

고속도로 구조물 정밀안전진단 및 성능평가 용역

기 술 자 평 가 서

(용역명 : 2021년도 구조물 정밀안전진단 및 성능평가 용역(충북 S4))

2021. 03.

참여사	주식회사 명성엔지니어링	(주)혜성안전기술원	한세이엔씨(주)
참여비율(%)	40%	30%	30%

- 목 차 -

1. 구조물현황	i
2. 수행계획서	
2.1 과업의 성격 및 범위에 대한 이해도	15-1
2.2 과업수행을 위한 조직구성의 적정성	15-8
2.3 과업단계별 과업수행계획의 적정성	15-9
2.4 품질·안전관리계획의 적정성	15-13
2.5 해당용역의 예상되는 문제점 및 대책	15-14
2.6 해당용역 시행과 관련한 진단기술개발 및 개선사항 제안	15-15
3. 청렴 서약서	

1. 구조물현황

1.1 교량 [총 23개소 : 제천지사(10), 충주지사(8), 상주지사(5)]

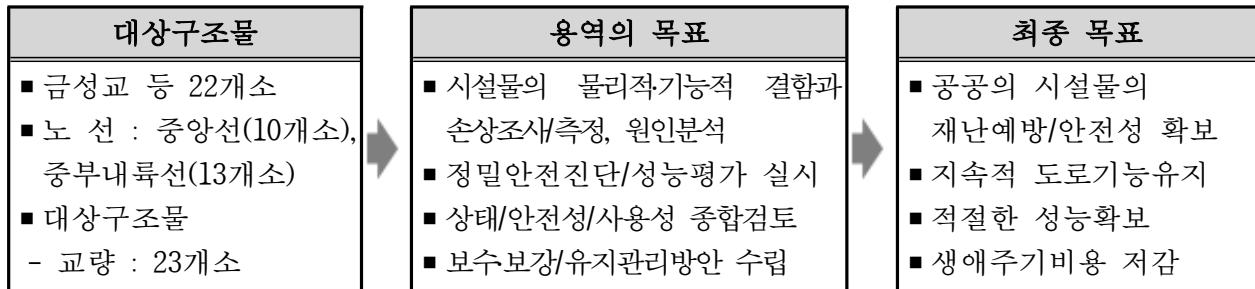
교량명	위치	연장 (m)	차로수	상부형식 (가설공법)	교고 (m)	하부현황	준공 년도	비고
금 성 교 (부 산)	중앙선 271.41k	830.0	2	STB(인양가설)	-	도로, 하천	2001	
금 성 교 (춘 천)	중앙선 271.41k	830.0	2	STB(인양가설)	-	도로, 하천	2001	
남조천교(부산)	중앙선 247.554k	380.0	2	STB(인양가설)	-	도로, 하천	2001	
남조천교(춘천)	중앙선 247.554k	380.0	2	STB(인양가설)	-	도로, 하천	2001	
단양대교(부산)	중앙선 252.356k	440.0	2	PSCB(FCM)	-	도로, 하천	2001	
단양대교(춘천)	중앙선 252.356k	440.0	2	PSCB(FCM)	-	도로, 하천	2001	
백운4교(부산)	중앙선 303.67k	300.785	2	SPG(인양가설)	25.0 이상	도로	2000	
백운4교(춘천)	중앙선 303.70k	299.421	2	SPG(인양가설)	42.7	도로	1995	
백운1교(부산)	중앙선 301.795k	180.0	2	ST-Arch	5.0 이상	도로	2000	
백운1교(춘천)	중앙선 301.950k	151.2	2	AR Girder	5.0 이상	도로	1995	
감곡IC교(창원)	중부내륙선 251.071k	110.0	2	STB(인양가설)	-	도로	2002	
감곡IC교(양평)	중부내륙선 251.071k	110.0	2	STB(인양가설)	-	도로	2002	
용전2교(창원)	중부내륙선 228.638k	255.0	2	STB(인양가설)	-	도로, 하천	2002	
용전2교(양평)	중부내륙선 228.653k	255.0	2	STB(인양가설)	-	도로, 하천	2002	
청미천교(창원)	중부내륙선 256.24k	450.0	2	STB(인양가설)	6.5	도로, 하천	2002	
청미천교(양평)	중부내륙선 256.23k	450.0	2	STB(인양가설)	6.5	도로, 하천	2002	
충주 I C 1 교	중부내륙선 224.61k	145.0	2	STB(인양가설)	-	도로	2002	
충주 I C 교	중부내륙선 224.61k	200.0	2	STB(인양가설)	-	도로	2002	
봉곡1교(내서)	중부내륙선 125.04k	160.165	2	STB(인양가설)	4.8~10.0	도로	2001	
봉곡1교(여주)	중부내륙선 125.00k	160.165	2	STB(인양가설)	4.8~10.0	도로	2001	
옥성대교(내서)	중부내륙선 130.80k	690.6	2	PSCB(ILM)	24.0	도로	2001	
옥성대교(여주)	중부내륙선 130.82k	690.6	2	PSCB(ILM)	24.0	도로	2001	
장천교(여주)	중부내륙선 140.70k	512.1	2	PSCI형교	3.0~5.5	도로, 하천	2001	

