

제1 장

금남IC 2교

1.1 서론

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사 및 시험

1.4 상태평가

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.6 보수 · 보강 및 유지관리 방안

1.7 종합결론

제1장 금남IC 2교

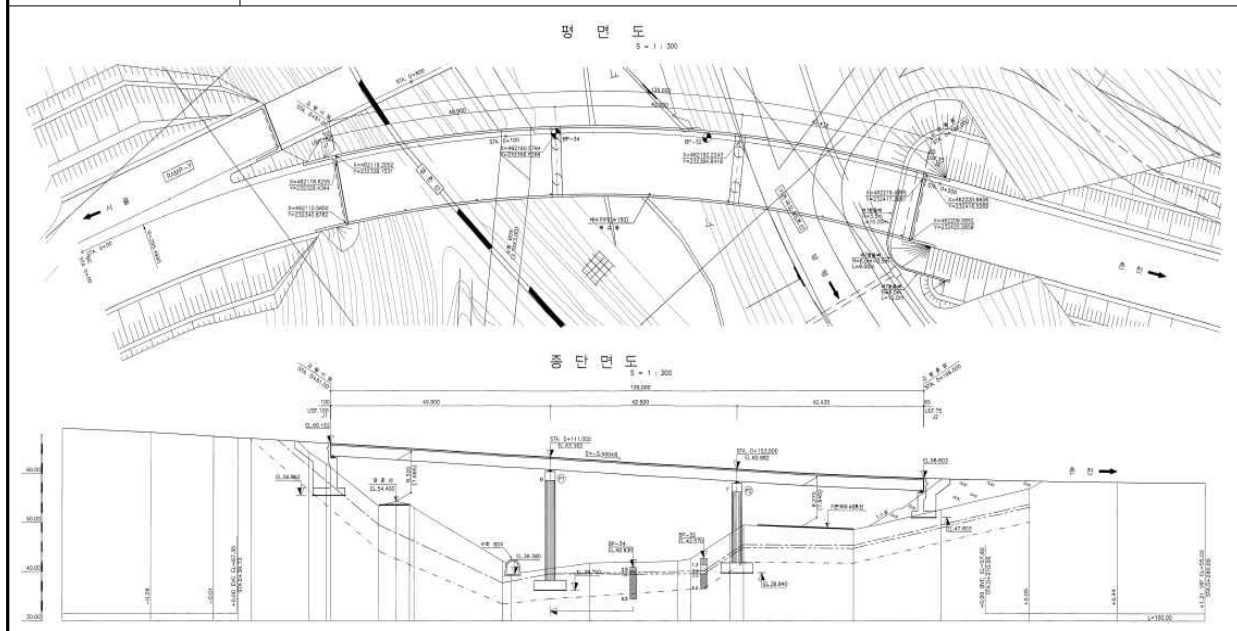
1.1 서론

본 과업 대상 시설물인 금남IC 2교는 국도46호선 상에 위치한 총 연장 L=135.0m, 폭 B=13.5m의 도로교량으로 행정구역상 경기도 남양주시 화도읍에 위치하며, 2005년 12월 20일에 준공되어 약 18년간 공용중인 구조물이다.

가. 시설물 현황

[표 1.1] 금남IC 2교 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		금남IC 2교		시설물번호		BR2006-0000730	
준공년월일		2005년 12월 20일		관리번호		-	
시설물위치		경기도 남양주시 화도읍					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		일반국도 46호선	
제원	연장	L=135.0m, (50.0+2@42.5 = 135.0 m)					
	폭	B=13.5m 편도 3차로					
구조 형식	상부	STB		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형			교각	직접기초	
교량받침		POT받침		신축이음		Finger Joint	
교차시설물 (도로,철도,하천)		경춘로		통과높이		4.5m	
				평면선형		곡선교	
부착시설내용		점검시설, 가로등					



나. 시설물 전경



상부전경



측면전경



교명판



교량 설명판



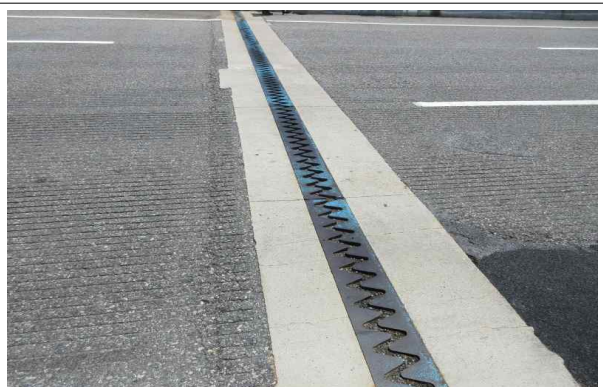
교면포장 전경



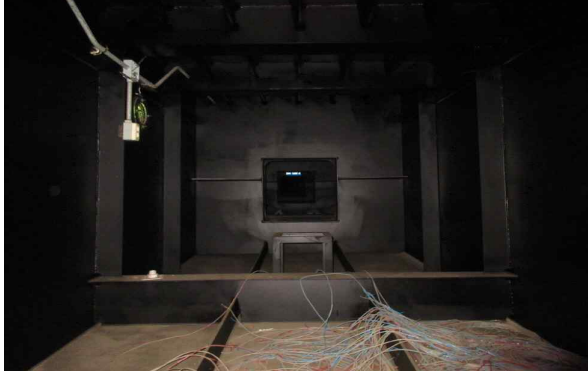
방호벽 전경



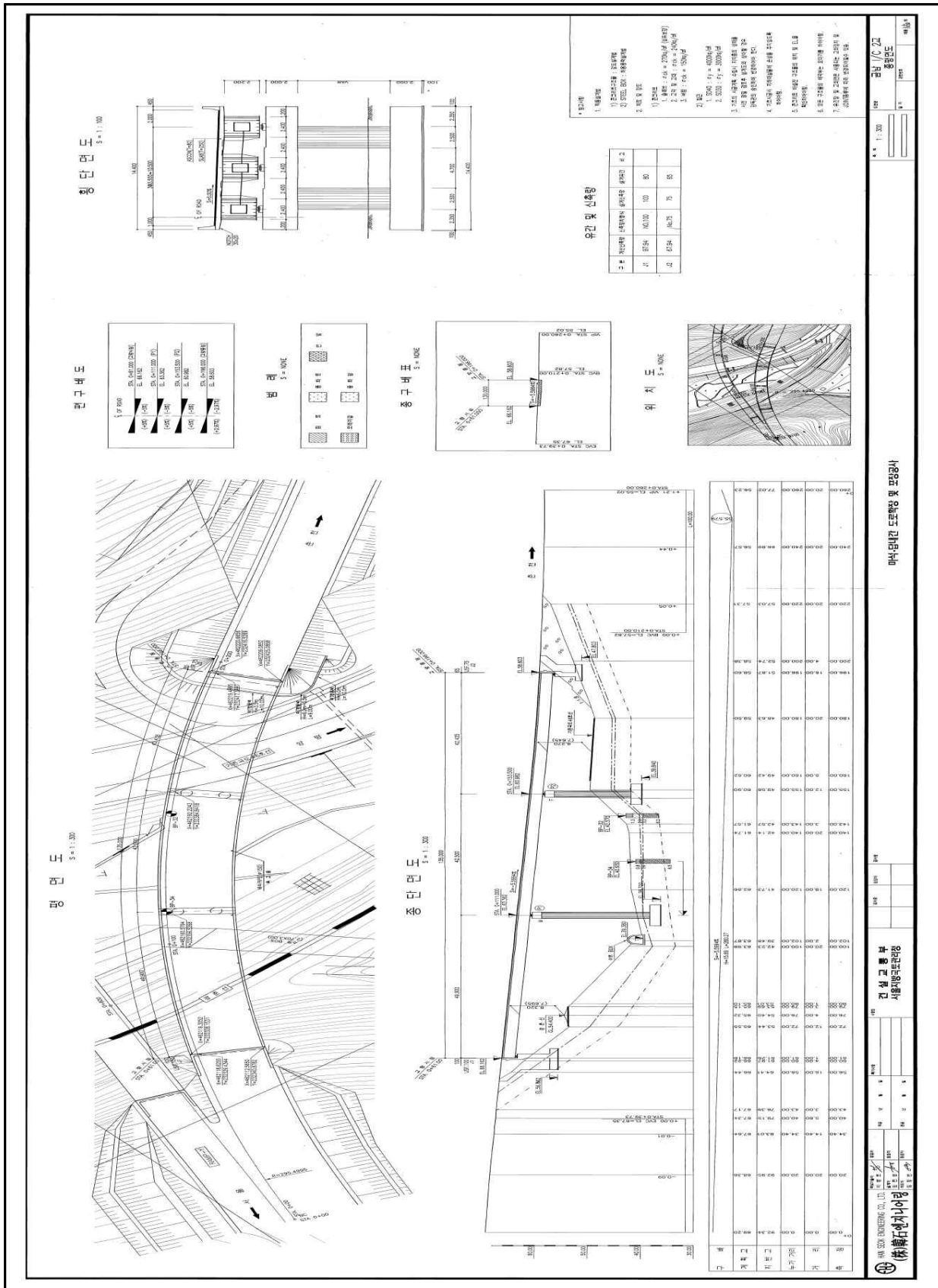
배수시설(배수구) 전경



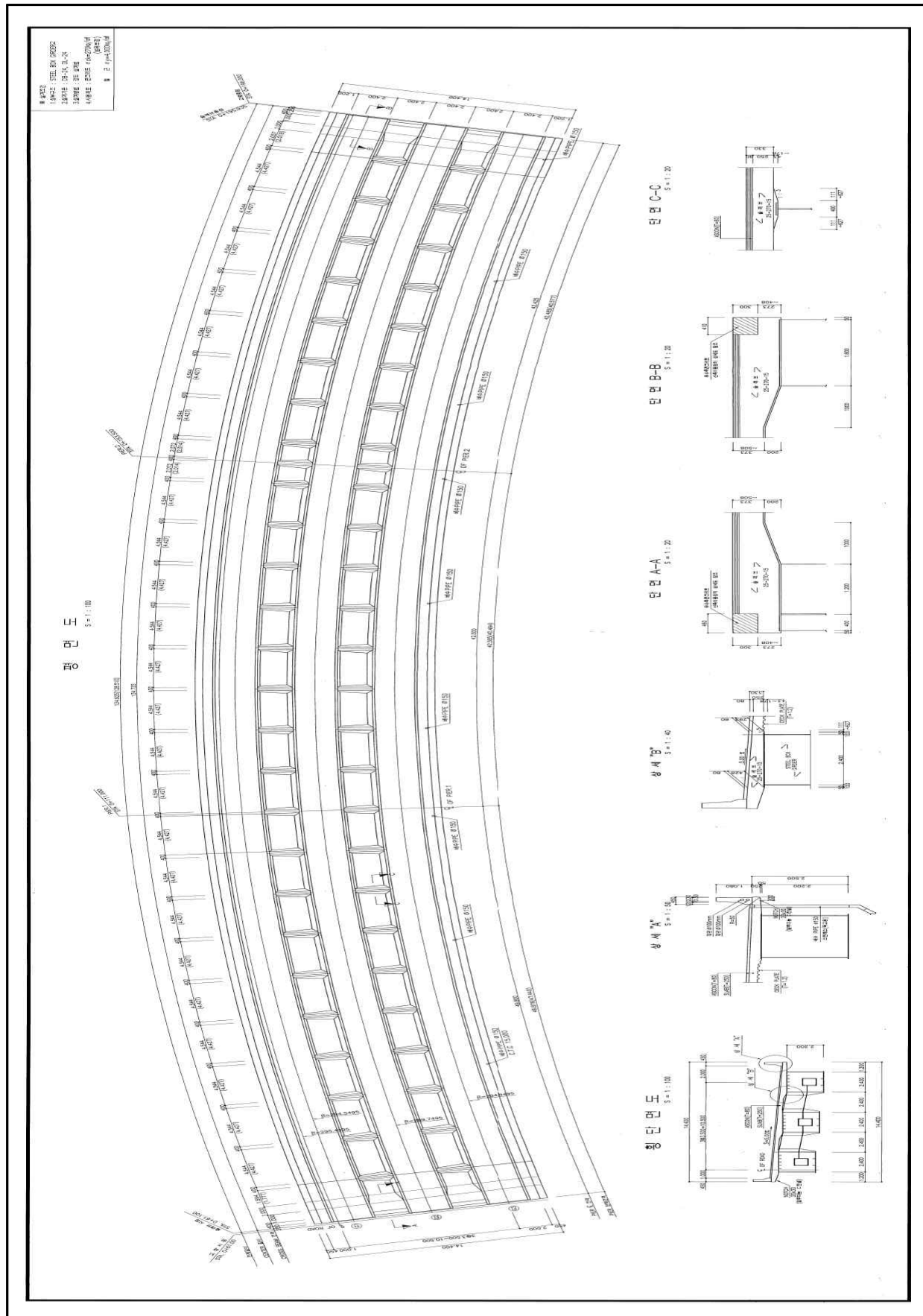
신축이음 전경

	
바닥판 전경	거더 외부 전경
	
거더 내부 전경	교량받침 전경(일방향)
	
교량받침 전경(양방향)	교대 전경(A1)
	
교각 전경(P1)	교대 전경(A2)

