
국도46호선 금남IC2교 등 5개소 성능평가용역 과업수행계획서

2024. 03



국 토 교 통 부
의정부국토관리사무소



(주) 명 성 엔 지 니 어 링

목 차

제1장 과업의 개요	1
1.1 과업명	1
1.2 배경 및 목적	1
1.3 과업기간	1
1.4 과업 대상 시설물	1
1.5 전경 사진	2
제2장 과업의 범위	7
2.1 과업의 범위	7
2.2 과업수행 흐름도	7
제3장 과업수행 일정 및 내용	8
3.1 예정공정표	8
3.2 현장조사방법 및 예정일정	9
3.3 현장조사장비 투입 계획(굴절차+통제)	10
3.4 현장조사장비 투입 계획(고소차)	10
제4장 과업수행 세부사항	11
4.1 계획수립	11
4.2 현장조사	11
4.3 시설물 평가	20
4.4 성능평가	24
4.5 보수·보강 방안 제시	28
4.5 유지관리 방안 제시	30
4.6 성과품 작성	31

제5장 인력 및 장비투입계획 32

5.1 과업수행 인력	32
5.2 과업참여자 명단	33
5.3 장비 투입계획	34

제6장 안전관리 계획 35

6.1 안전관리 조직구성	35
6.2 안전관리 운영계획	35
6.3 교통처리 계획	38

제7장 사전검토 내용 40

7.1 과업명	40
7.2 과업의 범위	40
7.3 사전검토 내용	40
7.4 결론	43

제1장 과업의 개요

1.1 과업명

- 국도46호선 금남IC2교 등 5개소 성능평가용역

1.2 배경 및 목적

본 용역은 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법’ 제43조 및 시행령 제30조, 시행규칙 제32조에 의거한 ‘시설물의 안전 및 유지관리의 실시 세부지침(성능평가편)’에서 정하는 성능평가의 절차 및 실시방법, 유지관리 등에 관한 필요사항을 시설물 별로 보다 상세히 제시하고 그 실시요령을 정하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인이거나 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 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업기간

- 2024년 03월 19일 ~ 2024년 07월 16일(착수일로부터 120일)

1.4 과업 대상 시설물

- 성능평가 대상 시설물 : 교량 5개소

구조물명	노선	위치	제원				종별	비고
			연장(m)	형식	차선수	준공년도		
금남IC2교	46	남양주시 화도읍 구암리	135.0	STEEL BOX	2	2005	2층	
금남IC3교	46	남양주시 화도읍 구암리	180.0	STEEL BOX	2	2005	2층	
금남IC R-A교(상)	46	남양주시 화도읍 금남리	120.0	PSCI	2	2005	2층	
금남IC R-A교(하)	46	남양주시 화도읍 금남리	120.0	PSCI	2	2005	2층	
마석IC3교	46	남양주시 화도읍 녹촌리	175.0	STEEL BOX	1	2005	2층	

1.5 전경 사진



금남IC2교 측면전경



금남IC2교 상부전경



금남IC3교 측면전경



금남IC3교 상부전경



금남IC R-A교(상) 측면전경



금남IC R-A교(상) 상부전경



금남IC R-A교(하) 측면전경



금남IC R-A교(하) 상부전경



마석IC3교 측면전경



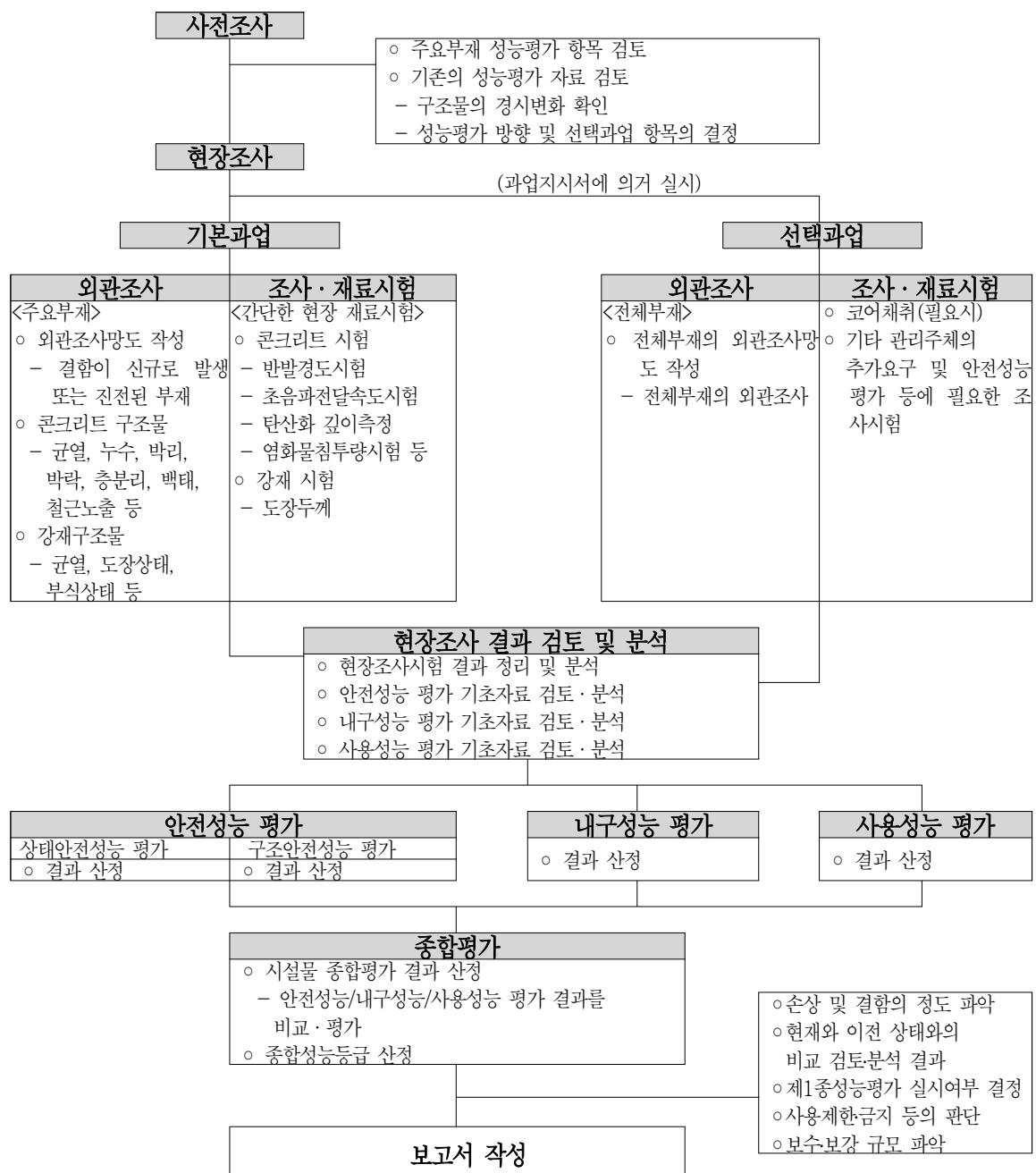
마석IC3교 상부전경

제2장 과업의 범위

2.1 과업의 내용

- | | |
|--------------|--------------------|
| 가) 자료수집 및 분석 | 마) 내구성능 평가 |
| 나) 현장조사 및 시험 | 바) 종합평가 |
| 다) 안전성능 평가 | 사) 유지관리전략 제안 |
| 라) 사용성능 평가 | 아) 보고서 작성 및 FMS 입력 |

2.2 과업수행 흐름도



제3장 과업수행 일정 및 내용

3.1 예정공정표

공 종		2024년 03월 19일 ~ 2024년 07월 16일(120일간)									비 고
		3월		4월		5월		6월		7월	
		19	30	15	30	15	30	15	30	16	
1. 자료수집 및 분석		·관계도서 수집 및 분석 현장답사 및 점검계획 수립									- 03/19 착수
2. 현장조사 및 시험		·외관조사 ·재료시험 및 측정									-현장조사 및 시험 -구조물별 조사팀 운영 -필요시 추가조사
3. 시설물의 평가		·성능평가 결과작성 ·종합평가 결과작성									-현장조사와 내업작업 병행 실시
4. 보수보강 및 유지관리 방안 제시		·보수보강방안 제시 ·유지관리방안 제시 및 유지관리전략 제안									
5. 보고서 작성		·보고서 작성 ·보고서 수정 및 납품									- 07/16 준공예정
공정율(%)	진행	5	10	15	10	15	10	15	10	10	
	누계	5	15	30	40	55	65	80	90	100	

3.2 현장조사 방법 및 예정일정

부재	조사 방법	조사 항목
교량 상면	· 도보를 통한 육안조사 (안전계획 수립 후 현장조사)	· 포장 및 신축이음장치 파손 등 · 방호벽 및 부대시설 등
교량 하면	 [교량 굴절차를 이용한 점검]  [고소 점검차를 이용한 점검]	· 슬래브 하면 균열, 백태, 재료분리, 파손, 철근노출 보수부 재손상 등 · PSC 거더 균열, 백태, 재료분리, 파손, 철근노출 박리, 박락, 보수부 재손상 등 · 강재 박스 도장 박리, 볼트 체결 상태, 부식, 용접 상태 및 용접부 균열 등 · 받침 장치 작동 상태, 이동량, 파손, 밀림, 편기 등 · 교대, 교각 균열, 단면손상, 침하, 보수부 재손상 등 · 각종 비파괴시험 반발경도, 탄산화, 철근탐사 등

3.3 현장조사 장비 투입 계획(굴절차+통제)

NO	시 설 물 명	구조형식	연장(m)	투입일	비고
1	금남IC2교	Steel Box Girder교	135.0	1일	
2	금남IC3교	PSC Beam교	180.0		
3	금남IC R-A교(상)	PSC Beam교	120.0		
4	금남IC R-A교(하)	Steel Box Girder교	120.0		
5	마석IC3교	Steel Box Girder교	175.0		
합 계			730.0	1일	

※현장 여건에 따라 조정될 수 있음.

