

제 4 장 보 도 교

4.1 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사 및 시험

4.4 상태평가

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.6 보수 · 보강 및 유지관리 방안

4.7 종합결론

제4장 보도교

4.1 개 요

보도교는 서울특별시 서대문구 홍은동에 위치한 연장 33.0m, 폭 3.0m 정도의 STEEL BOX 교량으로 1996년 준공되어 약 21년 정도의 공용기간이 경과한 상태이며, 금회 최초로 실시하는 정밀점검이다.

4.1.1 보도교 현황

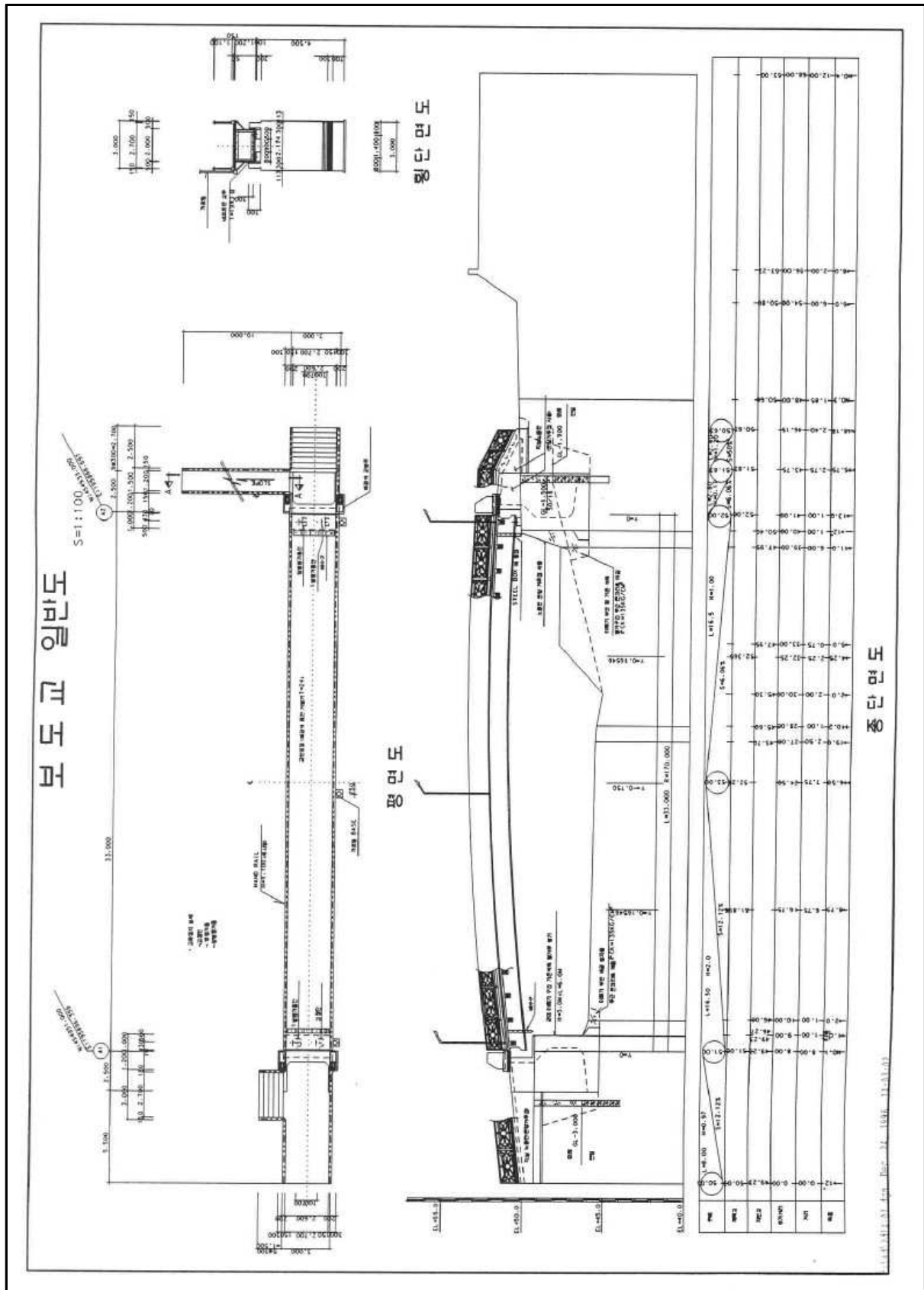
[표 4.1] 보도교 현황표

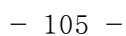
구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		보도교		설계 하중		500 kg/cm ²	
위 치		서울시 서대문구 홍제동 287-2~홍은동 9		종별 구분		종외 시설물	
상부 구조	형식	STEEL BOX (아치형)					
	연장	33.0m		교 폭		3.0m	
하부 구조	교대	역T형		기초 형식	교 대	직접기초	
교량받침		포트 받침		신축이음		모노셀 조인트	
교차조건		홍제천		교 고		4.7m	
설 계 사		(주)대한컨설턴트		시 공 사		남우기술견영	
관리주체		서대문구청		준공년도		1996년	
기 타		－ 평면형상 : 사각이 없는 직선교 － 방호벽 : 스텐레스 난간					

