

제6장

금남IC Ramp-H교

6.1 서론

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사 및 시험

6.4 상태평가

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.6 보수·보강 및 유지관리 방안

6.7 종합결론

제6장 금남IC Ramp-H교

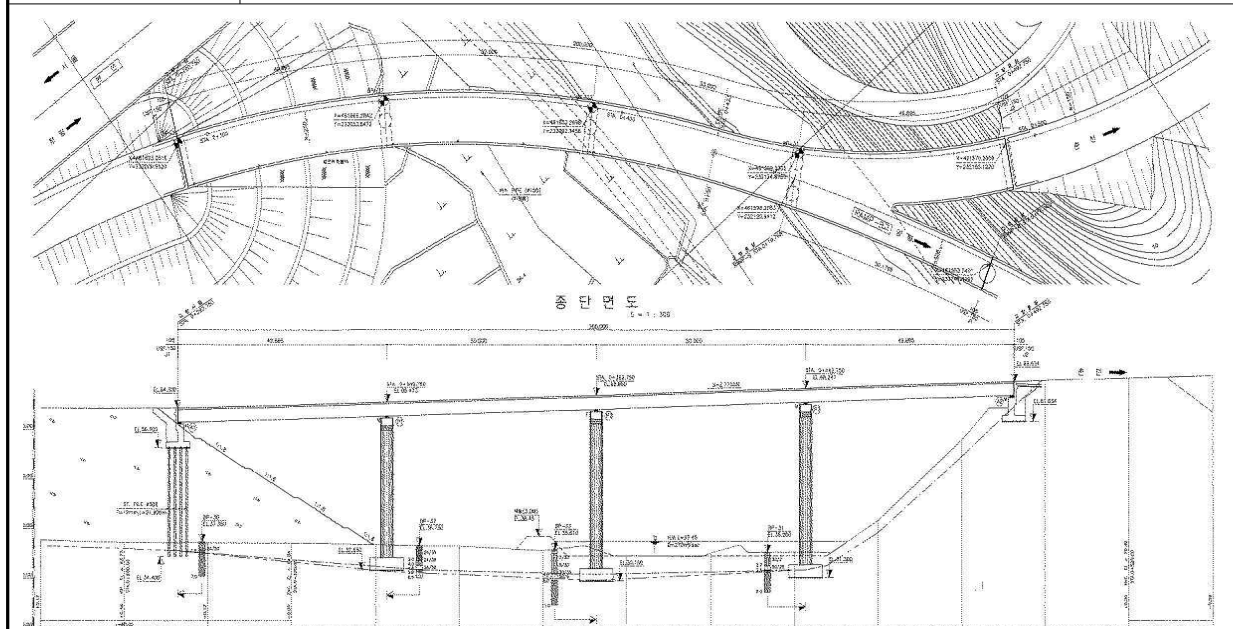
6.1 서론

본 과업 대상 시설물인 금남IC Ramp-H교는 국도46호선 상에 위치한 총 연장 L=120.0m, 폭 B=10.0m의 도로교량으로 행정구역상 경기도 남양주시 화도읍에 위치하며, 2005년 12월 20일에 준공되어 약 18년간 공용중인 구조물이다.

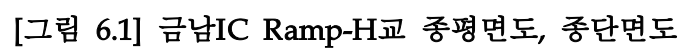
가. 시설물 현황

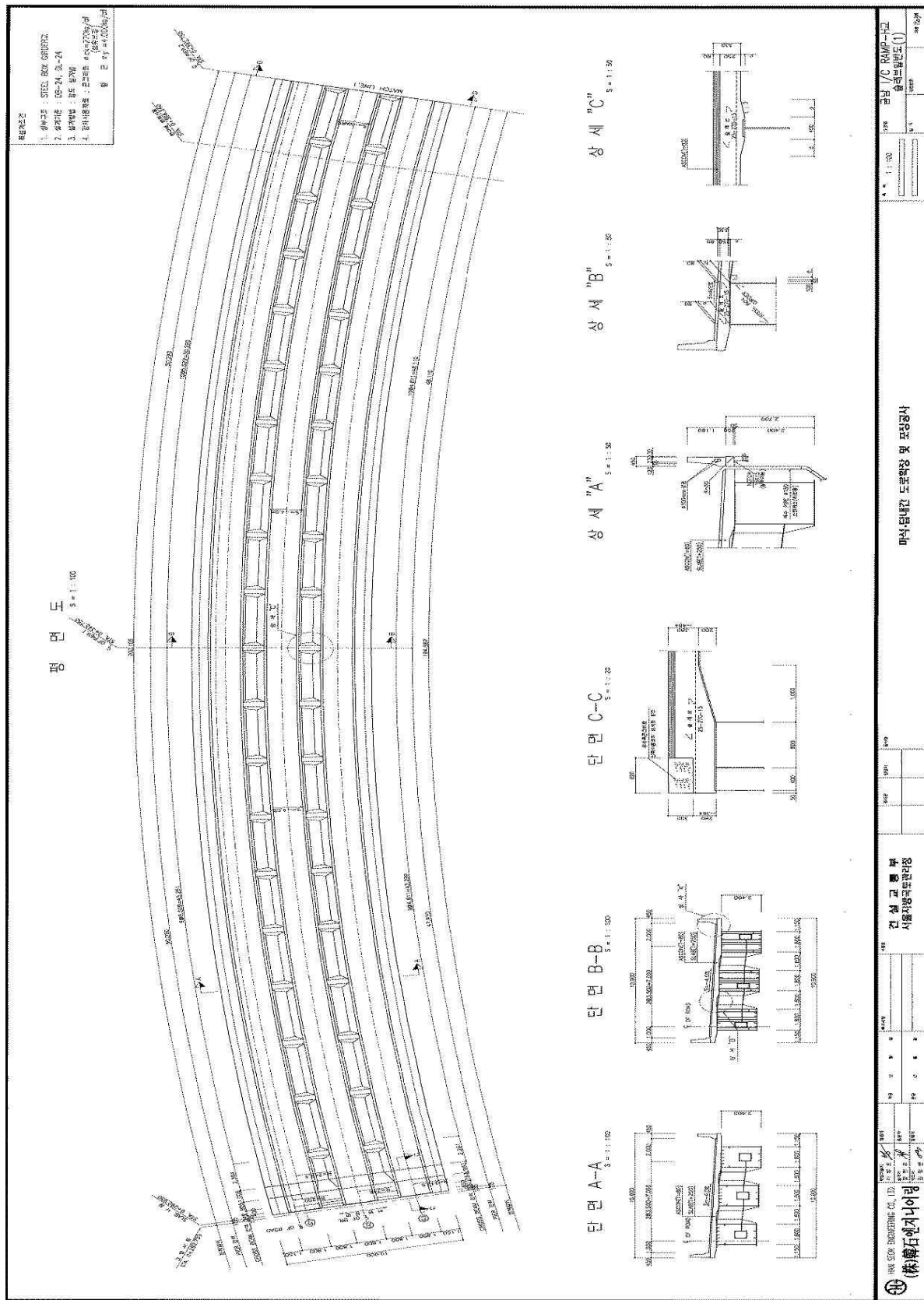
[표 6.1] 금남IC Ramp-H교 시설물 현황

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		금남IC Ramp-H교	시설물번호		BR2006-0000736
준공년월일		2005년 12월 20일	관리번호		-
시설물위치		경기도 남양주시 화도읍			
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)		일반국도 46호선
제원	연장	L=200.0m, (4@50.0 = 200.0 m)			
	폭	B=10.0m 편도 2차로			
구조 형식	상부	STB	기초 형식	교대	말뚝기초
	하부	교대 : 역T형, 교각 : T, π 형		교각	직접기초
교량받침		POT받침	신축이음		Finger Joint
교차시설물 (도로,철도,하천)		월산천	통과높이		-
			평면선형		곡선교
부착시설내용		가로등			



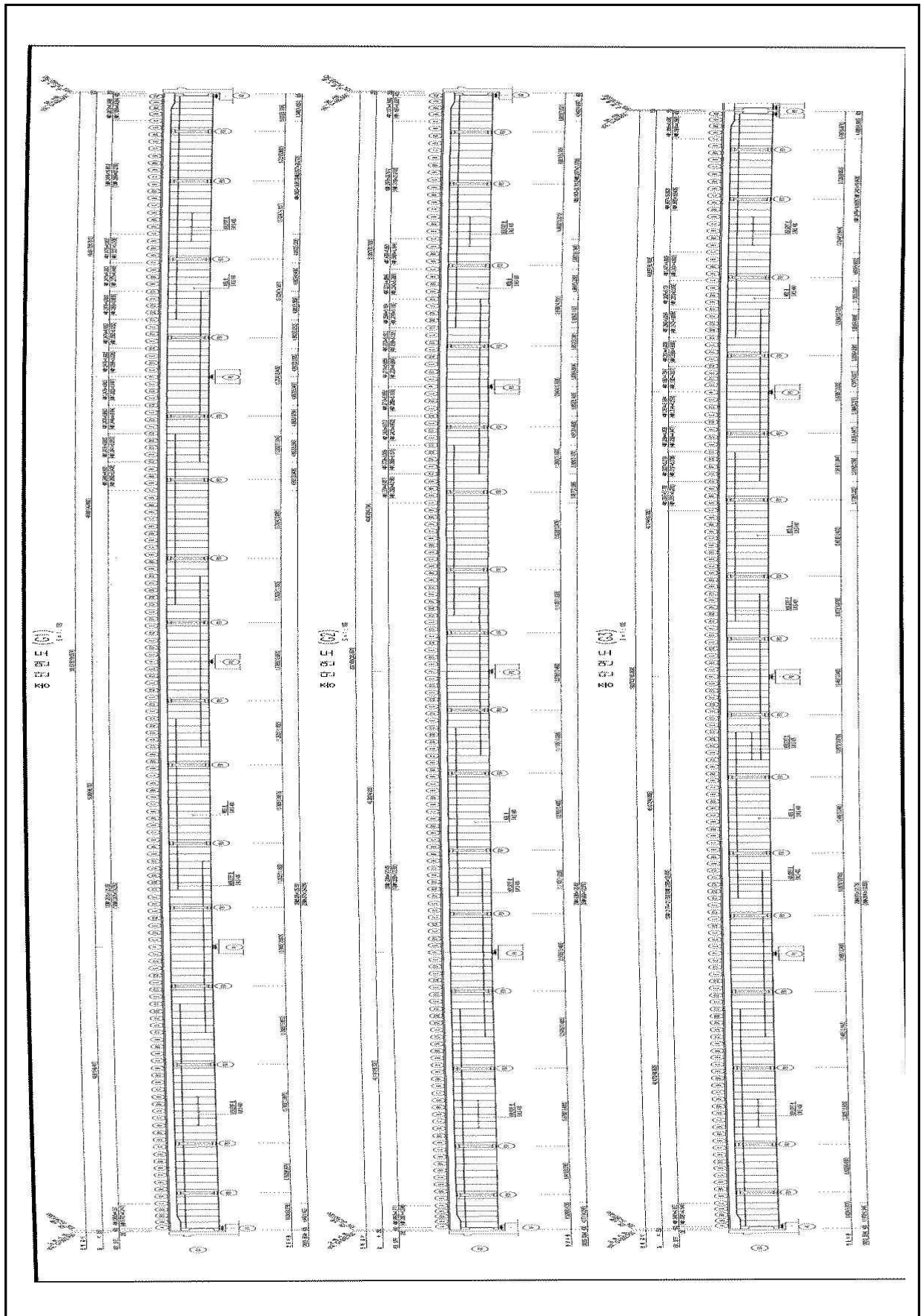
	
바닥판 전경	거더 외부 전경
	
거더 내부 전경	2차 부재 전경
	
교량받침 전경(일방향)	교량받침 전경(양방향)
	
교대 전경(A1)	교각 전경(P1)



