

제3장

금남IC Ramp-A교(상)

3.1 서론

3.2 자료수집 및 분석

3.3 현장조사 및 시험

3.4 상태평가

3.5 종합평가 및 안전등급 지정

3.6 보수·보강 및 유지관리 방안

3.7 종합결론

제3장 금남IC Ramp-A교(상)

3.1 서론

본 과업 대상 시설물인 금남IC Ramp-A교(상)는 국도46호선 상에 위치한 총 연장 L=120.0m, 폭 B=14.4~17.8m의 도로교량으로 행정구역상 경기도 남양주시 화도읍에 위치하며, 2005년 12월 20일에 준공되어 약 18년간 공용중인 구조물이다.

가. 시설물 현황

[표 3.1] 금남IC Ramp-A교(상) 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		금남IC Ramp-A교(상)		시설물번호		BR2006-0000733	
준공년월일		2005년 12월 20일		관리번호		-	
시설물위치		경기도 남양주시 화도읍					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		일반국도 46호선	
제원	연장	L=120.0m, (4@30 = 120.0 m)					
	폭	B=14.4~17.8m 편도 2차로					
구조 형식	상부	PSC 거더(PSCI)		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형			교각	말뚝기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		Finger Joint	
교차시설물 (도로,철도,하천)		마을진입로		통과높이		-	
				평면선형		곡선교	
부착시설내용		점검로 P1~P3, 가로등					

평면도
S = 1 : 300

종단면도
S = 1 : 300

나. 시설물 전경



상부전경



측면전경



교명판



교량 설명판



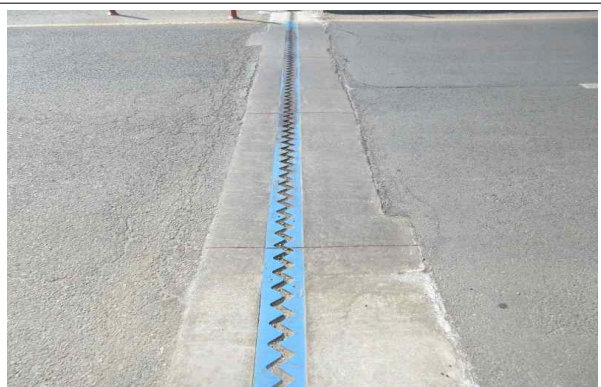
교면포장 전경



방호벽 전경

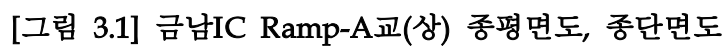


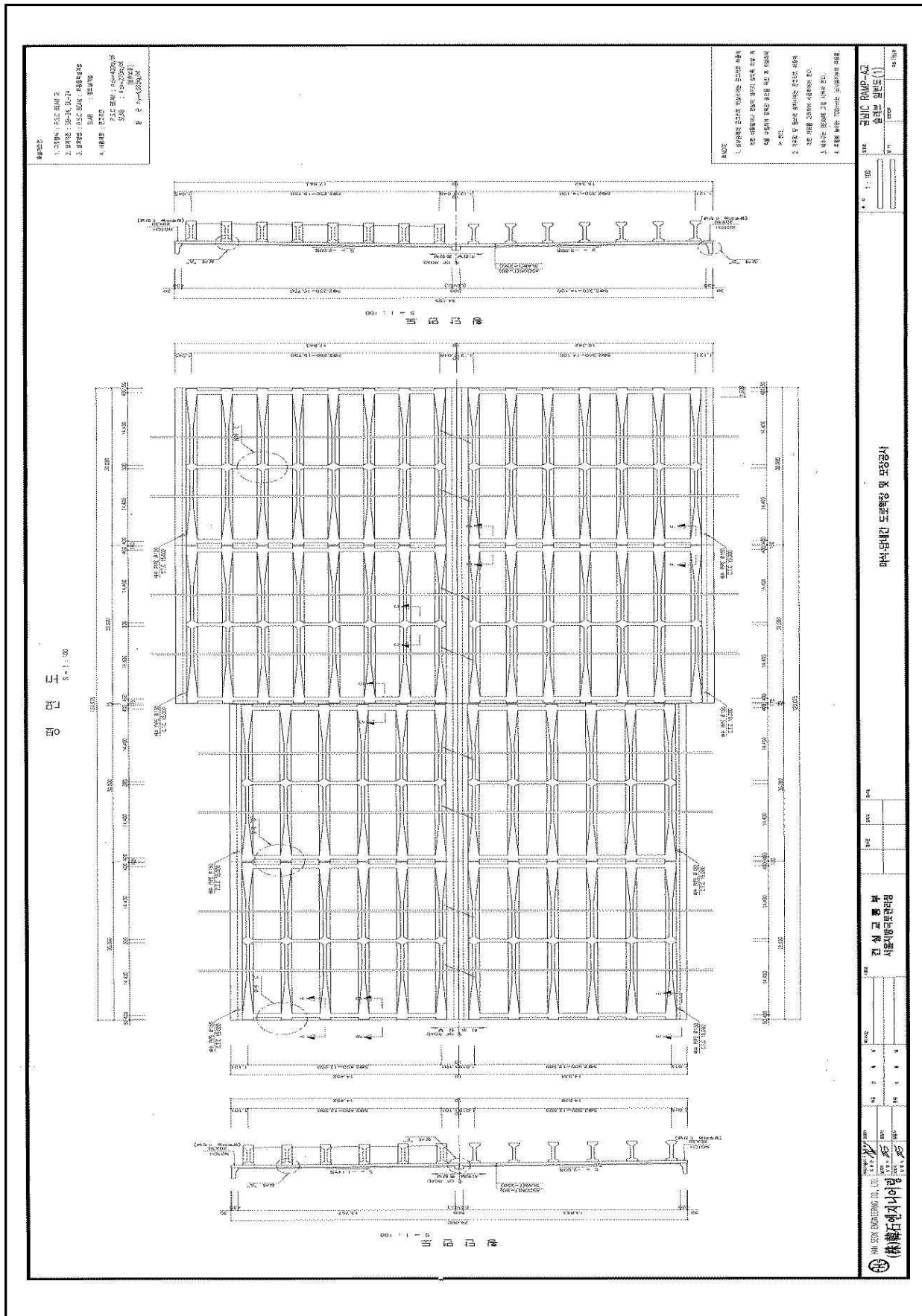
배수시설(배수구) 전경



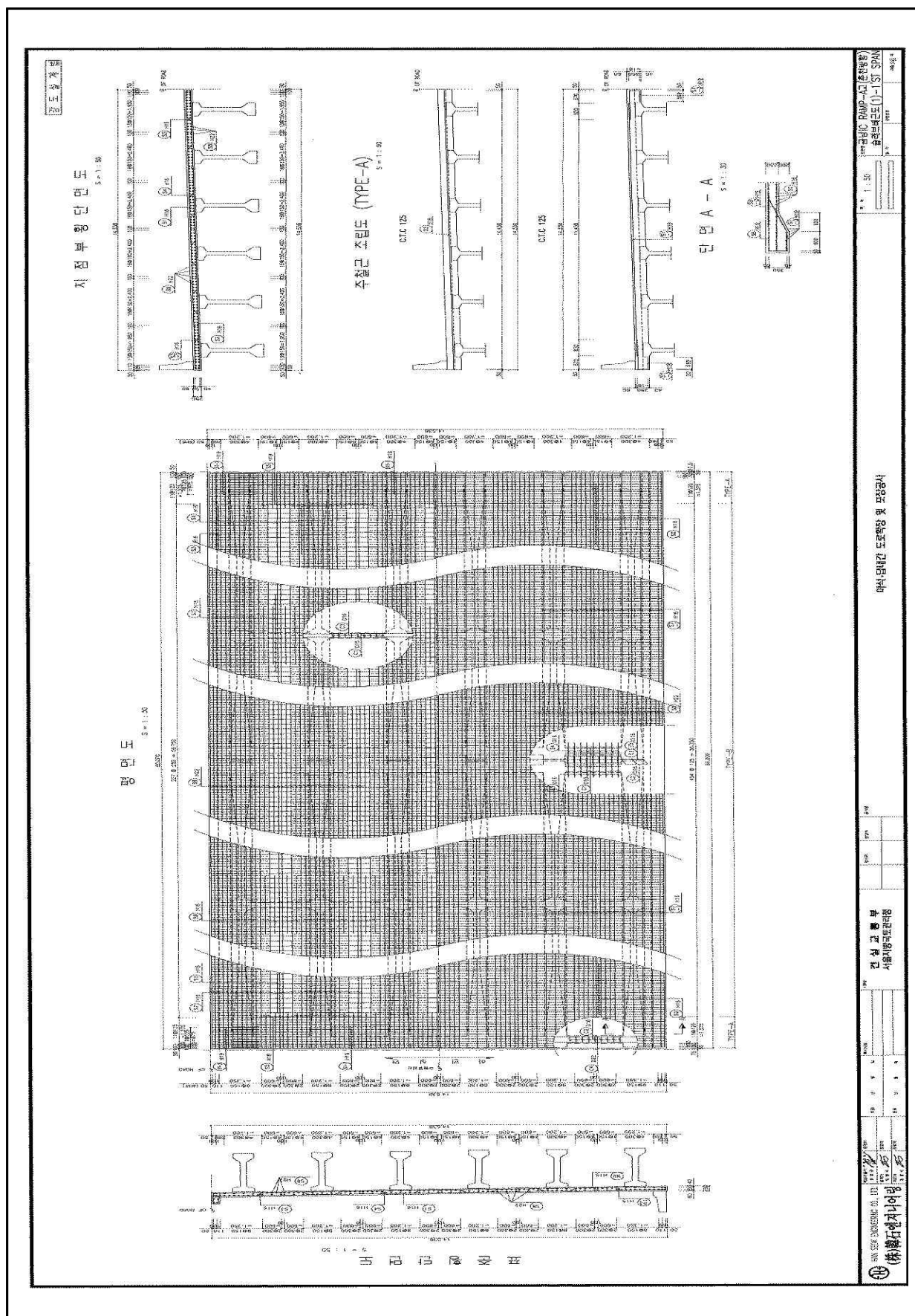
신축이음 전경

	
바닥판 전경	거더 전경
	
가로보 전경	교량받침 전경(일방향)
	
교량받침 전경	교대 전경(A1)
	
교각 전경(P1)	교대 전경(A2)

