

2021년도 제2차 예비타당성조사 보고서

수소 저장·운송 클러스터 구축사업

2021년 제2차 예비타당성조사 보고서

수소 저장·운송 클러스터 구축사업

제 출 문

기획재정부 장관 귀하

본 보고서를 귀 기획재정부가 의뢰한 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업』의 예비타당성조사 최종보고서로 제출합니다.

2023. 12.

한국조세재정연구원 원장 김 재 진

— < 연 구 진 > —

■ 「수소 저장·운송 클러스터 구축사업」 예비타당성조사

한국조세재정연구원 연구진 : 허경선 선임연구위원(연구총괄)

최시원 연구원

외부 연구진 :

조홍중 단국대학교 교수

이종훈 (주)리파트너스종합건축사사무소 대표

오시덕 (주)블루이코노미전략연구원 대표

유영필 (주)블루이코노미전략연구원 연구위원

검토위원 :

송준혁 한국외국어대학교 교수

양병일 (주)이가종합건축사사무소 실장

윤석호 (주)넥스트에너지코퍼레이션 대표

〈위치도 및 배치도〉



목 차

요약	1
I. 예비타당성조사의 개요	67
1. 사업의 추진 배경 및 목적	67
2. 사업의 주요 내용	69
3. 예비타당성조사의 주요 내용	86
II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점	91
1. 기초자료 분석	91
2. 유사사례 검토	111
3. 관련계획 검토	123
4. 예비타당성조사의 주요 쟁점	133
III. 사업계획 적절성 및 기술적 검토	148
1. 사업계획 적절성 검토	148
2. 기술적 검토	189
IV. 비용 추정	222
1. 비용 추정의 개요	222
2. 총사업비 추정	230
3. 운영비 추정	275
4. 재투자비 및 잔존가치	297
5. 분석관점에 따른 비용의 추정	299

V. 수요 추정	304
1. 수요 추정의 개요	304
2. 수요 추정 결과	307
VI. 편익 추정	319
1. 편익 추정의 개요	319
2. 편익 추정 결과	323
VII. 경제성 분석	335
1. 경제성 분석 개요	335
2. 경제성 분석	339
3. 민감도 분석	344
VIII. 정책성 분석	345
1. 정책성 분석의 체계	345
2. 사업추진 여건	347
3. 정책효과	361
4. 특수평가항목(자원조달 위험성)	388
IX. 지역균형발전 분석	397
1. 지역균형발전 분석의 개요	397
2. 지역낙후도	397
3. 지역경제 파급효과	405

X. 종합결론 및 정책제언	425
1. AHP 분석의 개요	425
2. AHP를 활용한 종합판단	426
3. 민간투자사업 추진 가능성 검토	435
4. 종합결론 및 정책제언	438
참고문헌	446
부록	451

표 목차

〈표 Ⅰ-1〉 주요 연계 정책	71
〈표 Ⅰ-2〉 사업의 주요 추진 경위	72
〈표 Ⅰ-3〉 사업의 개요	76
〈표 Ⅰ-4〉 총사업비 변경 내역(항목별)	77
〈표 Ⅰ-5〉 총사업비 변경 내역(세부사업별)	77
〈표 Ⅰ-6〉 연도별 사업 예산	78
〈표 Ⅰ-7〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 총별 공간 구성	79
〈표 Ⅰ-8〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 구성 및 실증 대상	81
〈표 Ⅱ-1〉 강원도 시·군별 행정구역 면적	92
〈표 Ⅱ-2〉 강원도 산업별 사업체 및 종사자 수(2019년 기준)	99
〈표 Ⅱ-3〉 강원도 산업별 총부가가가치 대비 비중	100
〈표 Ⅱ-4〉 수소 저장 기술의 분류 및 특징	102
〈표 Ⅱ-5〉 수소 운송 방식 분류 및 특징	102
〈표 Ⅱ-6〉 국내외 수소 저장기술 현황	104
〈표 Ⅱ-7〉 국내 수소 저장·운송 분야의 기술 수준	104
〈표 Ⅱ-8〉 수소차 내 수소저장장치 핵심부품(기술) 현황	105
〈표 Ⅱ-9〉 강원 수소 시범도시 및 액화수소산업 규제자유특구 사업 개요	108
〈표 Ⅱ-10〉 강원 수소산업 육성을 위한 관련 주요사업 추진 현황	109
〈표 Ⅱ-11〉 강원 기체수소 생산시설 구축계획	111
〈표 Ⅱ-12〉 연계기관(1) - 수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터	113
〈표 Ⅱ-13〉 연계기관(2) - 에너지안전실증연구센터	114
〈표 Ⅱ-14〉 연계기관(3) - 액화수소 검사지원센터	115
〈표 Ⅱ-15〉 유사사례(4) - 수소용품 검사지원센터	116
〈표 Ⅱ-16〉 국내사례(1, 2) - 동해안 에너지/새만금 신·재생에너지 클러스터 조성사업	118
〈표 Ⅱ-17〉 국내사례(3) - 국내 수소액화플랜트 구축 사례	119

〈표 II-18〉 해외사례(3) - HyTReC 구축 설비·장비 주요 내용	122
〈표 II-19〉 사업 규모 세부근거(사업계획안)	134
〈표 II-20〉 부지활용 계획(사업계획안)	135
〈표 II-21〉 건축물 공간별 세부내역(사업계획안)	137
〈표 II-22〉 용적률 계획안	140
〈표 II-23〉 기업집적단지 상부건축물의 용도	141
〈표 II-24〉 연차별 운영비	141
〈표 III-1〉 시설별 토지이용 계획	148
〈표 III-2〉 북평 제2일반산업단지 토지이용계획	150
〈표 III-3〉 북평 제2일반산업단지 조성 사업비	151
〈표 III-4〉 북평 제2일반 산업단지 공구별 토지이용계획	151
〈표 III-5〉 도로총괄표	152
〈표 III-6〉 주차장 결정 조서	152
〈표 III-7〉 녹지 결정 조서	152
〈표 III-8〉 유수지 결정 조서	153
〈표 III-9〉 클러스터 내 산업집적 공간 부지활용 계획	153
〈표 III-10〉 북평 제2일반 산업단지 토지이용계획 및 클러스터 부지활용 계획	154
〈표 III-11〉 북평 제2일반산업단지 내 시설별 토지이용계획표	154
〈표 III-12〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 공간구성계획(안)	156
〈표 III-13〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 공간구성계획(안)	157
〈표 III-14〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 공간구성	158
〈표 III-15〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 구축 필요면적 산출	159
〈표 III-16〉 북평 제2일반산업단지 유치업종 배치계획	162
〈표 III-17〉 산·학 캠퍼스 공간구성계획(안)	163
〈표 III-18〉 수소액화플랜트 구축을 위한 필요면적 및 공간구성계획	164
〈표 III-19〉 기술지원 공간 규모	166
〈표 III-20〉 기술검증지원 공간 규모	167

〈표 III-21〉 사업화지원 공간 규모	167
〈표 III-22〉 산·학 캠퍼스 공간 규모	168
〈표 III-23〉 시설별 토지이용계획표 및 추정 건폐율 및 용적률	170
〈표 III-24〉 용적률 계획안	170
〈표 III-25〉 대지면적의 적정성 검토	172
〈표 III-26〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 공간구성계획(안)	172
〈표 III-27〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 면적산출근거(검토안)	173
〈표 III-28〉 업무공간(연구소, 기획실, 지원실 등) 면적 산정	174
〈표 III-29〉 업무 부속공간 필요면적의 추정	175
〈표 III-30〉 종합정보실, 전시·홍보실, 체험관 면적	175
〈표 III-31〉 설비관계 면적 기준	176
〈표 III-32〉 기계·전기실 면적의 추정	176
〈표 III-33〉 공용면적 계획	177
〈표 III-34〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 면적	177
〈표 III-35〉 수소 저장·운송 안전성시험센터 공간구성계획(안)	178
〈표 III-36〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 면적산출근거(검토안)	178
〈표 III-37〉 시험실의 장비면적 비율	179
〈표 III-38〉 성능측정실, 안전성시험실 면적	179
〈표 III-39〉 안전성 시험센터 구축예정 장비별 규격	180
〈표 III-40〉 설비관계 면적 기준	184
〈표 III-41〉 기계·전기실 면적의 추정	184
〈표 III-42〉 공용면적 계획	184
〈표 III-43〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 면적	185
〈표 III-44〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 면적	186
〈표 III-45〉 산·학 캠퍼스 면적	188
〈표 III-46〉 액체수소 공급기반 주요면적 산출	188
〈표 III-47〉 연구 장비별 검토 결과	189
〈표 III-48〉 Air Liquide사의 승용차용 액체수소 충전소	199

〈표 III-49〉 Air Liquide사의 버스용 액체수소 충전소	199
〈표 III-50〉 Linde사의 액체수소 충전소 사양	200
〈표 III-51〉 실증 대상 수소 충전소의 사양	201
〈표 III-52〉 기체 충전소 주요 장비 현황(1)	202
〈표 III-53〉 기체 충전소 주요 장비 현황(2)	203
〈표 III-54〉 압축기 형식별 특징 비교	204
〈표 III-55〉 액체수소 충전소 주요 기술 현황	205
〈표 III-56〉 국내 액체수소 충전소 기술개발과제	205
〈표 III-57〉 수소 인프라 경제성 분석 결과	210
〈표 III-58〉 일반적인 수소 소비율 기준의 연료전지 차량 수	210
〈표 III-59〉 상용 수소액화플랜트 운영 현황(1898~2009년)	216
〈표 III-60〉 수소 액화 기술 현황	218
〈표 III-61〉 국내 수소액화플랜트 구축 사례	219
〈표 III-62〉 Linde사 액화 플랜트 납품 실적	219
〈표 III-63〉 Linde사 기술 현황	220
 〈표 IV-1〉 비용 보정 지수	 223
〈표 IV-2〉 소비자물가지수	223
〈표 IV-3〉 사업계획안 총사업비	224
〈표 IV-4〉 사업계획안 총사업비(전담기관 운영비 외 운영비 제외)	226
〈표 IV-5〉 건축부문의 총사업비 항목 설정	228
〈표 IV-6〉 사업계획안 총사업비(검토안 항목기준)	229
〈표 IV-7〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 공사비 단가 사례	231
〈표 IV-8〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 공사비 단가 사례	232
〈표 IV-9〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 공사비 단가 사례	234
〈표 IV-10〉 수소액화플랜트 공사비(사업계획안)	234
〈표 IV-11〉 수소액화플랜트 공사비(검토안)	235
〈표 IV-12〉 사업계획안과 검토안의 공사비 비교	235

〈표 IV-13〉 신·재생에너지의 공급의무비율	236
〈표 IV-14〉 단위 에너지사용량 및 지역계수	237
〈표 IV-15〉 원별 단위에너지생산량 및 원별 보정계수	238
〈표 IV-16〉 2021년 융복합지원사업 설비 및 지원단가	238
〈표 IV-17〉 신·재생에너지 예상 사용량(검토안)	240
〈표 IV-18〉 신·재생에너지 원별 설치규모	240
〈표 IV-19〉 신·재생에너지 공사비 산정 결과	241
〈표 IV-20〉 신·재생에너지 공사비 산정 결과 비교	241
〈표 IV-21〉 제로에너지 공사비 산정	242
〈표 IV-22〉 공사비의 종합	243
〈표 IV-23〉 분석관점에 따른 보상비 산정 방법	243
〈표 IV-24〉 분양가 조정사유 및 근거	244
〈표 IV-25〉 강원도 소재 일반산업단지 분양가 현황(2020년 4월 기준)	244
〈표 IV-26〉 북평 제2일반산업단지 전체 주요 현황	245
〈표 IV-27〉 기업집적단지 대상부지 현황	246
〈표 IV-28〉 산업진흥기반(산업진흥센터, 안전성 시험센터) 대상부지 현황	247
〈표 IV-29〉 기술검증기반(실증 테스트) 대상부지 현황	248
〈표 IV-30〉 산업진흥기반 및 기술검증기반 토지보상비	248
〈표 IV-31〉 사업지 주변공시지가대비 실거래가비율	249
〈표 IV-32〉 액체수소공급 기반시설(수소액화플랜트) 토지보상비산정	249
〈표 IV-33〉 분석관점별 토지보상비(검토안)	249
〈표 IV-34〉 시설부대경비 산정기준	250
〈표 IV-35〉 건축부문 설계비 요율	251
〈표 IV-36〉 산업플랜트부문의 요율	252
〈표 IV-37〉 설계비 산정 결과	252
〈표 IV-38〉 수소액화플랜트 설계비 산정 결과	253
〈표 IV-39〉 설계비의 종합	253
〈표 IV-40〉 측량 및 조사비 산정 결과(산업진흥기반, 기술검증기반)	254

〈표 IV-41〉 측량 및 조사비 산정 결과(액체수소 공급기반)	254
〈표 IV-42〉 인증 관련 설계대가 요율	255
〈표 IV-43〉 인증관련 설계비 종합	255
〈표 IV-44〉 설계비의 종합	256
〈표 IV-45〉 전면 책임감리비 요율(건축감리)	257
〈표 IV-46〉 감리비 산정 결과	257
〈표 IV-47〉 수소액화플랜트 감리비 산정 결과	258
〈표 IV-48〉 시설부대비 요율	258
〈표 IV-49〉 부대비 산정 결과	259
〈표 IV-50〉 시설부대경비 산정결과 종합	259
〈표 IV-51〉 안전성 시험센터 장비비(사업계획안)	260
〈표 IV-52〉 안전성 시험센터 장비비(검토안)	261
〈표 IV-53〉 안전성 시험센터 장비비 산정 결과	262
〈표 IV-54〉 산·학 캠퍼스 장비비(사업계획안)	263
〈표 IV-55〉 산·학 캠퍼스 장비비(검토안)	263
〈표 IV-56〉 산·학 캠퍼스 장비비 산정 결과	264
〈표 IV-57〉 실증 테스트베드 장비비(사업계획안)	265
〈표 IV-58〉 실증 테스트베드 장비비(검토안)	266
〈표 IV-59〉 실증 테스트베드 장비비 산정 결과	266
〈표 IV-60〉 수소액화플랜트 장비비 산정 내역(사업계획안)	266
〈표 IV-61〉 수소액화플랜트 장비비 산정 내역(검토안)	267
〈표 IV-62〉 수소액화플랜트 장비비 산정 결과	267
〈표 IV-63〉 장비비 산정 내역	267
〈표 IV-64〉 예비비 산정(총사업비)	268
〈표 IV-65〉 전담기관 운영비의 산정	269
〈표 IV-66〉 총사업비	270
〈표 IV-67〉 시설별 총사업비	271
〈표 IV-68〉 재원별 총사업비	272

〈표 IV-69〉 경제성 분석 비용(사업비)	273
〈표 IV-70〉 시설별 경제성 분석 비용(사업비)	274
〈표 IV-71〉 소비자물가지수	276
〈표 IV-72〉 운영비의 산정기준	277
〈표 IV-73〉 운영비(사업계획안)	277
〈표 IV-74〉 운영비 산정대상	278
〈표 IV-75〉 유사사례의 3개년 평균 운영비	278
〈표 IV-76〉 유사사례의 단위면적당 인원	279
〈표 IV-77〉 운영비의 추정	280
〈표 IV-78〉 연차별 운영인건비	281
〈표 IV-79〉 연차별 경상운영비	281
〈표 IV-80〉 수소액화플랜트 연간 운영비 산출 내역(사업계획안)	282
〈표 IV-81〉 수소액화플랜트 연간 운영비 산출 내역(검토안)	283
〈표 IV-82〉 전력 사용량(검토안)	284
〈표 IV-83〉 선택요금 제도	284
〈표 IV-84〉 계절별, 시간대별 구분	285
〈표 IV-85〉 산업용 전력(을) 고압 B, 선택 III 전력 요금	285
〈표 IV-86〉 전기요금 계산결과	285
〈표 IV-87〉 삼척시 상하수도 사용료 요율표	286
〈표 IV-88〉 삼척시 상수도 구경별 정액요금	286
〈표 IV-89〉 삼척시 상하수도 요금 검토	287
〈표 IV-90〉 Instrument와 GaN makeup 사용 비용 검토(사업계획안)	287
〈표 IV-91〉 Instrument와 GaN makeup 사용 비용 검토(검토안)	288
〈표 IV-92〉 수선유지비(사업계획안)	288
〈표 IV-93〉 수선유지비(검토안)	288
〈표 IV-94〉 기타 비용(사업계획안)	289
〈표 IV-95〉 일반관리비(검토안)	289
〈표 IV-96〉 기타비용에 대한 사업계획안과 검토안 비교	290

〈표 IV-97〉 SPC 운영센터 업무분장 및 필요인력 계획(사업계획안)	291
〈표 IV-98〉 운영 인건비(사업계획안)	291
〈표 IV-99〉 수소액화플랜트 운영비	292
〈표 IV-100〉 장비유지관리비 추정	293
〈표 IV-101〉 연차별 입주율과 인건비	294
〈표 IV-102〉 운영비 종합(30년)	295
〈표 IV-103〉 운영비의 종합	296
〈표 IV-104〉 설비별 내용연수 검토	297
〈표 IV-105〉 재투자 횟수 및 투입 시기	298
〈표 IV-106〉 잔존가치 산정	298
〈표 IV-107〉 분석 관점에 따른 항목별 비용 추정기준	299
〈표 IV-108〉 경제성 분석을 위한 비용(사업비)	300
〈표 IV-109〉 경제성 분석을 위한 비용(사업비) 연차별 투자계획	300
〈표 IV-110〉 경제성 분석을 위한 연차별 비용(전체)	302
〈표 V-1〉 수요의 개요	305
〈표 V-2〉 사전조사 결과	307
〈표 V-3〉 산업진흥센터 입주 의사	309
〈표 V-4〉 신규투자 여부 및 신규투자율	310
〈표 V-5〉 입주희망 면적 및 입주희망 시기	311
〈표 V-6〉 총생산가능면적과 부가가치 발생가능면적	312
〈표 V-7〉 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 이용 의사	312
〈표 V-8〉 시도별 자동차 등록 현황	314
〈표 V-9〉 「수소경제 이행 기본계획」 수소차 전망	315
〈표 V-10〉 시도별 수소차 전망	315
〈표 V-11〉 차종별 연간 수소 수요(2030년 기준)	316
〈표 V-12〉 시도별 일일 수소차 수요 전망	316
〈표 V-13〉 수소액화플랜트의 연간 수소 수요 전망	317

〈표 VI-1〉 편익의 식별	319
〈표 VI-2〉 수소 유형별 운송비 단가 차이	321
〈표 VI-3〉 수소충전소 유형별 비교	322
〈표 VI-4〉 수소충전소 유형별 비교	322
〈표 VI-5〉 수소충전소 유형별 가격 비교	323
〈표 VI-6〉 단위면적당 부가가치액 산정 과정 및 자료	323
〈표 VI-7〉 업종별 기업당 매출액(2017~2019년)	324
〈표 VI-8〉 업종별 평균 부지면적	324
〈표 VI-9〉 업종별 부가가치율 3개년 평균(2017~2019년)	325
〈표 VI-10〉 단위면적당 부가가치액	325
〈표 VI-11〉 1~9년 차 가중치 반영 단위면적당 부가가치액	325
〈표 VI-12〉 10~30년 차 가중치 반영 단위면적당 부가가치액	326
〈표 VI-13〉 시기별 산업진흥센터 입주편익 연간 발생 부가가치액 산정 방식	326
〈표 VI-14〉 산업진흥센터 입주 편익 연간 발생 부가가치액	326
〈표 VI-15〉 안전성 시험센터 이용 설문 결과	328
〈표 VI-16〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 연간 발생 부가가치액	328
〈표 VI-17〉 실증 테스트베드 이용 설문 결과	330
〈표 VI-18〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 연간 발생 부가가치액	330
〈표 VI-19〉 액체수소 공급 편익	332
〈표 VI-20〉 편익 종합	333
〈표 VII-1〉 경제성 분석 기법의 비교	336
〈표 VII-2〉 현재가치화된 연차별 비용 및 편익(전체)	340
〈표 VII-3〉 비용 및 편익 흐름	342
〈표 VII-4〉 비용편익 분석결과 요약	343
〈표 VII-5〉 수소 수요 변동에 따른 경제성 분석 결과	343
〈표 VII-6〉 민감도 분석 결과	344

〈표 Ⅷ-1〉 정책성 분석 세부 평가항목 개요	346
〈표 Ⅷ-2〉 계획의 분류	348
〈표 Ⅷ-3〉 사업의 주요 추진 경위	354
〈표 Ⅷ-4〉 수소 추출설비(30톤/일) 구축 사업 개요	356
〈표 Ⅷ-5〉 일자리 효과의 내용	363
〈표 Ⅷ-6〉 취업유발 효과 분석 결과(주무부처)	363
〈표 Ⅷ-7〉 성장단계별 운영인력 소요 계획	364
〈표 Ⅷ-8〉 고용유발효과 분석 결과(주무부처)	365
〈표 Ⅷ-9〉 전국 및 강원도 내 산업단지별 고용현황	365
〈표 Ⅷ-10〉 구축 및 운영단계의 산업별 고용유발인원 및 표준화 점수(주무부처)	366
〈표 Ⅷ-11〉 구축 및 운영단계의 항목별 고용의 질 점수(주무부처)	367
〈표 Ⅷ-12〉 고용의 질 제고효과 종합평가(주무부처)	367
〈표 Ⅷ-13〉 고용유발 효과 분석 결과(검토안)	369
〈표 Ⅷ-14〉 고용의 질 평가항목과 활용자료	370
〈표 Ⅷ-15〉 건설기간 중 산업별 고용유발인원 및 표준화 점수(검토안)	370
〈표 Ⅷ-16〉 건설 및 운영기간 중 항목별 표준화 점수(검토안)	371
〈표 Ⅷ-17〉 고용의 질 제고효과 종합평가(검토안)	372
〈표 Ⅷ-18〉 생활여건 영향	372
〈표 Ⅷ-19〉 강원 액화수소 공급에 따른 수소충전비용 절감	374
〈표 Ⅷ-20〉 도시가스 미공급 가정의 에너지활용 여건 개선 효과	375
〈표 Ⅷ-21〉 환경성 평가	377
〈표 Ⅷ-22〉 대기환경 측면 주요 저감대책(안)	378
〈표 Ⅷ-23〉 물환경 측면 주요 저감대책(안)	379
〈표 Ⅷ-24〉 토지환경 측면 주요 저감대책(안)	380
〈표 Ⅷ-25〉 자연생태환경 측면 주요 저감대책(안)	380
〈표 Ⅷ-26〉 생활환경 측면 주요 저감대책(안)	381
〈표 Ⅷ-27〉 안전성 평가	383
〈표 Ⅷ-28〉 재원별 총사업비	389

〈표 Ⅷ-29〉 산업·중소기업·에너지 분야의 과거 재정투자 추이	389
〈표 Ⅷ-30〉 2022~2026년 국가재정운용계획상 분야별 자원배분 계획	390
〈표 Ⅷ-31〉 산업·중소기업·에너지 분야 투자계획	391
〈표 Ⅷ-32〉 최근 5년 간 강원도 세입 예산 추이(일반회계 기준)(2019~2023년)	391
〈표 Ⅷ-33〉 강원도의 중기지방재정계획(2023~2027년)과 에너지 분야 투자계획	392
〈표 Ⅷ-34〉 수소액화플랜트 민관 특수목적법인 지분배분(안)	394
〈표 Ⅷ-35〉 국내 수소액화플랜트 구축 현황	395
〈표 Ⅸ-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요	398
〈표 Ⅸ-2〉 요인별 지표 가중치(요인점수 추정결과)	402
〈표 Ⅸ-3〉 요인별 가중치(요인별 표본 충분산 설명비율)	403
〈표 Ⅸ-4〉 시·도별 지역낙후도 지표 및 순위	404
〈표 Ⅸ-5〉 시·군별 지역낙후도 지표 및 순위	404
〈표 Ⅸ-6〉 상품분류 구분	410
〈표 Ⅸ-7〉 IRIO 분석을 위한 투자비 내역	422
〈표 Ⅸ-8〉 지역별 파급효과 추계 결과	422
〈표 Ⅸ-9〉 지역경제 활성화 효과지수	424
〈표 X-1〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 요약표	427
〈표 X-2〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 AHP 평가항목	429
〈표 X-3〉 가중치 산정범위(비수도권)	430
〈표 X-4〉 사업추진 여건, 정책효과, 특수평가항목 가중치 산정범위	430
〈표 X-5〉 각 항목별 가중치 산정 결과	431
〈표 X-6〉 AHP 평가 결과	432
〈표 X-7〉 평가자별 의견 일치도와 AHP 평점에 따른 결론3)	435
〈표 X-8〉 민간투자사업 추진 가능성 검토방법	436
〈표 X-9〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 총괄요약표	444

그림 목차

[그림 I-1] 수소 저장·운송 클러스터 사업대상 공간	74
[그림 I-2] 사업의 체계 및 구성	74
[그림 I-3] 수소 저장·운송 클러스터 활용전략	75
[그림 I-4] 사업대상 공간(북평 제2일반산업단지)	78
[그림 I-5] 클러스터 기술 검증 지원	80
[그림 I-6] 수소액화플랜트 위치 및 조감도	82
[그림 I-7] 사업의 추진체계	83
[그림 I-8] 사업의 운영 체계	84
[그림 I-9] 예비타당성조사 수행 절차	86
[그림 II-1] 강원도 위치 및 행정구역	92
[그림 II-2] 시·도별 인구증감률(좌) 및 강원도 인구변화(우)	93
[그림 II-3] 강원도 시·군별 인구 순이동(2016~2020년)	94
[그림 II-4] 강원도 연령별(좌) 및 시·군 지역(우) 인구 순이동(2016~2020년)	95
[그림 II-5] 강원도 전입사유별 순이동(좌) 및 전입사유별·연령별 수도권과의 순이동(우) (2016~2020년)	96
[그림 II-6] 강원도 연령별 인구 비중(좌) 및 고령인구 비중 추이(우)	96
[그림 II-7] 강원도 시·군별 소멸위험지수	97
[그림 II-8] 지역별 도로연장(좌) 및 강원도 도로 유형별(우) 현황	98
[그림 II-9] 강원도 전략산업 업체 수(좌), 종사자 수(가운데), 매출액(우) 비중	101
[그림 II-10] 수소 운송 비용 전망	106
[그림 II-11] 강원 생산 수소 충전소 공급계획	111
[그림 II-12] 연계기관과의 역할분담 계획	112
[그림 II-13] 울산/창원 수소액화플랜트	119
[그림 II-14] 해외사례(1) - Solar Valley(독일)	120
[그림 II-15] 해외사례(2) - 기타큐슈 수소타운 프로젝트(일본)	121

[그림 II-16] 해외사례(3) - Hydrogen Energy Test and Research Center(일본)	122
[그림 II-17] 수소경제 활성화 로드맵	124
[그림 II-18] 수소경제 표준화 전략 로드맵	125
[그림 II-19] 수소 안전관리 종합대책	127
[그림 II-20] 수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안	128
[그림 II-21] 제1차 수소경제 이행 기본계획	131
[그림 II-22] 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵	133
[그림 II-23] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 P&ID	143
[그림 III-1] 클러스터 산업집적공간 대상부지	149
[그림 III-2] 북평 제2일반산업단지 토지이용계획도	150
[그림 III-3] 산업진흥기반 시설 토지이용계획	155
[그림 III-4] 수소 저장·운송 산업진흥센터 공간구성 세부내용	156
[그림 III-5] 수소 저장·운송 안전성 시험센터 공간구성 세부내용	157
[그림 III-6] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 토지이용계획	158
[그림 III-7] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 계획평면도	159
[그림 III-8] 실증 테스트베드 계획평면상 테스트베드룸의 구성	160
[그림 III-9] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 공간구성	161
[그림 III-10] 산·학 캠퍼스 공간구성 세부내용	163
[그림 III-11] 산학캠퍼스 그린에너지연구관 현황 및 8층 평면도	164
[그림 III-12] 수소액화플랜트 구축 예정공간 및 공간구성	165
[그림 III-13] 기술지원 공간 구성도	166
[그림 III-14] 사업화지원 공간 구성도	168
[그림 III-15] 산·학 캠퍼스 공간구성도	169
[그림 III-16] 안전성 시험센터 구축예정 장비별 배치계획	180
[그림 III-17] 유사사례(초고압시험동) 장비배치도 및 장비규격	182
[그림 III-18] 유사사례(기초물성시험동) 장비배치도 및 장비규격	183
[그림 III-19] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 장비배치 및 시설면적	187

[그림 III-20] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 P&ID(안)	192
[그림 III-21] 튜브트레일러로 수소를 공급하는 수소 충전소 구성 예시	194
[그림 III-22] 파이프라인으로 수소를 공급하는 수소 충전소 구성 예시	194
[그림 III-23] 배관으로 공급되는 연료를 개질하여 수소를 생산하는 수소 충전소 구성 예시	194
[그림 III-24] 원료 수송용 트레일러로 공급되는 연료(CNG, LPG)를 개질하여 수소를 생산하는 수소 충전소 구성 예시	195
[그림 III-25] 물을 전기분해(수전해)하여 수소를 생산하는 수소 충전소 구성 예시	195
[그림 III-26] 기체수소 충전소의 기본 구성	195
[그림 III-27] 기체수소 및 액체수소 운송 효율 비교	196
[그림 III-28] 액체수소 충전소의 기본 구성	197
[그림 III-29] Iwatani 액체 충전소 구성도	197
[그림 III-30] Air Products사 소용량(좌) 및 대용량(우) 액체 충전소 구성도	198
[그림 III-31] Linde사의 액체수소 충전소 외관	199
[그림 III-32] 압축기 형식별 적용 사례	203
[그림 III-33] 기체수소 충전소 부품 국산화 수준	204
[그림 III-34] HyNet 50kg/h 수소 충전소 구성의 개요	207
[그림 III-35] 액체수소 충전소의 개념	208
[그림 III-36] 1차 수소 기술개발 로드맵의 수소 저장·운송부문의 핵심기술 개발 전략	209
[그림 III-37] 2차 수소기술개발로드맵의 수소 저장·운송부문의 핵심마일스톤	209
[그림 III-38] 용량변화에 따른 수소 액화 비용의 추이 변화	211
[그림 III-39] LNG 고효율 수소 액화 공정 개념도화	211
[그림 III-40] Linde 코리아 30톤/일급 수소액화플랜트 공정 흐름도	212
[그림 III-41] 사업 범위를 포함하는 수소액화플랜트 공정 흐름도	213
[그림 III-42] 수소액화플랜트의 구성 예시	214
[그림 III-43] 평행상태에서 수소분자의 Spin isomer 및 para 수소의 농도 변화	215
[그림 III-44] 현재 상용화된 대표적인 수소 액화 기술 예시	216
[그림 III-45] Linde사의 소규모 및 중규모 수소 액화 플랜트 개발 이력	220
[그림 III-46] Linde사의 소규모 수소액화플랜트 공정 흐름도	221

[그림 IV-1] 제로에너지 건축개념	242
[그림 IV-2] 수소액화플랜트 운영 관련 세부조직 구성계획	290
[그림 VIII-1] 정책 방향의 일치성 분류	349
[그림 VIII-2] 고압가스 일반제조 사업의 안전관리 체계도	384
[그림 VIII-3] 사고대응 절차도(안)	385
[그림 VIII-4] 수소 저장·운송 클러스터 사고전개 시나리오(안)	386
[그림 VIII-5] 수소 생산시스템 탱크파열 관련 예방책 개념도	386
[그림 VIII-6] 수소 저장·운송시스템 관련 사고위험요소	387
[그림 VIII-7] 수소액화플랜트 참여 및 투자의향서 제출 기업	394
[그림 IX-1] 지역 내 산업연관표의 기본구조	408
[그림 IX-2] 지역 간 산업연관표(IRIO)의 기본구조	409
[그림 IX-3] 산업연관분석 유발효과의 개념	418
[그림 X-1] 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 AHP 계층 구조	428
[그림 X-2] 민간투자사업 추진 가능성 검토 수행 절차	437

요 약

I. 예비타당성조사의 개요

1. 사업의 추진 배경 및 목적

가. 사업의 추진 배경

- 수소는 기존 화석연료의 환경문제 및 수급 불안 문제를 해소하고 신재생에너지의 간헐성 및 계통 불안정성을 보완할 수 있는 미래 에너지 운반체로서 부상함
 - 우리 정부는 2015년부터 수소차 보급 정책을 추진하고 2019년 1월 「수소경제 활성화 로드맵」을 발표하며 관련 산업 육성에 관한 의지를 강하게 표명함
- 저장·운송 분야는 시간과 규모의 경제 확보가 필요한 인프라의 영역으로 향후 가장 중요한 병목 구간이 될 수 있다고 보고됨
 - 국내 수소 저장·운송 분야는 주요국과 기술 격차가 있고 정부 R&D 지원 사업 부족으로 외국계 기업에 기술의존도가 높아 가격경쟁력 확보가 어려운 상황임
 - 중소기업 위주로 구성되어 산업 생태계 형성도 미흡한 편임
- 주무부처는 소규모로 분산된 수소 저장·운송 관련 기업을 집적하고 다양한 지원 플랫폼을 활용하여 클러스터 중심으로 산업을 집중 육성함으로써, 수소공급망의 경제성 및 효율성을 확보할 수 있음을 개진함
 - 본 사업은 관련 기업을 집적하고 이를 지원하기 위한 산업진흥시설 및 기술지원시설을 확보하여 산·학·연 유기적 협력관계에 기반한 시너지효과를 창출하는 상생의 혁신 생태계로서 제시됨

나. 사업의 목적 및 기대효과

1) 사업의 목적

- 미래 수소경제 공급망의 3박자(경제성, 안전성, 효율성) 완성을 실현함
 - (산업성장 기반확보) 클러스터형 산업성장기반 구축으로 혁신 생태계 조성 및 입주기업의 성장 지원을 통해 수소 저장·운송 산업 진흥으로 연결함
 - (미래 수소공급망 완성) 클러스터 중심 기술, 제품 실증 및 시험·인증 등 검증과 상용화 촉진을 통해 미래 수소경제 공급망의 3박자 완성으로 수소경제 도입에 기여함
- 검증 완료된 수소 저장·운송 분야 기술, 제품의 적용 및 확산을 통해 국내 수소경제 활성화 및 글로벌 수소선도국가 입지를 확보함

2) 사업의 기대효과

- 현재 미성숙 단계인 수소 저장·운송 산업의 소규모로 분산되어 있는 관련 기업을 집적하고 상생형 산업생태계를 조성 및 고도화함
- 국내 최초 수소 저장·운송 실증테스트베드의 확보로 체계적이고 전문화된 성과물 검증 시스템에 관한 기업들의 수요를 충족할 수 있음
- 경제적이고 효율적인 수소공급망 완성으로 수소 가격 안정화 및 수소차 보급계획의 실효성 확보에 기여하고 다양한 기술적 가능성과 안전성 검토를 통해 사회적 불안감 해소 및 안전한 수소경제 실현에 기여함

2. 사업의 주요 내용

가. 사업의 추진근거

- 본 사업은 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」, 「지역 개발 및 지원에 관한 법률」, 「산업기술혁신 촉진법」, 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」, 「국가균형발전 특별법」 등을 근거로 추진하고자 제시됨

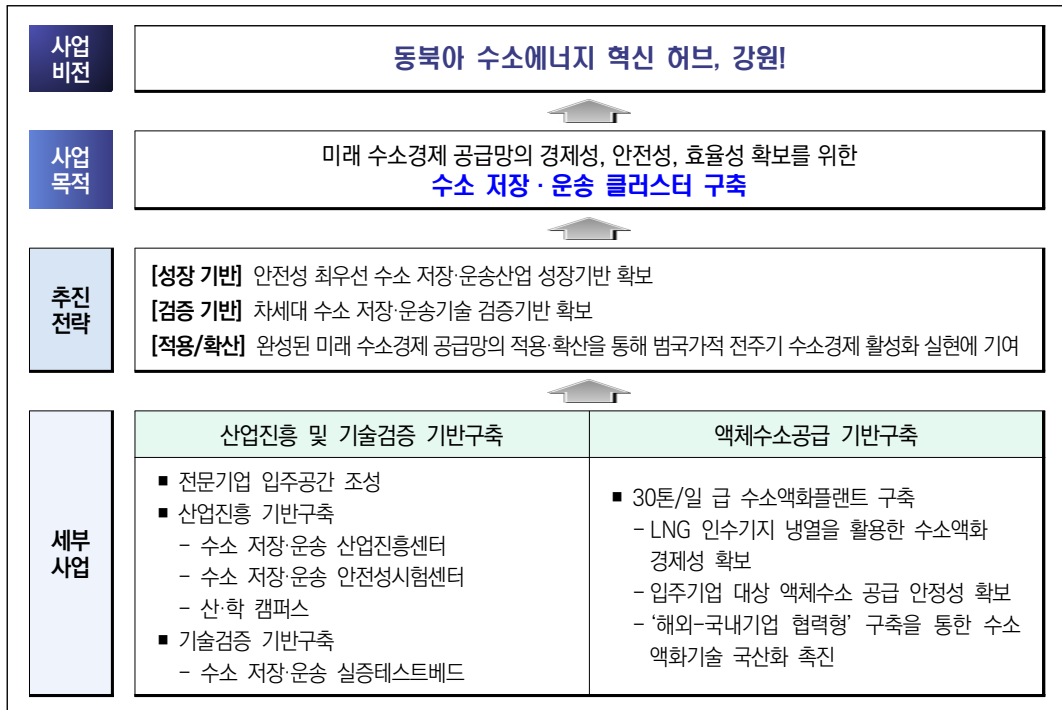
나. 사업의 추진경위

- 전라북도, 인천시, 울산시, 경상북도와 함께 산업통상자원부의 수소융합단지실증사업 신규지원 2차 공모에 선정됨(2019. 10.)
 - 2020년 1월부터 사업기획 컨소시엄 공식회의 11회, 수소산업 클러스터 협의회 3회, 자문위원단 컨설팅 3회, 전문가 자문위원회 10회 등 핵심사항들에 대한 협의와 자문 통해 사업기획이 추진됨

다. 사업의 개요

- 2021년 2차 예비타당성조사 대상사업으로 선정되어 같은 해 10월 조사가 착수되었으며, 2022년 6월 사업계획변경이 진행됨
 - 조사를 착수한 그해 11월, 주무부처는 장비 및 설비 구축 내역 등을 보완하여 사업 계획서 및 기획보고서를 재제출하였으며, 이후로도 질의응답 과정에서 사업계획을 지속적으로 수정, 보완함
 - 2022년 3월, 주무부처는 사업계획변경의사를 밝힌 후 준비 작업을 거쳐 같은 해 6월 최종적으로 사업계획변경을 진행함

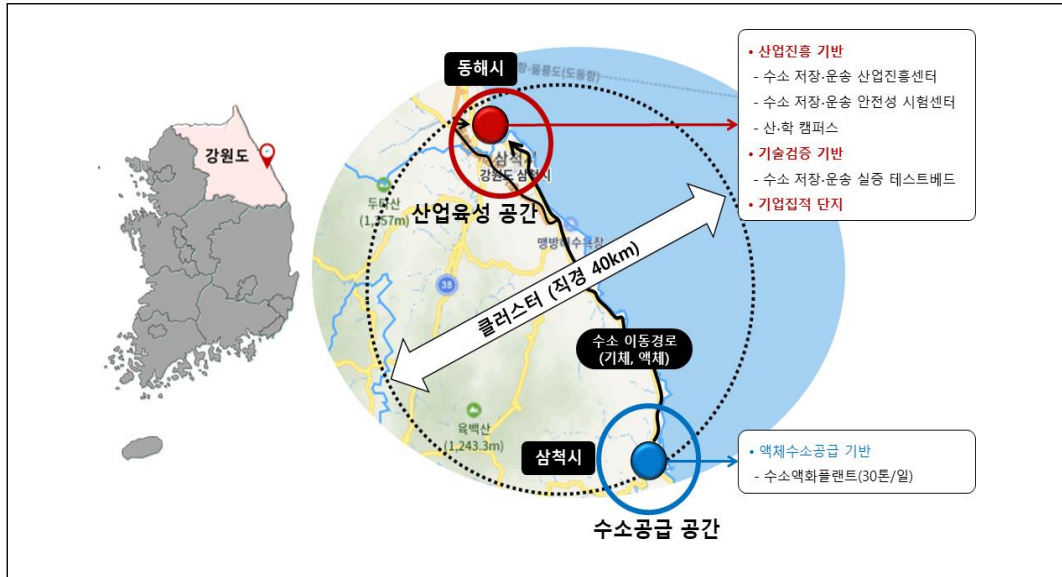
[그림 1] 사업의 체계 및 구성



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

- 강원도 동해시, 삼척시를 포함하는 반경 20킬로미터(km) 공간을 대상으로 3대 핵심기반 (산업진흥기반, 기술검증기반, 액체수소공급기반)을 구축하는 세부 사업으로 구성됨
- (산업진흥기반) 수소 저장·운송 산업진흥센터, 수소 저장·운송 안전성 시험센터, 산·학 캠퍼스가 포함됨
- (산업진흥센터) 입주기업의 성장과 관련 산업 육성 실현을 위한 산업진흥 플랫폼으로서 기능
 - (안전성 시험센터) 개발된 기술 및 제품의 성공적인 목표 시장 진출을 위하여 시험·인증 플랫폼으로서 기능
 - (산·학 캠퍼스) 대학과의 협력을 기반으로 인적혁신 실현을 위한 산·학 연계 플랫폼으로 기능
- (기술검증기반) 수소 저장·운송 실증 테스트베드는 개발된 기술 및 제품의 성공적인 목표 시장 진출을 위하여 기술검증 플랫폼으로 기능함
- (액체수소공급기반) 수소액화플랜트는 액체수소를 경제적, 안정적으로 공급하기 위한 액체수소 공급 플랫폼으로 기능함

[그림 2] 수소 저장·운송 클러스터 사업대상 공간



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〈표 1〉 사업의 개요

구분	수소 저장·운송 클러스터 구축사업	
사업위치	강원도 동해시, 삼척시 포함 반경 20km 이내 동해시 북평 제2일반산업단지 내(수소 저장·운송 산업진흥센터, 안정성 시험센터, 실증 테스트베드) 삼척시 호산일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근 부지(수소액화플랜트)	
사업기간	2023~2027년(5년)	
총사업비	3,220.55억원	
사업주체	○ 주무부처: 산업통상자원부 ○ 지방자치단체: 강원도 ○ 전담기관: 한국에너지기술연구원 ○ 주관기관: 강원도 에너지진흥원 ○ 참여기관: 강원 테크노파크, 강원대-KIST 극저온연구센터, 강원대학교 삼척캠퍼스, 국내외 민간기업 컨소시엄	
사업구성	○ 산업진흥기반 - 수소 저장·운송 산업진흥센터(지원) • (사업비) 242.19억원 - 산·학 캠퍼스(지원) • (사업비) 11.67억원 - 수소 저장·운송 안전성 시험센터(활용) • (사업비) 324.67억원	○ 기술검증기반 - 수소 저장·운송 실증 테스트베드(활용) • (사업비) 186.58억원 ○ 액체수소공급기반 - 수소액화플랜트(활용) • (사업비) 2,378.06억원

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」를 바탕으로 재작성

- 사업기간은 2023~2027년, 사업주체가 되는 주무부처 및 지자체는 산업통상자원부 및 강원도로 제시됨
- 한국에너지기술평가원(전담기관)의 관리 아래, 강원도 에너지진흥원(주관기관)이 본 사업을 총괄 운영함
- 강원도 에너지진흥원은 미설립된 기관으로, 당초 2023년 1월 설립을 계획하였으나 2024년 12월로 연기된 것으로 제시
- 그 밖에 강원테크노파크, 강원대-KIST 극저온연구센터, 강원대학교 삼척캠퍼스, 국내외 민간기업(컨소시엄) 등이 참여기관으로 제시됨
- 총사업비는 3,220억 5,500만원으로, 2022년 6월 사업계획변경을 통해 당초 2,958억 8,800만원 대비 261억 6,800만원 증가됨

〈표 2〉 총사업비 변경 내역(항목별)

(단위: 억원)

구분		원안(A)	변경안(B)	증감(B-A)
공사비		1,152.30	1,233.93	81.63
시설부대경비	설계비	46.09	49.36	3.27
	감리비	69.14	74.04	4.90
장비비		1,319.01	1,439.14	120.13
토지매입비		34.72	60.96	26.24
예비비		262.13	285.74	23.62
운영비	운영인건비	37.78	37.78	-
	경상운영비	14.10	14.10	-
	전담기관운영비	23.62	25.51	1.89
합계		2,958.88	3,220.55	261.68

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서」; 「예비타당성조사 요구서(변경)」

1) 세부 사업계획

가) 산업진흥기반 - ① 수소 저장·운송 산업진흥센터

□ 기술지원 본부, 사업화지원 본부 등 입주기업의 기술역량 고도화 및 사업화 촉진을 지원하는 지원공간으로 활용될 예정임

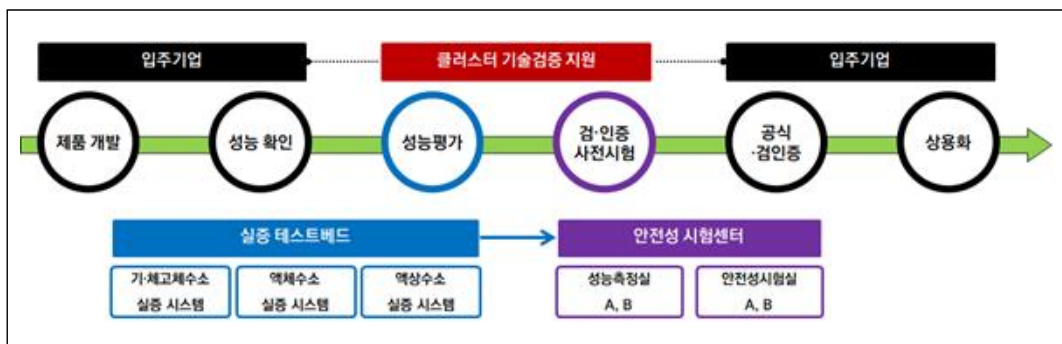
- (위치) 동해시 북평 제2일반산업단지(지원시설용지)
- (규모) 부지면적 1만 785.7제곱미터(㎡), 건축면적 2,756제곱미터(㎡), 연면적 8,268 제곱미터(㎡), 지상 3층 규모
 - 운영조직 공간, 전시·홍보실, 체험관, 정부출연연구소, 대기업 등의 연구 공간(공공, 민간 연구소)과 입주기업 연구 공간 등

나) 산업진흥기반 - ② 수소 저장·운송 안전성 시험센터

□ 수소 저장탱크의 취성 테스트 등 안전성 확보가 요구되는 기술 및 제품의 안전성을 시험하는 공간으로 활용될 예정임

- (위치) 동해시 북평 제2일반산업단지(지원시설용지)
- (규모) 부지면적 3,595.2제곱미터(㎡), 연면적 2,756제곱미터(㎡), 지상 1층 규모
 - 성능측정, 안전성평가 등 개발 기술 및 제품의 신속한 상용화를 위한 총 28종의 설비 및 장비가 구축될 계획

[그림 3] 클러스터 기술 검증 지원



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

다) 산업진흥기반 - ③ 산·학 캠퍼스

- 클러스터 내에 현장맞춤형 기술전문인력 양성, 대학과 기업의 협력체계 강화, 수소 저장·운송 분야 기술창업 보육 및 지원 역할을 수행할 계획임
- (위치) 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층(875제곱미터(㎡))을 연계 활용
- (규모) 수소 저장·운송산업 예비 전문인력의 현장맞춤형 역량강화를 위한 교육 및 실습용 장비 총 12종을 구축함

라) 기술검증기반: 수소 저장·운송 실증 테스트베드

- 입주기업이 개발한 기술 및 제품의 성능평가 수행을 위한 공간으로 활용됨
- (위치) 동해시 북평 제2일반산업단지(산업시설용지)
- (규모) 부지면적 4,669.6제곱미터(㎡), 연면적 3,720제곱미터(㎡), 지상 1층 규모
 - 3개의 실증 시스템(기체·고체, 액체, 액상(NH₃) 수소) 구축
 - 실제 비즈니스모델을 고려한 모사환경(수소충전소 모델)을 제공할 계획이며 모듈형, 즉 상용품과 기업의 개발 제품을 병렬적으로 구조화할 예정

〈표 3〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 구성 및 실증 대상

실증 시스템	테스트베드룸	실증 시스템별 실증 대상
기체·고체	① 기체·고체 ④ 압축기 ⑤ 냉동기 ⑥ 저장용기	디스펜서, pre-cooler, 저·중·고압 압축기, 이동식 용기 및 탱크, 연결배관 및 피팅류, 저장식 고압탱크, 냉각기 및 칠러, 체크밸브, 수동밸브, 유량조절밸브, 펌프류, 기화기, 충전호스, 안전 및 차단밸브, 압력조정기, 노즐 등
액체	② 액체 ⑦ 튜브&밸브 ⑧ 기화기 ⑨ 펌프	액화수소용 디스펜서, pre-cooler, 액화수소 저장탱크, 액화수소 파워팩, 액화수소 탱크, 액화수소 펌프, 액화수소 기화기, 액화수소 충전호스, 안전 및 차단밸브, 자동 및 수동밸브, 진공단열배관, 연결배관 및 피팅류, 플랜지식 연결구, 체크밸브, 수동밸브, 초저온 밸브, 유량조절밸브, 용기밸브(압력방출장치), 압력조정기, 극저온 용접부품, 노즐 등
액상	③ 액상	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

마) 액체수소공급기반 - 수소액화플랜트

- 입주기업에 가격경쟁력을 갖는 액체수소를 안정적으로 공급하는 기반시설이자 강원도 및 인근 지역에 액체수소를 공급하는 데 활용할 것으로 제시됨

- (위치) 삼척시 호산일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근
- (규모) 부지면적 1만 7,589제곱미터(㎡), 건축면적 1만 2,312제곱미터(㎡), 30톤/일 규모
 - LNG 냉열을 활용하여 경제성을 확보하는 전략으로 한국가스공사의 기체수소 생산시설 구축과 연계하여 추진할 계획

[그림 4] 수소액화플랜트 위치 및 조감도



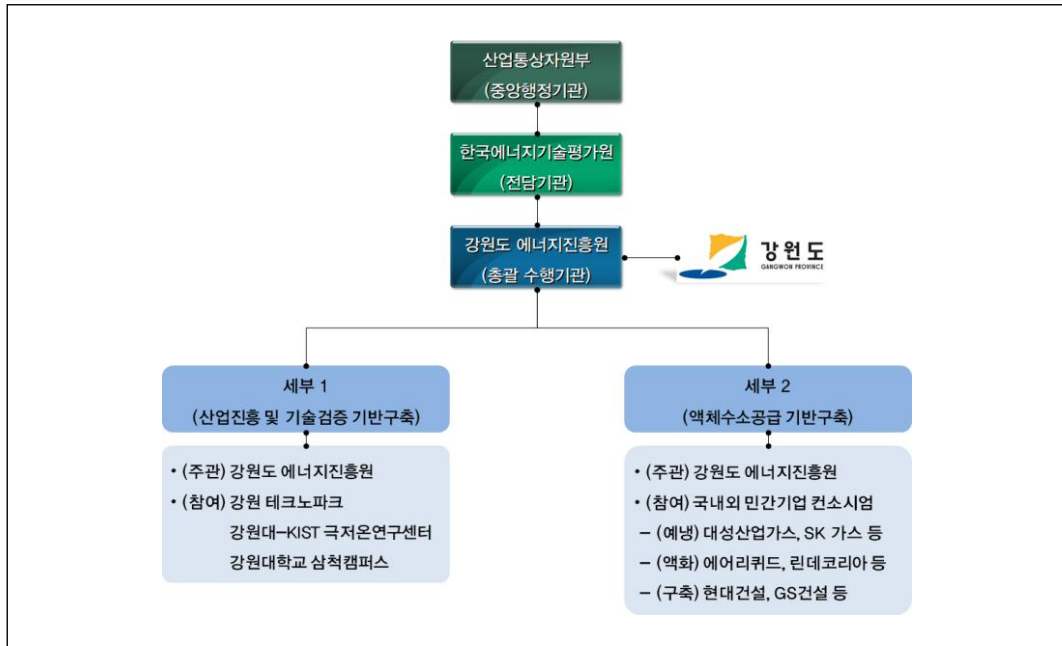
자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

라. 사업의 추진체계

- (주무부처/지자체) 산업통상자원부 / 강원도
- (전담기관/주관기관) 한국에너지기술평가원 / 강원도 에너지진흥원
 - (전담기관) 주관기관의 연차별 수행실적 점검, 평가 등 사업 전반에 관한 관리 역할을 함
 - (주관기관) 강원도 에너지진흥원은 미설립된 기관으로, 당초 2023년 1월 설립을 계획하였으나 2024년 12월로 연기된 것으로 제시됨
 - 운영총괄센터를 비롯한 기술지원, 사업화지원, 인력양성지원 본부, SPC 운영센터 등 기업 지원 조직을 하부 조직으로 설정할 계획임
- (참여기관) 강원 테크노파크, 강원대-KIST 극저온연구센터, 강원대학교 삼척캠퍼스, 국내외 민간기업(컨소시엄) 등
 - 국내외 민간기업 컨소시엄은 민관 특수목적법인을 구성하여 수소액화플랜트를 구축·운영함

- 공공-민간 협력형으로 강원도 에너지진흥원이 이해관계자로 참여하며 수소액화플랜트의 실질적인 운영 및 관리와 관련 비용 지출을 담당

[그림 5] 사업의 추진체계

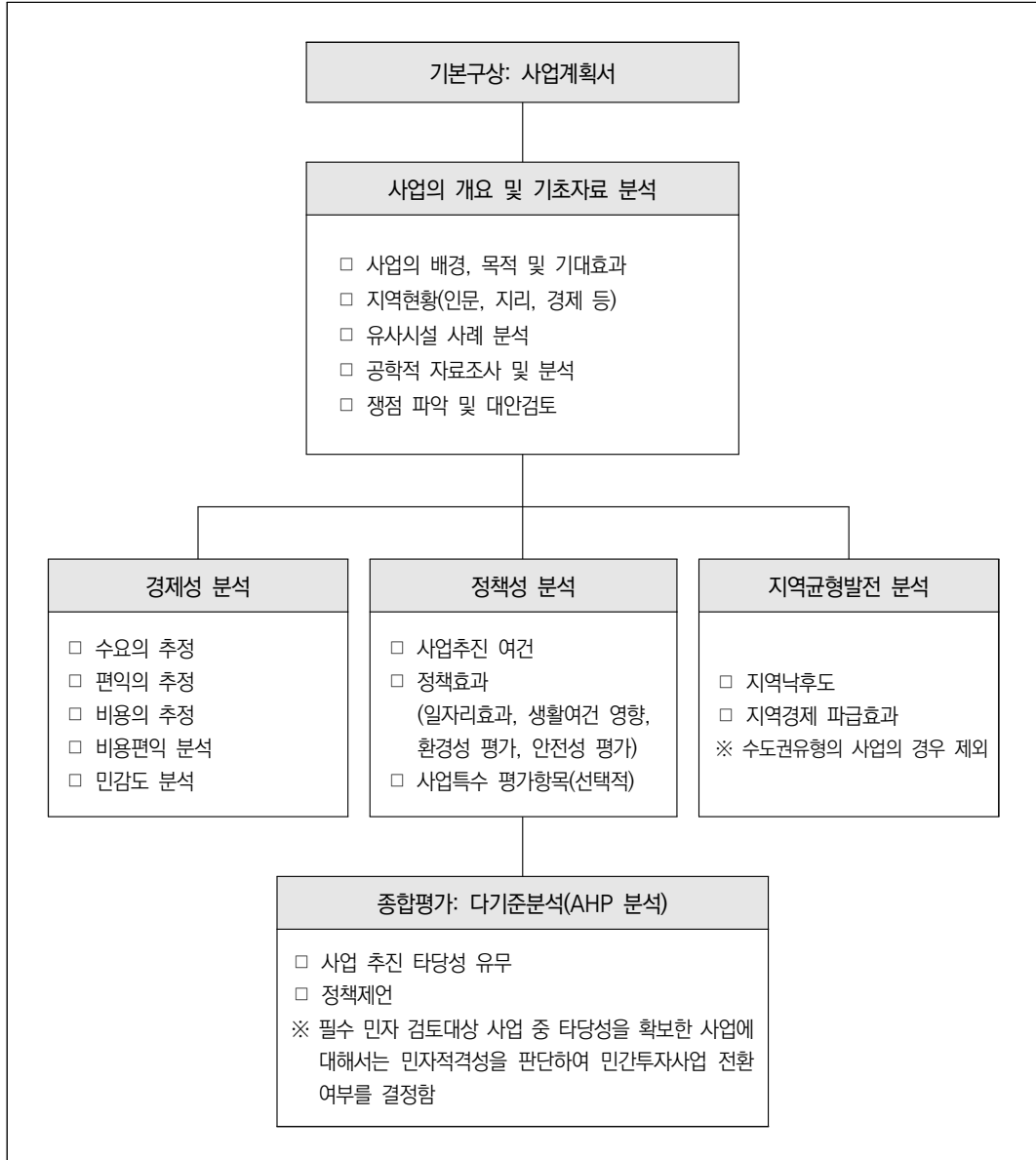


자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

3. 예비타당성조사의 주요 내용

가. 예비타당성조사의 절차

[그림 6] 예비타당성조사 수행 절차



자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.; 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」, 2021을 바탕으로 재작성

II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

1. 기초자료 분석

가. 자연환경 및 생활환경

- 강원도는 한반도 중앙부의 동측에 태백산맥을 중심으로 영동과 영서로 크게 구분되며, 동서의 길이는 약 150킬로미터(km), 남북은 약 243킬로미터(km), 동쪽은 약 314킬로미터(km)에 걸쳐 해안선을 이루면서 이어져 있음
- 중위도 온대성 기후대에 위치하여 여름에는 고온·다습하고 겨울에는 한랭·건조한 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조함
 - 일반적으로 산맥의 급한 경사면을 따라 바다로 연결되는 영동 지방은 해양성기후에 가까운 기상 특성을, 영서 지방은 한반도 중앙내륙에 위치하여 대륙성기후에 가까운 특성을 보임

나. 사회 경제적 지표 분석

1) 면적 및 행정 구역

- 강원도 총면적은 2만 569제곱킬로미터(km²)으로, 이 가운데 휴전선 이남은 1만 6,875.05 제곱킬로미터(km²)이며, 총 7개 시와 11개 군, 187개 읍면동, 4,437통리 2만 3,470반으로 구성됨

2) 인구 현황

- 강원도 인구는 2001년 이후 지속적으로 감소하여 2007년에 최저치(150만 3,806명)를 기록한 후, 다시 증가하여 2020년 현재는 154만명 수준을 유지하고 있음
- 고령화 심화되고 있어 2020년 말 전체 고령인구(65세 이상) 비중은 초고령사회 기준인 20%를 처음으로 상회함

3) 교통 현황

- 강원지역은 면적 대비 연장 수준이나 고속국도 비중, 포장률 등 지표가 여타 지역 대비 열악한 수준임
 - 2020년 도내 도로연장은 9,915킬로미터(km)로, 그 증가율(1.8%)은 9개도(경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주) 평균 7.0%를 하회함
 - 인구당 도로연장(6.4킬로미터(km)/천명)은 9개 도 중 가장 높은 수준이나 면적당 도로연장(0.6킬로미터(km)/제곱킬로미터(km²))은 최하위이며, 국토계수¹⁾당 도로연장(1.9)도 6위 수준임
 - 도로포장률(90.3%)은 세 번째로 낮으며, 4차로 이상 도로의 비중(22.4%)도 최하위 수준을 보이는 등 질적 지표도 미흡한 편이라고 할 수 있음
- 경춘선ITX, 강릉선KTX 개통 영향으로 여타 지역 대비 철도망이 크게 향상되고 철도 여객도 증가하였으나, 면적 대비 철도연장, 복선화율, 고속철도 접근성 등 질적 측면은 미흡한 편임

4) 산업 현황 및 구조

- 2019년 기준 강원도의 총 사업체수 및 총 종사자수는 14만 6,815개소, 67만 247명으로, 모두 숙박 및 음식점업(27.12%)이 가장 큰 비중을 차지함
- 총부가가치 대비 산업별 비중은 서비스업이 72.2%로 전국 평균(63%)을 크게 상회하고 있는 반면, 제조업은 10%로 전국 평균(27.6%)을 크게 하회함
- 실질 지역내총생산(GRDP) 성장률은 건설업, 관광업, 농림어업 등의 성장률이 전국 평균을 상회함으로써 2019년 전년 대비 3.0% 성장하며 전국 성장률 2.1%를 상회함
- 2001년부터 전략산업 육성정책을 수립 및 시행하여 큰 흐름에서 바이오, 의료기기, 신소재·부품, ICT 산업 등이 지속적으로 육성됨

1) 국토계수: 면적과 인구를 동시에 고려한 지표로, $\sqrt{\text{면적(km}^2\text{)} \times \text{인구(천명)}}$ 으로 계산함

다. 수소 저장·운송 기술 및 산업 현황

- 수소 저장 방식은 수소의 상태에 따라 크게 기체, 액체, 고체 등으로 나눌 수 있으며, 기체수소는 파이프라인과 튜브트레일러를 통해, 액체 및 액상수소는 탱크로리를 통해 운반됨
 - 기체수소 저장방식이 가장 일반적인 방식으로 근거리의 경우 저압 배관 방식, 중장거리의 경우 튜브트레일러를 통한 기체수소 운송이 증가 되고 있음
- 장기적으로 수소 수송량이 대규모로 증가한다면 장거리의 경우 파이프라인 방식이 가장 경제성 있는 대안이 될 수 있으며, 기체수소 대비 높은 체적 에너지 밀도를 갖는 액체수소는 효율성 및 안전성 측면에서 그 중요성이 커질 전망이다
- 수소활용 분야(수소차, 연료전지 등)에서 세계적 수준의 기술력을 확보하고 있는 데 반해, 국내 수소 생산 및 저장·운송 분야 기술력은 상대적으로 취약한 편이라고 할 수 있음
- 액화수소 저장 기술은 방위산업, 항공우주산업 등에 활용되는 기술로써 선진국이 보유하고 있는 기술의 이전이 원활하지 않고 국내 연구와 상업화는 초기 단계에 있다고 할 수 있음
 - 세계적으로는 미국, 유럽이 선도하고 일본이 빠르게 추격하고 있으며, 국내 액화수소 운송 기술도 세계 최고 기술 대비 50~68% 수준에 불과한 것으로 나타남

라. 강원도 수소산업(저장·운송) 여건

- 강원도는 본 사업과 함께 수소 시범도시(국토교통부), 액화수소 규제자유특구(중소기업벤처사업부) 사업에 선정되어 정부의 수소산업 3대 핵심사업 공모과제에 선정됨
 - 그 밖에도 삼척 원전부지 해제, 수소기반 에너지 거점도시, 친환경 에너지 생태계 조성 등 수소경제 활성화 및 관련 산업 육성을 위한 사업을 중점적으로 추진하고 있음
- 강원도는 2019년부터 본격적인 개질방식 수소 생산라인을 구축하며 기체수소 생산 관련 기반을 확보 중에 있음

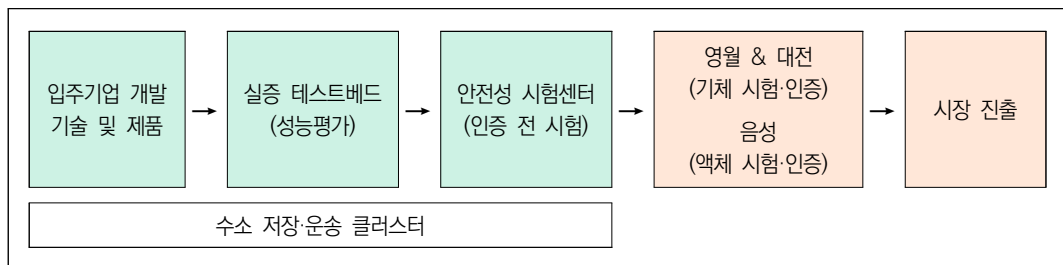
- 자체적인 수소생산시설 구축을 통해 공급 가능한 기체수소 규모는 약 2.4톤/일이며, 삼척 LNG 인수기지 내 30톤/일급 거점형 수소생산기지 추가 확보를 위하여 한국가스공사와의 협의가 진행 중에 있음

2. 유사사례 검토

가. 연계 기관

- 개발된 기술 및 제품은 본 사업의 수소 저장·운송 실증 테스트베드와 안전성 시험센터를 통해 성능평가와 인증 전 사전시험을 거친 후, 연계기관을 통한 정식시험 및 인증을 거쳐 상용화로 연결될 수 있음

[그림 7] 연계기관과의 역할분담 계획



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

1) 수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터(대전)

- 기술개발부터 인증, 표준에 이르는 수소 인프라 분야 전주기 대응 체계를 마련하고, 중소·중견 기업의 제품 개발 지원, 국제 상호인증 수준의 시험 평가를 통한 수출 경쟁력 확보, 수소 인프라 소재·부품·설비 부문의 첨단 제조기술 기반 산업 육성 등을 주요 기능으로 함
- 수소부품 시험동, 사무동 등으로 구성되어, 최대 120메가파스칼(MPa)의 초고압 수소시험설비를 중심으로 총 18개 시험장비 및 8개 시험실을 갖추고 있음

2) 에너지안전실증연구센터(강원 영월)

- 화재·폭발 사고 원인 규명과 대책 마련, 관련 제품 시험·인증, 가스시설 및 제품 안전성 강화 연구 등을 위하여 주요 사업으로 가스 화재·폭발 실증 연구, 초고압 제품 실증시험 및 연구, 초저온 제품 실증시험 및 연구, 방호시설 제품인증 및 실증시험 등을 수행하고 있음
- 본관동 1개소, 시험동 9개소로 구성되며 초고압, 화재·폭발, 방호시설 분야 시험장비 및 설비 140종 154점이 구축됨

3) 액화수소 검사지원센터(충북 음성)

- 2025년 완공 예정으로 액화수소 제조시설과 충전소 등 시설 투자에 따라 발생하는 제품의 전주기 시험·평가를 진행하여 액화수소용품 및 설비의 안전성 확보에 기여할 것으로 기대하고 있음
- 구축 대상 장비는 아직 구체화되지 않았으나, 액화수소 공급설비와 용기, 저장탱크 등 액화수소 제품 시험 장비로 구성될 예정임

4) 수소용품 검사지원센터(전북 완주)

- 2023년까지 건립되어 수소법에 근거한 안정적인 법정검사를 실시하고 수소용품 등 관련 기업의 기술개발 및 인력양성을 지원하고자 함
- 수소용품 시험동, 본관동, 고객지원동 등으로 구성하여 수소용품 시험설비 47종 47점을 구축할 예정임

나. 국내 사례

1) 동해안 에너지 클러스터 조성사업

- 동해안 에너지산업(원전, 태양광, 풍력 등)을 기반으로 포항공대 등 우수한 연구 주체와 다양한 에너지 관련 사업 및 기업과의 연계를 통해 첨단에너지산업 집적, 육성하는 사업으로서, 2007~2017년 중장기 계획으로 추진됨

- 신재생에너지 집적단지 조성, 투자유치 및 수요 창출을 통한 에너지기업 육성, 인력 양성 및 연구개발 인프라 구축, 권역별 에너지 테마파크 조성 등 주요 사업을 기획함

2) 새만금 신재생에너지 클러스터 조성사업

- 신재생에너지(태양광, 풍력) 시설의 유지보수를 담당할 특화단지를 조성하여 새만금을 신재생에너지 유지보수 산업의 허브로 구축하고자 기획됨
- 신재생에너지 3.0기가와트(GW) 발전단지 및 신재생에너지 유지보수 특화단지 조성, 신재생발전소 실증평가센터 설립, 신재생·융합 기술 R&D 단지 구축, 신재생에너지 융·복합 제조기업 유치 등을 주요 사업으로 포함함

3) 수소액화플랜트(울산, 창원, 인천, 평택)

- 울산 35톤/일, 창원 5톤/일, 인천 80톤/일, 평택 30톤/일 규모로 액화수소 저장·운송 산업 육성 및 관련 기술 검증을 위해 요구되는 원료인 액화수소를 생산함
- 국내에서는 대부분 민간을 중심으로 하여 ‘해외-국내기업 협력형’으로 추진되고 있음

다. 해외 사례

1) Solar Valley(독일)

- 원가 경쟁력 측면에서 실리콘, 잉곳, 웨이퍼, 셀-모듈로 이어지는 일관생산체계 전체의 경쟁력이 요구되는 태양광 산업의 특성을 감안한 일관산업 생산체계 구축을 목표로 기획됨
- 유럽 최대의 태양광 산업단지로서 기업, 연구단지, 대학 등 네트워크와 독일 정부의 전략적 지원을 바탕으로 한 성공적인 클러스터 구축 사례라고 할 수 있음

2) 기타큐슈 수소타운 프로젝트(일본)

- 기타큐슈시 시가지를 통과하는 파이프라인을 통해 수소를 공급하며, 일반가정, 상업시설, 공공시설 등 세계 최초 지역사회 규모의 순수 수소연료전지 운전 실증사업이라고 할 수 있음

- 수소에너지 제품 시험연구센터(HyTReC)를 중심으로 한 신산업 육성·집적 등을 추진하고 있으며, 주요 사업으로는 1킬로와트(kW)급, 100킬로와트(kW)급 등 순수소형 연료전지 운전 실증시험, 가정용 순수소형 연료전지, 태양광발전, 축전지 연대 실증시험, 수소 파이프라인 통한 수소 안정·안전 공급 운용 검증 등이 있음

3) Hydrogen Energy Test and Research Center(일본)

- 수소관련제품의 개발을 지원하는 일본 최초의 시설로 시제품 시험(내구, 성능, 진단, Leak, 압력반복, 가스투과, 재료), 제품 시험 절차 개발(신규 제품의 시험평가 기준 개발), 수소제품 연구개발 시험 지원(부품, 밸브 및 피팅류 등), 세미나 및 홍보, 국제 표준 대응 등을 수행함
 - 1,000기압급 고압수소를 취급하는 고압수소시험실, 초고압의 수압을 사용한 파열, 내구시험실, 진동시험실 등 12개의 독립된 시험실 등 관련 설비를 갖추고 있음

3. 관련계획 검토

가. 관련 계획

1) 상위계획

〈표 4〉 관련 계획(상위계획)

상위계획
■ 수소경제 활성화 로드맵(2019. 1.)
■ 수소경제 표준화 전략로드맵(2019. 4.)
■ 수소 인프라 및 충전소 구축방안(2019. 10.)
■ 수소 기술개발 로드맵(2019. 10.)
■ 수소 안전관리 종합대책(2019. 12.)
■ 수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안(2020. 7.)
■ 2050 탄소중립 추진전략(2020. 12.)
■ 제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2020. 12.)
■ 제3차 수소경제위원회(2021. 3.)
■ 수소경제 성과 및 수소선도국가 비전(2021. 10.)
■ 제1차 수소경제 이행 기본계획(2021. 11.)

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

2) 지역 계획

〈표 5〉 관련 계획(지역계획)

지역 계획
■ 강원비전 2040(2017. 10.)
■ 강원도 지역혁신성장계획(2020. 2.)
■ 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(2021. 1.)

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

4. 예비타당성조사의 주요 쟁점

가. 사업계획 적절성의 쟁점

□ 사업 범위의 적절성

- 수소액화플랜트의 구체적인 구성도 및 구성 기기 사양 등이 명확히 제시되지 않아 사업 범위 및 기술성 분석 근거의 신뢰성이 쟁점이 될 수 있음
 - 수소 기술개발 로드맵²⁾의 저장·운송 부문의 핵심기술개발전략 및 핵심 마일스톤에 따라서 수소액화플랜트 구축을 저장·운송 부문으로 분류하는 것은 타당하다고 판단

□ 사업부지 관련 대지 규모의 적절성

- 본 사업 부지의 건축계획 가능 규모 등 법적 제한사항에 대한 기준과 적법성에 대한 검토가 필요함
 - 「동해시 도시계획 조례」는 일반공업지역과 준공업지역의 건폐율을 각각 70% 이하, 용적률은 각각 350%, 400% 이하로 명시하고 있어 사업계획안의 건폐율 및 용적률 오류 확인이 필요
 - 「삼척시 도시계획 조례」는 일반공업지역과 자연녹지지역의 건폐율을 각각 70%, 20%, 용적률은 각각 350%, 100% 이하로 명시하고 있어 사업계획안의 건폐율 및 용적률 오류 확인이 필요

2) 1차 「수소 기술개발 로드맵(안)」(제9회 과학기술관계장관회의, 2019), 2차 「수소 기술개발 로드맵」(과학기술정보통신부, 한국에너지기술연구원, 2022)

□ 토지이용계획의 적절성

- 사업계획서의 부지활용계획에 대해 「산업입지 및 개발에 관한 법률」, 「산업입지의 개발에 관한 통합 지침」, 「동해시 주차장 설치 및 관리 조례」, 「도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」 등 관련 법에 따른 기준 부합 여부를 확인하여 계획안의 적정성을 검토해야 함

□ 소요공간계획 및 규모의 적절성

- (산업진흥기반) 유사사례의 성격 및 규모의 적절성과 함께 관련 세부 계획 등 구체적인 근거를 토대로 소요공간계획이 이루어질 수 있도록 규모의 적정성을 검토해야 함
- 안전성 시험센터의 경우, 실증 테스트베드와 유사하게 주요 설비 및 장비 제원 등의 검토 수반 필요
- (기술검증기반) 장비의 사양, 비용, 크기가 포함된 장비 제원 등을 근거로 장비 배치 및 실별 규모의 적정성 검토가 이루어져야 함
- (액체수소 공급기반) 특수 전문분야로 유사사례와의 비교 검토가 어려울 수 있으나 주요 설비 및 장비 제원 등 유사 경쟁사 사례를 확인할 필요 있음

나. 기술적 검토 및 비용 추정의 쟁점

1) 건축 부문 기술성 및 비용 검토의 쟁점

□ 총사업비 검토

- (공사비) 산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드의 공사비 추정 시 적정사례 및 적정 공사비 적용 등 적정성 여부에 대한 검토가 필요함
- 수소액화플랜트는 민간 기업 상세 견적 내용을 적용한 것으로 제시되어 단가 적정성 검토 및 비교 견적 필요
- (시설부대경비) 사업계획서에서는 조사 측량비 및 부대비 등을 제외하고 설계비와 감리비만 산정하였으나, 추가적인 조사비를 검토할 필요가 있다고 판단됨
- (장비비) 사업계획서의 시설 및 장비 리스트를 검토하고 시설 및 장비 필요 유무와 비용에 대한 검토가 필요함

□ 보상비 검토

- 사업계획서에 제시된 북평 제2일반산업단지 평당 분양단가 조정(60만원/평)의 적정성을 확인할 필요가 있음
 - 분석 관점에 따라 경제성 분석 시 용지보상비 차이에 대한 내용을 반영할 필요가 있음
- 수소액화플랜트의 경우에는 기 확보부지로서 토지가격이 미확정이므로 공시지가 금액에 따라 분석관점별로 토지보상비를 검토해야 할 것으로 판단됨

□ 운영비 추정

- 경제성 분석은 준공 후 30년을 포함하여 검토하므로 제시된 소요인력의 단계별 증가에 대한 내용을 검토할 필요가 있음

2) 시설·장비 부문 기술성 및 비용 검토의 쟁점

□ 시설·장비의 구성 및 구축 관련 검토

- (수소액화플랜트) 액체수소 저장탱크, 액체질소 액화기, 액체수소 액화기 및 기타 장비 등이 필요하다고 제시되었음에도 불구하고 구체적인 구성도 및 구성 기기 사양 등은 명확히 제시되지 않음
- (안전성 시험센터) 인증 전 시험이 필요한 제품 구분, 제품 사양에 따른 장비의 적절성을 판단할 수 있는 자료 제시가 미흡하여 장비의 부합성, 도입 타당성 및 기존 도입 장비와의 중복성 등을 검토하는 데 한계가 있음
- (실증 테스트베드) 실증 시험 시나리오에 따른 장치 구성 등을 검토할 수 있는 구체적인 내용이 부재하였으나, 사업계획변경을 통해 P&ID 등을 제시하여 구성의 적절성에 대한 쟁점이 다소 해소됨

□ 시설·장비의 운영 관련 검토

- 시설·장비 운영과 관련하여, 운영 형태와 가동률에 따라서 전력비 등 유틸리티 비용 추정과 시설 및 장비 특성에 따라 유지보수 비용 산정에 쟁점이 있을 수 있음
- 민관특수목적법인(SPC) 지분 참여 기관인 강원도 에너지진흥원 설립과 민관특수목적법인(SPC) 설립 등은 본 사업과는 별도 절차에 따라 설립 여부가 결정되어야 함

- 본 사업 수행에 미치는 영향 등 불확실성이 쟁점이 될 수 있으므로 향후 사업 수행 과정에서 특별히 관리되어야 할 사항으로 판단

다. 수요 및 편익 추정의 쟁점

- 산업진흥센터의 입주 수요 추정을 설문조사로 진행하는 점에 대한 한계점이 존재함
 - 현재 수소 저장·운송 산업 시장이 형성 및 확대된 상황이 아니다 보니 응답 기업이 매우 소수여서 이에 대한 대표성을 담보하는 것이 가능한 지에 대한 쟁점이 존재함
 - 설문조사 결과를 토대로 산업분류를 선정하여 이들 업종의 매출액, 부가가치율, 면적 등을 활용하게 된다는 점에서 쟁점이 있을 수 있음
- 안전성 시험센터와 실증 테스트베드에 대한 시설 및 장비 이용에 대한 설문조사도 현재 관련 산업이 활성화되지 않아 참여 업체 수가 한정적이며 이에 대표성에 대한 문제를 지니고 있음
- 수소액화플랜트의 액체수소 수요와 편익을 추정함에 있어 관련 정보가 매우 한정적이고 미래 전망에 대한 불확실성이 존재할 수 있음
 - 현재 국내에 액체수소 공급시장이 충분히 형성되어 있지 않아 자료 활용에 편익이 발생할 우려가 있음
 - 정부에서 발표한 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)을 가장 공신력 있는 자료라고 판단하였으나, 국가의 공식적 이행계획도 불확실성이 존재하는 것이므로 쟁점사항이 될 수 있음

라. 정책성 분석상의 쟁점

- 신규 산업 분야의 사업이기 때문에 본 사업을 추진하기 위해 충분한 준비가 되어 있는지 확인할 필요가 있음
 - 기체수소의 안정적 공급을 위한 기체수소 생산시설 추진의 확실성 여부와 주관기관인 강원도 에너지진흥원의 설립 진행 정도 등을 검토할 필요가 있음

- 신·재생 에너지 사업의 경우 많은 경우 지역 주민의 반대로 인해 사업이 지연되거나 취소되는 경우가 발생하므로 지역주민 수용성으로 인한 사업 추진의 위험을 확인할 필요가 있음
 - 특히 과거 강원도에서 수소 사업 관련 폭발사고가 발생하여 본 사업지역 주민들의 우려가 클 수 있음
- 지방 정부의 재원과 민간 재원이 포함되므로 사업의 재원조달 위험성에 대해 면밀히 살펴볼 필요가 있음
 - 사업계획안 기준 총사업비는 3,220억 5,500만원으로 재원은 국비 22.6%, 지방비 15.4%, 민자 62%로 구성됨
 - 민간투자가 계획대로 이루어지지 않을 경우 사업의 정상적 추진이 어려워질 수 있으므로 민간투자 추진의 구체성과 확실성을 파악할 필요

III. 사업계획 적절성 및 기술적 검토

1. 사업계획 적절성 검토

- 사업부지의 적절성 검토
 - 「동해시 도시계획 조례」, 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」를 고려할 때 산업진흥기반 시설의 건폐율 및 용적률 38.3%, 76.7%는 법적 허용범위 내의 건폐율과 여유 있는 용적률을 가지고 있음
 - 주차공간과 장래증축을 고려한 수평 증축부지를 확보하고 있는 것으로 검토되나, 층수의 상향조정 등을 통하여 효율적인 토지이용계획 대안 검토도 필요할 것으로 판단
 - 기술검증기반 시설은 건폐율 79.7%, 용적률 79.7%로 여유 있는 용적률을 확보하고 있으며, 보다 효율적인 건축면적의 확보가 필요함
- 대지면적의 적절성 검토
 - 사업계획안 상 R&BD 및 지원시설의 연구시설 용지로서, 2개의 유사 시설 사례(한국생산기술연구원, 한국건설기술연구원)를 통하여 대지면적의 적정성을 검토함

- 유사사례의 1인당 대지면적(44제곱미터(m^2)/인) 및 용적률(57%)과 크게 차이 나지 않아 추후 적절한 수용인원 계획을 통하여 토지이용효율을 검토할 필요가 있는 것으로 판단

□ 시설규모의 적절성 검토

- (산업진흥센터) 사업계획안과 검토안 모두 8,268제곱미터(m^2)로 전체 면적의 증감 없음
 - 사업계획안의 업무공간 구성을 준용하고 이를 기준으로 전용면적과 공용면적을 추정
 - 전용면적은 53제곱미터(m^2) 감소, 공용면적은 53제곱미터(m^2) 증가하여 전체 연면적이 동일하게 추정
- (안전성 시험센터) 사업계획안과 검토안 모두 2,756제곱미터(m^2)로 전체 연면적의 증감 없음
 - 유사시설과 비교 검토하여 사업계획안의 측정 및 시험실 면적(성능측정실, 안전성 시험실)을 준용
 - 설비관계시설 면적(165제곱미터(m^2))을 추가 검토하였으나 공용면적 비율이 적정 범위 내에 있는 것으로 판단되어 전체 연면적은 사업계획안과 동일하게 산정
- (실증 테스트베드) 수소충전소 모사시설, 수소 연료전지, 수소 저장탱크 및 테스트베드 동과 장래시설부지, 주차장 및 기타공간으로 구성되어 있으며, 사업계획안 3,720제곱미터(m^2), 검토안 1,350제곱미터(m^2)로 2,370제곱미터(m^2) 감소함
 - 주차장, 기타공간, 장래시설부지가 실외면적에 해당한다고 제시되어 옥외공간 등의 시설 면적을 제외
 - 단 실증시설 부지 내 기타면적은 「강원도 공유재산 관리 조례」에 따른 공조기계실, 주장비실 등의 기준비율을 고려하여 기계·전기실 면적으로서 사업계획안을 준용
- (산·학 캠퍼스) 강원대 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층에 배치되는 시설로 연면적은 사업계획안을 준용하고 가능한 전용 및 공용면적을 검토
 - 유사사례 및 지방청사의 표준 설계면적기준을 참조한 결과, 전용면적이 36제곱미터(m^2) 증가하고 공용면적은 36제곱미터(m^2) 감소
- (수소액화플랜트) 관련 핵심기술과 실제 운용실적을 보유한 ‘린데코리아’의 상세건적 내용을 고려하여 제시된 사업계획안 1만 2,312제곱미터(m^2)을 준용함

2. 기술적 검토

□ 연구 장비(안전성 시험센터, 산·학 캠퍼스)

- 장비의 부합성 및 도입 타당성 검토의 신뢰성 제고를 위하여 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에 의뢰하고 자문을 구하여 검토함
 - 안전성 시험센터, 산·학 캠퍼스의 장비 총 40종(42점) 중 9종은 중복성 등으로 인해 도입을 재고할 필요가 있다고 판단³⁾

□ 실증 테스트베드

- 단위 용량을 복수 대로 구성하여 시설 용량을 증가시키는 현장의 여건과 비용 효과 등을 고려할 때, 시설 용량이나 구성은 적절한 것으로 판단됨
 - ‘모듈형’으로 구축하여 국내에 운영되고 있거나 기술개발 및 구축을 계획 중인 다양한 형태의 수소 충전소용 구성기기를 실증할 수 있도록 구성되었다고 판단
 - 수소 연결통로의 병렬 구성 및 on/off 시스템 도입 등은 운영 중의 사고 발생 가능성을 최소화하는 구성(안)이라고 판단
- 다만 기체 및 액체수소가 연계 구축되어 공용으로 사용되는 설비가 많아 실증대상 기기의 실증 시나리오에 따라서 공용 설비의 제약이 발생할 가능성이 있음
 - 상세 설계 시에 충분한 검토를 통하여 시스템의 유연성을 제고할 필요

□ 수소액화플랜트

- 수소 저장·운송 범위 포함의 타당성, 수소액화플랜트의 구성, 운영 및 기술 현황, 참여 예상 기업의 기술 현황과 이력 등의 검토를 통하여 쟁점을 해소하고자 함
 - 정부의 1, 2차 수소 기술개발 로드맵을 참고할 때 수소액화플랜트를 수소 저장·운송 범위로 포함하는 것은 타당함
 - 세계의 상용 수소액화플랜트는 본 사업에 참여의사를 밝힌 Linde사 등 4개사가 선도하고 있고, 국내 기술개발 및 상용화 역량이 전무한 상태에서 주무부처의 제안은 실현 가능한 대안으로 적절하다고 판단

3) 수소 저장·운송 안전성 시험센터(6종): 물리적성능 통합시험설비, 용기시험챔버 및 기반설비, 투과시험챔버 및 기반설비, 품질 및 유량 측정설비, 대형열진공챔버, 액화수소용 극저온 시험장치 / 산·학 캠퍼스(3종): 연료전지 평가장치, 극저온 냉동기, 소형 액화기

- 본 사업 범위 외로 한국가스공사가 30톤/일 규모로 직접 투자하는 SMR에서 생산되는 수소를 액화하도록 구성되어 있으므로, 투자, 설계, 시공 일정의 검토는 SMR과 연계하여 진행되어야 함
- 국내에 구축되는 수소액화플랜트의 시설 용량은 약 5만 4,700톤/년으로 수급 상황에 따라서 구축 시기 및 구축 용량 등에 영향을 미칠 수 있으므로 액화수소의 수급 상황에 따라 유연하게 대응할 필요가 있음

IV. 비용 추정

1. 비용 추정의 개요

□ 기본 전제

- 총사업비는 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021), 『산업단지부문 사업 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 기준으로 공사비, 시설부대경비, 보상비, 예비비 등으로 분류함
 - 「예비타당성조사 운용지침」과 「2021년 제2차 예비타당성조사 착수회의자료」(한국조세재정연구원, 2021), 기존 예비타당성조사 및 사업계획 적정성 검토, 유사사례 등을 참고
 - 사업계획서에서 제시한 사업비 항목, 단가 등의 수치가 불명확한 경우 유사사례 등을 검토
- 공사비의 경우, 단가 적용방식으로 조달청 ‘공공건축물 유형별 공사비 분석’과 유사사례 실적자료, 견적 등을 토대로 검토
 - 2020년 말 기준으로 보정하며, 보정지수는 건설투자 GDP Deflator를 사용

□ 사업계획안 총사업비

- 사업기간 내 운영비를 포함한 사업계획안의 총사업비는 3,220억 5,500만원으로, 운영비를 제외한 총사업비는 3,143억 1,600만원, 운영비 중 전담기관 운영비만을 포함한 총사업비는 3,168억 6,700만원으로 제시됨

〈표 6〉 사업계획안 총사업비

(단위: 백만원)

구분	세부항목		비용	비고
산업진흥기반 ■ 수소 저장·운송 산업진흥센터 ■ 수소 저장·운송 안전성 시험센터 ■ 산·학 캠퍼스	A.	공사비	26,186.5	VAT 포함
		A-1. 건축공사	15,224.8	
		A-2. 기계공사	3,909.6	
		A-3. 전기공사	4,226.5	
		A-4. 통신공사	1,626.2	
		A-5. 소방공사	426.8	
		A-6. 부대시설(토목조경)	772.5	
	B.	시설부대경비	2,618.7	VAT 포함
		B-1. 설계비	1,047.5	A. 공사비(VAT포함)의 4%
		B-2. 감리비	1,571.2	A. 공사비(VAT포함)의 6%
	C.	장비비	21,178.3	VAT 포함
		C-1. 안전성 시험센터	20,117.3	
		C-2. 산·학 캠퍼스	1,061	
	D.	부지매입비	2,610.1	60만원/㎡
	E.	예비비	5,259.4	사업비의 10%
	소계		57,853	
기술검증기반 ■ 수소 저장·운송 실증 테스트베드	A.	공사비	7,411.5	VAT 포함
		A-1. 건축공사	4,309.1	
		A-2. 기계공사	1,106.5	
		A-3. 전기공사	1,196.2	
		A-4. 통신공사	460.3	
		A-5. 소방공사	120.8	
		A-6. 부대시설(토목조경)	218.6	
	B.	시설부대경비	741.2	VAT 포함
		B-1. 설계비	296.5	A. 공사비(VAT포함)의 4%
		B-2. 감리비	444.7	A. 공사비(VAT포함)의 6%
	C.	장비비	7,961.4	VAT 포함
		C-1. 실증 테스트베드	7,961.4	
	D.	부지매입비	847.5	60만원/㎡
	E.	예비비	1,696.2	사업비의 10%
	소계		18,657.7	

〈표 6〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	세부항목		비용	비고
액체수소공급 기반 ■ 수소액화 플랜트	A.	공사비	89,795	VAT포함, 린데 제공자료
		A-1. 설비 설치공사	45,385	
		A-2. 기초/토목/전기/배관 및 계장공사	44,410	
	B.	시설부대경비	8,979.5	VAT 포함
		B-1. 설계비	3,591.8	A. 공사비(VAT포함)의 4%
		B-2. 감리비	5,387.7	A. 공사비(VAT포함)의 6%
	C.	장비비	114,774	VAT포함, 린데 제공자료
		C-1. 액체수소 저장탱크	34,798.5	
		C-2. 액체질소 액화기	8,745	
		C-3. 액체수소 액화기	61,710	
		C-4. 기타 장비	9,520.5	
	D.	부지매입비	2,638.4	
	E.	예비비	21,618.7	사업비의 10%
	소계		237,805.5	
총사업비 합계 I			314,316.3	
운영비	A.	운영인건비	3,778.2	
	B.	경상운영비	1,410.1	
	C.	전담기관운영비	2,550.9	
	소계		7,739.2	
총사업비 합계 II			322,055.5	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

2. 총사업비 추정

가. 공사비

□ 건축 공사비, 신·재생에너지 공사비, 제로에너지 공사비를 모두 포함한 공사비 합계는 검토안 1,237억 4,600만원(부가가치세 포함)으로 사업계획안 1,233억 9,300만원 보다 3억 5,300만원 증가함

○ 사업계획안의 오류로 검토안의 연면적은 축소되었으나 공사비 산정을 위한 기준단가 차이 및 신·재생에너지, 제로에너지 공사비 추가로 공사비가 증가함

〈표 7〉 공사비의 종합

(단위: 백만원)

구분	사업계획안	검토안		증감(B-A)
	부가가치세포함(A)	부가가치세포함(B)	부가가치세 제외	
공사비	123,393	121,723	110,658	-1,670
신·재생에너지 공사비	-	561	510	561
제로에너지 공사비	-	1,462	1,329	1,462
합계	123,393	123,746	112,497	353

자료: 연구진 작성

나. 토지보상비

- (산업진흥/기술검증기반) 북평 제2일반산업단지 내 사업부지는 조성 완료되어 분양 공급되고 있는 부지로, 동해시와 시행사인 (주)지에스동해전력의 협의된 용지보상금액 18만 1,500원/제곱미터(㎡)(60만원/평)으로 용지보상비를 산정함
 - 경제성 분석 시 분양공고에 따른 분양가격 32만 7,258원/제곱미터(㎡)(108만 1,848원/평)을 적용하고, 최근 평균 지가상승률이 거의 변동이 없어 고려하지 않았으나 추후 다소 변동의 여지가 있을 수 있음
 - 지장물 보상비는 보상해야 할 지장물이 없는 것으로 판단되어 고려하지 않음
- (액체수소 공급기반) 사업계획안은 2021년 공시지가로 추정되었는데, 이는 2020년 공시지가대비 107%이며 주변 사례의 공시지가 대비 실거래가 비율이 108%이므로 검토안은 사업계획안의 금액을 준용함
 - 경제성 분석 시 보상배율을 적용함

〈표 8〉 분석관점별 토지보상비(검토안)

(단위: 백만원)

구분	총사업비		증감(B-A)	경제성 분석 비용
	사업계획안(A)	검토안(B)		
산업진흥기반 및 기술검증기반 시설	3,458	3,458	-	6,234
액체수소공급기반 시설	2,638	2,638	-	4,666
합계	6,096	6,096	-	10,900

자료: 연구진 작성

다. 시설부대경비

- 시설부대경비는 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021), 「엔지니어링사업대가의 기준」 등의 요율을 적용한 결과, 검토안 기준 125억 6,900만원으로 산정되어 사업계획안 112억 1,800만원 보다 13억 5,100만원 증가함

〈표 9〉 시설부대경비 산정결과 종합

(단위: 백만원)

구분	사업계획안					검토안					증감 (B-A)
	산업 진흥 센터	안전성 시험 센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(A)	산업 진흥 센터	안전성 시험 센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(B)	
설계비	663	289	270	3,265	4,487	1,026	403	166	4,982	6,576	2,089
감리비	995	434	404	4,898	6,731	1,106	435	181	3,952	5,674	-1,057
시설 부대비	-	-	-	-	-	42	17	7	253	319	319
합계	1,658	723	674	8,163	11,218	2,174	855	354	9,187	12,570	1,352

주: 부가가치세 제외, 설계비는 조사 및 측량비 포함

자료: 연구진 작성

라. 장비비

- 국가연구시설장비진흥센터 및 견적 검토 결과, 검토안은 1,306억 7,400만원(부가가치세 제외)으로 산출되어 사업계획안 1,308억 3,100만원(부가가치세 제외) 보다 1억 5,700만원 감소함

〈표 10〉 장비비 산정 내역

(단위: 백만원)

구분	품목	사업계획안		검토안		증감 (B-A)
		VAT 포함	VAT 제외(A)	VAT 포함	VAT 제외(B)	
산업진흥기반/ 수소 저장·운송 안전성 시험센터	수소가스 압력반복 가압시험설비 외 27종	20,117.3	18,288.5	11,747.3	10,679.4	-7,609.1
산업진흥기반/ 산·학 캠퍼스	물리흡착분석기 외 11종	1,061	964.5	649	590	-374.5
기술검증 기반/ 수소 저장·운송 실증 테스트베드	수소압축패키지 외 16종	7,961.4	7,237.7	8,215.1	7,468.3	230.6

〈표 10〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	품목	사업계획안		검토안		증감 (B-A)
		VAT 포함	VAT 제외(A)	VAT 포함	VAT 제외(B)	
액체수소 공급 기반/ 수소액화플랜트	액체수소 저장탱크 (LH2 Storage Tank)	34,798.5	31,635	17,859.6	16,236	-15,399
	액체질소 액화기 (LN2 Liquefier)	8,745	7,950	12,777.6	11,616	3,666
	액체수소 액화기 (LH2 Liquefier)	61,710	56,100	83,780.4	76,164	20,064
	기타장비	9,520.5	8,655	8,712	7,920	-735
	소계	114,774	104,340	123,129.6	111,936	7,596
장비비 합계		143,913.7	130,830.7	143,741	130,673.7	-157

자료: 연구진 작성

마. 예비비

- 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문연구』(한국개발연구원, 2021)에 따라 사업비 합계의 10%를 적용하여 검토안 기준 287억 4,100만원으로 사업계획안 285억 7,400만원 보다 1억 6,700만원 증가함

〈표 11〉 예비비 산정(총사업비)

(단위: 백만원)

구분	총사업비		증감 (B-A)
	사업계획안(A)	검토안(B)	
예비비	28,574	28,741	167

주: 부가가치세 포함, 2020년 말 기준금액

자료: 연구진 작성

바. 기타비(전담기관 운영비)

- 사업계획안은 사업의 추진과정을 관리하는 전담기관인 한국에너지기술평가원의 운영비로서 사업계획안의 산출기준을 준용하여 국비의 3.5%를 적용한 결과 15억 3,500만원으로 추정함

〈표 12〉 전담기관 운영비의 산정

(단위: 백만원)

구분		전담기관 운영비		증감(B-A)
		사업계획안(A)	검토안(B)	
국비	장비비	63,938.24	38,471.03	-25,467.21
	장비비 예비비	6,393.82	3,847.1	-2,546.72
	전담기관 운영비 * 국비의 3.5%	2,550.9	1,534.85	-1,016.05
계		72,882.97	43,852.99	-29,029.98

주: 1. 부가가치세 포함

2. 장비비는 안전성 시험센터, 산·학캠퍼스, 실증 테스트베드, 수소액화플랜트의 액체수소 저장탱크 장비비(국고)의 합계임

자료: 연구진 작성

사. 비용 추정 결과 종합

□ (총사업비) 검토안 총사업비는 부가가치세 포함 3,176억 8,500만원으로 산정되어 사업
계획안 3,220억 5,500만원 보다 43억 7,000만원 감소함

○ 검토안은 신·재생에너지공사비, 제로에너지공사비, 측량 및 조사비, 부대비 등을 고
려하여 공사비가 증가함

〈표 13〉 총사업비

(단위: 백만원)

구분			사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
A. 공사비	A-1. 공사비		112,175	110,658	-1,517
	A-2. 신재생에너지공사비		-	510	510
	A-3. 제로에너지공사비		-	1,329	1,329
	A-4. 부가가치세		11,218	11,250	32
	계		123,393	123,746	-123,393
B. 보상비	B-1. 용지보상비		6,096	6,096	0
	B-2. 지장물보상비		-	-	-
C. 시설부대경비	C-1. 설계비	설계비	4,487	5,452	965
		측량 및 조사비	-	1,125	1,125
	C-2. 감리비	감리비	6,731	5,674	-1,057
	C-3. 부대비	부대비	-	319	319

〈표 13〉의 계속

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
C. 시설부대경비	C-4. 부가가치세	1,122	1,257	135
	계	12,339	13,826	1,487
D. 운영설비비	D-1. 장비비	130,831	130,674	-157
	D-2. 부가가치세	13,083	13,067	-16
	계	143,914	143,741	-173
E. 예비비 (A+B+C+D)×10%		28,574	28,741	167
총사업비 합계 I (A+B+C+D+E)		314,316	316,150	1,834
F. 운영인건비		3,778	-	-3,778
G. 경상운영비		1,410	-	-1,410
H. 전담기관 운영비		2,551	1,535	-1,016
총사업비 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)		322,055	317,685	-4,370

주: 사업계획안에서는 사업기간(2023~2027년) 중 인건운영비, 경상운영비를 총사업비(지방비)에 포함하여 제시함
 자료: 연구진 작성

〈표 14〉 시설별 총사업비

(단위: 백만원)

구분		산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산·학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
A. 공사비	A-1. 공사비	17,038	6,777	2,758	-	84,084	110,658
	A-2. 신재생에너지공사비	358	62	90	-	-	510
	A-3. 제로에너지공사비	852	339	138	-	-	1,329
	A-4. 부가가치세	1,825	718	299	-	8,408	11,250
	소계	20,073	7,896	3,285	-	92,492	123,746
B. 보상비	B-1. 용지보상비	1,958	653	848	-	2,638	6,096
	B-2. 지장물보상비	-	-	-	-	-	-
	소계	1,958	653	848	-	2,638	6,096
C. 시설부대 경비	C-1. 설계비 (인증설계비포함)	843	331	136	-	4,142	5,452
		측량 및 조사비	182	72	30	841	1,125
	C-2. 감리비	1,106	435	181	-	3,952	5,674

〈표 14〉의 계속

(단위: 백만원)

구분			산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산·학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
C. 시설부대 경비	C-3. 부대비	부대비	42	17	7	-	253	319
	C-4. 부가가치세		217	85	35	-	919	1,257
	소계		2,391	940	389	-	10,107	13,826
D. 운영 설비비	D-1. 장비비		-	10,679	7,468	590	111,936	130,674
	D-2. 부가가치세		-	1,068	747	59	11,194	13,067
	소계		-	11,747	8,215	649	123,130	143,741
E. 예비비 (A+B+C+D)×10%			2,442	2,124	1,274	65	22,837	28,741
총사업비 합계 I (A+B+C+D+E)			26,864	23,359	14,010	714	251,204	316,150
F. 운영인건비			-					
G. 경상운영비			-					
H. 전담기관 운영비			1,535					
총사업비 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			317,685					

자료: 연구진 작성

- (재원조달) 부처 간 협의에 따른 재원별 분담 비용 항목을 준용하여 검토안은 국비 438억 5,300만원(13.8%), 지방비 422억 7,400만원(13.3%), 민자 2,315억 5,800만원(72.9%)로 검토됨
- (경제성 분석) 경제성 분석을 위한 사업비는 부가가치세 제외 3,011억 1,200만원으로 산정됨

〈표 15〉 경제성 분석 비용(사업비)

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
A. 공사비	A-1. 공사비	112,175	110,658	-1,517
	A-2. 신재생에너지공사비	-	510	510
	A-3. 제로에너지공사비	-	1,329	1,329
	A-4. 부가가치세	-	-	-
	소계	112,175	112,497	322

〈표 15〉의 계속

(단위: 백만원)

구분			사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
B. 보상비	B-1. 용지보상비		6,096	10,901	4,805
	B-2. 지장물보상비		-	-	-
	소계		6,096	10,901	4,805
C. 시설부대경비	C-1. 설계비	설계비	4,487	5,452	965
		측량 및 조사비	-	1,125	1,125
	C-2. 감리비	감리비	6,731	5,674	-1,057
	C-3. 부대비	부대비	-	319	319
	C-4. 부가가치세		-	-	-
	소계		11,218	12,569	1,351
D. 운영설비비	D-1. 장비비		130,831	130,674	-157
	D-2. 부가가치세		-	-	-
	소계		130,831	130,674	-157
E. 예비비 (A+B+C+D)×10%			26,032	26,664	632
비용(사업비) 합계 I (A+B+C+D+E)			286,352	293,304	6,952
F. 운영인건비			3,778	3,308	-470
G. 경상운영비			1,410	3,105	1,695
H. 전담기관 운영비			2,551	1,395	-1,156
비용(사업비) 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			294,091	301,112	7,021

주: 운영인건비 및 경상운영비는 운영비에 포함되나 사업계획안의 항목에 맞춰 사업기간(2023~2027년)의 합계를 비교함

자료: 연구진 작성

〈표 16〉 시설별 경제성 분석 비용(사업비)

(단위: 백만원)

구분		산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
A. 공사비	A-1. 공사비	17,038	6,777	2,758	-	84,084	110,658
	A-2. 신재생에너지공사비	358	62	90	-	-	510
	A-3. 제로에너지공사비	852	339	138	-	-	1,329
	A-4. 부가가치세	-	-	-	-	-	-
	계	18,248	7,178	2,986	-	84,084	112,497
B. 보상비	B-1. 용지보상비	3,530	1,177	1,528	-	4,666	10,901
	B-2. 지장물보상비	-	-	-	-	-	-
	계	3,530	1,177	1,528	-	4,666	10,901

〈표 16〉의 계속

(단위: 백만원)

구분			산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
C. 시설부대 경비	C-1. 설계비	설계비 (인증설계비포함)	843	331	136	-	4,142	5,452
		측량 및 조사비	182	72	30	-	841	1,125
	C-2. 감리비	감리비	1,106	435	181	-	3,952	5,674
	C-3. 부대비	부대비	42	17	7	-	253	319
	C-4. 부가가치세		-	-	-	-	-	-
	계		2,174	854	353	-	9,188	12,569
D. 운영 설비비	D-1. 장비비		-	10,679	7,468	590	111,936	130,674
	D-2. 부가가치세		-	-	-	-	-	-
	계		-	10,679	7,468	590	111,936	130,674
E. 예비비(A+B+C+D)×10%			2,395	1,989	1,234	59	20,987	26,664
비용(사업비) 합계 I (A+B+C+D+E)			26,347	21,877	13,570	649	230,862	293,304
F. 운영인건비			3,308					
G. 경상운영비			3,105					
H. 전담기관 운영비			1,395					
비용(사업비) 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			301,112					

주: 운영인건비 및 경상운영비는 운영비에 포함되나 사업계획안의 항목에 맞춰 사업기간(2023~2027년)의 합계를 비교함
자료: 연구진 작성

3. 운영비 추정

□ 운영비는 시설의 준공 이후 운영에 소요되는 비용을 합산한 비용으로, 산업진흥기반, 기술검증기반 및 액체수소 공급기반 시설의 운영비를 시설별로 구분하여 추정함

가. 산업진흥기반, 기술검증기반

□ 유사 5개 시설(한국에너지기술연구원, 포항테크노파크, 경기테크노파크, 대구테크노파크, 강원테크노파크)의 3개년 실적자료를 검토한 결과, 연간 운영비는 인건비 12억 2,500만원, 경상운영비 11억 5,000만원으로 총 23억 7,500만원으로 산정됨

- 사업계획안의 19억 2,200만원과 비교하여 검토안은 4억 5,400만원 증가함
 - 검토안은 인원당 인건비가 적고 경상운영비 산정을 위한 기준 면적도 축소되었으나, 산·학 캠퍼스의 반영, 경상운영비의 면적당 금액 증가 등으로 인해 연간 운영비가 증가
- 연차별 운영비의 경우, 사업계획안의 연차별 계획(2023년 0%, 2024년 20%, 2025년 60%, 2026년 90%, 2027년 100%)을 준용함

〈표 17〉 운영비의 추정

(단위: 천원)

산업육성공간 시설 운영비	평균 단가		기준 인원 및 면적		금액		금액 (B-A)
	사업계획안	검토안	사업계획안	검토안	사업계획안(A)	검토안(B)	
인건비	82,314 천원/명	64,481 천원/명	17명	19명	1,399,337	1,225,145	-174,192
경상 운영비	35천원/㎡	87천원/㎡	14,744㎡	13,249㎡	522,269	1,149,976	627,707
합계					1,921,606	2,375,121	453,515

주: 산업육성공간 시설은 산업진흥기반시설(산업진흥센터, 안전성 시험센터)과 기술검증기반시설(실증 테스트베드)임

자료: 연구진 작성

나. 액체수소 공급기반

- 원료비, 유틸리티운용비, 유지관리비, 운영인건비를 포함한 운영비는 사업계획안에서 559억 8,000만원/년으로 제시되었으며, 검토안은 651억 5,000만원/년으로 추정됨

〈표 18〉 수소액화플랜트 운영비

구분	사용량			단가			비용			비고
	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	
1. 원료비(수소액화기 라이선스사인 'Linde Kryotechnik AG'의 기술자료 참고)										
원료비	14,603	14,603	Nm³/h	300	335.2	원/Nm³	378.5	422.9	억원/년	가동시간 8,640시간(360일)
2. 유틸리티 운용비										
전력	117,858	100,485	MWh	70	108.9	원/kWh	82.5	109	억원/년	2020년 말 기준, 기본요금 등 포함, 부가세 제외
수소액화기	65,284	55,491	MWh	70	108.9	원/kWh	-	-	억원/년	
질소액화기	46,259	39,320	MWh	70	108.9	원/kWh	-	-	억원/년	

〈표 18〉의 계속

구분	사용량			단가			비용			비고
	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	
Cooling water system	2,419	2,056	MWh	70	108.9	원/kWh	-	-	억원/년	
Contingency	1,858	1,579	MWh	70	108.9	원/kWh			억원/년	
판넬 등 기타	2,039	2,039	MWh	70	108.9	원/kWh			억원/년	
CW	346	346	천㎥	600	3,774.4	원/㎥	2	13	억원/년	
Instrument	4,018	4,018	천Nm³	75.1	278.7	원/Nm³	3	11.2	억원/년	가격문의(180원/L)
GaN make up	6,229	6,229	천Nm³	75.1	278.7	원/Nm³	5	17.4	억원/년	가격문의(180원/L)
3. 유지관리비										
수선유지비	1,999	1,960	억원	3		%	60	58.8	억원/년	주무부처 제시비용 적용
매년 수소압축기 유지 점검 및 오일, 가스킷 등 교체 예상비용							30		억원/년	
5일 가동중지 예상에 따른 타사 물량 매입비용							11		억원/년	
기타 sparepart & 소모품 구입비용							19		억원/년	
기타비용(판매비 및 관리비)	1,999	-	억원	1	-	%	20	10.2	억원/년	별도계산
공장운영비 (사무실 전기, 수도료 등)							5		억원/년	
운영인력 복리후생 비용							5		억원/년	
본사 자원부서 비용 분담							5		억원/년	
기타 잡비							5		억원/년	
4. 운영인건비										
운영인력	15		명	60	60	백만원	9	9	억원/년	사업자 제시금액 채택
공장장	1		명	100	100.0	백만원	1	1	억원/년	
선임기술자	5		명	70	70.0	백만원	3.5	3.5	억원/년	
현장 operator	9		명	50	50.0	백만원	4.5	4.5	억원/년	
합계							559.8	651.5	억원/년	

자료: 연구진 작성

다. 장비유지관리비

- 「연구장비 유지보수비 산정기준」(국가연구시설장비진흥센터, 2014)을 참고하여 사업계획에서 유사장비의 유지보수요율(중형)로 제시한 3.89%를 준용한 결과, 검토안 7억 2,900만원으로 산정됨

〈표 19〉 장비유지관리비 추정

(단위: 백만원, %)

구분		장비 취득가액		적용요율		장비유지관리비	
		사업계획안	검토안	사업계획안	검토안	사업계획안	검토안
산업진흥 기반	수소 저장·운송 안전성시험센터	18,288.45	10,679.36	3.89	3.89	711.42	415.43
	산·학 캠퍼스	964.55	590	3.89	3.89	37.52	22.95
기술검증 기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	7,237.67	7,468.3	3.89	3.89	281.55	290.52
합계		26,490.67	18,737.66	-	-	1,030.49	728.9

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

라. 신규투자기업 인건비

- 신규투자 기업에 대한 노동기회비용으로, 신규기업의 생산활동에 따라 새롭게 투입되는 노동에 대한 경제적 비용임
- 운영차수별로 1년 차부터 9년 차까지 3억 9,800만원, 10년 차부터 30년 차까지 4억 1,600만원으로 산출됨

마. 운영비 종합

- 사업기간 및 이후 30년 간 운영비는 2조 1,237억 6,200만원으로 추정, 경제성 분석 운영비는 8,407억 9,600만원으로 검토됨

〈표 20〉 운영비 종합(30년)

(단위: 백만원)

구분		금액		
		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
상부 건축물	① 클러스터 ¹⁾	122,666	134,152	11,486
	② 수소액화플랜트 ²⁾	1,707,236	1,977,294	270,058
	③ 경제성분석 수소액화플랜트 ³⁾	271,371	694,328	422,957
	④ 신규투자인건비	-	12,317	12,317
연간운영비 합계①+②+④		1,829,902	2,123,762	293,860
경제성 분석 연간운영비 합계①+③+④		394,037	840,796	446,759

주: 1) 검토안의 클러스터 운영비는 사업계획에 따라 반영된 사업기간(2023~2027년) 중 운영비를 포함함

2) 검토안의 수소액화플랜트 운영비는 사업계획의 시운전 계획 및 수요 추정 결과에 따른 연도별 가동률을 반영함

3) 검토안의 경제성 분석 수소액화플랜트 운영비는 원료비를 제외한 나머지 운영비의 합으로 구성됨

자료: 연구진 작성

4. 재투자비 및 잔존가치

□ (재투자비) 시설의 원활한 운영을 위해 발생하는 비용으로 초기 투자비에 대한 교체 자산별 내용연수를 고려하여 산정함

□ (잔존가치) 부지매입비(용지보상비)를 토지가액으로 산정하여 분석기간 종료 시 전액 회수하는 것으로 가정하고, 설비도 연차별 감가상각비를 고려함

〈표 21〉 잔존가치 산정

(단위: 백만원)

항목별	금액	잔존가치	비고
토지	-	10,901	-
설비	130,674	58,913	-
합계	130,674	69,814	-

자료: 연구진 작성

5. 분석관점에 따른 비용의 추정

〈표 22〉 경제성 분석을 위한 연차별 비용(전체)

(단위: 백만원)

구분	총사업비						클러스터 운영비	수소액화 플랜트 운영비	재투자비	신규투자 인건비	합계
	공사비	보상비	부대비	장비비	예비비	전담기관 운영비					
2023년	-	10,901	6,895	963	1,876	23	-	-	-	-	20,658
2024년	18,273	-	922	38,913	5,811	412	475	-	-	-	64,805
2025년	44,910	-	2,265	64,855	11,203	686	1,425	-	-	-	125,344
2026년	37,976	-	1,915	25,942	6,583	274	2,138	-	-	-	74,828
2027년	11,339	-	572	-	1,191	-	2,375	11,883	-	-	27,359
2028년	-	-	-	-	-	-	3,136	20,280	-	398	23,814
2029년	-	-	-	-	-	-	3,136	21,924	-	398	25,457
2030년	-	-	-	-	-	-	3,136	22,866	-	398	26,399
2031년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	-	398	27,110
2032년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	-	398	27,110
2033년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	138	398	27,248
2034년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	5,580	398	32,690
2035년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	9,300	398	36,410
2036년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	3,720	398	30,830
2037년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	-	416	27,128
2038년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2039년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2040년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2041년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2042년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2043년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	963	416	28,816
2044년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	38,913	416	66,765
2045년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	64,855	416	92,707
2046년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	25,942	416	53,794
2047년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2048년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2049년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2050년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852

〈표 22〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	총사업비						클러스터 운영비	수소액화 플랜트 운영비	재투자비	신규투자 인건비	합계
	공사비	보상비	부대비	장비비	예비비	전담기관 운영비					
2051년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2052년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2053년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	138	416	27,990
2054년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	5,580	416	33,432
2055년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	9,300	416	37,152
2056년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	3,720	416	31,572
2057년	-	-10,901	-	-	-	-	4,570	22,866	-58,913	416	-41,961
합계	112,497	-	12,569	130,674	26,664	1,395	134,152	694,328	109,236	12,317	1,233,831

자료: 연구진 작성

V. 수요 추정

1. 수요 추정의 개요

가. 입주 수요

□ 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 참고하여 설문조사를 통해 산업진흥센터의 입주 수요를 준용함

○ 설문조사는 ㈜한국리서치를 통해 2022. 8. 31.~10. 19. 동안 진행함

- 사전조사 응답 업체 1,622개, 이중 수소 저장·운송 사업을 영위하고 있거나 영위할 계획이 있다고 답한 사업체는 92개, 최종적으로 본조사를 진행한 업체는 9개

○ 국내 수소 관련 사업이 대부분 초창기이며 관련 기업들의 숫자가 한정적이라는 명확한 한계가 있으나, 미래 예측을 위한 명백한 근거 부재하므로 설문조사에 근거하여 수요와 편익을 추정함

나. 시설 및 장비 활용 수요

- 수소 산업 특성상 참고할만한 사례를 선정하는 데에 어려움이 있어 설문조사를 통해 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드에 대한 이용 의사, 예상 이용 시간 등을 조사하여 수요를 추정함

다. 수소 수요

- 수소액화플랜트에서 생산되는 액체수소는 액체수소 충전소를 필요조건으로 하므로 액체수소 생산 및 운송 이후 전량 수소차량에만 사용한다고 가정함
- 액체수소 충전소를 통하여 수소를 공급받을 미래 수소차 보급 대수를 전망 및 추정하고 이에 따른 수소 수요를 추정함
 - 가장 공신력 있다고 할 수 있는 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)과 현재 시도별 자동차 등록 현황을 바탕으로 강원지역의 미래 수소차 보급 대수 전망치를 추정

2. 수요 추정 결과

가. 입주 수요

- 입주 의사가 있는 6개 기업의 입주희망 면적을 표본 대비 모집단 수로 보정한 결과, 모든 연차에 임대 가능면적(2,374제곱미터(㎡))을 초과하므로 입주율은 100%로 가정할 수 있음
- 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)에 따라 부가가치 창출 편익 산출을 위한 ‘총생산가능면적’은 부지면적 1만 785.7제곱미터(㎡)를 기준으로 함
- 입주의향이 있는 6개 기업의 신규투자 여부 및 비율, 본 사업 미시행 시의 대응방안 등을 고려한 결과, 신규투자율은 16.7%로 산출됨

〈표 23〉 총생산가능면적과 부가가치 발생가능 면적

(단위: ㎡)

총생산가능면적(A)	신규투자율(B)	부가가치 발생가능 면적(C=A*B)
10,785.7	0.167	1,797.6

자료: 연구진 작성

나. 시설 및 장비 활용 수요

- (안전성 시험센터) 안전성 시험센터의 장비 혹은 설비를 이용할 의사 있는 8개 기업의 희망 월평균 이용 시간은 총 286시간으로, 연평균으로는 3,432시간으로 나타남
- (실증 테스트베드) 실증 테스트베드 장비 혹은 설비를 이용할 의사 있는 8개 기업의 희망 월평균 이용 시간은 총 316시간이며, 연평균으로는 3,792시간으로 나타남

다. 수소 수요

- 2030년 기준 강원도 수소차 수소 사용량은 30.9톤/일로 추정되어 수소액화플랜트의 일일 공급량(30톤/일)을 초과함
 - 시도별 자동차 등록 비중과 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021), 「수소 인프라 및 충전소 구축방안」(관계부처 합동, 2019) 등을 통해 미래 강원도 수소차 보급 대수를 전망하고 그에 따른 수소 수요와 실증 테스트베드의 목표 사용량을 고려함
 - 수소액화플랜트는 연간 360일 가동 시 가동률 100%로 가정함

〈표 24〉 수소액화플랜트의 연간 수소 수요 전망

(단위: 톤/일, kg/년, %)

연도	연차	일일 수요량	연간 수요량	수요/공급 비중
2028	1년 차	26.5	9,528,807	88.2
2029	2년 차	28.7	10,336,818	95.7
2030	3년 차	> 30	10,800,000	> 100
...				
2057	30년 차	> 30	10,800,000	> 100

자료: 연구진 작성

VI. 편익 추정

1. 편익 추정의 개요

- 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익, 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 시설·장비 보유 및 활용 편익, 수소액화플랜트의 액체수소 공급 편익으로 구분할 수 있음

가. 편익 산정 방법

1) 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익

$$\text{면적당 부가가치} \times \text{산업진흥센터 면적} \times \text{신규투자율} \times \text{입주율}$$

2) 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익

- 안전성 시험센터 및 실증테스트베드의 시설이나 장비 활용을 통하여 기업의 생산성 향상에 기여해 매출액을 증대시킬 수 있으며, 이를 통해 편익이 발생할 수 있음

$$\text{연매출액 순증가분} \times \text{부가가치율} \times \text{이용률}$$

- 이용률(최대이용가능시간/연평균 이용시간 합계)은 설문조사에서 기업들이 답한 연매출액 순증가분이 실제 이용가능시간을 초과하지 않고서는 달성 불가능한 수치일 경우 이를 보정하기 위함

3) 수소액화플랜트의 액체수소 공급 편익

- 수소액화플랜트를 통해 기체수소가 액체수소로 바뀌어 충전소 단에서 액체수소로 충전될 때 발생하는 가격 차이로 정의함

$$(\text{기체수소 충전소 가격} - \text{액체수소 충전소 가격}) \times \text{수소 수요량}$$

- 가격 차이는 기체수소와 액체수소의 운송비, 충전소 토지임대료 및 운영비 등을 토대로 산출함

〈표 25〉 수소충전소 유형별 가격 비교

(단위: 원/kg)

항목	기체수소	액체수소
운송비(왕복기준)	1,112	81
충전소 토지임대료	2,055	103
충전소 운영비	1,329	999
충전소 가격(액화비용 제외)	8,200	4,907
수소 유형별 단가 차이	3,313	

주: 한국가스공사의 기체수소 공급가격을 동일하게 적용하고 수소액화플랜트의 공사비, 운영비 등 수소 액화에 관한 비용이 반영되어 결과적으로 여기서는 수소원가 차이를 고려하지 않음

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료(한국가스기술공사 내부분석자료); 관계부처 합동, 「수소 인프라 및 충전소 구축 방안」, 2019를 바탕으로 재작성

2. 편익 추정 결과

가. 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익

- 연차별 단위면적당 부가가치액과 입주율, 총생산가능면적, 신규투자율, 사회적 할인율 4.5%를 적용한 결과, 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익은 30년간 약 130억원 (현재가치)으로 산출됨
- 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 참고하여 단위면적당 부가가치액을 산출하고 입주의향 기업의 입주의향 시기를 고려하여 가중치를 적용한 결과, 단위면적당 부가가치액은 1~9차 연도 약 60만원, 10~30차 연도 약 61만원 수준으로 도출됨

〈표 26〉 시기별 산업진흥센터 입주편익 연간 발생 부가가치액 산정 방식

시기 구분	단위면적당 부가가치액	신규 투자율	입주율	총생산가능 면적	연간 발생 부가가치액
1~9차 연도	60.19만원/㎡	× 16.7%	× 100%	× 10,785.7㎡	1,082백만원
10~30차 연도	60.54만원/㎡				1,088백만원

자료: 연구진 작성

나. 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익

- (안전성 시험센터) 연매출액 순증가분과 각 업종별 부가가치율, 이용률, 사회적 할인율 4.5% 등을 적용하여 부가가치 편익을 추정한 결과, 30년간 총 약 215억원(현재가치)의 부가가치 편익이 도출됨
- (실증 테스트베드) 연매출액 순증가분과 각 업종별 부가가치율, 이용률, 사회적 할인율 4.5% 등을 적용하여 부가가치 편익을 계산한 결과, 30년간 총 약 1,017억원(현재가치)의 부가가치 편익이 도출됨

다. 수소액화플랜트의 액체수소 공급 편익

- 액체수소 공급 편익은 수요/공급 비중이 100%를 초과하는 2030년부터 매년 358억원 씩 편익이 발생하는 것으로 산출되며, 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 30년간 총 4,243억원(현재가치)의 편익이 발생함

라. 편익 종합

〈표 27〉 편익 종합

(단위: 백만원)

연도	연차	할인된 편익 합계				
		산업진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	액체 수소	총합
2028	1년 차	761	1,265	5,975	22,200	30,202
2029	2년 차	728	1,211	5,718	23,046	30,703

〈표 27〉의 계속

(단위: 백만원)

연도	연차	할인된 편익 합계				
		산업진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	액체 수소	총합
2030	3년 차	697	1,159	5,472	23,042	30,369
2031	4년 차	667	1,109	5,236	22,049	29,061
2032	5년 차	638	1,061	5,011	21,100	27,810
2033	6년 차	610	1,015	4,795	20,191	26,612
2034	7년 차	584	972	4,588	19,322	25,466
2035	8년 차	559	930	4,391	18,490	24,370
2036	9년 차	535	890	4,202	17,694	23,320
2037	10년 차	515	851	4,021	16,932	22,319
2038	11년 차	493	815	3,848	16,203	21,358
2039	12년 차	472	780	3,682	15,505	20,438
2040	13년 차	451	746	3,523	14,837	19,558
2041	14년 차	432	714	3,372	14,198	18,716
2042	15년 차	413	683	3,227	13,587	17,910
2043	16년 차	395	654	3,088	13,002	17,139
2044	17년 차	378	626	2,955	12,442	16,401
2045	18년 차	362	599	2,827	11,906	15,694
2046	19년 차	347	573	2,706	11,393	15,019
2047	20년 차	332	548	2,589	10,903	14,372
2048	21년 차	317	525	2,478	10,433	13,753
2049	22년 차	304	502	2,371	9,984	13,161
2050	23년 차	291	480	2,269	9,554	12,594
2051	24년 차	278	460	2,171	9,143	12,052
2052	25년 차	266	440	2,078	8,749	11,533
2053	26년 차	255	421	1,988	8,372	11,036
2054	27년 차	244	403	1,903	8,012	10,561
2055	28년 차	233	386	1,821	7,667	10,106
2056	29년 차	223	369	1,742	7,337	9,671
2057	30년 차	214	353	1,667	7,021	9,254

자료: 연구진 작성

VII. 경제성 분석

□ 경제성 분석 결과

〈표 28〉 비용편익 분석결과 요약

(단위: 백만원)

구분	총 비용(PV)	총 편익(PV)	B/C	순편익(NPV)
현재가치	619,570	560,554	0.90	-59,016

자료: 연구진 작성

□ 수소 수요 변동에 따른 경제성 분석 결과

- 강원지역의 수소 수요가 10톤/일, 20톤/일, 30톤/일일 때의 경제성 분석 결과를 제시함
 - 수소차 보급 속도가 기존 정부 계획에 미치지 못하고 있는 시점에서 2030년 기준 강원지역의 30톤/일 이상의 수소 수요는 정부 계획에 근거한 수치일지라도 그 불확실성이 매우 높은 상황

〈표 29〉 수소 수요 변동에 따른 경제성 분석 결과

(단위: 톤/일, 원/kg, 백만원, %)

수소 수요	기체수소-액체수소 충전소단 가격차이	B/C	NPV	IRR
10	3,063	0.60	-178,517	-2.31
20	3,189	0.77	-123,343	0.21
30	3,313	0.90	-59,016	2.63

자료: 연구진 작성

VIII. 정책성 분석

1. 정책성 분석의 체계

〈표 30〉 정책성 분석 세부 평가항목 개요

중분류	세부 항목	평가 내용	비고
사업추진 여건 (제58조)	정책 일치성 등 내부 여건	상위계획 반영 여부, 정책 방향과의 일치성 등	
	지역주민 사업태도 등 외부 여건	지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등 여부 등	
정책효과 (제59조)	일자리 효과	사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발 효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등	긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토
	생활여건 영향	사업추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안정성 영향, 공동체 복원 영향 등	
	환경성 평가	사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등	
	안전성 평가	재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등	
특수평가 항목 ¹⁾ (제61조)	재원조달 위험성	운영비 조달 위험성, 총사업비 대비 원인자부담 등으로 기확보된 재원규모	개별사업의 특성을 고려할 필요가 있을 경우 반영
	문화재 가치	국가·시도 지정문화재가 다수 분포하는 문화유적지 등 고려	
	기타	기타 개별사업 특수성 고려	

주: 1) 특수평가항목은 사업의 개별 특성에 따라 선택적 적용

자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

2. 사업추진여건

가. 정책 일치성 등 내부여건

1) 상위·관련 계획 및 정책방향과의 일치성

〈표 31〉 계획의 분류

구분	근거법 및 최상위계획	상위계획	관련 계획
조건	관계법령 존재 중앙정부 계획 전국단위 계획 부문 간 통합 계획	관계법령 존재 중앙정부 계획 전국단위 계획	중앙정부 계획 지방자치단체 계획 기타 유관 계획
해당 계획	「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」(2021. 2.) 「산업기술혁신 촉진법」 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」	「윤석열 정부 국정과제」(국정목표2-약속04-국정과제21) 「제1차 수소경제 이행 기본계획」(2021. 11.) 「수소경제 활성화 로드맵」(2019. 1.) 「수소기술개발 로드맵」(2019. 10.) 「제3차 에너지 기본계획」(2019. 6.) 「2050 탄소중립 추진전략」(2020. 12.)	〈중앙정부 계획〉 「수소경제 표준화 전략 로드맵」(2019. 4.) 「수소 안전관리 종합대책」(2019. 12.) 〈지방자치단체 계획〉 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(2021. 5.) - 강원도 지역혁신 성장계획(2020. 1.) - 강원비전 2040(2018. 1.)

자료: 연구진 작성

- 본 사업은 「수소법」 등을 근거로 하며, 정부의 국정과제 및 다수의 상위계획에서 직접적으로 언급되거나 관련 사업이 포괄적으로 언급되고 있어 중앙정부의 정책 방향과의 일치성을 대체로 확보하고 있다고 판단됨
- 특히 관계부처 합동 및 주무부처인 산업통상자원부의 관련 계획은 본 사업을 직접적으로 포함하고 있거나 밀접하게 관련되었다고 볼 수 있어 중앙정부의 정책 방향과 ‘전반적으로 일치’한다고 볼 수 있음
 - 강원도 차원의 계획들을 검토한 결과, 강원도의 수소 산업에 대한 추진 의지와 강원도의 액화수소 산업이 구체적으로 제시되어 강원도의 정책 방향에 ‘전반적으로 일치’한다고 판단됨

2) 사업의 준비정도

- 사업의 추진 경위 등을 살펴볼 때, 사업 준비와 관련 기관 및 기업과의 협력을 지속적으로 추진해 온 것으로 판단됨
- 최초 제출된 사업계획을 보완하고 구체화하여 2022년 6월 사업계획을 변경여 총사비는 당초 2,958억 8,800만원에서 3,220억 5,500만원으로 261억 6,800만원 증가함
 - 최종 제출된 사업계획변경안, 기획보고서, 질의응답을 살펴보면, 사업계획 및 운영방안 측면에서 일정 수준의 구체성을 가지고 있다고 생각됨
- 한국가스공사는 기체수소 생산시설 구축에 대해 참여의향을 밝혔으나, 관련 추가적인 구체화는 이루어지지 않은 것으로 확인되는 등 수소액화플랜트의 원료가 되는 기체수소 공급의 불확실성이 존재함
 - 한국가스공사의 기체수소 생산시설 투자 철회 또는 지연에 대한 대안을 제시하였으나, 구체적 이행계획 부재, 암모니아의 수소 추출 기술 미확보, 가격경쟁력 미확보 등으로 인해 불확실성 및 위험성이 높은 것으로 판단됨
- 본 사업의 구축, 기업유치 및 운영총괄을 담당하는 주관기관인 강원도 에너지진흥원 설립의 불확실성이 존재함
 - 2023년 1월 설립 예정이었으나 조사 과정 중 2024년 12월 설립 예정으로 제시되었으며, 현재까지 설립이 이루어지지 않음
 - 본 사업 시작 이후 1년간의 공백기간 발생 예정으로 주무부처는 기관 설립 전까지 강원 테크노파크가 사업 주관기관 역할을 담당하는 대안을 제시
 - 사업기간 중 주관기관 변경은 사업 추진의 일관성과 안정성 측면에서 우려가 발생할 수 있고, 주관기관 변경에 동반된 행정업무 등으로 추가적인 사업추진의 지연이 발생할 여지가 있음
- 따라서 사업의 준비정도를 검토한 결과, 기체수소 생산시설의 설립 및 안정적 공급, 주관기관의 설립 등이 여전히 불확실한 것으로 판단되어 이는 사업의 준비정도에 상당한 미흡함이 있는 것으로 판단됨

나. 지역주민의 태도 등 외부여건

- 최근 인천 송도, 경기도 여주, 인천 서구, 부산 사하구 등 수소 사업을 추진하는 지역에서 주민 반대로 사업이 지연 또는 취소되는 사례를 볼 수 있음
- 강원도는 2019~2021년 유사 사업과 관련하여 주민설명회, 공청회 등을 통해 주민 수용성 확보를 추진하였으며 본 사업 대상지가 거주지역과 격리되어 주민 갈등 가능성이 매우 낮을 것으로 제시하였으나, 본 사업에 대한 주민 수용성도 확인할 필요가 있음

3. 정책효과

가. 일자리 효과

- 건설기간 중 고용유발 효과
 - 검토안 기준 1,250억 6,600만원을 강원도 지역의 건설(비주거용 건물, 산업플랜트) 부문에 투입하는 상황을 가정하여 분석한 결과, 건설기간 동안의 고용유발 효과는 1,148.2명으로 추정되어 주무부처에서 제시한 1,616명 보다 더 적게 추정됨
 - 주무부처는 부가가치세를 포함한 사업계획안의 공사비, 설계비, 감리비를 총투입비에 적용하고 이를 ‘건설’ 단일 부문에 투입하는 것으로 제시
- 운영기간 중 직접 고용효과
 - 최적대안의 운영인력 계획 또는 주무부처가 제시하는 운영기간 동안의 운영인력(고용인력) 계획 인원으로 함
 - 주무부처에서 제시한 ‘산업단지 관리 인력’은 해당 산업단지가 본 사업과 무관하게 조성, 운영될 예정이므로 제외

〈표 32〉 고용유발 효과 분석 결과(검토안)

구분	공사기간	운영기간
검토안	건설업 등 1148.2명 ⁴⁾	제조업 450명 부동산 및 사업서비스업 832명

자료: 연구진 작성

□ 고용의 질 제고효과

- 검토안을 기준으로 건설기간 및 운영기간을 포함한 총 고용유발효과를 토대로 고용의 질 제고효과를 분석한 결과, 평가항목별 가중평균 표준화 점수는 0.423으로 분석됨
- 본 사업을 통해 창출되는 고용의 질 개선효과는 중위권에 해당

나. 생활여건 영향

1) 클러스터 구축을 통한 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복

- (제출자료) 클러스터 조성이 산업발전, 고용증가, 인구증가, 생활여건 개선으로 이어져 지역 소멸위기를 극복하는 효과가 있다고 제시됨
- (검토결과) 클러스터 조성으로 인한 고용증가는 앞서 일자리 효과에서 검토한 내용과 중복으로 볼 수 있으며, 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복 영향은 이미 편익 추정에 포함되어 있어 중복하여 인정할 수 없음

2) 지역 내 액화수소 공급기반 구축에 따른 주민의 수소충전비용 절감 영향

- (제출자료) 도내 수소액화플랜트 구축 시 주민의 수소 충전비용이 절감되고 액체수소의 안정적 공급으로 생활여건이 개선될 것으로 제시함
- 인천과 강원에서 생산한 액화수소 공급을 비교하여 연간 액화수소 충전비용 절감의 총효과를 연간 5억 8,000만원으로 추정하여 제시함
- (검토결과) 경제성 분석에서 액체수소 공급 편익을 반영하였으므로 주민의 수소 충전비용 절감 영향은 중복하여 인정할 수 없음
- 수소의 안정적 공급 효과는 본 사업의 범위가 아닌 별도의 수소 생산시설을 통해 발생하므로 본 사업의 정책 효과로 인정할 수 없음

4) 건설기간 중 순차적으로 투입되는 운영조직 인원(2027년(100%) 기준으로 2024년 20%, 2025년 60%, 2026년 90% 투입)

3) 클러스터 운영을 통한 주민의 에너지활용 여건 개선 영향

- (제출자료) 액화수소 공급이 용이해지고 수소 저장·운송과 관련된 기술 및 제품이 개발됨에 따라 수소연료전지를 개발·보급함으로써 도시가스 보급률이 저조한 강원도에 현재 LPG로 운용되는 난방 등 가정용 에너지를 전력으로 공급할 수 있을 것으로 예측함
- (검토결과) 본 사업의 직접적인 기여도를 찾기 어렵고, 경제성 분석의 편익과 중복되어 정책성 분석에서 인정할 수 없음
 - 가정용 수소연료전지 보급의 경우, 본 사업과 별개인 국토부 ‘수소 시범도시 인프라 기술개발 사업’을 통해 가정·건물용 수소연료전지가 도입된 주거모델을 개발 및 실증(2020년 4월~2023년 12월)을 추진하고 있음
 - 가정·건물용 수소연료전지 보급 계획이 2022년부터 본격화된다는 점⁵⁾을 고려하면 본 사업의 기여도는 그리 크지 않을 것으로 판단

다. 환경성 평가

- 운영 시 대규모 환경오염물질을 배출할 가능성이 있는 생산시설이 아니라는 점, 기존 자연을 훼손하고 새로운 건축물을 건설하는 사업이 아니라는 점을 고려하면 대규모 환경문제의 발생 가능성은 비교적 크지 않을 것으로 판단됨
 - 사업 대상부지와 주변 지역 간의 거리, 지형 등을 종합적으로 고려할 때 지역 환경 또는 경관에 대한 우려는 낮은 편으로 판단됨
- 공사 및 운영기간 동안 발생할 수 있는 오염 등에 대해서는 대상지역이 독립된 산업단지라 해도 대책의 필요성이 존재할 수 있음
 - 본 사업의 건축형태와 입지, 각 시설별 특성을 고려한 특수한 대책의 필요성은 없는지 다시 한번 확인할 필요가 있음

5) 5메가와트(MW)(2022년) → 20메가와트(MW)(2025년) → 100메가와트(MW)(2030년)

라. 안전성 평가

- 강원도는 2019년 5월 수소 저장탱크의 폭발사고 발생 지역이며, 본 사업은 이와 관련이 높은 수소 저장·운송 관련 사업이므로 모든 위험에 대해 체계적으로 분석하고 대응 방안을 마련하는 것이 필요함
- 주무부처는 본 사업의 시설별 특성에 맞춰 특화된 위험성 분석과 이에 대한 안전관리 방안을 제시하여 안전관리 계획이 이전보다는 개선된 것으로 판단됨
- 수소 사업은 아직까지 유사 사업이나 시설이 드물고, 관련한 입법이나 기준도 수소에 특화되어 있지 않아 안전성 관리에 있어 더 많은 노력이 필요함

4. 특수평가항목(재원조달 위험성)

- 사업계획안의 총사업비 3,220억 5,500만원은 국비 22.6%, 지방비 15.4%, 민자 62%로 구성되며, 검토안의 총사업비 3,176억 8,500만원은 국비 13.8%, 지방비 13.3%, 민자 72.96%로 구성됨

〈표 33〉 자원별 총사업비

(단위: 백만원)

구분	사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
국비	72,883 (22.6%)	43,853 (13.8%)	-29,030
지방비	49,645 (15.4%)	42,274 (13.3%)	-7,371
민자	199,527 (62.0%)	231,558 (72.9%)	32,031
총계	322,055 (100%)	317,685 (100%)	-4,370

주: 1. 부가가치세 포함

2. 사업계획안은 사업기간(2023~2027년) 중 인건운영비, 경상운영비를 총사업비(지방비)에 포함

자료: 연구진 작성

- (국비) 검토안 기준 438억 5,300만원(13.8%)은 국비(에너지 및 자원사업 특별회계)로 조달할 예정이며, 국비 조달 위험성은 낮은 것으로 판단됨
 - 검토안 기준 연평균 사업비는 국가재정운용계획 상 산업·중소기업·에너지 분야의 에너지 및 자원개발 부분 2023~2026년 투자계획의 0.2% 수준에 해당함
- (지방비) 검토안 기준 422억 7,400만원(13.3%)으로 지방비 조달의 위험성은 높지 않은 것으로 판단됨
 - 강원도의 전반적인 재정 상황은 좋지 않은 편이나 재정건전화를 위한 강원도의 의지가 높고 검토안 기준 연간 사업비가 연간 지방세 수입의 0.5% 수준으로 낮은 편에 속함
- (민자) 검토안 기준 2,315억 5,800만원(72.9%)은 수소액화플랜트 구축을 위한 비용이며, 수소 저장·운송분야 관련 국내외 기업의 민자 분담을 통해 조달할 예정이나 민간투자 조달에 있어서 불확실성이 크다고 판단됨
 - 투자意向서를 제출한 기업과 투자 규모는 총 1,900억원으로 검토안 기준 민자 분담액의 82.1%에 해당하여 부족분을 충당하기 위한 추가투자가 필요한 것으로 판단됨
 - 투자意向서는 관심의 표명일뿐, 사업추진에 불확실성이 크다고 판단됨
 - 수소액화플랜트는 민관 특수목적법인(SPC)을 설립하고 BTO(Build-Operate-Transfer) 방식으로 추진 예정이나 투자意向서 외의 확약이나 SPC 설립 및 지분 배분 등 관련 구체적인 논의 등을 확인할 수 없음
 - 가장 많은 투자액(1,000억원)을 제시한 린데코리아는 투자에 앞서 만족되어야 할 조건들을 적시한 바 있어 실제 기체수소 생산 등 선행 조건이 만족되지 않는다면 재원 조달의 위험성이 크다고 볼 수 있음⁶⁾
 - 수소액화플랜트의 사업성에 대한 우려로 민간기업의 투자 의사에 변동 가능성이 있음
 - 국내 액화플랜트 사업을 고려할 때, 수소액화플랜트에 대한 민간 부문의 긍정적 공감대가 형성되었다고 볼 수 있음
 - 다만 수소차 보급 지연, 기체수소 생산 및 수소충전소 대부분에서 적자가 발생하는 등 수소액화플랜트의 사업성이 당분간 낮을 것으로 예측되어 민간 투자가 위축될 위험성도 존재

6) 주무부처는 추가 제출자료를 통해 린데코리아가 기존에 적시한 참여 및 투자 전제조건을 제외하였음을 제시한 바 있으나, 마찬가지로 투자意向서라는 점에서 여전히 불확실성이 존재함

IX. 지역균형발전 분석

1. 지역낙후도

- 17개 시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 본 사업의 대상지역인 강원도의 순위는 16위로 하위권에 속하는 것으로 분석됨
- 시·군별 지역낙후도 지수는 167개 시·군 중 동해시는 55위로 중상위권, 삼척시는 85위로 중위권에 속하는 것으로 분석됨

2. 지역경제 파급효과

- IRIO 분석을 위한 총 투입액은 순공사비와 시설부대경비를 합산한 것으로, 강원도의 건설(비주거용 건물, 산업플랜트) 부문에 검토안 기준 1,250억 6,600만원을 투입함

〈표 34〉 지역경제 파급효과

(단위: 억원, 명)

구분			생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발
검토안	전국	유발액/고용자수	2,376	1,027	1,509	1,089
	강원	유발액/고용자수	1,466	696	1,064	772
		지역 비중(%)	61.7	67.7	70.5	70.8

자료: 연구진 작성

- 지역경제 활성화 효과지수는 검토안 기준 0.1430%로 산출되어 2008~2015년 건축 및 기타 사업 예비타당성조사 평균 0.1133% 보다 약간 높은 수준이며, 동 기간 전체 사업 평균 0.3210% 보다 낮은 수준임

〈표 35〉 지역경제 활성화 효과

(단위: 억원, %)

구분	투입액 ¹⁾	지역 내 부가가치 유발액	지역 내 총생산 ¹⁾ (GRDP)	지역경제활성화 효과지수 ²⁾
검토안	1,250.66	696	486,566	0.1430

주: 1) 투입액 및 지역 내 총생산은 모두 2020년 기준 가격임

2) 지역경제 활성화 효과 지수는 위 투입액에 대한 사업 해당지역의 지역 내 부가가치 유발액을 사업 해당지역의 GRDP 추계액으로 나눈 지수임

자료: 연구진 작성

X. 종합결론 및 정책제언

1. AHP를 활용한 종합판단

□ 평가대안

- 본 조사에서는 규모 적정성 검토 및 기술적 검토, 비용 추정 결과를 토대로 산정한 ‘검토안’을 최적대안으로 선정하여 AHP 분석을 수행함

〈표 36〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 요약표

구분	최적대안
사업 위치	강원도 동해시, 삼척시 포함 반경 20km 이내
사업 내용	• 수소 저장·운송 산업진흥센터 8,268㎡ • 수소 저장·운송 안전성 시험센터 2,756㎡, 장비 구축 • 수소 저장·운송 실증 테스트베드 1,350㎡, 장비 구축 • 산·학캠퍼스 장비 구축 • 수소액화플랜트(30톤/일) 12,312㎡
사업 내용	기업입주공간, 실증 테스트베드, 수소액화플랜트 등
총사업비	3,176.85억원
경제성 분석	B/C=0.90

자료: 연구진 작성

□ 조사대상집단

- 「예비타당성조사 운용지침」은 예비타당성조사 등의 종합평가를 위하여 ‘사회기반시설 분과위원회’, ‘사회·문화·산업 분과위원회’, ‘사회복지·소득이전 분과위원회’를 두고 각 분과위원회에서 종합평가를 실시하도록 함
- 분과위원회는 분과위원장을 포함한 재정사업평가위원회에 속한 민간위원 2인, 연구 책임자를 포함한 연구진 3인을 포함하여 총 12인 이내로 평가자들을 구성하는 것을 원칙으로 함
 - 다만, 종합평점 산정 시 평가 중 최댓값과 최솟값을 부여한 평가자 2인씩을 제외한 8인 이내의 응답결과를 가지고 종합평점을 도출

□ AHP 구조 및 평가항목

- 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석의 필수평가항목을 비롯하여 사업의 특수성을 반영하는 추가 평가항목으로 재원조달 위험성을 고려함

□ AHP 분석 결과

- 사업 시행 점수는 0.530로, 사업 미시행 점수인 0.470보다 높은 것으로 나타나 평가자들은 사업 시행을 보다 나은 대안으로 평가하고 있는 것으로 나타남
- 사업 시행을 더 나은 대안으로 평가한 평가자는 6명 중 5명으로 본 사업에 대한 평가자별 의견 일치도와 AHP 평점에 따른 결론은 '타당성 있음'에 해당된다고 할 수 있음

〈표 37〉 AHP 평가 결과

평가자	사업 시행	사업 미시행
평가자1	0.519	0.481
평가자2	0.516	0.484
평가자3	0.477	0.523
평가자4	0.502	0.498
평가자5	0.538	0.462
평가자6	0.594	0.406
종합	0.530	0.470

자료: 연구진 작성

□ 분과위원회 주요 총평

- 본 사업은 국내 수소 산업 육성 측면에서 본 사업의 목적 및 필요성이 인정되나 수소 수요와 민간 투자 조달에 대한 불확실성이 높아 이에 대한 충분한 고려와 대책 마련이 요구될 것으로 제시됨

2. 민간투자사업 추진 가능성 검토

- 법적 타당성 검토 결과, 본 사업은 수소 저장·운송 산업 육성을 위한 클러스터 구축 사업으로 「민간투자법」 상의 민간투자대상이 되는 '사회기반시설'에 직접 해당되지 않음

- 법적 타당성 검토 결과에 따라 민간투자사업 추진 가능성 검토를 위한 정책적 타당성 검토와 민자가능 유형 판단을 수행하지 않음

3. 종합결론 및 정책제언

가. 종합결론

- 본 조사는 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석을 수행하고 재정사업평가위원회 산하 분과위원회에서 AHP 평가를 이용한 종합평가를 실시하여 최종적으로 사업의 타당성 여부에 대한 종합결론을 도출함
- 규모 적절성 검토 결과, 공용면적의 비율 범위를 고려할 때 시설별 연면적은 사업계획안과 동일하게 추정되었으나, 실증 테스트베드 면적 일부가 실외면적으로 확인되어 이를 오류라고 판단하여 제외하고 검토안을 설정함
 - 기술적 검토 결과, 연구장비는 안전성 시험센터 6종, 산·학캠퍼스 3종이 중복성 등으로 인해 도입을 재고할 필요가 있는 것으로 나타남
- 비용 추정 결과, 총사업비는 3,176억 8,500만원으로 사업계획안 보다 43억 7,000만원 감소함
 - 주요 감소 원인은 사업계획안의 운영인건비, 경상운영비 등을 제외하고 신·재생에너지 및 제로에너지공사비 등 반영한 데 있음
 - 운영비 검토 결과, 경제성 분석 시 사업기간을 포함한 2023~2057년 동안 검토안의 운영비 합계는 8,407억 9,600만원(불변가치)으로 검토되었으며, 그밖에 설비별 내용 연수를 고려한 재투자비와 잔존가치를 검토함
 - 운영비는 산업진흥 및 기술검증기반 운영비와 액체수소 공급기반 운영비, 장비유지관리비, 신규투자기업 인건비 등을 산정
- 수요는 산업진흥센터의 입주 수요와 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 장비 활용 수요, 수소액화플랜트의 수소 수요로 구분하여 추정함
 - 설문조사를 통해 입주 수요는 신규투자율은 16.7%, 1차 연도 이후 입주율은 100%로

산출되었으며, 장비 활용 수요는 각각 월평균 희망 이용시간이 286시간, 316시간으로 나타남

- 액체수소 수요/공급 비율은 관련 정부 계획과 현재의 지역별 자동차 비중 등을 활용하고 실증 테스트베드의 목표 수소 사용량(1일당 250킬로그램(kg)/일)을 고려할 때 2030년부터 100% 이상으로 나타남
- 편익 추정 결과, 검토안 기준 본 사업 시행을 통한 30년간 총편익은 1조 4,092억 4,500만원(불변가치)으로 도출됨
 - 입주를 통한 부가가치 편익은 연간 10억 8,800만원, 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익은 연간 102억 9,700만원 발생한다고 분석됨
 - 액체수소 공급 편익은 기체수소를 액체수소로 전환하여 공급함으로써 수소충전소 단에서 발생하는 가격 차이를 추정한 결과, 충전소 단의 기체 및 액체수소의 단가 차이가 3,313원/킬로그램(kg)으로 나타나 연간 357억 8,300만원의 편익이 창출될 것으로 분석됨
- 비용, 편익 분석 결과를 토대로 경제성 분석을 수행한 결과 B/C는 검토안 기준 0.90으로 도출됨
- 정책성 분석은 기본 평가항목인 사업추진 여건과 정책효과에 더하여 사업의 특수성을 반영하는 추가 평가항목으로 자원조달 위험성을 고려하였으며 「예비타당성조사 수행 총괄지침」에 따라 지역균형발전 분석을 수행함
- 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석 결과를 토대로 AHP를 수행한 결과, 사업 시행 점수가 0.530으로 도출되어 사업추진 타당성을 확보함

나. 정책제언

- 수소 산업 육성을 위한 정부 정책에 부합하는 사업으로서 필요성은 높으나, 사업추진에 여러 위험이 존재하여 수소 수요 창출 등을 위한 중앙정부, 지자체 등 시행주체의 적극적인 노력이 요구됨

- 수소라는 새로운 분야의 산업을 대상으로 하여 관련 산업의 발전, 수요 예측 및 경제성 확보 등에 많은 불확실성이 존재하며, 이는 사업 추진에 위험성을 제시함
 - 실제 수요와 시장 예측을 위한 데이터가 불충분하여 본 조사에서도 이에 대한 한계가 불가피함
- 사업의 정상 추진을 위해서 한국가스공사의 기체수소 생산시설의 적기 추진은 필수 전제조건이며, 검토안 기준 총사업비의 72.9%를 차지하는 민간투자의 확보가 요구됨
 - 한국가스공사의 신규투자자와 민간투자자는 사업의 경제성에 달려 있어 수요 부족 등으로 목표 수익이 발생하지 않을 경우 본 사업 추진은 중앙정부와 지자체의 재정 부담으로 이어질 수 있음
- 수소의 안전관리에 대한 법이나 기준 등이 아직 충분히 마련되어 있지 않고 유사 사업이나 시설이 드물기 때문에 시행주체는 사업의 안전성 확보에 특별한 관심을 기울여야 함
- 안전성 확보는 지역 주민의 태도에도 큰 영향을 미치므로 원활한 사업 추진을 위해 준비 단계부터 안전관리에 대한 철저한 계획과 점검, 관리 노력이 필요함

수소 저장·운송 클러스터 구축사업

- I. 예비타당성조사의 개요
- II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점
- III. 사업계획 적절성 및 기술적 검토
- IV. 비용 추정
- V. 수요 추정
- VI. 편익 추정
- VII. 경제성 분석
- VIII. 정책성 분석
- IX. 지역균형발전 분석
- X. 종합결론 및 정책제언

I. 예비타당성조사의 개요

1. 사업의 추진 배경 및 목적

가. 사업의 추진 배경

2015년 채택된 파리협정(Paris Agreement)에 따른 신기후체제(New climate regime)의 출범 아래, 수소는 기존 화석연료의 환경문제 및 수급 불안 문제를 해소하고 신·재생에너지의 간헐성 및 계통 불안정성을 보완할 수 있는 미래 에너지 운반체(Energy Carrier)로서 부상하고 있다. 수소는 보편적인 자원으로서 지역적 편중이 없고 산소와의 단순 화학반응을 통해 최종에너지(전기, 열)를 생산할 수 있다. 부산물은 단지 물(H_2O) 뿐이기 때문에 탄화수소 연소과정에서 발생하는 온실가스 배출 문제로부터 자유롭다. 이에 에너지를 저장, 전달할 수 있는 에너지 전환 매개체로서 수소는 그 자체의 친환경성뿐만 아니라, 재생에너지 보급을 활성화하고 에너지 자급률을 제고할 수 있는 잠재력이 높은 경제적·산업적 파급효과가 큰 신산업 분야로 평가받고 있다.⁷⁾

우리 정부는 2015년부터 수소차 보급 정책을 추진하고 2019년 1월 「수소경제 활성화 로드맵」을 발표하며 관련 산업 육성에 관한 의지를 강하게 표명하였다. 수소경제는 수소를 중요한 에너지원으로 사용하고, 수소가 국가경제, 사회전반, 국민생활 등에 근본적인 변화를 초래하여 경제성장과 친환경 에너지의 원천이 되는 경제라고 할 수 있다.