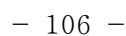
4.1.2 전경사진

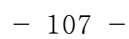
	
측면 전경	상부 전경
	
거더 내부 전경	교대 전경
	
신축이음부 전경	교량 받침 전경

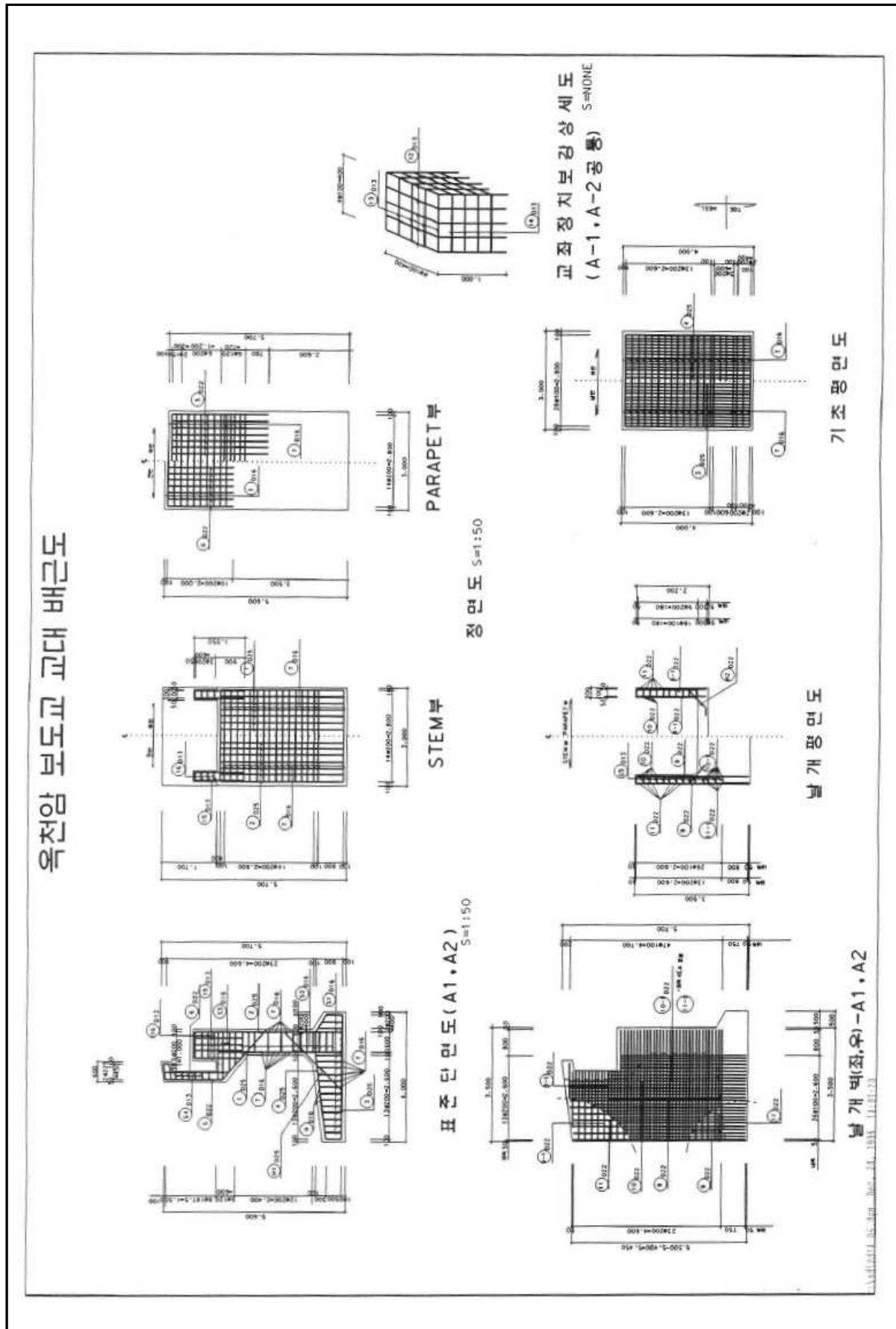
4.1.3 관련도면

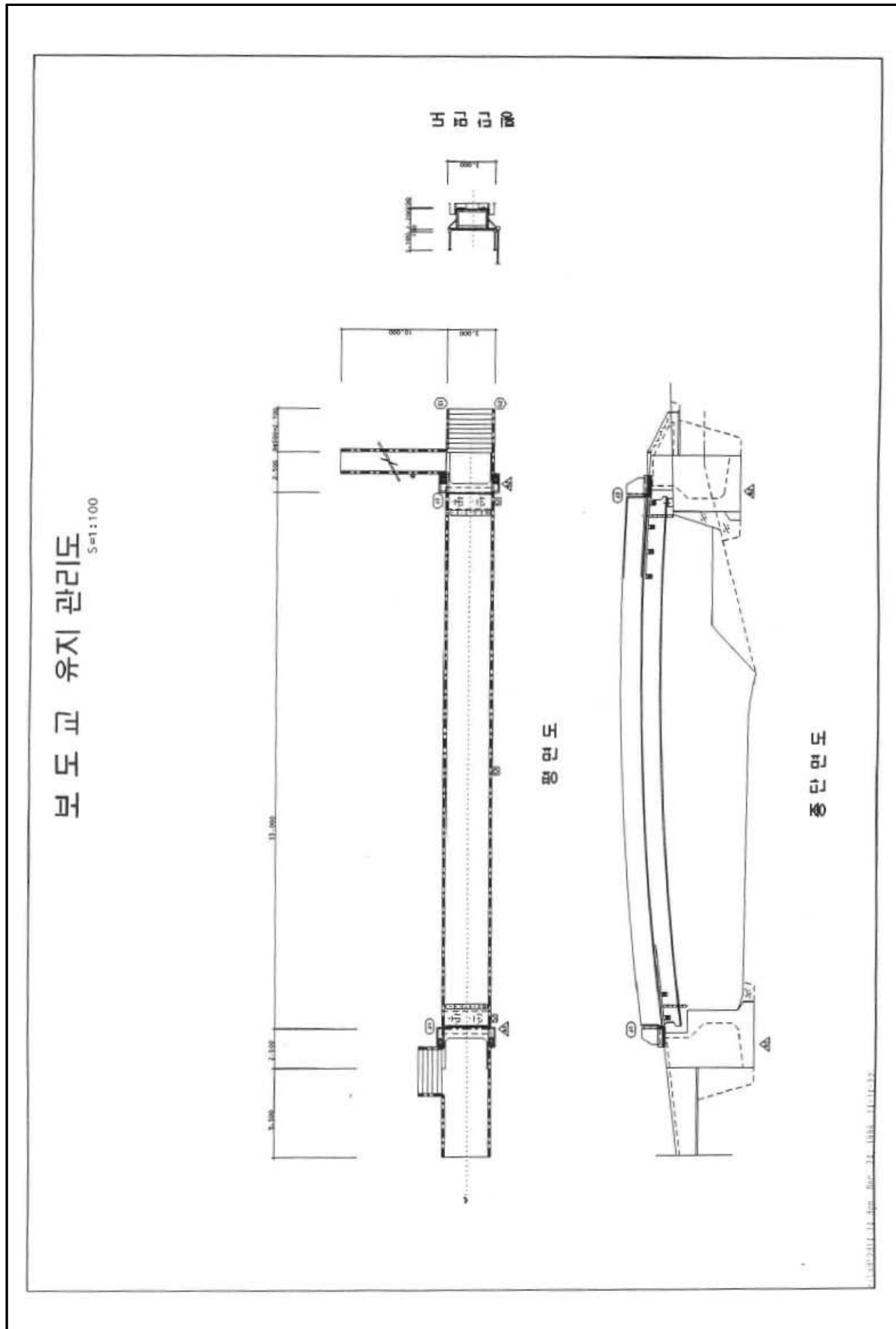












4.2 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되나, 대상 시설물은 종외 시설물로 기초자료 보유현황은 미흡한 것으로 확인되었다.

4.2.1 자료수집 현황

[표 4.2] 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계 도서	◦ 공 통 - 준공 내역서, 실시설계 보고서 - 각종 계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	미보유	
	◦ 설계도면 - 교량 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 상부·하부 구조물도 - 신축이음, 받침상세도	보유	
시설물 관리대장	◦ 기본 현황 ◦ 상제 제원 ◦ 유지관리 이력	보유	종외 시설물
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록 - 각종 시험 기록 ◦ 사고기록	미보유	
안전점검 및 정밀점검 자료		미보유	준공후 최초로 실시하는 정밀점검
시설물 보수·보강 자료		일부 보유	

