

II. 시 설 물 편

제 1장 조양교[서울]

제 2장 조양교[양양]

제 1 장 조양교(서울)

1.1 시설물 개요

1.2 외관조사

1.3 내구성조사

1.4 종합평가

1.5 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

1.6 보수·보강 및 유지관리방안

1.7 종합결론

제 1 장 조양교(서울)

1.1 시설물개요

1.1.1 조양교(서울) 전경



조양교(서울) 상부전경



조양교(서울) 측면전경

1.1.2 교량현황

본 과업 대상구조물인 조양교(서울)의 교량현황은 다음 표와 같다.

<표 1.1.1> 조양교(서울) 교량현황

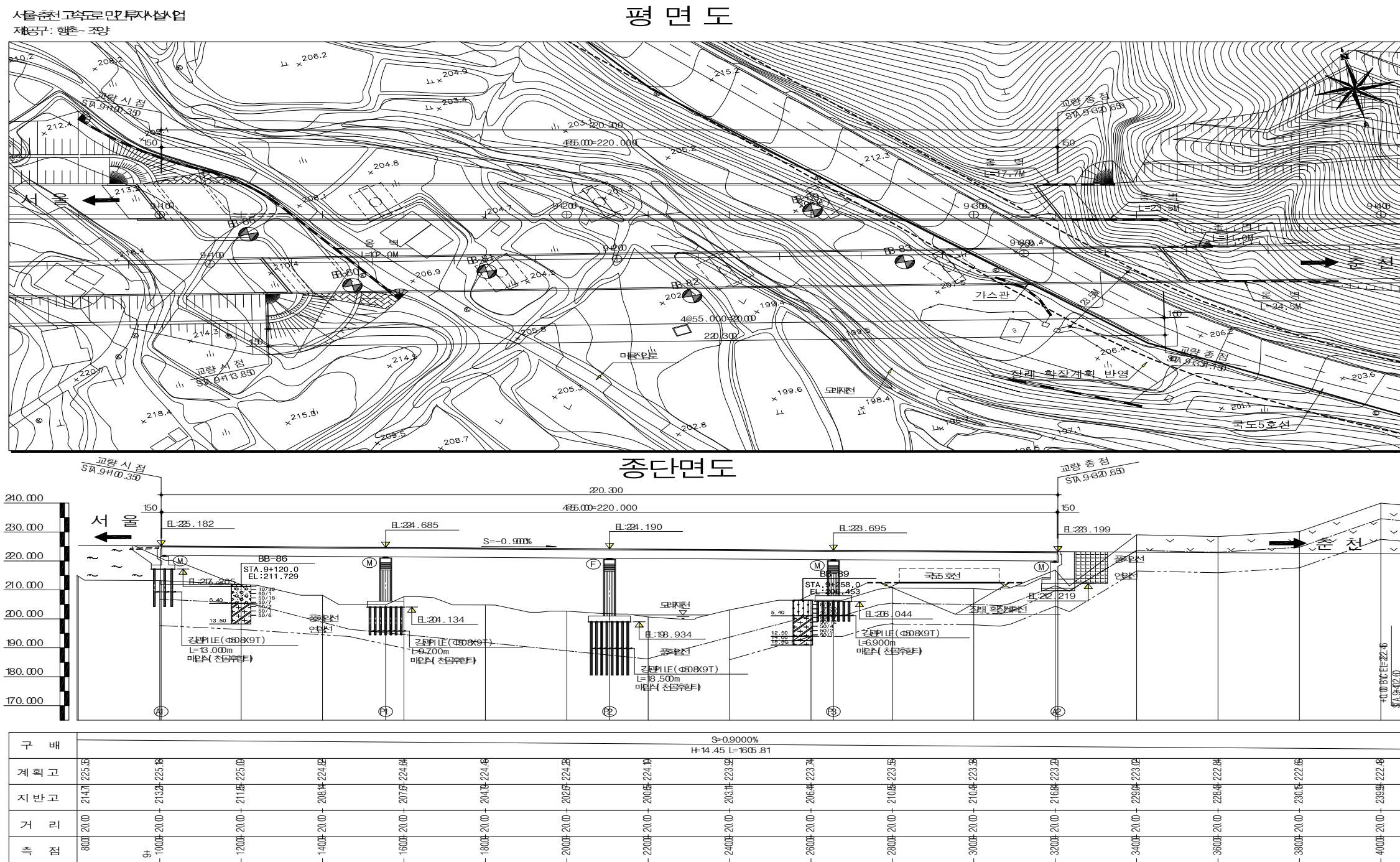
구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		조양교(서울)	시설물 번호		BR2009-0000693
준공년월일		2009. 08. 11	관리번호		-
설 계 사		(주)삼보기술단	시 공 사		고려개발(주)
시설물위치		강원도 춘천시 동산면 조양리			
설계하중		DB-24	노선명(이정)		고속국도60호선(서울춘천선) (60.76km)
제원	연장	L = 4 @ 55.0 = 220.0m			
	폭	B = 12.6m, 2차로			
구조	상부	STB	기초	교대	파일기초 + 직접기초
형식	하부	교대 : 역T형, 교각 : T형		교각	파일기초
교량받침		포트받침	신축이음		Rail Joint
교차시설물		국도5호선, 모래재천	통과높이		7.5m
부착시설내용					