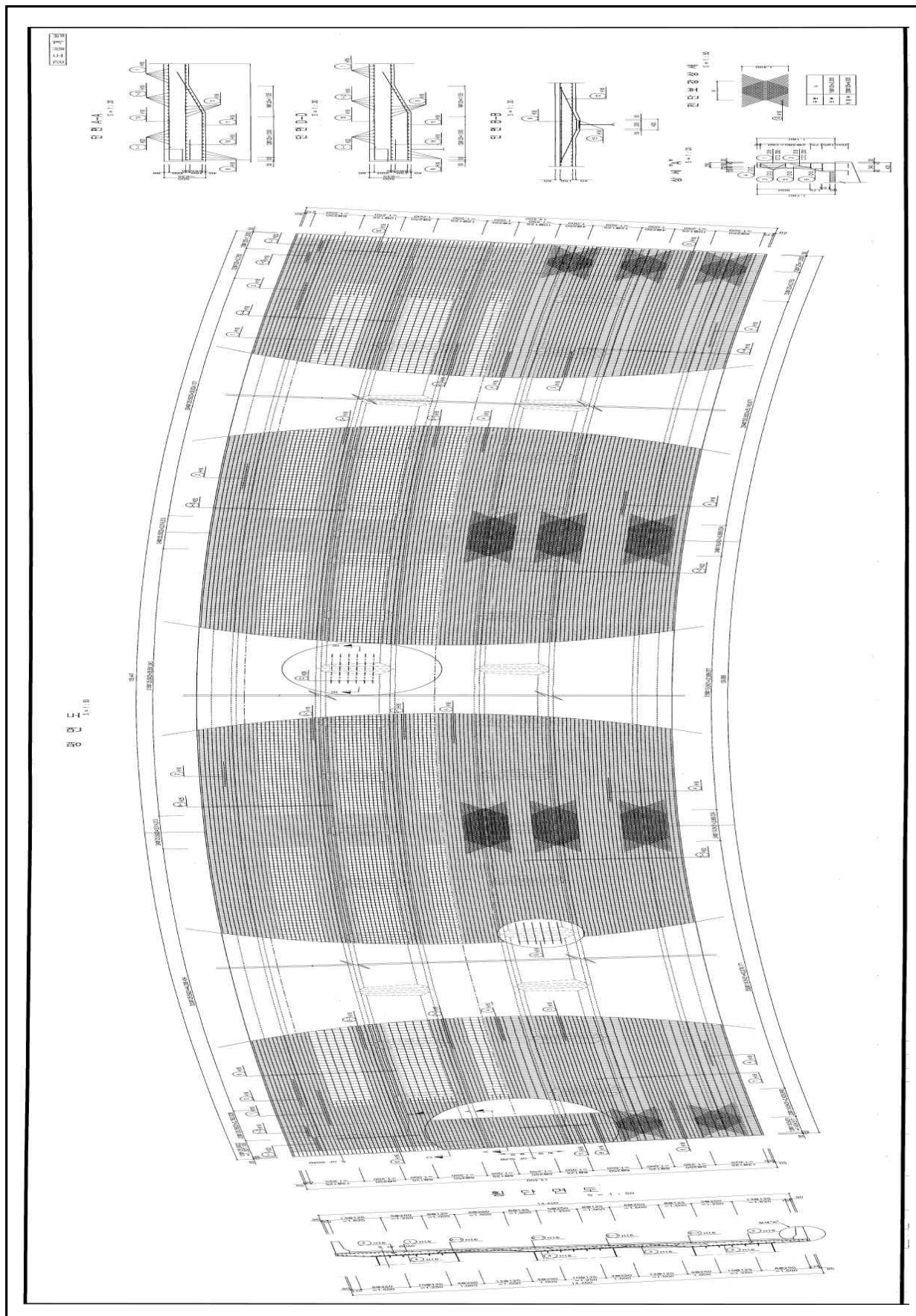
다. 관련도면



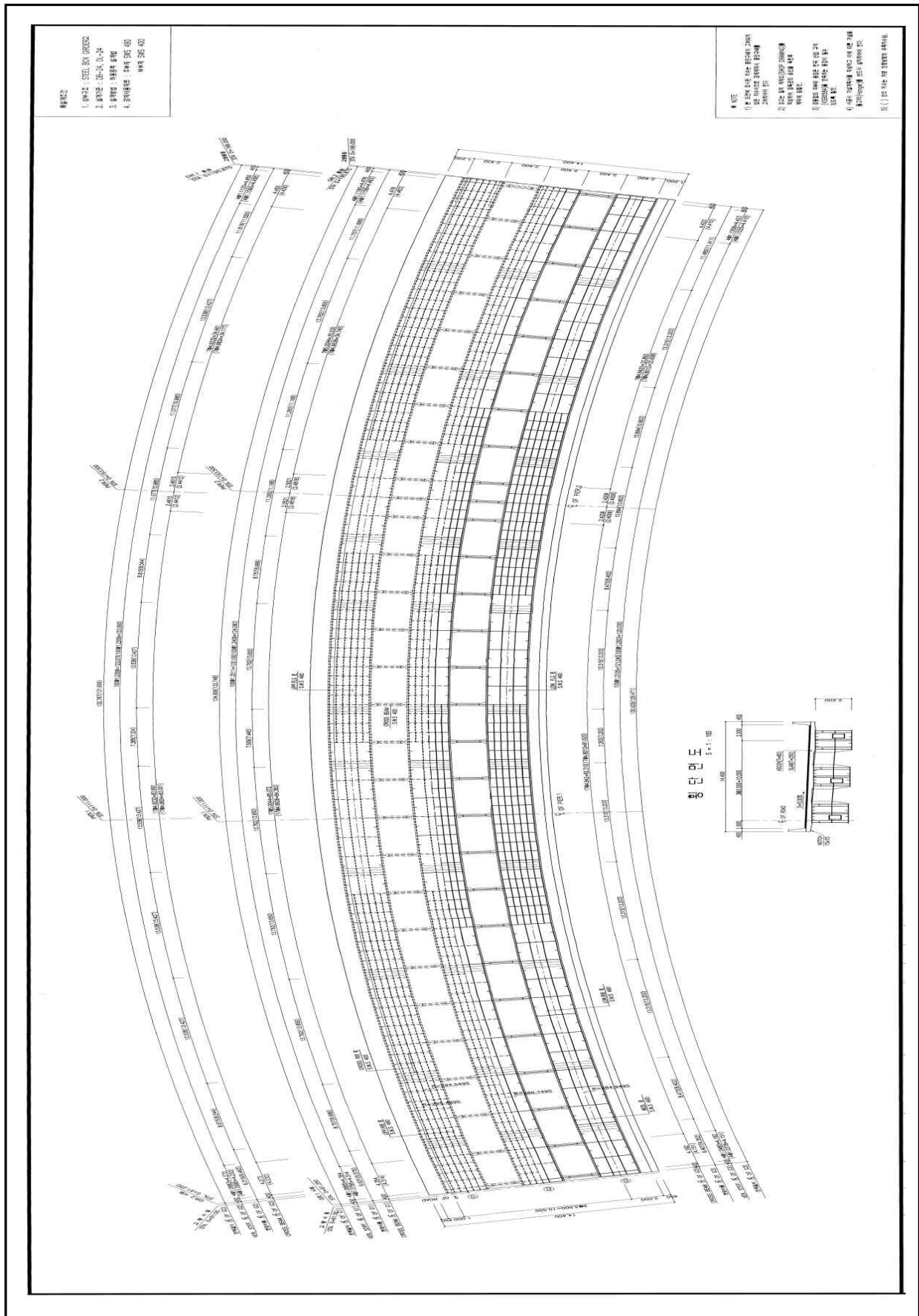
[그림 1.1] 금남IC 2교 종평면도, 종단면도



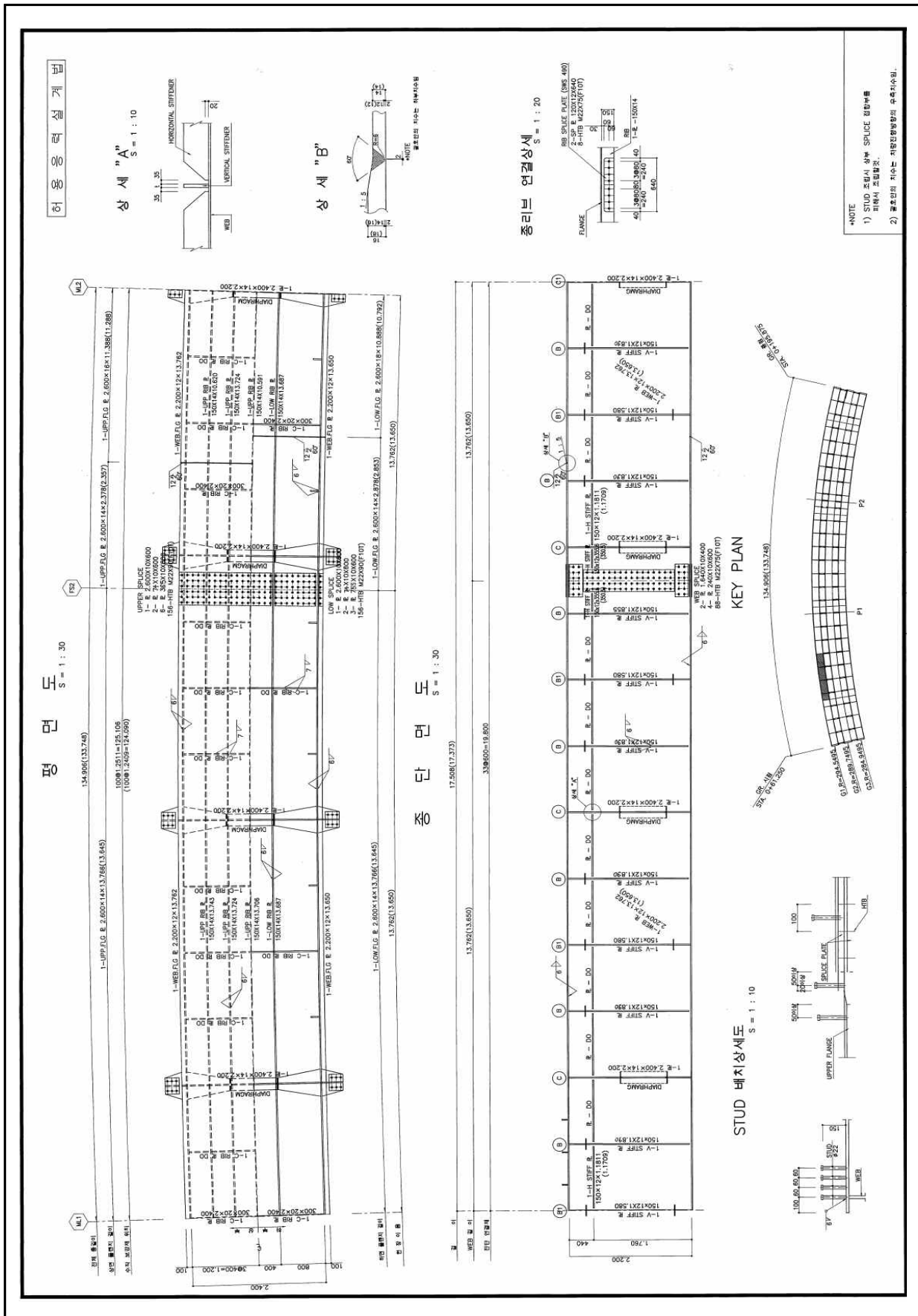
[그림 1.2] 금남IC 2교 슬래브 일반도



[그림 13] 금남IC 2교 슬래브 배근도

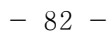


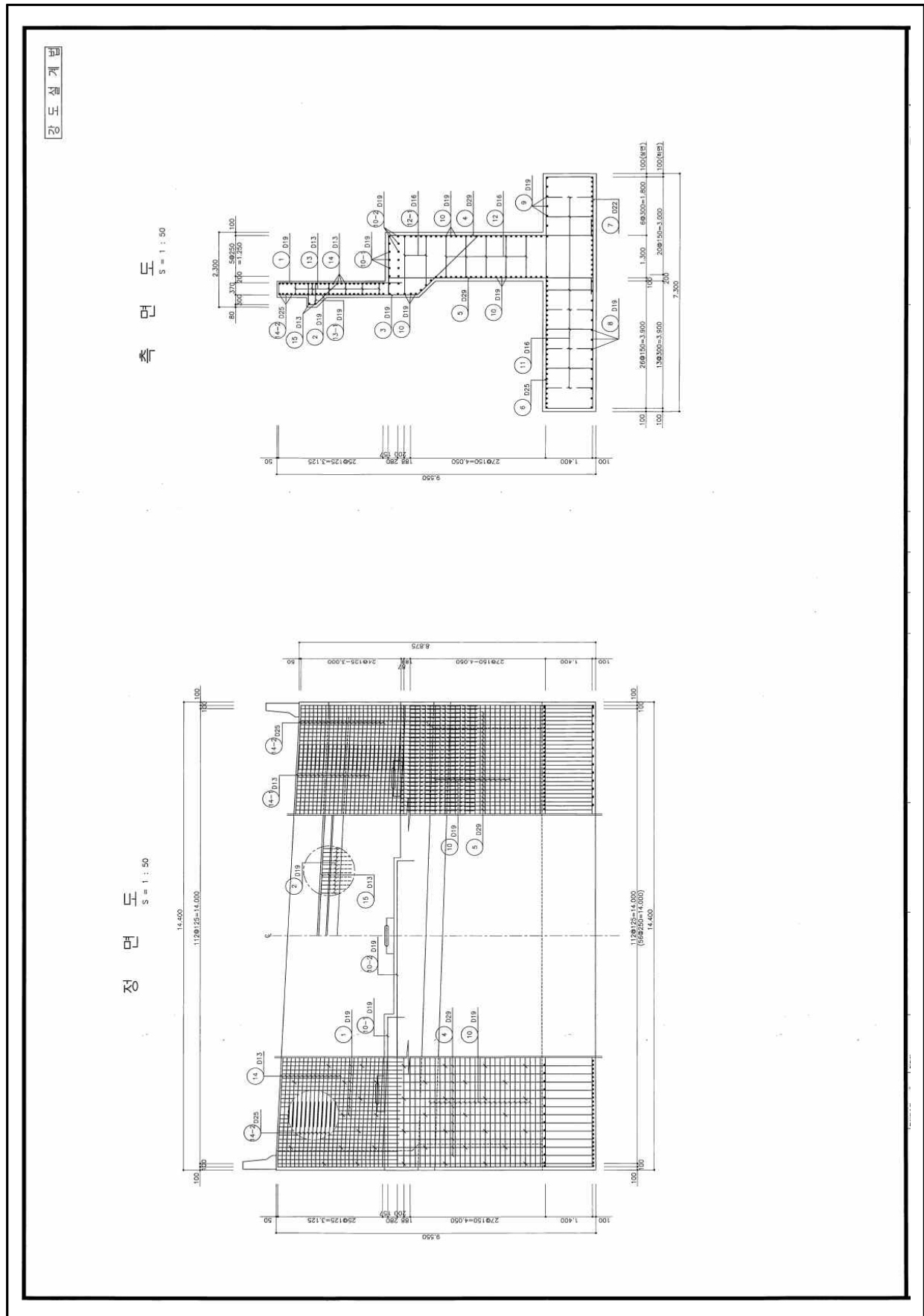
[그림 1.4] 금남IC 2교 강상형 일반도



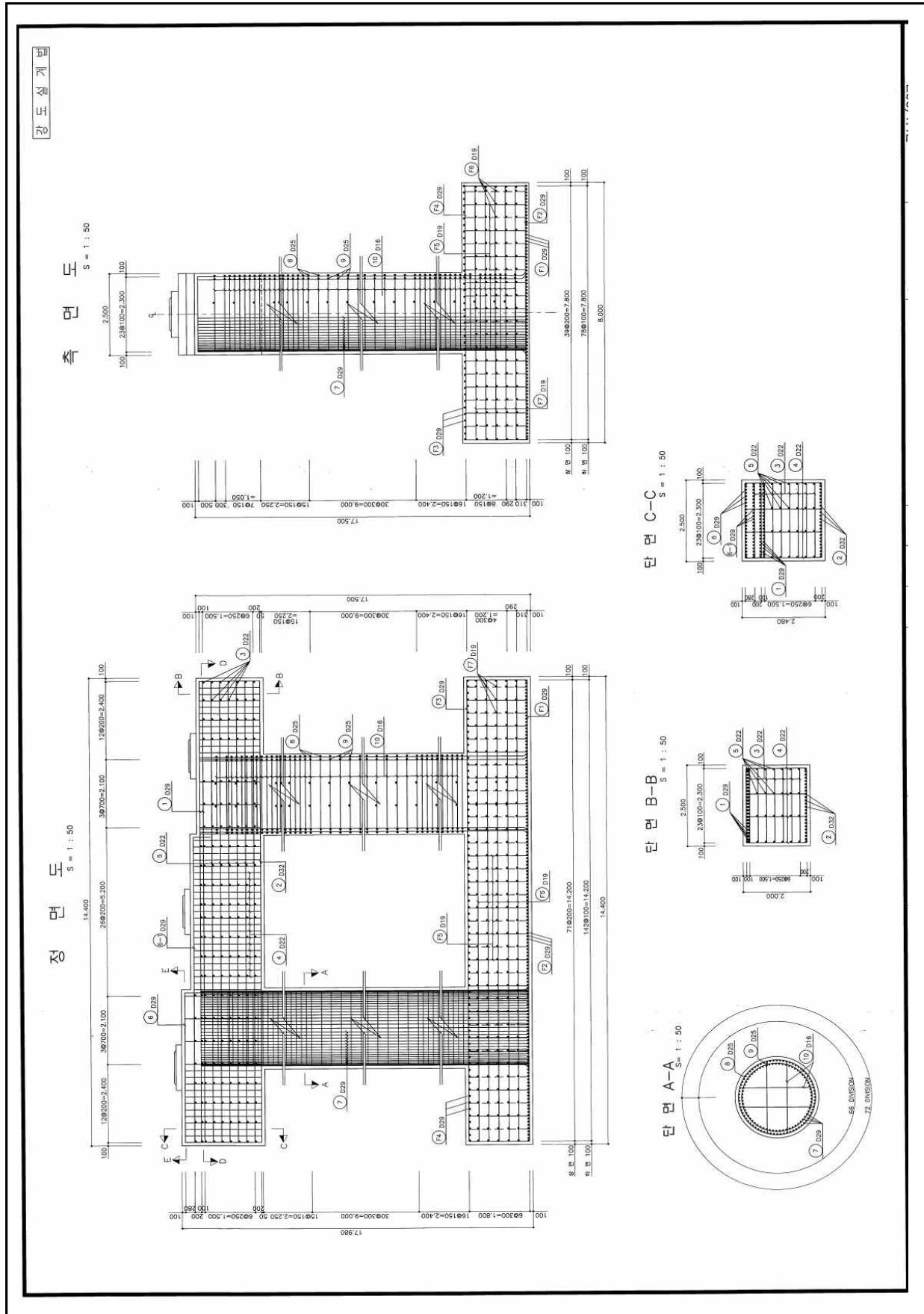
[그림 15] 금남IC 2교 강상형 상세도

국도46호선 금남IC 2교 등 6개소 정밀안전점검 용역





[그림 1.8] 금남IC 2교 교대 배근도(A1)



[그림 1.9] 금남IC 2교 교각 배근도(P1, P2)

1.2 자료수집 및 분석

자료수집은 건설당시 자료와 유지관리 자료로 대별되며, 본 과업수행을 위하여 수집된 자료는 다음과 같다.

[표 1.2] 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	시설물통합 정보관리시스템(FMS)
	◦ 설계도면 - 교량 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음, 교량받침 상세도 등	보유	
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상세제원 ◦ 유지관리 이력	보유	시설물통합 정보관리시스템(FMS)
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록	일부 보유	시설물통합 정보관리시스템(FMS)
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	시설물통합 정보관리시스템(FMS)
보수·보강 자료		보유	시설물통합 정보관리시스템(FMS)

1.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력

금남IC 2교는 준공 후 약 18년간 공용되어온 시설물로 정기안전점검 35회, 정밀안전점검 9회, 2종 성능평가 1회로 총 45회의 안전점검이 이루어진 상태로 확인되었다.

가. 정기안전점검

[표 1.3] 금남IC 2교 정기안전점검 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2022-10-17 2022-12-09	자체수행	◦ 포장 망상균열, 패임 등	보통
	정기안전점검	최영재	◦ 보수예정	
2	2022-05-02 2022-06-24	자체수행	◦ 포장 망상균열, 배수구 막힘 등	보통
	정기안전점검	서홍수	◦ 보수예정	
3	2021-10-25 2021-12-17	자체수행	◦ 포장 망상균열, 배수구 막힘 등	보통
	정기안전점검	서홍수	◦ 보수예정	
4	2021-03-17 2021-06-30	자체수행	◦ 포장파손 및 소성변형, 바닥판 백태 및 균열 등	보통
	정기안전점검	김형균	◦ 손상부위 보수	
5	2020-10-05 2020-12-20	자체수행	◦ 포장파손 및 소성변형, 바닥판 백태, 강재부식	보통
	정기안전점검	김형균	◦ 손상부위 보수	
6	2020-02-01 2020-06-29	자체수행	◦ 대체로 양호	보통
	정기안전점검	이지철	◦ 없음	
7	2019-09-02 2019-12-13	자체수행	◦ 대체로 양호	양호
	정기안전점검	김태현	◦ 주의관찰	
8	2019-04-01 2019-06-21	자체수행	◦ 대체로 양호	보통
	정기안전점검	조한근	◦ 주의관찰	
9	2018-07-01 2018-12-31	자체수행	◦ 양호	양호
	정기안전점검	조한근	◦ 대체로 양호	
10	2018-02-05 2018-06-30	자체수행	◦ 양호	양호
	정기안전점검	조한근	◦ 대체로 양호	

※ 시설물의 외관상태 및 내구성 변화 확인을 위한 5년 이내 점검이력사항 수록.

※ 시설물의 전체 점검이력사항 부록 참조.

나. 정밀안전점검

[표 1.4] 금남IC 2교 정밀안전점검 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2021-03-19 2021-07-16	(주)동우기술단	- 바닥판 : 데크플레이트 부식, 균열부 백태, 들뜸, 박리, 오염 - 거더 : 도장긁힘, 도장박리, 부식, 볼트부식, 누수흔적, 이물질 적치 - 가로보 : 상태양호 - 교대/교각 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 박리, 박락 등 - 신축이음 : 구간토사퇴적, 후타재 균열(0.3mm미만), 볼트탈락 - 교면포장 : 포장균열, 파손, 포트홀, 소성변형, 토사퇴적 - 방호벽 : 균열(0.3mm미만), 보수부 채균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태, 박락 등 - 점검시설 : 점검사다리 파손 및 난간파손	B등급
	정밀안전점검	김문규	표면보수, 주입보수, 단면보수 등	
2	2019-06-13 2019-10-10	대진건설턴트(주)	- 교면포장 : 포장 파손, 포트홀, 소성변형, 접속부 포장파손 - 배수시설 : 배수구 막힘, 유도배수관 미설치 - 방호벽 : 델리네이트 파손, 백태, 파손, 균열, 망상균열 - 점검시설 : 점검통로 계단 파손 - 신축이음 : 본체 녹발생, 길이부족, 토사퇴적, 누수, 단차, 후타재 균열 - 거더 : 누수흔적, 도장박리, 도장긁힘, 부식, 볼트부식, 이물질 적치, 녹발생 - 하부구조 : 균열, 박리, 열화, 박리, 철근노출, 파손, 균열 - 받침장치 : 슬플레이트 녹 발생, 이동량 게이지 탈락, 받침 콘크리트 균열, 백태	B등급
	정밀안전점검	김강훈	신축이음 재설치, 균열 주입보수, 표면보수, 단면보수, 방청	

※ 시설물의 외관상태 및 내구성 변화 확인을 위한 5년 이내 점검이력사항 수록.

※ 시설물의 전체 점검이력사항 부록 참조.