4.2.2 설계 및 시공 자료

대상시설물의 설계도면을 보유하고 있으며, 금회 설계도면을 참조하여 점검을 실시하였다.

4.2.3 기존 점검 및 진단 자료

대상시설물은 종외시설물로 준공후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 기존 안전점검 자료는 없는 것으로 확인되었다.

4.2.4 시설물 보수·보강 자료

대상시설물은 일부 보수 이력을 보유하고 있는 것으로 확인되었다.

NO	보수 시기	내 용	보수비(천원)	비고
1	2003년	도장 보수	5,300	(주)태평양건설
2	2003년	신축이음 교체	17,000	성윤개발
3	2004년	도장 보수	2,400	서준건설

4.2.5 내진설계 여부 확인

대상시설물은 내진설계가 미 적용된 것으로 판단된다.

4.2.6 자료수집 및 분석 결과요약

대상시설물은 일부 도면과 시설물 관리대장을 일부 보유하고 있어 금회 점검시 참조하여 점검을 실시하였다.

4.3 현장조사 및 시험

보도교는 1996년에 준공된 교량연장 33.0m, 총폭 3.0m의 STEEL BOX 교량으로 서울특별시 서대문구 홍은동에 위치하고 있는 법정 외 시설물이다.

교량의 시·중점부 방향은 홍제근린공원 방향을 교량시점, 옥천암 방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

4.3.1 현장조사

가. 교면포장

교면포장의 외관조사 결과, 포장은 박층 포장으로 시공되었으며 장기공용에 의한 파손, 망상균열, 들뜸의 손상이 조사되었다. 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 박층포장 등의 조치가 필요하다.

			
