

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업

남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업

2021년 사업계획 적정성 검토 보고서

남강댐 광역 1단계 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

남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업

제 출 문

기획재정부 장관 귀하

본 보고서를 귀 기획재정부가 의뢰한 『남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업』의 사업계획 적정성 검토 최종보고서로 제출합니다.

2021. 8.

한국조세재정연구원 원장 김 재 진

< 연구진 >

■ 「남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업」 사업계획 적정성 검토

한국조세재정연구원 연구진 : 허경선 선임연구위원(연구총괄)
김종혁 선임연구원

외부 연구진 : 이용우 (주)위드엔지니어링 상무
장영섭 (주)위드엔지니어링 이사

내부 검토위원 : 원종학 선임연구위원

검토위원 : 현인환 단국대학교 명예교수
김종석 (주)건화 이사

목 차

요약	1
제 I 장 사업계획 적정성 검토의 개요	77
제1절 사업의 추진 배경	77
1. 사업의 추진 배경	77
2. 사업의 목적 및 기대효과	77
제2절 사업의 추진 경위 및 주요 내용	78
1. 사업의 추진 근거	78
2. 사업의 추진 경위	80
3. 사업의 개요	81
제3절 사업계획 적정성 검토의 배경 및 주요 내용	84
1. 사업계획 적정성 검토의 배경 및 목적	84
2. 사업계획 적정성 검토의 범위	85
3. 사업계획 적정성 검토의 주요 내용	86
제 II 장 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점	89
제1절 기초자료 분석	89
1. 남강댐 광역 I 단계 상수도 현황	89
제2절 관련계획 검토	98
1. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」	98
제3절 사업계획 적정성 검토의 주요 쟁점	102
1. 기술적 검토 관련 쟁점	102
2. 비용추정 관련 쟁점	103

제Ⅲ장 기술성 분석	105
제1절 주요 사업내용 검토	105
1. 개요	105
2. 노후관 개량	107
3. 대체관로 신설	112
제2절 노후관 개량계획	114
1. 노후관 개량 시행 기준	114
2. 노후관 개량 대상 선정	115
3. 노후관 개량공법 선정	127
제3절 대체관로 계획	136
1. 대체관로 시행 기준	136
2. 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토	138
제Ⅳ장 비용 추정	165
제1절 비용추정의 개요	165
1. 검토 개요	165
2. 비용추정을 위한 시설 계획 검토	166
제2절 총사업비 추정	168
1. 공사비 추정	168
2. 용지보상비 추정	186
3. 시설부대경비 추정	189
4. 예비비 추정	191
5. 총사업비 집계	191
6. 총사업비의 연차별 배분계획	192
제3절 경상운영비 추정	193
1. 인건비	193

2. 전력비	193
3. 유지수선비	193
4. 일반관리비	194
5. 경상운영비 총괄	194
제4절 비용추정 결과 종합	195
제V장 정책성 분석	196
제1절 정책성 분석의 체계	196
제2절 사업추진여건	197
1. 정책 일치성 등 내부여건	197
2. 지역주민 사업 수용성 등 외부여건	202
제3절 정책효과 검토	204
제4절 사업 특수평가항목 검토	205
1. 자원조달 가능성	205
제VI장 지역균형발전 분석	211
제1절 지역낙후도	211
1. 개요	211
2. 지역낙후도 산정 및 지표	211
3. 지역낙후도 분석 결과	214
제2절 지역경제 파급효과	216
1. 지역간 산업연관모형(IRIO)의 개요	216
2. 한국은행 지역간 산업연관모형의 개요	217
3. 건설 등 세부문별 분석방법	220
4. 지역경제 파급효과 분석을 위한 유발계수	223
5. 지역경제 파급효과 분석 결과	230

제1장 종합평가 및 정책 제언	235
제1절 종합평가	235
제2절 정책제언	238
참고문헌	240
부록	242

표 목차

〈표 I-1〉 사업의 추진경과	80
〈표 I-2〉 남강 광역 I 단계 노후관 개량사업 시설 계획 개요	82
〈표 I-3〉 사업계획서상 총사업비	82
〈표 I-4〉 재원분담 주체별·용도별 총사업비 구분	83
〈표 I-5〉 연차별 소요예산	83
〈표 II-1〉 남강댐계통 광역상수도 취수장 시설 현황	89
〈표 II-2〉 정수장 시설 현황표	91
〈표 II-3〉 남강댐계통 광역상수도 관로 현황	92
〈표 II-4〉 남강댐계통 광역상수도 I 단계 관로 현황	93
〈표 II-5〉 BOX 구조물 및 마제형 터널 현황(실측기준)	94
〈표 II-6〉 남강댐 광역상수도(I 단계) 밸브실 현황	95
〈표 II-7〉 광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화 계획	99
〈표 II-8〉 2025 수도정비기본계획 변경의 노후관 개량 사업계획	100
〈표 II-9〉 남강권 노후관 개량사업계획	101
〈표 III-1〉 기관별 노후도의 정의	108
〈표 III-2〉 노후관 개량공법 선정	110
〈표 III-3〉 간접평가와 직접평가의 평가등급 비교	111
〈표 III-4〉 노후관 대체관로 계획	113
〈표 III-5〉 상수도 시설물의 내용연수	114
〈표 III-6〉 특·광역시 노후관로 선정기준	115
〈표 III-7〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 매설연수별 관로 현황	117

〈표 Ⅲ-8〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 관종별 관로 현황	117
〈표 Ⅲ-9〉 최근 5년간 관로사고 유발인자	118
〈표 Ⅲ-10〉 최근 5년간 경과연수별 관로사고 현황	118
〈표 Ⅲ-11〉 최근 5년간 관종별 사고 현황	118
〈표 Ⅲ-12〉 남강댐(1) 사고 발생 현황	119
〈표 Ⅲ-13〉 남강댐(1) 관로사고 현황	119
〈표 Ⅲ-14〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장	120
〈표 Ⅲ-15〉 구간별 관로연장 및 개량연장 검토 결과	121
〈표 Ⅲ-16〉 노후관 상태평가 등급 기준 및 개량공법(안)	122
〈표 Ⅲ-17〉 수도권(Ⅰ) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법	123
〈표 Ⅲ-18〉 수도권(Ⅱ) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법	124
〈표 Ⅲ-19〉 금강 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법	124
〈표 Ⅲ-20〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 개량방안	125
〈표 Ⅲ-21〉 관세척 공식 검토	127
〈표 Ⅲ-22〉 관세척 공법비교(1)	128
〈표 Ⅲ-23〉 관세척 공법비교(2)	128
〈표 Ⅲ-24〉 관 갱생공법 현황	129
〈표 Ⅲ-25〉 관 갱생공법 시공실적	130
〈표 Ⅲ-26〉 SLW 공정도	131
〈표 Ⅲ-27〉 HSLs 공정도	132
〈표 Ⅲ-28〉 SCSL 공정도	134
〈표 Ⅲ-29〉 노후관 대체관로 계획 수립 기준	136
〈표 Ⅲ-30〉 기존 관로 유속계수	139
〈표 Ⅲ-31〉 신설 관로 유속계수	139
〈표 Ⅲ-32〉 국내·외 문헌 및 시설기준의 유속계수 검토	140
〈표 Ⅲ-33〉 국내 상수도 사업 시 C값 적용 사례	141

〈표 III-34〉 남강댐 광역상수도 시설용량 및 수요량	143
〈표 III-35〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 구간 설정 및 판단 기준	144
〈표 III-36〉 관로 노후도 조사 결과	146
〈표 III-37〉 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(사업 전)	146
〈표 III-38〉 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	147
〈표 III-39〉 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	147
〈표 III-40〉 관로 노후도 조사 결과	148
〈표 III-41〉 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(사업 전)	149
〈표 III-42〉 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(사업 전)	149
〈표 III-43〉 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	150
〈표 III-44〉 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	150
〈표 III-45〉 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	151
〈표 III-46〉 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	152
〈표 III-47〉 관로 노후도 조사 결과	153
〈표 III-48〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(사업 전)	154
〈표 III-49〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	155
〈표 III-50〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	155
〈표 III-51〉 관로 노후도 조사 결과	156
〈표 III-52〉 서포계통분기~서포관말 구간 수리계산 결과(사업 전)	157
〈표 III-53〉 서포계통분기~서포관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	158
〈표 III-54〉 서포계통분기~서포관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	158
〈표 III-55〉 관로 노후도 조사 결과	159
〈표 III-56〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(사업 전)	160
〈표 III-57〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)	161
〈표 III-58〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)	161
〈표 III-59〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 결과	162

〈표 III-60〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 대체관로 연장	163
〈표 III-61〉 사업물량 비교	164
〈표 IV-1〉 비용추정을 위한 시설계획	167
〈표 IV-2〉 관세척공사 단가(품셈기준)	168
〈표 IV-3〉 관세척공사 단가(업체별 견적가)	169
〈표 IV-4〉 관세척공사 단가비교 결과	169
〈표 IV-5〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 실시설계)	170
〈표 IV-6〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 사업계획 적정성 검토)	170
〈표 IV-7〉 비구조적 갱생공사 단가(전략계획수립)	171
〈표 IV-8〉 비구조적 갱생공사 단가비교 결과	172
〈표 IV-9〉 대체관로공사비(광양 1단계 실시설계)	173
〈표 IV-10〉 대체관로공사비(2025 수도정비기본계획(변경))	174
〈표 IV-11〉 대체관로공사비(전략계획 수립)	175
〈표 IV-12〉 대체관로공사비 비교검토 결과	176
〈표 IV-13〉 검토안 표준단가 산정기준	176
〈표 IV-14〉 대체관로 관경별 표준단가 산정결과(검토안 적용)	177
〈표 IV-15〉 밸브개량 단가 산정결과(검토안, 대안 적용)	178
〈표 IV-16〉 관세척공사비(검토안)	179
〈표 IV-17〉 관갱생공사비(검토안)	179
〈표 IV-18〉 관로공사비(검토안)	180
〈표 IV-19〉 관로추진공사비(검토안)	180
〈표 IV-20〉 TIE시설공사비(검토안)	181
〈표 IV-21〉 전기방식공사비(검토안)	181
〈표 IV-22〉 밸브개량공사비(검토안)	181
〈표 IV-23〉 공사비 집계(검토안)	182

〈표 IV-24〉 관객생공사비(대안)	182
〈표 IV-25〉 관로공사비(대안)	183
〈표 IV-26〉 관로추진공사비(대안)	183
〈표 IV-27〉 TTE시설공사비(대안)	183
〈표 IV-28〉 전기방식공사비(대안)	184
〈표 IV-29〉 밸브개량공사비(대안)	184
〈표 IV-30〉 공사비 집계(대안)	184
〈표 IV-31〉 공사비 추정결과	185
〈표 IV-32〉 보상면적 산정	186
〈표 IV-33〉 용도지역 및 이용 상황별 보상배율	187
〈표 IV-34〉 지목별 평균 공시지가	187
〈표 IV-35〉 토지보상비 대비 지장물 및 기타 보상비 배율	188
〈표 IV-36〉 표준지 평균 공시지가 및 용지보상비	188
〈표 IV-37〉 검토안 보상비 산정	189
〈표 IV-38〉 대안 보상비 산정	189
〈표 IV-39〉 시설부대경비 산정(검토안)	190
〈표 IV-40〉 시설부대경비 산정(대안)	190
〈표 IV-41〉 시설부대경비 산정결과	190
〈표 IV-42〉 총사업비 산정결과	191
〈표 IV-43〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)	192
〈표 IV-44〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)	192
〈표 IV-45〉 수자원사업의 부문별 내용연수	194
〈표 IV-46〉 경상운영비(유지수선비) 산정	194
〈표 IV-47〉 총사업비 추정결과	195
〈표 IV-48〉 경상운영비(유지수선비) 산정	195

〈표 V-1〉 정책성 분석 평가 항목	196
〈표 V-2〉 사업의 추진 경위	201
〈표 V-3〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)	205
〈표 V-4〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)	206
〈표 V-5〉 상수도시설의 자원부담 비율	206
〈표 V-6〉 2020~2024 국가재정운용계획의 분야별 자원배분 계획	207
〈표 V-7〉 SOC 분야 지출 전망(국가재정운용계획)	208
〈표 V-8〉 한국수자원공사 요약재무상태표	209
〈표 V-9〉 한국수자원공사 요약연결포괄손익계산서	209
〈표 V-10〉 한국수자원공사의 중장기 재무전망('20~'24)	210
〈표 VI-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요	212
〈표 VI-2〉 지역낙후도지수 산정을 위한 지표 간 가중치	213
〈표 VI-3〉 시·도별 지역낙후도 지표별 순위	214
〈표 VI-4〉 사업지역의 지역낙후도지수 및 순위	215
〈표 VI-5〉 지역내 산업연관표의 기본구조	219
〈표 VI-6〉 지역간 산업연관표(IRIO)의 기본구조	219
〈표 VI-7〉 세분류가 필요한 부문	220
〈표 VI-8〉 IRIO 분석을 위한 남강댐 광역 1단계 투자비	231
〈표 VI-9〉 지역경제 파급효과(검토안)	232
〈표 VI-10〉 지역경제 파급효과(대안)	233
〈표 VI-11〉 지역경제 활성화 효과	234
〈표 VII-1〉 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표	237

그림 목차

[그림 I -1] 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 위치도	81
[그림 I -2] 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도	85
[그림 II -1] 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 계획 평면도	96
[그림 II -2] 남강댐 광역상수도 1단계 공급계통도	97
[그림 II -3] 2025 수도정비 기본계획의 기본방향	98
[그림 III -1] 기술적 분석을 위한 플로우 차트	107
[그림 III -2] 노후관 개량공법의 분류	108
[그림 III - 3] 노후관로 사고율 곡선	111
[그림 III - 4] 관로 유지관리 사이클	112
[그림 III -5] 남강댐계통 광역상수도(1단계) 관로 현황	116
[그림 III -6] 남강댐계통 광역상수도(I) 대체관로 신설 계획	137
[그림 III -7] 경제적 관경 선정 모식도	142
[그림 III -8] 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리계산(2025년 일최대 수요량 기준)	145
[그림 IV-1] 비용 구성도	165
[그림 VI-1] 산업연관분석 유발효과의 개념	227

요약

제 I 장 사업계획 적정성 검토의 개요

1. 사업의 추진 배경

□ 사업 내용

- 사업위치: 사천시, 통영시, 고성군(급수지역), 남강댐(취수원)
- 사업규모:
 - 시설용량: 127천m³/일(남강댐 1단계 광역상수도)
 - 사업구간: 노후관 개량 98.3km(200~1,100mm), 대체관로 48.2km(800~1,100mm)
- 사업기간: 2021~2027년(7년)
- 추진주체: 환경부(주관부처), 한국수자원공사
- 총사업비: 2,296억원(국고 689억원, 한국수자원공사 1,607억원)

□ 사업의 추진배경

- 「수도법」 제4조 및 이에 따른 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」, 2015. 8.

〈표 1〉 추진 근거: 「수도법」 제4조

「수도법」(법률 제16607호)

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

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

2. 사업의 목적 및 기대효과

가. 사업의 목적

□ 사업의 목적

- 관로 노후화(1989년 매설·준공, 32년 경과)로 인한 사고 발생 시 용수 공급이 불가능하여 막대한 사회·경제적 피해가 예상되므로 적기에 노후관 개량을 시행함으로써 수돗물 공급중단 및 수질이상 등 수도사고 예방을 통한 안정적인 용수공급 도모
- 남강댐 광역상수도는 최근 10년간(2010~2019년) 7건의 사고(최근 5년간은 3건) 발생

나. 사업의 기대효과

□ 사업의 기대효과

- 광역상수도 노후관로 적기 개량으로 시설물 수명연장 및 관로 사고 발생 위험도 저감, 국가 주요산단 용수공급 안정성 제고
- 기존 관로 재사용 및 수명연장 新건설공법 도입으로 신규 관로 대체 및 사업비 절감
- 물에 대한 국민의 안정성 및 신뢰성 향상

3. 사업의 주요 내용

가. 사업의 추진근거

- 「수도법」 제4조 및 이에 따른 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」, 2015. 8.

「수도법」 [시행 2020. 11. 27.]

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. <개정 2008. 2. 29., 2010. 5. 25., 2011. 11. 14., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

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. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

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

나. 사업의 추진경위

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

〈표 2〉 사업의 추진경과

구분	내용
2009. 05.	노후관 개량 및 중장기 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(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 고시(국토교통부)
2016. 11.	남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단 시행(한국수자원공사)
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역(한국수자원공사)
2020. 09.	남강댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립(한국수자원공사)

출처: 남강댐 광역 1단계 및 대청댐 광역 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

다. 사업의 개요

□ 사업의 주요 내용

- 사업위치: 사천시, 통영시, 고성군(급수지역), 남강댐(취수원)
- 사업규모:
 - 시설용량: 127천㎥/일(남강댐 1단계 광역상수도)
 - 사업구간: 노후관 개량 98.3km(200~1,100mm), 대체관로 48.2km(800~1,100mm)
- 사업기간: 2021~2027년(7년)
- 추진주체: 환경부(주관부처), 한국수자원공사
- 총사업비는 2,296억원(국고 689억원, 한국수자원공사 1,607억원)으로 제시됨
 - 지원형태: 국고현금출자
 - 재원분담: 국가, 한국수자원공사
 - 국고지원비율(회계구분): 국고 30%, 한국수자원공사 70%
 - 시설운영비 충당방식: 수도요금에 의한 운영비 회수
- 소요예산 산출
 - 재원분담 주체별·용도별 총사업비 구분
 - 총사업비 구성

[그림 1] 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 위치도



출처: 저자 작성

〈표 3〉 사업계획서상 총사업비

(단위: 백만원)

구분	금액	산출근거
총사업비(백만원)	229,550	
1. 공사비	184,598	
1.1 노후관 개량	70,764	갱생=47.9km, 세척=50.3km
1.2 대체관로 신설	111,123	L=48.2km
1.3 부대공	2,711	Tie=11개소
2. 보상비	5,415	
3. 시설부대경비	18,669	
3.1 조사비	1,846	공사비의 1%
3.2 설계비	7,144	공사비의 3.87%
3.3 공사관리비	9,679	공사비+조사비+설계비의 5%
4. 예비비	20,868	1+2+3의 10%

출처: 한국수자원공사, 『남강(1) 광역상수도 노후관 개량사업 기본구상(요약)』, 2020. 10.

- 재원분담 주체별·용도별 총사업비 구분

〈표 4〉 재원분담 주체별·용도별 총사업비 구분

(단위: 억원)

	공사비	용지보상비	시설부대경비	예비비	계
정부	555	16	56	62	689
한국수자원공사	1,295	38	131	143	1,607
계	1,850	54	187	205	2,296

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

- 연차별 소요예산

〈표 5〉 연차별 소요예산

(단위: 억원)

	계	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
정부	689	9	28	28	156	156	156	156
한국수자원공사	1,607	18	65	65	364	365	365	365
계	2,296	27	93	93	520	521	521	521

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

라. 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

마. 사전용역 결과

□ 남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단용역

- 조사기관: 한국시설안전공단
- 조사기간: 2016. 11.
- 용역결과: 관로시설의 종합평가등급은 C등급으로서 관로의 갱생·개량 등이 필요한 것으로 조사됨
* C등급(보통): 주요 부재에 경미하거나 광범위한 결함 발생으로 내구성, 기능성 저하 방지를 위해 보수·보강이 필요한 상태

□ 수도시설 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 88%(98.3km/111.6km)가 II, III등급으로 관로의 개량(세척 및 갱생), 48.2km 구간은 대체 필요

* III등급(강관): 노후화가 상당히 진행되어 내연 도장재 박리비율 10% 이상으로 갱생이 필요한 상태

- 또한 전체 주철관의 약 70%가 II등급으로 세척이 필요한 상태임

* II등급(주철관): 노후화가 진행 중으로 수질에 영향을 줄 수 있으므로 세척이 필요한 상태

제II장 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

1. 기초자료 분석

가. 남강댐 광역 1단계 상수도 현황

□ 시설개요 및 연혁

○ 남강댐 광역상수도(I, II)는 사천시, 고성군, 통영시로 정수를 공급하는 남강댐 광역상수도 I단계, 사천시, 고성군, 통영시, 거제시, 진주시, 하동군, 남해군으로 공급하는 남강댐 광역상수도 II단계로 구성됨

- 남강 광역 I: '84~'89년

- 남강 광역 II(1차): '95~'05년

- 남강 광역 II(2차): '11년~'13년

○ 남강댐 광역상수도 I단계: 시설용량 121,000m³/일

□ 용수공급 현황

○ 용수공급은 사천정수장에서 325,000m³/일을 정수 처리 후 I단계(121천m³/일) II단계(204천m³/일)로 배분함

- I단계: 고성군에 16,600m³/일, 통영시에 60,900m³/일, 사천시에 43,500m³/일 공급

□ 관로시설 현황

- 남강댐 광역상수도 관로길이는 총 340.2km이며(I 단계, II단계 포함)
 - 도수관로는 총 25.4km, 송수관로 314.8km
- 남강댐 광역 I 단계 총관로길이는 112.5km임
 - 도수관로 12.1km, 송수관로 100.4km

[그림 2] 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 계획 평면도



출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

- 금회 사업대상지역인 남강댐 광역상수도 1단계 시설은 사업대상 112.5km 중 관 노후도 평가결과 반영 후 일부 구간을 제외한 98.2km를 정비 대상으로 선정
- 기초조사 후 관 상태 직접평가 후 개량 공법 선정 결과, 전체 110.5km 중 3등급 86.5km, 2등급 11.8km 갱생 필요
 - 3등급은 갱생 작업, 2등급은 세척으로 노후관 개량 실시
 - 개량기간 동안 정상적 용수 공급이 불가능한 구간은 대체관로 설치 계획
 - 갱생구간: 남강취수장~사천정수장~충무관말 구간 47.9km
 - 세척구간: 삼천포계통, 서포계통, 회화계통 구간 50.4km
 - 대체관로: 도수계통, 충무계통 구간 48.2km

〈표 6〉 남강댐계통 광역상수도 1단계 관로 현황

관로 계통	관로명	관종	관경 (mm)	연장 (m)	Sta. No.	비고
도수 계통	남강취수장~사천정수장	SP	1,100	12,085.88	0+0~302+6	
충무 계통	사천정수장~조절지	SP	900	21,388.07	0+0~534+28.07	
	조절지~회화계통분기	SP	900	4,940	0+0~123+3.04	터널 포함
		SP	800	3,714.26	123+3.04~215+37.26	
	회화계통분기~충무계통관말	SP	800	17,794.03	0+0~444+34.03	
회화 계통	회화계통시점~회화계통관말	DCIP	300	5,326	0+0~133+36.61	
		DCIP	200	4,910.7	133+36.61~256+26.70	
		DCIP	150	30	0+0~0+30	
삼천포 계통	사천정수장~사남공단분기	DCIP	700	4,543.02	0+0~113+23.02	
	사남공단분기~삼천포계통관말	DCIP	700	14,342.36	0+0~358+22.36	
서포 계통	서포계통분기~서포계통관말	DCIP	300	1,040.00	0+0~26+0.00	
		DCIP	250	3,962	26+0.00~125+2	
		DCIP	200	17,349.65	125+2~558+31.65	
사남 계통	사남공단분기~사남관말	DCIP	250	1,036.07	0+0~25+36.07	
합계				112,462.04		

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

- 터널 현황 1개소 위치
 - I 단계 수로터널 충무계통(조절지~회화계통)인 조절지 이후에 위치
 - 개착 후 시공한 철근콘크리트 BOX 구조물과 강지보공의 마제형 무근콘크리트라이닝으로 시공된 마제형 터널로 구분됨

〈표 7〉 BOX 구조물 및 마제형 터널 현황(실측기준)

구분	시설물 현황	
	BOX 구조물	마제형 터널
위치	송수관로(총무계통) Sta. No. 2+38.11~6+8.11	송수관로(총무계통) Sta. No. 6+8.11~19+6.78
연장	130.3m	518.37m
구조형식	철근콘크리트	지보터널(무근라이닝)
단면규격	폭 2.0m, 높이 2.0m	내경 2.0m
송수관로 규격	D900mm, L=648.7m	

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

- 밸브실 현황(I 단계)
 - 상수도 밸브실은 469개소

〈표 8〉 남강댐 광역상수도(I 단계) 밸브실 현황

(단위: 개소)

단계명	계통명	공기 밸브실	신축 관실	유량 계실	이도 밸브실	제수 밸브실	감압 밸브실	점검실	합계
남강댐 광역상수도 I 단계	도수계통	12	30		13	14			69
	사남계통	1		3		1			5
	삼천포계통	23		6	21	19			69
	서포계통	24		6	19	23			72
	총무계통	45	64	7	53	46		3	218
	회화계통	12		5	11	8			36
	소계	117	94	27	117	111		3	469

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

- 비상관로 현황(I 단계)
 - 비상연계 관로 18개소

2. 관련계획 검토

가. 「2025 수도정비기본계획(광역 및 공업) 변경」(국토교통부, 2015)

□ 의의

- 광역상수도 및 공업용수도 관련 최상위 계획.
- 기후변화 및 물부족 시대에 대비한 정책방향 제시
- 국민의 삶의 질 향상 및 산업기반시설 지원
 - 관로시설 안정화를 위한 사업계획 수립 및 투자 우선순위 선정
 - 남강 광역 1단계 노후관 개량사업은 우선 순위 1그룹 지정
 - 노후관 개량 98.90km(D150~1,100mm), 대체관로 48.39km(D600~1,100mm)

□ 목적 및 필요성

- 안정적이고 안전한 물 공급 시스템 구축방안을 검토, 이를 실현하기 위한 중장기 계획을 수립
- 중단 없는 수도물 공급시스템 구축, 합리적인 투자방안 수립

□ 기본방향

- 도수관로부터 수용가까지 관로시설 사고 등으로 인한 비상시뿐만 아니라 평상시에도 안정적인 용수공급이 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 방안 제시
- 또한 수도시설 간(광역-광역, 광역-지방) 연계방안 등을 검토하여 인접한 시설물 간에도 연계가 가능하도록 계획을 수립

□ 계획의 개요

- 관로시설에 대한 안정화계획에 소요되는 사업비는 총 2조 9,985억원

〈표 9〉 광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화 계획

(단위: 억원)

구분		사업개요	사업비	비고
계		-	29,985	
노후관 개량		• 노후관 개량: 752.2km(기시행 10.3km) • 대체관로: 291.4km(기시행 14.1km)	14,749	
관로 복선화등	소계	-	15,087	
	관로복선화	• 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 • 전기방식 및 유량계 개량	374 461	
관망 기술진단		• 48개소	149	

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

□ 관로 안정화 사업계획

- 관로 안정화 사업계획에서는 진행 중인 관로 안정화사업을 반영하고, 노후관 직·간 접평가를 통한 노후관 개량계획 수립 및 수용가 단수 여부 등을 고려한 신규 복선화 사업계획을 수립. 진행 중인 사업은 사업타당성 등을 재검토하여 사업시기 및 사업 계획을 조정
- 사업우선순위 선정기준에 따라 사업계획을 검토한 결과, 관로 안정화사업은 사업규모상 급회 계획의 목표연도인 2025년까지 완료하기가 어려워 2030년까지 최종 완료하는 것으로 계획
- 노후관 개량사업 계획
 - 남강권: 노후관 개량 D150~1,100mm, 113.3km, 대체관로 D500~1,100mm, 54.6km(사업비 1,678.4억원)
 - 남강권은 노후도 평가결과를 반영하여 거제공업용수도 및 남강댐 광역상수도 관로 구간 113km(D150~1,100mm)에 대해 노후관 개량사업을 시행하는 것으로 계획
 - 그중 급회 사업대상인 남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업은 노후관 개량 98.9km (D150~1,100mm), 대체관로 신설 48.4km(D600~1,100mm)로 계획

〈표 10〉 남강권 노후관 개량사업 계획

(단위: 억원)

구분	사업 내용	사업비		사업기간	비고
		기집행	장래		
계	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D150~1,100mm, 113.3km 대체관로 D500~1,100mm, 54.6km 	-	1,678.4	-	
거제공업	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D300~900mm, 14.4km 대체관로 D500~900mm, 6.2km 	-	137.0	'17~'19	
구천	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D350~900mm, 9.2km 대체관로 D500~900mm, 6.2km 	-	102.4	'17~'19	
연초	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D300~450mm, 5.2km 	-	34.6	'17~'19	
남강댐	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D150~1,100mm, 98.9km 대체관로 D600~1,100mm, 48.4km 		1,541.4	'18~'24	
도수	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D900~1,100mm, 12.1km 대체관로 D900~1,100mm, 12.1km 	-	252.4	'18~'24	
충무	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D600~900mm, 36.3km 대체관로 D600~900mm, 36.3km 	-	760.2	'18~'24	
회화	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D150~300mm, 10.3km 	-	107.9	'18~'24	
삼천포	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D700mm, 18.9km 	-	197.9	'18~'24	
서포	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D200~300mm, 21.3km 	-	223.0	'18~'24	

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

3. 사업계획 적정성 검토의 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 반영하려 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
 - 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 매설 후 매 10년 이내 1회 이상 시행해야 한다’
 - 관세척은 상수관로의 안정성을 위한 기술적 관점에서는 반드시 필요한 사업으로 노후관의 수질개선 및 조도계수 향상에는 효과적이거나, 노후관 개량사업의 목적 중 하나인 생애주기 향상 효과는 기술적으로 검증되지는 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. 비용추정 관련 쟁점

□ 공사비 단가 검토

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

□ 용지보상비 검토

- 용지보상비 산정을 위한 자료요청에 대한 회신
 - (용지도) 「수도정비기본계획 및 기본구상」에서는 개략적인 노선을 산정하여 노선별 지목이 구분된 자료는 없음
 - (보상비 산출자료) 「남강댐 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상(2020)」 5장 및 부록4에 수록
- 용지보상비 검토안
 - 기존 남강 1단계 관로와 병렬로 부설되는 것으로 가정하여 기존 수도부지 추가 매입하는 것으로 계획(추가매입 도로 폭(B) = 3.0m)
 - 각 지자체의 지목별 표준지와 공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정하여 적용
 - 용지보상비 산정 시 국공유지는 제외(기본구상_기존 관로 포함 A=83,790㎡ 사유지로 용지보상 필요)

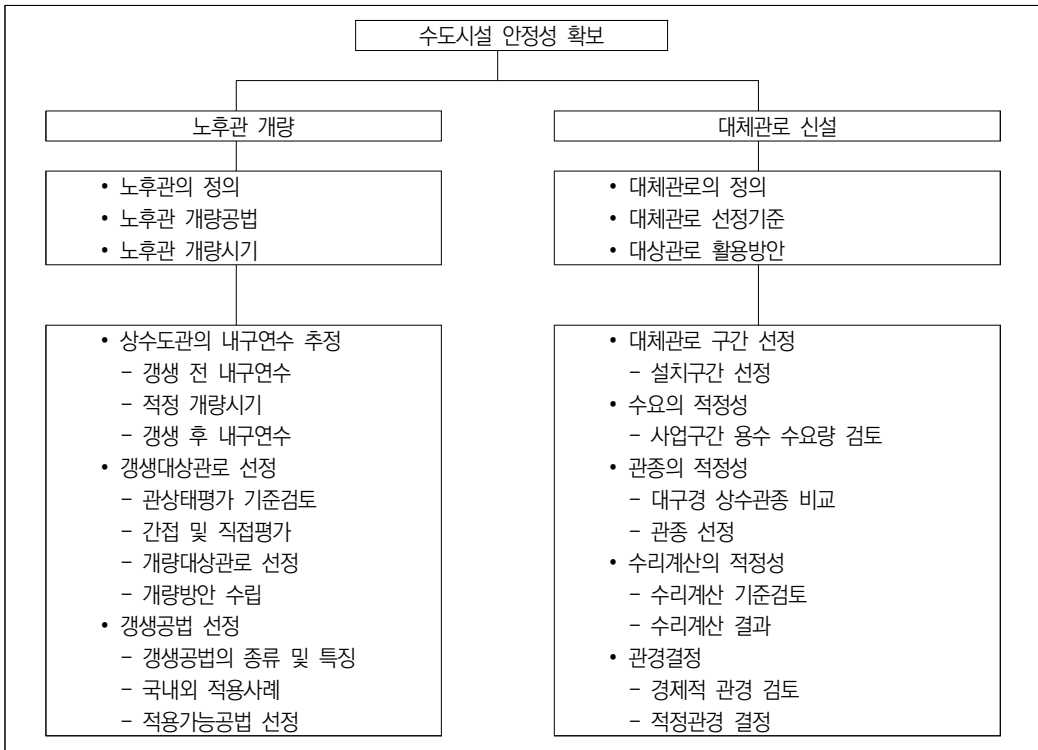
제3장 기술성 분석

1. 주요 사업내용 검토

□ 개요

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

[그림 4] 기술적 분석을 위한 플로우 차트



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

□ 노후관의 정의

- 기능적 열화가 발생된 관로는 ‘노후관’이라 정의할 수 있으며, 이는 관이 제기능을 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 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 매설 후 16년 이상 경과한 수도관 중 관색(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 잦은관, 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.

