

7. 자작4교(상)－신팔방향

- 7.1 시설물 개요
- 7.2 자료수집 및 분석
- 7.3 현장조사
- 7.4 콘크리트 내구성조사
- 7.5 상태평가
- 7.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 7.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 7.8 종합결론

7. 자작4교(상)

7.1 시설물의 개요

본 시설물은 국도37호선상의 경기도 가평군 상면 읍길리에 위치한 2중 도로교량으로서, 총 연장 120.0m, 폭 10.5m로 시공되었으며, 2010년 12월에 준공되어 약 13년이 경과된 시설물이다.

7.1.1 일반사항

【표 7.1.1】 자작4교(상) 일반사항

구 분		내 용		구 분	내 용	
시설물번호		BR2011-0000291		관리번호	-	
시설물위치		경기도 가평군 상면 읍길리		준공년월일	2010. 12. 29	
노 선 명		국도37호선		종별	2중 시설물	
제원	연장	L= 2@30.0+2@30.0 = 120.0m				
	폭	B=10.5m, 편도2차선				
구조 형식	상부	PSC Beam		기초 형식	교 대	직접기초
	하부	교대 : 역T형, 교각 : T형			교 각	직접기초
교량받침		탄성받침		신축이음	Finger Joint	
교차시설물		-		통과높이	-	
부착시설내용		알루미늄 난간, 점검시설		설계하중	DB-24, DL-24	
시 공 자		금광기업(주)		관리주체	의정부국토관리사무소	

