

1. 공통 편

제1장 서 언

1.1 과업의 목적

1.2 대상시설물 현황

1.3 과업의 범위 및 내용

1.4 과업수행 방법

1.5 사용장비

1.6 과업수행일정

제1장 서 언

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” (이하 “시특법” 이라 한다.) 제6조 및 동법 시행령 제9조의 규정에 따른 “국도21호선 장존교 등 8개소 정밀점검” 용역으로 교량의 노후상태 및 성능저하 현상, 손상정도를 조사함으로써, 공용연수 및 교통량 증가에 따른 교량의 점진적인 손상을 방지하고 내구성 및 사용성을 증진시키고, 사용수명을 연장시킬 수 있는 적절한 보수·보강대책과 향후 유지관리방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

1.2 대상시설물 현황

본 과업의 정밀점검 대상시설물인 교량의 현황은 다음과 같다.

〈표 1.2.1〉 점검 대상교량 현황

교 량 명	노 선	위 치	제 원(m)		형 식		설계 하중	준공 년도
			연 장	폭	상 부	하 부		
1 장존교	21	아산시 장존동	150.0	24.9	PSCI	구주식	DB24	2006
2 남리육교	21	아산시 배방읍 신흥리	50.0	20.9	STB	구주식	DB24	2006
3 남동과선교(상)	21	아산시 배방읍 구령리	400.0	10.5	STB	역T형	DB24	2006
4 남동과선교(하)	21	아산시 배방읍 구령리	400.0	10.5	STB	역T형	DB24	2006
5 교천교(상)	21	천안시 목천읍 교촌리	150.0	11.0	PSCI	TP	DB24	2004
6 교천교(하)	21	천안시 목천읍 교촌리	150.0	11.0	PSCI	TP	DB24	2004
7 신계1교	21	천안시 목천읍 신계리	130.0	20.5	STB	RAP	DB24	2004
8 목주교	21	천안시 목천읍 운전리	390.0	20.5	STB	RAP	DB24	2004

1.3 과업의 범위 및 내용

1.3.1 과업의 범위

- 가. 자료수집 및 분석
- 나. 현장조사 및 시험
- 다. 상태평가
- 라. 보수·보강 및 유지관리방안
- 마. 종합결론

1.3.2 과업의 내용

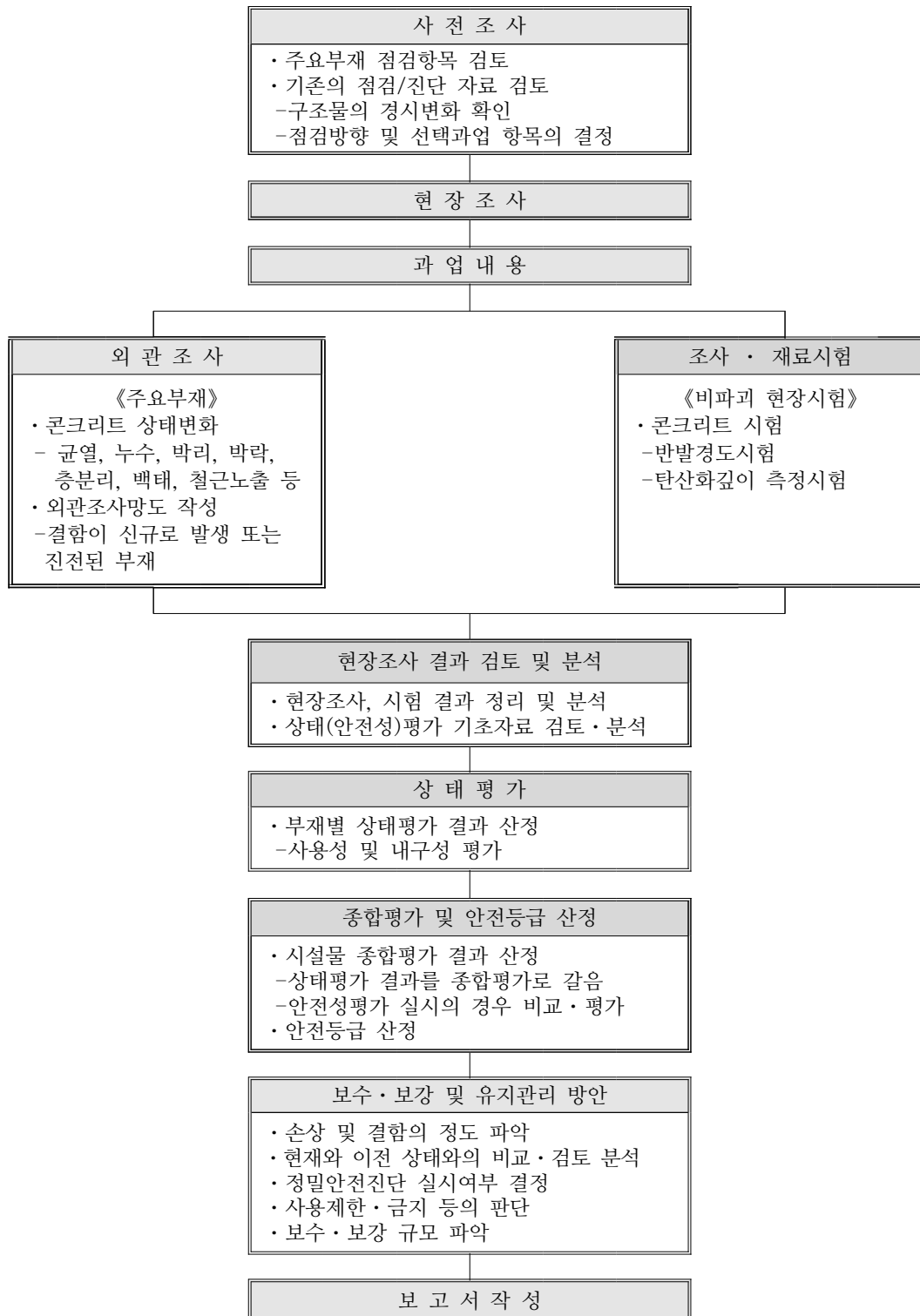
본 용역의 정밀점검시 과업의 내용은 다음 그림과 같다.

〈표 1.3.1〉 과업의 내용

과업항목	과업내용	비고
자료수집 및 분석	· 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 · 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면 · 재료증명서, 품질시험기록, 계측자료 등 · 시설물관리대장 · 기존 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 검토·분석 · 보수·보강이력 검토 및 분석	
현황조사 및 시험	· 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 구조물: 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 · 간단한 현장 재료시험 등 - 콘크리트 비피괴강도(반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정	
상태평가	· 외관조사 결과분석 · 현장 재료시험 결과 분석 · 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 · 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견(안전등급 지정)	
보수·보강 및 유지관리 방안	· 시설물의 상태평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위에 대해 적절한 보수·보강방안 제시 · 보수·보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등 · 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항	
보고서 작성	· 공통편 보고서 작성	

1.4 과업수행 방법

본 용역의 정밀점검시 과업수행흐름은 다음 그림과 같다.



〈그림 1.4.1〉 과업수행흐름도

1.5 사용장비

본 과업을 수행하기 위하여 사용한 주요 점검장비는 다음과 같다.

〈표 1.5.1〉 사용장비 목록

장 비 명	규 격	용 도	활 용 방 법	사 진
Schmidt Hammer	N형 (R-7500)	내구성조사	반발경도법에 의한 콘크리트압축강도 추정	
페놀프탈레인용액	-	내구성조사	탄산화시험	
버니어캘리퍼스	150mm	내구성조사	탄산화시험	
크랙 확대경	PSM-20	외관조사	균열폭 측정	
Crack Gauge	1/100mm	외관조사	균열폭 측정	
카메라	Kenox X1	외관조사	현장사진촬영	
줄자	5m, 50m	외관조사	균열길이측정 및 규격조사	
사다리	7m	외관조사	접근장비	
점검망치	-	외관조사	외관조사	
교량점검차	-	외관조사	접근장비	
고소작업차	-	외관조사	접근장비	

1.6 과업수행일정

▣ 과업수행기간 : 2014년 4월 30일 ~ 10월 26일(180일간)

〈표 1.6.1〉 과업수행 공정표

항 목 \ 기 간	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1. 현장답사, 계획 및 자료수집						
2. 현장조사 · 외관조사 · 비파괴시험						
3. 현장조사 자료 정리·분석						
4. 상태평가 및 안전등급 평가						
5. 보수·보강 및 유지관리방안						
6. 공통편 보고서 작성						
7. 보고서 인쇄 및 제출						

제2장 외관조사 및 상태평가

2.1 개 요

2.2 사용기호의 정의

2.3 외관조사 방법

2.4 상태평가 방법

제2장 외관조사 및 상태평가

2.1 개 요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태 변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 따라 고시된 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검 및 정밀안전진단 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

본 장은 정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 시설물의 평가체계에 따라 평가결과를 산정하는 절차를 정리·예시하였다. 안전점검 및 정밀안전진단 수행 책임기술자는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)』의 상태평가 기준 및 절차에 따라 조사 및 평가하는 것을 원칙으로 한다.

다만, 본 장에 기술되지 않은 결함 및 손상이 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 상태평가 기준 및 평가유형을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한, 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있으며, 본문에서는 각 시설물의 구성 부재별로 외관조사망도를 작성하여 향후 시설물의 점검 및 유지관리시에 효율적으로 활용할 수 있도록 정리하였다.



교량 점검차를 이용한 외관조사 전경



고소작업차를 이용한 외관조사 전경

〈그림 2.1.1〉 외관조사 전경

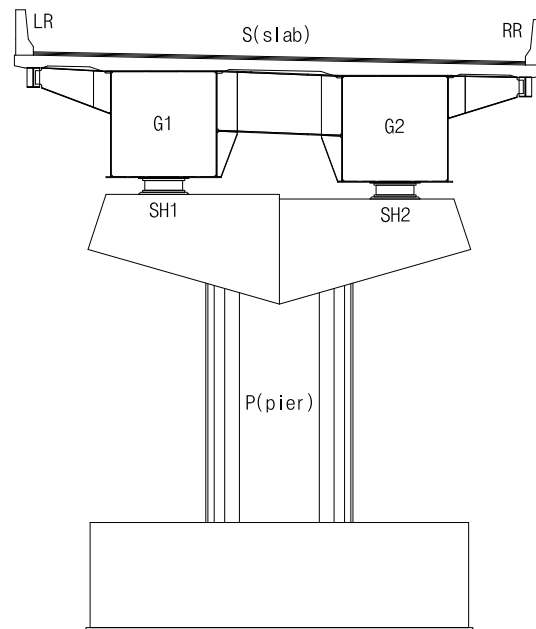
2.2 사용기호의 정의

2.2.1 교량기호의 정의

대상시설물의 정밀점검을 수행하면서 교량점검의 효율성과 점검의 통일성을 기하기 위하여 다음 표와 같이 각 위치별, 부재별 기호 부여 및 손상표시범례를 설정하였다.

〈표 2.2.1〉 교량기호의 정의

부 재 구 분				사 용 기 호	비 고
교량	상부구조	공통	경 간 거 더 받침장치 신축이음부 좌측난간 우측난간	S G SH Exp. LR RR	Span(Slab) Girder Bearing(Shoe) Expansion Joint Left Rail Right Rail
	하 부 구 조		교 각 교 대	P A	Pier Abutment

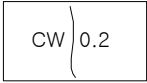
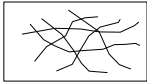
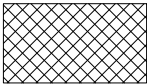
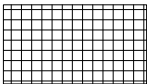
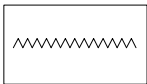
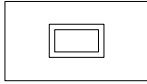
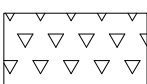
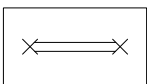
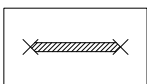
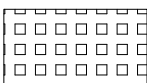
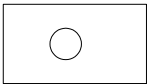


■ 각 부재별 고유번호 표기방법

- 경 간(Span) : 시점으로부터 S1, S2 . . .
- 거 더(Girder) : 시점에서 종점을 바라보고 좌측에서 부터 G1, G2 . . .
- 교 각(Pier) : 시점으로부터 P1, P2 . . .

2.2.2 교량 손상표시 범례

〈표 2.2.2〉 교량 손상표시범례

	균열		망상균열
	재료분리		펀칭 또는 공동
	박리, 파손		시공이음 분리, 층분리
	받침장치		백태
	철근 노출		철근 부식
	신축이음 본체		철판보강부
	배수구		기타

2.3 외관조사 방법

2.3.1 개 요

균열 현미경이나 점검망치 등의 간단한 도구와 육안점검에 의해 실시되는 외관조사는 구조물의 안전성과 사용성을 확보하기 위해 선행되는 상태평가 조사이다. 이 상태평가의 목적은 재료의 불균일, 시공의 부적절, 환경의 영향 및 구조성능 미흡으로 인하여 발생할 수 있는 구조물의 성능저하 현상의 조기탐지 및 이에 대한 억제 대책을 유도하고 나아가 합리적인 유지관리 대책과 보수·보강 대책을 수립하여 내구성 및 내하력 증진을 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

본 점검대상 시설물의 외관조사는 각 부재별로 각각 나누어 직접 접근장비(점검차 및 사다리 등)를 이용하여 대상 부재에 가능한 근접하여 조사를 실시하였다. 점검대상 부재는 육안 관찰을 기본으로 하여 실시하였으며, 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열확대경, 줄자 등을 이용하여 상세히 조사하였다. 또한, 조사된 손상은 카메라를 이용하여 손상현황을 기록하였다.

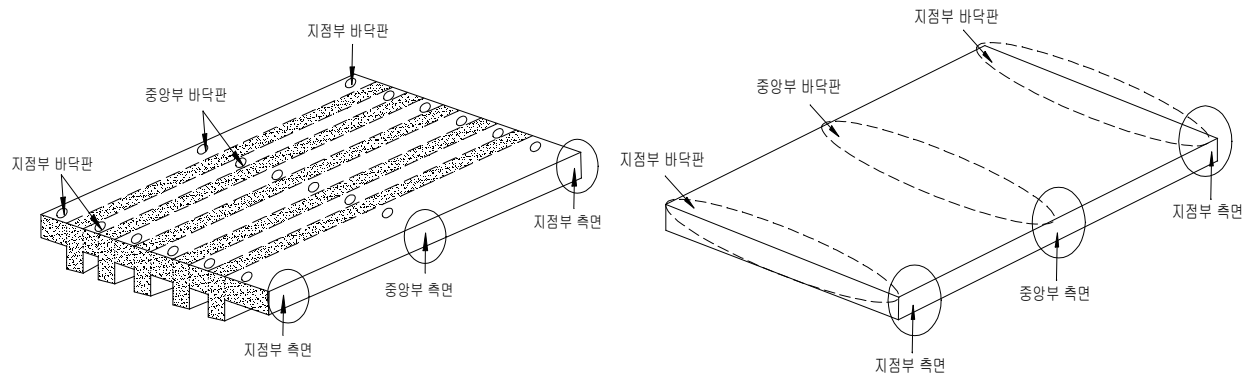
외관조사시 손상 또는 결함의 정도를 육안점검에 의하여 실시하였기 때문에 조사자의 주관적인 판단 등에 의해 발생하는 차이를 최소화하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12), 교량」을 기준으로 손상정도는 a, b, c, d, e의 5가지 등급으로 분류하여 적용하였고, 점검항목의 체계화를 위하여 구조물 항목별로 평가를 실시하였다.

2.3.2 교량 외관조사 방법

가. 콘크리트 바닥판

〈표 2.3.1〉 바닥판 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
공통		• 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 • 재료분리(공동, 공극) • 누수 및 백태(유리석회)
거더교		• 균열, 망상균열
바닥판, 라멘상부	받침부(단부)	• 부스러짐 • 사인장균열
	중앙부	• 휨균열



〈거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위〉

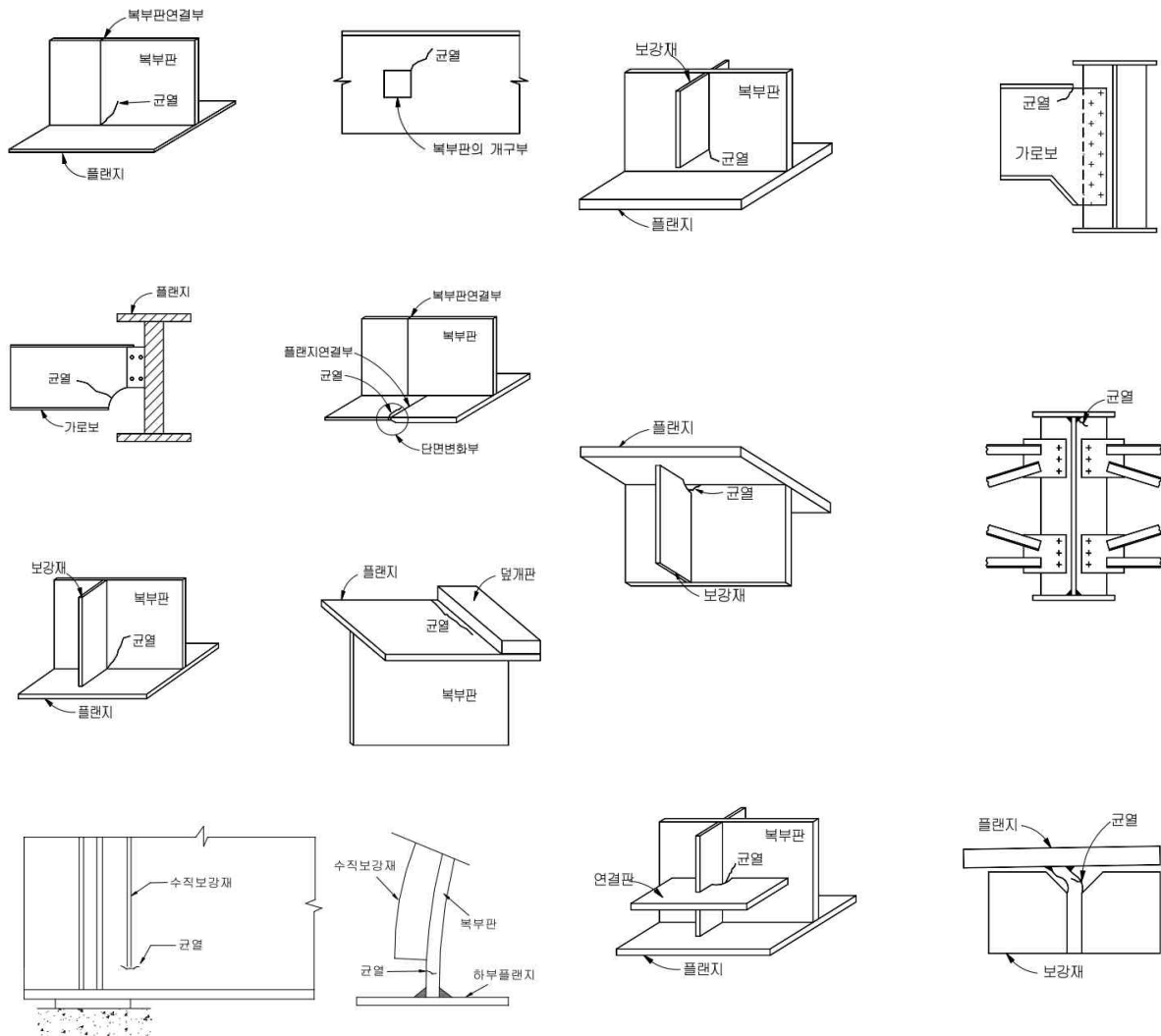
〈거더가 없는 경우의 바닥판 점검부위〉

〈그림 2.3.1〉 거더 유무에 따른 바닥판의 점검부위

나. 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑)

〈표 2.3.2〉 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑)의 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
공통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 • 이상음 발생
피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	• 피로균열
받침부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 받침연결부 부식 • 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
중앙부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
주탑	• 주탑하단부 연결볼트 부식 및 파단
보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열
부재연결판	• 트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결판의 부식, 균열 및 변형 • 사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결판의 부식, 균열 및 변형



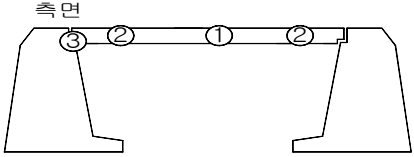
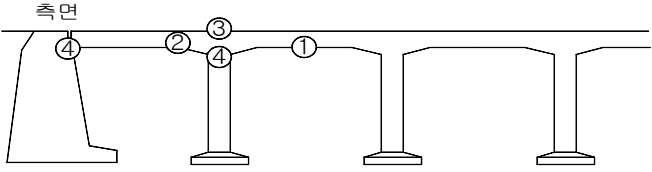
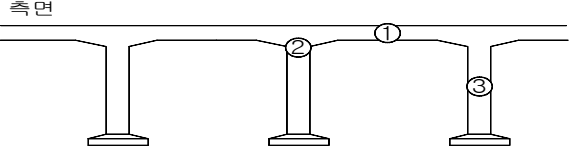
〈그림 2.3.2〉 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세

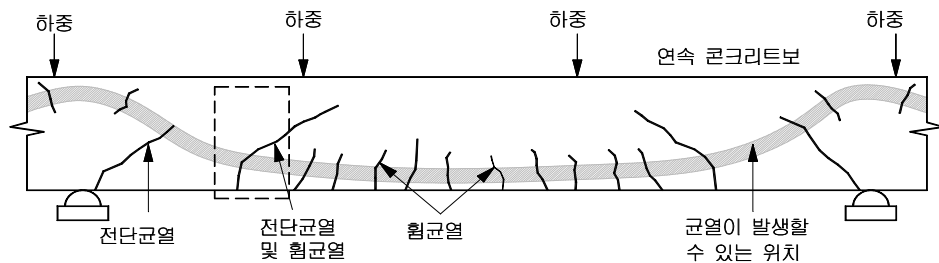
다. 철근콘크리트 거더

〈표 2.3.3〉 거더 및 가로보 점검부위 및 손상종류

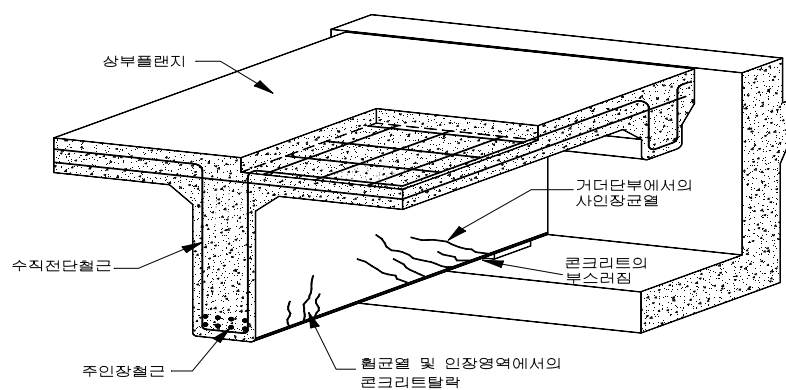
점 검 부 위	손 상 종 류
공통	• 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
반침부	• 부스러짐 • 복부 사인장 균열
중양부	• 횡방향 균열

〈표 2.3.4〉 구조형식별 점검부위

구조형식	점 검 부 위	비 고
단순보		① 지간중앙부 ② 지간 1/4부 ③ 받침부
연속보 게르버보		① 지간중앙부 ② 변곡점부(약L/4) ③ 교각상부 ④ 받침부
라멘보		① 지간중앙부 ② 우각부 ③ 교각부



〈그림 2.3.3〉 콘크리트 거더에 발생하는 균열의 유형과 위치

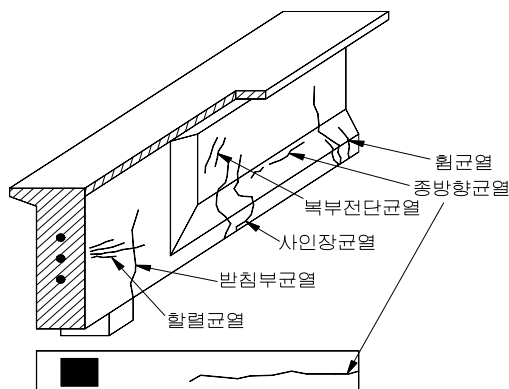


〈그림 2.3.4〉 철근콘크리트 거더의 점검부위

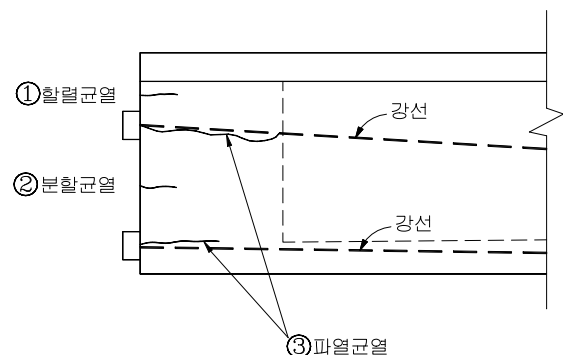
라. 프리스트레스 콘크리트 거더

〈표 2.3.5〉 프리스트레스 콘크리트 거더 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
공통	· 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태
받침부	· 부스러짐 · 복부 사인장 균열 · 연속교 상단 휨균열 · 격벽 개구부 모서리 균열
중앙부	· 휨균열, 거더처짐 · 쉬스관 노출 및 파손 · 박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 · 시공이음부 균열 및 누수
강선정착부	· 정착부 균열 및 파손



〈PSC I빔의 점검부위〉



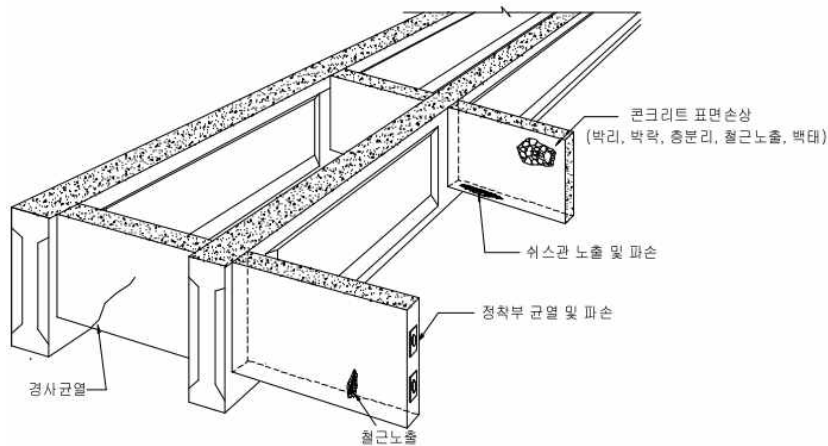
〈정착구역의 국부균열〉

〈그림 2.3.5〉 프리스트레스 콘크리트 거더의 균열발생

마. 콘크리트 가로보

〈표 2.3.6〉 콘크리트 가로보 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
공통	· 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
철근콘크리트 가로보	· 박락(파손), 철근노출 · 경사균열(거더의 상대처짐 의심)
프리스트레스 콘크리트 가로보	· 쉬스관 노출 및 파손 · 정착부 균열 및 파손

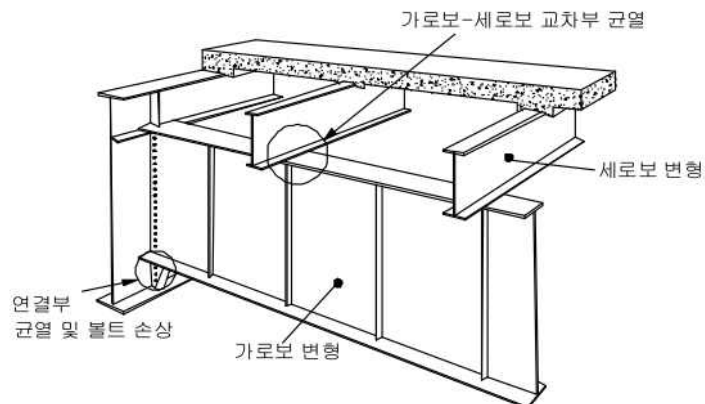


〈그림 2.3.6〉콘크리트 가로보 점검부위 및 점검사항

바. 강 가로보와 세로보

〈표 2.3.7〉강 가로보와 세로보 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
공통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 이상음 발생
피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	• 피로균열
2차부재	• 가로보, 세로보, 브래킷 및 브레이싱 변형 • 하중집중점, 가로보와 세로보 교차부 균열 • 거세트판 용접부 끝부분 균열
보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

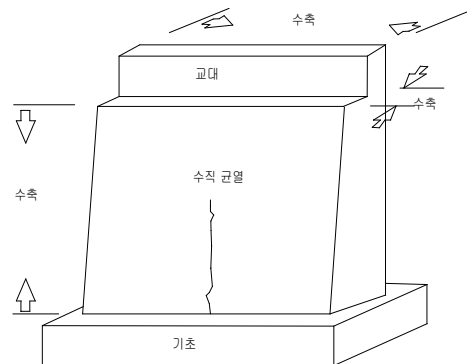


〈그림 2.3.7〉강 가로보와 세로보 점검부위 및 점검사항

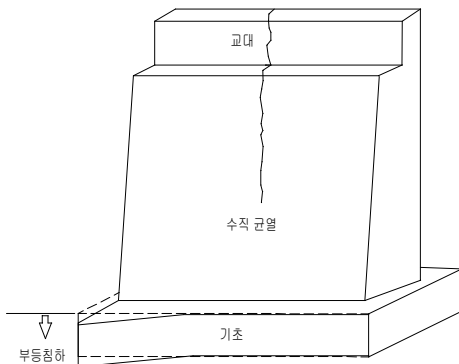
사. 교대

〈표 2.3.8〉 교대 점검부위 및 손상종류

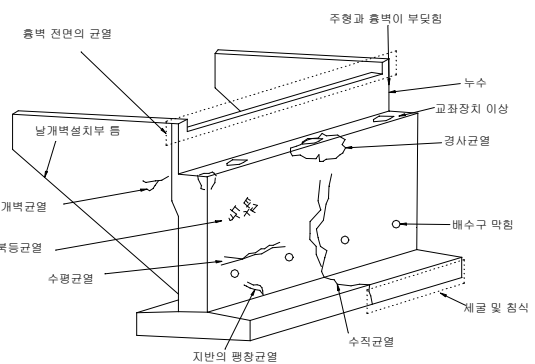
점 검 부 위	손 상 종 류
공통	- 교대 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
두부(Coping)	- 두부 물고임 - 받침부 균열 및 파손 - 두부와 홍벽 경계부 균열 - 거터와 홍벽 신축유간 부족
벽체	- 수직균열 및 침하 - 구체와 날개벽 분리 - 구체부 배수구 막힘 - 수면접촉부 침식
날개벽(옹벽 포함)	- 날개벽 이동, 전도 - 석축이 있는 경우 사면붕괴



〈온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열〉



〈부등침하로 인한 교대의 수평균열〉



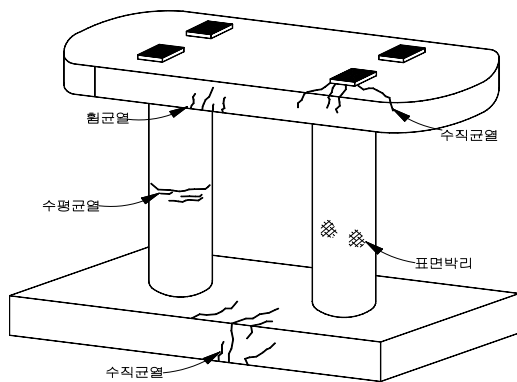
〈교대의 점검부위〉

〈그림 2.3.8〉 교대의 점검부위

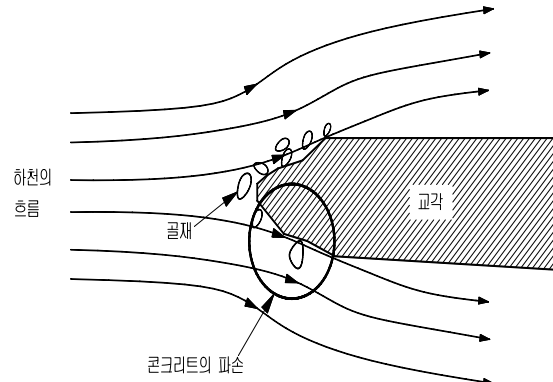
아. 콘크리트 교각

〈표 2.3.9〉 콘크리트 교각 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
공통	• 교각 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
두부(Coping)	• 두부 물고임 • 받침부 하부 균열 및 파손
구체	• 시공이음부 균열 • 이동 또는 기울음 • 수면접촉부 침식



〈콘크리트 교각의 점검부위〉



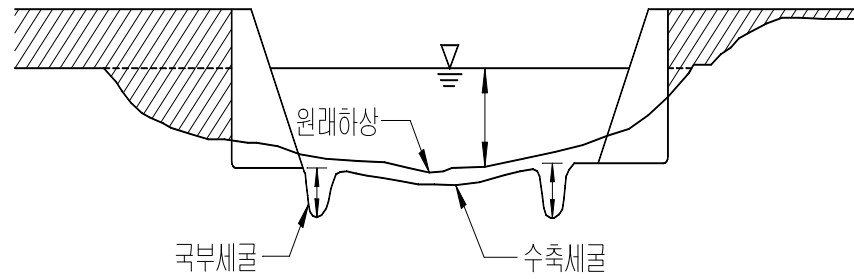
〈유수에 의한 콘크리트 교각의 침식〉

〈그림 2.3.9〉 교각의 점검부위

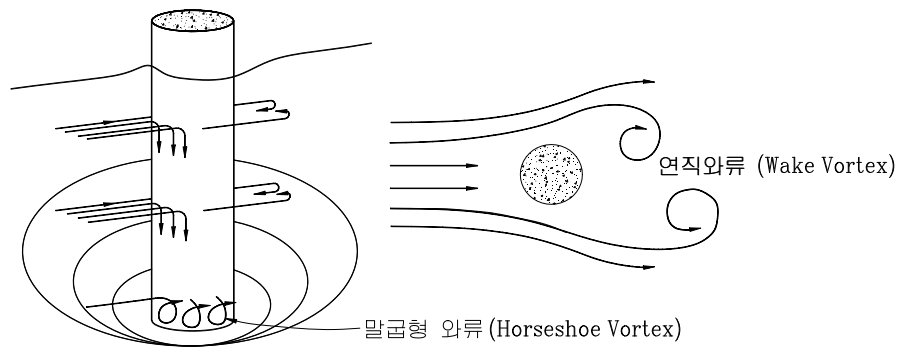
자. 기초

〈표 2.3.10〉 기초 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
공통	• 박리, 박락, 철근노출, 백태 • 침식, 세굴, 측방유동, 침하 • 하부구조물 기울음 및 전도
직접기초	• 콘크리트 균열 및 파손
말뚝기초	• 말뚝 노출 및 침식
케이슨기초	• 케이슨 노출 및 침식 • 충돌파손



〈수축세굴과 국부세굴〉



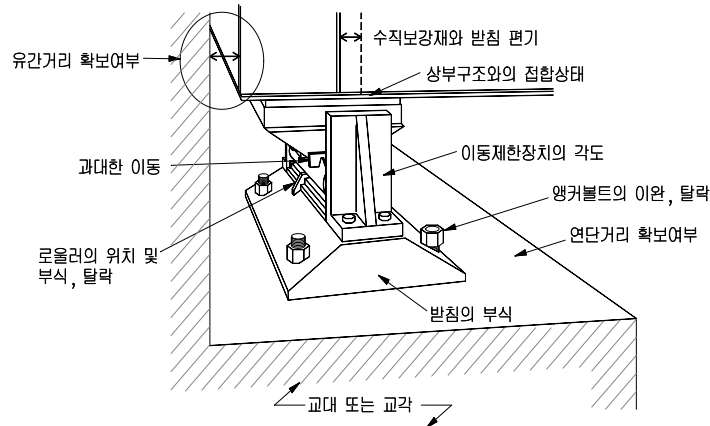
〈원형기초의 국부세굴〉

〈그림 2.3.10〉 기초의 세굴

차. 받침장치

〈표 2.3.11〉 받침장치 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
본체	공통	· 가동받침의 신축유간 부족 · 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 · 받침과 거더의 밀착상태 · 수직보강재와 받침 편기상태 · 받침 물고임 및 부식
	강재받침	· 가동면 부식 · 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	탄성받침	· 부풀음 및 갈라짐 · 고무판의 과도한 변형
받침 콘크리트		· 앵커볼트 파손, 절단 · 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 · 교각두부 균열



〈그림 2.3.11〉 받침장치 점검부위

(1) 받침장치 연단거리

- 설계기준

받침장치의 연단거리 $S(\text{mm})$ 는 다음 식에 의해 산정된다. (L : 경간길이(m))

- 지간거리가 100m 이하인 경우 : $S = 20 + 5L$
- 지간거리가 100m 이상인 경우 : $S = 30 + 4L$

- 받침장치에 따른 연단거리

a) 강재 받침	b) 고무 받침	c) 사교 및 곡선교

(2) 받침장치의 신축량

- 받침의 신축량 검토

$$\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_s + \Delta l_c + \Delta l_r$$

여기서, Δl_t : 온도 변화에 의한 이동량

Δl_s : 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량

Δl_c : 콘크리트의 크리프에 의한 이동량

Δl_r : 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

- 온도변화에 의한 신축량

〈표 2.3.12〉 가동받침의 이동량 산정시 온도변화 및 선팅창 계수

교량 종류	온도 변화		선팅창 계수 (/°C)
	보통지방	한냉지방	
PSC 교, RC 교	-5°C ~ +35°C	-15°C ~ +35°C	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10°C ~ +40°C	-20°C ~ +40°C	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	-10°C ~ +50°C	-20°C ~ +40°C	1.2×10^{-5}

※ 도로교 설계기준(2010) 제 2장 설계일반사항 표 2.1.17

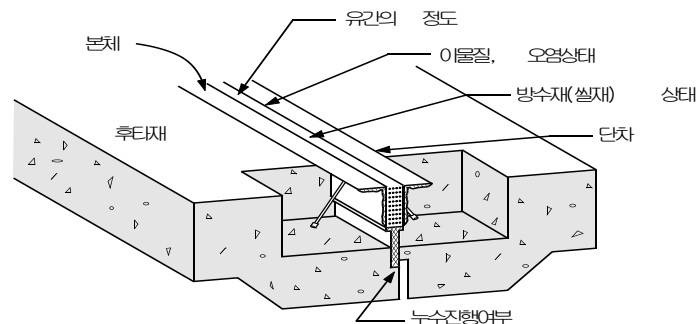
· 계산 이동량 : $\Delta l = \alpha \Delta T L$ α : 선팅창 계수 ΔT : 온도변화

· 설계 이동량 = 계산 이동량 + 설치 여유량 + 부가 여유량

카. 신축이음

〈표 2.3.13〉 신축이음 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
본체	공동	· 충격음, 본체유동 및 파손 · 누수 · 유간부족 및 유간과다 · 유간 오물퇴적
	고무재	· 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	강재	· 강재 연결부 이완 및 파손
후타재		· 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) · 균열 및 파손



〈그림 2.3.12〉 신축이음 점검부위

타. 교면포장

〈표 2.3.14〉 교면포장 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
공통	아스팔트	• 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모
	콘크리트	• 균열, 마모, 박리, 파손
신축이음 전후, 구조물 경계부		• 단차, 파손
곡선부, 중차량 통행차로		• 마모, 바퀴자국
배수구 주변		• 물고임

파. 배수시설

〈표 2.3.15〉 배수시설 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
배수구(유입구) - 뚜껑(그레이팅)	• 뚜껑파손 및 주변파손, 누락 • 오물퇴적, 막힘 • 배수구의 설치높이가 높음 • 배수구 설치위치 불량 • 배수구 설치간격 넓음
배수관	• 관의 연결부 어긋남, 파손 • 이물질에 의한 막힘 • 지지철물의 이완 및 파손 • 배수관 길이 부족(짧음) • 유출구 위치 부적절(도로구간)

하. 난간 및 연석

〈표 2.3.16〉 난간 및 연석 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
난간 및 연석	강재, 알루미늄	• 강재의 경우 도장 손상 및 부식 • 난간과 상판연결부의 결함, 파손 • 전체적인 처짐 및 선형불량
	철근 콘크리트	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

2.4 상태평가 방법

2.4.1 교량 상태평가 항목 및 기준

가. 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화와 염화물에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다. 다만, 본 장에서는 정밀점검의 기본과업에 대하여 용역을 수행하였으므로 선택과업인 염화물함유량은 포함되지 않았다.

교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 조정하였다.

〈표 2.4.1〉 부재별 상태평가 적용범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받침	받침장치	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화, 염화물	a, b, c, d

부재별 상태평가는 전체수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

나. 부재별 상태평가 기준

1) 콘크리트 바닥판

〈표 2.4.2〉 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

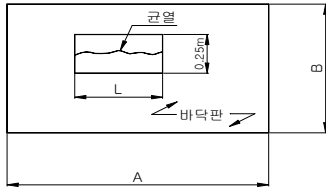
기준	균 열		열화 및 손상
	1방향균열	2방향균열	
a	• 균열폭 0.1mm 미만	• 망상균열폭 0.1mm 미만	• 없음
b	• 균열폭 0.1mm이상~0.3mm 미만 • 균열율 2%미만	• 망상균열폭 0.1mm이상~0.3mm 미만	• 표면 손상면적 2%미만
c	• 균열폭 0.3mm이상~0.5mm 미만 • 균열율 2%이상~10%미만	• 망상균열폭 0.3mm 이상	• 표면 손상면적 2%이상~10%미만 • 철근부식 손상면적 2%미만 • 데크플레이트 박리 및 누수발생
d	• 균열폭 0.5mm이상~1.0mm 미만 • 균열율 10%이상~20%미만	• 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	• 표면 손상면적 10%이상 • 철근부식 손상면적 2%이상 • 데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식발생
e	• 균열폭 1.0mm이상 • 균열율 20%이상	• 망상균열에 의한 박리가 발생 하여 편칭파괴 발생 가능성 있음.	• 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 모든 교량형식이 RC 및 PC바닥판과 RC 및 PSC 박스거더교량의 상부플랜지의 상태평가에 적용한다.
- 1방향균열의 경우 0.3mm미만의 균열평가 기준을“b”로 1.0mm이상의 균열과 균열을 20%이상인 상태를“e”로 평가한다.
- 2방향균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생시 평가기준을“d”, 편칭파괴의 발생 가능성이 있으면“e”로 평가한다.
- “열화 및 손상” 손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식에 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.
- 표면손상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식 손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.
- PSC 박스거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부 플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.
- 균열율은 폭 0.2mm이상의 균열을 대상으로 산정한다.
- 바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.
- 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용 균열폭을 참고하였다.

주1) 균열을 산정 방법

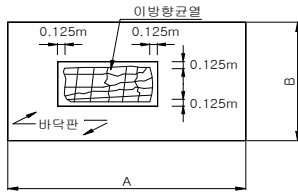
• 1방향 균열인 경우



- 균열발생 면적은 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며,
- 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \quad \%$$

• 2방향 균열인 경우



- 균열 발생면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후, 점선내 면적인(가로길이 + 0.25m) × (세로길이 + 0.25m)로 구한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \quad \%$$

주2) 표면손상에 대한 면적을 산정 방법

$$\text{표면손상면적율}(\%) = \frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

주3) 철근부식 손상면적율 산정 방법

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

2) 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑)

〈표 2.4.3〉 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑) 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결볼트 이완 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2%미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장탈락 면적 10% 미만 · 부식발생 면적 2% 미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 보조부재의 전반적 변형 및 파단 · 주부재의 국부적 변형 · 주탑하단부 연결볼트 부식	· 보조부재 2%이상~10%미만 · 주부재 2%미만	· 주부재의 심한 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락	· 도장탈락 면적 10% 이상 · 부식발생 면적 2% 이상~10%미만
d	· 주 부 재 의 전반적 균열	· 주부재의 전반적 변형 및 파단 · 좌굴에 의한 주부재 변형 · 주탑 하단부 연결볼트 파단	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상~10%미만	· 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	· 부식발생면적 10%이상 · 부식에 의한 단면 손상면적 10% 미만
e	· 균열이 주부재 단면의 20% 이상 진전	· 좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	· 주부재 10%이상	· 인장플랜지 용접연결부 균열진전으로 인해 연결 기능 상실	· 부식에 의한 단면 손상 면적 10% 이상

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 강 바닥판, 강 거더, 강 교각 및 케이블 교량의 보강형과 강 주탑의 상태평가에 적용한다.
- 강재 거더에 대한 상태평가지 용접연결부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.
- 주부재라 함은 바닥판(거더)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 강박스의 경우 상, 하부 플랜지, 복부판, 종리브, 지점부 격벽은 주부재이며, 수평/수직보강재, 횡리브는 보조부재이다.
- 용접불량의 종류를 내하력저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식발생면적과 도장탈락면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장탈락은 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하며, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.
- 강 주탑의 경우 케이블 정착구와 새들은 케이블 시스템에 포함하여 평가하며, 주탑 본체는 강 교각의 평가기준을 적용한다. 강 주탑 평가시 보조주탑 및 기초와의 연결부 볼트의 부식 및 파단에 대한 손상항목을 추가한다.
- 하중이 집중되는 부재연결판(트러스교의 현재, 사재, 수직재, 아치교의 아치부재, 수직재, 케이블 교량의 케이블 정착구)에 심한 부식, 균열, 변형과 같은 손상이 발생된 경우에는 연결판의 안전성을 별도로 평가한다.

3) 철근콘크리트 거더

〈표 2.4.4〉 철근콘크리트 거더 상태평가 기준

등급	균열	열화 및 손상
a	· 균열폭 0.1mm 미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 RCT거더교, 라멘교 및 프리플렉스교의 거더와 RC박스거더교의 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- 철근콘크리트 부재의 경우 재료 및 구조적 특성 상 어느 정도의 균열을 동반하는 구조체이며, 사인장균열과 휨균열 및 기타 균열을 구분하지 않고 하나의 평가 기준을 적용하였다.
- 0.1mm미만의 균열은 콘크리트 부재에 흔히 발생할 수 있는 미세균열로써 평가기준을 “a”로 분류하였고, 1.0mm이상의 균열은 구조적 균열로써 “e”로 분류하였다.
- 철근콘크리트 거더에 발생한 손상의 경우, 철근에 영향을 미치지 않을 경우에는 표면손상으로, 철근노출 및 열화로 인해 철근부식의 가능성이 있을 경우에는 철근부식손상으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.