현 황	S1 포장 파손	현 황	S1 망상균열

[표 4.3] 교면포장 손상물량

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
교면포장	S1	파손	3	$A=0.06\text{m}^2$	
	S1	들뜸	1	$A=0.06\text{m}^2$	
	S1	망상균열	2	$A=2.0\text{m}^2$	

나. 신축이음

신축이음장치의 외관조사 결과, 양 측 교대에 모노셀 조인트로 시공되어 있으며, 신축이음의 가동상태 및 유간에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다. 신축이음 장치의 경우 장기공용에 따른 후타재 균열, 박리/박락 등의 손상이 발생될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 손상 발생여부를 확인하는 것이 필요하다.

현 황 A1 신축이음 전경	현 황 A2 신축이음 유간 (50mm)

[표 4.4] 신축이음 손상물량

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
신축이음	A1	상태 양호	—	—	
	A2	상태 양호	—	—	

다. 방호벽

방호벽에 대한 외관조사 결과, 장기공용 등에 의한 연석 들뜸 및 난간 낙발생이 조사되었다. 연석에 발생한 손상은 주의관찰 후 손상의 진전시 단면보수가 요망되며, 난간은 주부재가 아닌 보조부재로 조사된 손상은 시설물에 직접적인 영향을 미치는 손상은 아니나, 부재의 미관상 정비가 요망된다.