다. 2종 성능평가

[표 1.5] 금남IC 2교 2종 성능평가 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2019-06-13 2019-10-10	대진건설턴트(주)	- 안전성능평가 : 공용내하력, 기초안전성을 확보하고 있으며, 중대결함이나 구조적 손상은 발생하지 않았으나, 국부적으로 발생된 균열 및 열화손상에 대한 보수가 필요함. - 내구성능평가 : 염화물, 탄산화 및 콘크리트 품질 등의 열화 진전항목 평가결과 전반적으로 건전한 것으로 평가됨. - 사용성능 평가 : 포장상태 우수, 교량조명 6개소 중 2개소 작동불량하며, 노면회도는 기준에 못미쳐 e등급 산성. 진동사용성은 불안감을 조성할수 있는 상태리며, 점검로 설치상태 양호	B등급
	2종 성능평가	김강훈	표면보수, 주입보수, 단면보수, 단면보수(방청)	

라. 기 정밀안전점검 결과 요약

[표 1.6] 금남IC 2교 기 정밀안전점검 결과

구 분		정밀안전점검 보고서(2021년)
용 역 명		국도37호선 장현2교 등 5개소 정밀안전점검용역
진단기관		(주)동우기술단
외관 조사	바닥판 하면	◦ 데크플레이트 부식, 균열부 백태, 백태, 들뜸, 박리, 표면오염
	거더	◦ 거더외부 도장박리, 부식, 거더내부 도장긁힘, 박리, 부식, 누수흔적, 이물질 적치
	가로보	◦ 상태양호
	교대	◦ 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 보수부 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 계단파손 ◦ 박리, 박락, 철근노출, 표면오염, 페콘크리트 적치, 관목 자생
	교각	◦ 균열(0.3mm미만), 망상균열
	교량받침	◦ 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태, 받침 부식, 이동량 게이지 탈락
	신축이음	◦ 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 커버플레이트 볼트탈락
	교면포장	◦ 포장 균열, 파손, 포트홀, 소성변형, 토사퇴적
	배수시설	◦ 배수구 막힘, 배수관 부식
	방호벽	◦ 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열부 백태, 백태, 박락, 텔리네이트 파손
	점검시설	◦ 사다리 파손, 난간 파손
내구성 조사	반발경도시험	◦ 상부구조 : 33.64~37.42MPa / 설계기준 강도(27MPa)100% 이상 상회 ◦ 하부구조 : 30.77~32.32MPa / 설계기준 강도(24MPa)100% 이상 상회
	탄산화 깊이측정	◦ 잔여깊이 30mm이상으로 탄산화로 인한 내구성 저하는 없는 “a”등급
종합 평가	상태평가	◦ B(0.240)
	안전성평가	-
안전등급		◦ B등급

1.2.2 보수·보강 이력

보수·보강 이력 검토 결과 2010년 국도6호선 도곡교 외 9개교 시설물보수공사를 시작으로 2022년 국도1호선 통일육교 등 시설물 보수공사까지 총 3회의 보수 이력이 시설물통합정보관리 시스템(FMS)상 등록되어있는 것으로 확인되었다.

[표 1.7] 금남IC 2교 보수·보강 이력사항(FMS발체)

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비	책임기술자
1	국도6호선 도곡교외 9개교 시설물보수공사	보수	-	(주)동아기술공사	대일공영(주)
	2010-06-24 2010-09-14		-	210,596	김환부
2	국도46호선 금남IC 2교 등 13개소 시설물 보수공사	보수	-	조한근	(주)참건설
	2016-06-28 2016-10-25		단면보수	37,970	이영철
3	국도1호선 통일육교 등 시설물 보수공사	보수	-	-	(주)토인건설
	2022-03-25 2022-08-29		단면보수, 주입보수, 표면보수	207,243	-

※ 시설물통합정보관리시스템(FMS)상 2016년 이후 보수이력은 등록되어있지 않으나, 관리주체에 별도 보수 중인 것으로 확인되었다.

1.2.3 내진설계 적용 여부

금남IC 2교는 시설물관리대장 및 준공도서 확인결과 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

[표 1.8] 금남IC 2교 내진설계 적용 여부

검토대상부재	설계적용 여부	검토 결과 요약
교대 및 교각	적용	◦ Single Mode Spectrun Analysis ◦ 내진 1등급(A=0.154) ◦ 지반조건 2지역(지반계수 1.2)

1.2.4 자료분석 결과 요약

관련 자료 분석 결과, 금남IC 2교는 과업수행일 현재 시설물의 안전을 저해하는 중대결함이 없는 상태로, 시설물안전법의 규정에 따라 주기적인 유지관리를 시행하고 있으며, 금회 정밀 안전점검은 전차 점검에서 발견된 손상의 진전확인 및 신규 발생 손상을 조사하고 외관조사 망도에 기록하여 향후 점검, 진단, 교량의 보수·보강 및 유지관리에 활용할 수 있도록 실시하였다.

1.3 현장조사 및 시험

금회 정밀안전점검은 대상 교량의 물리적이고 기능적인 결함에 대한 외관조사를 실시하였으며, 교량부재 전체에 대하여 가능한 근접상태에서 육안조사를 실시하기 위하여 사전 현장답사를 통해 주변 교통여건을 파악하고 현장 접근방법과 교량점검차 동원방안 및 사용 등 일정계획을 수립하여 교량의 외관상태를 조사하였다.

또한 주요부재인 바닥판, 거더, 교대, 교각, 교량받침과 보조부재인 가로보, 기타부재인 신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간 및 연석을 구분하여 조사를 실시하였고, 특히 교량의 안전성을 저해할 만한 구조적인 결함의 유무를 확인하였다.

교량의 구성 부재별로 외관조사 결과를 표와 사진 중심으로 수록하였으며 이에 따른 자료를 정리하여 향후 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 제시하였다.

[표 1.9] 현장조사 및 내구성조사 방법

구분	조사방법
현장답사	- 현장접근에 필요한 점검차량, 사다리 등의 접근방법 및 일정계획 수립 - 자료수집 및 분석을 통한 교량의 주요결함 확인 - 결함 및 손상에 따른 조사방향 결정
예비조사 및 자료검토 결과	기 점검 시 손상물량 증가에 따른 상태등급 저하 주요원인 부재에 대한 손상진전 및 보수 유·무 조사
조사방법	고소차량을 이용한 바닥판 점검, 도보를 이용한 육안조사
접근성	바닥판 S1의 경우 소하천을 횡단하고 있음



[그림 1.10] 금남IC 2교 현장조사 현황

1.3.1 외관조사

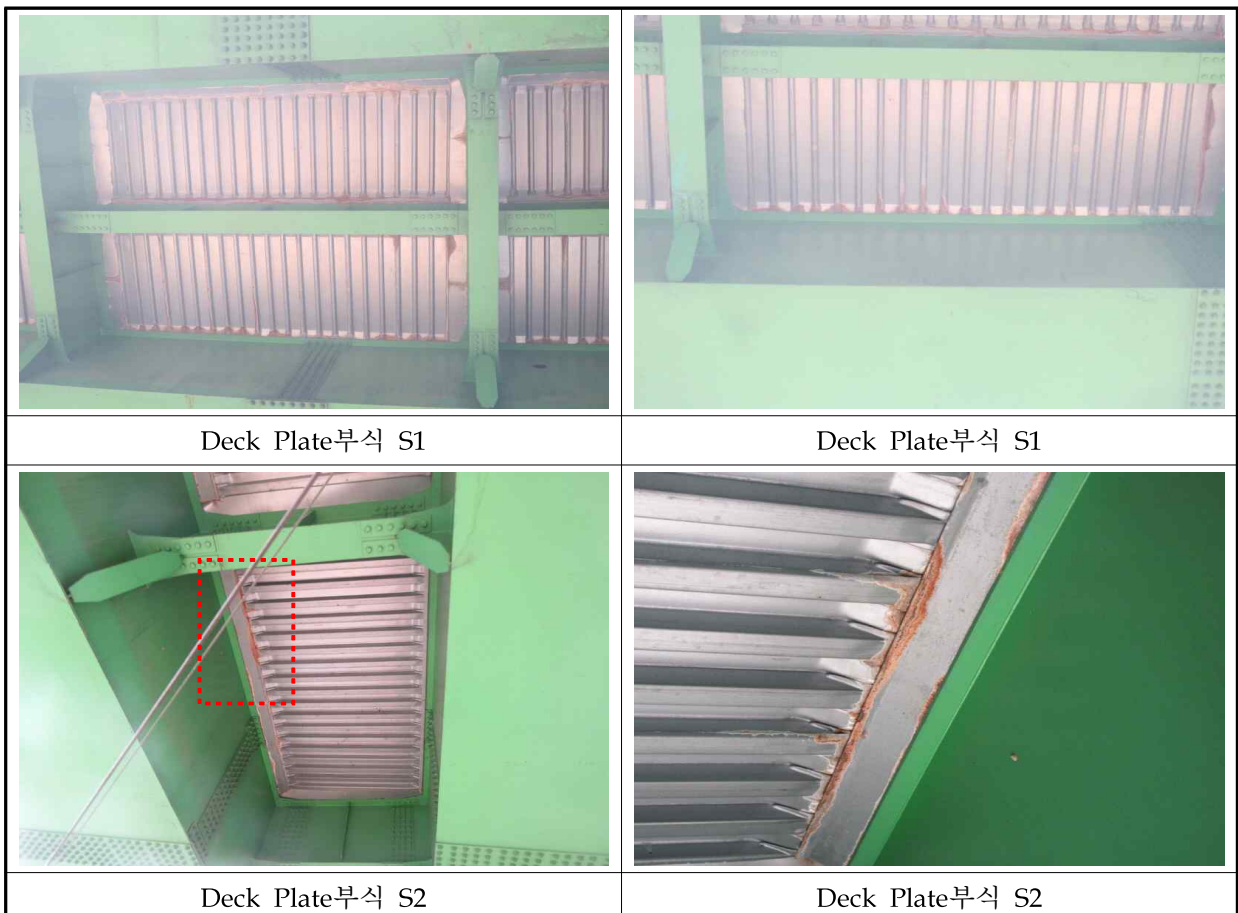
가. 바닥판

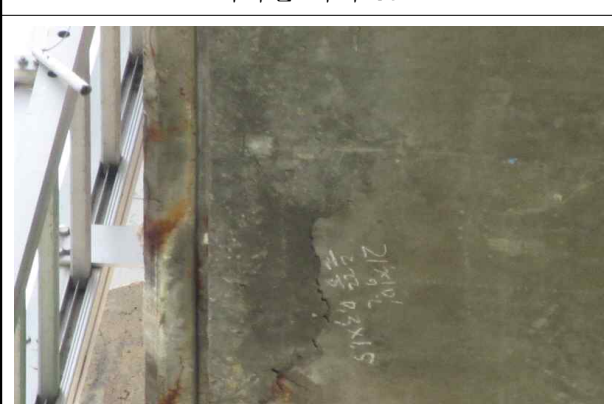
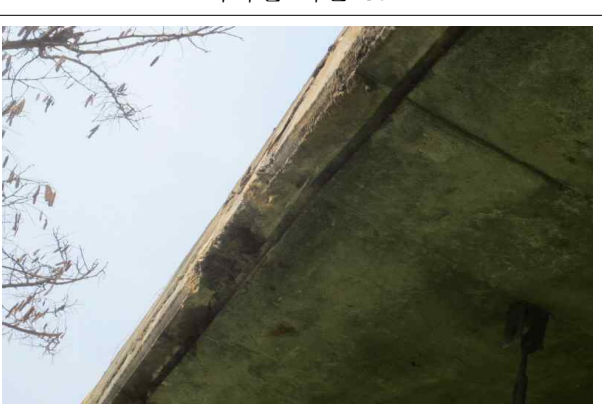
바닥판은 Deck Plate가 설치된 구조로 3경간($50.0+2@42.5=135.0$ m), 폭원 B=13.5m 이며, 좌·우측 캔틸레버 단부에는 우수유입 방지를 위한 물끊기 홈(Notch)이 설치되어 있는 것으로 확인되었고, 고소차량을 이용하여 최대한 근접한 상태에서 외관조사를 실시하였다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열부 백태, 백태, Deck Plate부식, 들뜸, 박리, 파손이 조사되었다.



	
캔틸레버 백태 S2	캔틸레버 백태 S2
	
바닥판 균열부 백태 S2	좌측 캔틸레버 상태양호 S2
	
바닥판 박리 S3	바닥판 파손 S3
	
바닥판 들뜸 S3	바닥판 파손 S3

[표 1.10] 금남IC 2교 바닥판 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
바닥판	Deck Plate부식	4.15	m ²	7	교면수 유입	주의관찰
	균열부 백태	0.10	m ²	1	교면수 유입	주의관찰
	백태	45.00	m ²	3	교면수 유입	주의관찰
	들뜸	0.45	m ²	1	수분접촉	단면보수
	박리	0.20	m ²	1	수분접촉	단면보수
	파손	0.23	m ²	2	외부충격	단면털기

2) 손상원인 및 대책

- Deck Plate부식의 경우 바닥판 S1, S2 좌측면에 국한적으로 발생한 상태로 조사되었으며, 바닥판 S1, S2의 편구배도가 5%, -5%로 우수가 집중되며, 포장면과 방호벽의 이음부 사이로 집중된 교면수가 유입되어 Deck Plate 부식이 발생한 것으로 판단된다. 그러나 손상의 규모가 경미하고 누수가 확인되지 않는 상태로 방수층에 대한 문제는 없는 것으로 판단된다.
- 백태의 경우 바닥판 S1~S3 우측 캔틸레버에 국한되어 발생한 상태로 조사되었으며, 외관조사 결과 바닥판 하면에 물 끓기홈(Notch)이 시공되어 우천시 발생하는 유입수의 차단이 이루어진 상태로 확인되었다. 따라서 바닥판에 발생한 백태는 Deck Plate부식과 동일한 편구배도에 의해 집중된 교면수가 방호벽과 슬래브의 이음부 사이로 유입되며 발생한 손상으로 판단되고, 손상의 형상이 유종을 띄지 않고 표면에 얇게 퍼져나간 백화에 가까운 손상으로 콘크리트 내구성에 대한 문제는 없을 것으로 판단된다.
- 들뜸의 경우 S3 백태 발생부위에 동반되어 나타난 손상으로 국부적인 피복부족 구간에 교면수가 유입되며 발생한 손상으로 판단되며, 공용 중 손상진전에 의한 단면감소와 철근노출 우려가 있으므로 시설물 관리차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 박리의 경우 S3(A2) 단부에 발생한 손상으로 Exp. Joint(A2) 누수에 의한 우수유입이 주요원인으로 판단되며, 누수의 경우 2019년 신축이음 교체 이후 현재일 까지 발생하지 않는 상태로 조사되었다. 시설물에 미치는 영향은 크지 않으나 시설물 관리차원의 단면보수가 이루어질 경우 보다 건전한 상태로 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.
- 파손의 경우 S3에 발생한 손상으로 유지관리 중 작업차량과의 충돌에 의한 손상으로 판단된다. 다만 금남IC 2교 S3는 경춘로를 횡단하는 구간으로 공용 중 우수접촉 등에 의한 손상의 진전과 2차 손상(박락) 발생 시 시설물을 교차하는 차량과의 충돌위험이 있으므로 단면털기를 통한 정비가 필요할 것으로 판단된다.

나. 거더외부

거더는 바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고, 받침부를 통하여 하부구조로 하중을 전달하는 부재로서 총 3열의 거더가 시공되어있으며, STB로 구성되어있다. 외관조사 시 고소 차량을 이용하여 최대한 부재에 근접하여 조사를 실시하였다.



거더외부 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 도장박리, 부식이 조사되었다.



거더 부식 S1-G3-LF



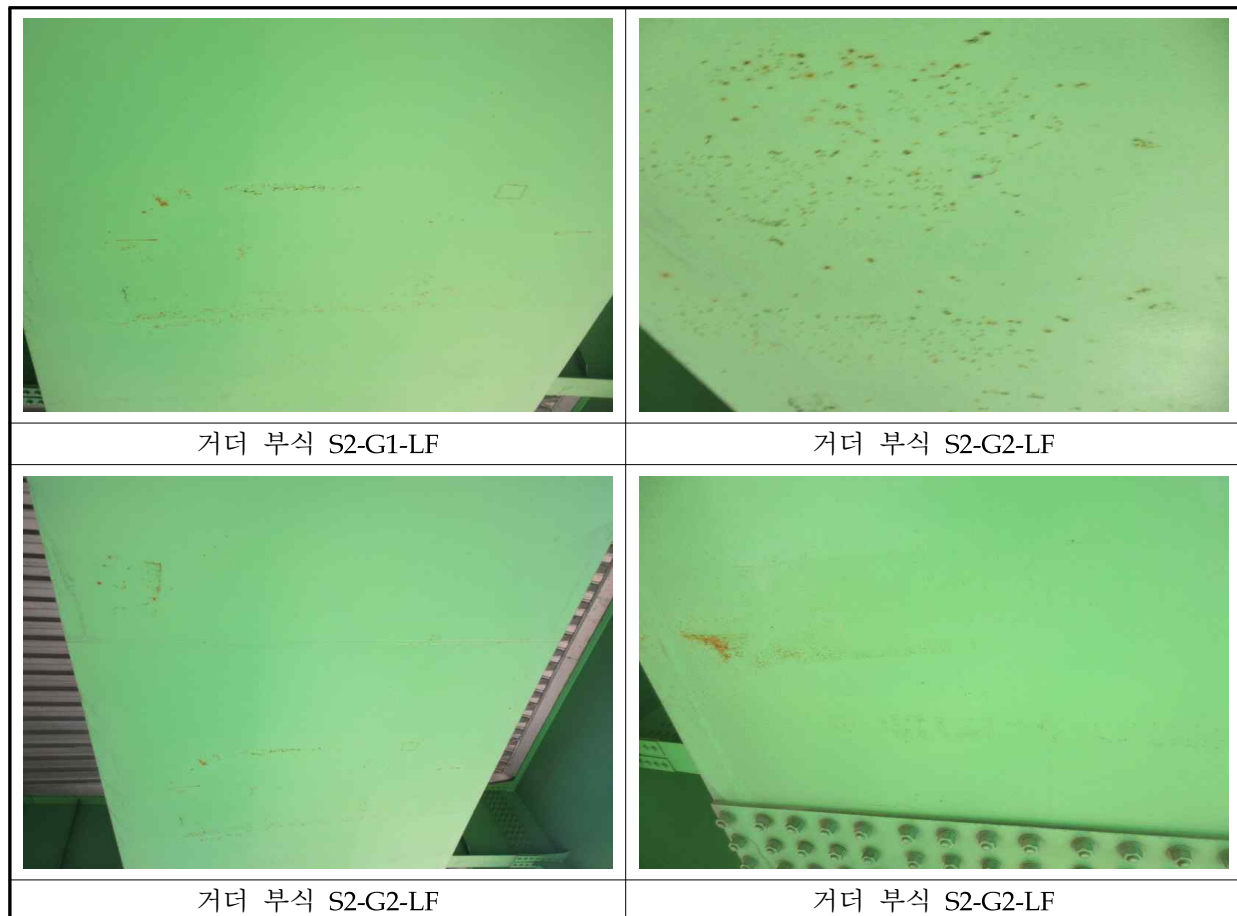
거더 부식S1-G3-LF



거더 부식 S2-G1-LF



거더 부식S2-G1-LF



[표 1.11] 금남IC 2교 거더외부 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
거더 외부	도장박리	0.08	m ²	1	노후화	재도장
	부식(중앙부)	14.02	m ²	14	노후화, 우수접촉	재도장
	부식(단부)	8.74	m ²	4	노후화, 우수접촉	재도장

2) 손상원인 및 대책

- 도장박리의 경우 S1-G1-SP1에 발생한 손상으로 도장미흡과 공용 중 노후화에 따른 손상으로 부식방지를 위한 재도장이 필요한 것으로 판단된다.
- 부식의 경우 전체 경간에 국부적으로 나타난 손상으로 중앙부에 발생한 부식의 경우 도장미흡과 공용 중 노후화에 따른 손상이며, 단부에 발생한 부식의 경우 신축이음 누수에 의한 우수접촉이 주요원인으로 판단된다.
- 중앙부에 발생한 부식의 경우 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수를 요구하지 않으나 단부측에 발생한 부식의 경우 부식의 진행에 따른 내구력 소실 우려가 있으므로 일괄적인 보수가 불가능할 경우 부분보수를 통한 부식제거와 재도장이 필요할 것으로 판단된다.