4) 프리스트레스 콘크리트 거더

〈표 2.4.5〉 프리스트레스 콘크리트 거더 상태평가 기준

등급	균열	열화 및 손상
a	· 없음	· 없음
b	· 균열폭 0.2mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.2mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 0.5mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안전성 저하

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- 프리스트레스 콘크리트 거더의 경우에는 텐던으로 인해 철근콘크리트 거더보다 균열 발생 가능성이 적으므로 균열의 평가 기준을 중앙부(휨) 균열, 받침부(사인장) 균열 및 정착부 균열로 구분하지 않고 하나의 평가 기준을 적용한다.
- 프리스트레스 콘크리트 거더의 단부 콘크리트가 파손이 심하거나 정착부 파손으로 안정성이 저하되는 경우 평가기준을 “e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- PSC 부재는 균열이 발생하지 않도록 설계하므로, 균열이 없을 경우의 평가기준은 “a”로, 0.5mm이상의 균열이 발생할 경우 내하력 저하로 인한 거더의 안전성이 우려되므로 “e”로 분류한다.
- PSC 박스거더의 경우 하부플랜지와 복부는 거더로 평가하며, 상부플랜지는 바닥판으로 평가한다.
- 부재에 발생한 손상은 콘크리트 부분에 국한된 표면손상과 철근노출, 탄산화 및 염화물로 인한 철근부식 가능성이 있는 철근부식 손상으로 구분하여 평가한다.

5) 콘크리트 가로보

〈표 2.4.6〉 콘크리트 가로보 상태평가 기준

등급	균열	열화 및 손상, 철근부식
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.5mm이상	· 표면손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	-	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 콘크리트 교량의 RC 및 PSC 가로보와 라멘교의 기둥과 기둥사이를 연결하는 중간보의 상태평가에 적용한다.
- 2차부재인 철근콘크리트 가로보의 경우, 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 부재에 발생한 손상은 콘크리트 부분에 국한된 표면손상과 철근노출, 탄산화 및 염화물로 인한 철근부식 가능성이 있는 철근부식 손상으로 구분하여 평가한다.

6) 강 가로보와 세로보

〈표 2.4.7〉 강 가로보와 세로보의 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결볼트 이완 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2%미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장탈락 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형 · 변형 및 충격에 의한 손상발생	· 보조부재 2%이상~10%미만 · 주부재 2%미만	· 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입 부족, 용접누락	· 도장손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2% 이상 ~ 10% 미만 · 부식에 의한 단면 손상면적 2% 미만
d	· 주부재의 전반적 균열	· 주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 · 부재의 파단발생	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상	· 인장 플랜지용 접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면손상면적 2% 이상
e	-	-	-	-	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 강 I거더교, 플레이트 거더교, 강박스거더교, 트러스교, 아치교 및 케이블폴량의 강 가로보와 세로보의 상태평가에 적용한다.
- 2차부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- 주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 경우 상, 하부 플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.
- 용접연결부 결함에 대한 상태평가 기준을 용접불량의 종류에서 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식 발생면적과 도장 손상면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장손상은 도장탈락, 변색 등 강재를 보호하는 도장의 기능이 저하된 상태를 말하며, 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하고, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

7) 교대

〈표 2.4.8〉 교대 상태평가 기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상
a	· 구체 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 구체 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적이 2% 미만 · 앵커블록 내부 결로 발생
c	· 구체 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 교대와 날개벽 사이에 폭 1.0mm이상의 균열발생	· 표면손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2% 미만 · 앵커블록 내부 결로에 의한 체수
d	· 구체 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 날개벽 기울음 및 손상 심화(배면토 유출) · 기초의 부등침하로 인한 구체 기울음	· 표면 손상면적이 10% 이상 · 철근부식 손상면적 2% 이상
e	· 구체 균열폭 1.0mm이상 · 날개벽 전도 위험 있음 · 부등침하로 인한 교대 안전성 저하	· 코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성이 있음 · 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.
- 균열폭에 관한 상태평가 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우“e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태평가기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부구조물 중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.
- 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.

8) 콘크리트 교각

〈표 2.4.9〉 콘크리트 교각 상태평가 기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상, 철근부식
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적이 2% 미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10% 미만 · 철근부식 손상면적 2% 미만
d	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 기초의 부등침하로 인한 교각 기울음	· 표면 손상면적이 10% 이상 · 철근부식 손상면적 2% 이상
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 부등침하로 인한 교각 안전성 저하	· 코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음. · 심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태평가에 적용한다.
- 열화 및 손상의 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e”로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

9) 기초

〈표 2.4.10〉 기초 상태평가 기준

등급	기초(직접, 말뚝, 케이슨)손상	지반의 안정성
a	· 없음	· 없음
b	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm미만의 균열 발생	· 매립된 직접기초(확대기초)와 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm이상의 균열 및 단면손상 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	· 침하가 20mm미만 발생 · 세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨
d	· 직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근 노출 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 철근노출 발생	· 침하가 20mm이상 발생 · 세굴에 의해 말뚝 및 케이슨 기초가 전반적으로 노출됨 · 기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	· 기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구조물의 안전성 저하	· 기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인한 상부구조의 단차 및 파손 발생

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.
- 기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함등이 있으며, 지반의 안정성 항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가 항목이 된다.
- 기초의 침하는 20mm 미만이 발생하면 평가기준은 “c”, 20mm 이상이 발생하면 “d”로 평가한다.
- 지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은 “c”로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 “d”로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 “e”로 평가한다.

10) 받침장치

〈표 2.4.11〉 받침장치 상태평가 기준

기준	받침본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	· 외부 도장탈락 및 부식 · 도장탈색, 먼지 쌓임	· 부분적 박리, 탈락등 손상
c	· 측면 부풀음 · 받침두께의 0.3배 미만의 전단 변형	· 미끄럼판 부식발생 · 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	· 받침콘크리트에 0.3mm이상 균열발생 · 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	· 고무재 파손 및 단자, 균열 심화 · 받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만 · 받침의 신축기능 불량	· 받침본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 · 받침 본체 파손 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만	· 받침 콘크리트 파손 및 하부 공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	· 받침, 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상	· 받침 신축기능 불량으로 인하여 거더 등 주부재의 파손발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상 · 작동불능 상태	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 강재 및 탄성받침의 상태평가에 적용하며, 기타 특수받침의 경우에도 본 상태평가 기준을 준용한다.
- 받침 본체는 상태평가 기준 범위는 “a~e”를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 “a~d”로 한다.

11) 신축이음

〈표 2.4.12〉 신축이음 상태평가 기준

기준	본 체	후타재
a	• 없음	• 양호
b	• 토사, 이물질 퇴적 • 고무판 노화	• 미세균열 발생
c	• 물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 • 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 • 고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 • 누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	• 균열이 50cm 이하의 간격으로 발생 • 국부적인 박리, 박락, 파손
d	• 강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 • 신축유간이 밀착으로 인한 거동불량 • 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 • 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불량	• 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 • 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우 “d”로 평가하며, 긴급보수·보강을 실시한다.
- 후타재 균열이 30cm이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하며 평가를 “d”로 한다.

12) 교면포장

〈표 2.4.13〉 교면포장 상태평가 기준

등급	포장불량		배수
a	• 미세균열	• 없음	• 없음
b	• 포장불량 2%미만	• 포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음	• 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	• 포장불량 2%이상~10%미만	• 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	• 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	• 포장불량 10%이상	• 전반적인 재포장이 필요한 상태	• 배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	-	-	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 아스팔트포장과 콘크리트포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.

- 평가기준 “d”는 균열을 포함하여 포장불량이 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
- 포장불량율은 균열발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기보수된 부분 등의 면적을 전부 더한 값을 경간면적으로 나눈 비율이다

13) 배수시설

〈표 2.4.14〉 배수시설 상태평가 기준

등급	상태등급 설명
a	· 양호
b	· 다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	· 배수시설의 상태불량, 길이부족 / 많은 퇴적물, 누수 · 누수로 인하여 구조물 부식 발생 · 배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래
d	· 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 평가기준 “d”는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
- 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최저값을 배수시설의 평가결과로 한다.

14) 난간 및 연석

〈표 2.4.15〉 난간 및 연석 상태평가 기준

기준	강재		콘크리트
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10% 미만	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장불량 10% 이상 · 부식으로 인한 단면 손상 10%미만	· 파손 및 탈락 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출 10%미만 · 철근부식손상 길이 2%미만
d	· 부식으로 인한 단면 손상 10%이상	· 파손 및 탈락 10%이상 · 낙석으로 인한 손상발생 · 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	· 박리, 파손, 철근노출 10%이상 · 철근부식손상 길이 2%이상
e	-	-	-

〈해설〉

- 본 상태평가 기준은 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 난간과 연석의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 하며, 점검단위는 부재의 길이로 한다.
- 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가 시 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.
- 강재의 경우 도장 변색 및 손상 점검길이의 10%이상 즉, 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험 가능성이 있는 상태의 기준은 “c”로 평가한다.
- 콘크리트는 0.3mm이상의 균열이 발생할 경우 평가기준은 “c”로 평가하며, 보수 및 보강을 실시한다.

15) 탄산화

〈표 2.4.16〉 탄산화 상태평가 기준

등급	탄산화 잔여깊이	철근부식의 가능성
a	• 30mm이상	• 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	• 10mm이상~30mm미만	• 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	• 0mm이상~10mm미만	• 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	• 0mm미만	• 철근부식 발생
e	-	-

※ 일본구조물진단기술협회 『비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼』 (2003년)

〈해설〉

- 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
- 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 탄산화 조사는 상·하부구조로 구분하여 [공통편] 부록 1의 콘크리트 탄산화 깊이 측정 따라 시행하며, 시험 개소별로 평가한다.
- 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

다. 상태평가 결과 산정 방법

1) 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

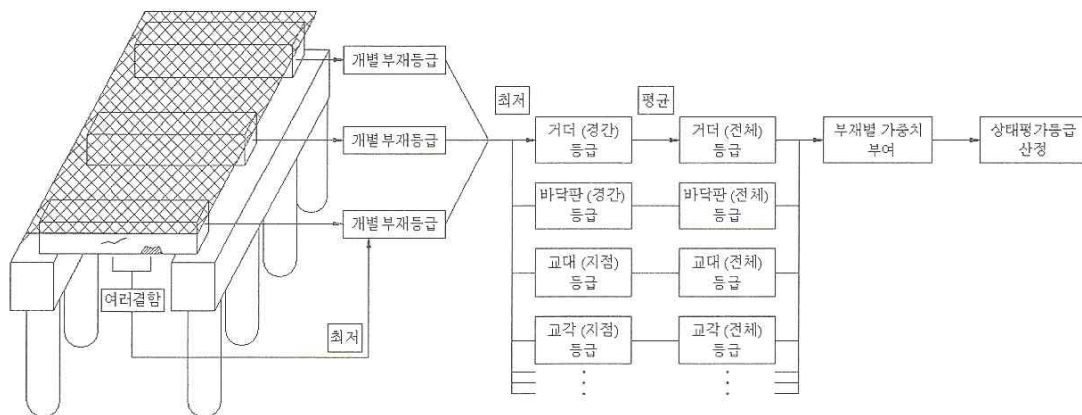
- 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최소값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.
- 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최소값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.
- 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약 50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

2) 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

한 경간 내에서 부재가 여러 개 있을 경우는 각 부재의 등급을 평균하여 경간(지점)별 부재등급을 산정한다.

3) 시설물 전체에 대한 상태평가등급의 결정방안

경간별로 결정된 부재등급에 각 부재별로 가중치를 적용함으로써 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 구한다. 램프가 포함된 교량은 본교와 각 램프교에 대하여 각각 등급을 산정한다. 단, 교량 전체의 상태평가등급은 본교에 포함된 부재로만 결정하며, 램프교 부분은 전체의 상태평가등급 계산에서 제외한다.



〈그림 2.4.1〉전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예)

라. 상태평가등급 산정의 세부절차

1) 개별부재의 등급

개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대한 부재의 상태평가등급 산정방안을 말한다. 예를 들면 철근콘크리트 거더 부재에 균열과 철근노출의 2가지 결함이 있을 때 결함별로 각각 상태평가등급을 평가한 후 각 등급을 평균하여 부재등급을 결정한다.

2) 결함도 지수 및 등급별 범위

결함도 지수와 등급별 범위는 각 부재의 등급을 계산하는 과정에서 등급을 점수로 환산하거나 점수를 등급으로 환산하기 위한 하나의 수단이다. 〈표 2.4.18〉과 같이 각 등급 별로 결함도 지수와 등급범위를 정하였으며, 등급범위는 기존의 등급산정 개념과 유사하게 보수적인 관점에서 하위등급에 비중을 두어 산정하였다.

예를 들어 콘크리트 거더의 상태평가등급을 산정하는 경우 균열은 c등급이고, 철근노출이 a등급이면 거더의 등급은 2개 항목을 평균한 값으로서 이를 위하여 결함도 지수와 등급의 범위가 필요하다.

결함도지수를 도입하여 2개 항목을 평균하면 $(c+a)/2=(0.4+0.1)/2=0.25$ 이며, 0.25는 등급범위 $0.13 \leq x < 0.26$ 범위 안에 있으므로 부재의 상태평가등급은 b등급이 된다.

〈표 2.4.17〉 결함도 지수와 등급범위

기 준	a	b	c	d	e
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
등급범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

3) 경간/지점별 부재등급

- 경간(지점)내의 전체 개별부재의 등급을 평균하여 경간/지점 단위로 부재의 등급을 구한다. 경간별 부재등급은 한 경간 내에 부재가 여러 개일 경우 각 부재등급을 전체적으로 산술평균하여 구한다.

4) 평균 부재등급

- 경간(지점)별 부재등급을 구하는 것과 마찬가지로 각 경간별 부재등급을 단순 산술평균하여 교량전체의 평균부재등급을 구할 수 있다.

5) 부재별 가중치

교량전체의 상태평가등급을 산정하기 위한 부재별 가중치는 전체 100점을 기준으로 다음과 같이 구조형식별로 부재별 중요도를 달리하여 배분하였으며, 외관상태와는 별도로 내구성 요소인 탄산화 및 염화물 항목도 개별부재로 취급하여 가중치를 적용하였다.

〈표 2.4.18〉 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더 교량						라멘교			
				일반 거더교			바닥판, 거더 일체형		아치 트러스		거더 없음	거더 있음 (복개구조물)	
				일반	2차 부재 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	3	5	－	5	－	
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13	34	22	24	
	기 초		7	7	7	7	7		7	7	7	7	
받침	받침장치		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	7	7	7	
	배수시설		3	3	3	－	3		3	3	3	3	
	난간/연석		2	2	2	6	2		2	2	2	2	
콘크리트	탄산화	상부	2(4)	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)			

() : 정밀점검 시 적용 가중치

〈해설〉

- 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물함속에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물함속의 가중치에 포함시킨다.
- 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물함속에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물함속에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태평가 기준에 따라 평가한다.
- 받침장치가 없는 라멘교의 경우, 받침장치에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.
- 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

한편 점검부위가 없을 때(X) 또는 점검불능·접근불가능(Q)일 경우에 기초의 경우 하부구조에 배점을 추가하고, 가로보의 경우 거더에 배점에 추가하도록 한다.

6) 상태평가등급의 산정

경간별로 평가된 부재의 평균등급(결함도 지수)에 부재별 가중치를 곱하여 경간별로 결함도 점수를 구한 뒤 이 점수를 해당 경간별 가중치의 합으로 나누어 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수를 평균한 값이 시설물 전체의 상태평가등급을 산정하기 위한 기준 값이 된다.

평균 환산 결함도 점수에 따른 상태평가등급의 부여는 “라” 항의 결함도 지수 및 등급별 사용방안과 동일한 개념으로 아래〈표 2.4.21〉과 같이 등급범위를 산정한다.

〈표 2.4.19〉 결함도 점수 범위에 따른 등급

등 급	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

마. 종합평가 결과 산정 방법

1) 정밀점검

정밀점검 시 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행하는 경우는 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 하며, 안전성평가가 모두 수행한 경우 상태평가결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

2) 정밀안전진단

외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가 결과 = MIN (상태평가결과, 안전성평가결과)

2.4.2 안전등급 지정

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만, 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

〈표 2.4.20〉 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
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

제3장 내구성조사

3.1 개 요

3.2 콘크리트 압축강도시험 방법

3.3 탄산화시험 방법

제3장 내구성조사

3.1 개 요

본 과업에서는 교량의 주요부재에 대한 콘크리트의 품질상태, 시공상태, 내구성 등을 평가하기 위하여 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도조사, 페놀프탈레인 용액을 이용한 콘크리트 탄산화시험을 실시하였다. 시험 및 조사수량은 과업지시서를 기준으로 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12』을 근거로 하여 시험 및 조사수량을 선정하였다.

내구성조사에 있어서 시설물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우는 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 시설물은 내구성 진단에 의해서 향후 열화 경향을 예측하는 것을 목적으로 하였다. 또한, 조사 시점의 열화상태 뿐만 아니라 시설물의 이력, 주변 환경, 열화원인을 조사하여 향후 열화손상 진행정도를 예측하고, 내용연수와 관련하여 종합적인 정밀점검을 수행하였다.



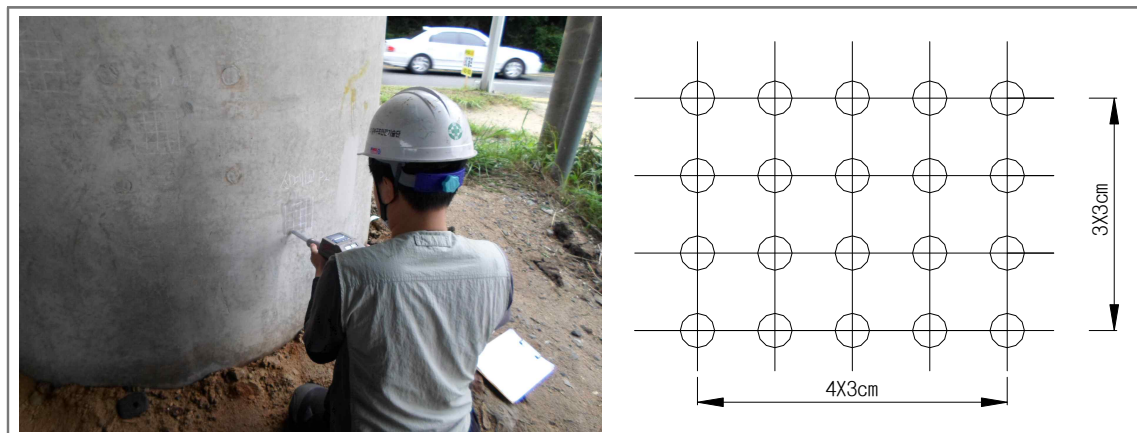
〈그림 3.1.1〉 콘크리트 압축강도시험 및 탄산화시험

3.2 콘크리트 압축강도시험 방법

3.2.1 개 요

반발경도법은 콘크리트의 표면경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 판정하는 검사방법의 일종인 타격법 중 하나의 방법이며, 콘크리트의 표면을 해머로 타격하여 표면의 손상정도나 반발정도를 측정한다.

반발정도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용되며, 슈미트해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격 시의 반발경도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_{ck})와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다. 이 방법은 타격시 해머내의 중추 반동량을 반발경도(R)로 표시하고, 이 반발경도의 크기에 따라 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법으로서, 간편하고 신속한 강도의 추정과 구조물 전체에 대한 강도측정이 가능하며 국제적으로 표준화된 이점이 있으며, 일본의 국토개발기술연구센터에서는 비파괴 추정식으로 평가된 강도가 설계기준강도의 90%이상을 만족하면 적절한 것으로 판단하고 있다.



〈그림 3.2.1〉 콘크리트 압축강도시험(반발경도법)

3.2.2 시험방법

가. 반발경도(R)

외관조사 결과에 의하여 결정된 측정개소에 대해서 각 개소당 20점씩 타격하는 것을 표준으로 하여 반발경도의 산술평균값(R_m)을 구한다. 산술평균값(R_m)에 대해서 RILEM Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 20\%$ 이상 벗어나는 경우의 시험 값은 버리고 나머지 시험 값의 평균(R)을 산출하여 다시 산술평균하여 최종반발경도 R 을 결정한다. 다만, 시험 값 중 버리는 값이 4개 이상인 경우는 시험부위의 결정에서 문제가 있을 수 있으므로 전체 시험 값 군에서 제외하였다.



〈그림 3.2.2〉 반발경도법에 의한 압축강도 추정도

나. 보정반발경도(R_o)

보정반발경도 R_o 는 다음 식과 같이 측정경도 R 에 타격방향에 따른 보정 값 ΔR 을 더한 값으로 한다.

$$R_o = R + \Delta R$$

다. 타격방향에 따른 반발경도의 보정(ΔR_1)

수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다. 하향 타격(-90°)의 경우에는 내부의 해머충량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 +값으로 수정해 주고, 상향 타격($+90^\circ$)의 경우에는 반대현상에 의해서 -값으로 수정해 주어야 한다. 타격방향에 따른 보정계수는 다음 표와 같다.

〈표 3.2.1〉 타격방향에 따른 반발경도 보정값(ΔR_1)

반발경도 R	수평과 이루는 각도			
	+ 90° (상향수직)	+ 45° (상향경사)	- 45° (하향경사)	- 90° (하향수직)
10	-	-	+2.4	+3.2
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	+1.5	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

라. 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(ΔR_2)

콘크리트 표면이 습윤상태에 있으면 기건상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서 기건상태를 기준으로 완전 습윤상태에서는 $\Delta R_2 = +5$, 약간 습윤상태에서는 $\Delta R_2 = +3$ 로 보정한다.

마. 재령보정계수

콘크리트의 재령이 경과함에 따른 반발경도와 압축강도의 상관관계는 변하게 되며, 탄산화의 효과는 콘크리트의 표면반발경도를 증가시킨다.

따라서 장기재령 콘크리트의 강도 추정에서는 재령 28일의 강도 추정식에서 구해진 비파괴강도에 슈미트해머 제조사에서 제시하고 있는 <표 3.2.2>의 재령보정계수(α)를 곱하여 평가하며, 재령이 3,000일 이상에 대해서는 0.63을 적용한다.

〈표 3.2.2〉 재령보정계수

재령	5일	10일	14일	20일	28일	30일	40일	60일	80일
α	1.84	1.55	1.37	1.15	1.00	0.99	0.93	0.86	0.82
재령	100일	150일	200일	400일	500일	750일	1,000일	2,000일	3,000일
α	0.78	0.74	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

바. 압축강도의 추정

반발경도법에 의한 압축강도 추정식은 현재 여러 시험결과에 의해 다양한 방법이 통용되고 있으나 본 과업에서는 일본재료학회 및 건축학회식을 적용하였고, PSC I형 거터등과 같은 고강도 콘크리트에 대해서는 과학기술부의 제안식인 고강도 강도식을 적용하였으며, 그 내용은 <표 3.2.3>과 같다.

<표 3.2.3> 반발경도에 의한 강도 추정식

제 안 자	추정 제안식(MPa)
일본 재료학회식	$F_c = \alpha (-18.0 + 1.27R_0)$
일본 건축학회식	$F_c = \alpha \{ (7.3R_0 + 100) \times 0.1 \}$
고강도 콘크리트 강도 계산식 (과학기술부)	$F_c = \alpha \{ (15.2 \cdot R_0 - 112.8) \times 0.1 \}$

여기서, f_c = 콘크리트압축강도(MPa)

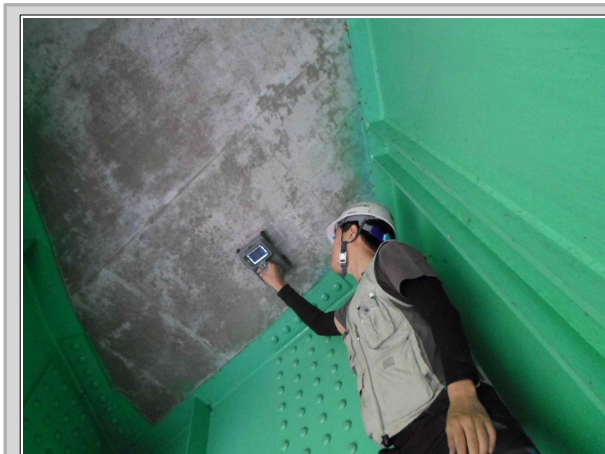
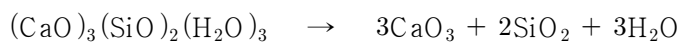
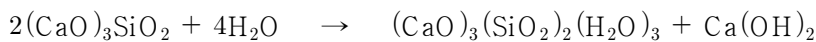
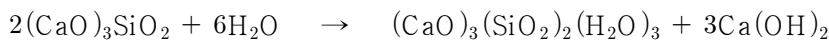
α = 재령보정계수 , R_0 = 측정반발도($R_0 = R + \angle R$)

3.3 탄산화시험 방법

3.3.1 개 요

탄산화시험은 철근콘크리트 구조물의 내구성을 평가하는 중요한 시험항목이며, 콘크리트의 재료적인 특성에 의해 조사의 필요성이 부각되고 있다.

콘크리트가 경화하는 과정에 있어서 생성되는 수산화칼슘은 시멘트량의 약 1/3이다. 이 수산화칼슘은 산화 시멘트페이스트 중에서 결정 또는 공극중의 포화 수용액의 형태로 존재한다. 수산화칼슘의 포화 수용액은 pH 12.6의 강알칼리성이기 때문에 새로운 콘크리트는 강알칼리성을 나타낸다. 콘크리트가 경화하는 과정에서 생성된 수산화칼슘은 대기 중의 약산성의 이산화탄소와 접촉하여 다음과 같은 반응에 의하여 pH가 8~10 정도의 탄산칼슘과 물로 변화되는데 이러한 현상을 탄산화라 한다.

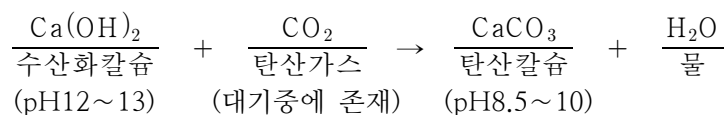


철근탐사기를 이용한 피복두께 측정



탄산화 깊이 측정

〈그림 3.3.1〉 콘크리트 탄산화시험

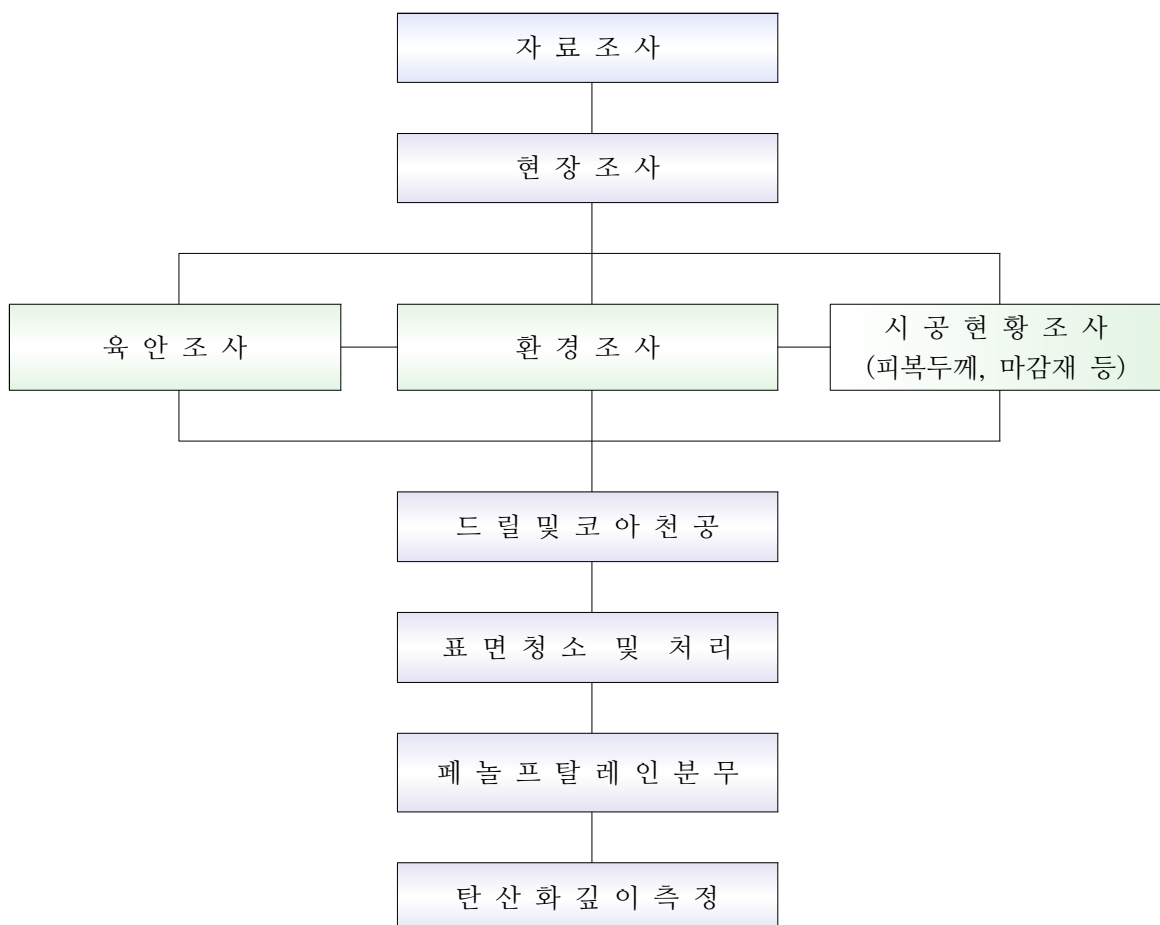


콘크리트 속에 묻혀 있는 철근은 콘크리트의 알칼리성에 의해 부식 환경으로부터 보호되고 있으나 탄산화가 이루어지면 철근이 부식하게 되고 이러한 철근의 부식은 체적의 증가를 보여 콘크리트 내부에 균열을 발생시킨다.

콘크리트의 탄산화로 인해 예상되는 문제로는 철근의 부착도 감소, 철근피복의 박리현상, 철근 단면적의 감소에 의한 저항모멘트의 저하 등으로 콘크리트의 탄산화 작용은 철근 콘크리트 구조물의 내구성과 안전성에 치명적인 손상을 초래할 수 있다. 이러한 탄산화 반응은 시간의 경과에 따라 진행되므로 억제할 수가 없다는 것이 일반적인 이론이다.

3.3.2 시험방법

본 과업에서는 일반적으로 현장에서 간편하게 이용되는 페놀프탈레인법 (페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로 1%농도의 용액을 사용한다.)을 이용하여 콘크리트의 탄산화 진행 정도를 측정한다. 콘크리트 구조물에서의 탄산화시험은 구조체에서 채취한 코어 또는 구조체 안전(내하력 등)에 영향을 미치지 않는 부위를 선정 일부분을 파손하여 노출된 대상 측정면에 가능한 한 빨리 분무하여 탄산화 깊이를 측정하며, pH 8.2~10.0 이상의 알칼리측에서 홍색으로 발색하며 중성 측에서는 무색으로 나타나게 되는데, 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 측정자, 버어니어캘리퍼스 등으로 측정한다.



〈그림 3.3.2〉 탄산화시험 흐름도

가. 측정 준비

- 1) 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정면에 시약을 분무기로 액체가 떨어지지 않을 정도로 분무한다.
- 2) 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정할 수 없는 경우에는 비닐필름 등으로 측정면을 밀봉한다.

나. 탄산화깊이 측정

- 1) 콘크리트 표면으로부터 적자색으로 변색한 부분까지의 거리를 0.5mm 단위로 측정한다.
- 2) 선명한 적자색으로 변색된 부분보다 옅은 부분에 흐린 적자색의 부분이 나타나는 경우 선명한 적자색 단면까지의 거리를 탄산화 깊이로서 측정함과 동시에 연한 적자색 부분까지의 거리도 함께 측정한다.
- 3) 평균 탄산화깊이는 측정값의 합계를 측정 개수로 나누어 구하고, 반올림하여 소수점 이하 한 자리까지 구한다.

다. 측정방법

- 공시체의 할렬면이나 절단면을 측정면으로 하는 경우, 탄산화의 상황에 따라 10~15mm 간격마다 1곳
- 코어 공시체의 측면을 측정면으로 하는 경우는 5곳 이상
- 콘크리트 구조물의 깎아낸 면에서 측정하는 경우 깎아낸 면의 크기에 따라 4~8곳 정도

〈표 3.3.1〉 탄산화시험 방법

측 정 면	청소방법 전처리법	시약의 분무시기	탄산화깊이 측정시기 (분무 후의 경과시간)
• 현장 깎아낸 면 • 코어 할렬면	• blow 뿜기	직후	직후
		3~6시간 직후	1~10분 후
		1~7일 후	1분~2일 후
	• blow 뿜기 후 물축임	직후~1일 후	직후
		2~4일 후	직후~2일 후
		5~7일 후	직후
• 임의 추출 코어 표면 • 콘크리트 커터 절단면	• 물씻기 후 표면 건조	1일후	10분~2일 후
• 수중 양생 후의 할렬면	• blow 뿜기	직후~1일 후	직후
• 수중 양생 후 콘크리트 커터 절단면	• 물씻기 후 표면건조 분무 전 물축임	1일 후	10분~2일 후

라. 탄산화속도 계수 산정

탄산화속도는 경과시간 t 의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$ 법으로 표현된다. 탄산화깊이 C 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이 (mm) , A : 탄산화속도계수 (mm/ $\sqrt{\text{년}}$) , t : 재령(년)

마. 탄산화 진행속도 산출

탄산화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르지만 일반적으로 사용되는 탄산화 속도식은 다음에 제시되는 안곡(安谷)식이 널리 이용된다.

탄산화 진행속도를 물/시멘트비, 사용재료에 따른 탄산화 비율, t (년)에 대한 상관관계를 이용하여 탄산화 깊이 x 를 구할 수 있으며, 그 식은 다음과 같다.

$$\textcircled{1} \text{ W/C} > 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{x^2(0.3(1.15 + 3 \text{ W/C}))}{R^2(\text{W/C} - 0.25)^2 \times 100} \text{ ----- (식 3.3.1)}$$

$$\textcircled{2} \text{ W/C} \leq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{7.2x^2}{R^2(4.6 \text{ W/C} - 1.76)^2 \times 100} \text{ ----- (식 3.3.2)}$$

여기서, t : 경과시간(년) x : 탄산화 깊이(mm)

W/C : 물/시멘트 비 R : 탄산화 상수

〈표 3.3.2〉 콘크리트의 종류별 탄산화비율(R)

골재의 종류 혼화재의 종류 시멘트의 종류	강모래 · 강자갈			강모래 · 경량골재			경량모래 · 경량골재		
	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제
보통포틀랜드 시멘트	1.0	0.6	0.4	1.2	0.8	0.5	2.9	1.8	1.1
조강포틀랜드 시멘트	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3	1.8	1.0	0.7
고로 시멘트(slag 30~40%)	1.4	0.8	0.6	1.7	1.0	0.7	4.1	2.4	1.6
고로 시멘트(slag 60% 전후)	2.2	1.3	0.9	2.6	1.6	1.1	6.4	3.8	2.6
silica 시멘트	1.7	1.0	0.7	2.0	1.2	0.8	4.9	3.0	2.0
fly-ach 시멘트(fly-ach 20%)	1.9	1.1	0.8	2.3	1.4	0.9	5.5	3.3	2.2

바. 탄산화에 의한 기능저하(노후도) 판정기준

콘크리트 탄산화시험은 코어를 채취하여 조사하는 것이 원칙이지만 코어채취가 용이하지 않은 점을 감안하여 구조물의 일부 파괴 또는 드릴링($\varnothing 10\text{mm}$ 이상) 등을 통한 탄산화시험을 실시하였다. 이때 시험부위 표면에 콘크리트 가루 등 이물질이 없도록 하였으며, 탄산화에 대한 평가는 시험개소별로 실시하였다.

〈표 3.3.3〉 탄산화 상태평가 기준

기준	탄산화 잔여깊이	철근부식의 가능성
a	• 30mm 이상	• 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	• 10mm 이상~30mm 미만	• 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	• 0mm 이상~10mm 미만	• 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	• 0mm 미만	• 철근부식 발생
e	-	-

제4장 보수·보강 및 유지관리방안

4.1 개요

4.2 보수·보강공법 일반

4.3 유지관리방안

4.4 부재별 유지관리 및 점검요령

제4장 보수·보강 및 유지관리방안

4.1 개 요

현장에서 외관조사 및 내구성조사 등을 통하여 시설물의 손상 및 결함을 조기에 발견하고, 그에 따른 적절한 보수·보강을 실시하는 것은 구조물의 내구성 및 공용기간 중 안전성 확보에 매우 중요한 요소이다.

보수·보강을 실시하기 위해서는 우선적으로 현장에서 손상의 발생위치, 종류와 규모, 정도 등을 정확히 조사하여야 하며, 그 발생의 근본원인을 파악하여야 한다. 이후 손상발생 부재에 대한 보수·보강이 필요하다고 판단될 경우 중요도와 구조적 안전성, 시급성 및 관리주체의 예산 등을 종합적으로 고려하여 우선순위를 정하여야 한다.

보수·보강의 목적은 손상이 더 이상 진전되지 않도록 하는 보수방안, 본래 부재가 가지고 있던 내구성, 방수성, 미관성, 유효단면의 회복 등을 목표로 시행되는 보수방안, 손상으로 인해 저하된 내하력과 안전성을 확보하기 위한 보강방안 등이 있으며, 각각의 방안들은 현 구조물의 사용환경과 시공성, 경제성, 내구성 등을 고려하여 선정되어야 한다.

적절치 못한 보수는 손상의 근본원인을 제거하지 못하므로 시간의 경과에 따라 같은 위치에 같은 종류의 손상이 재발하기도 하며, 심지어 같은 보수를 통하여 건전한데 보이지 않는 내부의 철근이 부식되어 더 큰 손상이 발생되기도 한다. 보강의 경우도 적절치 못한 방법과 부실한 시공은 인접부재에 의도치 않은 응력집중 등을 유발시켜 오히려 구조물의 안전성을 해치기도 한다.

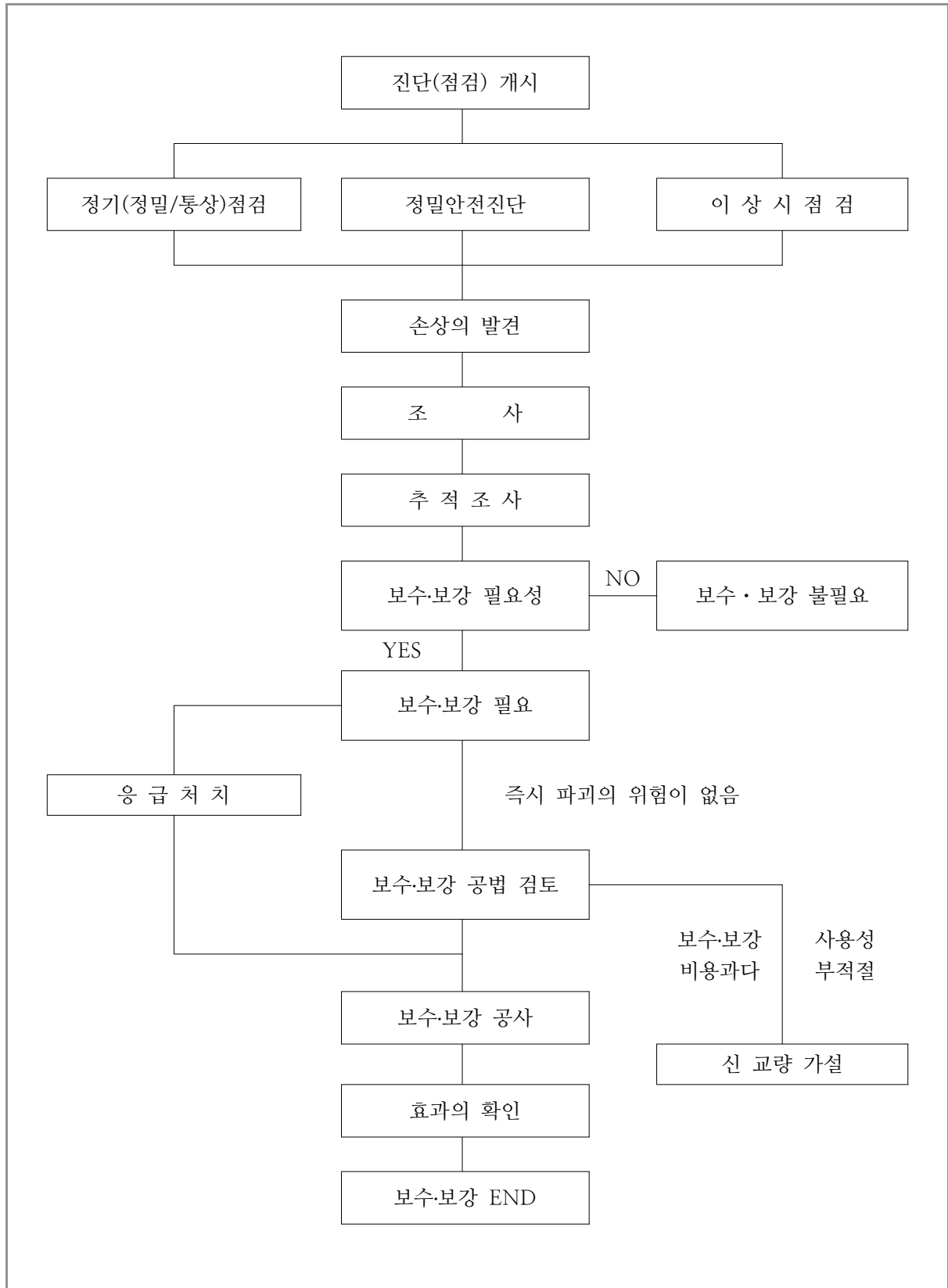
교량의 경우 보수·보강을 위해서는 다음과 같은 사항을 고려하여 충분한 검토 후에 보수·보강 방안이 수립되어야 한다.

- ① 공용중인 보수·보강 공사는 시설물이 외력의 직접적인 접촉에 의해 항상 진동 및 충격이 발생하고 있다. 특히 교량의 경우 차량의 통행에 의한 진동 및 교면 문제에 따른 충격 등이 발생하고 있다. 이에 반해 대부분의 보수·보강 재료는 시공 후 소요의 성능발현을 위해서는 정도의 차이는 있지만 양생기간이 필요하게 된다. 양생기간 중 진동 등의 하중재하가 없어야 하지만 교량을 전면통제하여 보수하는 경우는 극히 어려운 일이므로 보수·보강방안은 이러한 점이 고려된 방법과 재료가 선정되어야 한다.

- ② 특히, 교면에서의 보수·보강이 필요한 경우 차량통제와 관련한 사고위험과 민원 등이 발생할 수 있으므로 이를 고려하여, 양생이 빠른 재료의 선택 또는 외부에서 부분 제작 후 현장조립 거치 가능한 공법 선정 등 다양한 방안이 모색되어야 한다. 또한, 짧은 공기가 요구되는 공법일수록 내구성이 간과되기 쉬우므로 시공의 긴급성과 편리성, 내구성 등의 상반된 요구조건을 고려하여 적절한 방안을 선택하여야 한다.
- ③ 최근 다양한 보수·보강공법이 특히 및 신기술로 나오고 있으며, 현장에 적용되어지고 있다. 이러한 기술의 발전은 매우 고무적인 일이지만 대부분의 보수·보강공법은 기존 공법의 일부 변형이며, 충분한 현장검증 없이 이론적인 검증으로 시공되어 실패하는 사례도 늘고 있는 것이 사실이다. 철근콘크리트에 대한 보수공법도 표면처리, 균열주입, 단면복구 등과 같은 기본적인 보수의 작업방법은 대동소이하며, 공법명과 시공순서 및 재료만 변형된 경우가 많다. 보수공법의 경우 현상에 맞는 공법선정만 주의 깊게 한다면 기존 및 신규공법 중 어떠한 것을 선택하느냐 보다는 얼마나 시공을 잘하느냐가 보수결과의 성패가 달려 있다고 할 수 있다. 따라서 보수·보강 설계시 공법도 중요하지만 보수·보강시 작업성을 확보하기 위한 가설 및 공기에 대한 부분도 충분히 반영되어야 한다.
- ④ 시설물 유지관리를 위한 보수·보강공사는 항상 그에 따른 비용이 발생하게 된다. 기 발생된 손상에 대해서는 모두 보수하는 것이 가장 이상적이지만 대부분의 경우 보수·보강 공사비가 한정된 유지관리비를 초과하며, 긴급을 요하지 않는 손상도 있다.
- 또한, 하나의 부재가 여러 기능을 수행하는 경우 주기능에 이상이 없고 일부 부가적인 기능에 문제가 있을 경우 전면교체보다는 부기능을 대체하는 대체방안을 수립하여 보수·보강 예산을 절감할 필요가 있다. 실례로 신축이음의 경우 신축기능에 이상이 없고, 다만 방수기능이 저하되어 하부구조물에 2차손상을 유발할 경우 신축이음의 전면교체보다는 하부에 유도배수로를 설치하는 등의 대체방안을 수립하는 것이 합리적 일 것이다. 또한, 받침장치의 연단거리가 부족하지만 그로 인한 교각 코핑부 등에 균열 등의 손상이 전혀 없다면 연단거리 확보를 위한 대규모 단면확대 공법을 적용하기보다는 주기적인 주의관찰을 통하여 유지관리하는 것이 바람직하다고 할 것이다.

이상과 같이 보수·보강방안을 수립하는데 있어서는 다양한 사항들이 고려되어야 하며, 그에 따른 합리적 우선순위를 정하여 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻을 수 있는 방안을 찾아야 한다. 또한, 무엇보다 시설물의 안전성과 내구성 확보가 최우선되어 보수·보강방안이 수립되어야 한다.

보수·보강의 업무흐름을 도시하면 다음과 같다.



〈그림 4.1.1〉 보수·보강의 업무흐름도

4.2 보수·보강공법 일반

4.2.1 표면처리공법

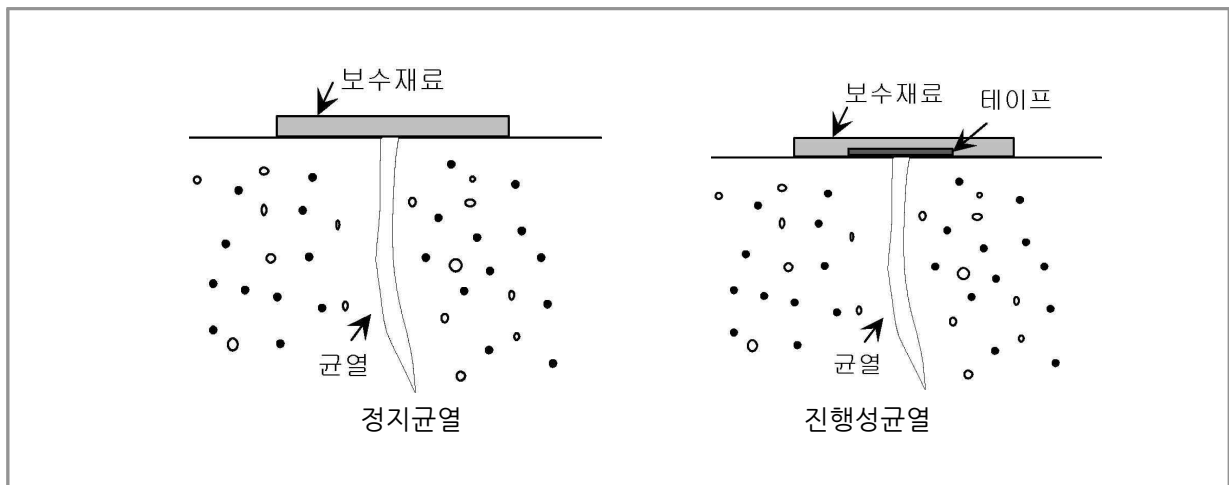
(1) 공법개요

표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.3mm미만)위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다. 이외에 0.2mm 이하의 망상균열부 및 백태와 표면오염부에도 선택적으로 사용한다.