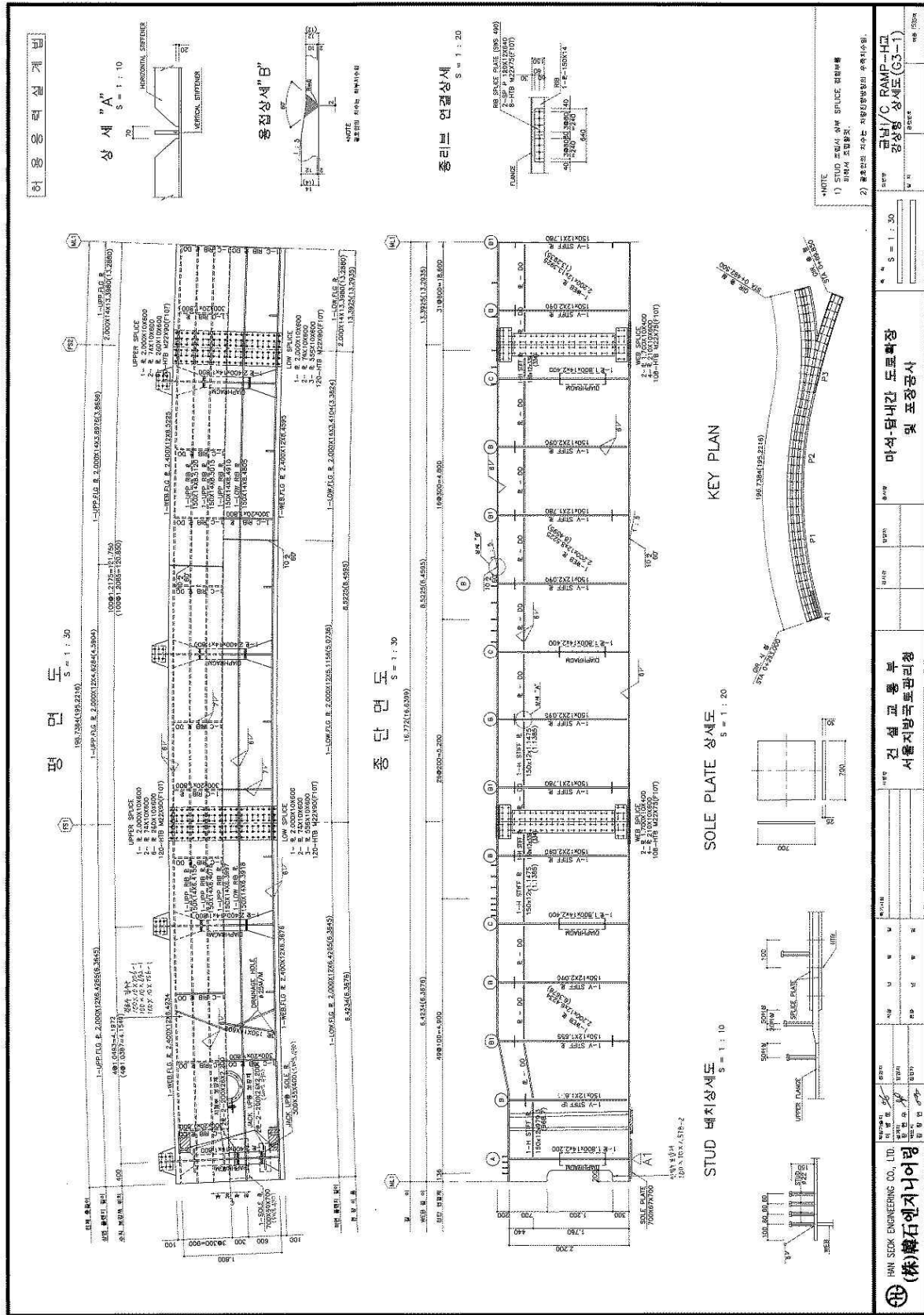


[그림 6.2] 금남IC Ramp-H교 슬래브 일반도

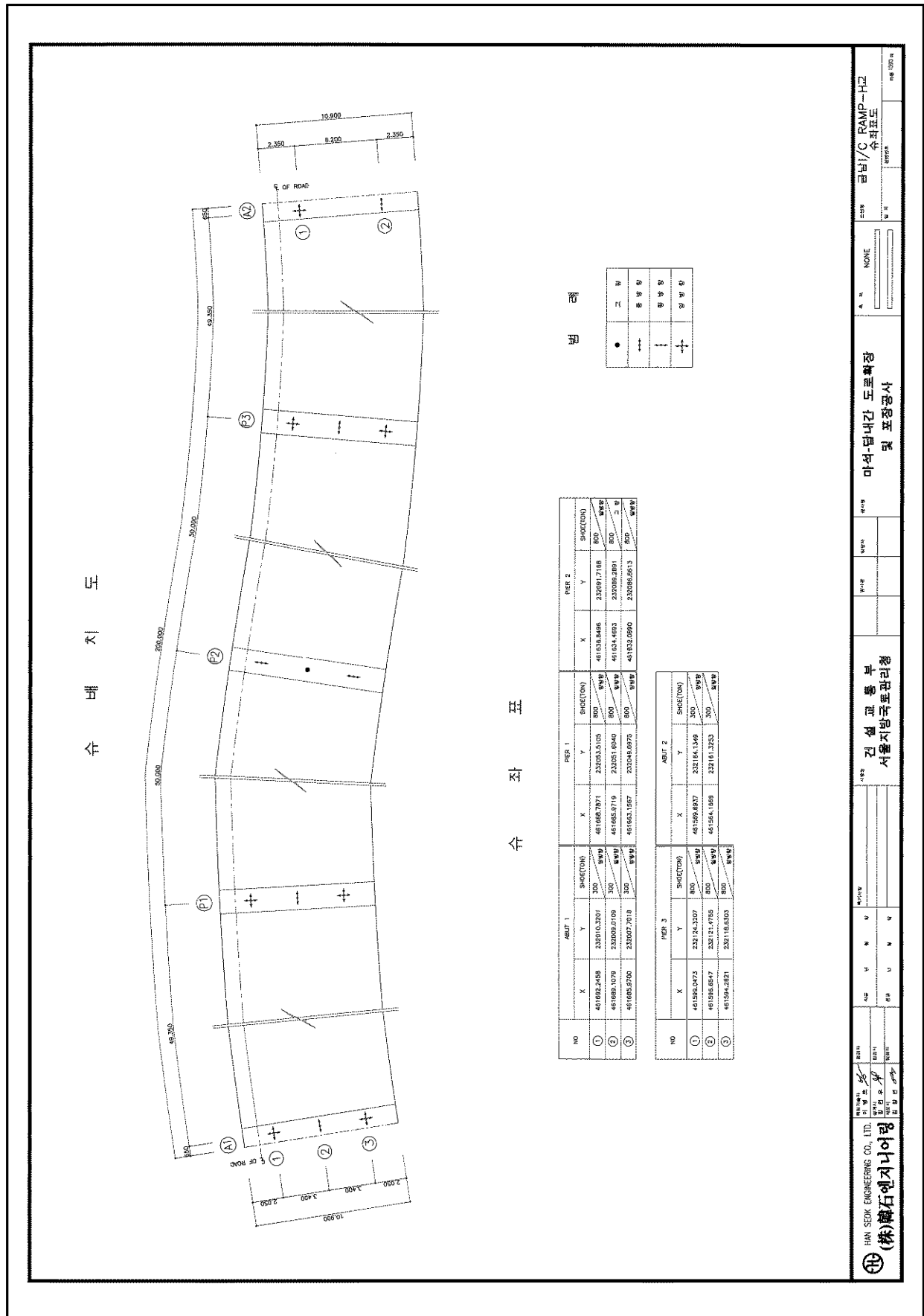
– 454 –



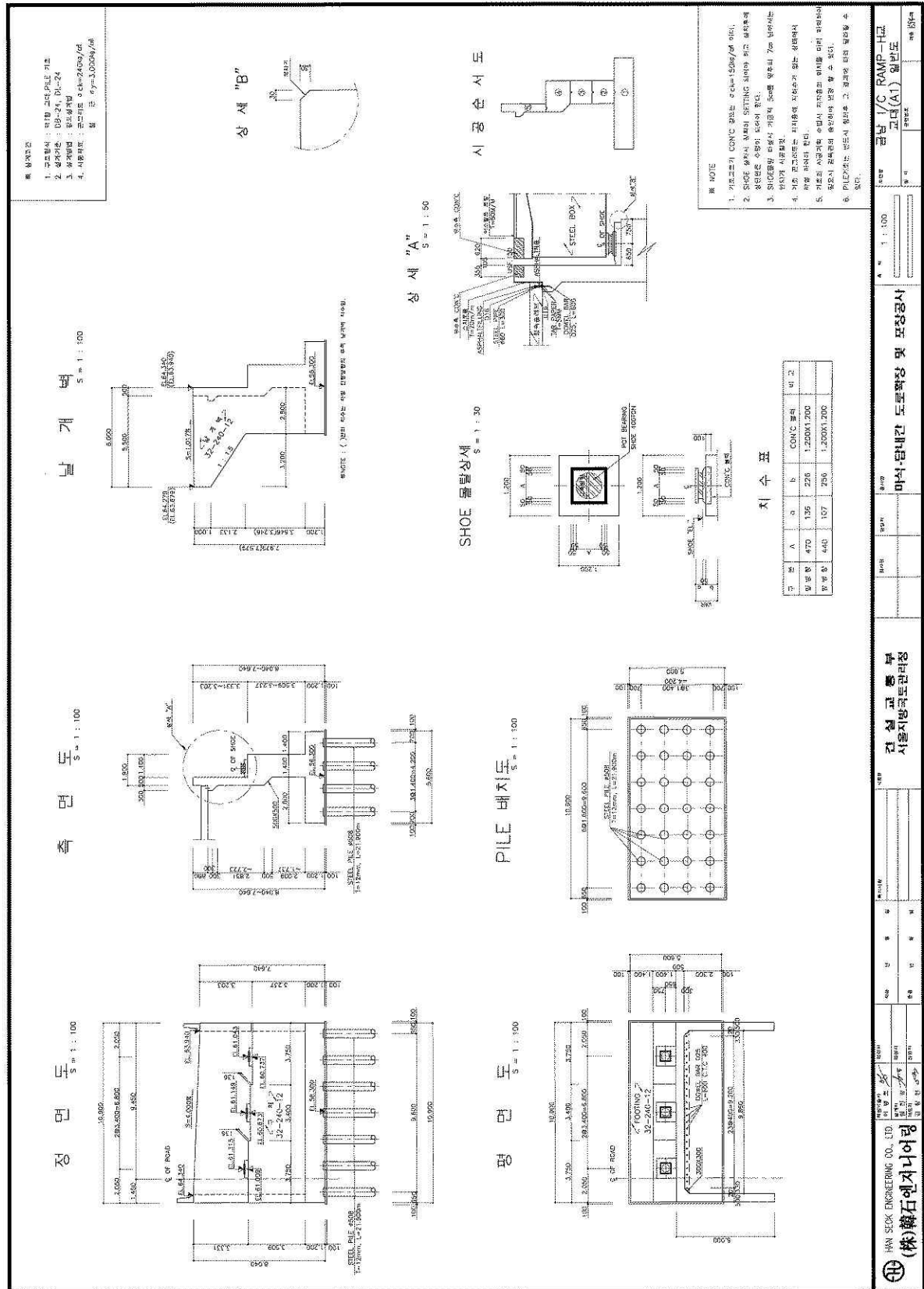
[그림 6.4] 금남IC Ramp-H교 강상형 일반도



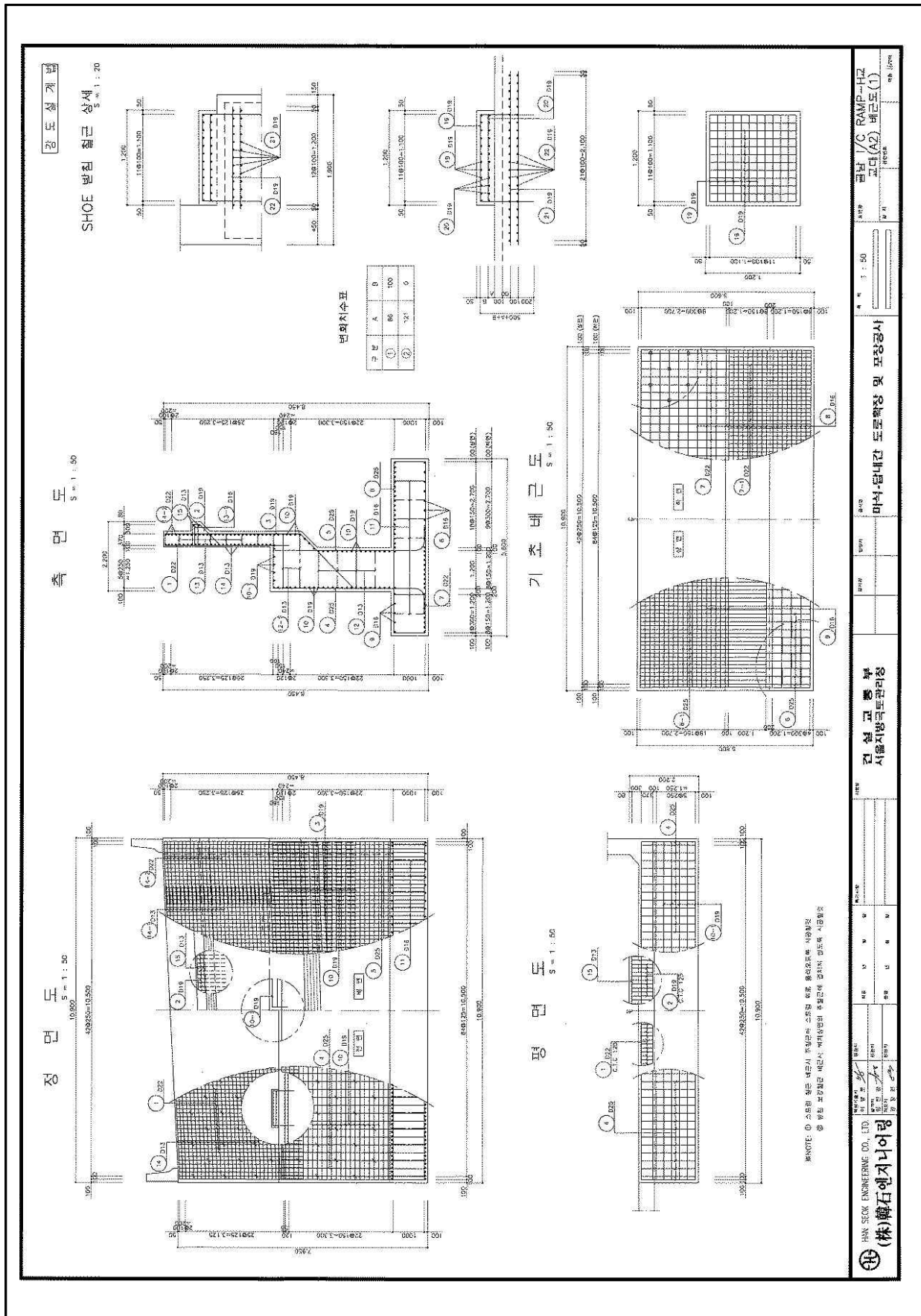
[그림 6.5] 금남IC Ramp-H교 강상형 상세도



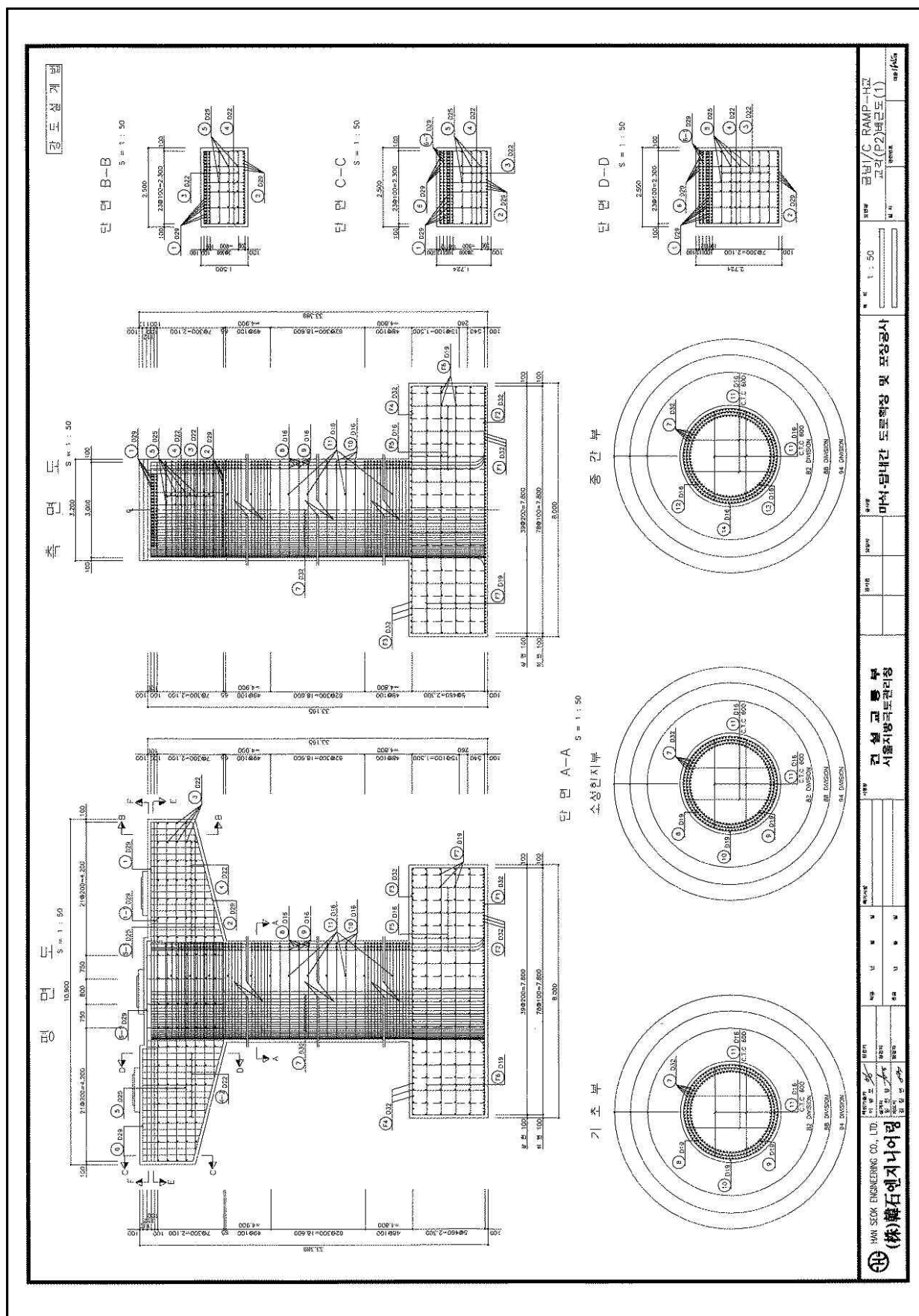
[그림 6.6] 금남IC Ramp-H교 받침장치 배치도



[그림 6.7] 금남IC Ramp-H교 교대 일반도(A1)



[그림 6.8] 금남IC Ramp-H교 교대 배근도(A1)



[그림 6.9] 금남IC Ramp-H교 교각 배근도(P2)

6.2 자료수집 및 분석

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

[표 6.2] 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)

6.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력

금남IC Ramp-H교는 준공 후 약 18년간 공용되어온 시설물로 정기안전점검 35회, 정밀안전점검 8회, 정밀안전진단 2회, 2종 성능평가 1회로 총 46회의 안전점검이 이루어진 상태로 확인되었다.

가. 정기안전점검

[표 6.3] 금남IC Ramp-H교 정기안전점검 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2022-10-17 2022-12-09	자체수행	◦ 포장 소성변형, 배수구 막힘 등	보통
	정기안전점검	최영재	◦ 보수예정	
2	2022-05-02 2022-06-24	자체수행	◦ 포장 소성변형, 배수구 막힘 등	보통
	정기안전점검	서홍수	◦ 보수예정	
3	2021-10-25 2021-12-17	자체수행	◦ 집수구 막힘, 바닥판 박락 등	보통
	정기안전점검	서홍수	◦ 보수예정	
4	2021-03-17 2021-06-30	자체수행	◦ 포장 파손 및 균열, 받침 부식, 받침콘크리트 박리 등	보통
	정기안전점검	김형균	◦ 보수예정	
5	2020-10-05 2020-12-20	자체수행	◦ 포장파손 및 균열, 교대균열, 받침콘크리트 균열	보통
	정기안전점검	김형균	◦ 보수예정	
6	2020-02-01 2020-06-29	자체수행	◦ 상태양호	보통
	정기안전점검	이지철	◦ 없음	
7	2019-09-02 2019-12-31	자체수행	◦ 상태양호	양호
	정기안전점검	김태현	◦ 없음	
8	2019-04-01 2019-06-21	자체수행	◦ 포장 소성변형	보통
	정기안전점검	조한근	◦ 보수예정	
9	2018-07-01 2018-012-31	자체수행	◦ 대체로 양호	양호
	정기안전점검	조한근	◦ 보수예정	
10	2018-02-05 2018-06-30	자체수행	◦ 대체로 양호	양호
	정기안전점검	조한근	◦ 보수예정	

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

※ 시설물의 전체 점검이력사항 부록 참조.

나. 정밀안전점검

[표 6.4] 금남IC Ramp-H교 정밀안전점검 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2020-03-17 2020-06-24	(주)이디시엔	- 바닥판 : Deck Plate부식 - 거더 및 가로보 : S.P실링미처리, 토사퇴적, 부식 - 하부구조 : 균열, 파손 - 받침장치 : 슬플레이트 부식 - 신축이음 : 유간 토사퇴적 - 교면포장 : 아스콘 포장결함 - 배수시설 : 배수관 길이부족, 부식 - 난간 및 연석 : 균열	B등급
	정밀안전점검	장우선	○ -	
2	2018-06-28 2018-10-25	정인엔지니어링(주)	- 교면포장 : 포장균열, 소성변형, 포트홀, 단차 - 방호벽 : 균열, 박리, 파손, 텔리네이터 망실, 점검사다리 변형 - 신축이음 : 본체부식, 신축강을 누수, 토사퇴적 - 바닥판 : 박리, 박락, 백태, 누수흔적, 테크플레이트 부식 - 배수시설 : 배수구 막힘, 길이부족 - 거더외부 : 도장박리, 부식 - 거더내부 : 실내등 미설치, 조류흔적, 체수흔적 - 받침장치 : 받침콘크리트 균열, 박락, 재료분리 - 하부구조 : 누수흔적, 균열, 망상균열, 표면오염, 박리, 점검계단 파손, 점검로 바닥 고정장치 탈락	B등급
	정밀안전점검	한은택	포장실링, 패칭보수, 주입보수, 표면보수, 단면보수, 텔리네이터 재설치, 배수관 연장, 재설치, 재도장, 청소 등	

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

※ 시설물의 전체 점검이력사항 부록 참조.