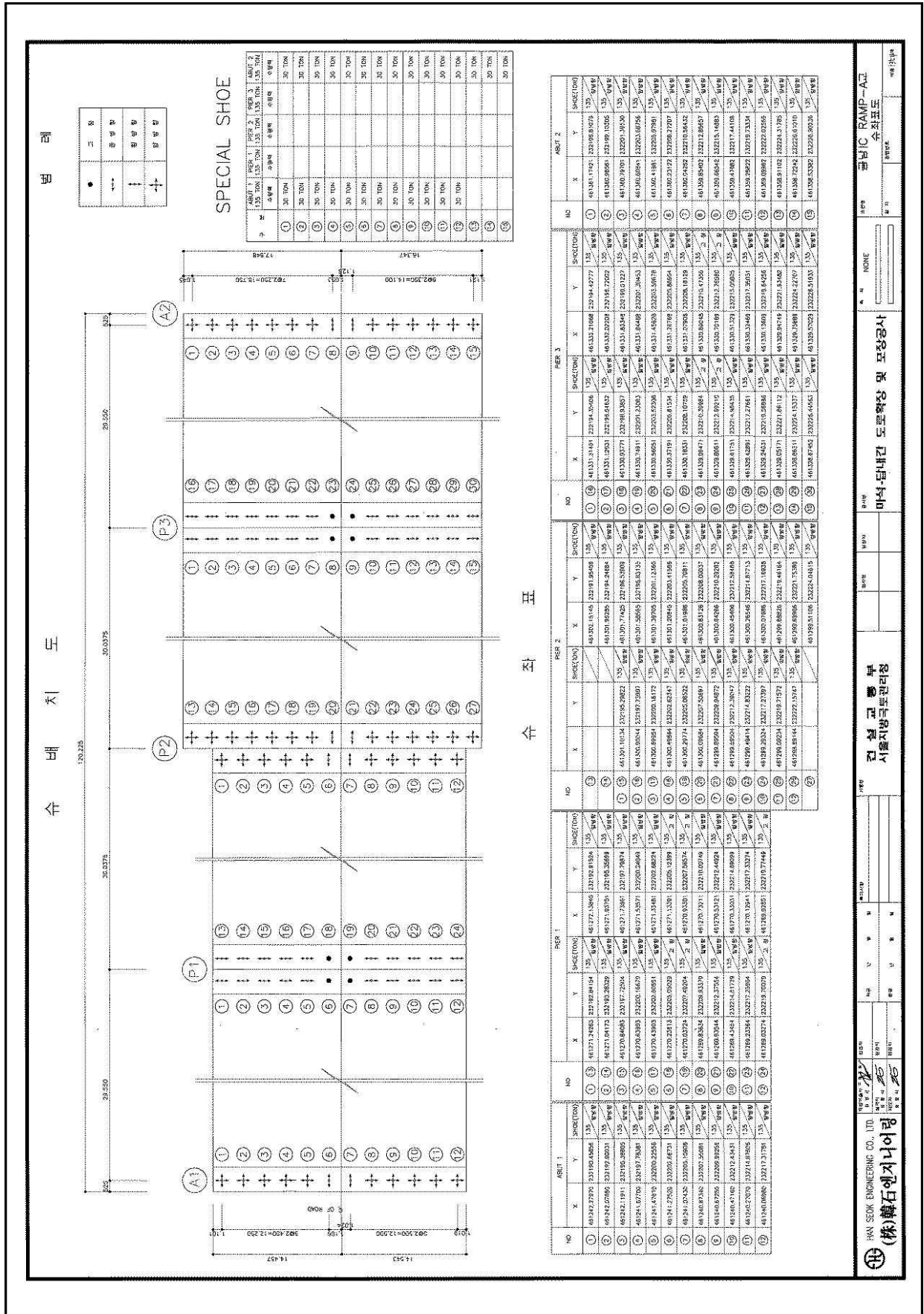




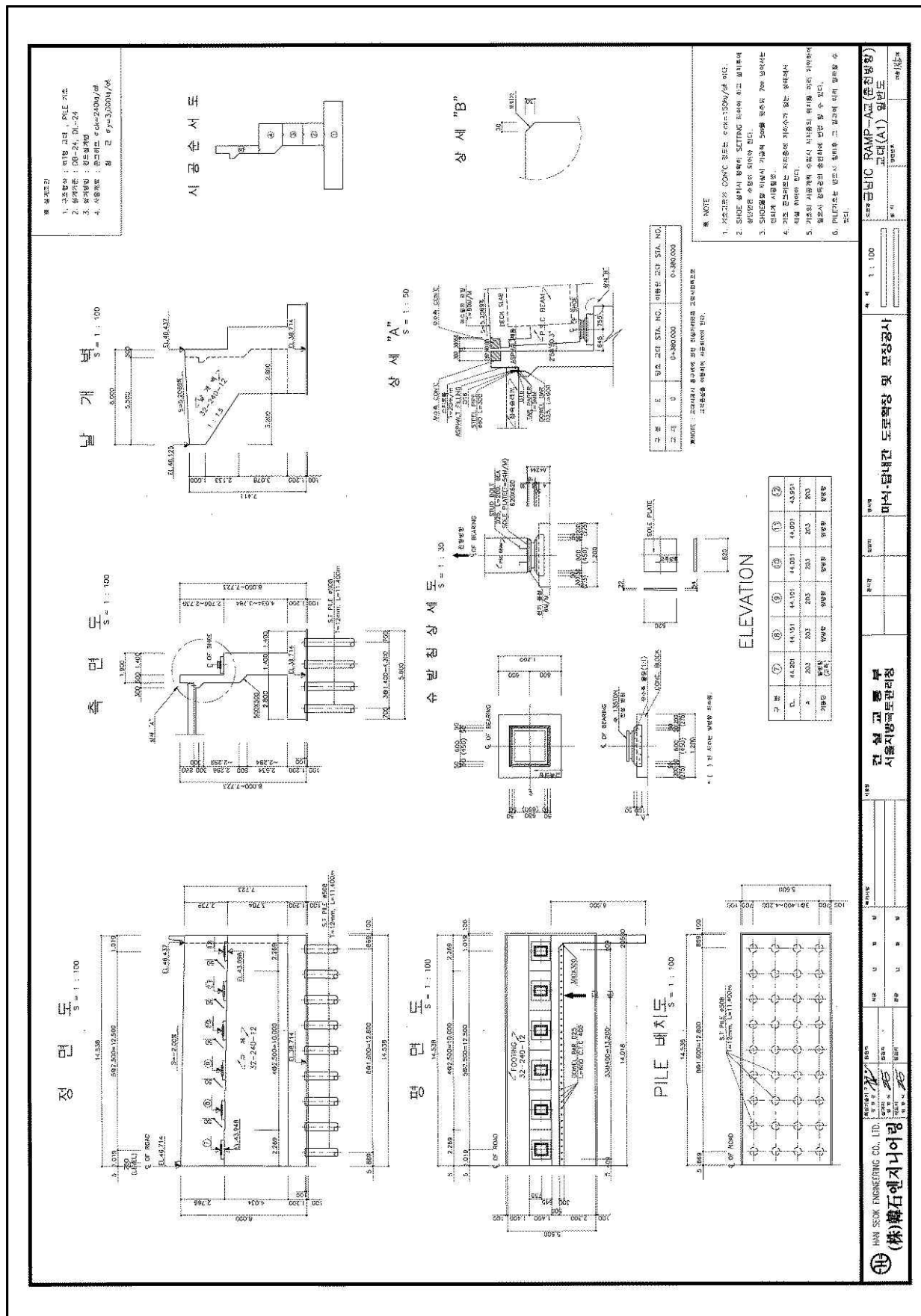
[그림 3.2] 금남IC Ramp-A교(상) 슬래브 일반도



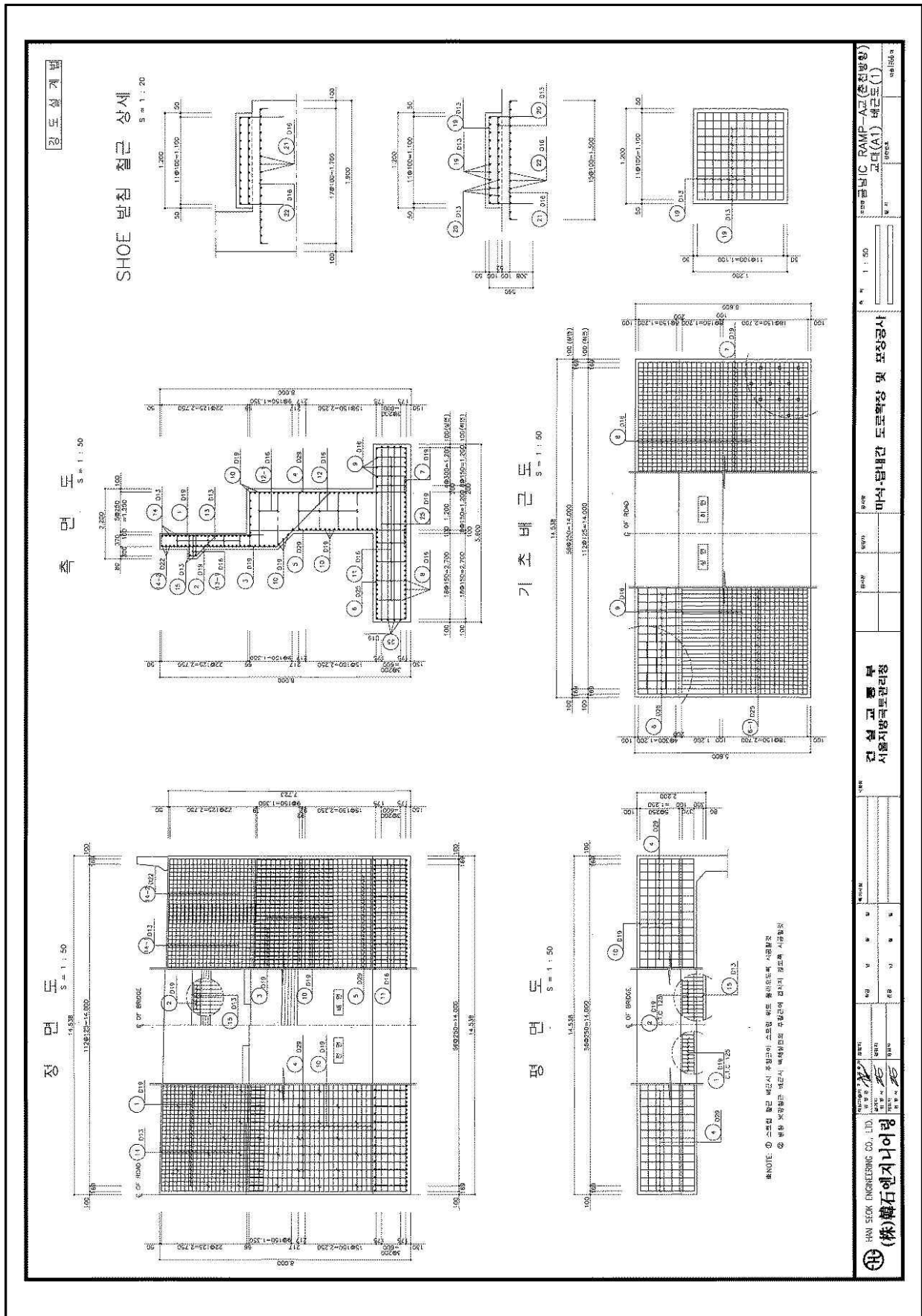
[그림 3.3] 금남IC Ramp-A교(상) 슬래브 배근도



[그림 3.6] 금남IC Ramp-A교(상) 받침장치 배치도



[그림 3.7] 금남IC Ramp-A교(상) 교대 일반도(A1)



[그림 3.8] 금남IC Ramp-A교(상) 교대 배근도(A1)

– 232 –

3.2 자료수집 및 분석

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

[표 3.2] 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)

3.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력

금남IC Ramp-A교(상)는 준공 후 약 18년간 공용되어온 시설물로 정기안전점검 35회, 정밀안전점검 9회, 2종 성능평가 1회로 총 45회의 안전점검이 이루어진 상태로 확인되었다.

가. 정기안전점검

[표 3.3] 금남IC Ramp-A교(상) 정기안전점검 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2022-10-17 2022-12-09	자체수행	◦ 포장 이물질 퇴적 및 체수, 배수구 막힘 등	보통
	정기안전점검	최영재	◦ 보수예정	
2	2022-05-02 2022-06-24	자체수행	◦ 방호울타리 파손, 바닥판 박리 등	보통
	정기안전점검	서홍수	◦ 보수예정	
3	2021-10-25 2021-12-17	자체수행	◦ 교면포장 및 이물질 퇴적 등	보통
	정기안전점검	서홍수	◦ 보수예정	
4	2021-03-17 2021-06-30	자체수행	◦ 받침부식, 교대 균열 등	보통
	정기안전점검	김형균	◦ 손상부위 보수	
5	2020-10-05 2020-12-20	자체수행	◦ 캔틸레버부 바닥판 박리 및 백태	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 변화를 위한 5년 이내 점검이력사항 수록.

※ 시설물의 전체 점검이력사항 부록 참조.

나. 정밀안전점검

[표 3.4] 금남IC Ramp-A교(상) 정밀안전점검 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2021-03-19 2021-07-16	(주)KG엔지니어링 종합건축사무소	◦ 교면포장 : 아스콘 균열, 토사퇴적, 침투수 용출, 접속부 아스콘 망상균열 ◦ 방호벽 : 균열, 망상균열/백태, 박리, 박락, 파손, 철근노출 등 ◦ 배수시설 : 배수구 막힘, 유도배수관 길이부족, 배수관 부식, 배수로 파손 및 퇴적 ◦ 신축이음 : 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 박리, 마모, 본체 부식 ◦ 바닥판 : 균열, 누수 및 백태, 박리, 박락, 철근노출, 열화, 백화/망상균열 등 ◦ 거더 : 박리, 박락, 백태, 망상균열 ◦ 가로보 : 균열, 들뜸, 박리, 박락/철근노출 ◦ 교량받침 : 받침몰탈, 받침콘크리트 균열, 받침 도장박리/부식, 받침콘크리트 박리, 받침콘크리트 녹발생 ◦ 하부구조 : 균열, 녹물오염/녹발생, 들뜸, 박리, 박락, 파손, 표면오염, 백태, 누수흔적, 폐기물퇴적, 점검계단 파손, 실링재 열화 등	B등급
	정밀안전점검	이인성	◦ 청소, 유공관 설치, 신축이음 교체, 표면보수, 재도장, 단면보수 등	
2	2019-12-03 2020-03-25	한세이엔씨(주)	◦ 금남IC RAMP-A교(상)에 대한 외관조사결과, 구조적으로 문제가 되는 손상 및 사용성을 저해할 만한 심각한 결함은 없는 상태이나, 장기적으로 내구성을 저해할 수 있는 비구조적인 손상들이 조사되었다. 기 발생된 손상에 대한 내구성 확보 및 사용성 확보 차원의 보수 및 유지 관리가 시행된다면 교량의 장기적인 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다. ◦ 내구성조사는 비파괴강도 측정결과, 건전부 및 비건전부에 대한 설계기준강도(슬래브:27.0MPa, 거더:40.0MPa)는 100%이상 조사되었으며, 공용연수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가되었다. 또한 탄산화 깊이 측정결과, 상태평가“a”로 검토되어 탄산화 진행에 따른 철근부식의 영향은 없는 것으로 확인되었다.	B등급
	정밀안전점검	조창희	◦ 전면 재포장, 표면처리, 주입보수, 단면보수, 방청, 청소 등	

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

※ 시설물의 전체 점검이력사항 부록 참조.

다. 2중 성능평가

[표 3.5] 금남IC Ramp-A교(상) 2중 성능평가 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2019-09-23 2019-12-12	(주)동우기술단	◦ 교면포장 : 아스콘 균열, 마모, 아스콘 패임 등 ◦ 방호벽 : 균열, 박리, 보수부재균열, 파손 등 ◦ 바닥판 : 균열, 누수 및 백태, 망상균열 및 백태, 박락 등 ◦ 거더 및 2차부재 : 파손, 망상균열, 파손 및 철근노출, 균열 등 ◦ 하부구조 : 균열, 녹물오염, 녹발생 등 ◦ 신축이음 : 유간토사퇴적, 본체부식 ◦ 교량받침 : 받침몰탈균열, 받침장치도장박리, 받침장치부식 등 ◦ 배수시설 : 배수구막힘, 배수관 이음부 부식	B등급
	2중 성능평가	김문규	◦ 아스팔트 실링, 아스팔트 패칭, 표면보수, 단면보수, 주입보수 등	

라. 기 정밀안전점검 결과 요약

[표 3.6] 금남IC Ramp-A교(상) 기 정밀안전점검 결과

구 분		정밀안전점검 보고서(2021년)
용역명		국도46호선 금남IC R-A교(상) 등 7개소 정밀점검용역
진단기관		(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
외관조사	바닥판 하면	◦ 균열(0.3mm미만), 누수 및 백태, 박리, 박락, 철근노출, 백화/망상균열, 열화 등
	거더	◦ 박리, 박락, 백태, 망상균열
	가로보	◦ 균열(0.3mm미만), 들뜸, 박리, 박락/철근노출
	교대	◦ 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 표면오염, 녹발생, 백태, 들뜸, 박리, 박락
	교각	◦ 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 보수부 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 백태, 들뜸, 박리, 박락
	교량받침	◦ 받침물탈, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 받침 도장박리/부식, 받침콘크리트 박락, 파손
	신축이음	◦ 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 박리, 마모, 본체 부식
	교면포장	◦ 아스콘 균열, 토사퇴적, 침투수 용출, 접속부 아스콘 망상균열
	배수시설	◦ 배수구 막힘, 유도배수관 길이부족, 배수관 부식, 배수로 파손 및 퇴적
	방호벽	◦ 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열/백태, 박리, 박락, 파손, 철근노출 등
	점검시설	◦ 상태양호
내구성조사	반발경도시험	◦ 바닥판 : 27.6~31.3MPa / 설계기준 강도(27MPa)100% 이상 상회 ◦ 거더 : 45.9~47.4MPa / 설계기준 강도(40MPa)100% 이상 상회 ◦ 하부구조 : 24.1~31.5MPa / 설계기준 강도(24MPa)100% 이상 상회
	탄산화 깊이측정	◦ 잔여깊이 30mm이상으로 탄산화로 인한 내구성 저하는 없는 “a”등급
종합평가	상태평가	◦ B(0.242)
	안전성평가	-
안전등급		◦ B등급

3.2.2 보수·보강 이력

보수·보강 이력 검토 결과는 다음과 같다.

[표 3.7] 금남IC Ramp-A교(상) 보수·보강 이력사항(FMS발취)

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비	책임기술자
1	-	보수	신축이음	-	-
	2019-01-01 2019-12-31		단면보수, 신축이음교체	389,600	-
2	국도36호선 금남IC R-A(하) 등 시설물보수공사	보수	-	-	(주)굿솜건설
	2022-04-22 2022-09-29		단면보수, 주입보수	354,699	-
3	국도46호선 금남2교(상) 등 시설물보수공사	보수	신축이음	-	(주)미래씨엔알
	2022-06-27 2022-12-04		신축이음 교체	348,230	-

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

3.2.3 내진설계 적용 여부

금남IC Ramp-A교(상)는 시설물관리대장 및 준공도서 확인결과 내진설계가 적용된 것으로 확인 되었다.

[표 3.8] 금남IC Ramp-A교(상) 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)

3.2.4 자료분석 결과 요약

관련 자료 분석 결과, 금남IC Ramp-A교(상)는 과업수행일 현재 시설물의 안전을 저해하는 중대결함이 없는 상태로, 시설물안전법의 규정에 따라 주기적인 유지관리를 시행하고 있으며, 금회 정밀안전점검은 전차 점검에서 발견된 손상의 진전확인 및 신규 발생 손상을 조사하고 외관조사망도에 기록하여 향후 점검, 진단, 교량의 보수·보강 및 유지관리에 활용할 수 있도록 실시하였다.

