

2023년 부산울산고속도로
정밀안전점검 및 성능평가 용역(교량,터널)
과업수행계획서

2023. 02.



부산울산고속도로 (주)



(주) 엠케이에스이

목 차

I. 과업의 목적	1
1.1 과업의 명칭	2
1.2 과업의 목적	2
1.3 과업 대상시설물	2
II. 과업의 개요	3
2.1 대상시설물 현황 및 개요	4
2.2 과업범위	6
2.3 과업기간	13
III. 과업 수행 방법	14
3.1 과업수행 흐름도	15
3.2 사전조사 및 점검계획 수립	17
3.3 안전점검	18
3.4 제2종성능평가	38
3.5 조사·시험관련 진단측정장비	52
IV. 과업 수행 일정	54
4.1 과업수행 공정표	55
4.2 과업추진 세부 일정표	56
V. 과업수행 조직	57
5.1 과업수행 조직 편성계획	58
5.2 과업수행 조직체계	58
5.3 인원투입 계획	59
VI. 안전관리 계획	60
6.1 업무별 안전관리계획	61
6.2 안전교육 시행계획	62
6.3 안전관리 조직구성	63
6.4 교량점검장비 사용계획	64
6.5 교통통제 계획	66

※ 첨부자료 : 사전검토 보고서

I . 과업의 목적

- 1.1 과업의 명칭**
- 1.2 과업의 목적**
- 1.3 과업 대상시설물**

I. 과업의 목적

1.1 과업의 명칭

“2023년 부산울산고속도로 정밀안전점검 및 성능평가용역(교량, 터널)”

1.2 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.) 제11조 및 동법 시행령 제8조에 의한 정밀안전점검(시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강방법 및 유지관리방안을 수립), 동법 제40조 및 동법 시행령 제28조에 규정에 따른 성능평가(시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진)의 시행을 통한 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업 대상시설물

가. 대상시설물 : 고래진1교(부산) 등 교량 33개소 정밀안전점검
해운대터널(부산) 등 터널 8개소 정밀안전점검
당사천교(울산1) 제2종성능평가

나. 위 치 : 부산울산고속도로(부산 ~ 울산)

II. 과업의 개요

2.1 대상시설물 현황 및 개요

2.2 과업범위

2.3 과업기간

Ⅱ. 과업의 개요

2.1 대상 시설물 현황 및 개요

가. 교량 대상 시설물 개요(정밀안전점검 33개소 및 성능평가 1개소)

구분	구조물명	이정 (Km)	연장 (m)	형식	종별	안전 등급	점검 기한	성능평가 대상	비고
1	고래진1교(부산)	1.80	430	STB	2중	B	12.22	-	
2	고래진2교(부산)	2.30	150	PSCI	2중	B	12.22	-	
3	고래진2교(울산)	2.30	150	PSCI	2중	B	12.22	-	
4	동부산IC1교	3.82	105	STB+PSCI	1중	B	04.01	-	
5	당사천교(울산1)	3.82	120	PSCI	2중	B	04.01	O	하자 만료
6	당사천교(울산0)	3.82	120	PSCI	2중	B	12.22	-	
7	당사천교(부산)	3.82	120	PSCI	2중	B	12.22	-	
8	내리천교(부산)	5.51	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
9	내리천교(울산)	5.51	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
10	대라교(부산)	8.31	350	PSCI	2중	B	12.22	-	
11	대라교(울산)	8.31	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
12	용소교(부산)	9.42	421	PSCI	2중	B	12.22	-	
13	용소교(울산)	9.42	350	PSCI	2중	B	12.22	-	
14	일광IC교(부산)	13.83	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
15	일광IC교(울산)	13.83	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
16	원리2교(부산)	17.09	280	PSCI	2중	B	12.22	-	
17	원리2교(울산)	17.11	280	PSCI	2중	B	12.22	-	
18	좌광천교(부산)	17.87	270	PSCI	2중	B	12.22	-	
19	좌광천교(울산)	17.87	270	PSCI	2중	B	12.22	-	

가. 교량 대상 시설물 개요(정밀안전점검 33개소 및 성능평가 1개소) - 계속

구분	구조물명	이정 (Km)	연장 (m)	형식	종별	안전 등급	점검 기한	성능평가 대상	비고
20	좌천교(부산)	18.61	50	STB	2중	B	12.22	-	
21	용소천교(부산)	21.00	301	PSCI	2중	B	12.22	-	
22	용소천교(울산)	21.00	301	PSCI	2중	B	12.22	-	
23	장안천교(부산)	22.04	361	PSCI	2중	B	12.22	-	
24	장안천교(울산)	22.04	361	PSCI	2중	B	12.22	-	
25	대운천교(부산)	27.67	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
26	대운천교(울산)	27.67	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
27	남창천교(부산)	30.77	211	PSCI	2중	B	12.22	-	
28	남창천교(울산)	30.77	211	PSCI	2중	B	12.22	-	
29	삼정천교(부산)	38.71	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
30	삼정천교(울산)	38.71	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
31	문수IC1교	42.75	105	STB	2중	B	12.22	-	
32	두현교(부산)	43.49	280	PSCI	2중	B	12.22	-	
33	두현교(울산)	43.49	280	PSCI	2중	B	12.22	-	

나. 터널 대상 시설물 개요(정밀안전점검 8개소)

구분	구조물명	이정 (Km)	연장 (m)	형식	종별	안전 등급	점검 기한	성능평가 대상	비고
1	해운대터널(울산)	0.90	680	NATM	2중	B	08.23	-	
2	해운대터널(부산)	0.90	680	NATM	2중	B	08.23	-	
3	기장1터널(울산)	8.79	466	NATM	1중	B	08.23	-	
4	기장1터널(부산)	8.76	536	NATM	1중	B	08.23	-	
5	기장2터널(울산)	9.83	304	NATM	1중	B	08.23	-	
6	기장2터널(부산)	9.86	265	NATM	1중	B	08.23	-	
7	문수터널(울산)	44.46	1,599	NATM	1중	B	08.23	-	
8	문수터널(부산)	44.44	1,508	NATM	1중	B	08.23	-	

2.2 과업범위

2.2.1 정밀안전점검

가. 대상시설물의 범위

1) 교량

구 분	부재명	점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	비 고
		정기 안전점검	정밀 안전점검	정밀 안전진단		
◦ 상부구조	바닥판, 거더	○	○	○	●	
◦ 하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○	○	●	
◦ 받침	교량받침	○	○	○	●	
◦ 케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	○	-	해당없음
◦ 2차부재	가로보 및 세로보	○		○	●	
◦ 기타부재	신축이음, 배수시설, 난간 및 연석, 교면포장	○	○	○	●	
◦ 공중이 이용하는 부위	◦ 추락방지시설	○	○	○	●	
	◦ 도로포장	○	○	○	●	
	◦ 도로부 신축이음부	○	○	○	●	
	◦ 환기구 등의 덮개	○	○	○	●	

2) 터널

구 분	부재명	점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	비 고
		정기 안전점검	정밀 안전점검	정밀 안전진단		
◦ 기본시설물	◦ 라이닝	○	○	○	●	
	◦ 갯문	○	○	○	●	
	◦ 개착터널	○	○	○	-	해당없음
	◦ 지하차도	○	○	○	-	해당없음
	◦ 지하역사	○	○	○	-	해당없음
◦ 부대시설물	◦ 연직갱 및 경사갱	○	○	○	-	해당없음
	◦ 환기구	○		○	-	해당없음
	◦ 피난연락갱	○		○	-	해당없음
	◦ 연결터널(환기시설)	○		○	-	해당없음
	◦ 갯구부옹벽	○		○	-	해당없음
◦ 공중이 이용하는 부위	◦ 추락방지시설	○	○	○	●	
	◦ 도로포장	○	○	○	●	
	◦ 도로부 신축이음부	○	○	○	●	
	◦ 환기구 등의 덮개	○	○	○	●	

나. 과업범위

- 1) 자료 수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가(선택과업)
- 5) 보수·보강방법(선택과업) 및 유지관리방안 제시
- 6) 보고서 작성
- 7) 부록 작성(외관망도, 측정 및 시험성과표, 상태평가 결과자료, 사진대지 등)

다. 과업의 세부내용

1) 기본과업

기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하여야 하는 과업을 말한다.

기본과업의 현장조사 및 시험 항목은 최소필요 조건으로 특별한 사유가 있는 경우에는 추가 또는 축소할 수 있다. 이러한 경우, 그 사유를 과업지시서, 과업수행계획서 및 실시 결과보고서에 명기하여야 한다.

① 자료 수집 및 분석

- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서
- 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면
- 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료
- 시설물관리대장
- 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력

② 현장조사 및 시험

- 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성
 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등
 - 교량하부·주변 구조물 위험요소 및 불법점용 조사
- 간단한 현장 재료시험 등
 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험)
 - 콘크리트 탄산화 깊이 측정

③ 상태평가

- 외관조사 결과 분석
- 현장 재료시험 결과 분석
- 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가
- 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정)

④ 보고서 및 부록 작성

- 보고서 및 부록(외관망도, 측정 및 시험성과표, 상태평가 결과자료, 사진대지 등) 작성

2) 선택과업

선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 정밀안전점검의 목적을 달성하기 위하여 대상 시설물의 특성 및 현지여건 등을 감안하여 실시하여야 한다.

① 자료수집 및 분석

- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우)
- 실측도면 작성(설계도서가 없는 경우 반드시 실측도면을 작성하여야 함)

② 현장조사 및 시험

- 전체 부재에 대한 외관조사망도 작성
- 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치·해체 등
- 조사용 접근장비 운용
- 조사부위 표면청소
- 마감재의 해체 및 복구
- 수중조사(썰물 시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분이 있는 항만시설물은 4년에 1회 이상 수중조사를 실시하여야 한다. 제2종 하천교량의 경우, 하자담보기간 완료 전 실시하는 정밀안전점검에서 반드시 수중조사를 실시하여야 하며, 최초 수중조사 이후에 하상정비계획 또는 준설 등에 의하여 교량주변에 하상변동이 발생했을 경우, 교량이 위치한 하천에서 계획홍수량 이상의 홍수가 발생했을 경우, 교량에 인접하여 교량확장, 철도 복선화 공사 등으로 인한 기초공사가 시행되었을 경우에는 수중조사를 필수적으로 실시하여야 한다. 또한, 최초 수중조사결과 기초부의 손상(박리, 박락, 침식 등), 열화 진전이 예상되는 경우, 기초부 염화물 상태평가기준이 C이하로 부식 발생이 예상되는 경우에도 필수적으로 실시하여야 한다)
- 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험

③ 안전성평가

- 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가

◦ 보수·보강방법을 제시한 경우 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중에 대한 안전성평가

④ 보수·보강 방법 및 유지관리방안 제시

◦ 보수·보강 방법 및 유지관리방안 제시

2.2.2 제2종성능평가

가. 대상시설물의 범위

1) 교량

구분	부재명		성능평가		금회 실시범위	비고
			제1종 성능평가	제2종 성능평가		
교량	상부구조	바닥판, 거더	○	○	●	
	하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○	●	
	받침	교량받침	○	○	●	
	케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	-	해당없음
	긴장재	강연선, 보호관	○	○	●	
	기타부재	신축이음, 배수시설, 보호시설, 교면포장	○	○	●	
	2차부재	가로보 및 세로보	○	○	●	
공중이 이용하는 부위	추락방지시설		○	○	●	
	도로포장		○	○	●	
	도로부 신축이음부		○	○	●	
	환기구 등의 덮개		○	○	●	

나. 과업범위

- 1) 자료 수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 안전성능평가
 - 상태안전성능, 구조안전성능
- 4) 내구성능평가
- 5) 사용성능평가
- 6) 종합평가
- 7) 유지관리 전략 제안
- 8) 보고서 및 부록 작성

다. 과업의 세부내용

1) 기본과업

제2종성능평가의 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하고, 정밀안전점검을 포함 및 결과를 활용하여 성능평가를 실시할 수 있는 과업을 말한다.

기본과업의 현장조사 및 시험 항목은 최소필요 조건으로 특별한 사유가 있는 경우에는 이를 고려하여 추가 또는 축소할 수 있다.

① 자료수집 및 분석

- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서, 유지관리 지침서
- 시공·보수도면, 제작 및 작업도면
- 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료
- 시설물관리대장
- 시설물의 내구성능(염해·동해환경, 해안거리 등) 및 사용성능(사용자 편의성, 시설물의 수요 및 용량 등)에 대한 자료
- 기존 정밀안전점검 및 정밀안전진단, 성능평가 실시결과
- 보수·보강이력 및 유지관리 결과보고서

② 현장조사 및 시험

- 대상시설물의 외관조사 및 외관조사망도 작성
 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등
- 시설물의 내구성능 및 사용성능을 측정하기 위한 현장 재료시험
 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달속도시험 등), 탄산화 깊이 측정, 염화물침투량시험 등
 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험(시험량, 시험부위 등 세부사항은 시설물편 참조)
 - 기계·전기설비 및 계측시설의 작동유무 등

③ 안전성능평가

- 상태안전성능
 - 외관조사 결과분석
 - 현장시험 및 재료시험 결과 분석
 - 대상 시설물(부재)에 대한 상태안전성능 평가
 - 시설물 전체의 상태안전성능 결과에 대한 책임기술자의 소견

- 구조안전성능
 - 조사, 시험, 측정 결과의 분석
 - 기존의 구조계산서 또는 구조안전성능 평가 자료 분석
 - 내하력 및 구조안전성능 검토
 - 시설물의 구조안전성능 검토 결과에 대한 소견

④ 내구성능평가

- 외관조사 결과분석
- 현장시험 및 재료시험 결과 분석, 내구성능 관련 수집자료 검토
- 사용재료(콘크리트 및 강재 등)에 대한 내구성능 평가
- 시설물의 내구성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견

⑤ 사용성능 평가

- 사용성능 관련 수집자료 검토
- 사용 환경 및 기능 등에 대한 사용성능 평가
- 시설물의 사용성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견

⑥ 종합평가

- 안전성능, 내구성능, 사용성능 평가의 결과 분석
- 전체적인 평가에 대한 책임기술자의 소견
- 시설물의 종합성능등급 지정

⑦ 유지관리 전략 제언

- 시설물의 성능목표 및 성능평가 실시결과 검토·분석
- 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략 제시

⑧ 보고서 작성

- 보고서 및 부록(외관망도, 측정 및 시험성과표, 상태평가안전성능·구조안전성능자료 등) 작성

2) 선택과업

선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 제2종성능평가의 목적을 달성하기 위하여 대상시설물의 특성 및 현지여건 등을 감안하여 실시하여야 한다.