수소경제 활성화 실현을 위해서는 수소의 밸류체인(Value Chain), 즉 생산, 저장·운송, 활용 분야의 동반 성장 및 유기적 연결이 요구되는데, 그중 저장·운송 분야는 시간과 규모의 경제 확보가 필요한 인프라의 영역으로 향후 가장 중요한 병목 구간(Bottleneck)이 될 수 있다고 보고된다. 현재 국내 수소 저장·운송 분야는 주요국과 기술 격차가 있고 정부 R&D 지원 사업 부족으로 외국계 기업에 기술의존도가 높아 가격경쟁력 확보가 어려운 상황이다. 또한, 중소기업 위주로 구성되어 산업 생태계 형성도 미흡한 편이라고 할 수 있다.⁸⁾

7) 강동진 외, 2020; 김종기 외, 2019

8) 강동진 외, 2020; 『투데이에너지』, 「수소차 보급대비 인프라 부족 심각…생산, 저장·운송기술 확보 절실」, 2020. 10. 10., <http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=229516>, 검색일자: 2021. 12. 29.

이에 주무부처(산업통상자원부)는 소규모로 분산된 수소 저장·운송 관련 기업을 집적하고 다양한 지원 플랫폼을 활용하여 클러스터 중심으로 산업을 집중 육성함으로써, 수소공급망의 경제성 및 효율성을 확보할 수 있음을 개진하였다. 수소산업 클러스터는 수소산업의 각 밸류체인별로, 특정 지역 내 수평 또는 수직적으로 관련된 기업과 기관(대학, 연구소, 지자체)들이 상호 긴밀한 협력관계를 통해 기술 혁신, 기술 상업화, 원가 절감, 품질 향상 및 중소·중견 기업 육성 등의 시너지 효과를 창출하는 혁신 클러스터라고 할 수 있다.⁹⁾ 본 사업인 수소 저장·운송 클러스터 구축사업은 관련 기업을 집적하고 이를 지원하기 위한 산업진흥시설 및 기술지원시설을 확보하여 산·학·연 유기적 협력관계에 기반한 시너지효과를 창출하는 상생의 혁신생태계로서 제시되었다.

나. 사업의 목적 및 기대효과

1) 사업의 목적

본 사업은 미래 수소경제 공급망의 3박자, 즉 경제성, 안전성, 효율성 완성을 실현하고, 검증 완료된 수소 저장·운송 분야 기술, 제품의 적용 및 확산을 통해 국내 수소경제의 활성화와 글로벌 수소 선도국가 입지를 확보하는 데 기여할 것을 목적으로 있다. 구체적으로, 본 사업은 클러스터형 산업성장기반을 구축함으로써 혁신 생태계를 조성하고 입주기업의 성장을 지원하여 이를 수소 저장·운송 산업의 진흥으로 연결하고자 하며, 더하여 클러스터 중심의 실증 및 시험·인증 등 기술 검증과 상용화 촉진을 통해 미래 수소경제 공급망의 3박자를 완성하고 수소경제로의 도입에 기여하고자 한다.

2) 사업의 기대효과

주무부처는 본 사업을 통하여 ① 현재 미성숙 단계인 수소 저장·운송 산업의 소규모로 분산되어 있는 관련 기업을 집적하고 상생형 산업생태계를 조성 및 고도화할 수 있음을 개진하였다. ② 국내 최초 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 확보는 체계적이고 전문화된 성과물(기술, 제품 등) 검증 시스템에 관한 기업들의 수요를 충족하고 신규 진입기업(벤처,

9) 『월간수소경제』, 「수소산업 클러스터 구축사업 예타 ‘초읽기’」, 2021. 4. 30., <https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=8956>, 검색일자: 2021. 12. 30.

창업, 업종 전환 등)의 클러스터 입주 유인책으로 활용할 수 있을 것으로 제시되었다. 또한, 사업 대상지인 강원도는 ‘액화수소산업 규제자유특구(2020~2024)’에 선정되는 등 액체수소산업 육성을 위한 이상적인 산업 환경을 확보해가고 있어, 주무부처는 본 사업 추진을 통해 ③ 전주기적 액체수소산업 실현으로 이어지는 등 강원도의 액체수소산업 선도에 대한 기대를 표명하였다.

이러한 기업유치 및 산업성장뿐만 아니라, 주무부처는 나아가 경제적이고 효율적인 수소 공급망 완성으로 수소 가격 안정화 및 수소차 보급계획의 실효성 확보에 기여하고, 다양한 기술적 가능성과 안전성 검토를 통해 사회적 불안감 해소 및 안전한 수소경제 실현에 기여할 수 있다고 제시하기도 하였다. 그 밖에도 본 사업의 총사업비 투입을 통한 생산유발 효과, 부가가치유발 효과, 고용유발 효과, 취업유발 효과 등 시장경제적 기대효과와 강원도의 수소차 보급계획 실현에 따른 온실가스 저감, 미세먼지 감축 등 환경 개선 효과, 강원도의 기존 석탄·시멘트 산업 부진으로 인한 에너지산업 기반 약화 극복 등 지역성장에 대한 기대감을 함께 밝힌 바 있다.

2. 사업의 주요 내용

가. 사업의 추진근거

주무부처는 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률(이하 수소법)」 제7조(수소경제 이행 촉진을 위한 재원의 확충), 제9조(수소전문기업에 대한 지원), 제22조(수소특화단지 지정 등),¹⁰⁾ 제26조(전문인력의 양성) 및 제30조(수소산업 관련 기술개발의 촉진), 「산업기술혁신 촉진법(이하 산업기술혁신법)」 제15조(개발기술사업화촉진사업), 제19조(산업기술기반조성사업), 제20조(산업기술인력의 양성), 제22조(산업기술혁신 요소의 집적화 지원), 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률(이하 산업집적법)」 제3조의2(지역산업진흥계획의 수립 등), 제47조(자금지원), 「국가균형발전 특별법(이하 국가균형발전법)」 제11조(지역산업 육성 및 일자리 창출 등 지역경제 활성화 촉진)를 본 사업의 추진 근거로 제시하였다.

10) 다만 주무부처에 따르면 조사 시점을 기준으로 「수소법」에 따라 수소특화단지로 공식 지정된 사례 및 내역은 없음

세계 최초로 제정된 「수소법」은 2021년 2월 시행되었으며, 수소경제위원회 등 수소경제 이행 추진체계와 수소전문기업 육성 등의 수소경제 지원 정책, 수전해 설비 등 수소용품 및 사용시설의 안전규정 신설 등을 규정하고 있다. 동법 제7조는 수소경제 이행 촉진을 위한 재원 확충에 관하여 밝히고 있으며, 제9조는 정부가 수소경제 이행 촉진을 위하여 관련 기술개발 지원 및 연구·개발 성과 제공, 고가 장비의 공동 사용, 우수 기술의 발굴 및 사업화 지원, 수소특화단지로의 우선 입주 기회 제공 등 수소전문기업에 대하여 행정적·재정적 지원을 할 수 있음을 밝히고 있다. 또한, 제22조는 수소사업자와 그 지원시설을 유치하여 집적화를 추진하고 수소전기차 및 연료전지 등의 개발·보급을 지원하기 위하여 수소특화단지를 지정하여 자금 및 설비 제공 등 필요한 지원을 할 수 있음을 명시하고 있다. 제26조는 정부가 수소산업에 관한 전문기술인력 양성을 위하여 기술인력 양성체제를 구축하고 산·학 협력 활성화를 통한 우수인력을 양성하는 등 필요한 시책을 수립 및 추진하고 비용을 지원할 수 있음을 밝히고 있으며, 제30조는 수소산업 관련 기술 동향 및 수요조사, 연구개발 등 관련 기술 개발 촉진을 위하여 추진할 수 있는 사항과 함께 이에 대한 비용을 지원할 수 있음을 명시하고 있다.

「산업기술혁신법」 제15조는 개발된 기술을 사업화하거나 이에 대한 출자를 주된 사업으로 하는 자를 지원·육성하는 데 필요한 시책을 마련하여야 하며, 이러한 사업화 촉진을 위하여 신기술 사업화 및 보육, 사업화를 지원하는 전문기관 및 전문인력 양성 등의 사업을 실시할 수 있음을 규정하고 있다. 또한 동법 제19조는 산업기술 연구시설·장비 등의 확충 및 활용 촉진과 연구시설·장비·연구인력 및 정보 등 산업기술혁신요소의 집적화 촉진 등 산업기술혁신 기반 및 환경조성을 위한 사업을 추진 및 지원할 수 있음을 밝히고 있으며, 제20조는 산업기술인력 양성을 위해 기업 수요에 부합하는 기술인력의 양성체제 구축 등을 수립 및 추진할 수 있음을 명시하고 있다. 제22조는 기술혁신주체들이 상호 지리적으로 인접한 장소에 위치하거나 한 건축물에 입주하여 산업기술의 공동개발과 사업화 등을 촉진할 수 있도록 상호 인력교류, 연구장비 등의 확충 및 공동 이용, 정보의 공동활용 등을 위한 기반 구축을 지원할 수 있음을 밝히고 있다.

「산업집적법」 제3조의2 및 제47조는 지역산업진흥계획 수립과 함께 산업 집적 등 지역 산업 진흥을 위해 필요한 지원과 산업입지에의 원활한 조성 및 산업단지 입주기업체 또는 지원기관 유치를 위하여 자금지원에 대해 필요한 조치를 할 수 있음을 명시하고 있다. 「국가균형발전법」 제11조는 지역특화산업 및 광역협력권산업의 선정과 육성을 위한 국가 및

지방자치단체의 추진 시책을 규정하고 있으며, 이와 함께 지역산업 육성과 지역경제 활성화를 위하여 지역 특성에 맞는 중소기업 창업 여건 개선, 지역 일자리 창출 및 국내외 기업투자 유치활동 지원 등에 관한 시책을 추진해야 함을 명시하고 있다.

상기한 법적 추진 근거에 더하여, 정부는 2019년 1월 「수소경제 활성화 로드맵」을 통해 수소경제를 선도할 수 있는 산업생태계 구축 의지를 강하게 표명하였으며 이후 다양한 관련 정책을 수립 및 발표해 왔다(〈표 I-1〉 참고).

〈표 I-1〉 주요 연계 정책

정부 계획
■ 제1차 수소경제 이행 기본계획(2021. 11.)
■ 수소경제 성과 및 수소선도국가 비전(2021. 10.)
■ 제3차 수소경제위원회(2021. 3.)
■ 제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2020. 12.)
■ 2050 탄소중립 추진전략(2020. 12.)
■ 수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안(2020. 7.)
■ 수소 안전관리 종합대책(2019. 12.)
■ 수소 기술개발 로드맵(2019. 10.)
■ 수소 인프라 및 충전소 구축방안(2019. 10.)
■ 수소경제 표준화 전략로드맵(2019. 4.)
■ 수소경제 활성화 로드맵(2019. 1.)

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

나. 사업의 추진경위

본 사업은 2019년 10월 산업통상자원부의 수소융합단지실증사업 신규지원 2차 공모에서 전라북도, 인천시, 울산시, 경상북도와 함께 선정되었다. 동 공모는 수소경제 활성화 기반 조성을 위한 ‘수소산업 클러스터 구축’을 최종 목표로 하여 예비타당성조사의 기획 및 추진을 목적으로 제시되었으며, 이는 같은 해 3월에 진행된 1차 공모에서 제안된 11개의 지방자치단체 연구과제를 토대로 기획되었다.

1차 공모는 그 해 1월에 발표된 「수소경제 활성화 로드맵」의 이행을 위하여 수소 산업 전반의 기술개발 및 대규모 실증 테스트베드의 기능을 갖는 수소산업 클러스터 기획을 목

표하였으며, 여기서 수소융합실증단지는 수소산업과 연관 산업의 집적 및 융합을 위하여 관련 부품·소재 개발, 제품 테스트, 기술개발 및 실증, 인증·표준 등을 지원하는 기업·연구소·학교 등의 기관이 협력하여 기술혁신을 이루고 새로운 산업적 가치를 창출하는 단지라 할 수 있다.

이후 본 사업 기획은 2020년 1월에 시작되어 사업기획 컨소시엄 공식회의 11회, 수소 산업 클러스터 협의회 3회, 자문위원단 컨설팅 3회, 전문가 자문위원회 10회 등을 통해 핵심사항들에 대한 협의와 자문을 구하며 추진되었다(〈표 I-2〉 참고).

〈표 I-2〉 사업의 주요 추진 경위

연월	내용
2020. 1. ~ 2021. 1.	• 사업기획 컨소시엄 운영 - 참여기관 및 주요 역할 · 한국과학기술연구원: 기획총괄, 기술적 타당성 및 실효성 검토 · 강원도청: 입지적 장점 및 타당성 검토 · 강원대학교: 산·학 캠퍼스 구성 및 인력양성 방안 · 한국지식서비스연구원: 예비타당성조사 기획 지원 · 한국종합기술: 공간구성 상세계획 및 비용 산출 - 운영내역 · 사업기획 컨소시엄 공식회의 11회
2020. 2. ~ 2020. 5.	• 전문가 기획위원회 운영 - 운영목적 · 다양한 수소형태별 저장·운송기술 및 제품의 기술검증을 위한 체계적 지원플랫폼 구상 · 관련 기업의 성장을 위해 필요한 실질적 핵심요소 발굴 - 전문가 기획위원회 구성 · 다양한 수소형태별 산·학·연 전문가 총 15명 - 운영내역 · 기체수소 분과회의 2회, 액체수소 분과회의 4회 · 액상수소 분과회의 3회, 고체수소 분과회의 1회 - 기업체 의견수렴 · 전문가 기획위원회 참여 기업의 핵심관계자와의 대면질의를 통해 심층의견 수렴
2020. 6.	• 관련 기업 수요조사 수행 - 기업수요조사 개요 · 조사기관: 한국지식서비스연구원 · 조사대상: 전국 수소산업 관련 313개 사업체 · 조사방법: 전화 조사, 온라인 조사(이메일) · 조사내용: 클러스터 이용 및 입주 관련 의향과 수요 조사
2020. 2. ~ 2021. 5.	• 수소산업 클러스터 협의회 참여 - 운영목적 · 지자체별 예타기획 준비현황 공유 및 상호 피드백 - 운영주관 · 산업통상자원부, 한국에너지기술평가원

〈표 1-2〉의 계속

연월	내용
2020. 5. ~ 2020. 12.	• 자문위원단 컨설팅 - 운영목적 • 사업기획 추진현황 점검 및 기획내용 보완방향 컨설팅 - 참여내역 • 3회(2020. 5., 2020. 6., 2020. 12.)
2021. 8.	• 2021년 2차 예비타당성조사 대상사업 선정

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

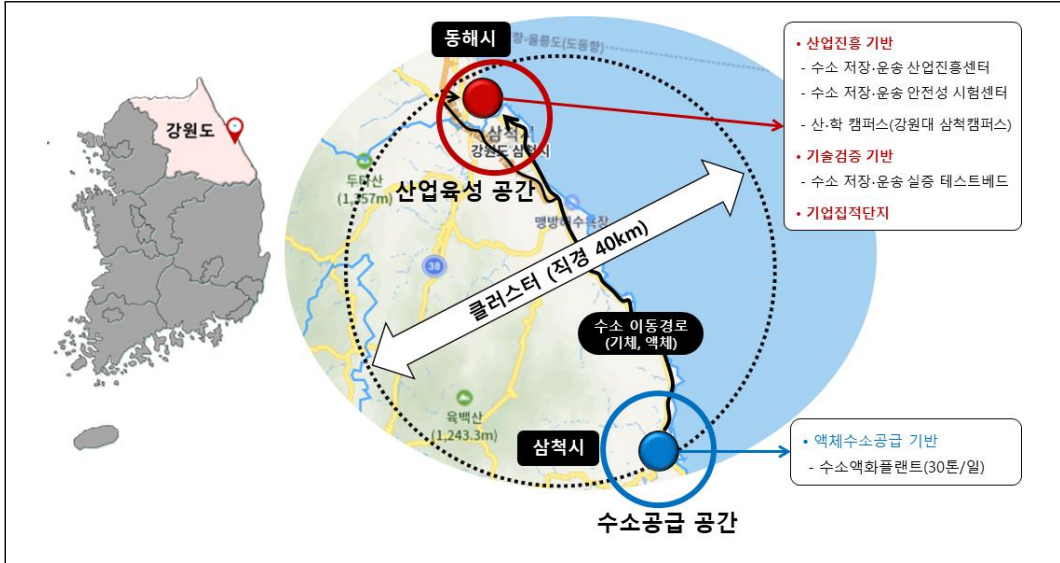
다. 사업의 개요

본 사업은 2021년 2차 예비타당성조사 대상사업으로 선정되었으며 조사는 같은 해 10월 착수되었다. 그해 11월, 주무부처는 일부 설비 및 장비 구축 내역과 클러스터 활용 전략, 도내 수소 미래 수요 전망 등을 보완하여 예비타당성조사 요구서와 기획보고서를 재제출하였으며, 이후로도 질의응답 과정에서 사업계획을 지속적으로 수정 및 보완해왔다. 이러한 과정의 결과로 주무부처는 2022년 3월 사업계획변경 의사를 밝혔으며, 이후 일정 기간 사업계획변경 관련 준비 작업을 진행하여 2022년 6월 최종적으로 사업계획변경이 이루어졌다.¹¹⁾ 이에 본 조사는 사업계획변경을 통해 최종 제출된 예비타당성조사 요구서 및 기획보고서, 질의응답 과정에서의 주무부처 제출자료 등을 기반으로 진행되었다.

본 사업의 목적은 미래 수소경제 공급망의 경제성, 안전성, 효율성 확보하는 것으로, 강원도 동해시와 삼척시를 포함하는 반경 20킬로미터(km)의 공간을 대상으로 3대 핵심기반(산업진흥기반, 기술검증기반, 액체수소 공급기반)을 구축하는 세부 사업으로 구성된다(그림 I-1], [그림 I-2] 참고).

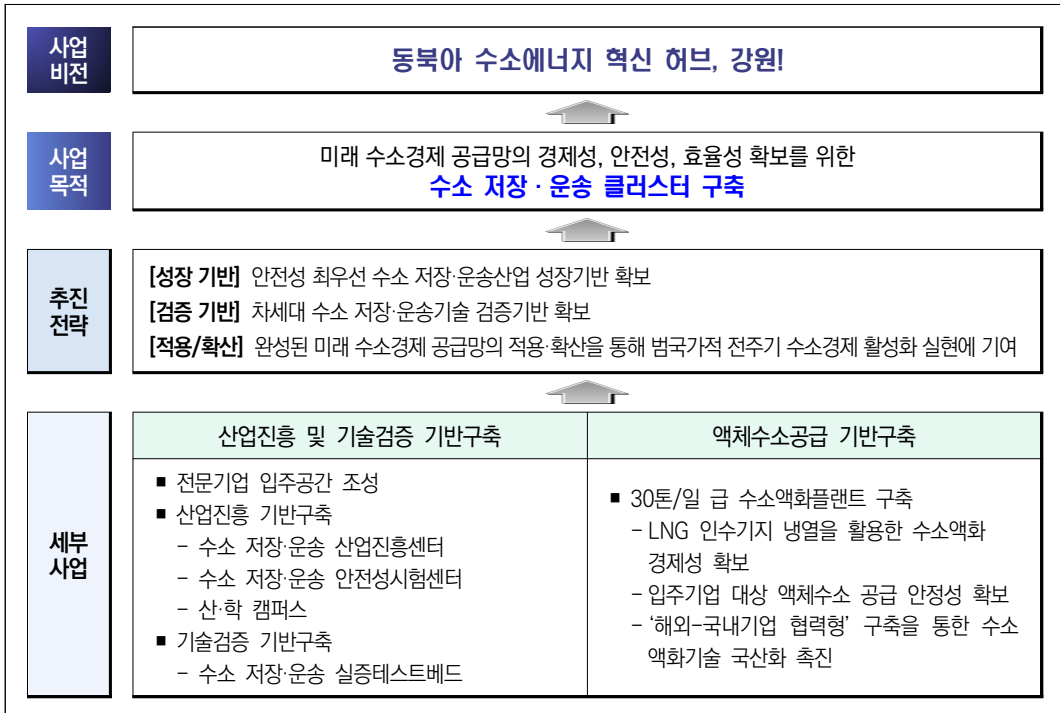
11) 기획재정부 타당성심사과-320호(2022. 6. 17.), 「사업계획 변경 통보(그린수소 생산 클러스터 구축사업 외 3개)」

[그림 1-1] 수소 저장·운송 클러스터 사업대상 공간



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

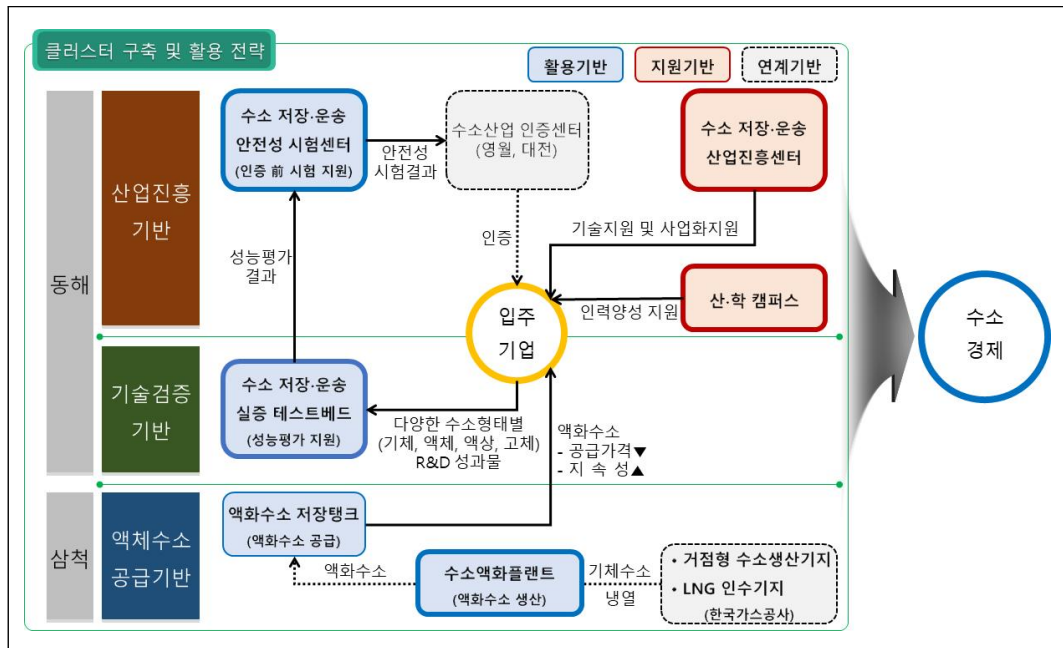
[그림 1-2] 사업의 체계 및 구성



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

3대 핵심기반은 입주기업의 성장을 지원하는 기능을 수행하는데, 활용의 측면에서 다양한 기업지원 프로그램을 중심으로 하면 ‘지원기반’, 설비를 중심으로 하면 ‘활용기반’으로 구분된다. 3대 핵심기반 중 ① 산업진흥기반은 수소 저장·운송 산업진흥센터(지원), 산·학 캠퍼스(지원), 수소 저장·운송 안전성 시험센터(활용) ② 기술검증기반은 수소 저장·운송 실증 테스트베드(활용) ③ 액체수소 공급기반은 수소액화플랜트(활용)로 각각 구성된다. [그림 I-3]은 이들 세부사업을 통한 활용전략을 간략히 보여준다.

[그림 I-3] 수소 저장·운송 클러스터 활용전략



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

산업진흥기반의 수소 저장·운송 산업진흥센터는 입주기업의 성장과 관련 산업 육성 실현을 위한 산업진흥 플랫폼으로서의 기능을 담당하며, 산·학 캠퍼스는 대학과의 협력을 기반으로 인적혁신 실현을 위한 산·학 연계 플랫폼으로 기능할 예정이다. 수소 저장·운송 안전성 시험센터와 기술검증기반에 해당하는 수소 저장·운송 실증 테스트베드는 개발된 기술 및 제품의 성공적인 목표 시장 진출을 위하여 각각 시험·인증 플랫폼, 기술검증 플랫폼으로 기능한다.

마지막으로 액체수소 공급기반에 해당하는 수소액화플랜트는 액체수소산업 관련 기술개

발 및 사업화 성공의 원료이자 미래 수소경제의 주요 원료로 전망되는 액체수소를 경제적, 안정적으로 공급하기 위한 액체수소 공급 플랫폼으로 기능할 예정이다.

본 사업의 사업기간은 2023년부터 2027년, 주무부처 및 지자체는 산업통상자원부 및 강원도로 제시되었다. 한국에너지기술평가원의 관리 아래 본 사업의 총괄운영은 강원도 에너지진흥원이 전담하며, 그 밖에 강원테크노파크, 강원대-KIST 극저온연구센터, 강원대학교 삼척캠퍼스, 국내외 민간기업(컨소시엄)이 참여할 계획이다.

〈표 I-3〉 사업의 개요

구분	수소 저장·운송 클러스터 구축사업	
사업위치	강원도 동해시, 삼척시 포함 반경 20km 이내 ○ 동해시 북평 제2일반산업단지 내(산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드) ○ 삼척시 강원대학교 삼척캠퍼스 내(산·학 캠퍼스) ○ 삼척시 호산일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근 부지(수소액화플랜트)	
사업기간	2023~2027년(5년)	
총사업비	3,220.55억원	
사업주체	○ 주무부처: 산업통상자원부 ○ 지방자치단체: 강원도 ○ 전담기관: 한국에너지기술평가원 ○ 주관기관: 강원도 에너지진흥원 ○ 참여기관: 강원 테크노파크, 강원대-KIST 극저온연구센터, 강원대학교 삼척캠퍼스, 국내외 민간기업 컨소시엄	
사업구성	○ 산업진흥기반 - 수소 저장·운송 산업진흥센터(지원) • (사업비) 242.19억원 - 산·학 캠퍼스(지원) • (사업비) 11.67억원 - 수소 저장·운송 안전성 시험센터(활용) • (사업비) 324.67억원	○ 기술검증기반 - 수소 저장·운송 실증 테스트베드(활용) • (사업비) 186.58억원 ○ 액체수소공급기반 - 수소액화플랜트(활용) • (사업비) 2,378.06억원

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」를 바탕으로 재작성

총사업비는 3,220억 5,500만원으로 2022년 6월 사업계획변경을 통해 당초 2,958억 8,800만원 대비 261억 6,800만원 증가된 것으로 확인된다. 〈표 I-4〉, 〈표 I-5〉에서 보이는 사업계획변경 전후 총사업비 내역을 살펴보면, 총사업비 증가를 초래한 주요 항목은 장비비, 공사비, 토지매입비임을 알 수 있다. 사업기간인 2023년부터 2027년까지의 연도 별 사업 예산은 〈표 I-6〉에서 보이는 바와 같다.

〈표 1-4〉 총사업비 변경 내역(항목별)

(단위: 억원)

구분		원안(A)	변경안(B)	증감(B-A)
공사비		1,152.3	1,233.93	81.63
시설부대경비	설계비	46.09	49.36	3.27
	감리비	69.14	74.04	4.9
장비비		1,319.01	1,439.14	120.13
토지매입비		34.72	60.96	26.24
예비비		262.13	285.74	23.62
운영비	운영인건비	37.78	37.78	-
	경상운영비	14.1	14.1	-
	전담기관운영비	23.62	25.51	1.89
합계		2,958.88	3,220.55	261.68

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서」, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

〈표 1-5〉 총사업비 변경 내역(세부사업별)

(단위: 억원)

구분		원안(A)	변경안(B)	증감(B-A)
산업진흥기반	수소 저장·운송 산업진흥센터	242.3	242.19	-0.11
	수소 저장·운송 안전성 시험센터	324.71	324.67	-0.04
	산·학 캠퍼스	11.67	11.67	-
기술검증기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	169.21	186.58	17.37
액체수소공급기반	수소액화플랜트	2,135.49	2,378.06	242.57
운영비	운영인건비	37.78	37.78	-
	경상운영비	14.1	14.1	-
	전담기관 운영비	23.62	25.51	1.89
	소계	75.5	77.39	1.89
합 계		2,958.88	3,220.55	261.68

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서」, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

〈표 1-6〉 연도별 사업 예산

(단위: 억원)

구분	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	합계
공사비	-	200.43	492.60	416.54	124.37	1,233.93
설계비	49.36	-	-	-	-	49.36
감리비	-	12.03	29.56	24.99	7.46	74.04
장비비	10.61	428.56	714.26	285.71	-	1,439.14
토지매입비	60.96	-	-	-	-	60.96
예비비	12.09	64.1	123.64	72.72	13.18	285.74
운영인건비	-	2.8	8.4	12.59	13.99	37.78
경상운영비	-	1.04	3.13	4.7	5.22	14.1
전담기관 운영관리비	0.42	7.53	12.54	5.02	-	25.51
합계	133.44	716.48	1,384.13	822.27	164.23	3,220.55

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

1) 세부 사업계획

가) 산업진흥기반 - ① 수소 저장·운송 산업진흥센터

산업진흥기반 중 하나인 수소 저장·운송 산업진흥센터는 동해시 북평 제2일반산업단지 (지원시설용지)에 위치하며 기술지원 본부, 사업화지원 본부 등 입주기업의 기술역량 고도화 및 사업화 촉진을 지원하는 지원공간으로 활용될 예정이다.

[그림 1-4] 사업대상 공간(북평 제2일반산업단지)



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

동 센터는 부지면적 1만 785.7제곱미터(㎡), 건축면적 2,756제곱미터(㎡), 건물연면적 8,268제곱미터(㎡), 지상 3층 규모로, 클러스터 운영·관리 총괄 및 기술개발, 기술검증, 사업화를 지원하는 운영조직을 위한 공간과 전시·홍보실, 체험관 등을 갖출 계획이다. 또한 2, 3층에는 수소 저장·운송산업 분야의 선도기술을 보유한 정부출연연구소, 대기업 등의 연구 공간(공공, 민간 연구소)과 입주기업의 개별 또는 협력형 공동 연구개발을 위한 입주기업 연구 공간을 마련할 예정이다(〈표 I-7〉 참고).

〈표 I-7〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 층별 공간 구성

(단위: ㎡)

3층			2층			1층		
공간 용도	세부시설명	면적	공간 용도	세부시설명	면적	공간 용도	세부시설명	면적
연구	공공 연구소(3)	509	연구	입주기업 연구소(7)	1,187	지원	기업지원실(1)	85
	민간 연구소(4)	678		공용	회의실(1)		170	종합정보실(1)
공용	회의실(2)	339	편의		세미나실(1)	170	전시· 체험	전시·홍보실(4)
	편의시설(1)	170		편의시설(1)	170	체험관(2)		339
지원	연구기획실/ 연구지원실(2)	170	지원	실증지원실/ 시험·인증지원실(2)	170	지원	운영총괄센터(1)	339
기타	복도, 화장실, 계단, ELEV 등	890	기타	복도, 화장실, 계단, ELEV 등	890	기타	복도, 화장실, 계단, ELEV 등	890
소계		2,756	소계		2,756	소계		2,756
합계(연면적)		8,268						

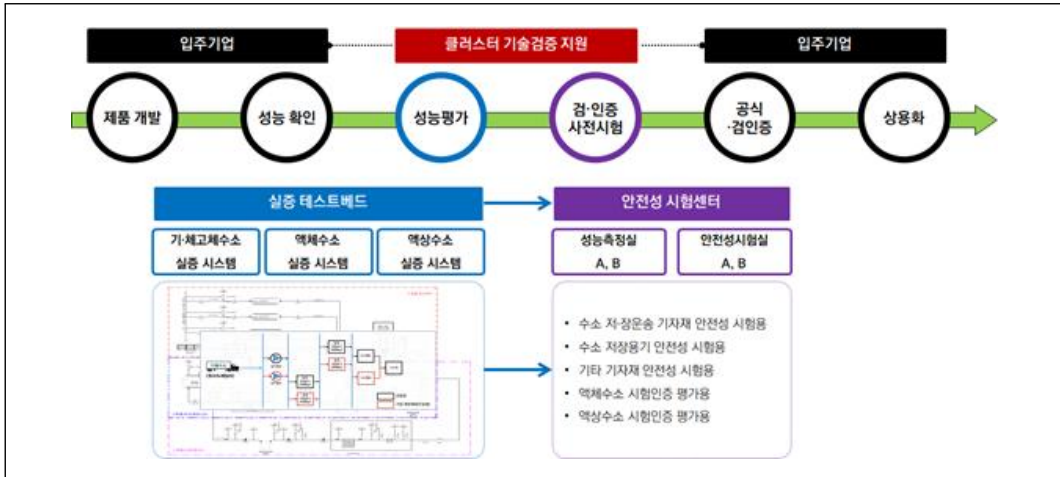
자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

나) 산업진흥기반 - ② 수소 저장·운송 안전성 시험센터

수소 저장·운송 안전성 시험센터는 수소 저장·운송 산업진흥센터와 동일한 동해시 북평 제2일반산업단지(지원시설용지)에 위치하며 수소 저장탱크의 취성 테스트 등 안전성 확보가 요구되는 기술 및 제품의 안전성을 시험하는 공간으로 활용될 예정이다.

동 센터는 부지면적 3,595.2제곱미터(㎡), 건물연면적 2,756제곱미터(㎡), 지상 1층 규모로 구축되며, 성능측정, 안전성평가 등 개발 기술 및 제품의 신속한 상용화를 위한 총 28종의 설비 및 장비가 구축될 계획이다. 이는 [그림 I-5]에서 보이는 바와 같이, 본 사업의 또 다른 세부 사업인 수소 저장·운송 실증 테스트베드를 통하여 성능평가를 완료한 입주기업의 개발 기술 및 제품의 인증 전 안전성 시험을 위해 활용된다.

[그림 1-5] 클러스터 기술 검증 지원



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

다) 산업진흥기반 - ③ 산·학 캠퍼스

산·학 캠퍼스는 삼척시에 위치한 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층(875제곱미터(m^2))을 연계 활용하여 전문 이론 및 실습 교육을 통해 배출된 인력을 클러스터에 공급하고 입주기업의 성장과 수소 저장·운송 산업의 육성을 견인하는 인적 기반 제공을 궁극적인 목표로 하고 있다. 즉 클러스터 내에서 산·학 캠퍼스는 현장맞춤형 기술전문인력을 양성하고 대학과 기업의 협력체계를 강화하며 수소 저장·운송 분야 기술창업을 보육 및 지원하는 역할을 수행할 계획이다.

이를 위해 수소 저장·운송 산업 예비 전문인력의 현장맞춤형 역량강화를 위한 교육 및 실습용 장비 총 12종을 구축할 예정이며 산·학 연계형 교육과정 운영, 산·학 공동연구 수행, 벤처·창업 지원 등을 위한 각종 교육, 실습 및 프로그램 운영에 이들 장비를 활용할 계획이다. 산·학 캠퍼스 구축 예정 장비는 강원대 삼척캠퍼스 수소시스템공학과 재학생을 비롯한 산·학 캠퍼스에서 운영하는 교육, 연구개발, 창업 활동에 참여하는 기업 재직자 등이 활용할 예정이다.

라) 기술검증기반 - 수소 저장·운송 실증 테스트베드

기술검증기반에 해당하는 수소 저장·운송 실증 테스트베드는 동해시 북평 제2일반산업단지(산업시설용지)에 위치하며, 입주기업이 개발한 기술 및 제품의 성능평가 수행을 위한 공

간으로 활용된다.

지상 1층 규모 건물로 부지면적과 건물연면적은 각각 4,669.6제곱미터(㎡), 3,720제곱미터(㎡)으로 제시되었으며, 입주기업이 개발한 다양한 수소형태별(기체, 액체, 액상, 고체) 저장·운송 분야 기술 및 제품에 대한 성능 평가의 실효성을 제고하기 위해 실제 비즈니스 모델을 고려한 모사환경(수소 충전소 모델)을 제공할 계획이다. 이는 다수 기업이 활용할 수 있도록 ‘범용성’을 기본 방향으로 하여 개발 제품을 부착하여 검증할 수 있는 ‘모듈형’, 즉 저장·운송 분야 상용품과 기업의 개발 제품을 병렬적으로 구조화할 예정이다. 다양한 수소 형태별 특성을 고려하여 공간적 관점에서 9개의 테스트베드룸으로 구성되어 있으며, 이는 3개의 실증 시스템(기체·고체, 액체, 액상(NH3) 수소)에 해당된다.

이러한 실증 시스템을 활용한 주요 실증 대상 제품군으로는 기체·고체 수소 부문의 경우 저·중·고압 압축기, 이동식 용기 및 탱크, 연결배관 및 피팅류, 저장식 고압탱크, 냉각기 및 칠러 등, 액체·액상 수소 부문은 액화수소용 디스펜서, 액화수소 저장탱크, 액화수소 파워팩, 액화수소 펌프, 액화수소 기화기, 액화수소 충전호스, 안전 및 차단밸브, 자동 및 수동 밸브, 진공단열배관, 플랜지식 연결구 등으로 제시되었다(〈표 I-8〉 참고).

〈표 I-8〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 구성 및 실증 대상

실증시스템	테스트베드룸	실증 시스템별 실증 대상
기체·고체	① 기체·고체 ④ 압축기 ⑤ 냉동기 ⑥ 저장용기	디스펜서, pre-cooler, 저·중·고압 압축기, 이동식 용기 및 탱크, 연결배관 및 피팅류, 저장식 고압탱크, 냉각기 및 칠러, 체크밸브, 수동밸브, 유량조절밸브, 펌프류, 기화기, 충전호스, 안전 및 차단밸브, 압력조정기, 노즐 등
액체	② 액체 ⑦ 튜브&밸브 ⑧ 기화기 ⑨ 펌프	액화수소용 디스펜서, pre-cooler, 액화수소 저장탱크, 액화수소 파워팩, 액화수소 탱크, 액화수소 펌프, 액화수소 기화기, 액화수소 충전호스, 안전 및 차단밸브, 자동 및 수동밸브, 진공단열배관, 연결배관 및 피팅류, 플랜지식 연결구, 체크밸브, 수동밸브, 초저온 밸브, 유량조절밸브, 용기밸브(압력방출장치), 압력조정기, 극저온 용접부품, 노즐 등
액상	③ 액상	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

마) 액체수소 공급기반 - 수소액화플랜트

액체수소 공급기반에 해당하는 수소액화플랜트는 삼척시 호산일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근에 위치하며, 부지면적 1만 7,589제곱미터(㎡), 건축면적 1만 2,312제곱미터(㎡), 30톤/일 규모로 계획되었다. 클러스터 내 저장·운송 산업 및 액체수소산업 관련 입주기업의 실질적 성장(기술·제품 개발 등)을 위한 원료로써 액체수소 공급의 필요성에 따라 입주기업

에 가격경쟁력을 갖는 액체수소를 안정적으로 공급하는 기반시설로 활용될 예정이다. 더하여 2024년까지 추진되는 ‘강원 액화수소산업 규제자유특구’의 성과를 지속가능한 사업화 성공으로 연결시키기 위한 실질적 기반시설로의 활용성과 강원도 및 인근 지역의 수소 충전소를 대상으로 한 액체수소 공급, 강원도 소재 기업의 제품 제조 원료로의 활용성이 제시되었다. 이는 강원도의 액체수소산업 선도를 위한 계획 실현과 지역성장, 강원권을 중심으로 수도권 및 충청권 대상 액체수소 공급 공백 해결에 기여할 것으로 기대되고 있다.

수소액화플랜트는 삼척 LNG 인수기지 인근에 구축되어 LNG 냉열을 활용하여 경제성을 확보하는 전략으로, 한국가스공사의 기체수소 생산시설 구축과 연계하여 추진될 계획이다. 2019년 12월, 한국가스공사와 강원도청, 삼척시는 삼척 LNG 기지 내(인근) 한국가스공사 가용재원을 활용한 추출수소 생산플랜트와 LNG 냉열활용 수소액화플랜트 구축·운영 등 수소 연관 사업을 포함하여 협력사업 발굴을 위한 양해각서를 체결하였다.¹²⁾ 이후 실무협의 및 업무협약을 통해 수소액화플랜트의 원료인 기체수소와 액화비용 절감을 위한 냉열 공급에 대한 협의를 완료하고 세부적인 사항에 대한 논의가 진행 중이라고 밝혀왔다.¹³⁾

[그림 1-6] 수소액화플랜트 위치 및 조감도



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

라. 사업의 추진체계

본 사업의 추진주체가 되는 주무부처 및 지자체는 산업통상자원부 및 강원도이며, 강원도 에너지진흥원이 본 사업의 구축, 기업유치 및 운영총괄을 담당하는 주관기관으로 제시

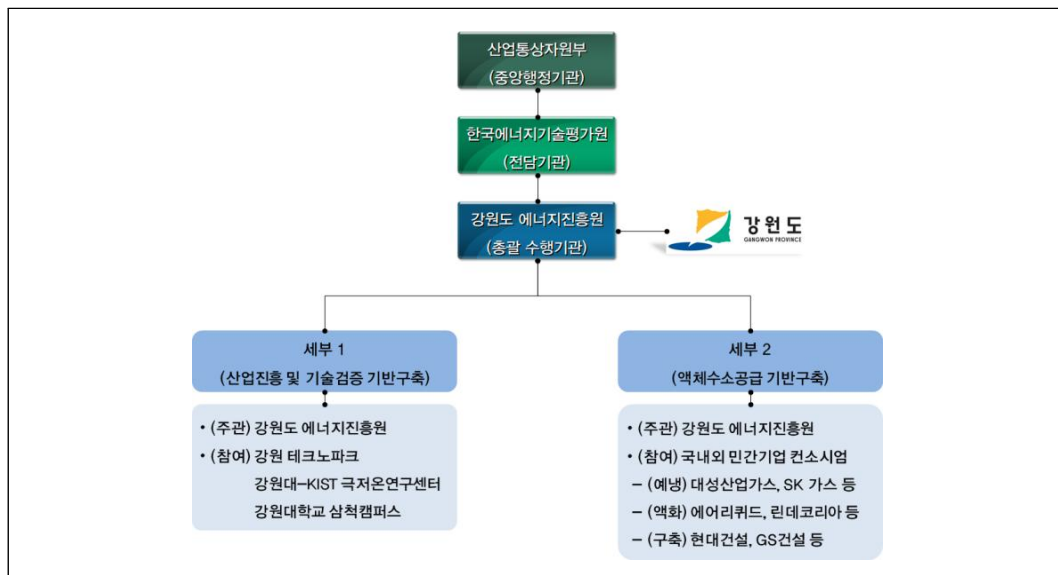
12) 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「강원도 수소생산기지 구축을 위한 협력사업 발굴 양해각서」

13) 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「강원도 수소산업 경쟁력 확보를 위한 상호협력 업무협약」

되었다. 본 조사 시점을 기준으로 미 설립된 기관으로, 주무부처는 2021년 10월 행정안전부로부터 1차 협의 의견을 수신하여 설립계획 수립 후 검토용역 절차를 진행하고 2023년 1월 설립을 계획한 바 있다. 그러나 주무부처는 조사 과정 중 2022년 5월 설립계획을 수립하였으나 정부 및 지자체 정책 변화로 인해 강원도 에너지진흥원의 설립이 2024년 12월로 연기되었음을 밝혔다. 주관기관의 연차별 수행실적 점검, 평가 등 사업 전반에 관한 관리는 전담기관인 한국에너지기술평가원이 역할을 담당할 계획이며, 그밖에 참여기관으로는 강원 테크노파크, 강원대-KIST 극저온연구센터, 강원대학교 삼척캠퍼스 등이 참여하여 산업진흥 및 기술검증기반 구축사업에서 기업 지원, 기술 지원, 인력양성 등의 역할을 담당할 예정이다.

세부 역할을 살펴보면, 강원 테크노파크와 강원대-KIST 극저온연구센터는 각각 산업진흥, 기술검증기반 구축에 참여하여 기업지원, 기술지원 역할을 담당한다. 세부 사업 중 산·학 캠퍼스의 교육·실습용 장비가 구축되는 대상지인 강원대학교 삼척캠퍼스는 인력양성 역할을 담당하며, 수소액화플랜트는 해외 선도기술 도입이 요구되는 특성과 기술 국산화를 종합적으로 고려하여 국내외 민간기업 컨소시엄이 참여하는 민관 특수목적법인을 구성하고 이를 통해 운영하고자 제시되었다(그림 1-7) 참고).

[그림 1-7] 사업의 추진체계

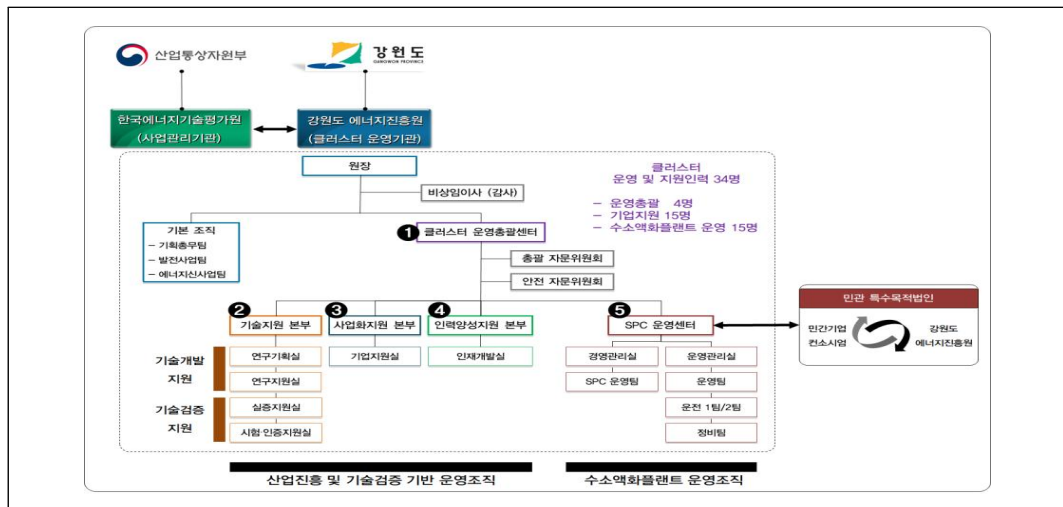


자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

운영체계를 살펴보면, [그림 1-8]과 같이 본 사업을 총괄 운영하는 강원도 에너지진흥원은 총괄 자문위원회와 안전 자문위원회의 운영을 통해 객관적인 관점에서의 조력자를 확보하고 운영총괄센터를 비롯한 다양한 기업 지원 조직을 하부 조직으로 설정하였다. 운영총괄센터는 클러스터 운영을 총괄적으로 전담하고 기업 유치를 위한 전략적 지원을 병행할 예정이며, 기술지원 본부는 기술역량 강화와 기술 검증, 사업화지원 본부는 개발 기술 및 제품의 시장 진출, 인력양성지원 본부는 현장맞춤형 전문인력 양성과 산·학 간 협력기반 강화, SPC 운영센터는 수소액화플랜트의 운영과 액체수소의 안정적 공급을 지원할 계획이다.

수소액화플랜트의 운영 및 재원분담에 관해서는 액화한 액체수소가 공공성과 민간성을 모두 갖는다는 점을 반영하여 ‘공공-민간 협력형’으로 제시되었다. 수소액화플랜트 관련 국내 기술 수준 및 추진 시급성 등을 고려하여 국내외 민간기업 컨소시엄(특수목적법인)을 구성하고 이들이 구축 및 전담 운영을 수행하도록 한다는 것이다. 본 사업의 총괄운영기관인 강원도 에너지진흥원은 민간투자 및 수소액화플랜트의 운영주체인 특수목적법인의 이해관계자로 참여할 예정이며, 컨소시엄에 참여할 기업 후보로는 린데코리아, 에어리퀴드, 현대건설, GS건설, 대성산업가스, SK가스 등이 제시되었다.¹⁴⁾

[그림 1-8] 사업의 운영 체계



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

14) 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「강원도 수소액화플랜트 구축사업 참여의향서(현대건설, 린데코리아, 대성산업가스)」; 주무부처는 린데코리아에서 참여의향서를 제출하였으며 본 사업의 실질적 추진시점에서 다양한 해외 선도기업(에어리퀴드, 에어프로덕츠 등)과 논의를 통해 최종 결정할 예정임을 밝힘

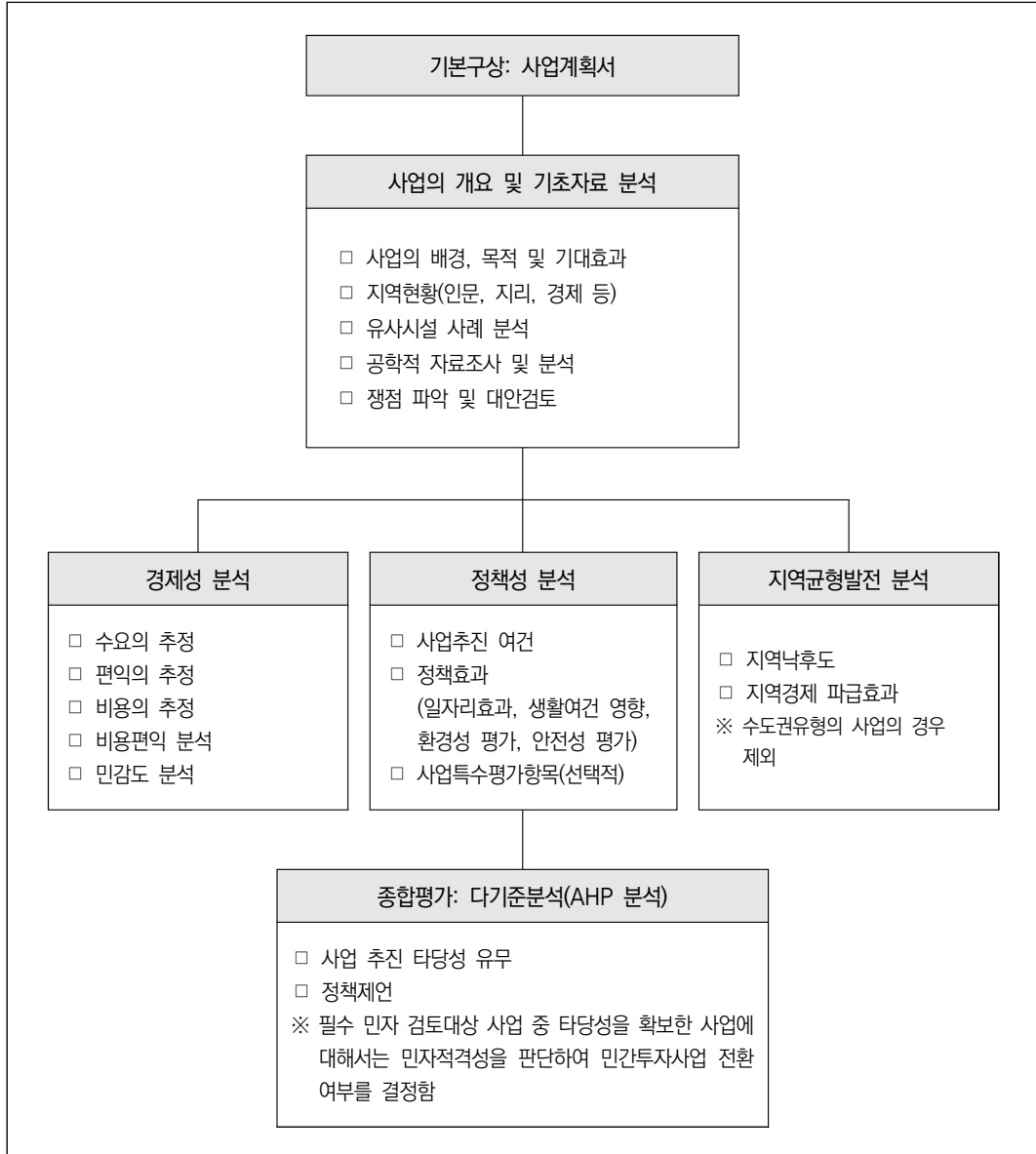
이를 위해 운영초기(2028~2030년)에는 운영총괄센터 4명, 기술지원 본부 11명, 사업화 지원 본부 2명, 인력양성지원 본부 2명, SPC 운영센터 15명으로 총 34명의 인력이 구성되었다. 초기 운영조직은 총괄운영 및 지원조직별 핵심 업무 수행을 위한 최소 인력으로 구성된 것으로 클러스터 성장 수준에 따라 기존 팀 세분화 및 조직 확대, 신규 팀 신설 등을 통해 조직별 특성을 감안하여 운영조직의 확대 계획을 수립할 예정이다.

인력양성 지원과 관련하여서는 강원대학교 삼척캠퍼스 내부 인력을 활용할 예정이며, 수소액화플랜트의 운영재원 확보 및 지출은 민관 특수목적법인에서 담당한다. 즉 SPC 운영센터는 클러스터의 총괄 운영을 담당하는 강원도 에너지진흥원의 행정상 하부 조직으로 포함되어 있으나, 수소액화플랜트의 실질적인 운영 및 관리와 관련 비용 지출은 민관 특수목적법인에서 담당한다. 수소액화플랜트는 액화수소의 중요성과 유망성에 대한 민간 부문의 공감대와 수소액화플랜트의 수익 창출 가능성을 바탕으로 BOT(Build-Operate-and-Transfer) 방식으로 추진될 예정이다.

3. 예비타당성조사의 주요 내용

가. 예비타당성조사의 절차

[그림 1-9] 예비타당성조사 수행 절차



자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.; 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021을 바탕으로 재작성

나. 예비타당성조사의 주요 내용

1) 기초자료 분석 및 조사의 쟁점 도출

예비타당성조사를 위하여 우선 조사 대상 사업의 추진배경과 목적, 추진 경위, 계획된 사업내용 파악 등 제공된 기초자료를 분석한다. 이를 근거로 사업목적의 타당성 검토 및 목적 달성을 위한 대안과 Do-Nothing 대안을 실질적으로 비교 검토하는 브레인스토밍(brainstorming) 과정을 거쳐 다양한 조사 쟁점을 도출한다. 이는 사업의 추진여부에 중요한 영향을 미치는 기술적, 사회 정치적, 환경적 요인을 심도 있게 검토하기 위한 준비단계라고 할 수 있다. 또한 조사 쟁점을 분석하고 해결함으로써 본 예비타당성조사의 종합평가를 도출할 수 있다.

2) 경제성 분석

경제성 분석은 조사 대상 사업을 추진할 경우 예상되는 국민경제적 파급효과와 투자의 적합성을 분석하는 핵심적인 조사과정으로서 비용편익분석(cost-benefit analysis)을 기본적인 방법론으로 채택하고 있다. 예비타당성조사의 경제성 분석에서는 각 사업별로 타 사업과 평가의 일관성을 기하기 위하여 예비타당성조사의 일반지침 및 부분별 표준지침을 적용하도록 하고 있다. 본 사업은 타 사업과 평가의 일관성을 기하기 위하여 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정 보완연구(제5판)』(2008) 등 한국개발연구원의 지침연구와 유사사업의 연구사례에서 제시된 경제성 분석 방법을 적용한다. 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제45조는 경제적 타당성 평가의 전제를 제시하고 있으며, 이를 준용하여 분석을 수행한다. 또한, 분석에 적용되는 할인율은 동 지침 제50조에 의거하여 4.5%를 적용한다.

본 사업은 산업통상자원부에서 제시한 사업계획서 및 제출자료(질의응답)를 바탕으로 기술 및 비용 측면에 대한 검토가 전제될 필요가 있다. 또한 제시된 규모 등을 검토하고 이로 인하여 수반되는 비용 변동을 고려할 필요가 있다.

수요 및 편익의 추정과 관련하여서는 일반적인 예비타당성조사 사업과는 달리 불확실한 요소가 많아 장래 수요와 이에 기초한 편익은 ‘예측’보다는 ‘가정’이라고 보는 것이 합당할 것이다. 따라서 수요와 편익의 결과 도출은 한계를 내포하고 있으므로 관련 계획과 연구 결과에 대한 논의와 검토가 필요할 것이다.

계량화된 비용과 편익을 기준으로 비용/편익 비율(B/C), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 등을 산정하여 경제적 타당성을 평가한다. 경제성 분석을 위한 분석기간은 지침에 따라 사업기간과 운영개시 후 30년을 합한 기간으로 하고, 사회적 할인율은 4.5%를 적용한다.

3) 정책성 분석

정책성 분석에서는 경제성 분석 내용에 포함되지 않으나 해당 사업의 추진과 관련하여 제기될 수 있는 모든 정책적인 쟁점을 평가한다. 평가항목은 크게 사업추진 여건, 정책효과, 사업 특수평가항목(선택적)으로 구성된다.

먼저 사업추진 여건에서는 정책 일치성 등 내부여건 항목을 통해 상위계획 반영여부, 정책 방향과의 일치성, 사업의 준비정도 등을 검토하며, 지역주민 사업태도 등 외부여건에서는 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등여부 등을 검토한다.

한편 정책효과는 크게 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가 4개 세부 항목으로 구성된다. 일자리 효과에서는 사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발 효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등을 분석하여 제시한다. 생활여건 영향에서는 사업 추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안정성 영향, 공동체 복원 영향 등을 검토하며, 환경성 평가에서는 사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등을 확인하여야 한다. 안전성 평가에서는 재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과 등을 검토하여야 한다.

마지막으로 사업 특수평가항목은 재원조달 위험성, 문화재 가치 등 기타 개별사업 특수성 고려가 필요한 경우에 항목을 선택적으로 설정하고 그 정도를 평가하여 평가점수를 부여하도록 한다.

4) 지역균형발전 분석

예비타당성조사에서 B/C로 표현되는 경제성 분석 결과만을 기준으로 사업 타당성을 평

가할 경우 지역 간 불균형 상태가 심화될 우려가 있다. 예비타당성조사에서는 이와 같은 현상을 방지하기 위해 지역균형발전이라는 상위 국가정책을 평가에 반영하여 사업 타당성을 평가하도록 하고 있다.

지역균형발전 분석에서는 지역 간 불균형 상태의 심화를 방지하고 지역 간 형평성 제고를 위해 지역낙후도 개선, 지역경제 파급효과 등 지역개발에 미치는 요인을 분석하여야 한다. 먼저 지역균형개발을 고려하기 위해 ‘지역낙후도 지수’ 산정 결과를 바탕으로 지역별 지역낙후도를 평가한다. 또한 지역경제 파급효과 분석을 위해 ‘지역간산업연관모형(IRIO: Inter-Regional Input Output Model)’을 활용하여 분석한다.

2019년 5월 기획재정부의 예비타당성조사 제도 개선방안 및 「예비타당성조사 운용지침」 개정을 통해 수도권과 비수도권의 평가체계를 분리하였다. 제도 개편방안에서는 수도권 유형 사업의 경우에는 지역균형발전 분석을 생략하고, 비수도권 유형 사업의 경우에는 경제성 분석 비중을 축소하고 지역균형발전 분석 비중을 강화하도록 하고 있다.

본 사업의 대상지는 강원도로, 비수도권 유형 사업에 해당하므로 「예비타당성조사 운용지침」 제42조에 따라 지역균형발전 분석을 평가에 반영하였다.

5) 종합평가 및 정책제언

종합평가에서는 본 사업에 대한 사업 추진 경위, 주요 쟁점을 분석하고 경제성 및 정책성 분석 결과를 종합적으로 검토한다. 경제성, 정책성, 지역균형발전 분석 결과를 바탕으로 재정사업평가위원회 산하의 분과위원회가 사업의 타당성을 종합적으로 평가한다. 각 분과위원회의 위원은 재정사업평가위원회의 민간위원 2인, 당해 예비타당성조사 연구진 3인, 분과위원회 민간위원 7인 이내로 구성된다. 예비타당성조사에서는 계층화분석법(AHP, Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 사업 시행의 적절성을 계량화된 수치로 도출하도록 하고 있다. 본 예비타당성조사에서도 경제성 분석과 정책성 분석의 정량적 정성적 평가 결과를 토대로 AHP 분석을 실시하였다.

다음으로 필요시 종합평가 결과를 담보하기 위해 본 조사의 한계점과 향후 본 조사 대상 사업의 후속조치를 수행하는 과정에서 반드시 고려하여야 할 정책적인 사항을 제언한다.

다. 예비타당성조사의 범위

본 조사는 산업통상자원부에서 제시한 ‘수소 저장·운송 클러스터 구축사업’에 대하여 예비타당성조사 절차 및 지침에 의거하여 사업의 타당성 여부를 검토하고 정부가 본 사업에 대한 정책결정 자료로 활용할 수 있도록 검토 결과를 제공하는 것을 목적으로 한다.

II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

1. 기초자료 분석

가. 자연환경 및 생활환경¹⁵⁾

강원도는 한반도 중앙부의 동측에 태백산맥을 중심으로 영동과 영서로 크게 구분되어 있으며, 강원도 동서의 길이는 약 150킬로미터(km), 남북은 약 243킬로미터(km)에 달하고 동쪽은 약 314킬로미터(km)에 걸쳐 해안선을 이루면서 이어져 있다. 서방은 황해도 및 경기도와 접해 있고 남쪽은 충청북도 및 경상북도, 북쪽은 함경남도 및 황해도와 접하여 경계를 이루고 있다. 영동과 영서 지방을 구분 짓는 태백산맥을 기준으로 동쪽은 경사가 급하여 해안평야의 발달이 취약하고, 서쪽은 경사가 완만하여 남·북한강의 대하천이 발달하였으며 산지가 여러 곳에 분포되어 있다.

강원도는 중위도 온대성 기후대에 위치하여 여름에는 고온·다습하고 겨울에는 한랭·건조한 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조하다. 겨울철과 봄철에는 강풍 현상이 자주 있고 평균 풍속도 다른 지역에 비하여 강한 편이며, 겨울철에는 특히 영동 지방에 많은 양의 눈이 내린다. 영동과 영서 지방은 상당히 다른 기후 특성을 보이는데, 일반적으로 산맥의 급한 경사면을 따라 바다로 연결되는 영동 지방은 해양성기후에 가까운 기상 특성을 많이 보이는 반면, 영서 지방은 한반도 중앙내륙에 위치하여 대륙성기후에 가까운 특성을 보인다. 기온은 영서 지방이 영동 지방보다 2도(℃)가량 낮은 분포를 나타내며, 강수량은 영서(춘천, 원주, 철원)가 영동(강릉, 속초, 삼척)보다 약 370밀리미터(mm) 적은 편이다.

나. 사회·경제적 환경

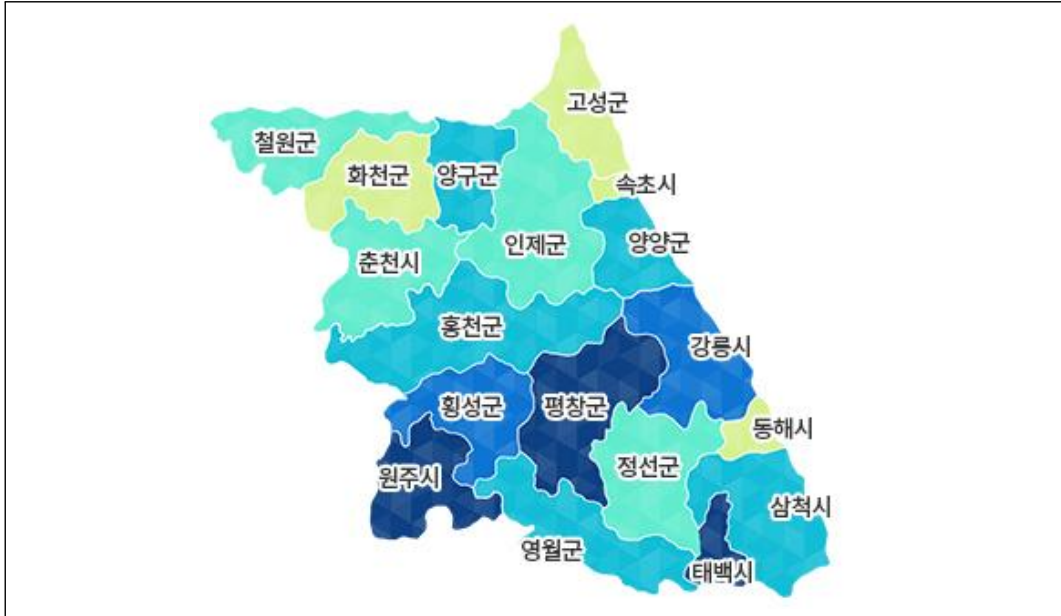
1) 면적 및 행정 구역

강원도의 총면적은 2만 569제곱킬로미터(km²)이며, 이 가운데 휴전선 이남이 1만 6,875.3제곱

15) 강원도청(<https://www.provin.gangwon.kr>)을 바탕으로 재작성

킬로미터(km²)로 남한 면적의 16.8%에 해당한다. 춘천시, 원주시, 강릉시, 동해시, 태백시, 속초시, 삼척시 등 총 7개 시와 11개 군, 187개 읍면동, 4,437통리 2만 3,470반으로 구성된다(그림 II-1), <표 II-1> 참고).

[그림 II-1] 강원도 위치 및 행정구역



자료: 강원도청, <https://www.provin.gangwon.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

<표 II-1> 강원도 시·군별 행정구역 면적

(단위: 개, km²)

구분	읍	면	행정동	통	행정리	반	출장소	면적
총계	24	89	74	2,147	2,290	23,470	8	16,875.3
춘천시	1	9	15	539	210	4,111	-	1,116.4
원주시	1	8	16	435	210	4,297	-	868.3
강릉시	1	7	13	354	151	2,809	1	1,040.8
동해시	-	-	10	274	-	1,490	1	180.3
태백시	-	-	8	185	-	945	-	303.4
속초시	-	-	8	244	-	1,205	-	105.8
삼척시	2	6	4	116	161	1,427	1	1,187.8
홍천군				-	199	1,057	-	1,820.5
횡성군	1	9	-	-	176	779	-	998

〈표 II-1〉의 계속

(단위: 개, km²)

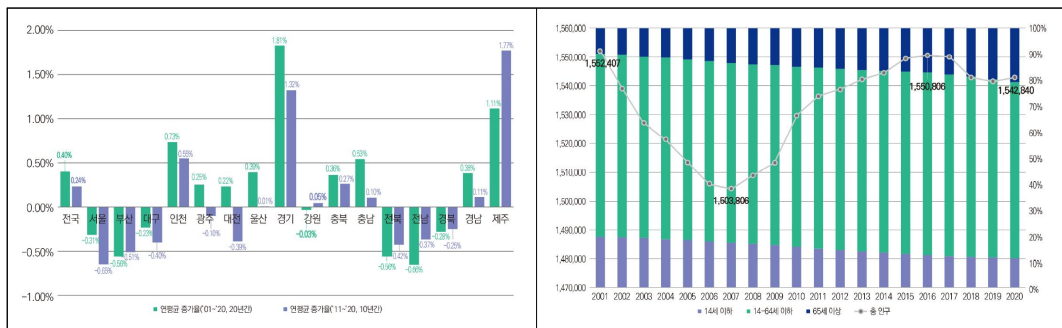
구분	읍	면	행정동	통	행정리	반	출장소	면적
영월군	1	8	-	-	184	819	1	1,127.3
평창군	2	7	-	-	191	738	1	1,463.9
정선군	1	7	-	-	183	971	1	1,219.9
철원군	4	5	-	-	117	667	1	889.7
화천군	4	2	-	-	86	385	-	909.1
양구군	1	4	-	-	85	349	-	704.3
인제군	1	4	-	-	85	417	1	1,646.1
고성군	1	5	-	-	128	561	-	664.1
양양군	2	3	-	-	124	443	-	629.7

자료: 국가통계포털, <https://kosis.kr>, 검색일자: 2023. 9. 4.

2) 인구 현황¹⁶⁾

강원도 인구는 2001년 이후 지속적으로 감소하여 2007년에 최저치(150만 3,806명)를 기록한 후, 다시 증가하여 2020년 현재는 154만명 수준을 유지하고 있다. 2001년 155만 2,407명에서 2020년 154만 2,840명으로 20년간 연평균 0.03%씩 감소해 왔으며, 최근 10년 동안(2011~2020년)에는 매년 0.05%씩 증가하고 있으나 여전히 인구증감률은 전국 평균을 하회하고 있다(그림 II-2) 참고).

[그림 II-2] 시·도별 인구증감률(좌) 및 강원도 인구변화(우)



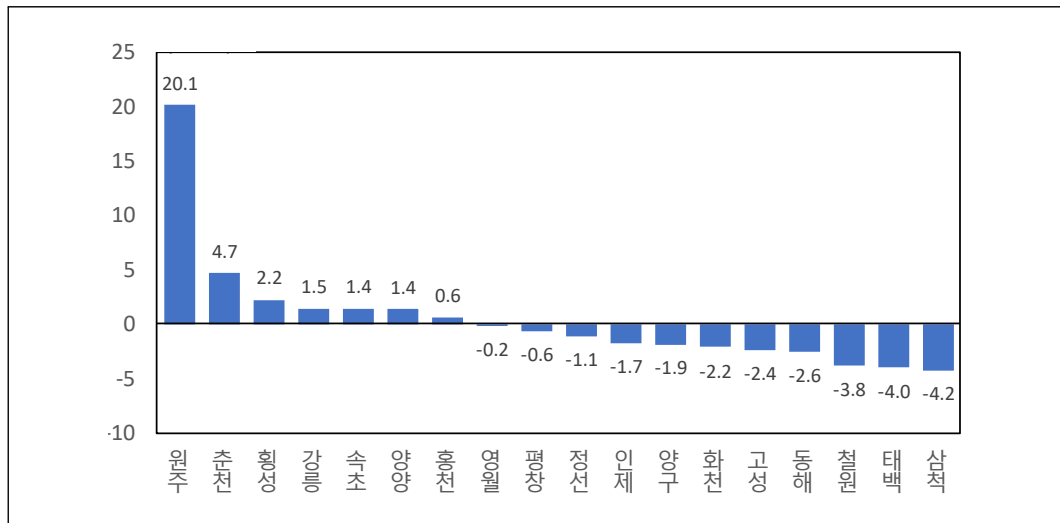
자료: 이제연·김현호, 「강원도 인구가동 분석을 통한 지역특화발전 방안연구」, 2021

16) 이제연·김현호(2021) 및 안주은(2021)을 바탕으로 재작성

인구증감률이 전국 평균을 지속적으로 하회하는 가운데, 인구 이동은 2008년 인구 순유입으로 전환된 이후 대체로 순유입세를 지속하고 있으며 2020년에는 1998년 이후 가장 큰 순유입을 기록하였다.¹⁷⁾ 2016~2020년 최근 5년간 7,191명이 순유입되었으며, 시·군별로 보면 원주, 춘천, 횡성, 강릉, 속초, 양양, 홍천 7개 시·군에서 인구가 순유입되었다 ([그림 II-3] 참고).

[그림 II-3] 강원도 시·군별 인구 순이동(2016~2020년)

(단위: 천명)



자료: 안주은, 「최근 강원지역 인구이동 및 인구구조 변화 분석」, 2021 재인용

연령별로 보면 같은 기간 20대가 크게 순유출(27만 6,000명)되었으나 50대와 60대를 중심으로 여타 연령대는 순유입되었다. 20대의 순유출 규모는 2018년 이후 다소 감소하였으나, 원주를 제외한 모든 시·군에서 순유출되었으며 인구가 많은 시지역이 군지역보다 큰 규모로 나타났다.

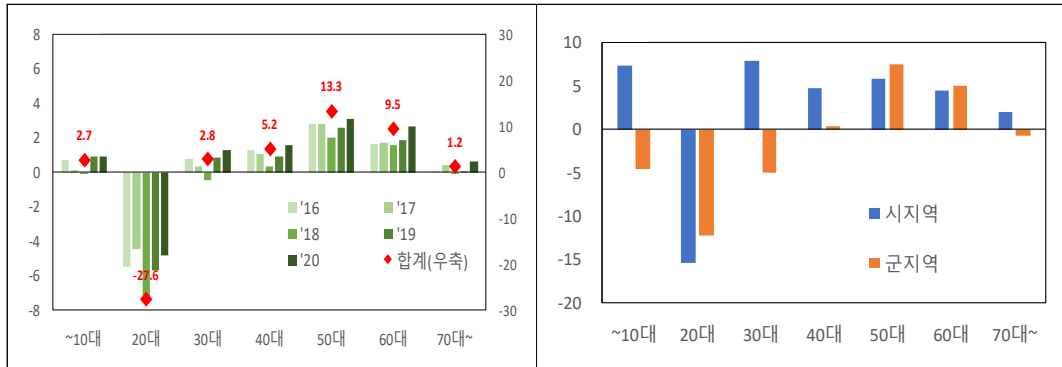
시지역의 경우 20대를 제외한 나머지 연령대가 모두 순유입되었다. 군지역은 40~60대 이외의 연령층에서 순유출을 보였는데, 50~60대는 시지역보다 군지역으로의 순유입 규모가 크게 나타났다. 수도권과의 이동 역시 20대는 큰 폭의 순유출이 지속되고 있었으며 30대 이상부터는 대체로 순유입되는 모습을 보였다. 이러한 20대 청년인구의 수도권 순유출은 비수도권(도지역 및 광역시 모두 포함) 모두에서 공통적으로 나타나는 현상으로 지난 10년

17) 2018년은 평창 동계올림픽과 관련되어 유입된 인구의 유출 등으로 인해 인구 순유출을 기록함(안주은, 2021)

간(2011~2020년) 비수도권 20대의 수도권 유입인구는 55만 1,000명을 기록하였다. 마찬가지로 비수도권의 공통적인 현상으로 30대 이상은 최근 5년간 수도권으로부터 30만 9,000명이 순유입되었으며 이들 중에는 50~60대가 67%를 차지하였다([그림 II-4] 참고).

[그림 II-4] 강원도 연령별(좌) 및 시·군 지역(우) 인구 순이동(2016~2020년)

(단위: 천명)



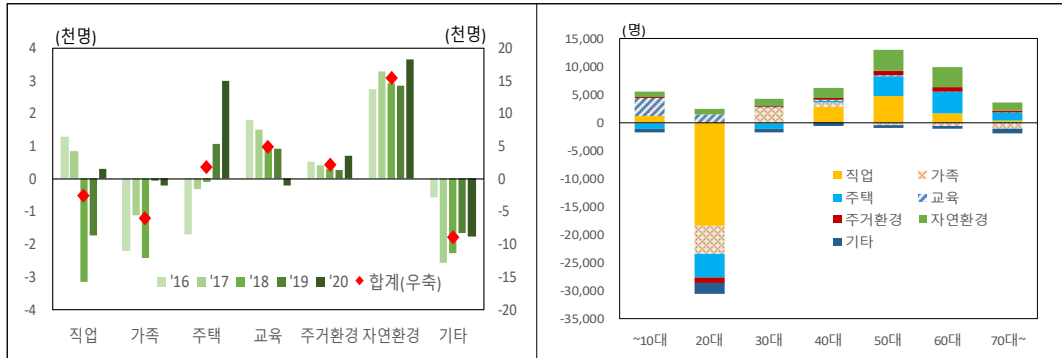
자료: 안주은, 「최근 강원지역 인구이동 및 인구구조 변화 분석」, 2021 재인용

전입사유별로 보면, 2016~2020년 최근 5년간 강원지역으로의 인구 순유입(7만 2,000명) 중 가장 높은 비중을 차지하는 전입사유는 자연환경(15만 4,000명)이었으며, 교육(4만 9,000명), 주거환경(2만 2,000명), 주택(2,000명)이 그 뒤를 이었다.¹⁸⁾ 특히 인구가 크게 유입된 2020년에 자연환경과 주택을 사유로 하는 순유입 규모가 확대되었다

반면 전출사유로는 직업과 가족이 상당 부분을 차지하였으며 2020년에는 교육 목적의 이동이 순유출로 전환되었다. 같은 기간 수도권으로 순유출된 20대 인구(28만 1,000명) 66%가 직업을 주된 이동사유로 제시하였으며 연령이 높아질수록 주택과 자연환경이 차지하는 비중이 확대되었다([그림 II-5] 참고).

18) 거주지 이동시 읍면동 사무소에 신고하는 전입신고서 상의 전출·입 목적 기준으로, 전입신고서에 ① 직업(취업, 사업, 직장 이전 등) ② 교육(진학, 학업, 자녀 교육 등) ③ 가족(가족과 함께 거주, 결혼, 분가 등) ④ 주거환경(교통, 문화·편의 시설 등) ⑤ 주택(주택 구입, 계약 만료, 집세, 재개발 등) ⑥ 자연환경(건강, 공해, 전원생활 등) ⑦ 그밖의 사유 중 선택하게 되어 있음(안주은, 2021)

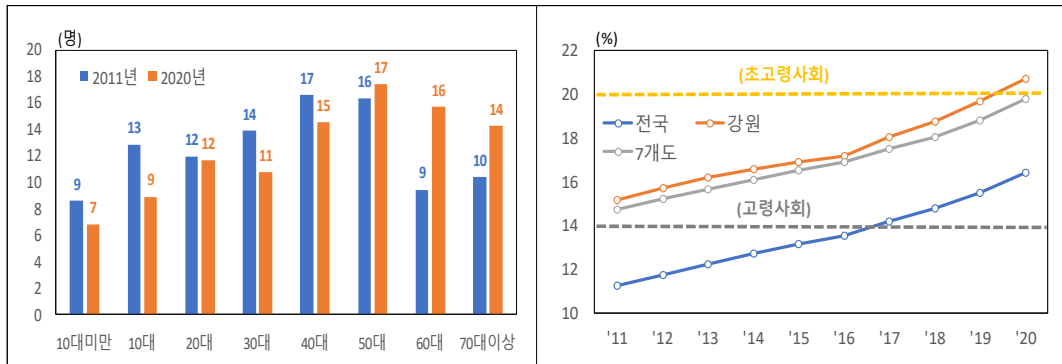
[그림 II-5] 강원도 전입사유별 순이동(좌) 및 전입사유별 연령별 수도권과의 순이동(우)(2016~2020년)



자료: 안주은, 「최근 강원지역 인구이동 및 인구구조 변화 분석」, 2021 재인용

이와 같은 수도권으로의 청년층 유출, 중장년층 유입 등 인구이동 요인(사회증감)이 자연증감상의 저출산, 기대수명 연장 등 인구구조 고령화에 가세하면서 강원지역의 고령화는 심화되고 있다. 2011년 말에 비해 2020년 말 40대 이하의 인구 비중은 하락(64% → 53%)한 반면, 50대 이상의 인구 비중은 상승(36% → 47%)하였으며, 특히 10대(13% → 9%)와 30대(14% → 11%)의 비중이 큰 폭 축소되고 60대 이상 인구 비중이 크게 확대(20% → 30%)되었다. 전국 및 7개도와 비교하면 40대 이하는 낮은 편, 50대 이상은 높은 편에 속한다. 2020년 말 전체 고령인구(65세 이상) 비중은 초고령사회 기준인 20%를 처음으로 상회하였으며, 시·군별로는 양양, 영월 등 15개 시·군이 초고령사회 기준을 상회하고 있다([그림 II-6] 참고).

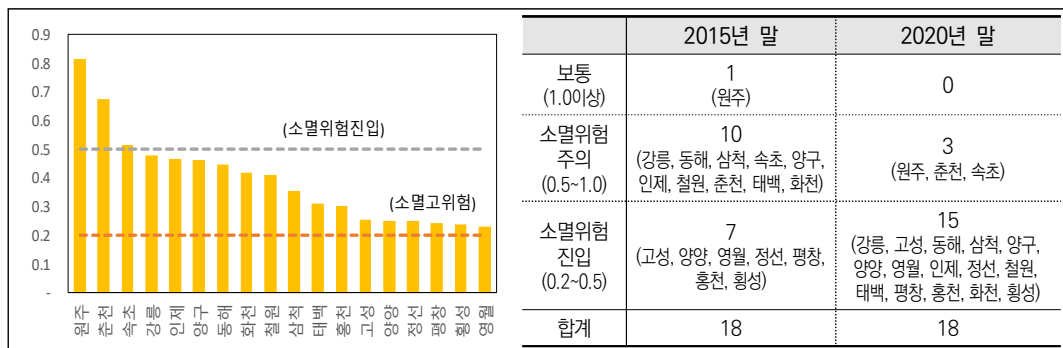
[그림 II-6] 강원도 연령별 인구 비중(좌) 및 고령인구 비중 추이(우)



자료: 안주은, 「최근 강원지역 인구이동 및 인구구조 변화 분석」, 2021 재인용

또한 원주, 춘천, 강릉 외의 군지역을 중심으로 지역소멸 우려가 확대되고 있다.¹⁹⁾ 2020년 말 기준 강원도 소멸위험지수는 원주, 춘천, 속초 제외 15개 시·군에서 0.5를 하회하여 소멸위험에 진입하였으며, 특히 정선, 평창, 횡성, 영월은 0.2에 근접하여 소멸 고위험지역에 근접한 것으로 보고된다.²⁰⁾ 2015년 말과 비교해보면, 당시 소멸위험에 진입한 시·군은 7개였는데, 최근 5년간 원주가 ‘소멸위험 보통’에서 ‘주의단계’로, 8개 시·군(강릉, 동해, 삼척 등)이 주의단계에서 소멸위험 진입단계로 위험단계가 높아진 것을 알 수 있다 ([그림 II-7] 참고).

[그림 II-7] 강원도 시·군별 소멸위험지수



자료: 안주은, 「최근 강원지역 인구이동 및 인구구조 변화 분석」, 2021 재인용

3) 교통 현황²¹⁾

광역교통망 개선 노력²²⁾에도 불구하고 강원지역은 면적 대비 연장 수준이나 고속국도 비중, 포장률 등 지표가 여타 지역 대비 열악한 수준이다. 2020년 도내 도로연장은 9,915킬로미터(km)로 2010년(9,742킬로미터(km)) 대비 173킬로미터(km)가 확대되었으나 증가율(1.8%)은 9개도(경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주) 평균 7.0%를 하회하고 있다. 고속국도(339킬로미터(km) → 472킬로미터(km))와 군도(3,069킬로미터(km) →

19) ‘지역소멸’이란 일본 마스다 히로야(増田寛也, 前 일본 총무장관)가 본인의 저서(『지방소멸』, 2015)에서 처음 창안한 용어로 국토연구원, 한국지방행정연구원 등에서 활용 중임(안주은, 2021)

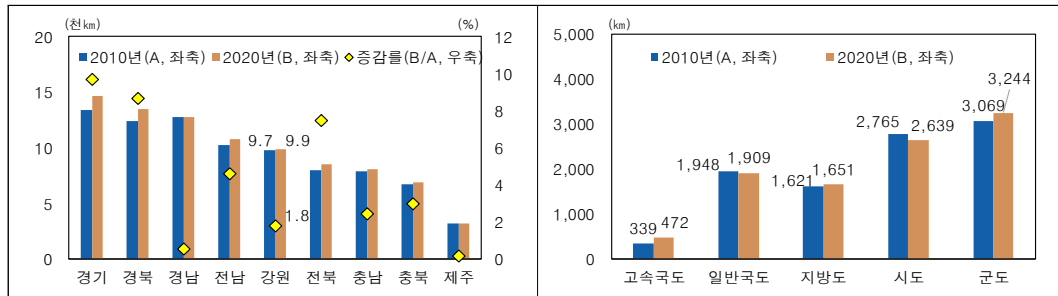
20) 이상호(2018)는 마스다 히로야의 저서 『지방소멸』(2015)에서 착안하여 ‘20~39세 여성인구수/65세 이상 고령인구수’를 소멸위험지수로 정의함. 소멸위험지수가 1.0을 하회하는 경우 인구학적으로 ‘소멸 주의단계’에 진입하고 0.5를 하회하면 ‘소멸위험 진입’ 단계, 0.2를 하회하는 경우 ‘소멸 고위험지역’에 해당하며, 보통 소멸위험지수가 0.5 이하인 경우 소멸 위험지역으로 분류함(안주은, 2021)

21) 이이수(2021b)를 바탕으로 재작성

22) 서울양양고속도로: 2009년 7월 강일~춘천, 2009년 10월 춘천~동홍천, 2017년 6월 동홍천~양양 개통
광주원주고속도로: 2016년 11월 광주~원주 개통

3,244킬로미터(km))는 각각 133킬로미터(km), 174킬로미터(km) 증가한 반면, 시도(2,765킬로미터(km) → 2,639킬로미터(km))는 126킬로미터(km) 감소하였다([그림 II-8] 참고).

[그림 II-8] 지역별 도로연장(좌) 및 강원도 도로 유형별(우) 현황



자료: 이이수, 「강원지역 SOC 현황 및 시사점」, 2021 재인용

인구당 도로연장은 6.4킬로미터(km)/천명으로 9개도 중 가장 높은 수준이나 면적당 도로연장은 0.6킬로미터(km)/제곱킬로미터(km²)로 최하위이며, 국토계수²³⁾당 도로연장은 1.9로 6위 수준이다. 도로포장률은 90.3%로 9개도 중 세 번째로 낮으며, 4차로 이상 도로의 비중도 22.4%로 최하위 수준을 보이는 등 질적 지표도 미흡한 편이라고 할 수 있다. 도내 전체 도로 중 4차로, 6차로, 8차로 비중이 각각 21.0%, 1.4%, 0.1%로 4차로 이상 도로의 비중(22.4%)은 9개도 평균(31.2%)을 하회하고 있다.

경춘선ITX(2010. 12.), 강릉선KTX(2017. 12.) 개통 영향으로 여타 지역 대비 철도망은 크게 향상되었다. 2020년 기준 철도연장은 493킬로미터(km)로 경북(827킬로미터(km)), 경기(599킬로미터(km))에 이어 9개도 중 세 번째로 길며, 2010년 대비 증가폭(122킬로미터(km))은 경기(153킬로미터(km))에 이어 두 번째로 높은 수준이다. 2000년 이후 감소(2000년 1,034만명 → 2010년 574만명)하던 철도여객 또한 경춘선ITX 및 강릉선KTX 개통 등으로 2018년 1,692만명을 기록하며 2010년 대비 194.9% 증가하였다.

다만 면적 대비 철도연장, 복선화율, 고속철도 접근성 등 질적 측면은 미흡한 편이라고 할 수 있다. 총 철도연장에서 고속철도의 비중은 42.3%로 9개도 평균(43.6%)과 비슷한 수준이나 면적당 총 철도연장은 0.03킬로미터(km)/제곱킬로미터(km²), 면적당 고속철도 연장은 0.012킬로미터(km)/제곱킬로미터(km²)로 각각 경남(0.021킬로미터(km)/제곱킬로미터(km²)), 충북(0.012킬로미터(km)/제곱킬로미터(km²))에 이어 두 번째로 낮으며 복선화율(복선 철도의 비중)도 40.7%로 9개도 평균(61.1%)을 하회하고 있다.

23) 국토계수: 면적과 인구를 동시에 고려한 지표로, $\sqrt{\text{면적(km}^2\text{)} \times \text{인구(천명)}}$ 으로 계산함

4) 산업 현황 및 구조²⁴⁾

강원도의 총 사업체수는 2019년 기준 14만 6,815개소로 숙박 및 음식점업(27.12%), 도매 및 소매업(22.96%), 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업(10.97%) 순으로 큰 비중을 차지하며 광업(0.12%), 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업(0.16%)의 구성비가 가장 낮게 나타났다. 총 종사자 수는 67만 247명으로, 이들의 산업별 구성비는 숙박 및 음식점업(16.2%), 도매 및 소매업(13.25%), 보건업 및 사회복지 서비스업(9.74%) 순이며 농업, 임업 및 어업(0.47%), 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업(0.56%)의 종사자가 가장 적은 것을 확인할 수 있다(〈표 II-2〉 참고).

〈표 II-2〉 강원도 산업별 사업체 및 종사자 수(2019년 기준)

(단위: 개소, %, 명)

산업대분류	사업체	사업체 구성비	종사자	종사자 구성비
합계	146,815	100	670,247	100
농업, 임업 및 어업	368	0.25	3,165	0.47
광업	181	0.12	4,562	0.68
제조업	8,889	6.05	61,976	9.25
전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	231	0.16	3,724	0.56
수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	508	0.35	4,928	0.74
건설업	7,516	5.12	59,981	8.95
도매 및 소매업	33,705	22.96	88,824	13.25
운수 및 창고업	10,996	7.49	28,574	4.26
숙박 및 음식점업	39,817	27.12	108,569	16.2
정보통신업	808	0.55	8,439	1.26
금융 및 보험업	1,552	1.06	23,495	3.51
부동산업	3,795	2.58	11,763	1.76
전문, 과학 및 기술 서비스업	2,963	2.02	17,165	2.56
사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	2,839	1.93	25,275	3.77
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	796	0.54	40,634	6.06
교육 서비스업	6,205	4.23	58,842	8.78
보건업 및 사회복지 서비스업	4,728	3.22	65,284	9.74
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	4,810	3.28	23,577	3.52
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	16,108	10.97	31,470	4.7

자료: 강원통계정보, <https://stat.gwd.go.kr/gwstat>, 검색일자: 2022. 4. 29.

24) 이이수(2021a) 및 이영선(2022)을 바탕으로 재작성

총부가가가치 대비 산업별 비중을 살펴보면, 서비스업이 72.2%로 2010년(72.3%) 이후 높은 수준을 유지하며 전국 평균(63%)을 크게 상회하고 있는 것으로 나타났다. 그중에서도 공공행정, 국방 및 사회보장 행정의 비중이 총부가가가치대비 23.8%로 전국 평균(7%)을 크게 앞서고 있다. 도매·소매업, 숙박·음식점업, 운수·창고업, 문화·기타서비스업 등 관광업으로 분류되는 업종 비중은 17.6%로 전국 수준(16.7%)을 소폭 상회하였으며, 제조업은 10%로 전국 평균(27.6%)을 크게 하회하였다(〈표 II-3〉 참고).

또한 실질 지역내총생산(GRDP) 성장률은 제조업(0.4%) 성장 정체에도 불구하고 건설업(2.7%), 관광업(2.2%), 농림어업(3.6%) 등의 성장률이 전국 평균을 상회함으로써 2019년 전년 대비 3.0% 성장하며 전국 성장률 2.1%를 상회하는 것으로 나타났다. 제조업의 GRDP 성장 기여도 및 기여율은 각각 0%p, 1.4%, 서비스업 1.9%p, 63.5%로 모두 전년 대비 하락하였으며, 건설업은 토목건설 호조의 영향으로 기여도 0.2%p, 기여율 7.6%로 확대되었다.

〈표 II-3〉 강원도 산업별 총부가가가치 대비 비중

(단위: %)

산업	강원						전국
	2000년	2005년	2010년	2015년	2018년	2019년	2019년
농림어업	8.1	6.3	5.9	5.5	4.9	4.5	1.8
광업	4	2.3	2	2.1	1.9	1.9	0.1
제조업	13.5	11.6	10	10.2	10.5	10	27.6
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	2.6	1.5	2	2.2	2.1	2.1	1.4
건설업	9.4	10.7	7.8	9.7	8.8	9.2	6
서비스업	62.4	67.6	72.3	70.2	71.8	72.2	63
(공공행정, 국방 및 사회보장 행정)	(16.7)	(18.1)	(20.8)	(21.2)	(23.3)	(23.8)	(7)
(관광업)	(18.5)	(19.1)	(19.8)	(18.1)	(17.6)	(17.6)	(16.7)

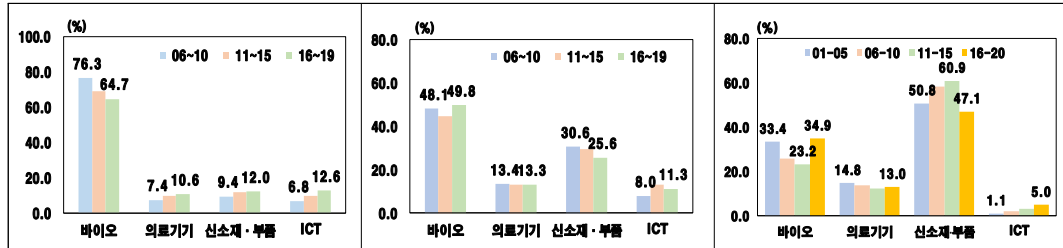
주: 당해년 가격

자료: 이이수, 「2019년도 강원지역의 GRDP 주요 특징 및 평가」, 2021 재인용

강원도는 2001년부터 전략산업 육성정책을 수립 및 시행하여 기업의 생산증대, 고용 창출 및 소득 증가, 소비 확대로 이어지는 선순환 구조를 확립하기 위한 노력을 지속적으로 강화해왔다. 육성체계 개편에 따라 전략산업의 범위는 다소 변동되기도 하였으나, 큰 흐름에서는 바이오, 의료기기, 신소재·부품, ICT 산업 등이 지속적으로 육성되어 왔다. 이들 산업은 영위 업체 수 및 종사자 수, 매출액이 꾸준히 증가하는 것으로 나타났으며 2016년

이후 수출도 큰 폭으로 증가하였다. 2006~2019년 업체 수는 연평균 3.4%, 종사자 수는 5% 증가하였으며 바이오산업이 가장 큰 비중을 차지하였다. 매출액은 2008년 이후 연평균 4.7% 증가하였으며 2017~2019년 7.7%를 기록하며 증가세가 더욱 확대되었다.

[그림 II-9] 강원도 전략산업 업체 수(좌), 종사자 수(가운데), 매출액(우) 비중



자료: 이영선, 「강원지역 전략산업 현황 및 평가」, 2022 재인용

다. 수소 저장·운송 기술 및 산업 현황²⁵⁾

1) 수소 저장·운송 기술 현황

수소 저장 방식은 수소의 상태에 따라 크게 기체, 액체, 고체 등으로 나눌 수 있으며, 가장 보편적인 기술은 기체 상태로 저장하는 것이다(〈표 II-4〉, 〈표 II-5〉 참고). 높은 압력을 가해 기체수소를 저장하는 방식은 현재 LPG를 운반하는 방식과 유사하여 기술이 정립되어 있는 편이라는 강점이 있으나, 대용량 저장에 한계가 있고 압력용기가 고가라는 단점이 있다.²⁶⁾ 기체수소는 파이프라인과 튜브트레일러를 통해 운송된다. 파이프라인은 건설비용 등 구축비용이 고가라는 단점이 있는 반면, 튜브트레일러는 시설비가 상대적으로 저렴한 편이며 안전성에 대한 우려가 있을 수 있어 소규모 공급에 보다 적합하다.

액체수소는 수소 액화시설 구축·운영에 대규모 투자 및 전력 소비가 요구되나, 저장밀도는 고압 기체수소(200바(bar)) 대비 4배 수준으로 대용량 저장이 가능하고 폭발 위험이 낮은 편이다. 액상유기수소 저장(LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carrier) 및 암모니아 등 화학적 변환을 통한 저장하는 기술 중, 액상유기수소 저장(LOHC)은 상온·상압 조건에서 대규모 운반이 가능하나 탈수소화 공정이 요구되며, 암모니아 저장은 독성에 따른 위험

25) 강동진 외(2020), 김종기 외(2019), 정기대(2019)를 바탕으로 재작성

26) 김수현, 2019; 『월간수소경제』, 「걸음마 수준 ‘액화수소’ 핵심기술 개발 나선다」, 2019. 3. 4., <https://www.h2news.kr/news/article.html?no=7340>, 검색일자: 2022. 1. 12.

성과 암모니아를 바로 연료로 사용해야한다는 등의 단점이 있다.²⁷⁾ 이러한 액화수소 또는 암모니아 및 액체유기금속 등에 의한 액상수소는 탱크로리를 통해 운반되는데, 액상 화합물을 운송하는 방식은 아직 기술 상용화가 이루어지지 않은 상황이다. 이는 액화 제조·저장 시설이나 액상물질(암모니아, 액체유기금속 등) 제조 시설과 연계되는 경우와 중·대규모, 중·장거리 공급에 적합하다.

고체수소, 즉 저장합금 등에 수소를 저장하는 방식은 낮은 압력에서 수소를 저장하므로 가장 안전하지만 저장량에 한계가 있으며 합금이 고가라는 단점이 있다.

〈표 II-4〉 수소 저장 기술의 분류 및 특징

		방식	특징
기체수소		가장 일반적으로 사용하는 방식으로 기체수소를 고압에서 압축하여 저장	기술이 상용화되어 있으나 저장량의 한계, 용기의 경제성으로 인해 대용량 저장에 한계가 있음
액체수소	액화	-253℃까지 수소를 냉각하고 보온병과 같은 이중 구조의 용기에 넣어 보관	저장밀도가 높고 안전하며, 폭발위험이 낮으나 대규모 시설 투자가 요구됨
	액상유기 수소 저장(LOHC)	톨루엔 등을 활용하여 수소를 화학적으로 저장하여 이송	상온·상압의 조건에서 대규모 이송이 가능하며, 가연성이 낮고 안전하나 낮은 운송 효율, 수소 화와 탈수소화 공정이 필요함
	암모니아 저장	수소를 암모니아 형태로 변환하여 저장	높은 온도에서 저장 및 운송 가능하나 독성에 따른 위험성이 있으며 탈수소화 공정이 필요함
고체수소		금속에 수소를 흡착시켜 저장하는 방법	가장 안전한 기술이나 저장량에 한계가 있음

자료: 김종기 외, 『한국 수소산업 생태계 분석과 발전과제』, 2019

〈표 II-5〉 수소 운송 방식 분류 및 특징

운송 방식		운송 조건
기체 운송	파이프라인	- 소규모, 단거리에 연속 공급하는 경우 - 대규모, 장거리에 연속 공급하는 경우 - 장거리 공급이 가능하고 에너지 손실이 적음 - 고정비가 높으며 변동비는 낮음
	튜브트레일러	- 중·소규모, 중·장거리에 간헐적으로 공급하는 경우 - 저장 용량이 작고 단거리 운송에 적합하며, 에너지 손실이 적음 - 고정비는 낮지만 변동비가 높음 - 330kg, 200bar 용기가 1억 8,000만~2억원 수준임

27) 『월간수소경제』, 「걸음마 수준 ‘액화수소’ 핵심기술 개발 나선다」, 2019. 3. 4., <https://www.h2news.kr/news/article.html?no=7340>, 검색일자: 2022. 1. 12.

〈표 II-5〉의 계속

운송 방식			운송 조건
액체 운송	액화	탱크로리	- 액화 제조 및 저장 시설과 연계되는 경우 - 중·대규모, 중·장거리에 공급하는 경우 - 액화 시 소요되는 전력에 의한 온실가스 배출량 증가에 대한 고려가 필요 - 튜브트레일러와 파이프라인의 중간 정도의 저장 용량을 가지며, 장거리 운송이 가능하나 에너지 손실이 많음 - 고정비가 높으나 변동비는 낮음
	액상	탱크로리	- 액상물질(암모니아, 액체유기금속 등) 제조 시설과 연계되는 경우에 적합 - 중·대규모, 중·장거리에 공급하는 경우

자료: 김종기 외, 『한국 수소산업 생태계 분석과 발전과제』, 2019 재인용

미국, 유럽, 일본 등 주요국의 수소 운송 현황을 간략히 살펴보면, 미국은 근거리(150~300킬로미터(km))의 경우 튜브트레일러를 통해 운송하고 장거리는 산업단지를 중심으로 구축된 파이프라인(2,600킬로미터(km))을 이용하고 있으며 1,600킬로미터(km) 이상 거리는 액체 저장 방식으로 운송하고 있다. 유럽은 천연가스 파이프라인을 활용하고 있으며, 일본은 액화 저장 및 고압 기체 방식, 중국은 고압 기체 방식으로 수소를 저장 및 운송하고 있다.

이처럼 현재는 근거리의 경우 저압 배관 방식, 중장거리의 경우 튜브트레일러를 통한 기체 수소 운송이 주가 되고 있다. 다만 장기적으로 수소 수송량이 대규모로 증가한다면 장거리의 경우 파이프라인 방식이 가장 경제성 있는 대안이 될 수 있으며, 기체수소 대비 높은 체적 에너지 밀도를 갖는 액체수소는 효율성 및 안전성 측면에서 그 중요성이 커질 전망이다.²⁸⁾

2) 국내 수소 저장·운송 기술 현황

수소활용 분야(수소차, 연료전지 등)에서 세계적 수준의 기술력을 확보하고 있는데 반해, 국내 수소 생산 및 저장·운송 분야 기술력은 상대적으로 취약한 편이라고 할 수 있다.²⁹⁾ 고압기체 저장·운송은 상용화 단계이나, 해외 생산·수입 등 장거리·대용량 운송에 필요한 액화·액상기술³⁰⁾은 개발단계에 있다. 즉 기존의 부생수소 유통을 위한 파이프라인과 고압

28) 강동진 외, 2020

29) 『중앙일보』, 「한국 수소차 가장 많은데, 충전소는 일본의 절반」, 2021. 5. 20., <https://www.joongang.co.kr/article/24061885#home>, 검색일자: 2022. 1. 3.

30) ‘액화’는 -256도(℃)로 초저온 액화를 의미하며, ‘액상’은 암모니아 등의 형태로 상온에서 보관이 가능함

저장용기(튜브트레일러)를 통한 저장 방식만 존재하며, 파이프라인(석유화학단지 인근 약 200킬로미터(km))과 튜브트레일러(약 500대)를 통한 운송 비용 절감을 위한 고압, 대용량화 등이 필요한 상황이다.

액화수소는 중장기적인 수소 공급 방안으로써 경제적이고 안전하다고 논의된다. 그러나 액화수소 저장 기술은 방위산업, 항공우주산업 등에 활용되는 기술로써 선진국이 보유하고 있는 기술의 이전이 원활하지 않으며 국내 연구와 상업화는 초기 단계에 있다고 할 수 있다.³¹⁾ 세계적으로는 미국, 유럽이 선도하고 일본이 빠르게 추격하고 있으며, 국내 액화수소 운송 기술은 세계 최고 기술 대비 50~68% 수준에 불과한 것으로 나타났다. 그밖에 액상 저장은 유럽과 일본이 기술 실증을 수행하고 고체 저장 및 운송 기술은 세계적으로 연구개발 단계에 있다고 보고된다(〈표 II-6〉, 〈표 II-7〉 참고).

〈표 II-6〉 국내외 수소 저장기술 현황

○ 연구, ① 실증, ● 상용화

구분		국내	일본	미국	유럽
저장방식	기체	●	●	●	●
	액화	①	① (●) ¹⁾	●	●
	액상	○	①	①	①

주: 1) 김종기 외(2019)는 이와타니(Iwatani)를 들며 일본 액화저장 및 운송 기술을 상용화 수준으로 제시함

자료: 관계부처 합동, 「수소경제 활성화 로드맵」, 2019; 김종기·허선경·이슬기·김민자·김경유·이자연·서동혁, 『한국 수소산업 생태계 분석과 발전과제』, 2019 재인용

〈표 II-7〉 국내 수소 저장·운송 분야의 기술 수준

		전력기술명	최고 기술 보유국/기관	기술수준 (최고 대비 비율(%))
기체수소		상용화 기술 보유		
액체 수소	수소 액화	수소액화공정	미국(APCI), 독일(Linde)	57.3
		압축기	독일(Hofer)	52.9
		극저온펌프	미국(APCI), 일본(EBARA)	65.6
		액화수소저장탱크	독일(Linde), 미국(NASA)	68.3
		극저온밸브	미국(에머슨), 미국(스웨질락)	60
		플랜트 설계	독일(Linde)	55

31) 정기대, 2019

〈표 II-7〉의 계속

		전력기술명	최고 기술 보유국/기관	기술수준 (최고 대비 비율(%))
액체 수소	수소 운송	액체수소저장탱크	프랑스(Air Liquide), 독일(Linde)	69.5
		운송용 탱크로리	미국, 독일	66.4
액상수소		액상수소저장·운송시스템	유럽(하이드로제니우스), 일본(치요다)	연구개발 단계
고체수소		연구개발 단계		

자료: 김종기 외, 『한국 수소산업 생태계 분석과 발전과제』, 2019 재인용

수소 모빌리티 중 비교적 사용화가 빠르게 진행되고 있는 수소차의 부품기술로서도 수소 저장장치의 고압용기 기술은 해외보다 뒤쳐져 있는 상황이다. 수소저장장치는 수소차 가격의 약 20%를 차지하고 있어 스택 다음으로 가격 비중이 높은 핵심부품이다. 고압용기(저장)는 그중 비중이 가장 높은 편이며, 2015년에 부품국산화는 성공하였으나 핵심소재인 카본복합소재를 수입에 의존하고 있어 가격경쟁력에서 열위에 있다.

〈표 II-8〉 수소차 내 수소저장장치 핵심부품(기술) 현황

구분	핵심기술 핵심부품	국내기술 현황	부품 수입현황			사유	
			국산화율(%)	주요 수입부품	국가	가격	기술
수소 저장 장치	수소저장용기	추격	50	카본파이버 소재수입	일본	○	○
	고압 밸브/배관/ 레귤레이터	추격	90	고압실링소재 수입 2020년 국산화 예정	미국	○	○
					미국	○	○
					캐나다	○	○
	안전장치	추격	90	고압실링부품 수입 2020년 국산화 예정	미국	○	○
					캐나다	○	○
	수소충전/ 수소저장제어기	경쟁	100	(부품기준)	유럽	○	○

자료: 관계부처 합동, 「수소경제 활성화 로드맵」, 2019

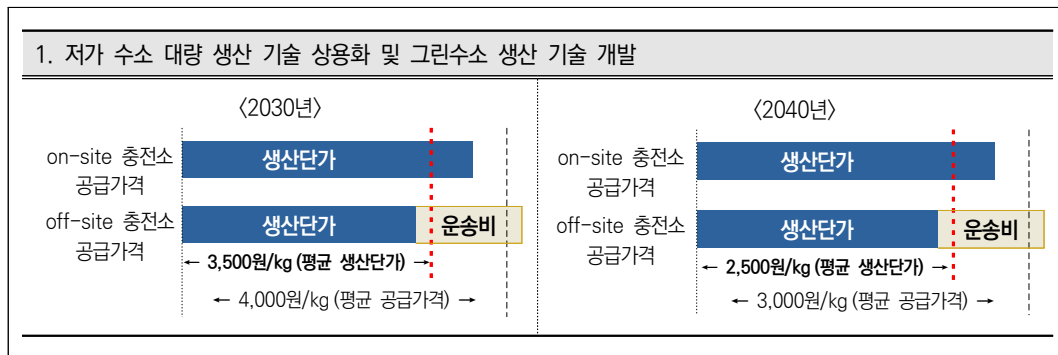
3) 국내 수소 저장·운송 산업 현황

국내 수소산업은 기술개발 초기 단계이자 시제품 생산 단계에 있다고 평가되며, 2025년 시장에 진입하여 2030년부터 본격적으로 성장기에 들어설 것으로 전망된다. 아직 초기 단

계로서 정확한 국내 기업의 규모를 파악하는 데는 어려움이 있으나, 수소 산업 분야 기업은 약 372개사(2019년 6월 말 기준)로 보고된 바 있다.

수소 저장·운송 산업은 수소의 경제적이고 안정적인 공급에 핵심적인 부분이라고 할 수 있다. 전체 원가에서 운송비가 차지하는 비중은 2030년 12.5%, 2040년 16.7%로 전망되며, 평균 비용은 500원/킬로그램(kg) 수준이다. 수소 생산비용의 하락이 이어질 전망인데 반해, 운송비용의 하락에는 한계가 있을 것으로 보여진다. Hydrogen Council(2020)에 따르면, 2030년까지 운송비는 2.1~2.3달러(\$)/킬로그램(kg) 수준으로 전망되고 있다.

[그림 II-10] 수소 운송 비용 전망



자료: 산업통상자원부, 「제9회 과학기술관계장관회의 개최」, 보도자료, 2019. 10. 31., http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=162264, 검색일자: 2021. 12. 30.

수소 저장·운송 분야를 중심으로 국내 인프라 및 산업 생태계를 살펴보면, 우리나라는 수소 공급에 필요한 석유화학 및 플랜트 산업 기반과 경험이 풍부하고 LNG 공급망이 발달하여 이를 활용한 전국 단위의 수소 공급 가능성을 보유하고 있다. 대규모 석유화학단지(울산, 여수, 대산)를 중심으로 수소 파이프라인, 고순도 수소생산 기술을 보유하여 연간 약 164만톤(2017년)의 수소를 활용하고 있으며, 추가적인 인프라 투자 없이도 전국 LNG 공급망에 추출기를 설치하여 쉽고 안정적, 경제적인 수소 생산 및 공급이 가능하다. 이러한 LNG 및 부생수소 파이프라인 구축에 대한 경험은 수소 저장·운송 분야에서의 강점으로 꼽을 수 있다.

그러나 수소 저장·운송 분야의 산업생태계는 아직 성숙되지 않은 것으로 보고된다. 국내 수소 저장·운송 분야는 기체 저장 관련 사업 외에는 경험이 없어 미국, 일본 등 보다 관련 산업 육성을 위한 노력이 더 필요한 상황이다. 부생수소에 바탕을 둔 비즈니스 모델을 보

유하고 있으며, 기술개발 역량과 투자 여력이 부족한 소수의 중소기업 위주로 산업생태계가 구성되어 있다. 구체적으로 저장 분야는 기술개발을 수행하는 소규모 기업 중심으로, 운송 분야는 부생수소를 판매하는 중견기업을 중심으로 산업생태계가 구성되어 있는 것으로 나타난다.

라. 강원도 수소산업(저장·운송) 여건³²⁾

강원도는 울산과 함께 정부의 수소산업 3대 핵심사업 공모과제에 선정된 유일한 지역으로, 본 사업과 함께 수소 시범도시(국토교통부), 액화수소 규제자유특구(중소기업벤처사업부) 사업에 선정되었다(〈표 II-9〉 참고). 수소 시범도시 사업은 향후 미래 수소경제에 실제로 도입할 수 있는 수소기반 상용화 주거 모델을 개발하기 위한 R&D 사업으로 수소경제 가치사슬 상 활용 분야에 해당한다. 수소 시범도시 사업의 성과물, 즉 타운하우스형 수소 생산-저장-공유 시스템 및 수소기반 에너지 프로슈머 주택단지모델에는 검증된 수소 저장·운송 분야 기술 및 제품을 적용함으로써 이들의 도입 가능성과 실효성을 제고할 수 있을 것으로 전망되고 있다.

액화수소 규제자유특구 사업은 액화수소 생산 및 저장제품 상용화, 액화수소 충전소 상용화, 수소 모빌리티 상용화 등으로 구성되어 이들의 다양한 시도와 성과 및 경험 축적은 향후 액화수소 분야의 발전 기반이 될 것으로 기대되고 있다. 즉 액화수소 규제자유특구를 통해 액화수소 저장·운송 분야는 산업생태계의 확장과 성과 창출의 실효성을 확보하는 데 용이할 수 있다.

32) 강원도 및 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

〈표 II-9〉 강원 수소 시범도시 및 액화수소산업 규제자유특구 사업 개요

구분		수소 시범도시		액화수소산업 규제자유특구			
사업 위치		강원도 삼척시 교동 501-5번지 일원		강원도 동해시, 삼척시, 강릉시 평창군 일원			
사업 면적		3.0km ²		251,045m ²			
사업 기간		2020~2022년		2020년 7월~2024년 6월 (특구지정기간)			
사업 내용	구분			세부 혁신사업 또는 전략산업			
	기본 모델	주거	공동주택	동부아파트		액화수소 생산 및 저장제품 상용화	액화수소 생산설비(배관, 밸브) 제작 실증
			기숙사	강원대 기숙사			액화수소 용기 및 저장탱크 제작실증
			다가구 주택	교동 원룸촌			액화수소 저장·운송 실증
			산업연구단지	소방방재지원센터		액화수소 충전소 상용화	액화수소 충전소 구축 실증
				창업보육센터			이동형 액화수소 충전소 구축·실증
				실화재시험연구센터			
			취약계층지원	사랑의 마을		액화수소 모빌리티 상용화	수소 연료전지 선박 실증
				갈천동 마을회관			액화수소 드론 운행 실증
		교통	시내	동부아파트 셔틀버스		액화 수소 생태계 구축 사업	액화수소 생태계 지원사업 (기반구축)
				수소자전거			
			시외	시티투어			
			저장/이송	액체수소충전트럭			
		생산/활용	충전소 및 생산시설 구축				
	인프라관리			수소통합운영센터			
	특화 모델	혁신 기술	에너지자립 수소주택단지	다가구 주택 건물단위 에너지 자립 실증			
			수소선박	수소 저장함금 기반 연료전지 선박			
			액화수소 생산실증	소규모 액화수소 생산실증			
		지역 산업	관광업	썰비치 리조트			
				수소에너지 홍보관			
				수소드론 체험관			
			농업	희망하우스			
				스마트팜			

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

그 밖에도 강원도는 〈표 II-10〉에서 보이는 바와 같이 수소기반 에너지 거점도시, 친환경 에너지 생태계 조성 등 수소경제 활성화 및 관련 산업 육성을 위한 사업을 다수 추진하고 있음을 알 수 있다.

〈표 II-10〉 강원 수소산업 육성을 위한 관련 주요사업 추진 현황

사업명	추진주체	사업개요	주요내용
강원도 수소생산시설 건축사업	강원도	• ~ 2020. 6. • 속초(LPG 충전소)	• 듀얼방식(SMR 0.25톤/일 + PSMR 0.1톤/일)으로 구축 ☞ 0.25톤/일 수소생산
분산형 수소생산기지 건축사업	산업부, 강원도	• ~ 2020. 8. • 삼척(LPG 충전소)	• 0.5톤/일 급 SMR 수소생산시설 2기 구축 ☞ 1.0톤/일 수소생산
소규모 수소생산기지 건축사업	한국지역 난방공사, 강원도	• ~ 2022. 3. • 춘천 공영차고지	• SMR(2.5톤/일규모) 구축 ☞ 2.5톤/일 수소생산
P2G 실증 기반구축사업	산업부	• ~ 2023. 12. • 동해	• 신·재생에너지 활용 수전해 수소생산 기술개발 및 실증 • 그리드 연계 실증 기술개발 ☞ 0.35톤/일 수소생산
소규모 액체수소 생산시설 실증사업	강원도	• ~ 2020. 12. • 삼척(LPG 충전소)	• 산업부 「분산형 수소생산기지」와 연계하여 소규모 액체수소 생산 및 실증 ☞ 0.1톤/일 액체수소생산
상용급 액화수소 생산시설 설계(계획)	강원도	• ~ 2020. 12.	• ('20년) 5톤/일↑ 급 수소액화 플랜트 설계
수소충전소 건축사업 (2018년)	환경부, 강원도	• ~ 2020. 6. • 속초, 삼척	• 기존 LPG 충전소에 수소충전소(250kg급) 추가 및 신설 ☞ 0.25톤/일 급 수소충전소 2기
수소충전소 건축사업 (2019년)	환경부, 강원도	• ~ 2020. 6. • 춘천, 원주, 강릉	• 기존 LPG 충전소에 수소충전소(250kg급) 추가 및 신설 ☞ 0.25톤/일 급 수소충전소 2기
수소충전소 건축사업 (2020~2024년)	환경부, 강원도	• ~ 2024. 12. • 강원도 내(內)	• 수소충전소 20기(일반14, 버스 6) 추가 및 신설
액체수소 충전소 건축사업(계획)	강원도	• ~ 2022. 12. • 강원도 내(內)	• 기체&액체 듀얼방식 및 액체수소 단독방식 충전소 구축
융복합 액체수소 충전소 건축사업(계획)	강원도	• ~ 2025. 12. • 강원도 내(內)	• 수소액화플랜트 및 생산시설과 연계하여 융복합 액체수소충전소 3기 구축
수소충전소 안전평가 기술개발사업	산업부	• 2021. 12. • 수소충전소 안전평가	• 수소충전소 성능평가 기술개발 • 충전소 안전성 평가 기반 구축
어선급 수소선박 실증사업	강원도 (삼척시)	• ~ 2021. 12. • 삼척	• 액체수소 활용 어선급 수소선박개발 • Nexo 연료전지 활용 수소선박 실증
효율적 수소 이송·저장 기술개발사업	산업부	• ~ 2020. 12. • 저장합금/액화 실증	• Lab Scale 액화/저장합금 개발 • 연료전지 연계 수소에너지 실증
에너지프로슈머 실증사업	산업부	• ~ 2022. 4. • 신·재생에너지 거래 실증	• 신·재생에너지 및 연료전지 보급사업 • 잉여전력 거래를 통한 수익모델 발굴
스마트빌리지 조성사업	과기부	• ~ 2022. 4. • 에너지 관리시스템구축	• 신·재생,수소에너지 빌리지 조성 • 수소드론, 에너지관리시스템 실증

〈표 II-10〉의 계속

사업명	추진주체	사업개요	주요내용
수소 시범도시 인프라 기술개발사업	국토부	• ~ 2023. 12. • 삼척	• 타운하우스형 수소 생산-저장-공유 시스템 기술개발 및 실증 • 에너지 프로슈머 주택단지 개발 및 실증
그린에너지파크 조성사업	GS그룹	• 주민참여 수익공유형 '친환경에너지 복합단지 조성'	• 태양광(79만㎡), 수소/연료전지(6만㎡), 에너지저장장치(7500㎡) 용량(2800㎡) 조성 • 지역 주민과 자치단체, 민간회사가 함께 참여 하는 수익공유형 사업→주민참여 Biz 모델 실증
연료전지 발전사업	한국 동서발전	• 2019. 9. 착공 • 동해	• 동해시 북평산업단지 내 15MW급 연료전지 발전사업 추진
삼척 LNG 생산기지 건설사업	강원도, 한국가스공사	• 2008. 7.~ 2017. 5. • 삼척	• LNG 저장탱크: 12기(261만 kℓ) • 기화송출설비: 1,320톤/시간 • 주배관(삼척~영월): 120km
플라즈마 그린수소 클러스터 조성사업	유관부처 및 기관, 강원도	• 2021~2025년 • 태백시 일원	• 플라스틱 그린수소 생산 실증센터 구축 • 석탄 자원화 기술개발 실증 • 목재 활용 그린수소 생산 인프라 구축 • LNG, LPG 수소생산 실증 • 플라즈마 그린수소 클러스터 조성 • 수소 전문인력 양성

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

강원도는 2019년부터 본격적인 개질방식 수소 생산라인을 구축하며 기체수소 생산 관련 기반을 확보 중에 있다(〈표 II-11〉 참고). 자체적인 수소생산시설 구축을 통해 공급 가능한 수소 규모는 약 2.4톤/일(속초 0.25톤/일, 삼척 1톤/일, 동해 0.35톤/일, 평창 0.8톤/일)이며, 삼척 LNG 인수기지 내 30톤/일급 저점형 수소생산기지 추가 확보를 위하여 한국 가스공사와의 협의가 진행 중에 있다. 또한 분산형 수소 생산기지과 연계한 소규모 액체수소 생산 및 실증사업으로 0.1톤/일 액체수소 생산기반을 확보하고 강원 액화수소산업 규제자유특구를 통해 0.2톤/일 액체수소 생산 시설을 추가 구축할 예정이다. 강원도는 생산되는 수소를 도내에 공급하고 잉여량을 서울 강동, 경기 북부지역에 공급할 계획이다(그림 II-11) 참고).

수소차 및 수소 충전소 보급과 관련하여서는 2025년까지 수소승용차 1만 2,000대, 수소버스 100대, 수소택시 75대, 수소트럭 50대를 누적 보급하고 일반 수소 충전소 33기, 특수충전소 5기를 목표로 제시한 바 있으며, 2021년 수소승용차 누적 보급 대수는 1,319대(2021. 6.), 수소 충전소는 4대(2021. 7.)로 보고되었다.³³⁾

33) 김호·이승훈·박중현, 2021

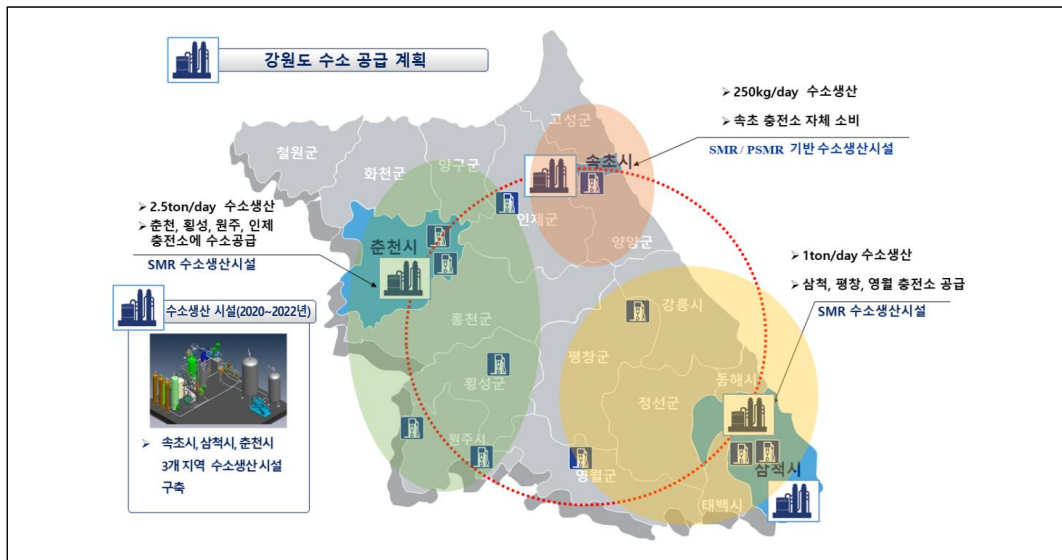
〈표 II-11〉 강원 기체수소 생산시설 구축계획

(단위: 톤/일, 년)

운영기관	지역	제조방식	생산능력	준공연도
강원TP	속초	SMR/PSMR	0.25	2021
강원TP	삼척	SMR	1	2021
한국가스기술공사	평창	P2G	0.8	2022
동서발전	동해	P2G	0.35	2023

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〔그림 II-11〕 강원 생산 수소 충전소 공급계획



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

2. 유사사례 검토³⁴⁾

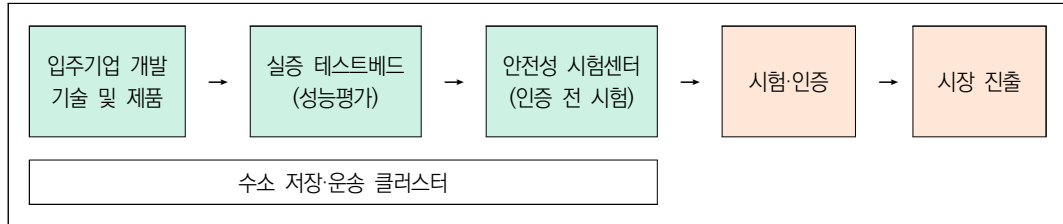
가. 연계 기관

수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터(대전), 에너지안전실증연구센터(영월), 액화수소 검사지원센터(음성)는 본 사업의 연계기관으로서, 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 활용 방향의 연장선상에 있는 것으로 제시되었다. 실증 테스트베드와 안전성

34) 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

시험센터를 통해 개발된 기술 및 제품의 성능평가와 인증 전 사전시험을 거친 후, 세 곳의 연계기관을 통한 정식시험 및 인증을 거쳐 상용화로 연결될 수 있다는 것이다(그림 II-12 참고).

[그림 II-12] 연계기관과의 역할분담 계획



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

1) 수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터(대전)

수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터는 안전성을 기반으로 한 친환경 수소산업 전주기 (생산, 운송, 저장, 충전, 사용) 관련 제품·부품의 성능평가 기반으로서, 중소기업 기술 경쟁력 향상과 산업 육성을 통한 국가 혁신 성장 동력 창출에 기여하고자 계획되었다. 이를 위해 기술개발부터 인증, 표준에 이르는 수소 인프라 분야 전주기 대응 체계를 마련하고 중소·중견 기업의 제품 개발 지원, 국제 상호인증 수준의 시험 평가를 통한 수출 경쟁력 확보, 수소 인프라 소재·부품·설비 부문의 첨단 제조기술 기반 산업 육성 등을 주요 기능으로 한다. 수소부품 시험동, 사무동 등으로 구성되어 있으며 최대 120메가파스칼(MPa)의 초고압 수소시험설비를 중심으로 수소부품의 내구성, 기계특성 및 수압·내압 시험, 수소유량계와 충전기의 유량 측정·시험, 수소생산효율 평가·시험, 수소품질 분석, 연료전지 스택 성능·내구성 평가를 위한 총 18개 시험장비 및 8개 시험실을 갖추고 있다. 이러한 시험설비는 밸브, 압축기, 충전기, 호스 등 수소 충전소용 부품과 수소추출기 및 수전해 등 다양한 수소 부품 및 제품의 성능과 내구성을 시험·평가하는데 활용되며 시험·평가 데이터를 바탕으로 설계부터 상용화까지 기업의 수소 제품과 부품 개발 및 사업화에 필요한 기술지원이 제공될 예정이다.

〈표 II-12〉 연계기관(1) - 수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터

구분	수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터
건립/개소	2022년
위치	대전 국제과학비즈니스벨트 거점 지구
연면적	2,194㎡
주요시설	실증장비구축(18점), 수소부품시험동(1동), 사무동(1동)
지원내용	○ (전주기 대응체계) 기술개발로부터 인증, 표준에 이르기까지 수소인프라 분야 전주기 대응 체계 마련을 통한 국가 혁신성장 산업으로서 수소에너지 산업 경쟁력 확보 ○ (제품개발 지원) 대규모 인프라 투자가 어려운 중소·중견 기업의 제품 개발 지원을 통한 개발비용 및 수소 충전소 구축 비용 절감, 수소산업 부품 국산화 제고 ○ (국제 경쟁력 확보) 국제상호인증수준의 시험 평가를 통해 제품의 신뢰성과 성능 검증을 확인하여 국내 기업의 수출 경쟁력 확보 ○ (산업 육성) 수소에너지 인프라 부문의 기술선점, 첨단 제조업 육성의 시발점으로 수소인프라 소재 부품 설비 부문의 첨단 제조기술 기반 산업 육성
외면	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부, 「수소산업, 기술경쟁력과 제품 안전성을 확보하다 - 수소산업 전주기제품 안전성 지원센터 개소식 개최 -」, 보도자료, 2022. 3. 1., http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=165356, 검색일자: 2022. 5. 2.

2) 에너지안전실증연구센터(강원 영월)

에너지안전실증연구센터는 2010년 8월 서울 행당동 압축천연가스(CNG) 시내버스 폭발 사고를 계기로 화재·폭발 사고 재현 및 초고압 시험·실증을 목적으로 강원도 영월군에 설립되었다. 화재·폭발 사고 원인 규명과 대책 마련, 관련 제품 시험·인증, 가스시설 및 제품 안전성 강화 연구 등을 위하여 주요 사업으로 가스 화재·폭발 실증 연구, 초고압 제품 실증시험 및 연구, 초저온 제품 실증시험 및 연구, 방호시설 제품인증 및 실증시험 등을 수

행하고 있다. 이를 위해 본관동 1개소, 시험동 9개소(방호인증시험동, 초고압시험동, 기초물성시험동, 초저온시험동, 실가스시험동 등)을 구성하고 있으며 초고압, 화재·폭발, 방호시설 분야 시험장비 및 설비 140종 154점을 구축하였다.

수소산업과 관련하여 수소차 인증대상으로는 필터 및 체크밸브, 센서, 충전구 및 연결구, 용기, 용기밸브(압력방출장치), 압력조정기 등이 있으며, 수소 충전소 인증대상은 고압용기(축압기), 체크밸브, 수동밸브, 유량조절밸브 등이 있다. 2021년 수소 충전소용 밸브 KOLAS 공인시험 1건, 기업 의뢰 실증시험 24건을 실시하고 초고압 제품 성능시험을 통해 국산화 개발을 지원하고 있으며, 국내외 기준 변화에 맞춰 수소시험설비를 증설 및 개선하고 있다.

〈표 II-13〉 연계기관(2) - 에너지안전실증연구센터

구분	에너지안전실증연구센터
건립/개소	2016년
위치	강원도 영월군 주천면
연면적	4,236m ²
주요시설	본관동 및 9개 시험동 구성 초고압, 화재·폭발, 방호시설 분야 시험장비 및 설비 140종 154점
지원내용	○ 가스안전연구의 중추역할을 하는 전문연구기관으로 국가차원에서 사고요인을 사전에 제거하는 등 가스 사고의 예방과 효율적 관리를 위한 '종합적 가스안전관리체계' 시행 ○ 수소관련 연구 및 시험·실증에 필요한 폭발, 취성, 초고압·초저온 등 실험을 위한 설비시설 보유
외면	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부 강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

3) 액화수소 검사지원센터(충북 음성)

액화수소 검사기반 구축사업은 정부의 「수소경제 활성화 로드맵」과 관련하여 민간(SK, 효성 등)의 액화수소 투자에 따라 액화수소 제품검사 인프라를 구축하고 액화수소 제품(용기, 저장탱크, 기화장치 등)의 법정검사를 수행하고자 계획되었다. 2025년 완공 예정으로 구축 대상 장비는 아직 구체화되지 않았으나, 액화수소 공급설비와 용기, 저장탱크 등 액화수소 제품 시험 장비로 구성될 예정이다. 액화수소 제조시설과 충전소 등 시설 투자에 따라 발생하는 제품의 전주기 시험·평가를 진행하여 액화수소용품 및 설비의 안전성 확보에 기여할 것으로 기대하고 있다.