			
현 황	S1 연석 들뜸 및 낙발생	현 황	S1 연석 들뜸

[표 4.5] 방호벽 손상물량

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
방호벽	S1	연석 들뜸 및 낙발생	5	A=0.83m ²	

라. 배수시설

배수시설의 외관조사 결과, 배수관은 하천형으로 설치되어 있으며, 배수기능에는 문제가 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 일부구간 배수관 부식이 조사되었고, 상기 손상은 미관 및 배수관의 기능성 확보를 위해 조치가 필요하다.

			
현 황	S1 배수관 부식	현 황	S1 배수관 부식

[표 4.6] 배수시설 손상물량

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
배수시설	S1 배수관 부식	2	L=4.0m	

마. 거더 내·외부

거더의 외관조사 결과, 거더 내부는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 거더외부는 장기공용에 의한 도장박리 및 부식이 조사되었다. 기 발생한 손상은 시설물의 안전성에는 큰 영향을 미치지 않으나, 내구성 확보차원의 보수조치(재도장)가 필요하다.

			
현 황	S1 거더내부 전경	현 황	S1 거더내부 전경
			
현 황	S1 거더외부 도장박리	현 황	S1 거더외부 부식

[표 4.7] 거더 내·외부 손상물량

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
거더 외부	S1	도장박리	17	A=0.31m ²	
		부식	1	A=0.25m ²	

바. 교량받침

받침장치의 외관조사 결과, 받침의 형식은 포트받침으로 본체의 가동은 양호한 상태로 조사되었다. 주요 손상으로 장기공용에 의한 플레이트 부식, 건조수축으로 인한 받침콘크리트 망상균열이 손상이 조사되어 내구성 확보 차원의 재도장, 표면처리 등의 보수가 필요하다.

			
현 황	A1-SH2 플레이트 부식	현 황	A2-SH1 받침콘크리트 망상균열

[표 4.8] 교량받침 손상물량

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
교량받침	A1	플레이트 부식	2	2EA	
	A2	플레이트 부식	2	2EA	
	A2	받침콘크리트 망상균열	1	A=0.25m ²	

사. 하부구조

교대의 외관조사 결과, 장기 공용에 의한 들뜸 및 법면 파손, 신축이음 상부 누수로 인한 누수흔적, 시공초기 다짐부족으로 인한 재료분리 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수가 필요하다.

			
현 황	A1 법면 파손	현 황	A2 재료분리

[표 4.9] 하부구조 손상물량

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
교대	A1	망상균열	1	A=3.0m ²	
	A1	누수흔적	1	A=1.0m ²	
	A1	법면 파손	1	A=0.5m ²	
	A2	들뜸	2	A=4.0m ²	
	A2	재료분리	1	A=0.5m ²	

4.3.2 현장시험

가. 내구성조사 개요

내구성조사는 구조물에 열화손상이 진행되었을 경우, 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 경우, 내구성 진단에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

[표 4.10] 내구성조사 항목 및 계획

항 목	조 사 내 용	수 량
반발경도법	• 슈미트햄머로 반발경도를 측정하여 콘크리트 강도 추정	2개소
탄산화 측정	• 콘크리트 표면을 드릴링하고 그 구멍에 페놀프탈레인 용액을 분사하여 공용년수에 대한 탄산화상태 조사	2개소
강재 도막두께측정	• 피복도막에 수직으로 센서를 구조체 도막면에 밀착하여 피복두께를 측정	3개소

[그림 4.1] 내구성조사 사진

		
반발경도 측정 작업사진	탄산화 시험 작업사진	도막두께 측정 작업사진

나. 반발경도

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 슈미트햄머를 이용하여 콘크리트 강도조사를 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

■ 설계기준강도 : 교대 ⇒ 21.0 MPa (추정강도)

[표 4.11] 강도조사 결과

구분	측정 NO	구조 요소	측정 위치	Raver	추정압축강도(MPa)			비고
					재료학회	건축학회	평 균	
하부 구조	1	교 대	A1	41.10	21.5	24.7	23.1	
	2	교 대	A2	40.00	20.7	24.2	22.4	

반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 하부구조 교대는 22.4~23.1MPa 정도로 측정되어 설계기준강도를 상회하므로 콘크리트 강도 저하는 없는 것으로 판단된다.

