
국도37호선 천안1교 등 6개소 정밀안전점검용역 과 업 수 행 계 획 서

2022. 12



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	8
2.1 과업의 범위	8
2.2 과업수행 흐름도	9
2.3 단계별 과업수행 흐름	10
제3장 과업수행 일정 및 내용	12
3.1 예정공정표	12
3.2 현장조사방법 및 예정일정	13
3.3 현장조사장비 투입 계획(굴절차+통제)	14
3.4 현장조사장비 투입 계획(고소차)	14
제4장 과업수행 세부사항	15
4.1 계획수립	15
4.2 현장조사	17
4.3 시설물 평가	23
4.4 보수·보강방안 제시	25
4.5 유지관리 방안 제시	26
4.6 성과품 작성	27

제5장 인력 및 장비투입계획 28

5.1 과업수행 인력	28
5.2 과업참여자 명단	28
5.3 장비 투입계획	29

제6장 안전관리 계획 30

6.1 안전관리 조직구성	30
6.2 안전관리 운영계획	30
6.3 교통처리 계획	33

제7장 사전검토 내용 34

7.1 과업명	34
7.2 배경 및 목적	34
7.3 과업 범위	34
7.4 사전검토 내용	34
7.5 결론	36

제1장 과업의 개요

1.1 과업명

- 국도37호선 천안1교 등 6개소 정밀안전점검용역

1.2 배경 및 목적

본 용역은 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법’ 3종 시설물에 대한 정밀점검을 전문진단기관에 의뢰하여 시설물의 기능 및 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가함으로써 이에 대한 적절한 조치를 취하여 사고를 예방하고 시설물의 과학적이고 체계적인 유지관리를 하고자 함.

1.3 과업기간

- 2022년 12월 01일 ~ 2023년 05월 29일

1.4 과업 대상 시설물

- 정밀안전점검 대상 시설물 : 교량 6개소

구조물명	노선	위치	제원				종별	비고
			연장 (m)	형식	차선수	준공년도		
천안1교	37	가평군 설악면 천안리	40	라멘교	2	1992	3종	
천안2교	37	가평군 설악면 천안리	50	라멘교	2	1992	3종	
탐선교	37	가평군 설악면 선촌리	50	슬래브교	2	1984	3종	
소석교	46	가평군 청평면 대성리	50	PSCI	2	1994	3종	
원대교	46	가평군 청평면 대성리	25	PSCI	4	1987	3종	
하색교	46	가평군 가평읍 하색리	45	슬래브교	4	1980	3종	