1.1.3 위치도



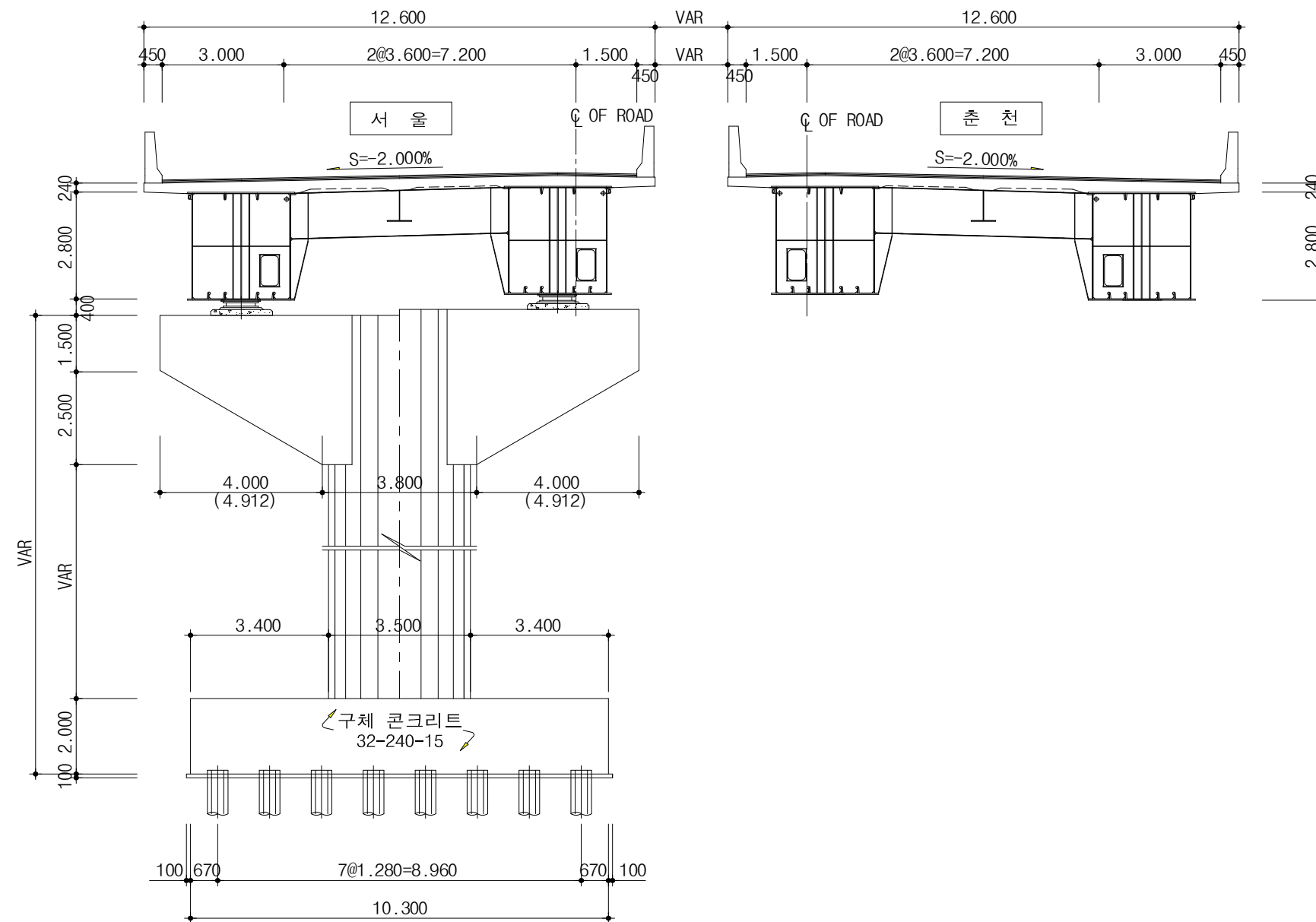
<그림 1.1.1> 위치도

1.1.4 일반도



<그림 1.1.2> 조양교(서울) 종·평면도

(서 울 방 향) 횡 단 면 도
S = 1 : 100



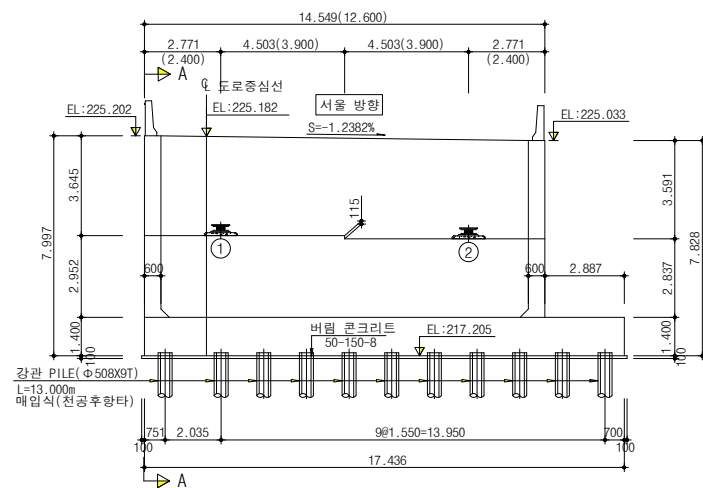
<그림 1.1.3> 조양교(서울) 횡단면도

시점부 교대 일반도 (1) (서울 방향) S = 1 : 100

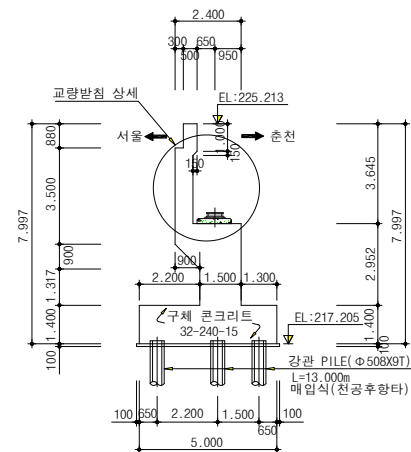
Scale 0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 m

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트 설계기준 강도 : $f_c = 240\text{kgf/cm}^2$
철근 항복강도 : $f_s = 3,000\text{kgf/cm}^2$
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

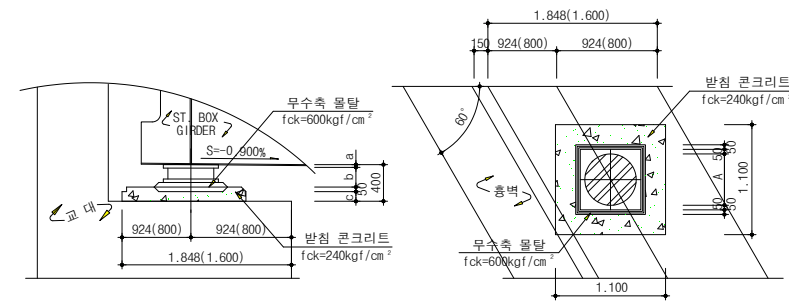
정 면 도



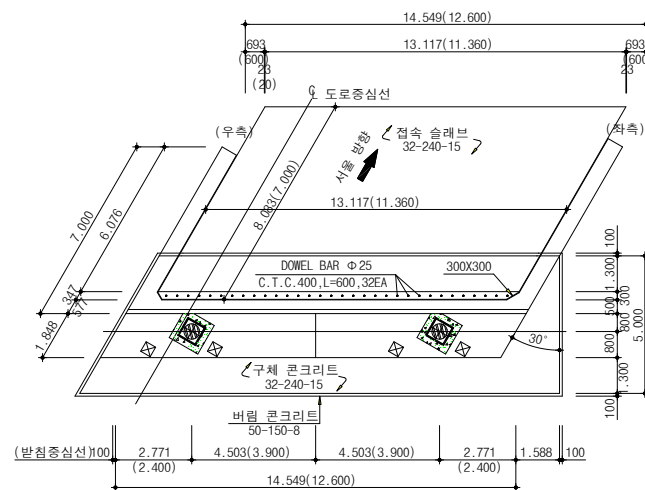
단 면 A-A



상 세 "A" S = 1 : 30



평 면 도



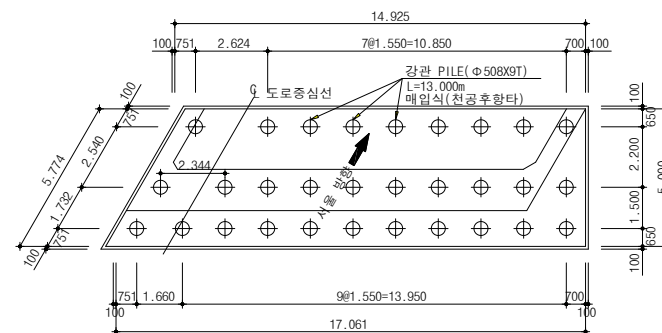
연단 거리 계산표

구 분	최소발침 지지길이(mm)	연 단 거 리(cm)
산출근거	200+1.67x220+6.66x18.5=691	20+0.5x55.0=47.5
적용길이	1,600	160.0-80.0-32.5=47.5

변 화 치 수 표

구 분	①	②
장치형식	400tonf	400tonf
a	30	30
b	167	117
c	153	203
A	570	510
발침 EL.	?	?

기 초 평 면 도



- ① 모든 치수의 단위는 mm이다.
- ② 발침 설치후 발침의 상단면은 수평하여야 한다.
- ③ 구체콘크리트 강도는 $f_c=240\text{kgf/cm}^2$ 이다.
- ④ 기초 고르기 콘크리트 강도는 $f_c=150\text{kgf/cm}^2$ 이다.
- ⑤ 현장 시공시 사용될 신축이음장치 형식에 따라 유간거리 및 기타 변동사항에 대하여 계획서를 작성하여 감독관에게 허가를 득하여야 한다.
- ⑥ 표시된 치수 및 좌표는 반드시 검토하여야 한다.
- ⑦ 무수축 몰탈은 부작이 양호하도록 지평한다.
- ⑧ 시공기준선은 교대 홍벽의 전면선으로 한다.

<그림 1.1.4> 조양교(서울) 시점부 교대 일반도

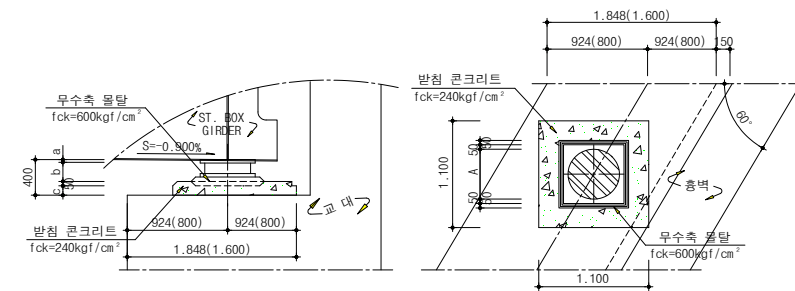
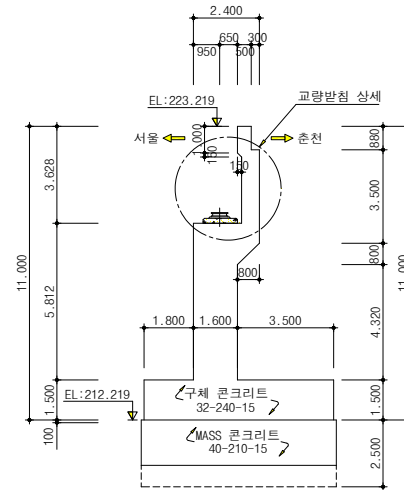
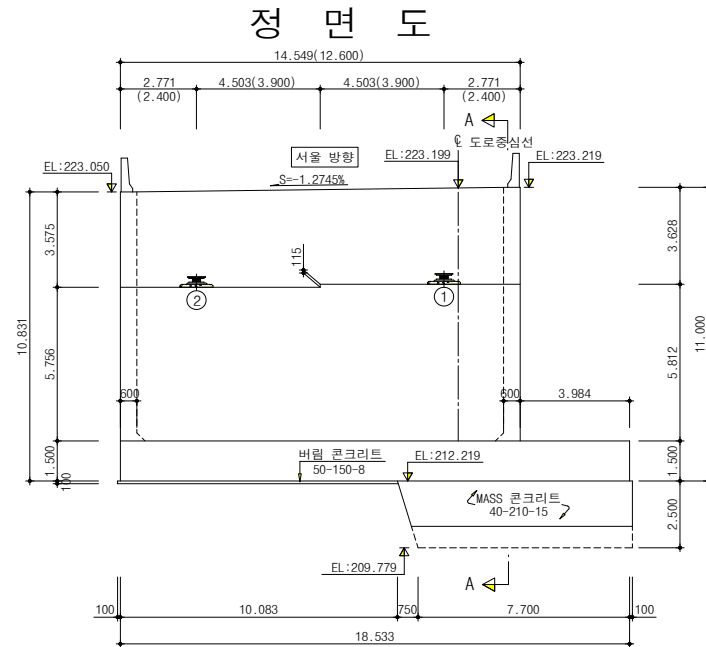
중점부 교대 일반도 (1) (서울 방향) 단면 A-A