3.3 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 3.9] 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
조상방법	◦ 고소차량을 이용한 바닥판 점검, 도보를 이용한 육안조사
접근성	◦ 교량 상하부 도보접근 가능



[그림 3.10] 금남IC Ramp-A교(상) 현장조사 현황

3.3.1 외관조사

가. 바닥판

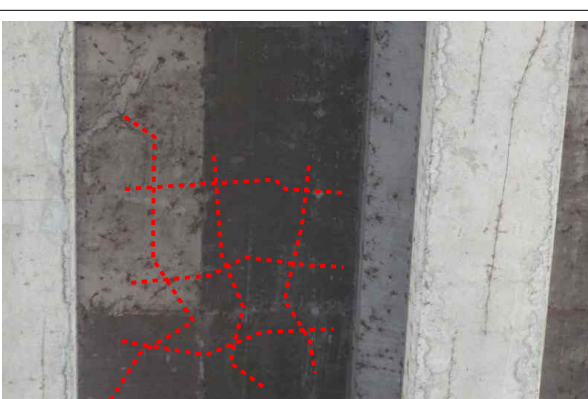
바닥판은 콘크리트 슬래브로 경간($2@30.0+2@30.0=120.0$ m), 폭원 $B=15.7$ m이며, 좌·우측 캔틸레버 단부에는 우수유입 방지를 위한 물끊기 홈(Notch)이 설치되어 있는 것으로 확인되었고, 고소차량을 이용하여 최대한 근접한 상태에서 외관조사를 실시하였다.

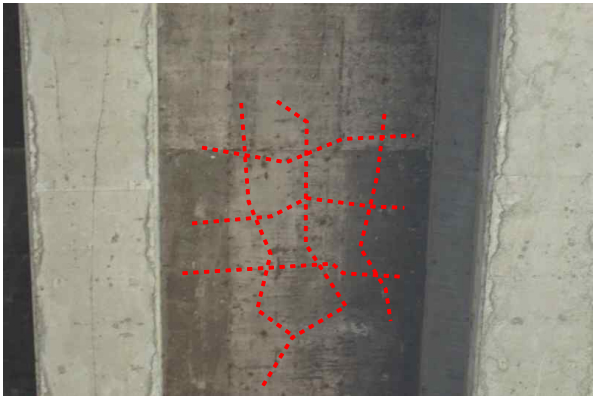
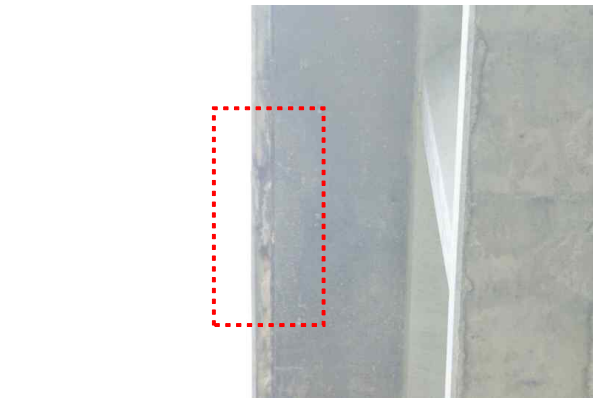


1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열/백태, 백태, 박리, 박락, 박락 및 철근노출, 열화, 중 조인트 누수가 조사되었다.



	
바닥판 열화 S1	바닥판 열화 S1
	
중 조인트 누수흔적 S1	중 조인트 누수흔적 S1
	
바닥판 균열(0.3mm미만) S1	중 조인트 누수흔적 S2
	
바닥판 망상균열 S2	바닥판 망상균열 S2

	
바닥판 망상균열 S2	캔틸레버 박락 및 철근노출 S2
	
바닥판 종조인트 누수흔적 S2	바닥판 열화 S3
	
바닥판 열화 S3	바닥판 박락 및 철근노출 S3
	
바닥판 백태 S4	바닥판 백태 S4

[표 3.10] 금남IC Ramp-A교(상) 바닥판 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
바닥판	균열(0.3mm미만)	25.10	m ²	22	건조수축, 온도변화	주의관찰
	백태	36.94	m ²	8	수분접촉	주의관찰
	누수흔적	12.00	m ²	4	수분접촉	주의관찰
	망상균열/백태	290.60	m ²	19	건조수축, 수분접촉	주의관찰
	열화	74.25	m ²	7	공용기간 증가, 수분접촉	주의관찰
	박리	0.95	m ²	8	손상부 수분접촉	단면보수
	박락	0.44	m ²	3	손상부 수분접촉	단면보수
	박락 및 철근노출	1.12	m ²	7	손상부 수분접촉	단면보수(방청)

2) 손상원인 및 대책

- 금남IC Ramp-A 바닥판에 발생한 손상 대부분은 방수층 파손에 의해 교면수가 유입되며 발생한 손상으로, 수분접촉과 반복적인 동결융해가 원인으로 판단되며, 국부적인 균열(0.3mm미만), 망상균열/백태, 콘크리트 열화가 조사되었다.
- 박리 및 박락의 경우 신축이음 하부 단부 측에 발생한 손상들로 신축이음 누수에 의한 수분접촉과 반복적인 신축거동이 주요원인이며, 일부 손상의 경우 박락에 의한 피복 부족으로 철근노출이 동반된 것으로 조사되었다.
- 누수흔적의 경우 중 조인트에 발생한 손상으로 교면포장과 중앙분리대 이음부 사이로 유입된 교면수가 원인으로 추정되며, 물끓기 흠(Noth)에 의한 우수차단으로 손상의 범위가 경미하고 바닥판에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.
- 금회 조사된 손상들의 경우 결함발생 주요원인에 대한 보수가 이루어진 상태로 조사되었으나, 철근노출의 경우 대기 중 탄산접촉 등에 의한 부식우려가 있으므로 단면보수(방청)가 필요한 것으로 판단되며, 보수 시 인접주변에 발생한 박리, 박락에 대한 병행보수를 권장한다.

나. 거더

거더는 바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고, 받침부를 통하여 하부구조로 하중을 전달하는 부재로서 PSCI로 구성되어있다. 외관조사 시 고소차량을 이용하여 최대한 부재에 근접하여 조사를 실시하였다.



거더 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 거더 망상균열, 백태, 박리, 박락, 파손이 조사되었다.



[표 3.11] 금남IC Ramp-A교(상) 거더외부 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
거더	망상균열	11.25	m ²	2	점검오류	손상제거
	백태	0.20	m ²	1	-	-

2) 손상원인 및 대책

- 망상균열의 경우 건조과정에서 발생한 균열 폭 $C_w=0.1\text{mm}$ 미만의 미세균열로 점검오류에 의한 손상으로 판단되며, 현장조사결과와 수집된 자료를 검토한 결과 최초조사 이후 10년 이상 손상의 진전이 없으며, 매회 점검자에 따른 손상감소가 이루어진 것으로 확인되어 지속적인 추적관리는 필요치 않아 금회 조사대상에서 제외하였다.
- 백태의 경우 바닥판에 발생된 손상일부가 접촉되며 조사된 손상으로 확인되어 금회 정밀안전점검에서 바닥판으로 손상을 이동시켜 상태평가에 적용하였다.
- 거더의 경우 보수 “국도36호선 금남IC R-A(하) 등 시설물보수공사_2022.06”의 실시로 특별한 결함발생은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

다. 2차 부재

가로보는 상부에 작용되는 하중을 분배시켜 거더의 파손을 방지해주는 부재이며, 고소 차량을 이용하여 최대한 부재에 근접하여 조사를 실시하였다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 백태, 박락 및 철근노출이 조사되었고 일부 손상에 대한 보수가 확인되었다.



[표 3.12] 금남IC Ramp-A교(상) 2차 부재 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
가로보	균열(0.3mm미만)	9.10	m	7	건조수축	주의관찰
	백태	0.60	m ²	5	수분접촉	주의관찰
	박락	0.04	m ²	2	수분접촉	단면보수
	박락 및 철근노출	0.25	m ²	2	수분접촉	단면보수(방청)

2) 손상원인 및 대책

- 균열(0.3mm미만)의 경우 현장타설 이후 건조수축 및 온도변화에 따른 손상이며, S1 C1측 가로보 전체에 교면포장과 신축이음을 통한 유입수로 백태가 조사되었다.
- 박락의 경우 보수부에 발생한 손상으로 신축이음 S2 하부누수에 의한 수분접촉과 온도 변화에 따른 동결에 따른 손상으로 판단되며, 동일한 원인으로 S1 C1에 박락에 의한 피복부족으로 박락 및 철근노출이 조사되었다.
- 가로보에 발생한 손상의 경우 A1과 P2 신축이음 하부 측에 발생한 손상으로 보수에 있어 고소차량 등의 제약이 없으므로 손상진전 방지 및 내구성회복을 위한 보수가 적합할 것으로 판단되며 신축이음 물받이 설치를 통한 손상원인 제거 이후 보수실시가 권장된다.

라. 교대

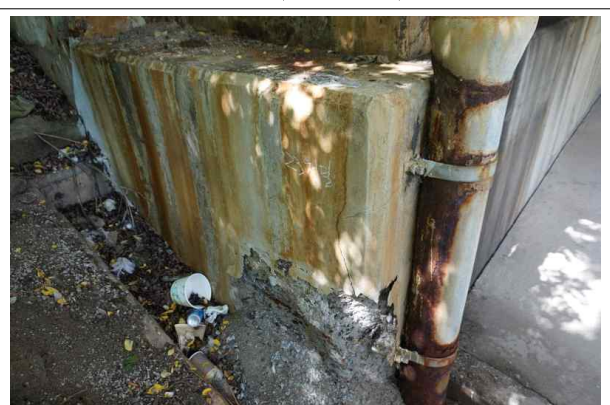
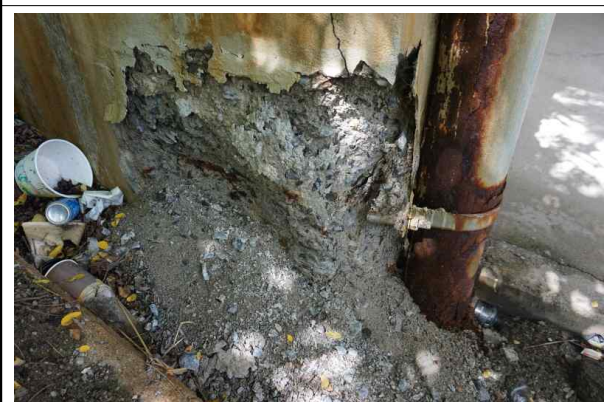
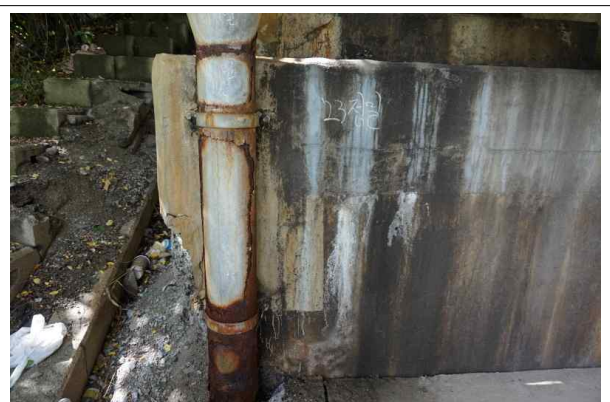
교대는 상부구조 하중을 지반으로 전달하고, 교량의 구조적 안전성을 위한 중요 부재로 역T형식이며, 직접기초로 시공되었다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 백태, 누수흔적, 박리, 박락, 녹발생, 폐 콘크리트 적치, 박락 및 철근노출 등의 손상이 조사되었다.



	
교대 누수흔적 A1	교대 박리 A1
	
교대 균열(0.3mm 이상) A1	교대 균열(0.3mm 이상) A1
	
교대 박락 및 철근노출 A1(동절기)	교대 박락 및 철근노출 A1(하절기)
	
교대 박락 및 철근노출 A1(하절기)	교대 박락 및 철근노출 A1(하절기)

폐콘크리트 적치 A1	교대 박리 A1
교대 녹발생 A2	교대 박리 A2
교대 균열(0.3mm이상) A2	교대 균열(0.3mm이상) A2
교대 균열(0.3mm이상) A2	교대 누수흔적 A2

[표 3.13] 금남IC Ramp-A교(상) 교대 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교대	균열(0.3mm미만)	6.80	m	6	건조수축	표면보수
	균열(0.3mm이상)	4.60	m	4	수분접촉	주입보수
	백태	32.50	m ²	1	수분접촉	표면보수
	누수흔적 및 녹발생	16.78	m ²	19	수분접촉	표면보수
	폐 콘크리트 적치	12.04	m ²	2	시공미흡	청소
	박리	12.03	m ²	5	수분접촉	단면보수
	박락	1.74	m ²	3	수분접촉	단면보수
	박락 및 철근노출	2.40	m ²	2	수분접촉	단면보수(방청)

2) 손상원인 및 대책

- 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상이며, 신축이음 누수에 의한 수분접촉과 동결융해 등의 여러 요인으로 일부손상이 진전되어 균열(0.3mm이상)이 발생하였다.
- 백태의 경우 신축이음 누수로 흙벽과 벽체에 침입수가 발생되어 나타난 손상으로 백태의 형태가 유종을 띄지 않고 옅은 백화현상으로 조사되었으며, 반발경도 측정기를 통한 측정결과 내구성 저하하려는 없는 상태로 확인되었다. 다만, 지속적인 수분접촉과 다량의 면적에 백태가 발생한 만큼 지속적인 점검을 통한 내구성 확인이 필요할 것으로 판단된다.
- 폐 콘크리트 적치는 발현시기가 신축이음장치교체(국도46호선 금남2교(상) 등 시설물보수공사_2022.12)시기와 일치하여 시공당시 발생한 퇴적물로 확인되었다.
- 교대 A1 좌측면(G6)에 발생한 박락 및 철근노출의 경우 신축이음 누수, 유도배수관 미설치, 배수관 부식, 동절기 제설제 등의 복합적 요인에 의한 손상으로 동절기(12월) 조사당시 침투수 동결 및 철근부식에 의한 박리가 조사되었으며, 손상진전 확인을 위한 하절기(4월) 조사당시 표면의 완전 박락과 재료분리에 의한 골재 및 시멘트의 유실이 확인되었다.
- 현재일 기준 교대 전면벽체에 박리가 일부 진전된 상태로 연단거리 확보와 받침장치 지지를 위한 최우선적인 보수가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

마. 교각

교각은 상부구조 하중을 지반으로 전달하고, 교량의 구조적 안전성을 위한 중요 부재로 다주교식이며, 말뚝기초로 시공되었다.



교각 P1 전경



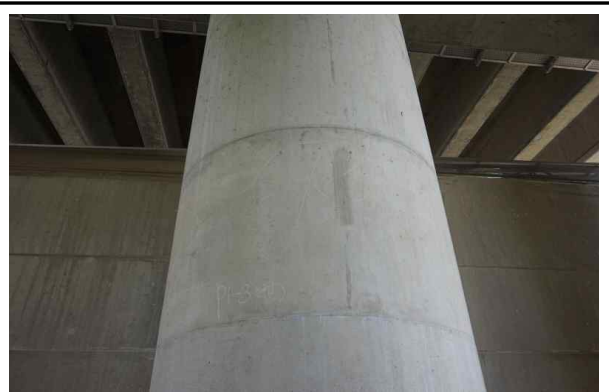
교각 P2 전경

1) 현장조사 결과

금남IC Ramp(상) P1은 금남IC Ramp(하)와 교각을 공유하고 있으며, P2, P3은 독립된 구조물로 확인되었다. 외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 누수흔적, 박리 등의 손상이 조사되었다.