2. 수행계획서

2.1 과업의 성격 및 범위에 대한 이해도

2.1.1 과업의 개요

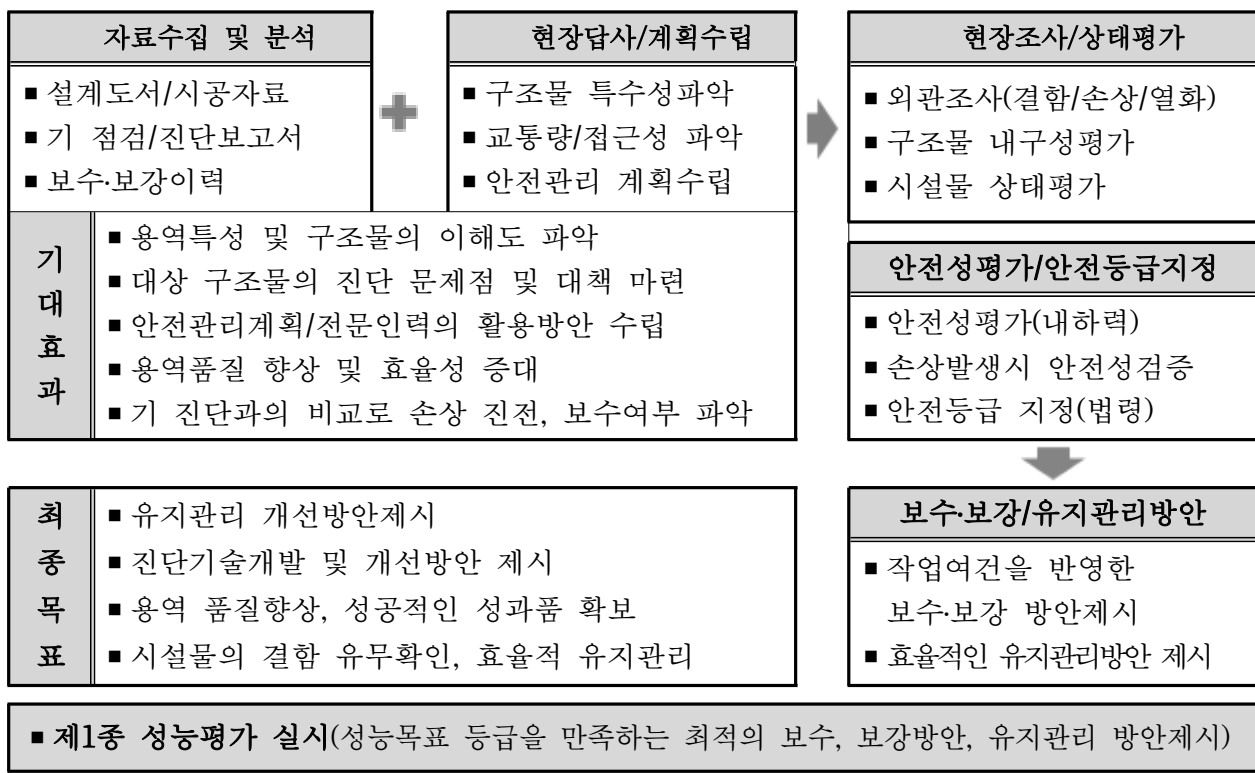
가. 과업의 목적



나. 과업의 범위

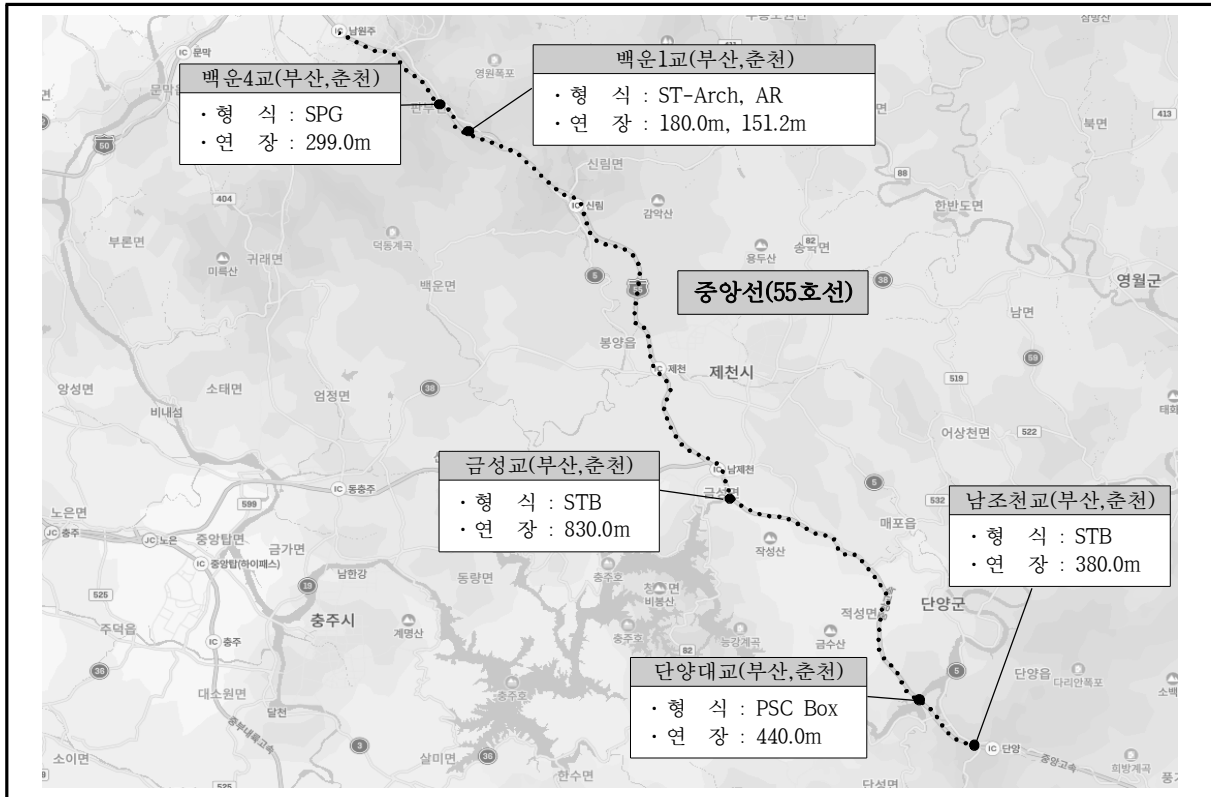
과업 준비	시설물의 점검 및 평가	관리대책 수립
■ 자료수집 및 분석 ■ 현장답사 ■ 과업수행 계획 수립	■ 정밀안전진단 - 안전등급 지정 ■ 제 1종 성능평가 - 상태/안전성/사용성 종합검토 - 종합성능등급 지정	■ 보수·보강방법 제시 - 우선순위, 공법 등 ■ 유지관리방안 제시