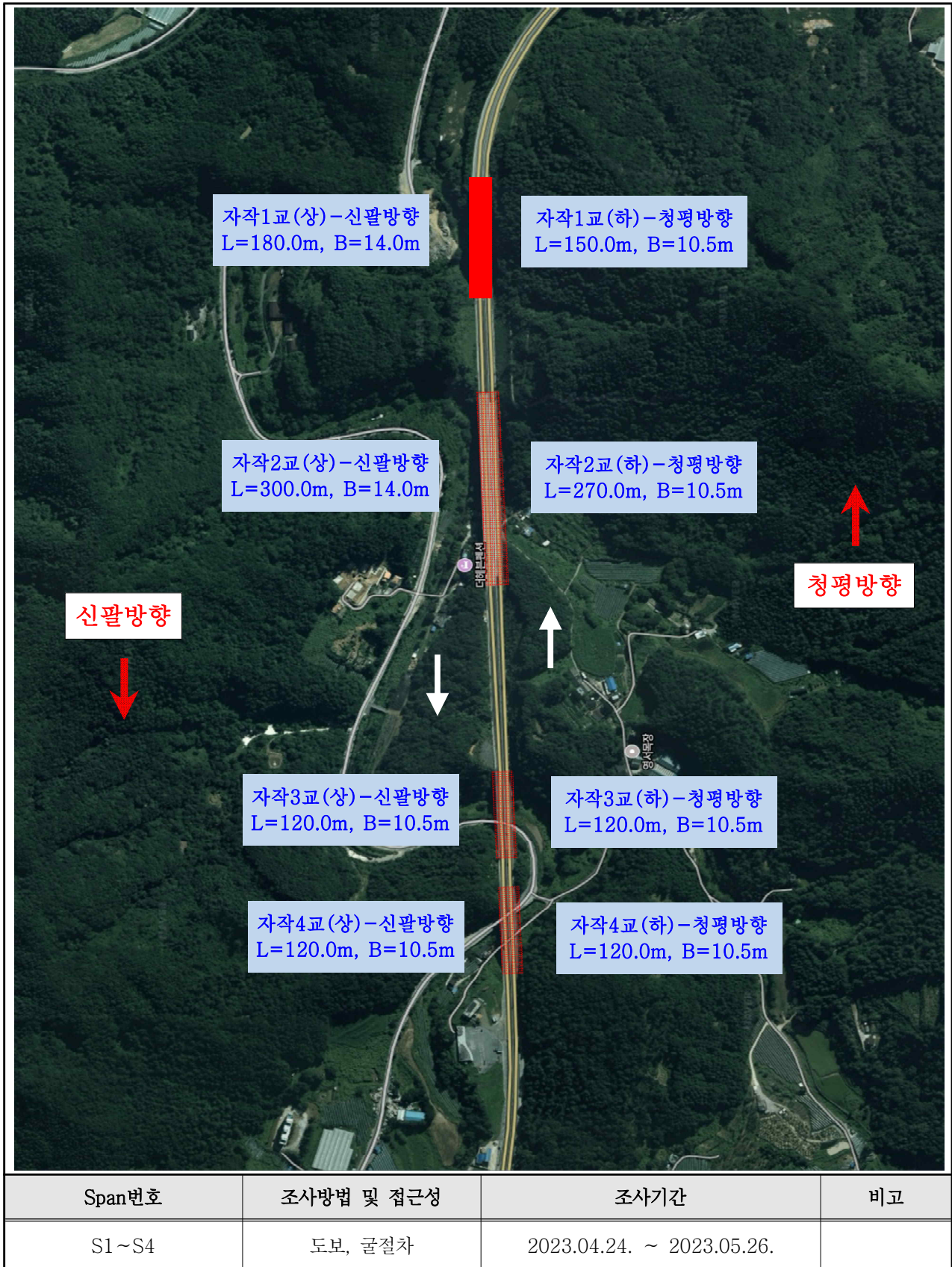


측면 전경

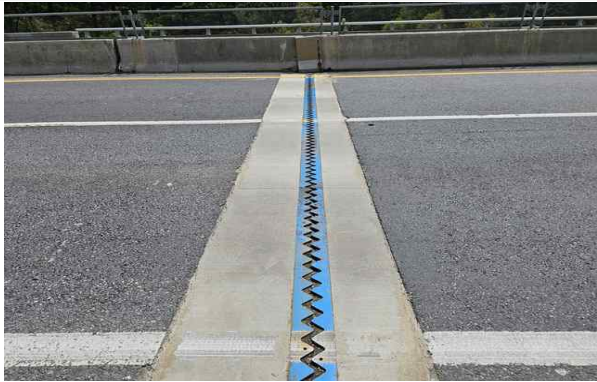


상부 전경

7.1.2 위치도 및 전경사진

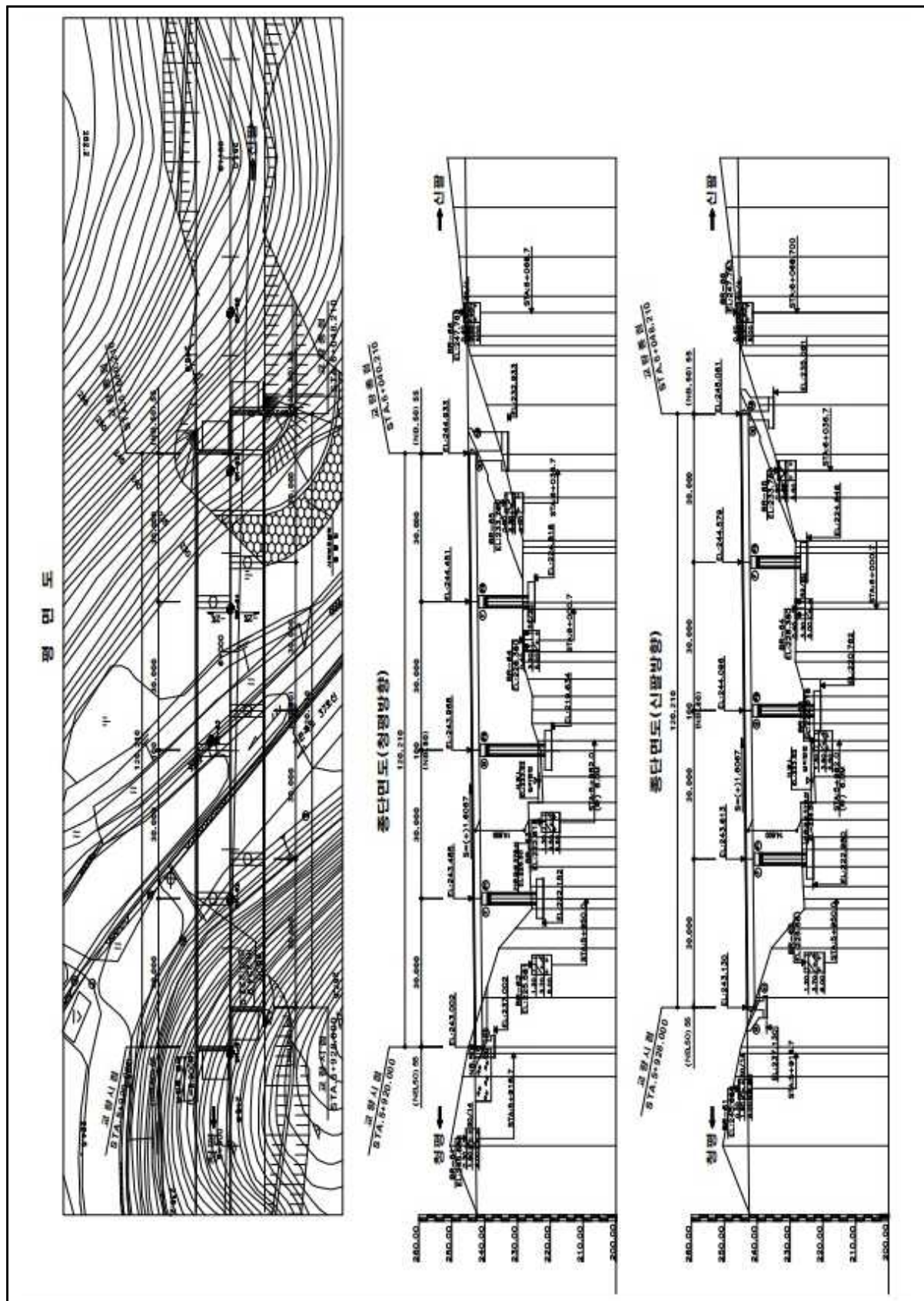


【그림 7.1.1】 위치도

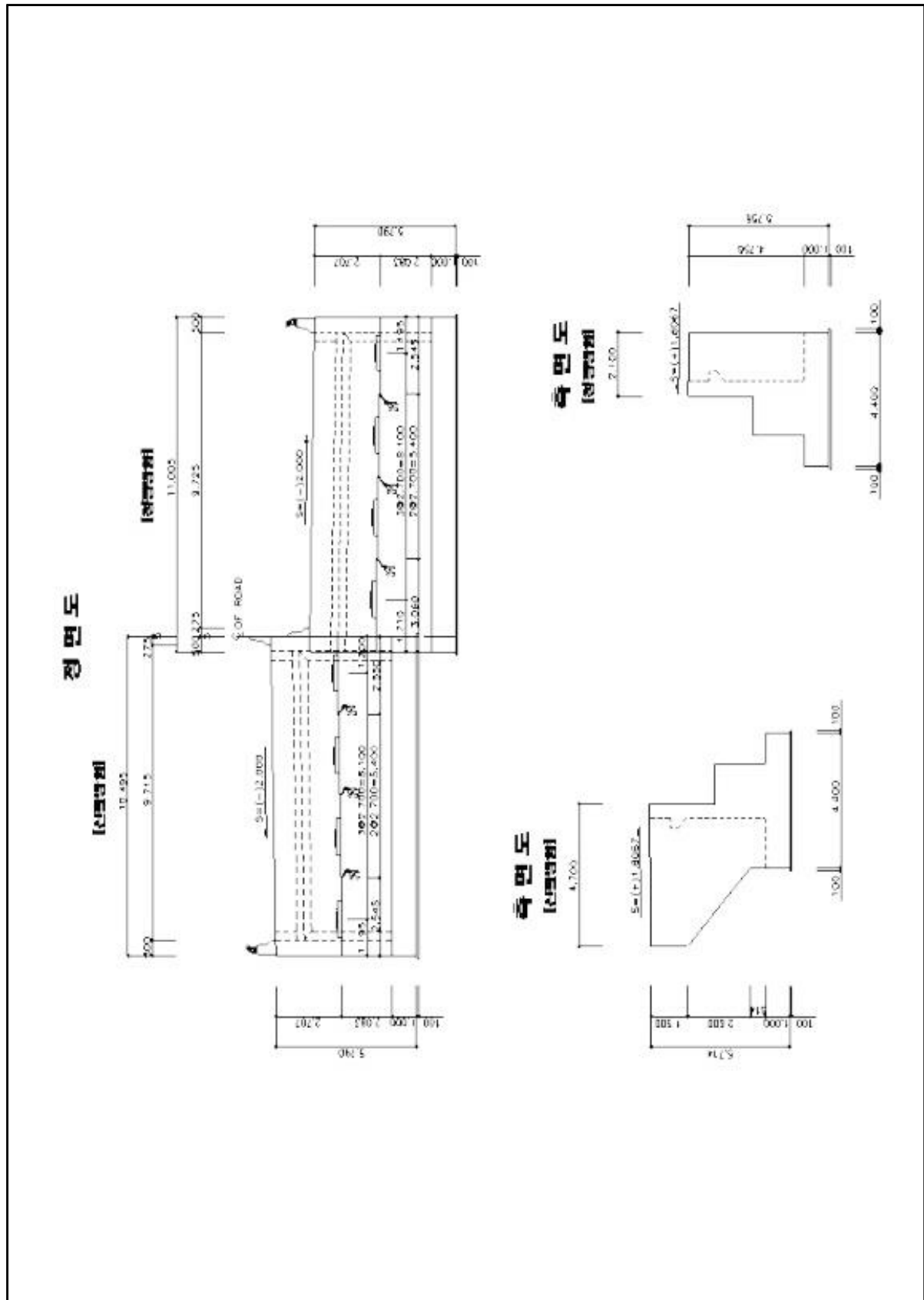
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
연석 및 난간 전경	거더 전경
	