다. 정밀안전진단

[표 6.5] 금남IC Ramp-H교 정밀안전진단 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2021-03-19 2021-07-16	(주)건우이앤씨	- 교면포장 : 상태양호 - 방호벽 : 균열, 망상균열, 박리, 파손, 들뜸, 검점로 변형 등 - 배수시설 : 배수관 길이부족, 부식 - 신축이음 : 본체부식, 유간 토사퇴적 - 바닥판 : 누수흔적, 백태, 박리, 박락, Deck Plate부식 - 거더 : 도장박리, 부식, 강재변형, 실링 미처리, 체수 - 가로보 : 상태양호 - 교량받침 : 받침장치 부식, 받침 콘크리트 균열, 박락 - 교대 : 균열, 누수흔적, 박리, 파손, 표면오염 - 교각 : 균열, 망상균열, 재료분리, 파손 - 점검시설 : 상태양호	B등급
	정밀안전진단	이재형	표면보수, 주입보수, 단면보수, 청소, 재도장 등	

라. 2종 성능평가

[표 6.6] 금남IC Ramp-H교 2종 성능평가 실시 이력

번호	점검진단기간	점검진단기관명	주요 점검진단결과	안전등급
	점검진단구분	책임기술자	주요 보수보강(안)	
1	2020-03-17 2020-06-24	(주)이디시엔	◦ 종합성능등급 : 대상 시설물의 종합성능등급은 상태 안전성능 평가 결과와 구조검토에 의한 안전성능 평가결과, 내구성능 및 사용성능 평가를 종합하여 검토한 결과, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속관찰 하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가되었다.	B등급
	2종 성능평가	장우선	◦ 표면보수, 주입보수, 단면보수, 단면보수(방청) 등	

마. 기 정밀안전진단 결과 요약

[표 6.7] 금남IC Ramp-H교 기 정밀안전진단 결과

구 분		정밀안전진단 보고서(2021년)
용역명		국도46호선 금남IC Ramp-H교 정밀안전진단용역
진단기관		(주)건우이앤씨
외관 조사	바닥판 하면	◦ 누수흔적, 백태, 박리, 박락, 부식
	거더	◦ 거더외부 도장박리, 부식, 거더내부 강재변형, 실링 미처리, 체수흔적, 토사퇴적, 환기구 볼트 체결불량
	가로보	◦ 상태양호
	하부구조	◦ 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 누수흔적, 박리, 파손, 표면오염, 재료분리, 점검계단 파손
	교량받침	◦ 받침장치 부식, 받침물탈 균열, 받침 콘크리트 박락
	신축이음	◦ 본체부식, 유간 토사퇴적, 후타재 파손
	교면포장	◦ 포장균열, 마모, 소성변형, 포트홀, 포장 파손
	배수시설	◦ 배수관 길이부족, 부식
	방호벽	◦ 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열(0.5mm이상), 망상균열, 박리, 파손, 들뜸, 텔리네이트 파손, 차수관 볼트탈락
	점검시설	◦ 점검로 변형
내구성 조사	반발경도시험	◦ 상부구조 : 27.1~28.3MPa / 설계기준 강도(27MPa)100% 이상 상회 ◦ 하부구조 : 25.1~26.2MPa / 설계기준 강도(24MPa)100% 이상 상회
	탄산화 깊이측정	◦ 잔여깊이 30mm이상으로 탄산화로 인한 내구성 저하는 없는 “a”등급
종합 평가	상태평가	◦ B(0.237)
	안전성평가	◦ SF = 1.00(A)
안전등급		◦ B등급

6.2.2 보수·보강 이력

보수·보강 이력 검토 결과 총 2회의 보수 이력이 시설물통합정보관리시스템(FMS)상 등록되어있는 것으로 확인되었다.

[표 6.8] 금남IC Ramp-H교 보수·보강 이력사항(FMS발취)

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비	책임기술자
1	국도46호선 소석교 등 시설물 보수공사	보수	배수시설 P2	-	-
	2022-11-07 2023-03-06		배수관 교체	800,368	다혜산업(주)
2	국도43호선 진관IC 1교 등 시설물 보수공사	보수	방호벽	-	-
	2022.06-20 2022-11-27		투석방지망 설치	314,420	(주)대승씨앤씨
3	국도46호선 금남IC RAMP-H교 등 시설물 보수공사	보수	교면포장	(주)케이탑이엔씨	탑이십일건설(주)
	2021-06-10 2021-06-25		연성(2,171㎡)	347,170	배덕영
4	국도46호선 금남IC2교 등 13개소 시설물 보수공사	보수	단면보수	조한근	(주)참건설
	2016-06-28 2016-10-25		단면보수	37,970	이영철
5	국도6호선 덕소강변대교 등17개소 등 17개소 시설물 보수공사	보수	-	(주)천일	부석종합건설(주)
	2013-06-04 2013-11-30		-	3,184	이현배
6	국도46호선 녹촌1교외 3개교 교면포장보수 공사	보수	-	(주)동아기술공사	(주)만배건설
	2010-06-11 2010-08-05		-	261,175	김환부
7	국도46호선 녹촌1교외 3개교 교면포장보수공사	보수	교면포장	(주)동아기술공사	(주)만배건설
	2010-06-11 2010-08-05		재포장(오버레이)	43,906	박형태

6.2.3 내진설계 적용 여부

금남IC Ramp-H교는 시설물관리대장 및 준공도서 확인결과 내진설계가 적용된 것으로 확인 되었다.

[표 6.9] 금남IC Ramp-H교 내진설계 적용 여부

검토대상부재	설계적용 여부	검토 결과 요약
교대 및 교각	적용	◦ 내진성능 상세평가를 수행한 결과 교대·교각 및 받침장치의 공급역량이 수요역량보다 크게 산정되어 충분한 내진성능을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

6.2.4 자료분석 결과 요약

관련 자료 분석 결과, 금남IC Ramp-H교는 과업수행일 현재 시설물의 안전을 저해하는 중대 결함이 없는 상태로, 시설물안전법의 규정에 따라 주기적인 유지관리를 시행하고 있으며, 금회 정밀안전점검은 전차 점검에서 발견된 손상의 진전확인 및 신규 발생 손상을 조사하고 외관 조사 망도에 기록하여 향후 점검, 진단, 교량의 보수·보강 및 유지관리에 활용할 수 있도록 실시하였다.

6.3 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 6.10] 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	점검차량을 이용한 바닥판 점검, 도보를 이용한 육안조사
접근성	교량하부 월산천 횡단



[그림 6.10] 금남IC Ramp-H교 현장조사 현황

6.3.1 외관조사

가. 바닥판

바닥판은 Deck Plate가 설치된 구조로 4경간($4 \times 50.0 = 200.0$ m), 폭원 B=10.0m 이며, 좌·우측 캔틸레버 단부에는 우수유입 방지를 위한 물끊기 홈(Notch)이 설치되어 있는 것으로 확인되었고, 점검차량을 이용하여 최대한 근접한 상태에서 외관조사를 실시하였다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 Deck Plate 부식, 캔틸레버 누수흔적, 백태, 박리, 박락, 재료분리 및 철근 노출이 조사되었다.



캔틸레버 백태 S2	Deck Plate 부식 S2
Deck Plate 부식 S2	Deck Plate 부식 S2
캔틸레버 백태 S3	Deck Plate 부식 S3
Deck Plate 부식 S3	Deck Plate 부식 S3

[표 6.11] 금남IC Ramp-H교 바닥판 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
바닥판	Deck Plate 부식	24.23	m ²	62	교면수 유입	주의관찰
	백태	251.15	m ²	13	교면수 유입	주의관찰
	박리	0.05	m ²	1	교면수 유입	단면보수
	박락	0.16	m ²	1	교면수 유입	단면보수
	재료분리 및 철근노출	2.50	m ²	1	다짐불량	단면보수(방청)

2) 손상원인 및 대책

- Deck Plate 부식의 경우 방수층 파손에 의한 교면수 유입으로 전 경간에 발생한 상태로 조사 되었으며, 현장조사 당시 “국도46호선 금남IC Ramp-H교 등 시설물 보수공사(2021.06.10.)”를 통한 재포장을 실시한 상태로 누수 및 손상의 진전은 확인되지 않았다.
- 기 점검 이후 누수흔적과 백태부에 대한 표면보수가 이루어진 상태로 조사되었으나, 교면포장과 방호벽 이음부 사이로 교면수가 유입되어 백태가 재 발생된 상태로 확인 되었다. 교면포장 내·외측 갓길에 대한 재포장으로 교면수 유입 차단이 필요한 상태로 판단된다.
- 재료분리 및 철근노출의 경우 시공초기 다짐불량에 의한 재료분리가 발생하였으며, 공용 중 우수접촉, 신축거동 등에 의한 손상확대로 철근노출이 동반된 상태로 판단된다. 공용 중 손상진전에 따른 철근부식 우려가 있으므로 단면보수를 통한 보수가 필요한 상태로 판단된다.

나. 거더외부

거더는 바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고, 받침부를 통하여 하부구조로 하중을 전달하는 부재로서 총 2열의 거더가 시공되어있으며, STB로 구성되어있다. 외관조사 시 점검 차량을 이용하여 최대한 부재에 근접하여 조사를 실시하였다.



거더외부 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 도장박리, 부식이 발생한 상태로 조사되었다.



거더 부식 S1-G1-LF



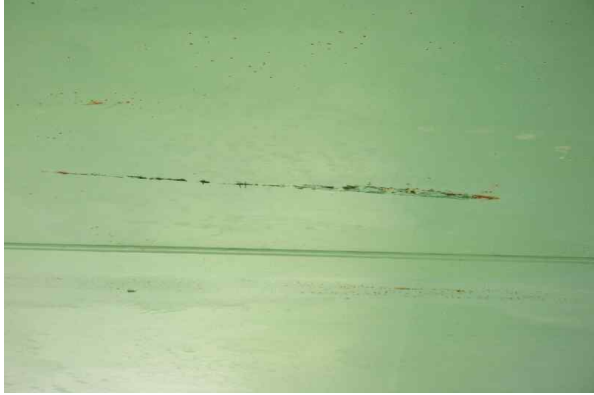
거더 부식 S1-G2-LF



거더 부식 S1-G3-LF



거더 부식 S2-G1-LF

	
거더 도장박리 S2-G3-SP.6	거더 굽힘 S2-G3-LF
	
거더 부식 S3-G2-LF	거더 부식 S3-G3-LF

[표 6.12] 금남IC Ramp-H교 거더외부 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
거더 외부	굽힘	0.10	m ²	1	외부충격	재도장
	도장박리	0.06	m ²	1	시공미흡	재도장
	부식	15.05	m ²	14	노후화	재도장

2) 손상원인 및 대책

- 굽힘의 경우 시설물에 대한 유지관리 중 점검차량 등의 충돌에 의한 손상으로 판단되며, 현장조사 당시 손상부에 부식은 동반되지 않은 상태로 확인되었다.
- 도장박리의 경우 S2-G3 거더 하면 SP.6에 단독 발생한 손상으로 시공미흡에 의한 도장 불량률이 주요원인으로 판단된다.
- 부식의 경우 거더 하면 전 경간에 국부적으로 발생하였으며, 공용기간 증가에 따른 노후화와 하천을 횡단하는 환경적 요인에 의한 손상으로 판단된다. 현장조사 검토결과 조사된 부식의 정도가 점 부식 정도의 경미한 손상으로 부식진전 방지 및 유지관리 차원의 재도장이 적합할 것으로 판단된다.

다. 거더내부

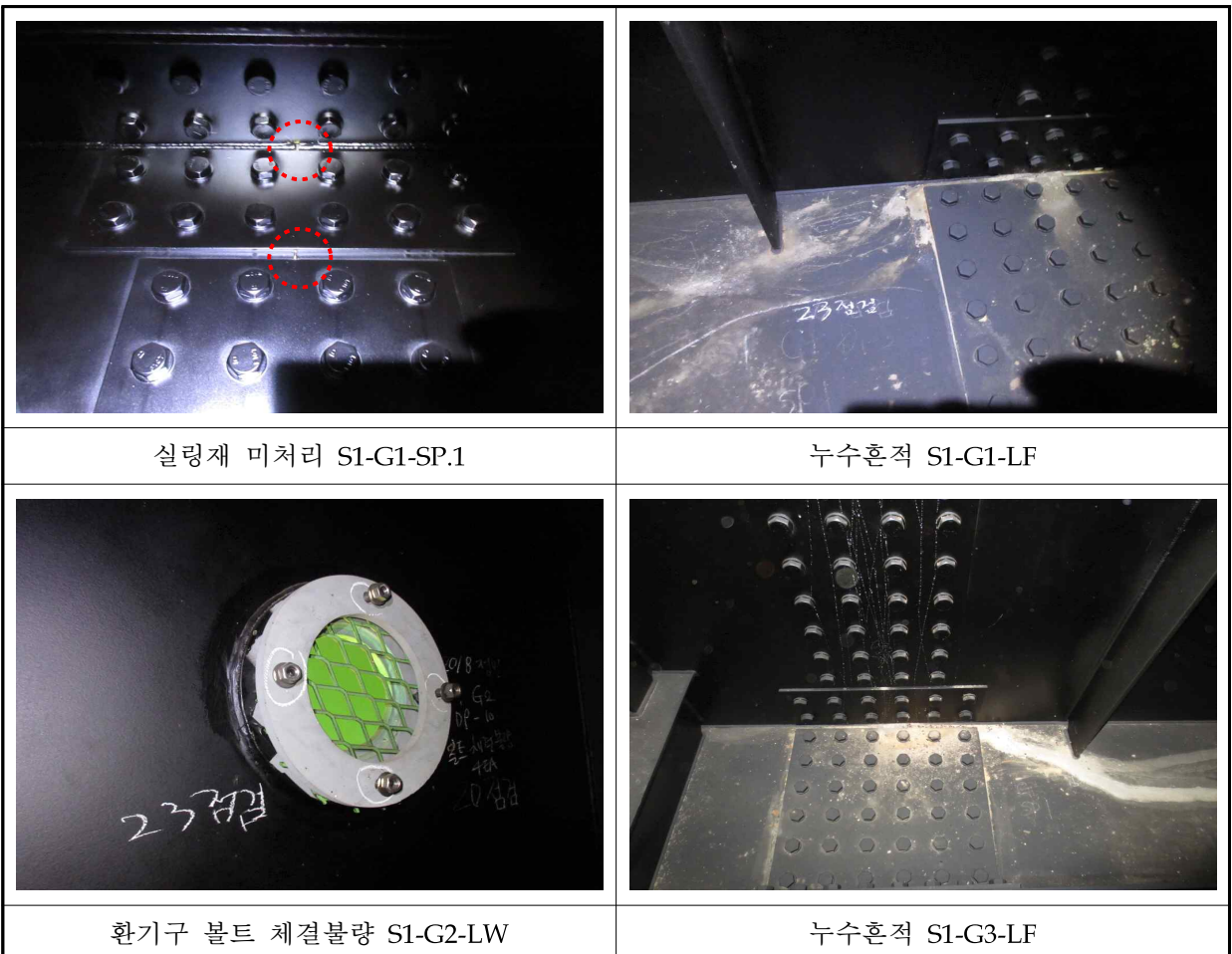
거더내부는 거더외부와 동일한 구조부재로 도보를 이용한 육안조사를 기본으로 외관조사를 실시하였다.

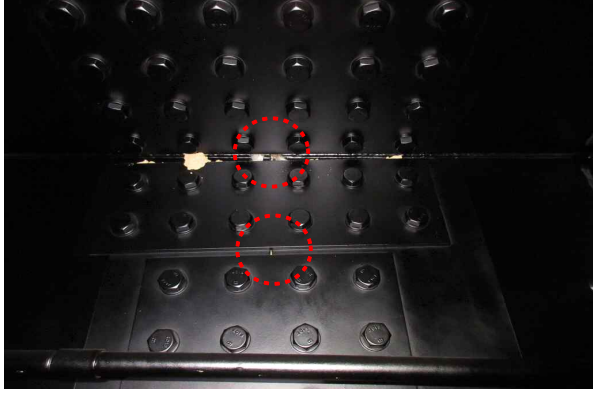
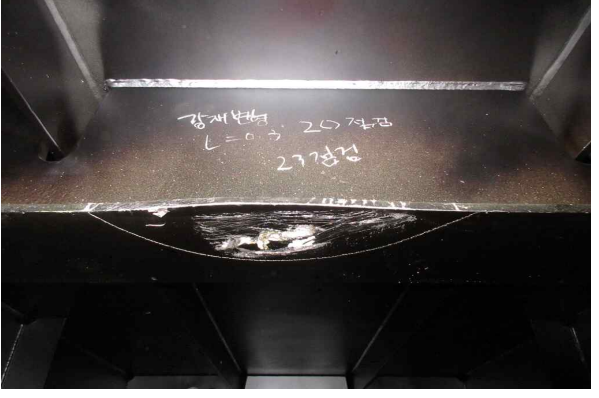
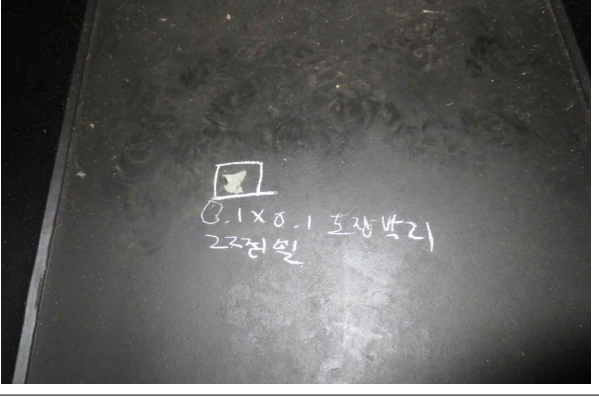
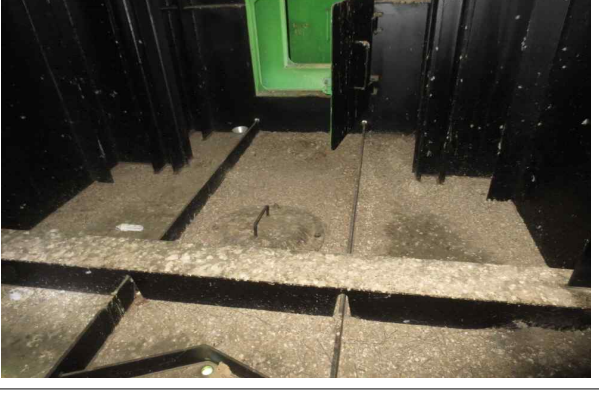


거더내부 전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 누수흔적, 토사퇴적, 실링 미처리, S.P 볼트부식, 환기구 볼트 체결불량, 강재변형 등의 손상이 조사되었다.