다. 거더내부

거더내부는 거더외부와 동일한 구조부재로 도보를 이용한 육안조사를 기본으로 외관조사를 실시하였다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 누수흔적, 폐자재 적치, 도장박리, 굽힘, 강재부식, 볼트부식, 강재변형이 조사되었다.





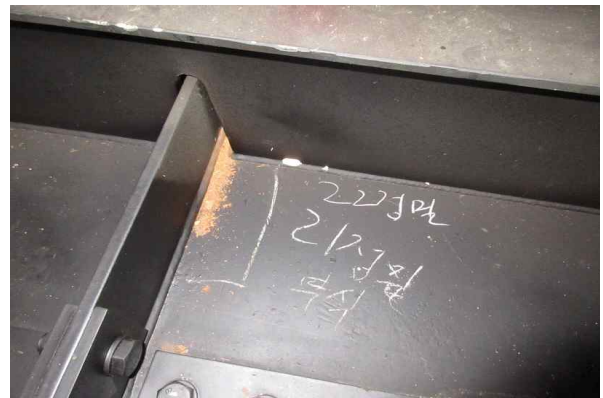
도장박리 S1-G2-LF



강재변형 S1-G3-UF



강재부식 S1-G3-LF



강재부식 S2-G1-LF



강재부식 S2-G1-LF



강재부식 S2-G1-LF



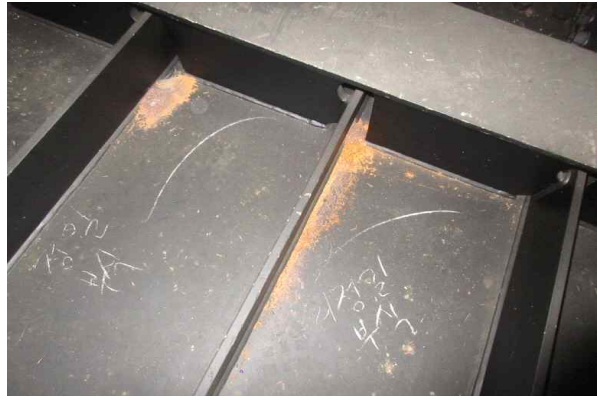
도장박리 S2-G2-UF



강재부식 S2-G2-LF



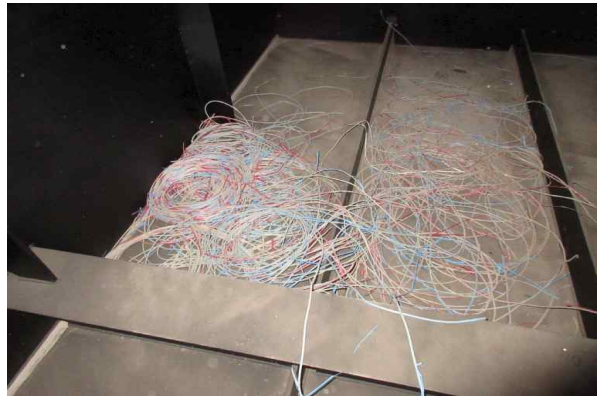
S.P 볼트부식 S2-G3--SP6



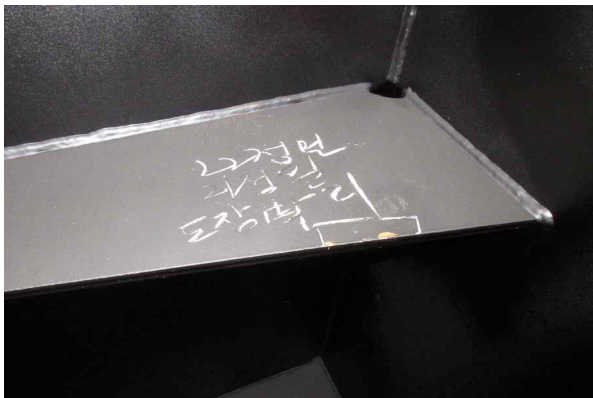
강재 부식 S2-G3-LF



누수혼적 S3-G1-LF



폐자제 적치 S3-G1-LF



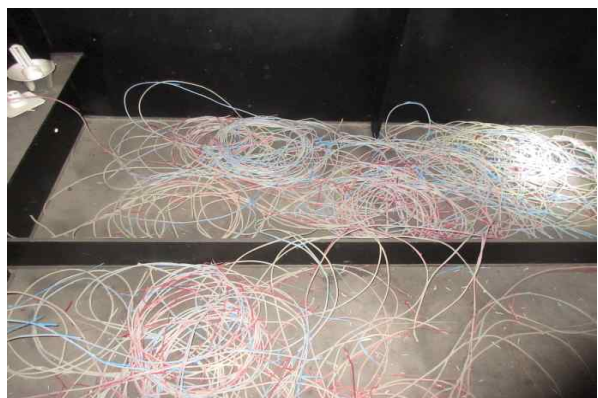
도장박리 S3-G2-LF



강재부식 S3-G2-RW



강재부식 S3-G3-G-LF



폐자제 적치 S3-G3-LF

[표 1.12] 금남IC 2교 거더내부 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
거더 내부	누수흔적	18.12	m ²	13	S.P 실링미처리	실링보수
	폐자재 적치	19.40	m ²	6	시공미흡	청소
	도장긁힘	0.20	m ²	1	외부충격	재도장
	도장박리	0.19	m ²	6	시공미흡	재도장
	강재부식	0.93	m ²	11	S.P 실링미처리	재도장
	S.P 볼트부식	2.00	EA	2	S.P 실링미처리	재도장
	강재변형	0.20	m	1	외부충격	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 누수흔적의 경우 교량의 외측부에 시공된 G1, G3에 발생한 손상으로 우천 시 스플라이스 이음부로 우수가 유입되어 발생한 손상으로 조사되었다. 외관조사를 통한 검토 결과 우수의 유입량이 많지 않으며 도장박리나 부식과 같은 2차 손상이 발생하지 않은 상태로 조사되어 현 시점에서 부재에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다. 하지만 공용 중 지속적인 우수의 유입이 발생할 경우 2차 손상발생 및 내구력 저하 우려가 있으므로 실링보수를 통한 우수차단이 필요한 것으로 판단된다.
- 폐자재 적치의 경우 용접, 조명(전기설비)설치, 재하시험 등 유지관리 작업도중 발생한 폐기물로 시설물 관리차원의 청소를 통한 제거가 적합한 것으로 판단된다.
- 도장긁힘 및 강재변형의 경우 리브에 발생한 손상으로 시공초기 운반 및 적치과정에 발생한 손상이며, 강재변형의 경우 내구성에 미치는 영향은 경미할 것으로 판단되나 지속적인 점검을 통한 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.
- 도장박리의 경우 손상의 형태가 시공초기 외부충격, 도장미흡, 용접열에 의한 손상이며, 일부 손상의 경우 부식이 발생된 상태로 재도장을 통한 부식방지가 필요한 것으로 판단된다.
- 부식의 경우 하부플랜지와 스플라이스에 주로 발생하였으며, 도장박리와 우수유입에 의한 손상으로 판단된다. 현장조사 당시 부식에 의한 단면감소는 확인되지 않았으며 손상의 정도가 경미하나 장기적 측면에서 재도장이 필요한 것으로 판단되며, 보수 시 부식에 한정적인 일부보수보다 손상원인에 대한 보수가 병행되어 이루어질 경우 보다 경제적인측면과 유지관리에 용이할 것으로 판단된다.

라. 2차 부재

가로보는 상부에 작용되는 하중을 분배시켜 거더의 변형 및 파손을 방지해주는 부재이며, 고소차량을 이용하여 최대한 부재에 근접하여 조사를 실시하였다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 특별한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

[표 1.13] 금남IC 2교 2차 부재 손상물량표

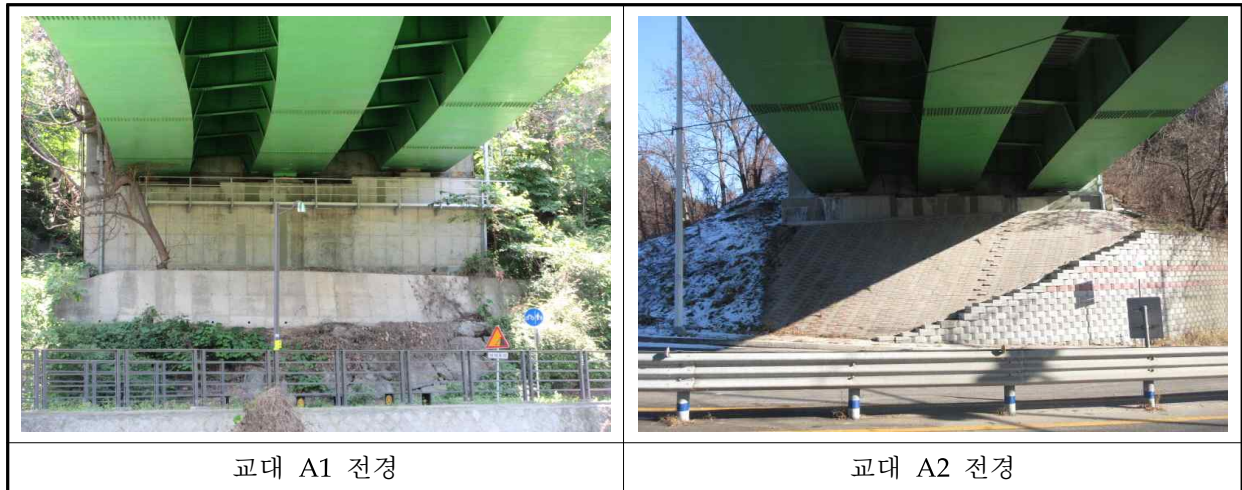
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
세로보	상태양호	-	-	-	-	-

2) 손상원인 및 대책

- 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태를 유지하는 것으로 조사되었으며, 공용기간 내 지속적인 점검을 통한 유지관리가 적합할 것으로 판단된다.

마. 교대

교대는 상부구조 하중을 지반으로 전달하고, 교량의 구조적 안전성을 위한 중요 부재로 역T형식이며, 직접기초로 시공되었다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 표면오염, 백태, 박리, 들뜸 등의 손상이 조사되었다.



	
교대 균열(0.3mm 미만) A1	교대 백태 A1
	
교대 박리 A1	관목자생 벌목 A1
	
교대 박리 A2	교대 백태 A2
	
교대 균열(0.3mm 미만) A2	교대 박리 A2

[표 1.14] 금남IC 2교 교대 손상물량표

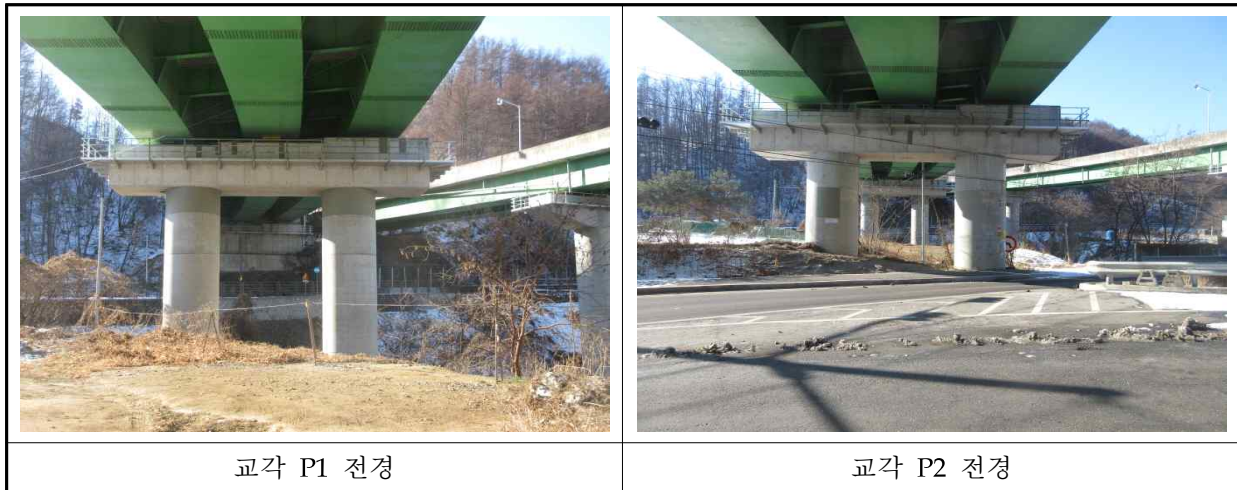
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교대	균열(0.3mm미만)	2.90	m	2	건조수축	표면보수
	폐콘크리트 적치	7.50	m ²	3	시공미흡	청소
	누수흔적	6.00	m ²	2	신축이음 누수	표면보수
	백태	0.75	m ²	2	수분접촉	주의관찰
	박리	5.55	m ²	4	수분접촉	단면보수
	박락	0.32	m ²	1	수분접촉	단면보수

2) 손상원인 및 대책

- 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상이며, 기점검자료 검토 결과 손상의 진전은 없는 상태로 확인되었다. 현 시점에서 보수를 요구하지 않는 상태로 조사되었으나, 시설물 관리차원의 표면보수가 적합할 것으로 판단된다.
- 폐콘크리트 적치의 경우 2019년 신축이음 교체 시 발생한 손상으로 구조물에 미치는 영향은 없으나 시설물 관리차원의 청소가 필요할 것으로 판단된다.
- 누수흔적의 경우 2019년 신축이음 교체 이전 발생한 누수에 의한 손상이며, 폐콘크리트 적치의 경우 2019년 신축이음 교체 시 발생한 손상으로 조사되었다. 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 시설물 관리차원의 표면보수와 청소가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대 누수흔적 부에 발생한 박리, 박락의 경우 다짐불량에 의한 공극부에 우수가 유입되고 온도변화에 따른 팽창작용이 주요원인으로 판단되며, 최소피복을 상실한 상태로 판단되어 단면보수를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 교대에 발생한 모든 손상의 주요원인은 신축이음 하부 누수에 의한 우수유입이며, 신축 이음 재설치를 통한 보수가 2019년에 이루어진 상태로 확인되었다. 따라서, 점검일 기준 교대의 내구력 회복을 위한 보수시기가 적합한 것으로 판단되며, 보수 이후에도 지속적인 점검을 통한 신축이음 누수 여부에 대한 이루어질 경우 공용기간 내 건전한 상태를 유지할 것으로 판단된다.

바. 교각

교각은 상부구조 하중을 지반으로 전달하고, 교량의 구조적 안전성을 위한 중요 부재로 π 형 교각식이며, 직접기초로 시공되었다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 교각에 대한 부분적인 보수가 이루어진 상태로 조사 되었다.



[표 1.15] 금남IC 2교 교각 손상물량표

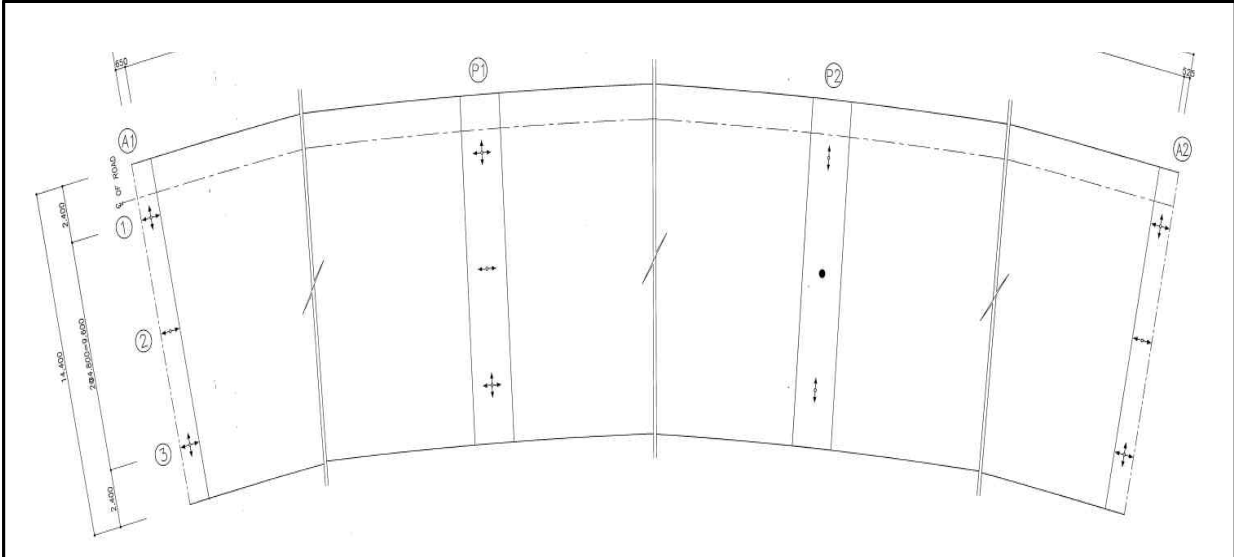
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교각	균열(0.3mm미만)	1.00	m	1	건조수축	표면보수
	망상균열	4.00	m ²	1	건조수축	표면보수

2) 손상원인 및 대책

- 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상으로 판단되며, 기 점검 이후 손상부에 대한 보수(국도1호선 통일육교 등 시설물 보수공사_2022.03)를 실시한 것으로 확인되었다. 금회 조사된 손상의 경우 보수 시 누락된 손상으로 판단된다.

사. 교량받침

교량받침의 형식은 POT받침이며, 교대(A1, A2)에 각 3개소, 교각(P1, P2)에 각 3개소씩 총 12개소가 시공되어있으며, 교각 P2는 고정단과 일방향이 설치되어있다. 교량받침 배치 현황은 다음과 같다.