2.1.2 과업의 범위 및 내용

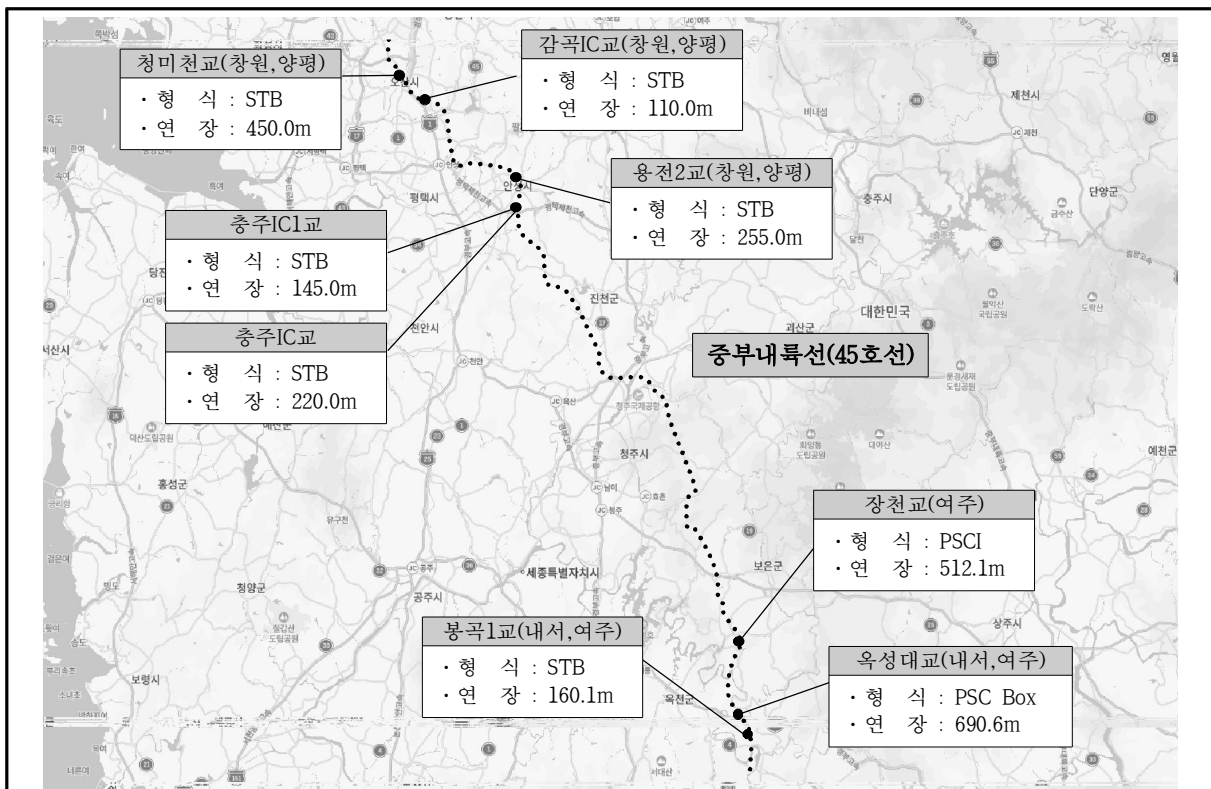


2.1.3 과업 대상 시설물 위치도

가. 중앙선



나. 중부내륙선



2.1.4 과업의 범위와 내용

가. 과업의 범위

금성교(부산, 춘천)			남조천교(부산, 춘천)		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
STB	역T형/T형	스페리컬받침	STB	역T형/벽식	포트받침
					
단양대교((부산, 춘천)			백운4교(부산, 춘천)		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
PSC BOX	역T형/구주식	포트받침	SPG	역T형/벽식	스페리컬받침 / 포트받침
					
백운1교(부산)			백운1교(춘천)		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
ST-Arch	역T형/구주식	고력황동받침 / 핀받침	AR Girder	역T형/구형	스페리컬받침 / 콘크리트받침
					

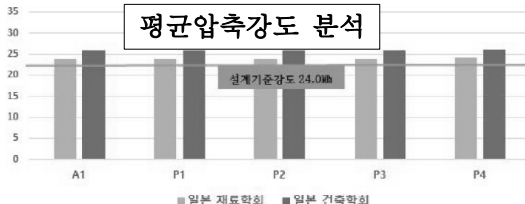
가. 과업의 범위

감곡IC교(창원, 양평)			용전2교(창원, 양평)		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
STB	역T형/II형	포트받침	STB	역T형/II형	포트받침
					
청미천교(창원, 양평)			충주IC1교		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
STB	역T형/T형	포트받침	STB	역T형/T형	포트받침
					
충주IC교			봉곡1교(내서, 여주)		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
STB	역T형/II형	포트받침	STB	역T형/T형	포트받침
					

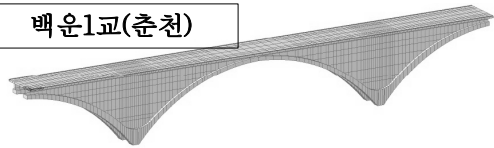
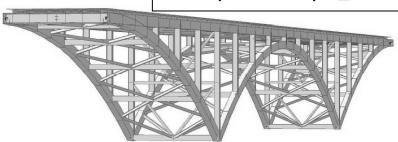
가. 과업의 범위

옥성대교(내서, 여주)			장천교(여주)		
상부구조	하부구조	받침	상부구조	하부구조	받침
PSC Box	역T형/구주식	면진받침	PSC I	역T형/T형	탄성받침
					