교대(A1) 전경	교대(A2) 전경
	
교각 전경	교량받침 전경

【그림 7.1.2】 부재별 현황

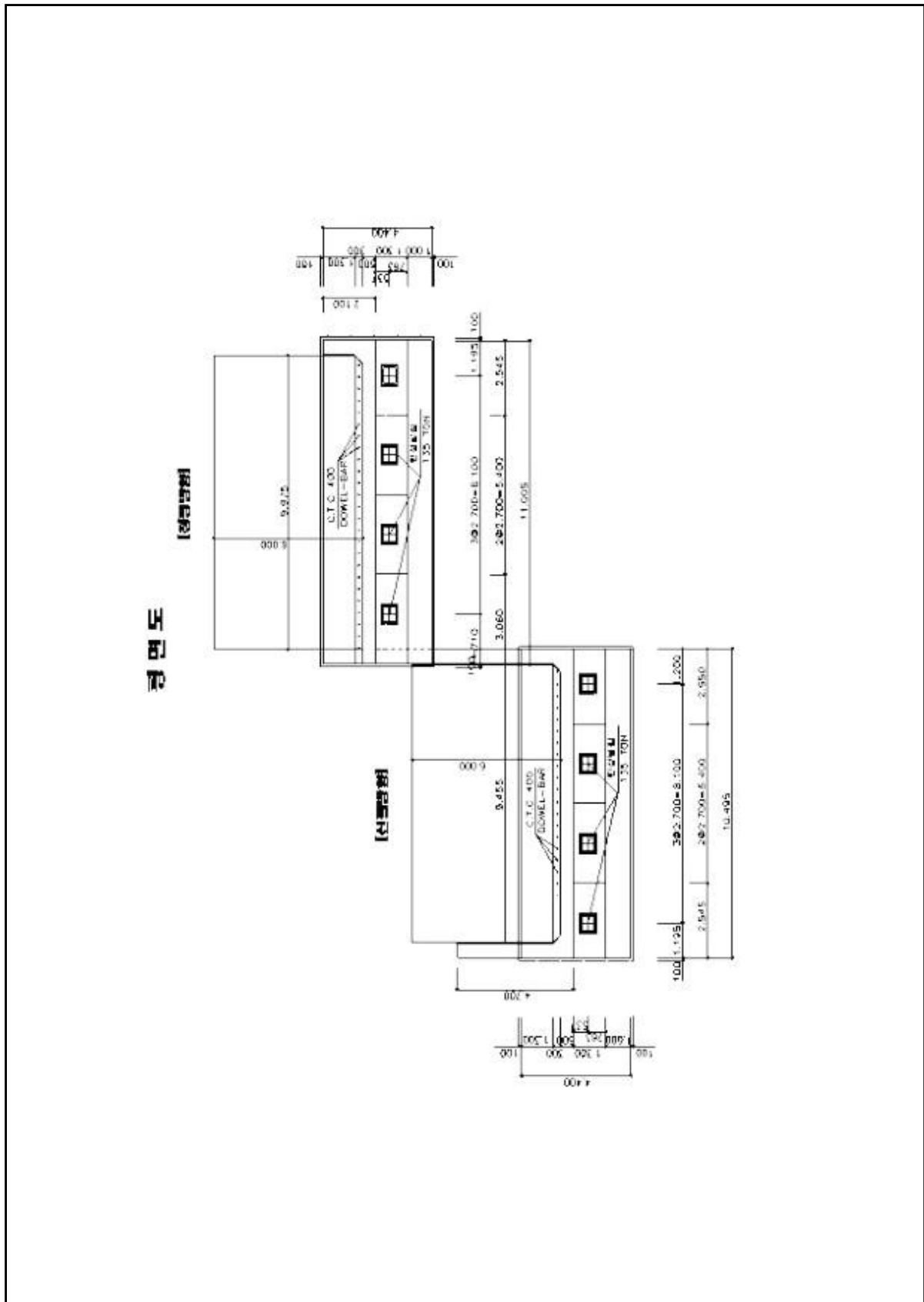
7.1.3 시설물 일반도



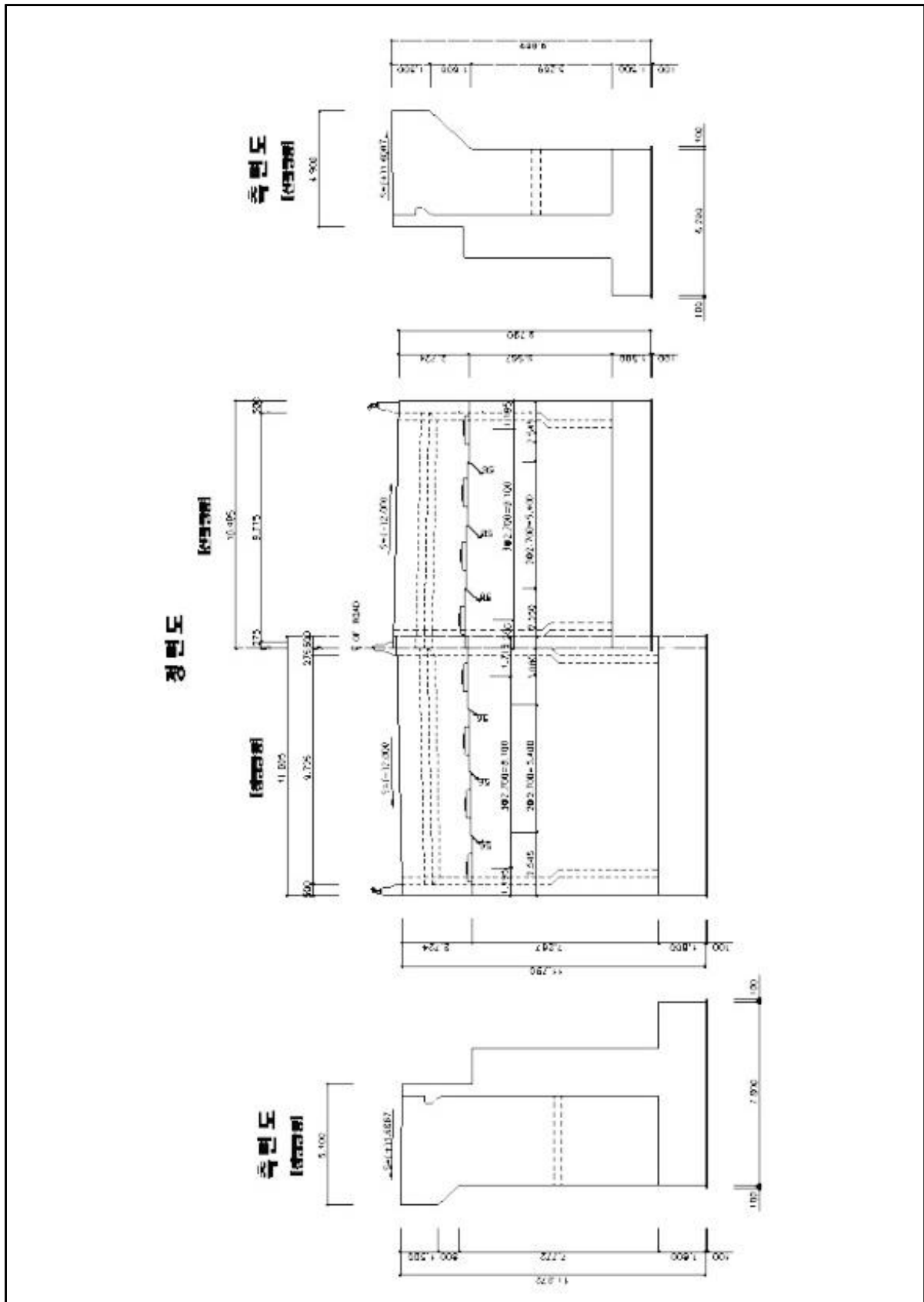
【그림 7.1.3】 평면도 및 종단면도



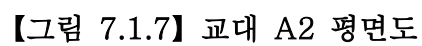
【그림 7.1.4】 교대 A1 정면도 및 측면도

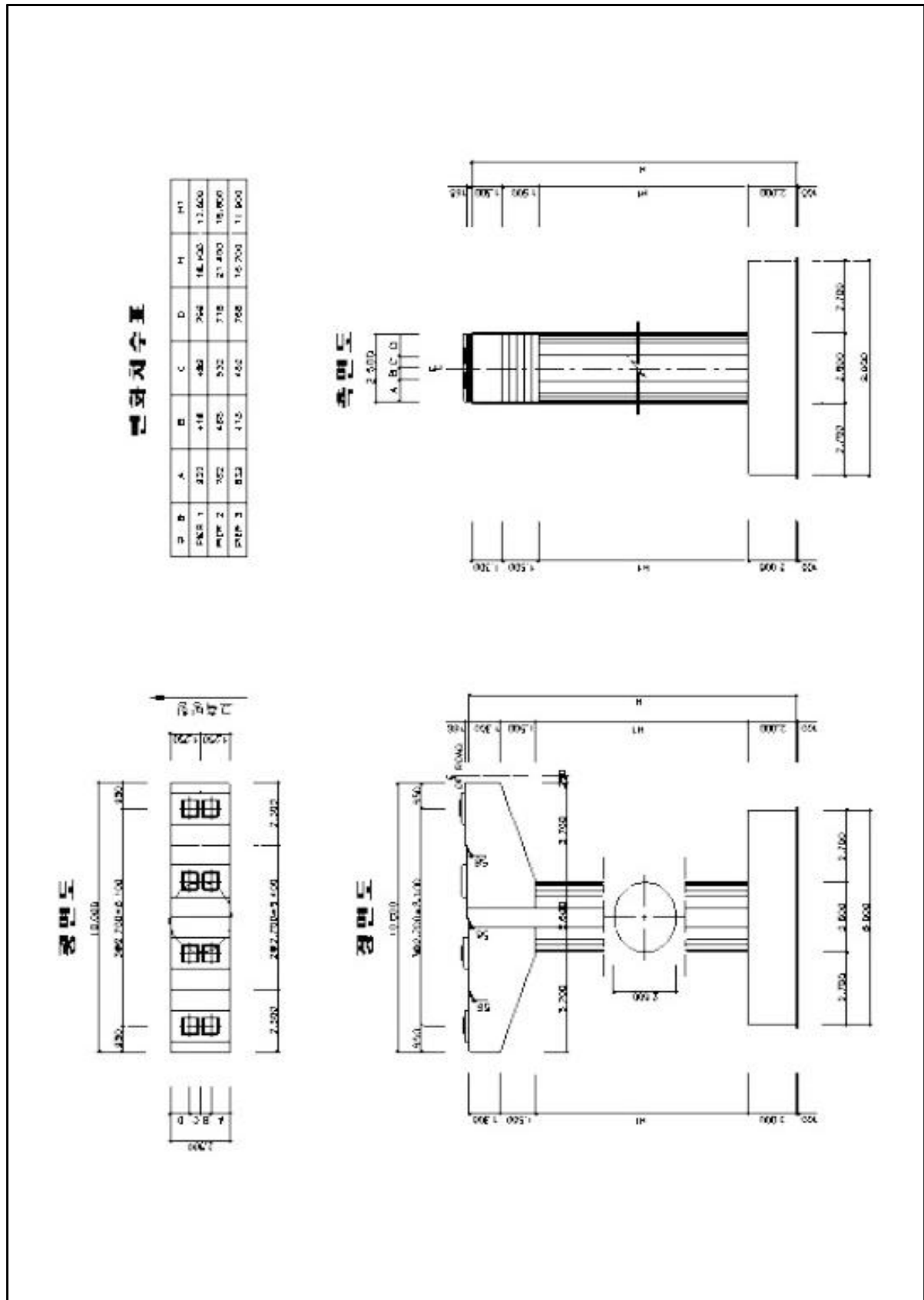


【그림 7.1.5】 교대 A1 평면도



【그림 7.1.6】 교대 A2 정면도 및 측면도





【그림 7.1.8】 교각 일반도

7.2 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 구조물에 대한 안전점검을 위함으로 관리주체에 보관된 건설관련 및 유지관련 자료, 기타자료, 시설물통합정보시스템(FMS) 등을 통해 자료를 수집하였으며 수집목록은 다음과 같다.

【표 7.2.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	○ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	보유 (FMS)
	○ 준공도면	○	보유 (FMS)
시설물 관리대장	○ 기본현황 ○ 상제제원 ○ 유지관리 이력	○ ○ ○	보유 (FMS)
시공 관련자료	○ 시공관련 자료 ○ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ○ 사고기록	○ ○ ○	보유 (FMS)
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	보유 (FMS)
보수·보강 자료		○	보유 (FMS)

가. 지형 및 지질

자작4교(상) - 13

의 두께로 분포하고 있다.

본 중화암은 모암이 흙(중화진흙)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부식된 상태에서 표준관입시험 과정에서 채취된 시료는 할마에 의해 기재되는 타격에너지에 의하여 실효적인 세립내지 조립의 모래 및 알갱이로 완전히 분쇄된 상태였다.

④ 연암층 (Soft Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 부분적으로 산맥중화작용을 받아 변질되어 형성된 층으로서 풍적토층 또는 풍화암층 하부 즉, 지표면으로부터 0.8~7.0 m 내외의 심도에 분포하고 있다.

본 연암은 그 중화정도가 중화암과 경암의 중간과정으로서 풍화가 진전 또는 진행중에 있는 층이고 균일 및 절리가 발달하여 굴절적인 과정에서 채취된 코어는 암면 내지 단주상으로 회수되었는데 코어회수율(T.C.R)은 32~100%, 암질표시율(R.Q.D)은 0~48% 정도이다.

⑤ 경암층 (Hard Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 중화작용을 거의 받지 않은 비교적 신선한 층으로서 시추공 No. BR-38, 39, 40, 43, 44 위치에서 연암층 하부 즉, 지표면으로부터 2.5~8.0 m 내외의 심도에 분포하고 있다.

본 경암은 균일 및 절리가 발달하였으며 굴절적인 과정에서 채취된 코어는 단주상 내지 장주상으로 회수되었는데 코어회수율(T.C.R)은 100%, 암질표시율(R.Q.D)은 65~100% 정도이다.

9) 자작 2교

본 조사지역에 해당되는 자작 2교의 위치는 (STA. 5+144.7~STA. 5+444.7)로서 시추조사 11개소(BR-45~BR-55)를 실시한 결과 최상부로부터 매립토층, 표토층, 풍적토층, 풍화진흙토층과 기반암인 풍화암층, 연암 및 경암층의 순으로 분포되어 있는데 이들 각 지층에 대하여 기술하면 [표 4-26]과 같다.

[표 4-26] 자작 2교 시추조사 결과

구 분	매립토층	표토층	풍적토층	중화작용층	풍화암층	연암층	경암층
구성토질	모래성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 및 암편	편마암	편마암
층 후 (m)	0.0~5.0 (1.5~5.0)	0.0~0.5 (0.2~0.5)	0.5~3.0 (0.7~2.7)	0.3~5.2 (1.2~4.2)	0.5~6.0 (1.0~4.5)	0.2~10.0 (1.0~5.0)상	1.2~6.0 (2.0)상
N치면위	50/3	-	26/30~50/8	50/6~50/17	50/10~50/3	-	-
상태밀도	대단히조밀	느슨	보통조밀내지 대단히조밀	대단히조밀	대단히조밀	-	-

-74-

www.jwscorp.co.kr

⑥ 연암층 (Soft Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 부분적으로 산맥중화작용을 받아 변질되어 형성된 층으로서 지표면으로부터 0.2~6.0 m 내외의 심도에 분포하고 있다.

본 연암은 그 중화정도가 중화암과 경암의 중간과정으로서 풍화가 진전 또는 진행중에 있는 층이고 균일 및 절리가 발달하여 굴절적인 과정에서 채취된 코어는 암면 내지 단주상으로 회수되었는데 코어회수율(T.C.R)은 10~94%, 암질표시율(R.Q.D)은 0~44% 정도이다.

⑦ 경암층 (Hard Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 중화작용을 거의 받지 않은 비교적 신선한 층으로서 시추공 No. BR-51, 53, 54, 55 위치를 제외한 그 외 전역에 걸쳐 연암층 하부 즉, 지표면으로부터 1.2~4.0 m 내외의 심도에 분포하고 있다.

본 경암은 균일 및 절리가 발달하였으며 굴절적인 과정에서 채취된 코어는 단주상 내지 장주상으로 회수되었는데 코어회수율(T.C.R)은 75~100%, 암질표시율(R.Q.D)은 50~100% 정도이다.

10) 자작 3교

본 조사지역에 해당되는 자작 3교의 위치는 (STA. 5+743.2~STA. 5+863.2)로서 시추조사 5개소(BR-56~BR-60)를 실시한 결과 최상부로부터 매립토층, 표토층, 풍적토층과 기반암인 풍화암층, 연암 및 경암층의 순으로 분포되어 있는데 이들 각 지층에 대하여 기술하면 [표 4-27]과 같다.

[표 4-27] 자작 3교 시추조사 결과

구 분	매립토층	표토층	풍적토층	중화작용층	연암층	경암층
구성토질	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 및 암편	편마암	편마암
층 후 (m)	0.0~0.3 (0.2~0.3)	0.0~0.7 (0.7)	0.3~1.0 (0.7)	1.0~1.5 (0.5)	0.2~2.5 (0.8~1.0)상	1.0~4.5 (2.0)상
N치면위	-	-	-	-	-	-
상태밀도	느슨	대단히조밀	조밀	대단히조밀	-	-

① 표토층 (Top Soil)

지층의 최상부에 위치하여 한 지표면을 피복하고 있는 지층으로서 시추공 No. BR-56, 60 위치에서만 상부에 0.3 m 이내의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류가 SM으로 분류되어 대체로 느슨한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

② 풍적토층 (Alluvial Deposit)

① 매립토층 (Fill)

도로 및 제방 축조용 기타 실효적으로 형성된 지층으로서 시추공 No. BR-50, 51 위치에서만 층상부에 1.5~5.0 m의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류가 GM으로 분류되어 N-치는 50회 이상으로서 대단히 조밀한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

② 표토층 (Top Soil)

지층의 최상부에 위치하여 한 지표면을 피복하고 있는 지층으로서 시추공 No. BR-50, 51 위치를 제외한 그 외 전역에 걸쳐 층상부에 0.5 m 이내의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 조립의 모래, 자갈 및 실효적인 세립내지 조립의 모래, 실효 및 세립내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류가 SM 또는 GM으로 분류되어 대체로 느슨한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

③ 풍적토층 (Colluvial Deposit)

비탈면의 활동, 붕괴 및 기타 요인에 의하여 비탈면의 상부로부터 하부로 흩어 이동되어 형성된 지층으로서 시추공 No. BR-47, 48, 52, 54, 55 위치에서만 표토층 하부에 0.7~2.7 m 내외의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 조립의 모래, 자갈 및 실효적인 세립내지 조립의 모래 실효 및 세립내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류가 SM 또는 GM으로 분류되어 N-치는 20~50회 이상으로서 보통 조밀한 내지 대단히 조밀한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

④ 중화진흙토층 (Residual Soil)

기반암이 완전히 중화되어 편마암에 전유되어 있는 지층으로서 시추공 No. BR-53, 54 위치에서만 표토층 또는 풍적토층 하부에 1.2~4.2 m 내외의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 조립 또는 조립의 모래로 구성되어 토질분류가 SM으로 분류되어 N-치는 50회 이상으로서 대단히 조밀한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

⑤ 풍화암층 (Weathered Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 중화작용을 받아 형성된 층으로서 시추공 No. BR-46, 53, 55 위치에서만 표토층, 풍적토층 또는 풍화진흙토층 하부 즉, 지표면으로부터 0.5~3.0 m 내외의 심도에 1.0~4.5 m의 두께로 분포하고 있다.

본 풍화암은 모암이 흙(중화진흙)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부식된 상태에서 표준관입시험 과정에서 채취된 시료는 할마에 의해 기재되는 타격에너지에 의하여 실효적인 세립내지 조립의 모래 및 알갱이로 완전히 분쇄된 상태였다.

-75-

www.jwscorp.co.kr

유수의 운반목적 작용에 의하여 형성된 지층으로서 시추공 No. BR-57 위치에서만 층상부에 0.7 m의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 세립내지 조립의 모래로 구성된 자갈로 구성되어 토질분류가 GW로 분류되어 대체로 조밀한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

① 풍적토층 (Colluvial Deposit)

비탈면의 활동, 붕괴 및 기타 요인에 의하여 비탈면의 상부로부터 하부로 흩어 이동되어 형성된 지층으로서 시추공 No. BR-60 위치에서만 표토층 하부에 0.7 m의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류가 SM으로 분류되어 대체로 조밀한 상태의 상태밀도를 나타낸다.

② 풍화암층 (Weathered Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 중화작용을 받아 형성된 층으로서 시추공 No. BR-60 위치에서만 풍적토층 하부 즉, 지표면으로부터 1.0 m의 심도에 0.5 m의 두께로 분포하고 있다.

본 풍화암은 모암이 흙(중화진흙)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부식된 상태에서 표준관입시험 과정에서 채취된 시료는 할마에 의해 기재되는 타격에너지에 의하여 실효적인 세립내지 조립의 모래 및 알갱이로 완전히 분쇄된 상태였다.