[그림 1.11] 교량받침 배치도



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 받침장치 이동량 게이지 탈락, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태, 재료분리, 파손이 발생한 것으로 조사되었다.

	
받침콘크리트 파손 A1-SH1	재료분리 A2-SH1
	
받침장치 이동량 게이지 탈락 A2-SH2	받침장치 상태양호 P2-SH2

[표 1.16] 금남IC 2교 교량받침 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교량 받침	이동량 게이지 탈락	2.00	EA	2	노후화	주의관찰
받침 콘크리트	재료분리	0.04	m ²	1	다짐불량	주의관찰
	파손	0.04	m ²	1	외부충격	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 이동량 게이지 탈락의 경우 공용 중 노후화에 발생한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상이 아니며, 교대 일방향(고정단) 받침장치 손상으로 재설치를 통한 보수는 불필요한 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트에 발생한 손상의 경우 건조수축, 수분점축 등에 의한 경미한 손상으로 보수를 필요로 하는 손상은 없는 상태로 판단되어 지속적인 점검 이후 손상의 진전 또는 이상 징후 발생 시 손상부에 대한 보수가 적합할 것으로 판단된다.

3) 연단거리 검토

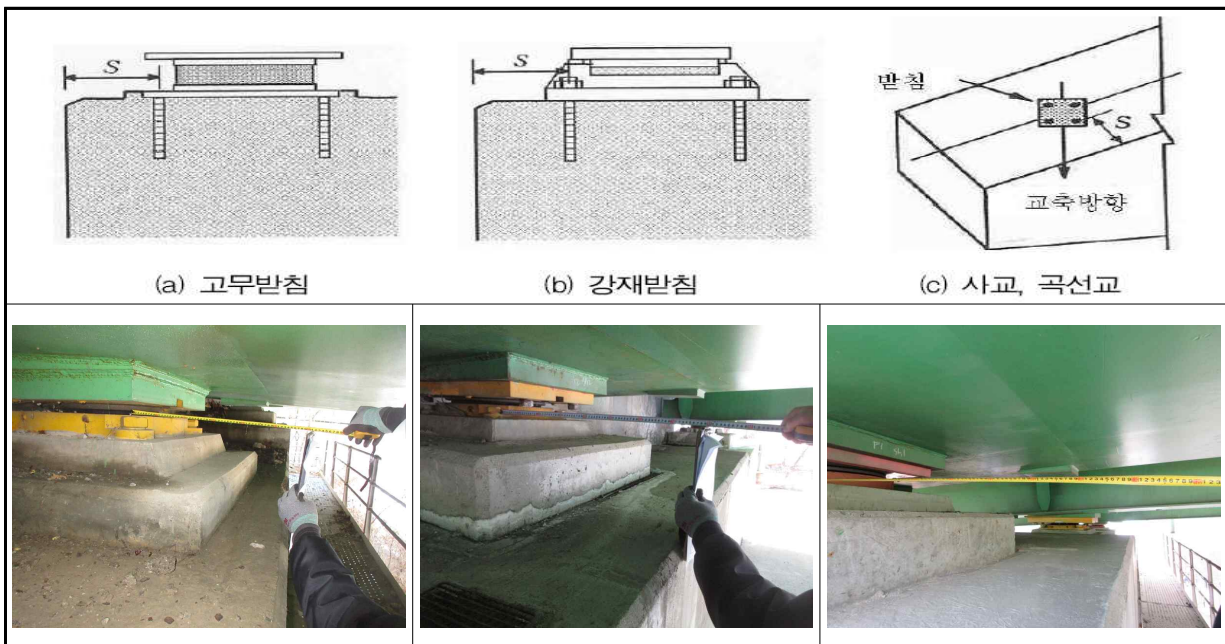
교량받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 전달하는 기능을 갖는 기계장치로서 교량의 내구성, 안정성에 관련된 중요한 구조요소이다. 또한 하부구조 정부(頂部)에 있어서 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부 연단 사이의 거리, $S(\text{mm})$ 는 다음의 값 이상으로 한다.

- 거더의 경간길이 100m이하 : $S = 200 + 5L$
 - 거더의 경간길이 100m이상 : $S = 300 + 4L$
- 여기서, S : 연단거리(mm), L : 경간길이(m)

- 최소(필요) 연단거리 계산

$$\text{연단거리}(S) = 200 + 5 \times 42.5 = 412.5\text{mm}$$

$$\text{연단거리}(S) = 200 + 5 \times 50.0 = 450.0\text{mm}$$



[그림 1.12] 금남IC 2교 교량받침 연단거리 측정

[표 1.17] 금남IC 2교 연단거리 측정결과

위 치		경간장 (m)	기준값 (mm)	연단거리 측정값(mm)			검토 결과
				Sh1	Sh2	Sh3	
A1		50.0	450.0	700	600	700	O.K
P1	A1측	50.0	450.0	1020	930	1070	O.K
	A2측	42.5	412.5	1100	1100	1050	O.K
P2	A1측	42.5	412.5	1000	750	7000	O.K
	A2측	42.5	412.5	920	750	1000	O.K
A2		42.5	412.5	800	800	800	O.K

교량받침 연단거리 측정 결과 전 개소에서 「도로교설계기준」에서 제시하고 있는 최소거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

4) 교량받침 이동량 검토

받침의 이동량 평가시 고려되는 항목은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트의 크리프 및 건조수축, 프리스트레스에 의한 부재의 탄성변형 등의 영향을 고려해야 하나, 본 교량은 준공 후 18년이 경과된 교량으로 크리프 및 건조수축에 의한 변형은 완료되었다고 판단되며, 활하중에 의한 거더 처짐은 매우 미미하므로 온도변화에 의한 이동량만 고려하여 평가하였다.

[표 1.18] 금남IC 2교 연단거리 측정결과

구분	검토결과	비고
조사일자	2023. 1. 12	-
평균기온	8.8	기상청 자료(남양주)
동결일수	15일 이상	기상청 자료
선팅창계수(α)	1.2×10^{-5}	강교(상로교)
온도변화량(ΔT)	-20 ~ 40 °C	한랭지방, 강교(상로교)
온도변화에 의한 이동량(Δl)	$\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$	-
활하중에 의한 거더의 처짐 이동량	$\Delta \ell_r = \Sigma(h_i \times \theta_i)$	미적용(신축장 100m이하)
※한랭지방 : 일년 중(11월~3월) 동결일수(평균기온 0°C이하인 날) 15일 이상인 기후 ※ 도로교설계기준 한계상대설계법 해설서, 2015		

[표 1.19] 금남IC 2교 온도변화에 따른 이동량

구 분	온도변화량 (ΔT)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (m)	온도변화에 의한 이동량(mm)		비 고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	28.8	31.2	1.2×10^{-5}	92.5	32.0	34.6	O.K
P1	28.8	31.2	1.2×10^{-5}	42.5	14.7	15.9	O.K
P2	고 정 단						
A2	28.8	31.2	1.2×10^{-5}	42.5	14.7	15.9	O.K

[표 1.20] 금남IC 2교 교량받침 이동량 검토결과

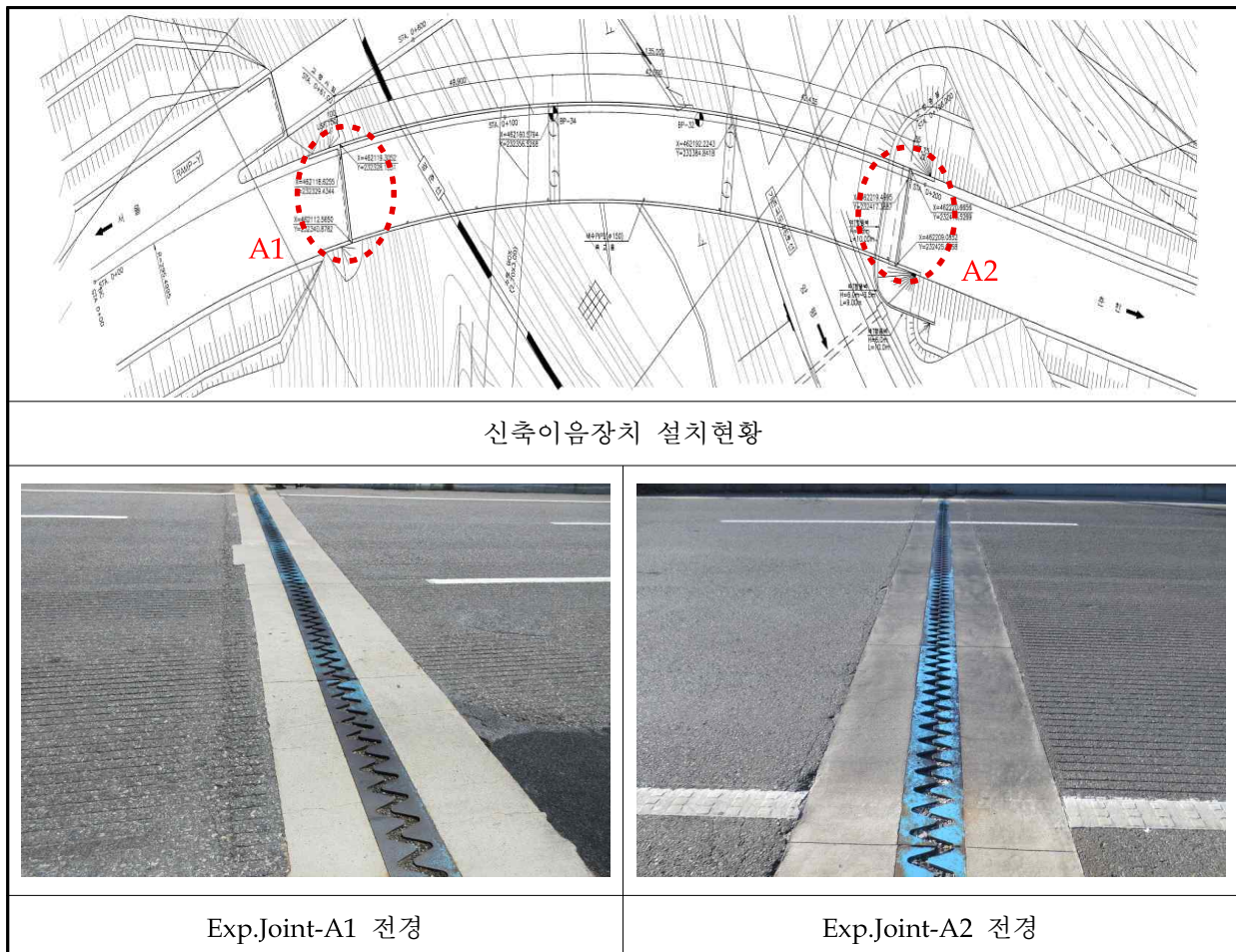
구 분		점검시 실측 이동량 (mm)	최대 받침 이동량 (mm)		실측 받침 가동여유량 (mm)		받침 용량 (mm)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
A1	Sh1	-0.5	32.0	34.6	17.5	15.9	± 50	O.K
	Sh2	-0.5	32.0	34.6	17.5	15.9	± 50	O.K
	Sh3	-1.0	32.0	34.6	17.0	16.4	± 50	O.K
P1	Sh1	-1.2	14.7	15.9	34.1	35.3	± 50	O.K
	Sh2	-1.5	14.7	15.9	33.8	35.6	± 50	O.K
	Sh3	-1.5	14.7	15.9	33.8	35.6	± 50	O.K
P2	고 정 단							
A2	Sh1	-0.5	14.7	15.9	34.8	34.6	± 50	O.K
	Sh2	-0.5	14.7	15.9	34.8	34.6	± 50	O.K
	Sh3	-0.5	14.7	15.9	34.8	34.6	± 50	O.K
※ 고정단을 기준으로 + : 신장, - : 수축을 나타냄. ※ 판정 : 최대 받침 이동량 $\leq$ 실측 받침 가동여유량 $\Rightarrow$ O.K								

교량받침 이동량 측정결과, 교량받침 전 개소에서 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

아. 신축이음

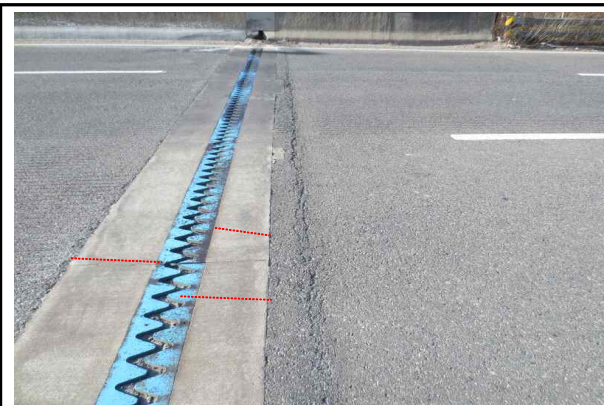
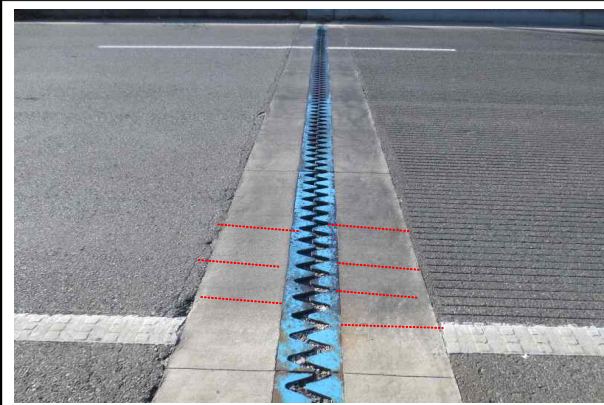
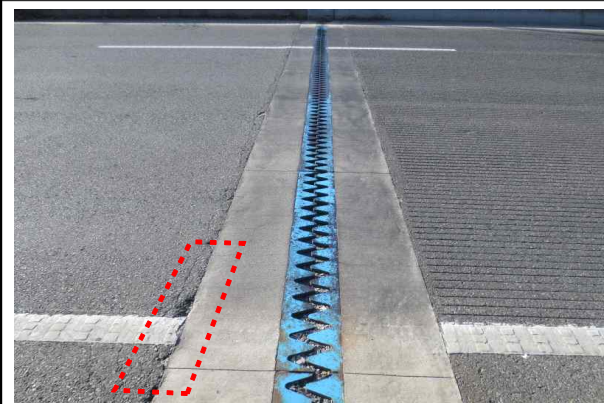
신축이음은 상부구조의 신축 또는 이동량을 흡수하고 교면 평탄성을 유지하여 차량의 주행성을 확보하기 위하여 상부구조에 설치하는 부속장치로 교축방향으로의 온도변화, 콘크리트의 크리프 및 건조수축에 의한 이동량과 교량의 회전변위 및 처짐량, 구조적으로 필요한 여유량 등을 만족할 수 있어야 하며, 최근에는 교통량 증가에 따른 신축이음의 내구성, 주행성, 유지관리 편의성이 중요시되고 있다.

본 교량의 신축이음은 A1, A2에 Finger Joint가 2개소 설치되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 단차, 차수관 볼트탈락이 발생한 상태로 조사되었다.

 A wide-angle photograph of a road joint (Exp.Joint-A1) showing a blue corrugated metal expansion joint installed between concrete slabs. Red dashed lines indicate the joint area.	 A close-up photograph of the joint area of Exp.Joint-A1, showing the concrete surface and the blue corrugated metal joint.
후타재 균열(0.3mm 미만) Exp.Joint-A1	후타재 균열(0.3mm 미만) Exp.Joint-A1
 A wide-angle photograph of a road joint (Exp.Joint-A2) showing a blue corrugated metal expansion joint installed between concrete slabs. Red dashed lines indicate the joint area.	 A close-up photograph of the joint area of Exp.Joint-A2, showing the concrete surface and the blue corrugated metal joint.
후타재 균열(0.3mm 미만) Exp.Joint-A2	후타재 균열(0.3mm 미만) Exp.Joint-A2
 A close-up photograph of a bolt on the concrete surface of Exp.Joint-A2, near the joint area.	 A close-up photograph of the joint area of Exp.Joint-A2, showing debris and the blue corrugated metal joint.
차수판 볼트탈락 Exp.Joint-A2	유간 토사퇴적 Exp.Joint-A2
 A wide-angle photograph of a road joint (Exp.Joint-A2) showing a blue corrugated metal expansion joint installed between concrete slabs. A red dashed line indicates a gap in the joint area.	 A close-up photograph of the joint area of Exp.Joint-A2, showing a gap in the joint area. A measuring tape is visible, indicating a gap of approximately 20mm.
신축이음 단차 Exp.Joint-A2	신축이음 단차(T=20mm) Exp.Joint-A2

[표 1.21] 금남IC 2교 신축이음 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	8.10	m	27	건조수축	주의관찰
	유간 토사퇴적	1.60	m	2	공용기간 증가	주의관찰
	단차	2.00	m	1	접속포장 소성변형	주의관찰
	차수판 볼트탈락	3.00	EA	3	공용기간 증가	볼트 재설치

2) 손상원인 및 대책

- 신축이음 Exp.Joint-A1, A2에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 균열의 형상이 신축이음과 평행되지 않아 신축거동불량 등에 의한 구조적 문제는 없는 상태로 후타재 타설 이후 발생된 온도변화와 공용 중 차량통행에 따른 반복하중이 주요 원인으로 판단된다.
- 금남IC 2교의 경우 편구배도 -5%, 5%에 의해 우천 시 신축이음 외측부로 우수가 집중되고 배수이후 일부 잔여물이 퇴적되며 발생한 손상으로 판단된다. 퇴적된 토사의 양이 경미하여 신축거동에 영향을 미치지 못할 수준으로 지속적인 배수시설 정비가 이루어질 경우 토사퇴적 등에 의한 문제는 발생하지 않을 것으로 판단된다.
- 단차의 경우 신축이음 Exp.Joint-A2에 발생한 손상으로 접속포장 소성변형에 의한 손상으로 차량통행에 따른 반복하중이 원인으로 판단된다. 금회 신규 조사된 손상이며 경미한 수준의 단차로 현 시점에서의 보수는 필요치 않은 상태로 판단되나, 지속적인 추적관리를 통한 상태확인이 필요할 것으로 판단된다.
- 차수판 볼트탈락의 경우 공용 중 차량통행 시 발생하는 진동에 의한 손상으로 구조물에 미치는 영향은 없는 손상이나 공용 중 추가적인 볼트탈락 등에 의한 차수판 탈락 시 통행중인 차량과의 충돌우려가 있으므로 볼트 재설치가 필요하며, 보수 이후 볼트체결 상태에 대한 확인이 필요한 것으로 판단된다.

3) 신축이음 이동량 검토

신축이음 이동량 검토를 위해 신축이음(상부), 바닥판, 거더 상부 및 하부 유간을 측정 하였으며, 측정 결과는 다음과 같다.