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

□ 노후관 개량공법

- 관로 개량공법은 같이 기존관 전체를 교체하는 굴착교체 공법과 기존관을 존치하고 관 내·외부를 보수·보강하는 비굴착 갱생공법으로 구분할 수 있음
- 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

〈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 기존관 청소후 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, 약취 등 대기 오염 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 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"> 작업구간 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)

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

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 산정하도록 되어 있음”

〈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

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

나. 노후관 개량 대상 선정

□ 관로 시설 현황

- 남강댐계통 광역상수도(1단계)의 대부분은 1989년에 설치되었으며, 관로의 용도는 원수, 공업용수, 생활용수로 사용 중임
- 관로의 총연장은 약 112.5km, 관로의 관경은 D150mm~D1,100mm(터널 제외), 주요 관종은 도복장 강관(SP), 덕타일 주철관(DCIP)으로 구성되어 있음

〈표 14〉 남강댐계통 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
도수계통		12,086	-	-	-	-	-	-	12,086
정수계통	총무	47,816	1,772	-	4,830	3,499	7,288	-	30,427
	삼천포	18,886	-	-	1,283	-	-	-	17,603
	서포	22,352	-	390	240	1,011	-	-	20,711
	회화	10,267	626	-	80	-	-	-	9,561
	사남(운휴중)	1,036	-	-	-	-	-	-	1,036
합계		112,443	2,398	390	6,433	4,510	7,288	-	91,424

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

〈표 15〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 관종별 관로 현황

(단위: m)

계통명	구간명	관종별 관로연장					
		계	강관	DCIP	CIP	터널	PC관
도수계통		12,086	12,086	-	-	-	-
정수계통	총무	47,816	47,816	-	-	-	-
	삼천포	18,886	-	18,886	-	-	-
	서포	22,352	-	22,352	-	-	-
	회화	10,267	-	10,267	-	-	-
	사남(운휴중)	1,036	-	1,036	-	-	-
합계		112,443	59,902	52,541	-	-	-

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

□ 개량 대상관로 선정

- 본 검토에서는 한국수자원공사의 관상태평가 기준을 준용하여 실시한 『남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단』(한국시설안전공단, 2016) 결과 및 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020) 성과를 활용하여 개량 대상관로를 선정함. 이에 따라 본 검토안의 개량대상 관로는 총관로연장 112.5km 중 터널구간, 개량사업 기시행 구간 및 운휴중인 사남계통을 제외한 총 89.3km임

〈표 16〉 구간별 관로연장 및 개량연장 검토 결과

(단위: mm, m)

계통	구간	관종	관경	계	I 등급	II 등급	III 등급	정비 제외
합계				112,462	21,368	47,526	41,755	1,813
도수 계통	소계			12,086	-	-	12,086	-
	남강취수장 ~사천정수장	SP	1,100	12,086	-	-	12,086	-
충무 계통	소계			47,836	17,391	-	29,669	777
	사천정수장 ~조절지	SP	900	21,388	11,583	-	9,805	-
	조절지 ~회화계통분기	SP	800	3,714	63	-	3,651	-
			900	4,940	2,250	-	1,913	777
회화계통분기 ~충무계통관말	SP	800	17,794	3,495	-	14,299	-	
삼천포 계통	소계			18,885	1,282	17,603	-	-
	사천정수장 ~사남공단분기	DCIP	700	4,543	-	4,543	-	-
	사남공단분기 ~삼천포계통관말	DCIP	700	14,342	1,282	13,060	-	-
서포 계통	소계			22,352	1,641	20,711	-	-
	서포계통분기 ~서포계통관말	DCIP	200	17,350	1,641	15,709	-	-
			250	3,962	-	3,962	-	-
			300	1,040	-	1,040	-	-
회화 계통	소계			10,267	1,055	9,212	-	-
	회화계통시점 ~회화계통관말	DCIP	150	30	-	30	-	-
			200	4,911	975	3,936	-	-
300			5,326	80	5,246	-	-	
사남 계통	소계			1,036	-	-	-	1,036
	사남공단분기 ~관말	DCIP	250	1,036	-	-	-	1,036

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

□ 구간별 개량방안 검토

- 노후관 상태평가 등급 기준 및 갱생공법(안)에 의거하여 II등급 관로는 세척공법, III 등급 관로는 비구조적 갱생을 통한 개량으로 선정함

〈표 17〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 개량방안

계통	구간	구간(Sta.No.)	자원			관상태평가		개량방안
			관종	관경(mm)	연장(m)	간접평가	직접평가	
도수계통	남강취수장 ~사천정수장	0+0~302+5.88	SP	1,100	12,086	Ⅱ	Ⅲ	비구조적 갱생
총무계통	사천정수장 ~조절지	76+26.18~105+22.36	SP	900	1,156	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		148+17~162+18.9	SP	900	562	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		165+19.27~212+0	SP	900	1,861	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		247+31~302+38.54	SP	900	2,208	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		334+0~362+28.79	SP	900	1,149	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		367+28.85~389+9.66	SP	900	861	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		413+8~425+11	SP	900	483	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		496+22~534+28.07	SP	900	1,526	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
	조절지 ~회화계통 분기	19+0~42+15.89	SP	900	936	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		92+30~110+35.28	SP	900	725	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		116+31~123+3	SP	900	252	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		123+3~214+14	SP	800	3,651	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
	회화계통 분기 ~총무계통 관말	2+18~29+14.48	SP	800	1,076	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		31+26.75~52+35	SP	800	848	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		65+36~94+19.44	SP	800	1,143	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		103+16.79~114+11.8	SP	800	435	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생

〈표 17〉의 계속

계통	구간	구간(Sta.No.)	제원			관상태평가		개량 방안
			관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
충무 계통	회화계통 분기 ~충무계통 관말	124+21~208+32.3	SP	800	3,371	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		211+11.7~247+2.4	SP	800	1,431	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		258+10.4~312+29.5	SP	800	2,179	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		324+8.6~370+38	SP	800	1,869	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		376+0~383+9.43	SP	800	289	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		387+10.7~404+35	SP	800	704	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		411+12~419+3	SP	800	311	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		428+33~444+34.03	SP	800	641	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
삼천포 계통	사천정수장 ~사남공단분기	0+0~113+23.02	DCIP	700	4,543	Ⅲ	Ⅱ	세척
		0+0~47+21.01	DCIP	700	1,901	Ⅲ	Ⅱ	세척
	사남공단분기 ~삼천포계통관말	65+5.54~82+38.96	DCIP	700	713	Ⅲ	Ⅱ	세척
		97+16.46~358+22.36	DCIP	700	10,446	Ⅲ	Ⅱ	세척
서포 계통	서포계통 분기 ~서포계통 관말	0+0~26+0	DCIP	300	1,040	Ⅲ	Ⅱ	세척
		26+0~186+35.47	DCIP	250	6,435	Ⅲ	Ⅱ	세척
		212+6.16~234+39	DCIP	200	913	Ⅲ	Ⅱ	세척
		236+9~384+38	DCIP	200	5,949	Ⅲ	Ⅱ	세척
		392+18~402+5	DCIP	200	387	Ⅲ	Ⅱ	세척
		404+15~420+34	DCIP	200	659	Ⅲ	Ⅱ	세척
		422+4~541+20	DCIP	200	4,776	Ⅲ	Ⅱ	세척
		545+0~558+31.65	DCIP	200	552	Ⅲ	Ⅱ	세척
회화 계통	회화계통 시점 ~회화계통 관말	0+0~0+30	DCIP	150	30	Ⅲ	Ⅱ	세척
		0+30~32+35	DCIP	300	1,285	Ⅲ	Ⅱ	세척
		34+35~133+36	DCIP	300	3,961	Ⅲ	Ⅱ	세척
		133+36~212+25	DCIP	200	3,149	Ⅲ	Ⅱ	세척
		237+0~256+26.7	DCIP	200	787	Ⅲ	Ⅱ	세척

출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

3. 대체관로 계획

가. 대체관로 시행 기준

- 기존 시설을 최대한 활용하여 수용가에 용수 공급이 가능한 경우는 대체관로를 제외
 - 사업계획서상의 대체관로 계획연장은 L=48.2km로 세척구간(L=50.3km) 및 갱생구간(L=47.9km) 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 경우에만 한하여 대체관로 설치를 계획함

나. 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토

- 용수수요량 산정
 - 남강댐계통 광역상수도에서 용수를 공급받고 있는 지자체는 총 7개이며, 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」의 2025년 지자체별 생활 및 공업 용수수요는 554.7천 m^3 /일임. 이 중 광역상수도 공급량은 361.7천 m^3 /일으로 전체 용수수요 중 약 65%가 광역상수도를 통해 공급됨

〈표 18〉 남강댐 광역상수도 시설용량 및 수요량

(단위: 일최대, m^3 /일)

구분	배분계획량 (m^3 /일)	2025 광역·공업 수도정비				금회 적용
		2015	2020	2025	2030	2025
계	325,000	261,470	309,560	333,920 ¹⁾	345,680	325,000
진주시	38,500	17,900	27,970	29,870	30,080	29,870
통영시	64,900	75,690	71,010	67,270	68,420	67,270
사천시	63,500	51,240	59,290	63,790	64,470	63,790
거제시	83,000	81,590	91,260	101,910	110,660	92,990 ²⁾
고성군	35,100	23,730	31,050	35,840	36,410	35,840
남해군	6,500	5,280	6,670	6,240	6,530	6,240
하동군	33,500	6,040	22,310	29,000	29,110	29,000

주: 1) 배분량을 초과하는 물량은 남강댐계통 II 단계 3차 사업으로 시행될 계획으로 금회 수요에서 제외

2) 최종수요량 중 시설용량을 초과하는 8,920 m^3 /일은 거제시에서 제외

출처: 국토교통부, 『2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경』, 2015. 8.

- 금회 수리검토는 남강댐계통 I 단계 광역상수도 노후관 개량사업이 2027년까지 시행될 계획이므로 2025년 일최대 수요량을 기준으로 관망해석을 통해 대체관로 필요성 및 대체관로 관경을 검토함

□ 수리검토: 남강취수장~사천정수장 구간(도수계통)

- 주요지점인 사천정수장 유입부의 수압이 부압으로 대체관로가 필요한 것으로 검토됨
- 개량사업 대상인 1단계 관로에 대한 대체관로 설치 시 수리계산 결과, 주요지점인 사천정수장 유입부의 잔류수두와 사업 전의 잔류수두 비교 시 적정한 잔류수두를 보이고 있고 대체관로 관경이 적정한 것으로 판단되어 대체관로의 관경을 D1,100mm로 결정함

〈표 19〉 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수(C)	손실수두(m)	시점수두(m)	종점수두(m)	잔류수두(m)	비고
	본관	등치관						
① 남강취수장~타이1		1,500	90	0.33	78.02	77.69	32.59	1단계(폐쇄)
	1,500		102		(TDH=35)			2단계
② 타이1~타이2	1,500	1,500	90	35.21	78.02	42.81	-7.19	사천정수장 유입부
③ 타이2~타이3	1,500	1,500	90	32.89	78.02	45.13	-4.87	
④ 타이3~타이4	1,500	1,500	90	35.66	78.02	42.36	-7.64	
⑤ 타이4~사천정수장	1,100	1,100	단열구간					

〈표 20〉 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
② 1구간	(1,100) 1,500	1,700	120	25.66	78.02	52.36	2.36	사천 정수장 유입부
③ 2구간	(1,100) 1,500	1,700	120	27.09	78.02	50.93	0.93	
④~ ⑤ 3구간	(1,100) 1,500	1,700	120	25.26	78.02	52.76	2.76	

□ 수리검토: 사천정수장~고성조절지 구간(정수계통)

- 타이1~타이3구간은 개량공사 시 주요지점인 조절지 유입부의 수압이 부압으로 대체관로가 필요하고 타이3~고성조절지 구간은 단열관로로 대체관로가 필요한 것으로 검토됨

〈표 21〉 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관	등치관						
① 사천정수장 ~타이1	900	900	120	0.88	170.81 (TDH=126)	169.93	161.21	1단계
② 타이1 ~타이2	1,100	1,100	120	55.10	170.81	115.71	-12.29	고성 조절지 유입부
③ 타이2 ~타이3	1,100	1,100	120	57.86	170.81	112.95	-15.05	
④ 타이3 ~고성조절지	900	900	단열구간					1단계

〈표 22〉 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고	
	본관 (대체관)	등치관							
②	1구간	(900) 1,100	1,300	110	39.37	170.81 (TDH=126)	131.44	3.44	고성 조절지 유입부
②~③	2구간	(900) 1,100	1,300	110	39.65	170.81	131.16	3.16	
③	3구간	(900) 1,100	1,300	110	39.61	170.81	131.20	3.20	
③~④	4구간	(900) 1,100	1,300	110	36.70	170.81	134.11	6.11	
④	5구간	(900) 1,100	1,300	110	39.42	170.81	131.39	3.39	
④	6구간	(900) 1,100	1,300	110	39.34	170.81	131.47	3.47	
④	7구간	(900) 1,100	1,300	110	39.20	170.81	131.61	3.61	

□ 수리검토: 고성조절지~통영관말 구간

- 개량공사 시 주요지점인 통영관말의 필요 잔류수두는 통영관말 이후 배수지 중 가장 높은 무전배수지(H.W.L 81.30m)에 용수공급 시 필요 잔류수두(81.3m-46.49m+5.5m =40.31m)를 고려하여 40.31m로 검토되었으며, 통영관말의 필요 잔류수두 40.31m를 충족하기 위해서는 대체관로가 필요한 것으로 검토됨

〈표 23〉 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고	
	본관	등치관							
①	고성조정지 ~타이4	900	900	120	0.17	124.00	123.83	2.61	1단계
②	타이4 ~타이5	1,200	1,200	120	44.81	124.00	79.19	32.70 필요수두 (40.31m)	통영관말
③	타이5 ~타이6	1,200	1,200	120	45.13	124.00	78.87	32.38 필요수두 (40.31m)	
④	타이6 ~타이7	1,200	1,200	120	46.05	124.00	77.95	31.46 필요수두 (40.31m)	
⑤	타이7 ~통영관말	800	800	단열구간					1단계

〈표 24〉 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등차관						
② 8구간	(900) 1,200	1,400	110	36.56	124.00	87.44	40.95 필요수두 (40.31m)	통영관말
② 9구간	(900) 1,200	1,400	110	36.54	124.00	87.46	40.97 필요수두 (40.31m)	
②~③ 10구간	(800~900) 1,200	1,300~1,400	110	36.89	124.00	87.11	40.62 필요수두 (40.31m)	
③ 11구간	(800) 1,200	1,300	110	36.56	124.00	87.44	40.95 필요수두 (40.31m)	
③ 12구간	(800) 1,200	1,300	110	36.51	124.00	87.49	41.00 필요수두 (40.31m)	
③~④ 13구간	(800) 1,200	1,300	110	36.81	124.00	87.19	40.70 필요수두 (40.31m)	
④ 14구간	(800) 1,200	1,300	110	36.64	124.00	87.36	40.87 필요수두 (40.31m)	
④ 15구간	(800) 1,200	1,300	110	36.59	124.00	87.41	40.92 필요수두 (40.31m)	
⑤ 16구간	(800) 1,200	1,300	110	36.73	124.00	87.27	40.78 필요수두 (40.31m)	

□ 수리검토: 사천정수장~삼천포관말 구간(정수계통)

- 사천정수장~타이3구간은 개량공사 시 주요지점인 삼천포관말 지점의 부압이 발생하지 않는 조건을 충족하기 위해 구간 전체적으로 관경에 비해 유량이 많지 않은 점을 감안하여 개량사업 대상구간 중 사천정수장~타이3구간에 신설 타이 2개소를 추가하여 공사구간을 세분화하는 대책이 필요하고, 타이3~삼천포관말 구간은 단열관로로 대체관로가 필요한 것으로 검토됨

〈표 25〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고	
	본관	등치관							
① 사천정수장~타이1	700	700	90	2.43	114.53 (TDH=65)	112.10	104.98	1단계	
② 타이1~신설 타이1	900	900	90	34.33	114.53	80.20	20.60	삼천포 관말	
③ 신설 타이1~타이2	600	600	90	51.46	114.53	63.07	3.47		
④ 타이2~신설 타이2	600	600	90	46.03	114.53	68.50	8.90		
⑤ 신설 타이2~타이3	600	600	90	42.14	114.53	72.39	12.79		
⑥ 타이3~삼천포관말	700	700	단열구간						1단계

〈표 26〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
①~② 1구간	700	700	2단계 연계가능					삼천포 관말
③ 2구간	700 900	1,100						
③ 3구간	700 600	900						
④~⑤ 4구간	700 600	900						
⑥ 5구간	(400)	400	100	22.64	114.53	91.89	32.29	

□ 수리검토: 서포계통분기~서포관말 구간(정수계통)

- 서포분기~타이3구간은 개량공사 시 주요지점인 중항배수지 및 서포배수지에 적정수압으로 송수하기 위한 조건을 충족하기 위해서 별도의 대체관로 없이 남강댐 광역상수도(2단계)의 하동계통의 관로와 연계하여 용수공급이 가능한 것으로 검토되었으나, 개량사업 대상구간 중 타이3~서포관말 구간은 단열관로로 대체관로 신설 등의 대책이 필요한 것으로 검토됨

〈표 27〉 서포계통분기~서포관말 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							
중항배수지 (H.W.L 66.2m)	①	서포계통분기 ~타이1	1,100	1,100	90	0.36	107.76	107.40	102.51	1단계(폐쇄) 2단계
	②	타이1 ~타이2	900	900	130	16.42	107.76	91.34	25.14	중항배수지 관말
	③	타이2 ~중항배수지분기		900	130	16.22	107.76	91.54	25.34	
서포배수지 (H.W.L 54.0m)	①	서포계통분기 ~타이1	1,100	1,100	90	0.36	107.76	107.40	102.51	1단계(폐쇄) 2단계
	②	타이1 ~타이2	900	900	130	39.72	107.76	68.04	14.04	서포배수지 관말
	③	타이2 ~타이3		900	130	23.98	107.76	83.78	29.78	
	④	타이3 ~신설 타이1	900	900	130	22.20	107.76	85.56	31.56	
	⑤	신설 타이1 ~서포관말	200	200	단열구간				1단계	

〈표 28〉 서포계통분기~서포관말 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						
중항배수지 (H.W.L 66.2m)	①~ ② 1구간	1,100	1100	2단계 연계 가능					
	② 2구간	300 900	900						
	③ 3구간	200 900	900						
서포배수지 (H.W.L 54.0m)	③ 4구간	200 900	900						
	③ 5구간	200 900	900						
	④ 6구간	200 900	900						
	⑤ 7~8구간	(200)	200	100	47.54	107.76	60.22	6.22	서포배수지 관말

□ 수리검토: 회화계통분기~회화관말(정수계통)

- 시점부터 2단계 관말부까지 복선화가 되어 있고 유량이 작기 때문에 개량공사 시 별도의 대체관로 없이 용수공급이 가능한 것으로 검토되었으나, 개량사업 대상구간 중 타이4~회화관말 구간은 단열관로로 대체관로 신설이 필요함

〈표 29〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간		관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
		본관	등치관						
①	회화계통분기 ~타이1	450	450	120	55.17	111.51	56.34	54.62	회화 관말
②	타이1 ~타이2		200	120	62.27	111.51	49.24	47.52	
③	타이2 ~타이3	200	120	51.54	111.51	59.97	58.25		
④	타이3 ~2단계 관말 타이	200	200	120	81.41	111.51	30.10	28.38	
⑤	~2단계 관말 타이 회화 관말	200	200	단열구간					

〈표 30〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
① 1구간	150 450	500	2단계 연계 가능					
① 2구간	300 200	400						
① 3구간	300 200	300						
②~④ 4구간	200 200	300						
⑤ 5구간	(200)	200	100	51.5	111.51	60.01	58.29	회화 관말
⑤ 6구간	(200)	200	100	55.55	111.51	55.96	54.24	

□ 수리검토 결과

- 2025년 기준 남강댐계통 광역상수도의 일최대 수요량을 기준으로 수리계산을 검토한 결과 일부 구간은 대체관로 부설 불필요

〈표 31〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 결과

계통	구간	비상연계 (불가사유)	대체관로 부설	수리계산 (대체관로 설치) 관로 제원	
도수계통	남강취수장(2단계) ~사천정수장(1단계)	필요 (연계관로 용량부족)	필요	• D=1,100mm • L=12,086m	
정수 계통	총무	사천정수장 ~고성조절지	필요 (연계관로 용량부족)	필요	• D=900mm • L=9,926m
		고성조절지~ 통영관말	필요 (연계관로 용량부족)	필요	• D=800~900mm • L=20,835m
	삼천포	사천정수장(1단계) ~삼천포관말	필요 (단선관로)	필요	• D=400mm • L=978m
			가능	불필요	• D=700mm • L=16,625m
	서포	서포계통분기 ~서포계통관말	필요 (단선관로)	필요	• D=200mm • L=5,328m
			가능	불필요	• D=200~300mm • L=15,383m
	회화	회화계통분기 ~회화계통관말	필요 (단선관로)	필요	• D=200mm • L=931m
			가능	불필요	• D=150~300mm • L=8,281m

□ 구간별 사업량 결정

- 현장 여건을 고려하여 대체관로 노선계획을 검토하였고, 이에 따라 5개 계통에 대한 대체관로 설치 계획을 22개의 세부구간으로 분할하여 다음과 같이 나타냄

〈표 32〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 대체관로 연장

계통	Sta.No	대체관 관경 (mm)	관종	수리계산 (대체관로 설치) 연장 (m)	현장여건을 고려한 연장 (m)	비고	
도수계통	0+0~302+5.88	1,100	SP	12,086	12,086		
정수 계통	총무	76+26.18~105+22.36	900	DCIP	1,156	1,185	+29
		148+17~212+0	900	DCIP	2,543	2,543	
		247+31~302+38.54	900	DCIP	2,208	2,208	
		334+0~362+28.79	900	DCIP	1,149	1,149	
		367+28.85~389+9.66	900	DCIP	861	861	
		413+8~425+11	900	DCIP	483	483	
		496+22~534+28.07	900	DCIP	1,526	1,526	
		19+0~42+15.89	900	DCIP	936	936	
		92+30~110+35.28	900	DCIP	725	725	
		116+31~52+35	900	DCIP	6,081	6,280	+199
		65+36~94+19.44	800	DCIP	1,143	1,143	
		103+16.79~114+11.8	800	DCIP	435	435	
		124+21~247+2.4	800	DCIP	4,901	5,172	+271
		258+10.4~312+29.5	800	DCIP	2,179	2,230	+51
		324+8.6~419+3	800	DCIP	3,794	4,410	+616
		428+33~444+34.03	800	DCIP	641	641	
	삼천포	334+4~358+22.36	400	DCIP	978	978	
	서포	422+4~541+20	200	DCIP	4,776	4,776	
		545+0~558+31.65	200	DCIP	552	552	
	회화	209+1~212+25	200	DCIP	144	144	
237+0~256+26.7		200	DCIP	787	787		
합계				50,084	51,250	+1,166	

□ 한국수자원공사 사업계획(예타면제신청)과 금회 사업물량 비교

○ 한국수자원공사 사업계획과 금회 선정된 사업물량을 비교하여 <표 33>과 같이 나타냄

<표 33> 사업물량 비교

(단위: m)

구분	한국수자원공사 사업계획안	금회 사업물량
합계	146,726	140,529
1. 노후관 갱생	98,243	89,279
1) 세척	50,349	47,526
D150mm	30	30
D200mm	21,156	17,172
D250mm	3,932	6,435
D300mm	6,366	6,286
D700mm	18,865	17,603
2) 비구조적 갱생	47,894	41,753
D800mm	18,948	17,948
D900mm	17,096	11,719
D1,100mm	11,850	12,086
2. 대체관로	48,183	49,706
1) 대체관로 신설	48,183	49,706
D200mm		6,159
D400mm		978
D800mm	19,109	13,661
D900mm	17,224	17,496
D1,100mm	11,850	11,412
3. 관로 추진	300	1,544
1) 추진공	300	1,544
D200mm		100
D800mm	100	370
D900mm	100	400
D1,100mm	100	674
4. 노후밸브 개량	-	212
1) 밸브교체	-	212
D150mm	-	12
D200mm	-	12
D250mm	-	16
D300mm	-	25
D350mm	-	20
D400mm	-	10
D600mm	-	16
D700mm	-	14
D800mm	-	28
D900mm	-	34
D1,100mm	-	25

제IV장 비용 추정

1. 비용추정의 개요

가. 검토 개요

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

[그림 5] 비용 구성도



- 비용추정을 위한 시설 계획 검토
 - 검토안: 한국수자원공사가 제시한 사업계획서상의 시설 계획을 재검토하여 노후관개량 및 대체관로의 관경 등의 적정 사업규모 설정과 사업계획에 포함되어 있는 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 34〉 비용추정을 위한 시설계획

(단위: m)

구분	사업계획안	검토안	대안
합계	146,726	140,529	85,766
1. 노후관 갱생	98,243	89,279	41,753
1) 세척	50,349	47,526	-
D150mm	30	30	-
D200mm	21,156	17,172	-
D250mm	3,932	6,435	-
D300mm	6,366	6,286	-
D700mm	18,865	17,603	-
2) 비구조적 갱생	47,894	41,753	41,753
D800mm	18,948	17,948	17,948
D900mm	17,096	11,719	11,719
D1,100mm	11,850	12,086	12,086
2. 대체관로	48,183	49,706	-
1) 대체관로 신설	48,183	49,706	42,569
D200mm		6,159	-
D400mm		978	-
D800mm	19,109	13,661	13,661
D900mm	17,224	17,496	17,496
D1,100mm	11,850	11,412	11,412
3. 관로 추진	300	1,544	1,444
1) 추진공	300	1,544	1,444
D200mm		100	-
D800mm	100	370	370
D900mm	100	400	400
D1,100mm	100	674	674
4. 노후밸브 개량	-	212	87
1) 밸브교체	-	212	87
D150mm	-	12	-
D200mm	-	12	-
D250mm	-	16	-
D300mm	-	25	-
D350mm	-	20	-
D400mm	-	10	-
D600mm	-	16	-
D700mm	-	14	-
D800mm	-	28	28
D900mm	-	34	34
D1,100mm	-	25	25

2. 총사업비 추정

가. 공사비 추정

1) 검토안

□ 노후관 개량 공사비 산정 단가 검토

○ 세척 공사비

- 세척공사비는 『건설공사 표준품셈』, 건설연구사(2020)에 따른 1m당 공사비와 금회사업대상관로에 적용 가능한 “관세척 업체별 견적가”에 따른 1m당 공사비를 산정하여 비교 검토하였음

〈표 35〉 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	90.93	136,822	
150	145,052	100	137,619	91.46	137,619	
200	145,052	100	138,289	91.90	138,289	
300	147,092	100	143,650	94.14	143,650	
400	151,789	100	146,771	93.21	146,771	
500	151,789	100	151,847	96.44	151,847	
600	154,762	100	157,374	98.02	157,374	
700	160,994	100	167,904	100.53	167,904	

출처: 건설연구사, 『건설공사 표준품셈』, 2020.

○ 비구조적 갱생공사비

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

〈표 36〉 비구조적 갱생공사 단가비교 결과

관경 (mm)	광양1단계 실시설계		광양1단계 사업 계획적정성검토		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		1,094,874		1,094,874
800					1,151,567		1,151,567		1,151,567
900					1,215,294		1,215,294		1,215,294
1,000					1,283,994		1,283,994		1,283,994
1,100					1,346,738		1,346,738		1,346,738
1,200					1,395,949		1,395,949		1,395,949
1,350					1,494,258		1,494,258		1,494,258
1,500	1,546,371	100	1,066,654	68.98	1,512,793	97.83	1,575,849	101.91	1,575,849
1,650	1,509,559	100	1,152,870	76.37	1,465,248	97.06	1,498,316	99.26	1,498,316
1,800					1,626,144		1,792,200		1,792,200
2,000	1,634,141	100	1,562,594	95.62	1,757,726	107.56	1,912,605	117.04	1,912,605

주: 적용가능공법: SLW공법, HSL공법, SCSL공법

○ 대체관로공사비

- 대체관로공사비는 비구조적 갱생공사비와 동일하게 『광양1단계 노후관 개량사업』 (한국수자원공사, 2020. 12.)의 실시설계 공사비를 기준으로 「2025 수도권정비기본 계획 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 전략 계획 수립(2020. 11.)』의 단위 공사비를 적용하였음

〈표 37〉 대체관로공사비 비교검토 결과

구분		광양1단계 실시설계		2025수도정비		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 38〉 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(최소토피) + 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	
타이벨브	관로 공사비 + 밸브류 설치공사	

〈표 39〉 대체관로 관경별 표준단가 산정결과(검토안 적용)

관경 (mm)	관로공사 (천원/m)	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(조립식 간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)

○ 밸브교체 공사비

- 노후관 개량사업은 관로에 대한 관세척 또는 비구조적 갱생공사 외에도 노후밸브 개량이 필요한 사업임. 상수관로는 관의 접합부의 파손, 이탈 등의 사유로 누수가 발생하기도 하지만 노후화된 밸브시설에서도 누수사고가 많이 발생
- 『광양1단계 노후관 개량사업(한국수자원공사, 2020. 12.)』에서는 노후관의 개량 및 대체사업뿐 아니라 밸브시설을 교체하는 공사를 포함
- 금회 검토에서는 한국수자원공사에서 제시하지 않았으나 금회 사업에 꼭 필요한 공종인 것으로 판단되어 대안공사비에 ‘밸브개량공사’ 비용을 포함하여 제시함
- 밸브개량 공사비는 『광양1단계 노후관 개량사업(2020. 12.)』 실시설계 공사비와 해당 관경이 없는 경우에는 품셈공사비를 적용하여 산정하였으며 밸브시설의 자재비는 조달청 나라장터종합쇼핑몰에 등재된 다수공급자계약 단가를 적용

〈표 40〉 밸브개량 단가 산정결과(검토안, 대안 적용)

관경 (mm)	적용단가 (천원/개소)	자재비 (천원/개)	밸브교체 공사비			비고
			소계 (천원/개소)	부설및접합 (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(Ⅰ)단계 실시설계 공사비, 건설공사품셈공사비 적용
 2. 밸브철거공사비: 밸브 부설 및 접합 공사비의 50% 적용
 3. 밸브 자재비: 조달청 나라장터종합쇼핑몰에 등재된 다수계약자 공급제품 단가 적용

2) 검토안 공사비 산정

- 검토안: 수리검토(관망해석)를 수행하여 대체관로가 불필요한 구간은 사업대상에서 제외하고 관경을 재설정하여 공사비를 산정 및 금회 사업에 반드시 필요한 밸브개량공사비 추가산정
- 관세척공사

〈표 41〉 관세척공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D150	0.030	137,619	4	
D200	17.172	138,289	2,375	
D250	6.435	140,970	907	
D300	6.286	143,650	903	
D700	17.603	167,904	2,956	
합계	47.526		7,145	

- 관갱생공사

〈표 42〉 관갱생공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D800	17.948	1,151,567	20,668	
D900	11.719	1,215,294	14,242	
D1,100	12.086	1,346,738	16,277	
합계	41.753		51,187	

주: 공사비 단가: D800mm, TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함되어 연장을 수록하지 않음(공사비에는 포함)

○ 대체관로공사

- 관로공사

〈표 43〉 관로공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D200	6.159	461,550	2,843	
D400	0.978	1,265,640	1,238	
D800	13.661	2,003,840	27,374	
D900	17.496	2,238,050	39,157	
D1,100	11.412	2,839,050	32,399	
합계	49.706		103,011	

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

2. 가시설 적용: D300mm 미만 관로는 슈트파일 5%만 적용

3. 사업물량: 추진공사 연장 미포함

- 추진공사

〈표 44〉 관로추진공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	추진연장 (km)	작업구 (개소)	추진공 (천원/km)	가시설공 (천원/개소)	추진공 (백만원)	가시설공 (백만원)	계 (백만원)	
D200	0.100	1	2,852,333	84,000	285	84	369	
D800	0.370	6	2,852,333	84,000	1,055	504	1,559	
D900	0.400	6	3,111,333	100,000	1,245	600	1,845	
D1,100	0.674	5	3,553,333	144,000	2,395	720	3,115	
합계	1.544	18			4,980	1,908	6,888	

주: 작업구 1개소 = 추진기지 + 도달기지

- TIE시설공사

〈표 45〉 TIE시설공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	TIE관로 (km)	부대공사 (개소)	관로공사 (천원/km)	부대공사 (천원/개소)	관로공사 (백만원)	부대공사 (백만원)	계 (백만원)	
D200	0.18	9	461,550	29,594	83	266	349	
D400	0.04	2	1,265,640	72,723	51	145	196	
D600	0.02	1	1,501,040	93,694	30	94	124	
D700	0.04	2	1,762,090	133,079	70	266	337	
D800	0.28	14	2,003,840	150,097	561	2,101	2,662	
D900	0.38	19	2,238,050	174,933	850	3,324	4,174	
D1,100	0.08	4	2,839,050	265,625	227	1,062	1,290	
합계	1.02	51			1,873	7,259	9,132	

주: 1. TIE관로공사: 전체 사업연장에 미포함

2. 부대공사: 부단수 천공 및 밸브류 공사

- 전기방식공사

〈표 46〉 전기방식공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100 이상	12.086	50,415	609	
합계	12.086		609	

- 밸브개량공사

〈표 47〉 밸브개량공사비(검토안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D150	16	0.73	12	605	7.3	
D200	16	0.73	12	852	10.2	
D250	21	0.73	16	1,164	18.6	
D300	33	0.73	25	1,463	36.6	
D350	27	0.73	20	1,950	39.0	
D400	13	0.73	10	2,690	26.9	
D600	21	0.73	16	5,998	96.0	
D700	19	0.73	14	6,616	92.6	
D800	38	0.73	28	8,260	231.3	
D900	46	0.73	34	10,145	344.9	
D1,100	34	0.73	25	14,875	371.9	
합계	284		212		1,275	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양 1단계 사업 밸브교체율)

□ 공사비 종합결과(검토안)

〈표 48〉 공사비 집계(검토안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관 개량 공사	관세척공사	47.526	7,145	
	관갱생공사	41.753	51,187	
	소계	89.279	58,332	
대체관로 공사	관로공사	49.706	103,011	
	추진공사	1.544	6,888	18개소
	TIE시설공사	-	9,132	1.02km, 51개소
	전기방식공사	-	609	12.086km
	소계	51.250	119,641	
밸브개량 공사	밸브교체공사	-	1,275	212개소
	소계	-	1,275	
합계		140.529	179,247	

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

3) 대안: 공사비 산정

□ 대안: 관세척공사 제외 및 그에 따른 대체관로 공사 제외

- 대안은 금회 사업 시설계획 중 관세척공사는 유지관리업무에 포함되는 것으로서 금회 노후관 개량사업에서 제외하고 그에 따른 대체관로 공사도 제외하여 공사비 선정

〈표 49〉 관갱생공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D800	17.948	1,151,567	20,668	
D900	11.719	1,215,294	14,242	
D1100	12.086	1,346,738	16,277	
합계	41.753		51,187	

〈표 50〉 관로공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D800	13.661	2,003,840	27,374	
D900	17.496	2,238,050	39,157	
D1,100	11.412	2,839,050	32,399	
합계	42.569		98,931	

- 주: 1. 관로공사비: 가시설 공사비 포함(조립식간이흙막이 95%, 슈트파일 5%)
 2. 가시설적용: D300mm 미만 관로는 슈트파일 5%만 적용
 3. 사업물량: 추진공사연장 미포함, 세척공사 사업대상 제외에 따른 대체관로 공사 일부 제외

〈표 51〉 관로추진공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	추진연장 (km)	작업구 (개소)	추진공 (천원/km)	가시설공 (천원/개소)	추진공 (백만원)	가시설공 (백만원)	계 (백만원)	
D800	0.370	6	2,852,333	84,000	1,055	504	1,559	
D900	0.400	6	3,111,333	100,000	1,245	600	1,845	
D1,100	0.674	5	3,553,333	144,000	2,395	720	3,115	
합계	1.444	15			4,695	1,824	6,519	

주: 작업구 1개소 = 추진기지 + 도달기지

〈표 52〉 TIE시설공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량		단가		공사비			비고
	TIE관로 (km)	부대공사 (개소)	관로공사 (천원/km)	부대공사 (천원/개소)	관로공사 (백만원)	부대공사 (백만원)	계 (백만원)	
D800	0.28	14	2,003,840	150,097	561	2,101	2,662	
D900	0.38	19	2,238,050	174,933	850	3,324	4,174	
D1,100	0.08	4	2,839,050	265,625	227	1,062	1,290	
합계	0.74	37			1,639	6,488	8,126	

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

〈표 53〉 전기방식공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D1,100 이상	12.086	50,415	609	
합계	12.086		609	

〈표 54〉 밸브개량 공사비(대안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D800	38	0.73	28	8,260	231	
D900	46	0.73	34	10,145	345	
D1,100	34	0.73	25	14,875	372	
합계	118		87		948	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양 1단계 사업 밸브교체율)

○ 공사비 종합결과(대안)

〈표 55〉 공사비 집계(대안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관 개량공사	관세척공사	-	-	
	관갱생공사	41.753	51,187	
	소계	41.753	51,187	
대체관로공사	관로공사	42.569	98,931	
	추진공사	1.444	6,519	15개소
	TIE시설공사	-	8,126	0.74km, 37개소
	전기방식공사	-	609	12.086km
	소계	44.013	114,185	
밸브개량공사	밸브교체공사	-	948	87개소
	소계	-	948	
합계		85.766	166,320	

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

4) 공사비 추정 결과

『광양 I 단계 노후관 개량사업』실시설계 내역서를 비교·분석하여 금회 검토안 및 대안의 적용단가를 결정하였고 그에 따른 추정 공사비는 다음과 같이 산정되었음

〈표 56〉 공사비 추정결과

구분		사업계획안		검토안		대안	
		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	사업물량 (km)	공사비 (백만원)	사업물량 (km)	공사비 (백만원)
노후관 개량 공사	관세척 공사	50.4	6,868	47.526	7,145	-	-
	관갱생 공사	47.9	63,896	41.753	51,187	41.753	51,187
	소계	98.3	70,764	89.279	58,332	41.753	51,187
대체 관로 공사	관로 공사	47.9	109,844	49.706	103,011	42.569	98,931
	추진 공사	0.3	1,280	1.544	6,888	1.444	6,519
	TIE시설 공사	-	2,709	-	9,132	-	8,126
	전기방식 공사	-	-	-	609	-	609
	소계	48.2	113,834	51.250	119,641	44.013	114,185
밸브 개량 공사	밸브교체 공사	-	-	-	1,275	-	948
	소계	-	-	-	1,275	-	948
합계		146.500	184,599	140,529	179,247	85.766	166,320
백분율		100%		97.1%		90.1%	

나. 용지보상비 추정

□ 보상면적

- 본 사업은 예타 면제 사업으로 분류되어 경제성 분석을 수행하지 않는 점을 고려하여, 용지보상비 산정 시 국·공유지는 반영하지 않았음

〈표 57〉 보상면적 산정

구분	사업계획안	검토안	대안	비고
보상 연장(m)	14,370	27,648	25,809	
대체관로(m)	14,370	27,648	25,809	토사구간
보상 면적(㎡)	29,430	83,790	80,945	