③ 연암층 (Soft Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 부분적으로 산맥중화작용을 받아 변질되어 형성된 층으로서 지표면으로부터 0.2~1.5 m 내외의 심도에 0.8~1.0 m의 두께로 분포하고 있다.

본 연암은 그 중화정도가 중화암과 경암의 중간과정으로서 풍화가 진전 또는 진행중에 있는 층이고 균일 및 절리가 발달하여 굴절적인 과정에서 채취된 코어는 암면으로 회수되었는데 코어회수율(T.C.R)은 13~50% 정도이다.

④ 경암층 (Hard Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 중화작용을 거의 받지 않은 비교적 신선한 층으로서 연암층 하부 즉, 지표면으로부터 1.0~2.5 m 내외의 심도에 분포하고 있다.

본 경암은 균일 및 절리가 발달하였으며 굴절적인 과정에서 채취된 코어는 단주상 내지 장주상으로 회수되었는데 코어회수율(T.C.R)은 75~100%, 암질표시율(R.Q.D)은 75~95% 정도이다.

11) 자작 4교

본 조사지역에 해당되는 자작 4교의 위치는 (STA. 5+918.7~STA. 6+068.7)로서 시추조사 6개소(BR-61~BR-66)를 실시한 결과 최상부로부터 매립토층, 전담토층, 표토층, 풍적토층

-77-

www.jwscorp.co.kr

나. 지반 및 지질 조사보고서

교량부시추주상도

1매중 1

사업명	거창-산양간 도로확장 및 포장공사 실시계획	시추공번	BR - 61	조사일	2000. 4. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 5+918.7	표 고	EL. (+) 246.448 m
교량명	자작4교	시추방법	회전수세식	시추지	경 경 율
굴진심도	4.00 m	시추기	YT-150	작상자	음 영 석
표고 (m)	246.4	주 상 도	50/10	표준 관망 시점	TCR(%)
표고 (m)	246.4	표고 (m)	246.4	표고 (m)	246.4
1	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
2	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
3	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
4	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
5	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
6	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
7	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
8	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
9	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
10	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
11	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
12	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
13	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
14	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
15	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
16	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
17	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
18	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
19	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8
20	246.4	1.8	1.8	1.8	1.8

-357-

www.lwscop.co.kr

교량부시추주상도

1매중 1

사업명	거창-산양간 도로확장 및 포장공사 실시계획	시추공번	BR - 62	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 5+950.0	표 고	EL. (+) 225.581 m
교량명	자작4교	시추방법	회전수세식	시추지	경 경 율
굴진심도	8.00 m	시추기	YT-150	작상자	음 영 석
표고 (m)	225.6	주 상 도	50/10	표준 관망 시점	TCR(%)
표고 (m)	225.6	표고 (m)	225.6	표고 (m)	225.6
1	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
2	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
3	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
4	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
5	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
6	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
7	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
8	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
9	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
10	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
11	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
12	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
13	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
14	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
15	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
16	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
17	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
18	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
19	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2
20	225.6	1.2	1.2	1.2	1.2

-358-

www.lwscop.co.kr

교량부시추주상도

1매중 1

사업명	거창-산양간 도로확장 및 포장공사 실시계획	시추공번	BR - 63	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 5+982(표고6.00m)	표 고	EL. (+) 225.270 m
교량명	자작4교	시추방법	회전수세식	시추지	경 경 율
굴진심도	5.50 m	시추기	YT-150	작상자	음 영 석
표고 (m)	225.3	주 상 도	50/10	표준 관망 시점	TCR(%)
표고 (m)	225.3	표고 (m)	225.3	표고 (m)	225.3
1	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
2	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
3	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
4	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
5	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
6	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
7	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
8	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
9	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
10	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
11	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
12	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
13	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
14	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
15	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
16	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
17	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
18	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
19	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8
20	225.3	1.8	1.8	1.8	1.8

-359-

www.lwscop.co.kr

교량부시추주상도

1매중 1

사업명	거창-산양간 도로확장 및 포장공사 실시계획	시추공번	BR - 64	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 6+008.7	표 고	EL. (+) 228.380 m
교량명	자작4교	시추방법	회전수세식	시추지	경 경 율
굴진심도	5.00 m	시추기	YT-150	작상자	음 영 석
표고 (m)	228.4	주 상 도	50/10	표준 관망 시점	TCR(%)
표고 (m)	228.4	표고 (m)	228.4	표고 (m)	228.4
1	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
2	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
3	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
4	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
7	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
8	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
9	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
10	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
11	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
12	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
13	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
15	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
16	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
17	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
18	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
19	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4
20	228.4	0.4	0.4	0.4	0.4

-360-

www.lwscop.co.kr

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

- 1) 형 식 : P.S.C BEAM 교
 2) 연 장 : 120.000 m (2 0 30.00 + 2 0 30.00)
 3) 폭 : 10.490 m
 4) 지 간 : 29.100 m , 주향길이= 29.900 m
 5) BEAM간격 : 2.100
 6) 활 하 중 : DB-24, DL-24
 60 급수, 적도 및 트래일러

- 7) 종래계수 : DB, DL : $I = 15 / (40+1) \leq 0.3$
 전차하중 : $I = 0.15$ (군사구조물 참조)

8) 사용재료 :

- (1) 콘크리트
 ① SLAB
 $f_{ck} = 270 \text{ kgf/cm}^2$
 ② P.S.C BEAM
 $f_{ck} = 400 \text{ kgf/cm}^2$

(2) 강 재

- ① SLAB
 평균 $f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$
 ② P.S.C BEAM
 평균 $f_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$
 강 선 : SPCTB 12.7m x 12가닥, RELAXATION 강형선 2종
 $A = 11.85 \text{ cm}^2$

9) 하중용역

- (1) 바닥 콘크리트
 $f_{ck} = 0.4 f_{ck} = 108 \text{ kgf/cm}^2$
 (2) PRESTRESSED 콘크리트
 ① PRESTRESS 도입시의 압축강도
 $f_{ck} = 320 \text{ kgf/cm}^2$
 ② PRESTRESS 도입작후 강도
 허용 압축응력 : $0.55 \cdot f_{ck} = 176 \text{ kgf/cm}^2$
 허용 인장응력 : $0.75 f_{ck} = 13.43 \text{ kgf/cm}^2$

-887-

www.lmscoop.co.kr

③ 설계하중 적용시

- 허용 압축응력 : $0.4 \cdot f_{ck} = 160 \text{ kgf/cm}^2$
 허용 인장응력 : $1.5 f_{ck} = 30 \text{ kgf/cm}^2$

(3) P.S.C 강재 (RELAXATION 강재)

- 각 환 강 도 (f_{ps}) : 190 kgf/cm^2
 활 하 중 도 (f_{ps}) : 160 kgf/cm^2

④ JACK에 의한 최대 긴장력

- $0.9 \cdot f_{sy} = 164 \text{ kgf/cm}^2$
 $F_{max} = 144 \times 11.85 / 10 = 170.568 \text{ ton}$

⑤ 장착후 정착부에서의 응력

- $0.7 \cdot f_{ps} = 133 \text{ kgf/cm}^2$

⑥ 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

- $0.8 \cdot f_{sy} = 128 \text{ kgf/cm}^2$

10) 탄성계수

(1) 콘크리트

- $f_{ck} = 270 \text{ kgf/cm}^2$
 $E_c = 15000 \cdot f_{ck} = 246475 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_{ck} = 400 \text{ kgf/cm}^2$
 $E_c = 10500 \cdot f_{ck} = 78000 \text{ kgf/cm}^2$

(2) 강 재

- ① 철 관
 $E_s = 2049000 \text{ kgf/cm}^2$
 ② 강선
 $E_{ps} = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$

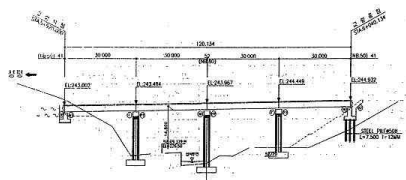
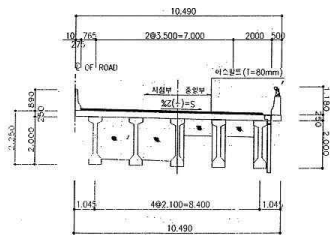
11) 참고 문헌

- 도로교 표준 시행서 (건설부) 1996 년
 - 콘크리트 구조 설계기준 (건설 1999 년
 - 도로설계요령 (한국도로공사) 1996 년

-888-

www.lmscoop.co.kr

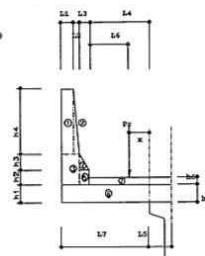
2. 단면기형



3. 바닥면의 설계

3.1 견입면배부

3) 좌측 견입면배부 (단면도)



b1	0.290 m	b1	0.030 m	콘크리트 단위중량	2.50 tonf/m ³
b2	0.155 m	b2	0.040 m	아스팔트포장 단위중량	2.30 tonf/m ³
b3	0.175 m	b3	0.125 m	설계 속도	80 km/h
b4	0.550 m	b4	0.450 m	트래크 1부하하중 (Ps)	9.50 tonf
b5	0.250 m	b5	0.350 m	곡률 반경	0 m
b6	0.080 m	b6	0.350 m	평균 경사각도	40 km/h
		b7	0.695 m	b7	0.350 m (트래크경도 허용치역A)
				b8	0.4870 m (트래크경도 및 허용치역A)

가) 시가중

NO.	적 용 하 중 (tonf)	거리 (m)	모멘트 (tonf · m)
1	$0.09 \times 0.56 \times 2.5$	$= 0.126$	0.480
2	$0.06 \times 0.56 \times 2.5$	$= 0.082$	0.455
3	$0.15 \times 0.33 \times 2.5$	$= 0.124$	0.650
4	$0.125 \times 0.175 \times 2.5$	$= 0.057$	0.533
5	$0.125 \times 0.155 \times 2.5$	$= 0.048$	0.513
6	$0.095 \times 0.33 \times 2.5$	$= 0.078$	0.348
7	$0.45 \times 0.08 \times 2.3$	$= 0.083$	0.285
TOTAL		0.884	0.402

△ MS = 0.462 tonf · m

-890-

www.lmscoop.co.kr

7.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정밀안전점검 5회, 성능평가 1회를 실시한 것으로 확인되었으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 7.2.2】 자작4교(상) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2011. 11. 01 ~ 2011. 11. 30	정기안전점검	- 외관상 양호	양호
2	2012. 05. 01 ~ 2012. 06. 30	정기안전점검	- 외관상 양호	양호
3	2012. 10. 01 ~ 2012. 11. 29	정기안전점검	- 외관상 양호	양호
4	2013. 04. 01 ~ 2013. 06. 30	정기안전점검	- 외관상 양호	양호
5	2013. 04. 17 ~ 2013. 07. 15	정밀안전점검	- 금회 점검시 조사된 중분대 실링재 손상, 콘크리트 파손, 방호벽 균열, 백태, 바닥판캔틸레버(중앙부) 콘크리트 박락, 주형 측면 박리, 가로보 철근노출, 콘크리트 파손, 가로보 철근노출, 콘크리트 박리, 배수구 막힘, 교각 미세균열, 받침장치 부식 등은 제시된 공법에 의한 적절한 보수 필요 - 부분채포장, 표면보수, 단면보수, 도장보수	B
6	2013. 10. 01 ~ 2013. 11. 30	정기안전점검	- 외관상 양호 - 예산확보 후 조치예정	양호
7	2014. 02. 01 ~ 2014. 06. 30	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
8	2014. 08. 01 ~ 2014. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
9	2015. 02. 01 ~ 2015. 06. 30	정기안전점검	- 양호	양호