1.5 전경 사진



천안1교 측면전경



천안1교 상부전경



천안2교 측면전경



천안2교 상부전경



탐선교 측면전경



탐선교 상부전경



소석교 측면전경



소석교 상부전경



원대교 측면전경



원대교 상부전경



하색교 측면전경



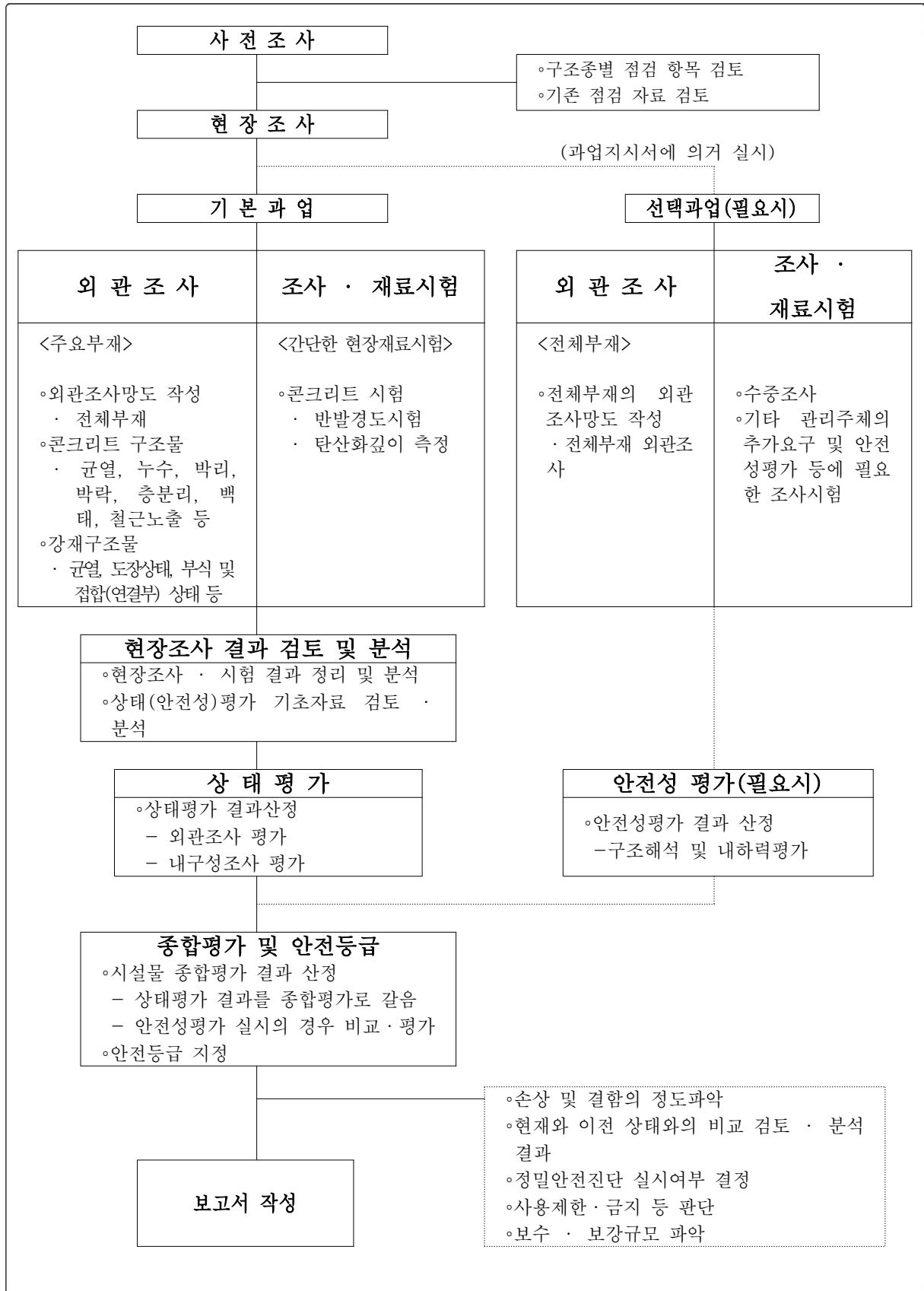
하색교 상부전경

제2장 과업의 범위

2.1 과업의 범위

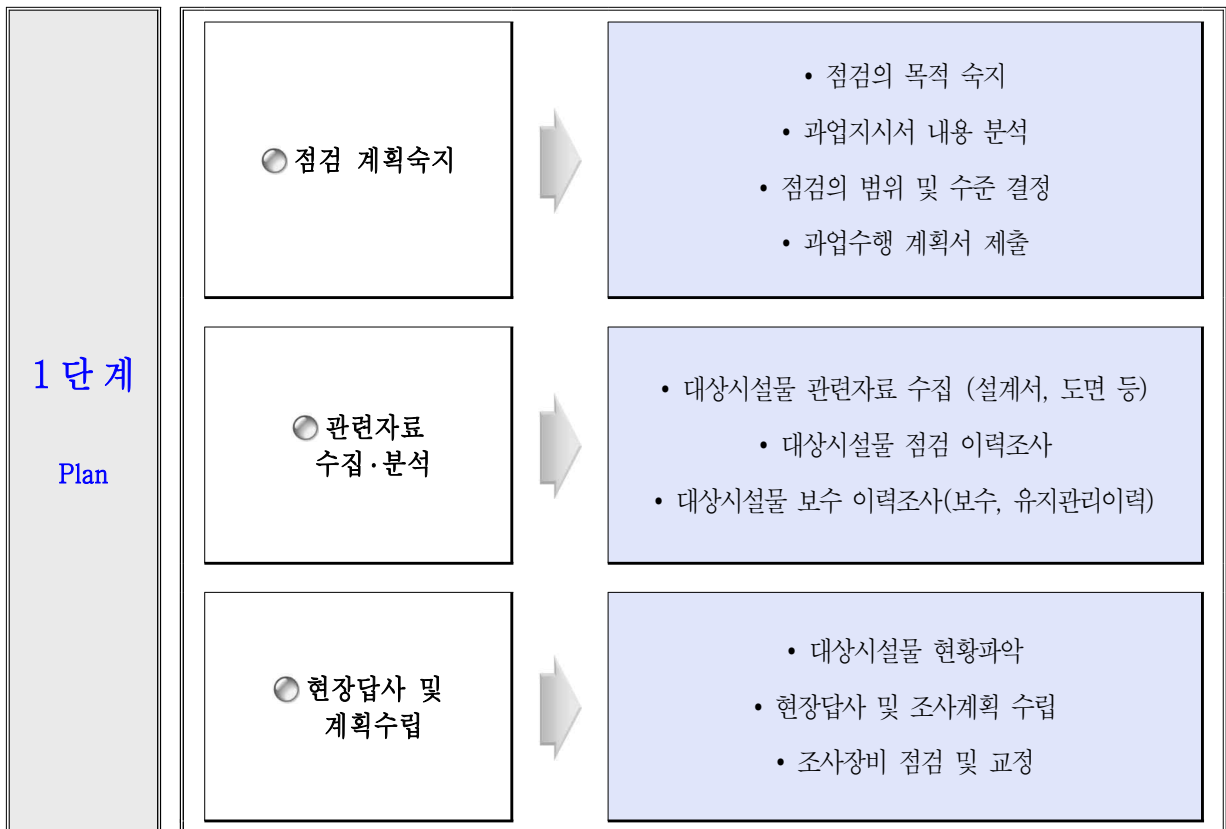
- 1) 자료수집 및 분석
 - 준공도면, 구조계산서, 공사기록, 사용제한사항, 부대시설물, 기타 환경조건 등
 - 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면
 - 시설물관리대장
 - 보수·보강이력
- 2) 현장조사 및 시험
 - 시설물 외관 상태 조사
 - 외관조사망도 작성
 - 간단한 비파괴 현장시험, 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험)
 - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 등
 - 필요시 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
- 3) 상태평가
 - 시설물의 부재별 외관조사 및 결과 분석
 - 현장 재료시험 결과 분석
 - 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가
 - 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정)
- 4) 보수·보강 방법
 - 보수·보강 방안(공법, 우선순위 및 시기) 제시
- 5) 보고서 작성
 - CAD 도면 작성 등 보고서 작성