유간 측정현황

이동량 평가 시 고려되는 항목은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트의 크리프 및 건조수축, 프리스트레스에 의한 부재의 탄성변형 등의 영향을 고려해야 하나, 본 교량은 준공 후 18년간 공용중인 교량으로 크리프 및 건조수축에 의한 변형은 완료되었다고 판단되며, 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량은 신축장 100m이상 교량의 경우에만 고려하므로 온도변화에 의한 이동량만 고려하여 평가하였다.

- 조사일시 : 2023. 3. 2
- 평균온도 : 5.5 °C
- 선팽창계수(α) : 1.2×10^{-5} 강교(상로교)
- 온도변화량(ΔT) : -20 ~ 40 °C 한랭지방, 강교(상로교)
- 온도변화에 의한 이동량($\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$)

[표 1.22] 금남IC 2교 신축이음 신축거동상태 측정결과

위치	온도변화 (ΔT)		지간장 (m)	온도변화 이동량(mm)		실측 유간 (mm)		허용 용량 (mm)	여유량(mm)		판정
	수축	신장		수축	신장				수축	신장	
Exp.J-A1	25.5	34.5	92.5	28.3	38.3	신축이음	67	100	4.7	28.7	O.K
						바닥판	105		-	66.7	O.K
						거더상부	145		-	106.7	O.K
						거더하부	122		-	83.7	O.K
Exp.J-A2	25.5	34.5	42.5	13.0	17.6	신축이음	60	75	2.0	42.4	O.K
						바닥판	80		-	62.4	O.K
						거더상부	115		-	97.4	O.K
						거더하부	95		-	77.4	O.K

※ 신장시 판정결과 산정(F) : 실측유간 > 온도변화 신장량

※ 수축시 판정결과 산정(F) : 허용량 > 온도변화 수축량 - 신축유간

자. 교면포장

금남IC 2교는 편도 3차로의 아스팔트 포장(ACCP)으로 시공되어있다.

	
교면포장 전경	교면포장 조사전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 교면포장 균열, 소성변형, 포트홀, 파손, 토사퇴적이 발생한 상태로 조사되었다.

	
교면포장 균열 S1	교면포장 포트홀 S1
	
교면포장 보수상태 양호 S2	교면포장 소성변형 S3

[표 1.23] 금남IC 2교 교면포장 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교면 포장	포장균열	4.00	m	1	다짐불량	재포장 (시트방수)
	포장 파손	3.80	m ²	2	다짐불량	소파보수
	포트홀	0.39	m ²	4	다짐불량	소파보수
	소성변형	12.00	m ²	1	다짐불량	소파보수
	토사퇴적	1.00	m ²	1	배수구 막힘	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 교면포장에 발생한 손상의 경우 교량을 횡단하는 차량의 하중이 집중되는 포장면의 내·외측(갓길)에 집중되어 발생한 상태로 조사되었다.
- S1~S2에 발생한 포장균열의 경우 공용 중 발생하는 반복하중과 탄성거동에 의한 손상이며, S3에 발생한 균열의 경우 다짐불량에 의한 소성변형 발생 시 동반된 손상으로 조사되었다.
- S1~S2에 발생한 균열의 경우 곡선선형의 내외측에 발생된 손상으로 우천 시 우수유입에 의한 방수층 파손 우려가 있으며, 교면포장과 방호벽 이음부로 우수가 유입되어 바닥판 및 캔틸레버에 2차 손상이 발생하는 상태로 외측 갓길에 대한 부분 재포장이 적합할 것으로 판단된다.
- 소성변형, 포트홀, 파손의 경우 다짐불량 및 재료적 특성에 의한 손상으로 주행성을 저하시킬만한 규모의 손상은 아닌 것으로 판단되나, 외측 갓길에 대한 재포장 시 병행하여 보수를 진행할 경우 보수의 효과를 크게 누릴것으로 판단된다.
- 토사퇴적의 경우 배수구 막힘에 의한 손상으로 배수시설에 대한 주기적인 정비를 통한 관리가 필요한 것으로 판단된다.

차. 배수시설

배수시설은 우천 시 교면수를 배출하여 체수로 인한 차량의 사고를 방지하고, 우수유입에 의한 시설물의 노후화와 손상을 방지하는 기능유지와 교통안전에 중요한 시설물로 곡선선형 외측에 7개소가 설치되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 배수구 막힘과 배수관 부식이 발생한 상태로 조사되었다.



[표 1.24] 금남IC 2교 배수시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
배수 시설	배수구 막힘	7.00	EA	7	이물질 퇴적	청소
	배수관 부식	0.50	m	1	공용기간 증가	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 배수구 막힘의 경우 공용기간 중 토사 및 이물질이 장기간 퇴적되며 발생한 손상으로 배수기능 상실에 따라 교면포장, 바닥판 등의 2차 손상을 유발하며 체수에 의한 운전자의 안전성을 저해하는 손상으로 청소를 통한 보수가 필요하며, 보수이후 주기적인 관리가 반드시 이루어져야 할 것으로 판단된다.

카. 방호시설

금남IC 2교에는 차량의 차로이탈 및 차량사고 시 완충작용을 위한 방호시설로 좌·우측에 콘크리트 방호벽이 시공되어있다.

방호벽 설치전경	방호벽 높이측정 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 방호벽 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 균열부 백태, 백태, 박락, 델리네이트 파손이 발생한 것으로 조사되었다.

방호벽 보수부 박리 S1	보수부 박락 S1
방호벽 균열(0.3mm미만) S1	방호벽 델리네이트 파손 S2

	
방호벽 백태 S3	설명판 망실 S3
	
방호벽 파손 S3	방호벽 균열(0.3mm 이상) S3
	
방호벽 파손 S3	방호벽 균열부 백태 S3

[표 1.25] 금남IC 2교 방호시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
방호시설	균열(0.3mm미만)	7.40	m	8	건조수축	표면보수
	균열(0.3mm이상)	1.00	m	1	건조수축	주입보수
	균열부 백태	0.06	m ²	1	손상부 우수유입	표면보수
	백태	12.10	m ²	4	우수유입	표면보수
	박리	1.50	m ²	1	손상부 우수유입	단면보수
	박락	0.28	m ²	2	손상부 우수유입	단면보수
	표면오염	1.00	m ²	1	수분접촉	표면보수
	파손	0.08	m ²	1	외부충격	단면보수
	설명판 망실	1.00	EA	1	공용중 접착력 저하	재설치
	텔리네이트 파손	9.00	EA	9	외부충격	재설치

2) 손상원인 및 대책

- 방호벽에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 구속력에 의한 손상이며, 일부 손상의 경우 수분접촉에 의한 백태가 동반된 상태로 조사되었다.
- 백태의 경우 방호벽과 교면포장 이음부를 통한 교면수 유입에 의한 손상이며, 손상부 우수유입에 의한 박리, 박락이 발생한 것으로 판단된다.
- 공용기간 증가에 따른 접착력 저하로 설명판 망실이 발생하였으며, 차량충돌 등에 의한 외부충격으로 방호벽 및 텔리네이트 파손이 조사되었다.
- 외관조사 당시 일부 손상들에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었으나, 주요 손상원인에 대한 보수가 이루어지지 못한 상태로 신규손상과 보수부 재손상이 발생한 것으로 조사되었다. 또한, 백태의 발생위치와 범위를 고려한 결과 지속적인 우수유입이 발생할 경우 기 보수된 범위보다 넓은 박리, 박락 등의 2차 손상우려가 있으므로 반드시 교면수 유입 차단이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

타. 점검시설

점검시설은 점검자가 구조물에 안전하게 근접하여 점검할 수 있으며, 유지보수 작업이 원활하도록 설치되는 시설물로 본 교량에 3개소(A1, P1, P2)가 설치되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 점검통로는 대부분 양호한 상태로 조사되었으며, 점검통로 출입을 위한 사다리 파손이 조사되었다.



[표 1.26] 금남IC 2교 방호시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
점검시설	점검 사다리 파손	2.00	EA	2	외부충격	재설치

2) 손상원인 및 대책

- 점검시설에 발생한 사다리 파손의 경우 공용기간 증가 및 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 작업자의 안전성 확보를 위한 재설치가 적합할 것으로 판단된다.

파. 공중이 이용하는 부위

금남IC 2교의 공중이 이용하는 시설물은 다음과 같다.

	
추락방지 시설	추락방지 시설
	
도로포장	신축이음

[표 1.27] 금남IC 2교 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

부재의 분류	추락방지시설	도로포장	도로부 신축이음부	환기구 등의 덮개
[S1]A1	c	b	b	-
[S2]P1	c	b	-	-
[S3]P2	c	b	-	-
A2	c	b	b	-

1) 손상원인 및 대책

- 금남IC 2교의 공중이 이용하는 부위는 일부 보수가 필요한 상태로 조사되었다.

1.3.2 외관조사 결과요약

가. 외관조사 결과

[표 1.28] 금남IC 2교 외관조사 결과 요약표(1)

부재	구분	검토의견
바닥판	주요결함 및 외관조사 결과	Deck Plate 부식, 균열부 백태, 백태, 들뜸, 박리, 파손
	손상원인 및 대책방안	▪ Deck Plate부식의 경우 바닥판 S1, S2 좌측면에 국한적으로 발생한 상태로 조사되었으며, 바닥판 S1, S2의 편구배도가 5%, -5%로 우수가 집중되며, 포장면과 방호벽의 이음부 사이로 집중된 교면수가 유입되어 Deck Plate 부식이 발생한 것으로 판단된다. 그러나 손상의 규모가 경미하고 누수가 확인되지 않는 상태로 방수층에 대한 문제는 없는 것으로 판단된다. ▪ 백태의 경우 바닥판 S1~S3 우측 캔틸레버에 국한되어 발생한 상태로 조사되었으며, 외관조사 결과 바닥판 하면에 물 끓기홈(Notch)이 시공되어 우천시 발생하는 유입수의 차단이 이루어진 상태로 확인되었다. 따라서 바닥판에 발생한 백태는 Deck Plate부식과 동일한 편구배도에 의해 집중된 교면수가 방호벽과 슬래브의 이음부 사이로 유입되며 발생한 손상으로 판단되고, 손상의 형상이 유종을 띄지 않고 표면에 넓게 퍼져나간 백화에 가까운 손상으로 콘크리트 내구성에 대한 문제는 없을 것으로 판단된다. ▪ 들뜸의 경우 S3 백태 발생부위에 동반되어 나타난 손상으로 국부적인 피복부족 구간에 교면수가 유입되며 발생한 손상으로 판단되며, 공용 중 손상진전에 의한 단면감소와 철근노출 우려가 있으므로 시설물 관리차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. ▪ 박리의 경우 S3(A2) 단부에 발생된 손상으로 Exp. Joint(A2) 누수에 의한 우수유입이 주요원인으로 판단되며, 누수의 경우 2019년 신축이음 교체 이후 현재일 까지 발생하지 않는 상태로 조사되었다. 시설물에 미치는 영향은 크지 않으나 시설물 관리차원의 단면보수가 이루어질 경우 보다 건전한 상태로 유지관리가 가능할 것으로 판단된다. ▪ 파손의 경우 S3에 발생된 손상으로 유지관리 중 작업차량과의 충돌에 의한 손상으로 판단된다. 다만 금남IC 2교 S3는 경춘로를 횡단하는 구간으로 공용 중 우수접촉 등에 의한 손상의 진전과 2차 손상(박락) 발생 시 시설물을 교차하는 차량과의 충돌위험이 있으므로 단면털기를 통한 정비가 필요할 것으로 판단된다.
거더 외부	주요결함 및 외관조사 결과	도장박리, 부식
	손상원인 및 대책방안	▪ 도장박리의 경우 S1-G1-SP1에 발생한 손상으로 도장미흡과 공용 중 노후화에 따른 손상으로 부식방지를 위한 재도장이 필요한 것으로 판단된다. ▪ 부식의 경우 전체 경간에 국부적으로 나타난 손상으로 중앙부에 발생한 부식의 경우 도장미흡과 공용 중 노후화에 따른 손상이며, 단부에 발생한 부식의 경우 신축이음 누수에 의한 우수접촉이 주요원인으로 판단된다. ▪ 중앙부에 발생한 부식의 경우 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수를 요구하지 않으나 단부측에 발생한 부식의 경우 부식의 진행에 따른 내구력 소실 우려가 있으므로 일괄적인 보수가 불가능할 경우 부분보수를 통한 부식제거와 재도장이 필요할 것으로 판단된다.

[표 1.29] 금남IC 2교 외관조사 결과 요약표(2)

부재	구분	검토의견
거더 내부	주요결함 및 외관조사 결과	누수흔적, 폐자재 적치, 도장긁힘, 도장박리, 강재부식, S.P볼트부식, 강재변형
	손상원인 및 대책방안	▪ 누수흔적의 경우 교량의 외측부에 시공된 G1, G3에 발생한 손상으로 우천 시 스플라이스 이음부로 우수가 유입되어 발생한 손상으로 조사되었다. 외관조사를 통한 검토 결과 우수의 유입량이 많지 않으며 도장박리나 부식과 같은 2차 손상이 발생하지 않은 상태로 조사되어 현 시점에서 부재에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다. 하지만 공용 중 지속적인 우수의 유입이 발생할 경우 2차 손상발생 및 내구력 저하 우려가 있으므로 실링보수를 통한 우수차단이 필요한 것으로 판단된다. ▪ 폐자재 적치의 경우 용접, 조명(전기설비)설치, 재하시험 등 유지관리 작업도중 발생한 폐기물로 시설물 관리차원의 청소를 통한 제거가 적합한 것으로 판단된다. ▪ 도장긁힘 및 강재변형의 경우 리브에 발생한 손상으로 시공초기 운반 및 적치과정에 발생한 손상이며, 강재변형의 경우 내구성에 미치는 영향은 경미할 것으로 판단되나 지속적인 점검을 통한 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다. ▪ 도장박리의 경우 손상의 형태가 시공초기 외부충격, 도장미흡, 용접열에 의한 손상이며, 일부 손상의 경우 부식이 발생한 상태로 재도장을 통한 부식방지가 필요한 것으로 판단된다. ▪ 부식의 경우 하부플랜지와 스플라이스에 주로 발생하였으며, 도장 박리와 우수유입에 의한 손상으로 판단된다. 현장조사 당시 부식에 의한 단면감소는 확인되지 않았으며 손상의 정도가 경미하나 장기적 측면에서 재도장이 필요한 것으로 판단되며, 보수 시 부식에 한정적인 일부 보수보다 손상원인에 대한 보수가 병행되어 이루어질 경우 보다 경제적인 측면과 유지관리에 용이할 것으로 판단된다.
2차 부재	주요결함 및 외관조사 결과	상태양호
	손상원인 및 대책방안	▪ 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태를 유지하는 것으로 조사되었으며, 공용기간 내 지속적인 점검을 통한 유지관리가 적합할 것으로 판단된다.
교대	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 폐콘크리트 적치, 누수흔적, 백태, 박리, 박락
	손상원인 및 대책방안	▪ 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상이며, 기 점검자료 검토 결과 손상의 진전은 없는 상태로 확인되었다. 현 시점에서 보수를 요구하지 않는 상태로 조사되었으나, 시설물 관리차원의 표면보수가 적합할 것으로 판단된다. ▪ 폐콘크리트 적치의 경우 2019년 신축이음 교체 시 발생한 손상으로 구조물에 미치는 영향은 없으나 시설물 관리차원의 청소가 필요할 것으로 판단된다. ▪ 누수흔적의 경우 2019년 신축이음 교체 이전 발생한 누수에 의한 손상이며, 폐콘크리트 적치의 경우 2019년 신축이음 교체 시 발생한 손상으로 조사되었다. 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 시설물 관리차원의 표면보수와 청소가 필요할 것으로 판단된다.

[표 1.30] 금남IC 2교 외관조사 결과 요약표(3)

부재	구분	검토의견
교대	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 폐콘크리트 적치, 누수흔적, 백태, 박리, 박락
	손상원인 및 대책방안	▪ 교대 누수흔적 부에 발생한 박리, 박락의 경우 다짐불량에 의한 공극부에 우수가 유입되고 온도변화에 따른 팽창작용이 주요원인으로 판단되며, 최소피복을 상실한 상태로 판단되어 단면보수를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다. ▪ 교대에 발생한 모든 손상의 주요원인은 신축이음 하부 누수에 의한 우수유입이며, 신축이음 재설치를 통한 보수가 2019년에 이루어진 상태로 확인되었다. 따라서, 점검일 기준 교대의 내구력 회복을 위한 보수시기가 적합한 것으로 판단되며, 보수 이후에도 지속적인 점검을 통한 신축이음 누수 여부에 대한 이루어질 경우 공용기간 내 건전한 상태를 유지할 것으로 판단된다.
교각	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 망상균열
	손상원인 및 대책방안	▪ 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상으로 판단되며, 기 점검 이후 손상부에 대한 보수(국도1호선 통일육교 등 시설물 보수공사_2022.03)를 실시한 것으로 확인되었다. 급회 조사된 손상의 경우 보수 시 누락된 손상으로 판단된다.
교량 받침	주요결함 및 외관조사 결과	받침장치 이동량 게이지 탈락, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태, 재료분리, 파손
	손상원인 및 대책방안	▪ 이동량 게이지 탈락의 경우 공용 중 노후화에 발생한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상이 아니며, 교대 일방향(고정단) 받침장치 손상으로 재설치를 통한 보수는 불필요한 것으로 판단된다. ▪ 받침콘크리트에 발생한 손상의 경우 건조수축, 수분점착 등에 의한 경미한 손상으로 보수를 필요로 하는 손상은 없는 상태로 판단되어 지속적인 점검 이후 손상의 진전 또는 이상 징후 발생 시 손상부에 대한 보수가 적합할 것으로 판단된다.
신축이음	주요결함 및 외관조사 결과	후타재 균열(0.3mm미만), 유간 토사퇴적, 단차, 차수판 볼트탈락
	손상원인 및 대책방안	▪ 신축이음 Exp.Joint-A1, A2에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 균열의 형상이 신축이음과 평행되지 않아 신축거동불량 등에 의한 구조적 문제는 없는 상태로 후타재 타설 이후 발생된 온도변화와 공용 중 차량통행에 따른 반복하중이 주요 원인으로 판단된다. ▪ 금남IC 2교의 경우 편구배도 - 5%, 5%에 의해 우천 시 신축이음 외측부로 우수가 집중되고 배수이후 일부 잔여물이 퇴적되며 발생한 손상으로 판단된다. 퇴적된 토사의 양이 경미하여 신축거동에 영향을 미치지 못할 수준으로 지속적인 배수시설 정비가 이루어질 경우 토사퇴적 등에 의한 문제는 발생하지 않을 것으로 판단된다. ▪ 차수판 볼트탈락의 경우 공용 중 차량통행 시 발생하는 진동에 의한 손상으로 구조물에 미치는 영향은 없는 손상이나 공용 중 추가적인 볼트탈락 등에 의한 차수판 탈락 시 통행중인 차량과의 충돌우려가 있으므로 볼트 재설치가 필요하며, 보수 이후 볼트체결 상태에 대한 확인이 필요한 것으로 판단된다.