나. 과업의 내용

과업내용	과업수행내용	중점 고려사항
자료수집·분석 및 현장조사 계획수립	■ 관련자료 수집·분석 ■ 유지관리 이력 분석 ■ 안전관리계획 및 전문인력 활용방안 수립	■ 현행 기준과 비교·분석 ■ 시설물별 중점조사 항목 선정 ■ 대관업무 담당, 자문위원 선정
현장조사 및 시험	■ 주요 부재별 손상, 기능유지 저역T형/Π형 해요소, 보수부 재결합 파악 ■ 내구성능, 사용성능 분석 ■ 재료품질 및 내구성 파악	■ 교고가 높은 교량 점검시 교량 굴절차 및 고소차, 드론 활용 ■ 대기환경, 교통량 등 파악 ■ 재료강도, 탄산화 등 파악
	 교각 박락(철근노출) (금성교 부산방향)	
상태평가	■ 외관조사 및 시험결과 분석 ■ 전차 진단결과와 비교·분석 ■ 결함부위 원인분석	■ 정량적 상태평가 ■ 결함부위 손상진전 여부확인 ■ 상태등급 산정
	평균압축강도 분석  설계기준강도 24.0MPa ■ 일본 제로학회 ■ 일본 건축학회	

나. 과업의 내용

과업내용	과업수행내용	중점 고려사항
안전성 평가	■ 결함부위에 대한 현재상태 기준 적용시 안전성 및 사용성 검토 ■ 기 보강구간 안전성 검토 ■ 구조해석 결과 전문가(구조기술사, 토질및 기초기술사, 토목품질시험기술사)검토	■ 백운1교와 같은 Arch 교량은 작용 하중을 다각도로 조합하여 안전성 검토 ■ 시공이후 공용중 하중변화 구간에 대해서는 안전성 검토시 반영
	백운1교(춘천) 	백운1교(부산) 
성능평가	■ 상태안전성능 및 구조안전성능평가 ■ 사용재료에 대한 내구성능평가 ■ 사용환경 및 기능 등에 대한 사용성능평가	■ 공용내하력, 기초안전성 분석 ■ 제설제(염화칼슘)에 의한 염해 및 동해환경 분석 ■ 포장상태, 교통량 등 분석
종합평가 및 안전등급 지정	■ 상태/안전성 종합평가에 의한 시설물의 안전등급 지정 ■ 안전/내구/사용성능 종합평가에 의한 시설물의 종합성능등급 지정	■ 관련법령에 따른 객관성과 일관성이 있는 안전등급 및 종합성능등급 지정 ■ 안전등급 변경시 근거제시
보수·보강 유지관리 방안수립	■ 각 시설물별 시공성, 경제성이 고려된 보수·보강 공법 선정 ■ 향후 점검/진단시 조사동선 및 중점 검토 항목 제시	■ 통행차량 등에 의한 작업조건 고려 ■ 각 시설물별 중점 유지관리방안 수립
보고서 작성 및 기술심의	■ 관련 세부지침 및 한국도로공사 보고서 작성요령을 준용하여 보고서 작성 ■ 당사 자체 보고서 평가위원회 검토 ■ 성과품 납품(보고서, CD, 기타 저장장치)	■ 개정된 최신 관련기준에 따른 보고서 작성 ■ 분야별 기술사 보고서 평가

다. 과업의 기간

■ 과업기간 : 착수일로부터 400일간

2.1.5 시설물별 주요 손상 및 보수·보강 이력

구 분	금회 진단회차	주요 손상 및 보수·보강 이력		등급
		주요 손상현황	주요 보수·보강 이력	
금성교 (부산,춘천)	3회차	■ 바닥판 균열, 철근노출 ■ 거더 내·외부 도장박리, 부식	■ 신축이음 교체 ■ 교면포장 재포장	B
남조천교 (부산,춘천)	3회차	■ 캔틸레버 하면 백태 및 균열 ■ 하부구조 균열, 거더 부식	■ 부분 하자보수	B
단양대교 (부산,춘천)	3회차	■ 거더 내·외부 균열, 박리 등 ■ 하부구조 균열, 박리, 백태 등	■ 부분 하자보수	B
백운4교 (부산,춘천)	3회차 /4회차	■ 강재 도장박리, 부식 ■ 하부구조 균열, 들뜸, 파손 등 ■ 교량받침 가동여유량 부족	■ 부분 하자보수 ■ 균열보수, 도장보수 등	B
백운1교 (부산,춘천)	3회차 /4회차	■ 데크플레이트 부식, 국부 변형 ■ 하부구조 균열	■ 부분 하자보수	B
감곡IC교 (창원,양평)	3회차	■ 강재 도장박리, 부식, 용접불량 ■ 하부구조 균열, 백태, 박리 등 ■ 신축이음 유간협착	■ 신축이음 교체 ■ 균열보수, 도장보수 등	B
용전2교 (창원,양평)	3회차	■ 하부구조 균열, 백태, 재료분리 등 ■ 신축이음 고무재 파손	■ 신축이음 교체 ■ 교량받침 도장보수	B
청미천교 (창원,양평)	3회차	■ 하부구조 균열, 박리, 박락 등 ■ 배수관 연결부 부식, 길이부족 등	■ 신축이음 교체 ■ 교면포장 재포장	B
충주IC1교	3회차	■ 바닥판 균열, 균열부 백태 ■ 신축이음 유간협착	■ 신축이음 부분보수 ■ 교량받침 도장보수	B
충주IC교	3회차	■ 교면포장 균열, 소성변형 ■ 하부구조 균열, 파손, 토사침식 등	■ 신축이음 교체 ■ 교량받침 도장보수	B
봉곡1교 (내서,여주)	3회차	■ 바닥판 하면 균열 및 백태 ■ 강박스 거더 도장박리, 변색	■ 교량받침 도장보수 ■ 교면포장 재포장	B
옥성대교 (내서,여주)	3회차	■ 거더 내·외부, 가로보 균열 등 ■ 신축이음 고무재 탈락	■ 신축이음 교체 ■ 교량받침 도장보수	B
장천교 (여주)	3회차	■ 바닥판 백태, 박락 등 ■ 거더 철근노출 및 박락	■ 신축이음 교체 ■ 교량받침 도장보수	B