3.4 현장조사 장비 투입 계획(고소차)

NO	시 설 물 명	구조형식	연장(m)	투입일	비고
1	금남IC2교	Steel Box Girder교	135.0	1일	
2	금남IC3교	PSC Beam교	180.0		
3	금남IC R-A교(상)	PSC Beam교	120.0		
4	금남IC R-A교(하)	Steel Box Girder교	120.0		
5	마석IC3교	Steel Box Girder교	175.0		
합 계			730.0	1일	

※현장 여건에 따라 조정될 수 있음.

제4장 과업수행 세부사항

4.1 관련자료 수집 및 계획수립

사전조사는 육안검사와 간단한 계측을 중심으로 실시하며, 사업 책임기술자와 조사요원이 실시한다. 사전조사 결과에 의해서 정밀조사의 범위 및 방법을 결정하고, 진단의 전체적인 상세계획을 수립하며, 정밀조사가 필요하지 않을 경우에는 검사 대상 부위에 대한 확인검사를 거쳐서 상태 및 안전성 평가 그리고 보수·보강의 필요성을 검토, 판단하는 예비 자료로 활용한다. 특히 유지관리이력은 점검 및 진단 이력, 보수 및 보강 이력으로 구분 작성하며, 기 점검내용은 지적된 사항별 조치내용을 상세히 조사한다.

구 분	내 용
건설이력 조사	① 실시설계 보고서 검토 ② 구조계산서 검토 ③ 준공도면 검토 ④ 시공 상세도 및 지반조사 보고서 검토 등 ⑤ 건설지
안전점검 및 보수이력조사	① 안전점검 내역 검토 ② 보수·보강 이력사항 조사 ③ 기 안전점검 편람 ④ 기 점검 및 정밀점검 보고서

4.2 현장조사

현장조사는 사전조사의 결과에서 수립된 계획에 따라 체계적이고 정밀하게 실시되는 조사이다. 정밀조사는 정밀외관조사, 구조물에 대한 품질조사 등을 중심으로 이루어지며, 구조물의 외관상태, 안전성 여부, 기능장해 및 성능저하의 원인 규명을 비롯하여 적절한 보수·보강방법의 제시가 충분할 정도의 자료를 획득할 수 있을 정도로 실시한다. 특히 정밀조사는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2023.12」에 의거 실시하며 부재별 손상에 대한 발생현황 및 원인파악, 기 손상에 대한 조치여부 및 진행성 유무, 각종 지장물이 구조물에 미치는 영향과 유지관리의 지장여부, 기 보수·보강 부위에 대한 정밀조사를 실시하도록 한다.

가. 외관조사

구 분		조 사 부 재	주 요 조 사 내 용	비 고
교 량	상 부 구 조	아스팔트	• 교면포장	손상별 상태, 규모, 종류, 위치 등을 표기
		콘크리트	• 바닥판 • 거더 (PSCI)	
		강재	• Steel Box Girder	
	하부구조 (콘크리트)		• 교각 • 기초	손상별 상태, 규모, 종류, 위치 등을 표기
	부대시설	• 방호울타리, 연석	• 균열, 파손, 철근노출	
		• 방음벽	• 파손, 변위, 볼트이완 등	
		• 신축이음부	• 유간 및 부식, 손상상태 • 누수발생 여부 • 후타재 균열, 단차 등	
		• 받침장치	• 작동상태 • 받침콘크리트 상태 • 부식 및 균열, 파손상태 • Anchor Bolt상태	
		• 배수시설	• 배수구 외관상태 • 배수로 채수상태 • 배수 및 누수상태 • 배수파이프 설치상태	

나. 재료시험

1) 조사범위 및 조사항목

구조물 품질시험은 전체 외관조사 결과를 종합 분석한 후 재료시험 부위를 선정하여 실시한다. 특히 비파괴 조사수량은 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2023.12」에 의거하여 구조물별로 필요개소를 발주처와 협의하여 결정한다.

시 험 종 류	조 사 항 목	측 정 장 비	대상시설물	비 고
반발경도시험	콘크리트 강도	슈미트 햄머	교량	
탄산화깊이측정	탄산화진행깊이	CONKIT (페놀프탈레인용액)	교량	
철근탐사시험	철근배근상태 피복두께측정	RC-Rader	교량	
염화물침투량시험	염화분이온량분석	염화물분석시험방법 (KS F 2713)	교량	
도장두께측정	강재거더 도장두께측정	도막두께측정기 (Elcometer)	교량	
휘도측정	운전자시인성평가	휘도계 (Luminance Meter)	교량	

과업수행 계획서

2) 재료시험 기준수량

구 분	세부지침 기준		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험 ¹⁾	• 50m 마다	• 연장 50m 마다	기준수량 이상 실시
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내 : 2~3개소 ²⁾ • 5경간 이상 : 3~6개소 ³⁾		기준수량 이상 실시
철근탐사시험 ⁴⁾	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		
염화물 침투량 시험 ⁵⁾	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		간만대 또는 비말대 포함
도장두께 ⁶⁾	• 강 부재 : 2~3개소/대상경간		바닥판, 거더 2차부재, 교각, 케이블

1) 각 부재별(바닥판, 거더, 2차부재, 교각/교대) 최소 1개소 이상 포함하여 실시한다.

2) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

3) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

4) 최소 탄산화 깊이, 염화물 침투량 시험 수량 이상 실시한다.

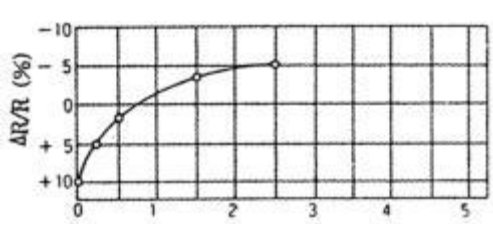
5) 상부구조, 하부구조 최소 1개소 이상 포함하여 실시한다.

6) 상부구조, 하부구조 최소 1개소 이상 포함하여 실시한다.

과업수행 계획서

3) 주요 재료시험 실시 개요

(1) 반발경도시험

개요	■ 콘크리트 표면의 반발경도를 측정하여, 콘크리트의 압축강도를 추정하는 검사방법임 ■ 슈미트해머는 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(f_c)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 적용함																																																																
시험방법	■ 반발경도 측정은 선정된 부위에 그라인딩 작업으로 표면 정리를 한 다음 타격점 상호간의 중·형 간격을 30mm기준으로 그어 직교되는 부위에 20점 이상을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값을 구하고, 각 반발경도 값이 평균값의 $\pm 20\%$범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도를 결정 ■ 측정점간의 최소간격은 보, 기둥 등 모서리로부터 30~60mm 이상 떨어진 장소에서 측정 하고, 측정 부재의 최소두께는 반발도의 영향을 고려하여 100mm이상을 원칙으로 함 ■ 측정치는 원칙적으로 정수값을 읽고, 표면 건조상태의 부위를 선정, 측정하여 건조에 따른 보정, 압축 응력에 따른 반발도의 보정과 타격 방향에 대한 보정 및 재령에 따른 보정을 적용함 측정기의 기종 선정 ↓ 점검기에 의한 정도확인 ↓ 측정 장소의 확인, 요철제거 ↓ Marker 등에 의한 측정점의 표시 ↓ 측정, 20점 이상의 평균 ↓ 타격 방향, 습윤 및 재령의 보정 ↓ 강도추정식에 의한 압축강도 산출 ↓ 압축강도의 추정 <반발경도법에 의한 강도추정 흐름도>																																																																
보정방법	■ 타격방향에 따른 보정($\angle R1$) <table><tr><th>반발경도 (R)</th><th colspan="4">수평과 이루는 각도</th><th rowspan="2">비고</th></tr><tr><th></th><th>+90°</th><th>+45°</th><th>-45°</th><th>-90°</th></tr><tr><td>10</td><td>-</td><td>-</td><td>+2.4</td><td>+3.2</td><td rowspan="6">상향수직 : +90° 하향수직 : -90°</td></tr><tr><td>20</td><td>-5.4</td><td>-3.5</td><td>+2.5</td><td>+3.4</td></tr><tr><td>30</td><td>-4.7</td><td>-3.1</td><td>+2.3</td><td>+3.1</td></tr><tr><td>40</td><td>-3.9</td><td>-2.6</td><td>+2.0</td><td>+2.7</td></tr><tr><td>50</td><td>-3.1</td><td>-2.1</td><td>+1.6</td><td>+2.2</td></tr><tr><td>60</td><td>-2.3</td><td>-1.6</td><td>+1.3</td><td>+1.7</td></tr></table> ■ 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정($\angle R3$) 기건상태: $\angle R3 = 0$, 습윤상태: $\angle R3 = +5$ ■ 콘크리트 재령에 따른 보정(α) <table><tr><th>구분</th><th>7일</th><th>14일</th><th>21일</th><th>28일</th><th>100일</th><th>500일</th><th>750일</th><th>1000일</th><th>2000일</th><th>3000일</th></tr><tr><td>재령(α)</td><td>1.72</td><td>1.36</td><td>1.12</td><td>1.00</td><td>0.78</td><td>0.67</td><td>0.66</td><td>0.65</td><td>0.64</td><td>0.63</td></tr></table> ■ $R_o = R + \angle R$ ($\Rightarrow \angle R = \angle R1 + \angle R2 + \angle R3$) 여기서, $\angle R1$: 타격방향에 따른 보정값 $\angle R2$: 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정값 $\angle R3$: 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값 ■ 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정 ($\angle R2$) 압축응력 1.0kgf/cm² 인 경우 $\angle R2 = -0.015R$, 2.5kgf/cm² 인 경우 $\angle R2 = -0.05R$ 정도임  <압축응력에 따른 반발경도 보정곡선>	반발경도 (R)	수평과 이루는 각도				비고		+90°	+45°	-45°	-90°	10	-	-	+2.4	+3.2	상향수직 : +90° 하향수직 : -90°	20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4	30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1	40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7	50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2	60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	구분	7일	14일	21일	28일	100일	500일	750일	1000일	2000일	3000일	재령(α)	1.72	1.36	1.12	1.00	0.78	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63
반발경도 (R)	수평과 이루는 각도				비고																																																												
	+90°	+45°	-45°	-90°																																																													
10	-	-	+2.4	+3.2	상향수직 : +90° 하향수직 : -90°																																																												
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4																																																													
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1																																																													
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7																																																													
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2																																																													
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7																																																													
구분	7일	14일	21일	28일	100일	500일	750일	1000일	2000일	3000일																																																							
재령(α)	1.72	1.36	1.12	1.00	0.78	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63																																																							
압축강도 추정식	■ 일반 콘크리트 - 방법 1 : $F_c = -18.0 + 1.27 \times R_o$ (MPa) $\Rightarrow$ 일본 재료학회 추정식 - 방법 2 : $F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$ (MPa) $\Rightarrow$ 일본건축학회 추정식																																																																