(2) 적용

폭 0.3mm미만의 균열, 망상균열, 백태, 표면오염

(3) 개요도



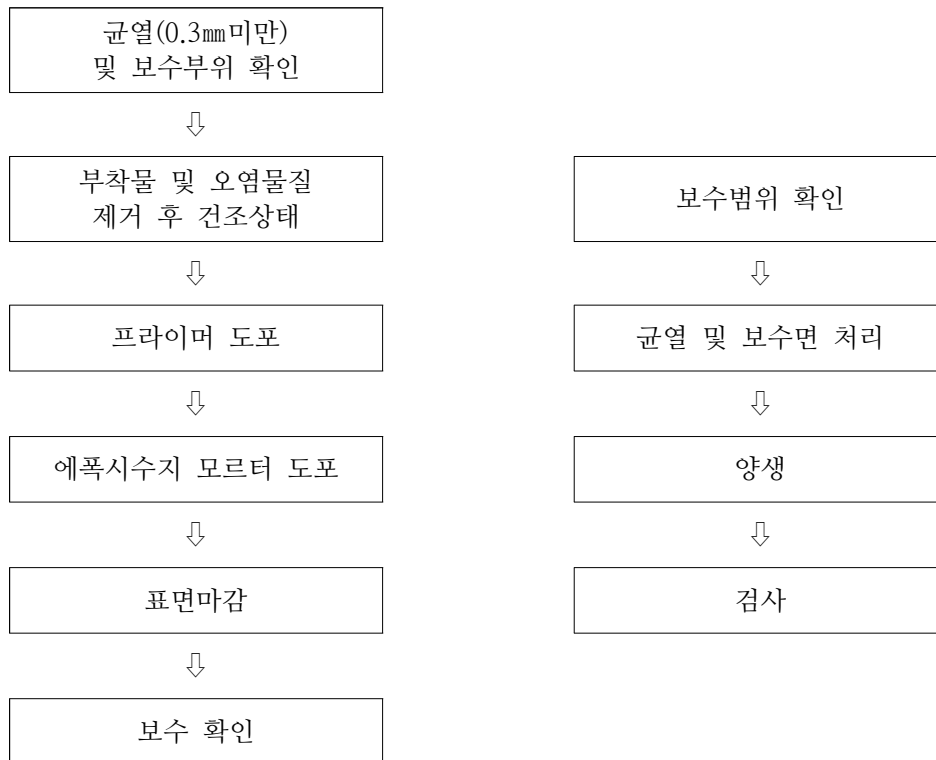
〈그림 4.2.1〉 균열의 진행성 유무에 따른 표면처리공법 개요도

(4) 일반사항

- ① 0.3mm미만의 미세한 균열 및 열화부위에 도막을 형성하여 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 실시함.
- ② 피복재료는 도막탄성 방수재, 폴리머 시멘트 페이스트, 시멘트 필러 등이 사용됨.
- ③ 콘크리트 표면에 물을 뿌리면서 와이어 부러쉬 등으로 청소하여 표면의 부착물을 제거한 다음 충분히 건조시킨 후 콘크리트 기공 등을 퍼티 등의 수지로 충전하고 나서 보수재료를 균열 및 열화부위에 피복함.
- ④ 표면처리 방법은 균열폭 및 손상 변동여부에 따라 탄력성이 있는 재료를 사용함.
- ⑤ 에폭시수지모르터 도포공법 : 이 공법은 마감 모르타면에서의 균열 및 결함부위의 보수에 적용되며, 철근이 노출된 결함부위에도 적용된다. 한번에 두껍게 바를 수 있다.

- ⑥ 에폭시수지 실링공법 : 모르터 표면의 균열폭이 0.2mm정도 미만인 균열부위 표면을 실링하는 경우에 적용한다. 비진행성 균열인 경우에는 퍼티상의 에폭시수지를, 진행성 균열에는 유연성 에폭시수지를 사용한다.

(5) 시공순서도



〈에폭시모르터 도포공법〉

〈에폭시수지 실링공법〉

〈그림 4.2.2〉 각 공법별 시공 순서도

(6) 공법비교표

〈표 4.2.1〉 표면처리공법 비교(신기술)

구 분	리플래시 공법 (건설신기술 제330호)	리노시스템 공법 (건설신기술 제363호)	ECS 공법(엘단트) (건설신기술 제365호)
개 요 도	 ① 표면처리 ② RH프라이머 도포 ③ RH방식피복처리 ④ RH TOP코트 도포	 ① 표면처리 ② HCT-400CL도포 ③ 바탕면 만들기 ④ HCT-400CF도포	 ① 표면처리 ② ECS 출코킹제 퍼티 ③ ECS 중도 도장 ④ ECS 상도 도장
공법개요	· 친수성폴리머와 특수미립시멘트로 구성되고 습윤면에 대한 부착성능이 우수한 무기질 단면피복재 및 항균성 개질제와의 복합에 의한 열화된 RC구조물의 방식 및 보수 공법	· 알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타(리노몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	· 기능성 수지의 복합과 수경성 세라믹계열의 이중접착구조를 이용한 콘크리트 구조물의 중성화, 염해 및 화학적 침해에 의한 표면 열화방지 도막공법
시공방법	① 표면처리 ② RH프라이머 도포 ③ RH 방식 피복 처리 ④ RH-TOP COAT 도포	① 표면처리 ② HCT-400CL 도포 ③ 바탕면 만들기 ④ HCT-400CF 도포	① 표면처리 ② ECS 출코킹제 퍼티 ③ ECS 중도 도장 ④ ECS 상도 도장
장 점	· 열화된 기존 콘크리트면의 알칼리성 회복 및 표면 강화 · 내약품성 우수하며 인체에 무해 · 무기계재료로서 모체와 일체거동 · 균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해방지 기능	· 내화학적, 내약품성, 내충격성이 우수 · 비교적 공정이 단순하여 시공성, 작업성 우수 · 투습성 및 통기성 확보 · 무기계 재료로서 모체와 일체거동	· 콘크리트와 수축팽창이 근사 · 콘크리트와 친화력이 있는 알칼리성 도료 · 미관개선효과 · 콘크리트 염해 예방효과
단 점	· 공정이 다소 복잡하여 시공 전문가가 필요	· 습윤면 부착이 어려움 · 시공실적이 타공법에 비해 적음	· 5℃이하 작업 어려움 · 공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요

4.2.2 균열보수공법 (주입공법)

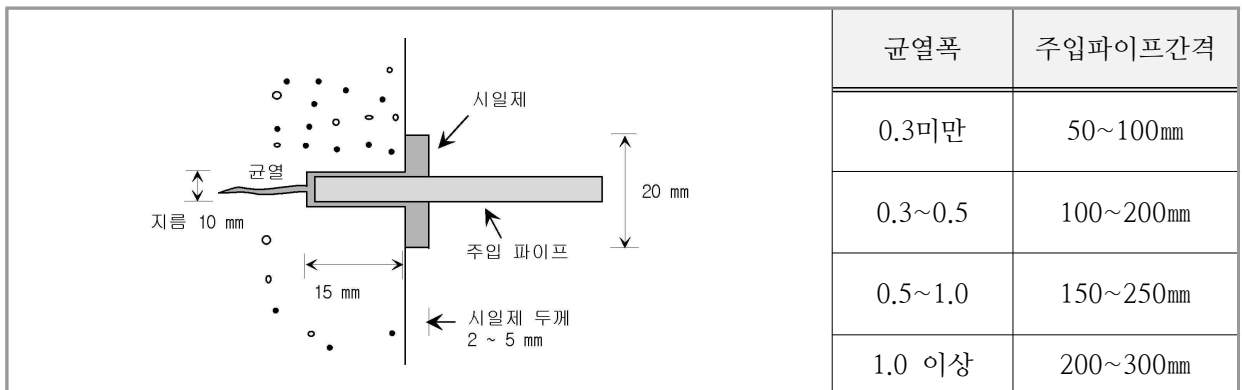
(1) 공법개요

주입공법은 균열부에 유기계 재료인 에폭시수지계 또는 무기계인 시멘트계의 재료를 수동 또는 기계적인 압력을 사용하여 주입하는 공법으로써, 균열이 발생한 부위의 방수성 및 내구성을 향상시킨다. 교량과 같이 시공중 진동이 있고, 신속한 보수를 요하는 경우 주로 에폭시수지계 재료를 많이 사용하고 있다. 하지만 에폭시수지계 재료의 일반적인 변형률은 2%정도로, 진행성 균열이나 변형이 큰 부재의 균열에는 신중하게 적용하여야 하며, 이 때에는 좀 더 유연성이 큰 재료를 사용하거나, 균열부를 U-cutting하여 충전하는 대체방안을 적용하여야 한다. 최근에는 확실한 주입을 위하여 압력(21kgf/cm²의 압력까지)주입을 하는 경우가 많으며, 시공시 주입패커의 간격과 균열깊이까지 최대한 침투하도록 하는 등 품질관리가 중요하다.

(2) 적용

폭 0.3mm이상의 균열

(3) 개요도



〈그림 4.2.3〉 주입공법 개요도

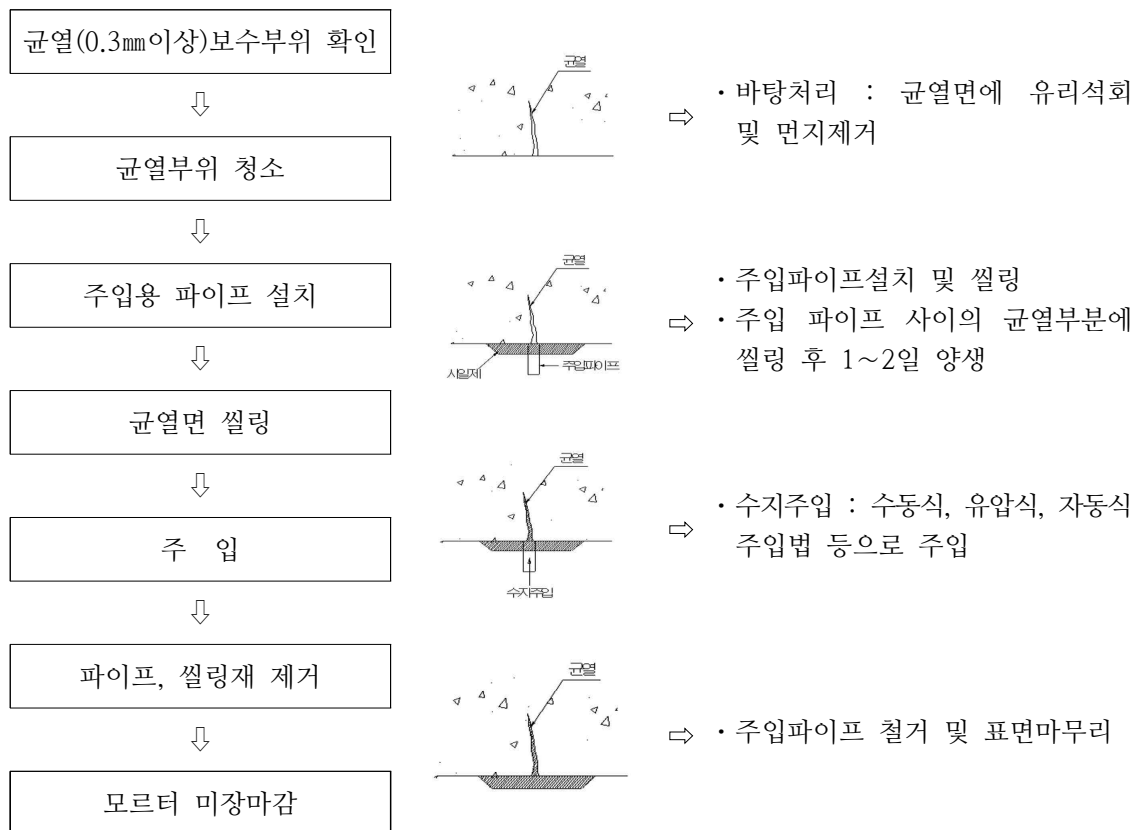
(4) 일반사항

- ① 균열부에 에폭시 수지나, 시멘트계 그라우트 등을 주입하여 콘크리트와의 일체 도모
- ② 교통에 지장을 주지 않고 시공할 수 있음.
- ③ 사하중의 증가가 거의 없음.
- ④ 내하력 증대효과는 없으나 콘크리트의 조기열화 방지에 효과가 있음.

〈표 4.2.2〉 주입공법 종류

공 법	내 용	비 고
압입식	• 수동식 주입 : 인력 • 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 • 저압/저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력	
흡입식	• 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입	

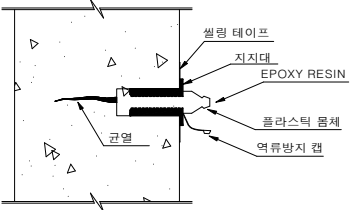
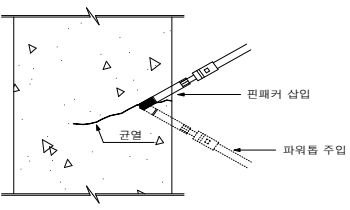
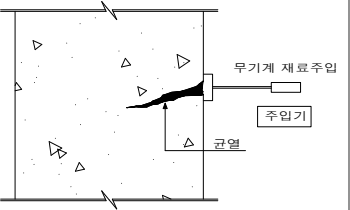
(5) 시공순서도



〈그림 4.2.4〉 주입공법 시공순서도

(6) 균열주입공법 비교표

〈표 4.2.3〉 균열주입공법 비교

구 분	SKI 공법 (신기술 제419호)	이소시아네이트수지 주입공법 (신기술 제359호)	폴리머시멘트 주입공법
개 요 도			
공법개요	코어비트 드릴을 사용, 얇게 천공한 후, 마이크로 패커를 사용하여 주입구를 간단히 설치하고 균열특성에 적합한 보수액을 중압으로 주입시키는 공법	콘크리트 균열 부위에 교차로 핀패커를 삽입하고 균열 및 핀패커 주위를 밀폐한 후 파워톱을 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 유기계 + 무기계재료인 수성 에폭시 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공방법	① 햄머드릴 천공 ② 중공형 코어비트 드릴 천공 ③ 프라이머 도포 / 확인창 부착 ④ 씰링재 도포 ⑤ 플라스틱 마이크로 패커 설치 ⑥ 보수액 주입	① 균열부위 교차 천공 ② 핀패커 삽입 ③ 균열 및 핀패커 주위 밀폐 ④ 파워톱 주입 ⑤ 핀패커 제거홈 실링제로 밀봉 ⑥ 그라인더로 면처리	① 표면처리 ② V cutting ③ 주입기 설치 ④ 균열부 씰링 ⑤ 수성에폭시 주입 ⑥ 단면복구
장 점	· 다양한 보수액 주입가능 · 주입압력 조절 우수 · 주입량 조절 우수 · 단기간 작업완료 · 시공부위 무제한 · 균열부와 교차 확률이 높음 · 비숙련공도 시공이 가능	· 친수성 · 일액형(이소시아네이트+아크릴+에폭시+우레탄) · 건조면, 습윤면 모두 사용 가능 · 주입 완료 후 자체압력(10 kg/cm²) 발휘 · 접착 및 부착강도 우수 · 환경 및 화기위험 없음	· 품질관리가 용이하고 재균열 발생우려 없음 · 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 · 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성 확보 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함
단 점	· 신공법에 대한 인지도 미흡	· 신공법에 대한 인지도 미흡 · 점도가 비교적 높음	· 보통형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 · 공정이 다소 복잡하여 시공전문가가 필요 · 유기계에 비해 접착강도 떨어짐

4.2.3 단면복구공법

(1) 공법개요

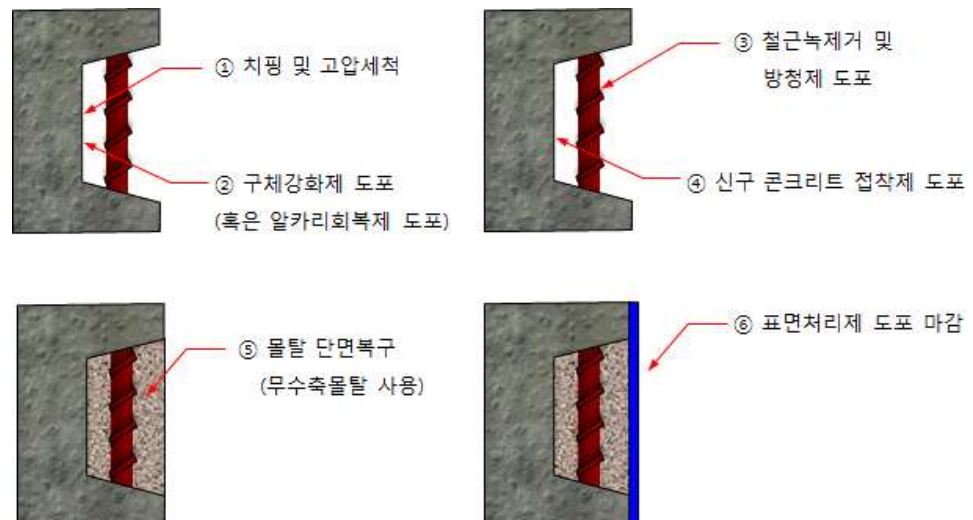
단면복구공법은 콘크리트 구체에 발생된 재료분리, 철근노출, 박리·박락, 표면 열화 등의 손상부위를 제거하고, 철근의 부식이 진행된 경우에는 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복원하는 공법이다.

보수 전 조사항목은 열화·손상의 깊이, 내부 철근의 부식여부 및 부식정도, 콘크리트의 탄산화상태, 염화물 함유량, 균열의 발생 및 진전 상태 등이다.

(2) 적용

재료분리, 철근노출 및 부식, 박리·박락, 층분리, 심한 표면 열화(표면부스러짐)

(3) 개요도

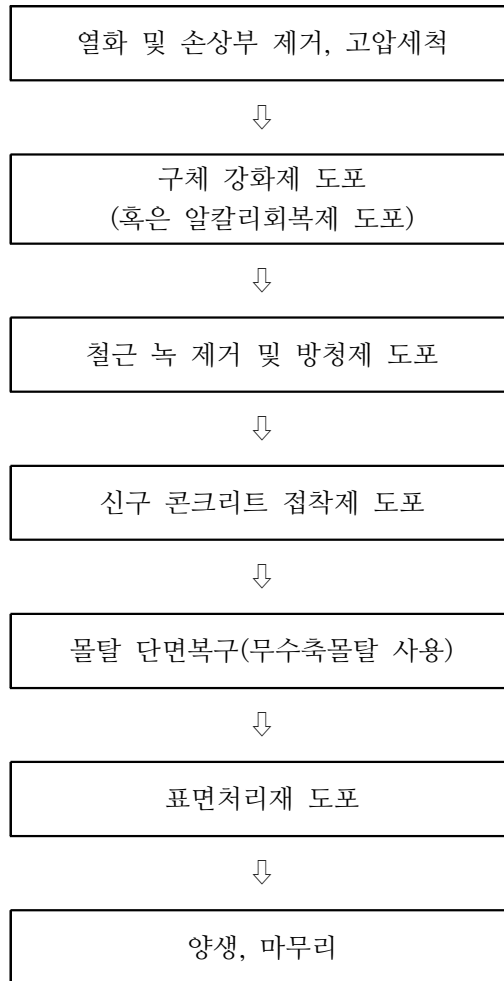


〈그림 4.2.5〉 단면복구공법 개요도

(4) 일반사항

- ① 재료분리, 철근노출, 박리·박락, 표면 열화 등의 단면손실 및 철근부식부의 손상부를 제거한 후 단면복구용 몰탈 등으로 복구하여 콘크리트와의 일체 도모.
- ② 철근부식부와 철근부식이 없는 손상을 구분하여 공법 적용.
- ③ 철근부식부는 부식부를 확실하게 제거한 후 보수를 실시하여야 함.
- ④ 단면복구용 몰탈의 재료는 콘크리트와의 탄성계수 및 열팽창계수 등의 물리적 특성이 유사한 재료를 사용하여야 하며, 무수축 특성이 있는 재료여야 함.
- ⑤ 기존 콘크리트와의 부착력이 우수해야 하며, 필요시 신규 콘크리트 접착제를 도포후 단면복구를 실시.
- ⑥ 공용중인 상태에서 시공해야 할 경우 양생시간을 단축할 수 있는 재료를 사용.

(5) 시공순서도



〈그림 4.2.6〉 단면복구공법 시공순서도

(6) 단면복구공법 비교표

〈표 4.2.4〉 단면복구공법 비교

구 분	ERM 공법 (신기술 제 576호)	섬유복합물탈 공법 (신기술 제 522호)	프리웨팅 공법 (신기술 제 507호)
개 요 도	 ① 콘크리트 치핑 ② 고압물세척 ③ 방청제 도포 ④ 구체강화제 도포 ⑤ 친환경폴리머몰탈빔칠 ⑥ 표면코팅	 ① 콘크리트 치핑 ② 고압물세척 ③ 철근방청처리 ④ 접착강화제 도포 ⑤ 섬유복합모르터 도포 ⑥ 코팅제 도포	 ① 콘크리트 치핑 ② 고압물세척 ③ 철근방청처리 ④ 프리웨팅스프레이단면복구 ⑤ 발수성프라이머 도포 ⑥ 마감코팅제도포
공법개요	· 침투성 구체강화제로 콘크리트를 강화하고 슬래그 미분말, 실리카흙 등의 재료에 첨가제, 순환골재, 알카리프리 급결제를 혼합한 친환경 보수모르타르 및 방청제와 성능이 우수한 스프레이장비를 이용해서 손상된 단면을 급속시공하여 보수하는 공법	· 고인성 PVA보강 단섬유와 구형의 경량비드, CSA팽창재 등을 첨가하여 제조된 섬유복합모르타르와 이를 시공할 수 있는 개량형 전용믹서와 이주추진방식의 스프레이건을 사용하여 구조물을 보수하는 기술	· 중공식 이중오거와 나선형 블레이드가 결합된 스크류 믹서 샤프트를 이용하여 시멘트계 결합재에 폴리프로필렌 섬유속경성 폴리머 시멘트 모르타르를 교반시킨 후 이를 호스를 통해 이송하고 분사직전에 잔량의 배합수와 혼합시켜 분사하는 구조물 보수공법
시공방법	① 콘크리트 치핑 ② 고압물 세척 ③ 방청제 도포 ④ 구체강화제 도포 ⑤ 친환경 폴리머몰탈 빔칠 ⑥ 표면코팅	① 콘크리트 치핑 ② 고압물 세척 ③ 철근방청처리 ④ 접착강화제 도포 ⑤ 섬유복합모르터 도포 ⑥ 코팅제 도포	① 콘크리트 치핑 ② 고압물 세척 ③ 철근방청처리 ④ 프리웨팅 스프레이 단면 복구 ⑤ 발수성 프라이머 도포 ⑥ 마감코팅제 도포
장 점	· 무기계 재료로 기존구체와의 일체화 · 급결제(필요시) 및 알칼리 무기염계 사용으로 초기부착강도 확보 · 스프레이시 리바운드가 적음 · 산업부산물 사용으로 친환경적 · 내구성능 우수 · 1회 최대 300mm 시공으로 작업시간 단축(요구시) · 철근방청 성능이 우수	· 우수한 휨 강성과 연성으로 보강성능 발휘 · 건조수축 및 진동에 의한 균열에 강력한 저항성 · 내마모성, 내충격성, 부착성이 우수 · 구체와 역학적 거동이 동일하여 박리-박락 없음 · 내구성 우수, 구조물 Life Cycle을 연장 · 중성화저항성, 내화학적, 내화성이 우수	· 기계화 시공이므로 공사기간이 단축 · 철근배면까지 밀실한 충전이 가능함 · 표면을 이중으로 보호하기 때문에 구조물의 내구년한을 증진시킬 수 있음 · 시공장소에 제약을 받지 않음(시공가능 호스 길이 : 200m) · 초기강도 증진이 높음
단 점	· 시공전 장비 설치 필요 · 최신기술로 시공실적이 적음 · 숙련된 기능공 필요	· 시공전 장비 설치 필요 · 최신기술로 시공실적이 적음 · 공사비가 고가	· 시공전 장비 설치 필요 · 국소면적 시공시 비용증가

4.2.4 강재부식부 재도장

(1) 공법개요

강재부식부 재도장은 STEEL BOX 거더의 도장긁힘, 도장들뜸, 점부식, 받침장치 강재부의 부식 등 공용중 교량에 발생한 부분 부식부에 대한 도장으로써, 현재 발생된 부식부가 구조물의 안전에는 영향이 없으나, 단기간에 부식의 심화가 우려되거나, 미관상 보기 좋지 않은 부위 등에 대하여 열화의 확대를 방지하기 위해 적용하는 공법이다.

부식부 재도장의 내구성 확보를 위해서는 기존 부식부의 확실한 제거가 선행되어야 하며, 교량이 설치되어 있는 환경을 고려하여 적절한 자재를 선택하는 것이 중요하다.

(2) 적용

STEEL BOX 거더의 도장긁힘, 도장들뜸, 점부식, 부풀음, 강재 Shoe의 부식부 등

(3) 도장재료의 선정

방식설계는 향후 관리비용과 직결되므로 다음과 같은 LCC(Life Cycle Cost)개념의 공식에 의해 내구성 있는 방식재를 선정하여 보수비용(M)과 교체비용(R)의 요인을 절감하는 것이 중요하다.

$$LCC = I + M + R \quad (I : \text{초기비용}, M : \text{보수비용}, R : \text{교체비용})$$

본 교량에 적용할 도장재료 및 색상의 선택은 재료의 장단점과 경제성 및 주변 환경을 감안하여 결정하여야 한다.

〈표 4.2.5〉 강재부식부의 일반적인 도장보수 방법

구 분	원 인	발생 현상	일반 보수방법	문 제 점
각종 부식 발생	• 염분피해 • 도장박락 • 동결융해 • 건습반복 • 긁힘 (외부충격)	• 코팅제의 박락 및 변형으로 모체면에 생기는 각종 부식현상 • 코팅제의 자외선 노출로 인한 변색 및 변형 • 변형으로 인한 부분 박리, 박락 발생	• 표면처리(blast) • 발청부위보수 • 재도장	• 기존의 중방식 도료들의 내구년한이 3~5년 정도로 대체적으로 짧은 편으로 재도장시 경제적으로 부담이 크게 발생되고, 표면처리시 각종 공해발생 가능성 내포, 보수 후 재도장 가능성

(4) 일반사항

가. 표면처리 시

도장 수명을 유지하는 인자 중 표면처리가 50%이고 도막두께가 20%를 차지하며, 그 이외가 30%를 차지하고 있어 재도장의 성패는 표면처리에 좌우된다고 할 수 있다. 표면처리 후 검사자는 다음의 사항에 대하여 검사하여야 한다.

- ① 완벽한 표면처리 후에 도장하는 것이 중요하며, 표면에 물리적인 손상이 없어야 한다.
- ② 검사자는 도장전에 기존도막과 도장될 도료와의 부착력을 검토해야 하고, 미비한 표면상태를 발견하면 다시 표면처리한 후 재도장 하도록 한다.

- ③ 표면조도계측기 등을 사용하여 표면처리된 강재의 조도 등을 시각적으로 비교한다.
- ④ 검사자는 주머니칼을 사용하여 부풀음이나 도막 밑에 부식이 생긴 것으로 추정되는 도막을 긁어봐서 경도를 검사한다.
- ⑤ 표면처리 작업은 대기 및 수질(상수원)오염방지를 위해 외부에 완벽한 방진막을 설치 후 실시한다.
- ⑥ 기 도장된 표면에 부착된 염분량을 측정하여 염분 부착량이 $150\text{mg}/\text{m}^2$ 이상인 경우에는 강재 표면의 염분과 이물질을 깨끗한 물로 씻어낸다. 이때 분사압력은 2MPa 로 하며, 강재면과의 거리는 $30\sim 45\text{cm}$ 정도 유지한다.
- ⑦ 강재표면이 건조해질 때까지 기다린 후, 동력공구세정방법(power tool cleaning)을 선정하여 강재표면의 녹을 제거한다. 이때 재도장 실시는 녹 제거(블라스팅) 상태를 감독관 및 감리의 확인과 승인 후 실시한다.
- ⑧ 블라스팅 시 표면조도가 $15\sim 35\mu\text{m}$ 가 되도록 한다. 기존의 무기질 아연도장면 위에 재도장을 실시한다.
- ⑨ 블라스팅과 하부도장은 같은 날 실시한다. 블라스팅 후 재도장까지 1일 이상 지체되면 밤에 응결된 수분에 의해 발청이 될 수도 있다.
- ⑩ 하부도장을 실시한 후 상부도장까지는 7일이 경과하지 않도록 한다. 만약 7일 이상 경과하면, 상부도장 이전에 깨끗한 물로 세척한 후 도장하도록 한다.

나. 재도장 작업 시

재도장 작업 시 다음과 같은 기상조건에 유의하면서 실시하여야 하며, 감독 또는 감리자의 확인 후 도장을 실시토록 한다.

- ① 도장에 필요한 최저기온은 5°C 이고, 표면에 습기와 서리가 없도록 해야 한다.
- ② 경화되는 순간에 온도가 최저치보다 내려가면 도막이 손상되므로 계속저인 온도 측이 필요하다.
- ③ 습기 있는 곳에서의 2층 도장은 1층 도막이 반드시 건조되어 있어야 한다.
- ④ 스프레이시 풍향과 풍속이 근처의 다른 구조물에 피해를 주는가를 고려해야 한다. 강한 바람은 도로 입자들의 과도한 건조를 초래하며, 건조분사를 발생시켜 도장의 부착력이나 다음 층에 도장될 도료의 부착력을 저하시킨다.
- ⑤ 기타 시공조건은 도료 제조회사가 제공한 도료의 도장지시서에 따르며, 도장완료 후 감독관으로부터 품질관리기준에 의한 각종 검사를 득한다.
- ⑥ 재도장을 위한 표면처리시 주변에 청소가 이루어지지 못하면 주변에 떨어진 쇳조각들이 부식됨에 따라 도장을 부식시킬 수 있으므로 주변청소를 실시하여야 한다.
- ⑦ Power Tool Cleaning 후 강재표면과 하도페인트의 부착력이 저하될 수 있으므로 하도페인트는 부착력이 뛰어난 도료 (예:CM-15(하절기), CM-242(동절기))를 선택하여 하도도료로 사용한다.

(5) 강재도장공법 비교표

〈표 4.2.6〉 강재도장공법 비교

구 분		광명단 조합페인트	우레탄계	중방식 도장계		
				일반 중방식 도장	내후성 중방식 도장	수용성 무기 징크 도장
외부	하 도	광명단 조합페인트 (KSM5311)	습기경화형 폴리우레탄 (50 μ)	용제형 무기질 징크계 도료 (75 μ)	용제형 무기질 징크계 도료 (75 μ)	수용성 무기질 징크계 도료 (100 μ)
	중 도			염화고무계 중도 도료 (60 μ)	후막형 에폭시계 중도 도료 (100 μ)	-
	상 도			염화고무계 중도 도료 (60 μ)	폴리우레탄계 도료 (40 μ) : 공장 폴리우레탄계 도료 (40 μ) : 공장/현장	-
장점		• 침투력이 우수 • 부착력 및 방청력 우수 • 작업성이 좋음	• 내마모성, 내염수성 내화학성, 내후성, 접착력 우수 • 방청코팅으로 방청효과가 큼 • 도막의 들뜸 등이 없음. • 공기단축가능	• 국내 시공경험 가장 많음 • 강교용 중방식 도료로 범용적으로 사용 • 일액형을 작업 편리 • 시공비 저렴	• 방청력과 내후성이 뛰어남 • 내수성, 내약품성, 내열성 좋고 내후성은 불소 수지계보다 떨어짐 • 반영구적 사용 가능	• 수용성으로 VOC 규제를 피할 수 있음 • 방청력이 우수함 • 수용성으로 동절기 보관 및 작업이 난해
단점		• 내화학성, 내후성 약함 • 녹억지 효과 크지 않음	• 타공법 대비 재료비 고가 • 시 공 단 계 가 많음	• 내약품성 나쁨 • 내구성이 짧음 • 초기 접착력은 우수하나 장기 접착력 저하	• 심한 부식 환경 하에서 도막의 색과 광택을 장기간 보유하는 경우 불소수지계 도료보다 불리 • 시공비가 다소 고가	• Zinc Salt에 의한 외관 불량 • 색상의 제한 (회색만 가능) • 산성비 등 화학 환경에 취약

4.2.5 아스팔트 부분보수

(1) 아스콘 균열보수

가. 공법개요

아스팔트 포장은 가설 직후부터 아스팔트 성분의 산화작용으로 경화, 노화하기 시작하며, 교통량에 따른 중압과 윤하중, 온도의 변화 등으로 탄성력이 감소하여 균열이 진행되기 시작한다. 온도에 의한 수축균열과 피로에 따른 균열, 반사균열 등으로 진행되며, 균열부를 방치할 경우 균열부위로 수분이 침투하여 아스팔트의 산화를 증가시켜 노화되게 된다. 이는 아스팔트의 강도저하 및 부분침하를 초래하고, 윤하중 등으로 균열의 진행속도 및 훼손이 증대하여 도로의 수명을 단축시키며, 평탄성 저하 및 노상 층의 침하를 유발한다. 아스팔트의 부분보수는 전면재포장이 필요없는 국부적인 포장의 포트홀, 균열 등의 열화부 및 파손부를 보수하는 공법을 말한다.

나. 시공방법

① Injection Type(Filling , No Cutting)

㉞ 공법의 특징

컷팅작업 없이 시공하므로 시공속도가 빠르고 경제적이며 균열의 폭이 좁고 깊이가 낮아 상대적으로 이물질이 적게 침투되어 있는 균열이나 초기균열보수에 적합하다.

㉞ 시공규격

- 균 열 폭 : 1.0cm 이하
- 균 열 깊 이 : 1.0 ~ 2.0cm 이하



② T-Type(Sealing , Cutting)

㉞ 공법의 특징

발달된 균열의 진행방향에 따라 컷팅작업을 하여 침투되어 있는 이물질을 완전히 제거할 수 있어 균열과 시공면 접착부의 접착 강도를 증진시킬 수 있다. 균열의 폭이 크고 깊이가 깊은 균열에 적합하다.

㉞ 시공규격

- 균 열 폭 : 1.0 ~ 4.0cm
- 균 열 깊 이 : 2.0 ~ 3.0cm



(2) 아스팔트 패칭공법

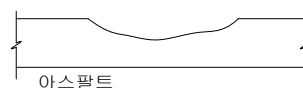
가. 개 요

부분적인 아스팔트 포장의 보수에 사용되는 공법으로 보수의 긴급성에 따라 가열 혼합식과 상온 혼합식으로 나누며, 보수효과가 좋은 가열 혼합식을 사용하는 것으로 한다. 패칭 보수 완료 후 신·구아스콘 접속부에서 체수가 될 수 있으므로 접속부의 마무리에 유의하여야 한다. 포장의 절취는 상판면까지 행하고 택코우트 및 도막방수는 상판뿐만 아니라 측면까지 잘 도포한다. 아스팔트 패칭보수는 작업의 효율성 및 보수효과를 위해 1.0×1.0m를 기준으로 한다.

나. 시공방법

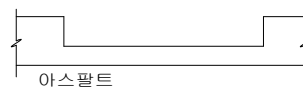
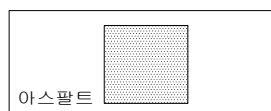
- ① 아스팔트 손상부분을 브레이커나 노면 커팅기를 이용하여 장방형으로 절취한다.
- ② 내측에 있는 먼지와 부스러기를 깨끗이 청소한다.
- ③ 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.
- ④ 콘크리트 상부에 방수 처리한다.
- ⑤ 택코우트(도막방수)를 실시한다.
- ⑥ 가열혼합물을 투입하여 고르게 편다.
- ⑦ 전압기계를 사용하여 다진다.
- ⑧ 표면온도가 손으로 댈 수 있을 정도가 되면 석분이나 가는 모래를 얇게 살포하고 교통을 개방한다.

(1) 아스팔트 손상



손 상 부 절 취

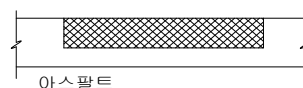
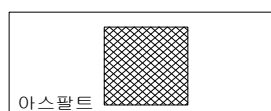
(2) 아스팔트 절취



깨끗이 청소

택 코 우 트 실 시

(3) 아스팔트 보수



가열혼합물 투입

마 감 처 리

〈그림 4.2.7〉 패칭공법 시공순서도

4.2.6 신축이음 누수부

(1) 공법개요

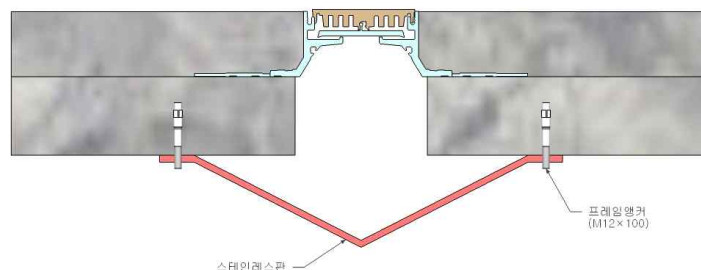
신축이음의 노후화 및 파손 등으로 하부로 누수가 되면 우수 뿐만 아니라 교면에서 사용된 제설제 등의 염분까지 하부로 유입되어 교각 및 교대 등 하부구조물의 열화발생 원인이 되며, 이에 대해서는 방수형 봉합재를 신축이음사이에 설치하거나, 신축이음을 재설치하는 방법 등이 확실한 방법이 될 수 있으나, 과도한 비용과 보수중 교통통제 등으로 장기적인 유지관리 계획하에 시행되어야 할 것으로 판단된다.

만일 신축이음의 주기능에 문제가 없을 경우, 임시적으로 누수가 되고 있는 신축이음 하부에 물받이 형식의 배수로를 설치하여 유도배수 함으로써 하부구조물의 추가적인 손상을 예방하여야 한다. 유도배수 방법으로는 신축이음이 있는 콘크리트 하부에 스테인레스판 또는 동판 등을 설치하여 누수를 유도하는 형식이 있다.

(2) 적용

신축이음부 누수부

(3) 개요도



〈그림 4.2.8〉 유도배수로 개요도

(4) 일반사항

- ① 초기설치비가 저렴하지만 시공비 대비 가장 확실한 유도배수 방법으로 시공이 간단하고 공기가 짧다.
- ② 기존 배수관과의 연결 또는 교량하부로 연결되는 별도 연결배수관을 설치하여 유도배수로에 의한 타부재의 2차 손상이 발생되지 않도록 하여야 한다. 이때, 교량 신축시 배수관이 함께 변형되므로 별도 연결배수관과 일체로 시공하여서는 안된다.
- ③ 스테인레스판의 크기는 교량의 신축량을 수용할 수 있도록 충분한 단면폭을 확보하여야 하며, U자형으로 제작하여도 된다.
- ④ 시간경과에 따라 실런트의 열화로 누수유도 기능이 떨어질 수 있으므로 주기적인 점검과 보수가 필요하다.

4.3 유지관리 방안

교량의 유지관리는 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견하고 적절한 조치를 취함으로써, 사용자의 안전 및 원활한 교통흐름을 확보함과 동시에 향후 교량의 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것을 목적으로 실시한다.

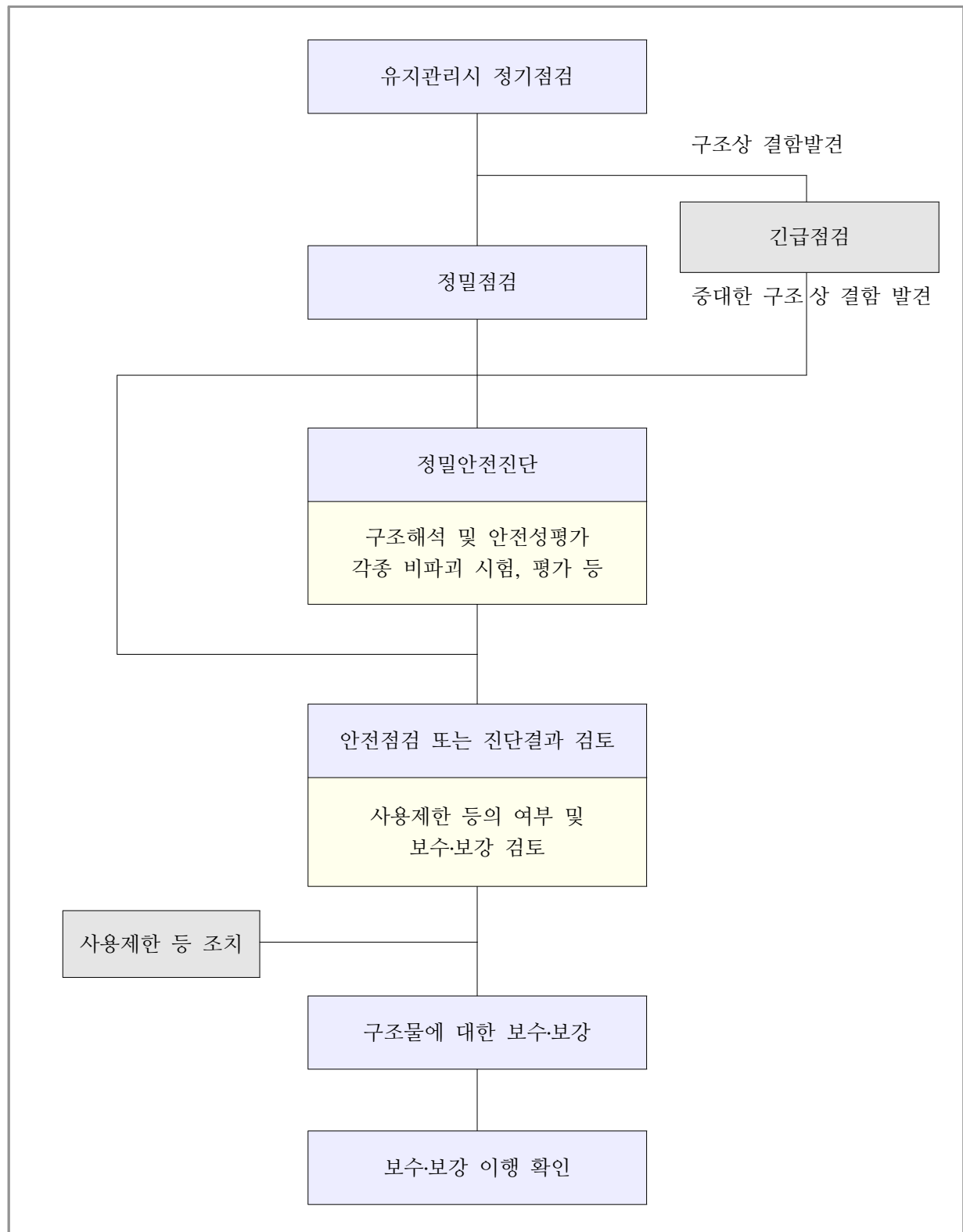
유지관리의 목적은 다음과 같다.

- ① 시설물의 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 보정한다.
- ② 시설물의 상태를 체계적이고 주기적으로 기록한다.
- ③ 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- ④ 보수·보강·개축 등의 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- ⑤ 진단결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여 예산의 최적 분배가 가능하게 한다.
- ⑥ 축적된 진단결과의 분석을 통해 향후 설계·시공될 시설물의 개선을 기대할 수 있다.

교량의 유지관리 목적은 다양하지만 그중에서 가장 기본이 되는 것은 주기적인 현장 점검을 통해 교량의 현상태를 파악하고, 교량의 안전성과 사용성에 악영향을 미칠 손상을 예방하거나 조기에 발견하여 적절한 조치를 취함으로써, 사용자의 안전한 시설물 이용을 보장하는 것이다.

축적된 점검자료를 분석하면 시간이 경과함에 따라 변해 가는 시설물의 상태를 예측할 수 있고, 이에 따라 적절한 유지관리 계획을 수립할 수 있게 된다.

또한, 유지관리 면에서 본 설계·시공상의 문제점과 개선점이 파악되어 유지관리를 고려한 설계·시공을 가능케 하고, 결과적으로 시설물의 수명을 연장시킨다.



〈그림 4.3.1〉 유지관리 흐름도

4.4 부재별 유지관리 및 점검요령

4.4.1 상부구조

가. 난간 및 연석

- ① 난간 : 난간의 손상은 주로 차량 충돌에 의하여 생기는 것이 대부분이며 간혹 하부구조의 변형 등으로 난간이 손상되는 경우도 있다. 난간의 손상은 구조상으로 보강할 필요는 없으나 미관상 좋지 않고 보행자에게 위험을 주게 되므로 조기에 보수하여야 한다. 차량충돌에 의한 파손인 경우는 난간의 기둥부 손상 이외에 상판 자체에도 손상이 있는 경우가 있으므로 면밀한 관찰 후 보수하여야 한다.
- ② 연석 : 연석은 차량의 시선유도를 위하여나 차량이 차도 부분이나 교량 밖으로 이탈하는 것을 방지하기 위해 설치하는 구조물로서 차량의 이탈을 방지함과 동시에 난간에 미치는 영향을 완화시키는 효과도 있다. 연석은 주로 콘크리트나 석재로 사용되며 콘크리트 제품의 손상은 주로 차량의 충격에 의한 국부파손, 화학작용에 의한 박리, 변색, 균열, 프리캐스트 콘크리트 제품에서의 앵커볼트 부식 등이 주로 발생하고 있다. 충격에 의한 국부파손의 경우에는 몰탈 바르기를 할 수도 있지만 심한 손상인 경우는 교체하여야 한다.

표면의 부식이 심한 경우에는 샌드브러쉬나 치핑 후에 신규 콘크리트 접착제를 바르고 덧씌우기를 하여 보수할 수 있으며, 신축이음부를 설치하지 않을 경우는 종방향 신축에 따른 손상이 될 수 있으므로 필히 신축이음을 두어야 한다.

석재연석인 경우에는 손상이 적으면 몰탈 채우기로 할 수 있으나 화학반응이나 온도변화에 의해 재 손상될 수 있으므로 주의를 요하고 손상이 큰 경우에는 교체하여야 한다.