2.1.6 용역수행상 주안점 제시

자료분석 및 현장계획수립

- 시설물별 시공자료 분석 및 현행 기준과의 차이점 파악
- 유지관리 주체 의견 수렴
- 시설물 특성을 고려한 취약 및 중점점검 대상 부재 선정



현장조사

- 안전조치 확보 후 장비투입 (교통통제, 고소차, 점검차 등)
- 안전성 및 근접성, 효율성을 고려한 장비선정
- 취약 및 중점점검 대상부재 중심의 현장조사 실시

안전관리

- 주행차량 교통량 및 주행속도 파악
- 현장작업자의 안전확보 및 이용자의 불편 최소화 방안 수립
- 유관기관과의 유기적인 협조체계 구축

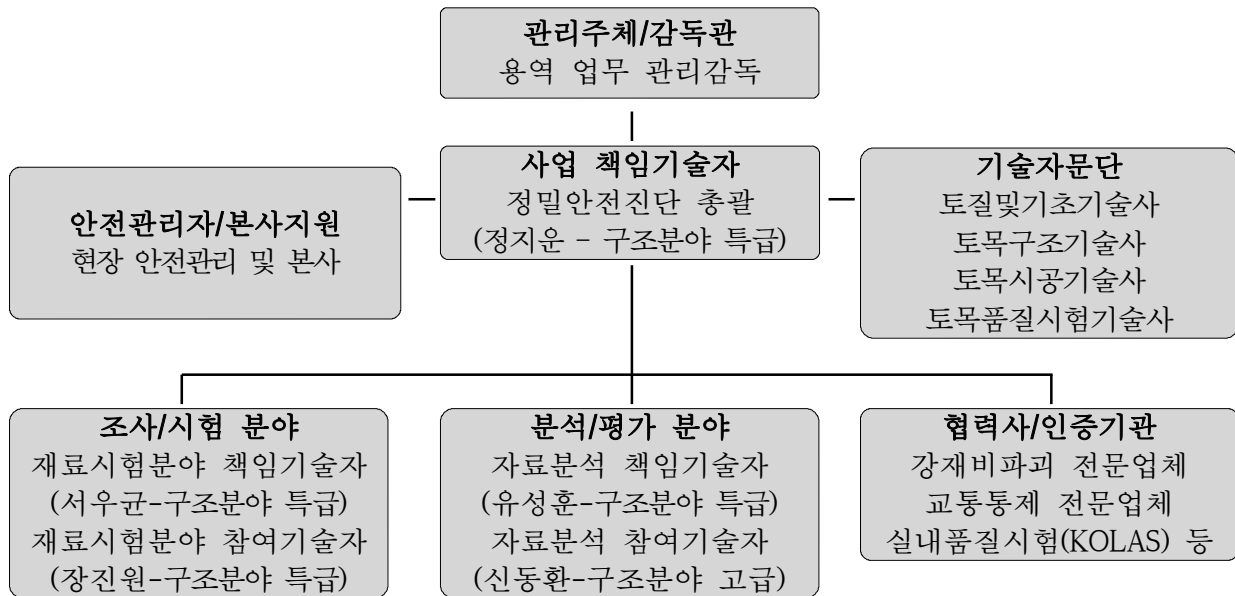
품질관리

- 조사 및 시험, 구조해석 결과를 종합적으로 분석한 결함원인제시
- 시설물별 특성과 현장조건에 맞는 보수·보강방안 제시
- 필요시 상세구조해석 등 정밀분석 기법 동원

2.2 과업수행을 위한 조직구성의 적정성

2.2.1 과업수행 조직체계

가. 조직구성도



나. 조직별 주요업무

구 분	주 요 업 무
본사지원	■ 원활한 용역수행을 위한 업무지원 ■ 점검장비 및 점검차량, 드론촬영 지원
기술자문단 지원	■ 손상원인 분석 및 구조 안전성 검토 ■ 시설물별 보고서 및 종합평가 결과 적정성 검토
조사/시험 분야	■ 굴절차, 고소작업차, 드론 등을 활용한 부재별 상세 근접조사 ■ 우기시 배수시스템, 신축이음 누수여부 조사 및 혹서기 교량받침 가동량, 신축이음 신축량 조사 ■ 비파괴시험(콘크리트 및 강재) 실시 ■ 1차 손상원인 분석 후 필요시 추가조사 실시
분석/평가 분야	■ 설계도서 및 관련자료(기후조건, 환경조건, 교통량 등) 검토 ■ 구조적 특이구간 안전성 검토 - 손상집중 구간, 공용중 하중변화 구간 등
협력사 /인증기관	■ 국제공인시험기관(KOLAS)에 의한 실내품질시험(염화물함유량시험 등) ■ 교통통제 전문업체 활용