〈표 II-14〉 연계기관(3) - 액화수소 검사지원센터

구분	액화수소 검사지원센터
건립/개소	2025년(완공 예정)
위치	충청북도 음성군 금왕테크노밸리 산업단지
연면적	시험동(4,615㎡), 사무동(600㎡) 등
주요시설	저장탱크 시험동 등 5개동 및 공급설비동(총 6개동), 사무동 구성 액화수소 공급설비 등 설비 2종 3점 및 시험장비 29종 33점
지원내용	○ (법정검사) 민간의 액화수소 투자에 따라 급격한 검사수요 증가가 예상되는 액화수소 제품(용기, 저장탱크 등) 법정검사 수행 ○ (기술지원) 국내 유일의 액화수소 특화 검사기반을 활용하여 관련업체의 액화수소 제품 기술개발 지원
위치도	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 한국가스안전공사, 「액화수소 검사지원센터(가칭) 운영계획(안)」, https://www.pro1.co.kr/n3_doc/gongjinew/proboard_view.asp?num=773278&pageno=13&ggubun=11, 검색일자: 2022. 5. 2.

4) 수소용품 검사지원센터(전북 완주)

수소용품 검사지원센터는 연이은 수소 관련 정책 발표와 수소산업 보급에 따른 수소사고 발생에 대한 안전관리 대책 마련의 시급성이 대두된 가운데, 「수소경제 육성 및 안전관리에 관한 법률」 이행을 위한 기반 구축의 필요에 따라 계획되었다. 동법에 근거한 안정적인 법정검사를 실시하고 수소용품 등 관련 기업의 기술개발 및 인력양성을 지원하고자 수소용품 시험동, 본관동, 고객지원동 등으로 구성하여 수소용품 시험설비 47종 47점을 구축할 예정이다. 지자체 공모를 통해 전북 완주군이 선정되었으며 2023년까지 건립되어 수전해 설비, 수소추출 설비, 이동형 및 고정형 연료전지 등 수소용품의 안전 확보, 수소용품 제조사의 제품 개발 및 해외인증 획득을 통한 수출지원, 수소용품의 제조·검사기준 표준화에 기여할 것으로 기대되고 있다.

〈표 11-15〉 유사사례(4) - 수소용품 검사지원센터

구분	수소용품 검사지원센터
건립시기	2023년(완공 예정)
위치	전라북도 완주군 테크노밸리 제2일반산업단지
연면적(잠정)	시험동 3,494㎡, 본관동 4,200㎡, 고객지원동 1,800㎡ 등
주요시설	수소용품(4종) 법적검사 수행을 위한 시험동, 본관동, 고객지원으로 구성 수전해-설비 용품시험설비 13종 13점, 수소추출-설비 용품시험설비 13종 13점, 고형형/이동형-연료전지 용품시험설비 21종 21점
지원내용	○ (수소안전기술원) 「수소법」에 따른 ‘수소안전전담기관’ 핵심조직 운영예정 - (2020년까지) 수소안전센터 → (2021년 이후) 수소안전기술원 확대운영 추진 ○ (법적검사) 「수소법」에 근거한 안정적 검사제도 운영 ○ (수소업계 지원) 수소용품 등 관련기업 기술개발 및 인력양성 지원 - 국내유일의 수소용품 검사기반을 활용한 R&D 등 기업 기술개발 지원 - 수소정책에 따른 관련인력 수요대응을 위한 수소용품 전문인력양성 추진
위치도	수소용품 검사지원센터 예정부지 위치도 및 제안개요 • 부지면적 : 30,276㎡ • 2021년 4월 부지 조성 준공 ▶ 국사·국방 구역

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 한국가스안전공사, 「수소용품 검사지원센터 운영계획(안)」, https://www.hbil.co.kr/conv/?cd=pds&cf=balu_notice&Mode=view&Code=13547, 검색일자: 2022. 5. 2.

나. 국내 사례

1) 동해안 에너지 클러스터 조성사업

동해안 에너지 클러스터 조성사업은 동해안 에너지산업(원전, 태양광, 풍력 등)을 기반으로 포항공대 등 우수한 연구 주체와 다양한 에너지 관련 사업 및 기업과의 연계를 통해 첨단에너지산업을 집적 및 육성하는 사업으로서, 2007~2017년 중장기 계획으로 추진되었다. 경상북도 및 기초지방자치단체, 기업체 간 협력 사업으로, 중앙정부 및 지자체 R&D 자금 지원, 우수 에너지기업 유치, 정부출연 연구기관 및 민간연구소의 분원 유치·설립 등을 전략으로 하여 신·재생에너지 집적단지 조성, 투자유치 및 수요 창출을 통한 에너지기업 육성, 인력양성 및 연구개발 인프라 구축, 권역별 에너지 테마파크 조성 등 주요 사업을 기획하였다.

2) 새만금 신·재생에너지 클러스터 조성사업

새만금 신·재생에너지 클러스터 조성사업은 신·재생에너지(태양광, 풍력) 시설의 유지보수를 담당할 특화단지를 조성하여 새만금을 신·재생에너지 유지보수 산업의 허브로 구축하고자 기획되었다. 2018년부터 2030년까지 지속가능한 신·재생에너지 클러스터 조성, 신·재생에너지 융·복합 신산업 선도 거점 육성, 지역 산업구조 고도화 및 지역경제 활성화 달성을 목표로, 신·재생에너지 3.0기가와트(GW) 발전단지 및 신·재생에너지 유지보수 특화단지 조성, 신·재생발전소 실증평가센터 설립, 신·재생·융합 기술 R&D 단지 구축, 신·재생에너지 융·복합 제조기업 유치 등을 주요 사업으로 포함하고 있다.

〈표 II-16〉 국내사례(1, 2) - 동해안 에너지/새만금 신·재생에너지 클러스터 조성사업

구분	동해안 에너지 클러스터 조성사업	새만금 신·재생에너지 클러스터 조성사업
지역	동해안 일대	전북 새만금 일대
중점분야	신·재생에너지	신·재생에너지
참여기관	경상북도 및 기초지방 자치단체, 기업체 간의 협력사업	새만금위원회로 구성되어 운영되며, 기관 간 협력체제로 운영
추진전략	■ 신·재생에너지 집적단지 조성 · 연료전지·풍력·태양광 등 신·재생에너지 특화단지 조성 · 생산·연구·체험이 함께하는 신·재생에너지 집적단지 조성 ■ 투자유치 및 수요 창출을 통한 에너지기업 육성 · 신·재생에너지기업 투자 유치 기반조성 · 국내외 에너지 관련 기업 집중 유치 · 신·재생에너지 수요창출 ■ 인력양성 및 연구개발 인프라 구축 · 신·재생에너지 인력양성 · 신·재생에너지 종합지원센터 설치 · 연구(R&D)기관 유치·설립 추진 ■ 대형 융·복합형 에너지 프로젝트 추진 · 사이언스빌리지를 에너지 Zero도시로 건설 · 동해안 SUN-Hill(Hydrogen)프로젝트 구상 · 에너지 절약형 산업공단 조성	■ 신·재생에너지 신시장 창출 · 신·재생에너지 3.0GW발전단지 조성 · 신·재생에너지 유지보수 특화 단지 조성 · 신·재생에너지 발전소 실증 평가 센터 건립 ■ R&D 집적화로 산업 경쟁력 강화 · 신·재생-융합 기술 R&D 단지 구축 · 해상풍력연구센터 설립 ■ 에너지 융·복합 신사업 육성 · 신·재생에너지 융·복합 제조기업 등 유치 · AICBM 기업지원 기반 인프라 구축 · 우수인력 공급 인프라 구축 ■ 지역경제 선순환 구조 형성 · 지역상생기금 조성 · 국민투자형펀드 조성 · 지역기업 발전사업 참여 · 신·재생에너지 관광센터 조성

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

3) 수소액화플랜트(울산, 창원, 인천, 평택)

수소액화플랜트는 액화수소 저장·운송산업 육성 및 관련 기술 검증을 위해 요구되는 원료인 액화수소를 생산하는 시설로 국내에서는 대부분 민간을 중심으로 하여 ‘해외-국내기업 협력형’으로 추진되고 있다. 이는 액화수소 기술을 린데(독일), 에어리퀴드(프랑스), 에어프로텍츠(미국), 가와사키중공업(일본) 등이 선도하고 있으며 국내에서는 아직 상용화기술을 확보하지 못한 상황으로, 액화수소 산업의 성장 가능성과 유망성, 액화수소의 필요성 및 시급성을 고려한 방법이라고 할 수 있다.

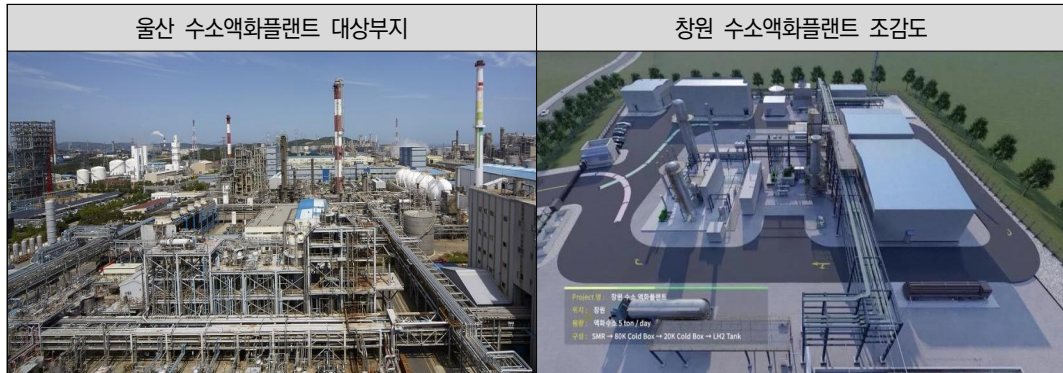
〈표 II-17〉 국내사례(3) - 국내 수소액화플랜트 구축 사례

지자체	사업 주체		참여 기업/ 액화기술	준공 일정	생산량	대상부지	액화 프로세스	냉열활용 여부
인천	단독형	SK E&S	■ 에어리퀴드	2023년	연 3만톤 (80톤/일)	SK인천 석유화학단지	부생수소(Grey) → 액화	×
울산	협력형	효성중공업	■ 린데코리아	2025년	연 1만3천톤 (35톤/일)	울산 용연공장	부생수소(Grey) → 액화	×
평택	협력형	한국지역 난방공사	■ 한국가스공사 ■ 한국가스기술공사 ■ GS칼텍스 ■ SPG ■ 외국 선도기업 참여는 아직 협상 진행 중	2024년	연 1만톤 (30톤/일)	평택LNG 인수기지	추출수소(Grey) → 액화	○
창원	협력형	두산중공업	■ 창원산업진흥원 ■ 에어리퀴드	2024년	연 0.2만톤 (5톤/일)	창원 국가산업단지	추출수소(Grey) → 액화	×

주: 언론에 보도된 울산 수소액화플랜트 구축비용은 1,500억원이나, 주무부처는 구축주체인 린데코리아에서 구축비용을 약 1,870억원으로 확인하였다고 제시함

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

[그림 II-13] 울산/창원 수소액화플랜트



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

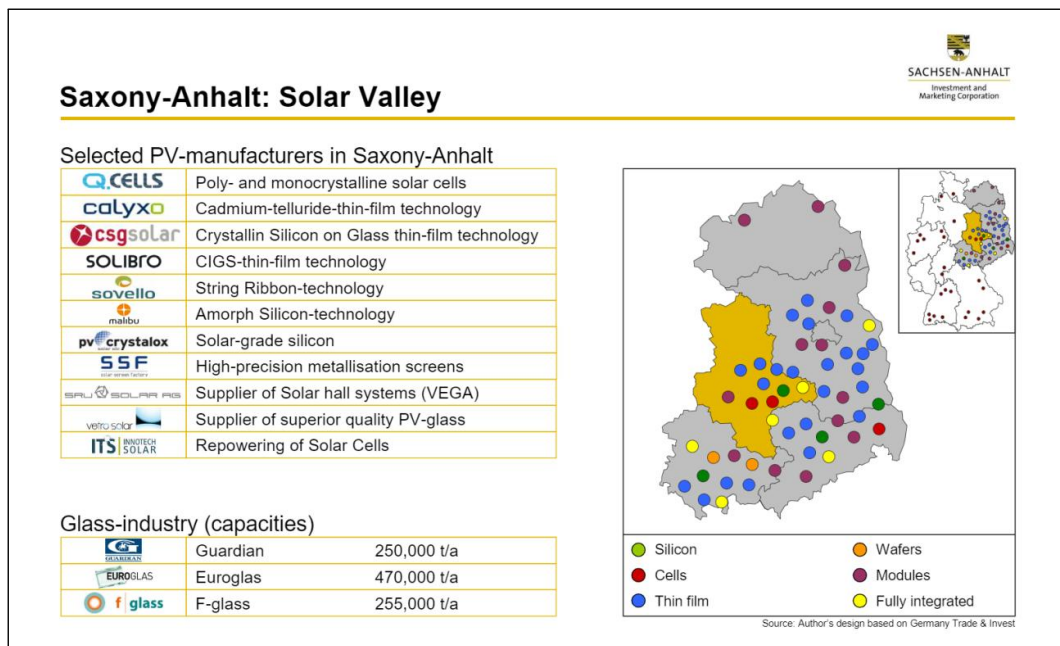
다. 해외 사례

1) Solar Valley(독일)

독일 Solar Valley는 유럽 최대의 태양광 산업단지로서 기업, 연구단지, 대학 등 네트워크와 독일 정부의 전략적 지원을 바탕으로 한 성공적인 클러스터 구축 사례라고 할 수 있

다. 그 배경에는 2021년 원자력발전소 폐쇄 정책과 구 동독 3개주 지역발전 재건을 명목으로 원자력발전소 폐쇄 대비 및 지역사회 개발 목적이 있었으며, 작센, 작센안할트, 튀링겐 등 3개 주가 연합하게 되었다. 원가 경쟁력 측면에서 실리콘, 잉곳, 웨이퍼, 셀-모듈로 이어지는 일관생산체계 전체의 경쟁력이 요구되는 태양광 산업의 특성을 감안한 일관산업 생산체계 구축을 목표로 기획되었으며, 전 세계 폴리실리콘 생산규모 2, 3위 업체인 바커케미컬(Wacker-Chemical), Hemlock 등이 입주하는 등 주요 대기업, 연구소, 대학교가 연계하여 협력체계를 구축하며 태양광 발전량 및 매출 기준 세계 1위 클러스터로 성장하였다.

[그림 II-14] 해외사례(1) - Solar Valley(독일)



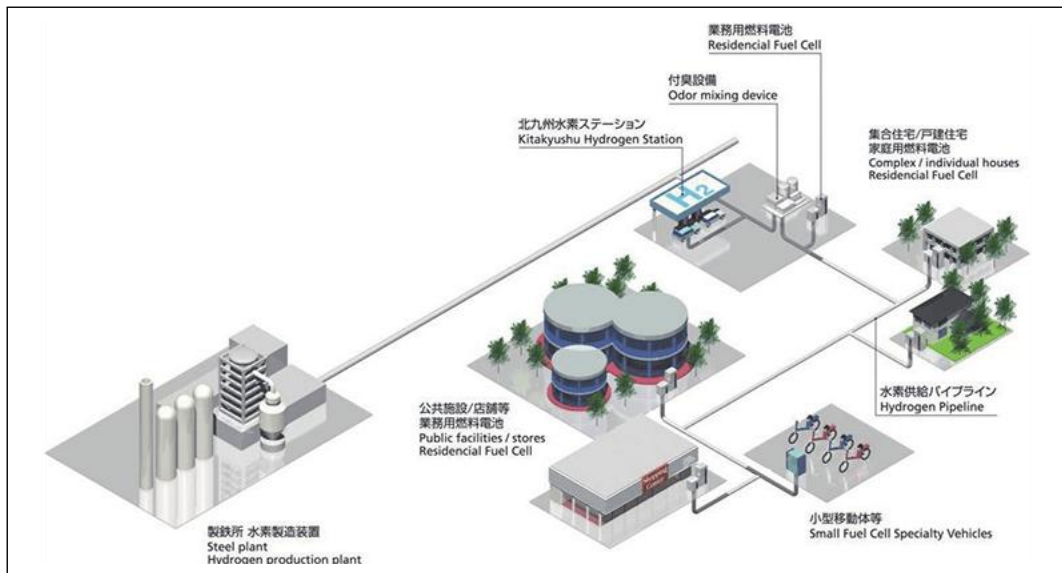
자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료 재인용

2) 기타큐슈 수소타운 프로젝트(일본)

일본 기타큐슈 수소타운 프로젝트는 기타큐슈시 시가지를 통과하는 파이프라인을 통해 수소를 공급하며, 일반가정, 상업시설, 공공시설 등 세계 최초 지역사회 규모의 순수 수소 연료전지 운전 실증사업이라고 할 수 있다. 이는 Hy-Life(후쿠오카 수소에너지 전략회의)

와 기타큐슈시가 협력하여 추진한 경제산업성 ‘수소이용사회 시스템 구축실증사업’의 일환으로, 지역 성장을 지원하고 환경·에너지 문제를 해결하는 거점으로 역할하고자 기획되었다. 이를 위해 큐슈대학을 중심으로 수소 제조, 수송·저장, 이용 등 다양한 연구개발과 수소에너지 사회를 구현하는 실증시험, 인재 육성, 수소에너지 제품 시험연구센터(HyTReC)를 중심으로 한 신산업 육성·집적 등을 추진하고 있으며, 주요 사업으로는 1킬로와트(kW)급, 100킬로와트(kW)급 등 순수소형 연료전지 운전 실증시험, 가정용 순수소형 연료전지, 태양광발전, 축전지 연대 실증시험, 수소 파이프라인 통한 수소 안정·안전 공급 운용 검증 등이 있다.

[그림 II-15] 해외사례(2) - 기타큐슈 수소타운 프로젝트(일본)



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료 재인용

3) Hydrogen Energy Test and Research Center(일본)

상기한 일본의 HyTReC(Hydrogen Energy Test and Research Center)는 수소에너지 신산업의 육성 및 집적을 도모할 중핵 거점으로서, 수소 관련 제품의 개발을 지원하는 일본 최초의 시설이다. 동 센터는 1,000기압급 고압수소를 취급하는 고압수소 시험실, 초고압의 수압을 사용한 파열, 내구시험실, 진동시험실 등 12개의 독립된 시험실 외에 시험실 기구를 가공할 공작실과 시험실의 제품 상태를 평가하는 분석실 등 관련 설비를 충분히

갖추고 있다. 이를 통해 HyTReC은 시제품 시험(내구, 성능, 진단, Leak, 압력반복, 가스 투과, 재료), 제품 시험 절차 개발(신규 제품의 시험평가 기준 개발), 수소제품 연구개발 시험 지원(부품, 밸브 및 피팅류 등), 세미나 및 홍보, 국제 표준 대응 등을 수행하고 있다.

[그림 II-16] 해외사례(3) - Hydrogen Energy Test and Research Center(일본)



자료: 『월간수소경제』, 「수소산업 부품 역량 UP '성능평가센터' 구축」, 2018. 2. 2., <https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=6482>, 검색일자: 2022. 5. 2.

〈표 II-18〉 해외사례(3) - HyTReC 구축 설비·장비 주요 내용

구분	실험 설비 및 장비
고압수소가스 시험 설비	○ 유틸리티: 공용 공작실, 고압수소가스 컴프레서 ○ 고압수소가스 시험설비: 용기, 밸브, 센서류 등 ○ 수압시험설비: 300L급 용기 대응, 파괴 및 압력 사이클 실험 ○ 다목적시험설비: 온도 및 압력 등의 환경 실험 ○ 진동시험설비: 200Kg 실험체에 대한 진동시험장비 및 환경·진동시험장비 ○ 분석실: SEM, 디지털마이크로스코프, 하이스피드카메라, 수소정량분석장치, 이온크래마토그래피, 고속액체크로마토그래피, 가스크래마토그래피, 공초점레이저현미경
대형수소용기 시험 설비	○ 유틸리티: 회수 컴프레서, 중간축압기, 이동식승압장치, 가스분석실, 초고압수소가스 컴프레서 유닛 ○ 고압수소 시험설비: 가스사이클실험, 가스투과실험, 기밀실험, 급속충전실험 ○ 환경온도압력사이클시험설비: 액압사이클실험, 고온클리프실험 ○ 상온압력사이클시험설비: 액압사이클실험 ○ 파괴시험설비: 이동식 및 고정식 수압실험, 파괴실험 ○ 팽창량측정설비: 팽창량측정실험, 항온환경실험장비

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

3. 관련계획 검토

가. 관련 계획

1) 상위계획

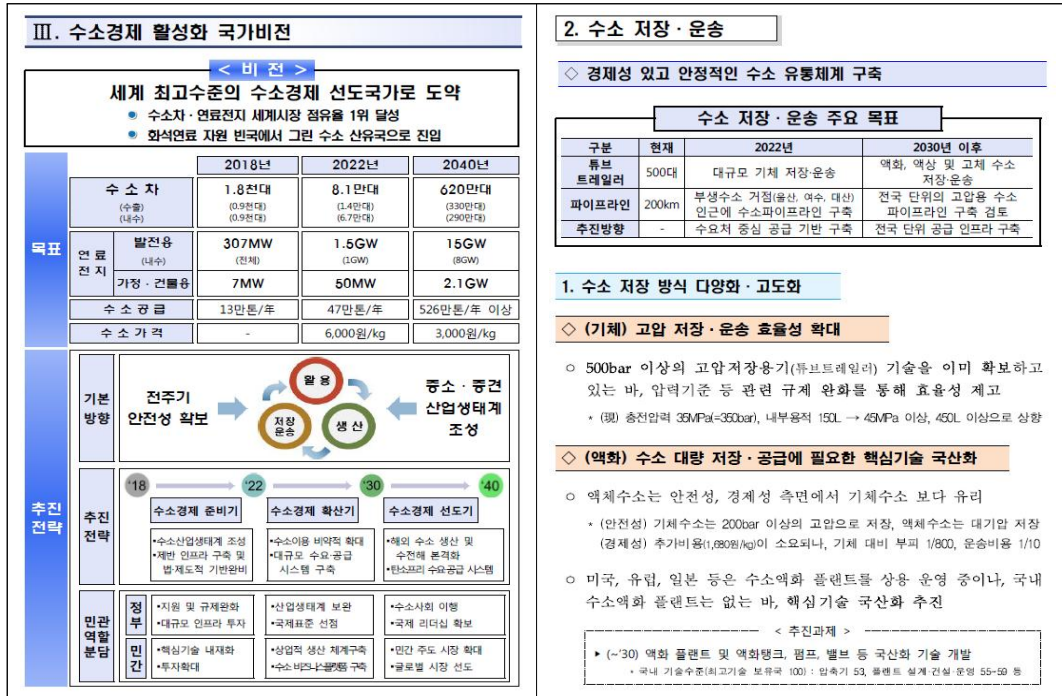
가) 수소경제 활성화 로드맵

2019년 1월, 에너지전환 정책의 후속 정책으로 정부는 「수소경제 활성화 로드맵」을 발표하며 수소경제로의 이행을 천명하였다. 그 이전에도 수소경제는 「수소경제 마스터플랜」(산업자원부,³⁵⁾ 2005)에서 ‘탄소에 기반한 하부 경제구조(에너지기반)가 수소중심으로 전환된 미래 경제사회’로 제시된 바 있다. 2018년에는 「전기·수소차 보급 확산을 위한 정책 방향」(관계부처 합동, 2018)이 발표되었으며 「혁신성장 전략투자 방향」(관계부처 합동, 2018)의 3대 전략 투자분야 중 하나로 ‘수소경제’가 선정되기도 하였다. 이후 2019년 발표된 동 로드맵은 ‘수소경제’를 수소가 중요한 에너지원으로 사용되고 경제성장과 친환경 에너지의 원천이 되는 경제로서 설명하며, 이를 혁신성장의 새로운 성장동력이자 친환경 에너지의 원동력으로 인식하고 2040년까지 수소경제 활성화를 위한 큰 정책 방향성 및 추진전략을 담고 있다. 그 비전으로 ‘세계 최고 수준의 수소경제 선도국가로 도약’을 제시하고 있으며 수소차, 연료전지, 수소 공급 및 가격에 대한 목표와 이를 위한 수소 활용, 생산, 저장·운송, 안전, 산업생태계 분야에 대한 추진방안을 포함하고 있다(그림 II-17) 참고).

이중 본 사업과 관련하여 두 가지 추진방안(② 안정적·보편적 공급 시스템 확충 ③ 수소경제 산업생태계 조성)을 살펴보면, 수소 저장·운송 분야에 대해서 경제성 있고 안정적인 수소 유통체계 구축을 위하여 수소 저장 방식을 다양화, 고도화하고 수소 운송 방식을 효율화하고자 함을 밝히고 있다. 구체적으로는 고압 저장·운송의 효율성 확대, 수소 대량 저장·공급에 필요한 수소액화 핵심기술의 국산화, 액상 및 고체수소 기술개발 지원 확대와 함께 고압 기체운송으로부터 액상·액화 운반으로의 확대 및 주요 수요처 중심으로의 전국적인 수소파이프라인 확대를 포함하고 있다.

35) 산업자원부는 2008년 지식경제부, 2013년 산업통상자원부로 개편됨

[그림 II-17] 수소경제 활성화 로드맵



자료: 관계부처 합동, 「수소경제 활성화 로드맵」, 2019

또한 수소경제 활성화 이행기반 구축을 위한 세부 추진방안으로서 ‘수소산업 클러스터 조성(2021년~)’을 명시하고 있으며, 수소 생산, 저장·운송, 활용 등 전 밸류체인 관련 기관, 기업, 연구소가 집적된 클러스터 조성을 목적으로 수소 전반의 기술 개발 및 대규모 실증 테스트베드 기능을 수행할 것을 제시하고 있다.

나) 수소경제 표준화 전략 로드맵

앞서 「수소경제 활성화 로드맵」은 수소경제 활성화의 주요 추진방안으로서 수소 활용체계의 구축과 안정적·보편적 공급 시스템 확충, 수소경제 산업생태계 조성 및 안전성 확보를 제시한 바 있다.

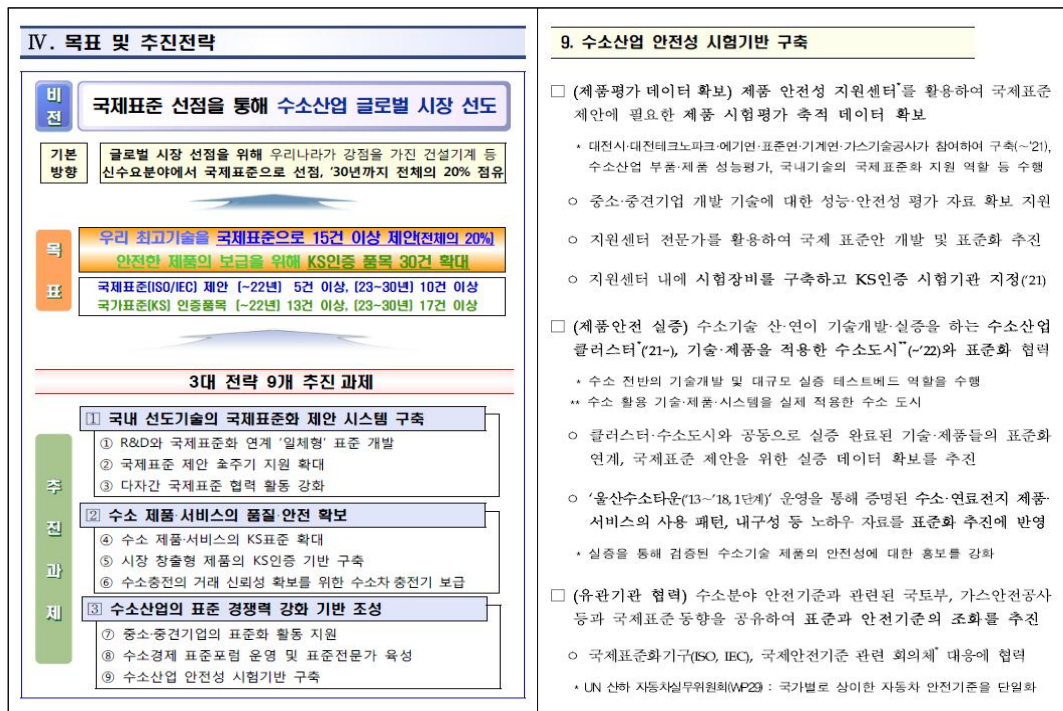
이와 관련하여, 표준화는 국내 성능·품질 기술을 국제표준에 반영함으로써 글로벌 시장 선점을 유리하게 하고, 수소산업 전주기에 걸쳐 안전하고 신뢰성 있는 제품 및 서비스를 시장에 제공하는 필수 도구라고 할 수 있다. 「수소경제 표준화 전략 로드맵」에 따르면, 1990년 이후 수소 활용(모빌리티·에너지), 수소공급·계량 분야에 국제표준 37종이 개발(17종

진행 중)되었으며, 국가표준(KS)은 고정형 연료전지와 수소 공급 분야를 중심으로 국제표준을 부합화하여 19종이 제정되었다.

동 로드맵은 모빌리티 분야, 즉 수소차를 포함한 충전소 등 활용 분야의 국제표준 제안 실적이 부재한 점, 에너지 분야에서의 국제표준화 참여가 미흡한 점, 재생전력 연계 수전해(P2G), 액체 저장·운송 등 생산·공급 방식에 대한 표준화가 미흡한 점을 적시하며 국내 기술을 국제표준으로 15건 이상 제안하고 KS인증 품목을 30건 이상으로 확대하는 목표를 밝혔다(그림 II-18] 참고).

추진과제 ⑨ 수소산업 안전성 시험기반 구축은 제품 안전성 지원센터(~2021년)를 활용하여 제품 시험평가 데이터를 확보하고 수소산업 클러스터(2021년~) 및 수소도시(~2022년)와 표준화 협력을 이루며, 유관기관 간 협력을 통해 표준과 안전기준의 조화를 추진하는 내용을 담고 있다. 여기서 수소산업 클러스터는 수소 전반의 기술개발 및 대규모 실증 테스트베드 역할을 수행하는 것으로, 수소도시는 수소 활용 기술·제품·시스템을 실제 적용한 도시로서 설명되었다.

[그림 II-18] 수소경제 표준화 전략 로드맵



자료: 관계부처 합동, 「수소경제 표준화 전략 로드맵」, 2019

다) 수소 인프라 및 충전소 구축 방안

앞서 「수소경제 활성화 로드맵」은 2022년까지 수소차 6만 7,000대, 수소 충전소 310기를 보급한다는 목표를 제시하고 2040년까지 수소차 290만대, 수소 충전소 1,200기 이상 확충한다는 계획을 밝힌 바 있다.

그 후속조치로 수립·발표된 「수소경제 활성화를 위한 수소 인프라 및 충전소 구축 방안」은 수소 생산·공급의 경제성을 확보하고 수소 충전소 구축·이용의 편의성을 제고하며 수소의 안전성을 강화함을 핵심 고려사항으로 적시하면서 ‘경제성·편의성·안전성에 기반한 수소 공급 및 충전 인프라’를 비전으로 제시하였다. 구체적으로는 2022년 수소차 6만 7,000대(승용차 6만 5,000대, 버스 2,000대), 수소 충전소 310기(주요 도시 일반 및 버스전용 250기, 고속도로·환승센터 등 교통거점 60기)를 목표로, 연간 약 3만톤의 수소 수요를 예상하고 향후 지역별 특화된 방식의 수소 생산 및 저장·운송 방식과 수소유통센터 설치·운영을 통한 적정 공급 가격 관리 등을 포함하고 있다.

본 사업과 관련하여서는, 경제성 확보 방안 중 하나로 수소 충전소 핵심 부품 국산화 및 액화수소 충전소 구축을 제시하며 중장기적으로 액화수소의 비중을 확대하고자 함을 나타내고 있다. 또한 본 사업 대상 지역인 강원도와 관련하여 중부권 세부 수소 공급 방안으로써 대산 석유화학단지(충청) 부생수소, 삼척 LNG인수기지(강원) 추출수소 등을 통해 초기 수요에 대응하고자 하는 내용을 포함하고 있다.

라) 수소 기술개발 로드맵(안)

2019년 10월 발표된 「수소 기술개발 로드맵(안)」은 중점 추진전략으로 ① 수소 전주기 목표 달성을 위한 핵심기술 개발 ② 수소산업 핵심 소재 부품 기술자립도 제고 ③ 미래시장 개척 및 글로벌 시장 선도를 위한 기술 개발을 제시하였으며 생산, 저장·운송, 활용(수송수단, 발전·산업), 안전·환경·인프라 각 부문별 추진전략을 함께 밝히고 있다.

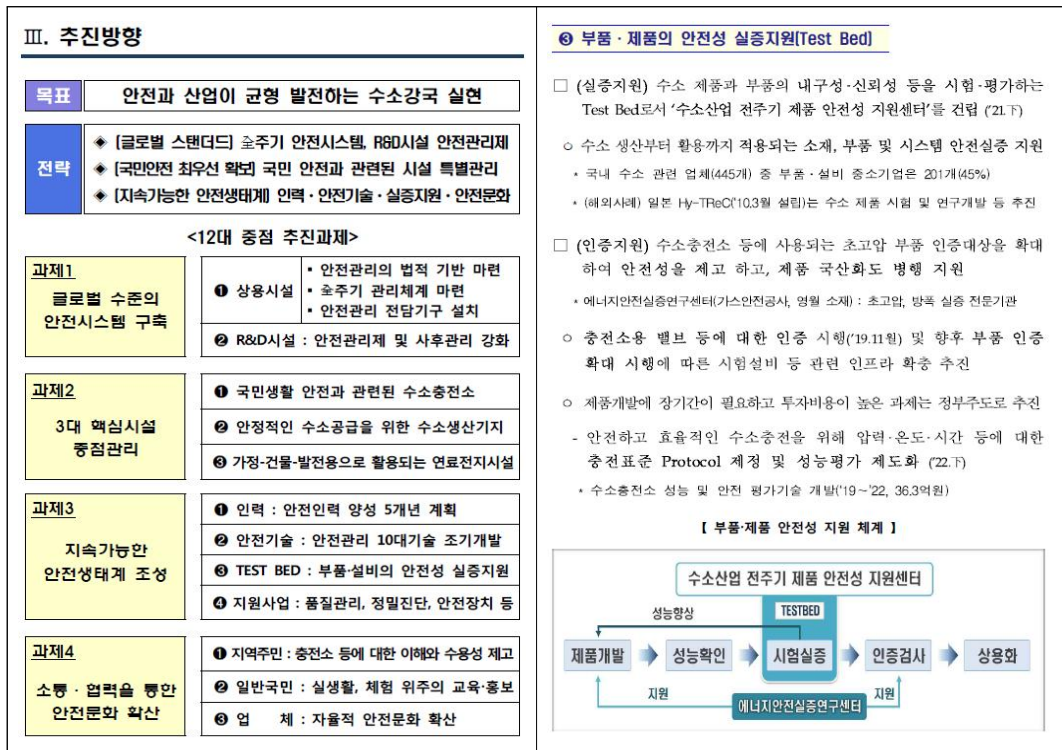
본 사업과 연관성이 있는 수소 저장·운송 분야는 활용수단 및 수소가격에서 높은 비중을 차지하고 있어 효율적이고 경제적인 저장·운송을 위하여 기술개발의 필요성이 있다. 동 로드맵은 관련 핵심기술 개발 전략으로 물리적 수소 저장 관련 고압수소 저장시스템 가격저감 기술 개발, 수소액화플랜트 및 저장 기술 개발, 액상수소화물 저장 및 추출 기술 개발, 육상 운송비용 저감 기술 개발, 해외생산 수소 이송용 선박 기술 개발 등을 명시하였으며, 이들 기술은 대규모 인프라 구축을 수반하므로 2025년 이후 기술개발 현황 및 보급 실적,

경제성·환경성 분석 등을 통해 국가 수소공급 전략 수립 및 기술 개발 재정비가 필요함을 적시하고 있다.

마) 수소 안전관리 종합대책

「수소경제 활성화 로드맵」 발표 이후, 수소생산기지, 충전소 등 관련시설 구축이 속도감 있게 진행됨에 따라 그에 대응하는 안전관리 법·제도 마련이 시급한 정책과제로 대두되었다. 이에 그해 12월 발표된 「수소 안전관리 종합대책」은 수소 관련 안전기준 정비 필요성과 전문인력, 안전기술 등 안전관리 역량의 미흡, 주민 수용성 문제 등 수소 안전관리 현황 및 문제점을 적시하고 안전과 산업이 균형 발전하는 수소강국 실현을 위한 12대 중점 추진과제를 제시하였다(그림 II-19) 참고).

[그림 II-19] 수소 안전관리 종합대책



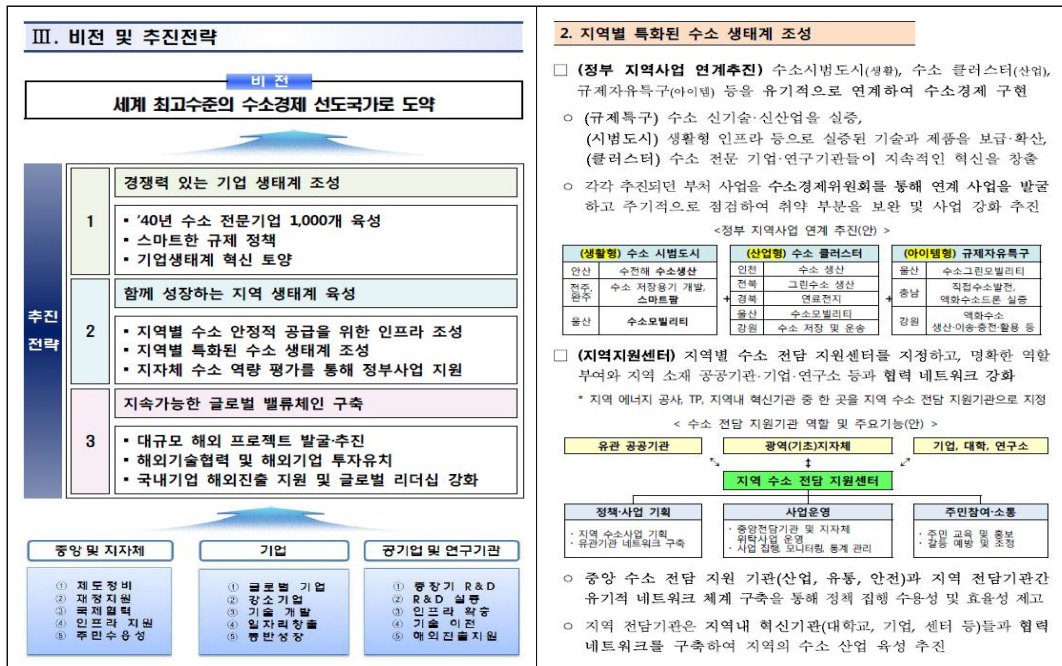
자료: 산업통상자원부, 「수소 안전관리 종합대책」, 2019

본 사업과 관련하여 추진과제 ③ 지속가능한 안전생태계 조성은 안전관리 전문인력 양성, 안전관리 핵심기술 개발 추진, 부품·제품의 안전성 실증지원(Test Bed), 수소안전관리 지원 프로그램 추진 검토 등을 담고 있다. 부품·제품 안전성 지원 체계 상 본 사업의 연계 사업으로 제시된 수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터 및 에너지안전실증연구센터의 역할을 제시하고 있으며 향후 부품 인증 확대 시행에 따른 시험설비 등 관련 인프라 확충을 추진할 것을 명시하고 있다.

바) 수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안

「수소경제 활성화 로드맵」의 실천전략으로서 「수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안」은 수소 생산, 운송, 활용 등 분야별 글로벌 선도기업 육성과 다양한 기업들의 수소경제 참여를 위한 관련 정책 마련, 지역별 안정적인 수소 공급 계획 및 수소 클러스터(수소 기업·연구기관이 혁신 창출), 규제특구(수소 신기술, 신사업 실증), 수소도시(생활형 수소인프라 보급) 등을 통한 지역 생태계 조성, 구체적인 해외 프로젝트 추진 등의 내용을 담고 있다(그림 II-20) 참고).

[그림 II-20] 수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안



자료: 관계부처 합동, 「수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안」, 2020

본 사업과 관련하여 동 로드맵의 추진전략 중 ① 경쟁력 있는 기업 생태계 조성은 2040년까지 수소전문기업 1,000개 육성, 창업·업종 다각화로 진입 확대 및 인력·금융 지원강화 등의 내용을 포함하고 있다. 또한 추진전략 ② 함께 성장하는 지역 생태계 육성은 지역 생태계 조성을 위한 수소 클러스터로 인천(수소 생산), 전북(그린수소 생산), 경북(연료전지), 울산(수소 모빌리티)과 함께 본 사업인 강원(수소 저장 및 운송)을 직접 명시하고 있다. 중장기 지역별 수소생태계 구축 비전으로서는 호남·강원권을 ‘그린수소 생산형’으로 제시하면서 수소생산 특화사업 추진(액화수소 - 삼척), 지역특화사업 연계 강화(저장·운송 클러스터 (삼척)) 등 본 사업을 직접 밝히고 있다.

사) 2050 탄소중립 추진전략 / 제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획

탄소중립의 첫걸음, 「한국판 그린 뉴딜 종합대책」이 발표된 이후, 탄소중립이라는 대전환 시대에 능동적으로 대응하고자 2020년 12월 「2050 탄소중립 추진전략」이 마련 및 발표되었다. 동 전략은 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성을 목표로 ‘경제구조 저탄소화’, ‘신 유망 저탄소 산업생태계 조성’, ‘탄소중립사회로의 공정전환’을 3대 정책방향으로 제시하고 ‘탄소중립 제도적 기반 강화’와 함께 3+1의 전략을 추진한다. 상기 목표 및 정책방향 아래 설정된 10대 과제 중 ① 에너지 전환 가속화는 재생에너지, 수소, 에너지 IT 등 3대 에너지신산업 육성을 포함하며 수소경제 조기 활성화를 추진할 것을 밝힌 바 있다.

마찬가지로 2020년 12월 발표된 「제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획」은 기존 신·재생에너지 기본계획에서 고려가 부족했던 전력계통, 재생에너지 수요, 신에너지(수소) 등 내용을 대폭 보완하여 2050년 탄소중립으로 나아가기 위한 신·재생에너지 분야의 도전과제와 대응방향을 선제적으로 제시하고 있다.

신·재생에너지 보급·시장·수요·산업·인프라 5대 혁신 중 ④ 산업혁신은 수소 전문기업 및 에너지혁신기업 육성 등 혁신역량 강화를 제시하며 수소 소부장(소재·부품·장비) R&D, 혁신조달 및 투자확대를 통한 수소전문기업 1,000개, 매출액 1,000억원 이상 에너지 혁신기업 100개 육성 등의 내용을 포함하고 있다.

아) 제3차 수소경제위원회

수소경제위원회는 국무총리를 위원장으로 하여 8개 관계부처 장관과 산업계·학계, 시민단체 등 분야별 최고 민간 전문가로 구성된 대한민국 수소경제 컨트롤타워로서 2020년 7월

출범하였다. 제3차 수소경제위원회는 2021년 3월 개최되었으며 수소경제 민간투자 계획 및 정부 지원방안, 2021년 수소경제 전담기관 사업계획, 서울 수소체험박물관 건립계획, 총 3개의 안건이 논의되었다.

동 위원회에는 본 사업과 관련하여, 인천(바이오·부생수소), 전북(그린수소), 울산(모빌리티), 경북(연료전지)과 함께 본 사업인 강원(저장·운송)을 포함하여 분야별 특화된 수소산업 집적화 단지 조성을 위한 예비타당성조사를 신청하는 등 지역과 함께하는 자생력 있는 수소생태계 구축 방안을 모색할 계획임을 밝혔다.

자) 수소경제 성과 및 수소 선도국가 비전

2021년 정부는 「수소경제 성과 및 수소 선도국가 비전」을 발표하며 ‘수소, 대한민국이 주도하는 첫 번째 에너지’가 될 수 있도록 ① 국내외 청정수소 생산주도 ② 빈틈없는 인프라 구축 ③ 모든 일상에서 수소 활용 ④ 생태계 기반 강화 등 속도감 있는 수소경제 생태계 구축을 강조했다. 여기서는 ‘R&D 대폭 지원’, ‘지역생태계 구축’, ‘규제완화 33건 해소’ 등을 들어 정부의 과감한 선제적 대응으로 기술개발·인프라 구축이 본격화되었음을 설명하고 있다.

본 사업과 관련해서는 삼척의 규제특구와 함께 강원의 ‘클러스터’를 직접 명시하고 있으며, 정부의 지원의지에 맞춰 민간 기업에서 청정수소 생산, 액화수소 생산·유통, 수소연료전지 및 수소 모빌리티 보급 확대에 2030년까지 약 43조+ α 조원 규모의 투자계획이 발표되었음을 밝히고 저장·운송 분야 수소경제 비전(2030~2050년)을 제시하고 있다.

차) 제1차 수소경제 이행 기본계획

「제1차 수소경제 이행 기본계획」은 「수소경제 육성 및 수소안전관리에 관한 법률」 제5조(기본계획의 수립)에 따라 수소경제 이행을 효과적으로 추진하기 위한 기본계획으로 수소 수급계획과 수소경제 이행을 위한 제도 운영 및 재원조달, 관련 기반 조성 방안을 포괄한다. 수소 생산, 저장·운송, 활용, 기반조성 각 부문별 현황 및 한계를 진단하고 ‘수소경제 전주기 생태계 구축으로 청정수소경제 선도’를 비전 및 목표로 4대 전략, 15대 과제를 제시하고 있다([그림 II-21] 참고).

4대 전략 중 ④ 생태계 기반 강화는 5개 지역별 특성에 맞춰 수소 생태계 조성을 추진할 것을 제시하며, ‘강원 - 수소 저장·운송 인프라 클러스터’를 직접 명시하고 수소액화플랜트 구축(30톤/일), 산업진흥센터, 안전성시험센터 등 본 사업 내용을 자세히 기술하고 있다.

[그림 II-21] 제1차 수소경제 이행 기본계획



자료: 관계부처 합동, 「제1차 수소경제 이행 기본계획」, 2021

2) 지역 계획

가) 강원비전 2040

2017년 10월 발간된 『강원비전 2040』은 2018년 평창 동계 올림픽 이후 미래 강원도의 발전 방안을 찾기 위하여 강원도와 강원연구원이 마련한 중장기 종합발전 계획으로, ‘자연과 사람의 미래, Login 강원’이라는 비전 아래 4WD 실현전략(Well-Come, Wonderful-Stay, Dream-Works, Dramatic-Nature)을 제시한다.

본 사업과 관련하여서는 실현전략 ③ Dream-Works 강원에서 4차 산업혁명에 대응한 지역별 특화 신산업 육성 관련 주요 프로젝트로 강원도형 수소산업 육성(삼척, 강릉)을 포함하고 있다. 이는 신·재생에너지와 산업자원(LNG 기지)을 연계한 수소 생산·활용 미래에너지산업을 육성하고자 하는 것으로 설명되고 있다.

또한 권역별 발전방향에서 동해안지역권(강릉, 동해, 속초, 삼척, 고성, 양양) 중 삼척은

LNG 생산기지를 중심으로 수소산업 육성과 함께 신기후 체제에 대응한 탄소자원화 클러스터를 조성하여 폐광산 채움재, 제지원료산업, CO2 빌리지 조성 및 다양한 제품 원료의 생산화를 추진하고자 밝히고 있다.

나) 강원도 지역혁신성장계획

2020년 2월 강원도(강원지역혁신협의회)의 「(강원)지역혁신성장계획」은 신규 혁신산업 육성계획으로 도내 혁신성장 선도를 위한 수소경제 및 에너지산업 육성을 제시하고 액화수소선박실증 혁신산업 등 수소산업과 관련한 도내 사업을 설명하고 있으며, 추진전략 '수소인프라 구축 및 생태계 집중 육성', '액화수소 산업 육성'은 LNG 개질 수소생산시설 구축, 상용급 액화수소플랜트 구축 등 내용을 포함하고 있다.

또한 본 사업인 수소 저장·운송 클러스터 구축을 위한 예비타당성조사 연구 사업에 선정되어 액화수소 산업 구축을 위한 기획조사를 수행할 계획임을 직접 밝히고 있으며, 이를 통해 국내 액화수소 산업 육성의 마중물 및 기반이 될 수 있다는 기대감을 표명하고 있다.

다) 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵

「강원도 액화수소산업 추진계획(로드맵)」은 국내외 에너지패러다임 전환에 대응함과 동시에 안전하고 경제적인 액화수소산업을 강원도 특화산업으로 집중 육성하기 위한 추진계획으로 2021년 발표되었다. 동 로드맵은 '액화수소 ►► 에너지 대전환 선도'를 비전으로 삼고 생활에서의 수소산업 생태계 조성, 산업에서의 미래형 그린수소 육성, SOC에서의 수소경제 확산을 위한 다수의 세부 추진과제를 제시하고 있다([그림 II-22] 참고).

본 사업과 관련하여서는 수소산업 관련 기업과 기관들이 상호 협력하여 기술혁신, 기술상업화 및 기업 육성 등 시너지 효과를 창출하는 액화수소 기반의 클러스터를 조성하는 '액화수소 융복합 저장·운송 클러스터 조성'을 직접 명시하고 있으며 상용급 액화수소 플랜트(30톤/일 이상) 구축사업 또한 상세히 설명하고 있다.

[그림 11-22] 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵



자료: 강원도, 「강원도 액화수소산업 추진계획(로드맵)」, 2021

4. 예비타당성조사의 주요 쟁점

가. 사업계획 적절성의 쟁점

1) 사업 범위의 적절성

액체수소 공급 플랫폼용 30톤/일 용량의 수소액화플랜트 구축을 위한 액체수소 저장탱크, 액체질소 액화기, 액체수소 액화기 및 기타 장비 등이 필요하다고 제시되었음에도 불구하고, 수소액화플랜트의 구체적인 구성도 및 구성 기기 사양 등은 명확히 제시되지 않아 사업 범위 및 기술성 분석 근거의 신뢰성에 대한 쟁점이 있을 수 있다.

수소액화플랜트 구축을 저장·운송 부문의 사업 범위로 구분하는 것이 타당한지와 관련하여서는 정부에서 발표한 1차 「수소 기술개발 로드맵(안)」(제9회 과학기술관계장관회의,

2019) 및 공청회를 거친 2차 「수소 기술개발 로드맵」(과학기술정보통신부·한국에너지기술연구원, 2022)의 저장·운송 부문의 핵심기술개발전략 및 핵심 마일스톤을 살펴볼 때, 저장·운송 부문으로 분류하는 것이 타당하다고 판단하였다.

2) 사업부지 관련 대지 규모의 적절성

본 사업부지의 건축계획 가능 규모 등 법적 제한사항에 대한 기준과 적법성에 대한 검토가 필요하다. 「동해시 도시계획 조례」는 일반공업지역과 준공업지역의 건폐율을 각각 70% 이하, 용적률은 각각 350%, 400% 이하로 명시하고 있어, <표 II-19>과 같이 제시된 건폐율 및 용적률 오류 확인이 필요하다. 「삼척시 도시계획 조례」는 일반공업지역과 자연녹지지역의 건폐율을 각각 70%, 20%, 용적률은 각각 350%, 100% 이하로 명시하고 있어, 마찬가지로 건폐율 및 용적률 오류에 대한 확인이 필요하다.

〈표 II-19〉 사업 규모 세부근거(사업계획안)

(단위: m²)

구분	부지면적	건물연면적	지번	대지법적 요건
수소 저장·운송 산업진흥센터	14,380.9	8,268	동해시 추암동 563-3(추정)	일반산업단지, 일반공업지역 건폐율 150%, 용적률 200% 이하
수소 저장·운송 안전성 시험센터		2,756	상동	상동
수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,669.6	3,720	상동	상동
수소액화플랜트	17,589	12,312	삼척시 호산 일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근	일반공업지역, 자연녹지지역 건폐율 150%, 용적률 200% 이하

주: 부지면적은 사업계획변경(2022. 6.) 후의 부지면적임
자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

수소 저장·운송 산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드 및 수소액화플랜트 건설을 위한 대지 크기(면적)의 적정성과 건축물 배치, 층수에 따른 적정토지 이용효율을 고려한 배치 계획을 유사사례와의 비교 등을 통하여 검토할 필요가 있다. 수소 저장·운송 산업진흥센터 및 안전성 시험센터의 경우 기능 및 토지 이용효율 등을 고려하고, 유사사례와의 비교를 통해 사업계획 상 층수 및 동별 배치(2개동) 계획의 적정성 여부를 검토해야 한다. 또한 적정 건폐율, 용적률, 건물의 적정 층수를 검토하고 배치계획 및 토지이용계획(주

차장, 조경 등을 포함한 외부 공간, 장래 증축 확장계획 등)을 고려하여 적정성 여부를 검토해야 한다.

제시된 산업진흥기반 시설의 용적률은 76.66%로 유사 연구시설의 용적률과의 비교 검토가 필요하며, 추가로 직원 수 1인당 대지면적 기준으로 검토할 필요가 있다.

실증 테스트베드와 달리, 액체수소 공급기반 시설은 기업집적단지(산업시설용지)의 계획 용적률(70%)과 동일하게 제시되었다.

〈표 II-20〉 부지활용 계획(사업계획안)

(단위: m², %)

시설명		부지면적	건물연면적	비고	용적률
산업진흥기반	수소 저장·운송 산업진흥센터	14,380.9	8,268	북평 제2일반산업단지 / 지원시설 용지 / 3층 건물	-
	수소 저장·운송 안전성시험센터		2,756	북평 제2일반산업단지 / 지원시설 용지 / 1층 건물	-
	소계(㉑)	14,380.9	11,024	-	76.66
기술검증기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,669.6	3,720	북평 제2일반산업단지 / 산업시설 용지 / 1층 건물	79.66
	소계(㉒)	4,669.6	3,720	-	79.66
액체수소 공급기반	수소액화플랜트	17,589	12,312	호산일반산업단지 / LNG 인수기지 인근	70
	소계(㉓)	17,589	12,312	-	70
기업집적단지(산업시설용지, ㉔)		305,552.2	-	북평 제2일반산업단지 / 산업시설 용지	70
합계(㉑+㉒+㉓+㉔)		342,192	27,056	-	

주: 부지면적은 사업계획변경(2022. 6.) 후의 부지면적임

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

3) 토지이용계획의 적절성

기획보고서에서는 기업집적단지(산업시설용지)의 부지조성 관련 비용을 총사업비에 포함하지 않고 경제성 분석 비용에 반영하고 있어 기업집적단지(산업시설용지)의 조성범위 및 조성여부에 따른 분석관점별 총사업비에 대한 검토가 필요하다.

사업계획서의 부지활용계획은 건축물이 포함된 산업진흥기반 및 기술검증기반 용지와 액체수소 공급기반 용지 외에 기업집적단지(산업시설용지)를 사업계획 부지로 포함하고 있

다. 시설용지는 「산업입지 및 개발에 관한 법률」, 「산업입지의 개발에 관한 통합 지침」, 「동해시 주차장 설치 및 관리 조례」, 「도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」 등 관련 법에 따른 기준 부합 여부를 확인하여 계획안의 적정성을 검토해야 한다.

4) 소요공간계획 및 규모의 적절성

규모 계획은 소요공간계획을 근거로 이루어져야 한다. 사업계획안은 산업진흥기반의 수소 저장·운송 산업진흥센터와 안전성 시험센터 면적 산출에 관하여 기존 유사 시설의 연면적 및 인원 등을 고려하여 적정 규모를 산정하였다고 밝혔으나, 구체적인 세부계획(실별 면적 및 실별 평면계획 등)에 대한 근거가 부재하였다.³⁶⁾ 따라서 참고한 유사사례의 성격 및 규모의 적절성과 함께 관련 세부 계획 등 구체적인 근거를 토대로 소요공간계획이 이루어질 수 있도록 규모의 적정성을 검토해야 한다.

기술검증기반 시설인 실증 테스트베드는 사업계획서에서 장비 배치를 고려하여 실별 면적 및 주요 시설면적을 산출하였으므로 그 적정성은 각 장비 규모 등의 검토를 통해 이루어질 수 있다. 장비의 사양, 비용뿐만 아니라 그 크기가 포함된 장비 제원을 근거로 장비 배치 및 실별 규모의 적정성 검토가 이루어져야 한다. 단 장비 배치와 관련 없는 장래시설 부지와 주차장 및 기타부지 면적에 대한 적정성은 그 산출 근거 등을 통한 검토가 필요하다. 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 경우, 실증 테스트베드와 유사하게 주요 설비 및 장비 제원 등의 검토가 수반되어야 한다.

액체수소 공급기반의 수소액화플랜트의 경우, 사업계획서에서는 린데코리아의 30TPD 수소액화플랜트를 기준으로 면적을 산정하고 있다. 특수 전문분야로 유사사례와의 비교 검토가 어려울 수 있으나 주요 설비 및 장비 제원 등의 확인을 통해 유사 경쟁사 사례를 확인할 필요가 있다.

또한 도입 시설 선정 및 필요면적 산정의 근거(계획면적의 소요공간 선정 근거, 실별 계획면적 산출근거, 조직구성 및 수용인원 산정 근거)에 대한 검토가 필요하다. 적정 연면적 산출 시 소요공간계획(필요실 여부, 실별 면적, 필요실 개수 등)을 위한 사전적 검토가 충분히 합리적으로 이루어졌는지에 대한 확인이 필요하며, 기준인력 및 적정 필요실 검토에

36) 기존 유사시설로서 신소재 클러스터산업 지원센터(강원), 산·학·연 클러스터 지원센터(세종), 이노비즈센터(광주), 융합 R&D 센터(대구), 산학융합원(여수), 친환경 자동차부품 클러스터(광주), 국가 물산업 클러스터(대구) 등의 평균 부지면적과 건물 연면적이 적용됨

따른 실별 단위면적계획, 실별 단위면적별 수용인원 및 장비배치계획 등을 고려한 면적 검토가 요구된다.

〈표 II-21〉 건축물 공간별 세부내역(사업계획안)

(단위: m²)

구분		세부시설명	면적	기준근거
수소 저장·운송 산업 진흥센터	3층	공공 연구소(3)	509	※ 산업진흥지원시설 면적산출 근거 - 기존 유사 지원시설의 연면적을 고려한 적정규모는 부지면적 평균치인 14,456m ² 로 추정 ※ 1층당 면적평균 2,756m ² ▶ 신소재 클러스터 산업지원센터(강원) ▶ 산·학·연 클러스터 지원센터(세종) ▶ 이노비즈센터(광주) ▶ 융합 R&D 센터(대구) ▶ 산학융합원(여수) ▶ 친환경 자동차 부품 클러스터(광주) ▶ 국가물산업 클러스터(대구)
		민간 연구소(4)	678	
		회의실(2)	339	
		편의시설(1)	170	
		연구기획실/연구지원실(2)	170	
		기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890	
		소계	2,756	
	2층	입주기업 연구소(7)	1,187	
		회의실(1)	170	
		세미나실(1)	170	
		편의시설(1)	170	
		실증지원실/시험·인증지원실(2)	170	
		기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890	
		소계	2,756	
	1층	기업지원실(1)	85	
		종합정보실(1)	254	
		전시·홍보실(4)	848	
		체험관(2)	339	
		운영총괄센터(1)	339	
		기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890	
		소계	2,756	
		합계	8,268	
수소 저장·운송 안전성 시험센터		성능측정실(2)	509	
		안전성시험실(2)	1,357	
		기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890	
		소계	2,756	

〈표 II-21〉의 계속

(단위: ㎡)

구분		세부시설명	면적(㎡)	기준근거
수소 저장·운송 실증 테스트베드	연 구 시 설	각종 테스트베드룸 (고체·기체, 액체, 액상, 압축기, 냉동기, 저장용기, 튜브 및 밸브, 기화기, 펌프 등)	1,237.2	※ 실증 테스트베드 면적산출 근거 - 수소 저장·운송 관련 기술검증을 위한 실 증 테스트베드는 기본적으로 수소충전소 모델을 적용 - 독립된 수소충전소 구축을 위해 요구되는 부지면적 991~1,322㎡를 기준으로 최댓 값인 1,322㎡의 약 3.5배에 해당하는 4,669.6㎡를 적용 - 이는 테스트베드 활용의 안전성을 최대로 확보하기 위함임
		기타면적	112.8	
		기타공간(안전성 확보 여유공간)	579	
		장래시설부지	634	
		주차장 및 기타	1,157	
		소계	3,720	
산·학 캠퍼스 (강원대 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층)		창업보육실(4)	107	
		프로젝트Lab(3)	146	
		인재개발실/산·학 협력실(1)	66	
		편의공간(1)	37	
		시제품 제작실 및 실험실	131	
		기타시설(화장실, 복도, 계단 등)	389	
		소계	875	
수소 액화플랜트		수소액화플랜트	12,312	※ 린데코리아의 견적(안) 참조
		소계	12,312	
총계			27,931	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

나. 기술적 검토 및 비용 추정의 쟁점

1) 건축 부문 기술성 및 비용 검토의 쟁점

가) 총사업비 검토

총사업비는 『공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구』(한국개발연구원, 2018), 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 수행을 위한 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015), 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021)를 기준으로 공사비, 시설부대경비, 보상비로 분류하여 비용 및 건축공사비 단가의 적정성 여부와 누락항목을 검토한다.

부지조성 공사비의 경우, 현장조사 및 질의를 통해 부지조성이 완료된 것으로 파악되어 부지조성 공사비와 관련해서는 건축공사비 검토만으로 충분하다고 사료된다. 기획보고서에

서는 기업집적단지(산업시설용지) 부지조성 공사비를 총사업비에 포함하지 않고 경제성 분석 비용에만 포함하였다. 수소 저장·운송분야 관련 기업의 입주를 위한 공간인 기업집적단지는 현재 부지조성이 완료된 북평 제2일반산업단지의 산업용지를 활용할 계획이므로 계획조성이 완료되어 클러스터 구축 관점에서 추가적인 비용이 발생하지 않기 때문에 총사업비 산출과정에서 제외되었다. 이를 기획보고서에서는 클러스터 운영 측면에서 경제성 분석 비용에 반영하고 입주기업체에 의한 공장 건축 등 상부건축물 비용을 ‘추가적인 경제적 비용’으로 반영하였으나, 해당 산업단지는 이미 본 사업과 무관하게 조성되어 경제성 분석을 위한 비용 및 편익 추정 시에도 제외되어야 한다고 판단된다.

공사비의 경우, 수소 저장·운송 산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드의 공사비 추정 시 참조한 사례를 정확히 확인하기 어려워³⁷⁾ 적정사례 및 적정 공사비 적용 등 적정성 여부에 대한 검토가 필요하다. 수소액화플랜트의 경우, 민간 기업(린데코리아)의 상세 견적 내용을 적용한 것으로 제시되어 단가의 적정성 검토 및 비교 견적(에어리퀴드 등)이 필요할 것으로 판단된다.

시설부대경비의 경우, 본 사업의 산업진흥기반, 기술검증기반, 액체수소 공급기반의 각 시설 건축공사를 위한 추가적인 조사비를 검토할 필요가 있다고 판단된다. 사업계획서에서는 부지 정리 및 도로 확정 등을 위해 북평 제2일반산업단지 조성 기본설계 및 실시설계 수립과정에서 조사 측량이 상세히 조사되었으므로 조사 측량비 및 부대비 등을 제외하고 설계비와 감리비만 산정하였다.

사업계획서에서 설계비는 각 기반 시설별로 관련 대가기준에 따라 공사비에 기준 요율(공사비의 4%)을 적용하였는데, 각 시설별 공사비 차이에도 불구하고 동일한 요율을 적용한 것은 시설별 일괄 설계를 기준으로 적용한 것으로 추정된다. 따라서 검토안의 경우도 일괄 설계 기준으로 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

사업계획서상 감리비도 각 시설별 전면책임감리를 적용하여 각 시설별 공사비 차이에도 불구하고 동일한 요율(공사비의 6%)을 적용하고 있어 일괄 감리 기준을 적용한 것으로 추정된다. 따라서 검토안의 경우도 일괄 감리 기준으로 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

장비비에 대해서는 사업계획서의 시설 및 장비 리스트를 검토하고 시설 및 장비 필요 유무와 비용에 대한 검토가 필요하다.

37) 기획보고서는 ‘공공건축물 유형별 공사비 분석’(조달청)과 ‘단지개발사업조성비 및 기반시설 설치비 추정자료’(한국토지주택공사, 2018), ‘산업입지 수급계획 수립지침 보완 및 산업단지 수급 적정화 방안 연구활용’(국토연구원, 2015)에 근거하여 공사비를 추정하였다고 제시함

나) 보상비 관련 검토

용지보상비의 총사업비 반영 여부 및 경제적 타당성 검토를 위한 비용 추정 방법에 대한 검토가 요구되며, 표준공시지가 및 보상배율 적용, 기존 분양가, 실거래가 등에 따른 추정 방법별 검토가 필요하다.

구체적으로는, 사업계획서에 제시된 북평 제2일반산업단지 평당 분양단가 조정(60만원/평)의 적정성을 확인할 필요가 있다. 분양단가 조정 내용 및 근거를 확인하고 기존 분양가와와의 차이를 고려하여 분석 관점에 따라 경제성 분석 시 용지보상비 차이에 대한 내용을 반영할 필요가 있다. 수소액화플랜트의 경우에는 기 확보부지로서 토지가격이 미확정이므로 공시지가 금액에 따라 분석관점별로 토지보상비를 검토해야 할 것으로 판단된다. 현장 조사 및 질의를 통해 현재 부지조성 공사가 완료된 상태임을 확인하여 지장물 보상비의 추가 반영 여부에 대한 검토는 필요하지 않을 것으로 판단된다.

다) 상부건축물 비용 추정

총사업비 및 경제성 분석 비용 산정을 위한 사업계획안의 용지별 용적률은 <표 II-22>과 같이 제시되었다.

〈표 II-22〉 용적률 계획안

(단위: m², %)

구분			사업계획안 면적		동해시/ 삼척시조례 용적률	용적률	지상층 연면적	
							사업계획안	검토안
지원 시설 용지	산업 진흥 기반	수소 저장·운송 산업 진흥센터	10,785.7	14,380.9	350	76.7	8,268	8,268
		수소 저장·운송 안전성 시험센터	3,595.2				2,756	2,756
	소계		14,380.9		-	-	11,024	11,024
산업 시설 용지	기술 검증 기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,669.6		350	79.7	3,720	1,350
		기업집적단지		305,552.2	350	70	-	면적제외
	소계		310,221.8		-	-	3,720	1,350
계			324,602.7		-	-	14,744	12,374
액체수소 공급기반		수소액화플랜트	17,589		350	70	12,312	12,312
합계			342,191.7		-	-	27,056	24,686

자료: 연구진 작성

기획보고서의 경우, 경제성 분석 비용 산정 시 산업시설용지의 기업집적단지 상부건축물 공사비를 추정하면서 법에서 규정하고 있는 용도지역의 특성을 고려하여 다음과 같이 건축물의 용도를 가정하였다. 그러나 본 조사에서는 본 사업과 무관하게 조성된 산업단지 내 기업집적단지를 검토에서 제외하였다.

〈표 II-23〉 기업집적단지 상부건축물의 용도

구분		계획용도지역	건축물의 용도
산업시설용지	기업집적단지	공업지역	공장

자료: 산업통상자원부·강원도, 「수소 저장 운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)」; 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「북평 제2 일반산업단지 조성사업 산업단지 조성 현황 및 분양 개요」를 바탕으로 재작성

라) 운영비 추정

사업계획서를 살펴보면 클러스터 운영 초기단계(2028~2030년) 전담지원 인력은 총 17명으로 연간 운영인건비는 13억 9,900만원, 경상운영비 5억 2,200만원 수준으로 제시되었다. 이는 운영총괄 센터 4명(강원도 에너지진흥원 인력 활용), 기술지원 본부 11명(강원도 에너지진흥원 인력 활용), 사업화지원 본부 2명(강원 테크노파크 인력 활용)으로 구성되며, 인력양성지원 본부 2명은 산·학 캠퍼스가 위치한 강원대 삼척캠퍼스 내부인력을 활용할 계획으로 운영비 산출에서 제외되었다.

또한, 클러스터 운영단계에 따른 소요인력은 초기운영 19명(2030년까지), 중기운영 25명(2037년까지), 장기운영 30명(2038년부터)으로 제시되었는데, 이러한 각 단계별 인원 규모 산출 근거에 대한 설명 및 자료를 확인할 필요가 있다. 즉 경제성 분석은 준공 후 30년을 포함하여 검토하므로 소요인력의 단계별 증가에 대한 내용을 검토할 필요가 있으며, 3028년 이후 초기, 중기, 장기 운영 단계별 소요인력 및 면적 증가 등 경상비 증가의 근거에 대한 검토가 요구된다.

〈표 II-24〉 연차별 운영비

(단위: 백만원)

구분		설계	구축				구축 및 시운전	운영
		2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년~	
운영 인건비	운영총괄 센터	-	68.12	204.36	306.54	340.6	340.6	
	기술지원 본부	-	181.12	543.35	815.02	905.58	905.58	
	사업화지원 본부	-	30.63	91.9	137.84	153.16	153.16	

〈표 II-24〉의 계속

(단위: 백만원)

구분		설계	구축				구축 및 시운전	운영
		2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년~	
경상 운영비	수소 저장·운송 산업진흥센터	-	58.57	175.72	263.59	292.87	292.87	
	수소 저장·운송 안전성 시험센터	-	19.52	58.57	87.86	97.62	97.62	
	수소 저장·운송 실증 테스트베드	-	26.35	79.06	118.59	131.77	131.77	
	합계	-	384.31	1,152.96	1,729.44	1,921.6	1,921.6	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

경상운영비 및 시설유지관리비의 산출 근거를 확인할 필요가 있다. 사업계획안의 경상운영비는 유사사례(울산 자동차부품연구소, 전북 자동차기술원)의 면적당 운영비를 적용하였는데, 이들 유사사례는 자동차 관련 연구소이므로 본 사업 유사사례로서의 적절성에 대한 검토가 필요하다. 또한 각 장비별 내구연한을 고려한 장비교체비를 적용함이 필요한지 추가적으로 검토할 필요가 있다.

2) 시설·장비 부문 기술성 및 비용 검토의 쟁점

가) 검토의 개요

장비 및 시설의 구축에 소요되는 비용에 대해서는 관련 법령 및 기준, 지침, 「엔지니어링사업대가의 기준」 등을 토대로 산출한다. 사업계획서의 장비 및 시설 리스트를 확인하고 시설·장비 필요 유무 및 비용과 장비 부대 비용 등 공사비와의 중복 여부에 대한 검토가 필요하다. 장비 및 시설비는 시설·장비의 구축을 위한 별도의 건축물 내에 설치되는 시설·장비와 수소액화플랜트와 같이 토목 및 설치공사비가 포함되는 경우로 구분하되 비용에 누락 또는 중복이 없도록 견적 또는 전문가 자문을 통하여 산출한다.

나) 시설·장비의 구성 및 구축 관련 검토

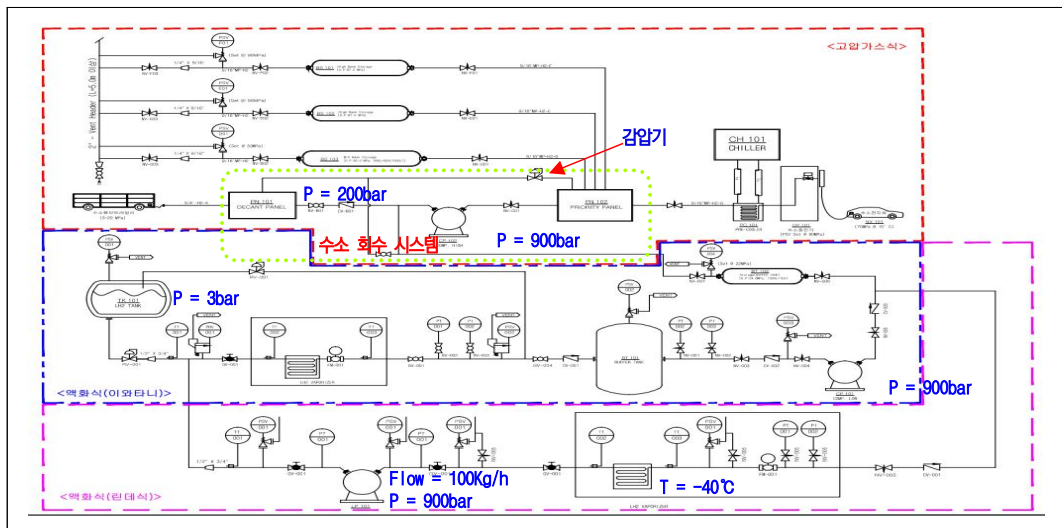
먼저 산업통상자원부의 수소융합단지실증사업 신규지원 2차 공모에서 본 사업과 함께 선정된 총 5개 지역 및 기존에 추진되고 있는 유사 사업과의 중복성 여부가 쟁점이 될 수 있다.

세부 사업 중 수소액화플랜트 구축의 경우, 앞서 기술한 바와 같이 액체수소 저장탱크, 액체질소 액화기, 액체수소 액화기 및 기타 장비 등이 필요하다고 제시되었음에도 불구하고, 구체적인 구성도 및 구성 기기 사양 등이 명확히 제시되지 않아 사업 범위 및 기술성 분석 근거의 신뢰성에 대한 쟁점이 있을 수 있다.

수소 저장·운송 안전성 시험센터의 경우에는 인증 전 시험이 필요한 제품 구분, 제품 사양에 따른 장비의 적절성을 판단할 수 있는 자료 제시가 미흡하여 장비의 부합성, 도입 타당성 및 기존 도입 장비와의 중복성 등을 검토하는 데 한계가 있다. 이에 연구시설·장비관리기관인 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에 연구장비의 구축 타당성 및 구축 비용 분석을 의뢰하고 자문을 구하여 이를 검토하였다.

수소 저장·운송 실증 테스트베드 구축과 관련하여 실증대상 제품 구분, 실증대상 제품별 실증 시험의 범위, 절차, 내용 및 항목, 실증 시험 시나리오에 따른 장치 구성의 적절성 등을 판단할 수 있는 구체적인 내용이 부재하고, 실증대상 설비의 사양 범위와 운영시설 사양의 적절성을 판단할 수 있는 자료가 불충분하여 적절성 판단에 쟁점이 될 수 있다. 그러나 사업계획변경 시 주무부처는 연구진과의 질의응답 과정을 반영하면서 수소 회수시스템 등을 추가하여 다양한 실증 시나리오에 대응이 가능한 유연한 실증 테스트베드 구성(안) 및 P&ID를 제시하였으며, 이를 통해 개념 설계 단계에서의 구성의 적절성 판단에 대한 쟁점은 해소되었다고 판단된다.

[그림 II-23] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 P&ID



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

또한 실증 테스트베드 구축(안) 구성의 적절성, 실증 테스트베드 구성(안) 및 수소액화플랜트 관련 법규, 기준 제·개정 일정과의 부합성 등에 대한 확인이 필요하다. 앞서 기술한 바와 같이, 주무부처는 질의응답 과정에서 도출된 개선(안)을 반영하여 실증 테스트베드(안)의 P&ID를 구체적으로 제시하고 수소 회수 시스템을 추가하였다. 이는 실증 테스트베드의 운영 유연성을 제고하여 다양한 실증 시나리오에 대응이 가능할 것으로 판단된다.

관련 법규, 기준 제·개정 일정과의 부합성 측면에서는 현재 기체수소 및 액체수소 충전소의 경우, 구축되어 운영 중이거나 구축이 진행되고 있고, 수소액화플랜트의 경우에도 울산, 창원 및 인천에 구축되고 있다. 정부 및 관련 기관에서의 법규 및 기준 제·개정 진행 현황과 국내에 선행하여 구축되고 있는 유사 플랜트 구축 사례 등을 고려하면 본 사업계획안의 진행 일정은 적절할 것으로 판단된다.

다) 시설·장비의 운영 관련 검토

구축되는 장비 및 시설의 운영 형태와 가동률에 따라서 전력비 등 유틸리티 비용 추정에 대한 쟁점이 있을 수 있다. 사업계획서에 제시되어 있는 장비 및 시설의 운영형태(시나리오)에 따른 필요 유틸리티의 종류와 사용량을 기준으로, 유사사례, 제작사 및 전문가 자문 등을 통하여 유틸리티 사용량을 추정하고 한국전력공사의 고시 요금체계 및 설비 가동 일수와 부하율 등을 적용하여 추정한다.

또한 유지보수 비용 산정에 있어 도입되는 시설 및 장비의 특성(상용 제품 및 개발품, 단위 제품 및 단위 제품 구입 후 설비 구축, 국산 및 외국산, 구매 및 민간 투자 등)에 따른 다양한 한계점과 불확실성이 존재하며 재투자 시점 및 요율이 쟁점이 될 수 있다. 이에 다양한 장비가 혼재되어 있는 실증 테스트베드와 제작사가 특정되어 있는 수소액화플랜트의 특성을 고려하여 사업계획안에서 제시한 요율을 준용하였다. 실증 테스트베드는 국가연구시설장비진흥센터(2014)의 연구장비 유지보수비 산정기준을 참고하여 제시된 요율 3.89%를 적용하였으며, 수소액화플랜트는 3%를 적용하였다.

수소액화플랜트에 관하여 주무부처는 민관 특수목적법인(SPC) 운영방식을 제시하고 있는데, SPC 지분 참여 기관인 강원도 에너지진흥원은 아직 설립되어 있지 않다. 강원도 에너지진흥원 설립, 수소액화플랜트 민관 특수목적법인(SPC) 설립 등은 본 사업과는 별도의 절차에 따라 설립 여부가 결정되어야 하므로 이에 따라 본 사업 수행에 미치는 영향 등 불확실성은 쟁점이 될 수 있어 향후 사업 수행 과정에서 특별히 관리되어야 할 사항으로 판단된다.

다. 수요 및 편익 추정의 쟁점

1) 수요 추정의 쟁점

본 사업의 수요는 크게 다음과 같이 구분될 수 있다. 첫 번째로 산업진흥기반을 갖추기 위한 수소 저장·운송 산업진흥센터의 입주 수요, 두 번째는 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 시설·장비 이용 수요, 세 번째는 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 시설·장비 이용 수요, 마지막으로 수소액화플랜트의 액체수소 수요이다. 이와 관련한 쟁점으로는 먼저 산업진흥센터의 입주 수요 추정을 설문조사로 진행함에 대한 한계점이 존재한다는 것이다. 현재 수소 저장·운송 산업이 시장이 형성될 정도로 확대된 상황이 아니다 보니 수소 저장·운송 클러스터 중 산업진흥센터에 입주하겠다는 응답 기업이 매우 소수여서 이에 대한 대표성을 담보하는 것이 가능한 지에 대한 쟁점이 존재한다. 마찬가지로 수소 저장·운송 안전성 시험센터와 실증 테스트베드에 대한 시설·장비 이용에 대한 설문조사도 현재 관련 산업이 활성화되어 있지 않다 보니 참여 업체 수가 한정적이어서 대표성에 대한 문제를 지니고 있으며, 한 두 곳의 기업 매출액에 따라 평균이 달라지는 부분이 존재할 수 있다. 관련 지침에 따라 응답 표본의 대표성을 보정하는 작업을 통하여 보정을 진행하였으나 여전히 응답 기업 수의 부족에 따른 대표성 문제에 대한 쟁점이 존재한다고 하겠다.

다음으로 수소액화플랜트의 액체수소 수요를 추정하기 위해 수소차 성장률을 추정하고자 하나, 향후 미래 수소차 성장률에 대한 불확실성이 존재할 수 있다. 본 조사에서는 정부에서 발표한 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)을 가장 공신력 있는 자료라고 판단하였으나 국가의 공식적 이행계획도 불확실성이 존재하는 것이므로 쟁점사항이 될 수 있다.

2) 편익 추정의 쟁점

본 사업의 편익도 수요와 동일하게 구분되기 때문에, 편익과 관련된 쟁점은 이미 지적인 대로 산업진흥센터의 입주 편익을 본 사업 시행 시의 부가가치 편익으로 산정하는 과정에서 설문조사 응답 기업이 소수라는 점으로 인한 대표성 문제가 있을 수 있다. 해당 산업분류만을 가지고 매출액, 부가가치율, 면적 등을 활용하는 점에서 쟁점이 될 수 있으며, 산업분류를 선택함에 있어서 조사된 설문조사를 활용할 수밖에 없어서 이에 대한 쟁점이 존재

할 수 있다. 두 번째, 안전성 시험센터와 실증 테스트베드 관련된 편익도 마찬가지로 설문 조사 응답 기업의 숫자가 소수이기 때문에 산정에서의 편익이 발생할 수 있어서 이에 대한 조사의 한계가 존재한다.

액체수소 공급 편익 산출 시 요구되는 기체수소, 액체수소 형태별 충전소 단에서의 가격 차이에 대한 정보가 매우 한정적이다. 현재 국내에 액체수소를 공급하는 시장이 충분히 형성되어 있지 않기 때문에 한정된 소수 기업의 자료를 바탕으로 하거나 자료 활용에 편익이 발생할 수 있다. 이에 본 조사에서 가능한 최신 자료 또는 공신력 있는 자료를 토대로 추정하고자 한다. 마지막으로 주무부처로부터의 북평 제2일반산업단지 집적편익을 반영해 달라는 요구가 있었으나, 해당 산업단지는 본 사업과 무관하게 조성되어 반영하지 않도록 한다.

라. 정책성 분석상의 쟁점

본 사업을 추진하는 데 있어 정책성 분석상의 쟁점은 다음과 같다. 첫째, 사업의 특성상 기존에 유사하거나 동일한 사업을 찾기 어려운 신규 산업 분야의 사업이기 때문에 본 사업을 추진하기 위해 충분한 준비가 되어 있는지 확인할 필요가 있다. 특히 사업의 추진을 위해서는 수소액화플랜트의 원료로 사용될 기체수소의 안정적 공급이 필요하다. 또한 사업의 실제 추진을 담당하는 주관기관이 필요하며 주무부처는 이를 위해 강원도 에너지진흥원의 신설을 추진하고 있다. 사업 추진의 전제조건인 기체수소의 안정적 공급을 위한 기체수소 생산시설의 확실성 여부와 주관기관 설립의 진행정도를 확인하는 것은 사업의 실제 추진 가능성 여부를 판단하는데 필수적이다. 기체수소 공급 시설의 추진 현황 및 주관기관 설립의 진행 정도를 검토하여 사업 추진을 위한 준비정도를 판단하도록 한다.

둘째, 신·재생 에너지 사업은 많은 경우 지역 주민의 반대로 인해 사업이 지연되거나 취소되는 경우가 발생한다. 수소 사업은 특히 강원도에서 폭발사고가 발생하여 본 사업지역 주민들의 우려가 클 수 있다. 본 사업과 관련하여 지역주민의 태도를 확인할 수 있는 자료를 검토하고 최근 수소 사업과 관련한 사례들을 검토하여 수소 사업 추진과 관련된 지역주민 수용성으로 인한 위험을 확인할 필요가 있다.

셋째로 안전성에 대한 우려가 큰 사업이기 때문에 안전성에 대한 충분한 분석과 대비가 이루어지고 있는지 확인할 필요가 있으며, 마지막으로 지방 정부의 재원과 민간 재원이 포

함 되는 경우 사업의 재원조달 위험성에 대해 면밀히 살펴볼 필요가 있다. 본 사업의 총사업비는 3,220억 5,500만원으로 재원은 국비 22.6%, 지방비 15.4%, 민자 62%로 구성되어 있어 민자의 규모가 매우 크다. 즉 민간 투자가 계획대로 이루어지지 않을 경우 사업의 정상적 추진이 어려워질 수 있다. 본 사업에 참여할 민간기업은 투자분야와 투자규모를 명시한 투자의향서를 제출하였는데 이러한 민간 투자의 규모가 본 사업의 진행에 충분한지, 투자의 확실성은 어느 정도인지 면밀한 검토가 필요하다. 정책성 분석에서는 본 사업계획에 포함된 민간 투자 추진의 구체성과 확실성을 파악하고 관련된 위험에 대해 구체적으로 살펴볼 필요가 있다.

Ⅲ. 사업계획 적절성 및 기술적 검토

1. 사업계획 적절성 검토

가. 사업부지 및 시설규모 개요

본 사업은 강원도 동해시와 삼척시를 포함하는 반경 20킬로미터(km) 이내에 있는 동해시 추암동 산48-12번지 일원 북평 제2일반산업단지에 수소 저장·운송 산업진흥센터와 안전성 시험센터, 실증 테스트베드를 구축하고, 삼척시 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층에는 산·학 캠퍼스를, 삼척시 호산 일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근 부지에는 수소 액화플랜트를 구축하여 ‘수소 저장·운송 클러스터’를 조성하는 사업이다.

〈표 Ⅲ-1〉 시설별 토지이용 계획

(단위: m²)

구분			부지면적	수정 부지면적	연면적	비고
지원시설용지	산업 진흥 기반	수소 저장·운송 산업 진흥센터	14,456	14,380.9	8,268	3층
		수소 저장·운송 안전성 시험센터			2,756	1층
		소계	14,456	14,380.9	11,024	
산업시설용지	기술 검증 기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,671	4,669.6	3,720	1층
		기업집적단지	314,536	305,552.2	-	
		소계	319,207	310,221.8	3,720	
소계			333,663	324,602.7	14,744	
액체수소 공급기반			17,589	17,589	12,312	
합계			351,252	342,191.7	27,056	

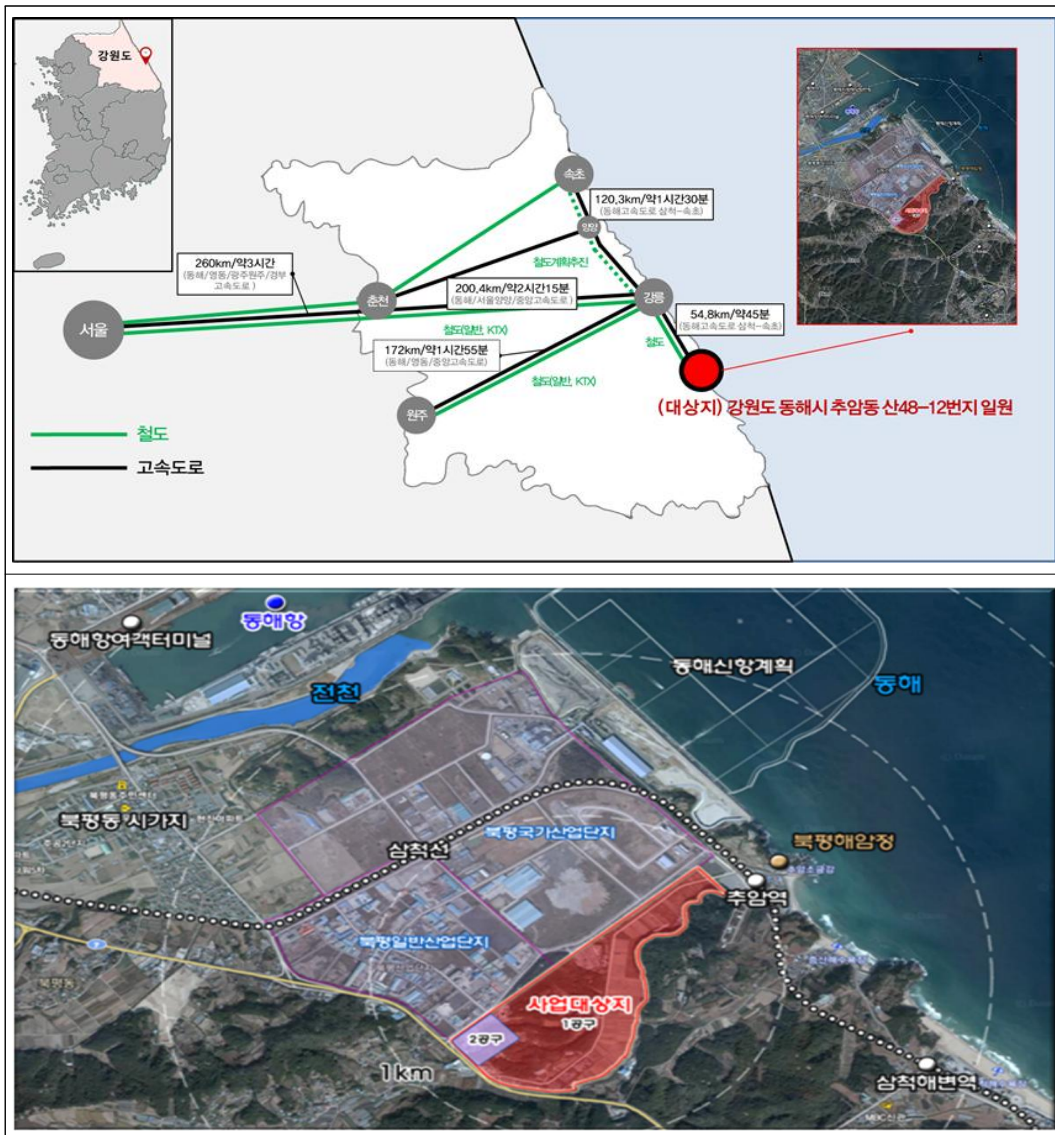
주: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

기획보고서에 따르면, 가용부지, 공간구성 적합성 등을 종합적으로 고려하여 동해시 북평 제2일반산업단지 1공구를 산업 집적을 위한 대상부지로 설정하고 있으며, 여기에 산업

육성공간인 산업진흥기반 시설(산업진흥센터 및 안전성 시험센터)과 기술검증기반 시설(실증 테스트베드)이 위치하도록 하고 있다.

북평 제2일반산업단지는 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 등에 따라 (주)지에스동해전력이 시행사로 참여하여 2019년 12월 조성 완료되었다.

[그림 III-1] 클러스터 산업집적공간 대상부지



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

1) 북평 제2일반산업단지 토지이용계획 현황

북평 제2일반산업단지는 북평 국가산업단지 내 발전소 건설에 따라 산업단지 제조기반이 약화되지 않도록 기존 유치업종을 위주로 하는 대체 산업단지를 조성하여 지역 경제 활성화 및 고용 창출로 지역사회 발전에 기여하고자 계획되었다. 일반공업지역으로 사업면적은 59만 8,964제곱미터(㎡), 분양용지 면적은 산업용지 28필지(22만 2,120제곱미터(㎡)), 지원용지 28필지(2만 1,994제곱미터(㎡)), 주차용지 2필지(4,768제곱미터(㎡))이다. 조성 공사비는 424억 8,400만원이며 토지보상비, 부대경비 및 제세공과금을 포함한 조성 사업비 합계는 1,510억 3,400만원이다.

〈표 Ⅲ-2〉 북평 제2일반산업단지 토지이용계획

(단위: ㎡, %)

구분	합계	산업 용지	상업 용지	지원 용지			공공 용지					
					지원	주차장		저류지	하천	녹지	주차장	도로
면적	598,964	319,207	12,048	63,764	57,089	6,675	203,945	16,905	49,130	57,363	-	80,547
비율	100.0	53.3	2.0	10.6	9.5	1.1	34.1	2.8	8.2	9.6	0.0	13.5

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「북평 제2일반산업단지 조성사업 산업단지 조성 현황 및 분양 개요」

[그림 Ⅲ-2] 북평 제2일반산업단지 토지이용계획도



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「북평 제2일반산업단지 조성사업 산업단지 조성 현황 및 분양 개요」

〈표 III-3〉 북평 제2일반산업단지 조성 사업비

(단위: 백만원)

구분	수행내용	계획비용	비고
공사비	단지 조성공사 및 감리비	42,484	
토지비	토지 및 지장물보상비 등	70,855	
용역비	도시계획, 환경영향평가 등	4,000	
부대비	분양경비, 광고 홍보비등	3,574	
제세공과금	각종 부담금 및 분담금	4,985	
금융비용	자기자금이자	25,136	
민간투자비 소계	-	151,034	
국고지원 소계	-	-	
합계	-	151,034	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「북평 제2일반산업단지 조성사업 산업단지 조성 현황 및 분양 개요」

〈표 III-4〉 북평 제2일반 산업단지 공구별 토지이용계획

(단위: m², %)

구분	면적			구성비	비고
	계	1공구	2공구		
합계	598,964	551,535	47,429	100.0	
산업시설용지	319,207	319,207	-	53.3	사업자 30% 사용
상업시설용지	12,048	12,048	-	2.0	운전면허학원 존치면적
지원시설용지	57,089	21,994	35,095	9.5	
공공시설용지	210,620	198,286	12,334	35.2	
저류지	16,905	16,905	-	2.8	
하천	49,130	49,130	-	8.2	
녹지	57,363	54,289	3,074	9.6	1km ² 미만: 5~7.5%
주차장	6,675	4,768	1,907	1.1	
도로	80,547	73,194	7,353	13.5	1km ² 미만: 8%이상

자료: 강원도고시 제2020-522호, 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」, 2020. 12. 18.

교통시설, 공간시설 등 주요기반시설계획은 〈표 III-5〉, 〈표 III-6〉, 〈표 III-7〉, 〈표 III-8〉과 같다.

〈표 Ⅲ-5〉 도로총괄표

(단위: m, m²)

구분		합계			1류			2류			3류		
		노선수	연장	면적	노선수	연장	면적	노선수	연장	면적	노선수	연장	면적
합계	기정	13	17,739 (4,429)	530,122 (80,547)	4	12,598 (1,715)	420,033 (31,102)	5	1,992 (1,498)	37,746 (25,724)	4	3,149 (1,216)	72,343 (23,721)
대로	기정	2	13,604 (808)	453,437 (16,335)	1	11,114 (251)	389,108 (628)	-	-	-	1	2,490 (557)	64,329 (15,707)
중로	기정	11	4,135 (3,621)	76,685 (64,212)	3	1,484 (1,464)	30,925 (30,474)	5	1,992 (1,498)	37,746 (25,724)	3	659	8,014

주: ()는 구역 내 사항임

자료: 강원도고시 제2020-522호, 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」, 2020. 12. 18.

〈표 Ⅲ-6〉 주차장 결정 조서

(단위: m²)

구분	도면 표시 번호	시설명	위치	면적			최초 결정일	비고
				기 정	증감	변경		
합계			3개소	6,675	-	6,675		
기정	2	주차장	동해시 추암동 622-3번지 일원	3,143	-	3,143	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구
기정	16	주차장	동해시 추암동 153-6번지 일원	1,907	-	1,907	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	2공구
기정	19	주차장	동해시 추암동 산39-3번지 일원	1,625	-	1,625	강원도고시 제2016-138호 (2016. 4. 12.)	1공구

자료: 강원도고시 제2020-522호, 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」, 2020. 12. 18.

〈표 Ⅲ-7〉 녹지 결정 조서

(단위: m²)

구분	도면 표시 번호	시설명	시설의 세분	위치	면적	최초 결정일	비고
합계				7개소	60,718 (57,363)	-	1공구: 54,289m² 2공구: 3,074m²
기정	23	녹지	완충 녹지	15호 광장 ~ 대로 3-11	14,588 (11,233)	강원도고시 제217호 (1996. 12. 17.)	1공구: 8,159m² 2공구: 3,074m²
기정	62	녹지	완충 녹지	동해시 추암동 526-2번지 일원	27,756	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구
기정	63	녹지	완충 녹지	동해시 추암동 614번지 일원	4,839	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구

〈표 Ⅲ-7〉의 계속

(단위: m²)

구분	도면 표시 번호	시설명	시설의 세분	위치	면적	최초 결정일	비고
기정	64	녹지	완충 녹지	동해시 추암동 625-2번지 일원	734	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구
기정	65	녹지	완충 녹지	동해시 추암동 582-5번지 일원	865	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구
기정	66	녹지	완충 녹지	동해시 추암동 632-1번지 일원	8,215	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구
기정	67	녹지	완충 녹지	동해시 추암동 506-1번지 일원	3,721	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구

주: ()는 구역내 사항임

자료: 강원도고시 제2020-522호, 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」, 2020. 12. 18.

〈표 Ⅲ-8〉 유수지 결정 조서

(단위: m²)

구분	도면 표시 번호	시설명	시설의 세분	위치	면적	최초 결정일	비고
합계				2개소	16,905	-	
기정	5	유수지	저류 시설	동해시 추암동 522번지 일원	7,011	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구
기정	6	유수지	저류 시설	동해시 추암동 569번지 일원	9,894	강원도고시 제2013-407호 (2013. 10. 14.)	1공구

자료: 강원도고시 제2020-522호, 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」, 2020. 12. 18.

2) 북평 제2일반산업단지 내 대상부지 활용 계획

토지이용 구상은 북평 제2일반산업단지의 산업시설용지 31만 221.8제곱미터(m²)를 활용하고 주차장을 제외한 지원시설용지 6만 3,764제곱미터(m²)의 22.55%(1만 4,380.9제곱미터(m²))를 활용하였다.

〈표 Ⅲ-9〉 클러스터 내 산업집적 공간 부지활용 계획

(단위: m²)

구분	북평 제2일반산업단지	본 사업 대상부지 활용 계획	
		부지면적	수정 부지면적
산업시설용지	319,207	319,207 (100%)	310,221.8 (97.19%)

〈표 III-9〉의 계속

(단위: m²)

구분	북평 제2일반산업단지	본 사업 대상부지 활용 계획	
		부지면적	수정 부지면적
지원시설용지	63,764	14,456 (22.67%)	14,380.9 (22.55%)
지원시설용지(주차장)	6,675	-	-
상업용지 및 무상공급	215,993	-	-
계	598,964	333,663 (55.71%)	324,602.7 (54.19%)

자료: 연구진 작성

〈표 III-10〉 북평 제2일반 산업단지 토지이용계획 및 클러스터 부지활용 계획

(단위: m², %)

구분	합계	산업 용지	상업 용지	지원 용지			공공 용지					
					지원	주차장		저류지	하천	녹지	주차장	도로
면적	598,964	319,207	12,048	63,764	57,089	6,675	203,945	16,905	49,130	57,363	-	80,547
비율	100	53.3	2	10.6	9.5	1.1	34.1	2.8	8.2	9.6	0	13.5
사업 대상지		319,207		14,456								
수정 사업 대상지		310,221.8		14,380.9								

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「북평 제2일반산업단지 조성사업 산업단지 조성 현황 및 분양 개요」를 바탕으로 재작성

토지이용계획 상의 시설별 용지별 계획은 지원시설용지에 산업진흥기반 시설인 수소 저장·운송 산업진흥센터와 수소 저장·운송 안전성 시험센터가 위치하고, 산업시설용지에 기술 검증기반 시설(수소 저장·운송 실증 테스트베드)과 기업집적단지가 위치하도록 구분되었다.

〈표 III-11〉 북평 제2일반산업단지 내 시설별 토지이용계획표

(단위: m²)

구분			부지면적	수정부지면적	연면적	비고
지원시설 용지	산업진흥기반	수소 저장·운송 산업진흥센터	14,456	14,380.9	8,268	3층
		수소 저장·운송 안전성시험센터			2,756	1층
		소계	14,456	14,380.9	11,024	

〈표 III-11〉의 계속

(단위: m²)

구분			부지면적	수정부지면적	연면적	비고
산업시설 용지	기술검증기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,671	4,669.6	3,720	1층
	기업집적단지		314,536	305,552.2	-	
	소계		319,207	310,221.8	3,720	
	합계		333,663	324,602.7	14,744	

자료: 연구진 작성

가) 지원시설용지 - 산업진흥기반

본 사업은 지원시설용지 전체면적 6만 3,764제곱미터(m²) 중 22.55%에 해당하는 1만 4,380.9제곱미터(m²)에 수소 저장·운송 산업진흥센터와 수소 저장·운송 안전성 시험센터를 구축하는 것으로 계획되었다. 수소 저장·운송 산업진흥센터는 기술지원 본부, 사업화지원 본부 등 입주기업의 기술역량 고도화 및 사업화 촉진을 지원하는 지원공간이다. 수소 저장·운송 분야 입주기업의 성장과 관련 산업의 육성을 실현하기 위해 핵심적으로 요구되는 산업진흥 플랫폼의 기능을 담당하며, 3층 건물로 연면적은 8,268제곱미터(m²)이다.

〔그림 III-3〕 산업진흥기반 시설 토지이용계획



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

〈표 Ⅲ-12〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 공간구성계획(안)

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적
3층	공공 연구소(3), 민간 연구소(4), 회의실(2), 편의시설(1), 연구기획실/연구지원실(2), 기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	2,756
2층	입주기업 연구소(7), 회의실(1), 세미나실(1), 편의시설(1), 실증지원실/시험·인증지원실(2), 기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	2,756
1층	기업지원실(1), 종합정보실(1), 전시·홍보실(4), 체험관(2), 운영총괄센터(1), 기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	2,756
합계		8,268

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부 강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』를 바탕으로 작성

[그림 Ⅲ-4] 수소 저장·운송 산업진흥센터 공간구성 세부내용

(단위: m ²)										
구분	전용면적				공용면적				합계	
3층	1,866 ※ 공공 연구소, 민간 연구소, 회의실, 편의시설, 연구기획실/연구지원실				890 ※ 기타시설(복도, 화장실, 계단, 엘리베이터)				2,756	
			13,023	13,023	13,023	13,023	13,023	6,512	6,512	6,512
			수소 저장·운송산업 진흥센터 3층							
	32,558	13,023	공공 연구소 A	공공 연구소 B	공공 연구소 C	회의실	회의실	지원초적	ELEV	비상계단
		6,512	복도							
2층	1,866 ※ 입주기업 연구소, 회의실, 세미나실, 편의시설, 실증지원실/시험·인증지원실				890 ※ 기타시설(복도, 화장실, 계단, 엘리베이터)				2,756	
			13,023	13,023	13,023	13,023	13,023	6,512	6,512	6,512
			수소 저장·운송산업 진흥센터 2층							
	32,558	13,023	입주기업 연구소 A	입주기업 연구소 B	입주기업 연구소 C	회의실	세미나실	지원초적	ELEV	비상계단
		6,512	복도							
1층	1,866 ※ 기업지원실, 종합정보실, 전시·홍보실, 체험관, 운영총괄센터				890 ※ 기타시설(복도, 화장실, 계단, 엘리베이터)				2,756	
			19,535	13,023	13,023	19,535	19,535	6,512	6,512	6,512
			수소 저장·운송산업 진흥센터 1층							
	32,558	13,023	전시·홍보실 A	전시·홍보실 B	체험관 A	종합정보실	지원초적	ELEV	비상계단	
		6,512	복도							
총계									8,268	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

수소 저장·운송 안전성 시험센터는 수소 저장탱크의 취성 테스트 등 안전성 확보가 요구되는 기술 및 제품의 안전성을 시험하는 공간으로, 연면적 2,756제곱미터(㎡), 지상 1층 규모로 제시되었다. 사무공간과 실험공간의 특성을 고려하여 수소 저장·운송 산업진흥센터와는 독립된 건물로 구축하고 건물 간 연결이 가능하도록 하며, 입주기업이 개발한 기술 및 제품이 목표시장으로의 성공적 진출을 위해 필수적으로 요구되는 시험·인증 플랫폼의 기능을 담당한다.

〈표 III-13〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 공간구성계획(안)

(단위: ㎡)

구분	세부시설	건물연면적
1층	성능측정실(2), 안전성시험실(2)	1,866
	공용면적: 기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890
합계		2,756

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

[그림 III-5] 수소 저장·운송 안전성 시험센터 공간구성 세부내용

(단위: ㎡)						
구분	전용면적		공용면적		합계	
1층	1,866 ※ 성능측정실, 안전성시험실		890 ※ 기타시설(복도, 화장실, 계단, 창고)		2,756	
		19,535	52,092	6,512	6,512	
	수소 저장·운송 안전성시험센터 1층					
		13,023	성능측정실 A	안전성시험실 A	창고	배상계단
	32,558	6,512	복도			
		13,023	성능측정실 B	안전성시험실 B	화장실	계단
	총계					2,756

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

나) 산업시설용지 - 기술검증기반

산업시설용지(31만 221.8제곱미터(㎡))를 활용하여 기술검증기반 시설(실증 테스트베드)을 구축하고 기업입주공간을 확보하고자 계획되었다. 실증 테스트베드의 부지면적은 4,669.6제곱미터(㎡)으로 수소 저장·운송 관련 기술 검증을 위해 기본적으로 수소 충전소 모델을 적

용하여 실제 비즈니스모델 기반 설계를 통해 기술 및 제품 검증 후 시장으로 신속하게 진출할 수 있도록 하고 있다. 입주기업이 개발한 기술 및 제품의 목표시장으로의 성공적 진출을 위해 필수적으로 요구되는 기술검증 플랫폼의 기능을 담당하며, 1층 규모의 건물로 연면적은 3,720제곱미터(㎡)로 계획되었다.

[그림 III-6] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 토지이용계획



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

〈표 III-14〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 공간구성

(단위: m, 식, ㎡)

구분	가로	세로	수량	연면적	비고
실증시설 부지	54.00	25.00	1	1,350	
장래시설 부지	11.10	57.15	1	634	
기타공간	54.00	10.72	1	579	■ 안전성 확보를 위한 여유 공간
주차장 및 기타공간	54.00	21.43	1	1,157	■ 기체 및 액체수소 공급차량 주차공간 ■ 안전성 확보를 위한 여유 공간
합 계	-	-	-	3,720	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

〈표 Ⅲ-15〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 구축 필요면적 산출

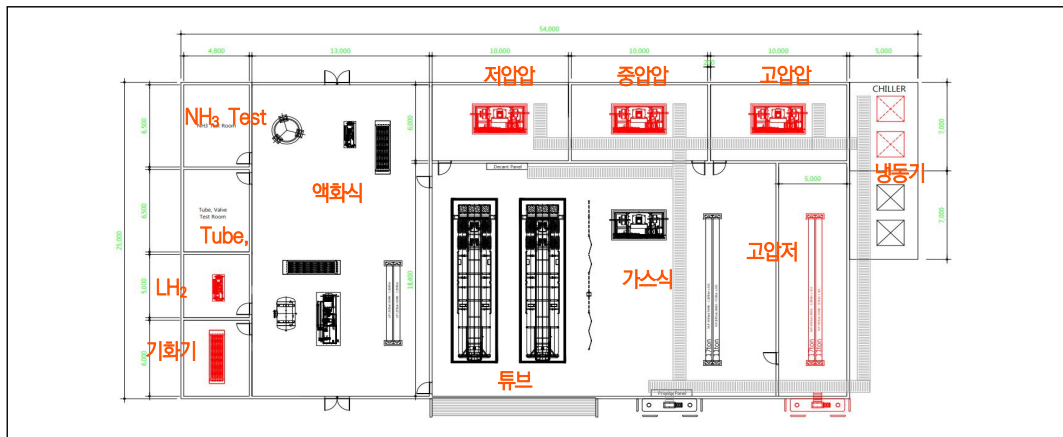
(단위: m, 식, m²)

구분	가로	세로	수량	건물면적
기체·고체 테스트 베드룸	18.6	17.5	1	325.5
액체 테스트 베드룸	13	25	1	325
액상 테스트 베드룸	4.8	6.5	1	31.2
압축기 테스트 베드룸	30	6.5	1	195
냉동기 테스트 베드룸	5	14	1	70
저장 용기 테스트 베드룸	11.8	17.5	1	206.5
튜브&밸브 테스트 베드룸	4.8	6.5	1	31.2
기화기 테스트 베드룸	4.8	6	1	28.8
펌프 테스트 베드룸	4.8	5	1	24
합계	-	-	-	1,237.2

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

튜브트레일러 및 탱크로리를 통해 액화수소 기반의 테스트베드와 기체 고압 방식의 테스트베드로 수소를 공급하고, 고체 저장 시설의 경우 50바(bar) 정도의 압력을 사용하므로 가스식 테스트베드 라인을 공유하여 사용할 계획이다. [그림 Ⅲ-7]에서 붉은색으로 표시된 저압, 중압, 고압 압축기와 냉각기, 저장 용기, 디스펜서의 테스트베드를 구성하여 각각의 부품 단위로 성능평가 시 검은색의 라인과 연계해 테스트를 진행하게 되며, 액화수소는 외부 탱크로리를 이용하여 탱크에 저장 후 펌프에 의해 기화기로 이송된다.

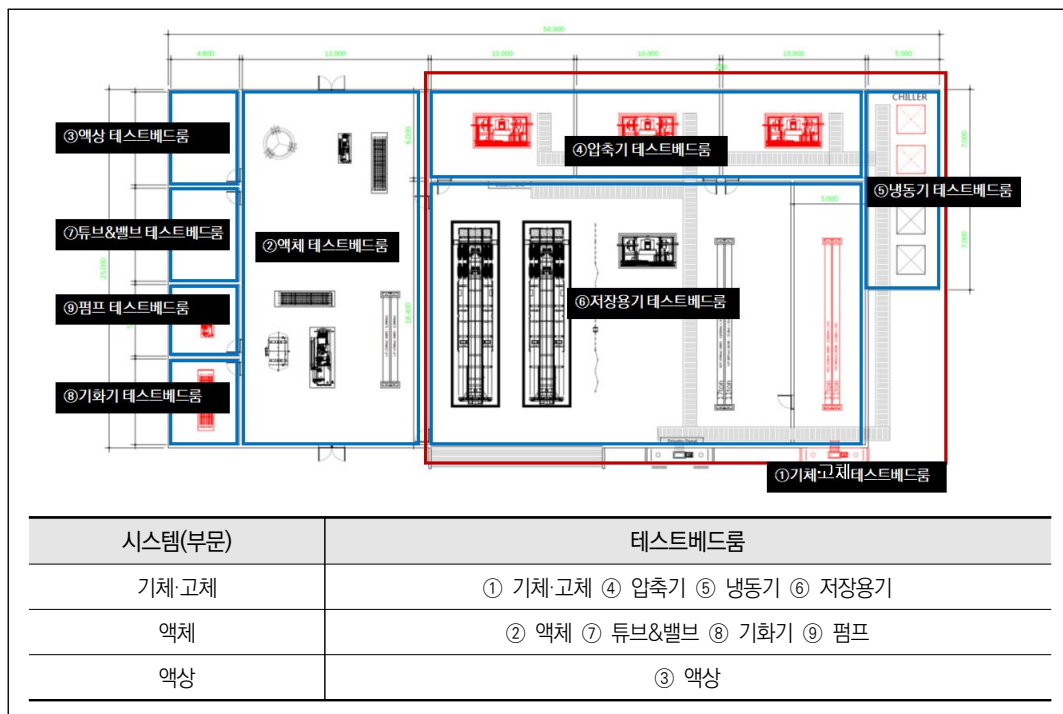
[그림 Ⅲ-7] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 계획평면도



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

실증 테스트베드는 다수의 기업이 활용할 수 있도록 범용성을 기본방향으로 하고, 개발 제품을 부착하여 검증할 수 있도록 모듈형으로 구축하며 다양한 수소형태별(기체·액체·액상·고체) 특성을 고려하여 공간적 관점에서 9개 테스트베드룸을 구성하고 있다. 이는 3개 시스템에 해당되며, 이들 시스템은 필요한 기능을 실현하기 위하여 관련 요소를 어떤 법칙에 따라 조합한 집합이라고 할 수 있다.³⁸⁾ 본 사업에서는 수소생산플랜트로부터 최종 수요처인 수소 충전소까지 전주기적 관점에서 다양한 설비들을 포함하는 실증 시스템을 구축하고 다양한 수소형태별 저장·운송 분야 제품의 실증이 가능하도록 시스템을 기체·고체, 액체, 액상, 3개로 구분하고 있다.

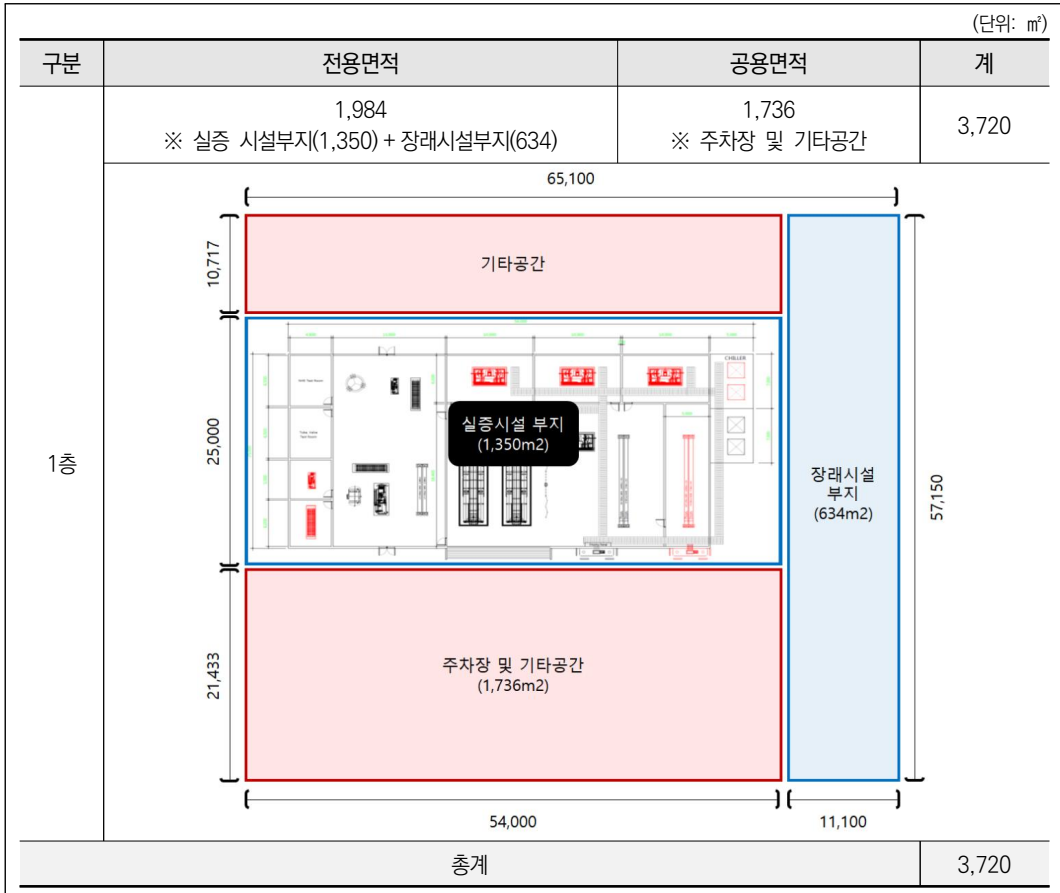
[그림 III-8] 실증 테스트베드 계획평면상 테스트베드룸의 구성



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

38) 9개 테스트베드룸: ① 기체·고체 ② 액체 ③ 액상 ④ 압축기 ⑤ 냉동기 ⑥ 저장용기 ⑦ 튜브&밸브 ⑧ 기화기 ⑨ 펌프 3개 시스템: ① 기체·고체 ② 액체 ③ 액상 시스템

[그림 III-9] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 공간구성



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

다) 산업시설용지 - 기업입주공간

입주를 희망하는 기업들을 위한 공간으로 30만 5,552.2제곱미터(m²)(9만 2,429.5평)가 활용되었으며 수소 저장·운송산업 관련 업종을 영위하는 기업 1개당 필요 공장 부지면적 4,904제곱미터(m²)(1,483평)를 고려할 때, 상기 제시된 기업입주공간에는 약 63개의 기업이 입주 가능한 수준으로 제시되었다. 사업계획안의 공장 부지면적 산출근거로는 『산업입지 수급계획 수립지침 보완 및 산업단지 수급 적정화 방안 연구』(국토연구원, 2015)에서 제시된 ‘강원도 산업단지 내 제조업 사업체당 공장부지면적’이 활용되었다.

주요 유치업종은 식료품 제조업(10), 음료제조업(11), 목재 및 나무제품 제조업(가구 제외)(16), 비금속 광물제품 제조업(23), 금속가공제품 제조업(기계 및 가구 제외)(25), 전자

부품, 컴퓨터, 영상, 음향 통신장비 제조업(26), 의료, 정밀 광학기기 및 시계 제조업(27), 전기 장비 제조업(28), 기타 기계 및 장비 제조업(29), 가구 제조업(32), 기타 제품 제조업(33), 산업용 기계 및 장비 수리업(34), 창고 및 운송 관련 서비스업(H52)이다.

〈표 III-16〉 북평 제2일반산업단지 유치업종 배치계획

(단위: m², %)

코드	유치업종	면적	구성비	비고
합계		319,207	100	
C25	금속가공제품 제조업(기계 및 가구 제외)	154,405	48.4	산업시설용지 1부지
C26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업			
C27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업			
C28	전기장비 제조업			
C33	기타 제품 제조업			
H52	창고 및 운송 관련 서비스업			
C10	식품 제조업	164,802	51.6	산업시설용지 2부지
C11	음료 제조업			
C16	목재 및 나무제품 제조업(가구 제외)			
C23	비금속 광물제품 제조업			
C29	기타 기계 및 장비 제조업			
C32	가구 제조업			
C34	산업용 기계 및 장비 수리업			

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「북평 제2일반산업단지 조성사업 산업단지 조성 현황 및 분양 개요」

수소 저장·운송분야 관련 기업의 입주를 위한 공간인 기업집적단지는 현재 부지 조성이 완료된 북평 제2일반산업단지의 산업용지를 활용할 계획으로, 해당 산업단지는 본 사업과 무관하게 조성이 완료되어 검토에서 제외하였다.

3) 산·학 캠퍼스

대학과의 협력을 기반으로 입주기업의 인적혁신을 실현하기 위해 핵심적으로 요구되는 산·학 연계 플랫폼의 기능을 담당한다. 삼척시 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층에 위치하여 산·학 연계형 교육, 산·학 공동연구 지원, 벤처·창업 지원 등 클러스터 구축 후 입주기업 대상 맞춤형 기술인력 수급을 목표로 수소 저장, 수소 통합시스템, 수소 생산·

정제 관련 핵심인력 양성을 위한 교육과정을 편성할 계획이다. 향후에는 전주기 수소 용복합 고급인력과정으로 확대 개편하여 수소에너지 기초·응용지식을 기반으로 실무능력까지 함께 확보할 수 있도록 추진할 것으로 제시되었다. 산·학 캠퍼스가 운영·관리하는 인력양성 공간은 시제품제작실, 실습실, 프로젝트 Lab, 창업보육실 등으로 구성된다(〈표 III-17〉, [그림 III-10], [그림 III-11] 참고).

〈표 III-17〉 산·학 캠퍼스 공간구성계획(안)

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적
강원대 삼척캠퍼스 ‘그린에너지연구관’ 8층	창업보육실(4)	107
	프로젝트Lab(3)	146
	인재개발실/산·학 협력실(1)	66
	편의공간(1)	37
	시제품 제작실 및 실험실	131
	소계	486
	공용면적: 기타시설(화장실, 복도, 계단 등)	389
합계		875

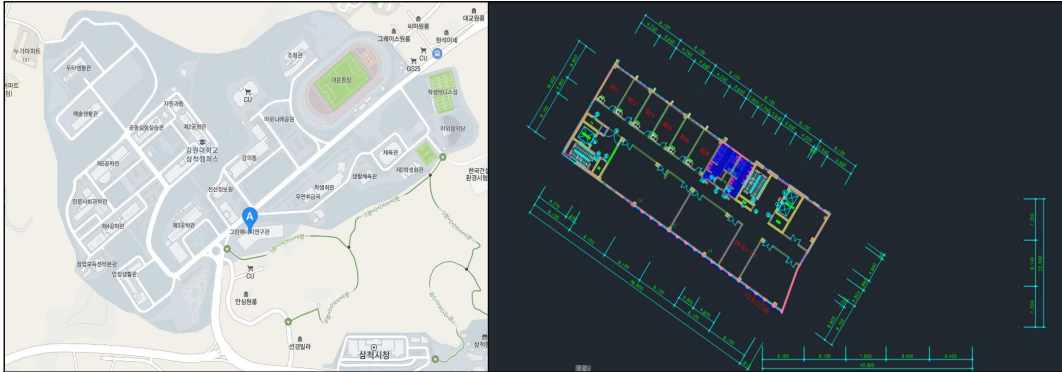
자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』를 바탕으로 재작성

[그림 III-10] 산·학 캠퍼스 공간구성 세부내용

(단위: m ²)												
구분	전용면적						공용면적				합계	
8층	486						389				875	
	※ 창업보육실, 프로젝트 Lab, 시제품 제작실 및 실험실, 인재개발실/산·학 협력실, 편의공간						※ 기타시설(복도, 화장실, 계단, 엘리베이터 등)					
		48,600										
		4,250	3,850	4,250	3,850	4,250	3,850	11,400		4,800	2,550	5,550
		산·학 캠퍼스(강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층)										
	6,600	창업보육실	창업보육실	창업보육실	창업보육실	프로젝트 Lab	프로젝트 Lab	남/여 화장실	계단실	복도	ELEV	편의공간
	3,300	복도										
8,100	ELEV	전실	시제품 제작실 + 실험실				프로젝트 Lab		복도	지원조직		
	계단실											
총계											875	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

[그림 III-11] 산학캠퍼스 그린에너지연구관 현황 및 8층 평면도



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부 강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

4) 수소공급공간(액체수소 공급기반)

수소 저장·운송의 경제성과 효율성 측면에서 미래 수소경제의 주요 원료로 전망되는 액체수소의 산업진흥을 위한 액체수소 공급 플랫폼의 기능을 담당하는 시설로서, 삼척시 호산 일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근 부지에 부지면적 1만 7,589제곱미터(㎡), 연면적 1만 2,312제곱미터(㎡)으로 계획되었다. 수소 저장·운송 클러스터에서는 액체수소 생산의 경제성 확보를 위해 삼척 LNG 인수기지의 냉열을 활용할 계획이며 이를 위해 수소액화플랜트의 구축 장소는 LNG 인수기지과 근접한 공간으로 설정되었다.

운영조직은 강원도 수소액화플랜트 민관 특수목적법인(SPC)으로, 클러스터 내 액체수소 산업 관련 입주기업이 실제 기술·제품 개발을 수행할 수 있도록 가격경쟁력을 갖는 액체수소를 안정적으로 공급하는 기반시설로 활용될 예정이다. 더하여 ‘강원 액화수소산업 규제자유특구’의 성과를 사업화로 연결시키고 강원도 및 인근 지역에 액체수소를 공급하는 데 활용될 것으로 제시되었다.

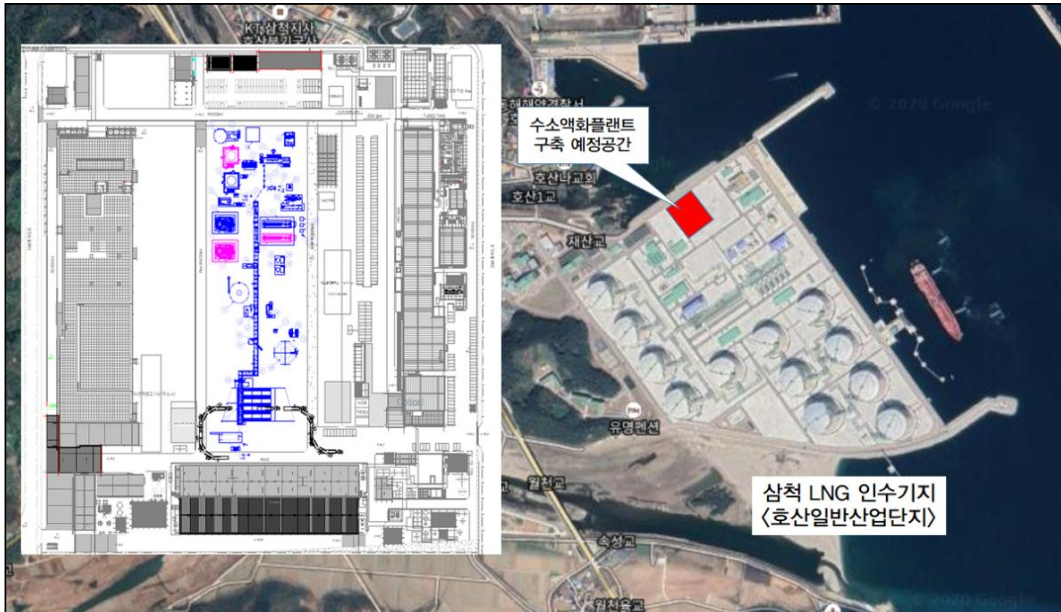
〈표 III-18〉 수소액화플랜트 구축을 위한 필요면적 및 공간구성계획

(단위: m, 식, ㎡)

구분	가로	세로	수량	면적	비고
수소액화플랜트 (30 TPD)	152	81	1	12,312	※ 린데코리아 30 TPD 수소 액화플랜트 견적(안) 기준
SMR	75	75		5,625	※ 한국가스공사
소계				17,937	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

[그림 III-12] 수소액화플랜트 구축 예정공간 및 공간구성



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

나. 시설규모 및 공간구성계획

1) 기술지원 공간 구성계획

기술지원 본부가 운영·관리하는 기술지원 공간은 공공·민간 연구소, 입주기업 연구소, 공동장비활용실, 지원부서, 편의시설 등으로 구성된다. 공공·민간 연구소는 수소 저장·운송 산업 분야의 선도기술을 보유한 공공·민간 연구소 중 클러스터 내 분소형태로 입주 예정인 연구소들의 연구공간이며, 입주기업 연구소는 입주기업 중 산업진흥센터 내 연구공간을 확보하여 기술교류 및 공동 R&D 과제수행을 희망하는 기업들의 연구공간이다. 시험평가실은 실증 테스트베드를 활용하여 성능평가가 완료된 입주기업 개발 기술 및 제품의 안전성 시험을 위한 공간으로 수소 저장·운송 안전성 시험센터를 활용하며, 편의시설은 기술전문 인력들의 소통 및 휴식을 위한 편의공간이다.

〈표 Ⅲ-19〉 기술지원 공간 규모

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적	부지면적
수소 저장·운송 산업진흥센터 (2~3층)	연구기획실/연구지원실(2)	170	14,380.9
	실증지원실/시험·인증지원실(2)	170	
	공공 연구소(3)	509	
	민간 연구소(4)	678	
	입주기업 연구소(7)	1,187	
	회의실(3)	509	
	세미나실(1)	170	
	편의시설(2)	340	
	기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	1,780	
	소계	5,512	
수소 저장·운송 안전성 시험센터 (1층)	성능측정실(2)	509	14,380.9
	안전성시험실(2)	1,357	
	기타시설(복도, 화장실, 계단, 창고)	890	
	소계	2,756	
합계		8,268	14,380.9

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』를 바탕으로 재작성

[그림 Ⅲ-13] 기술지원 공간 구성도

수소 저장·운송산업 진흥센터 3층					
공공 연구소 A	공공 연구소 B	공공 연구소 C	회의실	회의실	지원 조직
민간 연구소 A	민간 연구소 B	민간 연구소 C	민간 연구소 D	편의시설	지원 조직
수소 저장·운송산업 진흥센터 2층					
입주기업 A 연구소	입주기업 B 연구소	입주기업 C 연구소	회의실	세미나실	지원 조직
입주기업 D 연구소	입주기업 E 연구소	입주기업 F 연구소	입주기업 G 연구소	편의시설	지원 조직
수소 저장·운송 안전성시험센터 1층					
성능측정실	안전성시험실				

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서』

2) 기술검증지원 공간 구성 계획

기술지원 본부가 운영·관리하는 기술검증지원 공간은 실증 테스트베드로 구성된다. 실증 테스트베드는 입주기업이 개발한 기술 및 제품의 신뢰성, 안전성 등의 검증을 위한 실증공간으로 다양한 수소형태별 검증이 가능하도록 설계되어 결과적으로는 수소 충전소 모델로 구축될 계획이며, 기술검증지원 전문인력의 사무공간은 수소 저장·운송 산업진흥센터 2층에 배치되었다.

〈표 III-20〉 기술검증지원 공간 규모

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적	부지면적
실증 테스트베드	수소 저장·운송 실증 테스트베드	3,720	4,669.6
합계		3,720	4,669.6

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

3) 사업화지원 공간 구성계획

사업화지원 본부가 운영·관리하는 사업화지원 공간은 종합정보실, 전시·홍보실, 체험관, 지원부서 등으로 구성된다. 종합정보실은 수요자 관점에서의 정보수집을 통해 데이터베이스로 구축하여 수소 산업 관련 기업맞춤형 정보제공 기반을 강화하는 시설이며, 전시·홍보실은 수소 저장·운송 기술 관련 전시 및 세미나 개최를 통해 입주기업 개발 제품 및 기술을 국민과 구매자(바이어)에게 홍보하고 전시하는 공간이다. 체험관은 실증을 통해 성능 및 안전성이 검증된 입주기업 개발제품이 실제 시장으로 판매되기 전 소비자 관점에서의 체험을 통해 최종 보완 필요사항을 도출하는 공간이다.

〈표 III-21〉 사업화지원 공간 규모

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적	부지면적
수소 저장·운송 산업진흥센터 (1층)	기업지원실(1)	85	10,785.7
	종합정보실(1)	254	
	전시·홍보실(4)	848	
	체험관(2)	339	
	운영총괄센터(1)	339	
	기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890	
합계		2,756	10,785.7

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

[그림 Ⅲ-14] 사업화지원 공간 구성도

수소 저장·운송산업 진흥센터 1층				
전시·홍보실 A	전시·홍보실 B	체험관 A	종합정보실	지원조직
전시·홍보실 C	전시·홍보실 D	체험관 B	운영총괄센터	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서』

4) 산·학 캠퍼스 공간 구성 계획

산·학 캠퍼스의 인력양성 공간은 시제품제작실, 실습실, 프로젝트 Lab, 창업 보육실 등으로 구성된다. 실습실 및 프로젝트 Lab은 기술 전문인력으로서의 성장을 위한 입문단계 기초지식뿐만 아니라 실무·실습 중심의 교육과 산·학 협력형 연구를 위한 교육·연구 공간이다. 교육공간은 보편적 형태의 강의실로 구성되며 그린에너지연구관의 일반 강의실을 연계 활용한다. 연구공간은 실험·실습을 위한 공간인 실습실과 산·학 협력형 공동연구 추진을 위해 특화된 프로젝트 Lab으로 구성된다.

창업보육 지원공간은 대학 구성원 또는 입주기업이 보유하고 있는 우수 아이디어 및 연구성과의 실현을 지원하는 공간으로 무형적 아이디어를 유형적 산물로 전환시키기 위한 제작공간(시제품 생산실)과 사무공간(창업 보육실)으로 구성된다.

편의시설은 학생들과 기업 전문인력 간 소통 및 휴식을 위한 공간으로 자유롭게 쉬어갈 수 있는 라운지 형태의 공간이다. 지원조직 공간은 산·학 캠퍼스의 전반적 운영과 학생지원을 위한 사무공간으로 인재개발실과 산·학 협력실로 구성되며, KNU-KIST 극저온에너지 공동연구센터의 사무공간과 공동으로 활용된다.

〈표 Ⅲ-22〉 산·학 캠퍼스 공간 규모

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적	부지면적
강원대학교 삼척캠퍼스 '그린에너지연구관' 8층	창업보육실(4)	107	1,766
	프로젝트Lab(3)	146	
	인재개발실/산·학 협력실(1)	66	
	편의공간(1)	37	
	시제품 제작실 및 실험실	131	
	기타시설(화장실, 복도, 계단 등)	389	
합계		875	1,766

주: 본 클러스터의 인력양성 핵심시설인 '산·학 캠퍼스'는 신규건물의 구축이 아닌 강원대학교 삼척캠퍼스의 '그린에너지연구관 8층'을 연계 활용하는 것으로 강원대학교와 협의 완료됨

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

[그림 III-15] 산·학 캠퍼스 공간구성도

창업 보육실 (A)	창업 보육실 (B)	창업 보육실 (C)	창업 보육실 (D)	프로젝트 Lab (A)	프로젝트 Lab (B)	화장실 (여)	화장실 (남)	계단실		ELEV (일반)	편의 공간
ELEV. (화물)	전실	시제품 제작실(Maker space) + 실험실				프로젝트 Lab (C)				지원조직 ※ KNU-KIST 극저온에너지 공동연구센터와 공동활용	
계단실											

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서』

다. 사업부지의 적절성 검토

1) 법적 지역별 허용용도 및 법적 건폐율, 용적률 검토

사업계획안은 산업진흥기반 시설부지 1만 4,380.9제곱미터(㎡)에 수소 저장·운송 산업진흥센터 3개 층(8,268제곱미터(㎡)), 수소 저장·운송 안전성 시험센터 1개 층(2,756제곱미터(㎡))을 계획하였다. 기술검증기반 시설부지 4,669.6제곱미터(㎡)에는 수소 저장·운송 실증 테스트베드 1개 층(3,720제곱미터(㎡))이 계획되었다. 사업계획의 건축물 배치는 수소 저장·운송 산업진흥센터와 안전성 시험센터가 상호 연계를 적극 지원할 수 있도록 인접시켜 계획되었으며 수소 저장·운송 실증 테스트베드는 독립시켜 배치되었다.

그러나 법적 건폐율과 용적률을 고려하고 각 센터별 기능별 연결성을 극대화하기 위해 각 동을 연결하거나 혹은 한 개 동 및 중층화 대안도 고려할 필요가 있다고 판단된다. 또한 장래 증축부지 확보 및 옥외공간을 최대로 확보하기 위해서는 각 동별 연결성 및 일체성 등을 강화시켜 토지이용 극대화 등을 고려할 필요가 있다고 판단된다.

특히 산업진흥기반 시설의 경우 <표 III-23>의 건폐율과 용적률 현황에서 볼 수 있듯이 산업진흥센터와 안전성 시험센터를 각각의 독립된 부지로 설계 시 안전성 시험센터의 주차 등을 위한 외부공간의 부족 등이 예상되므로 토지의 효율적인 이용을 고려한 토지이용 및 배치계획이 필요하다.

〈표 III-23〉 시설별 토지이용계획표 및 추정 건폐율 및 용적률

(단위: ㎡, %)

구분			수정 부지면적		연면적	층수	건축 면적	건폐율		용적률	
			개별부지	통합부지				개별	통합	개별	통합
지원 시설 용지	산업 진흥 기반	수소 저장·운송 산업진흥센터	10,785.7	14,380.9	8,268	3층	2,756	25.6	19.2	76.7	57.5
		수소 저장·운송 안전성 시험센터	3,595.2		2,756	1층	2,756	76.7	19.2	76.7	19.2
		소 계		14,380.9		11,024	-	-	102.3	38.3	153.4
산업 시설 용지	기술 검증 기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,669.6		3,720	1층	3,720	79.7		79.7	
	기업집적단지		305,552.2		-	-	-	-	-	-	
	소계		310,221.8		3,720	-	-	-	-	-	
합계			324,602.7		14,744	-	-	-	-	-	

자료: 연구진 작성

〈표 III-24〉 용적률 계획안

(단위: ㎡, %)

구분			사업계획안 수정 부지면적	동해시/삼척시조례 용적률 ¹⁾	용적률	지상층 연면적	
						사업계획안	검토안
지원 시설 용지	산업 진흥 기반	수소 저장·운송 산업진흥센터	14,380.9	350	76.7	8,268	8,268
		수소 저장·운송 안전성 시험센터				2,756	2,756
	소계		14,380.9	-	-	11,024	11,024
산업 시설 용지	기술 검증 기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	4,669.6	350	79.7	3,720	1,350
	기업집적단지		305,552.2	350	70	-	제외
	소계		310,221.8	-	-	3,720	1,350
소계			324,602.7	-	-	14,744	12,374
액체수소 공급기반		수소액화플랜트	17,589	350	70	12,312	12,312
합계			342,191.7	-	-	27,056	24,686

주: 1) 「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」(강원도고시 제2019-435호, 2019. 11. 22.) 상 건폐율은 80%, 용적률은 350%로 확인됨

자료: 연구진 작성

「동해시 도시계획 조례」는 일반공업지역과 준공업지역의 건폐율을 70% 이하, 용적률은 각각 350%, 400% 이하(「북평 제2일반산업단지 계획 변경 승인 고시」 건폐율 80%, 용적률 350%)로 명시하고 있어 산업진흥기반 시설은 법적 허용 범위 내의 건폐율과 여유 있는 용적률을 가지고 있다. 법정 건폐율을 고려할 때는 주차공간과 장래증축을 고려한 수평 증축부지 확보를 하고 있는 것으로 검토되나 층수의 상향조정 등을 통하여 효율적인 토지이용계획 대안 검토도 필요할 것으로 판단된다. 사업계획안의 기술검증기반 시설은 여유 있는 용적률을 확보하고 있으며 보다 효율적인 건축 면적의 확보가 필요할 것으로 사료된다.

2) 대지면적의 적절성 검토

사업부지는 사업계획안 상 R&BD 및 지원시설의 연구시설 용지로서, 본 조사에서는 2개의 유사 시설 사례(한국생산기술연구원, 한국건설기술연구원)를 통하여 대지면적의 적절성을 검토하였다. 유사사례는 사업특성을 고려하여 연구기관의 사례를 선정하였다. 사업계획안에서는 사업부지 내 구체적인 일 최대수용인원을 제시하지 않았으므로 예상 수용인원 추정치 405명을 기준으로 검토하였다. 그 결과 검토안의 직원 1인당 대지면적은 47제곱미터(m^2)/인으로, 2개 시설 평균인 44제곱미터(m^2)/인과 유사하다.

사업계획안의 용적률을 고려할 경우 유사시설 평균(57%) 보다 높다. 따라서 유사사례의 1인당 대지면적 및 용적률을 고려할 때, 용적률은 높은 편이나 크게 차이 나지 않고, 1인당 대지면적은 유사하다. 다양한 연구장비 및 연구실험실과 대규모 연구장비를 갖춘 한국생산기술연구원과 한국건설기술연구원은 본 사업계획과 규모 및 성격에서 차이가 있을 수 있다. 그러나 유사사례는 사업계획과 토지이용계획적인 측면에서의 유사성이 크므로 본 사업부지의 규모는 적절한 것으로 추정된다. 추후 구체적이고 적절한 수용인원 계획을 통하여 토지이용효율을 높이기 위한 방안을 검토할 필요가 있다고 판단된다.

〈표 III-25〉 대지면적의 적정성 검토

(단위: m², %, 인, m²/인)

구분	대지면적	연면적		용적률		직원수		1인당 대지면적	
		사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안
본 사업	19,051	14,744	12,374	77.4	65	-	405	-	47
한국생산기술연구원	32,741	18,247		56		976		34	
한국건설기술연구원	41,348	24,160		58		761		54	
평균	37,045	21,204		57		869		44	

주: 산업진흥기반(산업진흥센터, 안전성 시험센터) 및 기술검증기반(실증 테스트베드) 통합

자료: 연구진 작성

라. 시설규모의 적절성 검토

1) 수소 저장·운송 산업진흥센터 적정규모

가) 구성계획(안)

수소 저장·운송 산업진흥센터는 지상 1층에 기업지원실, 종합정보실, 전시·홍보실, 체험관, 운영총괄센터 등의 사업화지원 공간이 있으며 지상 2, 3층에는 공공, 민간 연구소, 연구기획실 및 지원실, 입주기업 연구소, 실증지원실 및 시험·인증 지원실, 회의실, 세미나실, 편의시설 등이 있다.