2.2 과업수행 흐름도

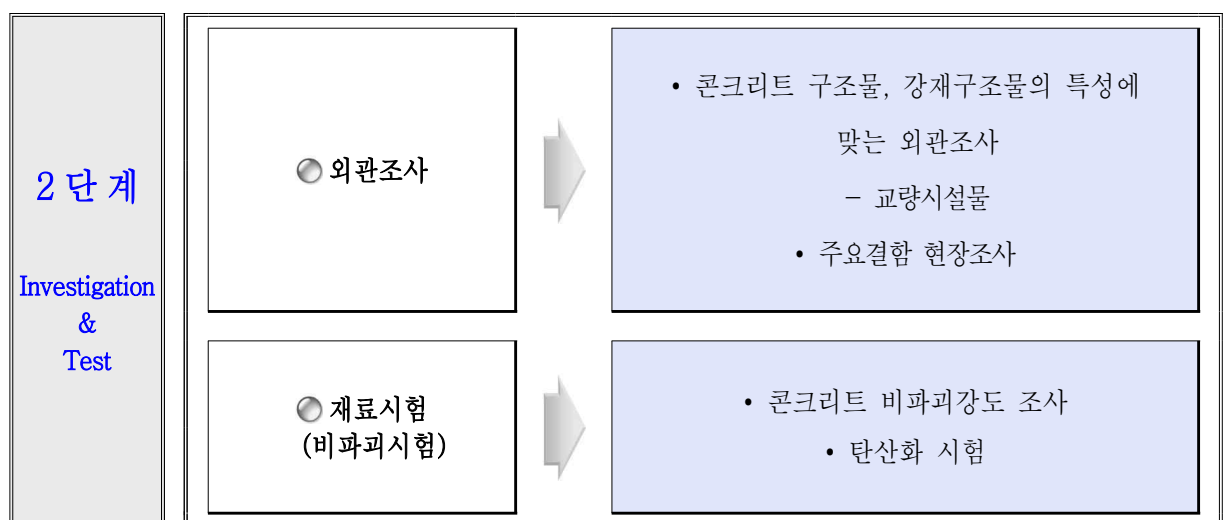


2.3 단계별 과업수행 흐름

1 단계 : 계획 및 착수



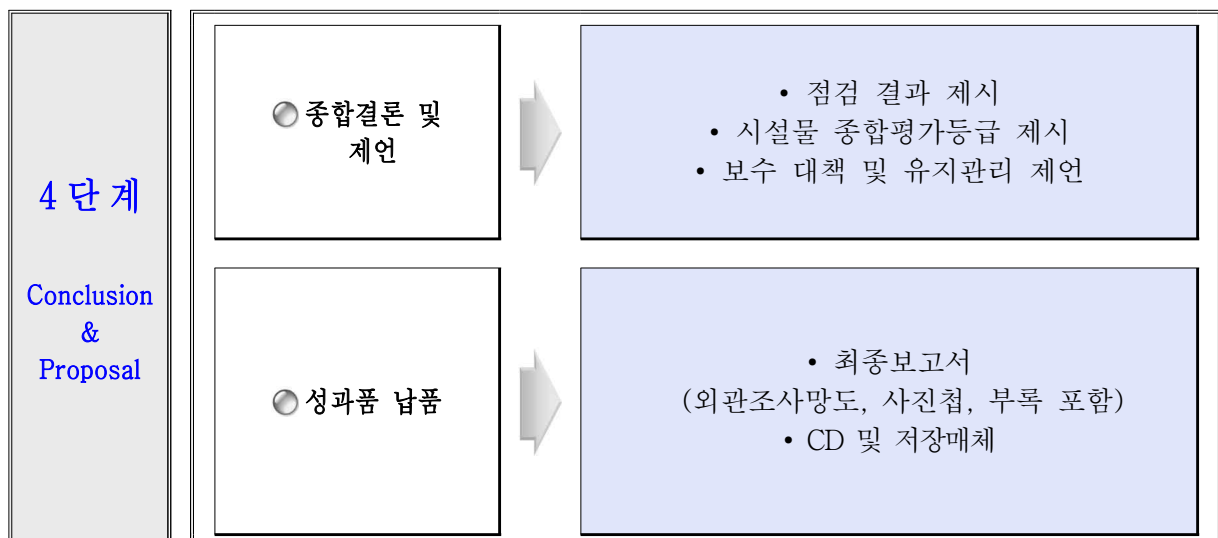
2 단계 : 현 장 조 사



3단계 : 현장조사 결과 분석 및 평가



4단계 : 종합결론 및 제언



제3장 과업수행 일정 및 내용

3.1 예정공정표

공 종		2022년 12월 01일 ~ 2023년 05월 29일												비 고
		12월		1월		2월		3월		4월		5월		
		15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	29	
1. 자료수집 및 분석														- 12/01 착수
·관계도서 수집 및 분석 ·현장답사 및 점검계획 수립														
2. 현장조사 및 시험														-현장조사 및 시험 -구조물별 조사팀 운영 -필요시 추가조사
·외관조사 ·재료시험 및 측정														
3. 상태평가														-현장조사와 내업작업 병행 실시
·상태평가 결과작성														
4. 종합평가 및 안전등급 지정														
·종합평가 ·안전등급 지정														
5. 보수보강 및 유지관리 방안 제시														
·보수보강방안 제시 ·유지관리방안 제시														
6. 보고서 작성														- 05/29 준공예정
·보고서 작성 ·보고서 수정 및 납품														
공정율(%)	진행	10	5	10	10	15	10	10	10	5	5	5	5	
	누계	10	15	25	35	50	60	70	80	85	90	95	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 · 받침 장치 작동 상태, 이동량, 파손, 밀림, 편기 등 · 교대, 교각 균열, 단면손상, 침하, 보수부 재손상 등 · 각종 비파괴시험 반발경도, 탄산화

3.3 현장조사 장비 투입 계획(굴절차+통제)

NO	시 설 물 명	구조형식	연장(m)	투입일	비고
1	천안1교	라멘교	40.0	1일	
2	천안2교	라멘교	50.0		
3	탐선교	슬래브교	50.0		
합 계			140	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	소석교	PSCI	50.0	1일	
2	하색교	슬래브교	45.0		
합 계			95.0	1일	

※현장 여건에 따라 조정될 수 있음.

제4장 과업수행 세부사항

4.1 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

• 특이사항

본 과업의 대상시설물 중 원대교는 교량 하부로 경춘선이 횡단하고 있어 점검시 한국철도공사 및 한국철도시설공단과의 협의가 필요하다. 해당 사항은 시설물의 위치가 철도보호지구내로서 철도안전법 제45조(철도보호지구안에서의 행위제한)의 제한을 받는 지역이므로 철도안전법 시행령 제46조에 따라 철도차량의 안전운행 및 철도시설물 보호를 위함에 있다.



과업수행 계획서

따라서, 해당 공사 및 공단과의 협의를 위하여 철도보호지구 안전관리계획서 및 행위신고서를 작성하여 제출하고 승인받은 후에 작업을 할 예정이며, 신고서 제출 후 승인까지 약 30일의 소요시간이 필요한 바, 계획된 작업에 차질이 없도록 준비할 계획이다.

아래는 공사 및 공단과의 협의를 위한 철도보호지구 안전관리계획서 작성기준을 첨부하였다.