S = 1 : 100

Scale 0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 m

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트 설계기준 강도 : $f_c = 240\text{kgf/cm}^2$
철근 항복강도 : $f_s = 3,000\text{kgf/cm}^2$
설 계 하 중 : DB-24, DL-24

상 세 "A"
S = 1 : 30



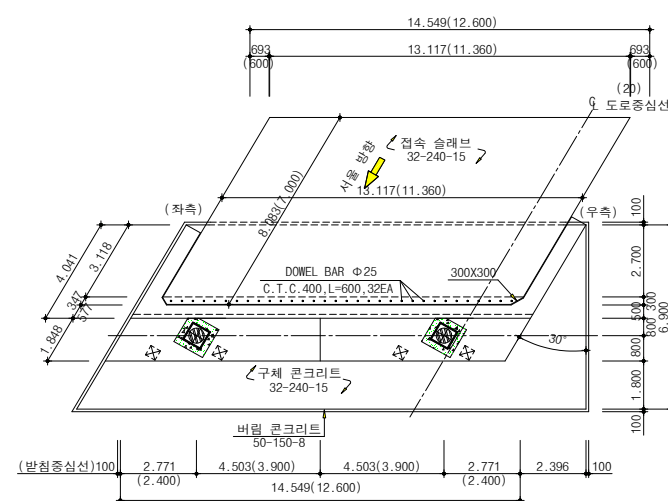
연단 거리 계산표

구 분	최소받침 지지길이(mm)	연 단 거 리(cm)
산출근거	$200 + 1.67 \times 220 + 6.66 \times 18.5 = 691$	$20 + 0.5 \times 55.0 = 47.5$
적용길이	1,600	$160.0 - 80.0 - 32.5 = 47.5$

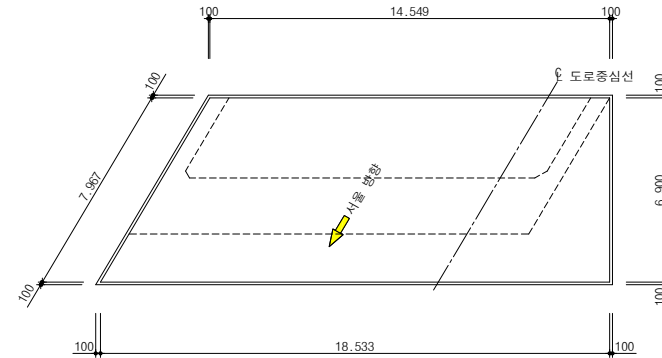
변 화 치 수 표

구 분	①	②
장치형식	400tonf	400tonf
일방향	양방향	양방향
a	30	30
b	167	117
c	153	203
A	570	510
받침 EL.	?	?

평 면 도



기 초 평 면 도



NOTE

- ① 모든 치수의 단위는 mm이다
- ② 받침 설치후 받침의 상단면은 수평하여야 한다.
- ③ 구체콘크리트 강도는 $f_{ck} = 240\text{kgf/cm}^2$ 이다.
- ④ 기초 고르기 콘크리트 강도는 $f_{ck} = 150\text{kgf/cm}^2$ 이다
- ⑤ 현장 시공시 사용될 신축이음장치 형식에 따라 유간거리 및 기타 변동사항에 대하여 계획서를 작성하여 감독관에게 허가를 득하여야 한다.
- ⑥ 표시된 치수 및 좌표는 반드시 검토하여야 한다.
- ⑦ 무수축 물달은 부착이 양호하도록 치명한다.
- ⑧ 시공기준선은 교대 홍벽의 전면선으로 한다.

<그림 1.1.5> 조양교(서울) 중점부 교대 일반도

1.1.5 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여, 각각의 특성을 파악하고 점검 등의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였다. 또한, 본 과업 대상구조물의 점검 시 관련 자료를 수집하여 정밀점검 및 유지관리시 필요한 자료를 정리 및 분석하였고, 적절한 보수·보강공법의 제시 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

가. 자료수집 현황

과업기간 중 수집된 자료는 다음 목록과 같다.

<표 1.1.2> 자료수집 목록

보존 대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설 계 도 서	• 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	• 서울-춘천고속도로 민간투자시설사업 - 일반보고서(2009.08) - 토질조사보고서(2009.08) - 준공내역서(2009.08) - 준공도면(2009.08)
	• 설계도면	보유	- 구조 및 수리계산서(2009.08)
시 설 물 관리대장	• 기본현황 • 상세제원 • 유지관리 이력	보유	• 한국도로공사 시스템 내 관리대장
시 공 관련자료	• 시공관련 자료 • 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요구조부위에 대한 계측 관련자료 • 사고기록	보유	• 서울-춘천고속도로 민간투자시설사업 시공기록 보고서(2009.08) - 시공관련자료 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	• 정밀점검보고서(2014.01) • 서울춘천고속도로 3구간 정밀점검 보고서 (2016.08, (주)제이엘건설연구소)
보수·보강 자료		보유	

나. 기 점검 및 진단자료

조양교(서울)는 기 정밀점검 (2016. 08) 실시 결과 상태평가 등급은 “B”등급으로 평가되었다. 바닥판 균열, 거더 부식, 교대 및 교각 균열, 교량받침 고무재 탈락, 신축이음 본체 부식, 교면포장 균열 등이 조사되었으며, 바닥판, 거더, 교대 및 교각에 발생한 손상에 대해서는 하자담보 만료기간전 일괄 보수를 실시하여야 할 것이다.

따라서, 금회 과업에서는 기 실시된 정밀점검 (2016. 08)시 지적된 사항에 대하여 보수여부 및 손상의 진전 등에 대하여 면밀히 조사·검토하고 하자담보 만료기간내에 있는 부재에 발생한 손상에 대하여 적절한 하자보수 수행여부에 대해 중점을 두고 과업을 실시하였다.

<표 1.1.3> 기존 점검·진단 이력

번호	기간	점검기관	등급	주요 점검 및 진단 결과
1	2009.09.01 ~ 2009.11.27. (정기점검)	자체수행	양호	- 특이사항 없음
2	2010.05.18. (정기점검)	자체수행	양호	- 교대부 균열 - 주입보수
3	2010.10.18. (정기점검)	자체수행	양호	- 특이사항 없음
4	2011.03.07 ~ 2011.04.29. (정기점검)	자체수행	양호	- 특이사항 없음
5	2011.09.05 ~ 2011.11.29	자체수행	양호	- 특이사항 없음

<표 1.1.3> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	기간	점검기관	등급	주요 점검 및 진단 결과
6	2012.05.01 ~ 2012.05.31 (정기점검)	자체수행	양호	- 특이사항 없음
7	2012.08.01 ~ 2012.11.15. (정기점검)	자체수행	양호	- 특이사항 없음
8	2012.09.03 ~ 2012.09.28. (정기점검)	자체수행	양호	- 특이사항 없음
9	2013.04.10. (정기점검)	자체수행	양호	- 교면 다수의 균열, A1 슬라브 콘크리트 파손, 난간 보호덮개 볼트 미체결로 인한 소음 발생
10	2013.10.21 ~ 2014.01.18. (정밀점검)	(주)제이엘건설연구소	B	- 콘크리트 부재(바닥판 하면·교대·교각) 균열 (cw=0.2mm이하), 망상균열, 재료분리 발생 - 받침장치 고누재탈리, 받침콘크리트 파손 발생 - 교면 콘크리트 포장 균열, 망상균열 - 방호벽 균열, 배수구 막힘
11	2016.08 (정밀점검)	(주)제이엘건설연구소	B	- 바닥판 균열, 거더 도장박락, 교대/교각 균열 - 신축이음 본체 부식, 후타재 균열, 교면포장 균열

<표 1.1.4> 2016년 정밀점검((주)제이엘건설연구소) 요약

구 분		내 용	비 고
용 역 명		· 서울춘천고속도로 정밀점검 3구간	
용 역 기 간		· 2016. 06. 15 ~ 2016. 07. 29	
용 역 사		· (주)제이엘건설연구소	
외관 조사	교 면 포 장	· 균열, 망상균열	c
	배 수 시 설	· 막힘	a
	방 호 벽	· 균열 및 망상균열	b
	바 닥 판	· 균열, 균열부 백태	b
	거 더	· 도장박락, 부식, 실링재 미설치	a
	가 로 보	· 상태양호	a
	신 축 이 음	· 본체 부식, 후타재 균열	c
	교 량 받 침	· 고무재 탈락	b
	교 대, 교 각	· 균열, 망상균열	b
비파괴 시험	강 도	· 설계강도 이상	
	탄 산 화	· a등급으로 철근부식의 우려는 없는 것으로 판단됨	
상 태 평 가		· B등급(0.185)	
안 전 등 급		· 미 실시	
중 합 의 견		· 조양교(서울)의 종합평가에 의한 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 B등급(양호)으로 지정되었다. · 전반적으로 중대결함이 없는 양호한 상태의 교량으로 조사되었으나, 점검 측 교대의 녹물을 동반한 균열의 경우 내부 철근부식이 우려되므로 단기적인 보수를 실시하는 것이 교량의 내구성 및 안전성을 확보하는데 타당할 것으로 판단된다. · 본 대상시설물에 발생한 손상들에 대해서는 안전성과 내구성 확보를 위해 본 보고서에서 제시된 보수방안을 실시한 후 지속적인 점검과 유지관리를 실시한다면 교량의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	

다. 보수·보강 관련사항 분석결과

본 교량은 준공 이후 현재까지 주기적인 점검을 실시하고 있으며, 금회 정밀점검시 한국시설안전공단 FMS 및 관리주체 보수·보강 이력사항에 기록되지 않은 사항에 대하여 주의깊은 점검을 실시하였다.