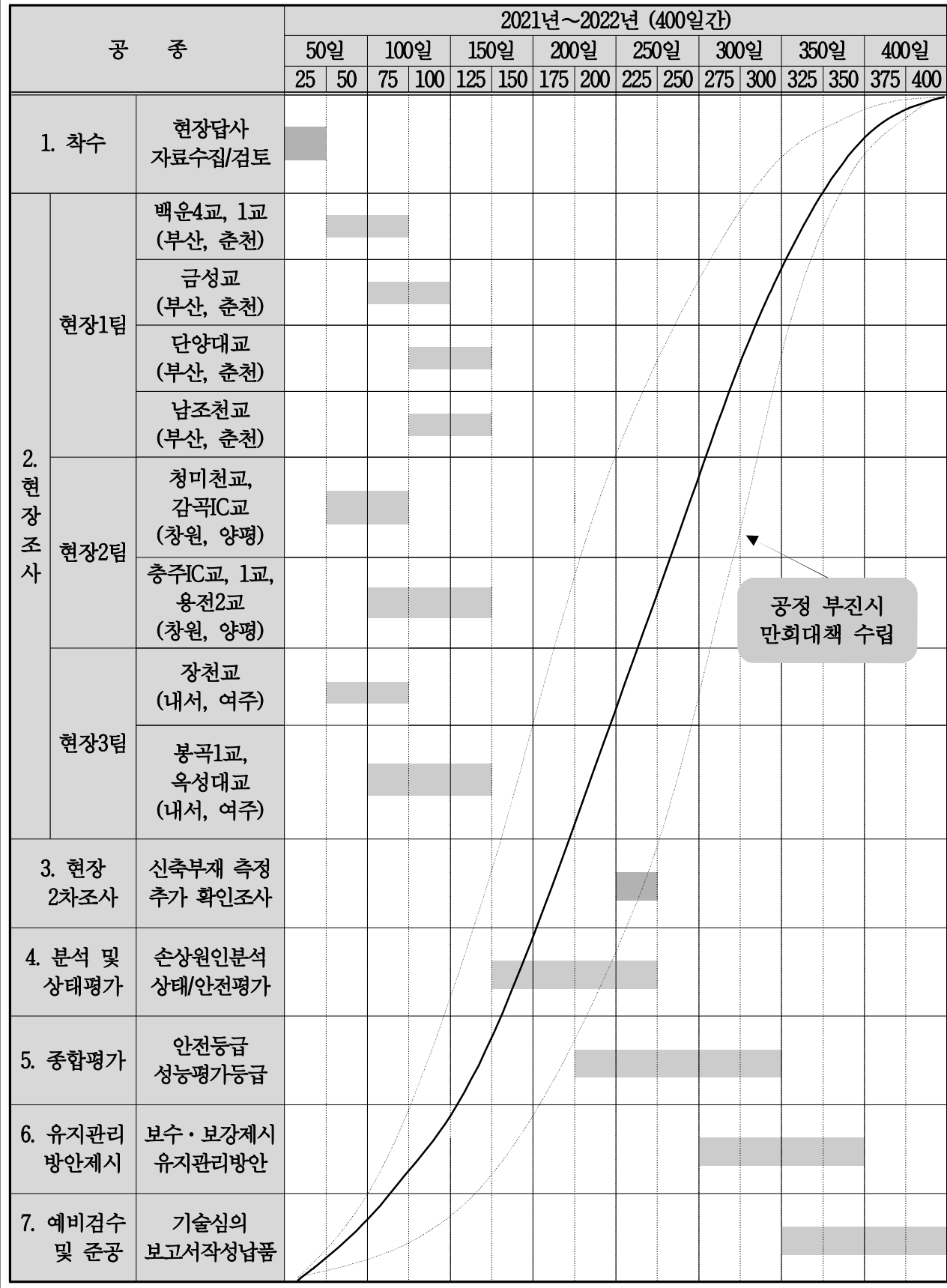
2.3 과업단계별 과업수행계획의 적정성

2.3.1 과업 단계별 범위 및 내용

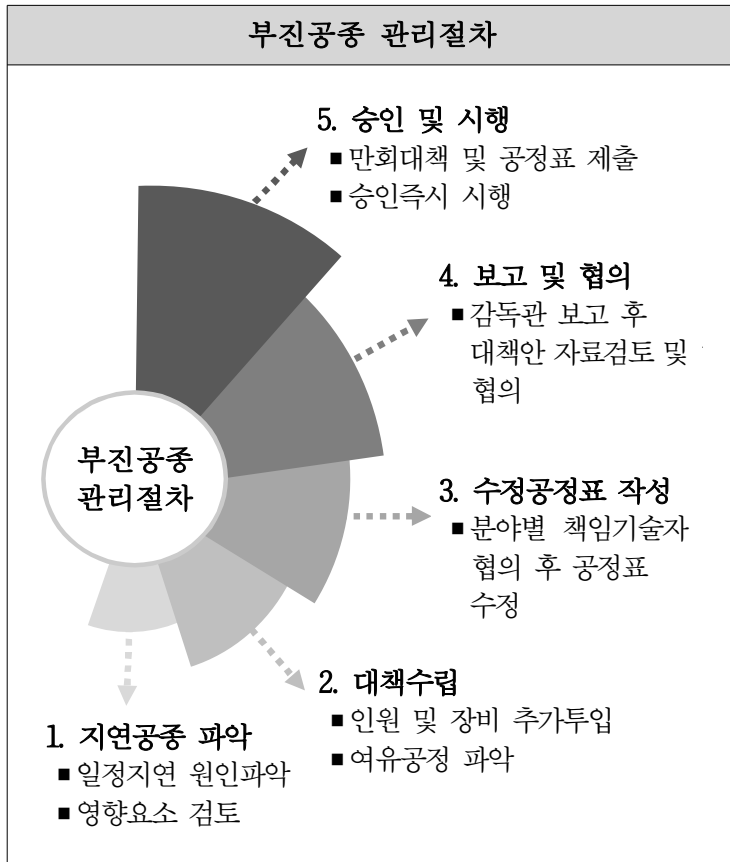
과업수행 과정		중점수행사항
1단계 착수	→ 자료검토 및 계획수립	- 설계도서 및 관련자료(유지관리, 기후조건, 환경조건, 교통량 등) 검토 - 구조물별 중점 체크리스트 작성(전체 회의)
↓		
2단계 현장조사/시험	→ 현장조사 및 시험	- 전체 부재에 대한 상세 외관 조사 - 재료시험(콘크리트 및 강재) - 선택과업 필요성 여부 조사 및 보고
↓		
3단계 결과분석 /종합평가	→ 외관조사 결과 비파괴시험 종합평가	- 손상원인 및 시험결과 분석 - 전체 및 부재별 상태평가(상세해석 등) - 종합평가 및 안전등급, 성능평가 등급 지정 - 성과 발표회
↓		
4단계 안전등급 향상방안	→ 보수·보강 및 유지관리 방안	- 보수·보강 추진방향 설정 - 합리적인 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
↓		
5단계 보고서 작성	→ 보고서 작성 및 기술심의	- 종합보고서 작성 및 기술심의 실시 - 성과품 보완 및 수정 - 성과품 납품(보고서, CD, FMS 및 HBMS 입력)

2.3.2 과업 단계별 일정 및 인원, 장비 투입계획

가. 과업 수행 일정표



나. 부진공중 관리대책(공정율 -5%이하)



부진공중 만회대책

[작업 일정 수정]

- 영향요소별 중요도를 고려하여 만회대책 수립
- 현장조사에 대해 우선적 만회대책 수립

[추가 인원 투입]

