

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

대청댐 광역 노후관 개량사업

대청댐 광역 노후관 개량사업

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

대청댐 광역 노후관 개량사업

kipf 한국조세재정연구원

(30147) 세종특별자치시 시청대로 336
TEL 044-414-2114 | FAX 044-414-2179
www.kipf.re.kr

kipf 한국조세재정연구원

kipf 한국조세재정연구원
정부투자분석센터

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

대청댐 광역 노후관 개량사업

제 출 문

기획재정부 장관 귀하

본 보고서를 귀 기획재정부가 의뢰한 『대청댐 광역 노후관 개량사업』의 사업
계획 적정성 검토 최종보고서로 제출합니다.

2021. 8.

한국조세재정연구원 원장 김 재 진

— < 연구진 > —

■ 「대청댐 광역 노후관 개량사업」 사업계획 적정성 검토

한국조세재정연구원 연구진:	허경선 선임연구위원(연구총괄) 김종혁 선임연구위원 장광남 선임연구위원
외부 연구진 :	이용우 (주)위드엔지니어링 상무 장영섭 (주)위드엔지니어링 이사
내부 검토위원 :	원종학 선임연구위원
검토위원 :	현인환 단국대학교 명예교수 구자용 서울시립대학교 교수

목 차

요약	1
제 I 장 사업계획 적정성 검토의 개요	83
제1절 사업의 목적 및 기대효과	83
제2절 사업의 추진 근거 및 경위	83
1. 사업의 추진 근거	83
2. 사업의 추진경위	85
제3절 사업의 개요	86
1. 사업의 주요 내용	86
2. 사업의 추진 체계	88
3. 사전용역 수행 결과	88
제4절 사업계획 적정성 검토의 배경 및 주요내용	89
1. 사업계획 적정성 검토의 배경	89
2. 사업계획 적정성 검토의 주요 내용	89
제 II 장 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점	92
제1절 기초자료 분석	92
1. 사업대상지 현황	92
제2절 상위 및 관련계획 검토	98
1. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 고시(국토교통부, 2015)	98
제3절 조사의 주요 쟁점	100
1. 기술적 검토 관련 쟁점	100
2. 비용 추정 관련 쟁점	102

제Ⅲ장 기술성 분석	103
제1절 주요 사업내용 검토	103
1. 개요	103
2. 노후관 개량	105
3. 대체관로 신설	110
제2절 노후관 개량계획	112
1. 노후관 개량 시행 기준	112
2. 노후관 개량 대상 선정	114
3. 노후관 개량공법 선정	127
제3절 대체관로 계획	137
1. 대체관로 시행 기준	137
2. 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토	141
제Ⅳ장 비용 추정	166
제1절 비용추정의 개요	166
1. 검토 개요	166
2. 비용추정을 위한 시설 계획 검토	167
제2절 총사업비 추정	170
1. 공사비 추정	170
2. 용지보상비 추정	189
3. 시설부대경비 추정	193
4. 예비비 추정	194
5. 총사업비 집계	194
6. 총사업비의 연차별 배분계획	195
제3절 경상운영비 추정	196
1. 인건비	196

2. 전력비	196
3. 유지수선비	197
4. 일반관리비	197
5. 경상운영비 총괄	197
제4절 비용추정 결과 종합	198
제V장 정책성 분석	199
제1절 정책성 분석의 체계	199
제2절 사업추진여건	200
1. 관련 정책 및 계획과의 일치성 등 내부여건	200
2. 지역주민 사업 수용성 등 외부여건	204
제3절 정책효과 검토	207
제4절 사업 특수평가항목 검토	207
1. 자원조달 가능성	207
제VI장 지역균형발전 분석	214
제1절 지역낙후도	214
1. 개요	214
2. 지역낙후도 산정 및 지표	214
3. 지역낙후도 분석 결과	217
제2절 지역경제파급효과	219
1. 지역간 산업연관모형(IRIO)의 개요	219
2. 한국은행 지역간 산업연관모형의 개요	219
3. 건설 등 세부문별 분석방법	223
4. 지역경제 파급효과 분석을 위한 유발계수	226
5. 지역경제 파급효과 분석 결과	234

제1장 종합평가 및 정책 제언	239
제1절 종합평가	239
제2절 정책제언	242
참고문헌	244
부록	246

표 목차

〈표 I-1〉 사업의 추진 근거: 「수도법」 제4조	84
〈표 I-2〉 국고지원 요건: 「수도법」 제75조, 「수자원공사법」 제36조 및 동법 시행령 제38조	84
〈표 I-3〉 사업의 추진 경위	85
〈표 I-4〉 자원분담 주체별 자원조달계획	87
〈표 I-5〉 사업계획서상 총사업비(자원분담 주체별)	87
〈표 I-6〉 사업계획서상 총사업비 구분(용도별, 세부)	87
〈표 I-7〉 예비타당성조사 면제 요건: 「국가재정법」 제38조, 「예비타당성조사 운용지침」 제20조	89
〈표 II-1〉 대청댐계통 광역상수도 시설물 연혁	93
〈표 II-2〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관로 현황	95
〈표 II-3〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장	98
〈표 II-4〉 「2025 수도정비기본계획(광역 및 공업) 변경」의 관로 안정화계획	99
〈표 III-1〉 기관별 노후도의 정의	106
〈표 III-2〉 노후관 개량공법 선정	108
〈표 III-3〉 간접평가와 직접평가의 평가등급 비교	109
〈표 III-4〉 노후관 대체관로 계획	111
〈표 III-5〉 상수도 시설물의 내용연수	112
〈표 III-6〉 특·광역시 노후관로 선정기준	113
〈표 III-7〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 매설연수별 관로 현황	115
〈표 III-8〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관종별 관로 현황	115
〈표 III-9〉 최근 5년간 관로사고 유발인자	116
〈표 III-10〉 최근 5년간 경과연수별 관로사고 현황	117

〈표 Ⅲ-11〉 최근 5년간 관종별 사고 현황	117
〈표 Ⅲ-12〉 대청댐(1) 관로사고 현황	118
〈표 Ⅲ-13〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장	119
〈표 Ⅲ-14〉 구간별 관로연장 및 개량연장 검토 결과	120
〈표 Ⅲ-15〉 노후관 상태평가 등급 기준 및 개량공법(안)	121
〈표 Ⅲ-16〉 수도권(Ⅰ) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법	122
〈표 Ⅲ-17〉 수도권(Ⅱ) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법	122
〈표 Ⅲ-18〉 금강 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법	123
〈표 Ⅲ-19〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 구간별 개량방안	124
〈표 Ⅲ-20〉 관세척 공식 검토	127
〈표 Ⅲ-21〉 관세척 공법비교(1)	128
〈표 Ⅲ-22〉 관세척 공법비교(2)	128
〈표 Ⅲ-23〉 관 갱생공법 현황	129
〈표 Ⅲ-24〉 관 갱생공법 시공실적	130
〈표 Ⅲ-25〉 RIR 공정도	131
〈표 Ⅲ-26〉 HSLs 공정도	133
〈표 Ⅲ-27〉 SCSL 공정도	135
〈표 Ⅲ-28〉 노후관 대체관로 계획 수립 기준	137
〈표 Ⅲ-29〉 관경별 적용 유속계수	142
〈표 Ⅲ-30〉 국내·외 문헌 및 시설기준의 유속계수 검토	142
〈표 Ⅲ-31〉 국내 상수도 사업 시 C값 적용 사례	143
〈표 Ⅲ-32〉 대청댐 광역상수도 시설용량 및 수요량	145
〈표 Ⅲ-33〉 대청댐 광역상수도 용수배분량(2025년 수도정비기본계획)	145
〈표 Ⅲ-34〉 대청댐 광역상수도(청주계통) 공업용수(침전수)	145
〈표 Ⅲ-35〉 대청댐 광역상수도(천안계통) 공업용수(침전수)	146
〈표 Ⅲ-36〉 대청댐 광역상수도(청주계통) 정수	146

〈표 Ⅲ-37〉 대청댐 광역상수도(천안계통) 정수	147
〈표 Ⅲ-38〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 구간 설정 및 판단 기준	148
〈표 Ⅲ-39〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(사업 전)	150
〈표 Ⅲ-40〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	151
〈표 Ⅲ-41〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	152
〈표 Ⅲ-42〉 청주정수장~소정원수연계 구간 수리계산 결과(사업 전)	153
〈표 Ⅲ-43〉 청주정수장~소정원수연계 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	154
〈표 Ⅲ-44〉 청주계통 공업용수 구간 수리계산 결과(사업 전)	155
〈표 Ⅲ-45〉 청주계통 공업용수 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	156
〈표 Ⅲ-46〉 천안계통 공업용수 구간 수리계산 결과(사업 전)	157
〈표 Ⅲ-47〉 천안계통 공업용수 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	157
〈표 Ⅲ-48〉 청주계통 정수구간 수리계산 결과(사업 전)	158
〈표 Ⅲ-49〉 청주계통 정수구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	158
〈표 Ⅲ-50〉 천안계통 정수구간 수리계산 결과(사업 전)	159
〈표 Ⅲ-51〉 천안계통 정수구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	160
〈표 Ⅲ-52〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 결과	161
〈표 Ⅲ-53〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 대체관로 연장	162
〈표 Ⅲ-54〉 사업물량 비교	164
〈표 Ⅳ-1〉 비용추정을 위한 시설계획	168
〈표 Ⅳ-2〉 관세척공사 단가(품셈기준)	170
〈표 Ⅳ-3〉 관세척공사 단가(업체별 견적가)	171
〈표 Ⅳ-4〉 관세척공사 단가비교 결과	171
〈표 Ⅳ-5〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 실시설계)	172
〈표 Ⅳ-6〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 사업계획 적정성 검토)	172
〈표 Ⅳ-7〉 비구조적 갱생공사 단가(전략계획수립)	173

〈표 IV-8〉 비구조적 갱생공사 단가비교 결과	174
〈표 IV-9〉 대체관로공사비(광양1단계 실시설계)	175
〈표 IV-10〉 대체관로공사비(2025 수도정비기본계획(변경))	176
〈표 IV-11〉 대체관로공사비(전략계획 수립)	177
〈표 IV-12〉 대체관로공사비 비교검토 결과	178
〈표 IV-13〉 검토안 표준단가 산정기준	178
〈표 IV-14〉 대체관로 관경별 표준단가 산정결과(검토안 적용)	179
〈표 IV-15〉 밸브개량 단가 산정결과(검토안, 대안 적용)	180
〈표 IV-16〉 관세척공사비(검토안)	181
〈표 IV-17〉 관갱생공사비(검토안)	181
〈표 IV-18〉 관로공사비(검토안)	182
〈표 IV-19〉 관로추진공사비(검토안)	182
〈표 IV-20〉 TIE시설공사비(검토안)	183
〈표 IV-21〉 전기방식공사비(검토안)	183
〈표 IV-22〉 밸브개량공사비(검토안)	184
〈표 IV-23〉 공사비 집계(검토안)	184
〈표 IV-24〉 관갱생공사비(대안)	185
〈표 IV-25〉 관로공사비(대안)	185
〈표 IV-26〉 관로추진공사비(대안)	186
〈표 IV-27〉 TIE시설공사비(대안)	186
〈표 IV-28〉 전기방식공사비(대안)	186
〈표 IV-29〉 밸브개량 공사비(대안)	187
〈표 IV-30〉 공사비 집계(대안)	187
〈표 IV-31〉 공사비 추정결과	188
〈표 IV-32〉 보상면적 산정	189
〈표 IV-33〉 용도지역 및 이용상황별 보상배율	190

〈표 IV-34〉 토지보상비 대비 지장물 및 기타보상비 배율	190
〈표 IV-35〉 표준지 평균 공시지가(세종)	191
〈표 IV-36〉 표준지 평균 공시지가(충북)	191
〈표 IV-37〉 표준지 평균 공시지가(충남)	191
〈표 IV-38〉 검토안 보상비 산정	192
〈표 IV-39〉 대안 보상비 산정	192
〈표 IV-40〉 시설부대경비 산정(검토안)	193
〈표 IV-41〉 시설부대경비 산정(대안)	194
〈표 IV-42〉 시설부대경비 산정결과	194
〈표 IV-43〉 총사업비 산정결과	195
〈표 IV-44〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)	195
〈표 IV-45〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)	196
〈표 IV-46〉 수자원사업의 부문별 내용연수	197
〈표 IV-47〉 경상운영비(유지수선비) 산정	198
〈표 IV-48〉 총사업비 추정결과	198
〈표 IV-49〉 경상운영비(유지수선비) 산정	198
〈표 V-1〉 정책성 분석 평가 항목	199
〈표 V-2〉 사업의 추진 경위	204
〈표 V-3〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)	208
〈표 V-4〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)	208
〈표 V-5〉 상수도시설의 자원부담 비율	209
〈표 V-6〉 『2020~2024 국가재정운용계획』의 분야별 자원배분 계획	210
〈표 V-7〉 SOC 분야 지출 전망(국가재정운용계획)	211
〈표 V-8〉 한국수자원공사 요약재무상태표	212
〈표 V-9〉 한국수자원공사 요약연결포괄손익계산서	212

〈표 V-10〉 한국수자원공사의 중장기 재무전망('20~'24)	213
〈표 VI-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요	215
〈표 VI-2〉 지역낙후도지수 산정을 위한 지표 간 가중치	216
〈표 VI-3〉 시·도별 지역낙후도 지표별 순위	217
〈표 VI-4〉 사업지역의 지역낙후도지수 및 순위	218
〈표 VI-5〉 지역내 산업연관표의 기본구조	221
〈표 VI-6〉 지역간 산업연관표(IRIO)의 기본구조	222
〈표 VI-7〉 세분류가 필요한 부문	224
〈표 VI-8〉 IRIO 분석에 사용된 투자비 내역	235
〈표 VI-9〉 지역경제 파급효과(검토안)	236
〈표 VI-10〉 지역경제 파급효과(대안)	237
〈표 VI-11〉 지역경제 활성화 효과	238
〈표 VII-1〉 대청댐 광역 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표	242

그림 목차

[그림 I -1] 대청댐 광역상수도 노후관 개량사업 계획 평면도	86
[그림 I -2] 수자원부문사업 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도	91
[그림 II -1] 대청댐계통 광역상수도 현황도(1, 2, 3단계)	93
[그림 II -2] 대청댐계통 광역상수도 용수 공급계통도	94
[그림 III -1] 기술적 분석을 위한 플로우 차트	105
[그림 III -2] 노후관 개량공법의 분류	106
[그림 III -3] 노후관로 사고율 곡선	109
[그림 III -4] 관로 유지관리 사이클	110
[그림 III -5] 대청댐계통 광역상수도 관로 현황	114
[그림 III -6] 대청댐계통 광역상수도(I) 대체관로 신설 계획	138
[그림 III -7] 경제적 관경 선정 모식도	144
[그림 III -8] 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리계산 모식도(2025년 일최대 수요량 기준)	149
[그림 III -9] 청주정수장~소정원수연계구간 모식도	152
[그림 IV -1] 비용구성도	166
[그림 VI -1] 산업연관분석 유발효과의 개념	231

제 I 장 사업계획 적정성 검토의 개요

1. 사업의 목적 및 기대효과

□ 사업의 목적

- 본 사업은 청주시, 천안시, 아산시, 세종시 등 4개 지자체에 생활용수를 공급하는 대청댐 광역상수도 노후관을 개량함으로써, 수도물 공급중단 및 수질 이상 등 수도사고 예방과 안정적인 용수 공급을 도모하는 사업임
 - 관로 노후화(1987년 매설·준공, 34년 경과)로 인한 사고 발생 시 용수 공급이 불가능하여 막대한 사회·경제적 피해가 예상되므로 적기에 노후관 개량을 시행함으로써 안정적인 용수 공급 도모

□ 사업의 기대효과

- 광역상수도 노후관로 적기 개량으로 시설물 수명연장 및 관로 사고 발생 위험도 저감, 국가 주요 산단 용수 공급의 안정성 제고
- 기존 관로 재사용 및 수명연장 신(新)건설공법 도입으로 신규 관로 대체 및 사업비 절감
- 물에 대한 국민의 안정성 및 신뢰성 제고

2. 사업의 추진 근거 및 경위

□ 추진 근거

- 본 사업의 추진 근거는 「수도법」 제4조(수도정비계획의 수립) 및 이에 따라 2015년 8월에 수립된 「2025 수도정비계획(광역상수도 및 공업용수도)」임

〈표 1〉 사업의 추진 근거: 「수도법」 제4조

「수도법」(법률 제17326호)[시행 2020. 11. 27.]

제4조(수도정비계획의 수립) ① 환경부장관과 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 일반수도 및 공업용수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 10년마다 다음 각 호에 따라 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획(이하 “수도정비기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.

1. 환경부장관의 경우에는 국가나 한국수자원공사가 설치·관리하는 광역상수도 및 공업용수도에 관한 수도정비기본계획의 수립
2. 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)의 경우에는 그 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시·군이 설치·관리하는 일반수도 및 공업용수도에 관한 수도정비기본계획의 수립

② 환경부장관은 제1항 제1호에 따라 수도정비기본계획을 수립하려면 시·도지사의 의견을 들은 후 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다. 수립된 수도정비기본계획을 변경(대통령령으로 정하는 경미한 사항의 변경은 제외한다)하려는 경우에도 또한 같다.

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)

□ 국고지원 요건

- 「수도법」 제75조(국고 보조 등), 「수자원공사법」 제36조 및 동법 시행령 제38조에 의거 국고지원 요건을 갖춘

〈표 2〉 국고지원 요건: 「수도법」 제75조, 「수자원공사법」 제36조 및 동법 시행령 제38조

「수도법」(법률 제17326호)[시행 2020. 11. 27.]

제75조(국고 보조 등) 국가는 수도사업자에게 수도사업에 필요한 비용을 보조하거나 융자할 수 있다. 다만, 지방자치단체인 수도사업자가 수도시설을 설치하거나 낡은 수도시설을 개량하는 경우 또는 해수담수화시설을 운영하는 경우에는 그 지방자치단체의 재정자립도 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 비용의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다.

「한국수자원공사법」(법률 제17180호)[시행 2020. 10. 1.]

제36조(교부금) 국가는 수자원개발시설의 신축·개축비용, 그 밖에 수자원개발시설의 관리에 필요한 비용 중 홍수조절에 관한 비용 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 비용을 공사에 지급할 수 있다.

「한국수자원공사법 시행령」(대통령령 제31073호)[시행 2020. 10. 1.]

제38조(교부금의 범위 등) 법 제36조에서 “대통령령으로 정하는 비용”이란 관개용수(灌溉用水)시설, 생활용수시설 및 공업용수시설 등의 신축·개축이나 그 밖의 관리에 관한 비용 중 환경부장관이 정하는 비용을 말한다.

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)

□ 예비타당성조사 면제 사유

- 「국가재정법」 제38조 제2항 제5호에서 규정하는 ‘도로 유지보수, 노후 상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업’에 해당하여 예비타당성조사 면제사업으로 선정됨

〈표 3〉 예비타당성조사 면제 사유: 「국가재정법」 제38조

<p>「국가재정법」(법률 제17344호)[시행 2020. 12. 10.]</p> <p>제38조(예비타당성조사) ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업은 대통령령으로 정하는 절차에 따라 예비타당성조사 대상에서 제외한다.</p> <p>5. 도로 유지보수, 노후 상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업</p>
--

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)

□ 추진 경위

- 본 사업은 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)」 수립 이후, 정밀안전진단용역 및 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립용역을 거쳤으며, 2020년 8월 예비타당성조사 면제사업으로 선정되었음

〈표 4〉 사업의 추진 경위

연월	내용
2009. 05.	노후관 개량 및 증장기 투자계획 수립(한국수자원공사)
2009. 12.	「2025 수도정비기본계획」에 반영(국토해양부)
2011. 09.	광역 및 공업용수도 안정화사업 추진 계획 수립(한국수자원공사)
2014. 12.	『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』, 국토교통부, '14. 12. 발간
2015. 08.	「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경, 고시(국토교통부)
2016. 06.	대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단 시행
2018. 04.	수도시설 안정화사업 전략적 추진방안 수립 ¹⁾
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 ²⁾
2020. 08.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 예비타당성조사 면제사업으로 선정
2020. 09	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립

주: 1) 안정화 사업 관련 제반기준을 정립하고, 정확한 조사 등을 통해 사업계획 재수립 후 적기 추진을 위한 효율적인 추진방안 마련

2) 관노후도 직접조사 시행, 사업물량 및 사업비 재산정

출처: 대청댐 광역 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

3. 사업의 개요

가. 사업의 주요 내용

- 사업위치: 대청댐(취수원), 청주시, 세종시, 천안시, 아산시(급수지역)
- 사업규모: 대청댐 광역상수도 1단계 노후관
 - 시설용량: 250천㎥/일
 - 사업구간: 노후관 개량 66.0km, 대체관로 66.7km
- 사업기간: 2021~2027년(7년)

[그림 1] 대청댐 광역상수도 노후관 개량사업 계획 평면도



출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

4 • 대청댐 광역 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토

□ 사업수행주체: 환경부, 한국수자원공사

○ 주관부처: 환경부

○ 운영주체: 한국수자원공사

□ 총사업비: 2,622억원

○ 국고: 787억원

○ 한국수자원공사: 1,835억원

□ 재원분담 및 국고지원비율

○ 재원분담: 국가, 한국수자원공사

○ 국고지원비율(회계구분): 국고 30%, 한국수자원공사 70%

○ 시설운영비 총당방식: 수도요금에 의한 운영비 회수

〈표 5〉 재원분담 주체별 재원조달계획

(단위: 억원)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	계
정부	11	35	35	176	176	177	177	787
한국수자원공사	25	83	83	411	411	411	411	1,835
계	36	118	118	587	587	588	588	2,622

출처: 2020년도 2차 예비타당성조사 면제 요구서, 2020. 8. 27.

나. 사업의 추진 체계

□ 사업수행주체

○ 주관부처: 환경부

○ 지자체·기관: 한국수자원공사(공공기관)

□ 사업운영주체

○ 운영주체: 한국수자원공사

○ 운영계획: 한국수자원공사 자체 인력을 활용하여 시설 운영 및 유지관리 시행

- 운영재원 규모추정 및 조달계획: 사업 준공 후 「한국수자원공사법」 제4조에 따라 ‘수도시설관리권’을 국가로부터 출자받아 수도시설을 유지·관리하고 수도요금을 징수
- 재산권: 환경부, 시설운영권: 한국수자원공사
- 소요 인력: 한국수자원공사의 가용인력을 활용하고 필요시 관련부서와 협의를 거쳐 소요인력을 확보하여 사업 추진

다. 사전용역 수행 결과

□ 대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단용역

- 조사기관: 한국시설안전공단
- 조사기간: 2016. 6.
- 용역결과: 관로시설의 종합평가등급은 C등급으로서 관로의 갱생·개량·복선화 등이 필요한 것으로 조사됨
- C등급(보통): 주요 부재에 경미하거나 광범위한 결함 발생으로 내구성, 기능성 저하 방지를 위해 보수·보강이 필요한 상태

□ 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립

- 조사기관: 한국수자원공사
- 조사기간: 2018. 8.~2020. 11.
- 용역결과: 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 조사 결과에 따르면 전체 강관의 약 85%가 III등급으로 관로의 갱생이 필요하며, 또한 전체 주철관의 약 70%가 II등급으로 세척이 필요한 상태임
- III등급(강관): 노후화가 상당히 진행되어 내연 도장재 박리비율이 10% 이상으로 갱생이 필요한 상태
- II등급(주철관): 노후화가 진행 중으로 수질에 영향을 줄 수 있으므로 세척이 필요한 상태

제II장 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

1. 기초자료 분석

가. 사업대상지 현황

□ 시설개요 및 연혁

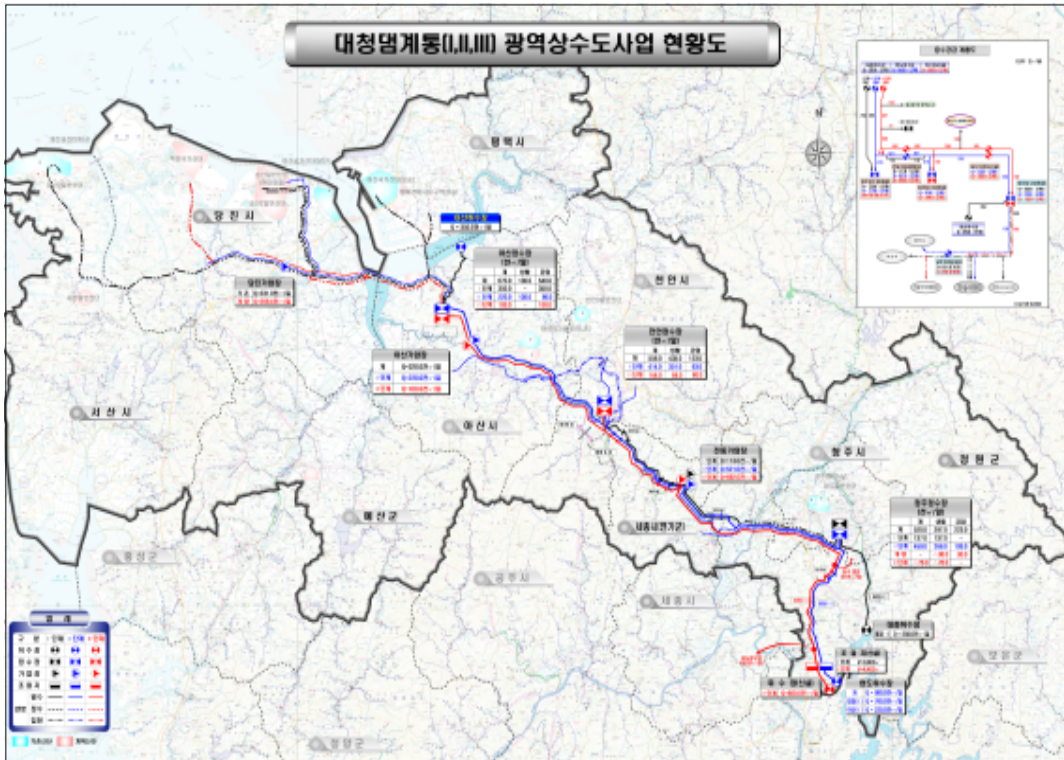
- 대청댐계통 광역상수도는 대청댐을 수원으로 하여, 충북 청주시 및 (구)청원군, 충남 천안시 및 아산시, 세종시 일원에 용수를 공급하기 위한 시설임
- 1단계 시설은 총 250,000m³/일 규모로 1987년 12월에 준공되어 운영되고 있음
- 2단계 시설은 용수 공급 지역에 대한 안정적인 용수 공급을 위하여 2003년 12월에 총 980,000m³/일 규모로 준공됨
- 3단계 시설은 2014년에 착공하여 공사 중에 있음(총 853,000m³/일 규모)
- 대청댐계통 광역상수도 1단계 시설은 당초 용수 공급 지역에 생활용수를 공급하였으나, 용수 공급 지역의 사용용도(원수, 공업용수, 생활용수)에 따라 용수 공급체계가 변경되면서 1단계와 2단계 시설이 통합적으로 운영되고 있음
- 이 중 1단계 시설이 금회 대청댐 광역상수도 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 대상으로 들어옴

〈표 6〉 대청댐계통 광역상수도 시설물 연혁

기간	내용
1980. 11.~1985. 03.	조사 및 설계
1984. 12.~1987. 12.	시설공사
1987. 12. 01.	1단계 시설 준공
1988. 01. 01.	시설인수, 청주사무소 개설
1996. 10. 26.	2단계 공사 개시
1998. 01. 01.	1단계 시설증설(40,000m ³ /일)
2003. 12.	2단계 사업 준공
2014. 03.	3단계 공사 개시

출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

[그림 2] 대청댐계통 광역상수도 현황도(1, 2, 3단계)



출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

□ 용수 공급 현황

- 『2025 수도정비기본계획(광역/공업)』에 따른 대청댐계통 광역상수도 용수 배분량은 <표 7>과 같음

<표 7> 대청댐계통 광역상수도 용수 배분량

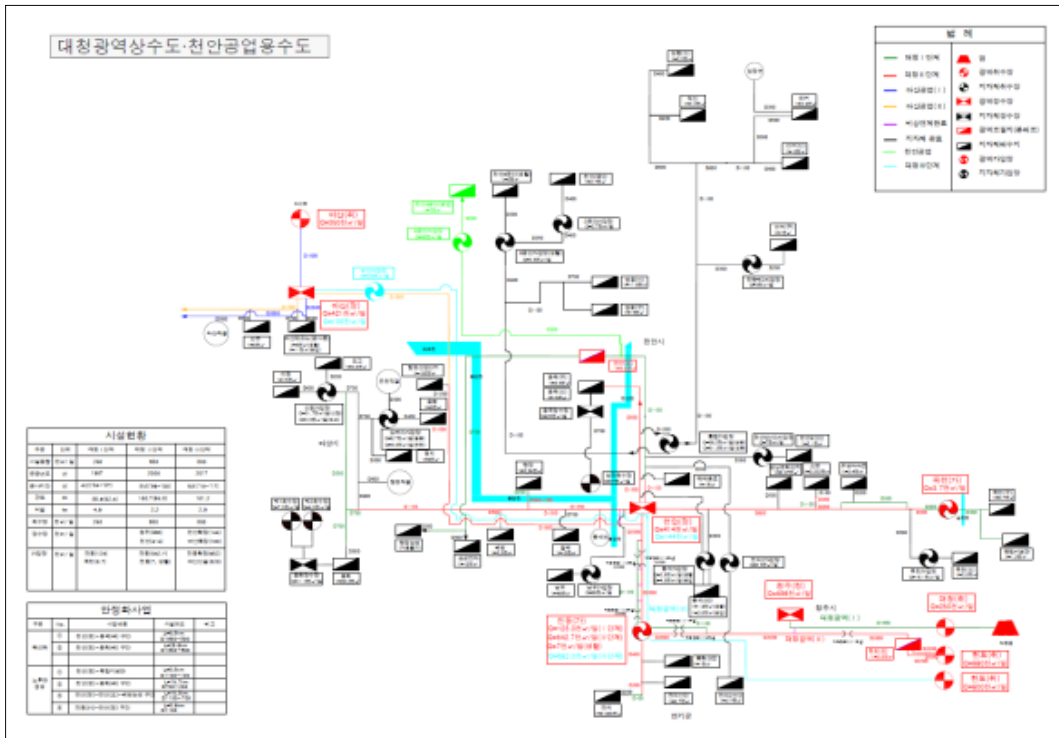
(단위: m³/일)

구분	합계	청주(정)	충남중부권	청주시(원수)	천안(정)	아산(정)	아산(정)
배분량 (m ³ /일)	2,030,000	520,000	163,000	31,000	558,000	438,000	320,000

주: 아산(정) 수요량 변경(438천m³/일 → 아산(정) 275천m³/일, 충남서부권 96천m³/일, 예비량 67천m³/일)

출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

[그림 3] 대청댐계통 광역상수도 용수 공급계통도



출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

□ 관로시설 현황

- 금회 사업대상 지역인 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관로는 원수, 공업용수, 생활용수로 사용 중에 있으며, 검토대상 연장은 전체 구간인 대청취수장에서 천안시(신창분기)까지 약 87.3km임
- 관경은 D100mm~D1,650mm(터널 제외), 주요 관종은 도복장 강관(SP), 덕타일 주철관(DCIP)이며, 4개의 수로터널(약 4.6km)이 있음

〈표 8〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관로 현황

구간	STA.NO	관종	관경(mm)	수종	길이(m)	최종연도 (개량)
합계					87,304	
대청취수탑 - 대청(취)	소계				1,909	
	0+0~46+9	터널(TNL)	4,400	원수	1,849	1987
	46+9~47+29		2,100	원수	60	1987
대청(취) - 청주(정)	소계				10,523	
	0+0~13+0	SP	1,650	원수	520	1987
	13+0~15+57	SP	1,650	원수	137	2010
	16+19~88+32	SP	1,650	원수	2,893	1987
	88+32~95+38	SP	1,650	원수	286	2014
	96+17~224+28	SP	1,650	원수	5,131	1987
	224+28~263+24	SP	1,650	원수	1,556	1987
청주(정) - 전동(가)	소계				19,147	
	0+0~22+9	SP	1,650	침전수	889	1987
	22+9~136+5	SP	1,200	침전수	4,556	1987
	136+5~154+5	SP	1,200	침전수	720	2013
	151+39~156+35	SP	1,200	침전수	196	1987
	156+35~218+5	SP	1,200	침전수	2,450	2019
	218+5~287+23	SP	1,200	침전수	2,778	1987
	345+20~364+39	SP	1,100	원수	779	1987
	364+39~382+21	터널(TNL)	2,000	원수	702	1987
	382+21~390+35	SP	1,100	원수	334	1987
	390+35~394+38	SP	1,100	원수	163	2019
	394+38~397+25	SP	1,100	원수	107	1987
	397+25~398+37	SP	1,100	원수	52	2019
	398+37~534+18	SP	1,100	원수	5,421	1987
조치원분기	소계				3,803	
	0+0~36+34	DCIP	350	정수	1,474	2016
	60+31~115+36	DCIP	350	정수	2,329	1987

〈표 8〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경(mm)	수종	길이(m)	최종연도 (개량)
전동(가) - 소정원수연계	소계	-	-	-	10,406	-
	0+0~8+19	SP	1,100	원수	339	1987
	8+19~26+4	터널(TNL)	2,000	원수	705	1987
	26+4~192+30	SP	1,100	원수	6,666	1987
	192+30~225+22	터널(TNL)	2,000	원수	1,312	1987
	225+22~229+36	SP	1,100	원수	174	1987
	229+36~235+7	SP	1,100	원수	211	2011
	235+7~260+6	SP	1,100	원수	999	1987
소정원수 - 정수연계	소계	-	-	-	2,095	-
	260+6~312+23	SP	1,100	정수	2,095	1987
전의분기	소계	-	-	-	570	-
	0+33~15+3	DCIP	100	정수	570	1987
소정분기	소계	-	-	-	876	-
	0+0~21+36	DCIP	200	정수	876	2006
목천침전수연계- 천안(조)	소계	-	-	-	8,124	-
	312+23~419+6	SP	1,100	침전수	4,263	1987
	419+6~426+37	SP	1,100	침전수	311	2009
	426+37~429+23	SP	1,100	침전수	231	1987
	429+23~468+18	SP	1,100	침전수	1,555	2007
	468+18~501+31	SP	1,100	침전수	1,484	1987
	501+31~507+12	SP	1,100	침전수	221	2004
	508+20~509+39	SP	1,100	침전수	59	1987
독립기념관분기- 목천(가)	소계	-	-	-	1,401	-
	0+0~0+35	DCIP	400	정수	35	1987
	0+35~1+1	DCIP	350	정수	6	1987
	1+1~44+6	DCIP	300	정수	1,360	1987
목천(가) - 독립기념관	소계	-	-	-	4,272	-
	0+0~51+24	DCIP	300	정수	2,064	1987
	51+24~58+14	DCIP	300	정수	270	2010
	58+14~106+32	DCIP	300	정수	1,938	1987
천안(조) - 용화(정)	소계	-	-	-	6,123	-
	0+0~77+5	DCIP	700	침전수	3,085	1987
	77+5~153+3	DCIP	700	침전수	3,038	2009

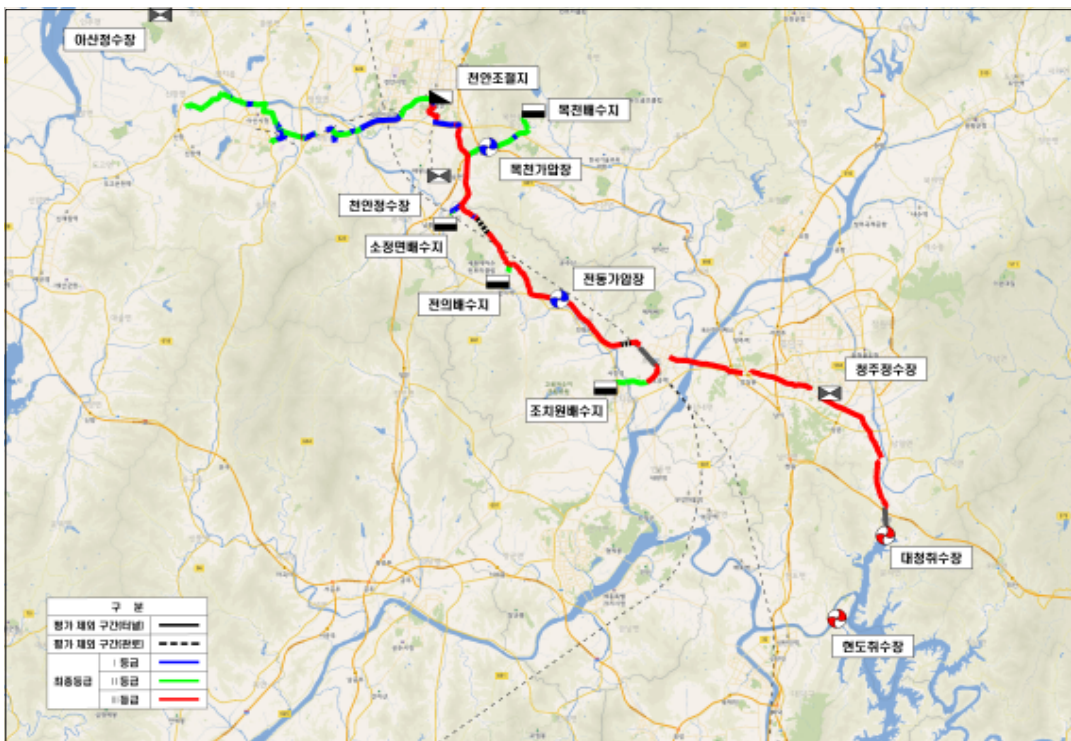
〈표 8〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경(mm)	수종	길이(m)	최종연도 (개량)
천안(조) - 용화(정)연계	소계				7,737	
	153+3~155+26	DCIP	700	침전수	103	2009
	155+26~166+23	DCIP	700	침전수	437	1987
	166+23~175+17	DCIP	700	침전수	354	2009
	175+17~212+6	DCIP	700	침전수	1,469	1987
	212+6~242+1	DCIP	700	침전수	1,193	2009
	242+1~244+11	DCIP	700	정수	90	1987
	244+11~264+32	SP	700	정수	823	2005
	265+19~269+16	DCIP	700	정수	157	1987
	269+16~271+39	DCIP	700	정수	197	2012
	271+29~305+36	DCIP	700	정수	1,384	1987
	305+36~310+13	DCIP	700	정수	214	2015
	310+13~310+24	DCIP	700	정수	11	1987
	310+24~324+289	SP	700	정수	823	2005
	325+20~333+9	DCIP	700	정수	309	1987
333+9~337+22	DCIP	500	정수	173	1987	
배방분기	소계				682	
	0+0~0+29	DCIP	300	침전수	29	1987
	0+31~15+118	DCIP	500	침전수	653	2006
신창분기	소계				9,636	
	0+0~8+72	DCIP	250	정수	387	2015
	9+27~13+4	DCIP	250	정수	137	1987
	13+4~23+25	DCIP	250	정수	416	2004
	23+25~99+27	DCIP	250	정수	3,042	1987
	99+27~111+29	DCIP	250	정수	486	2004
	111+29~142+32	DCIP	250	정수	1,243	1987
	142+32~144+14	SP	250	정수	62	2004
	144+14~240+37	DCIP	250	정수	3,863	1987

출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

- 이 가운데 관 상태 평가 결과 I 등급 관로(약 17.9km)와 터널구간(약 4.6km)을 제외한 약 64.8km 구간을 정비대상으로 선정하였음
 - III등급 약 41.3km 구간은 갱생 작업, II등급 약 23.5km 세척 작업의 방식으로 노후관 개량 실시
 - 개량기간 동안 정상적 용수 공급이 불가능한 구간은 대체관로 설치를 계획
 - 사업계획서에서 제시한 개량 대상 물량에 비해 세척구간은 1.0km, 갱생구간은 0.2km 감소하였음

[그림 4] 대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 대상구간 현황



출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

<표 9> 대청댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장

(단위: km)

구분	사업계획서	검토안	비고
개량연장	66.0	64.8	(감) 1.2
세척연장	24.5	23.5	(감) 1.0
갱생연장	41.5	41.3	(감) 0.2

출처: 환경부, 「에비타당성조사 면제요구서」
한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

2. 상위 및 관련 계획 검토

가. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015)

□ 의의

- 광역상수도 및 공업용수도 관련 최상위 계획
- 기후변화 및 물 부족 시대에 대비한 정책방향 제시
- 국민의 삶의 질 향상 및 산업기반시설 지원

□ 목적 및 필요성

- 수도시설 사고, 시설 고령화 등 위험요소에 대응하기 위해 안정적이고 안전한 물 공급 시스템 구축방안을 검토하고 이를 실현하기 위한 중장기 계획을 수립하고자 함
- 중단 없는 수도물 공급시스템 구축과 합리적인 투자방안 수립
 - 노후화된 관로시설은 사고를 유발하고, 수도물에 대한 신뢰를 떨어뜨릴 수 있는 요인으로 작용하므로 적기 개량이 필요하며, 수도사고 발생 시에도 중단 없는 용수 공급을 위해 관로 복선화, 노후관 개량사업, 수도시설 간 비상연계 등이 필요함
 - 또한 계획 수립 시점의 투자비뿐만 아니라 장래 사고 발생 시 예상되는 피해영향 및 시설물의 안정적인 운영 측면까지 함께 고려하는 합리적인 투자방안 수립이 필요함

□ 기본 방향

- 도수관로부터 수용가까지 관로시설 사고 등으로 인한 비상시뿐만 아니라 평상시에도 안정적인 용수 공급이 가능하도록 관로시설에 대한 안정화 계획을 수립
- 노후관 개량계획은 관로시설의 간접평가 및 직접평가를 통해 개량 대상을 선정하였고 필요시 대체관로 계획을 포함
- 관로복선화 계획은 사고 시 단수가 발생하는 수용가를 분석하여 이에 대한 해소대책으로 관로복선화, 비상저류조 설치방안 등을 검토하여 가장 타당한 방안을 제시
- 또한 수도시설 간(광역-광역, 광역-지방) 연계방안 등을 검토하여 인접한 시설물 간에도 연계가 가능하도록 계획을 수립

□ 계획 개요

- 「2025 수도정비기본계획(2009. 12.)」 수립 이후 그간 변화된 여건을 반영하여 광역 상수도 및 공업용수도의 합리적인 개발계획과 효율적인 운영·관리를 위한 장기적인 비전 제시 및 종합계획 수립
- 계획 기간: 2015~2025년
- 목표 연도: 2025년(5년 단위, 2단계로 계획 수립)
- 관로시설에 대한 안정화계획에 소요되는 사업비는 총 2조 9,985억원으로 세부 내용은 <표 10>과 같음
- 이 중 노후관 개량사업은 금강북부권 포함 9개 권역에 대해 2030년까지 노후관 개량 885km(기시행 10km), 대체관로 342km(기시행 14km)를 계획하였으며, 2025년까지 노후관 개량은 752km, 대체관로는 291km에 대해 사업을 시행하는 것으로 계획하였음
 - 금강북부권은 노후도 평가결과를 반영하여 대청댐 I,II단계 광역상수도, 아산 I 단계 공업용수도, 보령댐 광역상수도 관로구간 129km(D100mm~D1,650mm)에 대해 개량사업을 시행하는 것으로 계획

〈표 10〉 「2025 수도정비기본계획(광역 및 공업)변경」의 관로 안정화계획

(단위: 억원)

구분		사업개요	사업비
계		-	29,985
노후관 개량		<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량: 752.2km(기시행 10.3km) • 대체관로: 291.4km(기시행 14.1km) 	14,749
관로 복선화등	소계	-	15,087
	관로복선화	<ul style="list-style-type: none"> • 관로복선화 531.8km(기시행 0.6km) • 비상저류조: 6개소 • 가압장: 3개소 	11,768
	수도시설 비상연계	• 광역-광역 2개소, 광역-지방 비상연계 7개소	2,224
	기타시설 안정화	• 가압시설 및 하천횡단 보강 등 취약시설	260
		• 터널복선화: 4.5km	374
	• 전기방식 및 유량계 개량	461	
관망 기술진단		• 48개소	149

주: 사업비는 기집행된 사업비를 제외한 2015~2025년까지의 사업비임
출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

3. 조사의 주요 쟁점

가. 기술적 검토 관련 쟁점

□ 시설 규모의 적정성 검토

- 적정 시설규모 검토를 위한 수요량
 - 사업계획: 2030 광역 전국수도정비 수요량 반영
 - 금회 검토: 2040 광역 전국수도정비 수요량이 고시될 경우 반영하러 하였으나, 조사 기간 내 고시가 어려울 것으로 판단되어 사업계획과 마찬가지로 2030 광역 전국수도정비 수요량을 사용(조사 이후 2040 수요량 고시에 따라 적정 시설규모가 달라질 수 있음을 주석으로 붙일 예정)
- 연계관로를 통한 무중단 공급 가능 시 대체관로 최소화
 - 대청 1, 2단계 관로가 원수와 정수를 이송함에 따라 대체관로 물량 변동
- 수리계산을 통한 대체관로 관경 최소화

□ 세척공사 시 대안 공법 제시

- 수공 측에서 제시한 고압수를 이용한 물세척 방식은(300mm 이상 관에 대한) 퇴수의 문제가 있으며, 세척 효과도 확실하지 않을 수 있음
- 해당 이슈를 해결할 4가지 공법을 발굴하였으며, 단가 견적을 받아본 결과 수공이 제안한 공법과 단가에서 큰 차이가 없음을 확인
- 이에 물을 적게 사용하면서도 퇴수가 용이한 4가지 공법을 대안으로 제시

□ 노후밸브실 개량공사를 반영한 검토안

- 당초 사업계획에는 포함되지 않았으나, 금회 사업계획의 적정성 검토에서는 노후관 개량사업 추진 시 수반될 것으로 예상되는 노후밸브실 개량공사비 등을 부대공사비로 추가 반영하여 비용추정을 위한 시설계획의 검토안으로 설정하여 검토

□ 세척구간을 사업계획에서 제외하는 대안 검토

- 최근 환경부에서는 「수도법」 제21조의2(상수관망의 관리)에 따라 상수관망시설 유지관리업무 세부기준을 수립하여 고시(시행일 2021년 2월 26일)

- 고시에 관세척에 대한 의무조항 신설 “관세척은 송수 및 배수관로에 대해 최초 매 설 후 매 10년 이내 1회 이상 시행해야 한다”
- 관세척은 상수관로의 안정성을 위한 기술적 관점에서는 반드시 필요한 사업으로 노후관의 수질개선 및 조도계수 향상에는 효과적이나, 노후관 개량사업의 목적 중 하나인 생애주기 향상 효과는 기술적으로 검증되지 않은 실정
- 세척공사는 노후관의 내구연한을 연장하기에는 부적합 사업으로 이번 사업 계획에서 세척 구간을 제외하는 방안을 비용추정을 위한 시설계획의 대안으로 제시
- 대안으로 사업추진 시 사업비는 절감되는 효과가 발생할 수 있으나, 향후 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 추가적인 갱생공사(세척구간 대체관로 포함)를 실시하여야 하므로 이를 고려한 최종적인 결정이 필요

나. 비용 추정 관련 쟁점

□ 공사비 단가 검토

- 갱생공사비
 - 적용 가능한 갱생공법 검토 및 실적단가/견적단가 비교검토
- 세척공사비
 - 사업계획에 적용한 물세척 시 폼셈공사비 재검토
 - 적용 가능한 세척공법 검토 및 실적단가/견적단가 비교검토
- 대체관로공사비
 - 사업계획에 적용한 기준연도 등 공사비 산정근거 재검토
 - 사업계획에 적용한 개략공사비 재검토

□ 용지보상비 검토

- 용지보상비 검토안
 - 기존 대청 1단계 관로와 병렬로 부설되는 것으로 가정하여 기존 수도부지 추가 매입하는 것으로 계획(광양 I 단계_B=3.0m, 기본구상_B=6.0~9.0m)
 - 각 지자체의 지목별 표준지와 공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정하여 적용
 - 용지보상비 산정 시 국공유지는 제외(기본구상_대체관로 49.1km중 8.7km 사유지로 A=60,114㎡ 용지보상 필요)

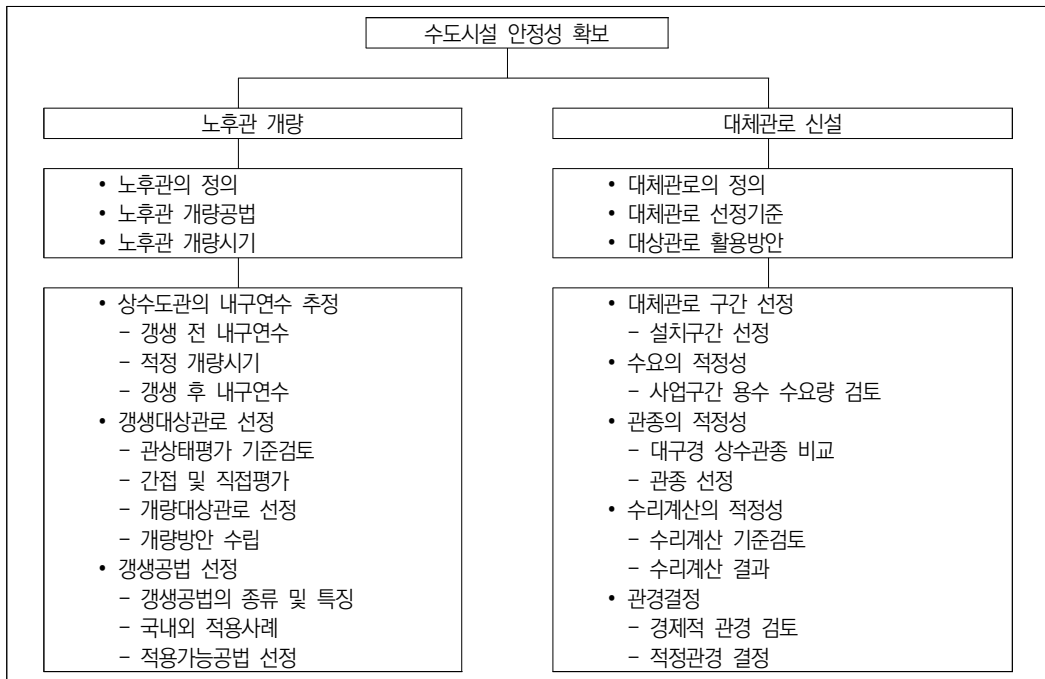
제3장 기술성 분석

1. 주요 사업내용 검토

□ 개요

- 2019년 말 기준 지방 및 광역상수도 보급률이 97.7%에 달하고 있기 때문에 상수도 시설의 신설·확장보다는 노후시설의 개량이 요구됨
- 용수 공급의 안정성 확보를 위해 노후관 개량, 관로 복선화 및 수도시설 간 비상연계관로 설치사업이 필요함

[그림 5] 기술적 분석을 위한 플로우 차트



출처: 『광양(1 단계)공업용수도 노후관 개량 사업계획 적정성 검토』, 2017.

□ 노후관의 정의

- 기능적 열화가 발생된 관로를 노후관으로 정의
 - 이는 관이 제 기능을 발휘하지 못하는 수준, 즉 요구된 서비스 수준을 만족하지 못하는 상태를 의미한다고 할 수 있음

〈표 11〉 기관별 노후도의 정의

구분	환경부		서울시 상수도사업본부
수록 문헌	상수도 우수율제고 업무처리규정(2001)	상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시(2007)	서울시 우수율대책백서(2000)
노후관의 정의	<ul style="list-style-type: none"> 노후수도관이라 함은 아연도 강관, 비내식성 금속관 매설후 16년 이상 경과한 수도관 중 관석(scaling) 및 부식이 심한 수도관 등 교체 또는 갱생이 필요한 수도관을 말한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 노후관이란 회주철관, 아연도 강관, 비내식성 관으로 누수가 잦은 관, 구조적 강도가 저하된 관 및 관 내부에 녹이 발생하여 녹물이 많이 나오는 관 등 수도관으로서의 제 기능을 발휘하지 못하는 관을 말한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 노후 상수도관이란 관의 내용연수가 지나 내외부가 부식하여 관 파손 사고와 빈번한 누수, 적수 등의 문제를 일으키는 상수도관과 내용연수가 지나지 않은 관 중에서도 비내식성 관의 내부 스케일로 적수를 일으키는 상수도관을 말한다.