<표 1.1.5> 보수·보강 이력

번호	기간	보수·보강공사 내용	시공사	비고
		해당사항 없음		

라. 시설물의 내진설계 여부 확인

조양교(서울)는 2009년 준공된 교량으로 준공도서 및 시설물관리대장(FMS) 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 교량인 것으로 확인되었다.

<표 1.1.6> 내진 설계여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	비 고
	Y	해당사항 없음	

1.2 외관조사

과업대상 교량인 조양교(서울)는 강원도 춘천시 동산면 조양리(서울춘천고속도로, 이정 60.77km)에 위치한 교량으로 2009년 8월에 준공된 8년이 경과된 구조물로서 설계하중은 DB-24이며, 총연장이 220.0m, 폭 12.6m인 1종 시설물이다.

조양교(서울)의 상부구조는 STEEL BOX GIRDER 형식이며, 하부구조는 역T형(PILE+직접기초)교대 및 T형(직접기초)교각으로 시공되어있는 구조물로서, 본 과업은 대상교량의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로, 교량부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였고, 사전 현장답사를 통해 주변 교통여건을 파악하여 현장접근에 필요한 장비동원과 계획을 수립하여 교량의 외관상태를 조사하였다. 외관조사는 교량부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 사전 현장답사를 통해 현장접근에 필요한 장비동원과 일정계획을 수립하여 교량의 외관상태 조사를 수행하였다.

외관조사는 주요 구조부재(STEEL BOX GIRDER, 교대 및 교각)와 교면포장, 배수시설, 방호벽, 신축이음 및 교량받침 등으로 구분하여 실시하였고, 특히 교량의 안전성을 저해할 만한 구조적인 결함의 유무를 확인하고자 하였다.



작업차량을 이용한 외관조사



작업차량을 이용한 외관조사

<사진 1.2.1> 외관조사 현황

1.2.1 교면포장

본 조양교(서울)의 교면포장은 콘크리트로 시공되어 있으며, 차량이 운행중인 상태에서 최대한 접근이 가능한 범위까지 근접 육안조사를 실시하였다.

교면포장에 대한 외관조사 결과 건조수축, 반복적인 차량 운하중 등으로 인한 콘크리트 포장 및 망상균열이 발생된 상태이며, 기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.



교면포장 균열(S1)



교면포장 망상균열(S4)

<사진 1.2.2> 교면포장 전경

<표 1.2.1> 교면포장 손상현황

부 재	결 합 내 용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
교면포장	균열	79.0 m	8 EA	79.0 m	8 EA	-	
	망상균열	155.0 m ²	4 EA	155.0 m ²	4 EA	-	

1.2.2 방호벽

방호벽은 철근콘크리트로 시공되어 있으며 외관조사 결과 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열과 망상균열이 다수 발생하였으며, 손상현황에 따라 적절한 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.

<표 1.2.2> 차량방호벽 손상현황

부 재	결 합 내 용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	23.4 m	31 EA	28.4 m	36 EA	↑ 5.0m	신규손상
	망상균열	198.0 m ²	6 EA	198.0 m ²	6 EA	-	



방호벽 균열부(S1)



방호벽 망상균열(S2)

<사진 1.2.3> 차량방호벽 손상현황

1.2.3 배수시설

배수시설은 좌측 방호벽측에 설치되어 있으며, 외관조사 결과 전반적으로 양호하나 일부 구간 배수구 막힘이 조사되어 사용성 향상을 위해 주기적인 청소가 필요하다.



배수관 전경



배수구 막힘(S3)

<사진 1.2.4> 배수시설 손상 현황

<표 1.2.3> 배수시설 손상현황

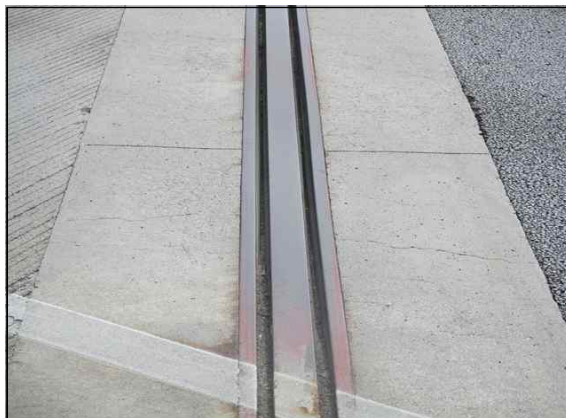
부 재	결 합 내 용	손상물량		손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검	2017년 12월 금회 정밀점검		
배수시설	배수구 막힘	1EA	1EA	-	

1.2.4 신축이음

가. 외관조사 결과

신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재이다. 본 교량에 설치된 신축이음은 4경간 연속교로서 신축이음장치는 A1, A2 구간에 Rail Joint로 각각 설치되어 있다.

외관조사 결과 공용기간 증가 및 지속적인 차량통행으로 인한 후타재 균열, 본체부식이 일부 조사되었으며, 발생한 손상에 대해서는 적절한 보수가 필요하다.



신축이음 후타재 균열(A1)



신축이음 본체 부식(A2)

<사진 1.2.5> 신축이음 손상현황

<표 1.2.4> 신축이음 손상현황

부 재	결 합 내 용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
신축이음	후타재균열(폭0.3미만)	14.3 m	31 EA	14.3 m	31 EA	-	
	본체 부식	9.0 m	4 EA	9.0 m	4 EA	-	

나. 신축이음 유간검토

신축이음은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트의 크리프와 건조수축, 프리스트레스에 의한 부재의 탄성변형 등에 의해 생기는 이동량(기본신축량)에 대해서 여유량 확보해야 하므로 각 신축이음별 유간을 측정하였다.

<표 1.2.5> 신축이음 유간검토 결과

위치	영향거리 (m)	설계유간 (mm)	측정유간 (mm)	측정온도 (℃)	이론신장량 △l (mm)	이론수축량 △l (mm)	비고
A1	110	150	70	14.5	33.66	32.34	O.K
A2	110	150	75	14.5	33.66	32.34	O.K

주1) 강교 : 최대 설계온도(-10℃~40℃) 상승 시 온도에 의한 신축여유량($\Delta l = 1.2 \times 10^{-5} \times \Delta T \times L$)

주2) 측정일 : 2017년 10월 16일, 14.5℃

조양교(서울)의 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

1.2.5 바닥판

대상 교량은 4경간 연속의 Steel Box Girder교로서 바닥판에 대한 외관조사결과 초기 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 수분접촉에 의한 백태가 조사되었으며, 내구성 확보를 위한 보수와 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.



바닥판 균열(S2)



바닥판 균열(S2)

<사진 1.2.6> 바닥판 전경

<표 1.2.6> 바닥판 손상현황

부재	결함내용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
바닥판	균열(폭0.3mm미만)	78.8 m	39 EA	78.8 m	39 EA	-	
	백태	2.5 m ²	1 EA	2.5 m ²	1 EA	-	

1.2.6 거더 및 가로보

대상 교량의 상부구조 형식은 4경간 연속(4@55.0=220.0m) 강상자형(STB)교로서 외관 조사 결과, 전회 점검이후 거더 내부 도장손상에 대해서는 전반적인 재도장을 실시한 것으로 확인되었다. 반면 거더 외부 일부에서 경미한 수준의 도장손상이 조사되어 재도장 등의 적절한 조치가 필요하다.