나. 교면포장

교면방수가 시행되지 않은 교량의 교면 포장은 1차적인 방수의 역할을 하게 되므로 포장면의 유지관리는 대단히 중요하다. 아스팔트포장이 노후되어 균열이 발생하거나 요철이 생기게 되면 우수가 침투하거나 차량 통과시 충격 등으로 상판에 악영향을 미치게 되므로 정기적인 순찰을 통해서 포장면의 균열, 요철, 밀림현상 등이 발견되면 즉시 보수하여야 한다.

〈표 4.4.1〉 포장의 손상 및 원인

손상종류		현 상	주요 원인	공용성의 영향
단 차		· 구조물과의 접합부에 생기는 단차	· 구조물과 성토부의 부등침하 · 구조물 매입부의 전압 부족 · 구조물 이음부 불량 · 아스팔트혼합물 안정성 부족 · 구조물 이음부의 아스팔트 혼합물 전압부족	· 소음발생 · 승차감의 저하 · 이음부포장, 구조물, 신축이음부 파손
변형	요철	· 종단방향으로 주기성파형(corrugation)	· 아스팔트 혼합물의 안정성 부족, 상판의 불평탄성 · 텍코트량의 과다	· 주행안정성 저하 · 승차감 저하
	바퀴자국	· 횡단방향의 파형	· 아스팔트혼합물 안정성 부족 · 과다한 중교통(특히 고온시 저속에 의한 정지하중)	· 주행안정성 저하 · 물고임에 의한 운전 방해 · 미끄럼 저항성 저하
	블리딩	· 포장표면에 아스팔트가 침출된 상태	· 아스팔트 혼합물의 아스팔트 과다, 연질 아스팔트 · 텍코트량의 과다 · 골재입도의 불량	· 강우시에 미끄럼저항 불량 · 주행안정성 저하 · 바퀴자국, 요철 등
붕괴 (마모)	라벨링	· 바퀴에 의한 포장 표면 골재 입자가 서서히 이탈하여 표면이 손상된 상태	· 아스팔트혼합물의 전압 부족 · 연질골재 · 아스팔트량 부족 · 아스팔트 혼합물 오버 히트 · 체인, 스파이크타이어 작용 · 노면에 낙하된 토사나 차량의 마모 작용	· 승차감 저하 · 바퀴자국 발생 · 타이어 소음의 증가
	폴리싱	· 주행차량에 의해 포장면이 연마된 상태	· 연질골재 · 교통량	· 미끄럼 저항성 저하 (특히, 습윤상태)
	포트홀 스케일링	· 포장면이 국부적으로 움푹 패인 상태	· 아스팔트 혼합물 품질 불량 · 아스팔트 혼합물 전압 부족	· 물의 침투에 의해 손상 부위 확대 · 주행안정성 저하

〈표 4.4.1〉 포장의 손상 및 원인 (계속)

손상종류		현상	주요원인	공용성의 영향
균열	미세균열	· 초기균열	· 아스팔트혼합물의 품질 불량 (피로저항 포함) · 아스팔트 균열 · 상판균열 · 교량의 진동	· 선상 균열, 격자상 균열의 발전 · 물의 침투에 의한 구조물 영향
	선형균열	· 차선의 횡단, 종단방향으로 직선화된 균열	· 비교적 변위가 큰 교량 · 교량의 진동특성에 의해 국부적으로 응력집중 (강상판의 주거터 부분 등) · 상판의 변위특성(얇은 상판)	· 물의 침투로 포장파괴면의 확대 · 구조물의 영향
	격자형 균열	· 균열의 상호 연결된 격자형	· 교량의 진동변위 · 상판의 손상 · 아스팔트혼합물의 품질 불량 · 아스팔트 노화	· 주행 안정성의 저하 · 물의 침투로 파괴면 확대 · 강상판의 경우 물의 침투에 의해 녹 발생
기타	표면의 부풀음	· 부분적인 부풀음	· 치밀한 혼합물 · 표층하의 공기의 팽창 · 텍코트의 용제 증발 · 콘크리트 상판의 수분 증발	· 포트홀로 진전
	부분파손	· 부분파손	· 자동차에서 낙하물 사고	· 포트홀로 진전
	유류 찌꺼기		· 요금소 전후 · 교통량 정체 · 사고	

다. 배수시설

교량상판을 많이 보수한 바 있는 교량에 있어서 공통점은 교량 난간측 차선이 가장 많이 노후 되었다는 것인데 교면 포장면의 횡단 구배가 연석 쪽으로 되어 있기 때문에 노면수가 연석 쪽으로 물리게 되는데 배수구 시설이 양호하여 노면수의 배제가 양호할 경우에는 문제가 없지만 배수구 시설이 미비하여 노면수의 배제가 잘 이루어지지 않을 경우는 노면에 고여 있던 물의 일부가 교면 방수가 되어 있지 않은 상판으로 침투하게 되어 교량상판 파손의 원인이 된다.

배수불량으로 인하여 상판이 파손되는 과정을 보면 다음과 같다.

- ① 노면수가 상판 콘크리트에 침투하여 콘크리트를 탄산화시키고 철근부식 및 미세한 균열이 발생한다.

- ② 상판 하면에 백화현상이 발생된다.
- ③ 백화현상을 장기간 방치할 경우 균열의 크기가 확대되고 구갑상 균열로 발전된다.
- ④ 구갑상 균열을 방치할 경우 상판하면의 콘크리트 박리현상이 발생된다.
- ⑤ 상부포장(아스팔트) 상면에도 구갑상 균열이 발생된다.
- ⑥ 포장면 균열 그대로 방치시는 결국 콘크리트 상판이 함몰에 이르게 된다.

따라서 전술한 바와 같은 상판의 파손을 예방하기 위해서는 배수구에 대한 철저한 관리가 이루어져야 하는데 우선 배수구는 정기적인 청소를 통해서 퇴적물(토사, 낙엽, 비닐 등)이 퇴적되지 않도록 하고 배수홈통 역시 주기적인 점검을 통하여 이물질로 인하여 막히지 않도록 하며, 부식된 홈통 등은 기능이 유지되도록 조속히 보수가 이루어져야 한다. 그밖에도 배수가 불량한 교량에 대하여는 배수구를 추가로 설치하거나 기존 배수구를 개량하는 등 배수에 완벽을 기하도록 하여야 한다.

라. 콘크리트 바닥판

바닥판은 운하중의 영향을 직접적으로 받는 부재이므로 상황을 충분히 파악하여 위험한 것이 있으면 즉시 보수해야 한다. 또한 바닥판은 한번 손상이 생기면 급속히 악화되므로 손상 상태를 정기적으로 조사, 점검하여 손상 발견시 조기에 조치를 취하는 것이 중요하다. 바닥판의 점검은 일반적으로 사진이나 육안으로 점검한다. 그러나 상세한 조사가 필요한 경우에는 공사용 비계나 점검차를 이용하여 균열의 밀도, 폭, 길이 및 철근 노출, 공동, 곰보 등을 조사한다.

일반적으로 바닥판은 휨 모멘트에 대해 설계하고 전단력은 감안하지 않는다. 따라서 균열이 없는 경우에는 충분한 내력이 있지만 균열이 생기면 전단력에 대한 내력의 저하 또는 휨내력의 저하가 진행되고 있는 상태이므로 충분히 주의하여야 한다. 균열 폭은 0.1mm를 기준으로 하여 이상 여부를 판정토록 한다.

누수 및 백태현상은 균열과 연관되어 발생하는 현상으로 누수는 상판의 균열이 상·하면을 관통하여 물이 스며드는 현상이며, 백태는 누수에 의하여 유리석회가 발생하는 현상을 말한다.

또한 점검 시에는 다음 사항에 유의한다.

- ① 바닥판의 손상정도를 판단하는데 있어서 균열은 상당한 비중을 차지하므로 점검시에는 단순히 균열모양을 관찰하는 것에 그치지 말고, 여러 상태에 대해 그 원인을 파악하고 그에 따른 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의 깊게 조사해야 한다.

- ② 바닥판의 균열상황에 대해서는 정기적인 조사에 의해 진행상황을 파악하도록 한다.
그러기 위해서는 균열의 시점과 종점을 표시해 두는 것이 필요하다.
- ③ 큰 균열일지라도 상당히 오래 전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 운하중의 반복 재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 균열 조사시에는 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의하여야 한다.
- ④ 조사 시에는 가능한 한 바닥판 밑면에 접하여 점검하여야 한다.

마. 신축이음장치

신축이음장치의 파손은 파손부위의 요철에 의하여 교량 자체에 충격하중을 가하여 주요 구조부재의 손상을 가속화시키며, 누수현상에 의하여 하부 받침장치 및 교각 두부의 파손 등 복합적인 손상을 유발한다. 신축이음장치의 종류 및 파손원인은 다음과 같다.

〈표 4.4.2〉 신축이음장치의 종류 및 손상 형태

종 류	손 상 형 태
맹 형	· 포장 균열에 의한 신축이음의 탈락 · 신축이음에 토사유입에 의한 방수재 탈락 · 신축이음 주변의 포장 함몰
혼성형	· 우각부 콘크리트 균열 및 탈락 · 앵글의 변형 및 앵글과 커버 접속부 파손 · 앵커의 절단 및 시일재 탈락
고무제	· 초기 압축량 산정 잘못 및 운하중에 의한 고무파손 · 접착재 불량에 의한 고무탈락 · 신축이음 틈새가 벌어져 차량통과시에 소음발생
강 재	· 앵커길이 부족 및 강도부족에 의한 앵커 절단 · 앵커 콘크리트 파손 · 신축이음 설치불량에 의한 차량소음 발생 · 토사에 의한 신축량 감소
공 통	· 앵커볼트의 헐거움 · 볼트 홀 충전물의 박리 · 후타설재의 균열, 함몰 · 후타설재 전후의 요철 · 상판 단부의 파손

〈표 4.4.3〉 신축이음장치의 손상원인

구 분	손 상 원 인
종류와 형식	· 사용 형식의 부적절
설 계	· 상판단부의 강도부족 · 신축장치 본체의 강도부족 · 신축장치 앵커부의 강도부족 · 후타설재의 선택잘못 · 신축량 산정의 오산
시 공	· 상판유간의 시공오차 · 신축장치의 설치불량 · 신축장치 앵커부의 시공불량 · 후타설재의 시공불량
유 지 관 리	· 차륜하중 및 반복하중의 증대 · 상판의 노후화 · 신축장치 전후의 노면 요철 · 노면의 청소 불충분 · 화재, 지진 등의 이상사태 발생

유지관리시 신축이음이 파손되면 차량통행에 즉시 지장을 주게 되므로 완전파손에 이르기 전에 보수하여야 한다. 그리고 파손이 되지 않더라도 신축이음 사이에 이물질이 끼거나 강재 등이 부식되면 신축이음으로서의 기능을 다하지 못하게 되고 교량의 거동에 큰 영향을 미치게 되므로 정기적인 순찰 및 점검을 실시하고 문제가 있을 때는 청소 및 보수를 통하여 신축작용이 원활하게 되도록 하여야 한다. 신축이음 사이에 모래나 먼지 등이 끼게 되어 신축이음의 기능을 다 하지 못하고 조기에 파손되는 경우가 많다. 특히 기 시공되어 있는 신축이음은 형식상 보도측 노면의 체수가 불가피하여 체수로 인한 토사나 먼지가 쌓이는 상태이므로 주기적으로 고압수 등으로 신축이음 사이의 물질을 제거해야만 한다.

4.4.2 받침장치

가. 손상형태 및 원인

〈표 4.4.4〉 받침장치 손상종류

분 류		손 상 의 종 류
받 침 본 체	강재받침	· 부상 방지장치의 파손(사이드 블록) · 이동제한 장치의 파손(상부받침 스톱퍼) · 이동제한 장치의 파손(하부받침 스톱퍼) · 받침부의 균열, 파쇄 · 각 부재의 부식 · 너트의 헐거움 · 너트볼트 및 세트볼트의 헐거움, 탈락 · 미끄럼면, 구동면의 부식 · 롤러의 엇갈림, 낙하 · 핀 및 롤러의 균열
	고무받침	· 고무계의 받침 열화, 균열
접합부		· 충전 몰탈의 균열 · 앵커볼트의 절단, 인발 · 파괴, 박리

〈표 4.4.5〉 받침장치 손상원인

손상 부위	종 류 원 인	형 식 의 선 정 및 배 치 의 잘 못	설 계 의 배려부족	제 작 공 부 실	유지관리가 불충분 한 것
받 침 본 체	· 부상방지 장치의 파손	○	○		
	· 이동제한장치 파손	○	○		
	· 롤러 어긋남 및 낙하		○		
	· 핀 및 롤러의 결렬		○	○	
	· 받침하부의 결렬		○		
	· 너트의 느슨해짐			○	○
	· 탭 볼트, 세트 볼트의 누락		○		○
	· 경사면의 녹 발생				○
	· 각부재 부식				○
	· 고무계 받침의 열화 균열		○		○
결 합 부	· 앵커볼트의 절단·인발	○	○	○	
	· 충전 몰탈의 균열	○	○	○	
	· 받침 콘크리트의 압괴, 박리	○	○	○	

나. 유지관리

받침의 보수는 받침 본체의 교체와 상·하부 구조 연결부의 보강으로 나누어진다. 그 중에서도 받침 구성부재의 몸체를 교체하여야 하는 경우도 있으나 받침의 구조 및 위치를 고려하여 대규모의 공사가 되지 않도록 하여야 한다.

받침부 보강시 보통 작きを 사용하는 경우에는 상부구조를 균등하게 인상하지 않을 경우 상판 등에 균열이 발생될 우려가 있으므로 주의하여야 한다. 또 작きを 내릴 때에도 균형을 유지하도록 신중하게 행하지 않을 경우 상부구조에 악영향을 미치거나 작きを 파손시키는 경우가 있으므로 주의하여야 한다. 상부구조(연속보의 경우에는 중간 지점 등)에 따라서는 작기 인상에 따라 생기는 응력을 검토하여야 하며, 지점 부근에서 단부 보강재를 주변에 시공하는 경우에는 보에 주는 영향을 고려하여 교량의 설계시 사전에 Jack위치에 보강재를 두는 것으로 설계한다. 그러나 Jack설치 위치가 Diaphragm 중앙이고 Access Hole에 의한 단면 손실이 있는 부분이므로 받침장치 교체시 이에 대한 보강으로 Access Hole부근을 H-Beam으로 보강한 후 시공하여야 한다.

받침부의 보수방법에는 여러가지 방법이 있으며, 그 중 대표적인 것은 다음과 같다.

- ① 받침 본체의 파손에 대하여는 상부구조를 작기로 인상한 후 받침 본체를 새로운 받침으로 교체한다.
- ② 받침 본체의 파손이 있으나 볼트, 너트 등의 탈락, 부상방지장치의 파손 등 작기로 인상할 필요가 없는 경우에는 파손된 부분만 교체한다.
- ③ 받침부 콘크리트의 파손에 대하여는 상부구조를 작기로 인상한 후 파손부분을 견고하게 보강하고 새로운 콘크리트(무수축 콘크리트)를 타설한다.

1) 신축이음부 누수방지

받침장치의 부식원인 중 가장 큰 것 중의 하나가 신축이음부 누수이며, 동절기 염화칼슘 살포시 염화물이 신축이음에 침수되면 받침장치의 부식이 한층 가속화될 우려가 있다. 따라서 신축이음부로 누수가 되지 않도록 하는 것이 아주 중요하며, Finger Joint에는 신축이음 하부에 우수 유도시설을 반드시 설치하여 우수가 교각 위로 떨어지지 않도록 조치해야 한다.

2) 주기적인 청소 및 도장

받침장치 유지관리에 있어서 주기적인 청소와 도장 작업, 윤활유 주입 등은 필수적이다. 청소 및 도장작업의 주기는 교량이 위치한 지역이나 환경에 따라 다르지만 1년에 1회 정도 주기적으로 시행하는 것이 좋으며, 청소 후 반드시 윤활유를 주입하고 구리스를 철재표면에 도포 하거나 덮개를 씌우도록 하여야 한다.

3) 기타

- ① 보호피막이 양호한 상태로 유지되어야 하며 손상된 부분은 원상으로 회복
- ② 받침장치 주위는 항상 청결 건조한 상태로 유지되어야 하며 이물질이나 수분 또는 염분으로부터 보호
- ③ 고정용 볼트의 조임 상태 확인
- ④ 받침재의 손상 시에는 교체해야 하며 손상의 원인을 규명하고 수정
- ⑤ 받침장치의 이동량 및 회전량이 설계치를 초과하지 않는가를 검사

4.4.3 하부구조

하부구조를 보수하는 요인으로써, 받침 부근의 변형, 교대, 교각 구체의 파손, 구조물의 침하, 경사, 이동, 기초의 침하, 변형 등에 의한 구조물의 강도부족이나 안전성이 부족하여 내구성이나 외관에 문제가 생긴 경우 등이 대부분이며, 보수 공법의 선택은 변형의 원인을 조사하여 보수의 가능성, 다른 구조물에 미치는 영향, 대상 구조물의 내용년수를 검토하여 결정해야 한다.

하부구조의 보수공법에는 세굴에 대한 보강, 콘크리트의 노화, 균열, 박리부분의 보강을 목적으로 하는 피복 보강, 기초의 지지력 부족에 대한 보강 등이 주로 행해지고 있다. 또한 하부구조의 보수는 일반적으로 작업조건에 제약을 받고, 입지적으로도 수상, 수중, 높은 곳, 경사진 곳에서 작업하게 되는 경우가 많아 시공조건이 좋지 않다.

따라서 강도가 부족하여 보수하는 경우에도 직접적인 보수보다 주변 지반의 개량 등의 간접적인 보수가 유리한 때가 많다. 또 보수위치에 따라서 일반 차량의 통행 규제를 해야 하는 경우가 있고, 이에 따라 보수공법이 달라지기 때문에 사전에 통행 규제에 대해 관계기관과 협의를 거친 뒤에 보수공법을 검토해야 한다.

1) 신축이음부 누수방지

신축이음부 누수가 교각이나 교대의 콘크리트를 손상시키는 주원인이다. 신축이음부에서 누수가 되면 교각상부를 통하여 교각 구체에 물이 침투하거나 겉으로 흐르게 되는데 계속 물이 침투할 경우 콘크리트 표면에 백화현상이 발생되고 콘크리트 부식 및 박리 등으로 발전하게 된다. 신축이음부 누수는 특히 도심지 고가차도 등의 교각의 경우 백태현상 등으로 미관을 저해하는 요인이 되기도 한다.

따라서 신축이음 설치 시 완전히 지수가 되는 제품을 선정 설치하도록 하고 현재 누수가 되는 곳에 대하여는 우수 유도시설을 설치하거나 교각 상부에 에폭시 도장을 실시하는 등 적극적인 대책을 강구하여 교각 및 교대의 손상을 방지해야 한다.

미국에서는 교량 건설 시에 교각상부에 에폭시 도장을 실시하여 신축이음부에서 누수가 되더라도 콘크리트가 부식되지 않도록 하고 있다.

2) 받침장치의 철저한 유지관리

받침장치가 녹이 슬거나 이물질 등이 끼어 이동이 불가능하게 되면 교각의 받침부분에 균열이 발생하게 되므로 받침장치를 철저하게 유지 관리하여 받침의 이동이 자유롭게 하는 것은 매우 중요한 일이다.

3) 교각의 침식 방지공

계속하여 물속에 잠겨 있거나 유수의 영향을 받지 않는 곳은 문제가 없으나, 수위의 변화에 따라 계속하여 유수의 영향을 받는 부분에 대하여는 교량 건설시 강판 접합이나 F.R.P층 접합 등을 실시하여 직접적으로 콘크리트가 유수의 영향을 받지 않도록 한다면 침식의 피해를 방지할 수 있다.

제5장 교량별 정밀점검 결과

5.1 장존교

5.2 남리육교

5.3 남동과선교(상)

5.4 남동과선교(하)

5.5 교천교(상)

5.6 교천교(하)

5.7 신계1교

5.8 목주교

제5장 교량별 정밀점검 결과

5.1 장존교

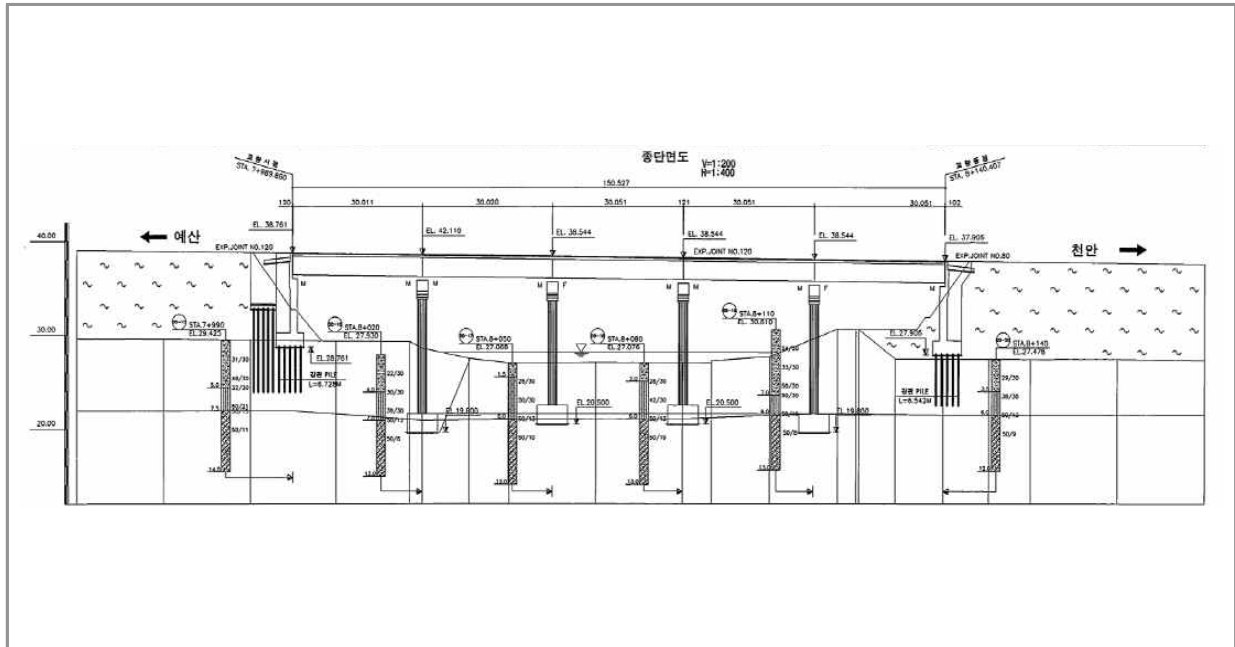
5.1.1 교량현황



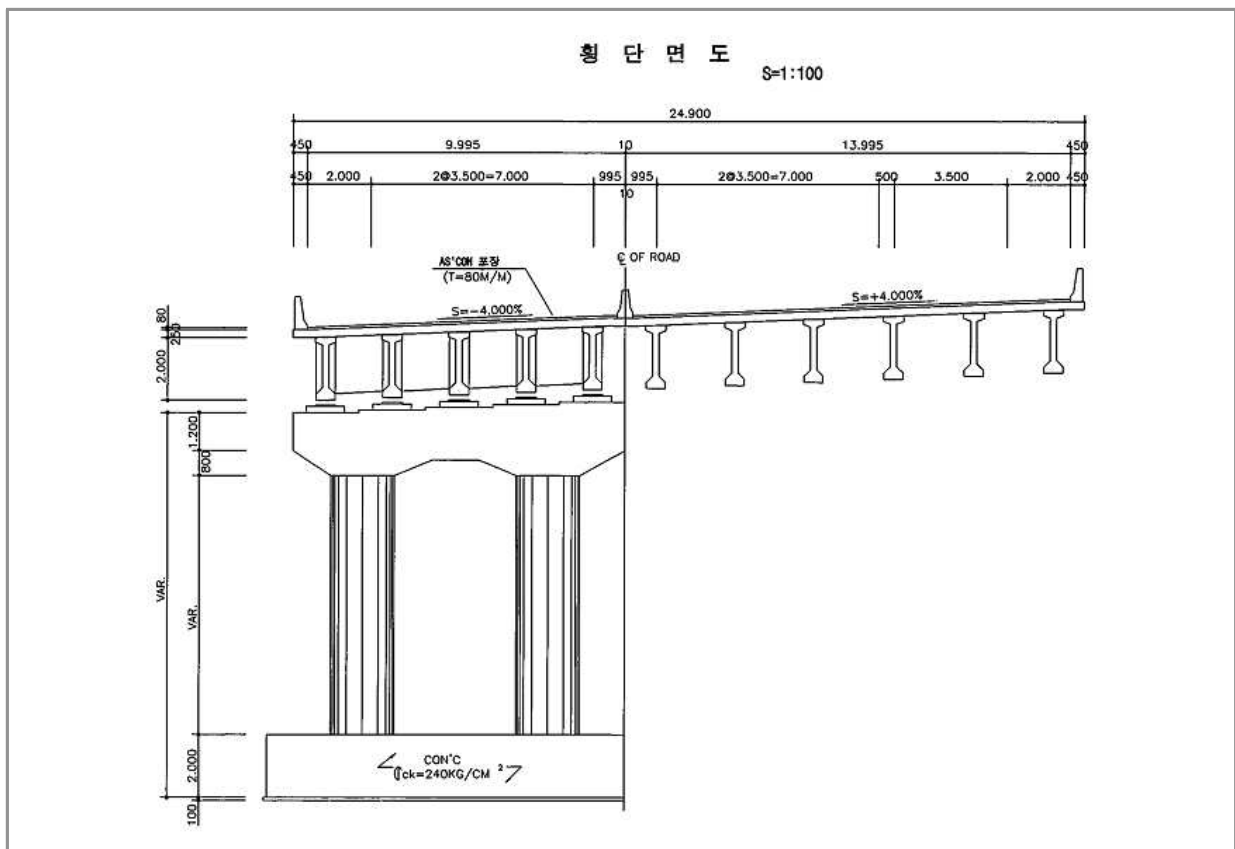
〈표 5.1.1〉 장존교 일반현황

교 량 명		장존교	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2006. 8. 8
소 재 지		충청남도 아산시 장존동	시 공 자	경남기업(주)외 2개사
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	대한콘설턴트(주) (주)홍익기술단
상 부 구 조	형 식	PSC I형 거더교	교 장	150m(3@30m+2@30m)
	교 폭	24.9 m	받침장치	탄성고무받침
	경 간 수	5경간	신축이음장치	NB Joint
	최대경간장	30.0m	난간/포장	콘크리트 방호벽 포장(아스콘)
하부 구조	교 각	라멘식(4기)	교 대	역T형(2기)
	교각기초	직접기초	교대기초	말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	왕복5차선
종 별		2층	내진설계	적용
기 타		◦ 하부구간 : 소하천		

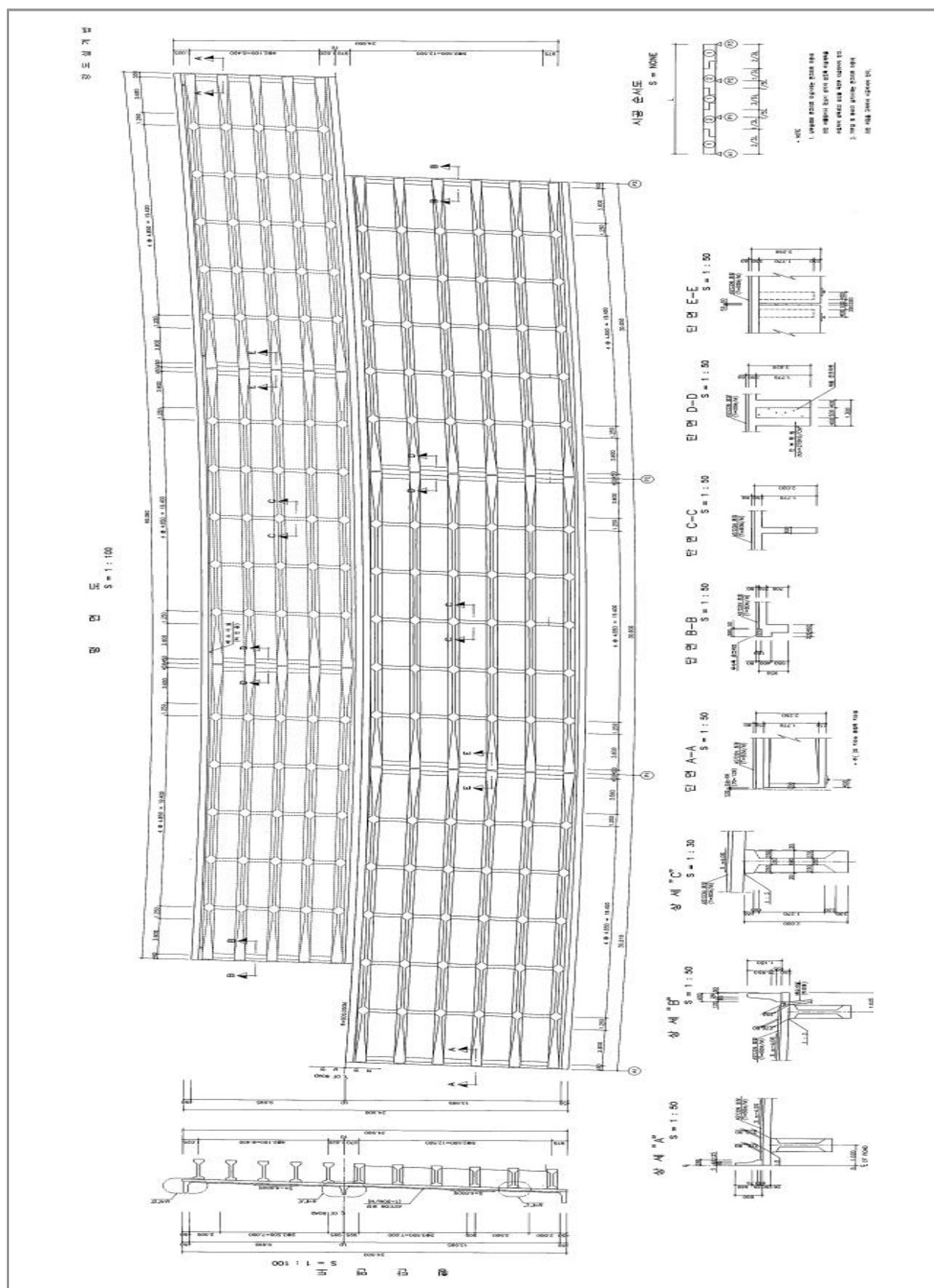
나. 일반도

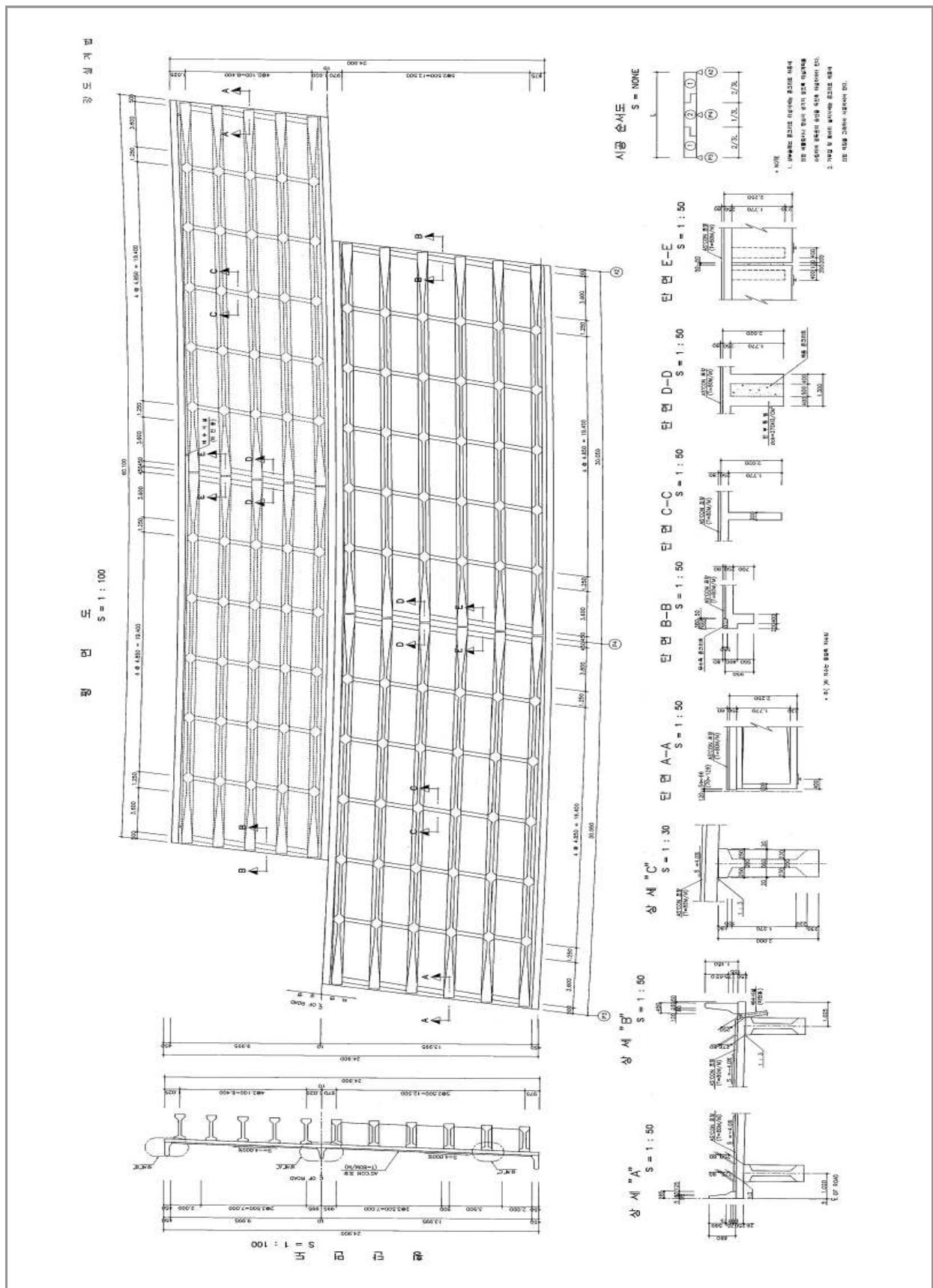


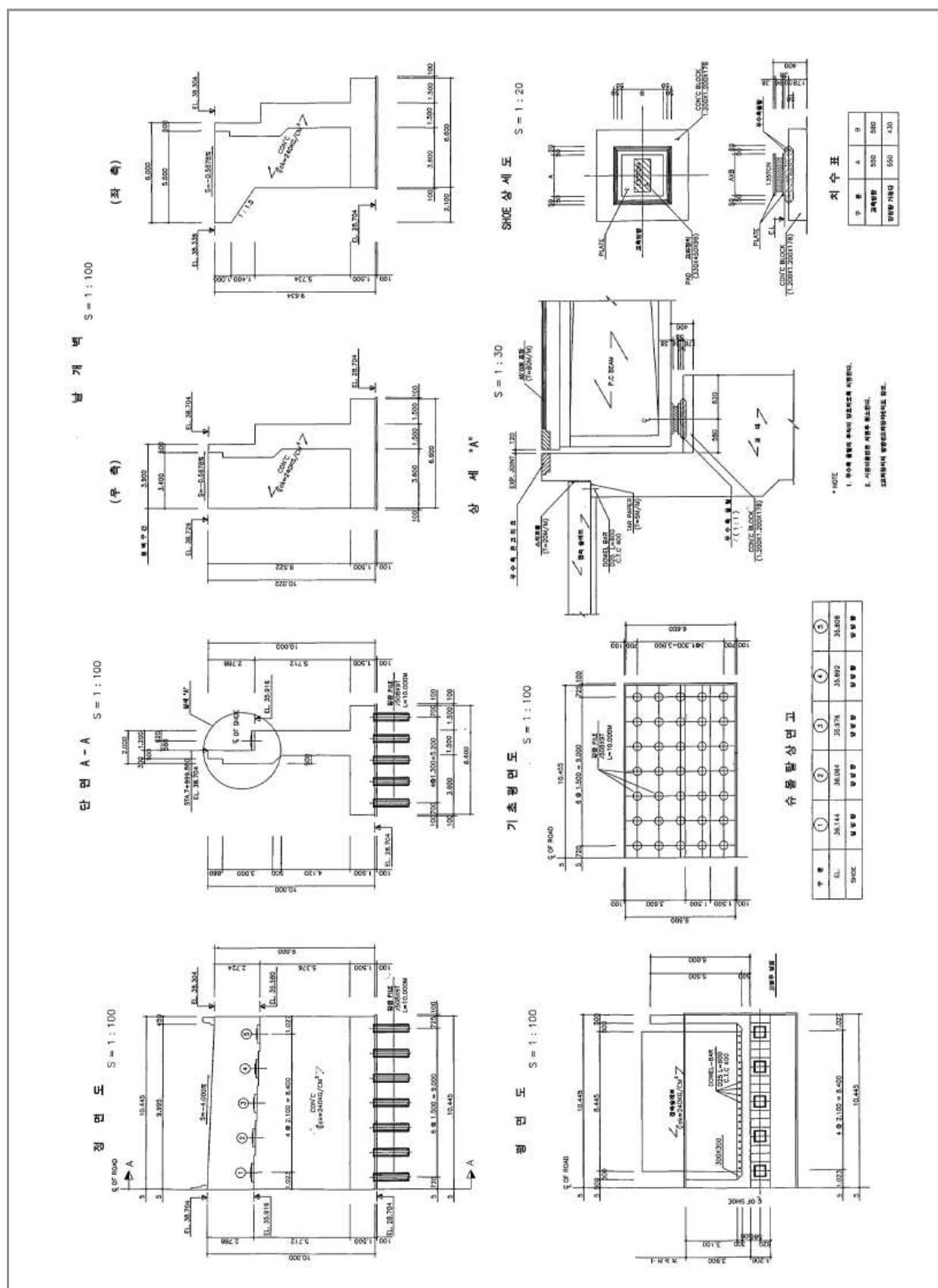
〈그림 5.1.1〉 장준교 종단면도

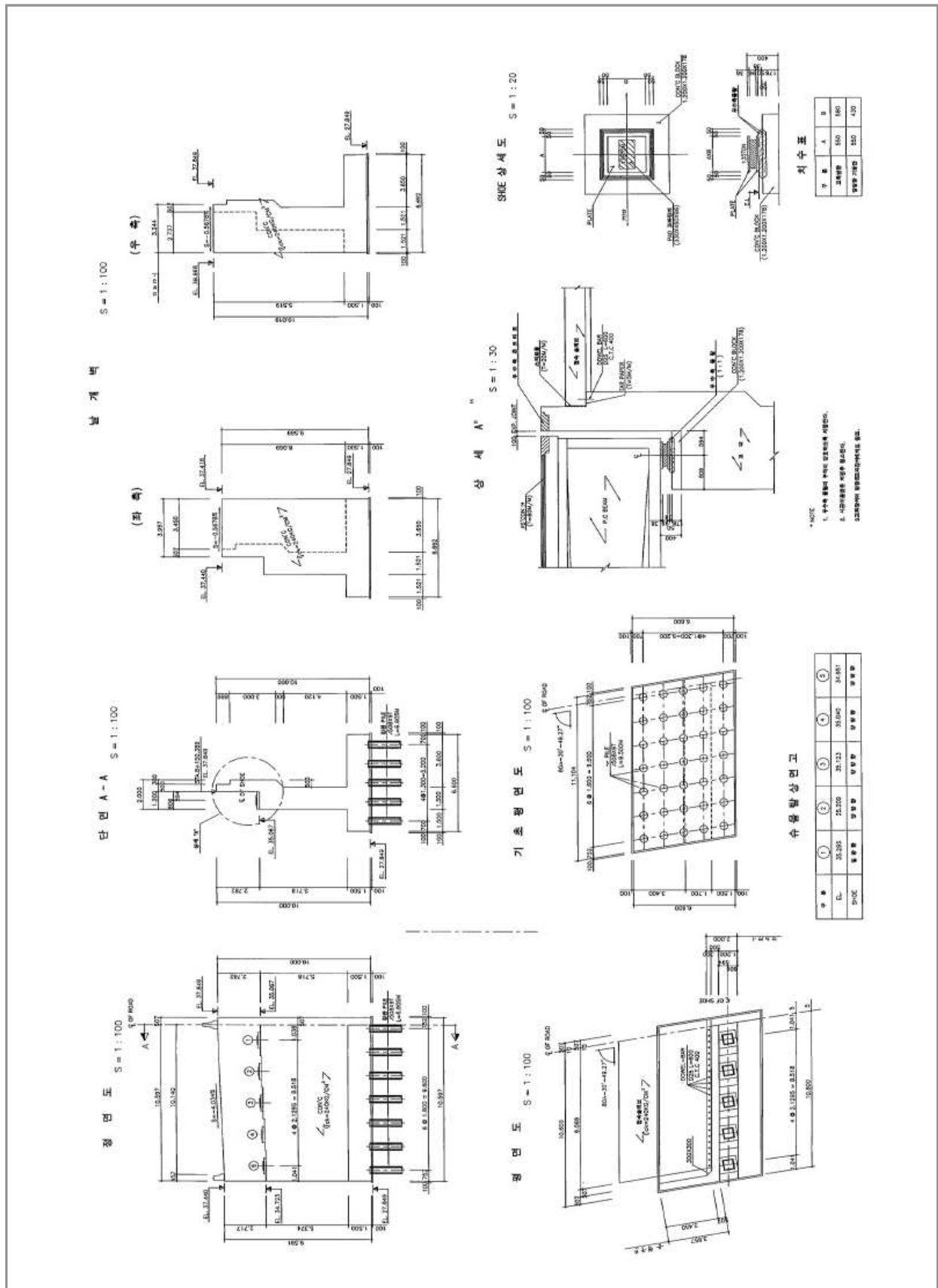


〈그림 5.1.2〉 장준교 횡단면도

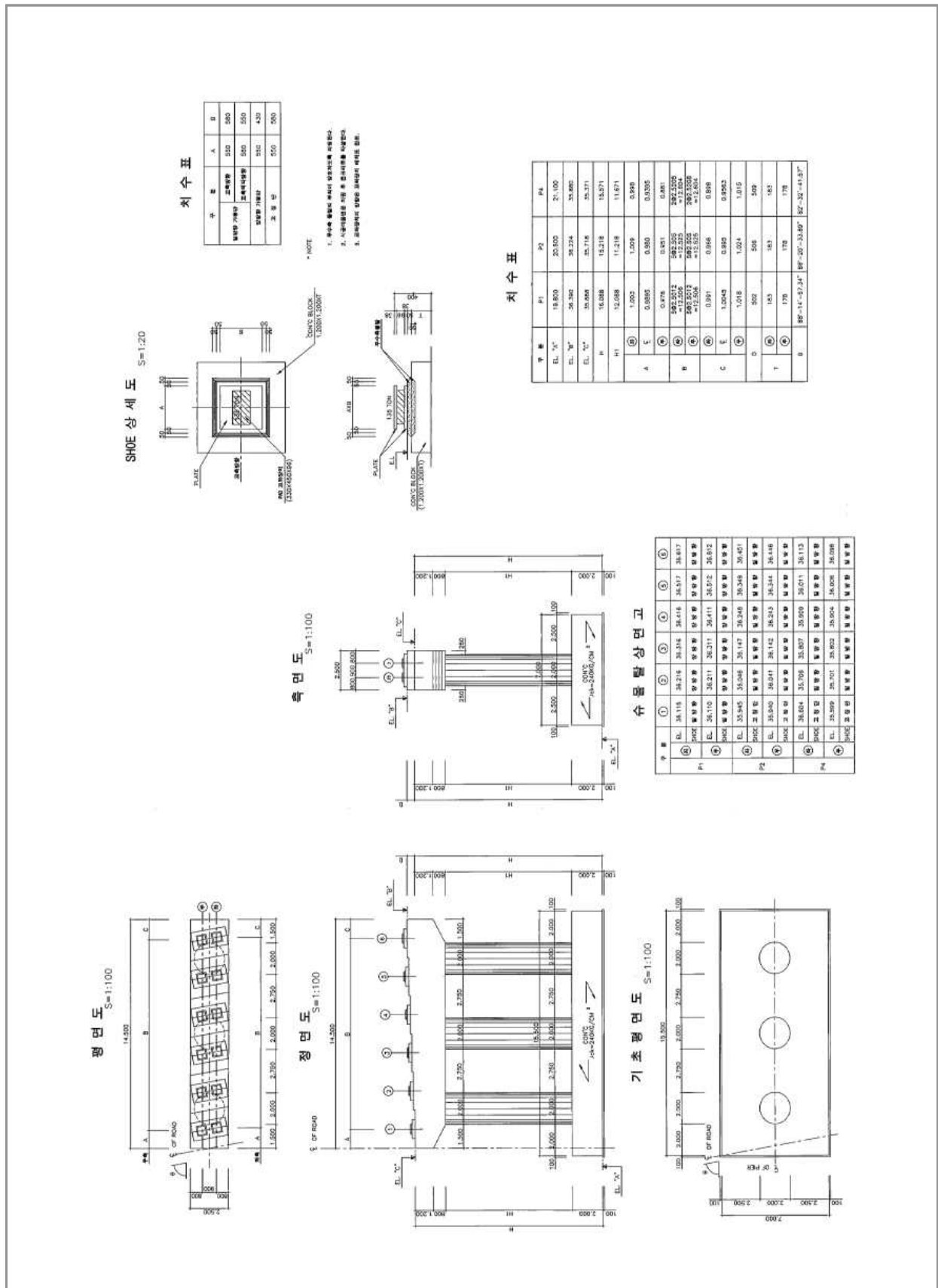




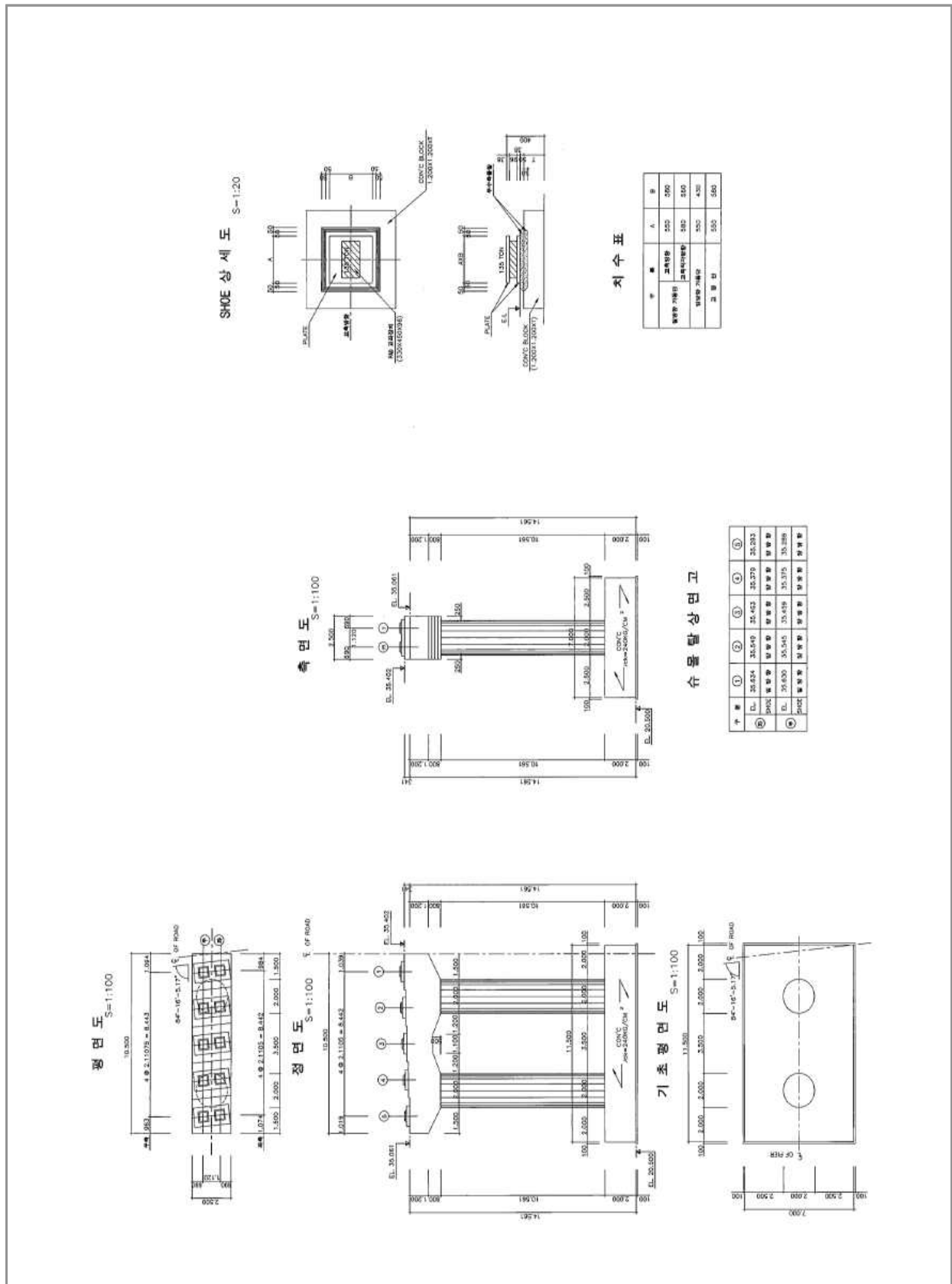




〈그림 5.1.6〉 장준교 종점측 교대 일반도



〈그림 5.1.7〉 장존교 교각(P1,P2,P4) 일반도



〈그림 5.1.8〉 장준교 교각(P3) 일반도

5.1.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

구 분		결합 및 손상현황	원인분석	대책방안
상 부 구 조	교면 포장	• 아스콘 균열 및 마모 • 보수부 요철 • 아스콘 패임 • 토사퇴적	• 중차량통행 • 중차량통행 • 중차량통행 • 공용기간 증가	• 포장소파보수 • 포장소파보수 • 포장소파보수 • 청소 및 유지관리
	난간 및 연석	• 균열(cw:0.3mm미만) • 파손 • 철근노출 • 교명판 망실 • 표면부스러짐 • 점검로 진입 사다리파손	• 건조수축, 온도변화 • 외부충격 • 피복부족 • 망실 • 동결융해 • 외부충격	• 표면처리공법 • 단면복구공법 • 방청후 단면복구공법 • 교명판 재설치 • 단면복구공법 • 유지관리
	배수 시설	• 배수구 막힘	• 공용기간 증가	• 청소 및 유지관리
	신축 이음	• 유간토사퇴적 • 후타재 균열(cw:0.3mm미만)	• 공용기간 증가 • 건조수축, 온도변화	• 청소 및 유지관리 • 표면처리공법
	바닥판	• 철근노출 • 데크플레이트 부식 • 누수흔적 • 박락	• 피복두께부족 • 우수유입 • 우수유입 • 외부충격, 공용기간 증가	• 방청후 단면복구공법 • 채도장 • 표면처리공법 • 단면복구공법
	거더 및 가로보	• 파손 • 균열(cw:0.3mm이상) • 재료분리 • 철근노출	• 거더인양 중 파손 • 건조수축, 온도변화 • 다짐불량 • 피복두께 부족	• 단면복구공법 • 주입공법 • 단면복구공법 • 방청후 단면복구공법
하 부 구 조	교대	• 누수흔적 • 균열(cw:0.3mm미만) • 받침방향표시 오류 • 재료분리	• 우수유입 • 건조수축, 온도변화 • 시공오류 • 다짐불량	• 표면처리공법 • 표면처리공법 • 교체 • 단면복구공법
	교각	• 균열(cw:0.3mm미만) • 균열(cw:0.3mm이상) • 파손 • 철근노출 • 재료분리 • 누수흔적 • 표면부스러짐 • 체수 • 박락	• 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화 • 외부충격 • 피복두께 부족 • 다짐불량 • 우수유입 • 동결융해 • 신축이음 누수 • 외부충격, 공용기간 증가	• 표면처리공법 • 주입공법 • 단면복구공법 • 방청후 단면복구공법 • 단면복구공법 • 표면처리공법 • 단면복구공법 • 유도배수로설치 • 단면복구공법
	받침장치	• 받침Plate 부식 • 고무재 들뜸 • 받침물탈 파손 • 받침도장들뜸 • 받침콘크리트 재료분리 • 받침콘크리트, 몰탈균열(cw:0.3mm미만)	• 우수유입 • 시공오류 • 외부충격 • 우수유입 • 다짐불량 • 건조수축, 온도변화	• 채도장 • 유지관리 • 단면복구공법 • 채도장 • 단면복구공법 • 표면처리공법

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.4 ~ 28.3	27.0
거터	47.6 ~ 49.4	40.0
교대, 교각	24.5 ~ 28.6	24.0
시험결과	▶ 교대·교각은 24.5~28.6MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.4~28.3MPa(설계기준강도: 27MPa), 거터는 47.6~49.4MPa(설계기준강도: 40MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	2.7 ~ 3.5	10.5	31.5mm / a등급	
거터	0.5 ~ 4.2		30.8mm / a등급	
교대, 교각	2.3 ~ 9.1		107.7mm / a등급	
시험결과	▶ 탄산화깊이는 0.5~9.1mm로 측정되어, 탄산화 잔여깊이가 30.0mm 이상으로 측정부재 모두 콘크리트 탄산화에 의한 철근부식 우려는 없는 것으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.1.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.1.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
장촌교	C등급	-	C등급	
평가등급	▶ 장촌교의 안전등급 산정결과 『주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태』인 “C등급”으로 평가됨.			