□ 노후관 개량공법

- 관로 개량공법은 기존 관 전체를 교체하는 굴착교체 공법과 기존 관을 존치시키고 관 내·외부를 보수·보강하는 비굴착 갱생공법으로 구분할 수 있음

〈표 12〉 노후관 개량공법 선정

구분	굴착공법	비굴착공법
개요		
공사 방법	<ul style="list-style-type: none"> 도로 굴착 후 관 교체 	<ul style="list-style-type: none"> 도로 굴착 없이 기존 관 청소 후 보수보강
교통성	<ul style="list-style-type: none"> 시공 전 구간의 교통차단 장기간 도로통제로 교통체증 유발 	<ul style="list-style-type: none"> 시공 일부 구간의 교통통제 단기간 도로통제로 교통체증 해소
도심 환경성	<ul style="list-style-type: none"> 도로 굴착으로 인한 소음 및 분진, 악취 등 대기오염 초래 장기간 공사로 주민의 주거 환경 악화 	<ul style="list-style-type: none"> 분진 및 소음을 최소화한 환경 친화적 공법 단기간 공사로 쾌적한 도심환경 창출
안전성	<ul style="list-style-type: none"> 굴착으로 인한 주변 침하현상 야기 굴착시 가스관 등 타 매설물과 저촉성 문제로 위험 상존 작업인원 및 주민의 안전사고 우려 공장에서 제작되므로 도장면이 균일함 	<ul style="list-style-type: none"> 주변 침하현상과 무관 타 매설물과 저촉성 전무 안전을 최우선시하는 공법 현장에서 도장을 실시하므로 작업조건에 신중을 기하여야 함
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 전 구간 굴착에 따른 공사비가 큼 제거되는 폐관 처리비와 신관 구매비가 큼 교통통제 등의 잠재적 손실이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 작업구간만 굴착으로 공사비 저렴 기존 관로 내부를 보수보강하므로 경제적임 적은 면적의 교통통제로 잠재적 손실 적음
적용 등급	<ul style="list-style-type: none"> V등급(교체) 	<ul style="list-style-type: none"> II 등급(세관, 세척) III 등급(비구조적 갱생) IV 등급(준구조적 갱생)

- 노후관에 대한 개량공법은 간접평가 및 직접평가를 통해 산정된 등급을 기준으로 선정하며, 금회 사업구간은 직접평가에 따른 노후관 평가 등급을 기준으로 II등급(세척) 및 III등급(갱생)공법으로 선정함

2. 노후관 개량계획

가. 노후관 개량 시행 기준

□ 노후관 개량 여부 판단

- 「상수도시설기준」(환경부, 2010)에 따르면 “덕타일 주철관 또는 수도용 강관을 사용하는 경우, 사용연수의 경과에 따라 통수능력이 감소되므로 설계 시 내용연수를 고려하여 산정함”

〈표 13〉 상수도 시설물의 내용연수

국내		국외
「상수도 유수율 제고 업무처리규정」 (환경부 훈령 제486호)	「지방공기업법 시행규칙」 (별표 2 건축물 등의 내용연수표)	일본 (「지방공영기업법 시행규칙」)
• 매설 후 16년 이상 경과한 관 중 관석(scaling) 및 부식이 심한 수도관	• 스텐레스관, 주철관, 강관: 30년 • PVC관, PE관: 20년 • 아연도강관: 10년 • 그 밖의 관(재질에 따라): 20~30년	• 배수관: 40년

나. 노후관 개량 대상 선정

□ 관로 시설현황

- 대청댐계통 광역상수도(1단계)의 대부분은 1987년에 설치되었으며, 관로는 원수, 공업용수, 생활용수 공급 용도로 사용 중임
- 관로의 총연장은 약 87.3km, 관로의 관경은 D100mm~D1,650mm(터널 제외), 주요 관종은 도복장 강관(SP), 덕타일 주철관(DCIP)으로 구성되어 있음

〈표 14〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 매설연수별 관로 현황

(단위: m)

계통명	구간명	매설연수별 관로연장							
		계	0~5년	6~10년	11~15년	16~20년	21~25년	26~29년	30년 이상
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	12,432	-	286	137	-	-	-	12,009
	청주정수장 ~소정원수 연계	20,059	215	211	-	-	-	-	19,633
공업 용수 계통	청주계통	11,589	2,450	720	-	-	-	-	8,419
	천안계통	21,984	-	411	6,698	1,867	-	-	13,008
정수 계통	청주계통	3,803	1,474	282	-	-	-	-	2,047
	천안계통	17,437	-	387	1,799	964	-	-	14,287
합계		87,304	4,139	2,297	8,634	2,831	-	-	69,403

〈표 15〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관종별 관로 현황

(단위: m)

계통명	구간명	관종별 관로연장					
		계	강관	DCIP	CIP	터널	PC관
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	12,432	10,523	-	-	1,909	-
	청주정수장 ~소정원수 연계	20,059	17,340	-	-	2,719	-
공업 용수 계통	청주계통	11,589	11,589	-	-	-	-
	천안계통	21,984	9,770	12,214	-	-	-
정수 계통	청주계통	3,803	-	3,803	-	-	-
	천안계통	17,437	62	17,375	-	-	-
합계		87,304	49,284	33,392	-	4,628	-

□ 개량 대상관로 선정

- 본 검토에서는 한국수자원공사의 관상태 평가 기준을 준용하여 실시한 『대청댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단』(한국시설안전공단, 2016) 결과 및 『수도시설 안정화 사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020) 성과를 활용하여 개량 대상관로를 선정
- 이에 따라 본 검토안의 대상 관로는 총 관로연장 87.3km 중 터널 및 개량사업 기시행 구간을 제외한 총 64.8km임

〈표 16〉 구간별 관로연장 및 개량연장 검토 결과

(단위: m)

구간	관종	관경 (mm)	계	I 등급	II 등급	III 등급	비고
계			87,304	22,529	23,449	41,326	
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	소계		12,432	2,332	-	10,100
		TNL	2,100	60	60	-	-
			4,400	1,849	1,849	-	-
	SP	1,650	10,523	423	-	10,100	
	청주정수장 ~소정원수 연계	소계		20,059	3,145	-	16,914
		TNL	2,000	2,719	2,719	-	-
SP		1,100	17,340	426	-	16,914	
공업 용수 계통	청주계통	소계		11,589	3,170	-	8,419
		SP	1,650	889	-	-	889
			1,200	10,700	3,170	-	7,530
	천안계통	소계		21,984	8,976	7,115	5,893
		SP	1,100	8,124	2,231	-	5,893
			700	1,646	1,646	-	-
DCIP	700	12,041	5,099	6,942	-		
	500	173	-	173	-		
정수 계통	청주계통	소계		3,803	1,756	2,047	-
		DCIP	350	3,803	1,756	2,047	-
	천안계통	소계		17,437	3,150	14,287	-
		SP	250	62	62	-	-
		DCIP	500	653	653	-	-
			400	35	-	35	-
			350	6	-	6	-
			300	5,661	270	5,391	-
			250	9,574	1,289	8,285	-
			200	876	876	-	-
100	570	-	570	-			

□ 구간별 개량방안 검토

- 노후관 상태평가 등급 기준 및 갱생공법(안)에 의거하여 II등급 관로는 세척공법, III 등급 관로는 비구조적갱생을 통한 개량을 선정함

〈표 17〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 구간별 개량방안

(단위: m)

구간	STA.NO	관종	관경 (mm)	연장	매설 연도	간접 평가	직접 평가	개량 대상	
합계				87,304				64,775	
도수 계통	소계			12,432				10,100	
	대청취수장 ~청주정수장	0+0~46+9	TNL	4,400	1,849	1987	-	-	-
		46+9~47+29	TNL	2,100	60	1987	-	-	-
		0+0~13+0	SP	1,650	520	1987	II	III	비구조적
		13+0~15+57	SP	1,650	137	2010	I	미대상	-
		16+19~88+32	SP	1,650	2,893	1987	II	III	비구조적
		88+32~95+38	SP	1,650	286	2014	I	미대상	-
		96+17~224+28	SP	1,650	5,131	1987	II	III	비구조적
		224+28~263+24	SP	1,650	1,556	1987	III	III	비구조적
	소계			20,059				16,914	
	청주정수장 ~소정원수 연계	345+20~364+39	SP	1,100	779	1987	II	III	비구조적
		364+39~382+21	TNL	2,000	702	1987	-	-	-
		382+21~390+35	SP	1,100	334	1987	II	III	비구조적
		390+35~394+38	SP	1,100	163	2019	I	미대상	-
		394+38~397+25	SP	1,100	107	1987	II	III	비구조적
		397+25~398+37	SP	1,100	52	2019	I	미대상	-
		398+37~534+18	SP	1,100	5,421	1987	II	III	비구조적
		0+0~8+19	SP	1,100	339	1987	III	III	비구조적
		8+19~26+4	TNL	2,000	705	1987	-	-	-
		26+4~192+30	SP	1,100	6,666	1987	III	III	비구조적
		192+30~225+22	TNL	2,000	1,312	1987	-	-	-
		225+22~229+36	SP	1,100	174	1987	III	III	비구조적
		229+36~235+7	SP	1,100	211	2011	I	미대상	-
		235+7~260+6	SP	1,100	999	1987	III	III	비구조적
		260+6~312+23	SP	1,100	2,095	1987	II	III	비구조적

〈표 17〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경 (mm)	연장	매설 연도	간접 평가	직접 평가	개량 대상	
공업 용수 계통	청주계통	소계	-	11,589				8,419	
		0+0~22+9	SP	1,650	889	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		22+9~136+5	SP	1,200	4,556	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		136+5~154+5	SP	1,200	720	2013	Ⅰ	미대상	-
		151+39~156+35	SP	1,200	196	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		156+35~218+5	SP	1,200	2,450	2019	Ⅰ	미대상	-
		218+5~256+19	SP	1,200	1,534	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		256+19~287+23	SP	1,200	1,244	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
	천안계통	소계	-	-	21,984				13,008
		312+23~419+6	SP	1,100	4,263	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		419+6~426+37	SP	1,100	311	2009	Ⅰ	미대상	-
		426+37~430+21	SP	1,100	144	2009	Ⅰ	미대상	-
		427+16~429+23	SP	1,100	87	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		429+23~468+18	SP	1,100	1,555	2007	Ⅰ	미대상	-
		468+18~501+31	SP	1,100	1,484	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		501+31~507+12	SP	1,100	221	2004	Ⅰ	미대상	-
		508+20~509+39	SP	1,100	59	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		0+0~77+5	DCIP	700	3,085	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		77+5~153+3	DCIP	700	3,038	2009	Ⅰ	미대상	-
		153+3~155+26	DCIP	700	103	2009	Ⅰ	미대상	-
		155+26~166+23	DCIP	700	437	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		166+23~175+17	DCIP	700	354	2009	Ⅰ	미대상	-
		175+17~212+6	DCIP	700	1,469	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		212+6~242+1	DCIP	700	1,193	2009	Ⅰ	미대상	-
		242+1~244+11	DCIP	700	90	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		244+11~264+32	SP	700	823	2005	Ⅰ	미대상	-
		265+19~269+16	DCIP	700	157	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		269+16~271+39	DCIP	700	197	2012	Ⅰ	미대상	-
271+29~305+36	DCIP	700	1,384	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척		
305+36~310+13	DCIP	700	214	2015	Ⅰ	미대상	-		
310+13~310+24	DCIP	700	11	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척		
310+24~324+289	SP	700	823	2005	Ⅰ	미대상	-		
325+20~333+9	DCIP	700	309	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척		
333+9~337+22	DCIP	500	173	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척		

〈표 17〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경 (mm)	연장	매설 연도	간접 평가	직접 평가	개량 대상
정수 계통	소계			4,373				2,617
	청주계통							
	0+0~36+34	DCIP	350	1,474	2016	I	미대상	-
	60+31~92+34	DCIP	350	1,283	1987	II	II	세척
	92+34~95+38	DCIP	350	124	2012	I	미대상	-
	92+34~96+32	DCIP	350	158	2012	I	미대상	-
	96+32~115+36	DCIP	350	764	1987	II	II	세척
	0+33~15+3	DCIP	100	570	1987	II	II	세척
	소계			16,867				13,717
	천안계통							
	0+0~21+36	DCIP	200	876	2006	I	미대상	-
	0+0~0+35	DCIP	400	35	1987	II	II	세척
	0+35~1+1	DCIP	350	6	1987	II	II	세척
	1+1~40+29	DCIP	300	1,223	1987	II	II	세척
	40+29~44+6	DCIP	300	137	1987	II	II	세척
	0+0~51+24	DCIP	300	2,064	1987	II	II	세척
	51+24~58+14	DCIP	300	270	2010	I	미대상	-
	58+14~106+32	DCIP	300	1,938	1987	II	II	세척
	0+0~0+29	DCIP	300	29	1987	II	II	세척
	0+31~15+118	DCIP	500	653	2006	I	미대상	-
	0+0~8+72	DCIP	250	387	2015	I	미대상	-
	9+27~13+4	DCIP	250	137	1987	II	II	세척
	13+4~23+25	DCIP	250	416	2004	I	미대상	-
	23+25~99+27	DCIP	250	3,042	1987	II	II	세척
	99+27~111+29	DCIP	250	486	2004	I	미대상	-
	111+29~142+32	DCIP	250	1,243	1987	II	II	세척
	142+32~144+14	SP	250	62	2004	I	미대상	-
144+14~240+37	DCIP	250	3,863	1987	II	II	세척	

3. 대체관로 계획

가. 대체관로 시행 기준

- 기존 시설을 최대한 활용하여 수용가에 용수 공급이 가능한 경우에는 대체관로를 제외함
 - 사업계획서상의 대체관로 계획연장은 L=66.7km로 세척구간(L=24.5km) 및 갱생구간(L=41.5km) 등의 개량으로 인해 1단계 관로 활용 불가 시 수용가에 용수 공급이 불가능한 것을 전제로 대체관로 계획을 수립하였음
 - 금회 검토 시 비상연계 등을 통한 기존 시설을 최대한 활용하여 수용가에 용수 공급이 가능한 경우는 대체관로를 제외하는 것으로 계획을 변경하여 일최대 수요량을 기준으로 공급이 어려운 경우에 한하여 대체관로 설치를 계획함

〈표 18〉 노후관 대체관로 계획 수립 기준

구분	2025 수도정비기본계획 변경	비고
노후관 대체관로	<ul style="list-style-type: none"> • 기존관 교체 및 개량 구간에 대하여 대체관로 선정 • 공급능력기준은 복선화 공급능력과 동일 계획 • 노후관 개량 구간과 복선화 대상구간이 동일한 경우에는 대체관로로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 사업 구간 공사 시 공급 불가 지역에 대해 대체관로 계획 수립

나. 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토

- 용수수요량 산정
 - 「2025년 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015. 8.) 상 용수수요량을 기반으로 대청댐계통 광역상수도의 수용가별 일평균 및 일최대 사용량을 산정하였음

〈표 19〉 대청댐 광역상수도 시설용량 및 수요량

(단위: m³/일)

구분	합계	대청(1단계)	대청(2단계)	대청(3단계)	비고
시설용량	2,030,000	250,000	980,000	800,000	
도수 수요량	2,131,500	262,500	1,029,000	840,000	일최대 수요량 5% 가산
도수 수요량 (분기수요 제외)	2,109,600	262,500	1,025,200	821,900	대청댐 인근 분기수요제외
도수 수요량(변경)	2,042,600	262,500	958,200 ¹⁾	821,900	아산탕정 수요량 변경

주: 1) 아산탕정 수요량 변경: 438천m³/일 → 아산탕정 275천m³/일, 충남서부권 96천m³/일, 예비량 67천m³/일

〈표 20〉 대청댐 광역상수도 용수 배분량(2025년 수도정기본계획)

(단위: m³/일)

구분	합계	청주(정)	충남중부권	청주시(원수)	천안(정)	아산탕정	아산(정)
배분량	2,030,000	520,000	163,000	31,000	558,000	438,000	320,000

〈표 21〉 대청댐 광역상수도(청주계통) 공업용수(침전수)

(단위: m³/일)

지자체	수용가	용수수요	
		합계	용수수요
		222,540	222,540
청주시	청주공단	30,740	110,740
	하이닉스	80,000	
세종시	명학일반	24,580	24,580
청원군	옥산산단	10,690	87,220
	오창(공업)	52,630	
	오송(공업)	23,900	

〈표 22〉 대청댐 광역상수도(천안계통) 공업용수(침전수)

(단위: m³/일)

지자체	수용가	용수수요	
		합계	용수수요
		122,590	122,590
세종시	전의2산단	9,500	10,390
	세종첨단(계획)	1,310	
천안시	천안5산단	6,760	104,780
	풍세산단(공업)	4,700	
	천안3공단	93,320	
아산시	삼성전자	7,000	7,000

〈표 23〉 대청댐 광역상수도(청주계통) 정수

지자체	수용가	용수수요 (일평균, m ³ /일)	첨두부하	용수수요(일최대, m ³ /일)		
				조정량	적용유량	
합계		233,690		295,728	296,260	296,260
청주시	청주1(직결)	5,390	1.23	6,630	6,630	187,200
	청주2(개신)	90,550		111,377	111,550	
	청주3(가경)	55,390		68,130	68,230	
	청주4(휴암)	640		788	790	
세종시	부용	3,020	1.36	4,108	4,110	46,790
	조치원1,3(서창)	12,810		17,422	17,210	
	조치원2(총령탑)	3,720		5,060	5,000	
	조치원3(남면)	10,220		13,900	13,840	
	전동	540		735	690	
	노장	1,360		1,850	1,720	
	몽림산업(직결)	-		-	-	
	전익산단	530		721	-	
전익	2,650	3,604	4,220			
청원군	남이	3,360	1.31	4,402	4,290	62,270
	문동	3,690		4,834	4,650	
	강내	3,440		4,507	4,610	
	정중리	100		131	-	
	한국교원대	660		865	660	
	오창(생활)	11,980		15,694	15,470	
	일신	9,970		13,061	12,870	
	내수	1,750		2,293	2,260	
	형동	990		1,297	1,270	
	옥산	1,790		2,345	4,700	
	오송	7,250		9,498	9,020	
	고속철도	-		-	-	
강외	1,890	2,476	2,470			

〈표 24〉 대청댐 광역상수도(천안계통) 정수

지자체	수용가	용수수요 (일평균, m ³ /일)	침투부하	용수수요(일최대, m ³ /일)		
				조정량	적용유량	
합계		351,390		437,187	434,260	434,260
천안시	남부배수지	34,100	1.23	41,943	-	282,900
	풍세직결	1,470		1,809	-	
	풍세산단(생활)	1,120		1,378	-	
	해태음료	1,040		1,280	1,280	
	용곡(구)	10,270		12,633	18,610	
	용곡(신)	24,030		29,557	68,390	
	안서(구)	9,130		11,230	11,240	
	안서(신)	14,600		17,958	17,990	
	쌍용(구)	30,620		37,663	37,720	
	쌍용(신)	23,680		29,127	29,170	
	제2공단	13,780		16,950	16,980	
	제3공단	6,810		8,377	8,380	
	제4공단	4,370		5,376	5,380	
	성환	12,360		15,203	15,220	
	직산	9,580		11,784	11,810	
	성거	15,000		18,450	18,500	
	목천(신)	14,690		18,069	19,590	
	목천(구)	1,180		1,452		
	독립기념관	290		357	290	
삼성리 부영A	1,760	2,165	2,170			
영상단지	140	173	180			
세종시	소정	1,230	1.36	1,673	1,680	1,680
아산시	신창	5,850	1.27	7,430	7,180	149,680
	배방	28,630		36,361	34,950	
	탕정	22,210		28,207	25,570	
	용화	37,570		47,714	50,400	
	도고	-		-	-	
	갈매	25,880		32,868	31,580	

□ 수리검토

○ 대청취수장~청주정수장 구간(도수계통)

- 주요지점인 1터널 입구와 출구의 수압이 부압으로 대체관로가 필요한 것으로 검토됨
- 주요지점인 1터널 입구와 출구의 잔류수두가 사업 전의 잔류수두와 비교 시 적정한 잔류수두를 보이고 있으며, 대체관로 구간의 잔류수두도 (+)1.27m로 적정한 것으로 판단되어 대체관로의 관경을 D1,500mm로 결정함

〈표 25〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관	등치관						
대청취수장 ~청주정수장	-	-	-	-	-	-	-	1단계 (공업)
현도취수장 ~현도조절지	2,000 2,000	2,600	120	4.18	121.30 (TDH=96.3)	117.12	-0.58	1단계 2단계
신설취수장 ~신설조절지	2,400	2,400	120	3.18	122.20 (TDH=97.7)	119.02	1.32	3단계
조절지 ~1터널입구	2,600 2,400	3,259	120	17.96	112.70	94.74	-2.96	2단계 3단계
1터널입구 ~1터널출구	3,000 2,400	3,550	120	0.57	94.74	94.18	-3.22	2단계 3단계
1터널출구 ~3-4공구 경계	2,600 2,300	2,864	120	8.56	94.18	85.62	6.58	2단계 3단계

〈표 26〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
대청취수장 ~청주정수장	(1,500)	1,500	120	21.13	120.00 (TDH=60)	98.87	1.27	1단계 (대체)
현도취수장 ~현도조절지	2,000 2,000	2,600	120	2.67	121.30 (TDH=96.3)	118.63	0.93	1단계 2단계
신설취수장 ~신설조절지	2,400	2,400	120	3.18	122.20 (TDH=97.7)	119.02	1.32	3단계
조절지 ~1터널입구	2,600 2,400	3,259	120	13.58	112.70	99.12	1.42	2단계 3단계
1터널입구 ~1터널출구	3,000 2,400	3,550	120	0.43	99.12	98.69	1.29	2단계 3단계
1터널출구 ~3-4공구 경계	2,600 2,300	2,864	120	6.46	98.69	92.23	13.19	2단계 3단계

○ 청주정수장~소정원수연계 구간(도수계통)

- 청주정수장~소정원수연계 구간의 공사 중 수리계산은 기설치된 타이를 이용한 소 구간별 단계시공을 고려하였음
- 수리검토 결과, 사업전의 잔류수두와 비교 시 적정한 잔류수두를 보이고 있어 대체관로가 필요하지 않은 것으로 검토됨

〈표 27〉 청주정수장~소정원수연계 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간		관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
		본관	등치관						
소구간 (1)	타이1 ~2터널입구	2,000 2,200	2,739	120	2.40	70.10	67.70	3.82	2단계 3단계
	2터널입구 ~2터널출구	2,200 2,200	2,864	120	0.92	67.70	66.78	3.00	2단계 3단계
	2터널출구 ~타이2	2,000 2,200	2,739	120	2.85	66.78	63.94	30.28	2단계 3단계
	타이2 ~전동기압장	2,000 2,200	2,739	120	9.30	63.94	54.63	1.83	2단계 3단계
소구간 (2)	전동기압장 ~3터널입구	2,000 2,300	2,810	120	0.76	123.10 (TDH=74.0)	122.34	3.34	2단계 3단계
	3터널입구 ~3터널출구	2,000 2,300	2,810	120	0.84	122.34	121.50	3.06	2단계 3단계
	3터널출구 ~타이3	2,000 2,300	2,810	120	0.83	121.50	120.67	41.19	2단계 3단계
소구간 (3)	타이3 ~타이4	2,000 2,300	2,810	120	5.06	121.29	116.22	41.38	2단계 3단계
소구간 (4)	타이4 ~타이5	2,000 2,200	2,739	120	5.91	116.93	111.02	1.82	2단계 3단계
	타이5 ~4터널입구	2,000 2,200	2,739	120	0.32	111.02	110.70	0.70	2단계 3단계
	4터널입구 ~4터널출구	2,200 2,200	2,864	120	0.94	110.70	109.75	1.85	2단계 3단계
	4터널출구 ~타이6	2,000 2,200	2,739	120	0.32	109.75	109.43	31.43	2단계 3단계
	타이6 ~소정원수	2,000 2,100	2,670	120	3.75	109.43	105.68	69.69	2단계 3단계

○ 청주 구간(공업용수 계통)

- 청주계통 구간 공업용수관로는 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단됨

〈표 28〉 청주계통 공업용수 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
청주정수장 ~청주공단	(1,400)	1,400	110	1.51	88.00	86.49	32.74	청주공단 30.74천㎥/일
청주공단 ~하이닉스	(1,400)	1,400	110	0.01	86.49	86.48	32.73	하이닉스 80.00천㎥/일
하이닉스 ~명학산단	(1,100)	1,100	110	11.95	86.48	74.53	46.43	명학산단 24.58천㎥/일
명학산단 ~옥산산단	(1,000)	1,000	110	2.44	74.53	72.09	47.79	옥산산단 10.69천㎥/일
옥산산단 ~오창과학	(1,000)	1,000	110	0.03	72.09	72.06	47.76	오창산단 52.63천㎥/일
오창과학 ~오송생명	(600)	600	110	2.11	72.06	69.95	43.95	오송산단 23.90천㎥/일

○ 천안 구간(공업용수 계통)

- 천안계통 구간 공업용수관로는 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단됨

〈표 29〉 천안계통 공업용수 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
천안정수장 ~풍세산단	(1,100)	1,100	110	1.83	138.90	137.07	104.46	풍세산단 4.70천㎥/일
풍세산단 ~전의2산단	(1,100)	1,100	110	3.63	137.07	133.44	87.76	전의2산단 10.81천㎥/일
전의2산단 ~천안5산단	(1,000)	1,000	110	0.40	133.44	133.04	87.23	천안5산단 6.76천㎥/일
천안5산단 ~천안조절지	(1,000)	1,000	110	15.46	133.04	117.58	46.79	천안3공단 93.32천㎥/일
천안조절지 ~삼성전자	(350)	350	110	21.88	117.58	95.70	78.41	삼성전자 7.00천㎥/일

○ 청주 구간(정수계통)

- 청주계통 정수구간은 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체 관로가 필요할 것으로 판단됨

〈표 30〉 청주계통 정수구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
조치원1분기 ~조치원1, 3	(450)	450	100	24.33	71.61	47.27	21.58	조치원1, 3 17.20천㎡/일 (관로교체)
전의분기 ~전의산단	(300)	300	100	1.60	116.05	114.45	48.88	전의 4.22천㎡/일 (관로교체)

○ 천안 구간(정수계통)

- 천안계통 정수구간은 2단계 관로와 연계운영이 가능한 천안계통 독립기념관분기~ 목천배수지 구간을 제외하고 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단됨

〈표 31〉 천안계통 정수구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
독립기념관분기 ~삼성부영A		600	100	-	91.02	91.02	30.29	삼성부영 2.17천㎡/일
	600							
독립기념관분기 ~목천(배)분기		600	100	2.70	91.02	88.32	3.65	목천배수지 15.59천㎡/일
	600							
목천(배)분기 ~목천기압장	(150)	150	100	0.19	143.32	143.24	53.74	
					(TDH=55.0)			
목천기압장 ~독립기념관	(150)	150	100	0.19	143.24	140.77	6.77	독립기념관 0.29천㎡/일
배방분기 ~배방생활	(700)	700	100	1.55	80.93	79.38	39.83	배방분기 34.95천㎡/일 (관로교체)
신창(배)분기 ~신창배수지	(300)	300	100	72.38	79.79	7.40	6.50	신창배수지 7.18천㎡/일 (관로교체)

□ 수리검토 결과

- 2025년 기준 대청댐계통 광역상수도의 일최대 수요량을 기준으로 수리계산을 검토한 결과는 다음과 같음

〈표 32〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 결과

계통	구간	비상연계 (불가사유)	대체관로 부설	전체 연장	
도수계통	대청취수장 ~청주정수장	불가 (연계관로 용량부족)	필요	D=1,500mm L=12,827m	
	2터널 ~소정대교합류점	가능	불필요	-	
공업 용수 계통	청주 청주정수장 ~오창과학단지	필요 (단선관로)	필요	D=600~1,400mm L=11,513m	
	천안 천안정수장 ~삼성전자(관말)	필요 (단선관로)	필요	D=350~1,100mm L=18,756m	
정수 계통	청주	조치원1분기 ~조치원(서창)	필요 (단선관로)	필요	D=450mm L=4,636m
		전의분기 ~전의산단	필요 (단선관로)	필요	D=300mm L=570m
	천안	독립기념관분기 ~삼성부영A	가능	불필요	D=600mm L=120m
		독립기념관분기 ~목천(배)	가능	불필요	D=600mm L=1,600m
		목천(배)분기 ~목천(가)	필요 (단선관로)	필요	D=150mm L=137m
		목천(가) ~독립기념관	필요 (단선관로)	필요	D=150mm L=4,267m
		배방분기 ~배방생활	필요 (단선관로)	필요	D=700mm L=682m
		신창(배)분기 ~신창(배)	필요 (단선관로)	필요	D=300mm L=9,637m

□ 구간별 사업량 결정

- 현장 여건을 고려하여 대체관로 노선계획을 검토하였고, 이에 따라 5개 계통에 대한 대체관로 설치 계획을 36개의 세부구간으로 분할하여 다음과 같이 나타냄

〈표 33〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 대체관로 연장

계통		Sta.No	대체 관경 (mm)	관종	전체연장	수리검토 연장	적용연장	비고					
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	0+0~13+0	1,500	SP	12,827	520	523						
		16+19~88+32	1,500	SP		2,893	2,891						
		96+17~224+28	1,500	SP		5,131	5,246						
		224+28~263+24	1,500	SP		1,556	1,485						
	청주정수장 ~소정원수연계	-	-	-	-	-	-						
공업 용수 계통	청주	청주정수장~ 오창과학단지	0+0~22+9	1,400	SP	11,513	889	905					
			22+9~136+5	1,100	SP		4,556	4,552					
			151+39~156+35	1,100	SP		196	163					
			218+5~256+19	1,000	SP		1,534	1,526					
			256+19~287+23	600	DCIP		1,244	1,254					
	천안	천안정수장~ 삼성전자(관말)	312+23~419+6	1,000	SP	18,756	4,263	4,257					
			427+16~429+23	1,000	SP		87	87					
			468+18~501+31	1,000	SP		1,484	1,279					
			508+20~509+39	1,000	SP		59	57					
			0+0~77+5	350	DCIP		3,085	3,102					
			155+26~166+23	350	DCIP		437	469					
			175+17~212+6	350	DCIP		1,469	1,498					
			242+1~244+11	500	DCIP		90	89					
			265+19~269+16	500	DCIP		157	154					
			271+29~305+36	500	DCIP		1,384	1,365					
			310+13~310+24	500	DCIP		11	11					
			325+20~333+9	500	DCIP		309	317					
			333+9~337+22	500	DCIP		173	64					
			정수 계통	청주	조치원1분기 ~조치원(서창)		60+31~92+34	450	DCIP	4,636	1,283	1,273	
							96+32~115+36	450	DCIP		764	792	
천안	전의분기 ~전의산단	0+33~15+3		300	DCIP	570	570	567					
		독립기념관분기 ~삼성부영A		-	-	-	-	-	-				
				독립기념관분기 ~목천(배)	-	-	-	-	-	-			
		목천(배)분기 ~목천(가)			40+29~44+6	150	DCIP	137	137	120			
				목천(가) ~독립기념관	0+0~51+24	150	DCIP	4,267	2,064	1,994			
		58+14~106+32			150	DCIP	1,938		1,961				
		신창(배)분기 ~신창(배)		배방분기 ~배방생활	0+0~0+29	700	DCIP	682	29	29			
					9+27~13+4	300	DCIP	9,637	137	261			
23+25~99+27	300		DCIP		3,042	2,905							
111+29~142+32	300		DCIP		1,243	1,349							
144+14~240+37	300	DCIP	3,863	3,862									

주: 적용연장은 현장여건을 고려하여 재산정한 연장임(추진관로 연장 포함)

□ 예타 면제 신청 시 사업계획(한국수자원공사)과 금회 사업물량 비교

○ 예타 면제 신청 시 사업계획과 금회 선정된 사업물량 비교 결과는 아래 표와 같음

〈표 34〉 사업물량 비교

(단위: m)

구분	한국수자원공사 사업계획안	금회 사업물량
합계	133,656	111,182
1. 노후관 갱생	66,077	64,775
1) 세척	24,607	23,449
D100mm	1,446	570
D250mm	8,285	8,285
D300mm	5,391	5,391
D350mm	2,335	2,053
D400mm	35	35
D500mm	173	173
D700mm	6,942	6,942
2) 비구조적 갱생	41,470	41,326
D1,100mm	22,951	22,807
D1,200mm	7,530	7,530
D1,650mm	10,989	10,989
2. 대체관로	66,779	43,774
1) 대체관로 신설	66,779	43,774
D80mm	1,446	-
D150mm	-	3,924
D200mm	8,347	-
D250mm	5,391	-
D300mm	2,370	8,684
D350mm	-	4,590
D450mm	-	1,901
D500mm	-	1,700
D600mm	7,115	1,254
D900mm	23,168	-
D1,000mm	7,530	6,486
D1,100mm	-	4,415
D1,350mm	11,412	905
D1,500mm	-	9,915

〈표 34〉의 계속

구분	한국수자원공사 사업계획안	금회 사업물량
3. 관로 추진	800	2,633
1) 추진공	800	2,633
D80mm	100	-
D150mm	-	151
D200mm	100	-
D250mm	100	-
D300mm	100	260
D350mm	-	479
D450mm	-	164
D500mm	-	300
D600mm	100	-
D700mm	-	29
D900mm	100	-
D1,000mm	100	720
D1,100mm	-	300
D1,350mm	100	-
D1,500mm	-	230
4. 노후밸브 개량	-	233
1) 밸브교체	-	233
D100mm	-	33
D150mm	-	46
D250mm	-	17
D300mm	-	26
D350mm	-	6
D400mm	-	8
D500mm	-	6
D700mm	-	12
D1,100mm	-	38
D1,200mm	-	17
D1,650mm	-	24

주: 대체관로 신설연장은 추진구간 연장이 제외된 물량임

제IV장 비용 추정

1. 비용 추정의 개요

가. 검토 개요

- 비용의 구성은 총사업비와 경상운영비로 크게 구분되며, 총사업비는 다시 공사비와 부대비, 예비비, 용지보상비로 구분됨
 - 공사비는 사업의 성격에 따라 공종별 공사비로 나뉨
 - 용지보상비는 사업지역의 토지매입 및 지장물의 보상비를 말함
 - 경상운영비는 사업의 초기 투자비용뿐만 아니라 생애주기비용(Life Cycle Cost)을 고려하여 추가되는 운영비 등을 포함함

[그림 5] 비용 구성도



나. 비용추정을 위한 시설 계획 검토

- 사업계획안, 검토안 및 대안을 검토하였음
 - 사업계획안: 한국수자원공사가 제시한 사업계획서상의 시설 계획
 - 검토안: 사업계획에 포함되어 있지는 않으나, 금회 사업 추진 시 수반될 것으로 예상되는 밸브실 개량공사비 등 부대공사비를 추가로 반영
 - 대안: 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 갱생공사를 실시하는 방안(세척공사는 사업범위에서 제외)

〈표 35〉 비용추정을 위한 시설계획 비교

(단위: m)

구분	사업계획안	검토안	대안
합계	133,656	111,182	65,551
1. 노후관 갱생	66,077	64,775	41,326
1) 세척	24,607	23,449	-
D100mm	1,446	570	-
D250mm	8,285	8,285	-
D300mm	5,391	5,391	-
D350mm	2,335	2,053	-
D400mm	35	35	-
D500mm	173	173	-
D700mm	6,942	6,942	-
2) 비구조적 갱생	41,470	41,326	41,326
D1,100mm	22,951	22,807	22,807
D1,200mm	7,530	7,530	7,530
D1,650mm	10,989	10,989	10,989
2. 대체관로	66,779	43,774	22,975
1) 대체관로 신설	66,779	43,774	22,975
D80mm	1,446	-	-
D150mm	-	3,924	-
D200mm	8,347	-	-
D250mm	5,391	-	-
D300mm	2,370	8,684	-
D350mm	-	4,590	-
D450mm	-	1,901	-
D500mm	-	1,700	-
D600mm	7,115	1,254	1,254
D900mm	23,168	-	-
D1,000mm	7,530	6,486	6,486
D1,100mm	-	4,415	4,415
D1,350mm	11,412	905	905
D1,500mm	-	9,915	9,915

〈표 35〉의 계속

구분	사업계획안	검토안	대안
3. 관로 추진	800	2,633	1,250
1) 추진공	800	2,633	1,250
D80mm	100	-	-
D150mm	-	151	-
D200mm	100	-	-
D250mm	100	-	-
D300mm	100	260	-
D350mm	-	479	-
D450mm	-	164	-
D500mm	-	300	-
D600mm	100	-	-
D700mm	-	29	-
D900mm	100	-	-
D1,000mm	100	720	720
D1,100mm	-	300	300
D1,350mm	100	-	-
D1,500mm	-	230	230
4. 노후밸브 개량	-	233	79
1) 밸브교체	-	233	79
D100mm	-	33	-
D150mm	-	46	-
D250mm	-	17	-
D300mm	-	26	-
D350mm	-	6	-
D400mm	-	8	-
D500mm	-	6	-
D700mm	-	12	-
D1,100mm	-	38	38
D1,200mm	-	17	17
D1,650mm	-	24	24

2. 총사업비 추정

가. 노후관 개량 공사비 산정 단가 검토

□ 세척 공사비

- 세척 공사비는 “건설표준품셈(건설연구사, 2020)”에 따른 1m당 공사비와 금회 사업 대상관로에 적용 가능한 “관세척 업체별 견적가”에 따른 1m당 공사비를 산정하여 비교 검토하였으며 금회 사업 검토안은 공법별 견적가를 적용

〈표 36〉 관세척공사 단가비교 결과

(단위: 원/m, %)

관경 (mm)	품셈기준		공법별 견적가		적용	비교
	단가	백분율	단가	백분율	단가	
100	145,052	100	136,822	94.33	136,822	
150	145,052	100	137,619	94.88	137,619	
200	145,052	100	138,289	95.34	138,289	
300	147,092	100	143,650	97.66	143,650	
400	151,789	100	146,771	96.69	146,771	
500	151,789	100	151,847	100.04	151,847	
600	154,762	100	157,374	101.69	157,374	
700	160,994	100	167,904	104.29	167,904	

□ 비구조적 갱생공사비

- 비구조적 갱생공사비는 『광양1단계 노후관 개량사업』(한국수자원공사, 2020. 12.)의 실시설계 단위공사비, 『광양(I) 공업용수도 노후관 개량 사업계획 적정성 검토』(한국개발연구원, 2014. 5.)시 적용된 단위공사비, 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 단위공사비를 비교 검토하였으며 “전략계획 수립”의 공법별 단가 중 금회사업에 실제 적용가능한 공법의 평균단가를 적용

〈표 37〉 비구조적 갱생공사 단가비교 결과

관경 (mm)	광양1단계 실시설계		광양1단계 사업 계획 적정성검토		전략수립계획		적용가능공법		적용
	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)
700					1,094,874		1,111,368		1,111,368
800					1,151,567		1,138,514		1,138,514
900					1,215,294		1,174,740		1,174,740
1,000					1,283,994		1,212,465		1,212,465
1,100					1,346,738		1,249,426		1,249,426
1,200					1,395,949		1,289,819		1,289,819
1,350					1,494,258		1,359,181		1,359,181
1,500	1,546,371	100	1,066,654	68.98	1,512,793	97.83	1,375,840	88.97	1,375,840
1,650	1,509,559	100	1,152,870	76.37	1,465,248	97.06	1,465,248	97.06	1,465,248
1,800					1,626,144		1,644,798		1,644,798
2,000	1,634,141	100	1,562,594	95.62	1,757,726	107.56	1,774,390	108.58	1,774,390

주: 적용가능공법은 RIR공법, HSL공법, SCSL공법

□ 대체관로공사비

- 대체관로공사비는 비구조적 갱생공사비와 동일하게 『광양1단계 노후관 개량사업』(한국수자원공사, 2020. 12.)의 실시설계 공사비를 기준으로 「2025 수도권정비기본계획(변경)」(국토교통부, 2015. 7.)의 단위공사비와 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020. 11.)의 단위공사비의 적정성을 검토하였으며, 금회 검토안은 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020. 11.)의 단위 공사비를 적용

〈표 38〉 대체관로공사비 비교검토 결과

구분	광양1단계 실시설계		2025 수도정비		전략계획수립		비고
	공사비 (백만원)	백분율 (%)	공사비 (백만원)	백분율 (%)	공사비 (백만원)	백분율 (%)	
대체 관로 공사	토사구간	36,409	100.00	23,077	63.38	30,136	82.77
	도로구간	14,882	100.00	13,181	88.57	16,792	112.84
	추진구간	4,821	100.00	4,736	98.24	4,612	95.66
	타이밸브	1,488	100.00	3,019	202.92	1,972	132.56
	총계	57,600	100.00	44,013	76.41	53,513	92.90

〈표 39〉 검토안 표준단가 산정기준

구분	산정기준	비고
관중	주철관: D80~D900mm 강관: D1,000mm 이상	
매설구간	도로구간: 70% 토사구간: 25% 하천구간: 5%	
굴착고	H = 1.5m(최소토포) + 관경(m)	
가시설	H=2.0m 미만: 자연터파기 H=2.0m 이상~4.0m 미만: 조립식 간이흙막이 H=4.0m 이상: H-PILE+토류판 하천구간: 슈트파일	
추진구간	국가하천, 철도, 국도의 경우 100% 추진 적용 공사비: 추진공사비 + 가시설 공사비(추진구)도달구	
타이밸브	관로공사비 + 밸브류설치공사	

〈표 40〉 대체관로 관경별 표준단가 산정결과(검토안 적용)

관경	관로공사	추진공사		TIE공사		비고
		추진공사	가시설공사	관로공사	부대공사	
(mm)	(천원/m)	(천원/m)	(천원/개소)	(천원/m)	(천원/개소)	
D80	370	2,852	84,000	370	10,509	
D100	385	2,852	84,000	385	13,627	
D150	425	2,852	84,000	425	19,801	
D200	462	2,852	84,000	462	29,594	
D250	505	2,852	84,000	505	34,535	
D300	1,105	2,852	84,000	549	42,529	
D350	1,177	2,852	84,000	621	58,318	
D400	1,266	2,852	84,000	710	72,723	
D450	1,321	2,852	84,000	765	93,198	
D500	1,379	2,852	84,000	1,379	112,280	
D600	1,501	2,852	84,000	1,501	93,694	
D700	1,762	2,852	84,000	1,762	133,079	
D800	2,004	2,852	84,000	2,004	150,097	
D900	2,238	3,111	100,000	2,238	174,933	
D1,000	2,575	3,292	120,000	2,575	242,562	
D1,100	2,839	3,553	144,000	2,839	265,625	
D1,200	3,143	3,742	172,000	3,143	291,374	
D1,350	3,535	4,168	206,000	3,535	360,625	
D1,500	4,091	4,440	248,000	4,091	648,085	
D1,650	4,626	5,265	298,000	4,626	752,827	
D1,800	5,098	5,473	358,000	5,098	874,919	
D2,000	5,924	6,402	430,000	5,924	1,248,206	

주: 관로공사비는 가시설 공사비 포함(조립식 간이흙막이 95%, 쉬트파일 5%)

□ 밸브교체공사비

- 노후관 개량사업은 관로에 대한 관세척과 비구조적 갱생공사 외에도 노후밸브를 개량하는 것이 필요한 사업임
 - 상수관로는 관의 접합부 파손, 이탈 등의 사유로 누수가 발생하기도 하지만 노후화된 밸브시설에서도 누수사고가 많이 발생함
 - 『광양1단계 노후관 개량사업』(한국수자원공사, 2020. 12.) 역시 노후관의 개량 및 대체뿐 아니라 밸브시설을 교체하는 공사를 포함하고 있음

- 금회 검토에서는 비록 한국수자원공사에서 제시하지 않았으나, 밸브교체가 금회 사업에 꼭 필요한 공종인 것으로 판단되어 대안공사비에 밸브개량공사비용을 포함하여 제시하였음
- 밸브개량 공사비는 『광양1단계 노후관 개량사업』(한국수자원공사, 2020. 12.) 실시 설계 공사비와 해당관경이 없는 경우에는 품셈공사비를 적용하여 산정하였으며 밸브 시설의 자재비는 조달청 나라장터종합쇼핑몰에 등재된 다수공급자계약 단가를 적용하였음

〈표 41〉 밸브개량 단가 산정결과(검토안, 대안 적용)

관경	적용단가	자재비	밸브교체 공사비			비고
			소계	부설 및 접합	밸브철거	
(mm)	(천원/개소)	(천원/개)	(천원/개소)	(천원/개소)	(천원/개소)	
D80	309	201	109	72	36	게이트 제수밸브
D100	369	243	126	84	42	게이트 제수밸브
D150	605	455	150	100	50	게이트 제수밸브
D200	852	634	218	145	73	게이트 제수밸브
D250	1,164	934	230	153	77	게이트 제수밸브
D300	1,463	1,218	246	164	82	게이트 제수밸브
D350	1,950	1,594	356	237	119	게이트 제수밸브
D400	2,690	2,253	437	291	146	게이트 제수밸브
D450	3,791	3,268	523	349	174	게이트 제수밸브
D500	4,168	3,574	594	396	198	게이트 제수밸브
D600	5,998	5,229	769	513	256	버터플라이밸브
D700	6,616	5,687	929	619	310	버터플라이밸브
D800	8,260	7,236	1,024	683	341	버터플라이밸브
D900	10,145	9,001	1,144	763	381	버터플라이밸브
D1,000	12,651	11,435	1,216	811	405	버터플라이밸브
D1,100	14,875	13,537	1,338	892	446	버터플라이밸브
D1,200	18,527	17,100	1,427	951	476	버터플라이밸브
D1,350	22,496	20,933	1,563	1,042	521	버터플라이밸브
D1,500	26,636	24,875	1,760	1,173	587	버터플라이밸브
D1,650	32,962	31,097	1,865	1,244	622	버터플라이밸브

주: 1. 밸브부설 및 접합 공사비: 광양(1)단계 실시설계 공사비, 건설공사품셈공사비 적용
 2. 밸브철거공사비: 밸브 부설 및 접합 공사비의 50% 적용
 3. 밸브 자재비: 조달청 나라장터종합쇼핑몰에 등재된 다수계약자 공급제품 단가 적용

나. 공사비 추정

□ 검토안 공사비 산정

- 수리검토(관망해석)를 수행하여 대체관로가 불필요한 구간은 사업대상에서 제외하고 관경을 재설정하여 공사비를 산정하였고 금회 사업에 반드시 필요한 밸브개량공사비를 추가하여 산정하였음
- 관세척공사

〈표 42〉 관세척공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D100	0.570	136,822	78	
D250	8.285	140,970	1,168	
D300	5.391	143,650	774	
D350	2.053	145,211	298	
D400	0.035	146,771	5	
D500	0.173	151,847	26	
D700	6.942	167,904	1,166	
합계	23.449		3,515	

- 관갱생공사

〈표 43〉 관갱생공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100	22.807	1,249,426	28,496	
D1,200	7.530	1,289,819	9,712	
D1,650	10.989	1,465,248	16,102	
합계	41.326		54,310	

○ 대체관로공사

- 관로공사

〈표 44〉 관로공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D150	3.924	425,050	1,668	
D300	8.684	1,105,190	9,597	
D350	4.590	1,177,240	5,404	
D450	1.901	1,321,340	2,512	
D500	1.700	1,379,040	2,344	
D600	1.254	1,501,040	1,882	
D1,000	6.486	2,574,850	16,700	
D1,100	4.415	2,839,050	12,534	
D1,350	0.905	3,535,130	3,199	
D1,500	9.915	4,090,580	40,558	
합계	43.774		96,400	

- 주: 1. 관로공사비: 가시설 공사비 포함(조립식 간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)
 2. 가시설 적용: D300mm 미만 관로는 슈트파일 5%만 적용
 3. 사업물량: 추진공사연장 미포함

- 추진공사

〈표 45〉 관로추진공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	추진연장 (km)	작업구 (개소)	추진공 (천원/km)	가시설공 (천원/개소)	추진공 (백만원)	가시설공 (백만원)	계 (백만원)	
D150	0.151	2	2,852,333	84,000	431	168	599	
D300	0.260	1	2,852,333	84,000	742	84	826	
D350	0.479	3	2,852,333	84,000	1,366	252	1,618	
D450	0.164	2	2,852,333	84,000	468	168	636	
D500	0.300	3	2,852,333	84,000	856	252	1,108	
D700	0.029	1	2,852,333	84,000	83	84	167	
D1,000	0.720	5	3,292,333	120,000	2,370	600	2,970	
D1,100	0.300	2	3,553,333	144,000	1,066	288	1,354	
D1,500	0.230	1	4,440,333	248,000	1,021	248	1,269	
합계	2.633	20			8,403	2,144	10,547	

주: 작업구 1개소 = 추진기지 + 도달기지

- TIE시설공사

〈표 46〉 TIE시설공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	TIE관로 (km)	부대공사 (개소)	관로공사 (천원/km)	부대공사 (천원/개소)	관로공사 (백만원)	부대공사 (백만원)	계 (백만원)	
D100	0.12	6	384,700	13,627	46	82	128	
D150	0.14	7	425,050	19,801	60	139	198	
D200	0.08	4	461,550	29,594	37	118	155	
D250	0.24	12	504,550	34,535	121	414	536	
D300	0.08	4	1,105,190	42,529	88	170	259	
D350	0.24	12	1,177,240	58,318	283	700	982	
D500	0.24	12	1,379,040	112,280	331	1,347	1,678	
D600	0.04	2	1,501,040	93,694	60	187	247	
D1,000	0.22	11	2,574,850	242,562	566	2,668	3,235	
D1,100	0.18	9	2,839,050	265,625	511	2,391	2,902	
D1,500	0.22	11	4,090,580	648,085	900	7,129	8,029	
합계	1.80	90			3,003	15,346	18,349	

주: 1. TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함
 2. 부대공사: 부단수 천공 및 밸브류 공사

- 전기방식공사

〈표 47〉 전기방식공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100 이상	23.536	50,415	1,187	
합계	23.536		1,187	

- 밸브개량공사

〈표 48〉 밸브개량 공사비(검토안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D100	45	0.73	33	369	12	
D150	63	0.73	46	605	28	
D250	22	0.73	17	1,164	20	
D300	35	0.73	26	1,463	38	
D350	7	0.73	6	1,950	12	
D400	10	0.73	8	2,690	22	
D500	8	0.73	6	4,168	25	
D700	16	0.73	12	6,616	79	
D1,100	52	0.73	38	14,875	565	
D1,200	23	0.73	17	18,527	315	
D1,650	32	0.73	24	32,962	791	
합계	313		233		1,907	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양1단계 사업 밸브교체율)

□ 공사비 종합결과(검토안)

〈표 49〉 공사비 집계(검토안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관개량 공사	관세척공사	23.449	3,515	
	관갱생공사	41.326	54,310	
	소계	64.775	57,825	
대체관로 공사	관로공사	43.774	96,400	
	추진공사	2.633	10,547	20개소
	TIE시설공사		18,349	1.8km, 90개소
	전기방식공사		1,187	23.536km
	소계	46.407	126,481	
밸브개량 공사	밸브교체공사		1,907	233개소
	소계		1,907	
합계		111.182	186,213	

주: TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함되어 연장을 수록하지 않음(공사비에는 포함)

□ 대안 공사비 산정

- 대안은 금회 사업 시설계획 중 관세척공사는 유지관리업무에 포함되는 것으로서 금회 노후관 개량사업에서 제외하고 그에 따른 대체관로공사도 제외하여 공사비를 산정하였음

〈표 50〉 관갱생공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100	22.807	1,249,426	28,496	
D1,200	7.530	1,289,819	9,712	
D1,650	10.989	1,465,248	16,102	
합계	41.326		54,310	

〈표 51〉 관로공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D600	1.254	1,501,040	1,882	
D1,000	6.486	2,574,850	16,700	
D1,100	4.415	2,839,050	12,534	
D1,350	0.905	3,535,130	3,199	
D1,500	9.915	4,090,580	40,558	
합계	22,975		74,875	

- 주: 1. 관로공사비: 가시설 공사비 포함(조립식간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)
 2. 가시설적용: D300 미만 관로는 슈트파일 5%만 적용
 3. 사업물량: 추진공사연장 미포함

〈표 52〉 관로추진공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	추진연장 (km)	작업구 (개소)	추진공 (천원/km)	가시설공 (천원/개소)	추진공 (백만원)	가시설공 (백만원)	계 (백만원)	
D1,000	0.720	5	3,292,333	120,000	2,370	600	2,970	
D1,100	0.300	2	3,553,333	144,000	1,066	288	1,354	
D1,500	0.230	1	4,440,333	248,000	1,021	248	1,269	
합계	1.250	8			4,458	1,136	5,594	

- 주: 작업구 1개소 = 추진기지 + 도달기지

〈표 53〉 TIE시설공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	TIE관로 (km)	부대공사 (개소)	관로공사 (천원/km)	부대공사 (천원/개소)	관로공사 (백만원)	부대공사 (백만원)	계 (백만원)	
D1,100	0.22	11	2,574,850	242,562	566	2,668	3,235	
D1,350	0.18	9	2,839,050	265,625	511	2,391	2,902	
D1,500	0.22	11	4,090,580	648,085	900	7,129	8,029	
합계	0.62	31			1,977	12,188	14,165	

주: 1. TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함
 2. 부대공사: 부다수 천공 및 밸브류 공사

〈표 54〉 전기방식공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100 이상	23.536	50,415	1,187	
합계	23.536		1,187	

□ 대안 공사비 종합결과

〈표 55〉 공사비 집계(대안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관 개량공사	관세척공사	-	-	
	관갱생공사	41.326	54,310	
	소계	41.326	54,310	
대체관로공사	관로공사	22.975	74,875	
	추진공사	1.250	5,594	8개소
	TIE시설공사	-	14,165	0.62km, 31개소
	전기방식공사	-	1,187	23.536km
	소계	24.225	95,820	
밸브개량공사	밸브교체공사		1,671	79개소
	소계		1,671	
합계		65.551	151,801	

주: TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함되어 연장을 수록하지 않음(공사비에는 포함)

□ 공사비 추정 결과 비교

- 『광양 I 단계 노후관 개량사업』(2020. 12.) 실시설계 내역서를 비교·분석하여 금회 검토안 및 대안의 적용단가를 결정하였고 그에 따른 추정 공사비는 <표 56>과 같이 산정되었음

<표 56> 공사비 추정결과 비교

(단위: %)

구분	사업계획안		검토안		대안		
	사업물량 (km)	공사비 (백만원)	사업물량 (km)	공사비 (백만원)	사업물량 (km)	공사비 (백만원)	
노후관 개량 공사	관세척 공사	24.607	3,351	23.449	3,515	-	-
	관강생 공사	41.470	59,111	41.326	54,310	41.326	54,310
	소계	66.077	62,462	64.775	57,825	41.326	54,310
대체 관로 공사	관로 공사	65.979	136,415	43.774	96,400	22.975	74,875
	추진 공사	0.800	3,328	2.633	10,547	1.250	5,594
	TIE시설 공사	-	8,929	-	18,349	-	14,165
	전기방식 공사	-	-	-	1,187	-	1,187
	소계	66.779	148,673	46.407	126,481	24.225	95,820
밸브 개량 공사	밸브교체 공사	-	-	-	1,907	-	1,671
	소계	-	-	-	1,907	-	1,671
합계	132.856	211,135	111.182	186,213	65.551	151,801	
백분율(%)	100		88.2		71.9		

다. 용지보상비 추정

□ 보상면적

- 본 사업은 예타 면제 사업으로 분류되어 경제성 분석을 수행하지 않는 점을 고려하여, 용지보상비 산정 시 국·공유지는 반영하지 않았으며 보상 면적은 기존 관로와 병렬로 부설하는 것으로 고려하여 환경에 따라 추가매입 부지면적을 다르게 적용하였음

〈표 57〉 보상면적 산정

(단위: m, m²)

구분	사업계획안	검토안	대안	비고
보상 연장	19,770	6,353	2,733	
대체관로	19,770	세종	384	-
		충북	1,653	1,637
		충남	4,316	1,096
보상 면적	32,085	세종	1,152	-
		충북	9,861	9,813
		충남	18,273	6,576

주: 추가매입 부지 폭은 환경에 따라 적용함(D600mm 이하: 3.0m, D700~1,000mm: 4.5m, D1,100mm 이상: 6.0m)

□ 용지보상비 산정

- 본 사업 대상지역인 지목별 표준지의 개별공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정한 결과는 아래와 같음

〈표 58〉 표준지 평균 공시지가(세종)

구분	전(원/m ²)	답(원/m ²)	대지(원/m ²)	임야(원/m ²)
표준지 평균 공시지가 산출	-	135,800	168,233	-
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	-	389,746	482,830	-
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	-	38,975	48,283	-
용지보상비 계	-	428,721	531,113	-

〈표 59〉 표준지 평균 공시지가(충북)

구분	전(원/㎡)	답(원/㎡)	대지(원/㎡)	임야(원/㎡)
표준지 평균 공시지가 산출	49,582	68,133	266,767	37,358
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	116,517	160,112	626,902	87,791
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	11,652	16,011	62,690	8,779
용지보상비 계	128,169	176,123	689,592	96,570

〈표 60〉 표준지 평균 공시지가(충남)

구분	전(원/㎡)	답(원/㎡)	대지(원/㎡)	임야(원/㎡)
표준지 평균 공시지가 산출	210,122	232,169	546,708	201,475
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	523,203	578,101	1,361,302	501,673
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	52,320	57,810	136,130	50,167
용지보상비 계	575,523	635,911	1,497,432	551,840

- 지장물보상비는 『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』(한국개발연구원, 2018)에 따라 토지보상비 대비 10%로 반영하여 산출하였음

〈표 61〉 검토안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
총계	29,286	-	22,409,419,689	
세종 합계	1,152	-	524,297,016	
전	-	-	-	
답	855	428,721	366,556,455	
대	297	531,113	157,740,561	
임	-	-	-	
충북 합계	9,861	-	1,990,735,341	
전	1,119	128,169	143,421,111	
답	7,734	176,123	1,362,135,282	
대	654	689,592	450,993,168	
임	354	96,570	34,185,780	
충남 합계	18,273	-	19,894,387,332	
전	1,532	575,523	881,413,475	
답	5,807	635,911	3,692,417,222	
대	9,821	1,497,432	14,705,530,956	
임	1,115	551,840	615,025,680	

〈표 62〉 대안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
총계	16,389	-	8,702,491,743	
세종 합계	-	-	-	
전	-	-	-	
답	-	-	-	
대	-	-	-	
임	-	-	-	
충북 합계	9,813	-	1,982,281,437	
전	1,119	128,169	143,421,111	
답	7,686	176,123	1,353,681,378	
대	654	689,592	450,993,168	
임	354	96,570	34,185,780	
충남 합계	6,576	-	6,720,210,306	
전	396	575,523	227,907,108	
답	3,186	635,911	2,026,012,446	
대	2,976	1,497,432	4,456,357,632	
임	18	551,840	9,933,120	

라. 시설부대경비 추정

□ 시설부대경비는 사업 추진에 필요한 공사비 및 보상비 이외의 비용으로 설계비 및 공사관리비로 구분하였음

〈표 63〉 시설부대경비 산정(검토안)

구분	적용 요율 (%)	시설부대경비 (백만원)	비고
합계		18,872	부가세 포함
설계비		9,106	
조사 및 측량비	1.00	1,862	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	7,244	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	9,766	(공사비+설계비) × 요율

〈표 64〉 시설부대경비 산정(대안)

구분	적용 요율 (%)	시설부대경비 (백만원)	비고
합계		15,384	부가세 포함
설계비		7,423	
조사 및 측량비	1.00	1,518	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	5,905	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	7,961	(공사비+설계비) × 요율

〈표 65〉 시설부대경비 산정결과

구분	사업계획안 (백만원)	검토안 (백만원)	대안 (백만원)
합계	21,331	18,872	15,384
설계비	10,261	9,106	7,423
조사 및 측량비	2,111	1,862	1,518
기본 및 실시설계비	8,150	7,244	5,905
공사관리비	11,070	9,766	7,961

마. 예비비 추정

- 사업을 진행시키는 과정에서 예기치 못한 일들이 무수하게 발생할 수 있으며, 이런 예측할 수 없는 문제들에 대한 조치로 예비비를 반영할 필요가 있음
 - 따라서 본 검토에서는 『수자원부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)』(한국개발연구원, 2008)에 따라 사업비 추정의 불확실성을 고려하여 공사비, 부대비, 용지보상비의 10%를 예비비로 산정하였음

바. 총사업비 집계

- 본 사업에 소요되는 총사업비는 위에서 검토한 기준에 의거하여 공사비, 용지보상비, 시설부대경비 및 예비비로 구분하여 〈표 66〉과 같이 산출하였음

〈표 66〉 총사업비 산정결과

구분	사업계획안 (백만원)	검토안 (백만원)	대안 (백만원)
총사업비	262,205	250,244	193,476
1. 공사비	211,135	186,213	151,801
1) 노후관 개량공사	62,462	57,825	54,310
2) 대체관로 공사	148,673	126,481	95,820
3) 밸브개량공사	-	1,907	1,671
2. 용지보상비	5,902	22,409	8,702
3. 시설부대경비	21,331	18,872	15,384
1) 설계비	10,261	9,106	7,423
- 조사 및 측량비	2,111	1,862	1,518
- 기본 및 실시설계비	8,150	7,244	5,905
2) 공사관리비	11,070	9,766	7,961
4. 예비비	23,837	22,749	17,589

주: 1. 사업계획안의 총사업비 산정 기준연도는 2019년 6월이며 검토안 및 대안의 기준연도는 2020년 12월 기준임

2. 상기 총사업비는 부가세 포함임

3. 경상운영비 추정

□ 인건비

- 본 사업으로 설치되는 시설은 기존 한국수자원공사 운영인력을 활용하여 운영관리가 가능할 것으로 판단되어 추가적인 인건비는 소요되지 않는 것으로 계획

□ 전력비

- 기존 가압시설은 본 사업의 범위에 포함되어 있지 않아 추가적인 전력비는 발생되지 않으므로 경상운영비 산정에서 제외하였음

□ 유지수선비

- 본 사업의 범위 중 노후관 갱생 및 교체시설의 유지수선비는 본 검토 이전부터 이미 발생되었던 비용이므로 경상운영비 산정에서 제외하였으나, 신규로 설치되는 대체관로의 유지수선비는 추가적으로 발생됨에 따라 이에 대한 비용 산정이 필요함
 - 따라서 대체관로 신설이 포함되어 있는 검토안과 대안의 대체관로공사비를 기준으로 유지관리비를 산정

- 수도시설의 기능을 정상적으로 유지하기 위한 유지수선비는 시설물의 경과연수, 종류 및 위치에 따라 큰 차이를 보이므로 한국수자원공사의 최근 10년간 유지수선비율 0.26%를 근거로 적용하여 산정하였음

□ 일반관리비

- 일반관리비는 기업의 유지를 위한 관리활동 부문에서 발생하는 제 비용으로서 기수행된 예비타당성조사의 사례에서는 인건비의 50%를 적용하였음
- 그러나 본 사업으로 설치되는 시설은 현재 기존 시설을 운영 중인 한국수자원공사가 운영함에 따라 추가적인 일반관리비는 발생되지 않으므로 경상운영비 산정에서 제외하였음

□ 경상운영비 총괄

- 본 사업의 시행으로 인해 발생하는 경상운영비는 신규로 설치되는 대체관로의 유지수선비만을 반영하여 산정하였으며, 경상운영비의 산정기간은 대체관로의 내용연수를 기준으로 하였음
- 내용연수는 「댐건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률 시행령」 제27조 [별표 2] 규정에 제시된 생활용수 및 공업용수의 내용연수를 반영하여 45년간의 경상운영비를 산정하였음

〈표 67〉 수자원사업의 부문별 내용연수

사업 항목	내용연수	비고
발전사업	45년	
농업용수	55년	
홍수조절	80년	
생활용수 및 공업용수	45년	본 검토 적용

〈표 68〉 경상운영비(유지수선비) 산정

구분	검토안(백만원)	대안(백만원)	비고
대체관로공사비	126,481	95,820	
연간 유지수선비	329	249	공사비 × 0.26% (부가세 포함)
유지수선비 총계	14,798	11,211	45년 합계 (부가세 포함)

4. 비용추정 결과 종합

□ 대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업에 따른 대안별 총사업비는 <표 69>와 같으며, 본 사업 시행으로 인해 추가적으로 발생되는 경상운영비는 <표 70>과 같음

〈표 69〉 총사업비 추정결과

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
총사업비	250,244	193,476	부가세 포함
공사비	186,213	151,801	
용지보상비	22,409	8,702	
시설부대경비	18,872	15,384	
예비비	22,749	17,589	

〈표 70〉 경상운영비(유지수선비) 산정

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
경상운영비	14,798	11,211	부가세 포함
유지수선비 (45년 총계)	14,798	11,211	

제V장 정책성 분석

제1절 정책성 분석의 체계

- (정책성 분석의 필요성) 경제성 분석이 현실적으로 사업과 관련된 모든 사회적 편익과 비용을 고려할 수 없기 때문에, 정책성 분석을 통해 여러 가지 평가요소들을 추가로 검토하여 사업의 시행 여부를 판단하는 데 고려
- 정책성 평가의 세부 항목은 사업추진 여건, 정책효과(사회적 가치), 특수평가항목(선택) 등 3가지로 설정
 - 2019년 5월에 개정된 「예비타당성조사 운용지침」과 「예비타당성조사 수행 총괄지침」의 변동사항 반영

〈표 71〉 정책성 분석 평가 항목

	구분	세부평가내용	비고
사업추진여건	내부여건	상위계획 반영 여부, 정책 방향과의 일치성, 사업의 준비 정도 등	적용
	외부여건	지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등 여부 등	
정책효과	일자리 효과	사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약 계층에 대한 고용효과 등	생략
	생활여건 영향	사업 추진에 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, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등	
특수평가항목	재원조달위험성 (선택)	운영비 조달 위험성이 있는 사업에 대해 위험정도를 평가	적용
	기타 특수평가	개별 사업의 특성상 문화재의 가치 등 특별히 고려해야 할 사항에 대하여 평가	비적용

제2절 사업추진여건

1. 정책 일치성 등 내부여건

가. 정책일치성 검토 결과

- 대청댐 광역 상수도 노후관 개량사업은 본 사업의 추진근거인 「수도법」에 명시된 노후관로에 대한 세척, 갱생 등 조치에 대한 정책방향에 부합하며 상위계획인 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」의 목표 달성에 부합, 기여하는 정책으로 사료됨
- 본 사업의 추진 근거는 「수도법」 제4조(수도정비계획의 수립)와 제21조의2(상수도관망의 관리)임
 - 인천(19. 5.)과 서울 문래동(19. 6.)에서 적수 사고가 잇달아 발생하고 수돗물 공급·관리에 대한 개선요구가 확대
 - 정부는 「수돗물 안전관리 종합대책(19. 11.)」을 수립하여 상수도관망 진단·관리 강화를 추진하였고 이는 「수도법」 개정(19. 11., '20. 3.)에 반영됨
 - 환경부에서는 「상수도관망 유지관리 개선방안(20. 6.)」, 「상수도관로 유지관리 매뉴얼 제개정 및 통합 연구(~21. 4.)」 등의 연구를 통해 상수도관망 유지관리 개선을 위한 법령, 지침, 제도, 매뉴얼을 체계적으로 정비하기 위한 방안을 마련

「수도법」

제4조(수도정비기본계획의 수립) ① 환경부장관과 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 일반수도 및 공업용수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 10년마다 다음 각 호에 따라 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획(이하 “수도정비기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.

⑦ 수도정비기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

8. 수도관의 현황 조사 및 세척·갱생·교체에 관한 사항

제21조의2(상수도관망의 관리) 지방자치단체인 일반수도사업자는 수돗물 공급과정에서 수질오염을 방지하고, 누수량을 줄여 유수율(有收率, 총급수량 중 유수수량의 비율을 말한다)을 높이기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 상수도 관망(管網)을 효율적이고 체계적으로 유지·관리하여야 한다.