철도보호지구 안전관리계획서 작성기준

주요내용	세부내용	비고
가. 공사의 개요	- 공사현장 위치도	
	- 공사개요	
	- 공정표	
나. 안전관리조직	- 안전관리 조직	안전관리자, 안전보건총괄책임자, 분야별안전관리책임자, 안전관리담당자 배치 및 업무분장
다. 철도보호지구내 공정별 안전점검 계획	- 자체점검	일일, 주간, 월간, 연간 안전점검표 및 자체안전점검계획
	- 특별점검	
	- 정밀안전점검	
라. 철도보호지구내 공사장 주변 안전 안전관리계획	- 공사중 인접매설물 방호	위험발생 우려개소
	- 인접 시설물보호	
	- 공사알림판 설치(열차접근 방향 200m와 500m지점)	철도에 직접 접촉하여 철도안전에 직접영향을 줄 수 있는 작업에 해당할 경우
마. 안전교육계획	- 안전교육 계획표	
	- 교육종류, 내용	
	- 교육(기록)관리 사항	
바. 비상시 긴급조치 계획	- 비상연락망	
	- 비상동원조직	
	- 응급조치 및 복구계획	
사. 열차운행선 지장 공사 안전관리 계획	- 운행선 안전관리원 배치	해당시 작성
	- 열차운행선 보호대책	
	- 열차운행선 지장공사 계획수립	
	- 차단공사 협의를 위한 업무담당자 지정	
아. 철도보호지구내 취약개소 안전관리	- 취약개소 지정 및 등록 관리	
자. 사고보고 및 처리계획	- 사고보고 계획	- 사고발생 즉시 초기보고 계획
	- 응급조치 및 대응교육	- 사상자 구호등 응급조치

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, 2021.12」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, PSCB)	
	하부구조 (콘크리트)		• 교각 • 기초	손상별 상태, 규모, 종류, 위치 등을 표기
	부대시설	• 방호울타리, 연석	• 균열, 파손, 철근노출	
		• 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 체수상태 • 배수 및 누수상태 • 배수파이프 설치상태	

과업수행 계획서

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, 2021.12」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	탄산화 진행깊이	CONKIT (페놀프탈레인용액)	교량	

2) 재료시험 기준수량

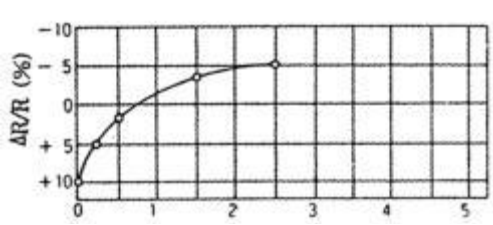
구 분	세부지침 기준		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	• 50m 마다	• 연장 50m 마다	기준수량 이상 실시
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내 : 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상 : 3~6개소 ²⁾		기준수량 이상 실시

1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

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																																																																
시험 방법	■ 반발경도 측정은 선정된 부위에 그라인딩 작업으로 표면 정리를 한 다음 타격점 상호간의 종·횡 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>																																																																
보정 방법	■ 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																																																							
압축 강도 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



시험 성적서

(TEST REPORT)

 ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory	성적서 번호 : 21-056564-01-1 Report No. 페이지 (1) / (총 2) Page of Pages	 KOREA TESTING LABORATORY ktl 한국산업기술시험원
---	---	---

1. 의뢰자 (Client)

기 관 명 (Name) : (주)명성엔지니어링

주 소 (Address) : 경기도 성남시 분당구 약탈로69번길 18, 3층 301호(아람동, 동아제인)

의뢰일자 (Date of Receipt) : 2021. 08. 24.

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : Q.C

3. 시험대상품목/물질/시료명 (Test Sample)

제 품 명 (Description) : 테스트 해머

제각회사 (Manufacturer) : PROCEQ

모 델 명 (Model Name) : NR-10

제 조 번 호 (Serial Number) : 28191

기 다 (Remark) :

4. 시험기간 (Date of Test) : 2021년 08월 27일 ~ 2021년 08월 27일

5. 시험장소 (Location of Test) :

☒ KTL 교정시험실 (주소: 경기도 안산시 상록구 해안로 723)

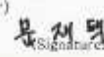
☐ 현장시험

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

7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고 (Note) :

1. 이 성적서는 의뢰자가 제공한 시료에 한하며, 법적 및 기타분쟁의 근거 자료로의 사용을 금합니다.
2. 이 성적서는 원본만 유효하며, 일찍이 재 가공된 사본 및 전자인쇄본 등은 유효하지 않습니다.
(회신이란 KTL에서 정해진 절차에 따라 보안성을 포함시켜 제공하는 모든 일련처를 의미합니다.)
3. 아래의 2D바코드를 스캔하여 성적서의 원본내용 확인이 가능하며, KTL 보관 원본과의 동일성은 고객전송홈페이지(customer.ktl.re.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) 성 명 (Name): 김태영 	기술책임자 (Technical Manager) 성 명 (Name): 문재택 
-----------------------------------	--	--

2021. 08. 27.

한국산업기술시험원



경기도 안산시 상록구 해안로 723 | 723, Haean-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.





한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 21-056564-01-1
 Report No.
 페이지 (2) / (총 2)
 Page of Pages



시험 결과 (Test Results)

1. 일반사항

◇ 제품명 : 테스트 형머

◇ 제작회사 : PROCEQ

◇ 모델명 : NR-10

◇ 제조번호 : 28191

2. 사용된 표준장비 명세

사용장비명 Description	제조회사 및 형식 Manufacturer and Model	기기번호 Serial Number
Test Anvil	PROCEQ / 41	SA01-000-0059
Test Anvil	PROCEQ / 81	E09089

3. 시험방법

- 기존 Test Anvil 값과 비교 시험한다.

4. 시험결과

1) Test Anvil (PROCEQ)을 이용한 비교시험결과 * 단위 : R

표 준 값	지 시 값					평균값	측정불확도
	1회	2회	3회	4회	5회		
41	44	45	46	46	43	43.6	3.7
	6회	7회	8회	9회	10회		
	44	40	45	42	41		

* 측정불확도 (신뢰 수준 약 95 %, k = 2)

2) Test Anvil (PROCEQ)을 이용한 비교시험결과 * 단위 : R

표 준 값	지 시 값					평균값	측정불확도
	1회	2회	3회	4회	5회		
81	82	83	82	82	83	82.0	2.4
	6회	7회	8회	9회	10회		
	82	82	82	81	81		