〈표 III-26〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 공간구성계획(안)

(단위: m²)

구분	세부시설	면적
수소 저장·운송 산업진흥센터 (기술지원공간)	공공 연구소(3)	509
	민간 연구소(4)	678
	회의실(3)	509
	편의시설(2)	340
	연구기획실/연구지원실(2)	170
	입주기업 연구소(7)	1,187
	세미나실(1)	170
	실증지원실/시험·인증지원실(2)	170
	소계	3,733

〈표 III-26〉의 계속

(단위: m²)

구분	세부시설	면적
수소 저장·운송 산업진흥센터 (사업화지원공간)	기업지원실(1)	85
	종합정보실(1)	254
	전시·홍보실(4)	848
	체험관(2)	339
	운영총괄센터(1)	339
	소계	1,865
공용면적	기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	2,670
	소계	2,670
합계		8,268

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부 강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

사업계획안은 실별 면적산정 근거와 직급별 구성 인원이나 적정수요에 따른 산출 근거가 부족하고 사무실 외 부속공간의 산출 근거가 명확하지 않다. 이에 검토안은 청사관리기준과 창업지원 유사사례의 1인당 면적기준을 참조하여 사무실, 회의실 등 부속면적을 검토하였다. 업무공간 1인당 면적기준 7제곱미터(m²)는 관련 기준과 창업지원시설 유사사례 면적 등을 참조하여 적정한 것으로 검토하였으며, 홍보실, 체험관은 사업계획안을 준용하였다.

〈표 III-27〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 면적산출근거(검토안)

실명	산출근거
공공 연구소, 민간 연구소, 연구기획실/연구지원실, 입주기업연구소, 실증지원실/시험·인증지원실, 기업지원실, 운영총괄센터	청사취득 및 배정면적 기준의 일반직원 면적과 유사사례 창업지원 시설 1인당 면적
회의실, 세미나실	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준
편의시설	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 휴게실, 식당면적 기준
종합정보실	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 자료실면적 기준
전시·홍보실, 체험관	사업계획안 준용(전시, 체험물의 구체적인 계획 없음)
공용면적(화장실, 계단, 복도 등)	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 * 공용면적: [(직무면적+부속공간면적+설비관계면적)×30~40%]
방재실/관리실/전기실	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 공조기계실 면적 비율
지하주차장	사업계획안 준용 / 고려하지 않음

자료: 연구진 작성

나) 업무공간

업무공간은 공공 연구소, 민간 연구소, 입주기업 연구소, 연구기획실/연구지원실, 실증지원실/시험·인증지원실, 기업지원실, 운영총괄센터의 면적으로, 「정부청사관리규정 시행규칙」과 유사사례 창업지원시설 면적 기준을 참조하였다. 기업지원실 및 운영총괄센터의 경우, 사업계획의 운영조직 인원을 적용하였으며 그로 인해 면적의 합이 감소하였다. 특히 사업계획안의 공간구성 계획에 따르면, 운영총괄센터는 클러스터의 운영 관리를 총괄 전담하는 행정조직으로 사무공간을 제외한 나머지 별도의 공간은 필요 없다고 하였으나 운영인원에 비해 넓은 면적을 확보하고 있었다. 결과적으로 사업계획안의 업무공간은 3,138제곱미터(㎡), 검토안은 2,833제곱미터(㎡)로 검토안 면적이 305제곱미터(㎡) 감소하였다(〈표 III-28〉 참고).

〈표 III-28〉 업무공간(연구소, 기획실, 지원실 등) 면적 산정

(단위: ㎡)

구분	면적		증감 (B-A)	비고
	사업계획안(A)	검토안(B)		
공공 연구소	509	509	-	「정부청사관리규정 시행규칙」 등 참고
민간 연구소	678	678	-	
입주기업 연구소	1,187	1,187	-	
연구기획실/연구지원실	170	170	-	
실증지원실/시험·인증지원실	170	170	-	
기업지원실	85	91	6	사업계획안의 운영조직 인원 적용함
운영총괄센터	339	28	-311	
합계	3,138	2,833	-305	

자료: 「정부청사관리규정 시행규칙」

다) 업무 부속공간

사업계획안의 회의실 등을 포함한 부속공간 면적은 1,019제곱미터(㎡)였으며, 검토안은 1,363제곱미터(㎡)로 추정되어 검토안이 344제곱미터(㎡) 증가하였다. 사업계획안의 경우, 회의실, 세미나실, 편의시설 등 면적에 대한 산출 근거가 없어 검토안은 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준을 참조하였으며, 그 결과 사업계획안 대비 실별 증감이 발생하였다. 편의시설의 경우 사업계획안은 특정 용도를 명기하지 않아 검토안은 휴게실과 식당면적을 기준으로 산정하였고, 저장시설의 경우 사업계획안에서는 고려되지 않았으나 연구소 등의 성격을 고려하여 검토안에서는 문서고, 창고 면적을 추가하여 면적이 증가하였다.

〈표 III-29〉 업무 부속공간 필요면적의 추정

(단위: ㎡)

구분		면적		증감 (B-A)	비고
		사업 계획안(A)	검토안 (B)		
회의실		509	324	-185	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 회의실면적 기준
세미나실		170	324	154	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 회의실면적 기준
편의 시설	휴게실	-	121	121	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 휴게실면적 기준
	식음료공간		198	198	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 식당면적 기준
	소계	340	319	-21	
저장 시설	문서고	-	198	198	정부청사시설 기준표의 문서고 면적 기준(순사무실 면적의 7%)
	창고	-	198	198	정부청사시설 기준표의 창고 면적 기준(순사무실 면적의 7%)
	소계	-	396	396	
합계		1,019	1,363	344	

자료: 연구진 작성

라) 종합 정보실, 전시·홍보실, 체험관

사업계획안에서는 종합정보실, 전시·홍보실, 체험관 면적 산정에 대한 근거가 없고, 전시·홍보실, 체험관의 경우 특정 이용계획이 명기되지 않아 면적의 적정성을 확인하기 어렵다. 다만 전시물의 크기와 성격에 따라 전시실 면적의 크기가 차이나는 전시시설의 특성을 고려하여 이는 사업계획안을 준용하였다. 종합정보실은 「강원도 공유재산 관리조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준의 자료실 면적기준을 참조하여 162제곱미터(㎡)로 산정하였다.

〈표 III-30〉 종합정보실, 전시·홍보실, 체험관 면적

(단위: ㎡)

구분	면적		증감(B-A)
	사업계획안(A)	검토안(B)	
종합정보실	254	162	-92
전시·홍보실	848	848	-
체험관	339	339	-
계	1,441	1,349	-92

자료: 연구진 작성

마) 기계 및 전기실

사업계획안은 설비관계제실을 소요공간계획에 고려하지 않아 이를 검토하였다. 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준은 기계 및 전기실의 면적을 <표 Ⅲ-31>와 같이 명시하고 있다. 이에 연면적에 따른 공조기계실 면적 비율을 참고하되 공조기계실 외 UPS, 소화가스실, 저수조 등의 면적을 고려하여 4% 수준으로 검토하고 사무공간 면적기준에 따라 층장비실과 주장비실을 적용하였다. 그 결과 검토안의 설비관계 면적은 378제곱미터(㎡)으로 추정하였다.

〈표 Ⅲ-31〉 설비관계 면적 기준

(단위: ㎡)

실명		설계기준					
공조 기계실	연면적	3,000 미만	3,000 이상~ 7,500 미만	7,500 이상~ 13,000 미만	13,000 이상~ 18,000 미만	18,000 이상~ 23,000 미만	23,000 이상~
	연면적 대비(%)	4.5~7.0	4.0~6.0	3.5~4.5	3.0~4.0	2.5~3.5	2.3~2.8
층장비실	사무공간	500		800		1,000	
	층장비실	6.6		8.4		10.2	
주장비실	사무공간	1,000 미만	1,000 이상 4,000 미만	4,000 이상 8,000 미만	8,000 이상 12,000 미만	12,000 이상 16,000 미만	
	주장비실	14	37	74	111	149	

자료: 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준

〈표 Ⅲ-32〉 기계·전기실 면적의 추정

(단위: %, ㎡)

기계·전기실 면적 비율	기계·전기실 면적 ①	층장비실 ②	주장비실 ③	합계 (①+②+③)
4	330.8	10.2	37	378

자료: 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준

바) 공용면적

검토안은 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준의 공용면적((직무면적+부속공간면적+설비관계면적)×30~40%)을 참조하였다. 공용면적에는 복도·로비·화장실·계단·E/V, 탕비실 등이 포함되며 기계·전기실을 포함한 전용면적의 39.6%를 적

용하였다. 검토안의 공용면적(화장실, 계단, 복도 등)은 2,345제곱미터(㎡)로 산정되어 사업계획안의 2,670제곱미터(㎡)보다 325제곱미터(㎡) 감소하였다.

〈표 III-33〉 공용면적 계획

(단위: ㎡)

공용면적 산정 기준면적 계		공용면적 비율		계획면적		증감(B-A)
사업계획안	검토안	사업계획안	검토안	사업계획안(A)	검토안(B)	
5,598	5,923	전용면적의 47.7%	기준면적의 39.6%	2,670	2,345	-325

자료: 연구진 작성

사) 종합

수소 저장·운송 산업진흥센터는 사업계획안과 검토안 모두 8,268제곱미터(㎡)로 전체 면적의 증감은 없는 것으로 확인되었다. 검토안은 사업계획안의 업무공간 구성을 준용하고 이를 기준으로 전용면적과 공용면적을 추정하였다. 전용면적은 사업계획안 5,598제곱미터(㎡), 검토안 5,545제곱미터(㎡)로 검토안이 사업계획안보다 53제곱미터(㎡) 감소하였으며, 공용면적은 사업계획안 2,670제곱미터(㎡), 검토안 2,723제곱미터(㎡)로 검토안이 사업계획안보다 53제곱미터(㎡) 증가하여 연면적은 동일하게 추정되었다.

〈표 III-34〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 면적

(단위: ㎡)

구분	실명	면적		증감(B-A)
		사업계획안(A)	검토안(B)	
전용	업무공간	3,138	2,833	-305
	부속공간	1,019	1,363	344
	종합정보실, 전시·홍보실, 체험관	1,441	1,349	-92
	전용면적 계	5,598	5,545	-53
공용	공용면적(화장실, 계단, 복도 등)	2,670	2,345	-325
	설비관계 제실	-	378	378
	공용면적 계	2,670	2,723	53
합계		8,268	8,268	-

자료: 연구진 작성

2) 수소 저장·운송 안전성 시험센터 적정규모

가) 구성계획(안)

수소 저장·운송 안전성 시험센터 지상 1층에는 성능측정실, 안전성시험실 등이 있다.

〈표 III-35〉 수소 저장·운송 안전성시험센터 공간구성계획(안)

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적
1층	성능측정실(2)	509
	안전성시험실(2)	1,357
	소 계	1,866
	공용면적: 기타시설(복도, 화장실, 계단, ELEV)	890
합계		2,756

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료; 산업통상자원부 강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

수소 저장·운송 안전성 시험센터는 지상 1층에 성능측정실, 안전성시험실 등을 구성하고 있으며, 이들 실별 적정규모는 장비제원 및 배치, 사용 동선에 따라 결정된다. 검토안은 장비제원 및 배치에 따라 결정되는 성능측정실과 안전성시험실의 경우 유사사례를 검토하여 사업계획안을 준용하고 공용면적을 검토하였다.

〈표 III-36〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 면적산출근거(검토안)

실명	산출근거
성능측정실, 안전성시험실	사업계획안 준용
공용면적 (화장실, 계단, 복도 등)	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 * 공용면적: [(직무면적+부속공간면적+설비관계면적)×30~40%]
방재실/관리실/전기실	「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준 공조기계실 면적 비율

자료: 연구진 작성

나) 성능측정실, 안전성시험실

사업계획안의 장비제원에 따른 장비배치계획을 고려한 성능측정실과 안전성시험실 면적 적정성을 검토하기 위하여 유사사례(에너지안전실증연구센터)의 장비배치 현황과 면적비율

을 참조하였다. 장비제원과 시험 방법에 따라 실별 면적이 다양할 것으로 판단되나, 사업 계획안의 성능측정실과 안전성시험실의 실별 장비면적 비율(25.88%)은 에너지안전실증연구 센터 초고압시험동의 초고압시험실(25.34%) 및 기초물성시험동의 물리력시험실(24.37%) 과 유사한 것으로 검토되었다.

따라서 검토안은 유사사례의 시험실 장비면적 비율을 참조하여 사업계획안 면적을 준용 하였다. 즉 검토안의 성능측정실과 안전성시험실 면적은 1,866제곱미터(㎡)로 사업계획안 과 동일하다. 다만 검토안에서 참조한 장비면적 비율은 유사사례 시험실의 장비면적 비율 보다 약간 높은 장비배치 비율을 가지고 있으므로 추후 상세 설계 시 장비특성 및 시험 방 법에 따라 작업효율을 고려한 융통성 있는 면적 검토가 필요할 것으로 판단된다.

〈표 III-37〉 시험실의 장비면적 비율

(단위: ㎡, %)

구분	사업계획안 (성능측정실, 안전성시험실)	유사사례(에너지안전실증연구센터)	
		초고압시험동 초고압시험실	기초물성시험동 물리력시험실
장비면적	290.17	67.01	17.48
실면적	1,866	264.45	71.72
비율(장비면적/실면적)	25.88	25.34	24.37

자료: 연구진 작성

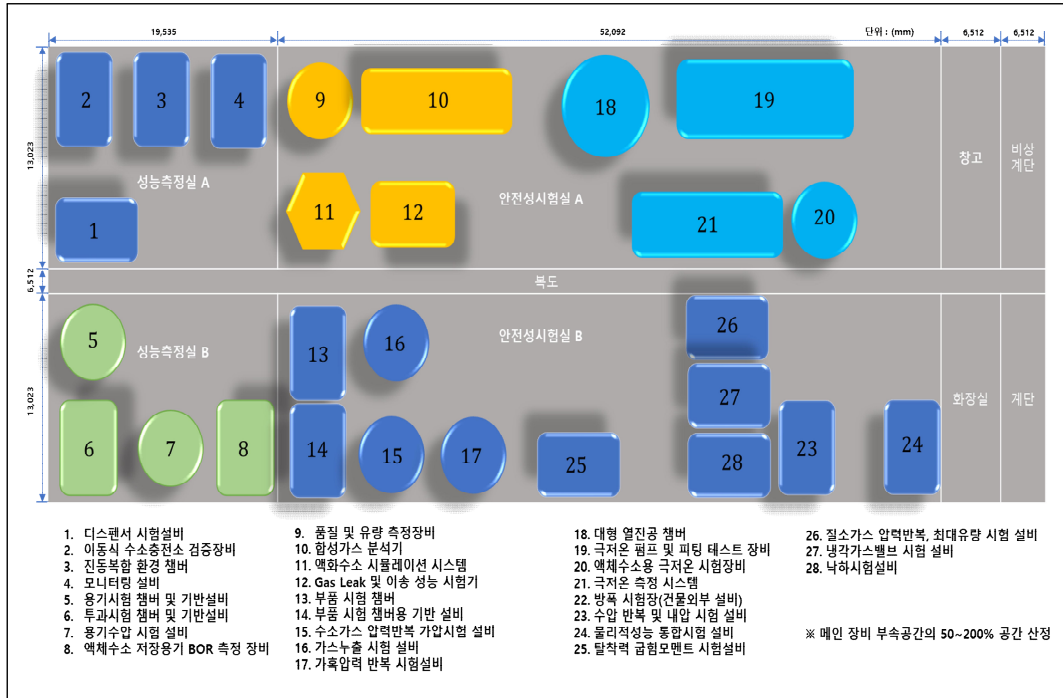
〈표 III-38〉 성능측정실, 안전성시험실 면적

(단위: ㎡)

구분	면적		증감(B-A)
	사업계획안(A)	검토안(B)	
성능측정실	509	509	-
안전성시험실	1,357	1,357	-
계	1,866	1,866	-

자료: 연구진 작성

[그림 III-16] 안전성 시험센터 구축예정 장비별 배치계획



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〈표 III-39〉 안전성 시험센터 구축예정 장비별 규격

(단위: m, m²)

장비 구분	순번	공간명	구축 장비명	수량	가로	세로	면적
기타 기자재 안전성시험용	1	성능측정실A	디스펜서시험설비	1	3.0	3.0	9
	2		이동식수소충전소검증장치	1	6.0	3.0	18
	3		진동복합환경챔버	1	2.5	2.0	5
	4		모니터링 설비	1	6.0	4.0	24
수소 저장용기 안전성시험용	5	성능측정실B	용기시험챔버 및기반설비	1	5.0	5.0	25
	6		투과시험챔버 및기반설비	1	5.0	4.0	20
	7		용기수압시험설비	1	2.0	4.0	8
	8		액화수소저장용기BOR측정설비	1	1.0	1.0	1
기타 기자재 안전성시험용	9	안전성시험실A	품질 및 유량 측정설비	1	2.4	6.1	14.64
액화수소시험 인증평가용	10		합성가스 분석기	1	0.9	0.9	0.81
	11		액화수소 시뮬레이션 시스템	1	2.0	2.0	4
	12		Gas Leak 및 이송 성능시험기	1	5.0	15.0	75

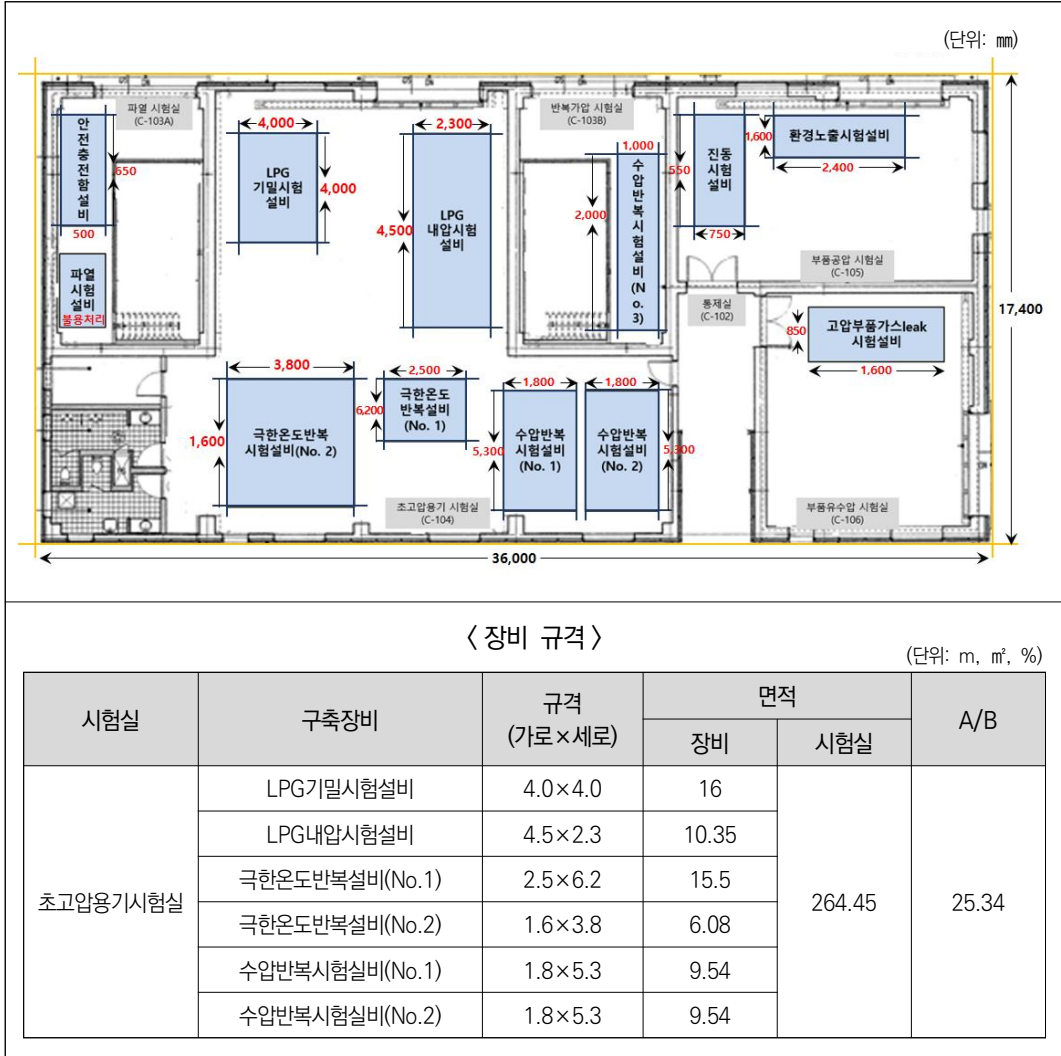
〈표 III-39〉의 계속

(단위: m, m²)

장비 구분	순번	공간명	구축 장비명	수량	가로	세로	면적
수소 저장·운송 기자재안전성시험용	13	안전성시험실B	부품시험 챔버	1	1.5	4.2	6.3
	14		부품시험 챔버용 기반설비	1	1.2	2.0	2.4
	15		수소가스 압력반복 가압시험 설비	1	0.8	2.8	2.24
	16		가스누출 시험설비	1	1.5	2.0	3
수소 저장·운송 기자재안전성시험용	17	안전성시험실 B	가혹압력 반복시험 설비	1	1.5	2.0	3
액화수소시험 인증평가용	18	안전성시험실 A	극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비	1	5.0	5.0	25
	19		대형열진공챔버	1	16	12	192
	20		액화수소용 극저온 시험장치	1	2.0	2.0	4
	21		극저온 측정 시스템	1	3.0	4.0	12
액화수소시험 인증평가용	22	※설치공간계획	방폭시험장 - (안#1) 안전성 시험센터 부지 내 여유공간 - (안#2) 실증 테스트베드 부지 내 장래시설부지	1	6.5	13.0	84.5
수소 저장·운송 기자재안전성시험용	23	안전성시험실B	수압반복 및 내압시험 설비	1	0.8	2.8	2.24
	24		물리적성능 통합시험설비	1	3.0	3.0	9
	25		탈착력, 굽힘모멘트시험설비	1	1.0	1.2	1.2
	26		질소가스 압력반복, 최대유량 시험설비	1	1.3	2.3	2.99
수소 저장·운송 기자재안전성시험용	27	안전성시험실B	냉각가스밸브 시험설비	1	1.3	2.3	2.99
	28		낙하 시험설비	1	1.8	5.2	9.36
합계(액화수소 시험인증 평가용 면적 제외)				28	-	-	290.17

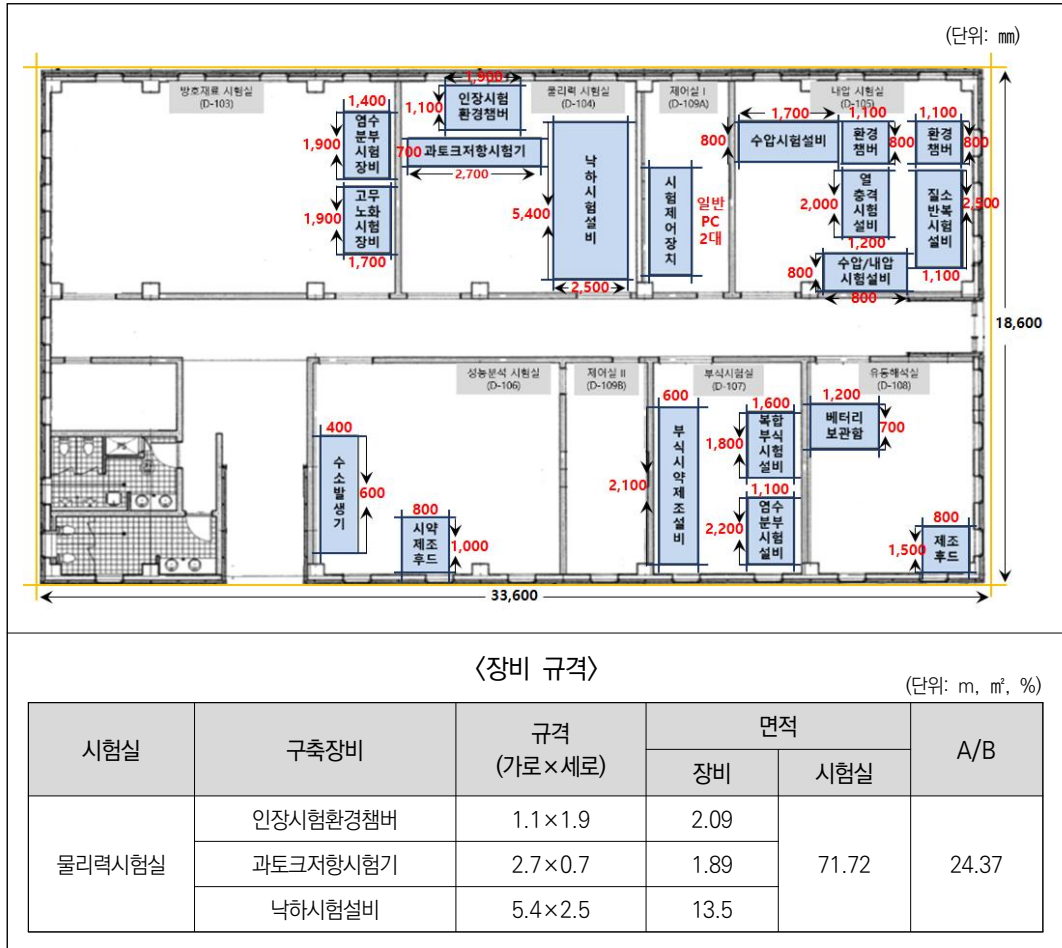
자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

[그림 III-17] 유사사례(초고압시험동) 장비배치도 및 장비규격



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

[그림 III-18] 유사사례(기초물성시험동) 장비배치도 및 장비규격



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

다) 기계 및 전기실

산업진흥센터와 마찬가지로, 사업계획안은 설비관계제실을 소요공간계획에 고려하지 않아 이를 검토하였다. 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준은 기계 및 전기실의 면적을 <표 III-31>와 같이 명시하고 있다. 이에 연면적에 따른 공조기계실 면적 비율을 참고하되 공조기계실 외 UPS, 소화가스실, 저수조 등의 면적을 고려하여 6% 수준으로 검토하였다.

〈표 III-40〉 설비관계 면적 기준

실명		설계기준					
공조 기계실	연면적 (㎡)	3,000 미만	3,000 이상~ 7,500 미만	7,500 이상~ 13,000 미만	13,000 이상~ 18,000 미만	18,000 이상~ 23,000 미만	23,000 이상~
	연면적 대비(%)	4.5~7.0	4.0~6.0	3.5~4.5	3.0~4.0	2.5~3.5	2.3~2.8

자료: 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준

사업계획안은 설비관계 면적을 구분하여 고려하지 않았으며, 검토안의 설비관계 면적은 165제곱미터(㎡)로 추정되었다.

〈표 III-41〉 기계·전기실 면적의 추정

(단위: %, ㎡)

기계·전기실 면적 비율	기계·전기실 면적
6	165

자료: 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준

라) 공용면적

검토안은 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준의 공용면적((직무면적+부속공간면적+설비관계면적)×30~40%)을 참조하였다. 공용면적에는 복도·로비·화장실·계단·E/V, 탕비실 등이 포함되며 기계·전기실을 포함한 전용면적의 35.7%를 적용하였다. 그 결과 검토안의 공용면적(화장실, 계단, 복도 등)은 725제곱미터(㎡)로 산정되어 사업계획안 면적 890제곱미터(㎡)보다 165제곱미터(㎡) 감소하였다.

〈표 III-42〉 공용면적 계획

(단위: ㎡, %)

공용면적 산정 기준면적 계		공용면적 비율		계획면적		증감(B-A)
사업계획안	검토안	사업계획안	검토안	사업계획안(A)	검토안(B)	
1,866	2,031	전용면적의 47.7	기준면적의 35.7	890	725	-165

자료: 연구진 작성

마) 종합

수소 저장·운송 안전성 시험센터 면적은 사업계획안과 검토안 모두 2,756제곱미터(㎡)로 전체 면적의 증감은 없는 것으로 나타났다. 사업계획안의 측정 및 시험실 면적을 준용하고 공용면적을 추정한 결과, 전용면적은 사업계획안과 검토안 모두 1,866제곱미터(㎡)로 동일하며, 공용면적의 경우 검토안에서 설비관계제실 면적 165제곱미터(㎡)를 추가 검토하였으나 공용면적 비율이 적정면적 비율 범위 내에 있는 것으로 판단되어 전체 공용면적의 증감 없이 사업계획안과 동일 면적으로 산정하였다.

〈표 III-43〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 면적

(단위: ㎡)

구분	실명	면적		증감(B-A)
		사업계획안(A)	검토안(B)	
전용	성능측정실	509	509	-
	안전성시험실	1,357	1,357	-
	전용면적 계	1,866	1,866	-
공용	공용면적(화장실, 계단, 복도 등)	890	725	-165
	설비관계제실	-	165	165
	공용면적 계	890	890	-
합계		2,756	2,756	-

자료: 연구진 작성

3) 수소 저장·운송 실증 테스트베드 적정규모

수소 저장·운송 관련 기술검증을 위한 실증 테스트베드는 수소 충전소 모사시설, 수소 연료전지, 수소 저장탱크 및 테스트베드 동과 장래시설부지, 주차장 및 기타공간으로 구성되어 있다. 이와 관련하여 주무부처는 질의응답 과정에서 주차장, 기타공간, 장래시설부지가 실외면적에 해당한다고 제시한 바 있다.

본 조사에서는 실증 테스트를 위한 시설면적은 사업계획안을 준용하되, 건물 연면적의 경우 공사비 추정에 중요한 기준이 되므로 실제적인 사용상 건물공사비 산정 시 고려되지 않는 옥외공간 등의 시설 면적을 제외하였다. 따라서 검토안에서는 기획보고서의 실증 테스트베드 구축 필요면적을 부분적으로 준용하여 기술검증 플랫폼의 기능을 담당하는 시설 면적은 1,237.2제곱미터(㎡)로 산정하였다. 실증시설 부지 내 기타 면적의 산출 근거는 확인

되지 않았으나, 「강원도 공유재산 관리 조례」에 따른 공조기계실, 주장비실 등의 기준비율을 고려하여 기계·전기실 면적으로 사업계획안을 준용하였다. 따라서 검토안은 총 1,350제곱미터(㎡)로 사업계획안(3,720제곱미터(㎡)) 보다 2,370제곱미터(㎡) 감소하였다.

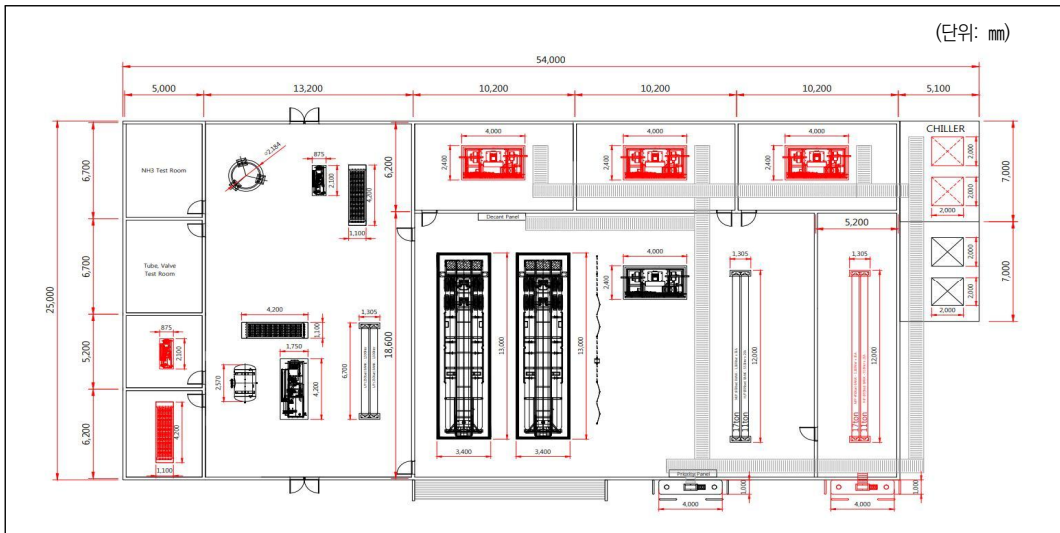
〈표 III-44〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 면적

(단위: ㎡)

구분	세부시설		건물연면적		증감(B-A)
			사업계획안(A)	검토안(B)	
수소 저장·운송 실증 테스트베드 (1층)	실증시설 부지	기체·고체 테스트 베드룸	325.5	325.5	-
		액체 테스트 베드룸	325	325	-
		액상 테스트 베드룸	31.2	31.2	-
		압축기 테스트 베드룸	195	195	-
		냉동기 테스트 베드룸	70	70	-
		저장 용기 테스트 베드룸	206.5	206.5	-
		튜브&밸브 테스트 베드룸	31.2	31.2	-
		기화기 테스트 베드룸	28.8	28.8	-
		펌프 테스트 베드룸	24	24	-
		① 소계	1,237.2	1,237.2	-
		② 기타	112.8	112.8	-
		계 (①+②)	1,350	1,350	-
	장래시설 부지		634	-	-634
	기타공간(안전성 확보 여유공간)		579	-	-579
주차장 및 기타공간		1,157	-	-1,157	
합계		3,720	1,350	-2,370	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서』를 바탕으로 재작성

[그림 III-19] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 장비배치 및 시설면적



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제철자료

4) 산·학 캠퍼스 적정규모

산·학 캠퍼스 시설은 강원대 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층에 배치되는 시설로 기존 건물 1개 층을 사용하므로 연면적은 사업계획안을 준용하고 설비관계는 기존 건물의 시설을 이용하는 것으로 검토하였다. 사업계획안의 실별 면적 산정 근거는 다소 부족하다고 판단된다. 따라서 검토안은 「정부청사관리규정 시행규칙」과 창업지원 유사사례의 1인당 면적 기준을 참조하되, 시제품 제작실 및 실험실은 유사시설 한국콘텐츠진흥원 인재캠퍼스 시제품 제작실 면적을 참조하였다.

검토 결과 산·학 캠퍼스 전체 면적은 사업계획안과 동일하게 추정되었다. 다만 시제품 제작실 및 실험실은 한국콘텐츠진흥원 인재캠퍼스 사례 면적을 적용하고, 편의공간은 「강원도 공유재산 관리 조례」[별표 1] 지방청사의 표준 설계면적기준의 휴게실 면적 기준을 참조하여 사업계획안과 차이가 발생하였다.

기존시설을 이용하기 때문에 연면적이 변경될 수 없으므로 전용면적과 기존시설의 공용 면적(계단, ELEV, 화장실, 복도 등)을 고려하여 가능한 면적을 산출할 수밖에 없다. 이러한 사용 가능 면적 및 적정 전용면적을 고려한 결과, 전용면적은 522제곱미터(㎡)로 사업계획안 보다 36제곱미터(㎡) 증가하였으며, 이로 인해 공용면적은 353제곱미터(㎡)로 사업계획안 보다 36제곱미터(㎡) 감소하였다.

〈표 III-45〉 산·학 캠퍼스 면적

(단위: m²)

구분	세부시설	건물연면적		증감(B-A)
		사업계획안(A)	검토안(B)	
전용	창업보육실(4)	107	107	0
	프로젝트Lab(3)	146	146	0
	인재개발실/산·학 협력실(1)	66	66	0
	편의공간(1)	37	15	-22
	시제품 제작실 및 실험실	131	188	57
	소계	486	522	36
공용	기타시설(화장실, 복도, 계단 등)	389	353	-36
합계		875	875	0

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

5) 액체수소 공급기반 적정규모

수소 저장·운송 클러스터의 활용기반 시설인 수소액화플랜트의 주요 시설 면적은 관련 핵심기술과 실제 운용실적을 보유한 ‘린데코리아’의 상세건적 내용을 고려한 것으로 제시되어 본 조사에서는 이를 준용하였다. 액체질소 액화기, 액체수소 액화기, 액체수소 저장탱크 등을 고려한 추정설비 연면적은 1만 2,312제곱미터(m²)로 제시되었다.

〈표 III-46〉 액체수소 공급기반 주요면적 산출

(단위: m, m²)

구분	가로	세로	수량(식)	연면적	비고
수소액화플랜트 (30 TPD)	152	81	1	12,312	※ 린데코리아 30 TPD 수소액화플랜트 기준
합계				12,312	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

6) 종합

사업계획안의 배치계획은 추후 상세계획에 따라 변동성이 있으며 수용인원계획에 따른 실별 면적을 추정하지 않고 단순히 유사사례의 개략면적을 참조한 것이라 구체적인 규모 검토에는 한계가 있다. 또한, 본 조사에서는 공용면적의 설비관계제실을 관련 기준에 따라

검토하고 특수 설비를 위한 유틸리티 설비 면적은 각 장치의 실별 면적에 포함된 것으로 고려하였으나, 구체적인 계획에 따라 연면적 증가가 어려울 경우 전용면적 및 수용인원 축소 등 대안이 검토될 필요가 있을 수 있다.

더불어 토지이용효율 및 건물 시설면적의 효율 제고를 위해서도 층수 조정 및 건폐율 축소, 지하층 계획 등으로 건물을 인접하여 배치하거나 시설복합건물로서 단일동으로 계획하는 등 시설별 소요공간계획 확정에 따라 면적 대안 검토가 요구될 수 있다.

2. 기술적 검토

가. 연구 장비

구축되는 연구 장비(수소 저장·운송 안전성 시험센터, 산·학 캠퍼스)의 부합성 및 도입 타당성 검토는 연구시설·장비관리기관인 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에 구축 타당성 및 비용 분석을 의뢰하고 자문을 구하여 검토 결과의 신뢰성을 제고하고자 하였다. 그 결과, 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 구축 예정 장비 28종(28점) 중 6종, 산·학 캠퍼스 장비 12종(14점) 중 3종은 중복성 등으로 인해 도입을 재고할 필요가 있다고 판단된다.³⁹⁾

〈표 III-47〉 연구 장비별 검토 결과

연번	시설명	장비명	부합성	중복성	도입 타당성	적합성		비용 적정성
						사양	수량	
1	산·학 캠퍼스	물리흡착분석기	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
2		가스크로마토그래피	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
3		연료전지 평가장치	불부합	중복예외	도입불가	부적합	적합	부적정
4		극저온 냉동기	부합	중복있음	도입불가	적합	적합	적정
5		소형 액화기	부합	중복있음	도입불가	적합	적합	적정
6		수소 저장능력 평가장치	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
7		수소투과도 측정장치	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
8		핫프레스	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
9		수소생산 평가시스템	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정

39) [부록 B] 장비비 변경 내역 참고

〈표 III-47〉의 계속

연번	시설명	장비명	부합성	중복성	도입 타당성	적합성		비용 적정성
						사양	수량	
10	산·학 캠퍼스	밀폐형 음압시설	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	적정
11		수소감지기	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	적정
12		진공터보펌프	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
13	수소 저장·운송 안전성 시험센터	부품시험챔버	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
14		부품시험챔버용 기반설비	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	적정
15		수소가스 압력반복 가압시험설비	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	적정
16		가스누출 시험설비	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	적정
17		가혹압력반복 시험설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
18		탈착력, 굽힘모멘트 시험설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
19		질소가스 압력반복, 최대유량 시험설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
20		냉각가스밸브 시험설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
21		낙하 시험설비	부합	중복예외	도입타당	부적합	적합	적정
22		수압반복 및 내압 시험설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
23		물리적성능 통합시험설비	불부합	중복있음	도입불가	적합	적합	적정
24		용기시험챔버 및 기반설비	부합	중복있음	도입불가	적합	적합	부적정
25		투과시험챔버 및 기반설비	불부합	중복있음	도입불가	부적합	적합	적정
26		용기수압 시험설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
27		액화수소 저장용기 BOR 측정설비	부합	중복없음	도입타당	부적합	적합	부적정
28		디스펜서 시험설비	부합	중복있음	도입불가	적합	적합	적정
29		이동식 수소충전소 검증장치	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
30		진동복합환경챔버	부합	중복예외	도입타당	부적합	적합	적정
31		모니터링 설비	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	부적정
32		품질 및 유량 측정설비	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	부적정
33		방폭 시험장	부합	중복없음	도입타당	부적합	적합	적정
34		대형열진공챔버	불부합	중복있음	도입불가	적합	적합	부적정
35		극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비	부합	중복없음	도입타당	적합	적합	부적정
36		액화수소용 극저온 시험장치	불부합	중복있음	도입불가	적합	적합	적정
37		극저온 측정 시스템	부합	중복없음	도입타당	부적합	적합	적정
38		Gas Leak 및 이송 성능시험기	부합	중복예외	도입타당	부적합	적합	부적정
39		액화수소 시뮬레이션 시스템	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정
40		합성가스 분석기	부합	중복예외	도입타당	적합	적합	적정

자료: 국가연구시설장비진흥센터, 「연구장비의 구축타당성 및 구축 비용 분석 -수소 저장·운송 클러스터사업-」

나. 수소 저장·운송 실증 테스트베드

실증 테스트베드는 수소 저장·운송 기술의 수준 고도화 및 상용화 가능성을 검증하기 위한 기반 시설로, 미래 수소경제의 선제적 준비 측면에서 다양한 수소 형태별 상용화 가능성을 적절한 시기에 정확한 검증이 가능하도록 구성될 필요가 있다.

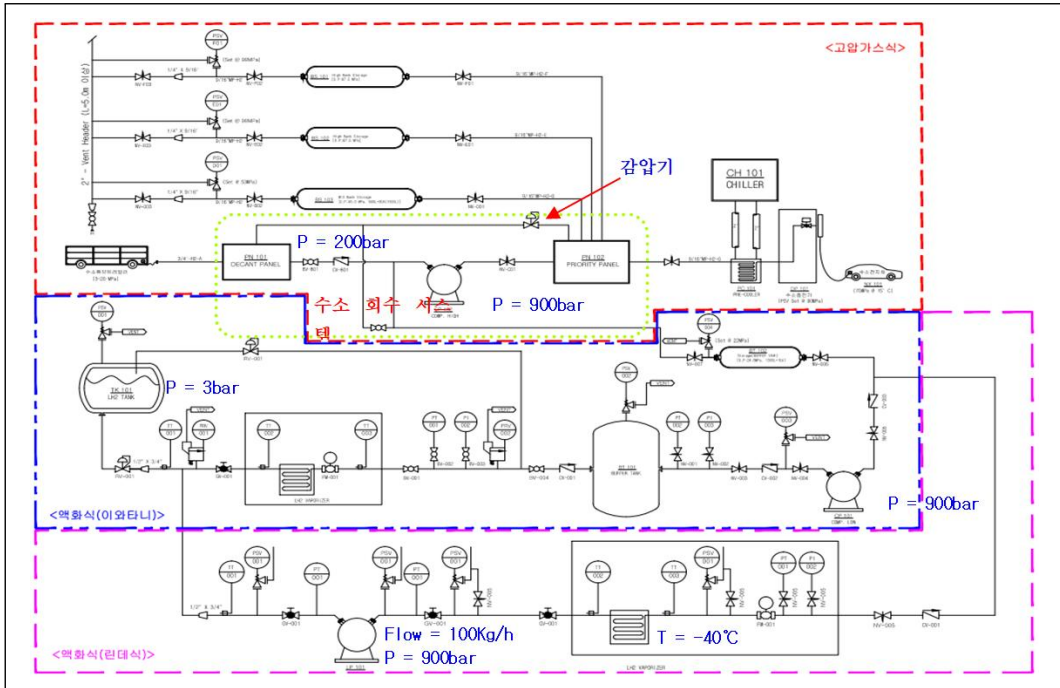
1) 수소 저장·운송 실증 테스트베드 계획안

가) 수소 저장·운송 실증 테스트베드 구성의 개요

주무부처는 기체수소의 (모델 ①) 수소 충전소용 저장탱크 및 기자재 실증, (모델 ②) 기체수소 모빌리티용 저장용기 실증, 액체수소의 (모델 ①) 수소 충전소용 저장탱크 및 기자재 실증, (모델 ②) 액체수소 모빌리티용 저장용기 실증, 액상수소의 (모델 ①) 수소 충전소용 암모니아 저장 및 수소추출시스템 실증, (모델 ②) 연료전지 발전용 암모니아 저장 및 수소추출시스템 실증, 고체수소의 (모델 ①) 이동식 수소 충전소용 수소저장합금 및 수소추출시스템 실증, (모델 ②) 연료전지 발전용 수소저장합금 및 수소추출시스템 실증 등 비즈니스 모델을 중심으로 수소 형태별 테스트베드 기본 구상을 종합적으로 분석하여 수소 활용의 주요 분야인 ‘수소 충전소 모델’로 제시하였다.

또한 실증 테스트베드의 구성은 다수의 기업이 활용할 수 있도록 ‘범용성’을 기본 방향으로 개발된 제품을 부착하여 검증할 수 있도록 ‘모듈형’으로 구축하며, 테스트베드의 운용 과정에서 안정성 확보를 위해 수소의 연결통로를 병렬로 구성하고 각각에 on/off 시스템을 도입하여 검증과정에서의 사고발생 가능성을 최소화하는 구성(안)으로 제시되었다(그림 III-20] 참고).

[그림 III-20] 수소 저장·운송 실증 테스트베드 P&ID(안)



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

나) 수소 저장·운송 실증 테스트베드 설계 반영의 주요 사항

실증 테스트베드는 가스식, 액화식 및 액상 테스트가 가능하도록 구성되었으며, 고체 저장시설의 경우 50바(bar) 정도의 압력을 사용하므로 고체 수소 성능 평가는 가스식인 기체 수소 기반 시설을 연계하여 활용할 수 있도록 구성되었다. 액화 수소 펌프의 사양을 최근 수소 충전소 구축 사양에 부합하도록 유량을 100킬로그램/시간(kg/h)로 설계하여 현존하는 수소 충전소에 모두 대응할 수 있도록 설계하였으며, 가스식 실증 테스트베드의 경우 효율성을 높이기 위해 저압, 중압, 고압 압축기를 사용하고 압축기의 열을 냉각하기 위한 냉동기와 차량 충전을 위한 디스펜서, 그리고 저장 용기로 구성하였다. 액화식 실증 테스트 베드의 경우에는 액화수소 탱크에서 액화수소를 가압하고 기화시켜서 탱크에 저장하는 방식(린데 방식)과 액화수소를 기화하고 압축기를 통해서 탱크에 저장하는 방식(이와타니 방식)을 둘 다 활용할 수 있는 시스템으로 구성하였다. 긴급차단장치 및 안전밸브를 구비하여 운영 안전성을 강화하였으며, 암모니아 수소 추출 관련 기술개발을 통한 상용화 시점이 본 클러스터의 운영 시점과 다소 차이가 날 것으로 판단되어 기체, 액화 수소 운송 및

저장에 해당하는 제품의 성능평가에 집중할 것으로 제시하였다. 암모니아 테스트 관련 대상 제품은 배관, 밸브, 용기 등에 우선 집중하며 향후 공공·민간의 기술개발을 통해 암모니아 수소추출 및 공급 관련 상용화 제품이 개발되는 시점에 실증 테스트베드 여유 공간을 활용하여 해당 실증 시스템을 추가 구축할 것으로 제안하고 있다. 또한, 수소 회수 시스템을 구축하여 성능평가 과정에서 사용된 수소를 회수 및 재사용하도록 구성하였다.

실증 테스트베드의 용량은 상용화 수소 충전소 용량인 250킬로그램(kg)/일(5킬로그램(kg) 충전 시 5대/시간 $\times$ 10시=50대)을 기준으로 설계되었으며 수소 저장량은 기체수소의 경우 튜브트레일러(200바(bar)) 1기, 액체수소의 경우 액체수소 저장탱크 1톤(ton)을 반영하고 있다.

실증 테스트베드는 기화기, 펌프류, 배관 및 밸브류 등의 성능 평가가 가능하도록 설계되었으며, 수소 모빌리티로 공급되는 수소는 실증 테스트베드 가용 수소 사용량의 10%인 약 25킬로그램(kg)를 활용하여 동해시, 삼척시 등 강원도 공공 부문에서 운행하는 자동차를 대상으로 수시 충전, 클러스터 전용 수소차 2대에 대하여 상시 충전하는 것으로 계획되었다.

2) 수소 충전소 종류 및 기술 현황

가) 연료공급 방식에 따른 수소 충전소의 종류

수소 공급방식에 따라서 수소 충전소는 Off-site 방식과 On-site 방식으로 구분되고, Off-site 방식은 대량수소 생산지역⁴⁰⁾과 수소 충전소를 수소 배관으로 연결하여 이송하는 방식, 트레일러(고압가스 또는 액화수소)로 공급하는 방식으로 구분된다. On-site 방식에는 수소 충전소 내에서 CNG, LPG를 개질하여 수소를 추출하는 방식과 물을 수전해하여 수소를 생산하는 방식 등으로 구분할 수 있다.

Off-site 방식은 산업용 부생수소를 직접 공급받을 수 있는 지역과 부생수소는 물론 천연가스의 공급도 원활하지 않아서 수소를 현장에서 생산할 수 없거나 수요가 충분하지 않아서 수소를 생산하는 것이 경제적이지 않은 경우에 튜브트레일러(고압가스 또는 액화수소)로 외부에서 수소(수소 카트리지)를 공급받아 자동차에 수소를 공급하는 방식이다. Off-site 수소 충전소로 개략적인 구성은 다음의 [그림 III-21], [그림 III-22]과 같다.

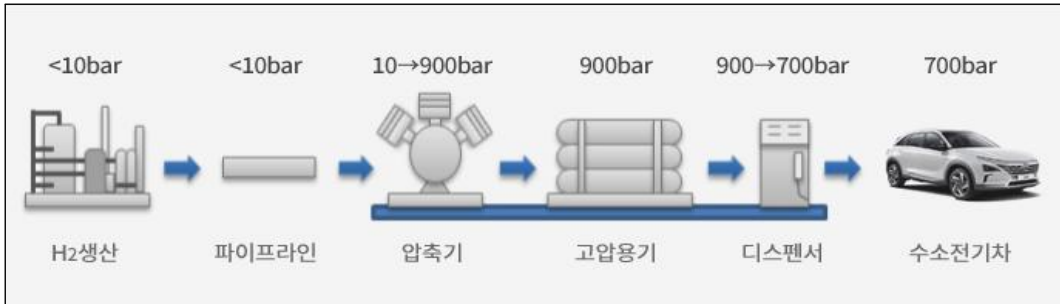
40) 정유공장, 석유화학공장, 제철공장 등 부생수소가 생산되는 지역

[그림 III-21] 튜브트레일러로 수소를 공급하는 수소 충전소 구성 예시



자료: 수소에너지네트워크, <http://www.hynet.co.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

[그림 III-22] 파이프라인으로 수소를 공급하는 수소 충전소 구성 예시



자료: 수소에너지네트워크, <http://www.hynet.co.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

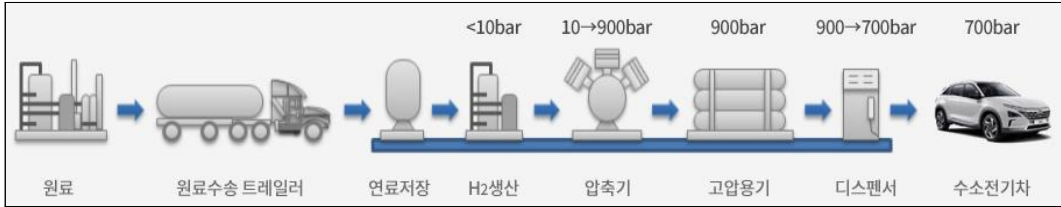
On-site 방식은 수소 추출기를 수소 충전소 내에 설치하여 필요한 수소를 현장에서 생산하여 충전소에 공급하는 방식을 말하며, 수소를 생산하는 방식에 따라 도시가스 배관을 통해 공급받은 연료를 개질하여 수소를 생산하는 방식, 연료 공급 배관이 없는 경우 CNG 또는 LPG 원료를 원료 수송용 트레일러로 공급받아 수소를 생산하는 방식과 현장에서 물을 수전해하여 수소를 생산하는 방식 등이 있다. On-site 방식의 수소 충전소로 개략적인 구성은 다음의 [그림 III-23], [그림 III-24], [그림 III-25]과 같다.

[그림 III-23] 배관으로 공급되는 연료를 개질하여 수소를 생산하는 수소 충전소 구성 예시



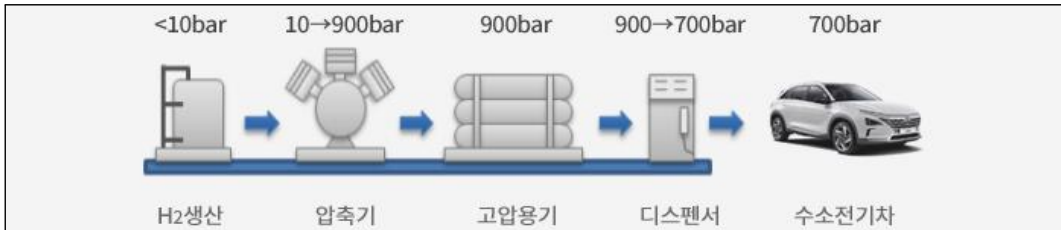
자료: 수소에너지네트워크, <http://www.hynet.co.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

[그림 III-24] 원료 수송용 트레일러로 공급되는 연료(CNG, LPG)를 개질하여 수소를 생산하는 수소 충전소 구성 예시



자료: 수소에너지네트워크, <http://www.hynet.co.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

[그림 III-25] 물을 전기분해(수전해)하여 수소를 생산하는 수소 충전소 구성 예시

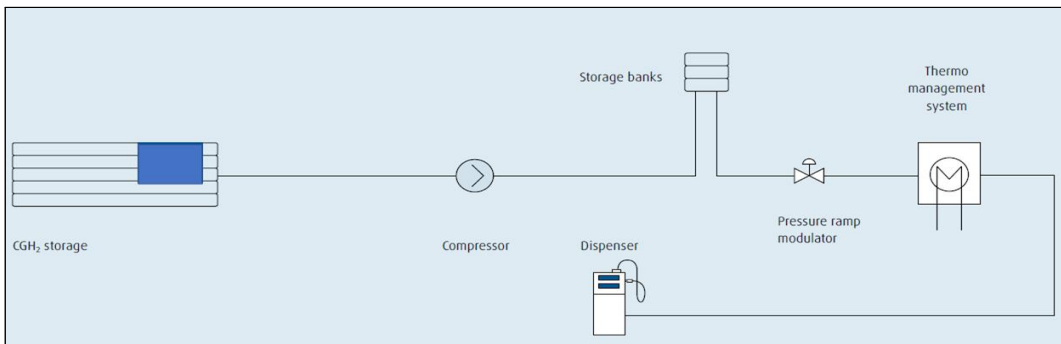


자료: 수소에너지네트워크, <http://www.hynet.co.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

나) 공급되는 연료의 상태에 따른 수소 충전소의 종류

휘발유나 경유를 자동차에 주유하는 주유소와 같이 연료인 수소를 수소 자동차에 충전하는 곳을 수소 충전소라고 하며, 수소 충전소는 충전소에 공급되는 수소의 상태(기체 또는 액체)에 따라 기체수소 충전소와 액체수소 충전소로 구분할 수 있다. 기체수소 충전소와 액체수소 충전소의 구성 개요는 다음의 [그림 III-26]과 같다.

[그림 III-26] 기체수소 충전소의 기본 구성



자료: Linde GmbH, "Linde Hydrogen FuelTech Tomorrow's fuel today," 2020

액체수소 충전소와 기체수소 충전소의 차이는 수소의 운송 특성과 직접적인 관련이 있다고 할 것이다. 액체수소는 기체수소 대비 밀도가 높아 부피당 운송할 수 있는 수소의 양이 많고, 고압으로 압축된 저장 형태가 아니라 저온 저압의 액상으로 운송하기 때문에 상대적으로 안전하다는 특성이 있다. [그림 III-27]에서 알 수 있는 바와 같이 액체수소 운송 탱크는 고압 수소 트레일러 대비 운송효율이 10배 이상이 되어 수소 생산기지에서 멀리 설치 운영되는 수소 충전소의 경우에는 액체충전소가 유리할 것으로 판단된다.

[그림 III-27] 기체수소 및 액체수소 운송 효율 비교

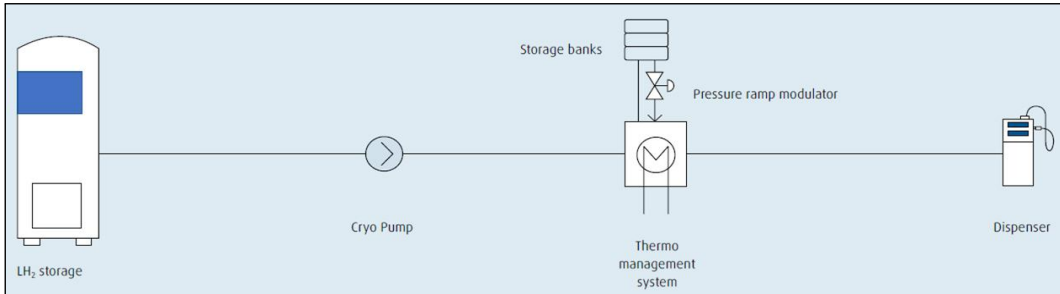


자료: 임민규(효성중공업), 「액화수소충전기술 및 국내도입 방안」, 2021년 추계학술대회, 한국수소및신에너지학회, 제주, 2021. 10. 20.~22.

액체수소의 이송 효율의 특성을 반영하여 최근에 대용량 수소 공급을 위한 상용차용 대용량 액체수소 충전소의 보급이 증가하고, 수소액화플랜트에 대한 관심이 고조되고 있다.

액체수소 충전소는 액화수소 저장탱크에서 액체 펌프를 통해 기화기로 보내 기화된 기체를 저장탱크에 고압으로 저장하고, 저장탱크에 압축되어 있는 기체수소를 디스펜서를 이용하여 자동차로 충전하도록 구성되어 있다. 수소를 안정적으로 충전할 수 있도록 수소 저장탱크와 디스펜서 사이에 압력을 조정하기 위한 밸브와 충전 과정에서의 압력 변화에 따른 기체수소의 온도 관리를 위한 열관리 시스템이 설치되어 있다.

[그림 III-28] 액체수소 충전소의 기본 구성

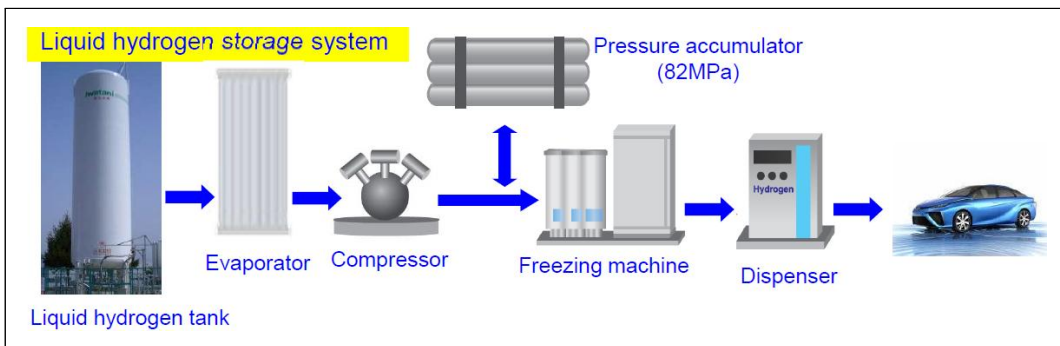


자료: Linde GmbH, "Linde Hydrogen FuelTech Tomorrow's fuel today," 2020

액체수소 충전소는 액체수소 펌프 및 기화기의 사양과 충전압에 따라서 세 가지 유형으로 구성할 수 있다. 액체수소 충전소에 대한 구성 기기의 사양, 기술 수준 등과 관련한 공개된 정보가 부족하여 기술 현황을 구체적으로 검토하는 데 한계가 있으나, 공개된 자료를 참고하면 액체수소 충전소는 Iwatani(일본), Air Products(미국), Air Liquide(프랑스) 및 Linde(독일) 등이 공급이 가능할 것으로 추정된다.

일본의 Iwatani사의 자료에서 제안하는 액체 충전소의 구성은 [그림 III-29]와 같다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 기존의 기체 충전소에 액체 저장용기와 기화기를 추가하여 액체수소의 원거리 수송의 이점을 활용할 수 있도록 구성된 액체수소 충전소로, 도입 초기 단계에 채택할 수 있는 수준이라고 판단된다.

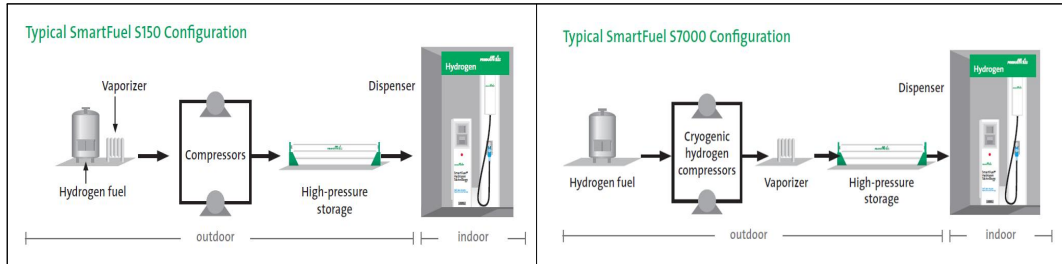
[그림 III-29] Iwatani 액체 충전소 구성도



자료: A.Shigenmori(Iwatani R&D Center), "Current Status and Prospect of Liquid Hydrogen Utilization," INTERNATIONAL WORKSHOP ON Construction of Low-Carbon Society Using Superconducting and Cryogenics Technology, March 9, 2016

미국의 Air Products사는 소용량과 대용량으로 구분하여 충전소 구성안을 [그림 III-30]과 같이 제시하고 있다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 소용량 액체수소 충전소는 기체 충전소의 구성에 액체 저장 탱크 및 기화기를 추가 설치하는 것으로 되어 있고, 대용량 액체 수소 충전소는 압축기 대신 액체 펌프를 설치하고, 기화기에서 수소를 기화하여 고압으로 압축된 저장 용기의 수소를 자동차로 충전하도록 구성되어 있다. 자료에 따르면 액체 탱크 용량은 1,500~2만 5,000갤런(gallons)(400~6,700킬로그램(kg)), 압축기는 ~6,600피에스아이(psi)로 압력 범위가 제시되어 있고 액체 펌프 사양은 제시되어 있지 않으며,⁴¹⁾ 수소 저장압력 용기 및 충전기도 각각 ~6,600피에스아이(psi) 및 ~5,000피에스아이(psi)(350바(bar))로 제시되어 있으나 충전량에 대한 정보는 나타나 있지 않다.

[그림 III-30] Air Products사 소용량(좌) 및 대용량(우) 액체 충전소 구성도



자료: Air Products, "SmartFuel® Hydrogen fueling stations for the material handling market," file:///C:/Users/swchoi/Downloads/352-13-009-US-Mar19-smartfuel-hydrogen-fueling-stations-for-material-handling-market.pdf (accessed October 3, 2022)

프랑스의 Air Liquide사는 승용차용 소용량과 버스용 대용량을 구분하여 <표 III-48>, <표 III-49>과 같이 사양을 제시하고 있으며, 시설투자비 최적화, 에너지 절약, 고효율 액체 펌프 적용 및 No-fog 기화기 기술 등의 특징이 있다고 기술하고 있으나 충전소의 구체적인 구성과 사양은 제시되어 있지 않다.

41) 극저온 액체 펌프를 적용하면 가스 압축기보다 에너지 소모가 적고, 설치 면적이 작다고 기술되어 있으나 구체적인 내용은 확인할 수 없음

〈표 III-48〉 Air Liquide사의 승용차용 액체수소 충전소

구분	성능	LM-L-70	LM-L_70
픽크 충전 성능	충전 대상 자동차 2대의 충전 대기 시간	4분	4분
	시간당 최대 충전 대수(5kg/대)	12	18
일일 충전 성능	연속 충전 성능	300대 이상(1,600kg)	

자료: Air Liquide, 「Hydrogen refueling stations, Power your mobility with clean energy」, 2021

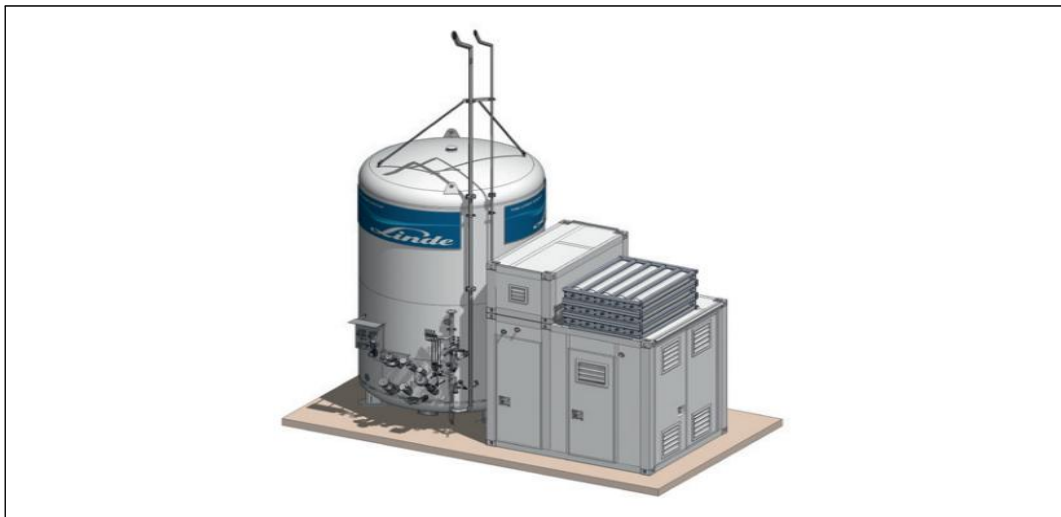
〈표 III-49〉 Air Liquide사의 버스용 액체수소 충전소

구분	LL-S-35	〉	LL-XL-35
픽크 충전 성능	1	1	2
충전용량(8시간)	525kg(버스 15대)	875kg(버스 25대)	1,750kg(버스 50대)
충전 시간	~15분	~10분	~10분
대기 시간	10분	3분	9분

자료: Air Liquide, 「Hydrogen refueling stations, Power your mobility with clean energy」, 2021

독일 Linde사는 아래의 [그림 III-31]과 같은 액체수소 충전소 패키지 모델을 제시하고 있으며 타사와 비교하여 다음과 같이 비교적 상세한 사양을 제시하고 있다.

[그림 III-31] Linde사의 액체수소 충전소 외관



자료: Linde AG, "Hydrogen fuelling station cryo pump technology. Efficiency at its best," https://www.linde-engineering.com/en/images/DS_Cryo%20Pump_tcm19-523716.pdf(accessed October 3, 2022)

독일 Linde사 제품의 특징으로는 압축 및 기화 과정에서 소비되는 에너지가 적고 설치 공간이 적게 소요되어 많은 양의 수소 저장이 가능하다는 점, 전체 충전소의 소비동력이 45킬로와트(kW)로 작고 충전 용량이 크며 수소의 순도를 높게 유지할 수 있다는 점, 추가 냉각 시스템이 필요 없으며 신뢰성이 높고 저소음이라는 점, 최신 연료공급 표준 SAE J 2601을 준수하고 있다는 점이 강조되고 있다.

액체수소 충전소와 관련하여 Iwatani(일본), Air Products(미국), Air Liquide(프랑스) 및 Linde(독일) 등 4개사의 공개된 자료를 고려하여 기술의 완성도는 Linde, Air Liquide, Air Products 및 Iwatani 순인 것으로 추정되며, 최근에 많은 기업들이 액체수소 충전소의 핵심 기기인 액체수소 펌프 등의 개발 및 실증에 나서고 있어 액체수소 충전소 시장의 경쟁이 치열해질 전망이다.

〈표 III-50〉 Linde사의 액체수소 충전소 사양

구분	내용
수소 충전소	
외형(L×W×H)	6.1m×3.4m×4.0m
최대 허용 작동 압력(MAWP)	100Mpa
소요 동력(충전소 전체)	45kW 이하
저장 탱크 용량	수소 400~4,000kg(고객 요구에 따름)
저장 탱크 압력	약 3bar
펌프 토출 유량(표준품)	50~70kg/h
펌프 토출 유량(보완 제품)	100kg/h
충전소의 평균 전량(표준품)	33.6kg/h(5.6kg/회 하는 자동차를 시간당 6대 충전량 상응하는 량)
소음수준(표준품)	75dB(A)
외기 온도	-40℃ ~ +50℃
버퍼 탱크	
버퍼 저장 용량	3 × 0.25m³
최대 허용 작동 압력	100Mpa
충전기	
유량 계량	질량 유량계
최대 유량	60g/s
최대 토출 압력(35Mpa)	87.5MPa

〈표 III-50〉의 계속

구분	내용
최대 토출 압력(70MPa)	
최소 노즐 온도@70MPa	-40℃
충전 노즐	
제작사/형식	IRDA/다양한 선택사양 제공

자료: Linde AG, "Hydrogen fuelling station cryo pump technology. Efficiency at its best," https://www.linde-engineering.com/en/images/DS_Cryo%20Pump_tcm19-523716.pdf(accessed October 3, 2022)

다) 국내의 수소 충전소 용량 추이

정부는 2020년 5월 한국자동차연구원을 사업자로 선정⁴²⁾하여 승용차 및 버스용 수소 충전소의 실증 연구를 진행 중이며, 실증 대상 충전소의 상세⁴³⁾는 다음의 〈표 III-51〉와 같다.

〈표 III-51〉 실증 대상 수소 충전소의 사양

구분	승용차용 수소 충전소	버스용 수소 충전소
충전용량	250kg/day	1,000kg/day
차량 1회당 충전량	4~5kg	20~25kg
1일 충전 대수	승용차 50~62대	버스 40~50대
최대 충전 속도	1.8kg/min	3.6kg/min, 7.2kg/min(급속)
충전 프로토콜	SAE J2601(700bar 충전)	SAE J2601-2(350bar 충전) JPEC-S 0003(700bar 충전)

자료: 『월간수소경제』, 「한국형 수소충전소 표준모델 제시한다」, 2020. 6. 1., <https://www.h2news.kr/mobile/membership.html?no=8275>, 검색일자: 2022. 10. 3.

한국가스공사가 현대자동차 등 10여개 출자사와 함께 수소 충전소 구축·운업을 위하여 설립한 SPC인 수소에너지네트워크(주)(하이넷)는 2019년부터 시설용량 25킬로그램/시간(kg/h)(250킬로그램/일(kg/day)), 2021년부터 시설용량 50킬로그램/시간(kg/h)(500킬로그램/일(kg/day))의 수소 충전소 구축 및 운영을 계획하였고, 한국지역난방공사가 현대자

42) 산업통상자원부, 「수소버스용 충전소 실증사업 지원 대상 선정」, 보도자료, 2020. 5. 20., http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=162961&bbs_cd_n=81&currentPage=1&search_key_n=&cate_n=&dept_v=&search_val_v=, 검색일자: 2022. 10. 3.

43) 『월간수소경제』, 「한국형 수소충전소 표준모델 제시한다」, 2020. 6. 1., <https://www.h2news.kr/mobile/membership.html?no=8275>, 검색일자: 2022. 10. 3.

동차, 정유사 및 Air Liquide사와 상용차용 수소 충전소 운영·구축을 위하여 설립한 SPC인 코하이젠은 기체 충전소 50킬로그램/시간(kg/h), 액체 충전소 75킬로그램/시간(kg/h)에서 300킬로그램/시간(kg/h)로 용량 확대를 계획하는 등 대용량 화하는 추세에 있다. 코하이젠이 구축 중인 300킬로그램/시간(kg/h)의 수소 충전소는 저압 및 중압 압축기로 100킬로그램/시간(kg/h), 고압 압축기로 150킬로그램/시간(kg/h) 용량을 채택하는 것으로 알려져 있다.

라) 수소 충전소 주요 장비 및 기술 현황

국내의 기체수소 충전소 구축을 위한 주요 장비는 압축기, 저장용기, 충전기, 수소 추출기(개질기, 수전해), 밸브 및 피팅류, 배관 및 튜브, 칠러 및 Pre-cooler 등이 있다. 국내의 기술 수준은 칠러, 충전기, 압축기 등의 순이며, 상대적으로 밸브 및 피팅류, 튜브 등 소재는 낮은 것으로 조사되고 있다. 국내에서 유통되고 있는 주요 장비의 현황, 업체 및 국내 기술 수준 등을 요약하여 정리하면 다음의 <표 III-52>, <표 III-53>와 같다.

<표 III-52> 기체 충전소 주요 장비 현황(1)

구분	압축기	저장용기	충전기	개질기	수전해
형식	다이하프램 피스톤 IONIC	Type I / II / III / IV	35/70MPa	SMR	알카리/PEM
해외업체	PDC, PPI, hofer, Hydro-pac, Haskel, Linde, Nel, Sera, Kaji, Hitachi, Holden, butoncorblin	CPI, FibaTech, Faber, 다이너텍, Samtech, JSW, SCI	Torkeim, Air product, Tatsuno, Hitachi, Nel	Osaka, Linde, MKK, OGE, Hydrogear	Hydrogenic, 텔레다인, PEL, Nel
세계 수준	상용	상용	상용	상용	상용
국내 수준	80%	45%	85%	50%	70%
국내업체	다이하프램: 광신기계, 범한퓨얼셀 피스톤: GTC	Type I : NK Tech, 두산중공업 Type III : NK Tech Type IV : 일진 복합소재, 태광후지킨	효성중공업, 광신기계, 범한퓨얼셀, 샘찬에너지, MS ENG	한국가스공사, 한국에너지기술연구원, 제이엔케이히터, 범한퓨얼셀, 현대로템	수소에너지, EMS, 원텔, 하이젠테크, 엘캠텍

자료: 김원식, 「수소충전소 구축현황」, 2020 차세대 미래 플랜트 기술 국제컨퍼런스, 경기도, 2020. 11. 5.

〈표 III-53〉 기체 충전소 주요 장비 현황(2)

구분	밸브류	피팅류	소재	칠러
형식	ALL	Con-Thread	Tube 등	냉동식
해외업체	Fujikin, Swagelok, HIP, NoVa Swiss	Fujikin, Swagelok, HIP, NoVa Swiss	Swagelok, 스미킨, 샌드빅	Mydax
세계 수준	상용	상용	상용	상용
국내 수준	20%	30%	0%	90%
국내업체	하이락, 디케이락, 대정밸브	하이락, 디케이락	-	현대ENG, 한국마이콤, 삼성이엔씨

자료: 김원식, 「수소충전소 구축현황」, 2020 차세대 미래 플랜트 기술 국제컨퍼런스, 경기도, 2020. 11. 5.

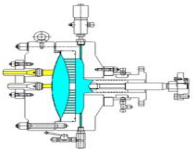
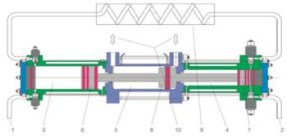
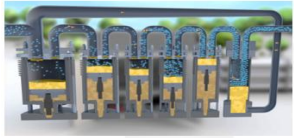
기체수소 충전소의 핵심 장비인 압축기는 장비 현황에 설명된 바와 같이 다이어프램식, 피스톤식 및 IONIC 압축기가 있으며, 설치 사례 및 압축기 형식별 특징 및 장단점을 비교하면 [그림 III-32], 〈표 III-54〉과 같다.

[그림 III-32] 압축기 형식별 적용 사례



자료: 김원식, 「수소충전소 구축현황」, 2020 차세대 미래 플랜트 기술 국제컨퍼런스, 경기도, 2020. 11. 5.

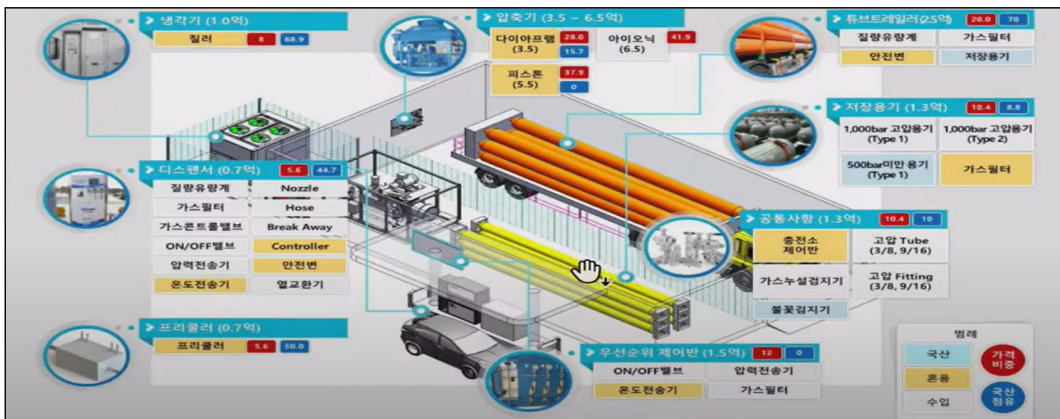
〈표 III-54〉 압축기 형식별 특징 비교

항목	다이하프램식	피스톤식	IONIC
형태			
원리	유압의 힘으로 피스톤을 구동시켜 수소가스를 압축 다이하프램은 3겹의 플레이트로 구성됨(유압, 수소, 중간)	1. 유압의 힘으로 피스톤을 구동시켜 수소가스 압축 2. 피스톤 링에서 고압가스 유출 방지	유압의 힘으로 피스톤을 구동시켜 수소가스 압축 피스톤 전면에서 Ionic Liquid가 고압 수소 가스 누출 방지
장점	연속 운전에 적합 가스 유출이 없어 순도가 매우 우수 유지보수비 최소화	구조가 컴팩트함 시스템이 간단하여 유지보수 간편	낮은 흡입압력까지 운전 가능 (5단 적용 시) 일정한 토출량 제어로 안정적 가스공급
단점	간헐적 운전이 어려움	미량의 가스 유출이 있음	유지보수비용 높음 오일분리장치 필요(1일 2회 이상)
제작사	독)Hofer, 미(PDC, 미)PPI, 한)광신기계, 법한산업	독)Hofer, 미)Haskel, 일)KAJI, 미)Hydro-Pac, 일)Kobelco, 한)개발중(광신기계, GTC)	독)Linde

자료: 김원식, 「수소충전소 구축현황」, 2020 차세대 미래 플랜트 기술 국제컨퍼런스, 경기도, 2020. 11. 5.

기체수소 충전소의 핵심 장비의 국산화 수준을 나타내면 [그림 III-33]과 같다. 아래에서 알 수 있는 바와 같이 2021년 현재 수입 제품이 많이 채택되고 있으며, 냉각기 및 튜브트 레일러를 제외한 대부분 부품의 국산 제품 점유율은 50% 이하로 조사되었다.

[그림 III-33] 기체수소 충전소 부품 국산화 수준



자료: 권낙현, 「수소 인프라 구축 및 기술개발」, 제3회 수소세미나: 수소 인프라 구축과 기술 선진화 방안 모색, 에너지경제신문·에너지경제연구원, 서울, 2021. 10. 21.

수소 충전소에서 액체수소를 연료로 하는 경우 액화수소 저장 장치, 액화수소 공급 장치 및 액체수소를 운송하기 위한 탱크로리 등이 필요하다. 국내의 경우 액체 충전소 및 핵심 부품 기술개발, 상용화 사례가 없고, 액화수소 핵심부품 및 안전기술 개발 경험도 부족한 상태이며, 국제 기준에 부합하는 한국형 안전기준도 미흡한 수준으로 정부의 기술개발 지원을 통한 안전기준 개발과 제도화도 시급한 실정이다. 이와 같은 상황에서 2020년부터 정부의 지원으로 액화수소 압축시스템 개발을 진행하고 있으나 현재 국내에서 구축하고 있는 액체수소 충전소의 주요 구성 부품은 대부분 수입에 의존하는 것으로 조사되었다. 액체수소 충전소의 주요 구성 기기의 기술 현황을 정리하면 다음 <표 III-55>과 같다.

<표 III-55> 액체수소 충전소 주요 기술 현황

구분	펌프	기화기	저장 장치	탱크로리	기타
형식	Piston, Plunger	전기식	입형, 횡형	-	밸브 및 센서류
해외업체	Linde, Nikkiso, Cryostar	Linde, Air Products	Linde, Chart, Taylor-Wharton	Linde, Chart, Taylor-Wharton	Cryocomp, Rotarex, Fujikin, WIKA, EMORSON, Rheonike
세계 수준	상용	상용	상용	상용	상용
국내 수준	2020~2024년 정부 지원 R&D 중	2022년 정부 지원(일부) R&D 예정	2022년 정부 지원 R&D 예정	2022년 정부 지원 R&D 예정	-
국내업체 (가능업체)	광신기계	(동화엔텍 등)	(크리오스, 대웅 CT)	(크리오스, DL)	(MTH 밸브, 수림 테크)

자료: 한국에너지기술평가원 내부자료

산업통상자원부가 추진하고 있는 액화수소 관련 제품 국산화 및 안전기술 개발을 위하여 추진하는 기술개발의 개요는 <표 III-56>와 같다.

<표 III-56> 국내 액체수소 충전소 기술개발과제

(단위: 억원)

구분	기술개발과제명	연구기간	소요예산
제품 국산화	액화수소 충전소용 저장탱크 및 수소공급시스템 개발	2022~2024년	230
	액체수소 운송을 위한 용량 3,000kg 액체수소 탱크트레일러 개발 및 실증	2022~2024년	90
	액화수소 충전소용 100kg/h, 90Mpa급 극저온 왕복동 펌프 개발	2022~2024년	53

〈표 III-56〉의 계속

(단위: 억원)

구분	기술개발과제명	연구기간	소요예산
안전 기준	액화수소 핵심 부품 성능검사 기술/안전기준 개발	2022~2025년	90
	액화수소 저장탱크/압력용기류의 진공단열 성능평가 기술/안전기술 개발	2022~2025년	70
	수소충전소 설계 및 운전 안정성 검증 사전 진단 프로그램 개발	2022~2025년	40
	액화수소 충전소 구축 연계 안정성 평가/실증 및 안전기준 개발	2022~2024년	60

자료: 『가스신문』, 「[특별기고]액화수소 인프라 안전성 확보 위한 기술개발 R&D 지원 확대-전 세계는 액화수소 상용화 기술확보를 위한 기술경쟁 한창」, 2022. 5. 6., <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=104807>, 검색일자: 2022. 10. 3.

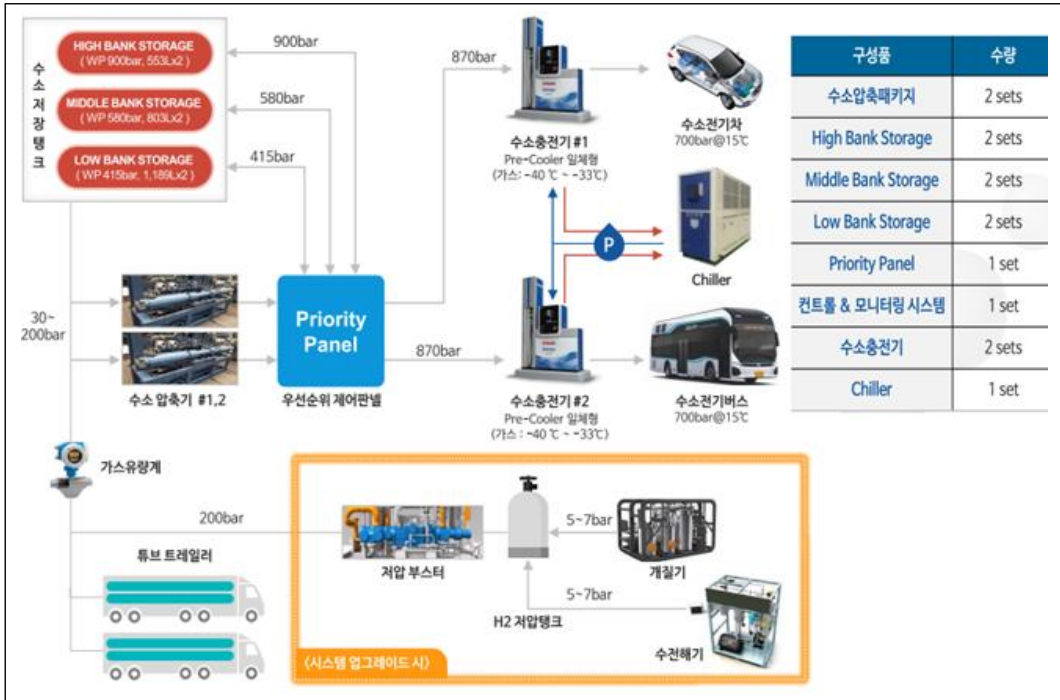
3) 소결

주무부처는 비즈니스 모델 중심의 수소 형태별 활용 분야를 검토하여 ‘수소 충전소 모델’을 대상으로 실증 테스트베드를 구축하고, 테스트베드는 기체수소 충전소를 기본으로 최근에 기술개발 및 보급이 확대되고 있는 액체수소(이와타니 및 린데식) 충전소용 구성기기의 실증이 가능하도록 제안하고 있다. 최근에 국내 산업화 및 기술개발 추이를 고려할 때 수소 저장·운송의 핵심은 수소 충전소라고 할 수 있고, 기체수소 충전소에서 액체수소 충전소로 확대되고 있는 국내 시장의 추이를 고려할 때 실증 대상 범위도 타당하게 설정되었으며, 이와타니식 액체수소 방식은 기존에 구축된 기체수소 충전소 운영자의 용량 증설 시 액체수소 충전소로의 전환 요구에 대응할 수 있을 것으로 판단된다.

기체수소 충전의 테스트베드 시설 용량 250킬로그램/일(kg/day)은 국내에 설치되어 있는 승용차용 용량에 부합하고, 액체수소 펌프의 용량은 100킬로그램/시간(kg/h)로 설정되어 있어 통상적으로 아래 [그림 III-34]과 같이 동일 용량의 기기를 복수 대 설치하여 용량을 증대하는 시장에서의 기본적인 요구에는 대응할 수 있을 것이라고 판단된다.

특히 실증 과정에서 이동한 수소를 회수하여 재사용할 수 있는 수소회수 시스템 및 긴급 차단 장치, 안전밸브를 구비하여 운영 안전성을 강화하는 것은 실증 테스트베드의 안정적인 운영을 위한 적절한 방안이라고 판단된다.

[그림 III-34] HyNet 50kg/h 수소 충전소 구성의 개요



자료: 오시덕 외, 「수용성관점에서의 HyNet 사업전략 사례 검토를 통한 수소 충전소 사업의 발전 방향에 대한 제언」, 2021년도 춘계 학술발표대회, (사)한국에너지학회, 대구, 2020. 4. 28.~30.

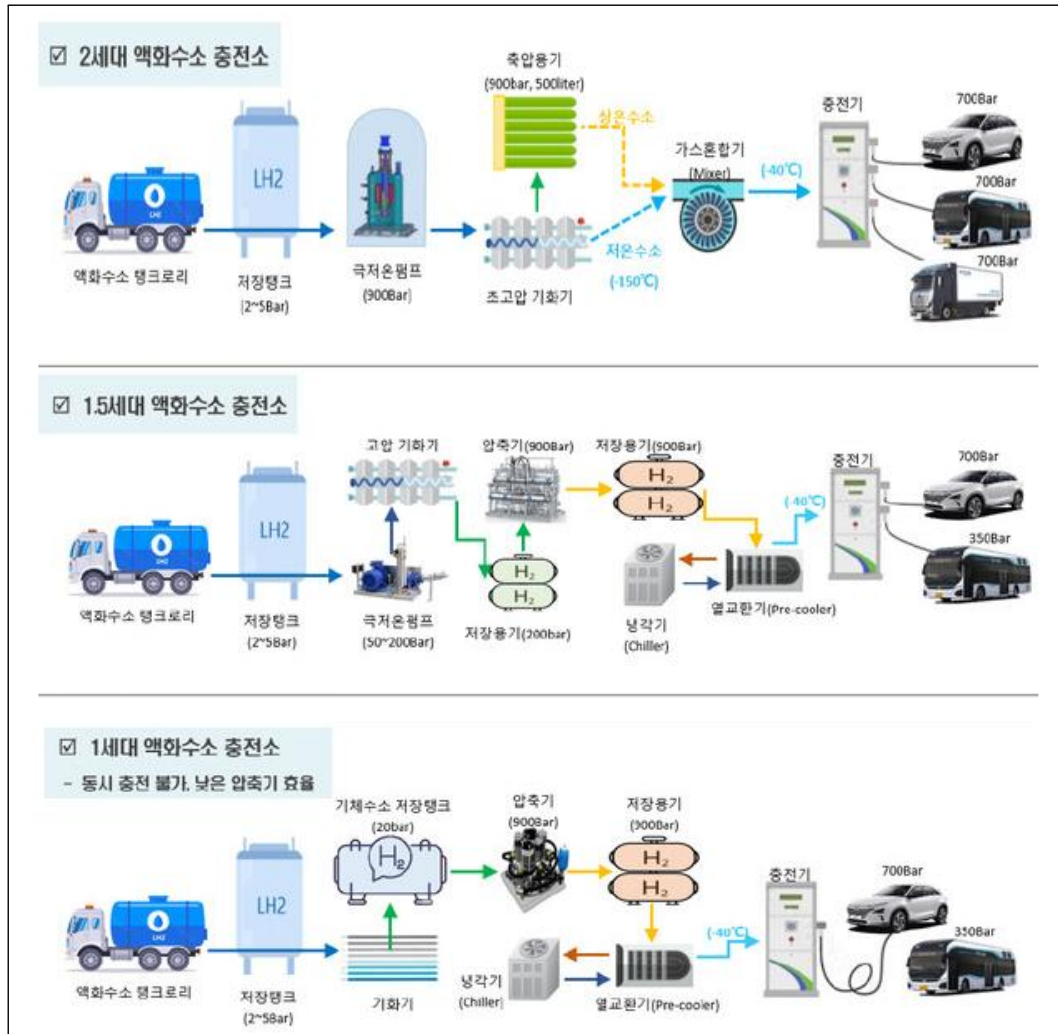
또한 테스트베드의 구성 및 부품별 실증 시나리오 구성을 유연하게 설계하면 기체수소 충전소는 물론 다음의 [그림 III-35]에 나타나 있는 1~2세대 액화수소 충전소의 구성 부품에 대한 실증이 가능할 것으로 판단된다.

기체수소 충전소의 경우 냉각기 및 튜브트레일러를 제외한 주요 구성기기 대부분 부품의 국산 제품 점유율은 50% 이하이고, 액체수소 충전소의 경우 액화펌프는 2020년부터 정부 지원 R&D가 수행되고 있으나 그 외의 주요 구성기기의 R&D는 2022년부터 시작되고 있어 실증 테스트베드의 이용 수요는 충분할 것으로 예상된다. 따라서 실증 테스트베드는 구성 및 용량의 측면과 구축비의 측면에서 적절하다고 판단된다.

다만 기체수소 및 액체수소가 연계 구축되어 공용으로 사용되는 설비가 많아 실증 대상 기기의 실증 시나리오에 따라서 공용 설비의 제약이 발생할 가능성이 있다. 기체수소 충전 부분은 250킬로그램/일(kg/day)로 설계되었으나 실증 대상 기기인 액체수소 펌프의 용량은 100킬로그램/시간(kg/h)(1,000킬로그램/일(kg/day))로 기체수소 충전용량의 4배 이상

크고, 수소 사용량은 기체수소 충전소의 10%인 25킬로그램/일(kg/day)를 예상하고 있어 상황에 따라서 수소회수 시스템과 연계하여 튜브트레일러를 출하 설비로 전환하여 사용할 필요가 있으며 상세 설계 시에 충분한 검토를 통하여 시스템의 유연성을 제고할 필요가 있다.

[그림 III -35] 액체수소 충전소의 개념



자료: 「가스신문」, 「[특별기고]액화수소 인프라 안전성확보 위한 기술개발 R&D 지원확대-전 세계는 액화수소 상용화 기술확보를 위한 기술경쟁 한창」, 2022. 5. 6., <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=104807>, 검색일자: 2022. 10. 3.

다. 수소액화플랜트

수소의 공급은 크게 고압의 기체수소로 공급하는 방식과 액체수소로 공급하는 방식으로 구분할 수 있다. 기체수소로 공급하는 방식은 배관 또는 고압으로 저장탱크에 저장하고 튜브트레이러로 운송하며, 액체수소 공급 방식은 기체수소를 1/800 부피의 액체수소로 액화하여 대기압의 저장탱크에 저장하고 탱크로리로 공급하는 방식이다. 이와 같은 이유로 대용량 장거리 운송에는 기체수소보다는 액체수소로 이동하는 것이 운송 효율 측면에서 약 10배로 좋아서 경제적이라고 알려져 있다. 그러나 액체수소는 기체수소를 액화하는 데 추가적인 에너지를 필요로 한다는 단점이 있다.

우리나라의 수소 기술개발 로드맵에서는 수소액화플랜트 및 저장 기술을 수소 저장·운송 부문으로 구분하고 있다. 1차 「수소 기술개발 로드맵(안)」(2019) 및 2차 「수소 기술개발 로드맵」(2022)의 주요 내용은 각각 [그림 III-36], [그림 III-37]과 같다.

[그림 III-36] 1차 수소 기술개발 로드맵의 수소 저장·운송부문의 핵심기술 개발 전략

저장 운송	물리적 수소저장	100만원/kg 0.1톤/일 3m³/탱크1기	고압수소 저장시스템 가격저감 기술 개발				45만원/kg 50톤/일 80,000m³/탱크1기
			수소 액화플랜트 및 저장 기술 개발				
	화학적 수소저장	유기수소화물 신소재 개발	액상수소화를 저장 및 추출 기술 개발 (유기수소화물 / 암모니아(추출))				1,000Nm³-H₂/h급 수소추출시스템
	수소운송	200bar 튜브트레이러 단거리 배관망 원천기술 개발, 기본설계	육상 운송비용 저감 기술 개발 (대용량 기체 / 대용량 액체 / 수소 배관망) 해외생산 수소 이송용 선박 기술개발				1,500L · 450bar 튜브트레이러 35톤급 탱크로리 등 160,000m³급 액체수소운송선
기술개발 현황 / 보급 실적 / 경제성·환경성 분석 이후 ▲ 국가수소공급 전략 수립 및 기술개발 재정비							

자료: 과학기술관계장관회의, 「수소 기술개발 로드맵(안)」, 2019

[그림 III-37] 2차 수소기술개발로드맵의 수소 저장·운송부문의 핵심마일스톤

핵심 마일스톤									
분류	단기					중기	장기		목표
	2021	2022	2023	2024	2025	~2030	~2040	~2050	
저장·운송	암모니아 수소 추출 실증 및 상용화								암모니아 추출 · (27) 40톤/일급 상용화
	수소 액화 관련 핵심 기자재 개발						실증 및 상용화		수소액화플랜트 · (30) 액화용량: 5톤/일, 액화고압 11,000m³/kg, 저장 탱크 용량 1,000m³
범례 ▶ 시제품 개발 상용화									

자료: 과학기술통신부·한국에너지기술연구원, 「수소 기술개발 로드맵」, AF0RE 2022, 제주, 2022. 9. 28.

최병일(2020)은 경인 지역에 설치·운영되는 1,000킬로그램/일(kg/day), 700바(bar) 충전소에 수소를 공급하는 경우에 대하여 DOE(Department of Energy)에서 제공하는 수소 충전소 경제성 해석 모델인 HDSAM(Hydrogen Delivery Scenario Analysis Model)을 활용하여 경제성 분석을 시행하였으며, 액체수소가 배관 또는 고압 저장 공급하는 기체 수소에 비하여 경제적이라는 결과를 제시하였다.

〈표 III-57〉 수소 인프라 경제성 분석 결과

(단위: 원/kg, 억원)

운송방법	수소생산	저장운송 비용	충전소 비용	수소충전가격	자본투자비
Pipeline	2,500	4,800	6,100	13,400	28,137
Tube Trailer	2,500	3,400	4,800	10,700	20,310
Liquid Truck	2,500	2,800	4,100	9,400	15,621

자료: 최병일, 「액체수소 기반 수소사회 인프라 구축 방안」, 『초전도와 저온공학』, 제22권 1호, 2020

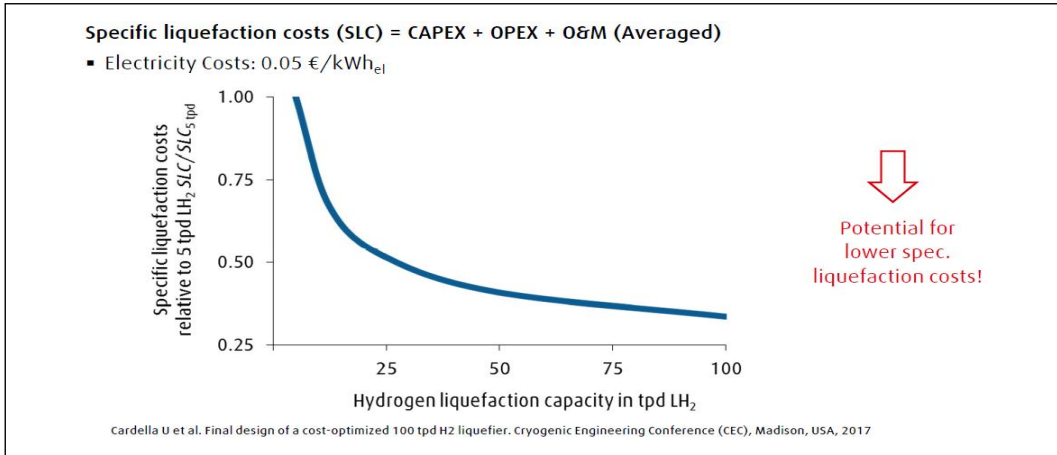
이와 같은 자료로부터 단위 기기의 수소 소요량이 증가하고, 대규모 수요가 있는 경우 액화수소의 필요성은 증대되며 수소액화플랜트의 용량이 증가하면 액화수소의 경제성은 급격히 개선될 것으로 전망된다. 수소 소요량이 큰 이송 수단으로 수요가 다변화되어 수소 수요가 증가하면 수소액화플랜트에 대한 수요도 증대할 것으로 예상할 수 있다.

〈표 III-58〉 일반적인 수소 소비율 기준의 연료전지 차량 수

차량 형식	수소 소모량 (톤/일)	충전 가능 차량수			
		CGH ₂ Trailer	LH ₂ Trailer	LH ₂ Plant(5 TPD)	LH ₂ Plant(50 TPD)
승용차	0.0004	2,500	8,750	12,500	125,000
버스-트럭	0.03~0.1	10	35	50	500
기차	0.25	4	14	20	200
선박(페리)	0.4~2.0	0.5	1.74	2.5	25
대형 선박	10	0.1	0.35	0.5	5

자료: Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H2 Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019

[그림 III-38] 용량변화에 따른 수소 액화 비용의 추이 변화



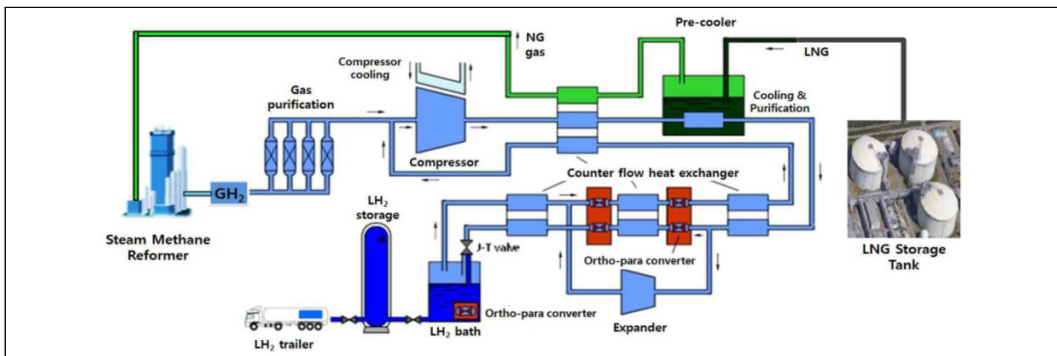
자료: Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H₂ Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019

1) 수소액화플랜트 계획안

가) 수소액화플랜트 구성의 개요

주무부처는 LNG가 기화된 천연가스(메탄)를 개질하여 기체수소를 생산하고, LNG 기화 시에 발생하는 냉열을 수소 액화 공정의 예냉 과정에 활용함으로써 액화에 필요한 에너지 양을 줄일 수 있는 시스템 개념을 채택하였다. 이와 같은 시도는 LNG 터미널 내에 개질기 (SMR)를 설치할 수 있고, 액화 설비를 LNG 터미널 근처에 설치할 수 있다는 지역적 특성을 살릴 수 있는 의미 있는 선택이라고 할 수 있다.

[그림 III-39] LNG 고효율 수소 액화 공정 개념도화

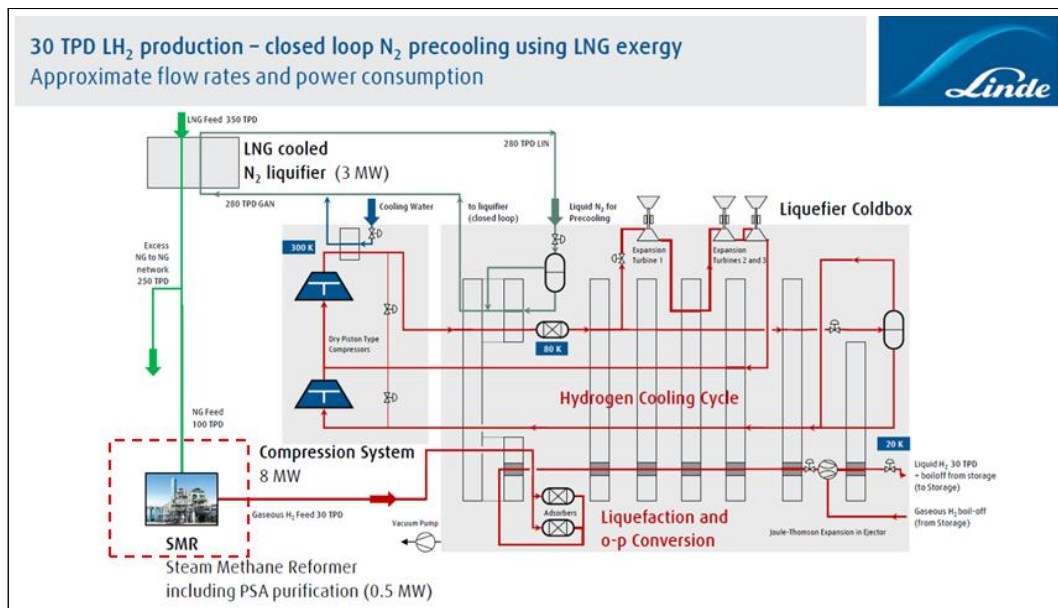


자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

나) 수소액화플랜트의 구성

주무부처는 Linde사의 30톤/일의 수소액화플랜트를 제안하였으며 공정 흐름도는 아래 [그림 III-40]과 같다. 여기에는 사업 범위 외에 있는 SMR이 포함되어 있고, 사업 범위 내에 있는 액체수소 저장 탱크는 제외되어 있음을 알 수 있다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 본 사업 내의 수소액화플랜트는 본 사업 범위 외로 한국가스공사가 30톤/일 규모로 직접 투자하는 SMR에서 생산되는 수소를 액화하도록 구성되어 있다. 따라서 수소액화플랜트의 투자는 물론 설계와 시공 일정의 검토는 사업 범위 외로 한국가스공사가 투자하는 SMR의 투자와 연계하여 진행되어야 한다.

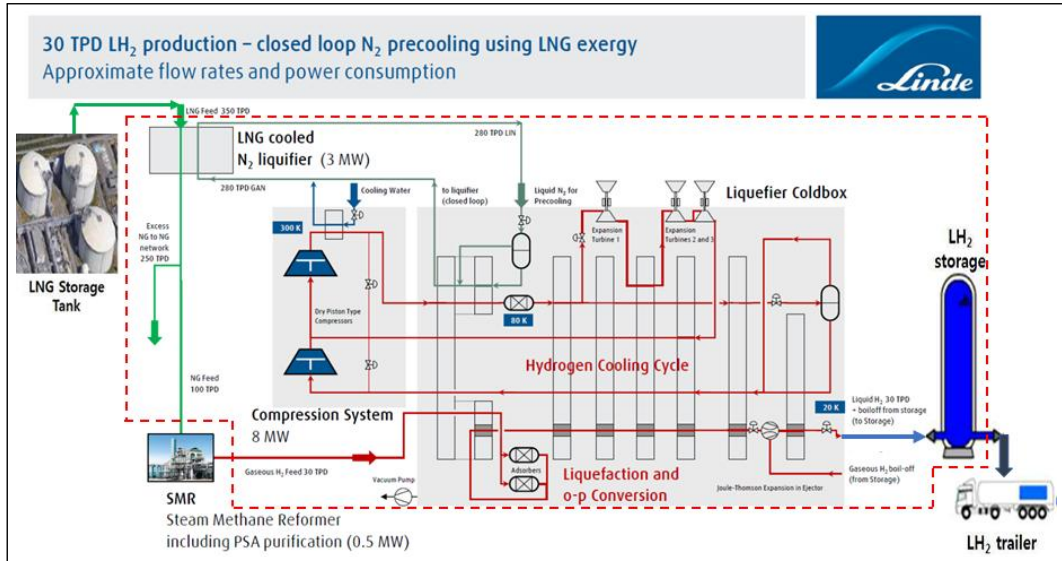
[그림 III-40] Linde 코리아 30톤/일급 수소액화플랜트 공정 흐름도



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

LNG의 공급에서부터 액체수소의 출하 과정을 공정 흐름도에 나타내면 아래 [그림 III-41]과 같다. 사업계획상 제안하는 사업 범위는 공정 흐름도의 적색 점선 내부로, LNG를 활용한 예냉기가 포함된 수소액화플랜트와 액체수소의 출하 전 저장에 필요한 저장탱크가 포함된다.

[그림 III -41] 사업 범위를 포함하는 수소액화플랜트 공정 흐름도



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

주무부처는 핵심기술과 주요 설비는 해외 선도기업을 통해 확보하고 구축 및 운용과정에 서 국내 기업의 참여를 통하여 기술 국산화를 촉진하는 방향으로 추진하고자 함을 밝혔다. 현재 한국기계연구원이 주관하고 있는 상용급 액화수소플랜트 설계 기술 개발과제와 연계 하여 수소액화플랜트 설계/핵심기자재 제작/건설 기술을 강화하고 국산 수소액화플랜트의 글로벌 시장 진입에 기여할 수 있다고 제시하고 있다.

2) 수소액화플랜트의 기술 현황

가) 수소 액화 기술의 개요 및 현황⁴⁴⁾

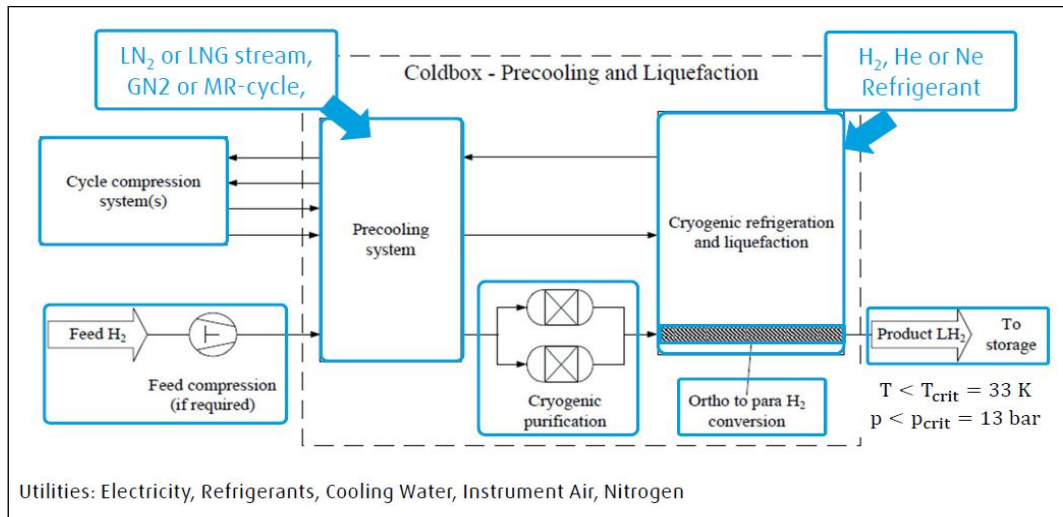
액체수소 제조 프로세스는 원료 수소를 정제하는 프로세스, 오르토-파라(ortho-para) 전환 프로세스와 수소 액화 프로세스로 구성되며, 액체수소 온도에서는 헬륨 이외의 원료 수소 중의 불순물이 고화하여 설비 내에 폐쇄를 일으킬 가능성이 있고 제품 순도 저하의 원인이 되기 때문에 정제 프로세스에서 수소 순도를 99.9999% 이상까지 높이고 있다.

또한 수소 액화 프로세스는 한냉(寒冷)을 발생시키는 방법에 의해 분류할 수 있으며, 헬

44) 박성제 외(2017)를 바탕으로 재작성

를냉동기에 의해 수소 응축 온도를 생성하여 수소를 액화시키는 헬륨 브레이튼 사이클, 수소팽창 터빈과 줄-톰슨 효과와의 조합에 의해 액화하는 수소 클라우드 사이클 등이 있다. 수소를 액화하는 기술은 크게 수소의 온도를 액체온도인 -252.8°C 까지 냉각하는 기술, ortho 수소(o-H₂)를 para 수소(p-H₂)로 변환하는 기술, 수소를 정제하는 기술로 크게 구분할 수 있다. 액화 수소 제조 프로세스를 포함하는 수소액화플랜트의 구성을 단순화하여 간략하게 나타내면 [그림 III-42]와 같다.

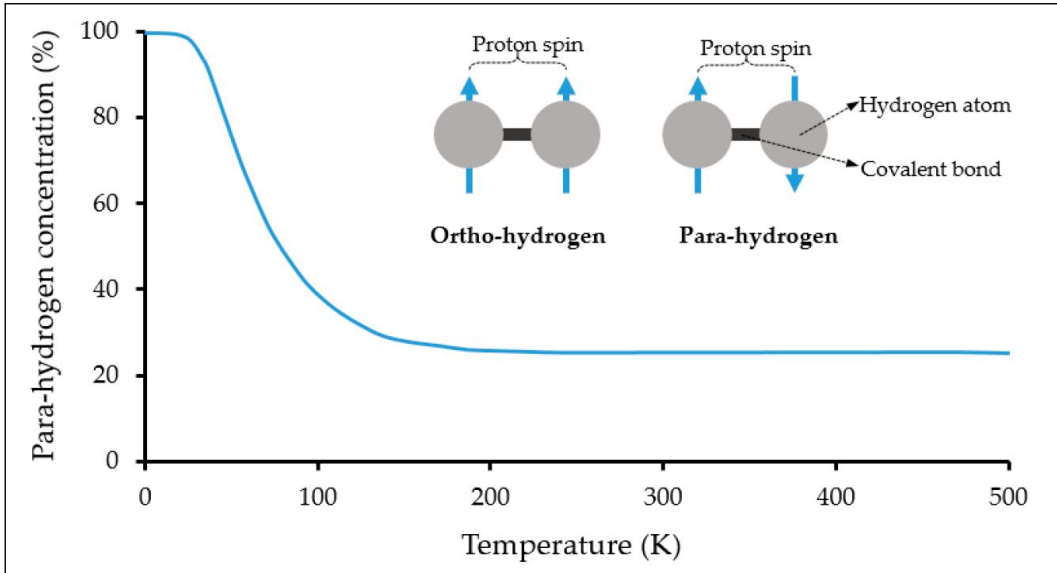
[그림 III-42] 수소액화플랜트의 구성 예시



자료: Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H₂ Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019

2원자 분자인 수소는 o-H₂와 p-H₂ 수소로 구분되며, 수소분자 두 원자의 스핀이 같은 방향이면 o-H₂, 반대 방향이면 p-H₂ 수소로 구분된다. 상온의 수소는 평형상태에서 25%의 p-H₂, 75%의 o-H₂로 구성되나, 끓는점(20K)에서는 평형상태에서 99.8%의 p-H₂로 구성된다. o-H₂가 p-H₂로 변화하는 과정은 670킬로줄/킬로그램(kJ/kg)의 열이 발생하는 전환속도가 느린 발열 과정으로, 이때 발생하는 열은 증발잠열(448.7킬로줄/킬로그램(kJ/kg))보다 크기 때문에 액화를 통해 얻은 액체수소의 증발 원인으로 작용하여 안정상태의 액체수소를 얻기 위해서는 액화공정 중에 o-H₂를 p-H₂로 변환하는 수소변환을 수행하여야 한다. 그리고 액화된 액체수소는 주위로부터의 열 침입을 최소화하기 위해 내부용기와 외부용기 사이가 단열된 2중 구조의 저장 용기에 저장한다.

[그림 III-43] 평행상태에서 수소분자의 Spin isomer 및 para 수소의 농도 변화

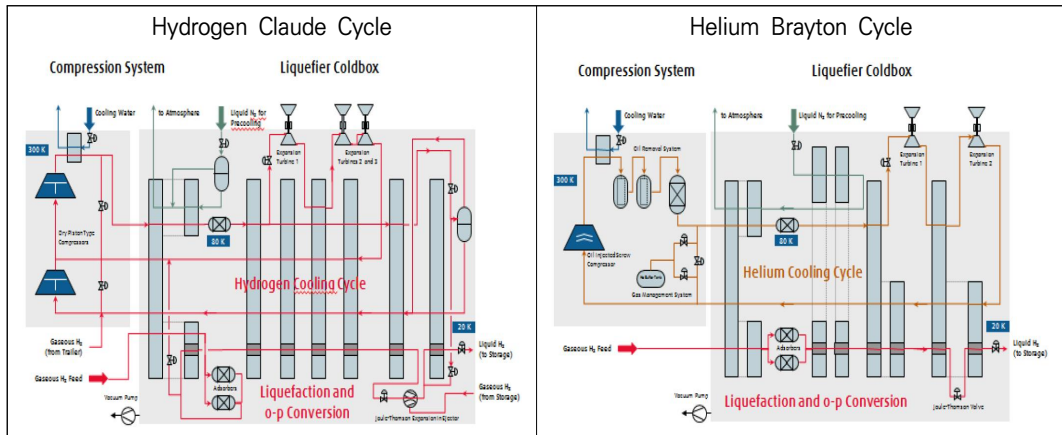


자료: Muhammad Aziz, "Liquid Hydrogen: A Review on Liquefaction, Storage, Transportation, and Safety," *Energies*, 14(18), 2021, p. 5917

대형 수소액화플랜트는 1960년대 미국에서 아폴로 우주 계획의 지원을 위해 건설이 시작되었으며, 최근에는 원활한 대용량의 고순도 수소를 원거리의 소비지로 공급하기 위한 인프라 설비로 주목받고 있다. 1980년대 중반 독일에서 수소 기술 개발계획이 시작된 후 1990년대 미국, 1993년 일본이 대규모 수소에너지 개발프로그램(WE-NET, World Energy NETwork)을 시작하면서 대규모의 수소액화플랜트에 대한 개발이 진행되었다.

현재 상용 수소액화플랜트 기술은 미국의 Air Products & Chemicals사, Praxair사, 독일의 Linde사 및 프랑스의 Air Liquide사 등 4개 기업이 액화 공정 기술, 플랜트의 건설·운영기술을 독점하고 있는 실정이다. 일본의 Iwatani사 및 Kawasaki사 등도 수소액화플랜트를 운영 중에 있으나, Iwatani사 등은 주요 4개 사의 원천기술에 의존하고 있고, 2016년 Kawasaki사가 독자기술로 수소액화플랜트를 건설하여 시운전 중인 것으로 알려져 있다. 주요 4개 사가 운영하고 있는 수소액화플랜트의 용량은 0.5~54톤/일(ton/day) 수준이며, 수소 클라우드 냉동사이클을 이용한 수소액화플랜트로 알려져 있다. 최근에 He/Ne 브레이튼(Reverse Brayton) 냉동사이클을 적용한 액화플랜트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[그림 III-44] 현재 상용화된 대표적인 수소 액화 기술 예시



자료: Muhammad Aziz, "Liquid Hydrogen: A Review on Liquefaction, Storage, Transportation, and Safety," *Energies*, 14(18), 2021, p. 5917

〈표 III-59〉 상용 수소액화플랜트 운영 현황(1898~2009년)

지역/국가	위치	운영사	용량(TPD)	설치 년도	운영 여부
America		Subtotal	300		
Canada	Sarnia	Air Products	30	1982	운영중
Canada	Montreal	Air Liquide Canada Inc.	10	1986	운영중
Canada	Bancour	Air Liquide	12	1988	운영중
Canada	Magog, Quebec	BOC	15	1989	운영중
Canada	Montreal	BOC	14	1990	운영중
French Guyane	Kourou	Air Liquide	5	1990	운영중
USA	Painsville	Air Products	3	1957	운영중지
USA	West Palm Beach	Air Products	3.2	1957	운영중지
USA	West Palm Beach	Air Products	27	1959	운영중지
USA	Mississippi	Air Products	32.7	1960	운영중지
USA	Ontario	Parxair	20	1962	운영중
USA	Scramento	Union Carbide, Linde Div.	54	1964	운영중지
USA	New Orleans	Air Products	34	1977	운영중
USA	New Orleans	Air Products	34	1978	운영중
USA	Niagara Falls	Parxair	18	1981	운영중
USA	Scramento	Air Products	6	1986	운영중
USA	Niagara Falls	Parxair	18	1989	운영중

〈표 III-59〉의 계속

지역/국가	위치	운영사	용량(TPD)	설치 년도	운영 여부
USA	Pace	Air Products	30	1994	운영중
USA	McIntosh	Parxair	24	1995	운영중
USA	East Chicago, IN	Parxair	30	1997	운영중
Europe	Subtotal		24.4		
France	Lille	Air Liquide	10	1987	운영중
Germany	Ingolstadt	Linde	4.4	1991	운영중
Germany	Leuna	Linde	5	2008	운영중
Netherlands	Rosenberg	Air Products	5	1987	운영중
Asia	Subtotal		30.6		
China	Beijing	CALT	0.6	1995	운영중
India	Mahendragiri	ISRO	0.3	1992	운영중
India	India	Asiatic Oxygen	1.2	-	운영중
India	Saggonda	Abdhra Sugars	1.2	2004	운영중
Japan	Amagasaki	Iwatani	1.2	1978	운영중지
Japan	Tashiro	MHI	0.6	1984	운영중지
Japan	Akita Prefecture	Tashiro	0.7	1985	운영중
Japan	Oita	Pacific Hydrogen	1.4	1986	운영중
Japan	Tane-Ga-Shima	Japan Liquid Hydrogen	1.4	1986	운영중
Japan	Minamitane	Japan Liquid Hydrogen	2.2	1987	운영중
Japan	Kimitsu	Air Products	0.3	2003	운영중
Japan	Osaka	Iwatani(Hydro Edge)	11.3	2006	운영중
Japan	Tokyo	Iwatani, built by Linde	10	2008	운영중
Worldwide	Total		335		

자료: Krasae-in, S., Stang, J. H., & Neksa, P., "Development of large-scale hydrogen liquefaction processes from 1898 to 2009," *Int. J. of Hydrogen Energy*, 35(10), 2010, pp. 4524~4533

나) 수소액화플랜트 기술 현황

현재 상용화되어 운전되고 있는 중규모(2~50톤/일(ton/day)) 수소액화플랜트는 대부분 H₂ Claude Cycle을 채택하고 있는 것으로 조사되었다. 현재 상용 수소액화플랜트 기술은 미국의 Air Products & Chemicals사, Praxair사, 독일의 Linde사 및 프랑스의 Air Liquide사 등 4개 기업이 액화 공정 기술, 플랜트의 건설·운영기술을 독점하고 있는 실정

이며, 운영 중인 상용 수소액화플랜트의 용량은 0.5~54톤/일(ton/day) 범위에 있는 것으로 조사 되었다.

수소액화플랜트 선도 기업 중 하나인 독일의 Linde사의 경우에도 3톤/일(ton/day) 이하 소규모는 Helium Brayton Cycle, 2~50톤/일(ton/day) 중규모는 Hydrogen Claude Cycle를 채택하는 것으로 조사되었다.

〈표 III-60〉 수소 액화 기술 현황

(단위: kWh/kg)

기술	현황	예냉 사이클	저온 냉각 및 액화 사이클	필요전력
Linde-Ingolstadt	운영중	LN ₂	H ₂ -Claude	13.6
Linde-Leuna	운영중	LN ₂	H ₂ -Claude	11.9
Air Products	6×운영중	LN ₂	H ₂ -Claude	12~15
Praxair	4×운영중	LN ₂	H ₂ -Claude	12.5~15
Air Liquide	5×운영중	LN ₂	H ₂ -Claude	12~15
WE-NET	연구중	LN ₂	H ₂ -Claude	8.53
WE-NET	연구중	LN ₂	He-Reverse Brayton	8.69
WE-NET	연구중	LN ₂	Ne-Reverse Brayton	8.58
Quack	연구중	Propan	Ne/He-Reverse Brayton	8.93
Valenti and Macchi	연구중	None	He-Reverse Brayton	5.29
Sintef	연구중	Mixed refrigerant	Ne/He-Reverse Brayton	6.2~6.5
Shimko	연구중	None	He-Reverse Brayton	8.73
IDEALHY	연구중	Mixed refrigeran	Ne/He-Reverse Brayton	6.4

자료: G. W. HOWE, G. F. SKINNER & A. J. FINN, H2T SPECIAL FOCUS: ADVANCES IN HYDROGEN TECHNOLOGY, Advanced precooling for optimized hydrogen liquefaction, H2Tech, 2021

국내에서는 국토교통부의 지원으로 한국기계연구원이 2019년 4월부터 2023년 12월까지 LNG 냉열 활용 0.5TPD Pilot 수소액화플랜트 개발을 목표로 기술개발 사업을 진행 중에 있다. 한국기계연구원은 본 사업을 통하여 수소액화용 극저온 Turbo Expander, 수소액화용 극저온 열교환기, 수소 액화용 Cold Box, 수소 액화용 극저온 밸브 및 액체수소 저장 탱크 등 5종을 국산화 개발하는 것을 목표로 하고 있다.⁴⁵⁾

현재 국내에서 추진되고 있거나 추진 예정인 상용 수소액화플랜트는 울산, 창원, 평택

45) 국토교통부·국토교통과학기술진흥원, 『고효율 수소액화 플랜트 상용화 기술개발 기획보고서』, 2019

및 인천 등에서 진행되고 있다. 총규모는 약 5만 4,700톤/년이 될 전망이며 대부분 Linde 및 Air Liquide사에서 기술을 제공받아 액화플랜트를 구축하는 것으로 조사되었다.

〈표 III-61〉 국내 수소액화플랜트 구축 사례

구분	울산시	창원시	평택시	인천시
사업비	약 3,000억원	약 1,200억원	약 3,000억원	약 5,000억원
사업기간	2022~2023년	2022~2023년	2022~2025년	2022~2025년
참여기관	울산시, 효성, 린데코리아	두산중공업(주) 등 6개사	한국가스공사, 린데 코리아 등	SK(주)수소사업추진단
기술 제공사	Linde	Air Liquide	Linde	Air Liquide
규모	13,000톤/년(ton/year)	1,700톤/년(ton/year)	10,000톤/년(ton/year)	30,000톤/년(ton/year)

자료: 『가스신문』, 「[특별기고]액화수소 인프라 안전성 확보 위한 기술개발 R&D 지원 확대-전 세계는 액화수소 상용화 기술확보를 위한 기술경쟁 한창」, 2022. 5. 6., <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=104807>, 검색일자: 2022. 10. 3. 및 전문가 자문으로 일부 보완함

다) Linde사의 실적 및 기술 개요

Linde사의 실적은 2019년 현재 30톤/일(ton/day) 미국 2건, 2021년 운영 예정인 플랜트를 포함하는 경우 3건에 불과하고, 특히 2000년 이후에는 5톤/일(ton/day) 이하의 실적이 많은 것으로 알려져 있다.

〈표 III-62〉 Linde사 액화 플랜트 납품 실적

(단위: 톤/일(ton/day))

국가	용량	운영 연도	국가	용량	운영 연도
USA	20	1962	India	1	2005
USA	16	1981	Japan	5	2006
Japan	1	1986	Japan	5	2006
USA	16	1988	Germany	5	2007
Canada	16	1989	Japan	5	2008
Germany	5	1922	Japan	5	2011
USA	30	1995	Japan	5	2017
China	<1	1995	Japan	5	2019
USA	30	1997	Germany	5	2021(예정)
Japan	<1	2003	USA	30	2021(예정)

자료: Lutz Decker, "Latest Global Trend in Liquid Hydrogen Production," HYPER Closing Seminar, Brussels, December 10, 2019

Linde사는 3톤/일(ton/day) 이하 소규모 수소액화플랜트는 Helium Brayton Cycle, 2~50톤/일(ton/day) 중규모는 Hydrogen Claude Cycle, 50톤/일(ton/day) 이상 대규모 설비는 Hydrogen Claude 또는 Mix Cycle를 채택하는 것으로 알려져 있으며 주요 특징의 개요는 아래 <표 III-63>와 같다.

〈표 III-63〉 Linde사 기술 현황

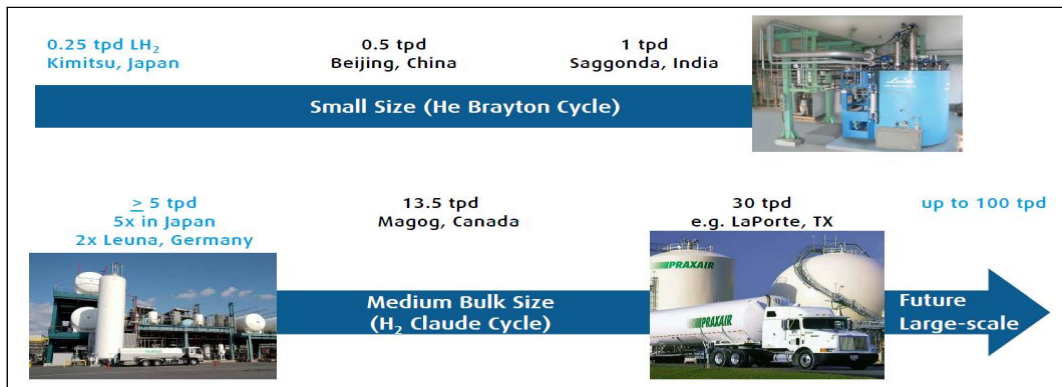
구분	현재 서비스 가능 기술		미래 대용량 기술
Capacity, ton/day	소규모, < 3	중규모, 2~50	≥ 50
Refrigeration Cycle	Helium Brayton	Hydrogen Claude	Hydrogen Claude or Mix Cycle
Precooling	LN ₂	LN ₂ or N ₂ cycle	N ₂ -cycle or MR-cycle(LNG)
Compressor Type	Oil Injected Screw	Piston Compressor	Piston or Turbo Compressor
Refrigerant Pressure, bar	10~15	15~25	>25
Specific energy Consumption*, kWh/kg H ₂	12~14	7.5~12	6~7.5
General Conclusion	Lower CAPEX Higher OPEX	Medium CAPEX Medium OPEX	Higher CAPEX Lower OPEX

주: Incl. precooling(feed pressure between 10~25bar)

자료: Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H2 Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019

Linde사는 소형 액화플랜트는 0.25TPD를 시작으로 1TPD, 중규모의 경우 5TPD 이하를 시작으로 13.5TPD에서 30TPD의 수소액화플랜트 납품 이력을 보유하고 있다.

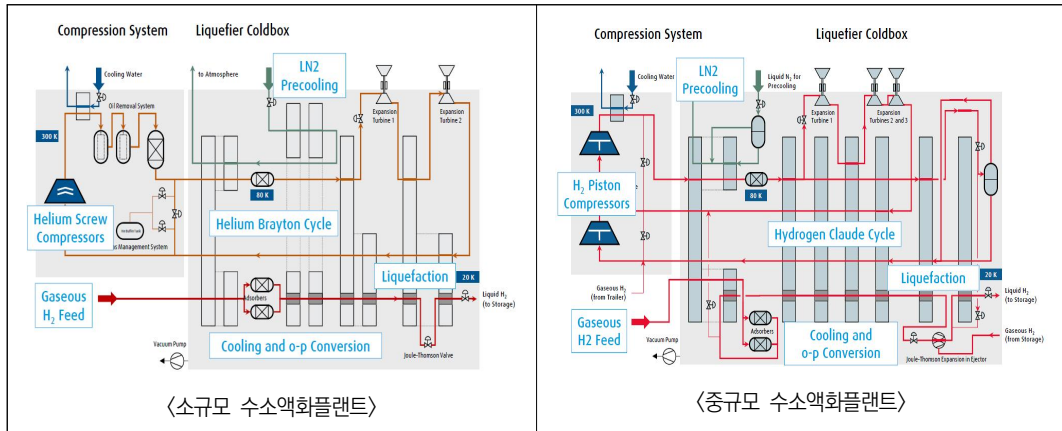
[그림 III-45] Linde사의 소규모 및 중규모 수소 액화 플랜트 개발 이력



자료: Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H2 Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019

Linde사가 제공하고 있는 소규모 Helium Brayton Cycle 수소액화플랜트 및 중규모 Hydrogen Claude cycle 수소액화플랜트의 공정 흐름도는 [그림 III-46]과 같다.

[그림 III-46] Linde사의 소규모 수소액화플랜트 공정 흐름도



자료: Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H2 Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019

3) 소결

주무부처는 Linde사의 30톤/일 수소액화플랜트 구축을 제안하고 있다. 수소액화플랜트의 용량은 사업 범위 외로 한국가스공사가 직접 투자하는 30톤/일 규모의 SMR에서 생산되는 수소를 전량 액화할 수 있는 용량으로 적정하게 제시된 것으로 판단된다. 또한, 세계의 상용 수소액화플랜트는 Linde사 등 4개 사가 선도하고 있고 국내에 기술개발 및 상용화 역량이 전무한 상태에서 이는 적절한 제안이라고 판단된다.

특히 현재 국내에 구축되고 있는 수소액화플랜트 2개소는 Linde사의 동일 용량으로 구축될 것으로 추정되어 구축 및 운영 노하우의 활용 및 유지보수의 측면에서도 긍정적이라고 판단된다. 다만 국내에 구축되는 수소액화플랜트의 시설용량은 약 5만 4,700톤/년으로 수급 상황에 따라서 구축 시기 및 구축 용량 등에 영향을 미칠 수 있으므로 이와 같은 상황에 유연하게 대응할 필요가 있다.

IV. 비용 추정

1. 비용 추정의 개요

가. 기본 전제

사업의 비용 추정의 기본 전제는 다음과 같다. 총사업비는 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021), 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 기준으로 공사비, 시설부대경비, 보상비, 예비비 등으로 분류한다. 이를 보완하여 「예비타당성조사 운용지침」과 「2021년 제2차 예비타당성조사 착수회의자료」(한국조세재정연구원, 2021), 그리고 기존 예비타당성조사 및 사업계획 적절성 검토, 유사사례 등을 참고한다.

총사업비 중 공사비의 경우, 산업진흥기반 시설인 수소 저장·운송 산업진흥센터와 수소 저장·운송 안전성 시험센터, 기술검증기반 시설인 수소 저장·운송 실증 테스트베드와 액체 수소 공급기반 시설인 수소액화플랜트에 대한 공사비로 구분할 수 있으며, 단가 적용방식으로 조달청 ‘공공건축물 유형별 공사비 분석’ 및 유사사례 실적자료, 견적 등을 토대로 검토하였다.

사업계획서에서 제시한 사업비 항목, 단가 등의 수치가 불명확한 경우 유사사례 등을 검토하고, 본 조사를 통해 추정한 비용을 사업계획안과 비교 검토한다. 단가금액은 2020년 말을 기준으로 보정하여 산정하며, 보정지수는 건설투자 GDP Deflator를 사용한다. 본 절에서는 주무부처 및 지자체(산업통상자원부, 강원도)에서 제시한 예비타당성조사 요구서(변경) 및 『강원도 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』 상의 비용을 ‘사업계획안’이라 하며 사업계획안의 오류를 정정한 시설 면적에 대해 재산정한 비용을 ‘검토안’이라고 한다. 본 조사에서는 사업계획 적절성 검토 결과, 별도의 대안 면적을 설정하지 않았다.

『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021) 기준에 따라 총사업비를 공사비, 시설부대경비, 보상비, 예비비 등으로 구분하여 사업계획안과 비교 검토하고 경제성 분석 시 필요한 비용 항목을 소거 또는 조정하여 제시한다.

〈표 IV-1〉 비용 보정 지수

연도	건설투자 GDP Deflator														
2006	100														
2007	104.8	100													
2008	116.6	111.3	100												
2009	118.6	113.2	101.7	100											
2010	123.4	117.7	105.8	104	100										
2011	130.9	124.9	112.2	110.4	106.1	100									
2012	133.7	127.6	114.6	112.7	108.3	102.1	100								
2013	133.9	127.7	114.8	112.9	108.5	102.3	100.1	100							
2014	135.7	129.5	116.4	114.4	110	103.7	101.5	101.4	100						
2015	135.9	129.7	116.6	114.6	110.2	103.8	101.7	101.6	100.2	100					
2016	136.4	130.1	116.9	115	110.5	104.2	102	101.9	100.5	100.3	100				
2017	141	134.5	120.9	118.9	114.3	107.7	105.5	105.3	103.9	103.7	103.4	100			
2018	145.4	138.7	124.6	122.6	117.8	111	108.7	108.6	107.1	106.9	106.6	103.1	100		
2019	149.4	142.6	128.1	126	121.1	114.1	111.8	111.6	110.1	109.9	109.5	106	102.8	100	
2020	150.9	144	129.4	127.2	122.3	115.3	112.9	112.7	111.2	111	110.6	107	103.8	101	100

주: 건설투자 GDP 디플레이터 자료는 기준연도 2015년 자료를 이용하였으며, 음영으로 표시된 2020년 자료는 잠정치임
 자료: 한국은행 경제통계시스템, <http://ecos.bok.or.kr>, 건설투자 GDP 디플레이터는 국내총생산에 대한 지출 디플레이터 중 건설 투자 항목임

〈표 IV-2〉 소비자물가지수

연도	소비자물가지수														
2006	100														
2007	102.5	100													
2008	107.3	104.7	100												
2009	110.3	107.6	102.8	100											
2010	113.5	110.7	105.8	102.9	100										
2011	118.1	115.2	110	107.1	104	100									
2012	120.7	117.7	112.4	109.4	106.3	102.2	100								
2013	122.3	119.2	113.9	110.8	107.7	103.5	101.3	100							
2014	123.8	120.7	115.4	112.3	109.1	104.8	102.6	101.3	100						
2015	124.7	121.6	116.2	113.1	109.8	105.6	103.3	102	100.7	100					
2016	125.9	122.8	117.3	114.2	110.9	106.6	104.3	103	101.7	101	100				
2017	128.3	125.2	119.6	116.4	113	108.7	106.3	105	103.7	102.9	101.9	100			
2018	130.2	127	121.3	118.1	114.7	110.3	107.9	106.5	105.2	104.5	103.4	101.5	100		
2019	130.7	127.5	121.8	118.5	115.2	110.7	108.3	106.9	105.6	104.9	103.8	101.9	100.4	100	
2020	131.4	128.2	122.5	119.2	115.8	111.3	108.9	107.5	106.2	105.4	104.4	102.4	100.9	100.5	100

주: 현재 소비자물가지수의 기준연도는 2015년임
 자료: 한국은행 경제통계시스템, <http://ecos.bok.or.kr>

〈표 IV-3〉와 같이 사업기간 내 운영비를 포함한 사업계획안의 총사업비는 3,220억 5,550만원, 운영비를 제외한 총사업비는 3,143억 1,600만원, 운영비 중 전담기관 운영비만을 포함한 총사업비는 3,168억 6,700만원으로 제시되었다.

〈표 IV-3〉 사업계획안 총사업비

(단위: 백만원)

구분	세부항목		비용	비고
산업진흥기반 ■ 수소 저장·운송 산업진흥센터 ■ 수소 저장·운송 안전성 시험센터 ■ 산·학 캠퍼스	A.	공사비	26,186.5	VAT 포함
		A-1. 건축공사	15,224.8	
		A-2. 기계공사	3,909.6	
		A-3. 전기공사	4,226.5	
		A-4. 통신공사	1,626.2	
		A-5. 소방공사	426.8	
		A-6. 부대시설(토목조경)	772.5	
	B.	시설부대경비	2,618.7	VAT 포함
		B-1. 설계비	1,047.5	A. 공사비(VAT포함)의 4%
		B-2. 감리비	1,571.2	A. 공사비(VAT포함)의 6%
	C.	장비비	21,178.3	VAT 포함
		C-1. 안전성 시험센터	20,117.3	
		C-2. 산·학 캠퍼스	1,061	
	D.	부지매입비	2,610.1	60만원/㎡
	E.	예비비	5,259.4	사업비의 10%
	소계		57,853	
기술검증기반 ■ 수소 저장·운송 실증 테스트베드	A.	공사비	7,411.5	VAT 포함
		A-1. 건축공사	4,309.1	
		A-2. 기계공사	1,106.5	
		A-3. 전기공사	1,196.2	
		A-4. 통신공사	460.3	
		A-5. 소방공사	120.8	
		A-6. 부대시설(토목조경)	218.6	
	B.	시설부대경비	741.2	VAT 포함
		B-1. 설계비	296.5	A. 공사비(VAT포함)의 4%
		B-2. 감리비	444.7	A. 공사비(VAT포함)의 6%
	C.	장비비	7,961.4	VAT 포함
		C-1. 실증 테스트베드	7,961.4	

〈표 IV-3〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	세부항목		비용	비고
	D.	부지매입비	847.5	60만원/㎡
	E.	예비비	1,696.2	사업비의 10%
	소계		18,657.7	
액체수소공급 기반 ■ 수소액화 플랜트	A.	공사비	89,795	VAT포함, 린데 제공자료
		A-1. 설비 설치공사	45,385	
		A-2. 기초/토목/전기/배관 및 계장공사	44,410	
	B.	시설부대경비	8,979.5	VAT 포함
		B-1. 설계비	3,591.8	A. 공사비(VAT포함)의 4%
		B-2. 감리비	5,387.7	A. 공사비(VAT포함)의 6%
	C.	장비비	114,774	VAT포함, 린데 제공자료
		C-1. 액체수소 저장탱크	34,798.5	
		C-2. 액체질소 액화기	8,745	
		C-3. 액체수소 액화기	61,710	
		C-4. 기타 장비	9,520.5	
	D.	부지매입비	2,638.4	
	E.	예비비	21,618.7	사업비의 10%
	소계		237,805.5	
총사업비 합계 I			314,316.3	
운영비	A.	운영인건비	3,778.2	
	B.	경상운영비	1,410.1	
	C.	전담기관운영비	2,550.9	
	소계		7,739.2	
총사업비 합계 II			322,055.5	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

〈표 IV-4〉 사업계획안 총사업비(전담기관 운영비 외 운영비 제외)

(단위: 백만원)

구분	세부항목		비용	비고
산업진흥기반	A.	공사비	23,806	VAT 제외
		A-1. 건축공사	13,841	
		A-2. 기계공사	3,554	
		A-3. 전기공사	3,842	
		A-4. 통신공사	1,478	
		A-5. 소방공사	388	
		A-6. 부대시설(토목조경)	702	
		부가가치세	2,381	
		소계	26,186	
■ 수소 저장·운송 산업진흥센터 ■ 수소 저장·운송 안전성 시험센터 ■ 산·학 캠퍼스	B.	시설부대경비	2,381	VAT 제외
		B-1. 설계비	952	
		B-2. 감리비	1,428	
		부가가치세	238	
		소계	2,619	
	C.	장비비	19,253	VAT 제외
		C-1. 안전성 시험센터	18,288	
		C-2. 산·학 캠퍼스	965	
		부가가치세	1,925	
		소계	21,178	
	D.	부지매입비	2,610	60만원/평
	E.	예비비	5,259	사업비의 10%
	산업진흥기반 합계		57,853	
기술검증기반 ■ 수소 저장·운송 실증 테스트베드	A.	공사비	6,738	VAT 제외
		A-1. 건축공사	3,917	
		A-2. 기계공사	1,006	
		A-3. 전기공사	1,087	
		A-4. 통신공사	418	
		A-5. 소방공사	110	
		A-6. 부대시설(토목조경)	199	
		부가가치세	674	
		공사비 소계	7,412	

〈표 IV-4〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	세부항목		비용	비고
	B.	시설부대경비	674	VAT 제외
		B-1. 설계비	269	
		B-2. 감리비	404	
		부가가치세	67	
		시설부대경비 소계	741	
	C.	장비비	7,238	VAT 제외
		C-1. 실증테스트베드	7,238	
		부가가치세	724	
		장비비 소계	7,961	
	D.	부지매입비	848	60만원/평
	E.	예비비	1,696	사업비의 10%
	기술검증기반 합계		18,658	
액체수소공급 기반 ■ 수소액화 플랜트	A.	설치공사비	81,632	VAT제외, 린데 제공자료
		A-1. 설비 설치공사	41,259	
		A-2. 기초/토목/전기/배관 및 계장공사	40,373	
		부가가치세	8,163	
		소계	89,795	
	B.	시설부대경비	8,163	VAT 제외
		B-1. 설계비	3,265	
		B-2. 감리비	4,898	
		부가가치세	816	
		소계	8,980	
	C.	장비비	104,340	VAT제외, 린데 제공자료
		C-1. 수소액화설비	31,635	
		C-2. 질소액화설비	7,950	
		C-3. 액체수소 저장탱크	56,100	
		C-4. 기타 장비	8,655	
		부가가치세	10,434	
		소계	114,774	
	D.	부지매입비	2,638	
	E.	예비비	21,619	사업비의 10%
	액체수소 공급기반 합계		237,806	
운영비	A.	전담기관 운영비	2,551	
	총사업비 합계		316,867	

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

나. 총사업비 항목

건축부문 총사업비 항목은 <표 IV-5>과 같다. 기존 건축부문 사업의 총사업비 항목과 사업계획안에서 제시한 항목을 종합적으로 고려하여 항목을 구성하였다.