[표 1.31] 금남IC 2교 외관조사 결과 요약표(4)

부재	구분	검토의견
교면 포장	주요결함 및 외관조사 결과	포장균열, 포장파손, 포트홀, 소성변형, 토사퇴적
	손상원인 및 대책방안	▪ 교면포장에 발생한 손상의 경우 교량을 횡단하는 차량의 하중이 집중되는 포장면의 내·외측(갓길)에 집중되어 발생한 상태로 조사되었다. ▪ S1~S2에 발생한 포장균열의 경우 공용 중 발생하는 반복하중과 탄성 거동에 의한 손상이며, S3에 발생한 균열의 경우 다짐불량에 의한 소성변형 발생 시 동반된 손상으로 조사되었다. ▪ S1~S2에 발생한 균열의 경우 곡선선형의 외측에 발생된 손상으로 우천 시 우수유입에 의한 방수층 파손 우려가 있으며, 교면포장과 방호벽 이음부로 우수가 유입되어 바닥판 및 캔틸레버에 2차 손상이 발생하는 상태로 외측 갓길에 대한 부분 재포장이 적합할 것으로 판단된다. ▪ 소성변형, 포트홀, 파손의 경우 다짐불량 및 재료적 특성에 의한 손상으로 주행성을 저하시킬만한 규모의 손상은 아닌 것으로 판단되나, 외측 갓길에 대한 재포장 시 병행하여 보수를 진행할 경우 보수의 효과를 크게 누릴 것으로 판단된다. ▪ 토사퇴적의 경우 배수구 막힘에 의한 손상으로 배수시설에 대한 주기적인 정비를 통한 관리가 필요한 것으로 판단된다.
배수 시설	주요결함 및 외관조사 결과	배수구 막힘, 부식
	손상원인 및 대책방안	▪ 배수구 막힘의 경우 공용기간 중 토사 및 이물질이 장기간 퇴적되며 발생한 손상으로 배수기능 상실에 따라 교면포장, 바닥판 등의 2차 손상을 유발하며 체수에 의한 운전자의 안전성을 저해하는 손상으로 청소를 통한 보수가 필요하며, 보수이후 주기적인 관리가 반드시 이루어져야 할 것으로 판단된다.
방호 시설	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열부 백태, 백태, 박리, 박락, 표면 오염, 파손, 설명판 망실, 텔리네이트 파손
	손상원인 및 대책방안	▪ 방호벽에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 구속력에 의한 손상이며, 일부 손상의 경우 수분접촉에 의한 백태가 동반된 상태로 조사되었다. ▪ 백태의 경우 방호벽과 교면포장 이음부를 통한 교면수 유입에 의한 손상이며, 손상부 우수유입에 의한 박리, 박락이 발생한 것으로 판단된다. ▪ 공용기간 증가에 따른 접착력 저하로 설명판 망실이 발생하였으며, 차량충돌 등에 의한 외부충격으로 방호벽 및 텔리네이트 파손이 조사되었다. ▪ 외관조사 당시 일부 손상들에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었으나, 주요 손상원인에 대한 보수가 이루어지지 못한 상태로 신규손상과 보수부 재손상이 발생한 것으로 조사되었다. 또한, 백태의 발생위치와 범위를 고려한 결과 지속적인 우수유입이 발생할 경우 기 보수된 범위보다 넓은 박리, 박락 등의 2차 손상우려가 있으므로 반드시 교면수 유입 차단이 이루어져야 할 것으로 판단된다.
점검 시설	주요결함 및 외관조사 결과	점검사다리 파손
	손상원인 및 대책방안	▪ 점검시설에 발생한 사다리 파손의 경우 공용기간 증가 및 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 작업자의 안전성 확보를 위한 재설치가 적합할 것으로 판단된다.

나. 외관조사 수량집계

[표 1.32] 금남IC 2교 외관조사 결과 수량집계표(1)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
바닥판	Deck Plate부식	4.15	m ²	7	교면수 유입	주의관찰
	균열부 백태	0.10	m ²	1	교면수 유입	주의관찰
	백태	45.00	m ²	3	교면수 유입	주의관찰
	들뜸	0.45	m ²	1	수분접촉	단면보수
	박리	0.20	m ²	1	수분접촉	단면보수
	파손	0.23	m ²	2	외부충격	단면털기
거더 외부	도장박리	0.08	m ²	1	노후화	재도장
	부식(중앙부)	14.02	m ²	14	노후화, 우수접촉	재도장
	부식(단부)	8.74	m ²	4	노후화, 우수접촉	재도장
거더 내부	누수흔적	18.12	m ²	13	S.P 실링미처리	실링보수
	폐자재 적치	19.40	m ²	6	시공미흡	청소
	도장긁힘	0.20	m ²	1	외부충격	재도장
	도장박리	0.19	m ²	6	시공미흡	재도장
	강재부식	0.93	m ²	11	S.P 실링미처리	재도장
	S.P 볼트부식	2.00	EA	2	S.P 실링미처리	재도장
	강재변형	0.20	m	1	외부충격	주의관찰
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
세로보	상태양호	-	-	-	-	-
교대	균열(0.3mm미만)	2.90	m	2	건조수축	표면보수
	폐콘크리트 적치	7.50	m ²	3	시공미흡	청소
	누수흔적	6.00	m ²	2	신축이음 누수	표면보수
	백태	0.75	m ²	2	수분접촉	주의관찰
	박리	5.55	m ²	4	수분접촉	단면보수
	박락	0.32	m ²	1	수분접촉	단면보수
교각	균열(0.3mm미만)	1.00	m	1	건조수축	표면보수
	망상균열	4.00	m ²	1	건조수축	표면보수

[표 1.33] 금남IC 2교 외관조사 결과 수량집계표(2)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교량 받침	이동량 게이지 탈락	2.00	EA	2	노후화	주의관찰
받침 콘크리트	재료분리	0.04	m ²	1	다짐불량	주의관찰
	파손	0.04	m ²	1	외부충격	주의관찰
신축 이음	후타재 균열(0.3mm미만)	8.10	m	27	건조수축	주의관찰
	유간 토사퇴적	1.60	m	2	공용기간 증가	주의관찰
	단차	2.00	m	1	접속포장 소성변형	주의관찰
	차수관 볼트탈락	3.00	EA	3	공용기간 증가	볼트 재설치
교면 포장	포장균열	4.00	m	1	다짐불량	재포장(시트방수)
	포장 파손	3.80	m ²	2	다짐불량	소파보수
	포트홀	0.39	m ²	4	다짐불량	소파보수
	소성변형	12.00	m ²	1	다짐불량	소파보수
	토사퇴적	1.00	m ²	1	배수구 막힘	주의관찰
배수 시설	배수구 막힘	7.00	EA	7	이물질 퇴적	청소
	배수관 부식	0.50	m	1	공용기간 증가	주의관찰
방호 시설	균열(0.3mm미만)	7.40	m	8	건조수축	표면보수
	균열(0.3mm이상)	1.00	m	1	건조수축	주입보수
	균열부 백태	0.06	m ²	1	손상부 우수유입	표면보수
	백태	12.10	m ²	4	우수유입	표면보수
	박리	1.50	m ²	1	손상부 우수유입	단면보수
	박락	0.28	m ²	2	손상부 우수유입	단면보수
	표면오염	1.00	m ²	1	수분접촉	표면보수
	파손	0.08	m ²	1	외부충격	단면보수
	설명판 망실	1.00	EA	1	공용중 접촉력 저하	재설치
	텔리네이트 파손	9.00	EA	9	외부충격	재설치
점검 시설	점검 사다리 파손	2.00	EA	2	외부충격	재설치

다. 전차 정밀안전점검 결과와 비교

[표 1.34] 금남IC 2교 전차 정밀안전점검 결과와 비교(1)

구 분	손상내용	단위	'21정밀안전점검 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감	
바닥판	Deck Plate부식	m ²	4.15	4.15	-	-
	균열부 백태	m ²	0.10	0.10	-	-
	백태	m ²	45.00	45.00	-	-
	들뜸	m ²	0.45	0.45	-	-
	박리	m ²	0.20	0.20	-	-
	파손	m ²	-	0.23	▲	0.23
거더 외부	도장박리	m ²	0.08	0.08	-	-
	부식(중앙부)	m ²	14.02	14.02	-	-
	부식(단부)	m ²	8.74	8.74	-	-
거더 내부	누수흔적	m ²	18.12	18.12	-	-
	폐자재 적치	m ²	16.40	19.40	▲	3.00
	도장긁힘	m ²	0.20	0.20	-	-
	도장박리	m ²	0.19	0.19	-	-
	강재부식	m ²	0.88	0.93	▲	0.05
	S.P 볼트부식	EA	2.00	2.00	-	-
	강재변형	m	-	0.20	▲	0.20
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
세로보	상태양호	-	-	-	-	-
교대	균열(0.3mm미만)	m	10.80	2.90	▼	7.90
	균열(0.3mm이상)	m	3.50	-	▼	3.50
	망상균열	m ²	0.70	-	▼	0.70
	관목자생	EA	1.00	-	▼	1.00
	백태	m ²	0.40	-	▼	0.40
	폐콘크리트 적치	m ²	7.50	7.50	-	-
	누수흔적	m ²	3.00	6.00	▲	3.00
	백태	m ²	0.40	0.75	▲	0.35
	박리	m ²	7.95	5.55	▼	2.40
	박락	m ²	0.34	0.32	▼	0.02
	철근노출	m ²	0.30	-	▼	0.30

[표 1.35] 금남IC 2교 전차 정밀안전점검 결과와 비교(2)

구 분	손상내용	단위	'21정밀안전점검 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감
교각	균열(0.3mm미만)	m	18.70	1.00	▼ 17.70
	망상균열	m ²	24.63	4.00	▼ 20.63
교량 받침	받침장치 부식	EA	11.00	-	▼ 11.00
	이동량 게이지 탈락	EA	2.00	2.00	- -
받침 콘크리트	균열(0.3mm미만)	m	0.40	-	▼ 0.40
	백태	m ²	0.04	-	▼ 0.04
	재료분리	m ²	-	0.04	▲ 0.04
	파손	m ²	-	0.04	▲ 0.04
신축 이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	3.90	8.10	▲ 4.20
	유간 토사퇴적	m	1.60	1.60	- -
	단차	m	-	2.00	▲ 2.00
	차수관 볼트탈락	EA	1.00	3.00	▲ 2.00
교면 포장	포장균열	m	4.00	4.00	- -
	포장 파손	m ²	3.80	3.80	- -
	포트홀	m ²	0.48	0.39	▼ 0.09
	소성변형	m ²	12.00	12.00	- -
	토사퇴적	m ²	1.00	1.00	- -
배수 시설	배수구 막힘	EA	7.00	7.00	- -
	배수관 부식	m	0.50	0.50	- -
방호 시설	균열(0.3mm미만)	m	7.40	7.40	- -
	균열(0.3mm이상)	m	-	1.00	▲ 1.00
	균열부 백태	m ²	0.06	0.06	- -
	백태	m ²	12.10	12.10	- -
	박리	m ²	-	1.50	▲ 1.50
	박락	m ²	0.12	0.28	▲ 0.16
	표면오염	m ²	1.00	1.00	- -
	파손	m ²	-	0.08	▲ 0.08
	설명판 망실	EA	-	1.00	▲ 1.00
	텔리네이트 파손	EA	9.00	9.00	- -
점검 시설	점검 사다리 파손	EA	2.00	2.00	- -

1.3.3 재료시험

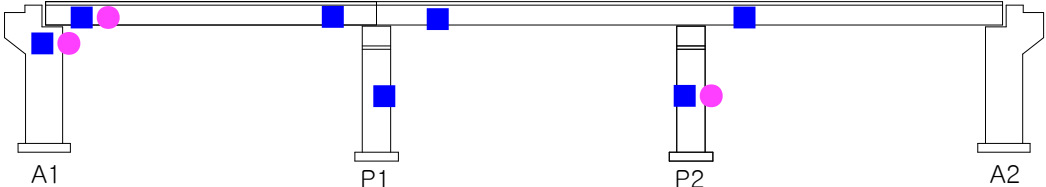
대상 구조물에 대한 재료 품질 및 성능저하 정도 등을 평가하기 위하여 반발경도 및 탄산화진행 깊이 조사를 실시하였고, 외관조사 결과와 함께 구조물의 상태평가, 보수·보강 및 유지관리 방안을 수립하는데 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다. 부재의 상태를 고려하여 시험위치를 선정하였으며, 시험수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 안전점검·진단편, 교량편(2022. 12)』에 제시된 기준에 의거하여 산정하였다.

[표 1.36] 금남IC 2교 재료시험 현황

구 분	세부지침 기준		금회 실시수량		비고
	상부구조	하부구조	기준	실시	
반발경도시험	○ 50 m 마다	○ 연장 50 m 마다	상부 3 하부 3	상부 3 하부 3	-
탄산화 깊이 측정	○ 5경간 이내 : 2~3개소 ¹⁾ ○ 5경간 이상 : 3~6개소 ²⁾		2~3개소	상부 1 하부 2	-

주1) 철근콘크리트 상부구조에서의 최소 1개소 이상 실시

주2) 철근콘크리트 상부구조에서의 최소 2개소 이상 실시

← 서울 춘천 → 			
반발경도시험	■	탄산화 깊이 측정 및 철근탐사	●
			
반발경도시험		탄산화 깊이 측정	

[그림 1.13] 금남IC 2교 재료시험 위치도 및 측정현황

가. 반발경도법에 의한 압축강도

반발경도시험은 테스트 앤빌을 통해 초기치 보정이 완료된 슈미트해머를 이용하여 콘크리트 표면에 요철, 공극, 노출자갈 등이 없는 양호한 부위를 선정하여 측정하였으며, 측정결과는 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 따른 보정을 실시한 후 세부지침에 제시된 제안식에 의하여 콘크리트 강도를 추정하였다.

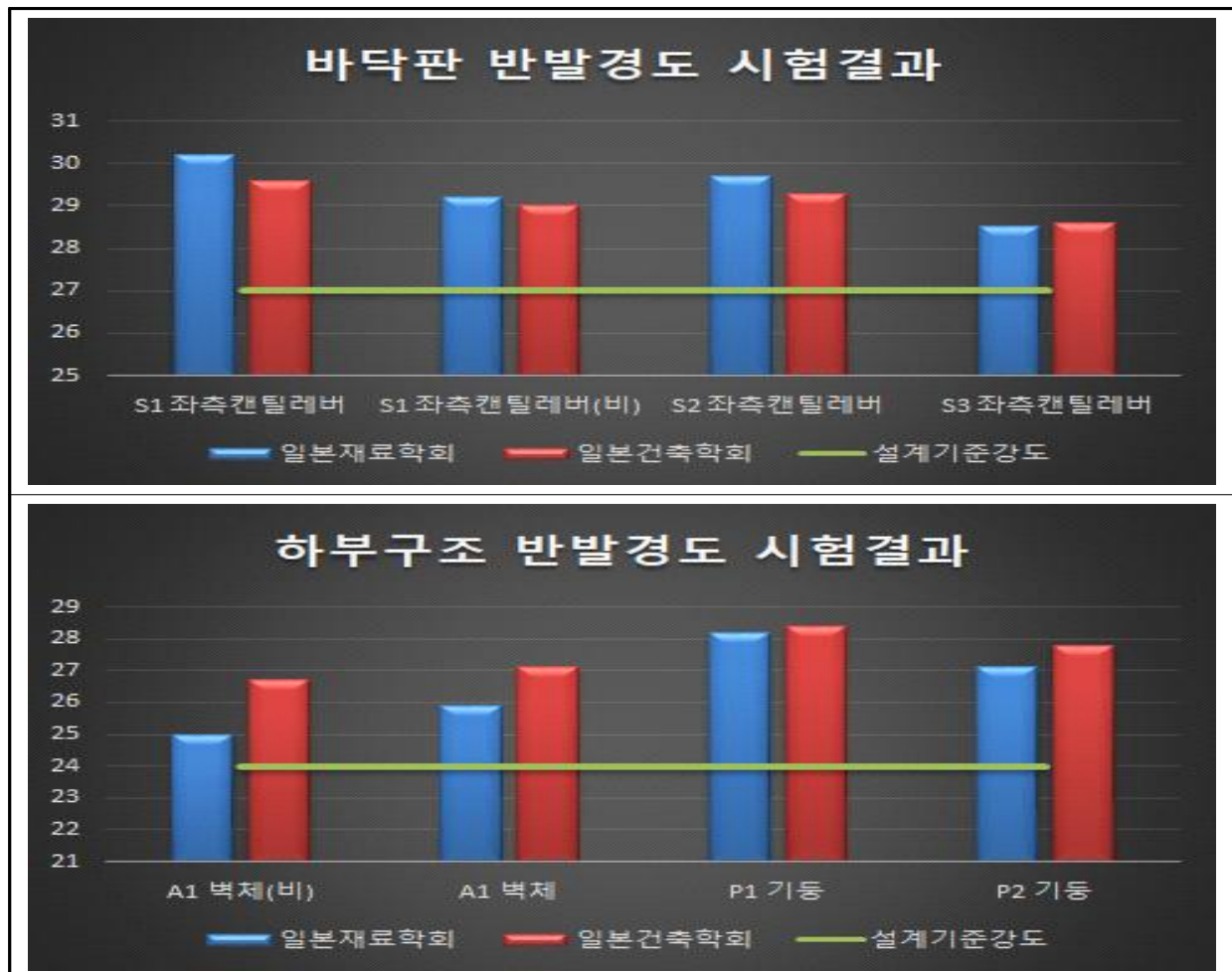
[표 1.37] 콘크리트 강도 추정 제안식

구분		제안식
보통콘크리트	일본재료학회	$F_c = -18.0 + 1.27 R_o \text{ (MPa)}$
	일본건축학회	$F_c = (7.3 R_o + 100) \times 0.098 \text{ (MPa)}$
고강도콘크리트	권영웅 외	$F_c = (2.304 R_o - 38.80) \text{ (MPa)}$
	과학기술부	$F_c = (15.2 R_o - 112.8) \times 0.098 \text{ (MPa)}$

1) 시험결과

[표 1.38] 금남IC 2교 비파괴 강도시험 결과

시험위치		반발경도법(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본 재료학회	일본 건축학회		
바닥판	S1 좌측캔틸레버	51.9	30.2	29.6	27.0	-
	S1 좌측캔틸레버	50.7	29.2	29.0	27.0	비건전부
	S2 좌측캔틸레버	51.3	29.7	29.3	27.0	-
	S3 좌측캔틸레버	49.8	28.5	28.6	27.0	-
히부구조	A1 벽체	45.5	25.0	26.7	24.0	비건전부
	A1 벽체	46.5	25.9	27.1	24.0	-
	P1 기둥	49.4	28.2	28.4	24.0	-
	P2 기둥	48.1	27.1	27.8	24.0	-