교각 망상균열 P1



교각 망상균열 P1



교각 코핑부 박리 P2



교각 코핑부 박리 P2

교각 코핑부 박리 P2	교각 박락 P2
교각 박리 P2	교각 망상균열 P2
교각 체수 P2	교각 박락 P3
교각 파손 P3	교각 균열(0.3mm미만) P3

[표 3.14] 금남IC Ramp-A교(상) 교각 손상물량표

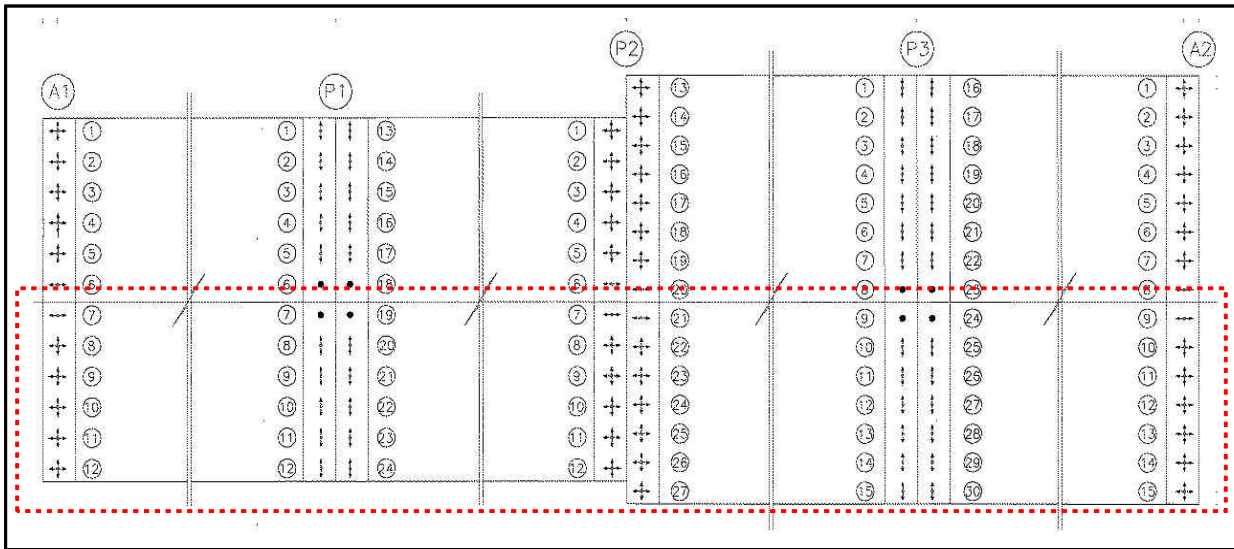
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교각	균열(0.3mm미만)	19.50	m	25	건조수축	표면보수
	망상균열	44.80	m ²	13	건조수축	표면보수
	백태	0.20	m ²	1	수분접촉	표면보수
	누수흔적	5.10	m ²	5	수분접촉	표면보수
	박리	11.10	m ²	5	수분접촉	단면보수
	박락	0.56	m ²	2	수분접촉	단면보수
	체수	32.00	m ²	1	신축이음 누수	배수홈 설치

2) 손상원인 및 대책

- 균열(0.3mm미만), 망상균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상이며, 기점검 자료와 비교·검토한 결과 손상의 진전은 확인되지 않았다.
- P2는 도로확장구간으로 교각일부 상면이 외기에 노출되는 상태이며, 신축이음 누수에 의한 우수와 제설제가 손상부와 접촉되며 체수와 박리가 발생한 상태로 조사되었다. 박리의 경우 손상 대부분이 P2 코핑부 하면에 위치하고 있으며, 공용 중 박락으로 진전될 경우 교량 하부에 설치된 근린시설 이용자 또는 교량 하부를 횡단하는 차량과의 충돌우려가 있으므로 우선적인 보수를 통한 사고예방이 필요한 것으로 판단된다.
- 체수의 경우 지속적인 우수접촉과 신축이음 누수에 의해 표면이 침식되며 발생한 손상으로 판단되며, 공용 중 반복적인 동결융해 작용에 의한 콘크리트 열화와 박리 등의 2차 손상 우려가 있으므로 단면보수와 배수 홈 설치가 필요한 상태로 조사되었다.
- 누수흔적의 경우 우천 또는 신축이음 누수에 의한 손상으로 일부 표면에 오염이 발생한 상태로 조사되었으나, 콘크리트의 열화, 박리 등의 2차 손상은 발생하지 않은 상태로 조사되었다.

바. 교량받침

교량받침의 형식은 탄성받침이며, 총 56개소가 시공되어 배치 현황은 다음과 같다.



[그림 3.11] 교량받침 배치도



1) 현장조사 결과

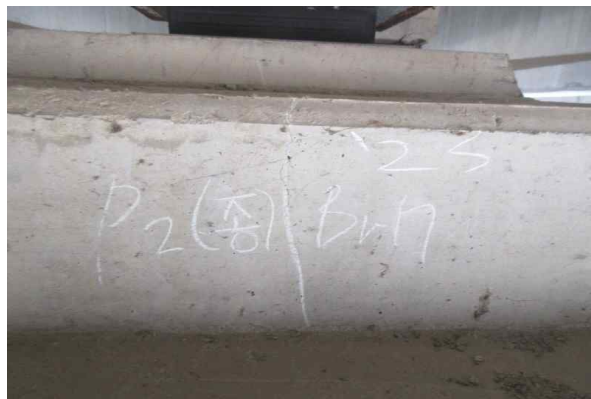
외관조사 결과 받침몰탈, 콘크리트 균열(0.3mm미만), 박리가 조사되었으며, 채도장을 통한 보수가 확인되었다.



받침물탈 균열(0.3mm 미만) A2 SH2



받침 콘크리트 균열(0.3mm 미만) P2 A2-SH4



받침 콘크리트 균열(0.3mm 미만) P2 A2-SH7



받침콘크리트 박리 P2 A1-SH6



받침장치 보수 상태양호 A1 SH4



받침장치 보수 상태양호 A1 SH5



받침장치 보수 상태양호 A2 SH3



받침장치 보수 상태양호 A2 SH5

[표 3.15] 금남IC Ramp-A교(상) 교량받침 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교량 받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	9.90	EA	70	건조수축	주의관찰
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	2.80	m ²	18	건조수축	주의관찰
	받침콘크리트 박리	0.76	m ²	4	수분접촉	단면보수

2) 손상원인 및 대책

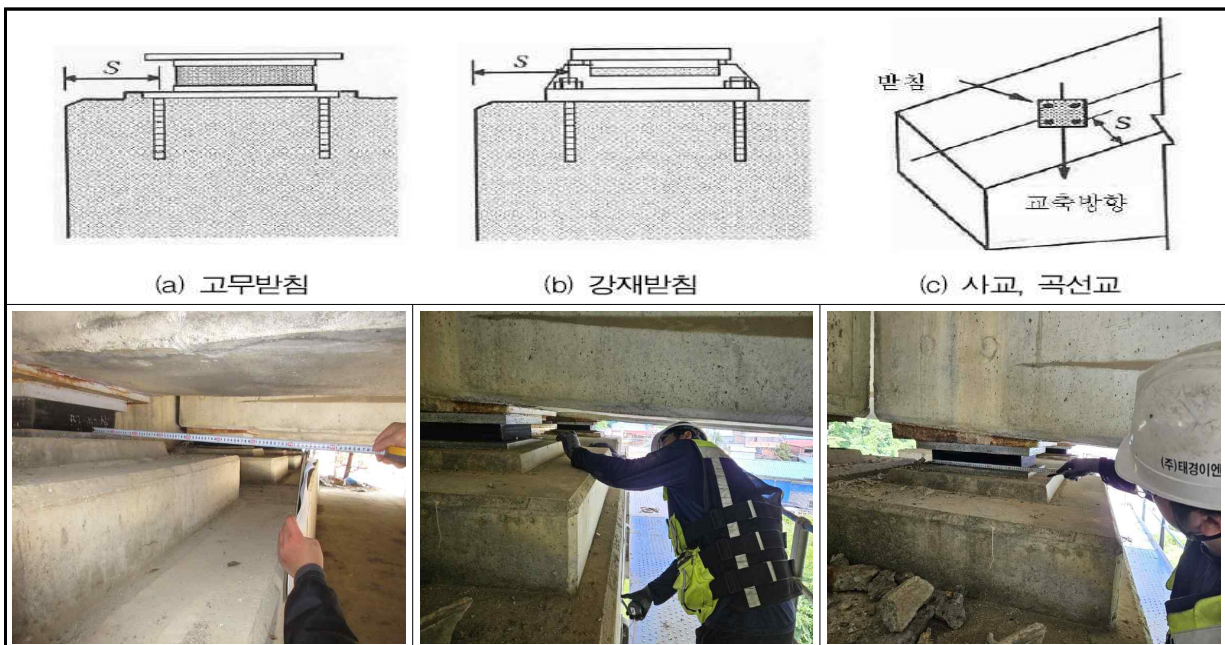
- 받침몰탈/콘크리트 균열(0.3mm미만)은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상이며, 일부 손상의 경우 공용 중 우수접촉에 의한 박리로 진전되었다.
- 박리는 신축이음 누수로 균열부에 수분이 접촉되어 발생한 손상으로 단면보수를 통한 보수가 필요하며, 보수 시 신축이음 물받이 설치를 통한 우수차단 이후 보수가 권장된다.

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(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

$$\text{연단거리}(S) = 200 + 5 \times 30.0 = 350.0\text{mm}$$



[그림 3.12] 금남IC Ramp-A교(상) 교량받침 연단거리 및 이동량 측정

[표 3.16] 금남IC Ramp-A교(상) 연단거리 측정결과

위 치		경간장 (m)	기준값 (mm)	연단거리 측정값(mm)							검토 결과
				Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		30.0	350.0	470	480	480	490	480	490	-	O.K
P1	A1	30.0	350.0	550	550	550	550	550	550	-	O.K
	A2	30.0	350.0	550	550	550	540	540	550	-	O.K
P2	A1	30.0	350.0	510	500	500	510	510	520	-	O.K
	A2	30.0	350.0	540	550	540	540	530	550	540	O.K
P3	A1측	30.0	350.0	510	510	520	510	510	500	500	O.K
	A2	30.0	350.0	500	510	500	510	500	500	500	O.K
A2		30.0	350.0	680	690	690	690	690	680	690	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 3.17] 금남IC Ramp-A교(상) 연단거리 측정결과

구분	검토결과	비고
조사일자	2023. 1. 12	-
평균기온	8.8	기상청 자료(남양주)
동결일수	15일 이상	기상청 자료
선팅창계수(α)	1.0×10^{-5}	PSC교
온도변화량(ΔT)	-15 ~ 35 ℃	한랭지방, PSC교
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℃이하인 날) 15일 이상인 기후		
※ 도로교설계기준 한계상태설계법 해설서, 2015		

[표 3.18] 금남IC Ramp-A교(상) 온도변화에 따른 이동량

구 분	온도변화량 (ΔT)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (m)	온도변화에 의한 이동량(mm)		비 고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	23.8	26.2	1.0×10^{-5}	30.0	7.1	7.9	O.K
P1	고 정 단 _ F I X						
P2	23.8	26.2	1.0×10^{-5}	30.0	7.1	7.9	O.K
P3	고 정 단 _ F I X						
A2	23.8	26.2	1.0×10^{-5}	30.0	7.1	7.9	O.K

[표 3.19] 금남IC Ramp-A교(상) 교량받침 이동량 검토결과(1)

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	7	7.1	7.9	41.9	27.1	± 42	O.K
	Sh2	7	7.1	7.9	41.9	27.1	± 42	O.K
	Sh3	10	7.1	7.9	44.9	30.1	± 42	O.K
	Sh4	10	7.1	7.9	44.9	30.1	± 42	O.K
	Sh5	7	7.1	7.9	41.9	27.1	± 42	O.K
	Sh6	7	7.1	7.9	41.9	27.1	± 42	O.K
P1	고 정 단 _ F I X							
P2 A1측	Sh1	15	7.1	7.9	49.9	19.1	± 42	O.K
	Sh2	15	7.1	7.9	49.9	19.1	± 42	O.K
	Sh3	17	7.1	7.9	51.9	17.1	± 42	O.K
	Sh4	17	7.1	7.9	51.9	17.1	± 42	O.K
	Sh5	10	7.1	7.9	44.9	24.1	± 42	O.K
	Sh6	15	7.1	7.9	49.9	19.1	± 42	O.K

[표 3.20] 금남IC Ramp-A교(상) 교량받침 이동량 검토결과(2)