주: 보상 면적은 기존 관로와 병렬로 부설함에 따라 기존 수도부지 측면 3m를 추가 매입하는 것으로 계획

□ 용지보상비 산정

- 본 사업 대상지역인의 지목별 표준지의 개별공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정한 결과는 〈표 58〉과 같음

〈표 58〉 표준지 평균 공시지가 및 용지보상비

(단위: 원/㎡)

구분	전	답	대지	임야
표준지 평균 공시지가 산출	58,250	43,350	276,325	-
지역별 지목별 보상배율 적용(용지구입비)	159,023	118,346	754,367	-
지장물 보상비(용지구입비의 10%)	15,902	11,835	75,437	-
용지보상비 계	174,925	130,181	829,804	-

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

〈표 59〉 검토안 보상비 산정

(단위: ㎡, 원/㎡, 원)

구분	면적	단가	보상비 합계	비고
합계	83,790	-	15,060,730,703	
전	6,393	174,925	1,118,295,525	
답	71,870	130,181	9,356,108,470	
대	4,680	829,804	3,883,482,720	
임	-	-	-	
사유지	847	829,804	702,843,988	

〈표 60〉 대안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
합계	80,945	-	14,690,365,758	
전	6,393	174,925	1,118,295,525	
답	69,025	130,181	8,985,743,525	
대	4,680	829,804	3,883,482,720	
임	-	-		
사유지	847	829,804	702,843,988	

다. 시설부대경비 추정

시설부대경비는 사업추진에 필요한 공사비 및 보상비 이외의 비용으로 설계비 및 공사관리비로 구분하였음

〈표 61〉 시설부대경비 산정(검토안)

구분	적용 요율 (%)	시설부대경비 (백만원)	비고
합계		18,166	부가세 포함
설계비		8,765	
조사 및 측량비	1.00	1,792	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	6,973	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	9,401	(공사비+설계비) × 요율

〈표 62〉 시설부대경비 산정(대안)

구분	적용 요율 (%)	시설부대경비 (백만원)	비고
합계		16,856	부가세 포함
설계비		8,133	
조사 및 측량비	1.00	1,663	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	6,470	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	8,723	(공사비+설계비) × 요율

〈표 63〉 시설부대경비 산정결과

구분	사업계획안 (백만원)	검토안 (백만원)	대안 (백만원)
합계	18,669	18,166	16,856
설계비	8,990	8,765	8,133
조사 및 측량비	1,846	1,792	1,663
기본 및 실시설계비	7,144	6,973	6,470
공사관리비	9,679	9,401	8,723

마. 예비비 추정

사업을 진행시키는 과정에서 예기치 못한 일들이 무수하게 발생할 수 있으며, 이런 예측할 수 없는 문제들에 대한 조치로 예비비를 반영해야 함. 따라서 본 검토에서는 KDI의 『수자원부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제4판)』(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 다음과 같이 산출하였음

〈표 64〉 총사업비 산정결과

(단위: 백만원)

구분	사업계획안	검토안	대안
총사업비	229,550	233,721	217,653
1. 공사비	184,599	179,247	166,320
1) 노후관 개량공사	70,764	58,332	51,187
2) 대체관로 공사	113,834	119,641	114,185
3) 밸브개량공사	-	1,275	948
2. 용지보상비	5,415	15,061	14,690
3. 시설부대경비	18,669	18,166	16,856
1) 설계비	8,990	8,765	8,133
- 조사 및 측량비	1,846	1,792	1,663
- 기본 및 실시설계비	7,144	6,973	6,470
2) 공사관리비	9,679	9,401	8,723
4. 예비비	20,868	21,247	19,787

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

3. 경상운영비 추정

가. 인건비

본 사업으로 설치되는 시설은 기존 한국수자원공사의 운영인력을 활용하여 운영관리가 가능할 것으로 판단되어 추가적인 인건비는 소요되지 않는 것으로 계획하였음

나. 전력비

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

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

라. 일반관리비

일반관리비는 기업의 유지를 위한 관리활동 부문에서 발생하는 제비용으로서 기수행된 예비타당성조사의 사례에서는 인건비의 50%를 적용하였음. 본 사업으로 설치되는 시설은 현재 기존 시설을 한국수자원공사에서 운영함에 따라 추가적인 일반관리비는 발생되지 않으므로 경상운영비 산정에서 제외하였음

마. 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 65〉 수자원사업의 부문별 내용연수

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

〈표 66〉 경상운영비(유지수선비) 산정

(단위: 백만원)

구분	검토안	대안	비고
대체관로공사비	119,641	114,185	
연간 유지수선비	311	297	공사비 × 0.26% (부가세포함)
유지수선비 총계	13,998	13,360	45년 합계 (부가세포함)

4. 비용추정 결과 종합

남강댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업에 따른 대안별 총사업비는 <표 67>과 같으며, 본 사업 시행으로 인해 추가적으로 발생하는 경상운영비는 <표 68>과 같음

<표 67> 총사업비 추정결과

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
총사업비	233,721	217,653	부가세 포함
공사비	179,247	166,320	
용지보상비	15,061	14,690	
시설부대경비	18,166	16,856	
예비비	21,247	19,787	

<표 68> 경상운영비(유지수선비) 산정

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
경상운영비	13,998	13,360	부가세 포함
유지수선비 (45년 총계)	13,998	13,360	

제 V 장 정책성 분석

제 1 절 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」

〈표 69〉 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

제2절 사업추진여건

1. 정책 일치성 등 내부여건

가. 정책 일치성 검토 결과

- 남강댐 광역 1단계 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(2019. 5.)과 서울 문래동(2019. 6.)에서 적수 사고가 잇달아 발생하고 수돗물 공급·관리에 대한 개선요구가 확대
 - 정부는 「수돗물 안전관리 종합대책(환경부, 2019. 11.)」을 수립하여 상수도관망 진단·관리 강화를 추진하였고 이는 「수도법」 개정(2019. 11., 2020. 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(<https://www.law.go.kr>)

- 본 사업의 정책 일치성을 점검할 수 있는 상위계획으로는 『2025년 전국수도종합계획(2016. 3., 환경부)』 및 『2025 수도정비기본계획(광역 및 공업용수도)(2015. 8., 국토부)』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 용수수요량 산정을 통해 광역 및 공업용수도의 합리적인 개발계획 수립과 급수체계 조정을 통한 수자원의 효율적 활용 및 기존시설의 활용도를 제고하고자 함
 - 신규 광역상수도 및 공업용수도 개발을 통한 안정적 용수공급에 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 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량 사업을 포함한 전국 9개 권역에 대한 사업계획이 포함
 - 남강댐 광역 1단계 상수도는 전체 344km 관로 중에서 86.4km(25.1%)가 매설 후 25~29년 경과한 노후관에 해당되며 13.1km(3.8%)는 매설 후 20~24년 경과한 노후관으로 판별됨
 - 노후관 개량 98.9kmm 대체관로 48.4km, 사업비는 '18~'24년 사이 1,541.4억원이 계획
- 2021. 8월에 고시될 예정인 「국가수도기본계획」에도 해당 사업에 대한 계획이 반영
 - 「국가수도기본계획」(2021. 8. 고시예정)은 기존의 「전국수도종합계획」 및 「2025 수도정비기본계획」을 통합하는 국가수도의 기본계획임

나. 사업의 준비 정도 검토 결과

- 본 사업은 「2025 수도정비기본계획」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 관노후도를 직·간접으로 평가하여 개량대상을 선정하였으며, 이를 기반으로 노후관 개량 및 증장기 투자계획을 수립
 - 2015년 8월에는 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」에 최근 편람을 기초로 재수립한 계획을 반영
 - 남강댐 광역 1단계 상수도의 노후관 현황이 분석되었고 이를 바탕으로 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업 계획이 구체적으로 수립
 - 2016년 11월 한국수자원공사는 남강댐계통 광역상수도 1단계에 대한 정밀안전진단을 시행
 - 관로시설의 내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 상태인 C등급으로 평가

〈표 70〉 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. 11.	남강댐 광역 1단계 상수도 정밀안전진단 시행
2018. 04.	수도시설 안정화사업 전략적 추진방안 수립 ¹⁾
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 ²⁾
2020. 08.	남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 예비타당성조사 면제사업으로 선정
2020. 09.	남강댐 광역 1단계 상수도 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: 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

- 2018년 8월에서 2020년 11월까지 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역을 실시
 - 관노후도 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 민원 발생 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 용수공급 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 발생시 사고 현장뿐만 아니라 누수, 단수 등으로 인하여 영향의 파급력이 매우 높음
 - 향후 신규 광역상수도 사업 건설수요가 감소하는 반면 노후관 개량 및 갱신사업 등 사후관리 위주의 사업이 중요성이 커지고 있음
 - 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」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 경상남도가 포함되며 직접적인 사업 지역은 사천시, 통영시, 고성시가 해당
 - 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 수립 시 노후관 개량사업을 통한 안정적 용수공급방안에 대하여 지자체와 협의가 이미 이루어짐
 - 사업비 측면에서 국비와 한국수자원공사의 재원부담 100%로 사업이 진행. 지방자치단체는 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 민원 발생 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
 - 남강댐 광역 1단계 상수도의 경우 기존 관로 노선 대부분 수도부지로 분할되어 있고 기 확보된 수도부지를 최대한 활용하여 본 사업을 진행하고 부지 확보가 필요한 구간에 한하여 용지보상을 실시할 계획

- 용지보상 규모는 검토안의 경우 83,790m²이고 대안의 경우 80,945m²
- 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 본사업에 대한 국고지원은 안정적으로 이루어질 것으로 전망됨
 - 한국수자원공사의 최근의 재무현황은 전반적으로 개선되는 것으로 나타나고 있어 본 사업의 수행에 큰 어려움은 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 무리 없이 추진될 수 있을지를 살펴봄
- 본 사업의 검토안에서 추정된 총사업비는 2,337.2억원, 대안의 총사업비는 2,176.5억원이며 총사업비의 연도별 배분계획은 5년(2022~2026년)에 걸쳐 시행하는 것으로 계획

〈표 71〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	233,721	17,925	63,724	56,709	51,715	43,648
1. 공사비	179,247	-	47,888	48,985	44,671	37,703
2. 용지보상비	15,061	7,530	7,531	-	-	-
3. 시설부대경비	18,166	8,765	2,512	2,569	2,343	1,977
4. 예비비	21,247	1,630	5,793	5,155	4,701	3,968

〈표 72〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	217,653	17,026	59,521	52,620	47,986	40,500
1. 공사비	166,320	-	44,435	45,452	41,450	34,983
2. 용지보상비	14,690	7,345	7,345	-	-	-
3. 시설부대경비	16,856	8,133	2,330	2,384	2,174	1,835
4. 예비비	19,787	1,548	5,411	4,784	4,362	3,682

- 본 사업은 총사업비의 30%는 국고로 지원하고 70%는 한국수자원공사가 분담. 시설운영비는 수도요금으로 운영비를 회수할 계획
- 상수도 시설에 대한 재원은 「수도법」에 근거하여 중앙정부와 한국수자원공사가 분담하고 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 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 유지

〈표 73〉 상수도시설의 재원부담 비율

(단위: %)

구분	분담	'93 이전	'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 예산심의시 출자기관(수공)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 75〉 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 76〉 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 '16년 204.8%에서 '20년 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

〈표 77〉 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)

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

- 국수자원공사의 매출은 2019년에 다소 감소하였으나 2020년에 3.8조원으로 대폭 증가. 당기순이익은 2016년 1,169.7억원의 손실에서 점차 회복하여 2020년에는 3,186.4억원 까지 증가

〈표 78〉 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 중장기 재무관리계획('20~'24)에는 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업이 이미 반영되어 있음²⁾
 - 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 79〉 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 제출 자료. 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, 경상남도의 순위는 8위로서 개발 정도가 중위권에 속하고 통영시, 사천시, 고성군의 지역발전 정도는 중하위권에 속하는 것으로 나타나 지역낙후도 개선 측면에서 본 사업 시행의 효과가 있을 것으로 판단됨

□ <표 80>의 16개 광역시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 동 사업의 대상지역인 경상남도의 순위는 8위로서 개발 정도가 중위권에 속함

〈표 80〉 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.

- 지역낙후도 평가항목 중 제조업 종사자 비율(2위)과 1인당 승용차 등록대수(2위), 인구증가율(4위)은 광역시·도 중 상위권에 속함
- 재정자립도(9위), 도로율(9위), 노령화지수(10위)는 중위권에 속하고, 1인당 의사 수(12위), 도시적 토지이용률(11위)은 하위권에 속함

□ <표 81>의 170개 시·군별 지역낙후도 지수 순위의 산정 결과에 따르면, 경남 통영시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 76위, 경남 사천시는 74위로 중위권에 속하고 경남 고성군은 103위로 중하위권에 속함

- 경남 통영시는 도로율(31위), 제조업 종사자 비율(39위), 인구증가율(46위), 도시적 토지이용률(52위), 은 170개 시·군 중 상위권에 속함. 노령화지수(60위), 재정자립도(82위), 1인당 의사 수(82위)는 중위권에 속하며, 1인당 승용차 등록대수(130위)는 하위권에 속함
- 경남 사천시는 제조업 종사자 비율(32위), 도로율(41위), 1인당 의사 수(50위)는 상위권에 속하는 것으로 나타났으며, 도시적 토지 이용률(62위), 1인당 승용차 등록대수(63위), 인구증가율(67위), 노령화지수(77위)는 중위권에 속함. 재정자립도(105위)는 하위권에 속함

〈표 81〉 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	
경상 남도	지수	0.832	46.803	39.635	11.307	29.363	0.858	0.104	3.28	0.121	8
	순위	4	2	9	2	12	10	11	9		
통영시	지수	1.015	72.463	25.659	9.76	22.138	1.557	0.089	5.132	-0.049	76
	순위	46	60	82	39	130	31	82	52		
사천시	지수	0.235	95.409	21.39	11.334	26.101	1.283	0.111	4.39	-0.015	74
	순위	67	77	105	32	63	41	50	62		
고성군	지수	0.281	189.199	18.312	10.035	22.921	0.871	0.068	2.641	-0.37	103
	순위	66	127	126	38	117	58	126	97		

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

- 경남 고성군은 제조업 종사자 비율(38위)은 상위권에 속하고, 도로율(58위), 인구증가율(66위), 도시적 토지이용률(97위)은 중위권에 속함. 노령화지수(127위), 재정자립도(127위), 1인당 승용차 등록대수(117위), 1인당 의사 수(126위)는 하위권에 속하는 것으로 분석됨

제2절 지역경제파급효과 분석 결과

1. 지역경제 파급효과 분석 결과

- 경상남도의 총투자비는 검토안의 경우 179,467백만원, 대안은 166,524백만원으로 나타남

〈표 82〉 IRIO 분석을 위한 남강댐 광역 1단계 투자비

(단위: 백만원)

투입부문	비용항목	검토안	대안
		경상남도	경상남도
일반토목(상하수도시설)	공사비	162,952	151,200
	시설부대경비	16,515	15,324
총투자비		179,467	166,524

- 주: 1. 총투자비는 2020년 말 기준임
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비를 합산한 금액임
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 경상남도 지역의 일반토목(상하수도시설) 부문에 투입됨
 4. 일반토목(상하수도시설)의 공사비는 노후관 개량공사, 대체관로공사, 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

- (검토안) 본 사업의 총투자비는 1,794.7억원으로 검토안의 생산유발효과는 3,675.0억원, 부가가치유발효과는 1,501.6억원, 취업유발효과는 2,620.5명, 고용유발효과는 2,301.5명임
- 경상남도에서는 2,400.9억원의 생산유발효과와 1,073.3억원의 부가가치유발효과, 1,898.7명의 취업유발효과, 1,788.1명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정됨
 - 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.3%, 부가가치유발효과의 71.5%, 취업유발효과의 72.5%, 고용유발효과의 77.7%를 경상남도에서 차지하는 것으로 나타남

〈표 83〉 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	135.7	3.7	71.3	4.7	144.3	5.5	105.2	4.6
인천	64.8	1.8	18.2	1.2	30.1	1.1	23.1	1.0
경기	123.6	3.4	46.8	3.1	101.7	3.9	75.3	3.3
대전	10.8	0.3	4.5	0.3	12.4	0.5	8.1	0.4
충북	54	1.5	16.8	1.1	30.3	1.2	22.2	1.0
충남	73.2	2.0	21.5	1.4	27	1.0	18.4	0.8
광주	10	0.3	4.1	0.3	12.5	0.5	7.7	0.3
전북	19.6	0.5	6.7	0.4	19.9	0.8	10.9	0.5
전남	146.9	4.0	40.5	2.7	35.5	1.4	23.4	1.0
대구	40.8	1.1	15.4	1.0	45.7	1.7	30.7	1.3
경북	253.2	6.9	66.5	4.4	93.5	3.6	67.1	2.9
부산	140.6	3.8	52.2	3.5	117.5	4.5	84.4	3.7
울산	150.9	4.1	45.5	3.0	18	0.7	14.3	0.6
경남	2,400.90	65.3	1,073.30	71.5	1,898.70	72.5	1,788.10	77.7
강원	45.9	1.2	16.5	1.1	26.8	1.0	19.3	0.8
제주	3.9	0.1	1.8	0.1	6.3	0.2	3.4	0.1
합계	3,675.0	100.0	1,501.6	100.0	2,620.5	100.0	2,301.5	100.0

출처: 연구진 작성

〈표 84〉 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	125.9	3.7	66.2	4.7	133.9	5.5	97.6	4.6
인천	60.2	1.8	16.9	1.2	28	1.1	21.4	1.0
경기	114.7	3.4	43.4	3.1	94.4	3.9	69.8	3.3
대전	10.1	0.3	4.2	0.3	11.5	0.5	7.5	0.4
충북	50.1	1.5	15.6	1.1	28.1	1.2	20.6	1.0
충남	67.9	2.0	19.9	1.4	25.1	1.0	17.1	0.8
광주	9.3	0.3	3.8	0.3	11.6	0.5	7.1	0.3
전북	18.2	0.5	6.2	0.4	18.5	0.8	10.1	0.5
전남	136.3	4.0	37.6	2.7	33	1.4	21.7	1.0
대구	37.8	1.1	14.3	1.0	42.4	1.7	28.5	1.3
경북	235	6.9	61.7	4.4	86.7	3.6	62.3	2.9
부산	130.4	3.8	48.5	3.5	109	4.5	78.3	3.7
울산	140.1	4.1	42.3	3.0	16.7	0.7	13.3	0.6
경남	2,227.80	65.3	995.9	71.5	1,761.80	72.5	1,659.20	77.7
강원	42.6	1.2	15.3	1.1	24.8	1.0	17.9	0.8
제주	3.6	0.1	1.7	0.1	5.9	0.2	3.2	0.1
합계	3,410.0	100.0	1,393.3	100.0	2,431.5	100.0	2,135.5	100.0

출처: 연구진 작성

- (대안) 본 사업의 총투자비는 1,665.2억원으로 대안의 생산유발효과는 3,410.0억원, 부가가치유발효과는 1,393.3억원, 취업유발효과는 2,431.5명, 고용유발효과는 2,135.5명임
- 경상남도에서는 2,227.8억원의 생산유발효과와 995.9억원의 부가가치유발효과, 1,761.8명의 취업유발효과, 1,659.2명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정됨
 - 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.3%, 부가가치유발효과의 71.5%, 취업유발효과의 72.5%, 고용유발효과의 77.7%를 경상남도에서 차지하는 것으로 나타남

2. 지역경제 활성화 효과 분석 결과

- 본사업의 지역경제 활성화 효과지수는 검토안과 대안에 따라 각각 0.0951%, 0.0883%로 나타남
- 이는 2008~2015년 전체 예비타당성조사의 지역경제 활성화 효과지수 평균인 0.3210%, 수자원사업 평균인 0.1574%보다는 낮은 수준

〈표 85〉 지역경제 활성화 효과

(단위: 백만원, %)

구분	경상남도	
	검토안	대안
투입액 ¹⁾	179,467	166,524
지역내 부가가치 유발액	107,329.6	99,589
지역내총생산(GRDP, 2019년 잠정) ¹⁾	112,848,546	112,848,546
지역경제 활성화 효과지수 ²⁾	0.0951	0.0883

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

제Ⅶ장 종합평가 및 정책제언

제1절 종합평가

- 본 사업은 남강댐을 취수원으로 하여 경상남도 사천시, 통영시, 고성군에 생활용수를 공급하는 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관을 개량함으로써, 수돗물 공급중단 및 수질 이상 등 수도사고 예방과 안정적인 용수 공급을 도모하고자 추진된 사업임
- 시설규모와 계획의 적정성 검토 결과, 사업계획은 노후관 갱생은 98.2km, 대체관로 48.2km, 관로 추진 0.3km, 노후밸브 개량은 고려하지 않았으나 사업규모 및 계획 검토 결과, 노후관 갱생 89.3km, 대체관로 49.7km, 관로 추진 1.5km, 노후밸브 개량은 212개가 필요한 것으로 산정됨
- 사업계획안의 총사업비는 2,295.5억원이며 공사 단가비와 시설규모를 재검토한 후 노후밸브 개량공사를 추가로 반영한 검토안의 총사업비는 2,337.2억원, 세척구간과 이를 위한 대체관로 구간을 사업계획에서 제외한 대안의 총사업비는 2,176.5억원으로 산정됨
- 정책성 평가 결과 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, 지역낙후도 개선 측면에서 본 사업 시행의 효과가 있을 것으로 판단되며 반면 지역경제 활성화 효과는 크지 않은 것으로 분석됨

〈표 86〉 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표

(단위: 백만원)

구분		사업계획안	검토안	대안
사업위치		경상남도 사천시, 통영시, 고성군 일원		
사업규모	노후관 개량	98.3km	89.3km	41.8km
	대체관로	48.2km	47.5km	0km
	관로 추진	0.3km	1.5km	1.4km
	노후밸브 개량	0개	212개	87개
1. 공사비		184,599	179,247	166,320
	1) 노후관 개량공사	70,764	58,332	51,187
	2) 대체관로공사	113,834	119,641	114,185
	3) 밸브개량공사	-	1,275	948
2. 용지보상비		5,415	15,061	14,690
3. 시설부대경비		18,669	18,166	16,856
	1) 설계비	8,990	8,765	8,133
	- 조사 및 측량비	1,846	1,792	1,663
	- 기본 및 실시설계비	7,144	6,973	6,470
	2) 공사관리비	9,679	9,401	8,723
4. 예비비		20,868	21,247	19,787
	총사업비	229,550	233,721	217,653

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

- 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업은 노후관 개량, 세척, 대체관로 설치 등의 공사를 시행함에 따른 소음, 불편 등의 민원 발생 소지가 높은 편이이라 민원 발생 예상을 파악하고 이에 대한 체계적인 준비 필요

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

남강댐 광역 1단계 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 추진 배경

1. 사업의 추진 배경

남강댐 광역상수도는 광역I과 광역II로 구성되며 남강댐 원수를 남강취수장에서 취수하여 사천정수장으로 공급한다. 사천정수장에서 사천시, 고성군, 통영시로 정수를 공급하는 계통이 남강댐 광역상수도 I단계이며, 사천정수장에서 사천시, 고성군, 통영시, 거제시, 진주시, 하동군, 남해군으로 공급하는 계통이 광역상수도 II단계이다. 본 사업계획 적정성 검토의 대상은 그중 남강댐 광역상수도 I단계의 노후관 개량사업이다. 남강댐 광역상수도 I단계는 1984년 조사 및 설계를 실시하고 1989년 5월 관로시설공사를 마치고 1989년 5월 15일 통수를 개시하였다. 남강댐 광역상수도 I단계의 시설용량은 121,000m³/일이며, 총관로 길이는 도수관로 12.1km, 송수관로(터널포함) 100.4km로 총 112.5km이다.

‘남강댐 광역 I단계 노후관 개량사업’은 매설된 지 30년 이상 지난 노후관로를 개량하는 사업이다. 환경부는 상수도 사고 발생 시 막대한 사회·경제적 피해가 예상되므로 적기에 개량을 시행하여 안정적인 용수공급시스템 구축의 필요성을 주장하였으며, 개량 수단으로 비용 절감 및 한정된 자원의 효율적 활용을 위해 관로 전면교체(신규 건설) 대신 적정 시기에 창의적인 신공법(관로 갱생)을 적용을 제시하였다. 환경부는 2020년도 제2차 예비타당성조사 면제사업에 본 사업을 신청하였고, 2020년도 제2차 예타 면제사업으로 선정되어(기획재정부, 타당성심사과-555) 사업계획 적정성 검토 대상 사업이 되었다.

2. 사업의 목적 및 기대효과

환경부가 제출한 자료에 따르면 최근 10년간 해당 관로망에서 7건의 사고가 발생하였다. 또한 환경부는 남강댐 광역상수도 I단계 관로망이 관로매설 이후 32년 경과되어 사고

발생 가능성이 있으므로, '남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업'을 통해 적기에 노후관 개량을 시행하여 수도물 공급중단 및 수질 이상 등 수도사고 예방을 막아 사고 발생 시 용수 공급 중단으로 발생할 수 있는 막대한 사회·경제적 피해가 예방하는 것을 본 사업의 목적으로 삼았다.

환경부는 본 사업의 기대효과로 광역상수도 노후관로 적기 개량에 따른 시설물 수명연장 및 관로사고 발생 위험도 저감, 국가 주요산단 용수공급 안정성 제고, 기존 관로 재사용 및 수명연장과 관련된 새로운 건설공법 도입으로 신규관로 대체 및 사업비 절감, 물에 대한 국민의 안정성 및 신뢰성 향상 등을 제시하였다.

제2절 사업의 추진 경위 및 주요 내용

1. 사업의 추진 근거

환경부는 남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업의 추진근거로 「수도법」 제4조(수도정비 기본계획의 수립)와 그에 따라 수립된 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도 변경)」(국토교통부, 2015. 8.)을 제시하였다.

「수도법」 [시행 2020. 11. 27.]

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. <개정 2008. 2. 29., 2010. 5. 25., 2011. 11. 14., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

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. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

③ 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 수도정비기본계획을 수립하려면 미리 환경부장관의 승인을 받아야 한다. 대통령령으로 정하는 중요한

사항을 변경하려는 때에도 각각 승인을 받아야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2010. 5. 25., 2011. 11. 14., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

④ 환경부장관 또는 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 수도정비기본계획을 수립하거나 변경하려면 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제18조에 따른 도시·군기본계획을 기본으로 하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2010. 5. 25., 2011. 4. 14., 2011. 11. 14., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

⑤ 환경부장관 또는 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 수도정비기본계획을 수립하거나 변경하면 지체 없이 고시하고, 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 그 내용을 환경부장관에게 통보하여야 한다. <개정 2018. 6. 8.>

⑥ 수도가 둘 이상의 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시·군(광역시의 군은 제외한다)의 관할 구역에 걸쳐지거나 그 밖에 특별한 이유가 있으면 대통령령으로 정하는 도지사 또는 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 수도정비기본계획을 수립한다. <개정 2010. 5. 25., 2011. 11. 14.>

⑦ 수도정비기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. <개정 2010. 5. 25., 2011. 11. 14., 2019. 11. 26., 2020. 3. 31.>

1. 수도(전용수도는 제외한다)의 정비에 관한 기본방침
2. 수돗물의 증장기 수급에 관한 사항
3. 광역상수원 개발에 관한 사항
4. 수도공급구역에 관한 사항
5. 상수원의 확보 및 상수원보호구역의 지정·관리
6. 수도(전용수도는 제외한다) 시설의 배치·구조 및 공급 능력
7. 수도사업의 재원 조달 및 실시 순위
8. 수도관의 현황 조사 및 세척·갱생·교체에 관한 사항
9. 삭제 <2010. 6. 8.>
10. 광역상수도와 지방상수도를 연계하여 운영할 필요가 있는 지역의 통합 급수구역에 관한 사항
11. 수돗물의 수질 개선에 관한 사항
12. 수도시설의 정보화에 관한 사항
13. 제74조 제1항에 따른 기술진단 결과에 따라 수도시설을 개선하기 위한 사항
14. 인접 지방자치단체와의 지방상수도 사업의 연계 운영에 관한 사항
15. 그 밖에 수도시설의 운용 및 수도사업의 효율화에 관한 사항으로서 대통령령으로 정하는 사항

⑧ 삭제 <2018. 6. 8.>

⑨ 환경부장관 또는 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 제5항에 따라 수도정비기본계획을 고시한 후 5년이 지나면 수도정비기본계획의 타당성을 재검토하여 이를 반영하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2010. 5. 25., 2011. 11. 14., 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.>

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

「2025 수도정비기본계획」은 국민행복과 국가발전에 기여하는 광역수도시스템을 구축하는 것을 수도 정비의 기본방향으로 삼고 이를 달성하기 위해 4가지 하위 목표를 수립하였

다. 4가지 하위 목표는 보편적이고 형평성 있는 서비스체계 구축, 깨끗한 원수 확보와 건강한 수돗물 공급, 비상시를 대비한 안정적 공급체계 구축, 글로벌 경쟁력을 갖춘 광역수도시스템 구축 등이다. 이 중 본 사업은 「2025 수도정비기본계획」의 하위 목표인 비상시를 대비한 안정적 공급체계 구축(안정적인 물) 중 관로시설 안정화 구축에 해당하는 사업이다. 「수도정비기본계획」은 관로시설 안정화를 위해 방안으로 30년 이상 노후된 관로시설 개량 및 단선관로 복선화 등을 제시하였다.

2. 사업의 추진 경위

2015년 8월 고시된 「2025 수도정비계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 발표 이후 2016년 11월 남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단이 한국수자원공사를 통해 시행되었다. 환경부는 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』 용역(한국수자원공사, 2018. 8.~2020. 11.) 및 『남강댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립』(한국수자원공사, 2020. 9.) 실시 결과를 바탕으로 「남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업」을 2020년 2차 예비타당성조사 면제사업으로 신청하였으며, 2020년 8월 예비타당성조사 면제사업으로 선정(기획재정부 타당성심사과-555)되었다.

〈표 1-1〉 사업의 추진경과

구분	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) 발간
2015. 08.	「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」 고시(국토교통부)
2016. 11.	남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단 시행(한국수자원공사)
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역(한국수자원공사)
2020. 09.	남강댐 광역상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상 수립(한국수자원공사)

출처: 남강댐 광역 1단계 및 대청댐 광역 노후관 개량사업 관련 요청 자료 회신, 2021. 2. 2.

3. 사업의 개요

가. 사업 내용

남강댐 광역상수도 I 단계는 1989년에 매설되어 현재 32년이 경과한 시설물로 시설용량은 127천㎥/일(남강댐 1단계 광역상수도)이며, 전체 관로 연장은 총 112.5km(도수관로 12.1km, 송수관로 100.4km)이다. 이 중 노후관 개량 대상 관로는 98.3km(200~1,100mm)이며, 대체관로는 48.2km(800~1,100mm)이다. 사업의 대상 위치는 급수지역으로 사천시, 통영시, 고성군이 있으며 취수원은 남강댐이다. 사업기간은 2021년부터 2027년까지 총 7년간으로 계획하고 있다. 사업의 주체는 환경부(주관부처)와 한국수자원공사이며, 총사업비는 2,296억원(국고 689억원, 한국수자원공사 1,607억원)으로 국가와 한국수자원공사가 3:7로 분담하는 것으로 계획하였다. 사업비의 지원형태는 국고현금출자이며 시설운영비는 수도요금으로 충당할 계획이다.

[그림 1-1] 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 위치도



남강댐 광역 I 단계 계통 내 관경별 비구조적 갱생 및 세척, 그리고 대체관로 구성 내역은 <표 I-2>와 같다.

<표 I-2> 남강 광역 I 단계 노후관 개량사업 시설 계획 개요

구분	개량 사업대상 연장(m)				대체관로(m)	
	관경(mm)	계	비구조적 갱생	세척	관경(mm)	연장
상태등급	-	98,343	47,894	50,449	계	48,183
계	-	98,343	47,894	50,449	계	48,183
강관	소계	47,894	47,894	-	-	-
	D1100	11,850	11,850	-	D1100	11,850
	D900	17,096	17,096	-	D900	17,224
	D800	18,948	18,948	-	D800	19,109
DCIP	소계	50,449	-	50,449	-	-
	D700	18,865	-	18,865	-	-
	D300	6,366	-	6,366	-	-
	D250	3,932	-	3,932	-	-
	D200	21,256	-	21,256	-	-
	D150	30	-	30	-	-

출처: 한국수자원공사, 「남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업 사업설명회 자료」, 2020. 11. 9.

총사업비의 구성내역은 <표 I-3>과 같다.

<표 I-3> 사업계획서상 총사업비

(단위: 백만원)

구분	금액	산출근거
총사업비	229,550	
1. 공사비	184,598	
1.1 노후관 개량	70,764	갱생=47.9km 세척=50.3km
1.2 대체관로신설	111,123	L=48.2km
1.3 부대공	2,711	Tie=11개소
2. 보상비	5,415	
3. 시설부대경비	18,669	
3.1 조사비	1,846	공사비의 1%
3.2 설계비	7,144	공사비의 3.87%
3.3 공사관리비	9,679	공사비+조사비+설계비의 5%
4. 예비비	20,868	1+2+3의 10%

출처: 한국수자원공사, 『남강(I) 광역상수도 노후관 개량사업 기본구상(요약)』, 2020. 10.

재원분담 주체별·용도별 총사업비 구분은 <표 I-4>와 같다.

<표 I-4> 재원분담 주체별·용도별 총사업비 구분

(단위: 억원)

구분	공사비	용지보상비	시설부대경비	예비비	계
정부	555	16	56	62	689
한국수자원공사	1295	38	131	143	1,607
계	1,850	54	187	205	2,296

출처: 한국수자원공사, 『남강(1) 광역상수도 노후관 개량사업 기본구상(요약)』, 2020. 10.

연차별 소요예산 내역은 <표 I-5>와 같다.

<표 I-5> 연차별 소요예산

(단위: 억원)

구분	계	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
정부	689	9	28	28	156	156	156	156
한국수자원공사	1,607	18	65	65	364	365	365	365
계	2,296	27	93	93	520	521	521	521

출처: 한국수자원공사, 『남강(1) 광역상수도 노후관 개량사업 기본구상(요약)』, 2020. 10.

나. 사업의 추진 체계

남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업의 사업수행주체는 환경부(주관부처)와 한국수자원공사(공공기관)이다. 사업 준공 후 사업운영의 주체는 한국수자원공사이며 한국수자원공사 자체 인력을 활용하여 시설 운영 및 유지관리를 시행할 계획이다. 사업 준공 후 「한국수자원공사법」 제4조에 따라 ‘수도시설관리권’을 국가로부터 출자받아 수도시설을 유지·관리하고 운영재원은 수도요금 징수를 통해 확보할 계획이다. 사업 시설의 재산권은 환경부가 소유하며, 시설운영권은 한국수자원공사가 가지게 된다. 사업에 필요한 소요 인력은 한국수자원공사의 가용인력을 활용하고 필요시 환경부의 관련부서와 협의를 거쳐 소요인력을 확보하여 사업을 추진할 것이다.

다. 사전용역 결과

환경부와 한국수자원공사는 본 사업을 추진하기 위해 2016년 11월 남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단용역을 한국시설안전공단에 의뢰하였다. 용역결과 관로시설의 종합평가등급은 C등급¹⁾으로 나타나 일부 관로 구간의 갱생·개량 등이 필요한 것으로 조사되었다. 이후 환경부는 2018년 8월부터 2020년 11월 기간 동안 한국수자원공사를 통해 ‘수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립’ 연구용역을 실시하였고, 연구용역결과에 따르면 전체 강관의 약 88%(98.3km/111.6km)가 II등급,²⁾ III등급³⁾으로 나타나 관로의 개량(세척 및 갱생)이 필요하며, 광역 I단계 관계망 중 48.2km는 대체구간이 필요한 것으로 제시되었다. 또한 전체 주철관의 약 70%가 II등급으로 세척이 필요한 상태로 나타났다.