* 측정불확도 (신뢰 수준 약 95 %, k = 2) 끝

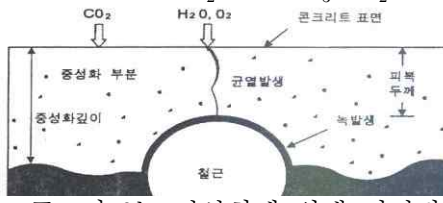
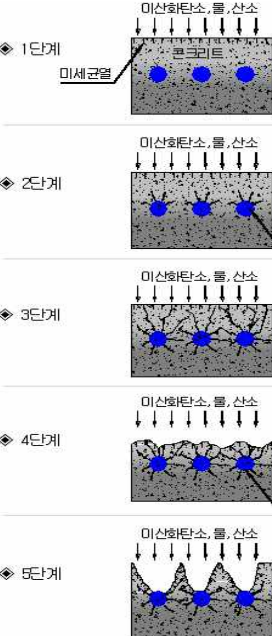
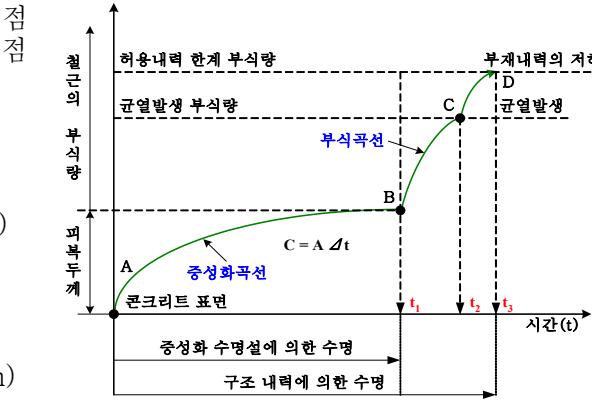
FP104-06-00






※ 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 미세균열 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 연결되고 동해 등의 다른 열화를 유발시킴, 녹물이 보임 4단계 철근 윗면의 피복이 탈락되기 시작하고 철근노출이 시작됨. 철근의 단면적 감소 5단계 철근의 피복이 탈락하여 철근은 공기와 물속에 직접 노출됨. 내구성은 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 border="1"> <thead> <tr> <th>구분 \ 등급</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th>e</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </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) : 경과년수(년) : 탄산화 속도계수(mm/) ■ 탄산화가 철근에 도달하는 시간 (t_d) : $t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_0$ 여기서, D_c : 철근까지의 피복두께(mm) t_0 : 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

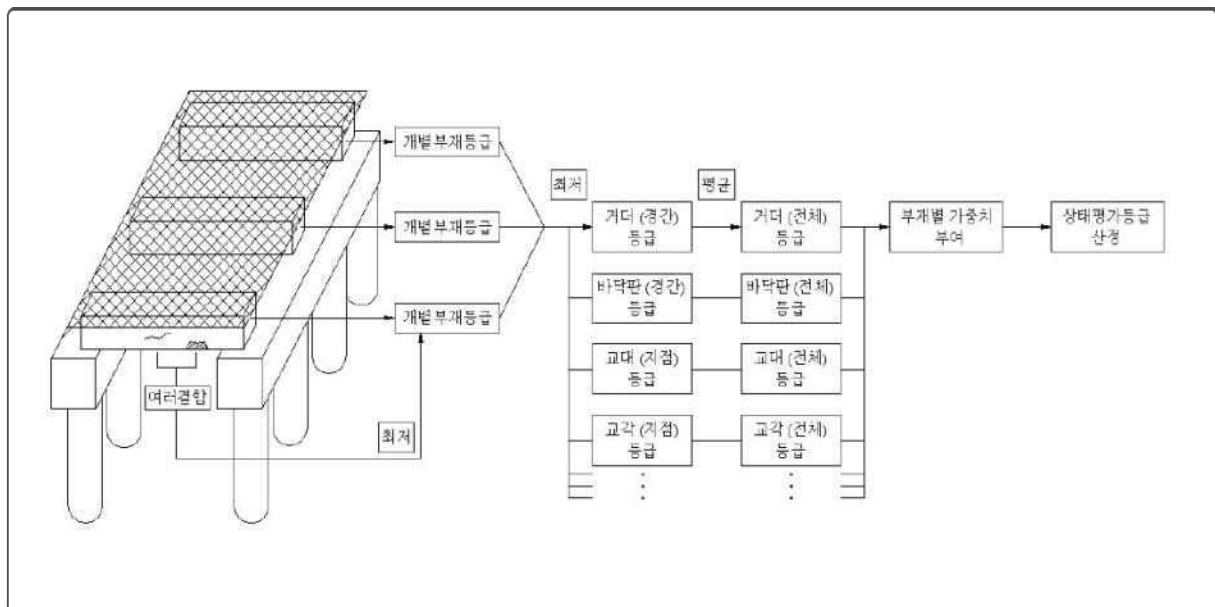
4.3 시설물 평가

가. 개 요

- (1) 외관조사, 재료시험 등에 따라 종합분석
- (2) 부재별, 구조별 등 전반적인 상태평가
- (3) 구조물의 모든 결함 사항에 대해 도식화(외관조사망도 등)
- (4) 위치, 방향, 종류, 손상규모, 발생원인 등 진행성 여부에 따라 등급기준설정, 분류하여 List 작성
- (5) 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2021.12』에 의거하여 실시

나. 상태평가

- (1) 상태평가결과 산정과정



- (2) 결함도 점수 범위에 따른 결과

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

다. 종합평가

정밀안전점검 시 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 하며, 안전성평가까지 모두 수행한 경우 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

라. 안전등급 지정

외관조사 및 시험결과, 시설물평가 결과 등을 종합적으로 평가하여 책임기술자 판단에 따라 대상 시설물의 안전등급을 지정하며, 각 등급 별 시설물의 일반적인 상태는 다음과 같다.

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

4.4 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

- 각 구조물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 구조물에서 발생한 각종 결함에 대하여, 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 우선순위 결정
- 단계별 평가에서 구조물에 대한 종합평가는 부재 및 구조물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 구조물의 중요도가 반영되어 있으므로 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 구조물 순서로 우선순위를 결정

다. 보수 · 보강방안 선정 시 고려사항

보수·보강 공법	내 용
필요성	외관 손상상태를 허용정도 및 각종 기준을 참조하여 보수 필요 여부 결정
우선순위 결정	손상정도 및 구조적 안전성 검토 결과에 의거 장·단기대책 수립
공법	국내외 최신 기술과 시공실적을 고려하여 각 손상별로 2-3가지 공법 검토
안전성	보수, 보강 실시 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 구조물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법 선정