5.1.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	데크플레이트 부식	재도장	2	
	누수흔적	표면처리공법	2	
	박락	단면복구공법	2	
거터	파손	단면복구공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
가로보	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
교대	누수흔적	표면처리공법	2	
	균열(0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침방향표시 오류	교체	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	파손	단면복구공법	2	
	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
	누수흔적	표면처리공법	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
	체수	유도배수로설치	1	
	박락	단면복구공법	2	
받침장치	받침Plate 부식	재도장	2	
	고무재 들뜸	지속관찰, 추후보수	2	
	받침콘크리트균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침몰탈 파손	단면복구공법	2	
	받침도장들뜸	재도장	2	
	받침콘크리트 재료분리	단면복구공법	2	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	신축이음 누수	72.0	m	유도배수로 설치	55,000	3,960,000	
	유간 토사퇴적	48.95	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	14	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
포장	토사퇴적	75.00	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
직접공사비						3,960,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						1,980,000	
총 공사비(천단위 이하 절사)						5,940,000	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	누수흔적	0.39	m ²	표면처리공법	50,000	19,500	
	철근노출	0.02	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	3,940	
	데크플레이트 부식	0.32	m ²	채도장(외부)	40,000	12,800	
	박락	0.30	m ²	단면복구공법	147,000	44,100	
거더	파손	0.22	m ²	단면복구공법	147,000	32,340	
	균열(cw:0.3mm이상)	5.30	m	주입공법	88,000	466,400	
	재료분리	1.12	m ²	단면복구공법	147,000	164,640	
가로보	균열(cw:0.3mm이상)	1.60	m	주입공법	88,000	140,800	
	재료분리	0.12	m ²	단면복구공법	147,000	17,640	
	철근노출	0.04	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	7,880	
교대	받침방향표시 오류	2	EA	교체	-	-	
	누수흔적	25.40	m ²	표면처리공법	50,000	1,270,000	
	재료분리	1.12	m ²	단면복구공법	147,000	164,640	
	균열(cw:0.3mm미만)	0.13	m ²	표면처리공법	50,000	6,500	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
교각	누수흔적	31.46	m ²	표면처리공법	50,000	1,573,000	
	균열(cw:0.3mm미만)	10.73	m ²	표면처리공법	50,000	536,500	
	균열(cw:0.3mm이상)	0.40	m	주입공법	88,000	35,200	
	파손	0.32	m ²	단면복구공법	147,000	47,040	
	철근노출	0.22	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	43,340	
	재료분리	0.06	m ²	단면복구공법	147,000	8,820	
	표면부스러짐	1	m ²	단면복구공법	147,000	147,000	
	박락	0.3	m ²	단면복구공법	147,000	44,100	
받침 장치	받침Plate 부식	38.0	m ²	채도장	90,000	3,420,000	
	고무재 들뜸	17	m ²	지속관찰, 추후보수	-	-	
	받침콘크리트, 몰탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.53	m ²	표면처리공법	50,000	26,500	
	받침몰탈 파손	0.02	m ²	단면복구공법	147,000	2,940	
	도장들뜸	0.4	m ²	채도장(외부)	40,000	16,000	
	받침콘크리트 재료분리	0.06	m ²	단면복구공법	147,000	8,820	
신축 이음	후타재 균열 (cw:0.3mm미만)	12.24	m ²	표면처리공법	50,000	612,000	
포장	아스콘균열 및 마모	197.3	m	포장균열보수	13,000	2,564,900	
	보수부 요철	14.25	m ²	포장소파보수	50,000	712,500	
	아스콘 패임	0.12	m ²	포장소파보수	50,000	6,000	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	1.75	m ²	표면처리공법	50,000	87,500	
	파손	0.11	m ²	단면복구공법	147,000	16,170	
	철근노출	0.31	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	61,070	
	교명판 망실	3	EA	교명판 설치	300,000	900,000	
	표면부스러짐	75.0	m ²	단면복구공법	147,000	11,025,000	
	점검로 진입 사다리 파손	1	EA	유지관리	-	-	
직접공사비						24,245,580	
제경비(직접공사비의 50%적용)						12,122,790	
총 공사비(천단위 이하 절사)						36,368,000	

5.1.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 장촌교는 충청남도 아산시 장촌동 일원에 위치한 5경간의 PSC I형 거더교 형식으로 2006년 8월에 준공되어 약 8년이 경과되었으며, 국도 21호선 상에 위치하고 있다. 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 주요부재인 바닥판, 교대, 교각, 거더 등 구조부재 및 부속 구조물에서 다수의 손상이 발생하였으며, 조사된 손상은 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 것으로 신축이음 후타재균열(cw:0.3mm미만), 아스콘 균열 및 마모 등이 발생하였다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으며, 전회차 정밀점검과 비교시 다수 부재에서 손상물량이 증가하여, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

장촌교의 종합평가에 의한 안전등급은 C등급으로, 『주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태』로써 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

5.2 남리육교

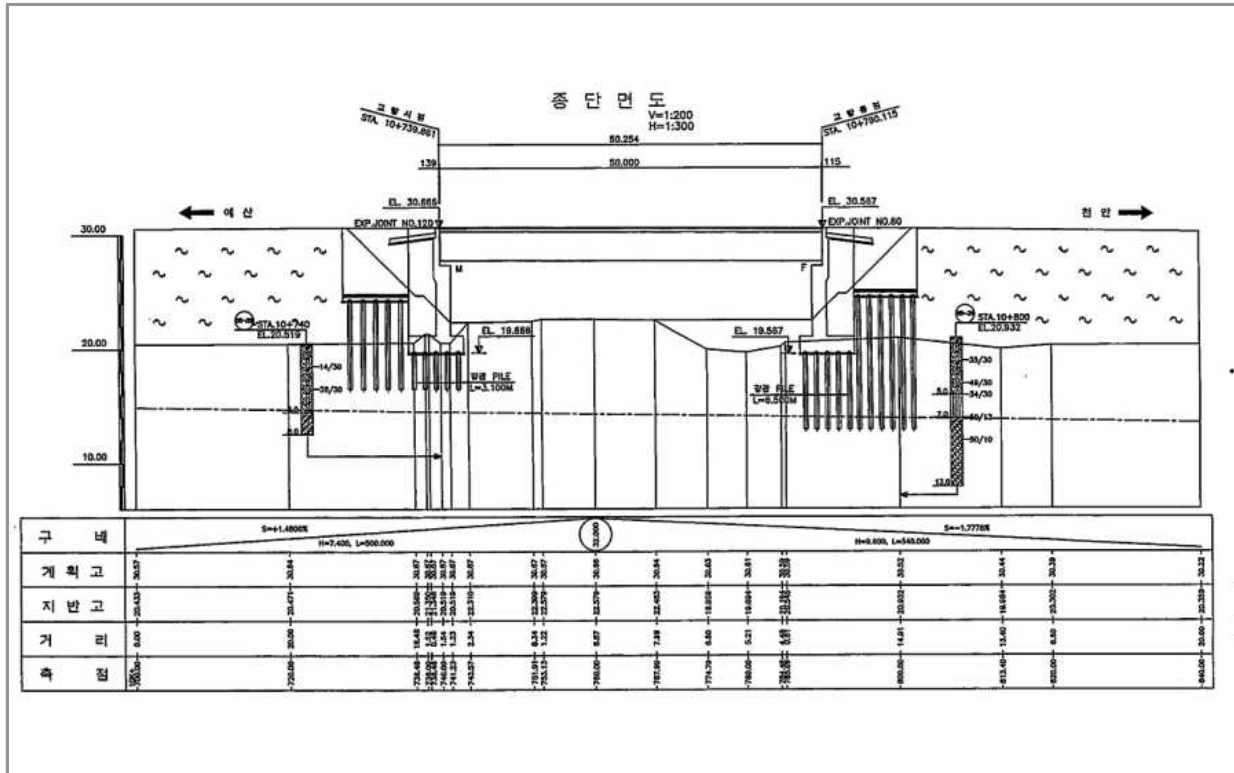
5.2.1 교량현황



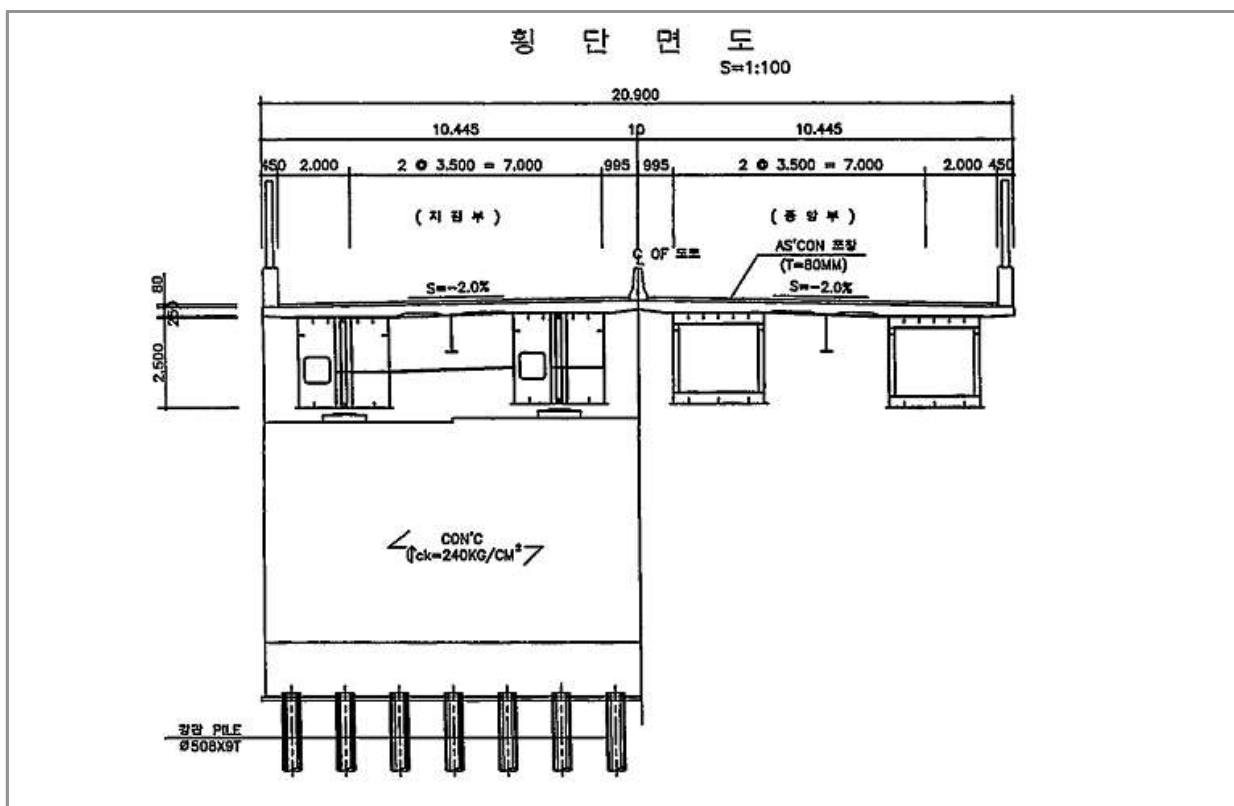
〈표 5.2.1〉 남리육교 일반현황

교 량 명		남리육교	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2006. 08. 08
소재지		충청남도 아산시 배방읍 신흥리	시 공 자	경남기업(주)외 3개사
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	대한콘설탄트(주) (주)홍익기술단
상부구조	형 식	강박스거더교(STB)	교 장	50.0m(1@50m)
	교 폭	20.9m	받침장치	Pot Bearing(포트받침)
	경 간 수	단경간	신축이음장치	Rail Joint
	최대경간장	50.0m	난간/포장	콘크리트 방호벽(중분대) 포장(아스콘)
하부구조	교 각	없음	교 대	역T형
	교각기초	-	교대기초	말뚝기초(강관)
설계하중		DB-24	차선수	왕복4차선
종 별		2종	내진설계	미적용
기 타		◦ 하부구간 : 시도 3호선 ◦ 평면선형 : 직선		

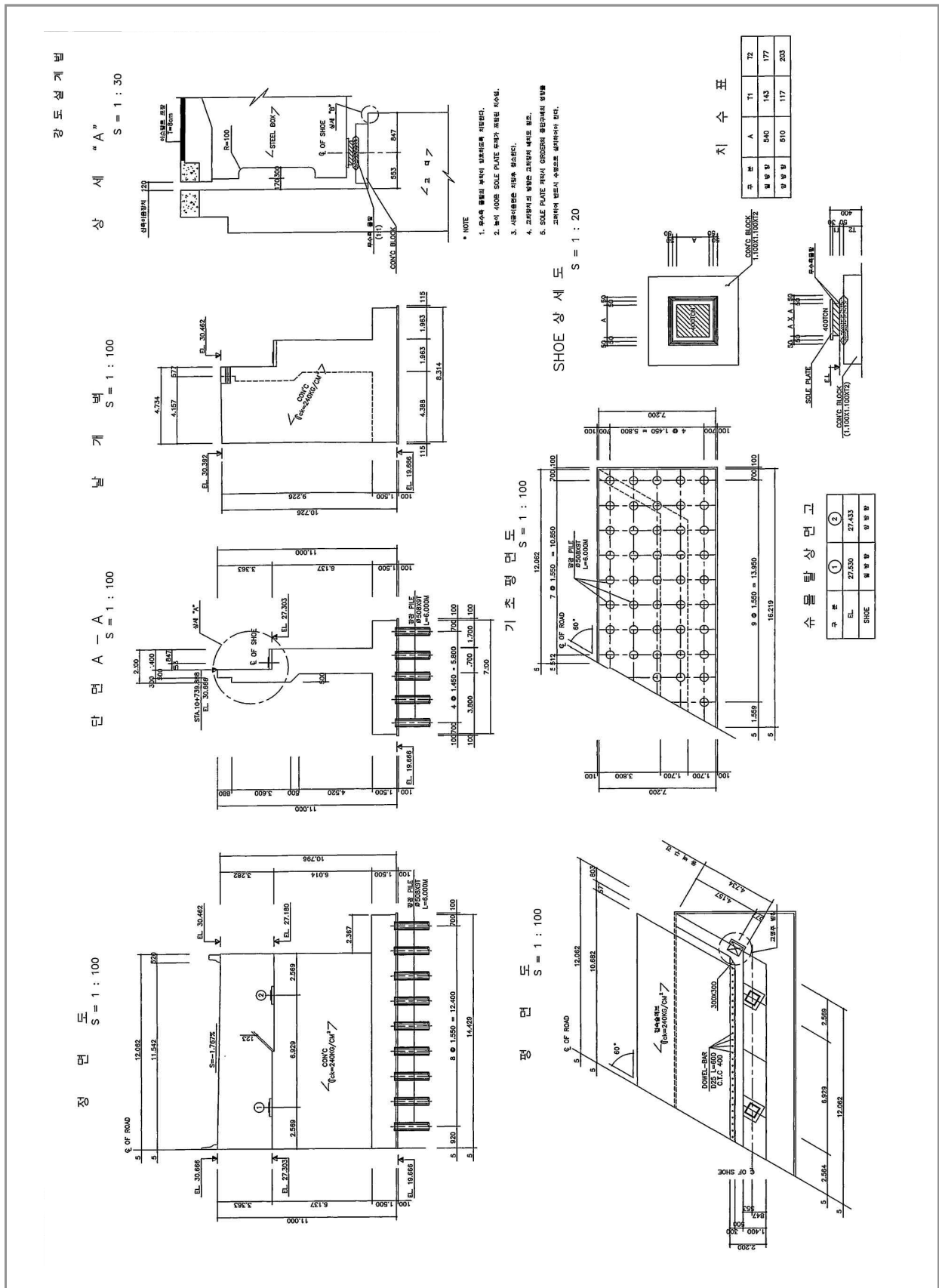
나. 일반도



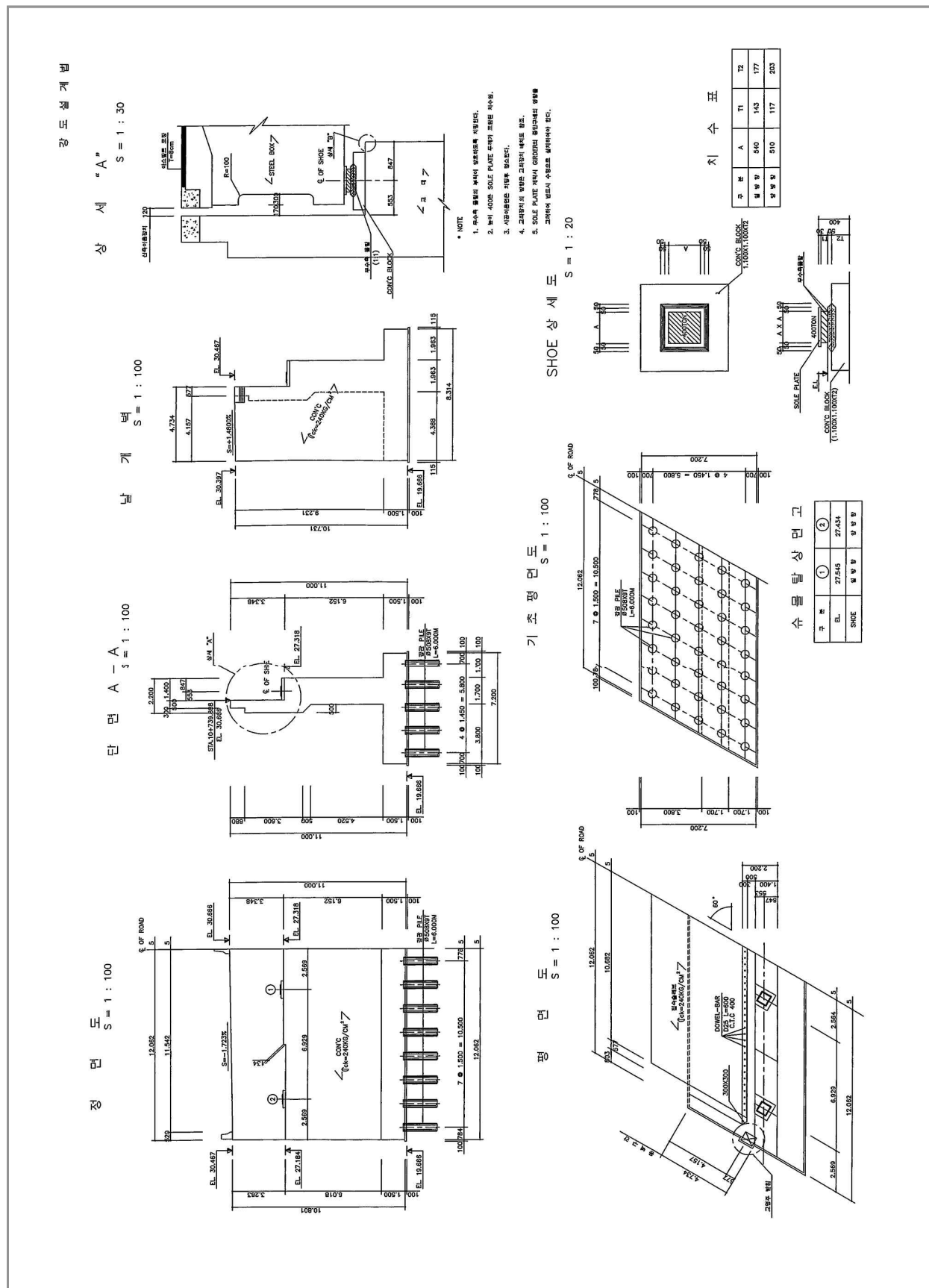
〈그림 5.2.1〉 남리육교 종단면도



〈그림 5.2.2〉 남리육교 횡단면도



<그림 5.2.4> 남리육교(예산방향) A1교대 일반도



5.2.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.2.2〉 외관조사 결과

구 분		결함 및 손상현황	원인분석	대책방안
상 부 구 조	교면 포장	• 아스콘 패임 • 아스콘 망상균열 • 토사퇴적	• 차량통행 및 노후화 • 차량통행 및 노후화 • 공용기간 증가	• 포장소파보수 • 포장소파보수 • 청소 및 유지관리
	난간 및 연석	• 균열(cw:0.3mm 미만) • 박락 및 철근노출 • 교명판 망실 • 표면부스러짐	• 건조수축, 온도변화 • 공용기간 증가 • 망실 • 공용기간 증가	• 표면처리공법 • 방청후 단면복구공법 • 재설치 • 단면복구공법
	배수 시설	• 배수구 막힘 • 그레이팅 망실	• 공용기간 증가 • 망실	• 청소 및 유지관리 • 그레이팅 재설치
	신축 이음	• 유간 토사퇴적 • 후타재 균열(cw:0.3mm 미만) • 후타재 균열(cw:0.3mm 이상) • 신축이음 부식 • 후타재 파손	• 공용기간 증가 • 건조수축, 중차량통행 • 건조수축, 중차량통행 • 공용기간 증가 • 중차량통행	• 청소 및 유지관리 • 표면처리공법 • 주입공법 • 유지관리 • 단면복구공법
	바닥판	• 상태양호	-	-
	강거더 및 가로보	• 부식 • 굽힘 • 우수유입 흔적 • 도장불량	• 공용기간증가 • 외부충격 • 공용기간증가 • 시공불량	• 재도장 • 재도장 • 이음부 실링처리 • 재도장
하 부 구 조	교대	• 균열(cw:0.3mm미만) • 균열(cw:0.3mm이상) • 폐콘크리트 적치	• 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화 • 시공중 타설불량	• 표면처리공법 • 주입공법 • 청소 및 유지관리
받침장치		• 상태양호	-	-

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.1 ~ 29.4	27.0
교 대	24.9 ~ 25.2	24.0
시험결과	▶ 교대는 24.9~25.2MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.1~29.4MPa(설계기준강도: 27MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	2.5 ~ 3.2	10.5	30.5mm / a등급	
교 대	5.8 ~ 6.6	10.5	74.4mm / a등급	
시험결과	▶ 측정된 탄산화깊이는 2.5~6.6mm의 범위로 측정부재 모두에서 철근 피복두께 측정치(33~85mm)와 비교시 잔여깊이가 최소 30.0mm 이상으로 측정되어 향후 콘크리트 탄산화에 의한 철근부식 우려가 없는 것으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.2.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.2.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
남리육교	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 남리육교의 안전등급 산정결과 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.2.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
거더, 가로보	굽힘 및 부식	재도장	2	
	우수유입흔적	이음부 실링처리	2	
	도장불량	재도장	하자보수	
교대	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	하자보수	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	하자보수	
	폐콘크리트 적치	청소	하자보수	
신축 이음	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	후타재 균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	신축이음 부식	유지관리	2	
	후타재 파손	단면복구공법	2	
포장	아스콘 패임	포장소파보수	2	
	아스콘 망상균열	포장소파보수	2	
	토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	박락 및 철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	교명판 망실	재설치	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	그레이팅 망실	그레이팅 재설치	1	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
배수 시설	배수구 막힘	6	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
	그레이팅 망실	5	EA	그레이팅 재설치	30,000	150,000	
신축 이음	유간 토사퇴적	11.2	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
포장	토사퇴적	30.0	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
직접공사비						150,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						75,000	
총 공사비(천단위 이하 절사)						225,000	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
거더 (외부)	굽힘 및 부식	0.86	m ²	채도장(외부)	40,000	34,400	
	우수유입 흔적	5	EA	이음부 실링처리	5,000	25,000	
신축 이음	후타재 균열 (cw:0.3mm미만)	2.59	m ²	표면처리공법	50,000	129,500	
	후타재 균열 (cw:0.3mm이상)	1.35	m	주입공법	88,000	118,800	
	신축이음 부식	1.35	m ²	유지관리	-	-	
	후타재 파손	0.3	m ²	단면복구공법	147,000	44,100	
포장	아스콘 패임	1.05	m ²	포장소파보수	50,000	52,500	
	아스콘 망상균열	1.50	m ²	포장소파보수	50,000	75,000	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	0.65	m ²	표면처리공법	50,000	32,500	
	박락 및 철근노출	1.81	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	356,570	
	교명판 망실	4	EA	재설치	300,000	1,200,000	
	표면부스러짐	51.5	m ²	단면복구공법	147,000	7,570,500	
직접공사비						9,638,870	
제경비(직접공사비의 50%적용)						4,819,435	
총 공사비(천단위 이하 절사)						14,458,000	

3) 하자보수 물량

〈하자보수 물량 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수 량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
거더	도장불량	1.28	m ²	재도장(내부)	27,000	34,560	
교대	균열(cw:0.3mm미만)	1.13	m ²	표면처리공법	50,000	56,500	
	균열(cw:0.3mm이상)	6.2	m	주입보수공법	88,000	545,600	
	폐콘크리트 적치	2.00	m ²	청소	-	-	
직접공사비						636,660	
제경비(직접공사비의 50%적용)						318,330	
총 공사비(천단위 이하 절사)						954,000	

5.2.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 남리육교는 충청남도 아산시 배방읍 신흥리 일원에 위치한 단경간의 강박스거더교(STB)형식으로 2006년 8월에 준공되어 약 8년이 경과되었고, 국도 21호선 상에 위치하고 있으며, 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 부재별로 발생한 손상은 대상교량의 안전성에 유해한 구조적 손상은 조사되지 않았으며, 교면포장은 일부 보수되었지만, 공용기간 증가에 따른 아스콘 패임 및 망상균열이 추가조사 되었다. 배수구가 대부분 토사 등 이물질로 막혀 있는 상태로 우기시 표면수의 배출이 신축이음부로 집중될 것으로 사료되므로 조속한 배수구 정비가 필요하다. 또한, 외부충격으로 사료되는 강거더 외측에 굽힘이 조사되어 향후 부식으로 인한 내구성 저하로 이어질 수 있으므로, 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 손상증가 여부 확인 및 보수가 필요한 상태이다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

남리육교의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등의 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

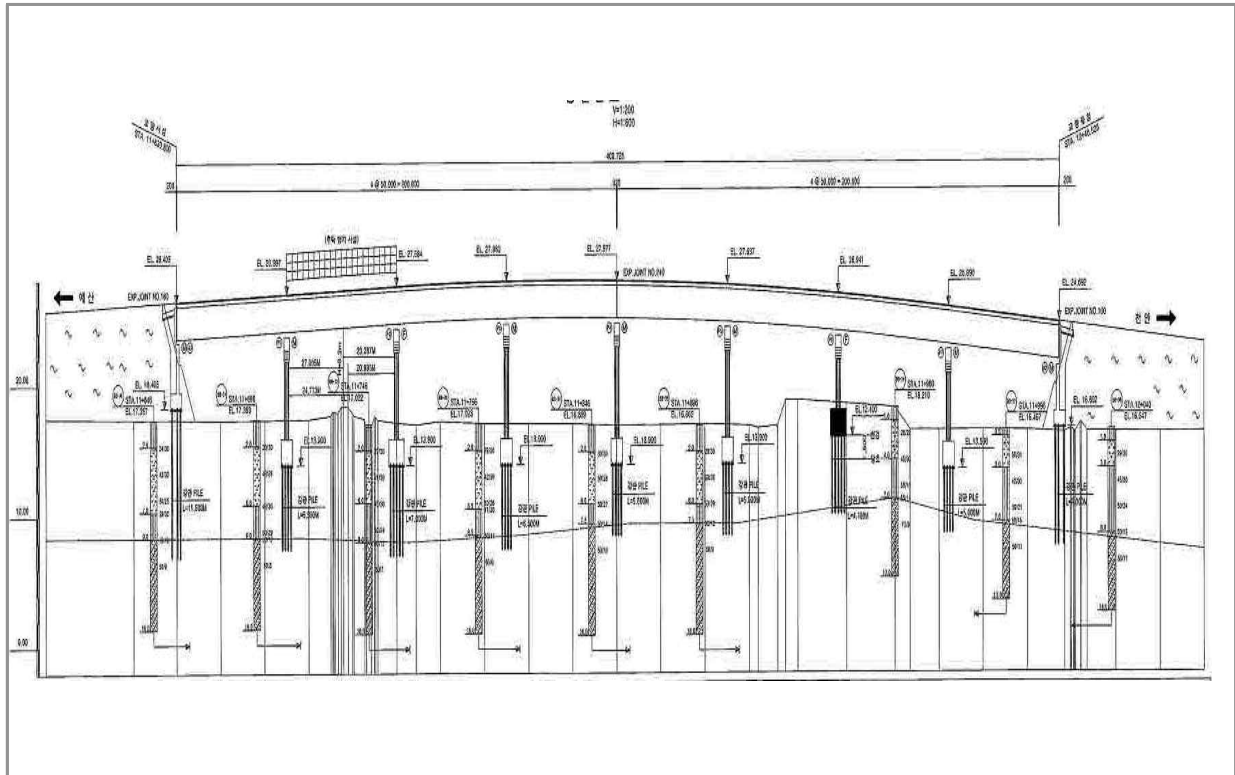
5.3 남동과선교(상)



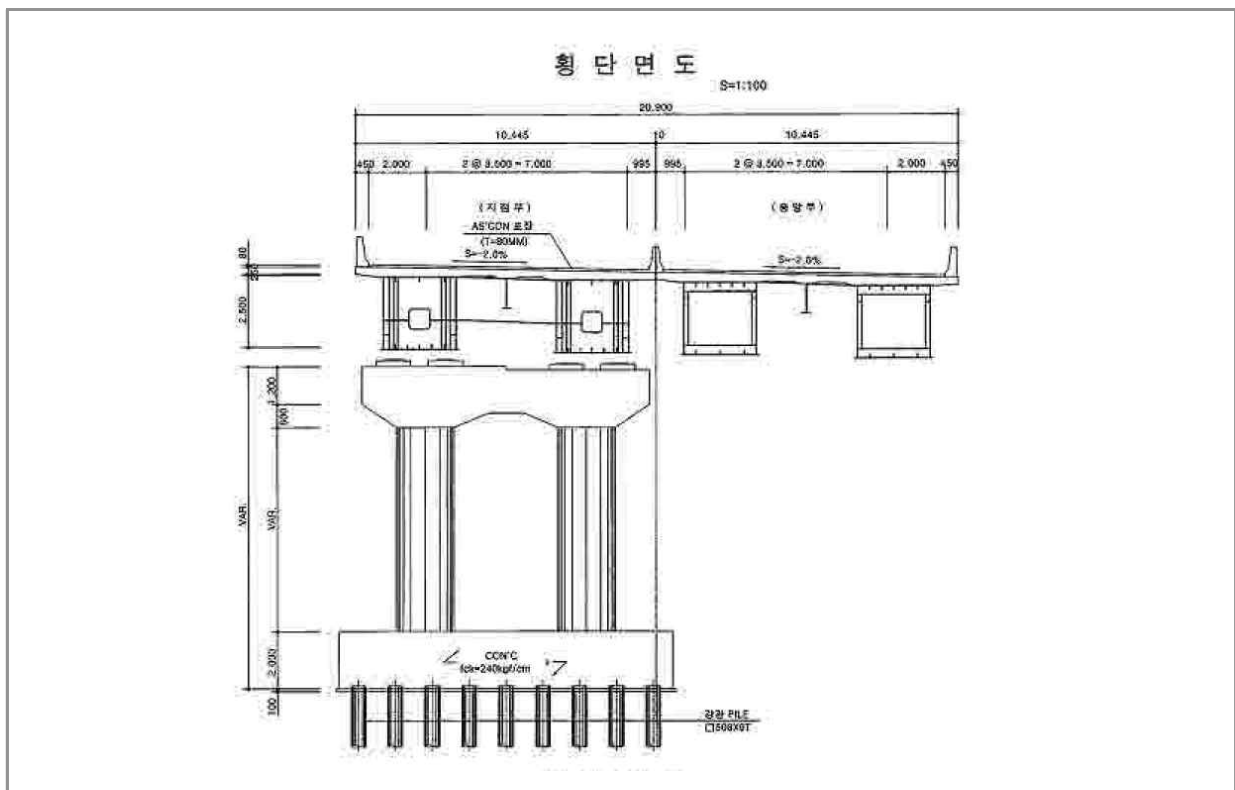
〈표 5.3.1〉 남동과선교(상) 일반현황

교 량 명		남동과선교(상)	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2006. 8. 8
소재지		충청남도 아산시 배방읍 구령리	시 공 자	경남기업(주)외 3개사
시행청		대전지방국토관리청	설 계 자	대한콘설탄트(주) (주)홍익기술단
상부구조	형 식	강박스거더교(STB)	교 장	400.0m(4@50m+4@50m)
	교 폭	10.5m	받침장치	Pot Bearing(포트받침)
	경 간 수	8경간	신축이음장치	Rail Joint
	최대경간장	50.0m	난간/포장	콘크리트 방호벽(중분대) 포장(아스콘)
하부구조	교 각	라멘식	교 대	역T형
	교각기초	말뚝기초	교대기초	말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	편도2차선
종 별		1종	내진설계	적용
기 타		◦ 하부구간 : 장항선 ◦ 평면선형 : 곡선교(R=1,200m)		