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※콘크리트 내구성 평가절차 수립(건설교통부, 시설안전기술공단, 1999.12) 참조

※안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2021.12) 참조

슈미트 해머 검교정 성적서


한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

시험 성적서

(TEST REPORT)


한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 22-058455-01-1
Report No.

페이지 (1) / (총 2)
Page of Pages



1. 의뢰자 (Client)

기관명 (Name) : (주)명성엔지니어링

주소 (Address) : 경기도 성남시 분당구 야탑로69번길 18, 3층 301호(야탑동, 동아채인)

의뢰일자 (Date of Receipt) : 2022. 09. 19.

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : Q.C

3. 시험대상품목/물질/시료명 (Test Sample)

제품명 (Description) : 테스트 햄머

제약회사 (Manufacturer) : PROCEQ

모델명 (Model Name) : NR-10 (R value / NR type)

제조번호 (Serial Number) : 28191

기타 (Remark) :

4. 시험기간 (Date of Test) : 2022년 09월 20일 ~ 2022년 09월 20일

5. 시험장소 (Location of Test) :

☒ KTL 고정시험실 (주소: 경기도 안산시 상록구 해안로 723)

☐ 현장시험

6. 시험규격/방법 (Test Standard/Method) : 시험결과 참조

7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고(Note) : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제출한 시료에 한하며, 법규 및 기타분쟁의 근거 자료로서의 사용을 금합니다.
 2. 이 성적서는 원본만 유효하며, 임의로 재 가공된 사본 및 전자인쇄본 등은 유효하지 않습니다.
 ('원본'이란 KTL에서 발행된 전자에 따라 보안성을 보장하기 제공하는 모든 성적서를 의미합니다.)
 3. 아래의 2D바코드를 스캔하여 성적서의 원본내용 확인이 가능하며, KTL 보관 원본과의 동일성은 고객관용페이지(customer.ktl.re.kr)의 "실리서 원본확인"창에서 비교가능 합니다.
 4. 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 표준 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.

확인
Affirmation

작성자 (Tested by)
성명 (Name): 김성길

기술책임자 (Technical Manager)
성명 (Name): 문재택

2022. 09. 20.

한국산업기술시험원



경기도 안산시 상록구 해안로 723(723, Hae-an-ro, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, KOREA) Tel.031-500-0217 Fax. 031-500-0389

FP104-05-00






※ 위 마크는 추후 전자확인증 대조 프로그램에서 원본대조시 사용되는 2D코드입니다.





시험 성적서 (TEST REPORT)



성적서 번호 : 22-058455-01-1
Report No.

페이지 (1) / (총 2)
Page of Pages :



1. 의뢰자 (Client)

기관명 (Name) : (주)명성엔지니어링

주소 (Address) : 경기도 성남시 분당구 야탑로69번길 18, 3층 301호(야탑동, 동아세인)

의뢰일자 (Date of Receipt) : 2022. 09. 19.
2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : Q.C
3. 시험대상품목/물질/시료명 (Test Sample)

제품명 (Description) : 테스트 햄머

제조회사 (Manufacturer) : PROCEQ

모델명 (Model Name) : NR-10 (R value / NR type)

제조번호 (Serial Number) : 28191

기타 (Remark) :
4. 시험기간 (Date of Test) : 2022년 09월 20일 ~ 2022년 09월 20일
5. 시험장소 (Location of Test) :

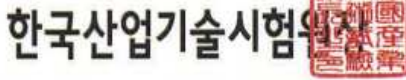
☒ KTL 고정시험실 (주소: 경기도 안산시 상록구 해안로 723)

☐ 현장시험
6. 시험규격/방법 (Test Standard/Method) : 시험결과 참조
7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고(Note) : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제출한 시료에 한하며, 별첨 및 기타분행의 근거 등으로의 사용을 금합니다.
 2. 이 성적서는 원본만 유효하며, 임의로 재 가공된 사본 및 전자인쇄본 등은 유효하지 않습니다.
 ('원본'이란 KTL에서 발행된 전자에 따라 보안성을 보장하기 제공되는 모든 성적서를 의미합니다.)
 3. 아래의 QR코드를 스캔하여 성적서의 원본내용 확인이 가능하며, KTL 보관 원본과의 동일성은 고객편용홈페이지(customer.ktlre.kr)의 "성적서 원본확인"항에서 비교가능 합니다.
 4. 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 표준 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.

확 인 Affirmation	작성자 (Tested by)	김성길	기술책임자 (Technical Manager)	문재택
	성명 (Name): 김성길	(Signature)	성명 (Name): 문재택	(Signature)

2022. 09. 20.



경기도 안산시 상록구 해안로 723(723, Hae-an-ro, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, KOREA) Tel.031-500-0217 Fax. 031-500-0389

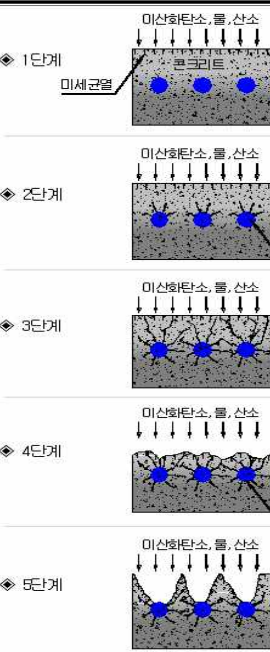
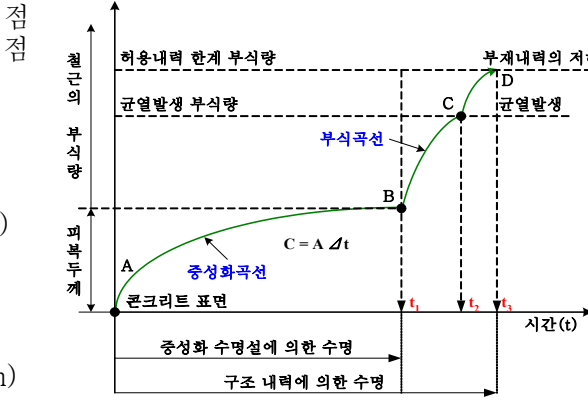
FP104-05-00






※ 위 마크는 추후 전자확인증 대조 프로그램에서 원본대조시 사용되는 2D코드입니다.