제3절 사업계획 적정성 검토의 배경 및 주요 내용

1. 사업계획 적정성 검토의 배경 및 목적

예비타당성조사는 대규모 재정사업의 타당성에 대한 객관적이고 중립적인 조사를 통해 재정사업의 신규투자를 우선순위에 입각하여 투명하고 공정하게 결정하도록 함으로써 예산 낭비를 방지하고 재정운영의 효율성 제고에 기여함을 목적으로 운영되고 있는 제도이다. 이에 총사업비가 500억원, 국가의 재정지원 규모가 300억원 이상인 건설사업, 정보화 사업, 국가연구개발사업을 대상으로 하고 있다.

한편, 기획재정부장관은 필요한 경우, 「예비타당성조사 운용지침」 제11조 규정에 의한 예비타당성조사 면제사업에 대하여 예비타당성조사 방식에 준하여 자원조달방안, 중장기 재정소요, 효율적 대안 등의 분석을 통해 적정사업규모를 검토하고 그 결과를 예산편성 및 기금운용계획 수립에 반영할 수 있도록 사업계획 적정성 검토를 수행하고 있다. 이에 본 사업의 경우에도 예비타당성조사 면제사업으로 선정되었으나 사업계획의 적정성 검토 필요성이 제기됨에 따라 본 조사가 의뢰되었다(기획재정부 타당성심사과-555).

1) C등급(보통): 주요 부재에 경미하거나 광범위한 결함 발생으로 내구성, 기능성 저하 방지를 위해 보수·보강이 필요한 상태

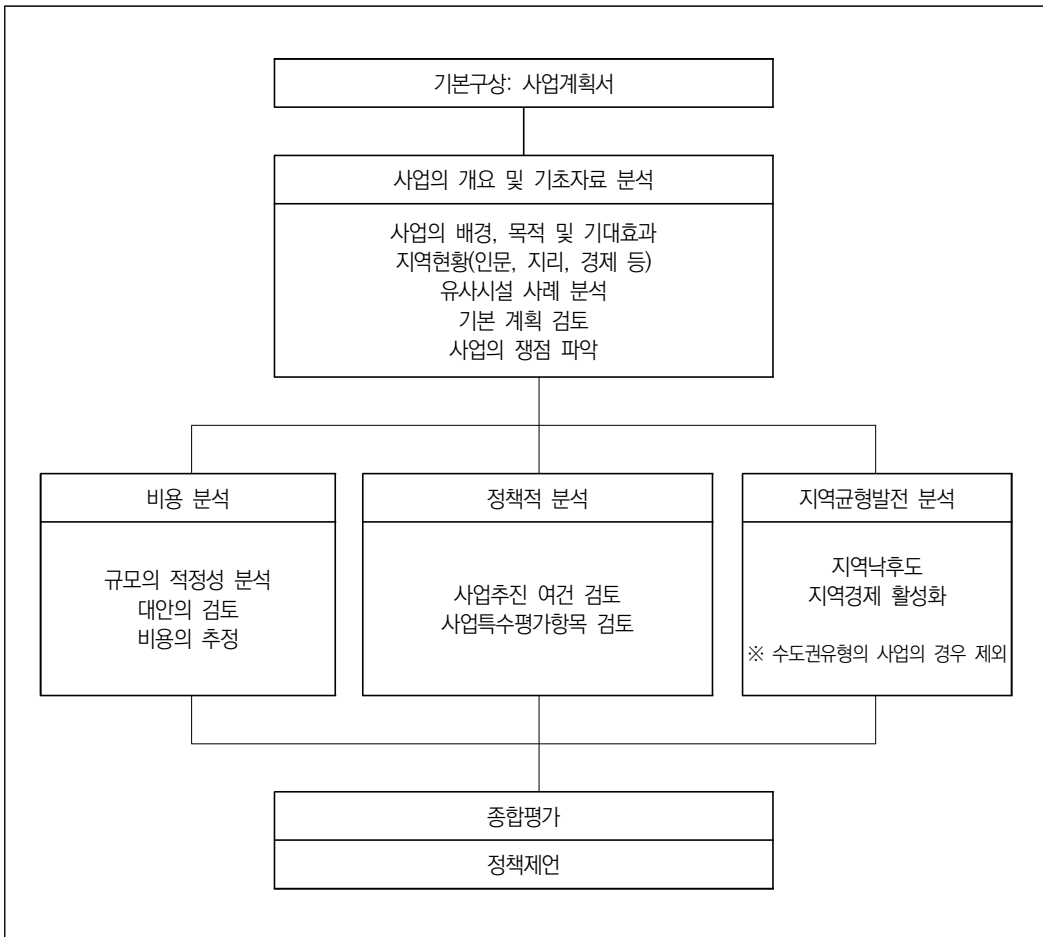
2) II등급(주철관): 노후화가 진행 중으로 수질에 영향을 줄 수 있으므로 세척이 필요한 상태

3) III등급(강관): 노후화가 상당히 진행되어 내연 도장재 박리비율 10% 이상으로 갱생이 필요한 상태

2. 사업계획 적정성 검토의 범위

예비타당성조사 면제 사업으로 구분된 「남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업」 사업계획 적정성 검토 범위 및 절차는 [그림 1-2]의 사업계획 적정성 검토 수행절차에 의거하여 사업수행 주체인 환경부가 제시한 사업계획을 분석하고, 사업의 적정규모 및 비용을 추정한다. 또한 사업계획 적정성 검토의 분석범위가 사업규모 검토와 비용추정에 한정된다는 점에서 본 사업의 타당성을 검토하기 위한 B/C 및 AHP는 생략한다. 사업계획 적정성 검토는 사업의 개요 및 기초자료 분석, 비용 분석, 정책적 분석, 지역균형발전 분석, 종합평가로 이루어져 있다.

[그림 1-2] 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도



3. 사업계획 적정성 검토의 주요 내용

남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업은 노후 수도시설 개량 등 기존 시설 효율 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업이기 때문에 「국가재정법」 제38조 제2항 제5호에 따라 예비타당성조사 면제사업에 해당한다. 이를 근거로 기획재정부는 본 사업에 대한 사업계획 적정성 검토 연구용역을 한국조세재정연구원에 의뢰하였다(기획재정부 타당성심사과-555, 2020. 8. 27.).

사업계획 적정성 검토는 예비타당성조사 방식에 준하여 자원조달 방안, 효율적 대안 등의 분석을 통해 적정사업 규모 등에 대한 검토를 수행한다. 본 사업계획 적정성 검토의 항목별 주요 내용은 다음과 같다.

가. 기초자료 분석 및 조사의 쟁점 도출

사업계획 적정성 검토를 위하여 우선 조사 대상사업의 추진 배경과 목적, 추진 경위, 계획된 사업내용 파악 등 제공된 기초자료를 검토하여 조사의 쟁점을 도출한다. 사업목적의 타당성 검토 및 목적을 달성하기 위한 수단으로서의 여러 대안을 실질적으로 비교·검토하는 브레인스토밍(brainstorming) 과정을 거쳐 다양한 조사 쟁점을 도출하는데, 이는 사업의 추진 여부에 중요한 영향을 미치는 기술적, 사회·정치적, 환경적 요인을 부각하여 심도 있게 검토하기 위한 준비단계라고 할 수 있다. 또한 제기되는 조사의 쟁점을 분석하고 해결함으로써 본 사업에 대한 사업계획 적정성 검토의 결론 및 정책제언을 도출할 수 있게 된다.

나. 사업계획의 적절성 검토

사업목적의 적절성은 당초 사업추진 당시와 변화된 사회 환경 등을 감안하여 사업의 필요성 및 사업으로 인한 효과 등이 국민경제적 관점에서 추가하여야 할 가치가 있는 목적인가를 검토한다.

사업추진 방식의 적절성은 사업 목적을 달성하기 위한 수단으로서 사업이 유리한 시나리오인지의 여부, 더 효과적인 대안 및 추진 전력이 있는지 검토한다. 선정 대안의 적절성은

다른 대안과의 개략적인 비교를 통해 선정된 대안의 기술적 타당성 검토 및 경제적 효율성이 있는 대안 등을 검토한다.

다. 비용 검토

본 사업의 규모 및 비용은 환경부가 제출한 사업계획서 및 추가제출자료에서 제시된 사업계획을 바탕으로 검토하도록 한다. 본 조사에서는 규모 등에 대한 적정 수준을 검토하고 이로 인하여 수반되는 비용 변동을 고려할 필요가 있다.

라. 정책성 분석

사업 수행의 타당성을 평가하는 데에 중요한 정책적 차원의 평가항목들을 정량적 또는 정성적으로 분석한다. 본 사업계획 적정성 검토에서는 한국개발연구원의 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구(제5판)』 및 「2020년 제2회 예비타당성조사 착수회의 자료」에 따라 사업추진여건(정책 일치성 등 내부여건 및 지역주민 사업태도 등 외부여건), 정책효과(일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성평가, 안전성 평가 등), 선택적용 사항인 사업의 특수평가항목(재원조달 위험성 등, 문화재 가치 등) 등 정책적 평가항목에 대해 분석한다. 단 분기별 예비타당성조사 수행의 가이드라인을 제공하는 「예비타당성조사 착수회의 자료」에 따르면 사업계획 적정성 검토에서는 정책효과 분석을 생략할 수 있다.

마. 지역균형발전 분석

지역균형발전 분석은 지역균형발전이라는 사회적으로 합의된 가치를 반영하여 사업의 시행 여부를 판단하기 위하여 해당 지역의 낙후정도를 반영하기 위한 지역낙후도 분석, 해당사업의 시행이 지역경제에 미치는 파급효과를 분석하기 위한 지역경제 파급효과 분석 등을 수행한다.

바. 종합결론

종합결론에서는 본 사업에 대한 사업추진 경위, 주요 쟁점을 분석하고 비용 및 정책적 분석 결과를 종합적으로 검토한다. 비용 분석과 정책적 분석 결과를 바탕으로 최종적인 검토 결과를 제시하고, 본 조사의 한계점과 향후 본 조사 대상사업의 후속 조치를 수행하는 과정에서 반드시 고려하여야 할 정책적인 사항을 제언한다.

II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

제1절 기초자료 분석

1. 남강댐 광역 I 단계 상수도 현황

남강댐 광역상수도(I, II)는 사천시, 고성군, 통영시로 정수를 공급하는 남강댐 광역상수도 I 단계와 사천시, 고성군, 통영시, 거제시, 진주시, 하동군, 남해군으로 공급하는 남강댐 광역상수도 II 단계로 구성되어 있다. 남강 광역 I 단계는 1984~1989년에 준공되었으며, 남강광역 II(1차)는 1995~2005년에 남강광역 II(2차)는 2011~2013년에 준공되었다. 남강댐 광역상수도 I 단계의 시설용량은 121,000m³/일이다.

남강댐 광역상수도(I, II)의 용수 공급은 사천정수장에서 325,000m³/일을 정수 처리 후 I 단계(121천m³/일) II 단계(204천m³/일)로 배분된다. I 단계의 경우 각각 고성군에 16,600m³/일, 통영시에 60,900m³/일, 사천시에 43,500m³/일로 공급한다.

가. 취수장 시설현황

남강댐 광역상수도에서는 2개의 취수장이 설치되어 사천정수장으로 공급하는 데 사용되고 있으며, 남강취수장(I 단계)는 현재 운휴중으로 II 단계 취수장에서 취수하여 I, II 단계 취수장으로 용수 공급을 하고 있다.

〈표 II-1〉 남강댐계통 광역상수도 취수장 시설 현황

시설물명	시설현황	비고
남강취수장 (I 단계)	○ 위치: 진주시 내동면 내평리 15-1	
	○ 수원: 남강댐 진양호 호소수	
	○ 시설용량: 127,000m ³ /일	
	○ 공급지역: 사천시, 고성군, 통영시, 거제시, 진주시, 하동군, 남해군	

〈표 II-1〉의 계속

시설물명	시설현황	비고
남강취수장 (I 단계)	○ 펌프장 시설구조	
	- 흡수정: RC조 W 5.0m × L 5.0m × H 15.5m	
	- 펌프실: RC조 W 7.5m × L 20.0m	
	○ 흡수정	
	- 수위: H.W.L: 41.0m L.W.L: 32.0m	운휴중
	○ 취수펌프·모터	
	- 형식: 양흡입 벌류트 펌프	
	- 주 펌프: Q 21.0m ³ /min × 50mH × 300kW × 6대	2004년 이후 운휴
남강취수장 (II 단계)	○ 위치: 진주시 내동면 내평리 15-1	
	○ 수원: 남강댐 진양호 호소수	
	○ 시설용량: 214,000m ³ /일(1차147,000m ³ /일+2차67,000m ³ /일)	
	○ 공급지역: 사천시, 고성군, 통영시, 거제시, 진주시, 하동군, 남해군	
	○ 펌프장 시설구조	
	- 흡수정: RC조 W 3.0m × L 4.5m × 8지	
	- 펌프실: RC조 W 10.0m × L 41.4m	
	○ 흡수정	
	- 수위: H.W.L: 42.0m L.W.L: 29.0m	
	○ 취수펌프·모터	
	- 형식: 양흡입 벌류트 펌프	
	- 주 펌프: Q 30.0m ³ /min × 35mH × 320kW × 3대 Q 36.0m ³ /min × 35mH × 320kW × 2대 Q 38.0m ³ /min × 35mH × 350kW × 1대	
	- 예비 펌프: Q 30.0m ³ /min × 35mH × 320kW × 1대	
	- 조절 펌프: Q 13.3m ³ /min × 35mH × 150kW × 1대	

주: RC(Reinforced Concrete)조: 철근콘크리트 구조

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

나. 정수장 시설현황

사천정수장은 I, II단계 정수장으로 구분되어 있으며 세부 시설 현황은 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> 정수장 시설 현황표

사천(정) I 단계	착수정	구조	- R.C조(1지)	
		규격	- W10.0m × L4.5m × H5.1m(1지)	
		수위	- H.W.L 50.0m	
		용량	- 202.5m ³	
	약품투입 설비	제수밸브	- 게이트 밸브 D1,100mm×3개소(유입, 유출, 바이패스)	
		액체 응집제 투입기	- 형식: PAC 투입기	
		소석회 투입기	- 규격: 가변속 튜브펌프 3대 254 L/hr	
		활성탄 투입기	- 형식: Batch -type - 규격: 호스펌프 900 L/hr×2대 1,800L/hr×1대	
	혼화설비	혼화기	- 형식: 수직 터빈형	
			- 규격: 3.8W × 3.8L × 3.8H 2지	
	응집설비	응집지	- 구조: R.C 조 16지 - 1지규격: W5.9m × L5.0m × H4.3m	
		응집기	- 형식: 수직패들 타입(인버터) - 전동기: 3φ 380V 2.2kW × 16대 3φ 380V 2.2kW × 16대	
	침전시설	침전지	- 구조: R.C 8지	
			- 1지규격: W11.62m×L46.6m×H4.5m	
			- 수위: H.W.L 68.90m - 용량: 2,610m ³ (1지기준)	
	여과시설	여과지	- 형식: 수중대차형 로프컨인식 × 8대 - 주행속도: 0.2~0.6m/min - 전동배수밸브(머드밸브): D=300mm 4개소/지	
			- 구조: R.C 조 10지	
			- 1지 규격: W8.4m×L10.8m×H4.3m - 수위: 유입 EL 48.5m - 여과면적: 90.7m ² /지	
	정수지	여재	- 안트라사이트 깊이 H=0.8m, 유효경(d10)=1.1mm	
			- 모래 H=0.3m, 유효경(d10)=0.6	
			- 여과속도: 197.5m/일	
	송수 설비	정수지	- 구조: R.C 4지	
			1지규격	- W14.6m × L44.6m × H4.4m
			수위	- H.W.L 44.0m, L.W.L 40.0m
용량			- 2,605m ³	
송수 설비	제수밸브	- 정수지 유입밸브: D=900mm × 4EA		
		사천계통	- 주펌프: 11.05m ³ /min × 65mH × 190kW × 2대 11.67m ³ /min × 47mH × 190kW × 1대	
			- 보조펌프: 5.65m ³ /min × 65mH × 100kW × 1대	
			- 예비펌프: 11.05m ³ /min × 65mH × 190kW × 1대	
회수조	통영계통	- 주펌프: 16m ³ /min × 125.5mH × 525kW × 2대		
		- 보조펌프: 13m ³ /min × 125.5mH × 485kW × 2대		
		- 예비펌프: 16m ³ /min × 125.5mH × 525kW × 1대		
		- R.C 1지		
회수조	회수펌프	- 구조: R.C 1지		
		1지규격	- W8.4m×L20.0m×H5.1m	
		용량	- 856.8m ³	
		회수펌프	- 형식: 횡축 편흡입 벌류트펌프 - 규격: 6.16m ³ /min × 20mH × 37kW × 2대	

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

다. 관로 현황

남강댐 광역상수도 관로 길이는 총 340.2km이며, 관종은 거의 대부분이 강관(SP) 및 덕타일 주철관(DCIP)으로 구성되어 있다. 도수관로는 총 25.4km이며, I, II단계가 병렬로 매설되어 있다. 송수관로는 총 314.8km이며 I단계 충무계통과 II단계 거제계통, I단계 삼천포계통과 II단계 삼천포·남해계통의 일부 구간이 병렬로 구성되어 있으며 구간별 세부 현황은 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> 남강댐계통 광역상수도 관로 현황

구간	관종	연장(km)	관경(mm)	매설연도	관로 현황
도수관로(I 단계)	SP	12.1	1,100	1989	I, II 단계 병렬
도수관로(II 단계)	SP	13.33	1,500	2005	I, II 단계 병렬
도수관로 계	SP	25.43			
정수장~조절지(I 단계 충무)	SP	21.385	900	1989	I, II 단계 병렬
조절지~회화분기(I 단계 충무)	SP	8.636	900~800	1989	I, II 단계 병렬
회화분기~관말(I 단계 충무)	SP	17.794	800	1989	I, II 단계 병렬
정수장~사남분기(I 단계 삼천포)	DCIP	4.543	700	1989	I, II 단계 병렬
사남분기~관말(I 단계 삼천포)	DCIP	14.342	700	1989	I, II 단계 병렬
회화시점~회화관말(I 단계 회화)	DCIP	10.267	300~200	1989	I, II 단계 병렬
II 단계 2차 회화계통	DCIP	8.2	200~450	2013	I, II 단계 병렬
서포분기~관말(I 단계 서포)	SP	22.351	200	1989	단선관로
사남분기~사남관말(I 단계 사남)	DCIP	1.036	250	1990	단선관로
정수장~조절지(II 단계 거제)	SP	21.525	1,100	2005	I, II 단계 병렬
조절지~안정분기(II 단계 거제)	SP	10.793	1,200	2005	I, II 단계 병렬
안정분기~관말(II 단계 거제)	SP	47.685	1,200~400	2005	I, II 단계 병렬
안정분기~안정관말(II 단계 안정)	DCIP	7.936	500~400	2005	I, II 단계 병렬
정수장~지족가압장(II 단계 남해)	DCIP	37.902	900~450	2005	I, II 단계 병렬
지족가압장~관말(II 단계 남해)	DCIP	7.596	350	2005	단선관로
하동분기~덕천가압장(II 단계 하동)	SP	38.272	1,100~900	2005	I, II 단계 병렬
진주분기~관말(II 단계 진주)	SP	21.490	700~500	2005	단선관로
한산도계통	GRP	13.077	150~300	2012	단선관로
송수관로 계		314.83			

출처: 『한국수자원공사, 남강댐 광역상수도(I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

I 단계 관로는 총 112.5km이며, 전구간 SP 또는 DCIP로 설치되어 있다. 매설연도는 1987년 매설관로가 다수(70.4%)이나 2000년 이후 매설관로도 상당한 비중(17.1%)을 차지하고 있다.

〈표 II-4〉 남강댐계통 광역상수도 I 단계 관로 현황

관로 계통	관로명	관종	관경 (mm)	연장 (m)	Sta. No.	비고
도수 계통	남강취수장~사천정수장	SP	1,100	12,085.88	0+0~302+6	
총무 계통	사천정수장~조절지	SP	900	21,388.07	0+0~534+28.07	
	조절지~회화계통분기	SP	900	4,940	0+0~123+3.04	터널 포함
		SP	800	3,714.26	123+3.04~215+37.26	
	회화계통분기~총무계통관말	SP	800	17,794.03	0+0~444+34.03	
회화 계통	회화계통시점~회화계통관말	DCIP	300	5,326	0+0~133+36.61	
		DCIP	200	4,910.7	133+36.61~256+26.70	
		DCIP	150	30	0+0~0+30	
삼천포 계통	사천정수장~사남공단분기	DCIP	700	4,543.02	0+0~113+23.02	
	사남공단분기~삼천포계통관말	DCIP	700	14,342.36	0+0~358+22.36	
서포 계통	서포계통분기~서포계통관말	DCIP	300	1,040.00	0+0~26+0.00	
		DCIP	250	3,962	26+0.00~125+2	
		DCIP	200	17,349.65	125+2~558+31.65	
사남 계통	사남공단분기~사남관말	DCIP	250	1,036.07	0+0~25+36.07	
합계				112,462.04		

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도 (I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

남강댐 광역상수도 관로 길이는 총 340.2km이며(I 단계, II 단계 포함) 도수관로는 총 25.4km, 송수관로 314.8km이다. 이 중 남강댐 광역 I 단계 총관로 길이는 112.5km이다(도수관로 12.1km, 송수관로 100.4km). 금회 사업대상 지역인 남강댐 광역상수도 1단계 시설은 사업대상 112.5km 중 관 노후도 평가결과 반영 후 일부 구간을 제외한 98.2km이다. 환경부는 기초조사 후 관상태 직접평가 후 개량 공법 선정 결과 전체 112.5km 중 3등급인 86.5km는 갱생작업을 통해 노후관 개량작업을 실시하고, 2등급인 11.8km는 세척으로 노

후관 개량을 실시하도록 계획을 수립하였다. 그리고 개량기간 동안 정상적 용수공급이 불가능한 구간은 대체관로를 설치하는 계획을 수립하였다. 갱생구간은 남강취수장에서 시작하여 사천정수장과 충무관말까지의 구간이며 그 길이는 47.9km이다. 세척구간은 삼천포계통부터 서포계통과 회화계통까지의 구간이며 그 길이는 50.4 km이다. 대체관로는 도수계통 중 충무계통 구간에 설치할 계획이며 그 길이는 48.2km이다.

라. 터널 현황

남강댐계통 광역상수도 I 단계 수로터널은 충무계통(조절지~회화계통)인 조절지 이후에 위치하고 있는 터널로서, 공동구 형태로 터널내부에 관로가 별도로 부설되어 있다. 개착(Open Cut) 후 시공한 철근콘크리트 BOX구조물과 강지보공의 마제형 무근콘크리트라이닝으로 시공된 마제형터널로 구분되며, 상세현황은 아래와 같다.

〈표 II-5〉 BOX 구조물 및 마제형 터널 현황(실측기준)

구분	시설물 현황	
	BOX 구조물	마제형 터널
위치	송수관로(충무계통) Sta. No. 2+38.11 ~ 6+8.11	송수관로(충무계통) Sta. No. 6+8.11 ~ 19+6.78
연장	130.3m	518.37m
구조형식	철근콘크리트	지보터널(무근라이닝)
단면규격	폭 2.0m, 높이 2.0m	내경 2.0m
송수관로 규격	D900mm, L=648.7m	

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

마. 밸브실 현황

남강댐 광역 I 단계에는 상수도 밸브실이 469개소가 존재하며 그 상세 현황은 다음 표에서 확인할 수 있다.

〈표 II-6〉 남강댐 광역상수도(I 단계) 밸브실 현황

(단위: 개소)

단계명	계통명	공기 밸브실	신축 관실	유량 계실	이토 밸브실	제수 밸브실	감압 밸브실	점검실	합계
남강댐 광역상수도 I 단계	도수계통	12	30		13	14			69
	사남계통	1		3		1			5
	삼천포계통	23		6	21	19			69
	서포계통	24		6	19	23			72
	총무계통	45	64	7	53	46		3	218
	회화계통	12		5	11	8			36
	소계	117	94	27	117	111		3	469

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

바. 비상관로 현황

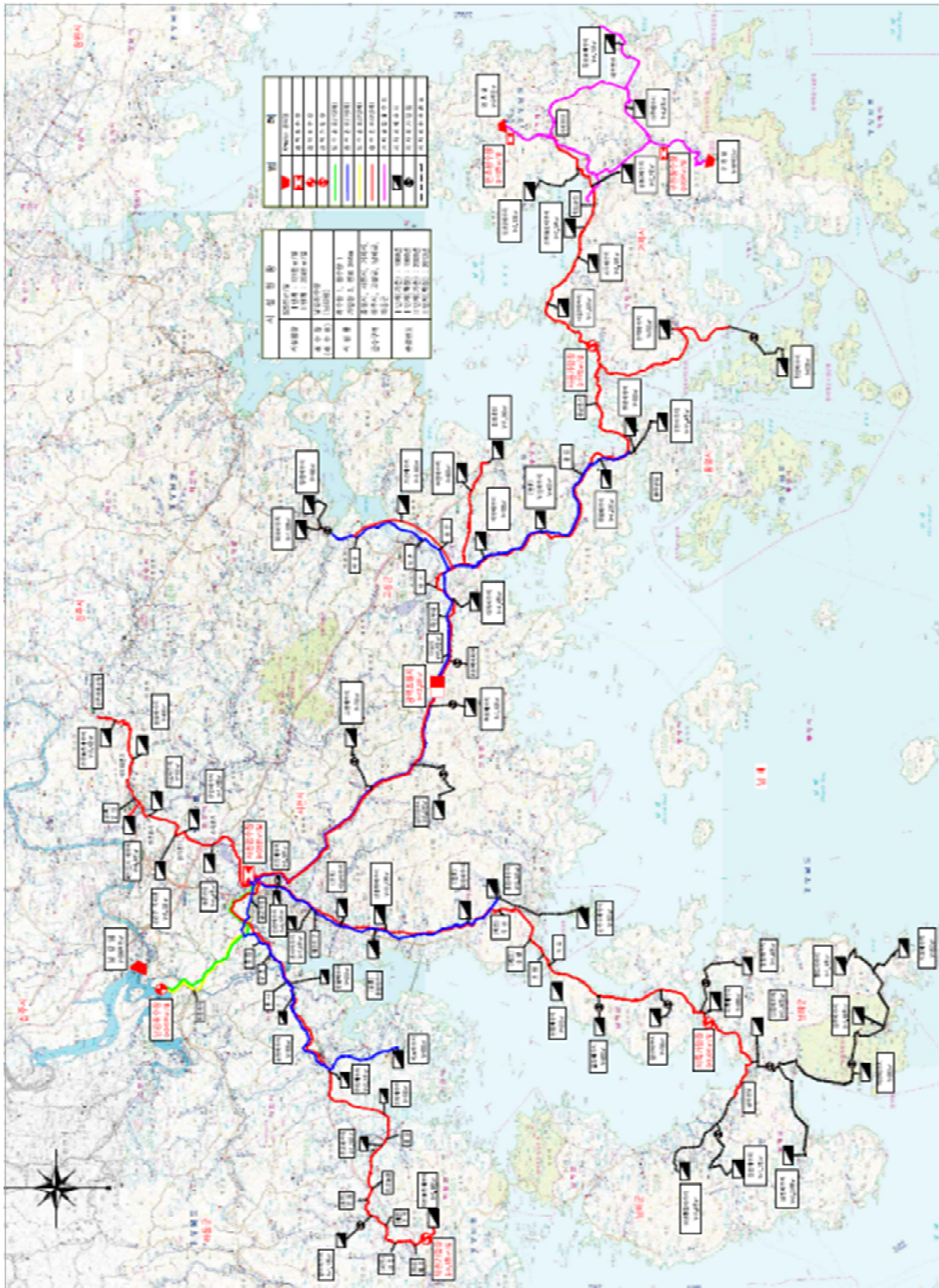
그리고 남강댐 광역 I 단계에는 비상연계 관로가 18개소 존재한다.

[그림 11-1] 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 계획 평면도



출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

[그림 11-2] 남강댐 광역상수도 1단계 공급계통도



출처: 한국수자원공사, 『남강댐광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상보고서』, 2020.

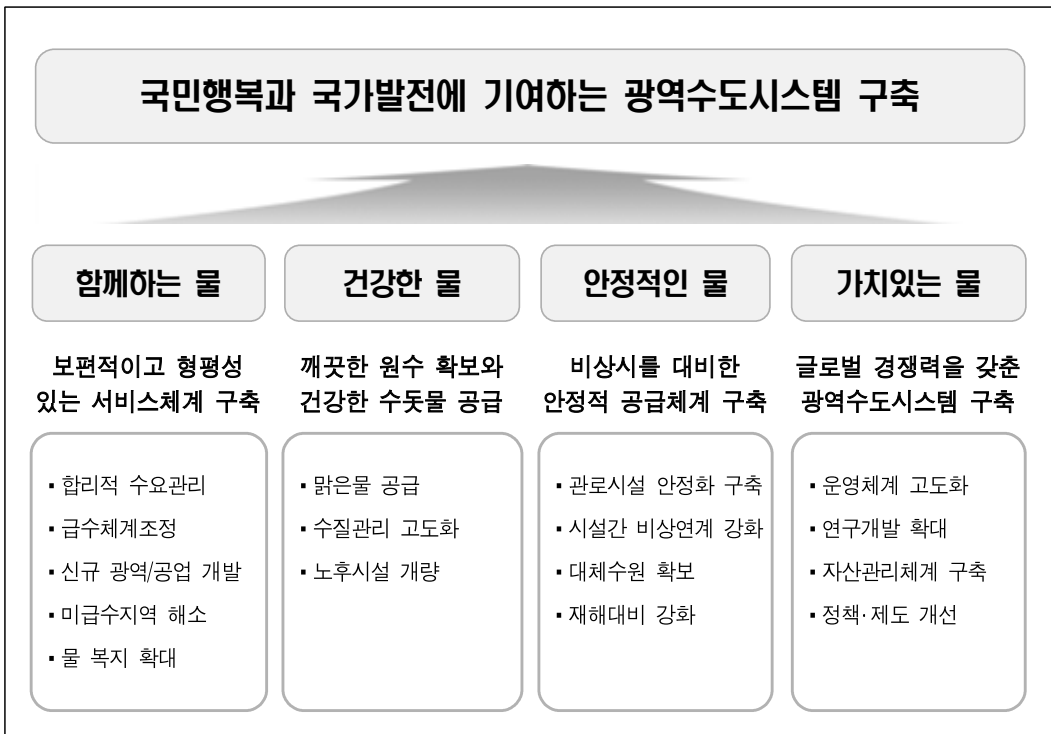
제2절 관련계획 검토

1. 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」

가. 목적 및 필요성

「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015)은 광역상수도 및 공업용수도 관련 최상위 계획이다. 광역상수도 및 공업용수도 시설은 2011년 구미 지역에서 발생한 구미광역상수도 사고로 인한 단수 피해사례와 같이 수도시설 사고, 시설 고령화 등 여러 위험요소들로 인해 안전한 물 공급에 위협을 받고 있는 상황이다. 이러한 위험요소에 대응하기 위해 안정적이고 안전한 물 공급 시스템 구축방안을 검토, 이를 실현하기 위한 중장기 계획을 수립하는 데 목적이 있다.

[그림 II-3] 2025 수도정비 기본계획의 기본방향



출처: 국토교통부, 고시 제2015-568호, 2015. 8.10.

수도정비 기본계획은 안정적 공급체계를 구축하기 위해서는 중단 없는 수돗물 공급시스템 구축의 필요성을 제시하였다. 기본계획에 따르면 노후화된 수도시설은 국민생활의 안전을 위협하고, 국가 경제발전을 저해하는 원인으로 작용할 수 있다는 점과 노후화된 관로시설이 사고를 유발하고, 수돗물에 대한 신뢰를 떨어뜨릴 수 있는 요인으로 작용한다는 점을 근거로 하여 노후화된 수도시설을 적기에 개량하여 수도사고 발생 시에도 중단 없는 용수 공급을 위해 관로복선화, 노후관 개량사업, 수도시설 간 비상연계 등이 필요함을 지적하고 있다.

수도정비기본계획은 도수관로부터 수용가까지 관로시설 사고 등으로 인한 비상시뿐만 아니라 평상시에도 안정적인 용수 공급이 가능하도록 관로시설에 대한 안정화 계획을 수립하였으며 안정화의 일환으로 노후관 개량계획, 관로복선화계획을 제시하였다. 수도정비기본계획은 노후관 개량을 위해 노후관 평가 기준을 설정하고, 노후관 대상시설 선정 및 개량계획을 수립하며, 사업의 우선순위 결정 등의 내용을 반영하고 있다. 그리고 관로복선화를 위해 복선화 기준을 설정하고, 복선화 대상시설 선정 및 계획을 수립하며, 저류조 대상시설 선정 및 계획을 수립하고, 기존 비상연계관로를 조사하여 비상연계 신규시설 설치대상을 검토하는 것에 반영하고 사업 우선순위를 결정하는 등의 내용을 반영하고 있다.

〈표 II-7〉 광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화 계획

(단위: 억원)

구분	사업개요	사업비	비고
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 복선화 등	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, 『남강댐 광역상수도(1) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

수도정비기본계획은 관로시설 안정화를 위한 사업계획 수립 및 투자 우선순위 선정하였으며 사업우선순위 선정기준에 따라 사업계획을 검토한 결과 관로 안정화사업은 사업규모상 금회 계획의 목표연도인 2025년까지 완료하기가 어려워 2030년까지 최종 완료하는 것으로 계획을 수정하였다. 남강광역 I 단계 노후관개량사업은 우선 순위 1그룹에 포함되었다.

〈표 II-8〉 2025 수도정비기본계획 변경의 노후관 개량 사업계획

(단위: 억원)

사업명	사업 내용	사업비		비고
		~2025년	~2030년	
계	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D80~3,000mm, 874.8(885.1)km • 대체관로 D80~2,000mm, 327.6(341.7)km 	14,749.2	16,843.5	
한강하류권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D350~3,000mm, 244.4km • 대체관로 D1,100~2,000mm, 28.4km 	4,440.5	5,035.3	
북한강권	-	-	-	
남한강권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D450~1,000mm, 27.0km • 대체관로 D400~600mm, 9.6km 	202.4	326.1	
동해권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D500~1,200mm, 10.4km • 대체관로 D250~500mm, 10.4km 	-	136.8	
금강북부권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D100~1,650mm, 129.4km • 대체관로 D80~1,350mm, 103.4km 	2,128.8	2,917.2	
금강남부권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D150~1,500mm, 127.6(137.9)km • 대체관로 D300~1,200mm, 38.3(44.4)km 	1,403.6	1,854.2	
영산강권	-	-	-	
섬진강권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D200~2,000mm, 79.2km • 대체관로 D1,350~1,650mm, 20.5km 	2,021.4	2,021.4	
낙동강북부권	-	-	-	
낙동강중부권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D200~1,350mm, 70.3km • 대체관로 D200~1,350mm, 50.8(58.8)km 	1,570.8	1,570.8	
낙동강남부권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D80~2,000mm, 73.2km • 대체관로 D400~1,350mm, 11.6km 	1,303.3	1,303.3	
남강권	<ul style="list-style-type: none"> • 노후관 개량 D150~1,100mm, 113.3km • 대체관로 D500~1,100mm, 54.6km 	1,678.4	1,678.4	

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(I) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

남강권 중 본 사업에 해당하는 노후관 개량사업계획은 <표 II-9>와 같다.