[그림 1.14] 금남IC 2교 비파괴 강도시험 결과 그래프(1)

2) 시험결과 분석

금남IC 2교 상부구조의 경우 바닥판 하면이 Deck Plate로 시공되어 있어, 캔틸레버에 측정을 실시하였으며, 곡선선형에 따라 원심력이 작용하고 배수시설에 의한 수분집축 영향이 높은 좌측캔틸레버를 선정하였다. 측정결과 상부구조 바닥판은 28.5MPa~30.2MPa로 측정되어 설계기준강도(27.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되었으며, 비건전부에 실시한 측정시험 결과 최소측정값이 29.0MPa로 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

하부구조 교각의 경우 동일부재의 비교검토를 위한 P1, P2에 측정을 실시하였으며, 교대의 경우 이전 강도시험 자료가 없는 A1을 선정하였다. 측정결과 하부구조 교각 27.1MPa~28.4MPa, 교대 25.9MPa~27.1MPa로 측정되어 설계기준강도(24.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되었으며, 비건전부에 실시한 측정시험 결과 최소측정값이 25.0MPa로 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

나. 탄산화 깊이 측정

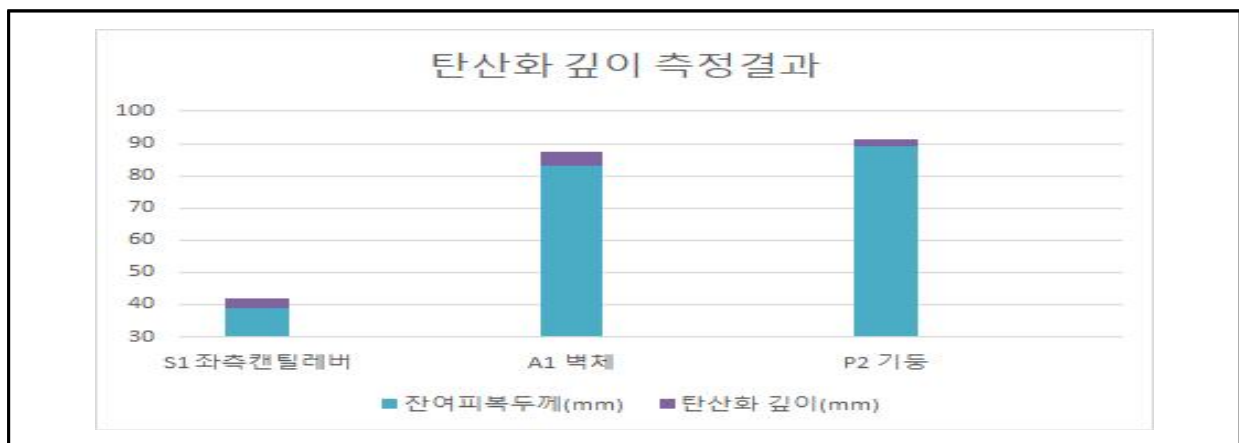
탄산화 깊이측정은 드릴을 이용하여 콘크리트 표면을 국부적으로 천공한 후 페놀프탈레인 1% 용액을 분무하여 색의 변화로 콘크리트의 탄산화 진행 깊이 정도를 측정하였다.

1) 탄산화 깊이 측정 결과

[표 1.39] 금남IC 2교 탄산화 깊이 측정결과

구 분		피복 두께 (mm)	탄산화 깊이 (mm)	잔여 깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 예측	평가 결과
상부 구조	S1 좌측캔틸레버	39.0	3.0	36.0	0.77	100년 이상	a
하부 구조	A1 벽체	83.0	4.5	78.5	1.16	100년 이상	a
	P2 기둥	89.0	2.5	86.5	0.65	100년 이상	a

※ 정밀안전점검의 경우 철근배근 상태조사는 세부지침상의 선택과업이나 탄산화 잔여깊이를 분석하기 위하여 탄산화 깊이 측정부는 철근탐사를 실시하여 실측 피복두께를 산정하였다.



[그림 1.15] 금남IC 2교 탄산화 깊이 측정 그래프

2) 측정결과 분석

금남IC 2교에서 실시한 탄산화 깊이측정의 경우 공용 중 우수접촉에 의한 누수흔적과 백태가 발생된 부재를 선정하였으며, 측정된 탄산화 깊이는 상부구조 3.0mm, 하부구조 2.5mm~4.5mm로 측정부재 모두 잔여피복 30mm이상을 보유한 상태로 탄산화에 의한 철근부식 우려는 없는 것으로 측정되었다.

다. 기 점검 결과와의 비교

[표 1.40] 금남IC 2교 기 점검 결과와의 비교

구 분	부재	'21정밀안전점검	'23정밀안전점검	비고
콘크리트 강도 (MPa)	상부구조	33.64~37.42	28.5~30.2	◦ 설계기준강도 상회
	하부구조	30.77~32.32	25.0~28.4	◦ 설계기준강도 상회
탄산화 깊이 측정 (mm)	상부구조	탄산화 깊이 : 2.7~3.4	탄산화 깊이 : 3.0	◦ 상태평가 결과 "a"
	하부구조	탄산화 깊이 : 2.0~6.4	탄산화 깊이 : 2.5~4.5	◦ 상태평가 결과 "a"
비교결과		◦ 콘크리트 강도 비교결과 측정값에 다소 차이를 보이고 있으나, 이는 시험위치에 따른 차이, 평가방법의 차이(기 점검 : 평균강도적용, 금회 점검 : 최소, 최대 적용)에 의한 것으로 판단되며, 전회 및 금회 모두 설계기준강도 이상으로 분석되어 콘크리트 강도 부족에 따른 내구성 저하는 없는 것으로 판단됨. ◦ 탄산화 깊이 측정 비교결과 기 점검이후 급격한 탄산화의 진행은 발생하지 않은 것으로 확인되었고, 측정값에 다소 차이를 보이고 있으나, 이는 시험위치 및 금회 실측피복 사용에 따른 차이로 판단되며, 상부구조 및 하부구조 모두 "a" 등급으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 없는 상태로 평가되었다.		

1.4 상태평가

상태평가는 외관조사 및 재료시험에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 안전점검·진단편, 교량편(2022. 12)』의 상태평가 기준 및 절차에 따라 실시하였다.

가. 부재별 상태평가 결과

[표 1.41] 금남IC 2교 경간(지점)별 부재 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				지점	받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	번호	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	STB	b	c	a	b	c	c	b	A1	b	b	-	a	a
S2	STB	b	b	a	b	c	c	-	P1	a	a	-	-	-
S3	STB	b	b	a	b	c	c	b	P2	a	b	-	-	a
-	-	-	-	-	-	-	-	-	A2	b	c	-	-	-
평균		0.200	0.267	0.100	0.200	0.400	0.400	0.200		0.150	0.225	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.036	0.053	0.005	0.014	0.012	0.008	0.018		0.014	0.045	0.000	0.004	0.003
1. 환산 결함도 점수 =													0.212	
2. 상태평가 결과 =													B	

나. 상태평가 결과

[표 1.42] 금남IC 2교 전체 시설물의 상태평가 결과

교량명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
금남IC 2교	0.212	B	135.0	3	405.0	1.000	0.212
1. 평가지수 =							0.212
2. 상태평가 결과 =							B

외관조사 및 재료시험 결과를 토대로 한 상태평가 결과는 평가지수 0.212인 “B”로 평가되었다.

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

가. 종합평가 결과

[표 1.43] 금남IC 2교 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가결과		안전성평가결과		안전등급
금남IC 2교	상태평가 지수	상태평가 등급	안전성평가 지수	등급	B
	0.212	B	-	-	

안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행한 경우 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 하며, 그 결과를 토대로 본 교량의 안전등급은 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태」인 “B등급(양호)”으로 지정하였다.

나. 전차 점검결과와 비교

[표 1.44] 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	‘21년 정밀안전점검	‘23년 정밀안전점검	비교
상태평가	B(0.240)	B(0.212)	-
종합평가	B(0.240)	B(0.212)	-
안전등급	B(양호)	B(양호)	-

0.0	보수 불필요	0.13	부분 보수	0.26	보수	0.49	보강	0.78	재가설
A(우수)		B(양호)		C(보통)		D(미흡)		E(불량)	
2021년 정밀안전점검 0.240									
2023년 정밀안전점검 0.212									

기 점검 이후 실시한 하부구조 보수의 진행으로 결함도 점수가 0.240 ⇨ 0.212로 감소하였으며, 상태등급은 기 점검과 동일한 “B”로 평가되었다.

1.6 보수·보강 및 유지관리 방안

가. 부재별 보수·보강방안 및 보수우선 순위

[표 1.45] 금남IC 2교 보수·보강방안 및 보수우선 순위(1)

부재명	손상내용	손상물량	단위	개소	보수·보강방안	우선 순위
바닥판	Deck Plate부식	4.15	m ²	7	주의관찰	-
	균열부 백태	0.1	m ²	1	주의관찰	-
	백태	45.00	m ²	3	주의관찰	-
	들뜸	0.45	m ²	1	단면보수	2
	박리	0.20	m ²	1	단면보수	2
	파손	0.23	m ²	2	단면털기	2
거더 외부	도장박리	0.08	m ²	1	재도장	3
	부식(중양부)	14.02	m ²	14	재도장	3
	부식(단부)	8.74	m ²	4	재도장	2
거더 내부	누수흔적	18.12	m ²	13	실링보수	3
	폐자재 적치	19.40	m ²	6	청소	3
	도장긁힘	0.20	m ²	1	재도장	3
	도장박리	0.19	m ²	6	재도장	3
	강재부식	0.93	m ²	11	재도장	3
	S.P 볼트부식	2.00	EA	2	재도장	3
	강재변형	0.20	m	1	주의관찰	-
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
세로보	상태양호	-	-	-	-	-
교대	균열(0.3mm미만)	2.90	m	2	표면보수	3
	폐콘크리트 적치	7.50	m ²	3	청소	3
	누수흔적	6.00	m ²	2	표면보수	3
	백태	0.75	m ²	2	주의관찰	3
	박리	5.55	m ²	4	단면보수	2
	박락	0.32	m ²	1	단면보수	2
교각	균열(0.3mm미만)	1.00	m	1	표면보수	3
	망상균열	4.00	m ²	1	표면보수	3

[표 1.46] 금남IC 2교 보수·보강방안 및 보수우선 순위(2)

부재명	손상내용	손상물량	단위	개소	보수·보강방안	우선 순위
교량 받침	이동량 게이지 탈락	2.00	EA	2	주의관찰	-
받침 콘크리트	재료분리	0.04	m ²	1	주의관찰	-
	파손	0.04	m ²	1	주의관찰	-
신축 이음	균열(0.3mm미만)	8.10	m	27	주의관찰	-
	유간 토사퇴적	1.60	m	2	주의관찰	-
	단차	2.00	m	1	주의관찰	-
	차수관 볼트탈락	3.00	EA	3	볼트 재설치	2
교면포장	포장균열	4.00	m	1	재포장(시트방수)	2
	포장 파손	3.80	m ²	2	소파보수	3
	포트홀	0.39	m ²	4	소파보수	3
	소성변형	12.00	m ²	1	소파보수	3
	토사퇴적	1.00	m ²	1	주의관찰	-
배수 시설	배수구 막힘	7.00	EA	7	청소	2
	배수관 부식	0.50	m	1	주의관찰	-
방호시설	균열(0.3mm미만)	7.40	m	8	표면보수	2
	균열(0.3mm이상)	1.00	m	1	주입보수	2
	균열부 백태	0.06	m ²	1	표면보수	2
	백태	12.10	m ²	4	표면보수	2
	박리	1.50	m ²	1	단면보수	2
	박락	0.28	m ²	2	단면보수	2
	표면오염	1.00	m ²	1	표면보수	2
	파손	0.08	m ²	1	단면보수	2
	설명판 망실	1.00	EA	1	재설치	3
	텔리네이트 파손	9.00	EA	9	재설치	3
점검 시설	점검 사다리 파손	2.00	EA	2	재설치	3

나. 보수·보강 개략공사비

[표 1.47] 금남IC 2교 보수·보강 개략공사비

부재명	손상내용	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가 (천원)	금액 (천원)	우선 순위
바닥판	들뜸	0.45 m ²	0.54 m ²	단면보수	285	154	2
	박리	0.20 m ²	0.24 m ²	단면보수	285	68	2
	파손	0.23 m ²	0.28 m ²	단면털기	150	42	2
거터외부	도장박리	0.08 m ²	0.10 m ²	재도장	120	12	3
	부식(중앙부)	14.02 m ²	16.82 m ²	재도장	120	2,018	3
	부식(단부)	8.74 m ²	10.49 m ²	재도장	120	1,259	2
거터내부	누수흔적	18.12 m ²	48.00 EA	실링보수	10	480	3
	폐자제 적치	19.40 m ²	23.28 m ²	청소	70	1,630	3
	도장긁힘	0.20 m ²	0.24 m ²	재도장	120	29	3
	도장박리	0.19 m ²	0.23 m ²	재도장	120	28	3
	강재부식	0.93 m ²	1.12 m ²	재도장	120	134	3
	S.P 볼트부식	2.00 EA	2.00 EA	재도장	12	24	3
교대	균열(0.3mm미만)	2.90 m	0.87 m ²	표면보수	85	74	3
	폐콘크리트 적치	7.50 m ²	9.00 m ²	청소	70	630	3
	누수흔적	6.00 m ²	7.20 m ²	표면보수	85	612	3
	박리	5.55 m ²	6.66 m ²	단면보수	260	1,732	2
	박락	0.32 m ²	0.38 m ²	단면보수	260	99	2
교각	균열(0.3mm미만)	1.00 m	0.30 m ²	표면보수	85	26	3
	망상균열	4.00 m ²	4.80 m ²	표면보수	85	408	3
신축이음	차수판 볼트탈락	3.00 EA	3.00 EA	재설치	15	45	2
교면포장	포장균열	4.00 m	135.00 m ²	재포장(시트방수)	90	12,150	2
	포장 파손	3.80 m ²	4.56 m ²	소파보수	90	410	3
	포트홀	0.39 m ²	0.47 m ²	소파보수	90	42	3
	소성변형	12.00 m ²	14.40 m ²	소파보수	90	1,296	3
배수시설	배수구 막힘	7.00 EA	7.00 EA	청소	10	70	2

부재명	손상내용	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가 (천원)	금액 (천원)	우선 순위
방호시설	균열(0.3mm미만)	7.40 m	2.22 m ²	표면보수	85	189	2
	균열(0.3mm이상)	1.00 m	1.20 m	주입보수	65	78	2
	균열부 백태	0.06 m ²	0.07 m ²	표면보수	85	6	2
	백태	12.10 m ²	14.52 m ²	표면보수	85	1,234	2
	박리	1.50 m ²	1.80 m ²	단면보수	260	468	2
	박락	0.28 m ²	0.34 m ²	단면보수	260	88	2
	표면오염	1.00 m ²	1.20 m ²	표면보수	85	102	2
	파손	0.08 m ²	0.10 m ²	단면보수	260	26	2
	설명판 망실	1.00 EA	1.00 EA	재설치	100	100	3
	텔리네이트 파손	9.00 EA	9.00 EA	재설치	15	135	3
점검시설	점검사다리 파손	2.00 EA	2.00 EA	재설치	100	200	3
						26,098	
제경비(직접공사비의 50%)						13,049	
순위별 공사비 (제경비 포함)				1순위	-		
				2순위	26,715		
				3순위	12,432		
개략공사비(천원)						39,147	

※ 상기 보수·보강 공사비는 개략공사비로 실시설계 시 재 산정해야함.

※ 보수물량은 손상물량에 20% 할증하였으며, 손상물량이 감소인 것은 20%할증 제외함.

※ 폭 0.3mm미만 균열은 균열길이(m)×폭 0.25(m)=보수면적(m²) 으로 환산 적용함.

다. 부재별 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함 및 손상은 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 현상은 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로 점검 시 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

[표 1.48] 금남IC 2교 부재별 중점유지관리 사항(1)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_거더외부		
◦ 신축이음 누수에 의한 거더외부 단부 측 부식발생 ◦ 부식제거 및 재도장을 통한 부식진전 방지필요 ◦ 2016년 신축이음 교체를 통하여 현재일 기준 더 이상의 누수는 없는 상태로 보수시기 적격		
		
단부 측 부식	단부 측 부식	중양부 부식

[표 1.49] 금남IC 2교 부재별 중점유지관리 사항(2)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_거더내부		
◦ 실링 미처리에 의한 우수유입 발생 ◦ 시공초기 자재운반 등에 의한 외부충격으로 도장박리 및 굽힘 발생(일부 강재부식) ◦ 우수유입에 의한 S.P볼트부식 발생 ◦ 우수차단을 위한 실링보수가 필요하며, 보수 이후 지속적인 점검을 통한 확인필요		
		
S.P 볼트부식	누수흔적	강재부식

[표 1.50] 금남IC 2교 부재별 중점유지관리 사항(3)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_교면포장 및 방호벽		
◦ 교면포장 및 방호벽 이음부 사이 교면수가 유입되며 방호벽 박리, 박락 발생 ◦ 교면포장 방수층 파손 우려 ◦ 교면수 차단을 위한 재포장이 실시되어야 하며, 보수이후 지속적인 점검을 통한 확인필요		
		
교면포장 균열	방호벽 박락	방호벽 박리

[표 1.51] 금남IC 2교 부재별 중점유지관리 사항(4)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_교대		
◦ 신축이음 누수에 의한 교대 박리 발생 ◦ 누수차단을 위한 신축이음교체 이후 폐 콘크리트 적치 발생 ◦ 손상주요원인에 대한 보수(신축이음 교체)가 이루어진 상태로 교대 내구성회복과 최소피복확보를 위한 단면보수가 필요하며, 보수이후 지속적인 점검을 통한 확인필요		
		
교대 박리	교대 박리	폐 콘크리트 적치

1.7 종합결론

외관조사 결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으나, 시설물의 유지관리를 위한 보수의 진행과 지속적인 점검을 통한 관리가 필요한 것으로 판단된다.

재료시험 결과, 콘크리트 강도는 설계기준을 만족하고 있으며, 탄산화 잔여깊이는 30mm이상으로 콘크리트의 품질상태는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 분석되었다.

본 교량에 대한 종합평가 결과, 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태」인 “B(양호)”로 평가되었으며, 현재 정밀안전진단 및 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

금회 점검 시 조사된 손상에 대하여 보수·보강 및 유지관리 방안에서 제시한 공법에 따라 적절한 보수를 실시하고 중점관리가 필요한 부재에 대하여 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.