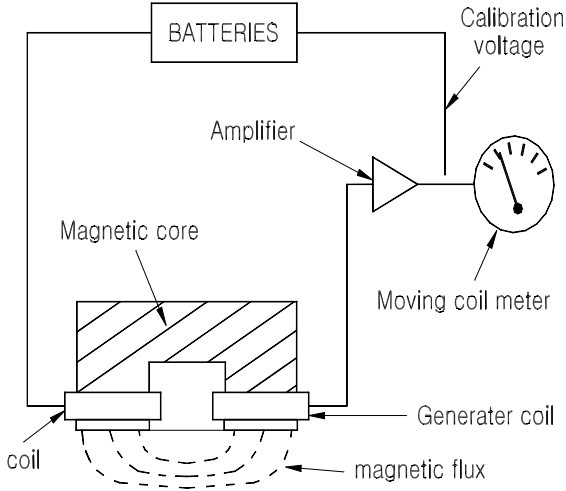
(2) 탄산화깊이측정

개요	■ 경화콘크리트는 표면에서 서서히 탄산화 하여 pH값은 12~13에서 8~10이하로 감소한다. 이 과정을 콘크리트의 탄산화라고 한다. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)^2$ $Ca(OH)^2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$  ■ 콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 성능이 저하되는 것은 아니며, 단지 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근 표면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다.	 1단계 재질 및 강도상의 변화는 거의 없다(약간의 건조수축에 의한 균열) 2단계 녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생 3단계 철근의 윗면이 팽창하여 균열이 표면까지 연장되고 동해 등의 다른 열화를 유발시킴, 녹물이 보임 4단계 철근 윗면의 피막이 탈락되기 시작하고 철근노출이 시작됨, 철근의 단면적 감소 5단계 철근의 피막이 탈락하여 철근은 공기와 풍속에 직접 노출됨, 내구성 등 저하 가속																		
위치 및 방법	① 코어 공시체 표면 또는 햄머드릴을 이용하여 직경 1~2 cm 정도의 구멍을 뚫고 청소 후에 페놀프탈레인 용액을 분무하여 탄산화 깊이를 측정 또는 채취된 코어에 시험 ② 페놀프탈레인 1% 용액 : 페놀프탈레인 1g + 에탄올 90cc(순도 95%) + 증류수 = 100ml로 제조	<탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 과정>																		
시험 순서	① 햄머드릴을 이용 콘크리트 구조체의 철근의 위치까지 콘크리트를 긁어냄 ② 콘크리트를 긁어낸 면을 붓, 솔 등으로 깨끗이 청소 ③ 페놀프탈레인 1% 용액을 콘크리트를 벗겨낸 면에 분무기로 분무 ④ 탄산화되지 않은 부분은 자주색으로 변하며, 탄산화된 부분은 착색되지 않음 ⑤ 콘크리트 표면으로부터 색이 변화되지 않은 깊이(mm)를 측정, 평균값 산정																			
평가 기준	<탄산화 상태평가 기준> <table><tr><th>구분 \ 등급</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th><th>e</th></tr><tr><td>탄산화 잔여 깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10 mm 이상 ~ 30mm 미만</td><td>0 mm 이상 ~ 10mm 미만</td><td>0mm 미만</td><td>-</td></tr><tr><td>철근부식의 가능성</td><td>탄산화에 의한 부식발생 우려 없음</td><td>향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음</td><td>탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음</td><td>철근부식 발생</td><td>-</td></tr></table>		구분 \ 등급	a	b	c	d	e	탄산화 잔여 깊이	30mm 이상	10 mm 이상 ~ 30mm 미만	0 mm 이상 ~ 10mm 미만	0mm 미만	-	철근부식의 가능성	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음	철근부식 발생	-
구분 \ 등급	a	b	c	d	e															
탄산화 잔여 깊이	30mm 이상	10 mm 이상 ~ 30mm 미만	0 mm 이상 ~ 10mm 미만	0mm 미만	-															
철근부식의 가능성	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음	철근부식 발생	-															
내구 수명 평가	■ t1 : 탄산화가 철근표면에 도달하는 시점 t2 : 철근 부식, 콘크리트 균열 발생 시점 t3 : 부재내력이 한계에 달하는 시점 ■ 탄산화속도 식 : $C = A\sqrt{t}$ 여기서, C : 탄산화깊이(mm) t : 경과년수(년) A : 탄산화 속도계수(mm/√년) ■ 탄산화가 철근에 도달하는 시간(t_d) : $t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_0$ 여기서, D_c : 철근까지의 피복두께(mm) t₀ : 현재의 구조물 경과시간(년)	 <콘크리트 내부에서 철근부식의 개념>																		

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2021.12) 참조

(3) 철근탐사시험

개요	■ 철근콘크리트의 철근량은 구조물 안전성 평가결과에 영향을 크게 미치는 인자이므로 대상 구조물의 정확한 철근 정보를 파악하는 것은 매우 중요하다. ■ 철근탐사장비의 사용법에 있어서는 제작사의 매뉴얼에 의하여 비교적 쉽게 사용 가능하지만 탐사 결과의 판독에 있어서는 각 장비마다 제공하는 탐사 가능 범위 및 오차가 실제와는 다른 경우가 많고, 분석 방법에 따라 또는 판독자에 따라 많은 오차 가능성을 포함하고 있다. ■ 현재 사용되고 있는 철근탐사 방식은 보편적으로 전자기유도(자기 감응) 방식과 전자파레이더 방식 등이 있다.  전자기유도 방식에 의한 철근탐사장비의 구성												
시험 순서 및 절차	<table border="1"> <thead> <tr> <th>탐사 절차</th><th>점검 절차</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>탐사 장소의 선정</td><td rowspan="2"> • 사용 전 점검 • 탐사기 교정 </td></tr> <tr> <td>탐사 철근종류의 결정</td></tr> <tr> <td>탐사 장소의 요철 제거</td><td rowspan="4"> • 현장 점검 • 제약조건 및 영향인자 검토 </td></tr> <tr> <td>탐사대상의 유전율 파악 (레이더방식 장비)</td></tr> <tr> <td>scan</td></tr> <tr> <td>Marker등에 의한 철근 탐사위치 표시</td></tr> <tr> <td>철근배근 상태 표시 및 기록</td><td> • 사용 후 점검 </td></tr> </tbody> </table>	탐사 절차	점검 절차	탐사 장소의 선정	• 사용 전 점검 • 탐사기 교정	탐사 철근종류의 결정	탐사 장소의 요철 제거	• 현장 점검 • 제약조건 및 영향인자 검토	탐사대상의 유전율 파악 (레이더방식 장비)	scan	Marker등에 의한 철근 탐사위치 표시	철근배근 상태 표시 및 기록	• 사용 후 점검
탐사 절차	점검 절차												
탐사 장소의 선정	• 사용 전 점검 • 탐사기 교정												
탐사 철근종류의 결정													
탐사 장소의 요철 제거	• 현장 점검 • 제약조건 및 영향인자 검토												
탐사대상의 유전율 파악 (레이더방식 장비)													
scan													
Marker등에 의한 철근 탐사위치 표시													
철근배근 상태 표시 및 기록	• 사용 후 점검												
시험 보고서	■ 날짜, 시간, 측정 장소, 기온, 습도 ■ 시험 대상 구조물이나 부재에 대한 상세 ■ 시험 부위의 콘크리트 상세 ■ 시험 위치 ■ 사용한 철근탐사 시험기의 유형과 검·교정한 날짜 ■ 보정 법에 대한 상세 ■ 철근의 지름, 위치 그리고 콘크리트 피복 두께에 대한 시험 값 ■ 정밀도 ■ 시험한 철근의 배근상태에 대한 그림 ■ 참고 문헌												

4.3 시설물 평가

1) 상태평가

- 시설물의 안전성능 평가 등급 산정 방법은 상태안전성능 평가와 구조안전성능 평가 결과를 비교하여 최저등급으로 결정한다.

Min(상태안전성능, 구조안전성능)

구 분		안전성능 평가등급 산정	
수행 방법	상태 안전 성능	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과 분석 • 대상 시설물(부재)에 대한 상태안전성능 평가	
	구조 안전 성능	• 기존의 안전성평가 또는 구조안전성능 평가 자료 분석 • 기준에 적합한 상태인지 평가	
안전성능 등급		등급	시설물의 안전성능
		A(우수)	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
		B(양호)	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행여부를 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 이하하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

2) 안전성 평가

① 안전성 평가 기준

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

1. 강교의 경우 허용응력설계법, 콘크리트교의 경우 강도설계법으로 설계되었으며, 기존 교량의 내하력 산정에 있어서는 이와 같이 신설 교량의 설계개념과 일관성을 기하는 것이 바람직하다.

2. 허용응력법에 의한 기본내하력평가

$$\text{내하율(RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$$

여기서, f_a = 허용응력

f_d = 고정하중에 의한 응력

f_l = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력

i = 충격계수는 도로교 설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용

$$\text{기본내하력} = \text{내하율(RF)} \times P_r$$

(내하율이 1.0 이상일 경우의 기본내하력은 설계활하중으로 표현)

3. 강도설계법에 의한 기본내하력평가

$$\text{내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l(1+i)}$$

여기서, ϕM_n = 극한 저항모멘트

(강구조물 $\phi = 1$, RC·PC구조물의 휨부재 $\phi = 0.85$)

M_d = 실측 고정하중모멘트

M_l = 설계 활하중(DB 또는 DL하중)에 의한 모멘트

γ_l = 활하중 계수 = 2.15

γ_d = 고정하중 계수 = 1.30

i = 도로교설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용

$$\text{기본내하력} = \text{내하율(RF)} \times P_r$$

3) 공용내하력 산정

1. 허용응력법에 의한 공용내하력 산정

$$- \text{공용내하력}(P) = K_s * R_F * P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답 보정계수} = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$\text{또는 } \text{응답 보정계수} = \frac{\epsilon_{\text{계산}}}{\epsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$f_a = \text{실측 허용응력}$$

$$f_d = \text{실측 고정하중에 의한 응력}$$

$$f_l = \text{설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력}$$

$$i_{\text{계산}} = \text{도로교의 경우 도로교표준시방서에 의한 충격계수}$$

$$i_{\text{실측}} = \text{동적재하시험으로부터 평가된 최대 충격계수}$$

$$P_r = \text{설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)}$$

$$\delta_{\text{계산}} (\delta_{\text{실측}}) = \text{이론적인 처짐량 (실측 처짐량)}$$

$$\epsilon_{\text{계산}} (\epsilon_{\text{실측}}) = \text{이론적인 변형률 (실측 변형률)}$$

2. 강도설계법에 의한 공용내하력 산정

$$- \text{공용내하력}(P) = K_s * R_F * P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답보정계수} = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