출처: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>)

- 본 사업의 정책 일치성을 점검할 수 있는 상위계획으로는 「전국수도종합계획」(환경부, 2016. 3.) 및 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토부, 2015. 8.)임
- 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」은 광역상수도 및 공업용수에 대한 국가 최상위 계획임
 - 국민에게 보다 고품질의 수돗물 공급을 위한 장기적이고 종합적인 계획을 수립하는 데 그 목적이 있음
 - 장래인구 및 용수 수요량 산정을 통해 광역 및 공업용수도의 합리적인 개발계획 수립과 급수체계 조정을 통한 수자원의 효율적 활용 및 기존 시설의 활용도를 제고하고자 함
 - 신규 광역상수도 및 공업용수도 개발을 통한 안정적 용수 공급에 대한 내용을 포함
- 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」에는 관로시설 안정화를 통해 안정적으로 물을 공급하는 계획 포함
 - 2025년까지 노후관로 개량(752.2km), 대체관로(291.4km)에 대한 추진계획
 - 본 사업인 대청댐 광역 상수도 노후관 개량사업을 포함한 전국 9개 권역에 대해 사업계획이 포함
 - 대청댐 광역 상수도는 전체 236.8km 관로 중에서 78.4km(33.1%)가 매설 후 25~29년 경과한 노후관으로 판별됨
 - 노후관 개량 76.9kmm 대체관로 82.2km, 사업비는 2018~2025년 사이 2,917.2 억원이 계획
- 2021년 8월에 고시될 예정인 「국가수도기본계획」(‘21. 8. 고시예정)에도 해당 사업에 대한 계획이 반영
 - 「국가수도기본계획」(‘21. 8. 고시예정)은 기존의 「전국수도종합계획」 및 「2025 수도정비기본계획」을 통합하는 국가수도의 기본계획임

나. 사업의 준비 정도 검토 결과

- 본 사업은 『2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)』에서 사업계획이 수립된 후, 정밀안전진단용역 및 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립용역, 기본구상 수립 등이 이루어져 본 사업을 위한 계획의 구체성이 높은 것으로 판단됨

- 사업의 준비 정도가 높을수록 사업의 목적 등이 정책방향과 부합하고, 해당 사업에 대한 높은 추진의지를 반영하는 것으로 해석할 수 있음
 - 본 사업의 추진연혁 및 사전용역의 객관성과 성과물, 그리고 인력이나 운영방안 등의 사업계획의 구체성 등을 조사

- 본 사업에 대한 계획은 2009년부터 시작됨
 - 2009년 5월 한국수자원공사는 관 노후도를 직·간접으로 평가하여 개량대상을 선정하였으며, 이를 기반으로 노후관 개량 및 증장기 투자계획을 수립
 - 2015년 8월에는 『2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)』에 최근 편람을 기초로 재수립한 계획을 반영
 - 대청댐 광역 상수도의 노후관 현황이 분석되었고 이를 바탕으로 대청댐 광역 상수도 노후관 개량사업 계획이 구체적으로 수립
 - 2016년 6월 한국수자원공사는 대청댐계통 광역상수도 1단계에 대한 정밀안전진단을 시행
 - 관로시설의 내구성 및 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태인 C등급으로 평가

〈표 72〉 사업의 추진 경위

연월	내용
2009. 05.	노후관 개량 및 증장기 투자계획 수립(한국수자원공사)
2009. 12.	「2025 수도정비기본계획」에 반영(국토해양부)
2011. 09.	광역 및 공업용수도 안정화사업 추진 계획 수립(한국수자원공사)
2014. 12.	『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』(국토교통부, '14. 12.)발간
2015. 08.	「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경」 고시(국토교통부)
2016. 06.	대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단 시행
2018. 04.	수도시설 안정화사업 전략적 추진방안 수립 ¹⁾
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 ²⁾
2020. 08.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 예비타당성조사 면제사업으로 선정
2020. 09.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립

주: 1) 안정화 사업 관련 제반기준을 정립하고, 정확한 조사 등을 통해 사업계획 재수립 후 적기 추진을 위한 효율적인 추진방안 마련

2) 관노후도 직접조사 시행, 사업물량 및 사업비 재산정

출처: 대청댐 광역 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

- 2018년 8월에서 2020년 11월까지 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역을 실시
 - 관 노후도 직접조사 결과, 사업물량 및 사업비 재산정이 포함
 - 이전보다 더욱 정확한 근거자료와 사업계획을 산출
- 2020년 9월 기본구상을 수립

2. 지역주민 사업 수용성 등 외부여건

가. 지역주민 사업 수용성 등 외부여건 검토결과

- 본 사업의 이해관계자 대부분은 본 사업의 취지와 필요성에 대해 공감하고 긍정적인 태도를 가지고 있다고 할 수 있음. 다만 사업추진 과정에서 대체관로 공사 시 소음·진동, 대기질, 주변 인접 지하매설물에 대한 영향이 발생할 수 있고, 용지보상과 관련한 민원발생 여지가 있어 이에 대한 적절한 조치가 필요. 민원 발생에 대한 적극적인 예방·대응 조치가 적절히 취해진다면 본 사업에 대한 전반적인 외부여건은 긍정적이라고 평가됨
- 우선 본 사업의 추진주체인 환경부 및 한국수자원공사의 사업추진 의지는 높다고 판단됨
 - 구미 단수사고를 계기로 단수 및 사고에 대한 광역상수도 용수 공급 신뢰성 제고사업의 필요성은 계속적으로 강조
 - 최근 수도권에서 발생한 적수, 유출 사태는 상수도의 수질관리와 안정적인 수돗물 공급에 대한 국민적 관심 제고
 - 기존 30년 이상 노후관에 대한 안정성을 확보하고 수질 제고를 위한 노후관 개량사업을 적기에 실시하고자 하는 정부의 추진의지도 높음
 - 전체 관로사고 중 노후로 인한 사고는 70~80%를 차지
 - 상수도 관로 사고의 발생 시 사고 현장뿐만 아니라 누수, 단수 등으로 인하여 영항의 파급력이 매우 높음
 - 향후 신규 광역상수도 사업 건설수요가 감소하는 반면 노후관 개량 및 갱신사업 등 사후관리 위주 사업의 중요성이 커지고 있음

- 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015. 8.)에 따라 2030년까지 전국에서 대규모 노후관 개량사업이 계획되어 있음
 - 한국수자원공사 담당자에 대한 면담결과, 본 사업을 적기에 추진하고 시행하는 것에 대한 의지가 매우 높은 것으로 판단됨
- 지방자치단체의 사업에 대한 의지는 긍정적이라고 판단됨
- 본 사업과 관련한 광역자치단체는 충청북도와 충청남도가 포함되며 직접적인 사업 지역은 청주시, 세종시, 천안시, 아산시(급수지역)가 해당
 - 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015. 8.) 수립 시 노후관 개량사업을 통한 안정적 용수 공급방안에 대하여 지자체와 협의가 이미 이루어짐
 - 사업비 측면에서 국비와 한국수자원공사의 재원부담 100%로 사업이 진행. 지방자치 단체는 본 사업에 대하여 편익을 받는 입장이기 때문에 사업에 대하여 긍정적이라고 볼 수 있음
 - 최근 수돗물의 적수, 유충 사태 등으로 인하여 상수도 관련 사업에 대하여 지자체에서 오히려 적극적으로 사업의 취지에 대하여 공감
- 공사로 인한 민원 발생 가능성을 살펴보면 대체관로 공사로 인한 주변 주민의 민원발생 여지가 있음
- 노후관로 세척·갱생공사의 경우 지하의 기존 관로 내에서 작업이 이루어져 도로교통 및 시민에게 큰 불편이나 지장을 주지 않아 민원 발생 가능성은 낮음
 - 대체관로 공사 시 소음·진동, 대기질, 주변 인접 지하매설물에 대한 영향이 발생할 수 있어 이에 대한 민원 발생 여지가 있음
 - 한국수자원공사는 이러한 문제점에 대비하여 소음·진동, 대기질(온실가스, 비산먼지)의 영향을 줄이기 위한 대책과 지하매설물 영향 저감방안을 마련할 필요가 있음
- 사업의 용지보상과 관련한 갈등 가능성이 있음
- 대체관로 부설용지는 대부분 기존 수도부지, 도로 및 하천 등 국공유지를 활용하여 매설하는 것으로 계획하고 나머지 일부 사유지 구간에 대한 용지보상은 관계법령(「토지보상법」)에 따라 보상을 진행할 예정

- 대청댐 광역 상수도의 경우 기존 관로 노선의 일부가 사유지이고 보상이 이루어지지 않은 용지보상 미실시 구간이 존재하므로 기존 관로에 대한 공사 및 대체관로 공사에 있어 용지 보상 등에 따른 민원 발생 여지가 있어 이에 대한 적절한 보상 등의 방안 마련이 필요할 것으로 판단됨
- 용지보상 규모는 검토안의 경우 29,286m²이고 대안의 경우 16,389m²
- 용지보상과 관련된 민원 발생 여지가 있으며 용지보상에 대한 적절한 보상 및 민원 대응방안 마련이 필요

제3절 사업 특수평가항목 검토: 재원조달 가능성

1. 재원조달 가능성

- 본 사업의 재원조달 가능성을 정부의 재원부담과 한국수자원공사의 재원부담 측면에서 살펴본 결과 해당 노후관 개량사업에 대한 사업비 조달의 위험성은 낮은 것으로 판단됨
 - 본 사업은 총사업비의 30%는 국고로 지원하고 70%는 한국수자원공사가 부담. 시설 운영비는 수도요금으로 운영비를 회수할 계획
 - 2011년도 이후, 「2025 수도정비기본계획」(국토해양부, 2009. 12.)에 반영된 관로시설 개량사업 등에 대하여 국가(국고출자) 30%, 한국수자원공사 70% 부담이 유지되고 있어 본 사업에 대한 국고지원은 안정적으로 이루어질 것으로 전망됨
 - 한국수자원공사의 최근의 재무현황은 전반적으로 개선되는 것으로 나타나고 있어 본 사업의 수행에 큰 어려움이 없을 것으로 판단됨
- 공공투자사업 추진의 동력을 확보하기 위해서는 경제적 타당성 외에도 재원조달의 가능성도 높아야 함
 - 경제적 타당성이 있는 사업이라 하더라도 동시다발적으로 진행되는 공공투자사업의 규모에 따라 재정의 여력이 충분하지 않을 수 있기 때문에 개별 사업의 재원조달 환경에 대해 점검할 필요가 있음
 - 사업추진 주체의 투자재원 조달 능력을 고려하여 대상사업이 재원조달 측면에서 무리없이 추진될 수 있을지를 살펴봄

□ 본 사업의 검토안에서 추정된 총사업비는 2,502.4억원, 대안의 총사업비는 1,934.8억 원이며 총사업비의 연도별 배분계획은 5년(2022~2026년)에 걸쳐 시행하는 것으로 계획

〈표 73〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	250,244	22,342	69,919	58,914	53,725	45,344
1. 공사비	186,213	-	49,749	50,889	46,407	39,168
2. 용지보상비	22,409	11,205	11,204	-	-	-
3. 시설부대경비	18,872	9,106	2,609	2,669	2,434	2,054
4. 예비비	22,749	2,031	6,356	5,356	4,884	4,122

〈표 74〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	193,476	12,951	51,738	48,027	43,797	36,963
1. 공사비	151,801	-	40,556	41,485	37,831	31,929
2. 용지보상비	8,702	4,351	4,351	-	-	-
3. 시설부대경비	15,384	7,423	2,127	2,176	1,984	1,674
4. 예비비	17,589	1,177	4,703	4,366	3,982	3,360

□ 본 사업은 총사업비의 30%는 국고로 지원하고 70%는 한국수자원공사가 부담. 시설운영비는 수도요금으로 운영비를 회수할 계획

- 상수도 시설에 대한 재원은 「수도법」에 근거하여 중앙정부와 한국수자원공사가 부담하고 있음

「수도법」

제52조의2(수도설치비용의 부담) 수도(급수장치를 제외한다)의 설치비용은 수도사업자가 이를 부담한다. [전문개정 2002. 12. 26.]

제56조(국고보조 등) 국가는 수도사업자에게 수도사업에 필요한 비용을 보조하거나 용자할 수 있다. 다만, 지방자치단체인 수도사업자가 수도시설을 설치하거나 노후수도시설을 개량하는 경우에는 그 지방자치단체의 재정자립도 등을 고려하여 대통령령이 정하는 바에 따라 그 비용의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다. [전문개정 2002. 12. 26.]

출처: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>)

- 재원의 분담비율은 몇차례에 걸쳐 변동되어 왔으며 2011년 이후 광역상수도과 공업용수도에 대하여 정부와 한국수자원공사가 30:70의 비율을 유지

〈표 75〉 상수도시설의 재원부담 비율

(단위: %)

구분		분담	'93이전	'94	'96	'98	'03~'05	'06	'07	'11~	
광역상수도	도송수 시설	정부	100	100	70	100	100	50	30	30	
		수공	-	-	30	-	-	50	70	70	
	정수장	정부	100	-	-	-	-	-	-	30	
		지자체	-	100	100	100	-	-	-	-	
		수공	-	-	-	-	100	100	100	70	
	공업용수도	정부	100	100	100	100	100	100	30	30	
수공		-	-	-	-	-	-	70	70		
다목적댐	공사비	정부	100	100	100	100	100	100	100	100	
		수공	-	-	-	-	-	-	-	-	
	보상비	정부	100	100	100	<ul style="list-style-type: none"> • 수공부담 원칙 • 국가에서 일부 출자지원 (20% 이내) 					
		수공	-	-	-						

출처: 한국수자원공사 제공 자료(2021. 5.)

- 국고는 한국수자원공사에 대한 출자의 형식으로 이루어짐
 - 「한국수자원공사법」 제4조(자본금 및 출자)에 의거 국가가 공사의 사업에 필요한 비용을 출자 가능
 - 2006년도부터는 기획재정부에서 익년도 예산심의 시 출자기관(한국수자원공사)에 대한 부채비율 등 당해연도 재무분석을 통해 국고출자비율을 결정
- 국고지원 비율은 총사업비의 30%로 유지되어 오고 있으나 정확한 비율에 대한 근거나 규정은 없으며 예산심의 과정에서 의사결정이 이루어짐
 - 2011년도 이후, 「2025 수도정비기본계획」(국토해양부, 2009. 12.)에 반영된 관로시설 개량사업 등에 대하여 국가(국고출자) 30%, 한국수자원공사 70% 부담이 유지되고 있음
 - 본 사업에 대한 국고지원은 안정적으로 이루어질 것으로 전망됨

□ 『2020~2024 국가재정운용계획』(기획재정부, 2020)에 따르면 정부의 총지출은 2020년의 512.3조원에서 연평균 5.7%씩 증가하여, 2024년에는 640.3조원에 이를 것으로 전망됨

- 노후관 개량사업이 속하는 SOC 부문의 지출은 2020년 23.2조원에서 2024년 29.3조원으로 증가하여, 연평균 6.0%의 증가율을 보일 것으로 전망
- 정부는 전체 정부 지출에서 SOC 분야에 대한 투자를 지속적으로 이어갈 것으로 예측됨

〈표 76〉 2020~2024 국가재정운용계획의 분야별 자원배분 계획

(단위: 조원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'20~'24 연평균 증가율
총지출	512.3 (9.1)	555.8 (8.5)	589.1 (6.0)	615.7 (4.5)	640.3 (4.0)	(5.7)
1. 보건·복지·고용	180.5 (12.1)	199.9 (10.7)	217.4 (8.8)	230.2 (5.9)	242.7 (5.4)	(7.7)
2. 교육	72.6 (2.8)	71 (△2.2)	74.2 (4.4)	75.4 (1.6)	77.9 (3.4)	(1.8)
3. 문화·체육·관광	8.0 (10.6)	8.4 (5.1)	8.8 (4.7)	9.2 (4.0)	9.4 (3.0)	(4.2)
4. 환경	9.0 (21.8)	10.5 (16.7)	11.4 (8.3)	12.1 (6.1)	12.6 (4.0)	(8.7)
5. R&D	24.2 (18.0)	27.2 (12.3)	29.1 (6.9)	30.7 (5.4)	32 (4.3)	(7.2)
6. 산업·중소·에너지	23.7 (26.4)	29.1 (22.9)	32.3 (10.9)	34.2 (5.8)	35.6 (4.0)	(10.7)
7. SOC	23.2 (17.6)	26 (11.9)	27.8 (6.8)	28.7 (3.4)	29.3 (2.0)	(6.0)
8. 농림·수산·식품	21.5 (7.4)	22.4 (4.0)	23 (2.7)	23.3 (1.3)	23.5 (1.1)	(2.3)
9. 국방	50.2 (7.4)	52.9 (5.5)	56.1 (6.0)	58.6 (4.5)	60.9 (4.0)	(5.0)
10. 외교·통일	5.5 (8.8)	5.7 (4.3)	6 (4.0)	6.2 (4.0)	6.5 (3.9)	(4.1)
11. 공공질서·안전	20.8 (3.5)	21.8 (4.4)	22.8 (4.8)	23.7 (4.1)	24.6 (3.4)	(4.2)
12. 일반·지방행정	79 (3.2)	86.5 (9.5)	87.6 (1.3)	92 (5.0)	94.9 (3.2)	(4.7)

주: () 안은 전년 대비 증가율

출처: 기획재정부, 『2020~2024 국가재정운용계획』, 2020.

- SOC 부문에서 수자원 분야의 예산은 2020년 1.3조원에서 2024년 1.8조원으로 증가하여, 연평균 9.1%의 증가율을 보일 것으로 전망
- 전체 SOC 부문 투자보다 수자원 분야의 투자가 더 빠르게 증가하고 있음

〈표 77〉 SOC 분야 지출 전망(국가재정운용계획)

(단위: 억원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	연평균 증가율
합계	232,311	260,067	277,846	287,264	293,115	6.0
□ 교통 및 물류	191,825	209,434	226,185	234,442	238,989	5.6
도로	72,588	76,329	82,830	86,258	87,746	5.0
철도·도시철도	69,474	78,055	85,865	88,833	90,533	6.8
해운·항만	18,974	21,076	21,986	22,799	23,233	5.2
항공·공항	2,691	3,518	3,970	4,153	4,236	12.0
물류 등 기타	28,097	30,455	31,534	32,399	33,242	4.3
□ 지역개발	40,486	50,633	51,661	52,822	54,126	7.5
수자원	12,909	15,863	16,637	17,412	18,263	9.1
지역 및 도시	24,474	30,814	30,976	31,267	31,574	6.6
산업단지	3,103	3,956	4,048	4,143	4,289	8.4

주: 기획재정부, 『2020~2024년 국가재정운용계획』, 2020.

- 한국수자원공사의 부채비율은 과거 5년간 꾸준히 감소세를 보임. 부채규모는 '16년부터 '18년까지 소폭 증가한 이후 소폭 감소하였으나 부채비율은 2016년 204.8%에서 2020년 152.5%까지 큰 폭으로 감소
 - 최근 부채비율(2020년)은 152.5%로 신용평가기관의 공기업 신용평가에서 A등급 공공기관 부채비율¹⁾에 해당하는 것으로 볼 수 있음

1) 신용평가기관의 공기업 신용평가 분석에서 A등급 공공기관 부채비율은 평균적으로 약 100~200% 수준임. 한국수자원공사 제공 자료. 2021. 2. 22.

〈표 78〉 한국수자원공사 요약재무상태표

(단위: 백만원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20
자산	20,299,430	20,867,295	21,796,758	22,254,750	22,904,104
부채(A)	13,638,855	13,633,291	14,009,630	13,919,329	13,834,938
자본(B)	6,660,575	7,234,004	7,787,128	8,335,421	9,069,166
부채비율(A/B, %)	204.8	188.5	179.9	167.0	152.5

출처: 공공기관 경영정보공개시스템(http://alio.go.kr)

- 한국수자원공사의 매출은 2019년에 다소 감소하였으나 2020년에 3.8조원으로 대폭 증가. 당기순이익은 1,169.7억원의 손실에서 점차 회복하여 2020년에는 3,186.4억원 까지 증가

〈표 79〉 한국수자원공사 요약연결포괄손익계산서

(단위: 백만원)

구분	'16	'17	'18	'19	'20
매출액	3,618,084	3,375,560	3,391,568	2,971,690	3,751,754
당기순이익	△116,965	184,934	240,174	130,574	318,641

출처: 공공기관 경영정보공개시스템(http://alio.go.kr)

- 한국수자원공사의 중장기재무관리계획('20~'24)에는 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업이 이미 반영되어있음2)
- 2020년 14.5조원에서 2024년 16.7조원으로 부채의 규모는 증가하지만 부채비율은 163.3%에서 142.7%로 감소하여 재무건전성은 제고
 - 한국수자원공사의 재원조달에 대한 위험성은 낮은 것으로 판단됨

〈표 80〉 한국수자원공사의 중장기 재무전망('20~'24)

(단위: 조원, %)

항목	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
자산	23.3	24.5	25.8	27.2	28.4
부채	14.5	15.0	15.5	16.2	16.7
부채비율	163.3	157.2	151.4	147.7	142.7

출처: 한국수자원공사 제출 자료. 2021. 2. 22.

2) 한국수자원공사 제출자료. 2021. 2. 22.

제VI장 지역균형발전 분석

제1절 지역낙후도 분석 결과

□ 본 사업 주변지역의 지역낙후도 수준을 16개 광역시·도 및 170개 시·군에 대해 종합적으로 평가한 결과, 충청북도와 충청남도의 지역발전 정도는 중위권에 속하고 청주시, 천안시, 아산시의 지역발전 정도는 상위권에 속하는 것으로 나타나 지역균형개발 측면에서 본 사업을 통한 지역낙후도 개선 효과는 낮을 것으로 판단됨

□ <표 81>의 16개 광역시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 동 사업의 대상지역인 충청북도의 순위는 11위, 충청남도의 순위는 10위로서 개발 정도가 중하위권 그룹에 속함

〈표 81〉 시·도별 지역낙후도 지표별 순위

구분	인구		경제			기반시설			종합 낙후도 순위	
	인구 증가율 (0.089)	노령화 지수 (0.044)	재정 자립도 (0.291)	제조업 종사자 비율 (0.131)	1인당 승용차 등록 대수 (0.124)	도로율 (0.117)	1인당 의사 수 (0.063)	도시적 토지 이용률 (0.142)		
특별시	서울	10	7	1	15	15	1	1	1	1
광역시	부산(기장군)	15	9	7	9	14	3	5	2	9
	대구(달성군)	13	6	6	8	5	6	4	5	6
	인천(강화군, 옹진군)	2	5	4	7	13	5	9	6	5
	광주	8	2	8	13	10	4	2	3	7
	대전	6	4	5	12	3	2	3	4	3
	울산(울주군)	5	1	2	1	1	7	13	7	2
도	경기도	1	3	3	6	11	8	8	8	4
	강원도	11	12	13	14	7	16	7	16	14
	충청북도	7	11	11	5	8	13	14	13	11
	충청남도	3	14	10	3	9	11	11	9	10
	전라북도	14	13	15	10	12	10	6	12	15
	전라남도	16	16	16	11	16	12	15	14	16
	경상북도	12	15	14	4	6	14	16	15	13
	경상남도	4	10	9	2	2	9	12	11	8
	제주도	9	8	12	16	4	15	10	10	12

주: 1. 기장군은 부산광역시에, 달성군은 대구광역시에, 강화군과 옹진군은 인천광역시에, 울주군은 울산광역시에 포함하였음

2. () 안의 숫자는 AHP 분석으로 산출한 8개 지표의 상대적 가중치임

출처: 한국개발연구원, 『지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경』, 2012. 4. 27.

- 충청북도의 지역낙후도 평가항목 중 제조업종사자 비율(5위)은 상위권에 속하고, 인구증가율(7위)과 1인당 승용차 등록대수(8위)는 중위권에 속함. 노령화지수(11위), 재정자립도(11위)는 중하위권에 속하며 도로율(13위), 도시적 토지이용률(13위), 1인당 의사 수(14위)는 하위권에 속함
 - 충청남도의 인구증가율(3위)과 제조업종사자 비율(3위)은 상위권에 속하고, 도로율(11위), 도시적 토지이용률(9위), 재정자립도(10위), 1인당 승용차 등록대수(9위), 1인당 의사 수(11위)는 중하위권에 속하며 노령화지수(14위)는 하위권에 속함
- <표 82>의 170개 시·군별 지역낙후도 지수 순위의 산정 결과에 따르면, 충북 청주시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 18위, 충남 천안시는 22위, 충남 아산시는 17위로 상위권 그룹에 속함
- 청주시는 노령화지수(15위), 재정자립도(36위), 1인당 승용차 등록 대수(30위), 도로율(9위), 1인당 의사 수(29위), 도시적 토지 이용률(9위)은 170개 시·군 중 상위권에 속함. 인구증가율(52위), 제조업 종사자 비율(86위)은 중위권에 속함

〈표 82〉 사업지역의 지역낙후도지수 및 순위

구분	인구		경제			기반시설			종합		
	인구 증가율 (0.089)	노령화 지수 (0.044)	재정 자립도 (0.291)	제조업 종사자 비율 (0.131)	1인당 승용차 등록 대수 (0.124)	도로율 (0.117)	1인당 의사수 (0.063)	도시적 토지 이용률 (0.142)	낙후도 지수	낙후도 순위	
충청북도	지수	0.649	53.121	32.908	8.963	27.022	0.693	0.1	2.976	-0.255	11
	순위	7	5	13	8	14	11	13	11		
충청남도	지수	1.015	64.77	34.313	9.833	26.699	0.776	0.114	4.085	-0.187	10
	순위	3	3	11	9	11	14	9	10		
청주시	지수	0.69	40.918	44.964	4.631	28.324	4.436	0.146	20.975	1.002	18
	순위	52	15	36	86	30	9	29	9		
천안시	지수	1.572	39.753	50.611	12.297	29.324	1.44	0.161	8.218	0.892	22
	순위	34	13	24	31	15	33	17	32		
아산시	지수	5.078	52.873	49.635	21.604	29.155	1.327	0.07	7.091	1.069	17
	순위	6	40	25	6	20	36	121	36		

주: 1. () 안의 숫자는 AHP 분석으로 산출한 8개 지표의 상대적 가중치임
출처: 한국개발연구원, 『지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경』, 2012. 4. 27.

- 충남 천안시는 인구증가율(34위), 노령화지수(13위), 재정자립도(24위), 제조업 종사자 비율(31위), 1인당 승용차 등록대수(15위), 도로율(33위), 1인당 의사 수(17위), 도시적 토지 이용률(32위) 모두 상위권 그룹에 속함
- 충남 아산시는 인구증가율(6위), 노령화지수(40위), 재정자립도(25위), 제조업 종사자 비율(6위), 1인당 승용차 등록대수(20위), 도로율(36위), 도시적 토지 이용률(36위)은 상위권에 속함. 1인당 의사 수(121위)는 하위권 그룹에 속함

제2절 지역경제 파급효과 분석 결과

1. 지역경제 파급효과 분석 결과

- 충청북도의 총투자비는 검토안의 경우 74,248백만원, 대안은 59,872백만원임. 세종시를 포함한 충청남도의 총투자비는 검토안의 경우 112,193백만원, 대안은 92,114백만원으로 나타남

〈표 83〉 IRIO 분석에 사용된 투자비 내역

(단위: 백만원)

지역	투입부문	비용항목	검토안	대안
충북	일반토목 (상하수도시설)	공사비	67,416	54,363
		시설부대경비	6,832	5,509
	총투자비		74,248	59,872
충남 (세종)	일반토목 (상하수도시설)	공사비	101,869	83,638
		시설부대경비	10,324	8,476
	총투자비		112,193	92,114

- 주: 1. 총투자비는 2020년 말 기준임
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비를 합산한 금액임
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 충북, 충남, 세종 지역의 일반토목(상하수도시설) 부문에 투입됨
 4. 일반토목(상하수도시설)의 공사비는 노후관 개량공사, 대체관로 공사, 밸브개량공사에 해당하는 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 비용-편익분석과 마찬가지로 제외하여 분석함
 8. 예비비는 실투자액이 아니므로 제외함
 9. 공사비의 배분은 사업계획안의 지자체별 연장의 비율로 배분함

- (검토안) 본 사업의 총투자비는 1,864.4억원으로 검토안의 생산유발효과는 3,824.1억원, 부가가치유발효과는 1,556.3억원, 취업유발효과는 2,714.2명, 고용유발효과는 2,386.4명임
- 충청북도와 충청남도에서는 2,503.6억원의 생산유발효과와 1,115.9억원의 부가가치유발효과, 1,941.4명의 취업유발효과, 1,833.8명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정됨
- 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.5%, 부가가치유발효과의 71.7%, 취업유발효과의 71.5%, 고용유발효과의 76.8%를 충청북도와 충청남도에서 차지함

〈표 84〉 지역경제 파급효과(검토안)

(단위: 억원, %, 명)

지역별 파급 효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액	지역별 비중	유발액	지역별 비중	취업유발	지역별 비중	고용유발	지역별 비중
서울	162.7	4.3	84	5.5	180.3	6.7	127.6	5.4
인천	118.9	3.1	31.9	2.1	51.3	1.9	39.7	1.7
경기	216.7	5.7	73.3	4.8	162	6.0	120.3	5.1
대전	58.5	1.5	28.7	1.9	67	2.5	48.6	2.1
충북	969.3	25.6	436.3	28.3	786.8	29.3	738.4	31.3
충남	1,508.60	39.9	668.1	43.4	1,134.80	42.2	1,076.60	45.6
광주	14.4	0.4	5.5	0.4	15.9	0.6	10.5	0.4
전북	26.5	0.7	9.3	0.6	24.1	0.9	14.1	0.6
전남	178.5	4.7	50.5	3.3	44	1.6	29.8	1.3
대구	25	0.7	9.4	0.6	27.9	1.0	19.2	0.8
경북	199.2	5.3	49.4	3.2	54.6	2.0	41.6	1.8
부산	58.4	1.5	18.3	1.2	41.3	1.5	27.8	1.2
울산	108.7	2.9	32.1	2.1	14.2	0.5	10.7	0.5
경남	88.3	2.3	24	1.6	44	1.6	31.6	1.3
강원	46	1.2	17.1	1.1	30.7	1.1	21.6	0.9
제주	5.2	0.1	2.5	0.2	7.6	0.3	4.2	0.2
합계	3,824.1	100.0	1,556.3	100.0	2,714.2	100.0	2,386.4	100.0

출처: 연구진 작성

□ (대안) 본 사업의 총투자비는 1,519.9억원으로 대안의 생산유발효과는 3,117.3억원, 부가가치유발효과는 1,268.7억원, 취업유발효과는 2,212.5명, 고용유발효과는 1,945.4명임

- 충청북도과 충청남도에서는 2,040.8억원의 생산유발효과와 909.6억원의 부가가치유발효과, 1,582.4명의 취업유발효과, 1,494.7명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정됨
- 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.5%, 부가가치유발효과의 71.7%, 취업유발효과의 71.5%, 고용유발효과의 76.8%를 충청북도과 충청남도에서 차지함

〈표 85〉 지역경제 파급효과(대안)

(단위: 억원, %, 명)

지역별 파급 효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액	지역별 비중	유발액	지역별 비중	취업유발	지역별 비중	고용유발	지역별 비중
서울	134.0	4.3	69.2	5.5	148.5	6.7	105.1	5.4
인천	97.9	3.1	26.3	2.1	42.2	1.9	32.7	1.7
경기	178.5	5.7	60.4	4.8	133.4	6.0	99.1	5.1
대전	48.4	1.6	23.8	1.9	55.5	2.5	40.2	2.1
충북	789.1	25.3	355.1	28.0	640.3	28.9	600.9	30.9
충남	1,251.70	40.2	554.5	43.7	942.1	42.6	893.9	45.9
광주	11.8	0.4	4.6	0.4	13.1	0.6	8.6	0.4
전북	21.8	0.7	7.6	0.6	19.9	0.9	11.6	0.6
전남	147.0	4.7	41.6	3.3	36.2	1.6	24.6	1.3
대구	20.6	0.7	7.7	0.6	22.9	1.0	15.8	0.8
경북	164	5.3	40.7	3.2	44.9	2.0	34.2	1.8
부산	48.1	1.5	15.0	1.2	34.0	1.5	22.9	1.2
울산	89.5	2.9	26.4	2.1	11.7	0.5	8.8	0.5
경남	72.7	2.3	19.8	1.6	36.2	1.6	26.0	1.3
강원	37.9	1.2	14.1	1.1	25.3	1.1	17.8	0.9
제주	4.3	0.1	2.0	0.2	6.2	0.3	3.5	0.2
합계	3,117.3	100.0	1,268.7	100.0	2,212.5	100.0	1,945.4	100.0

출처: 연구진 작성

2. 지역경제 활성화 효과 분석 결과

- 본 사업의 지역경제 활성화 효과지수는 충청북도의 경우 검토안과 대안에 따라 각각 0.0635%, 0.0512%인 것으로 나타났다. 충청남도의 지역경제 활성화 효과지수는 검토안과 대안에 따라 각각 0.0589%, 0.0484%인 것으로 나타남
- 이는 2008~2015년 전체 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수 평균인 0.3210%, 수자원 사업 평균인 0.1574%보다는 낮은 수준임

〈표 86〉 지역경제 활성화 효과

(단위: 백만원, %)

구분	검토안		대안	
	충청북도	충청남도 (세종)	충청북도	충청남도 (세종)
투입액 ¹⁾	74,248	112,193	59,872	92,114
지역내 부가가치 유발액	44,016.0	67,569.9	35,510.5	55,451.4
지역내총생산(GRDP, 2019년 잠정) ¹⁾	69,337,802	114,641,978	69,337,802	114,641,978
지역경제 활성화 효과지수 ²⁾	0.0635	0.0589	0.0512	0.0484

주: 1. 2008~2015년 수자원사업 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수의 평균은 0.1574%이며, 전체 사업의 평균은 0.3210%임

1) 투입액은 2020년, 지역내 총생산은 2019년 기준임

2) 지역경제 활성화 효과지수는 위 투입액에 대한 사업 해당 지역의 지역내 부가가치 유발액을 사업 해당 지역의 GRDP 추계액으로 나눈 지수임

출처: 연구진 작성

제Ⅶ장 종합평가 및 정책제언

제1절 종합평가

- 본 사업은 대청댐을 취수원으로 하여 청주시, 천안시, 아산시, 세종시 등 4개 지자체에 생활용수를 공급하는 대청댐 광역상수도 노후관을 개량함으로써, 수돗물 공급중단 및 수질 이상 등 수도사고 예방과 안정적인 용수 공급을 도모하고자 추진된 사업임
- 시설규모와 계획의 적정성 검토 결과 사업계획은 노후관 갱생은 66.1km, 대체관로 66.8km, 관로 추진 0.8km, 노후밸브 개량은 고려하지 않았으나 사업규모 및 계획 검토 결과 노후관 갱생 64.8km, 대체관로 43.8km, 관로 추진 2.6km, 노후밸브 개량은 233개가 필요한 것으로 산정됨
- 사업계획안의 총사업비는 2,622.1억원이며 공사 단가비와 시설규모를 재검토한 후 노후밸브 개량공사를 추가로 반영한 검토안의 총사업비는 2,502.4억원, 세척구간과 이를 위한 대체관로 구간을 사업계획에서 제외한 대안의 총사업비는 1,934.8억원으로 산정됨
- 정책성 평가결과 본 사업은 정부 정책 및 상위계획에 부합하는 것으로 판단되었으며 본 사업을 위한 계획의 구체성이 높은 것으로 판단됨. 환경부, 한국수자원공사, 지자체, 지역주민 등 본 사업의 이해관계자 대부분은 본 사업의 취지와 필요성에 대해 공감하고 긍정적인 태도를 가지고 있음
- 다만 사업추진 과정에서 대체관로 공사 시 소음·진동, 대기질, 주변 인접 지하매설물에 대한 영향이 발생할 수 있고, 용지보상과 관련한 민원 발생 여지가 있어 이에 대한 적절한 조치가 필요함
- 특수평가항목인 재원조달 가능성을 정부의 재원부담과 한국수자원공사의 재원부담 측면에서 살펴본 결과, 해당 노후관 개량사업에 대한 사업비 조달의 위험성은 낮은 것으로 판단됨

□ 지역균형발전 평가 결과 지역균형개발 측면에서 본 사업을 통한 지역낙후도 개선 효과는 낮은 것으로 판단되며 지역경제 활성화 효과는 크지 않은 것으로 분석됨

〈표 87〉 대청댐 광역 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표

(단위: 백만원)

구분		사업계획안	검토안	대안
사업위치		충청북도 청주시, 충청남도 천안시, 아산시, 세종특별자치시 일원		
사업규모	노후관개량	66.1km	64.8km	41.3km
	대체관로	66.8km	43.8km	23.0km
	관로 추진	0.8km	2.6km	1.3km
	노후밸브 개량	0개	233개	79개
1. 공사비		211,135	186,213	151,801
	1) 노후관 개량공사	62,462	57,825	54,310
	2) 대체관로 공사	148,673	126,481	95,820
	3) 밸브개량공사	-	1,907	1,671
2. 용지보상비		5,902	22,409	8,702
3. 시설부대경비		21,331	18,872	15,384
	1) 설계비	10,261	9,106	7,423
	- 조사 및 측량비	2,111	1,862	1,518
	- 기본 및 실시설계비	8,150	7,244	5,905
	2) 공사관리비	11,070	9,766	7,961
4. 예비비		23,837	22,749	17,589
총사업비		262,205	250,244	193,476

제2절 정책제언

- 노후관 개량사업의 범위에 세척사업을 포함할지에 대해서는 정책적 판단이 필요
 - 세척공사는 수질개선 및 조도계수 향상의 효과는 검증되었으나 갱생공사와 같이 생애주기가 연장된다는 근거는 미약함
 - 관세척은 상수관로의 안정화를 위한 기술적인 관점에서는 반드시 필요한 사업이고 최근 환경부에서는 수도사업자의 관세척을 의무화함
 - 그러나 단순유지관리 업무인 관세척이 아닌 대체관로 설치 등 대규모 공사가 수반되는 세척을 정부의 재정지원이 수반되는 노후관 개량사업에 포함할지에 대해서는 정책적 판단이 필요할 것임
 - 지방예산사업으로 상수관로 복선화 예산 신청이 가능

- 대청댐 광역 노후관 개량사업은 사업 대상 지역은 도심지 통과 구간이 많고 정수장도 도심지 내에 위치한 경우가 있어 소음, 불편 등의 민원 발생 소지가 높은 편이이라 민원 발생 여부를 파악하고 이에 대한 체계적인 준비 필요

- 본 사업 이후 대규모 상수도 노후관 개량사업이 계속적으로 추진된다는 점을 고려할 때 상수도 시설에 대한 체계적인 상세 자료수집과 모니터링이 지속적으로 이루어져야 함

대청댐 광역 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토

제 I 장 사업계획 적정성 검토의 개요

제 II 장 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

제 III 장 기술성 분석

제 IV 장 비용 추정

제 V 장 정책성 분석

제 VI 장 지역균형발전 분석

제 VII 장 종합평가 및 정책 제언

I. 사업계획 적정성 검토의 개요

제1절 사업의 목적 및 기대효과

본 사업은 대청댐을 취수원으로 하여 청주시, 천안시, 아산시, 세종시 등 4개 지자체에 생활용수를 공급하는 대청댐 광역상수도 노후관을 개량함으로써, 수돗물 공급 중단 및 수질 이상 등 수도사고 예방과 안정적인 용수 공급을 도모하는 사업이다. 1987년 매설·준공되어 34년이 경과한 대청댐 광역상수도 1단계 관로는 노후화로 인한 사고 발생 시 용수 공급이 불가능하여 막대한 사회·경제적 피해가 예상되는바,¹⁾ 적기에 해당 노후관 개량을 시행함으로써 안정적인 용수 공급을 도모할 필요가 있다.

본 사업을 수행함으로써 다음과 같은 효과가 기대되는 것으로 제시되었다. 첫째, 광역상수도 노후관로 적기 개량으로 시설물의 수명을 연장하고 관로 사고 발생 위험도를 저감하며, 국가 주요 산단 용수 공급의 안정성을 제고할 수 있다. 둘째, 기존 관로를 재사용하면서 수명연장을 위한 신(新)건설공법을 도입함으로써 신규 관로 대체 및 사업비를 절감할 수 있다. 마지막으로 물에 대한 국민의 안정성 및 신뢰성을 제고하는 효과가 있다.

제2절 사업의 추진 근거 및 경위

1. 사업의 추진 근거

본 사업의 추진 근거는 「수도법」 제4조(수도정비계획의 수립) 및 이에 따라 2015년 8월에 수립된 「2025 수도정비계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015. 8.)이다. 「2025 수도정비기본계획」(국토교통부, 2009. 12.)은 장래인구와 용수 수요량을 산정하여 합리적인 개발계획을 수립하고, 급수체계 조정을 통한 수자원의 효율적 활용 및 기존 시설 활용도를 제고하며, 수도시설의 안정화 구축을 통해 용수 공급의 안정성을 확보하고자 수립되었다. 「2025 수도정비계획」(국토교통부, 2009. 12.)은 급수체계 조정사업, 광역

1) 대청댐 광역상수도는 최근 5년간(2014~2018년) 11건의 사고가 발생하였다.

및 공업용수도 개발사업, 시설개량계획, 안정화 구축계획 등의 내용을 담고 있으며, 관로시설 안정화 사업의 하나로 본 사업이 포함되었다.

본 사업은 「수도법」 제75조(국고 보조 등), 「수자원공사법」 제36조 및 동법 시행령 제38조에 의거 국고지원 요건을 갖추었으며, 「국가재정법」 제38조 제2항 제5호에서 규정하는 ‘도로 유지보수, 노후 상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업’에 해당하여 2020년 8월 예비타당성조사 면제사업으로 선정되었다.

〈표 1-1〉 사업의 추진 근거: 「수도법」 제4조

<p>「수도법」(법률 제17326호) [시행 2020. 11. 27.]</p> <p>제4조(수도정비계획의 수립) ① 환경부장관과 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 일반수도 및 공업용수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 10년마다 다음 각 호에 따라 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획(이하 “수도정비기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 환경부장관의 경우에는 국가나 한국수자원공사가 설치·관리하는 광역상수도 및 공업용수도에 관한 수도정비기본계획의 수립 2. 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)의 경우에는 그 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시·군이 설치·관리하는 일반수도 및 공업용수도에 관한 수도정비기본계획의 수립 <p>② 환경부장관은 제1항 제1호에 따라 수도정비기본계획을 수립하려면 시·도지사의 의견을 들은 후 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다. 수립된 수도정비기본계획을 변경(대통령령으로 정하는 경미한 사항의 변경은 제외한다)하려는 경우에도 또한 같다.</p>

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)

〈표 1-2〉 국고지원 요건: 「수도법」 제75조, 「수자원공사법」 제36조 및 동법 시행령 제38조

<p>「수도법」(법률 제17326호) [시행 2020. 11. 27.]</p> <p>제75조(국고 보조 등) 국가는 수도사업자에게 수도사업에 필요한 비용을 보조하거나 융자할 수 있다. 다만, 지방자치단체인 수도사업자가 수도시설을 설치하거나 낡은 수도시설을 개량하는 경우 또는 해수담수화시설을 운영하는 경우에는 그 지방자치단체의 재정자립도 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 비용의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다.</p>
<p>「한국수자원공사법」(법률 제17180호) [시행 2020. 10. 1.]</p> <p>제36조(교부금) 국가는 수자원개발시설의 신축·개축비용, 그 밖에 수자원개발시설의 관리에 필요한 비용 중 홍수조절에 관한 비용 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 비용을 공사에 지급할 수 있다.</p>
<p>「한국수자원공사법 시행령」(대통령령 제31073호) [시행 2020. 10. 1.]</p> <p>제38조(교부금의 범위 등) 법 제36조에서 “대통령령으로 정하는 비용”이란 관개용수(灌溉用水)시설, 생활용수시설 및 공업용수시설 등의 신축·개축이나 그 밖의 관리에 관한 비용 중 환경부장관이 정하는 비용을 말한다.</p>

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)

2. 사업의 추진경위

본 사업의 추진은 2009년 5월 노후관 개량 및 중장기 투자계획 수립과 같은 해 12월 국토해양부가 수립한 「2025 수도정비기본계획」으로부터 시작되었다. 「2025 수도정비기본계획」은 수도권(Ⅱ) 광역 등 노후시설 개량과 안정화 구축(복선화) 등에 관한 중장기 계획을 담고 있다. 이어 2011년 9월에는 한국수자원공사가 광역 및 공업용수도 안정화사업 추진 계획을 수립하였으며, 2015년 8월에는 국토교통부가 본 사업의 직접적인 추진 근거가 되는 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도 변경)」을 고시하였다. 이에 따라 2016년 6월에는 대청댐 광역상수도 1단계 관로에 대하여 정밀안전진단이 시행되었다. 2018년 4월에는 안정화 사업 관련 제반 기준을 정립하고, 정확한 조사를 바탕으로 사업계획을 재수립한 후 적기에 효율적으로 사업을 추진하기 위하여 「수도시설 안정화사업 전략적 추진방안」이 수립되었다. 그리고 2018년 8월, 「안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립」 용역을 착수하여 관 노후도 직접조사를 시행하고, 사업물량과 사업비를 재산정하였다. 2020년 8월에는 예비타당성조사 면제 사업으로 선정되어 금회 사업계획 적정성 검토를 받게 되었다.

〈표 1-3〉 사업의 추진 경위

연월	내용
2009. 05.	노후관 개량 및 중장기 투자계획 수립(한국수자원공사)
2009. 12.	「2025 수도정비기본계획」 반영(국토해양부)
2011. 09.	광역 및 공업용수도 안정화사업 추진 계획 수립(한국수자원공사)
2014. 12.	『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』(국토교통부, '14. 12.) 발간
2015. 08.	「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경」 고시(국토교통부)
2016. 06.	대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단 시행
2018. 04.	수도시설 안정화사업 전략적 추진방안 수립 ¹⁾
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 ²⁾
2020. 08.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 예비타당성조사 면제사업으로 선정
2020. 09.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립

주: 1) 안정화 사업 관련 제반기준을 정립하고, 정확한 조사 등을 통해 사업계획 재수립 후 적기 추진을 위한 효율적인 추진방안 마련

2) 관 노후도 직접조사 시행, 사업물량 및 사업비 재산정

출처: 대청댐 광역 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

〈표 1-4〉 자원분담 주체별 자원조달계획

(단위: 억원)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	계
정부	11	35	35	176	176	177	177	787
한국수자원공사	25	83	83	411	411	411	411	1,835
계	36	118	118	587	587	588	588	2,622

〈표 1-5〉 사업계획서상 총사업비(자원분담 주체별)

(단위: 억원)

구분	공사비	용지보상비	시설부대경비	예비비	계
정부	633	18	64	72	787
한국수자원공사	1,478	41	149	167	1,835
계	2,111	59	213	239	2,622

〈표 1-6〉 사업계획서상 총사업비 구분(용도별, 세부)

(단위: 백만원)

구분	산출 방법	사업비
총사업비		262,205
1. 공사비		211,135
1.1 노후관개량	갱생: 41.5km 세척: 24.5km	62,462
1.2 대체관로신설	L=66.7km	139,744
1.3 부대공		8,929
2. 보상비		5,902
3. 시설부대경비		21,331
3.1 조사비	공사비의 1%	2,111
3.2 설계비	공사비의 3.86%	8,150
3.3 공사관리비	공사비+조사비+설계비의 5%	11,070
4. 예비비	1+2+3의 10%	23,837

2. 사업의 추진 체계

사업의 추진 체계는 다음과 같다. 주관부처인 환경부와 공공기관인 한국수자원공사가 사업 수행주체이며, 사업 운영주체는 한국수자원공사이다. 사업 추진, 시설 운영 및 유지관리 업무는 한국수자원공사의 자체 인력을 활용할 계획이며, 필요시 관련부서와 협의를 거쳐 소요인력을 확보하여 사업을 추진할 계획이다. 재산권은 환경부가, 시설운영권은 한국수자원공사가 가지게 되며, 사업 준공 후 「한국수자원공사법」 제4조에 따라 ‘수도시설관리권’을 국가로부터 출자받아 수도시설을 유지·관리하고 수도 요금을 징수하는 형태로 운영에 필요한 비용을 조달한다.

3. 사전용역 수행 결과

본 사업은 사전용역으로서 『대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단』 용역과 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』 용역을 거쳤다. 『대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단』 용역은 2016년 6월 한국시설안전공단에 의해 조사가 이루어졌다. 조사 결과 관로시설의 종합평가등급은 C등급으로서 관로의 갱생·개량·복선화 등이 필요한 것으로 나타났다. C등급(보통)은 주요 부재에 경미하거나 광범위한 결함 발생으로 내구성 및 기능성 저하 방지를 위해 보수·보강이 필요한 상태일 때 부여된다.

『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』 용역은 한국수자원공사에 의해 2018년 8월부터 2020년 11월까지 약 27개월 간 진행되었다. 용역 수행 결과, 전체 강관의 약 85%가 III등급으로 관로의 갱생이 필요하며, 또한 전체 주철관의 약 70%가 II등급으로 세척이 필요한 상태인 것으로 나타났다. III등급(강관)은 노후화가 상당히 진행되어 내연 도장재 박리비율 10% 이상으로 갱생이 필요한 상태일 때 부여되며, II등급(주철관)은 노후화가 진행 중으로 수질에 영향을 줄 수 있으므로 세척이 필요한 상태일 때 부여되는 등급이다.

제4절 사업계획 적정성 검토의 배경 및 주요내용

1. 사업계획 적정성 검토의 배경

본 사업은 「국가재정법」 제38조 제2항 제5호 및 「예비타당성조사 운용지침」 제20조 제1항 제5호에 따라 ‘도로 유지보수, 노후 상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업’에 해당하여 기획재정부는 ‘2020년도 제2회 예비타당성조사 대상 사업 및 면제 사업 선정결과 통보’를 통해 사업계획 적정성 검토를 의뢰하였다. 사업계획 적정성 검토는 예비타당성조사 면제 사업에 대하여 필요한 경우 예비타당성조사 방식에 준하여 재원조달방안, 중장기 재정소요, 효율적 대안 등의 분석을 통해 적정 사업규모를 검토하는 것으로 규정되어 있다. 사업계획 적정성 검토 결과는 예산편성 및 기금운용계획 수립에 반영된다.

〈표 1-7〉 예비타당성조사 면제 요건: 「국가재정법」 제38조, 「예비타당성조사 운용지침」 제20조

「국가재정법」(법률 제17344호) [시행 2020. 12. 10.]
제38조(예비타당성조사) ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업은 대통령령으로 정하는 절차에 따라 예비타당성조사 대상에서 제외한다. 5. 도로 유지보수, 노후 상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업
「예비타당성조사 운용지침」(기획재정부훈령 제435호) [시행 2019. 5. 1.]
제20조(면제사업) ① 「국가재정법」 제38조 제2항에 따라 다음 각 호에 해당하는 사업은 예비타당성조사 대상에서 제외한다(이하 ‘예타면제’라 한다). 5. 도로 유지보수, 노후 상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)

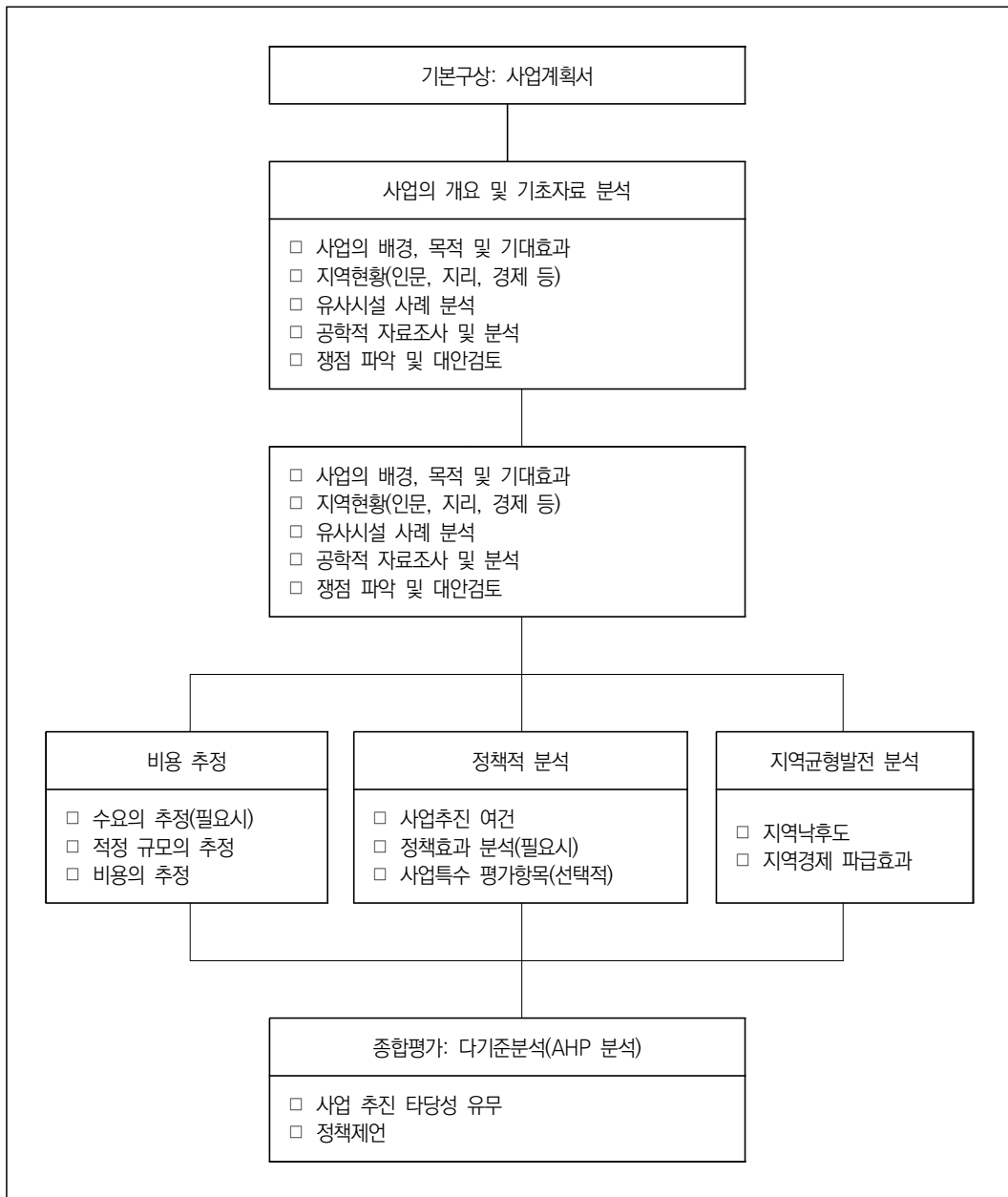
2. 사업계획 적정성 검토의 주요 내용

사업계획 적정성 검토에서 다루는 내용은 다음과 같다. 첫째, 조사대상 사업의 추진배경과 목적, 추진 경위, 계획된 사업내용 파악 등 제공된 기초자료를 검토하여 조사의 쟁점을 도출한다. 둘째, 사업계획의 적절성으로서, 사업목적의 적절성, 사업 추진방식의 적절성,

선정대안의 적절성 등을 전반적으로 검토한다. 사업목적의 적절성은 당초 사업추진 당시와 변화된 사회 환경 등을 감안하여 사업의 필요성 및 사업으로 인한 효과 등이 국민경제적 관점에서 추구하여야 할 가치가 있는 목적인지를 검토하는 것이다. 사업 추진방식의 적절성은 사업 목적을 달성하기 위한 수단으로서 사업이 유일한 대안인지 여부, 더 효과적인 대안 및 추진 전력이 있는지 검토하는 것이다. 선정대안의 적절성은 다른 대안과의 개략적인 비교를 통해 선정된 대안의 기술적 타당성 검토 및 경제적 효율성이 있는 대안 등을 검토하는 것이다. 셋째, 기술성 분석 및 비용추정으로 사업계획안의 내용에 대한 공학적 분석 및 비용 검토를 통하여 사업내용과 비용 측면에서의 적정성 등을 검토한 후 이를 토대로 비용을 재추정한다. 넷째, 정책성 분석으로 사업 수행의 타당성을 평가하는 데 중요한 정책적 차원의 평가항목들을 정량적 또는 정성적으로 분석한다. 정책성 분석에서는 기획재정부의 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 한국개발연구원의 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5단)』에 근거하여 사업추진 여건, 사업의 특수평가항목 등 정책적 평가항목에 대한 분석이 수행된다. 다섯째, 지역균형발전 분석으로 지역균형발전이라는 사회적으로 합의된 가치를 반영하여, 해당 지역의 낙후 정도를 반영하기 위한 지역 낙후도 분석과 해당 사업의 시행이 지역경제에 미치는 파급효과를 분석하기 위한 지역경제 파급효과 분석 등을 수행한다. 마지막으로 종합평가에서는 비용 및 정책적 분석 결과를 종합적으로 검토하고, 본 검토의 한계점과 후속조치를 수행하는 과정에서 고려하여야 할 정책적인 사항 등을 제언한다. [그림 1-2]는 이러한 사업계획 적정성 검토의 수행흐름도를 나타낸다.

금회 사업계획 적정성 검토에서에서는 제시된 수행흐름도에 기초하여 다음과 같이 검토를 수행하고자 한다. 제II장에서는 기초자료 분석을 통해 본 사업과 관련된 현황과 관련계획을 검토하고 조사의 주요 쟁점을 도출한다. 제III장에서는 사업계획을 노후관 개량계획과 대체관로 신설 계획으로 나누어 기술적 검토 및 수리 검토를 바탕으로 사업계획의 적정성을 분석한다. 제IV장에서는 제III장에서의 기술적 검토 결과를 바탕으로 총사업비를 재추정한다. 제V장에서는 관련 정책 및 계획과의 일치성 등 내부여건과 지역주민 사업 수용성과 같은 외부여건 등 정책성 분석을 실시한다. 제VI장에서는 지역낙후도 지수와 지역경제 파급효과 등을 실시하고, 제VII장에서는 조사결과 요약 및 원활한 사업 추진을 위한 정책적 제언을 제시한다.

[그림 1-2] 수자원부문사업 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도



II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

제1절 기초자료 분석

본 절을 포함한 제II장의 기초자료 분석은 사업수행주체인 환경부와 한국수자원공사가 제시한 자료 및 질의응답 내용을 기초로 기술하였다. 자료는 「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경 고시」(국토교통부, 2015. 8.), 「예비타당성조사 면제 요구서」(환경부, 2020. 8.), 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』(한국수자원공사, 2020. 9.), 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020. 11.) 등을 활용하였다.

1. 사업대상지 현황

대청댐계통 광역상수도는 대청댐을 수원으로 하여 충북 청주시 및 (구)청원군, 충남 천안시 및 아산시와 세종시 일원에 용수를 공급하기 위한 시설이다. 1단계 시설은 1987년 12월 총 250,000m³/일 규모로 준공되어 운영되고 있다. 2단계 시설은 용수 공급 지역에 대한 안정적인 용수 공급을 위하여 2003년 12월에 총 980,000m³/일 규모로 준공되었으며, 3단계 시설이 2014년에 착공하여 공사 중에 있다(총 853,000m³/일 규모). 대청댐계통 광역상수도 1단계 시설은 당초 용수 공급 지역에 생활용수를 공급하였으나, 용수 공급 지역의 사용용도(원수, 공업용수, 생활용수)에 따라 용수 공급체계가 변경되면서 1단계와 2단계 시설이 통합적으로 운영되고 있다.²⁾ 이 가운데 1단계 시설이 금회 대청댐 광역상수도 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 대상이 되었다.

2) 「2025 수도정비기본계획」에 따른 대청댐계통 광역상수도 용수 배분량은 다음과 같다.