거더 내부 도장보수 현황(S1-G1)



거더 외부 도장손상(S1-G2)

<사진 1.2.7> 거더 손상현황

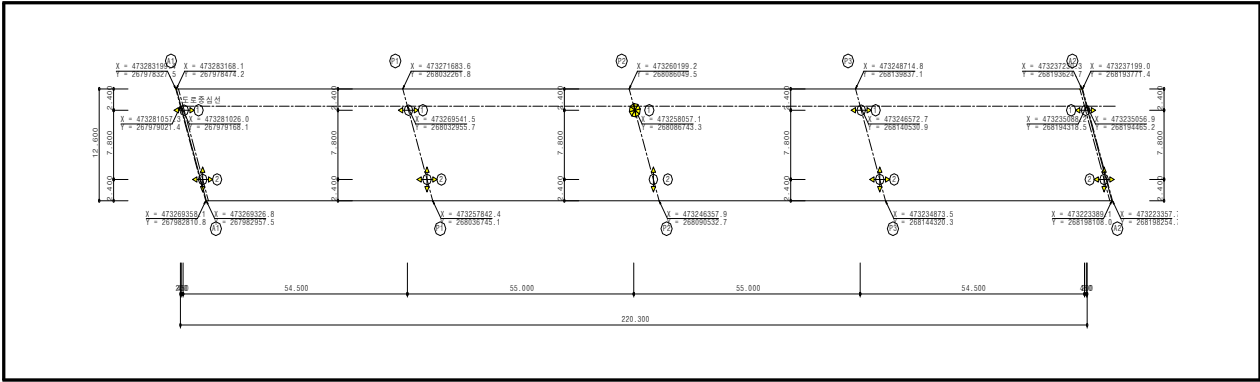
<표 1.2.7> 거더 손상현황

부재		결함내용	손상물량				손상물량 비교	비고
			2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
거더	내부	도장손상	2.6 m²	1 EA	-	-	↓ 2.6m²	보수
		실링재 미설치	1.0 m²	1 EA	-	-	↓ 1.0m²	보수
	외부	도장손상	-	-	0.02 m²	2 EA	↑ 0.02m²	신규손상
가로보		상태양호						

1.2.7 교량받침

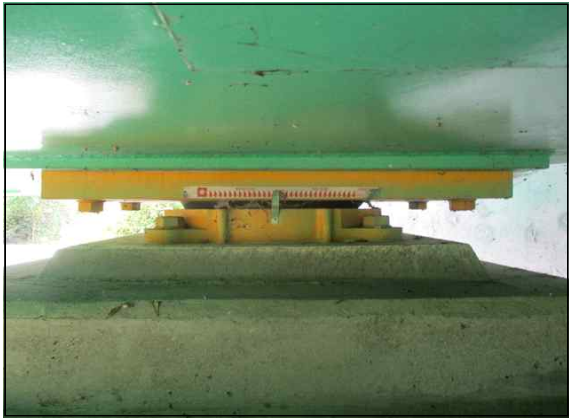
가. 외관조사

교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.



<그림 1.2.1> 교량받침 배치도

대상교량의 받침장치는 포트받침으로 10개소로 시공되었으며, 전반적으로 양호하나 일부 받침에서 먼지막이 고무재 탈락, 경미한 도장 손상이 조사되었으며, 재도장 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.



받침전경 (가동단 A1 SH2)



고무재 탈락(P1 SH1)

<사진 1.2.8> 교량받침 손상 현황

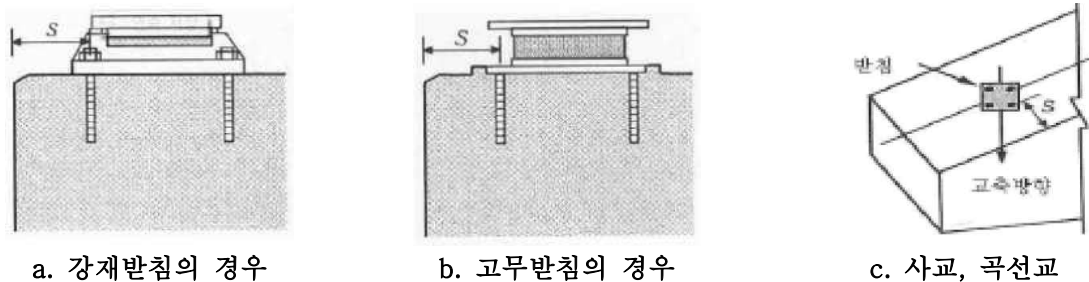
<표 1.2.8> 교량받침 손상현황

부 재	결 합 내 용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
교량받침	고무재 탈락	-	3 EA		3 EA	-	
	도장 손상	-	-	0.02 m²	1 EA	▲ 0.02m²	신규손상

나. 교량받침 연단거리

1) 교량받침 연단거리 조사 방법

교좌면은 받침을 통해서 상부구조로부터 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 또 지진시 등에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서, 지진시 하중을 전달하는 부재로서 앵커볼트에 의해 받침을 고정하는 경우에는 받침의 종류와 관계없이 앵커볼트의 중심에서 하부구조 정부 연단까지의 거리를 받침연단거리 S로 한다. 사교 혹은 곡선교의 경우 받침 연단거리 S는 하부구조 정부연단과의 최단거리 방향으로 확보하여야 한다.



<그림 1.2.2> 받침장치 형식에 따른 연단거리 조사 방법

2) 교량받침 연단거리 산출근거

교축방향의 받침연단과 하부구조 정부연단 사이의 거리 S(cm)는 다음의 값 이상으로 한다.(도로교설계기준)

① 거더의 지간길이 100m 이하인 경우

$$S = 20 + 0.5L \dots\dots\dots <식 2.1>$$

② 거더의 지간길이 100m 이상인 경우

$$S = 30 + 0.4L \dots\dots\dots <식 2.2>$$

여기서, S : 받침연단거리(cm), L : 거더의 지간길이(m)

3) 연단거리 평가

교대 및 교각의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 조양교(서울)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

또한, 기 실시한 정밀점검(2016.08)과 비교시 측정오류 및 연단거리의 차이는 없는 것으로 측정·검토되었다.

4) 교량받침 연단거리 측정결과

<표 1.2.9> 연단거리 측정 결과표

부 재		경간길이(m)	최소연단거리(cm)	실측 연단거리(cm)	비 고
A1		55.0	475	550	OK
P1	시점측	55.0	475	750	OK
	종점측	55.0	475	670	OK
P2	시점측	55.0	475	850	OK
	종점측	55.0	475	840	OK
P3	시점측	55.0	475	950	OK
	종점측	55.0	475	700	OK
A2		55.0	475	500	OK

다. 교량받침 여유량

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 바닥판의 신축 변화량을 산정하고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.

본 교량의 가동받침 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 -10℃~+40℃ 설계하였으며 설계시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.

<표 1.2.10> 교량받침 여유량 측정 결과표

구분 (방향)		신축장 (m)	대기온도 (℃)	계산 가동량(mm)		가동 여유량(mm)		비고
				신장	수축	신장	수축	
A1	Sh1	110.0	15	33.0	33.0	82.5	52.5	
	Sh2	110.0	15	33.0	33.0	82.5	52.5	
P1	Sh1	55.0	15	11.5	11.5	77.5	57.5	
	Sh2	55.0	15	11.5	11.5	77.5	57.5	
P2	Sh1	-	-	-	-	-	-	
	Sh2	-	-	-	-	-	-	
P3	Sh1	55.0	15	11.5	11.5	67.5	67.5	
	Sh2	55.0	15	11.5	11.5	67.5	67.5	
A2	Sh1	110.0	15	33.0	33.0	77.5	57.5	
	Sh2	110.0	15	33.0	33.0	77.5	57.5	

주1) 강교 - 최대 설계온도(-10℃~40℃) 상승 시 온도에 의한 신축여유량($\Delta l = 1.2 \times 10^{-5} \times \Delta T \times L$)

주2) 측정일 : 2017년 11월 10일, 7.1℃

1.2.8 교대 및 교각

교대 및 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재이며, 교대는 역T형(Pile+직접기초), 교각은 T형(Pile기초)으로 시공되어 있다.



교대 전경



교각 전경

<사진 1.2.9> 교대 및 교각 현황

가. 교대

교대에 대한 외관조사결과 구체 및 홍벽에서 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 내부 철근 부식에 의한 녹물유출이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.



교대 균열(A1)



교대 균열(A2)

<사진 1.2.10> 교대 손상현황

<표 1.2.11> 교대 손상현황

부 재	결 함 내 용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
교대	균열(폭0.3mm미만)	27.2 m	26 EA	28.7 m	27 EA	▲ 1.5m	손상증가
	녹물 유출	0.34 m²	3 EA	0.34 m²	3 EA	-	

나. 교각

교각에 대한 외관조사 결과 초기 온도변화, 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 망상균열이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.



교각 코핑부 균열(P1)



교각 코핑부 균열(P2)

<사진 1.2.11> 교각 손상현황

<표 1.2.12> 교각 손상현황

부 재	결 함 내 용	손상물량				손상물량 비교	비고
		2016년 08월 정밀점검		2017년 12월 금회 정밀점검			
교각	균열(폭0.3mm미만)	49.5 m	42 EA	49.5 m	42 EA	-	
	망상균열	1.48 m ²	2 EA	0.48 m ²	1 EA	↓ 1.0m ²	보수

1.2.9 기 점검결과와 비교

기 실시되었던 정밀점검(2015.12)과 금회 실시한 정밀점검 결과 거더내부 및 교각부 일부 손상에 대한 보수를 실시하여 손상이 감소하였고, 교대 및 방호벽, 교량받침의 경우 균열 등의 손상이 증가하고 있는 것으로 확인되었다.