① 자료수집 및 분석

- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우)
- 실측도면 작성(도면이 없는 경우)

② 현장조사 및 시험

- 시료채취 및 실내시험
- 재하시험 및 계측
- 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사
- 수중조사 (하천교량의 정밀안전진단을 성능평가에 포함하여 실시할 경우, 수중조사 실시에 관한 사항은 정밀안전진단 과업내용에 따른다.)
- 누수탐사
- 침하, 변위, 거동 등의 측정 (안전점검 실시결과, 원인 규명이 필요하다고 평가한 경우 필수)
- 콘크리트 제체 시추조사
- 수리·수충격·수문조사
- 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등
- 조사용 접근장비 운용
- 조사부위 표면청소
- 마감재의 해체 및 복구
- 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)
- 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험
- CCTV 조사, 단수시키지 않는 내시경 조사 등
- 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성능, 내구성능, 사용성능 평가에 필요한 추가적인 조사·시험

③ 안전성능평가

- 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 구조안전성능 평가 (구조안전성능 검토를 위한 자료(구조계산서 및 구조안전성능 평가 자료 등)가 없거나 부족한 경우, 이전 성능평가결과보고서 및 설계도서, 외관조사 및 재료시험 결과 등을 검토하여 구조적인 취약부에 대한 구조·지반·수리·수문 해석 등의 구조안전성능 평가를 실시한다.)
- 보수·보강방법을 제시한 경우 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중에 대한 구조안전성능 평가

④ 내구성능 평가

- 기본과업의 평가 외 내구성능 평가

⑤ 사용성능 평가

- 기본과업의 평가 외 사용성능 평가

⑥ 유지관리 전략 제언

- 자료검토 및 전문가 자문을 통한 목표성능 설정 및 제언

2.3 과업기간

가. 과업기간 : 2023년 02월 20일 ~ 2023년 12월 29일

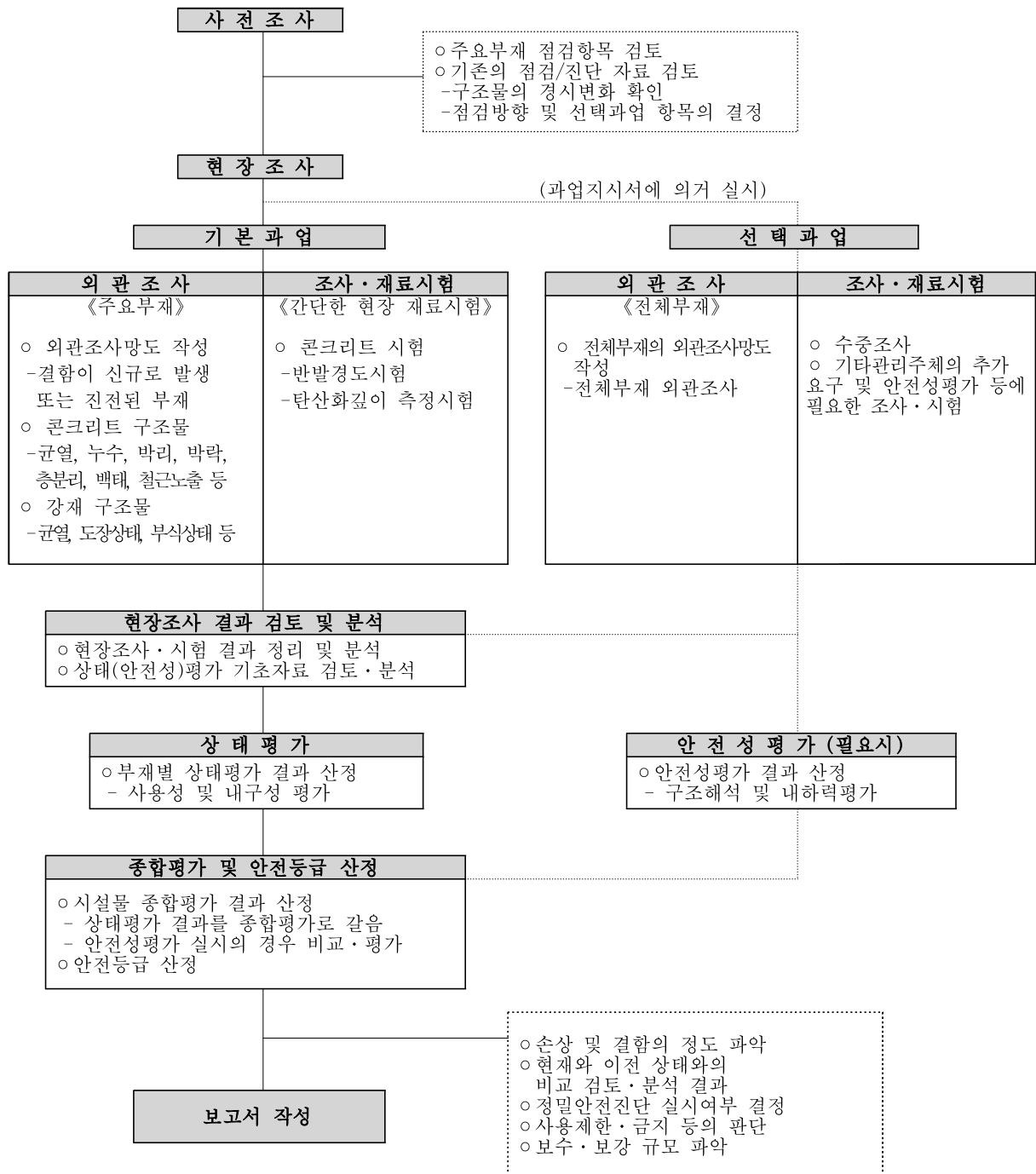
Ⅲ. 과업의 수행방법

- 3.1 과업수행 흐름도
- 3.2 사전조사 및 점검계획 수립
- 3.3 안전점검
- 3.4 제2종성능평가
- 3.5 조사·시험관련 진단측정장비

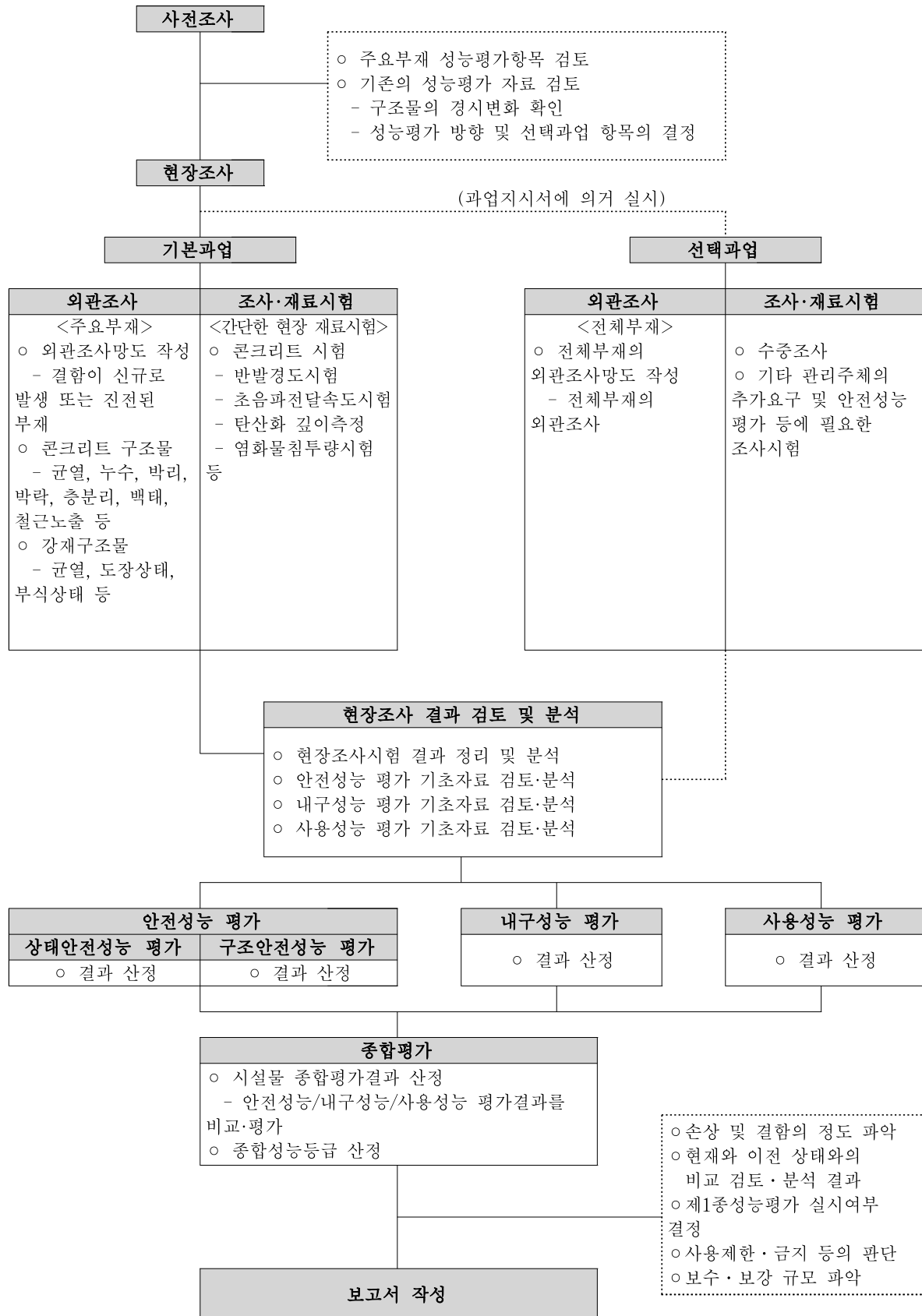
Ⅲ. 과업 수행 방법

3.1 과업수행 흐름도

가. 정밀안전점검



나. 제2종성능평가



3.2 사전조사 및 점검계획 수립

가. 사전조사

사전조사는 과업 착수 전에 현장답사 및 관련자료 수집, 검토 등을 과업책임기술자와 참여기술자에 의해 시행한다. 또한 사전조사 결과에 의해서 정밀조사의 범위 및 방법을 결정하고, 정밀조사의 전체적인 상세 계획을 수립하며, 정밀조사가 필요하지 않을 경우에는 검사 대상부위에 대한 확인검사를 거쳐서 상태 및 안전성 평가 그리고 보수·보강의 필요성을 검토, 판단하는 예비 자료로 활용한다.

구 분	내 용
건설이력조사	· 각종 설계도서 검토 · 준공도면 검토 · 기타 관련자료 검토
안전진단·점검 및 보수이력조사	· 안전진단·점검 내용 검토 · 보수이력사항 검토

나. 점검계획 수립

사전조사이시 수집된 자료를 검토 후 점검계획을 수립하며 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 1) 조사범위 및 항목결정
 - 각 분야별 조사범위와 세부항목을 전체 점검계획에 맞추어 결정
 - 책임기술자가 필요하다고 판단되는 경우 별도 조사항목 포함
- 2) 기존 점검자료 검토
 - 기발견된 결함의 확인을 위해 검토
- 3) 분야별 소요인원 및 구성
 - 분야별 총 소요인원을 판단하여 가용인력을 구성, 투입계획수립
- 4) 재료시험 실시에 대한 적정성여부 판단
- 5) 진단기간 및 계획된 작업시간 예측
- 6) 진단범위 및 안전성에 대한 판단
- 7) 진단장비 선정

구조물의 진단에 필요한 재료시험 장비, 측량장비를 준비할 때에는 분야별 세부조사 항

목에 부합되는 장비를 준비하도록 한다. 또한, 접근장비는 육안조사 및 점검장비에 의한 측정이 가능하도록 사다리, 고소차, 교량점검차, 비계, 점검보트, 예인선 및 부선 등을 준비한다.

이러한 장비선정 시에는 다음의 항목을 고려한다.

- ① 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부
- ② 장비위치에 따른 교통통제의 필요성
- ③ 장비설치에 따른 지장물 존재여부

8) 접근방법 결정

- 교량 하면(바닥판 하면, 거더 하면, 박스거더 내부, 하부구조 두부, 교량받침 등)에 대한 현장조사시에는 사다리, 고소차, 교량점검차, 비계 설치, 사다리 설치 등 현장여건에 따라 안전을 고려한 최선의 방법을 선택한다.
- 교량점검차의 접근이 불가능한 수중구간의 접근은 예인선 및 부선에 고소차를 태워 실시하되 안전장치의 착용 등을 통해 안전에 유의하며, 특히 기상상태에 주의한다.

9) 진단종사자의 안전

- 점검업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

10) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항

3.3 안전점검

3.3.1 조사 및 시험·측정

가. 자료수집 및 분석

관리주체가 보존하는 감리보고서·시설물관리대장 및 설계도서 등 관련서류와 다음에 명시된 자료를 수집하고 검토·분석하여 본 과업의 기초자료로 활용한다.

1) 설계도서

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서

2) 시설물관리대장

3) 시공관련 자료

4) 안전점검 및 정밀안전진단 자료

5) 보수·보강공사 자료

나. 현장조사

- 1) 현장조사는 사전에 기존자료를 검토하여 예상되는 각종 손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.
- 2) 현장조사는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침에 의해 실시하며, 점검대상 구조물에 대한 상세 외관조사 및 현장시험을 실시하여 부재별로 상태평가에 활용한다.
- 3) 상세 외관조사시 주요결함이 발견될 경우 이에 대한 안전성검토 실시한다.
- 4) 교량하부 및 주변 구조물 위험요소 및 불법점용 조사
- 5) 세부 시설물별 조사사항

① 교량

부재구분		진단부위		진단방법
상 부 구 조	상 관 부	(1)교면포장(아스팔트, 콘크리트)		육 안
		(2)배수시설(배수구, 배수관)		육 안
		(3)방호울타리(강재, 콘크리트) 및 연석		육 안
		(4)바닥판 (철근콘크리트,강바닥판)	손상(균열, 탈락)	비파괴장비 및 육안
			열화(누수, 백태)	육 안
		(5)신축이음 (고무형, 강재형)	본체(강재, 고무재)	간단한 공기구, 육안
			후타재(콘크리트)	간단한 공기구, 육안
		(6)교량받침 (강재, 고무재)	기능, 손상, 열화	간단한 공기구, 육안
	거 더	(7)철근콘크리트	중양부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
			받침부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
		(8)프리스트레스트	중양부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
			받침부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
		(9)강재	손상(균열, 처짐, 변형)	계측장비, 육안
			연결부 상태	육 안
			열화(부식, 오염)	육 안
			브레이싱, 가로보	육 안
하부구조		(10)교대 및 (11)교각		비파괴장비 및 육안
		(12)기초		육안, 설계·시공자료

② 터널

점검부위	점 검 항 목	점 검 장 비
입·출구부	· 균열 - 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진전여부 · 누수, 백화 · 박리, 박락, 함몰 · 철근 부식 여부 · 부등침하 · 배수처리 · 콘크리트 강도-표면타격법(슈미트해머)	· 슈미트 해머 · 균열경 및 균열측정기 · 망치, 엔빌, 카메라, 손전등, 필기도구 · 줄자, 교통규제기구
천 정 부 어 깨 부	· 균열 - 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진전여부 · 누수, 백화 · 박리, 박락, 함몰 · 철근 부식 여부 · 조명상태 · 농도 · 콘크리트 강도 - 표면타격법(슈미트해머)	· 슈미트 해머 · 균열경 및 균열측정기 · 망치, 엔빌, 카메라, 손전등, 필기도구 · 줄자, 교통규제기구
측 벽 부 (좌·우)	· 균열 - 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진전여부 · 누수, 백화 · 박리, 박락, 함몰 · 철근 부식 여부 · 콘크리트 강도 - 표면타격법(슈미트해머)	· 슈미트 해머 · 균열경 및 균열측정기 · 망치, 엔빌, 카메라, 손전등, 필기도구 · 줄자, 교통규제기구
바 닥 부	· 궤도이상 · 배수시설 · 노면상태(침하, 균열 등) · 교통소통상태 및 안전사항 · 용수	· 육안조사
비 탈 면	· 사면의 안정 상태, 변형 유무, 보호공	
기 타	· 매연상태, 유지관리용 사다리, 부속시설물의 상태	

5) 현장조사 방법

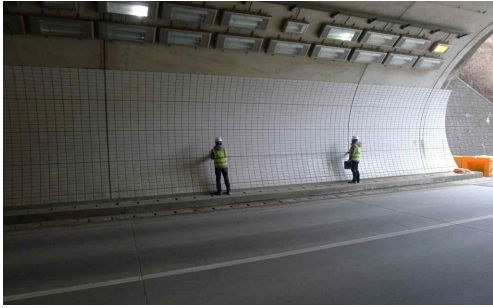
① 교량의 교면포장 및 배수시설, 방호울타리, 신축이음 등은 도보로 외관조사 시행

2인 1조로 외관조사 수행(예시)	포장부 청음 조사현황(예시)
방호벽 제원 측정(예시)	신축이음 유간측정(예시)

② 교량의 바닥판 및 거더, 교량반침, 교대 및 교각 등은 교량점검차량 및 고소작업차량, 점검통로, 사다리, 드론 등을 이용하여 외관조사 시행

교량점검차량을 이용한 외관조사(예시)	고소작업차량을 이용한 외관조사(예시)
사다리를 이용한 외관조사(예시)	교량점검시설을 이용한 외관조사(예시)

- ③ 터널 내부 라이닝 및 입·출구부는 고소작업차량, 사다리 등을 이용하여 외관조사를 실시하고, 측벽부 및 포장부, 배수시설, 부대시설(사면, 옹벽) 등은 도보로 외관조사 시행

	
터널 내부 측점 분할 현황(예시)	2인 1조로 외관조사 수행(예시)
	
고소작업차량을 이용한 내부조사(예시)	고소작업차량을 이용한 시·종점조사(예시)

다. 비파괴 시험 및 측정

1) 정밀안전점검 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 반발경도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트강도 - 국부파괴법 : 코어강도 ○ 철근배근 상태조사 ○ 염화물함유량¹⁾ ○ 수중조사²⁾
강재 구조물	-	○ 강재용접부 결함조사 - 자분탐상 및 초음파탐상

주1) 염화물함유량시험 대상은 다음 표에서 정하는 해안에서 250m 이내 거리에 위치하고 있는 시설물을 대상으로 하며 시험부재의 철근깊이까지 10mm ~ 20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713(2002)의 산-가용성 염화물시험방법으로 실시하여 염화물의 분포를 파악하여야 한다. 또한, 동절기 염화칼슘 등의 사용 등에 따라 염해의 우려가 있는 시설물도 포함한다.