<표 IV-5> 건축부문의 총사업비 항목 설정

구분		비고
A. 공사비		
A-1. 건축 공사비		- 유사사례 공사비 단가 적용
A-2. 신·재생에너지 공사비		- 관련법규 검토 및 적용
A-3. 제로에너지 공사비		- 관련법규 검토 및 적용
A-4. 부가가치세		- 공사비의 10% 반영
B. 시설부대경비		
B-1. 설계비	설계비	- 「2022년도 예산안편성 및 기금운용 계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021)의 건축 건설 해당 요율 적용 - 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」(2015. 12. 8. 일부개정) 건축설계대가 요율 건축공사 등에 대한 설계비 적용 - 「엔지니어링사업대가의 기준」(2021. 7. 29. 일부개정) 건설부문 기본 및 실시 설계 요율, 부지조성공사에 대한 설계비 적용
	측량비 및 조사비	- 공사비의 1% 반영
B-2. 감리비		- 「2022년도 예산안편성 및 기금운용 계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021)의 전면책임 감리비요율 적용 - 「엔지니어링사업대가의 기준」(2021. 7. 29. 일부개정) 건설부문 감리 요율, 부지조성공사에 대한 감리비 적용
B-3. 시설부대비		- 기획재정부 「2022년도 예산안편성 및 기금운용 계획안 작성 세부지침」 건설부문 시설부대비 요율 적용
B-4. 부가가치세		- 시설부대경비의 10% 반영
C. 용지보상비		
C-1. 부지매입비		- 기획재정부 「예비타당성조사 수행 총괄지침」지역별, 지목별 보상배율 반영
C-2. 지장물보상비		
D. 제세공과금		- 각종 부담금
E. 예비비		- A+B+C+D의 10%
F. 총사업비 합계		- A+B+C+D+E

자료: 연구진 작성

〈표 IV-6〉 사업계획안 총사업비(검토안 항목기준)

(단위: 백만원)

구분				비용
총사업비 ■ 수소 저장·운송 산업진흥센터 ■ 수소 저장·운송 안전성 시험센터 ■ 수소 저장·운송 실증 테스트베드 ■ 산·학 캠퍼스 ■ 수소액화 플랜트	A. 공사비	A-2. 건축공사비		112,175
		A-3. 신·재생에너지공사비		-
		A-4. 제로에너지공사비		-
		A-5. 부가가치세		11,218
		계		123,393
	B. 보상비	B-1. 용지보상비		6,096
		B-2. 지장물보상비		-
		계		6,096
	C. 시설부대경비	C-1. 설계비	건축설계비	4,487
			측량 및 조사비	-
			소계	4,487
		C-2. 감리비	건축감리비	6,731
			소계	6,731
		C-3. 시설부대비	건축부대비	-
			소계	-
		C-4. 부가가치세		1,122
		계		12,339
	D. 장비비	D-1. 장비비		130,831
		D-2. 부가가치세		13,083
		계		143,914
	E. 예비비 (A+B+C+D)×10%			28,574
	F. 기타비용	사업관리비/전담기관운영비		2,551
총사업비				316,867

자료: 연구진 작성

2. 총사업비 추정

가. 건축공사비

건축공사비 단가는 조달청 ‘공공건축물 유형별 공사비 분석’, 나라장터에서 발주한 실적 공사비 자료 등을 검토하여 추정하였다. 본 사업은 산업진흥기반 시설, 기술검증기반 시설, 액체수소 공급기반 시설로 구성되므로, 건축공사비는 ① 수소 저장·운송 산업진흥센터 ② 수소 저장·운송 안전성 시험센터 ③ 수소 저장·운송 실증 테스트베드 ④ 수소액화플랜트 등으로 구분하고 시설별로 추정된 면적과 유사한 규모의 사례를 비교하여 시설별 공사비를 추정하였다.

신·재생에너지 공사비와 제로에너지 공사비는 설계 및 공사시기에 따라 포함 여부와 비율이 변동되므로 유사사례 공사비에 어떻게 반영되었는지 검토하는 것이 필요하다. 선정된 유사사례의 경우 2016년부터 2022년까지의 사례로서 「신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법」이 본격적으로 적용(신·재생에너지 의무화)되기 시작한 해인 2010년 이후이다. 따라서 실시설계 완료 시점인 2023년 기준의 신·재생에너지의 공급의무비율로 보정하기 위하여 각 유사 사례별로 2023년과의 반영비율 차이 평균값을 반영하였다.

국토교통부가 발표한 제로에너지 건축 보급 확산 방안 발표안에 따르면, 제로에너지 도입 초기에는 공사비 증가가 큰 것으로 분석되었으나, 최근에는 에너지절약 설계 의무화, 신·재생에너지 설치비용 인하 등으로 공사비 증가액은 제로에너지 5등급 공사비 기준 약 5% 수준으로 추정하고 있다.⁴⁶⁾ 따라서 검토안은 이를 준용하여 공사비의 5%를 제로에너지 공사비로 반영하였다.

1) 수소 저장·운송 산업진흥센터

검토안은 수소 저장·운송 산업진흥센터의 성격 및 규모를 고려하여 교육연구시설 등 유사규모의 사례를 선정하였다. 조달청 유사사례로는 천안기능지구 SB플라자(2017), 나노금형상용화지원센터(2018), 스포츠산업지원센터(2019), 자동차대체부품 인증지원센터(2020)를 선정하였다. 선정된 조달청 유사사례의 건축공사 기준단가의 평균은 206만 752원/제곱

46) 국토교통부, 「제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표-」, 보도자료, 2019. 6. 21., <https://www.ctis.re.kr/ko/downloadBbsFile.do?atchmnflNo=3720>, 검색일자: 2022. 10. 20.

미터(㎡)(부가가치세 제외)으로 추정되며 기준 단가의 세부 산출 내역은 <표 IV-7>과 같다.

검토안의 부가가치세 포함단가 226만 6,827원/제공미터(㎡)는 사업계획안의 기준단가(부가가치세 포함) 220만 5,592원/제공미터(㎡) 보다 6만 1,235원/제공미터(㎡) 증가하였다. 사업계획안의 경우도 연면적 2,714.57~1만 9,366.08제공미터(㎡) 범위의 유사사례(마산자유무역지역 스마트혁신지원센터, 차세대융합기술혁신센터, 해양플랜트고급기술 엔지니어링센터, 반도체융합부품실장 기술지원센터, 천안기능지구SB플라자, 울산차세대전지 종합지원센터, 나노금형사용화센터, 산학연클러스터 지원센터)를 다양하게 참고하였으나, 검토안의 경우 유사 연면적 및 기능을 중심으로 유사사례를 선정하여 사업계획안과 단가 차이가 발생하였다.

〈표 IV-7〉 수소 저장·운송 산업진흥센터 공사비 단가 사례

시설명	천안기능지구 SB플라자 (지하 1층, 지상 6 층)	나노금형상용화 지원센터 (지하 0층, 지상 4층)	스포츠산업 지원센터 (지하 1층, 지상 6층)	자동차대체부품 인증지원센터 (지하 1층, 지상 4층)
준공연도	2017	2018	2019	2020
면적(㎡)	9,970.11	7,606.22	7,202.92	9,006.31
건축공사비(백만원)	21,273	16,074	16,600	20,381
건축공사비(백만원) * 부가가치세 제외	19,339	14,613	15,091	18,529
비용보정 비율(%)	107	103.8	101	100
보정건축공사비(백만원)	20,693	15,168	15,242	18,529
2020년 기준 건축공사비단가(원/㎡)	2,075,455	1,994,189	2,116,078	2,057,288
평균단가(원)	2,060,752			
검토안 평균단가(원/㎡) * 부가가치세 포함	2,266,827			
사업계획안 평균단가(원/㎡) * 부가가치세 포함	2,205,592			

자료: 조달청 공사비정보광장, <http://pcae.g2b.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 20.

2) 수소 저장·운송 안전성 시험센터

검토안은 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 성격 및 규모를 고려하여 연구소 시설 등 규모가 유사한 사례를 선정하였다. 조달청 유사사례로는 FCEV부품시험 평가센터(2018), LNG 병커링 시험인증센터(2019), 항공우주센터 시험평가 연구동(2020), 너셀시험평가센터(2021),

이차전지소재부품시험평가센터(2022), 수소버스충전소부품시험평가센터(2022)를 선정하였다. 선정된 조달청 유사사례의 건축공사 기준단가의 평균은 245만 8,953원/제곱미터(㎡)(부가가치세 제외)으로 추정되며 기준 단가의 세부 산출 내역은 <표 IV-8>과 같다. 수소 관련 시험센터의 경우 시험의 종류 및 시험 환경 조건, 토지이용계획상 동별 배치계획에 따른 이격거리 확보, 연구동과의 복합설계 등을 고려한 방폭 설계 조건 등에 따라 공사비 차이가 있을 수 있다. 따라서 검토안에서 선정된 일부 유사사례의 단가 차이가 클 수 있으나 현재 명확하지 않은 설계조건을 고려하여 사업계획안의 사례를 시험 및 평가 기능 우선으로 참고하고 평균 단가를 추정하였다. 사업계획안의 경우, 기상관측장비 연구 및 실험시설, FCEV부품시험평가센터, 해수자원화전력시스템 연구센터, 메티컬융합소재센터 등 사례를 참조하여 부가가치세 포함 288만 4,868원/제곱미터(㎡)으로 제시되었으며, 검토안은 270만 4,848원/제곱미터(㎡)으로 나타나 사업계획안 보다 18만 20원/제곱미터(㎡) 감소하였다.

〈표 IV-8〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 공사비 단가 사례

시설명	FCEV(수소 연료전지차) 부품시험 평가센터 (지하 1층, 지상 1층)	LNG병커링 시험인증센터 (지하 0층, 지상 3층)	항공우주센터 시험평가 연구동 (지하 1층, 지상 2층)	너셀시험 평가센터 (지하 1층, 지상 2층)	이차전지소재 부품시험평가 센터 (지상 1층)	수소버스충전 소부품시험 평가센터 (지하 1층, 지상 2층)
준공연도	2018	2019	2020	2021	2022	2022
면적(㎡)	2,968.68	2,714.57	2,675.04	2,263.99	4,481.16	2,320.00
건축공사비(백만원)	9,876	6,537	7,052	5,514	11,787	6,128
건축공사비(백만원) * 부가가치세 제외	8,978	5,943	6,411	5,013	10,716	5,571
비용보정 비율(%)	103.8	101	100	100	100	100
보정건축공사비(백만원)	9,319	6,002	6,411	5,013	10,716	5,571
2020년 기준 건축공사비단가(원/㎡)	3,139,236	2,211,092	2,396,695	2,214,128	2,391,318	2,401,247
평균단가(원)	2,458,953					
검토안 평균단가(원/㎡) * 부가가치세 포함	2,704,848					
사업계획안 평균단가(원/㎡) * 부가가치세 포함	2,884,868					

자료: 조달청 나라장터; 조달청 공사비정보광장, <http://pcae.g2b.go.kr>, 검색일자: 2023. 1. 1.

3) 산·학 캠퍼스

산·학 캠퍼스 시설의 경우는 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층 전체를 사용하는 시설로서 기존 건물을 사용하는 것이므로 개·보수 공사비가 검토될 수 있다. 사업계획안에서는 개·보수 공사비를 고려하지 않았으며, 주무부처는 질의응답을 통해 산·학 캠퍼스로 활용예정인 그린에너지연구관이 2020년 3월에 준공된 신축 건물이므로 개·보수 관련 구체적인 시설변경 계획에 대해 해당사항이 없다고 밝혔다.

기존 시설의 벽체이동 및 장비 배치를 위한 설비 변경, 마감 변경 등 없이 기존시설을 그대로 이용하는 것이라면 개·보수 비용을 고려할 필요가 없을 것으로 판단되어 검토안에서도 개·보수 공사비를 별도로 산정하지 않았다.

4) 수소 저장·운송 실증 테스트베드

검토안은 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 성격 및 규모를 고려하여 교육연구시설, 연구소, 공장 시설 등 유사규모의 사례를 선정하였다. 조달청 유사사례로는 제조로봇 토탈솔루션 테스트플랜트(2016), 특수화재실험동 및 사고분석센터증축(2017), LNG병커링 시험인증센터(2019)를 선정하였다.

선정된 조달청 유사사례의 건축공사 기준단가의 평균은 204만 3,200원/제곱미터(m^2)(부가가치세 제외)으로 추정되며 기준 단가의 세부 산출 내역은 <표 IV-9>과 같다. 수소 관련 시험센터의 경우 시험의 종류 및 시험 환경 조건, 토지이용계획상 동별 배치계획에 따른 이격거리 확보, 연구동과의 복합설계 등을 고려한 방폭 설계 조건 등에 따라 공사비 차이가 있을 수 있다. 따라서 검토안은 일부 선정된 유사사례의 단가 차이가 클 수 있으나 현재 명확하지 않은 설계조건을 고려하여 기능 우선으로 유사사례를 선정하고 평균단가를 추정하였다.

사업계획안의 경우, 유사사례로써 제조로봇 토탈솔루션 테스트플랜트, 특수화재실험동 사고분석센터, 철도완성차 안전시험연구시설을 참조하여 부가가치세 포함 199만 2,329원/제곱미터(m^2)으로 제시하였으며, 검토안은 224만 7,520원/제곱미터(m^2)로 나타나 사업계획안 보다 25만 5,191원/제곱미터(m^2) 증가하였다.

〈표 IV-9〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 공사비 단가 사례

시설명	제조로봇 토탈솔루션 테스트플랜트 (지하 0층, 지상 3층)	특수화재실험동 및 사고분석센터증축 (지상 0층, 지상 2층)	LNG병커링 시험인증센터 (지하 0층, 지상 3층)
준공연도	2016	2017	2019
면적(㎡)	4,346.86	919.01	2,714.57
건축공사비(백만원)	8,041	1,945	6,537
건축공사비(백만원) * 부가가치세 제외	7,310	1,768	5,943
비용보정 비율(%)	110.6	107	101
보정건축공사비(백만원)	8,085	1,892	6,002
2020년 기준 건축공사비단가(원/㎡)	1,859,869	2,058,639	2,211,092
평균단가(원)	2,043,200		
검토안 평균단가(원/㎡) * 부가가치세 포함	2,247,520		
사업계획안 평균단가(원/㎡) * 부가가치세 포함	1,992,329		

자료: 조달청 공사비정보광장(<http://pcae.g2b.go.kr>), 검색일자: 2023. 1. 1.

5) 수소액화플랜트

사업계획안에서는 설치공사를 포함하는 수소액화플랜트의 공사비를 816억 3,182만원으로 제시하였다. 이는 관련 핵심기술과 실제 운용실적을 보유한 ‘린데코리아’의 상세견적 내용을 검토하여 적용한 것으로, 본 조사에서는 이를 검토하기 위해 견적을 의뢰하여 설치 공사비용을 840억 8,400만원으로 검토하였다.

〈표 IV-10〉 수소액화플랜트 공사비(사업계획안)

(단위: ㎡, 백만원)

시설명	연면적	공사비	비고
액체수소공급 기반 수소액화플랜트	12,312	81,631.82	※ 린데코리아 견적내용 기준 1) 국내설치비용 = 41,259백만원 2) 기타공사비용 = 40,373백만원
합계	12,312	81,631.82	

주: 부가가치세 제외

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

〈표 IV-11〉 수소액화플랜트 공사비(검토안)

(단위: 백만원)

구분		사업계획안	검토안
설치공사 등	소계	81,631.82	84,084
	기계(설치) 공사	41,259.09	46,068
	기초/토목/전기/배관 및 계장 공사	40,372.73	38,016

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

6) 건축 공사비 종합

각 시설별 면적에 공사비를 추정한 결과, 부가가치세를 포함한 검토안의 건축공사비는 1,217억 2,300만원으로 사업계획안 1,233억 9,300만원 대비 16억 7,000만원 감소하였다. 검토안의 부가가치세를 제외한 건축공사비는 1,106억 5,800만원이며, 사업계획안의 경우 부가가치세를 제외한 공사비를 산정하지 않아 부가가치세를 포함한 공사비로 비교 검토하였다. 수소 저장·운송 산업진흥센터, 안전성 시험센터와 수소액화플랜트의 면적은 사업계획안과 동일하나 공사비 단가가 차이가 나고, 실증 테스트베드는 옥외 주차장 면적 등을 제외하면서 검토안 면적이 감소하여 공사비가 감소하였다. 실증 테스트베드 면적 중 장래 시설 부지, 기타공간(안전성 확보 여유공간), 주차장 및 기타공간은 연면적 산정 시 제외되는 면적으로, 사업계획안의 연면적 산정 오류로 판단하여 제외하고 이를 검토안으로 설정하였다.

〈표 IV-12〉 사업계획안과 검토안의 공사비 비교

(단위: 원/㎡, ㎡, 백만원)

구분	공사비단가			면적		공사비			증감 (B-A)
	사업계획안 부가가치세 포함	검토안		사업 계획안	검토안	사업 계획안 (A)	검토안		
		부가가치세 포함	부가가치세 제외				부가가치세 포함(B)	부가가치세 제외	
산업진흥센터	2,205,592	2,266,827	2,060,752	8,268	8,268	18,235.83	18,742.23	17,038.39	506.4
안전성 시험센터	2,884,868	2,704,848	2,458,952	2,756	2,756	7,950.7	7,454.59	6,776.9	-496.11
산·학 캠퍼스	-	-	-	875	875	-	-	-	-
실증 테스트베드	1,992,329	2,247,520	2,043,200	3,720	1,350	7,411.46	3,034.15	2,758.32	-4,377.31
수소액화플랜트	-	-	-	12,312	12,312	89,795	92,492.4	84,084	2,697.4
계	-	-	-	27,931	25,561	123,392.99	121,723.38	110,657.62	-1,669.62

자료: 연구진 작성

나. 기타공사비

1) 신·재생에너지 공사비

「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법」(2015. 7. 31. 시행) 제12조(신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화 등)와 동법 시행령 제15조(신·재생에너지 공급의무비율 등)에 따라 신·재생에너지공사비를 추정하였다. 위 법조항은 국가 및 지방자치단체, 공기업, 정부출연기관 등이 신축·증축 또는 개축하는 건물에 대해 연면적 1,000제곱미터(㎡) 이상의 건축물에 대하여 예상 에너지사용량의 일정 부분을 신·재생에너지 설비설치에 투자하도록 의무화하고 있다.

해당 법규에 의거하여 실시설계 완료시점인 2023년 공급의무비율 32%를 기준으로 유사 사례의 설계 및 준공연도를 고려하여 신·재생에너지 공급의무비율 차이의 평균 비율인 산업진흥센터 7%, 안전성 시험센터 3%, 실증 테스트베드 10%를 적용하였다.

본 사업의 시설규모를 감안하여 단위에너지 사용량과 용도별 보정계수, 지역계수를 적용하여 예상에너지 사용량을 산출하며, 신·재생에너지의 사용시설 계획에 대하여 구체적인 계획이 없으므로 현장상황에 적절히 대응할 수 있도록 태양광 고정식 50%, 지열 수직밀폐형 50%로 적용하였다.

세부적인 신·재생에너지 공급의무비율의 산정기준 및 산출방식은 다음과 같다.

- ① 예상에너지사용량 = 건축연면적 × 단위에너지사용량 × 용도별보정계수 × 지역 계수
 - ② 신·재생에너지원 생산량 = 예상에너지사용량 × 신·재생에너지 공급의무비율
 - ③ 원별 설치규모 = 신·재생에너지별 생산량 ÷ 단위 에너지생산량 ÷ 원별 보정계수
- (신·재생에너지별 생산량 = 신·재생에너지 생산량 × 적용비율)

〈표 IV-13〉 신·재생에너지의 공급의무비율

(단위: %)

해당연도	2011~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020~2021	2022~2023	2024~2025	2026~2027
공급의무비율	10	11	12	15	18	21	24	27	30	32	34	36

자료: 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 시행령」[별표 2] 신·재생에너지의 공급의무비율

「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」(2020. 11. 16. 일부개정)에 제시된 건축물 용도별 단위 에너지 사용량 보정계수 및 지역계수, 신·재생에너지원별 단위 에너지 생산량 및 원별 조정계수 및 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」을 적용한다.⁴⁷⁾

〈표 IV-14〉 단위 에너지사용량 및 지역계수

〈단위 에너지사용량〉				〈지역계수〉	
구분		단위에너지사용량 (kWh/㎡·yr)	용도별 보정계수	구분	지역계수
공공용	교정 및 군사시설	392.07	1.64	서울	1.00
	방송통신시설	490.18	1.31	인천	0.97
	업무시설	371.66	1.73	경기	0.99
문교·사회용	문화 및 집회시설	412.03	1.56	강원 영서	1.00
	종교시설	257.49	2.5	강원 영동	0.97
	의료시설	643.52	1	대전	1.00
	교육연구시설	231.33	2.78	충북	1.00
	노유자시설	175.58	3.67	전북	1.04
	수련시설	231.33	2.78	충남·세종	0.99
	운동시설	235.42	2.73	광주	1.01
	묘지관련시설	234.99	2.74	대구	1.04
	관광휴게시설	437.08	1.47	부산	0.93
	장례식장	234.99	2.74	경남	1.00
	판매 및 영업시설	408.45	1.58	울산	0.93
상업용	운수시설	374.47	1.72	경북	0.98
	업무시설	374.47	1.72	전남	0.99
	숙박시설	526.55	1.22	제주	0.97
	위락시설	400.33	1.61		

자료: 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」, 2020. 11. 16. 일부개정

47) 건축물 용도별 보정계수는 2017년 4월 1일부터 폐지하였으나 에너지비용의 현실화를 위해 산정에 반영함

〈표 IV-15〉 원별 단위에너지생산량 및 원별 보정계수

신·재생에너지원		단위 에너지생산량		원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	kWh/kW·yr	1.56
	추적식	1,765		1.68
	BIPV	923		5.48
태양열	평판형	596	kWh/m ² ·yr	1.42
	단일진공관형	745	kWh/m ² ·yr kWh/m ² ·yr	1.14
	이중진공관형	745		1.14
	공기식무창형	487		1.37
	공기식유창형	557		2.57
지열에너지	수직밀폐형	864	kWh/kW·yr	1.09
	개방형	864		1.00
집광채광	프리즘	132	kWh/m ² ·yr	7.74
	광덕트	73		7.74
	실내루버형	184		2.77
연료전지	PEMFC	7,415	kWh/kW·yr	2.84
수열에너지		864	kWh/kW·yr	1.12
목재펠릿		322	kWh/kg·yr	0.52

자료: 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」(별표 10)

제시된 신·재생에너지 원별 기준단가는 〈표 IV-16〉과 같다. 원별 기준단가는 「제로에너지건축물 공사비·운영비 및 신·재생에너지설치 설치비 추정방안」(한국개발연구원, 2021)에 따라 2021년 융복합지원사업 설비 및 지원단가를 참조하였다.

〈표 IV-16〉 2021년 융복합지원사업 설비 및 지원단가

(단위: 천원)

에너지원	형식(용량)	효율	설비가격	설비가격	지원단가	지원단가
			(육지)	(도서)	(육지)	(도서)
태양광	주택(2kW 이하)		2,075	2,490	1,037	1,244
	주택(2~3kW)		1,676	2,010	838	1,005
	공동주택(~30kW)		1,816	2,170	908	1,089
	건물(100kW 이하)	일반	1,881	2,250	940	1,120
	건물(100kW 이하)	축사, 축산시설	1,773	2,120	1,214	1,450

〈표 IV-16〉의 계속

(단위: 천원)

에너지원	형식(용량)	효율	설비가격	설비가격	지원단가	지원단가
			(육지)	(도서)	(육지)	(도서)
태양열	주택(7㎡ 이하)	/ 10 초과	1,088	1,300	669	802
		/ 7.5 초과~10 이하	1,088	1,300	620	744
		/ 7.5 이하	1,088	1,300	566	679
	주택 (7㎡ 초과~14㎡ 이하)	/ 10 초과	1,058	1,260	583	699
		/ 7.5 초과~10 이하	1,058	1,260	537	644
		/ 7.5 이하	1,058	1,260	520	630
	주택 (14㎡ 초과~20㎡ 이하)	/ 10 초과	949	1,130	516	619
		/ 7.5 초과~10 이하	949	1,130	475	570
		/ 7.5 이하	949	1,130	470	560
	주택(6㎡/대)	자연순환식온수기	5,943	7,130	3,368	4,042
	건물(1,500㎡ 이하)	/ 10 초과	1,081	1,290	540	640
		/ 7.5 초과~10 이하	1,081	1,290	540	640
		/ 7.5 이하	1,081	1,290	540	640
	건물(1,500㎡ 이하)	냉난방	1,814	2,170	919	1,100
	건물(6㎡/대)	자연순환식온수기	6,187	7,420	3,090	3,710
지열	주택(10.5kW 이하)		1,384	1,660	691	830
	주택(10.5~17.5kW)		1,276	1,530	637	764
	건물(17.5kW 이하)		1,276	1,530	637	764
	건물(1,000kW 이하)		1,175	1,410	587	700
연료전지	주택(1kW 이하)		24,187	29,020	16,930	20,310
	건물(10kW 이하)		20,656	24,780	15,380	18,450
풍력	1.5kW 이하		14,400	17,280	7,200	8,640
	3kW 이하		13,200	15,840	6,600	7,920
	30kW 이하		12,190	14,628	6,090	7,310
	100kW 이하		12,010	14,412	6,000	7,200
소수력	30kW 이하		10,000	12,000	5,000	6,000
펠릿	건물		114	137.0	50	60
전력 저장 장치 (ESS)	배터리(kWh)		615	738	307	368
	PCS(100kW 이하)		237	284	118	141
	PCS(250kW 이하)		237	284	118	141

〈표 IV-16〉의 계속

(단위: 천원)

에너지원	형식(용량)	효율	설비가격	설비가격	지원단가	지원단가
			(육지)	(도서)	(육지)	(도서)
전력 저장 장치 (ESS)	PCS(500kW 이하)		173	207	86	103
	PCS(500kW 초과)		171	205	85	102
	PCS 설치비(용량)		200	240	100	120
	EMS(식)		45,700	54,840	22,850	27,420

자료: 한국에너지공단 신·재생에너지센터, <https://www.knrec.or.kr>, 검색일자: 2022. 10. 20. ; 한국개발연구원, 「제로에너지건축물 공사비·운영비 및 신·재생에너지설치 설치비 추정방안」, 2021

〈표 IV-17〉 신·재생에너지 예상 사용량(검토안)

(단위: m², kWh/m²·yr, kWh/yr)

구분	면적	단위에너지 사용량	용도별 보정계수	지역 계수	예상에너지 연간사용량
산업진흥센터	8,268	231.33	2.78	0.97	5,157,643
안전성 시험센터	2,756	231.33	2.78	0.97	1,719,213
실증 테스트베드	1,350	231.33	2.78	0.97	842,136

자료: 연구진 작성

〈표 IV-18〉 신·재생에너지 원별 설치규모

(단위: %, kWh/yr, kWh/kW·yr, kW)

구분		신·재생 공급 적용비율	신·재생 에너지 연간생산량	단위 에너지생산량	원별 보정계수	원별 설치 규모
산업진흥센터	태양광 고정식	50	167,623.4	1,358	1.56	79.1
	지열 수직밀폐형	50	167,623.4	864	1.09	178
안전성 시험센터	태양광 고정식	50	29,226.6	1,358	1.56	13.8
	지열 수직밀폐형	50	29,226.6	864	1.09	31
실증 테스트베드	태양광 고정식	50	42,106.8	1,358	1.56	19.9
	지열 수직밀폐형	50	42,106.8	864	1.09	44.7

자료: 연구진 작성

〈표 IV-19〉 신·재생에너지 공사비 산정 결과

(단위: kW, 원, 백만원)

구분		시설별 설치규모	기준단가(원)	신·재생에너지 설치비
산업진흥센터	태양광고정식	79.1	1,881,000	149
	지열수직밀폐형	178	1,175,000	209
안전성 시험센터	태양광고정식	13.8	1,881,000	26
	지열수직밀폐형	31	1,175,000	36
실증 테스트베드	태양광고정식	19.9	1,881,000	37
	지열수직밀폐형	44.7	1,175,000	53
계				510

자료: 연구진 작성

설치규모에 기준단가를 적용하여 검토안의 신·재생에너지 공사비를 산정하면 〈표 IV-20〉과 같다.

〈표 IV-20〉 신·재생에너지 공사비 산정 결과 비교

(단위: 백만원)

구분	사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
신·재생에너지 공사비	-	510	510

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

2) 제로에너지 공사비

「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 제로에너지건축의 단계적 의무화가 추진되었다. 2020년부터는 공공건축물 1,000제곱미터(㎡) 이상, 2025년부터는 공공건축물 500제곱미터(㎡) 이상으로 확대 적용되며 민간 건축물은 1,000제곱미터(㎡) 이상부터 의무화되고, 2030년부터는 500제곱미터(㎡) 이상 모든 건축물에 적용 의무화된다.

제로에너지건축은 단열·기밀성능 강화를 통해 건축물 에너지사용량을 저감(패시브)하고 태양광 등 신·재생에너지 설비로 에너지 생산(액티브)을 통해 에너지소비를 최소화하는 건축물을 의미한다. 국토교통부에서 발표한 제로에너지 건축 보급 확산 방안 발표안에 따르면, 제로에너지도입 초기에는 공사비 증가가 큰 것으로 분석되었으나 최근에는 에너지절약 설계 의무화, 신·재생에너지 설치비용 인하 등으로 공사비 증가액을 약 5% 수준으로 추정

하고 있다.⁴⁸⁾

따라서 사업계획안에서는 제로에너지 공사비를 고려하지 않았으나, 본 조사에서는 「제로에너지건축물 공사비·운영비 및 신·재생에너지설치 설치비 추정방안」(한국개발연구원, 2021)에 따라 공사비의 5%를 제로에너지 공사비로 추정하였다. 검토 결과 검토안의 제로에너지 공사비는 13억 2,900만원으로 산정되었다.

[그림 IV-1] 제로에너지 건축개념



자료: 국토교통부, 「제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표-」, 보도자료, 2019. 6. 21., <https://www.ctis.re.kr/ko/downloadBbsFile.do?atchmnfNo=3720>, 검색일자: 2022. 10. 20.

〈표 IV-21〉 제로에너지 공사비 산정

(단위: 백만원)

구분	사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)	비고
산업진흥센터	-	852	852	제로에너지 건축물 공사비는 건축공사비의 5%를 적용함
안전성 시험센터	-	339	339	
실증 테스트베드	-	138	138	
계	-	1,329	1,329	

주: 2020년 말 기준금액, 부가가치세 제외
 자료: 연구진 작성

48) 국토교통부, 「제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표-」, 보도자료, 2019. 6. 21., <https://www.ctis.re.kr/ko/downloadBbsFile.do?atchmnfNo=3720>, 검색일자: 2022. 10. 20.

다. 공사비 종합

건축 공사비, 신·재생에너지 공사비, 제로에너지 공사비를 모두 포함한 공사비 합계는 검토안 1,237억 4,600만원(부가가치세 포함)으로 사업계획안 1,233억 9,300만원 보다 3억 5,300만원 증가하였다. 검토안의 부가가치세를 제외한 공사비는 1,124억 9,700만원이다.

사업계획안의 오류로 검토안의 연면적은 축소되었으나 공사비 산정을 위한 기준단가 차이 및 신·재생에너지, 제로에너지 공사비 추가로 전체 공사비는 증가하였다.

〈표 IV-22〉 공사비의 종합

(단위: 백만원)

구분	사업계획안	검토안		증감(B-A)
	부가가치세포함(A)	부가가치세포함(B)	부가가치세 제외	
공사비	123,393	121,723	110,658	-1,670
신·재생에너지 공사비	-	561	510	561
제로에너지 공사비	-	1,462	1,329	1,462
합계	123,393	123,746	112,497	353

자료: 연구진 작성

라. 토지보상비

일반적으로 예비타당성조사의 용지보상비는 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 『공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침수정·보완연구(제2판)』(한국개발연구원, 2018)에 의거 ① 감정평가에 의하는 방법 ② 기존 사업지 주변의 보상자료를 활용하는 방법 ③ 공시지가 및 보상배율(예비타당성조사 수행 관련 지침에 따름) 적용방법을 순차적으로 적용할 수 있다.

〈표 IV-23〉 분석관점에 따른 보상비 산정 방법

분석관점	보상비 산정 방법
총사업비	- 무상은 공시지가 적용
경제성 분석	- 무상은 공시지가에 용도별 지역별 보상배율 적용 (현재 용도지역 적용과 종향 용도지역 보상비 비교) 직접 감정평가 보상비를 비교 검토

자료: 연구진 작성

1) 산업진흥기반 및 기술검증기반 토지보상비

북평 제2일반산업단지 내 사업부지는 시행사인 (주)지에스동해전력에 의해 조성이 완료되어 분양 공급되고 있는 부지이다. 「북평 제2일반산업단지 산업·지원시설용지 분양공고」(동해시 공고 제2019-1429호)에 따르면 분양가격은 32만 7,258원/제곱미터(㎡)(108만 1,848원/평)이므로 용지보상비는 분양공급 가격을 적용해야 하나, 동해시와 (주)지에스동해전력의 협의사항으로 국가·강원도·동해시에서 추진하는 정책사업에 적극 협조하기 위해 클러스터 입주기업에 한해서 분양가를 18만 1,500원/제곱미터(㎡)(60만원/평)으로 확정하였다.

〈표 IV-24〉 분양가 조정사유 및 근거

구분	분양가 조정 사유 및 근거
기업입주공간 분양가 (60만원/평) 확정 여부	○ 기업입주공간 분양가 조정 주체 및 사유 - (주체) 동해시 투자유치과장 ↔ GS동해전력 사업담당 상무 - (사유) 국가·강원도·동해시에서 추진하는 정책사업에 대한 적극협조 ○ 기업입주공간 분양가 조정 내역 - (원안) 108만 1,848원/평 → (조정) 60만원/평 ※ 단, 상기 조정액은 일반적 입주가 아닌 클러스터 입주기업에만 해당되는 사항 ○ 기업입주공간 분양가 확정 여부 - 분양가 60만원/평으로 확정
기업입주공간 분양가 (60만원/평) 타당성 근거	○ 분양가 조정시점인 2020년 4월을 기준으로 인근지역 소재 산업단지의 산업용지 평균분양가를 조사한 결과 51만 3,430원/평으로 산출 - (분석대상 선별 기준) 강원도 내 일반산업단지 중 공정률이 100%이며 유치업종의 유사성이 존재하는 일반산업단지 11개를 선별 ○ 이를 기준으로 삼아, 조성원가를 고려하여 손해가 발생하지 않는 최대 조정액을 60만원/평으로 설정 ○ 본 클러스터 기업입주공간 분양가는 예비타당성조사를 통해 구축이 완료된 타 유사 클러스터의 분양가보다 낮은 수준 - 전라남도 광주 친환경자동차부품 클러스터: 818.971원/평

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〈표 IV-25〉 강원도 소재 일반산업단지 분양가 현황(2020년 4월 기준)

(단위: ㎡, %, 원/평)

단지명	시군구	지정면적	관리기관	조성 상태	분양 상태	공정율	산업용지 평균분양가
강릉과학 일반산업단지	강릉시	1,486,850	강원_강릉시	완료	분양중	100	272,910
강릉중소 일반산업단지	강릉시	163,745	강원_강릉시	완료	완료	100	79,061
문막 일반산업단지	원주시	395,530	강원_원주시	완료	완료	100	199,650
우산 일반산업단지	원주시	346,388	강원_원주시	완료	완료	100	19,800

〈표 IV-25〉의 계속

(단위: ㎡, %, 원/평)

단지명	시군구	지정면적 (㎡)	관리기관	조성 상태	분양 상태	공정율 (%)	산업용지 평균분양가(원/평)
동화 일반산업단지	원주시	409,137	강원_원주시	완료	완료	100	338,910
문막반계 일반산업단지	원주시	422,749	한국산업단지공단	완료	분양중	100	986,700
송정 일반산업단지	동해시	323,318	강원_동해시	완료	분양중	100	633,597
원주자동차부품 일반산업단지	원주시	92,917	강원_원주시	완료	완료	100	1,052,700
춘천전력IT 문화복합 일반산업단지	춘천시	353,659	강원_춘천시	완료	완료	100	1,092,300
동춘천 일반산업단지	춘천시	538,575	강원_춘천시	완료	분양중	100	631,135
동점산업단지	태백시	216,642	강원_태백시	조성 중	분양중	100	340,963
평균							513,430

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

이에 본 조사에서는 개별공시지가 및 보상배율 적용 방법에 의거하여 용지보상비를 산정하지 않고 동해시와 ㈜지에스동해전력 간의 협의된 금액으로 용지보상비를 산정한다. 경제성 분석 보상비의 경우, 「북평 제2일반산업단지 산업·지원시설용지 분양공고」(동해시 공고 제2019-1429호)에 따라 분양가격 32만 7,258원/제공미터(㎡)(108만 1,848원/평)을 적용하였다. 2019년 12월부터 2021년 12월까지 1년간 동해시 공업지역의 평균 지가상승률(부동산통계정보시스템)은 전체평균 2.257%, 공업지역 0.988%로 거의 변동이 없으므로 지가상승률은 고려하지 않았으나, 추후 다소 변동의 여지가 있을 수 있다. 지장물 보상비는 보상해야 할 지장물이 없는 것으로 판단되어 고려하지 않았다.

〈표 IV-26〉 북평 제2일반산업단지 전체 주요 현황

(단위: ㎡)

동	지번	지목	용도지역	이용현황	지적면적	편입면적	소유 (사용)자
추암동	산48-12번지 일원	공장용지 등	일반공업	산업용지, 지원용지 등	553,305.2	553,305.2	(주)GS동해 전력
합계	111 필지				553,305.2	553,305.2	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〈표 IV-27〉 기업집적단지 대상부지 현황

(단위: m²)

NO	동	지번	지목	용도지역	이용현황	지적면적	편입면적	소유(사용)자	유/무상
1	추암동	667	공장용지	일반공업	산업용지	5,628.0	5,628.0	(주)GS동해전력	유상
2	추암동	668	공장용지	일반공업	산업용지	5,909.8	5,909.8	(주)GS동해전력	유상
3	추암동	669	공장용지	일반공업	산업용지	5,884.5	5,884.5	(주)GS동해전력	유상
4	추암동	670	공장용지	일반공업	산업용지	15,058.0	15,058.0	(주)GS동해전력	유상
5	추암동	671	공장용지	일반공업	산업용지	17,020.2	17,020.2	(주)GS동해전력	유상
6	추암동	672	공장용지	일반공업	산업용지	5,140.6	5,140.6	(주)GS동해전력	유상
7	추암동	673	공장용지	일반공업	산업용지	7,169.5	7,169.5	(주)GS동해전력	유상
8	추암동	674	공장용지	일반공업	산업용지	6,739.7	6,739.7	(주)GS동해전력	유상
9	추암동	693	공장용지	일반공업	산업용지	2,941.3	2,941.3	(주)GS동해전력	유상
10	추암동	694	공장용지	일반공업	산업용지	5,398.0	5,398.0	(주)GS동해전력	유상
11	추암동	695	공장용지	일반공업	산업용지	4,732.4	4,732.4	(주)GS동해전력	유상
12	추암동	697	공장용지	일반공업	산업용지	6,654.9	6,654.9	(주)GS동해전력	유상
13	추암동	698	공장용지	일반공업	산업용지	15,301.5	15,301.5	(주)GS동해전력	유상
14	추암동	663	공장용지	일반공업	산업용지	13,942.2	13,942.2	(주)GS동해전력	유상
15	추암동	664	공장용지	일반공업	산업용지	6,134.3	6,134.3	(주)GS동해전력	유상
16	추암동	665	공장용지	일반공업	산업용지	5,836.7	5,836.7	(주)GS동해전력	유상
17	추암동	666	공장용지	일반공업	산업용지	19,704.9	19,704.9	(주)GS동해전력	유상
18	추암동	689	공장용지	일반공업	산업용지	6,217.6	6,217.6	(주)GS동해전력	유상
19	추암동	690	공장용지	일반공업	산업용지	9,687.6	9,687.6	(주)GS동해전력	유상
20	추암동	691	공장용지	일반공업	산업용지	9,402.8	9,402.8	(주)GS동해전력	유상
21	추암동	692	공장용지	일반공업	산업용지	5,962.7	5,962.7	(주)GS동해전력	유상
22	추암동	675	공장용지	일반공업	산업용지	4,328.8	4,328.8	(주)GS동해전력	유상
23	추암동	676	공장용지	일반공업	산업용지	4,133.8	4,133.8	(주)GS동해전력	유상
24	추암동	677	공장용지	일반공업	산업용지	8,347.3	8,347.3	(주)GS동해전력	유상
25	추암동	678	공장용지	일반공업	산업용지	7,644.9	7,644.9	(주)GS동해전력	유상
26	추암동	679	공장용지	일반공업	산업용지	3,963.8	3,963.8	(주)GS동해전력	유상
27	추암동	680	공장용지	일반공업	산업용지	3,923.1	3,923.1	(주)GS동해전력	유상
28	추암동	681	공장용지	일반공업	산업용지	10,015.9	10,015.9	(주)GS동해전력	유상
29	추암동	682	공장용지	일반공업	산업용지	9,840.1	9,840.1	(주)GS동해전력	유상
30	추암동	683	공장용지	일반공업	산업용지	9,788.2	9,788.2	(주)GS동해전력	유상
31	추암동	684	공장용지	일반공업	산업용지	9,788.0	9,788.0	(주)GS동해전력	유상
32	추암동	685	공장용지	일반공업	산업용지	3,883.2	3,883.2	(주)GS동해전력	유상
33	추암동	686	공장용지	일반공업	산업용지	4,064.2	4,064.2	(주)GS동해전력	유상

〈표 IV-27〉의 계속

(단위: m²)

NO	동	지번	지목	용도지역	이용현황	지적면적	편입면적	소유(사용)자	유/무상
34	추암동	687	공장용지	일반공업	산업용지	4,188.2	4,188.2	(주)GS동해전력	유상
35	추암동	688	공장용지	일반공업	산업용지	3,955.4	3,955.4	(주)GS동해전력	유상
36	추암동	700	공장용지	일반공업	산업용지	5,661.2	5,661.2	(주)GS동해전력	유상
37	추암동	701	공장용지	일반공업	산업용지	11,296.0	11,296.0	(주)GS동해전력	유상
38	추암동	703	공장용지	일반공업	산업용지	14,239.2	14,239.2	(주)GS동해전력	유상
39	추암동	704	공장용지	일반공업	산업용지	6,023.7	6,023.7	(주)GS동해전력	유상
합 계						305,552.2	305,552.2		

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〈표 IV-28〉 산업진흥기반(산업진흥센터, 안전성 시험센터) 대상부지 현황

(단위: m²)

NO	동	지번	지목	용도지역	이용현황	지적면적	편입면적	소유(사용)자	유/무상
1	추암동	714	대	일반공업	지원용지	660.1	660.1	(주)GS동해전력	유상
2		716				682.7	682.7		
3		718				693.6	693.6		
4		720				699.6	699.6		
5		715				645.1	645.1		
6		717				641.3	641.3		
7		719				629.9	629.9		
8		721				608.6	608.6		
9		722				665.2	665.2		
10		724				685.2	685.2		
11		726				698.2	698.2		
12		728				701.3	701.3		
13		723				652.3	652.3		
14		725				744	744		
15		727				732.6	732.6		
16		729				707.5	707.5		
17		730				864.3	864.3		
18		731				841.1	841.1		
19		732				946.2	946.2		
20		733				882.1	882.1		
합계		20 필지				14,380.90	14,380.90		

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

〈표 IV-29〉 기술검증기반(실증 테스트) 대상부지 현황

(단위: m²)

NO	동	지번	지목	용도지역	이용현황	지적면적	편입면적	소유(사용)자	유/무상
45	추암동	705	공장용지	일반공업	산업용지	4,669.6	4,669.6	(주)GS동해전력	유상
합 계						4,669.6	4,669.6		

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

따라서 산업진흥기반 및 기술검증기반 시설 토지보상비는 총사업비 기준 34억 5,800만원, 경제성 분석 기준 62억 3,400만원으로 산정되었다.

〈표 IV-30〉 산업진흥기반 및 기술검증기반 토지보상비

(단위: m², 원/m², 원)

구분	대상부지 활용 계획	단위면적당 보상비		토지보상비	
		총사업비	경제성분석	총사업비	경제성분석
산업진흥 기반시설/ 산업진흥센터 및 안전성 시험센터 (지원시설용지)	14,380.9	181,500	327,258	2,610,133,350	4,706,264,572
기술검증 기반시설/실증 테스트베드 (산업시설용지)	4,669.6	181,500	327,258	847,532,400	1,528,163,957
계				3,457,665,750	6,234,428,529

자료: 연구진 작성

2) 액체수소 공급기반 토지보상비

본 조사에서는 사업계획안의 자료를 검토하고 분석관점에 따라 보상배율 적용방법으로 토지보상비를 추정하였다. 당초 사업계획상 수소액화플랜트의 부지는 기 확보된 부지(무상 제공의 경우)였으나 본 조사 과정 중 유상제공 부지로 확인되었다. 주무부처는 한국가스공사에서 해당 부지를 유상제공 할 예정이며 이에 대한 비용 규모 및 지불방법에 대한 구체적인 논의는 진행 중이라고 밝혔다.

사업계획안의 보상비는 2021년 공시지가로 추정되었는데, 이는 2020년 공시지가 대비 107%로 확인된다. 다만 사업부지 주변 사례의 공시지가 대비 실거래가 비율을 검토하였을 때 108%로 사업계획안의 비율과 유사하여 검토안은 사업계획안의 총사업비 금액을 준용하였다. 경제성 분석을 위한 토지보상비는 2020년 공시지가에 보상배율을 적용하여 보상비를 산출하였다. 그 결과 액체수소 공급기반 시설의 토지보상비는 총사업비 기준 26억 3,800만원, 경제성 분석 기준 46억 6,600만원으로 산정되었다.

〈표 IV-31〉 사업지 주변공시지가대비 실거래가비율

(단위: 평, 만원, %)

지번		거래년월일	면적	용도지역 및 지목	공시지가총액	실거래가	공시지가대비 매매가비율
감원도 삼척시 원덕읍 월천리	613-4	2021. 1. 12.	83	계획관리지역, 답	5,550	5,000	93
	608-11	2018. 3.	48	자연녹지지역, 전	560	488	123
평균							108

자료: 부동산 플래닛, <https://www.bdsplanet.com>, 검색일자: 2022. 10. 20.

〈표 IV-32〉 액체수소공급 기반시설(수소액화플랜트) 토지보상비산정

(단위: m², 원/m², 백만원)

동	지번	지적 면적	편입 면적	지목	공시지가		용도 지역	㉠ 보상 배율	이용 현황	㉢ 보상 배율	보상배율 평균 (㉠+㉢)/2	토지보상비					증감 (B-A)
					2021년	2020년						공시지가		총사업비		경제성 분석	
												2021년	2020년	사업 계획안 (A)	검토안 (B)		
원덕읍 호산리	515	498,284	17,589	공장 용지	150,000	140,000	일반 공업	1.89	산업 용지	1.9	1.895	2,638	2,462	2,638	2,638	4,666	-

자료: 연구진 작성

3) 토지보상비 종합

총사업비 기준 토지보상비는 60억 9,600만원, 경제성 분석 기준 토지보상비는 109억 100만원으로 추정되었다. 산업진흥기반 및 기술검증기반 시설보상비의 경우 총사업비에서는 검토안과 사업계획안이 동일하며, 경제성 분석을 위한 토지보상비는 분석관점에 따라 재산정하였다.

〈표 IV-33〉 분석관점별 토지보상비(검토안)

(단위: 백만원)

구분	총사업비		증감 (B-A)	경제성 분석 비용
	사업계획안(A)	검토안(B)		
산업진흥기반 및 기술검증기반 시설	3,458	3,458	-	6,234
액체수소공급기반 시설	2,638	2,638	-	4,666
합계	6,096	6,096	-	10,901

자료: 연구진 작성

마. 시설부대경비

시설부대경비는 부가가치세가 제외된 공사비에 대하여 산정하며 각 항목과 산정 기준은 다음과 같다.

〈표 IV-34〉 시설부대경비 산정기준

항목		산정기준
설계비	건축설계비	- 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021) 건축 부문 요율 - 「녹색건축물 조성 지원법 시행령」 - 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」 - 「엔지니어링사업대가의 기준」 건설부문 기본 및 실시 설계 요율
	측량비 및 조사비	- 공사비의 1%
감리비		- 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021) 전면 책임 감리비 요율 - 「엔지니어링사업대가의 기준」 건설부문 감리 요율
시설부대비		- 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021)

자료: 연구진 작성

공사비가 요율표의 각 단위 중간에 있을 때의 설계비 및 감리비의 요율은 직선보간법에 의하여 다음과 같이 산정한다.

$$Y(\%) = Y_1 - \left[\frac{(X - X_2) \times (Y_1 - Y_2)}{(X_1 - X_2)} \right]$$

X : 당해 금액, X_1 : 큰 금액, X_2 : 작은 금액,

Y : 당해공사비요율, Y_1 : 작은 금액 요율, Y_2 : 큰 금액 요율

1) 설계비

설계비는 기본 및 실시설계비를 비롯하여 설계과정에서 수반되어야 하는 녹색건축 및 에너지효율등급 등 인증비를 포함한다.

가) 기본 및 실시설계비

건축부문 설계비는 기획재정부의 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부 지침」(기획재정부, 2021)에 따라 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」(2015. 12. 8. 일부개정)의 건축부문 대가 요율을 적용하여 산출한다.

수소 저장·운송 산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드 등은 교육연구시설로 '2종(보통)'의 요율을 적용하고 건축허가 및 공사발주가 가능한 수준인 도서의 양은 '중급' 기준으로 적용한다. 수소액화플랜트는 산업플랜트시설로서 산업플랜트 부문 요율을 적용한다.

건축설계비는 산업진흥센터, 안전성 시험센터와 실증 테스트베드에 일괄 설계요율을 적용한 결과, 11억 4,800만원으로 산정되어 사업계획안 12억 2,200만원 대비 7,400만원 감소하였다.

$$\text{설계비요율}(\%) = Y_1 - \left[\frac{(\text{당해공사비} - X_1) \times (Y_1 - Y_2)}{(X_2 - X_1)} \right]$$

〈표 IV-35〉 건축부문 설계비 요율

(단위: 백만원, %)

공사비	건축설계비 요율 (제2종 보통)	건축설계비 요율 (제3종 복잡)
500	5.98	6.58
1,000	5.32	5.89
2,000	4.72	5.19
3,000	4.48	4.93
5,000	4.33	4.76
10,000	4.22	4.65
20,000	4.10	4.51
30,000	4.03	4.44
50,000	3.98	4.38
100,000	3.90	4.29
200,000	3.84	4.22

자료: 기획재정부, 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2021

〈표 IV-36〉 산업플랜트부문의 효율

(단위: 백만원, %)

구분	업무별 효율			
	공사비	기본설계	실시설계	공사감리
50		3.12	8.01	4.20
100		2.91	7.46	3.96
200		2.76	7.06	3.55
300		2.60	6.66	3.14
500		2.47	6.32	2.94
1,000		2.30	5.89	2.66
2,000		2.18	5.58	2.52
3,000		2.05	5.26	2.38
5,000		1.95	4.99	2.29
10,000		1.81	4.65	2.18
20,000		1.72	4.41	2.10
30,000		1.62	4.16	2.02
50,000		1.54	3.94	1.95
100,000		1.43	3.67	1.86
200,000		1.36	3.48	1.79
300,000		1.28	3.28	1.72
500,000		1.21	3.11	1.66

주: 기본 및 실시설계를 동시에 발주하는 경우 실시설계효율의 1.31배 적용(「엔지니어링사업대가의 기준」 제13조)

자료: 국가법령정보센터 「엔지니어링사업대가의 기준」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

〈표 IV-37〉 설계비 산정 결과

(단위: 백만원, %)

구분		사업계획안				검토안				증감 (B-A)
		산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	계 (A)	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	계 (B)	
건축 설계비	공사비	16,578	7,228	6,738	30,544	18,248	7,178	2,986	28,413	-2,131
	효율	4	4	4	-	4.04	4.04	4.04	-	-
	계	663	289	270	1,222	737	290	121	1,148	-74

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

수소액화플랜트 설계비는 「엔지니어링사업대가의 기준」에 따라 실시설계요율의 1.31배를 적용한 결과, 검토안 41억 4,200만원으로 산정되어 사업계획안 32억 6,500만원 보다 8억 7,700만원 증가하였다.

〈표 IV-38〉 수소액화플랜트 설계비 산정 결과

(단위: 백만원, %)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
수소액화플랜트 설계비	공사비	81,632	84,084	2,452
	요율	4	4.93	0.93
	계	3,265	4,142	877

주: 부가가치세 제외, 실시설계요율의 1.31배 적용함

자료: 연구진 작성

따라서 검토안의 설계비 합계는 52억 9,000만원, 사업계획안 44억 8,700만원으로 검토안은 사업계획안 대비 8억 300만원 증가하였다.

〈표 IV-39〉 설계비의 종합

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
설계비	산업진흥기반시설	952	1,027	75
	기술검증기반시설	270	121	-149
	액체수소공급기반시설	3,265	4,142	877
	계	4,487	5,290	803

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

나) 측량 및 조사비

측량 및 조사비는 각종 측량, 조사, 시험 및 검사 등 추가적으로 소요되는 비용으로 공사비의 1%를 적용한다. 사업계획안에서는 측량 및 조사비가 고려되지 않았으며, 검토안의 측량 및 조사비 합계는 총 11억 2,500만원으로 산정되었다.

〈표 IV-40〉 측량 및 조사비 산정 결과(산업진흥기반, 기술검증기반)

(단위: 백만원, %)

구분		산업진흥기반시설		기술검증기반시설	계
		산업진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	
측량 및 조사비	공사비	18,248	7,178	2,986	28,413
	요율	1	1	1	-
	계	182	72	30	284

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

〈표 IV-41〉 측량 및 조사비 산정 결과(액체수소 공급기반)

(단위: 백만원, %)

구분		수소액화플랜트
측량 및 조사비	공사비	84,048
	요율	1
	계	841

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

다) 각종 인증 관련 설계비

「녹색건축물 조성 지원법 시행령」 제11조의 3(녹색건축 인증대상 건축물)에 의거, 본 건축물은 공공시설이며 연면적 3,000제곱미터(㎡) 이상의 시설에 해당되므로 녹색건축 인증을 받아야 한다. 친환경 건축물 인증제의 근거법령이 「건축법」 제65조에서 「녹색건축물 조성 지원법」 제16조로 변경되고, 친환경 건축물 인증제와 주택성능 등급 인정제를 통합하여 녹색건축 인증제로 시행되고 있다.

또한 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」 제2조(적용 대상)에 의거, 건축물 에너지효율등급 인증을 받아야 한다. 상기 인증과 관련된 설계대가 요율의 기준은 〈표 IV-42〉와 같다. 녹색건축물 인증은 우수등급, 제로에너지건축물 인증은 5등급, 지능형건축물(IBS)은 2등급을 적용하여 산정한 결과, 인증 관련 설계비는 총 1억 6,200만원으로 산정되었다.

〈표 IV-42〉 인증 관련 설계대가 요율

(단위: %)

구분	등급	요율
녹색건축물 등급 인증	최우수등급	9.5
	우수등급	9
	우량등급	8.5
	일반등급	8
에너지효율 등급 인증	1등급	7.5
	2등급	7
	3등급	6.5
	4등급	6
	5등급	5.5
제로에너지건축물 인증	1등급	10
	2등급	9.5
	3등급	9
	4등급	8.5
	5등급	8

주: 1. 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」 제11조에 따라 제5조 제1호 라목 14)의 설계업무의 대가는 제2항에 따라 산출된 대가에 에너지효율 및 제로에너지건축물 인증등급에 따라 다음 각 목의 비율을 추가로 산정한 값을 더하여 산출함. 다만, 제로에너지건축물 인증을 적용할 경우 가목의 대가(에너지효율등급인증)는 적용하지 않음

2. 하나의 건물에 동일한 설계에 따라 인증 관련 설계업무 중 2개 이상의 인증사항을 설계에 반영하는 경우 추가 대가요율은 다음 식에 따라 산정(추가 설계대가 요율 = $A + 1/2 B + 1/3 C$)

A: 녹색건축물, 에너지효율등급 인증관련 설계 추가요율 중 최상위값

B: 녹색건축물, 에너지효율등급 인증관련 설계 추가요율 중 차상위값

C: 녹색건축물, 지능형건축물, 에너지효율등급 인증관련 설계 추가요율 중 최하위값

자료: 국가법령정보센터 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

〈표 IV-43〉 인증관련 설계비 종합

(단위: 백만원, %)

구분	산정기준 설계비			요율	인증관련 설계비			
	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드		산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	합계
녹색건축물 등급 인증	737	290	121	9	66	26	10	102
에너지효율 등급 인증	737	290	121	4	29	11	4	44
장애물 없는 생활환경 인증설계비	737	290	121	1.5	11	4	1	16
계					106	41	15	162

주: 부가가치세 제외, 에너지효율등급은 제로에너지등급 적용함

자료: 연구진 작성

라) 설계비 종합

설계비는 검토안 65억 7,600만원으로 사업계획안 44억 8,700만원 보다 20억 8,900만원 증가하였다. 사업계획안과의 공사비 차이로 수소액화플랜트를 제외한 나머지 시설의 건축설계비는 감소하였으나, 사업계획안에 반영되지 않은 각종 인증 설계비와 측량 및 조사비 등을 고려하여 검토안의 설계비가 증가하였다.

〈표 IV-44〉 설계비의 종합

(단위: 백만원)

구분	사업계획안					검토안					증감 (B-A)
	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(A)	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(B)	
건축 설계비	663	289	270	3,265	4,487	737	290	121	4,142	5,290	803
각종 인증 설계비	-	-	-	-	-	106	41	15	-	162	162
측량 및 조사비	-	-	-	-	-	182	72	30	841	1,125	1,125
합계	663	289	270	3,265	4,487	1,026	403	166	4,982	6,576	2,089

자료: 연구진 작성

2) 감리비

「건설기술진흥법」 제39조 및 동법 시행령 [별표 7]에 의거 본 사업은 전면책임감리 대상에 해당되며, 「건설사업관리 대가기준」 제4조(대가산출의 원칙)를 적용하여 산출하여야 하나 기획재정부의 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021)에 따라 전면책임감리 요율을 적용하여 산출하였다.

수소 저장·운송 산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드는 교육연구시설로서 공사 복잡도를 보통의 공종으로, 수소액화플랜트는 복잡한 공종으로 구분하고 공사비가 요율표의 중간에 있는 경우 직선보간하여 산정하였다.

$$\text{책임 감리비 요율 (\%)} = Y_1 - \left[\frac{(\text{당해 공사비} - X_1) \times (Y_1 - Y_2)}{(X_2 - X_1)} \right]$$

(X_1 : 작은 금액, X_2 : 큰 금액, Y_1 : 작은 금액 요율, Y_2 : 큰 금액 요율)

〈표 IV-45〉 전면 책임감리비 효율(건축감리)

(단위: 백만원, %)

공사비	전면책임감리비 효율(보통의 공종)
10,000	8.52
20,000	6.81
30,000	5.92
40,000	5.34
50,000	4.94
70,000	4.47

자료: 기획재정부, 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2021

앞서 살펴본 기준에 따라 감리비 효율을 산정하고 ‘공사비×효율’ 방식으로 산출한 결과, 검토안은 17억 2,200만원으로 사업계획안 18억 3,300만원 보다 1억 1,100만원 감소하였다.

〈표 IV-46〉 감리비 산정 결과

(단위: 백만원, %)

구분		사업계획안				검토안				증감 (B-A)
		산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트 베드	계 (A)	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트 베드	계 (B)	
건축 감리비	공사비	16,578	7,228	6,738	30,544	18,248	7,178	2,986	28,413	-2,131
	효율	6	6	6	-	6.06	6.06	6.06	-	-
	계	995	434	404	1,833	1,106	435	181	1,722	-111

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

수소액화플랜트 감리비는 검토안 39억 5,200만원, 사업계획안 48억 9,800만원으로 검토안은 공사비와 설계효율의 차이로 사업계획안 보다 9억 4,600만원 감소하였다. 사업계획안은 산업진흥센터 등과 동일한 효율을 적용하였으나 검토안은 전면책임감리, 복잡한 공종 효율을 적용하였다.

〈표 IV-47〉 수소액화플랜트 감리비 산정 결과

(단위: 백만원, %)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
산업플랜트 감리비	공사비	81,632	84,084	2,452
	요율	6	4.7	-1.3
	계	4,898	3,952	-946

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

3) 시설부대비

시설부대비는 건설, 전기 및 통신, 건축공사 등 건축 대수선, 설치, 축조 등에 직접 소요되는 부대경비이다. 사업계획안은 시설부대비를 고려하지 않았으며, 본 조사에서는 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2021)의 시설부대비의 기준을 적용하여 해당요율을 적용하여 산출하였다. 그 결과 검토안은 3억 1,900만원으로 산정되었다.

〈표 IV-48〉 시설부대비 요율

(단위: 억원, %)

공사비	시설부대비 요율
5	0.72
10	0.63
20	0.36
30	0.36
50	0.27
100	0.25
200	0.23
300	0.23
500	0.23
1,000	0.23
2,000	0.21
3,000	0.19

자료: 기획재정부, 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2021

〈표 IV-49〉 부대비 산정 결과

(단위: 백만원, %)

구분	사업계획안					검토안					증감 (B-A)
	산업 진흥 센터	안전성 시험 센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(A)	산업 진흥 센터	안전성 시험 센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(B)	
공사비	16,578	7,228	6,738	81,632	112,175	18,248	7,178	2,986	84,084	112,497	322
요율(%)	-	-	-	-	-	0.23	0.23	0.23	0.23	-	-
계	-	-	-	-	-	42	17	7	253	319	319

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

4) 시설부대경비 산정 결과 종합

앞서 산출된 시설부대경비를 종합하면 〈표 IV-50〉과 같이 검토안 125억 6,900만원으로 산정되어 사업계획안 112억 1,800만원 보다 13억 5,100만원 증가하였다.

〈표 IV-50〉 시설부대경비 산정결과 종합

(단위: 백만원)

구분	사업계획안					검토안					증감 (B-A)
	산업 진흥 센터	안전성 시험 센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(A)	산업 진흥 센터	안전성 시험 센터	실증 테스트 베드	수소액화 플랜트	계(B)	
설계비	663	289	270	3,265	4,487	1,026	403	166	4,982	6,576	2,089
감리비	995	434	404	4,898	6,731	1,106	435	181	3,952	5,674	-1,057
시설 부대비	-	-	-	-	-	42	17	7	253	319	319
합계	1,658	723	674	8,163	11,218	2,174	854	353	9,188	12,569	1,351

주: 부가가치세 제외, 설계비는 조사 및 측량비 포함

자료: 연구진 작성

바. 장비비

1) 산업진흥기반 - 수소 저장·운송 안전성 시험센터

주무부처는 수소 저장·운송 안전성 시험센터 내 구축 필요 장비를 일본의 수소부품성능 평가센터인 ‘하이트랙(HyTREc, Hydrogen Energy Test and Research Center)’의 벤

치마킹 결과와 ‘기업 수요조사 결과’를 반영하여 설정하였다고 제시하였다. 클러스터를 활용한 기술검증 대상 중 ‘액체수소산업 관련 기술 및 제품’의 안전성 시험에 대한 기준 또는 체계가 전 세계적으로 아직 확립되지 않은 상황임을 고려하여 목적 실현 측면에서 가장 유사한 선도시설인 일본의 HyTReC를 참조하였다는 것이다. 안전성 시험센터는 성능측정, 안전성 평가 등을 위한 총 28종의 설비 및 장비를 구축할 것으로 계획되었으며, 소요예산은 총 201억 1,700만원으로 제시되었다.

〈표 IV-51〉 안전성 시험센터 장비비(사업계획안)

(단위: 백만원)

장비 구분	연번	구축 장비명	수량	장비구축비용
수소 저장·운송 기자재 안전성시험용	1	부품시험챔버	1	149
	2	부품시험챔버용 기반설비	1	336
	3	수소가스 압력반복 가압시험설비	1	129
	4	가스누출 시험설비	1	247
	5	가속압력반복 시험설비	1	961
	6	탈착력, 굽힘모멘트 시험설비	1	210
	7	질소가스 압력반복, 최대유량 시험설비	1	158
	8	냉각가스밸브 시험설비	1	184
	9	낙하 시험설비	1	136
	10	수압반복 및 내압 시험설비	1	169
	11	물리적성능 통합시험설비	1	128
수소 저장용기 안전성시험용	12	용기시험챔버 및 기반설비	1	671
	13	투과시험챔버 및 기반설비	1	619
	14	용기수압 시험설비	1	477
	15	액화수소 저장용기 BOR 측정설비	1	200
기타 기자재 안전성시험용	16	디스펜서 시험설비	1	188
	17	이동식 수소충전소 검증장치	1	377
	18	진동복합환경챔버	1	359
	19	모니터링 설비	1	520
	20	품질 및 유량 측정설비	1	1,020
액화수소 시험인증평가용	21	방폭 시험장	1	1,500
	22	대형열진공챔버	1	5,000
	23	극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비	1	3,000
	24	액화수소용 극저온 시험장치	1	350

〈표 IV-51〉의 계속

(단위: 백만원)

장비 구분	연번	구축 장비명	수량	장비구축비용
액화수소 시험인증평가용	25	극저온 측정 시스템	1	1,000
	26	Gas Leak 및 이송 성능시험기	1	1,500
	27	액화수소 시뮬레이션 시스템	1	500
	28	합성가스 분석기	1	30
합계			28	20,117

주: 부가가치세 포함

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

본 조사에서는 이를 검토하기 위해 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에 의뢰하였다. 검토 결과, 총 28종 중에서 22종만이 도입 타당한 것으로 분석되었으며, 적정금액은 117억 4,700만원(부가가치세 포함)으로 제시되었다.⁴⁹⁾ 따라서 부가가치세를 제외하면 검토안은 106억 7,900만원으로 사업계획안은 182억 8,800만원 보다 76억 900만원 감소하였다.

〈표 IV-52〉 안전성 시험센터 장비비(검토안)

(단위: 백만원)

장비 구분	연번	장비명	사업계획안	검토안
수소 저장·운송 기자재 안전성시험용	1	부품시험챔버	149	149
	2	부품시험챔버용 기반설비	336	336
	3	수소가스 압력반복 가압시험설비	129	129
	4	가스누출 시험설비	247	247
	5	가혹압력반복 시험설비	961	961
	6	탈착력, 굽힘모멘트 시험설비	210	210
	7	질소가스 압력반복, 최대유량 시험설비	158	158
	8	냉각가스밸브 시험설비	184	184
	9	낙하 시험설비	136	136
	10	수압반복 및 내압 시험설비	169	169
	11	물리적성능 통합시험설비	128	-
수소 저장용기 안전성시험용	12	용기시험챔버 및 기반설비	671	-
	13	투과시험챔버 및 기반설비	619	-
	14	용기수압 시험설비	477	477
	15	액화수소 저장용기 BOR 측정설비	200	110

49) [부록 B] 장비비 변경 내역 참고

〈표 IV-52〉의 계속

(단위: 백만원)

장비 구분	연번	장비명	사업계획안	검토안
기타 기자재 안전성시험용	16	디스펜서 시험설비	188	-
	17	이동식 수소충전소 검증장치	377	377
	18	진동복합환경챔버	359	359
	19	모니터링 설비	520	716
	20	품질 및 유량 측정설비	1,020	946
액화수소 시험인증평가용	21	방폭 시험장	1,500	1,500
	22	대형열진공챔버	5,000	-
	23	극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비	3,000	2,214
	24	액화수소용 극저온 시험장치	350	-
	25	극저온 측정 시스템	1,000	1,000
	26	Gas Leak 및 이송 성능시험기	1,500	840
	27	액화수소 시뮬레이션 시스템	500	500
	28	합성가스 분석기	30	30
총계(VAT 포함)			20,117	11,747
총계(VAT 제외)			18,288	10,679

자료: 연구진 작성

〈표 IV-53〉 안전성 시험센터 장비비 산정 결과

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
안전성 시험센터	장비비	18,288	10,679	-7,609
	계	18,288	10,679	-7,609

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

2) 산업진흥기반 - 산·학 캠퍼스

산·학 캠퍼스 내 구축필요 장비는 대상공간인 강원대 그린에너지연구관의 ‘강원대-KIST 극저온에너지 공동연구센터’ 운영계획을 참고하여 선정하였다고 제시되었다. 성능측정, 안전성 평가, 효율측정, 소재·부품제작 등을 위한 총 12종의 장비가 최종적으로 선정되었으며, 구축을 위한 소요예산은 총 10억 6,100만원으로 제시되었다.

〈표 IV-54〉 산·학 캠퍼스 장비비(사업계획안)

(단위: 백만원)

수량	구축 장비명	용도	수량	장비구축비용
1	물리흡착분석기	소재(재료)의 다공구조 및 물성 분석 장비	1	158
2	가스크로마토그래피	미량의 기체, 액체 시료에 포함된 성분의 분리, 검출 (정성적, 정량적 분석)	1	85
3	연료전지 평가장치	연료전지 단전지 및 스택 성능 측정(구동 전압, 전류, 출력)	1	80
4	극저온 냉동기	기체의 팽창을 이용한 냉각 환경을 제공하며, 온도, 시간, 냉각용량 측정	2	182
5	소형 액화기	소규모 액화수소 생산용 장비	1	150
6	수소 저장능력 평가장치	수소저장 소재의 저장능력 평가 장비	1	100
7	수소투과도 측정장치	고분자막에 대한 기체 투과도특성치(투과계수, 확산계수, 용해계수 등)	1	50
8	핫프레스	Plate, Mold에 의한 형태 성형	1	50
9	수소생산 평가시스템	수전해 단전지 및 스택 성능 측정(구동 전압, 전류, 출력)	1	100
10	밀폐형 음압시설	취발/가연성 취급을 위한 방호안전시설	1	50
11	수소감지기	수소검지	1	3
12	진공터보펌프	진공환경 조성	2	53
합계			14	1,061

주: 부가가치세 포함

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

마찬가지로 이를 검토하기 위해 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에 의뢰하였다. 검토 결과, 총 12종 중에서 9종만 도입이 타당하며 적정금액은 6억 4,900만원(부가가치세 포함)으로 분석되었다.⁵⁰⁾ 따라서 부가가치세 제외 금액 기준, 검토안은 5억 9,000만원으로 사정되어 사업계획안 9억 6,500만원 보다 3억 7,500만원 감소하였다.

〈표 IV-55〉 산·학 캠퍼스 장비비(검토안)

(단위: 백만원)

연번	장비명	사업계획안	검토안
1	물리흡착분석기	158	158
2	가스크로마토그래피	85	85
3	연료전지 평가장치	80	-

50) [부록 B] 장비비 변경 내역 참고

〈표 IV-55〉의 계속

(단위: 백만원)

연번	장비명	사업계획안	검토안
4	극저온 냉동기	182	-
5	소형 액화기	150	-
6	수소 저장능력 평가장치	100	100
7	수소투과도 측정장치	50	50
8	핫프레스	50	50
9	수소생산 평가시스템	100	100
10	밀폐형 음압시설	50	50
11	수소감지기	3	3
12	진공터보펌프	53	53
총계(VAT 포함)		1,061	649
총계(VAT 제외)		965	590

자료: 연구진 작성

〈표 IV-56〉 산·학 캠퍼스 장비비 산정 결과

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
산·학 캠퍼스	장비비	965	590	-375
	계	965	590	-375

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

3) 기술검증기반 - 수소 저장·운송 실증 테스트베드

실증 테스트베드 장비는 입주기업이 개발한 기술 및 제품의 성능평가 수행에 필요한 요소들을 종합적으로 고려하여 수소형태별 저장·운송분야 기술 및 제품 검증을 위한 장비 및 설비로 소요예산은 79억 6,100만원으로 제시되었다.

〈표 IV-57〉 실증 테스트베드 장비비(사업계획안)

(단위: 백만원)

장비 구분	구축 장비명	장비구축비용	
		(VAT 포함)	(VAT 제외)
기체 수소부문	수소압축패키지	550	500
	저장 용기(870 bar급, 400 bar급)	330	300
	충전기	209	190
	P-Panel	77	70
	Chiller & Pre-Cooler Unit	253	230
	버퍼 탱크	55	50
	수소 튜브트레일러	407	370
액화 수소부문	액체수소 저장탱크	880	800
	진공단열 배관	330	300
	진공단열 밸브	330	300
	고압 배관	110	100
	고압 밸브	220	200
	펌프 및 스킴드	1,100	1,000
	기화기	550	500
	제어모듈	220	200
	제어판	110	100
	재액화시스템	470	427
	진공단열 배관&밸브 A,B,C	770	700
	긴급차단장치	110	100
	안전밸브	110	100
액상수소 (NH3) 부문	NH3테스트 베드	770	700
합계		7,961	7,238

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

본 조사에서는 사업계획안의 장비에 대해 견적을 의뢰하였다. 그 결과, 장비비는 74억 6,800만원(부가가치세 제외)으로 산정되어 사업계획안 72억 3,800만원 보다 2억 3,000만원 증가하였다.

〈표 IV-58〉 실증 테스트베드 장비비(검토안)

(단위: 백만원)

내역		견적 금액
기체수소	고압 수소압축패키지	670
	가스제어 패널, 전기제어패널	205
	저장용기	1,080
	수소충전기(700bar)	230
액화수소	저장탱크	1,093
	펌프시스템	4,192
합계		7,468

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

〈표 IV-59〉 실증 테스트베드 장비비 산정 결과

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
실증 테스트베드	장비비	7,238	7,468	230
	계	7,238	7,468	230

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

4) 액체수소 공급기반 - 수소액화플랜트

수소액화플랜트 장비는 액체수소 저장탱크, 액체질소 액화기, 액체수소 액화기, 기타 장비 등으로 1,147억 7,400만원(부가가치세 포함)으로 제시되었다.

〈표 IV-60〉 수소액화플랜트 장비비 산정 내역(사업계획안)

(단위: 백만원)

품목	장비비	
	VAT 포함	VAT 제외
액체수소 저장탱크(LH ₂ Storage Tank)	34,799	31,635
액체질소 액화기(LN ₂ Liquefier)	8,745	7,950
액체수소 액화기(LH ₂ Liquefier)	61,710	56,100
기타장비	9,521	8,655
계	114,774	104,340

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

본 조사에서는 해당 품목에 대한 견적을 의뢰하여 사업계획안 대비 75억 9,600만원 증가한 1,119억 3,600만원(부가가치세 제외)으로 검토되었다.

〈표 IV-61〉 수소액화플랜트 장비비 산정 내역(검토안)

(단위: 백만원)

품목	장비비	
	VAT 포함	VAT 제외
액체수소 저장탱크 (LH2 Storage Tank)	17,860	16,236
액체질소 액화기 (LN2 Liquefier)	12,778	11,616
액체수소 액화기 (LH2 Liquefier)	83,780	76,164
기타장비	8,712	7,920
계	123,130	111,936

자료: 연구진 작성

〈표 IV-62〉 수소액화플랜트 장비비 산정 결과

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
수소액화플랜트	장비비	104,340	111,936	7,596
	계	104,340	111,936	7,596

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

5) 총 장비비 산정 내역

검토안의 장비비 총금액은 1,306억 7,400만원(부가가치세 제외)으로 사업계획안 1,308억 3,100만원 보다 1억 5,700만원 감소하였다.

〈표 IV-63〉 장비비 산정 내역

(단위: 백만원)

구분	품목	사업계획안		검토안		증감 (B-A)
		VAT 포함	VAT 제외(A)	VAT 포함	VAT 제외(B)	
산업진흥기반/ 수소 저장·운송 안전성 시험센터	수소가스 압력반복 가압시험설비 외 27종	20,117	18,288	11,747	10,679	-7,609

〈표 IV-63〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	품목	사업계획안		검토안		증감 (B-A)
		VAT 포함	VAT 제외(A)	VAT 포함	VAT 제외(B)	
산업진흥기반/ 산·학 캠퍼스	물리흡착분석기 외 11종	1,061	965	649	590	-375
기술검증 기반/ 수소 저장·운송 실증 테스트베드	수소압축패키지 외 16종	7,961	7,238	8,215	7,468	230
액체수소 공급 기반/ 수소액화플랜트	액체수소 저장탱크 (LH2 Storage Tank)	34,799	31,635	17,860	16,236	-15,399
	액체질소 액화기 (LN2 Liquefier)	8,745	7,950	12,778	11,616	3,666
	액체수소 액화기 (LH2 Liquefier)	61,710	56,100	83,780	76,164	20,064
	기타장비	9,521	8,655	8,712	7,920	-735
	소계	114,774	104,340	123,129.6	111,936	7,596
장비비 합계		143,914	130,831	143,741	130,674	-157

자료: 연구진 작성

사. 예비비

예비비는 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문연구』(한국개발연구원, 2021)에 따라 사업비 합계의 10%를 적용하여 추정하였다. 검토안 기준 예비비는 287억 4,100만원으로 사업계획안 285억 7,400만원 보다 1억 6,700만원 증가하였다.

〈표 IV-64〉 예비비 산정(총사업비)

(단위: 백만원)

구분	총사업비		증감 (B-A)
	사업계획안(A)	검토안(B)	
예비비	28,574	28,741	167

주: 부가가치세 포함, 2020년 말 기준금액

자료: 연구진 작성

아. 기타비(전담기관 운영비)

사업계획안은 사업의 추진과정을 관리하는 전담기관인 한국에너지기술평가원의 운영비를 국비의 3.5%로 적용하여 사업기간(2023~2027년) 동안 25억 5,100만원으로 추정하였다. 산출 근거로는 한국에너지기술평가원에서 관리 중인 사업들의 운영비 평균값(3.5%)을 활용한 것으로 제시되었으며, 한국에너지기술평가원이 공공기관의 범주에 속하기 때문에 국고분담 항목으로 설정되었다. 이에 검토안은 사업계획안의 산출 기준을 준용하여 15억 3,500만원으로 산정하였다.

〈표 IV-65〉 전담기관 운영비의 산정

(단위: 백만원)

구분		전담기관 운영비		증감(B-A)
		사업계획안(A)	검토안(B)	
국비	장비비	63,938	38,471	-25,467
	장비비 예비비	6,394	3,847	-2,547
	전담기관 운영비 * 국비의 3.5%	2,551	1,535	-1,016
계		72,883	43,853	-29,030

주: 1. 부가가치세 포함

2. 장비비는 안전성 시험센터, 산·학캠퍼스, 실증 테스트베드, 수소액화플랜트의 액체수소 저장탱크 장비비(국고)의 합계임

자료: 연구진 작성

자. 비용 추정 결과 종합

1) 총사업비 추정 결과

검토안 총사업비는 부가가치세 포함 3,176억 8,500만원으로 산정되어 사업계획안 3,220억 5,500만원 보다 43억 7,000만원 감소하였다. 신·재생에너지 공사비와 제로에너지 공사비, 측량 및 조사비, 부대비 등을 반영하여 총사업비가 증가한 한편 검토안은 사업계획안의 운영인건비, 경상운영비 등을 총사업비에서 제외하였다.

〈표 IV-66〉 총사업비

(단위: 백만원)

구분			사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
A. 공사비	A-1. 공사비		112,175	110,658	-1,517
	A-2. 신·재생에너지공사비		-	510	510
	A-3. 제로에너지공사비		-	1,329	1,329
	A-4. 부가가치세		11,218	11,250	32
	계		123,393	123,746	353
B. 보상비	B-1. 용지보상비		6,096	6,096	0
	B-2. 지장물보상비		-	-	-
C. 시설부대경비	C-1. 설계비	설계비	4,487	5,452	965
		측량 및 조사비	-	1,125	1,125
	C-2. 감리비	감리비	6,731	5,674	-1,057
	C-3. 부대비	부대비	-	319	319
	C-4. 부가가치세		1,122	1,257	135
	계		12,339	13,826	1,487
D. 장비비	D-1. 장비비		130,831	130,674	-157
	D-2. 부가가치세		13,083	13,067	-16
	계		143,914	143,741	-173
E. 예비비(A+B+C+D)×10%			28,574	28,741	167
총사업비 합계 I (A+B+C+D+E)			314,316	316,150	1,834
F. 운영인건비			3,778	-	-3,778
G. 경상운영비			1,410	-	-1,410
H. 전담기관 운영비			2,551	1,535	-1,016
총사업비 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			322,055	317,685	-4,370

주: 사업계획안에서는 사업기간(2023~2027년) 중 인건운영비, 경상운영비를 총사업비(지방비)에 포함하여 제시함
 자료: 연구진 작성

〈표 IV-67〉 시설별 총사업비

(단위: 백만원)

구분			산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산·학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
A. 공사비	A-1. 공사비		17,038	6,777	2,758	-	84,084	110,658
	A-2. 신·재생에너지공사비		358	62	90	-	-	510
	A-3. 제로에너지공사비		852	339	138	-	-	1,329
	A-4. 부가가치세		1,825	718	299	-	8,408	11,250
	소계		20,073	7,896	3,285	-	92,492	123,746
B. 보상비	B-1. 용지보상비		1,958	653	848	-	2,638	6,096
	B-2. 지장물보상비		-	-	-	-	-	-
	소계		1,958	653	848	-	2,638	6,096
C. 시설 부대 경비	C-1. 설계비	설계비 (인증설계비포함)	843	331	136	-	4,142	5,452
		측량 및 조사비	182	72	30	-	841	1,125
	C-2. 감리비	감리비	1,106	435	181	-	3,952	5,674
	C-3. 부대비	부대비	42	17	7	-	253	319
	C-4. 부가가치세		217	85	35	-	919	1,257
	소계		2,391	940	389	-	10,107	13,826
	D. 장비비	D-1. 장비비		-	10,679	7,468	590	111,936
D-2. 부가가치세		-	1,068	747	59	11,194	13,067	
소계		-	11,747	8,215	649	123,130	143,741	
E. 예비비(A+B+C+D)×10%			2,442	2,124	1,274	65	22,837	28,741
총사업비 합계 I (A+B+C+D+E)			26,864	23,359	14,010	714	251,204	316,150
F. 운영인건비			-					
G. 경상운영비			-					
H. 전담기관 운영비			1,535					
총사업비 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			317,685					

자료: 연구진 작성

재원조달과 관련하여 주무부처는 관계부처 간 협의에 따라 장비비(수소액화플랜트의 액화수소 저장탱크 포함)와 그 예비비, 전담기관 운영비 등을 국비로 하고 수소액화플랜트 구축 관련 비용은 민간투자자로 하며, 그 외 비용을 지방비로 분담할 것을 제시하였다. 사업

계획안은 국비 728억 8,300만원(22.6%), 지방비 496억 4,500만원(15.4%), 민자 1,995억 2,700만원(62%)로 제시되었으며, 검토안은 국비 438억 5,300만원(13.8%), 지방비 422억 7,400만원(13.3%), 민자 2,315억 5,800만원(72.9%)로 검토되었다.

〈표 IV-68〉 자원별 총사업비

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
공사비	국비	-	-	-
	지방비	33,598	31,254	-2,344
	민자	89,795	92,492	2,697
	소계	123,393	123,746	353
설계비	국비	-	-	-
	지방비	1,344	1,753	409
	민자	3,592	5,481	1,889
	소계	4,936	7,234	2,298
감리비	국비	-	-	-
	지방비	2,016	1,894	-122
	민자	5,388	4,347	-1,041
	소계	7,404	6,241	-1,163
부대비	국비	-	-	-
	지방비	-	72	72
	민자	-	279	279
	소계	-	351	351
장비비	국비	63,938	38,471	-25,467
	지방비	-	-	-
	민자	79,976	105,270	25,294
	소계	143,914	143,741	-173
토지매입비	국비	-	-	-
	지방비	3,458	3,458	-
	민자	2,638	2,638	-
	소계	6,096	6,096	-
예비비	국비	6,394	3,847	-2,547
	지방비	4,042	3,843	-199
	민자	18,139	21,051	2,912
	소계	28,574	28,741	167

〈표 IV-68〉의 계속

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
운영인건비	국비	-	-	-
	지방비	3,778	-	-3,778
	민자	-	-	-
	소계	3,778	-	-3,778
경상운영비	국비	-	-	-
	지방비	1,410	-	-1,410
	민자	-	-	-
	소계	1,410	-	-1,410
전담기관 운영비	국비	2,551	1,535	-1,016
	지방비	-	-	-
	민자	-	-	-
	소계	2,551	1,535	-1,016
합계	국비	72,883	43,853	-29,030
	지방비	49,645	42,274	-7,371
	민자	199,527	231,558	32,031
총계		322,055	317,685	-4,370

주: 사업계획안에서는 사업기간(2023~2027년) 중 인건운영비, 경상운영비를 총사업비(지방비)에 포함하여 제시함

자료: 연구진 작성

2) 비용 추정 결과

경제성 분석을 위한 사업비는 부가가치세 제외 3,011억 1,200만원으로 산정되었다. 기획보고서의 경제성 분석을 위한 추정 사업비는 2,940억 9,100만원으로 검토안은 이보다 70억 2,100만원 증가하였다.

〈표 IV-69〉 경제성 분석 비용(사업비)

(단위: 백만원)

구분		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
A. 공사비	A-1. 공사비	112,175	110,658	-1,517
	A-2. 신·재생에너지공사비	-	510	510
	A-3. 제로에너지공사비	-	1,329	1,329
	A-4. 부가가치세	-	-	-
	소계	112,175	112,497	322

〈표 IV-69〉의 계속

(단위: 백만원)

구분			사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
B. 보상비	B-1. 용지보상비		6,096	10,901	4,805
	B-2. 지장물보상비		-	-	-
	소계		6,096	10,901	4,805
C. 시설부대경비	C-1. 설계비	설계비	4,487	5,452	965
		측량 및 조사비	-	1,125	1,125
	C-2. 감리비	감리비	6,731	5,674	-1,057
	C-3. 부대비	부대비	-	319	319
	C-4. 부가가치세		-	-	-
	소계		11,218	12,569	1,351
D. 장비비	D-1. 장비비		130,831	130,674	-157
	D-2. 부가가치세		-	-	-
	소계		130,831	130,674	-157
E. 예비비(A+B+C+D)×10%			26,032	26,664	632
비용(사업비) 합계 I (A+B+C+D+E)			286,352	293,304	6,952
F. 운영인건비			3,778	3,308	-470
G. 경상운영비			1,410	3,105	1,695
H. 전담기관 운영비			2,551	1,395	-1,156
비용(사업비) 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			294,091	301,112	7,021

주: 운영인건비 및 경상운영비는 운영비에 포함되나 사업계획안의 항목에 맞춰 사업기간(2023~2027년)의 합계를 비교함

자료: 연구진 작성

〈표 IV-70〉 시설별 경제성 분석 비용(사업비)

(단위: 백만원)

구분		산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
A. 공사비	A-1. 공사비	17,038	6,777	2,758	-	84,084	110,658
	A-2. 신·재생에너지공사비	358	62	90	-	-	510
	A-3. 제로에너지공사비	852	339	138	-	-	1,329
	A-4. 부가가치세	-	-	-	-	-	-
	계	18,248	7,178	2,986	-	84,084	112,497
B. 보상비	B-1. 용지보상비	3,530	1,177	1,528	-	4,666	10,901
	B-2. 지장물보상비	-	-	-	-	-	-
	계	3,530	1,177	1,528	-	4,666	10,901

〈표 IV-70〉의 계속

(단위: 백만원)

구분			산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	산학 캠퍼스	수소액화 플랜트	계
C. 시설부대 경비	C-1. 설계비	설계비 (인증설계비포함)	843	331	136	-	4,142	5,452
		측량 및 조사비	182	72	30	-	841	1,125
	C-2. 감리비	감리비	1,106	435	181	-	3,952	5,674
	C-3. 부대비	부대비	42	17	7	-	253	319
	C-4. 부가가치세		-	-	-	-	-	-
	계		2,174	854	353	-	9,188	12,569
D. 장비비	D-1. 장비비		-	10,679	7,468	590	111,936	130,674
	D-2. 부가가치세		-	-	-	-	-	-
	계		-	10,679	7,468	590	111,936	130,674
E. 예비비(A+B+C+D)×10%			2,395	1,989	1,234	59	20,987	26,664
비용(사업비) 합계 I (A+B+C+D+E)			26,347	21,877	13,570	649	230,862	293,304
F. 운영인건비			3,308					
G. 경상운영비			3,105					
H. 전담기관 운영비			1,395					
비용(사업비) 합계 II (A+B+C+D+E+F+G+H)			301,112					

주: 운영인건비 및 경상운영비는 운영비에 포함되나 사업계획안의 항목에 맞춰 사업기간(2023~2027년)의 합계를 비교함
 자료: 연구진 작성

3. 운영비 추정

가. 개요

운영비는 시설의 준공 이후 운영에 소요되는 비용을 합산한 비용으로, 산업진흥기반, 기술 검증기반 및 액체수소 공급기반 시설의 운영비를 시설별로 구분하여 추정하였다. 2020년 말 기준으로 산정하며 기준연도가 상이할 경우 〈표 IV-71〉의 보정지수를 적용하여 비용을 추정하였다.

〈표 IV-71〉 소비자물가지수

연도	소비자물가지수														
2006	100														
2007	102.5	100													
2008	107.3	104.7	100												
2009	110.3	107.6	102.8	100											
2010	113.5	110.7	105.8	102.9	100										
2011	118.1	115.2	110	107.1	104	100									
2012	120.7	117.7	112.4	109.4	106.3	102.2	100								
2013	122.3	119.2	113.9	110.8	107.7	103.5	101.3	100							
2014	123.8	120.7	115.4	112.3	109.1	104.8	102.6	101.3	100						
2015	124.7	121.6	116.2	113.1	109.8	105.6	103.3	102	100.7	100					
2016	125.9	122.8	117.3	114.2	110.9	106.6	104.3	103	101.7	101	100				
2017	128.3	125.2	119.6	116.4	113	108.7	106.3	105	103.7	102.9	101.9	100			
2018	130.2	127	121.3	118.1	114.7	110.3	107.9	106.5	105.2	104.5	103.4	101.5	100		
2019	130.7	127.5	121.8	118.5	115.2	110.7	108.3	106.9	105.6	104.9	103.8	101.9	100.4	100	
2020	131.4	128.2	122.5	119.2	115.8	111.3	108.9	107.5	106.2	105.4	104.4	102.4	100.9	100.5	100

주: 현재 소비자물가지수의 기준연도는 2015년임

자료: 한국은행 경제통계시스템, <http://ecos.bok.or.kr>

본 사업 기간은 5년(2023~2027년)으로 클러스터 운영기간은 2028년부터 시작하는 것으로 설정하였다. 즉 경제성 분석을 위한 분석기간은 사업기간과 2028년부터 2057년까지, 30년을 합한 기간이다.

나. 운영비 추정

1) 산업진흥기반, 기술검증기반 운영비

가) 운영비 추정 개요

인건비의 경우 향후 운영조직 구성 및 운영 프로그램 등에 따라 변경될 수 있다. 따라서 예비타당성조사에서는 사업계획안의 인원 구성을 기본으로 인건비 항목에 대한 운영비를 검토한다. 또한 관리 운영비는 예산결산자료 기준에 따라 인건비, 경상경비, 기타(예비비

등), 사업비 등 각 항목별 세부내용 파악이 어렵고 본 조사 단계에서 정확하게 계획하기에는 어려움이 있어 유사사례의 항목별 인원당 혹은 면적당 운영비를 추정하여 반영한다.

〈표 IV-72〉 운영비의 산정기준

항목별	면적당 운영비(원)	인원당 운영비(원)	비고
인건비		○	
경상경비	○		
기타/예비비	○		제외
사업비	○		제외

자료: 연구진 작성

사업계획안 및 조사 과정 중 확인한 관련 내용을 검토하여 운영비 산정의 적절성 등을 검토하였다. 주무부처는 운영비를 인건비와 경상운영비로 구분하여 연간 인건비 13억 9,933만 7,000원, 경상운영비 5억 2,227만원을 제시하였다. 인건비는 필요 전문인력에 엔지니어링 기술부문별 노임단가⁵¹⁾를 적용하였으며, 경상운영비는 선행 연구사례를 통해 유사시설을 산자동차 부품연구소, 전북 자동차기술원의 경상운영비를 참조하였다.

〈표 IV-73〉 운영비(사업계획안)

(단위: 천원)

구분		규모	금액	
인건비 (클러스터 운영조직)	운영총괄센터	4명	340,599	1,399,337
	기술지원본부	11명	905,579	
	사업화지원본부	2명	153,159	
	인력양성지원본부	2명	삼척캠퍼스 내부인력활용예정, 운영비제외	
운영경비	경상	산업진흥센터	8,268㎡	522,269
		안전성시험센터	2,756㎡	
		실증 테스트베드	3,720㎡	
	사업비			고려대상 해당없음

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

51) 한국엔지니어링협회 정책연구실-365호, 「2019 엔지니어링업체 임금실태조사결과 공표」, 2019. 12. 10.

나) 운영비 추정

운영비는 ① 인건비, 시설운동을 위해 기본적으로 필요한 경비 성격의 ② 경상경비로 구분하여 산정한다. 인원은 사업계획안을 준용하였으며 운영경비는 시설별 면적을 적용하였다.

〈표 IV-74〉 운영비 산정대상

구분		규모		비고	
		사업계획안	검토안		
인건비 (클러스터 운영조직)		운영총괄센터	4명	4명	산·학 캠퍼스에 장비비 등이 반영됨을 고려하여 관련 운영비를 포함함
		기술지원본부	11명	11명	
		사업화지원본부	2명	2명	
		인력양성지원본부	(2명)	2명	
		계	17명(19명)	19명	
운영경비	경상	산업진흥센터	8,268㎡	8,268㎡	
		안전성 시험센터	2,756㎡	2,756㎡	
		실증 테스트베드	3,720㎡	1,237㎡	
		산·학 캠퍼스	(875㎡)	875㎡	
		계	14,744㎡	13,136㎡	

자료: 연구진 작성

검토안은 산업진흥기반 시설(산업진흥센터, 안전성 시험센터)과 기술검증기반 시설(실증 테스트베드)의 성격을 고려하여 유사사례의 2018~2020년 인원당, 단위면적당 평균운영비를 적용하였다. 유사사례는 5개 시설(한국에너지기술연구원, 포항테크노파크, 경기테크노파크, 대구테크노파크, 강원테크노파크)로, 해당 시설의 실적자료인 세입·세출 결산서를 활용하여 2018~2020년 3개년의 인원당, 단위면적당 평균 금액을 참조하였다.

〈표 IV-75〉 유사사례의 3개년 평균 운영비

(단위: 천원)

구분		운영비				인원 및 면적	운영비/ (인원당, 면적당)
		2018년	2019년	2020년	평균		
한국에너지 기술연구원	인건비	41,985,000	46,577,000	48,959,000	45,840,333	534명	85,843천원/명
	경상경비	9,182,000	9,416,000	10,204,000	9,600,667	128,505㎡	75천원/㎡
	계	41,987,018	46,579,019	48,961,020	45,840,333	-	-

〈표 IV-75〉의 계속

(단위: 천원)

구분		운영비				인원 및 면적	운영비/ (인원당, 면적당)
		2018년	2019년	2020년	평균		
포항 테크노파크	인건비	2,545,672	2,718,789	3,072,734	2,779,065	52명	53,444천원/명
	경상경비	3,089,615	3,039,290	3,142,988	3,090,631	42,987㎡	72천원/㎡
	계	44,532,690	49,297,808	52,033,754	48,619,398	-	-
경기 테크노파크	인건비	7,040,619	9,505,219	8,446,378	8,330,739	133명	62,637천원/명
	경상경비	6,355,109	5,461,819	7,412,529	6,409,818	39,649.82㎡	162천원/㎡
	계	51,573,309	58,803,027	60,480,132	56,950,137	-	-
대구 테크노파크	인건비	13,518,769	15,500,146	15,019,149	14,679,354	231명	63,547천원/명
	경상경비	9,120,042	11,528,521	9,857,626	10,168,730	97,522㎡	104천원/㎡
	계	65,092,078	74,303,173	75,499,281	71,629,491	-	-
강원 테크노파크	인건비	4,723,572	5,558,758	6,456,731	5,579,687	98명	56,936천원/명
	경상경비	920,300	1,048,798	1,278,279	1,082,459	50,461㎡	21천원/㎡
	계	69,815,650	79,861,931	81,956,012	77,209,178	-	-
사례 평균	인건비	64,481천원/명					
	경상경비	87천원/㎡					

자료: 클린아이 지방공공기관통합공시, <https://www.cleaneeye.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 20.

5개 유사 시설(한국에너지기술연구원, 포항테크노파크, 경기테크노파크, 대구테크노파크, 강원테크노파크)의 제곱미터(㎡)당 인원을 살펴보면 0.0012~0.0042명으로 그 편차가 크게 나타난다. 이는 시설별 연구 및 실험시설 면적에 따라 차이가 큰 것으로 예상할 수 있다. 이를 검토 면적에 적용하면 인원은 16명에서 55명으로 추정되므로 19명은 이들 범위 안에 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 특히 포항 테크노파크와 강원 테크노파크의 제곱미터(㎡)당 인원 평균인 0.0016명/제곱미터(㎡)를 적용하는 경우(21명)와 유사한 것으로 나타난다.

〈표 IV-76〉 유사사례의 단위면적당 인원

구분	한국에너지 기술연구원	포항테크노파크	경기테크노파크	대구테크노파크	강원테크노파크
인원(명)	534	52	133	231	98
면적(㎡)	128,505	42,987	39,649.82	97,522	50,461
(㎡/명)	241	827	298	422	515
(명/㎡)	0.0042	0.0012	0.0034	0.0024	0.0019
검토안 면적 기준 추정인원(명)	55	16	44	31	26

자료: 연구진 작성

5개 유사 시설(한국에너지기술연구원, 포항 테크노파크, 경기 테크노파크, 대구 테크노파크, 강원 테크노파크)의 실적자료를 참조하여 분석한 결과, <표 IV-77>과 같이 검토안의 연간 운영비는 인건비 12억 2,500만원, 경상운영비 11억 5,000만원으로 총 23억 7,500만원으로 산정되었다. 이는 사업계획안의 19억 2,200만원(연간 인건비 13억 9,900만원, 경상운영비 5억 2,200만원)과 비교하여 4억 5,400만원 증가한 것이다. 사업계획안의 인건비는 엔지니어링 기술부분 노임단가를 적용하고 경상운영비는 울산 자동차부품연구소와 전북 자동차기술원의 면적당 금액을 참조한 것으로 확인된다. 검토안의 경우, 인원당 인건비가 적고 경상운영비 산정을 위한 기준 면적도 축소되었으나, 산·학 캠퍼스의 반영, 경상운영비의 면적당 금액 증가 등으로 인해 연간 운영비가 증가되었다.

〈표 IV-77〉 운영비의 추정

(단위: 천원)

산업육성공간 시설 운영비	평균 단가		기준 인원 및 면적		금액		금액 (B-A)
	사업계획안	검토안	사업계획안	검토안	사업계획안(A)	검토안(B)	
인건비	82,314 천원/명	64,481 천원/명	17명	19명	1,399,337	1,225,145	-174,192
경상 운영비	35천원/㎡	87천원/㎡	14,744㎡	13,249㎡	522,269	1,149,976	627,707
합계					1,921,606	2,375,121	453,515

주: 산업육성공간 시설은 산업진흥기반시설(산업진흥센터, 안전성 시험센터)과 기술검증기반시설(실증 테스트베드)임

자료: 연구진 작성

다) 연차별 운영비

사업계획안은 클러스터 구축기간(2024~2027년) 동안 연도별 구축 비중에 따라 운영인력을 투입하고, 이에 상응하는 운영비를 지출하고자 제시하였다. 사업계획안의 클러스터 연도별 구축 비중은 0%(2023년), 20%(2024년), 60%(2025년), 90%(2026년), 100%(2027년)으로, 클러스터 운영 초기단계(2028~2030년)의 전문인력은 총 19명으로 설정되었으며 클러스터의 성장 수준에 따라 팀 세분화, 신규조직 설립 등의 계획으로 조직을 확장할 계획이라고 한다. 한편 경상운영비는 원활한 시설 운영을 위해 전문인력의 투입 비중과 클러스터 핵심기반(산업진흥 및 기술검증)의 규모, 운영인건비 투입 등을 함께 고려하여 설정된 것으로 제시되었다. 이에 검토안은 제시된 연차별 계획을 준용하여 연차별 운영인건비를 산출하였다.

〈표 IV-78〉 연차별 운영인건비

(단위: 백만원, %)

구분		설계		구축								초기운영		중기운영		장기운영	
		2023년		2024년		2025년		2026년		2027년		2028~2030년	2028~2030년	2031~2037년	2031~2037년	2038년~	2038년~
		사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안
연구총괄 센터	운영 인건비	-	-	68.12	51.59	204.36	154.76	306.54	232.13	340.6	257.93	340.6	257.93	442.78	335.3	544.96	412.68
	인력 투입비율	-	-	20	20	60	60	90	90	100	100	100	100	130	130	160	160
기술 지원 본부	운영 인건비	-	-	181.12	141.86	543.35	425.58	815.02	638.37	905.58	709.29	905.58	709.29	1,177.25	922.08	1,448.93	1,134.87
	인력 투입비율	-	-	20	20	60	60	90	90	100	100	100	100	130	130	160	160
사업화 지원 본부	운영 인건비	-	-	30.63	51.59	91.9	154.76	137.84	232.13	153.16	257.93	153.16	257.93	199.11	335.3	245.05	412.68
	인력 투입비율	-	-	20	20	60	60	90	90	100	100	100	100	130	130	160	160
총계		-	-	279.87	245.03	839.6	735.09	1,259.4	1,102.63	1,399.34	1,225.14	1,399.34	1,225.14	1,819.14	1,592.69	2,238.94	1,960.23

주: 인력투입비율은 공사단계와 동일함

자료: 연구진 작성

〈표 IV-79〉 연차별 경상운영비

(단위: 백만원, %)

구분		설계		구축								초기운영		중기운영		장기운영	
		2023년		2024년		2025년		2026년		2027년		2028~2030년	2028~2030년	2031~2037년	2031~2037년	2038년~	2038년~
		사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안	사업 계획안	검토안
산업 진흥 센터	경상 운영비	-	-	58.57	143.53	175.72	430.59	263.59	645.89	292.87	717.65	292.87	717.65	380.74	932.95	468.6	1,148.24
	인력 투입비율	-	-	20	20	60	60	90	90	100	100	100	100	130	130	160	160
안전성 시험 센터	경상 운영비	-	-	19.52	47.84	58.57	143.53	87.86	215.3	97.62	239.22	97.62	239.22	126.91	310.98	156.2	382.75
	인력 투입비율	-	-	20	20	60	60	90	90	100	100	100	100	130	130	160	160
실증 테스트 베드	경상 운영비	-	-	26.35	23.44	79.06	70.31	118.59	105.46	131.77	117.18	131.77	117.18	171.3	152.33	210.83	187.48
	수소 구입비용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.6	-	29.55	-	41.38
	인력 투입비율	-	-	20	20	60	60	90	90	100	100	100	100	130	130	160	160
산·학 캠퍼스	경상 운영비	-	-	-	15.19	-	45.56	-	68.34	-	75.93	-	75.93	-	98.71	-	121.49
	인력 투입비율	-	-	-	20	-	60	-	90	-	100	-	100	-	130	-	160
총계		-	-	104.45	230	313.36	689.99	470.04	1,034.98	522.27	1,149.98	522.27	1,181.58	678.95	1,524.52	835.63	1,881.34

주: 1. 인력 투입비율은 공사단계와 동일함

2. 실증 테스트베드 운영비에는 수소 구입비용 반영

자료: 연구진 작성

2) 액체수소 공급기반 운영비

주무부처는 수소액화플랜트 운영비를 수소액화 핵심기술과 플랜트 실제 운용실적을 보유한 민간기업의 자문을 통해 산출한 것으로 제시하였다. 제시된 수소액화플랜트 운영비는 원료비(기체수소), 유틸리티 운용비, 유지관리비, 인건비로 구성되며, 연간 559억 7,500만원 수준이다. 기획보고서에서는 경제성 분석 시 클러스터 구축기간(2024~2027년) 중 구축완료 및 시운전이 계획된 2027년에 연간 운영비의 50%를 적용한 것을 확인할 수 있다.

〈표 IV-80〉 수소액화플랜트 연간 운영비 산출 내역(사업계획안)

■ 수소액화플랜트 운영 조건						
- Capacity : 31.5톤/일(ton/day)			- Production : 29.925톤/일(ton/day)(95%)			
- 가동시간 : 360일/년(8,640시간/년)						
구분	사용량		단가		비용	
1. 원료비						
원료비	14,603	Nm³/h	300	원/Nm³	378.51	억원/년
2. 유틸리티 운용비						
전력	13,641	kWh	70	원/kW	82.5	억원/년
CW	40	m³/h	600	원/ m³	2.07	억원/년
Instrument	465	Nm³/h	75.096	원/Nm³	3.02	억원/년
GaN make up	721	Nm³/h	75.096	원/Nm³	4.68	억원/년
3. 유지관리비						
수선유지비	1,999.35	억원	3	%	59.98	억원/년
판매비 및 관리비	1,999.35	억원	1	%	19.99	억원/년
4. 운영인건비						
운영인력	15	명	60	백만원	9	억원/년
합계					559.75	억원/년

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

수소액화플랜트 운영비 검토 결과, 검토안은 연간 가동일 360일을 기준으로 총 651억 5,000만원/년으로 추정되었다. 경제성 분석 시에는 편익 추정 방법을 고려하여 원료비를 제외한 운영비를 반영하도록 하였으며, 사업계획에 따른 2027년 가동률 50%와 수요 추정에 따른 연차별 가동률을 적용하였다.⁵²⁾

52) V. 수요 추정 참고

〈표 IV-81〉 수소액화플랜트 연간 운영비 산출 내역(검토안)

구분	사용량		단가		비용	
1. 원료비						
원료비	126,170	천Nm³	335.2	원/Nm³	422.9	억원/년
2. 유틸리티 운용비						
전력	100,485	MWh	108.9	원/kWh	109	억원/년
CW	346	천m³	3,774.4	원/m³	13	억원/년
Instrument	4,018	천Nm³	278.7	원/Nm³	11.2	억원/년
GaN make up	6,229	천Nm³	278.7	원/Nm³	17.4	억원/년
3. 유지관리비						
수선유지비	1,960	억원	3	%	58.8	억원/년
판매비 및 관리비					10.2	억원/년
4. 운영인건비						
운영인력	15	명	60	백만원	9	억원/년
합계					651.5	억원/년

자료: 연구진 작성

세부항목별 검토 내용은 다음과 같다.

가) 원료비

원료비는 한국가스공사 공급가격으로 제시된 3,724원/킬로그램(kg)(335.16원/노르말루베(Nm³))을 반영하고, 360일 가동시간을 적용하여 422억 8,700만원/년으로 산정하였다.

나) 유틸리티 운영비

주무부처는 전기료 단가를 70원/킬로와트시(kWh), 설비용량 1만 3,641킬로와트(kW)을 8,640시간 가동하는 것으로 하여 82억 5,000만원/년의 전기료를 제시하였다. 전기료는 설비용량에 따라서 결정되며 부하율은 설비마다 차이가 있으므로 차등을 두는 것이 타당할 것이다. 본 조사에서는 사례 및 전문가 자문 등을 고려하여 85%의 실효부하율을 적용하였으며, 이를 반영한 전력 사용량은 〈표 IV-82〉와 같다.

〈표 IV-82〉 전력 사용량(검토안)

(단위: kW, %, 일, MWh)

구분	용량	실부하율	운영일	전력사용량
수소액화기	7,556	84.7	360	55,319
질소액화기	5,354	84.7	360	39,198
Cooling water system	280	84.7	360	2,050
Contingency	215	84.7	360	1,574
팬넬 등 기타	236	100	360	2,039
전체	13,641	85		100,180

자료: 연구진 작성

전력요금은 기본요금과 사용량 요금으로 구분되고, 전압의 구분에 따라서 저압과 고압, 용도에 따라서 주택용, 일반용, 산업용, 교육용 등으로 다양하게 구분된다. 전기료는 기본요금 및 전력량 요금 외에 사용량 요금의 3.7%에 해당하는 전력산업기반기금을 추가하여 계산한다. 본 사업은 계약용량이 300킬로와트(kW) 이상이고, 전기사용 시간이 월 500시간 이상이므로 산업용 전력(을) 고압 B, 선택 Ⅲ을 적용하였다.

〈표 IV-83〉 선택요금 제도

구분	내용
선택 Ⅰ	기본요금이 낮고 전력량 요금이 높으므로 전기 사용시간(설비가동률)이 월 200시간 이하인 고객에게 유리
선택 Ⅱ	전기 사용시간(설비가동률)이 월 200시간 초과 500시간 이하인 고객에게 유리
선택 Ⅲ	기본요금이 높고 전력량 요금이 낮으므로 전기 사용시간(설비가동률)이 월 500시간 초과인 고객에 유리

자료: 한국전력공사, <https://cyber.kepco.co.kr/ckepco>, 검색일자: 2022. 10. 3.

산업용 전력요금(을) 선택 Ⅲ의 사용량 요금은 시간대별로 경부하, 중간부하, 최대부하로 구분되고, 전력량 요금은 여름철, 봄·가을철, 겨울철로 다르게 적용된다. 본 조사에서는 계절별·시간대별 구분 및 산업용 전력(을) 고압 B, 선택Ⅲ의 전력요금을 적용하였다.

〈표 IV-84〉 계절별, 시간대별 구분

구분	여름철(6~8월)	봄·가을철(3~5, 9~10월)	겨울철(11~2월)	비고
경부하	23:00~09:00	23:00~09:00	23:00~09:00	
중간부하	09:00~10:00	09:00~10:00	09:00~10:00	
	12:00~13:00	12:00~13:00	12:00~17:00	
	12:00~17:00	12:00~17:00	20:00~22:00	
최대부하	10:00~12:00	10:00~12:00	10:00~12:00	
	13:00~17:00			

자료: 한국전력공사, <https://cyber.kepco.co.kr/ckepco>, 검색일자: 2022. 10. 3.

〈표 IV-85〉 산업용 전력(을) 고압 B, 선택 III 전력 요금

(단위: 원/kW, 원/kWh)

기본요금	전력량 요금				비고
	시간대	여름철(6~8월)	봄·가을철(3~5, 9~10월)	겨울철(11~2월)	
8,190	경부하	54.5	54.5	61.6	
	중간부하	106.8	76.9	106.8	
	최대부하	188.1	107.2	163	

주: 2019년 7월 1일 시행 전기요금

자료: 연구진 작성

설비용량을 계약용량으로 하고 부하율을 고려하여 산정한 전기요금은 109억 5,000만원(부가가치세 제외)으로 산출되었다.

〈표 IV-86〉 전기요금 계산결과

(단위: kW, MWh, 백만원)

계약용량	부하 고려용량	전기소비량	전기요금	
			부가가치세 포함	부가가치세 제외
13,641	11,595	100,180	11,956	10,905

자료: 연구진 작성

Cooling Water의 경우, 물을 40세제곱미터(m^3)/시간(h)로 8,640시간 사용하고 물 단가를 600원/세제곱미터(m^3)로 고려하여 연간 요금을 2억 7,000만원/년으로 제시되었다. 본 조사에서는 설비에 필요한 냉각수의 수질 기준을 고려할 때 상수도를 사용하는 것이 타당할 것으로 사료되어 상수도 요금을 적용하였다. 상수도 요금은 사용요금, 상수도 구경별 정액요금, 하수도 요금, 물 사용 부담금으로 구분된다.

〈표 IV-87〉 삼척시 상하수도 사용료 요율표

(단위: 톤, 원)

업종별	단계별 사용량	상수도 단가	하수도 단가
가정용	1~20	690	170
	21~30	900	210
	31 이상	1,060	370
일반용	0~50	1,400	260
	51~100	2,080	680
	101~300	2,600	770
	301 이상	2,880	890
대중탕용	0~200	1,250	300
	201~300	1,670	500
	301~500	2,040	610
	501 이상	2,650	760
전용공업용	m³	600	260

자료: 삼척시 상수도사업소, <https://water.samcheok.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

삼척시에서는 공업용 용수를 공급하지 않는 것으로 확인되었다. 그리하여 본 조사에서는 일반용으로 수소액화플랜트에 공급하는 것으로 검토하였다.

〈표 IV-88〉 삼척시 상수도 구경별 정액요금

(단위: mm, 원)

구경별	정액요금
13	420
20	1,180
25	1,900
32	3,380
40	5,700
50	8,740
80	21,200
100	36,180
150	78,820
200	113,670
250	146,160

자료: 삼척시 상수도사업소, <https://water.samcheok.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

물 요금은 40세제곱미터(m^3)/시간(h)에 8,640시간을 가동하여 34만 5,600세제곱미터(m^3)/년 사용하면 연간 사용요금은 13억 400만원으로, 단가는 3,774원/세제곱미터(m^3)로 검토되었다.

〈표 IV-89〉 삼척시 상하수도 요금 검토

구분	내용	단위	비고
CW	40	m^3/h	
가동시간	8,640	시간/년	
용수사용량	345,600	$\text{m}^3/\text{년}$	
하수배출량	345,600	$\text{m}^3/\text{년}$	
물이용부담금	-	원/ m^3	삼척시 없음
구경별 요금	2	백만원/년	250mm 가정
상수도요금	995	백만원/년	
하수도요금	308	백만원/년	
합계	1,304	백만원/년	부가가치세 없음
단가	3,774	원/ m^3	

자료: 연구진 작성

주무부처는 Instrument(465세제곱미터(m^3)/시간(h))와 GaN makeup(721세제곱미터(m^3)/시간(h))에 사용되는 질소가격은 기체질소 75.096원/노르말루베(Nm^3)을 반영하였으며, Instrument와 GaN에 대해서는 각각 방폭지역 내 계기용 압축공기는 개방된 공간에서 기체질소를 사용하고, 액체질소 저장탱크 손실분 등 공정 보충 물량용이라고 제시하였다.

〈표 IV-90〉 Instrument와 GaN makeup 사용 비용 검토(사업계획안)

(단위: Nm^3/h , 원/ Nm^3 , 억원/년)

구분	사용량	단가	비용
Instrument	465	75.096	3.02
GaN make up	721	75.096	4.68

자료: 연구진 작성

전적 검토 결과, Instrument와 GaN makeup에 대한 운영비는 각각 11억 2,000만원/년, 17억 4,000만원/년으로 산정되었다.

〈표 IV-91〉 Instrument와 GaN makeup 사용 비용 검토(검토안)

(단위: Nm³/h, 원/Nm³, 억원/년)

구분	사용량	단가	비용
Instrument	465	278.7	11.2
GaN make up	721	278.7	17.4

자료: 연구진 작성

다) 유지관리비

주무부처는 수선유지비 산출 근거로 매년 수소압축기 유지 점검 및 오일, 가스킷 등 교체 예상비용 약 30억원, 5일 가동중지 예상에 따른 타사 물량 매입비용 약 11억원, 기타 spare part & 소모품 구입비용으로 약 59억 9,800만원/년을 제시하였다.

〈표 IV-92〉 수선유지비(사업계획안)

(단위: 억원, %, 억원/년)

구분	기준 비용	적용비율	비용
수선유지비	1,999.35	3	59.98

주: 수선 유지비 산출근거는 아래와 같음

- 매년 수소압축기 유지 점검 및 오일, 가스킷 등 교체 예상비용 30억원
- 5일 가동 중지 예상에 따른 타사 물량 매입비용 11억원
- 기타 sparepart & 소모품 구입비용 19억원

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

본 조사에서는 제시된 적용비율을 준용하고 검토안의 공사비 및 장비비를 적용하여 58억 8,000만원/년으로 검토하였다.

〈표 IV-93〉 수선유지비(검토안)

(단위: 억원, %, 억원/년)

구분	기준 비용	적용비율	비용
수선유지비	1,960.2	3	58.8

자료: 연구진 작성

기타 비용(판매비 및 관리비)의 산출근거로는 공장운영비(사무실 전기, 수도료 등) 약 5억원, 운영인력 복리후생 비용 약 5억원, 수소액화플랜트에 대한 기술을 제공하는 회사에서 민관 특수목적법인(SPC)으로 지원하는 기술지원 서비스 비용 분담 약 5억원, 기타 잡비 약 5억원으로 19억 9,900만원/년을 제시되었다.

〈표 IV-94〉 기타 비용(사업계획안)

(단위: 억원, %, 억원/년)

구분	기준 비용	적용비율	비용
기타 비용 (판매비 및 관리비)	1,999.35	1	19.99

주: 기타 비용(판매비 및 관리비) 산출근거는 아래와 같음
 - 공장운영비(사무실 전기, 수도료 등) 약 5억원
 - 운영인력 복리후생 비용 약 5억원
 - 본사 지원부서 비용 분담 약 5억원
 - 기타 잡비 약 5억원

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

본 조사에서는 제시된 기타비용에 대하여 일반관리비와 본사 지원부서 비용분담으로 구분하여 검토하였다. 일반관리비는 노무비 배부 대상으로 대한건설협회의 2020년 기준 완성공사 원가통계의 산업환경설비⁵³⁾ 경비 요율을 적용하였다. 항목은 보험료, 지급수수료, 기타경비에 대해 검토하였으며 그 결과, 일반관리비는 102억원으로 계산되었다.

〈표 IV-95〉 일반관리비(검토안)

(단위: %, 백만원)

구분	요율	비용	비고
보험료	0.7	126	
지급수수료	1.74	311	
기타경비	소모·사무용품비	0.59	105
	안전관리비	1.06	189
	수도광열비	0.3	53
	복리후생비	1.01	181
	여비교통통신비	0.11	19
	세금과공과	0.18	33
	도서인쇄비	0.01	2
합계	-	1,020	

자료: 연구진 작성

〈표 IV-96〉의 본사 지원부서 비용 분담은 수소액화플랜트에 대한 기술을 제공하는 회사에서 SPC로 지원하는 기술지원 서비스의 세부 내용에 따를 것으로 추정되며 현재의 상태

53) 공사규모 1,000억원 이상, 공사기간 12개월 초과

에서 세부 항목을 특정할 수 없다. 관련 회사에 문의한 결과, 본사 지원부서 비용 분담이 필요 없음을 확인하여 제외하였다.

〈표 IV-96〉 기타비용에 대한 사업계획안과 검토안 비교

(단위: 백만원)

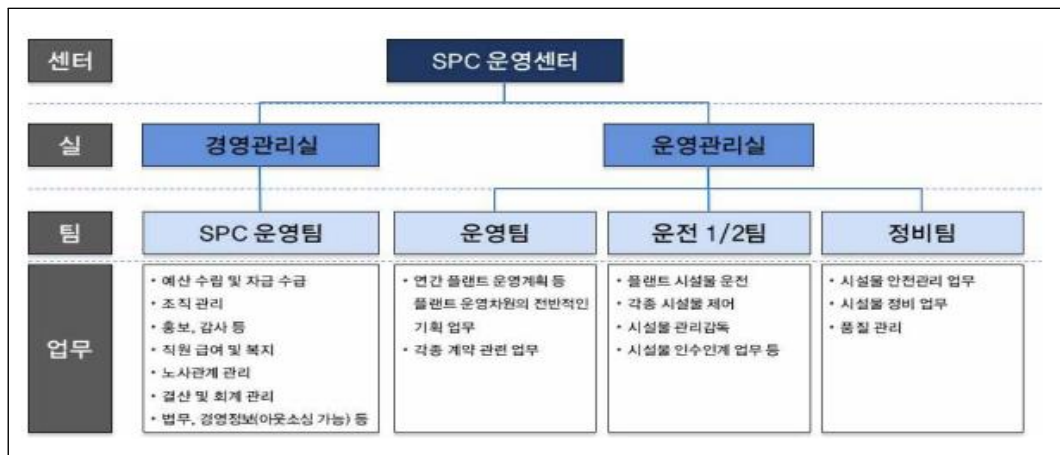
구분		사업계획안	검토안
기타비용	공장운영비	약 500	1,020
	운영인력 복리후생 비용	약 500	
	기타잡비	약 500	
	본사 지원부서 비용 분담	약 500	-
	소계	1,999	1,020

자료: 연구진 작성

라) 운영인건비

사업계획안에서는 운영의 전문성을 고려하여 경영관리실과 운영관리실 2개실로 운영조직을 구성하는 것을 제시하였다. 경영관리실은 SPC 운영팀을 하부조직으로 포함하고 SPC의 운영 관련 업무를 담당한다고 제시되었으며, 운영관리실은 공장장을 중심으로 운영팀, 교대팀, 정비팀을 하부조직으로 포함하고 수소액화플랜트의 운영·유지·관리 관련 업무를 담당할 것으로 계획되었다. 제시된 수소액화플랜트 운영 관련 세부조직 구성계획과 SPC 운영센터 업무분장 및 필요인력 계획은 [그림 IV-2], 〈표 IV-97〉와 같다.

[그림 IV-2] 수소액화플랜트 운영 관련 세부조직 구성계획



자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

〈표 IV-97〉 SPC 운영센터 업무분장 및 필요인력 계획(사업계획안)

전담분야	상부조직	하부조직	주요 역할	필요인력
경영관리	경영관리실	SPC 운영팀	- 예산 수립 및 자금 수급 - 조직 관리 - 홍보, 감사 등 - 직원 급여 및 복지 - 노사관계 관리 - 결산 및 회계 관리 - 법무, 경영정보(아웃소싱 가능) 등	3명
운영관리	공장장		시설 및 설비 운영업무 총괄	1명
	운영관리실	운영팀	- 연간 플랜트 운영계획 등 플랜트 운영차원의 전반적인 기획 업무 - 각종 계약 관련 업무	2명
		운전1팀 운전2팀	- 플랜트 시설물 운전 - 각종 시설물 제어 - 시설물 관리감독 - 시설물 인수인계 업무 등	7명 (1팀 3명) (2팀 4명)
		정비팀	- 시설물 안전관리 업무 - 시설물 정비 업무 - 품질 관리	2명

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

인건비 산출근거로는 공장장 1명(1억원×1명×1년=1억원), 선임기술자 5명(7천만원×5명×1년=3억 5천만원), 현장 operator 9명(5천만원×9명×1년=4억 5천만원), 총 9억원/년이 제시되었다. 본 조사에서는 SPC에서 수소액화플랜트를 운영하므로 사업계획안의 운영 인건비를 적용하는 것이 타당할 것으로 사료되어 인건비 9억원/년을 준용하였다.

〈표 IV-98〉 운영 인건비(사업계획안)

(단위: 명, 억원/년)

구분	인원(명)	인건비/인(억원/년)	인건비(억원/년)
공장장	1	1	1
선임기술자	5	0.7	3.5
현장 Operator	9	0.5	4.5
합계	15	-	9

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

마) 액화수소 공급기반 운영비 종합

따라서 원료비, 유틸리티운용비, 유지관리비, 운영인건비를 포함한 운영비는 총 559억 8,000만원으로 제시되었으며, 검토안은 651억 5,000만원/년으로 산출되었다.

〈표 IV-99〉 수소액화플랜트 운영비

구분	사용량			단가			비용			비고
	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	
1. 원료비(수소액화기 라이선스社인 'Linde Kryotechnik AG'의 기술자료 참고)										
원료비	14,603	14,603	Nm³/h	300	335.2	원/Nm³	378.5	422.9	억원/년	가동시간 8,640시간(360일)
2. 유틸리티 운용비										
전력	117,858	100,485	MWh	70	108.9	원/kWh	82.5	109	억원/년	2020년 말 기준, 기본요금 등 포함, 부가세 제외
수소액화기	65,284	55,491	MWh	70	108.9	원/kWh	-	-	억원/년	
질소액화기	46,259	39,320	MWh	70	108.9	원/kWh			억원/년	
Cooling water system	2,419	2,056	MWh	70	108.9	원/kWh			억원/년	
Contingency	1,858	1,579	MWh	70	108.9	원/kWh			억원/년	
팬넬 등 기타	2,039	2,039	MWh	70	108.9	원/kWh			억원/년	
CW	346	346	천㎥	600	3,774.4	원/㎥	2	13	억원/년	
Instrument	4,018	4,018	천Nm³	75.1	278.7	원/Nm³	3	11.2	억원/년	가격문의(180원/L)
GaN make up	6,229	6,229	천Nm³	75.1	278.7	원/Nm³	5	17.4	억원/년	가격문의(180원/L)
3. 유지관리비										
수선유지비	1,999	1,960	억원	3		%	60	58.8	억원/년	주무부처 제시비용 적용
매년 수소압축기 유지 점검 및 오일, 가스킷 등 교체 예상비용							30		억원/년	
5일 가동중지 예상에 따른 타사 물량 매입비용							11		억원/년	
기타 sparepart & 소모품 구입비용							19		억원/년	
기타비용(판매비 및 관리비)	1,999	-	억원	1	-	%	20	10.2	억원/년	별도계산
공장운영비 (사무실 전기, 수도료 등)							5		억원/년	
운영인력 복리후생 비용							5		억원/년	
본사 지원부서 비용 분담							5		억원/년	
기타 잡비							5		억원/년	

〈표 IV-99〉의 계속

구분	사용량			단가			비용			비고
	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	사업 계획안	검토안	단위	
4. 운영인건비										
운영인력	15		명	60	60	백만원	9	9	억원/년	사업자 제시금액 채택
공장장	1		명	100	100	백만원	1	1	억원/년	
선임기술자	5		명	70	70	백만원	3.5	3.5	억원/년	
현장 operator	9		명	50	50	백만원	4.5	4.5	억원/년	
합계							559.8	651.5	억원/년	

자료: 연구진 작성

3) 장비유지관리비

클러스터 내 안전성 시험센터와 실증 테스트베드, 산·학 캠퍼스에 구축되는 장비의 유지관리를 위한 비용은 「연구장비 유지보수비 산정기준」(국가연구시설장비진흥센터, 2014)을 참고하여 사업계획안 요율을 준용하였다. 「연구장비 유지보수비 산정기준」(국가연구시설장비진흥센터, 2014)은 연구장비의 표준분류별·취득가액 규모별로 유지보수요율을 2.92~4.70% 범위에서 제시하고 있으며 장비 분류나 규모에 따라 요율에 차이가 있다. 이에 본 조사에서는 유사장비의 유지보수요율(중형)로 제시된 3.89%를 준용하여 장비유지관리비를 7억 2,900만원으로 산정하였다.

〈표 IV-100〉 장비유지관리비 추정

(단위: 백만원, %)

구분		장비 취득가액		적용요율		장비유지관리비	
		사업계획안	검토안	사업계획안	검토안	사업계획안	검토안
산업진흥 기반	수소 저장·운송 안전성시험센터	18,288.45	10,679.36	3.89	3.89	711.42	415.43
	산·학 캠퍼스	964.55	590	3.89	3.89	37.52	22.95
기술검증 기반	수소 저장·운송 실증 테스트베드	7,237.67	7,468.3	3.89	3.89	281.55	290.52
합계		26,490.67	18,737.66	-	-	1,030.49	728.9

주: 부가가치세 제외

자료: 연구진 작성

4) 신규투자기업 인건비

신규투자기업 인건비는 신규투자기업에 대한 노동기회비용으로, 신규기업의 생산활동에 따라 새롭게 투입되는 노동에 대한 경제적 비용이다. 먼저, 광업·제조업조사의 업종별 평균 종사자 수와 팩토리온의 업종별 평균 부지면적을 바탕으로 업종별 종사자 1인당 업종별 부지면적을 산정하였다. 여기에 업종별 비중을 적용한 단위면적당 평균종사자 수를 산정하였다.

실업자 유보임금은 2017~2019년 3개년 평균 연간 노동기회비용(고용노동부 ‘고용형태별 근로실태조사’ 활용)을 적용하였다. 총 생산가능면적은 산업진흥센터 부지면적으로, 여기에 신규투자율을 적용하여 노동기회발생면적(부가가치 발생면적)을 산정하였다.

그 결과, 운영차수별로 1년 차부터 9년 차까지 신규투자 인건비는 3억 9,800만원, 10년 차부터 30년 차까지 신규투자 인건비는 4억 1,600만원으로 산출되었으며, 연차별 입주율을 적용하여 연간 노동기회비용을 최종적으로 산출하였다.

〈표 IV-101〉 연차별 입주율과 인건비

(단위: %, 백만원)

연도	입주율	인건비
2028	100	398
2029	100	398
2030	100	398
2031	100	398
2032	100	398
2033	100	398
2034	100	398
2035	100	398
2036	100	398
2037	100	416
2038	100	416
2039	100	416
2040	100	416
2041	100	416
2042	100	416
2043	100	416
2044	100	416

〈표 IV-101〉의 계속

(단위: %, 백만원)

연도	입주율	인건비
2045	100	416
2046	100	416
2047	100	416
2048	100	416
2049	100	416
2050	100	416
2051	100	416
2052	100	416
2053	100	416
2054	100	416
2055	100	416
2056	100	416
2057	100	416
계		12,317

자료: 연구진 작성

5) 운영비 종합

사업기간 및 사업기간 이후 30년 간 운영비는 2조 1,237억 6,200만원으로 추정되었으며 경제성 분석 시의 운영비는 8,407억 9,600만원으로 검토되었다.

〈표 IV-102〉 운영비 종합(30년)

(단위: 백만원)

구분		금액		
		사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
상부 건축물	① 클러스터 ¹⁾	122,666	134,152	11,486
	② 수소액화플랜트 ²⁾	1,707,236	1,977,294	270,058
	③ 경제성분석 수소액화플랜트 ³⁾	271,371	694,328	422,957
	④ 신규투자인건비	-	12,317	12,317
연간운영비 합계①+②+④		1,829,902	2,123,762	293,860
경제성 분석 연간운영비 합계①+③+④		394,037	840,796	446,759

주: 1) 검토안의 클러스터 운영비는 사업계획에 따라 반영된 사업기간(2023~2027년) 중 운영비를 포함함

2) 검토안의 수소액화플랜트 운영비는 사업계획의 시운전 계획 및 수요 추정 결과에 따른 연도별 가동률을 반영함

3) 검토안의 '경제성 분석 수소액화플랜트' 운영비는 원료비를 제외한 나머지 운영비의 합으로 구성됨

자료: 연구진 작성

연차별 운영비 종합은 <표 IV-103>과 같다.

<표 IV-103> 운영비의 종합

(단위: 백만원)

연도	클러스터 운영비				수소 액화플랜트 운영비	신규투자 인건비	연차별 운영비 합계
	인건비	경상 운영비	장비 유지관리비	소계			
2022	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-
2024	245	230	-	475	-	-	475
2025	735	690	-	1,425	-	-	1,425
2026	1,103	1,035	-	2,138	-	-	2,138
2027	1,225	1,150	-	2,375	11,883	-	14,258
2028	1,225	1,182	729	3,136	20,280	398	23,814
2029	1,225	1,182	729	3,136	21,924	398	25,458
2030	1,225	1,182	729	3,136	22,866	398	26,400
2031	1,593	1,525	729	3,846	22,866	398	27,110
2032	1,593	1,525	729	3,846	22,866	398	27,110
2033	1,593	1,525	729	3,846	22,866	398	27,110
2034	1,593	1,525	729	3,846	22,866	398	27,110
2035	1,593	1,525	729	3,846	22,866	398	27,110
2036	1,593	1,525	729	3,846	22,866	398	27,110
2037	1,593	1,525	729	3,846	22,866	416	27,128
2038	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2039	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2040	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2041	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2042	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2043	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2044	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2045	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2046	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2047	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2048	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2049	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2050	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2051	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852

〈표 IV-103〉의 계속

(단위: 백만원)

연도	클러스터 운영비				수소 액화플랜트 운영비	신규투자 인건비	연차별 운영비 합계
	인건비	경상 운영비	장비 유지관리비	소계			
2052	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2053	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2054	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2055	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2056	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
2057	1,960	1,881	729	4,570	22,866	416	27,852
합계	57,337	54,948	21,867	134,152	694,328	12,317	840,796

자료: 연구진 작성

4. 재투자비 및 잔존가치

재투자비는 시설의 원활한 운영을 위해 발생하는 비용으로 자산 종류별 내용연수 및 상각방법이 다르므로, 초기 투자비에 대한 교체 자산별 내용연수를 고려하여 산정하였다. 토지와 건물의 내용연수는 분석대상 기간인 사업개시 후 30년을 초과하므로 재투자 대상에서 제외하였다. 설비로 한정하여 설비(기구)별로 내용연수를 검토하였으며, 수소액화플랜트는 주무부처 제출자료 및 해외 자료를 조사·분석하여 검토하였다.

〈표 IV-104〉 설비별 내용연수 검토

구분	내용연수	비고
연료전지, 발전 및 실험장치	10~11년	신·재생에너지실험장치, 유기탄소축전기, 인화성가스축전기, 탄화수소분석 및 탐지기, 실험실용 가스발생기, 가스조절기, 태양광발전장치, 가스 또는 가솔린 발전기, 전력 감시 또는 제어장치, 태양전지조절기, 충전장치 등
수소액화플랜트	20년	주무부처 제출자료 및 해외 자료 검토 결과, 「법인세법 시행규칙」 제13조의2(기준 내용연수)의 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업의 상한인 20년 적용 - 제시된 주무부처 의견 적용 시, 수소액화플랜트의 자산 유형별 내용연수는 설비 내역에 따라서 차이가 있으나, 12~30년 범위에 있으며 평균 21년으로 「법인세법 시행규칙」 제13조의2(기준내용연수)의 상한에 근접함 - 수소액화플랜트 관련 해외 자료 6건의 내용연수는 15~40년의 범위로 조사되었으나, 법인이 소재 국가의 세법을 제외하면(호주의 15년) 5건 중에서 3건에서 내용연수 20년으로 조사됨
재투자 적용 주기	10년/20년	수소액화플랜트는 20년, 그 외는 10년으로 일괄 적용

자료: 국가법령정보센터 「내용연수」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

경제성 분석 기간 내 장비비의 연차별 투입계획(투자비율 및 횟수)을 고려하여 운영기간 동안 총 재투자되는 횟수 및 시기는 <표 IV-105>와 같이 적용하였다.

〈표 IV-105〉 재투자 횟수 및 투입 시기

(단위: 백만원)

횟수	연도	금액	비고
1회	2033	138	
	2034	5,580	
	2035	9,300	
	2036	3,720	
2회	2043	963	
	2044	38,913	
	2045	64,855	
	2046	25,942	
3회	2053	138	
	2054	5,580	
	2055	9,300	
	2056	3,720	
합계	-	168,149	

주: 부가가치세 제외, 2020년 말 기준금액

자료: 연구진 작성

더하여, 잔존가치 회수의 경우 부지매입비(용지보상비)를 토지가액으로 산정하여 분석기간 종료 시 전액 회수하는 것으로 가정하였다. 즉 토지의 잔존가치는 본 사업 예정지를 대상으로 용지보상비만큼 전액 회수됨을 가정하였다. 건축물은 분석기간 종료 후 잔존가치가 없는 것으로 가정하였으며 설비도 분석기간 이후 연차별 감가상각비를 고려하여 잔존가치를 고려하였다.

〈표 IV-106〉 잔존가치 산정

(단위: 백만원)

항목별	금액	잔존가치	비고
토지	-	10,901	-
설비	130,674	58,913	-
합계	130,674	69,814	-

자료: 연구진 작성

5. 분석관점에 따른 비용의 추정

가. 기본전제

경제성 분석을 위한 비용에는 편익을 발생시키는 관련 비용을 포함하고 부가가치세 및 제세공과금과 같은 국가 경제적 관점에서의 이전 재원은 제외하는 등 분석관점에 따라 비용 추정의 기준을 달리한다.

〈표 IV-107〉 분석 관점에 따른 항목별 비용 추정기준

구분		총사업비	경제성 분석
A. 공사비		○	○
B. 보상비	시설보상비	○	○
	손실부담금	○	○
	감정평가수수료	○	○
C. 부대비용		○	○
D. 제세공과금 및 각종부담금		○	△(각종부담금)
E. 사업운영비		○	○
F. 예비비		○	○
G. 상부건축물		×	○
법인세		×	×
금융비용		×	×
비고	부가가치세	○	×

주: 반영(○), 미반영(×), 일부반영(△)

자료: 연구진 작성

경제성 분석을 위한 운영비 추정 항목은 수소 저장·운송 산업진흥센터 및 안전성 시험센터, 실증 테스트베드, 수소액화플랜트로 구성하였다. 기반시설 건설공사는 2024년에 시작되어 2027년 준공되는 것으로 가정하였으며, 용지의 자체 사용(매입)은 2023년에 완료하는 것을 목표로 하였다.

나. 비용 추정

경제성 분석을 위한 사업비는 3,011억 1,200만원으로 검토되어 사업계획안 2,940억 9,100만원 보다 70억 2,100만원 증가하였으며, 이는 주로 토지보상비 차이로부터 기인하였다.

〈표 IV-108〉 경제성 분석을 위한 비용(사업비)

(단위: 백만원)

구분	경제성 분석 사업비		
	사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
공사비	112,175	112,497	322
보상비	6,096	10,901	4,805
시설부대경비	11,218	12,569	1,351
장비비	130,831	130,674	-157
예비비	26,032	26,664	632
소계	286,352	293,304	6,952
운영인건비	3,778	3,308	-470
경상운영비	1,410	3,105	1,695
전담기관 운영비	2,551	1,395	-1,156
합계	294,091	301,112	7,021

주: 1. 부가가치세 제외

2. 운영인건비 및 경상운영비는 운영비에 포함되나 사업계획안의 항목에 맞춰 사업기간(2023~2027년)의 합계를 비교함

자료: 연구진 작성

경제성 분석을 위한 연차별 투자계획 및 비용은 〈표 IV-109〉, 〈표 IV-110〉과 같다.