<표 1.2.13> 기 점검결과와의 비교

구분	손상내용	2016년 08월 정밀점검		금회 정밀점검		손상물량 비교	손상물량 증감원인
교면포장	균열	79.0 m	8 EA	79.0 m	8 EA	-	
	망상균열	155.0 m ²	4 EA	155.0 m ²	4 EA	-	
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	23.4 m	36 EA	28.4 m	36 EA	↑ 5.0m	신규손상
	망상균열	198.0 m ²	6 EA	198.0 m ²	6 EA	-	
배수시설	배수구 막힘	1 EA		1 EA		-	
신축이음	후타재균열 (폭0.3미만)	14.3 m	31 EA	14.3 m	31 EA	-	
	본체 부식	9.0 m	4 EA	9.0 m	4 EA	-	
바닥판	균열(폭0.3mm미만)	78.8 m	39 EA	78.8 m	39 EA	-	
	백태	2.5 m ²	1 EA	2.5 m ²	1 EA	-	

<표 1.2.13> 기 점검결과와의 비교(계속)

구분		손상내용	2016년 08월 정밀점검		금회 정밀점검		손상물량 비교	손상물량 증감원인
거 더	내부	도장손상	2.6 m ²	1 EA	-	-	↓ 2.6m ²	보수
		실링재 미설치	1 m ²	1 EA	-	-	↓ 1.0m ²	보수
	외부	도장손상	-	-	0.02 m ²	2 EA	↑ 0.02m ²	신규손상
가로보		상태양호	-	-	-	-	-	
교량받침		고무재 탈락	3 EA		3 EA		-	
		도장 손상	-	-	0.02 m ²	1 EA	↑ 0.02m ²	신규손상
교대		균열(폭0.3mm미만)	27.2 m	26 EA	28.7 m	27 EA	↑ 1.5m	신규손상
		녹물 유출	0.34 m ²	3 EA	0.34 m ²	3 EA	-	
교각		균열(폭0.3mm미만)	49.5 m	42 EA	49.5 m	42 EA	-	
		망상균열	1.48 m ²	2 EA	0.48 m ²	1 EA	↓ 1.0m ²	보수

1.3 내구성조사

1.3.1 콘크리트 비파괴강도 조사

반발경도 시험법에 의한 비파괴강도는 상부구조 및 하부구조에 대하여 실시하였으며 그 결과는 다음 표와 같다.

<표 1.3.1> 조양교(서울) 콘크리트 비파괴 강도 측정결과(상부구조) [단위 : MPa]

시 험 위 치	비파괴시험	측정압축강도 (MPa)			설계강도 (MPa)	평가
	반발경도 (R_0)	일본재료학회	일본건축학회	평균		
S1 바닥판하면	50.8	29.3	29.0	29.2	27.0	만족
S2 바닥판하면	50.6	29.2	29.0	29.1	27.0	만족
S2 바닥판하면	49.5	28.3	28.5	28.4	27.0	만족
S3 바닥판하면	49.7	28.4	28.6	28.5	27.0	만족
S4 바닥판하면	52.5	30.7	29.9	30.3	27.0	만족
평균(MPa)		29.1				
M A X		30.3				
M I N		28.4				

<표 1.3.2> 조양교(서울) 콘크리트 비파괴 강도 측정결과(하부구조) [단위 : MPa]

시 험 위 치	비파괴시험	측정압축강도 (MPa)			설계강도 (MPa)	평가
	반발경도 (R_0)	일본재료학회	일본건축학회	평균		
A1 흥벽	44.4	24.2	26.2	25.2	24.0	만족
P1 코핑부	44.1	23.9	26.0	25.0	24.0	만족
P2 기둥부	47.1	26.3	27.4	26.9	24.0	만족
P3 코핑부	48.0	27.1	27.8	27.5	24.0	만족
A2 흥벽	45.8	25.3	26.8	26.1	24.0	만족
평균(MPa)		26.1				
M A X		27.5				
M I N		25.0				

<표 1.3.3> 조양교(서울) 콘크리트 비파괴 강도 측정결과

[단위 : MPa]

부재 \ 종류	시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
상부구조	28.4 ~ 30.3	27.0	105 ~ 112
하부구조	25.0 ~ 27.5	24.0	104 ~ 115

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 추정 비파괴 강도는 28.4~30.3MPa, 하부구조 추정 비파괴 강도는 25.0~27.5MPa로서 설계기준강도(상부구조 : 27.0MPa, 하부구조 : 24.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 측정·검토 되었다.



상부구조 바닥판하면 반발경도 측정



하부구조 교각 반발경도 측정

<사진 1.3.1> 반발경도시험 현황

1.3.2 탄산화시험

본 구조물에서는 측정위치에 타정공구 및 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알칼리성 콘크리트의 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없는 무색의 깊이가 곧 탄산화 진행 깊이가 된다. 구조물의 내구성에 영향이 없는 부위에는 코어시편을 채취하여 탄산화 깊이를 측정하였으며, 측정결과는 다음 표와 같다.

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm) → 탄산화 잔여깊이

A : 탄산화 속도계수 t : 콘크리트 타설 후 경과된 시간(년)

<표 1.3.4> 탄산화 깊이의 측정결과(상부구조)

시험위치	탄산화 깊이(mm) (C)	공용년수 (t)	탄산화 속도계수 (A)	탄산화 잔여깊이 (mm)	잔존수명 (t_d)	비고
바닥판하면 S1	3.5	8	1.24	53.5	100년이상	

※ $A = \text{탄산화깊이} / \sqrt{(\text{경과년수} : 8\text{년})}$

※ 잔존수명 = (탄산화 잔여깊이 / A) ²

※ 이론깊이:岸谷式에 의한 탄산화 이론깊이(w/c : 0.55, R : 1 적용)

<표 1.3.5> 탄산화 깊이의 측정결과(하부구조)

시험위치	탄산화 깊이(mm) (C)	공용년수 (t)	탄산화 속도계수 (A)	탄산화 잔여깊이 (mm)	잔존수명 (t_d)	비고
교각 P3	3.5	8	1.24	81.5	100년이상	
교대 A2	4.0	8	1.41	91.0		

※ $A = \text{탄산화깊이} / \sqrt{(\text{경과년수} : 8\text{년})}$

※ 잔존수명 = (탄산화 잔여깊이 / A) ²

※ 이론깊이:岸谷式에 의한 탄산화 이론깊이(w/c : 0.55, R : 1 적용)

탄산화 깊이 측정은 총 3개소(상부구조 1개소, 하부구조 2개소)에서 실시하였으며 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 계산할 수 있다. 측정결과 모든 측정부재에서 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.



a. 탄산화시험을 위한 드릴링 작업



b. 교각 탄산화 시험

<사진 1.3.2> 탄산화시험 현황

1.3.3 기 점검결과와 비교

가. 압축강도

<표 1.3.6> 기 점검결과와 압축강도 비교

[단위:MPa]

구 분	상부구조	하부구조	비 고
2016년 정밀점검	28.5 ~ 29.4	26.0 ~ 26.9	
금회 정밀점검	28.4 ~ 30.3	25.0 ~ 27.5	

기 실시한 2014년 및 2016년 실시한 정밀점검과의 압축강도 비교결과 측정위치, 표면요철 및 습윤상태 등에 의한 미소한 차이는 있으나 압축강도의 저하는 없는 것으로 검토되었다.

나. 탄산화깊이

<표 1.3.7> 기 점검결과와 탄산화 비교

[단위:mm]

구 분	상부구조	하부구조	비 고
2016년 정밀점검	2.2 ~ 2.6	1.9 ~ 3.0	
금회 정밀점검	3.5	3.5 ~ 4.0	

기 실시한 2014년 및 2016년 실시한 정밀점검과의 탄산화깊이 비교결과 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2012.12)” 건전성 평가기준(탄산화 잔여깊이 30mm이상 : a등급)에 준하여 탄산화에 의한 철근 부식의 가능성은 적을 것으로 판단된다.

1.4 종합평가

1.4.1 상태평가

상태평가등급 산정과정은 외관조사 결과 부재별로 상태등급을 매긴 후, 부재별 중요도를 고려한 가중치를 고려하여 전체 평가등급을 산정하는 과정으로 되어 있다.

이외에 내구성과 관련된 요소로서 탄산화에 대한 등급을 구한 후 일반 부재와 같이 가중치를 부여하여 교량 전체의 상태평가항목으로 반영하였으며 상태평가 결과는 다음 표와 같다.