주2) 제2종 하천교량은 하자담보기간 완료 전 실시하는 정밀안전점검 시 필수로 실시하고, 그 후는 1.3.3의 다.항에 따라 실시한다.

2) 정밀안전점검 재료시험 평가방법

구 분		재료시험 항목	평가방법
기본 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트 비파괴강도 - 반발경도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요
		○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 - 국부파괴 : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
		○ 철근탐사시험 - 철근배근상태 - 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철 근 위치 탐사
		○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가
	강재 구조물	○ 자분탐상 및 초음파탐상	○ 강재용접부 결함 탐상

3) 정밀안전점검 재료시험 기준 및 금회 계획 수량

① 반발경도시험

구 분		세부지침 기준		시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
		상부구조	하부구조				
교량	반발 경도 시험	○ 연장 50m 마다	○ 연장 50m 마다	고래진1교(부산)	430	상부: 9 하부: 9	
				고래진2교(부산)	150	상부: 3 하부: 3	
				고래진2교(울산)	150	상부: 3 하부: 3	
				동부산IC1교	105	상부: 3 하부: 3	
				당사천교(울산1)	120	상부: 3 하부: 3	
				당사천교(울산0)	120	상부: 3 하부: 3	
				당사천교(부산)	120	상부: 3 하부: 3	
				내리천교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
				내리천교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
				대라교(부산)	350	상부: 7 하부: 7	
				대라교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	

① 반발경도시험 - 계속

구 분		세부지침 기준		시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
		상부구조	하부구조				
교량	반발 경도 시험	○ 연장 50m 마다	○ 연장 50m 마다	용소교(부산)	421	상부: 9 하부: 9	
				용소교(울산)	350	상부: 7 하부: 7	
				일광IC교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
				일광IC교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
				원리2교(부산)	280	상부: 6 하부: 6	
				원리2교(울산)	280	상부: 6 하부: 6	
				좌광천교(부산)	270	상부: 6 하부: 6	
				좌광천교(울산)	270	상부: 6 하부: 6	
				좌천교(부산)	50	상부: 1 하부: 1	
				용소천교(부산)	301	상부: 7 하부: 7	
				용소천교(울산)	301	상부: 7 하부: 7	
				장안천교(부산)	361	상부: 8 하부: 8	
				장안천교(울산)	361	상부: 8 하부: 8	
				대운천교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
				대운천교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
				남창천교(부산)	211	상부: 5 하부: 5	
				남창천교(울산)	211	상부: 5 하부: 5	
				삼정천교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
				삼정천교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
				문수IC1교	105	상부: 3 하부: 3	
				두현교(부산)	280	상부: 6 하부: 6	
				두현교(울산)	280	상부: 6 하부: 6	

① 반발경도시험 - 계속

구 분		세부지침 기준	시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
터널	반발 경도 시험	○ 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	해운대터널(울산)	680	3	
			해운대터널(부산)	680	3	
			기장1터널(울산)	466	2	
			기장1터널(부산)	536	2	
			기장2터널(울산)	304	2	
			기장2터널(부산)	265	1	
			문수터널(울산)	1,599	6	
			문수터널(부산)	1,508	6	

② 탄산화시험

구 분		세부지침 기준	시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
교량	탄산화 깊이 측정	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ○ 5경간 이상 : 3~6개소	고래진1교(부산)	430	6	
			고래진2교(부산)	150	6	
			고래진2교(울산)	150	6	
			동부산IC1교	105	3	
			당사천교(울산1)	120	3	
			당사천교(울산0)	120	3	
			당사천교(부산)	120	3	
			내리천교(부산)	315	6	
			내리천교(울산)	315	6	
			대라교(부산)	350	6	
			대라교(울산)	315	6	

② 탄산화시험 - 계속

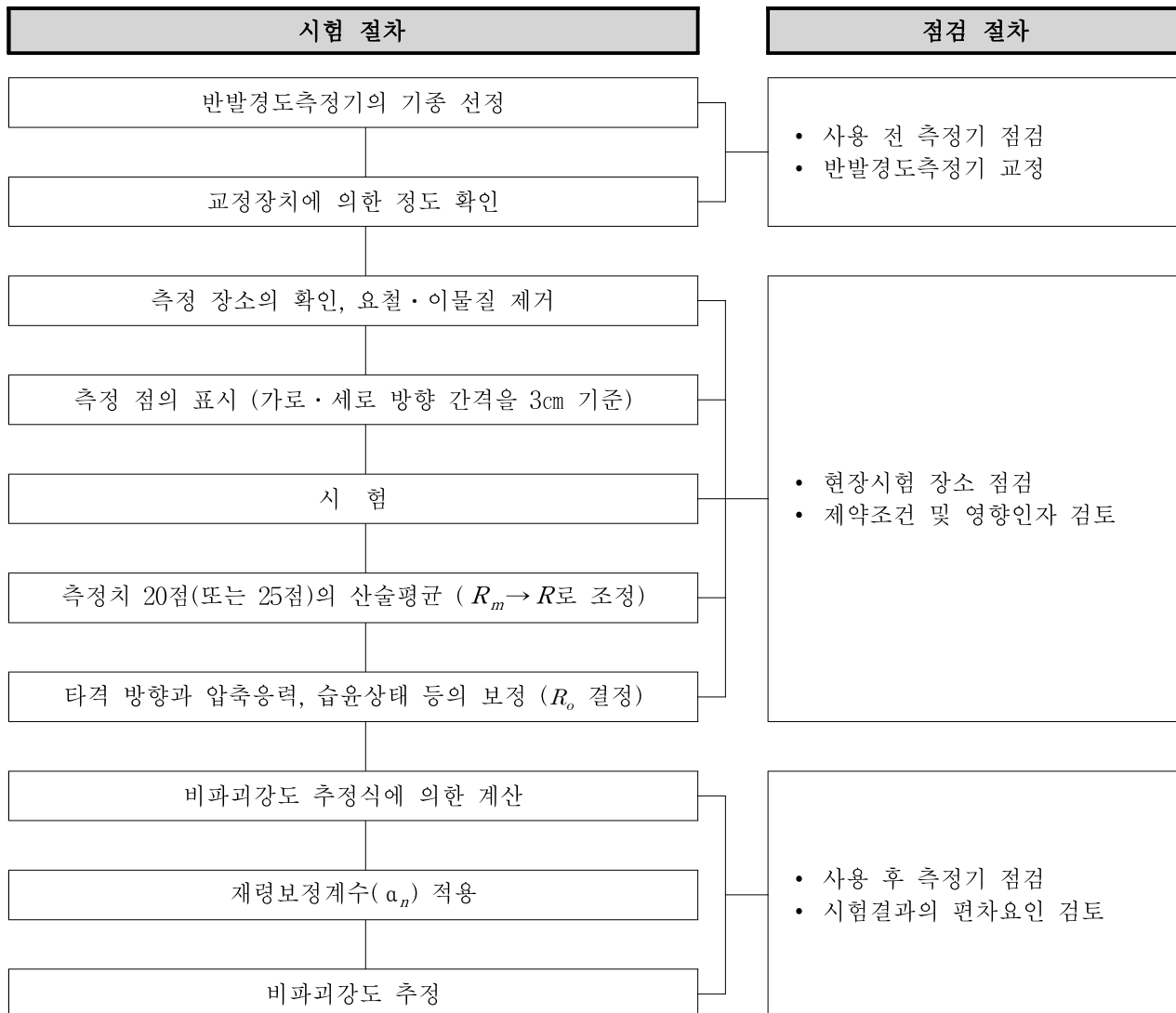
구 분		세부지침 기준	시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
교량	탄산화 깊이 측정	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ○ 5경간 이상 : 3~6개소	용소교(부산)	421	6	
			용소교(울산)	350	6	
			일광IC교(부산)	315	6	
			일광IC교(울산)	315	6	
			원리2교(부산)	280	6	
			원리2교(울산)	280	6	
			좌광천교(부산)	270	6	
			좌광천교(울산)	270	6	
			좌천교(부산)	50	3	
			용소천교(부산)	301	6	
			용소천교(울산)	301	6	
			장안천교(부산)	361	6	
			장안천교(울산)	361	6	
			대운천교(부산)	315	6	
			대운천교(울산)	315	6	
			남창천교(부산)	211	6	
			남창천교(울산)	211	6	
			삼정천교(부산)	315	6	
			삼정천교(울산)	315	6	
			문수IC1교	105	3	
			두현교(부산)	280	6	
			두현교(울산)	280	6	

② 탄산화시험 - 계속

구 분		세부지침 기준	시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
터널	탄산화 깊이 측정	○ 철근콘크리트 구조물 - 총연장 1,000m미만 : 2개소 - 총연장 1,000m이상 : 최소2개소+1,000m당 1개소 추가	해운대터널(울산)	680	2	
			해운대터널(부산)	680	2	
			기장1터널(울산)	466	2	
			기장1터널(부산)	536	2	
			기장2터널(울산)	304	2	
			기장2터널(부산)	265	2	
			문수터널(울산)	1,599	3	
			문수터널(부산)	1,508	3	

4) 비파괴 시험 방법

① 반발경도시험



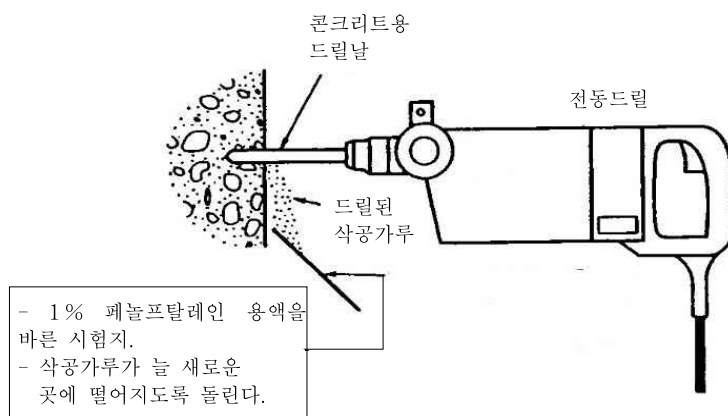
표면 요철 및 이물질 제거(예시)



반발경도시험(예시)

② 콘크리트 탄산화시험

드릴링에 의해 채취되는 콘크리트가루를 이용하여 탄산화깊이를 시험하는 방법으로 드릴링에 의해 발생하는 콘크리트가루가 페놀프탈레인용액을 적신 원형시험지에 떨어져 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하고 있다.



< 드릴에 의한 탄산화깊이 측정 >

탄산화시험부 드릴링 현황(예시)	페놀프탈레인 용액에 의한 변색 확인(예시)
탄산화 깊이 측정(예시)	탄산화시험부 피복 측정(예시)

3.3.2 상태평가

가. 교량

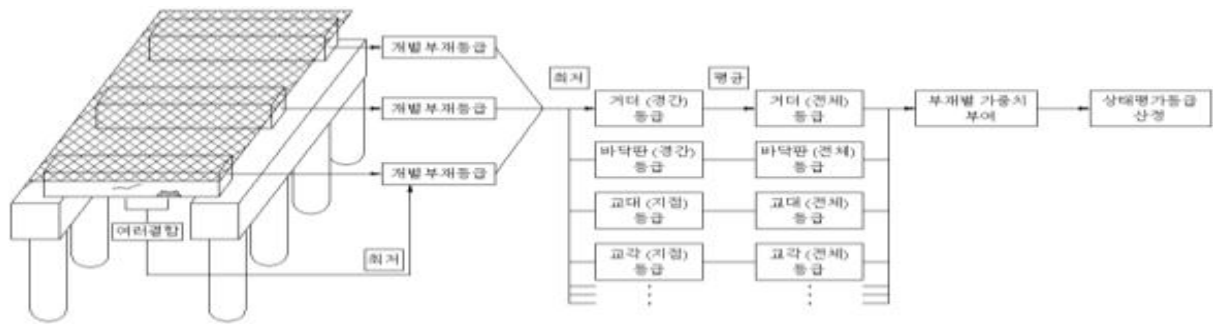
1) 개요

- ① 외관조사, 내구성조사, 재료시험 등에 따라 종합분석
- ② 부재별, 구조별 등 전반적인 상태평가
- ③ 시설물의 모든 결함 사항에 대해 도식화(외관조사망도 작성)
- ④ 위치, 방향, 종류, 손상규모, 발생원인 등 진행성 여부에 따라 등급기준설정
- ⑤ 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2022.12」에 의거하여 실시

2) 구조형식에 따른 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더교량						라멘교			
				일반 거더교			바닥판거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더있음 (복개)	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	23	15		34	20	21
	주 형		-	20	25	37	18	20	23		-	21	23
	2차부재		-	5	-	11	5	-	5		-	5	-
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13		34	22	24
	기초		7	7	7	7	7		7		7	7	7
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9		3	3	3
기타	신축이음		10	9	9	-	9		9		3	3	3
	교면포장		7	7	7	-	7		7		3	3	3
	배수시설		3	3	3	-	3		3		3	3	3
	난간/연석		2	2	2	6	2		2		2	2	2
콘크리트	탄산화	상부	2(1)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	상부	2(0)	2(0)		-	-	2(0)	2(0)	-	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

3) 상태평가결과 산정과정



4) 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

나. 터널

1) 기본시설물 상태평가결과 산정

① 제1단계 : 라이닝 결함지수(f) 산정

- 라이닝 단위길이별 평가항목에 대해 최저 평가결과의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.
- 라이닝 단위길이별 결함지수를 구한다
- 라이닝 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 단위길이별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

② 2단계 : 라이닝 상태평가결과 산정

- 라이닝 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

③ 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

- 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갯문, 공동구상태의 결함점수를 부여한다.
- 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 터널결함지수(F) 산정시 분모에 대한 영향은 고려하지 않는다.