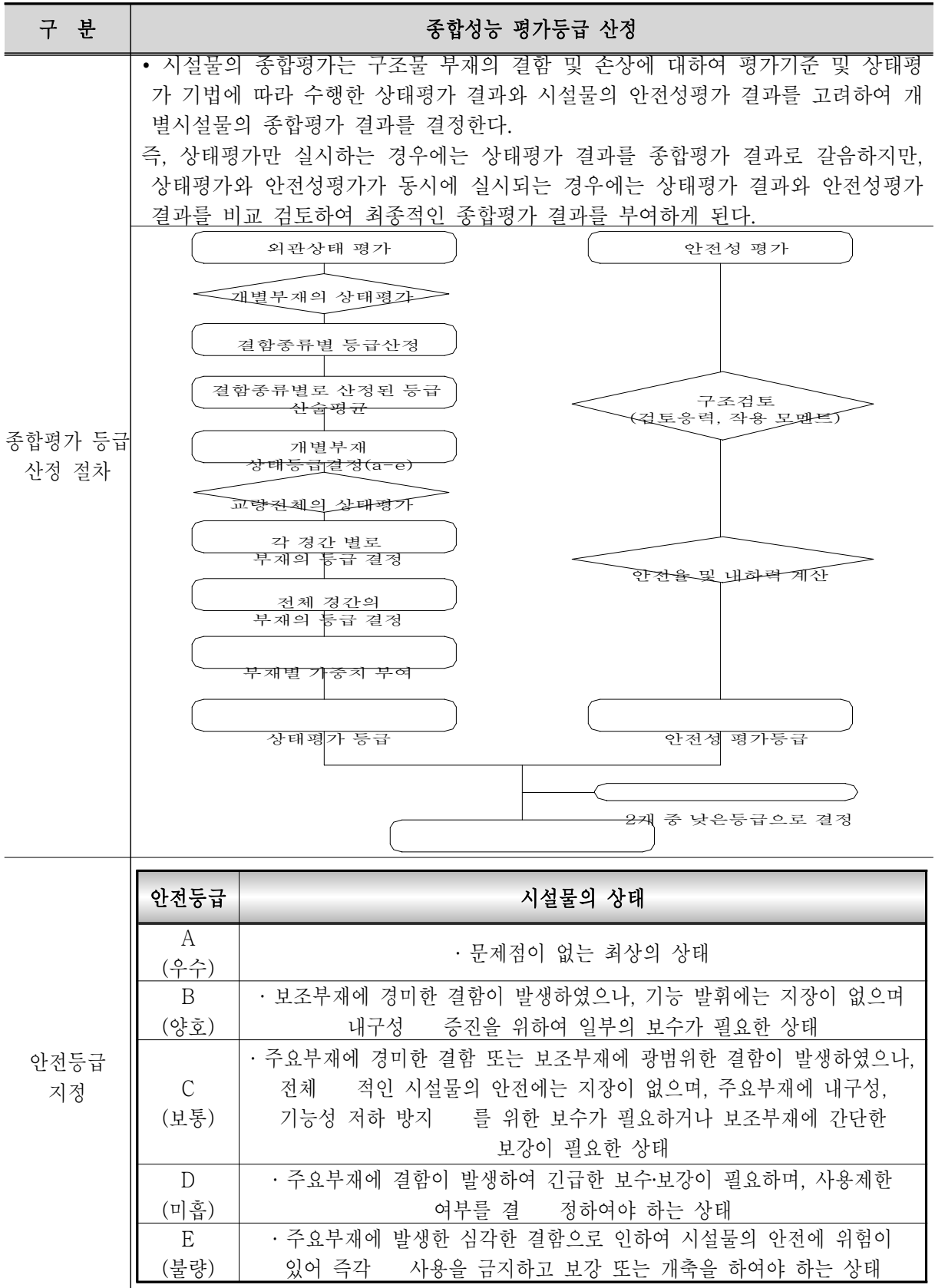
$$\text{또는 } \text{응답보정계수} = \frac{\epsilon_{\text{계산}}}{\epsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$P_r = \text{설계활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)}$$

과업수행 계획서

3) 종합평가 및 안전등급 지정

①종합평가 등급 산정 절차



4.4 성능 평가

가. 안전성능 평가

1) 상태안전성능 평가

상태안전성능 평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 하여 상태안전성능 평가 기준에 따라 실시한다. 성능평가에서는 대상시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태안전성능 평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 성능평가 보고서에 수록된 상태안전성능 평가 결과를 참조하여 책임기술인이 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가 결과를 결정한다.

2) 구조안전성능 평가

구조해석 또는 기존의 구조안전성능 평가 자료 등과 함께 부재별 상태, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 시설물의 안전과 내하력 등을 종합적으로 평가하여 「성능평가 세부지침」의 구조안전성능 평가 기준에 따라 시설물의 구조안전성능 평가 결과를 결정한다.

안전성능 등급

안전등급	시설물의 성능
A(우수)	· 외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B(양호)	· 일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행여부를 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 평가

시설물의 내구성능에 대한 평가는 시설물의 재료적 내구성능을 확인하기 위한 시험 결과와 외부환경에 대한 내구성능 저하인자 등을 종합적으로 검토하여 실시한다.

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

내구성능 등급

안전등급	시설물의 성능
A(우수)	· 외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준
B(양호)	· 일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C(보통)	· 광범위한 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으나 주의를 요하는 수준으로 진행되어 간단한 보수가 필요한 성능 수준
D(미흡)	· 광범위한 부재에서 내구성능의 저하가 진행되어 긴급한 보수 또는 교체가 요구 되는 성능 수준
E(불량)	· 광범위한 부재에서 내구성능의 저하가 심각하게 진행되어 즉각 사용을 금지 하고 보수 또는 교체가 필요한 성능 수준

다. 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 「성능평가 세부지침」에 따른다.

책임기술인은 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 시설물의 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.

사용성능 등급

안전등급	시설물의 성능
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)	· 기능발휘 또는 사용상 편의를 기대할 수 없어 개선 또는 개량이 필요한 성능 수준

라. 종합평가(종합성능등급 지정)

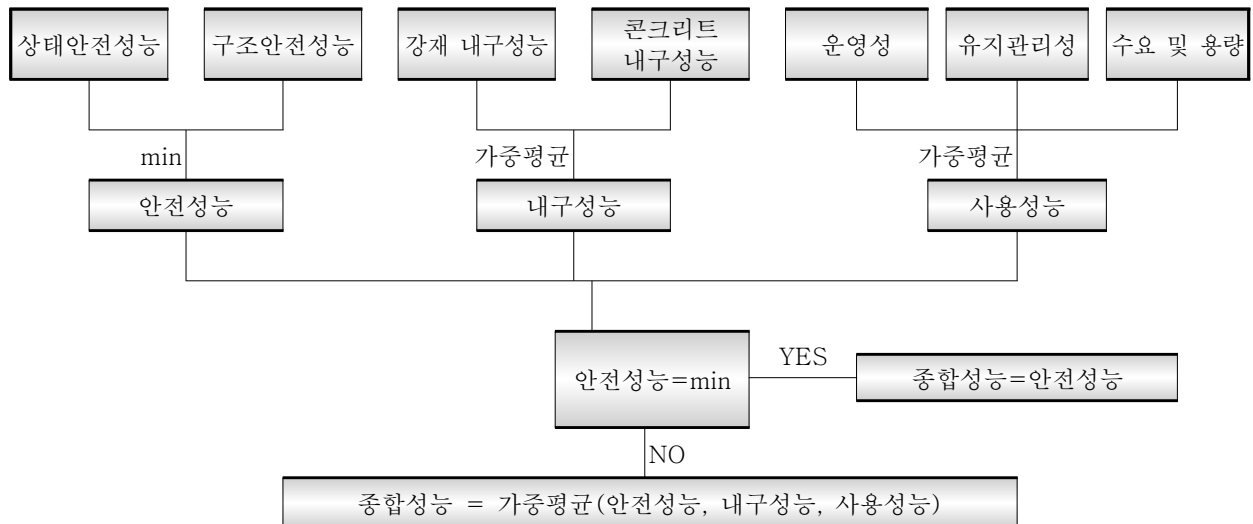
책임기술인은 성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하여야 한다.