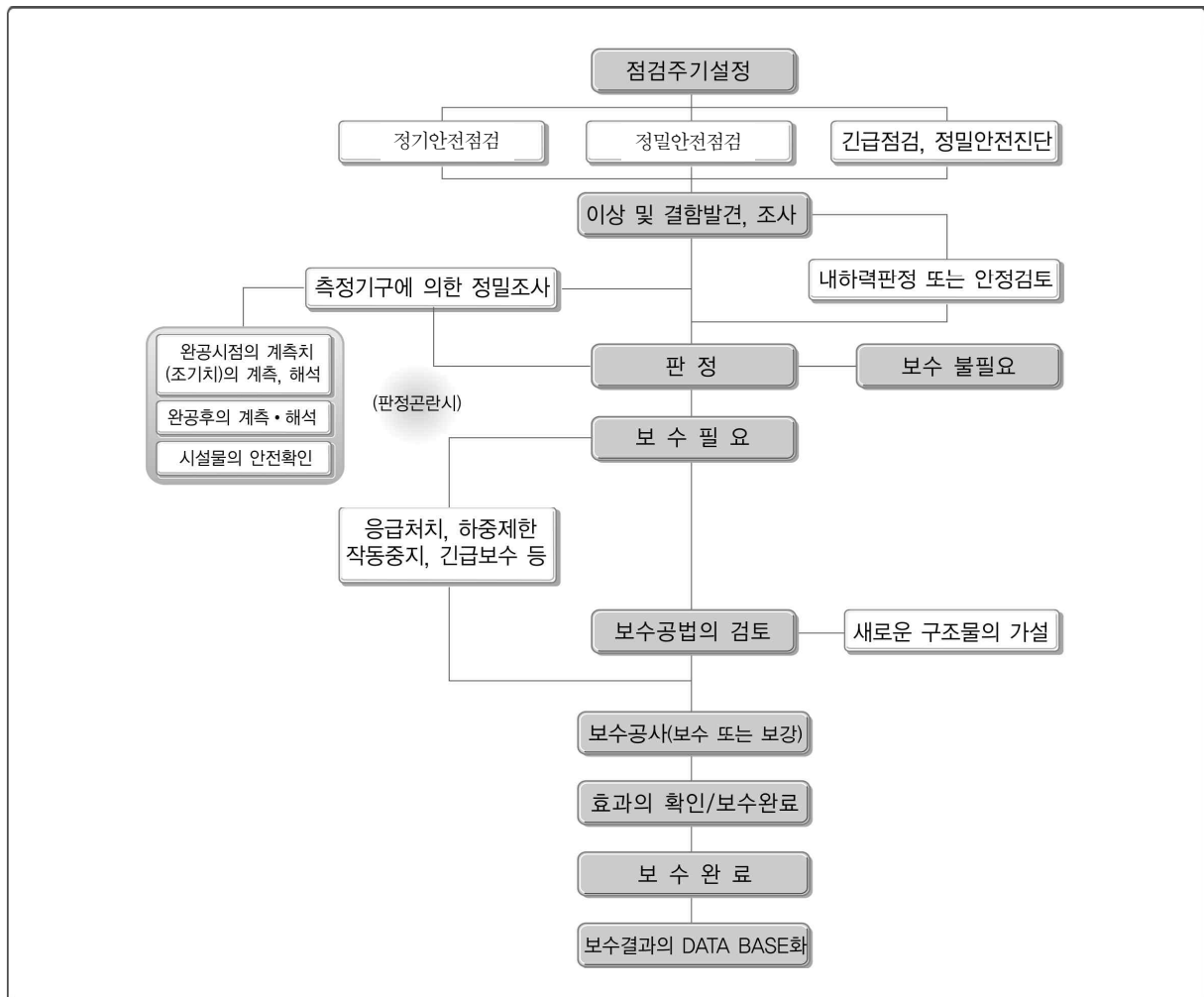
4.5 유지관리 방안 제시

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



4.6 성과품 작성

가. 보고서 작성

서 두	과업의 개요	자료수집 및 분석	외관조사 및 분석
• 제출문, 정밀점검 결과표(안전등급) • 시설물 현황표 • 참여기술진 명단 • 시설물의 위치도 • 시설물의 전경사진 • 정밀점검 실시결과 요약문	• 과업의 목적 • 시설물의 개요 및 이력사항 • 과업의 범위 및 과업내용 • 사용장비 및 기기현황 • 과업수행일정	• 설계도면 및 구조계산서 • 기존 정밀점검 실시결과 • 보수 · 보강이력 • 시설물의 내진설계 여부확인	• 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석 • 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석 • 주요부재 외관조사 및 결과분석 • 재료시험 및 측정결과 분석
시설물의 상태평가	안전성평가	종합평가 · 안전등급 지정	종합결론 및 건의
• 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 산정 • 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가	• 구조물에 대한 안전성평가(필요시)	• 시설물에 대한 종합적인 결과 • 책임기술자 소견	• 정밀점검 결과 • 기타 필요한 사항

나. 성과품 목록

성 과 품 목 록	납 품 부 수	비 고
1. 최종보고서	각3부	감독원 협의에 따라 조정 가능
2. 교량별 최종보고서	각3부	
3. 교량별 결함부 보수 및 보강계획서 3부(필요시)	3부	
4. 사진대지 및 외관조사망도(교량별)	각3부	
5. 보고서 CD	3장	

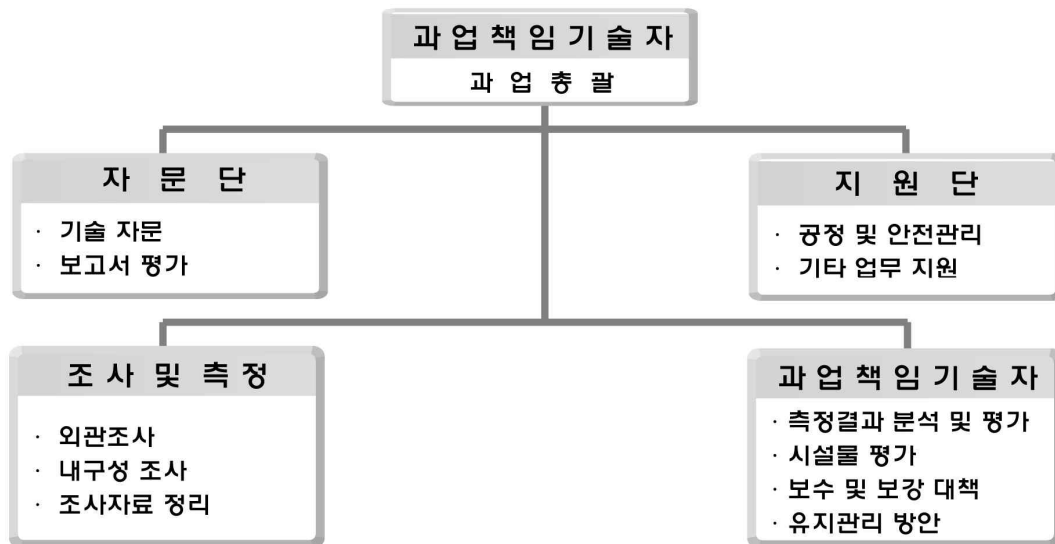
다. 관련지침 및 제기준

- “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 및 동법 시행령·규칙
- 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(2021.12) : 국토교통부
- 시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(2021.12) : 국토교통부, 국토안전관리원