<표 II-9> 남강권 노후관 개량사업계획

(단위: 억원)

구분	사업 내용	사업비		사업기간	비고
		기집행	장래		
계	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D150~1,100mm, 113.3km 대체관로 D500~1,100mm, 54.6km 	-	1,678.4	-	
거제공업	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D300~900mm, 14.4km 대체관로 D500~900mm, 6.2km 	-	137.0	'17~'19	
구천	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D350~900mm, 9.2km 대체관로 D500~900mm, 6.2km 	-	102.4	'17~'19	
연초	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D300~450mm, 5.2km 	-	34.6	'17~'19	
남강댐	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D150~1,100mm, 98.9km 대체관로 D600~1,100mm, 48.4km 		1,541.4	'18~'24	
도수	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D900~1,100mm, 12.1km 대체관로 D900~1,100mm, 12.1km 	-	252.4	'18~'24	
충무	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D600~900mm, 36.3km 대체관로 D600~900mm, 36.3km 	-	760.2	'18~'24	
회화	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D150~300mm, 10.3km 	-	107.9	'18~'24	
삼천포	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D700mm, 18.9km 	-	197.9	'18~'24	
서포	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 개량 D200~300mm, 21.3km 	-	223.0	'18~'24	

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(Ⅰ) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

제3절 사업계획 적정성 검토의 주요 쟁점

1. 기술적 검토 관련 쟁점

가. 시설 규모의 적정성 검토

적정 시설규모 검토를 위한 수요량 반영이 필요하다. 사업계획은 2025년 광역 전국수도 정비계획에서 추정된 2030년까지의 수요량을 반영하였다. 2040년 광역 전국수도정비계획이 2021년 하반기에 발표될 계획이므로 2040년 광역 전국수도정비계획의 수요량이 고시될 경우 반영하려 하였으나, 조사 기간 내 고시가 어려울 것으로 판단되어 사업계획과 마찬가지로 2030 광역 전국수도정비 수요량을 사용하여 시설 규모를 검토하였다.⁴⁾ 그리고 연계관로를 통한 무중단 공급 가능 시 대체관로를 최소화하는 것을 목표로 시설 규모의 적정성을 검토하였다.

나. 세척공사 시 대안 공법 제시

한국수자원공사 측에서 제시한 고압수를 이용한 물세척 방식은(300mm 이상 관에 대한) 퇴수의 문제가 있으며, 세척 효과도 확실하지 않을 수 있다고 판단하여 해당 이슈를 해결할 4가지 공법을 발굴하였으며, 단가 견적을 받아본 결과 수공이 제안한 공법과 단가에서 큰 차이가 없음을 확인하였다. 이를 바탕으로 물을 적게 사용하면서도 퇴수가 용이한 4가지 공법을 대안으로 제시하였다.

다. 노후밸브실 개량공사를 반영한 검토안

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

4) 조사 이후 2040 수요량 고시에 따라 적정 시설규모가 달라질 수 있음을 주석으로 붙일 예정임

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 의무조항 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 않은 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 대체관로 포함)를 실시하여야 하므로 이를 고려한 최종적인 결정이 필요할 것으로 판단된다.

2. 비용추정 관련 쟁점

가. 공사비 단가 검토

갱생공사비 검토 시 적용가능한 갱생공법 검토 및 실적단가/견적단가를 비교검토하였다. 세척 공사비 검토 시 사업계획에 적용한 물세척 시 품셈공사비를 재검토하였으며, 적용가능한 세척공법 검토 및 실적단가/견적단가를 비교검토하였다. 대체관로공사비를 검토할 때에는 사업계획에 적용한 기준연도 등 공사비 산정근거를 재검토하였으며 사업계획에 적용한 개략공사비를 재검토하였다.

나. 용지보상비 검토

용지보상비 산정을 위한 자료를 한국수자원공사에 요청하였으나 수도정비기본계획 및 기본구상에서는 개략적인 노선을 산정하여 노선별 지목이 구분된 자료(용지도)는 존재하지

않았으며 개략적인 보상비 산출자료만 받을 수 있었다(기본구상_5장 및 부록 4에 수록). 그리고 구체적인 용지보상비는 실시설계 및 착공 후 산출이 가능하다는 응답을 받았다. 용지보상비 검토안에서는 기존 남강 1단계 관로와 병렬로 부설되는 것으로 가정하여 기존 수도부지 추가 매입하는 것으로 계획(추가매입 도로폭(B) = 3.0m)을 검토하였으며, 각 지자체의 지목별 표준지와 공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정하여 적용하였다. 그리고 용지보상비 산정 시 국공유지는 제외(기본구상_기존 관로 포함 A=83,790m² 사유지로 용지보상 필요)하였다.

Ⅲ. 기술성 분석

제1절 주요 사업내용 검토

1. 개요

2019년 말 기준 국내 상수도 시설용량은 27,416천m³/일로 일평균 18,266천m³/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 사업 추진 시 고려되어야 하는 사항을 다음과 같이 제시하고 있다.

- 시설을 개량하고 갱신하는 데는 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.
- 개별 시설이 개선될 때에도 신설 및 확장과 같이 물수요나 원수 수질의 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.
- 안정적인 급수에 지장이 없도록 비상시를 대비한 예비용량이 충분히 확보되어야 하고, 정수시설은 복수 계열화시켜 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.

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

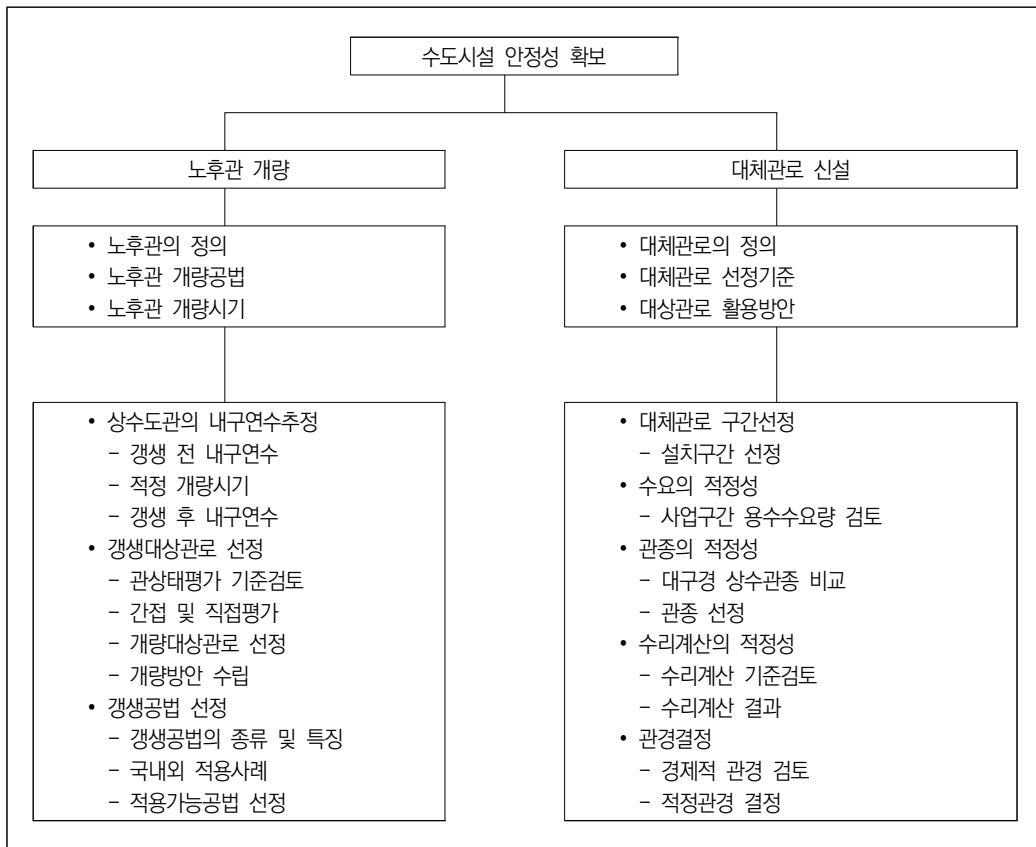
남강댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업은 관 노후도 평가결과를 토대로 가능한 기존 관의 구조상 기능을 활용하여 노후된 관로의 기능을 개선함으로써, 깨끗한 물을 안정적으로 공급하는 용수공급시스템을 구축하는 데 목적이 있다.

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」(한국수자원공사, 2020) 등을 수립하였고, 이를 토대로 적정성 검토를 위한 사업계획을 수립하였다. 본 사업대상인 남강댐계통 광역상수도(1단계)는 관로 매설 이후 최대 31년 이상 경과되었으며, 관 내부 조사결과 전체 112.5km중 정비제외 대상 1.8km를 제외한 관로이설 등의 사유로 간접평가 I등급(상태 양호)을 유지하고 있는 구간은 약 21.4km에 불과하고 나머지 89.3km는 II등급 또는 III등급의 관 상태이다.

따라서 향후 사용연수 증가에 따른 노후관로 확대 및 수도사고 발생 빈도 증가로 대규모 단수사태 등의 국가재난이 발생할 수 있으며, 이에 따라 사고예방과 용수공급의 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 용수공급을 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 대한 잠정적인 정의를 내리고 있다.

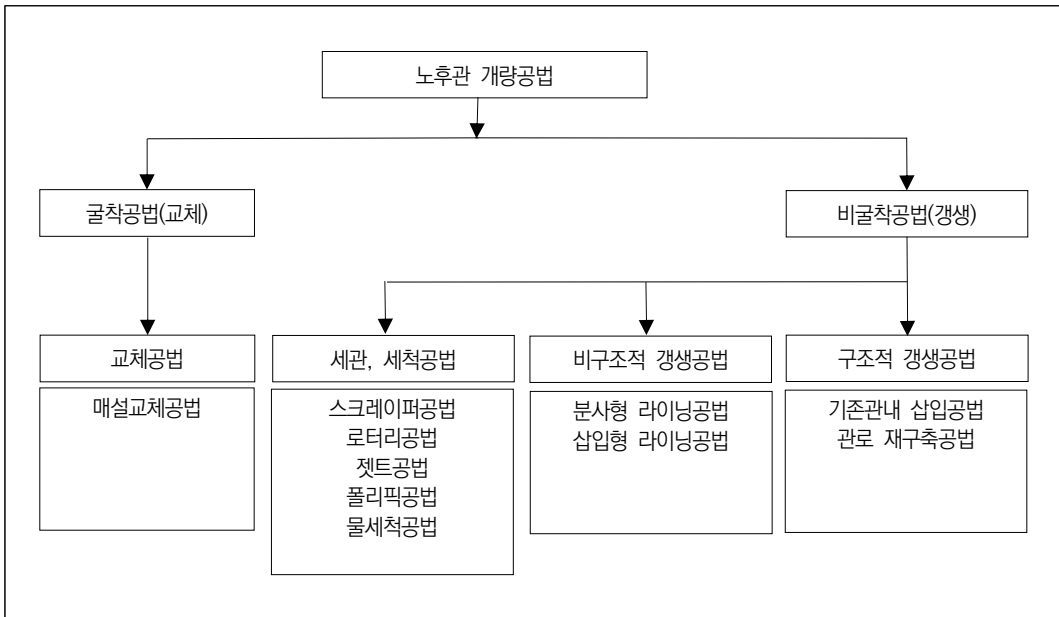
〈표 Ⅲ-1〉 기관별 노후도의 정의

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"> 노후 수도관이라 함은 아연도 강관, 비내식성 금속관 매설 후 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.

나. 노후관 개량공법

관로 개량공법은 [그림 Ⅲ-2]와 같이 기존 관 전체를 교체하는 굴착교체공법과 기존 관을 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)

비굴착 공법은 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)

내부에 침전물 또는 슬라임, 녹 또는 경질의 부식생성물 등을 완전 제거하여 통수능력을 회복시키는 공법



나) 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 공법

다) 구조적 갱생공법

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 공법

〈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 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, 약취 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 신관구매비가 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 다음 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

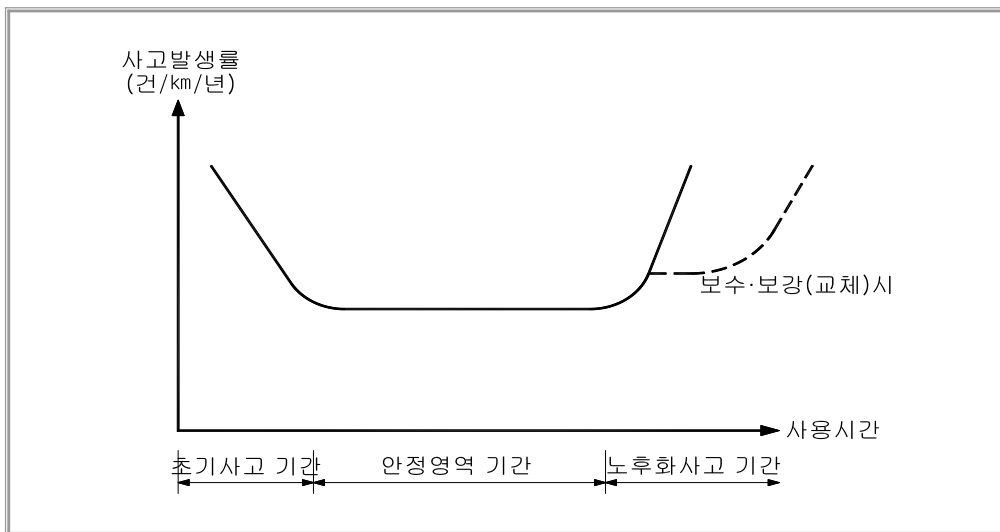
출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(Ⅰ) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

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.

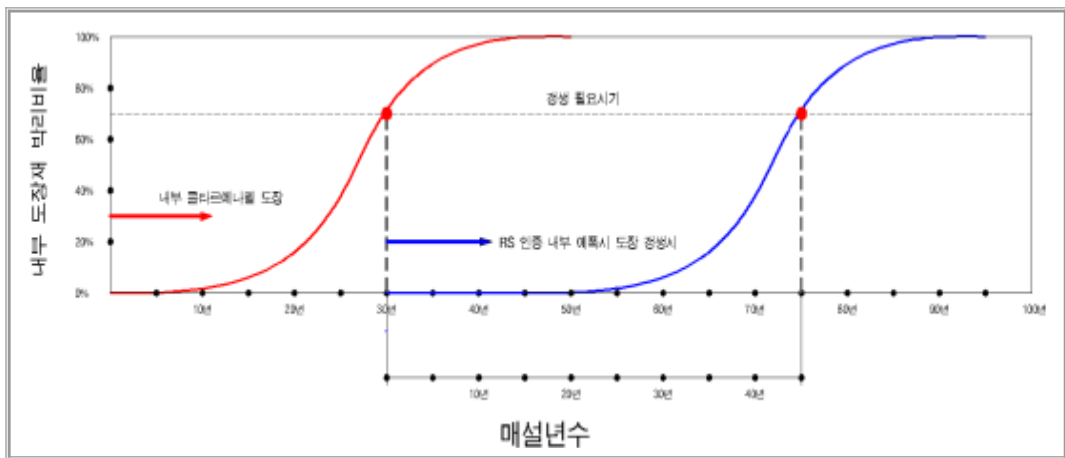
[그림 III-3] 노후관로 사고율 곡선



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 일최대 수요량 공급이 어려운 문제가 발생하며, 이를 해결하기 위한 방안으로 「2025 수도정비기본계획(변경)」에 노후관 사업구간 공사 시 공급불가 지역에 대해 대체관로 계획을 수립하도록 명시하였다. 따라서 용수공급의 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"> • 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. 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 일최대 수요량이 공급되도록 한다.

2) 갱생공사 후

노후관로 갱생공사 완료 후 갱생관로와 대체관로를 함께 사용함으로써 용수공급의 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 사업 추진이 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 우수율 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

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 가감적용)
광주광역시	• 1984년 이전에 부설된 라이닝되지 않은 주철관을 중심으로 교체 및 갱생 대상선정

하지만 실제 시설물에 대한 사용기간은 다양한 환경적 영향에 따라 달라질 수 있으며, 특히 그 기능이 무엇이냐에 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, 한국수자원공사) 등의 노후관 개량을 위한 의사결정시스템을 적용하고 있으며, 대구경 광역상수도의 평가인자인 수도시설 제원정보(GIS), 전국토양정보, 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

남강댐계통 광역상수도(1단계)의 대부분은 1989년에 설치되었으며, 관로의 용도는 원수, 공업용수, 생활용수로 사용 중에 있다. 관로의 총연장은 약 112.5km이며, 관로의 관경은

〈표 III-7〉 남강댐계통 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
도수계통		12,086	-	-	-	-	-	-	12,086
정수계통	총무	47,816	1,772	-	4,830	3,499	7,288	-	30,427
	삼천포	18,886	-	-	1,283	-	-	-	17,603
	서포	22,352	-	390	240	1,011	-	-	20,711
	회화	10,267	626	-	80	-	-	-	9,561
	사남(운휴중)	1,036	-	-	-	-	-	-	1,036
합계		112,443	2,398	390	6,433	4,510	7,288	-	91,424

〈표 III-8〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 관종별 관로 현황

(단위: m)

계통명	구간명	관종별 관로연장					
		계	강관	DCIP	CIP	터널	PC관
도수계통		12,086	12,086	-	-	-	-
정수계통	총무	47,816	47,816	-	-	-	-
	삼천포	18,886	-	18,886	-	-	-
	서포	22,352	-	22,352	-	-	-
	회화	10,267	-	10,267	-	-	-
	사남(운휴중)	1,036	-	1,036	-	-	-
합계		112,443	59,902	52,541	-	-	-

2) 관로 사고 현황

가) 광역상수도 관로사고 발생 현황

최근 5년간 광역상수도 시설 중 관로 사고는 총 183건이 발생되었으며, 관로사고의 주요 원인은 시설 노후화(약 58%)에 따른 것으로 나타났다. 최근 5년간 벨브를 제외하고 관로 노후화에 의한 파손 사고는 전체 72건이 발생하였다. 그중 경과연수 20년 이상 관로의 파손사고가 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
기타	3(4%)	0	0	2	0	1

나) 남강댐계통 광역상수도(1) 관로사고 발생 현황

남강 광역상수도 관로는 대부분 강관(SP)과 덕타일 주철관(DCIP)으로 구성되어 있다. 관로사고는 최근 5년간 총 4건이 발생하였으며, 2017년도를 제외한 모든 연도에 1건씩 발생하였다. 계통별로는 회화계통이 2건(50%)으로 가장 많고, 충무2(조절지~회화계통분기) 1건(25%), 충무3(회화계통분기~통영관말) 1건(25%)순이다. 사고 원인별로는 타 공사가 2건(50%)으로 나타났으며, 플랜지접합부 누수 1건(25%), 핀홀누수 1건(25%)으로 나타났다.

〈표 III-12〉 남강댐(1) 사고 발생 현황

(단위: 건)

발생연도	도수	충무1	충무2	충무3	회화	삼천포1	삼천포2	서포	사남	합계
2016	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2019	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2020	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
계	0	0	1	1	2	0	0	0	0	4
비율	0%	0%	25%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	100%

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(1) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

남강댐 광역상수도(I 단계) 관로사고 과거 이력 중 급회 사업대상에 구역에 해당하는 사고는 타 공사를 제외한 2건으로 조사되었다.

〈표 III-13〉 남강댐(1) 관로사고 현황

번호	연도	계통	구간	Sta.No	관종	관경	누수원인	사고원인
1	2016	충무계통	조절지~충무관말	41+18	SP	900	• 시설 노후화로 인한 플랜지 접합부 누수	시설 노후
2	2018	회화계통	회화계통시점~회화계통관말	235+0	DCIP	200	• 타공사에 의한 송수관로 소손	타 공사
3	2019	회화계통	회화계통시점~회화계통관말	225+0	DCIP	200	• 남강 I 단계 회화계통 송수관로 소손 발생	타 공사
4	2020	충무계통	회화계통분기~통영관말구간	412+00	SP	800	• 공기밸브실 정자관 핀홀 누수 발생	시설 노후

출처: 한국수자원공사, 『남강댐 광역상수도(1) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.

나. 개량 대상관로 선정

한국수자원공사가 제시한 관상태 평가법은 국내 평가기준 중 가장 세분화된 기준으로 판단되며, 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 수립」(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 112.5km 중 터널구간, 개량사업 기시행 구간 및 운휴중인 사남계통을 제외한 총 89.3km이며, <표 III-14>와 같이 사업계획서상의 개량대상 관로 연장과 다소 차이가 있는 것으로 검토되었다. 남강댐계통 광역상수도(1단계) 개량대상 검토 결과는 <표 III-15>와 같다.

〈표 III-14〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 개량연장

(단위: km)

구분	사업계획서	검토안	비고
개량연장	98.2	89.3	(감) 8.9
세척연장	50.3	47.5	(감) 2.8
갱생연장	47.9	41.8	(감) 6.1

주: 검토안의 개량연장은 기존관로 현황 자료상에 매설연도를 기준으로 2004년 이후에 매설된 관로를 개량대상에서 제외한 연장임

〈표 III-15〉 구간별 관로연장 및 개량연장 검토 결과

(단위: mm, m)

계통	구간	관종	관경	계	I	정비대상			정비 제외
						소계	II	III	
합계				112,462	21,368	89,281	47,526	41,755	1,813
도수 계통	소계			12,086	-	12,086	-	12,086	-
	남강취수장 ~사천정수장	SP	1,100	12,086	-	12,086	-	12,086	-
충무 계통	소계			47,836	17,391	29,669	-	29,669	777
	사천정수장 ~조절지	SP	900	21,388	11,583	9,805	-	9,805	-
	조절지 ~회화계통분기	SP	800	3,714	63	3,651	-	3,651	-
			900	4,940	2,250	1,913	-	1,913	777
회화계통분기 ~충무계통관말	SP	800	17,794	3,495	14,299	-	14,299	-	
삼천포 계통	소계			18,885	1,282	17,603	17,603	-	-
	사천정수장 ~사남공단분기	DCIP	700	4,543	-	4,543	4,543	-	-
	사남공단분기 ~삼천포계통관말	DCIP	700	14,342	1,282	13,060	13,060	-	-
서포 계통	소계			22,352	1,641	20,711	20,711	-	-
	서포계통분기 ~서포계통관말	DCIP	200	17,350	1,641	15,709	15,709	-	-
			250	3,962	-	3,962	3,962	-	-
			300	1,040	-	1,040	1,040	-	-
회화 계통	소계			10,267	1,055	9,212	9,212	-	-
	회화계통시점 ~회화계통관말	DCIP	150	30	-	30	30	-	-
			200	4,911	975	3,936	3,936	-	-
			300	5,326	80	5,246	5,246	-	-
사남 계통	소계			1,036	-	-	-	-	1,036
	사남공단분기 ~관말	DCIP	250	1,036	-	-	-	-	1,036

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. 준 구조보강 공법의 특징은 일반적으로 라이너가 얇고 기존 관의 내부에 직접적으로 접촉하며, 기존 관보다 매우 낮은 원주 방향 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.

〈표 Ⅲ-16〉 노후관 상태평가 등급 기준 및 개량공법(안)

도·송수시설 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	기존관 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		●	●	●	
		Class IV	완전 구조적 라이닝			●	●	●
V	교체(굴착/비굴착)						●	

IV등급인 갱생등급의 노후관은 ‘전체 파손’ 상태로 정의하고 있다. 기존 관이 구조적으로 견전하지 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 라이너로서 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.

2) 노후관 개량공사 적용 공법 사례 검토

가) 수도권(I) 도수시설 개량공사

수도권(I) 도수시설 개량공사의 도수관 안전성 진단방법은 현재의 진단방법과 상이하였으며, 수도권(II)광역 관상태평가지 적용한「도·송수시설 기술진단 가이드북(2010, K-water)」기준을 적용한 직접평가는 III등급으로 판정되었다. 시공 전 수행된 관내 조사보고서에 의하면 도막손상 진행 및 일부 도막에 크랙이 발견되었으나, 용접부 자분탐상시험결과는 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-17〉 수도권(I) 광역상수도 노후관 평가등급 및 갱생방법

평가 등급	갱생방법	물량
III	에폭시계(도막두께 400 μ m, 550 μ m))	D2200~2800mm, 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-18〉 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, 현장 상황을 면밀히 검토하여 감독원과 협의 후 시행토록 하는 것을 원칙으로 하였다.

〈표 III-19〉 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
	필요시 준구조보강(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 남강댐계통 광역상수도(1단계) 구간별 개량방안은 〈표 III-20〉과 같다.

〈표 III-20〉 남강댐계통 광역상수도(1단계) 개량방안

계통	구간	구간(Sta.No.)	제원			관상태평가		개량 방안
			관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
도수 계통	남강취수장 ~사천정수장	0+0~302+5.88	SP	1,100	12,086	Ⅱ	Ⅲ	비구조적 갱생
총무 계통	사천정수장 ~조절지	76+26.18~105+22.36	SP	900	1,156	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		148+17~162+18.9	SP	900	562	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		165+19.27~212+0	SP	900	1,861	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		247+31~302+38.54	SP	900	2,208	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		334+0~362+28.79	SP	900	1,149	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		367+28.85~389+9.66	SP	900	861	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		413+8~425+11	SP	900	483	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		496+22~534+28.07	SP	900	1,526	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
	조절지 ~회화계통 분기	19+0~42+15.89	SP	900	936	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		92+30~110+35.28	SP	900	725	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		116+31~123+3	SP	900	252	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		123+3~214+14	SP	800	3,651	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
	회화계통 분기 ~총무계통 관말	2+18~29+14.48	SP	800	1,076	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		31+26.75~52+35	SP	800	848	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		65+36~94+19.44	SP	800	1,143	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		103+16.79~114+11.8	SP	800	435	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생

〈표 III-20〉의 계속


계통	구간	구간(Sta.No.)	제원			관상태평가		개량 방안
			관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
충무 계통	회화계통 분기 ~충무계통 관말	124+21~208+32.3	SP	800	3,371	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		211+11.7~247+2.4	SP	800	1,431	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		258+10.4~312+29.5	SP	800	2,179	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		324+8.6~370+38	SP	800	1,869	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		376+0~383+9.43	SP	800	289	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		387+10.7~404+35	SP	800	704	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		411+12~419+3	SP	800	311	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
		428+33~444+34.03	SP	800	641	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 갱생
삼천포 계통	사천정수장 ~사남공단분기	0+0~113+23.02	DCIP	700	4,543	Ⅲ	Ⅱ	세척
		0+0~47+21.01	DCIP	700	1,901	Ⅲ	Ⅱ	세척
	사남공단분기 ~삼천포계통관말	65+5.54~82+38.96	DCIP	700	713	Ⅲ	Ⅱ	세척
		97+16.46~358+22.36	DCIP	700	10,446	Ⅲ	Ⅱ	세척
서포 계통	서포계통 분기 ~서포계통 관말	0+0~26+0	DCIP	300	1,040	Ⅲ	Ⅱ	세척
		26+0~186+35.47	DCIP	250	6,435	Ⅲ	Ⅱ	세척
		212+6.16~234+39	DCIP	200	913	Ⅲ	Ⅱ	세척
		236+9~384+38	DCIP	200	5,949	Ⅲ	Ⅱ	세척
		392+18~402+5	DCIP	200	387	Ⅲ	Ⅱ	세척
		404+15~420+34	DCIP	200	659	Ⅲ	Ⅱ	세척
		422+4~541+20	DCIP	200	4,776	Ⅲ	Ⅱ	세척
		545+0~558+31.65	DCIP	200	552	Ⅲ	Ⅱ	세척
회화 계통	회화계통 시점 ~회화계통 관말	0+0~0+30	DCIP	150	30	Ⅲ	Ⅱ	세척
		0+30~32+35	DCIP	300	1,285	Ⅲ	Ⅱ	세척
		34+35~133+36	DCIP	300	3,961	Ⅲ	Ⅱ	세척
		133+36~212+25	DCIP	200	3,149	Ⅲ	Ⅱ	세척
		237+0~256+26.7	DCIP	200	787	Ⅲ	Ⅱ	세척

3. 노후관 개량공법 선정

가. 세척공법 선정


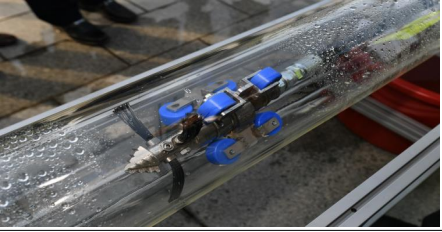
일반적인 상수관로의 내부 녹 또는 관 모체의 흑연 부분 제거를 위한 세척방식은 기계식 초고압수, 회전식 기계 스크레이퍼, 샌드블라스팅, 폴리피그 등이 있다.

〈표 III-21〉 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"> 금속관종에 한하여 적용 350mm 이하(관경에 따라 장비 제조 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 갱생 공사 시 장비를 개발하여 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 현장에서 가장 보편적인 세관공법임 	

본 검토의 비용산정을 위한 세척공법은 최근 서울시 상수도사업본부에서 개최한 관세척 기술경진대회(2020. 6.)에 참여한 업체의 공법을 적용하였으며 각 세척공법의 특징은 〈표 III-22〉와 같다.

〈표 III-22〉 관세척 공법비교(1)

구분	SFT(Smart Flushing Technology)	CT(Cleaning Technology System)
개요도		
원리	• 추진 및 청소 노즐을 이용한 고압수 세척	• 고압수와 브러시를 이용한 관 세척
관종	모든 관종 세척 가능	강관, 주철관, PE관
관경	D80~D900mm	D50~D1,200mm
공사비	D400mm 기준: 37,296원/m	D400mm 기준: 30,846원/m
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 물속에서 고압수로 세척하는 방식으로 실코트 손상 최소화 가능 • 세척장비의 각도 및 압력을 조절 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 세척공정이 간단하고 신속(효과 양호) • 세척 시 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-23〉 관세척 공법비교(2)

구분	PCF(Premium Camera Flushing)	충격파버블링 압축공기세척
개요도		
원리	• 로봇을 이용한 브러쉬 및 water jet 세척	• 세척수와 회전 발사체를 이용한 세척
관종	모든 관종 세척 가능	모든 관종 세척 가능
관경	D80~D2,800mm	D25~D600mm
공사비	D400mm 기준: 35,930원/m	D400mm 기준: 30,217원/m
장점	• 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 기존관 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 아래의 <표 III-24> 및 <표 III-25>와 같으며, 금회 사업대상 관로의 관경의 범위(D800mm~1,100mm) 및 국내 적용 실적 등을 감안하였을 경우 적용 가능한 공법은 SLW공법, HSLs공법, SCSL공법 등으로 검토되었다. 이에 선정된 적용가능 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-24> 관 갱생공법 현황

구분	신기술 명칭	적용 관경(mm)	곡관 (°)	시공연장 (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	HSLs (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-25〉 관 갱생공법 시공실적

구분	신기술 명칭	시공 실적	비고
1	RIR	<ul style="list-style-type: none"> • (한국수자원공사) 수도권광역상수도 1단계 도수시설 개량공사 • (한국수자원공사) 금강광역상수도 노후관 갱생공사 • (한국수자원공사) 수도권(II) 광역상수도 용수공급 신뢰성 제고사업 제1공구 시설공사 	
2	HSLs	<ul style="list-style-type: none"> • (한국수자원공사) 수도권(II) 광역상수도 용수공급 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) SLW공법

특히 제10-0967184호를 사용하는 이 공법은 노후 배관을 갱생하기 위한 스프레이 라이닝 공법으로 작업구를 통해 고압살수 스크래퍼, 플랜저, 스펀지, CCTV 카메라 장치를 원치로 동시에 견인하며 스케일한 후 즉시 스프레이하여 노후 상수도관을 신관 이상 수준으로 라이닝하는 공법으로 공법의 특징은 다음과 같다.

- 상하, 좌우, 전후 신축이 가능한 13톤의 견인력을 갖춘 차량탑재형 원치에 의해 관로 갱생 전 작업구의 인입구 원치를 간단한 조작에 의해 정밀하게 맞춰 세관 시 견인 될 고압살수 스크래퍼, 플랜저, 스펀지, CCTV 장착 가이드를 일직선상에 위치시켜 견인하여 관로내벽 손상 및 관벽에 걸리는 저항력을 최소화시키며 신속하게 세관할 수 있는 기술

〈표 III-26〉 SLW 공정도

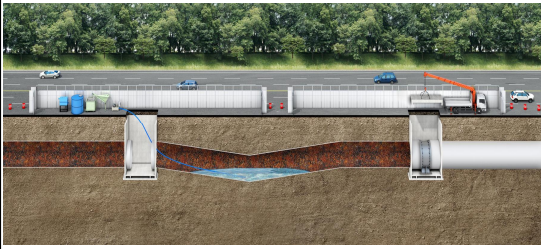
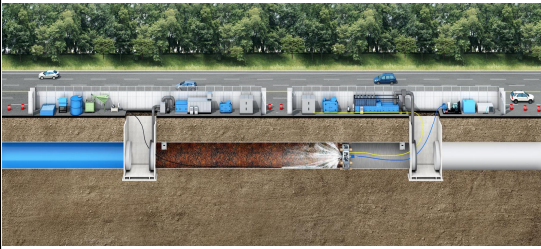
단계	공정 사진			내용	비고
I 단계 준비				단수 및 작업준비	
II 단계 세관				스크래퍼, 플랜저, 스펀지를 이용한 세관	
3단계 라이닝				라이닝공정 시행 (CCTV 촬영병행)	
4단계 복구				기존 관 연결 및 포장 원상복구	

3) HSLSP공법

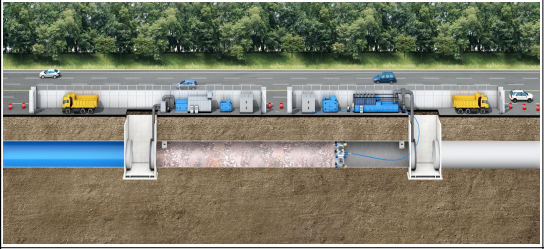

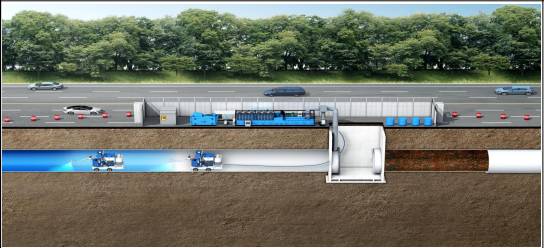
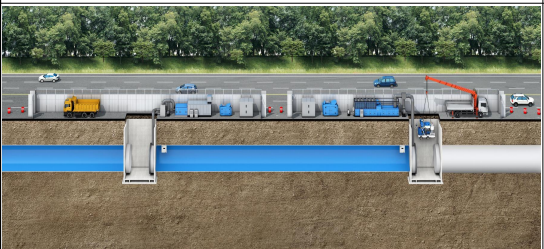
특히 제10-1680539호를 사용하는 이 공법의 정식 명칭은 「복합식 자동화 표면처리장치 및 저비산형 폴리우레아·폴리우레탄 라이닝 장치를 이용한 노후관로 갱생기술」로 이 기술의 특징은 다음과 같다.

- 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 제거
- 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 극대화
- 최종적으로 저비산형 폴리우레아 라이닝 방식을 통해 2액형의 폴리우레아·폴리우레탄 도료를 신관 수준으로 형성, 내면부식을 방지하고, 갱생관의 수명을 신관 수준으로 연장

〈표 III-27〉 HSLSP 공정도

단계	공정 모식도	내용	비고
1단계 준비		<ol 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		<ol 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-27〉의 계속

단계	공정 모식도	내 용	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 저비산형 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 	


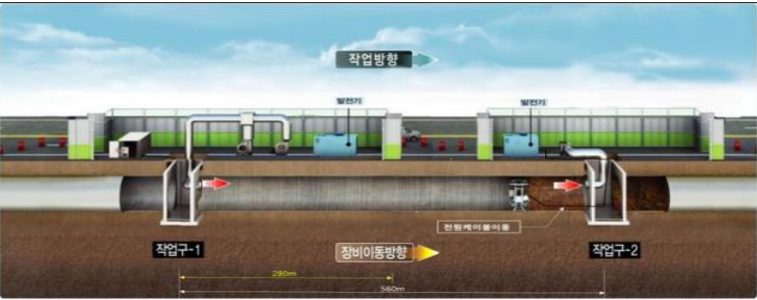

4) SCSL공법

환경신기술 406호인 이 신기술의 정식 명칭은 「다각형 유압실린더 프레임구조의 장비를 이용한 상수관로 클리닝 및 분사형 라이닝 갱생공법」으로 이 기술의 특징은 다음과 같다,




- 관 내부에 존재하는 슬라임, 민물담치, 박리도장재, 부식생성물(녹) 등을 다방향 고압수 세정 장비로 세정 제거하고, 이후 잔존 도장재 탈리 장비를 이용하여 관 내부에 잔존하는 도장재를 제거

- 스펀헤드 블라스팅 장비로 최종 블라스팅을 하여 SSPC SP-10 표면처리 품질규격과 표면조도 50 μ m(Rz) 이상을 확보하여 라이닝 도료의 부착력을 극대화
- 분사형 라이닝 장비를 이용하여 2액형 도료를 관 내부표면에 고압의 유압펌프를 이용하여 분사, 새로운 도장재를 형성시켜 내부 부식을 방지하고 기존 관의 수명을 신관 수준으로 연장

〈표 III-28〉 SCSL 공정도

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

〈표 III-28〉의 계속

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

제3절 대체관로 계획

1. 대체관로 시행 기준

「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수) 변경」(국토교통부, 2015)에 따른 대체관로의 설치 기준은 <표 III-29>와 같이 노후관 개량대상으로 선정된 구간이 개량공사 시 수용가에 일최대 수요량 공급이 어려운 경우에 대체관로 계획을 수립하여 노후관 개량 계획에 반영하도록 되어 있다.