〈표 IV-109〉 경제성 분석을 위한 비용(사업비) 연차별 투자계획

(단위: 백만원)

구분			2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	계
총사업비	공사비		-	18,273	44,910	37,976	11,339	112,497
			0%	16%	40%	34%	10%	7,562
	보상비		10,901	-	-	-	-	10,901
			100%	0%	0%	0%	0%	100%
	시설 부대 경비	측량 및 조사비	1,125	-	-	-	-	1,125
			100%	0%	0%	0%	0%	100%

〈표 IV-109〉의 계속

(단위: 백만원)

구분			2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	계
총사업비	시설 부대 경비	설계비	5,452	-	-	-	-	5,452
			100%	0%	0%	0%	0%	100%
		감리비	-	922	2,265	1,915	572	5,674
			0%	16%	40%	34%	10%	100%
		시설 부대비	319	-	-	-	-	319
			100%	0%	0%	0%	0%	100%
	장비비		963	38,913	64,855	25,942	-	130,674
			1%	30%	50%	20%	0%	100%
	예비비		1,876	5,811	11,203	6,583	1,191	26,664
			7%	22%	42%	25%	4%	100%
	계		20,635	63,918	123,233	72,416	13,101	293,304
			7%	22%	42%	25%	4%	100%
	운영비	운영인건비	-	245	735	1,103	1,225	3,308
			0%	7%	22%	33%	37%	100%
경상운영비		-	230	690	1,035	1,150	3,105	
		0%	7%	22%	33%	37%	100%	
기타비	전담기관 운영비	23	412	686	274	-	1,395	
		2%	30%	49%	20%	0%	100%	
합계			10,658	64,805	125,344	74,828	15,477	301,112
			7%	22%	42%	25%	4%	100%

주: 1. 2020년 말 기준 금액

2. 부가가치세 제외

3. 운영인건비 및 경상운영비는 운영비에 포함되나 사업계획안의 항목에 맞춰 사업기간(2023~2027년)의 합계를 비교함

자료: 연구진 작성

〈표 IV-110〉 경제성 분석을 위한 연차별 비용(전체)

(단위: 백만원)

구분	총사업비						클러스터 운영비	수소액화 플랜트 운영비	재투자비	신규 투자 인건비	합계
	공사비	보상비	부대비	장비비	예비비	전담기관 운영비					
2023년	-	10,901	6,895	963	1,876	23	-	-	-	-	20,658
2024년	18,273	-	922	38,913	5,811	412	475	-	-	-	64,805
2025년	44,910	-	2,265	64,855	11,203	686	1,425	-	-	-	125,344
2026년	37,976	-	1,915	25,942	6,583	274	2,138	-	-	-	74,828
2027년	11,339	-	572	-	1,191	-	2,375	11,883	-	-	27,359
2028년	-	-	-	-	-	-	3,136	20,280	-	398	23,814
2029년	-	-	-	-	-	-	3,136	21,924	-	398	25,457
2030년	-	-	-	-	-	-	3,136	22,866	-	398	26,399
2031년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	-	398	27,110
2032년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	-	398	27,110
2033년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	138	398	27,248
2034년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	5,580	398	32,690
2035년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	9,300	398	36,410
2036년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	3,720	398	30,830
2037년	-	-	-	-	-	-	3,846	22,866	-	416	27,128
2038년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2039년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2040년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2041년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2042년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2043년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	963	416	28,816
2044년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	38,913	416	66,765
2045년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	64,855	416	92,707
2046년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	25,942	416	53,794
2047년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2048년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2049년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2050년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2051년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852
2052년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	-	416	27,852

〈표 IV-110〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	총사업비						클러스터 운영비	수소액화 플랜트 운영비	재투자비	신규 투자 인건비	합계
	공사비	보상비	부대비	장비비	예비비	전담기관 운영비					
2053년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	138	416	27,990
2054년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	5,580	416	33,432
2055년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	9,300	416	37,152
2056년	-	-	-	-	-	-	4,570	22,866	3,720	416	31,572
2057년	-	-10,901	-	-	-	-	4,570	22,866	-58,913	416	-41,961
합계	112,497	-	12,569	130,674	26,664	1,395	134,152	694,328	109,236	12,317	1,233,831

자료: 연구진 작성

V. 수요 추정

1. 수요 추정의 개요

본 장에서는 사업의 수요 추정에 대한 방법론과 편익 산정에 대한 구체적 산정 방식을 기술한다. 먼저, 수요를 어떻게 구분하는지에 따라 편익 산정 방법론도 차이가 날 수 있으므로 수요의 구체적인 식별에 대한 내용을 먼저 기술한다. 본 사업의 네 가지 주요 세부 사업으로는 산업진흥기반을 갖추기 위한 수소 저장·운송 산업진흥센터, 수소 저장·운송 안전성 시험센터, 수소 저장·운송 실증 테스트베드, 마지막으로 수소액화플랜트가 있다. 이를 수요의 관점에서 보면 첫 번째는 산업진흥센터의 입주 수요, 두 번째는 안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 시설 및 장비 이용 수요, 세 번째는 수소액화플랜트의 액체수소 수요로 구분할 수 있다.

산업진흥센터의 경우, 관련 기업 대상 설문조사를 통해 입주희망 면적 등을 조사하여 수요를 추정한다. 마찬가지로, 안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 시설 및 장비 이용 수요도 클러스터 이용 의향이 있는 기업을 대상으로 한 설문을 통하여 조사한다. 수소액화플랜트의 액체수소 수요는 향후 수소차 성장률이나 강원도의 현재 차량 비중 등을 고려하여 추정한다.

편익의 측면에서 보면, 산업진흥센터 구축을 통한 편익은 신규 입주를 통해 발생하는 부가가치 편익이며, 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드는 시설 및 장비 활용을 통해 부가가치 편익이 발생할 수 있다. 수소액화플랜트의 경우, 기체수소를 원료로 액체수소를 생산 및 공급함으로써 액체수소 공급 편익이 발생할 수 있다. 이는 지리적 여건을 고려하여 수소를 액체 형태로 공급함으로써 기체수소에 대비하여 발생하는 편익으로 기체수소와 액체수소 충전소 단의 최종 가격 차이에서 발생하는 것으로 보고 이를 추정한다.

주무부처는 기획보고서를 통해 본 사업이 위치한 북평 제2일반산업단지와 연계한 수소 저장·운송 클러스터의 집적 효과를 주장하기도 하였으나, 본 조사에서는 이를 수요로 상정하지 않을 뿐만 아니라 편익의 관점에서도 인정하지 않았다. 북평 제2일반산업단지는 본 사업의 시행과 무관하게 이미 조성을 마쳤으며 경제적 편익 관점에서 본 사업과의 직접적

연관성이 존재하지 않는다고 판단되므로 본 사업과 무관한 것으로 상정한다. 따라서 본 사업의 수요 및 편익 추정을 위한 개요를 정리하면 <표 V-1>과 같다.

〈표 V-1〉 수요의 개요

세부사업	입주 수요	시설·장비 활용 수요	수소 수요 (수소차 및 클러스터)	배후산업단지 연계 수요
산업진흥센터	○	×	×	×
안전성 시험센터	×	○	×	×
실증 테스트베드	×	○	×	×
수소액화플랜트	×	×	○	×

자료: 연구진 작성

가. 입주 수요

수소 저장·운송 산업진흥센터는 기 조성된 북평 제2일반산업단지 내에 위치할 예정이나, 산업진흥센터의 구축과 북평 제2일반산업단지 조성은 별개의 사업임을 분명히 한다. 앞서 수요 추정의 개요를 설명하면서 이미 북평 제2일반산업단지로 인한 집적 수요와 편익은 본 사업과 무관하여 포함하지 않는다는 것을 설명한 바 있다.

다만 산업진흥센터의 입주 수요를 추정함에 있어서 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 준용하도록 하였다. 여기서는 산업단지에 대한 입주 수요를 추정하는 데 있어 크게 4가지 방식을 제시하고 있다. 그 4가지는 ① 계량모형을 이용하여 산업구조를 분석하고 입지수요를 추정하는 방법 ② 산업을 주요 업종별로 구분하여 중장기 산업성장을 추산하고 업종별 부지면적 원단위를 적용하여 산업단지 수요를 예측하는 방법 ③ 설문조사를 이용하는 방법 ④ 인근 및 관련 유사지역의 입주 추이를 적용하는 방법 등이다. 이전에 이루어졌던 대부분의 산업단지 예비타당성조사에서는 입주 수요를 추정함에 있어 설문조사 방식에 크게 의존해 왔다. 기본적으로 계량모형 및 원단위 예측모형을 이용하는 방법은 단지의 최적 면적(optimal space)을 추정하는 기법이기 때문에 단지의 면적이 사전적으로 지정되어 있는 산업단지 예비타당성조사 사업의 특성과는 부합하지 않는 측면이 있기 때문이다. 본 사업 역시 기 조성된 산업단지 내에 위치하여 부지면적이 대략적으로 사전 지정되어 있기 때문에 위의 두 가지 방법론은 적절하지 못하다고 할 수 있다. 또한, 인근 및 관련 유사지역의 입주 추이를 적용하는 방법의 경우, 국내 수소

산업이 아직 활성화되지 않아 적절한 유사지역 혹은 유사사례를 선정함에 어려움이 따른다. 따라서 본 조사에서는 산업진흥센터의 입주 수요를 추정함에 있어 설문조사 방법을 사용하였다.

설문조사는 (주)한국리서치를 통해 이루어졌으며, 2022년 8월 31일부터 9월 23일까지 사전조사를 진행하고 2022년 10월 4일부터 10월 19일까지 본조사를 진행하였다. 국내수소 관련 사업체 전수에 가까운 업체들을 대상으로 설문조사 대상을 구성하였으며, 사전조사 응답 업체는 1,622개, 이중 수소 저장·운송 사업을 영위하고 있거나 영위할 계획이 있다고 답변한 사업체 수는 92개로 확인되었다. 본 조사에서는 이를 모집단으로 상정하였으며 이들 중 9개 업체가 최종적으로 본조사에 응답한 것으로 나타났다. 이와 관련하여, 먼저 국내 수소 관련 사업들이 대부분 초창기이며 관련 기업의 수가 한정적이라는 한계점을 명확히 밝힐 수밖에 없다. 수소 저장·운송 사업도 마찬가지로 상황으로, 본 조사에서 현재 수소 저장·운송 사업을 영위하거나 향후 영위할 의향이 있는 기업을 바탕으로 설문조사를 추진하고자 하였음에도 소수의 응답만을 확보하게 되었다. 이에 본 조사에서는 설문조사의 신뢰성 측면에서 다소 한정적이고 제한적일 수밖에 없음을 밝힌다.

수소사업이 현재 초창기이므로 소수의 기업만이 관심을 가질 수밖에 없는 한편, 정부가 추진 중인 수소이행 기본계획이나 최근 제2기 수소경제위원회의 향후 전망 등을 근간으로 보면 관련 수요가 지속적으로 창출될 가능성이 있고 이로 인해 수소 저장·운송 산업이 활성화될 것이라고 전망할 수도 있다. 그러나 어떤 명백한 근거가 부재한 상황에서 미래를 예측하는 데 주관적 의견이나 해석을 개입한다면 조사에 편의가 발생할 우려가 있으므로, 본 조사에서는 앞서 설명한 대로 설문조사에 근거하여 수요와 편익을 추정하였음을 밝힌다.

나. 시설 및 장비 활용 수요

수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 경우 역시 수소 산업 특성상 참고할만한 사례를 선정하는 데에 어려움이 있기 때문에 설문조사를 통해 다수의 기업에게 시설 및 장비에 대한 이용 의사, 예상 이용 시간 등을 조사하여 이를 기반으로 수요를 추정하였다.

안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 편익은 해당 시설의 장비 사용을 통한 부가가치 창출 편익으로서, 시설 및 장비 활용을 통한 예상 매출액 증가분과 부가가치율 등을 활용

하여 편익을 추정한다. 이때, 상기한 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익과 구분하기 위하여 설문조사 시 시설 및 장비 사용에 대한 추가적인 수요에 한정하여 조사를 진행하도록 하고 이를 토대로 추가적인 부가가치만을 편익으로 인정하도록 하였다.

다. 수소 수요

수소액화플랜트에서 생산되는 액체수소는 액체수소 충전소를 필요조건으로 하기 때문에 본 조사에서는 액체수소가 생산 및 운송된 이후 전량 수소차량에 사용된다고 가정하도록 하였다. 즉 액체수소 충전소를 통하여 수소를 공급받을 미래 수소차 보급 대수를 전망 및 추정하고 이에 따른 수소 수요를 추정하였다. 이때, 미래의 수소차 시장 규모와 그에 따른 수요량의 규모는 정확하게 예측하기 어려우므로 본 조사에서는 정부에서 공식 발표하여 현 시점에서 가장 공신력이 있다고 할 수 있는 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)에 근거하여 추정하였다. 그다음 수소차 보급 전망치에 현재의 시도별 자동차 등록 현황에 따른 지역별 비중을 적용하여 강원지역의 미래 수소차 보급 대수 전망치를 추정하였다.

2. 수요 추정 결과

가. 입주 수요

〈표 V-2〉 사전조사 결과

(단위: 개, %)

구분	사전조사 사례 수	수소 저장·운송 사업을 영위하고 있거나 영위할 계획이 있음	
		사례 수	비율
전체	1,622	92	5.7
지역			
강원	19	0	0
경기	361	13	3.6
경남	136	13	9.6
경북	273	6	2.2
광주	13	1	7.7

〈표 V-2〉의 계속

(단위: 개, %)

구분	사전조사 사례 수	수소 저장·운송 사업을 영위하고 있거나 영위할 계획이 있음	
		사례 수	비율
대구	45	6	13.3
대전	29	1	3.4
미상	36	2	5.6
부산	118	12	10.2
서울	89	11	12.4
세종	6	1	16.7
울산	166	6	3.6
인천	89	1	1.1
전남	63	4	6.3
전북	44	6	13.6
제주	1	0	0
충남	91	6	6.6
충북	43	3	7

자료: 연구진 작성

산업진흥센터의 입주 수요를 추정하기에 앞서, 설문조사의 표본이 선정된 과정을 간략히 정리하면, 먼저 사전조사에 응답한 1,622개의 사업체를 대상으로 수소 저장·운송 사업을 현재 영위하고 있거나 영위할 계획이 있는지에 대해 우선적으로 조사하여 본 사업의 잠정 수요를 추정하도록 하였다. 그 결과, 1,622개의 사업체 중 92개(5.7%)의 사업체가 수소 저장·운송 사업을 현재 영위하고 있거나 영위할 계획이 있다고 응답하였다. 당초 국내 수소 관련 사업체 전수에 가까운 기업들을 대상으로 설문조사의 대상을 구성하였으므로 사전 조사 결과에 따른 92개 사업체를 국내 수소 저장·운송 사업 전반에 대한 잠정적인 수요 모집단으로서 고려하는 데에 무리가 없을 것으로 판단하였으며, 최종적으로 이들 중 총 9개의 기업이 본조사에 응하여 이를 표본으로 하였다.

『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)에 따르면, 설문조사를 활용한 입주 수요 추정 방식은 여러 기업을 대상으로 이전 또는 확장 및 신규 투자 의사를 조사하여 입주기업의 특성 및 입주율을 추정한다. 이러한 방식에 따라 설문조사 응답 기업들의 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주 의사를 정리하면 〈표 V-3〉과 같다.

〈표 V-3〉 산업진흥센터 입주 의사

중분류	세분류	산업진흥센터 입주 의사	사업 미시행시 사업 포기 여부
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	C20121	O	대체지역 모색·투자
전자부품, 컴퓨터, 영상, 및 통신장비 제조업	C26129	×	-
기타 기계 및 장비 제조업	C29133	O	대체지역 모색·투자
	C29171	O	대체지역 모색·투자
	C29174	×	-
	C29176	O	투자 보류 또는 포기
	C29229	O	대체지역 모색·투자
자동차 및 트레일러 제조업	C30121	O	대체지역 모색·투자
	C30399	×	-

구분	전체		입주할 의향이 있다		입주할 의향이 없다	
	사례 수(개)	비율(%)	사례 수(개)	비율(%)	사례 수(개)	비율(%)
전체	9	100	6	66.7	3	33.3
2021년 매출액						
100억원 미만	6	100	5	83.3	1	16.7
100억원 이상	3	100	1	33.3	2	66.7
상시 종사자 수						
20인 미만	4	100	4	100	0	0
20인 이상	5	100	2	40	3	60

자료: 연구진 작성

산업진흥센터에 입주 의사가 있는 기업은 9개 중에서 6개로 나타났다. 업종별로 보면, 화학 물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외) 1개, 기타 기계 및 장비 제조업 4개, 자동차 및 트레일러 제조업 1개, 총 6개의 기업이 산업진흥센터에 입주할 의사가 있다고 밝혔다. 반면 본조사에 응답한 기업 중 전자제품, 컴퓨터, 영상 및 통신장비 제조업 1개, 기타 기계 및 장비 제조업 1개, 자동차 및 트레일러 제조업 1개, 총 3개의 기업은 입주의향이 없는 것으로 나타났다.

이들 기업의 규모를 살펴보면, 입주 의사가 있는 6개 기업들 중에서 2021년 기준 매출액 100억원 이상의 기업은 1개, 100억원 미만의 기업은 5개로 나타난 반면, 입주 의사가 없는 3개 기업들 중에서 2021년 기준 매출액 100억원 미만의 기업은 1개, 100억원 이상

의 기업은 2개로 나타났다. 표본 수가 제한적이므로 설문조사 결과만으로 기업 규모 등을 직접 비교하기에는 한계가 있으나, 상대적으로 입주의향이 있는 기업들의 매출액 규모가 100억원 미만의 소규모인 것으로 나타났다. 또한 입주의향이 있는 6개 기업 중 상시 종사자 수가 20인 미만인 기업은 4개, 20인 이상인 기업은 2개였으며, 입주의향이 없는 3개 기업들은 모두 상시 종사자 수가 20인 이상인 것으로 나타났다. 매출액 규모와 같은 맥락으로 상시 종사자 수를 기준으로도 상대적으로 중소기업들의 산업진흥센터 입주 의사가 높게 나타났다.

입주의향이 있는 6개의 기업은 모두 기존 사업장을 유지하면서 새로운 사업장을 신설(신규투자) 혹은 기존 공장이나 사업장을 확장(이전 및 추가 투자)할 의향이 있다고 응답하였다. 구체적으로, 이들 중 1개 기업만이 입주희망 면적 중 기존시설을 25% 이전하고 75%를 신규투자 하겠다고 응답하였으며, 나머지 5개 기업은 입주희망 면적의 100%를 신규투자할 것으로 밝혔다. 이때 본 사업을 시행함으로써 발생하는 순수한 편익을 추정하기 위해서는 본 사업이 시행되지 않을 시 투자를 보류 또는 포기하겠다고 답변한 기업의 수만을 고려해야 한다. 본 사업이 시행되지 않을 시 투자를 보류 또는 포기하겠다고 답변한 기업은 6개 기업 중 단 한 기업뿐이었으며, 해당 기업의 투자 유형은 100% 신규투자이므로 본 사업의 신규투자율은 $100\% \times (1/6) = 16.7\%$ 로 산출된다.

〈표 V-4〉 신규투자 여부 및 신규투자율

(단위: %, 개)

신규투자 여부	입주형태	희망 신규투자 비율	해당 기업 수	본 사업 미시행 시 투자 보류 또는 포기 기업 수	보정된 기업 수
신규투자 해당	사업장 신설(신규투자)	100	5	1	1
	기존 공장이나 사업장 이전 및 추가 투자	75	1	0	0
입주의향 기업 합계(A)			6	보정 후 신규투자기업 합계(B)	1
신규투자율(B/A)			0.167		

자료: 연구진 작성

다음으로 〈표 V-5〉는 각 기업의 입주희망 면적과 입주희망 시기를 보여준다. 6개의 기업 중 5개 기업이 1년 이내에 입주하겠다는 구체적인 의사를 밝혔으며, 1개 기업은 구체적인 계획이 없다고 답하여 이 경우 10년 차에 입주하는 것으로 간주하였다. 설문조사 결

과를 바탕으로 입주희망 연면적은 산업진흥센터 개원 9년 차까지는 958제곱미터(㎡), 10년 차부터는 1,090제곱미터(㎡)로 산출되었다. 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)에 따르면 설문조사를 통해 수요를 추정한 경우 아래와 같은 방식을 통해 입주희망 면적에 대한 수요를 보정할 수 있다.

$$\text{모집단 기업 수} : \text{전체 입주희망 연면적} = \text{표본기업 수} : \text{표본 입주희망 연면적}$$

표본 대비 모집단 수로 수요를 보정하면, 모집단 수는 92개, 표본 수는 9개 기업이므로 표본 대비 모집단은 약 10.2배로 입주희망 면적은 시기에 상관없이 임대 가능 면적(2,374제곱미터(㎡))을 초과하기 때문에 개원 이후부터 입주율을 100%로 가정할 수 있다.

$$\begin{aligned} [1 \sim 9\text{년 차}] \quad 92 : x \text{ ㎡} &= 9 : 958 \text{ ㎡}, \quad x = 9,793 \text{ ㎡} \\ [10 \sim 30\text{년 차}] \quad 92 : x \text{ ㎡} &= 9 : 1,090 \text{ ㎡}, \quad x = 11,142 \text{ ㎡} \end{aligned}$$

〈표 V-5〉 입주희망 면적 및 입주희망 시기

(단위: ㎡)

중분류	세세분류	입주희망 면적	입주희망 시기
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	C20121	330	1년 이내
기타 기계 및 장비 제조업	C29133	132	구체적인 계획 없음 ¹⁾
	C29171	264	1년 이내
	C29176	100	1년 이내
	C29229	165	1년 이내
자동차 및 트레일러 제조업	C30121	99	1년 이내
총합		958 ^{2)/1,090³⁾}	-

주: 1) 10년 차에 입주한다고 가정

2) 9차 연도까지의 수요 면적

3) 10차 연도까지의 수요 면적

자료: 연구진 작성

한편 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)는 부가가치 창출 편익 산출을 위한 ‘총생산가능면적’을 부지면적 기준으로 하고 있으며, 여기에 적용되는 업종별 단위면적당 부가가치액도 부지면적을 기준으로 산정하고 있다. 따라서 입

주율은 설문조사에서 응답한 기업들의 수요 면적, 즉 연면적을 산업진흥센터의 임대 가능 면적인 2,374제곱미터(㎡) 기준으로 산정하였으나, 편익 추정 시 총생산가능면적은 편익 추정 방식 및 통계자료의 구성 등을 고려하여 산업진흥센터 건물의 부지면적인 1만 785.7제곱미터(㎡)를 기준으로 하도록 한다.

〈표 V-6〉 총생산가능면적과 부가가치 발생가능면적

(단위: ㎡)

총생산가능면적(A)	신규투자율(B)	부가가치 발생가능면적(C=A×B)
10,785.7	0.167	1,797.6

자료: 연구진 작성

나. 시설 및 장비 활용 수요

안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 경우 9개의 기업 중 8개 기업이 이용 의사가 있음을 밝혔으며, 기타 기계 및 장비 제조업에 해당되는 1개의 기업만이 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 이용 의사가 없다고 밝혔다.

〈표 V-7〉 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 이용 의사

중분류	세분류	안전성 시험센터 이용 의사	실증 테스트베드 이용 의사
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	C20121	○	○
전자부품, 컴퓨터, 영상, 및 통신장비 제조업	C26129	○	○
기타 기계 및 장비 제조업	C29133	○	○
	C29171	○	○
	C29174	×	×
	C29176	○	○
	C29229	○	○
	C30121	○	○
자동차 및 트레일러 제조업	C30399	○	○

자료: 연구진 작성

설문조사 결과 안전성 시험센터 장비에 대한 8개 기업의 월평균 이용 시간은 총 286시간으로, 연평균으로는 3,432시간으로 나타났다. 안전성 시험센터의 설립으로 인해 발생하는 기업의 연매출액 순증가분⁵⁴⁾은 2021년 대비 2028년 안전성 시험센터의 장비 이용을 통해 예상되는 매출액 변화와 안전성 시험센터가 설립되지 않고 다른 대안시설(자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등)을 이용할 때 예상되는 매출액 변화를 조사한 결과를 토대로 도출하였다.

그 결과 안전성 시험센터의 장비 활용을 통한 예상 연매출액 증가분은 총 98억원으로 나타났다. 2028년 예상 연매출액 변화를 ‘알 수 없음’으로 답한 1개 기업을 포함한 6개 기업은 안전성 시험센터를 이용할 때의 매출액 변화가 대안시설을 이용할 때의 매출액 변화와 같거나 더 감소한다고 밝혀 연매출액 순증가분에 대한 기여가 없었으며, 나머지 2개 기업만이 연매출액 순증가가 있을 것으로 밝혔다. 이들 2개 기업은 기타 기계 장비 및 제조업에 해당된다는 점 이외에는 매출액, 종사자 수 등에서 공통점을 찾기 어려웠다.

실증 테스트베드의 경우 8개 기업의 월평균 이용 시간은 총 316시간으로, 연평균으로는 3,792시간으로 나타났다. 4개 기업이 실증 테스트베드를 활용함으로써 연매출액 순증가가 있을 것이라고 응답하였으며 이들의 연매출액 순증가분은 약 601억원으로 도출되었다. 안전성 시험센터와 비교하면, 설문조사 결과를 기반으로 도출된 실증 테스트베드의 매출액 순증가를 예상하는 기업의 수와 매출액 증가 규모가 상대적으로 크게 나타났음을 알 수 있다.

연매출액 순증가가 있을 것이라고 답한 4개 기업들의 특징을 살펴보면, 화학 물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외) 1개 기업과 기타 기계 및 장비 제조업 1개 기업은 연매출 50억원 이상, 종사자 수 100명 이상의 규모이나, 나머지 기타 기계 및 장비 제조업에 속하는 1개 기업과 자동차 및 트레일러 제조업에 속하는 1개 기업은 상대적으로 소규모인 것으로 나타났다. 안전성 시험센터와 마찬가지로 실증 테스트베드 활용을 통해 연매출액 순증가가 있을 것이라고 답한 기업의 공통된 특성은 파악하기가 어려웠으나, 기타 기계 및 장비 제조업 2개 기업이 안전성 시험센터와 실증 테스트베드 모두에서 연매출액 순증가가 있을 것이라고 답한 것으로 확인되었다.

54) 기업의 연매출액 순증가분은 안전성 시험센터의 활용으로 인한 예상 매출액 상승분과 대안 시설(자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등)을 활용했을 때의 예상 매출액 상승분의 차이로 정의한다. 안전성 시험센터의 활용으로 인한 매출액 변화가 없거나 감소할 때, 또는 대안 시설 활용과의 차이가 없거나 더욱 작을 때는 0이 된다고 가정하며, 대안시설 이용 시 매출액이 감소한다고 답한 경우에는 기존 매출액이 유지된다고 가정한다.

다. 수소 수요

수소액화플랜트를 통해 액체수소가 생산 및 운송된 이후 전량 수소차량에 사용된다고 가정하여 다음과 같이 미래 수소 수요를 추정하였다.

$$\begin{aligned} & 2028\sim 2057\text{년 수소 수요(수소액화플랜트를 통한 액체수소 공급)} \\ & = \text{수소차 전망(승용차 및 상용차)} \times \text{지역별 차량 비중(2022)} \times \text{대당 수소 사용량} \end{aligned}$$

먼저, 수소액화플랜트가 위치하는 지역으로부터 반경 200킬로미터(km) 면적은 충북지역 약 절반, 경북지역의 거의 90%를 차지하고 있으며, 경북지역의 경우 본 사업 외의 다른 수소액화플랜트의 액체수소 공급 범위와 다소 중첩될 수 있다. 2022년 9월 전국 시도별 자동차 등록 현황을 살펴보면, 강원도는 전국 자동차 등록 현황에서 약 3.3%를 차지하며 수소 저장·운송 클러스터 인접지역인 충북지역은 3.6%, 경북지역은 6%를 차지함을 알 수 있다(〈표 V-8〉 참고).

〈표 V-8〉 시도별 자동차 등록 현황

(단위: 대, %)

지역	자동차 대수	비중
서울	3,190,525	12.6
부산	1,491,912	5.9
대구	1,225,493	4.8
인천	1,707,044	6.7
광주	710,889	2.8
대전	704,163	2.8
울산	585,946	2.3
경기	6,334,553	25.0
세종	192,137	0.8
강원	846,000	3.3
충북	911,054	3.6
충남	1,202,258	4.7
전북	972,987	3.8
전남	1,207,654	4.8

〈표 V-8〉의 계속

(단위: 대, %)

지역	자동차 대수	비중
경북	1,515,161	6.0
경남	1,873,695	7.4
제주	684,467	2.7
합계	25,355,938	100

주: 2022년 9월 기준

자료: 국가통계포털 자동차등록현황보고, <https://kosis.kr>, 검색일자: 2023. 11. 7.

다음으로 본 사업이 시행되는 2028년을 기점으로 수소차에 대한 미래 전망을 살펴보고자 한다. 현재로서 가장 공신력 있다고 할 수 있는 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)은 2030년과 2050년의 수소차 전망을 밝히고 있으므로 이를 근거로 경제성 분석 기간인 2028년부터 2057년까지의 수소차 수요를 추정하였다.

〈표 V-9〉 「수소경제 이행 기본계획」 수소차 전망

(단위: 대)

구분	2030년	2050년
승용차	850,000	5,150,000
상용차	30,000	110,000

자료: 관계부처 합동, 「제1차 수소경제 이행 기본계획」, 2021

시도별 자동차 등록 비중과 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021) 상의 2030년과 2050년 수소차 전망치를 활용하여 본 사업(수소액화플랜트)을 통해 수소 공급이 가능한 지역의 수소차 전망을 도출한 결과는 〈표 V-10〉과 같다.

〈표 V-10〉 시도별 수소차 전망

(단위: 대)

지역		2030년	2050년
강원도	승용	28,360	171,830
	상용	1,001	3,670
충청북도	승용	30,541	185,043
	상용	1,078	3,952

〈표 V-10〉의 계속

(단위: 대)

지역		2030년	2050년
경상북도	승용	50,792	307,742
	상용	1,793	6,573

자료: 연구진 작성

승용차와 상용차의 연간 기술적 수소 사용량은 「수소 인프라 및 충전소 구축방안」(관계부처 합동, 2019)을 기준으로 하였으며, 상용차의 경우 트럭(연 5톤), 버스(연 9.7톤)를 모두 고려하여 7톤으로 산정하였다.

〈표 V-11〉 차종별 연간 수소 수요(2030년 기준)

(단위: 톤/년)

구분	사용량
승용차	0.15
상용차	7

자료: 관계부처 합동, 「수소 인프라 및 충전소 구축방안」, 2019

시도별 자동차 등록 비중 및 2030년과 2050년 수소차 전망치를 바탕으로 연간 수소 사용량과 사용 일수를 적용하여 강원, 충북, 경북지역의 일일 수소차 수소 수요를 산정하였으며, 그 결과는 〈표 V-12〉와 같다.

〈표 V-12〉 시도별 일일 수소차 수요 전망

(단위: 톤/일)

지역		2030년	2050년
강원도	승용	11.7	70.6
	상용	19.2	70.4
충청북도	승용	12.5	76.0
	상용	20.7	75.7
경상북도	승용	20.9	126.5
	상용	34.4	126.1

자료: 연구진 작성

그 결과 2030년 강원도 수소차 수소 사용량은 30.9톤/일로 추정되어 본 사업 내 수소 액화플랜트의 일일 공급량인 30톤/일을 넘어서는 것으로 나타났다. 2030년부터 2050년 연간 수소차 보급 성장률은 약 7.89%로, 본 사업 내 실증 테스트베드의 목표 수소 사용량 (250킬로그램(kg)/일)을 반영한 2028년부터 2057년까지의 수소 수요량을 추정한 결과는 <표 V-13>과 같다. 수소액화플랜트는 연간 360일 가동을 가정하여 3만킬로그램(kg)/일 ×360일=1,080만킬로그램(kg)/년 사용하는 것을 가동률 100%로 가정하였다.

〈표 V-13〉 수소액화플랜트의 연간 수소 수요 전망

(단위: 톤/일, kg/년, %)

연도	연차	일일 수요량	연간 수요량	수요/공급 비중
2028	1년 차	26.5	9,528,807	88.2
2029	2년 차	28.7	10,336,818	95.7
2030	3년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2031	4년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2032	5년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2033	6년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2034	7년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2035	8년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2036	9년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2037	10년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2038	11년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2039	12년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2040	13년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2041	14년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2042	15년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2043	16년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2044	17년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2045	18년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2046	19년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2047	20년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2048	21년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2049	22년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2050	23년 차	〉 30	10,800,000	〉 100

〈표 V-13〉의 계속

(단위: 톤/일, kg/년, %)

연도	연차	일일 수요량	연간 수요량	수요/공급 비중
2051	24년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2052	25년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2053	26년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2054	27년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2055	28년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2056	29년 차	〉 30	10,800,000	〉 100
2057	30년 차	〉 30	10,800,000	〉 100

자료: 연구진 작성

VI. 편익 추정

1. 편익 추정의 개요

가. 편익 식별

먼저 본 사업을 통해 창출되는 편익을 구체적으로 식별하고자 한다. 앞서 수요 추정에서 설명한 것처럼 편익의 측면에서 보면, 수소 저장·운송 산업진흥센터 구축을 통해 수소 저장·운송과 관련된 기업들이 신규 입주함으로써 부가가치 편익이 발생할 수 있다. 수소 저장·운송 안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 경우에는 시설 및 장비 활용에 따른 부가가치 편익이 발생할 수 있다. 즉 입주에 의한 부가가치 편익과 시설 및 장비 활용에 따른 부가가치 편익은 최종재 산출물에 대한 접근방식을 채택한 것으로, 이는 설문조사 결과를 활용하기 위함이다. 마지막으로 수소액화플랜트로부터의 편익은 기체수소를 원료로 액체수소를 생산, 공급함으로써 발생 가능한 충전소 단의 기체-액체수소 간 가격차이로부터 추정할 수 있다.

다시 말하면 산업진흥센터 구축 편익으로는 신규 입주를 통한 부가가치 창출 편익이 발생하고, 수소 저장·운송 안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 시설 및 장비를 활용함으로써 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익이 발생한다. 수소액화플랜트 구축을 통한 편익은 기체수소를 액체수소 형태로 변환하여 공급함으로써 발생하며, 기체수소와 액체수소의 충전소 단의 최종 가격 차이에 따라 추정하였다.

〈표 VI-1〉 편익의 식별

항목	입주에 의한 부가가치 편익	시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익	액체수소 공급 편익 (수소차 및 클러스터)	배후산업단지의 집적효과 편익
산업진흥센터	○	×	×	×
안전성 시험 센터	×	○	×	×
실증 테스트베드	×	○	×	×
수소액화플랜트	×	×	○	×

자료: 연구진 작성

나. 편익 산정 방법

1) 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익

수소 저장·운송 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익 추정을 위한 원단위 계산은 아래와 같은 식을 사용한다.

$$\text{단위면적당 부가가치} \times \text{산업진흥센터 면적} \times \text{신규투자율} \times \text{입주율}$$

여기서 ‘산업진흥센터 면적’은 앞서 설명한 총생산가능면적이며, 신규투자율과 입주율은 앞서 설문조사를 통해 도출한 바 있다. 부가가치 편익을 산출하기 위한 면적당 부가가치 산정에 관한 자세한 내용은 ‘2. 편익 추정 결과’에서 다루도록 한다.

2) 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익

수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 경우, 그 시설이나 장비 활용을 통해 기업의 생산성 향상에 기여하여 매출액을 증대시킬 수 있으며, 이를 통해 편익이 발생할 수 있다. 본 조사에서는 아래와 같은 식으로 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 시설·장비의 보유·활용 편익을 추정하도록 한다.

$$\text{연매출액 순증가분} \times \text{부가가치율} \times \text{이용률}$$

여기서 연매출액 순증가분은 앞서 설문조사를 통해 얻은 값을 사용하며, 부가가치율은 한국은행의 기업경영분석 자료를 활용한다. 이용률은 ‘최대이용가능시간/연평균 이용시간 합계’로 나타낼 수 있는데, 이는 최대이용가능시간을 넘어서 책정될 가능성이 있는 연매출액 순증가분에 대한 조정을 하기 위함이다. 연간 최대이용가능시간은 주 40시간 × 52주 = 2,080시간으로 가정할 때, 앞서 살펴본 설문조사 결과에서 안전성 시험센터와 실증 테스트베드의 연평균 이용시간 합계는 각각 3,432시간, 3,792시간이므로 연간 최대이용가능시간을 초과하게 된다. 따라서 기업들이 답한 연매출액 순증가분은 실제 이용가능시간을

초과하지 않고서는 달성 불가능한 수치라고 할 수 있다. 따라서 이를 최대 이용가능시간과 연평균 이용시간의 비율로 보정하는 것이다.

3) 수소액화플랜트의 액체수소 공급 편익

액체수소 공급 편익은 수소액화플랜트를 활용하여 기체수소가 액체수소로 바뀌어 충전소에서 액체수소로 충전될 때 발생하는 가격 차이로 정의한다. 이때, 가격 차이는 기체수소와 액체수소의 운송비, 충전소 토지임대료 및 운영비 등을 토대로 산출하며, 수소액화플랜트는 360일 가동을 가정하고 있으므로 연간 총 1,080만킬로그램(kg)을 공급할 수 있다.

$$(기체수소 충전소 가격 - 액체수소 충전소 가격) \times \text{수소 수요량}$$

먼저 수소유형별 가격 차이를 추정해야 하는데, 현재 기체수소나 액체수소 공급 시장이 형성된 상황이 아니기 때문에 현재 업체들의 공급가격 등을 준용하여 사용할 수밖에 없으며, 사업계획에 따르면 한국가스공사의 수소 생산시설(수소 추출설비)이 준공될 경우 이로부터 기체수소를 독점 공급받을 계획이라고 제시된 바 있다. 따라서 여기서는 한국가스공사의 기체수소 공급가격(3,724원/킬로그램(kg))을 준용하여 동일하게 적용하였다.

기체수소와 액체수소의 경제적 차이는 수소를 액화하여 운송하는 경우 기체수소 대비 부피를 10~11배 줄일 수 있어 그 비용이 크게 줄어든다는 데 있다고 할 수 있다. 이에 1회 운송량, 충전 및 방출 시간, 튜브트레일러 및 탱크로리 가격, 연료비, 인건비 등을 종합적으로 고려하여 운송비용을 산출한 결과, 기체수소 1,112원/킬로그램(kg), 액체수소 81원/킬로그램(kg)으로 총 1,031원/킬로그램(kg) 차이가 발생하였다.

〈표 VI-2〉 수소 유형별 운송비 단가 차이

항목	기체수소	액체수소
1회 운송 가능 용량(kg) ¹⁾	280	3,960
1회 충전 및 방출 시간(hr) ²⁾	5	0.5
평균 편도 거리(km) ³⁾	140.27	
연료비(원/kg) ⁴⁾	406	29
인건비(원/kg) ⁵⁾	637	24

〈표 VI-2〉의 계속

항목	기체수소	액체수소
장비비(원/kg) ⁶⁾	69	28
합계(원/kg)	1,112	81
수소 유형별 단가 차이(원/kg)	1,031	

- 주: 1) 「수소 인프라 및 충전소 구축 방안」(관계부처 합동, 2019)을 기준으로 최신 수치로 보정
 2) Stefanie AO(2020)
 3) 수소액화플랜트로부터 강원지역 11개 수소 충전소까지의 평균 거리
 4) 경유 1,400원/L, 요소수 1,000원/L 가정
 5) 워크넷 직업정보의 화물차 특수차 운전원 중위값 연봉을 포괄 임금으로 간주
 6) 튜브 트레이일러/탱크로리의 가격, 필요대수 등을 고려하여 산출

자료: 연구진 작성

충전소의 토지임대료는 「수소 인프라 및 충전소 구축 방안」(관계부처 합동, 2019)을 토대로 기체수소 충전소 대비 액체수소 충전소는 1/20 면적이 요구된다는 점을 참고하여 기체수소 충전소의 토지임대료 2,055원/킬로그램(kg), 액체수소 충전소 103원/킬로그램(kg)으로 산정하였다. 충전소 운영비는 연간 인건비, 전기료 등을 고려하도록 하였다.

〈표 VI-3〉 수소충전소 유형별 비교

(단위: m²)

구분	고압기체수소 충전소	액체수소 충전소
충전소 설비 면적	420(28m×15m)	20.4(6m×3.4m)

자료: 관계부처 합동, 「수소 인프라 및 충전소 구축 방안」, 2019

〈표 VI-4〉 수소충전소 유형별 비교

구분	인건비	전기료	기타 운영비	합계	충전소 운영비
기체수소	84,000,000원	72,270,000원 (= 400kg × 365일 × 4.5kw × 110원)	37,730,000원	194,000,000원	1,329원/kg
액체수소		24,090,000원 (= 400kg × 365일 × 1.5kw × 110원)		145,820,000원	999원/kg

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료(한국가스기술공사 내부분석자료)

이를 종합하여 기체수소와 액체수소 간의 운송비, 충전소 토지임대료, 충전소 운영비 등을 고려한 단가 차이를 기준으로 기체수소와 액체수소의 충전소 기준 단가 차이는 3,313원/킬로그램(kg)으로 산출되었다.

〈표 VI-5〉 수소충전소 유형별 가격 비교

(단위: 원/kg)

항목	기체수소	액체수소
운송비(왕복기준)	1,112	81
충전소 토지임대료	2,055	103
충전소 운영비	1,329	999
충전소 가격(액화비용 제외)	8,200	4,907
수소 유형별 단가 차이	3,313	

주: 한국가스공사의 기체수소 공급가격을 동일하게 적용하고 수소액화플랜트의 공사비, 운영비 등 수소 액화에 관한 비용이 기 반영되어 결과적으로 여기서는 수소원가 차이를 고려하지 않음

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료(한국가스기술공사 내부분석자료); 관계부처 합동, 「수소 인프라 및 충전소 구축 방안」, 2019를 바탕으로 재작성

2. 편익 추정 결과

가. 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익

앞서 설명한 바와 같이 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익을 추정하기 위한 산정식은 아래와 같으며, 여기서 단위면적당 부가가치액 산정 과정은 〈표 VI-6〉과 같다.

$$\text{단위면적당 부가가치} \times \text{산업진흥센터 면적} \times \text{신규투자율} \times \text{입주율}$$

〈표 VI-6〉 단위면적당 부가가치액 산정 과정 및 자료

단계	구분	자료
1	업종별 매출액(A)	2017~2019년 평균 '생산액-외주가공비'(광업·제조업조사)
	업종별 기업 수(B)	광업·제조업조사
	업종별 평균 매출액(C)	A/B
2	업종별 기업 부지면적(D)	2020년 말, 용지면적(팩토리온)
	업종별 기업 수(E)	팩토리온
	업종별 평균 부지면적(F)	D/E
3	업종별 부가가치율(G)	2017~2019년 평균 부가가치율(기업경영분석)
4	업종별 가중치(W)	설문조사 결과 활용

자료: 한국개발연구원, 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』, 2015 를 바탕으로 재작성

먼저 업종별 평균 매출액(C)은 광업·제조업조사의 3개년 평균 업종별 매출액을 업종별 기업 수로 나누어 산정하도록 하고 있다. 업종별 매출액(생산액-외주가공비) 및 업종별 기업 수는 통계청에서 제공하는 광업·제조업조사의 2017년부터 2019년까지의 자료를 활용한다. 설문조사를 통해 산업진흥센터에 입주의향을 밝힌 3개 업종의 업종별 평균 매출액을 산출한 결과는 <표 VI-7>과 같다.

〈표 VI-7〉 업종별 기업당 매출액(2017~2019년)

(단위: 백만원)

업종 코드	중분류	2017년	2018년	2019년	평균 (2017~2019년)
20	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	50,632	54,519	49,465	51,538
29	기타 기계 및 장비 제조업	11,285	11,590	10,985	11,287
30	자동차 및 트레일러 제조업	40,363	38,599	41,604	40,189

자료: 통계청 광업·제조업조사, <https://kostat.go.kr>, 검색일자: 2023. 2. 10.

다음으로 업종별 평균 부지면적(F)은 팩토리온에서 제공하는 업종별 공장용지 면적과 업종별 기업 수로부터 산정한다.

〈표 VI-8〉 업종별 평균 부지면적

(단위: m², 개)

업종 코드	중분류	2020년 말 기준 공장용지 면적 (D)	사업체수 (E)	업종별 평균 부지면적 (D/E)
20	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	67,720,589	3,125	21,670.59
29	기타 기계 및 장비 제조업	55,534,152	10,123	5,485.94
30	자동차 및 트레일러 제조업	65,906,789	4,992	13,202.48

자료: 팩토리온, <https://www.factoryon.go.kr>, 검색일자: 2023. 2. 10.

업종별 부가가치율(G)은 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)에서 제시하고 있는 바와 같이 한국은행에서 제공하는 기업경영분석 자료를 활용하여 3년 평균 부가가치율을 산출하였다.

〈표 VI-9〉 업종별 부가가치율 3개년 평균(2017~2019년)

업종 코드	중분류	2017년	2018년	2019년	평균 (2017~2019년)
20	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	23.49	20.89	20.11	21.5
29	기타 기계 및 장비 제조업	29.94	30.22	29.94	30.3
30	자동차 및 트레일러 제조업	20.91	20.16	20.83	20.63

자료: 한국은행 경제통계시스템, <https://ecos.bok.or.kr>, 검색일자: 2023. 2. 10.

앞서 산정한 업종별 기업당 매출액, 부지면적, 부가가치율로부터 업종별 단위면적당 부가가치액을 산정하되 입주방향 기업들의 입주방향 시기를 고려하여 가중치를 적용한다. 즉 각 기업의 입주방향 시기가 상이하므로 그 시기에 따라 가중치를 부여해야 한다. 입주방향 이 있는 6개의 기업 중 5개의 기업이 개원 1년 이내에 입주할 것이라는 의사를 밝혔으며, 나머지 1개 기업은 10차 연도에 입주할 것으로 가정하였으므로 가중치는 1~9차 연도, 10~30차 연도로 나누어 계산하였다. 그 결과 전자의 단위면적당 부가가치액은 약 60만원, 후자는 약 61만원 수준으로 도출되었다.

〈표 VI-10〉 단위면적당 부가가치액

(단위: 백만원, m², %, 만원/m²)

업종 코드	중분류	평균 매출액 (C)	평균 면적 (F)	부가가치율 (G)	업종별 단위면적당 부가가치액 (H=(C×G)/F)
20	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	51,538	21,670.59	21.5	51.12
29	기타 기계 및 장비 제조업	11,287	5,485.94	30.3	62.33
30	자동차 및 트레일러 제조업	40,189	13,202.48	20.63	62.81

자료: 연구진 작성

〈표 VI-11〉 1~9년 차 가중치 반영 단위면적당 부가가치액

(단위: 만원)

업종 코드	중분류	1~9년 차		
		업종별 단위면적당 부가가치액	1~9년 차 가중치	가중치 반영 단위면적당 부가가치액
20	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	51.12	0.2	60.19
29	기타 기계 및 장비 제조업	62.33	0.6	
30	자동차 및 트레일러 제조업	62.81	0.2	

자료: 연구진 작성

〈표 VI-12〉 10~30년 차 가중치 반영 단위면적당 부가가치액

(단위: 만원)

업종 코드	중분류	10~30년 차		
		업종별 단위면적당 부가가치액	10~30년 차 가중치	가중치 반영 단위면적당 부가가치액
20	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	51.12	0.17	60.54
29	기타 기계 및 장비 제조업	62.33	0.67	
30	자동차 및 트레일러 제조업	62.81	0.17	

자료: 연구진 작성

본 조사에서 편익은 클러스터가 운영되는 2028년부터 2057년까지 30년간 발생한다고 가정한다. 앞서 도출한 연차별 단위면적당 부가가치액과 입주율, 총생산가능면적, 신규투자율을 모두 적용하고 사회적 할인율 4.5%를 고려하여 현재가치화한 결과, 산업진흥센터 입주를 통한 부가가치 편익의 합계는 약 130억원으로 산출되었다.

〈표 VI-13〉 시기별 산업진흥센터 입주편익 연간 발생 부가가치액 산정 방식

시기 구분	단위면적당 부가가치액	신규 투자율	입주율	총생산가능 면적	연간 발생 부가가치액
1~9차 연도	60.19만원/㎡	× 16.7%	× 100%	× 10,785.7㎡ =	1,082백만원
10~30차 연도	60.54만원/㎡				1,088백만원

자료: 연구진 작성

〈표 VI-14〉 산업진흥센터 입주 편익 연간 발생 부가가치액

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 발생 부가가치액	할인된 부가가치액(2020년 기준)
2028	1년 차	1,082	761
2029	2년 차	1,082	728
2030	3년 차	1,082	697
2031	4년 차	1,082	667
2032	5년 차	1,082	638
2033	6년 차	1,082	610
2034	7년 차	1,082	584
2035	8년 차	1,082	559
2036	9년 차	1,082	535

〈표 VI-14〉의 계속

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 발생 부가가치액	할인된 부가가치액(2020년 기준)
2037	10년 차	1,088	515
2038	11년 차	1,088	493
2039	12년 차	1,088	472
2040	13년 차	1,088	451
2041	14년 차	1,088	432
2042	15년 차	1,088	413
2043	16년 차	1,088	395
2044	17년 차	1,088	378
2045	18년 차	1,088	362
2046	19년 차	1,088	347
2047	20년 차	1,088	332
2048	21년 차	1,088	317
2049	22년 차	1,088	304
2050	23년 차	1,088	291
2051	24년 차	1,088	278
2052	25년 차	1,088	266
2053	26년 차	1,088	255
2054	27년 차	1,088	244
2055	28년 차	1,088	233
2056	29년 차	1,088	223
2057	30년 차	1,088	214
합계		32,592	12,993

자료: 연구진 작성

나. 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익

앞서 설문조사를 통해 도출한 안전성 시험센터 이용에 따른 연매출액 순증가분에 각 업종별 부가가치율을 적용해 부가가치액의 순증가분을 계산한 결과, 30억원으로 도출되었다.

〈표 VI-15〉 안전성 시험센터 이용 설문 결과

(단위: 시간, 억원, %)

세세분류	월평균 장비 이용시간	연평균 장비 이용시간	연매출액 순증가분	부가가치율	부가가치액 순증가분
C20121	10	120	-	21	-
C26129	20	240	-	40	-
C29133	60	720	68	30	21
C29171	50	600	-	30	-
C29176	60	720	30	30	9
C29229	32	384	-	30	-
C30121	30	360	-	21	-
C30399	24	288	-	21	-
합계	286	3,432	98		30

자료: 연구진 작성

여기에 이용률 0.606(2,080시간/3,432시간)을 곱하여 부가가치 편익을 계산한 결과, 연간 18억원의 부가가치 편익이 도출되었으며, 이러한 편익이 30년간 유지된다고 가정할 경우 2020년 기준으로 할인된 총 부가가치의 합은 약 215억원 수준이다.

〈표 VI-16〉 수소 저장·운송 안전성 시험센터 연간 발생 부가가치액

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 발생 부가가치액	할인된 부가가치액(2020년 기준)
2028	1년 차	1,799	1,265
2029	2년 차	1,799	1,211
2030	3년 차	1,799	1,159
2031	4년 차	1,799	1,109
2032	5년 차	1,799	1,061
2033	6년 차	1,799	1,015

〈표 VI-16〉의 계속

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 발생 부가가치액	할인된 부가가치액(2020년 기준)
2034	7년 차	1,799	972
2035	8년 차	1,799	930
2036	9년 차	1,799	890
2037	10년 차	1,799	851
2038	11년 차	1,799	815
2039	12년 차	1,799	780
2040	13년 차	1,799	746
2041	14년 차	1,799	714
2042	15년 차	1,799	683
2043	16년 차	1,799	654
2044	17년 차	1,799	626
2045	18년 차	1,799	599
2046	19년 차	1,799	573
2047	20년 차	1,799	548
2048	21년 차	1,799	525
2049	22년 차	1,799	502
2050	23년 차	1,799	480
2051	24년 차	1,799	460
2052	25년 차	1,799	440
2053	26년 차	1,799	421
2054	27년 차	1,799	403
2055	28년 차	1,799	386
2056	29년 차	1,799	369
2057	30년 차	1,799	353
합계		53,984	21,539

자료: 연구진 작성

안전성 시험센터와 마찬가지로 실증 테스트베드 이용에 따른 연매출액 순증가분에 각 업종별 부가가치율을 적용해 부가가치액의 순증가분을 계산한 결과, 155억원으로 도출되었다.

〈표 VI-17〉 실증 테스트베드 이용 설문 결과

(단위: 시간, 억원, %)

세세분류	월평균 이용시간	연평균 이용시간	연매출액 순증가분	부가가치율	부가가치액 순증가분
C20121	10	120	200	21	43
C26129	20	240	-	40	-
C29133	60	720	272	30	82
C29171	80	960	-	30	-
C29176	60	720	30	30	9
C29229	32	384	-	30	-
C30121	30	360	99	21	20
C30399	24	288	-	21	-
합계	316	3,792	601		155

자료: 연구진 작성

여기에 이용률 0.549(2,080시간/3,792시간)를 곱하여 부가가치 편익을 계산한 결과, 연간 85억원의 부가가치 편익이 도출되며, 이러한 편익이 30년간 유지된다고 가정할 경우 할인된 총 부가가치의 합은 약 1,017억원 수준이다.

〈표 VI-18〉 수소 저장·운송 실증 테스트베드 연간 발생 부가가치액

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 발생 부가가치액	할인된 부가가치액(2020년 기준)
2028	1년 차	8,498	5,975
2029	2년 차	8,498	5,718
2030	3년 차	8,498	5,472
2031	4년 차	8,498	5,236
2032	5년 차	8,498	5,011
2033	6년 차	8,498	4,795
2034	7년 차	8,498	4,588
2035	8년 차	8,498	4,391
2036	9년 차	8,498	4,202
2037	10년 차	8,498	4,021
2038	11년 차	8,498	3,848
2039	12년 차	8,498	3,682
2040	13년 차	8,498	3,523
2041	14년 차	8,498	3,372
2042	15년 차	8,498	3,227

〈표 VI-18〉의 계속

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 발생 부가가치액	할인된 부가가치액(2020년 기준)
2043	16년 차	8,498	3,088
2044	17년 차	8,498	2,955
2045	18년 차	8,498	2,827
2046	19년 차	8,498	2,706
2047	20년 차	8,498	2,589
2048	21년 차	8,498	2,478
2049	22년 차	8,498	2,371
2050	23년 차	8,498	2,269
2051	24년 차	8,498	2,171
2052	25년 차	8,498	2,078
2053	26년 차	8,498	1,988
2054	27년 차	8,498	1,903
2055	28년 차	8,498	1,821
2056	29년 차	8,498	1,742
2057	30년 차	8,498	1,667
합계		254,928	101,712

자료: 연구진 작성

다. 수소액화플랜트의 액체수소 공급 편익

앞서 살펴본 것과 같이 「수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)과 강원도 차량 등록 비중 등을 통해 추정된 2030년 강원지역의 수소차 수소 수요는 수소액화플랜트의 최대 생산 용량인 30톤/일을 넘어선다. 2030~2050년의 수소차 보급 성장률(연평균 약 7.89%)과 본 사업 내 실증 테스트베드의 목표 수소 사용량(250킬로그램(kg)/일)을 고려하여 추정한 2028년부터 2057년까지의 수소차 수소 수요량은 〈표 V-13〉에서 보인 바 있다. 여기서 2030년의 수요/공급 비중을 100%로 가정하면, 2028년과 2029년은 각각 88.2%, 95.7%로 도출된다.

따라서 액체수소 공급편익은 수요/공급 비중이 100%가 되지 않는 2028년과 2029년에는 각각 316억원, 342억원이 발생하며, 이후 수요/공급 비중이 100%를 초과함으로써 매년 358억원씩 발생한다. 이를 연간 할인율 4.5%를 적용하여 2020년 화폐가치로 할인하여 모두 합하면 약 4,243억원의 편익이 발생할 것으로 산출된다.

〈표 VI-19〉 액체수소 공급 편익

(단위: 백만원)

연도	연차	연간 액체수소 공급 편익	할인된 공급편익(2020년 기준)
2028	1년 차	31,571	22,200
2029	2년 차	34,248	23,046
2030	3년 차	35,783	23,042
2031	4년 차	35,783	22,049
2032	5년 차	35,783	21,100
2033	6년 차	35,783	20,191
2034	7년 차	35,783	19,322
2035	8년 차	35,783	18,490
2036	9년 차	35,783	17,694
2037	10년 차	35,783	16,932
2038	11년 차	35,783	16,203
2039	12년 차	35,783	15,505
2040	13년 차	35,783	14,837
2041	14년 차	35,783	14,198
2042	15년 차	35,783	13,587
2043	16년 차	35,783	13,002
2044	17년 차	35,783	12,442
2045	18년 차	35,783	11,906
2046	19년 차	35,783	11,393
2047	20년 차	35,783	10,903
2048	21년 차	35,783	10,433
2049	22년 차	35,783	9,984
2050	23년 차	35,783	9,554
2051	24년 차	35,783	9,143
2052	25년 차	35,783	8,749
2053	26년 차	35,783	8,372
2054	27년 차	35,783	8,012
2055	28년 차	35,783	7,667
2056	29년 차	35,783	7,337
2057	30년 차	35,783	7,021
합계		1,067,741	424,311

자료: 연구진 작성

라. 편익 종합

〈표 VI-20〉 편익 종합

(단위: 백만원)

연도	연차	할인된 편익 합계				
		산업진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트베드	액체 수소	총합
2028	1년 차	761	1,265	5,975	22,200	30,202
2029	2년 차	728	1,211	5,718	23,046	30,703
2030	3년 차	697	1,159	5,472	23,042	30,369
2031	4년 차	667	1,109	5,236	22,049	29,061
2032	5년 차	638	1,061	5,011	21,100	27,810
2033	6년 차	610	1,015	4,795	20,191	26,612
2034	7년 차	584	972	4,588	19,322	25,466
2035	8년 차	559	930	4,391	18,490	24,370
2036	9년 차	535	890	4,202	17,694	23,320
2037	10년 차	515	851	4,021	16,932	22,319
2038	11년 차	493	815	3,848	16,203	21,358
2039	12년 차	472	780	3,682	15,505	20,438
2040	13년 차	451	746	3,523	14,837	19,558
2041	14년 차	432	714	3,372	14,198	18,716
2042	15년 차	413	683	3,227	13,587	17,910
2043	16년 차	395	654	3,088	13,002	17,139
2044	17년 차	378	626	2,955	12,442	16,401
2045	18년 차	362	599	2,827	11,906	15,694
2046	19년 차	347	573	2,706	11,393	15,019
2047	20년 차	332	548	2,589	10,903	14,372
2048	21년 차	317	525	2,478	10,433	13,753
2049	22년 차	304	502	2,371	9,984	13,161
2050	23년 차	291	480	2,269	9,554	12,594
2051	24년 차	278	460	2,171	9,143	12,052
2052	25년 차	266	440	2,078	8,749	11,533
2053	26년 차	255	421	1,988	8,372	11,036
2054	27년 차	244	403	1,903	8,012	10,561
2055	28년 차	233	386	1,821	7,667	10,106
2056	29년 차	223	369	1,742	7,337	9,671
2057	30년 차	214	353	1,667	7,021	9,254

자료: 연구진 작성

종합하여 본 사업을 통해 발생할 수 있는 편익의 추정 결과를 각각 살펴보면, 수소 저장·운송 산업진흥센터에 입주함으로써 발생하는 부가가치 편익의 현재가치로 할인된 총합은 약 130억원, 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 활용함으로써 발생하는 부가가치 편익은 약 215억원으로 산출되었다. 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 시설 및 장비를 이용함으로써 발생하는 부가가치 편익은 약 1,017억원, 마지막으로 기체수소와 액체수소의 충전소 단에서의 가격 차이를 반영한 액체수소 공급 편익은 약 4,243억원으로 산출되었다.

VII. 경제성 분석

1. 경제성 분석 개요

가. 경제적 분석의 의의 및 기법

경제성 분석은 사업에서 고려되고 있는 각 대안별 수요를 기초로 하여 대안별로 비용과 편익을 분석하고 경제적으로 사업의 시행이 타당한지를 알아보는 것이다. 경제성에 관한 분석은 일단 그 사업이 어느 정도의 경제적 가치가 있는 사업인지를 파악할 수 있도록 함으로써 사업에 대한 정확한 이해를 돕게 된다. 나아가 사업의 경제성에 대한 정보는 정책적 차원의 분석에 있어서 가장 기본적이고 필수적인 자료로 활용된다. 비용/편익 분석방법은 계량화가 불가능한 항목을 분석에 포함시키지 못하고, 편익의 배분 문제를 고려하지 못한다는 단점이 있지만, 평가 과정에서 비교적 객관성을 유지할 수 있다는 장점이 있다.

경제성 평가는 편익/비용 비율(B/C, Benefit/Cost Ratio), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return), 순현재가치(NPV, Net Present Value) 등의 계산을 통하여 사업의 경제성·재무성을 파악하는 과정이다. 또한 경제성 분석에 사용된 각종 추정치의 오차를 보완하기 위하여 주요 변수의 변화가 경제성에 미치는 영향에 대한 민감도 분석을 수행한다.

경제성 분석은 본 조사 착수 시점의 전년도를 평가의 기준 연도로 정의하여 모든 편익과 비용을 추정하는 것이 일반적이다. 본 조사에서는 착수 시점의 전년도인 2020년을 기준 연도로 하여, 모든 편익 및 비용 관련 단위 가격을 산정하여 경제성 분석을 수행하였다.

나. 분석방법

경제적 타당성을 평가하는 분석기법으로는 편익/비용 비율(B/C), 내부수익률(IRR), 순현재가치(NPV) 등이 있는데, 일반적으로 이해가 용이하고, 사업규모의 고려가 가능한 편익/비용 분석 기법을 많이 사용한다. 편익/비용 비율, 순현재가치, 내부수익률은 그 분석 기법마다의 장단점을 가지고 있고, 어느 한 기법만을 가지고 사업의 경제적 타당성을 판단하기

에는 적당하지 않은 경우가 자주 있으므로 복수의 분수 기법을 활용하여 경제적 타당성을 분석한다. 각 평가지표의 장·단점 등을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

〈표 VII-1〉 경제성 분석 기법의 비교

분석기법	장점	단점
편익/비용 비율	- 이해 용이 - 사업규모 고려 가능 - 비용편익 발생기간의 고려	- 편익과 비용의 명확한 구분 곤란 - 상호배타적 대안 선택의 오류 발생 가능 - 사회적 할인율의 파악
내부수익률	- 사업의 수익성 측정 가능 - 타 대안과 비교가 용이 - 평가과정과 결과 이해가 용이	- 사업의 절대적 규모를 고려하지 않음 - 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내재
순현재가치	- 대안 선택 시 명확한 기준 제시 - 장래 발생 편익의 현재가치 제시 - 한계 순현재가치 고려 - 타 분석에 이용 가능	- 할인율의 분명한 파악 - 이해의 어려움 - 대안 우선순위 결정 시 오류 발생 가능

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021 등을 바탕으로 재작성

1) 편익/비용(B/C) 비율

편익/비용 비율이란 운영 후 연도별 발생하는 편익과 투입되는 비용(사업비 및 유지관리 비)을 적정 할인율로 할인하여 기준연도 가격으로 환산한 금액의 비율을 말한다. 일반적으로 (편익/비용 비율)≥1이면 경제성이 있다고 판단한다.

$$\text{편익/비용 비율}(B/C) = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

여기서, B_t : 편익의 현재가치
 C_t : 비용의 현재가치
 r : 할인율(이자율)
 n : 내구 연도(분석 연도)

그러나 편익/비용 비율(B/C ratio)은 사업의 비용 1단위당 편익이 얼마인가를 보여주는 것이므로 자연히 소규모 사업이 상대적으로 높은 편익/비용 비율을 갖게 되는 경우가 많으며 비용과 편익을 명확히 구분하기 어려울 때가 많다. 따라서 사업의 우선순위를 결정하는데 있어 편익/비용 비율 기준만으로 큰 의미가 있다고는 할 수 없다.

2) 내부수익률

내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)은 현재가치로 환산한 편익과 비용의 값이 같아지는 할인율 r 을 구하는 방법으로 일반적으로 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단한다.

$$\text{내부수익률(IRR): } \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t : 편익의 현재가치
 C_t : 비용의 현재가치
 r : 할인율(이자율)
 n : 내구 연도(분석 연도)

3) 순현재가치

순현재가치란 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인하여 총편익에서 총비용을 차감한 값이며 (순현재가치) ≥ 0 이면 경제성이 있다고 판단한다.

$$\text{순현재가치(NPV)} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t : 편익의 현재가치
 C_t : 비용의 현재가치
 r : 할인율(이자율)
 n : 내구 연도(분석 연도)

다. 분석의 주요 전제

1) 사회적 할인율

경제성 분석에 있어서 비용과 편익은 ‘사회적 비용 및 편익’을 의미한다. 따라서 본 사업 추진에 소요되는 사업비는 물론 추정된 편익 발생을 위해 소요되는 정부, 민간의 모든 명시적 암묵적 비용을 분석에 포함한다. 여러 기간에 걸쳐 발생하는 비용과 편익을 비교하기

위해서는 사회적 할인율을 통해 기준시점의 가격으로 환산하여야 한다. 『예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)에서는 사회적 할인율(불변가격 기준)로 5.5%를 제시하고 있으나 2017년 9월 사회적 할인율이 기존의 5.5%에서 4.5%로 수정 고시됨에 따라 본 조사에서는 경제적 분석을 위한 사회적 할인율로 4.5%를 적용하였다.

사회적 할인율은 통상 시장이자율보다 낮은 수준으로 책정되는데 그 이유는 사회적 할인율을 사용하여 사업 타당성을 평가하는 주체가 주로 정부이며 정부로서는 미래 사업의 중요성이 더 높게 평가되어야 하기 때문이다.

2) 분석 기준 시점 및 대상 기간

『예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)에서는 할인되는 분석의 기준일을 해당 사업의 조사 착수 연도의 전년도 말로 하도록 제시되어 있다. 따라서 본 조사에서는 착수 시점이 2021년이므로 2020년 말을 기준시점으로 하여 경제성 분석을 수행하였다. 경제성 분석에서는 장래에 발생하는 편익과 비용의 크기를 모두 기준 연도 시점의 불변가격으로 추정하게 되므로 본 조사에서는 『예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)를 참조하여 경제성 분석의 각 연도별 비용과 편익은 2020년도 말 기준 불변가격으로 산정하였다.

비용과 편익의 발생 대상 기간은 조성기간 5년(2023~2027년) 및 그 이후 운영기간 30년(2028~2057년)으로 설정하여 적용하였다.

3) 인플레이션

경제성 분석에 있어서 비용 및 편익은 장기간에 걸쳐 발생하므로 분석기간 동안의 인플레이션 발생에 따른 영향을 어떻게 처리할지에 대해 결정하여야 한다. 본 조사에서는 『예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)에 따라 비용 및 편익을 불변가격으로 측정하기 때문에 인플레이션으로 인한 영향은 발생하지 않게 된다.

4) 잔존가치

잔존가치란 어떤 자산의 내용연수가 만료되는 시점에서 남아 있는 자산적 가치로 해당 사업 목적으로 사용될 수 없으나 기타 목적으로 매각·처분하여 얻을 수 있는 가치를 의미

한다. 토지의 경우 실제 토지매입비가 발생하지 않더라도 기회비용 측면에서 비용으로 반영하며, 잔존가치도 반영하여야 한다. 일반적으로 산업단지 개발사업의 경우 토지의 내용 연수는 무한대이므로 재투자 대상에서는 제외하고 감가상각을 고려하지 않으며, 최종연도에 잔존가치로 계상한다. 따라서 본 조사의 경제성 분석에서도 토지의 잔존가치는 지장물 보상비를 제외한 용지보상비만을 분석하고 최종연도 말에 음(-)의 비용으로 반영한다.

5) 이전지출

이전지출(transfer payment)이란 재화 및 서비스의 구입 등 반대급부를 기대하는 지출이 아닌 단순한 소득(구매력)의 이전을 의미하며, 각종 세금 및 정부보조금, 은행이자비용 등이 이에 포함된다. 본 조사에서는 『예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)에 제시되어 있듯이 경제성 분석 시 세금 등 이전지출 비용을 순수한 경제적 비용으로 간주하는 것은 타당하지 않다. 즉 이전지출은 한 곳에서 다른 곳으로 이전하는 지출이므로 경제성 분석에서는 국가 재원에 아무런 영향을 미치지 않기 때문이다.

2. 경제성 분석

가. 경제성 분석 가정

첫째, 경제성 분석의 모든 비용과 편익은 2020년도 불변가격으로 산정하며, 둘째, 사업 기간 2023~2027년(5년), 운영기간 2028~2057년(30년)을 가정하여 분석한다. 셋째, 본 연구에서는 관련 지침을 참조하여 사회적 할인율 4.5%를 적용한다. 넷째, 본 사업 시행을 통해 발생하는 경제적 편익만을 대상으로 하여 추정한다.

나. 경제성 분석 결과

1) 비용편익 분석결과 종합

〈표 Ⅶ-2〉 현재가치화된 연차별 비용 및 편익(전체)

(단위: 백만원)

구분	비용											편익				
	총사업비						클러스터 운영비	수소액화 플랜트 운영비	재투자비	신규투자 인건비	합계	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트 베드	액체 수소	합계
	공사비	보상비	부대비	장비비	예비비	전담기관 운영비										
2023년	-	9,552	6,042	844	1,644	20	-	-	-	-	18,103	-	-	-	-	-
2024년	15,323	-	773	32,631	4,873	345	398	-	-	-	54,343	-	-	-	-	-
2025년	36,038	-	1,818	52,043	8,990	551	1,144	-	-	-	100,582	-	-	-	-	-
2026년	29,161	-	1,471	19,921	5,055	211	1,641	-	-	-	57,460	-	-	-	-	-
2027년	8,332	-	420	-	875	-	1,745	8,732	-	-	20,104	-	-	-	-	-
2028년	-	-	-	-	-	-	2,205	14,261	-	280	16,746	761	1,265	5,975	22,200	30,202
2029년	-	-	-	-	-	-	2,110	14,753	-	268	17,130	728	1,211	5,718	23,046	30,703
2030년	-	-	-	-	-	-	2,019	14,724	-	256	16,999	697	1,159	5,472	23,042	30,369
2031년	-	-	-	-	-	-	2,370	14,090	-	245	16,705	667	1,109	5,236	22,049	29,061
2032년	-	-	-	-	-	-	2,268	13,483	-	235	15,986	638	1,061	5,011	21,100	27,810
2033년	-	-	-	-	-	-	2,170	12,902	78	225	15,375	610	1,015	4,795	20,191	26,612
2034년	-	-	-	-	-	-	2,077	12,347	3,013	215	17,651	584	972	4,588	19,322	25,466
2035년	-	-	-	-	-	-	1,987	11,815	4,805	206	18,814	559	930	4,391	18,490	24,370
2036년	-	-	-	-	-	-	1,902	11,306	1,839	197	15,244	535	890	4,202	17,694	23,320
2037년	-	-	-	-	-	-	1,820	10,820	0	197	12,836	515	851	4,021	16,932	22,319
2038년	-	-	-	-	-	-	2,070	10,354	0	188	12,611	493	815	3,848	16,203	21,358

〈표 VII-2〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	비용											편익				
	총사업비						클러스터 운영비	수소액화 플랜트 운영비	재투자비	신규투자 인건비	합계	산업 진흥센터	안전성 시험센터	실증 테스트 베드	액체 수소	합계
	공사비	보상비	부대비	장비비	예비비	전담기관 운영비										
2039년	-	-	-	-	-	-	1,980	9,908	-	180	12,068	472	780	3,682	15,505	20,438
2040년	-	-	-	-	-	-	1,895	9,481	-	172	11,549	451	746	3,523	14,837	19,558
2041년	-	-	-	-	-	-	1,814	9,073	-	165	11,051	432	714	3,372	14,198	18,716
2042년	-	-	-	-	-	-	1,735	8,682	-	158	10,576	413	683	3,227	13,587	17,910
2043년	-	-	-	-	-	-	1,661	8,308	350	151	10,470	395	654	3,088	13,002	17,139
2044년	-	-	-	-	-	-	1,589	7,950	13,530	145	23,215	378	626	2,955	12,442	16,401
2045년	-	-	-	-	-	-	1,521	7,608	21,579	138	30,847	362	599	2,827	11,906	15,694
2046년	-	-	-	-	-	-	1,455	7,281	8,260	132	17,128	347	573	2,706	11,393	15,019
2047년	-	-	-	-	-	-	1,393	6,967	-	127	8,486	332	548	2,589	10,903	14,372
2048년	-	-	-	-	-	-	1,333	6,667	-	121	8,121	317	525	2,478	10,433	13,753
2049년	-	-	-	-	-	-	1,275	6,380	-	116	7,771	304	502	2,371	9,984	13,161
2050년	-	-	-	-	-	-	1,220	6,105	-	111	7,437	291	480	2,269	9,554	12,594
2051년	-	-	-	-	-	-	1,168	5,842	-	106	7,116	278	460	2,171	9,143	12,052
2052년	-	-	-	-	-	-	1,117	5,591	-	102	6,810	266	440	2,078	8,749	11,533
2053년	-	-	-	-	-	-	1,069	5,350	32	97	6,549	255	421	1,988	8,372	11,036
2054년	-	-	-	-	-	-	1,023	5,120	1,249	93	7,485	244	403	1,903	8,012	10,561
2055년	-	-	-	-	-	-	979	4,899	1,993	89	7,960	233	386	1,821	7,667	10,106
2056년	-	-	-	-	-	-	937	4,688	763	85	6,473	223	369	1,742	7,337	9,671
2057년	-	-2,139	-	-	-	-	897	4,486	-11,559	82	-8,233	214	353	1,667	7,021	9,254

자료: 연구진 작성

〈표 Ⅶ-3〉 비용 및 편익 흐름

(단위: 백만원)

연도	비용		편익		순편익 현재가치
	불변가치합	현재가치합	불변가치합	현재가치합	
2023	20,658	18,103	-	-	-18,103
2024	64,805	54,343	-	-	-54,343
2025	125,344	100,582	-	-	-100,582
2026	74,828	57,460	-	-	-57,460
2027	27,359	20,104	-	-	-20,104
2028	23,814	16,746	42,950	30,202	13,456
2029	25,457	17,130	45,627	30,703	13,573
2030	26,399	16,999	47,162	30,369	13,370
2031	27,110	16,705	47,162	29,061	12,356
2032	27,110	15,986	47,162	27,810	11,824
2033	27,248	15,375	47,162	26,612	11,237
2034	32,690	17,651	47,162	25,466	7,815
2035	36,410	18,814	47,162	24,370	5,556
2036	30,830	15,244	47,162	23,320	8,076
2037	27,128	12,836	47,168	22,319	9,483
2038	27,852	12,611	47,168	21,358	8,746
2039	27,852	12,068	47,168	20,438	8,370
2040	27,852	11,549	47,168	19,558	8,009
2041	27,852	11,051	47,168	18,716	7,664
2042	27,852	10,576	47,168	17,910	7,334
2043	28,816	10,470	47,168	17,139	6,668
2044	66,765	23,215	47,168	16,401	-6,814
2045	92,707	30,847	47,168	15,694	-15,152
2046	53,794	17,128	47,168	15,019	-2,110
2047	27,852	8,486	47,168	14,372	5,885
2048	27,852	8,121	47,168	13,753	5,632
2049	27,852	7,771	47,168	13,161	5,389
2050	27,852	7,437	47,168	12,594	5,157
2051	27,852	7,116	47,168	12,052	4,935
2052	27,852	6,810	47,168	11,533	4,723
2053	27,990	6,549	47,168	11,036	4,487
2054	33,432	7,485	47,168	10,561	3,075

〈표 VII-3〉의 계속

(단위: 백만원)

연도	비용		편익		순편익 현재가치
	불변가치합	현재가치합	불변가치합	현재가치합	
2055	37,152	7,960	47,168	10,106	2,146
2056	31,572	6,473	47,168	9,671	3,198
2057	-41,961	-8,233	47,168	9,254	17,487

자료: 연구진 작성

2) 비용편익 분석결과 요약

〈표 VII-4〉 비용편익 분석결과 요약

(단위: 백만원)

구분	총 비용(PV)	총 편익(PV)	B/C	순편익(NPV)
현재가치	619,570	560,554	0.90	-59,016

자료: 연구진 작성

3) 수소 수요 변동에 따른 경제성 분석 결과

수소차 보급 속도가 기존 정부 계획에 미치지 못하고 있는 시점에서, 본 조사에서 추정 한 2030년 기준 강원지역의 30톤/일 이상의 수소 수요는 정부 계획에 근거한 수치일지라도 그 불확실성이 매우 높은 상황이다. 따라서 〈표 VII-5〉에는 강원지역의 수소 수요가 10톤/일, 20톤/일, 30톤/일일 때의 경제성 분석 결과를 제시하였다.

앞서 기술한 바와 같이, 액체수소가 기체수소 대비 비용 우위를 가지는 이유는 액화과정에서 수소의 부피가 줄어들므로써 발생하는 단위당 운송 및 충전소 비용 하락 때문이다. 단위당 비용이기 때문에 생산량이 줄어들수록 액체수소의 비용 우위는 작아진다고 할 수 있으며 이는 수소 수요에 따라 액화수소와 기체수소 간의 가격 차이가 변화함을 의미한다.

〈표 VII-5〉 수소 수요 변동에 따른 경제성 분석 결과

(단위: 톤/일, 원/kg, 백만원, %)

수소 수요	기체수소-액체수소 충전소단 가격차이	B/C	NPV	IRR
10	3,063	0.60	-178,517	-2.31
20	3,189	0.77	-123,343	0.21
30	3,313	0.90	-59,016	2.63

자료: 연구진 작성

3. 민감도 분석

『예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)에서는 편익과 비용 산정을 통한 경제성 분석에는 실질 사회적 할인율, 비용 및 편익 추정치 등 미래에 대한 불확실성이 존재하므로 민감도 분석(sensitivity analysis)을 반드시 시행하도록 제시하고 있다. 민감도 분석(sensitivity analysis)이란 공공투자 사업에서 불확실한 외생 요인의 변화가 해당 사업의 경제성에 어떤 영향을 미치는가를 검토하는 것을 의미하여 이러한 요인들로는 할인율의 변화, 비용의 변화, 편익의 변화 등이 있다.

따라서 본 조사에서도 경제성 분석 결과에 영향을 미치는 비용, 편익, 사회적 할인율과 같은 주요 변수를 중심으로 민감도 분석을 수행함으로써 향후 상황 변화에 따른 경제성 분석 결과가 어떻게 변화할 수 있는지 살펴볼 필요가 있다. 민감도 분석은 비용, 편익, 그리고 사회적 할인율이 변화했을 때, 경제성 분석의 결과가 변화에 대해 대략적으로 설명해 준다. 본 조사에서는 검토안의 비용과 편익의 $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ 변화에 대해, 그리고 사회적 할인율 4.5%에서 $\pm 1\%$, $\pm 2\%$ 변화에 대해 민감도 분석을 수행하였다.

〈표 VII-6〉 민감도 분석 결과

(단위: %, 백만원, %)

	변화율	B/C	NPV	IRR
비용	-20	1.13	64,898	6.72
	-10	1.01	2,941	4.60
	0	0.90	-59,016	2.63
	10	0.82	-120,973	0.77
	20	0.75	-182,930	-1.04
편익	-20	0.72	-171,127	-1.92
	-10	0.81	-115,071	0.56
	0	0.90	-59,016	2.63
	10	1.00	-2,961	4.41
	20	1.09	53,095	5.99
사회적 할인율	2.5	1.01	5,617	2.63
	3.5	0.95	-31,942	
	4.5	0.90	-59,016	
	5.5	0.86	-78,417	
	6.5	0.81	-92,167	

자료: 연구진 작성

VIII. 정책성 분석

1. 정책성 분석의 체계

정책성 분석은 경제성 분석에는 포함되지 않으나 사업의 타당성을 평가하는 데 고려하여야 할 평가요소들을 포함한다. 경제성 분석은 사업 시행으로 인한 국민 경제적 효과를 계량화하고 비용편익 분석의 틀을 이용하여 그 결과를 도출한다. 한편 정책성 분석은 사업 시행으로 인한 사회적 편익 또는 비용 중에서 계량화하여 비용편익 분석의 틀 속에 포함시킬 수는 없으나 사업의 시행 여부를 판단하는 데 있어서 고려하여야 할 평가요소들에 대한 분석을 포함한다.

기획재정부는 2019년 5월에 「예비타당성조사 운용지침」과 「예비타당성조사 수행 총괄지침」의 개정을 통해 전반적인 정책성 분석 체계를 개편하였다. 금회 개편은 국민 삶의 질에 기여하는 사회적 가치를 평가에 반영하고, 전문가 평가나 모든 사업에 적용할 실익이 적은 항목들을 조정함으로써 보다 실질적인 정책성 평가가 이루어지도록 함을 목적한다. 이에 따라 2019년 제1회 예비타당성조사부터는 정책성 분석 평가항목을 사업추진 여건, 정책효과(사회적 가치), 특수평가항목(선택) 총 3개의 항목으로 범주화하여 평가구조를 설정하고 있다.

사업추진 여건은 정책 일치성 등 내부 여건, 지역주민 사업태도 등 외부여건 등의 세부 항목으로 구성된다. 정책 일치성 등 내부여건은 상위계획 반영 여부나 정책 방향과의 일치성 등을 검토하며, 지역주민 사업태도 등 외부여건은 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등여부 등을 검토하여 평가한다.

정책효과는 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가 등의 세부 항목으로 구성된다. 일자리 효과는 사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등을 통해 평가할 수 있다. 생활여건 영향은 사업추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안정성 영향, 공동체 복원 영향 등을 검토할 수 있으며, 환경성 평가는 사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등을 검토하여 평가할 수 있다. 안전성 평가는 재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에

대한 효과, 사업추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등을 통해 평가가 가능하다. 단 정책효과는 주무부처가 제출한 자료의 내용을 기초로 하여 검토해야 한다.

특수평가항목은 정책성 분석을 수행함에 있어 개별 사업의 특성을 고려할 필요가 있을 경우에 선택적으로 적용할 수 있는데, 재원조달 위험성, 문화재 가치 등의 세부 항목으로 구성될 수 있다. 재원조달 위험성은 운영비 조달 위험성이 있는 사업에 대해 위험정도를 평가하여 평가 점수를 부여하거나 원인자 부담 등으로 해당 사업에 대한 재원이 기 확보된 사업에 대해 총사업비 대비 기 확보된 재원 규모를 고려하여 평가 점수를 부여함으로써 평가해 볼 수 있다. 문화재 가치는 국가·시도 지정문화재가 다수 분포하는 문화유적지 등 고려가 필요한 사업에 대해 문화재 가치를 고려하여 평가점수를 부여함으로써 평가할 수 있다.

정책성 분석의 중분류 및 세부 평가항목은 <표 VIII-1>과 같다. 본 조사에서는 사업추진여건, 정책효과를 중심으로 검토하였으며, 별도의 특수평가항목으로 재원조달 위험성을 검토하였다.

<표 VIII-1> 정책성 분석 세부 평가항목 개요

중분류	세부 항목	평가 내용	비고
사업추진 여건 (제58조)	정책 일치성 등 내부 여건	상위계획 반영 여부, 정책 방향과의 일치성 등	
	지역주민 사업태도 등 외부 여건	지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등 여부 등	
정책효과 (제59조)	일자리 효과	사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발 효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등	긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토
	생활여건 영향	사업추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안정성 영향, 공동체 복원 영향 등	
	환경성 평가	사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등	
	안전성 평가	재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등	
특수평가 항목 ¹⁾ (제61조)	재원조달 위험성	운영비 조달 위험성, 총사업비 대비 원인자부담 등으로 기확보된 재원규모	개별사업의 특성을 고려할 필요가 있을 경우 반영
	문화재 가치	국가·시도 지정문화재가 다수 분포하는 문화유적지 등 고려	
	기타	기타 개별사업 특수성 고려	

주: 1) 특수평가항목은 사업의 개별 특성에 따라 선택적 적용

자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

2. 사업추진 여건

가. 정책 일치성 등 내부여건

1) 개요

대형 공공투자사업의 경우 예비타당성조사 대상사업으로 선정되기까지 중앙정부 혹은 지방자치단체의 계획 과정을 여러 차례 거치게 된다. 사업의 추진주체는 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책 방향이나 국민들의 요구 등에 의해 사업의 필요성을 인지하고 장기간에 걸쳐 구체적인 사업계획을 수립해 나아간다. 공공투자사업의 추진 여부를 판단할 때, 사업 추진주체가 얼마나 체계적으로 해당 사업을 계획하고 추진해 왔는지를 고려하는 것은 중요하다. 이는 곧 해당 사업의 상위 및 관련 계획 반영 여부나 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책 방향과의 일치성 검토, 사업의 준비 정도 등으로 평가할 수 있는데, 예비타당성조사에서는 이를 ‘정책 일치성 등 내부여건’에 대한 평가라 칭하고 있다.

상위계획 반영 여부는 해당 사업의 법적, 정책적 추진근거 등을 토대로 최상위계획, 상위계획, 관련 계획으로 분류하여 평가할 수 있다. 이러한 분류는 법적인 분류라기보다는 평가의 편의성과 수월성을 제고하기 위한 분류이다. 최상위계획과 상위계획은 둘 다 관계 법령 및 중앙정부 차원에서의 전국단위 계획이지만, 부처 또는 부문을 포괄하는 통합 계획이면 최상위계획, 그렇지 않으면 상위계획으로 구분하였다. 한편 관련 계획은 중앙정부 및 지방자치단체, 기타 유관기관의 자체 계획이다. 이외에도 해당 사업과 직접적인 관련이 없지만 사업의 추진 및 운영 과정에서 밀접한 관련을 갖고 있는 중앙정부, 지방자치단체, 공공기관 등의 계획을 검토하여 평가 유무를 판단할 수 있다. 사업계획에 상위계획 및 관련 계획이 적절히 반영되어 있다는 것은 해당 사업이 추진 주체에 의하여 정책 목표에 부합하는 방향으로 체계적으로 관리되어 있음을 의미하고, 이는 곧 해당 사업이 정책의 일치성을 확보하고 있음을 시사한다.

다만 기존에 수립된 장기계획이 시간의 경과에 따라 정책 방향이 선회함으로써 유효성이 낮아진 경우가 발생할 수 있음을 유의해야 한다. 따라서 상위계획 및 관련 계획의 반영 여부와 함께 해당 사업이 중앙정부 혹은 지방자치단체의 최근 정책 방향에 부합하는지도 살펴볼 필요가 있다. 상위 및 관련 계획에 명시적으로 반영되어 있다고 하더라도 중앙정부 혹은 지방자치단체에서 설정한 정책 목표(방향)가 개별 사업의 추진 우선순위를 결정하는데 현실적으로 영향을 미치기 때문이다. 반대로 예비타당성조사 시점에는 상위 및 관련 계

획에 명시적으로 반영되어 있지 않더라도 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책 목표 변화에 따라 우선적으로 추진되는 사업도 존재할 수 있다. 다만 향후 해당 사업의 상위 및 관련 계획 반영 가능성에 대하여 확인이 필요할 것이다. 이와 같은 상황을 종합적으로 고려하여 정책 일치성 등 내부여건을 검토해야 한다.

사업의 준비 정도는 해당 사업에 대한 계획의 구체성, 인력 및 재원의 투입 정도 등 사업 추진의 구체성을 판단한다. 따라서 주무부처는 사업 구상에서 대상사업의 입지, 사업수행의 목적, 효과, 추진전략, 추정 사업비, 사업추진의 파급 효과 등을 제시하여야 한다. 사업의 준비 정도가 높을수록 사업의 목적 등이 정책방향과 부합하고, 해당 사업에 대한 높은 추진의지를 반영하는 것으로도 해석할 수 있을 것이다. 다만 모든 사업에 대하여 사업의 준비 정도를 평가할 필요성은 없다. 예로 들어 국도건설사업의 경우 사업구간이 결정되면 사업의 내용이 큰 변동이 없고, 지방국토관리청이라는 상시적인 사업추진 주체를 보유하고 있는 경우 사업의 준비 정도가 평가의 큰 요인이 되지 않을 수 있다. 그러나 문화시설 등 사업 내용이 특수한 사업의 경우 구체적인 사업 구상이 필요하다.

결과적으로 본 사업의 내부여건 검토에서는 ‘해당 사업의 상위계획 및 관련 계획 반영 여부’와 ‘중앙정부 혹은 지방자치단체 정책 방향과의 일치성’에 대한 검토 결과를 종합적으로 고려하고, 이어서 사업의 준비 정도를 검토하였다. 본 조사에서 검토한 상위 및 관련 계획을 이상의 분류 조건(기준)에 따라 분류한 결과는 <표 VIII-2>와 같다.

〈표 VIII-2〉 계획의 분류

구분	근거법 및 최상위계획	상위계획	관련 계획
조건	관계법령 존재 중앙정부 계획 전국단위 계획 부문 간 통합 계획	관계법령 존재 중앙정부 계획 전국단위 계획	중앙정부 계획 지방자치단체 계획 기타 유관 계획
해당 계획	「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」(2021. 2.) 「산업기술혁신 촉진법」 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」	「윤석열 정부 국정과제」(국정목표2-약속04-국정과제21) 「제1차 수소경제 이행 기본계획」(2021. 11.) 「수소경제 활성화 로드맵」(2019. 1.) 「수소기술개발 로드맵」(2019. 10.) 「제3차 에너지 기본계획」(2019. 6.) 「2050 탄소중립 추진전략」(2020. 12.)	〈중앙정부 계획〉 「수소경제 표준화 전략 로드맵」(2019. 4.) 「수소 안전관리 종합대책」(2019. 12.) 〈지방자치단체 계획〉 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(2021. 5.) - 강원도 지역혁신 성장계획(2020. 1.) - 강원비전 2040(2018. 1.)

자료: 연구진 작성

정책 방향과의 일치성은 사업을 추진하는 중앙정부의 입장과 사업대상지를 관할하는 지방자치단체의 입장에서 각각 살펴보는 것이 필요하다. 중앙정부의 사업 추진이 해당 지방자치단체의 정책 방향과 일치하지 않을 수 있기 때문에 정책 방향의 일치성에는 사업대상지가 속한 지방자치단체의 정책 방향을 고려해야 할 것이다. 정책 방향의 일치성 분류는 [그림 VIII-1]과 같다. 해당 사업의 정책 방향과 일치하는지 여부에 따라 ‘일치’ 혹은 ‘불일치’로 나누고 각각에 대해 ‘완전하게’, ‘전반적으로’, ‘부분적으로’로 구분하여 서술해 볼 수 있다. 이와 같은 방식을 통해 모호하게 의견이 개진되는 것을 막고 좀 더 분명한 의사 표현이 될 수 있도록 유도하는 방향으로 나아갈 필요가 있을 것이다.

[그림 VIII-1] 정책 방향의 일치성 분류



자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

2) 정책 일치성 등 내부여건 검토 결과

가) 상위·관련 계획 및 정책방향과의 일치성

우선 본 사업 추진을 위한 근거 법령과 상위 및 관련 계획 반영 여부를 확인하고, 중앙정부 및 지방자치단체의 정책방향과의 일치성을 검토하였다. 본 사업은 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률(이하 수소법)」, 「산업기술혁신 촉진법(이하 산업기술혁신법)」, 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률(이하 산업집적법)」 등에 근거하여 추진되는 사

업이다. 법령의 상세한 내용은 제1장 제2절에서 기술하였다.

중앙정부 및 지방자치단체의 정책방향과의 일치성 검토를 위해 상위계획으로 「윤석열 정부 120대 국정과제」(제20대 대통령실, 2022), 「제1차 수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021), 「수소경제 활성화 로드맵」(관계부처 합동, 2019), 「수소기술개발 로드맵」(관계부처 합동, 2019), 「제3차 에너지 기본계획」(산업통상자원부, 2019), 「2050 탄소중립 추진전략」(관계부처 합동, 2020)을 검토하였다. 관련계획으로는 중앙정부의 「수소경제 표준화 전략 로드맵」(산업통상자원부, 2019), 「수소 안전관리 종합대책」(산업통상자원부, 2019)과 지방자치단체의 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(강원도, 2021), 강원도 지역혁신 성장계획(강원도, 2020), 『강원비전 2040』(강원도, 2018)을 검토하였다.

「윤석열 정부 120대 국정과제」(제20대 대통령실, 2022)는 윤석열 정부가 임기 중에 중점적으로 추진하겠다고 선언한 국가경영전략을 구체화하여 선정한 120개의 국정과제를 포함하고 있다. 이중 국정목표2-약속04-국정과제21에 해당하는 ‘에너지 안보 확립 및 에너지 신산업신시장 창출’은 본 사업과 연계되어 있다고 할 수 있다. 본 국정과제는 에너지 수요관리 혁신과 함께 재생에너지, 수소 등 다양한 에너지원의 확대를 통해 에너지 자급률 제고 및 산업 일자리 창출을 목적으로 하고 있으며 구체적으로 수소와 관련하여서는 자원 안보의 범위를 수소, 핵심광물 등으로 확대, 안정적 청정수소 생산·공급기반을 마련하여 세계 1등 수소산업 육성 등을 추진할 것을 명시하였다. 따라서 본 사업은 국정과제 중 특히 수소의 공급기반과 직접적으로 연계되어 있다고 할 수 있다.

「제1차 수소경제 이행 기본계획」(관계부처 합동, 2021)은 「수소법」에 근거한 수소분야 법정계획으로 공급계획, 제도운영, 자원조달, 기반조성 방안을 포괄하고, 중장기 정책 비전·목표, 투자 및 제도 개선방향을 제시하고 있다. 특히 (전략4) 생태계 기반강화의 (전략과제 5) 수소 클러스터·도시·규제특구 확산에는 강원도에 수소액화플랜트 구축(30톤/일) 등 액화수소공급 기반 조성 및 산업진흥센터, 안전성 시험센터 등 산업진흥기반을 2027년에 구축할 것을 명시하여 본 사업 계획이 직접적으로 반영되어 있음을 확인할 수 있다.

「수소경제 활성화 로드맵」(관계부처 합동, 2019)은 2040년까지 수소경제 활성화를 위한 수소 생산·저장·운송·활용 전 분야를 아우르는 정책 방향, 목표, 추진전략을 제시하고 있다. 이중 저장 및 운송과 관련하여서는 ‘(저장) 고압기체 외에 고효율 액체·액상·고체 저장으로 다양화’, ‘(운송) 파이프라인 전국망 구축, 수소운반선 등 대규모 유통 추진’을 명시하였으며, 수소산업생태계와 관련하여 기술혁신, 표준화, 법적기반, 전문인력, 기반조성, 국제협력

등을 명시하였다. 이중 ‘(저장) 고압기체 외에 고효율 액체·액상·고체 저장으로 다양화’와 ‘산업생태계의 기술혁신, 표준화, 전문인력, 기반조성’은 본 사업과 직접적으로 연계되어 있다고 볼 수 있다.

「수소기술개발 로드맵」(관계부처 합동, 2019)은 수소에너지 분야 국내 기술경쟁력의 제고를 통해 수소경제 이행을 뒷받침하고자 범부처 기술개발 로드맵 수립 추진 및 분야별 이슈, 핵심기술 개발전략을 제시하고 있다. 이중 수소 저장·운송 기술개발은 운송비용 절감, 대용량 수소 저장·운송 기술 확보를 추진과제로 제시하고 있다.

「제3차 에너지 기본계획」(산업통상자원부, 2019)은 국가의 에너지 정책의 근거가 되는 최상위 법정계획으로 2040년까지의 에너지 정책의 방향을 제시하고 있다. 본 계획에서는 수소와 관련하여 (중점과제 4) 에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화에서 세계 최고 수준의 수소활용 환경 조성, 안정적이고 보편적인 수소공급 시스템 확충, 수소경제 선도를 위한 생태계 조성, 수소경제 전주기 안전관리 체계 확립을 제시하고 있으며, (중점과제 5) 에너지 전환을 위한 기반 구축에서는 기업의 수요를 반영한 산학 협력 프로젝트를 수행하고, 참여 기업은 기술적 애로사항 해소와 함께 연구역량을 제고할 것을 명시하고 있다.

「2050 탄소중립 추진전략」(관계부처 합동, 2020)은 2050 탄소중립을 달성하기 위한 정부의 계획을 제시한 것으로 이 중 (기본방향 1) 깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대에서는 수소·전기차 생산·보급을 확대하고, 그린수소 적극 활성화를 통해 2050년 수소에너지 전체의 80% 이상 그린수소로 전환할 것을 명시하였다. 이 계획은 본 사업과 직접적인 연관성이 높지는 않으나 본 사업의 액화수소 생산 및 저장 기술 발전으로 인해 수소차 생산·보급을 지원하는 역할은 할 수 있는 것으로 볼 수 있다.

「수소경제 표준화 전략 로드맵」(산업통상자원부, 2019)은 수소경제 관련 제품 및 서비스의 글로벌 시장 우위선점을 위한 표준 측면에서의 실행전략을 제시하고 있다. 이 중 (추진 전략 3) 수소산업의 표준 경쟁력 강화 기반 조성의 (추진과제 7) 중소·중견기업의 표준화 활동 지원, (추진과제 9) 수소산업 안전성 시험기반 구축은 본 사업의 실증 테스트베드, 안전성 시험센터와 높은 연관이 있다고 볼 수 있다.

「수소 안전관리 종합대책」(산업통상자원부, 2019)은 수소 산업 추진을 위해 필요한 안전 관리의 세부 실행방안을 제시하고 있다. 이중 (과제 1) 글로벌 수준의 안전시스템 구축은 상용시설에 대한 안전관리의 법적 기반 마련을 추진하고 있으며, (과제 2) 3대 핵심시설 중점관리에서는 수소충전소의 안전을 다루고 있다. (과제 3) 지속가능한 안전생태계 조성

에서는 부품·설비의 안전성 실증 지원을 위한 TEST BED를 추진하고 있어 본 사업과 상당 부분 연계성이 있는 것으로 판단할 수 있다.

다음으로 본 사업의 시행지역인 강원도 차원의 계획들을 검토하였다. 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(강원도, 2021)은 액화수소를 강원도 미래에너지 산업의 특화산업으로 추진하기 위한 로드맵을 제시하고 있다. 이 로드맵은 생활, 산업, SOC 측면에서 액화수소의 생산, 활용, 인력양성을 위해 필요한 과제를 제시하고 있으며, 이러한 과제는 본 사업과 연계성이 높은 것으로 판단할 수 있다.

강원도 지역혁신성장계획(강원도, 2020)은 강원도 성장을 위한 계획으로 수소경제 활성화 및 수소에너지 산업육성을 중점과제로 제시하고 있다. 이를 위해 4대 추진 전략과 19개 전략과제를 제시하고 있는데, 이중 (추진전략 2) 수소인프라 구축 및 생태계 집중 육성과 (추진전략 3) 액화수소 산업 육성은 본 사업과 연관성이 높은 것으로 볼 수 있다. 특히 액화수소 산업 육성과 관련하여 구체적으로 액화수소 생산시설 실증 및 상용급 액화수소플랜트 구축, 액화수소 규제개혁 특구지정 추진, 액화수소 충전소 보급 추진을 제시하고 있어 본 사업의 수소액화플랜트와 직접적으로 연계된다.

『강원비전 2040』(강원도, 2018)은 2040년까지 강원도 미래성장을 위한 목표와 과제를 제시하고 있으며 이중 (추진전략 3) Dream-Works의 (아젠다 3-2-1) 강원도 미래 신산업 육성과 인프라 조성에서는 강원도형 수소산업 육성을 위해 삼척과 강릉을 중심으로, 신·재생에너지와 산업자원(LNG 기지)을 연계한 수소 생산·활용 미래 에너지산업을 육성할 것을 제시하고 있다. 『강원비전 2040』은 본 사업과 직접적인 연계는 없으나, 본 사업의 대상지 중 하나인 삼척을 중심으로 수소산업 육성을 제시하고 있어 산업의 연계 측면에서 관련이 있다고 볼 수 있다.

종합적으로 근거 법 및 상위계획 등과의 일치성을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다. 본 사업은 「수소법」을 근거로 하며, 정부의 국정과제 및 다수의 상위계획들에서 수소산업의 육성과 성장을 위한 세부계획으로 본 사업이 직접적으로 언급되거나 관련 사업이 포괄적으로 언급되고 있어 중앙정부의 정책 방향과의 일치성을 대체로 확보하고 있다고 판단된다. 「윤석열 정부 120대 국정과제」에 포함된 ‘에너지 안보 확립 및 에너지 신산업신시장 창출’은 수소 생산·공급 기반 마련과 수소산업 육성 등을 포함하고 있어 본 사업은 정책방향에 전반적으로 일치하는 것으로 판단된다. 또한 관계부처 합동 계획인 「제1차 수소경제 이행 기본계획」(2021), 「수소경제 활성화 로드맵」(2019), 「수소기술개발 로드맵」(2019)과

주무부처인 산업통상자원부의 「수소경제 표준화 전략 로드맵」(2019), 「수소 안전관리 종합 대책」(2019)은 본 사업을 직접적으로 포함하고 있거나 밀접하게 관련되었다고 볼 수 있다는 점을 감안하면 본 사업은 중앙정부의 정책 방향과 ‘전반적으로 일치’한다고 볼 수 있다.

본 사업의 시행지역인 강원도 차원의 계획들을 검토한 결과, 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(2021), 강원도 지역혁신성장계획(2020), 『강원비전 2040』(2018)은 모두 강원도의 수소 산업에 대한 추진 의지를 명시하고 있으며, 특히 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(2021), 강원도 지역혁신성장계획(2020)은 강원도의 액화수소 산업을 구체적으로 제시하고 있어 본 사업과 관련성이 크다. 이러한 점을 고려할 때 본 사업은 사업 대상지인 강원도의 정책 방향에 ‘전반적으로 일치’한다고 판단된다.

나) 사업의 준비정도

다음으로 본 사업에 대한 준비 정도를 파악하기 위해 사업의 추진경위, 사업계획 및 운영방안 등의 구체성을 살펴보았다. 본 사업은 2019년 10월 산업통상자원부의 수소융복합단지실증사업 신규지원 2차 공모에서 전라북도, 인천시, 울산시, 경상북도와 함께 선정되었다. 동 공모는 수소경제 활성화 기반 조성을 위한 ‘수소산업 클러스터 구축’을 최종 목표로 하여 예비타당성조사의 기획 및 추진을 목적으로 제시되었으며, 이는 같은 해 3월에 진행된 1차 공모에서 제안된 11개의 지방자치단체 연구과제를 토대로 기획되었다. 이후 본 사업 기획은 2020년 1월에 시작되어 사업기획 컨소시엄 공식회의 11회, 수소산업 클러스터 협의회 3회, 자문위원단 컨설팅 3회, 전문가 자문위원회 10회 등을 통해 핵심사항들에 대한 협의와 자문을 구하며 추진되었다(〈표 VIII-3〉 참고).

〈표 Ⅷ-3〉 사업의 주요 추진 경위

연월	내용
2020. 1. ~ 2021. 1.	• 사업기획 컨소시엄 운영 - 참여기관 및 주요 역할 · 한국과학기술연구원: 기획총괄, 기술적 타당성 및 실효성 검토 · 강원도청: 입지적 장점 및 타당성 검토 · 강원대학교: 산·학 캠퍼스 구성 및 인력양성 방안 · 한국지식서비스연구원: 예비타당성조사 기획 지원 · 한국종합기술: 공간구성 상세계획 및 비용 산출 - 운영내역 · 사업기획 컨소시엄 공식회의 11회
2020. 2. ~ 2020. 5.	• 전문가 기획위원회 운영 - 운영목적 · 다양한 수소형태별 저장·운송기술 및 제품의 기술검증을 위한 체계적 지원플랫폼 구성 · 관련 기업의 성장을 위해 필요한 실질적 핵심요소 발굴 - 전문가 기획위원회 구성 · 다양한 수소형태별 산·학·연 전문가 총 15명 - 운영내역 · 기체수소 분과회의 2회, 액체수소 분과회의 4회 · 액상수소 분과회의 3회, 고체수소 분과회의 1회 - 기업체 의견수렴 · 전문가 기획위원회 참여 기업의 핵심관계자와의 대면질의를 통해 심층의견 수렴
2020. 6.	• 관련 기업 수요조사 수행 - 기업수요조사 개요 · 조사기관: 한국지식서비스연구원 · 조사대상: 전국 수소산업 관련 313개 사업체 · 조사방법: 전화 조사, 온라인 조사(이메일) · 조사내용: 클러스터 이용 및 입주 관련 의향과 수요 조사
2020. 2. ~ 2021. 5.	• 수소산업 클러스터 협의회 참여 - 운영목적 · 지자체별 예타기획 준비현황 공유 및 상호 피드백 - 운영주관 · 산업통상자원부, 한국에너지기술평가원
2020. 5. ~ 2020. 12.	• 자문위원단 컨설팅 - 운영목적 · 사업기획 추진현황 점검 및 기획내용 보완방향 컨설팅 - 참여내역 · 3회(2020. 5., 2020. 6., 2020. 12.)
2021. 8.	• 2021년 2차 예비타당성조사 대상사업 선정

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료, 「예비타당성조사 요구서(변경)」

본 사업은 2021년 2차 예비타당성조사 대상사업으로 선정되었으며 조사는 같은 해 10월 착수되었다. 그해 11월, 주무부처는 일부 설비 및 장비 구축 내역과 클러스터 활용 전략, 도내 수소 미래 수요 전망 등을 보완하여 예비타당성조사 요구서와 기획보고서를 재제출하였으며, 이후로도 질의응답 과정에서 사업계획을 지속적으로 수정 및 보완해 왔다. 이러한 과정의 결과로 주무부처는 2022년 3월 사업계획변경 의사를 밝혔으며, 이후 일정 기간 사업계획변경 관련 준비 작업을 진행하여 2022년 6월 최종적으로 사업계획변경이 이루어졌다.⁵⁵⁾

사업 준비 과정을 살펴보면, 사업 추진이 본격적으로 시작된 2020년 1월부터 강원도를 중심으로 사업기획 컨소시엄과 전문가 기획위원회를 운영하여 지속적으로 본 사업을 준비하였으며, 관련 기관 및 기업과의 협력도 지속적으로 추진해 온 것으로 판단된다.

사업 준비과정에서 한 가지 특기할 점은 본 조사 기간 중 사업계획변경이 이루어졌다는 점이다. 2022년 6월에 사업계획변경안 공문과 기획보고서가 기획재정부에 제출되었고, 변경안은 원안과 비교하여 사업비 규모와 운영 구상에 있어서 변화가 있었다. 주무부처는 클러스터 구축전략, 설계, 구축 장비 구성을 구체적으로 보완하였고 본 사업 시행에 따른 편익을 보완 제시하기도 하였다. 공사비, 장비비, 토지매입비 등이 변경되어 당초 2,958억 8,800만원이었던 총사업비는 3,220억 5,500만원으로 261억 6,800만원이 증가하였다. 최종 제출된 사업계획변경안, 기획보고서, 질의응답을 살펴보면, 사업계획 및 운영방안 측면에서 일정 수준의 구체성을 가지고 있다고 생각된다.

그러나 사업의 준비정도에 있어서는 다음과 같이 우려가 되는 부분도 존재하였다. 첫째, 수소액화플랜트의 원료가 되는 기체수소 공급의 불확실성이다. 본 사업의 수소액화플랜트는 기체수소를 액화하여 액체수소를 생산하는 시설로, 수소액화플랜트 구축 및 운영을 위해서는 액체수소의 원료가 되는 기체수소가 원활하게 공급되어야 한다. 주무부처의 제출자료에 의하면, 기체수소는 한국가스공사가 LNG 인수기지에 1일 30톤 규모의 기체수소를 추출하는 거점형 수소생산기지를 구축(2025~2027년)하여 공급할 예정이다.

55) 기획재정부 타당성심사과-320(2022. 6. 17.)호「사업계획 변경 통보(그린수소 생산 클러스터 구축사업 외 3개)」

〈표 Ⅷ-4〉 수소 추출설비(30톤/일) 구축 사업 개요

구분	주요 내용	비고
사업기간	2025~2057년	• 건설기간(3년), 운영기간(30년)
규모	30톤/일	• 사업투자 시점에서 강원도 수소 수요 등을 분석하여 공급규모 확정
총 예상 투자비	약 640억원	• CCUS, 부지비용 제외 * 평택 수소생산설비(15톤/일) 투자비로 추정

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

이와 관련하여 한국가스공사는 2019년 12월에 체결한 「강원도 수소생산기지 구축을 위한 협력사업 발굴 양해각서」를 통해 30톤/일급 기체수소 생산시설 구축, 수소액화플랜트 구축 대상부지 및 액화비용 절감을 위한 냉열의 제공 등 기체수소 생산시설의 구축에 대하여 명확한 참여의향을 표명하였다. 또한 2020년 10월 양해각서, 2022년 6월 수소생산시설 참여공문 등을 통해 참여의향을 밝히기도 하였다. 그러나 상기 제시된 내용들에 대한 공식적인 문서화는 공사 이사회의 승인이 필요하나 아직까지 승인이 이루어지지 않고 있으며 현재까지 한국가스공사의 개질수소 생산시설 구축계획과 관련된 추가적인 구체화는 이루어지지 않은 것으로 확인되었다.

한국가스공사의 기체수소 생산시설 투자 철회 또는 지연에 대한 대안으로 산업통상자원부는 ① 산업부의 ‘H2 STAR 프로젝트’ 추진을 통해 삼척, 동해에 도입 예정인 해외생산 수입 암모니아의 활용과 더불어 ② SK 등 수소생산 전문기업과의 협력을 제시하였다. 그러나 ‘H2 STAR 프로젝트’의 수입 수소 활용은 구체적 이행계획 부재, 암모니아에서 수소를 추출하는 기술 미확보, 국내생산 대비 가격경쟁력 미확보 등으로 인해 불확실성 및 위험성이 높은 것으로 판단된다. 강원도의 자체적 기체수소 생산시설 구축을 통해 2.4톤/일의 기체수소 확보가 가능하나, 미래 수요 충족을 위해서는 타 지역을 통한 추가적인 공급이 필요하며 타 지역에서 수소 공급 시 장거리 운송비용 등으로 인하여 경제성이 떨어지는 것으로 판단된다.

둘째, 본 사업의 구축, 기업유치 및 운영총괄을 담당하는 주관기관인 강원도 에너지진흥원 설립의 불확실성이다. 주무부처 및 지자체는 강원도 에너지진흥원 설립에 관하여 2021년 10월 행정안전부로부터 1차 협의 의견을 수신하여 설립계획 수립 후 타당성 검토용역 절차를 진행할 예정이라고 밝혔다. 주무부처에 따르면 강원도 에너지진흥원은 2022년 3~8월 타당성 검토 연구용역, 2022년 9~10월 출자출연기관 설립 심의위원회 심의, 2022년

11~12월 조례 및 정관 제정 등 관련 설립절차 추진을 거쳐 2023년 1월 설립예정이었으나 현재까지 설립이 이루어지지 않았다. 2023년 5월, 강원도는 강원도 에너지진흥원의 설립이 「강원도 출자출연기관 정비계획 수립」(2023. 12. 예정) 완료 이후 행정안전부의 타당성 검토 연구용역과 출자출연기관 설립 심의위원회 심의를 거쳐 2024년 12월에 설립이 진행될 것이라고 밝혀왔다. 이는 본 사업의 시작인 2024년 1월보다 1년이나 지난 시점에 해당한다.

따라서 강원도 에너지진흥원의 설립이 불가하거나 지연될 경우 본 사업의 진행에 차질이 생길 수밖에 없어 설립 불가나 지연에 대한 대안을 마련하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 주무부처는 강원도 에너지진흥원 설립의 불가 또는 지연에 대한 대안으로 강원도 태백시 가덕산 풍력발전 모델을 참고하여 민관 특수목적법인을 설립하는 방안을 제시하였다. 2023년 5월에는 또 다른 대안으로 본 사업의 시작과 강원도 에너지진흥원 설립 간의 공백기간 1년 동안 강원 테크노파크의 에너지방재지원센터에 2개 팀을 신설하여 사업을 추진할 것을 제시하였다. 즉, 사업 시작 1년 동안은 강원 테크노파크가 사업을 추진하고 2024년 12월 강원도 에너지진흥원이 설립된 이후엔 강원도 에너지진흥원이 사업을 추진하는 것이다. 그러나 이러한 대안은 사업기간 중 주관기관의 변경으로 인해 사업 추진의 일관성과 안정성 측면에서 우려가 발생할 수 있고 주관기관 변경에 동반된 행정업무 등으로 추가적인 사업추진의 지연이 발생할 여지가 있다.

이상 사업의 준비정도를 검토한 결과, 기체수소 생산시설의 구축 및 안정적 공급, 주관기관의 설립 등이 여전히 불확실한 것으로 판단되며 이는 사업의 중단 또는 지연으로 이어질 수 있는 위험에 해당한다. 따라서 이는 사업의 준비정도에 상당한 미흡함이 있는 것으로 판단할 수 있다.

나. 지역주민 사업태도 등 외부여건

1) 개요

예비타당성조사에서 사업의 타당성이 인정되어 사업의 추진주체가 의지를 갖고 사업을 추진하더라도 해당 사업을 부정적으로 바라보는 시각이 만연할 경우 사업이 원활하게 추진되기 어렵고, 결국에는 사업이 중단되는 상황도 발생할 수 있다. 즉 사업을 추진하고자 하는 중앙정부 혹은 지방자치단체의 의지뿐만 아니라 사업의 추진 과정에서 발생할 수 있는

사회적인 갈등으로 인하여 사업이 원활하게 추진되지 못하는 상황을 최소화하려는 노력이 필요하다. 따라서 공공투자사업의 추진 여부를 판단할 때 지역주민의 태도 등 외부여건을 살펴보는 것은 중요하다.

‘외부여건’에는 해당 사업이 시행되는 공간적 영향권에 거주하는 지역주민의 태도뿐만 아니라, 해당 사업의 시행으로 영향을 받을 수 있는 모든 이해당사자의 사업에 대한 태도 및 갈등 여부 등도 포함될 수 있다. 여기서 말한 이해당사자에는 사업의 추진 주체뿐만 아니라 관련 지방자치단체나 특정 이익집단이 해당될 수 있으며, 각 이해당사자들이 사업을 바라보는 태도는 다양하게 나타날 수 있다. 중앙부처 혹은 지방자치단체가 추진하는 사업이 해당 지역의 오래된 숙원사업으로서 지역주민 모두가 사업의 추진에 적극적으로 찬성하는 태도를 보일 수 있다. 반대로 중앙정부 혹은 지방자치단체 차원에서는 꼭 필요한 사업으로 판단하였더라도 지역주민의 입장에서 바람직하지 않다고 판단하여 사업의 추진을 적극적으로 반대할 수 있다. 나아가 동일한 사업에 대하여 사업의 추진을 적극적으로 찬성하는 주민과 적극적으로 반대하는 주민으로 나뉘어 갈등을 겪는 상황도 발생할 수 있다.

본 조사에서는 주무부처인 산업통상자원부의 사업 추진의지와 함께 강원도의 사업 의지 및 선호도를 확인하였다. 또한 질의응답을 통해 지역주민 등 사업 추진 주체는 아니지만 사업의 영향을 받는 대상들의 사업에 대한 태도를 확인하였다.

2) 지역주민 사업태도 등 외부여건 검토 결과

외부여건 검토를 위해 추진주체인 산업통상자원부와 강원도의 추진의지를 우선 살펴본다. 주무부처의 경우 앞서 살펴본 상위계획과 사업추진 및 본 조사 과정 등으로 미루어 볼 때, 사업 추진의지가 있다고 볼 수 있다. 강원도의 경우 『강원비전 2040』(강원도, 2018)에서 수소 산업을 지역특화산업으로 집중 육성할 것을 제시한 이후 수소산업의 추진 및 구체화를 위해 노력한 것으로 확인되었다. 강원도 지역혁신성장계획(강원도, 2020), 2030 강원형 액화수소산업 육성 로드맵(강원도, 2021)을 통해 액화수소산업의 추진을 구체화하고 있다. 또한, 삼척시는 2019년 12월 국토교통부의 공모사업인 ‘수소 R&D 특화도시’에 선정되었으며, 2020년 7월 강원도는 중소벤처기업부의 ‘액화수소산업 규제자유특구’에 선정되어 수소 사업을 추진하고 있다.

태양광, 해상풍력 등 다른 신·재생에너지 사업도 주민 반대가 크지만 수소 관련 사업은 ‘유해물질 배출’ 외에도 ‘폭발’에 대한 인식으로 인해 지역 주민에 대한 설득이 사업 추진

에 매우 중요하다. 2019년 5월, 수소저장탱크에서 폭발사고 이후 수소 사업의 안전성에 대한 불안으로 인해 수소 사업에 대한 지역주민의 반대가 사업추진의 큰 이슈로 나타나고 있다. 이 사고는 강릉에 위치한 강원 테크노파크 내 수소저장탱크에서 발생하여 8명의 사망자가 발생하였으며 피해액은 340억원에 달했다. 정부는 2019년 12월 「수소 안전관리 종합대책」(산업통상자원부, 2019)을 발표하여 수소 사업의 안전시스템을 구축하고 안전관리 강화를 추진하고 있으나, 수소 사업에 대한 주민 반대는 많은 곳에서 찾아볼 수 있다. 이러한 주민 반대는 사업추진의 백지화로도 연결될 수 있어 지역주민에 대한 설득은 사업 추진을 결정하는 요인이 되기도 한다.

수소 사업을 추진하는 지역에서 주민 반대로 인해 사업이 지연되거나 취소되는 사례들을 살펴보면, 인천 연수구의 송도 LNG 기지 내 설치 예정이었던 송도 수소연료전지발전소 사업은 주민 반대로 인해 2022년 12월 산업통상자원부에서 지역 수용성 제고 노력이 필요한 것으로 판단해 심의를 보류하였다. 관할 연수구청이 송도 5개동 주민 대상 자체 설문조사를 실시한 결과 1만 2,000명 응답자 중 92%가 반대의견을 제출하였으며 지역 커뮤니티는 4만여 명의 시민 반대 서명을 제출하였다.⁵⁶⁾ 이후 2023년 2월, 사업에 참여한 사업자가 사업추진 중단에 합의함으로써 사업이 공식적으로 중단되었다. 경기도 여주시는 2023년 5월 수소연료전지 발전소 유치 관련 해당 지역의 주민 찬반투표를 실시한 결과, 반대가 월등히 많아(259세대 중 140세대) 수소연료전지발전소의 유치 자체를 철회하였다.⁵⁷⁾ 인천 서구의 SK인천석유화학 공장 내 수소액화플랜트 사업은 지역 주민들이 폭발을 우려하여 2021년부터 갈등이 발생하였다. 부산 사하구 장림동은 주민 반대로 수소연료전지발전소 건립이 중단된 이후 동 부지에 액화수소 충전소 설치를 추진하였으나 주민들이 안전 문제 등의 이유로 여전히 반대하고 있다. 부산 사하구 다대동, 감천동의 수소발전소사업은 주민 반발로 중단되었으며 수소 충전소 설치도 주민 반대로 사업 추진에 어려움을 겪고 있다. 부산 기장군의 수소연료전지발전소 추진도 주민 반대로 어려움이 커지고 있다. 수소연료전지발전소를 추진 중인 서울시 강동구에서도 주민 반대로 인해 사업추진이 2022년에 취소되었다. 본 사업의 대상 지역인 강원도는 2018년부터 수소 충전소 건설을 8곳에서 추진하였으나 주민 반대 등으로 춘천 등에서 사업추진이 지연되었다.⁵⁸⁾ 강릉의 수소연료전지발전

56) 『인천일보』, 「송도 수소연료전지발전소 산자부 심의보류 환영」, 2023. 3. 24.. <http://www.incheonnews.com/news/articleView.html?idxno=411824>, 검색일자: 2023. 4. 1.

57) 『에너지경제』, 「여주시, 신남리 수소연료전지 발전소 유치 철회」, 2023. 5. 18.. <https://www.ekn.kr/web/view.php?key=20230518010004863>, 검색일자: 2023. 5. 31.

소는 주민 반대로 인해 착공이 계획보다 2년 지연되었다. 이상에서 볼 수 있듯이 수소 사업의 추진을 위해서는 지역주민의 동의를 얻는 것이 무엇보다 중요하다. 지역주민의 충분한 동의가 없다면 사업이 지연되거나 심할 경우 취소될 수도 있기 때문이다.

강원도는 2019~2021년에 주민설명회, 공청회 등을 통해 주민 수용성 확보를 집중적으로 추진하였으며 최근 다양한 수소 사업을 진행하고 있다고 제시되었다. 강원도는 ‘수소 R&D 특화도시’사업기획 과정에서 대상지역인 삼척시의 주민을 대상으로 6회에 걸쳐 194명의 참석자에게 설명회를 진행하였으며, 대상지역 602세대 중 66%의 주민 동의를 받았다는 것이다. ‘액화수소산업 규제자유특구’와 관련하여서는 이해관계자 공청회를 개최하여 지역민, 기업 및 시도지역혁신협의회 전문가 의견을 청취하였으며 수소 안전성에 대한 지역민 질의에 상세한 설명을 제공하였다고 밝혔다. 더하여, 수소산업 전문가풀(Pool)을 이용해 15회 이상의 주민설명회를 운영하여 대상 지역주민의 이해도를 높이고 사업에 대한 동의를 얻기 위해 노력한 것으로 제시되었다.

주무부처 제출자료에 의하면, 최근 3년간 사업대상지인 동해시와 삼척시에서 수소산업 관련 접수된 민원은 없는 것으로 나타났다. 그러나 강원도 역시 수소충전소, 수소연료전지 발전소 등 수소시설에 대한 지역주민의 반대로 인해 사업이 지연된 사례들을 찾을 수 있다.

주무부처는 본 사업과 관련하여 지역주민과의 갈등 발생 가능성은 없거나 매우 낮을 것으로 보고 있다. 타 지역 사례에서 볼 수 있는 지역주민의 불안감은 거주지역 인근에 구축 예정인 생산시설 및 충전소로 인해 발생하며 본 사업 대상부지는 거주지역이 아닌 격리된 공간(산업단지)으로 설정되었기 때문에 주민의 반대도 높지 않을 것으로 예측하였다. 또한 2023년 5월, 강원도는 추가 자료를 제출하여 2022년 이후 도에서 추진한 수소사업은 주민설명회나 공청회 등 별도의 수용성 제고를 위한 조치 없이 이루어졌으며, 이는 지역 내 수소 사업에 대한 주민의 수용성이 확보되었기 때문이라고 개진하였다. 그러나 본 사업은 과거 강원도에서 추진한 수소 사업 대비 그 규모가 매우 크고 최근 타 지역의 수소 사업 주민 반대 사례가 발생하고 있다는 점에서 본 사업에 대한 주민의 수용성도 다시 확인할 필요가 있다. 현재 본 사업의 주민 수용성에 대한 사전 조사나 별도의 확인 절차는 이루어지지 않은 것으로 파악되며, 본 사업에 대한 주민의 수용성이 충분히 확보되지 않는다면 사업의 원활한 추진에 어려움이 발생할 수 있을 것으로 판단된다.

58) 『연합뉴스』, 「충전소 단 1곳뿐인데 수소차는 1등」, 2020. 10. 4.. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200929171800062?input=1195m>, 검색일자: 2023. 4. 1.; 『ZDNET』, 「강원도 수소충전소 확산 난항...출판·강릉 설치 차질」, 2020. 8. 14.. <https://zdnet.co.kr/view/?no=20200814105456>, 검색일자: 2023. 4. 1.

3. 정책효과

가. 기본 방향

본 조사에서는 「예비타당성조사 수행 총괄지침」에 따라 소관부처(이하 주무부처)의 일차 리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가 등 제출자료의 내용을 기초로 하여 긍정적 인 효과와 부정적 인 효과를 종합적으로 검토하여야 한다. 이때 연구진은 중복성 검토, 자료 작성의 충실성 검토, 종합적인 효과 검토, 자료 제출 여부와 상관없이 모든 세부항목 검토 등 네 개 사항을 고려하여야 한다.

첫째, 정책효과의 세부항목에 대한 구체적인 평가에 앞서 우선적으로 중복성에 대한 검토가 필요하다. 중복성 검토는 다음 두 가지 측면에서 이루어진다. 우선 예비타당성조사는 AHP 1 계층인 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석으로 구분되는데, 상호 간에 내용이 중복되지 않도록 유의하여야 한다. 다음으로 정책효과 내 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가 등 4개 세부항목이 서로 독립적으로 평가가 이루어져야 한다. 검토결과 AHP 1 계층인 경제성 분석과 중복될 경우에는 경제성 분석의 편익에 이미 반영된 내용이므로 정책효과에서 해당 내용을 전부 또는 일부 검토하지 않고 이를 검토 내용으로 기술한다. 정책효과 4개 세부항목 간 중복일 경우에는 해당 내용이 4개 정책효과 세부항목 중 어느 항목에 보다 적절한 지 판단하여 해당 세부항목에서만 검토한다.

둘째, 정책효과의 세부항목을 검토하기에 앞서 연구진이 고려할 내용은 세부항목에 대한 자료 작성의 충실성 정도이다. 정책효과의 기본적인 내용은 「예비타당성조사 운용지침」의 [별표 1] 예비타당성조사 요구서 제출양식을 참조할 수 있다. 해당 자료에서는 평가항목별로 1) 해당 항목의 의미와 중요성 2) 해당 항목의 사업 추진과의 연관성 3) 효과의 크기를 각각 제시하도록 하고 있다. 이 중 효과의 크기와 관련해서는 적절한 지표를 정하여 두고 사업 전후에 예상되는 지표 값의 크기를 비교하는 정량적인 분석방법이 바람직하며, 사업을 통해 추구하는 가치 항목뿐만 아니라 이를 평가할 수 있는 지표도 함께 제시하는 것이 필요하다. 데이터를 통해 나타낼 수 없는 정성적인 효과를 발생시키는 경우에도 가능한 구체적으로 기여하고자 하는 사회적 가치의 효과를 제시하도록 하고 있다. 이렇게 주무부처가 제출한 자료를 바탕으로, 연구진은 각 세부항목별로 구체적인 의미가 적절하게 기술되어 있는지, 해당 항목과 사업내용이 논리적으로 연계되어 있는지, 그리고 정량적 또는 정성적으로 제시된 효과의 크기가 적절한지를 구체적으로 검토한다.

셋째, 예비타당성조사의 객관성, 중립성, 공정성의 취지를 감안하여 각 세부항목에 대해 종합적인 효과를 검토하여야 한다. 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제59조에서는 “.... 이 경우 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토한다.”라고 규정하고 있다. 주무부처는 정책효과의 각 세부항목에 대하여 긍정적인 효과를 중심으로 제시하려는 경향이 있으므로, 연구진은 이러한 주무부처의 입장을 충분히 인식하고 세부 항목의 내용이나 적정성을 제3의 객관적인 시각에서 검토할 필요가 있다. 주무부처에서 예상하지 못한 다른 영향을 추가로 고려할 필요가 없는지에 대해서도 검토하고, 부득이하게 다른 영향을 검토하는 것이 현실적으로 불가능하다면 연구진에서 검토한 결과의 한계를 명확하게 제시할 필요가 있을 것이다.

넷째, 주무부처가 제출한 정책효과의 세부항목과 무관하게, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」에서 규정한 4개 세부항목을 모두 평가해야 한다. 정책효과는 기본적으로 주무부처가 제출한 자료를 바탕으로 검토가 이루어지는데, 이때 주무부처가 세부항목 내용 중 일부에 대해서만 제출했다고 하더라도 네 가지 세부항목 전부를 검토하는 것이 적절하다. 제출되지 않은 항목에 대해서는 과거 사업의 준비 정도 측면을 고려하는 것과 마찬가지로 해당 세부항목은 사업의 미시행을 지지하는 것으로 검토하는 것이 타당하다.

위의 네 가지 고려사항을 감안하여 정책효과의 세부항목들을 검토한 후, 각 항목별로 연구진의 의견을 병렬적으로 제시한다. 연구진의 의견은 1) 주무부처가 제시한 자료를 검토한 결과 2) 제시한 자료 외에 연구진이 해당 항목을 검토하는 과정에서 추가로 찾아낸 자료 3) 자료 작성의 충실성 정도 등을 함께 고려하여 내용을 작성한다.

본 조사는 이와 같은 기본 방향에 따라 정책효과 내 네 개 세부항목에 대한 검토를 수행하였다. 구체적으로는 정책효과 내 네 가지 세부항목별로 「예비타당성조사 운용지침」의 제시내용과 주무부처 제출자료를 살펴본 후에 각 항목별로 중복성 검토, 자료 작성의 충실성 검토 및 종합적인 효과 검토 결과를 제시하였다.

나. 일자리 효과

1) 개요

일자리 효과는 「예비타당성조사 운용지침」 및 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 상 사업기간 재정투입으로 인한 고용유발효과, 운영기간의 직접고용효과, 사업 완료 후 간접적 고

용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등을 검토하도록 하고 있다. 즉 일자리 효과는 건설 및 운영 기간 전반에 걸쳐 발생하는 다양한 고용효과와 사회적 가치를 평가하는 항목이다.

〈표 VIII-5〉 일자리 효과의 내용

구분	내용
일자리 효과	- 사업기간 재정 투입으로 인한 고용유발 효과, 운영기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등

자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 운용지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

2) 주무부처 제출자료

본 조사는 정책효과의 각 평가항목에 대해 사업계획변경 이후 주무부처에서 제출한 정책성 분석 관련 자료를 기초로 하고 있다. 주무부처는 일자리 효과를 고용유발(취업유발)효과, 운영기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접 고용효과, 고용의 질 제고 효과로 구분하여 제시하였으며, 각 항목별 구체적인 내용은 다음과 같다.

가) 건설기간 중 고용유발(취업유발)효과

주무부처는 『재정투자사업평가의 고용효과분석 연구』(한국개발연구원, 2017)에 제시된 분석방법론을 준용하여 건설기간 동안의 재정투입으로 인한 고용유발(취업유발)효과를 분석하고 그 결과를 제시하였다. 고용유발효과 분석을 위한 지역 간 산업연관모형(IRIO) 활용 시 총투자액은 본 사업의 총사업비 중 순공사비와 부대비를 합산한 건설비용 1,357억 3,200만원을 적용하였으며, 이를 강원도 지역의 건설 부문에 투입하였을 때 강원도 및 전국의 전산업 부문에 대한 취업유발효과를 제시하였다. 제시된 취업유발 효과 분석 결과는 〈표 VIII-6〉에서 보이는 바와 같이 강원도 기준 1,133명, 전국 기준 1,616명으로 나타났다.

〈표 VIII-6〉 취업유발 효과 분석 결과(주무부처)

(단위: 백만원, 명)

구분	총투자액	취업유발계수	취업유발효과
강원도	135,732.29	8.344	1,133
전 국		11.903	1,616

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

나) 운영기간 중 직접 고용효과

운영기간의 직접 고용효과는 운영계획을 기준으로 직접 운영인력과 간접 운영인력을 구분하여 제시되었다. 먼저 직접 운영인력은 수소 저장·운송 클러스터 총괄 운영 및 기업지원용 핵심기반시설 운영을 담당하는 전문인력을 가리키며, <표 VIII-7>과 같이 총 34명을 기준으로 클러스터 성장단계에 따라 조직 및 인원을 확대해갈 것으로 계획되었다. 반면, 간접 운영인력은 클러스터가 위치한 산업단지를 관리하는 한국산업단지공단¹⁾의 인력으로, 산업단지 토지확장이 없다는 가정 하에 2명의 관리 인력을 유지한다.

주무부처는 직접 운영인력 중 운영총괄센터, 기술지원본부, 사업화지원본부, 인력양성본부에 해당하는 클러스터 운영 및 기업지원 인력은 전문·기술 서비스를 제공하므로 산업연관표 상 ‘전문, 과학 및 기술 서비스’에 해당하고, 수소액화플랜트 운영 인력은 액화수소 제작을 위한 설비를 운영하므로 ‘제조업’에 해당하는 것으로 제시하였다. 간접운영 인력인 산업단지 관리 인력은 클러스터가 위치한 산업단지를 관리하므로 ‘사업지원서비스’로 분류하였다.

<표 VIII-7> 성장단계별 운영인력 소요 계획

(단위: 명/년)

구분		산업연관표 산업분류	초기 (2028~2030년)	중기 (2031~2037년)	장기 (2038~2057년)
직접 운영인력	클러스터 운영 및 기업지원	전문, 과학 및 기술 서비스	19	27	33
	수소액화플랜트 운영	제조업	15	15	15
간접 운영인력	산업단지 관리	부동산 및 사업서비스	2	2	2
합계			36	44	50

주: 1. 성장단계별 소요인력은 초기 인력 34명(100%)을 기준으로 각 단계별 비중을 차등 적용하고 결과 값을 ‘올림’하여 정수로 제시

2. 직접운영 인력이 ‘신규’인력인 반면, 간접운영 인력(산업단지 관리)은 본 사업 미시행 시에도 요구되는 인력(역할)으로 예상되어 ‘유지’인력에 해당

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

주무부처에서 제시한 사업기간 내 취업유발효과 및 운영기간의 직접 고용효과 분석 결과를 종합하면 <표 VIII-8>과 같다.

〈표 Ⅷ-8〉 고용유발효과 분석 결과(주무부처)

구분	구축단계(5년)	운영단계(30년)
총 고용	■ 건설업, 제조업 등 1,616명 - 강원: 1,133명 - 전국: 1,616명	■ 부동산 및 사업서비스업 966명 ■ 제조업 450명

주: 산업연관표 산업분류를 재구성하여 고용효과 분석 시 적용한 산업분류임

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

다) 사업 완료 후 간접 고용효과

주무부처는 클러스터 구축 완료 후 기업 유치를 통해 입주기업들을 중심으로 창출되는 고용효과를 제시하였다. 산출 과정을 살펴보면, 유치대상 산업은 실제 수소 저장·운송 산업을 영위하는 기업의 업종코드 조사 결과를 바탕으로 제조업(C)으로 확대하였으며, 이를 입주업종으로 포함하는 전국 및 강원도 내 산업단지의 고용현황을 분석하였다.

〈표 Ⅷ-9〉 전국 및 강원도 내 산업단지별 고용현황

(단위: 개, 명, 명/개)

구분	산업단지	가동업체	고용현황	가동업체별 고용인원
전국	748 (국가 47, 일반 673, 도시첨단 28)	87,304	2,069,978	23.7
강원도	13 (국가 2, 일반 11)	370	8,326	22.5

주: 2019년 4분기 기준, 농공단지 제외

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료를 바탕으로 재작성

제조업을 입주업종으로 포함하는 도내 13개 산업단지(국가 2, 일반 11)의 2019년 4분기 기준 가동업체별 고용현황을 분석한 결과, 1개 기업당 약 23명의 고용이 창출되는 것으로 나타났다. 이를 북평 제2일반산업단지(산업시설용지) 내 관련 기업 입주를 위한 공간(기업집적단지) 30만 5,552.2제곱미터(㎡)에 적용하고, 인접 산업단지의 입주율을 고려하여 70%, 80%, 100%를 반영한 결과, 입주율에 따라 992명, 1,134명, 1,418명으로 산출되어 클러스터 조성 이후 관련 기업 입주를 통해 창출될 것으로 전망되는 고용효과는 992~1,418명 수준으로 추정되었다.

라) 고용의 질 제고 효과

주무부처는 『재정투자사업평가의 고용효과분석 연구』(한국개발연구원, 2017)에 제시된 분석방법론을 준용하여 분석을 수행하고 그 결과를 제시하였다. 먼저, 구축단계 및 운영단계의 각 산업별 고용유발인원을 고용의 질 평가항목별로 가중평균한 표준화 점수는 <표 VIII-10>과 같다.

<표 VIII-10> 구축 및 운영단계의 산업별 고용유발인원 및 표준화 점수(주무부처) (단위: 명)

구분		고용유발 인원	고용의 질 표준화점수	가중평균 표준화 점수
구축 단계	농업 입업 및 어업	17	0.437	0.005
	광업	6	0.316	0.001
	제조업	217	0.365	0.049
	전기 가스 수도	9	0.734	0.004
	건설	880	0.332	0.181
	도매 및 소매	121	0.285	0.021
	숙박 및 음식점업	32	0.283	0.006
	운수업	67	0.316	0.013
	출판 영상 정보 등	15	0.403	0.004
	금융 보험	21	0.618	0.008
	부동산 및 사업서비스	200	0.368	0.046
	행정 및 국방, 사회보장	2	0.593	0.0007
	교육 및 보건	8	0.497	0.002
	사회 및 기타 서비스	21	0.338	0.004
	계	1,616	-	0.345
운영 단계	제조업	450	0.365	0.116
	부동산 및 사업서비스	966	0.368	0.251
	계	1,416		0.367

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제철자료를 바탕으로 재작성

<표 VIII-11>은 각 산업별로 계산된 7개 평가항목에 대한 표준화 값을 총 고용유발인원 대비 당해 산업 고용유발인원 비중으로 가중평균하여 본 사업 시행으로 인한 7개 항목의 고용의 질 점수를 도출한 결과를 종합하여 보여준다. 본 사업 시행을 통해 창출되는 고용

의 질 점수(각 항목별 평균)는 0.282로 도출되었으며, <표 VIII-12>와 같이 전체 산업별 고용의 질 표준화 점수와 비교하여 상대순위(위치)를 확인한 결과는 ‘중’수준에 해당하는 것으로 나타났다.

<표 VIII-11> 구축 및 운영단계의 항목별 고용의 질 점수(주무부처)

구분	구축단계	운영단계	종합평가
1. 고용 여건	0.369	0.484	0.427
2. 고용 안전	0.303	0.693	0.498
3. 훈련 및 교육	0.136	0.278	0.207
4. 임금 및 복리후생	0.190	0.376	0.283
5. 건강 및 안전	0.012	0.013	0.012
6. 고용평등기회	0.260	0.489	0.374
7. 갈등해결	0.134	0.218	0.176
평균	0.200	0.364	0.282

주: 고용인원으로 가중한 표준화 점수

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

<표 VIII-12> 고용의 질 제고효과 종합평가(주무부처)

평가항목	평가내용	평점
1. 고용 여건	■ 고용여건은 전체산업 중 중간정도임	중
2. 고용 안전	■ 고용안전은 전체산업 중 중위그룹의 하위에 속함	중
3. 훈련 및 교육	■ 훈련 및 교육의 중요성은 전체산업 중 하위그룹에 속하나 하위그룹의 상위권에 속하여 중하위권임	하
4. 임금 및 복리후생	■ 임금과 복리후생 측면은 전체산업 중 하위그룹에 속함	하
5. 건강 및 안전	■ 건강과 안전에서는 전체산업 중 중위그룹의 하위에 속함	중
6. 고용평등기회	■ 고용평등의 기회는 전체산업 중 중위그룹의 하위에 속함	중
7. 갈등해결	■ 갈등해결은 전체산업 중 중위그룹의 하위에 속함	중
종합평가	■ 훈련 및 교육, 임금 및 복리후생은 전체산업에서 하위권에 속하지만, 나머지 항목들이 중위권에 속함 ■ 전체산업에서 7~10위를 차지하여 ‘중’으로 평가되었으며, 고용의 질은 보통 수준으로 판단됨	중

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

3) 일자리 효과 검토 결과

가) 건설기간 중 고용유발 효과

『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021)에서 설명하는 바와 같이, 고용유발효과는 건설기간과 운영기간으로 구분하여 평가하며 건설기간 동안 발생하는 고용유발인원은 지역균형발전 분석 시 지역 간 산업연관모형(IRIO)에서 도출한 고용유발인원으로 한다.

주무부처는 건설기간 동안의 고용유발인원 산출을 위한 IRIO 분석 시 총투입비를 부가가치세를 포함한 사업계획안의 공사비, 설계비, 감리비를 적용하였으며, 이를 ‘건설’ 단일 부문에 투입하는 것으로 제시하였다. 그러나 본 조사의 IRIO 분석에서는 비용편익분석과 마찬가지로 부가가치세를 제외한다. 그 밖에도 건설기간 중의 경제적 파급효과만을 추계하므로 완공 후 유지관리비를 제외하며 이전거래인 용지비, 실투자액이 아닌 예비비도 제외한다.

한편, 2015 기준년 상품분류에서는 이전의 비주택 건축이 비주거용 건물과 산업플랜트로 구분되었으며, 산업플랜트는 2005년 기준 상하수도시설, 기계조립설치의 일부 항목을 포함하여 새로운 기본부문으로 제시된 바 있다. 이와 관련하여, 본 사업 내 수소액화플랜트는 산업진흥센터 등 다른 시설들과 동일하게(비주거용 건물) 분류하기보다는 산업플랜트로 분류함이 적합하다고 판단된다.

따라서 최종적으로 연구진은 순공사비와 시설부대경비를 고려하여 검토안 기준 1,250억 6,600만원을 강원도 지역의 건설(비주거용 건물, 산업플랜트) 부문에 투입하는 상황을 가정한 후 산업연관표를 이용하여 고용유발효과를 재추정하였다. 더하여, 건설기간(2023~2027년) 중 순차적으로 투입된 운영인력을 고려한 결과, 건설기간 동안의 고용유발 효과는 1,148.2명으로 추정되어 주무부처에서 제시한 1,616명 보다 더 적게 추정되었다. 주무부처 제출자료의 경우, 부가가치세를 포함한 공사비, 설계비, 감리비 등을 총투입비에 적용하고 ‘건설’단일 부문에 투입하는 것으로 하여 본 조사에서의 결과와 차이가 나타났다.