【표 7.2.2】 자작4교(상) 점검이력사항 (계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
10	2015. 08. 03 ~ 2015. 10. 31	정밀안전점검	- 포장면 : 포장부 균열, 망상균열 및 소성 변형, 배수구 막힘, 중앙분리대 및 방호벽 균열, 백태, 신축이음부 유간 토사퇴적 등 - 하면 : P.S.C Beam 재료분리, 파손, 가로보 균열, 박락(철근노출), 박리, 백태, 철물노출 등 - 교대, 교각 : 균열(0.3mm 미만), 망상균열, 백태, 박리, 누수흔적, 코핑하면 철물노출	B
11	2015. 07. 01 ~ 2015. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 보수예정	양호
12	2016. 02. 01 ~ 2016. 06. 30	정기안전점검	- 양호	양호
13	2016. 07. 01 ~ 2016. 12. 31	정기안전점검	- 양호	양호
14	2017. 02. 01 ~ 2017. 06. 30	정기안전점검	- 양호	양호
15	2017. 04. 26 ~ 2017. 07. 24	정밀안전점검	- 콘크리트 부재에서 조사된 손상은 건조수축에 의한 균열, 망상균열, 바닥판과 방호벽 접합부 우수침투에 의한 백태, 차량진동 및 보수미흡에 의한 가로보 들뜸, 박리 등이 조사됨 - 교면포장은군차량(중장비, 전차 등) 과중장비 통행으로 포장손상이 빈번하게 발생하여 지속적으로 보수를 실시하고 있는 것으로 확인 - 부분재포장, 단면복구, 표면보수 등	B
16	2017. 07. 01 ~ 2017. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생	양호

【표 7.2.2】 자작4교(상) 점검이력사항 (계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
17	2018. 02. 05 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생	양호
18	2018. 07. 01 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생	양호
19	2019. 04. 01 ~ 2019. 06. 27	정기안전점검	- 포장, 망상균열 등	보통
20	2019. 06. 13 ~ 2019. 10. 10	정밀안전점검	- 교면포장 망상균열, 포트홀, 배수구 막힘 - 재포장, 단면보수, 표면처리, 재도장 등	B
21	2019. 09. 02 ~ 2019. 12. 13	정기안전점검	- 대체로 양호 - 주의관찰	보통
22	2020. 02. 01 ~ 2020. 06. 29	정기안전점검	- 대체로 양호 - 없음	보통
23	2020. 10. 05 ~ 2020. 12. 20	정기안전점검	- 대체로 양호 - 지속관찰	보통
24	2021. 03. 17 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	- 대체로 양호 - 지속관찰	보통
25	2021. 03. 19 ~ 2021. 07. 16	정밀안전점검	- 교면포장 : 시공이음부 이격 - 배수시설 : 배수관 막힘, 배수관 변형, 배수관 누수, 배수관 지지대 풀림 - 난간/연석 : 균열(0.3mm내·외), 균열부 백태, 망상균열, 박리, 실링재 균열, 표면박리, 교명관 망실 - 바닥판 : 균열(0.3mm내), 균열부 백태, 누수, 망상균열, 물끓기흙 미시공, 박리, 백태, 열화 - 거더 및 가로보 : 균열(0.3mm내), 파손, 재료분리, 균열부 백태, 철물노출, 들뜸, 박락, 백태 - 신축이음 : 후타재 균열, 유간토사퇴적, 표면부식, 신축이음 설치불량, 신축이음 덮개 탈락 - 교대 및 교각 : 균열(0.3mm내), 누수, 누수흔적, 망상균열, 받침표지판 탈락, 백태, 실런트 이격, 침식, 표면박리 - 교량받침 : 받침몰탈 균열(0.3mm내), 솔플레이트 부식, 받침표지판 탈락	B
26	2021. 10. 25 ~ 2021. 12. 17	정기안전점검	- 배수구 막힘, 교량받침 부식 등 - 추후 보수예정	보통
27	2022. 05. 02 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	- 신축이음 누수, 후타재 균열 등 - 추후 보수예정	보통
28	2022. 10. 17 ~ 2022. 12. 09	정기안전점검	- 포장 균열, 마모 등 - 추후 보수예정	보통

7.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

가. 외관조사결과

구분	정밀점검 결과	비고
교면포장	■ 시공이음부 이격	
배수시설	■ 배수관 막힘, 배수관 변형, 배수관 누수, 배수관 지지대 풀림	
난간, 연석	■ 균열(0.3mm내 · 외), 균열부 백태, 망상균열, 박리, 실링재 균열, 표면박리, 교명판 망실	
신축이음	■ 후타재 균열, 유간토사퇴적, 표면부식, 신축이음장치 설치불량, 신축이음 덮개 탈락	
바닥판	■ 균열(0.3mm내), 균열부 백태, 누수, 망상균열, 물끓기흙 미시공, 박리, 백태, 열화	
거더 및 가로보	■ 균열(0.3mm내), 파손, 재료분리, 균열부 백태, 철물노출, 들뜸, 박락, 백태	
교량받침	■ 받침몰탈 균열(0.3mm내), 솔플레이트 부식, 받침표지판 탈락	
교대, 교각	■ 균열(0.3mm내), 누수, 누수흔적, 망상균열, 받침표지판 탈락, 백태, 실런트 이격, 침식, 표면박리	

나. 내구성 조사 및 시험결과

구 분	현장시험 결과					결과분석		
반발경도 시험 (MPa)	부 재 별	비파괴강도(A)		설계기준강도(B)	(A/B)×100%		■ 설계기준강도 100% 이상으로 양호함.	
	캔틸레버	30.7 ~ 31.2MPa		27.0	113.5 ~ 115.4			
	교 대	28.9MPa		24.0	104.4			
	교 각	28.7 ~ 30.4MPa		24.0	119.6 ~ 126.5			
반발경도 시험 (MPa) (건전부/비건전부)	부 재 별	건전부		비건전부		(비건전부/건전부)×100%		■ 콘크리트의 내구성능 저하 우려 없음.
	캔틸레버S3	30.7		29.4		95.2		
탄 산 화 깊이측정	부 재 별	탄산화깊이(mm)	피복두께(mm)		잔여깊이(mm)	평가		■ 탄산화에 의한 철근부식 우려 없음.
	캔틸레버	3.5	60		56.5	a		
	교 대	5.9	100		94.1	a		
	교 각	2.3 ~ 5.5	110		104.5 ~ 107.7	a		

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
자작4교(상)	0.199	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 비파괴시험 결과를 토대로 한 상태평가를 실시한 결과, 시설물의 안전등급은 “B” 등급으로 평가됨				

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	결함내용	보수·보강 방법	단위	보수물량	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
난간 및 연석	균열 (0.3mm미만)	표면처리	m ²	2.7	70	189	③
	균열 (0.3mm이상)	주입보수	m	1.00	64	64	③
	균열부 백태	표면처리	m	6.18	70	432.6	③
	망상균열	표면처리	m ²	15.25	70	1,067.5	③
신축이음	신축이음 손상	신축이음 재설치 (NO.50)	m	21.00	1,330	27,930	①
		신축이음 재설치 (NO.80)	m	10.50	1,480	15,540	①
바닥판 하면	균열 (0.3mm미만)	표면처리	m ²	4.54	75	340.5	③
	망상균열	표면처리	m ²	3.50	75	262.5	③
	물끓기흙 미시공	물끓기흙 시공	m	120.00	22	2,640	③
교량받침	플레이트 부식	재도장	EA	15.00	55	825	②
교대/교각	균열 (0.3mm미만)	표면처리	m ²	3.43	70	240.1	③
	망상균열	표면처리	m ²	3.70	70	259	③
순 공 사 비		1순위			43,470		
		2순위			825		
		3순위			5,495		
		계			49,790		
제 경 비		순공사비 × 50%			24,895		
총 공 사 비		1순위			65,205		
		2순위			1,238		
		3순위			8,243		
		계			74,686		

마. 종합결론

구분	자작4교(상)			
외관 조사	상태평가 결과 및 보수·보강			B
	결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
	교면포장	b	■ 시공이음부 이격	■ 주의관찰
	배수시설	c	■ 배수관 막힘, 배수관 변형, 배수관 누수, 배수관 지지대 풀림	■ 주의관찰
	난간, 연석	c	■ 균열(0.3mm내·외), 균열부 백태, 망상균열, 박리, 실링재 균열, 표면박리, 교명판 망실	■ 표면처리, 주입보수
	신축이음	c	■ 후타개 균열, 유간토사되적, 표면부식, 신축이음장치 설치불량, 신축이음 덮개 탈락	■ 신축이음 재설치
	바닥판	b	■ 균열(0.3mm내), 균열부 백태, 누수, 망상균열, 물끓기흠 미시공, 박리, 백태, 열화	■ 표면처리, 물끓기흠 시공
	거더 및 가로보	b	■ 균열(0.3mm내), 파손, 재료분리, 균열부 백태, 철물노출, 들뜸, 박락, 백태	■ 주의관찰
	교량받침	b	■ 받침몰탈 균열(0.3mm내), 슬플레이트 부식, 받침표지판 탈락	■ 재도장
현장 시험	■ 압축강도 시험 - 바닥판 : 30.7~31.2Mpa (설계기준 : 27.0MPa) - 거 더 : 28.9MPa (설계기준 : 40.0MPa) - 하 부 : 28.7~30.4 (설계기준 : 24.0MPa) ■ 탄산화 시험 - 바닥판 : 3.5mm (잔여깊이 : 30.0mm이상) - 하 부 : 2.3~5.5mm (잔여깊이 : 30.0mm이상)			
보수 보강 개략 공사비	■ 1순위 공사비 : 65,205 천원 (신축이음 재설치) ■ 2순위 공사비 : 1,238 천원 ■ 3순위 공사비 : 8,243 천원 ■ 총 공 사 비 : 74,686 천원			
종합 평가	■ 외관조사 및 비파괴시험 결과를 토대로 한 상태평가를 실시한 결과, 시설물의 안전등급은 『B』 등급으로 평가되었다. ■ 주요 부재 및 부 부재에 일반적인 손상이 발생된 것으로 조사되었으나, 신축이음장치는 강재 부식의 정도가 심하고 또 현재도 부식이 계속 진행되고 있는 것으로 평가되며, 누수로 인해 바닥판, 교량받침에 추가적인 2차 손상을 유발하고 있다. 교량의 사용성 및 내구성 저하 방지를 위해서 보수 예산 확보를 통한 신축이음 재설치 및 교량받침 재도장이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 금회 조사된 손상에 대해 구조물의 내구성 향상 및 교량의 상태등급 향상을 위해 적정한 보수가 요구된다.			

7.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되었으며, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○금회 점검에서는 시설물의 하중 변화 여부, 신규손상 발생 여부, 비파괴 시험 등에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정밀안전점검은 총 5회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 확인됨.	

7.2.5 시설물 보수 이력

【표 7.2.3】 자작4교(상) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비 (천원)	시공자	비고
1	난간	관내 교량 방호울타리 정비공사	13.06.28 ~ 13.09.12	545,900	(주)대도메탈 베리어	
2	콘크리트 부재	국도6호선 양평군 양서면 일원 도로정비공사(3차) (철근노출 단면보수)	16.06.25 ~ 16.09.17	116,285	(주)시월중 합건설	
3	교면포장	국도77호선 오금교 등 시설물보수공사 (재포장 1,170㎡)	2020. 09. 준공	-	한강엠에스 (주)	
4	A1, A2, P2	국도46호선 금남1교(상) 등 시설물보수공사 (신축이음장치 교체)	2022. 12. 준공	-	주식회사 영도건설	

7.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 7.2.4】 내진설계 여부 확인

내진설계조건			
내진등급	1등급	가속도 계수	$A=0.11$ (1등급)
위험도 계수	1.40	지반 계수	$S=1.2$
설계가속도 계수	가속도계수 $\times$ 위험도계수 = 0.15		내진해석방법
응답수정계수 (R)	교각		$R=3.00$
	기초		$R=1.50$
	연결부	교대와 상부구조	$R=0.8$
		교각과 상부구조	$R=1.0$

7.3 현장조사

7.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 굴절차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보, 굴절차	2023.04.24. ~ 2023.05.26.	
 			