④ 제4단계 : 터널 상태평가결과 산정

- 제1단계의 라이닝 결함지수(f) 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균 값과 제3단계의 터널 주변상태 평가 결함점수를 합한다.
- 터널 결함지수(F)를 산정하고, 터널 상태평가결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

- 터널 상태평가결과 산정

기준	A	B	C	D	E
결합도범위	$0 \leq x < 0.15$	$0.15 \leq x < 0.30$	$0.30 \leq x < 0.55$	$0.55 \leq x < 0.75$	$0.75 \leq x$

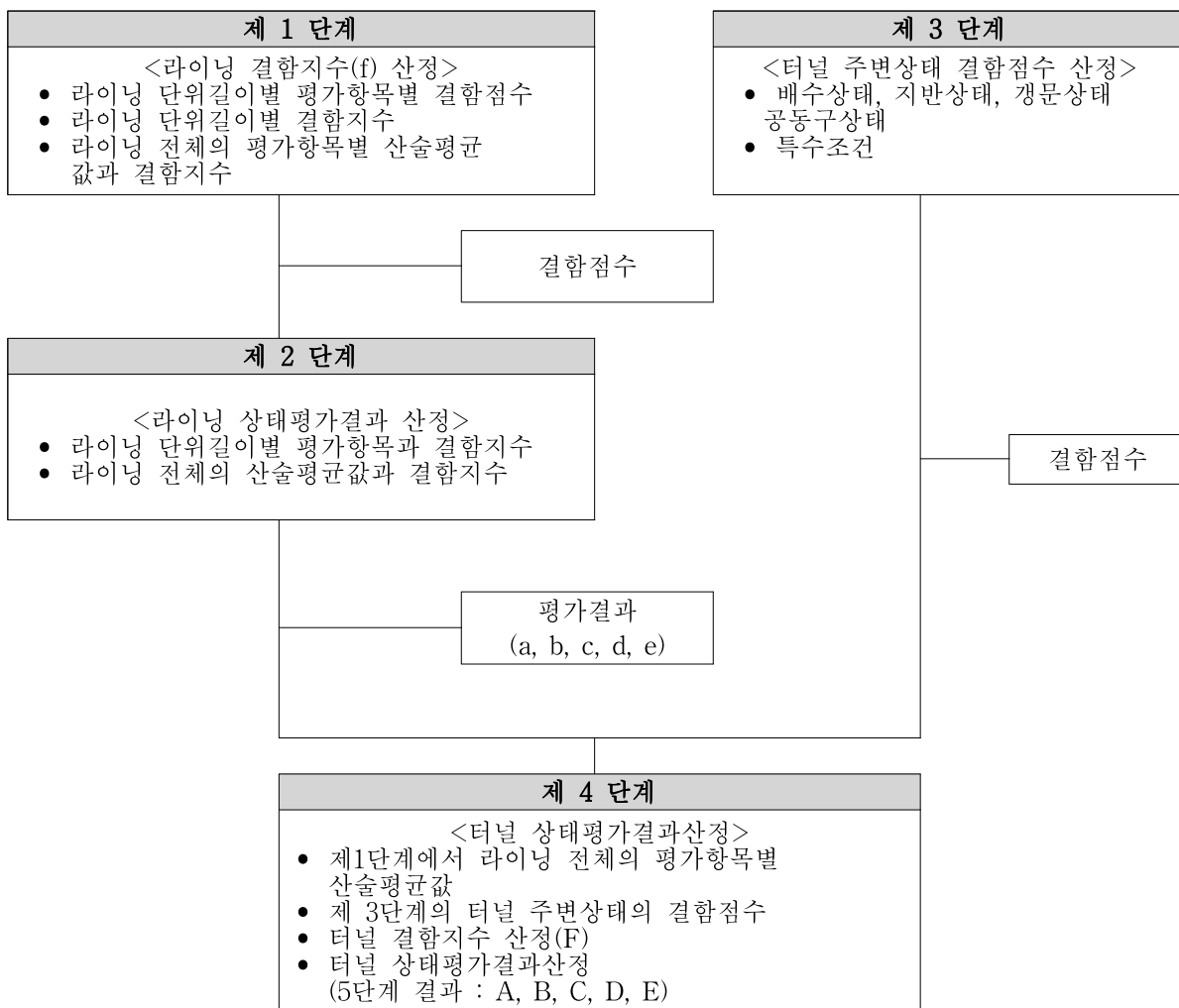
⑤ 조합시 연장별 평가방법

한 개의 터널에 여러 개의 구조형식이 있는 경우 다음과 같은 산정방법에 의해 상태 평가결과를 산정한다.

- 한 터널의 철근구간, 무근구간, 조적구간에 대해 제1단계의 라이닝 평가항목별 결합점수 산술평균값에 주변상태점수를 합하여 결합점수 산정후 각 구간별 결합지수를 각각 산정한다.
- 연장별 가중치를 산정한다. (연장별가중치 = 해당구간 연장/ 전체연장)
- Σ (각 구간별 결합지수 $\times$ 연장별 가중치)를 구한 후 결합지수에 대한 5단계(A, B, C, D, E) 중 해당 상태평가결과를 산정한다.

라이닝 상태평가

터널주변 상태평가



< 상태평가결과 산정절차 >

2) 부대시설물 상태평가결과 산정

① 제1단계 : 부대시설물 결합지수(f) 산정

- 부대시설물 평가단위별 평가항목에 대해 최저 평가결과와 결합점수를 부여한다. 균열의 결합점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.
- 부대시설물 평가단위별 결합지수를 구한다
- 부대시설물에 대한 결합지수(f)를 구한다. 이때에 부대시설물 평가항목에 대한 결합점수를 산술평균하여 구한다.

② 2단계 : 전체 부대시설물 상태평가결과 산정

- 부대시설물별 평가항목과 결합지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- 평가항목(산술평균값)과 결합지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- 개별 부대시설물을 각각 평가한 후 산술평균하여 부대시설물 결합지수를 산정하고 전체 부대시설물 상태평가결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

$$\text{부대시설물의 결합지수}(f) = \sum(f_n) / N$$

여기서, f_n : 개별 부대시설물의 상태평가 결합지수

N : 개별 부대시설물의 개수

③ 3단계 : 전체 시설물 상태평가결과 산정

- 기본시설물 결합지수(F)에 부대시설물 가중치(W)를 곱하여 전체 시설물의 결합지수(F)를 산정하고, 시설물 상태평가결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

$$\text{시설물의 결합지수}(F) = \text{기본시설물 결합지수}(F) \times \text{부대시설물 가중치}(W)$$

< 부대시설물의 가중치 >

가중치 (W)	1.00	1.00	1.02	1.05	1.10
부대시설물 결합지수	$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
시설물 상태평가	문제점이 없는 최상의 상태	기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태	부재의 손상이 있으나 기본시설물 기능수행에 문제가 없는 상태	부재의 손상이 중대하여 기본시설물에 영향을 주는 상태	기본시설물의 기능수행에 문제를 일으켜 즉각적인 조치가 필요한 상태

3.3.3 안전성평가(필요시)

가. 구조물의 안전성평가 기준

구조물의 안전성평가는 주요 구조부재의 정밀육안검사, 비파괴 현장시험 및 재료시험의 결과를 토대로 종합적으로 이루어져야 한다. 안전성검토는 대상 교량의 설계개념을 따라 일관성이 유지되도록 평가하는 것을 원칙으로 하고, 최근 도입되고 있는 신뢰성이론에 의한 평가방법은 충분한 통계자료가 뒷받침되어야 하므로 참고자료로 활용한다.

또한 교량의 안전성평가는 내하력평가 개념으로 규정되어 왔으나 내하력은 활하중 여유도로서 하중비에 따라 내하력의 변동폭이 크게 변하므로 교량의 안전성을 일관되게 평가하는 기준으로 적절하지 못하다. 따라서 안전성평가는 교량의 안전율 개념을 도입하여 평가하였다. 그러나 안전율이 0.9에서 1 사이에 있어 재하시험에 의한 공용내하력 평가를 실시한 경우 공용내하력 산정결과에 따라 안전성평가등급을 산정한다.

등급	안전성평가 기준	비 고
A	$SF > 1.0$	- 허용응력설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}}$ - 강도설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u}$
B	$0.9 \leq SF < 1$ 이나, 공용내하력이 설계 하중보다 크게 평가된 경우	
C	$0.9 \leq SF < 1$	
D	$0.75 \leq SF < 0.9$	
E	$SF < 0.75$	

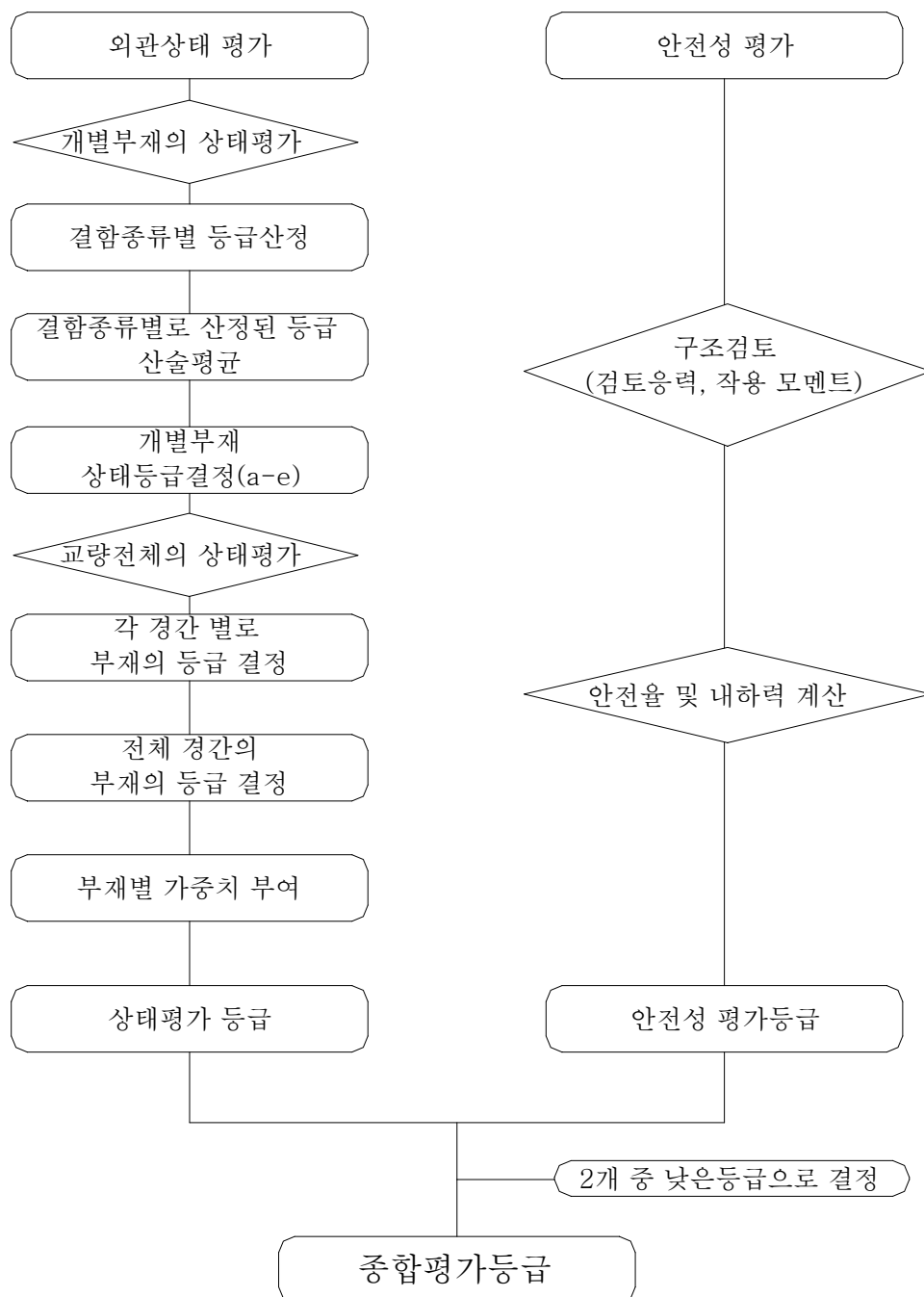
3.3.4 종합평가

가. 종합평가등급 산정절차

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

- 종합평가 등급=MIN(상태평가 등급, 안전성평가 등급)

나. 종합평가등급 산정 흐름도



다. 시설물의 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

3.3.5 보수·보강 및 유지관리 방안

가. 보수·보강 개요

- 1) 노후화된 구조물에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법을 정한다.
- 2) 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생된 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 서레하중이상의 하중 등 위해요인에 구조물이 안전하도록 하기위해서 구조물의 내하력을 확보하는 것을 말한다. 따라서 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과와 안전성 평가결과 등을 정밀검토한 후에 보수·보강의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.
- 3) 보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음의 경우 중에서 선택한다.
 - 현상유지(진행억제)
 - 실용상 지장이 없는 성능 까지 회복
 - 초기 수준이상으로 개선
 - 개축

나. 우선순위 결정

- 1) 각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대하여, 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 우선순위 결정
- 2) 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있으므로 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정

다. 보수·보강방안 선정시 고려사항

보수·보강 공법	내 용	비고
필요성	외관 손상상태를 허용정도 및 각종 기준을 참조하여 보수 필요 여부 결정	
우선순위 결정	손상정도 및 구조적 안전성 검토 결과에 의거 장·단기대책 수립	
공 법	국내외 최신 기술과 시공실적을 고려하여 각 손상별로 2-3가지 공법 검토	
안전성	보수·보강실시 후 공용하중에 대한 안전성을 확보할 수 있는 지를 검토	
시공성	현장작업 여건과 교통불편을 최소화할 수 있는 공법 검토	
경제성	시공 가능한 공법 중 내구성·안전성을 고려하여 가장 경제적인 공법 선정	
유지관리 차원	공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하고 시설물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법선정	

라. 유지관리방안 제시

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

3.4 제2종 성능평가

3.4.1 조사 및 시험·측정

가. 자료수집 및 분석

관리주체가 보존하는 감리보고서·시설물관리대장 및 설계도서 등 관련서류와 다음에 명시된 자료를 수집하고 검토·분석하여 본 과업의 기초자료로 활용한다.

1) 설계도서

시설물의 준공도서로서 중·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서

2) 시설물관리대장

3) 시공관련 자료

4) 안전점검 및 정밀안전진단 및 성능평가 자료

5) 보수·보강공사 자료

나. 현장조사

1) 현장조사는 사전에 기존자료를 검토하여 예상되는 각종 손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.

2) 현장조사는 「지침」 및 「시설물의 안전 및 유지관리의 실시에 관한 세부지침」에 의해 실시하며, 성능평가 대상 구조물에 대한 상세 외관조사 및 현장시험을 실시하여 부재별로 성능평가에 활용한다.

3) 상세 외관조사 시 주요결함이 발견될 경우 이에 대한 구조안전성능 검토를 실시한다.