구분	합계	청주(정)	충남중부권	청주시(원수)	천안(정)	아산(정)	아산(정)
배분량(m ³ /일)	2,030,000	520,000	163,000	31,000	558,000	438,000	320,000

〈표 II-1〉 대청댐계통 광역상수도 시설물 연혁

기간	내용
1980. 11.~1985. 03.	조사 및 설계
1984. 12.~1987. 12.	시설공사
1987. 12. 01.	1단계 시설 준공
1988. 01. 01.	시설인수, 청주사무소 개설
1996. 10. 26.	2단계 공사 개시
1998. 01. 01.	1단계 시설증설(40,000m ³ /일)
2003. 12.	2단계 사업 준공
2014. 03.	3단계 공사 개시

출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

[그림 II-1] 대청댐계통 광역상수도 현황도(1, 2, 3단계)



출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

〈표 II-2〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관로 현황

구간	STA.NO	관종	관경(mm)	수종	길이(m)	최종연도 (개량)
합계					87,304	
대청취수탑 - 대청(취)	소계				1,909	
	0+0~46+9	터널(TNL)	4,400	원수	1,849	1987
	46+9~47+29		2,100	원수	60	1987
대청(취) - 청주(정)	소계				10,523	
	0+0~13+0	SP	1,650	원수	520	1987
	13+0~15+57	SP	1,650	원수	137	2010
	16+19~88+32	SP	1,650	원수	2,893	1987
	88+32~95+38	SP	1,650	원수	286	2014
	96+17~224+28	SP	1,650	원수	5,131	1987
	224+28~263+24	SP	1,650	원수	1,556	1987
청주(정) - 전동(가)	소계				19,147	
	0+0~22+9	SP	1,650	침전수	889	1987
	22+9~136+5	SP	1,200	침전수	4,556	1987
	136+5~154+5	SP	1,200	침전수	720	2013
	151+39~156+35	SP	1,200	침전수	196	1987
	156+35~218+5	SP	1,200	침전수	2,450	2019
	218+5~287+23	SP	1,200	침전수	2,778	1987
	345+20~364+39	SP	1,100	원수	779	1987
	364+39~382+21	터널(TNL)	2,000	원수	702	1987
	382+21~390+35	SP	1,100	원수	334	1987
	390+35~394+38	SP	1,100	원수	163	2019
	394+38~397+25	SP	1,100	원수	107	1987
	397+25~398+37	SP	1,100	원수	52	2019
	398+37~534+18	SP	1,100	원수	5,421	1987
조치원분기	소계				3,803	
	0+0~36+34	DCIP	350	정수	1,474	2016
	60+31~115+36	DCIP	350	정수	2,329	1987

〈표 II-2〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경(mm)	수종	길이(m)	최종연도 (개량)
전동(가) - 소정원수연계	소계	-	-	-	10,406	-
	0+0~8+19	SP	1,100	원수	339	1987
	8+19~26+4	터널(TNL)	2,000	원수	705	1987
	26+4~192+30	SP	1,100	원수	6,666	1987
	192+30~225+22	터널(TNL)	2,000	원수	1,312	1987
	225+22~229+36	SP	1,100	원수	174	1987
	229+36~235+7	SP	1,100	원수	211	2011
	235+7~260+6	SP	1,100	원수	999	1987
소정원수 - 정수연계	소계	-	-	-	2,095	-
	260+6~312+23	SP	1,100	정수	2,095	1987
전의분기	소계	-	-	-	570	-
	0+33~15+3	DCIP	100	정수	570	1987
소정분기	소계	-	-	-	876	-
	0+0~21+36	DCIP	200	정수	876	2006
목천침전수연계- 천안(조)	소계	-	-	-	8,124	-
	312+23~419+6	SP	1,100	침전수	4,263	1987
	419+6~426+37	SP	1,100	침전수	311	2009
	426+37~429+23	SP	1,100	침전수	231	1987
	429+23~468+18	SP	1,100	침전수	1,555	2007
	468+18~501+31	SP	1,100	침전수	1,484	1987
	501+31~507+12	SP	1,100	침전수	221	2004
	508+20~509+39	SP	1,100	침전수	59	1987
독립기념관분기- 목천(가)	소계	-	-	-	1,401	-
	0+0~0+35	DCIP	400	정수	35	1987
	0+35~1+1	DCIP	350	정수	6	1987
	1+1~44+6	DCIP	300	정수	1,360	1987
목천(가) - 독립기념관	소계	-	-	-	4,272	-
	0+0~51+24	DCIP	300	정수	2,064	1987
	51+24~58+14	DCIP	300	정수	270	2010
	58+14~106+32	DCIP	300	정수	1,938	1987
천안(조) - 용화(정)	소계	-	-	-	6,123	-
	0+0~77+5	DCIP	700	침전수	3,085	1987
	77+5~153+3	DCIP	700	침전수	3,038	2009

〈표 II-2〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경(mm)	수종	길이(m)	최종연도 (개량)
천안(조) - 용화(정)연계	소계				7,737	
	153+3~155+26	DCIP	700	침전수	103	2009
	155+26~166+23	DCIP	700	침전수	437	1987
	166+23~175+17	DCIP	700	침전수	354	2009
	175+17~212+6	DCIP	700	침전수	1,469	1987
	212+6~242+1	DCIP	700	침전수	1,193	2009
	242+1~244+11	DCIP	700	정수	90	1987
	244+11~264+32	SP	700	정수	823	2005
	265+19~269+16	DCIP	700	정수	157	1987
	269+16~271+39	DCIP	700	정수	197	2012
	271+29~305+36	DCIP	700	정수	1,384	1987
	305+36~310+13	DCIP	700	정수	214	2015
	310+13~310+24	DCIP	700	정수	11	1987
	310+24~324+289	SP	700	정수	823	2005
	325+20~333+9	DCIP	700	정수	309	1987
333+9~337+22	DCIP	500	정수	173	1987	
배방분기	소계				682	
	0+0~0+29	DCIP	300	침전수	29	1987
	0+31~15+118	DCIP	500	침전수	653	2006
신창분기	소계				9,636	
	0+0~8+72	DCIP	250	정수	387	2015
	9+27~13+4	DCIP	250	정수	137	1987
	13+4~23+25	DCIP	250	정수	416	2004
	23+25~99+27	DCIP	250	정수	3,042	1987
	99+27~111+29	DCIP	250	정수	486	2004
	111+29~142+32	DCIP	250	정수	1,243	1987
	142+32~144+14	SP	250	정수	62	2004
	144+14~240+37	DCIP	250	정수	3,863	1987

출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

〈표 II-3〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장

(단위: km)

구분	사업계획서	검토안	비고
개량연장	66.0	64.8	(감) 1.2
세척연장	24.5	23.5	(감) 1.0
갱생연장	41.5	41.3	(감) 0.2

제2절 상위 및 관련계획 검토

1. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 고시(국토교통부, 2015)

국토교통부는 「2025 수도정비기본계획」(2009. 12.)수립 이후 그간 변화된 여건을 반영하여 광역 상수도 및 공업용수도의 합리적인 개발계획과 효율적인 운영·관리를 위한 장기적인 비전을 제시하는 종합계획을 수립하고자 「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경」을 고시하였다(2015. 8.). 동 계획은 광역상수도 및 공업용수도 관련 최상위 계획으로서 국민의 삶의 질 향상 및 산업기반시설 지원 관련 내용을 담으면서 기후변화 및 물 부족 시대에 대비한 정책방향을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 동 계획의 필요성은 중단 없는 수돗물 공급시스템 구축과 합리적인 투자방안 수립에서 찾을 수 있다. 노후화된 관로시설은 사고를 유발하고, 수돗물에 대한 국민의 신뢰를 떨어뜨릴 수 있는 요인으로 작용하므로 적기 개량이 필요하며, 수도사고 발생 시에도 중단 없는 용수 공급을 위해서 관로 복선화, 노후관 개량, 수도시설 간 비상연계 등 수돗물 공급 시스템을 구축할 필요가 있다. 또한 계획 수립 시점의 투자비뿐만 아니라 장래 사고 발생 시 예상되는 피해영향 및 시설물의 안정적인 운영 측면까지 함께 고려하는 합리적인 투자방안 수립을 위해서라도 동 계획이 필요하였다.

동 계획의 기본 방향은 다음과 같다. 첫째, 도수관로부터 수용가까지 관로시설 사고 등으로 인한 비상시뿐만 아니라 평상시에도 안정적인 용수 공급이 가능하도록 관로시설에 대한 안정화 계획을 수립한다. 둘째, 노후관 개량계획은 관로시설의 간접평가 및 직접평가를 통해 개량 대상을 선정하고 필요시 대체관로 계획을 포함한다. 셋째, 관로복선화 계획은 사고 시 단수가 발생하는 수용가를 분석하여 이에 대한 해소대책으로 관로복선화, 비상저

류조 설치방안 등을 검토하여 가장 타당한 방안을 제시한다. 넷째, 수도시설 간(광역-광역, 광역-지방) 연계방안 등을 검토하여 인접한 시설물 간에도 연계가 가능하도록 계획을 수립한다는 것이다. 계획 기간은 2015~2025년이며, 목표연도는 2025년이다. 관로 시설 안정화계획에 소요되는 사업비는 총 2조 9,985억원으로 제시되었으며, 세부 내용은 <표 II-4>와 같다. 이 중 노후관 개량사업은 금강북부권 포함 9개 권역에 대해 2030년까지 노후관 개량 885km(기시행 10km), 대체관로 342km(기시행 14km) 설치를 계획하였으며, 2025년까지 노후관 개량 752km, 대체관로 291km에 대해 사업을 시행하는 것으로 계획하였다. 금강북부권의 경우, 노후도 평가 결과를 반영하여 대청댐 I, II단계 광역상수도, 아산 I 단계 공업용수도, 보령댐 광역상수도 관로구간 129km(D100mm~D1,650mm)에 대해 개량사업을 시행하는 것으로 계획하였다.

<표 II-4> 「2025 수도정비기본계획(광역 및 공업 변경)의 관로 안정화계획

(단위: 억원)

구분		사업개요	사업비
계		-	29,985
노후관 개량		<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량: 752.2km(기시행 10.3km) • 대체관로: 291.4km(기시행 14.1km) 	14,749
관로 복선화등	소계	-	15,087
	관로복선화	<ul style="list-style-type: none"> • 관로복선화 531.8km(기시행 0.6km) • 비상저류조: 6개소 • 가압장: 3개소 	11,768
	수도시설 비상연계	• 광역-광역 2개소, 광역-지방 비상연계 7개소	2,224
	기타시설 안정화	• 가압시설 및 하천횡단 보강 등 취역시설	260
		• 터널복선화: 4.5km	374
	• 전기방식 및 유량계 개량	461	
관망 기술진단		• 48개소	149

제3절 조사의 주요 쟁점

1. 기술적 검토 관련 쟁점

가. 시설 규모의 적정성 검토

적정 시설규모를 검토하기 위해서는 적합한 수요량을 반영하는 것이 필요하다. 사업부처는 2030 광역 전국수도정비 수요량을 반영하여 시설규모를 산출하고 이를 사업계획으로 제출하였다. 한편 조사 기간 내 2040 광역 전국수도정비 수요량 고시가 예정되어 있어 금회 검토 시 해당 수요량을 바탕으로 적정 시설규모를 재산출하고자 하였으나, 조사 기간 내 고시가 어려울 것으로 판단되어 사업계획과 마찬가지로 2030 광역 전국수도정비 수요량을 사용하였다.⁴⁾

연계관로를 통한 무중단 공급 가능 여부도 적정 시설규모 산정에 있어 변수로 작용할 수 있다. 개량 사업이 진행될 때 연계관로를 통해 중단 없는 공급이 가능할 경우 대체관로 설치를 최소화할 수 있어 적정 시설규모가 달라질 수 있다. 대청댐 I, II단계 관로가 원수와 정수를 이송함에 따라 대체관로 물량이 변동될 가능성이 있어 금회 검토의 쟁점이 될 수 있다.

또한 적정 시설규모에는 대체관로의 물량뿐 아니라 설치되는 대체관로의 관경의 적정성이 포함된다. 이에 금회 검토에서는 노후관 개량이 진행되는 동안 중단 없는 용수 공급이 가능해야 한다는 제약하에 대체관로의 관경을 최소화하는 분석을 수리계산을 바탕으로 실시하고자 한다.

나. 세척 공사 시 대안 공법 제시

한국수자원공사 측에서 제시한 고압수를 이용한 물 세척 방식은(300mm 이상 관에 대한) 퇴수의 문제가 있으며, 세척 효과도 확실하지 않을 수 있다. 해당 이슈를 해결하기 위한 새로운 공법이 있고 단가에 있어 큰 차이가 없다면 대안으로서 새로운 공법을 제시하는 것

4) 이에 조사 이후 2040 수요량이 고시될 경우 금회 검토에서 산출한 적정 시설규모가 달라질 가능성이 존재한다.

이 바람직하다. 이에 금회 검토에서는 물을 적게 사용하면서도 퇴수의 문제를 해결할 수 있는 새로운 공법이 있는지를 조사하고 만약 단가에 있어 한국수자원공사가 제안한 공법과 큰 차이가 없다면 이를 대안으로 제시하고자 한다.

다. 노후밸브실 개량공사를 반영한 검토안

당초 사업계획에는 포함되지 않았으나, 금회 사업계획의 적정성 검토에서는 노후관 개량 사업 추진 시 수반될 것으로 예상되는 노후밸브실 개량공사비 등을 부대공사비로 추가 반영하여 비용추정을 위한 시설계획의 검토안으로 설정하여 검토하였다.

라. 세척구간을 사업계획에서 제외하는 대안 검토

최근 환경부에서는 「수도법」 제21조의2(상수관망의 관리)에 따라 상수관망시설 유지관리업무 세부기준을 수립하여 고시(시행일 2021. 2. 26.)하였으며, 이 고시에 관세척에 대한 의무조항이 신설되어 ‘관세척은 송수 및 배수관로에 대해 최초 매설 후 매 10년 이내 1회 이상 시행해야 한다’는 내용이 포함되었다. 이는 관세척 의무화로 과거 관세척 미시행으로 발생한 수질사고 예방 및 급수의 안정성을 증대하는 데 목적이 있다.

그러나 관세척은 상수관로의 안정성을 위한 기술적 관점에서는 반드시 필요한 사업으로 노후관의 수질개선 및 조도계수 향상에는 효과적이거나, 노후관 개량사업의 목적 중 하나인 생애주기 향상 효과는 기술적으로 검증되지 않는 실정이다.

따라서 세척공사는 노후관의 내구연한을 연장하기에는 부적합 사업으로 이번 사업 계획에서는 세척 구간을 제외하는 방안을 대안으로 제시하고 이를 검토하고자 한다.

대안으로 사업추진 시 사업비는 절감되는 효과가 발생할 수 있으나, 향후 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 추가적인 갱생공사(세척구간 대체 관로 포함)를 실시하여야 하므로 이를 고려한 최종적인 결정이 필요할 것으로 판단된다.

2. 비용 추정 관련 쟁점

가. 공사비 단가 검토

공사비 단가는 갱생공사비와 세척공사비 대체관로공사비로 분류하여 검토한다. 갱생 공사비는 적용 가능한 갱생공법을 우선 검토한 뒤, 실적단가와 견적단가를 비교 검토하고자 한다. 세척공사비는 사업계획에서 적용하고 있는 물 세척 방식을 사용할 경우의 품셈공사비를 다시 한 번 검토하고, 이어 물 세척 방식 이외에 적용 가능한 세척공법을 검토하고 실적단가와 견적단가를 비교 검토한다. 대체관로공사비는 사업계획에서 적용하고 있는 기준연도 등 공사비 산정 근거와 개략공사비를 재검토하는 방식으로 분석을 진행한다.

나. 용지보상비 단가 검토

용지보상비는 기존 대청 1단계 관로와 병렬로 부설되는 것을 가정하여 기존 수도부지를 추가 매입하는 것으로 계획되어 있다(추가매입 도로 폭(B) = 3.0m). 여기에 각 지자체의 지목별 표준지와 공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정하여 적용하여 검토한다. 다만 용지보상비 산정 시 국공유지는 제외한다(기본구상_대체관로 49.1km중 8.7km 사유지로 A=60,114㎡ 용지보상 필요)

Ⅲ. 기술성 분석

제1절 주요 사업내용 검토

1. 개요

2019년 말 기준 국내 상수도 시설용량은 27,416천 m^3 /일로 일평균 18,266천 m^3 /일을 생산하고 있으며, 지방 및 광역상수도 보급률이 97.7%에 달하고 있기 때문에 상수도시설의 신설·확장보다는 노후시설의 개량이 요구되고 있다. 따라서 용수 공급의 안전성을 유지하기 위해서는 합리적인 계획을 수립하여 시설을 개량하는 것이 중요하다. 「상수도시설기준」(환경부, 2010)에서는 시설 개량계획을 수립하거나 사업추진 시 고려되어야 하는 사항을 다음과 같이 제시하고 있다.

첫째, 시설을 개량하고 갱신하는 데에는 막대한 자본을 투자해야 하지만 시설개량은 시설확장과는 달리 요금수입의 증가로 이어지지 않으므로 적절한 시기를 놓칠 우려가 있다. 따라서 수도사업자는 장기적인 재정과의 균형을 고려하여 과학적인 방법으로 계획을 수립하고 착실히 추진해야 한다.

둘째, 개별 시설이 개선될 때에도 신설 및 확장과 같이 물수요나 원수수질의 동향, 수요자의 요구나 자연 및 사회 환경의 변화 등 그 시설이 사용되는 기간의 상황 등이 충분히 고려되어야 한다. 또한 갱신되거나 개량되는 부분의 시설뿐만 아니라 상수도시스템 전체의 관점에서 개선사항의 적정성이 고려되고 검토되어야 한다.

셋째, 안정적인 급수에 지장이 없도록 비상시를 대비한 예비용량이 충분히 확보되어야 하고, 정수시설은 복수 계열화하여 개량과 갱신 등 시설정비 때에도 원활한 급수가 가능하도록 계획되어야 한다. 예를 들면 정수시설 등이 갱신되는 경우에는 시설용량의 감소가 불가피할 경우가 있다. 이 때문에 사전에 예비용량 등이 확보되어야 하고 시설은 계열화되어야 한다. 또 관로시설은 누수사고 또는 노후관망이 교체되는 경우에도 탄력적인 운영이 가능하도록 설치되어야 한다.

넷째, 평소 유지관리 시에 도출된 문제점들이 시설개량과 갱신계획에 반영되어 유지관리의 안정성과 운영의 효율성이 향상되도록 해야 한다. 또한 시설의 개량·갱신은 상수도시스템의 질적인 향상이 수반되도록 하여야 하며 적합한 시기에 장기적인 관점에서 적극적이고 계획적으로 추진되어야 한다.

대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업은 관 노후도 평가결과를 토대로 가능한 기존 관의 구조상 기능을 활용하여 노후된 관로의 기능을 개선함으로써, 깨끗한 물을 안정적으로 공급하는 용수 공급시스템을 구축하는 데 목적이 있다.

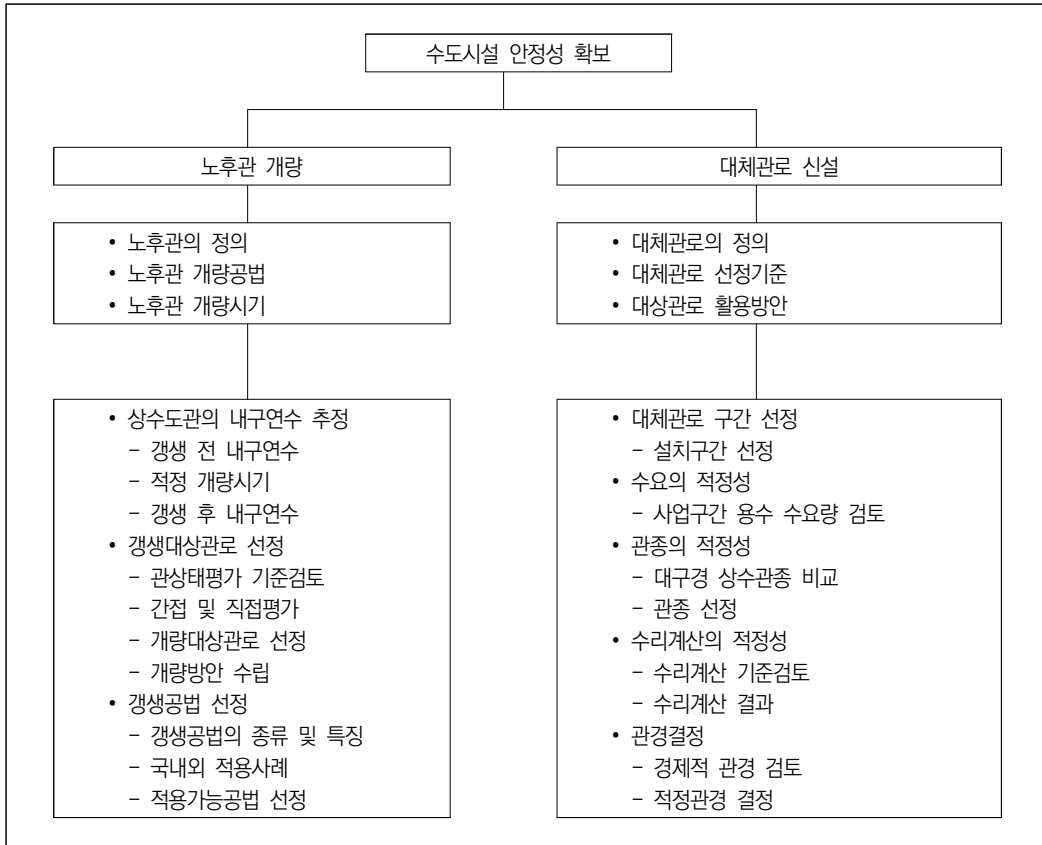
사업추진을 위해 「수도법」 제4조 「광역 및 공업용수도 수도정비 기본계획」을 추진근거로 하여 「고객중심 수도시스템 재구축 계획」(한국수자원공사, 2009), 「광역 및 공업용수도 안정화 추진계획」(한국수자원공사, 2011), 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015) 및 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020) 등을 수립하였고, 이를 토대로 적정성 검토를 위한 사업계획을 수립하였다.

본 사업 대상인 대청댐계통 광역상수도(1단계)는 관로 매설 이후 최대 33년 이상 경과되었으며, 관 내부 조사결과 전체 87.3km중 관로이설 등의 사유로 간접평가 I등급(상태양호)을 유지하고 있는 구간은 약 22.1km에 불과하고 나머지 65.2km는 II등급 또는 III등급의 관 상태이다.

따라서 향후 사용연수 증가에 따른 노후관로 확대 및 수도사고 발생빈도 증가로 대규모 단수사태 등의 국가재난이 발생할 수 있으며, 사고예방과 용수 공급의 안정성 확보를 위한 조치가 시급한 실정이다. 그러나 기존 노후관을 전량 교체할 경우 교통혼잡 유발, 환경공해 발생 등의 사회적 문제 발생과 경제적으로 막대한 비용이 소요되기 때문에 합리적인 계획 수립이 필요하다.

이에 본 검토에서는 사회적 문제 발생 및 경제적 부담을 최소화할 수 있는 비굴착 노후관 갱생공법에 대한 기술적 분석을 수행하였으며, 노후관 갱생 시 안정적으로 용수 공급을 하기 위한 대체관로의 적용성을 검토하였다. 본 사업에 대한 기술적 분석의 플로우 차트는 [그림 III-1]과 같다.

[그림 Ⅲ-1] 기술적 분석을 위한 플로우 차트



2. 노후관 개량

가. 노후관의 정의

용수 공급체계 중 관로시설은 용수의 수송 및 수질유지 기능 등을 담당하고 있으며, 정수시설과 더불어 중요한 기능을 담당하고 있다. 관로시설은 내·외부 압력, 매설환경, 부식 등의 요인들에 의해 열화되는 문제점이 발생될 수 있으며, 기능적 열화의 정도 및 원인에 따라 적정 대책이 필요하게 된다. 이러한 기능적 열화가 발생된 관로는 ‘노후관’이라 정의할 수 있으며, 이는 관이 제 기능을 발휘하지 못하는 수준, 즉 요구된 서비스 수준을 만족하지 못하는 상태를 의미한다고 할 수 있다. 관련 기관에서는 다음과 같이 노후관에 대해 잠정적인 정의를 내리고 있다.

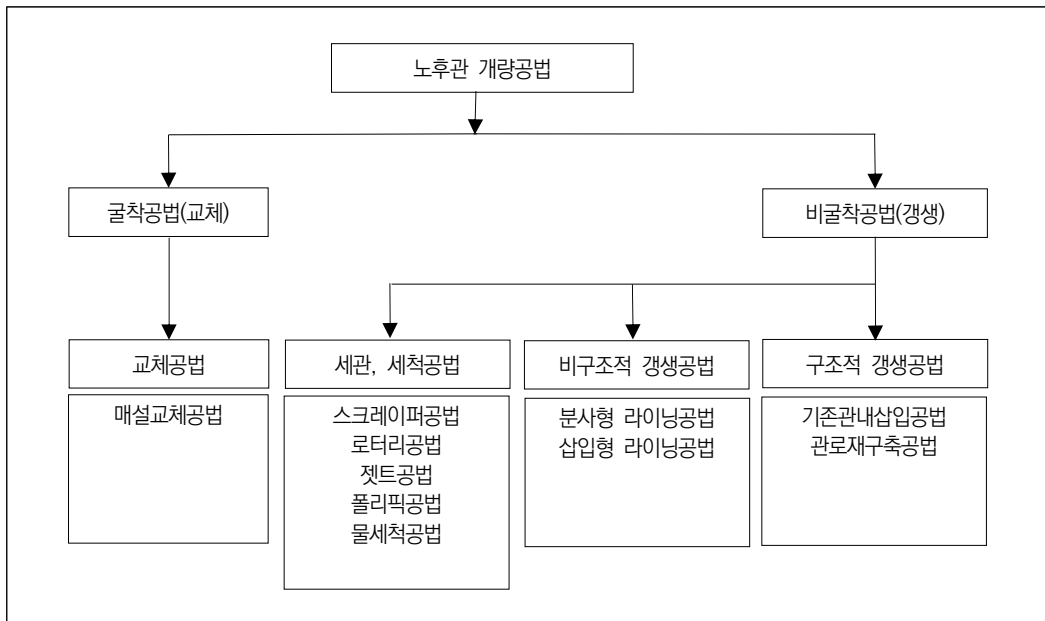
〈표 Ⅲ-1〉 기관별 노후도의 정의

구분	환경부		서울시 상수도사업본부
수록 문헌	「상수도 유수율 제고 업무처리규정」(2001)	「상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시」(2007)	『서울시 유수율대책백서』(2000)
노후관의 정의	<ul style="list-style-type: none"> 노후수도관이라 함은 아연도 강관, 비내식성 금속관 매설후 16년 이상 경과한 수도관 중 관직(scaling) 및 부식이 심한 수도관 등 교체 또는 갱생이 필요한 수도관을 말한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 노후관이란 회주철관, 아연도 강관, 비내식성 관으로 누수가 잦은 관, 구조적 강도가 저하된 관 및 관 내부에 녹이 발생하여 녹물이 많이 나오는 관 등 수도관으로서의 제 기능을 발휘하지 못하는 관을 말한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 노후 상수도관이란 관의 내용연수가 지나 내외부가 부식하여 관파손 사고와 빈번한 누수, 적수 등의 문제를 일으키는 상수도관과 내용연수가 지나지 않은 관 중에서도 비내식성 관의 내부 스케일로 적수를 일으키는 상수도관을 말한다.

나. 노후관 개량공법

관로 개량공법은 [그림 Ⅲ-2]와 같이 기존관 전체를 교체하는 굴착교체 공법과 기존관을 존치하고 관 내·외부를 보수·보강하는 비굴착 갱생공법으로 구분할 수 있다.

[그림 Ⅲ-2] 노후관 개량공법의 분류



1) 굴착공법(교체)

굴착공법은 노후도가 매우 심각하거나, 기능이 완전히 상실되어 교체가 불가피한 관로에 적용한다. 굴착공법은 노후관을 교체함으로써 구조적 기능 회복이 완벽하다는 장점이 있으나, 관 교체 시 교통혼잡, 먼지 및 소음발생 등으로 인근 주민들의 피해가 발생할 수 있으며, 비굴착공법에 비해 비용이 크다는 단점이 있다.

2) 비굴착공법(갱생)

비굴착공법은 노후로 인한 관 내·외부에 대한 보수·보강이 필요한 관로에 적용된다. 굴착공법에 비해 공사기간 단축, 교통혼잡, 먼지 및 소음발생 등을 최소화할 수 있으며, 비용이 작아 경제적으로 유리한 장점이 있다.

가) 세관, 세척공법(Cleaning)

세관, 세척공법은 내부에 침전물 또는 슬라임, 녹 또는 경질의 부식생성물 등을 완전히 제거하여 통수능력을 회복시키는 공법이다.



나) 비구조적 갱생공법(Pipe lining)

비구조적 갱생공법은 관 내부를 세관한 후 현장에서 주로 라이닝 재료를 혼합하여 내면에 재료를 분사하여 라이닝을 형성(Pipe lining)시키거나, 이미 제조된 라이닝 구조물을 다양한 방법으로 관내부에 삽입하여 고정시키는 공법이다.

다) 구조적 갱생공법

구조적 갱생공법은 기존 관 내에 새로운 관을 부설하는 것으로 단순히 청소한 기존 관 내에 새로운 관을 삽입하고 기존 관의 내면과 새로운 관의 외면과의 간극에 모르터 등을 주입하여 중층구조로 만드는 공법이다.

〈표 Ⅲ-2〉 노후관 개량공법 선정

구분	굴착공법	비굴착공법
개요		
공사 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 도로 굴착 후 관 교체 	<ul style="list-style-type: none"> • 도로 굴착 없이 기존관 청소 후 보수보강
교통성	<ul style="list-style-type: none"> • 시공 전 구간의 교통차단 • 장기간 도로통제로 교통체증 유발 	<ul style="list-style-type: none"> • 시공 일부 구간의 교통통제 • 단기간 도로통제로 교통체증 해소
도심 환경성	<ul style="list-style-type: none"> • 도로 굴착으로 인한 소음 및 분진, 악취 등 대기오염 초래 • 장기간 공사로 주민의 주거 환경 악화 	<ul style="list-style-type: none"> • 분진 및 소음을 최소화한 환경 친화적 공법 • 단기간 공사로 쾌적한 도심환경 창출
안전성	<ul style="list-style-type: none"> • 굴착으로 인한 주변 침하현상 야기 • 굴착 시 가스관 등 타 매설물과 저촉성 문제로 위험 상존 • 작업인원 및 주민의 안전사고 우려 • 공장에서 제작되므로 도장 면이 균일함 	<ul style="list-style-type: none"> • 주변 침하현상과 무관 • 타 매설물과 저촉성 전무 • 안전을 최우선시하는 공법 • 현장에서 도장을 실시하므로 작업조건에 신중을 기하여야 함
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 전 구간 굴착에 따른 공사비가 큼 • 제거되는 폐관 처리비와 신관 구매비가 큼 • 교통통제 등의 잠재적 손실이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업구만 굴착으로 공사비 저렴 • 기존 관로 내부를 보수보강하므로 경제적임 • 적은 면적의 교통통제로 잠재적 손실 적음
적용 등급	<ul style="list-style-type: none"> • V등급(교체) 	<ul style="list-style-type: none"> • II등급(세관, 세척) • III등급(비구조적 갱생) • IV등급(준구조적 갱생)

3) 노후관 개량공법 선정

노후관에 대한 개량공법은 간접평가 및 직접평가를 통해 산정된 등급을 기준으로 다음의 표와 같이 선정하며, 금회 사업구간은 직접평가에 따른 노후관 평가 등급을 기준으로 II등급(세척) 및 III등급(갱생)공법이 선정되었다.

〈표 III-3〉 간접평가와 직접평가의 평가등급 비교

관상태 간접평가		관상태 직접평가	
등급	개량방안	등급	개량방안
Ⅰ (노후진행 소)	상태양호 또는 세척	Ⅰ	상태양호
		Ⅱ	세척
Ⅱ (노후진행 중)	세척 또는 갱생(방식)	Ⅱ	세척
		Ⅲ	갱생
Ⅲ (노후진행 대)	갱생, 교체 (방식, 보강, 교체)	Ⅲ	갱생
		Ⅳ	갱생/교체
		Ⅴ	교체

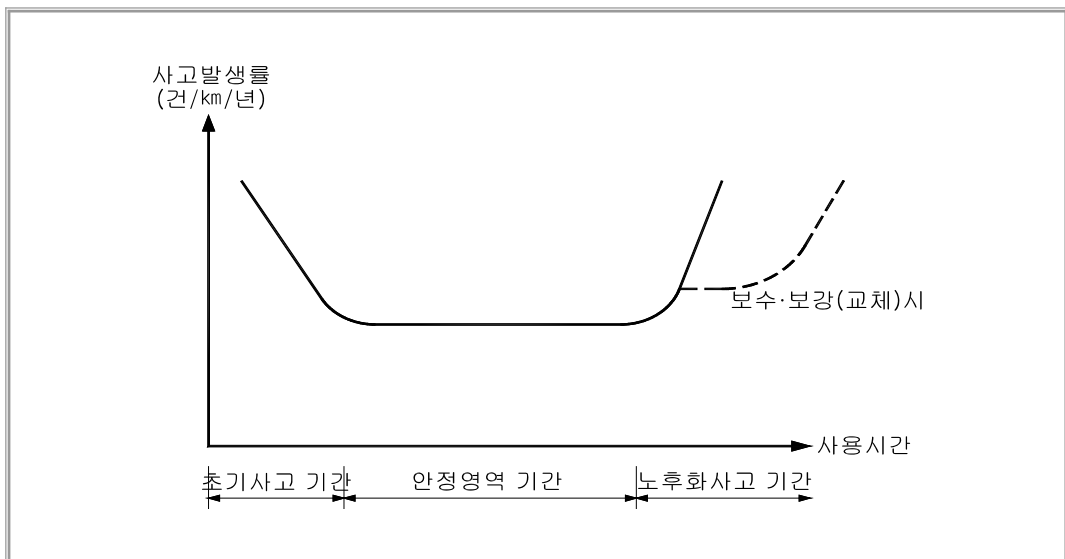
출처: 한국수자원공사, 『대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 9.

다. 노후관 개량시기

1) 노후관로 경과년과 사고율

상수관로 사용연한이 30년 경과 시 시설물의 「안정영역 기간」과 「노후화사고 기간」의 경계에 위치하여 노후화에 의한 사고발생 가능성이 증가된다.

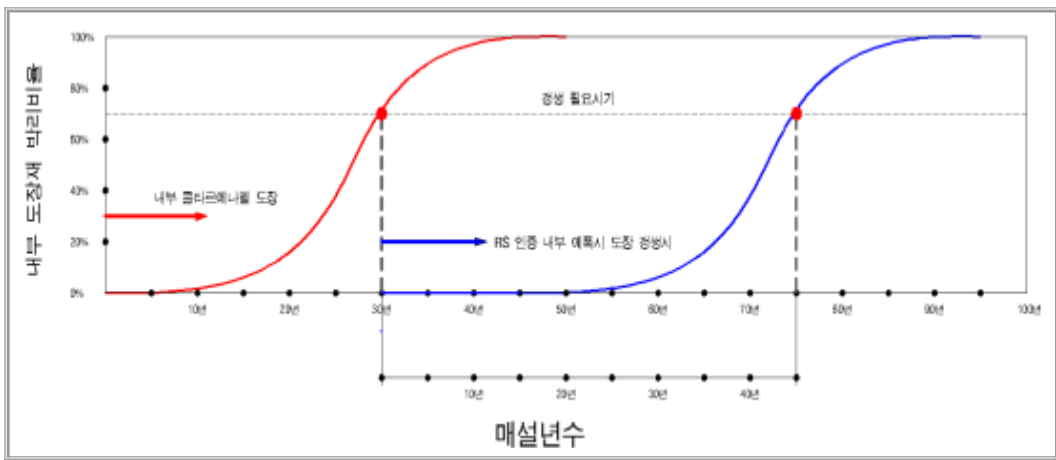
[그림 III-3] 노후관로 사고율 곡선



2) 최적 개량시기

관로 유지관리 사이클에 따라 사용연수 30년 경과 시 대부분의 관로가 노후관 평가 II 등급~III등급으로 평가되며, 이는 노후관로가 구조적 한계까지는 도달하지 않았음을 의미한다. 따라서 광역상수도의 사고예방과 용수 공급 안정성 확보 및 노후관 굴착교체에 따른 사회적/경제적 부담을 감안한 비구조적 갱생을 통한 관로수명 연장이 필요한 경우는 기존 관로의 사용연수가 30년을 초과되는 시점이 갱생공사의 최적의 시기라 할 수 있다.

[그림 III-4] 관로 유지관리 사이클



3. 대체관로 신설

가. 대체관로의 필요성

광역상수도의 도·송수관로는 대부분 수지상식으로 구성되어 있어 기존 노후관로 개량사업 시행 시 수용가에 일 최대 수요량 공급이 어려운 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위한 방안으로 「2025 수도정비기본계획(변경)」에 노후관 사업구간 공사 시 공급불가 지역에 대해 대체관로 계획을 수립하도록 명시하였다. 따라서 용수 공급의 안정성, 노후관 교체, 유지관리 및 장래 토지이용계획 등을 고려하여 도·송수시설의 대체관로 계획의 수립이 필요하다.

〈표 III-4〉 노후관 대체관로 계획

구분	2025 수도정비기본계획 변경	비고
노후관 대체관로	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 관 교체 및 개량 구간에 대하여 대체관로 선정 • 공급능력기준은 복선화 공급능력과 동일 계획 • 노후관 개량 구간과 복선화 대상구간이 동일한 경우에는 대체관로로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 사업 구간 공사시 공급 불가 지역에 대해 대체관로 계획 수립

나. 대체관로 선정기준

관로 노후화로 인하여 교체 및 갱생 등이 필요한 사업장 중 대체 공급이 불가능한 구간은 대체관로 계획을 수립한다. 또한, 광역상수도 확장계획에 의한 관로 추가 부설구간, 비상연계에 의한 공급 가능지역, 안정화 구축에 의한 중복구간, 광역상수도 중복 급수지역은 대체 공급 가능량과 수리적인 문제점 등 종합적인 판단 후 대체관로 계획 수립 여부를 결정한다.

다. 대체관로 활용방안

1) 갱생공사 시

노후관로 갱생공사 시행 시 복선화 및 비상연계 등으로 용수 공급이 불가능한 경우 대체관로 공사를 우선 시행하여 갱생공사 시에도 안정적으로 수용가에 일 최대 수요량이 공급되도록 한다.

2) 갱생공사 후

노후관로 갱생공사 완료 후 갱생관로와 대체관로를 함께 사용함으로써 용수 공급의 안정성 증대와 관로 휴지에 따른 부식 등의 급격한 노후화를 방지할 수 있다. 또한, 대체관로가 설치된 개량공사 완료구간은 복선화가 이루어져 향후 갱생관로 또는 대체관로가 사용연한 30년을 초과하여 추가 갱생공사 필요시에도 별도의 대체관로 신설 없이 사업추진이 가능하다.

제2절 노후관 개량계획

1. 노후관 개량 시행 기준

가. 상수도관의 내구연수

내구연수는 “물질을 원래의 상태대로 사용할 수 있는 기간”으로 정의되고 “시설물로서 사용되어질 수 있는 연수 또는 그 기능을 상실할 때까지의 기간”이라는 의미를 담고 있다. 상수도시설 측면에서 보면, 시설물 자재(품질), 사용 또는 운영환경, 기후 또는 지역적 특성 등 다양한 환경적 요소에 따라 사용기간이 달라질 수 있으며, 획일적으로 정하기가 어려운 특성이 있다.

나. 노후관 개량 여부 판단

「상수도시설기준」(환경부, 2010)에 따르면 “덕타일 주철관 또는 수도용 강관을 사용하는 경우, 사용연수의 경과에 따라 통수능력이 감소되므로 설계 시 내용연수를 고려하여 산정하며, 내용연수는 「지방공기업법 시행규칙」의 내용연수를 고려하여 산정한다”라고 명시되어 있다. 관련 법규 및 지침에서도 <표 III-5>와 같이 상수도 시설물의 내용연수를 제시하고 있다. 「지방공기업법 시행규칙」에 제시된 상수도 관종별 내구연수의 경우, 고정자산의 감가상각비 계산에 적용하여 사용되고 있다.

〈표 III-5〉 상수도 시설물의 내용연수

국내		국외
「상수도 유수율제고 업무처리규정」 (환경부 훈령 제486호)	「지방공기업법 시행규칙」 (별표 2 건축물 등의 내용연수표)	일본 (「지방공기업법 시행규칙」)
• 매설 후 16년 이상 경과한 관 중 관석 (scaling) 및 부식이 심한 수도관	• 스텐레스관, 주철관, 강관: 30년 • PVC관, PE관: 20년 • 아연도강관: 10년 • 그 밖의 관(재질에 따라): 20~30년	• 배수관: 40년

서울특별시 등 특·광역시 지자체는 지하에 매설된 관의 정확한 상태 파악이 어려운 점을 고려하여 우선적으로 시행되어야 할 노후관로 선정기준을 <표 III-6>과 같이 사용연수를 기준으로 제시하고 있으며, 지자체마다 선정기준이 다소 상이한 것으로 나타났다.

〈표 III-6〉 특·광역시 노후관로 선정기준

특·광역시	노후관로 선정기준
서울특별시	• 매설연수에 따르고 있으나, D=100mm 이상 D=300mm의 15년 이상된 노후관 배수관로를 중심으로 우선 개량대상 선정
부산광역시	• 매설연수 10년 이상의 급수관, 30년 이상의 송·배수관을 노후관로로 선정
대구광역시	• 매설연수 11년 이상의 급수관, 21년 이상의 송·배수관 중 주철관을 노후관로로 선정
인천광역시	• 「지방공기업법」 기준으로 함(「지방공기업법 시행규칙」에 의거 기준경과연도 가감 적용)
광주광역시	• 1984년 이전에 부설된 라이닝되지 않은 주철관을 중심으로 교체 및 갱생 대상 선정

하지만 실제 시설물에 대한 사용기간은 다양한 환경적 영향에 따라 달라질 수 있으며, 특히 그 기능이 무엇이나에 따라서도 영향을 받을 수 있기 때문에 「수도법」에 따른 기술진단과 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 따른 안전진단을 통하여 해당 시설물의 개량 여부 및 개량방법 등을 판단하여야 한다.

한국수자원공사에서는 『도·송수시설 기술진단 가이드북』(2010) 등의 노후관 개량을 위한 의사결정시스템을 적용하고 있으며, 대구경 광역상수도의 평가인자인 수도시설제원정보(GIS), 전국도양정보, 도로정보를 연계한 D/B 구축 등을 통하여 평가를 실시하고 있다.

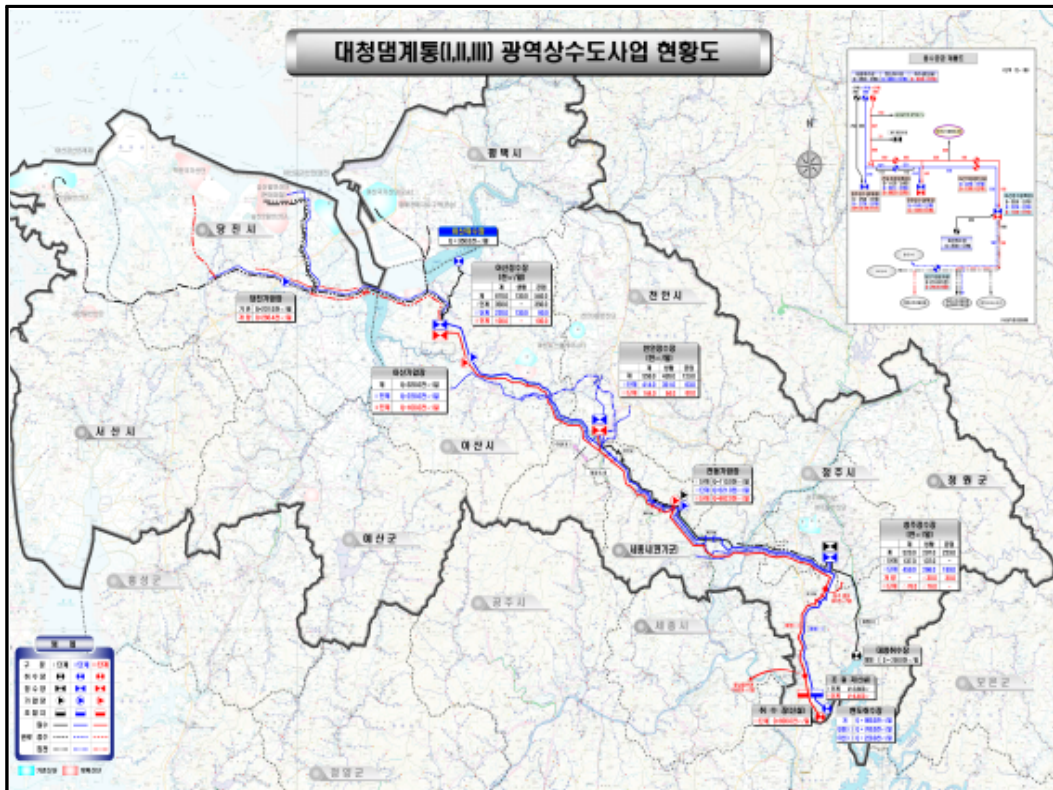
2. 노후관 개량 대상 선정

가. 관로 시설 현황 및 사고 현황

1) 관로 시설 현황

대청댐계통 광역상수도(1단계)의 대부분은 1987년에 설치되었으며, 관로의 용도는 원수, 공업용수, 생활용수로 사용 중에 있다. 관로의 총연장은 약 87.3km이며, 관로의 관경은 D100mm~D1,650mm(터널 제외)으로 구성되어 있다. 주요 관종은 도복장 강관(SP), 덕 타일 주철관(DCIP)이며 4개의 수로터널(약 4.6km)이 있다. 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관로 현황은 [그림 III-5]와 같으며, 매설연수 및 관종별 관로 현황은 <표 III-7> 및 <표 III-8>과 같다.

[그림 III-5] 대청댐계통 광역상수도 관로 현황



〈표 III-7〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 매설연수별 관로 현황

(단위: m)

계통명	구간명	매설연수별 관로연장							
		계	0~5년	6~10년	11~15년	16~20년	21~25년	26~29년	30년 이상
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	12,432	-	286	137	-	-	-	12,009
	청주정수장 ~소정원수 연계	20,059	215	211	-	-	-	-	19,633
공업 용수 계통	청주계통	11,589	2,450	720	-	-	-	-	8,419
	천안계통	21,984	-	411	6,698	1,867	-	-	13,008
정수 계통	청주계통	4,373	1,474	282	-	-	-	-	2,617
	천안계통	16,867	-	387	1,799	964	-	-	13,717
합계		87,304	4,139	2,297	8,634	2,831	-	-	69,403

〈표 III-8〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관종별 관로 현황

(단위: m)

계통명	구간명	관종별 관로연장					
		계	강관	DCIP	CIP	터널	PC관
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	12,432	10,523	-	-	1,909	-
	청주정수장 ~소정원수 연계	20,059	17,340	-	-	2,719	-
공업 용수 계통	청주계통	11,589	11,589	-	-	-	-
	천안계통	21,984	9,770	12,214	-	-	-
정수 계통	청주계통	4,373	-	4,373	-	-	-
	천안계통	16,867	62	16,805	-	-	-
합계		87,304	49,284	33,392	-	4,628	-

2) 관로사고 현황

가) 광역상수도 관로사고 발생 현황

최근 5년간 광역상수도 시설 중 관로사고는 총 183건이 발생되었으며, 관로사고의 주요 원인은 시설 노후화(약 58%)에 따른 것으로 나타났다. 최근 5년간 밸브를 제외하고 관로 노후화에 의한 파손 사고는 전체 72건이 발생하였다. 그중 경과연수 20년 이상 관로의 파손 사고는 52건으로 73%를 차지한다. 관종별 사고 건수는 SP가 51건(71%)으로 가장 많다.

〈표 III-9〉 최근 5년간 관로사고 유발인자

(단위: 건)

구분	계	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	
계	183	45	41	37	32	28	
매설환경	8(4.4%)	2	1	1	2	2	
수층압	5(2.7%)	2	0	3	0	0	
시설노후 106(58%)	관체	70(38.3%)	9	19	16	15	11
	접합부	29(15.9%)	5	9	6	4	5
	밸브	7(3.8%)	1	1	0	1	4
외적요인	3(1.6%)	2	1	0	0	0	
타공사	29(15.8%)	6	6	6	6	5	
품질불량	25(13.7%)	15	2	4	3	1	
기타	7(3.8%)	3	2	1	1	0	

〈표 III-10〉 최근 5년간 경과연수별 관로사고 현황

(단위: 건)

구분	계	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
계	72	13	17	11	14	17
10년 이하	3(4%)	1	0	1	0	1
10~20년	17(23%)	2	6	3	2	4
20~30년	26(36%)	7	5	4	4	6
30~40년	17(24%)	2	4	3	4	4
40년 이상	9(13%)	1	2	0	4	2

〈표 III-11〉 최근 5년간 관종별 사고 현황

(단위: 건)

구분	계	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
계	72	14	17	11	14	16
SP	51(71%)	12	11	7	11	10
DCIP	14(19%)	1	3	2	3	5
콘크리트관	2(3%)	1	1	0	0	0
PE관	2(3%)	0	2	0	0	0
기 타	3(4%)	0	0	2	0	1

나) 대청댐계통 광역상수도(1) 관로사고 발생 현황

대청댐계통 광역상수도 관로는 대부분 강관(SP)과 덕타일 주철관(DCIP)으로 구성되어 있다. 관로사고는 최근 10년간 총 25건이 발생하였으며, 사고원인별로는 관 및 밸브 노후가 17건(68%), 타공사 7건(28%), 배관불량 1건(4%) 등의 순으로 나타났다.

〈표 III-12〉 대청댐(1) 관로사고 현황

사고일시	계통	사고위치	단수 지역	단수 시간	사고내용
2010. 02. 09	대청계통	아산시 배방읍	-	6.0	제수밸브 전단 주철관 이음부 누수
2010. 03. 24	대청계통	아산시 배방읍	-	10.0	제수변실 내 이음부 압륜 누수
2010. 04. 22	청주계통	연기군 전동면	-	-	송수관로 압륜 패킹부 누수
2010. 12. 24	대청계통	천안시 서북구	-	2.6	타공사로 인한 관로 손괴
2011. 10. 19	천안계통	연기군 소정면	-	-	타공사로 인한 관로 손괴
2011. 12. 12	대청계통	연기군 전동면	-	-	전동가압장 구내관 접합부 누수
2012. 01. 10	대청계통	아산시 풍기동	-	-	송수관로 누수 발생
2012. 04. 04	청주계통	연기군 전동면	-	-	주철관 압륜부 누수
2012. 06. 28	공업계통	천안시 청수동	-	-	관로상 점검구 플랜지 접합부 누수
2012. 09. 01	대청계통	청원군 강외면	-	-	분기제수밸브 접합부 누수발생
2012. 11. 19	도수계통	세종시 전동면	-	-	저류조 유입밸브 플랜지 누수발생
2012. 11. 27	도수계통	세종시 전동면	-	-	공기밸브 플랜지 접합부 누수
2013. 02. 24	대청계통	청주시 성화동	-	-	제수밸브 플랜지접합부 누수
2013. 05. 14	청주계통	연기군 전동면	-	7.0	송수관로상 누수
2014. 04. 03	송수계통	청주시 흥덕구	-	-	관로손상 및 핀홀 발생
2015. 01. 07	아산계통	천안시 서북구	-	-	밸브실내 접합부 패킹 손상
2015. 03. 06	청주계통	청주시 흥덕구	-	-	플랜지 접합부 누수발생
2016. 05. 24	대청계통	청주시 흥덕구	-	-	타공사로 인한 관로 손괴
2016. 08. 04	생활계통	세종시 전동면	-	-	관 접합부 이격발생
2016. 08. 29	천안계통	아산시 배방읍	-	14.0	관체 파손
2017. 01. 06	생활계통	청주시 흥덕구	-	7.0	타공사로 인한 관로 손괴
2017. 05. 26	생활계통	세종시 전동면	-	-	타공사로 인한 관로 손괴
2018. 01. 24	신창계통	아산시 온천동	-	4.0	지자체관로 누수에 따른 토사 붕괴
2018. 10. 27	목천계통	천안시 목천읍	-	7.0	천공작업 중 송수관로 손괴
2018. 11. 04	생활계통	청주시 흥덕구	-	-	송수관로 핀홀 발생

나. 개량 대상관로 선정

한국수자원공사가 제시한 관상태 평가법은 국내 평가기준 중 가장 세분화된 기준으로 사료되며, 본 사업과 같이 중·대구경관에 대하여 보다 현실적으로 접근할 수 있는 기준이라고 할 수 있다. 이에 본 검토에서는 한국수자원공사의 관상태 평가 기준을 준용하여 실시한 『대청댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단』(한국시설안전공단, 2016) 결과 및 『수도 시설 안정화 사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립용역』(한국수자원공사, 2020) 성과를 활용하여 개량 대상관로를 선정하였다. 정밀안전진단 등의 조사결과를 종합적으로 평가하여 I~Ⅲ등급으로 구분하였으며 II~Ⅲ등급으로 평가된 구간을 세척 및 갱생하는 것으로 계획하였다. 또한, 한국수자원공사 수도통합정보시스템에 등록된 데이터를 활용하여 사업 대상 관로연장 및 노후관 개량연장에 대한 재검토를 실시하였다. 2004년도 이후 이설 등의 사유로 매설된 관로는 개량사업이 기시행된 구간으로 같음하여 개량대상에서 제외하였다.

본 검토안의 개량대상 관로는 총관로연장 87.3km 중 터널 및 개량사업 기시행 구간을 제외한 총 64.8km이며, <표 III-13>과 같이 사업계획서상의 개량대상 관로 연장과 다소 차이가 있는 것으로 검토되었다. 대청댐계통 광역상수도(1단계) 개량대상 검토 결과는 <표 III-14>와 같다.

〈표 III-13〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장

(단위: km)

구분	사업계획서	검토안	비고
개량연장	66.0	64.8	(감) 1.2
세척연장	24.5	23.5	(감) 1.0
갱생연장	41.5	41.3	(감) 0.2

주: 검토안의 개량연장은 기존 관로 현황자료상에 매설연도를 기준으로 2004년 이후에 매설된 관로를 개량대상에서 제외한 연장임

〈표 III-14〉 구간별 관로연장 및 개량연장 검토 결과

(단위: m)

구간	관종	관경 (mm)	계	I 등급	소계	II 등급	III 등급	비고	
						세척	갱생		
계			87,304	22,529	64,775	23,449	41,326		
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	소계	12,432	2,332	10,100	-	10,100		
		TNL	2,100	60	60	-	-		
			4,400	1,849	1,849	-	-		
	SP	1,650	10,523	423	10,100	-	10,100		
	청주정수장 ~소정원수 연계	소계	20,059	3,145	16,914	-	16,914		
		TNL	2,000	2,719	2,719	-	-		
SP		1,100	17,340	426	16,914	-	16,914		
공업 용수 계통	청주계통	소계	11,589	3,170	8,419		8,419		
		SP	1,650	889	-	889	-	889	
			1,200	10,700	3,170	7,530	-	7,530	
	천안계통	소계	21,984	8,976	13,008	7,115	5,893		
		SP	1,100	8,124	2,231	5,893	-	5,893	
			700	1,646	1,646	-	-	-	
DCIP	700	12,041	5,099	6,942	6,942	-			
	500	173	-	173	173	-			
정수 계통	청주계통	소계	4,373	1,756	2,617	2,617	-		
		DCIP	350	3,803	1,756	2,047	2,047	-	
			100	570	-	570	570	-	
	천안계통	소계	17,437	3,150	14,287	14,287	-		
		SP	250	62	62	-	-	-	
		DCIP	500	653	653	-	-	-	
			400	35	-	35	35	-	
			350	6	-	6	6	-	
			300	5,661	270	5,391	5,391	-	
			250	9,574	1,289	8,285	8,285	-	
200	876	876	-	-	-				

다. 구간별 개량방안 검토

1) 노후관 상태평가 등급 및 개량공법 검토

노후관 개량방안은 『도·송수시설 기술진단 가이드북』(한국수자원공사, 2010)과 「AWWA Manual(M20)」, 「ASTM Standard」에 상태평가 등급별 개량공법(안)을 제시하고 있다. AWWA M28에서는 ClassⅡ~Ⅲ 갱생등급의 노후관을 ‘부분파손’ 상태로 정의하고 있으며, 이에 대한 갱생공법으로는 상호작용 라이너(준구조보강)를 적용하게 된다. 준구조보강 공법의 특징은 일반적으로 라이너가 얇고 기존 관의 내부에 직접적으로 접촉하며, 기존 관보다 매우 낮은 원주방향 인장 강성을 갖는 특징이 있다. 다만, 갱생을 통하여 내부 부식을 방지하고 미세구멍과 격차 등을 개선할 수 있으나, 외부 부식으로 인한 열화는 방지할 수 없다. 열화 방지를 위해서는 상호작용 라이너가 아닌 독립 라이너를 사용하거나 외부 부식에 대한 보호조치(전기방식, 외부보강 등)가 필요하다. 또한 부식에 의한 핀홀 발생에 대비하여 부식홀 크기를 가정하여 라이너가 기존 미세한 구멍이 있을 경우에도 내부압력에 견딜 수 있도록 설계하여야 한다.

ClassⅣ 갱생등급의 노후관은 ‘전체파손’ 상태로 정의하고 있다. 기존 관이 구조적으로 건전하지 않아 토양과 활하중을 지지할 수 없거나, 갱생 관의 설계수명 동안 이러한 상태에 도달하는 것을 말한다. 이때 적용되는 갱생공법은 독립라이너(완전 구조적 보강)이다. 기존 관의 상태와 상관없이 자체적으로 내압과 수충압을 견딜 수 있도록 설계된 라이너는 기존 관과 직접적으로 접촉하지 않아 기존 관에 원주 방향 부하를 전달하지 않는다. Slip lining이 대표적인 예로 관 내부에 기존 관보다 관경이 작은 PE, PCV, PP, SP 등을 삽입하고 그라우팅으로 채우는 P.I.P(Pipe in Pipe)공법이 대표적이다.

〈표 Ⅲ-15〉 노후관 상태평가 등급 기준 및 개량공법(안)

도송수시설 기술진단 가이드북(강관 기준)		AWWA M28 or ASTM (노후도 상태등급별 개량공법(안))		개량방안				
등급	개량방안	등급	개량방안	세척 및 세관	분사형 라이닝 공법	현장 경화형 라이닝	밀착형 라이닝	기존 관 비굴착 교체
I	계속사용							
II	세척(수질문제有)			●				
III	갱생	Class I	비구조적 라이닝		●			
IV	갱생/교체	Class II	준구조적 라이닝		●	●	●	
		Class III	준구조적 라이닝		●	●	●	
V	교체(굴착/비굴착)	Class IV	완전 구조적 라이닝			●	●	●
								●

2) 노후관 개량공사 적용 공법 사례 검토

가) 수도권(I) 도수시설 개량공사

수도권(I) 도수시설 개량공사의 관체 안전성 진단방법은 현재의 진단방법과 상이하였으며, 수도권(II) 광역 관상태 평가시 적용한 『도·송수시설 기술진단 가이드북』(한국수자원공사, 2010)기준을 적용한 직접평가는 III등급으로 판정되었다. 시공 전 수행된 관내 조사보고서에 의하면 도막손상 진행 및 일부 도막에 크랙이 발견되었으나, 용접부 자분탐상 시험결과는 양호하였으며 관두께 측정결과는 원관의 허용오차 내에 속하였다. 따라서 구조 보강이 필요 없는 비구조적 갱생(에폭시라이닝 400 μ m, 550 μ m)을 적용하였다.

〈표 III-16〉 수도권(I) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법

평가 등급	갱생방법	물량
III	에폭시계(도막두께 400 μ m, 550 μ m))	D2,200~2,800mm, L=53.9km

나) 수도권(II) 광역상수도 신뢰성 제고사업

시공의 연속성을 위하여 수도권 II단계 및 수원안양 공업용수도 관로 74.8km 중 관상태 직접평가결과 III~IV등급으로 판정된 관로 총 70.9km와 III~IV등급 관로 중간에 위치한 짧은 구간의 I~II등급 관로 0.4km, 36년 이상 경과하였으나 금회 직접조사를 수행하지 못한 PCC관 1.3km를 개량대상으로 선정하였다. 이 중 수도권 II단계 관로에 비해 상대적으로 노후되어 폐쇄계획을 수립한 수원안양 공업용수도 관로연장을 제외한 개량대상 관로는 총 60.1km이다. 갱생방법은 비구조적 갱생 25.6km, 구조적 갱생 34.4km로 결정하였다.

〈표 III-17〉 수도권(II) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법

평가 등급	갱생방법	물량
III	세라믹(에폭시계, 도막두께 400 μ m))	D1,100~2,000mm, L=25.60km
IV	구조적 갱생	D900~3,800mm, L=34.40km

다) 금강 광역상수도 노후관 개량공사

금강 광역상수도 노후관 개량공사는 실시설계 단계에서 관로상태를 평가한 결과 총 68.81km 중 Ⅲ등급 관로가 61.30km(89.1%), Ⅳ등급 관로는 7.51km(10.9%)로 평가되었다. 적용된 노후관 갱생방법은 Ⅲ등급 내부갱생, Ⅳ등급 내부갱생 및 준구조보강(필요시)을 원칙으로 하였다. 준구조보강의 적용은 시공 시 현장 관로상태 조사를 실시하여 준구조보강부가 발생되며, 현장상황을 면밀히 검토하여 감독원과 협의 후 시행토록 하는 것을 원칙으로 하였다.