	
실링미처리, 누수흔적 S2-G1-LF	토사퇴적 S2-G1-LF
	
실링재 미처리 S2-G2-RW	강재변형 S3-G1-UF
	
토사퇴적 S3-G2-LF	도장박리 S3-G3-LF
	
S.P 볼트부식 S4-G3-SP.14	조류 배설물 퇴적 S4-G3-LF

[표 6.13] 금남IC Ramp-H교 거더내부 손상물량표

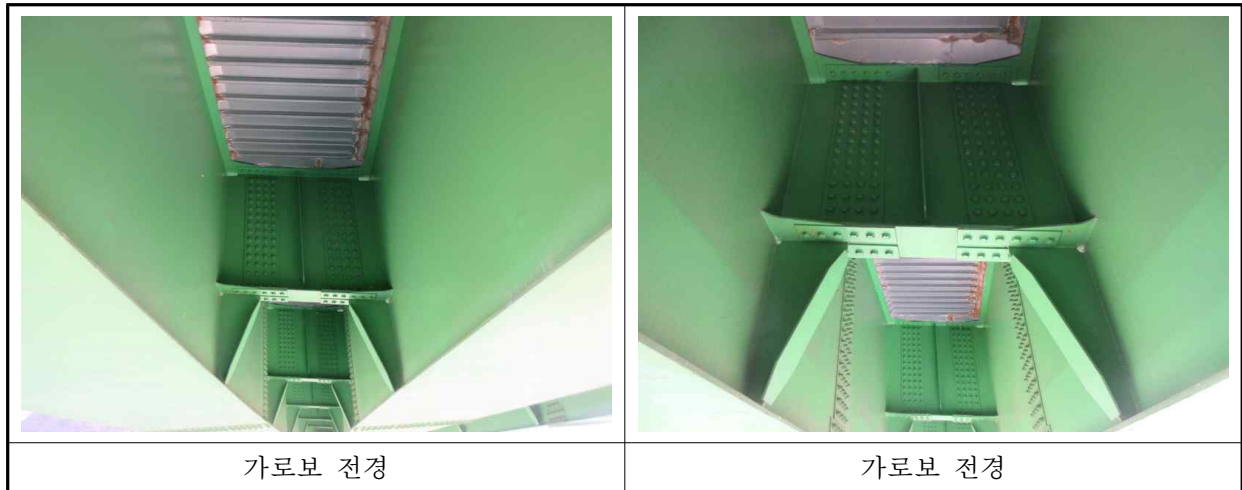
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
거더 내부	누수흔적	3.20	m ²	24	실링 미처리	주의관찰
	실링 미처리	325.00	EA	325	실링 미처리	실링보수
	토사퇴적	82.00	EA	82.00	우수유입	주의관찰
	실내등 미설치	37.00	EA	37.00	시공미흡	주의관찰
	도장박리	0.02	m ²	2	외부충격	재도장
	환기구 볼트체결 불량	10.00	EA	10	공용기간 증가	재체결
	S.P볼트부식	13.00	EA	13	우수유입	재도장
	강재변형	0.30	m	1	외부충격	주의관찰
	조류 배설물 퇴적	9.00	m ²	1	조류서식	청소

2) 손상원인 및 대책

- 누수흔적의 경우 실링 미처리에 의한 스플라이스 이음부로 우수가 유입되며 발생한 손상이며, 불순물이 우수와 함께 유입되어 토사퇴적이 동반된 상태로 조사되었다. 현장 조사당시 스플라이스 부에 국부적인 볼트부식이 조사되어 실링보수를 통한 우수차단 이후 재도장을 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.
- 실내등의 경우 준공 이후 별도의 설치가 이루어지지 않은 것으로 조사되었고, 시설물의 유지관리를 위한 점검과 보수작업에 용이하게 이용될 수 있으나 사용빈도와 유지비용을 감안할 경우 현 시점에서의 실내등 설치는 필요하지 않은 것으로 판단된다.
- 도장박리 및 강재변형의 경우 손상의 형태와 발생 위치를 고려할 경우 시공초기 자재 등의 충돌에 의한 손상으로 판단되며, 재도장을 통한 부식방지와 지속적인 점검을 통한 강재변형에 대한 추적관리 필요한 것으로 판단된다.
- 환기구 볼트체결 불량률의 경우 작업자의 시공미흡과 공용 중 발생하는 지속적인 진동에 의한 손상으로 판단되며, 환기구 조류 방지망 탈락 시 조류의 출입 우려가 있으므로, 재체결을 통한 보수가 적합한 것으로 판단된다.
- 조류 배설물 퇴적의 경우 조류출입에 의한 손상으로 공용 중 배설물에 의한 부식발생 우려가 있으므로 청소를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 보수 이후 유지관리를 위한 작업자의 출입이 필요할 경우 출입구 개폐 여부에 대한 확인이 철저히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

라. 2차 부재

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



1) 현장조사 결과

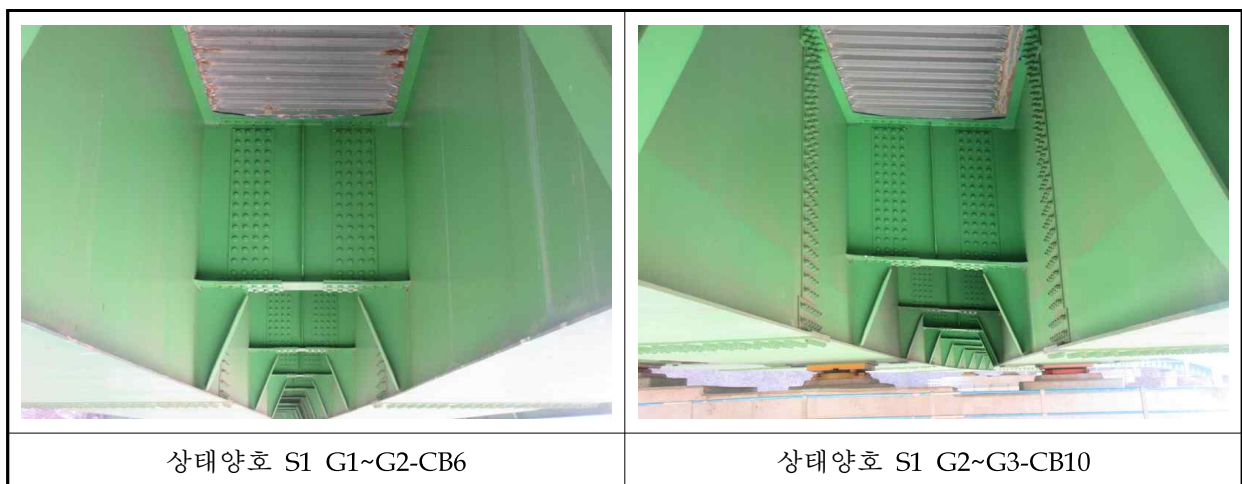
외관조사 결과 특별한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

[표 6.14] 금남IC Ramp-H교 2차 부재 손상물량표

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

2) 손상원인 및 대책

- 도장박리의 경우 유지관리 시 외부충격(점검차량)에 의한 손상이며 지속적인 점검을 통한 관리 이후 손상의 진전 또는 이상 징후 발생 시 재도장을 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.



마. 교대

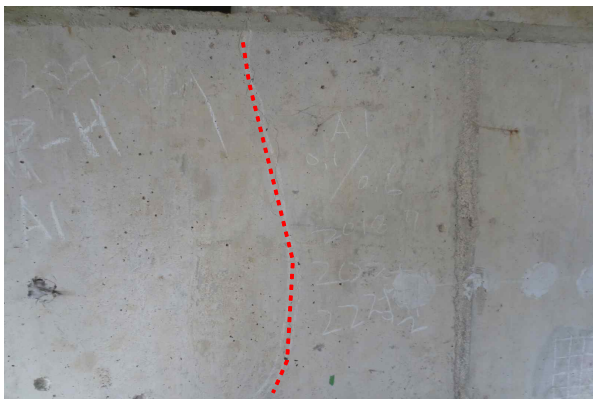
교대는 상부구조 하중을 지반으로 전달하고, 교량의 구조적 안전성을 위한 중요 부재로 역T형식이며, 직접기초로 시공되었다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 박리, 파손, 철근노출 등의 손상이 조사되었다.



	
교대 균열(0.3mm미만) A1	교대 균열(0.3mm미만) A1
	
교대 누수흔적 A1	교대 백태 A2
	
교대 박리 A2	교대 파손 A2
	
교대 박리 및 철근노출 A2	교대 파손 A2

[표 6.15] 금남IC Ramp-H교 교대 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교대	균열(0.3mm미만)	3.20	m ²	5	건조수축, 온도변화	주의관찰
	누수흔적	7.75	m ²	5	유도배수관 미설치	유도배수관 설치
	박리	1.32	m ²	5	손상부 우수유입	단면보수
	파손	0.76	m ²	4	외부충격	주의관찰
	박리 및 철근노출	0.05	m ²	1	손상부 우수유입	단면보수(방청)

2) 손상원인 및 대책

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 교대 벽체에 발생한 손상이며, 균열의 발생형태와 기점점자료를 검토를 통한 초기발현 시기를 고려한 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상으로 판단된다.
- 누수흔적의 경우 신축이음 하부 유도배수관 미설치에 의한 손상으로 곡선교 특성에 따른 외측부에 신축이음 유도배수관 설치 시 우수접촉에 의한 2차 손상 발생 우려는 없을 것으로 판단된다.
- 박리의 경우 교대 홍벽에 발생한 손상으로 유도배수관 미설치에 의한 지속적인 수분 접촉과 동결기에 따른 온도변화가 주요 원인으로 판단되며, 일부 손상의 경우 철근노출이 동반된 상태로 단면보수(방청)를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 파손의 경우 홍벽 상단에 위치한 손상으로 시공초기 인양과정에서 발생한 손상으로 판단된다. 현장조사 당시 신축이음 누수는 확인되지 않았으며 손상의 진전 또한 없는 상태로 지속적인 점검을 통한 확인 이후 손상의 진전 또는 이상징후 발생 시 단면보수를 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.

바. 교각

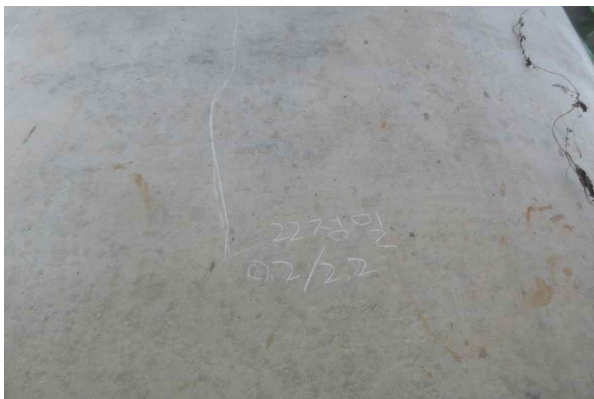
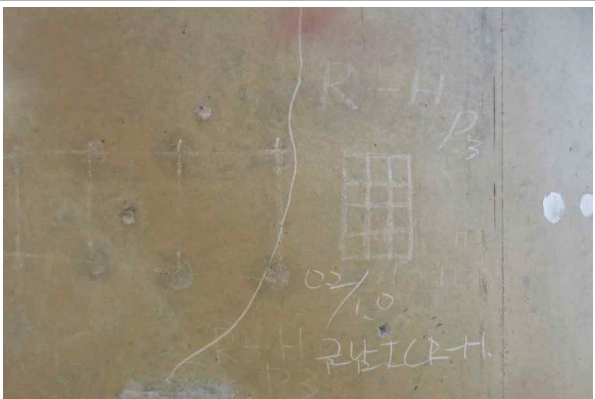
교각은 상부구조 하중을 지반으로 전달하고, 교량의 구조적 안전성을 위한 중요 부재로 T형 교각식이며, 직접기초로 시공되었다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열이 조사되었다.



	
교각 균열(0.3mm 미만) P1	교각 균열(0.3mm 미만) P1
	
교각 균열(0.3mm 미만) P2	교각 균열(0.3mm 미만) P2
	
교각 균열(0.3mm 미만) P2	교각 균열(0.3mm 미만) P3
	
교각 균열(0.3mm 미만) P3	교각 균열(0.3mm 미만) P3

[표 6.16] 금남IC Ramp-H교 교각 손상물량표

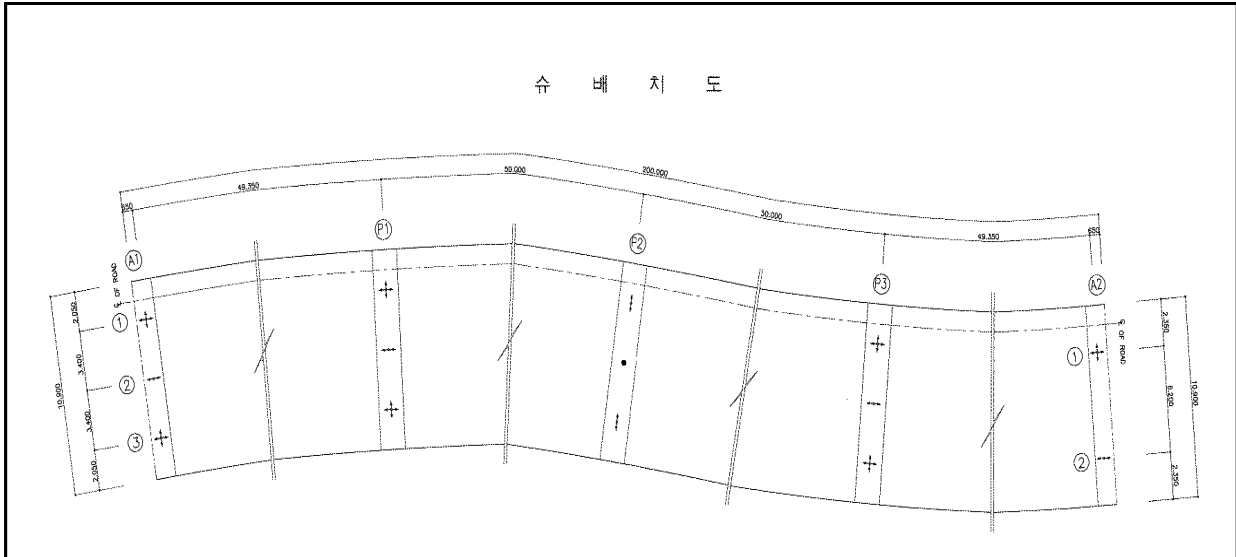
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교각	균열(0.3mm미만)	20.30	m	18	건조수축	주의관찰
	망상균열	8.56	m ²	2	건조수축	주의관찰

2) 손상원인 및 대책

- 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상으로 현장조사 당시 보수는 필요치 않은 상태로 조사되었다. 차후 지속적인 점검을 통한 관리 이후 손상의 진전 또는 이상 징후 발생 시 손상에 대한 보수가 적합할 것으로 판단된다.

사. 교량받침

교량받침의 형식은 POT받침이며, 교대(A1)에 3개소, 교대(A2) 2개소, 교각에 각 3개소 총 14개소가 시공되어있으며, 교각 P2는 고정단과 일방향이 설치되어있다. 교량받침 배치 현황은 다음과 같다.



[그림 6.11] 교량받침 배치도



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 받침 물탈 균열(0.3mm미만), 재료분리, 박리가 조사되었다.