교량굴절차 작업 전경			
 			
교량받침 제원 측정		비파괴시험	

【사진 7.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 및 작업 전경

7.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 자작4교(상)의 바닥판은 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=120.0m, 폭 10.5m로 철근 콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 균열 및 망상균열(폭 0.3mm미만), 백태, 파손 및 철근노출, 들뜸 등의 손상이 확인되었으며, 기 점검이후 신규 손상 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다. 또한, 물끊기홈 미시공은 전 구간에 걸쳐 시공된 것으로 확인되었다.

【표 7.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		망상균열 및 백태 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	2.00	1	—	—	—	—	1.50	1
S2	18.00	5	1.50	1	—	—	—	—	2.70	2
S3	—	—	—	—	1.20	1	0.33	2	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	1
합계	18.00	5	3.50	2	1.20	1	0.33	2	4.70	4

【표 1.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과(계속)

구분	파손, 박락, 박리, 들뜸 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		누수 (㎡/개소)		열화 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	0.30	2	—	—
S2	0.47	3	—	—	—	—	0.50	1
S3	0.08	2	0.30	1	2.70	5	—	—
S4	1.30	2	—	—	—	—	—	—
합계	1.85	7	0.30	1	3.00	7	0.50	1

			
손상현황	• S1 망상균열(1.0×2.0)	손상현황	• S1 백태(0.5×3.0)
원 인	• 거푸집 조기탈형, 건조수축	원 인	• 표면 우수흡착, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S1 누수	손상현황	• S2 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	• 초기 건조수축, 온도변화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리

【사진 7.3.3】 바닥판하면 손상현황

			
손상현황	• S2-P2 들뜸(0.2×1.5)	손상현황	• S3 균열부 백태(1.5×0.8)
원 인	• 균열부 우수유입, 손상진전	원 인	• 표면 우수흡착, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 박리(0.2×0.1)	손상현황	• S3-P2 파손 및 철근노출(0.2×10.0)
원 인	• 다짐불량, 장기공용	원 인	• 손상부 우수유입, 철근부식(팽창압)
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)
			
손상현황	• S3 누수	손상현황	• S1~4 물끊기흙 정비실시
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	-
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 상태양호

【사진 7.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 파손 및 철근노출, 백태, 박락 등의 손상이 신규 발생되었으며, 물끊기 흙 미시공 손상은 전 구간 시공된 것으로 확인되었다.

【표 7.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	18.00	5	18.00	5	— —	변동없음
	망상균열	m ²	3.50	2	3.50	2	— —	변동없음
	망상균열 및 백태	m ²	—	—	1.20	1	▲ 1.20	누락
	균열부백태	m ²	3.30	2	0.33	2	▼ 2.97	오기
	백태	m ²	3.00	2	4.70	4	▲ 1.70	신규손상
	파손, 박락, 박리, 들뜸	m ²	1.22	2	1.85	7	▲ 0.63	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
	누수	m	3.00	7	3.00	7	— —	변동없음
	열화	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	물끊기흙미시공	m	120.00	4	—	—	▼ 120	전구간보수

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 손상은 균열, 망상균열, 백태 등으로 조사되었으며, 손상의 원인으로는 시공초기 건조수축, 거푸집 조기탈형 등의 시공미흡, 신축이음부를 통한 우수유입 등에 의해 발생된 것으로 판단된다.
- 콘크리트 파손 및 철근노출, 박락, 백태 손상은 피복부족, 외부 충격 등의 시공미흡, 손상부 우수유입, 콘크리트 표면 우수흡착 등에 의한 손상으로 판단된다.
- 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 및 단면보수(방청) 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 PSC I형 거더 형식으로 4경간 4열로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 대체로 양호한 것으로 조사되었으며, 일부 구간에 경미한 단면 손상이 발생하였다.

【표 7.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	0.15	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	0.02	1	—	—	0.02	1	—	—
S3	—	—	0.09	1	—	—	—	—	0.08	1
S4	—	—	—	—	0.04	1	—	—	—	—
합계	0.15	1	0.11	2	0.04	1	0.02	1	0.08	1

			
손상현황	• S1-G4 백태(0.3×0.5)	손상현황	• S2-G3 들뜸(0.5×15.0)
원 인	• 표면 우수흡착, 장기공용	원 인	• 단부 응력집중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2-G4 파손(0.1×0.2)	손상현황	• S3-G1 재료분리(0.4×0.2)
원 인	• 시공미흡, 외부 충격	원 인	• 거푸집 조기탈형
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 7.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 기 발생한 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으며, 백태, 박락 및 들뜸 등의 손상이 신규로 발생한 것으로 조사되었다.

【표 7.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	백태	m ²	—	—	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
	파손	m ²	0.11	2	0.11	2	— —	변동없음
	박락	m ²	—	—	0.04	1	▲ 0.04	신규손상
	들뜸	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	재료분리	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 거더에 발생한 파손 및 박락, 들뜸, 재료분리 등의 손상은 시공시 외부 충격, 다짐불량으로 발생한 것으로 판단되며, 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 거더와 동일한 방법으로 근접조사를 실시하였다.



가로보 전경

【사진 7.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에 경미한 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 조사된 손상으로는 균열(폭 0.3mm미만), 균열부 백태, 들뜸 및 박락, 철물노출 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 7.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)		철물노출 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	0.05	1	0.14	3	-	-	0.58	2	0.11	11
S3	-	-	-	-	-	-	0.03	3	-	-	0.09	9
S4	0.80	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	6
합계	0.80	2	0.05	1	0.14	3	0.03	3	0.58	2	0.26	26

			
손상현황	• S2 CB2 G1~2 백태 (0.1×1.0)	손상현황	• S2 CB1 G2~3 들뜸 (0.1×0.1)
원 인	• 표면 습기흡착, 장기공용	원 인	• 손상부 우수유입, 손상진전
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S4 CB2 G2~3 백태 (1.0×2.0)	손상현황	• S4 CB1 G2~3 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 표면 습기흡착, 장기공용	원 인	• 초기 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 CB2 G3~4 철물노출 (6EA)	손상현황	• S1 들뜸 보수완료
원 인	• 시공미흡(마감불량)	원 인	-
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 7.3.7】 가로보 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 기 발생한 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었으며, 들뜸 손상에 대해서는 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었다.

【표 7.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.80	2	0.80	2	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.50	1	0.05	1	▼ 0.45	오기
	백태	m ²	0.14	3	0.14	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.03	3	0.03	3	— —	변동없음
	들뜸	m ²	0.71	5	0.58	2	▼ 0.13	일부 보수
	철물노출	m ²	0.26	26	0.26	26	— —	변동없음

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 기 손상은 대부분 시공미흡에 따른 손상으로 피복부족, 다짐부족 등에 따른 손상으로 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으나, 시설물의 내구성 저하방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 자작4교(상)의 교대형식은 A1, A2 모두 역T형으로 시공되었으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보 및 점검로를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락 및 철근노출, 누수 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

【표 7.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		박락, 표면박리 (m/개소)		박락 및 철근노출 (m/개소)		법면 이격 (m/개소)		실런트이격 (m/개소)		누수 (m/개소)		콘크리트퇴적 (개소)	
A1	4.70	3	0.50	1	2.00	4	-	-	-	-	1.50	1	1.00	1	1.00	1
A2	1.50	3	-	-	-	-	0.15	1	1.50	1	-	-	-	-	1.00	1
합계	6.20	6	0.50	1	2.00	4	0.15	1	1.50	1	1.50	1	1.00	1	2.00	2

			
손상현황	• A1 홍벽 균열(폭 0.3mm미만)	손상현황	• A2 홍벽 박락(2.0×0.3)
원 인	• 초기 건조수축, 온도변화	원 인	• 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 홍벽 박락 및 철근노출(0.5×0.3)	손상현황	• A2 법면 이격
원 인	• 시공미흡, 외부충격	원 인	• 시공이후 잔류침하
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 7.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 기 발생한 손상에 대한 진전은 미미한 것으로 조사되었으며, 망상균열, 박락 및 철근노출 등의 신규 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 7.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.70	3	6.20	6	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	박락, 표면박리	m ²	1.20	1	2.00	4	▲ 0.80	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	—	—	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
	법면 이격	m	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	실런트 이격	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	누수	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열 등의 손상은 초기 건조수축 및 온도변화로 인해 발생되었으며, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다.
- 콘크리트 박락 및 철근노출, 표면박리 등의 손상은 거푸집 조기탈형, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차 손상 방지를 위해 단면보수 등의 보수가 필요하다.
- 폐콘크리트 퇴적은 신축이음 교체 공사후 후처리 미흡에 따른 손상으로 정비를 통한 청소가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 교각은 T형 4기로, 기초는 직접기초로 시공되었으며, 외관조사는 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었으며, 국부적으로 누수흔적, 침식 등의 손상이 확인되었다.

【표 7.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		침식 (㎡/개소)	
P1	3.50	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	3.10	2	1.00	1	1.20	1	2.00	1	16.70	11	—	—
P3	2.40	3	—	—	2.50	2	0.01	1	—	—	0.24	1
합계	9.00	10	1.00	1	3.70	3	2.01	2	16.70	11	0.24	1

			
손상현황	• P1 코핑 및 기둥부 누수흔적(1.0×6.0)	손상현황	• P3 기둥부 백태(0.5×4.0)
원 인	• 우수유입	원 인	• 우수침투, 표면열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 코핑부 누수흔적(0.2×2.0)	손상현황	• P2 코핑부 균열(폭 0.3mm이상)
원 인	• 우수유입	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• P3 기둥부 망상균열(1.0×2.0)	손상현황	• P3 기둥부 침식
원 인	• 거푸집 조기탈형	원 인	• 수분흡착, 재료열화
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 7.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검 비교시, 기 발생한 손상에 대한 진전은 미미한 것으로 확인되었으며, 금회 정밀조사로 인한 일부 균열이 신규 확인 되었다.

【표 7.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.00	10	9.00	10	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	망상균열	m ²	3.70	3	3.70	3	— —	변동없음
	백태	m ²	2.01	2	2.01	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	16.70	11	16.70	11	— —	변동없음
	침식	m ²	0.24	1	0.24	1	— —	변동없음
	받침표지판 탈락	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	손상중복

4) 검토의견

- 교각의 기 손상인 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화, 공용년수 증가 등에 의한 손상으로 시설물의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 백태 및 누수흔적의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용중 열화에 의한 손상으로 표면처리 등의 보수가 필요한 상태이며, 침식의 경우 지속적인 습기흡착으로 인한 재료열화 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 자작4교(상)의 받침은 탄성받침으로 총 32기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 점검 세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.

↕	↑	↕	↕	↕	↑	↕	↕
↕	●	↔	↔	↔	↑	↕	↔
↔	↑	↕	↕	↕	●	↔	↕
↕	↑	↕	↕	↕	↑	↕	↕
A1	P1		P2		P3		A2

【그림 5.3.1】 교량받침 배치도



【사진 7.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침의 기능저하를 초래하는 손상은 없는 것으로 확인되었으나, 일부 구간에서 받침물탈 균열, 스톱퍼 협착, 표지판 탈락 등의 경미한 손상이 조사되었다.