〈표 Ⅲ-18〉 금강 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법

평가 등급	갱생방법	물량
Ⅲ	세라믹(에폭시계, 도막두께 400 μ m)	D1,100mm, L=18.689km
Ⅳ	폴리우레아계(도막두께 600 μ m)	D1,500mm, L=49.493km
	폴리우레아계(도막두께 600 μ m) 필요시 준구조적 보강(도막두께 3,500 μ m)	

3) 구간별 개량방안

노후관 상태평가 등급 기준 및 갱생공법(안)에 의거하여 Ⅱ등급 관로는 세척공법, Ⅲ등급 관로는 비구조적 갱생을 통한 개량방안을 선정하였으며, 이를 적용한 대청댐계통 광역상수도(1단계) 구간별 개량방안은 〈표 Ⅲ-19〉와 같다.

〈표 III-19〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 구간별 개량방안

구간	STA.NO	관종	관경 (mm)	연장 (m)	매설 연도	간접 평가	직접 평가	개량 대상	
합계				87,304				64,775	
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	소계		12,432				10,100	
		0+0~46+9	TNL	4,400	1,849	1987	-	-	-
		46+9~47+29	TNL	2,100	60	1987	-	-	-
		0+0~13+0	SP	1,650	520	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		13+0~15+57	SP	1,650	137	2010	Ⅰ	미대상	-
		16+19~88+32	SP	1,650	2,893	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		88+32~95+38	SP	1,650	286	2014	Ⅰ	미대상	-
		96+17~224+28	SP	1,650	5,131	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		224+28~263+24	SP	1,650	1,556	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
	청주정수장 ~소정원수 연계	소계			20,059				16,914
		345+20~364+39	SP	1,100	779	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		364+39~382+21	TNL	2,000	702	1987	-	-	-
		382+21~390+35	SP	1,100	334	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		390+35~394+38	SP	1,100	163	2019	Ⅰ	미대상	-
		394+38~397+25	SP	1,100	107	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		397+25~398+37	SP	1,100	52	2019	Ⅰ	미대상	-
		398+37~534+18	SP	1,100	5,421	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		0+0~8+19	SP	1,100	339	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		8+19~26+4	TNL	2,000	705	1987	-	-	-
		26+4~192+30	SP	1,100	6,666	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		192+30~225+22	TNL	2,000	1,312	1987	-	-	-
		225+22~229+36	SP	1,100	174	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		229+36~235+7	SP	1,100	211	2011	Ⅰ	미대상	-
		235+7~260+6	SP	1,100	999	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		260+6~312+23	SP	1,100	2,095	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적

〈표 III-19〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경 (mm)	연장 (m)	매설 연도	간접 평가	직접 평가	개량 대상	
공업 용수 계통	청주계통	소계	-	11,589				8,419	
		0+0~22+9	SP	1,650	889	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		22+9~136+5	SP	1,200	4,556	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		136+5~154+5	SP	1,200	720	2013	Ⅰ	미대상	-
		151+39~156+35	SP	1,200	196	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		156+35~218+5	SP	1,200	2,450	2019	Ⅰ	미대상	-
		218+5~256+19	SP	1,200	1,534	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
		256+19~287+23	SP	1,200	1,244	1987	Ⅲ	Ⅲ	비구조적
	천안계통	소계	-	-	21,984				13,008
		312+23~419+6	SP	1,100	4,263	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		419+6~426+37	SP	1,100	311	2009	Ⅰ	미대상	-
		426+37~430+21	SP	1,100	144	2009	Ⅰ	미대상	-
		427+16~429+23	SP	1,100	87	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		429+23~468+18	SP	1,100	1,555	2007	Ⅰ	미대상	-
		468+18~501+31	SP	1,100	1,484	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		501+31~507+12	SP	1,100	221	2004	Ⅰ	미대상	-
		508+20~509+39	SP	1,100	59	1987	Ⅱ	Ⅲ	비구조적
		0+0~77+5	DCIP	700	3,085	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		77+5~153+3	DCIP	700	3,038	2009	Ⅰ	미대상	-
		153+3~155+26	DCIP	700	103	2009	Ⅰ	미대상	-
		155+26~166+23	DCIP	700	437	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		166+23~175+17	DCIP	700	354	2009	Ⅰ	미대상	-
		175+17~212+6	DCIP	700	1,469	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		212+6~242+1	DCIP	700	1,193	2009	Ⅰ	미대상	-
		242+1~244+11	DCIP	700	90	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		244+11~264+32	SP	700	823	2005	Ⅰ	미대상	-
		265+19~269+16	DCIP	700	157	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		269+16~271+39	DCIP	700	197	2012	Ⅰ	미대상	-
		271+29~305+36	DCIP	700	1,384	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		305+36~310+13	DCIP	700	214	2015	Ⅰ	미대상	-
		310+13~310+24	DCIP	700	11	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
		310+24~324+289	SP	700	823	2005	Ⅰ	미대상	-
		325+20~333+9	DCIP	700	309	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척
333+9~337+22	DCIP	500	173	1987	Ⅱ	Ⅱ	세척		

〈표 III-19〉의 계속

구간	STA.NO	관종	관경 (mm)	연장 (m)	매설 연도	간접 평가	직접 평가	개량 대상
정수 계통	청주계통	소계		4,373				2,617
	0+0~36+34	DCIP	350	1,474	2016	I	미대상	-
	60+31~92+34	DCIP	350	1,283	1987	II	II	세척
	92+34~95+38	DCIP	350	124	2012	I	미대상	-
	92+34~96+32	DCIP	350	158	2012	I	미대상	-
	96+32~115+36	DCIP	350	764	1987	II	II	세척
	0+33~15+3	DCIP	100	570	1987	II	II	세척
	천안계통	소계		16,867				13,717
	0+0~21+36	DCIP	200	876	2006	I	미대상	-
	0+0~0+35	DCIP	400	35	1987	II	II	세척
	0+35~1+1	DCIP	350	6	1987	II	II	세척
	1+1~40+29	DCIP	300	1,223	1987	II	II	세척
	40+29~44+6	DCIP	300	137	1987	II	II	세척
	0+0~51+24	DCIP	300	2,064	1987	II	II	세척
	51+24~58+14	DCIP	300	270	2010	I	미대상	-
	58+14~106+32	DCIP	300	1,938	1987	II	II	세척
	0+0~0+29	DCIP	300	29	1987	II	II	세척
	0+31~15+118	DCIP	500	653	2006	I	미대상	-
	0+0~8+72	DCIP	250	387	2015	I	미대상	-
	9+27~13+4	DCIP	250	137	1987	II	II	세척
	13+4~23+25	DCIP	250	416	2004	I	미대상	-
	23+25~99+27	DCIP	250	3,042	1987	II	II	세척
	99+27~111+29	DCIP	250	486	2004	I	미대상	-
	111+29~142+32	DCIP	250	1,243	1987	II	II	세척
	142+32~144+14	SP	250	62	2004	I	미대상	-
	144+14~240+37	DCIP	250	3,863	1987	II	II	세척

3. 노후관 개량공법 선정

가. 세척공법 선정


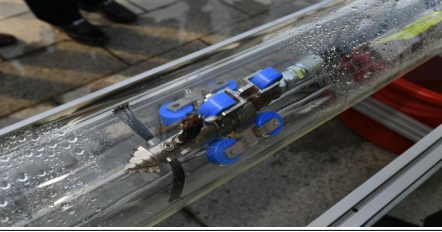
일반적인 상수관로의 내부 녹 또는 관 모체의 흑연 부분 제거를 위한 세척방식은 기계식 초고압수, 회전식 기계 스크레이퍼, 샌드블라스팅, 폴리피그 등이 있다.

〈표 III-20〉 관세척 공식 검토


구분	블라스팅 (Blasing)	고압수 (Water-jet)	스크레이퍼 (Scraper)
개요도			
원리	<ul style="list-style-type: none"> 모래 또는 강철 그릿 등을 관 내부 표면에 분사하여 녹, 스케일을 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 펌프에 의한 초고압수를 고압 호스의 선단에 부착된 분사헤드로 물을 분사시켜 물의 압력만으로 관의 내면에 부착되어 있는 녹 또는 스케일을 포함한 오염물질을 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 원치(Winch)를 이용하여 스크레이퍼를 견인하여 내부 녹, 스케일을 제거
적용성	<ul style="list-style-type: none"> 금속관종 한하여 적용 350mm 이하(관경에 따라 장비 제조에 가능) 라이닝 공정의 시공구간거리 (1회)에 준함 다만 기계식은 환경에 따라 수백~수km까지 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 모든 관종 1,000mm 이하 고압호스 펌프용량에 따라 차이가 있으며, 라이닝 공정의 시공구간 거리에 준함 국내는 최대 100~120m 	<ul style="list-style-type: none"> 금속관종에 한하여 적용 1,000mm 이하 라이닝 공정의 시공구간 거리 (1회)에 준함 국내는 최대 100~120m
국내 적용실적	<ul style="list-style-type: none"> 수도권 1 단계 강생 공사시 장비를 개발하여 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 현장에서 가장 보편적인 세관공법임 	

본 검토의 비용 산정을 위한 세척공법은 최근 서울시 상수도사업본부에서 개최한 관세척 기술경진대회(2020. 6.)에 참여한 업체의 공법을 적용하였으며 각 세척공법의 특징은 다음과 같다.

〈표 III-21〉 관세척 공법비교(1)

구분	SFT(Smart Flushing Technology)	CT(Cleaning Technology System)
개요도		
원리	<ul style="list-style-type: none"> 추진 및 청소 노즐을 이용한 고압수 세척 	<ul style="list-style-type: none"> 고압수와 브러시를 이용한 관 세척
관종	모든 관종 세척 가능	강관, 주철관, PE관
관경	D80~D900mm	D50~D1,200mm
공사비	D400mm기준: 37,296원/m	D400mm기준: 30,846원/m
장점	<ul style="list-style-type: none"> 물속에서 고압수로 세척하는 방식으로 실코트 손상 최소화 가능 세척장비의 각도 및 압력을 조절가능 	<ul style="list-style-type: none"> 세척공정이 간단하고 신속(효과 양호) 세척시 별도의 수돗물 소비가 없음 차량에 일체화된 기술로 현장 적용성 우수
단점	<ul style="list-style-type: none"> 1회 세척으로 고착된 슬라임 제거는 어려움 세척에 필요한 부속 장비의 소음대책 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 고압의 수압에 의한 브러시의 탈락 고압수 공급케이블의 마찰로 인한 마모

〈표 III-22〉 관세척 공법비교(2)

구분	PCF(Premium Camera Flushing)	충격파버블링 압축공기세척
개요도		
원리	<ul style="list-style-type: none"> 로봇을 이용한 브러쉬 및 water jet 세척 	<ul style="list-style-type: none"> 세척수와 회전 발사체를 이용한 세척
관종	모든 관종 세척 가능	모든 관종 세척 가능
관경	D80~D2,800mm	D25~D600mm
공사비	D400mm기준: 35,930원/m	D400mm기준: 30,217원/m
장점	<ul style="list-style-type: none"> 브러시를 이용한 관 세척 방식으로 세척효과 양호 	<ul style="list-style-type: none"> 공정이 간단하고 경제성 우수 장거리 세척이 가능함
단점	<ul style="list-style-type: none"> 장비 투입을 위해 기존 관 절단 필요 장비고장 시 관내 투입된 장비의 견인방법 및 대책 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 세척수 공급을 위한 밸브 개·폐 반복에 의한 관로 내 수격압 발생 수질민원 발생 가능

나. 비구조적 갱생공법

1) 개요

현재 주로 활용 중인 노후관 갱생공법의 현황 및 적용실적은 <표 III-23> 및 <표 III-24>와 같으며, 금회 사업대상 관로의 관경의 범위(D1,100mm~1,650mm) 및 국내 적용실적 등을 감안하였을 경우 적용 가능한 공법은 RIR공법, HSL공법, SCSL공법 등으로 검토되었다. 이에 선정된 적용 가능 공법의 기술적 특징 및 공정에 따른 단계별 공정도를 검토하여 기술하였으며, 비용산정 시 아래의 검토된 공법의 평균 공사비와 실적공사비를 비교·검토하여 사업비 산정의 기초자료로 활용하였다.

<표 III-23> 관 갱생공법 현황

구분	신기술 명칭	적용 관경(mm)	곡관 (°)	시공 연장 (m)	비고
1	IBCL (Impeller Blast Cleaning & Lining)	1,800~2,800	~22.5	1,000	건설신기술 669호
2	RAR (Rolling cutter Air blast Rehabilitation)	1,800~2,800	~22.5	1,500	특허10-0943448호
3	CTS (Cutter Tool & Spray Lining)	1,350~3,000	~45	2,000	(만료)환경신기술 397호
4	RIR (Rolling cutter, Impeller, Rehabilitation)	1,000~1,650	~22.5	500	환경신기술 447호
5	NALS (No-abrasive Low Spray dust)	700~2,800	~45	500~1,000	-
6	HSL (Hybrid Surface treatment&Low Spray dust Polyurea·Ployurethane Lining)	700~2,800	~22.5	1,000	특허10-1680539호 특허10-1779724호
7	SCSL (Smart Cleaning & Spray Lining)	500~1,650	~45	500	환경신기술 406호
8	ISL (In-situ Spray Lining System)	80~1,500	All	150	개발업체 공사 미시행
9	S.L.W (Spray Lining method using Winches)	80~1,200	~45	250	건설신기술 731호 특허10-0967184호

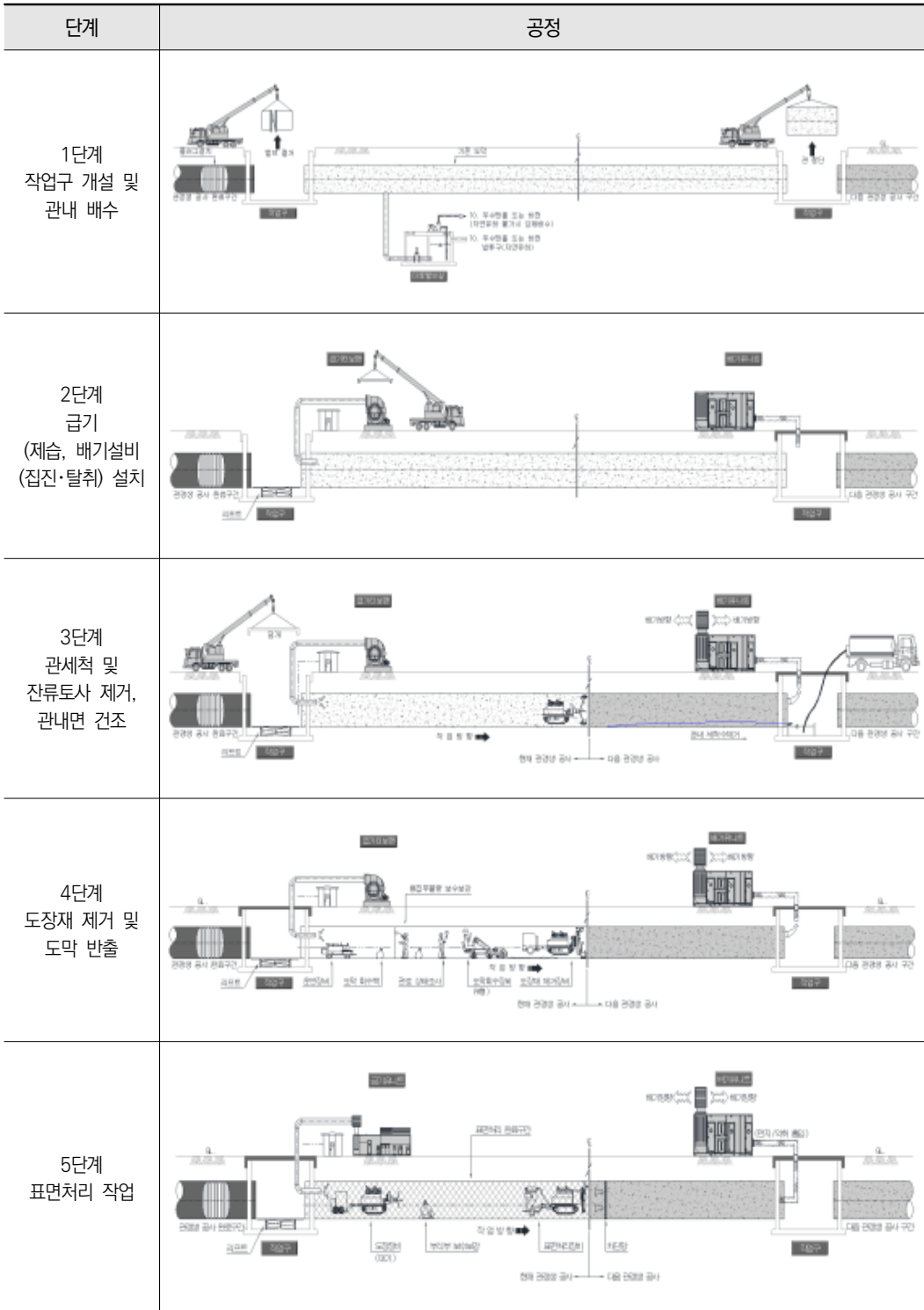
〈표 III-24〉 관 갱생공법 시공실적

구분	신기술 명칭	시공 실적	비고
1	RIR	<ul style="list-style-type: none"> • (한국수자원공사) 수도권 광역상수도 1단계 도수시설 개량공사 • (한국수자원공사) 금강 광역상수도 노후관 갱생공사 • (한국수자원공사) 수도권(II) 광역상수도 용수 공급 신뢰성 제고사업 제1공구 시설공사 	
2	HSLs	<ul style="list-style-type: none"> • (한국수자원공사) 수도권(II) 광역상수도 용수 공급 신뢰성 제고사업 제1공구 시설공사 • (한국수자원공사) 포항공업용수도 노후관 개량사업(1차) 	
3	SCSL	<ul style="list-style-type: none"> • (한국수자원공사) 창원공업용수도 관로시설 개선공사 • (한국수자원공사) 포항공업용수도 노후관 개량사업(2차) 	

2) RIR 공법

환경신기술 447호인 이 신기술의 정식 명칭은 ‘다관절 롤링 커터 방식의 도막제거 및 회수장비, 임펠러 구조의 표면처리 장비를 이용한 노후관 갱생공법’이다. 토스티어링 자주식 주행대차에 다관절 고강도 원형 롤링 커터의 교차 회전 기능과 속업 쇼바의 텐션 압력을 이용하여 기존 도막층을 박리시켜 제거하고, 중형 임펠러의 고속 회전력을 이용하여 표면조도를 형성한 후, 스파이럴 방식으로 일정한 도막두께를 확보할 수 있도록 에어리스 스프레이 방식의 도장장비를 이용하여 관 내부에 새로운 라이닝을 형성하는 것이 RIR 공법의 특징이다.

〈표 III-25〉 RIR 공정도



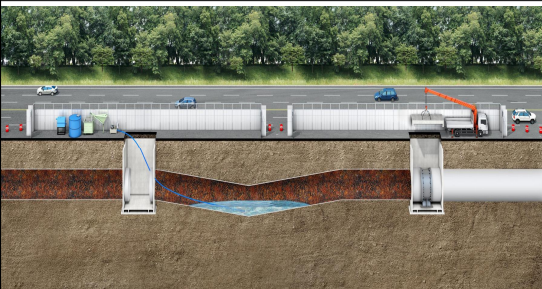
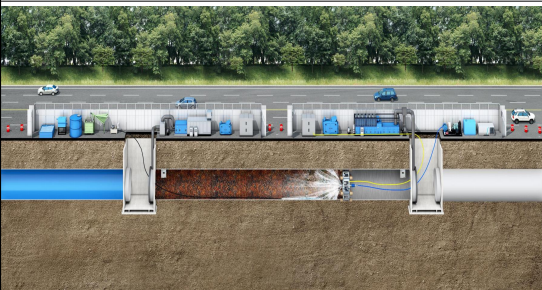
〈표 III-25〉의 계속

단계	공정
6단계 표면 청소	
7단계 하도 도장	
8단계 도장면 보호시트 포설	
9단계 상도 도장 및 보호시트 포설, 품질검사	
10단계 장비철수 및 이동	

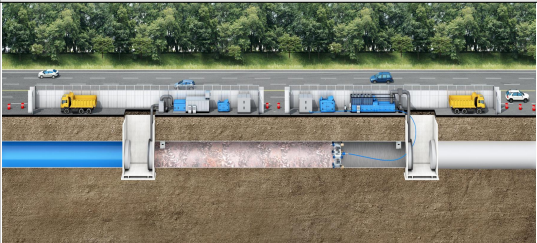

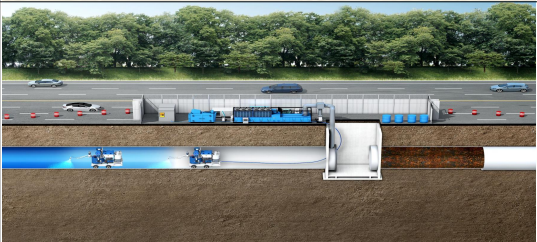
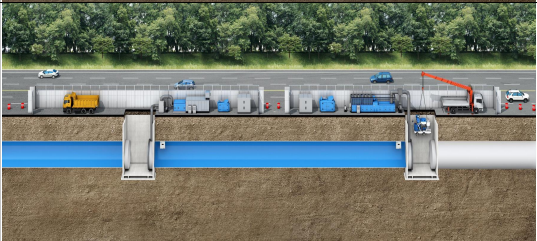
3) HSLs 공법

특히 제10-1680539호를 사용하는 이 공법의 정식 명칭은 ‘복합식 자동화 표면처리장치 및 저비산형 폴리우레아·폴리우레탄 라이닝 장치를 이용한 노후관로 갱생기술’로 이 기술의 특징은 다음과 같다. 기존 표면처리를 개선한 신기술로서, 압력조정이 가능한 고압수 세정 장비가 다방향 노즐을 통해 분사되어 관 내부에 존재하는 슬라임, 민물담치, 박리된 도장재, 결절 등 부식 생성물을 세척하여 외부로 배출한 후, 다각형 원형칼날 도막제거장치를 이용하여 잔존 도장재를 완전히 제거한다. 그리고 1차 관내부에 타격하여 녹 및 용접 부착물을 제거하고, 2차로 공압 블라스팅 장비를 통해 외부에서 공급된 공기압에 연마재를 투사하여 관 내부의 미세한 부분까지 완벽하게 표면처리하는 방식의 복합식 표면처리를 통해 라이닝 부착력을 극대화한다. 최종적으로 저비산형 폴리우레아 라이닝 방식을 통해 2액형의 폴리우레아·폴리우레탄 도료를 신관 수준으로 형성, 내면부식을 방지하고, 갱생관의 수명을 신관 수준으로 연장한다.

〈표 III-26〉 HSLs 공정도

단계	공정 모식도	내용	비고
1단계 준비		<ul style="list-style-type: none"> ① 관내부 배수 ② 작업구 설치 ③ 관내 잔류수 제거 ④ 기존 밸브 및 배관 철거 ⑤ 급·배기설비 설치 	
2단계 세정		<ul style="list-style-type: none"> ① 관내 이토 및 이물질 제거, 반출 ② 세정수 배출 및 흡입 ③ 세정수 및 퇴적토 분리 ④ 분리된 세정수 수처리 	

〈표 III-26〉의 계속



단계	공정 모식도	내용	비고
3단계 기존 도장재 제거		<ul style="list-style-type: none"> ① 도장재 제거 ② 제거된 도장재 수거 ③ 도장재 작업구 외부반출 ④ 1차 보수·보강 	
4단계 복합식 표면처리		<ul style="list-style-type: none"> ① 타격식 표면처리 ② 공압식 표면처리 ③ 표면조도 검사 ④ 결함부 성형보수재 보수·보강 	
5단계 저 비산형 도장		<ul style="list-style-type: none"> ① 폴리우레아·폴리우레탄 하도 도장 ② 폴리우레아·폴리우레탄 상도 도장 	
6단계 검사 및 복구		<ul style="list-style-type: none"> ① 도장상태 검사 ② 밸브 및 배관 접합 ③ 밸브실 보수·보강 ④ 작업구 해체 및 이동 	

4) SCSL 공법


환경신기술 406호인 이 신기술의 정식 명칭은 ‘다각형 유압실린더 프레임구조의 장비를 이용한 상수관로 클리닝 및 분사형 라이닝 갱생공법’으로 이 기술의 특징은 다음과 같다, 관내부에 존재하는 슬라임, 민물담치, 박리도장재, 부식생성물(녹) 등을 다방향 고압수 세정 장비로 세정을 제거하고, 이후 잔존 도장재 탈리 장비를 이용하여 관 내부에 잔존하는 도장재를 제거한다. 그리고 스피ن헤드 블라스팅 장비로 최종 블라스팅을 하여 SSPC SP-10

표면처리 품질규격과 표면조도 50 μ m(Rz) 이상을 확보하여 라이닝 도료의 부착력을 극대화한 후, 분사형 라이닝 장비를 이용하여 2액형 도료를 관 내부 표면에 고압의 유압펌프를 이용하여 분사, 새로운 도장재를 형성시켜 내부부식을 방지하고 기존 관의 수명을 신관 수준으로 연장한다.

〈표 III-27〉 SCSL 공정도

단계	공정 모식도	비고
<p>도장제거 1단계</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 송풍방향과 작업방향과 동일하게 유지 • 전원케이블을 시점부에 연결하여 중간지점까지 전진작업 	
<p>도장제거 2단계</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 중간지점에서 전원케이블을 반대방향으로 인입 • 연속하여 도장제거 작업 진행 	
<p>블라스팅 1단계</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 블라스팅 장비는 후진하며 작업이 진행됨 • 장비를 중간지점으로 이동 후 후진하며 작업시행 	

〈표 III-27〉의 계속

단계	공정 모식도	비고
블라스팅 2단계	<ul style="list-style-type: none"> • 1구간 완료 후 중간지점으로 블라스팅장비를 재이동 • 1단계와 반대방향으로 장비를 이동하며 작업시행 	
라이닝 1단계	<ul style="list-style-type: none"> • 라이닝 장비는 후진하며 작업이 진행됨 • 장비를 중간지점으로 이동 후 후진하며 작업시행 	
라이닝 2단계	<ul style="list-style-type: none"> • 1구간 완료 후 중간지점으로 라이닝 재이동 • 1단계와 반대방향으로 장비를 이동하며 작업시행 	

제3절 대체관로 계획

1. 대체관로 시행 기준

「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수) 변경」(국토교통부, 2015)에 따른 대체관로의 설치 기준은 <표 III-28>과 같이 노후관 개량대상으로 선정된 구간이 개량공사 시 수용가에 일 최대 수요량 공급이 어려운 경우에 대체관로 계획을 수립하여 노후관 개량 계획에 반영하도록 되어 있다.

<표 III-28> 노후관 대체관로 계획 수립 기준

구분	2025 수도정비기본계획 변경	비고
노후관 대체관로	<ul style="list-style-type: none"> • 기존관 교체 및 개량 구간에 대하여 대체관로 선정 • 공급능력기준은 복선화 공급능력과 동일 계획 • 노후관 개량 구간과 복선화 대상구간이 동일한 경우에는 대체관로로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 사업 구간 공사시 공급불가 지역에 대해 대체관로 계획 수립

사업계획서상의 대체관로 계획연장은 L=66.7km로 세척구간(L=24.5km) 및 갱생구간(L=41.5km) 등의 개량으로 인해 1단계 관로 활용 불가 시 수용가에 용수 공급이 불가능한 것을 전제로 대체관로 계획을 수립하였으나, 금회 검토 시 비상연계 등을 통한 기존 시설을 최대한 활용하여 수용가에 용수 공급이 가능한 경우는 대체관로를 제외하는 것으로 계획을 변경하여 일최대 수요량을 기준으로 공급이 어려운 경우에 한하여 대체관로 설치를 계획하였다. 즉 금회 검토에서 제외되는 대체관로 구간은 관로이설 등을 포함한 상태평가 I등급 관로구간과 터널 구간, 그리고 대청댐계통 II단계 및 III단계로 연계 운영이 가능한 구간이다. 따라서 대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량공사 시 대체관로 설치 필요성에 대한 판단을 하기 위해서는 목표연도 일최대 수요량을 기준으로 수리검토가 수반되어야 하며, 이를 기준으로 대체관로 설치 유·무와 적용 환경이 판단되어야 한다.

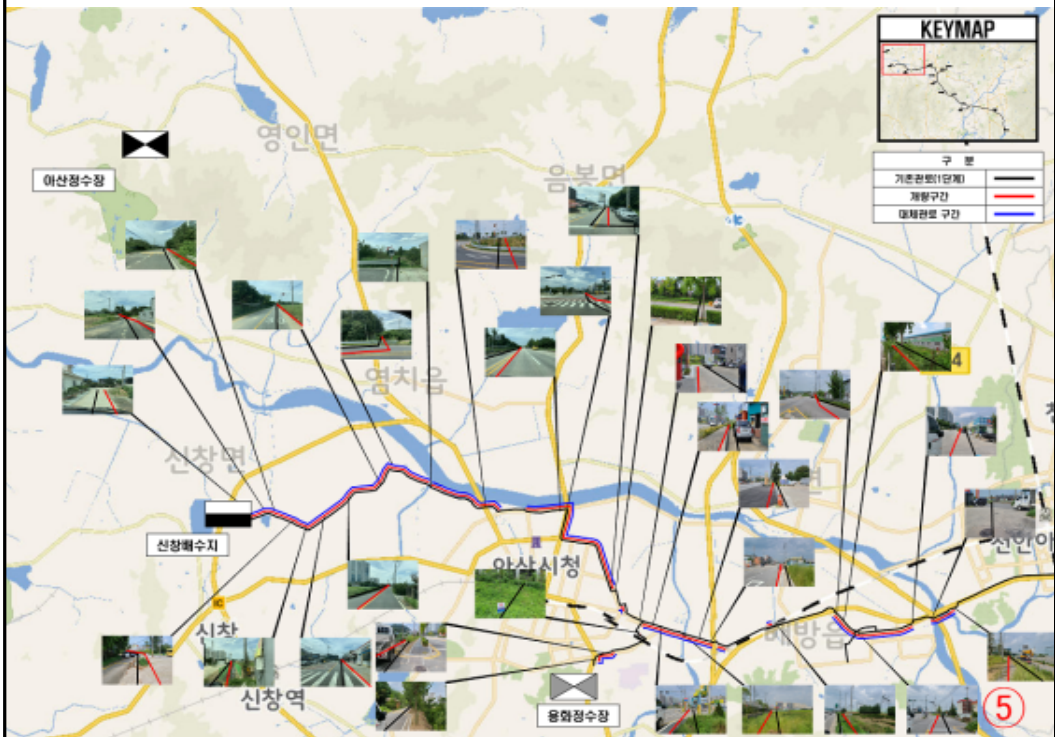
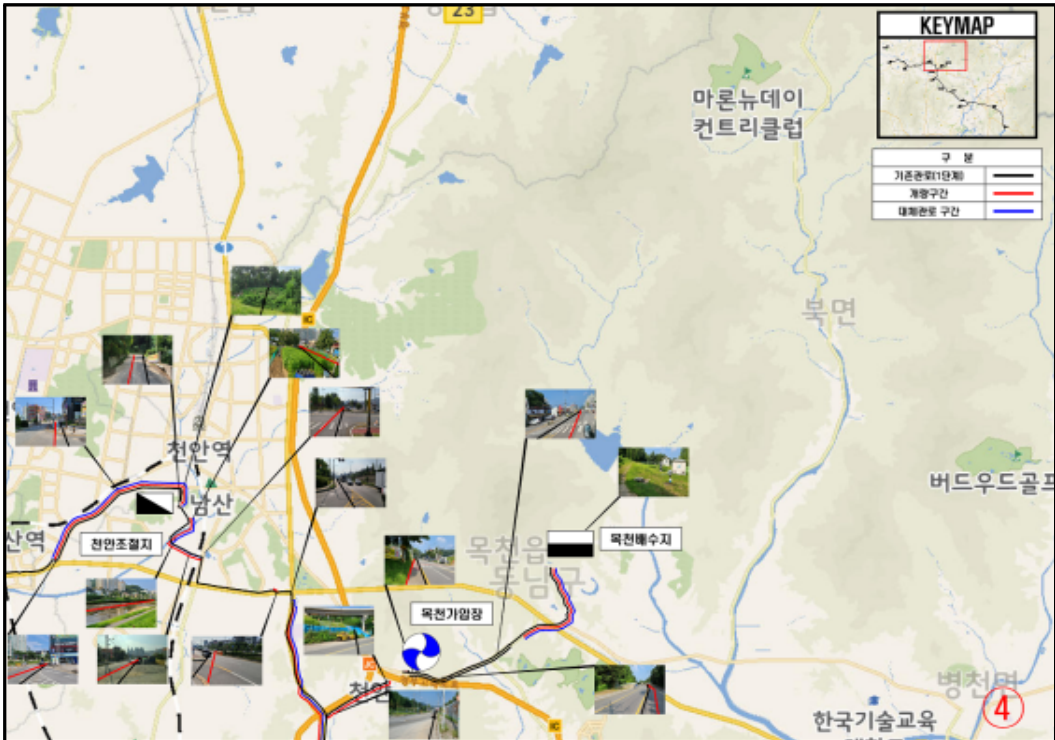
[그림 III-6] 대청댐계통 광역상수도(Ⅰ) 대체관로 신설 계획



[그림 III-6]의 계속



[그림 III-6]의 계속



2. 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토

가. 검토 개요

일반적으로 관로의 수리계산에 이용되는 공식으로는 여러 종류가 있으며, 본 검토에서는 압송관로에 일반적으로 적용되는 Hazen-Williams 공식을 적용하였다. Hazen-Williams 공식은 미국에서 개발된 경험식으로 소형관로에 적용 시 오차가 발생하며, 유속이 너무 빠르거나 늦는 경우, 수온이 너무 높거나 낮은 경우 적용이 곤란하다. 또한, 관내 흐름이 난류 영역에 속해야 하며 관경의 변화에 따른 C값의 변화를 고려하여야 한다. 이러한 적용 한계에도 불구하고 사용의 편리성으로 인해 미국을 중심으로 상수도관의 손실수두 계산에 많이 사용되어 왔다. 국내에서도 상수도 설계에 대부분 Hazen-Williams 공식을 사용한다.

본 검토에서는 대청댐계통 광역상수도(1단계)에 대한 수리검토를 통해 노후관 개량사업에 따른 용수 공급의 안정성과 대체관로의 적정성 검토를 수행하였다. 또한 대체관로의 적정 관경과 개량방안을 변경하여 대안분석을 검토하였다.

$$I = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85}$$
$$V = 0.35464 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

I: 동수경사 = hf/L

C: 유속계수

D: 관경(m)

Q: 유량(m³/sec)

V: 평균유속(m/sec)

hf: 마찰손실수두(m)

L: 관로연장(m)

나. 수리계산을 위한 유속계수(C) 선정

일반적으로 매설된 관로의 유속계수(Velocity Coefficient; C) 값은 관 내면의 조도와 관로 중의 굴곡 분기부의 수 및 통수연수 등에 따라 상이하다. 따라서 금회 수리계산에 적용되는 C값은 상수도시설기준 등 국·내외 문헌 및 적용사례 등을 고려하였으며, 관경별 적용 C값은 다음과 같다.

〈표 III-29〉 관경별 적용 유속계수

관경	적용 C값
D600mm 이하	100
D700~900mm	110
D1,000mm 이상	120

주: 병행 부설구간은 등치관 관경을 기준으로 C값 적용

〈표 III-30〉 국내·외 문헌 및 시설기준의 유속계수 검토

구분	검토 내용
「상수도시설기준」 (국내)	<ul style="list-style-type: none"> • 설계 시에는 기존 관로의 C값 조사, 국내 및 외국 문헌의 조사 등을 종합적인 검토 후 적용하여야 함 • 또한, C값의 적용에 있어 관경에 따라 차등을 주어 적용하는 것이 타당함
「상수도시설 설계지침 및 해설」과 「공업용수시설 설계지침 및 해설」	<ul style="list-style-type: none"> • 직선관로가 긴 하수관로, 도수관로 및 송수관로 등은 C=130을 이용하며, 이 경우 마찰손실 수두 이외의 손실에 대해서는 별도로 계산함 • 곡관부나 신축관 등이 많은 배수관로 등에서는 C=100을 이용하여 마찰손실수두 이외의 손실수두를 계산하지 않을 수 있음
『주철관 핸드북』 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> • Lining하지 않은 관의 경우 20년 후 C값이 관경에 따라 100~90 정도로 변화하나, cement mortar lining을 한 주철관의 경우, 초기에는 C값이 140~150 정도이며, Aging에 따른 내면 상태의 변화가 거의 없어 C값이 140 정도로 유지됨
Pumping Station Design	<ul style="list-style-type: none"> • Coal tar lining관의 경우 20년 이상 경과하면 C값이 100 이하를 나타내는 경우도 있으나, cement mortar lining관의 경우 12~39년 경과된 구경 150~900mm 관에 대해 조사한 결과 125~151(평균 140)의 C값을 보였다고 보고하고 있음 • 따라서, cement mortar lining 관의 경우 초기에는 C=145, 설계적용 값으로는 120을 사용하도록 권장하고 있음
Water Treatment Plant Design	<ul style="list-style-type: none"> • cement mortar lining의 경우 120을 적용함
AWWA Manual M11 Steel Pipe	<ul style="list-style-type: none"> • AWWA Manual M11 Steel Pipe 설계지침의 경우 Hazen Williams 공식의 C값은 관의 조도뿐만 아니라 관경에 따라 변화하므로 다음과 같이 적용할 것을 제시하고 있음 • 관의 상태가 양호한 경우: $C=140 + 0.17D$, D=관경(inch) • 장기간 사용할 lining 상태 저하를 고려한 설계값: $C=130+0.16D$, D=관경(inch) • 상기 식을 1,350mm 및 1,500mm에 적용시 C값은 138~139로 나타남

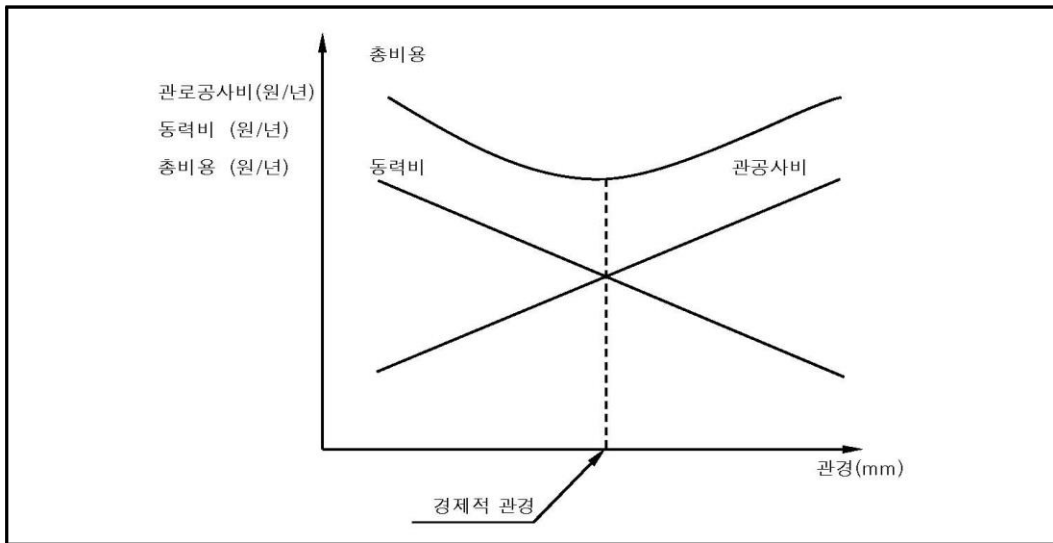
〈표 III-31〉 국내 상수도 사업 시 C값 적용 사례

사업명	관로 관경(mm)						
	D600	D700	D800	D900	D1,000	D1,200	D1,350
서울특별시 수도정비기본계획	100	100	110	110	120	120	120
부산광역시 수도정비기본계획	100	100	110	110	110	120	120
대구광역시 수도정비기본계획	100	110	110	110	120	137	137
인천광역시 수도정비기본계획	100	100	100	100	100	100	100
수도권 광역상수도 실시설계	100	110	110	110	120	120	120
주암댐 광역상수도 기본설계	100	100	110	110	120	120	120
강북수원지 건설사업 기본설계	-	-	110	110	110	110	120
부산시 상수도 확장사업 실시설계	100	110	110	110	120	120	120
섬진강계통 광역상수도 실시설계	-	100	110	110	110	110	110
화야댐계통 상수도 확장사업 기본계획 및 타당성조사	100	100	110	110	120	120	120
낙동강계통 상수도 확장사업 기본설계 및 타당성조사	100	100	110	-	120	120	120
보령댐계통 광역상수도사업 실시설계	100	100	110	110	120	120	120
전주권계통 광역상수도사업 실시설계	100	100	110	110	110	110	110
아산만 연안공업지역 용수 공급 실시설계	100	100	110	110	110	120	120
원주권광역상수도 실시설계	100	100	110	110	110	120	120
전남남부권 광역상수도 실시설계	100	100	110	110	110	120	120
전남남부권 광역상수도 신안계통 송수시설 기본 및 실시설계	100	100	110	110	120	120	120
한강하류권 급수체계구축 1차사업 실시설계(계획 일산정수장)						110	110

다. 경제적 관경

상수관의 관경결정은 자연유하관로와 압송관로의 기준이 다소 차이가 있다. 자연유하 관로는 시점과 종점 간의 수두 차를 최대한 이용하여 최소 동수구배에 가깝도록 설치하는 것이 경제적이며, 압송관로의 경우에는 [그림 III-7]과 같이 관로 부설비와 관경에 따라 좌우되는 동력비와의 관계를 검토한다. 즉, 동일 유량에 대하여 관경이 클 경우 공사비는 커지나 관 마찰손실이 적어 동력비가 적게 소요되며, 관경이 작은 경우는 손실수두가 증가하여 동력비가 크고 공사비는 싸다. 따라서 한 관로에 대하여 일정 사용기간에 투자된 공사비의 현재가치와 펌프 관련 동력비 현재가치의 합이 가장 저렴하게 되는 관경이 계획유량에 대한 경제적 관경이 된다.

[그림 III-7] 경제적 관경 선정 모식도



경제적 관경 산정기준에 따라 대체관로의 관경은 가압장의 동력비와 연관될 수 있다. 하지만 가압장은 기존에 설치되어 있는 시설이며, 본 사업으로 인해 시설의 변화가 없기 때문에 가압장의 동력비는 불변이라 할 수 있다. 따라서 본 검토에서 대체관로의 경제적 관경은 수리검토를 통해 대청댐계통 광역상수도(1단계) 공급계통의 수리적 조건을 만족하는 최소 관경, 즉 공사비를 최소화할 수 있는 관경을 검토하였다.

라. 용수수요량 산정

2040년 광역상수도 및 공업용수도 수도정비 기본계획이 수립 중으로 용수 수요량에 대한 환경부 승인이 2021년 하반기로 예정되어 있어 금회 검토에서는 「2025 수도정비기본 계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015. 8.)상 용수 수요량을 기반으로 대청댐계통 광역상수도의 수용가별 일평균 및 일최대 사용량을 산정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

〈표 III-32〉 대청댐 광역상수도 시설용량 및 수요량

(단위: m³/일)

구분	합계	대청(1단계)	대청(2단계)	대청(3단계)	비고
시설용량	2,030,000	250,000	980,000	800,000	
도수 수요량	2,131,500	262,500	1,029,000	840,000	일최대 수요량 5% 가산
도수 수요량 (분기수요 제외)	2,109,600	262,500	1,025,200	821,900	대청댐 인근 분기수요제외
도수 수요량(변경)	2,042,600	262,500	958,200 ¹⁾	821,900	아산탕정 수요량 변경

주: 1) 아산탕정 수요량 변경: 438천m³/일 → 아산탕정 275천m³/일, 충남서부권 96천m³/일, 예비량 67천m³/일

〈표 III-33〉 대청댐 광역상수도 용수배분량(2025년 수도정비기본계획)

(단위: m³/일)

구분	합계	청주(정)	충남중부권	청주시(원수)	천안(정)	아산탕정	아산(정)
배분량	2,030,000	520,000	163,000	31,000	558,000	438,000	320,000

〈표 III-34〉 대청댐 광역상수도(청주계통) 공업용수(침전수)

(단위: m³/일)

지자체	수용가	용수 수요	
	합계	222,540	222,540
청주시	청주공단	30,740	110,740
	하이닉스	80,000	
세종시	명학일반	24,580	24,580
청원군	옥산산단	10,690	87,220
	오창(공업)	52,630	
	오송(공업)	23,900	

〈표 III-35〉 대청댐 광역상수도(천안계통) 공업용수(침전수)

(단위: m³/일)

지자체	수용가	용수 수요	
합계		122,590	122,590
세종시	전의2산단	9,500	10,390
	세종첨단(계획)	1,310	
천안시	천안5산단	6,760	104,780
	풍세산단(공업)	4,700	
	천안3공단	93,320	
아산시	삼성전자	7,000	7,000

〈표 III-36〉 대청댐 광역상수도(청주계통) 정수

(단위: m³/일)

지자체	수용가	용수수요 (일평균)	첨두부하	용수 수요(일최대)		
				조정량	적용유량	
합계		233,690		295,728	296,260	296,260
청주시	청주1(직결)	5,390	1.23	6,630	6,630	187,200
	청주2(개신)	90,550		111,377	111,550	
	청주3(가경)	55,390		68,130	68,230	
	청주4(휴암)	640		788	790	
세종시	부용	3,020	1.36	4,108	4,110	46,790
	조치원1,3(서창)	12,810		17,422	17,210	
	조치원2(총령탑)	3,720		5,060	5,000	
	조치원3(남면)	10,220		13,900	13,840	
	전동	540		735	690	
	노장	1,360		1,850	1,720	
	풍림산업(직결)	-		-	-	
	전의산단	530		721	-	
전의	2,650	3,604	4,220			
청원군	남이	3,360	1.31	4,402	4,290	62,270
	문동	3,690		4,834	4,650	
	강내	3,440		4,507	4,610	
	정중리	100		131	-	
	한국교원대	660		865	660	
	오창(생활)	11,980		15,694	15,470	
	일신	9,970		13,061	12,870	
	내수	1,750		2,293	2,260	
	형동	990		1,297	1,270	
	옥산	1,790		2,345	4,700	
	오송	7,250		9,498	9,020	
	고속철도	-		-	-	
강외	1,890	2,476	2,470			

〈표 III-37〉 대청댐 광역상수도(천안계통) 정수

(단위: m³/일)

지자체	수용가	용수수요 (일평균)	첨두부하	용수수요(일최대)		
				조정량	적용유량	
합계		351,390		437,187	434,260	434,260
천안시	남부배수지	34,100	1.23	41,943	-	282,900
	풍세직결	1,470		1,809	-	
	풍세산단(생활)	1,120		1,378	-	
	해태음료	1,040		1,280	1,280	
	용곡(구)	10,270		12,633	18,610	
	용곡(신)	24,030		29,557	68,390	
	안서(구)	9,130		11,230	11,240	
	안서(신)	14,600		17,958	17,990	
	쌍용(구)	30,620		37,663	37,720	
	쌍용(신)	23,680		29,127	29,170	
	제2공단	13,780		16,950	16,980	
	제3공단	6,810		8,377	8,380	
	제4공단	4,370		5,376	5,380	
	성환	12,360		15,203	15,220	
	직산	9,580		11,784	11,810	
	성거	15,000		18,450	18,500	
	목천(신)	14,690		18,069	19,590	
	목천(구)	1,180		1,452		
독립기념관	290	357	290			
삼성리 부영A	1,760	2,165	2,170			
영상단지	140	173	180			
세종시	소정	1,230	1.36	1,673	1,680	1,680
아산시	신창	5,850	1.27	7,430	7,180	149,680
	배방	28,630		36,361	34,950	
	당정	22,210		28,207	25,570	
	용화	37,570		47,714	50,400	
	도고	-		-	-	
	갈매	25,880		32,868	31,580	

마. 수리검토 결과

2025년 기준 대청댐계통 광역상수도의 일최대 수요량을 기준으로 수리계산을 검토하였다. 수리검토는 본 사업 시행 전에 대한 수리계산을 수행하였으며, 대체관로의 적정성을 검토하기 위하여 공사기간 중 용수 공급에 대한 수리계산을 검토하였다.

수리검토는 대청댐계통 광역상수도(1단계) 공급을 크게 3계통으로 구분하여 검토하였으며, 구간별 용수 공급의 수리적 안정성 및 대체관로 적정 환경에 대한 판단 기준은 <표 III-38>과 같이 구간별 관말 수두와 배수지 H.W.L(High Water Level)을 기준으로 검토하였다. 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리계산에 대한 모식도는 [그림 III-8]과 같다.

<표 III-38> 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 구간 설정 및 판단 기준

계통	구간	수요량(㎥/일)	적정 환경 판단 기준	
도수계통	대청취수장~ 청주정수장	Q=1,643,400 ~2,109,600	<ul style="list-style-type: none"> 제1터널 입구 잔류수두 H=0.35m 제1터널 출구 잔류수두 H=0.19m 	
	2터널~소정대교합류점	Q=1,292,900	<ul style="list-style-type: none"> 소정대교합류점 H=70.18m 천안정수장 잔류수두 H=1.67m 	
공업 용수 계통	청주 청주정수장~ 오창과학단지	Q=23,900 ~222,500	<ul style="list-style-type: none"> 청주산단배수지 HWL 79.6m 하이닉스배수지 HWL 53.0m 오창공업단지배수지 HWL 105.0m 옥산산단배수지 HWL 146.0m 	
	천안 천안정수장~ 삼성전자(관말)	Q=7,000 ~122,600	<ul style="list-style-type: none"> 전의산단배수지 HWL 146.0m 온양삼성전자배수지 HWL 52.0m 제3공단배수지 HWL 99.0m 풍세산단배수지 HWL 136.3m 제5산단배수지 HWL 143.8m 	
정수 계통	청주	조치원1분기~조치원(서창)	Q=17,200	서창배수지 HWL 71.0m
		전의분기~전의산단	Q=4,200	전의배수지 HWL 104.5m
	천안	독립기념관분기~삼성부영A	Q=2,200	삼성부영아파트 배수지 HWL 56.4m
		독립기념관분기~목천(배)	Q=19,900	목천(신)배수지 HWL 87.0m
		목천(배)분기~목천(가)	Q=300	목천(구)배수지 HWL 137.5m
		목천(가)~독립기념관	Q=300	독립기념관배수지 HWL 134.0m
		배방분기~배방생활	Q=3,500	배방배수지 HWL 67.0m
신창(배)분기~신창(배)	Q=7,200	신창배수지 HWL 72.0m		

1) 도수계통 수리검토

대청댐계통 광역상수도 1단계 노후관 개량시기에는 대청댐계통 광역상수도 1, 2, 3단계가 모두 운영 중이므로 비상연계 등을 통한 용수 공급 가능성 및 대체관로 부설의 필요 여부를 검토하기 위해 2, 3단계 관로를 활용하여 검토를 수행하였다. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015. 8.)상 용수 수요량에 도수수량에 따른 할증(1.05)을 고려하여 수리계산을 수행하였다. 또한 수리계산 결과 각 지점별 사업 전과 공사 중 잔류수두를 비교하여 대체관로 필요성 및 최적 관경을 선정하였다.

가) 대청취수장~청주정수장 구간

○ 사업 전

대청취수장~청주정수장 구간의 수리계산은 현재의 적정 잔류수두를 파악하기 위해 아산탕정의 변경 전 수요량을 적용하였으며, 주요지점인 1터널 입구와 출구를 포함한 수리계산 결과는 <표 III-39>와 같다.

〈표 III-39〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관	등치관						
대청취수장 ~청주정수장	1,650	1,650	120	13.28	120.00 (TDH=60)	106.72	9.12	1단계 (공업)
현도취수장 ~현도조절지	2,000	2,600	120	2.69	121.30 (TDH=96.3)	118.63	0.93	1단계
	2,000							2단계
신설취수장 ~신설조절지	2,400	2,400	120	3.18	122.20 (TDH=97.7)	119.02	1.32	3단계
조절지 ~1터널입구	2,600	3,259	120	13.58	112.70	99.12	1.42	2단계
	2,400							3단계
1터널입구 ~1터널출구	3,000	3,550	120	0.43	99.12	98.69	1.29	2단계
	2,400							3단계
1터널출구 ~3-4공구 경계	2,600	2,864	120	6.46	98.69	92.23	13.19	2단계
	2,300							3단계

○ 공사 중

대청취수장~청주정수장 구간의 대체관로 미설치 시 수리계산 결과는 <표 III-40>과 같으며, 대청취수장~청주정수장의 구간이 단열구간이므로 대체관로가 필요한 것으로 검토되었다.

이에 따라 개량사업 대상인 1단계 관로와 병렬로 관경 D1,500mm 대체관로 설치 시 수리계산 결과는 <표 III-41>과 같다. 주요지점인 1터널 입구와 출구의 잔류수두가 사업 전의 잔류수두와 비교 시 적절한 잔류수두를 보이고 있으며, 대체관로 구간의 잔류수두도 (+)1.27m로 적절한 것으로 판단되어 대체관로의 관경을 D1,500mm로 결정하였다.

<표 III-40> 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관	등치관						
대청취수장 ~청주정수장	-	-	-	-	-	-	-	1단계 (공업)
현도취수장 ~현도조절지	2,000 2,000	2,600	120	4.18	121.30 (TDH=96.3)	117.12	-0.58	1단계 2단계
신설취수장 ~신설조절지	2,400	2,400	120	3.18	122.20 (TDH=97.7)	119.02	1.32	3단계
조절지 ~1터널입구	2,600 2,400	3,259	120	17.96	112.70	94.74	-2.96	2단계 3단계
1터널입구 ~1터널출구	3,000 2,400	3,550	120	0.57	94.74	94.18	-3.22	2단계 3단계
1터널출구 ~3-4공구 경계	2,600 2,300	2,864	120	8.56	94.18	85.62	6.58	2단계 3단계

〈표 III-41〉 대청취수장~청주정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

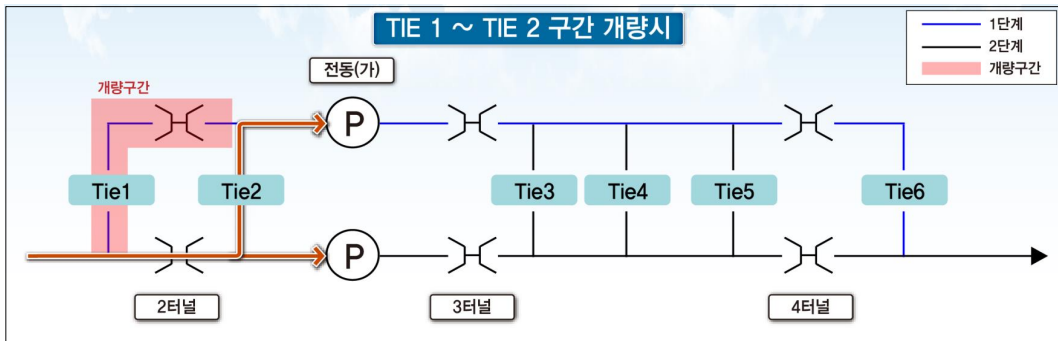
구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	분관 (대체관)	등치관						
대청취수장 ~청주정수장	(1,500)	1,500	120	21.13	120.00 (TDH=60)	98.87	1.27	1단계 (대체)
현도취수장 ~현도조절지	2,000	2,600	120	2.67	121.30	118.63	0.93	1단계
	2,000				(TDH=96.3)			2단계
신설취수장 ~신설조절지	2,400	2,400	120	3.18	122.20	119.02	1.32	3단계
					(TDH=97.7)			
조절지 ~1터널입구	2,600	3,259	120	13.58	112.70	99.12	1.42	2단계
	2,400							3단계
1터널입구 ~1터널출구	3,000	3,550	120	0.43	99.12	98.69	1.29	2단계
	2,400							3단계
1터널출구 ~3-4공구 경계	2,600	2,864	120	6.46	98.69	92.23	13.19	2단계
	2,300							3단계

나) 청주정수장~소정원수연계 구간

○ 사업 전

청주정수장~소정원수연계 구간은 3개의 터널(2~4터널) 및 1개의 가압장(전동)으로 구성 되어 있으며, 광역상수도 2단계와 6개의 타이(타이1~타이6)로 연결되어 있다. 사업전 수리 계산을 위해 4개 소구간으로 구분하여 수리계산을 실시하였으며, 그 결과는 〈표 III-41〉과 같다.

[그림 III-9] 청주정수장~소정원수연계구간 모식도



〈표 III-42〉 청주정수장~소정원수연계 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간		관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
		본관	등치관						
소구간 (1)	타이1 ~ 2터널입구	1,100 2,000 2,200	2,831	120	2.04	70.10	68.06	4.18	1단계 2단계 3단계
	2터널입구 ~2터널출구	2,000 2,200 2,200	3,245	120	0.50	68.06	67.56	3.78	1단계 2단계 3단계
	2터널출구 ~타이2	1,100 2,000 2,200	2,831	120	2.42	67.56	65.13	31.47	1단계 2단계 3단계
	타이2 ~전동가압장	1,100 2,000 2,200	2,831	120	7.92	65.13	57.21	4.41	1단계 2단계 3단계
소구간 (2)	전동가압장 ~3터널입구	1,100 2,000 2,300	2,898	120	0.66	123.10 (TDH=74.0)	122.44	3.44	1단계 2단계 3단계
	3터널입구 ~3터널출구	2,000 2,000 2,300	3,201	120	0.44	122.44	122.00	3.56	1단계 2단계 3단계
	3터널출구 ~타이3	1,100 2,000 2,300	2,898	120	0.71	122.00	121.29	41.81	1단계 2단계 3단계
소구간 (3)	타이3 ~ 타이4	1,100 2,000 2,300	2,898	120	4.36	121.29	116.93	42.09	1단계 2단계 3단계
소구간 (4)	타이4 ~타이5	1,100 2,000 2,200	2,831	120	5.03	116.93	111.90	2.70	1단계 2단계 3단계
	타이5 ~4터널입구	1,100 2,000 2,200	2,831	120	0.27	111.90	111.62	1.62	1단계 2단계 3단계
	4터널입구 ~4터널출구	2,000 2,200 2,200	3,245	120	0.51	111.62	111.11	3.21	1단계 2단계 3단계
	4터널출구 ~타이6	1,100 2,000 2,200	2,831	120	0.27	111.11	110.84	32.84	1단계 2단계 3단계
	타이6 ~소정원수	1,100 2,000 2,100	2,766	120	3.16	110.84	107.68	71.69	1단계 2단계 3단계

○ 공사 중

청주정수장~소정원수연계 구간의 공사 중 수리계산은 기설치된 타이틀 이용한 소구간별 단계시공을 고려하였으며, 수리검토를 수행한 결과 사업전의 잔류수두와 비교 시 적절한 잔류수두를 보이고 있어 대체관로가 필요하지 않는 것으로 검토되었다.

〈표 III-43〉 청주정수장~소정원수연계 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고	
	본관	등치관							
소구간 (1)	타이1	2,000	2,739	120	2.40	70.10	67.70	3.82	2단계
	~2터널입구	2,200							3단계
	2터널입구	2,200	2,864	120	0.92	67.70	66.78	3.00	2단계
	~2터널출구	2,200							3단계
	2터널출구	2,000	2,739	120	2.85	66.78	63.94	30.28	2단계
	~타이2	2,200							3단계
소구간 (2)	타이2	2,000	2,739	120	9.30	63.94	54.63	1.83	2단계
	~전동가압장	2,200							3단계
	전동가압장	2,000	2,810	120	0.76	123.10	122.34	3.34	2단계
	~3터널입구	2,300			(TDH=74.0)				3단계
소구간 (2)	3터널입구	2,000	2,810	120	0.84	122.34	121.50	3.06	2단계
	~3터널출구	2,300							3단계
소구간 (3)	3터널출구	2,000	2,810	120	0.83	121.50	120.67	41.19	2단계
	~타이3	2,300							3단계
소구간 (3)	타이3	2,000	2,810	120	5.06	121.29	116.22	41.38	2단계
	~타이4	2,300							3단계
소구간 (4)	타이4	2,000	2,739	120	5.91	116.93	111.02	1.82	2단계
	~타이5	2,200							3단계
	타이5	2,000	2,739	120	0.32	111.02	110.70	0.70	2단계
	~4터널입구	2,200							3단계
	4터널입구	2,200	2,864	120	0.94	110.70	109.75	1.85	2단계
	~4터널출구	2,200							3단계
소구간 (4)	4터널출구	2,000	2,739	120	0.32	109.75	109.43	31.43	2단계
	~타이6	2,200							3단계
소구간 (4)	타이6	2,000	2,670	120	3.75	109.43	105.68	69.69	2단계
	~소정원수	2,100							3단계

2) 공업용수계통 수리검토

대청댐계통 광역상수도 1단계 노후관 개량공사 시 사업범위에 포함된 공업용수관로는 청주계통과 천안계통으로 구분되며, 두 계통 모두 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능한 것으로 검토되었다. 이에 금회 검토에서는 대체관로 설치가 불가피한 구간에 대해서 대체관로 설치를 계획하였으며 수리계산을 통해 적정관경을 선정하였다.