<표 III-29> 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

출처: 국토교통부, 「2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수) 변경」, 2015.

사업계획서상의 대체관로 계획연장은 L=48.2km로 세척구간(L=50.3km) 및 갱생구간(L=47.9km) 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.

○ 대체관로 제외구간

- 관로이설 등을 포함한 상태평가 I 등급 관로구간
- 터널 구간

따라서 남강댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량공사 시 대체관로 설치 필요성에 대한 판단을 하기 위해서는 목표연도 일최대 수용량을 기준으로 수리검토가 수반되어야 하며, 이를 기준으로 대체관로 설치 유·무와 적용 환경이 판단되어야 한다.

2. 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토

가. 검토 개요

일반적으로 관로의 수리계산에 이용되고 있는 공식은 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 남강댐계통 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(mm)
Q: 유량(m ³ /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 통수년수 등에 따라 상이하다. 따라서 금회 수리계산에 적용되는 C값은 기존 관로의 경우 「2025 수도정비기본계획 변경」(2015)에서 사용된 유속계수를 동일하게 적용하였고, 신설관로의 경우 상수도시설기준 등 국내외 문헌 및 적용사례 등을 고려하였으며, 기존 및 신설관로의 적용 C값은 <표 III-30>과 같다.

〈표 III-30〉 기존 관로 유속계수

단계	계통	구간	Sta. No.	관경 (mm)	관종	금회적용 유속계수
I 단계	도수	남강(취)~사천(정) I	0+0~302+5.88	1,100	강관	90
	총무	사천(정)~고성조절지	0+00~534+28.07	900	강관	120
	총무	고성조절지~통영관말	19+0~444+34	900	강관	121
	삼천포	사천정수장~삼천포관말	0+00~32+24	700	DCIP	90
			32+24~358+22.36	700	DCIP	115
서포	사천정수장~서포관말	1+20~558+31.65	200	DCIP	131	
II 단계	도수	남강(취)~사천(정) II	0+0~333+10	1,500	강관	102
	진주	진주메인~진주관말	0+10~537+11	700	강관	125
	거제	사천(정)~고성조절지	0+0~536+37	1,100	강관	125
	거제	고성조절지~사등가압장	18+21~452+28	1,200	강관	120
	남해	사천정수장~남해관말	0+09~32+20	900	강관	90
			32+20~189+38	450	DCIP	85
하동	사천정수장~덕천가압장	0+19~598+21	900	강관	126	
		598+21~928+12	900	강관	120	

〈표 III-31〉 신설 관로 유속계수

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

주: 병행 부설구간은 등치관 관경을 기준으로 C값 적용

〈표 III-32〉 국내·외 문헌 및 시설기준의 유속계수 검토

구분	검토 내용
「상수도 시설기준」 (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 환경에 따라 차등을 주어 적용하는 것이 타당함
「일본 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 마찰손실수두 이외의 손실에 대해서는 별도로 계산함 • 곡관부나 신축관 등이 많은 배수관로 등에서는 C=100을 이용하여 마찰손실수두 이외의 손실수두를 계산하지 않을 수 있음
일본 주철관 핸드북	<ul style="list-style-type: none"> • Lining하지 않은 관의 경우 20년 후 C값이 환경에 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 lining관의 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 환경에 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 적용 시 C값은 138~139로 나타남

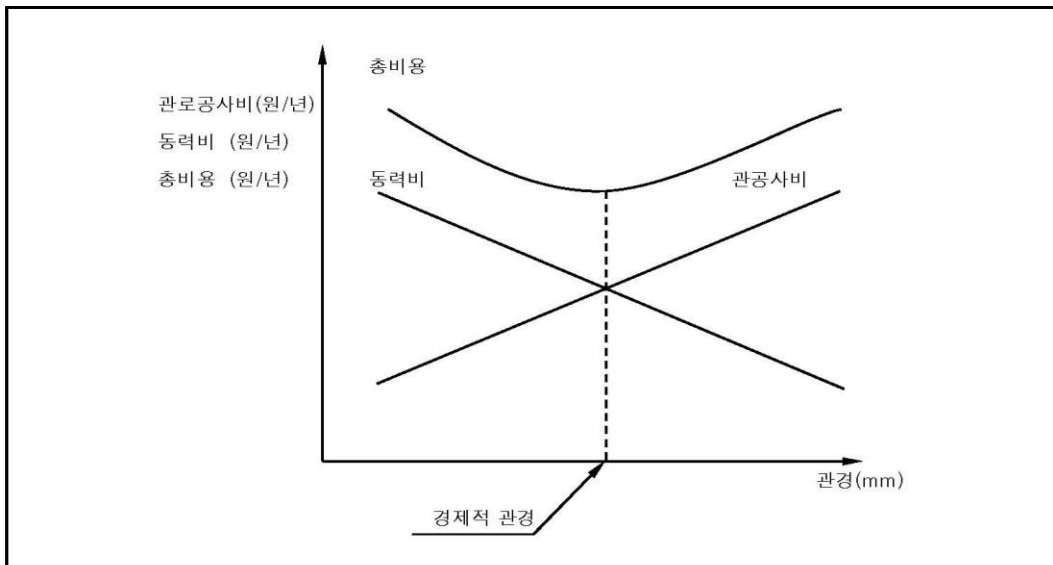
〈표 III-33〉 국내 상수도 사업 시 C값 적용 사례

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
회야댐계통 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 용수공급 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 관경 결정은 자연유하 관로와 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 관로부설비와 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 동력비의 현재가치의 합이 가장 저렴하게 되는 관경이 계획유량에 대한 경제적 관경이 된다.

[그림 III-7] 경제적 관경 선정 모식도



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

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 남강댐계통 광역상수도(1단계) 공급계통의 수리적 조건을 만족하는 최소 관경, 즉 공사비를 최소화할 수 있는 관경을 검토하였다.

라. 용수수요량 산정

남강댐계통 광역상수도에서 용수를 공급받고 있는 지자체는 총 7개이며, 「2025 수도정비 기본계획(변경)」의 2025년 지자체별 생활 및 공업용수 수요는 554.7천㎥/일이다. 이 중 광역상수도 공급량은 361.7천㎥/일으로 전체 용수 수요 중 약 65%가 광역상수도를 통해 공급된다.

사업대상 지역의 광역상수도 및 공업용수도의 시설용량은 총 361천㎥/일이며 남강댐계통 광역상수도(I~II) 325천㎥/일 및 거제공업용수도 36천㎥/일(연초정수장 16천㎥/일, 구천정수장 20천㎥/일)로 운영 중이다.

금회 수리검토는 남강댐계통 I 단계 광역상수도 노후관 개량사업이 2027년까지 시행될 계획이므로 2025년 일최대 수요량을 기준으로 관망 해석을 통해 대체관로 필요성 및 대체관로 관경을 검토하였다.

〈표 III-34〉 남강댐 광역상수도 시설용량 및 수요량

(단위: 일최대, ㎥/일)

구분	배분계획량 (㎥/일)	2025 광역·공업 수도정비				금회 적용
		2015	2020	2025	2030	2025
계	325,000	261,470	309,560	333,920 ¹⁾	345,680	325,000
진주시	38,500	17,900	27,970	29,870	30,080	29,870
통영시	64,900	75,690	71,010	67,270	68,420	67,270
사천시	63,500	51,240	59,290	63,790	64,470	63,790
거제시	83,000	81,590	91,260	101,910	110,660	92,990 ²⁾
고성군	35,100	23,730	31,050	35,840	36,410	35,840
남해군	6,500	5,280	6,670	6,240	6,530	6,240
하동군	33,500	6,040	22,310	29,000	29,110	29,000

주: 1. 배분량을 초과하는 물량은 남강댐계통 II 단계 3차 사업으로 시행될 계획으로 금회 수요에서 제외

2. 최종수요량 중 시설용량을 초과하는 8,920㎥/일은 거제시에서 제외

마. 수리검토 결과

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

수리검토는 남강댐계통 광역상수도(1단계) 공급계통을 크게 도수 및 정수 계통의 2구간으로 구분하고 기존 관의 연계운영 및 분기공급 등을 고려하여 6개의 세부검토 구간으로 설정하여 검토를 수행하였다. 각 구간별 용수공급의 수리적 안정성 및 대체관로 적정 관경에 대한 판단 기준은 <표 III-35>와 같이 구간별 관말 수두와 배수지 H.W.L(High Water Level)을 기준으로 부압발생 여부 및 적정유속(3.0m/s 이내) 등을 고려하여 적정 시설계획을 검토하였다. 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리계산에 대한 모식도는 [그림 III-8]과 같다.

<표 III-35> 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 구간 설정 및 판단 기준

계통	구간	적정 관경 판단 기준	
도수계통	남강취수장~사천정수장	• 사천정수장(1단계) 유입부 HWL: 50.0m	
정수계통	총무	사천정수장~고성조절지	• 고성조절지 유입부 HWL: 128.0m
		고성조절지~통영관말	• 통영관말(무전배수지) HWL: 81.3m
	삼천포	사천정수장~삼천포관말	• 삼천포관말 잔류수두: 35.5m
	서포	하동계통타이~서포관말	• 중항배수지 HWL: 66.2m • 서포배수지 HWL: 54.0m
	회화	회화분기~회화관말	• 회화관말 잔류수두: 61.6m

1) 도수계통 수리검토

남강취수장~사천정수장(1단계) 구간은 D1,100mm 강관이 매설되어 있으며, 남강취수장(2단계)에서 취수한 원수를 사천정수장(1,2단계)까지 공급하고 있다. 남강취수장(1단계)은 현재 운휴상태이며, 2단계에서 취수한 원수가 타이관로를 거쳐 1단계 정수장으로 공급되고 있다. 따라서 남강취수장~사천정수장 구역에 대한 관로 노후도 조사를 수행하였다. 간접평가 및 직접평가를 비교 분석하여 <표 III-36>과 같이 노후관로 정비대상을 선정하였다.

<표 III-36> 관로 노후도 조사 결과

계통	구간	구간 (Sta.No.)		제원			관상태평가		개량 방안
				관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
도수 계통	남강취수장 (2단계) ~사천정수장 (1단계)	0+0~138+0	1구간	SP	1,100	5,520	Ⅱ	Ⅲ	비구조적 갱생
		138+0~220+0	2구간	SP	1,100	3,280			
		220+0~302+5.88	3구간	SP	1,100	3,286			

수리계산 시 금회 산정한 2025년도 용수 수요량은 도수수량에 따른 할증(1.05)을 고려하였으며 수리계산 결과 각 지점별 사업 전과 공사 중 잔류수두를 비교하여 대체관로 필요성 및 최적관경을 선정하였다.

가) 남강취수장~사천정수장 구간

○ 사업 전

도수계통인 남강취수장~사천정수장 구간은 4개의 타이밸브가 있고, 2번 타이를 제외한 1, 3, 4번 타이가 개방된 채로 현재 운영 중이며 주요지점인 사천정수장 유입부를 포함한 수리계산 결과는 <표 III-37>과 같다.

<표 III-37> 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관	등치관						
남강취수장 ~타이1	1,500	1,500	90	0.33	78.02	77.69	32.59	1단계(폐쇄) 2단계
	1,500		102		(TDH=35)			
타이1 ~타이2	1,100	1,700	90	11.32	77.69	66.37	48.37	1단계 2단계
	1,500		102					
타이2 ~타이3	1,100	1,700	90	5.50	66.37	60.87	56.22	1단계 2단계
	1,500		102					
타이3 ~타이4	1,100	1,700	90	7.29	60.87	53.58	46.69	1단계 2단계
	1,500		102					
타이4 ~사천정수장	1,100	1,100	90	3.32	53.58	50.26	0.26	1단계

○ 공사 중

타이 설치를 고려한 남강취수장~사천정수장 구간의 단계별 개량 공사 시(대체관로 미설치) 수리계산 결과는 <표 III-38>과 같으며, 주요지점인 사천정수장 유입부의 수압이 부압으로 대체관로가 필요한 것으로 검토되었다. 이에 따라 개량사업 대상인 1단계 관로에 대한 관경 D1,100mm 대체관로 설치 시 수리계산 결과는 <표 III-39>와 같다. 주요지점인 사천정수장 유입부의 잔류수두가 사업 전의 잔류수두와 비교 시 적정한 잔류수두를 보이고 있고 대체관로 관경이 적정한 것으로 판단되어 대체관로의 관경을 D1,100mm로 결정하였다.

<표 III-38> 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관	등치관						
① 남강취수장 ~타이1	1,500	1,500	90	0.33	78.02	77.69	32.59	1단계(폐쇄) 2단계
② 타이1 ~타이2	1,500	1,500	90	35.21	78.02	42.81	-7.19	사천 정수장 유입부
③ 타이2 ~타이3	1,500	1,500	90	32.89	78.02	45.13	-4.87	
④ 타이3 ~타이4	1,500	1,500	90	35.66	78.02	42.36	-7.64	
⑤ 타이4 ~사천정수장	1,100	1,100	단열구간					1단계

<표 III-39> 남강취수장~사천정수장 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
② 1구간	(1,100) 1,500	1,700	120	25.66	78.02	52.36	2.36	사천 정수장 유입부
③ 2구간	(1,100) 1,500	1,700	120	27.09	78.02	50.93	0.93	
④~ ⑤ 3구간	(1,100) 1,500	1,700	120	25.26	78.02	52.76	2.76	

2) 정수계통(충무계통) 수리검토

남강댐계통 광역상수도 1단계 노후관 개량공사 시 사업범위에 포함된 정수계통(충무구간) 관로는 사천정수장~고성조절지 및 고성조절지~통영관말 구간으로 구분되며, 2단계 관로와 연계운영 가능 여부를 검토 후 수리계산을 통해 통수능력 부족 구간에 대하여 대체관로 설치를 계획하였다. 관로 노후도 조사를 통해 선정된 노후관로 개량 대상은 <표 III-40>과 같다.

〈표 III-40〉 관로 노후도 조사 결과

계통	구간	구간 (Sta.No.)		제원			관상태평가		개량 방안
				관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
충무계통	사천정수장 (1단계) ~고성조절지	76+26.18 ~105+22.36	1구간	SP	900	1,156	Ⅲ	Ⅲ	비구조적 강생
		148+17 ~212+0	2구간	SP	900	2,543			
		247+31 ~302+38.54	3구간	SP	900	2,208			
		334+0 ~362+28.79	4구간	SP	900	1,149			
		367+28.85 ~389+9.66	5구간	SP	900	861			
		413+8 ~425+11	6구간	SP	900	483			
		496+22 ~534+28.07	7구간	SP	900	1,526			
	고성조절지 ~통영관말	19+0 ~42+15.89	8구간	SP	900	936			
		92+30 ~110+35.28	9구간	SP	900	725			
		116+31 ~52+35	10구간	SP	800	6,081			
		65+36 ~94+19.44	11구간	SP	800	1,143			
		103+16.79 ~114+11.8	12구간	SP	800	435			
		124+21 ~247+2.4	13구간	SP	800	4,901			
		258+10.4 ~312+29.5	14구간	SP	800	2,179			
		324+8.6 ~419+3	15구간	SP	800	3,794			
		428+33 ~444+34.03	16구간	SP	800	641			

가) 사천정수장~통영관말 구간

○ 사업 전(사천정수장~고성조절지)

사천정수장(I 단계)~고성조절지 구간은 D900mm 강관이 매설되어 있으며, 사천정수장 1단계에서 송수된 정수를 고성조절지까지 공급하고 있다. 남강댐 광역상수도 2단계 관로(D1,100mm, 강관)와 3개의 타이 밸브가 있으며 2번 타이를 제외한 1, 3번 타이밸브를 개방하여 운영 중이며 주요지점인 고성조절지 유입부를 포함한 수리계산 결과는 <표 III-41>과 같다.

<표 III-41> 사천정수장~고성조절지 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	등차관						
사천정수장 ~타이1	900	900	120	0.88	170.81 (TDH=126)	169.93	161.21	1단계
타이1 ~타이2	900 1,100	1,300	120	13.58	169.93	156.35	129.93	1단계 2단계
타이2 ~타이3	900 1,100	1,300	120	10.94	156.35	145.41	88.26	1단계 2단계
타이3 ~고성조절지	900	900	120	14.00	145.41	131.41	3.41	1단계

○ 사업전(고성조절지~통영관말)

고성조절지~통영관말 구간은 D800~900mm 강관이 매설되어 있으며, 사천정수장 1단계에서 송수된 정수를 고성 조절지까지 공급하고 있다. 조절지 직후 각 단계 조절지 유출 유량계 전단 타이관로가 개방되어 있어 용수 공급 중이며, 이후 타이 관로는 모두 폐쇄되어 있다. 주요지점인 통영관말을 포함한 수리계산 결과는 <표 III-42>와 같다

<표 III-42> 고성조절지~통영관말 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	등차관						
고성조정지 ~타이4	900	900	120	0.17	124.00	123.83	2.61	1단계
타이4 ~타이5	800 1,200	1,300	120	9.92	123.83	113.91	101.21	1단계 2단계
타이5 ~타이6	800 1,200	1,300	120	11.26	113.91	102.65	43.26	1단계 2단계
타이6 ~타이7	800 1,200	1,300	120	13.36	102.65	89.29	89.73	1단계 2단계
타이7 ~통영관말	800	800	120	1.77	89.29	87.52	41.03 필요수두 (40.31m)	1단계

○ 공사 중(사천정수장~고성조절지)

사천정수장~고성조절지 구간의 타이설치 구간을 고려한 단계별 개량 공사 시(대체관로 미설치) 수리계산한 결과는 <표 III-43>과 같다. 타이1~타이3구간은 개량공사 시 주요지점인 조절지 유입부의 수압이 부압으로 대체관로가 필요하고 타이3~고성조절지 구간은 단열관로로 대체관로가 필요한 것으로 검토되었다.

이에 따라 개량사업 대상인 1단계 관로와 병렬로 관경 D900mm 대체관로 설치 시 수리계산한 결과는 <표 III-44>와 같으며, 주요지점인 고성조절지 유입부의 잔류수두가 사업전의 잔류수두와 비교 시 적절한 잔류수두를 보이고 있고 대체관로 관경이 적절한 것으로 판단되어 대체관로의 관경을 D900mm로 결정하였다.

<표 III-43> 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수(C)	손실수두(m)	시점수두(m)	종점수두(m)	잔류수두(m)	비고
	본관	등치관						
① 사천정수장~타이1	900	900	120	0.88	170.81 (TDH=126)	169.93	161.21	1단계
② 타이1~타이2	1,100	1,100	120	55.10	170.81	115.71	-12.29	고성 조절지 유입부
③ 타이2~타이3		1,100	120	57.86	170.81	112.95	-15.05	
④ 타이3~고성조절지	900	900	단열구간					1단계

<표 III-44> 사천정수장~고성조절지 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수(C)	손실수두(m)	시점수두(m)	종점수두(m)	잔류수두(m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
② 1구간	(900) 1,100	1,300	110	39.37	170.81 (TDH=126)	131.44	3.44	고성 조절지 유입부
②~③ 2구간	(900) 1,100	1,300	110	39.65	170.81	131.16	3.16	
③ 3구간	(900) 1,100	1,300	110	39.61	170.81	131.20	3.20	
③~④ 4구간	(900) 1,100	1,300	110	36.70	170.81	134.11	6.11	
④ 5구간	(900) 1,100	1,300	110	39.42	170.81	131.39	3.39	
④ 6구간	(900) 1,100	1,300	110	39.34	170.81	131.47	3.47	
④ 7구간	(900) 1,100	1,300	110	39.20	170.81	131.61	3.61	

○ 공사 중(고성조절지~통영관말)

고성조절지~통영관말 구간의 타이설치 구간을 고려한 단계별 개량 공사 시(대체관로 미설치) 수리계산한 결과는 <표 III-45>와 같다. 개량공사 시 주요지점인 통영관말의 필요 잔류수두는 통영관말 이후에 배수지 중 가장 높은 무전배수지(H.W.L 81.30m)에 용수공급시 필요 잔류수두(81.3m-46.49m+5.5m=40.31m)를 고려하여 40.31m로 검토되었으며, 통영관말의 필요 잔류수두 40.31m를 충족하기 위해서는 대체관로가 필요한 것으로 검토되었다. 이에 따라 개량사업 대상인 1단계 관로와 병렬로 관경 D800~900mm 대체관로 설치 시 수리계산한 결과는 <표 III-46>과 같다. 주요지점인 통영관말의 필요 잔류수두 40.31m를 상회하고 있어 대체관로 관경이 적정한 것으로 판단되며, 대체관로의 관경은 D800~ 900mm로 결정하였다.

<표 III-45> 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수(C)	손실수두(m)	시점수두(m)	종점수두(m)	잔류수두(m)	비고
	본관	등치관						
① 고성조정지 ~타이4	900	900	120	0.17	124.00	123.83	2.61	1단계
② 타이4 ~타이5	1,200	1,200	120	44.81	124.00	79.19	32.70 필요수두 (40.31m)	통영관말
③ 타이5 ~타이6	1,200	1,200	120	45.13	124.00	78.87	32.38 필요수두 (40.31m)	
④ 타이6 ~타이7	1,200	1,200	120	46.05	124.00	77.95	31.46 필요수두 (40.31m)	
⑤ 타이7 ~통영관말	800	800	단열구간					1단계

〈표 III-46〉 고성조절지~통영관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
② 8구간	(900)	1,400	110	36.56	124.00	87.44	40.95	통영관말
	1,200						필요수두 (40.31m)	
② 9구간	(900)	1,400	110	36.54	124.00	87.46	40.97	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
②~③ 10구간	(800~900)	1,300~1,400	110	36.89	124.00	87.11	40.62	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
③ 11구간	(800)	1,300	110	36.56	124.00	87.44	40.95	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
③ 12구간	(800)	1,300	110	36.51	124.00	87.49	41.00	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
③~④ 13구간	(800)	1,300	110	36.81	124.00	87.19	40.70	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
④ 14구간	(800)	1,300	110	36.64	124.00	87.36	40.87	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
④ 15구간	(800)	1,300	110	36.59	124.00	87.41	40.92	
	1,200						필요수두 (40.31m)	
⑤ 16구간	(800)	1,300	110	36.73	124.00	87.27	40.78	
	1,200						필요수두 (40.31m)	

3) 정수계통(삼천포 계통) 수리검토

사천정수장(1단계)~삼천포 구간은 D700mm(DCIP) 관로가 매설되어 있으며, 사천정수장(1단계) 저양정계통에서 가압한 정수를 사천시 수용가에 공급하고 있다. 금회 관로 노후도 조사를 통해 선정된 노후관로 개량 대상은 <표 III-47>과 같다.

〈표 III-47〉 관로 노후도 조사 결과

계통	구간	구간 (Sta.No.)		제원			관상태평가		개량 방안
				관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
삼천포 계통	사천정수장 (1단계) ~ 사남분기	0+0 ~113+23.02	1구간	DCIP	700	4,543	Ⅲ	Ⅱ	세척
	사남분기 ~ 삼천포관말	0+0 ~47+21.01	2구간	DCIP	700	1,901			
		65+5.54 ~82+38.96	3구간	DCIP	700	713			
		97+16.46 ~334+4	4구간	DCIP	700	9,468			
		334+4 ~358+22.36	5구간	DCIP	700	978			

금회 산정한 2025년도 용수 수요량을 고려하여 수리계산을 수행하였으며 수리계산 결과 각 지점별 사업 전과 공사 중 잔류수두를 비교하여 대체관로 필요성 및 최적 관경을 선정 하였다.

가) 사천정수장~삼천포관말 구간

○ 사업 전

정수계통인 사천정수장~삼천포관말 구간은 3개의 타이관로가 연결되어 있으나 현재는 폐쇄 상태로 운영 중에 있으며, 전체적으로 관경에 비해 유량이 많지 않아 유속이 빠르지 않게 수용가에 공급되고 있다. 주요지점인 삼천포 관말을 포함한 수리계산 결과는 <표 III-48>과 같다.

〈표 III-48〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관	등치관						
사천정수장 ~타이1	700	700	90	2.43	114.53 (TDH=65)	112.10	104.98	1단계
타이1 ~타이2	700 600	900	115	10.16	112.10	101.94	92.57	1단계 2단계
타이2 ~타이3	700 600	900	115	5.37	101.94	96.57	48.15	1단계 2단계
타이3 ~삼천포관말	700	700	115	1.47	96.57	95.10	35.50	1단계

○ 공사 중

사천정수장~삼천포관말 구간의 타이 설치 구간을 고려한 단계별 개량 공사 시(대체관로 미설치) 수리계산한 결과는 〈표 III-49〉와 같다. 사천정수장~타이3 구간은 개량공사 시 주요지점인 삼천포관말 지점의 부압이 발생하지 않는 조건을 충족하기 위해 구간 전체적으로 관경에 비해 유량이 많지 않은 점을 감안하여 개량사업 대상구간 중 사천정수장~타이3 구간에 신설 타이 2개소를 추가하여 공사구간을 세분화하는 대책이 필요하고 타이3~삼천포관말 구간은 단열관로로 대체관로가 필요한 것으로 검토되었다.

이에 따라 사천정수장~타이3 구간은 신설 타이 2개소를 추가하고 타이3~삼천포관말 구간은 1단계 관로와 병렬로 대체관로 설치 시의 수리계산 결과는 〈표 III-50〉과 같다. 주요 지점인 삼천포관말 필요 잔류수두를 상회하고 있어 공사 중 용수공급 대책이 적정한 것으로 판단된다. 타이3~삼천포관말 구간은 D300mm 이하의 관경을 적용하더라도 부압이 형성되지 않지만, 잔류수두뿐만 아니라 적정 최대유속(3.0m/s 이하)을 고려하여 대체관로 관경을 D400mm로 결정하였다.

〈표 III-49〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고	
	본관	등치관							
①	사천정수장 ~타이1	700	700	90	2.43	114.53 (TDH=65)	112.10	104.98	1단계
②	타이1 ~신설 타이1	900	900	90	34.33	114.53	80.20	20.60	삼천포 관말
③	신설 타이1 ~타이2	600	600	90	51.46	114.53	63.07	3.47	
④	타이2 ~신설 타이2	600	600	90	46.03	114.53	68.50	8.90	
⑤	신설 타이2 ~타이3	600	600	90	42.14	114.53	72.39	12.79	
⑥	타이3 ~삼천포관말	700	700	단열구간					

〈표 III-50〉 사천정수장~삼천포 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고	
	본관 (대체관)	등치관							
①~ ②	1구간	700	700	2단계 연계가능					삼천포 관말
③	2구간	700 900	1,100						
③	3구간	700 600	900						
④~⑤	4구간	700 600	900						
⑥	5구간	(400)	400	100	22.64	114.53	91.89	32.29	

3) 정수계통(서포계통) 수리검토

서포계통분기~서포관말 구간은 D200~300mm(DCIP) 관로가 매설되어 있으며, 당초 사천정수장(1단계) 충무계통(고양정)에서 분기하여 용수를 공급하였으나, 높은 압력으로 사고 발생이 잦아 사천정수장(2단계) 준공과 함께 하동계통에서 타이를 연결하여 사천시 일대 수용가에 용수를 공급하고 있다. 관로 노후도 조사를 통해 선정된 노후관로 개량 대상은 <표 III-51>과 같다.

〈표 III-51〉 관로 노후도 조사 결과

계통	구간	구간 (Sta.No.)		제원			관상태평가		개량 방안
				관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
서포 계통	서포계통분기 ~ 서포계통관말	0+0~26+0	1구간	DCIP	300	1,040	Ⅲ	Ⅱ	세척
		26+0~186+35.47	2구간	DCIP	250	6,435			
		212+6.16~234+39	3구간	DCIP	200	913			
		236+9~384+38	4구간	DCIP	200	5,949			
		392+18~402+5	5구간	DCIP	200	387			
		404+15~420+34	6구간	DCIP	200	659			
		422+4~541+20	7구간	DCIP	200	4,776			
		545+0~558+31.65	8구간	DCIP	200	552			

금회 산정한 2025년도 용수 수요량을 고려하여 수리계산을 수행하였으며 수리계산 결과 각 지점별 사업 전과 공사 중 잔류수두를 비교하여 대체관로 필요성 및 최적 관경을 선정 하였다.

가) 서포계통분기~서포계통관말 구간

○ 사업 전

정수계통인 서포계통분기~서포관말 구간은 3개의 타이관로가 연결되어 있으며 이중 타이1(하동계통 분기 밸브)과 타이2만 개방한 상태로 운영 중에 있다. 주요지점인 중항배수지(Sta. No.217+24, H.W.L 66.2m)와 삼천포 관말 서포배수지(H.W.L 54.0m)를 포함한 수리계산 결과는 <표 III-52>와 같다.

〈표 III-52〉 서포계통분기~서포관말 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						
중항 배수지 (H.W.L 66.2m)	서포계통분기 ~타이1	1,100	1,100	90	0.36	107.76	107.40	102.51	1단계(폐쇄) 2단계
	타이1 ~타이2	300	900	130	4.10	107.40	103.30	88.11	1단계
		900							2단계
	타이2 ~중항배수지분기	200	900	130	1.94	103.30	101.36	89.60	1단계
900		2단계							
서포 배수지 (H.W.L 54.0m)	서포계통분기 ~타이1	1,100	1,100	90	0.36	107.76	107.40	102.51	1단계(폐쇄) 2단계
	타이1 ~타이2	300	900	130	4.10	107.40	103.30	88.11	1단계
		900							2단계
	타이2 ~타이3	200	900	130	18.81	103.30	84.49	76.13	1단계
		900							2단계
타이3 ~서포관말	200	200	130	16.23	84.49	68.26	14.26	1단계	

○ 공사 중

서포계통분기~서포관말 구간의 타이 설치 구간을 고려한 단계별 개량 공사 시(대체관로 미설치) 수리계산한 결과는 〈표 III-53〉과 같다. 서포분기~타이3 구간은 개량공사 시 주요 지점인 중항배수지 및 서포배수지에 적정수압으로 송수하기 위한 조건을 충족하기 위해서 별도의 대체관로 없이 남강댐 광역상수도(2단계)의 하동계통의 관로 연계하여 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다. 다만 개량사업 대상구간 중 타이3~서포관말 구간은 단열관로로 대체관로 신설 등의 대책이 필요한 것으로 검토되었다. 이에 따라 서포계통분기~타이3 구간은 기존 타이를 통해 남강댐 광역상수도(2단계)의 하동계통의 관로를 연계하여 공급하고 타이3~서포관말 구간 중 Sta. No.399+0~420+34에는 남강댐 광역상수도(2단계)의 하동계통과 연계가 가능하도록 신설 타이를 설치하고 이후 Sta. No.420+34~서포관말까지는 대체관로를 설치하는 것으로 수리검토를 실시하였다.

수리계산한 결과는 〈표 III-54〉와 같으며, 주요지점인 중항배수지 및 서포배수지의 필요 잔류수두를 상회하고 있어 공사 중 용수공급 대책이 적정한 것으로 판단된다. 신설타이~서포관말 구간은 적정 잔류수두를 고려하여 대체관로 관경을 D200mm로 결정하였다.

〈표 III-53〉 서포계통분기~서포관말 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						
중항배수지 (H.W.L 66.2m)	①	서포계통분기 ~타이1	1,100	1,100	90	0.36	107.76	107.40	102.51	1단계(폐쇄) 2단계
	②	타이1 ~타이2	900	900	130	16.42	107.76	91.34	25.14	중항배수지 관말
	③	타이2 ~중항배수지분기	900	900	130	16.22	107.76	91.54	25.34	
서포배수지 (H.W.L 54.0m)	①	서포계통분기 ~타이1	1,100	1,100	90	0.36	107.76	107.40	102.51	1단계(폐쇄) 2단계
	②	타이1 ~타이2	900	900	130	39.72	107.76	68.04	14.04	서포배수지 관말
	③	타이2 ~타이3	900	900	130	23.98	107.76	83.78	29.78	
	④	타이3 ~신설 타이1	900	900	130	22.20	107.76	85.56	31.56	
	⑤	신설 타이1 ~서포관말	200	200	단열구간					1단계

〈표 III-54〉 서포계통분기~서포관말 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						
중항배수지 (H.W.L 66.2m)	①~②	1구간	1100	1100	2단계 연계 가능					
	②	2구간	300 900	900						
	③	3구간	200 900	900						
서포배수지 (H.W.L 54.0m)	③	4구간	200 900	900						
	③	5구간	200 900	900						
	④	6구간	200 900	900						
	⑤	7~8구간	(200)	200						100

4) 정수계통(회화계통) 수리검토

회화계통분기~회화관말 구간은 D150~300mm(DCIP) 관로가 매설되어 있으며, 당초에는 1단계 관로가 단열로 운영되었으나 남강댐 광역상수도(2단계) 2차 실시설계 이후 회화계통분기~Sta. No.209+0까지 2단계 관로가 병렬로 매설되어 현재에는 Sta. No.209+0~회화관말까지만 단열로 운영되고 있다. 주요 공급지역은 고성군 일원과 원진가압장에 용수를 공급하고 있다.

금회 산정한 2025년도 용수 수요량을 고려하여 수리계산을 수행하였으며 수리계산 결과 각 지점별 사업 전과 공사 중 잔류수두를 비교하여 대체관로 필요성 및 최적 관경을 선정하였으며, 관로 노후도 조사를 통해 선정된 노후관로 개량 대상은 아래 표와 같다.

〈표 III-55〉 관로 노후도 조사 결과

계통	구간	구간 (Sta.No.)		제원			관상태평가		개량 방안
				관종	관경 (mm)	연장 (m)	간접 평가	직접 평가	
회화 계통	회화계통 분기 -회화계통 관말	0+0~0+30	1구간	DCIP	150	30	Ⅲ	Ⅱ	세척
		0+30~32+35	2구간	DCIP	300	1,285			
		34+35~133+36	3구간	DCIP	300	3,961			
		133+36~209+1	4구간	DCIP	200	3,005			
		209+1~212+25	5구간	DCIP	200	144			
		237+0~256+26.7	6구간	DCIP	200	787			

가) 회화계통분기~회화관말 구간

○ 사업 전

정수계통인 회화계통분기~회화관말 구간은 4개의 타이로 1~2단계 관로가 연결되어 있으며 이중 타이1과 타이4만 개방한 상태로 운영 중에 있다. 주요지점인 회화관말을 포함한 수리계산 결과는 〈표 III-56〉과 같다.

〈표 III-56〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(사업 전)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관	등치관						
회화계통분기	150	500	120	11.67	111.51	99.84	91.26	1단계
~타이1	450							2단계
타이1	300	400	120	5.94	99.84	93.90	91.36	1단계
~타이2	200							2단계
타이2	200	300	120	1.35	93.90	92.55	89.98	1단계
~타이3	200							2단계
타이3	200	300	120	8.95	92.55	83.60	63.97	1단계
~2단계 관말 타이	200							2단계
~2단계 관말 타이	200	200	120	20.32	83.60	63.28	61.56	2단계
회화 관말								

○ 공사 중

회화계통분기~회화관말 구간의 타이 설치 구간을 고려한 단계별 개량 공사 시(대체관로 미설치) 수리계산한 결과는 〈표 III-57〉과 같으며, 시점부터 2단계 관말부(1단계 관로기준 Sta. No.209+0)까지 복선화가 되어 있고 유량이 작기 때문에 개량공사 시 별도의 대체관로 없이 용수 공급이 가능한 것으로 검토되었다.