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

종합성능 등급

안전등급	시설물의 성능
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)	· 일부부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부환경조건 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

교량 종합성능 평가 방법



안전성능 · 내구성능 · 사용성능 등급 및 종합성능등급 작성 방법

종합성능등급		
안전 성능	내구 성능	사용 성능

(예시)

A		
A	A	A

4.5 보수 · 보강방안 제시

가. 보수 · 보강 개요

- 노후화된 구조물에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법 및 보수·보강의 수준을 정한다.
- 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중이상의 하중 등 위해요인에 구조물이 안전하도록 하기 위해서 구조물의 내하력을 확보하는 것을 말한다. 따라서 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과와 안전성 평가결과 등을 정밀검토한 후에 보수 · 보강의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.
- 보수 · 보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음의 경우 중에서 선택한다.
 - 현상 유지(진행억제)
 - 실용상 지장이 없는 성능 까지 회복
 - 초기 수준이상으로 개선
 - 개 축

나. 우선순위 결정

- 가용 자원 규모 내에서 가장 효과적인 유지관리 방안을 선정하기 위해, 성능평가 지표(상태안전성능, 구조안전성능, 내구성능, 사용성능)에 근거하여 명확하고 객관적인 보수·보강 우선순위 결정
- 성능간 가중치 및 부재가중치, 기타 외부적 요소에 따라 조치별로 평가하여 비용 대비 효과(우선순위지수 : Priority Index)가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정
- 관리자의 판단에 따라 우선순위지수는 낮지만 보수가 필요하다고 판단되는 경우 우선순위를 조정

$$\text{우선순위지수} = \frac{\sum_{n=1}^3 (P_n \times E_n)}{\text{비용}}$$

• P1 : 성능간 가중치(안전성능)

• P2 : 성능간 가중치(내구성능)

• P3 : 성능간 가중치(사용성능)

• E1 : 부재 가중치(안전성능)

• E2 : 부재 가중치(내구성능)

• E3 : 부재 가중치(사용성능)

※ 부재가중치 = 공법별 가중치 × 영향도

다. 보수·보강방안 선정 시 고려사항

보수·보강 공법	내 용
필 요 성	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
안 전 성	보수, 보강실시 후 공용하중에 대한 안전성을 확보할 수 있는 지를 검토
시 공 성	현장작업 여건과 교통불편을 최소화할 수 있는 공법 검토
경 제 성	시공 가능한 공법 중 내구성·안전성을 고려하여 가장 경제적인 공법 선정
유지관리 차원	공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하고 구조물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법 선정

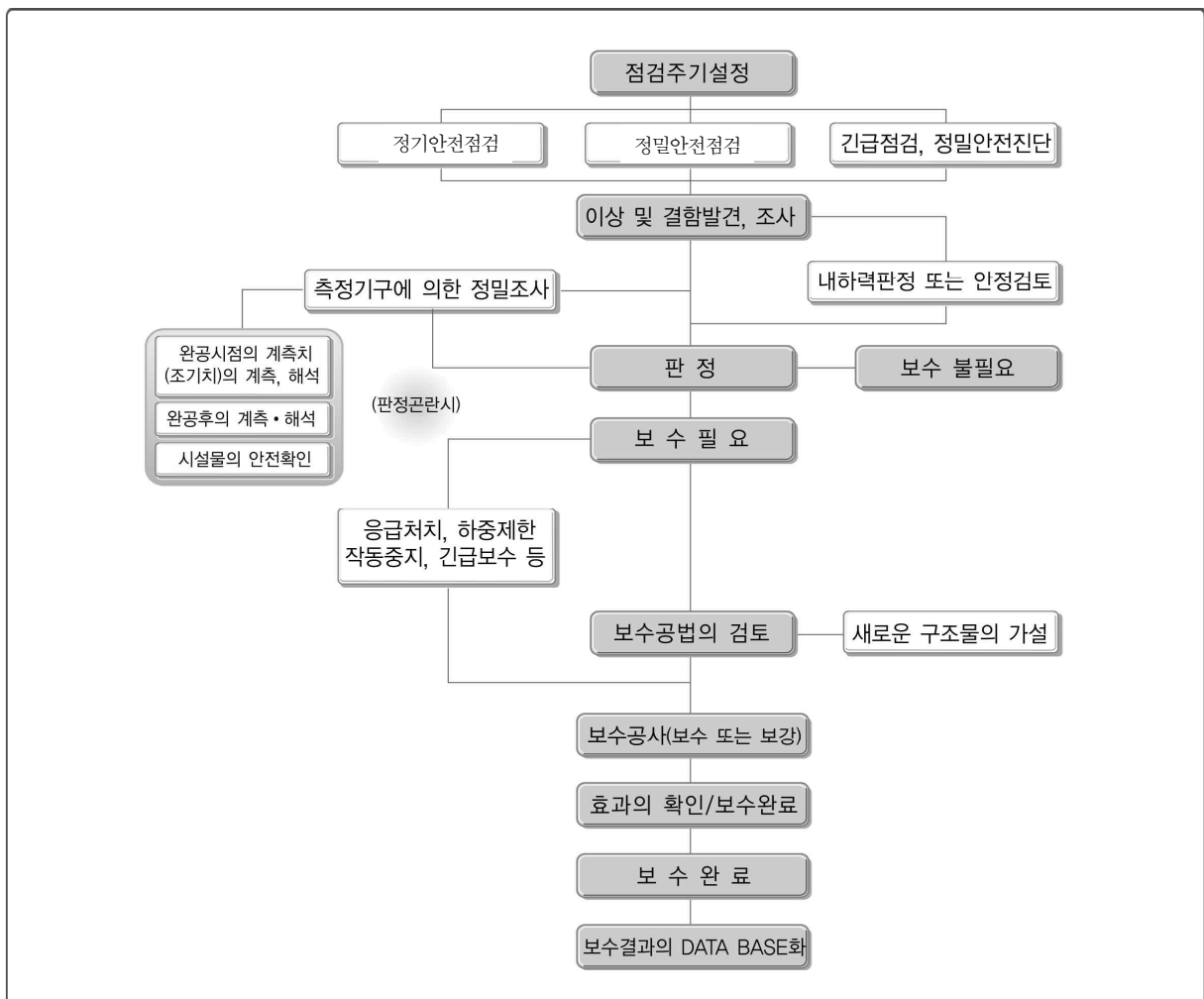
4.6 유지관리 방안 제시

가. 유지관리 기본개념

- 현장 정밀조사를 토대로 주요 손상부재 및 손상원인을 분석하여 유지관리를 효율적으로 실시할 수 있는 방안을 제시한다.

구 분	관 련 내 용
기 본 방 향	현장 정밀조사 결과를 근거로 공용기간 중 대상구조물에서 발생하거나 발생 가능한 손상 및 결함을 조기에 유출하여 검토함으로써 사용성, 안전성 및 내구성이 확보될 수 있도록 유지관리방안 검토
제시내용 결정	대상구조물 특성에 맞는 효율적인 유지관리방안 검토 구조물 관리대장 및 정기점검표 작성
제시방법	구조물 특성에 맞는 정밀점검 요령

나. 구조물 유지관리 업무의 수행절차



4.7 성과품 작성

가. 보고서 작성

서 두	과업의 개요	자료수집 및 분석	현장조사 및 시험	안전성능평가
• 성능평가 결과표 • 시설물 현황표 • 참여기술진 명단 • 시설물의 위치도 • 시설물 전경사진 • 성능평가 결과요약문	• 과업의 목적 • 시설물의 개요 및 이력 • 과업의 범위 및 과업내용 • 사용장비 및 기기 • 과업수행일정	• 설계도면 및 구조 계산서 • 기존 정기 및 정밀점검 실시 결과 • 보수 · 보강이력	• 기본시설물 또는 주요 부재별 외관 조사 결과 분석 • 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석 • 재료시험 및 측정 결과 분석	• 대상 부재별 및 구조 물 전체의 상태 안전 • 성능평가결과 산정 • 기존 안전성평가 검토 및 보완 • 세굴심을 포함한 기초 안전성 검토 및 보완 • 안전성능평가결과 산정

내구성능평가	종합성능평가	유지관리 전략제안	종합결론 및 건의
• 재료시험 결과 분석, 내구성능 관련 자료 수집 • 시설물의 재료적 내구 성능 및 외부 환경에 대한 내구성능 저하인자 검토 • 콘크리트 또는 강재의 내구성능 평가	• 성능간 가중치를 곱한 값을 합산하여 종합 성능 등급을 결정 • 안전성능 평가 결과가 최소값인 경우 안전 성능평가 결과를 채택 • 책임기술자 소견	• 성능목표에 따른 보수 · 보강 방법 및 중점 유지관리 전략 제시	• 성능평가 결과 • 기타 필요한 사항

나. 성과품 목록

성 과 품 목 록		납 품 부 수	비 고
성능평가	최종보고서	3부	• 사진첩 • 외관조사망도 • 각종시험자료 수록
	교량별 최종보고서	각 3부	
	CD보고서	각 3SET	

제5장 인력 및 장비투입계획

5.1 과업수행 인력

가. 과업수행 조직표



나. 인원구성 기준

- 구조물의 정밀점검 업무가 원활하고 정밀하게 수행될 수 있도록 적정자격을 갖춘 인원을 전담 배치하고, 과업수행에 차질이 없도록 지원팀을 구성
- 특히, 상세 조사 및 분석활동을 철저히 수행할 수 있도록 중점적인 인원투입 및 관리

다. 수행인원의 자격 및 참여내용

구 분	과업수행인원 자격 및 참여내용
사업책임기술자	해당분야의 오랜 기술경험이 있는 기술사 및 기술자로 구성
분야별책임기술자	해당분야의 오랜 기술경험이 있는 기술사 및 특급기술자로 구성
분야별 기술자	특급, 고급, 중급, 초급 기술자로 편성
지 원 단	과업시작부터 완료까지의 전과정에 걸쳐 발주처와의 원활한 업무협조, 업무 보고 및 관련사항에 대한 지원을 실시