가) 청주계통 구간

○ 사업 전

청주계통 공업용수관로 구간의 수리계산은 현재의 적정 잔류수두를 파악하기 위해 각 산단별 수요량을 적용하였으며, 각 산단별 분기점의 수리계산 결과는 <표 III-44>와 같다.

〈표 III-44〉 청주계통 공업용수 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관	등치관						
청주정수장 ~청주공단	1,650	1,650	110	0.68	88.00	87.32	33.57	청주공단 30.74천㎥/일
청주공단 ~하이닉스	1,650	1,650	110	-	87.32	87.32	33.57	하이닉스 80.00천㎥/일
하이닉스 ~명학산단	1,200	1,200	110	7.83	87.32	79.49	51.39	명학산단 24.58천㎥/일
명학산단 ~옥산산단	1,200	1,200	110	1.00	79.49	78.49	54.19	옥산산단 10.69천㎥/일
옥산산단 ~오창과학	1,200	1,200	110	0.01	78.49	78.48	54.18	오창산단 52.63천㎥/일
오창과학 ~오송생명	1,200	1,200	110	0.07	78.48	78.41	52.41	오송산단 23.90천㎥/일

○ 공사 중

청주계통 구간 공업용수관로는 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단되었으며, 적정관경을 고려한 각 산단별 분기점의 수리계산 결과는 <표 III-45>와 같다.

<표 III-45> 청주계통 공업용수 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
청주정수장 ~청주공단	(1,400)	1,400	110	1.51	88.00	86.49	32.74	청주공단 30.74천㎥/일
청주공단 ~하이닉스	(1,400)	1,400	110	0.01	86.49	86.48	32.73	하이닉스 80.00천㎥/일
하이닉스 ~명학산단	(1,100)	1,100	110	11.95	86.48	74.53	46.43	명학산단 24.58천㎥/일
명학산단 ~옥산산단	(1,000)	1,000	110	2.44	74.53	72.09	47.79	옥산산단 10.69천㎥/일
옥산산단 ~오창과학	(1,000)	1,000	110	0.03	72.09	72.06	47.76	오창산단 52.63천㎥/일
오창과학 ~오송생명	(600)	600	110	2.11	72.06	69.95	43.95	오송산단 23.90천㎥/일

나) 천안계통 구간

○ 사업 전

천안계통 공업용수관로 구간의 수리계산은 현재의 적정 잔류수두를 파악하기 위해 각 산단별 수요량을 적용하였으며, 각 산단별 분기점의 수리계산 결과는 <표 III-46>과 같다.

〈표 III-46〉 천안계통 공업용수 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관	등치관						
천안정수장 ~풍세산단	1,100	1,100	110	1.83	138.90	137.07	104.46	풍세산단 4.70천 ³ /일
풍세산단 ~전의2산단	1,100	1,100	110	3.63	137.07	133.44	87.76	전의2산단 10.81천 ³ /일
전의2산단 ~천안5산단	1,100	1,100	110	0.26	133.44	133.18	87.37	천안5산단 6.76천 ³ /일
천안5산단 ~천안조절지	1,100	1,100	110	9.71	133.18	123.47	52.68	천안3공단 93.32천 ³ /일
천안조절지 ~삼성전자	700	700	110	0.75	123.47	122.72	105.43	삼성전자 7.00천 ³ /일

○ 공사 중

천안계통 구간 공업용수관로는 단선관로로 설치되어 공사시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단되었으며, 적정관경을 고려한 각 산단별 분기점의 수리계산 결과는 〈표 III-47〉과 같다.

〈표 III-47〉 천안계통 공업용수 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
천안정수장 ~풍세산단	(1,100)	1,100	110	1.83	138.90	137.07	104.46	풍세산단 4.70천 ³ /일
풍세산단 ~전의2산단	(1,100)	1,100	110	3.63	137.07	133.44	87.76	전의2산단 10.81천 ³ /일
전의2산단 ~천안5산단	(1,000)	1,000	110	0.40	133.44	133.04	87.23	천안5산단 6.76천 ³ /일
천안5산단 ~천안조절지	(1,000)	1,000	110	15.46	133.04	117.58	46.79	천안3공단 93.32천 ³ /일
천안조절지 ~삼성전자	(350)	350	110	21.88	117.58	95.70	78.41	삼성전자 7.00천 ³ /일

3) 정수계통 수리검토

대청댐계통 광역상수도 1단계 노후관 개량공사 시 사업범위에 포함된 정수계통 관로는 청주계통과 천안계통으로 구분되며, 2단계 관로와 연계운영이 가능한 천안계통 독립기념관 분기~목천배수지 구간을 제외하고 2계통 모두 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능한 것으로 검토되었다. 이에 금회 검토에서는 2단계 관로와 연계운영이 가능한 구간을 제외하고 대체관로 설치를 계획하였으며 수리계산을 통해 적정관경을 선정하였다.

가) 청주계통 구간

○ 사업 전

청주계통 정수구간의 수리계산은 현재의 적정 잔류수두를 파악하기 위해 각 분기점 및 배수지 수요량을 적용하였으며, 각 세부구간의 수리계산 결과는 <표 III-48>과 같다.

<표 III-48> 청주계통 정수구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관	등치관						
조치원1분기 ~조치원1, 3	350	350	100	82.74	71.61	-11.13	-36.82	조치원1,3 17.20천 ³ /일
전의분기 ~전의산단	100	100	100	337.41	116.05	-221.35	-286.92	전의 4.22천 ³ /일

○ 공사 중

청주계통 정수구간은 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단되었으며, 적정관경을 고려한 각 분기점의 수리계산 결과는 <표 III-49>와 같다.

<표 III-49> 청주계통 정수구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
조치원1분기 ~조치원1, 3	(450)	450	100	24.33	71.61	47.27	21.58	조치원1, 3 17.20천 ³ /일(관로교체)
전의분기 ~전의산단	(300)	300	100	1.60	116.05	114.45	48.88	전의 4.22천 ³ /일(관로교체)

나) 천안계통 구간

○ 사업 전

천안계통 정수구간의 수리계산은 현재의 적정 잔류수두를 파악하기 위해 각 분기점 및 배수지 수요량을 적용하였으며, 각 세부구간의 수리계산 결과는 <표 III-50>과 같다.

<표 III-50> 천안계통 정수구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	분관	등치관						
독립기념관분기 ~삼성부영A	300 600	600	100	-	91.02	91.02	30.29	삼성부영 2.17천㎥/일
독립기념관분기 ~목천(배)분기	300 600	600	100	2.70	91.02	88.32	3.65	복천배수지 15.59천㎥/일
목천(배)분기 ~목천가압장	300	300	100	-	143.32 (TDH=55.0)	143.32	53.82	
목천가압장 ~독립기념관	300	300	100	0.08	143.32	143.23	9.23	독립기념관 0.29천㎥/일
배방분기 ~배방생활	500	500	100	7.95	80.93	72.97	33.42	배방분기 34.95천㎥/일
신창(배)분기 ~신창배수지	250	250	100	175.90	79.79	-96.11	-97.01	신창배수지 7.18천㎥/일

○ 공사 중

천안계통 정수구간은 2단계 관로와 연계운영이 가능한 천안계통 독립기념관분기~목천배수지 구간을 제외하고 단선관로로 설치되어 공사 시 비상연계가 불가능하므로 대체관로가 필요할 것으로 판단되었으며, 적정관경을 고려한 각 분기점의 수리계산 결과는 <표 III-51>과 같다.

〈표 III-51〉 천안계통 정수구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속 계수 (C)	손실 수두 (m)	시점 수두 (m)	종점 수두 (m)	잔류 수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
독립기념관분기 ~삼성부영A	600	600	100	-	91.02	91.02	30.29	삼성부영 2.17천㎥/일
독립기념관분기 ~목천(배)분기	600	600	100	2.70	91.02	88.32	3.65	복천배수지 15.59천㎥/일
목천(배)분기 ~목천가압장	(150)	150	100	0.19	143.32 (TDH=55.0)	143.24	53.74	
목천가압장 ~독립기념관	(150)	150	100	0.19	143.24	140.77	6.77	독립기념관 0.29천㎥/일
배방분기 ~배방생활	(700)	700	100	1.55	80.93	79.38	39.83	배방분기 34.95천㎥/일 (관로교체)
신창(배)분기 ~신창배수지	(300)	300	100	72.38	79.79	7.40	6.50	신창배수지 7.18천㎥/일 (관로교체)

4) 수리검토결과 요약

2025년 기준 대청댐계통 광역상수도의 일최대 수요량을 기준으로 수리계산을 검토한 결과는 다음의 〈표 III-52〉와 같다.

〈표 III-52〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 결과

계통	구간	비상연계 (불가사유)	대체관로 부설	전체 연장	
도수계통	대청취수장 ~청주정수장	불가 (연계관로 용량부족)	필요	D=1,500mm L=12,827m	
	2터널 ~소정대교합류점	가능	불필요	-	
공업 용수 계통	청주	청주정수장 ~오창과학단지	필요 (단선관로)	필요	D=600~1,400mm L=11,513m
	천안	천안정수장 ~삼성전자(관말)	필요 (단선관로)	필요	D=350~1,100mm L=18,756m
정수 계통	청주	조치원1분기 ~조치원(서창)	필요 (단선관로)	필요	D=450mm L=4,636m
		전의분기 ~전의산단	필요 (단선관로)	필요	D=300mm L=570m
	천안	독립기념관분기 ~삼성부영A	가능	불필요	-
		독립기념관분기 ~목천(배)	가능	불필요	-
		목천(배)분기 ~목천(가)	필요 (단선관로)	필요	D=150mm L=137m
		목천(가) ~독립기념관	필요 (단선관로)	필요	D=150mm L=4,267m
		배방분기 ~배방생활	필요 (단선관로)	필요	D=700mm L=682m
		신창(배)분기 ~신창(배)	필요 (단선관로)	필요	D=300mm L=9,637m

5) 구간별 사업량 결정

현장 여건을 고려하여 대체관로 노선계획을 검토하였고, 이에 따라 5개 계통에 대한 대체관로 설치 계획을 36개의 세부구간으로 분할하여 다음의 〈표 III-53〉과 같이 나타내었다.

〈표 III-53〉 대청댐계통 광역상수도(1단계) 대체관로 연장

계통		Sta.No	대체 관경 (mm)	관종	전체연장	수리검토 연장	적용연장 ¹⁾	비고	
도수 계통	대청취수장 ~청주정수장	0+0~13+0	1,500	SP	12,827	520	523		
		16+19~88+32	1,500	SP		2,893	2,891		
		96+17~224+28	1,500	SP		5,131	5,246		
		224+28~263+24	1,500	SP		1,556	1,485		
	청주정수장 ~소정원수연계	-	-	-	-	-	-		
공업 용수 계통	청주	청주정수장~ 오창과학단지	0+0~22+9	1,400	SP	11,513	889	905	
			22+9~136+5	1,100	SP		4,556	4,552	
			151+39~156+35	1,100	SP		196	163	
			218+5~256+19	1,000	SP		1,534	1,526	
			256+19~287+23	600	DCIP		1,244	1,254	
	천안	천안정수장~ 삼성전자(관말)	312+23~419+6	1,000	SP	18,756	4,263	4,257	
			427+16~429+23	1,000	SP		87	87	
			468+18~501+31	1,000	SP		1,484	1,279	
			508+20~509+39	1,000	SP		59	57	
			0+0~77+5	350	DCIP		3,085	3,102	
			155+26~166+23	350	DCIP		437	469	
			175+17~212+6	350	DCIP		1,469	1,498	
			242+1~244+11	500	DCIP		90	89	
			265+19~269+16	500	DCIP		157	154	
			271+29~305+36	500	DCIP		1,384	1,365	
			310+13~310+24	500	DCIP		11	11	
			325+20~333+9	500	DCIP		309	317	
			333+9~337+22	500	DCIP		173	64	

〈표 III-53〉의 계속

계통		Sta.No	대체 관경 (mm)	관종	전체연장	수리검토 연장	적용연장 ¹⁾	비고	
정수 계통	청주	조치원1분기 ~조치원(서창)	60+31~92+34	450	DCIP	4,636	1,283	1,273	
			96+32~115+36	450	DCIP		764	792	
		전의분기 ~전의산단	0+33~15+3	300	DCIP	570	570	567	
	천안	독립기념관분기~ 삼성부영A	-	-	-	-	-	-	
			독립기념관분기~ 목천(배)	-	-	-	-	-	-
		목천(배)분기 ~목천(가)	40+29~44+6	150	DCIP	137	137	120	
		목천(가) ~독립기념관	0+0~51+24	150	DCIP	4,267	2,064	1,994	
			58+14~106+32	150	DCIP		1,938	1,961	
		배방분기 ~배방생활	0+0~0+29	700	DCIP	682	29	29	
		신창(배)분기 ~신창(배)	9+27~13+4	300	DCIP	9,637	137	261	
			23+25~99+27	300	DCIP		3,042	2,905	
	111+29~142+32		300	DCIP	1,243		1,349		
144+14~240+37	300		DCIP	3,863	3,862				

주: 1) 적용연장은 현장여건을 고려하여 재산정한 연장임(추진관로 연장 포함)

6) 한국수자원공사 사업계획(예타 면제신청)과 금회 사업물량 비교

한국수자원공사 사업계획과 금회 선정한 사업물량을 비교하여 <표 III-54>와 같이 나타내었다.

<표 III-54> 사업물량 비교

(단위: m)

구분	한국수자원공사 사업계획안	금회 사업물량
합계	133,656	111,182
1. 노후관 갱생	66,077	64,775
1) 세척	24,607	23,449
D100mm	1,446	570
D250mm	8,285	8,285
D300mm	5,391	5,391
D350mm	2,335	2,053
D400mm	35	35
D500mm	173	173
D700mm	6,942	6,942
2) 비구조적 갱생	41,470	41,326
D1,100mm	22,951	22,807
D1,200mm	7,530	7,530
D1,650mm	10,989	10,989
2. 대체관로	66,779	43,774
1) 대체관로 신설 ¹⁾	66,779	43,774
D80mm	1,446	-
D150mm	-	3,924
D200mm	8,347	-
D250mm	5,391	-
D300mm	2,370	8,684
D350mm	-	4,590
D450mm	-	1,901
D500mm	-	1,700
D600mm	7,115	1,254
D900mm	23,168	-
D1,000mm	7,530	6,486
D1,100mm	-	4,415
D1,350mm	11,412	905
D1,500mm	-	9,915

〈표 III-54〉의 계속

구분	한국수자원공사 사업계획안	금회 사업물량
3. 관로 추진	800	2,633
1)추진공	800	2,633
D80mm	100	-
D150mm	-	151
D200mm	100	-
D250mm	100	-
D300mm	100	260
D350mm	-	479
D450mm	-	164
D500mm	-	300
D600mm	100	-
D700mm	-	29
D900mm	100	-
D1,000mm	100	720
D1,100mm	-	300
D1,350mm	100	-
D1,500mm	-	230
4. 노후밸브 개량	-	233
1)밸브교체	-	233
D100mm	-	33
D150mm	-	46
D250mm	-	17
D300mm	-	26
D350mm	-	6
D400mm	-	8
D500mm	-	6
D700mm	-	12
D1,100mm	-	38
D1,200mm	-	17
D1,650mm	-	24

주: 1) 대체관로 신설연장은 추진구간 연장이 제외된 물량임

IV. 비용 추정

제1절 비용추정의 개요

1. 검토 개요

비용은 사업 시행으로 인해 발생하는 일체의 자원비용을 말한다. 투자사업으로 인한 직접·간접비용뿐만 아니라 사업이 시행됨에 따라서 발생하는 외부비용까지 포함시켜야 한다. 비용의 추정은 사업의 성격 및 내용에 따라 상당한 차이가 발생하는데, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)에서 제시된 비용추정 관련 용어의 구분은 [그림 IV-1]과 같다.

[그림 IV-1] 비용구성도



비용의 구성은 총사업비와 경상운영비로 크게 구분되며, 총사업비는 다시 공사비와 부대비, 예비비, 용지보상비로 구분된다. 공사비는 사업의 성격에 따라 공종별로 공사비로 나뉘며, 용지보상비는 사업지역의 토지매입 및 지장물의 보상비를 말한다. 경상운영비는 사업의 초기 투자비용뿐만 아니라 생애주기비용(Life Cycle Cost)까지 고려하기 위해 추가되는 운영비 등을 말한다.

본 사업의 비용추정은 ‘제Ⅲ장 기술적 분석’ 결과를 반영하여 주요 시설물계획 및 공사비 등을 산정하였다. 본 사업은 예비타당성조사 면제 사업으로 분류됨에 따라 적정 사업규모, 총사업비 및 효율적 대안 등을 검토하는 사업계획 적정성 검토 대상이므로 본 검토의 비용추정 시 경상운영비에 대한 고려가 필요하지 않으나, 대안분석 시 사업물량 조정에 따른 경상운영비의 차이가 발생되므로 이를 고려한 총비용을 기준으로 대안별 비용을 비교·검토하고자 하였다.

2. 비용추정을 위한 시설 계획 검토

본 사업은 노후된 대청댐계통 광역상수도(1단계) 관로시설의 기능을 회복함으로써, 안정적인 용수 공급 시스템을 구축하는 데 목적이 있다. 금회 검토에서는 비용추정을 위해 한국수자원공사가 제시한 사업계획서상의 사업범위를 기준으로 ‘제Ⅲ장 기술적 분석’에서 본 사업의 시설 계획을 재검토하여 검토안을 수립하였으며, 이와 더불어 다음과 같이 대안을 설정하여 시설계획을 검토하였다. 검토안은 노후밸브실 개량공사를 반영하였다. 당초 사업 계획에는 포함되지 않았으나, 노후관 개량사업 추진 시 수반될 것으로 예상되는 노후밸브실 개량공사비 등을 부대공사비로 추가 반영하여 비용 추정을 위한 시설계획의 대안으로 설정하여 검토하였다. 대안은 세척구간을 사업계획에서 제외하여 검토한 것이다. 세척공사는 수질개선 및 조도계수 향상의 효과는 검증되었으나 갱생공사와 같이 생애주기가 연장된다는 근거가 미약하다. 또한 최근 환경부에서는 「수도법」 제21조의2(상수관망의 관리)에 따라 상수관망시설 유지관리업무 세부기준을 수립하여 고시(시행일 2021. 2. 26.)하였는데, 해당 고시에는 관 세척에 대한 의무조항으로서 “관세척은 송수 및 배수관로에 대해 최초 매설 후 매 10년 이내 1회 이상 시행해야 한다.”는 내용이 포함되었다. 따라서 상수관로의 안정화를 위한 기술적인 관점에서는 관세척이 반드시 필요한 사업이기는 하나, 재정적인 관점에서는 유지관리 업무인 단순세척과 대체관로 설치 등 공사가 수반되는 세척으로 구분하여 재정지원에 대한 판단이 필요하다. 이에 금회 검토에서는 세척과 세척을 위한 대체관로공사를 수도사업자 고유사무에 해당하는 것으로 판단할 경우 세척공사(세척구간 대체관로 포함)를 사업범위에서 배제하고 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 갱생공사를 실시하는 대안으로 설정하여 검토하였다. 이를 토대로 노후관 개량 및 대체관로의 관경 등의 적정 사업규모를 검토하여 비용추정을 위한 시설계획을 <표 IV-1>과 같이 설정하였다.

〈표 IV-1〉 비용추정을 위한 시설계획

(단위: m)

구분	사업계획안	검토안	대안
합계	133,656	111,182	65,551
1. 노후관 갱생	66,077	64,775	41,326
1) 세척	24,607	23,449	-
D100mm	1,446	570	-
D250mm	8,285	8,285	-
D300mm	5,391	5,391	-
D350mm	2,335	2,053	-
D400mm	35	35	-
D500mm	173	173	-
D700mm	6,942	6,942	-
2) 비구조적 갱생	41,470	41,326	41,326
D1,100mm	22,951	22,807	22,807
D1,200mm	7,530	7,530	7,530
D1,650mm	10,989	10,989	10,989
2. 대체관로	66,779	43,774	22,975
1) 대체관로 신설	66,779	43,774	22,975
D80mm	1,446	-	-
D150mm	-	3,924	-
D200mm	8,347	-	-
D250mm	5,391	-	-
D300mm	2,370	8,684	-
D350mm	-	4,590	-
D450mm	-	1,901	-
D500mm	-	1,700	-
D600mm	7,115	1,254	1,254
D900mm	23,168	-	-
D1,000mm	7,530	6,486	6,486
D1,100mm	-	4,415	4,415
D1,350mm	11,412	905	905
D1,500mm	-	9,915	9,915

〈표 IV-1〉의 계속

구분	사업계획안	검토안	대안
3. 관로 추진	800	2,633	1,250
1)추진공	800	2,633	1,250
D80mm	100	-	-
D150mm	-	151	-
D200mm	100	-	-
D250mm	100	-	-
D300mm	100	260	-
D350mm	-	479	-
D450mm	-	164	-
D500mm	-	300	-
D600mm	100	-	-
D700mm	-	29	-
D900mm	100	-	-
D1,000mm	100	720	720
D1,100mm	-	300	300
D1,350mm	100	-	-
D1,500mm	-	230	230
4. 노후밸브 개량	-	233	79
1)밸브교체	-	233	79
D100mm	-	33	-
D150mm	-	46	-
D250mm	-	17	-
D300mm	-	26	-
D350mm	-	6	-
D400mm	-	8	-
D500mm	-	6	-
D700mm	-	12	-
D1,100mm	-	38	38
D1,200mm	-	17	17
D1,650mm	-	24	24

제2절 총사업비 추정

1. 공사비 추정

가. 노후관 개량 공사비 산정 단가 검토

1) 세척 공사비

세척공사비는 「건설공사 표준품셈」(건설연구사, 2020)에 따른 m당 공사비와 금회 사업대상 관로에 적용 가능한 ‘관세척 업체별 견적가’에 따른 m당 공사비를 산정하여 비교 검토하였다.

〈표 IV-2〉 관세척공사 단가(품셈기준)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	관세척공사 단가(2019. 1.2)				물가보정 (2020. 12.)	비고
	관세척공사	작업구 설치공사	부대공사	계		
100	33,258	100,500	9,521	143,279	145,052	
150	33,258	100,500	9,521	143,279	145,052	
200	33,258	100,500	9,521	143,279	145,052	
300	35,273	100,500	9,521	145,294	147,092	
400	38,574	100,500	10,859	149,933	151,789	
500	38,574	100,500	10,859	149,933	151,789	
600	38,652	100,500	13,718	152,870	154,762	
700	38,652	100,500	19,874	159,026	160,994	

- 주: 1. 물가보정: 한국은행 경제통계 “국내총생산에 대한 지출 디플레이터(건설투자)” 지수 적용
 2. 작업구 공사비: 150m당 1개소씩 설치된다는 가정을 적용하여 1m당 공사비로 환산
 3. 부대공사비: 전력비 등을 포함하며 관세척 업체별 견적가에 제시된 부대공사비의 평균값 적용

〈표 IV-3〉 관세척공사 단가(업체별 견적가)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	관세척공사 단가(2020. 12.)							비고
	공법별 견적가				작업구 설치공사	부대공사	계	
	SFT공법	C.T공법	PCF공법	평균				
100	29,441	27,493	23,470	26,801	100,500	9,521	136,822	
150	31,830	27,493	23,470	27,598	100,500	9,521	137,619	
200	33,842	27,493	23,470	28,268	100,500	9,521	138,289	
300	40,197	31,343	29,348	33,629	100,500	9,521	143,650	
400	42,611	31,343	32,283	35,412	100,500	10,859	146,771	
500	48,120	35,193	38,152	40,488	100,500	10,859	151,847	
600	50,253	35,193	44,022	43,156	100,500	13,718	157,374	
700	56,987	41,580	44,022	47,530	100,500	19,874	167,904	

주: 1. 작업구 공사비: 150m당 1개소씩 설치된다는 가정을 적용하여 1m당 공사비로 환산
 2. 부대공사비: 전력비 등을 포함하며 관세척 업체별 견적가에 제시된 부대공사비의 평균값 적용

한국수자원공사에서 제시한 사업계획(안)의 세척공사비는 표준품셈을 기준으로 작성되었으며 관세척 공법별 견적가와 비교검토 결과 두 가지 단가는 큰 차이가 없으며 금회 사업 검토안은 공법별 견적가를 적용하였다.

〈표 IV-4〉 관세척공사 단가비교 결과

관경 (mm)	품셈기준		공법별 견적가		적용	비고
	단가(원/m)	백분율(%)	단가(원/m)	백분율(%)	단가(원/m)	
100	145,052	100	136,822	94.33	136,822	
150	145,052	100	137,619	94.88	137,619	
200	145,052	100	138,289	95.34	138,289	
300	147,092	100	143,650	97.66	143,650	
400	151,789	100	146,771	96.69	146,771	
500	151,789	100	151,847	100.04	151,847	
600	154,762	100	157,374	101.69	157,374	
700	160,994	100	167,904	104.29	167,904	

2) 비구조적 갱생공사비

비구조적 갱생공사비는 『광양1단계 노후관 개량사업』(한국수자원공사, 2020. 12.)의 실시설계 단위공사비, 『광양1단계 공업용수도 노후관 개량 사업계획 적정성 검토』(한국개발연구원, 2014. 5.)시 적용된 단위공사비, 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략 계획 수립』(한국수자원공사, 2020. 11.)의 단위공사비를 비교 검토하였다.

『광양1단계 노후관 개량사업』(한국수자원공사, 2020. 12.)의 실시설계 단위공사비는 구간별, 관경별 전체공사비를 사업연장으로 나누어 단위 1m당 갱생공사비를 산정하였으며 작업구 평균 설치 간격(675m)를 고려하여 1m당 공사비로 환산하였다.

〈표 IV-5〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 실시설계)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	비구조적 갱생공사 단가(2020. 12. 기준)								작업구 설치	계
	광양1단계 구간별 단가							평균		
	A구간	B구간	C구간	E구간	F구간	G구간				
1,500						1,474,824	1,474,824	71,547	1,546,371	
1,650	1,492,479		1,335,373	1,516,589	1,407,609		1,438,013	71,547	1,509,559	
2,000		1,562,594					1,562,594	71,547	1,634,141	

주: 1,500mm단위 공사비가 1,650mm 단위공사비보다 크게 산정된 이유는 적용공법의 단가차이에 따른 것으로 검토됨

『광양1단계 공업용수도 노후관 개량 사업계획 적정성 검토』(한국개발연구원, 2014. 5.) 시 단위공사비는 디플레이터지수(건설투자)를 적용하여 물가를 보정하였다.

〈표 IV-6〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 사업계획 적정성 검토)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	비구조적 갱생 공사 단가(2014. 5. 기준)						물가보정 (2020. 12.)	비고
	에폭시 수지	코러실	세라믹 메탈재	폴리 우레아	폴리 우레탄	평균		
1,500	759,522	839,667	1,205,324	880,982	629,187	862,936	988,561	
1,650	816,890	905,049	1,307,272	964,202	670,019	932,686	1,068,465	
2,000	950,748	1,042,608	1,545,150	1,026,642		1,141,287	1,307,434	

『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020. 11.)의 단위공사비는 공법별 단위공사비의 평균값을 적용하였다.

〈표 IV-7〉 비구조적 갱생공사 단가(전략계획수립)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	비구조적 갱생 공사 단가								
	갱생공법별 단가						작업구 설치	부대 공사	계
	RIR	HSLs	SCSL	SLW	IBCL	평균			
700		1,164,029	868,707	966,885		999,874	65,000	30,000	1,094,874
800		1,178,523	906,506	1,081,673		1,055,567	65,000	31,000	1,151,567
900		1,209,092	944,388	1,198,401		1,117,294	65,000	33,000	1,215,294
1,000		1,242,537	980,393	1,326,053		1,182,994	65,000	36,000	1,283,994
1,100		1,278,932	1,013,921	1,438,362		1,243,738	65,000	38,000	1,346,738
1,200		1,318,074	1,051,565	1,503,207		1,290,949	65,000	40,000	1,395,949
1,350		1,409,895	1,094,468	1,657,410		1,387,258	65,000	42,000	1,494,258
1,500	1,213,626	1,445,736	1,138,157	1,813,655		1,402,793	65,000	45,000	1,512,793
1,650	1,288,113	1,536,531	1,238,100			1,354,248	65,000	46,000	1,465,248
1,800	1,385,397	1,680,200			1,476,834	1,514,144	65,000	47,000	1,626,144
2,000	1,521,176	1,797,605			1,609,397	1,642,726	65,000	50,000	1,757,726

주: 1. 작업구 공사비: 500mm 이하는 150m마다, 600mm 이상은 700m마다 1개소 설치적용
2. 부대공사비: 전력비, 폐기물처리비 등

『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 공사비와 비교 시 『광양1단계 사업계획 적정성 검토』(2014. 5.)의 적용단가는 매우 작게 산정되었으며 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 단위공사비는 적정한 것으로 판단되어 금회 검토안은 금회 사업에 실제 적용가능한 공법의 평균 공사비를 적용하였다.

〈표 IV-8〉 비구조적 갱생공사 단가비교 결과

관경 (mm)	광양1단계 실시설계		광양1단계 사업 계획 적정성검토		전략수립계획		적용가능공법		적용
	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)	백분율 (%)	단가 (원/m)
700					1,094,874		1,111,368		1,111,368
800					1,151,567		1,138,514		1,138,514
900					1,215,294		1,174,740		1,174,740
1,000					1,283,994		1,212,465		1,212,465
1,100					1,346,738		1,249,426		1,249,426
1,200					1,395,949		1,289,819		1,289,819
1,350					1,494,258		1,359,181		1,359,181
1,500	1,546,371	100	988,561	63.93	1,512,793	97.83	1,375,840	88.97	1,375,840
1,650	1,509,559	100	1,068,465	70.78	1,465,248	97.06	1,465,248	97.06	1,465,248
1,800					1,626,144		1,644,798		1,644,798
2,000	1,634,141	100	1,562,594	95.62	1,757,726	107.56	1,774,390	108.58	1,774,390

주: 적용가능공법은 RIR공법, HSLC공법, SCSL공법

3) 대체관로공사비

대체관로공사비는 비구조적 갱생공사비와 동일하게 『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 공사비를 기준으로 「2025 수도권정비기본계획(변경)」(2015. 7.)의 단위공사비와 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 단위공사비의 적정성을 검토하였다.

『광양1단계 노후관개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 사업물량과 공사비는 다음과 같다.

〈표 IV-9〉 대체관로공사비(광양1단계 실시설계)

구분			관경 (mm)	단위	사업물량	공사비 (백만원)	비고	
대체 관로 공사	토사 구간	일반	개착	D1,350	m	4,489	-	
			간이흙막이	D1,650	m	44	-	
				D1,350	m	3,743	-	
				D800	m	11	-	
				D600	m	14	-	
		슈트파일	D2,000	m	4	-		
			D1,350	m	359	-		
		하천	간이흙막이	D1,350	m	19	-	
				D1,200	m	133	-	
			슈트파일	D1,350	m	727	-	
	D1,200			m	115	-		
	소계				m	9,658	36,409	
	도로 구간	간이흙막이	D1,350	m	3,236	-		
			D1,200	m	1,271	-		
			D600	m	250	-		
		슈트파일	D1350	m	6	-		
			D1200	m	230	-		
		소계				m	4,993	14,882
	추진 구간	추진공	D1,350	m	711	-		
		작업구	D1,350	개소	8	-		
소계				m	711	4,821		
타이 밸브	D1,350		개소	5	-			
	D800		개소	1	-			
	소계		개소	6	1,488			
총계						57,600		

주: 한국수자원공사, 『광양1단계 노후관개량사업』(2020. 12.) 실시설계 내역서 분석결과

「2025 수도정비기본계획(변경)」(2015. 7.)의 공사비 산정 단가를 『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 사업물량에 적용하여 공사비를 검토하였다.

〈표 IV-10〉 대체관로공사비(2025 수도정비기본계획(변경))

구분			관경 (mm)	단위	사업물량	단위공사비 (백만원)	공사비 (백만원)	
대체 관로 공사	토사 구간	일반	개착	D1,350	m	4,489	2.03	9,121
			간이흙막이	D1,650	m	44	3.28	144
				D1,350	m	3,743	2.40	8,967
				D800	m	11	1.11	12
				D600	m	14	0.77	11
		쉬트파일	D2,000	m	4	4.26	17	
			D1,350	m	359	2.40	860	
		하천	간이흙막이	D1,350	m	19	4.14	79
				D1,200	m	133	3.46	461
			쉬트파일	D1,350	m	727	4.14	3,007
				D1,200	m	115	3.46	398
		소계				m	9,658	
	도로 구간	간이흙막이	D1,350	m	3,236	2.88	9,315	
			D1,200	m	1,271	2.39	3,031	
			D600	m	250	1.07	268	
		쉬트파일	D1,350	m	6	2.88	17	
			D1,200	m	230	2.39	549	
		소계				m	4,993	
	추진 구간	추진공	D1,350	m	711	3.84	2,730	
		작업구	D1,350	개소	8	250.71	2,006	
		소계				m	711	
	타이 밸브	D1350		개소	5	559.18	2,796	
		D800		개소	1	223.58	224	
소계				개소	6		3,019	
총계							44,013	

『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 공사비 산정 단가를 『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 사업물량에 적용하여 공사비를 검토하였다.

〈표 IV-11〉 대체관로공사비(전략계획 수립)

구분			관경 (mm)	단위	사업물량	단위공사비 (백만원)	공사비 (백만원)	
대체 관로 공사	토사 구간	일반	개착	D1,350	m	4,489	2.42	10,881
			간이흙막이	D1,650	m	44	4.02	177
				D1,350	m	3,743	3.01	11,279
				D800	m	11	1.61	18
				D600	m	14	1.16	16
		슈트파일	D2,000	m	4	7.03	28	
			D1,350	m	359	4.56	1,638	
		하천	간이흙막이	D1,350	m	19	4.97	94
				D1,200	m	133	4.38	583
			슈트파일	D1,350	m	727	6.52	4,739
				D1,200	m	115	5.93	682
		소계				m	9,658	
	도로 구간	간이흙막이	D1,350	m	3,236	3.51	11,353	
			D1,200	m	1,271	3.12	3,963	
			D600	m	250	1.49	372	
		슈트파일	D1,350	m	6	5.06	30	
			D1,200	m	230	4.67	1,074	
		소계				m	4,993	
	추진 구간	추진공	D1,350	m	711	4.17	2,964	
		작업구	D1,350	개소	8	206.00	1,648	
		소계				m	711	
	타이 밸브	D1,350		개소	5	364.08	1,820	
		D800		개소	1	152.03	152	
소계		개소	6		1,972			
총계							53,513	

『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 사업물량에 적용하여 각각의 공사비를 비교·검토한 결과 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 공사비 산정 단가가 실시설계 대비 92.90%로 적정한 것으로 판단된다. 따라서 금회 검토안은 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 단위 공사비를 적용하였다.

〈표 IV-12〉 대체관로공사비 비교검토 결과

구분	광양1단계 실시설계		2025 수도정비		전략계획수립		비고
	공사비 (백만원)	백분율 (%)	공사비 (백만원)	백분율 (%)	공사비 (백만원)	백분율 (%)	
대체 관로 공사	토사구간	36,409	100.00	23,077	63.38	30,136	82.77
	도로구간	14,882	100.00	13,181	88.57	16,792	112.84
	추진구간	4,821	100.00	4,736	98.24	4,612	95.66
	타이밸브	1,488	100.00	3,019	202.92	1,972	132.56
	총계	57,600	100.00	44,013	76.41	53,513	92.90

대체관로공사비를 산정하기 위해서 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(2020. 11.)의 매설환경, 가시설 공사비 등의 기초단가를 조합하여 관경별 표준단가를 산정할 필요가 있다.

금회 대체관로 관경별 표준단가를 산정하기 위한 기준을 다음과 같이 제시하였다.

〈표 IV-13〉 검토안 표준단가 산정기준

구분	산정기준	비고
관중	주철관: D80~D900mm 강관: D1,000mm 이상	
매설구간	도로구간: 70% 토사구간: 25% 하천구간: 5%	
굴착고	$H = 1.5m(\text{최소토포}) + \text{관경}(m)$	
가시설	H=2.0m 미만: 자연터파기 H=2.0m 이상~4.0m 미만: 조립식 간이흙막이 H=4.0m 이상: H-PILE+토류판 하천구간: 슈트파일	
추진구간	국가하천, 철도, 국도의 경우 100% 추진 적용 공사비: 추진공사비 + 가시설 공사비(추진구, 도달구)	
타이밸브	관로 공사비 + 밸브류설치공사	

〈표 IV-14〉 대체관로 관경별 표준단가 산정결과(검토안 적용)

관경	관로공사	추진공사		TIE공사		비고
		추진공사 (천원/m)	가시설공사 (천원/개소)	관로공사 (천원/m)	부대공사 (천원/개소)	
D80	370	2,852	84,000	370	10,509	
D100	385	2,852	84,000	385	13,627	
D150	425	2,852	84,000	425	19,801	
D200	462	2,852	84,000	462	29,594	
D250	505	2,852	84,000	505	34,535	
D300	1,105	2,852	84,000	549	42,529	
D350	1,177	2,852	84,000	621	58,318	
D400	1,266	2,852	84,000	710	72,723	
D450	1,321	2,852	84,000	765	93,198	
D500	1,379	2,852	84,000	1,379	112,280	
D600	1,501	2,852	84,000	1,501	93,694	
D700	1,762	2,852	84,000	1,762	133,079	
D800	2,004	2,852	84,000	2,004	150,097	
D900	2,238	3,111	100,000	2,238	174,933	
D1,000	2,575	3,292	120,000	2,575	242,562	
D1,100	2,839	3,553	144,000	2,839	265,625	
D1,200	3,143	3,742	172,000	3,143	291,374	
D1,350	3,535	4,168	206,000	3,535	360,625	
D1,500	4,091	4,440	248,000	4,091	648,085	
D1,650	4,626	5,265	298,000	4,626	752,827	
D1,800	5,098	5,473	358,000	5,098	874,919	
D2,000	5,924	6,402	430,000	5,924	1,248,206	

주: 관로공사비는 가시설 공사비 포함(조립식간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)

4) 밸브교체 공사비

노후관 개량사업은 관로에 대한 관세척 또는 비구조적 갱생공사 외에도 노후밸브 개량이 필요한 사업이다. 상수관로는 관의 접합부의 파손, 이탈 등의 사유로 누수가 발생하기도 하지만 노후화된 밸브시설에서도 누수사고가 많이 발생하고 있다.

『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)에서는 노후관의 개량 및 대체사업뿐만 아니라 밸브시설을 교체하는 공사를 포함하고 있다.

금회 검토에서는 한국수자원공사에서 제시하지 않았으나 금회 사업에 꼭 필요한 공종인 것으로 판단되어 대안공사비에 ‘밸브개량공사’ 비용을 포함하여 제시하였다.

밸브개량공사비는 『광양1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.) 실시설계 공사비와 해당 관경이 없는 경우에는 품셈공사비를 적용하여 산정하였으며 밸브시설의 자재비는 조달청 나라장터종합쇼핑몰에 등재된 다수공급자계약 단가를 적용하였다.

〈표 IV-15〉 밸브개량 단가 산정결과(검토안, 대안 적용)

관경 (mm)	적용단가 (천원/개소)	자재비 (천원/개)	밸브교체 공사비			비고
			소계 (천원/개소)	부설 및 접합 (천원/개소)	밸브철거 (천원/개소)	
D80	309	201	109	72	36	게이트 제수밸브
D100	369	243	126	84	42	게이트 제수밸브
D150	605	455	150	100	50	게이트 제수밸브
D200	852	634	218	145	73	게이트 제수밸브
D250	1,164	934	230	153	77	게이트 제수밸브
D300	1,463	1,218	246	164	82	게이트 제수밸브
D350	1,950	1,594	356	237	119	게이트 제수밸브
D400	2,690	2,253	437	291	146	게이트 제수밸브
D450	3,791	3,268	523	349	174	게이트 제수밸브
D500	4,168	3,574	594	396	198	게이트 제수밸브
D600	5,998	5,229	769	513	256	버터플라이밸브
D700	6,616	5,687	929	619	310	버터플라이밸브
D800	8,260	7,236	1,024	683	341	버터플라이밸브
D900	10,145	9,001	1,144	763	381	버터플라이밸브
D1,000	12,651	11,435	1,216	811	405	버터플라이밸브
D1,100	14,875	13,537	1,338	892	446	버터플라이밸브
D1,200	18,527	17,100	1,427	951	476	버터플라이밸브
D1,350	22,496	20,933	1,563	1,042	521	버터플라이밸브
D1,500	26,636	24,875	1,760	1,173	587	버터플라이밸브
D1,650	32,962	31,097	1,865	1,244	622	버터플라이밸브

- 주: 1. 밸브부설 및 접합 공사비: 광양(1)단계 실시설계 공사비, 건설공사품셈공사비 적용
 2. 밸브철거공사비: 밸브 부설 및 접합 공사비의 50% 적용
 3. 밸브 자재비: 조달청 나라장터종합쇼핑몰에 등재된 다수계약자 공급제품 단가적용

나. 공사비 추정

1) 검토안 공사비 산정

검토안은 수리검토(관망해석)를 수행하여 대체관로가 불필요한 구간은 사업대상에서 제외하고 관경을 재설정하여 공사비를 산정하였다. 또한 금회 사업에 반드시 필요한 밸브개량공사비를 추가로 산정하였다.

가) 관세척공사

〈표 IV-16〉 관세척공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D100	0.570	136,822	78	
D250	8.285	140,970	1,168	
D300	5.391	143,650	774	
D350	2.053	145,211	298	
D400	0.035	146,771	5	
D500	0.173	151,847	26	
D700	6.942	167,904	1,166	
합계	23.449		3,515	

나) 관갱생공사

〈표 IV-17〉 관갱생공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100	22.807	1,249,426	28,496	
D1,200	7.530	1,289,819	9,712	
D1,650	10.989	1,465,248	16,102	
합계	41.326		54,310	

다) 대체관로공사

○ 관로공사

〈표 IV-18〉 관로공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D150	3.924	425,050	1,668	
D300	8.684	1,105,190	9,597	
D350	4.590	1,177,240	5,404	
D450	1.901	1,321,340	2,512	
D500	1.700	1,379,040	2,344	
D600	1.254	1,501,040	1,882	
D1,000	6.486	2,574,850	16,700	
D1,100	4.415	2,839,050	12,534	
D1,350	0.905	3,535,130	3,199	
D1,500	9.915	4,090,580	40,558	
합계	43.774		96,400	

주: 1. 관로공사비: 가시설 공사비 포함(조립식간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)
 2. 가시설 적용: D300mm 미만 관로는 슈트파일 5%만 적용
 3. 사업물량: 추진공사연장 미포함

○ 추진공사

〈표 IV-19〉 관로추진공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	추진연장 (km)	작업구 (개소)	추진공 (천원/km)	가시설공 (천원/개소)	추진공 (백만원)	가시설공 (백만원)	계 (백만원)	
D150	0.151	2	2,852,333	84,000	431	168	599	
D300	0.260	1	2,852,333	84,000	742	84	826	
D350	0.479	3	2,852,333	84,000	1,366	252	1,618	
D450	0.164	2	2,852,333	84,000	468	168	636	
D500	0.300	3	2,852,333	84,000	856	252	1,108	
D700	0.029	1	2,852,333	84,000	83	84	167	
D1,000	0.720	5	3,292,333	120,000	2,370	600	2,970	
D1,100	0.300	2	3,553,333	144,000	1,066	288	1,354	
D1,500	0.230	1	4,440,333	248,000	1,021	248	1,269	
합계	2.633	20			8,403	2,144	10,547	

주: 작업구 1개소 = 추진기지 + 도달기지

○ TIE시설공사

〈표 IV-20〉 TIE시설공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	TIE관로 (km)	부대공사 (개소)	관로공사 (천원/km)	부대공사 (천원/개소)	관로공사 (백만원)	부대공사 (백만원)	계 (백만원)	
D100	0.12	6	384,700	13,627	46	82	128	
D150	0.14	7	425,050	19,801	60	139	198	
D200	0.08	4	461,550	29,594	37	118	155	
D250	0.24	12	504,550	34,535	121	414	536	
D300	0.08	4	1,105,190	42,529	88	170	259	
D350	0.24	12	1,177,240	58,318	283	700	982	
D500	0.24	12	1,379,040	112,280	331	1,347	1,678	
D600	0.04	2	1,501,040	93,694	60	187	247	
D1,000	0.22	11	2,574,850	242,562	566	2,668	3,235	
D1,100	0.18	9	2,839,050	265,625	511	2,391	2,902	
D1,500	0.22	11	4,090,580	648,085	900	7,129	8,029	
합계	1.80	90			3,003	15,346	18,349	

주: 1. TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함
2. 부대공사: 부단수 천공 및 밸브류 공사

○ 전기방식공사

〈표 IV-21〉 전기방식공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100 이상	23.536	50,415	1,187	
합계	23.536		1,187	

라) 밸브개량공사

〈표 IV-22〉 밸브개량공사비(검토안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D100	45	0.73	33	369	12	
D150	63	0.73	46	605	28	
D250	22	0.73	17	1,164	20	
D300	35	0.73	26	1,463	38	
D350	7	0.73	6	1,950	12	
D400	10	0.73	8	2,690	22	
D500	8	0.73	6	4,168	25	
D700	16	0.73	12	6,616	79	
D1,100	52	0.73	38	14,875	565	
D1,200	23	0.73	17	18,527	315	
D1,650	32	0.73	24	32,962	791	
합계	313		233		1,907	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양1단계 사업 밸브교체율)

마) 공사비 종합결과(검토안)

〈표 IV-23〉 공사비 집계(검토안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관개량 공사	관세척공사	23.449	3,515	
	관갱생공사	41.326	54,310	
	소계	64.775	57,825	
대체관로 공사	관로공사	43.774	96,400	
	추진공사	2.633	10,547	20개소
	TIE시설공사		18,349	1.8km, 90개소
	전기방식공사		1,187	23.536km
	소계	46.407	126,481	
밸브개량 공사	밸브교체공사		1,907	233개소
	소계		1,907	
합계		111.182	186,213	

주: TIE관로공사는 전체 사업연장에 미포함되어 연장을 수록하지 않음(공사비에는 포함)

2) 대안 공사비 산정

대안은 금회 사업 시설계획 중 관세척공사는 유지관리업무에 포함되는 것으로서 금회 노후관 개량사업에서 제외하고 그에 따른 대체관로 공사도 제외하여 공사비를 산정하였다.

가) 관세척공사(해당없음)

나) 관갱생공사

〈표 IV-24〉 관갱생공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100	22.807	1,249,426	28,496	
D1,200	7.530	1,289,819	9,712	
D1,650	10.989	1,465,248	16,102	
합계	41.326		54,310	

다) 대체관로공사

○ 관로공사

〈표 IV-25〉 관로공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D600	1.254	1,501,040	1,882	
D1,000	6.486	2,574,850	16,700	
D1,100	4.415	2,839,050	12,534	
D1,350	0.905	3,535,130	3,199	
D1,500	9.915	4,090,580	40,558	
합계	22.975		74,875	

주: 1. 관로공사비: 가시설 공사비 포함(조립식간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)

2. 가시설 적용: D300mm 미만 관로는 슈트파일 5%만 적용

3. 사업물량: 추진공사연장 미포함

○ 추진공사

〈표 IV-26〉 관로추진공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	추진연장 (km)	작업구 (개소)	추진공 (천원/km)	가시설공 (천원/개소)	추진공 (백만원)	가시설공 (백만원)	계 (백만원)	
D1,000	0.720	5	3,292,333	120,000	2,370	600	2,970	
D1,100	0.300	2	3,553,333	144,000	1,066	288	1,354	
D1,500	0.230	1	4,440,333	248,000	1,021	248	1,269	
합계	1.250	8			4,458	1,136	5,594	

주: 작업구 1개소 = 추진기지 + 도달기지

○ TIE시설공사

〈표 IV-27〉 TIE시설공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	TIE관로 (km)	부대공사 (개소)	관로공사 (천원/km)	부대공사 (천원/개소)	관로공사 (백만원)	부대공사 (백만원)	계 (백만원)	
D1,100	0.22	11	2,574,850	242,562	566	2,668	3,235	
D1,350	0.18	9	2,839,050	265,625	511	2,391	2,902	
D1,500	0.22	11	4,090,580	648,085	900	7,129	8,029	
합계	0.62	31			1,977	12,188	14,165	

주: 1. TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함
2. 부대공사: 부다수 천공 및 밸브류 공사

○ 전기방식공사

〈표 IV-28〉 전기방식공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100 이상	23.536	50,415	1,187	
합계	23.536		1,187	

라) 밸브개량공사

〈표 IV-29〉 밸브개량 공사비(대안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D1,100	52	0.73	38	14,875	565	
D1,200	23	0.73	17	18,527	315	
D1,650	32	0.73	24	32,962	791	
합계	107		79		1,671	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양1단계 사업 밸브교체율)

마) 공사비 종합결과(대안)

〈표 IV-30〉 공사비 집계(대안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관개량 공사	관세척공사	-	-	
	관경생공사	41.326	54,310	
	소계	41.326	54,310	
대체관로 공사	관로공사	22.975	74,875	
	추진공사	1.250	5,594	8개소
	TIE시설공사	-	14,165	0.62km, 31개소
	전기방식공사	-	1,187	23.536km
	소계	24.225	95,820	
밸브개량 공사	밸브교체공사		1,671	79개소
	소계		1,671	
합계		65.551	151,801	

주: TIE관로공사는 전체 사업연장에 미포함 되어 연장을 수록하지 않음(공사비에는 포함)

다. 공사비 추정 결과

『광양I 단계 노후관 개량사업』 실시설계 내역서를 비교·분석하여 금회 검토안 및 대안의 적용단가를 결정하였고 그에 따른 추정 공사비는 다음과 같이 산정되었다.

〈표 IV-31〉 공사비 추정결과

구분		사업계획안		검토안		대안	
		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	사업물량 (km)	공사비 (백만원)	사업물량 (km)	공사비 (백만원)
노후관 개량 공사	관세척 공사	24.607	3,351	23.449	3,515	-	-
	관갱생 공사	41.470	59,111	41.326	54,310	41.326	54,310
	소계	66.077	62,462	64.775	57,825	41.326	54,310
대체 관로 공사	관로 공사	65.979	136,415	43.774	96,400	22.975	74,875
	추진 공사	0.800	3,328	2.633	10,547	1.250	5,594
	TIE시설 공사	-	8,929	-	18,349	-	14,165
	전기방식 공사	-	-	-	1,187	-	1,187
	소계	66.779	148,673	46.407	126,481	24.225	95,820
밸브 개량 공사	밸브교체 공사	-	-	-	1,907	-	1,671
	소계	-	-	-	1,907	-	1,671
합계		132.856	211,135	111.182	186,213	65.551	151,801
백분율		100%		88.2%		71.9%	

2. 용지보상비 추정

용지보상비는 신설되는 교체관로와 대체관로의 설치공사 및 유지관리를 위한 용지구입비와 지장물보상비로 구분된다. 보상면적은 기존 대청댐계통 광역상수도(1단계)와 병렬로 부설하는 것으로 가정하여 매설관경에 따라 추가부지 매입 폭을 다르게 적용하였다. 관경 D600mm 이하는 3.0m, D700~1,000mm는 4.5m, D1,100mm 이상은 6.0m 폭으로 추가부지를 매입하는 것으로 적용하였다. 용지보상비는 사업대상 지역 개별공시지가를 조사하여 『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』(한국개발연구원, 2018)의 지역별 보상배율을 적용하고 지장물보상비를 가산하여 산정하였다.

가. 보상면적

대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업의 대체관로를 신설하기 위해서는 추가적인 부지 매입이 불가피할 것으로 판단되었으며, 경제성 분석을 위한 보상비에는 기회비용 측면에서 국·공유지를 용지보상비에 반영하여야 한다. 본 사업은 예타 면제사업으로 분류되어 경제성 분석을 수행하지 않는 점을 고려하여, 용지보상비 산정 시 국·공유지는 반영하지 않았다.

〈표 IV-32〉 보상면적 산정

구분		사업계획안	검토안	대안	비고
보상 연장(m)		19,770	6,353	2,733	
대체관로 (m)	세종	19,770	384	-	
	충북		1,653	1,637	
	충남		4,316	1,096	
보상 면적 (㎡)	세종	32,085	1,152	-	
	충북		9,861	9,813	
	충남		18,273	6,576	

주: 추가매입 부지 폭은 관경에 따라 적용함(D600mm 이하: 3.0m, D700~1,000mm: 4.5m, D1,100mm 이상: 6.0m)

나. 용지보상비 산정

『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』(한국개발연구원, 2018)에 따르면 감정평가 자료가 없거나 감정평가를 의뢰하기 힘든 경우, 공시지가에 보상배율을 곱하여 산정한다고 되어 있다. 또한 용도지역과 이용상황의 보상배율을 산술평균하여 각 필지별 보상배율을 구하는 것이 정확성을 높일 수 있다고 되어 있으나, 공사구간의 모든 필지에 대한 용도지역을 선정하기에는 애로사항이 많아 해당 지역의 전체 평균값을 적용하였다.

〈표 IV-33〉 용도지역 및 이용상황별 보상배율

구분	전체	용도지역(4개 지역)				이용상황(5개 이용상황)				
		주거/상업 공업	녹지 개제	관리	농림 자보	주거용 공업용	상업용 주상용	전답	임야	공공 기타
세종	2.87	2.55	2.79	3.33	2.75	2.34	2.04	2.70	5.11	4.16
충북	2.35	1.37	2.38	2.88	2.61	1.74	1.56	2.31	3.07	5.20
충남	2.49	1.93	2.54	2.96	2.39	2.04	1.63	2.33	3.58	4.06

지장물보상비는 『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』(한국개발연구원, 2018)에 따라 다음 표와 같이 배율을 정하고 있다.

〈표 IV-34〉 토지보상비 대비 지장물 및 기타 보상비 배율

(단위: %)

선형 사업	배율	면형 사업	배율	특정 사업	배율
도로	20	택지개발	25	교육/학예	10
철도	20	산업단지	25	광장	20
전기통신	5	관광단지	20	주차장 등	20
하천/치수	25	공항	20	문화시설	25
상하수도	10	항만	20	폐기물시설 등	5
		국방/군사	25	보건시설	5
		공원	15	공공청사	5
		댐	15		

따라서 금회 검토의 경우 지장물보상비를 토지보상비 대비 10%로 반영하여 산출하였다.

〈표 IV-35〉 표준지 평균 공시지가(세종)

구분	전(원/㎡)	답(원/㎡)	대지(원/㎡)	임야(원/㎡)
표준지 평균 공시지가 산출	-	135,800	168,233	-
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	-	389,746	482,830	-
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	-	38,975	48,283	-
용지보상비 계	-	428,721	531,113	-

〈표 IV-36〉 표준지 평균 공시지가(충북)

구분	전(원/㎡)	답(원/㎡)	대지(원/㎡)	임야(원/㎡)
표준지 평균 공시지가 산출	49,582	68,133	266,767	37,358
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	116,517	160,112	626,902	87,791
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	11,652	16,011	62,690	8,779
용지보상비 계	128,169	176,123	689,592	96,570

〈표 IV-37〉 표준지 평균 공시지가(충남)

구분	전(원/㎡)	답(원/㎡)	대지(원/㎡)	임야(원/㎡)
표준지 평균 공시지가 산출	210,122	232,169	546,708	201,475
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	523,203	578,101	1,361,302	501,673
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	52,320	57,810	136,130	50,167
용지보상비 계	575,523	635,911	1,497,432	551,840

〈표 IV-38〉 검토안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
총계	29,286	-	22,409,419,689	
세종 합계	1,152	-	524,297,016	
전	-	-	-	
답	855	428,721	366,556,455	
대	297	531,113	157,740,561	
임	-	-	-	
충북 합계	9,861	-	1,990,735,341	
전	1,119	128,169	143,421,111	
답	7,734	176,123	1,362,135,282	
대	654	689,592	450,993,168	
임	354	96,570	34,185,780	
충남 합계	18,273	-	19,894,387,332	
전	1,532	575,523	881,413,475	
답	5,807	635,911	3,692,417,222	
대	9,821	1,497,432	14,705,530,956	
임	1,115	551,840	615,025,680	

〈표 IV-39〉 대안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
총계	16,389	-	8,702,491,743	
세종 합계	-	-	-	
전	-	-	-	
답	-	-	-	
대	-	-	-	
임	-	-	-	
충북 합계	9,813	-	1,982,281,437	
전	1,119	128,169	143,421,111	
답	7,686	176,123	1,353,681,378	
대	654	689,592	450,993,168	
임	354	96,570	34,185,780	
충남 합계	6,576	-	6,720,210,306	
전	396	575,523	227,907,108	
답	3,186	635,911	2,026,012,446	
대	2,976	1,497,432	4,456,357,632	
임	18	551,840	9,933,120	

3. 시설부대경비 추정

시설부대경비는 사업추진에 필요한 공사비 및 보상비 이외의 비용으로 설계비 및 공사관리비로 구분하였다.

가. 설계비

설계비는 정확한 현장여건 및 지역특성 파악을 위한 조사 및 측량비와 기본설계비 및 실시설계를 반영하였다. 조사 및 측량비는 「예비타당성조사 표준지침」에 의거하여 공사비의 1%의 요율을 적용하였으며, 설계비는 기본 및 실시설계를 동시에 발주하는 것으로 가정하여 「엔지니어링사업대가의 기준」 및 「2017년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」에 따라 공사비 요율에 의한 방식을 적용하여 산정하였다.

나. 공사관리비

공사관리비는 공사감리비, 보상관리비 및 용지 취득수수료, 인허가협의비용 등 공사를 시행함에 있어 소요되는 비용으로 「수자원공사법 시행령」 별표 '사업 위탁·수탁 수수료율 기준표'를 기준으로 5%를 적용하였다.

다. 시설부대경비 추정 결과

본 사업 추진에 따른 시설부대경비 산정결과는 다음과 같다.

〈표 IV-40〉 시설부대경비 산정(검토안)

구분	적용 요율 (%)	시설부대경비 (백만원)	비고
합계		18,872	부가세 포함
설계비		9,106	
조사 및 측량비	1.00	1,862	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	7,244	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	9,766	(공사비+설계비) × 요율

〈표 IV-41〉 시설부대경비 산정(대안)

구분	적용 요율 (%)	시설부대경비 (백만원)	비고
합계		15,384	부가세 포함
설계비		7,423	
조사 및 측량비	1.00	1,518	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	5,905	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	7,961	(공사비+설계비) × 요율

〈표 IV-42〉 시설부대경비 산정결과

구분	사업계획안 (백만원)	검토안 (백만원)	대안 (백만원)
합계	21,331	18,872	15,384
설계비	10,261	9,106	7,423
조사 및 측량비	2,111	1,862	1,518
기본 및 실시설계비	8,150	7,244	5,905
공사관리비	11,070	9,766	7,961

4. 예비비 추정

사업을 진행시키는 과정에서 예기치 못한 일들이 무수하게 발생될 수 있으며, 이런 예측할 수 없는 문제들에 대한 조치로 예비비를 반영해야 한다. 따라서 본 검토에서는 『수자원 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제4판)』(한국개발연구원, 2008)에 따라 사업비 추정의 불확실성을 고려하여 공사비, 부대비, 용지보상비의 10%를 예비비로 산정하였다.

5. 총사업비 집계

본 사업에 소요되는 총사업비는 위에서 검토한 기준에 의거하여 공사비, 용지보상비, 시설부대경비 및 예비비로 구분하여 다음과 같이 산출하였다.