4) 시설물의 성능항목별 조사항목

구 분			평가 항목		비 고		
안전성능	상태 안전성능	공통	콘크리트	◦ 구조 균열(휨, 전단 등)			
				◦ 비구조 균열(건조수축 등)			
				◦ 박리(박락 포함)			
				◦ 열화(백태, 철근부식 등)			
				◦ 재료분리(철근노출 포함)			
			강재 (앵커볼트 포함)	◦ 균열(피로 등)			
				◦ 열화(부식, 도장탈락 등)			
				◦ 변형			
				◦ 용접부 결함			
				◦ 볼트부 결함			
				◦ 도장 박리			
			◦ 채수/누수				
			◦ 시공불량(설치결함 등)				

4) 시설물의 성능항목별 조사항목 - 계속

구 분		평가 항목		비 고
안전성능	상태 안전성능	교면포장	◦ 함몰(포트홀)	
			◦ 단차, 요철	
		배수시설	◦ 막힘	
			◦ 파손(배수관 or 뚜껑)	
		보호시설	◦ 난간, 연석, 방호·방음·방풍벽 관련 손상	
		신축이음	◦ 고무재 파손(노화, 누수 포함)	
			◦ 이물질 퇴적 및 오염상태	
			◦ 후타재 손상(마모, 단차 등)	
			◦ 본체 손상	
		받침	◦ 가동장애(이동량 부족 포함)	
			◦ 편기	
			◦ 받침 손상(고무판 포함)	
			◦ 용량 부족	
			◦ 받침콘크리트 손상	
		교대	◦ 변위(침하, 뒷채움, 측방유동 등)	
		교각	◦ 침식, 세굴	
			◦ 변형(기울음 등)	
		케이블	◦ 케이블 손상(단선 등)	
			◦ 정착구 손상	
			◦ 행어밴드, 새들 손상	
		텐던	◦ 강연선, 보호관	
	구조 안전성능	상부구조	◦ 공용내하력 ◦ 주행안정성(철도교량에 적용) (고유 휨 진동수, 임계속도, 연직가속도, 연직처짐, 면틀림, 종방향 변위, 단차) ※ 종방향 변위, 단차는 자갈케도만 평가	
		하부구조	◦ 세굴을 포함한 기초안전성(하천교량 적용)	
내구성능	콘크리트	◦ 탄산화 깊이		
		◦ 염화물 함유량		
		◦ 피복(표면부) 콘크리트의 특징		
		◦ 대기환경(염해환경, 동해환경)		
	강재	◦ 도장열화(발칭, 박리, 균열, 부풀, 백아화)		
		◦ 도장두께		
		◦ 대기환경(해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도)		
사용성능	주행성	◦ 포장상태		
		◦ 교량조명		
		◦ 진동사용성능 - 교량의 진동수 및 처짐량 동시 측정시스템 특허 제 10-2187057호 - 교량의 진동수 및 처짐량 동시 측정방법 특허 제 10-221630호		특허 사용
		◦ 승차감		
	기능성	◦ 수요 및 용량(교통량, 통행량)		
		◦ 유지관리성(점검시설)		

다. 재료시험 항목 및 수량

1) 제2종성능평가 재료시험 항목

구분		안전성능	내구성능
기본 과업	콘크리트	- 콘크리트강도 - 반발경도시험 - 철근탐사시험¹⁾ - 철근 배근상태 - 철근 피복두께	- 피복(표면부) 콘크리트 품질 - 반발경도시험 - 탄산화깊이 - 염화물 침투량
	강재	-	도장두께
	기타	외부긴장재 다음조사 ²⁾	-
선택 과업	콘크리트	- 콘크리트 강도 - 국부파괴시험법 : 코어강도 - 비파괴시험 : 초음파전달속도시험	-
	강재	- 강재용접부 결함조사 - 자분탐상 및 초음파탐상	-
	기타	기타 필요한 조사 및 시험	-

주1) 탄산화 깊이, 염화물 침투량 시험 대상 구간은 철근탐사시험을 필수적으로 실시하여 실제 콘크리트의 피복두께를 측정하도록 한다.

주2) 격벽상단 변곡부(크라운부) 및 방향전환블럭 전·후 1.5m 구간에 대해 실시한다.

2) 제2종성능평가 재료시험 평가방법

구분		재료시험 항목	평가방법
기본과 업	콘크리트	- 콘크리트강도 - 반발경도시험¹⁾ - 피복 콘크리트 품질 - 반발경도시험¹⁾	외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 실시
		- 철근탐사시험 - 철근 배근상태 - 철근 피복두께	- 구조검토를 위한 철근조사 - 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
		탄산화깊이	현장측정
		염화물 침투량	탄산화속도계수 산정
	강재	도장두께	시료채취 및 평가
선택과 업	콘크리트	- 콘크리트 강도 - 국부파괴시험법 : 코어강도	영구자석식 측정기 또는 전자식 측정기를 이용해 측정
		비파괴시험 : 초음파전달속도시험	외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 실시
	강재	- 강재용접부 결함조사 - 자분탐상 및 초음파탐상	- 강구타격법 - 강재용접부 결함 탐상

주1) 반발경도시험 결과를 활용하여 콘크리트 강도와 피복콘크리트품질을 평가한다.

피복콘크리트 품질 평가는 건전부, 비건전부를 구분하여 평가하되 책임기술자의 판단에 따라 수량을 조정할 수 있다. 단, 건전부와 비건전부는 각각 최소 1개소 이상 포함되어야한다.

3) 제2종성능평가 재료시험 기준 및 금회 계획 수량

구 분	세부지침 기준		시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
	상부구조	하부구조				
반발경도시험	○ 연장 50m 마다	○ 연장 50m 마다	당사천교(울산1)	120	상부: 3 하부: 3	
철근탐사시험	○ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정				상부: 3 하부: 3	
탄산화깊이측정	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ○ 5경간 이상 : 3~6개소				3	
염화물 침투량시험	○ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정				상부: 1 하부: 2	선택 과업
도장두께	○ 강 부재 : 2~3개소/대상경간				-	콘크 리트 교량

4) 재료 시험 방법

① 반발경도시험

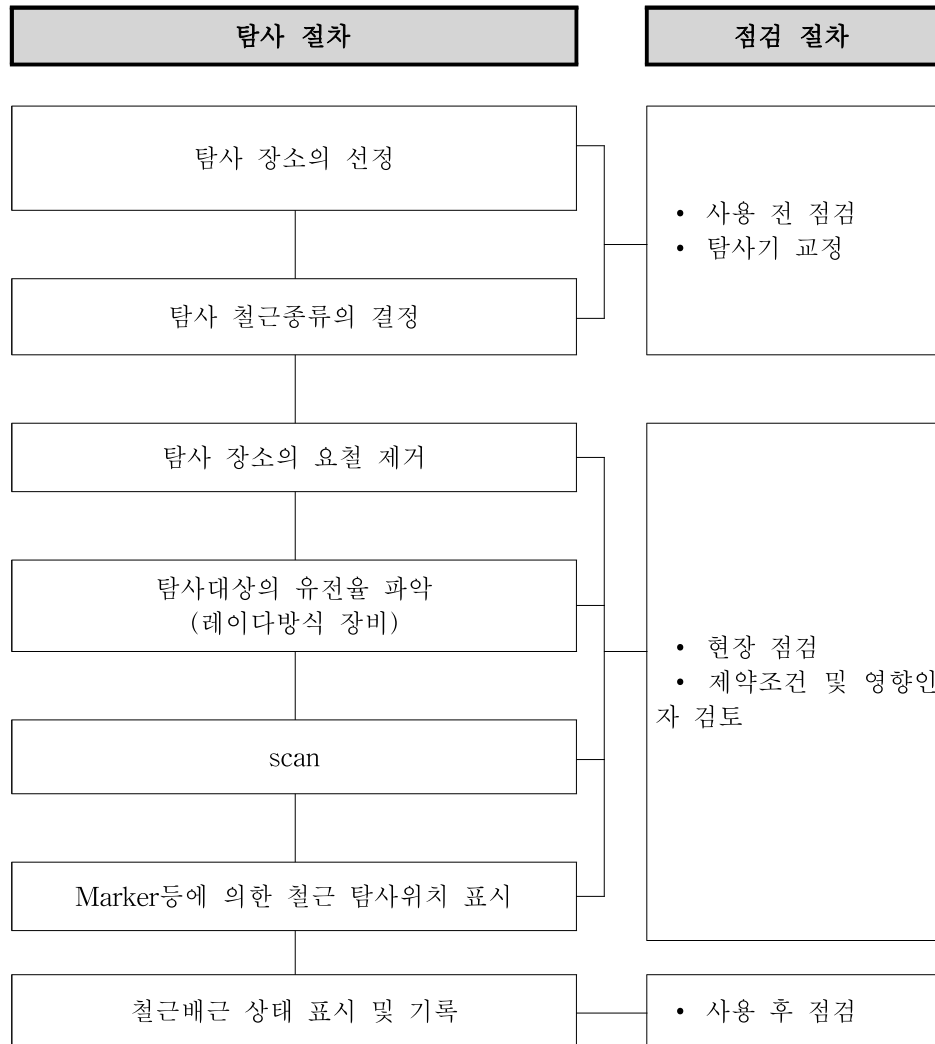
정밀안전점검의 기본과업에서 실시하는 방법과 동일함.

② 콘크리트 탄산화시험

정밀안전점검의 기본과업에서 실시하는 방법과 동일함.

③ 철근탐사시험

본 현장에 사용된 철근탐사장비(RC-radar)는 전자파를 콘크리트의 표면에서 내부로 방사하여 콘크리트와 전기적 성질이 다른 철근이나 공동 등의 대상물로부터 반사되는 전파를 다시 안테나에서 수신하여 철근의 배근상태나 공동 등의 위치 및 깊이를 화상으로 기록하는 장비이다. 본 장비는 레이더 방식(화면 모니터 방식)으로서 측정가능심도는 0.5cm~20.0cm이고 철근직경은 6.0mm 이상을 측정할 수 있다.



< 철근탐사 및 장비 점검 등의 절차 >



④ 염화물 함유량 조사

· 개요

경화콘크리트 내부의 염소화합물은 콘크리트 타설시 골재, 혼합수, 혼화재 등의 재료 또는 경화된 표면에서 해수, 빗물 등에 의해서 NaCl , KCl , CaCl_2 , MgCl_2 , FeCl_3 , $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{--}12\text{H}_2\text{O}$ 등의 다양한 종류가 존재하고 이들 염소화합물은 염화나트륨, 염화칼슘, 염화칼륨 등과 같이 물에 쉽게 용해되어 이온상태로 강재의 부식에 직접 관여하는 것과 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 와 같이 시멘트 성분과 결합해서 강재 부식에 직접 관여하기 어려운 형태의 것으로 분류할 수 있다.

철근의 녹은 다공질에 흡수성이 있어 녹이 두껍게 형성되어도 부식을 억제하는 효과는 적으며, 녹슨 부분은 원래 체적의 약 2.5~7배 팽창하기 때문에 피복 부분에 균열을 일으키고, 이에 따라 부식 작용은 더 가속화된다.

· 염화물 함유량 기준

경화 콘크리트 중의 염화물 이온함유량의 시험방법은 전위차적정법, 흡광광도법, 질산은적정법 등의 측정법이 있으나, 본 과업에서는 가장 신뢰성이 큰 전위차적정법에 의해 염화물 함유량을 측정한다. 해에 의한 RC구조물의 성능저하는 알칼리 골재 반응에 의한 성능저하와 함께 구조물 내구성을 저하시키는 요인이 된다. 콘크리트내의 염분함유량이 어느 한계를 초과하면 철근의 부식속도가 가속화되므로 내구성을 요하는 구조물의 경우 콘크리트 표준시방서에는 굳지 않은 콘크리트 중의 전염화물 함유량 한도는 0.3 kg/m^3 을 초과하지 않도록 규정하고 있으며, 콘크리트 구조설계 기준의 일반 철근 콘크리트 규정을 적용하면 경화 콘크리트 중의 수용성 염소이온을 시멘트 중량의 0.3% 이하로 규정하고 있다.



5) 선택과업

① 교량의 원거리 유간측정 장치 및 방법

본 대상교량의 경우 바닥판 및 거더의 유간측정시 점검자를 위한 일부 안전시설(외측 점검통로 미설치)의 미비로 측정시 전도 및 추락의 위험이 있으며, 또한, 본 교량이 통행량이 많은 고속도로의 교량으로 교량점검차를 이용한 차단 점검시 극심한 교통정체가 발생되어 교량의 원거리 유간측정장치 및 방법(특허 제10-2248579호 및 제10-2221631호)을 이용하여 원활한 유간측정 및 정밀안전점검·성능평가를 수행하고자 함.



② 교량의 진동수 및 처짐량 동시 측정시스템 장치 및 방법

대상교량 중 일부 차량정체가 빈번히 발생하는 구간의 교량은 차량의 정체시 운전자가 느끼는 진동 및 처짐에 의해 민원이 발생될 수 있는 여지가 있어 외관조사시 진동 및 처짐이 다소크게 느껴지는 교량에 대하여 센서 부착에 따른 장비 및 인원의 소요없이 간단하게 측정할 수 있는 교량의 진동수 및 처짐량 동시 측정시스템 및 방법(특허 제10-2187057호 및 제10-221630호)을 이용하여 향후 정밀점검·정밀안전진단·성능평가 시 이용할 수 있도록 수행하고자 함.



3.4.2 시설물의 안전성능 평가

가. 상태안전성능 평가

상태안전성능 평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 하여 상태안전성능 평가기준에 따라 실시한다.

제2종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태안전성능 평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 성능평가 보고서에 수록된 상태안전성능 평가결과를 참조하여 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가결과를 결정한다.

상태안전성능 평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 외관조사 결과를 성능평가의 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

나. 구조안전성능 평가

책임기술자는 재하시험(계측) 및 구조해석 또는 기존 의 구조안전성능 평가 자료와 함께 부재별 상태, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 시설물의 안전과 부재의 내하력 등을 종합적으로 평가하여 「세부 지침」의 구조안전성능 평가기준에 따라 시설물의 구조안전성능 평가결과를 결정한다.

결과보고서에는 구조안전성능 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과, 입력자료에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

① 비파괴재하시험

- 정적 또는 동적 재하시험

② 지반조사 및 탐사

- 지표지질조사, 페이스맵핑, 시추 또는 오거보링, 시험굴, 공내시험, 시료채취, 토질 및 암반시험, G.P.R 탐사, 지하공동, 지층분석, 탄성파탐사, 전기탐사, 전자탐사, 시추공 토모그래피탐사, 물리검층 등

③ 지형, 지질조사 및 토질시험

④ 수리·수충격·수문 조사

⑤ 계측 및 분석

- 시설물 및 시설물 주변의 지반에 대한 침하, 변위, 거동 등의 계측(경사계, 로드셀, 지하수위계, 소음 및 진동 등) 및 계측 데이터 분석

⑥ 수중조사

- 조사선, 잠수부 등에 의한 교대·교각기초, 댐, 항만, 해저송유관 등의 수중조사

- ⑦ 누수탐사
- ⑧ 콘크리트 제체 시추조사
 - 시추, 공내시험, 시편채취, 강도시험, 물성시험 등
- ⑨ 콘크리트 재료시험
 - 코아 채취, 강도시험, 성분분석, 공기량시험, 염화물침투량시험 등
- ⑩ 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)
- ⑪ 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험
- ⑫ 기타 구조안전성능 평가를 위하여 필요한 사항

3.4.3 내구성능 평가

시설물의 내구성능에 대한 평가는 시설물의 재료적 내구성능을 확인하기 시험결과와 외부환경에 대한 내구성능 저하인자 등을 종합적으로 검토하여 실시한다.

내구성능 평가를 위해 필요한 시험 항목 및 수량, 외부환경 인자 검토사항 등은 「세부지침」에 따르며, 시설물의 특성 및 평가 목적에 따라 이를 조정할 경우에는 결과보고서에 그 사유를 기재하여야 한다.

책임기술자는 내구성능을 확인하기 위한 시험결과, 부재의 열화 정도 등을 통하여 시설물의 사용환경과 시설물의 물리적 상태를 함께 검토하여 내구성능 등급을 지정하여야 한다.