	
받침 상태양호 A1-SH2	받침 콘크리트 박리 A2-SH2
	
받침물탈 보수상태양호 P1-SH1	받침 상태양호 P1-SH2
	
받침물탈 보수상태양호 P2-SH2	받침물탈 균열(0.3mm 미만) P2-SH3

[표 6.17] 금남IC Ramp-H교 교량받침 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
받침 물탈	균열(0.3mm 미만)	0.30	m	3	건조수축, 온도변화	주의관찰
받침 콘크 리트	박리	0.10	m ²	1	신축이음 누수	주의관찰
	재료분리	0.30	m ²	3	다짐불량	주의관찰

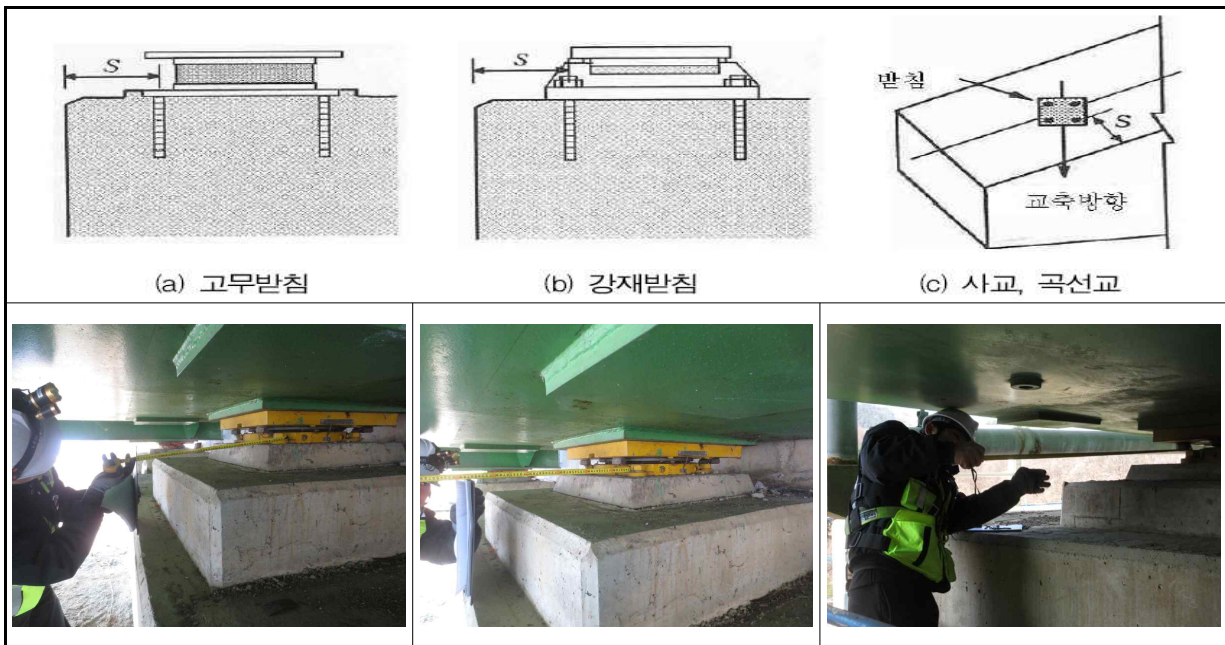
2) 손상원인 및 대책

- 현장조사 결과 받침물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상이며, 타설 초기 다짐불량에 의한 받침콘크리트 재료분리가 조사되었다.
- 받침콘크리트 박리는 A2 신축이음 누수에 의한 수분접촉이 주요원인으로 판단되며, 현장조사 당시 신축이음 교체를 통한 보수가 이루어진 상태로 확인되었다.
- 기 점검 시 조사된 받침부식의 경우 금회 녹제거 및 재도장을 통한 보수가 이루어진 것으로 확인되었으며, 받침물탈과 콘크리트에 발생한 손상의 경우 특별한 보수가 요구되지 않는 경미한 손상으로 지속적인 점검을 통한 확인이 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
- $$\text{연단거리}(S) = 200 + 5 \times 50.0 = 450.0\text{mm}$$



[그림 6.12] 금남IC Ramp-H교 교량받침 연단거리 측정

[표 6.18] 금남IC Ramp-H교 연단거리 측정결과

위 치		경간장 (m)	기준값 (mm)	연단거리 측정값(mm)			검토 결과
				Sh1	Sh2	Sh3	
A1		50	450	580	580	600	O.K
P1	A1측	50	450	1000	1000	1050	O.K
	A2측	50	450	920	1000	1050	O.K
P2	A1측	50	450	1000	1050	1150	O.K
	A2측	50	450	950	1000	1000	O.K
P3	A1측	50	450	970	1000	1000	O.K
	A2측	50	450	1000	1000	1000	O.K
A2		50	450	520	650	-	O.K

교량받침 연단거리 측정 결과 전 개소에서 「도로교설계기준」에서 제시하고 있는 최소 거리를 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 6.19] 금남IC Ramp-H교 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 6.20] 금남IC Ramp-H교 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}	100	34.6	37.4	O.K
P1	28.8	31.2	1.2×10^{-5}	50	17.3	18.7	O.K
P2	고 정 단						
P3	28.8	31.2	1.2×10^{-5}	50	17.3	18.7	O.K
A2	28.8	31.2	1.2×10^{-5}	100	34.6	37.4	O.K

[표 6.21] 금남IC Ramp-H교 교량받침 이동량 검토결과

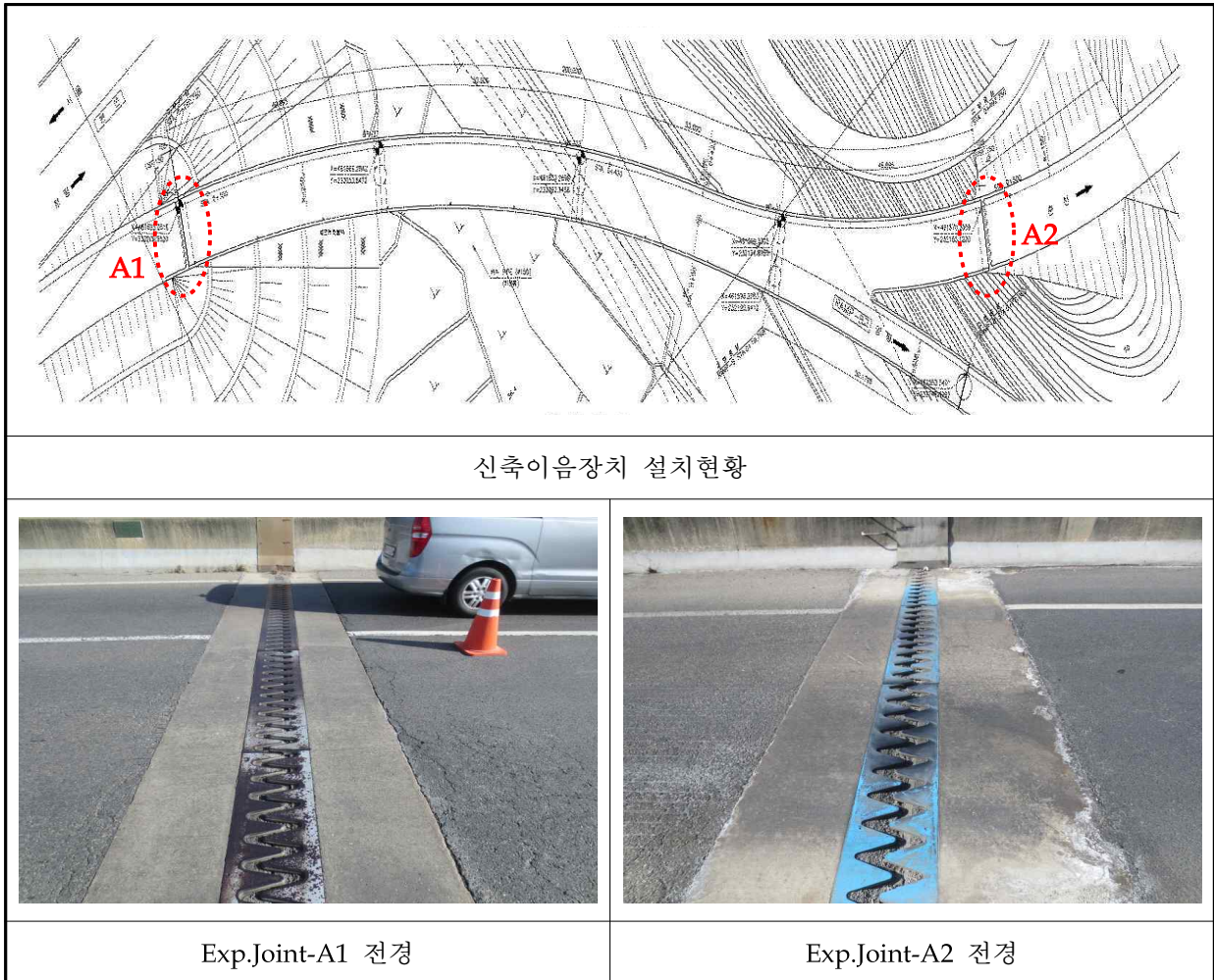
구 분		점검시 실측 이동량 (mm)	최대 받침 이동량 (mm)		실측 받침 가동여유량 (mm)		받침 용량 (mm)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
A1	Sh1	5	34.6	37.4	20.4	7.6	± 50	O.K
	Sh2	5	34.6	37.4	20.4	7.6	± 50	O.K
	Sh3	5	34.6	37.4	20.4	7.6	± 50	O.K
P1	Sh1	5	17.3	18.7	37.7	26.3	± 50	O.K
	Sh2	5	17.3	18.7	37.7	26.3	± 50	O.K
	Sh3	7	17.3	18.7	39.7	24.3	± 50	O.K
P2	고 정 단							
P3	Sh1	7	17.3	18.7	39.7	24.3	± 50	O.K
	Sh2	5	17.3	18.7	37.7	26.3	± 50	O.K
	Sh3	5	17.3	18.7	37.7	26.3	± 50	O.K
A2	Sh1	7	34.6	37.4	22.4	5.6	± 50	O.K
	Sh2	7	34.6	37.4	22.4	5.6	± 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

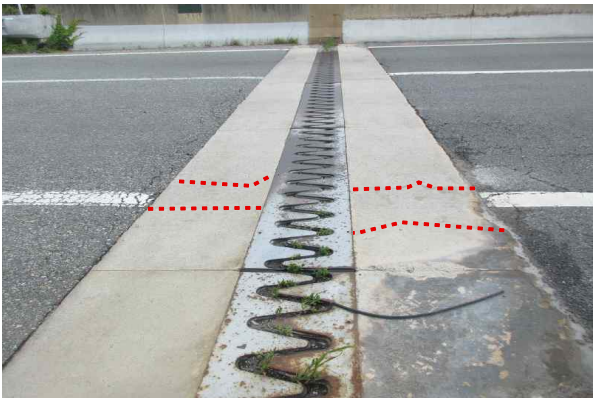
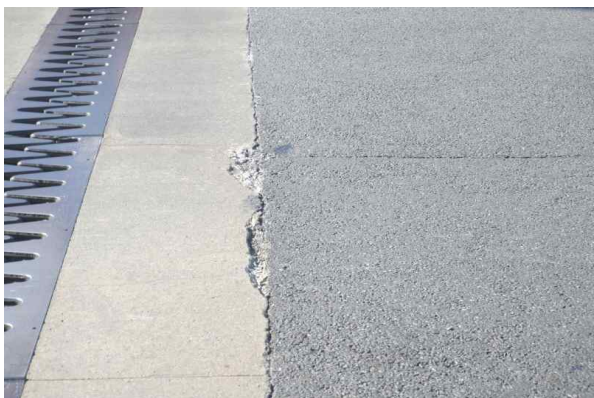
신축이음은 상부구조의 신축 또는 이동량을 흡수하고 교면 평탄성을 유지하여 차량의 주행성을 확보하기 위하여 상부구조에 설치하는 부속장치로 교축방향으로의 온도변화, 콘크리트의 크리프 및 건조수축에 의한 이동량과 교량의 회전변위 및 처짐량, 구조적으로 필요한 여유량 등을 만족할 수 있어야 하며, 최근에는 교통량 증가에 따른 신축 이음의 내구성, 주행성, 유지관리 편의성이 중요시되고 있다.

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



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 신축이음 본체부식, 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 파손, 차수판 덮개 볼트 체결불량이 조사되었다.

	
신축이음 본체부식 Exp.Joint-A1	신축이음 유간 토사퇴적 Exp.Joint-A1
	
차수판 볼트체결 불량 Exp.Joint-A1	후타재 균열(0.3mm미만) Exp.Joint-A1
	
후타재 파손 Exp.Joint-A2	신축이음 본체부식 Exp.Joint-A2

[표 6.22] 금남IC Ramp-H교 신축이음 손상물량표

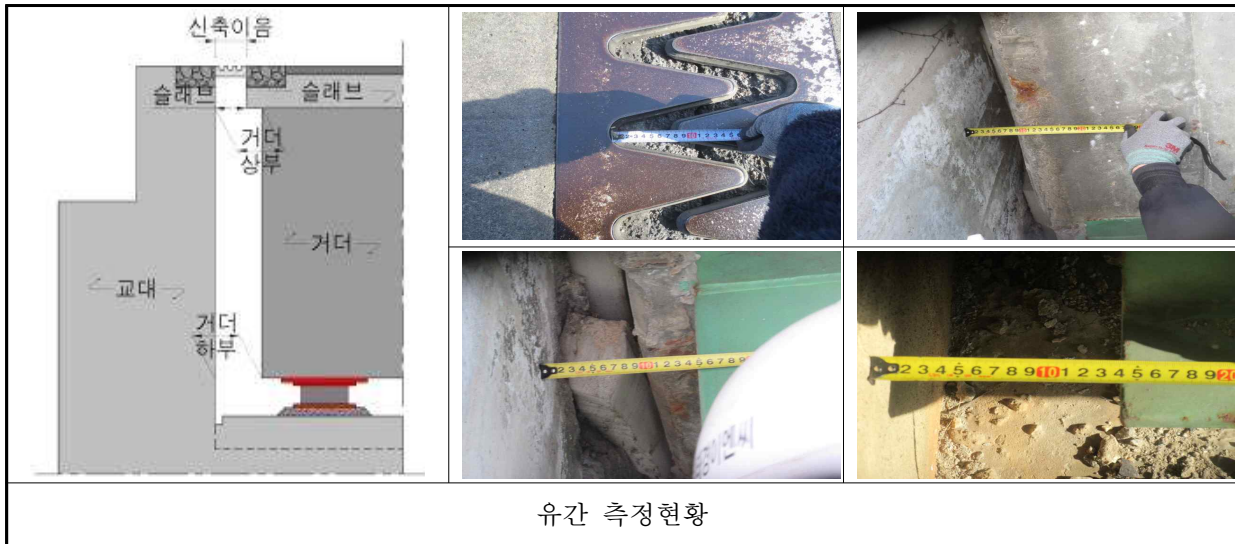
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
신축이음	신축이음 본체부식	6.00	m	4	공용기간 증가	주의관찰
	유간 토사퇴적	6.00	m	4	이물질 퇴적	주의관찰
	후타재 균열(0.3mm미만)	2.50	m	5	건조수축	주의관찰
	후타재 파손	0.20	m ²	1	반복하중	주의관찰
	차수판 볼트 체결불량	8.00	EA	8.00	공용기간 증가	재설치

2) 손상원인 및 대책

- 신축이음 Exp.Joint-A1, A2에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 파손의 경우 균열의 형상이 신축이음과 평행되지 않아 신축거동불량 등에 의한 구조적 문제는 없는 상태로 후타재 타설 이후 발생한 온도변화와 공용 중 차량통행에 따른 반복하중이 주요 원인으로 판단된다.
- 신축이음 부식, 유간 토사퇴적의 경우 공용 중 외기환경과 우수에 포함된 침전물이 퇴적되며 발생한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수는 필요로 하지않는 상태로 판단된다.
- 차수판 볼트체결불량의 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 볼트 체결 상태에 대한 확인이 필요한 것으로 판단된다.

3) 신축이음 이동량 검토

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



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 6.23] 금남IC Ramp-H교 신축이음 신축거동상태 측정결과

위치	온도변화 (ΔT)		지간장 (m)	온도변화 이동량(mm)		실측유간(mm)		허용용량 (mm)	여유량(mm)		판정
	수축	신장		수축	신장				수축	신장	
Exp.J-A1	25.5	34.5	100.0	34.6	37.4	신축이음	70	150	45.4	32.6	O.K
						바닥판	110		-	72.6	O.K
						거더상부	100		-	62.6	O.K
						거더하부	90		-	52.6	O.K
Exp.J-A2	25.5	34.5	100.0	34.6	37.4	신축이음	70	150	45.4	32.6	O.K
						바닥판	120		-	82.6	O.K
						거더상부	105		-	67.6	O.K
						거더하부	90		-	52.6	O.K

※ 신장시 판정결과 산정(F) : 실측유간 > 온도변화 신장량

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

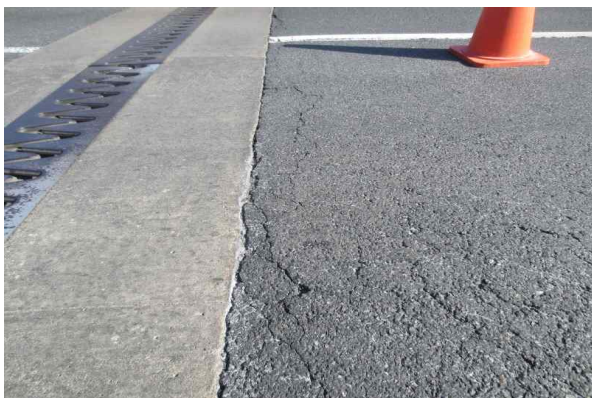
자. 교면포장

금남IC Ramp-H교는 편도 2차로의 아스팔트 포장(ACCP)으로 시공되어있다.