〈표 IV-43〉 총사업비 산정결과

구분	사업계획안 (백만원)	검토안 (백만원)	대안 (백만원)
총사업비	262,205	250,244	193,476
1. 공사비	211,135	186,213	151,801
1) 노후관 개량공사	62,462	57,825	54,310
2) 대체관로 공사	148,673	126,481	95,820
3) 밸브개량공사	-	1,907	1,671
2. 용지보상비	5,902	22,409	8,702
3. 시설부대경비	21,331	18,872	15,384
1) 설계비	10,261	9,106	7,423
- 조사 및 측량비	2,111	1,862	1,518
- 기본 및 실시설계비	8,150	7,244	5,905
2) 공사관리비	11,070	9,766	7,961
4. 예비비	23,837	22,749	17,589

주: 1. 사업계획안의 총사업비 산정 기준연도는 2019년 6월이며 검토안 및 대안의 기준연도는 2020년 12월 기준임
2. 상기 총사업비는 부가세 포함임

6. 총사업비의 연차별 배분계획

총사업비의 연도별 배분계획은 현지조사, 기본 및 실시설계, 용지수용 및 보상, 공사기간, 공사난이도 등을 감안하여 5년(2022~2026년)에 걸쳐 시행하는 것으로 계획하였다. 본 사업의 예정공정계획은 2027년부터 용수를 공급할 수 있도록 2026년까지 공사를 완료하는 것을 목표로 총공사기간은 4년(총사업기간 5년)으로 하여 연차별 투자계획을 수립하였으며 주요 공종별 연차별 투자금액은 다음과 같다.

〈표 IV-44〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)

구분	사업비 (백만원)	검토안 연차별 투자계획(백만원)				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	250,244	22,342	69,919	58,914	53,725	45,344
1. 공사비	186,213	-	49,749	50,889	46,407	39,168
2. 용지보상비	22,409	11,205	11,204	-	-	-
3. 시설부대경비	18,872	9,106	2,609	2,669	2,434	2,054
4. 예비비	22,749	2,031	6,356	5,356	4,884	4,122

〈표 IV-45〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)

구분	사업비 (백만원)	검토안 연차별 투자계획(백만원)				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	193,476	12,951	51,738	48,027	43,797	36,963
1. 공사비	151,801	-	40,556	41,485	37,831	31,929
2. 용지보상비	8,702	4,351	4,351	-	-	-
3. 시설부대경비	15,384	7,423	2,127	2,176	1,984	1,674
4. 예비비	17,589	1,177	4,703	4,366	3,982	3,360

제3절 경상운영비 추정

본 사업의 공사완료 후 용수 공급을 위하여 발생하는 경상운영비는 인건비, 전력비, 유지수선비, 일반관리비 등으로 구분된다. 본 사업은 전술한 바와 같이 예비타당성조사 면제 사업으로 분류됨에 따라 본 검토의 비용추정 시 경상운영비에 대한 고려가 필요하지 않으나, 대안분석 시 사업물량 조정에 따른 경상운영비의 차이가 발생되므로 이를 고려한 대안별 비용의 증감을 비교·검토하고자 하였다. 본 검토 이전부터 이미 발생되었던 기존 시설의 경상운영비는 각 대안이 동일하게 발생되므로 운영비 산정에서 제외하였으며, 대체관로 신설로 인해 추가적으로 발생하는 경상운영비 항목 검토 및 비용을 산정하고자 하였다.

1. 인건비

본 사업으로 설치되는 시설은 기존 한국수자원공사 운영인력을 활용하여 운영관리가 가능할 것으로 판단되어 추가적인 인건비는 소요되지 않는 것으로 계획하였다.

2. 전력비

기존 가압시설은 본 사업의 범위에 포함되어 있지 않아 추가적인 전력비는 발생되지 않으므로 경상운영비 산정에서 제외하였다.

3. 유지수선비

본 사업의 범위 중 노후관 갱생 및 교체시설의 유지수선비는 본 검토 이전부터 이미 발생되었던 비용이므로 경상운영비 산정에서 제외하였으나, 신규로 설치되는 대체관로의 유지수선비는 추가적으로 발생됨에 따라 이에 대한 비용 산정이 필요하다. 따라서 대체관로 신설이 포함되어 있는 검토안과 대안의 대체관로공사비를 기준으로 유지관리비를 산정하였다. 수도시설의 기능을 정상적으로 유지시키기 위한 유지수선비는 시설물의 경과연수, 종류 및 위치에 따라 큰 차이를 보이므로 한국수자원공사의 최근 10년간 유지수선비율 0.26%를 근거로 적용하여 산정하였다.

4. 일반관리비

일반관리비는 기업의 유지를 위한 관리활동 부문에서 발생하는 제비용으로서 기 수행된 예비타당성조사의 사례에서는 인건비의 50%를 적용하였다. 본 사업으로 설치되는 시설은 현재 기존 시설을 운영중인 한국수자원공사가 운영함에 따라 추가적인 일반관리비는 발생되지 않으므로 경상운영비 산정에서 제외하였다.

5. 경상운영비 총괄

본 사업의 시행으로 인해 발생하는 경상운영비는 신규로 설치되는 대체관로의 유지수선비만을 반영하여 산정하였으며, 경상운영비의 산정기간은 대체관로의 내용연수를 기준으로 하였다. 내용연수는 「댐건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률 시행령」 제27조 [별표 2] 규정에 제시된 생활용수 및 공업용수의 내용연수를 반영하여 45년간의 경상운영비를 산정하였다.

〈표 IV-46〉 수자원사업의 부문별 내용연수

사업 항목	내용연수	비고
발전사업	45년	
농업용수	55년	
홍수조절	80년	
생활용수 및 공업용수	45년	본 검토 적용

〈표 IV-47〉 경상운영비(유지수선비) 산정

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
대체관로공사비	126,481	95,820	
연간 유지수선비	329	249	공사비 × 0.26% (부가세포함)
유지수선비 총계	14,798	11,211	45년 합계 (부가세포함)

제4절 비용추정 결과 종합

대청댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업에 따른 대안별 총사업비는 〈표 IV-48〉과 같으며, 본 사업 시행으로 인해 추가적으로 발생하는 경상운영비는 〈표 IV-49〉와 같다.

〈표 IV-48〉 총사업비 추정결과

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
총사업비	250,244	193,476	부가세 포함
공사비	186,213	151,801	
용지보상비	22,409	8,702	
시설부대경비	18,872	15,384	
예비비	22,749	17,589	

〈표 IV-49〉 경상운영비(유지수선비) 산정

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
경상운영비	14,798	11,211	부가세 포함
유지수선비 (45년 총계)	14,798	11,211	

V. 정책성 분석

제1절 정책성 분석의 체계

경제성 분석이 현실적으로 사업과 관련된 모든 사회적 편익과 비용을 고려할 수 없기 때문에, 예비타당성조사에서는 정책성 분석을 통해 여러 가지 평가요소들을 추가로 검토하여 사업의 시행 여부를 판단하는 데 고려하게 된다. 2019년 5월에 개정된 「예비타당성조사 운용지침」과 「예비타당성조사 수행 총괄지침」은 기존 정책성 분석 내용을 대대적으로 개편하여 정책성 평가의 세부 항목을 사업추진 여건, 정책효과(사회적 가치), 특수평가항목(선택) 등 3가지로 설정하였다.

사업추진여건은 다시 정책 일치성 등 내부여건, 지역주민 사업태도 등 외부여건으로 나뉜다. 정책 일치성 등 내부여건은 상위계획 반영 여부나 정책 방향과의 일치성 등으로 평가하고 지역주민 사업태도 등 외부여건은 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도 갈등 여부 등의 검토를 통해 평가한다.

〈표 V-1〉 정책성 분석 평가 항목

	구분	세부평가내용	비고
사업추진여건	내부여건	상위계획 반영 여부, 정책 방향과의 일치성, 사업의 준비정도 등	적용
	외부여건	지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등 여부 등	
정책효과	일자리 효과	사업 기간 재정 투입으로 인한 고용유발효과, 운영 기간의 직접 고용효과, 사업 완료 후 간접적 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약 계층에 대한 고용효과 등	생략
	생활여건 영향	사업 추진에 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, 사업 추진 중 또는 완료 후 안전사고 발생 관련 효과, 시스템 신설(개량)에 따른 정보보안 효과 등	
특수평가항목	재원조달 위험성(선택)	운영비 조달 위험성이 있는 사업에 대해 위험정도를 평가	적용
	기타 특수평가	개별 사업의 특성상 문화재의 가치 등 특별히 고려해야 할 사항에 대하여 평가	비적용

정책효과는 ‘일자리 효과’, ‘생활여건 영향’, ‘환경성 평가’, ‘안전성 평가’ 등 4가지 세부 평가항목으로 분류한다. 일자리 효과는 해당 사업에 대한 재정 투입으로 유발되는 고용창출효과, 사업의 운영 기간 동안 발생하는 직접 고용효과, 사업 완료 후에도 지속되는 간접 고용효과, 고용의 질 제고 효과, 취약계층에 대한 고용효과 등으로 평가한다. 생활여건 영향은 사업 추진에 따른 접근성, 쾌적성, 정시성, 안정성 영향, 공동체 복원 영향 등의 측면에서 세부적으로 평가한다. 환경성 평가는 사업 수행 과정에서 환경문제 발생 가능성, 지역 환경 경관에 대한 영향, 시설개선에 따른 생태계 환경보전 기여도 등으로 평가한다. 안전성 평가는 재해 재난 예방 및 대응 가능성, 피해규모에 대한 효과, 사업 추진 중이나 완료 후 안전사고 발생 효과, 시스템 신설 및 개량에 따른 정보보안 효과 등으로 평가한다.

‘사업특수 평가항목’은 개별 사업의 특수성을 고려할 필요가 있을 경우에 선택적으로 평가할 수 있으며, 세부적으로는 재원조달 위험성, 문화재 가치 등을 평가한다. 재원조달 위험성은 운영비 조달 위험성이 있는 사업에 대해 위험 정도를 평가하여 평가점수에 부여하거나 원인자 부담 등으로 해당 사업에 대한 재원이 확보된 사업에 대해 총사업비 대비 확보된 재원 규모를 고려하여 평가점수에 부여함으로써 평가할 수 있다. 문화재 가치는 국가 시도 지정문화재가 다수 분포하는 문화유적지 등에 대한 고려가 필요한 사업에 대해 문화재의 가치를 고려하여 평가점수를 부여하는 방식으로 평가한다.

본 조사는 사업계획 적정성 검토로 「2020년 제2회 예비타당성조사 착수회의자료」(한국개발연구원, 2020. 10.)에서 제시한 바와 같이 정책효과를 생략하고 사업추진여건과 특수 평가항목의 재원조달 위험성을 정책성 분석의 대상으로 하였다.

제2절 사업추진여건

1. 관련 정책 및 계획과의 일치성 등 내부여건

가. 개요

대형 공공투자사업은 추진과정에 있어 여러 가지 불확실성이 발생할 수 있고, 이로 인해 사업의 중단이나 폐지, 비용의 증가와 같은 부정적인 결과가 발생할 수 있다. 이러한 불확실성과 부정적 결과의 발생 가능성을 가늠함에 있어서 조사대상 사업이 관련 법령, 국가정

책 및 각 수준별 계획에 얼마나 안정적이고, 확고히 반영되어 있는가를 살펴보는 것이 중요한 절차가 될 것이다. 공공투자사업이 정책과 상위 계획에 확고하게 반영되어 있을수록 사업이 체계적으로 계획·관리되어 왔음을 의미하며, 향후에도 장기적으로 추진할 정책적 기반이 존재함을 암시하기 때문이다. 이에 따라 예비타당성조사에서는 정책 일치성 등 내 부여된 평가항목에서 세부적으로 조사대상 사업의 상위 및 관련계획 반영 여부, 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책 방향과의 일치성, 사업의 준비 정도 등을 평가하도록 되어 있다.

상위 및 관련 계획에의 반영 여부와 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책 방향과의 일치성은 유사한 성격을 보이면서도, 내용상으로 조금씩 다를 수 있기 때문에 각각 평가하도록 되어 있다. 5~10년 이상의 시계를 목표로 수립된 계획은 시간이 지남에 따라 내부적으로 세부적인 사업의 추진 가능성이나 우선순위 등의 측면에서 변경될 수 있다. 이에 따라, 현 중앙정부나 지자체의 정책방향을 병행적으로 검토함으로써 대상 사업의 추진 가능성, 준비 정도를 좀 더 현실적으로 판단할 수 있다. 또한 장기 계획상 아직 반영 전이라도 중앙정부나 지자체에서 적극적으로 추진하는 사업이 존재할 수 있으므로, 중앙정부 또는 지자체의 정책 목표를 확인할 필요가 있다.

마지막 평가항목인 사업의 준비 정도에서는 사업의 원활한 추진과 성공을 담보할 수 있는 사업계획, 운영계획, 재원조달 계획 등이 구체적인가를 판단하고자 한다.

나. 정책 일치성 검토 결과

본 사업의 추진 근거는 「수도법」 제4조(수도정비계획의 수립)와 제21조의2(상수도관망의 관리)에 있다. 인천(2019. 5.)과 서울 문래동(2019. 6.)에서 적수 사고가 잇달아 발생하고 수돗물 공급·관리에 대한 개선요구가 확대됨에 따라 정부는 「수돗물 안전관리 종합대책(2019. 11.)」을 수립하여 상수관망 진단·관리 강화를 추진하였고 이는 「수도법」 개정(2019. 11., 2020. 3.)에 반영되었다.

「수도법」

제4조(수도정비기본계획의 수립) ① 환경부장관과 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 일반수도 및 공업용수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 10년마다 다음 각 호에 따라 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획(이하 “수도정비기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.

⑦ 수도정비기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

8. 수도관의 현황 조사 및 세척·갱생·교체에 관한 사항

제21조의2(상수도 관망의 관리) 지방자치단체인 일반수도사업자는 수도물 공급과정에서 수질오염을 방지하고, 누수량을 줄여 유수율(有收率, 총급수량 중 유수수량의 비율을 말한다)을 높이기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 상수도 관망(管網)을 효율적이고 체계적으로 유지·관리하여야 한다.

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr>)

상수도관망 관리를 개선하기 위하여 환경부에서는 「상수도관망 유지관리 개선방안(’20. 6.)」, 「상수관로 유지관리 매뉴얼 제개정 및 통합 연구(~’21. 4.)」 등의 연구를 통해 상수도관망 유지관리 개선을 위한 법령, 지침, 제도, 매뉴얼을 체계적으로 정비하기 위한 방안을 마련하고 있다.

본 사업의 정책 일치성을 점검할 수 있는 상위계획으로는 「전국수도종합계획」(환경부, 2016. 3.) 및 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토부, 2015. 8.)의 국가 수도계획을 꼽을 수 있다. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」은 광역상수도 및 공업용수에 대한 국가 최상위 계획으로 국민에게 보다 고품질의 수도물 공급을 위한 장기적이고 종합적인 계획을 수립하는데 그 목적이 있다. 동 계획의 내용은 장래인구 및 용수수요량 산정을 통해 광역 및 공업용수도의 합리적인 개발계획 수립과 급수체계 조정을 통한 수자원의 효율적 활용 및 기존시설의 활용도를 제고하고자 함이다. 그리고 신규 광역상수도 및 공업용수도 개발을 통한 안정적 용수 공급에 대한 내용을 포함하고 있다. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」에는 수도 정비에 관한 기본 방향을 제시하고 있으며 여기에는 관로시설 안정화를 통해 안정적으로 물을 공급하는 것이 포함되어 있다. 관로시설 안정화에는 2025년까지 노후관로 개량(752.2km), 대체관로(291.4km)에 대한 추진계획이 포함되어 있으며 이는 30년 이상 노후된 관로시설 개량을 위한 것이다. 추진계획에는 본 사업인 대청댐 광역상수도 노후관 개량사업계획을 포함한 전국 9개 권역에 대해 사업계획이 포함되어 있다. 대청댐 광역상수도는 전체 236.8km 관로 중에서 78.4km(33.1%)가 매설 후 25~29년이 경과한 노후관으로 판별되었다. 대청댐 광역노후관 개량사업은 금강북부권 노후관 개량 사업계획에 포함되어 있으며 노후관 개량 76.9kmm 대체관로 82.2km, 사업비는 2018~2025년 동안 2,917.2억원이 계획되어 있다. 이와 같이 본 사업은 상위계획에 사업추진계획이 포함되어있으며 2021. 8월에 고시될 예정인 「국가수도기본계획」에도 해당 사업에 대한 계획이 반영되어 있다. 「국가수도기본계획」(’21. 8. 고시예정)은 기존의 「전국수도종합계획」 및 「2025 수도정비기본계획」을 통합하는 국가수도의 기본계획이 될 것이다.

따라서 대청댐 광역 노후관 개량사업은 본 사업의 추진근거인 「수도법」에 명시된 노후 관로에 대한 세척, 갱생 등 조치에 대한 정책방향에 부합하며 상위계획인 「2025 수도정비 기본계획(광역상수도 및 공업용수도)」의 목표 달성에 부합, 기여하는 정책으로 사료된다.

다. 사업의 준비 정도 검토 결과

본 사업의 준비 정도를 확인하기 위하여 사업계획, 운영계획, 재원조달 계획 등이 구체적 인가를 판단하고자 한다. 사업의 준비 정도가 높을수록 사업의 목적 등이 정책방향과 부합 하고, 해당 사업에 대한 높은 추진의지를 반영하는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 따라서 본 사업에 대한 준비 정도가 어느 정도인지를 파악하기 위해 본 사업의 추진연혁 및 사전용역 의 객관성과 성과물, 그리고 인력이나 운영방안 등의 사업계획의 구체성 등을 조사하였다.

본 사업에 대한 계획은 2009년부터 시작되었다고 볼 수 있다. 2009년 5월 한국수자원 공사는 관 노후도를 직·간접으로 평가하여 개량대상을 선정하였으며, 이를 기반으로 노후 관 개량 및 증장기 투자계획을 수립하였다. 이 계획은 2009년 12월에 발표된 「2025 수도 정비기본계획」에 반영되었는데, 개량대상에 대해서는 현실적 투자규모를 감안하여 선정기 준을 보완하였다. 2011년 9월에 한국수자원공사는 구체적 사업 추진을 위하여 「광역 및 공업용수도 안정화사업 추진계획」을 수립하였다. 이후 국토부에서 2014년 12월에 발간한 『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』에서는 『도·송수시설 기술진단 가이드북(한국수자원공사, 2010)』에 따라 노후관 대상구간을 선정하고, 직접평가 자료가 있는 경우 직접평가결과를 반영하여 노후관 개량 계획을 수립하였다. 2015년 8월에는 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경 고시」에 최근 편람을 기초로 재 수립한 계획을 반영하였다. 본 계획에는 대청댐 광역상수도의 노후관 현황이 분석되었고 이를 바탕으로 대청댐 광역 노후관 개량사업 계획이 구체적으로 수립되었다. 2016년 6월 한국수자원공사는 대청댐계통 광역상수도 1단계에 대한 정밀안전진단을 시행하였으며 관 로시설 상태평가 결과 관로시설의 내구성 및 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태 인 C등급으로 평가하였다. 2018년 8월에서 2020년 11월까지 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립용역을 실시하였으며 여기에는 관노후도 직접조사 결과, 사업물량 및 사업비 재산정이 포함되어 이전보다 더욱 정확한 근거자료와 사업계획을 산출할 수 있었 다. 2020년 8월에 본 사업은 예비타당성조사 면제사업으로 선정되었으며 2020년 9월 한 국수자원공사는 대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상을 수립하였다.

이상에서 볼 수 있듯이 본 사업은 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도 변경)」에서 사업계획이 수립된 후, 정밀안전진단용역 및 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립용역, 기본구상 수립 등이 이루어져 본 사업을 위한 계획의 구체성이 높은 것으로 판단된다.

〈표 V-2〉 사업의 추진 경위

연월	내용
2009. 05.	노후관 개량 및 중장기 투자계획 수립(한국수자원공사)
2009. 12.	「2025 수도정비기본계획」 반영(국토해양부)
2011. 09.	광역 및 공업용수도 안정화사업 추진 계획 수립(한국수자원공사)
2014. 12.	『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』(국토교통부, '14. 12.), 발간
2015. 08.	「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경」 고시(국토교통부)
2016. 06.	대청댐 광역상수도 1단계 정밀안전진단 시행
2018. 04.	수도시설 안정화사업 전략적 추진방안 수립 ¹⁾
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 ²⁾
2020. 08.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 예비타당성조사 면제사업으로 선정
2020. 09.	대청댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립

주: 1) 안정화 사업 관련 제반기준을 정립하고, 정확한 조사 등을 통해 사업계획 재수립 후 적기 추진을 위한 효율적인 추진방안 마련

2) 관노후도 직접조사 시행, 사업물량 및 사업비 재산정

출처: 대청댐 광역 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

2. 지역주민 사업 수용성 등 외부여건

가. 개요

대규모 공공투자사업에는 사업으로부터 영향을 받는 다양한 유형의 이해관계자들이 존재한다. 사업의 주체가 되는 중앙부처나 지자체는 필연적으로 이해관계자에 포함되며, 공급되는 시설물이나 사회서비스의 직간접적인 이용자도 당연한 이해관계자가 될 것이다. 또한 이용자가 아니더라도 해당 시설물이 들어서는 지역의 거주민은 시설 자체와 이용자들로부터 발생하는 외부효과에 영향을 받게 되므로 이해관계자라고 할 수 있다.

이렇게 다양한 유형의 이해관계자들은 투자사업에 대해 각기 다른 이해관계를 가질 수 있으며, 이에 따라 사업에 대해 부정적인 태도를 갖고 있거나, 사업의 계획을 자신들에게 더 유리하게 수정하고자 노력할 개연성이 있다. 이러한 요인들이 사업환경 변화를 유발하여 사업계획으로부터 크게 괴리된 결과를 낳을 수 있다. 사업과정에서는 원활한 추진을 방해하고, 최악의 경우에는 사업이 중단되어 국가재정의 낭비를 야기할 수도 있을 것이다. 이에 예비타당성조사는 공공투자사업의 타당성을 평가할 때, 지역주민과 같은 주요 이해관계자들의 태도와 같이 사업에 영향을 줄 수 있는 외부 여건을 평가하도록 하고 있다.

예비타당성조사 지침은 지역주민의 사업태도 등 외부여건 항목에 대해 주무부처와 지방자치단체뿐만 아니라 사업과 관련된 기관 및 인근 지역주민들의 사업에 대한 다각적인 의견을 수렴·검토하도록 하고 있다. 주무부처나 지방자치단체와 지역주민들 간의 추진의지나 선호도 일치하는지에 대한 조사가 필요하며, 전반적으로 일치성이 확인되는 경우에도 세부적인 사업계획의 중요 부분을 두고 사업추진 과정에서 이해관계자들 간에 갈등이 생길 여지가 없는지까지 검토할 필요가 있다.

나. 검토결과

우선 본 사업의 추진주체인 환경부 및 한국수자원공사의 사업추진 의지는 높다고 판단된다. 구미 단수사고를 계기로 단수 및 사고에 대한 광역상수도 용수 공급 신뢰성 제고사업의 필요성은 계속적으로 강조되어 왔다. 최근 수도권에서 발생한 적수, 유충 사태는 상수도의 수질관리에 대한 전 국민의 관심이 급격히 높아지는 계기가 되었으며 안정적인 수돗물 공급에 대한 관심 역시 높아졌다. 따라서 기존 30년 이상 경과한 노후관에 대한 안정성을 확보하고 수질 제고를 위한 노후관 개량사업을 적기에 실시하고자 하는 정부의 추진의지도 높다고 볼 수 있다. 상수도 사업이 향후 신규 광역상수도 사업 건설수요가 감소하는 반면 노후관 개량 및 갱신사업 등 사후관리 위주의 사업이 중요성이 커지고 있다는 점도 정부의 추진의지를 강하게 하는 요인 중의 하나이다. 한국수자원공사의 사업 추진의지도 매우 높다고 할 수 있다. 전체 관로사고 중 노후로 인한 사고는 70~80%를 차지하며, 이에 대응하기 위하여 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」에 따라 2030년까지 전국에서 대규모 노후관 개량사업이 계획되어 있다. 상수도 관로 사고의 발생 시 사고 현장뿐만 아니라 누수, 단수 등으로 인하여 영향의 파급력이 매우 높다는 점도 본 사업의 적

기 추진이 필요한 이유 중의 하나이다. 사업의 주체인 한국수자원공사 담당자에 대한 면담 결과, 본 사업을 적기에 추진하고 시행하는 것에 대한 의지가 매우 높은 것으로 판단된다.

본 사업과 관련한 광역자치단체는 충청북도, 충청남도, 세종시가 포함되며 직접적인 사업 지역은 천안시, 아산시, 청주시, 세종시가 해당된다. 사업과 관련한 지방자치단체의 입장을 살펴보면 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 수립 시 노후관 개량사업을 통한 안정적 용수 공급방안에 대하여 지자체와 협의가 이미 이루어진 것으로 파악된다. 또한 사업비 측면에서 국비와 한국수자원공사의 재원부담이 100%로 사업이 진행되기 때문에 지방자치단체는 본 사업에 대하여 편익을 받는 입장이기 때문에 사업에 대하여 긍정적이라고 볼 수 있다. 최근 수돗물의 적수, 유충 사태 등으로 인하여 상수도 관련 사업에 대하여 지자체에서 오히려 적극적으로 사업의 취지에 대하여 공감한다고 판단할 수 있다.

공사로 인한 민원 발생 가능성을 살펴보면 노후관로 세척·갱생공사의 경우 지하의 기존 관로 내에서 작업이 이루어져 도로교통 및 시민에게 큰 불편이나 지장을 주지 않아 민원 발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다. 그러나 대체관로 공사 시 소음·진동, 대기질, 주변 인접 지하매설물에 대한 영향이 발생할 수 있어 이에 대한 민원 발생 여지가 있다. 한국수자원공사는 이러한 문제점에 대비하여 소음·진동, 대기질(온실가스, 비산먼지)의 영향을 줄이기 위한 대책을 준비하고 있으며 건설중 지하매설물 안전관리를 위한 지하매설물 영향 저감방안을 마련할 계획이다.

또 하나의 이슈는 용지보상과 관련된 갈등 가능성이다. 기본구상 수립 시, 대체관로 부설용지는 대부분 기존 수도부지, 도로 및 하천 등 국공유지를 활용하여 매설하는 것으로 계획하고 나머지 일부 사유지 구간에 대한 용지보상은 관계법령(「토지보상법」)에 따라 보상을 진행할 예정이다. 대청댐 광역 상수도의 경우 기존관로 노선 대부분이 사유지이고 보상이 이루어지지 않은 용지보상 미실시 구간에 해당된다. 따라서 기존 관로에 대한 공사 및 대체관로 공사에 있어 용지 보상 등에 따른 민원 발생 여지가 있어 이에 대한 적절한 보상 등의 방안 마련이 필요할 것으로 판단된다.

이상의 논의를 종합해보면, 본 사업의 이해관계자 대부분은 본 사업의 취지와 필요성에 대해 공감하고 긍정적인 태도를 가지고 있다고 할 수 있다. 다만 사업추진 과정에서 대체관로 공사 시 소음·진동, 대기질, 주변 인접 지하매설물에 대한 영향이 발생할 수 있고, 용지보상과 관련한 민원 발생 여지가 있어 이에 대한 적절한 조치가 필요할 것으로 보인다. 민원 발생에 대한 적극적인 예방·대응 조치가 적절히 취해진다면 본 사업에 대한 전반적인 외부여건은 긍정적이라고 평가된다.

제3절 정책효과 검토

「예비타당성조사 수행 총괄지침」(기획재정부, 2019. 5. 1.)에 제시된 바와 같이 ‘일자리 효과’, ‘생활여건 영향’, ‘환경성 평가’, ‘안전성 평가’ 등 4가지 평가항목에서 타당성 검토 대상 사업의 정책효과를 검토할 필요가 있다. 정책효과의 검토는 기본적으로 사업에 대한 정보를 가장 많이 가지고 있는 주무부처가 각 평가항목에 대해 제시한 자료를 바탕으로 검토하도록 되어 있다. 따라서 우선적으로 주무부처가 정책효과에 대해 제출하는 자료와 의견이 충실하게 작성되었는지부터 검토할 필요가 있다. 이때, 주무부처가 4가지 평가항목 중 일부에 대해 의견과 자료를 제출하지 않더라도 사업계획 타당성 조사에서는 모든 항목을 검토할 필요가 있다. 또한, 주무부처는 평가항목에 대해 긍정적인 의견 위주로 기술할 동기가 있을 수 있으므로, 주무부처 의견에 대한 객관적인 시각으로 평가할 필요가 있으며, 필요시 추가적인 조사를 통해 정책효과의 부정적인 측면까지도 종합적으로 검토해야 할 것이다.

정책효과는 사업과 관련된 일자리, 환경, 안전 등 사회적 가치가 예비타당성조사에서 고려될 수 있게 함으로써 경제성 분석이 포괄하지 못하는 중요 가치들을 평가체계에서 누락시키지 않는 중요한 역할을 수행한다. 사업계획 적정성 검토에서는 정책효과분석은 생략이 가능한바, 예비타당성조사를 면제받고, 사업계획 적정성 검토를 받고 있는 대청댐 광역 노후관 개량사업에 대해서는 정책효과 분석을 생략한다.

제4절 사업 특수평가항목 검토

1. 재원조달 가능성

사업 특수평가항목은 조사대상 사업의 평가에서 특별히 고려해야 할 사안이 있을 경우, 선택적으로 평가할 수 있는 항목으로서 「예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 재원조달 위험성, 문화재 가치 등을 평가예시 항목으로 열거하고 있다. 공공투자사업 추진의 동력을 확보하기 위해서는 경제적 타당성 외에도 재원조달의 가능성도 높아야 할 것이다. 경제적 타당성이 있는 사업이라고 하더라도 동시다발적으로 진행되는 공공투자사업의 규모에 따라 재정의 여력 충분하지 않을 수 있기 때문에 개별 사업의 재원조달 환경에 대해 점검할 필

요가 있다. 재원조달 가능성 검토는 사업추진 주체의 투자재원 조달 능력을 고려하여 대상 사업이 재원조달 측면에서 무리없이 추진될 수 있을지를 살펴보는 과정이다. 특히 본 사업과 같이 막대한 투자재원이 소요되는 대규모 SOC 시설의 경우 재원분담 주체의 가용재원 조달 가능성을 전체 예산규모 대비 투자 사업에 대한 소요재원을 검토함으로써 재원조달 가능성을 검토하고자 한다.

본 사업의 검토안에서 추정된 총사업비는 2,502.4억원, 대안의 총사업비는 1,934.8억원이다. 총사업비의 연도별 배분계획은 현지조사, 기본 및 실시설계, 용지수용 및 보상, 공사기간, 공사난이도 등을 감안하여 5년(2022~2026년)에 걸쳐 시행하는 것으로 계획하였다. 본 사업의 예정공정계획은 2027년부터 용수를 공급할 수 있도록 2026년까지 공사를 완료하는 것을 목표로 총공사기간은 4년(총사업기간 5년)으로 하여 연차별 투자계획을 수립하였으며 주요 공종별 연차별 투자금액은 다음과 같다.

〈표 V-3〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	250,244	22,342	69,919	58,914	53,725	45,344
1. 공사비	186,213	-	49,749	50,889	46,407	39,168
2. 용지보상비	22,409	11,205	11,204	-	-	-
3. 시설부대경비	18,872	9,106	2,609	2,669	2,434	2,054
4. 예비비	22,749	2,031	6,356	5,356	4,884	4,122

〈표 V-4〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	193,476	12,951	51,738	48,027	43,797	36,963
1. 공사비	151,801	-	40,556	41,485	37,831	31,929
2. 용지보상비	8,702	4,351	4,351	-	-	-
3. 시설부대경비	15,384	7,423	2,127	2,176	1,984	1,674
4. 예비비	17,589	1,177	4,703	4,366	3,982	3,360

본 사업은 총사업비의 30%는 국고로 지원하고 70%는 한국수자원공사가 부담하도록 되어있다. 시설운영비는 수도요금에 의한 운영비를 회수할 계획이다. 상수도 시설에 대한 재원은 「수도법」에 근거하여 중앙정부와 한국수자원공사가 분담하고 있다.

「수도법」	
	제52조의2(수도설치비용의 부담) 수도(급수장치를 제외한다)의 설치비용은 수도사업자가 이를 부담한다. [전문개정 2002. 12. 26.]
	제56조(국고보조 등) 국가는 수도사업자에게 수도사업에 필요한 비용을 보조하거나 융자할 수 있다. 다만, 지방자치단체인 수도사업자가 수도시설을 설치하거나 노후수도시설을 개량하는 경우에는 그 지방자치단체의 재정자립도 등을 고려하여 대통령령이 정하는 바에 따라 그 비용의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다. [전문개정 2002. 12. 26.]

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr>)

재원의 분담비율은 몇차례에 걸쳐 변동되어 왔으며 2011년 이후 광역상수도과 공업용수도에 대하여 정부와 한국수자원공사가 30:70의 비율을 유지하고 있다.

〈표 V-5〉 상수도시설의 재원부담 비율

(단위: %)

구분		분담	'93이전	'94	'96	'98	'03~'05	'06	'07	'11~
광역상수도	도송수 시설	정부	100	100	70	100	100	50	30	30
		수공	-	-	30	-	-	50	70	70
	정수장	정부	100	-	-	-	-	-	-	30
		지자체	-	100	100	100	-	-	-	-
		수공	-	-	-	-	100	100	100	70
	공업용수도	정부	100	100	100	100	100	100	30	30
수공		-	-	-	-	-	-	70	70	
다목적댐	공사비	정부	100	100	100	100	100	100	100	100
		수공	-	-	-	-	-	-	-	-
	보상비	정부	100	100	100	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원공사 부담 원칙 • 국가에서 일부 출자지원(20% 이내) 				
		수공	-	-	-					

출처: 한국수자원공사 제공 자료(2021. 5.)

국고는 한국수자원공사에 대한 출자의 형식으로 이루어지고 있다. 「한국수자원공사법」 제4조(자본금 및 출자)에 의거 국가가 공사의 사업에 필요한 비용 출자가 가능하다. 2006 년도부터는 기획재정부에서 익년도 예산심의시 출자기관(수공)에 대한 부채비율 등 당해연 도 재무분석을 통해 국고출자비율을 결정하고 있다. 국고지원 비율은 총사업비의 30%로 유지되어 오고 있으나 정확한 비율에 대한 근거나 규정은 없으며 예산심의 과정에서 의사 결정이 이루어지는 부분이다. 2011년도 이후, 「2025 수도정비기본계획(국토해양부, 2009. 12.)」에 반영된 관로시설 개량사업 등에 대하여 국가(국고출자) 30%, 한국수자원공사 70% 부담이 유지되고 있다.

본 사업의 재원조달 가능성을 검토하기 위해 중앙정부의 중장기 재정계획과 한국수자원 공사의 재무현황, 중장기 재무계획 반영 여부 등을 살펴볼 필요가 있다. 국가재정운용계획 은 향후 5년간 경제전망, 재정주지 등 거시 총량 목표와 정책우선순위를 고려하여 국가의 가용재원을 총액배분하고 있다. 이 계획에서 분야별 재원배분의 방향은 국가의 역할과 지 원이 필요한 분야에 중점을 두고, 핵심과제에 중점 지원함으로써 지출의 효율성을 제고할 것이다. 『2020~2024 국가재정운용계획』(기획재정부, 2020)에 따르면 정부의 총지출은 2020년의 512.3조원에서 연평균 5.7%씩 증가하여, 2024년에는 640.3조원에 이를 것으 로 전망된다. 노후관 개량사업이 속하는 SOC 부문의 지출은 2020년 23.2조원에서 2024 년 29.3조원으로 증가하여, 연평균 6.0%의 증가율을 보일 것으로 전망된다. 이상에서 볼 수 있듯이 정부는 전체 정부 지출에서 SOC 분야에 대한 투자를 지속적으로 이어갈 것으 로 보인다.

〈표 V-6〉 『2020~2024 국가재정운용계획』의 분야별 재원배분 계획

(단위: 조원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'20~'24 연평균 증가율
총지출	512.3 (9.1)	555.8 (8.5)	589.1 (6.0)	615.7 (4.5)	640.3 (4.0)	(5.7)
1. 보건·복지·고용	180.5 (12.1)	199.9 (10.7)	217.4 (8.8)	230.2 (5.9)	242.7 (5.4)	(7.7)
2. 교육	72.6 (2.8)	71 (△2.2)	74.2 (4.4)	75.4 (1.6)	77.9 (3.4)	(1.8)
3. 문화·체육·관광	8.0 (10.6)	8.4 (5.1)	8.8 (4.7)	9.2 (4.0)	9.4 (3.0)	(4.2)
4. 환경	9.0 (21.8)	10.5 (16.7)	11.4 (8.3)	12.1 (6.1)	12.6 (4.0)	(8.7)

〈표 V-6〉의 계속

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'20~'24 연평균 증가율
5. R&D	24.2 (18.0)	27.2 (12.3)	29.1 (6.9)	30.7 (5.4)	32 (4.3)	(7.2)
6. 산업·중소·에너지	23.7 (26.4)	29.1 (22.9)	32.3 (10.9)	34.2 (5.8)	35.6 (4.0)	(10.7)
7. SOC	23.2 (17.6)	26 (11.9)	27.8 (6.8)	28.7 (3.4)	29.3 (2.0)	(6.0)
8. 농림·수산·식품	21.5 (7.4)	22.4 (4.0)	23 (2.7)	23.3 (1.3)	23.5 (1.1)	(2.3)
9. 국방	50.2 (7.4)	52.9 (5.5)	56.1 (6.0)	58.6 (4.5)	60.9 (4.0)	(5.0)
10. 외교·통일	5.5 (8.8)	5.7 (4.3)	6 (4.0)	6.2 (4.0)	6.5 (3.9)	(4.1)
11. 공공질서·안전	20.8 (3.5)	21.8 (4.4)	22.8 (4.8)	23.7 (4.1)	24.6 (3.4)	(4.2)
12. 일반·지방행정	79 (3.2)	86.5 (9.5)	87.6 (1.3)	92 (5.0)	94.9 (3.2)	(4.7)

주: () 안은 전년 대비 증가율
출처: 기획재정부, 『2020~2024 국가재정운용계획』, 2020.

SOC 부문에서 수자원 분야의 예산은 2020년 1.3조원에서 2024년 1.8조원으로 증가하여, 연평균 9.1%의 증가율을 보일 것으로 전망된다. 이는 전체 SOC 부문 투자보다 수자원 분야의 투자가 더 빠르게 증가하고 있음을 나타내고 있다.

〈표 V-7〉 SOC 분야 지출 전망(국가재정운용계획)

(단위: 억원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	연평균 증가율
합계	232,311	260,067	277,846	287,264	293,115	6.0
□ 교통 및 물류	191,825	209,434	226,185	234,442	238,989	5.6
도로	72,588	76,329	82,830	86,258	87,746	5.0
철도·도시철도	69,474	78,055	85,865	88,833	90,533	6.8
해운·항만	18,974	21,076	21,986	22,799	23,233	5.2
항공·공항	2,691	3,518	3,970	4,153	4,236	12.0
물류 등 기타	28,097	30,455	31,534	32,399	33,242	4.3
□ 지역개발	40,486	50,633	51,661	52,822	54,126	7.5
수자원	12,909	15,863	16,637	17,412	18,263	9.1
지역 및 도시	24,474	30,814	30,976	31,267	31,574	6.6
산업단지	3,103	3,956	4,048	4,143	4,289	8.4

주: 기획재정부, 『2020~2024년 국가재정운용계획』, 2020.

본 사업은 한국수자원공사가 총사업비의 70%를 부담함에 따라 한국수자원공사의 재원 부담능력을 살펴보는 것이 중요하다. 이를 위하여 한국수자원공사의 재무 상태를 검토하여 사업 수행을 할 수 있는 재무건전성 현황을 살펴보고자 한다. 최근 5년간('16~'20)의 재무 상태표와 손익계산서를 통해 기관의 부채비율과 손익 현황을 검토하였다.

한국수자원공사의 부채비율은 과거 5년간 꾸준히 감소세를 보이고 있다. 부채규모는 '16년부터 '18년까지 소폭 증가한 이후 소폭 감소하였으나, 부채비율은 2016년 204.8%에서 2020년 152.5%까지 큰 폭으로 감소하였다. 최근 부채비율('20년)은 152.5%로 신용평가기관의 공기업 신용평가에서 A등급 공공기관 부채비율⁵⁾에 해당하는 것으로 볼 수 있다.

〈표 V-8〉 한국수자원공사 요약재무상태표

(단위: 백만원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20
자산	20,299,430	20,867,295	21,796,758	22,254,750	22,904,104
부채(A)	13,638,855	13,633,291	14,009,630	13,919,329	13,834,938
자본(B)	6,660,575	7,234,004	7,787,128	8,335,421	9,069,166
부채비율(A/B, %)	204.8	188.5	179.9	167.0	152.5

출처: 공공기관 경영정보공개시스템(<http://alio.go.kr>)

한국수자원공사의 매출은 2019년에 다소 감소하였으나 2020년에 3.8조원으로 대폭 증가하였다. 당기순이익은 2016년 1,169.7억원의 손실에서 점차 회복하여 2020년에는 3,186.4억원까지 증가하였다. 최근의 재무현황은 전반적으로 개선되는 것으로 나타나고 있어 본 사업의 수행에 큰 어려움 없을 것으로 판단된다.

〈표 V-9〉 한국수자원공사 요약연결포괄손익계산서

(단위: 백만원)

구분	'16	'17	'18	'19	'20
매출액	3,618,084	3,375,560	3,391,568	2,971,690	3,751,754
당기순이익	△116,965	184,934	240,174	130,574	318,641

출처: 공공기관 경영정보공개시스템(<http://alio.go.kr>)

5) 신용평가기관의 공기업 신용평가 분석에서 A등급 공공기관 부채비율은 평균적으로 약 100~200% 수준임. 한국수자원공사 제공자료. 2021. 2. 22.

향후 사업 착수 이후 완료시점까지 사업의 재원을 부담할 수 있는 역량을 살펴보기 위하여 한국수자원공사의 중장기재무관리계획을 확인하는 것이 필요하다. 한국수자원공사의 제출 자료에 따르면 한국수자원공사의 중장기재무관리계획('20~'24)에는 대청댐 광역 상수도 노후관 개량사업이 이미 반영되어있다.⁶⁾ 한국수자원공사의 중장기 재무관리계획은 2020년 14.5조원에서 2024년 16.7조원으로 부채의 규모는 증가하지만 부채비율은 163.3%에서 142.7%로 감소하여 재무건전성은 제고되는 것으로 전망되고 있다. 본 사업에 대한 자원 부담을 포함한 한국수자원공사의 재무전망이 재무건전성에 대한 개선으로 예측되고 있는 바, 한국수자원공사의 자원조달에 대한 위험성은 낮은 것으로 판단된다.

〈표 V-10〉 한국수자원공사의 중장기 재무전망('20~'24)

(단위: 조원, %)

항목	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
자산	23.3	24.5	25.8	27.2	28.4
부채	14.5	15.0	15.5	16.2	16.7
부채비율	163.3	157.2	151.4	147.7	142.7

출처: 한국수자원공사 제출자료, 2020.

이상 본 사업의 자원조달 가능성을 정부의 자원부담과 한국수자원공사의 자원부담 측면에서 살펴본 결과, 해당 노후관 개량사업에 대한 사업비 조달의 위험성은 낮은 것으로 판단된다.

6) 한국수자원공사 제출자료. 2021. 2. 22.

VI. 지역균형발전 분석

제1절 지역낙후도

1. 개요

예비타당성조사의 대상사업 추진 여부가 B/C로 표현되는 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 우려가 있다.

따라서 이러한 현상을 방지하기 위해 사업의 타당성 판단 시 지역균형발전이라는 상위의 국가정책을 평가에 반영한다. 지역균형발전효과를 평가하기 위하여 지역낙후도지수를 활용하고, 사업 시행의 지역경제 파급효과를 분석하기 위한 한국은행 지역간 산업연관모형(Inter-Regional Input Output Model, IRIO)을 통하여 분석한다. 이와 같은 분석을 수행하는 근본적인 이유는 낙후지역에서 수행되는 공공투자사업, 그리고 해당 지역에 대한 파급효과가 큰 사업에 대해서 일종의 가점을 부여함으로써 경제성이 다소 낮은 사업이라 할지라도 사업 추진이 가능하도록 하여 지역간 불균형상태가 심화되지 않도록 하기 위함이다.

2. 지역낙후도 산정 및 지표

지역낙후도를 판단하는 지표는 『지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경』(한국개발연구원, 2012. 4. 27.)⁷⁾에서 제시하는 지역낙후도지수를 사용하였다. 지침에서는 전

7) 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008. 12.)의 지역낙후도지수 산정 데이터의 기준연도는 2005년으로서 현재의 지역경제 여건 변화를 반영하기 위해 2009년 기준으로 재산정하였으며, 『일반지침(5판)』의 시·군의 수는 168개 기준이나 2개 지역을 추가(구분)하여 170개 지역 기준으로 변경하였다.

국 시·군의 지역낙후도지수를 산정한 후 지수가 높은 순서로 전국순위를 제시하고 있다. 표준지침에서는 지역낙후도지수를 산정하기 위하여 건설교통부와 국토연구원에서 수행한 『개발촉진지구 선정지표 개선에 관한 연구』 결과를 반영한 8개 지표를 제시하고 있다. 이들 지표는 인구증가율, 제조업종사자, 도로율, 재정자립도, 승용차 등록대수, 인구당 의사 수, 노령화지수 및 도시적 토지이용 비율 등 8개이다.

지표 간 측정단위, 분포가 상이함에 따른 비교의 어려움을 해소하기 위하여 단위정상법(unit normal scaling)을 사용하여 표준화하였다. 표준화된 8개 지표에 지표 간 상대적 중요도를 반영하기 위하여 분석적 계층화법(Analytic Hierarchy Process, AHP)을 이용하여 산정한 가중치를 곱하여 산출된 결과를 종합하여 지방자치단체별로 지역낙후도 및 전국순위를 정하였다.

지역낙후 정도를 평가에 반영하기 위해서는 현재의 지역별 낙후 정도에 대한 객관적인 평가가 선행되어야 한다. 지역낙후 정도를 평가할 수 있는 가장 대표적 변수는 지역소득이다. 그러나 시·군·구별 소득 자료를 구하기 어렵기 때문에 예비타당성조사에서는 사업 시행지역의 상대적 낙후 정도를 나타내기 위하여 지역낙후도지수를 개발하여 사용하고 있다. 지역낙후도 지수는 낙후 정도를 구성하는 지표들의 가중평균으로 나타낸 지수이다.

지역낙후도지수를 구성하는 지표로는 기존 지침과 같이 국토해양부(舊 건설교통부)가 개발촉진지구 지정에 사용되는 8개 지표를 사용하였다(한국개발연구원, 2012. 4. 27.). <표 VI-1>은 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요를 보여준다.

〈표 VI-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요

부문	지표	측정 방법	자료 출처
인구	인구증가율	최근 5년간 연평균 인구증가율	통계청, 시·군·구 주요통계지표
산업	제조업 종사자	(제조업종사자수/인구)×100	각 시도, 산업체 기초통계조사 보고서
지역 기반시설	도로율	(법정도로연장/행정구역면적)×100	각 시도, 통계연보
교통	승용차 등록대수	(승용차등록대수/인구)×100	각 시도, 통계연보
보건· 사회보장	인구당 의사수	(의사 수/인구)×100	각 시도, 통계연보
	노령화지수	(65세 이상/0~14세 인구)×100	통계청, 시·군·구 주요통계지표
행정·재정· 기타	재정자립도	(지방세+세외수입/일반회계 세입총계)×100; 최근 3년간 평균	행정자치부, 『지방재정연감』
	도시적 토지 이용비율	지목상(대지+공장용지+학교용지)/ 행정구역 면적×100	한국감정원, 『지적통계연보』

출처: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008년도 예비타당성조사 연구보고서, 2008. 12., p. 108.

8개 지표로부터 지역낙후도지수라는 통합 지수(aggregate indicator)를 산출하기 위해서는 지표 간 가중치를 설정하고 지표 간 상이한 척도를 표준화하는 작업이 필요하다. 기존의 지침과 동일한 가중치와 척도표준화 방법을 적용하여 통합지수를 산정한 것이다. 지표 간 가중치는 AHP 구조를 설정하여 관련 학회, 연구소, 예비타당성조사 수행경험자 등을 대상으로 설문조사를 수행하여 가중치를 결정하였다.⁸⁾

〈표 VI-2〉 지역낙후도지수 산정을 위한 지표 간 가중치

(단위: %)

지표	가중치	지표	가중치
인구증가율	8.9	승용차 등록대수	12.4
노령화지수	4.4	도로율	11.7
재정자립도	29.1	인구당 의사 수	6.3
제조업 종사자 비율	13.1	도시적 토지이용비율	14.2

출처: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008년도 예비타당성조사 연구보고서, 2008. 12.

지표 간 척도가 상이한 문제점을 해소하기 위하여 다음과 같은 단위정상법(unit normal scaling)을 사용하여 8개 지표를 표준화(standardize)하였다.

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad \text{식 (1)}$$

단, S 는 표준편차, \bar{X} 는 표본평균이다. 지역낙후도지수는 표준화된 지수와 식 (1)에서 산출한 지표 간 가중치를 적용하여 다음과 같이 산정한다.

$$UI^r = \sum_i Z_i^r \cdot W_i \quad \text{식 (2)}$$

단, $UI^r = r$ 지역의 지역낙후도지수

$Z_i^r = r$ 지역의 표준화된 지표 i 의 값(단, $i = 1, 2, \dots, 8$)

$W_i =$ 지표 i 의 가중치(단, $i = 1, 2, \dots, 8$).

이때 노령화지수는 그 값이 클수록 지역낙후도가 심하다는 의미로 해석되기 때문에 종합 점수를 산정할 때, (-)의 값을 부여하여 계산한다.

8) 가중치 설정에 대해서는 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』(2008. 12.)를 참조할 수 있다.

3. 지역낙후도 분석 결과

〈표 VI-3〉의 16개 광역시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 동 사업의 대상지역인 충청북도의 순위는 11위로서 개발 정도가 중하위권 그룹에 속한다. 충청북도의 지역낙후도 평가항목 중 제조업종사자 비율(5위)은 상위권에 속하고, 인구증가율(7위)과 1인당 승용차 등록대수(8위)는 중위권에 해당한다. 노령화지수(11위), 재정자립도(11위)는 중하위권에 속하며 도로율(13위), 도시적 토지이용률(13위), 1인당 의사 수(14위)는 하위권에 속하는 것으로 나타났다. 충청남도는 16개 광역시·도별 지역낙후도 지표별 순위가 10위로서 개발 정도가 중위권 그룹에 속한다. 인구증가율(3위)과 제조업종사자 비율(3위)은 상위권에 속하고, 도로율(11위), 도시적 토지이용률(9위), 재정자립도(10위), 1인당 승용차 등록대수(9위), 1인당 의사 수(11위)는 중하위권에 속하며 노령화지수(14위)은 하위권에 속하는 것으로 나타났다.

〈표 VI-3〉 시·도별 지역낙후도 지표별 순위

구분	인구		경제			기반시설			종합	
	인구 증가율 (0.089)	노령화 지수 (0.044)	재정 자립도 (0.291)	제조업 종사자 비율 (0.131)	1인당 승용차 등록 대수 (0.124)	도로율 (0.117)	1인당 의사 수 (0.063)	도시적 토지 이용률 (0.142)	낙후도 순위	
특별시	서울	10	7	1	15	15	1	1	1	1
광역시	부산(기장군)	15	9	7	9	14	3	5	2	9
	대구(달성군)	13	6	6	8	5	6	4	5	6
	인천(강화군, 옹진군)	2	5	4	7	13	5	9	6	5
	광주	8	2	8	13	10	4	2	3	7
	대전	6	4	5	12	3	2	3	4	3
	울산(울주군)	5	1	2	1	1	7	13	7	2
	도	경기도	1	3	3	6	11	8	8	8
강원도	11	12	13	14	7	16	7	16	14	
충청북도	7	11	11	5	8	13	14	13	11	
충청남도	3	14	10	3	9	11	11	9	10	
전라북도	14	13	15	10	12	10	6	12	15	
전라남도	16	16	16	11	16	12	15	14	16	
경상북도	12	15	14	4	6	14	16	15	13	
경상남도	4	10	9	2	2	9	12	11	8	
제주도	9	8	12	16	4	15	10	10	12	

주: 1. 기장군은 부산광역시에, 달성군은 대구광역시에, 강화군과 옹진군은 인천광역시에, 울주군은 울산광역시에 포함하였음

2. () 안의 숫자는 AHP 분석으로 산출한 8개 지표의 상대적 가중치임

출처: 한국개발연구원, 『지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경』, 2012. 4. 27.

그리고 <표 VI-4>의 170개 시·군별 지역낙후도 지수 순위의 산정 결과에 따르면, 충북 청주시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 18위로, 상위권 그룹에 속하는 것으로 분석되었다. 노령화지수(15위), 재정자립도(36위), 1인당 승용차 등록 대수(30위), 도로율(9위), 1인당 의사 수(29위), 도시적 토지 이용률(9위)은 170개 시·군 중 상위권에 속하는 것으로 나타났다. 인구증가율(52위), 제조업 종사자 비율(86위)은 중위권에 속하는 것으로 검토되었다. 충남 천안시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 22위로 상위권에 속하는 것으로 분석되었다. 인구증가율(34위), 노령화지수(13위), 재정자립도(24위), 제조업 종사자 비율(31위), 1인당 승용차 등록대수(15위), 도로율(33위), 1인당 의사 수(17위), 도시적 토지 이용률(32위) 모두 상위권 그룹에 속하는 것으로 나타났다. 충남 아산시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 17위로 상위권에 속하는 것으로 분석되었다. 인구증가율(6위), 노령화지수(40위), 재정자립도(25위), 제조업 종사자 비율(6위), 1인당 승용차 등록대수(20위), 도로율(36위), 도시적 토지 이용률(36위)은 상위권에 속하는 것으로 나타났다. 1인당 의사 수(121위)는 하위권 그룹에 속하는 것으로 분석되었다.

<표 VI-4> 사업지역의 지역낙후도지수 및 순위

구분	인구		경제				기반시설			종합	
	인구 증가율 (0.089)	노령화 지수 (0.044)	재정 자립도 (0.291)	제조업 종사자 비율 (0.131)	1인당 승용차 등록 대수 (0.124)	도로율 (0.117)	1인당 의사 수 (0.063)	도시적 토지 이용률 (0.142)	낙후도 지수	낙후도 순위	
충청북도	지수	0.649	53.121	32.908	8.963	27.022	0.693	0.1	2.976	-0.255	11
	순위	7	5	13	8	14	11	13	11		
충청남도	지수	1.015	64.77	34.313	9.833	26.699	0.776	0.114	4.085	-0.187	10
	순위	3	3	11	9	11	14	9	10		
청주시	지수	0.69	40.918	44.964	4.631	28.324	4.436	0.146	20.975	1.002	18
	순위	52	15	36	86	30	9	29	9		
천안시	지수	1.572	39.753	50.611	12.297	29.324	1.44	0.161	8.218	0.892	22
	순위	34	13	24	31	15	33	17	32		
아산시	지수	5.078	52.873	49.635	21.604	29.155	1.327	0.07	7.091	1.069	17
	순위	6	40	25	6	20	36	121	36		

주: 1. () 안의 숫자는 AHP 분석으로 산출한 8개 지표의 상대적 가중치임
출처: 한국개발연구원, 『지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경』, 2012. 4. 27.

이상의 검토를 통해 금회 사업 주변지역의 지역낙후도 수준을 16개 광역시·도 및 170개 시·군에 대해 종합적으로 평가한 결과, 충청북도와 충청남도의 지역발전 정도는 중위권에 속하고 청주시, 천안시, 아산시의 지역발전 정도는 상위권에 속하는 것으로 나타나 지역균형개발 측면에서 본 사업을 통한 지역낙후도 개선 효과는 낮을 것으로 판단된다.

제2절 지역경제 파급효과

1. 지역간 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 일반균형 통계체계를 말한다. 산업연관모형을 한 국가경제를 대상으로 하지 않고 그 국가 내의 특정 지역을 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 특정 지역을 대상으로 하는 '지역산업연관모형'의 경우는 지역 내 산업 간 거래와 국외 거래 이외에 국내 다른 지역 간의 거래가 추가된다는 특징이 있다.

'대청댐 광역 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토'에서는 2009년 한국은행에서 발표한 2005년 기준의 16개 시·도 지역간산업연관표를 보완하여 지역경제 파급효과를 분석하였다. 한국은행 지역간 산업연관모형(Inter-Regional Input Output Model, IRIO)의 구조, 산업분류, 대상지역, 투입계수 및 교역계수 작성방법 등 본 모형의 특성을 결정짓는 주요 항목 및 분석 결과는 다음과 같다.

2. 한국은행 지역간 산업연관모형의 개요⁹⁾

가. 작성 현황

한국은행은 지역통계의 확충과 통계서비스의 강화를 위하여 2007년 3월에 2003년 기

9) 한국은행, 『2005년 지역산업연관표』, 2009.

준의 6개 권역¹⁰⁾ 지역간 산업연관표(IRIO)를 작성·발표하였다. 동 표는 우리나라 최초로 실지조사를 통해 작성한 공식적인 지역산업연관표이다. 이후 지방자치단체를 비롯한 연구 기관 및 학계에서 권역 세분화 및 최신 경제구조 반영을 요청함에 따라 한국은행은 2009년 8월에 2005년 기준의 16개 시·도 지역간 산업연관표를 작성·발표한 바 있다. 다만 한국은행은 실측 지역간 산업연관표 작성 시 막대한 인력과 예산이 소요되고 작업기간의 장기화를 고려하여 2005년 지역간 산업연관표는 실측이 아닌 2003년 지역간 산업연관표의 연장표로 작성하였다.

나. 작성기준

2005년 지역간 산업연관표는 작성방식에 있어 2003년 지역간 산업연관표를 연장한 간접추정방식을 이용하였고, 산업연관표의 표의 형식은 이입 및 수입 분리형 지역간 산업연관표(IRIO)이다. 지역의 구분은 전국을 16개 시·도 행정구역으로 구분하였고, 부문 분류는 168부문으로 2005년 실측 전국산업연관표 부문 분류와 동일하다.

다. 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 거래내역을 나타내는데 이를 내생부문이라고 하며, 부가가치와 최종수요를 외생부문이라고 한다. 지역산업연관표도 전국산업연관표와 같이 행렬 형식으로 되어 있어 지역산

10) 수도권(서울, 경기, 인천), 강원권, 충청권(대전, 충북, 충남), 전라권(광주, 전북, 전남, 제주), 경북권(대구, 경북), 경남권(부산, 울산, 경남) 등을 의미함

업연관표를 이용하는 방법도 기본적으로 전국산업연관표와 동일하다. 다만 지역연관산업표가 특정 지역만을 대상으로 하는 지역내 산업연관표와 여러 지역으로 나뉜 지역간 산업연관표로 구분되므로, 지역 내인지 지역 간인지에 따라 표의 구성 형식이 다르다.

지역내 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. 지역내 산업연관표에서 국내의 타 지역으로 이출되는 생산품은 수출과 동일하게 최종수요에 포함되며, 중간수요와 최종수요의 합계를 총수요라고 하는데 총수요에서 수입과 이입을 공제한 것이 지역 내 총산출액이 된다.

- 총산출액 = 총투입액
- 총투입액 = 중간투입 + 부가가치 [투입구조]
- 총산출액 = 중간수요 + 최종수요(소비+투자+수출+이출)-수입-이입 [배분구조]
- 총수요(= 총공급)

타 지역 생산품(이입품)과 수입품을 구분하지 않은 지역내산업연관표의 일반적인 형식은 <표 VI-5>와 같다.

<표 VI-5> 지역내 산업연관표의 기본구조

구분	내생부문				외생부문				수입 (공제)	이입 (공제)	지역내 산출액		
	산업1	...	산업n	중간 수요계	소 비	투 자	수 출	이 출					
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									
	지역내산출액	X_1		X_n									

동 산업연관표의 세로 방향은 특정 지역의 산업 1부분이 생산활동을 위해 자기부문 및 타 부문에서 생산된 중간재와 본원적 생산요소인 부가가치 $V_1 (= R_1 + S_1 + D_1 + T_1)$ 을 구입하였음을 나타낸다. 가로 방향은 산업 1부분이 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 1부분 및 타 부문으로만큼 중간수요로 판매되고, 소비·투자·수출 및 타 지역 이출로 $Y_1 (= C_1 + I_1 + E_1 + O_1)$ 만큼 최종수요로 판매되었음을 나타낸다. 지역내 산업연관표에서 타 지역으로 이출된 제품은 해외로 수출된 것과 마찬가지로이기 때문에 타 지역에서 중간재 또는 최종재로 사용되었는지를 구분하지 않고 일괄하여 이출로 처리하는 것이다.

지역간 산업연관표는 타 지역으로 이출된 제품이 타 지역의 생산활동에 중간재로 사용된 것과 소비 및 투자의 최종재로 사용된 것을 구분하여 작성하기 때문에 지역간 산업연관표의 최종수요 항목에는 이출이 포함되지 않는다. 지역간 산업연관표(IRIO)의 일반적인 형식은 다음 <표 VI-6>과 같다.