다만 개량사업 대상구간 중 타이4~회화관말 구간은 단열관로로 대체관로 신설이 필요하며 일부 도로건설로 인한 관로이설 중인 구간을 제외하고 Sta. No.209+0~212+25 구간과 Sta. No.237+0~256+26.7(서포관말)까지는 대체관로를 설치하는 것으로 계획하였다.

수리계산한 결과는 〈표 III-58〉과 같으며, 주요지점인 회화관말의 필요 잔류수두를 상회하고 있어 공사 중 용수공급 대책이 적정한 것으로 판단되며 타이4~회화관말 구간은 적정 잔류수두를 고려하여 대체관로 관경을 D200mm로 결정하였다.

〈표 III-57〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 미설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관	등치관						
① 회화계통분기 ~타이1	450	450	120	55.17	111.51	56.34	54.62	회화 관말
② 타이1 ~타이2	200	200	120	62.27	111.51	49.24	47.52	
③ 타이2 ~타이3	200	200	120	51.54	111.51	59.97	58.25	
④ 타이3 ~2단계 관말 타이	200	200	120	81.41	111.51	30.10	28.38	
⑤ ~2단계 관말 타이 회화 관말	200	200	단열구간					

〈표 III-58〉 회화계통분기~회화관말 구간 수리계산 결과(공사 중, 대체관로 설치)

구간	관경(mm)		유속계수 (C)	손실수두 (m)	시점수두 (m)	종점수두 (m)	잔류수두 (m)	비고
	본관 (대체관)	등치관						
① 1구간	150 450	500	2단계 연계 가능					
① 2구간	300 200	400						
① 3구간	300 200	300						
②~④ 4구간	200 200	300						
⑤ 5구간	(200)	200	100	51.5	111.51	60.01	58.29	회화 관말
⑤ 6구간	(200)	200	100	55.55	111.51	55.96	54.24	

5) 수리검토결과 요약

2025년 기준 남강댐계통 광역상수도의 일최대 수요량을 기준으로 수리계산을 검토한 결과는 다음의 <표 III-59>와 같다.

<표 III-59> 남강댐계통 광역상수도(1단계) 수리검토 결과

계통	구간	비상연계 (불가사유)	대체관로 부설	수리계산 (대체관로 설치) 관로 제원	
도수계통	남강취수장(2단계) ~사천정수장(1단계)	필요 (연계관로 용량부족)	필요	• D=1,100mm • L=12,086m	
정수 계통	충무	사천정수장 ~고성조절지	필요 (연계관로 용량부족)	필요	• D=900mm • L=9,926m
		고성조절지~ 통영관말	필요 (연계관로 용량부족)	필요	• D=800~900mm • L=20,835m
	삼천포	사천정수장(1단계) ~삼천포관말	필요 (단선관로)	필요	• D=400mm • L=978m
			가능	불필요	• D=700mm • L=16,625m
	서포	서포계통 분기 ~서포계통관말	필요 (단선관로)	필요	• D=200mm • L=5,328m
			가능	불필요	• D=200~300mm • L=15,383m
	회화	회화계통분기 ~회화계통관말	필요 (단선관로)	필요	• D=200mm • L=931m
			가능	불필요	• D=150~300mm • L=8,281m

6) 구간별 사업량 결정

현장 여건을 고려하여 대체관로 노선계획을 검토하였고, 이에 따라 5개 계통에 대한 대체관로 설치 계획을 22개의 세부구간으로 분할하여 다음의 <표 III-60>과 같이 나타내었다.

<표 III-60> 남강댐계통 광역상수도(1단계) 대체관로 연장

계통	Sta.No	대체관 관경 (mm)	관종	수리계산 (대체관로 설치) 연장 (m)	현장여건을 고려한 연장 (m)	비고	
도수계통	0+0~302+5.88	1,100	SP	12,086	12,086		
정수 계통	충무	76+26.18~105+22.36	900	DCIP	1,156	1,185	+29
		148+17~212+0	900	DCIP	2,543	2,543	
		247+31~302+38.54	900	DCIP	2,208	2,208	
		334+0~362+28.79	900	DCIP	1,149	1,149	
		367+28.85~389+9.66	900	DCIP	861	861	
		413+8~425+11	900	DCIP	483	483	
		496+22~534+28.07	900	DCIP	1,526	1,526	
		19+0~42+15.89	900	DCIP	936	936	
		92+30~110+35.28	900	DCIP	725	725	
		116+31~52+35	900	DCIP	6,081	6,280	+199
		65+36~94+19.44	800	DCIP	1,143	1,143	
		103+16.79~114+11.8	800	DCIP	435	435	
		124+21~247+2.4	800	DCIP	4,901	5,172	+271
		258+10.4~312+29.5	800	DCIP	2,179	2,230	+51
		324+8.6~419+3	800	DCIP	3,794	4,410	+616
		428+33~444+34.03	800	DCIP	641	641	
	삼천포	334+4~358+22.36	400	DCIP	978	978	
	서포	422+4~541+20	200	DCIP	4,776	4,776	
		545+0~558+31.65	200	DCIP	552	552	
	회화	209+1~212+25	200	DCIP	144	144	
237+0~256+26.7		200	DCIP	787	787		
합계				50,084	51,250	+1,166	

7) 한국수자원공사 사업계획(예타면제신청)과 금회 사업물량 비교

한국수자원공사 사업계획과 금회 선정한 사업물량을 비교하여 <표 III-61>과 같이 나타내었다.

<표 III-61> 사업물량 비교

(단위: m)

구분	한국수자원공사 사업계획안	금회 사업물량
합계	146,726	140,529
1. 노후관 갱생	98,243	89,279
1) 세척	50,349	47,526
D150mm	30	30
D200mm	21,156	17,172
D250mm	3,932	6,435
D300mm	6,366	6,286
D700mm	18,865	17,603
2) 비구조적 갱생	47,894	41,753
D800mm	18,948	17,948
D900mm	17,096	11,719
D1,100mm	11,850	12,086
2. 대체관로	48,183	49,706
1) 대체관로 신설	48,183	49,706
D200mm	-	6,159
D400mm	-	978
D800mm	19,109	13,661
D900mm	17,224	17,496
D1,100mm	11,850	11,412
3. 관로 추진	300	1,544
1) 추진공	300	1,544
D200mm	-	100
D800mm	100	370
D900mm	100	400
D1,100mm	100	674
4. 노후밸브 개량	-	212
1) 밸브교체	-	212
D150mm	-	12
D200mm	-	12
D250mm	-	16
D300mm	-	25
D350mm	-	20
D400mm	-	10
D600mm	-	16
D700mm	-	14
D800mm	-	28
D900mm	-	34
D1,100mm	-	25

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)』(KDI, 2008)에서 제시된 비용추정 관련 용어의 구분은 [그림 IV-1]과 같다.

[그림 IV-1] 비용 구성도



출처: KDI, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008.

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 따

른 경상운영비의 차이가 발생되므로 이를 고려한 총비용을 기준으로 대안별 비용을 비교·검토하고자 하였다.

2. 비용추정을 위한 시설 계획 검토

본 사업은 노후된 남강댐계통 광역상수도(1단계) 관로시설의 기능을 회복함으로써, 안정적인 용수공급 시스템을 구축하는 데 목적이 있다.

한국수자원공사가 제시한 사업계획서상의 사업범위를 기준으로 '제Ⅲ장 기술적 분석'에서 본 사업의 시설 계획을 재검토하여 검토안을 수립하였으며, 이와 함께 다음과 같이 대안을 설정하여 시설계획을 검토하였다.

가. 노후밸브실 개량공사를 반영한 검토안 검토

- 1) 당초 사업계획에는 포함되지 않았으나, 노후관 개량사업 추진 시 수반될 것으로 예상되는 노후밸브실 개량공사비 등 부대공사비를 추가 반영하여 비용추정을 위한 시설계획의 검토안으로 설정하여 검토

나. 세척구간을 사업계획에서 제외하는 것을 대안으로 검토

- 1) 세척공사는 수질개선 및 조도계수 향상의 효과는 검증되었으나 갱생공사와 같이 생애주기가 연장된다는 근거가 미약함
- 2) 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 매설 후 매 10년 이내 1회 이상 시행해야 한다'

- 3) 관세척은 상수관로의 안정화를 위한 기술적인 관점에서는 반드시 필요한 사업이나 재정적인 관점에서는 유지관리 업무인 단순세척과 대체관로 설치 등 공사가 수반되는 세척으로 구분하여 재정지원에 대한 판단 필요

- 세척과 세척을 위한 대체관로 공사를 수도사업자 고유사무에 해당하는 것으로 판단할 경우 세척공사(세척구간 대체관로 포함)를 사업범위에서 배제하고 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 갱생공사를 실시하는 대안을 설정하여 검토

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	146,726	140,529	85,766
1. 노후관 갱생	98,243	89,279	41,753
1) 세척	50,349	47,526	-
D150mm	30	30	-
D200mm	21,156	17,172	-
D250mm	3,932	6,435	-
D300mm	6,366	6,286	-
D700mm	18,865	17,603	-
2) 비구조적 갱생	47,894	41,753	41,753
D800mm	18,948	17,948	17,948
D900mm	17,096	11,719	11,719
D1,100mm	11,850	12,086	12,086
2. 대체관로	48,183	49,706	-
1) 대체관로 신설	48,183	49,706	42,569
D200mm	-	6,159	-
D400mm	-	978	-
D800mm	19,109	13,661	13,661
D900mm	17,224	17,496	17,496
D1,100mm	11,850	11,412	11,412
3. 관로 추진	300	1,544	1,444
1) 추진공	300	1,544	1,444
D200mm	-	100	-
D800mm	100	370	370
D900mm	100	400	400
D1,100mm	100	674	674
4. 노후밸브 개량	-	212	87
1) 밸브교체	-	212	87
D150mm	-	12	-
D200mm	-	12	-
D250mm	-	16	-
D300mm	-	25	-
D350mm	-	20	-
D400mm	-	10	-
D600mm	-	16	-
D700mm	-	14	-
D800mm	-	28	28
D900mm	-	34	34
D1,100mm	-	25	25

제2절 총사업비 추정

1. 공사비 추정

가. 노후관 개량 공사비 산정 단가 검토

1) 세척공사비

세척공사비는 “건설표준품셈(2020, 건설연구사)”에 따른 m당 공사비와 금회 사업대상 관로에 적용 가능한 ‘관세척 업체별 견적가’에 따른 1m당 공사비를 산정하여 비교 검토하였다.

〈표 IV-2〉 관세척공사 단가(품셈기준)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	관세척공사 단가(2019. 12. 기준)				물가보정 (2020. 12)	비고
	관세척공사	작업구 설치공사	부대공사	계		
100	33,258	100,500	9,521	143,279	150,473	
150	33,258	100,500	9,521	143,279	150,473	
200	33,258	100,500	9,521	143,279	150,473	
300	35,273	100,500	9,521	145,294	152,588	
400	38,574	100,500	10,859	149,933	157,461	
500	38,574	100,500	10,859	149,933	157,461	
600	38,652	100,500	13,718	152,870	160,545	
700	38,652	100,500	19,874	159,026	167,010	

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. 기준)							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 비교 검토결과, 두 가지 단가는 큰 차이가 없으며 금회 사업 검토안은 공법별 견적가를 적용하였다.

〈표 IV-4〉 관세척공사 단가비교 결과

(단위: 원/m, %)

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 노후관 개량 사업계획 적정성 검토』(한국개발연구원, 2014. 5.)시 적용된 단위공사비, 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』(한국수자원공사, 2020. 11.)의 단위공사비를 비교 검토하였다.

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

〈표 IV-5〉 비구조적 갱생공사 단가(광양 1단계 실시설계)

(단위: 원/m)

관경 (mm)	비구조적 갱생 단가(2020. 12. 기준)								작업구 설치	계
	광양 1단계 구간별 단가									
	A구간	B구간	C구간	E구간	F구간	G구간	평균			
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: 1,500mm 단위공사비가 1,650mm 단위공사비보다 크게 산정된 이유는 적용공법의 단가 차이에 따른 것으로 검토됨

『광양1단계 노후관 개량사업계획 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: 천원/m)

관경 (mm)	비구조적 갱생공사 단가(2014. 5. 기준)						물가보정 (2020. 12)	비고
	예폭시 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 갱생공사 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

출처: 한국수자원공사, 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』, 2020. 11.

『광양 1단계 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 공사비와 비교 시 『광양 1단계 사업계획 적정성 검토』의 적용단가는 매우 적게 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

(단위: 원/m, %)

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		1,094,874		1,094,874
800					1,151,567		1,151,567		1,151,567
900					1,215,294		1,215,294		1,215,294
1,000					1,283,994		1,283,994		1,283,994
1,100					1,346,738		1,346,738		1,346,738
1,200					1,395,949		1,395,949		1,395,949
1,350					1,494,258		1,494,258		1,494,258
1,500	1,546,371	100	1,066,654	68.98	1,512,793	97.83	1,575,849	101.91	1,575,849
1,650	1,509,559	100	1,152,870	76.37	1,465,248	97.06	1,498,316	99.26	1,498,316
1,800					1,626,144		1,792,200		1,792,200
2,000	1,634,141	100	1,562,594	95.62	1,757,726	107.56	1,912,605	117.04	1,912,605

주: 적용가능공법은 SLW공법, HSL공법, 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 노후관 개량사업』(2020. 12.)의 실시설계 사업물량과 공사비는 <표 IV-9>와 같다.

<표 IV-9> 대체관로공사비(광양 1단계 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	D1,350	m	6		
			D1,200	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	D1350		개소	5			
	D800		개소	1			
	소계		개소	6	1,488		
총계						57,600	

주: 한국수자원공사, 『광양1단계 노후관 개량사업』(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
		슈트파일	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
			슈트파일	D1,350	m	727	4.14	3,007
	D1,200			m	115	3.46	398	
	소계				m	9,658		23,077
	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	
		슈트파일	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		4,736	
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		30,136
	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		16,792
	추진 구간	추진공	D1,350	m	711	4.17	2,964	
		작업구	D1,350	개소	8	206.00	1,648	
소계				m	711	4,612		
타이 벨브	D1350		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 비교검토 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

(단위: 백만원, %)

구분	광양1단계 실시설계		2025수도정비		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 환경별 표준단가를 산정할 필요가 있다.

금회 대체관로 환경별 표준단가를 산정하기 위한 기준을 다음과 같이 제시하였다.

〈표 IV-13〉 검토안 표준단가 산정기준

구분	산 정 기 준	비고
관중	주철관: D80~D900mm 강관: D1,000mm 이상	
매설구간	도로구간: 70% 토사구간: 25% 하천구간: 5%	
굴착고	H = 1.5m(최소 토피) + 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 (mm)	관로공사 (천원/m)	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(조립식 간이흙막이 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 대체사업뿐 아니라 밸브시설을 교체하는 공사를 포함하고 있다.

금회 검토에서는 한국수자원공사에서 제시하지 않았으나 금회 사업에 꼭 필요한 공종으로 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)	부설및접합 (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 단가 적용

나. 공사비 추정

1) 검토안 공사비 산정

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
D150	0.030	137,619	4	
D200	17.172	138,289	2,375	
D250	6.435	140,970	907	
D300	6.286	143,650	903	
D700	17.603	167,904	2,956	
합계	47.526		7,145	

나) 관갱생공사

〈표 IV-17〉 관갱생공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D800	17.948	1,151,567	20,668	
D900	11.719	1,215,294	14,242	
D1,100	12.086	1,346,738	16,277	
합계	41.753		51,187	

주: 공사비 단가: D800mm, TIE 관로공사: 전체 사업연장에 미포함되어 연장을 수록하지 않음(공사비에는 포함)

다) 대체관로공사

○ 관로공사

〈표 IV-18〉 관로공사비(검토안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D200	6.159	461,550	2,843	
D400	0.978	1,265,640	1,238	
D800	13.661	2,003,840	27,374	
D900	17.496	2,238,050	39,157	
D1,100	11.412	2,839,050	32,399	
합계	49.706		103,011	

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)	
D200	0.100	1	2,852,333	84,000	285	84	369	
D800	0.370	6	2,852,333	84,000	1,055	504	1,559	
D900	0.400	6	3,111,333	100,000	1,245	600	1,845	
D1,100	0.674	5	3,553,333	144,000	2,395	720	3,115	
합계	1.544	18			4,980	1,908	6,888	

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)	
D200	0.18	9	461,550	29,594	83	266	349	
D400	0.04	2	1,265,640	72,723	51	145	196	
D600	0.02	1	1,501,040	93,694	30	94	124	
D700	0.04	2	1,762,090	133,079	70	266	337	
D800	0.28	14	2,003,840	150,097	561	2,101	2,662	
D900	0.38	19	2,238,050	174,933	850	3,324	4,174	
D1,100	0.08	4	2,839,050	265,625	227	1,062	1,290	
합계	1.02	51			1,873	7,259	9,132	

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	12.086	50,415	609	
합계	12.086		609	

라) 밸브개량공사

〈표 IV-22〉 밸브개량공사비(검토안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D150	16	0.73	12	605	7.3	
D200	16	0.73	12	852	10.2	
D250	21	0.73	16	1,164	18.6	
D300	33	0.73	25	1,463	36.6	
D350	27	0.73	20	1,950	39.0	
D400	13	0.73	10	2,690	26.9	
D600	21	0.73	16	5,998	96.0	
D700	19	0.73	14	6,616	92.6	
D800	38	0.73	28	8,260	231.3	
D900	46	0.73	34	10,145	344.9	
D1,100	34	0.73	25	14,875	371.9	
합계	284		212		1,275	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양 1단계 사업 밸브교체율)

마) 공사비 종합결과(검토안)

〈표 IV-23〉 공사비 집계(검토안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관 개량공사	관세척공사	47.526	7,145	
	관갱생공사	41.753	51,187	
	소계	89.279	58,332	
대체관로공사	관로공사	49.706	103,011	
	추진공사	1.544	6,888	18개소
	TIE시설공사		9,132	1.02km, 51개소
	전기방식공사		609	12.086km
	소계	51.250	119,641	
밸브개량공사	밸브교체공사		1,275	212개소
	소계		1,275	
합계		140.529	179,247	

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

2) 대안 공사비 산정

대안은 금회 사업 시설계획 중 관세척공사는 유지관리업무에 포함되는 것으로서 금회 노후관 개량 사업에서 제외하고 그에 따른 대체관로공사도 제외하여 공사비를 산정하였다.

가) 관세척공사(해당없음)

나) 관갱생공사

〈표 IV-24〉 관갱생공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D800	17.948	1,151,567	20,668	
D900	11.719	1,215,294	14,242	
D1,100	12.086	1,346,738	16,277	
합계	41.753		51,187	

다) 대체관로공사

○ 관로공사

〈표 IV-25〉 관로공사비(대안)

관경 (mm)	사업물량 (km)	단가 (천원/km)	공사비 (백만원)	비고
D800	13.661	2,003,840	27,374	
D900	17.496	2,238,050	39,157	
D1,100	11.412	2,839,050	32,399	
합계	42.569		98.931	

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, 세척공사 사업대상 제외에 따른 대체관로 공사 일부 제외

○ 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)	
D800	0.370	6	2,852,333	84,000	1,055	504	1,559	
D900	0.400	6	3,111,333	100,000	1,245	600	1,845	
D1100	0.674	5	3,553,333	144,000	2,395	720	3,115	
합계	1.444	15			4,695	1,824	6,519	

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)	
D800	0.28	14	2,003,840	150,097	561	2,101	2,662	
D900	0.38	19	2,238,050	174,933	850	3,324	4,174	
D1,100	0.08	4	2,839,050	265,625	227	1,062	1,290	
합계	0.74	37			1,639	6,488	8,126	

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	12.086	50,415	609	
합계	12.086		609	

라) 밸브개량공사

〈표 IV-29〉 밸브개량공사비(대안)

관경 (mm)	전체밸브 (개소)	교체율 (%)	교체밸브 (개소)	적용단가 (천원/개소)	공사비 (백만원)	비고
D800	38	0.73	28	8,260	231	
D900	46	0.73	34	10,145	345	
D1,100	34	0.73	25	14,875	372	
합계	118		87		948	

주: 노후관 개량공사구간의 밸브실 전체 개소수의 73% 적용(광양 1단계 사업 밸브교체율)

마) 공사비 종합결과(대안)

〈표 IV-30〉 공사비 집계(대안)

구분		사업물량 (km)	공사비 (백만원)	비고
노후관 개량공사	관세척공사	-	-	-
	관갱생공사	41.753	51,187	-
	소계	41.753	51,187	-
대체관로공사	관로공사	42.569	98,931	-
	추진공사	1.444	6,519	15개소
	TIE시설공사	-	8,126	0.74km, 37개소
	전기방식공사	-	609	12.086km
	소계	44.013	114,185	-
밸브개량공사	밸브교체공사		948	87개소
	소계		948	
합계		85.766	166,320	-

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

다. 공사비 추정 결과

『광양 I 단계 노후관 개량사업』(2020. 12.) 실시설계 내역서를 비교·분석하여 금회 검토안(검토안, 대안)의 적용단가를 결정하였고 그에 따른 추정 공사비는 <표 IV-31>과 같이 산정하였다.

〈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	50.4	7,574	47.526	7,145	-	-
	관갱생 공사	47.9	58,572	41.753	51,187	41.753	51,187
	소계	98.3	66,147	89.279	58,332	41.753	51,187
대체 관로 공사	관로 공사	47.9	109,844	49.706	103,011	42.569	98,931
	추진 공사	0.3	1,280	1.544	6,888	1.444	6,519
	TIE시설 공사	-	2,709	-	9,132	-	8,126
	전기방식 공사	-	-	-	609	-	609
	소계	48.2	113,834	51.250	119,641	44.013	114,185
밸브 개량 공사	밸브교체 공사	-	-	-	1,275	-	948
	소계	-	-	-	1,275	-	948
합계		146.500	184,599	140,529	179,247	85.766	166,320
백분율		100%		97.1%		90.1%	

2. 용지보상비 추정

용지보상비는 신설되는 교체관로와 대체관로의 설치공사 및 유지관리를 위한 용지구입비와 지장물보상비로 구분된다. 보상면적은 기존 남강댐계통 광역상수도(1단계)와 병렬로 부설하는 것으로 가정하여 기존 수도부지 측면 3m를 추가 매입하는 것으로 계획하였다. 용지보상비는 사업대상 지역 개별공시지가를 조사하여 『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』(한국개발연구원, 2018)의 지역별 보상배율을 적용하고 지장물보상비를 가산하여 산정하였다.

가. 보상 면적

남강댐계통 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 면제 사업으로 분류되어 경제성 분석을 수행하지 않는 점을 고려하여, 용지보상비 산정 시 국·공유지는 반영하지 않았다.

따라서 대체관로 51.25km 중 하천 및 추진 구간 3.11km와 도로 매설구간 21.38km를 제외한 26.76km를 대상으로 검토안의 용지보상비를 산정하였다. 대안의 경우, 세척공사(세척구간 대체관로 포함)를 사업범위에서 제외하여 25.81km에 대한 용지보상비를 산정하였다.

〈표 IV-32〉 보상면적 산정

구분	사업계획안	검토안	대안	비고
보상 연장(m)	14,370	27,648	25,809	
대체관로	14,370	27,648	25,809	토사구간
보상 면적(㎡)	29,430	83,790	80,945	

주: 보상 면적은 기존 관로와 병렬로 부설함에 따라 기존 수도부지 측면 3m를 추가 매입하는 것으로 계획

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 이용 상황의 보상배율을 산술평균하여 각 필지별 보상배율을 구하는 것이 정확성을 높일 수 있다고 되어 있으나, 공사구간의 모든 필지에 대한 용도지역을 선정하기에 애로사항이 많아 해당 지역(경남)의 전체 평균값을 적용하였다.

〈표 IV-33〉 용도지역 및 이용 상황별 보상배율

구분	전체	용도지역(4개지역)				이용상황(5개 이용상황)				
		주거/상업 공업	녹지 개제	관리	농림 자보	주거용 공업용	상업용 주상용	전답	임야	공공 기타
경남	2.73	1.96	3.08	3.13	2.62	2.13	1.80	2.70	4.50	4.17

본 사업 대상지역인의 지목별 표준지의 개별공시지가를 조사하여 지목별 평균 공시지가를 산정한 결과는 〈표 IV-34〉와 같다.

〈표 IV-34〉 지목별 평균 공시지가

행정구역	지번	지목	면적	표준공시지가(2018년)
경상남도 사천시 축동면	반용리 221-2	답	4,496	31,000
경상남도 사천시 축동면	반용리 18	전	955	23,500
경상남도 사천시 좌룡동	74	대	238	164,300
경상남도 사천시 좌룡동	291-1	답	1,613	51,300
경상남도 사천시 서포면	구량리 640	답	1,309	14,000
경상남도 사천시 서포면	구량리575-3	답	4,526	22,000
경상남도 사천시 정동면	화암리 487	전	309	159,000
경상남도 사천시 정동면	화암리 346-1	답	1,983	126,000
경상남도 사천시 정동면	장산리 638-1	답	1,851	32,500
경상남도 사천시 정동면	장산리 670-3	전	916	21,500
경상남도 사천시 정동면	소곡리 403-2	전	1,258	29,000
경상남도 사천시 정동면	소곡리 387-3	대	750	46,000
경상남도 고성군 상리면	오산리 264-7	답	1,248	15,500
경상남도 고성군 상리면	오산리 266-13	답	3,138	18,000
경상남도 고성군 상리면	척번정리 462	답	684	38,000
경상남도 고성군 상리면	척번정리 444-1	답	724	51,000
경상남도 고성군 상리면	오산리 284	답	2,804	20,000
경상남도 고성군 상리면	오산리 168-2	답	3,026	16,500
경상남도 고성군 상리면	부포리 45-2	답	2,466	17,000
경상남도 고성군 상리면	부포리 75-6	답	2,340	23,000
경상남도 고성군 고성읍	이당리 17-3	답	1,899	25,000

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

〈표 IV-35〉 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-36〉 표준지 평균 공시지가 및 용지보상비

(단위: 원/㎡)

구분	전	답	대지	임야
표준지 평균 공시지가 산출	58,250	43,350	276,325	-
지역별 지목별 보상배율 적용 (용지구입비)	159,023	118,346	754,367	-
지장물 보상비 (용지구입비의 10%)	15,902	11,835	75,437	-
용지보상비 계	174,925	130,181	829,804	-

〈표 IV-37〉 검토안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
합계	83,790	-	15,060,730,703	
전	6,393	174,925	1,118,295,525	
답	71,870	130,181	9,356,108,470	
대	4,680	829,804	3,883,482,720	
임	-	-	-	
사유지	847	829,804	702,843,988	

〈표 IV-38〉 대안 보상비 산정

구분	면적(㎡)	단가(원/㎡)	보상비 합계(원)	비고
합계	80,945	-	14,690,365,758	
전	6,393	174,925	1,118,295,525	
답	69,025	130,181	8,985,743,525	
대	4,680	829,804	3,883,482,720	
임	-	-	-	
사유지	847	829,804	702,843,988	

3. 시설부대경비 추정

시설부대경비는 사업 추진에 필요한 공사비 및 보상비 이외의 비용으로 설계비 및 공사 관리비로 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% 요율을 적용하였으며, 설계비는 기본 및 실시설계를 동시에 발주하는 것으로 가정하여 「엔지니어링사업대가의 기준」 및 「2019년도 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 <표 IV-39>와 같다.

〈표 IV-39〉 시설부대경비 산정(검토안)

(단위: %, 백만원)

구분	적용 요율	시설부대경비	비고
합계	-	18,166	부가세 포함
설계비	-	8,765	-
조사 및 측량비	1.00	1,792	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	6,973	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	9,401	(공사비+설계비) × 요율

〈표 IV-40〉 시설부대경비 산정(대안)

(단위: %, 백만원)

구분	적용 요율	시설부대경비	비고
합계	-	16,856	부가세 포함
설계비	-	8,133	-
조사 및 측량비	1.00	1,663	공사비 × 요율
기본 및 실시설계비	3.89	6,470	공사비 × 요율
공사관리비	5.00	8,723	(공사비+설계비) × 요율

〈표 IV-41〉 시설부대경비 산정결과

(단위: %, 백만원)

구분	사업계획안	검토안	대안
합계	18,669	18,166	16,856
설계비	8,990	8,765	8,133
조사 및 측량비	1,846	1,792	1,663
기본 및 실시설계비	7,144	6,973	6,470
공사관리비	9,679	9,401	8,723

4. 예비비 추정

사업을 진행시키는 과정에서 예기치 못한 일들이 무수하게 발생할 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-42〉 총사업비 산정결과

(단위: 백만원)

구분	사업계획안	검토안	대안
총사업비	229,550	233,721	217,653
1. 공사비	184,599	179,247	166,320
1) 노후관 개량공사	70,764	58,332	51,187
2) 대체관로 공사	113,834	119,641	114,185
3) 밸브개량공사	-	1,275	948
2. 용지보상비	5,415	15,061	14,690
3. 시설부대경비	18,669	18,166	16,856
1) 설계비	8,990	8,765	8,133
- 조사 및 측량비	1,846	1,792	1,663
- 기본 및 실시설계비	7,144	6,973	6,470
2) 공사관리비	9,679	9,401	8,723
4. 예비비	20,868	21,247	19,787

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-43〉 총사업비 연차별 투자계획(검토안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	233,721	17,925	63,724	56,709	51,715	43,648
1. 공사비	179,247	-	47,888	48,985	44,671	37,703
2. 용지보상비	15,061	7,530	7,531	-	-	-
3. 시설부대경비	18,166	8,765	2,512	2,569	2,343	1,977
4. 예비비	21,247	1,630	5,793	5,155	4,701	3,968

〈표 IV-44〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	217,653	17,026	59,521	52,620	47,986	40,500
1. 공사비	166,320	-	44,435	45,452	41,450	34,983
2. 용지보상비	14,690	7,345	7,345	-	-	-
3. 시설부대경비	16,856	8,133	2,330	2,384	2,174	1,835
4. 예비비	19,787	1,548	5,411	4,784	4,362	3,682

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 증·감을 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 제 비용으로서 기수행된 예비타당성조사의 사례에서는 인건비의 50%를 적용하였다. 본 사업으로 설치되는 시설은 현재 기존 시설을 운영 중인 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-45〉 수자원사업의 부문별 내용연수

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

〈표 IV-46〉 경상운영비(유지수선비) 산정

(단위: 백만원)

구분	검토안 (백만원)	대안 (백만원)	비고
대체관로공사비	119,641	114,185	
연간 유지수선비	311	297	공사비 × 0.26% (부가세 포함)
유지수선비 총계	13,998	13,360	45년 합계 (부가세 포함)

제4절 비용추정 결과 종합

남강댐계통 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업에 따른 검토안과 대안의 총사업비는 <표 IV-47>과 같으며, 본 사업 시행으로 인해 추가적으로 발생하는 경상운영비는 <표 IV-48>과 같다.

〈표 IV-47〉 총사업비 추정결과

(단위: 백만원)

구분	검토안	대안	비고
총사업비	233,721	217,653	부가세 포함
공사비	179,247	166,320	
용지보상비	15,061	14,690	
시설부대경비	18,166	16,856	
예비비	21,247	19,787	

〈표 IV-48〉 경상운영비(유지수선비) 산정

(단위: 백만원)

구분	검토안	대안	비고
경상운영비	13,998	13,360	부가세 포함
유지수선비 (45년 총계)	13,998	13,360	

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	세부 평가내용	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 고용유발 효과, 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 고용창출 효과, 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 평가 점수를 부여하거나 원인자 부담 등으로 해당 사업에 대한 재원이 기 확보된 사업에 대해 총사업비 대비 기 확보된 재원 규모를 고려하여 평가 점수를 부여함으로써 평가할 수 있다. 문화재 가치는 국가 시도 지정문화재가 다수 분포하는 문화유적지 등에 대한 고려가 필요한 사업에 대해 문화재의 가치를 고려하여 평가 점수를 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. 정책 일치성 등 내부여건

가. 개요

대형 공공투자사업은 추진과정에서 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, 국가정책

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 내부여건 평가항목에서 세부적으로 조사대상 사업의 상위 및 관련 계획 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, 재원조달계획 등이 구체적인가를 판단하고자 한다.

나. 정책 일치성 검토 결과

본 사업의 추진 근거는 「수도법」 제4조(수도정비계획의 수립)와 제21조의2(상수도관망의 관리)에 있다. 인천('19. 5.)과 서울 문래동('19. 6.)에서 적수 사고가 잇달아 발생하고 수도물 공급·관리에 대한 개선요구가 확대됨에 따라 정부는 「수도물 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(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(<https://www.law.go.kr>)

상수도관망 관리를 개선하기 위하여 환경부에서는 「상수도관망 유지관리 개선방안」(2020. 6.), 『상수관로 유지관리 매뉴얼 재개정 및 통합 연구』(~2021. 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)』는 광역상수도 및 공업용수에 대한 국가 최상위 계획으로 국민에게 보다 고품질의 수돗물 공급을 위한 장기적이고 종합적인 계획을 수립하는 데 그 목적이 있다. 동 계획의 내용은 장래인구 및 용수수요량 산정을 통해 광역상수도 및 공업용수도의 합리적인 개발계획 수립과 급수체계 조정을 통한 수자원의 효율적 활용 및 기존 시설의 활용도를 제고하고자 함이다. 그리고 신규 광역상수도 및 공업용수도 개발을 통한 안정적 용수 공급에 대한 내용을 포함하고 있다. 『2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)』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 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량 사업계획을 포함한 전국 9개 권역에 대한 사업계획이 포함되어 있다. 남강댐 광역 1단계상수도는 전체 344km 관로 중에서 86.4km(25.1%)가 매설 후 25~29년이 경과한 노후관에 해당되며 13.1km(3.8%)가 매설 후 20~24년이 경과한 노후관으로 판별되었다. 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업은 낙동강수계 남강권 노후관 개량 사업계획에 포함되어 있으며 노후관 개량 98.9km, 대체관로 48.4km, 사업비는 2018~2024년 사이 1,541.4억원이 계획되어 있다. 이와 같이 본 사업은 상위계획에 사업추진계획이 포함되어 있으며 2021. 8월에 고시될 예정인 「국가수도기본계획」(21. 8. 고시예정)에도 해당 사업

에 대한 계획이 반영되어 있다. 「국가수도기본계획」(‘21. 8. 고시예정)은 기존의 「전국수도 종합계획」 및 「2025 수도정비기본계획」을 통합하는 국가수도의 기본계획이 될 것이다.

따라서 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업은 본 사업의 추진근거인 「수도법」에 명시된 노후관로에 대한 세척, 갱생 등 조치에 대한 정책방향에 부합하며 상위계획인 『2025 수도정비기본계획(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 구체적이지를 판단하고자 한다. 사업의 준비 정도가 높을수록 사업의 목적 등이 정책방향과 부합하고, 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 사전용역의 객관성과 성과물, 그리고 인력이나 운영방안 등의 사업계획의 구체성 등을 조사하였다.

본 사업에 대한 계획은 2009년부터 시작되었다고 볼 수 있다. 2009년 5월 한국수자원공사는 관노후도를 직·간접으로 평가하여 개량대상을 선정하였으며, 이를 기반으로 노후관 개량 및 증장기 투자계획을 수립하였다. 이 계획은 2009년 12월에 발표된 「2025 수도정비기본계획」에 반영되었는데, 개량대상에 대해서는 현실적 투자규모를 감안하여 선정기준을 보완하였다. 2011년 9월에 한국수자원공사는 구체적인 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」에 최근 편람을 기초로 재수립한 계획을 반영하였다. 본 계획에는 남강댐 광역 1단계 상수도의 노후관 현황이 분석되었고 이를 바탕으로 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업 계획이 구체적으로 수립되었다. 2016년 11월 한국수자원공사는 남강댐계통 광역상수도 1단계에 대한 정밀안전진단을 시행하였으며 관로시설 상태평가 결과 관로시설의 내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수

가 필요한 상태인 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 있었다. 2020년 8월에 본 사업은 예비타당성조사 면제사업으로 선정되었으며 2020년 9월 한국수자원공사는 남강댐 광역 1단계상수도 1단계 노후관 개량사업 기본구상을 수립하였다.