나) 운영기간 중 직접 고용효과

운영기간 동안 발생하는 직접 고용효과는 최적대안의 운영인력 계획 또는 주무부처가 제시하는 운영기간 동안의 운영인력(고용인력) 계획⁵⁹⁾ 인원으로 한다. 검토안의 운영인력 계

59) 실제로 운영기간에 필요한 운영인력을 의미하는 정규직은 물론 청소용역 등 사업지원 서비스업 인력도 포함함

획은 사업계획안과 동일하며, 이는 주무부처 제출자료 상의 직접 운영인력에 해당한다. 주무부처는 본 사업이 위치한 산업단지를 관리하는 인력을 간접 운영인력으로 추가하여 반영하였으나, 해당 산업단지는 본 사업과 무관하게 조성되어 운영될 예정이므로 제외함이 적절하다고 판단된다.

종합적으로, 건설기간 및 운영기간 중 고용유발 효과 분석 결과를 정리하면 <표 VIII-13>과 같다.

<표 VIII-13> 고용유발 효과 분석 결과(검토안)

구분	공사기간	운영기간
검토안	건설업 등 1148.2명 ⁶⁰⁾	제조업 450명 부동산 및 사업서비스업 832명

자료: 연구진 작성

다) 사업 완료 후 간접 고용효과

주무부처는 강원도 내 산업단지의 가동업체별 고용인원을 참고하여 클러스터가 위치한 북평 제2일반산업단지 내 관련 기업들의 입주를 통해 창출되는 고용효과를 제시하였다. 그러나 앞서 기술한 바와 같이, 해당 산업단지는 본 사업과 무관하게 조성되어 운영될 예정이므로 이를 통해 창출되는 고용효과를 인정하기는 어렵다고 판단된다.

라) 고용의 질 제고 효과

주무부처는 『재정투자사업평가의 고용효과분석 연구』(한국개발연구원, 2017)에 제시된 분석방법론을 준용하여 분석을 수행하였다고 밝혔으며, 제시된 고용의 질 7개 평가항목은 본 조사에서도 동일하게 적용된다. 이때, 7개 항목은 2020년 통계자료를 활용하여 평가하였다.

60) 건설기간 중 순차적으로 투입되는 운영조직 인원(2027년(100%) 기준으로 2024년 20%, 2025년 60%, 2026년 90% 투입)

〈표 VIII-14〉 고용의 질 평가항목과 활용자료

평가항목	평가지표	활용자료
1. 고용여건	전년대비 고용증가율	전국사업체조사(통계청) ¹⁾
2. 고용안정	고용기간 1년 미만 근로자 비중 (산업별 1년 미만/전근속근로자비율)	고용형태별근로실태조사 (고용노동부)
3. 훈련 및 교육	노동비용에서 교육훈련 비용 비중	기업체노동비용조사 (고용노동부)
4. 임금 및 복리후생	평균 임금	고용형태별근로실태조사 (고용노동부)
5. 건강 및 안전	재해발생률	산업재해현황(고용노동부)
6. 고용평등기회	남성 대비 여성 임금 비율	고용형태별근로실태조사 (고용노동부)
7. 갈등해결	노동조합 조직률	고용형태별근로실태조사 (고용노동부)

주: 1) 고용여건 평가항목의 지표 산출을 위한 「전국사업체조사」 통계의 경우, 코로나19로 인한 조사 일정 연기로 2020~2021년 기간의 전국사업체조사 통계가 존재하지 않아, KOSIS 「전국사업체조사」의 가장 최근 시점자료인 2019년 통계치를 사용하였음

자료: 한국개발연구원, 『재정투자사업평가의 고용효과 분석 연구』 2017; 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반 부문 연구』, 2021

그 결과 앞서 산출한 건설기간 중 각 산업별 고용유발인원과 고용의 질 표준화 점수를 통해 산출한 가중평균 표준화 점수는 〈표 VIII-15〉와 같으며, 건설기간 및 운영기간의 평가항목별 가중평균 표준화 점수는 〈표 VIII-16〉와 같이 나타났다. 따라서 검토안을 기준으로 건설기간 및 운영기간을 포함한 총 고용유발효과를 토대로 고용의 질 제고효과를 분석한 결과, 평가항목별 가중평균 표준화 점수는 0.423으로 분석되었다.

〈표 VIII-15〉 건설기간 중 산업별 고용유발인원 및 표준화 점수(검토안)

(단위: 명)

구분	고용유발 인원	고용의 질 표준화점수	가중평균 표준화 점수
농업, 임업 및 어업	1.5	0.352	0.000
광업	2.2	0.352	0.001
제조업	150.5	0.491	0.064
전력, 가스 및 수도	7.2	0.879	0.005
건설업	614.1	0.334	0.179
도매 및 소매업	65.3	0.310	0.018

〈표 VIII-15〉의 계속

(단위: 명)

구분	고용유발 인원	고용의 질 표준화점수	가중평균 표준화 점수
운수 및 창고업	40.0	0.486	0.017
숙박 및 음식점업	14.3	0.393	0.005
출판영상정보 등 정보통신업	7.2	0.669	0.004
금융 및 보험	12.7	0.767	0.008
부동산 및 사업서비스업	220.4	0.432	0.083
공공행정 및 국방, 사회보장	1.3	0.732	0.001
교육 및 보건	3.5	0.402	0.001
사회 및 기타서비스업	8.1	0.364	0.003
계	1148.2		0.389

자료: 연구진 작성

〈표 VIII-16〉 건설 및 운영기간 중 항목별 표준화 점수(검토안)

구분	구축단계	운영단계	종합평가
1. 고용 여건	0.441	0.476	0.460
2. 고용 안전	0.327	0.497	0.416
3. 훈련 및 교육	0.426	0.450	0.439
4. 임금 및 복리후생	0.512	0.516	0.514
5. 건강 및 안전	0.285	0.534	0.416
6. 고용평등기회	0.489	0.258	0.367
7. 갈등해결	0.246	0.439	0.347
평균	0.389	0.453	0.423

자료: 연구진 작성

검토안을 기준으로 본 사업을 통해 창출되는 고용의 질 개선효과는 중위권에 해당한다. 14개 산업별 표준화 점수와 비교하여, 해당 구간의 고용의 질 점수가 5위 이내에 속할 경우 상위권, 10위 이내에 속할 경우 중위권, 그 밖에는 하위권으로 분류한다. 종합 평가 내용은 〈표 VIII-17〉에서 보이는 바와 같다.

〈표 Ⅷ-17〉 고용의 질 제고효과 종합평가(검토안)

평가항목	평가내용	평점
1. 고용 여건	■ 고용여건 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(8위에서 9위 사이)에 해당함	중
2. 고용 안전	■ 고용안전 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(8위에서 9위 사이)에 해당함	중
3. 훈련 및 교육	■ 훈련 및 교육 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(7위에서 8위 사이)에 해당함	중
4. 임금 및 복리후생	■ 임금 및 복리후생 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(7위에서 8위 사이)에 해당함	중
5. 건강 및 안전	■ 건강 및 안전 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(8위에서 9위 사이)에 해당함	중
6. 고용평등기회	■ 고용평등기회 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(9위에서 10위 사이)에 해당하며, 그룹 내에서는 낮은 수준에 해당함	중
7. 갈등해결	■ 갈등해결 항목은 전체 14개 산업분류 중 중위권(9위에서 10위 사이)에 해당하며, 그룹 내에서는 낮은 수준에 해당함	중
종합평가	■ 전체적으로 14개 산업 중 7위와 8위 사이에 해당하는 “중위권”으로 평가됨	중

주: 14개 산업별 표준화 점수와 비교하여, 해당 구간의 고용의 질 점수가 5위 이내에 속할 경우 상위권, 10위 이내에 속할 경우 중위권, 그 밖에는 하위권으로 평가함

자료: 연구진 작성

나. 생활여건 영향

1) 개요

「예비타당성조사 운용지침」[별표 1] 및 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제59조에 따르면 생활여건 영향 평가 항목으로 사업 추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안전성 영향, 공동체 복원 영향 등을 제시하고 있다. 즉 생활여건 영향은 여타 정책효과에 비해 상대적으로 더 광범위하게 발생하는 효과를 대상으로 한다.

〈표 Ⅷ-18〉 생활여건 영향

구분	내용
생활여건 영향	사업 추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안전성 영향, 공동체 복원 영향 등 (예시) 철도사업의 운행시간 관련 신뢰성 개선 및 열차 운행빈도 개선 효과, 정보화사업의 서비스 제공에 따른 고객 업무편의성 증가 등

자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 운용지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

2) 주무부처 제출자료

주무부처는 본 사업 시행에 따른 생활여건 영향을 위한 평가항목으로 클러스터 구축을 통한 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복 영향, 지역 내 액화수소 공급기반 구축에 따른 주민의 수소충전비용 절감 영향, 클러스터 운영을 통한 주민의 에너지활용 여건 개선 영향을 정성적으로 제시하였다.

가) 클러스터 구축을 통한 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복

주무부처는 산업단지를 중심으로 클러스터가 조성됨에 따라 관련 기업이 입주하여 일자리를 창출하고 인근 지역의 인구도 증가하게 되며, 이에 따라 필연적으로 생활여건도 점차 개선될 것으로 기대하고 있다. 즉, 클러스터 조성을 통한 지역 생활여건의 개선 흐름이 클러스터 조성 → 산업발전 → 고용증가 → 인구증가 → 생활여건 개선으로 진행될 것으로 예측하는 것이다. 이를 뒷받침하는 근거로는 2015년에 산업연구원에서 발간한 「지역산업의 클러스터 매핑 분석과 발전전략」에서 26개 산업유형별 클러스터 중 ‘에너지클러스터’가 지역 고용 증가율에 대한 지역 내 클러스터 집적효과가 가장 큰 것으로 밝히고 있음을 제시하였으며, 강원도에 에너지클러스터인 ‘수소 저장·운송 클러스터’ 구축 시 지역경제 성장에 직접 연관된 고용 증가율에 긍정적 기여가 가능함을 시사하는 것이라고 설명하였다.

주무부처는 신규 산업단지 운영이 강원도 지역경제 성장에 기여하는 것을 또 다른 효과로 보고 있다. 최근 15년(2005~2019년) 동안 강원도 산업단지의 성과를 분석한 결과, 생산되는 경제적 가치, 종사자 수, 사업체 수가 연평균 각각 6.4%, 4%, 4.6% 확대되어 왔음을 제시하였다. 동해시의 지속적 인구유출로 인한 지역소멸 위험 심화에도 불구하고 동해시 소재 산업단지에서는 고용이 지속적으로 증가하는 추세이며, 이는 산업단지가 동해시 지역소멸 위험을 일부 상쇄시키고 있음을 시사한다고 보았다.

나) 지역 내 액화수소 공급기반 구축에 따른 주민의 수소충전비용 절감 영향

주무부처는 본 사업 시행으로 강원도 삼척시에 수소액화플랜트가 구축될 경우, 타 지역으로부터 액화수소를 공급받는 것보다 운송비 절감이 가능하여 결과적으로 주민의 수소충전비용 절감에 직접 기여가 가능할 것으로 보고 있다. 강원도는 2030년까지 총 65개의 수소 충전소 구축을 계획하고 수소차 등록은 2022년 2,838대에서 2028년 4만 2,876대까지 늘어날 것으로 추정하였다고 한다. 주무부처는 인천을 통해 액체수소를 공급받을 경우 공급가격

이 강원도 대비 킬로그램(kg)당 96.2원이 더 높은 상황임을 제시하였으며, 충전소 공급가격을 기준으로 강원도 수소차 충전용 미래 수소 수요 추정치를 적용한 결과, 강원도 내 수소 액화플랜트 구축을 통한 주민의 액화수소충전비용 절감 총효과를 연간 5억 8,000만원 수준으로 추정하였다. 즉 본 사업 시행을 통한 도내 수소액화플랜트의 구축은 주민의 액체수소 충전 수요에 대한 안정적 공급기반 확보를 의미하며, 운송비 절감으로 소비자가 낮은 가격에 수소 충전을 할 수 있으므로 주민의 생활여건 개선효과를 기대할 수 있다는 것이다.

〈표 VIII-19〉 강원 액화수소 공급에 따른 수소충전비용 절감

(단위: 원/kg, 톤/일, 톤/년, 백만원)

구분	충전소 공급가격	미래 수소수요 추정치		연간 액화수소 공급가격
		일일 수요량	연간 수요량	
강원 공급	8,286.7	16.4	5,986.0	49,604.2
인천 공급	8,382.9	16.4	5,986.0	50,180.0
차액				575.9

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

더하여 주무부처는 본 사업을 통해 강원도 지역에 수소를 안정적으로 공급하는 효과를 생활여건 개선의 하나로 제시하였다. 강원도의 수소차 수소 수요를 기존의 수소생산 능력과 타 지역의 수소공급 여력으로 충족시키기 어렵기 때문이다. 2022년 기준 강원도의 수요는 3.25톤/일(추정), 수소생산 능력은 1.55톤으로 크게 부족하며, 이러한 공급 부족은 2022년 강원 수소충전 대란 발생의 원인이 되기도 하였다. 따라서 본 사업을 통해 30톤/일 규모의 액화수소 공급이 가능해진다면 강원도 수소 수요에 대한 안정적 수급을 통해 사업 지역의 생활여건이 개선될 것으로 보고 있다.

다) 클러스터 운영을 통한 주민의 에너지활용 여건 개선 영향

주무부처는 강원도의 도시가스 보급률 저조 이슈와 이를 해소하기 위한 다양한 추진현황을 중심으로 본 사업의 성과물이 기여 가능한 지역 생활여건 개선영향에 대해 추정하였다. 2019년 기준 전국 가정용 도시가스 평균보급률은 83.7%인데 반해 강원도의 보급률은 50.4%로 제주도를 제외한 16개 행정구역 중 최하위에 해당한다. 가정용 도시가스 미공급 지역이 특히 강원도에서 높은 비중을 보이는 주요 원인은 거주지의 분산으로 인한 낮은 수

요밀집도로 인해 비용투입의 경제성이 낮기 때문이다. 2018년 기준, 강원도 인구밀도는 90명/제곱킬로미터(km²)이며, 전국 17개 행정구역 중 가장 낮은 수준이다. 강원도는 이러한 도시가스 보급률 저조 이슈를 가정·건물용 수소연료전지 보급을 통해 해소할 것이라고 발표하고 5메가와트(MW)(2022년)→20메가와트(MW)(2025년)→100메가와트(MW)(2030년)의 보급목표를 제시하였다고 한다. 이를 위해 국토교통부 ‘수소 시범도시 인프라 기술개발 사업’을 통해 가정·건물용 수소연료전지가 도입된 주거모델의 개발 및 실증(2020년 4월~2023년 12월)을 추진하고 있으며, 수소연료전지를 활용한 주거모델 개발 및 실증의 성과물은 개발 예정인 삼척시 뉴타운을 필두로 새롭게 조성되는 주거단지에 적용되어 강원도의 도시가스 보급률 저조 이슈 해결에 기여할 것으로 전망하고 있다. 본 사업 시행을 통해 개발된 수소 저장 관련 기술 및 제품(저장용기, 배관, 밸브 등)은 강원도에서 현재 추진 중인 수소시범도시의 수소연료전지 발전시스템에 적용되어 생활밀착형 수소경제의 실현에 기여할 것으로 보고 있으며, 본 사업을 통해 개발된 수소 저장 관련 기술 및 제품과 수소 액화플랜트를 통해 생산된 액화수소는 도시가스 미공급 가정의 에너지활용 여건 개선에 기여할 것으로 예측하였다.

〈표 VIII-20〉 도시가스 미공급 가정의 에너지활용 여건 개선 효과

구분	현재	액체수소 활용
연료	LPG	액화수소
저장	마을단위 LPG 소형저장탱크	마을단위 액화수소 중형저장탱크
발전	LPG 발전시스템	액화수소 기반 수소연료전지 발전시스템
안전성	LPG 폭발 위험성 높음	수소 폭발 위험성 낮음
이산화탄소 배출량	LPG 1kg 당 0.00299 tCO ₂	수소 1kg 당 0 tCO ₂

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

3) 생활여건 영향 검토 결과

가) 클러스터 구축을 통한 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복

주무부처는 클러스터 조성을 통해 산업발전, 고용 증가, 인구 증가, 생활여건 개선으로 이어져 지역 소멸위기를 극복하는 효과가 있다고 제시하였다. 그러나 이러한 효과는 클러스터 조성으로 인한 고용증가가 가장 주요한 요인이 될 수 있으며 이는 앞서 일자리 효과에서 검토한 내용과 중복으로 볼 수 있다. 일자리 효과에서는 본 사업으로 인한 건설기간

중 고용유발효과, 운영기간 중 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접 고용효과 등을 검토하였다. 또한 산업발전과 관련하여서는 본 사업으로 인하여 지역경제 성장에 긍정적 영향을 미칠 것이라고 제시되었으나, 이는 앞선 경제성 분석의 편익 추정에서 산정한 수소 저장·운송 산업진흥센터 입주 편익과 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 보유·활용 편익과 중복에 해당한다. 따라서 클러스터 구축을 통한 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복 영향은 이미 앞에서 검토하였으므로 이를 중복하여 인정할 수 없다.

나) 지역 내 액화수소 공급기반 구축에 따른 주민의 수소 충전 비용 절감 영향

주무부처는 클러스터 조성, 특히 수소액화플랜트 도입으로 인하여 지역 내 액화수소 공급기반이 구축되고 이에 따라 주민의 수소 충전비용이 절감되는 영향이 있을 것으로 판단하였다. 수소충전비용 절감 영향을 산정하기 위하여 주무부처는 인천에서 생산한 액화수소를 공급하는 것과 강원에서 생산한 액화수소를 공급하는 것을 비교하여 연간 액화수소 충전비용 절감의 총효과를 연간 5억 8,000만원으로 제시하였다.

그러나 본 조사에서는 경제성 분석 시 액체수소 공급의 편익을 산정하여 반영하였다. 액체수소 공급 편익은 강원도에서 공급하는 액체수소의 공급 가격과 강원도에서 공급하는 기체수소의 공급가격의 차이에 근거하여 산정하였다. 본 편익에서 기체수소와 액체수소의 충전소 기준 단가 차이는 3,313원/킬로그램(kg)으로, 제시된 인천으로부터의 액체수소 공급 시의 차이인 96원/킬로그램(kg)보다 매우 높은 수준이다. 따라서 주민의 수소 충전비용 절감 영향은 경제성 분석에 이미 반영되어 있기 때문에 중복하여 인정할 수 없다.

또한 30톤/일 규모의 액화수소 공급을 통해 강원도 수소 수요에 대한 안정적 공급이 이루어져 생활여건이 개선될 것이라는 주무부처의 의견에 대해 검토하였다. 강원도 수소 수요에 대한 안정적 공급은 수소 생산시설의 구축을 통해 달성할 수 있는 것으로 판단할 수 있는데, 이는 본 사업의 범위가 아니라 가스공사의 기체수소 생산시설 등에서 생산하는 수소 생산을 통해 달성할 수 있는 정책 효과에 해당한다. 본 사업 범위인 수소액화플랜트의 건설은 수소의 저장·운송을 제고하기 위한 시설에 해당하며, 직접적으로 수소 생산을 포함하지 않는다. 수소 생산은 본 사업의 범위와 별도로 추진되는 기체 수소 생산시설에서 이루어진다. 따라서 본 사업만으로는 주무부처가 제시한 강원도의 안정적 수소 공급은 달성할 수 없으며 수소의 안정적 공급으로 인한 생활여건의 개선을 본 사업의 정책 효과로 인정할 수 없다.

다) 클러스터 운영을 통한 주민의 에너지활용 여건 개선 영향

주무부처는 클러스터의 조성을 통하여 액화수소 공급이 용이해지고 클러스터를 통해 수소 저장·운송과 관련된 기술 및 제품이 개발됨에 따라 이를 활용하여 수소연료전지를 개발·보급함으로써 도시가스 보급률이 저조한 강원도에 현재 LPG로 운용되는 난방 등 가정용 에너지를 전력으로 공급할 수 있을 것으로 예측하였다.

그러나 가정용 수소연료전지 보급의 경우, 본 사업과 별개인 국토교통부 ‘수소 시범도시 인프라 기술개발 사업’을 통해 가정·건물용 수소연료전지가 도입된 주거모델 개발 및 실증(2020년 4월~2023년 12월)을 추진하고 있으며 가정·건물용 수소연료전지 보급 계획이 2022년부터 본격화된다는 점⁶¹⁾을 고려하면 본 사업의 기여도는 그리 크지 않을 것으로 판단된다. 또한 클러스터 조성 이후 실증테스트 베드와 안전성 시험센터 등의 활용을 통한 가정·건물용 수소연료전지 보급과 관련된 기술과 제품의 개발로 인한 편익은 경제성 분석의 수소 저장·운송 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드 장비 보유·활용 편익과 중복에 해당한다. 따라서 주무부처가 제시한 클러스터 운영을 통한 주민의 에너지활용 여건 개선 영향은 본 사업의 직접적인 기여도를 찾기 어렵고, 경제성 분석의 편익과 중복되기 때문에 정책성 분석에서 중복하여 인정할 수 없다.

다. 환경성 평가

1) 개요

「예비타당성조사 운용지침」은 환경성 평가항목으로 사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경 경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계 환경보전 기여도 등을 제시하고 있다. 정책성 분석 체계 개편에 따라 환경성 평가 항목은 사업추진에 따른 환경적인 위험요인뿐만 아니라, 긍정적인 요인도 평가하도록 하고 있다.

〈표 VIII-21〉 환경성 평가

구분	내용
환경성 평가	사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등

자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 운용지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

61) 5메가와트(MW)(2022년) → 20메가와트(MW)(2025년) → 100메가와트(MW)(2030년)

2) 주무부처 제출자료

주무부처에서 제출한 자료에 따르면, 본 사업은 강원도 동해시와 삼척시에 위치한 산업단지 내 3가지 핵심기반시설(산업진흥, 기술검증, 액체수소공급)을 구축하는 건설 사업으로, 본 사업의 시행으로 인해 예상되는 자연 및 생활환경 관련 환경문제는 건설공사 시 발생하는 토사유출, 공사 및 운영 시 사용되는 장비와 클러스터 시설운영에 따른 대기오염물질 배출, 비산먼지 발생, 소음 발생 등으로 추정된다. 주무부처는 이러한 부정적인 영향의 최소화를 위해 다각적 측면에서 환경적 영향을 예측하고 이에 대한 저감대책(안)을 제시하였다.

가) 대기환경

본 사업 시행으로 인한 대기환경 측면에서의 환경문제는 계획부지 및 주변지역에서의 공사장비와 이용차량에 의한 비산먼지, 배기가스 등으로 예상되며, 이와 관련한 피해 최소화를 위해 다음과 같은 저감대책(안)을 마련할 것으로 제시되었다. 주무부처는 지구경계부에 완충녹지 조성, 입주업체별 최적 방지시설 도입 적극 권장, 온실가스 감축을 위한 에너지 절약 설비 계획 수립, 고효율 에너지 이용시설 도입, 신·재생 에너지 이용 등을 저감대책으로 제시하였다.

〈표 Ⅷ-22〉 대기환경 측면 주요 저감대책(안)

항목	주요 저감대책(안)	
대기질	■ 공사 시 · 토공작업 및 토사운반차량 주이동로에 지속적인 살수를 실시 · 동식 세륜·세차시설 설치 · 공사구간 내 차량 이동속도 제한 20km/hr 이하 · 적재함 상단에 덮개가 설치된 차량 이용 · 가설 방음판넬 및 가설판넬 상단 방진망 (1.0m) 설치	■ 운영 시 · 지구경계부에 완충녹지 조성 · 고효율 기자재 및 신·재생에너지 설치 · 입주업체별로 최적방지시설의 도입을 적극권장
악취	· 사업지구 내 악취배출사업장의 입주 시 배출공정에 따른 최적의 배출저감기술(방지시설) 도입 · 사업지구 녹지를 조성(5만 7,514제곱미터(㎡))하여 악취물질의 확산을 최소화	
온실가스	■ 공사 시 · 공회전 금지 등 공사단계에서 온실가스 배출 감소대책 실시 · 훼손수목 중 양호한 수목은 이식계획 수립	■ 운영 시 · 에너지 절약 설비 계획 수립 · 고효율 에너지 이용시설 도입 · 신·재생에너지 이용 - 태양열온수기, 태양광가로등 등 · 사업지구 내 수목식재로 인한 온실가스 저장, 흡수

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

나) 물환경

본 사업의 시행으로 인한 물환경 측면에서의 환경문제로는 공사 시 토사유출에 의한 탁도 증가 및 공사인부에 의한 오수발생, 운영 시 산업시설 가동에 의한 오·폐수 방류 및 비점오염물질 발생 등이 예상되며, 이와 관련한 피해 최소화를 위해 다음과 같은 오수처리계획, 우수처리계획, 비점오염저감대책 수립, 영구저류지(2개소) 설치 등을 물환경 대책으로 제시하였다.

〈표 VIII-23〉 물환경 측면 주요 저감대책(안)

항목	주요 저감대책(안)	
수질	■ 공사 시 · 우기를 피하며, 소구역별 공사 실시 등 · 가배수로, 임시침사지점 저류지(5개소) 설치 · 현장사무소 운영 및 공사인부에 의한 오수는 개인하수처리시설을 설치하여 방류수 수질기준 (BOD 10mg/L, SS 10mg/L) 이하로 처리	■ 운영 시 · 용수공급 계획 - 북평산업단지 內 관망에서 분기하여 공급 · 오폐수처리계획 - 자연유하식으로 오폐수중계펌프장에 연결하여 북평공단 폐수종말 처리장에서 처리 · 우수처리계획 - 자연유하를 원칙으로 유역의 집수면적, 주변의 지형조건, 토지이용계획, 도로 계획, 지하매설물 등을 고려하여 유로의 방향과 매설위치를 결정 · 비점오염저감대책 수립 - 장치형 저감시설(3개소) 및 영구저류지(2개소) 설치
수리·수문	■ 공사 시 · 가배수로, 임시침사지점 저류지(5개소) 설치	■ 운영 시 · 영구저류지(2개소) 설치

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

다) 토지환경

본 사업 시행으로 인한 토지환경 측면에서의 환경문제로는 공사 장비 가동에 따른 폐유 발생, 공사 시 토사유출, 생산 공정에 따른 토양오염물질 발생, 흙 쌓기 및 깎기에 따른 사면발생 등이 예상되며, 이와 관련한 피해 최소화를 위해 토양오염 방지 대책을 마련하고 폐자재 보관, 폐기물 처리계획 등이 제시되었다.

〈표 Ⅷ-24〉 토지환경 측면 주요 저감대책(안)

항목	주요 저감대책(안)	
토지 이용	· 토지 및 지장물 관련 해당사항 존재 시 관계주민과 협의 후 “공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률”에 따라 보상	
토양	■ 공사 시 · 지장물 철거 시 오염된 토양이 확인될 경우, “토양환경보전법 시행령 제10조”에 의거, 오염된 토양 정화 · 공사 투입장비는 가동 전에 점검을 철저히 한 후 사용 · 작업현장에 이동식 간이화장실을 설치하여 분뇨 전량 수거	■ 운영 시 · 제조공정 작업장, 자재 및 원료 보관 장소, 폐자재 및 폐원료 보관장소 등에 불투수성 포장재를 포설하여 토양오염 방지 · 자재, 원료 및 폐자재 등은 외부와 차단된 장소에 보관, 폐자재의 경우 입주업체별로 신속한 폐기물 처리계획 수립
지형·지질	■ 공사 시 · 지형변화 - 사업시행 대상부지는 산업단지 조성과정에서 지형 등을 고려하여 단지계획고가 계획된 상황이며, 본 사업의 시행 시 급경사지역은 최대한 원형보존 하는 방향으로 추진 예정 · 토량 - 부족토 발생 시 인근 북평화력발전소의 사토를 공급받아 이용할 계획임	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

라) 자연생태환경

본 사업 시행으로 인한 자연생태환경 측면에서의 환경문제로는 공사에 따른 일부 자연생태의 훼손, 공사 시 장비가동으로 인한 일부 육상동물의 서식지 이동 등이 예상되며, 이와 관련한 피해 최소화를 위해 다음과 같이 육상식물, 육상동물, 육수동물 보호 대책 등을 마련할 것으로 제시되었다.

〈표 Ⅷ-25〉 자연생태환경 측면 주요 저감대책(안)

항목	주요 저감대책(안)
동식물상	■ 공사 시 · 육상식물 - 살수차량 운행, 공사용 차량 뒤통사용 등 - 공사과정에서 훼손수목 발생 시 이에 상응하는 이식계획 수립 · 육상동물 - 야간공사 지양, 가급적 주요 번식기를 피하여 공사 실시 · 육수동물 - 공사 시 토사유출 최소화를 위해 가배수로 및 임시침사지 겸 저류지(5개소) 설치 - 비점오염원 저감시설(장치형 처리시설 및 저류지 활용) 설치
자연환경 자산	■ 공사 시·운영 시 · 조성녹지 확보를 통한 서식처 보전, 육상동물 보호대책 수립을 통한 먹이원 보전, 서식환경질 보전

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

마) 생활환경

본 사업 시행으로 인한 생활환경 측면에서의 환경문제로는 공사 시 각종 폐기물 및 소음·진동 발생, 운영 시 폐기물 발생 등이 예상되며, 이와 관련한 피해 최소화를 위해 다음과 같은 폐기물 처리방안, 소음·진동 방지시설 설치, 녹지대 확보 등의 대책이 제시되었다.

〈표 VIII-26〉 생활환경 측면 주요 저감대책(안)

항목	주요 저감대책(안)	
친환경적 자원순환	■ 공사 시 · 건설폐기물은 배출자신고, 처리용역 분리발주, 관련 규정에 의거 보관 및 위탁처리(재활용) · 폐유 및 폐석면 등 지정폐기물은 관련 규정에 의거 보관 및 위탁처리 · 생활폐기물 및 분뇨는 분리수거 후 동해시 처리체계와 연계 · 임목폐기물은 재활용을 제외한 나머지 위탁처리	■ 운영 시 · 생활폐기물은 분리수거 후 동해시 처리체계와 연계처리 · 사업장배출시설계 및 지정폐기물은 분리수거 후 자체 재활용 또는 위탁처리
소음·진동	■ 공사 시 · 공사장 소음·진동 관리지침서 준수 · 정온시설 주변 가설방음판넬 설치 · 지발당 장약량 제한을 통한 발파공법 선정	■ 운영 시 · 각 개별공장은 소음·진동관리법에 의한 소음·진동 방지시설을 설치하여 배출허용기준 준수
위락·경관	· 사업지구 내 충분한 녹지대를 확보하여 쾌적한 산업단지 경관 창출 · 색채 및 형태계획을 수립하여 환경친화적 산업단지 조성	
위생·보건	· 회피, 최소화, 조정, 감소, 보상 등의 저감대책 중 적정 대책을 검토·시행하여 위생 및 공중보건에 미치는 영향을 최소화 · 화학물질 배출저감기술 4단계에 준한 관리 ① 1단계: 전과정 관리 ② 2단계: 성분관리 ③ 3단계: 공정관리 ④ 4단계: 방지시설 설치	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

바) 지역 환경·경관에 대한 영향

본 사업은 강원도 동해시와 삼척시에 위치한 산업단지 내 3가지 핵심기반시설(산업진흥, 기술검증, 액체수소공급)을 구축하는 건설 사업으로, 주무부처는 조성이 완료된 산업단지라는 공간적 범위 내에서 추가 시설구축을 통한 일부 경관의 변화가 예상됨을 제시하였다.

「개발사업 등에 대한 자연경관 심의지침」에 의한 자연경관영향 심의대상 범위에 대하여 분석한 결과, 본 사업 대상지인 북평 제2일반산업단지 인근 2킬로미터(km) 이내에는 규모 있는 산이 존재하지 않는 것으로 확인되어 자연경관영향 심의대상에 해당되는 자연공원, 습지 보호구역, 생태·경관보전 지역은 없는 것으로 제시되었다. 수소액화플랜트의 대상지인 호산

일반산업단지 인근 2킬로미터(km) 이내에도 규모 있는 산이 존재하지 않는 것으로 확인되어 자연경관영향 심의대상에 해당되는 자연공원, 습지보호구역, 생태·경관보전 지역은 없는 것으로 제시되었다.

한편 주무부처는 북평 제2일반산업단지는 국토환경성평가지도의 국토환경성평가 등급상 환경적 가치가 높은 1등급 약 1.12%, 2등급 4.19%으로 본 사업 시행 시 자연환경에 미치는 영향은 거의 없을 것으로 판단하였다. 호산일반산업단지는 국토환경성평가지도의 국토환경성평가 등급상 환경적 가치가 높은 2등급 100%로 제시되었으나, 해당지역은 삼척 LNG 인수기지가 위치한 독립적 산업단지이기 때문에 본 사업 시행 시 자연환경에 미치는 영향은 거의 없을 것이라 개진하였다.

3) 환경성 평가 검토 결과

주무부처는 사업 대상지로 선정된 동해시의 북평 제2일반산업단지와 삼척시의 호산일반산업단지 일원에 대한 분석을 수행하여 본 사업의 공사 및 운영으로 인해 대기환경, 물환경, 토지환경, 자연생태환경, 생활환경, 지역환경·경관에 미치는 다양한 환경 영향을 비교적 상세히 제출하였다. 또한 이를 저감하는 방안과 대책을 각 환경 영향별로 상세하게 제시하였다. 본 사업이 운영 시 대규모 환경오염물질을 배출할 가능성이 있는 생산시설이 아니라는 점, 기존 자연을 훼손하고 새로운 건축물을 건설하는 사업이 아니라는 점을 고려하면 본 사업 추진으로 인한 환경문제의 발생 가능성은 비교적 크지 않을 것으로 판단된다. 그러나 공사 및 운영기간 동안 발생할 수 있는 대기오염, 소음, 악취, 토양손실, 비산먼지, 폐기물 등에 대해서는 대상지역이 독립된 산업단지라 해도 대책의 필요성이 존재할 수 있다. 주무부처에서는 소음, 대기오염, 토양손실, 폐기물 등에 대한 대책을 제시하였으나 본 사업에 특화된 내용이 아닌 일반적인 수준의 대책을 제시하였다. 본 사업의 건축형태와 입지, 각 시설별 특성을 고려하면 일반적인 시공 방식과 구분되는 대책의 필요성은 없는지 다시 한 번 확인할 필요가 있다.

주무부처 제출자료에 따르면, 2022년 6월 기준으로 본 사업 추진과 관련해 지역 환경 또는 경관에 대한 민원은 없는 상태로 확인되었다. 또한 사업 대상지역의 주변에 높은 산이 없어 일조권 등 경관에 미치는 영향은 없을 것으로 보인다. 사업 대상부지와 주변 지역 간의 거리, 지형 등을 종합적으로 고려할 때 본 사업 추진으로 인한 지역 환경 또는 경관에 대한 우려는 낮은 편으로 생각된다.

라. 안전성 평가

1) 개요

「예비타당성조사 운용지침」은 안전성 평가 항목으로 재해 재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등으로 제시하고 있다. 즉 안전성 평가는 해당 공공투자사업 추진을 통해 재난이나 그 밖의 각종 사고로부터 사람의 생명·신체 및 재산의 안전을 확보하거나 동등한 효과를 발생시키는지를 평가하는 항목이다.

〈표 VIII-27〉 안전성 평가

구분	내용
안전성 평가	재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설 개량에 따른 정보보안 효과 등

자료: 국가법령정보센터 「예비타당성조사 운용지침」, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

2) 주무부처 제출자료

주무부처는 본 사업 시행에 따른 안전성 평가 항목으로 재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과를 제시하였다.

가) 재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과

주무부처는 탄소중립 이행을 위한 수소경제 활성화 과정에서의 핵심인 ‘수소’는 궁극의 청정에너지라는 이미지뿐만 아니라 ‘폭발사고’라는 어두운 이면도 함께 존재함을 설명하였다. 발생사고 대부분 물적피해로 발표되었으나, 2019년 5월에 발생한 강원도 수소탱크 폭발사고는 인명피해를 초래한 중대사고였기 때문에 이후 수소 사업 추진에 있어 발생 가능한 재해·재난을 예비하고 대응하기 위한 준비상황을 검토하는 것은 매우 중요하다는 것이다. 현재까지 발생한 국내외 수소 폭발사고는 대부분 탱크에 저장된 수소가 유출되는 패턴으로 발생하였고 폭발사고의 원인은 안전장치의 부재, 시공상의 실수 등으로 다양하나, 주무부처는 이러한 사고 방지를 위해서는 안전성과 성능을 체계적으로 검증하기 위한 테스트

더하여, 주무부처는 본 사업의 구축뿐만 아니라 운영과정에서의 안전성 확보를 위해 수립한 맞춤형 안전관리계획을 제시하였다. 수소는 아직까지 독자적인 안전관리 규정이 존재하지 않아 고압의 수소 관련 시설, 수소 제조, 추출수소 제조, 수전해 제조 등은 「고압가스 안전관리법」의 적용을 받으며 저압인 경우에도 고압가스 일반제조 기준을 적용하고 있다. 또한, 연료전지 및 액체수소의 경우 별도의 안전기준이 없기 때문에 해당 시설에 대해 해외 규정 도입 등 별도의 안전규정을 마련하는 것이 필요하다. 주무부처는 본 사업에 참여하는 기관, 단체 간 가스안전 사각지대 해소를 위한 안전협의체를 구성하여 안전사고에 대비하도록 할 계획이라고 제시하였다.

The flowchart illustrates the Safety Management System for Construction Projects, organized into three main vertical sections: Pre-construction, Construction, and Post-construction.

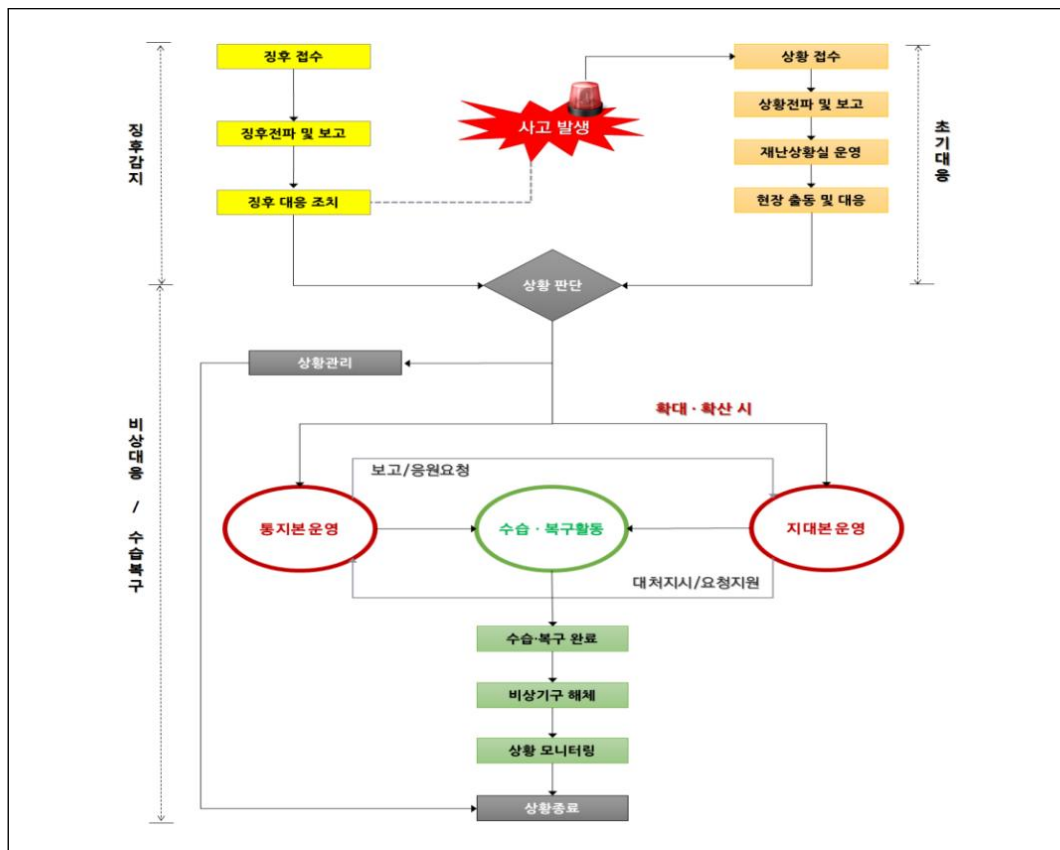
- Pre-construction Phase (Top):**
 - 시설설치계획의 기술검토(영 제3조)** (Technical review of installation plan, Art. 3 of Ordinance) connects to **검토신청** (Request for review) and **결과회신** (Return of results).
 - 한국가스안전공사** (Korea Gas Safety Corporation) is the authority for this phase.
 - 사업허가(법 제4조)** (Business permit, Art. 4 of Law) connects to **허가신청** (Request for permit) and **허가** (Permit).
 - 시장,군수,구청장** (Mayor, County Mayor, or District Chief) is the authority for this phase.
 - 통보** (Notification) is sent from the Mayor/County Mayor/District Chief to the **관할소방서장** (Competent Fire Station Chief).
 - 허가요건 검토** (Review of permit requirements) includes: 안전확보 여부 (Safety assurance), 기술검토 결과 적합 여부 (Whether technical review results are suitable), and 결격사유 유무 (Whether disqualifying circumstances exist).
- Construction Phase (Middle):**
 - 시설완성검사(법 제16조)** (Completion inspection, Art. 16 of Law) connects to **검사신청** (Request for inspection) and **결과통보** (Return of results).
 - 한국가스안전공사** (Korea Gas Safety Corporation) is the authority for this phase.
 - 사업개시전** (Before start of business) includes: 안전관리규정 제출(법 제11조) (Submission of safety management regulations, Art. 11 of Law) and 안전관리자 선임신고(법 제15조) (Appointment and reporting of safety manager, Art. 15 of Law).
 - 신고** (Reporting) is sent from the **사업개시전** section to **허가관청** (Permitting authority).
- Post-construction Phase (Bottom):**
 - 사** (Operator) is responsible for:
 - 법령위반시 (In case of violation of laws): 행정처분 (Administrative disposition), 위해유발시 (In case of occurrence of hazard), 위해방지를 위한 조치명령 (Order to take measures to prevent hazard), 법령위반시 법적,과태료부과 (Legal, and imposition of penalty in case of violation of laws).
 - 후** (After) is responsible for:
 - 시설에 대한 정기,수시검사 (Regular, and spot inspection of facilities), 안전관리자 교육 (Education of safety manager).
 - 관** (Manager) is responsible for:
 - 보령가입 (Welding), 시설을 기준에 적합하도록 유지 (Maintaining facilities in accordance with standards), 안전관리규정 준수 (Compliance with safety management regulations), 시설에 대한 자율검사 실시 (Conducting self-inspection of facilities), and 공급자의무 준수 (Compliance with obligations of suppliers).
 - 리** (Supervisor) is responsible for:
 - 허가관청 (Permitting authority).
 - 한국가스안전공사 (Korea Gas Safety Corporation).
 - 사 업 자 (Operator).
 - 통보** (Notification) is sent from the **한국가스안전공사** to the **허가관청**.
 - 검사,교육** (Inspection, and education) is sent from the **한국가스안전공사** to the **관** (Manager).

384 • 수소 저장·운송 클러스터 구축사업

클러스터 안전관리계획 수립 시 세부 적용기준은 공통, 생산, 저장·운송 분야, 충전 분야, 사용 분야, 제품 분야로 구분하여 제시하였다. 또한 클러스터 설계 기본원칙을 생산 분야, 저장 분야, 운송 분야, 충전 분야, 연료전지 분야, 방폭 구조 등으로 구분하고 수소 사용 설비의 시공, 시운전분야 기본원칙을 설명하였으며 수소 설비·부품의 안전검증 기본원칙을 제시하였다.

강원도 재난안전관리계획과 연계한 사고수습 기본원칙으로는 클러스터 운영조직에 ‘안전 자문위원회’를 추가하여 안전관리의 전문성 및 체계성을 확보하고, 대형 사고발생 시 신속하게 수습되도록 자체 행동 매뉴얼을 작성할 것으로 설명하였다. 위원회는 사고의 예방을 위하여 안전관리 전문가로 구성하여 분기별 회의를 통해 발생 가능한 위험요소를 사전에 파악하고 사고발생 시 대응 매뉴얼을 지속 보완하는 방향으로 운영할 계획이다.

[그림 VIII-3] 사고대응 절차도(안)

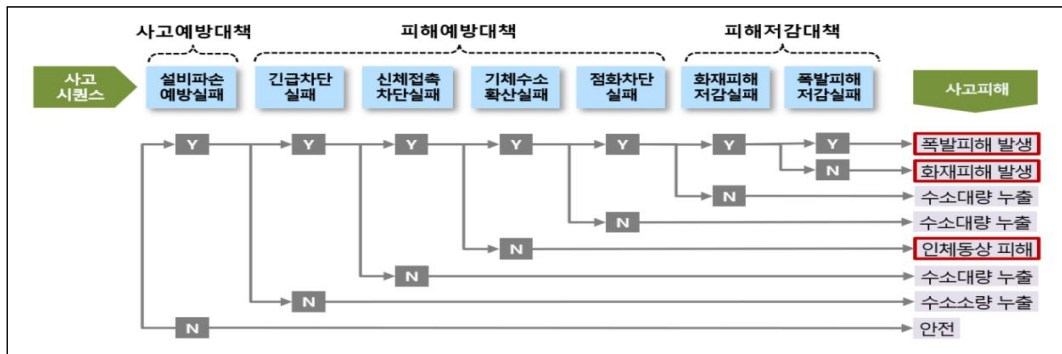


자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

나) 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과

본 사업은 강원도 내 수소생산거점으로부터 기체 및 액화수소를 공급받아 클러스터 또는 개별기업의 저장탱크에 저장 후 입주기업들이 활용하며, 실증 테스트베드와 안전성 시험센터에서의 기술검증 과정에서도 수소가 활용되는 구조이다. 따라서 생산-저장-운송-활용으로 구성된 전주기적 관점에서 각 단계별 사고전개 시나리오에 대한 분석과 더불어 사고 및 피해방지를 위한 안전대책 마련이 반드시 필요하다. 주무부처는 ETA(Event Tree Analysis) 기법을 통해 사고전개 시나리오를 설정하였으며 예상된 전체 이벤트 중 하나만 성공해도 사고 시퀀스 차단 및 피해예방이 가능하다고 설명하였다.

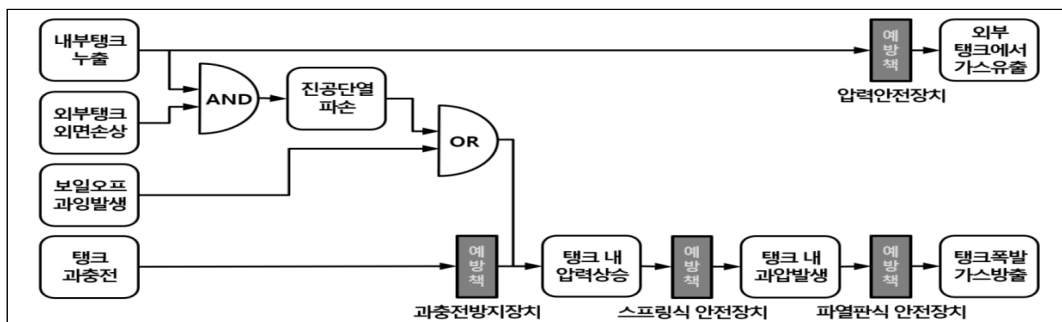
[그림 VIII-4] 수소 저장·운송 클러스터 사고전개 시나리오(안)



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

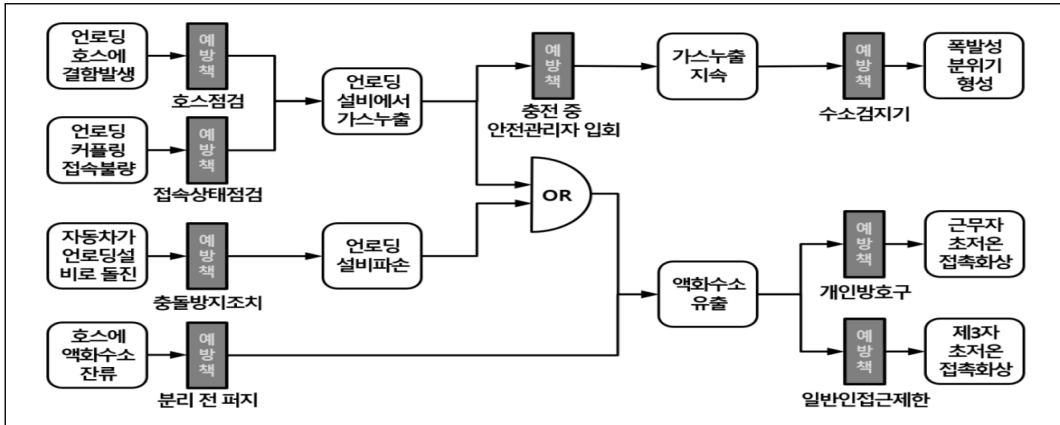
이러한 시나리오 아래 수소 생산시스템의 사고예방대책, 피해예방대책, 피해저감대책, 수소 저장·운송 시스템의 사고예방대책의 구조를 제시하였다.

[그림 VIII-5] 수소 생산시스템 탱크파열 관련 예방책 개념도



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

[그림 VIII-6] 수소 저장·운송시스템 관련 사고위험요소



자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

3) 안전성 평가 검토 결과

본 사업의 대상지인 강원도는 2019년 5월 수소 저장탱크의 폭발사고가 있었던 지역이며, 이 사고는 수소 사업의 안전성에 대한 경각심을 매우 높이는 계기가 된 사건이다. 최근 수소연료전지발전소, 수소 충전소를 비롯하여 수소 사업에 대한 지역주민의 반발은 이러한 안전성에 대한 불안에서 기인한다. 본 사업은 이전의 사고와 관련이 높은 수소 저장·운송 관련 사업이기 때문에 사업의 준비단계에서부터 해당 사업의 구축과 운영에서 발생 가능한 모든 위험에 대해 체계적으로 분석하고 대응방안을 마련하는 것이 필요하다. 그러나 주무부처의 자료에서 확인할 수 있는 것처럼 수소 사업은 아직까지 유사 사업이나 시설이 드물고, 관련한 입법이나 기준도 수소에 특화되지 않아 고압가스 관련법과 기준을 적용하거나, 관련법과 기준이 없는 분야도 상당수 존재하고 있어 안전성 관리에 있어 더 많은 노력이 필요하다.

주무부처가 제출한 자료는 수소의 저장·운송뿐 아니라 수소의 생산, 충전, 사용, 제품, 운송, 연료전지 분야까지 아울러 관련 안전계획의 수립 원칙과 각 분야별 적용기준에 대한 정보를 제공하고 있다. 그러나 수소 사업 관련 안전계획 수립, 안전관리 기준, 안전관리 체계도 및 관련 조직의 운영 등에 대해서는 일반적인 수준의 정보는 나열하고 있지만, 본 사업의 입지 특성이나 시설, 장비특성에 맞춰 특화된 위험성 분석이나 안전관리 체계 준비에 대한 충분한 설명이 제공되지 않아 본 사업의 안전성 제고에 얼마만 한 노력을 기울이고 있는지는 확인이 어려웠다. 그러나 2023년 5월, 추가로 제출된 자료는 본 사업의 시설별

특성에 맞춰 특화된 위험성 분석과 이에 대한 안전관리 방안을 제시하고 있으며, 이에 본 사업의 안전관리 계획이 이전보다는 개선된 것으로 판단된다.

앞서 설명한 바와 같이, 본 사업은 관련 안전관리 기본계획과 기준, 사고대응 대책에 대한 체계가 충분하지 않은 신사업 분야로 사업의 재난·재해 위험성이 높은 반면, 안전관리를 총괄할 주관기관(강원 에너지진흥원)은 아직 설립되지 않은 상태이다. 주관기관의 설립 지연이 예상됨에 따라 사업 준비기간과 초기단계에서 안전관리의 총괄기능을 담당할 대안 조직이 요구된다. 주무부처는 에너지진흥원 설립 지연에 대한 대안으로 민관 SPC의 설립 또는 강원도 에너지진흥원 설립 이전까지 강원 테크노파크를 활용할 것을 제시하였다. 그러나 사업기간 중 안전관리를 총괄 담당하는 기관을 변경하는 것은 안전관리의 일관성 및 안정성 측면에서 문제가 발생할 수 있다.

4. 특수평가항목(재원조달 위험성)

공공투자사업을 실제로 추진하기 위해서는 경제적인 타당성뿐만 아니라 재원조달 측면에서 위험성을 검토해야 한다. 재원조달 가능성 검토는 사업 추진주체의 투자재원 조달 능력과 가능성을 고려하여 대상사업이 재원조달 측면에서 무리 없이 추진될 수 있는지를 살펴보는 과정으로, 정책적 분석에서는 기본적인 검토항목이라 할 수 있다. 특히 본 사업과 같이 막대한 투자재원이 소요되는 사업의 경우 사업 수행주체의 가용재원 조달 가능성을 전체 예산규모 및 여타의 투자 사업에 대한 소요재원 등을 고려하여 검토하는 과정이 더욱 핵심적이다. 본 사업의 총사업비는 사업계획안 기준 3,220억 5,500만원으로 재원은 국비 22.6%, 지방비 15.4%, 민자 62%로 구성되어 있어 민간투자의 규모가 매우 크다. 검토안 기준 총사업비는 3,176억 8,500만원이며 재원분담은 국비 13.8%, 지방비 13.3%, 민자 72.9%로 민자의 비율이 더욱 높다. 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)에 따르면 지방자치단체에서 재원을 분담하여 추진하는 사업과 민간투자유치 사업에 대해서는 재원조달 가능성에 대해 면밀한 검토를 통해 사업이 계획대로 추진될 수 있는가를 분석할 필요가 있다고 하였다. 지방자치단체의 재정여건 상 재정부담이 될 것으로 예상되는 사업의 경우 사업 중단이나 공기지연의 문제점이 발생할 가능성이 높기 때문이다. 또한 민간투자유치가 계획대로 이루어지지 않는다면 본 사업의 추진이 정상적으로 이루어지기 어렵다. 따라서 본 사업의 실제적인 추진을 위해서는 부문별로 재원조달 계획이 예정대로 실현될 수 있는지에 대한 검토가 필요하다. 본 장에서는 국비, 지방

비, 민자에 대하여 재원조달의 위험성을 검토하였다.

주무부처가 사업계획안에서 제시한 재원조달계획에 따르면 주무부처는 운영비를 포함한 총사업비 3,220억 5,500만원 중 22.6%에 해당하는 728억 8,300만원은 산업통상자원부의 국비 분담(에너지 및 자원사업 특별회계)을 통해 조달할 예정임을 밝히고 있다. 국비 분담항목은 수소 저장·운송 안전성 시험센터, 산·학 캠퍼스, 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 장비비와 그 예비비, 수소액화플랜트의 일부 장비비와 그 예비비, 전담기관 운영비를 포함한다. 본 조사 결과, 검토안의 총사업비는 3,176억 8,500만원이며 이중 국비분담은 438억 5,100만원으로 전체의 13.8%에 해당한다.

〈표 VIII-28〉 재원별 총사업비

(단위: 백만원)

구분	사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
국비	72,883 (22.6%)	43,853 (13.8%)	-29,030
지방비	49,645 (15.4%)	42,274 (13.3%)	-7,371
민자	199,527 (62.0%)	231,558 (72.9%)	32,031
총계	322,055 (100%)	317,685 (100%)	-4,370

주: 1. 부가가치세 포함

2. 사업계획안은 사업기간(2023~2027년) 중 인건운영비, 경상운영비를 총사업비(지방비)에 포함

자료: 연구진 작성

본 사업은 국가재정운용계획에서 분류하고 있는 12개의 지출 분야 중 ‘산업·중소기업·에너지’에 해당된다. 과거 정부의 산업·중소기업·에너지 분야의 재정투자 추이를 살펴보면 2018년 16조 3,000억원의 투자가 이루어졌으며, 점차 증가하여 2022년에는 31조 3,000억원의 투자가 이루어지는 등 지난 5년간(2018~2022년) 연평균 증가율 17.7% 수준으로 나타난다.

〈표 VIII-29〉 산업·중소기업·에너지 분야의 과거 재정투자 추이

(단위: 조원, %)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	연평균 증가율
산업·중소기업·에너지 분야	16.3	18.8	23.7	28.6	31.3	(17.7)

주: 본 예산 기준

자료: 기획재정부, 「2022~2026년 국가재정운용계획」, 2022

향후 산업·중소기업·에너지 분야의 지출은 2022~2026년 중기 계획 기간 중 연평균 2.6% 감소할 것으로 전망된다(2022년 31조 3,000억원 → 2026년 28조 1천억원). 산업·중소기업·에너지 분야는 동 기간 동안 핵심전략산업·제조업 집중투자를 통한 주력산업 경쟁력 강화, 공급망 및 수출여건 개선을 통해 대외경제충격에 탄력적 대응, 원전산업 생태계 회복 및 수소 등 에너지 신산업 창출 지원, 창업·중소기업 지원방향을 민간중심·혁신성장 관점으로 전환, 소상공인 경쟁력 강화 및 기업가형 소상공인 육성을 추진할 것을 포함하고 있다. 특히 수소 등 에너지 신산업에서는 수소경제 활성화와 관련하여 그린·블루 등 청정 수소로의 전환을 추진하고 버스 등 상용차 중심의 수소 모빌리티 기반 구축을 추진할 계획으로 본 사업의 추진과제와 연계되어 있는 것을 확인할 수 있다.

〈표 VIII-30〉 2022~2026년 국가재정운용계획상 분야별 재원배분 계획

(단위: 조원, %)

구분	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2022~2026년 연평균
1. 보건·복지·고용	217.7	226.6	238.6	254.4	269.5	5.5
2. 교육	84.2	96.1	100.3	101.7	105.9	5.9
3. 문화·체육·관광	9.1	8.5	8.7	8.9	9.1	△0.1
4. 환경	11.9	12.4	12.9	13.3	13.5	3.2
5. R&D	29.8	30.7	32.0	33.2	34.4	3.7
6. 산업·중소기업·에너지	31.3	25.7	26.6	27.4	28.1	△2.6
7. SOC	28.0	25.1	25.5	25.8	26.0	△1.8
8. 농림·수산·식품	23.7	24.2	24.5	24.7	24.9	1.3
9. 국방	54.6	57.1	59.5	61.8	63.8	4.0
10. 외교·통일	6.0	6.4	6.7	7.0	7.2	4.7
11. 공공질서·안전	22.3	22.9	23.8	24.7	25.6	3.5
12. 일반·지방행정	98.1	111.7	120.3	126.5	132.2	7.7

자료: 기획재정부, 「2022~2026년 국가재정운용계획」, 2022

구체적으로 본 사업의 재원은 산업·중소기업·에너지 분야의 ‘에너지 및 자원개발’ 부분에 해당되며, 국가재정운용계획상 동 부문은 2022년 5조 1천억원에서 2026년 4조 2천억원까지 연평균 4.9% 감소할 것으로 전망되었다.

〈표 Ⅷ-31〉 산업·중소기업·에너지 분야 투자계획

(단위: 억원, %)

구분	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	연평균 증가율
□ 산업·중소기업·에너지	313,270	257,038	266,148	274,238	281,364	△2.6
○ 무역및투자유치	9,096	9,083	9,627	9,305	8,347	△2.1
○ 에너지및자원개발	50,795	48,201	49,380	45,578	41,511	△4.9
○ 산업혁신지원	58,313	57,834	59,050	64,432	70,362	4.8
○ 창업및벤처	42,397	39,751	40,805	41,934	42,069	△0.2
○ 중소기업및소상공인육성	141,851	91,432	95,900	99,920	103,920	△7.5
○ 산업·중소기업일반	7,141	7,169	7,616	9,287	11,362	12.3
○ 지식재산일반	3,678	3,568	3,771	3,782	3,793	0.8

자료: 기획재정부, 「2022~2026년 국가재정운용계획」, 2022

검토안을 기준으로 2023~2027년, 5년 동안 국비는 총 약 438억 5,300만원을 투자할 계획이며 이는 연평균 87억 7,100만원에 해당한다. 국가재정운용계획 상 산업·중소기업·에너지 분야의 에너지 및 자원개발 부분 2023~2026년 연평균 투자계획 규모의 0.2% 수준에 해당한다. 따라서 향후 국비조달 위험성은 낮은 것으로 판단된다.

한편, 검토안을 기준으로 총사업비 3,176억 8,500만원 중 13.3%에 해당하는 422억 7,400만원은 강원도의 지방비 분담을 통해 조달할 예정이다. 지방비 분담항목은 클러스터 핵심기반시설의 구축비용(공사비, 설계비, 감리비, 토지매입비)과 추진과정에서의 불확실성 대응을 위한 예비비로 구성된다.

강원도의 최근 5년 간 세입예산 추이(일반회계기준)를 분석한 결과, 매년 약 5조 8,000억 원 수준으로 유지되고 있으며, 2019년 이후 꾸준한 증가세를 보이고 있다. 지방세 수입도 최근 5년간 큰 폭으로 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 본 사업의 시행을 위해 5년 동안 요구되는 연평균 약 84억 5,000만원은 연간 지방세 수입의 0.5% 수준이므로 낮은 편에 속한다.

〈표 Ⅷ-32〉 최근 5년 간 강원도 세입 예산 추이(일반회계 기준)(2019~2023년)

(단위: 억원)

연도별	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
세입·세출 예산 규모	47,864	53,640	59,128	63,760	67,420
지방세 수입	11,350	15,201	15,230	17,665	20,464

주: 당초 예산 총계기준

자료: 강원도청 2023년도 예산기준 재정공시(총괄), <https://www.provin.gangwon.kr>, 검색일자: 2023. 8. 20.

강원도의 중기지방재정계획(2023~2027년)에 따르면 강원도의 예산은 2023년 8조 8,000억원에서 2027년 9조 7,000억원으로 연평균 2.3% 증가할 것으로 추계하고 있다. 본 사업과 밀접한 산업·중소기업 및 에너지 분야의 예산은 2023년 4,782억원에서 2027년 4,271억원으로 감소하고 이중 에너지 및 자원개발 예산은 2023년 1,176억원에서 2027년 1,133억원으로 감소할 것으로 전망되었다. 강원도 에너지 및 자원개발 예산은 강원도 전체 예산의 1.2~1.3%를 차지하고 있으며, 본 사업의 지방비 투자계획의 연평균 금액 84억 5,000만원은 강원도 에너지 및 자원개발 예산 연평균 금액의 7.4%에 해당한다. 본 사업 예산은 강원도의 중기지방재정계획(2023~2027년) 에너지 및 자원개발 예산에 반영되어 있다.

〈표 VIII-33〉 강원도의 중기지방재정계획(2023~2027년)과 에너지 분야 투자계획

(단위: 억원, %)

예산 및 투자 규모	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	합계	연평균 증가율
강원도(A)	88,495	90,530	92,613	94,743	96,922	463,302	2.3
산업·중소기업 및 에너지	4,782	4,659	4,698	4,398	4,271	22,809	4.9
- 에너지 및 자원개발 예산(B)	1,176	1,092	1,157	1,133	1,133	5,691	1.2
비율(B/A)	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	-

자료: 강원도, 「2023~2027 중기지방재정계획」, 2023

강원도의 지방재정은 여타 권역에 비해 재정자립도가 낮고 부채비율이 높은 가운데 재정적자가 지속되는 등 재정건전성이 낮은 편에 해당한다. 이는 낮은 소득 수준 등으로 세입의 주요 재원인 소비 관련 세입 기반이 부족한 데다 낮은 주택가격으로 취득세 규모도 크지 않기 때문이다. 강원도의 2020년 재정자립도는 26.8%로 동종 단체 평균 46.7% 대비 현저히 낮으며, 재정자주도도 44.7%로 동종단체 평균 56.6% 대비 현저히 낮다. 강원도 재정의 부채 수준을 평가하는 채무비율⁶²⁾은 2020년 기준 11.7%로 도 단위 자치단체 중 두 번째로 높은 수준이다. 강원도의 부채비율⁶³⁾은 2020년 7.71%로 2016년부터 지속적으로 증가하여 2021년에는 8.63%까지 증가하였으며, 전국 지자체 부채비율 평균 4.35% 보다는 여전히 높은 수준이다. 유사시 지방재정으로 지원해야 하는 지방공기업의 부채비율도

62) 지방채무는 금전의 지급을 목적으로 하는 지방자치단체의 의무를 뜻함. 채무비율은 지방자치단체의 예산액 대비 지방채무 잔액이 차지하는 비율로 연도별 채무의 증감 등을 통해 지방재정 운용실태를 파악할 수 있음

63) 부채비율은 지방자치단체의 자산 대비 부채가 차지하는 비율로 부채비율이 낮을수록 재무건전성이 높다고 판단함. 부채는 금융기관의 채무를 포함하여 향후 지방자치단체가 지급의무(퇴직금, 미지급금, 보관금 등)가 있는 것을 의미함

2020년 기준 353.8%로 도 단위 자치단체 중 가장 높은 수준에 해당한다. 지방세수입 증가 등으로 강원도의 재정건전성은 개선세를 나타내고 있으나 여타 지자체와의 격차가 여전히 존재한다. 강원도 재정의 안정성과 건전성을 나타내는 통합재정수지비율은 2020년 기준 -3.2%로 도 단위 자치단체 중 네 번째로 낮은 수준이며 2019년 적자 전환 후 지속적으로 적자를 나타내고 있다. 강원도의 세출예산의 규모는 2019년 6조 7,241억원에서 빠르게 증가하여 2023년에는 8조 6,767억원으로 불과 4년 만에 그 규모가 29.0% 확대되었다. 이는 사회복지, 농림해양수산, 공공질서 및 안전 등 강원도 내 각 분야에 소요돼야 할 대규모 재원의 필요성이 빠르게 증가하고 있기 때문이다. 급속한 고령화와 사회복지 수요 확대 등 예산 수요 증가로 재정 불균형이 더욱 심화될 것으로 예상된다. 강원도는 강원도의회 재정효율화 특별위원회를 구성하여 재정건전성을 제고하고자 하고 있으며 많은 재원이 소요되는 대규모 투자사업에 대해 검토 및 모니터링을 강화하고 있다. 강원도의 2023년 주요 업무 시행계획에서는 채무감축을 통한 재정 건전화 등 재정혁신 추진을 주요 업무로 제시하고 있다. 강원도는 강원도형 재정준칙을 마련하여 재정건전화의 제도적 기반을 마련하고 2030년까지 채무를 모두 상환할 계획이다.

이를 종합하여 검토하면 강원도의 전반적인 재정 상황은 좋지 않은 편이나 재정건전화를 위한 강원도의 의지는 높다고 볼 수 있다. 따라서 재정지출의 확대에 대해 긍정적이라고 전망하긴 어려우나 본 사업의 연간 사업비 약 84억 5,500만원은 연간 지방세 수입의 0.5% 수준으로 낮은 편에 속하여 지방비 조달의 위험성은 높지 않은 것으로 판단된다.

마지막으로, 본 사업의 시행을 위한 총사업비(검토안 기준) 3,176억 8,500만원 중 72.9%에 해당하는 2,315억 5,800만원은 수소액화플랜트의 수소액화 설비 비용과 전체 플랜트 구축을 위한 비용이며, 수소 저장·운송 분야 관련 국내외 기업의 민자 분담을 통해 조달할 예정이다. 수소액화플랜트 참여 및 투자의향서를 제출한 기업과 투자 규모는 아래 [그림 VIII-7]에 보이는 바와 같이 현대건설 800억원, 대성산업가스 100억원, 린데코리아 약 1,000억원이다. 린데코리아는 해당 금액을 '약 1,000억원'으로 명시하고 추가로 '상기 투자금액은 기체수소 사업금액 또는 액체수소 판매 등 전반적인 검토가 필요함'이라고 적시하여 투자금액이 확정적이지 않고 사업성에 대한 전반적인 검토 후 결정될 것임을 명시하고 있다. 또한 참여분야에 대해서도 '기본 인프라가 구축되고 경쟁력 있는 기체수소를 공급받을 수 있다면 린데는 민간자본 형태로 플랜트 구축에서 운영까지 참여하기를 희망'이라고 작성하여 사업 참여를 위해서는 위의 조건이 만족되어야 하는 조건부임을 밝혔다. 따라서 린데코리아의 투자 참여의사 및 투자규모는 본 사업 전에 기체수소 생산시설 여부 및 기본

인프라가 구축될 때만 추진될 수 있는 조건부라고 볼 수 있으며, 따라서 린데코리아가 제시한 전제조건이 만족되지 않는다면 재원조달의 위험성이 존재한다고 볼 수 있다.

또한 린데코리아를 포함하여 투자의향서를 제출한 기업의 투자액 합계는 1,900억원으로 사업계획안의 민자 부담 1,995억 2,700만원의 95.2%에 해당하여 상당 부분을 충당 할 수 있을것으로 제시되었으나, 본 사업의 검토안에서 민자 부담으로 산정한 2,315억 5,800만원에 대해서는 기업의 투자의향 금액 1,900억원이 전체 민자 부담금의 82.1%에 해당하여 부족분을 충당하기 위한 추가투자가 필요한 것으로 판단된다.

[그림 VIII-7] 수소액화플랜트 참여 및 투자의향서 제출 기업

○ 국내 참여기업	
- (현대건설) 현금 800억원	※ 투자형태 : 현대건설(CI), 하나금융투자(FI)
- (대성산업가스) 현금 100억원	
○ 해외 참여기업	
- (린데코리아) 현금 약 1,000억원	

자료: 산업통상자원부 수소산업과 제출자료

주무부처는 투자의사와 규모를 밝힌 기업의 투자액에 근거하여 민관 특수목적법인(SPC)을 설립하여 사업을 추진할 것을 제시하고 있다. 투자기업은 투자액에 비례하여 특수목적법인(SPC)의 지분을 소유하게 된다. 민간투자는 민간사업자가 최종 이용자가 지불하는 사용료를 받아서 투자비를 회수하는 방식인 BTO(Build-Operate-Transfer) 방식으로 추진할 계획으로 제시되었다.

〈표 VIII-34〉 수소액화플랜트 민관 특수목적법인 지분배분(안)

(단위: 억원, %)

수소액화플랜트 구축비용: 2,378.06억원			
참여기업 및 기관	투자영역	투자액	지분
해외 선도기업 (예. 린데코리아)	공사비, 시설부대경비, 장비비, 예비비	1,095.28	46.1
현대건설	공사비	800	33.6
대성산업가스	공사비	100	4.2
강원도 에너지진흥원(국비 부담)	장비비, 예비비	382.78	16.1
합계		2,378.06	100

주: 해외 선도기업의 기존 투자의향 금액은 1,000억원이었으나, 수소액화플랜트 구축비용이 참여주체별 투자의향 금액을 다소 상회하여 해당액(95억 2,700만원)에 대한 추가투자를 추진할 계획

자료: 산업통상자원부·강원도, 『수소 저장·운송 클러스터 구축사업 기획보고서(변경)』

그러나 민간의 투자 참여의향서는 사업에 대한 관심의 표명일뿐 사업추진에 있어 많은 불확실성을 포함하고 있다. 특히 가장 많은 투자액을 제시한 린데코리아는 사업계획안에 포함된 투자 참여의향서에서 투자에 앞서 조건들이 만족해야 함을 적시하여 실제 기체수소 생산 등 선행 조건이 만족되지 않는다면 실제 투자에 대해서는 불확실성이 크다고 볼 수 있다. 또한 기체수소 생산 시설의 경우 앞서 설명한 바와 같이 현재 추진에 대한 명확한 근거나 계획이 제시되지 않고 있다. 민간 투자와 관련하여 투자 의사를 표명한 기업 간 특수목적법인(SPC) 설립이나 지분 배분에 대하여 논의한 자료, 구속력 있는 확약 등 근거자료도 확인할 수 없어 민간 투자의 재원조달 위험성이 여전히 존재한다고 판단할 수 있다. 2023년 5월, 주무부처는 린데코리아가 새로 작성한 참여의향서를 추가 제출하였는데, 여기에서는 이전 참여의향서에 적시하였던 참여 및 투자 전제조건을 제외하였음을 확인할 수 있다. 이는 린데코리아가 2023년 기준 본 사업에 대한 투자의향을 확실히 한 것이라고 볼 수도 있으나, 투자의향서 자체가 사업 참여에 대한 확약은 아니라는 점에서 본 사업에 대한 민간 투자의 불확실성은 여전히 존재한다고 할 수 있다.

한편 수소액화플랜트의 경우 현재 인천, 울산, 평택 등에서 민간 참여로 사업이 진행되고 있다는 점을 고려하면 수소액화플랜트에 대한 민간 부문의 긍정적 공감대가 형성되었다고 볼 수 있다. 두산에너지빌리티, SK E&S, 효성중공업은 국내 액화플랜트 준공을 통해 2023년부터 연간 최대 4만 톤의 액화수소를 본격적으로 생산할 예정이다.

〈표 VIII-35〉 국내 수소액화플랜트 구축 현황

구분	SK E&S	효성-린데	창원산업진흥원-두산에너지빌리티
생산규모	90톤/일(3만톤/년)	15톤/일(5,200톤/년)	5톤/일(1,700톤/년)
설치지역	인천(SK 인천석유화학 공장)	울산(효성화학 용연3공장)	창원(두산에너지빌리티 공장)
생산시기 (예정)	2023. 10.	2023. 12.	2023년 상반기

자료: 산업통상자원부, 「2023년 액화수소 시대 본격 개막」, 보도자료, 2023. 3. 9., <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156556557>, 검색일자: 2023. 4. 20.

그러나 액화수소 생산량 대비 액화수소 수요가 현재 수소차 보급량으로는 매우 부족한 상황이다. 2023년 현재 기체수소 생산과 수소 충전소 대부분에서 적자가 발생하고 있다.⁶⁴⁾ 따라서 수소차의 보급 확대와 더불어 수소차 외 신규 수요처를 충분히 확보할 때까지

64) 『연합뉴스』, 「수소충전소 10곳 중 9곳 이상은 적자…마진 시장규모 작아」, 2022. 11. 10., <https://www.yna>.

지 수소액화플랜트 사업의 사업성은 당분간 낮을 것으로 예측되어 민간 투자가 위축될 위험성도 존재한다.

따라서 본 사업의 전제조건인 기체수소 생산시설 및 인프라의 구축, 액화수소의 수요확대 및 사업성 개선 여부에 따라 본 사업에 대한 민간의 투자의향과 규모는 달라질 수 있다고 판단되어 민간투자의 재원조달 위험성이 존재한다고 볼 수 있다. 총사업비의 72.9%(검토안 기준)를 차지하는 민간투자가 계획대로 진행되지 않는다면 본 사업은 사업계획안에서 제시한 바와 같이 추진되기는 어려울 것으로 판단된다.

co.kr/view/AKR20221110054000530, 검색일자: 2023. 3. 2.; 『KBS News』, 「속초 수소충전소 버려지는 수소…적자 가중」, 2023. 4. 7., <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=7645452&ref=A>, 검색일자: 2023. 4. 20.

IX. 지역균형발전 분석

1. 지역균형발전 분석의 개요

예비타당성조사의 대상사업 추진 여부를 B/C로 표현하는 경제성 분석 결과만을 기준으로 사업의 타당성을 평가할 경우 지역 간 불균형 상태가 심화될 우려가 있다. 왜냐하면 경제성 분석의 구조에 따르면 지역발전이 부진한 낙후지역일수록 사업의 타당성이 낮게 평가될 수 있기 때문이다. 낙후지역인 경우, 일반적으로 인구가 적고 교통량이 상대적으로 적기 때문에 사업효과가 낮게 나타나므로, 사업의 경제적 타당성이 떨어지기 마련이다. 결과적으로 그 지역에 대한 투자기회는 점점 적어지고 경제성이 높게 평가된 다른 지역으로 투자가 집중되는 현상이 발생하여 장기적으로 지역 간 빈익빈 부익부 현상이 심화될 수 있다.

예비타당성조사에서는 이와 같은 현상을 방지하고자 지역균형발전이라는 상위의 국가정책을 평가에 반영하여 사업의 타당성을 평가한다. 지역균형발전을 평가에 반영하기 위하여 지역낙후도지수를 개발하고, 사업 시행의 지역별 파급효과를 분석하기 위한 지역 간 산업연관모형(IRIO, Inter-Regional Input Output Model)을 통하여 분석한다. 이와 같은 분석을 수행하는 근본 취지는 낙후지역에서 수행되는 공공투자사업, 그리고 해당 지역에 대한 파급효과가 큰 사업에 대해서 일종의 가점을 부여함으로써 경제성이 다소 낮은 사업이라 할 지라도 사업추진이 가능하도록 하여 지역 간 불균형상태가 심화되지 않도록 하는 것이다.

2. 지역낙후도

가. 지역낙후도지수 산정 및 지표

본 조사에서는 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021)에서 제시하는 지역낙후도지수를 사용한다. 동 연구에서는 지역낙후도를 적절하게 평가하기 위해 사회·경제적 환경 변화를 반영하는 다양한 지표를 반영하고 객관적인 가중치를 적용하여 지역낙후도지수를 산정하는 방법론을 제시하고 있다. 해당 방법론을 토대로 예비타당성조사에서는 다음과 같이 지역낙후도지수를 산정한다.

$$UT^r = \sum_j W_j \sum_i W_{ij} \cdot Z_i^r$$

단, UT^r = r 지역의 지역낙후도지수

Z_i^r = r 지역의 표준화된 지표 i 의 값(단, $i = 1, 2, 3, \dots, 36$)

W_{ij} = 요인 j 에 대한 지표 i 의 가중치(단, $i = 1, 2, 3, \dots, 36$)

W_j = 요인 j 의 가중치(단, $j = 1, 2, 3$)

지역낙후도지수는 낙후 정도를 구성하는 지표들의 가중평균값으로서, 지역낙후도 지수를 구성하는 지표는 균형발전위원회에서 발표하는 균형발전지표를 활용한다. 균형발전지표는 ‘핵심·객관지표’와 ‘주관지표’로 구성되는데, 본 지역낙후도 지수 산정은 객관성 확보를 위해 설문에 의해 구성되는 주관지표는 배제하고 ‘핵심·객관지표’를 기본적으로 차용하였다. 지수 산정에는 『타당성평가에서의 지역낙후도 분석 개선방안 연구』(한국개발연구원, 2020)에서 제시하는 방법론을 토대로 2020년에 발표된 균형발전지표 중 핵심·객관지표 중 36개 지표를 다음과 같이 준용 및 변형하였다.⁶⁵⁾

〈표 IX-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요

부문	지표	측정방법	통계 출처
인구	연평균 인구 증감률	• 최근 10년(2010~2020년) • 변화율은 연평균 증감률(해당년/기준년)^{1/기간}-1)×100	통계청 인구총조사
경제	재정자립도	• 최근 3년(2018~2020년) • (지방세 및 세외 수입/일반회계 세입)×100	행안부 (지방재정365)
주거	노후주택비율	• 전체 주택 중 30년 이상된 주택의 비율	통계청 (주택총조사)
	빈집비율	• 전체 주택 중 빈집의 비율 * 빈집: 사람이 살고 있지 않은 주택 (신축되어 입주하지 않은 주택도 포함)	통계청 (주택총조사)
	상수도보급률	• 총인구 중 지방 및 광역상수도에 의해 수도물을 공급받고 있는 인구의 비율	환경부 (상수도통계)

65) 2020년 자료 기준, 핵심지표(2), 주거(5), 교통(4), 산업·일자리(6), 교육(4), 문화·여가(6), 안전(4), 환경(4) 및 보건복지(8)의 총 43개 핵심·객관지표가 발표되었으며, 이들 중 시·군·구 단위로 발표된 자료 총 36개 지표를 대상으로 분석하였음. 『타당성평가에서의 지역낙후도 분석 개선방안 연구』(한국개발연구원, 2020)에서는 2019년에 발표된 균형발전지표를 활용하고 있음

〈표 IX-1〉의 계속

부문	지표	측정방법	통계 출처
주거	하수도보급률	• 총인구 중 공공하수처리시설 및 폐수종말처리시설을 통해 처리되는 하수 처리구역 내 하수처리인구의 비율	환경부 (하수도통계))
교통	도로포장률	• 개통도 연장에 대한 포장도로 연장비율	국토부(도로현황조사) 및 통계청(e지방지표)
	고속도로 IC 접근성	• 가장 가까운 고속도로 IC까지 도로 이동거리	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	고속·고속화철도 접근성	• 가까운 고속·고속화철도까지 도로 이동거리	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	주차장 서비스권역 내 인구 비율	• 서비스 권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수/총 주민등록 인구수×100	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
산업 일자리	사업체수 증감률	• 최근 3개년 • 변화율은 연평균 증감률 $((\text{해당년}/\text{기준년})^{1/(\text{기간}-1)}-1) \times 100$	통계청 (전국사업체조사)
	종사자수 증감률	• 최근 3개년 • 변화율은 연평균 증감률 $((\text{해당년}/\text{기준년})^{1/(\text{기간}-1)}-1) \times 100$	통계청 (전국사업체조사)
	지식기반산업 집적도	• 3개년 평균 • 지식기반산업 = 지식기반제조업 + 지식기반서비스업 * 지식기반산업 집적도(LQ) = (지역의 지식기반산업 종사자수/ 지역의 전산업 종사자수)/(전국의 지식기반산업 종사자수/전국의 전산업 종사자수)	통계청 (전국사업체조사)
	상용근로자 비중	• 총근로자 대비 상용근로자* 비중 *명시적 또는 암묵적 계약 등을 통해 1년 이상 근무한 종사자	통계청 (전국사업체조사)
	유아(0-5세) 천명당 보육시설수	• 보육시설수/(총 주민등록인구 중 유아인구(0-5세)수÷1,000)	통계청 (e-지방지표)
교육	학령인구(6-21세) 당 학교수(초·중·고)	• 초·중·고 학교수/총 주민등록인구 중 학령인구(6-21세)수	한국교육개발원 (교육통계)
	어린이집 및 유치원 서비스권역 내 영유아인구 비율	• 어린이집 및 유치원 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 영유아(7세 이하)인구수×100/총 주민등록인구 중 영유아인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	초등학교 서비스권역 내 학령인구 비율	• 초등학교 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 초등학령(8-13세) 인구수×100/총 주민등록인구 중 초등학령인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	인구 십만명당 문화여가시설수	• (문화여가시설수÷총 주민등록인구수)×100,000 * 문화여가시설=문화기반시설+생활문화시설+공공체육시설 ① 문화기반시설: 공공도서관, 박물관, 미술관, 문예회관 ② 생활문화시설: 지방문화원, 문화의집, 생활문화센터 ③ 공공체육시설: 국가나 지자체가 소유·관리하는 체육시설 (전문 및 생활체육시설)	전국문화기반 시설총량, 문체부 행정자료 (생활문화센터, 공공체육시설현황)

〈표 IX-1〉의 계속

부문	지표	측정방법	통계 출처
문화 여가	공연문화시설 서비스권역 내 인구 비율	• 공연문화시설로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수×100/총 주민등록인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	도서관 서비스권역 내 인구 비율	• 도서관으로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수 ×100/총 주민등록인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	공공체육시설 서비스권역 내 인구 비율	• 공공체육시설로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수×100/총 주민등록인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
안전	119 안전센터 1개당 담당주민수	• 주민등록인구수÷119안전센터수	통계청(e-지방지표)
	소방서 접근성	• 가장 가까운 소방서까지 도로 이동거리	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	경찰서 접근성	• 가장 가까운 경찰서까지 도로 이동거리	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
환경	인구 천명당 도시공원면적	• (도시공원 조성면적/주민등록 인구)×1,000(㎡/인) * 도시공원: 도시지역 내에서 자연경관의 보호와 시민의 건강·휴양 및 정서생활의 향상을 기하기 위해 도시공원법에 의하여 지정된 공간(도시자연공원, 근린공원, 어린이공원, 묘지공원, 체육공원 포함)	도시계획정보서비스 (UPIS) 도시계획현황통계
	녹지율	• (녹지면적/도시지역면적)×100 * 녹지: 도시지역 내에서 자연경관을 보전하거나 개선하고, 공해나 재해를 방지하여 양호한 도시경관의 향상을 목적으로 설치한 공간	도시계획정보서비스 (UPIS) 도시계획현황통계
	1㎢당 대기오염 물질 배출량	• 대기오염물질배출량(kg)/시군구 면적(1㎢) * 대기오염물질배출량: 8개(CO, NOx, SOx, TSP, PM10, PM2.5, VOC, NH3) 대기오염물질배출량의 합계임	환경부 시군구별 배출량 자료, UPIS
	생활권공원 서비스권역 내 인구 비율	• 생활권공원으로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구 수×100/행정구역 내 총 거주인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
보건 복지	65세 이상 1인가구 비율	• 65세 이상 1인 가구수×100/전체 일반가구수	통계청 (인구총조사)
	사회복지 및 보건 분야 지출비중	• (사회복지분야 예산액+보건분야 예산액)×100/전체 일반회계 예산	통계청(e지방지표)/ 행안부(지방재정연감)
	인구 십만명당 사회복지시설수	• (총 사회복지시설수÷주민등록인구)×100,000 * 사회복지시설: 노인주거복지시설, 노인의료복지시설, 여성복지시설, 아동복지시설, 장애인복지시설, 부랑인시설을 포함	통계청(e지방지표)/ 시도통계연보
	인구 천명당 의료기관 병상수	• (의료법 제3조에 규정된 “의료기관”의 전체 병상수÷주민등록인구) ×1,000 * 의료기관 : 종합병원, 병원, 치과병원, 한방병원, 요양병원, 의원, 치과의원, 한의원, 조산원	통계청(e지방지표)/ 국민건강보험공단 (지역별의료이용통계)

〈표 IX-1〉의 계속

부문	지표	측정방법	통계 출처
보건 복지	노인여가복지시설 서비스권역 내 노인인구 비율	• 노인여가복지시설 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 노인 (60세 이상)인구수×100/행정구역 내 총 거주 노인인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	응급의료시설 서비스권역 내 인구 비율	• 응급의료시설로부터 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 인구 수×100/행정구역 내 총 거주인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	병원 서비스권역 내 인구 비율	• 병원시설로부터 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 인구수 ×100/행정구역 내 총 거주인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

지역낙후도지수를 산정함에 있어서는 지표별로 척도가 상이하기 때문에 효과를 통제하기 위하여 지표 간 척도를 통일시켜야 한다. 지표 간 척도의 통일을 위하여 다음과 같은 단위정상법(unit normal scaling)을 사용하여 지표를 표준화하였다.

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

단, S 는 표준편차, $\bar{X}$ 는 표본평균

한편 지역낙후도지수 산정을 위해서는 지표별 가중치를 설정하여야 한다. 본 연구에서는 36개 지표를 이용하여 수행한 요인분석 결과를 토대로 3개의 요인을 도출하고, 이를 각각 ‘기본생활 여건’, ‘기타 사회기반시설 여건’, ‘기타 경제활동 여건’으로 명명하였다. 동 연구에서는 지표별 가중치는 가급적 임의적인 판단이 개입되지 않도록 요인분석 결과로 도출된 수치를 이용한다. 요인별 지표의 가중치(W_{ij})는 요인점수(factor score)를 이용하고, 요인별 가중치(W_j)는 3개 요인의 표본 총 분산 설명비율을 이용하였으며 지표별 가중치는 〈표 IX-2〉와 같다.⁶⁶⁾

66) 방법론에 대한 상세한 내용은 『타당성평가에서의 지역낙후도 분석 개선방안 연구』(한국개발연구원, 2020)참조. 본 연구에서는 2020년에 발표된 균형발전지표를 준용하여 분석한 결과를 적용하였음

〈표 IX-2〉 요인별 지표 가중치(요인점수 추정결과)

부문	지표	기본생활 여건	기타 사회기반시설 여건	기타 경제활동 여건
인구	연평균 인구증감률	-0.0459	-0.1438	0.2793
경제	재정자립도	0.1649	-0.1429	0.1424
주거	노후주택비율	0.2451	-0.3217	-0.0796
	빈집비율	0.0502	-0.0151	-0.0294
	상수도보급률	-0.0144	0.0123	-0.0328
	하수도보급률	0.0528	-0.0939	0.0185
교통	도로포장률	0.0256	-0.0254	-0.0049
	고속도로 IC 접근성	0.1171	-0.2062	-0.0135
	고속·고속화철도 접근성	0.1212	-0.2871	0.0840
	주차장 서비스권역 내 인구비율	-0.0183	0.0070	-0.0466
산업 일자리	사업체수 증감률	-0.2000	0.0783	0.3455
	종사자수 증감률	-0.0374	-0.0120	0.0989
	지식기반산업집적도 3년 평균	-0.0381	0.0434	0.0342
	상용근로자 비중	-0.0637	0.0680	0.0281
교육	유아(0-5세) 천명당 보육시설수	-0.0294	0.0280	-0.0098
	학령인구 천명당 학교수	0.0758	-0.3275	-0.0516
	어린이집 서비스권역 내 영유아비율	0.0058	0.1992	-0.0273
	초등학교 서비스권역 내 학령인구 비율	0.0724	-0.0713	-0.0564
문화 여가	인구 십만명당 문화기반시설수	0.0274	-0.0490	0.0463
	공영문화시설 서비스권역 내 인구비율	-0.0778	0.0691	-0.0380
	도서관 서비스권역 내 인구비율	0.2109	-0.0690	-0.0422
	공공체육시설 서비스권역 내 인구비율	-0.0274	0.0199	0.0035
안전	119안전센터 1개당 담당주민수	0.1030	-0.0184	0.0284
	소방서 접근성	-0.1800	0.0529	0.0306
	경찰서 접근성	-0.0216	-0.0610	0.0019
환경	인구 천명당 도시공원면적	0.0094	0.0186	-0.0122
	녹지율	0.0048	0.0016	0.0105
	1㎢당 대기오염물질배출량	0.2232	-0.2075	-0.1280
	생활공원 서비스권역 내 인구 비율	0.2702	-0.0111	-0.0367

〈표 IX-2〉의 계속

부문	지표	기본생활 여건	기타 사회기반시설 여건	기타 경제활동 여건
보건 복지	65세 이상 1인가구 비율	-0.3704	0.4229	-0.2522
	사회복지 및 보건 분야 지출비중	-0.0017	0.1840	-0.0006
	인구 십만명당 사회복지시설수	-0.0137	0.0398	-0.0073
	인구 천명당 의료기관 병상수	-0.0968	0.2291	-0.0989
	노인여가복지시설서비스권역 내 노인비율	-0.0181	0.0381	0.0328
	응급의료시설 서비스권역 내 인구비율	0.0213	0.0814	-0.0675
	병원 서비스권역 내 인구 비율	0.0983	-0.0315	-0.0772

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

〈표 IX-3〉 요인별 가중치(요인별 표본 총분산 설명비율)

기본생활여건	기타 사회기반시설여건	기타 경제활동여건
0.5017	0.2792	0.2192

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

나. 지역낙후도 분석 결과

본 분석은 앞에서 제시된 방법론을 토대로 지역낙후도지수를 새롭게 산정하였으며 산정 시 행정구역 개편을 반영하였다. 기존 「지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경 가이드라인」(한국개발연구원, 2012) 배포 이후 창원시, 마산시, 진해시가 통합창원시로 통합되었으며, 청주시와 청원군이 청주시로 통합됨에 따라 시·군 기준 기존 170개에서 167개 시·군으로 줄어들었다. 또한 2012년 충남 연기군이 폐지되고, 연기군 전역 및 공주시 일부, 충청북도 청원군의 일부를 흡수하여 세종특별자치시가 출범됨에 따라 광역시·도 기준 기존 16개에서 17개 광역시·도로 증가하였다.

〈표 IX-4〉의 17개 시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 본 사업의 대상지역인 강원도의 순위는 16위로 하위권에 속하는 것으로 분석되었다. 〈표 IX-5〉의 167개 시·군별 지역낙후도 지수 순위의 산정 결과에 따르면, 강원도 동해시의 지역낙후도 순위는 167개 시·군 중 55위로 중상위권에 속하며, 삼척시는 85위로 중위권에 속하는 것으로 분석되었다.

〈표 IX-4〉 시·도별 지역낙후도 지표 및 순위

구분	지역	기본생활 여건	기타 사회기반 시설 여건	기타 경제활동 여건	종합지수	순위
특별· 광역시	서울특별시	2.598	-0.037	-0.647	1.151	1
	부산광역시	0.564	0.957	-1.004	0.330	8
	대구광역시	0.524	0.938	-0.563	0.402	7
	인천광역시	1.521	-0.366	0.023	0.666	2
	광주광역시	0.681	1.445	-0.610	0.611	3
	대전광역시	0.705	1.058	-0.418	0.558	4
	울산광역시	1.103	-0.078	-0.228	0.482	5
	세종특별자치시	-1.318	-0.456	4.147	0.120	9
도	경기도	0.233	0.457	0.901	0.442	6
	강원도	-1.249	-1.069	0.044	-0.915	16
	충청북도	-0.646	-0.083	0.117	-0.321	11
	충청남도	-0.942	-0.264	0.197	-0.503	13
	전라북도	-0.804	0.287	-1.097	-0.564	14
	전라남도	-1.067	-0.751	-1.009	-0.966	17
	경상북도	-1.158	-0.686	-0.296	-0.837	15
	경상남도	-0.552	0.209	-0.408	-0.308	10
	제주특별자치도	-0.193	-1.561	0.850	-0.346	12

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

〈표 IX-5〉 시·군별 지역낙후도 지표 및 순위

지역		기본생활 여건	기타 사회기반 시설 여건	기타 경제활동 여건	종합지수	순위
강원도	동해시	0.836	0.352	-0.816	0.339	55
	삼척시	0.035	-0.821	0.059	-0.199	85

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

3. 지역경제 파급효과

가. 지역 간 산업연관모형(IRIO)의 개요

산업연관모형(Input Output Model)이란 한 경제에서 생산되는 재화와 서비스의 산업 간 거래관계, 즉 일정기간 중 생산된 모든 재화와 서비스의 각 산업 간 거래(최종 수요와 산업 간의 거래 및 원초적 투입요소와 산업 간의 거래)를 일정한 체계에 따라 정리한 일반 균형 통계체제를 말한다.⁶⁷⁾ 산업연관모형(Input Output Model)을 한 국가경제를 대상으로 하지 않고 그 국가 내의 특정지역을 대상으로 작성하게 되면 ‘지역산업연관모형(Regional Input Output Model)’이 된다. 한 국가경제를 대상으로 하는 ‘산업연관모형’의 경우는 산업 간 거래가 국내 산업 간 거래와 국외 거래뿐이지만, 한 국가 내의 특정지역을 대상으로 하는 ‘지역산업연관모형’의 경우는 지역 내 산업 간 거래와 국외 거래 이외에 국내 다른 지역 간의 거래가 추가된다는 특징이 있다.

본 예비타당성조사에서는 한국은행의 지역 간 산업연관모형(IRIO, Inter-Regional Input Output Model)을 보완한 모형 및 자료를 적용하여 지역경제 파급효과를 분석하기로 한다. 한국은행의 지역 간 산업연관모형의 구조, 산업분류, 대상 지역, 투입계수 및 교역계수작성 방법 등 본 모형의 특성을 결정짓는 주요 항목 및 분석 결과는 다음과 같다.

나. 한국은행 지역 간 산업연관모형 개요

1) 작성현황

한국은행은 지역통계의 확충과 통계서비스의 강화를 위하여 2007년 3월에 2003년 기준의 6개 권역⁶⁸⁾ 지역 간 산업연관표(IRIO)를 작성·발표하였다. 동 표는 우리나라 최초로 실지조사를 통해 작성한 공식적인 지역산업연관표이다. 이후 지방자치단체를 비롯한 연구기관 및 학계에서 권역 세분화 및 최신 경제구조 반영을 요청함에 따라 한국은행은 2009년 8월에 2005년 기준의 16개 시도 지역 간 산업연관표를 작성·발표한 바 있다. 다만 한국

67) ‘Input Output Model’은 산업연관모형 혹은 투입산출모형 등으로 불리는데 여기서는 한국은행의 관례(전국 ‘산업연관표’ 등)를 따라 전자의 방식을 채택하기로 함

68) 수도권(서울, 경기, 인천), 강원권, 충청권(대전, 충북, 충남), 전라권(광주, 전북, 전남, 제주), 경북권(대구, 경북), 경남권(부산, 울산, 경남) 등을 의미함

은행은 실측 지역 간 산업연관표 작성 시 막대한 인력과 예산이 소요되고 작업기간의 장기화를 고려하여 2005년 지역 간 산업연관표는 실측이 아닌 2003년 지역 간 산업연관표의 연장표로 작성하였다. 그 이후 매 5년마다 개편하는 기준년 산업연관표의 작성기준에 맞추어 지역산업연관표를 작성·공표하고 있다. 이에 따라 한국은행은 2015년 10월에 그동안 축적된 지역산업연관표 작성 기법과 산업연관표 연장기법을 바탕으로 작성한 2010년 및 2013년 지역표를 산업구조 및 생산기술구조의 변화를 반영하여 발표하였으며, 2020년 7월에 2015년 지역산업연관표 작성 결과를 공표하였다.

2) 작성기준

2015년 지역산업연관표는 전국을 17개 광역시·도(세종시 포함)로 구분한 지역 간 투입산출표 형식으로 작성되었으며, 2010/2013년 지역산업연관표와 달라진 점은 전업 환산⁶⁹⁾ 지역 고용표를 함께 작성하여 활용성을 제고하는 데 있다. 2015년 지역산업연관표 작성은 지역별 산출 및 소득통계, 수출입 및 카드사용 실적 등 지역생산과 지역 간 이출입 관련 기초자료를 이용하였고, 부문분류는 165부문으로 기준년 2015년의 상품분류를 적용하였다.

지역 간 산업연관표의 가격 기준은 2005년 생산자가격 기준에서 2010년 기초가격 기준으로 전환하였으나, 2015년 다시 생산자가격을 기준으로 사용하여 각종 계수를 산출하였다. 기초가격이란 생산자가격에서 순생산물세를 차감하여 생산자가 실제 수취하는 금액으로, 수요처 간 생산물 세율의 차이를 배제하고 동질적인 기준으로 거래액과 투입구조를 보여준다는 장점이 있다. 즉 생산자가격에는 생산물세가 포함되기 때문에 수요처가 기업, 가계 또는 정부인가에 따라 다른 세율이 적용되거나 한 부문에 세율이 다른 여러 품목을 포함하고 있을 때 생산자가격평가표를 이용하면 파급효과 측정에 오류가 생길 수 있다. 그러나 기초가격이 가진 장점에도 불구하고 순생산물세가 중간투입이나 부가가치 어디에도 포함되지 않아 투입계수 및 각종 유발계수 도출 시에 순생산물세를 별도로 고려해야 한다는 문제점이 발생하여, 이러한 혼돈과 분석의 불편을 없애기 위해 2015년에는 생산자가격으로 계수를 도출하였다.

69) 전업환산(FTE, full-time equivalent): 노동투입량 측면의 취업자 수 측정을 위해 시간제 근로자의 근로시간을 전일제 근로자의 평균 근로시간을 기준으로 환산

3) 지역산업연관표의 기본구조

산업연관표는 행렬 형식으로 되어 있기 때문에 보는 방향에 따라 경제구조를 다양하게 파악할 수 있다. 산업연관표의 세로(열, column) 방향은 각 산업부문이 재화 및 서비스를 생산하기 위하여 지출한 생산비용의 구성을 나타내는 투입구조이다. 투입구조는 생산활동에 사용한 원·부재료의 구성을 나타내는 중간투입과 노동, 자본 등 본원적 생산요소의 투입내역을 나타내는 부가가치로 구성된다. 가로(행, row) 방향은 각 산업부문이 생산한 재화 및 서비스가 어떤 부문에 사용되기 위해 판매되었는지를 나타내는 배분구조를 의미한다. 배분구조는 다른 사업의 생산활동에 원·부재료로 판매된 것을 나타내는 중간수요와 소비, 투자, 수출 등으로 판매된 것을 나타내는 최종수요로 구성된다. 중간투입과 중간수요는 산업 간 거래 내역을 나타내는데 이를 내생부문이라고 하며, 부가가치와 최종수요를 외생부문이라고 한다.

지역산업연관표도 전국산업연관표와 같이 행렬 형식으로 되어 있어 지역산업연관표를 이용하는 방법도 기본적으로 전국산업연관표와 동일하다. 다만 지역연관산업표가 특정 지역만을 대상으로 하는 지역 내 산업연관표와 여러 지역으로 나뉜 지역 간 산업연관표로 구분되므로, 지역 내인지 지역 간인지에 따라 표의 구성 형식이 다르다.

지역 내 산업연관표의 투입구조는 전국산업연관표의 구성과 동일하나 각 산업부문의 배분구조는 전국산업연관표에서 해외부문과의 거래를 나타내는 수출 및 수입처럼 국내의 다른 지역과의 거래관계를 나타내는 이출과 이입이 추가되는 것이 전국산업연관표와 다르다. 지역 내 산업연관표에서 국내의 타 지역으로 이출되는 생산품은 수출과 동일하게 최종수요에 포함되며, 중간수요와 최종수요의 합계를 총수요라고 하는데 총수요에서 수입과 이입을 공제한 것이 지역 내 총 산출액이 된다.

- 총 산출액=총 투입액
- 총 투입액=중간투입+부가가치[투입구조]
- 총 산출액=중간수요+최종수요(소비+투자+수출+이출)-수입-이입[배분구조]
- 총수요(=총공급)

타 지역 생산품(이입품)과 수입품을 구분하지 않은 지역 내 산업연관표의 일반적인 형식은 [그림 IX-1]과 같다.

[그림 IX-1] 지역 내 산업연관표의 기본구조

		내생부문				외생부문					수입 (공제)	이입 (공제)	지역 내 산출액
		산업1	...	산업n	중간 수요계	소 비	투 자	수 출	이 출	최 종 수 요 계			
내생 부문	산업1	X_{11}	투 입 구 조 ↓	X_{1n}	W_1	C_1	I_1	E_1	O_1	Y_1	M_1	N_1	X_1
	⋮			배 분 구 조 →									
	산업n	X_{n1}		X_{nn}	W_n	C_n	I_n	E_n	O_n	Y_n	M_n	N_n	X_n
	중간투입계	U_1		U_n									
외생 부문	피용자보수	R_1	↓	R_n									
	영업잉여	S_1		S_n									
	고정자본소모	D_1		D_n									
	순생산세	T_1		T_n									
	부가가치계	V_1		V_n									
지역 내 산출액		X_1		X_n									

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

동 산업연관표의 세로 방향은 특정 지역의 산업 1부문이 생산활동을 위해 자 부문 및 타 부문에서 생산된 중간재와 본원적 생산요소인 부가가치 $V_1 (= R_1 + S_1 + D_1 + T_1)$ 을 구입하였음을 나타낸다. 가로 방향은 산업 1부문이 자기 지역에서 산출한 X_1 과 해외에서 수입한 M_1 및 타 지역에서 이입한 N_1 을 합한 총공급액($= X_1 + M_1 + N_1$)이 자기 지역의 산업 1부문 및 타 부문에 중간수요로 판매되고 소비, 투자, 수출 및 타 지역 이출로 $Y_1 (= C_1 + I_1 + E_1 + O_1)$ 만큼 최종수요로 판매되었음을 나타낸다. 지역 내 산업연관표에서 타 지역으로 이출된 제품은 해외로 수출된 것과 마찬가지로 타 지역에서 중간재 또는 최종재로 사용되었는지를 구분하지 않고 일괄하여 이출로 처리하는 것이다.

지역 간 산업연관표는 타 지역으로 이출된 제품이 타 지역의 생산활동에 중간재로 사용된 것과 소비 및 투자의 최종재로 사용된 것을 구분하여 작성하기 때문에 지역 간 산업연관표의 최종수요 항목에는 이출이 포함되지 않는다. 지역 간 산업연관표(IRIO)의 일반적인 형식은 다음 [그림 IX-2]와 같다.

[그림 IX-2] 지역 간 산업연관표(IRIO)의 기본구조

			중간수요						최종수요						지역 내산 출액	
			지역 1		...		지역 n		지역 1		...		지역 n			
			산 업 1	산 업 n	산 업 1	산 업 n	산 업 1	산 업 n	소 비 자	투 자 수 출	소 비 자	투 자 수 출	소 비 자	투 자 수 출		
국산 투입	지 역 1	산업1 ⋮ 산업n	Z_{11}		투 입 구 조 ↓		Z_{1n}		Y_{11}^d		...		Y_{1n}^d		X_1	
	⋮	산업1 ⋮ 산업n	배 분 구 조 →													
	지 역 n	산업1 ⋮ 산업n	Z_{n1}				Z_{nn}		Y_{n1}^d		...		Y_{nn}^d		X_n	
수입 투입			M_1				M_n		Y_1^m		...		Y_n^m			
부가가치			V_1				V_n									
지역 내 산출액			X_1				X_n									

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

지역 간 산업연관표에서 세로 방향은 특정 지역이 생산활동을 위해 자გი지역 및 타 지역과 해외로부터 중간재를 구입한 재화와 서비스의 투입내역과 임금, 이윤, 생산세 등의 본원적 생산요소의 투입내역을 나타낸다. [그림 IX-2]에서 지역 1의 세로 방향은 지역 1이 생산활동을 위해 지역 내에서 생산된 중간재(Z_{11}), 타 지역에서 생산되어 이입된 중간재($Z_{21} + \dots + Z_{n1}$), 해외에서 생산되어 수입된 중간재(M_1), 그리고 노동, 자본 등의 본원적 생산요소(V_1)를 투입하였음을 나타내고 있다. 지역 간 산업연관표의 가로 방향은 특정 지역에서 생산된 생산물이 자გი지역 및 타 지역의 생산활동에 원·부재료로 판매된 내역과 자გი지역 또는 타 지역의 소비와 투자로 판매되거나 해외로 수출된 내역을 나타낸다.

[그림 IX-2]에서 지역 1의 가로 방향은 지역 1에서 생산된 제품은 자გი지역의 생산활동에 사용된 중간수요(Z_{11}) 및 타 지역의 생산활동에 사용된 중간수요($Z_{12} + \dots + Z_{1n}$)와 자გი지역의 소비, 투자, 수출(해외)로 사용된 최종수요(Y_{11}^d) 및 타 지역의 소비투자로 사용된 최종수요($Y_{12}^d + \dots + Y_{1n}^d$)로 배분되었음을 나타낸다.

다. 건설 등 세분류 부문별 분석방법

앞서 언급한 바와 같이 2015년 한국은행 지역 간 산업연관표의 부문분류는 165부문 기준으로 건설업 중 토목건설은 교통시설건설, 일반토목시설건설, 산업시설건설, 기타건설 4개 부문으로 구분되어 있다. 하지만 예비타당성조사 대상사업은 도로, 철도, 항만 등으로 세분화되어 있어 세부 산업⁷⁰⁾의 구분이 필요한 상황이다. 또한 건설업 부문뿐만 아니라 정보화 부문 사업 등의 경우에도 세부 산업의 구분이 필요한 실정이다.

2005년 기준 상품분류와 2015년 기준 상품분류를 비교하였을 때 기본부문에서 공항시설은 도로시설에, 지하철시설은 철도시설에, 농림수산토목 중 일부는 하천사방에 포함되었다. 또한 비주택 건축은 비주거용 건물과 산업플랜트로 구분되었다. 특히 산업플랜트는 2005년 기준 상하수도시설, 기계조립설치의 일부 항목을 포함하여 새로운 기본부문으로 제시되었다. 통신도 우편, 유선, 무선, 기타로 단순화되었으며 부동산 및 사업서비스에 속한 컴퓨터 관련 서비스가 정보통신 및 방송서비스로 변경되었다.

〈표 IX-6〉 상품분류 구분

2005년 기준 상품분류							2015년 기준 상품분류								
통합 대분류 (28)		통합 중분류 (78)		통합 소분류 (168)		기본부문 (403)		기본부문 (381)		소분류 (165)		중분류 (83)		대분류 (33)	
18	건 설	55	건축 건설	123	주택 건축	305	주택건축	5010	주거용 건물	501	주거용 건물	50	건물 건설 및 건축 보수	F	건설
				124	비주택 건축	306	비주택 건축	5020	비주거용 건물	502	비주거용 건물				
				125	건축 보수	307	건축보수	5030	건축보수	503	건축 보수				
		56	토목 및 특수 건설	126	교통 시설 건설	308	도로시설	5111	도로시설	511	교통 시설 건설	51	토목 건설		
						312	공항시설								
						309	철도시설	5112	철도시설						
						310	지하철 시설								
						311	항만시설								

70) 원칙적으로는 상품이나 투입산출표가 상품 구분으로 작성되고 있고 한 산업에 한 상품이 생산된다는 가정하에 산업으로 표현함

〈표 IX-6〉의 계속

2005년 기준 상품분류						2015년 기준 상품분류															
통합 대분류 (28)		통합 중분류 (78)		통합 소분류 (168)		기본부문 (403)		기본부문 (381)		소분류 (165)		중분류 (83)		대분류 (33)							
18	건 설	56	토목 및 특수 건설	127	일반 토목	313	하천사방	5121	하천사방	512	일반 토목 시설 건설	51	토목 건설	F	건설						
						315	농림수산 토목														
						314	상하수도 시설		5122							상하수도 시설					
						315	농림수산 토목		5123							농림수산 토목					
						316	도시토목		5124							도시토목					
			128	기타 특수 건설	320	기타건설	5131	환경정화 시설	513	산업 시설 건설											
					318	통신시설	5132	통신시설													
					317	전력시설	5133	전력시설													
		55	건축 건설	124	비주택 건축	306	비주택 건축	5134			산업 플랜트										
						56	토목 및 특수 건설									127	일반 토목	314	상하수도 시설		
																		128	기타 특수 건설	319	기계조립 설치
																				320	기타건설
		22	통 신 및 방 송	62	통신	141	우편 및 전화	341	우편	5710	공영우편 서비스					571	공영 우편 서비스	57	우편 및 소화물 전문 운송 서비스	H	운송 서비스
										5720	소화물 전문 운송 서비스					572	소화물 전문 운송 서비스				
											342						전화				
								142	부가 통신 및 정보 서비스	343						초고속망 서비스					

〈표 IX-6〉의 계속

2005년 기준 상품분류							2015년 기준 상품분류												
통합 대분류 (28)		통합 중분류 (78)		통합 소분류 (168)		기본부문 (403)		기본부문 (381)		소분류 (165)		중분류 (83)		대분류 (33)					
22	통신 및 방송	62	통신	141	우편 및 전화	342	전화	5912	무선 및 위성통신 서비스	591	유·무선 및 위성 통신 서비스	59	통신 서비스	J	정보 통신 및 방송 서비스				
				142	부가 통신 및 정보 서비스	343	초고속망 서비스												
				141	우편 및 전화	342	전화	5991	통신 재판매 및 중개 서비스	599	기타 전기 통신 서비스								
				142	부가 통신 및 정보 서비스	344	부가통신	5999	기타 전기통신 서비스										
		63	방송	143	방송	346	지상파 방송	6001	지상파 방송 서비스	600	방송 서비스	60	방송 서비스						
						347	유선 및 위성방송	6002	유선, 위성 및 기타방송 서비스										
		62	통신	142	부가 통신 및 정보 서비스	345	정보 서비스	6100	정보제공 서비스	610	정보 서비스	61	정보 서비스						
		24	부동산 및 사업 서비스	65	부동산	153	컴퓨터 관련 서비스	366	소프트웨어 개발공급	6211	게임 소프트웨어 출판	621	소프트웨어 개발 공급			62	소프트웨어 개발 공급 및 기타 IT 서비스		
										6212	소프트웨어 개발 공급								
								367	컴퓨터 관련 서비스	6290	기타 IT 서비스	629	기타 IT 서비스						

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

그러나 한국은행 지역 간 산업연관표의 소분류(165부문)상으로는 구분되어 있지 않은 건설업 등의 부문을 기본부문(381분류) 기준으로 세분화된 산업연관표를 별도로 작성하는 것은 막대한 시간과 비용이 소요되므로 지역경제 파급효과 추정방법을 달리하여 간접적으로 파급효과를 추정하는 방법을 사용하였다. 즉 한국은행에서 발표하는 지역 간 산업연관표(165부문 또는 83부문)를 최대한 활용한 뒤 전국산업연관표상 기본부문별 유발계수와 소분류의 유발계수의 비중을 고려하여 배분하는 간접적인 방법을 사용하였다. 즉 지역적 특성을 최대한 고려하는 방식으로 접근한 것이다. 도로, 철도와 같은 대규모 공공투자사업의 경우 생산기술이 표준화되어 산업적 특성보다는 지역적 특성이 중요하다는 점도 고려하였다. 현재 지역 간 산업연관표(IRIO)의 생산유발계수와 부가가치유발계수는 소분류(165부문)까지 제시되어 있으므로 이를 기준으로 파급효과를 기본적으로 분석하고, 이후 기본부문 배분 시에는 전국산업연관표에서 제시된 기본부문 및 소분류 유발계수의 비중을 고려함으로써 평균적인 기본부문의 산업특성을 반영한 것이다.

예를 들어 A지역의 도로시설 건설에 따른 유발효과를 분석한다고 하자. 도로시설은 기본부문으로 지역 간 산업연관표(IRIO)에는 제시되어 있지 않고 도로시설, 철도시설, 항만시설을 포괄하는 교통시설 건설만 제시되어 있다. 따라서 교통시설 건설을 기준으로 A지역에 해당 투자액에 따른 생산유발효과를 먼저 계산한다. i 지역, j 산업(교통시설)의 파급효과를 표현하면 다음과 같다.

$$E_{ij}$$

i 는 지역(16개 광역시도), j 는 산업(소분류 기준)

이후 전국산업연관표상에서 교통시설 건설에 따른 생산유발효과와 도로시설 건설에 따른 생산유발효과의 비율($\theta_{jk}=E_k/E_j$)을 기본부문 산업별(k , 도로시설)로 계산한다. 위 비율(θ_{jk})은 광역시도마다 동일하기 때문에 아래 첨자 i 가 없다. 이 비율(θ_{jk})을 앞서 지역 간 산업연관표(IRIO)의 교통시설(j) 건설에 따른 i 지역의 파급효과(E_{ij})에 곱해줌으로써 최종적인 효과를 계산한다. 따라서 i 지역, k (도로시설) 산업의 최종적인 파급효과는 $E_{ik}=E_{ij} \times \theta_{jk}$ 가 되며 이를 지역별·산업별로 취합하면 A지역의 도로시설 건설에 따른 전체적인 효과를 계산할 수 있게 된다.

동일한 방법으로 도로시설뿐만 아니라 철도, 항만, 환경정화시설 등 기본부문이 없는

IRIO의 지역경제 파급효과 분석이 가능하다. 기본부문의 부가가치유발효과 또한 생산유발효과와 같이 한국은행에서 발표하는 자료를 최대한 활용하되 전국산업연관표상 소분류 대 기본부문의 비중을 적용하여 산정한다. 다만 취업 및 고용 유발효과는 한국은행의 제공자료가 지역산업연관표의 경우 중분류(82부문), 전국산업연관표는 소분류(161부문)까지만 제시되어 있으므로 우선 취업 및 고용 유발계수의 중분류와 소분류의 비중을 적용하고, 소분류와 기본부문의 차이는 취업과 관련이 높은 부가가치유발계수의 비중을 적용하여 산정한다. 또한 지역산업연관표상 제공하지 않는 고용유발계수는 전국산업연관표상 고용유발계수와 취업유발계수 비를 활용하여 추정한다. 이상을 통해 추정된 지역경제 파급효과는 한국은행이 제공하는 지역적 특성을 최대한 활용할 수 있고, 비교적 간단한 방법으로 기본부문의 특성을 고려할 수 있으며 추정 계수가 안정적이라는 점이 장점이다.

라. 지역경제 파급효과 분석을 위한 유발계수

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 보통 세 가지, 즉 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용 및 취업 유발효과 측면에서 파악한다. 부가가치 유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다. 여기에서는 생산유발, 부가가치 유발, 고용(취업)유발효과 계측을 위하여 각각의 유발계수를 설명하기로 한다. 나아가 지역 내·외의 파급효과 등에 대해서도 살펴보기로 한다.

1) 생산 유발효과

생산된 상품들과 해외부터 수입된 상품은 중간수요 혹은 최종수요의 형태로 소비된다. 투입산출표는 이를 내생부문에서의 중간수요, 최종수요, 잔폐물 및 수입을 통해 표현하고 있다. 잔폐물은 설명의 편의를 위해 이하 생략한다.

이 과정은 식 (1)로 표현이 가능하다.

$$X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + Y_i - M_i = X_i \quad \text{식 (1)}$$

- 식 (1)에서 X_{i1} 은 i 번째 상품에 대한 1번째 상품의 중간수요를 의미
 - 따라서, $X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in}$ 은 i 번째 상품에 대한 내생부문의 총 중간수요의 크기를 의미
- Y_i 는 i 상품에 대한 최종수요를 의미
- M_i 는 i 상품의 수입액을 의미
- X_i 는 i 상품의 국내 총산출액을 의미
- 즉 식 (1)은 i 상품에 대한 중간수요와 최종수요의 합이 국내 총 산출액과 i 상품의 수입액의 합으로 총당되는
 되는 과정을 나타냄

총 n 개의 상품에 대해 식 (1)을 모두 쓰게 되면 다음과 같이 행렬의 형태로 투입산출표의 사용과정을 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} + Y_1 - M_1 &= X_1 \\
 &\dots \\
 X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + Y_i - M_i &= X_i \\
 &\dots \\
 X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{nn} + Y_n - M_n &= X_n
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

식 (2)의 내생부문에 표기된 각 X_{ij} 들을 $a_{ij} = X_{ij}/X_j$ 의 형태로 다시 쓰면,

$$\begin{aligned}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 - M_1 &= X_1 \\
 &\dots \\
 a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n + Y_i - M_i &= X_i \\
 &\dots \\
 a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n - M_n &= X_n
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

- 식 (3)의 a_{ij} 는 금액기준으로 표기된 투입산출표의 내생부문을 각 상품별 산출액으로 나누어 도출한 ij 상품의 투입계수를 의미함

이를 행렬 표현식으로 다시 표기하면 식 (4)과 같이 변형이 가능하다.

$$AX + Y - M = X \tag{4}$$

where,

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix},$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & a_{n-1n} \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \dots \\ Y_n \end{pmatrix},$$

$$M = \begin{pmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ \dots \\ M_n \end{pmatrix}.$$

이제 식 (4)의 우변과 좌변을 정리하여 국내총산출 벡터인 X 와 나머지 벡터들 사이의 관계식을 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M) \quad \text{식 (5)}$$

식 (5) 우변의 $(I - A)^{-1}$ 는 단위행렬에서 투입계수행렬을 차감한 것의 역행렬 값을 의미한다. 무한등비급수를 행렬에 적용하게 되면 이는 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} (I - A)^{-1} &= I + A + A^2 + A^3 + A^4 + \dots \\ &= \sum_{l=0}^{\infty} A^l \end{aligned} \quad \text{식 (6)}$$

식 (6)을 살펴보면 해당 역행렬이 최종수요 변동에 의해 발생하는 파급효과를 기술하고 있음을 알 수 있다.

- I 는 최종수요 변동에 따른 직접 생산의 변화를 의미
- A 는 투입계수 행렬이므로 이것과 최종수요의 변동이 곱해지게 되면 최종수요 변동에 따른 1차 파급효과를 계산할 수 있게 됨
- A^2 와 최종수요 변동의 곱셈 항목은 최종수요 변동에 따른 2차 파급효과를 의미
- 마찬가지로의 논리로 A^n 과 최종수요 변동의 곱셈 항목은 최종수요 변동에 따른 n 차 파급효과를 의미함

이와 같은 과정은 무한대까지 지속되게 되므로 $(I - A)^{-1}$ 항은 여기에 곱해지는 최종수요 변동 값으로 인해 발생하는 경제적 파급효과의 무한대 합을 의미하게 된다. 즉 이 과정을 통해 발생할 수 있는 생산량의 변동은 다음의 식으로 도출할 수 있다

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad \text{식 (7)}$$

식 (7)의 $(I - A)^{-1}$ 행렬은 생산유발계수표로 불리며, 다음과 같은 중요한 의미를 지닌다. 최종수요 변동(ΔY)에 따라 경제의 생산이 어떻게 바뀔지는 생산유발계수표 $(I - A)^{-1}$ 에 의해 바로 결정된다. 이는 다시 $(I - A)^{-1}$ 행렬이 최종수요 변동에 따라 변화하지 않는다는 것을 암묵적으로 가정하고 있다.

신규 재정사업의 집행으로 인해 최종수요에 변동이 있을 경우 식 (7)을 이용하여 국내 전 산업 분야의 생산 변동을 계산할 수 있다. 이를 생산유발효과 분석이라 명명한다.

권태현(2020)에 따르면 생산유발계수표를 도출하기 위해서는 호킨스-사이몬 조건(Hawkins-Simon Condition)이 충족되어야 한다.

- 호킨스-사이몬 조건은 식 (7)을 도출하기 위한 수학적 필요조건을 의미함
 - 행렬 A 의 모든 원소들이 0보다 크거나 같고 행렬 A 의 norm이 다음을 만족할 것: $N(A) < 1$
- 한국은행에서 투입산출표를 작성하는 과정에서 이러한 조건은 충족되기 때문에 이하의 분석들에서 호킨스-사이몬 조건은 충족됨

[그림 IX-3]은 산업연관표를 활용한 산업연관분석의 핵심개념이 파급 및 유발효과의 개념에 대하여 보여주고 있다. 자동차 1대를 생산하는 경우, 생산에 엔진, 타이어 등등 여러 가지 중간재가 투입된다. 엔진을 생산하기 위해서는 또다시 여러 가지 중간재가 투입되고, 이와 같은 과정을 무한대로 확장하여 생각해 볼 수 있다.

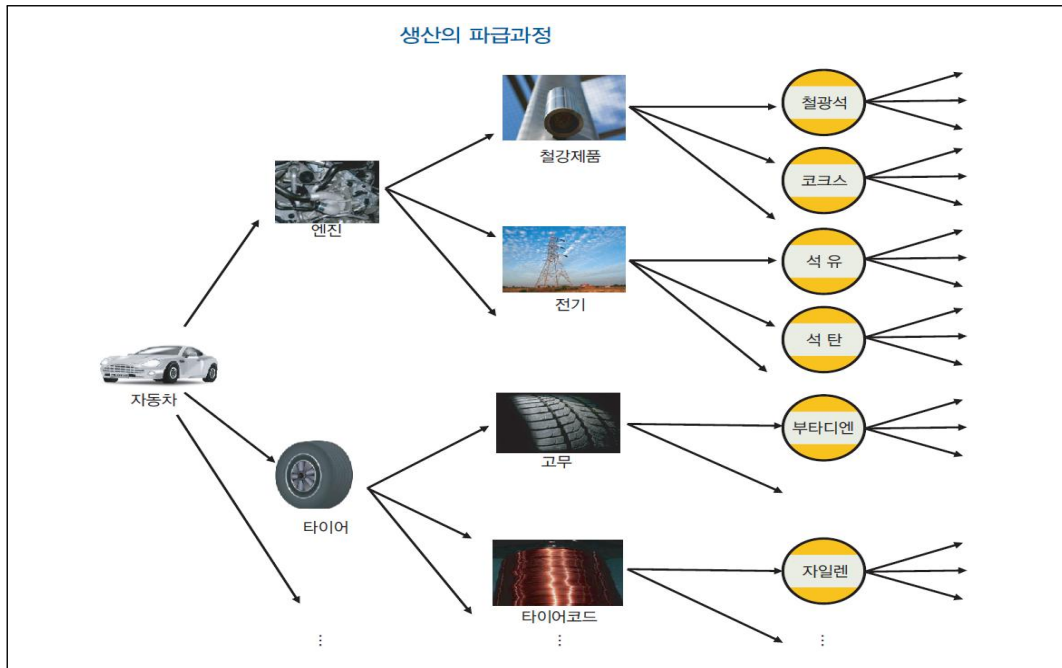
생산유발계수표는 A 에 해당하는 투입계수표를 무엇을 사용하는지, 그리고 수입품을 어떻게 취급하는지에 따라 다양하게 도출할 수 있다.

- $(I - A)^{-1}$ 는 국산품과 수입품에 대한 중간수요가 모두 내생부문에 포함되어 있는 A 행렬을 쓴 경우임
- $(I - A^d)^{-1}$ 는 국산품에 대한 내생부문만 추출된 국산투입계수 행렬인 A^d 를 사용한 생산유발계수로 수입재에 의한 투입효과를 배제한 채 국산품의 생산구조에만 집중한다는 점에서 국내 분석에서 주로 활용됨
- 이 밖에도 다양한 생산유발계수표가 존재하며 이는 수입을 외생변수로 취급할지 여부에 따라 달라짐⁷¹⁾

이하의 분석은 $(I - A^d)^{-1}$ 형의 생산유발계수표를 이용하여 생산유발효과를 분석한다.

- $(I - A^d)^{-1}$ 형 생산유발계수표는 국내생산파급효과와 수입으로 인한 효과를 구분한다는 장점이 있음
- 나머지 여러 생산유발계수표는 국산과 수입을 구분하지 않고 작성된 A 표를 이용하고 있다는 점에서 최종수요 변동에 따른 효과가 국산품과 수입품에 대한 것으로 구분할 수 없다는 한계가 존재함
- 이 경우 생산유발효과는 $\Delta X = (I - A^d)^{-1} \Delta Y^d$ 을 통해 도출할 수 있음

[그림 IX-3] 산업연관분석 유발효과의 개념



자료: 한국은행, 『산업연관분석해설』, 2014

71) 다양한 형태의 생산유발계수표에 대해서는 한국은행(2014)의 『산업연관분석해설』이 자세히 설명하고 있음

2) 부가가치 유발효과

투입산출표에는 내생부문뿐만 아니라 상품별 부가가치액 또한 작성되고 있다. 해당 정보를 이용하여 최종수요 변화에 따른 부가가치의 변동을 분석하는 부가가치유발효과를 계산할 수 있다.

상품별 부가가치액을 벡터 v 로 표기하고 상품별 총 산출액 벡터 X 를 사용하면 다음의 상품별 부가가치투입계수를 도출할 수 있다.

$$A^v = v/X, \quad \text{식 (8)}$$

$$\text{where } v = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_{n-1} \\ v_n \end{pmatrix}$$

A^v 를 $n \times n$ 대각행렬로 작성하여 $\hat{A}^v$ 를 생성하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$v = \hat{A}^v X \quad \text{식 (9)}$$

식 (9)의 우변에 위치한 X 를 생산유발계수와 최종수요의 곱을 치환하게 되면 최종적으로 다음의 부가가치유발효과 계산식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} v &= \hat{A}^v X \\ &= \hat{A}^v (I - A^d)^{-1} Y^d \end{aligned} \quad \text{식 (10)}$$

식 (10)의 우변의 식을 이용할 경우 국내최종수요 변동에 따른 부가가치 변동분을 계산할 수 있다. 우변은 부가가치유발효과로 불리고, 우변의 $\hat{A}^v(I - A^d)^{-1}$ 항은 부가가치유발계수라 명명된다. 부가가치유발계수는 단순히 상품별 부가가치투입계수와 생산유발계수의 곱으로 표현된다. 이는 최종수요 변동에 따라 생산이 유발되고 그 과정에서 상품별 부가가치가 창출된다는 직관으로 이해할 수도 있다.

3) 고용(취업) 유발효과

생산유발계수와 상품별 부가가치투입계수 벡터를 이용하여 부가가치유발효과를 계산한 것처럼 고용 및 취업자 수에 대한 정보가 존재할 경우 고용 및 취업유발효과를 계산할 수 있다.

한국은행은 1975년 산업연관표 부속표로 고용표를 작성하기 시작했으며 현재 매년 산업연관표 공표와 함께 발표되고 있다.

고용표는 상품별로 연간 투입된 노동력의 양을 측정하기 위해 작성된 부속표이다. 상품 및 산업별 연간 취업자 수와 피용자 수 정보를 담고 있으며 최근 개편으로 각각의 평균 근로시간 정보 또한 작성되고 있다.

고용표는 고용자를 크게 취업자와 피용자로 구분하고 있다. 취업자는 임금근로자, 자영업자 및 무급가족종사자를 포함하는 개념이고, 피용자는 취업자 중 임금근로자만을 포함하는 개념이며 무급가족종사가 많은 농림어업과 같은 산업에서는 취업자 수와 피용자 수에 큰 차이가 존재할 수 있다.

따라서 고용표를 투입산출표와 연결하여 사용할 경우 최종수요 증가에 따른 노동수요 증감의 파급효과를 계산할 수 있다.

상품별 고용량(취업자 수 혹은 피용자 수)을 벡터 e 로 표기하고 상품별 총산출액 벡터 X 를 사용하면 다음의 상품별 취업계수(취업자 수) 혹은 고용계수(피용자 수)를 도출할 수 있다.

$$A^e = e/X, \quad \text{식 (11)}$$

$$\text{where } e = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_{n-1} \\ e_n \end{pmatrix}.$$

A^e 를 $n \times n$ 대각행렬로 작성하여 $\widehat{A^e}$ 를 생성하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$e = \widehat{A^e} X \quad \text{식 (12)}$$

식 (11)의 우변에 위치한 X 를 생산유발계수와 최종수요의 곱을 치환하게 되면 최종적으로 다음의 부가가치유발효과 계산식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} e &= \widehat{A}^e X \\ &= \widehat{A}^e (I - A^d)^{-1} Y^d \end{aligned} \quad \text{식 (13)}$$

식 (13)은 앞서 설명한 식 (9)와 모두 동일하나 생산유발계수에 곱해진 대각행렬이 취업계수 혹은 고용계수라는 점에서만 차이가 있다. 식 (13)의 우변을 취업유발효과 혹은 고용유발효과라 부른다. 마찬가지로 우변의 $\widehat{A}^e (I - A^d)^{-1}$ 항은 취업유발계수 혹은 고용유발계수라 명명된다. 이는 최종수요 변동에 따라 생산이 유발되고 그 과정에서 상품별 고용이 변동될 것이기에 최종적인 취업자 수 및 피용자 수의 변동량은 취업계수(고용계수)와 생산유발계수의 곱으로 표현되는 것이다.

마. 지역경제 파급효과 분석 결과

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직간접의 경제적 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용(취업) 유발효과 측면에서 파악할 수 있으며, 부가가치 유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다. 여기에서는 생산, 부가가치, 고용 및 취업유발효과에 대하여 지역 내외 경제파급효과를 살펴보기로 한다.

1) IRIO 분석을 위한 투자비

본 사업의 IRIO 분석을 위한 총투입비는 순수 공사비와 부대비를 합산한 것으로, 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 강원도 지역의 건설(비주거용건물, 산업플랜트) 부문에 투입하여 집계하였다. 통상의 IRIO 분석에서는 건설기간 중의 경제적 파급효과만을 추계하므로, 완공 후 유지관리비는 제외하고 사업비 중 용지보상비 역시 이전거래이므로 제외하였다. 예비비는 실투자액이 아니므로 역시 투입비에 포함하지 않았고, 사업비 추계 시 포함된 부가가치세는 비용편익분석과 마찬가지로 제외하였다. 이상의 전제사항을 토대로

본 분석에 적용되는 투자비 내역은 <표 IX-7>과 같으며 총투자비는 검토안 1,250억 6,600만원으로 나타났다.

〈표 IX-7〉 IRIO 분석을 위한 투자비 내역

(단위: 억원)

투입부문	비용항목	검토안(강원도)
건설(비주거용건물)	공사비	284.13
	시설부대경비	33.81
	소계	317.94
건설(산업플랜트)	공사비	840.84
	시설부대경비	91.88
	소계	932.72
합계		1,250.66

- 주: 1. 총투자비는 2020년 기준임
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비(지역귀속이 불분명한 시운전비 제외)를 합산한 것임
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 강원도 지역의 건설(비주거용건물, 산업플랜트) 부문에 투입됨
 4. 건설(비주거용건물) 공사비는 건축공사비, 건설(산업플랜트) 공사비는 수소액화플랜트 공사비임
 5. IRIO 분석에서는 건설기간 중의 경제적 파급효과를 추계하므로 완공 후 운영비는 제외함
 6. 사업비 중 보상비는 이전소득이므로 제외함
 7. 사업비 추계 시 포함된 부가가치세는 비용편익분석과 마찬가지로 제외하여 분석함
 8. 예비비는 실투자액이 아니므로 제외함

자료: 연구진 작성

2) 지역경제 파급효과 분석 결과

지역별 파급효과를 분석한 <표 IX-8>에 따르면, 본 사업의 지리적 입지 여건으로 말미암아 대부분의 지역경제 파급효과가 강원도 지역 내에서 주로 발생하는 것으로 나타났으며, 이 밖에 수도권 및 충남 지역 등에 일부 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈표 IX-8〉 지역별 파급효과 추계 결과

(단위: 억원, %, 명)

지역별 파급 효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액	지역별 비중	유발액	지역별 비중	고용자수	지역별 비중	고용자수	지역별 비중
서울	155	6.5	77	7.5	129	8.5	93	8.5
인천	58	2.4	20	2.0	26	1.7	19	1.7
경기	233	9.8	82	8.0	114	7.6	82	7.5

〈표 IX-8〉의 계속

(단위: 억원, %, 명)

지역별 파급 효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액	지역별 비중	유발액	지역별 비중	고용자수	지역별 비중	고용자수	지역별 비중
대전	10	0.4	4	0.4	7	0.5	5	0.5
세종	2	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1
충북	49	2.0	17	1.7	22	1.5	16	1.4
충남	70	2.9	21	2.0	19	1.3	13	1.2
광주	11	0.4	3	0.3	6	0.4	4	0.4
전북	27	1.1	8	0.8	12	0.8	8	0.7
전남	48	2.0	14	1.4	13	0.9	9	0.8
대구	17	0.7	7	0.7	12	0.8	8	0.8
경북	80	3.4	25	2.5	26	1.7	18	1.6
부산	45	1.9	17	1.6	22	1.4	16	1.4
울산	48	2.0	14	1.3	11	0.7	8	0.8
경남	56	2.4	19	1.8	22	1.4	15	1.4
강원	1,466	61.7	696	67.7	1,064	70.5	772	70.8
제주	3	0.1	2	0.1	3	0.2	2	0.2
계	2,376	100	1,027	100	1,509	100	1,089	100

자료: 연구진 작성

가) 생산 유발효과

검토안의 생산 유발효과는 전국적으로 2,376억원이며, 사업 대상지인 강원도의 경우 전체 효과 중 61.7%인 1,466억원의 생산 유발효과가 추정되었다.

나) 부가가치 유발효과

검토안의 부가가치 유발효과는 전국적으로 1,027억원이며, 사업 대상지인 강원도의 경우 전체 효과 중 67.7%인 696억원의 부가가치 유발효과가 추정되었다.

다) 고용 및 취업 유발효과

검토안의 취업 유발효과와 고용 유발효과는 전국적으로 각각 1,509명, 1,089명이며, 사

업 대상지인 강원도의 경우 취업 유발효과는 전체 효과 중 70.5%인 1,064명, 고용 유발효과는 전체 효과 중 70.8%인 772명으로 추정되었다.

3) 지역경제 활성화 효과 분석 결과

지역경제 활성화 효과 지수는 사업 해당 지역 내 부가가치 유발액을 GRDP 추계액(사업 해당 지역의 추계액)으로 나눈 지수이다. 즉 해당 지역의 총생산액 대비 부가가치 유발액의 비중으로서 효과지수가 클수록 사업추진에 의한 지역경제 활성화 효과가 크다고 할 수 있다.

동 사업으로 인해 발생하는 강원도 내의 부가가치 유발액은 696억원이다. 2020년을 기준으로 강원도 지역 내 총생산액은 48조 6,566억원으로 지역경제 활성화 효과 지수는 검토안 기준 0.1430%인 것으로 나타났다.

이는 2008~2015년 건축 등 기타사업 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수 평균인 0.1133% 및 전체 사업의 평균인 0.3210%와 비교했을 때, 동일한 사업유형의 평균 보다는 약간 높은 수준이며, 타 유형을 모두 고려한 평균 수치보다는 낮은 수준인 것으로 나타났다.

〈표 IX-9〉 지역경제 활성화 효과지수

(단위: 억원)

구분	검토안
투입액 ¹⁾	1,250.66
지역 내 부가가치 유발액	696
지역내총생산(GRDP) ¹⁾	486,566
지역경제 활성화 효과 지수(%) ²⁾³⁾	0.1430

주: 1) 투입액 및 지역내총생산(GRDP)은 모두 2020년 기준가격임

2) 지역경제 활성화 효과 지수는 위 투입액에 대한 사업 해당지역의 지역내 부가가치 유발액을 사업해당지역의 GRDP 추계액으로 나눈 지수임

3) 2008~2015년 건축 등 기타사업 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과 지수의 평균은 0.1133%이며, 전체 사업의 평균은 0.3210%임

자료: 국가통계포털, 강원도지역내총생산, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=211&tblId=DT_2015Y32GRDP1&conn_path=I3, 검색일자: 2023. 3. 23. 참고하여 연구진 작성

X. 종합결론 및 정책제언

1. AHP 분석의 개요

예비타당성조사의 마지막 단계는 경제성 분석과 정책성 분석, 지역균형발전 분석 결과를 종합하여 사업의 추진 여부에 대한 최종 판단을 도출하는 단계이다. 그러나 경제성 분석과 정책성 분석 및 지역균형발전 분석 결과를 종합하는 데에는 다음과 같은 한계가 있다.

첫째, 정량적 분석 결과와 정성적 분석 결과를 통합하는 데에 어려움이 따른다. 경제성 분석 결과는 B/C 비율, 순편익의 현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 등 정량적으로 도출되는 반면, 정책성 분석의 평가항목들은 계량화가 어려워 정성적인 형태로 평가 결과가 제시된다. 일례로 B/C 비율은 높게 산출되었으나 정책 일치성 등 내부여건과 관련하여 상위계획과 일치하지 않는 사업의 타당성을 어떻게 종합평가할 것인가는 판단하기 쉽지 않은 문제이다.

둘째, 정량적 분석에 있어서 서로 상이한 척도(scale)를 갖는 평가항목을 통합하는 데에 어려움이 따른다. 예를 들면, 어떤 공공투자사업의 B/C 비율이 1.0보다 작은 0.9이지만 2천 명이라는 매력적인 고용창출 효과를 갖는 경우, 어떠한 기준으로 사업 시행 또는 미시행이라는 최종판단을 내려야 할 것인가의 문제가 발생한다.

셋째, 평가의 일관성과 사업의 특수성을 동시에 반영해야 하는 어려움이 따른다. 예비타당성조사 대상이 되는 사업 가운데는 국가전략 차원에서 추진되는 사업이나, 국민의 권익 보호 등의 목적을 가지고 있음에 따라 ‘경제성 분석 틀 안에서 계량화되지 않는 특수한 평가항목이 월등히 중요한 경우’가 발생하기 마련이다. 예비타당성조사 체계의 정책성 분석에서는 이러한 사업 특수성을 평가의 틀 속에 반영할 수 있도록 하고 있다. 한편 사업특수성이 종합평가에서 차지하는 비중이 지나치게 클 경우 다른 사업과 평가의 일관성이 떨어질 위험성이 존재한다. 따라서 예비타당성조사 체계가 일반적으로 적용될 수 있는 분석 틀로서의 가치를 유지하기 위해서는 해당 사업의 특수성이 사업의 시행 여부를 결정하는 데에 얼마만큼 중요한 영향을 미쳤는지를 객관적으로 보여줄 수 있어야 한다.

넷째, 종합평가에 참여하는 여러 평가자들의 의견을 종합하여 최종적인 결론을 도출하는

어려움이다. 한 사람의 평가자가 종합평가를 내릴 경우에는 그 판단의 타당성 여부만이 문제가 된다. 그러나 여러 사람의 의견이 종합되어야 할 경우에는, 어떻게 하여야 대표성을 가진 종합판단이 될 것인지, 특히 개별 연구진들이 해당 사업의 시행 여부에 대해 상반된 견해를 갖는 경우에는 어떻게 최종의사결정에 도달할 것인지 등의 문제가 발생한다.

이와 같은 어려움을 극복하기 위하여 예비타당성조사에서는 다기준분석(multi-criteria analysis) 방법론의 하나인 분석적 계층화법(Analytic Hierarchy Process, AHP)을 적용하고 있다. AHP 기법은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정 기법 중 하나이다. 1970년대 초 Thomas Saaty에 의해 개발된 이후 정성적, 다기준 의사결정에 널리 사용되어 왔다. AHP 기법은 의사결정에 고려되는 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고, 다수의 수준(level)으로 계층화한 후, 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원한다.