	
교면포장 전경	교면포장 조사전경

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 포장 망상균열, 포트홀이 조사되었다.

	
포장 망상균열 S1	포트홀 S1
	
포장 망상균열 S3	포트홀 S3

[표 6.24] 금남IC Ramp-H교 교면포장 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
교면 포장	포장 망상균열	19.80	m ²	2	다짐불량	소파보수
	포트홀	0.25	m ²	2	다짐불량	소파보수

2) 손상원인 및 대책

- 금남IC Ramp-H교 교면포장의 경우 “국도46호선 금남IC Ramp-H교 등 시설물 보수공사 (2021. 06)”를 통한 전면재포장이 이루어진 상태이며, 현장조사 당시 일부 다짐불량에 의한 망상균열과 포트홀이 조사되었다.
- 포장에 발생한 손상의 경우 우천 시 우수유입에 의한 백화가 동반된 상태로 조사되었으며, 현장조사 당시 방수층 파손에 의한 바닥판 손상은 확인되지 않았으나, 공용 중 방수층 파손 우려가 있으므로 소파보수를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 포장부에 대한 보수 시 여유면적을 충분히 확보한 상태의 보수가 권장된다.

차. 배수시설

배수시설은 우천 시 교면수를 배출하여 체수로 인한 차량의 사고를 방지하고, 우수유입에 의한 시설물의 노후화와 손상을 방지하는 기능유지와 교통안전에 중요한 시설물로 곡선선형 외측에 9개소, 내측 2개소가 설치되어있다.



1) 현장조사 결과

외관조사 결과 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 부식이 조사되었다.





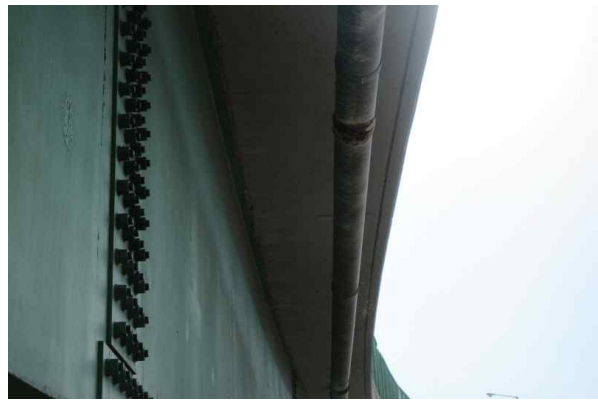
배수관 부식 S1



배수관 부식 S1



배수관 부식 S2



배수관 부식 S2



배수관 부식 S2



배수관 부식 S2



배수관 부식 S3



배수관 부식 S3

[표 6.25] 금남IC Ramp-H교 배수시설 손상물량표

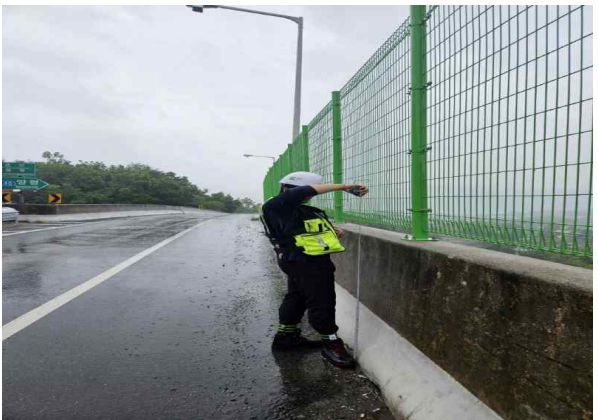
구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
배수 시설	배수구 막힘	3.00	EA	3	공용중 이물질 퇴적	청소
	배수관 부식	161.00	m	14	공용기간 증가	배수관 재설치

2) 손상원인 및 대책

- 배수구 막힘의 경우 공용 중 차량통행 및 우수에 포함된 침전물이 퇴적되며 발생한 손상으로 판단되며, 원활한 배수를 확보하지 못할 경우 체수에 의한 사고발생 우려가 있으므로 청소를 통한 보수와 주기적인 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.
- 배수관 부식의 경우 배수관 내부 퇴적된 이물질에 의한 물고임이 발생하고 온도변화에 따른 동결작용과 동절기 제설제에 의한 영향으로 판단된다.
- 기 점검 자료와 비교·검토한 결과 부식의 진전이 빠르며 원활한 배수기능이 어려울 것으로 판단되어 배수관 재설치를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

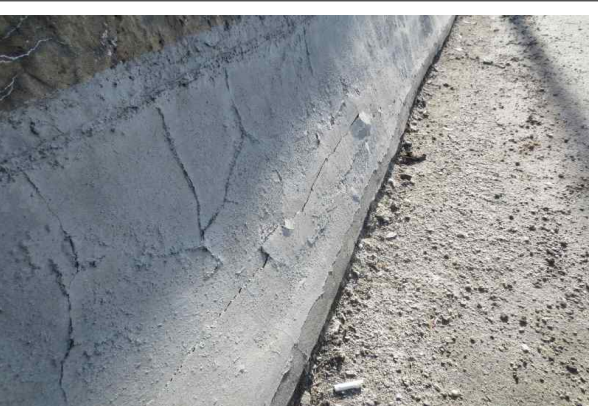
카. 방호시설

금남IC Ramp-H교에는 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), 균열(0.5mm이상), 망상균열, 보수부 박락, 파손이 조사되었다.

	
방호벽 박락 S1	보수부 재균열(0.3mm미만) S1
	
방호벽 균열(0.3mm미만) S2	방호벽 보수부 들뜸 S3

	
방호벽 보수부 박락 S3	균열(0.3mm 이상) S3
	
방호벽 보수부 박락 S4	방호벽 보수부 망상균열 S4

[표 6.26] 금남IC Ramp-H교 방호시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
방호시설	균열(0.3mm미만)	7.10	m	8	건조수축, 수분접촉	표면보수
	균열(0.3mm이상)	11.40	m	13	건조수축, 수분접촉	단면보수
	균열(0.5mm이상)	1.80	m	2	건조수축, 수분접촉	단면보수
	망상균열	37.50	m ²	2	건조수축, 수분접촉	표면보수
	보수부 박락	9.88	m ²	7	교면수 유입	단면보수
	파손	0.07	EA	4	외부충격	단면보수
	교면수 유입	200.00	m	1	포장미흡	재포장 (시트방수)

2) 손상원인 및 대책

- 방호벽에 발생한 균열 손상의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상으로 판단되며, 공용 중 지속적인 수분접촉과 구속력에 따른 인장력으로 손상의 진전이 발생한 것으로 판단된다. 대부분의 손상이 박리손상으로 진전되는 단계로 단면보수를 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.
- 보수부 박락의 경우 교면포장과 방호벽 이음부 사이 교면수가 유입되어 발생한 손상이며, 재포장 당시 방호벽과 교면포장의 접촉부에 우수유입 차단을 위한 방수작업이 미흡한 것으로 추정된다. 따라서 교량 외측 갓길 측에 대한 부분 재포장(시트방수)이 필요한 것으로 판단된다.
- 재포장을 통한 우수차단이 우선적으로 이루어져야하며, 보수이후 또는 병행하여 방호벽 내구성 회복을 위한 단면보수가 필요한 상태로 판단된다.

타. 점검시설

점검시설은 점검자가 구조물에 안전하게 근접하여 점검할 수 있으며, 유지보수 작업이 원활하도록 설치되는 시설물로 본 교량에 4개소(A2, P1, P2, P3)와 접근을 위한 점검계단이 A1에 설치되어있다.



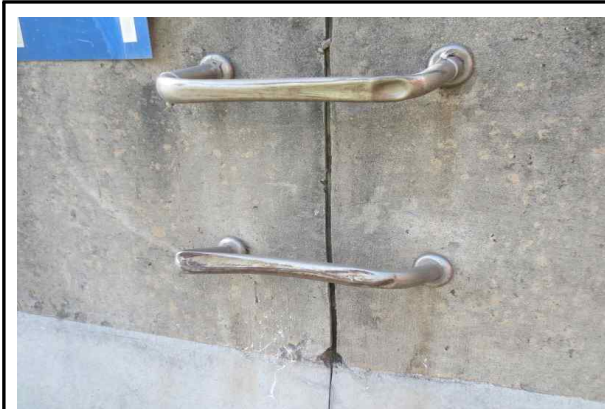
점검통로 설치현황 P2



점검통로 설치현황 P2

1) 현장조사 결과

외관조사 결과 점검계단 파손, 점검 사다리 변형, 점검로 바닥 고정 장치 탈락이 조사되었다.



점검 사다리 파손 S2



점검계단 파손 A1



점검사다리 상태양호 P1



점검통로 고정장치 상태양호 P1

[표 6.27] 금남IC Ramp-H교 방호시설 손상물량표

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
점검시설	점검 사다리 변형	1.00	EA	1	외부충격	재설치
	점검로 고정장치 탈락	1.00	EA	1	시공미흡	재설치
	점검계단 파손	1.20	m ²	1	공용중 열화	재설치

2) 손상원인 및 대책

- 점검 사다리 변형의 경우 공용 중 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 구조물에 미치는 영향은 없으나 작업자의 안전을 위한 재설치가 필요한 것으로 판단된다.
- 점검로 고정 장치 탈락의 경우 시공미흡에 의한 고정 불량발생 이후 반복적인 신축 거동에 의해 탈락된 손상으로 추정되며, 유지관리 시 작업자의 안전성 확보를 위한 재설치가 필요한 상태로 판단된다.
- 점검계단 파손의 경우 공용 중 지속적인 우수접촉과 온도변화에 따른 손상으로 판단되며, 구조물에 미치는 영향은 없으나 유지관리 시 작업자의 접근을 위한 통로로 안전사고 예방차원의 재설치가 적합할 것으로 판단된다.

파. 공중이 이용하는 부위

금남IC Ramp-H교의 공중이 이용하는 시설물은 다음과 같다.

	
추락방지 시설	추락방지 시설
	
도로포장	신축이음

[표 6.28] 금남IC Ramp-H교 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

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

1) 손상원인 및 대책

- 금남IC Ramp-H교의 공중이 이용하는 부위는 일부 보수가 필요한 상태로 조사되었다.

6.3.2 외관조사 결과요약

가. 외관조사 결과

[표 6.29] 금남IC Ramp-H교 외관조사 결과 요약표(1)

부재	구분	검토의견
바닥판	주요결함 및 외관조사 결과	Deck Plate 부식, 백태, 박리, 박락, 재료분리 및 철근노출
	손상원인 및 대책방안	- Deck Plate 부식의 경우 방수층 파손에 의한 교면수 유입으로 전 경간에 발생한 상태로 조사 되었으며, 현장조사 당시 “국도46호선 금남IC Ramp-H교 등 시설물 보수공사(2021.06.10.)”를 통한 재포장을 실시한 상태로 누수 및 손상의 진전은 확인되지 않았다. - 기 점검 이후 누수흔적과 백태부에 대한 표면보수가 이루어진 상태로 조사되었으나, 교면포장과 방호벽 이음부 사이로 교면수가 유입되어 백태가 재 발생된 상태로 확인 되었다. 교면포장 내·외측 갯길에 대한 재포장으로 교면수 유입 차단이 필요한 상태로 판단된다. - 재료분리 및 철근노출의 경우 시공초기 다짐불량에 의한 재료분리가 발생하였으며, 공용 중 우수접촉, 신축거동 등에 의한 손상확대로 철근노출이 동반된 상태로 판단된다. 공용 중 손상진전에 따른 철근부식 우려가 있으므로 단면보수를 통한 보수가 필요한 상태로 판단된다.
거더 외부	주요결함 및 외관조사 결과	굽힘, 도장박리, 부식
	손상원인 및 대책방안	- 굽힘의 경우 시설물에 대한 유지관리 중 점검차량 등의 충돌에 의한 손상으로 판단되며, 현장조사 당시 손상부에 부식은 동반되지 않은 상태로 확인되었다. - 도장박리의 경우 S2-G3 거더 하면 SP.6에 단독 발생한 손상으로 시공미흡에 의한 도장불량이 주요원인으로 판단된다. - 부식의 경우 거더 하면 전 경간에 국부적으로 발생하였으며, 공용기간 증가에 따른 노후화와 하천을 횡단하는 환경적 요인에 의한 손상으로 판단된다. 현장조사 검토결과 조사된 부식의 정도가 점 부식 정도의 경미한 손상으로 부식진전 방지 및 유지관리 차원의 재도장이 적합할 것으로 판단된다.
거더 내부	주요결함 및 외관조사 결과	누수흔적, 실링 미처리, 토사퇴적, 실내등 미설치, 도장박리, 볼트부식
	손상원인 및 대책방안	- 누수흔적의 경우 실링 미처리에 의한 스플라이스 이음부로 우수가 유입되며 발생한 손상이며, 불순물이 우수와 함께 유입되어 토사퇴적이 동반된 상태로 조사되었다. 현장 조사당시 스플라이스 부에 국부적인 볼트부식이 조사되어 실링보수를 통한 우수차단 이후 재도장을 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다. - 실내등의 경우 준공 이후 별도의 설치가 이루어지지 않은 것으로 조사되었고, 시설물의 유지관리를 위한 점검과 보수작업에 용이하게 이용될 수 있으나 사용빈도와 유지비용을 감안할 경우 현 시점에서의 실내등 설치의 필요하지 않은 것으로 판단된다. - 도장박리 및 강재변형의 경우 손상의 형태와 발생 위치를 고려할 경우 시공초기 자재 등의 충돌에 의한 손상으로 판단되며, 재도장을 통한 부식방지와 지속적인 점검을 통한 강재변형에 대한 추적관리 필요한 것으로 판단된다. - 환기구 볼트체결 불량률의 경우 작업자의 시공미흡과 공용 중 발생하는 지속적인 진동에 의한 손상으로 판단되며, 환기구 조류 방지망 탈락 시 조류의 출입 우려가 있으므로, 재체결을 통한 보수가 적합한 것으로 판단된다.

[표 6.30] 금남IC Ramp-H교 외관조사 결과 요약표(2)

부재	구분	검토의견
거더 내부	주요결합 및 외관조사 결과	환기구 볼트체결 불량, 강재변형, 조류 배설물 퇴적
	손상원인 및 대책방안	조류 배설물 퇴적의 경우 조류출입에 의한 손상으로 공용 중 배설물에 의한 부식발생 우려가 있으므로 청소를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 보수 이후 유지관리를 위한 작업자의 출입이 필요할 경우 출입구 개폐 여부에 대한 확인이 철저히 이루어져야 할 것으로 판단된다.
2차부재	주요결합 및 외관조사 결과	상태양호
	손상원인 및 대책방안	도장박리의 경우 유지관리 시 외부충격(점검차량)에 의한 손상이며 지속적인 점검을 통한 관리 이후 손상의 진전 또는 이상 징후 발생 시 재도장을 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.
교대	주요결합 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 누수흔적, 박리, 파손, 박리 및 철근노출
	손상원인 및 대책방안	- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 교대 벽체에 발생한 손상이며, 균열의 발생형태와 기 점검자료 검토를 통한 초기발현 시기를 고려한 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상으로 판단된다. - 누수흔적의 경우 신축이음 하부 유도배수관 미설치에 의한 손상으로 곡선교 특성에 따른 외측부에 신축이음 유도배수관 설치 시 우수접촉에 의한 2차 손상 발생 우려는 없을 것으로 판단된다. - 박리의 경우 교대 홍벽에 발생한 손상으로 유도배수관 미설치에 의한 지속적인 수분 접촉과 동결기에 따른 온도변화가 주요 원인으로 판단되며, 일부 손상의 경우 철근노출이 동반된 상태로 단면보수(방청)를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다. - 파손의 경우 홍벽 상단에 위치한 손상으로 시공초기 인양과정에서 발생한 손상으로 판단된다. 현장조사 당시 신축이음 누수는 확인되지 않았으며 손상의 진전 또한 없는 상태로 지속적인 점검을 통한 확인 이후 손상의 진전 또는 이상징후 발생 시 단면보수를 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다.
교각	주요결합 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 망상균열
	손상원인 및 대책방안	균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 비구조적 손상으로 현장조사 당시 보수는 필요치 않은 상태로 조사되었다. 차후 지속적인 점검을 통한 관리 이후 손상의 진전 또는 이상 징후 발생 시 손상에 대한 보수가 적합할 것으로 판단된다.
받침 장치	주요결합 및 외관조사 결과	받침물탈 균열(0.3mm미만), 받침 콘크리트 박리, 재료분리
	손상원인 및 대책방안	- 현장조사 결과 받침물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상이며, 타설 초기 다짐불량에 의한 받침콘크리트 재료분리가 조사되었다. - 받침콘크리트 박리는 A2 신축이음 누수에 의한 수분접촉이 주요 원인으로 판단되며, 현장조사 당시 신축이음 교체를 통한 보수가 이루어진 상태로 확인되었다. - 기 점검 시 조사된 받침부식의 경우 급회 녹제거 및 재도장을 통한 보수가 이루어진 것으로 확인되었으며, 받침물탈과 콘크리트에 발생한 손상의 경우 특별한 보수가 요구되지 않는 경미한 손상으로 지속적인 점검을 통한 확인이 적합할 것으로 판단된다.