<표 VI-6> 지역간 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	투 자	수 출	소 비	투 자	수 출	소 비	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															
지역내산출액			X_1			X_n															

지역간 산업연관표에서 세로 방향은 특정 지역이 생산활동을 위해 자기 지역 및 타 지역과 해외로부터 중간재를 구입한 재화와 서비스의 투입내역과 임금, 이윤, 생산세 등의 본원적 생산요소의 투입내역을 나타낸다. <표 VI-6>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. 지역간 산업연관표의 가로방향은 특정 지역에서 생산된 생산물이 자გი지역 및 타 지역의 생산활동에 원·부재료로 판매된 내역과 자გი지역 또는 타 지역의 소비와 투자로 판매되거나 해외로 수출된 내역을 나타낸다.

<표 VI-6>에서 지역 1의 가로 방향은 지역 1에서 생산된 제품은 자기 지역의 생산활동에 사용된 중간수요(Z_{11}) 및 타 지역의 생산활동에 사용된 중간수요($Z_{12} + \dots + Z_{1n}$)와 자기지역의 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.

3. 건설 등 세부분별 분석방법

앞서 언급한 바와 같이 2005년 한국은행 지역간 산업연관표의 부문 분류는 168부문 기준으로 건설업 중 토목 및 특수건설은 교통시설건설, 일반토목, 기타특수건설 3개 부문으로 구분되어 있다. 그러므로 기존의 1995년 기준의 기존 KDI MRIO 모형에서와 같이 건축, 도로, 철도, 항만, 공항 등 건설업 세부분별로 구분하여 직접 분석할 수 없다. 또한 예비타당성조사 및 타당성재조사 대상사업이 확대됨에 따라 <표 VI-7>에서 제시한 바와 같이 건설업 부문뿐만 아니라 정보화 부문 등의 경우에도 세부 산업의 구분 역시 필요한 실정이다.

그러나 한국은행 지역간 산업연관표의 통합소분류(168부문)상으로는 구분되어 있지 않은 건설업 등의 부문을 기본부문(403분류) 기준으로 세분화된 산업연관표를 별도로 작성하는 것은 막대한 시간과 비용이 소요되므로 지역경제 파급효과 추정방법을 달리하여 간접적으로 파급효과를 추정하는 방법을 강구하였다. 즉 전국산업연관표상 세부부문별 중간투입 구조를 이용하여 각각의 지역 및 산업에 투자지출을 배분하여 분석하는 간접적인 방법을 사용하였다. 이는 기존의 균발위·동북아 MRIO 모형의 경우에도 건설업이 1개 부문으로 통합되어 있어 이 방법을 활용하여 추정할 바 있다.

〈표 VI-7〉 세분류가 필요한 부문

2005년 한국은행 IRIO		2005년 한국은행 전국 IO	
코드	통합소분류(168부문)	코드	기본부문(403부문)
102	통신 및 방송기기	259	유선통신기기
		260	무선통신단말기
		261	무선통신시스템 및 방송장비
126	교통시설건설	308	도로시설
		309	철도시설
		310	지하철시설
		311	항만시설
		312	공항시설
127	일반토목	313	하천사방
		314	상하수도시설
		315	농림수산토목
		316	도시토목
128	기타특수건설	317	전력시설
		318	통신시설
		319	기계조립설치
		320	기타건설
141	우편 및 전화	341	우편
		342	전화
143	방송	346	지상파방송
		347	유선 및 위성방송
153	컴퓨터관련서비스	366	소프트웨어개발공급
		367	컴퓨터관련서비스

간접적인 추정방법을 보다 구체적으로 설명하면 식 (3)과 같다. 우선 유발계수의 수학적 의미는 다음과 같다.

$$(I - A)^{-1} = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) \quad \text{식 (3)}$$

$$X = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)Y$$

$$X = Y + AY + A^2Y + A^3Y + \dots = Y + AY + A(AY) + A^2(AY) + \dots$$

오른쪽 항의 첫 번째 항인 Y는 최종수요로서 모든 부문은 그대로이고 R지역 *i* 산업의 최종수요만 dY_i^R 만큼 변화한 경우를 고려하기로 한다. 두 번째 항 AY는 *i* 산업의 중간투입비율만큼 해당 산업에 생산이 유발되고, 세 번째 항 이하는 1차 유발된 산업의 생산유발에 의해 해당 산업 각각의 중간투입비율만큼 다시 생산이 유발되며, 이후 이와 같은 과정이 무한하게 계속된다는 것을 나타낸다. 이러한 전 과정에 대한 총생산 유발액을 더한 것이 R지역 *i* 산업의 생산유발계수의 수학적 의미이다.

유발계수의 수학적 전개방식을 이용하여 기본부문이 없는 IRIO의 지역경제 파급효과 분석이 가능하다. 도로부문을 예로 하여 설명하기로 한다. 도로부문은 전국IO 기본부문(403 분류)이지만, 2005년 IRIO의 경우 168부문 기준으로 도로부문은 교통시설부문에 철도, 항만, 공항 등의 시설 등과 함께 포함되어 있다. 분석과정은 첫째, 16개 지역의 도로부문의 투입계수는 동일한 것으로 가정함으로써 전국 IO 도로부문 투입계수가 모든 지역에 동일한 것으로 취급한다. 둘째, 식 (4)의 AY를 구한 후 이를 유발계수에 곱하여 우변항의 Y를 제외한 합계로 간주한다. 이때 AY는 두 단계로 나누어 우선 전국 IO의 도로부문 투입계수에 Y를 곱하여 산업별로 배분하고, 다음 단계로 1차 배분된 산업의 지역별 비중으로 전국으로 다시 2차 배분한다. 셋째, 이렇게 구한 도로부문의 생산유발액에 계수에 R지역 *i* 산업(여기서는 R지역 도로부문)에 Y를 더하여 각각의 지역 및 산업에 미치는 생산유발효과를 구한다.

그런데 기존의 방법으로 계산한 결과에 대하여 검증할 수 있는 기준이 되는 지역산업연관표가 없었기 때문에¹¹⁾ 간접적인 방법으로 계산된 결과의 신뢰성을 담보하기가 어려웠다. 그러나 한국은행이 직접 조사방법에 의한 지역간 산업연관표를 작성함에 따라 간접적인 추정방법으로 계산한 결과와의 비교가 가능하게 되었다. 예를 들어 충남의 도로부문 투자에

11) 한국은행의 지역산업연관표가 작성되기 이전에는 개별 연구자에 의하여 추정되었기 때문에 작성목적, 이용자료, 작성방법 등에 따라 결과가 모두 다르고, 대부분 건설업부문을 1개 산업으로 통합되어 있는 소규모의 지역산업연관모형이었다.

대한 지역경제 파급효과를 분석하는 경우, 이상에서 설명한 간접적인 추정방법으로 계산한 충남 도로부문의 투자결과와 2005년 한국은행 IRIO 모형으로 도로부문이 포함되어 있는 교통시설건설부문의 유발효과를 비교해 보았다. 물론 교통시설건설부문에는 도로 이외에 철도, 공항, 항만 등의 부문이 가중평균된 효과이므로 양자가 일치할 수는 없지만 분석결과 지역별·산업별 비중, 지역내 효과의 비중 등 여러 측면에서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 지역경제 파급효과 분석을 위한 유발계수

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직간접의 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 보통 세 가지, 즉 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용 및 취업유발효과 측면에서 파악한다. 부가가치유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다.

여기에서는 생산유발, 부가가치유발, 고용(취업)유발효과 계측을 위하여 각각의 유발계수를 설명하기로 한다. 나아가 지역 내외의 파급효과 등에 대해서도 살펴보기로 한다.

가. 생산유발효과

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 (4)로 표현이 가능하다.

$$X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + Y_i - M_i = X_i \quad \text{식 (4)}$$

- 식 (5)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 총중간수요의 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 (5)는 i 상품에 대한 중간수요와 최종수요의 합이 국내 총산출액과 i 상품의 수입액의 합으로 총당되는 되는 과정을 나타냄

총 n 개의 상품에 대해 식 (4)를 모두 쓰게 되면 다음과 같이 행렬의 형태로 투입산출표의 사용과정을 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} + Y_1 - M_1 &= X_1 \\
 \dots & \\
 X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + Y_i - M_i &= X_i \\
 \dots & \\
 X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{nn} + Y_n - M_n &= X_n
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

식 (5)의 내생부문에 표기된 각 X_{ij} 들을 $a_{ij} = X_{ij}/X_j$ 의 형태로 다시 쓰면,

$$\begin{aligned}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 - M_1 &= X_1 \\
 \dots & \\
 a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n + Y_i - M_i &= X_i \\
 \dots & \\
 a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n - M_n &= X_n
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

- 식 (6)의 a_{ij} 는 금액기준으로 표기된 투입산출표의 내생부문을 각 상품별 산출액으로 나누어 도출한 ij 상품의 투입계수를 의미함

이를 행렬 표현식으로 다시 표기하면 식 (7)과 같이 변형이 가능하다.

$$AX + Y - M = X
 \tag{7}$$

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 (7)의 우변과 좌변을 정리하여 국내총산출 벡터인 X 와 나머지 벡터들 사이의 관계식을 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M) \tag{8}$$

식 (8) 우변의 $(I - A)^{-1}$ 는 단위행렬에서 투입계수행렬을 차감한 것의 역행렬 값을 의미한다. 무한등비급수를 행렬에 적용하게 되면 이는 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} (I - A)^{-1} &= I + A + A^2 + A^3 + A^4 + \dots \\ &= \sum_{l=0}^{\infty} A^l \end{aligned} \tag{9}$$

식 (9)를 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
- 마찬가지로 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 변동값으로 인해 발생하는 경제적 파급효과의 무한대 합을 의미하게 된다. 즉 이 과정을 통해 발생할 수 있는 생산량의 변동은 다음의 식으로 도출할 수 있다

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad \text{식 (10)}$$

식 (10)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 (10)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 (10)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 VI-1]은 산업연관표를 활용한 산업연관분석의 핵심개념인 파급 및 유발효과의 개념에 대하여 보여주고 있다. 자동차 1대를 생산하는 경우, 생산에 엔진, 타이어 등등 여러 가지 중간재가 투입된다. 엔진을 생산하기 위해서는 또 다시 여러 가지 중간재가 투입되고 이와 같은 과정이 무한대로 확장하여 생각해 볼 수 있다.

생산유발계수표는 A 에 해당하는 투입계수표로 무엇을 사용하는지, 그리고 수입품을 어떻게 취급하는지에 따라 다양하게 도출할 수 있다.

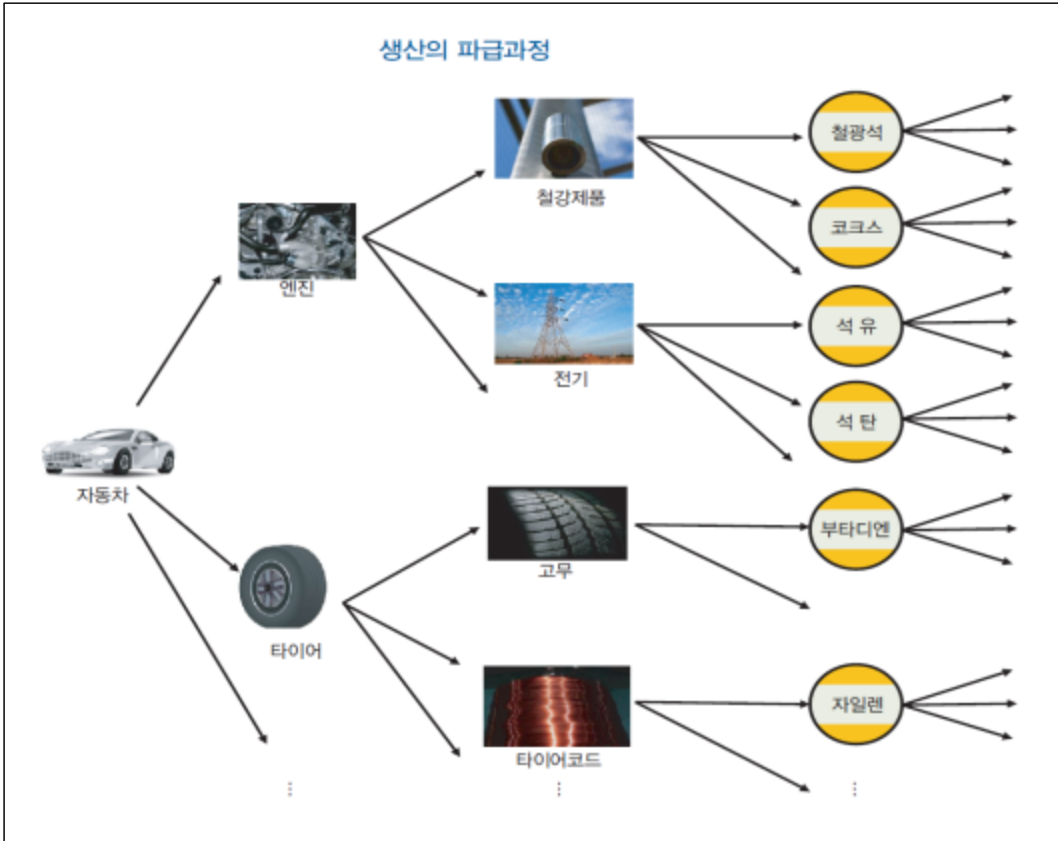
- $(I - A)^{-1}$ 는 국산품과 수입품에 대한 중간수요가 모두 내생부문에 포함되어 있는 A 행렬을 쓴 경우임
- $(I - A^d)^{-1}$ 는 국산품에 대한 내생부문만 추출된 국산투입계수 행렬인 A^d 를 사용한 생산유발계수로 수입재에 의한 투입효과를 배제한 채 국산품의 생산구조에만 집중한다는 점에서 국내 분석에서 주로 활용됨
- 이밖에도 다양한 생산유발계수표가 존재하며 이는 수입을 외생변수로 취급할지 여부에 따라 달라짐¹²⁾

이하의 분석에서는 $(I - A^d)^{-1}$ 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

12) 다양한 형태의 생산유발계수표에 대해서는 한국은행(2014)의 『산업연관분석해설』에서 자세히 설명하고 있다.

[그림 VI-1] 산업연관분석 유발효과의 개념



출처: 한국은행, 『산업연관분석해설』, 2014, p. 61.

나. 부가가치유발효과

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 총산출액 벡터 X 를 사용하면 다음의 상품별 부가가치투입계수를 도출할 수 있다.

$$A^v = v/X, \tag{11}$$

$$\text{where } v = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_{n-1} \\ v_n \end{pmatrix}$$

A^v 를 $n \times n$ 대각행렬로 작성하여 \widehat{A}^v 를 생성하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$v = \widehat{A}^v X \tag{12}$$

식 (12)의 우변에 위치한 X 를 생산유발계수와 최종수요의 곱을 치환하게 되면 최종적으로 다음의 부가가치유발효과 계산식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} v &= \widehat{A}^v X \\ &= \widehat{A}^v (I - A^d)^{-1} Y^d \end{aligned} \tag{13}$$

식 (13)의 우변의 식을 이용할 경우 국내최종수요 변동에 따른 부가가치 변동분을 계산할 수 있다. 우변은 부가가치유발효과로 불리고, 우변의 $\widehat{A}^v (I - A^d)^{-1}$ 항은 부가가치유발계수라고 명명된다. 부가가치유발계수는 단순히 상품별 부가가치투입계수와 생산유발계수의 곱으로 표현된다. 이는 최종수요 변동에 따라 생산이 유발되고 그 과정에서 상품별 부가가치가 창출된다는 직관으로 이해할 수도 있다.

다. 고용 및 취업유발효과

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.

$$A^e = e/X, \tag{14}$$

$$\text{where } e = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_{n-1} \\ e_n \end{pmatrix}.$$

A^e 를 $n \times n$ 대각행렬로 작성하여 \widehat{A}^e 를 생성하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$e = \widehat{A}^e X \tag{15}$$

식 (14)의 우변에 위치한 X 를 생산유발계수와 최종수요의 곱을 치환하게 되면 최종적으로 다음의 부가가치유발효과 계산식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} e &= \widehat{A}^e X \\ &= \widehat{A}^e (I - A^d)^{-1} Y^d \end{aligned} \tag{16}$$

식 (16)은 앞서 설명한 식 (12)와 모두 동일하나 생산유발계수에 곱해진 대각행렬이 취업계수 혹은 고용계수라는 점에서만 차이가 있다. 식 (16)의 우변을 취업유발효과 혹은 고용유발효과라고 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.

5. 지역경제 파급효과 분석 결과

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 경제적 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용(취업)유발효과 측면에서 파악할 수 있으며, 부가가치유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다. 여기에서는 생산, 부가가치, 고용 및 취업유발효과에 대하여 지역 내·외 경제파급효과를 살펴보기로 한다.

가. IRIO 분석을 위한 투자비

이번 사업의 IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 부대비를 합산한 것으로, 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 충청북도, 충청남도, 세종시의 일반토목(상하수도시설) 부문에 투입하여 집계하였다. 순공사비와 시설부대경비를 합산하여 총투자비를 구성하였으며, 건설기간 중의 경제적 파급효과만을 추계하므로 완공 후 유지관리비는 제외하였다. 사업비 중 용지보상비는 이전소득이므로 제외하고 예비비는 실투자액이 아니므로 투입비로 산정하지 않았다. 사업비 중 부가가치세는 비용-편익분석과 마찬가지로 제외하여 분석하였다. 이상의 전제사항을 토대로 본 분석에 적용되는 투자비 내역은 <표 VI-8>과 같으며, 충청북도의 총투자비는 검토안의 경우 74,248백만원, 대안은 59,872백만원으로 나타났다. 세종시를 포함한 충청남도의 총투자비는 검토안의 경우 112,193백만원, 대안은 92,114백만원이다.

〈표 VI-8〉 IRIO 분석에 사용된 투자비 내역

(단위: 백만원)

지역	투입부문	비용항목	검토안	대안
충북	일반토목 (상하수도시설)	공사비	67,416	54,363
		시설부대경비	6,832	5,509
	총투자비		74,248	59,872
충남 (세종)	일반토목 (상하수도시설)	공사비	101,869	83,638
		시설부대경비	10,324	8,476
	총투자비		112,193	92,114

- 주: 1. 총투자비는 2020년 말 기준임
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비를 합산한 금액임
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 충북,충남,세종 지역의 일반토목(상하수도시설) 부문에 투입됨
 4. 일반토목(상하수도시설)의 공사비는 노후관개량공사, 대체관로 공사, 밸브개량공사에 해당하는 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 비용-편익분석과 마찬가지로 제외하여 분석함
 8. 예비비는 실투자액이 아니므로 제외함
 9. 공사비의 배분은 사업계획안의 지자체별 연장의 비율로 배분함

나. 지역경제 파급효과 분석 결과

지역별 파급효과를 분석한 결과에 따르면, 본 사업의 지리적 입지여건으로 인해 대부분의 지역경제 파급효과가 충청남도과 충청북도 권역 내에서 주로 발생하는 것으로 나타났으며 경기, 경북, 전남, 서울 지역 등에 일부 영향을 미치는 것으로 나타났다.

검토안의 총투자비는 1,864.4억원으로 이에 따른 생산유발효과는 3,824.1억원, 부가가치유발효과는 1,556.3억원, 취업유발효과는 2,714.2명, 고용유발효과는 2,386.4명이다. 이때 취업유발효과에서의 고용자는 피용자에 자영업자와 무급가족종사자를 포함한 개념이고 고용유발효과에서 고용자는 유급노동자를 의미하는 피용자만을 포함한 개념이다. 이 중 충청북도과 충청남도에서는 2,503.6억원의 생산유발효과와 1,115.9억원의 부가가치유발효과, 1,941.4명의 취업유발효과, 1,833.8명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정된다. 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.5%, 부가가치유발효과의 71.7%, 취업유발효과의 71.5%, 고용유발효과의 76.8%를 충청북도과 충청남도에서 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 VI-9〉 지역경제 파급효과(검토안)

지역별 파급 효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액 (억원)	지역별 비중(%)	유발액 (억원)	지역별 비중(%)	취업유발 (명)	지역별 비중(%)	고용유발 (명)	지역별 비중(%)
서울	164.3	4.3	84.8	5.5	182.2	6.7	128.9	5.4
인천	120.1	3.1	32.2	2.1	51.8	1.9	40.1	1.7
경기	219	5.7	74	4.8	163.7	6.0	121.6	5.1
대전	59.1	1.5	29.1	1.9	67.8	2.5	49.1	2.1
충북	977.9	25.6	440.2	28.3	793.7	29.2	744.9	31.2
충남	1,525.70	39.9	675.7	43.4	1,147.70	42.3	1,088.90	45.6
광주	14.5	0.4	5.6	0.4	16	0.6	10.6	0.4
전북	26.7	0.7	9.4	0.6	24.4	0.9	14.2	0.6
전남	180.4	4.7	51	3.3	44.4	1.6	30.1	1.3
대구	25.3	0.7	9.5	0.6	28.1	1.0	19.4	0.8
경북	201.3	5.3	49.9	3.2	55.1	2.0	42	1.8
부산	59	1.5	18.5	1.2	41.7	1.5	28.1	1.2
울산	109.8	2.9	32.4	2.1	14.3	0.5	10.8	0.5
경남	89.3	2.3	24.3	1.6	44.5	1.6	31.9	1.3
강원	46.4	1.2	17.3	1.1	31	1.1	21.8	0.9
제주	5.2	0.1	2.5	0.2	7.7	0.3	4.2	0.2
합계	3,824.1	100.0	1,556.3	100.0	2,714.2	100.0	2,386.4	100.0

출처: 연구진 작성

대안의 총투자비는 1,519.9억원으로 이에 따른 생산유발효과는 3,117.3억원, 부가가치유발효과는 1,268.7억원, 취업유발효과는 2,212.5명, 고용유발효과는 1,945.4명이다. 이 때 취업유발효과에서의 고용자는 피용자(임금근로자)에 자영업자와 무급가족종사자를 포함한 개념이고 고용유발효과에서 고용자는 유급노동자를 의미하는 피용자만을 포함한 개념이다. 이 중 충청북도와 충청남도에서는 2,040.8억원의 생산유발효과와 909.6억원의 부가가치유발효과, 1,582.4명의 취업유발효과, 1,494.7명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정된다. 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.5%, 부가가치유발효과의 71.7%, 취업유발효과의 71.5%, 고용유발효과의 76.8%를 충청북도와 충청남도에서 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 VI-10〉 지역경제 파급효과(대안)

지역별 파급 효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액 (억원)	지역별 비중(%)	유발액 (억원)	지역별 비중(%)	취업유발 (명)	지역별 비중(%)	고용유발 (명)	지역별 비중(%)
서울	134.0	4.3	69.2	5.5	148.5	6.7	105.1	5.4
인천	97.9	3.1	26.3	2.1	42.2	1.9	32.7	1.7
경기	178.5	5.7	60.4	4.8	133.4	6.0	99.1	5.1
대전	48.4	1.6	23.8	1.9	55.5	2.5	40.2	2.1
충북	789.1	25.3	355.1	28.0	640.3	28.9	600.9	30.9
충남	1,251.70	40.2	554.5	43.7	942.1	42.6	893.9	45.9
광주	11.8	0.4	4.6	0.4	13.1	0.6	8.6	0.4
전북	21.8	0.7	7.6	0.6	19.9	0.9	11.6	0.6
전남	147.0	4.7	41.6	3.3	36.2	1.6	24.6	1.3
대구	20.6	0.7	7.7	0.6	22.9	1.0	15.8	0.8
경북	164	5.3	40.7	3.2	44.9	2.0	34.2	1.8
부산	48.1	1.5	15.0	1.2	34.0	1.5	22.9	1.2
울산	89.5	2.9	26.4	2.1	11.7	0.5	8.8	0.5
경남	72.7	2.3	19.8	1.6	36.2	1.6	26.0	1.3
강원	37.9	1.2	14.1	1.1	25.3	1.1	17.8	0.9
제주	4.3	0.1	2.0	0.2	6.2	0.3	3.5	0.2
합계	3,117.3	100.0	1,268.7	100.0	2,212.5	100.0	1,945.4	100.0

출처: 연구진 작성

다. 지역경제 활성화 효과 분석 결과

지금까지 검토한 결과를 토대로 본 사업 시행에 따른 충청북도와 충청남도 지역의 지역경제 활성화 효과를 검토한다. 지역경제 활성화 효과 지수는 투입액에 대한 사업 해당 지역의 지역 내 부가가치 유발액을 해당 지역의 지역내총생산(GRDP) 추계액으로 나눈 지수이다. 즉 지역경제 파급효과는 사업기간 내에 발생하는 투자지출로 인해 발생하는 생산, 부가가치, 고용 등의 측면에서 지역경제 활성화 효과라고 할 수 있다. 이는 투자지출 규모가 크면 클수록 그 효과는 커지고, 또한 해당 사업지역의 경제규모가 적을수록 상대적인 영향은 크다고 할 수 있다.

본 사업의 지역경제 활성화 효과지수는 충청북도의 경우 검토안과 대안에 따라 각각 0.0635%, 0.0512%인 것으로 나타났다. 충청남도의 지역경제 활성화 효과지수는 검토안과 대안에 따라 각각 0.0589%, 0.0484%인 것으로 나타났다.

이는 2008~2015년 전체 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수 평균인 0.3210%, 수자원 사업 평균인 0.1574%보다는 낮은 수준이다.

〈표 VI-11〉 지역경제 활성화 효과

(단위: 백만원, %)

구분	검토안		대안	
	충청북도	충청남도 (세종)	충청북도	충청남도 (세종)
투입액 ¹⁾	74,248	112,193	59,872	92,114
지역내 부가가치 유발액	44,016.0	67,569.9	35,510.5	55,451.4
지역내총생산(GRDP, 2019년 잠정) ¹⁾	69,337,802	114,641,978	69,337,802	114,641,978
지역경제 활성화 효과지수 ²⁾	0.0635	0.0589	0.0512	0.0484

주: 1. 2008~2015년 수자원사업 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수의 평균은 0.1574%이며, 전체 사업의 평균은 0.3210%임

1) 투입액은 2020년, 지역내 총생산은 2019년 기준임

2) 지역경제 활성화 효과지수는 위 투입액에 대한 사업 해당 지역의 지역내 부가가치 유발액을 사업 해당지역의 GRDP 추계액으로 나눈 지수임

출처: 연구진 작성

VII. 종합평가 및 정책 제언

제1절 종합평가

본 사업은 대청댐을 취수원으로 하여 청주시, 천안시, 아산시, 세종시 등 4개 지자체에 생활용수를 공급하는 대청댐 광역상수도 노후관을 개량함으로써, 수도물 공급중단 및 수질 이상 등 수도사고 예방과 안정적인 용수 공급을 도모하는 사업이다. 1987년 매설·준공되어 34년이 경과한 대청댐 광역상수도 1단계 관로는 노후화로 인한 사고 발생 시 용수 공급이 불가능하여 막대한 사회·경제적 피해가 예상되는바,¹³⁾ 적기에 해당 노후관 개량을 시행함으로써 안정적인 용수 공급을 도모하고자 하였다. 본 사업은 취수원인 대청댐으로부터 시작하여 급수지역인 청주시, 세종시, 천안시, 아산시에 위치하는 대청댐 광역상수도 1단계 노후관을 개량하는 사업이다. 사업 규모는 노후관 66.0km, 대체관로 66.7km이며, 시설용량 기준으로 250천㎥/일이다. 사업 기간은 2021~2027년까지 7년으로 제시되었다. 대청댐 광역 노후관 개량사업의 추진 근거는 「수도법」 제4조(수도정비계획의 수립) 및 이에 따라 2015년 8월에 수립된 「2025 수도정비계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경 고시」이며 사업수행주체는 환경부(주관부처)와 한국수자원공사(공공기관)이다.

환경부와 한국수자원공사는 본 사업 추진을 위해 2016년 6월 대청댐 광역상수도 1단계 관로에 대하여 정밀안전진단을 시행하였다. 조사 결과 관로시설의 종합평가등급은 C등급으로서 관로의 갱생·개량·복선화 등이 필요한 것으로 나타났다. 이후 환경부는 2018년 8월부터 2020년 11월 기간 동안 한국수자원공사를 통해 『안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』 연구용역을 실시하였다.

대청댐 광역 노후관 개량사업은 노후 수도시설 개량 등 기존 시설 효율증진을 위한 단순 개량 및 유지보수사업이기 때문에 「국가재정법」 제38조 제2항 제5호에 따라 예비타당성조사 면제사업에 해당한다. 본 보고서에서는 해당 사업의 사업계획 적정성 검토를 위하여 사업계획의 적절성, 사업의 규모, 시설계획 및 비용의 적절성을 검토하고 정책성 분석, 지역 균형발전 분석을 실시하였다.

13) 대청댐 광역상수도는 최근 5년 간(2014~2018년) 11건의 사고가 발생하였다.

시설규모와 계획의 적정성 검토에서는 2030 광역 전국수도정비 수요량을 사용하여 시설 규모를 검토하였고 연계관로를 통한 무중단 공급 가능 시 대체관로 관경을 최소화하는 것을 목표로 시설 규모의 적정성을 검토하였다. 또한 세척공사에 대한 대안 공법을 제시하였다. 사업계획은 노후관 갱생은 66.1km, 대체관로 66.8km, 관로 추진 0.8km, 노후밸브 개량은 고려하지 않았으나 사업규모 및 계획 검토 결과, 노후관 갱생 64.8km, 대체관로 43.8km, 관로 추진 2.6km, 노후밸브 개량은 233개가 필요한 것으로 산정되었다.

대청댐 광역 노후관 개량사업의 총사업비는 검토안과 대안으로 구분하여 공사비, 용지비, 시설부대경비 및 예비비 항목으로 나누어 검토하였고, 비용추정 기준 연도는 2020년 말로 설정하였다. 검토안에는 기존 사업계획에는 포함되지 않았던 노후밸브실 개량공사를 추가로 반영하였으며, 대안은 세척구간을 사업계획에서 제외하는 것으로 설정하였다. 세척공사는 수질개선 및 조도계수 향상의 효과는 검증되었으나 갱생공사와 같이 생애주기가 연장된다는 근거가 미약하다고 판단하였기 때문이다. 관세척은 상수관로의 안정화를 위한 기술적인 관점에서는 반드시 필요한 사업이나 재정적인 관점에서는 유지관리 업무인 단순세척과 대체관로 설치 등 공사가 수반되는 세척으로 구분하여 재정지원에 대한 판단이 필요하다. 따라서 본 보고서에서는 세척공사(세척구간 대체관로 포함)를 사업범위에서 배제하고, 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 갱생공사(세척구간 대체관로 포함)를 실시하는 대안을 설정하여 검토하였다.

갱생공사비 검토 시 적용가능한 갱생공법 검토 및 실적단가와 견적단가를 비교검토하였다. 세척공사비 검토 시 사업계획에 적용한 물세척 시 폼셈공사비를 재검토하였으며, 적용가능한 세척공법 검토 및 실적단가/견적단가를 비교검토하였다. 대체관로공사비를 검토할 때에는 사업계획에 적용한 기준연도 등 공사비 산정근거를 재검토하였으며 사업계획에 적용한 개략공사비를 재검토하였다. 용지보상비 검토안에서는 기존 대청 1단계 관로와 병렬로 부설되는 것으로 가정하여 기존 수도 부지를 추가 매입하는 것으로 계획(추가매입 도로 폭(B) = 3.0m)을 검토하였으며, 각 지자체의 지목별 표준지와 공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정하여 적용하였다. 그리고 용지보상비 산정 시 국공유지는 제외하였다. 이를 종합한 결과, 사업계획안의 총사업비 2,622.1억원에서 공사 단가비와 시설규모를 재검토한 후 노후밸브 개량공사를 추가로 반영한 검토안의 총사업비는 사업계획안 대비 119.6억원 감소한 2,502.4억원으로 산정되었다. 세척구간과 이를 위한 대체관로 구간을 사업계획에서 제외한 대안의 총사업비는 사업계획보다 687.3억원 감소한 1,934.8억원으로 산정되었다.

정책성 평가는 세부적으로 사업추진 여건, 정책효과(사회적가치), 특수평가항목(선택)으로 구성되어 있으나, 사업계획 적정성 검토에서는 정책효과 분석은 생략할 수 있다. 사업추진여건 검토는 정책 일치성 등 내부여건과 지역주민 사업태도 등 외부여건을 기본 평가항목으로 하는 '사업추진여건'을 중심으로 분석하였다. 분석 결과, 본 사업은 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」에서 사업계획이 수립된 후, 정밀안전진단용역 및 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립용역, 기본구상 수립 등이 이루어져 본 사업을 위한 계획의 구체성이 높은 것으로 판단되었다. 환경부, 한국수자원공사, 지자체, 지역주민 등 본 사업의 이해관계자 대부분은 본 사업의 취지와 필요성에 대해 공감하고 긍정적인 태도를 가지고 있다고 할 수 있었다. 다만 사업추진 과정에서 대체관로 공사 시 소음·진동, 대기질, 주변 인접 지하매설물에 대한 영향이 발생할 수 있고, 용지보상과 관련한 민원 발생 여지가 있어 이에 대한 적절한 조치가 필요하다고 판단된다. 민원 발생에 대한 적극적인 예방·대응 조치가 적절히 취해진다면 본 사업에 대한 전반적인 외부여건은 긍정적이라고 평가된다. 특수평가항목은 재원조달 가능성을 측면으로 검토하였다. 본 사업은 총사업비의 30%는 국고로 지원하고 70%는 한국수자원공사가 부담한다. 시설운영비는 수도요금으로 운영비를 회수할 계획이며 본 사업의 재원조달 가능성을 정부의 재원부담과 한국수자원공사의 재원부담 측면에서 살펴본 결과 해당 노후관 개량사업에 대한 사업비 조달의 위험성은 낮은 것으로 판단된다.

지역균형발전 평가는 지역낙후도 분석과 지역경제 파급효과를 평가하였다. 지역낙후도 분석을 위하여 본 사업 주변지역의 지역낙후도 수준을 16개 광역시·도 및 170개 시·군에 대해 종합적으로 평가한 결과, 충청북도와 충청남도의 지역발전 정도는 중위권에 속하고 청주시, 천안시, 아산시의 지역발전 정도는 상위권에 속하는 것으로 나타나 지역균형개발 측면에서 본 사업을 통한 지역낙후도 개선효과는 낮을 것으로 판단된다. 지역경제 파급효과를 분석한 결과 지역경제 활성화 효과지수는 검토안과 대안에 따라 충청북도는 각각 0.0635%, 0.0512%로 나타났으며, 충청남도는 각각 0.0589%, 0.0484%로 나타났다. 이는 2008~2015년 전체 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수 평균인 0.3210%, 수자원 사업 평균인 0.1574%보다는 낮은 수준이므로 지역경제 활성화 효과는 크지 않은 것으로 분석되었다.

〈표 VII-1〉 대청댐 광역 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표

(단위: 백만원)

구분		사업계획안	검토안	대안
사업위치		충청북도 청주시, 충청남도 천안시, 아산시, 세종특별시 일원		
사업규모	노후관개량	66.1km	64.8km	41.3km
	대체관로	66.8km	43.8km	23.0km
	관로 추진	0.8km	2.6km	1.3km
	노후밸브 개량	0개	233개	79개
1. 공사비		211,135	186,213	151,801
	1) 노후관 개량공사	62,462	57,825	54,310
	2) 대체관로 공사	148,673	126,481	95,820
	3) 밸브개량공사	-	1,907	1,671
2. 용지보상비		5,902	22,409	8,702
3. 시설부대경비		21,331	18,872	15,384
	1) 설계비	10,261	9,106	7,423
	- 조사 및 측량비	2,111	1,862	1,518
	- 기본 및 실시설계비	8,150	7,244	5,905
	2) 공사관리비	11,070	9,766	7,961
4. 예비비		23,837	22,749	17,589
총사업비		262,205	250,244	193,476

제2절 정책제언

본 사업의 효과적인 추진을 위하여 몇 가지 보완 및 고려사항을 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 노후관 개량사업의 범위에 세척사업을 포함할지에 대해서는 정책적 판단이 필요하다. 세척공사는 수질개선 및 조도계수 향상의 효과는 검증되었으나 갱생공사와 같이 생애 주기가 연장된다는 근거는 미약하다. 관세척은 상수관로의 안정화를 위한 기술적인 관점에서는 반드시 필요한 사업이고 최근 환경부에서는 수도사업자의 관세척을 의무화하였다. 신설된 「수도법」 제21조의2(상수관망의 관리) 「상수관망시설 유지관리업무 세부기준」은 “관세척은 송수 및 배수관로에 대해 최초 매설 후 매 10년 이내 1회 이상 시행해야 한다”고

규정하고 있다. 그러나 단순유지관리 업무인 관세척이 아닌 대체관로 설치 등 대규모 공사가 수반되는 세척을 정부의 재정지원이 수반되는 노후관 개량사업에 포함할지에 대해서는 정책적 판단이 필요할 것으로 보인다. 세척과 세척을 위한 대체관로 공사를 수도사업자 고유사무에 해당하는 것으로 판단할 경우 본 보고서에서 대안으로 설정한 바와 같이 세척공사(세척구간 대체관로 포함)를 사업범위에서 배제하고 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 갱생공사를 실시할 수 있다. 또한 지방예산사업으로 상수관로 복선화 예산 신청이 가능하기 때문에 세척에 따른 대체관로 공사를 중앙정부 예산사업에 포함시킬지에 대해서는 추가적인 검토가 필요하다.

둘째, 대청댐 광역 노후관 개량사업은 사업대상 지역은 도심지 통과 구간이 많고 정수장도 도심지 내에 위치한 경우가 있어 소음, 불편 등의 민원 발생 소지가 높은 편이다. 공사지역이 직접편익의 수혜대상은 아니며 상수도 신규설치와 달리 노후관을 개량하는 상수도 안정화 사업은 편익에 대한 인식이 그리 크지 않다. 노후관 개량사업이 혐오시설은 아니지만 공사로 인해 불편이 발생하며 공사 특성상 구간을 이동하며 진행함에 따라 대인접점 구간이 많아지고 이로 인해 공사 착수 시 관련 민원 발생 소지가 있음을 고려해야 할 것이다. 따라서 과거 유사시설의 민원 발생 자료를 분석하여 고질적인 민원의 발생에 대해 살펴보고, 사업 대상지역의 민원 발생 예상지역을 파악하여 이에 대한 체계적인 준비가 필요할 것이다.

셋째, 노후관 개량사업의 사업계획 검토를 하는 과정에서 노후관 시설 현황에 대한 체계적인 자료의 필요성을 확인할 수 있었다. 상세한 수리검토를 위해서는 구체적인 자료가 필요하나 아직까지는 이러한 자료가 충분히 갖춰져 있지 않은 상태이다. 본 사업 이후 대규모 상수도 노후관 개량사업이 계속적으로 추진된다는 점을 고려할 때 상수도 시설에 대한 체계적인 자료수집과 모니터링이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

- 건설연구사, 『건설공사 표준품셈』, 2020.
- 공공기관 경영정보공개시스템(<http://alio.go.kr>)
- 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr/>)
- 국토교통부, 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」, 2015. 8.
- _____, 『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』, 2015.
- _____, 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』, 2012.
- 국토해양부, 「2025 수도정비기본계획」, 2009. 12.
- 권태현, 『산업연관분석』, 도서출판 청담, 2020.
- 기획재정부, 「예비타당성조사 운용지침」, 2019. 4. 25.
- _____, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 2019. 5. 1.
- _____, 『2020~2024 국가재정운용계획』, 2020.
- _____, 「2017년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2016. 4.
- 산업통상자원부, 「엔지니어링사업대가의 기준」, 2021. 7. 29.
- 서울시, 『서울시 우수율대책백서』, 2000.
- 서태성·장철순, 『개발촉진지구 선정지표 개선에 관한 연구』 건설교통부·국토연구원, 2001. 1.
- 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008.
- _____, 『수자원부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)』, 2008.
- _____, 『지역낙후도지수 및 순위 적용에 대한 기준연도 변경』, 2012. 4.
- _____, 「2020년 제2회 예비타당성조사 착수회의자료」, 2020. 10.
- _____, 『수도권(Ⅱ) 광역상수도 용수공급 신뢰성 제고사업 예비타당성조사 보고서』, 2013.
- _____, 『광양(Ⅰ) 공업용수도 노후관 개량 사업계획 적정성 검토 보고서』, 2017.
- _____, 『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』, 2018.
- 한국수자원공사, 『광양1단계 노후관 개량사업』, 2020. 12.
- _____, 『대청댐 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.
- _____, 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』, 2020. 11.
- _____, 「고객중심 수도시스템 재구축 계획」, 2009.

- _____, 「광역 및 공업용수도 안정화 추진계획」, 2011.
- _____, 『도·송수시설 기술진단 가이드북』, 2010.
- _____, 『남강 광역상수도 관망기술진단 보고서』, 2017.
- 한국시설안전공단, 『대청댐계통 광역상수도 I 단계 정밀안전진단』, 2016.
- 한국은행, 『2005년 지역산업연관표』, 2009.
- _____, 『산업연관분석해설』, 2014.
- 환경부, 「상수도시설기준」, 2010.
- _____, 「상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시」, 2007.
- _____, 「상수도 유수율 제고 업무처리규정」, 2001.
- _____, 「2025년 전국수도종합계획」, 2016. 3.
- _____, 「수돗물 안전관리 종합대책」, 2019. 11.
- _____, 「상수도관망 유지관리 개선방안」, 2020. 6.
- _____, 「예비타당성조사 면제요구서」, 2020. 8.
- _____, 「상수도관망시설 유지관리업무 세부기준」, 2021. 2. 26.

부록

<용어 사전>

- **가압장(加壓場)**: 고지대 등 수돗물이 잘 나오지 않는 지역에 대형펌프를 설치하여 수돗물이 잘 나오게 하는 시설
- **갱생(更生, rehabilitation; renewal)**: 노후화된 시설의 기능을 수선과 개축으로 회복 시킴
- **갱생공법(更生工法, rehabilitation method)**: 파손 등에 의해서 기능이 손상된 상·하수 관거의 기능을 회복시키기 위한 공법. 주입과 실링 등의 지수공법, 부분적인 교체와 내면보강 등의 보강공법, 관거 내면에 수지 등을 도포하는 라이닝공법, 관 주변으로의 약액주입압에 의해 관측변위를 수정하는 레벨수정공법 등이 있음
- **갱생공사(更生工事)**: 노후배수관 내부의 녹막이 피복(에폭시수지 및 시멘트몰탈 등의 도장공) 시공 시 부착력을 높이기 위하여 스케일 등 기타 이물질 피막을 완전 제거한 후 (크리닝) 라이닝을 시행하여 관경을 회복시키고, 녹을 방지함으로써 기존의 미라이닝관을 반영구적으로 재생시키는 공법
- **갱신(更新, replacement; renewal; rehabilitation)**: 노후화한 시설·설비의 기능을 회복시키기 위해 교환 또는 재건설하는 것. 그 대상에 의해서 시설갱신, 관로갱신 및 설비갱신이라 함. 이에 반해 기존 시설·설비를 소생시켜 기능을 회복하는 것을 갱생이라 함
- **경제적 관경**: 동일 유량에 대하여 관경이 클 경우 공사비는 커지나 관 마찰손실이 적어 동력비가 적게 소요되며, 관경이 작은 경우는 손실수두가 증가하여 동력비가 크고 공사비는 저렴함. 따라서 한 관로에 대하여 일정 사용기간 동안에 투자된 공사비의 현재가치와 펌프 관련 동력비 현재가치의 합이 가장 저렴하게 되는 관경이 계획유량에 대한 경제적 관경이 됨
- **공업용수(工業用水, industrial water; industrial use of water)**: 공업의 생산을 위해 사용하는 물. 물의 용도는 생활용, 농업용, 교통수송용으로 크게 나누어지지만, 공업용수

는 농업용수 및 수산용수 등과 같이 산업용수의 일종임. 이 사용형태로는 원료용수, 세정용수, 보일러용수, 냉각용수, 조온(調溫)용수 및 제품용수 등이 있음

- **공업용수도(工業用水道)**: 사업자가 원수 또는 정수를 공업용에 적합하게 처리하여 공급하는 수도를 말함(「수도법」 제3조)
- **관망해석(管網解析, distribution network analysis)**: 관의 입경, 관로의 길이, 유속계수, 관망의 유입수량 및 유출수량을 고려하여, 각 관로의 유량과 손실수두를 구하는 등 수리상태를 조사하는 것. 또한 관망에 대한 각 절점의 동수압이나 관경이 적절한지 검토함. 해석계산에 따라 먼저 관망의 각 절점으로부터의 사용수량을 측정하기도 하고, 관경을 판정하기도 하는 준비가 필요함
- **관의 내압(관압)(管壓, pipe pressure)**: 수도관을 통과하는 물의 압력을 말하는 것으로 단위표시는 P(Pressure)로 표시하기도 함
- **광역상수도(廣域上水道)**: 국가, 지방자치단체, 한국수자원공사 또는 건설교통부장관이 인정한 자가 2인 이상의 지방자치단체에 원수 또는 정수를 공급하는 일반수도를 말함(「수도법」 제3조)
- **구조적 갱생공법**: 기존관 내에 새로운 관을 부설하는 것으로 단순히 청소한 기존관 내에 새로운 관을 삽입하고 기존관의 내면과 새로운 관의 외면과의 간극에 모르타 등을 주입하여 중층구조로 만드는 공법임
- **급수(給水, water supply; water service)**: 배수관으로부터 분기한 급수관으로 수돗물을 공급하는 것을 말함
- **내구연수**: 물질을 원래의 상태대로 사용할 수 있는 기간으로 정의되고 시설물로서 사용될 수 있는 연수 또는 그 기능을 상실할 때까지의 기간임
- **도수(導水, water conveyance; raw water transmission)**: 원수(原水)를 취수시설에서 정수장까지 보내는 것. 도수의 방식으로는 자연유하방식과 펌프압송방식으로 분류됨. 수리학적으로는 개수로식과 관수로식으로 나누어짐. 수로노선의 지형, 지세(地勢), 용지취득의 난이(難易), 유지관리성, 경제성에 의해 방식이 정해짐
- **도수시설(導水施設)**: 수원에서 수요자까지의 물의 수송계통 중 취수지점에서 정수장까지의 수로의 총칭으로서 정수를 운반하는 송수시설과는 구별됨

- **동수경사(動水傾斜, hydraulic gradient)**: 위치수두와 압력수두를 합한 수두(동수두)를 연결한 선의 경사를 말함. 동수구배라고도 하며, 관로연장 L의 구간에서 손실수두가 h라고 하면 손실수두와 관로연장 거리와의 비(h/L)가 동수경사가 됨. 관로의 동수경사에 속도수두(速度水頭 ; $\frac{V^2}{2g}$)를 더한 것을 에너지 경사 또는 에너지 구배라고 함
- **라이닝(lining)**: 관거 등의 내면의 부식방지나 평활화(平滑化)를 위하여 합성수지, 몰탈 등의 보호재를 피복하는 것임
- **라이닝공법(-工法, lining method)**: 배수관 내부에 에폭시 수지나 시멘트 몰탈 등으로 보호 피막을 형성시켜 통수의 효율을 높이고, 스케일 형성을 방지하는 공법을 말함
- **마찰손실(摩擦損失, friction loss)**: 점성유체에서 유로벽면 마찰에 의하여 발생하는 에너지 손실. 관로나 개수로의 흐름에서는 Darcy-Weisbach식과 Manning식에 의하여 평가됨
- **마찰손실수두(摩擦損失水頭, friction head loss)**: 유체와 유로 사이의 마찰에 의하여 손실되는 에너지를 수주의 높이로 나타내는 것. 일반적으로 다음 식으로 나타냄

$$h_L = f \cdot (L/D) \cdot (v^2/2g),$$

$$h_L: \text{마찰손실수두, } f: \text{마찰손실계수, } L: \text{관거 길이, } D: \text{관 직경, } v: \text{유속, } g: \text{중력가속도}$$
- **매설심도(埋設深度)**: 지표면으로부터 부설된 관까지의 깊이를 말함
- **배수(配水, water distribution)**: 정수장에서 생산된 정수를 수압, 수량, 수질을 안전하고 원활하게 수요자에게 수송하는 것
- **배수관로(配水管路)**: 배수지에서 수용가 주변에 있는 급수관에 이르는 관로를 말함
- **배수시설(配水施設)**: 배수지 또는 배수펌프를 기점으로 하여 급수장치까지의 시설을 말하며, 시간에 따라 변화하는 수돗물의 수요량에 대처하고, 급수수압을 균등하게 하기 위한 시설로서 배수지, 배수탑, 고가탱크, 배수관, 펌프 등이 있음
- **배수지(配水池, distribution reservoir; service reservoir)**: 급수구역의 수요량에 따라 적절한 배수를 실시하기 위해서 정수를 일시 모아두는 시설. 배수지 용량은 일정한 배수지로의 유입량과 시간변동하는 급수량과의 차를 조정하는 용량, 배수지보다 상류측의 사고 발생 시에도 급수를 유지하기 위한 용량 및 소화용수량을 고려하여 용량을 산정함

- **밸브(valve)**: 관로에 장치하여 개폐에 의하여 유량을 조절 또는 관내의 공기배출 등을 하는 것의 총칭
- **부단수공법(不斷水工法, method of non-suspension water)**: 수도관 등 압력수관을 단수하지 않고 공사를 시행하는 시공방법. 단수하지 않은 분기공법(分岐工法)에는 본관에서 합수관 등 작은 구경분기관을 꺼내거나 T자관(異구경, 同구경, 게이트밸브 첨부)을 사용하는 방법이 있음. 또 단수하지 않고 관을 절단한 곳에 게이트밸브, 버터플라이형 밸브 혹은 마개를 설치하는 공법도 단수하지 않는 공법임
- **비구조적 갱생공법(Pipe lining)**: 관 내부를 세관한 후 현장에서 주로 라이닝 재료를 혼합하여 내면에 재료를 분사하여 라이닝을 형성(Pipe lining)시키거나, 이미 제조된 라이닝 구조물 등을 다양한 방법으로 관 내부에 삽입하여 고정시키는 공법이 있음
- **생활용수(生活用水, domestic use; domestic water)**: 사용수량을 용도별로 분류한 것의 하나. 원칙적으로 일반가정에서 사용되는 물을 말하나 ① 가정전용(일반주택, 공동주택, 공용전)과 ② 가정 및 영업용(점포주택 등)으로 구분
- **세관(洗管, pipe cleaning)**: 관을 세척하는 것. 송·배수관의 신설 또는 연결공사를 하는 경우에는, 관 내의 이물과 오물 등을 제거하기 위하여 관을 세척하는 것이 필수적임. 관의 세척은 배수관에서부터 배수와 함께 이루어지지만 배수설비가 없는 지름이 작은 관의 경우에는 소화전을 이용하거나 관 끝에 배수기(뚜껑에 거품과 소화전입구 금속을 조합한 것) 등을 붙여서 배수시키면서 행함. 또는 특수폴리우레탄제의 피크를 관 내에 넣어, 압력수로 피크와 함께 관내 이물을 흘러내리는 방법도 있음
- **세척공사(洗滌工事)**: 노후배수관 내부의 스케일을 완전 제거하여 통수 단면적을 회복하기 위한 공법을 말함
- **송수(送水, water transmission)**: 정수장에서 처리된 정수를 관로 등을 통해 배수지까지 보내는 것
- **송수관로(送水管路, transmission pipe)**: 송수를 위하여 부설한 관을 말함. 정수 처리된 물을 정수장, 즉 정수시설로부터 배수구역 즉 배수지까지 정수 처리된 물을 보내는 관을 말하는 것으로 수도관의 구경이 500mm 이상을 말함

- **송수시설**(送水施設, water transmission facilities): 정수장에서 배수지까지 정수를 보내는 시설. 조정지, 송수펌프, 송수관, 송수터널 및 부대시설
- **수도사업자**(水道事業者, water utility bond): ‘수도사업자’란 일반수도사업자와 공업용수도사업자를 말함. ‘일반수도사업자’란 일반수도사업의 인가를 받아 이를 경영하는 자를 말하며, ‘공업용수도사업자’란 공업용수도사업의 인가를 받아 이를 경영하는 자를 말함. 수도사업자는 수도를 계획적으로 정비하고 수도사업을 합리적으로 경영하여야 하며 수돗물을 안전하고 적정하게 공급하도록 노력하여야 함
- **수두**(水頭, head; water head): 단위질량의 유체가 갖는 역학적인 에너지. 위치, 압력, 유속에 의한 에너지를 나타내는 수두를 각각 위치수두, 압력수두, 유속수두라고 함
- **수층압**(워터해머)(water hammer; water Hammering): 관로에 있어서 밸브의 개폐 또는 펌프의 가동, 정지 시, 특히 정전에 의해 펌프가 급정지했을 경우와 같이 관 내에 유속이 급격히 변화될 때에 관 내 압력이 크게 변화하는 현상으로 수격작용 또는 수층작용이라고도 함. 수격작용에 의해 진동이 발생하거나 관로, 펌프 등이 파손되는 경우도 있음. 특히 부압이 -10m 이하가 되면 관 내에 국부적인 기화·증발이 일어나고(수주분리), 배수관 등의 파손사고로 연결되는 위험이 있기 때문에 사전에 충분한 검토가 필요함. 대표적인 워터해머대책으로는 서지탱크, 원웨이서지탱크, 에어챔버, 플라이휠, 급폐 또는 완폐역지밸브의 설치 등이 있음
- **쉬트파일**(널말뚝)(sheet pile): 흙막이나 물막이를 목적으로 시공 전에 지반에 타입하는 폭이 넓은 판 모양의 말뚝. 재료에 따라 목재 쉬트파일, 강 쉬트파일, 콘크리트 쉬트파일 등이 있음
- **손실수두**(損失水頭, head loss): 관거에 물이 흐를 때 관 내면의 요철과 유체와의 마찰과 유입·유출 관의 단면 급확대·점차확대·급축소·점차축소, 복수관의 분지·합류 등에 따라 손실되는 에너지를 수두로 표시한 것. 여과지에서의 손실수두는 현탁물질의 충전여재간극 내 역류로, 통수저항이 증가하여 나타나는데, 사층 내 정수압의 저하를 수두로 표시한 것임
- **스케일**(scale): 넓은 의미로는 관 내면에 유기물 또는 무기물에 의한 부착물로 물때라고도 함. 좁은 의미로는 수중에 용존하는 칼슘, 마그네슘염류, 규산, 철 등이 농축되어 석출되는 것을 의미하며, 일반적으로 관 벽에 딱딱하게 붙은 것. 칼슘 등에 의해 생성되는 스케일인 얇은 막은 관의 부식 방지 방편이기도 하지만 두꺼워지면 통수능력이 감소함.

한국의 수돗물은 대부분이 연수(軟水)이며 Langelier 지수가 음수(-)이므로 배급수관 내에 탄산칼슘의 스케일이 생기기 쉽으나, 규산을 포함하는 것이 많으므로 규산의 스케일 발생이 나타남

- **슬라임(slime)**: ① 관 내면, 저수탱크 내면 등에 침적한 미생물에 의해 생기는 점액성 물질 ② 세균의 가장 외층에 존재하는 젤라틴(gelatin) 상태의 층. 세균을 서로 결합시켜 막 모양을 나타내는 것도 있음. 살수여상 생물막의 형성에 중요하며, 생물막 및 활성슬러지의 흡착기능을 가지므로 중요함
- **실적단가(표준시장단가)**: 과거 수행된 공사(계약단가, 입찰단가, 시공단가)로부터 축적된 공종별 단가를 기초로 매년의 인건비, 물가상승률 그리고 시간, 규모, 지역차 등에 대한 보정을 실시하여 차기 공사의 예정가격 산출에 활용하는 방식임
- **열화(劣化, deterioration)**: 도장막이 변질에 의해 불가역적으로 그 성능이 저하하는 것. 물리학적 열화, 화학적 열화, 생물화학적 열화가 있음. 물리학적 열화는 막 구조의 압밀화, 손상, 건조 등에 의해, 화학적 열화는 가수분해나 산화에 의해 생물화학적 열화는 미생물이 막 여질을 섭취하는 자화(資化) 또는 분비물의 작용 등으로 일어남
- **원수(原水, raw water)**: 정수처리하기 전의 물. 수도원수에는 크게 나누어 지표수와 지하수가 있고, 지표수에는 하천수, 호소수 및 저수지물이, 지하수에는 복류수 및 우물물 등이 있음
- **유속계수(流速係數)**: 15~20년 후의 관내 상태를 고려하여 관경 결정을 하는 데 사용되는 계수를 말함
- **자연터파기공법(open-cut method)**: 사면이 넓고 주변에 건물이나 지장물이 없을 때 경사면을 만들면서 파내려가는 방법. 별도의 흙막이 시설이 필요없고 넓은 지역을 파 내려갈 때 유리하여 하수처리장 공사 시 적용됨
- **전기방식법(電氣防蝕法, electric protection system; cathodic protection; anodic protection)**: 피방식체(被防蝕體)의 금속에 직류전류를 통전해서 분극하게 해, Pourbaix의 전위 -pH도에 있어서 불활성영역 또는 부동태영역에 그 전위를 유지해서 방지하는 방법. 음극(-)에 의해 피방식체의 전위를 낮추고, 불활성영역으로 유지하는 방법을 음극 방식법이라 하고, 철강구조물이나 매설강관 등의 방식에 이용되고 있음

- **전기방식시설(電氣防蝕施設)**: 지중 또는 수중에 시설되는 금속체의 부식을 방지하기 위하여 지중 또는 수중에 시설하는 양극과 피방식체 간에 방식전류를 통하는 시설을 말함
- **정수장(淨水場, purification plant; filtration plant; water treatment plant)**: 정수처리에 필요한 설비가 있는 장소. 원수 수질에 따라 정수방법이 다르나 일반적으로 정수장 내의 시설로서 착수정, 응집지, 침전지, 여과지, 약품주입설비, 소독설비, 정수지, 폐수처리시설, 관리실 등이 있음
- **정수처리흐름도**: 취수장(한강)→취수펌프실→염소투입실[전(前)처리]→약품투입실→혼화지→응집지→침전지→여과지→염소투입실[후(後)처리]→정수지→송수펌프실→배수지→가정급수입
- **조도(粗度, roughness)**: 수로 등의 벽면의 거친 정도를 보여주어, 유체와 벽면의 경계면에 일어나는 에너지 손실의 정도를 표현한 것
- **조도계수(粗度係數, roughness coefficient)**: 관수로 및 관로에서 벽면의 거친 정도를 나타내는 계수. 즉, 유체와 벽면에 생기는 에너지손실을 표시한 것. 구체적으로는 Manning의 평균유속공식과 Ganguillet-Kutter의 평균유속공식에서의 n 을 가리키지만, 같은 벽면재에 대해서 두 개 식에서의 수치가 조금 달라지므로 Manning의 조도계수, Ganguillet-Kutter의 조도계수라고 구별하여 부르기도 함
- **최소토피**: 지표면으로부터 지중에 매설된 관 상단까지의 거리를 의미함
- **추진공사**: 상수관의 매설 시 하천, 언덕, 지장물 등 회피하기 어려운 환경에서 지면을 개착하지 않고 지중에서 유압잭, 굴착기 등을 활용하여 관을 매설하는 공법
- **침전수(침전처리수)(沈澱處理水, settled water; clarified water)**: 침전지에 있어서 탁질이 침강한 후의 상징수를 일컫는 말. 침후수(沈後水)라고도 하고, 여과지로의 유입수가 됨. 침전처리수의 탁도는 여과지의 부하(負荷)를 줄이기 위해 작을수록 좋지만, 수도의 경우 경제성 등을 고려하여, 통상탁도에서 1~2도, 고탁도(高濁度)시에는 4~6도를 넘지 않도록 하는 것이 표준적임
- **침전지(沈澱池, sedimentation tank; sedimentation basin; settling tank, clarifier)**: 물보다도 무거운 입자는 정수(靜水) 속이나 극히 고요한 물결 속에서는 침강해서 물과

분리됨. 이 원리를 이용해서, 원수(原水)를 고요히 흐르는 넓은 못에 유입시켜 원수 속의 입자(현탁물)를 분리하는 못을 침전지 또는 침전조라고 함

- **표준품셈**: 건설공사 중 일반화된 공종, 공법을 기준으로 공사에 소요되는 자재, 공량을 정해 정부·지방자치단체·정부투자기관이 공사의 예정가격을 산정하기 위한 기준으로 매년 말 국토교통부와 함께 대한건설협회, 대한전기협회, 한국정보통신공사협회가 관장하여 표준화함