3.4.4 사용성능 평가

시설물의 사용성능에 대한 평가는 시설물의 설계 당시와 준공 이후 사용자·관리자의 사용상 편의성, 수요, 용량 등에 대한 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등을 종합적으로 검토하여 평가를 실시하여야 하며, 이에 대한 세부사항은 「세부지침」에 따른다.

책임기술자는 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등의 검토 결과와 시설물의 준공 이후 사용성능과 관련된 평가 지표의 변동 유무를 확인하여 평가에 반영하고 사용성능 등급을 지정하여야 한다.

사용성능 평가를 위하여 시설물 유형, 준공시기 및 사용환경이 유사한 시설물의 자료를 참고하여 반영할 수 있으며, 필요한 경우 자료를 획득할 수 있는 시험 및 측정 등을 추가로 실시할 수 있다.

3.4.5 시설물의 종합평가 및 종합성능등급 지정

책임기술자는 성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하여야 한다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 세부지침에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하여 보고서에 수록한다.

이전 안전성능, 내구성능, 사용성능 및 종합성능등급을 변경하는 경우에는 성능평가 실시결과와 유지관리(보수·보강 등) 이력 등을 검토하여 변경된 사유를 성능평가결과보고서에 기재하여야 한다.

가. 안전성능 등급

등급	안전성능 수준
A (우수)	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능 수준
D (미흡)	심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

나. 내구성능 등급

등급	내구성능 수준
A (우수)	외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었거나 주의가 필요한 수준으로 진행되어 간단한 보수가 필요한 성능 수준
D (미흡)	광범위한 부재에서 내구성 저하가 진행되어 긴급한 보수 또는 교체가 요구되는 성능 수준
E (불량)	광범위한 부재에서 내구성능의 저하가 심각하게 진행되어 즉각 사용을 금지하고 보수 또는 교체가 필요한 성능수준

다. 사용성능 등급

등급	사용성능 수준
A (우수)	현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	현재 수요 등을 만족하나 장래 수요 및 외부조건 변화 등에 대한 관찰 및 주의가 필요한 성능 수준
C (보통)	장래 수요 및 외부조건 변화에 대해 기능발휘 또는 사용상 편의에 일부 문제점이 있어 일부 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	대부분의 기능이 요구되는 기능에 미치지 못하거나 운영 및 사용상 편의가 심각하게 우려되는 수준으로서 광범위한 부분에서 개선이 필요한 성능 수준
E (불량)	기능 발휘 또는 사용상 편의를 기대할 수 없어 개선 또는 개량이 필요한 성능 수준

라. 종합성능등급

등급	종합성능 수준
A (우수)	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수·보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

마. 안전성능·내구성능·사용성능 등급 및 종합성능등급 작성 방법

종합성능등급		
안전 성능	내구 성능	사용 성능

(예시,

A		
A	A	A

)

3.4.6 유지관리 전략 제언

가. 일반

관리주체는 시설물의 상태 및 기능, 성능 등을 지속적으로 유지하고 공중의 안전 확보와 시설물의 기대수명이 연장될 수 있도록 발견된 결함에 대해 합리적이고 경제적인 보수·보강 등을 실시하여야 한다.

관리주체는 안전점검등 및 성능평가 실시결과에 따라 발생한 결함의 종류 및 정도, 시설물의 중요도, 사용환경 및 경제성 등을 면밀히 검토하여 필요한 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정하여야 하며, 성능평가 대상시설물의 경우에는 성능목표를 고려하여 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정한다.

나. 보수·보강 방법

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말하며, 보강이란 부재나 시설물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태안전성능 평가, 내구성능 평가결과 등을, 보강을 위해서는 상태안전성능 평가 및 구조안전성능 평가, 내구성능 평가결과 등을 상세히 검토하고, 발생한 결함의 종류 및 정도, 시설물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

다. 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 「지침」 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

라. 보수·보강의 수준의 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음 각 호의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준 이상으로 개선

- 개축

마. 공법의 선정

시설물 결함에 따른 보수·보강은 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 각종 기준(표준시방서, 콘크리트 보수보강요령, 공동주택하자판정기준 등)을 참고해 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하도록 하며, 공법의 적용성, 안전성능, 내구성능, 사용성능, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 면밀한 검토이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물관련 제반자료, 성능평가 시 수행한 각종 안전성능 평가 및 내구성능 평가, 사용성능 평가결과를 기초로 하여, 결함부위 또는 부재에 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

콘크리트의 대표적인 손상인 균열에 대한 보수·보강방법은 다음과 같으며, 시설물별 주요 보수·보강공법은 시설물편을 참조하여 보수·보강공법을 선택할 수 있다.

균열기준은 구조물의 중요도, 특성 등에 따라 다양하므로 구조물의 특성 및 균열현상 등을 고려하여 적절한 보수공법을 사용하여야 한다.

- 표면처리공법
- 주입공법
- 충전공법
- 침투성방수제 도포공법 등

바. 보수·보강 우선순위의 결정

시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다는 보강을, 보조부재보다는 주부재를 우선하여 실시
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 실시

보수·보강의 수준과 우선순위는 시설물의 안전성능 저하가 우려되어 보수·보강이 시급하거나 투자대비 효과가 큰 시설물을 중심으로 시설물의 성능목표를 합리적이고 경제적으로 달성될 수 있도록 제시되어야 하며 세부적인 방법 및 절차는 「세부지침」에 따른다.

사. 유지관리 방안 제시

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리 하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함

및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책, 성능목표, 투자우선순위 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 성능평가 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

아. 유지관리 전략 제안

책임기술자는 성능평가를 통해 발견된 손상 및 결함에 대해 시설물의 성능목표를 달성하고 최적 성능과 기능을 유지할 수 있는 보수·보강 방법을 검토·분석하여 합리적인 유지관리 전략을 제시하여야 한다.

보수·보강 방법은 조사된 결함 및 손상에 대해 성능평가 실시결과와 성능목표간의 정도를 분석·검토하여 보수·보강 물량 산정과 적절한 공법을 선정하여야 한다.

보수·보강의 필요성은 성능평가 실시결과에 따른 결함의 정도에 대해 각종 기준(건설기준코드(구 설계기준 및 표준시방서) 등)을 참조 및 검토하여 판단하고, 그 결과에 대해 경제적이고 가장 적합한 공법을 선정하여야 한다.

보수·보강의 수준과 우선순위 결정은 시설물의 성능목표와 효용가치, 중요도, 사용환경 등과 시설물의 안전성능 저하가 우려되어 보수·보강이 시급하거나 투자대비 효과가 큰 시설물을 중심으로 다음의 사항을 고려하여 우선순위를 수립하여야 한다. 이에 대한 세부적인 방법 및 절차는 「시설물편」에 따른다.

- 현재의 편익을 미래의 편익보다 우선하여 실시
- 미래의 비용을 현재의 비용보다 우선하여 실시
- 시설물의 안전성을 비용·편익보다 우선하여 실시
- 「법」 제22조에 따른 시설물의 중대한 결함 등에 대해서는 1~3호보다 우선하여 실시

책임기술자는 시설물의 성능목표를 달성 및 유지하고 중기관리계획에 반영될 수 있도록 경제적이고 합리적인 보수·보강 방법 및 우선순위 등을 검토하여 종합적인 유지관리 전략을 수립하여 결과보고서에 포함하여야 한다.

필요한 경우 성능평가 실시결과를 토대로 안전하고 경제적으로 시설물을 지속적으로 관리할 수 있는 방안을 제시할 수 있으며, 다음의 내용을 포함하여 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

- 대상시설물의 점검요령
- 결함 및 손상의 종류와 원인
- 결함 종류에 대한 조치대책
- 해당 시설물의 그림 및 사진 등

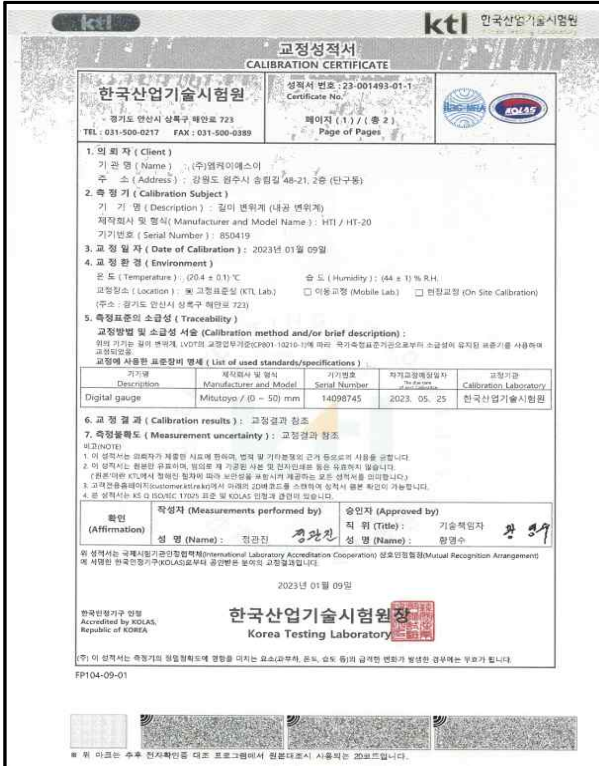
3.5 조사·시험 관련 측정 장비

3.5.1 과업수행 시험장비 목록

구분	장비명	규격 및 모델번호	기기번호	측정항목	사진
휴대장비	줄자	5m, 50m	-	손상부위 및 부재 단면 측정	
	균열측정기	7X	1998	균열폭 측정	
	디스토메터	MS-60A	MS5001	거리 측정	
	닥터해머	-	-	부재 공동 및 들뜸 확인	
	디지털카메라	DMC-LX5	FL1BA001004	손상 및 각종 현황촬영	
	버니어캘리퍼스	-	-	부재 단면 및 중성화깊이 측정	
비파괴시험 (Con'c)	반발경도측정기 (Schmidt Hammer)	L750RX AT2(교정기)	A003892375	콘크리트 강도추정	
		NSR	86564		
	초음파 탐사기 (Pundit)	JUST500	057896	콘크리트품질 및 균열 진행깊이 측정	
	철근탐사장비	NJJ-95A	ED72954	철근피복 · 배근상태	
	중성화시험기 (페놀프탈레인 1%용액)	-	-	콘크리트 탄산화 깊이측정	
공기구	그라인더	DGA 404	0041425	콘크리트 및 강재 연마	
	콘크리트용 드릴	BHP 454	0491068	콘크리트 천공	
외관조사	교량점검차량	-	-	근접 외관조사	
	고소작업차량	-	-	근접 외관조사	
	드론	DJI MAVIC AIR2	3N3BJ6U01203E3	전경 촬영	

3.5.2 검교정 성적서

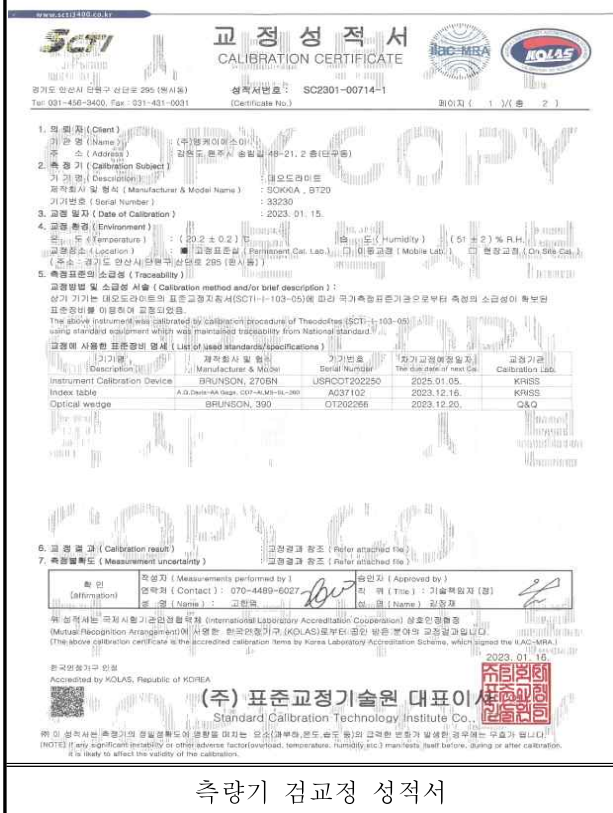
법정 진단측정장비는 주기적으로 검·교정을 시행하고 있으며, 교정성적서는 다음과 같다.





내공변위계 검교정 성적서

염분측정장비 검교정 성적서




측량기 검교정 성적서

도막두께 측정기 검교정 성적서

IV. 과업수행 일정

4.1 과업수행 공정표

4.2 과업추진 세부 일정표

IV. 과업수행 일정

4.1 과업수행 공정표

기 본 방 향

- 본 과업은 착수일로부터 **313일간**으로 과업의 효율적인 수행을 위하여 합리적인 일정계획의 수립이 필요하다. 합리적인 과업을 위하여 과업수행 흐름에 따라 순차적인 진행이 가능하도록 공정관리 PROGRAM을 이용하여 과업을 수행한다.

과업내용	공정(일)					
	50	100	150	200	250	313
1. 관련계획 검토 및 현황조사						
1) 착수준비						
2) 관련계획 검토						
3) 시설물의 주요 제원 파악						
4) 일반 현황조사						
5) 중점 진단 사항 착안						
2. 설계도서 및 관련자료 검토						
1) 설계도서 및 시방서 검토						
2) 보수이력 검토						
3) 도출된 문제점 분석						
3. 현장조사 및 비파괴 시험						
1) 현장조사 및 비파괴시험						
4. 상태평가 및 안전성 평가(필요시), 성능평가, 자료분석·검토						
1) 현장조사자료 분석·평가						
2) 비파괴 시험성과 분석·평가						
3) 상태평가, 성능평가(안전성능, 내구성능, 사용성능)						
4) 대책방안 분석 및 검토						
5. 보수보강 및 유지관리 방안 검토						
1) 보수·보강공법 선정						
2) 보수·보강 시기 검토						
3) 효율적인 유지관리 방안 검토						
6. 최종보고 및 지적사항 수정						
7. 성과품 작성						
1) 보고서 작성						
2) 보고서 등 성과품 제작						

※) 상기 일정은 현장여건에 따라 변동될 수 있음

4.2 과업추진 세부 일정표

구분	일정	세부계획	비고
착수 및 현장답사	2023.02.20. ~ 2023.02.28	- 착수계 제출 - 현장답사, 시설물별 주요현황 파악 - 시설물 관련자료 수집 및 분석 - 사전조사자료 작성 및 제출	
현장조사	2023.03.01. ~ 2023.10.31	- 3월 중 동부산IC1교, 당사천교(울산1) 현장조사 및 비파괴시험 시행 예정 - 5월 중 해운대터널(부산) 등 8개소 현장조사 및 비파괴시험 시행 예정 - 7월 ~ 9월 중 고래진1교(부산) 등 31개소 현장조사 및 비파괴시험 시행 예정 - 점검차량을 이용한 외관조사(10월 중)	
조사자료 및 측정결과 분석	2023.03.01. ~ 2023.11.10	- 외관조사 자료 정리 - 비파괴시험 자료 정리	
중간보고	2023.03.06. ~ 2023.11.20	- 현장조사결과 및 주요사항 작성 및 보고	
보고서 및 부록 작성	2023.03.01. ~ 2023.11.30	- 3월 중 동부산IC1교, 당사천교(울산1) 정밀안전점검 및 성능평가 보고서 작성 - 7월 중 해운대터널(부산) 등 8개소 정밀안전점검 보고서 작성 - 11월 중 고래진1교(부산) 등 31개소 정밀안전점검 보고서 작성	
최종보고	2023.12.01. ~ 2023.12.10	- 시설물의 현장조사 결과 및 상태등급 보고 - 보수·보강 및 유지관리방안 제시	
보고서 검토	2023.12.11. ~ 2023.12.20	- 보고서 검토 및 수정	
성과품 제출	2023.12.21. ~ 2023.12.29	- 용역성과품 작성 및 제출	