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

5.2 과업참여자 명단

구분	성명	직위	주민등록번호	등급	비고
사업책임기술자	정지운	이사	810725-1*****	토목특급기술자	
분야책임기술자	서동진	부장	821205-1*****	토목특급기술자	
참여기술자	손기영	과장	920801-1*****	토목초급기술자	
	양주윤	과장	831011-2*****	토목초급기술자	
	전희균	주임	940107-1*****	안전관리초급기술자	

5.3 장비투입 계획

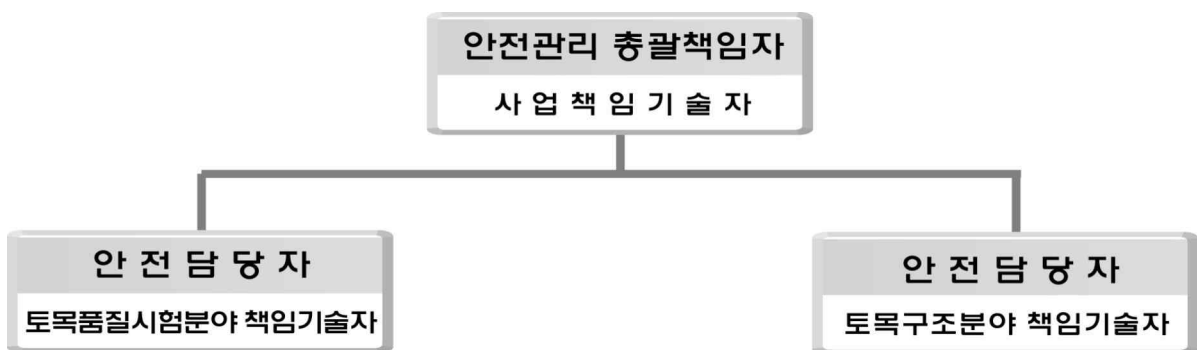
구 분	장 비 명	Model명, 규격	용 도
외 관 조 사	망 원 경	SONY DBV-50V	원거리 관찰
	줄 자	-	제원조사, 손상범위 조사
	디지털카메라	-	손상 및 전경 촬영
	균 열 경	CRACK SCALE	균열폭 측정
	점 검 차	10Ton	교량 상부구조 근접조사
	드 론	-	점검차 접근불가 구간-(필요시)
내구성 조사	Test Hammer	소형 망치	층상분리, 공동 유무 확인
	슈 미 트 햄 머	NR Type	콘크리트 압축강도 측정
	탄 산 화 측 정 기	CONKIT	콘크리트 탄산화깊이 측정
보 조 장 비	전기디스크그라인더	-	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.