5.2 과업참여자 명단

구 분	성 명	직 위	주 민 등 록 번 호	등 급	비 고
사 업 책 임 기 술 자	이 상 훈	부 장	850424-1*****	토목특급기술자	
참 여 기 술 자	정 지 운	이 사	810725-1*****	토목특급기술자	
	서 동 진	부 장	821205-1*****	토목특급기술자	
	양 주 윤	과 장	831011-2*****	토목초급기술자	
	손 기 영	과 장	920801-1*****	토목초급기술자	
	전 희 균	대 리	940107-1*****	안전관리초급기술자	

5.3 장비투입 계획

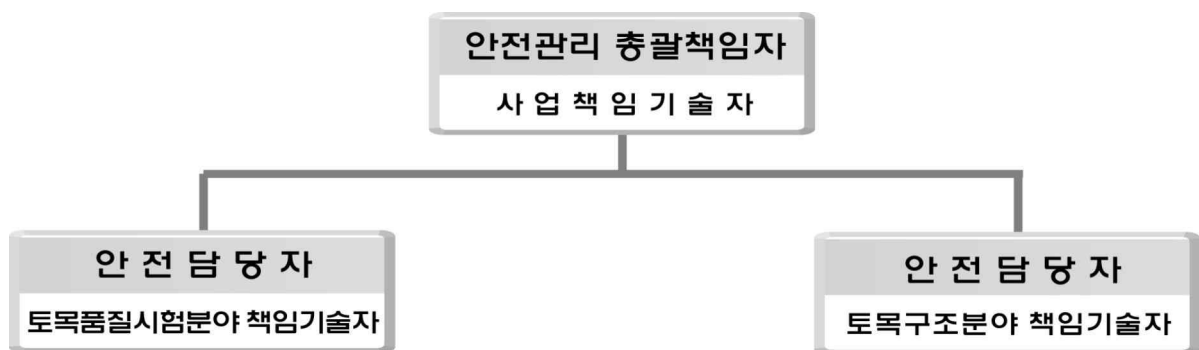
구 분	장 비 명	Model명, 규격	용 도
외 관 조 사	망 원 경	SONY DBV-50V	원거리 관찰
	줄 자	-	제원조사, 손상범위 조사
	디지털카메라	-	손상 및 전경 촬영
	균 열 경	CRACK SCALE	균열폭 측정
	고 소 차	5Ton	교량 상부구조 근접조사
	드 론	-	점검차 접근불가 구간-(필요시)
내구성 조사	Test Hammer	소형 망치	층상분리, 공동 유무 확인
	슈 미 트 햄 머	NR Type	콘크리트 압축강도 측정
	탄 산 화 측 정 기	CONKIT	콘크리트 탄산화깊이 측정
	철근 탐사 측정기	RC RADAR	철근배근간격, 철근피복두께 측정
보 조 장 비	전기디스크그라인더	-	시험 대상부 표면처리
	전 기 드 릴	-	탄산화 진행깊이 측정 및 염화물 시료 채취
	무 전 기	-	교 신 용
	안 전 경 광 봉	-	시설물 점검 및 진단 시 차량통제
	안 전 모	-	안전점검시 낙하, 비레, 추락용
	도 로 안 전 장 비	싸인보드카 등 일체	고속도로 차량 안전 통제

제6장 안전관리 계획

6.1 안전관리 조직구성

- 본 과업을 수행함에 있어 진단참여자를 중심으로 안전관리조직을 구성하고 안전관리자를 선임함으로써 용역수행 중의 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 조치한다.

○ 안전관리 조직표



6.2 안전관리 운영계획

가. 안전교육

- 대상구조물의 특성과 현장조사의 난이도와 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 하며 안전교육일지를 작성토록 한다.

나. 보호구

- 점검 및 진단참여자 모두는 노동부장관 검정합격품으로써 적절한 보호구를 착용하고 적합한 안전시설을 설치 사용한다.

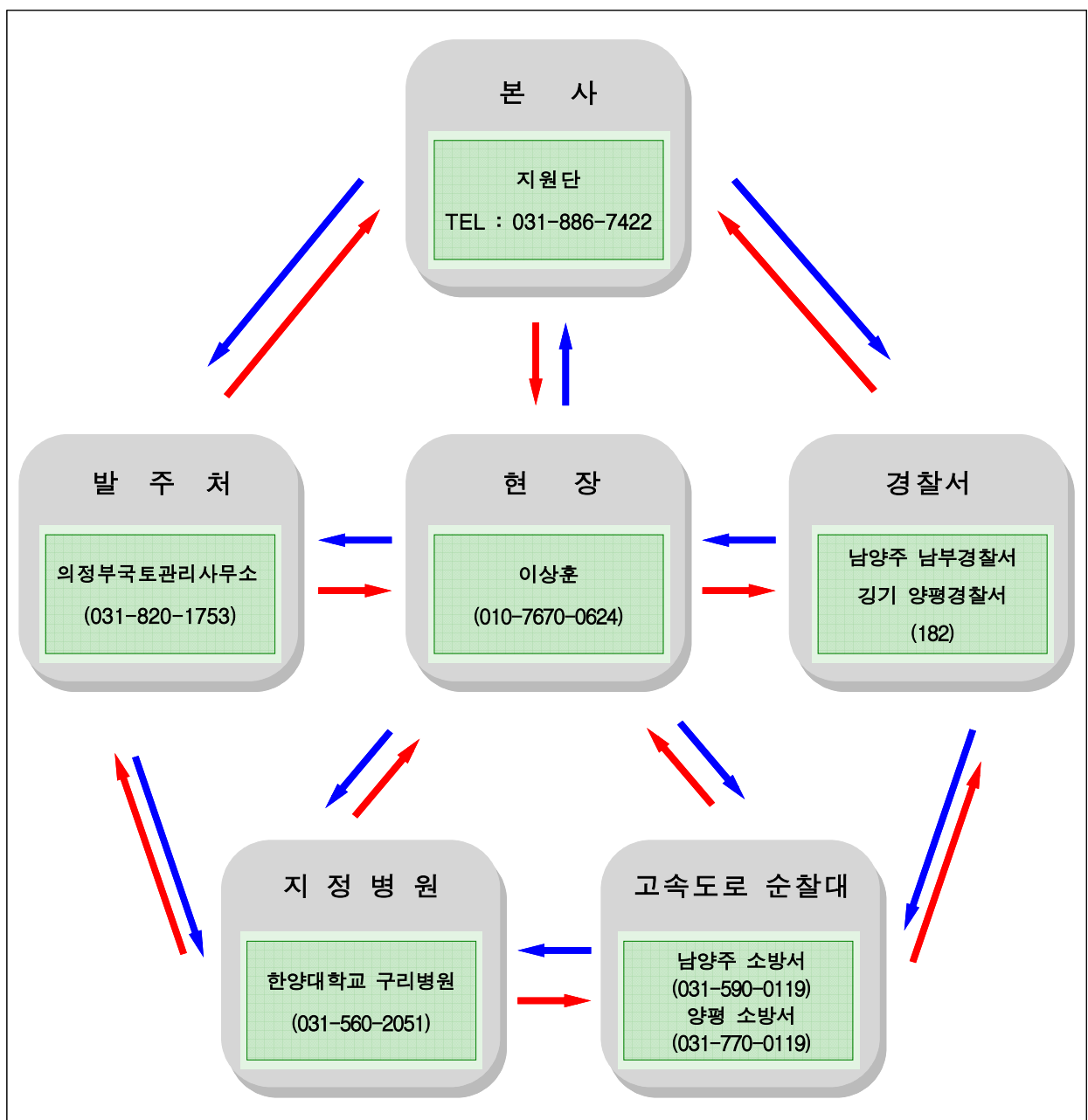
다. 안전사고의 처리

- 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.

라. 비상 연락망

- (주)명성엔지니어링 : 경기도 성남시 분당구 야탑로 69번길 18
(야탑동, 동아프라자 301호)
- 전화 : 031-886-7422 FAX : 031-707-7473
 - 계약업무 담당자 : 양주윤 과장
 - 사무실 / 휴대폰 010-9135-3295

마. 현장 비상연락망



마. 안전수칙

- (1) 작업 전 항상 안전교육을 실시 후 작업을 실시하며, 일기조건으로 작업수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 않는다.
- (2) 위험한 작업 시에는 안전 관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.
- (3) 작업 실시 전에 지장물(자동차 등)을 파악하여 관리주체의 협조를 얻어 안전조치를 취한 후 작업을 실시한다.
- (4) 공공의 안전과 관계가 있는 경우에는 적절한 조치(출입금지, 접근금지 등의 표지판 설치, 감시인 배치 등)를 한다.
- (5) 안전 관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전 협의를 하며, 관리주체가 위 장소의 사용자에게 작업사실을 공지할 수 있도록 사전 협조를 한다.
- (6) 다음의 각 사항의 작업 시에는 반드시 보호구를 착용한다.
 - 높이 2m 이상의 고소작업으로 추락위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.
 - 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.
 - 분진 등이 현저하게 발생하는 장소에서는 분진 방지 마스크를 착용한다.
 - 유해가스 등에 의한 질식 등의 위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.
 - 산소 결핍 등의 위험이 있는 장소에서는 산소마스크를 착용한다.
 - 차도에서의 작업 시에는 형광 표시 의류, 반 벨트, 신호수 옷 등을 착용한다.
 - 현저한 소음이 발생하는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.
 - 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업 시에는 보안경 또는 보안면을 착용한다.
- (7) 야간 또는 어두운 곳에서의 작업 시에는 충분한 밝기의 조명시설을 갖추고 식별이 용이하도록 조치를 하며 수시로 작업자 상호간에 연락을 취한다.
- (8) 유해가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업한다.