가. 구조별 상태평가 결과

<표 1.4.1> 조양교(서울) 상태평가 결과

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)
STB1	STB	b	a	a	b	a	b	b	a	b	q	a	x
STB2	STB	b	a	a	b	a	b	x	b	b	q	x	x
STB3	STB	b	a	a	c	b	b	x	a	b	q	x	x
STB4	STB	b	a	a	c	a	b	x	c	b	q	x	a
	STB	-	-	-	-	-	-	c	b	b	q	x	a
평균		0.200	0.125	0.100	0.300	0.125	0.200	0.300	0.200	0.200	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.036	0.025	0.005	0.021	0.004	0.004	0.027	0.018	0.040	0.000	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.187	
2. 상태평가 결과 =												B	

나. 개별교량 상태평가 결과

<표 1.4.2> 조양교(서울) 개별교량 상태평가 결과

개별교량명	조양교(서울)					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도 점수 ×연장비
조양교(서울)	STB	0.187	B	220.0	1.000	0.187
합계(Σ)				220.0	1.000	0.187
1. 환산결함도 점수 =						0.187
2. 상태평가 결과 =						B

다. 전체교량 평가결과

<표 1.4.3> 조양교(서울) 전체교량 상태평가 결과

개별교량명	조양교(서울)						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
조양교(서울)	0.187	B	220.0	2	44.0	1.00	0.187
합계(Σ)			220.0		440.0	1.00	0.187
1. 평가지수 =						0.187	
2. 상태평가 결과 =						B 등급	

라. 상태평가 결과

본 조양교(서울)의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B등급"의 상태로 평가 되었다.

1.4.2 안전등급 지정

<표 1.4.4> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.187	B	미 실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B 안전성평가 (미 실시) - 안전등급 B			

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급“보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태”로 지정되었다.

1.4.3 기 점검결과와 비교

<표 1.4.5> 기 점검결과와 상태평가 비교

구 분	종합평가 지수	상태평가 등급	비고
2016년 정밀점검	0.176	“B”	
금회 정밀점검	0.187	“B”	평가지수 상향

2015년 실시한 정밀점검과의 상태평가 비교결과 일부 부재의 손상이 증가하여 종합평가 지수가 상향되었다. 그러나, 상태평가 등급은 B등급의 범위($0.13 \leq x < 0.26$) 내에 포함되어 기 정밀점검 결과 같은 B등급으로 평가되었다.

1.5 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 조양교(서울)는 2009년 준공 후 8년이 경과된 교량으로서 금회 정밀점검 결과 시공상태가 양호하고, 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수를 시행한다면 구조물의 기능성과 안전성을 확보할 수 있으므로 현재 상태의 정밀안전진단 및 사용제한 등의 필요성이 없으며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 등 지속적인 유지관리를 실시한다면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

1.6 보수·보강 및 유지관리 방안

1.6.1 부재별 보수·보강방안

조양교(서울)에 발생된 부재별 손상현황 및 보수·보강방안은 다음 표와 같다.

<표 1.6.1> 부재별 보수·보강 일람표

점검부위	결함 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	순위	비고
교면포장	균열	23.7m ²	주의관찰	-	
	망상균열	186.0m ²	주의관찰	-	
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	8.52m ²	표면처리	3	
	망상균열	237.6m ²	표면처리	3	
배수시설	배수구 막힘	1EA	청소	2	
신축이음	후타재균열(폭0.3미만)	4.29m ²	주의관찰	-	
	본체 부식	9.0m	주의관찰	-	
바닥판	균열(폭0.3mm미만)	23.64m ²	표면처리	2	하자
	백태	3.0m ²	표면처리	2	하자
거더외부	도장손상	0.03m ²	재도장	3	
교량받침	고무재 탈락	3EA	주의관찰	-	
	도장 손상	0.03m ²	재도장	3	
교대	균열(폭0.3mm미만)	8.61m ²	표면처리	2	하자
	녹물 유출	0.41m ²	주의관찰	-	하자
교각	균열(폭0.3mm미만)	14.85m ²	표면처리	2	하자
	망상균열	0.58m ²	표면처리	2	하자

1.6.2 보수·보강 개략공사비

<표 1.6.2> 부재별 보수·보강 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
교면포장	균열	23.7m	주의관찰	-	-	
	망상균열	186.0m ²	주의관찰	-	-	
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	8.52m ²	표면처리	383	3	
	망상균열	237.6m ²	표면처리	10,692	3	
배수시설	배수구 막힘	1EA	청소	3	2	
신축이음	후타재균열(폭0.3mm미만)	4.29m ²	주의관찰	-	-	
	본체 부식	9.0m	주의관찰	-	-	
바닥판	균열(폭0.3mm미만)	23.64m ²	표면처리	1,064	2	하자
	백태	3.0m ²	표면처리	135	2	하자
거더외부	도장손상	0.03m ²	재도장	2	3	
교량받침	고무재 탈락	3EA	주의관찰	-	-	
	도장 손상	0.03m ²	재도장	2	3	
교대	균열(폭0.3mm미만)	8.61m ²	표면처리	387	2	하자
	녹물 유출	0.41m ²	주의관찰	-	-	하자
교각	균열(폭0.3mm미만)	14.85m ²	표면처리	668	2	하자
	망상균열	0.58m ²	표면처리	26	2	하자
순 공사비				13,362		
제경비(순공사비×0.5)				6,681		
총 공사비				20,043		

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

<표 1.6.3> 유지관리 보수·보강 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
방호벽	균열(폭0.3㎜ 미만)	8.52㎡	표면처리	383	3	
	망상균열	237.6㎡	표면처리	10,692	3	
배수시설	배수구 막힘	1EA	청소	3	2	
거더외부	도장손상	0.03㎡	재도장	2	3	
교량받침	도장 손상	0.03㎡	재도장	2	3	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위		-		
		2순위		5		
		3순위		16,618		
개략공사비 총계				16,623		

<표 1.6.4> 하자 보수·보강 개략공사비

점검부위	결합 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
바닥판	균열(폭0.3mm 미만)	23.64㎡	표면처리	1,064	2	하자
	백태	3.0㎡	표면처리	135	2	하자
교대	균열(폭0.3mm미만)	8.61㎡	표면처리	387	2	하자
교각	균열(폭0.3mm미만)	14.85㎡	표면처리	668	2	하자
	망상균열	0.58㎡	표면처리	26	2	하자
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위		-		
		2순위		3,420		
		3순위		-		
개략공사비 총계				3,420		

1.6.3 유지관리 방안

가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하게 하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

나. 중점유지관리 사항

1) 교면포장

주요부위 및 손상		
	교면포장 균열(S1)	교면포장 망상균열(S4)
점검내용	◦ 교면포장에 대한 외관조사 결과 건조수축, 반복적인 차량 운하중 등으로 인한 콘크리트 포장 및 망상균열이 발생된 상태이며, 내구성 확보차원의 적절한 보수가 필요하다.	
점검요령	◦ 점검방법 · 도보를 이용한 근접 육안조사 및 테스트 햄머를 이용한 타격시험 ◦ 점검항목 · 균열, 함몰, 단차, 요철, 마모 등의 손상유무 · 신축이음 전후 단차 및 파손 등의 손상유무 ◦ 중점 점검사항 · 배수구주변 포장 들뜸 및 파손발생 유무 · 균열, 함몰, 단차, 요철, 마모 등의 손상유무	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장	

2) 방호벽

주요부위 및 손상		
	방호벽 균열부(S1)	방호벽 망상균열(S2)
점검내용	◦ 방호벽은 철근콘크리트로 시공되어 있으며 외관조사 결과 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열과 망상균열이 다수 발생하였으며, 손상현황에 따라 적절한 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.	
점검요령	◦ 점검방법 • 도보를 이용한 근접 육안조사 ◦ 점검항목 • 콘크리트 방호벽 균열, 파손, 박락 및 강재난간 변형상태 확인 • 신축유간부 차수판 상태확인 ◦ 중점 점검사항 • 균열 상태변화(균열확산, 균열부 백태, 박리 등) 점검 • 균열부 백태 박리, 박락 발생 유무 • 균열보수 후 재균열 발생유무	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장	

3) 배수시설

주요부위 및 손상		
점검내용	◦ 배수시설은 좌측 방호벽측에 설치되어 있으며, 외관조사 결과 전반적으로 양호하나 일부 구간 배수구 막힘이 조사되어 사용성 향상을 위해 주기적인 청소가 필요하다.	
점검요령	◦ 점검방법 • 도보를 이용한 근접 육안조사 ◦ 점검항목 • 배수구 주변 바닥판상·하면 상태 확인 • 배수구 토사적체, 배수관 부식 및 탈락 등의 손상유무 ◦ 중점 점검사항 • 배수관 주변 교면포장 들뜸, 융기여부 및 바닥판하면 배수관주변 누수, 백태 발생유무에 대한 주기적인 점검필요 • 배수기능 확보를 위해서는 청소 등의 일상적인 유지관리 필요	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장	

4) 신축이음

주요부위 및 손상	 신축이음 후타재 균열(A1)	 신축이음 본체 부식(A2)
점검내용	◦ 외관조사 결과 공용기간 증가 및 지속적인 차량통행으로 인한 후타재 균열, 본체부식이 일부 조사되었으며. 발생한 손상에 대해서는 적절한 보수가 필요하다. ◦ 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 각 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.	
점검요령	◦ 점검방법 • 도보를 이용한 근접 육안조사, 신축량 측정 ◦ 점검항목 • 신축이음장치 본체 사용성, 주행성, 유간확보상태 및 차수 기능 발휘상태 확인 • 신축이음장치 후타재 균열, 파손, 단차 등의 손상유무 ◦ 중점 점검사항 • 후타재 균열 상태변화(균열확산, 균열부 백태, 박리 등) 점검 • 신축이음 본체 부식상태가 심화될 경우 강성저하로 인한 변형을 유발할 수 있으므로 갭길구간에 대한 주기적인 방청처리 필요 • 신축유간부 토사, 이물질 적체시 지수판 파손을 유발할 수 있으므로 주기적인 청소	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장, 줄자	