일반적으로 AHP 기법은 다음과 같은 절차를 거쳐 수행된다.

- ① 평가대상사업의 개념화(conceptualizing)
- ② 평가기준 확정 및 계층구조 설정(structuring)
- ③ 평가기준 가중치 측정(weighting)
- ④ 대안 간 선호도 측정(scoring)
- ⑤ 종합점수 산정(synthesizing)
- ⑥ 환류과정(feedback)
- ⑦ 종합판단 및 정책제언 도출(concluding)

2. AHP를 활용한 종합판단

가. 평가 대안

예비타당성조사에 있어 AHP 분석의 주안점은 사업의 시행·미시행 여부의 판단에 있다. 그러므로 우선적으로 여러 분석대안 가운데 최적 대안을 선정한 다음, 최적 분석대안을 기준으로 AHP 구조의 최하위 계층에 사업 시행 대안과 사업 미시행 대안을 놓아 어떤 대안이 더 적절한가를 평가하여 사업의 시행 여부를 판단하는 접근방법을 취하게 된다.

본 조사에서는 주무부처의 변경 사업계획을 대상으로 조사를 수행하였으며, 이에 대한 사업계획 적절성 및 기술적 검토, 비용 추정 결과를 토대로 산정한 ‘검토안’을 최적대안으로 선정하여 AHP 분석을 수행하였다. 최적대안에 대한 경제성 분석 결과를 요약하면 <표 X-1>과 같다.

〈표 X-1〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 요약표

구분	최적대안
사업 위치	강원도 동해시, 삼척시 포함 반경 20km 이내
사업 내용	• 수소 저장·운송 산업진흥센터 8,268㎡ • 수소 저장·운송 안전성 시험센터 2,756㎡, 장비 구축 • 수소 저장·운송 실증 테스트베드 1,350㎡, 장비 구축 • 산·학캠퍼스 장비 구축 • 수소액화플랜트(30톤/일) 12,312㎡
사업 내용	기업입주공간, 실증 테스트베드, 수소액화플랜트 등
총사업비	3,176.85억원
경제성 분석	B/C = 0.90

자료: 연구진 작성

나. 조사 대상 집단

집단의사결정 지원수단으로써 AHP는 집단구성원들의 의견을 종합하여 최종적인 의사결정에 도달할 수 있도록 도와준다. 그러므로 최종결론은 의사결정 집단을 어떻게 구성하느냐에 따라 영향을 받는다.

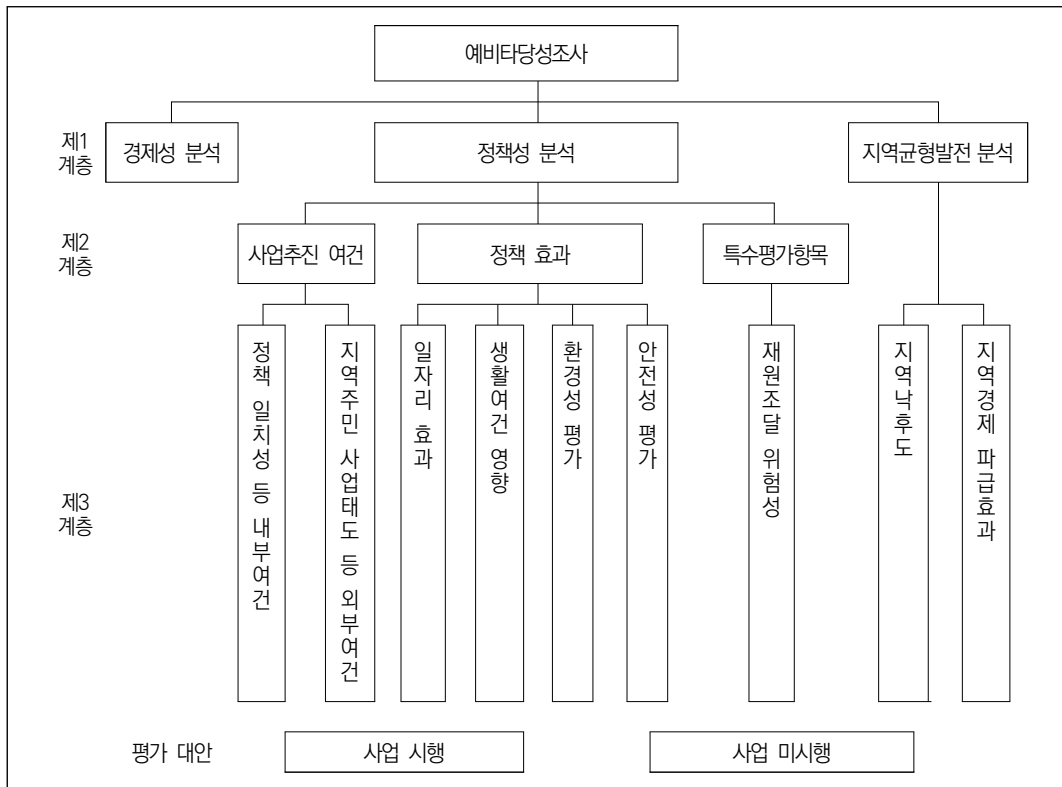
「예비타당성조사 운용지침」에서는 예비타당성조사 종합평가를 위한 평가참여자에 대하여 규정하고 있다. 해당 지침 제11조(분과위원회)에 따르면, 예비타당성조사 등의 종합평가를 위하여 ‘사회기반시설 분과위원회’, ‘사회·문화·산업 분과위원회’, ‘사회복지·소득이전 분과위원회’를 두고 각 분과위원회에서 종합평가를 실시하도록 하고 있다. 예비타당성조사의 분과위원회는 분과위원장을 포함한 재정사업평가위원회에 속한 민간위원 2인, 연구책임자를 포함한 연구진 3인, 기획재정부의 전문가풀(pool)을 통해 선정된 해당 사업과 관련된 분야 또는 경제·사회·환경·안전 등 7인 이내의 민간 전문가(재정전문가 3인 포함)를 포함하여 총 12인 이내로 평가자들을 구성하는 것을 원칙으로 한다. 다만 종합평점 산정 시 평가중 최댓값과 최솟값을 부여한 평가자 2인씩을 제외한 8인 이내의 응답결과를 가지고 종합평점을 도출하도록 한다.

다. AHP 구조 및 평가항목

본 AHP 분석의 최종 목표는 경제성 분석과 정책성 분석, 지역균형발전 분석 결과를 종합하여 사업의 시행 여부를 판단하는 것이다. 경제성 분석은 비용편익 분석 결과로 제시되는 B/C로 대표되며, 정책성 분석은 비용편익 분석에는 포함되지 않으나 공공투자사업의 타당성을 평가하는 데 있어 중요하게 고려되어야 할 요인들을 포함한다. 좀 더 세분화하면 정책성 분석항목 하의 사업추진 여건에는 정책 일치성 등 내부여건, 지역주민 사업태도 등 외부여건 항목으로, 정책효과에는 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가 항목으로 구성된다. 여기에 더하여, 본 조사에서는 사업의 특수성을 반영하는 추가 평가항목으로 재원조달 위험성을 고려하였다. 지역균형발전 분석 항목은 지역낙후도, 지역경제 파급효과 항목으로 구성된다.

이상을 반영하여 AHP 구조를 [그림 X-1]과 같이 설정하였다.

[그림 X-1] 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 AHP 계층 구조



자료: 「예비타당성조사 수행 총괄지침」[별표 5]를 바탕으로 재작성

〈표 X-2〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 AHP 평가항목

평가 항목	평가 내용	평점 기준	비고
■ 경제성 분석	· 경제적 측면에서의 사업 타당성	분석결과 도출된 B/C 비율, NPV, IRR 등	B/C 비율이 높을수록 '사업시행' 점수가 높음
■ 정책성 분석			
- 사업추진여건			
정책일치성 등 내부여건	· 상위계획 반영여부, 정책 방향과의 일치성 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	반영이 구체적일수록, 일치성이 높을수록 '사업시행' 점수가 높고, 내부여건과 부합하지 않을 경우 '사업미시행' 점수가 높음
지역주민 사업태도 등 외부여건	· 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등여부 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	외부여건과의 부합성이 높을수록 '사업시행' 점수가 높고, 갈등이나 반대 의견이 많을수록 '사업미시행' 점수가 높음
- 정책효과			
일자리 효과	· 사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발 효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	일자리에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
생활여건 영향	· 사업 추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안전성 영향, 공동체 복원 영향 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	생활여건에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
환경성 평가	· 사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	환경에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
안전성 평가	· 재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	안전성에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
- 특수평가항목			
재원조달 위험성	· 재원조달 계획의 실현 가능성, 위험성 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	재원조달 위험성이 낮을수록 '사업시행' 점수가 높고, 조달 위험성이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
■ 지역균형발전 분석			
지역낙후도	· 지역균형발전 측면에서 사업의 필요성	지역낙후도지수 및 순위	낙후 정도가 심할수록 '사업시행' 점수가 높음
지역경제 파급효과	· 해당사업의 시행으로 인한 지역 경제 활성화 효과	지역내부가가치유발액 $\frac{GRDP(\text{지역내총생산})}{\text{지역내부가가치유발액}}$ 및 연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	비율이 높을수록, 파급효과가 클수록 '사업시행' 점수가 높음

자료: 「예비타당성조사 운용지침」을 바탕으로 재작성

라. AHP 분석 결과

평가항목의 가중치는 평가항목 간 쌍대비교 질문에 대한 응답 결과로 결정되며, 쌍대비교에 사용되는 척도는 Saaty가 제안한 9점 척도를 채택하여 응답하도록 하였다. 다만 최상위계층인 경제성 분석과 정책성 분석, 지역균형발전 분석의 가중치의 경우, 종합평점에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 동기적 편향을 줄이기 위하여 사전가중치의 범위를 설정하여 적용하고 있으며, 「예비타당성조사 운용지침」에 따라 <표 X-3>, <표 X-4>와 같이 가중치 범위를 사전적으로 제한하여 상수합 측정도로 응답하게 하였다. 이 외에 하위 평가항목의 가중치의 경우 Saaty의 9점 척도를 이용, 쌍대비교를 통하여 두 요소 간 상대적 중요도의 측정 결과를 종합하여 요소들 간 상대적 가중치를 추정하였다

<표 X-3> 가중치 산정범위(비수도권)

(단위: %)

경제성 분석	정책성 분석	지역균형발전 분석
30~45	25~40	30~40

자료: 「예비타당성조사 운용지침」을 바탕으로 재작성

<표 X-4> 사업추진 여건, 정책효과, 특수평가항목 가중치 산정범위

(단위: %)

사업추진 여건	정책효과	특수평가항목
20~30	50~60	20~30

자료: 「예비타당성조사 운용지침」을 바탕으로 재작성

평점의 경우도 가중치와 마찬가지로 시행 및 미시행 대안에 대한 쌍대비교를 통해 결정된다. 다만, 계량화되어 나온 결과인 경제성 분석과 지역낙후도의 경우에는 평가자의 응답결과와 상관없이 표준점수 전환식을 적용하여 일관된 결과치가 나오도록 하고 있다. AHP 응답결과 연구진들이 각 항목에 대하여 평가한 가중치는 <표 X-5>와 같다.

〈표 X-5〉 각 항목별 가중치 산정 결과

평가항목	평가자1	평가자2	평가자3	평가자4	평가자5	평가자6	종합
경제성 분석	0.450	0.300	0.350	0.400	0.350	0.400	0.374
정책성 분석	0.250	0.350	0.350	0.300	0.300	0.300	0.308
사업추진 여건	0.063	0.088	0.070	0.060	0.075	0.060	0.069
정책일치성 등 내부여건	0.047	0.066	0.056	0.015	0.038	0.045	0.045
지역주민 사업태도 등 외부여건	0.016	0.022	0.014	0.045	0.038	0.015	0.025
정책효과	0.125	0.175	0.175	0.150	0.150	0.150	0.154
일자리 효과	0.033	0.021	0.086	0.019	0.067	0.037	0.044
생활여건 영향	0.018	0.074	0.053	0.038	0.018	0.084	0.047
환경성 평가	0.018	0.040	0.022	0.019	0.018	0.014	0.024
안전성 평가	0.057	0.040	0.014	0.075	0.047	0.014	0.040
특수평가항목	0.063	0.088	0.105	0.090	0.075	0.090	0.085
자원조달 위험성	0.063	0.088	0.105	0.090	0.075	0.090	0.085
지역균형발전 분석	0.300	0.350	0.300	0.300	0.350	0.300	0.318
지역낙후도	0.240	0.280	0.240	0.240	0.280	0.240	0.254
지역경제파급효과	0.060	0.070	0.060	0.060	0.070	0.060	0.064
비일관성 비율	0.004	0.004	0.018	-	0.022	0.016	0.000

자료: 연구진 작성

가중치 산정결과, 평가자들은 경제성 분석: 정책성 분석: 지역균형발전 분석의 가중치를 0.374:0.308:0.318로 판단하고 있는 것으로 나타났다. 정책성 분석의 제2계층의 가중치를 종합한 결과 평가자들은 사업추진여건: 정책효과: 특수평가항목의 가중치를 0.069:0.154:0.085로 판단하고 있는 것으로 나타났다. 사업추진 여건의 개별항목 가중치의 경우 내부여건과 외부여건이 각각 0.045, 0.025로 내부여건을 더 중요하게 판단하는 것으로 나타났다. 정책효과의 개별항목 가중치의 경우 생활여건 영향, 일자리 효과, 안전성 평가, 환경성 평가 순으로 중요도를 판단하고 있는 것으로 나타났다.

최적대안 기준으로 본 사업의 사업 시행·미시행 평점을 살펴보면 〈표 X-6〉과 같다.

〈표 X-6〉 AHP 평가 결과

평가자	사업 시행	사업 미시행
평가자1	0.519	0.481
평가자2	0.516	0.484
평가자3	0.477	0.523
평가자4	0.502	0.498
평가자5	0.538	0.462
평가자6	0.594	0.406
종합	0.530	0.470

자료: 연구진 작성

각 평가자들의 AHP 평가점수를 종합한 결과, 사업 시행 점수는 0.530로, 사업 미시행 점수인 0.470보다 높은 것으로 나타나, 평가자들은 사업 시행을 보다 나은 대안으로 평가하고 있는 것으로 나타났다.

AHP 기법의 마지막 단계는 환류과정(feedback)을 거친 후에 도출된 종합평점을 근거로 ‘사업 시행’ 대안과 ‘사업 미시행’ 대안 간에 최종적인 결정을 내리고, 정책담당자에게 제시할 정책제언을 도출하는 단계이다. AHP 분석을 통하여 최종적으로 얻는 산출물은 ‘사업 시행’ 대안과 ‘사업 미시행’ 대안 각각에 대한 평가기준별 가중치와 각 기준에 대한 대안들의 평점을 곱해서 계산한 대안별 종합평점(weighted sum)이다. 기존 지침에서는 사업 시행 대안이 사업 미시행 대안보다 상대적으로 높은 종합평점(0.5를 초과하는 점수)을 얻으면 사업의 타당성이 있다는 결론을 도출하도록 하였다. 이와 같은 기계적인 결론 도출 방식은 타당성재조사의 최종적인 결과가 사업을 지속적으로 추진하기 위한 예산을 배분할 것인지 또는 배분하지 않을 것인지 하는 양자택일적 의사결정(binary decision)에 활용하기 위한 기초자료의 성격이 있기 때문이다.

그러나 다음과 같은 AHP 분석 결과를 기초로 사업의 시행 여부를 판단할 때는 제약이 따른다. 첫째, 평가자 간 의견이 일치하지 않는 경우이다. 특히 평가자 간 4:4로 의견이 양분되었을 때 AHP 종합평점 결과가 사업 시행 또는 미시행 점수를 보이고 있다 하더라도 평가자 간 공감대가 형성되지 않은 상황에서 단정적으로 사업의 시행 여부를 결정하기 어려운 측면이 있다. 이 경우 사업의 시행 여부에 대하여 양자택일적 결론을 내리기보다는 평가자별 평가의견을 기술하고 평가자 간 차이 발생의 원인을 보고서에 기술하는 것이 바

람직할 것으로 판단된다.

둘째, 종합평점 결과 사업 시행 대안과 사업 미시행 대안의 차이가 미세하여 의사 결정의 강건성(robustness)이 확보되지 않은 경우이다. AHP 종합점수를 근거로 사업의 시행 여부를 결정할 때 흔히 제기되는 질문은 “AHP 종합점수 0.51과 0.49 차이가 사업의 타당성 여부에 대한 양자택일적 판단을 내릴 만큼 현저한 차이가 있는가?”라는 것이다. 이 질문에 대하여 자신 있게 답할 수 없음에도 불구하고 기존 지침에서 양자택일적 의사결정을 하도록 하였던 이유는 궁극적으로 타당성재조사의 목적이 사업의 타당성이 있는가 또는 없는가를 판단하는 데 있기 때문이다.

본 조사에서는 이러한 점을 감안하여 최종 판단을 내림에 있어 신중한 접근을 하기 위하여 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021)에 따라 다음과 같은 회색영역을 설정하였다.

$$0.5 - 0.017 < \text{AHP 종합평점} < 0.5 + 0.017,$$

$$\text{즉, } 0.483 < \text{AHP 종합평점} < 0.517$$

회색영역이란, 만약 연구진 구성이 달라진다면 현재의 종합평점의 결과가 뒤바뀔 수 있음을 나타내는 영역을 뜻한다. 이러한 영역에 속하였을 경우에 연구진들은 AHP 분석을 통한 종합 결론을 내릴 때 신중하게 접근할 필요가 있을 것이다.

다음으로 이 회색영역을 평가자 의견의 일치 정도에 따라 달리할 필요가 있다. 우리는 평가자들 간의 의견이 일치하고 있을 때는 평가자의 모집단의 평균도 표본평균과 크게 다르지 않을 것이라는 데 어느 정도 자신감을 가질 수 있다. 그러나 평가자 간에 의견이 엇갈리고 있을 때는 평가자 모집단의 평균이 종합평점과 다를 가능성을 배제하기 어려운 점이 있다. 따라서 평가자 간의 의견 일치도가 낮을수록 회색영역을 넓게 설정할 필요가 있다. 이러한 점을 종합하여 회색영역의 적용은 다음과 같은 원칙을 따르도록 한다.

첫째, 8명의 평가자 의견이 일치하는 경우 AHP 평점이 0.5보다 높은지 여부에 따라 평가자의 의견을 종합하여 종합의견을 도출한다.

둘째, 7:1 또는 6:2, 5:3으로 갈린 경우, 84%의 신뢰구간을 적용하여 표본평균이 0.517보다 큰 경우에는 사업의 타당성이 있는 것으로 해석하고, AHP 점수가 0.483보다 작은 경우 사업의 타당성이 없는 것으로 해석한다. AHP 점수가 0.483보다 크거나 같고,

0.517보다 작은 경우에는 회색영역에 있는 것으로 해석한다.

셋째, 4:4로 갈리는 경우에는 95%의 신뢰구간을 적용하여 AHP 점수가 0.527보다 높은 경우에는 사업의 타당성이 있는 것으로 해석하고, AHP 점수가 0.473보다 작은 경우에는 타당성이 없는 것으로 해석한다. 그 사이에 있는 경우에는 회색영역에 있는 것으로 톤을 완화하고 결론에 신중을 기한다. 다만 ‘사업 시행:사업 미시행’ 평가자 수가 7:1이나 6:2, 5:3 임에도 불구하고 사업 시행 대안의 AHP 점수가 0.483보다 작거나, 역으로 그 비율이 1:7 또는 2:6, 3:5 임에도 불구하고 사업 시행 대안의 AHP 점수가 0.517보다 큰 경우는 1~3명의 평가자 판단이 다른 5~7명의 평가자 판단을 압도하는 상황으로서 충분한 논의를 통하여 공감대가 형성된 의사결정으로 보기 어렵다. 따라서 이 경우에는 평가자가 집단역학 관리를 통하여 의사결정의 공감대를 형성하기 위한 환류과정(feedback)을 거치도록 한다. 환류과정을 거친 후에도 이와 같은 현상이 반복된다면 결론에 신중을 기한다.

결국 평가자 간 의견의 일치 정도와 종합평점이 회색영역 안과 밖에 있는지 여부에 따라서 결론이 달라질 것이다. 회색영역 밖에 위치한다면 해당 사업의 시행·미시행 여부에 대하여 보다 분명하게 종합결론을 내릴 수 있는 것이고, 그렇지 않다면 연구진들은 회색영역에 속함을 분명히 밝히고, 타당성 여부에 대하여 결론을 내릴 때 톤을 완화하거나 신중을 기하여야 할 것이며, 의견이 갈릴수록 더욱 신중해야 할 것이다.

본 조사의 경우, 각 평가자들의 평가를 종합한 결과 사업 시행 점수가 0.530, 사업 미시행 점수가 0.470으로 나타나 평가자들은 사업 시행을 보다 나은 대안으로 평가하였다. 사업 시행을 더 나은 대안으로 평가한 평가자는 6명 중 5명으로 본 사업에 대한 평가자별 의견 일치도와 AHP 평점에 따른 결론은 ‘타당성 있음’에 해당된다고 할 수 있다.

〈표 X-7〉 평가자별 의견 일치도와 AHP 평점에 따른 결론³⁾

시행 : 미시행 ¹⁾ \ 종합평점	AHP ²⁾ < 0.483	0.483 ≤ AHP < 0.500	0.500 ≤ AHP < 0.517	0.517 ≤ AHP
8 : 0	-	-	타당성 있음	타당성 있음
7 : 1	Feedback	아주 신중	약간 신중	타당성 있음
6 : 2				
5 : 3				
4 : 4	0.473 ≤ AHP 약간 신중	신중	신중	0.527 ≤ AHP 타당성 있음
	AHP < 0.473 타당성 없음			AHP < 0.527 약간 신중
3 : 5	타당성 없음	약간 신중	아주 신중	Feedback
2 : 6				
1 : 7				
0 : 8	타당성 없음	타당성 없음	-	-

주: 1) '시행 : 미시행'은 사업 시행 평가자 수와 사업 미시행 평가자 수의 비율(8인 기준)을 나타냄

2) AHP는 사업 시행 대안의 AHP 종합점수를 나타냄

3) '-'는 해당 사항 없음을 나타냄

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021

마지막으로 본 사업의 종합평가를 수행한 분과위원들의 주요 의견은 다음과 같다. 분과 위원회의 주요 총평에 따르면 본 사업은 국내 수소 산업 육성 측면에서 본 사업의 목적 및 필요성이 인정되나 수소 수요와 민간 투자 조달에 대한 불확실성이 높아 이에 대한 충분한 고려와 대책 마련이 요구될 것으로 제시되었다. 각 분과위원들의 세부 의견은 부록에 수록 하였다.

3. 민간투자사업 추진 가능성 검토

가. 민간투자사업 추진 가능성 검토 대상 기준

「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제53조 제1항에서는 “민자적격성 판단을 수행하지 아니하는 사업의 경우 민간투자 가능성 검토를 수행하며, 민간투자 가능성 검토는 종합판단에서 사업추진의 타당성을 확보한 사업($AHP \geq 0.5$)에 대해 실시한다.”라고 규정되어 있다. 또한 동 조항 제2항에서는 “(민간투자) 법적 타당성, (민간투자) 정책적 타당성, 민자가능유

형 판단 순으로 항목별 검토를 수행한다.”라고 제시되어 있다.

본 사업은 종합평가 결과 AHP 수치가 0.5 이상으로 도출됨에 따라 민간투자사업 추진 가능성 검토 대상에 포함되는 것으로 판단되어 추진 가능성을 검토하고자 한다.

「예비타당성조사 수행 총괄지침」	
제52조(필수민자검토시설의 민자적격성 판단)	
①	수행기관은 예비타당성조사 운용지침 제55조 제2항에 따라 민자적격성 판단을 실시하기로 결정한 사업에 대하여 민자적격성 판단을 수행하여야 한다.
②	민자적격성 판단은 [별표 2]의 절차에 따라 정부실행대안과 민간투자대안을 비교분석하여 재정사업으로 추진하는 것보다 민간투자사업으로 적격한 지 여부를 분석하는 방법으로 시행한다.
제53조(민간투자가능성 검토)	
①	제52조 제1항에 따른 민자적격성 판단을 수행하지 아니하는 사업의 경우 민간투자가능성 검토를 수행하며, 민간투자가능성 검토는 종합판단에서 사업추진의 타당성을 확보한 사업(AHP≥0.5)에 대해 실시한다.
②	민간투자가능성 검토를 수행할 경우에는 (민간투자) 법적 타당성, (민간투자) 정책적 타당성, 민자가능유형 판단 순으로 항목별 검토를 수행한다.

나. 민간투자사업 추진 가능성 검토방법 및 수행 절차

1) 민간투자사업 추진 가능성 검토방법

「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제53조에 의거 (민간투자) 법적 타당성, (민간투자) 정책적 타당성, 민자가능유형 판단 순으로 항목별 검토를 수행한다.

〈표 X-8〉 민간투자사업 추진 가능성 검토방법

검토 항목	검토내용
(민간투자) 법적 타당성	해당 시설이 「민간투자법」의 제2조에 정의된 민간투자 대상 시설유형에 포함되는지 여부 검토
(민간투자) 정책적 타당성	- 법적 타당성이 확보되는 경우 검토 - 사회기반시설과 관련된 중장기 계획 및 국가투자 우선순위에 부합 여부 - 수익자 부담 원칙, 수익성 원칙, 사업편익의 원칙, 효율성 원칙 등의 민간투자사업 선정 원칙에 부합 여부
민자가능 유형 판단	- 법적, 정책적 타당성이 확보되는 경우 검토 - 시설의 최종사용자로부터의 사용료 징수 가능 여부 및 사용료의 징수만으로 수익성 원칙이 확보될 수 있는지 여부에 따라 BTO 사업과 BTL 사업의 구분 - 기타 방식의 가능성이 있는 경우 함께 제시 가능

자료: 한국개발연구원, 「민간투자사업 추진 가능성 판단을 위한 Guideline」, 2012

2) 민자 가능유형의 판단 기준

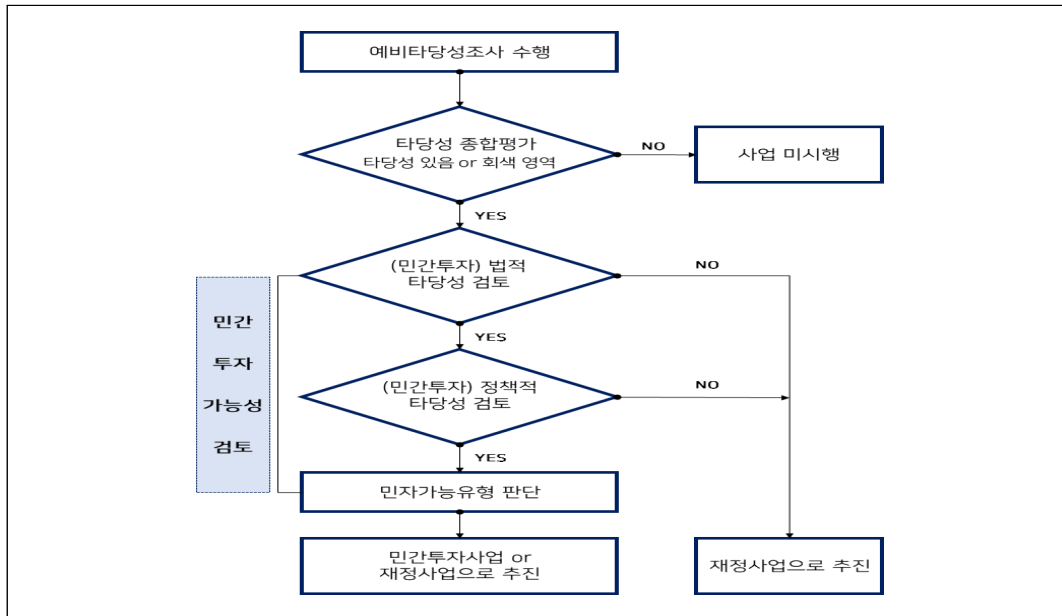
예비타당성조사 단계에서는 당해 시설이 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 상 민간투자 대상 시설인지 여부, 당해 시설의 최종사용자에게 사용료 부과로 투자비 회수가 가능한 시설인지 여부, 수요위험 부담의 주체가 누구인지 여부, 시설과 관련한 core service를 민간이 제공할 수 있는지 여부 등에 대한 검토를 기초로 BTO 혹은 BTL 방식 등 민간투자사업 추진 가능성을 제시한다.

민간투자사업 추진 가능성 검토 결과는 말 그대로 ‘가능성’을 제시하는 것에 불과하므로 민간투자사업 추진 가능성이 있다고 판단되는 사업에 대해서는 민간투자사업으로 추진되는 경우 예상되는 위험요소나 고려요소가 있을 경우 이를 보고서에 기술하여야 한다. 특히 기준에 민간투자사업으로 추진된 사례가 없는 시설에 대하여 민간투자사업 추진 가능성을 제시하는 경우 민간투자사업으로 추진하는 경우에 예상되는 문제점을 기술하여야 한다.

3) 민간투자사업 추진 가능성 검토 수행 절차

관련 규정에 의거한 민간투자사업 추진 가능성 검토 수행 절차는 [그림 X-2]와 같다.

[그림 X-2] 민간투자사업 추진 가능성 검토 수행 절차



자료: 한국개발연구원, 「민간투자사업 추진 가능성 판단을 위한 Guideline」, 2012

다. 민간투자사업 추진 가능성 검토 결과

본 사업의 경우 AHP가 0.5 이상으로 판단되었으므로 민간투자사업 추진 가능성 검토를 위하여 법적 타당성 검토, 정책적 타당성 검토, 민자가능 유형 판단을 수행하고자 하였다.

먼저 “법적 타당성 검토”에서는 본 사업 대상 시설이 「민간투자법」 상의 민간투자대상이 되는 ‘사회기반시설 유형’에 속하는지 여부를 검토한다. 「민간투자법」 상의 민간 투자 대상이 되는지 여부는 동법 제2조에 의거한 사회기반시설 유형에 속하는지에 대해서 검토하되, 필요한 경우 민간투자법에 제시된 각 관계 법률과 사례 등을 참조하여 검토하게 된다.

법적 타당성 검토 결과, 본 사업은 수소 저장·운송 산업 육성을 위한 클러스터 구축사업으로 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제2조 제1호의 ‘사회기반시설’에 직접 해당되지 않는다. 따라서 정책적 타당성 검토와 민자가능 유형 판단을 수행하지 않았다.

「사회기반시설에 대한 민간투자법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “사회기반시설”이란 각종 생산활동의 기반이 되는 시설, 해당 시설의 효용을 증진시키거나 이용자의 편의를 도모하는 시설 및 국민생활의 편의를 증진시키는 시설로서, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 시설을 말한다.
 - 가. 도로, 철도, 항만, 하수도, 하수 분뇨·폐기물처리시설, 재이용시설 등 경제활동의 기반이 되는 시설
 - 나. 유치원, 학교, 도서관, 과학관, 복합문화시설, 공공보건의료시설 등 사회서비스의 제공을 위하여 필요한 시설
 - 다. 공공청사, 보훈시설, 방재시설, 병영시설 등 국가 또는 지방자치단체의 업무수행을 위하여 필요한 공공시설 또는 생활체육시설, 휴양시설 등 일반 공중의 이용을 위하여 제공하는 공공용 시설

4. 종합결론 및 정책제언

가. 종합결론

수소 저장·운송 클러스터 구축사업은 강원도 동해시 및 삼척시 일대에 수소 저장·운송 산업 진흥을 위한 클러스터형 산업성장기반을 구축하는 사업이다. 주무부처인 산업통상자원부는 2019년 수소융합단지실증사업 신규지원 2차 공모 선정을 통해 본 사업을 본격적으로 추진하게 되었으며, 본 사업은 2021년 8월 예비타당성조사 대상사업으로 선정되었다.

사업기간은 2023~2027년, 사업대상부지는 강원도 동해시 및 삼척시를 아우르는 반경 20킬로미터(km) 이내 공간이며, 3대 핵심기반(산업진흥기반, 기술검증기반, 액체수소 공급

기반)을 구축하는 세부 사업으로 구성되었다. 산업진흥기반은 수소 저장·운송 산업진흥센터 및 안전성 시험센터, 산·학캠퍼스를 포함하며, 기술검증기반은 수소 저장·운송 실증테스트베드, 액체수소 공급기반은 수소액화플랜트를 지칭한다고 할 수 있다. 당초 총사업비는 2,958억 8,800만원(국비 22.8%, 지방비 16.8%, 민자 60.4%)으로 제시되었으나, 본 조사 과정에서 실증 테스트베드 설계를 보완하는 등 사업계획변경을 통해 총사업비는 3,220억 5,500만원(국비 22.6%, 지방비 15.4%, 민자 62%)으로 증가하였다.

본 조사에서는 「예비타당성조사 운용지침」을 준용하여, 변경된 사업계획 및 주무부처에서 제출한 관련계획 및 근거자료 등을 토대로 경제성 분석과 정책성 분석, 지역균형발전 분석을 중심으로 조사를 수행하였으며, AHP 평가를 이용한 종합평가를 실시하여 최종적으로 사업의 타당성 여부에 대해 종합결론을 도출하였다.

조사 결과를 살펴보면, 사업계획의 적절성 및 기술적 검토에서는 토지이용계획, 대지면적 검토 등의 부지 규모의 적절성을 검토하고, 관련 규정 및 유사사례 등을 참고하여 시설별 업무공간, 측정 및 시험실, 공용면적 등의 규모 적절성을 검토하였다. 또한, 실증 테스트베드와 수소액화플랜트는 현장 여건과 기술개발 현황 등을 고려하였으며, 연구장비는 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에 구축 타당성 및 비용 분석을 의뢰하여 검토의 신뢰성을 제고하도록 하였다. 검토 결과, 공용면적의 비율 범위를 고려할 때 시설별 연면적은 사업계획안과 동일하게 추정되었으나, 실증 테스트베드의 경우 주차장, 기타공간, 장래시설부지 총 1,350제곱미터(㎡)가 실외면적으로 확인되어 이를 연면적 산정 오류라고 판단하여 제외하고 검토안을 설정하였다. 연구장비는 안전성 시험센터 6종, 산·학캠퍼스 3종이 중복성 등으로 인해 도입을 재고할 필요가 있는 것으로 나타났다.

비용 추정에서는 2020년 말을 기준연도로, 예비타당성조사 지침 및 유사사례의 공사비 실적자료, 국가연구시설장비진흥센터 분석 결과, 견적자료 등에 기반하여 산업진흥센터, 안전성 시험센터, 실증 테스트베드, 산·학캠퍼스, 수소액화플랜트 구축에 소요되는 총사업비를 추정하였다. 추정 결과, 총사업비는 3,176억 8,500만원으로 사업계획안 대비 43억 7,000만원 감소하였다. 검토안의 총사업비는 산·재생에너지 및 제로에너지 공사비 등을 반영하였으나 사업계획안의 운영인건비, 경상운영비 등을 제외하여 감소하였다.

운영비 추정의 경우, 산업진흥 및 기술검증기반 운영비와 액체수소 공급기반 운영비, 장비유지관리비, 신규투자기업 인건비 등을 산정하였다. 산업진흥 및 기술검증기반 운영비는 인건비와 경상경비로 5개 유사시설의 평균 인당, 단위면적당 금액을 적용하였으며, 액체수

소 공급기반 운영비는 원료비, 유틸리티 운용비, 유지관리비, 운영인건비 등에 대해 견적자료 등을 참고하여 검토하였다. 장비유지관리비는 「연구장비 유지보수비 산정기준」(국가연구시설장비진흥센터, 2014)을 참고하여 사업계획안의 효율(3.89%)을 준용하였으며, 신규투자기업 인건비는 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 참고하였다. 운영비 검토 결과, 경제성 분석 시 사업기간을 포함한 2023~2057년 동안 검토안의 운영비 합계는 8,407억 9,600만원(불변가치)으로 검토되었으며, 그밖에 설비별 내용연수를 고려한 재투자비와 잔존가치를 검토하였다.

수요 추정에서는 산업진흥센터 내 연구소 공간에 대한 입주 수요와 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 장비 수요, 수소액화플래트의 수소 수요를 추정하였다. 설문조사 결과를 토대로 입주 수요의 경우 신규투자율은 16.7%, 1차 연도 이후 입주율은 100%로 산출되었으며, 장비 수요는 각각 월평균 희망 이용시간이 286시간, 316시간으로 나타났다. 액체수소 수요는 관련 정부 계획과 현재의 지역별 자동차 비중 등을 활용하여 강원도의 수소차 보급 대수 전망치에 따른 수소 수요를 추정하였다. 더하여, 실증 테스트베드의 목표 수소 사용량(250킬로그램(kg)/일)을 고려한 결과, 액체수소 수요/공급 비율은 2030년부터 100% 이상으로 나타났다.

편익 추정의 경우, 입주를 통한 부가가치 편익은 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』(한국개발연구원, 2015)를 참고하여 단위면적당 부가가치(60.54만원/제곱미터(㎡))와 부가가치 발생가능 면적(1만 785.7제곱미터(㎡)×16.7%)을 통해 연간 10억 8,800만원의 부가가치가 발생한다고 분석되었다.⁷²⁾ 시설·장비 보유 및 활용에 따른 부가가치 편익은 본 사업 시설을 이용할 경우와 본 사업 미시행 시 대안시설(자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등)을 이용할 경우의 예상 매출액 변화를 토대로 본 사업을 통한 연 매출액 순증가분에 부가가치율, 이용률을 적용하여 산출하였다. 이용률은 최대 이용 가능 시간/연 평균 이용시간으로, 연매출액 순증가분에 대한 응답 결과가 실제 이용 가능시간을 초과해야 달성 가능한 수준일 경우 이를 보정하기 위하여 적용하였으며, 그 결과 연간 102억 9,700만원의 부가가치가 발생한다고 분석되었다. 액체수소 공급 편익은 기체수소를 액체수소로 전환하여 공급함으로써 수소충전소 단에서 발생하는 가격 차이로 추정하였다. 정부 계획 등을 토대로 산출한 충전소 단의 기체 및 액체수소의 단가 차이는 3,313원/킬

72) 입주시기에 따라 1~9차 연도의 경우 단위면적당 부가가치는 60.19만원/제곱미터(㎡)으로 연간 10억 8,200만원의 부가가치가 발생함

로그램(kg)으로 나타나 연간 357억 8,300만원의 편익이 창출될 것으로 분석되었다.⁷³⁾ 종합하여 검토안 기준 본 사업 시행을 통한 30년간 총 편익은 1조 4,092억 4,500만원(불변 가치)으로 도출되었다.

이러한 비용, 편익 분석 결과를 토대로 경제성 분석을 수행한 결과 B/C는 검토안 기준 0.90으로 도출되었다.

정책성 분석은 사업추진 여건과 정책효과, 특수평가항목으로 구분하여 평가하였다. 정책 일치성 등 내부여건 검토 결과, 본 사업은 「수소경제 활성화 로드맵」(관계부처합동, 2019) 및 「제1차 수소경제 이행 기본계획」(관계부처합동, 2021) 등 상위 및 관련 계획과의 정책 방향과 ‘전반적으로 일치’하는 것으로 판단되었다. 다음으로 사업의 준비 정도는 사업계획 변경을 거치며 사업계획 및 운영방안이 일정 수준 구체성을 확보하였다고 보이나, 다음의 측면에서 우려되는 부분이 존재하였다. 먼저, 수소액화플랜트의 원료(기체수소)는 한국가스공사가 구축 예정인 기체수소 생산시설로부터 공급될 것으로 제시되었으나, 양해각서 외 이에 대한 공식화, 구체화가 진행되지 않은 것으로 확인되었다. 또한, 본 사업의 주관기관인 강원도 에너지진흥원의 설립이 지연(2023년 1월 → 2024년 12월)되고 있어 공백기 중 강원 테크노파크 등이 역할을 대행할 것으로 제시되었으나, 이는 사업 추진의 일관성 및 안정성 측면에 우려가 있을 수 있고 사업 추진 지연을 초래할 수 있다.

지역주민 태도 등 외부여건에 대하여 주무부처는 사업 대상지가 거주지역과 격리(산업단지)되어 있고, 강원도는 과거 유사 사업을 통해 주변 지역 공청회 등을 진행한 바 있으며 최근에는 별도 주민설명회 등 없이 수소 사업을 추진하고 있다고 제시하였다. 다만, 본 사업은 이전 유사 사업 대비 규모가 크고 거주지역 인근이긴 하나 타 지역에서 주민 반대로 인해 수소 사업이 지연 또는 철회되는 사례가 발생하여 본 사업에 대한 주민 수용을 확인할 필요가 있다고 판단된다.

다음으로 정책효과에 대해 주무부처가 최종 제출한 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가 관련 자료를 검토하였다. 일자리 효과 중 사업기간 고용효과에 대해 주무부처는 지역 간 산업연관모형(IRIO) 분석 시 부가가치세를 포함하고 ‘건설’ 단일 부문에 투입하여 1,616명으로 제시하였으나 검토 결과, 건설기간 건설업 등에서 창출되는 고용효과는 검토안 기준 1,148.2명으로 검토되었다. 다음으로 주무부처가 제시한 운영기간 직접 고용유발효과 중 ‘산업단지 관리’를 위한 간접 운영인력은 본 사업과 무관하게 운영되므로

73) 수요/공급 비율에 따라 2028년 315억 7,100만원, 2029년 342억 4,800만원 편익 창출

제외하고 운영인력 계획을 준용하여 검토한 결과, 제조업 450명, 부동산 및 사업서비스업 832명으로 검토되었다. 더하여, 주무부처는 사업 대상지인 북평 제2일반산업단지 내 관련 기업들의 입주를 통해 창출되는 고용효과를 간접 고용효과로 제시하였으나, 이는 본 사업과 무관하게 조성, 운영되므로 인정하기 어렵다고 판단하였다. 마지막으로 가중평균한 건설 및 운영단계의 총고용에 대한 고용의 질 항목별 표준화 점수는 검토안 기준 0.389이며, 종합평가는 '중위권'에 해당하는 것으로 나타났다.

생활여건 영향과 관련하여 주무부처는 ① 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복 ② 주민의 수소충전비용 절감 ③ 주민의 에너지활용 여건 개선을 제시하였다. 먼저 지역경제 성장에 따른 소멸위기 극복 효과에 대해 검토한 결과, 클러스터 조성에 따른 고용증가 등은 정책성 분석의 일자리 효과와 중복되며, 산업발전에 따른 지역경제 성장 효과 등은 경제성 분석의 입주 편익, 장비 편익 등과 중복되므로 인정하기 어렵다고 판단하였다. 또한 주민의 수소충전비용 절감 효과도 경제성 분석의 액체수소 공급 편익과 중복되며, 도내 수소의 안정적 공급은 본 사업이 아니라 수소 생산시설 구축을 통해 달성할 수 있는 것이므로 본 사업의 정책효과로 인정하지 않았다. 마찬가지로 주민의 에너지활용 여건 개선 효과도 관련 사업계획을 고려할 때 본 사업의 직접적인 기여도가 크지 않고 경제성 분석의 장비 편익과도 중복되어 인정하지 않았다.

환경성 평가 검토 결과, 본 사업 시행에 따른 환경문제 발생 가능성은 비교적 크지 않을 것으로 판단된다. 주무부처에 따르면, 본 사업 추진 관련 지역 환경 또는 경관에 대한 민원이 없고, 주변 지역과의 거리, 지형 등을 종합적으로 고려할 때 지역 환경 또는 경관에 대한 우려는 낮은 편으로 생각된다. 다만 제시된 다양한 환경적 측면에서의 주요 저감대책(안)은 일반적인 수준의 대책이므로 본 사업의 건축형태, 입지, 각 시설별 특성을 고려한 대책 필요성을 재검토할 필요가 있다고 보여진다.

안전성 평가 검토 결과, 주무부처는 본 사업 시설에 특화된 위험성 분석 및 안전관리 방안을 보완하여 안전관리 계획이 개선된 것으로 판단된다. 다만 수소 사업은 아직 유사 사업 및 시설이 드물고 고압가스 관련 법이나 기준을 적용하거나 아예 관련 법이나 기준이 없는 분야도 상당수이므로 안전성 관리에 있어 더 많은 노력 필요하다. 신사업 분야로 재난·재해 위험성이 높다는 점, 전담기관(강원 에너지진흥원)의 미설립 등을 고려할 때 안전 관리의 일관성 및 안정성 측면의 문제가 발생할 가능성이 있다고 보이므로 적절한 대안 계획이 요구된다.

특수평가항목으로 재원조달 위험성을 검토한 결과, 국비는 검토안 기준 438억 5,300만원(13.8%)으로 국가재정운용계획 ‘에너지 및 자원개발’ 연평균 투자계획(2023~2026년)의 0.2% 수준으로 조달 위험성이 낮다고 판단하였다. 지방비는 검토안 기준 422억 7,400만원(13.3%)으로 강원도의 전반적인 재정 상황은 좋지 않은 편이나, 재정건전화 및 본 사업에 대한 의지 등을 고려할 때 조달의 위험성이 높지 않다고 판단하였다. 민간투자는 검토안 기준 2,315억 5,800만원(72.9%)으로 본 사업의 전제조건인 기체수소 생산시설(한국가스공사 구축 예정) 및 인프라 구축, 액체수소의 수요 확대나 사업성 개선 여부 등에 따라 민간 투자의향과 규모가 달라질 수 있어 조달의 위험성이 있다고 판단하였다. 주무부처에서 제시한 민간기업의 참여의향서 투자액은 검토안 기준 82.1%로 부족분에 대한 추가 투자가 필요하다. 또한 참여의향서는 관심 표명일뿐 많은 불확실성을 내포하고 있으며 특수목적법인 설립, 지분 배분 등에 대한 구속력 있는 확약이나 근거를 확인할 수 없었다. 조사 시점을 기준으로 현재 수소차 보급량으로는 액체수소 수요도 매우 부족한 상황으로 수소액화플랜트의 사업성은 당분간 저조할 것으로 예측되며 민간투자의 위축 위험성이 존재한다고 판단된다.

지역균형발전 분석 결과, 강원도 동해시, 삼척시는 비수도권 유형으로 지역낙후도 순위는 167개 시·군별 기준 각각 55위, 85위이며, 사업비 투입에 따른 지역경제 활성화 효과지수는 검토안 기준 0.1430%로 산정되었다. 이는 2008~2015년 건축 및 기타 사업 예비타당성조사 평균 0.1133% 보다는 약간 높은 수준이며, 동 기간 전체 사업 평균 0.3210% 보다는 낮은 수준인 것으로 나타났다.

이상의 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석 결과에 대하여 재정사업평가위원회 산하 분과위원회에서 AHP 평가를 이용한 종합평가를 실시한 결과, 사업 시행 점수가 0.530으로 도출되어 평가자들은 사업시행을 사업 미시행보다 더 타당한 것으로 평가하였다.

〈표 X-9〉 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사 총괄요약표

(단위: 백만원)

구분		사업계획서		예비타당성조사 ²⁾
		최초	변경(최종)	검토안
사업 기간		2023~2027년		
사업 주체		산업통상자원부, 강원도		
사업 위치		강원도 동해시, 삼척시 포함 반경 20km 이내		
사업 규모	부지면적	36,716㎡	36,640㎡	36,640㎡
	연면적	27,056㎡		25,561㎡
총사업비 ¹⁾	공사비	115,230	123,393	123,746
	시설부대경비	11,523	12,339	13,826
	토지매입비	3,472	6,096	6,096
	장비비	131,901	143,914	143,741
	인건비·경상운영비	5,188	5,188	-
	전담기관운영비	2,362	2,551	1,535
	예비비	26,213	28,574	28,741
	합계	295,888	322,055	317,685
재원조달		국비 22.8% 지방비 16.8% 민자 60.4%	국비 22.6% 지방비 15.4% 민자 62%	국비 13.8% 지방비 13.3% 민자 72.9%
B/C ³⁾		-		0.90
AHP ³⁾		-		0.530

주: 1) 총사업비는 VAT 포함 금액임

2) 예비타당성조사 총사업비는 2019년 말 기준임

3) B/C는 소수점 둘째 자리, AHP는 소수점 셋째 자리까지 제시

자료: 연구진 작성

나. 정책제언

종합평가 결과 본 사업 추진의 타당성이 인정된바, 본 절에서는 타당성 분석 및 종합평가 과정에서 논의된 바탕으로 향후 사업 추진과정에서 사업 추진주체에 도움이 될 수 있는 사항을 제시하고자 한다.

본 사업은 수소 산업 육성을 위한 정부의 정책에 부합하는 사업으로 사업의 필요성은 높지만 사업의 구체적인 추진에 있어서는 여러 가지 위험이 존재한다. 본 사업 추진과정에서 가장 주의해야 할 부분은 많은 분과위원들이 지적하였듯이 본 사업의 대상이 수소라는 새

로운 분야의 산업이기 때문에 관련 산업의 발전, 수요 예측 및 경제성 확보에 있어 많은 불확실성이 존재한다는 점이다. 본 조사에서는 수소 안전성 시험센터 및 실증 테스트베드의 장비 수요, 수소액화플랜트에서 공급하는 액체수소 수요를 추정하여 사업의 편익을 계산하였다. 그러나 수소 산업의 중요성과 확장 가능성에도 불구하고 실제 수요와 시장에 대한 예측을 위한 충분한 데이터가 부족하기 때문에 이에 대한 예측에는 한계가 있을 수밖에 없다. 이러한 수요와 시장 예측의 불확실성은 사업 추진에 있어 다양한 위험성을 제시하고 있다. 특히 본 사업은 정상적인 추진을 위한 전제조건으로 한국가스공사의 기체수소 생산 시설의 적기 추진이 필수적이다. 또한 본 사업의 총사업비는 검토안 기준 민자 72.9%로 구성되어 민간투자의 유치가 확보되어야 계획대로 사업을 추진할 수 있다. 한국가스공사의 신규투자 결정과 수소액화플랜트의 민간투자 유치는 사업의 경제성에 따라 그 결정이 달라질 수 있다. 즉, 수소 산업의 발전과 수소 수요가 충분히 확보되지 않았다면 본 사업의 목표대로 정상적으로 사업을 추진하는 것은 어려워질 수밖에 없다. 사업을 추진한다 하더라도 수요의 부족 등으로 목표했던 수익이 발생하지 않는다면 이는 중앙정부와 지자체의 재정 부담으로 이어질 수 있다. 따라서 본 사업의 성공적인 추진을 위해서는 지자체와 중앙정부의 적극적인 수요 창출 노력이 필수적이며 이를 위하여 사업 시행주체가 특별한 주의와 노력을 기울이기 바란다.

본 사업의 추진에 있어 사업시행주체가 특별한 관심을 기울여야 하는 부분은 사업의 안전성 확보이다. 수소 사업은 새로운 산업분야이기 때문에 수소의 안전관리에 대한 법이나 근거가 부족하여 현재 고압가스 관련법이나 기준을 적용하고 있다. 액화수소 등 수소 신제품 및 설비에 대한 안전기준 개발 및 안전관리 방안도 아직은 마련되어 있지 않다. 또한 본 사업과 유사한 사업 및 시설이 드물기 때문에 본 사업에 포함되는 시설별 체계화된 안전관리가 정착되었다고 보기 어렵다. 사업의 안전성 확보는 지역 주민의 태도에도 큰 영향을 미치기 때문에 사업 추진에 필수적 요소이다. 따라서 사업시행 주체는 사업의 준비 단계부터 안전관리에 대해 철저한 계획을 세우고 빈틈없는 점검과 관리를 위해 노력하는 것이 필요하다.

참고문헌

- 강동진·박현욱·장문수·성정환, 『수소 산업 수소경제의 새벽』, 현대차증권, 2020.
- 국가연구시설장비진흥센터(NFEC), 「연구장비 유지보수비 산정기준」, 2014.
- 국토교통부·국토교통과학기술진흥원, 『고효율 수소액화 플랜트 상용화 기술개발 기획보고서』, 2019.
- 김수현, 「수소 저장/운송 기술 개요 및 현황」, ENERGY FOCUS 2019 겨울호, 에너지경제연구원, 2019.
- 김종기·허선경·이슬기·김민지·김경유·이자연·서동혁, 『한국 수소산업 생태계 분석과 발전과제』, 산업연구원, 2019.
- 김호·이승훈·박종현, 「부산·울산·경남 협력 기반 부산 수소산업 육성 전략방향」, 산업&혁신 Brief 2021-03, 부산산업과학혁신원, 2021.
- 박성제 외, 「수소액화플랜트 기술개발 현황 및 방향」, 『기계저널』, Vol. 57, No. 2, 2017.
- 안주은, 「최근 강원지역 인구이동 및 인구구조 변화 분석」, 한국은행 강원본부, 2021.
- 이영선, 「강원지역 전략산업 현황 및 평가」, 한국은행 강원본부, 2022.
- 이이수, 「2019년도 강원지역의 GRDP 주요 특징 및 평가」, 한국은행 강원본부, 2021a.
- _____, 「강원지역 SOC 현황 및 시사점」, 한국은행 강원본부, 2021b.
- 이제연·김현호, 「강원도 인구이동 분석을 통한 지역특화발전 방안연구」, 2021 정책이슈리포트, 한국지방행정연구원, 2021.
- 정기대, 「수소경제의 경제적·기술적 이슈 -Value Chain 5단계 중심-」, POSRI 이슈리포트, 포스코경영연구원, 2019.
- 최병일, 「액체수소 기반 수소사회 인프라 구축 방안」, 『초전도와 저온공학』, 제22권 1호, 2020.
- 한국개발연구원, 「민간투자사업 추진 가능성 판단을 위한 Guideline」, 2012.
- _____, 『산업단지부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』, 2015.
- _____, 『공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침수정·보완연구(제2판)』, 2018.
- _____, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.
- _____, 「제로에너지건축물 공사비·운영비 및 신재생에너지설치 설치비 추정방안」, 2021.
- 한국에너지어링협회 정책연구실-365호, 「2019 엔지니어링업체 임금실태조사결과 공표」, 2019. 12. 10.
- 과학기술통신부·한국에너지기술연구원, 「수소 기술개발 로드맵」, AFOR 2022, 제주, 2022. 9. 28.
- 권낙현, 「수소 인프라 구축 및 기술개발」, 제3회 수소세미나: 수소 인프라 구축과 기술 선진화 방안 모색, 에너지경제신문·에너지경제연구원, 서울, 2021. 10. 21.

- 김원식, 「수소충전소 구축현황」, 2020 차세대 미래 플랜트 기술 국제컨퍼런스, 경기도, 2020. 11. 5.
- 오시덕·서석호·차종환·오승언·성낙철, 「수용성관점에서의 HyNet 사업전략 사례 검토를 통한 수소 충전소 사업의 발전 방향에 대한 제언」, 2021년도 춘계학술발표대회, (사)한국에너지학회, 대구, 2020. 4. 28.~30.
- 임민규(효성중공업), 「액화수소충전기술 및 국내도입 방안」, 2021년 추계학술대회, 한국수소및신에너지 학회, 제주, 2021. 10. 20.~22.
- 강원도, 「강원도 액화수소산업 추진계획(로드맵)」, 2021.
- _____, 『강원비전 2040』, 2017.
- 강원도(강원지역혁신협의회), 「(강원)지역혁신성장계획」, 2020.
- 강원도, 「2023~2027 중기지방재정계획」, 2023
- 과학기술관계장관회의, 「수소 기술개발 로드맵(안)」, 2019. 10. 31.
- 관계부처 합동, 「수소경제 표준화 전략 로드맵」, 2019.
- _____, 「수소경제 활성화 로드맵」, 2019.
- _____, 「수소경제 활성화를 위한 수소 인프라 및 충전소 구축 방안」, 2019.
- _____, 「수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안」, 2020.
- _____, 「제1차 수소경제 이행 기본계획」, 2021.
- _____, 「2050 탄소중립 추진전략」, 2020.
- 기획재정부, 「2022~2026년 국가재정운용계획」, 2022.
- _____, 「2022년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2021.
- 산업통상자원부, 「수소 안전관리 종합대책」, 2019.
- _____, 「제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획」, 2020.
- 국무조정실·국무총리비서실, 「정세균 국무총리, 제3차 수소경제위원회 주재」, 보도자료, 2021. 3. 2., <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156439007>, 검색일자: 2022. 10. 20.
- 국토교통부, 「제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표-」, 보도자료, 2019. 6. 21., <https://www.ctis.re.kr/ko/downloadBbsFile.do?atchmnflNo=3720>, 검색일자: 2022. 10. 20.
- 산업통상자원부, 「수소경제 성과 및 수소선도국가 비전 보고」, 보도자료, 2021. 10. 7., <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=218872>, 검색일자: 2022. 10. 3.
- _____, 「수소버스용 충전소 실증사업 지원 대상 선정」, 보도자료, 2020. 5. 20., http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=162961&bbs_cd_n=81&currentPage=1&search_key_n=&cate_n=&dept_v=&search_val_v=, 검색일자: 2022. 10. 3.

- _____, 「수소산업, 기술경쟁력과 제품 안전성을 확보하다 - 수소산업 전주기제품 안전성 지원센터 개소식 개최 -」, 보도자료, 2022. 3. 1., http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=165356, 검색일자: 2022. 5. 2.
- _____, 「제9회 과학기술관계장관회의 개최」, 보도자료, 2019. 10. 31., http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=162264, 검색일자: 2021. 12. 30.
- _____, 「2023년 액화수소 시대 본격 개막」, 보도자료, 2023. 3. 9., <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156556557>, 검색일자: 2023. 4. 20.
- 『가스신문』, 「[특별기고]액화수소 인프라 안전성확보 위한 기술개발 R&D 지원확대-전 세계는 액화수소 상용화 기술확보를 위한 기술경쟁 한창」, 2022. 5. 6., <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=104807>, 검색일자: 2022. 10. 3.
- 『연합뉴스』, 「수소충전소 10곳 중 9곳 이상은 적자...마진 시장규모 작아」, 2022. 11. 10., <https://www.yna.co.kr/view/AKR20221110054000530>, 검색일자: 2023. 3. 2.; 『KBS News』, 「속초 수소충전소 버려지는 수소...적자 가중」, 2023. 4. 7., <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=7645452&ref=A>, 검색일자: 2023. 4. 20.
- 『연합뉴스』, 「충전소 단 1곳뿐인데 수소차는 1등」, 2020. 10. 4., <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200929171800062?input=1195m>, 검색일자: 2023. 4. 1.; 『ZDNET』, 「강원도 수소충전소 확산 난항...춘천·강릉 설치 차질」, 2020. 8. 14., <https://zdnet.co.kr/view/?no=20200814105456>, 검색일자: 2023. 4. 1.
- 『에너지경제』, 「여주시, 신남리 수소연료전지 발전소 유치 철회」, 2023. 5. 18., <https://www.ekn.kr/web/view.php?key=20230518010004863>, 검색일자: 2023. 5. 31.
- 『월간수소경제』, 「수소산업 부품 역량 UP '성능평가센터' 구축」, 2018. 2. 2., <https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=6482>, 검색일자: 2022. 5. 2.
- _____, 「걸음마 수준 '액화수소' 핵심기술 개발 나선다」, 2019. 3. 4., <https://www.h2news.kr/news/article.html?no=7340>, 검색일자: 2022. 1. 12.
- _____, 「수소산업 클러스터 구축사업 예타 '초읽기」, 2021. 4. 30., <https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=8956>, 검색일자: 2021. 12. 30.
- _____, 「한국형 수소충전소 표준모델 제시한다」, 2020. 6. 1., <https://www.h2news.kr/mobile/membership.html?no=8275>, 검색일자: 2022. 10. 3.
- 『인천일보』, 「송도 수소연료전지발전소 산자부 심의보류 환영」, 2023. 3. 24., <http://www.incheonnews.com/news/articleView.html?idxno=411824>, 검색일자: 2023. 4. 1.
- 『중앙일보』, 「한국 수소차 가장 많은데, 충전소는 일본의 절반」, 2021. 5. 20., <https://www.joongang.co.kr/article/24061885#home>, 검색일자: 2022. 1. 3.

『투데이에너지』, 「수소차 보급대비 인프라 부족 심각…생산, 저장·운송기술 확보 절실」, 2020. 10. 10.,
<http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=229516>, 검색일자: 2021.
12. 29.

강원도청, <https://www.provin.gangwon.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.; 2023. 8. 20.

강원통계정보, <https://stat.gwd.go.kr/gwstat>, 검색일자: 2022. 4. 29.

국가법령정보센터, <https://www.law.go.kr>, 검색일자: 2021. 12. 8.

국가통계포털, <https://kosis.kr>, 검색일자: 2022. 11. 7.; 2022. 3. 23.; 2023. 9. 4.

부동산 플랫폼, <https://www.bdsplanet.com>, 검색일자: 2022. 10. 20.

삼척시 상수도사업소, <https://water.samcheok.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

수소에너지네트워크, <http://www.hynet.co.kr>, 검색일자: 2022. 10. 3.

워크넷, <https://www.work.go.kr>, 검색일자: 2023. 7. 25.

조달청 공사비정보광장, <http://pcae.g2b.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 20.; 2023. 1. 1.

조달청 나라장터, <https://www.g2b.go.kr>, 검색일자: 2023. 1. 1.

클린아이 지방공공기관통합공시, <https://www.cleaneye.go.kr>, 검색일자: 2022. 10. 20.

통계청, <https://kostat.go.kr>, 검색일자: 2023. 2. 10.

팩토리온, <https://www.factoryon.go.kr>, 검색일자: 2023. 2. 10.

한국전력공사, <https://cyber.kepcoco.kr/ckepco>, 검색일자: 2022. 10. 3.

한국에너지공단 신재생에너지센터, <https://www.knrec.or.kr>, 검색일자: 2022. 10. 20.

한국가스안전공사, 「액화수소 검사지원센터(가칭) 운영계획(안)」, https://www.pro1.co.kr/n3_doc/gongjinew/proboard_view.asp?num=773278&pageno=13&ggubun=11, 검색일자: 2022. 5. 2.

_____, 「수소용품 검사지원센터 운영계획(안)」, https://www.hbil.co.kr/conty/?cd=pds&cf=balju_notice&Mode=view&iCode=13547, 검색일자: 2022. 5. 2.

한국은행 경제통계시스템, <https://ecos.bok.or.kr>, 검색일자: 2023. 2. 10.

A.Shigenmori(Iwatani R&D Center), “Current Status and Prospect of Liquid Hydrogen Utilization,” INTERNATIONAL WORKSHOP ON Construction of Low-Carbon Society Using Superconducting and Cryogenics Technology, Mar. 9, 2016.

Air Liquide, 「Hydrogen refueling stations, Power your mobility with clean energy」, 2021.

Air Products, “SmartFuel® Hydrogen fueling stations for the material handling market,”

file:///C:/Users/swchoi/Downloads/352-13-009-US-Mar19-smartfuel-hydrogen-fueling-stations-for-material-handling-market.pdf(accessed October 3, 2022)

- G. W. HOWE, G. F. SKINNER & A. J. FINN, H2T SPECIAL FOCUS: ADVANCES IN HYDROGEN TECHNOLOGY, Advanced precooling for optimized hydrogen liquefaction, H2Tech, 2021.
- Krasae-in, S., Stang, J. H., & Neksa, P., "Development of large-scale hydrogen liquefaction processes from 1898 to 2009," *Int. J. of Hydrogen Energy*, 35(10), 2010, pp. 4524~4533.
- Linde AG, "Hydrogen fuelling station cryo pump technology. Efficiency at its best," https://www.linde-engineering.com/en/images/DS_Cryo%20Pump_tcm19-523716.pdf(accessed October 3, 2022)
- Linde GmbH, "Linde Hydrogen FuelTech Tomorrow's fuel today," 2020.
- Lutz Decker, "Latest Global Trend in Liquid Hydrogen Production," HYPER Closing Seminar, Brussels, December 10, 2019.
- Muhammad Aziz, "Liquid Hydrogen: A Review on Liquefaction, Storage, Transportation, and Safety," *Energies*, 14(18), 2021, p. 5917.
- Stefanie AO, "Analysis of Hydrogen Transportation Cost in China," INTEGRAL, 2020. 9. 18.
- Umberto Cardella, "Large-scale Liquid Hydrogen Production and Supply, Advancing H2 Mobility and Clean Energy," Perth, September 27, 2019.

부 록

[부록 A] 조사 수행 관련 공문

더불어 잘 사는 경제



기획재정부

기 획 재 정 부



기획재정부

수신 수신자 참조
(경유)

제목 2021년도 제2차 예비타당성조사 대상사업 및 면제사업 선정 결과 통보(산업통
상자원부)

2021년도 제2차 예비타당성조사 대상사업 및 면제사업 선정 결과를 붙임과 같이 통보
합니다.

붙임 : 1. 2021년도 제2차 예타 대상 및 면제 사업 선정결과(산업부) 1부. 끝.

관인생략

수신자 산업통상자원부장관, 한국조세재정연구원장, 산업중소벤처선과장, 총사업비관리과장

주무관	김진수	사무관	박철희	행정사무관	이남희	타당성심사과	장	이지원
시행 타당성심사과-597 (2021. 8. 24.) 접수 주 30109 세종특별자치시 길매로 477, 정부세종청사 4동 기획재정부 (여 / http://www.moef.go.kr 진동) 전화번호 044-215-5413 팩스번호 044-215-8120 / kjs0924@korea.kr / 비공개(5)								

고맙습니다. 호국영웅의 희생을 잊지 않겠습니다.



기 획 재 정 부



수신자 한국조세재정연구원장

(경유)

제목 사업계획 변경 통보(그린수소 생산 클러스터 구축사업 외 3개)

1. 산업통상자원부 수소산업과-425(2022.6.17.)호 관련입니다.

2. 예비타당성조사 운용지침 제 34조에 의거하여 사업의 주무부처가 '그린수소 생산 클러스터 구축사업', '수소 저장·운송 클러스터 구축사업', '수소 연료전지발전 클러스터 구축사업', '수소 모빌리티 클러스터 구축사업' 예비타당성조사에 대한 사업계획변경을 요청하였으니 조치하여 주시기 바랍니다.

- 붙임 1. 수소 클러스터 구축사업 계획변경 요청(4개 사업).
2. 예타 요구서 (4개 사업) (대용량 첨부).
3. 계획 변경서 (4개 사업) (대용량 첨부). 끝.

기 획 재 정 부 장 관



수신자

전달 06/17

사무관 정유석 타당성심사과장 유형선

참조자

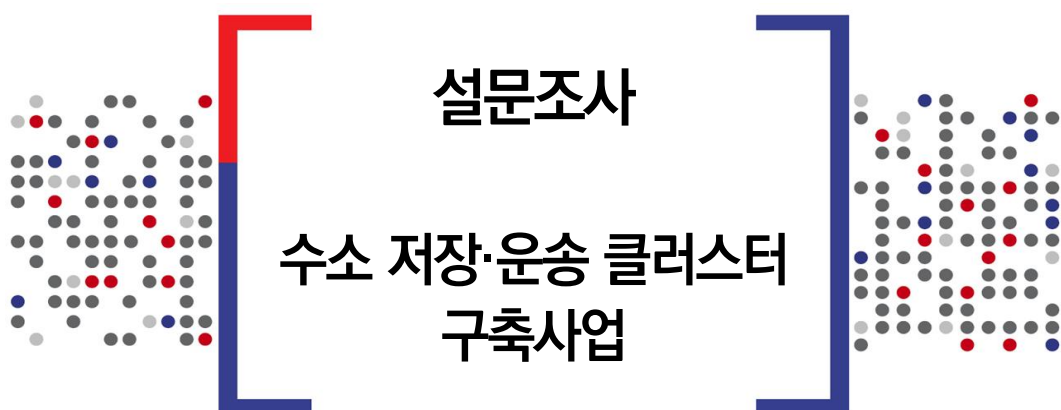
시행 타당성심사과-320 (2022-06-17) 접수 연구사업팀-2100 (2022.6.20.)
주 30109 세종특별자치시 갈매로 477, 4동 기획재정부 / <http://www.moef.go.kr>
(여진동)
전화 044-215-5416 전송 044-215-8119 / istist3@korea.kr / 비공개 (5)
6월은 호국보훈의 달입니다.

[부록 B] 장비비 변경 내역

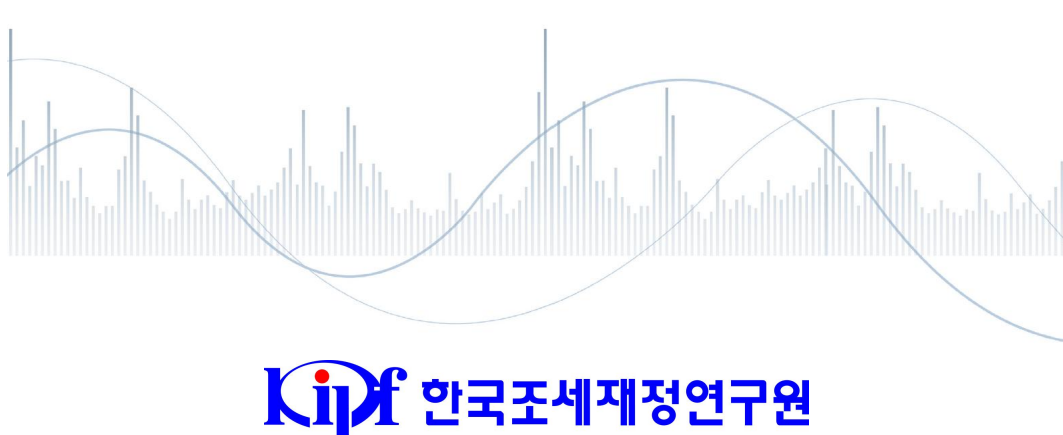
〈표〉 연구 장비 검토 상세 내용

구분	장비명	검토 상세 내용
산·학 캠퍼스	연료전지 평가장치	• 사업목적과 활용성 측면에서 장비 필요성과 차별성에 대한 상세 내용이 미비하며, 장비구축계획상 제시된 내용(AEMFC 측정)과 견적서상의 내용(PEMFC 측정)이 상이하여 재검증이 요구됨
	극저온 냉동기	• 강원 규제자유특구 사업의 향후 운영계획과 비교 검토가 필요하나, 동 사업에서 액화수소 생산설비를 다수 구매를 추진 중으로 본 사업 운영 시점에는 공동 활용이 가능할 것으로 판단됨 • 「고압가스 안전관리법」에 따라 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층은 1층 보호시설로 이격 거리 및 인허가 관련 사항에 대한 면밀한 검토가 요구됨
	소형 액화기	• 강원 규제자유특구 사업의 향후 운영계획과 비교 검토가 필요하나, 동 사업에서 액화수소 생산설비를 다수 구매를 추진 중으로 본 사업 운영 시점에는 공동 활용이 가능할 것으로 판단됨 • 「고압가스 안전관리법」에 따라 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층은 1층 보호시설로 이격 거리 및 인허가 관련 사항에 대한 면밀한 검토가 요구됨
수소 저장·운송 안전성 시험센터	물리적성능 통합시험설비	• 액체수소 환경에서 재료의 특성을 평가할 수 있는 장비로 -263℃의 헬륨사용 저온 챔버와 UT-100 인장강도 측정 장치로 구성되어 재료 단계의 시험평가는 본 사업 목적과 부합하지 않다고 판단됨
	용기시험챔버 및 기반설비	• 고압기체용 수소용기의 내압성능 등 신뢰성을 평가할 수 있는 설비가 강원 가스안전공사 가스안전연구원에 구축되어 있어 공동 활용이 가능할 것으로 판단됨(NFEC-2014-11-192884, NFEC-2014-11-192917) • 액체수소용기 시험챔버 및 기반설비는 액화수소 검사지원센터(충북)가 건립을 통해 구축될 설비로 향후 공동 활용이 가능할 것으로 판단됨
	투과시험챔버 및 기반설비	• 국내의 기준에 맞는 금속 재료의 시험에 대한 수소취화 및 인장시험이 가능한 기 구축 설비가 확인되어 공동 활용이 가능할 것으로 보임(NFEC-2014-11-192884) • 수소 취화 온도에 대한 사양이 확인되지 않아 구체적인 사양 제시가 요구됨
	디스펜서 시험설비	• 본 사업의 구축 예정 장비 중 이동식 수소충전소 검증장치와 유사하여 이를 활용해 디스펜서 성능시험이 가능할 것으로 판단됨
	모니터링 설비	• 기 구축 유사장비(수소산업안전성지원센터)의 구축금액을 고려할 때 추가 금액 소요가 예상되어 716백만원을 적정금액으로 제시함
	품질 및 유량 측정설비	• 수소품질 측정장비와 수소유량측정장비는 별개의 장비로 분리하여 검토가 필요하므로, 기 구축 유사장비를 참고하여 946백만원을 적정금액으로 제시함
	대형열진공챔버	• 진공상태에서의 열 환경 수요는 많지 않으므로 기 구축된 장비를 공동 활용 할 수 있을 것으로 판단됨(NFEC-2020-04-262200, NFEC-1996-09-037249)
	극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비	• 국내 관련 설비의 구축 사례가 부재하여 제시된 견적의 상세 내용을 토대로 유사 장비의 비용을 참고하여 검토한 결과, 2,214백만원을 적정금액으로 제시함
	액화수소용 극저온 시험장치	• 기 구축된 유사장비의 공동 활용이 가능할 것으로 판단됨(NFEC-2018-11-247093)
	Gas Leak 및 이송 성능시험기	• 유량계, 누설측정기 등 계측기를 기반으로 설비에 대한 상세 구성 및 사양이 제시되지 않아 장비구축계획의 보완이 요구됨 • 장비 목적 달성을 위한 기존의 관련 계측기 구축 비용을 토대로 검토한 결과, 840만원을 적정금액으로 제시함

자료: 국가연구시설장비진흥센터, 「연구장비의 구축타당성 및 구축 비용 분석 - 수소 저장·운송 클러스터사업 -」



설명 및 보기카드



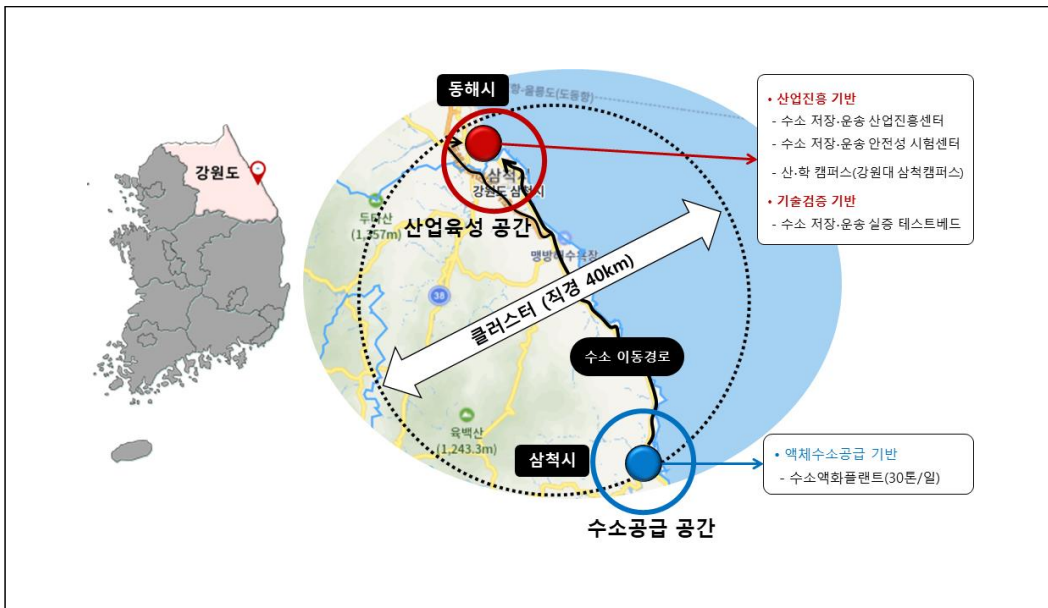
1. 사업 개요

□ 사업배경 및 필요성

- 정부는 전 세계적 당면과제인 '온실가스 감축'과 화석연료 문명 붕괴에 대한 대응책으로 '수소경제 활성화'를 정책목표로 제시하고 단계별, 전략적 실현을 위한 다양한 정책을 추진 중임
- 수소 저장·운송 분야는 정부의 수소경제 활성화 과정에서 '생산'과 '활용'을 연결하고 수소공급망의 수준을 결정짓는 핵심분야임
- 활용의 범위와 소비의 규모가 확장되는 미래 수소경제에서는 수소공급망의 3박자(경제성, 안전성, 효율성) 완성이 반드시 필요하며, 그 실현 및 성공적 안착을 위해서는 현재의 성장지연 상황을 극복할 수 있는 전략적 집중육성이 반드시 필요함
- 수소 저장·운송산업의 전략적 집중육성을 위해서는 상생형 생태계 확보가 가능한 클러스터 구축이 필요하며, 기업의 실질적 성장지원을 위한 핵심기반의 구축이 중요함

□ 사업 목표

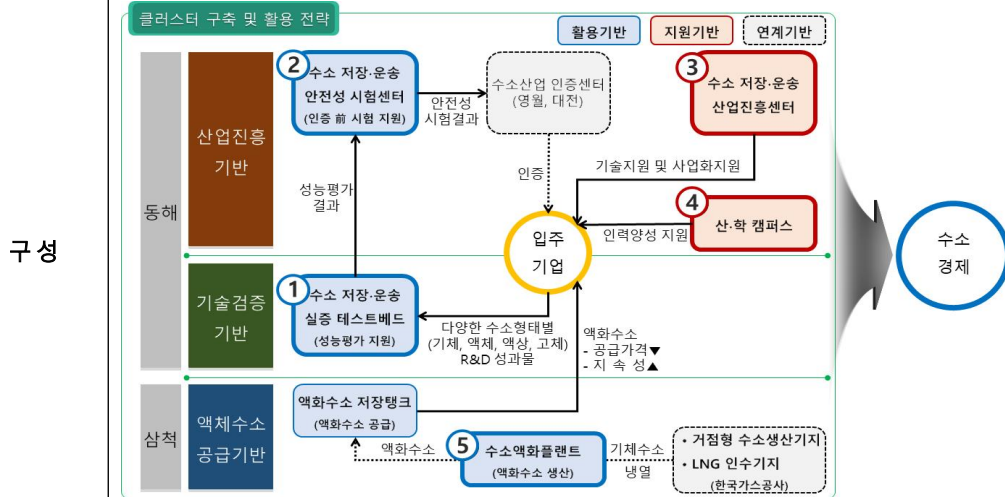
- 국내 최초 수소 저장·운송산업 특화형 산업 클러스터 구축
 - **(산업성장 기반확보)** 클러스터형 산업성장 기반구축을 통해 기업의 성장을 지원하고, 결과적으로 수소 저장·운송산업의 진흥으로 연결
 - ※ 산업성장 기반구축 + 기업집적 → 혁신생태계 조성 → 기업 성장 → 산업진흥
 - **(기술검증 기반확보)** 클러스터 중심 기술검증 및 상용화 촉진을 통해 미래 수소경제 공급망의 3박자(경제성, 안전성, 효율성)를 완성
 - ※ 기업 개발 기술·제품 → 실증 → 시험·인증 → 상용화 → 수소경제 도입



[수소 저장·운송 클러스터 위치도]

□ 사업 개요

구분	내용
조성 및 운영주체	- 산업통상자원부, 강원도 - 강원도 에너지진흥원
사업기간	2023~ 2027년(5년)
위 치	- 강원도 동해시 북평 제2일반산업단지 1공구 내 - (액체수소공급) 강원도 삼척시 호산 일반산업단지 내 LNG 인수기지 인근



활용기반 (①, ②, ⑤)	지원기반 (③, ④)
① 수소 저장·운송 실증 테스트베드 · (위치) 북평 제2일반산업단지 산업시설용지 · (구성) 기체·고체, 액체, 액상, 압축기, 냉동기, 저장용기, 튜브·밸브, 기화기, 펌프 테스트베드룸 등	③ 수소 저장·운송 산업진흥센터 · (위치) 북평 제2일반산업단지 지원시설용지 · (구성) 기업지원실, 전시·홍보실, 체험관, 실증지원실/시험·인증지원실, 공공/민간/기업 연구소 등
② 수소 저장·운송 안전성 시험센터 · (위치) 북평 제2일반산업단지 지원시설용지 · (구성) 성능측정실, 안전성시험실 등	④ 산·학 캠퍼스 · (위치) 강원대학교 삼척캠퍼스 그린에너지연구관 8층 · (구성) 창업보육실, 프로젝트Lab, 시제품 제작실 및 실험실 등
⑤ 액체수소공급(수소액화플랜트) · (위치) 호산일반산업단지 LNG 인수기지 인근	

□ 기대 효과

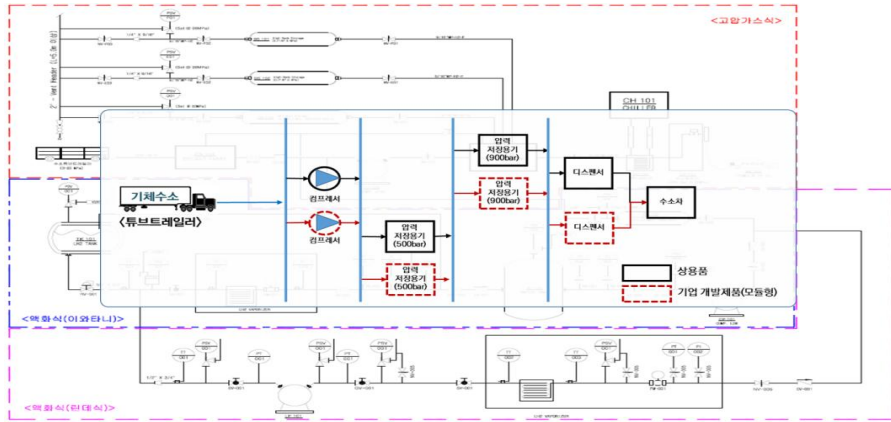
- 관련 기업의 집적을 통해 수소 저장·운송산업 특화 상생형 산업생태계 조성
- 국내 최초 수소 저장·운송산업 맞춤형 기술검증 기반 확보를 통해 기업이 개발한 제품의 성능평가 및 안전성 시험을 지원하여 사업화를 촉진
- 강원도 삼척 LNG 인수기지를 중심으로 LNG와 냉열을 활용한 수소액화플랜트 구축

수소 저장·운송 클러스터 시설별/층별 공간 구성

구분	① 수소 저장·운송 실증테스트베드		② 수소 저장·운송 안전성 시험센터		③ 수소 저장·운송 산업진흥센터		④ 산·학 캠퍼스 (강원대 상석캠퍼스 그린에너지연구관 8층)
	용도	세부시설명	용도	세부시설명	용도	세부시설명	세부시설명
3층	-	-	-	-	연구	공공 연구소(3), 민간 연구소(4)	-
					공용	회의실(2)	
					편의	편의시설(1)	
					지원	연구기획실/연구지원실	
2층	-	-	-	-	연구	기업 연구소(7)	-
					공용	회의실(1), 세미나실(1)	
					편의	편의시설(1)	
					지원	실증지원실/시험·인증지원실(2)	
1층	성능 평가	기체(고체) 수소 부문, 액체수소 부문, 액상수소 부문	시험 평가	성능측정실(2), 안전성시험실(2)	지원	기업지원실, 종합정보실	창업보육실, 프로젝트 Lab, 시제품 제작실 및 실험실, 인재개발실/산·학 협력실 등
					전시· 체험	전시·홍보실, 체험관	
					지원	운영총괄센터	
연면적	3,720㎡ (≒ 1,120평)		2,756㎡ (≒ 830평)		8,268㎡ (≒ 2,500평)		875㎡ (≒ 260평)



① 수소 저장·운송 실증 테스트베드



[기체·고체 수소 부문 활용대상 제품군]

[액체·액상 수소 부문 활용대상 제품군]

수소 저장·운송 클러스터 시설별 구축 장비

구분	장비명	수량	용도
① 수소 저장 · 운송 실증 테스트베드	기체(고체) 수소 부문	수소압축팩키지	1
		저장 용기(870 bar급, 400 bar급)	2/4
		충전기	1
		P-Panel	1
		Chiller & Pre-Cooler Unit	1
		버퍼 탱크	1
		수소 튜브트레이러	2
	액체수소 부문	액체수소 저장탱크	2
		진공단열 배관	1
		진공단열 밸브	1
		고압 배관	1
		고압 밸브	2
		펌프 및 스킴드	1
		기화기	1
		제어모듈	2
		제어판	1
		재액화 시스템	1
		진공단열 배관&밸브 A,B,C	1
		긴급차단장치	1
		안전밸브	1
	액상수소 (NH ₃)부문	NH ₃ 테스트베드	1
② 수소 저장 · 운송 안전성 시험센터	수소 저장·운송 기자재 안전성 시험용	부품시험 챔버	1
		부품시험 챔버용 기반설비	1
		수소가스 압력반복 가압시험설비	1
		가스누출 시험설비	1
		가혹압력 반복 시험설비	1
		탈착력, 굽힘모멘트 시험설비	1
		질소가스 압력반복, 최대유량 시험설비	1
		냉각가스 밸브 시험설비	1
		낙하 시험설비	1
		수압반복 및 내압 시험설비	1
		물리적성능 통합시험설비	1

수소 저장·운송 클러스터 시설별 구축 장비

구분	장비명	수량	용도	
④ 산·학 캠퍼스	수소 저장용기 안전성 시험용	용기시험챔버 및 기반설비	1	• 액화수소 및 고압 수소의 저장 및 활용 부품 Test 용
		투과시험챔버 및 기반설비	1	• 수소 용기 및 배관 등의 소재 내 수소 투과 특성 평가용 장비
		용기수압 시험설비	1	• 보호 시설 내에서의 수압에 대한 내압 성능 평가 시험 • 최고허용 운전압력에서의 파괴 여부 확인 • 밸브의 경우, 디자인 압력보다 높은 압력에서 누출 여부 확인
		액화수소 저장용기 BOR 측정설비	1	• 액체수소 저장탱크로부터 기화된 증발가스(BOG; Boil-Off Gas)의 기화율(BOR; Boil-Off Rate) 측정
	기타 기자재 안전성 시험용	디스펜서 시험설비	1	• 수소 충전을 위한 수소공급 장치 성능평가 • 수소 충전 설비 부품의 성능 평가, 수소 충전 효율 평가
		이동식 수소충전소 검증장치	1	• 액화수소 및 기체수소 충전 성능의 이동식 평가 • 수소 충전 설비 부품의 이동식 성능 평가, 수소 충전 효율 이동식 평가
		진동복합 환경챔버	1	• 액화수소 및 고압, 합금 수소 등 수소 저장 및 운송을 위한 부품 및 제품의 단독 및 복합 진동환경 시험 Test용
		모니터링 설비	1	• 시험시설 내 시험데이터 저장 및 상황 모니터링 • 설비별 실시간 모니터링, 위급 상황 발생 시 비상경보
		품질 및 유량 측정설비	1	• 수소유량계 검교정 및 수소 품질 분석 • 충전장치 및 pre-cooler, 유량계 등 시험 장치와 압축기 및 냉동기 등 효율 측정
	액화수소 시험인증 평가용	방폭 시험장	1	• 수소 저장·운송 관련 부품 및 기자재의 폭발안전성 평가용 설비
		대형열진공챔버	1	• 진공조건에서 액화수소 저장·운송 관련 부품 및 기자재의 저온, 가압 환경에서 누출 시험에 따른 가스 분석 등 성능평가
		극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비	1	• 극저온 저압환경에서 수소 부품(펌프 및 피팅류) 평가장치
		액화수소용 극저온 시험장치	1	• 극저온 조건에서, 액화수소 저장·운송 관련 금속부품의 성능 및 소재 안전성 평가
		극저온 측정 시스템	1	• 액화수소용 극저온 온도 측정용 장비
		Gas Leak 및 이송 성능시험기	1	• 액화수소용 배관 및 밸브 등에 대한 누설 실험
		액화수소 시뮬레이션 시스템	1	• 극저온 물질 평가를 위한 단열, 냉열파괴 등 전산 모사 • 극저온 유체 열전달 및 열유동 해석, 구조체 열응력 및 구조 강성해석
	액상수소 시험인증 평가용	합성가스 분석기	1	• 수소가스 내 CO, CO ₂ , CH ₄ , H ₂ 가스 농도 측정
	교육, 연구, 실습용 (강원대 삼척캠퍼스)	물리흡착분석기	1	• 소재(재료)의 다공구조 및 물성 분석
		가스크로마토그래피	1	• 미량의 기체, 액체 시료에 포함된 성분의 분리, 검출(정성적, 정량적 분석)
		연료전지 평가장치	1	• 연료전지 단전지 및 스택 성능 측정(구동 전압, 전류, 출력)
		극저온 냉동기	2	• 기체 팽창을 이용한 냉각 환경을 제공하며 온도, 시간, 냉각용량 측정
		소형 액화기	1	• 소규모 액화수소 생산용
		수소 저장능력 평가장치	1	• 수소저장 소재의 저장능력 평가
		수소투과도 측정장치	1	• 고분자막에 대한 기체 투과도특성치(투과계수, 확산계수, 용해계수 등)
		핫프레스	1	• Plate, Mold에 의한 형태 성형
		수소생산 평가시스템	1	• 수전해 단전지 및 스택 성능 측정(구동 전압, 전류, 출력)
		밀폐형 음압시설	1	• 휘발/가연성 취급을 위한 방호안전 시설
		수소감지기	1	• 수소검지
		진공터보펌프	2	• 진공환경 조성

* 고체 수소 성능 평가는 가스식인 기체 수소 기반 시설을 연계하여 활용

3. 수소 저장·운송 클러스터 운영계획

○ 장비 운영계획

- 시설 및 장비 이용료는 이용시간 및 시험방법, 내용 등에 따라 변동될 수 있음

① 수소 저장·운송 실증테스트베드				② 수소 저장·운송 안전성 시험센터			
실증 시스템	장비명	도입예정가 (백만원)	시간당 이용료(원)	구분	장비명	도입예정가 (백만원)	시간당 이용료(원)
기체 (고체) 수소 부문	수소압축팩키지	1,881	254,520	수소 저장·운송 기자재 안전성 시험용	부품시험 챔버	149	22,330
	저장 용기 (870 bar급, 400 bar급)				부품시험 챔버용 기반설비	336	44,600
	충전기				수소가스 압력반복 가압시험설비	129	19,940
	P-Panel				가스누출 시험설비	247	33,950
	Chiller & Pre-Cooler Unit				가혹압력 반복 시험설비	961	119,110
	버퍼 탱크				탈착력, 굽힘모멘트 시험설비	210	29,600
	수소 튜브트레일러				질소가스 압력반복, 최대유량 시험설비	158	23,420
					냉각가스 밸브 시험설비	184	26,500
액화 수소 부문	액체수소 저장탱크	5,310	718,340		수소 저장용기 안전성 시험용	낙하 시험설비	136
	진공단열 배관			수압반복 및 내압 시험설비		169	24,710
	진공단열 밸브			물리적성능 통합시험설비		128	19,820
	고압 배관			기타 기자재 안전성 시험용	용기시험챔버 및 기반설비	671	84,560
	고압 밸브				투과시험챔버 및 기반설비	619	78,360
	펌프 및 스킴드				용기수압 시험설비	477	61,430
	기화기				액화수소 저장용기 BOR 측정설비	200	28,410
	제어모듈			액화수소 시험인증 평가용	디스펜서 시험설비	188	26,980
	제어판				이동식 수소충전소 검증장치	377	49,510
	재액화 시스템				진동복합 환경챔버	359	47,360
	진공단열 배관&밸브 A,B,C				모니터링 설비	520	66,560
	긴급차단장치				품질 및 유량 측정설비	1,020	126,170
	액상 수소 (NH ₃) 부문			NH ₃ 테스트베드	770	104,160	액상수소 시험인증 평가용
대형열진공챔버		5,000	600,660				
극저온 펌프 및 피팅 테스트 장비		3,000	362,220				
액화수소용 극저온 시험장치		350	46,290				
극저온 측정 시스템		1,000	123,780				
Gas Leak 및 이송 성능시험기		1,500	183,390				
액화수소 시뮬레이션 시스템		500	64,170				
					합성가스 분석기	30	8,140

※ 실증 대상 중 소규모 부품 및 기자재의 경우, 다수 제품의 동시 실증이 가능한 구조이므로 상기 제시된 시간당 시스템 이용료를 수소 기업별로 분담 가능(이용료 절감)

※ 시간당 시스템 이용료는 원단위 절사한 금액임

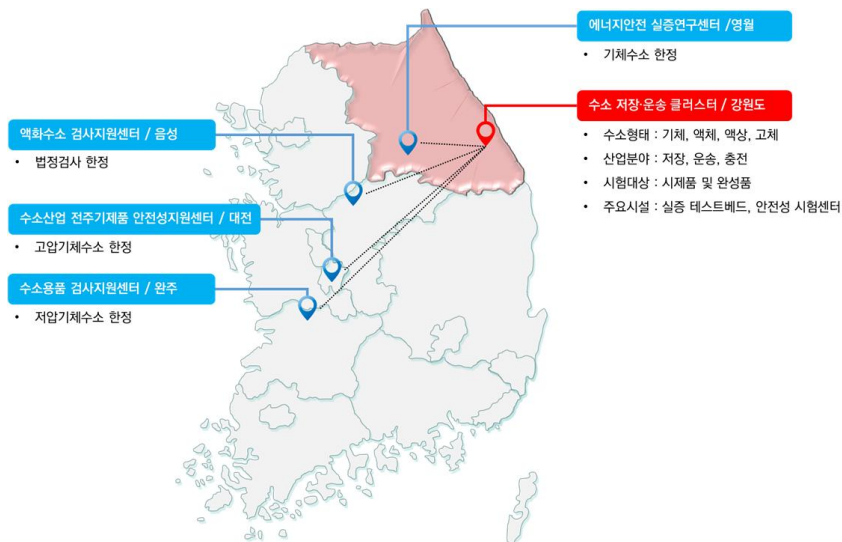
○ 수소 저장·운송 클러스터 내 임대 가능한 공간은 공공(3)/민간(4)/기업(7) 연구소로 총 2,374㎡(약 719평), 월 임대료는 6,105원/㎡ (20,146원/평, 부가세 별도) 임

* 기업 연구소의 경우 북평 제2일반산업단지 입주기업에게 임대 우선권을 부여함

구분	위치	규모	임대 제한	월 임대료
공공 연구소	수소 저장·운송 산업진흥센터 3층	509㎡(≒ 154평) 13.023m × 13.023m × 3실	선도기술 보유 여부, 입주기업과의 기술교류 가능성 등 고려	6,105원/㎡ (20,146원/평) * 부가세 별도
민간 연구소	수소 저장·운송 산업진흥센터 3층	678㎡(≒ 205평) 13.023m × 13.023m × 4실		
기업 연구소	수소 저장·운송 산업진흥센터 2층	1,187㎡(≒ 359평) 13.023m × 13.023m × 7실	표준산업분류 C20(화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외), C24(1차 금속 제조업), C25(금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외), C28(전기장비 제조업), C29(기타 기계 및 장비 제조업), C30(자동차 및 트레일러 제조업) ※ 단, 수소 저장·운송·충전산업과 연관성이 존재할 경우 공간임대 가능	

4. 국내 주요 유사/연계 시설

시설명	위치	개관/시행	사업 개요
에너지 안전 실증 연구센터	강원 (영월)	2016. 10.	- (장비현황) 140종, 수소충전소용 밸브 수소반복가압시험설비, 수소차량 Type4 용기 안전 밸브 화염시험 설비, 수소차량 Type4 용기 폭발시험 설비, 고압수소 분출화염 실증시험 설비, 수소가스 강제 누출 폭발시험 설비 등 - (시험인증) 초고압 수소부품 및 방호제품 시험·인증 - (실증연구) 실증시험을 통한 가스시설 및 제품 안전성 강화 연구 ■ 고압기체수소에 한정된 검·인증 시험 및 성적서 발급 가능
수소산업 전주기 제품 안전성 지원센터	대전	2022. 2.	- (장비현황) 18종, 수소압축저장시스템, 수소부품 수압시험설비, 고압수소부품 시험설비, 수소저장용기 수소환경 시험설비, 수소품질 시험설비, 이동식 수소충전소 검증시험설비, 수소충전소 효율평가 시험설비, 복합환경진동 시험설비, 수소제조설비의 효율측정 설비 등 - (시험평가 지원) 수소부품시험, 수소생산효율 평가시험, 수소충전소를 평가시험, 수소품질 분석, 연료전지 스택 내구성 시험 - (기술지원) 기술 컨설팅, 연구개발 지원, 공동연구 추진 ■ 고압기체수소에 한정된 검·인증 시험 및 성적서 발급만 가능
수소 용품 검사 지원센터	전북 (완주)	2023년 예정	- (장비현황) 47종, 추출설비 시험, 수전해설비 시험, 이동형 및 고정형 연료전지 시험 등 - (수소안전기술원) 수소법에 따른 “수소안전전담기관” 핵심조직 운영 - (수소업계 지원) 수소용품 등 관련기업 기술개발 및 인력양성 지원 ■ 수소용품(수전해 설비, 수소추출 설비, 고정형 및 이동형 연료 전지)의 법정 검사 제도 운영
액화 수소 검사 지원센터	충북 (음성)	2025년 예정	- (장비현황) 액화수소 시험장비 및 설비 36점 - (기술지원) 관련업체의 액화수소 제품 기술개발 지원 ■ 액화수소 제품(용기, 저장탱크 등) 법정검사 수행



통계법 제33조(비밀의 보호 등)

- ① 통계작성과정에서 알려진 사항으로서 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.
② 통계작성을 위하여 수집된 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 기초자료는 통계작성의 목적 외에 사용하여서는 아니 된다.

ID				

「수소 저장·운송 클러스터 구축사업」에 대한 수요 조사

안녕하십니까?

본 설문조사는 한국조세재정연구원 정부투자분석센터가 **기획재정부의 의뢰를 받아 산업통상자원부와 강원도의 「수소 저장·운송 클러스터 구축사업」**에 대한 귀사(하)의 의견을 묻기 위해 수행하는 것입니다. 본 조사의 설문 응답에는 **옳고 그른 답이 있는 것이 아니므로**, 제시된 질문에 대해 충분히 생각하시고 현실을 최대한 반영하여 객관적인 입장에서 귀사(하)의 의견을 말씀해 주시면 됩니다. 만약 이해가 되지 않는 부분이 있으시면 주저하지 마시고 설문 조사원에게 질문하여 주십시오.

귀사(하)의 고견은 우리나라의 수소산업 정책 수립에 중요한 자료로 활용될 것입니다. 설문조사에서 밝혀주신 귀사(하)의 의견은 통계법에 의거하여 비밀이 철저히 보장되며 통계적 분석을 위해서만 사용될 것입니다. 귀사(하)의 고견이 정책 수립에 반영될 수 있도록 진지하고 성실한 답변을 부탁드립니다.

감사합니다.



2022년 9월

연구 책임 : 한국조세재정연구원 정부투자분석센터

조사 책임 : 한국리서치 임영학 부장

전 화 : 02-3014-0091

팩 스 : 02-3014-0774

▶ 응답 시 유의하실 사항입니다 ◀

※ 본 설문조사의 **수소와 관련된 상품 및 서비스와 직, 간접적으로 관련 있는 기업 소속의 관리자(과장급)** 이상만을 대상으로 하오니 해당되지 않으신 분은 설문을 하지 말아 주십시오.

- 응답자에게 모든 응답 내용의 비밀이 보장될 것이며, 응답자의 이름이 응답내용과 연결되는 일이 절대 없을 것임을 확신시켜 주십시오.
- 질문지는 첫 페이지부터 **순서대로 차례차례 해당하는 항목에 대해 빠짐없이** 기록해 주십시오.
- 이전 문항의 답변에 따라 이후 문항을 답변하지 않으셔도 되는 경우가 있습니다. 답변을 하실 때 문항 앞에 제시된 **설명에 따라 응답**해 주시기 바랍니다.
- 귀사의 경영과 관련된 정보라고 하더라도 가급적 자세하게 기재해 주시길 부탁드립니다.
- 면접조사가 시작된 시간 및 설문지 맨 뒤에 있는 면접조사자에 의한 평가 부분을 반드시 기입해 주십시오.

강원 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 수요 조사

문0. 귀사는 수소 저장·운송 관련 기계를 직접 생산
혹은 그 부품을 생산하고 있거나 생산할 의사
가 있습니까?

- ① 생산하고 있다
- ② 생산할 의사가 있다
- ③ 생산하거나 생산할 의사가 없다

세부시설 A. 수소 저장·운송 실증 테스트베드

※ 면접 조사자가 제시하는 <보기카드>의 내용을 확인하여
응답해 주시기 바랍니다.

문1. 귀사에서는 수소 저장·운송 실증 테스트베드
에 구축 예정인 실증 시스템(장비/설비)을 사
용할 의사가 있습니까?

- ① 사용할 의향이 있다 **문2로**
- ② 사용할 의향이 없다 **문7로**

문2. 2028년부터 수소 저장·운송 실증 테스트베드
의 실증 시스템(장비/설비)을 이용하게 된다면,
현재보다 연간 매출액이 어떻게 바뀔 것으
로 예상하십니까?

* 단, 귀사에서 신규투자 계획이 있는 경우, 신규투자에 의한
효과는 고려하지 않은 순수하게 수소 저장·운송 실증테스
트베드의 실증 시스템(장비/설비)을 이용함으로써 발생할
것으로 예상되는 연간 매출액의 변화를 답해주시시오.

- ① 증가 **문2-1로**
- ② 감소 **문2-2로**
- ③ 기존유지 **문2-3으로**

문2-1. 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 실증 시
스템(장비/설비)을 이용함으로써 인해 매출액
이 증가한다면, 얼마나 증가할 것이라 생각
하십니까?

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 증가

문3으로

문2-2. 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 실증 시스템
(장비/설비)을 이용함으로써 인해 매출액이 감소
한다면, 얼마나 감소할 것이라 생각하십니까?

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 감소

문3으로

문2-3. 2021년 귀사의 연간 매출액은 얼마입니까?
()백만원

문3. 2028년부터 수소 저장·운송 실증 테스트베드의
실증 시스템(장비/설비)을 이용하게 된다면,
현재보다 매출원가율은 어떻게 바뀔 것으로
예상하십니까?

* 단, 순수하게 수소 저장·운송 실증테스트베드의 실증 시
스템(장비/설비)을 이용함으로써 발생할 것으로 예상되는
매출원가율의 변화를 답해주시시오.

- ① 증가 **문3-1로**
- ② 감소 **문3-2로**
- ③ 기존유지 **문3-3으로**

문3-1. 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 실증 시스템(장비/설비)을 이용함으로 인해 매출원가율이 증가한다면, 얼마나 증가할 것이라 생각하십니까?

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 증가

☞ 문4로

문3-2. 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 실증 시스템(장비/설비)을 이용함으로 인해 매출원가율이 감소한다면, 얼마나 감소할 것이라 생각하십니까?

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 감소

☞ 문4로

문3-3. 2021년 귀사의 매출원가율은 어떻게 되십니까?
()%

문4. 수소 저장·운송 실증 테스트베드의 실증 시스템(장비/설비) 중 이용하실 계획이 있는 장비/설비들은 한 달에 평균적으로 몇 시간 정도를 이용할 것으로 생각하십니까?

* 따라서 귀사는 1년에 평균적으로 ‘응답숫자×12(시간)’ 가량 장비들을 이용할 것으로 예상할 수 있습니다. 장비별 이용시간의 편차가 클 수 있겠으나 경험에 미루어 개략적인 장비 이용시간을 답해주십시오.

월평균 ()시간

문5. 만약 수소 저장·운송 실증 테스트베드가 구축되지 않는다면, 2028년부터 수소 저장·운송 관련 기술·제품의 성능 평가를 위해 어떤 방식으로 대처하시겠습니까?

- ① 대안시설(자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등)을 확보하겠다

☞ 문6으로

② 수소 저장·운송 관련 사업을 보류 또는 포기하겠다

☞ 문9(세부시설B)로

문6. 2028년부터 자체시설을 구축하거나 국내외 타 시설을 임대하는 등 대안시설의 장비/설비를 이용하게 될 경우, 현재보다 연간 매출액이 어떻게 바뀔 것으로 예상하십니까?

* 단, 귀사에서 신규투자 계획이 있는 경우, 신규투자에 의한 효과는 고려하지 않은 순수하게 대안시설의 장비/설비를 이용함으로써 발생할 것으로 예상되는 연간 매출액의 변화를 답해주십시오.

① 증가 ☞ 문6-1로

② 감소 ☞ 문6-2로

③ 기존유지 ☞ 문7로

문6-1. 대안시설*의 장비/설비를 이용함으로 인해 매출액이 증가한다면, 얼마나 증가할 것이라 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 증가

☞ 문7로

문6-2. 대안시설*의 장비/설비를 이용함으로 인해 매출액이 감소한다면, 얼마나 감소할 것이라 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 감소

문7. 2028년부터 자체시설을 구축하거나 국내의 타 시설을 임대하는 등 대안시설의 장비/설비를 이용하게 된다면, 현재보다 매출원가율이 어떻게 바뀔 것으로 예상하십니까?

* 단, 순수하게 대안시설의 장비/설비를 이용함으로써 발생
할 것으로 예상되는 매출원가율의 변화를 답해주십시오.

- ① 증가 ➡ **문7-1로**
② 감소 ➡ **문7-2로**
③ 기존유지 ➡ **문9(세부시설B)로**

문7-1. 대안시설*의 장비/설비를 이용함으로 인해 매출원가율이 증가한다면, 얼마나 증가할 것이라 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 증가

☞ 문9(세부시설B)로

문7-2. 대안시설*의 장비/설비를 이용함으로 인해 매출원가율이 감소한다면, 얼마나 감소할 것이라 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 감소

☞ 문9(세부시설B)로

문8. 수소 저장-운송 실증 테스트베드를 이용할 의향이 없다면, 그 이유는 무엇입니까?

- ① 실증 테스트베드를 활용할 부분이 거의 없음

- ② 실증 테스트베드의 이용료에서 특별한 이점이 없음
- ③ 기존에 장비/설비를 이용하는 곳과의 관계를 계속 유지하고자 함
- ④ 실증 테스트베드를 자체적으로 보유하고 있거나 자체 개발을 계획하고 있음
- ⑤ 실증 테스트베드 이용의 필요성을 느끼지 못함
- ⑥ 기타()

 계속

세부시설 B.
수소 저장·운송 안전성 시험센터

※ 면접 조사자가 제시하는 <보기카드>의 내용을 확인하여
응답해 주시기 바랍니다.

문9. 귀사에서는 수소 저장·운송 안전성 시험센터에
구축 예정인 장비를 사용할 의사가 있습니까?

- ① 사용할 의향이 있다 ➡ **문10으로**
② 사용할 의향이 없다 ➡ **문16으로**

문10. 2028년부터 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 이용하게 된다면, 현재보다 연간 매출액이 어떻게 바뀔 것으로 예상하십니까?

* 단, 귀사에서 신규투자 계획이 있는 경우, 신규투자자에 의 한 효과는 고려하지 않은 순수하게 수수 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 이용함으로써 발생할 것으로 예상되는 연간 매출액의 변화를 답해주시요.

- ① 증가 ➡ 문10-1로
② 감소 ➡ 문10-2로
③ 기존유지 ➡ 문10-3으로

문10-1. 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 이
용함으로 인해 매출액이 증가한다면, 얼마나
증가할 것이라 생각하십니까?

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 증가

☞ 문11로

문10-2. 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 이
용함으로 인해 매출액이 감소한다면, 얼마나
감소할 것이라 생각하십니까?

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 감소

☞ 문11로

문10-3. 2021년 귀사의 연간 매출액은 얼마입니까?
()백만원

문11. 2028년부터 수소 저장·운송 안전성 시험센터의
장비를 이용하게 된다면, 현재보다 매출원가율
은 어떻게 바뀔 것으로 예상하십니까?

* 단, 순수하게 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를
이용함으로써 발생할 것으로 예상되는 매출원가율의 변
화를 답해주시시오.

- ① 증가 ☞ 문11-1로
- ② 감소 ☞ 문11-2로
- ③ 기존유지 ☞ 문11-3으로

문11-1. 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 이
용함으로 인해 매출원가율이 증가한다면, 얼
마나 증가할 것이라고 생각하십니까?

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 증가

☞ 문12로

문11-2. 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비를 이
용함으로 인해 매출원가율이 감소한다면, 얼
마나 감소할 것이라고 생각하십니까?

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 감소

☞ 문12로

문11-3. 2021년 귀사의 매출원가율은 어떻게 되십니까?
()%

문12. 수소 저장·운송 안전성 시험센터의 장비 중 이용
하실 계획이 있는 장비들은 한 달에 평균적으로
몇 시간 정도를 이용할 것으로 생각하십니까?

* 따라서 귀사는 1년에 평균적으로 ‘응답숫자×12(시간)’
가량 장비들을 이용할 것으로 예상할 수 있습니다. 장비
별 이용시간의 편차가 클 수 있겠으나 경험에 미루어 개
략적인 장비 이용시간을 답해주시시오.

월평균 ()시간

문13. 만약 수소 저장·운송 안전성 시험센터가 구축되
지 않는다면, 2028년부터 수소 저장·운송 관련
기술·제품의 안전성 시험을 위해 어떤 방식으로
대처하시겠습니까?

- ① 대안시설(자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대
등)을 확보하겠다 ☞ 문14로
- ② 수소 저장·운송 관련 사업을 보류 또는 포기
하겠다 ☞ 문17(세부시설C)로

문14. 2028년부터 자체시설을 구축하거나 국내외 타 시설을 임대하는 등 대안시설의 장비를 이용하게 된다면, 현재보다 연간 매출액이 어떻게 바뀔 것으로 예상하십니까?

* 단, 귀사에서 신규투자 계획이 있는 경우, 신규투자에 의한 효과는 고려하지 않은 순수하게 대안시설의 장비를 이용함으로써 발생할 것으로 예상되는 연간 매출액의 변화를 답해주시시오.

- ① 증가 ☞ 문14-1로
② 감소 ☞ 문14-2로
③ 기존유지 ☞ 문15로

문14-1. 대안시설*의 장비를 이용함으로 인해 매출액이 증가한다면, 얼마나 증가할 것이라고 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 증가

☞ 문15로

문14-2. 대안시설*의 장비를 이용함으로 인해 매출액이 감소한다면, 얼마나 감소할 것이라고 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 금액 기준으로,
연매출액이 2021년 ()백만원에서
2028년 ()백만원으로 감소

문15. 2028년부터 자체시설을 구축하거나 국내외 타 시설을 임대하는 등 대안시설의 장비를 이용하게 된다면, 현재보다 매출원가율이 어떻게 바뀔 것으로 예상하십니까?

* 단, 순수하게 대안시설의 장비를 이용함으로써 발생할 것으로 예상되는 매출원가율의 변화를 답해주시시오.

- ① 증가 ☞ 문15-1로
② 감소 ☞ 문15-2로
③ 기존유지 ☞ 문17(세부시설C)로

문15-1. 대안시설*의 장비를 이용함으로 인해 매출원가율이 증가한다면, 얼마나 증가할 것이라고 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 증가

☞ 문17(세부시설C)로

문15-2. 대안시설*의 장비를 이용함으로 인해 매출원가율이 감소한다면, 얼마나 감소할 것이라고 생각하십니까?

* 대안시설: 자체시설 구축, 국내외 타 시설 임대 등

2021년 매출원가율 ()%에서
2028년에는 ()%로 감소

☞ 문17(세부시설C)로

문16. 수소 저장·운송 안전성 시험센터를 이용할 의향이 없다면, 그 이유는 무엇입니까?

- ① 센터 장비를 활용할 부분이 거의 없음
② 센터 장비의 이용료에서 특별한 이점이 없음
③ 기존에 장비를 이용해온 곳과의 관계를 계속 유지하고자 함
④ 장비를 자체적으로 보유하고 있거나 자체 구축을 계획하고 있음
⑤ 센터 이용의 필요성을 느끼지 못함
⑥ 기타()

☞ 계속

세부시설 C. 수소 저장·운송 산업진흥센터

※ 다음의 설명을 읽고 면접 조사자가 제시하는 <보기카드>의 내용을 확인하여 응답해 주시기 바랍니다.

2028년부터 운영 예정인 수소 저장·운송 산업진흥센터는 수소 저장·운송분야 선도기술을 보유한 공공/민간 연구소 및 기업의 연구개발을 위한 연구소 공간을 제공할 예정입니다.

* 아래 제시된 임대료 예상 계획(표) 참고

귀사의 사업 계획과 기존에 운영 중인 사업장 등과 연계하여, 기능성, 경제성, 접근성(교통비용) 등을 종합적으로 고려하여 다음 문항에 답해주시요.

구분	위치	규모	월 임대료
공공 연구소	3층	3개실, 총 509㎡ (≒ 154평)	6,105원/㎡ (20,146원/평) * 부가세 별도
민간 연구소	3층	4개실, 총 678㎡ (≒ 205평)	
기업 연구소	2층	7개실, 총 1,187㎡ (≒ 359평) * 업종제한: 표준산업분류 C20, C24, C25, C28, C29, C30	

문17. 귀사에서 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간 입주 여부를 결정할 때, 가장 우선적으로 고려하는 사항은 무엇입니까?

- ① 주요 고객업체 및 시장과의 접근성 양호
- ② 합리적인 임대료
- ③ 클러스터 내 시설 활용을 통한 운영비 절감
- ④ 클러스터 내 연관 업체와 연계 등 집적 효과
- ⑤ 클러스터 인근 연관 업체와 연계를 통한 집적효과
- ⑥ 기술 및 생산인력 수급의 용이성
- ⑦ 직원들의 복리증진 및 통근의 편의
- ⑧ 관련 지자체의 지원정책
- ⑨ 기타 ()

문18. 귀사는 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주하실 의향이 있으십니까?

- ① 입주할 의향이 있다 **문19로**
- ② 입주할 의향이 없다 **회사일반현황으로**

문19. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주한다면, 어떤 형태로 입주하실 의향이십니까?

- ① 기존 사업장을 동일 규모로 이전
(동일규모이전) **문19-1로**
- ② 기존 사업장을 유지하면서 새로운 사업장 신설
(신규투자) **문19-1로**
- ③ 기존 사업장을 확장하여 이전
(이전 및 추가투자) **문19-2로**

문19-1. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주할 시, 사업장의 희망 면적은 어떻게 되십니까?

* 연면적은 전용면적을 기준으로 하여, 제곱미터 또는 평으로 기입 바랍니다(1평=3.3㎡).

구 분	전체 희망 면적
입주 시 희망 건축연면적	()㎡ = ()평

문20으로

문19-2. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주할 시, 사업장의 희망 면적과 기존시설의 이전 및 추가투자 비중을 답해주시요.

* 연면적은 전용면적을 기준으로 하여 제곱미터 또는 평으로 기입 바랍니다(1평=3.3㎡).

구분	전체 희망 면적
입주 시 희망 건축연면적	()㎡ = ()평
기존시설 이전()% + 추가투자()% = 100%	

문20. 수소 저장·운송 산업진흥센터 구축이 2023년부터 추진되면 2027년 건립이 완료되어 2028년 개원 예정입니다. 귀사는 연구소 공간에 언제쯤 입주하시기를 희망하십니까?

- ① 산업진흥센터 개원 후 1년 이내
- ② 산업진흥센터 개원 후 2년 이내
- ③ 산업진흥센터 개원 후 3년~5년 이내
- ④ 산업진흥센터 개원 후 6년~10년 이내
- ⑤ 산업진흥센터 개원 후 10년 이후
- ⑥ 구체적인 계획은 없다

문21. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주한다면, 현재 입주 지역에서 사업을 운영하는 것과 비교하여 운영비에 어떠한 변화가 있을 것으로 예상하십니까?

* 운영비는 전력비, 가스수도비 등의 관리비, 운반·하역·보관·포장 등 물류비, 폐기물 처리비용 등을 의미합니다.
앞서 응답한 장비/설비 이용과 관련된 운영비는 제외하십시오.

- ① 운영비가 감소할 것 ☞ 문21-1로
- ② 운영비가 상승할 것 ☞ 문21-2로
- ③ 운영비에는 변화 없을 것 ☞ 문22로

문21-1. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주할 시, 예상되는 운영비의 절감 규모는 어느 정도입니까?

- ① 1% 미만 절감
- ② 1~2% 미만 절감
- ③ 2~3% 미만 절감
- ④ 3~4% 미만 절감
- ⑤ 4~5% 미만 절감
- ⑥ 5% 이상 ☞ (구체적으로 %)

☞ 문22으로

문21-2. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주할 시, 예상되는 운영비의 상승 규모는 어느 정도입니까?

- ① 1% 미만 상승
- ② 1~2% 미만 상승
- ③ 2~3% 미만 상승
- ④ 3~4% 미만 상승
- ⑤ 4~5% 미만 상승
- ⑥ 5% 이상 ☞ (구체적으로 %)

문22. 만약 수소 저장·운송 산업진흥센터가 건립되지 않는다면, 귀사는 투자를 보류 또는 포기하시겠습니까? 아니면, 다른 대체지역을 찾아 투자를 하실 예정입니까?

- ① 대체지역을 찾아 투자를 추진한다 ☞ 문22-1로
- ② 투자를 보류 또는 포기한다 ☞ 문23으로

문22-1. 대체지역을 찾는다면, 최우선적으로 고려하는 지역은 어디입니까?

- ① 동해시의 가용한 산업단지
- ② 동해시의 산업단지 외 일반부지
- ③ 동해시 제외 강원도의 가용한 산업단지
- ④ 동해시 제외 강원도의 산업단지 외 일반부지
- ⑤ 사업대상지 인접지역의 가용한 산업단지
- ⑥ 사업대상지 인접지역의 산업단지 외 일반부지
- ⑦ 기타 지역

문23. 수소 저장·운송 산업진흥센터의 연구소 공간에 입주하기 위해 최대 얼마까지 임대료를 지불할 의사가 있는지 답해주시요.

* 제곱미터 또는 평으로 기입 바랍니다(1평=3.3㎡).

** 임대료는 천원 단위로 나타내주시요(예. 1만 5천원→15천원)

구분	최대로 지불할 의사가 있는 월 임대료
공공/민간/기업 연구소	()천원/㎡ = ()천원/평

회사 일반 현황

※ 귀사의 일반 사항에 대해 응답해 주십시오.

법인명	
법인 설립연도	년
업종 및 세분류 코드	□□□□□ (직접기업: 업) (예시: 기타전자부품 제조업 [C2629])
연 매출액 (최근 3개년)	2019년: 백만원 2020년: 백만원 2021년: 백만원
본사 및 공장(사업장)	① 본사 ② 공장(사업장)
현재 입주형태	① 강원도 내(內) 산업단지 내 입주 ② 강원도 내(內) 개별공장 ③ 강원도 외(外) 산업단지 내 입주 ④ 강원도 외(外) 개별공장 ⑤ 기타 ()
현재 부지면적	① 1천㎡ 미만 (300평 미만) ② 1천~3천㎡ 미만 (300~900평 미만) ③ 3천~5천㎡ 미만 (900~1,500평 미만) ④ 5천~10천㎡ 미만 (1,500~3000평 미만) ⑤ 10천~15천㎡ 미만 (3,000~4,500평 미만) ⑥ 15천㎡ 이상 (4,500평 이상)
현재 건축연면적	① 1천㎡ 미만 (300평 미만) ② 1천~3천㎡ 미만 (300~900평 미만) ③ 3천~5천㎡ 미만 (900~1,500평 미만) ④ 5천~10천㎡ 미만 (1,500~3000평 미만) ⑤ 10천~15천㎡ 미만 (3,000~4,500평 미만) ⑥ 15천㎡ 이상 (4,500평 이상)
본사 소재지	① 서울 ② 부산 ③ 대구 ④ 인천 ⑤ 광주 ⑥ 대전 ⑦ 울산 ⑧ 경기 ⑨ 강원 ⑩ 충북 ⑪ 충남 ⑫ 전북 ⑬ 전남 ⑭ 경북 ⑮ 경남 ⑯ 세종 ⑰ 제주

공장 소재지	① 서울 ② 부산 ③ 대구 ④ 인천 ⑤ 광주 ⑥ 대전 ⑦ 울산 ⑧ 경기 ⑨ 강원 ⑩ 충북 ⑪ 충남 ⑫ 전북 ⑬ 전남 ⑭ 경북 ⑮ 경남 ⑯ 세종 ⑰ 제주
상시 근로자수 (임원포함)	명
직급	① CEO ② 임원급 ③ 관리자

지금까지 설문에 응해 주셔서 감사합니다.

면 접 후 기 록

응답자 소속부서			
응답자 성명			
응답자 직위			
응답자 전화번호	사무실		
	휴대폰		
응답자 이메일			
기업주소	_____시/도 _____구/시/군 _____(구)		
조 사 일 시	____월 ____일 ____시 ____부터 _____분까지 ()분간		
협 조 정 도	1. 상 2. 중 3. 하		
응답 신뢰도	1. 상 2. 중 3. 하		
조 사 대 상	1. 원표본 2. 대체면접		
면접조사자 성명		ID	

슈퍼바이저	에 디 터	검 증 원

[부록 D] 보기카드 및 설문지

수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사
AHP 평가를 위한 설문

본 설문은 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 활용하여 「수소 저장·운송 클러스터 구축사업」을 종합적으로 평가하기 위한 것입니다. 각 평가항목 간 상대적 중요도를 전문가의 관점에서 판단하여 주시면 감사하겠습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 설문을 다시 하게 되오니 신중하게 응답해 주십시오.

성 명 : _____ (서명)

소 속 : _____

직 위 : _____

연락처 : ☎ _____ E-mail: _____

AHP(Analytic Hierarchy Process: 계층화 분석법)는

평가에서 고려되는 평가항목들을 계층화한 다음, 평가항목 간 상대적 중요도를 측정하여 사업 타당성을 종합적으로 판단하는 의사결정 기법입니다.

◎ 설문작성 시 유의사항 ◎

첫째, 본 설문지는 연구진이 선정한 최적대안에 대하여 ‘사업시행’, ‘사업미시행’ 여부를 판단하는 것입니다.

둘째, 평가항목 간 비교는 평가항목 A가 B에 비해 상대적으로 얼마나 중요한지(또는 적절한지)를 평가하는 것입니다.

셋째, AHP 설문 응답 시 유의사항 및 평가항목의 계층구조와 평가내용을 꼭 읽어보시고 설문에 응해 주십시오.

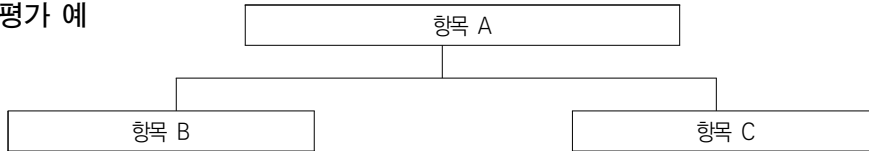
1. AHP 설문 응답 시 유의사항

1. 응답 예

예) 항목 A의 평가기준에서 판단할 때 항목 B가 항목 C보다 매우 중요하다고 생각하시면 아래와 같이 기입하면 됩니다.

평 가 항 목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		절 대 중 요	평 가 항 목
항목 B	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항목 C

[그림] 평가 예



2. 응답 일관도

- AHP 분석에서는 분석의 부산물로 비일관성지수가 생성됩니다. 비일관성지수가 0.15 이상이 될 경우 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단되어 환류과정(Feedback)을 수행하게 됩니다. 비일관성 지수가 높게 나오는 데는 크게 다음과 같이 두 가지 경우가 해당됩니다.

[원인 1] 서수적 일관성 결여 (A > B > C의 순위가 바뀌게 응답)

예) A가 B보다 중요하다고 응답하고, B가 C보다 중요하다고 응답하였을 경우
A가 C보다 중요하다고 응답해야 함에도 불구하고 반대로 응답할 경우
※ A > B, B > C → A > C라고 응답해야 함.

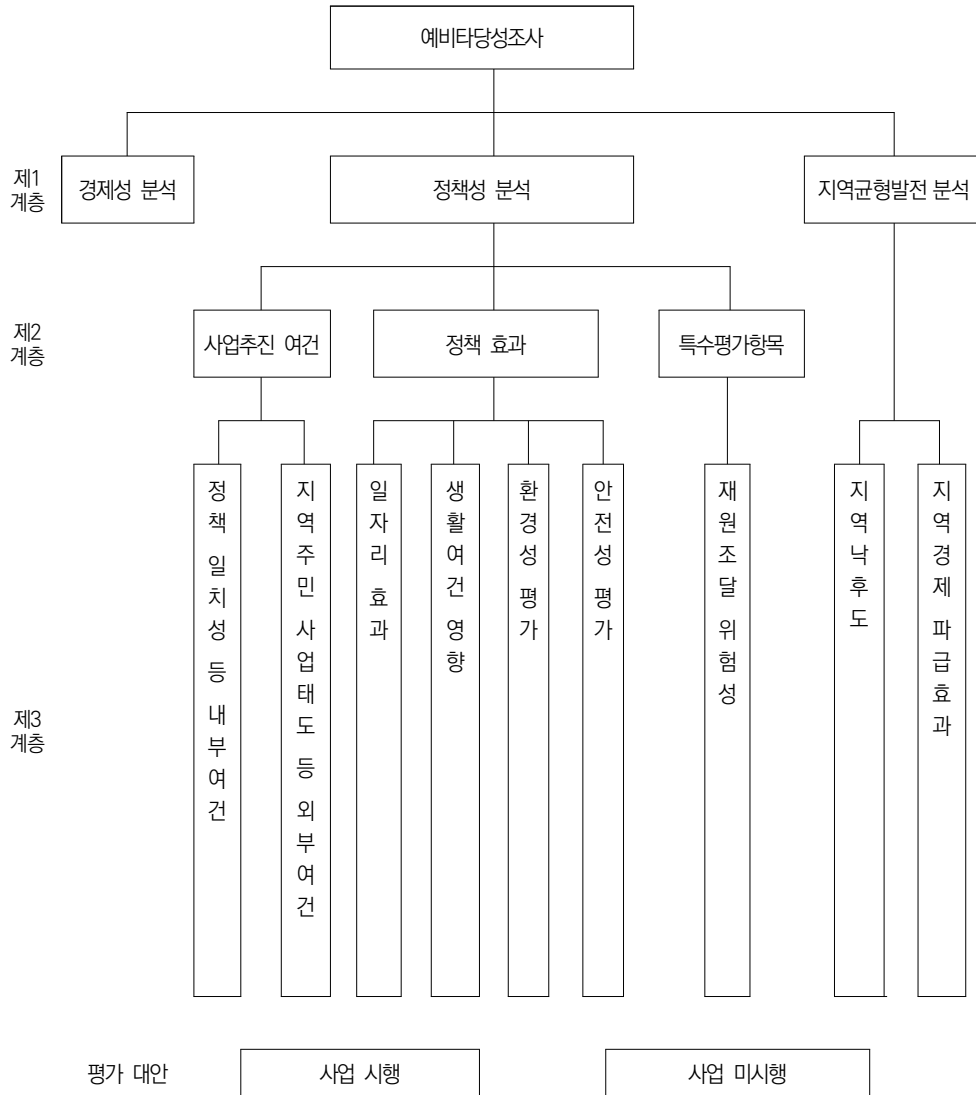
[원인 2] 기수적 일관성 결여

예) A가 B보다 2배 중요하다고 응답하고, A가 C보다 4배 중요하다고 응답하였을 경우,
B가 C보다 2배 중요하다고 응답해야 함에도 불구하고 B가 C보다 9배 중요하다고
응답할 경우

※ 상대적 중요도 평가 설문에서 **평가항목이 3개 이상인 경우**, 특히 응답일관도에 유념하여
설문해 주시기 바랍니다.

2. AHP 평가구조 및 평가내용

[그림 1] 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 (비수도권) 예비타당성조사 AHP 계층 구조



〈표 1〉 AHP 평가항목 요약

평가 항목	평가 내용	평점 기준	비고
■ 경제성 분석	• 경제적 측면에서의 사업 타당성	분석결과 도출된 B/C 비율, NPV, IRR 등	B/C 비율이 높을수록 '사업시행' 점수가 높음
■ 정책성 분석			
- 사업추진여건			
정책일치성 등 내부여건	• 상위계획 반영여부, 정책 방향과의 일치성 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	반영이 구체적일수록, 일치성이 높을수록 '사업시행' 점수가 높고, 내부여건과 부합하지 않을 경우 '사업미시행' 점수가 높음
지역주민 사업태도 등 외부여건	• 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등여부 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	외부여건과의 부합성이 높을수록 '사업시행' 점수가 높고, 갈등이나 반대 의견이 많을수록 '사업미시행' 점수가 높음
- 정책효과			
일자리 효과	• 사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발 효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	일자리에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
생활여건 영향	• 사업 추진에 따른 접근성·쾌적성·정시성·안전성 영향, 공동체 복원 영향 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	생활여건에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
환경성 평가	• 사업 수행 시 환경문제가 발생할 가능성, 지역 환경·경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계·환경보전 기여도 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	환경에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
안전성 평가	• 재해·재난 예방 및 대응 가능성과 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	안전성에 미치는 긍정적 영향이 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 부정적 영향이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
- 특수평가항목			
재원조달 위험성	• 재원조달 계획의 실현 가능성, 위험성 등	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	재원조달 위험성이 낮을수록 '사업시행' 점수가 높고, 조달 위험성이 클수록 '사업미시행' 점수가 높음
■ 지역균형발전 분석			
지역낙후도	• 지역균형발전 측면에서 사업의 필요성	지역낙후도지수 및 순위	낙후 정도가 심할수록 '사업시행' 점수가 높음
지역경제 파급효과	• 해당사업의 시행으로 인한 지역 경제 활성화 효과	지역내부가가치유발액 GRDP(지역내총생산) 및 연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	비율이 높을수록, 파급효과가 클수록 '사업시행' 점수가 높음

3. AHP 평가를 위한 설문(가중치 선정)

□ 다음 설문 I은 제1계층인 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석 간의 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 본 사업에 있어서 어느 요인이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

I. 본 사업을 평가하는 데 있어 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전 분석 간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까?(100점 만점으로 응답하여 주십시오. 예) 40 : 30 : 30)

- 아래 <표 2>의 가중치 산정범위 안에서 응답하여 주십시오

경제성 분석 : 정책성 분석 : 지역균형발전 분석 = _____ : _____ : _____

<표 2> 가중치 산정범위

(단위: %)

경제성 분석	정책성 분석	지역균형발전 분석
30 ~ 45	25 ~ 40	30 ~ 40

[그림 2] 제1계층 중요도 평가



□ 설문 II는 제2계층의 평가항목들 간 상대적 중요도를 평가하기 위한 것입니다. 전문가의 관점에서 신중히 응답해 주십시오.

II. 본 사업을 평가하는 데 있어 사업추진 여건, 정책 효과, 특수평가항목 간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까?(100점 만점으로 응답하여 주십시오. 예) 20 : 50 : 30)

- 아래 <표 3>의 가중치 산정범위 안에서 응답하여 주십시오

사업추진 여건 : 정책 효과 : 특수평가항목 = _____ : _____ : _____

<표 3> 가중치 산정범위

(단위: %)

사업추진 여건	정책 효과	특수평가항목
20 ~ 30	50 ~ 60	20 ~ 30

[그림 3] 제2계층 중요도 평가(정책성 분석)

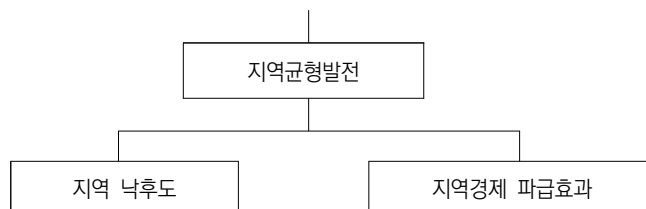


□ 설문 Ⅲ은 제3계층의 평가항목들 간 상대적 중요도를 평가하기 위한 것입니다. 전문가의 관점에서 신중히 응답해 주십시오(응답 시 유의사항 참조).

Ⅲ-1. 제3계층의 상대적 중요도 평가(지역균형발전을 기준으로 평가)

평가항목	절대 중요		매우 중요		중 요		약간 중요		같 다		약간 중요		중 요		매우 중요		절대 중요	평가항목
지역 낙후도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	지역경제 파급효과

[그림 4] 제3계층 중요도 평가(지역균형발전)



Ⅲ-2. 제3계층의 상대적 중요도 평가(사업추진 여건을 기준으로 평가)

평가항목	절대 중요		매우 중요		중 요		약간 중요		같 다		약간 중요		중 요		매우 중요		절대 중요	평가항목
내부여건 (정책일치성 등)	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	외부여건 (지역주민 생활태도 등)

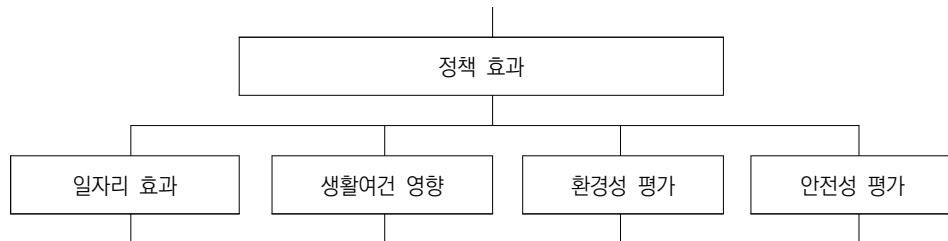
[그림 5] 제3계층 중요도 평가(사업추진 여건)



Ⅲ-3. 제3계층의 상대적 중요도 평가(정책 효과를 기준으로 평가)

평가항목	절대중요		매우중요		중		약간중요		같		약간중요		중		매우중요		절대중요	평가항목
일자리 효과	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	생활여건 영향
일자리 효과	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	환경성 평가
일자리 효과	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	안전성 평가
생활여건 영향	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	환경성 평가
생활여건 영향	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	안전성 평가
환경성 평가	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	안전성 평가

[그림 6] 제3계층 중요도 평가(정책 효과)



4. AHP 평가를 위한 설문(평점 부여)

□ 다음 설문 IV는 본 사업의 시행과 미시행 여부를 판단하기 위한 것입니다. 각 평가항목을 기준으로 사업을 시행하는 대안(사업시행)과 시행하지 않는 대안(사업미시행) 중 어느 대안이 상대적으로 얼마나 더 적절하다고 생각하는지 평가기준에 따라 해당하는 숫자에 √ 표 하십시오.

IV. 각 평가항목을 기준으로 사업시행 대안이 사업미시행 대안보다 얼마나 더 적절하다고 생각하십니까?

평가 항목	대안	절대적 적절		매우적 적절		적 적절		약간적 적절		같 다	약간적 적절		적 적절		매우적 적절		절대적 적절	대안	
지역경제 파급효과	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
내부여건	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
외부여건	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
일자리 효과	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
생활여건 영향	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
환경성 평가	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
안전성 평가	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행
자원조달 위험성	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업 미시행

5. AHP 분석 연구를 위한 설문

☐ 다음 설문은 본 사업의 타당성 평가와 관계없이 차후 AHP 분석 연구를 위해 이용하기 위한 조사입니다.

V. 지역낙후도 평가항목을 기준으로 사업시행 대안이 사업미시행 대안보다 얼마나 더 적절하다고 생각하십니까?

평 가 목	대 안	절대 적절		매우 적절		적절		약간 적절		같다	대 안
지 역 낙후도	사업 시행	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	사 업 미시행

주: '2019년 예비타당성조사 운용지침'(기획재정부, 2019) 개정에 따라 지역낙후도 평가 시 사업이 시행되는 지역의 낙후정도에 따라 1점에서 9점의 범위 내에서 평가하도록 규정

◆ 수 고 하 셧 습 니 다 ◆

[부록 E] 분과위원회 총평

분과위원 총평

본 부록의 첨부는 수소 저장·운송 클러스터 구축사업 예비타당성조사의 종합평가를 위하여 구성된 '분과위원회'의 각 분과위원들이 작성한 종합평가서를 표로 정리한 것임

구분	내용
평가자 A	- 본 사업은 수소 수요에 대한 불확실성, 민자 조달에 대한 불확실성 등이 있었으나 부처에서 이에 대한 충분한 설명을 통해 상당 부분 해소되었으며, 수소 산업에 대한 미래 가능성, 한국의 선점효과 등을 감안하여 '사업 타당성'이 있는 것으로 평가함 - 다만, 수요의 불확실성을 해소하기 위한 지자체와 중앙정부의 적극적인 수요 창출 노력이 필요하고 민자 유치를 위한 적극적인 유치활동이 요구됨
평가자 B	- 기체수소 공급체계, 수소차 활용 수요 등에 적지 않은 불확실성이 있으므로 이에 대한 방안 마련이 필요함 - 사업비 규모, 편익 규모에 상당한 규모를 차지하는 민간 투자 및 수소액화플랜트와 관련하여, 재원조달 불확실성을 조속히 해소할 필요가 있음
평가자 C	수소 산업의 중요성에 대한 취지는 인정되나, 수소 산업분야 수요, 시장의 불확실성이 높은 상황에서 민간 투자 및 민간의 원재료 공급(기체수소)에 의존하는 현 산업은 현 상황에서는 추진 위험성이 매우 클 것으로 판단됨
평가자 D	- 본 사업의 추진 계획과 지역 발전, 국내 산업의 육성 차원에서 사업 추진의 필요성이 인정되나 시장 초기단계 산업의 발전 가능성, 국가적 경쟁력 육성 등에 대한 종합적 검토가 필요함 - 사업 추진 상에서의 예상치 못한 어려움, 난관(장애물)(민원, 지자체/민간기업의 투자의지) 등에 대한 충분한 고려가 필요하며 사업이 진행되어야 할 것으로 사료됨
평가자 E	사업추진(시행) 방향성은 적절하나 수요 예측, 산·학 협력, 국내 관련 산업 발전 측면에서 좀 더 구체적인 계획 수립이 필요하고, 특히 수요 발생, 증가 시기를 고려하여 사업 추진이 필요함
평가자 F	- 최근 유럽은 E-fuel 정책으로 미래 모빌리티를 주도할 계획을 추진하고 있는바, 액화수소 기술 발전과 상용화를 위한 기반을 강화하는데 기여할 것으로 판단됨 - 다만, 본 사업은 사업 추진에서 리스크가 크고 동해시 클러스터가 본연의 목적을 달성할 수 있을지에 대한 불확실성이 매우 큼. 따라서 상기한 리스크와 불확실성을 해결할 대안 구상이 필요함
평가자 G	- 수소 산업 육성을 위한 정부의 정책 필요성과 관련 재정 사업 투자 필요성은 충분히 인정됨. 다만, 본 사업에서 불확실한 요소들이 다수 있어 사업 타당성이 취약하다고 판단됨 - 수요와 편익 부문에 대한 예측을 환경변화 요소를 포함해서 재검토할 필요가 있으며, 지역사회와의 사업 여건에 대한 분석도 재검토가 필요함(재정여건, 주민선호 등) - 민자 유치와 관련한 사항들에 대한 실현 가능성과 위험 관리 등에 대한 분석, 정책대응 과제가 구체적으로 마련될 필요가 있다고 판단됨
평가자 H	- 동해·삼척 간 클러스터 연계성, 기체수소 공급 여부가 사업의 경제성에 미치는 영향, 민간투자 의지, 전담기관 신설과 관련된 강원도의 의지를 고려할 필요가 있음 - 가스공사 기체수소 공급 시 본 사업에서 액화수소 생산 후 저장·운송함에 있어 민간투자 비중이 높은 점을 고려하여 사업의 안정적 진행 가능성을 고려할 필요가 있음
평가자 I	- 본 사업은 수소액화플랜트에서 많은 편익이 발생할 것이라고 분석하고 있으나 실제 액화수소 수요의 규모는 신뢰성 있는 예측으로 보기는 어려워 본 사업의 수익성이 불확실하며, 해당 분야에 대한 정부의 수요 확대 지원에 시간이 오래 걸릴 수 있음 - 또한, 사업의 전제조건인 기체수소 생산시설의 불확실성이 존재함. 다만, 미래 신 산업인 수소의 저장·운송 기술 발달과 상용화, 해당 지역 경제 활성화에는 긍정적 기여는 있을 것으로 판단됨
평가자 J	- 수소 산업 기반의 불확실성은 존재하나 지역 경쟁력과 국가 경쟁력을 위하여 이루어져야 할 사업임 - 단, 수소 산업 기반의 불확실성으로 아직 조성되지 않은 주관기관과 민자 유치의 안정성이 확보되지 않는다면 이를 위한 대안 모색이 필요함