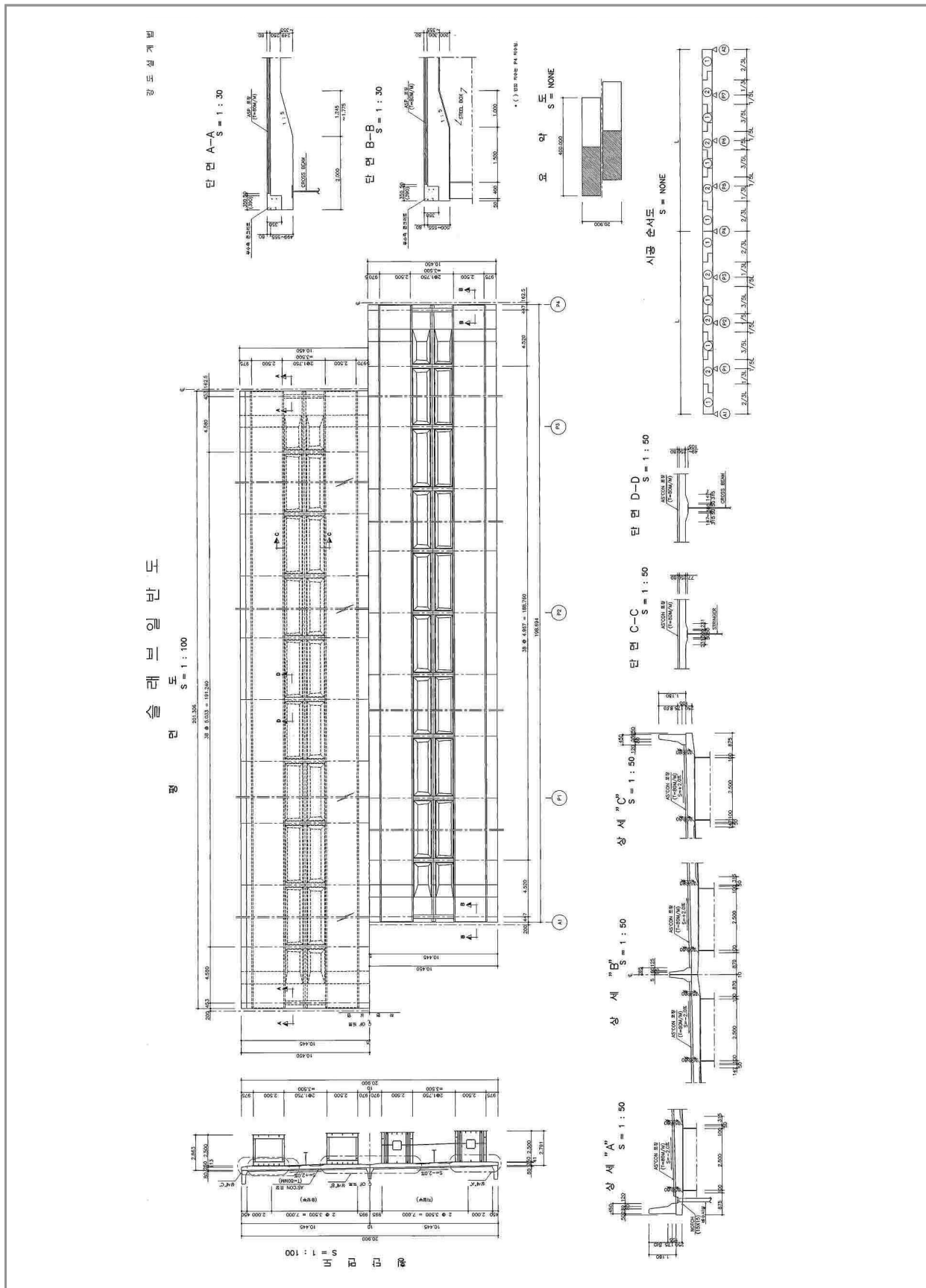
나. 일반도

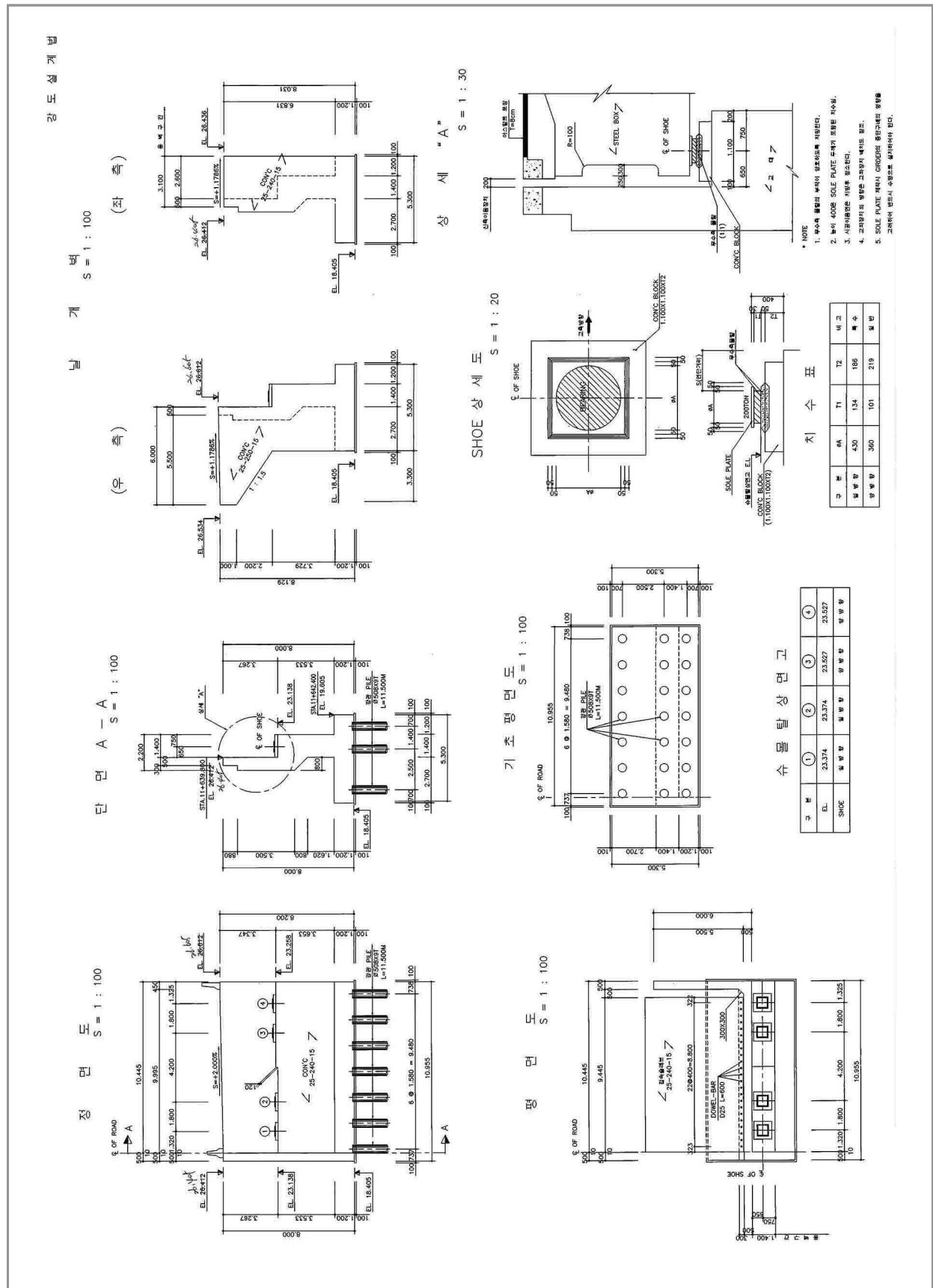


〈그림 5.3.1〉 남동과선교(상) 종단면도

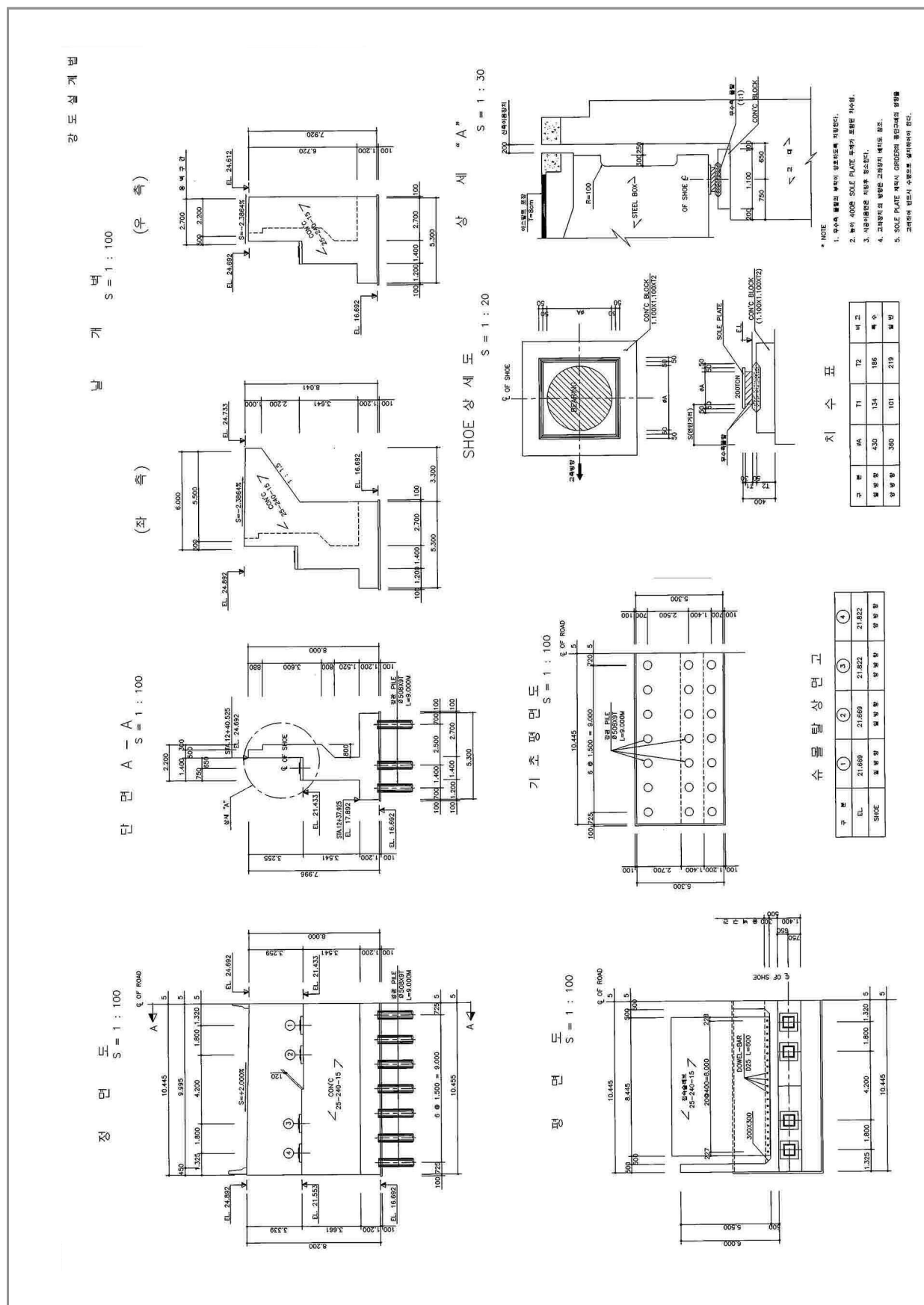


〈그림 5.3.2〉 남동과선교(상) 횡단면도

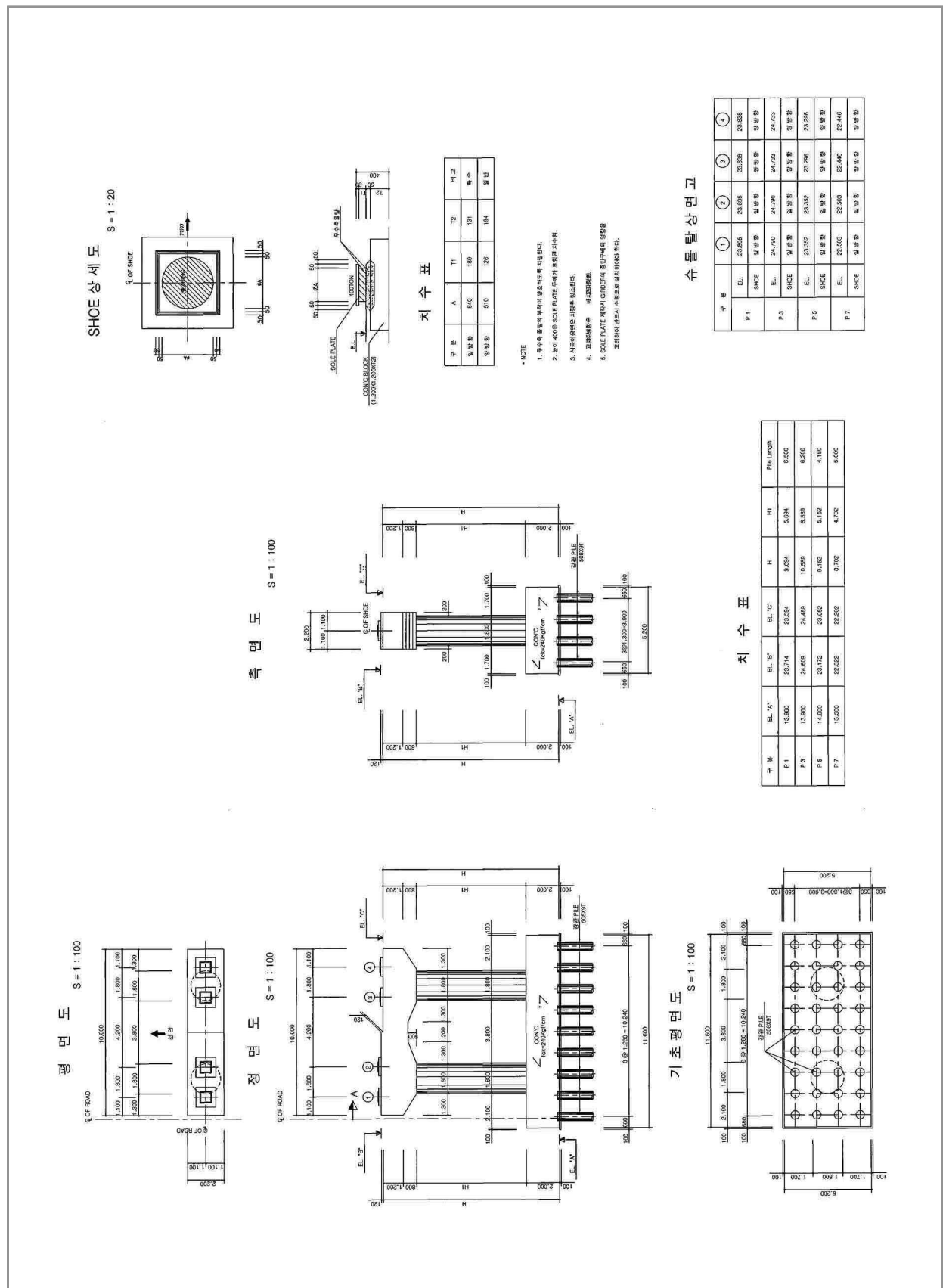




〈그림 5.3.4〉 남동과선교(상) A1 일반도



〈그림 5.3.5〉 남동과선교(상) A2 일반도



5.3.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.3.2〉 외관조사 결과

구 분		결합 및 손상현황	원인분석	대책방안
상 부 구 조	교면 포장	- 보수부요철 및 침하 - 아스콘단차 - 아스콘요철 및 침하	- 차량통행 및 노후화 - 차량통행 및 노후화 - 차량통행 및 노후화	- 포장소파보수 - 포장소파보수 - 포장소파보수
	난간 및 연석	- 표면부스러짐 - 균열(cw:0.3mm미만) - 균열 및 백태(cw:0.3mm미만) - 교명판 망실 - 보수부 파손	- 동결·융해 - 건조수축, 온도변화 - 건조수축, 온도변화 - 망실 - 공용기간증가	- 단면복구공법 - 표면처리공법 - 표면처리공법 - 재설치 - 단면복구공법
	배수 시설	- 배수구 막힘 - 그레이팅 망실	- 토사 및 이물질퇴적 - 망실	- 청소 및 유지관리 - 그레이팅 재설치
	신축 이음	- 후타재 균열(cw:0.3mm미만) - 후타재 균열(cw:0.3mm이상) - 유간 토사퇴적	- 건조수축, 중차량통행 - 건조수축, 중차량통행 - 공용기간 증가	- 표면처리공법 - 주입공법 - 청소 및 유지관리
	바닥판	- 백태 - 균열 및 백태(cw:0.3mm미만)	- 우수유입 - 건조수축, 우수유입	- 표면처리공법 - 표면처리공법
	거더	- 부식 - 도장탈락 - 도장불량 - 환기구 볼트풀림 - 우수유입 흔적	- 도장탈락 - 공용기간 증가 - 시공불량 - 공용기간 증가 - 공용기간 증가	- 재도장 - 재도장 - 재도장 - 볼트조임 - 이음부 실링처리
	가로보	상태양호	-	-
하 부 구 조	교대	- 균열(cw:0.3mm미만) - 체수 - 재료분리	- 건조수축, 온도변화 - 종조인트 열화 - 시공불량	- 표면처리공법 - 접합부 실링 - 단면복구공법
	교각	- 균열(cw:0.3mm미만) - 균열(cw:0.3mm이상) - 굴힘 - 망상균열	- 건조수축, 온도변화 - 건조수축, 온도변화 - 외부충격 - 건조수축, 온도변화	- 표면처리공법 - 주입공법 - 유지관리 - 표면처리공법
받침장치		- 받침몰탈 균열(cw:0.3mm미만) - 받침콘크리트 균열(cw:0.3mm미만) - 받침콘크리트 파손 - 눈금자 파손 - 받침몰탈 망상균열	- 건조수축, 온도변화 - 건조수축, 온도변화 - 공용기간 증가 - 공용기간 증가 - 건조수축, 온도변화	- 표면처리공법 - 표면처리공법 - 단면복구공법 - 재설치 - 표면처리공법

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.2 ~ 28.6	27.0
교대, 교각	25.0 ~ 26.4	24.0
시험결과	▶ 교대·교각은 25.0~26.4MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.2~28.6MPa(설계기준강도: 27MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90% 이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이(mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	3.7 ~ 6.1	10.5	43.3mm / a등급	
교대, 교각	3.7 ~ 7.8	10.5	31.3mm / a등급	
시험결과	▶ 측정된 탄산화깊이는 3.7~7.8mm의 범위로 측정부재 모두에서 철근 피복두께 측정치(35~80mm)와 비교시 잔여깊이가 최소 30.0mm 이상으로 측정되어 향후 콘크리트 탄산화에 의한 철근부식 우려가 없는 것으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.3.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.3.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
남동과선교(상)	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 남동과선교(상)의 안전등급 산정결과『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.3.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	백태	표면처리공법	2	
	균열 및 백태(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
거더	도장탈락	재도장	하자보수	
	도장불량	재도장	하자보수	
	환기구 볼트풀림	볼트조임	하자보수	
	부식	재도장	하자보수	
	우수유입 흔적	이음부 실링처리	2	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	하자보수	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	하자보수	
	체수	접합부 실링	1	
	재료분리	단면복구공법	하자보수	
	긁힘	유지관리	2	
	망상균열	표면처리공법	하자보수	
받침 장치	받침물탈 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침콘크리트 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침콘크리트 파손	단면복구공법	2	
	눈금자 파손	재설치	2	
	받침물탈 망상균열	표면처리공법	2	
신축 이음	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	후타재 균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
교면 포장	보수부요철 및 침하	포장소파보수	2	
	아스콘단차	포장소파보수	2	
	아스콘요철 및 침하	포장소파보수	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	그레이팅 망실	그레이팅 재설치	1	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열 및 백태	표면처리공법	2	
	교명판 망실	재설치	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
	보수부 파손	단면복구공법	2	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
난간 및 연석	중분대 중조인트 열화·누수	10.0	m	접합부 실링	10,000	100,000	
신축 이음	유간 토사퇴적	3.50	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	13	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
	그레이팅 망실	3	EA	그레이팅 재설치	30,000	90,000	
직접공사비						190,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						95,000	
총 공사비(천단위 이하 절사)						285,000	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	백태	0.25	m ²	표면처리공법	50,000	12,500	
	균열 및 백태 (cw:0.3mm미만)	1.5	m ²	표면처리공법	50,000	75,000	
거더	우수유입 흔적	112	EA	이음부 실링처리	5,000	560,000	
교대 교각	긁힘	0.8	m ²	유지관리	-	-	
받침 장치	받침몰탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.6	m ²	표면처리공법	50,000	30,000	
	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	0.3	m ²	표면처리공법	50,000	15,000	
	받침콘크리트 파손	0.1	m ²	단면복구공법	147,000	14,700	
	눈금자 파손	1	EA	재설치	10,000	10,000	
	받침몰탈 망상균열	0.05	m ²	표면처리공법	50,000	2,500	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	후타재균열 (cw:0.3mm미만)	2.85	m ²	표면처리공법	50,000	142,500	
	후타재균열 (cw:0.3mm이상)	19.1	m	주입공법	88,000	1,680,800	
교면 포장	보수부요철 및 침하	8.5	m ²	포장소파보수	50,000	425,000	
	아스콘단차	2.5	m ²	포장소파보수	50,000	125,000	
	아스콘요철 및 침하	4.5	m ²	포장소파보수	50,000	225,000	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만) 균열 및 백태	9.18	m ²	표면처리공법	50,000	459,000	
	교명판 망실	2	EA	재설치	300,000	600,000	
	표면부스러짐	87.2	m ²	단면복구공법	147,000	12,818,400	
	보수부 파손	0.06	m ²	단면복구공법	147,000	8,820	
직접공사비						17,204,220	
제경비(직접공사비의 50%적용)						8,602,110	
총 공사비(천단위 이하 절사)						25,806,000	

3) 하자보수 물량

〈하자보수 물량 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	8.95	m ²	표면처리공법	50,000	447,500	
	균열(cw:0.3mm이상)	2.0	m	주입공법	88,000	176,000	
	재료분리	0.04	m ²	단면복구공법	147,000	5,880	
	망상균열	2.0	m ²	표면처리공법	50,000	100,000	
거더	도장탈락	0.36	m ²	채도장(내부)	27,000	9,720	
	도장불량	1.98	m ²	채도장(내부)	27,000	53,460	
	부식	0.07	m ²	채도장(외부)	40,000	2,800	
	환기구 볼트풀림	12	EA	볼트체결	3,500	42,000	
직접공사비						837,360	
제경비(직접공사비의 50%적용)						418,680	
총 공사비(천단위 이하 절사)						1,256,000	

5.3.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 남동과선교(상)는 충청남도 아산시 배방읍 구령리 일원에 위치한 8경간의 강박스거더교(STB)형식으로 2006년 8월에 준공되어 약 8년이 경과되었고, 국도 21호선 상에 위치하고 있으며, 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 대상교량의 안전성에 유해한 구조적 손상은 조사되지 않았으며, 교면포장은 일부 보수되었지만 공용기간 증가에 따른 아스콘 요철 및 침하, 아스콘 단차 등이 재발생되어 있었다. 종조인트 열화로 교대 하부에 체수가 발생하였으며, 배수구가 대부분 토사 등 이물질로 막혀 있는 상태로 우기시 표면수의 배출이 신속이음부로 집중될 것으로 사료되므로 조속한 배수구 정비가 필요하다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으나, 향후 기존손상의 진행으로 인한 내구성 저하로 이어질 수 있으므로, 적절한 보수와 지속적인 점검을 통한 손상증가 여부 확인 및 보수가 필요한 상태이다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

남동과선교(상)의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단되나, 교대하부 체수에 따른 단기적 보수가 필요하다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등의 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

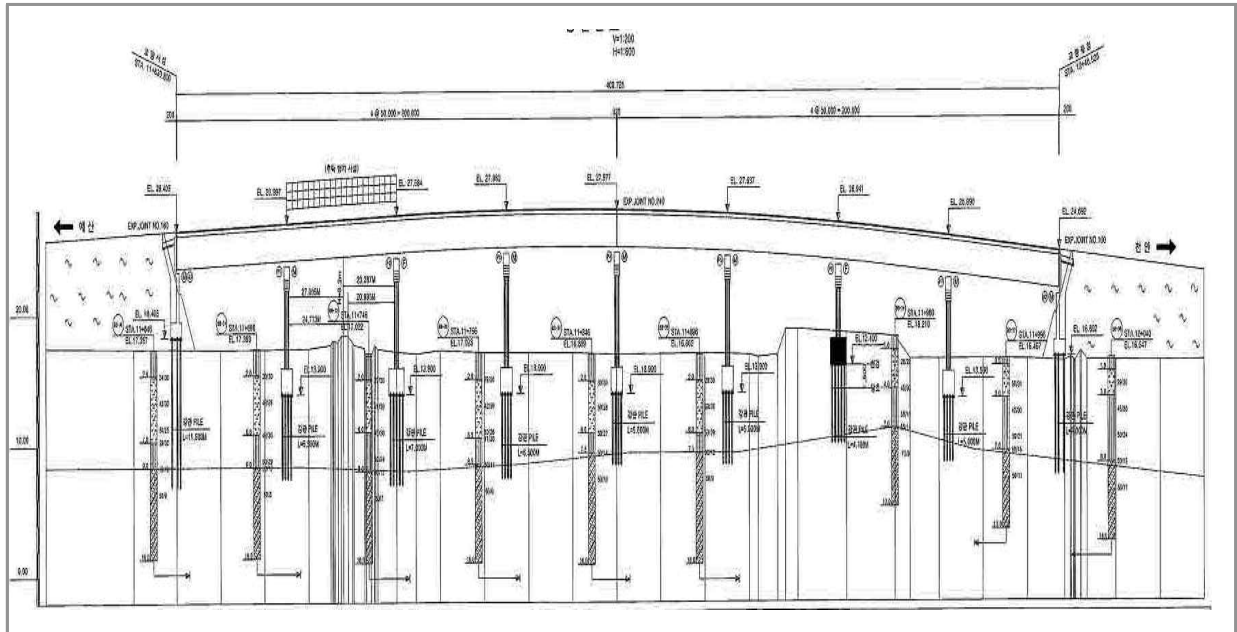
5.4 남동과선교(하)



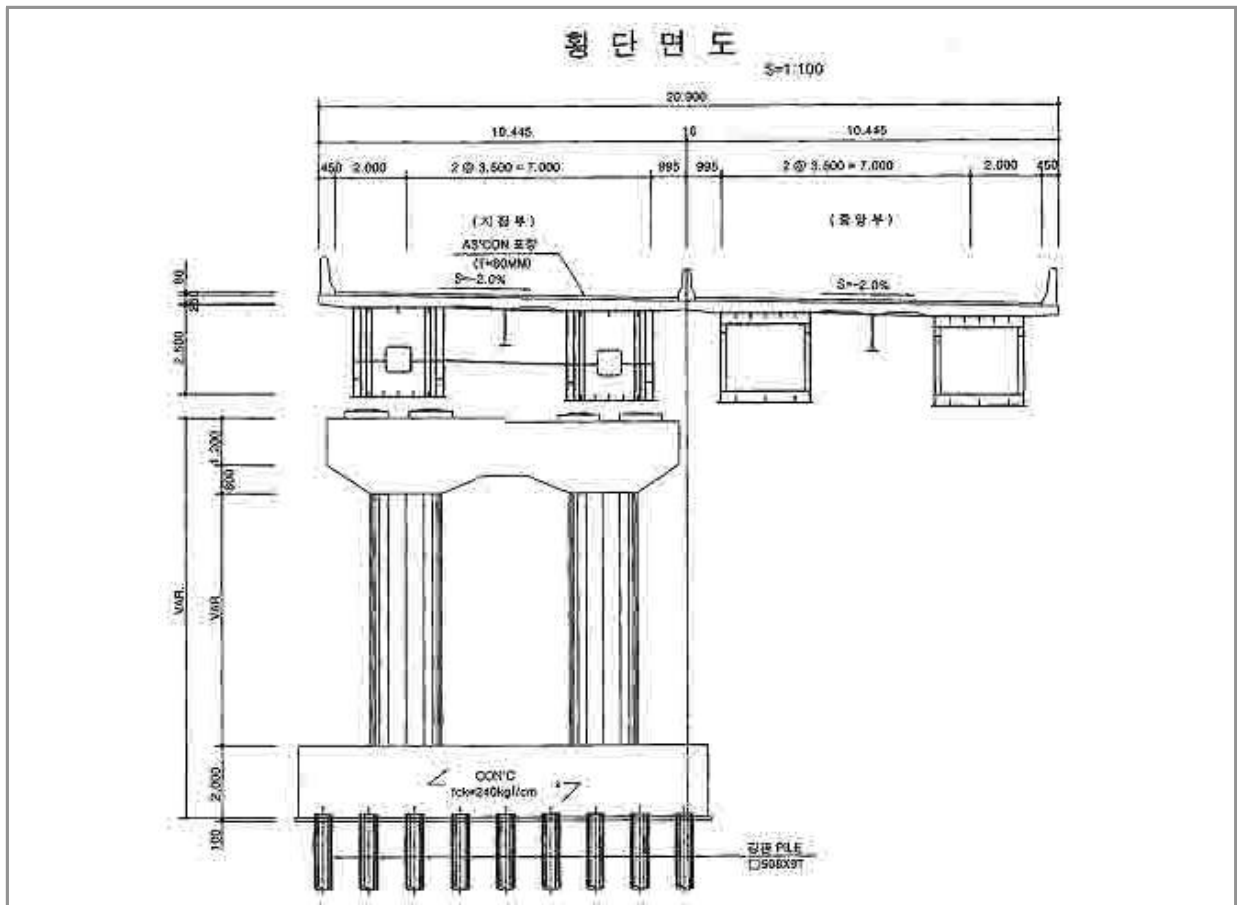
〈표 5.4.1〉 남동과선교(하) 일반현황

교 량 명		남동과선교(하)	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2006. 8. 8
소 재 지		충청남도 아산시 배방읍 구령리	시 공 자	경남기업(주)외 3개사
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	대한콘설탄트(주) (주)홍익기술단
상부구조	형 식	강박스거더교(STB)	교 장	400.0m(4@50m+4@50m)
	교 폭	10.5m	받침장치	Pot Bearing(포트받침)
	경 간 수	8경간	신축이음장치	Rail Joint
	최대경간장	50.0m	난간/포장	콘크리트 방호벽(중분대) 포장(아스콘)
하부구조	교 각	라멘식	교 대	역T형
	교각기초	말뚝기초	교대기초	말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	편도2차선
종 별		1종	내진설계	적용
기 타		◦ 하부구간 : 장항선 ◦ 평면선형 : 곡선교(R=1,200m)		

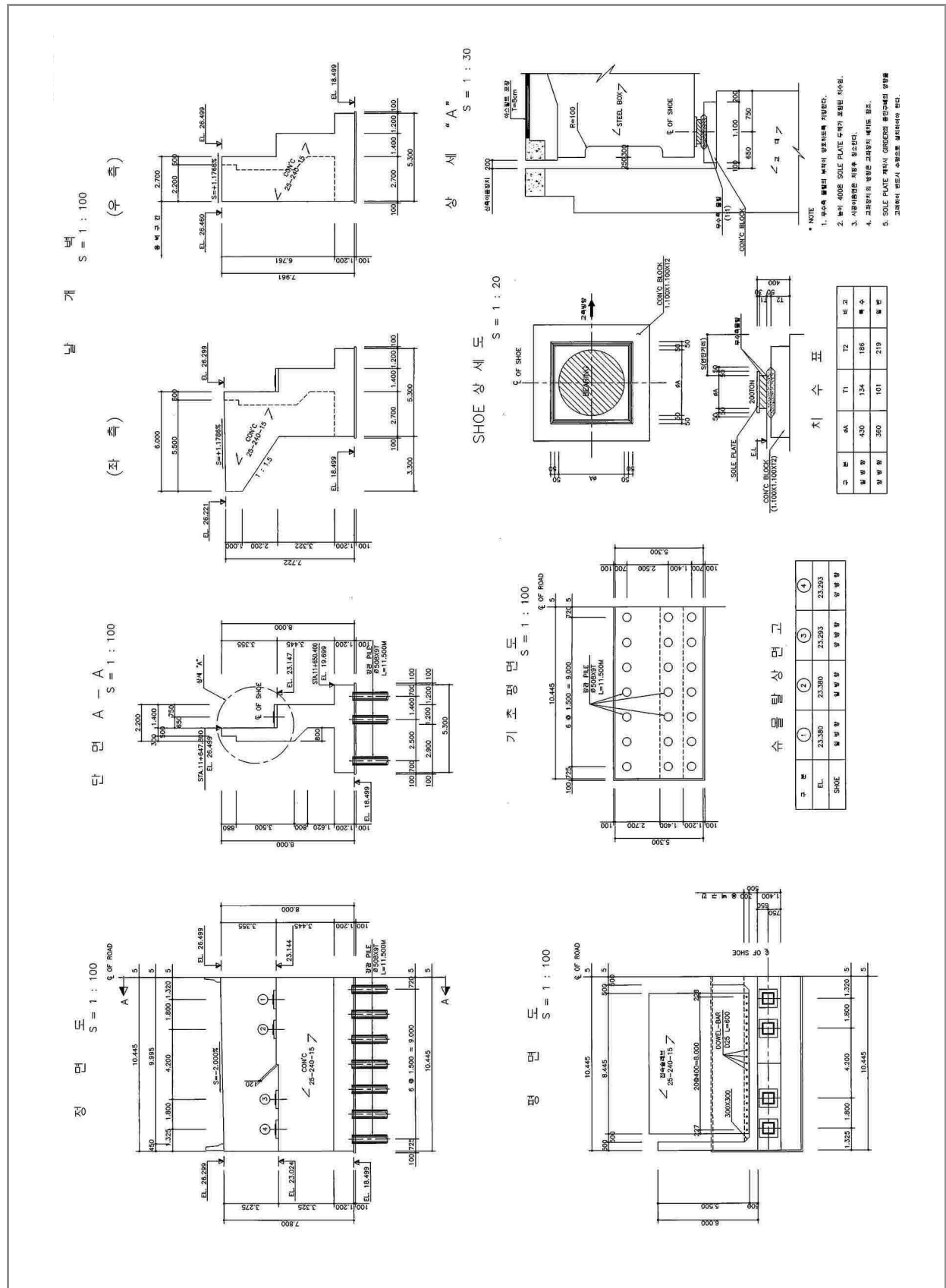
나. 일반도

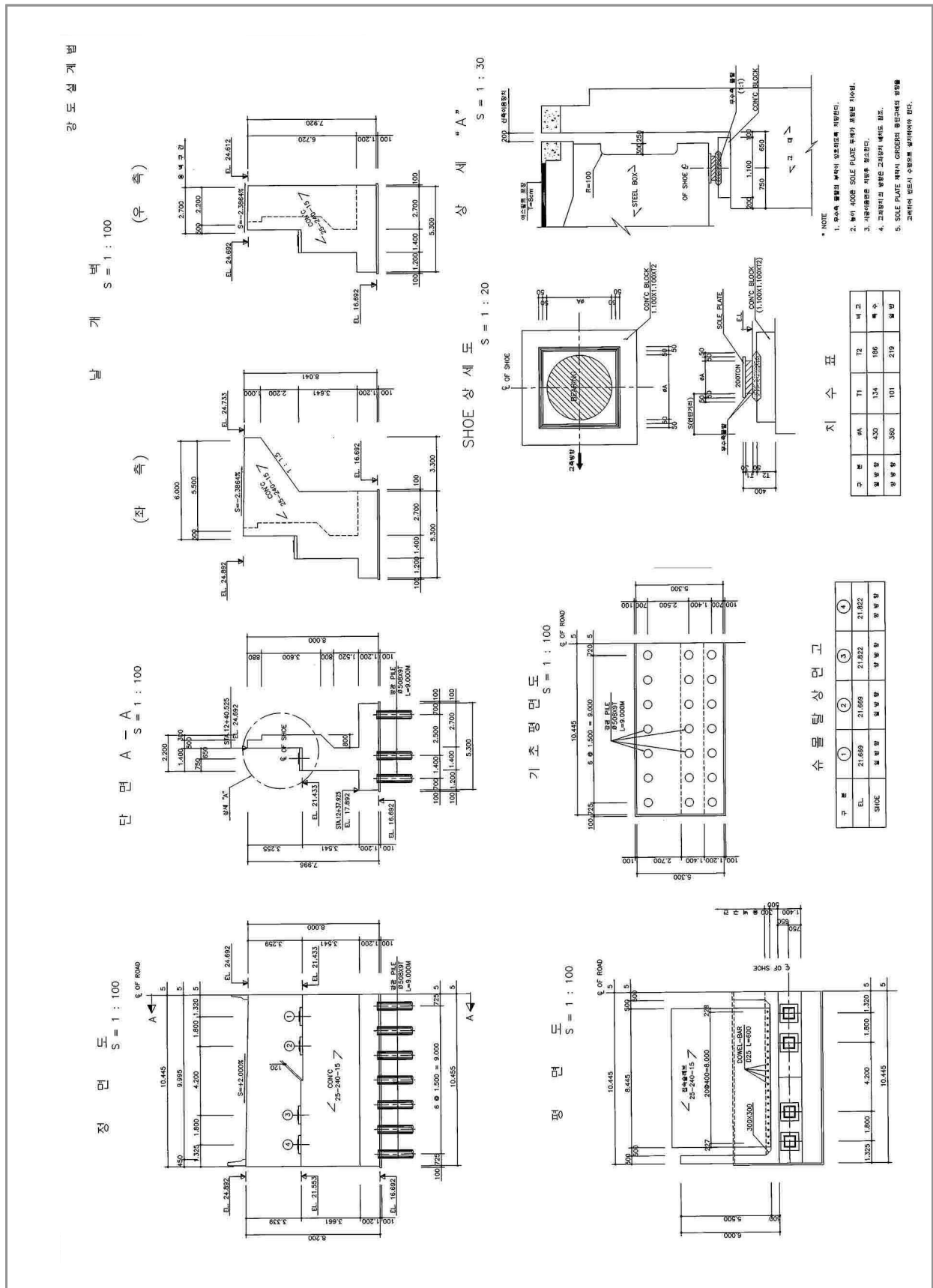


〈그림 5.4.1〉 남동과선교(하) 종단면도

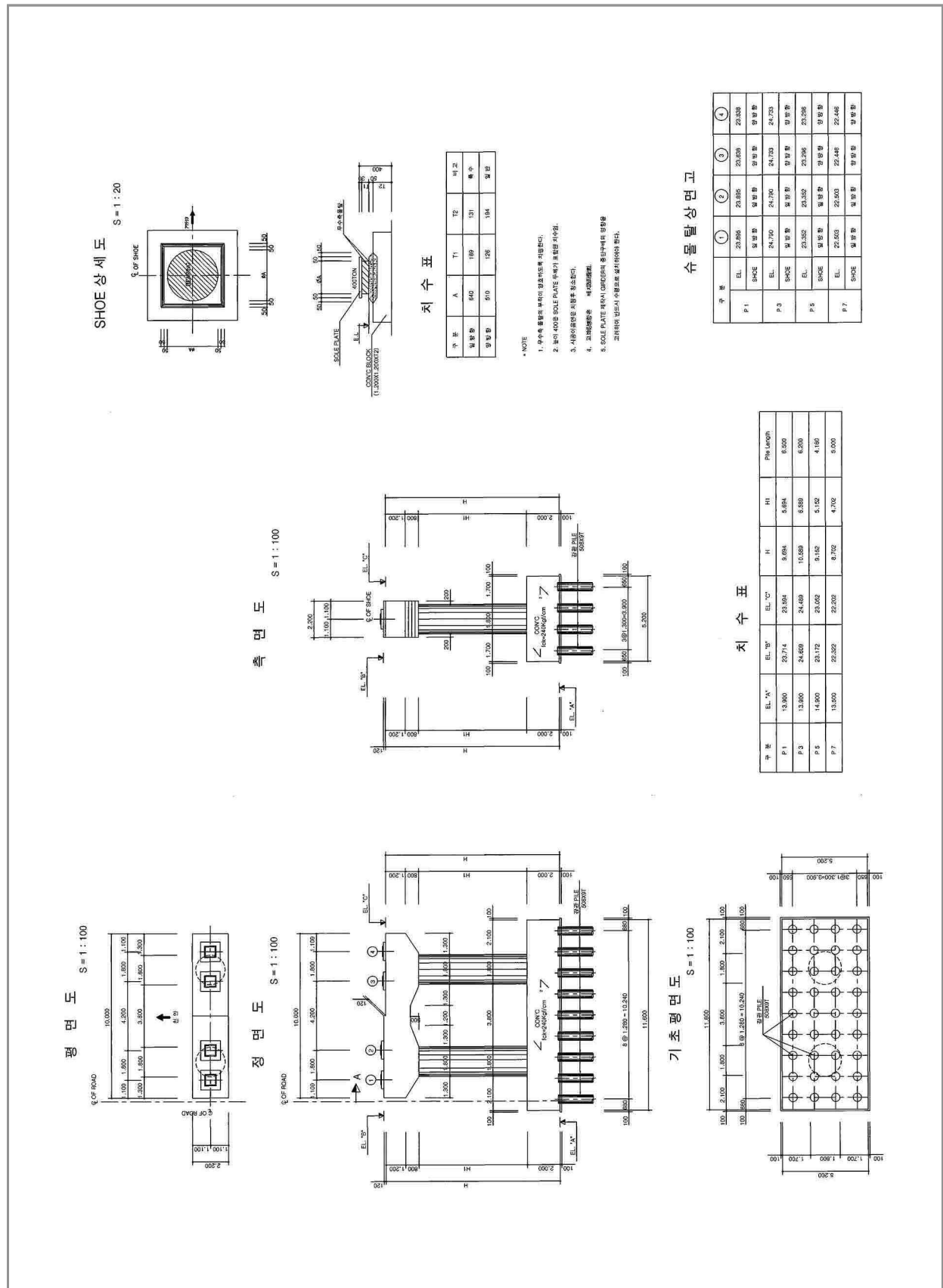


〈그림 5.4.2〉 남동과선교(하) 횡단면도





〈그림 5.4.5〉 남동과선교(하) A2 일반도



〈그림 5.4.6〉 남동과선교(하)(예산) P1, P3, P5, P7 일반도

5.4.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.4.2〉 외관조사 결과

구 분		결함 및 손상현황	원인분석	대책방안
상 부 구 조	교면 포장	• 아스콘단차	• 차량통행 및 노후화	• 포장소파보수
	난간 및 연석	• 균열(cw:0.3mm미만) • 균열 및 백태(cw:0.3mm미만) • 균열(cw:0.3mm이상) • 교명판 망실 • 표면부스러짐 • 보수부 파손	• 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화 • 망실 • 동결·융해 • 공용기간증가	• 표면처리공법 • 표면처리공법 • 주입공법 • 재설치 • 단면복구공법 • 단면복구공법
	배수 시설	• 배수구 막힘	• 토사 및 이물질퇴적	• 청소 및 유지관리
	신축 이음	• 후타재 균열(cw:0.3mm미만) • 유간 토사퇴적	• 건조수축, 중차량통행 • 공용기간 증가	• 표면처리공법 • 청소 및 유지관리
	바닥판	• 상태양호	—	—
	거더	• 도장탈락 • 도장불량 • 환기구 볼트풀림 • 우수유입 흔적	• 공용기간 증가 • 시공불량 • 공용기간 증가 • 공용기간 증가	• 재도장 • 재도장 • 볼트체결 • 이음부 실링처리
	가로보	• 상태양호	—	—
하 부 구 조	교대	• 상태양호	—	—
	교각	• 균열(cw:0.3mm미만) • 굽힘 • 망상균열 • 박락 • 점검통로 탈거	• 건조수축, 온도변화 • 외부충격 • 건조수축, 온도변화 • 외부충격 • 외부충격	• 표면처리공법 • 유지관리 • 표면처리공법 • 단면복구공법 • 재설치
받침장치		• 받침물탈 균열(cw:0.3mm미만) • 받침콘크리트 균열(cw:0.3mm미만) • 받침콘크리트 파손 • 눈금자 파손 • 받침물탈 재료분리 • 받침물탈 망상균열	• 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화 • 공용기간 증가 • 공용기간 증가 • 시공불량 • 건조수축, 온도변화	• 표면처리공법 • 표면처리공법 • 단면복구공법 • 재설치 • 단면복구공법 • 표면처리공법

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.0 ~ 28.6	27.0
교대, 교각	24.1 ~ 25.1	24.0
시험결과	▶ 교대·교각은 24.1~25.1MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.0~28.6MPa(설계기준강도: 27MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90% 이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	4.2 ~ 6.0	10.5	43.8mm / a등급	
교대, 교각	3.6 ~ 7.3	10.5	31.9mm / a등급	
시험결과	▶ 측정된 탄산화깊이는 3.6~7.3mm의 범위로 측정부재 모두에서 철근 피복두께 측정치(36~80mm)와 비교시 잔여깊이가 최소 31.9mm 이상으로 측정되어 향후 콘크리트 탄산화에 의한 철근부식 우려가 없는 것으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.4.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.4.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
남동과선교(하)	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 남동과선교(하)의 안전등급 산정결과 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.4.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
거터	도장탈락	재도장	2	
	도장불량	재도장	하자보수	
	환기구 볼트풀림	볼트체결	하자보수	
	우수유입 흔적	이음부 실링처리	2	
교대 교각	균열(0.3mm미만)	표면처리공법	하자보수	
	굽힘	유지관리	2	
	망상균열	표면처리공법	하자보수	
	박락	단면복구공법	하자보수	
	점검통로 탈거	재설치	2	
받침 장치	받침몰탈 균열 (cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침콘크리트 파손	단면복구방법	2	
	눈금자 파손	재설치	2	
	받침몰탈 재료분리	단면복구공법	2	
	받침몰탈 망상균열	표면처리공법	2	
신축 이음	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
교면 포장	아스콘 단차	포장소파보수	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만) 균열및백태	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	교명판 망실	재설치	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
	보수부 파손	단면복구공법	2	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
배수 시설	배수구 막힘	17	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
신축 이음	유간 토사퇴적	3.5	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
직접공사비						-	
제경비(직접공사비의 50%적용)						-	
총 공사비(천단위 이하 절사)						-	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
거더	도장탈락	1.82	m ²	재도장(외부)	40,000	72,800	
	우수유입 흔적	125	EA	이음부 실링처리	5,000	625,000	
교대 교각	균함	0.06	m ²	유지관리	-	-	
	점검통로 탈거	1.00	EA	재설치	5,000,000	5,000,000	
받침 장치	받침물탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.66	m ²	표면처리공법	50,000	33,000	
	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	0.13	m ²	표면처리공법	50,000	6,500	
	받침콘크리트 파손	0.30	m ²	단면복구공법	147,000	44,100	
	눈금자 파손	1	EA	재설치	10,000	10,000	
	받침물탈 재료분리	0.06	m ²	단면복구공법	147,000	8,820	
	받침물탈 망상균열	0.05	m ²	표면처리공법	50,000	2,500	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	후타재 균열 (cw:0.3mm미만)	7.46	m ²	표면처리공법	50,000	373,000	
교면 포장	아스콘단차	2.50	m ²	포장소파보수	50,000	125,000	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만) 균열및백태	5.68	m ²	표면처리공법	50,000	284,000	
	균열(cw:0.3mm이상)	3.00	m	주입공법	88,000	264,000	
	교명판 망실	2	EA	채설치	300,000	600,000	
	표면부스러짐	2.40	m ²	단면복구공법	147,000	352,800	
	보수부 파손	0.30	m ²	단면복구공법	147,000	44,100	
직접공사비						7,845,620	
제경비(직접공사비의 50%적용)						3,922,810	
총 공사비(천단위 이하 절사)						11,768,000	

3) 하자보수 물량

〈하자보수 물량 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
거더	도장불량	2.18	m ²	재도장(내부)	27,000	58,860	
	환기구 볼트풀림	2	EA	볼트체결	3,500	7,000	
교대 교각	균열(0.3mm미만)	4.45	m ²	표면처리공법	50,000	222,500	
	망상균열	7.22	m ²	표면처리공법	50,000	361,000	
	박락	0.04	m ²	단면복구공법	147,000	5,880	
직접공사비						655,240	
제경비(직접공사비의 50%적용)						327,620	
총 공사비(천단위 이하 절사)						982,000	

5.4.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 남동과선교(하)는 충청남도 아산시 배방읍 구령리 일원에 위치한 8경간의 강박스거더교(STB)형식으로 2006년 8월에 준공되어 약 8년이 경과되었고, 국도 21호선 상에 위치하고 있으며, 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 대상교량의 안전성에 유해한 구조적 손상은 조사되지 않았으며, 교면포장은 일부 보수되었지만 공용기간 증가에 따른 아스콘 단차 등이 재발생되어 있었다. 배수구가 대부분 토사 등 이물질로 막혀 있는 상태로 우기시 표면수의 배출이 신속이음부로 집중될 것으로 사료되므로 조속한 배수구 정비가 필요하다.