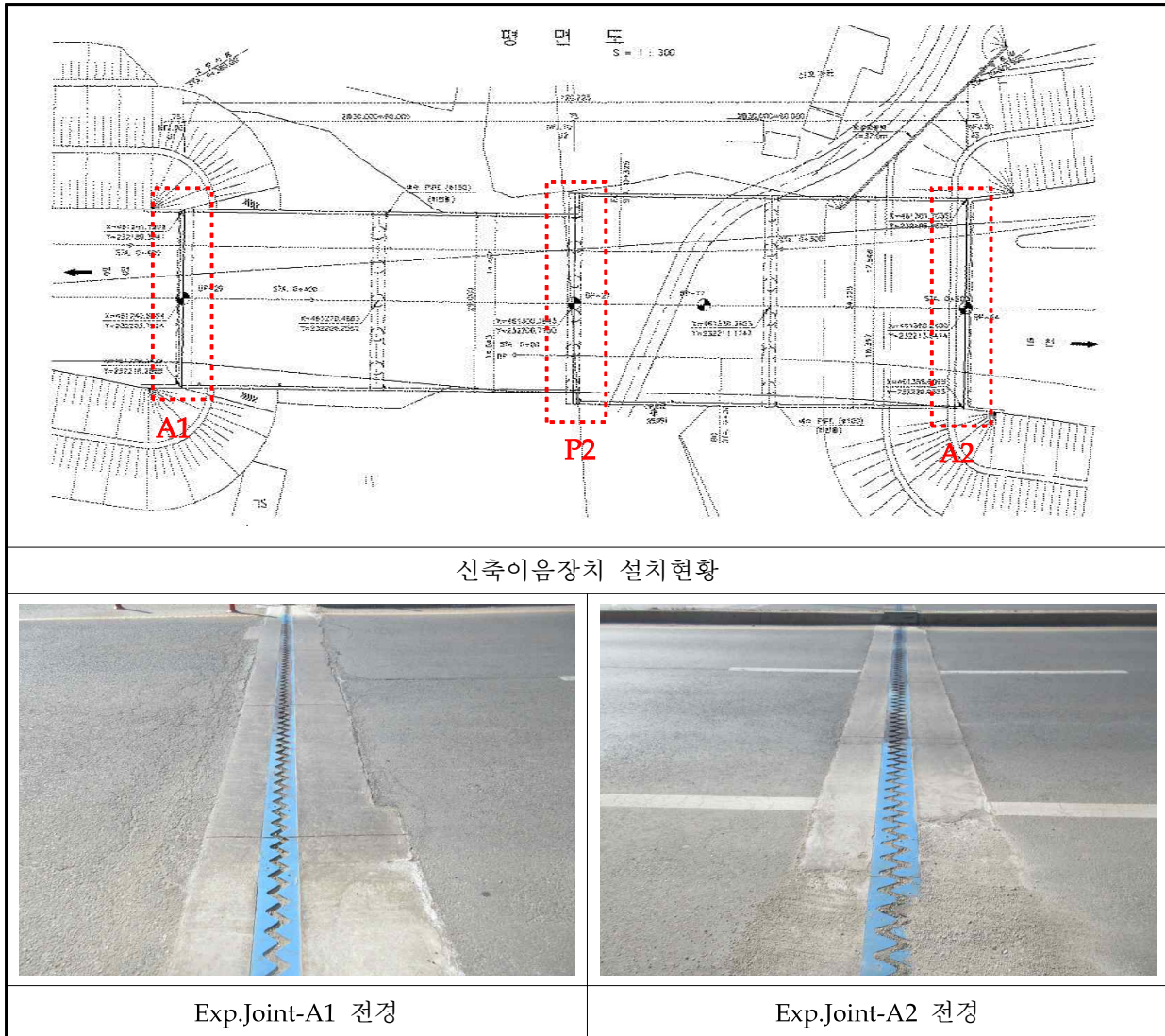
구 분		점검시 실측 이동량 (mm)	최대 받침 이동량 (mm)		실측 받침 가동여유량 (mm)		받침 용량 (mm)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
P2 A2측	Sh1	7	7.1	7.9	41.9	27.1	± 42	O.K
	Sh2	7	7.1	7.9	41.9	27.1	± 42	O.K
	Sh3	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K
	Sh4	10	7.1	7.9	44.9	24.1	± 42	O.K
	Sh5	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K
	Sh6	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K
	Sh7	10	7.1	7.9	44.9	24.1	± 42	O.K
P3	교 정 단 _ F I X							
A2	Sh1	0	7.1	7.9	34.9	34.1	± 42	O.K
	Sh2	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K
	Sh3	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K
	Sh4	0	7.1	7.9	34.9	34.1	± 42	O.K
	Sh5	0	7.1	7.9	34.9	34.1	± 42	O.K
	Sh6	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K
	Sh7	5	7.1	7.9	39.9	29.1	± 42	O.K

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

사. 신축이음

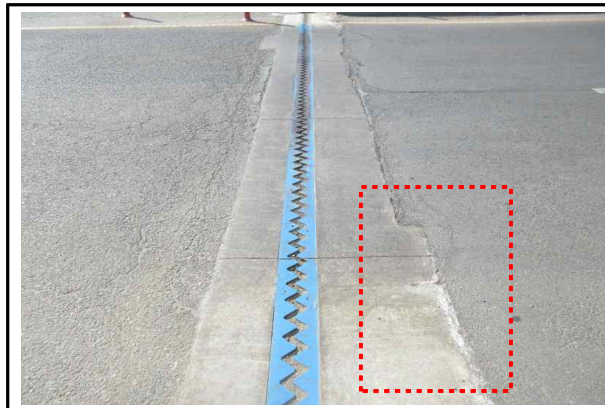
신축이음은 상부구조의 신축 또는 이동량을 흡수하고 교면 평탄성을 유지하여 차량의 주행성을 확보하기 위하여 상부구조에 설치하는 부속장치로 교축방향으로의 온도변화, 콘크리트의 크리프 및 건조수축에 의한 이동량과 교량의 회전변위 및 처짐량, 구조적으로 필요한 여유량 등을 만족할 수 있어야 하며, 최근에는 교통량 증가에 따른 신축이음의 내구성, 주행성, 유지관리 편의성이 중요시되고 있다.

본 교량의 신축이음은 A1, P2, A2에 Finger Joint가 3개소 설치되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 신축이음하부누수, 유간 토사퇴적, 후타재 박리가 조사되었다.



신축이음 하부누수 Exp.Joint-A1

유간
토사퇴적 Exp.Joint-A1

후타재 박리 Exp.Joint-A1



신축이음 하부누수 Exp.Joint-P2



후타재 박리 Exp.Joint-P2



차수판 볼트탈락 Exp.Joint-P2



신축이음 하부누수 Exp.Joint-A2



후타재 박리 Exp.Joint-A2

[표 3.21] 금남IC Ramp-A교(상) 신축이음 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
신축이음	신축이음 누수	51.00	m	3	시공미흡	재설치
	유간토사퇴적	51.00	m	3	시공미흡	
	후타재 박리	27.00	m ²	3	시공미흡	
	차수판 볼트탈락	1.00	EA	1	시공미흡	재설치

2) 손상원인 및 대책

- 신축이음 누수의 경우 2022. 06에 교체가 이루어진 것으로 확인되었으며, 교체시기를 고려한 결과 시공미흡에 의한 누수로 판단된다. 공용 중 손상증진 우려가 있으므로 하자보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 유간토사퇴적의 경우 방호벽 하단부 박락에 의한 시멘트 및 골재유출에 의한 손상으로 신축거동 확보를 위한 청소가 필요하며 방호벽 보수를 통한 퇴적물 유출차단이 필요한 것으로 판단된다.
- 후타재 박리의 경우 2022. 06에 교체가 이루어진 것으로 확인되었으며, 교체시기를 고려한 결과 시공미흡에 의한 품질저하로 판단된다. 공용 중 손상증진 우려가 있으므로 하자보수가 필요한 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.



- 조사일시 : 2023. 3. 2
- 평균온도 : 5.5 °C
- 선팽창계수(α) : 1.0×10^{-5} PSC교
- 온도변화량(ΔT) : -15 ~ 35 °C 한랭지방, PSC교
- 온도변화에 의한 이동량($\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$)

[표 3.22] 금남IC Ramp-A교(상) 신축이음 신축거동상태 측정결과

위치	온도변화 ($\Delta^{\circ}\text{C}$)		지간장 (m)	온도변화 이동량(mm)		실측 유간 (mm)		허용 용량 (mm)	여유량(mm)		판정
	수축	신장		수축	신장				수축	신장	
Exp.J-A1	20.5	29.5	30.0	6.2	8.9	신축이음	40	50	1.1	31.1	O.K
						바닥판	60		-	51.1	O.K
						거더상부	100		-	91.1	O.K
						거더하부	210		-	201.1	O.K
Exp.J-P2	20.5	29.5	30.0	12.3	17.7	신축이음	60	80	2.3	36.1	O.K
						바닥판	220		-	211.1	O.K
						거더상부	210		-	201.1	O.K
						거더하부	205		-	196.1	O.K
Exp.J-A2	20.5	29.5	30.0	6.2	8.9	신축이음	40	50	1.1	31.1	O.K
						바닥판	160		-	151.1	O.K
						거더상부	210		-	201.1	O.K
						거더하부	220		-	211.1	O.K
※ 신장시 판정결과 산정(F) : 실측유간 > 온도변화 신장량											
※ 수축시 판정결과 산정(F) : 허용량 > 온도변화 수축량 - 신축유간											

아. 교면포장

금남IC Ramp-A교(상)는 편도 3차로의 아스팔트 포장(ACCP)으로 시공되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 교면포장 균열, 토사퇴적이 조사되었다.



[표 3.23] 금남IC Ramp-A교(상) 교면포장 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교면 포장	포장망상균열	0.50	m	1	다짐불량	주의관찰
	토사퇴적	9.00	m ²	1	공용기간 증가	주의관찰
	이물질 퇴적	4.00	m ²	1	폐기물 적치	청소
	접속부 포장망상균열	6.20	m ²	2	다짐불량	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 포장망상균열의 경우 공용 중 발생하는 반복하중과 탄성거동에 의한 손상이며 기 점검 시 조사된 포장균열이 진전된 손상으로 확인되었다.
- 이물질 퇴적의 경우 폐기물 적치에 의한 손상으로 우천 시 우수흐름에 따라 도로부로 이동될 경우 차량과의 충돌에 의한 사고위험이 있으므로 청소를 통한 제거가 필요하다.
- 토사퇴적의 경우 방호벽 박락에 의한 골재와 모래 등의 유출에 의한 손상으로 방호벽 보수와 퇴적물에 대한 청소가 병행되어야 할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

배수시설은 우천 시 교면수를 배출하여 체수로 인한 차량의 사고를 방지하고, 우수유입에 의한 시설물의 노후화와 손상을 방지하는 기능유지와 교통안전에 중요한 시설물로 10개소가 설치되어있다.

	
배수구 전경	배수관 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 배수구 막힘, 길이부족, 배수관 부식이 조사되었다.

	
배수구 막힘 S1	배수관 부식 및 길이부족 P2
	
배수관 부식 A1	배수관 길이부족 P3

[표 3.24] 금남IC Ramp-A교(상) 배수시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
배수 시설	배수구 막힘	6.00	EA	6	이물질 퇴적	청소
	배수관 길이부족	1.00	m	1	시공미흡	길이연장
	유도배수관 미설치	4.00	m	2	시공미흡	재설치
	배수관 부식	4.20	m	2	공용기간 증가	재설치
	배수관 이음부 부식	0.14	m ²	6	공용기간 증가	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 배수구 막힘의 경우 방호벽에 유출된 모래 및 골재 등의 유출에 의한 손상이며, 체수 발생시 포장면의 손상과 주행중인 차량의 안전에 위험이 되므로 배수구 청소를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 유도 배수관 미설치의 경우 교대 A1, A2에 발생한 손상으로 신축이음을 통한 우수가 교대 상면으로 유입되며 콘크리트 열화와 박리 등의 손상을 유발하므로 유도배수관 설치를 통한 우수차단이 필요한 상태로 조사되었다.
- 배수관 이음부 부식의 경우 바닥판 하면에 부착된 배수관에 발생한 손상으로 공용기간 증가에 따라 발생한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 판단되며, 교각에 발생한 길이부족 및 부식의 경우 배수된 우수가 교각 기둥부에 접촉되어 박락 등의 손상을 유발시키는 상태로 배수관 재설치와 길이연장을 통한 우수차단이 필요한 것으로 판단된다.

차. 방호시설

금남IC Ramp-A교(상)에는 차량의 차로이탈 및 차량사고 시 완충작용을 위한 방호시설로 콘크리트 방호벽이 시공되어있으며 도로교설계기준에서 제시하는 높이 $H=1.20\text{mm}$ 를 충족하고있는 것으로 확인되었다.

방호벽 설치전경	방호벽 높이측정 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 방호벽 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 박락, 파손, 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

방호벽 균열(0.3mm미만) S1	방호벽 망상균열 및 백태 S1
방호벽 망상균열 및 백태 S1	방호벽 망상균열 및 백태 S1



방호벽 박락 S1



방호벽 망상균열 및 백태 S2



방호벽 망상균열 및 백태 S2



방호벽 박락 S2



방호벽 망상균열 및 백태 S2



방호벽 박락 S2



방호벽 박락 S3



방호벽 박락 S4

	
방호벽 박막 S4	방호벽 철근노출 S4
	
중앙분리대 상행 박막 S1	중앙분리대 하행 박막 S1
	
중앙분리대 하행 긱힘 S1	중앙분리대 차선 규제봉 탈락 S2~3
	
중앙분리대 상행 박막 및 철근노출 S4	중앙분리대 보수부 표면박리 S4

[표 3.25] 금남IC Ramp-A교(상) 방호시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
방호시설	균열(0.3mm미만)	6.30	m	5	건조수축	단면보수
	균열(0.3mm이상)	1.00	m	1	건조수축	
	망상균열 및 백태	8.40	m ²	1	수분접촉	
	보수부 망상균열	20.25	m ²	4	수분접촉	
	박락	8.36	m ²	10	수분접촉	
	철근노출	0.46	m ²	2	피복부족	단면보수(방청)
	교면수 유입	120.00	m	1	공용기간 증가	재포장
중앙분리대	보수부 표면박리	17.20	m ²	4	수분접촉	주의관찰
	긁힘	0.05	m ²	1	외부충격	
	차량규제봉 파손	18.00	EA	18	공용기간 증가	주의관찰
	박락 및 철근노출	0.20	m ²	1	수분접촉	단면보수(방청)

2) 손상원인 및 대책

- 교면포장과 방호벽 이음부 사이로 교면수가 유입되어 망상균열, 백태, 박리, 박락 등의 손상이 발생하였으며, 방호벽 하단에 발생한 박락부에 지속적인 우수가 유입되며 골재, 모래 등의 재료가 유실된 상태로 조사되었다.
- 유실된 재료에 의한 배수구 막힘, 신축이음 유간 토사퇴적 등의 2차 손상이 발생하였으며, 내구성 저하에 의한 기능발휘가 어려운 상태로 판단되어 보수를 통한 내구성 회복이 필요한 것으로 판단된다.
- 손상별 부분보수는 보수의 효과를 보기 어렵다 판단되어, 방호벽 전체에 대한 일괄적 보수와 갓길차로 측 부분재포장(시트방수)이 필요한 것으로 판단된다.

카. 점검시설

점검시설은 점검자가 구조물에 안전하게 근접하여 점검할 수 있으며, 유지보수 작업이 원활하도록 설치되는 시설물로 본 교량에 3개소(P1, P2, P3)가 설치되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 교대 점검계단 파손이 조사되었다.



[표 3.26] 금남IC Ramp-A교(상) 방호시설 손상물량표

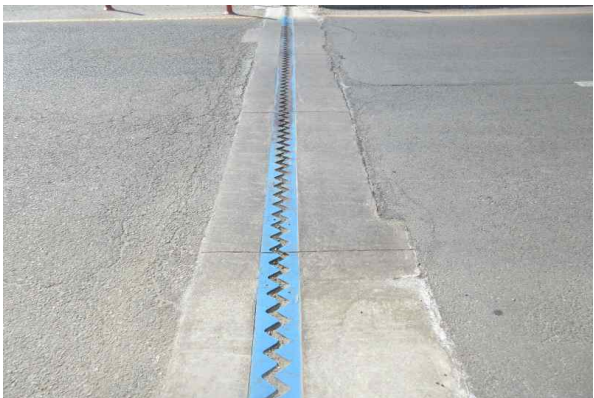
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
점검시설	점검계단 파손	3.00	EA	3	공용기간 증가	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 교대A1에 발생한 점검계단 파손의 경우 공용기간 증가에 따른 노후화 및 외기환경에 의한 손상으로 판단된다.
- 점검계단 파손의 경우 교대의 접근을 용이하기 위한 시설물로 설치되어 있으나, 점검계단 이외 부재의 접근이 용이한 상태로 현 시점에서의 보수는 크게 요구되지 않는 상태로 판단되어 추후 시기적 고려를 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.

타. 공중이 이용하는 부위

금남IC Ramp-A(상)의 공중이 이용하는 시설물은 다음과 같다.

	
추락방지 시설	추락방지 시설
	
도로포장	신축이음

[표 3.27] 금남IC Ramp-A교(상) 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

부재의 분류	추락방지시설	도로포장	도로부 신축이음부	환기구 등의 덮개
[S1]A1	c	b	c	-
[S2]P1	c	a	-	-
[S3]P2	c	b	c	-
[S4]P3	c	a	-	-
A2	c	-	c	-

1) 손상원인 및 대책

- 금남IC Ramp-A(상)의 공중이 이용하는 부위는 일부 보수가 필요한 상태로 조사되었다.