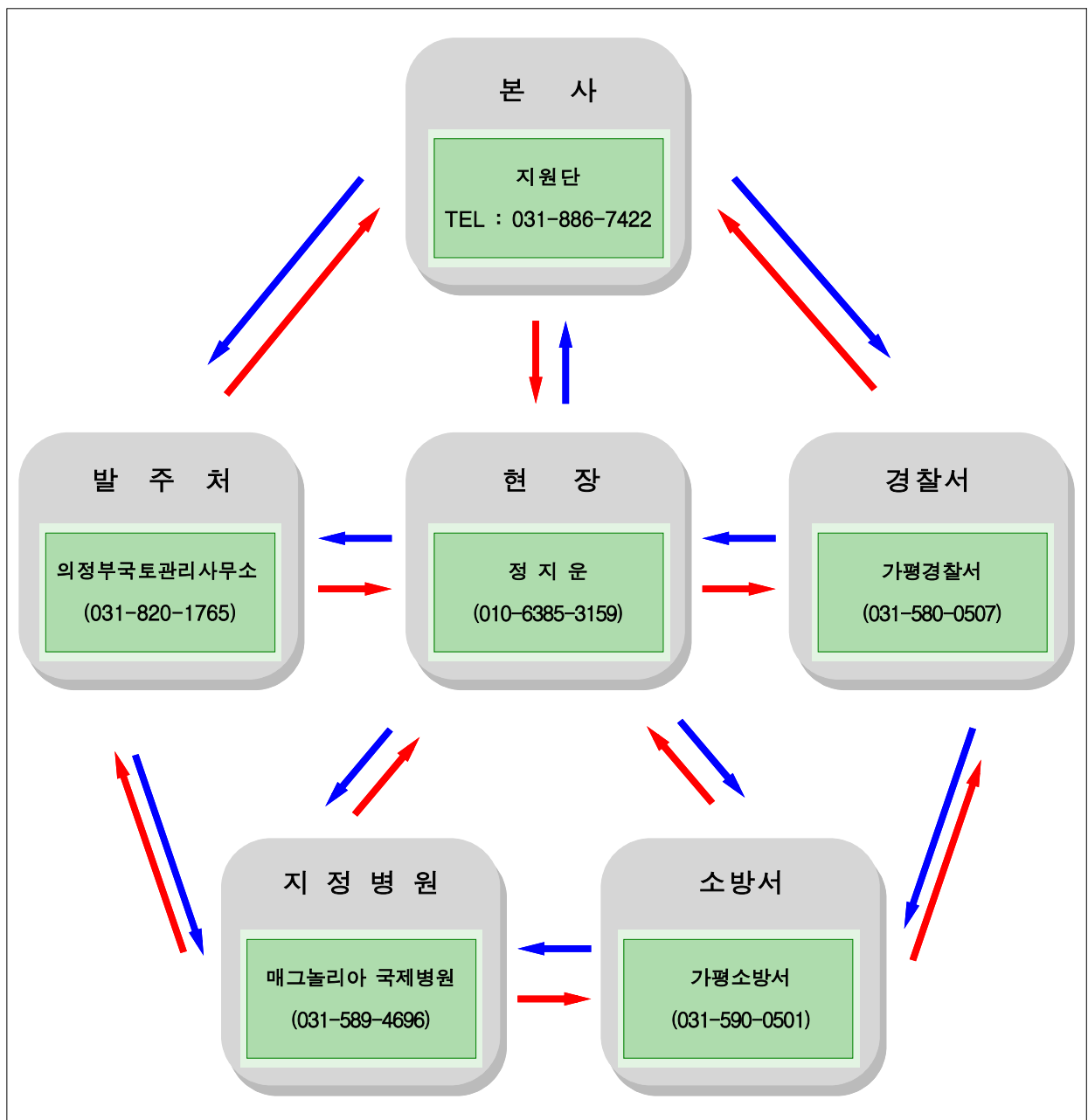
다. 안전사고의 처리

- 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



바. 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.
 - 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) 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.
- (8) 각종 측정 장비를 사용할 때 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.
- (9) 장비 사용에 있어 취급자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용할 수 없도록 한다.

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	

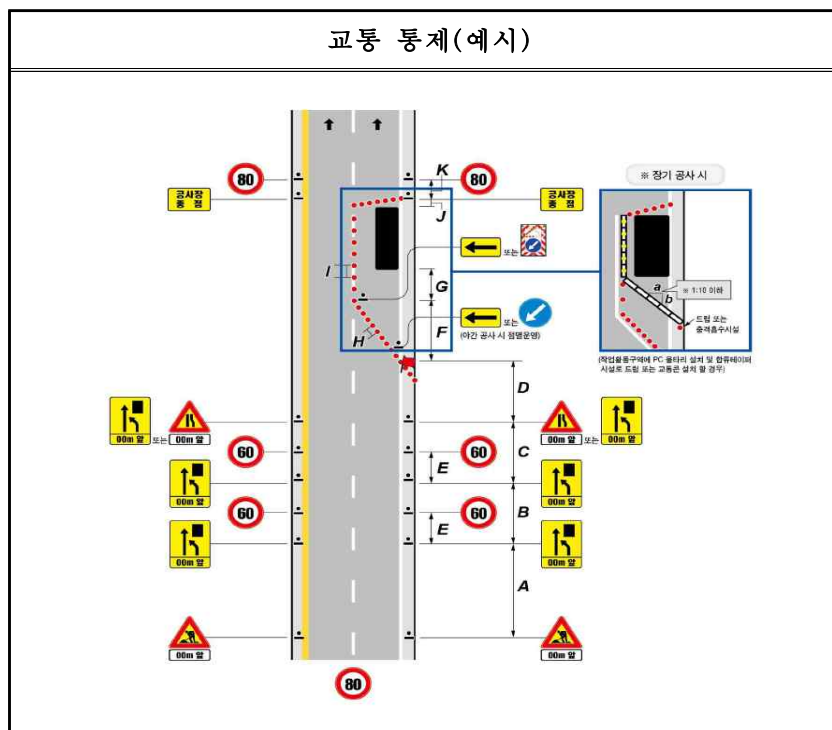
※현장 여건에 따라 조정될 수 있음.

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:

- 국토37호선 천안1교 등 6개소 정밀안전점검용역

2. 배경 및 목적

시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(국토교통부고시 제2018-45호, '18.01.18)의 제8조5항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서의 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 사전검토보고서에 수록하고자 함.

3. 과업의 범위

3.1 시설물명 : 교량 6개소

구조물명	노선	위치	제원				종별	비고
			연장(m)	형식	차선수	준공년도		
천안1교	37	가평군 설악면 천안리	40	라멘교	2	1992	3중	
천안2교	37	가평군 설악면 천안리	50	라멘교	2	1992	3중	
탐석교	37	가평군 설악면 선촌리	50	슬래브교	2	1984	3중	
소석교	46	가평군 청평면 대성리	50	PSCI	2	1994	3중	
원대교	46	가평군 청평면 대성리	25	PSCI	4	1987	3중	
하색교	46	가평군 가평읍 하색리	45	슬래브교	4	1989	3중	

4. 사전검토 내용

4.1 정밀점검 대상시설물의 실시범위

구 분	항 목		지침 및 세부지침상 점검실시 범위	금회 실시범위	비 고
주요부재	상부구조	바닥판, 거더	○	○	
	하부구조	교대 및 교각	○	○	
	받 침	교량 받침	○	○	
	기타부재	신축이음, 배수시설, 난간 및 연석, 포장	○	○	
보조부재	2차 부재	가로보 및 세로보	-	○	

과업수행 계획서

4.2 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	일부 보유	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 상부·하부 구조물도, 빔상세도 - 신축이음, 교량받침 상세도	일부 보유	
시설물 관리대장	◦기본현황, 상세제원 ◦유지관리 이력	일부 보유	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦사고이력	일부 보유	
안전점검 자료		일부 보유	
보수·보강 자료		일부 보유	

4.3 정밀안전점검 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	◦좌동
상태평가	· 외관조사 결과분석 · 현장시험 결과분석 · 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 · 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자소견(안전등급 지정)	◦좌동
보수·보강 방법	-	◦손상부재에 대한 보수방안 제시
종합보고서 작성	· CAD도면 등 종합보고서 작성	◦ 좌동

과업수행 계획서

4.4 정밀점검 기본과업 재료시험 수량

구 분	세부지침 기준		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	• 50m 마다	• 연장 50m 마다	기준수량 이상 실시
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내 : 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상 : 3~6개소 ²⁾		기준수량 이상 실시

1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

4.5 금회 과업 실시 수량

구 분		반발경도시험		탄산화 깊이 측정	연장 (m)	비고
		상부	하부			
천안1교	기준	1	1	2~3	40.0	
	적용	1	2	3		
천안2교	기준	1	1	2~3	40.0	
	적용	1	2	3		
탐선교	기준	2	2	2~3	50.0	
	적용	2	2	3		
소석교	기준	2	2	2~3	50.0	
	적용	2	2	3		
원대교	기준	1	1	2~3	25.0	
	적용	1	2	3		
하색교	기준	1	1	2~3	45.0	
	적용	1	2	3		

5. 결론

- 과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전점검의 실시범위, 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.