【표 7.3.11】 교량반침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		스토퍼 협착 (개소)		받침표지판 탈락 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—
P1	2.00	10	—	—	—	—
P2	0.40	2	—	—	1.00	1
P3	0.60	6	—	—	—	—
A2	—	—	1.00	1	—	—
합계	3.00	18	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• P2 받침 표지판 탈락	손상현황	• P3-SH8 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 외부충격	원 인	• 초기 건조수축, 온도변화
조치방안	• 재설치	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-SH2 스톱퍼 협착	손상현황	• P2-SH7 플레이트 도장보수
원 인	• 시공미흡	원 인	—
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 7.3.13】 교량반침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 발생한 손상에 대한 신규 손상이 확인되었으며, 플레이트 부식은 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 다만, 조사된 손상에 대해서는 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수 보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

【표 7.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

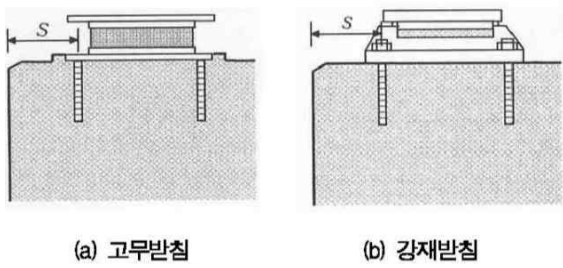
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침물탈 균열 (0.3mm미만)	m	3.00	18	3.00	18	- -	변동없음
	스토퍼 협착	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	상부플레이트 부식	EA	15.00	15	-	-	▼ 15.00	전구간보수
	받침표지판 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에 발생한 균열, 스토퍼 협착 등의 손상은 공용년수가 경과함에 따라 발생한 경미한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수는 필요치 않으며, 주기적인 주의관찰을 실시하여 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교량받침의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있으므로, 소요의 연단거리가 확보되어야 한다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



- 거더의 경간길이 100m 이하
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
 - 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
- 여기서, L은 경간길이(m)

【그림 7.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 7.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 (L=30.0m) : $200 + 5 \times 30.0 = 350.0(\text{mm})$

【표 7.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		350	570	570	570	570	O.K
P1	A1측	350	510	510	510	510	O.K
	A2측	350	650	650	660	660	O.K
P2	A1측	350	500	500	500	500	O.K
	A2측	350	550	550	550	550	O.K
P3	A1측	350	620	610	610	600	O.K
	A2측	350	600	600	610	600	O.K
A2		350	610	610	610	610	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화에 의해 생기는 이동량에 대해서 충분한 여유량을 가져야 한다.



【사진 7.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

【표 7.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	
P1		고정단						
P2	A1	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	
	A2	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	
P3		고정단						
A2		27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	
1) 조사당시 온도 : 12.1°C (조사일 : 2023년 4월 27일, 평균온도, 양평)								
2) 검토온도 : $-15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (한랭지방, 콘크리트교)								

【표 7.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-5	49	59	8.1	6.9	±54	O.K
	SH2	-5	49	59			±54	O.K
	SH3	-5	49	59			±54	O.K
	SH4	-5	49	59			±54	O.K
P1	고정단							
P2 시점부	SH1	-10	44	64	16.3	13.7	±54	O.K
	SH2	-10	44	64			±54	O.K
	SH3	-10	44	64			±54	O.K
	SH4	-10	44	64			±54	O.K
P2 종점부	SH5	-15	39	69	16.3	13.7	±54	O.K
	SH6	-15	39	69			±54	O.K
	SH7	-15	39	69			±54	O.K
	SH8	-15	39	69			±54	O.K
P4	고정단							
A2	SH1	0	54	54	8.1	6.9	±54	O.K
	SH2	0	54	54			±54	O.K
	SH3	0	54	54			±54	O.K
	SH4	0	54	54			±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3								

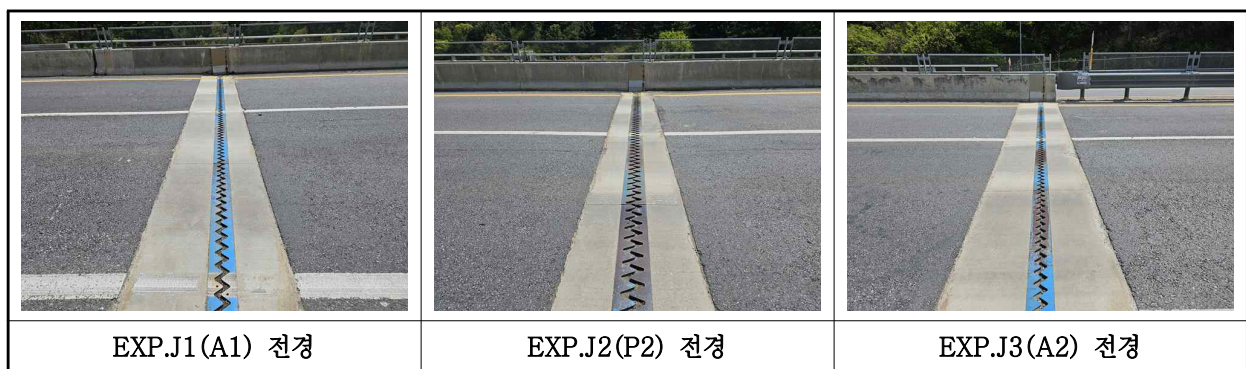
② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과, 교량받침 전 개소에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음장치는 직접 차량하중을 받는 부재로써, 설계 및 시공의 결함은 차량통행자에게 불편감 및 위협감을 줄 뿐만 아니라 경우에 따라서는 교량구조에도 악영향을 미칠 수 있는 장치이다.
- 본 교량의 신축이음장치는 A1(NO.50), A2(NO.50), P2(NO.80) 핑거조인트로 시공된 상태이다.
- 신축이음의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사 및 측정을 실시하였다.



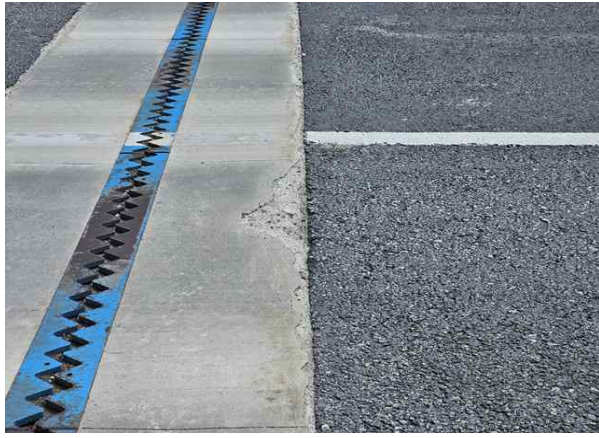
【사진 7.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 22년도에 신축이음 교체이력이 있는 것으로 확인되었으며, 조사된 손상으로는 기 손상인 후타재 균열, 파손 및 박락, 표면 부식, 유간 토사퇴적이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 후타재 파손 및 차수판 볼트탈락 등이 추가로 조사되었다.

【표 7.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		후타재 파손, 박락 (㎡/개소)		표면부식 (㎡/개소)		유간토사퇴적 (m/개소)		차수판 덮개탈락 (개소)		차수판 볼트탈락 (개소)		신축이음장치 설치불량 (개소)	
A1 (EXP J3)	7.50	17	—	—	0.25	2	10.00	1	—	—	—	—	—	—
P2 (EXP J2)	8.40	28	1.30	3	0.20	1	10.00	1	1.00	1	—	—	—	—
A2 (EXP J3)	15.00	30	3.00	3	0.25	2	10.00	1	—	—	3.00	3	1.00	1
합계	30.90	75	4.30	6	0.70	5	30.00	3	1.00	1	3.00	3	1.00	1

			
손상현황	• A1 유간 토사퇴적(10.0)	손상현황	• A1 후타재 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 차량충격 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 후타재 파손(0.1×1.0)	손상현황	• A2 후타재 박락(0.2×7.0)
원 인	• 차량 윤하중, 시공미흡	원 인	• 차량 윤하중 및 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P2 차수판 탈락(1EA)	손상현황	• A1 차수판 탈락 정비실시
원 인	• 공용 중	원 인	—
조치방안	• 재설치	조치방ان	—

【사진 7.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 차수판 덮개탈락에 대한 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 후타재 파손, 박락, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 신규 발생한 것으로 조사되었다.

【표 7.3.17】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

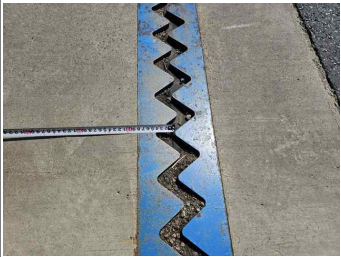
구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	30.90	75	30.90	75	— —	변동없음
	후타재 파손, 박락	m ²	—	—	4.30	6	▲ 4.30	신규손상
	표면부식	m ²	0.70	5	0.70	5	— —	변동없음
	유간토사퇴적	m	30.00	3	30.00	3	— —	변동없음
	차수판 덮개탈락	EA	2.00	2	1.00	1	▼ 1.00	일부보수
	차수판 볼트탈락	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
	신축이음장치 설치불량	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	신축이음하부 누수	m	31.50	3	—	—	▼ 31.50	손상중복

4) 검토의견

- 신축이음은 22년도에 전 구간 교체이력이 있는 상태이나, 공용년수가 경과함에 따라 국부적으로 손상이 발생한 상태이다. 기 점검이후 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 후타재 파손 및 박락 등의 신규 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 후타재 발생한 균열의 경우, 초기 건조수축 및 차량 윤하중 등에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전시 표면처리 등의 일괄 보수를 실시하여야 하며, 후타재 파손 및 박락의 경우 주행성 확보를 위한 단면보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적, 차수판 탈락 및 볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 유간 토사퇴적의 경우 신축이음장치의 원활한 기능을 위하여 주기적인 정비 등의 조치를 실시하고, 차수판 탈락은 교량 하부로의 우수유입 방지를 위한 재설치가 필요한 것으로 판단된다.
- 22년도 교체이력이 있는 신축이음에 대해서는 기 발생한 손상에 대해 하자보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-15℃ ~ 35℃ (한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2023. 04. 27. 기온 적용: 12.1℃(일평균) RC교 ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 12.1^{\circ}\text{C} = 22.9^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-15.0^{\circ}\text{C} - (12.1^{\circ}\text{C}) = 27.1^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 7.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 7.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	43.0	80.0	140.0	
P2	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	60.0	143.0	216.0	
A2	27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	43.0	70.0	90.0	

1) 조사당시 온도 : 12.1℃(조사일 : 2023년 04월 27일, 평균온도, 양평)

2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 7.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	-8.1	6.9	43.0	50	34.9	36.1	O.K
	바닥판			80.0	-	-	73.1	O.K
	거더			140.0	-	-	133.1	O.K
P2	신축이음	-16.3	13.7	60.0	80	43.7	46.3	O.K
	바닥판			143.0	-	-	129.3	O.K
	거더			216.0	-	-	202.3	O.K
A2	신축이음	-8.1	6.9	43.0	50	34.9	36.1	O.K
	바닥판			70.0	-	-	63.1	O.K
	거더			90.0	-	-	83.1	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 자작4교(상)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 시공되어있다.
- 교면포장의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사를 실시하였다.



교면포장 전경

【사진 7.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태이며, S1 구간에 경미한 아스콘 망상균열 발생한 것으로 조사되었다.

【표 7.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	아스콘 망상균열 (㎡/개소)	
S1	2.50	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	2.50	1

			
손상현황	• S1 아스콘 망상균열(0.5×5.0)	손상현황	• S1 시공이음부 이격 보수 실시
원 인	• 장기공용, 시공미흡	원 인	—
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 7.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 아스콘 망상균열이 신규로 확인되었으며, 시공이음부 이격 손상에 대해서는 보수가 실시된 것으로 조사되었다.