다. 탄산화 측정

교대 전면부에 철근탐사기로 피복두께를 실측한 결과, 피복두께는 60mm로 측정되었다.

[표 4.12] 탄산화시험 분석결과

측정 NO	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	손상 등급
1	교대	A1	21	17.4	60.0	42.6	a
2	교대	A2	21	16.6	60.0	43.4	a

탄산화 측정결과, 탄산화 심도는 약 16.6~17.4mm 깊이까지 진행된 상태로서 실측 피복두께에 크게 미치지 않는 수준인 것으로 측정되었으며, 현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단된다.

라. 도막두께 측정

일반적인 강재 거더에 사용되는 도장계열은 일반환경용 내후성 중방식 도장으로 금회 측정된 도막두께를 현 지방기준인 『도로교 표준시방서(2013)』의 일반환경용 중방식 도장기준을 비교·평가하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

[표 4.13] 도막두께 측정결과

측정 NO	구 분	측정결과(μm)	기준치(μm)	평가	비고
1	거더내부	161~196	150	양호	
2	거더외부	175~253	195	보통	
3	가로보	202~261	195	양호	

도막두께 측정결과, 실측 도막두께 외부 175~261μm, 내부 161~196μm 정도로 표준 도막두께(외부 195μm, 내부 150μm)를 전반적으로 상회하는 수준으로 측정되었다.

4.4 상태평가

상태평가는 구조물의 정량적이고 객관적인 상태를 나타내기 위한 것으로, 상태평가 기준의 구성요소는 시설물의 육안조사를 통한 각 부재의 외관 상태변화 항목(결함, 손상, 열화)과 내구성 요소인 탄산화 시험 항목을 포함한다. 상태평가 기준은 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 상태평가등급을 산정하였다.

4.4.1 상태등급 등급산정

본 교량의 각 부재에 발생된 손상에 대한 평가는 구조형식에 따른 경간별·부재의 상태평가 결과를 바탕으로 상태평가 결과를 산정하였다.

[표 4.14] 상태평가 산정표

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1(A1)		a	b	x	b	a	b	a	b	b	q	x	a
A2		-	-	-	-	-	-	a	b	b	q	-	a
평균		0.100	0.200	-	0.200	0.100	0.2	0.100	0.200	0.200	0.000	-	0.100
가중치		18	25	-	7	3	2	9	9	20	0	-	7
(평균×가중치) /가중치합		0.018	0.050	-	0.014	0.003	0.004	0.009	0.018	0.040	0.000	-	0.007
환산결함도 점수											0.163		
상태평가결과											B		

[표 4.15] 전체평가 산정표

교량명	환산결함도 점수	상태 평가	연장	차선	길이X차선	연장비	환산결함도 점수X연장비
보도교	0.163	B	33	1	33	1	0.163
환산결함도 점수							0.163
전체평가결과							B

4.4.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 보도교는 환산결함도 점수가 0.163의 B등급으로 평가되었다.

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 종합평가

보도교에 대한 종합평가는 다음과 같다.

[표 4.16] 종합평가표

상태평가		안전성평가 (해당사항없음)	
평가지수	결과	안전율	결과
0.163	B	—	—

4.5.2 안전등급 지정

보도교에 대한 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급으로 평가되었다.