[표 6.31] 금남IC Ramp-H교 외관조사 결과 요약표(3)

부재	구분	검토의견
신축 이음	주요결함 및 외관조사 결과	신축이음 본체부식, 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 차수판 볼트체결불량
	손상원인 및 대책방안	- 신축이음 Exp.Joint-A1, A2에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 파손의 경우 균열의 형상이 신축이음과 평행되지 않아 신축거동불량 등에 의한 구조적 문제는 없는 상태로 후타재 타설 이후 발생한 온도변화와 공용 중 차량통행에 따른 반복하중이 주요 원인으로 판단된다. - 차수판 볼트체결불량의 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.
교면 포장	주요결함 및 외관조사 결과	포장 망상균열, 포트홀
	손상원인 및 대책방안	- 금남IC Ramp-H교 교면포장의 경우 “국도46호선 금남IC Ramp-H교 등 시설물 보수공사(2021. 06)”를 통한 전면재포장이 이루어진 상태이며, 현장조사 당시 일부 다짐불량에 의한 망상균열과 포트홀이 조사되었다. - 포장에 발생한 손상의 경우 우천 시 우수유입에 의한 백화가 동반된 상태로 조사되었으며, 현장조사 당시 방수층 파손에 의한 바닥판 손상은 확인되지 않았으나, 공용 중 방수층 파손 우려가 있으므로 소파보수를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
배수 시설	주요결함 및 외관조사 결과	배수구 막힘, 배수관 길이부족, 배수관 부식
	손상원인 및 대책방안	- 배수구 막힘의 경우 공용 중 차량통행 및 우수에 포함된 침전물이 퇴적되며 발생한 손상으로 판단되며, 원활한 배수를 확보하지 못할 경우 체수에 의한 사고발생 우려가 있으므로 청소를 통한 보수와 주기적인 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다. - 배수관 부식의 경우 배수관 내부 퇴적된 이물질에 의한 물고임이 발생하고 온도변화에 따른 동결작용과 동절기 제설제에 의한 영향으로 판단된다. - 기 점검 자료와 비교·검토한 결과 부식의 진전이 빠르며 원활한 배수기능이 어려울 것으로 판단되어 배수관 재설치를 통한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
방호시설	주요결함 및 외관조사 결과	균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열(0.5mm이상), 망상균열, 박락, 파손
	손상원인 및 대책방안	- 방호벽에 발생한 균열 손상의 경우 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상으로 판단되며, 공용 중 지속적인 수분접촉과 구속력에 따른 인장력으로 손상의 진전이 발생한 것으로 판단된다. 대부분의 손상이 박리손상으로 진전되는 단계로 단면보수를 통한 보수가 적합할 것으로 판단된다. - 보수부 박락의 경우 교면포장과 방호벽 이음부 사이 교면수가 유입되어 발생한 손상이며, 재포장 당시 방호벽과 교면포장의 접속부에 우수유입 차단을 위한 방수작업이 미흡한 것으로 추정된다. 따라서 교량 외측 갓길 측에 대한 부분 재포장(시트방수)이 필요한 것으로 판단된다. - 재포장을 통한 우수차단이 우선적으로 이루어져야하며, 보수이후 또는 병행하여 방호벽 내구성 회복을 위한 단면보수가 필요한 상태로 판단된다.

[표 6.32] 금남IC Ramp-H교 외관조사 결과 요약표(4)

부재	구분	검토의견
점검 시설	주요결함 및 외관조사 결과	점검 사다리 변형, 점검로 고정장치 탈락, 점검계단 파손
	손상원인 및 대책방안	▪ 점검 사다리 변형의 경우 공용 중 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 구조물에 미치는 영향은 없으나 작업자의 안전을 위한 재설치가 필요한 것으로 판단된다. ▪ 점검로 고정 장치 탈락의 경우 시공미흡에 의한 고정 불량발생 이후 반복적인 신축 거동에 의해 탈락된 손상으로 추정되며, 유지관리 시 작업자의 안전성 확보를 위한 재설치가 필요한 상태로 판단된다. ▪ 점검계단 파손의 경우 공용 중 지속적인 우수접촉과 온도변화에 따른 손상으로 판단되며, 구조물에 미치는 영향은 없으나 유지관리 시 작업자의 접근을 위한 통로로 안전사고 예방차원의 재설치가 적합할 것으로 판단된다.

나. 외관조사 수량집계

[표 6.33] 금남IC Ramp-H교 외관조사 결과 수량집계표(1)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
바닥판	Deck Plate 부식	24.23	m ²	62	교면수 유입	주의관찰
	백태	251.15	m ²	13	교면수 유입	주의관찰
	박리	0.05	m ²	1	교면수 유입	단면보수
	박락	0.16	m ²	1	교면수 유입	단면보수
	재료분리 및 철근노출	2.50	m ²	1	다짐불량	단면보수(방청)
거더 외부	굽힘	0.10	m ²	1	외부충격	재도장
	도장박리	0.06	m ²	1	시공미흡	재도장
	부식	15.05	m ²	14	노후화	재도장
거더 내부	누수흔적	3.20	m ²	24	실링 미처리	주의관찰
	실링 미처리	325.00	EA	325	실링 미처리	실링보수
	토사퇴적	82.00	EA	82.00	우수유입	주의관찰
	실내등 미설치	37.00	EA	37.00	시공미흡	주의관찰
	도장박리	0.02	m ²	2	외부충격	재도장
	환기구 볼트체결 불량	10.00	EA	10	공용기간 증가	재체결
	S.P볼트부식	13.00	EA	13	우수유입	재도장
	강재변형	0.30	m	1	외부충격	주의관찰
	조류 배설물 퇴적	9.00	m ²	1	조류서식	청소
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
교대	균열(0.3mm미만)	3.20	m ²	5	건조수축, 온도변화	주의관찰
	누수흔적	7.75	m ²	5	유도배수관 미설치	유도배수관 설치
	박리	1.32	m ²	5	손상부 우수유입	단면보수
	파손	0.76	m ²	4	외부충격	주의관찰
	박리 및 철근노출	0.05	m ²	1	손상부 우수유입	단면보수(방청)
교각	균열(0.3mm미만)	20.30	m	18	건조수축	주의관찰
	망상균열	8.56	m ²	2	건조수축	주의관찰
교량 받침	균열(0.3mm미만)	0.30	m	3	건조수축, 온도변화	주의관찰
	박리	0.10	m ²	1	신축이음 누수	주의관찰
	재료분리	0.30	m ²	3	다짐불량	주의관찰

[표 6.34] 금남IC Ramp-H교 외관조사 결과 수량집계표(2)

구 분		물량	단위	개소	손상원인	보수방안
신축이음	신축이음 본체부식	6.00	m	4	공용기간 증가	주의관찰
	유간 토사퇴적	6.00	m	4	이물질 퇴적	주의관찰
	후타재 균열(0.3mm미만)	2.50	m	5	건조수축	주의관찰
	후타재 파손	0.20	m ²	1	반복하중	주의관찰
	차수판 볼트 체결불량	8.00	EA	8.00	공용기간 증가	재설치
교면 포장	포장 망상균열	19.80	m ²	2	다짐불량	소파보수
	포트홀	0.25	m ²	2	다짐불량	소파보수
배수 시설	배수구 막힘	3.00	EA	3	공용중 이물질 퇴적	청소
	배수관 부식	161.00	m	14	공용기간 증가	배수관 재설치
방호 시설	균열(0.3mm미만)	7.10	m ²	8	건조수축, 수분접촉	표면보수
	균열(0.3mm이상)	11.40	m	4	건조수축, 수분접촉	단면보수
	균열(0.5mm이상)	1.80	m ²	2	건조수축, 수분접촉	단면보수
	망상균열	37.50	m ²	2	건조수축, 수분접촉	표면보수
	보수부 박락	9.88	m ²	7	교면수 유입	단면보수
	파손	0.07	m ²	4	외부충격	단면보수
	교면수 유입	200.00	m	1	포장미흡	재포장 (시트방수)
점검 시설	점검 사다리 변형	1.00	EA	1	외부충격	재설치
	점검로 고정장치 탈락	1.00	EA	1	시공미흡	재설치
	점검계단 파손	1.20	m ²	1	공용중 열화	재설치

다. 전차 정밀안전점검 결과와 비교

[표 6.35] 금남IC Ramp-H교 전차 정밀안전진단 결과와 비교(1)

구 분	손상내용	단위	'21정밀안전진단 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감
바닥판	Deck Plate 부식	m ²	24.23	24.23	- -
	백태	m ²	251.15	251.15	- -
	박리	m ²	0.05	0.05	- -
	박락	m ²	0.16	0.16	- -
	재료분리 및 철근노출	m ²	2.50	2.50	- -
	누수흔적	m ²	148.79	-	▼ 148.79
거더 외부	굽힘	m ²	-	0.10	▲ 0.10
	도장박리	m ²	0.06	0.06	- -
	부식	m ²	4.65	15.05	▲ 10.40
거더 내부	누수흔적	m ²	3.20	3.20	- -
	실링 미처리	EA	325.00	325.00	- -
	토사퇴적	EA	73.00	82.00	▼ 9.00
	실내등 미설치	EA	37.00	37.00	- -
	도장박리	m ²	-	0.02	▲ 0.02
	환기구 볼트체결 불량	EA	10.00	10.00	- -
	S.P볼트부식	EA	-	13.00	▲ 13.00
	강재변형	m	-	0.30	▲ 0.30
	조류 배설물 퇴적	m ²	9.00	9.00	- -
가로보	상태양호	-	-	-	- -
교대	균열(0.3mm미만)	m ²	1.20	3.20	▲ 2.00
	누수흔적	m ²	7.75	7.75	- -
	박리	m ²	1.02	1.32	▲ 0.30
	파손	m ²	0.76	0.76	- -
	박리 및 철근노출	m ²	-	0.05	▲ 0.05

[표 6.36] 금남IC Ramp-H교 전차 정밀안전진단 결과와 비교(2)

구 분	손상내용	단위	'21정밀안전진단 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감
교각	균열(0.3mm미만)	m	12.40	20.30	▲ 6.90
	망상균열	m ²	8.56	8.56	- -
받침 장치	받침장치 부식	EA	3.00	-	▼ 3.00
	균열(0.3mm미만)	m	0.10	0.30	▲ 0.20
	박리	m ²	0.01	0.10	▲ 0.09
	재료분리	m ²	0.30	0.30	- -
신축 이음	신축이음 본체부식	m	6.00	6.00	- -
	유간 토사퇴적	m	6.00	6.00	- -
	후타재 균열(0.3mm미만)	m	2.50	2.50	- -
	후타재 파손	m ²	0.20	0.20	- -
	차수판 볼트 체결불량	EA	8.00	8.00	- -
교면 포장	포장 망상균열	m ²	-	19.80	▲ 19.80
	포트홀	m ²	-	0.25	▲ 0.25
배수 시설	배수구 막힘	EA	-	3.00	▲ 3.00
	배수관 길이부족	m	1.00	-	▼ 1.00
	배수관 부식	m	61.00	161.00	▲ 100.00
방호 시설	균열(0.3mm미만)	m	7.10	7.10	- -
	균열(0.3mm이상)	m	10.80	11.40	▲ 0.60
	균열(0.5mm이상)	m	1.80	1.80	- -
	망상균열	m ²	37.50	37.50	- -
	보수부 박락	m ²	9.18	9.88	▲ 0.70
	파손	m ²	0.07	0.07	- -
	교면수 유입	m	-	200.00	▲ 200.00
점검 시설	점검 사다리 변형	EA	1.00	1.00	- -
	점검로 고정장치 탈락	EA	1.00	1.00	- -
	점검계단 파손	m ²	1.20	1.20	- -

6.3.3 재료시험

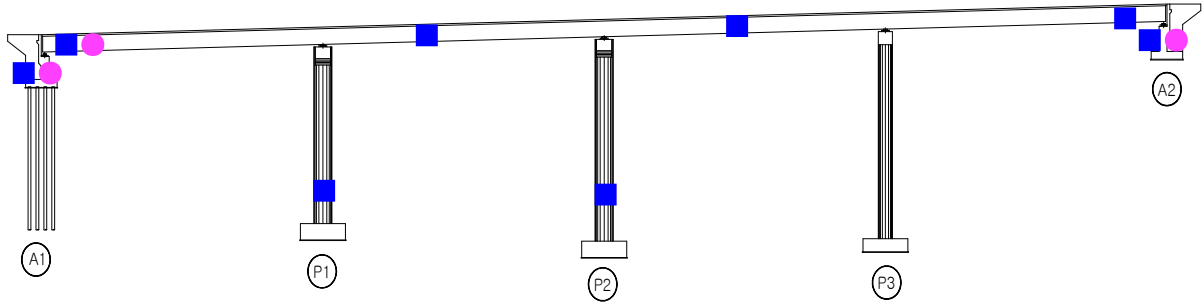
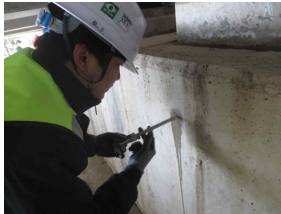
대상 구조물에 대한 재료 품질 및 성능저하 정도 등을 평가하기 위하여 반발경도 및 탄산화진행 깊이 조사를 실시하였고, 외관조사 결과와 함께 구조물의 상태평가, 보수·보강 및 유지관리 방안을 수립하는데 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다. 부재의 상태를 고려하여 시험위치를 선정하였으며, 시험수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 안전점검·진단편, 교량편(2022. 12)』에 제시된 기준에 의거하여 산정하였다.

[표 6.37] 금남IC Ramp-H교 재료시험 현황

구 분	세부지침 기준		금회 실시수량		비고
	상부구조	하부구조	기준	실시	
반발경도시험	○ 50 m 마다	○ 연장 50 m 마다	상부 4 하부 4	상부 4 하부 4	-
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 깊이 측정 및 철근탐사	●
			
반발경도시험		탄산화 깊이 측정	

[그림 6.13] 금남IC Ramp-H교 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.

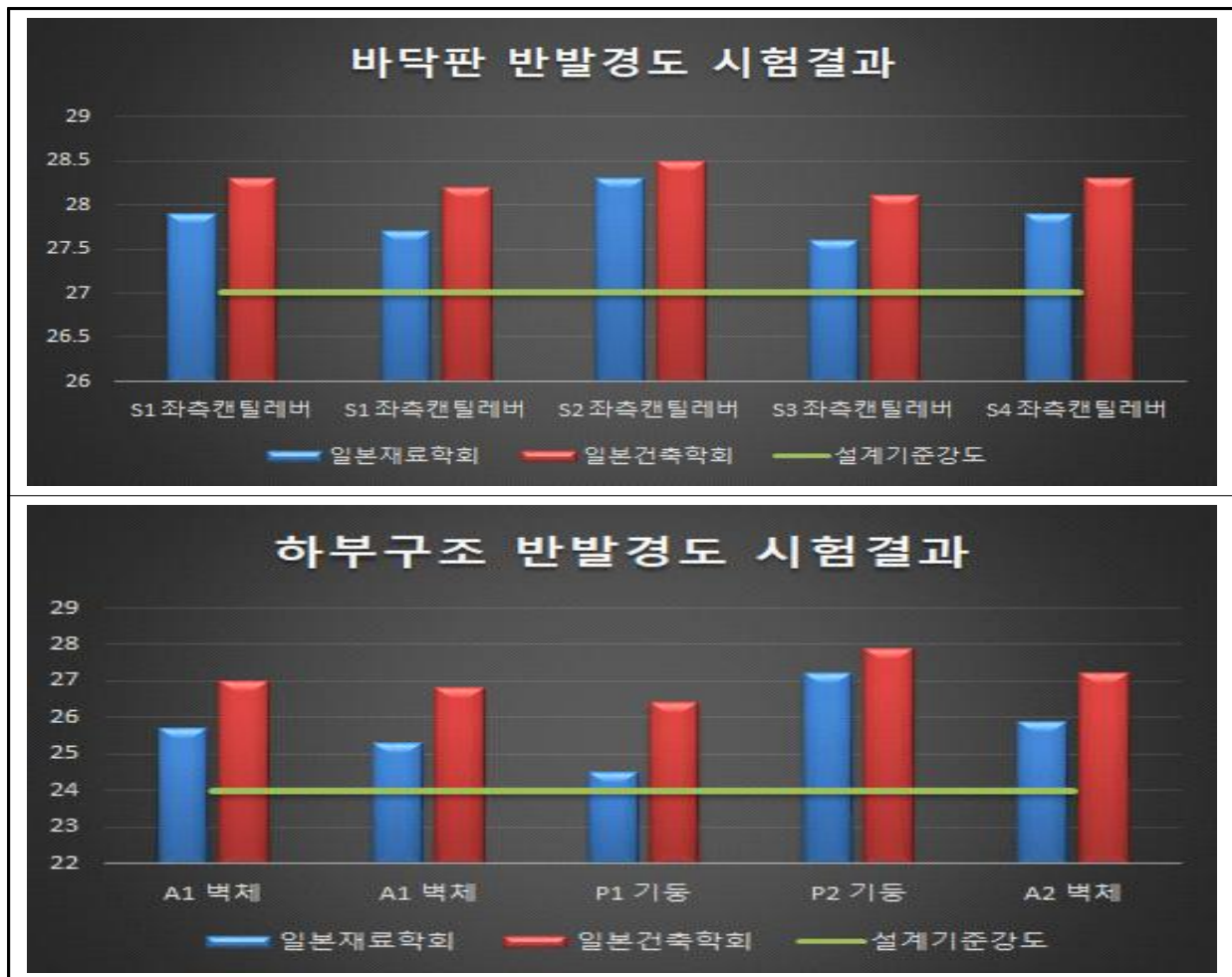
[표 6.38] 콘크리트 강도 추정 제안식

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 6.39] 금남IC Ramp-H교 비파괴 강도시험 결과

시험위치		반발경도법(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R ₀)	일본 재료학회	일본 건축학회		
바닥판	S1 좌측캔틸레버	49.1	27.9	28.3	27.0	-
	S1 좌측캔틸레버	48.8	27.7	28.2	27.0	비건전부
	S2 좌측캔틸레버	49.5	28.3	28.5	27.0	-
	S3 좌측캔틸레버	48.6	27.6	28.1	27.0	-
	S4 좌측캔틸레버	49.1	27.9	28.3	27.0	-
히부구조	A1 벽체	46.3	25.7	27.0	24.0	-
	A1 벽체	45.8	25.3	26.8	24.0	비건전부
	P1 기둥	44.9	24.5	26.4	24.0	-
	P2 기둥	48.2	27.2	27.9	24.0	-
	A2 벽체	46.6	25.9	27.2	24.0	-



[그림 6.14] 금남IC Ramp-H교 비파괴 강도시험 결과 그래프(1)

2) 시험결과 분석

금남IC Ramp-H교 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 27.6MPa~28.5MPa로 측정되어 설계기준강도(27.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되었으며, 비건전부에 실시한 측정시험 결과 최소측정값이 27.7MPa로 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

하부구조의 경우 교대와 교각에서 측정을 실시하였으며, 측정결과 하부구조 교각 24.5MPa~27.9MPa, 교대 25.7MPa~27.2MPa로 측정되어 설계기준강도(24.0MPa) 대비 100%이상 상회하는 것으로 측정되었으며, 비건전부에 실시한 측정시험 결과 최소측정값이 25.3MPa로 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 상태로 판단된다.