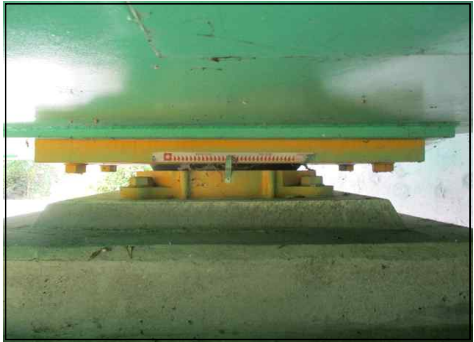
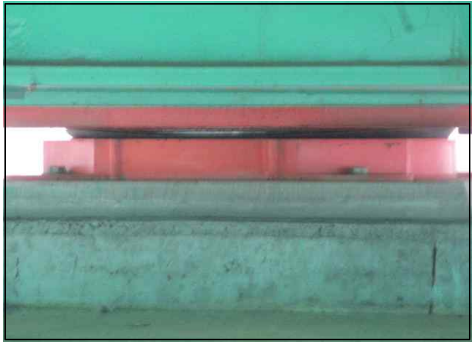
5) 바닥판

주요부위 및 손상		
	바닥판 균열(S2)	바닥판 균열(S2)
점검내용	◦ 대상 교량은 4경간 연속의 Steel Box Girder교로서 바닥판에 대한 외관조사 결과 초기 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 수분접촉에 의한 백태가 조사되었으며, 내구성 확보를 위한 보수와 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	
점검요령	◦ 점검방법 · 내도보 및 고소차를 이용한 근접 육안조사 ◦ 점검항목 · 바닥판 하면 균열 발생유무 및 기타 결함발생 유무 등 · 바닥판의 탄산화 등 철근부식 환경에 대한 조사·측정 등 ◦ 중점 점검사항 · 균열 상태변화(균열확산, 균열부 백태, 박리 등) 점검 · 균열부 백태 박리, 박락 발생 유무	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장	

6) 거더 및 가로보

주요부위 및 손상		
	거더 내부 도장보수 현황(S1 G1)	거더 외부 도장손상(S1-G2)
점검내용	◦ 대상 교량의 상부구조 형식은 4경간 연속(4@55.0=220.0m) 강상자형(STB)교로서 외관조사 결과, 전회 점검이후 거더 내부 도장손상에 대해서는 전반적인 재도장을 실시한 것으로 확인되었다. 반면 거더 외부 일부에서 경미한 수준의 도장손상이 조사되어 재도장 등의 적절한 조치가 필요하다.	
점검요령	◦ 점검방법 · 내부 - 도보 및 사다리를 이용한 근접 육안조사 · 교량점검차를 이용한 육안조사 ◦ 점검항목 · 공통적으로 도장 녹발생, 박리, 박락 등의 손상유무 · 보조 부재 및 주부재의 변형 발생유무 · 볼트이음부 볼트풀림, 파단 등의 손상 발생유무 ◦ 중점 점검사항 · 녹 발생 등 강재부식 발생유무 점검 · 용접부 결함에 대한 손상 발생 유무 점검	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장	

7) 교량받침

주요부위 및 손상		
	받침전경 (가동단 A1 SH2)	고무재 탈락(P1 SH1)
점검내용	◦ 대상교량의 받침장치는 포트받침으로 10개소로 시공되었으며, 전반적으로 양호하나 일부 받침에서 먼지막이 고무재 탈락, 경미한 도장 손상이 조사되었으며, 당해 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다. ◦ 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 조양교(서울)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦ 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.	
점검요령	◦ 점검방법 • 교량점검차를 이용한 근접 육안조사 ◦ 점검항목 • 받침장치 본체 신축가동상태 및 녹 발생 등 강재부식 발생유무 • 받침장치 편기, 협착 등 이상결합 발생유무 • 받침장치 주변 및 교대, 교각 두부 인장영역의 균열, 파손발생 유무 ◦ 중점 점검사항 • 받침 몰탈 및 콘크리트 균열 발생유무, 기타 결함발생 유무 등 • 받침장치 가동상태 및 녹 발생 등 강재부식 발생유무 점검	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장, 줄자	

8) 교대 및 교각

주요부위 및 손상		
	교대 균열(A2)	교각 코핑부 균열(P2)
점검내용	◦ 교대에 대한 외관조사결과 구체 및 홍벽에서 건조수축에 의한 폭0.3mm내의 균열과 내부 철근 부식에 의한 녹물유출이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. ◦ 교각에 대한 외관조사 결과 초기 온도변화, 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 망상균열이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	
점검요령	◦ 점검방법 · 도보 및 사다리를 이용한 근접 육안조사 · 교량점검차, 바지선+크레인 이용한 육안조사 ◦ 점검항목 · 교대 및 교각 균열, 백태, 파손 등의 손상발생 유무 · 받침장치 주변 균열, 파손 등 이상결함 발생유무 ◦ 중점 점검사항 · 교대 및 교각 균열(cw=0.2mm이상) 등 초기결함개소에 대해서는 내구성저하 방지를 위한 적절한 유지보수와 균열 상태변화에 대해서는 지속적인 주의 관찰 필요	
점검도구	· 사진기, 점검용 망치, 필기도구, 점검야장, 줄자	

1.7 종합결론

가. 외관조사

1) 교면포장

본 조양교(서울)의 교면포장은 콘크리트로 시공되어 있으며, 차량이 운행중인 상태에서 최대한 접근이 가능한 범위까지 근접 육안조사를 실시하였다.

교면포장에 대한 외관조사 결과 건조수축, 반복적인 차량 운하중 등으로 인한 콘크리트 포장 및 망상균열이 발생된 상태이며, 기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) 방호벽

방호벽은 철근콘크리트로 시공되어 있으며 외관조사 결과 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열과 망상균열이 다수 발생하였으며, 손상현황에 따라 적절한 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.

3) 배수시설

배수시설은 좌측 방호벽측에 설치되어 있으며, 외관조사 결과 전반적으로 양호하나 일부 구간 배수구 막힘이 조사되어 사용성 향상을 위해 주기적인 청소가 필요하다.

4) 신축이음

신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재이다. 본 교량에 설치된 신축이음은 4경간 연속교로서 신축이음장치는 A1, A2 구간에 Rail Joint로 각각 설치되어 있다.

외관조사 결과 공용기간 증가 및 지속적인 차량통행으로 인한 후타재 균열, 본체부식이 일부 조사되었으며, 발생한 손상에 대해서는 적절한 보수가 필요하다.

조양교(서울)의 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 각 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5) 바닥판

대상 교량은 4경간 연속의 Steel Box Girder교로서 바닥판에 대한 외관조사결과 초기 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 수분접촉에 의한 백태가 조사되었으며, 내구성 확보를 위한 보수와 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

6) 거더

대상 교량의 상부구조 형식은 4경간 연속(4@55.0=220.0m) 강상자형(STB)교로서 외관조사 결과, 전회 점검이후 거더 내부 도장손상에 대해서는 전반적인 재도장을 실시한 것으로 확인되었다. 반면 거더 외부 일부에서 경미한 수준의 도장손상이 조사되어 재도장 등의 적절한 조치가 필요하다.

7) 교량받침

교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.

대상교량의 받침장치는 포트받침으로 10개소로 시공되었으며, 전반적으로 양호하나 일부 받침에서 먼지막이 고무재 탈락, 경미한 도장 손상이 조사되었으며, 재도장 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

교대 및 교각의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 조양교(서울)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

또한, 기 실시한 정밀점검(2016.08)과 비교시 측정오류 및 연단거리의 차이는 없는 것으로 측정·검토되었다.

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 바닥판의 신축 변화량을 산정하고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.

본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 설계하였으며 설계시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.

8) 교대 및 교각

교대 및 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재이며, 교대는 역T형(Pile+직접기초), 교각은 T형(Pile기초)으로 시공되어있다.

교대에 대한 외관조사결과 구체 및 홍벽에서 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 내부 철근 부식에 의한 녹물유출이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

교각에 대한 외관조사 결과 초기 온도변화, 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 망상 균열이 조사되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

나. 내구성 조사

내구성 평가를 위하여 실시한 반발경도법에 의한 압축강도시험, 탄산화 시험 측정결과 설계기준, 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2017.01)을 만족하는 것으로 측정·검토되었다.

다. 종합결론

조양교(서울)는 준공 후 8년이 경과된 STEEL BOX GIRDER 형식의 교량으로 교면포장 균열, 방호벽 균열, 백태, 신축이음 본체 부식 및 후타재 균열, 바닥판 균열, 거더 도장손상, 교대 및 교각 균열 등이 조사되어 "B등급"(양호)으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다. 또한, 하자보수를 실시한 보수부의 점검을 통한 재손상 여부를 판단하여 이에 대한 적절한 조치를 취하여야 할 것이다.