3.3.2 외관조사 결과요약

가. 외관조사 결과

[표 3.28] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 요약표(1)

부재	구분	검토의견
바닥판	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 망상균열/백태, 백태, 박리, 박락, 박락 및 철근노출, 열화, 중 조인트 누수
	손상원인 및 대책방안	- 금남IC Ramp-A 바닥판에 발생한 손상 대부분은 방수층 파손에 의해 교면수가 유입되며 발생한 손상으로, 수분접촉과 반복적인 동결융해가 원인으로 판단되며, 국부적인 균열(0.3mm미만), 망상균열/백태, 콘크리트 열화가 조사되었다. - 박리 및 박락의 경우 신축이음 하부 단부 측에 발생한 손상들로 신축이음 누수에 의한 수분접촉과 반복적인 신축거동이 주요원인이며, 일부 손상의 경우 박락에 의한 피복 부족으로 철근노출이 동반된 것으로 조사되었다. - 누수흔적의 경우 중 조인트에 발생한 손상으로 교면포장과 중앙분리대 이음부 사이로 유입된 교면수가 원인으로 추정되며, 물끊기 홈(Noth)에 의한 우수차단으로 손상의 범위가 경미하고 바닥판에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다. - 금회 조사된 손상들의 경우 결함발생 주요원인에 대한 보수가 이루어진 상태로 조사되었으나, 철근노출의 경우 대기 중 탄산접촉 등에 의한 부식우려가 있으므로 단면보수(방청)가 필요한 것으로 판단되며, 보수 시 인접주변에 발생한 박리, 박락에 대한 병행보수를 권장한다.
거더	주요결함 및 외관조사 결과	망상균열, 백태, 박리, 박락, 파손
	손상원인 및 대책방안	- 망상균열의 경우 건조과정에서 발생한 균열 폭 $C_w=0.1\text{mm}$미만의 미세균열로 점검오류에 의한 손상으로 판단되며, 현장조사결과와 수집된 자료를 검토한 결과 최초조사 이후 10년 이상 손상의 진전이 없으며, 매회 점검자에 따른 손상감소가 이루어진 것으로 확인되어 지속적인 추적관리는 필요치 않아 금회 조사대상에서 제외하였다. - 백태의 경우 바닥판에 발생된 손상일부가 접촉되며 조사된 손상으로 확인되어 금회 정밀안전점검에서 바닥판으로 손상을 이동시켜 상태평가에 적용하였다. - 거더의 경우 보수 “국도36호선 금남IC R-A(하) 등 시설물보수공사_2022.06”의 실시로 특별한 결함발생은 없는 양호한 상태로 조사되었다.
2차 부재	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 백태, 박락 및 철근노출
	손상원인 및 대책방안	- 균열(0.3mm미만)의 경우 현장타설 이후 건조수축 및 온도변화에 따른 손상이며, S1 C1측 가로보 전체에 교면포장과 신축이음을 통한 유입수로 백태가 조사되었다. - 박락의 경우 보수부에 발생한 손상으로 신축이음 S2 하부누수에 의한 수분접촉과 온도변화에 따른 동결에 따른 손상으로 판단되며, 동일한 원인으로 S1 C1에 박락에 의한 피복부족으로 박락 및 철근노출이 조사되었다. - 가로보에 발생한 손상의 경우 A1과 P2 신축이음 하부 측에 발생한 손상으로 보수에 있어 고소차량 등의 제약이 없으므로 손상진전 방지 및 내구성회복을 위한 보수가 적합할 것으로 판단되며 신축이음 물받이 설치를 통한 손상원인 제거 이후 보수실시가 권장된다.

[표 3.29] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 요약표(2)

부재	구분	검토의견
교대	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 백태, 누수흔적, 박리, 박락, 녹발생, 폐 콘크리트 적치, 박락 및 철근노출
	손상원인 및 대책방안	▪ 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상이며, 신축이음 누수에 의한 수분접촉과 동결융해 등의 여러 요인으로 일부손상이 진전되어 균열(0.3mm이상)이 발생하였다. ▪ 백태의 경우 신축이음 누수로 흙벽과 벽체에 침입수가 발생되어 나타난 손상으로 백태의 형태가 유종을 띄지 않고 옅은 백화현상으로 조사되었으며, 반발경도 측정기를 통한 측정결과 내구성 저하우려는 없는 상태로 확인되었다. 다만, 지속적인 수분접촉과 다량의 면적에 백태가 발생한 만큼 지속적인 점검을 통한 내구성 확인이 필요할 것으로 판단된다. ▪ 폐 콘크리트 적치는 발현시기가 신축이음장치교체(국도46호선 금남 2교(상) 등 시설물보수공사_2022.12)시기와 일치하여 시공당시 발생한 퇴적물로 확인되었다. ▪ 교대 A1 좌측면(G6)에 발생한 박락 및 철근노출의 경우 신축이음 누수, 유도배수관 미설치, 배수관 부식, 동절기 제설제 등의 복합적 요인에 의한 손상으로 동절기(12월) 조사당시 침투수 동결 및 철근부식에 의한 박리가 조사되었으며, 손상진전 확인을 위한하절기(4월) 조사당시 표면의 완전 박락과 재료분리에 의한 골재 및 시멘트의 유실이 확인되었다.
교각	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 누수흔적, 박리
	손상원인 및 대책방안	▪ 균열(0.3mm미만), 망상균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상이며, 기 점검 자료와 비교·검토한 결과 손상의 진전은 확인되지 않았다. ▪ P2는 도로확장구간으로 교각일부 상면이 외기에 노출되는 상태이며, 신축이음 누수에 의한 우수와 제설제가 손상부와 접촉되며 체수와 박리가 발생한 상태로 조사되었다. 박리의 경우 손상 대부분이 P2 코핑부 하면에 위치하고 있으며, 공용 중 박락으로 진전될 경우 교량 하부에 설치된 근린시설 이용자 또는 교량 하부를 횡단하는 차량과의 충돌우려가 있으므로 우선적인 보수를 통한 사고예방이 필요한 것으로 판단된다. ▪ 체수의 경우 지속적인 우수접촉과 신축이음 누수에 의해 표면이 침식되며 발생한 손상으로 판단되며, 공용 중 반복적인 동결융해 작용에 의한 콘크리트 열화와 박리 등의 2차 손상 우려가 있으므로 단면보수와 배수 홈 설치가 필요한 상태로 조사되었다. ▪ 누수흔적의 경우 우천 또는 신축이음 누수에 의한 손상으로 일부 표면에 오염이 발생한 상태로 조사되었으나, 콘크리트의 열화, 박리 등의 2차 손상은 발생하지 않은 상태로 조사되었다.
받침 장치	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 박리
	손상원인 및 대책방안	▪ 받침물탈/콘크리트 균열(0.3mm미만)은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상이며, 일부 손상의 경우 공용 중 우수접촉에 의한 박리로 진전되었다. ▪ 박리는 신축이음 누수로 균열부에 수분이 접촉되어 발생한 손상으로 단면보수를 통한 보수가 필요하며, 보수 시 신축이음 물받이 설치를 통한 우수차단 이후 보수가 권장된다.

[표 3.30] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 요약표(3)

부재	구분	검토의견
신축이음	주요결함 및 외관조사 결과	신축이음하부누수, 유간 토사퇴적, 후타재 박리
	손상원인 및 대책방안	▪ 신축이음 누수의 경우 2022. 06에 교체가 이루어진 것으로 확인되었으며, 교체시기를 고려한 결과 시공미흡에 의한 누수로 판단된다. 공용 중 손상증진 우려가 있으므로 하자보수가 필요한 것으로 판단된다. ▪ 유간토사퇴적의 경우 방호벽 하단부 박락에 의한 시멘트 및 골재유출에 의한 손상으로 신축거동 확보를 위한 청소가 필요하며 방호벽 보수를 통한 퇴적물 유출차단이 필요한 것으로 판단된다. ▪ 후타재 박리의 경우 2022. 06에 교체가 이루어진 것으로 확인되었으며, 교체시기를 고려한 결과 시공미흡에 의한 품질저하로 판단된다. 공용 중 손상증진 우려가 있으므로 하자보수가 필요한 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.
교면포장	주요결함 및 외관조사 결과	교면포장 균열, 토사퇴적
	손상원인 및 대책방안	▪ 포장망상균열의 경우 공용 중 발생하는 반복하중과 탄성거동에 의한 손상이며 기 점검 시 조사된 포장균열이 진전된 손상으로 확인되었다. ▪ 이물질 퇴적의 경우 폐기물 적치에 의한 손상으로 우천 시 우수흐름에 따라 도로부로 이동될 경우 차량과의 충돌에 의한 사고위험이 있으므로 청소를 통한 제거가 필요하다. ▪ 토사퇴적의 경우 방호벽 박락에 의한 골재와 모래 등의 유출에 의한 손상으로 방호벽 보수와 퇴적물에 대한 청소가 병행되어야 할 것으로 판단된다.
배수시설	주요결함 및 외관조사 결과	배수구 막힘, 길이부족, 배수관 부식
	손상원인 및 대책방안	▪ 배수구 막힘의 경우 방호벽에 유출된 모래 및 골재 등의 유출에 의한 손상이며, 체수발생시 포장면의 손상과 주행중인 차량의 안전에 위험이 되므로 배수구 청소를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다. ▪ 유도 배수관 미설치의 경우 교대 A1, A2에 발생한 손상으로 신축이음을 통한 우수가 교대 상면으로 유입되며 콘크리트 열화와 박리 등의 손상을 유발하므로 유도배수관 설치를 통한 우수차단이 필요한 상태로 조사되었다. ▪ 배수관 이음부 부식의 경우 바닥판 하면에 부착된 배수관에 발생한 손상으로 공용기간 증가에 따라 발생한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 판단되며, 교각에 발생한 길이부족 및 부식의 경우 배수된 우수가 교각 기둥부에 접촉되어 박락 등의 손상을 유발시키는 상태로 배수관 재설치와 길이연장을 통한 우수차단이 필요한 것으로 판단된다.

[표 3.31] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 요약표(4)

부재	구분	검토의견
방호 시설	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 박락, 파손, 철근노출
	손상원인 및 대책방안	▪ 교면포장과 방호벽 이음부 사이로 교면수가 유입되어 망상균열, 백태, 박리, 박락 등의 손상이 발생하였으며, 방호벽 하단에 발생한 박락부에 지속적인 우수가 유입되며 골재, 모래 등의 재료가 유실된 상태로 조사되었다. ▪ 유실된 재료에 의한 배수구 막힘, 신축이음 유간 토사퇴적 등의 2차 손상이 발생하였으며, 내구성 저하에 의한 기능발휘가 어려운 상태로 판단되어 보수를 통한 내구성 회복이 필요한 것으로 판단된다. ▪ 손상별 부분보수는 보수의 효과를 보기 어렵다 판단되어, 방호벽 전체에 대한 일괄적보수와 갓길차로 측 부분재포장(시트방수)이 필요한 것으로 판단된다.
점검 시설	주요결함 및 외관조사 결과	점검계단 파손
	손상원인 및 대책방안	▪ 교대A1에 발생한 점검계단 파손의 경우 공용기간 증가에 따른 노후화 및 외기환경에 의한 손상으로 판단된다. ▪ 점검계단 파손의 경우 교대의 접근을 용이하기 위한 시설물로 설치되어 있으나, 점검계단 이외 부재의 접근이 용이한 상태로 현 시점에서 보수는 크게 요구되지 않는 상태로 판단되어 추후 시기적 고려를 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.

나. 외관조사 수량집계

[표 3.32] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 수량집계표(1)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
바닥판	균열(0.3mm미만)	25.10	m ²	22	건조수축, 온도변화	주의관찰
	백태	36.94	m ²	8	수분접촉	주의관찰
	누수흔적	12.00	m ²	4	수분접촉	주의관찰
	망상균열/백태	290.60	m ²	19	건조수축, 수분접촉	주의관찰
	열화	74.25	m ²	7	공용기간 증가, 수분접촉	주의관찰
	박리	0.95	m ²	8	손상부 수분접촉	단면보수
	박락	0.44	m ²	3	손상부 수분접촉	단면보수
	박락 및 철근노출	1.12	m ²	7	손상부 수분접촉	단면보수(방청)
거더	망상균열	11.25	m ²	2	점검오류	손상제거
	백태	0.20	m ²	1	-	-
가로보	균열(0.3mm미만)	9.10	m	7	건조수축	주의관찰
	백태	0.60	m ²	5	수분접촉	주의관찰
	박락	0.04	m ²	2	수분접촉	단면보수
	박락 및 철근노출	0.25	m ²	2	수분접촉	단면보수(방청)
교대	균열(0.3mm미만)	6.80	m	6	건조수축	표면보수
	균열(0.3mm이상)	4.60	m	4	수분접촉	주입보수
	백태	32.50	m ²	1	수분접촉	표면보수
	누수흔적 및 녹발생	16.78	m ²	19	수분접촉	표면보수
	폐 콘크리트 적치	12.04	m ²	2	시공미흡	청소
	박리	12.03	m ²	5	수분접촉	단면보수
	박락	1.74	m ²	3	수분접촉	단면보수
	박락 및 철근노출	2.40	m ²	2	수분접촉	단면보수(방청)

[표 3.33] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 수량집계표(2)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교각	균열(0.3mm미만)	19.50	m	25	건조수축	표면보수
	망상균열	44.80	m ²	13	건조수축	표면보수
	백태	0.20	m ²	1	수분접촉	표면보수
	누수흔적	5.10	m ²	5	수분접촉	표면보수
	박리	11.10	m ²	5	수분접촉	단면보수
	박락	0.56	m ²	2	수분접촉	단면보수
	체수	32.00	m ²	1	신축이음 누수	배수홈 설치
교량 받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	9.90	EA	70	건조수축	주의관찰
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	2.80	m ²	18	건조수축	주의관찰
	받침콘크리트 박리	0.76	m ²	4	수분접촉	단면보수
신축 이음	신축이음 누수	51.00	m	3	시공미흡	하자
	유간토사퇴적	51.00	m	3		
	후타재 박리	27.00	m ²	3		
	차수판 볼트탈락	1.00	EA	1		재설치
교면 포장	포장망상균열	0.50	m	1	다짐불량	주의관찰
	토사퇴적	9.00	m ²	1	공용기간 증가	주의관찰
	이물질 퇴적	4.00	m ²	1	폐기물 적치	청소
	접속부 포장망상균열	6.20	m ²	2	다짐불량	주의관찰
배수 시설	배수구 막힘	6.00	EA	6	이물질 퇴적	청소
	배수관 길이부족	1.00	m	1	시공미흡	길이연장
	유도배수관 미설치	4.00	m	2	시공미흡	재설치
	배수관 부식	4.20	m	2	공용기간 증가	재설치
	배수관 이음부 부식	0.14	m ²	6	공용기간 증가	주의관찰