V. 과업수행 조직

5.1 과업수행 조직 편성계획

5.2 과업수행 조직체계

5.3 인원투입 계획

V. 과업수행 조직

5.1 과업수행 조직 편성계획

- 직접수행분야
 - 현 장 조 사(외관조사, 내구성조사)
 - 시 험 분 석(내구성조사)
 - 보수·보강분야
- 전문분야는 실무경력에 의거한 합리적인 과업수행팀 운영
- 양질의 성과품 달성을 위한 전문기술자 책임제 도입

5.2 과업 수행 조직체계



5.3 인원투입 계획

구 분	참 여 자		등급	과업내용					과업 투입 기간	비 고
	성 명	직 책		자료 수집 및 검토	현장 조사 및 시험	조사 자료 분석 및 평가	보수 보강 방안 검토	성과품 작성		
사업 책임기술자	허 장 호	전 무	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
재료시험 책임기술자	주 창 근	부 회 장	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
자료분석 책임기술자	허 회 무	전 무	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
참여 기술자	임 창 훈	이 사	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	박 윤 국	상 무	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	김 주 환	대 리	초급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	정 선 정	대 리	초급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	고 부 곤	이 사	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	정 석 기	대표이사	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	김 용 현	부 장	특급						23.02.20 ~ 23.12.29	
	최 순 환	대 리	초급						23.02.20 ~ 23.12.29	

VI. 안전관리 계획

- 6.1 업무별 안전관리계획
- 6.2 안전교육 시행계획
- 6.3 안전관리 조직구성
- 6.4 교량점검장비 사용계획
- 6.5 교통통제 계획

VI. 안전관리 계획

6.1 업무별 안전관리계획

구 분	안전관리 항목	안 전 관 리 대 책
공동사항	○ 현장작업 착수전 준비 및 확인사항	-관리주체 감독원에게 현장조사 일정보고(전화) -비상 연락처 위치 및 전화 번호 확인 관리주체, 경찰서, 소방서(119), 병원 -작업전 현장 예상사고 발생요소 확인 후 교육 및 토의 -안전장구 착용 및 점검자 복장 확인 -안전 점검일지 작성 -우천시 작업 중단 -팀장은 작업 중 수시 안전 확인
교통통제	○ 교통사고	-교통통제 · 관할경찰서 및 고속도로순찰대와 협조 · 관리주체 담당자와 합동 확인 -각종 교통안전표지 · 표지판 내용, 훼손 여부 및 종류별 설치 위치 확인 · 라바콘 설치, 야광 성능 확인 · 작업 종료 후 철수 확인 -신호수 · 신호방법 교육 · 적정인원 배치 및 위치 확인 · 복장 및 신호깃발, 호루라기 소지 확인 · 교대 근무자 대기 배치
교량점검차량 및 고소작업차 이용	○ 장비에 승, 하차시 추락위험 ○ 교량점검차량 · 승차인원 과다로 장비 미작동 · 이동중 부재와 점검자 머리충돌	-장비 운전자는 점검자가 안전하게 승, 하차토록 운전 -교량점검차량 · 투입전 안전점검증명서 및 보험가입여부 등 확인 · 허용 승차인원 통제 · 구간이동 중 점검자의 자세 확인 · 사다리설치 시 고정 상태 확인 -고소작업차 · 투입전 안전점검사항확인증명서 및 보험가입여부 등 확인 · 투입전 안전작업 점검표 작성, 허용인원 통제 등
외관조사	○ 외관조사시 충돌 및 추락주의 ○ 교면조사시 공사차량에 의한 사고	-외관조사시 안전보호구 필수 착용 -팀장은 조사중 수시 안전 확인
비파괴시험	○ 콘크리트	-콘크리트 · 콘크리트표면 그라인딩 작업시 보안경착용

6.2 안전교육 시행계획

6.2.1 안전교육

구 분	교육시기	대 상	안 전 관 리 대 책
정 기 교 육	최초작업 착수 전	전 원	○ 교관 : 안전관리책임자, 안전관리자(현장) ○ 교육내용 - 작업개요 - 시설물현황(위험, 출입 통제장소 등) - 차량운전시 주의사항 - 현장유해, 위험요소, 기계, 기구에 대한 사전 점검항목 및 점검방법에 관한 사항 - 각종장비 취급요령 및 작업방법에 관한 사항 - 보호용구 및 안전설비 취급과 사용에 관한 사항 - 상호연락, 비상연락체계 및 관리주체와 협의된 사항 - 기타안전 보전에 관한 사항 - 특별법 제34조의 규정에 의한 비밀유지 철저
수 시 교 육	작업변경사항 발생시	해 당 작업자	○ 교관 : 안전관리자 ○ 교육내용 : - 정기교육 내용중 신규채용(현장보조인부 포함) 및 추가투입된 조사자에 필요한 사항 - 작업 공중 변경자(변경내용에 관한 사항)
특 별 교 육	특수공종 작업 전	해 당 작업자	○ 교관 : 안전관리자 ○ 교육내용 - 현장유해, 위험요소, 기계, 기구에 대한 사전점검 항목 및 점검방법에 관한 사항 - 안전수칙에 관한 사항 - 사고시 응급처치 및 조치에 관한 사항 - 기타 안전 보전에 관한 사항 - 관리주체와 작업과 관련 협의된 사항

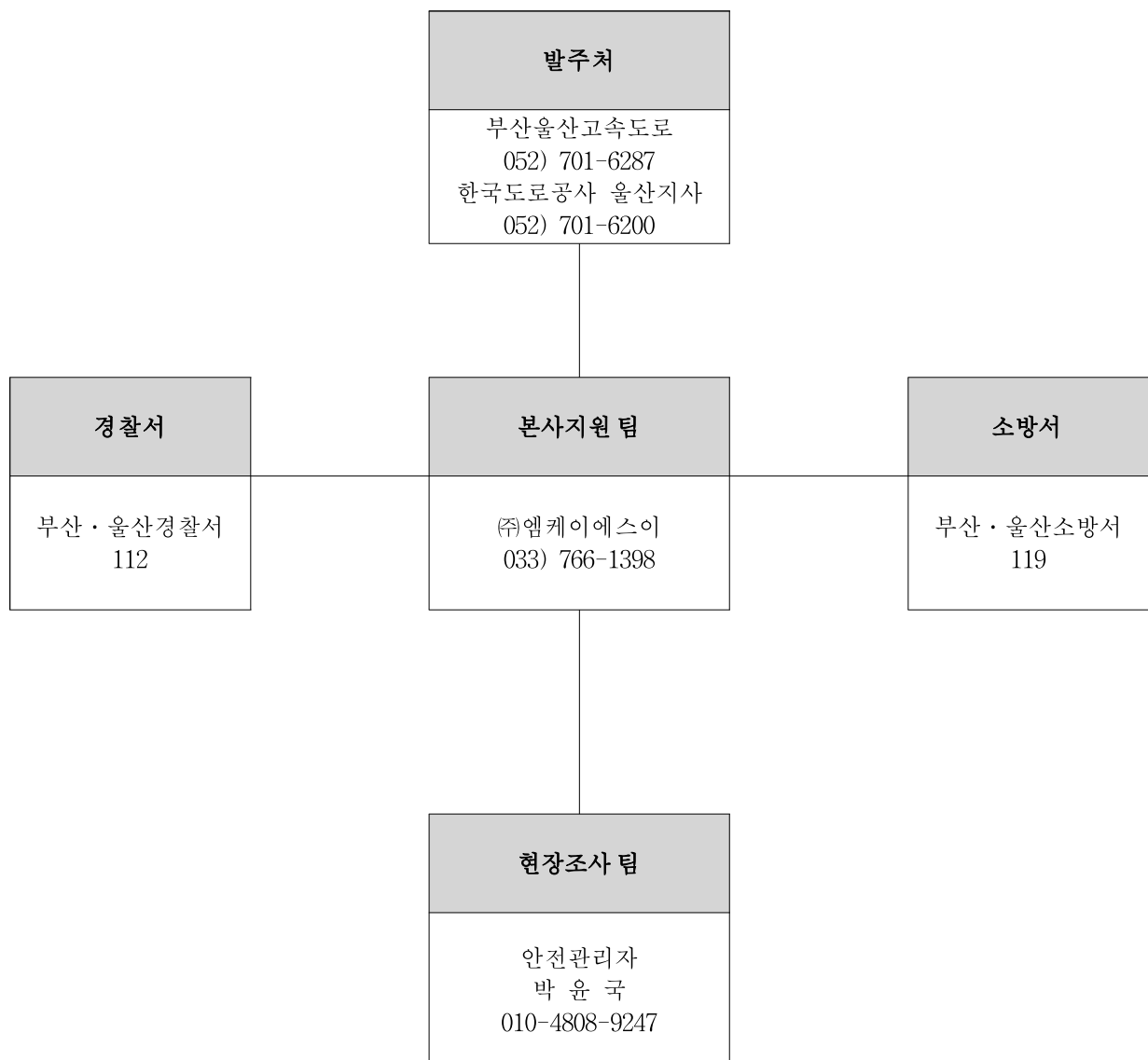
6.2.2 안전관리 보고

- 현장작업 안전관리자는 현장작업 일체에 대한 안전관리업무를 수행하며 안전관리자 부재시 차 하급자가 대행한다.
- 장비점검은 매일 작업종료후 실시하여 안전관리자의 확인을 받는다.
- 현장작업 시 안전관리자는 매일 안전관리를 실시 점검하고 점검 내용을 안전관리책임자에게 보고한다.
- 안전사고 및 긴급사태 발생 시 안전관리자는 응급조치를 수행함과 동시에 안전관리책임자에게 유선 선보고 후 사고보고서를 작성하여 서면보고 한다.
- 시설물의 주요부위 출입 시는 관리주체에게 통보하여 허락을 득 하거나 감독원의 안내를 받도록 한다.

6.3 안전관리 조직구성

안전관리자는 안전사고 발생시 응급조치를 취할 수 있도록 하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며 관리법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간내에 산업재해 조사표에 의하여 보고한다. 또한 비상연락망을 구성하여 발주처와 연계하여 안전사고 발생시 신속하게 대처한다.

- 안전관리 조직도 및 비상연락망



6.4 교량 및 터널 점검장비 사용계획

6.4.1 시설물 점검을 위한 진단장비 선정 및 접근방법 결정

가. 진단장비 선정

시설물의 안전점검을 위한 접근장비는 육안조사 및 점검장비에 의한 측정이 가능하도록 사다리, 고소작업차량, 교량점검차량, 비계, 점검보트, 예인선 및 부선 등의 여러 장비들이 있으며, 이러한 장비선정 시에는 다음의 항목을 고려한다.

- 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부
- 장비위치에 따른 교통통제의 필요성
- 장비설치에 따른 지장물 존재여부

나. 접근방법 결정

- 1) 교량 하면(바닥판 하면, 거더 하면, 박스거더 내부, 하부구조 두부, 교량받침 등)에 대한 현장조사시에는 고소차, 교량점검차, 사다리, 비계 설치 등 현장여건에 따라 안전을 고려한 최선의 방법을 선택한다.
- 2) 교량점검차의 접근이 불가능한 수중구간의 접근은 예인선 및 부선에 고소차를 태워 실시하되 안전장치의 착용 등을 통해 안전에 유의하며, 특히 기상상태에 주의한다.
- 3) 터널의 라이닝에 대한 현장조사시에는 고소차, 사다리 등 현장여건에 따라 안전을 고려한 최선의 방법을 선택한다.

6.4.2 현장여건을 고려한 장비투입 계획

본 과업 대상 시설물(교량, 터널)은 부산울산고속도로에 위치하고 교량의 하부는 도로 및 하천을 횡단하고 있는 것으로 조사되어 금회 정밀안전점검에서는 교량점검차량 및 고소작업차량을 이용한 외관조사를 실시할 예정이다.

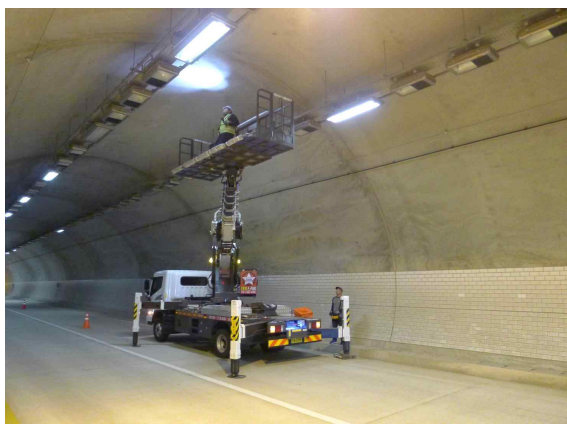
또한 터널내부 천단부 점검시에는 근접한 외관조사를 위해 도로 갓길 차선을 차단한 후 고소작업차량을 이용하여 외관조사를 시행할 것이다.



교량 교량점검차량을 이용한 외관조사를 실시할 예정



교량 고소작업차량을 이용한 외관조사를 실시할 예정



터널 내부 및 진·출입부 고소작업차량을 이용한 외관조사를 실시할 예정

6.5 교통통제 계획

6.5.1 도로공사 신고

교량점검차량을 이용한 구조물에 대한 점검은 「도로교통법」 제69조 제1항 및 같은 법 시행 규칙 제42조에 따라 “도로공사 신고서”에 다음 각 호의 서류를 작성하여 관할 경찰서장 및 고속도로순찰대에게 신고한다.

- 공사구간의 교통관리 및 교통안전시설의 설치계획
- 공사 현장 도면
- 도로공사 시행의 근거가 되는 서류

6.5.2 교통소통 및 처리대책

- 1) 점검 시작전 교통관리는 우선적으로 해당 경찰서 담당부서와 협의하고, 그 지시에 따른다.
- 2) 야간 점검시 “공사 안내 입간판, 교통안내입간판, 교통안전표지판 및 수신호 안전요원, 윙카, 안전헬스, 라바콘 등” 안전시설물을 충분히 배치하여 각종 사건과 사고를 예방한다.
- 3) 점검 현장이 주택가 이면도로가 접해있는 경우 소음을 줄이고 통행인 및 차량의 안전을 위해 우선적으로 통행로 확보와 안내표지판을 설치하여 우회 조치한다.
- 4) 점검 구간에는 교통 정체 해소와 각종 민원 해소를 위하여 왕복교차, 통과 차선 등을 확보하여 교통난을 해결한다.
- 5) 교통 혼잡지역, 사거리, 삼거리, 단일로 등에서의 점검시에는 안전용원(수신호 요원)을 배치하여 교통 소통의 원활을 위해 최선을 다한다.
- 6) 점검시 잔재물이 도로에 방치되어 차량 진행에 방해를 주거나 인도에 떨어져 보행자에게 위해를 가하지 않도록 잔재물은 즉시 제거한다.
- 7) 기타 원활한 교통소통이 이루어지도록 교통관리를 철저히 한다.



공사안내 입간판 설치 및 교통통제를 실시할 예정

2023년 부산울산고속도로
정밀안전점검 및 성능평가 용역(교량,터널)
사전검토보고서

2023. 02.