- 전문성을 확보한 인원 추가 투입
- 시험장비/접근장비 추가 투입
- 작업 병행을 통한 여유일정 확보 (참여자 전체 공정 회의)

[품질관리]

- 진행속도 향상에 따른 품질저하 방지대책 수립
- 정상공정 만회할 때까지 T/F팀 (Task Force) 운영

다. 투입인원 계획

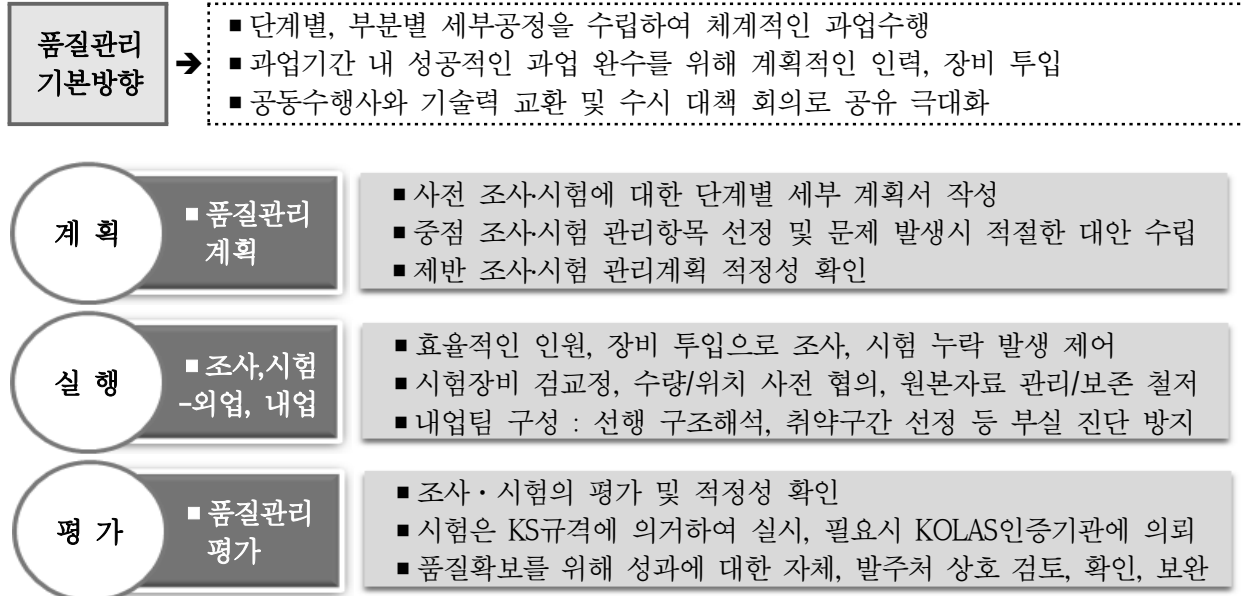
과업분야		등급 및 투입인원	주요 담당업무	용역기간(착수일로부터 400일)							
				50	100	150	200	250	300	350	400
사업총괄		특급기술자 정 지 운	총괄 및 관계기관 협의								
현 장 조 사	분야별 책임	특급기술자 서 우 균	현장조사 및 시험								
	참여	특급기술자 장진원 외 8인	현장조사 및 시험								
자 료 분 석	분야별 책임	특급기술자 유 성 훈	분석 및 평가								
	참여	고급기술자 신동환 외 8인	분석 및 평가								
현장보조		3인	현장조사 보조								
업무지원		4인	드론, 도면 외관망도 작성								
■ 현장조사, 분석 및 평가 등 각 단계별 분야별 기술사(토목구조, 토질및기초, 토목품질) 투입											

라. 장비투입 및 교통통제 계획

교량명	경간	하부 현황	접근 장비		교통통제 작업 구간	소요 예상일수
			고소 작업차	교량 굴절차		
금 성 교 (부 산)	17	도로, 농지	○	○	고속도로	3
금 성 교 (춘 천)						
남조천교(부산)	8	도로, 하천	○	○	고속도로, 일반도로	2
남조천교(춘천)						
단양대교(부산)	5	도로, 하천	○	○	고속도로, 일반도로	2
단양대교(춘천)						
백운4교(부산)	5	도로, 하천	○	○	고속도로	2
백운4교(춘천)						
백운1교(부산)	3	농지, 하천	○	○	고속도로	2
백운1교(춘천)						
감곡IC교(창원)	2	도로	○	-	일반도로	1
감곡IC교(양평)						
용전2교(창원)	5	도로	○	○	고속도로, 일반도로	2
용전2교(양평)						
청미천교(창원)	9	도로, 하천	○	○	고속도로, 일반도로	2
청미천교(양평)						
충 주 I C 1 교	3	도로	○	-	고속도로, 일반도로	1
충 주 I C 교	4	도로	○	-	고속도로, 일반도로	1
봉곡1교(내서)	3	도로	○	-	고속도로, 일반도로	1
봉곡1교(여주)						
옥성대교(내서)	15	도로	○	○	고속도로, 일반도로	3
옥성대교(여주)						
장 천 교 (여 주)	17	도로, 하천	○	○	고속도로, 일반도로	3
장비 예상 투입 일수 총계						25