[표 3.34] 금남IC Ramp-A교(상) 외관조사 결과 수량집계표(3)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
방호벽	균열(0.3mm미만)	6.30	m	5	건조수축	단면보수
	균열(0.3mm이상)	1.00	m	1	건조수축	
	망상균열 및 백태	8.40	m ²	1	수분접촉	
	보수부 망상균열	20.25	m ²	4	수분접촉	
	박락	8.36	m ²	10	수분접촉	
	철근노출	0.46	m ²	2	피복부족	단면보수(방청)
	교면수 유입	120.00	m	1	공용기간 증가	재포장
중앙 분리대	표면박리	17.20	m ²	4	수분접촉	주의관찰
	긁힘	0.05	m ²	1	외부충격	주의관찰
	차량규제봉 파손	18.00	EA	18	공용기간 증가	주의관찰
	박락 및 철근노출	0.20	m ²	1	수분접촉	단면보수(방청)
점검 시설	점검계단 파손	3.00	EA	3	공용기간 증가	주의관찰

다. 전차 정밀안전점검 결과와 비교

[표 3.35] 금남IC Ramp-A교(상) 전차 정밀안전점검 결과와 비교(1)

구 분	손상내용	단위	'21정밀안전점검 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감	
바닥판	균열(0.3mm미만)	m ²	25.10	25.10	-	-
	백태	m ²	36.94	36.94	-	-
	누수흔적	m ²	12.00	12.00	-	-
	망상균열/백태	m ²	290.60	290.60	-	-
	열화	m ²	64.25	74.25	▲	10.00
	박리	m ²	0.95	0.95	-	-
	박락	m ²	0.44	0.44	-	-
	박락 및 철근노출	m ²	1.00	1.12	▲	0.12
거더	상태양호	-	-	-	-	-
2차 부재	균열(0.3mm미만)	m	9.10	9.10	-	-
	백태	m ²	0.60	0.60	-	-
	박락	m ²	-	0.04	▲	0.04
	박락 및 철근노출	m ²	-	0.25	▲	0.25
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.80	6.80	-	-
	균열(0.3mm이상)	m	4.60	4.60	-	-
	백태	m ²	32.50	32.50	-	-
	누수흔적 및 녹발생	m ²	16.78	16.78	-	-
	폐 콘크리트 적치	m ²	12.00	12.00	-	-
	박리	m ²	12.77	12.03	▼	0.74
	박락	m ²	1.24	1.74	▲	0.50
	박락 및 철근노출	m ²	-	2.40	▲	2.40
교각	균열(0.3mm미만)	m	19.50	19.50	-	-
	망상균열	m ²	44.80	44.80	-	-
	백태	m ²	0.20	0.20	-	-
	누수흔적	m ²	5.10	5.10	-	-
	박리	m ²	0.50	11.10	▲	10.60
	박락	m ²	0.56	0.56	-	-
	채수	m ²	-	32.00	▲	32.00

[표 3.36] 금남IC Ramp-A교(상) 전차 정밀안전점검 결과와 비교(2)

구 분	손상내용	단위	'21정밀안전점검 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감
교량 받침	받침장치 부식	EA	52.00	-	▼ 52.00
	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	9.90	9.90	- -
	콘크리트 균열(0.3mm미만)	m ²	2.80	2.80	- -
	받침콘크리트 박리	m ²	0.76	0.76	- -
신축 이음	신축이음 누수	m	-	51.00	▲ 51.00
	유간토사퇴적	m	-	51.00	▲ 51.00
	후타재 박리	m ²	-	27.00	▲ 27.00
	차수판 볼트탈락	EA	-	1.00	▲ 1.00
교면 포장	포장망상균열	m	0.50	0.50	- -
	토사퇴적	m ²	9.00	9.00	- -
	이물질 퇴적	m ²	4.00	4.00	- -
	접속부 포장망상균열	m ²	6.20	6.20	- -
배수 시설	배수구 막힘	EA	6.00	6.00	- -
	배수관 길이부족	m	-	1.00	▲ 1.00
	유도배수관 미설치	m	4.00	4.00	- -
	배수관 부식	m	4.20	4.20	- -
	배수관 이음부 부식	m ²	0.14	0.14	- -
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	6.30	6.30	- -
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1.00	- -
	망상균열 및 백태	m ²	8.40	8.40	- -
	보수부 망상균열	m ²	20.25	20.25	- -
	박락	m ²	8.21	8.36	▲ 0.15
	철근노출	m ²	0.46	0.46	- -
	교면수 유입	m	-	120.00	▲ 120.00
중앙 분리대	표면박리	m ²	17.20	17.20	- -
	긁힘	m ²	0.05	0.05	- -
	차량규제봉 파손	EA	18.00	18.00	- -
	박락 및 철근노출	m ²	-	0.20	▲ 0.20
점검 시설	점검계단 파손	EA	3.00	3.00	- -

3.3.3 재료시험

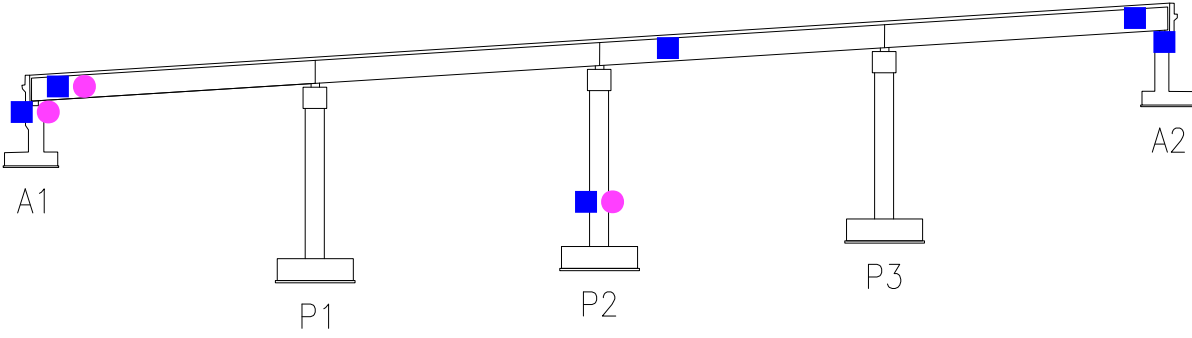
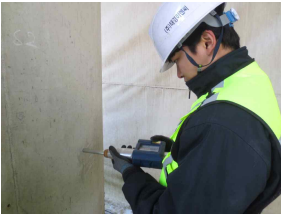
대상 구조물에 대한 재료 품질 및 성능저하 정도 등을 평가하기 위하여 반발경도 및 탄산화진행 깊이 조사를 실시하였고, 외관조사 결과와 함께 구조물의 상태평가, 보수·보강 및 유지관리 방안을 수립하는데 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다. 부재의 상태를 고려하여 시험위치를 선정하였으며, 시험수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 안전점검·진단편, 교량편(2022. 12)』에 제시된 기준에 의거하여 산정하였다.

[표 3.37] 금남IC Ramp-A교(상) 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

			
반발경도시험	■	탄산화 깊이측정 및 철근탐사	●
			
반발경도시험		탄산화 깊이 측정	

[그림 3.13] 금남IC Ramp-A교(상) 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. PSCI 거더는 고강도 콘크리트식을 바닥판 및 하부구조는 일반 콘크리트식을 이용하여 콘크리트 압축강도를 분석하였다.

[표 3.38] 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	$F_c = (15.2 R_o - 112.8) \times 0.098 \text{ (MPa)}$

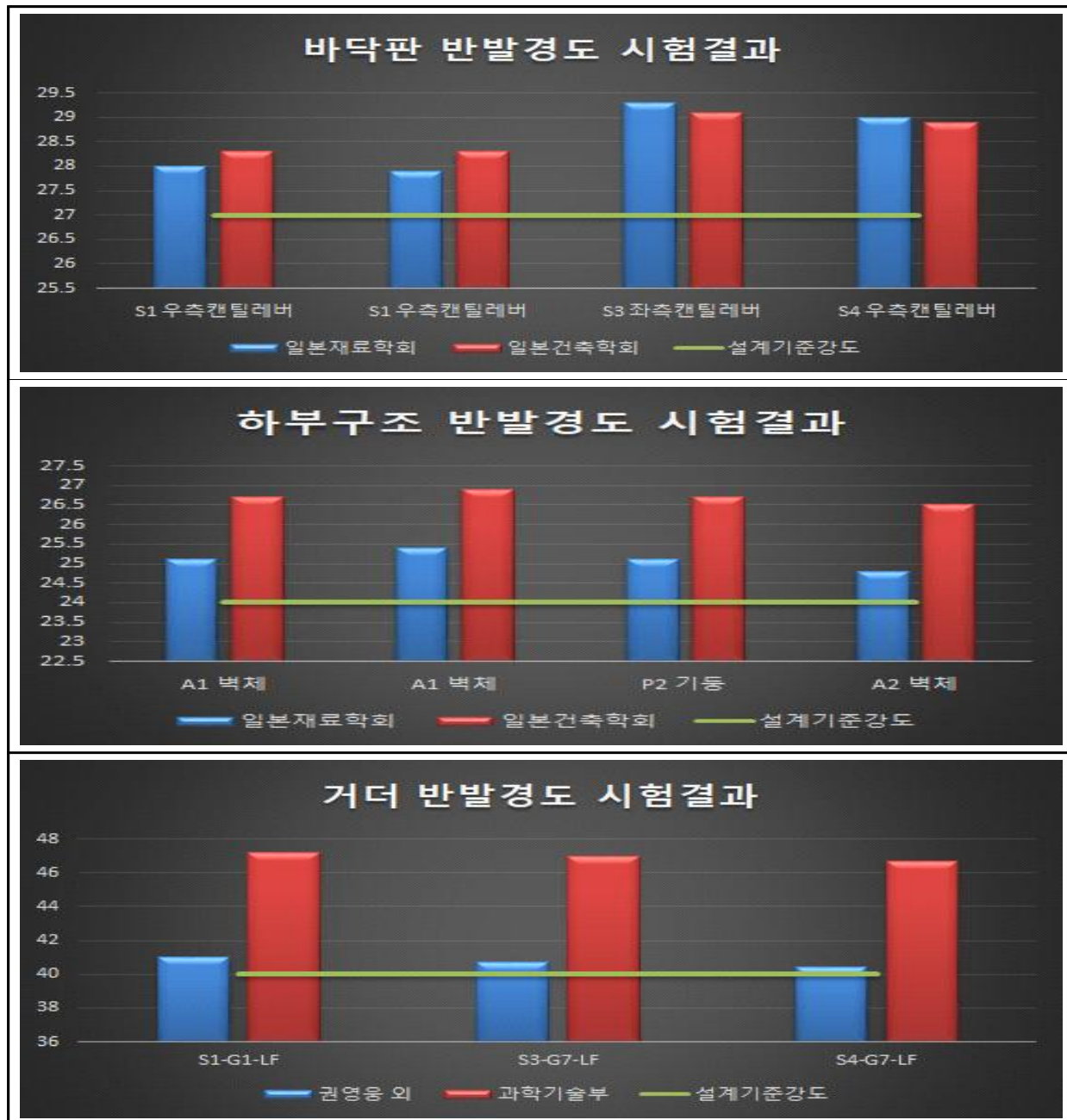
1) 시험결과

[표 3.39] 금남IC Ramp-A교(상) 비파괴 강도시험 결과(1)

시험위치		반발경도법(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본 재료학회	일본 건축학회		
바닥판	S1 우측캔틸레버	49.1	28.0	28.3	27.0	-
	S1 우측캔틸레버	49.1	27.9	28.3	27.0	비건전부
	S3 좌측캔틸레버	50.8	29.3	29.1	27.0	-
	S4 우측캔틸레버	50.4	29.0	28.9	27.0	-
히부구조	A1 벽체	45.6	25.1	26.7	24.0	-
	A1 벽체	45.9	25.4	26.9	24.0	비건전부
	P2 기둥	45.6	25.1	26.7	24.0	-
	A2 벽체	45.2	24.8	26.5	24.0	-

[표 3.40] 금남IC Ramp-A교(상) 비파괴 강도시험 결과(2)

시험위치		반발경도법(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R ₀)	일본 재료학회	일본 건축학회		
거더	S1-G1-LF	51.0	41.0	47.2	40.0	-
	S3-G7-LF	50.8	40.7	47.0	40.0	-
	S4-G7-LF	50.5	40.4	46.7	40.0	-



[그림 3.14] 금남IC Ramp-A교(상) 비파괴 강도시험 결과 그래프(1)

2) 시험결과 분석

금남IC Ramp-A교(상) 상부구조의 경우 바닥판과 거더로 구성되어 있으며, 바닥판의 경우 신축이음 및 배수관에 의한 누수영향을 받는 캔틸레버를 선정하여 측정을 실시하였다. 측정결과 상부구조 바닥판은 28.0MPa~29.1MPa로 측정되어 설계기준강도(27.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되었으며, 비건전부에 실시한 측정시험 결과 최소측정값이 27.9MPa로 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

거더의 경우 바닥판과 동일한 경간에 측정을 실시하였으며, 측정결과 40.4MPa~47.2MPa로 측정되어 설계기준강도(40.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되어 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

하부구조의 경우 신축이음 누수의 영향을 받은 부재를 선정하여 측정하였으며, 측정결과 하부구조 교각 25.1MPa~26.7MPa, 교대 24.8MPa~26.7MPa로 측정되어 설계기준강도(24.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되었으며, 비건전부에 실시한 측정시험 결과 최소측정값이 25.4MPa로 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

나. 탄산화 깊이 측정

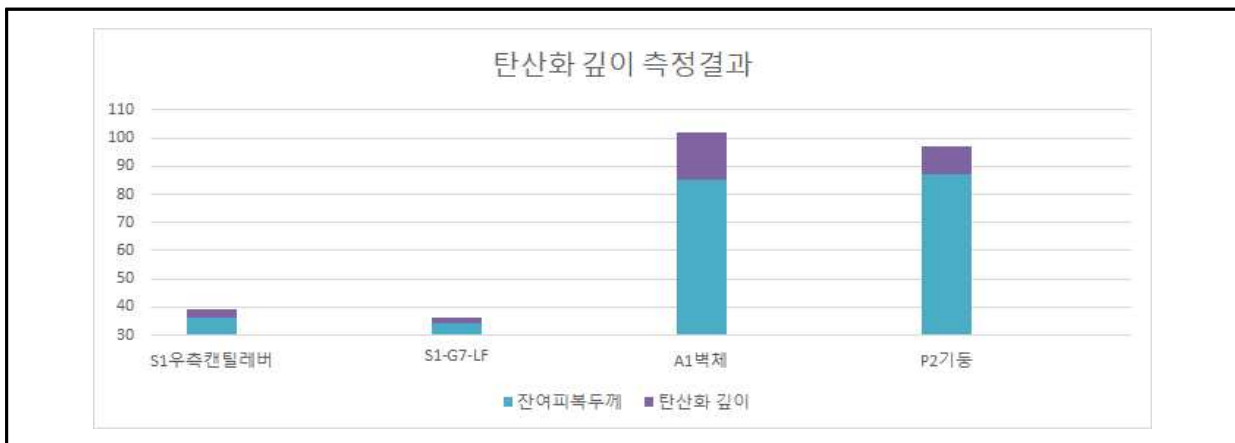
탄산화 깊이측정은 드릴을 이용하여 콘크리트 표면을 국부적으로 천공한 후 페놀프탈레인 1% 용액을 분무하여 색의 변화로 콘크리트의 탄산화 진행 깊이 정도를 측정하였다.