이상에서 볼 수 있듯이 본 사업은 「2025 수도정비기본계획」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 증장기 투자계획 수립(한국수자원공사)
2009. 12.	「2025 수도정비기본계획」에 반영(국토해양부)
2011. 09.	광역상수도 및 공업용수도 안정화사업 추진 계획 수립(한국수자원공사)
2014. 12.	『광역상수도 및 공업용수도 관로 안정화사업 투자평가편람』 발간(국토교통부, '14. 12.)
2015. 08.	「2025 수도정비기본계획(광역/공업) 변경」 고시(국토교통부)
2016. 11.	남강댐 광역 1단계 상수도 정밀안전진단 시행
2018. 04.	수도시설 안정화사업 전략적 추진방안 수립 ¹⁾
2018. 08.~2020. 11.	안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립 용역 ²⁾
2020. 08.	남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업 예비타당성조사 면제사업으로 선정
2020. 09.	남강댐 광역 1단계 상수도 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: 남강댐 광역 1단계 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, 유층 사태는 상수도의 수질관리에 대한 전 국민의 관심이 급격히 높아지는 계기가 되었으며 안정적인 수돗

물 공급에 대한 관심 역시 높아졌다. 따라서 기존 30년 이상 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 위주 사업의 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 현장 뿐만 아니라 누수, 단수 등으로 인하여 영향의 파급력이 매우 높다는 점도 본 사업의 적기 추진이 필요한 이유 중의 하나이다. 사업의 주체인 한국수자원공사 담당자에 대한 면담결과 본 사업을 적기에 추진하고 시행하는 것에 대한 의지가 매우 높은 것으로 판단된다.

본 사업과 관련한 광역자치단체는 경상남도가 포함되며 직접적인 사업 지역은 사천시, 통영시, 고성시가 해당된다. 사업과 관련한 지방자치단체의 입장을 살펴보면 『2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경』 수립 시 노후관 개량사업을 통한 안정적인 용수 공급방안에 대하여 지자체와 협의가 이미 이루어진 것으로 파악된다. 또한 사업비 측면에서 국비와 한국수자원공사의 재원부담 100%로 사업이 진행되기 때문에 지방자치단체는 본 사업에 대하여 편익을 받는 입장이므로 사업에 대하여 긍정적이라고 볼 수 있다. 최근 수돗물의 적수, 유출 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 건설 중 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 보

상을 진행할 예정이다. 남강댐 광역 1단계 상수도의 경우 기존 관로 노선 대부분이 수도부지로 분할되어 있고 기 확보된 수도부지를 최대한 활용하여 본 사업을 진행하고 부지확보가 필요한 구간에 한하여 용지보상을 실시할 계획이다. 용지보상 규모는 검토안의 경우 83,790m²이고 대안의 경우 80,945m²에 해당한다. 따라서 용지보상과 관련된 민원 발생 여지가 있으며 용지보상에 대한 적절한 보상 및 민원 대응방안 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 대체 관로 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」(2019. 5. 1.)에 제시된 바와 같이 ‘일자리 효과’, ‘생활 여건 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 정책효과 분석은 생략이 가능한바, 예비타당성조사를 면제받고, 사업계획 적정성 검토를 받고 있는 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업에 대해서는 정책효과 분석을 생략한다.

제4절 사업 특수평가항목 검토

1. 재원조달 가능성

사업 특수평가항목은 조사 대상 사업의 평가에서 특별히 고려해야 할 사안이 있을 경우, 선택적으로 평가할 수 있는 항목으로서 『예비타당성조사 수행 총괄지침』에서는 재원조달 위험성, 문화재 가치 등을 평가에서 항목으로 열거하고 있다. 공공투자사업 추진의 동력을 확보하기 위해서는 경제적 타당성 외에도 재원조달의 가능성도 높아야 할 것이다. 경제적 타당성이 있는 사업이라 하더라도 동시다발적으로 진행되는 공공투자사업의 규모에 따라 재정의 여력 충분하지 않을 수 있기 때문에 개별 사업의 재원조달 환경에 대해 점검할 필요가 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 전체 예산규모 대비 대상사업의 소요재원 규모를 검토함으로써 재원조달 가능성을 검토하고자 한다.

본 사업의 검토안에서 추정된 총사업비는 2,337.2억원, 대안의 총사업비는 2,176.5억원이다. 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	233,721	17,925	63,724	56,709	51,715	43,648
1. 공사비	179,247	-	47,888	48,985	44,671	37,703
2. 용지보상비	15,061	7,530	7,531	-	-	-
3. 시설부대경비	18,166	8,765	2,512	2,569	2,343	1,977
4. 예비비	21,247	1,630	5,793	5,155	4,701	3,968

〈표 V-4〉 총사업비 연차별 투자계획(대안)

(단위: 백만원)

구분	사업비	검토안 연차별 투자계획				
		2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
총사업비	217,653	17,026	59,521	52,620	47,986	40,500
1. 공사비	166,320	-	44,435	45,452	41,450	34,983
2. 용지보상비	14,690	7,345	7,345	-	-	-
3. 시설부대경비	16,856	8,133	2,330	2,384	2,174	1,835
4. 예비비	19,787	1,548	5,411	4,784	4,362	3,682

본 사업은 총사업비의 30%는 국고로 지원하고 70%는 한국수자원공사가 부담하도록 되어 있다. 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	-	-	-	-
공업용수도	수공	-	-	-	-	100	100	100	70	
	정부	100	100	100	100	100	100	30	30	
다목적댐	공사비	정부	100	100	100	100	100	100	100	100
		수공	-	-	-	-	-	-	-	-
	보상비	정부	100	100	100	◦ 수공부담 원칙				
		수공	-	-	-	◦ 국가에서 일부 출자지원(20% 이내)				

출처: 한국수자원공사 제공 자료(2021. 5.)

국고는 한국수자원공사에 대한 출자의 형식으로 이루어지고 있다. 「한국수자원공사법」 제4조(자본금 및 출자)에 의거 국가가 공사의 사업에 필요한 비용을 출자 가능하다. 2006년도부터는 기획재정부에서 익년도 예산심의 시 출자기관(수공)에 대한 부채비율 등 당해 연도 재무분석을 통해 국고출자 비율을 결정하고 있다. 국고지원 비율은 총사업비의 30%로 유지되어 오고 있으나 정확한 비율에 대한 근거나 규정은 없으며 예산심의 과정에서 의사결정이 이루어지고 있다. 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. 국가재정운용계획에서는 향후 5년간 경제전망, 재정수지 등 거시 총량 목표와 정책우선순위를 고려하여 국가의 가용재원을 총액배분하고 있다. 이 계획에서 분야별 재원배분의 방향은 국가의 역할과 지원이 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 것으로 전망된다. 노후관 개량사업이 속하는 ‘SOC’ 부문의 지출은 2020년 23.2조원에서 2024년 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 것으로 보인다.

〈표 V-6〉 2020~2024 국가재정운용계획의 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 사업수행을 할 수 있는 재무건전성 현황을 살펴보고자 최근 5년간('16~'20)의 재무상태표와 손익계산서를 통해 기관의 부채비율과 손익 현황을 검토하였다.

한국수자원공사의 부채비율은 과거 5년간 꾸준히 감소세를 보이고 있다. 부채규모는 '16년부터 '18년까지 소폭 증가한 이후 소폭 감소하였으나, 부채비율은 '16년 204.8%에서 '20년 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 어려움은 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) 신용평가기관들의 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 중장기 재무관리계획을 확인하는 것이 필요하다. 한국수자원공사의 제출자료에 따르면 한국수자원공사의 중장기재무관리계획(2020~2024)에는 남강댐 광역 1단계 상수도 노후관 개량사업이 이미 반영되어 있다.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 재원 부담을 포함한 한국수자원공사의 재무전망이 재무건전성에 대한 개선으로 예측되고 있는 바 한국수자원공사의 재원조달에 대한 위험성은 낮은 것으로 판단된다.

〈표 V-10〉 한국수자원공사의 중장기 재무전망('20~'24)

(단위: 조원, %)

항목	2020	2021	2022	2023	2024
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.

이상 본 사업의 재원조달 가능성을 정부의 재원부담과 한국수자원공사의 재원부담 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 산업연관 모형(Inter-Regional Input Output Model, IRIO)을 통하여 분석한다. 이와 같은 분석을 수행하는 근본적인 이유는 낙후지역에서 수행되는 공공투자사업, 그리고 해당지역에 대한 파급효과가 큰 사업에 대해서 일종의 가점을 부여함으로써 경제성이 다소 낮은 사업이라 할지라도 사업 추진이 가능하도록 하여 지역간 불균형 상태가 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 전국 순위를 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 전국 순위를 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 사용하는 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, 사업체 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	(65세이상/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 산정하는 것이다. 지표 간 가중치는 AHP 구조를 설정하여 관련 학회, 연구소, 예비타당성조사 수행경험자 등을 대상으로 설문조사를 수행하여 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 의사수	6.3
제조업종사자 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, $i = 1, 2, \dots, 8$)

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

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.

3. 지역낙후도 분석 결과

〈표 VI-3〉의 16개 광역시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 동 사업의 대상지역인 경상남도의 순위는 8위로서 개발 정도가 중위권에 속한다. 경상남도의 지역낙후도 평가항목 중 제조업 종사자 비율(2위)과 1인당 승용차 등록대수(2위), 인구증가율(4위)은 광역시·도 중 상위권에 속하는 것으로 나타났으며, 재정자립도(9위), 도로율(9위), 노령화지수(10위)는 중위권에 속하고, 1인당 의사 수(12위), 도시적 토지이용률(11위)은 하위권에 속하는 것으로 나타났다.

〈표 VI-3〉 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.

그리고 <표 VI-4>의 70개 시·군별 지역낙후도 지수 순위의 산정 결과에 따르면, 경남 통영시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 76위로, 중위권에 속하는 것으로 분석되었다. 도로율(31위), 제조업 종사자 비율(39위), 인구증가율(46위), 도시적 토지이용률(52위), 은 170개 시·군 중 상위권에 속하는 것으로 나타났다. 노령화지수(60위), 재정자립도(82위), 1인당 의사 수(82위)는 중위권에 속하며, 1인당 승용차 등록대수(130위)는 하위권에 속하는 것으로 검토되었다. 경남 사천시의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 74위로 중위권에 속하는 것으로 분석되었다. 제조업 종사자 비율(32위), 도로율(41위), 1인당 의사 수(50위)는 상위권에 속하는 것으로 나타났으며, 도시적 토지 이용률(62위), 1인당 승용차 등록대수(63위), 인구증가율(67위), 노령화지수(77위)는 중위권에 속하는 것으로 나타났다. 재정자립도(105위)는 하위권에 속하는 것으로 분석되었다. 경남 고성군의 지역낙후도 순위는 170개 시·군 중 103위로 중하위권에 속하는 것으로 분석되었다. 제조업 종사자 비율(38위)은 상위권에 속하고, 도로율(58위), 인구증가율(66위), 도시적 토지이용률(97위)은 중위권에 속하는 것으로 나타났다. 노령화지수(127위), 재정자립도(126위), 1인당 승용차 등록대수(117위), 1인당 의사 수(126위)는 하위권에 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	
경상남도	지수	0.832	46.803	39.635	11.307	29.363	0.858	0.104	3.28	0.121	8
	순위	4	10	9	2	2	9	12	11		
통영시	지수	1.015	72.463	25.659	9.760	22.138	1.557	0.089	5.132	-0.049	76
	순위	46	60	82	39	130	31	82	52		
사천시	지수	0.235	95.409	21.390	11.334	26.101	1.283	0.111	4.390	-0.015	74
	순위	67	77	105	32	63	41	50	62		
고성군	지수	0.281	189.199	18.312	10.035	22.921	0.871	0.068	2.641	-0.37	103
	순위	66	127	126	38	117	58	126	97		

주: () 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, 경상남도의 지역발전 정도는 중위권에 속하고 통영시와 사천시의 지역발전 정도는 중위권, 고성군은 중하위권에 속하는 것으로 나타나 지역낙후도 개선 측면에서 본 사업 시행의 효과가 있을 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 일반 균형 통계체제를 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.

『처분검사건물 신축사업 사업계획 적정성 재검토』(한국조세재정연구원, 2021. 4.)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 기준의 6개 권역¹⁰⁾ 지역간 산업연관표(IRIO)를 작성·발표하였다. 동 표는 우리나라 최초로 실지조사를 통해 작성한 공식적인 지역산업연관표이다. 이후 지방자치단체를 비롯한 연구기관 및 학계에서 권역 세분화 및 최신 경제구조 반영을 요청함에 따라 한국은행은 2009년 8월에 2005년 기준의 16개 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 168 부문으로 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 투

9) 한국은행, 『2005년 지역산업연관표』, 2009.

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

입 내역을 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 지역산업연관표를 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 지역 내 산업연관표의 일반적인 형식은 <표 VI-5>와 같다.

동 산업연관표의 세로방향은 특정 지역의 산업 1부문이 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 1부문이 자기 지역에서 산출한 X_1 과 해외에서 수입한 M_1 및 타 지역에서 이입한 N_1 을 합한 총공급액(= $X_1 + M_1 + N_1$)이 자기 지역의 산업 1부문 및 타 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.

〈표 VI-5〉 지역내 산업연관표의 기본구조

		내생부문				외생부문					수입(공제)	이입(공제)	지역내산출액
		산업1	...	산업n	중간수요계	소비	투자	수출	이출	최종수요계			
내생 부문	산업1	X_{11}	투입구조	X_{1n}	W_1	C_1	I_1	E_1	O_1	Y_1	M_1	N_1	X_1
	...	배분구조 →											
	산업n	X_{n1}		X_{nn}	W_n	C_n	I_n	E_n	O_n	Y_n	M_n	N_n	X_n
외생 부문	중간투입계	U_1	↓	U_n									
	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									

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						지역내산출액						
			지역 1			...			지역 n			지역 1				...			지역 n		
			산업 1	...	산업 n	산업 1	...	산업 n	산업 1	...	산업 n	소비	투자	수출		소비	투자	수출	소비	투자	수출
국산 투입	지역 1	산업1 ...	Z_{11}			투입구조	Z_{1n}			Y_{11}^d			...			Y_{1n}^d			X_1		
	...	산업1 ...	배분구조 →																		
	지역 n	산업1 ...	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 가로 방향은 특정 지역에서 생산된 생산물이 자기 지역 및 타 지역의 생산활동에 원·부재료로 판매된 내역과 자기 지역 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 자기 지역의 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.

<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

〈표 VI-7〉의 계속

2005년 한국은행 IRIO		2005년 한국은행 전국 IO	
코드	통합소분류(168부문)	코드	기본부문(403부문)
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

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 추정한 바 있다.

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 i산업의 최종수요만 dY_i^R 만큼 변화한 경우를 고려하기로 한다. 두 번째 항 AY는 i산업의 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 i산업의 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 i산업(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 대한 지역경제 파급효과를 분석하는 경우, 이상에서 설명한 간접적인 추정방법으로 계산한 충남 도로부문의 투자결과와 2005년 한국은행 IRIO 모형으로 도로부문이 포함되어 있는

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.

교통시설건설부문의 유발효과를 비교해 보았다. 물론 교통시설건설부문에는 도로 이외에 철도, 공항, 항만 등의 부문이 가중평균된 효과이므로 양자가 일치할 수는 없지만 분석결과 지역별·산업별 비중, 지역 내 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 직·간접의 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 내·외의 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 충당되는 되는 과정을 나타냄

총 n 개의 상품에 대해 식 (4)를 모두 쓰게 되면 다음과 같이 행렬의 형태로 투입산출표의 사용 과정을 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,
$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix},$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & a_{n-1n} \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix},$$

$$M = \begin{pmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ \vdots \\ M_n \end{pmatrix}.$$

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

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

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

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

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 변동 값으로 인해 발생하는 경제적 파급효과의 무한대 합을 의미하게 된다. 즉 이 과정을 통해 발생할 수 있는 생산량의 변동은 다음의 식으로 도출할 수 있다

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

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.

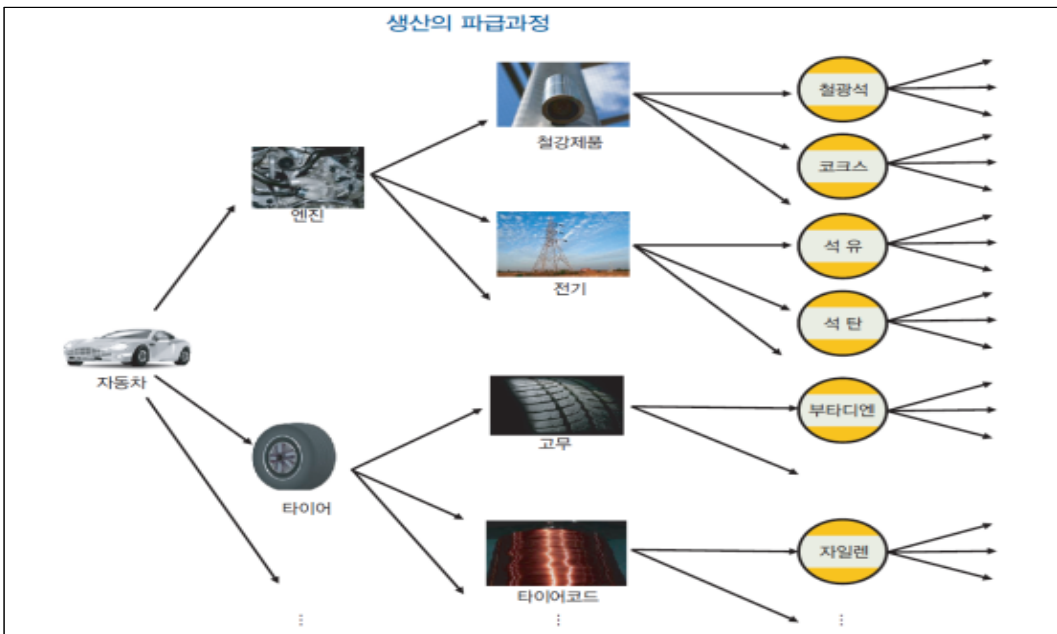
생산유발계수표는 A 에 해당하는 투입계수표로 무엇을 사용하는지, 그리고 수입품을 어떻게 취급하는지에 따라 다양하게 도출할 수 있다.

- $(I - A)^{-1}$ 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
- 이 밖에도 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 국내생산과급효과와 수입으로 인한 효과를 구분한다는 장점이 있음
- 나머지 여러 생산유발계수표는 국산과 수입을 구분하지 않고 작성된 A 표를 이용하고 있다는 점에서 최종수요 변동에 따른 효과가 국산품과 수입품에 대한 것으로 구분할 수 없다는 한계가 존재함
- 이 경우 생산유발효과는 $\Delta X = (I - A^d)^{-1} \Delta Y^d$ 을 통해 도출할 수 있음

[그림 VI-1] 산업연관분석 유발효과의 개념



출처: 한국은행, 『산업연관분석해설』, 2014, p. 61.

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

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.

$$A^v = v/X, \quad \text{식 (11)}$$

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

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

$$v = \widehat{A}^v X \quad \text{식 (12)}$$

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

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

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 부가가치유발계수로 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 무급가족종사자가 많은 농림어업과 같은 산업에서는 취업자 수와 피용자 수에 큰 차이가 존재할 수 있다.

따라서 고용표를 투입산출표와 연결하여 사용할 경우 최종수요 증가에 따른 노동수요 증감의 파급효과를 계산할 수 있다.

상품별 고용량(취업자 수 혹은 피용자 수)을 벡터 e 로 표기하고 상품별 총산출액 벡터 X 를 사용하면 다음의 상품별 취업계수(취업자 수) 혹은 고용계수(피용자 수)를 도출할 수 있다.

$$A^e = e/X, \quad \text{식 (14)}$$

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

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

$$e = \widehat{A}^e X \quad \text{식 (15)}$$

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

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

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 고용유발계수로 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 경상남도의 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 산정하

지 않았다. 사업비 중 부가가치세는 비용-편익분석과 마찬가지로 제외하여 분석하였다. 이상의 전제사항을 토대로 본 분석에 적용되는 투자비 내역은 <표 VI-8>과 같으며, 경상남도의 총투자비는 검토안의 경우 179,467백만원, 대안은 166,524백만원으로 나타났다.

〈표 VI-8〉 IRIO 분석을 위한 남강댐 광역 1단계 투자비

(단위: 백만원)

투입부문	비용항목	검토안	대안
		경상남도	경상남도
일반토목(상하수도시설)	공사비	162,952	151,200
	시설부대경비	16,515	15,324
총투자비		179,467	166,524

- 주: 1. 총투자비는 2020년 말 기준임
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비를 합산한 금액임
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부분분류에 따라 경상남도 지역의 일반토목(상하수도시설) 부문에 투입됨
 4. 일반토목(상하수도시설)의 공사비는 노후관 개량공사, 대체관로공사, 뱀브개량공사에 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

나. 지역경제 파급효과 분석 결과

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

검토안의 총투자비는 1,794.7억원으로 이에 따른 생산유발효과는 3,675.0억원, 부가가치유발효과는 1,501.6억원, 취업유발효과는 2,620.5명, 고용유발효과는 2,301.5명이다. 이때 취업유발효과에서의 고용자는 피용자에 자영업자와 무급가족종사자를 포함한 개념이고 고용유발효과에서 고용자는 유급노동자를 의미하는 피용자만을 포함한 개념이다. 이 중 경상남도에서는 2,400.9억원의 생산유발효과와 1,073.3억원의 부가가치유발효과, 1,898.7명의 취업유발효과, 1,788.1명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정된다. 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.3%, 부가가치유발효과의 71.5%, 취업유발효과의 72.5%, 고용유발효과의 77.7%를 경상남도에서 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 VI-9〉 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	135.7	3.7	71.3	4.7	144.3	5.5	105.2	4.6
인천	64.8	1.8	18.2	1.2	30.1	1.1	23.1	1.0
경기	123.6	3.4	46.8	3.1	101.7	3.9	75.3	3.3
대전	10.8	0.3	4.5	0.3	12.4	0.5	8.1	0.4
충북	54	1.5	16.8	1.1	30.3	1.2	22.2	1.0
충남	73.2	2.0	21.5	1.4	27	1.0	18.4	0.8
광주	10	0.3	4.1	0.3	12.5	0.5	7.7	0.3
전북	19.6	0.5	6.7	0.4	19.9	0.8	10.9	0.5
전남	146.9	4.0	40.5	2.7	35.5	1.4	23.4	1.0
대구	40.8	1.1	15.4	1.0	45.7	1.7	30.7	1.3
경북	253.2	6.9	66.5	4.4	93.5	3.6	67.1	2.9
부산	140.6	3.8	52.2	3.5	117.5	4.5	84.4	3.7
울산	150.9	4.1	45.5	3.0	18	0.7	14.3	0.6
경남	2,400.90	65.3	1,073.30	71.5	1,898.70	72.5	1,788.10	77.7
강원	45.9	1.2	16.5	1.1	26.8	1.0	19.3	0.8
제주	3.9	0.1	1.8	0.1	6.3	0.2	3.4	0.1
합계	3,675.0	100.0	1,501.6	100.0	2,620.5	100.0	2,301.5	100.0

출처: 연구진 작성

대안의 총투자비는 1,665.2억원으로 이에 따른 생산유발효과는 3,410.0억원, 부가가치유발효과는 1,393.3억원, 취업유발효과는 2,431.5명, 고용유발효과는 2,135.5명이다. 이 때 취업유발효과에서의 고용자는 피용자에 자영업자와 무급가족종사자를 포함한 개념이고 고용유발효과에서 고용자는 유급노동자를 의미하는 피용자만을 포함한 개념이다. 이 중 경상남도에서는 2,227.8억원의 생산유발효과와 995.9억원의 부가가치유발효과, 1,761.8명의 취업유발효과, 1,659.2명의 고용유발효과가 있는 것으로 추정된다. 이는 전체 지역 중에서 생산유발효과의 65.3%, 부가가치유발효과의 71.5%, 취업유발효과의 72.5%, 고용유발효과의 77.7%를 경상남도에서 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 VI-10〉 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	125.9	3.7	66.2	4.7	133.9	5.5	97.6	4.6
인천	60.2	1.8	16.9	1.2	28	1.1	21.4	1.0
경기	114.7	3.4	43.4	3.1	94.4	3.9	69.8	3.3
대전	10.1	0.3	4.2	0.3	11.5	0.5	7.5	0.4
충북	50.1	1.5	15.6	1.1	28.1	1.2	20.6	1.0
충남	67.9	2.0	19.9	1.4	25.1	1.0	17.1	0.8
광주	9.3	0.3	3.8	0.3	11.6	0.5	7.1	0.3
전북	18.2	0.5	6.2	0.4	18.5	0.8	10.1	0.5
전남	136.3	4.0	37.6	2.7	33	1.4	21.7	1.0
대구	37.8	1.1	14.3	1.0	42.4	1.7	28.5	1.3
경북	235	6.9	61.7	4.4	86.7	3.6	62.3	2.9
부산	130.4	3.8	48.5	3.5	109	4.5	78.3	3.7
울산	140.1	4.1	42.3	3.0	16.7	0.7	13.3	0.6
경남	2,227.80	65.3	995.9	71.5	1,761.80	72.5	1,659.20	77.7
강원	42.6	1.2	15.3	1.1	24.8	1.0	17.9	0.8
제주	3.6	0.1	1.7	0.1	5.9	0.2	3.2	0.1
합계	3,410.0	100.0	1,393.3	100.0	2,431.5	100.0	2,135.5	100.0

출처: 연구진 작성

다. 지역경제 활성화 효과 분석 결과

지금까지 검토한 결과를 토대로 본 사업 시행에 따른 경상남도 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 검토안과 대안에 따라 각각 0.0951%, 0.0883%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	경상남도	
	검토안	대안
투입액 ¹⁾	179,467	166,524
지역내 부가가치 유발액	107,329.6	99,589
지역내총생산(GRDP, 2019년 잠정) ¹⁾	112,848,546	112,848,546
지역경제 활성화 효과지수 ²⁾	0.0951%	0.0883%

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

VII. 종합평가 및 정책 제언

제1절 종합평가

남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업은 『2025 광역 및 공업 수도정비기본계획』(2015)에 따라 사업이 추진되었다. 남강댐 광역상수도 I 단계는 1989년에 매설되어 현재 32년이 경과한 시설물로 시설용량은 127천㎥/일(남강댐 1단계 광역상수도)이며, 전체 관로 연장은 총 112.5km(도수관로 12.1km, 송수관로 100.4km)이다. 이 중 노후관 개량 대상 관로는 98.3km(200~1,100mm)이며, 대체관로는 48.2km(800~1,100mm)이다. 사업의 대상 위치는 급수지역으로 사천시, 통영시, 고성군이 있으며 취수원은 남강댐이다. 사업기간은 2021년부터 2027년까지 총 7년간으로 계획하고 있다. 남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업의 사업수행주체는 환경부(주관부처)와 한국수자원공사(공공기관)이다.

환경부와 한국수자원공사는 본 사업을 추진하기 위해 2016년 11월 남강댐계통 광역상수도 1단계 정밀안전진단용역을 한국시설안전공단에 의뢰하였다. 용역결과 관로시설의 종합평가등급은 C등급¹³⁾으로서 나타나 일부 관로 구간의 갱생·개량 등이 필요한 것으로 조사되었다. 이후 환경부는 2018년 8월부터 2020년 11월 기간 동안 한국수자원공사를 통해 ‘안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립’ 연구용역을 실시하였다.

남강댐 광역 I 단계 노후관 개량사업은 노후 수도시설 개량 등 기존 시설 효율 증진을 위한 단순개량 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, 지역균형발전 분석을 실시하였다.

시설규모와 계획의 적정성 검토에서는 2030 광역 전국수도정비 수요량을 사용하여 시설 규모를 검토하였고 연계관로를 통한 무중단 공급 가능 시 대체관로 최소화하는 것을 목표로 시설 규모의 적정성을 검토하였다. 또한 세척공사에 대한 대안 공법을 제시하였다. 사

13) C등급(보통): 주요 부재에 경미하거나 광범위한 결함이 발생하여 내구성, 기능성 저하 방지를 위해 보수·보강이 필요한 상태

업계획은 노후관 갱생은 98.2km, 대체관로 48.2km, 관로 추진 0.3km, 노후밸브 개량은 고려하지 않았으나 사업규모 및 계획 검토 결과 노후관 갱생 89.3km, 대체관로 49.7km, 관로 추진 1.5km, 노후밸브 개량은 212개가 필요한 것으로 산정되었다.

남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업의 총사업비는 검토안과 대안으로 구분하여 공사비, 용지비, 시설부대경비 및 예비비 항목으로 나누어 검토하였고, 비용추정 기준 연도는 2020년 말로 설정하였다. 검토안은 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.

갱생 공사비 검토 시 적용가능한 갱생공법 검토 및 실적단가와 견적단가를 비교검토하였다. 세척 공사비 검토 시 사업계획에 적용한 물세척 시 품셈공사비를 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 남강 1단계 관로와 병렬로 부설되는 것으로 가정하여 기존 수도부지를 추가 매입하는 것으로 계획(추가매입 도로폭(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 2,295.5억원에서 공사 단가비와 시설규모를 재검토한 후 노후밸브 개량공사를 추가로 반영한 검토안의 총사업비는 계획안 대비 41.7억원 증가한 2,337.2억원으로 산정되었다. 세척구간과 이를 위한 대체관로 구간을 사업계획에서 제외한 대안의 총사업비는 사업계획보다 145.2억원 감소한 2,176.5억원으로 산정되었다.

정책성 평가는 세부적으로 사업추진 여건, 정책효과(사회적 가치), 특수평가항목(선택)으로 구성되어 있으나, 사업계획 적정성 검토에서는 정책효과 분석은 생략할 수 있다. 사업

추진여건 검토는 정책 일치성 등 내부여건과 지역주민 사업태도 등 외부여건을 기본 평가 항목으로 하는 ‘사업추진여건’을 중심으로 분석하였다. 분석 결과, 본 사업은 『2025 수도 정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)』에서 사업계획이 수립된 후, 정밀안전진단용역 및 안정화사업 신퇴도 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.

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

(단위: 백만원)

구분		사업계획안	검토안	대안
사업위치		경상남도 사천시, 통영시, 고성군 일원		
사업규모	노후관 개량	98.3km	89.3km	41.8km
	대체관로	48.2km	47.5km	0km
	관로 추진	0.3km	1.5km	1.4km
	노후밸브 개량	0개	212개	87개
1. 공사비		184,599	179,247	166,320
	1) 노후관 개량공사	70,764	58,332	51,187
	2) 대체관로 공사	113,834	119,641	114,185
	3) 밸브개량공사	-	1,275	948
2. 용지보상비		5,415	15,061	14,690
3. 시설부대경비		18,669	18,166	16,856
	1) 설계비	8,990	8,765	8,133
	- 조사 및 측량비	1,846	1,792	1,663
	- 기본 및 실시설계비	7,144	6,973	6,470
	2) 공사관리비	9,679	9,401	8,723
4. 예비비		20,868	21,247	19,787
총사업비		229,550	233,721	217,653

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, 경상남도의 순위는 16개 광역시·도 중 8위로서 개발 정도가 중위권에 속하고 통영시, 사천시, 고성군의 지역발전 정도는 170개 시·군 중 각각 76위, 74위, 103위로 중하위권에 속하는 것으로 나타나 지역낙후도 개선 측면에서 본 사업 시행의 효과가 있을 것으로 판단된다. 지역경제 파급효과를 분석한 결과 지역경제 활성화 효과지수는 검토안과 대안에 따라 각각 0.0951%, 0.0883%로 나타났으며 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.

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 갯생공사와 같이 생애 주기가 연장된다는 근거는 미약하다. 관세척은 상수관로의 안정화를 위한 기술적인 관점에서 반드시 필요한 사업이고 최근 환경부에서는 수도사업자의 관세척을 의무화하였다. 신설된 수도법 제21조의2(상수관망의 관리) 상수관망시설 유지관리업무 세부기준은 “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 고유 사무에 해당하는 것으로 판단할 경우 본 보고서에서 대안으로 설정한 바와 같이 세척공사(세척구간 대체관로 포함)를 사업범위에서 배제하고 세척구간의 노후화가 현재의 II등급에서 III등급으로 하락하는 시점에 갯생공사를 실시할 수 있다. 또한 지방예산사업으로 상수관로 복선화 예산 신청이 가능하기 때문에 세척에 따른 대체관로 공사를 중앙정부 예산사업에 포함시킬지에 대해서는 추가적인 검토가 필요하다.

둘째, 남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업을 실시하는 데 있어 소음, 불편 등의 민원 발생 소지를 고려해야 한다. 본 사업의 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 대비가 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.

참고문헌

- 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.
- 권태현, 『산업연관분석』, 도서출판 청람, 2020.
- 국토해양부, 「2025 수도정비기본계획」, 2009. 12.
- 기획재정부, 「2017년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2016. 4.
- _____, 『2020~2024 국가재정운용계획』, 2020.
- _____, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 2019. 5. 1.
- _____, 「예비타당성조사 운용지침」, 2019. 4. 25.
- 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. 27.
- _____, 「2020년 제2회 예비타당성조사 착수회의자료」, 2020. 10.
- _____, 『광양(Ⅰ단계)공업용수도 노후관 개량 사업계획 적정성 검토』, 2017.
- _____, 『수도권(Ⅱ) 광역상수도 용수공급 신뢰성 제고사업 예비타당성조사 보고서』, 2013.
- _____, 『환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구』, 2018.
- 한국수자원공사, 『광양1단계 노후관개량사업 실시설계 도서』, 2020.
- _____, 『남강댐 광역상수도(1단계) 노후관 개량사업 기본구상』, 2020. 11.
- _____, 「남강댐 광역 1단계 노후관 개량사업 사업설명회 자료」, 2020.
- _____, 『수도시설 안정화사업 신뢰도 제고를 위한 전략계획 수립』, 2020.

- _____, 「고객중심 수도시스템 재구축 계획」, 2009.
- _____, 「광역 및 공업용수도 안정화 추진계획」, 2011.
- _____, 『도·송수시설 기술진단 가이드북』, 2010.
- _____, 『남강 광역상수도 관망기술진단 보고서』, 2017.
- 한국시설안전공단, 『대청댐계통 광역상수도 1 단계 정밀안전진단』, 2016.
- 한국은행, 『2005년 지역산업연관표』, 2009.
- _____, 『산업연관분석해설』, 2014.
- 한국조세재정연구원, 『처분감사건물 신축사업 사업계획 적정성 재검토』, 2021. 4.
- 환경부, 「상수도시설기준」, 2010.
- _____, 「상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시」, 2007.
- _____, 「상수도 유수율 제고 업무처리규정」, 2001.
- _____, 「2025년 전국수도종합계획」, 2016. 3.
- _____, 「상수도관망 유지관리 개선방안」, 2020. 6.
- _____, 「상수도관망시설 유지관리업무 세부기준」, 2021. 2. 26.
- _____, 「수돗물 안전관리 종합대책」, 2019. 11.

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 회복시킴
- **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 동안 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, 공업용수는 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**: 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 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 기간
- **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 h

라고 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 것
- 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 관내부에 삽입하여 고정시키는 공법임
- **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 구분임
- **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, 압력으로 피크와 함께 관내 이물을 흘러내리는 방법도 있음
- **세척공사(洗滌工事)**: 노후배수관 내부의 스케일을 완전 제거하여 통수 단면적을 회복하기 위한 공법을 말함
- **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 충전여재간극내 역류로, 통수저항이 증가하여 나타나는데, 사층 내 정수압의 저하를 수두로 표시한 것임
- **송수(送水, water transmission)**: 정수장에서 처리된 정수를 관로 등을 통해 배수지까지 보내는 것임

- **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’라 함은 일반수도사업의 인가를 받아 이를 경영하는 자를 말하며, ‘공업용수도사업자’란 공업용수도사업의 인가를 받아 이를 경영하는 자를 말함. 수도사업자는 수도를 계획적으로 정비하고 수도사업을 합리적으로 경영하여야 하며 수도물을 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
- **수충압(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 수충작용이라고도 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
- **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 탄산칼륨의 스케일이 생기기 힘들다, 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 관 내 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 필요 없고 넓은 지역을 파내려갈 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 음극방식법이라 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 에너지 손실을 표시한 것. 구체적으로는 Manning의 평균유속공식과 Ganguillet-Kutter의 평균유속공식에서의 n 을 가리키지만, 같은 벽면에 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