교대·교각은 건조수축성 균열 및 망상균열, 박락, 외부충격에 의한 굽힘이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 균열부 관리가 필요하다. P6에 기 설치되었던 점검통로가 사유는 알 수 없으나, 난간부에 있는 진입부를 제외하고 모두 탈거되어 있는 상태로, 향후 정기적인 점검 및 유지관리의 효율성을 높이기 위하여 점검로를 재설치하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으나, 기존손상의 진행으로 인한 내구성 저하로 이어질 수 있으므로, 적절한 보수와 지속적인 점검을 통한 손상증가 여부 확인 및 보수가 필요한 상태이다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

남동과선교(하)의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등의 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

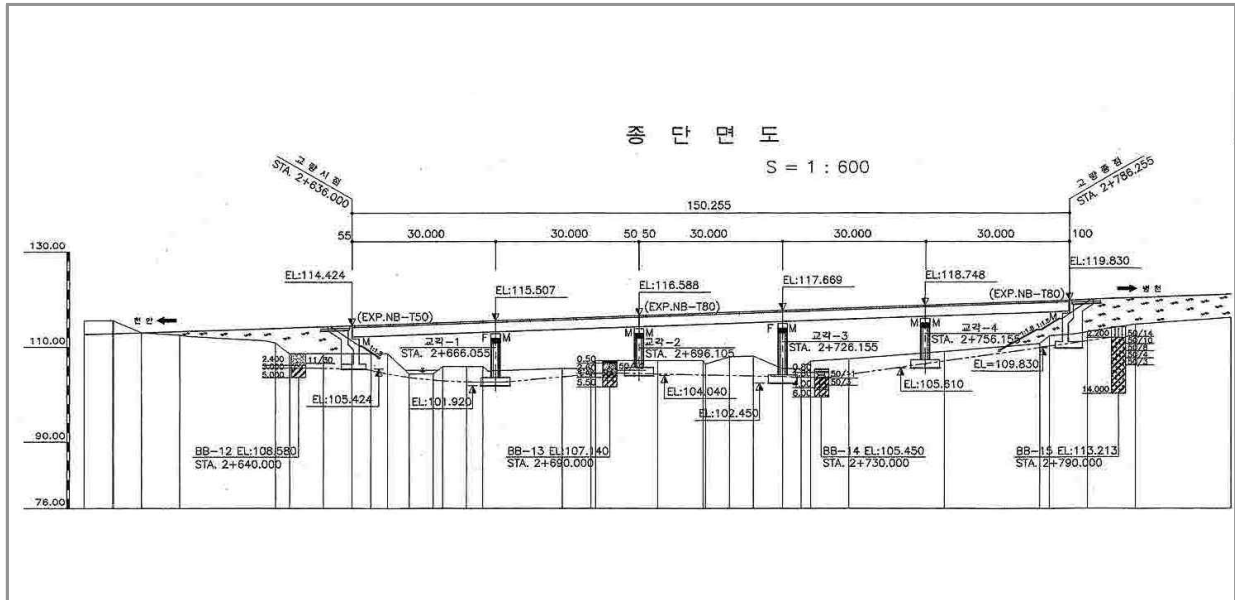
5.5 교천교(상)



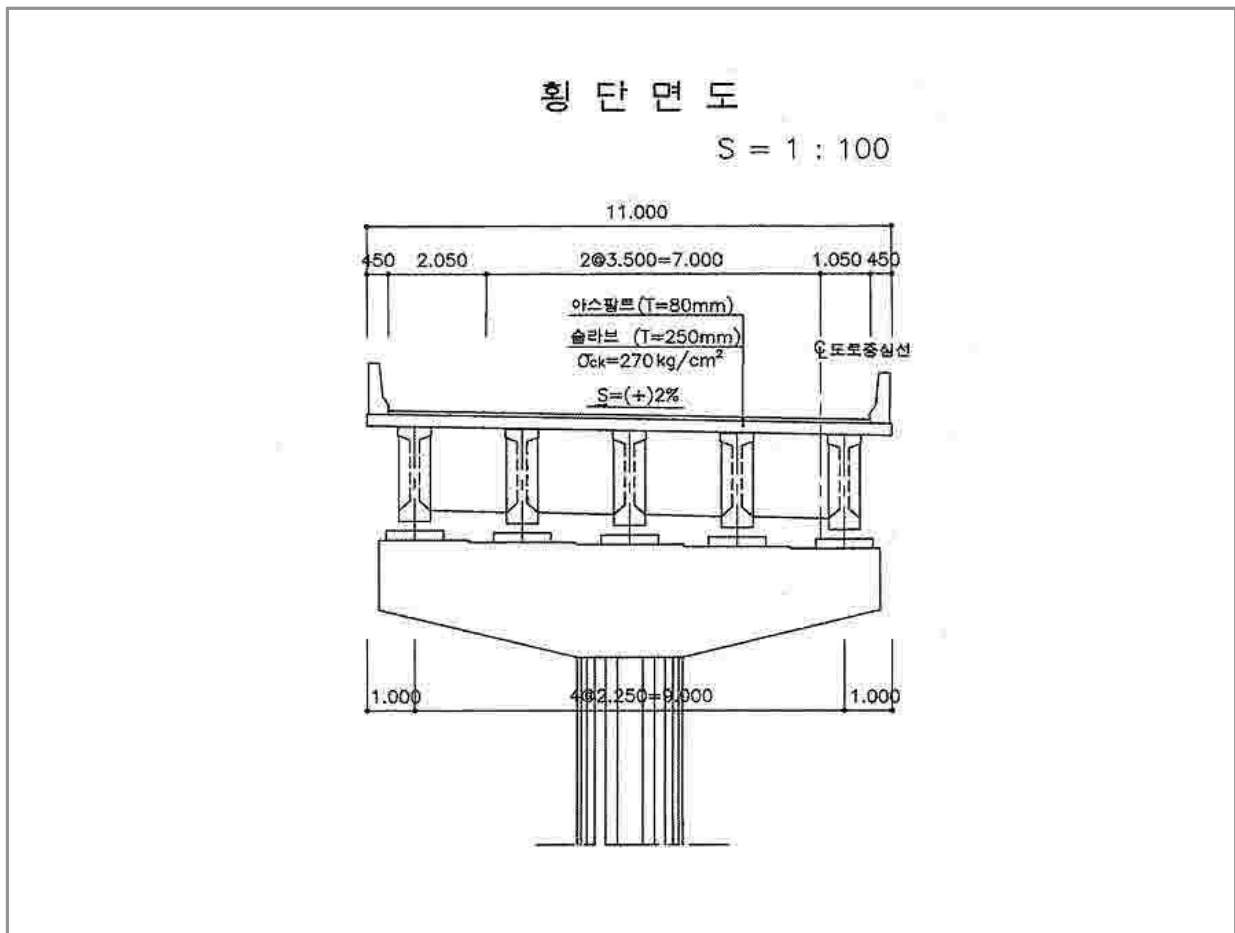
〈표 5.5.1〉 교천교(상) 일반현황

교 량 명		교천교(상)	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2004. 8. 13
소재지		충청남도 천안시 목천읍 교천리	시 공 자	두산중공업(주)
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	(주)진로엔지니어링
상부구조	형 식	PSC I형 거터교	교 장	150m(2@30m+3@30m)
	교 폭	11.0 m	받침장치	탄성받침
	경 간 수	5경간	신축이음장치	NB Joint
	최대경간장	30.0m	난간/포장	콘크리트 방호벽 포장(아스콘)
하부구조	교 각	T형(4기)	교 대	역T형(2기)
	교각기초	직접기초	교대기초	직접기초
설계하중		DB-24	차선수	편도2차선
종 별		2층	내진설계	적용
기 타		◦ 하부구간 : 군도 및 소하천 ◦ 평면선형 : 직교		

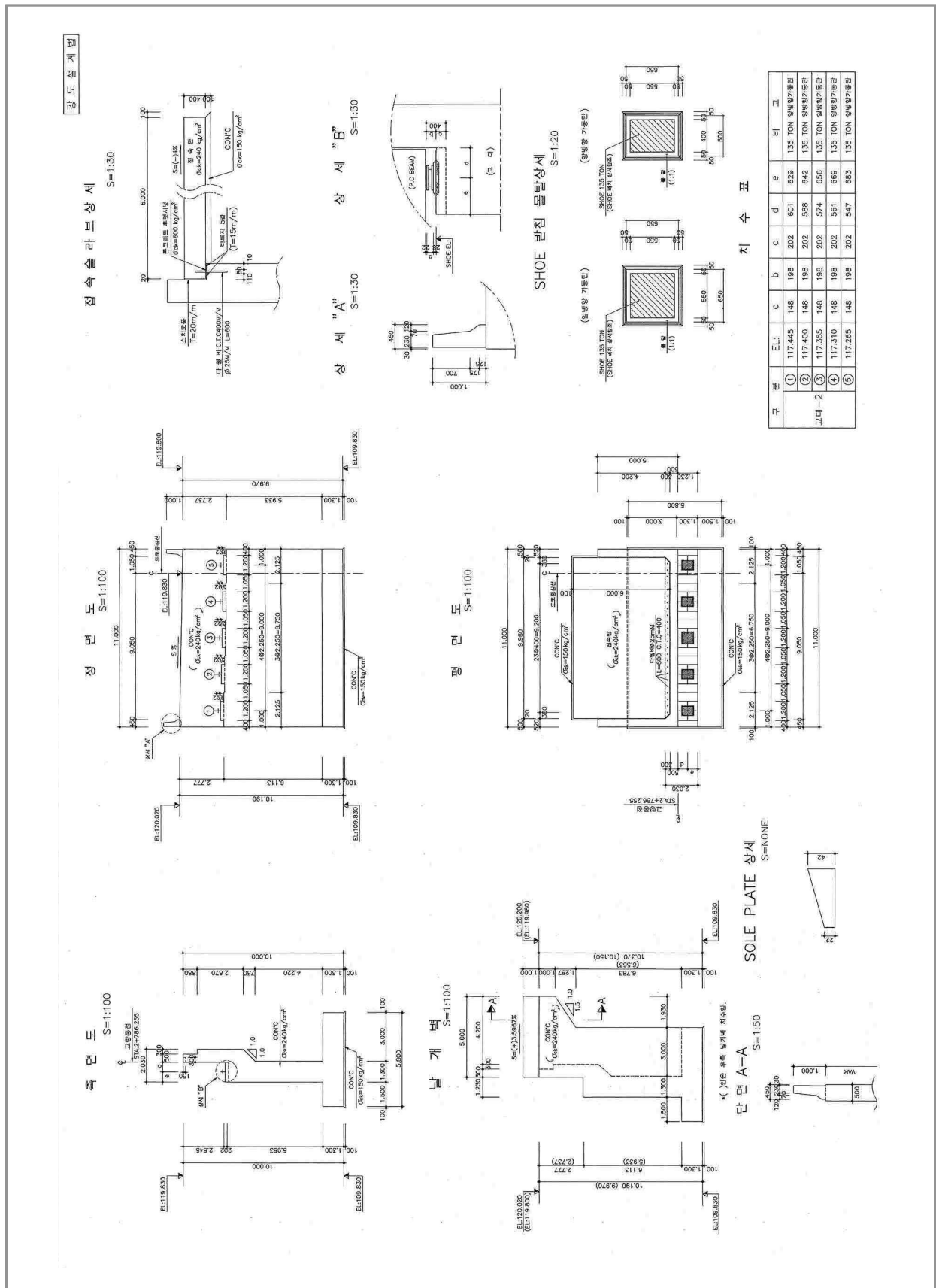
나. 일반도



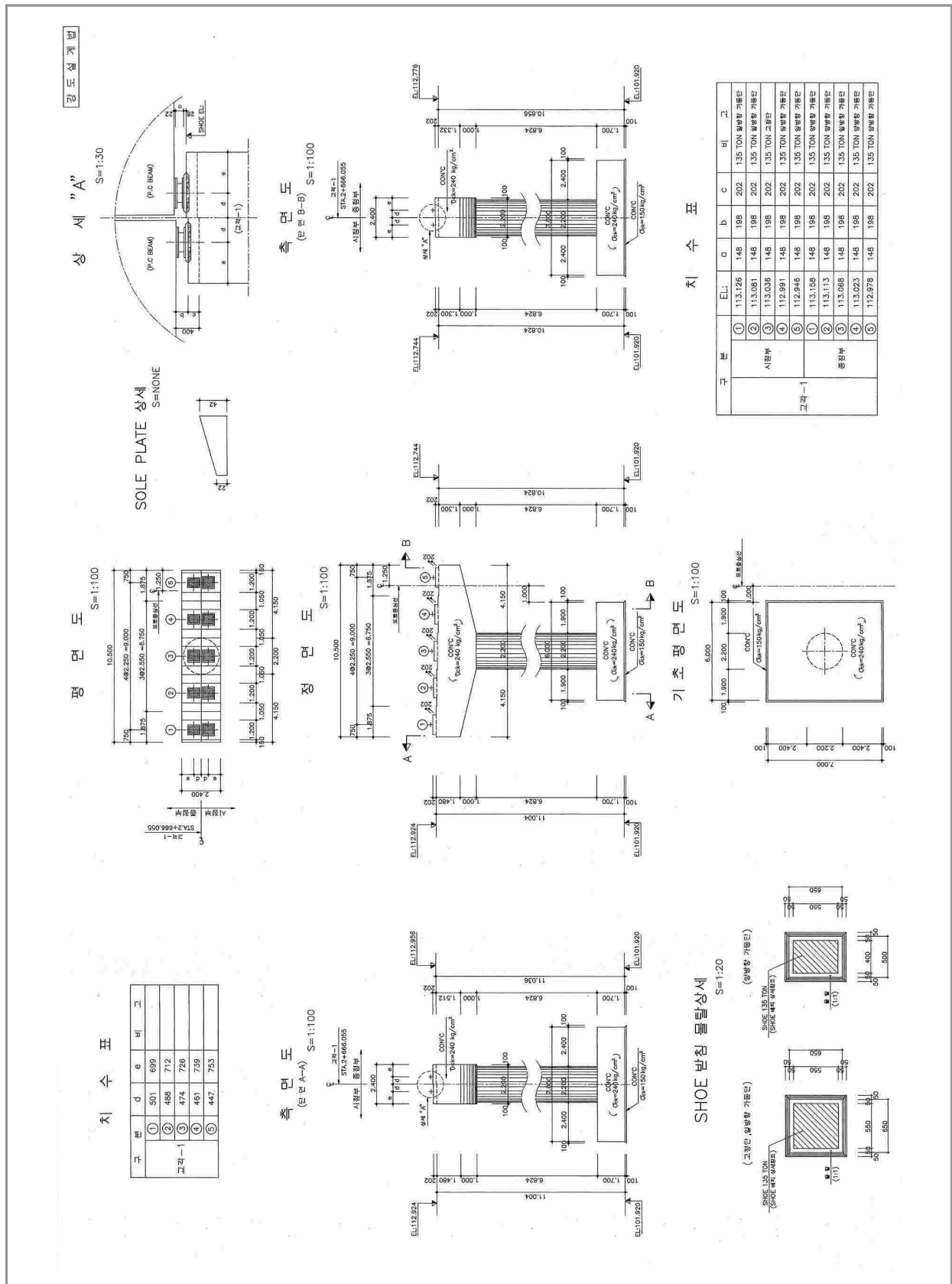
〈그림 5.5.1〉 교천교(상) 종단면도



〈그림 5.5.2〉 교천교(상) 횡단면도



〈그림 5.5.5〉 교천교(상) 교대(A2) 일반도



5.5.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.5.2〉 외관조사 결과

구 분		결함 및 손상현황	원인분석	대책방안
상 부 구 조	교면 포장	• 아스콘 보수부 함몰	• 중차량통행	• 포장소파보수
	난간 및 연석	• 보수부 재균열(cw:0.3mm미만)	• 건조수축, 온도변화	• 표면처리공법
	배수 시설	• 배수구 막힘 • 배수관 탈락	• 토사 및 이물질퇴적 • 외부충격	• 청소 및 유지관리 • 재설치
	신축 이음	• 고무재 변형 및 파손 • 유간 토사퇴적 • 후타재 균열(0.3mm이상) • 후타재 파손	• 건조수축, 중차량통행 • 공용기간 증가 • 건조수축, 중차량통행 • 중차량통행	• 유도배수로 설치 • 청소 및 유지관리 • 주입공법 • 단면복구공법
	바닥판	• 균열(cw:0.3mm미만) • 균열(cw:0.3mm이상) • 망상균열	• 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 온도변화	• 표면처리공법 • 주입공법 • 표면처리공법
	거더	• 파손	• 거더인양 중 파손	• 단면복구공법
	가로보	• 상태양호	-	-
하부 구조	교대	• 체수 • 균열(cw:0.3mm미만) • 표면부스러짐 • 누수변색 • 누수흔적 • 파손	• 신축이음부 누수 • 건조수축, 온도변화 • 공용기간 증가 • 신축이음부 누수 • 신축이음부 누수 • 공용기간 증가	• 청소 및 유지관리 • 표면처리공법 • 단면복구공법 • 청소 및 유지관리 • 청소 및 유지관리 • 단면복구공법
	교각	• 균열(cw:0.3mm미만) • 균열 및 백태(cw:0.3mm이상) • 누수흔적 • 체수 • 표면부스러짐 • 재료분리 • 균열 및 백태(cw:0.3mm미만)	• 건조수축, 온도변화 • 건조수축, 우수유입 • 신축이음부 누수 • 신축이음부 누수 • 공용기간 증가 • 다짐불량 • 건조수축, 우수유입	• 표면처리공법 • 주입공법 • 청소 및 유지관리 • 청소 및 유지관리 • 단면복구공법 • 단면복구공법 • 표면처리공법
받침장치		• Plate 부식 • 받침패드 밀림 • 받침몰탈 파손 • 받침콘크리트 파손 • 받침몰탈균열(cw:0.3mm미만)	• 공용기간 증가, 누수 • 온도변화 • 공용기간 증가 • 공용기간 증가 • 건조수축, 온도변화	• 채도장 • 유지관리 • 단면복구공법 • 단면복구공법 • 표면처리공법

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.2 ~ 28.2	27.0
거터	46.8 ~ 48.3	40.0
교대, 교각	25.0 ~ 25.7	24.0
시험결과	▶ 교대·교각은 25.0~25.7MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.2~28.2MPa(설계기준강도: 27MPa), 거터는 46.8~48.3MPa(설계기준강도: 40MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	2.7 ~ 3.5	11.8	26.5mm / b등급	
거터	1.8 ~ 2.0	11.8	51.0mm / a등급	
교대, 교각	0.7 ~ 4.2	11.8	91.2mm / a등급	
시험결과	▶ 탄산화깊이는 0.7~4.2mm로 측정되었다. 피복두께가 큰 교대·교각의 경우 잔여깊이가 91.2~119.3mm로써, 거터와 함께 철근부식 우려가 없는 a등급으로 평가되었으나, 바닥판의 경우 피복두께가 30~33mm로써, 잔여깊이가 26.5~30.3mm로 측정되어, 향후 철근부식 가능성이 있는 b등급으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.5.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.5.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
교천교(상)	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 교천교(상)의 안전등급 산정결과 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.5.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	망상균열	표면처리공법	2	
거더	파손	단면복구공법	2	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열 및 백태 (cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상) 균열 및 백태	주입공법	2	
	누수흔적	청소 및 유지관리	2	
	누수변색	청소 및 유지관리	2	
	채수	청소 및 유지관리	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
	파손	단면복구공법	2	
받침 장치	Plate 부식	재도장	2	
	받침패드 밀림	유지관리	2	
	받침몰탈 파손	단면복구공법	2	
	받침콘크리트 파손	단면복구공법	2	
	받침몰탈균열 (cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
신축 이음	신축이음 누수	유도배수로 설치	1	
	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 균열(0.3mm이상)	주입공법	2	
	후타재 파손	단면복구공법	2	
포장	아스콘 보수부 함몰	포장소파보수	2	
난간 및 연석	보수부재균열 (cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	배수관 탈락	배수관 설치	1	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	신축이음 누수	33.0	m	유도배수로 설치	55,000	1,815,000	
	유간 토사퇴적	0.85	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	9	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
	배수관 탈락	1	EA	배수관 재설치	120,000	120,000	
직접공사비						1,935,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						967,500	
총 공사비(천단위 이하 절사)						2,902,000	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	1.8	m ²	표면처리공법	50,000	90,000	
	균열(cw:0.3mm이상)	2.2	m	주입공법	88,000	193,600	
	망상균열	79.8	m ²	표면처리공법	50,000	3,990,000	
거더	파손	0.05	m ²	단면복구공법	147,000	7,350	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	6.13	m ²	표면처리공법	50,000	306,500	
	균열 및 백태 (cw:0.3mm미만)	0.08	m ²	표면처리공법	50,000	4,000	
	균열(cw:0.3mm이상) 균열 및 백태	1.7	m	주입공법	88,000	149,600	
	누수흔적	5.2	m ²	청소 및 유지관리	-	-	
	누수변색	4	EA	청소 및 유지관리	-	-	
	체수	8.0	m ²	청소 및 유지관리	-	-	
	표면부스러짐	4.98	m ²	단면복구공법	147,000	732,060	
	재료분리	0.06	m ²	단면복구공법	147,000	8,820	
	파손	0.08	m ²	단면복구공법	147,000	11,760	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
받침 장치	Plate 부식	12.8	m ²	채도장(외부)	90,000	1,152,000	
	받침패드 밀림	5	EA	유지관리	-	-	
	받침몰탈 파손	0.03	m ²	단면복구공법	147,000	4,410	
	받침콘크리트 파손	0.01	m ²	단면복구공법	147,000	1,470	
	받침몰탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.08	m ²	표면처리공법	50,000	4,000	
신축 이음	후타재균열(0.3mm이상)	5.6	m	주입공법	88,000	492,800	
	후타재 파손	0.1	m ²	단면복구공법	147,000	14,700	
포장	아스콘 보수부 함몰	5.0	m ²	포장소파보수	50,000	250,000	
난간 및 연석	보수부 재균열 (cw:0.3mm미만)	1.8	m ²	표면처리공법	50,000	90,000	
직접공사비						7,503,070	
제경비(직접공사비의 50%적용)						3,751,535	
총 공사비(천단위 이하 절사)						11,254,000	

5.5.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 교천교(상)는 충청남도 천안시 목천읍 교천리 일원에 위치한 5경간의 PSC I형 거더교 형식으로 2004년 8월에 준공되어 약 10년이 경과되었으며, 국도 21호선 상에 위치하고 있다. 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 주요부재인 바닥판, 교대, 교각, 거더 등 에는 안전성에 유해한 구조적 손상이 조사되지 않았으나, 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 후타재균열, 신축이음부 고무재 파손, 아스콘 보수부 함몰 등이 발생하였다.

신축이음 고무재 파손으로 하부에 체수가 발생하였으며, 배수구가 대부분 토사 등 이물질로 막혀 있는 상태로 우기시 표면수의 배출이 신축이음부로 집중되어 받침장치의 Plate 부식, 고무재 및 콘크리트 열화 등의 2차손상이 발생되고 있어 조속한 배수구 정비와 신축이음부 하부에 유도배수로를 설치하여 할 것으로 판단된다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으나, 향후 기존손상의 진행으로 인한 내구성 저하로 이어질 수 있으므로, 적절한 보수와 지속적인 점검을 통한 손상증가 여부 확인 및 보수가 필요한 상태이다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

교천교(상)의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단되나, 신축이음 하부누수에 따른 단기적 보수가 필요하다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

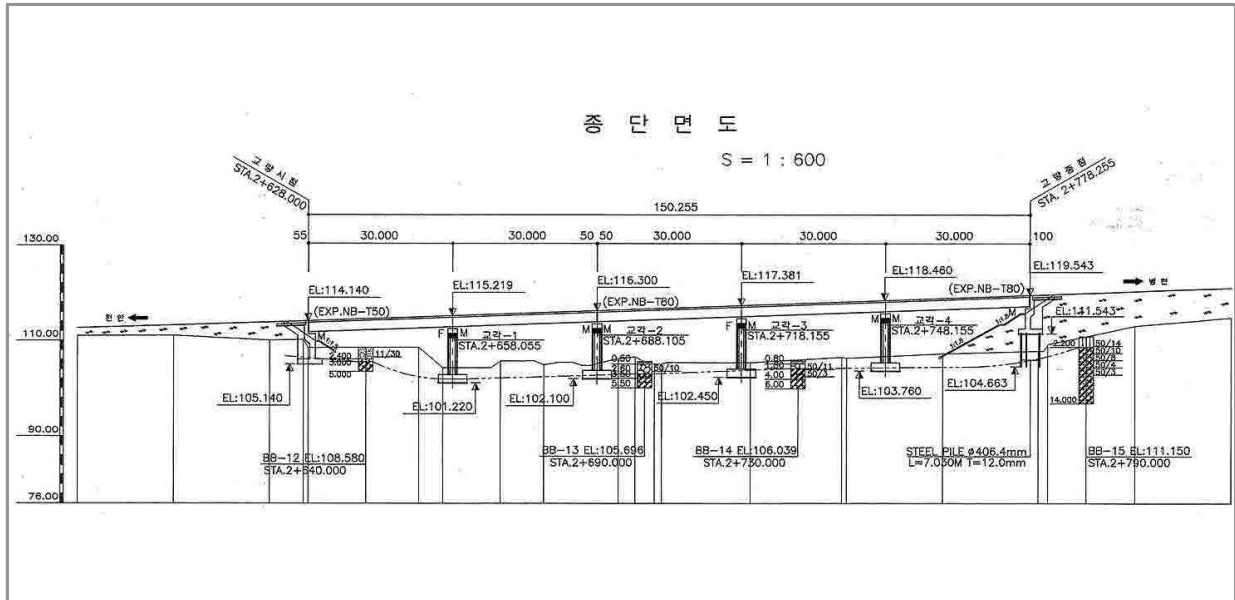
5.6 교천교(하)



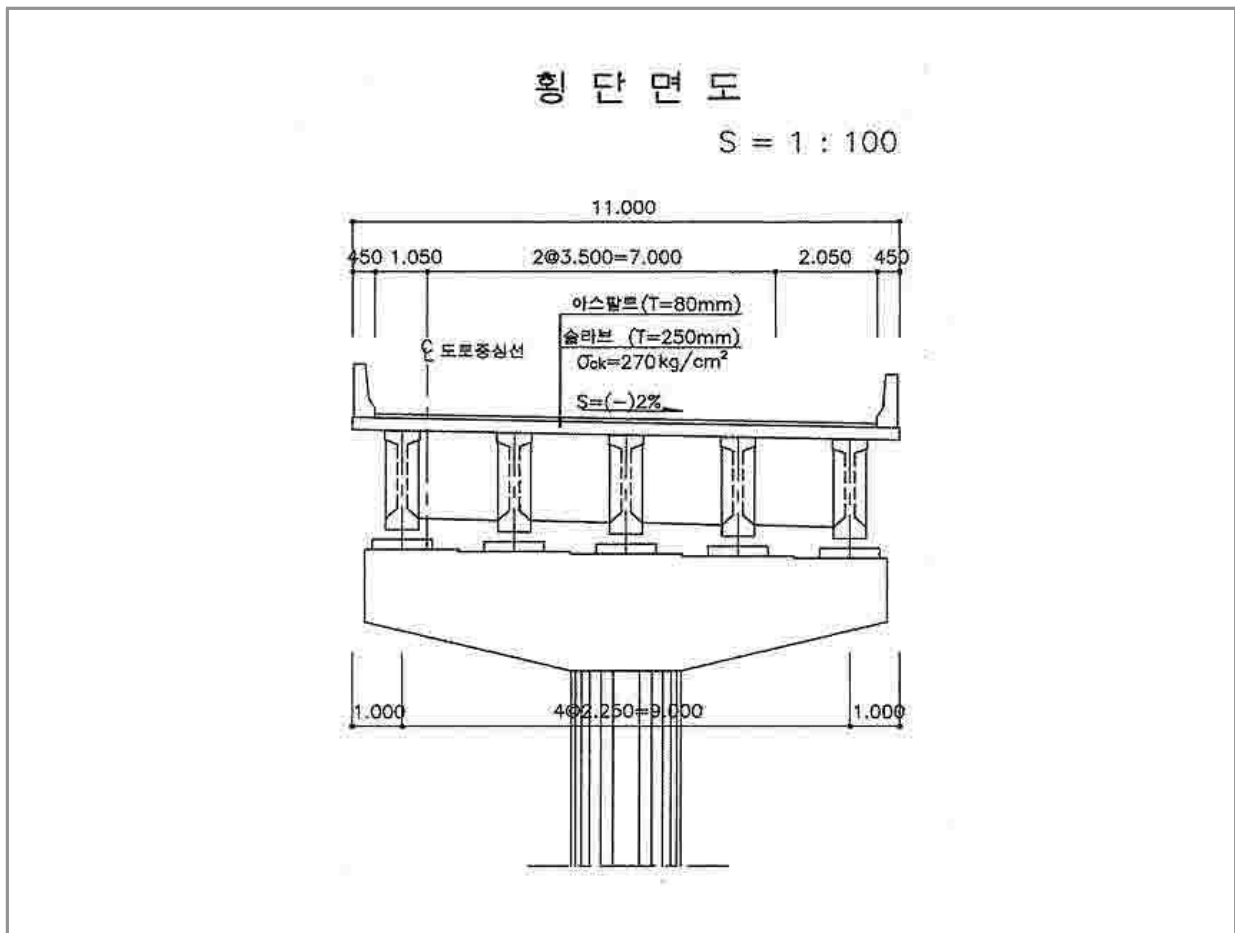
〈표 5.6.1〉 교천교(하) 일반현황

교 량 명		교천교(하)	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2004. 8. 13
소재지		충청남도 천안시 목천읍 교천리	시 공 자	두산중공업(주)
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	(주)진로엔지니어링
상부구조	형 식	PSC I형 거터교	교 장	150m(2@30m+3@30m)
	교 폭	11.0m	받침장치	탄성받침
	경 간 수	5경간	신축이음장치	NB Joint
	최대경간장	30.0m	난간/포장	콘크리트 방호벽 포장(아스콘)
하부구조	교 각	T형(4기)	교 대	역T형(2기)
	교각기초	직접기초	교대기초	직접기초, 말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	편도2차선
종 별		2층	내진설계	적용
기 타		◦ 하부구간 : 군도 및 소하천 ◦ 평면선형 : 직교		

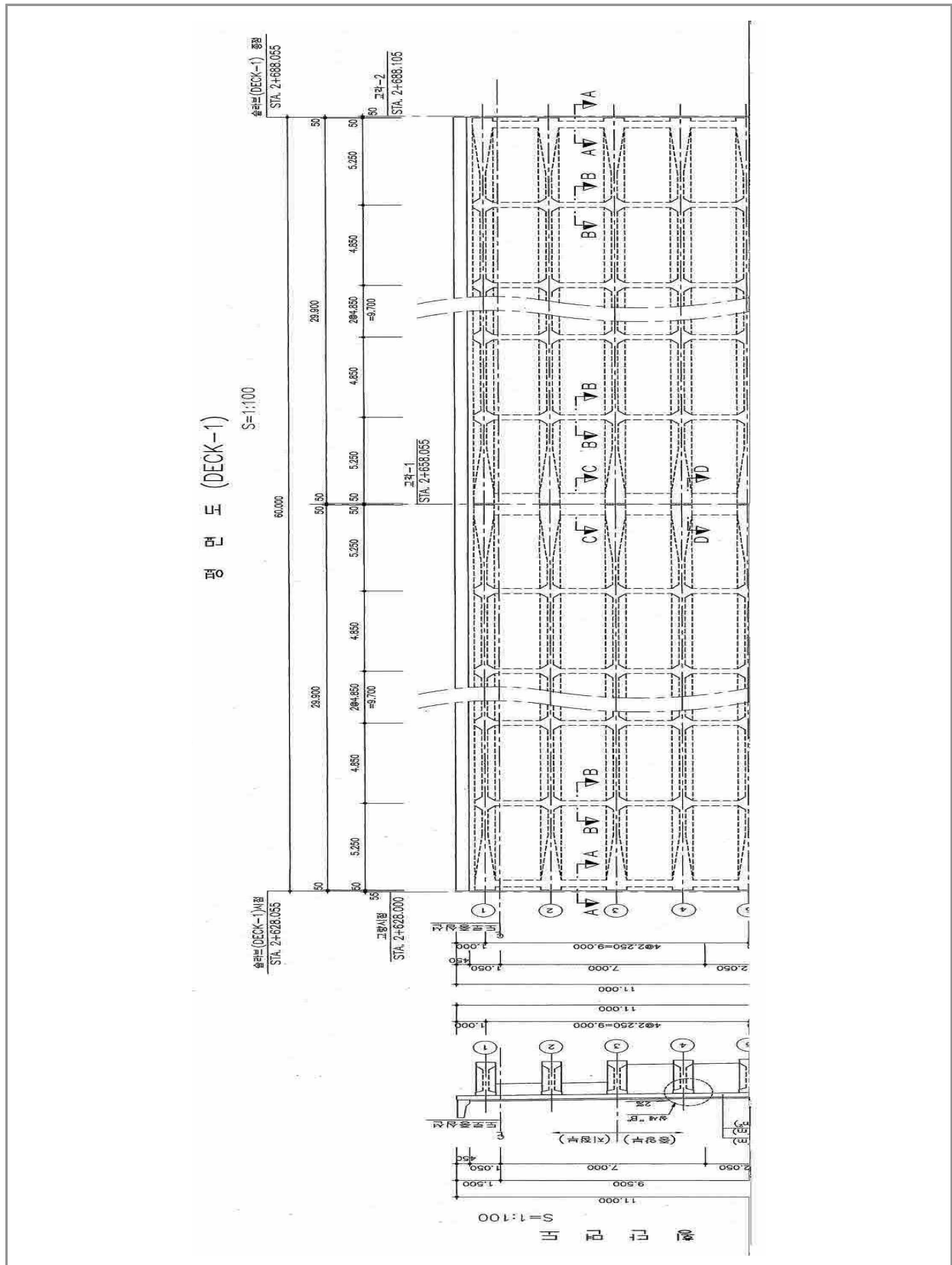
나. 일반도



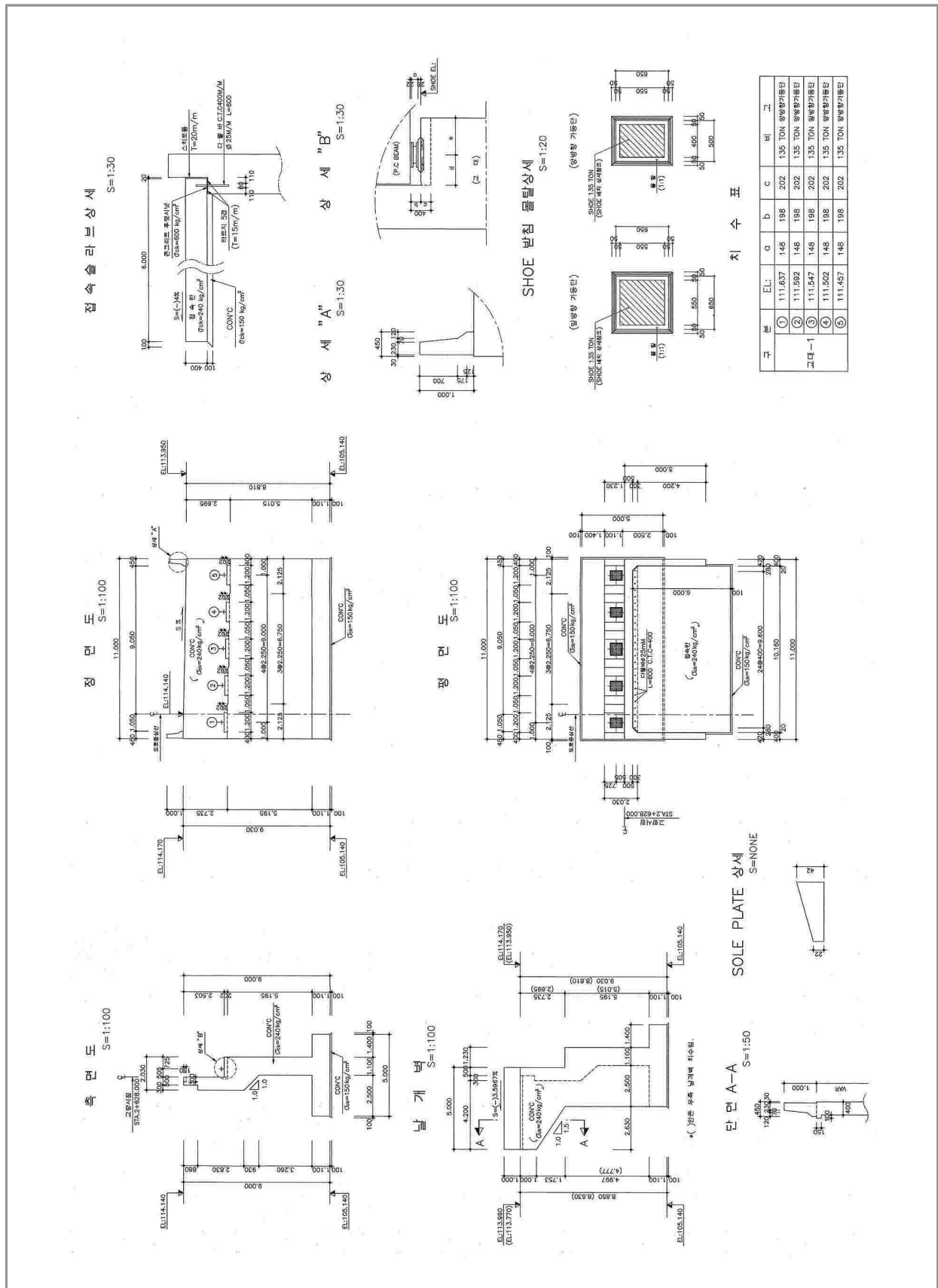
〈그림 5.6.1〉 교천교(하) 종단면도



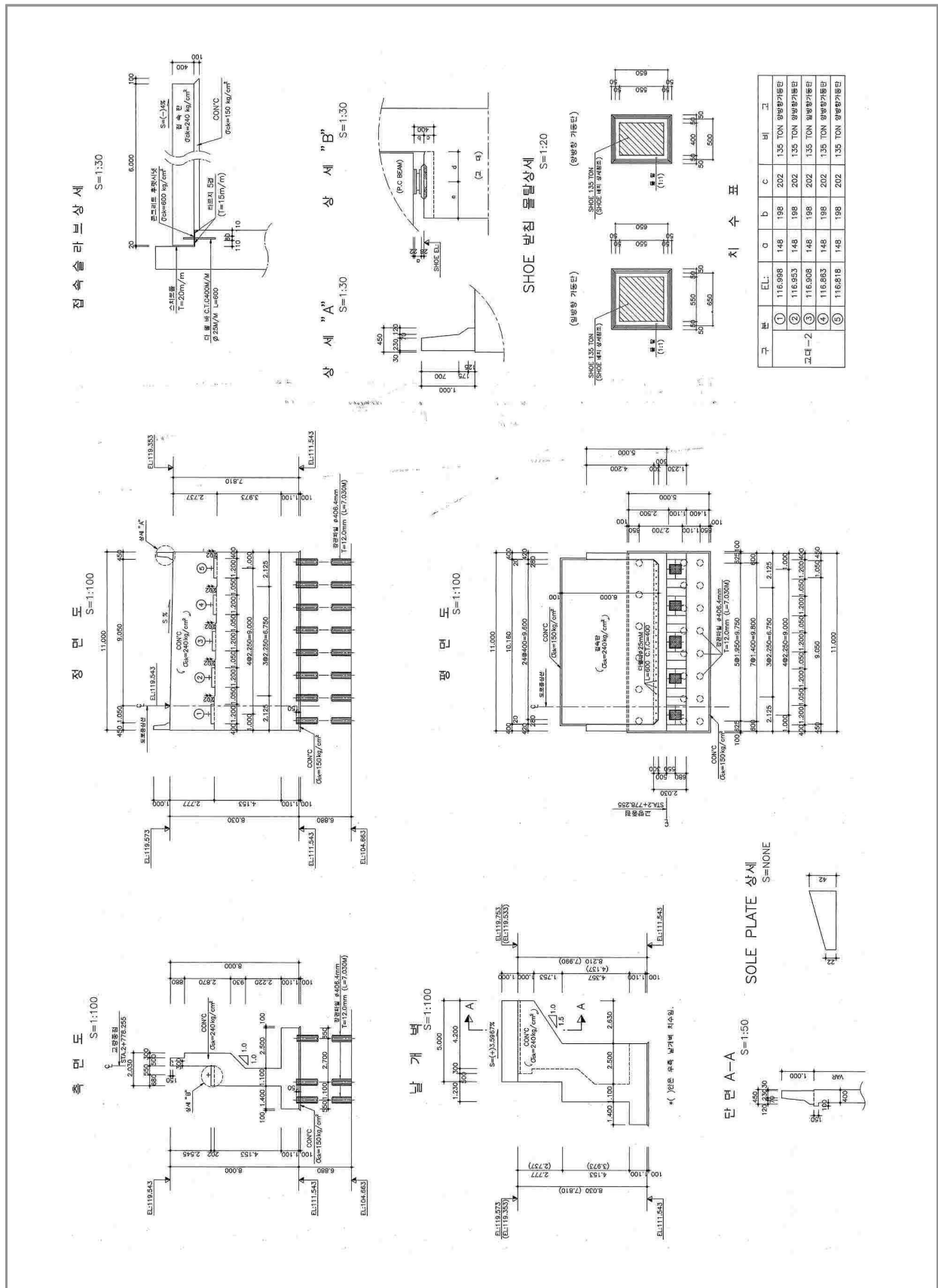
〈그림 5.6.2〉 교천교(하) 횡단면도



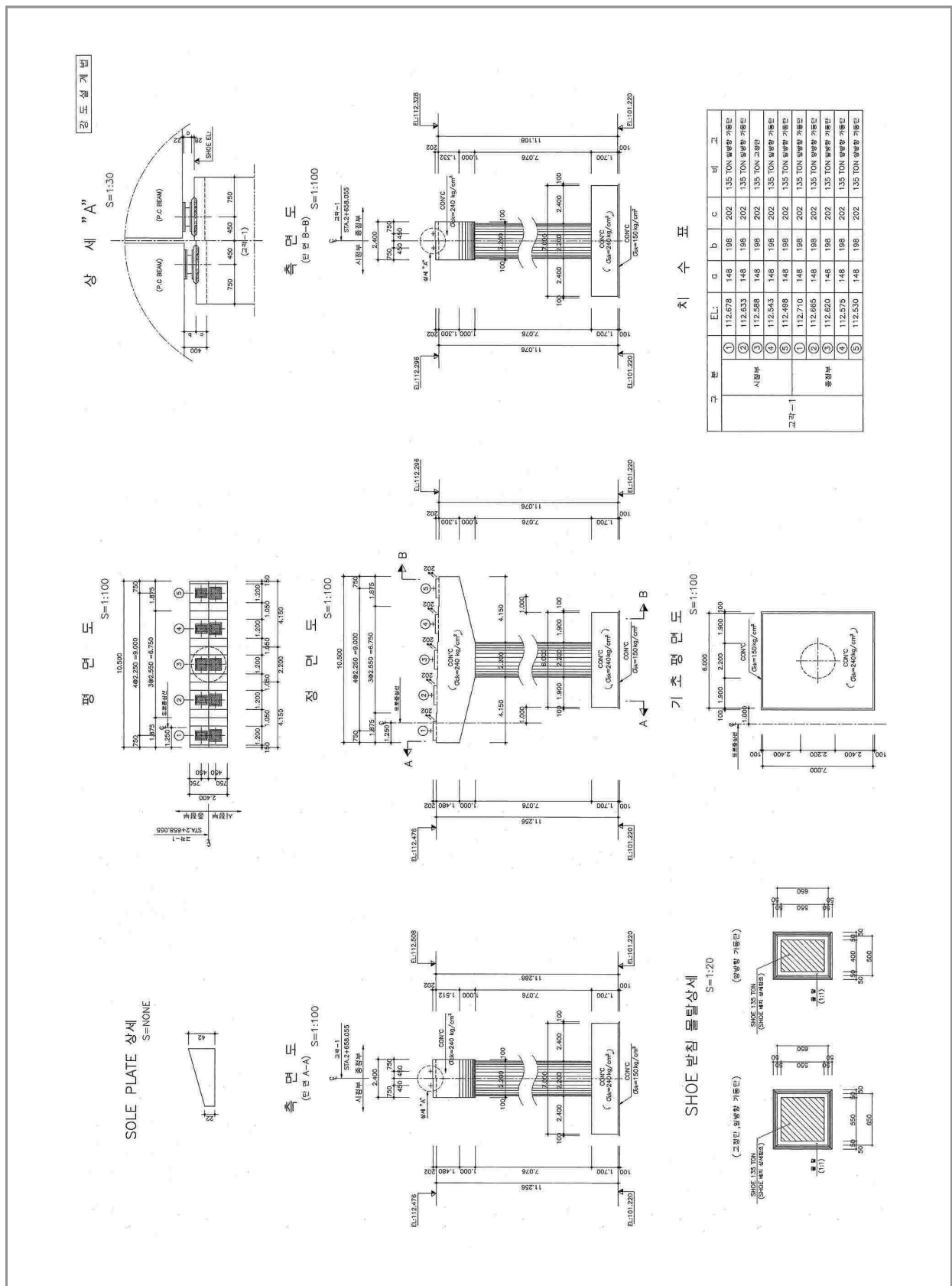
〈그림 5.6.3〉 교천교(하) 슬래브 일반도



〈그림 5.6.4〉 교천교(하) 교대(A1) 일반도



〈그림 5.6.5〉 교천교(하) 교대(A2) 일반도



〈그림 5.6.6〉 교천교(하) 교각(P1) 일반도

5.6.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.6.2〉 외관조사 결과

구 분		결함 및 손상현황	원인분석	대책방안
상부구조	교면 포장	- 토사퇴적 - 아스콘파임	- 공용기간 증가 - 중차량통행	- 청소 및 유지관리 - 포장소파보수
	난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	건조수축, 온도변화	표면처리공법
	배수 시설	배수구 막힘	토사 및 이물질퇴적	청소 및 유지관리
	신축 이음	- 유간 토사퇴적 - 후타재 균열(cw:0.3mm이상) - 후타재 균열(cw:0.3mm미만) - 차수 덮개판 손상 - 고무재 파손	- 공용기간 증가 - 건조수축, 중차량통행 - 건조수축, 중차량통행 - 외부충격 - 중차량통행	- 청소 및 유지관리 - 주입공법 - 표면처리공법 - 재설치 - 유도배수로 설치
	바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	건조수축, 온도변화	표면처리공법
	거더	- 파손 - 균열(cw:0.3mm미만)	- 거더인양 중 파손 - 건조수축, 온도변화	- 단면복구공법 - 표면처리공법
	가로보	상태양호	-	-
하부구조	교대	- 체수 - 균열(cw:0.3mm미만) - 누수흔적	- 신축이음부 누수 - 건조수축, 온도변화 - 신축이음부 누수	- 청소 및 유지관리 - 표면처리공법 - 청소 및 유지관리
	교각	- 균열(cw:0.3mm미만) - 누수흔적 - 박리 - 망상균열 - 체수	- 건조수축, 온도변화 - 신축이음부 누수 - 공용기간 증가 - 건조수축, 온도변화 - 신축이음부 누수	- 표면처리공법 - 청소 및 유지관리 - 단면복구공법 - 표면처리공법 - 청소 및 유지관리
받침장치		- Plate 부식 - 받침몰탈 균열(cw:0.3mm미만)	- 공용기간 증가, 누수 - 건조수축, 온도변화	- 재도장 - 표면처리공법

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	28.4 ~ 29.7	27.0
거터	49.6 ~ 50.6	40.0
교대, 교각	25.8 ~ 27.5	24.0
시험결과	▶ 교대·교각은 25.8~27.5MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 28.4~29.7MPa(설계기준강도: 27MPa), 거터는 49.6~50.6MPa(설계기준강도: 40MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	2.7 ~ 4.5	11.8	26.6mm / b등급	
거터	2.6 ~ 3.7	11.8	49.3mm / a등급	
교대, 교각	3.7 ~ 5.3	11.8	90.9mm / a등급	
시험결과	▶ 탄산화깊이는 2.6~5.3mm로 측정되었다. 피복두께가 큰 교대·교각의 경우 잔여깊이가 90.9~115.1mm로써, 거터와 함께 철근부식 우려가 없는 a등급으로 평가되었으나, 바닥판의 경우 피복두께가 30~33mm로써, 잔여깊이가 26.6~28.5mm로 측정되어, 향후 철근부식 가능성이 있는 b등급으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.6.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.6.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
교천교(하)	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 교천교(하)의 안전등급 산정결과 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.6.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
거더	파손	단면복구공법	2	
	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	누수흔적	청소 및 유지관리	2	
	체수	청소 및 유지관리	2	
	박리	단면복구공법	2	
	망상균열	표면처리공법	2	
받침 장치	Plate 부식	재도장	2	
	받침몰탈 균열 (cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
신축 이음	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	차수 덮개판 손상	재설치	2	
	신축이음 누수	유도배수로 설치	1	
포장	토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	아스콘 패임	포장소파보수	2	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	신축이음 누수	33.0	m	유도배수로 설치	55,000	1,815,000	
	유간 토사퇴적	3.90	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
포장	토사퇴적	0.75	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	9	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
직접공사비						1,815,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						907,500	
총 공사비(천단위 이하 절사)						2,722,000	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	0.38	m ²	표면처리공법	50,000	19,000	
거더	파손	0.03	m ²	단면복구공법	147,000	4,410	
	균열(cw:0.3mm미만)	2.10	m ²	표면처리공법	50,000	105,000	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	3.43	m ²	표면처리공법	50,000	171,500	
	누수흔적	7.66	m ²	청소 및 유지관리	-	-	
	체수	7.50	m ²	청소 및 유지관리	-	-	
	박리	0.74	m ²	단면복구공법	147,000	108,780	
	망상균열	3.60	m ²	표면처리공법	50,000	180,000	
받침 장치	Plate 부식	15.20	m ²	채도장(외부)	90,000	1,368,000	
	받침몰탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.30	m ²	표면처리공법	50,000	15,000	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	후타재 균열 (cw:0.3mm이상)	18.60	m	주입공법	88,000	1,636,800	
	후타재 균열 (cw:0.3mm미만)	0.30	m ²	표면처리공법	50,000	15,000	
	차수 덮개판 손상	1	EA	재설치	263,000	263,000	
포장	아스콘 패임	0.25	m ²	포장소파보수	50,000	12,500	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	6.25	m ²	표면처리공법	50,000	312,500	
직접공사비						4,211,490	
제경비(직접공사비의 50%적용)						2,105,745	
총 공사비(천단위 이하 절사)						6,317,000	

5.6.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 교천교(하)는 충청남도 천안시 목천읍 교천리 일원에 위치한 5경간의 PSC I형 거더교 형식으로 2004년 8월에 준공되어 약 10년이 경과되었으며, 국도 21호선 상에 위치하고 있다. 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 주요부재인 바닥판, 거더, 교대 등 구조부재 및 부속 구조물의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나, 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 후타재 및 방호벽 균열(cw:0.3mm미만), 교대·교각의 균열(cw:0.3mm미만), 망상균열, 박리 등이 발생하였다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으며, 전회차 정밀점검과 비교시 교면재포장 및 바닥판 균열보수로 손상물량이 일부 감소하였으나, 신축이음 누수 및 교좌면 체수 등이 추가 조사되어 전반적으로 손상물량은 증가한 것으로 확인되었다. 신축이음 고무재 파손으로 우기시 표면수의 배출이 신축이음부로 집중되어 받침장치의 Plate 부식, 고무재 및 콘크리트 열화 등의 2차손상이 발생되고 있어 조속한 배수구 정비와 신축이음부 하부에 유도배수로를 설치하여 할 것으로 판단된다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