1) 탄산화 깊이 측정 결과

[표 3.41] 금남IC Ramp-A교(상) 탄산화 깊이 측정결과

구 분		피복 두께 (mm)	탄산화 깊이 (mm)	잔여 깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 예측	평가 결과
바닥판	S1 우측캐틸레버	32	3.0	29.0	0.77	100년 이상	b
거더	S1-G7-LF	32	2.0	30.0	0.52	100년 이상	a
하부 구조	A1 벽체	85	17.0	68.0	4.39	100년 이상	a
	P2 기둥	87	10.0	77.0	2.58	100년 이상	a

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



[그림 3.15] 금남IC Ramp-A교(상) 탄산화 깊이 측정 그래프

2) 측정결과 분석

금남IC Ramp-A교(상)에서 실시한 탄산화 깊이측정의 경우 공용 중 우수접촉에 의한 누수흔적과 백태가 발생된 부재를 선정하였으며, 측정된 탄산화 깊이는 상부구조 2.0mm~3.0mm 하부구조 10.0mm~17.0mm로 거더와 하부구조는 잔여피복 30mm이상, 바닥판은 잔여피복 30mm 이하로 측정되었다.

다. 기 점검 결과와의 비교

[표 3.42] 금남IC Ramp-A교(상) 기 점검 결과와의 비교

구 분	부재	'21정밀안전점검	'23정밀안전점검	비고
콘크리트 강도 (MPa)	바닥판	27.6~31.3	27.9~29.1	◦ 설계기준강도 상회
	거더	45.9~47.4	40.4~47.2	◦ 설계기준강도 상회
	하부구조	24.1~31.5	24.8~26.9	◦ 설계기준강도 상회
탄산화 깊이 측정 (mm)	바닥판	탄산화 깊이 : 2.5~6.5	탄산화 깊이 : 3.0	◦ 상태평가 결과 "b"
	거더	탄산화 깊이 : 1.5	탄산화 깊이 : 2.0	◦ 상태평가 결과 "a"
	하부구조	탄산화 깊이 : 6.0~14.0	탄산화 깊이 : 10.0~17.0	◦ 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, 거더 및 하부구조는 "a" 등급으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 없는 상태로 평가되었다. ◦ 바닥판의 경우 잔여피복 30.0mm이하인 29.0mm로 측정되어 "b"등급으로 평가되었으나, 바닥판의 최소피복이 32.0mm로 측정되었고, 속도계수에 따른 수명예측이 100년 이상인 점을 고려할 경우 탄산화에 의한 부식발생 가능성은 없을 것으로 판단된다.		

3.4 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 3.43] 금남IC Ramp-A교(상) 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	PSC	c	a	c	b	c	c	c	A1	b	c	q	b	a
S2	PSC	c	a	c	a	c	c	x	P1	b	c	q	x	x
S3	PSC	c	a	a	b	c	c	c	P2	b	c	q	x	a
S4	PSC	b	a	a	a	c	c	x	P3	b	b	q	x	x
-	-	-	-	-	-	-	-	c	A2	b	c	q	x	x
평균		0.350	0.100	0.250	0.150	0.400	0.400	0.400	0.200	0.320	0.000	0.200	0.100	0.000
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3	0
(평균×가중치) /가중치합		0.063	0.020	0.013	0.011	0.012	0.008	0.036	0.018	0.064	0.000	0.008	0.003	0.000
1. 환산 결함도 점수 =													0.255	
2. 상태평가 결과 =													B	

나. 상태평가 결과

[표 3.44] 금남IC Ramp-A교(상) 전체 시설물의 상태평가 결과

교량명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
금남IC Ramp-A교 (상)	0.255	B	120.0	3	360.0	1.000	0.255
1. 평가지수 =							0.255
2. 상태평가 결과 =							B

외관조사 및 재료시험 결과를 토대로 한 상태평가 결과는 평가지수 0.255인 “B”로 평가되었다.

3.5 종합평가 및 안전등급 지정

가. 종합평가 결과

[표 3.45] 금남IC Ramp-A교(상) 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가결과		안전성평가결과		안전등급
금남IC Ramp-A교(상)	상태평가 지수	상태평가 등급	안전성평가 지수	등급	B
	0.255	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 3.46] 전차 점검결과와 안전등급 비교

구 분	‘21년 정밀안전점검	‘23년 정밀안전점검	비고
상태평가	B(0.242)	B(0.255)	-
종합평가	B(0.242)	B(0.255)	-
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 0.242									
2023년 정밀안전점검 0.255									

기 점검 이후 일부 손상에 대한 추가조사로 결함도 점수가 0.242 ⇨ 0.255로 증가하였으며, 상태등급은 기 점검과 동일한 “B”로 평가되었다.

3.6 보수·보강 및 유지관리 방안

가. 부재별 보수·보강방안 및 보수우선 순위

[표 3.47] 금남IC Ramp-A교(상) 보수·보강방안 및 보수우선 순위(1)

부재명	손상내용	손상물량	단위	개소	보수·보강방안	우선순위
바닥판	균열(0.3mm미만)	25.10	m ²	22	주의관찰	-
	백태	36.94	m ²	8	주의관찰	-
	누수흔적	12.00	m ²	4	주의관찰	-
	망상균열/백태	290.60	m ²	19	주의관찰	-
	열화	74.25	m ²	7	주의관찰	-
	박리	0.95	m ²	8	단면보수	2
	박락	0.44	m ²	3	단면보수	2
	박락 및 철근노출	1.12	m ²	7	단면보수(방청)	1
거더	상태양호	-	-	-	-	-
가로보	균열(0.3mm미만)	9.10	m	7	주의관찰	-
	백태	0.60	m ²	5	주의관찰	-
	박락	0.04	m ²	2	단면보수	2
	박락 및 철근노출	0.25	m ²	2	단면보수(방청)	1
교대	균열(0.3mm미만)	6.80	m	6	표면보수	3
	균열(0.3mm이상)	4.60	m	4	주입보수	1
	백태	32.50	m ²	1	표면보수	3
	누수흔적 및 녹발생	16.78	m ²	19	표면보수	3
	폐 콘크리트 적치	12.04	m ²	2	청소	3
	박리	12.03	m ²	5	단면보수	1
	박락	1.74	m ²	3	단면보수	1
	박락 및 철근노출	2.40	m ²	2	단면보수(방청)	1
교각	균열(0.3mm미만)	19.50	m	25	표면보수	3
	망상균열	44.80	m ²	13	표면보수	3
	백태	0.20	m ²	1	표면보수	3
	누수흔적	5.10	m ²	5	표면보수	3
	박리	11.10	m ²	5	단면보수	1
	박락	0.56	m ²	2	단면보수	1
	채수	32.00	m ²	1	배수홈 설치	2

[표 3.48] 금남IC Ramp-A교(상) 보수·보강방안 및 보수우선 순위(2)

부재명	손상내용	손상물량	단위	개소	보수·보강방안	우선 순위
교량받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	9.90	EA	70	주의관찰	-
	콘크리트 균열(0.3mm미만)	2.80	m ²	18	주의관찰	-
	받침콘크리트 박리	0.76	m ²	4	단면보수	2
신축이음	신축이음 누수	51.00	m	3	재설치	하자
	유간토사퇴적	51.00	m	3		
	후타재 박리	27.00	m ²	3		
	차수판 볼트탈락	1.00	EA	1	재설치	2
교면포장	포장망상균열	0.50	m	1	주의관찰	-
	토사퇴적	9.00	m ²	1	주의관찰	-
	이물질 퇴적	4.00	m ²	1	청소	1
	접속부 포장망상균열	6.20	m ²	2	주의관찰	-
배수시설	배수구 막힘	6.00	EA	6	청소	3
	배수관 길이부족	1.00	m	1	길이연장	2
	유도배수관 미설치	4.00	m	2	재설치	1
	배수관 부식	4.20	m	2	재설치	2
	배수관 이음부 부식	0.14	m ²	6	주의관찰	-
방호벽	균열(0.3mm미만)	6.30	m	5	단면보수	2
	균열(0.3mm이상)	1.00	m	1		
	망상균열 및 백태	8.40	m ²	1		
	보수부 망상균열	20.25	m ²	4		
	박락	8.36	m ²	10		
	철근노출	0.46	m ²	2	단면보수(방청)	1
	교면수 유입	120.00	m	1	재포장	2
중앙분리대	표면박리	17.20	m ²	4	주의관찰	-
	긁힘	0.05	m ²	1	주의관찰	-
	차량규제봉 파손	18.00	EA	18	주의관찰	-
점검시설	점검계단 파손	3.00	EA	3	주의관찰	-

나. 보수·보강 개략공사비

[표 3.49] 금남IC Ramp-A교(상) 보수·보강 개략공사비

부재명	손상내용	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가 (천원)	금액 (천원)	우선 순위
바닥판	박리	0.95 m ²	1.14 m ²	단면보수	285	325	2
	박락	0.44 m ²	0.53 m ²	단면보수	285	151	2
	박락 및 철근노출	1.12 m ²	1.34 m ²	단면보수(방청)	345	462	1
가로보	박락	0.04 m ²	0.05 m ²	단면보수	285	14	2
	박락 및 철근노출	0.25 m ²	0.30 m ²	단면보수(방청)	345	104	1
교대	균열(0.3mm미만)	6.80 m	2.04 m ²	표면보수	85	173	3
	균열(0.3mm이상)	4.60 m	5.52 m	주입보수	65	359	1
	백태	32.50 m ²	39.00 m ²	표면보수	85	3,315	3
	누수흔적 및 녹발생	16.78 m ²	20.14 m ²	표면보수	85	1,712	3
	폐 콘크리트 적치	12.04 m ²	14.45 m ²	청소	70	1,012	3
	박리	12.03 m ²	14.44 m ²	단면보수	260	3,754	1
	박락	1.74 m ²	2.09 m ²	단면보수	260	543	1
	박락 및 철근노출	2.40 m ²	2.88 m ²	단면보수(방청)	320	922	1
교각	균열(0.3mm미만)	19.50 m	5.85 m ²	표면보수	85	497	3
	망상균열	44.80 m ²	53.76 m ²	표면보수	85	4,570	3
	백태	0.20 m ²	0.24 m ²	표면보수	85	20	3
	누수흔적	5.10 m ²	6.12 m ²	표면보수	85	520	3
	박리	11.10 m ²	13.32 m ²	단면보수	260	3,463	1
	박락	0.56 m ²	0.67 m ²	단면보수	260	174	1
	체수	32.00 m ²	15.00 m	배수홈 설치	150	2,250	2
교량받침	받침콘크리트 박리	0.76 m ²	0.91 m ²	단면보수	260	237	2
신축이음	신축이음 누수	51.00 m	3.00 EA	재설치	-	-	하자
	유간토사퇴적	51.00 m	51.00 m		-	-	
	후타재 박리	27.00 m ²	14.00 m ²		-	-	
	차수판 볼트탈락	1.00 EA	1.00 EA	재설치	15	15	2

부재명	손상내용	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가 (천원)	금액 (천원)	우선 순위
교면포장	이물질 퇴적	4.00 m ²	5.20 m ²	청소	70	364	1
배수시설	배수구 막힘	6.00 EA	6.00 EA	청소	10	60	3
	배수관 길이부족	1.00 m	1.00 m	재설치	200	200	2
	유도배수관 미설치	4.00 m	4.00 m	재설치	200	800	1
	배수관 부식	4.20 m	5.00 m	재설치	200	1,000	2
방호벽	균열(0.3mm미만)	6.30 m	155.54 m ²	단면보수	285	44,329	2
	균열(0.3mm이상)	1.00 m					
	망상균열 및 백태	8.40 m ²					
	보수부 망상균열	20.25 m ²					
	박락	8.36 m ²					
	철근노출	0.46 m ²	0.46 m ²	단면보수(방청)	320	147	1
	교면수 유입	120.00 m	120.00 m ²	재포장(시트방수)	90	10,800	2
중앙 분리대	박락 및 철근노출	0.20 m	0.24 m ²	단면보수(방청)	320	77	2
						82,369	
제경비(직접공사비의 50%)						41,185	
순위별 공사비 (제경비 포함)				1순위	16,638		
				2순위	89,097		
				3순위	17,819		
개략공사비(천원)						123,554	

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

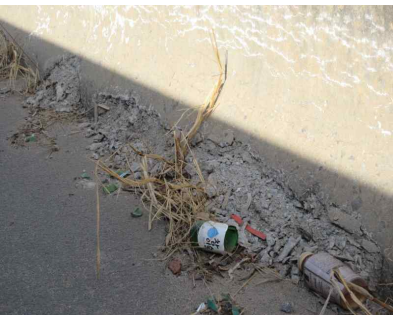
※ 보수물량은 손상물량에 20% 할증하였으며, 손상물량이 감소인 것은 20%할증 제외함.

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

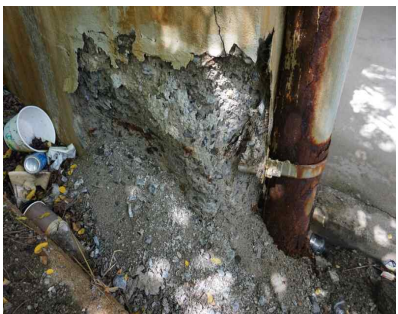
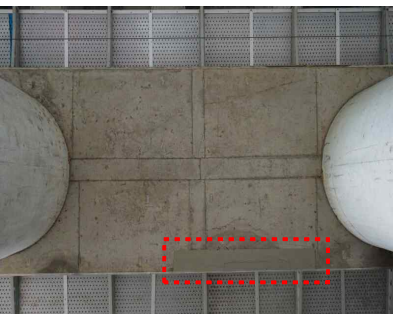
다. 부재별 중점유지관리 사항

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 3.50] 금남IC Ramp-A교(상) 부재별 중점유지관리 사항(1)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_교면포장, 방호벽, 바닥판		
◦ 교면포장 및 방호벽 이음부 사이 교면수가 유입되며 바닥판 하면에 백태가 발생 ◦ 교면수 유입에 의한 방호벽 박락 발생 ◦ 교면포장 방수층 파손 우려 ◦ 교면수 차단을 위한 재포장이 실시되어야 하며, 보수이후 지속적인 점검을 통한 확인필요		
		
바닥판 백태	방호벽 박락	방호벽 박락

[표 3.51] 금남IC Ramp-A교(상) 부재별 중점유지관리 사항(2)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_신축이음, 교대, 교각		
◦ 신축이음 누수에 의한 수분침투로 교대와 교각에 2차 손상 박리, 박락 발생 ◦ 교대의 연단거리 확보와 내구성 회복이 필요 ◦ 교각 코핑부 박리의 진전으로 박락 발생 시 차량충돌 우려 ◦ 우수차단을 위한 신축이음 재설치와 손상부에 대한 단면보수가 필요한 상태		
		
신축이음 하부누수	교대 박락	교각 박리

3.7 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 거더 및 하부 구조가 30mm이상으로 콘크리트의 품질상태는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 분석되었다. 바닥판의 경우 잔여피복 30.0mm이하인 29.0mm로 측정되어 “b”등급으로 평가되었으나, 바닥판의 최소피복이 32.0mm이고 속도계수에 따른 잔여수명을 고려 시 탄산화에 의한 부식발생 가능성은 없을 것으로 판단된다.

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.