나. 탄산화 깊이 측정

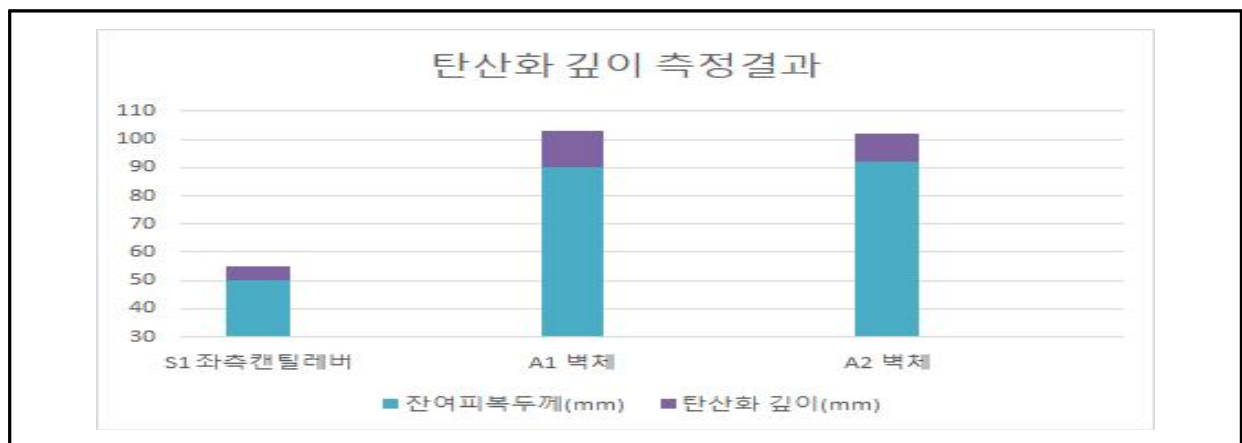
탄산화 깊이측정은 드릴을 이용하여 콘크리트 표면을 국부적으로 천공한 후 페놀프탈레인 1% 용액을 분무하여 색의 변화로 콘크리트의 탄산화 진행 깊이 정도를 측정하였다.

1) 탄산화 깊이 측정 결과

[표 6.40] 금남IC Ramp-H교 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 좌측캐틸레버	50	5.0	45.0	1.18	100년 이상	a
하부 구조	A1 벽체	90	13.0	77.0	3.06	100년 이상	a
	A2 벽체	92	10.0	89.0	0.71	100년 이상	a

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



[그림 6.15] 금남IC Ramp-H교 탄산화 깊이 측정 그래프

2) 측정결과 분석

금남IC Ramp-H교에서 실시한 탄산화 깊이측정의 경우 공용 중 우수접촉에 의한 영향을 받는 부재를 선정하였으며, 측정된 탄산화 깊이는 상부구조 5.0mm, 하부구조 10.0mm~13.0mm로 측정부재 모두 잔여피복 30mm 이상을 보유한 상태로 탄산화에 의한 철근부식 우려는 없는 것으로 측정되었다.

다. 기 점검 결과와의 비교

[표 6.41] 금남IC Ramp-H교 기 진단 결과와의 비교

구 분	부재	‘21정밀안전진단	‘23정밀안전점검	비고
콘크리트 강도 (MPa)	상부구조	27.1 ~ 28.3	27.6 ~ 28.5	◦ 설계기준강도 상회
	하부구조	25.1 ~ 26.2	24.5 ~ 27.9	◦ 설계기준강도 상회
탄산화 깊이 측정 (mm)	상부구조	탄산화 깊이 : 4.0~5.0	탄산화 깊이 : 5.0	◦ 상태평가 결과 “a”
	하부구조	탄산화 깊이 : 10.0~13.0	탄산화 깊이 : 10.0~13.0	◦ 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, 상부구조 및 하부구조 모두 “a” 등급으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 없는 상태로 평가되었다.		

6.4 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 6.42] 금남IC Ramp-H교 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	c	b	a	b	c	c	b	A1	b	c	q	a	a
S2	STB	c	b	a	a	c	c	-	P1	a	b	q	-	-
S3	STB	c	b	a	b	c	c	-	P2	b	b	q	-	-
S4	STB	c	b	a	a	c	c	-	P3	b	b	q	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	b	A2	b	c	q	-	a
평균		0.400	0.200	0.100	0.150	0.400	0.400	0.200		0.180	0.280	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.072	0.040	0.005	0.011	0.012	0.008	0.018		0.016	0.056	0.000	0.004	0.003
1. 환산 결함도 점수 =													0.245	
2. 상태평가 결과 =													B	

나. 상태평가 결과

[표 6.43] 금남IC Ramp-H교 전체 시설물의 상태평가 결과

교량명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
금남IC Ramp-H교	0.245	B	200.0	2	400.0	1.000	0.245
1. 평가지수 =							0.245
2. 상태평가 결과 =							B

외관조사 및 재료시험 결과를 토대로 한 상태평가 결과는 평가지수 0.245인 “B”로 평가되었다.

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

가. 종합평가 결과

[표 6.44] 금남IC Ramp-H교 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가결과		안전성평가결과		안전등급
금남IC Ramp-H교	상태평가 지수	상태평가 등급	안전성평가 지수	등급	B
	0.245	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 6.45] 전차 진단결과와 안전등급 비교

구 분	‘21년 정밀안전진단	‘23년 정밀안전점검	비고
상태평가	B(0.237)	B(0.245)	-
종합평가	B(0.237)	B(0.245)	-
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 정밀안전진단		0.237							
2023년 정밀안전점검		0.245							

기 진단 이후 실시한 하부구조 보수의 진행으로 결함도 점수가 0.237 ⇨ 0.245로 증가하였으며, 상태등급은 기 점검과 동일한 “B”로 평가되었다.

6.6 보수·보강 및 유지관리 방안

가. 부재별 보수·보강방안 및 보수우선 순위

[표 6.46] 금남IC Ramp-H교 보수·보강방안 및 보수우선 순위(1)

부재명	손상내용	손상물량	단위	개소	보수·보강방안	우선 순위
바닥판	Deck Plate 부식	24.23	m ²	62	주의관찰	-
	백태	251.15	m ²	13	주의관찰	-
	박리	0.05	m ²	1	단면보수	2
	박락	0.16	m ²	1	단면보수	2
	재료분리 및 철근노출	2.50	m ²	1	단면보수(방청)	2
거더 외부	굽힘	0.10	m ²	1	채도장	3
	도장박리	0.06	m ²	1	채도장	3
	부식	15.05	m ²	14	채도장	3
거더 내부	누수흔적	3.20	m ²	24	주의관찰	-
	실링 미처리	325.00	EA	325	실링보수	3
	토사퇴적	82.00	EA	82.00	주의관찰	-
	실내등 미설치	37.00	EA	37.00	주의관찰	-
	도장박리	0.02	m ²	2	채도장	3
	환기구볼트체결 불량	10.00	EA	10	재체결	3
	S.P볼트부식	13.00	EA	13	채도장	3
	강재변형	0.30	m	1	주의관찰	-
	조류 배설물 퇴적	9.00	m ²	1	청소	2
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
교대	균열(0.3mm 미만)	3.20	m ²	5	주의관찰	-
	누수흔적	7.75	m ²	5	유도배수관 설치	2
	박리	1.32	m ²	5	단면보수	2
	파손	0.76	m ²	4	주의관찰	-
	박리 및 철근노출	0.05	m ²	1	단면보수(방청)	2
교각	균열(0.3mm 미만)	20.30	m	18	주의관찰	-
	망상균열	8.56	m ²	2	주의관찰	-

[표 6.47] 금남IC Ramp-H교 보수·보강방안 및 보수우선 순위(2)

부재명	손상내용	손상물량	단위	개소	보수·보강방안	우선 순위
신축이음	신축이음 본체부식	6.00	m	4	주의관찰	-
	유간 토사퇴적	6.00	m	4	주의관찰	-
	후타재 균열(0.3mm미만)	2.50	m	5	주의관찰	-
	후타재 파손	0.20	m ²	1	주의관찰	-
	차수판 볼트 체결불량	8.00	EA	8	재설치	2
받침몰탈	균열(0.3mm미만)	0.30	m	3	주의관찰	-
받침 콘크리트	박리	0.10	m ²	1	주의관찰	-
	재료분리	0.30	m ²	3	주의관찰	-
교면포장	포장 망상균열	19.80	m ²	2	소파보수	2
	포트홀	0.25	m ²	2	소파보수	2
배수시설	배수구 막힘	3.00	EA	3	청소	3
	배수관 부식	161.00	m	14	배수관 재설치	3
방호시설	균열(0.3mm미만)	7.10	m	8	표면보수	3
	균열(0.3mm이상)	11.40	m	4	단면보수	2
	균열(0.5mm이상)	1.80	m	2	단면보수	2
	망상균열	37.50	m ²	2	표면보수	3
	보수부 박락	9.88	m ²	7	단면보수	2
	파손	0.07	m ²	4	단면보수	2
	교면수 유입	200.00	m	1	재포장(시트방수)	2
점검시설	점검 사다리 변형	1.00	EA	1	재설치	1
	점검로 고정장치 탈락	1.00	EA	1	재설치	1
	점검계단 파손	1.20	m ²	1	재설치	3

나. 보수·보강 개략공사비

[표 6.48] 금남IC Ramp-H교 보수·보강 개략공사비

부재명	손상내용	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가 (천원)	금액 (천원)	우선 순위
바닥판	박리	0.05 m ²	0.06 m ²	단면보수	285	17	2
	박락	0.16 m ²	0.19 m ²	단면보수	285	54	2
	재료분리 및 철근노출	2.50 m ²	3.00 m ²	단면보수(방청)	345	1,035	2
거더외부	굽힘	0.10 m ²	0.12 m ²	재도장	120	14	3
	도장박리	0.06 m ²	0.07 m ²	재도장	120	8	3
	부식	15.05 m ²	18.06 m ²	재도장	120	2,167	3
거더내부	실링 미처리	325.00 EA	325.00 EA	실링보수	10	3,250	3
	도장박리	0.02 m ²	0.02 m ²	재도장	120	2	3
	환기구볼트체결 불량	10.00 EA	10.00 EA	재체결	15	150	3
	S.P볼트부식	13.00 EA	13.00 EA	재도장	12	156	3
	조류 배설물 퇴적	9.00 m ²	10.80 m ²	청소	70	756	3
교대	누수흔적	7.75 m ²	2.00 m	유도배수관 설치	200	400	2
	박리	1.32 m ²	1.58 m ²	단면보수	260	411	2
	박리 및 철근노출	0.05 m ²	0.06 m ²	단면보수(방청)	320	19	2
교면포장	포장 망상균열	19.80 m ²	23.76 m ²	소파보수	90	2,138	2
	포트홀	0.25 m ²	0.30 m ²	소파보수	90	27	2
신축이음	차수판 볼트체결불량	8.00 EA	8.00 EA	재설치	15	120	2
배수시설	배수구 막힘	3.00 EA	3.00 EA	청소	10	30	3
	배수관 부식	161.00 m	161.00 m	배수관 재설치	200	32,200	3
방호시설	균열(0.3mm미만)	7.10 m	2.13 m ²	표면보수	260	554	3
	균열(0.3mm이상)	11.40 m	3.42 m ²	단면보수	260	889	2
	균열(0.5mm이상)	1.80 m	0.54 m ²	단면보수	260	140	2
	망상균열	37.50 m ²	45.00 m ²	표면보수	260	11,700	3
	보수부 박락	9.88 m ²	11.86 m ²	단면보수	260	3,084	2
	파손	0.07 m ²	0.08 m ²	단면보수	260	21	2
	교면수 유입	200.00 m	200.00 m ²	재포장(시트방수)	90	18,000	2
점검시설	점검 사다리 변형	1.00 EA	1.00 EA	재설치	100	100	1
	점검로 고정장치 탈락	1.00 EA	1.00 EA	재설치	100	100	1
	점검계단 파손	1.20 m ²	1.44 m ²	재설치	50	72	3
						77,616	
제경비(직접공사비의 50%)						38,808	
순위별 공사비 (제경비 포함)					1순위	300	
					2순위	39,534	
					3순위	76,590	
개략공사비(천원)						116,424	

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

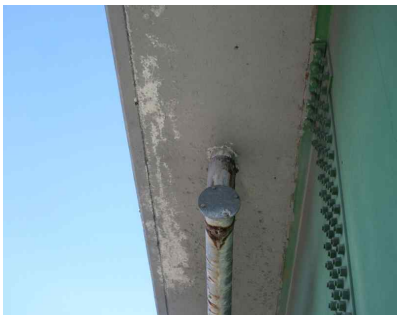
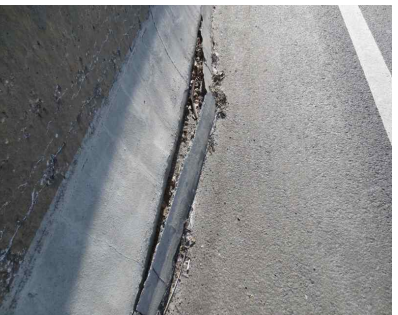
※ 보수물량은 손상물량에 20% 할증하였으며, 손상물량이 감소인 것은 20%할증 제외함.

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

다. 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.

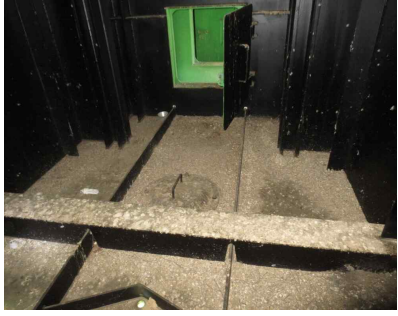
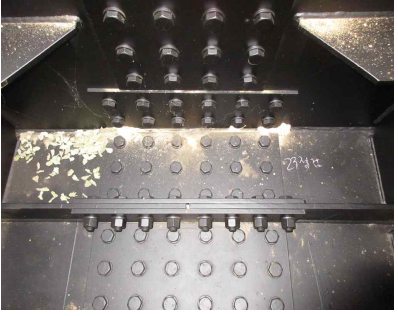
[표 6.49] 금남IC Ramp-H교 중점유지관리 사항(1)

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 6.50] 금남IC Ramp-H교 중점유지관리 사항(2)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_배수시설		
◦ 배수구 막힘에 의한 체수발생 우려 ◦ 유도배수관 미설치에 따른 교대 누수흔적 발생 ◦ 배수관 부식에 의한 파손우려 및 기능성 저하 ◦ 2차손상 방지 및 원활한 배수기능 확보를 위해 배수시설에 전체에 대한 정비가 필요한 상태		
		
배수구 막힘	유도배수관 미설치	배수관 부식

[표 6.51] 금남IC Ramp-H교 중점유지관리 사항(3)

중점 점검내용 및 유지관리 사항_거더내부		
◦ 조류 배설물에 의한 강재부식 우려 ◦ 실링 미처리에 의한 우수유입 발생 ◦ 환기구 볼트체결 불량에 의한 환기구 탈락 발생우려 ◦ 강재부식 방지를 위한 청소가 필요하며, 우수 및 조류출입 차단을 위한 지속적인 관리가 요구됨		
		
조류 배설물 퇴적	실링 미처리	환기구 볼트 미체결

6.7 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 평가 되었으며, 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 실시 한다면 구조물의 안전성과 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