부 산 울 산 고 속 도 로 (주)



(주) 엠 케 이 에 스 이

1. 과업명

“2023년 부산울산고속도로 정밀안전점검 및 성능평가용역(교량, 터널)”

2. 배경 및 목적

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.) 제11조 및 동법 시행령 제8조에 의한 정밀안전점검(시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강방법 및 유지관리방안을 수립), 동법 제40조 및 동법 시행령 제28조에 규정에 따른 성능평가(시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진)의 시행을 통한 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

3. 과업 대상시설물 개요

가. 대상시설물 : 고래진1교(부산) 등 교량 33개소 정밀안전점검
해운대터널(부산) 등 터널 8개소 정밀안전점검
당사천교(울산1) 제2종성능평가

나. 위 치 : 부산울산고속도로(부산 ~ 울산)

다. 대상 시설물 개요

1) 교량 대상 시설물 개요(정밀안전점검 33개소 및 성능평가 1개소)

구분	구조물명	이정 (Km)	연장 (m)	형식	종별	안전 등급	점검 기한	성능평가 대상	비고
1	고래진1교(부산)	1.80	430	STB	2중	B	12.22	-	
2	고래진2교(부산)	2.30	150	PSCI	2중	B	12.22	-	
3	고래진2교(울산)	2.30	150	PSCI	2중	B	12.22	-	
4	동부산IC1교	3.82	105	STB+PSCI	1중	B	04.01	-	
5	당사천교(울산1)	3.82	120	PSCI	2중	B	04.01	O	하자 만료
6	당사천교(울산0)	3.82	120	PSCI	2중	B	12.22	-	
7	당사천교(부산)	3.82	120	PSCI	2중	B	12.22	-	
8	내리천교(부산)	5.51	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
9	내리천교(울산)	5.51	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
10	대라교(부산)	8.31	350	PSCI	2중	B	12.22	-	
11	대라교(울산)	8.31	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
12	용소교(부산)	9.42	421	PSCI	2중	B	12.22	-	
13	용소교(울산)	9.42	350	PSCI	2중	B	12.22	-	
14	일광IC교(부산)	13.83	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
15	일광IC교(울산)	13.83	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
16	원리2교(부산)	17.09	280	PSCI	2중	B	12.22	-	
17	원리2교(울산)	17.11	280	PSCI	2중	B	12.22	-	
18	좌광천교(부산)	17.87	270	PSCI	2중	B	12.22	-	
19	좌광천교(울산)	17.87	270	PSCI	2중	B	12.22	-	

1) 교량 대상 시설물 개요(정밀안전점검 33개소 및 성능평가 1개소) - 계속

구분	구조물명	이정 (Km)	연장 (m)	형식	종별	안전 등급	점검 기한	성능평가 대상	비고
20	좌천교(부산)	18.61	50	STB	2중	B	12.22	-	
21	용소천교(부산)	21.00	301	PSCI	2중	B	12.22	-	
22	용소천교(울산)	21.00	301	PSCI	2중	B	12.22	-	
23	장안천교(부산)	22.04	361	PSCI	2중	B	12.22	-	
24	장안천교(울산)	22.04	361	PSCI	2중	B	12.22	-	
25	대운천교(부산)	27.67	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
26	대운천교(울산)	27.67	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
27	남창천교(부산)	30.77	211	PSCI	2중	B	12.22	-	
28	남창천교(울산)	30.77	211	PSCI	2중	B	12.22	-	
29	삼정천교(부산)	38.71	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
30	삼정천교(울산)	38.71	315	PSCI	2중	B	12.22	-	
31	문수IC1교	42.75	105	STB	2중	B	12.22	-	
32	두현교(부산)	43.49	280	PSCI	2중	B	12.22	-	
33	두현교(울산)	43.49	280	PSCI	2중	B	12.22	-	

2) 터널 대상 시설물 개요(정밀안전점검 8개소)

구분	구조물명	이정 (Km)	연장 (m)	형식	종별	안전 등급	점검 기한	성능평가 대상	비고
1	해운대터널(울산)	0.90	680	NATM	2중	B	08.23	-	
2	해운대터널(부산)	0.90	680	NATM	2중	B	08.23	-	
3	기장1터널(울산)	8.79	466	NATM	1중	B	08.23	-	
4	기장1터널(부산)	8.76	536	NATM	1중	B	08.23	-	
5	기장2터널(울산)	9.83	304	NATM	1중	B	08.23	-	
6	기장2터널(부산)	9.86	265	NATM	1중	B	08.23	-	
7	문수터널(울산)	44.46	1,599	NATM	1중	B	08.23	-	
8	문수터널(부산)	44.44	1,508	NATM	1중	B	08.23	-	

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전점검 대상시설물의 범위

1) 교량

구 분	부재명		정기 안전점검	정밀 안전점검	정밀 안전진단	금회 실시범위	비고
주요 부재	상부구조	바닥판, 거더	○	○	○	●	
	하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○	○	●	
	받침	교량받침	○	○	○	●	
	케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	○	-	부재없음
	기타부재	신축이음, 배수시설, 난간 및 연석, 교면포장	○	○	○	●	
보조 부재	2차부재	가로보 및 세로보	○		○	●	
공중이 이용하는 부위	추락방지시설		○	○	○	●	
	도로포장		○	○	○	●	
	도로부 신축이음부		○	○	○	●	
	환기구 등의 덮개		○	○	○	●	

※공중이 이용하는 부위 추가(시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 2021.12)

2) 터널

구 분	부재명		정기 안전점검	정밀 안전점검	정밀 안전진단	금회 실시범위	비고
기본 시설물	라이닝		○	○	○	●	
	갱문		○	○	○	●	
	개착터널		○	○	○	-	부재없음
	지하차도		○	○	○	-	부재없음
	지하역사		○	○	○	-	부재없음
부대 시설물	연직갱 및 경사갱		○	○	○	-	부재없음
	환기구		○		○	-	부재없음
	피난연락갱		○		○	-	부재없음
	연결터널(환기시설)		○		○	-	부재없음
	갱구부옹벽		○		○	●	
공중이 이용하는 부위	추락방지시설		○	○	○	●	
	도로포장		○	○	○	●	
	도로부 신축이음부		○	○	○	●	
	환기구 등의 덮개		○	○	○	●	

※공중이 이용하는 부위 추가(시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 2021.12)

4.2 제2종 성능평가 대상시설물의 범위

구분	부재명		성능평가		금회 실시범위	비고
			제1종 성능평가	제2종 성능평가		
교량	상부구조	바닥판, 거더	○	○	●	케이블 부재 없음
	하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○	●	
	받침	교량받침	○	○	●	
	케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	-	
	긴장재	강연선, 보호관	○	○	●	
	기타부재	신축이음, 배수시설, 보호시설, 교면포장	○	○	●	
	2차부재	가로보 및 세로보	○	○	●	
공중이 이용하는 부위	추락방지시설		○	○	●	
	도로포장		○	○	●	
	도로부 신축이음부		○	○	●	
	환기구 등의 덮개		○	○	●	

※ 공중이 이용하는 부위 추가(시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 2021.12)

4.3 정밀안전점검 및 성능평가 유지관리자료 보유현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	시설물정보관리 종합시스템 (FMS)
	◦ 설계도면 - 교량 및 복개구조물 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음·교량받침 상세도	보유	시설물정보관리 종합시스템 (FMS)
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력	보유	시설물정보관리 종합시스템 (FMS)
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록	보유	시설물정보관리 종합시스템 (FMS)
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	시설물정보관리 종합시스템 (FMS)
보수·보강 자료		일부 보유 (일부 시설물 보수·보강이력 FMS미입력)	시설물정보관리 종합시스템 (FMS)

4.4 정밀안전점검 과업의 범위

가. 기본과업

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	- 설계도서 - 시설물관리대장 - 시공관련자료 - 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토, 분석 - 보수·보강이력 검토·분석	좌동
현장조사 및 시험	- 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 간단한 현장 재료시험 등 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도) - 콘크리트 탄산화 깊이측정	- 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 시험 - 반발경도시험 - 탄산화시험
상태평가	- 외관조사 결과분석 - 재료시험 결과분석 - 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 - 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 - 기술자의 소견(안전등급 지정)	좌동
안전성 평가	-	-
보수·보강 방 법	-	-
보고서 및 부록 작성	CAD 도면 작성 등 보고서 작성	좌동

나. 선택과업

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용반영
자료수집 및 분석	- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) - 실측도면 작성(계산서가 없는 경우)	해당없음	-
현장조사 및 시험	- 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 - 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 - 조사용 접근장비 운용 - 조사부위 표면청소 - 마감재의 해체 및 복구 - 수중조사 - 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험	- 해당없음 - 해당없음 - 교량점검차량 운용 - 해당없음 - 해당없음 - 해당없음 - 해당없음	반영 - - - -
상태평가	-	-	-
안전성 평가	- 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 - 임시 고정하중에 대한 안전성평가	- 해당없음 - 해당없음	- -
보수·보강 방 법	시설물 유지관리방안 제시	유지관리 방안 제시	-

4.5 제2종성능평가 과업의 범위

가. 기본과업

과업항목		지침 상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석		• 설계도서 • 시설물관리대장 • 시공관련자료 • 성능평가 실시결과 자료 • 보수·보강이력 검토·분석	○ 좌동
현장조사 및 시험		• 외관조사 및 외관조사망도 작성 • 간단한 현장 재료시험 등 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 - 철근탐사시험	○ 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○ 콘크리트 시험 - 반발경도시험 - 탄산화시험 ○ 철근탐사시험
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	• 외관조사 결과분석 • 재료시험 결과 분석 • 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 • 시설물 전체의 상태안전성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정)	○ 좌동
	구조 안전 성능 평가	• 기존 구조해석 자료를 통한 구조안전성 결과분석	○ 좌동
내구성능 평가		• 외관조사 결과분석 • 재료시험 결과 분석 • 내구성능 결과분석	○ 좌동
사용성능 평가		• 사용성능 결과분석	○ 좌동
종합평가		• 종합평가결과분석	○ 좌동
유지관리 전략 제언		• 시설물의 성능목표 분석 • 성능목표에 보수·보강 방법 및 전략 제시	○ 좌동
보고서작성		• 외관조사망도 작성 등 보고서 작성	○ 좌동

나. 선택과업

과업항목		지침 상 선택과업	금회 과업 내용	비용반영
자료수집 및 분석		• 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)	-	-
현장조사 및 시험		• 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 수중조사 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험	○ 콘크리트 시험 - 염화물 침투량 ○ 금회 과업대상 교량은 하천 수심이 육안으로 조사가 가능한 상태로 별도의 수중조사는 불필요함	반영 -
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	-	-	-
	구조 안전 성능 평가	• 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가	○ 구조 안전성평가	반영
내구성능 평가		-	-	-
사용성능 평가		-	-	-
종합평가		-	-	-
유지관리 전략 제언		• 보수·보강 방법 제시	○ 보수·보강 방법 제시	-
보고서작성		-	-	-

4.6 정밀안전점검의 기본과업 재료시험 기준수량

가. 반발경도시험

구 분	세부지침 기준		시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
	상부구조	하부구조				
교량	○ 연장 50m 마다	○ 연장 50m 마다	고래진1교(부산)	430	상부: 9 하부: 9	
			고래진2교(부산)	150	상부: 3 하부: 3	
			고래진2교(울산)	150	상부: 3 하부: 3	
			동부산IC1교	105	상부: 3 하부: 3	
			당사천교(울산1)	120	상부: 3 하부: 3	
			당사천교(울산0)	120	상부: 3 하부: 3	
			당사천교(부산)	120	상부: 3 하부: 3	
			내리천교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
			내리천교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
			대라교(부산)	350	상부: 7 하부: 7	
			대라교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
			용소교(부산)	421	상부: 9 하부: 9	
			용소교(울산)	350	상부: 7 하부: 7	
			일광IC교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
			일광IC교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
			원리2교(부산)	280	상부: 6 하부: 6	
			원리2교(울산)	280	상부: 6 하부: 6	
			좌광천교(부산)	270	상부: 6 하부: 6	
			좌광천교(울산)	270	상부: 6 하부: 6	
			좌천교(부산)	50	상부: 1 하부: 1	
			용소천교(부산)	301	상부: 7 하부: 7	
			용소천교(울산)	301	상부: 7 하부: 7	
			장안천교(부산)	361	상부: 8 하부: 8	
			장안천교(울산)	361	상부: 8 하부: 8	
			대운천교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
			대운천교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	

구 분	세부지침 기준		시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
	상부구조	하부구조				
교량	○ 연장 50m 마다	○ 연장 50m 마다	남창천교(부산)	211	상부: 5 하부: 5	
			남창천교(울산)	211	상부: 5 하부: 5	
			삼정천교(부산)	315	상부: 7 하부: 7	
			삼정천교(울산)	315	상부: 7 하부: 7	
			문수IC1교	105	상부: 3 하부: 3	
			두현교(부산)	280	상부: 6 하부: 6	
			두현교(울산)	280	상부: 6 하부: 6	
터널	○ 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소		해운대터널(울산)	680	3	
			해운대터널(부산)	680	3	
			기장1터널(울산)	466	2	
			기장1터널(부산)	536	2	
			기장2터널(울산)	304	2	
			기장2터널(부산)	265	1	
			문수터널(울산)	1,599	6	
			문수터널(부산)	1,508	6	

나. 탄산화시험

구 분	세부지침 기준	시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
교량	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ○ 5경간 이상 : 3~6개소	고래진1교(부산)	430	6	
		고래진2교(부산)	150	6	
		고래진2교(울산)	150	6	
		동부산IC1교	105	3	
		당사천교(울산1)	120	3	
		당사천교(울산0)	120	3	
		당사천교(부산)	120	3	
		내리천교(부산)	315	6	
		내리천교(울산)	315	6	
		대라교(부산)	350	6	
		대라교(울산)	315	6	
		용소교(부산)	421	6	
		용소교(울산)	350	6	
		일광IC교(부산)	315	6	
		일광IC교(울산)	315	6	
		원리2교(부산)	280	6	
		원리2교(울산)	280	6	
		좌광천교(부산)	270	6	
		좌광천교(울산)	270	6	
		좌천교(부산)	50	3	
		용소천교(부산)	301	6	
		용소천교(울산)	301	6	

구 분	세부지침 기준	시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
교량	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ○ 5경간 이상 : 3~6개소	장안천교(부산)	361	6	
		장안천교(울산)	361	6	
		대운천교(부산)	315	6	
		대운천교(울산)	315	6	
		남창천교(부산)	211	6	
		남창천교(울산)	211	6	
		삼정천교(부산)	315	6	
		삼정천교(울산)	315	6	
		문수IC1교	105	3	
		두현교(부산)	280	6	
		두현교(울산)	280	6	
터널	○ 철근콘크리트 구조물 - 총연장 1,000m미만 : 2개소 - 총연장 1,000m이상 : 최소2개소+1,000m당 1개소 추가	해운대터널(울산)	680	2	
		해운대터널(부산)	680	2	
		기장1터널(울산)	466	2	
		기장1터널(부산)	536	2	
		기장2터널(울산)	304	2	
		기장2터널(부산)	265	2	
		문수터널(울산)	1,599	3	
		문수터널(부산)	1,508	3	

4.6 제2종 성능평가의 기본과업 및 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	세부지침 기준		시설물명	연장 (m)	금회 계획 수량 (개소)	비고
	상부구조	하부구조				
반발경도시험	○ 연장 50m 마다	○ 연장 50m 마다	당사천교(울산1)	120	상부: 3 하부: 3	
철근탐사시험	○ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정				상부: 3 하부: 3	
탄산화깊이측정	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ○ 5경간 이상 : 3~6개소				3	
염화물 침투량시험	○ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정				상부: 1 하부: 2	선택 과업
도장두께	○ 강 부재 : 2~3개소/대상경간				-	콘크 리트 교량

5. 결론

- 과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전점검 및 제2종 성능평가의 범위, 유지관리 자료, 기본과업의 재료시험수량은 지침, 세부지침 이상으로 적합함.