[표 4.17] 안전등급에 따른 시설물의 상태

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

4.6 보수 · 보강 방안

4.6.1 보수 · 보강 방안

구 분			손 상 현 황	단 위	합 계	보수공법	우선순위
상 부 구 조	거더 외부		도장박리	m ² (개소)	0.31 (17)	재도장	②
			부식	m ² (개소)	0.25 (1)	재도장	②
하 부 구 조	교대 및 교각		망상균열	m ² (개소)	3.0 (1)	표면처리공법	③
			누수흔적	m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리공법	③
			범면 파손	m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수공법	②
			들뜸	m ² (개소)	4.0 (2)	단면보수공법	②
			재료분리	m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수공법	②
교량받침			플레이트 부식	개소	4	재도장	②
			받침콘크리트 망상균열	m ² (개소)	0.25 (1)	표면처리공법	③
기 타 부 재	교면포장		포장 파손	m ² (개소)	0.06 (3)	부분 재포장	②
			포장 들뜸	m ² (개소)	0.06 (1)	부분 재포장	②
			망상균열	m ² (개소)	2.0 (2)	부분 재포장	②
	방호벽	연석	들뜸 및 녹발생	m ² (개소)	0.83 (5)	재도장	③
	배수시설		배수관 부식	m (개소)	4.0 (2)	교체	②

4.6.2 개략공사비

구 분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위
거더외부	도장박리	재도장	0.31	0.37	m ²	49	18	②
	부식	재도장	0.25	0.3	m ²	49	15	②
하부구조	망상균열	표면처리공법	3.0	3.6	m ²	8	29	③
	누수흔적	표면처리공법	1.0	1.2	m ²	18	22	③
	법면 파손	단면보수공법	0.5	0.6	m ²	154	92	②
	들뜸	단면보수공법	4.0	4.8	m ²	154	740	②
	재료분리	단면보수공법	0.5	0.6	m ²	154	92	②
교량받침	플레이트 부식	재도장	4	4.8	m ²	49	235	②
	망상균열	표면처리공법	0.25	0.3	m ²	8	2	③
교면포장	포장 파손	부분 재포장	0.06	0.07	m ²	96	7	②
	포장 들뜸	부분 재포장	0.06	0.07	m ²	96	7	②
	망상균열	부분 재포장	2.0	2.4	m ²	96	230	②
연석	들뜸 및 녹발생	재도장	0.83	1.0	m ²	154	153	③
배수시설	배수관 부식	교체	4.0	4.8	m	100	480	②
부대공		가설공사(비계공 등)		1	식	2,970	2,970	②
		환경관리(분진, 통제 등)		1	식	1,980	1,980	②
순공사비 합계(천원)							7,072	
제경비(순공사비*50%)							3,536	
우선순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-	
		2순위					10,298	
		3순위					309	
개략공사비 총계							10,607	

4.6.3 중점 유지관리 사항

중점 유지관리 사항	
	
교대 법면 파손부 진행 여부 확인	
	
받침장치 플레이트 부식 진행 여부 확인	거더 부식 진행 여부 확인

4.7 종합결론

구 분		점 검 결 과
외 관 조 사	교면포장	■ 포장 파손 및 들뜸 ■ 망상균열
	신축이음	■ 양호한 상태
	방 호 벽	■ 연석 들뜸 및 녹발생
	배수시설	■ 배수관 부식
	거더 외부	■ 도장박리 및 부식
	거더 내부	■ 양호한 상태
	교량받침	■ 받침 플레이트 부식 ■ 받침콘크리트 망상균열
	하부구조	■ 교대 망상균열, 들뜸, 누수흔적, 재료분리 ■ 교대 법면 파손
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	■ 교대 : 22.4~23.1MPa (설계강도 21MPa) ■ 반발경도법에 의한 콘크리트 강도는 양호한 수준임
	콘크리트 탄 산 화	■ 교대 : 16.6~17.4mm (잔여깊이 42.6~43.4mm) ■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 판단됨
	도막두께 측 정	■ 거더 외부 : 175~261μm (외부 표준기준 195μm) ■ 거더 내부 : 161~196μm (내부 표준기준 150μm) ■ 도막두께는 양호한 상태임
상태 평가	환산결함도 점수	■ 0.163 ▷ 「B」 등급
종합 결론	■ 보도교에 대한 정밀점검결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급으로 평가됨 ■ 주요 손상으로 포장 파손, 들뜸 및 망상균열, 연석 들뜸 및 녹발생, 배수관 부식, 거더외부 도장박리 및 부식, 받침 플레이트 부식, 교대 망상균열, 들뜸, 누수흔적 법면 파손 등이 조사됨 ■ 기 발생한 손상들은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 교대 법면 파손, 받침 플레이트 부식, 거더외부 부식 손상부는 진전여부에 대한 주의관찰이 필요함	