교천교(하)의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단되나, 신축이음 하부누수에 따른 단기적 보수가 필요하다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

5.7 신계1교



상부(A1→A2) 전경

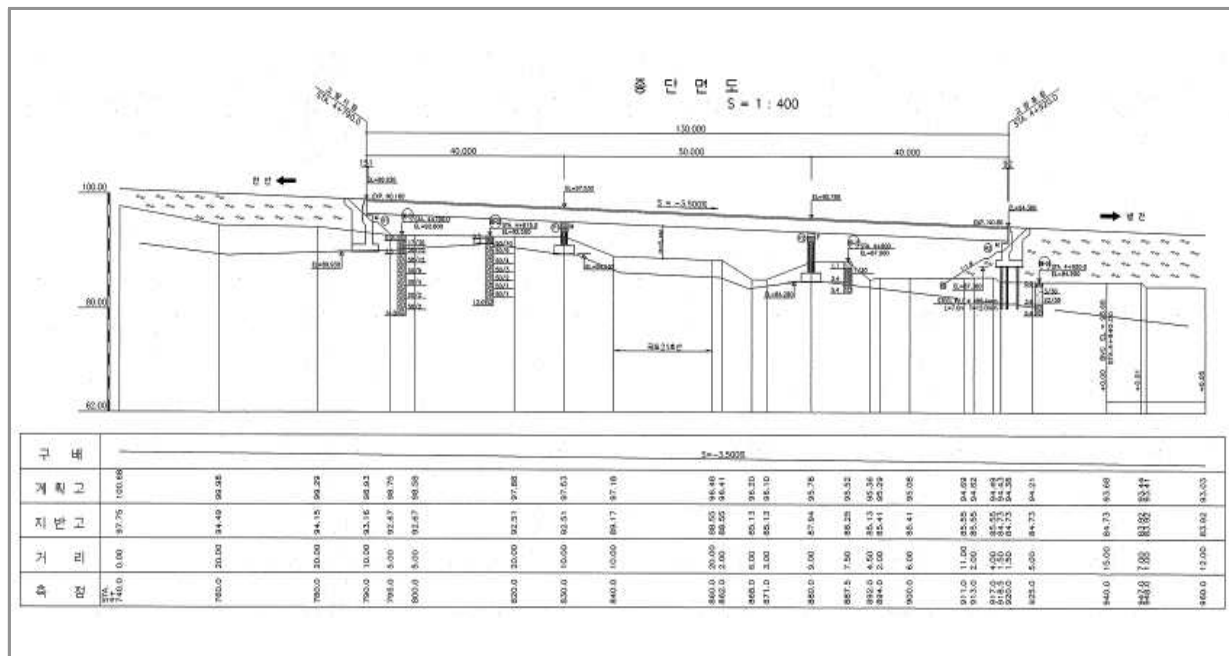


좌측면 전경

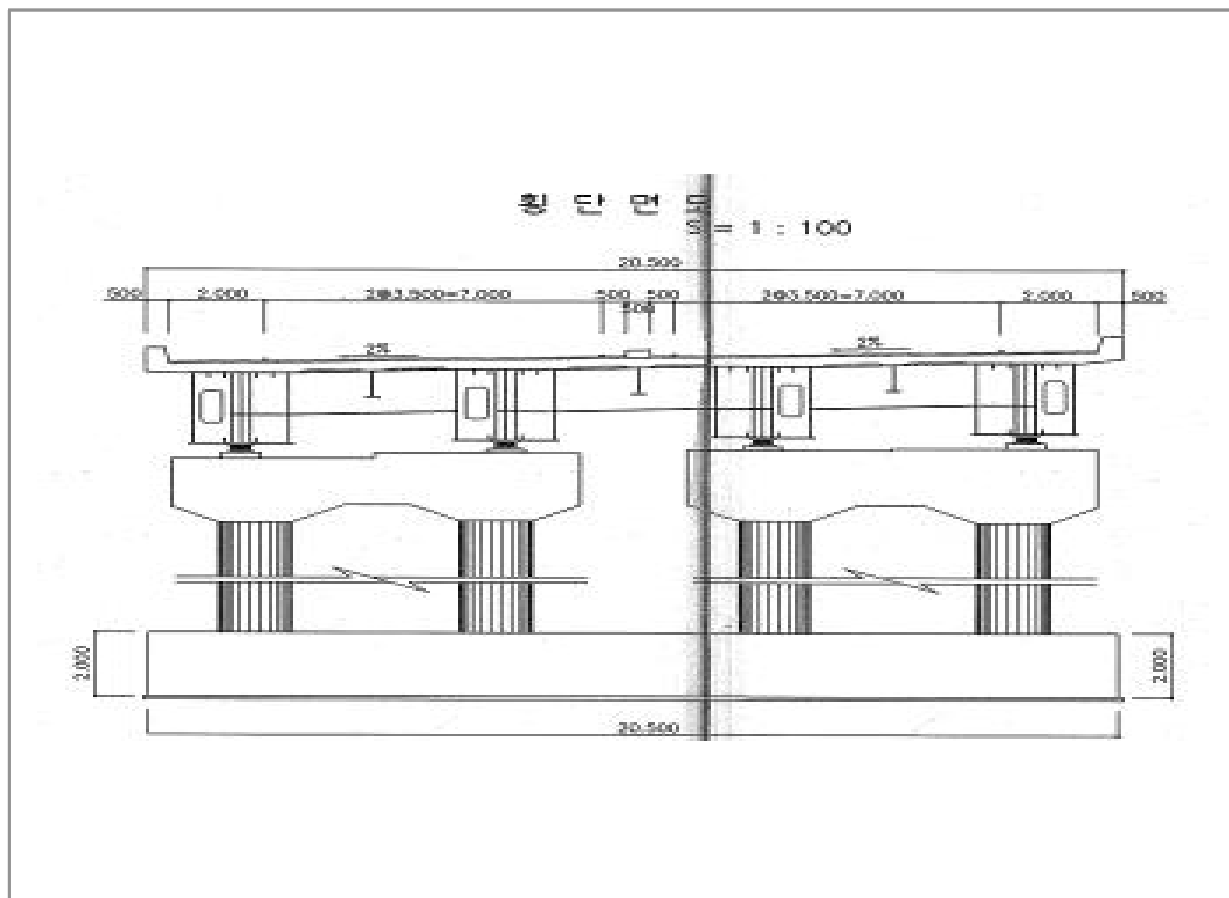
〈표 5.7.1〉 신계1교 일반현황

교 량 명		신계1교	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2004. 08. 31
소재지		충청남도 천안시 목천읍 운전리	시 공 자	두산중공업(주), 삼부토건(주), 우정건설(주)
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	(주)경일기술공사, (주)진로엔지니어링
상 부 구 조	형 식	강박스거더교(STB)	교 장	130.0m(2@40.0m, 1@50.0)
	교 폭	20.5m	받침장치	Pot Bearing(포트받침)
	경 간 수	3경간	신축이음장치	Rail Joint
	최대경간장	50.0m	포장	아스콘포장
하부 구조	교 각	라멘식	교 대	역T형
	교각기초	말뚝기초	교대기초	말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	왕복4차선
종 별		1종	내진설계	적용
기 타				

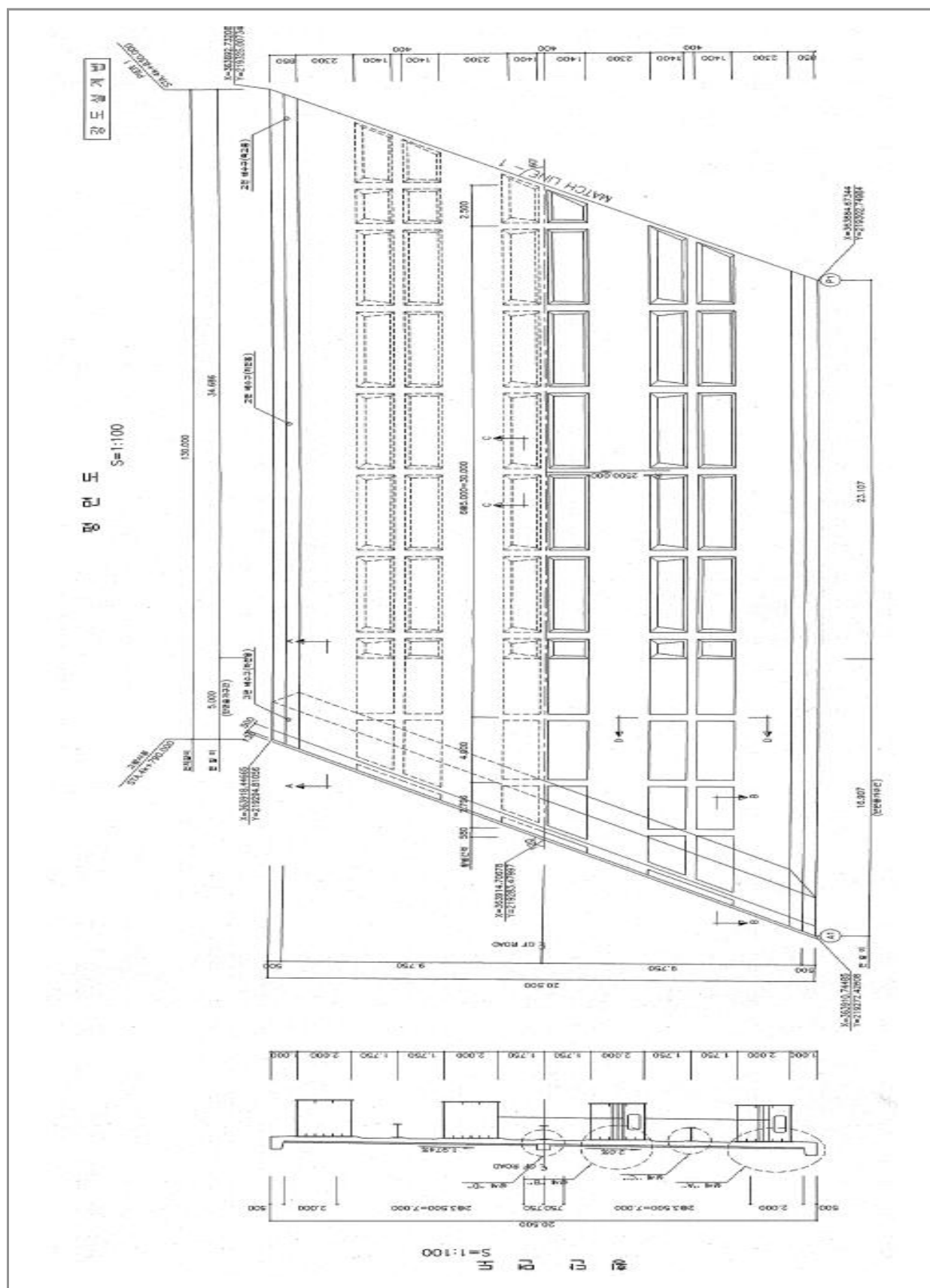
나. 일반도



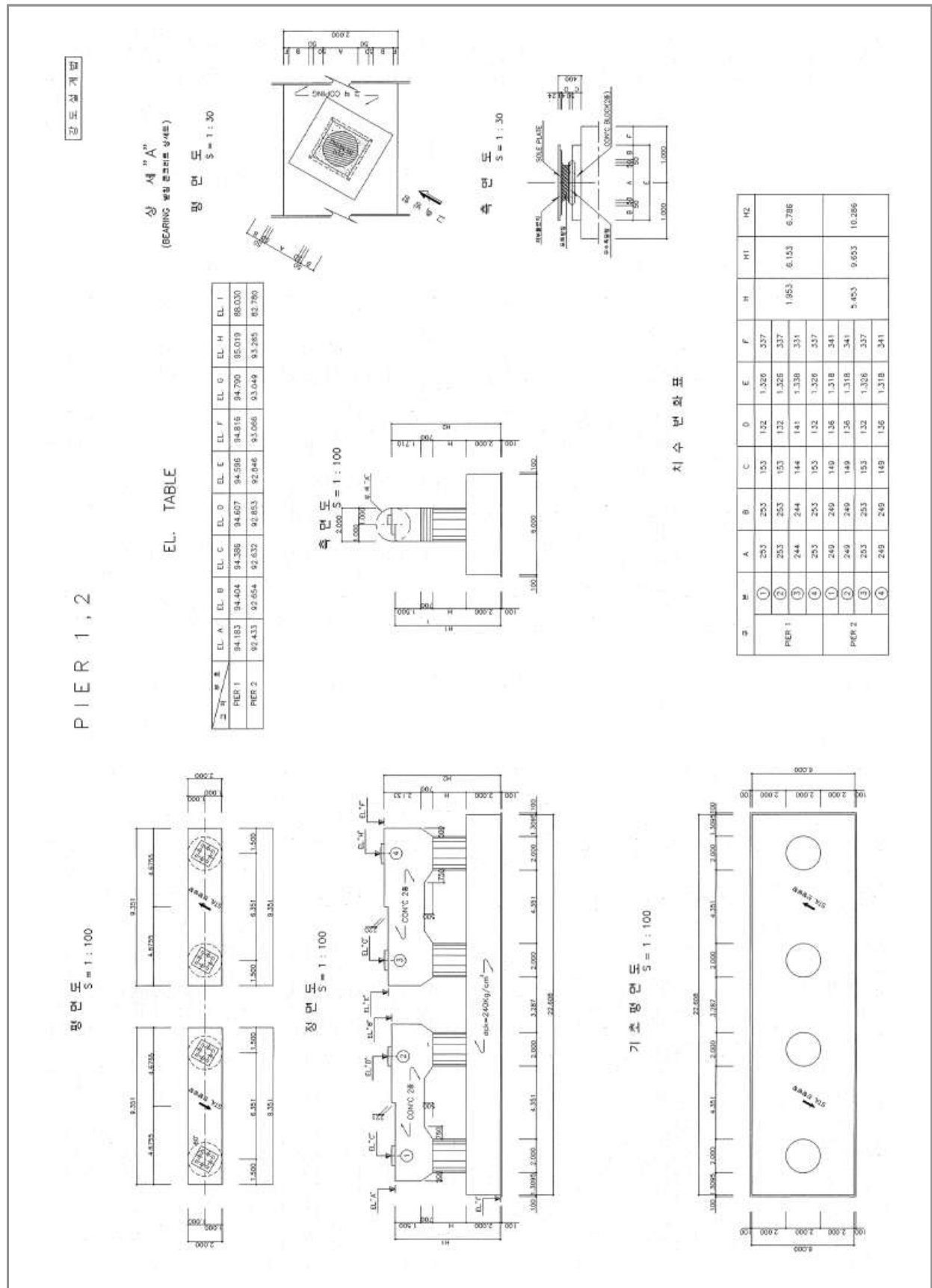
〈그림 5.7.1〉 신계1교 종단면도



〈그림 5.7.2〉 신계1교 횡단면도



〈그림 5.7.3〉 신계1교 슬래브 일반도



〈그림 5.7.5〉 신계1교 교각 일반도

5.7.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.7.2〉 외관조사 결과

구 분		결함 및 손상현황	원인분석	대책방안
상 부 구 조	교면 포장	- 포장마모 및 파손 - 토사퇴적 - 아스콘패임 - 아스콘 균열	- 차량통행 및 노후화 - 공용중 이물질퇴적 - 차량통행 및 노후화 - 차량통행 및 노후화	- 포장소파보수 - 청소 및 유지관리 - 포장균열보수 - 포장균열보수
	난간 및 연석	- 균열(cw:0.3mm미만) - 박락 및 철근노출	- 건조수축 - 공용기간증가, 외부충격	- 표면처리공법 - 방청후 단면복구공법
	배수 시설	- 배수구 막힘 - 배수관 길이부족	- 공용기간 증가 - 공용기간증가, 외부충격	- 청소 및 유지관리 - 배수관 재설치
	신축 이음	- 유간토사퇴적 - 후타재균열(cw:0.3mm미만) - 후타재균열(cw:0.3mm이상) - 후타재 망상균열	- 공용기간 증가 - 건조수축, 중차량통행 - 건조수축, 중차량통행 - 건조수축, 중차량통행	- 청소 및 유지관리 - 표면처리공법 - 주입공법 - 표면처리공법
	바닥판	- 균열(cw:0.3mm미만) - 데크플레이트 부식	- 건조수축 - 공용기간 증가	- 표면처리공법 - 채도장
	거터	- 도장부식 및 도장들뜸, 도장긫힘 - 우수유입흔적	- 공용기간 증가 - 공용기간 증가	- 채도장 - 이음부실링처리
	가로보	상태양호	-	-
하부 구조	교대	- 균열(cw:0.3mm미만) - 누수흔적	- 건조수축 - 배수관 길이부족	- 표면처리공법 - 유지관리
	교각	균열(cw:0.3mm미만)	건조수축	표면처리공법
받침장치		- 받침콘크리트균열(cw: 0.3mm미만) - Plate 부식 및 볼트부식 - 이동제한장치와 앵커볼트접촉	- 건조수축 - 공용기간 증가 - 시공불량	- 표면처리공법 - 채도장 - 앵커볼트 두부 일부절단

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.6 ~ 28.9	27.0
교 대	26.0	24.0
교 각	25.6 ~ 25.8	24.0
시험결과	▶ 교대 및 교각은 25.6~26.0MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.6~28.9MPa(설계기준강도: 27MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	1.3 ~ 2.5	11.79	38.3mm / a등급	
교 대	2.5		57.5mm / a등급	
교 각	2.0 ~ 2.5		93.0mm / a등급	
시험결과	▶ 측정부재 모두에서 철근 피복두께 측정치와 비교시 잔여깊이가 최소 35.0mm 이상으로 측정되어 콘크리트 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 것으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.7.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.7.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
신계1교	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 신계1교의 안전등급 산정결과 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.7.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	데크플레이트 부식	재도장	2	
거더 (외부)	굽힘	재도장	2	
	부식	재도장	2	
	도장탈락	재도장	2	
거더 (내부)	우수유입흔적	이음부실링처리	2	
	도장불량	재도장	2	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	누수흔적	표면처리공법	2	
받침 장치	받침콘크리트 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	부식 및 도장불량	방청후 재도장	2	
	이동제한장치와 앵커볼트접촉	앵커볼트두부 일부 절단	2	
신축 이음	토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	후타재 균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	후타재 망상균열	표면처리공법	2	
포장	토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	아스콘 패임	포장소파보수	2	
	아스콘 균열	포장균열보수	2	
	아스콘 마모	포장소파보수	2	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	박리 및 철근노출	단면복구공법	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	배수관 길이부족	배수관 재설치	1	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	토사퇴적	8.5	m	청소 및 유지관리	-	-	주기적
교면	토사퇴적	0.6	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	6	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
	배수관 길이부족	1	EA	배수관 설치	120,000	120,000	
직접공사비						120,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						60,000	
총 공사비(천단위 이하 절사)						180,000	

2) 2순위(중장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	Deck Plate 부식	0.3	m ²	채도장(외부)	40,000	12,000	
거더 (외부)	굽힘	7.15	m ²	채도장(외부)	40,000	286,000	
	부식	0.02	m ²	채도장(외부)	40,000	800	
	도장탈락	0.06	m ²	채도장(외부)	40,000	2,400	
거더 (내부)	우수유입흔적	45.0	EA	이음부실링처리	5,000	225,000	
	이물질퇴적	37.0	m ²	청소 및 유지관리	-		
	도장불량	0.24	m ²	채도장(내부)	27,000	6,480	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	3.07	m ²	표면처리공법	50,000	153,500	
	누수흔적	3.0	m ²	표면처리공법	50,000	150,000	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
받침 장치	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	0.2	m ²	표면처리공법	50,000	10,000	
	부식 및 도장불량	0.4	m ²	재도장(외부)	90,000	36,000	
	이동제한장치와 앵커볼트접촉	2	EA	앵커볼트두부 일부 절단	5,000	10,000	
신축 이음	후타재균열(cw:0.3mm미만)	2.2	m ²	표면처리공법	50,000	110,000	
	후타재균열(cw:0.3mm이상)	5.65	m	주입공법	88,000	497,200	
	후타재 망상균열	0.7	m ²	표면처리공법	50,000	35,000	
난간 및 연석	균열(cw:0.3mm미만)	12.9	m ²	표면처리공법	50,000	645,000	
	박리 및 철근노출	10.5	m ²	단면복구공법	147,000	1,543,500	
교면	아스콘 패임	14.63	m ²	포장소파보수	50,000	731,500	
	아스콘 균열	4.0	m	포장균열보수	13,000	52,000	
	아스콘 마모	120.0	m ²	포장소파보수	50,000	6,000,000	
직접공사비						10,506,380	
제경비(직접공사비의 50%적용)						5,253,190	
총 공사비(천단위 이하 절사)						15,759,000	

5.7.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 신계1교는 충청남도 천안시 목천읍 운전리 일원에 위치한 3경간의 강박스거더교(STB)형식으로 2004년 8월에 준공되어 약 10년이 경과되었고, 국도 21호선 상에 위치하고 있으며, 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 주요부재인 바닥판, 교대, 교각, 주형 등 구조부재 및 부속 구조물의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나, 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 부분적인 포장마모 및 파손, 토사퇴적, 배수구 막힘 및 배수관 길이부족, 방호벽 보수부 재균열(cw:0.3mm 미만), 중앙분리대 박락 및 철근노출 등의 손상이 조사되어 교량의 내구성 저하를 방지하기 위하여 중·단기적인 조치가 필요하다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

신계1교의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단되나, 교면 아스콘 포장 손상에 따른 단기적 보수가 필요하다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

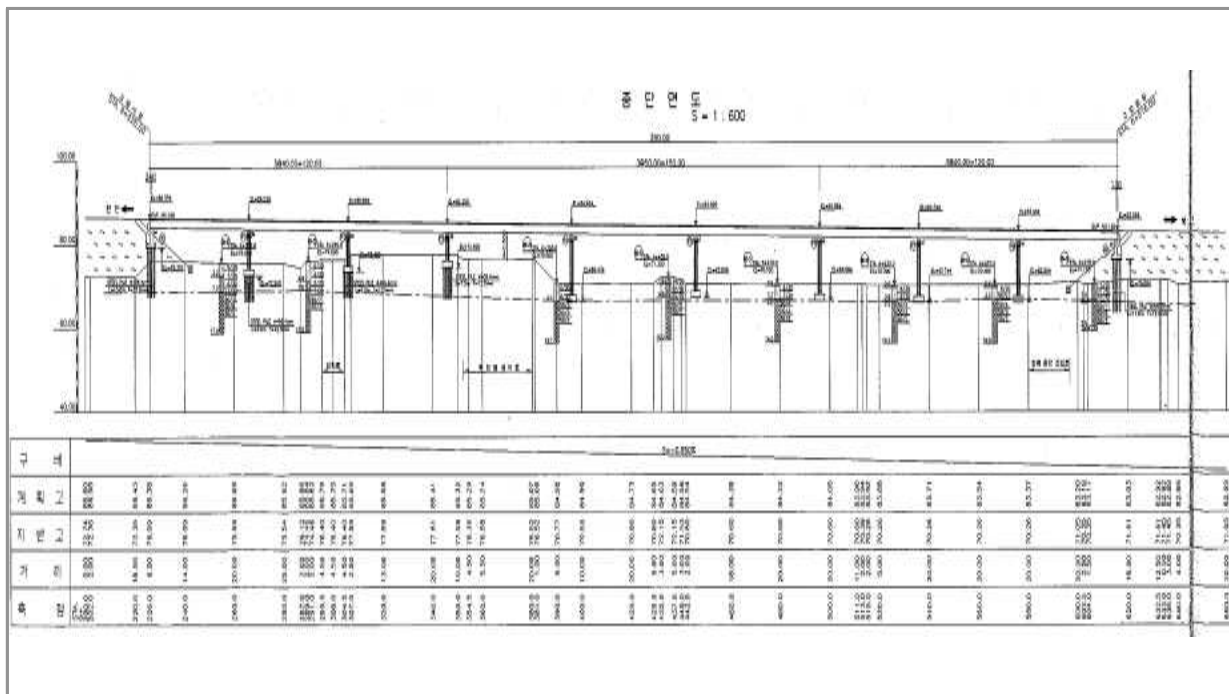
5.8 목주교



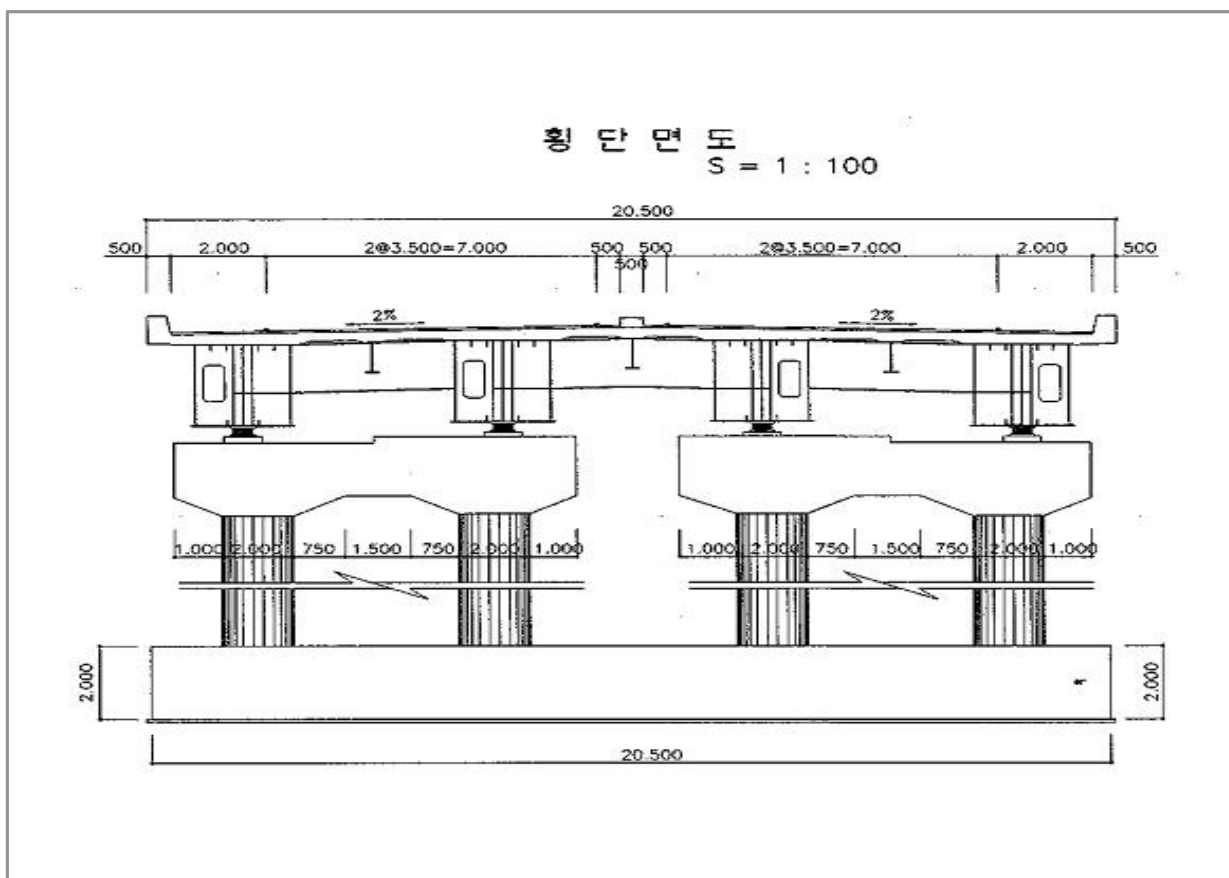
〈표 5.8.1〉 목주교 일반현황

교 량 명		목주교	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2004. 08. 13
소재지		충청남도 천안시 목천읍 신계리	시 공 자	두산중공업(주), 삼부토건(주), 우정건설(주)
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	(주)경일기술공사. (주)진로엔지니어링
상 부 구 조	형 식	강박스거더교(STB)	교 장	390.0m (3@40.0m+3@50.0+3@40.0m)
	교 폭	20.5m	받침장치	Pot Bearing(포트받침)
	경 간 수	9경간	신축이음장치	Rail Joint
	최대경간장	50.0m	포장	아스콘포장
하부 구조	교 각	라멘식	교 대	역T형
	교각기초	말뚝, 직접기초	교대기초	말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	왕복4차선
종 별		1종	내진설계	적용
기 타		교차시설물 : 톨게이트 진입로		

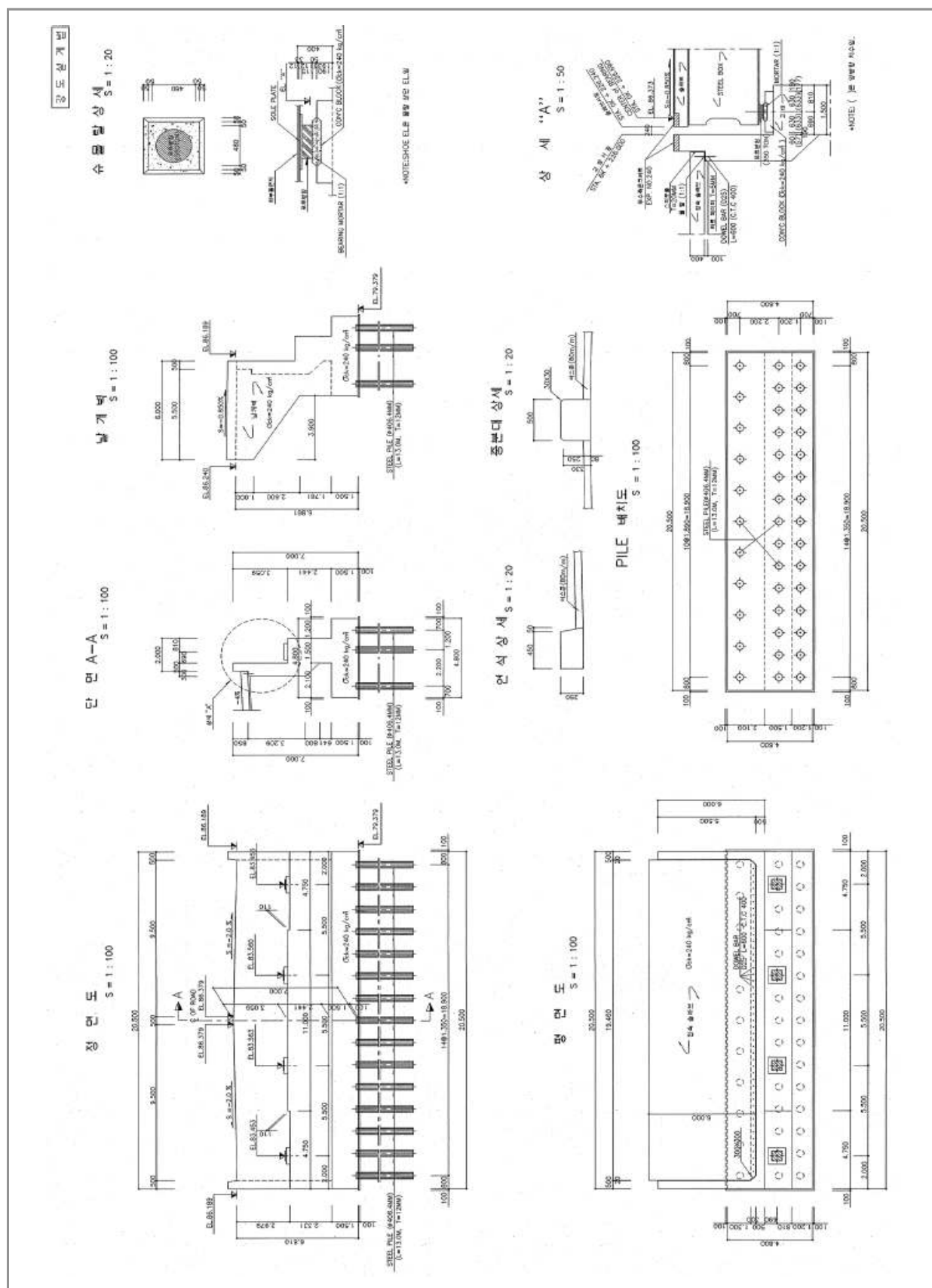
나. 일반도

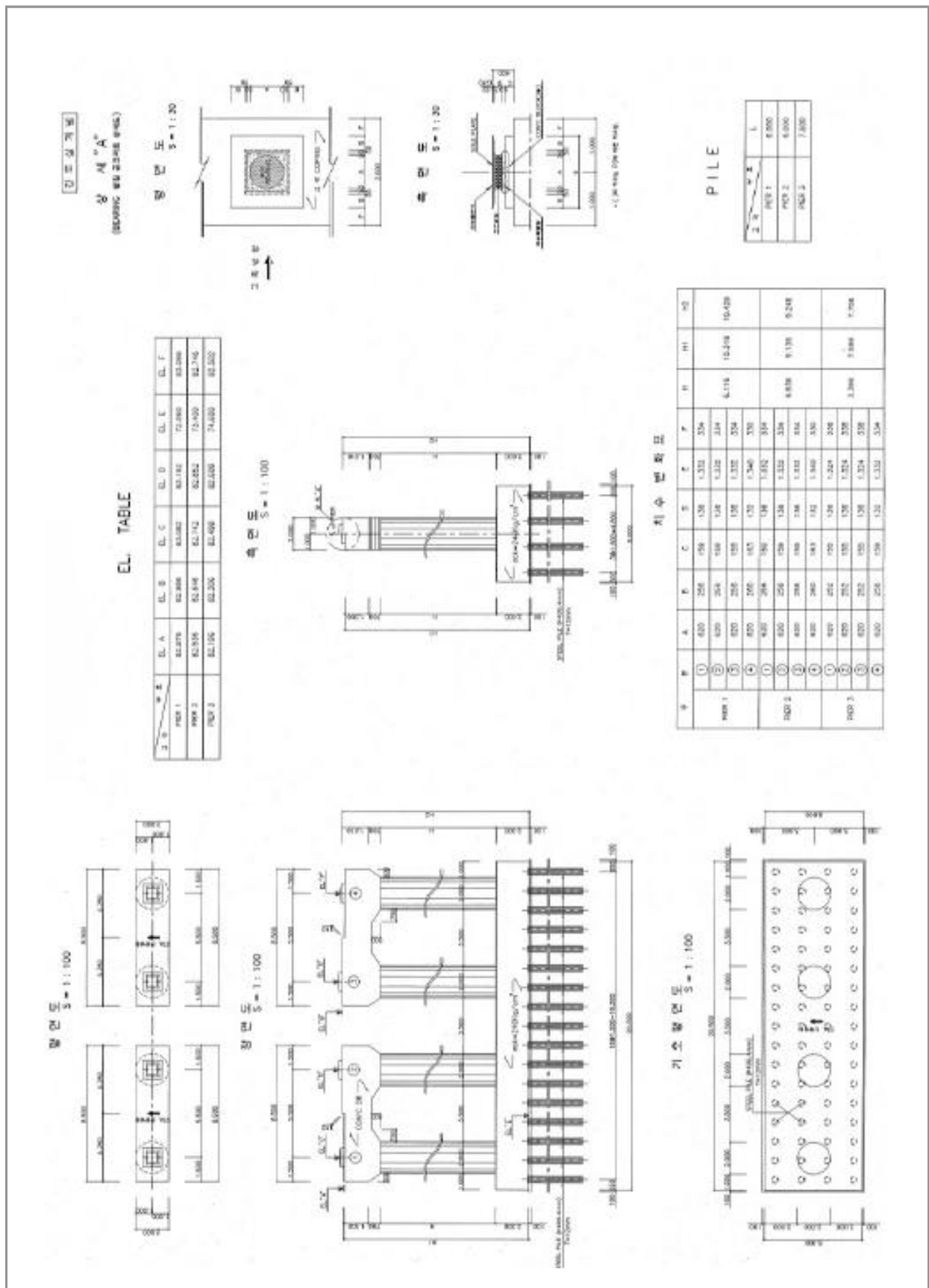


〈그림 5.8.1〉 목주교 종단면도



〈그림 5.8.2〉 목주교 횡단면도





〈그림 5.8.4〉 목주교 교각 일반도

5.8.2 현장조사 및 분석

가. 외관조사 결과

〈표 5.8.2〉 외관조사 결과

구 분		결합 및 손상현황	원인분석	대책방안
상부구조	교면 포장	- 포장파손 - 토사퇴적 - 아스콘 균열	- 차량통행 및 노후화 - 공용중 이물질퇴적 - 차량통행 및 노후화	- 포장소파보수 - 청소 및 유지관리 - 포장균열보수
	난간 및 연석	- 균열(cw:0.3mm미만) - 균열(cw:0.3mm이상) - 망상균열 - 철근노출 - 파손 - 표면부스러짐	- 건조수축, 온도변화 - 건조수축, 온도변화 - 건조수축, 온도변화 - 피복두께 부족 - 외부충격 - 동결융해, 공용기간 증가	- 표면처리공법 - 주입공법 - 표면처리공법 - 방청후 단면복구공법 - 단면복구공법 - 단면복구공법
	배수 시설	- 배수구 막힘 - 배수관 파손	- 토사 및 이물질퇴적 - 공용기간증가, 외부충격	- 청소 및 유지관리 - 배수관 재설치
	신축 이음	- 유간토사퇴적 - 후타재균열(cw:0.3mm미만) - 후타재 망상균열	- 공용기간 증가 - 건조수축, 중차량통행 - 건조수축, 중차량통행	- 청소 및 유지관리 - 표면처리공법 - 표면처리공법
	바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	건조수축	표면처리공법
	거더	- 도장부식 및 도장들뜸, 도장탈락 - 우수유입흔적 - 이물질퇴적	- 공용기간 증가 - 공용기간 증가 - 공용기간 증가	- 재도장 - 이음부실링처리 - 청소 및 유지관리
	가로보	상태양호	-	-
하부구조	교대	- 균열(cw:0.3mm미만) - 철근노출	- 건조수축, 온도변화 - 피복두께 부족	- 표면처리공법 - 방청후 단면복구공법
	교각	- 균열(cw:0.3mm미만), 망상균열 - 균열(cw:0.3mm이상) - 백태 - 파손 - 재료분리 - 이물질퇴적 - 점검로 볼트부 파손	- 건조수축, 온도변화 - 건조수축, 온도변화 - 우수유입 - 외부충격 - 다짐불량 - 공용기간 증가 - 공용기간 증가, 외부충격	- 표면처리공법 - 단면복구공법 - 표면처리공법 - 표면처리공법 - 단면복구공법 - 단면복구공법 - 청소 및 유지관리 - 볼트 재설치
받침장치		- 받침콘크리트균열(cw:0.3mm미만) - 받침 콘크리트 파손 - 받침콘크리트 재료분리 - 부식 - 이동제한장치 접촉 - 이동제한장치 볼트 부식 - 이동제한장치 볼트 파손 - 받침물탈균열(cw:0.3mm미만) - 용접부 부식	- 건조수축, 온도변화 - 외부충격 - 다짐불량 - 공용기간 증가 - 시공오류 - 공용기간 증가 - 시공오류 - 건조수축, 온도변화 - 공용기간 증가	- 표면처리공법 - 단면복구공법 - 단면복구공법 - 재도장 - 앵커볼트 부분절단 - 재도장 - 앵커볼트 부분절단 - 표면처리공법 - 재도장

나. 내구성조사 결과

1) 콘크리트 압축강도(f_{ck}) 시험결과

구 분	추정압축강도(MPa)	설계강도(MPa)
바닥판	27.2~28.8	27.0
교 대	24.7	24.0
교 각	24.9~27.0	24.0
시험결과	▶ 교대, 교각은 24.7~27.0MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.2~28.8MPa(설계기준강도: 27MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로써, 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가됨.	

2) 탄산화시험 결과

구 분	탄산화 깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	철근피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이 / 등급	비 고
바닥판	1.5 ~ 3.5	11.79	30.2mm / a등급	
교 대	7.3		64.7mm / a등급	
교 각	4.6 ~ 11.5		72.5mm / a등급	
시험결과	▶ 측정부재 모두에서 철근 피복두께 측정치와 비교시 잔여깊이가 최소 30.0mm 이상으로 측정되어 콘크리트 탄산화에 의한 철근부식 우려는 없는 것으로 평가됨.			

※ 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)에 의함.

5.8.3 상태평가 및 안전등급

〈표 5.8.3〉 상태평가 및 안전등급

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
목주교	B등급	-	B등급	
평가등급	▶ 목주교의 안전등급 산정결과『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 평가됨.			

5.8.4 보수방안 및 개략공사비

가. 부재별 보수·보강방안

〈보수방안 및 우선순위〉

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
거더 (내부)	부식	재도장	2	
	도장불량	재도장	2	
	도장탈락	재도장	2	
	우수유입흔적	이음부실링처리	2	
	이물질퇴적	청소 및 유지관리	2	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	망상균열	표면처리공법	2	
	백태	표면처리공법	2	
	파손	단면복구공법	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
	점검통로 새집	청소 및 유지관리	1	
	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	점검통로 볼트부 파손	볼트재설치	2	
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
받침 장치	받침콘크리트 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	받침콘크리트 파손	단면복구공법	2	
	받침콘크리트 재료분리	단면복구공법	2	
	부식	재도장	2	
	이동제한장치 접촉	앵커볼트 부분절단	1	
	이동제한장치 볼트 부식	지속관찰, 추후보수	2	
	이동제한장치 볼트 파손	앵커볼트 부분절단	1	
	받침물탈 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	용접부 부식	재도장	2	

〈보수방안 및 우선순위〉(계속)

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
신축 이음	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 망상균열	표면처리공법	2	
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
포장	포장 파손	포장소파보수	2	
	아스콘 균열	포장균열보수	2	
	토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
난간 및 연석	보수부 재균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	망상균열	표면처리공법	2	
	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	파손	단면복구공법	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	배수관 파손	배수관 설치	1	

나. 개략공사비 산정

1) 1순위(단기)

〈1순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
받침장치	이동제한장치 접촉 및 볼트 파손	11	EA	앵커볼트 부분절단	80,000	880,000	
포장	토사퇴적	383.30	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
교각	점검통로 새집	1	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
신축이음	유간 토사퇴적	1.1	m ²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	38	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
	배수관 파손	1.00	m	배수관 설치	120,000	120,000	
직접공사비						1,000,000	
제경비(직접공사비의 50%적용)						500,000	
총 공사비(천단위 이하 절사)						1,500,000	

2) 2순위(증장기)

〈2순위 개략공사비〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	9.60	m	표면처리공법	50,000	480,000	
거더 (내부)	부식	0.12	m ²	채도장(내부)	27,000	3,240	
	도장불량	0.81	m ²	채도장(내부)	27,000	21,870	
	도장탈락	0.04	m ²	채도장(내부)	27,000	1,080	
	우수유입흔적	164	EA	이음부실링처리	5,000	820,000	
	이물질퇴적	14.75	m ²	청소 및 유지관리	-	-	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	17.52	m ²	표면처리공법	50,000	876,000	
	균열(cw:0.3mm이상)	60.0	m	주입공법	88,000	5,280,000	
	망상균열	51.78	m ²	표면처리공법	50,000	2,589,000	
	백태	0.16	m ²	표면처리공법	50,000	8,000	
	파손	0.16	m ²	단면복구공법	147,000	23,520	
	재료분리	0.50	m ²	단면복구공법	147,000	73,500	
	점검통로 새집	1	EA	청소 및 유지관리	-	-	
	철근노출	0.10	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	19,700	
	점검통로 볼트부 파손	1	EA	볼트재설치	5,000	5,000	
	보수부 재균열 (cw:0.3mm이상)	0.20	m	주입공법	88,000	17,600	
받침 장치	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	0.15	m ²	표면처리공법	50,000	7,500	
	받침콘크리트 파손	0.01	m ²	단면복구공법	147,000	1,470	
	받침콘크리트 재료분리	0.02	m ²	단면복구공법	147,000	2,940	
	받침 Plate부식	0.40	m ²	채도장(외부)	90,000	36,000	
	이동제한장치 볼트 부식	28	EA	지속관찰, 추후보수	-	-	
	받침물탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.10	m ²	표면처리공법	50,000	5,000	
	용접부 부식	0.12	m ²	채도장(외부)	40,000	4,800	

〈2순위 개략공사비(계속)〉

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	후타재 균열 (cw:0.3mm미만)	1.9	m ²	표면처리공법	50,000	95,000	
	후타재 망상균열	0.48	m ²	표면처리공법	50,000	24,000	
포장	포장 파손	74.44	m ²	포장소파보수	50,000	3,722,000	
	아스콘 균열	45.0	m	포장균열보수	13,000	585,000	
난간 및 연석	보수부 재균열 (cw:0.3mm미만)	45.15	m ²	표면처리공법	50,000	2,257,500	
	보수부 재균열 (cw:0.3mm이상)	45.0	m	주입공법	88,000	3,960,000	
	균열(cw:0.3mm미만)	1.35	m ²	표면처리공법	50,000	67,500	
	균열(cw:0.3mm이상)	2.4	m	주입공법	88,000	211,200	
	망상균열	2.5	m ²	표면처리공법	50,000	125,000	
	철근노출	2.52	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	496,440	
	파손	3.48	m ²	단면복구공법	147,000	511,560	
	표면부스러짐	1.4	m ²	단면복구공법	147,000	205,800	
직접공사비						22,537,220	
제경비(직접공사비의 50%적용)						11,268,610	
총 공사비(천단위 이하 절사)						33,805,000	

5.8.5 결 론

본 정밀점검 대상교량인 목주교는 충청남도 천안시 목천읍 신계리 일원에 위치한 9경간의 강박스거더교(STB)형식으로 2004년 8월에 준공되어 약 10년이 경과되었고, 국도 21호선 상에 위치하고 있으며, 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성 조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 주요부재인 바닥판, 교대, 교각, 주형 등 구조부재 및 부속 구조물의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나, 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 아스콘 마모 및 파손, 교대 및 교각 건조수축성 균열(cw:0.3mm미만), 방호벽 보수부 채균열(cw:0.2~0.3mm) 등이 다수 조사되었다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으나, 전회차 정밀점검과 비교시 보수로 인하여 일부 손상물량은 감소하였으나 전반적으로 증가하였다. 또한, 종방향 이동제한 장치의 시공오류로 인한 횡방향 이동제한 장치 고정볼트의 변형 및 파손이 조사되었으며, 변형된 볼트는 제거가 필요한 것으로 사료된다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

목주교의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단되나, 교면 아스콘 포장 손상에 대해서는 향후 적절한 보수와 관리가 필요하다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.