- (9) 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.
- (10) 각종 측정 장비를 사용할 때 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.
- (11) 장비 사용에 있어 취급자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용할 수 없도록 한다.
- (12) 하부구조진단시 안전사고 방지를 위하여 안전간판, 경광등 및 관련 안전조치 구조물의 설치와 안전요원을 위험이 예상되는 구간에 배치한다.

6.3 교통처리 계획

- 본 과업의 대상시설물의 현장조사(점검차 사용)시 안전사고 등이 우려되므로 주간작업을 원칙으로 하고, 안전사고 방지 및 교통소통을 원활하게 하기 위하여 다음과 같이 교통처리 계획을 수립하여 실시한다.

1) 통제방법

구 분	통제방법	점용기간	점용시간	비고
현장조사 (점검차 사용시)	시설물 1개 차로 부분통제	약 1일	09:00~17:00	

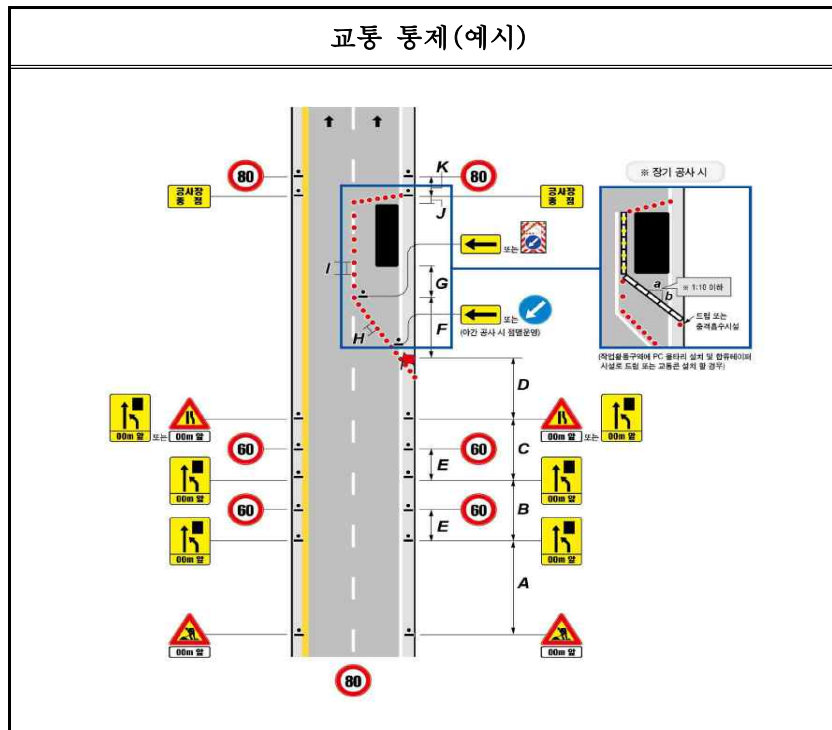
※현장 여건에 따라 조정될 수 있음.

2) 교통 소통 방법

교통량이 많은 출·퇴근 시간대는 피하여 교통통제를 실시하며, 현장조사 중 교통량에 따라 탄력적으로 통제 시행

3) 통제방법

교량점검차 사용에 의한 교통통제 필요시 도로공사장 교통관련 규정에 적합한 안내간판 및 교통 유도시설 등을 설치하고, 교통정리원을 배치시켜야 한다.



제7장 사전검토 내용

1. 과업명:

- 국도46호선 금남IC2교 등 5개소 성능평가용역

2. 과업의 범위

2.1 시설물명 : 교량 5개소

구조물명	노선	위치	제원				종별	비고
			연장 (m)	형식	차선수	준공 년도		
금남IC2교	46	남양주시 화도읍 구암리	135.0	STEEL BOX	2	2005	2중	
금남IC3교	46	남양주시 화도읍 구암리	180.0	STEEL BOX	2	2005	2중	
금남IC R-A교(상)	46	남양주시 화도읍 금남리	120.0	PSCI	2	2005	2중	
금남IC R-A교(하)	46	남양주시 화도읍 금남리	120.0	PSCI	2	2005	2중	
마석IC3교	46	남양주시 화도읍 녹촌리	175.0	STEEL BOX	1	2005	2중	

3. 사전검토 내용

3.1 성능평가 대상시설물의 실시범위

구 분	항 목		제2종 성능평가	금회 실시범위	비 고
교량	◦상부구조	바닥판, 거더	○	○	
	◦하부구조	교대 및 교각, 기초	○	○	
	◦받 침	교량받침	○	○	
	◦케 이 블	케이블, 정착구, 행어밴드	○		
	◦긴 장 재	강연선, 보호관	○		
	◦기타부재	신축이음, 배수시설, 보호시설	○	○	
	◦2차부재	가로보 및 세로보	○	○	
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설		○	○	
	◦도로포장		○	○	
	◦도로부 신축이음		○	○	
	◦환기구 등의 덮개		○	○	

3.2 유지관리자료 보유 현황 검토

구 분	보존 대상 목록	관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦공통 - 준공내역서, 공사시방서 - 각종 계산서, 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	FMS 전산관리
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡) - 상부·하부 구조물도, 빔상세도 - 신축이음, 교량받침 상세도	보유	FMS 전산관리
시설물 관리대장	◦기본현황, 상세제원 ◦유지관리 이력	보유	FMS 전산관리
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦사고이력	보유	FMS 전산관리
안전점검 자료 및 성능평가 자료		보유	FMS 전산관리
보수·보강 자료		보유	FMS 전산관리

과업수행 계획서

3.3 성능평가 과업의 범위

과업항목		지침시 기본과업	금회 과업내용	
자료수집 및 분석		- 설계도서, 시설물관리대장, 시공관련자료 - 안전점검 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 - 철근탐사(배근상태, 피복두께) - 콘크리트 염화물함유량 시험 - 도장두께	◦좌동	
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	- 외관조사 결과분석 - 현장시험 및 재료시험 결과분석 - 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 - 부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견	◦좌동	
	구조 안전 성능 평가	- 조사, 시험, 측정결과의 분석 - 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토, 분석 - 기존 자료 내하력 및 구조 안전성 평가 - 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	◦좌동	
내구성능평가		- 외관조사 결과분석 - 재료시험 결과분석 - 내구성능 결과분석	◦ 좌동	
사용성능평가		사용성능 결과분석	◦ 좌동	
종합평가		종합평가 결과분석	◦ 좌동	
유지관리 전략제안		- 시설물의 성능목표 분석 - 성능목표에 보수·보강 방법 및 전략제시	◦ 좌동	
종합보고서 작성		외관조사망도 작성 등 보고서 작성	◦ 좌동	
과업항목		지침시 기본과업	금회 과업내용	비용 반영여부
선 택 과 업	자료수집 및 분석	- 설계도서, 시설물관리대장, 시공관련자료 - 안전점검 실시결과 자료	◦해당없음 ◦해당없음	— —
	현장조사 및 시험	- 시료채취 및 실내시험 - 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사 - 수중조사 - 조사용 접근장비 운용 - 기본과업 범위를 초과하는 강재 비파괴시험 - 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험	◦해당없음 ◦해당없음 ◦해당없음 ◦해당없음 ◦해당없음 ◦해당없음	— — — 반영 — —
	안전 성능 평가	- 구조해석 - 구조안전성 평가 전문기술을 요하는 경우 전문가 자문 - 내진성능평가 및 사용성 평가 - 임시 고정하중에 대한 안전성평가	◦해당없음 ◦해당없음 ◦해당없음 ◦해당없음	— — — —
	유지관리 전략제안	- 내진보강 방안 제시 - 시설물 유지관리 방안 제시	◦해당없음 ◦유지관리방안 제시	— 미반영

과업수행 계획서

3.4 성능평가 기본과업 재료시험 수량

구 분	세부지침 기준		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	• 50m 마다	• 연장 50m 마다	기준수량 이상 실시
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		기준수량 이상 실시
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내 : 2~3개소 • 5경간 이상 : 3~6개소		기준수량 이상 실시
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		기준수량 이상 실시
도장두께	• 강 부재 : 2~3개소/대상경간		기준수량 이상 실시

3.5 금회 과업 실시 수량

구 분		반발경도시험		탄산화 깊이 측정	염화물 침투량 시험	철근탐사 시험	도장두께	비고
		상부	하부					
금남IC2교	기준	3	3	2~3	2	3	9	L=135.0 (3경간)
	적용	3	3	3	2	3	9	
금남IC3교	기준	4	4	2~3	2	3	12	L=180.0 (4경간)
	적용	4	4	3	2	3	12	
금남IC R-A교(상)	기준	3	3	2~3	2	3	—	L=120.0 (4경간)
	적용	3	3	3	2	3	—	
금남IC R-A교(하)	기준	3	3	2~3	2	3	—	L=120.0 (4경간)
	적용	3	3	3	2	3	—	
마석IC3교	기준	4	4	2~3	2	3	12	L=175.0 (4경간)
	적용	4	4	3	2	3	12	

4. 결론

- 과업지시서와 용역설계서 검토결과, 제2종 성능평가의 실시범위, 유지관리자료, 기본과업의 항목, 수량은 지침 및 세부지침과 부합하는 것으로 검토됨.
- 과업지시서 상 명시되지 않은 내용 및 과업진행 중 발생하는 추가사항 등은 필요 시 발주처와 협의하여 시행함.