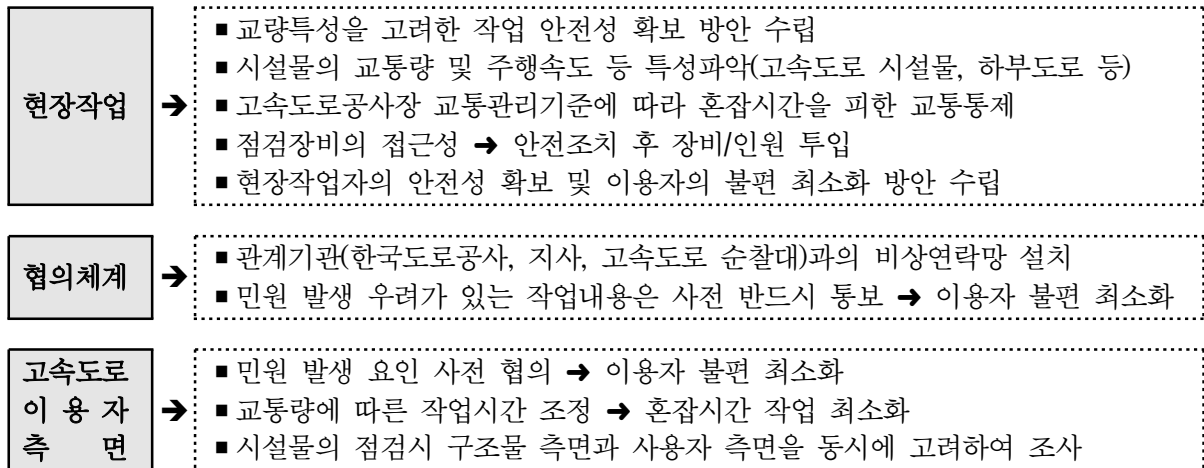
24 품질 · 안전관리계획의 적정성

2.4.1 품질관리 계획



2.4.2 안전관리 계획

가. 안전관리 기본방향



나. 전문교통업체 및 자체 안전시설 활용

- 작업시간대별 조절
 - 정체가 발생하는 첨두시간대 작업 자제
 - 태풍/집중호우/휴가철 및 연휴기간 작업 자제
- 교통통제로 인한 민원 발생 최소화방안 검토
 - 고속도로공사 규정에 맞는 안전간판 설치
 - 고속도로 순찰대 및 상황실과의 유기적 연락체계
 - 날씨, 갑작스런 교통체증 등에 대비하여 유동적인 작업관리
- 전문교통통제 업체 및 자체 장비(차량) 활용
 - 유사경험이 풍부한 교통통제 전문업체 선정
 - 전문 업체와 자체 교통통제팀을 동시에 운영
 - 고속도로 통제 안전관리규정 철저 이행



2.5 해당용역의 예상되는 문제점 및 대책

2.5.1 교량 신축이음 유지관리

- 교량의 보조부재인 신축이음은 통과차량의 진동, 충격 등을 직접적으로 영향 받는 부재로서, 외관이 양호해도, 하부 부속품의 손상발생시 2차 손상, 소음발생 등 민원 우려
- 점검시 주기적으로 소음측정을 실시하여 손상의 발생유무 확인
- 소음의 변화유무를 통해 신축이음의 부속품의 손상정도 예측, 교체시기 판단
- 손상의 조기발견으로 통과차량의 안전성 확보 및 효율적인 유지관리 가능



2.5.2 하부 접근성에 의한 외관조사 방법 제시

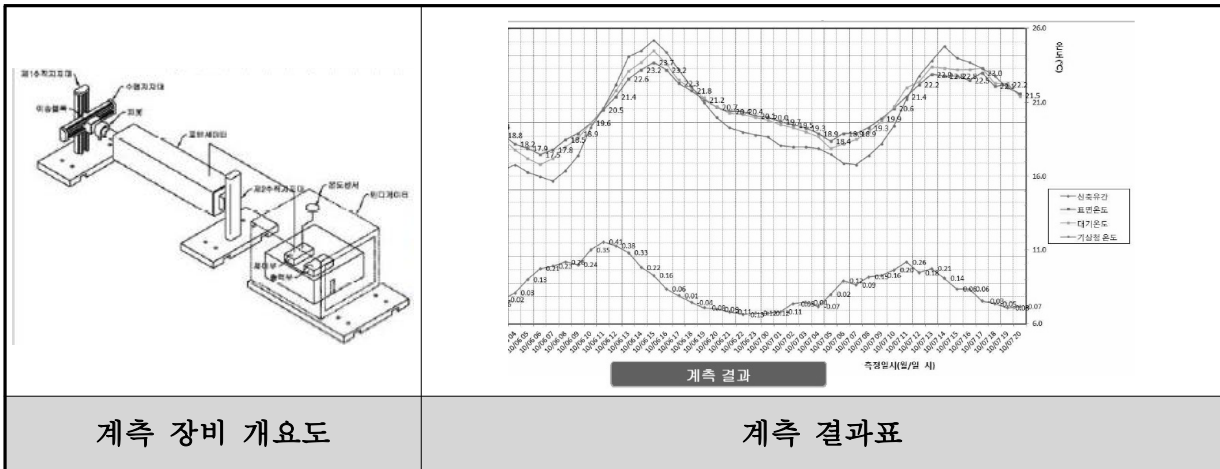
- 대상 시설물 중 형하고 10m이상이거나 하상구간, 인접지역 농지사용 등으로 고소작업차 및 교량점검차의 사용이 어려운 구간을 현장답사시 확인하였으며, 이는 바닥판하면 및 거더, 교각의 외관조사시 육안조사가 어려운 상태임.
- 고성능 드론 적용 : 초고화질 카메라를 장착한 드론을 활용. 외관조사시 육안조사가 어려운 구간에 대해 근접 상세조사 수행



2.6 해당용역 시행과 관련한 진단기술개발 및 개선사항 제안

2.6.1 신축이동량 계측장비를 이용한 온도 신축거동 분석

- 신축거동 부재인 신축이음장치에 설치 및 해체가 간단한 계측장비를 설치하여 온도변화에 따른 부재의 실제 거동을 계측
- 일시적으로 점검시 계측하는 신축이동량에 비해 온도변화에 따른 신축거동 상태를 직관적으로 확인, 검토 가능
- 비교적 단기간의 계측에 적합



2.6.2 콘크리트(LMC)포장 균열 분석

- 콘크리트 포장 균열과 바닥판 균열과의 상관관계 분석
- 균열 발생원인의 재검토(Top-down&Reflection 여부)를 위한 검체 및 자료분석
- 콘크리트 포장부의 건전부와 균열부 간의 염화물 확산속도 상대비교
- 콘크리트 포장 보수부 재균열 방지를 위한 최적의 보수방안 검토 및 제안