【표 7.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	—	—	2.50	1	▲ 2.50	신규손상
	시공이음부 이격	m	30.00	1	—	—	— 30.00	전구간보수

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과, 지속적인 차량의 윤회중, 공용년수 증가함에 따라 아스콘 망상균열이 신규로 발생하였으며, 현재 통과차량의 주행성에 미치는 영향은 적은 것으로 판단되며, 시급한 보수보다는 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 자작4교(상)의 상부는 그레이팅 덮개로 마감된 배수구, 하부는 전 구간에서 육교형 배수관으로 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 갓길측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 7.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구는 막힘 손상이 일부 확인되었으며, 배수관은 누수 및 막힘, 지지대 풀림, 변형 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 7.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소)		배수관 막힘 (개소)		배수관 누수 (개소)		배수관지지대 풀림 (개소)		배수관 변형 (개소)	
S1	3.00	3	—	—	1.00	1	—	—	1.00	1
S2	—	—	—	—	2.00	2	1.00	1	—	—
S3	4.00	4	1.00	1	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	7.00	7	1.00	1	3.00	3	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• P1 배수관 변형	손상현황	• S1 배수관 누수
원 인	• 외부충격	원 인	• 이음부 실링 노후화
조치방안	• 재설치	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S2 배수관 누수	손상현황	• S2 배수관 지지대 폴립
원 인	• 이음부 실링 노후화	원 인	• 지지대 노후화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 재설치
			
손상현황	• S3 배수관 막힘	손상현황	• S3 배수구 막힘
원 인	• 비산물 퇴적	원 인	• 비산물 퇴적
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 7.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 배수구 막힘 손상이 신규 조사되었으며, 그 외 손상은 진전이나 추가 손상은 발생되지 않은 상태이다.

【표 7.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	—	—	7.00	7	▲ 7.00	신규손상
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 누수	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	배수관지지대 풀림	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 변형	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위해 주기적인 정비를 실시한다.
- 배수관에 발생한 막힘, 누수, 지지대 풀림 및 변형 등의 경우 외부 충격, 재료의 노후화에 의한 손상이며 원활한 배수를 위하여 정비가 필요한 것으로 판단된다. 배수시설은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 부속시설로 철재난간이 시공되어 있다.
- 방호벽에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열, 균열부 백태, 콘크리트 박리 등의 손상과 부속시설물인 텔리네이터 파손, 교명판 망실 등이 조사되었다.

【표 7.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		균열부백태 (m²/개소)		씰링재 균열 (m/개소)		박리, 표면박리 (m²/개소)		텔리네이트 파손 (개소)		교명판 망실 (개소)	
S1	5.20	9	—	—	14.50	4	0.22	3	—	—	0.08	1	—	—	—	—
S2	3.50	6	1.00	2	0.50	1	0.73	8	30.00	1	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	0.25	1	2.20	25	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	1.50	3	—	—	—	—	1.19	9	—	—	8.00	1	1.00	1	1.00	1
합계	10.20	18	1.00	2	15.25	6	4.34	45	30.00	1	8.08	2	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 방호벽 망상균열(0.5×4.0)	손상현황	• S1 방호벽 박리(0.1×0.8)
원 인	• 거푸집 조기탈형, 장기공용	원 인	• 외기영향, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 방호벽 균열(폭 0.3mm이상)	손상현황	• S4 중분대 박리(1.0×5.0)
원 인	• 건조수축, 장기공용 등	원 인	• 외기영향, 장기공용 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S4 델리네이터 탈락	손상현황	• S4 교명판 탈락
원 인	• 외부충격	원 인	• 설치미흡
조치방안	• 재설치	조치방안	• 재설치

【사진 7.3.24】 방호벽 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 텔리네이터 파손 손상이 신규로 조사되었으며, 금회 점검에서 표기오류로 인한 손상물량의 감소가 확인되었다.

【표 7.3.25】 방호벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중앙분리대	균열(0.3mm미만)	m	10.80	19	10.20	18	▼ 0.60	오기
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	2	1.00	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	15.25	6	15.25	6	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	24.70	44	4.34	45	▼ 20.36	오기
	씰링재 균열	m	30.00	1	30.00	1	— —	변동없음
	박리, 표면박리	EA	8.08	2	8.08	2	— —	변동없음
	텔리네이트 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	교명판 망실	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만, 이상), 콘크리트 박리, 텔리네이터 파손 등의 손상은 초기 건조수축, 온도변화, 공용년수 증가, 외부 충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리 및 주입보수, 단면보수 및 정비 등을 실시하는 것이 바람직하다.
- 균열부 백태 손상의 경우 균열부를 통한 우수유입 등의 수분침투로 인해 발생한 손상으로 손상의 정도는 경미하여 시급한 보수보다는 주의관찰후 손상 진전시 보수를 실시한다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량의 점검시설은 전 구간에 설치되어 있으며, 출입 사다리는 갯길측에 위치하고 있다.
- 교량 점검시설에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 점검시설에 대한 점검결과, 교각에 설치된 점검시설의 출입로에 설치된 점검문 파손 등이 조사되었다.

【표 7.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	점검문 파손	
A1	—	—
P1	—	—
P2	1.00	1
P3	1.00	1
A2	—	—
합계	2.00	2

			
손상현황	• P3 점검문 파손	손상현황	• P2 점검문 파손
원 인	• 시공미흡, 외부충격	원 인	• 외부충격
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 7.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 점검문 파손이 신규 발생한 것으로 확인되었다.

【표 7.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검시설	점검문 파손	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 구간에서 점검시설의 점검문 파손이 확인되었다. 기 손상은 외부 충격 및 설치 미흡에 따른 손상으로 시설물의 유지관리를 위하여 정비가 필요한 상태이다. 또한, 점검시설의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

타. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

7.3.3 현장조사 총괄표

【표 7.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	18.00	5	
	망상균열	m ²	3.50	2	
	망상균열 및 백태	m ²	1.20	1	
	균열부백태	m ²	0.33	2	
	백태	m ²	4.70	4	
	파손, 박락, 박리, 들뜸	m ²	1.85	7	
	파손 및 철근노출	m ²	0.30	1	
	누수	m	3.00	7	
	열화	m ²	0.50	1	
거더	백태	m ²	0.15	1	
	파손	m ²	0.11	2	
	박락	m ²	0.04	1	
	들뜸	m ²	0.02	1	
	재료분리	m ²	0.08	1	
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.80	2	
	균열부백태	m ²	0.05	1	
	백태	m ²	0.14	3	
	박락	m ²	0.03	3	
	들뜸	m ²	0.58	2	
	철물노출	m ²	0.26	26	
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.20	6	
	망상균열	m ²	0.50	1	
	박락, 표면박리	m ²	2.00	4	
	박락 및 철근노출	m ²	0.15	1	
	범면 이격	m	1.50	1	
	실린트 이격	m	1.50	1	
	누수	m	1.00	1	
	폐콘크리트 퇴적	EA	2.00	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.00	10	
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	
	망상균열	m ²	3.70	3	
	백태	m ²	2.01	2	
	누수흔적	m ²	16.70	11	
	침식	m ²	0.24	1	

【표 7.3.28】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3mm미만)	m	3.00	18	
	스토퍼 협착	EA	1.00	1	
	받침표지판 탈락	EA	1.00	1	
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	30.90	75	
	후타재 파손, 박락	m ²	4.30	6	
	표면부식	m ²	0.70	5	
	유간토사퇴적	m	30.00	3	
	차수판 덮개탈락	EA	1.00	1	
	차수판 볼트탈락	EA	3.00	3	
	신축이음장치 설치불량	EA	1.00	1	
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	2.50	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	7.00	7	
	배수관 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 누수	EA	3.00	3	
	배수관지지대 풀림	EA	1.00	1	
	배수관 변형	EA	1.00	1	
방호벽 및 중앙분리대	균열(0.3mm미만)	m	10.20	18	
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	2	
	망상균열	m ²	15.25	6	
	균열부백태	m ²	4.34	45	
	셀링재 균열	m	30.00	1	
	박리, 표면박리	EA	8.08	2	
	텔리네이트 파손	EA	1.00	1	
	교명판 망실	EA	1.00	1	
점검시설	점검문 파손	EA	2.00	2	

7.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 7.3.29】 기 점검과의 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하 면	균열(0.3mm미만)	m	18.00	5	18.00	5	— —	변동없음
	망상균열	m ²	3.50	2	3.50	2	— —	변동없음
	망상균열 및 백태	m ²	—	—	1.20	1	▲ 1.20	누락
	균열부백태	m ²	3.30	2	0.33	2	▼ 2.97	오기
	백태	m ²	3.00	2	4.70	4	▲ 1.70	신규손상
	파손, 박락, 박리, 들뜸	m ²	1.22	2	1.85	7	▲ 0.63	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
	누수	m	3.00	7	3.00	7	— —	변동없음
	열화	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	물끓기흙미시공	m	120.00	4	—	—	▼ 120.00	전구간보수
거더	백태	m ²	—	—	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
	파손	m ²	0.11	2	0.11	2	— —	변동없음
	박락	m ²	—	—	0.04	1	▲ 0.04	신규손상
	들뜸	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	재료분리	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.80	2	0.80	2	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.50	1	0.05	1	▼ 0.45	오기
	백태	m ²	0.14	3	0.14	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.03	3	0.03	3	— —	변동없음
	들뜸	m ²	0.71	5	0.58	2	▼ 0.13	전구간보수 신규손상
	철물노출	m ²	0.26	26	0.26	26	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.70	3	6.20	6	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	박락, 표면박리	m ²	1.20	1	2.00	4	▲ 0.80	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	—	—	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
	법면 이격	m	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	실린트 이격	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	누수	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.00	10	9.00	10	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	망상균열	m ²	3.70	3	3.70	3	— —	변동없음
	백태	m ²	2.01	2	2.01	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	16.70	11	16.70	11	— —	변동없음
	침식	m ²	0.24	1	0.24	1	— —	변동없음
	반침표지판 탈락	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	손상중복

【표 7.3.29】 기 점검과의 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3㎜미만)	m	3.00	18	3.00	18	— —	변동없음
	스토퍼 협착	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	상부플레이트 부식	EA	15.00	15	—	—	▼ 15.00	전구간보수
	받침표지판 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3㎜미만)	m	30.90	75	30.90	75	— —	변동없음
	후타재 파손, 박락	m ²	—	—	4.30	6	▲ 4.30	신규손상
	표면부식	m ²	0.70	5	0.70	5	— —	변동없음
	유간토사퇴적	m	30.00	3	30.00	3	— —	변동없음
	차수관 덮개탈락	EA	2.00	2	1.00	1	▼ 1.00	일부보수
	차수관 볼트탈락	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
	신축이음장치 설치불량	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	신축이음하부 누수	m	31.50	3	—	—	▼ 31.50	손상중복
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	—	—	2.50	1	▲ 2.50	신규손상
	시공이음부 이격	m	30.00	1	—	—	— 30.00	전구간보수
배수시설	배수구 막힘	EA	—	—	7.00	7	▲ 7.00	신규손상
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 누수	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	배수관지시대 폴립	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 변형	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽 및 중앙분리대	균열(0.3㎜미만)	m	10.80	19	10.20	18	▼ 0.60	오기
	균열(0.3㎜이상)	m	1.00	2	1.00	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	15.25	6	15.25	6	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	24.70	44	4.34	45	▼ 20.36	오기
	씰링재 균열	m	30.00	1	30.00	1	— —	변동없음
	박리, 표면박리	EA	8.08	2	8.08	2	— —	변동없음
	델리네이트 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	교명판 망실	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
점검시설	점검문 파손	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

7.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

7.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 7.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	50m 마다	연장 50m마다	3	3	3	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	1	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

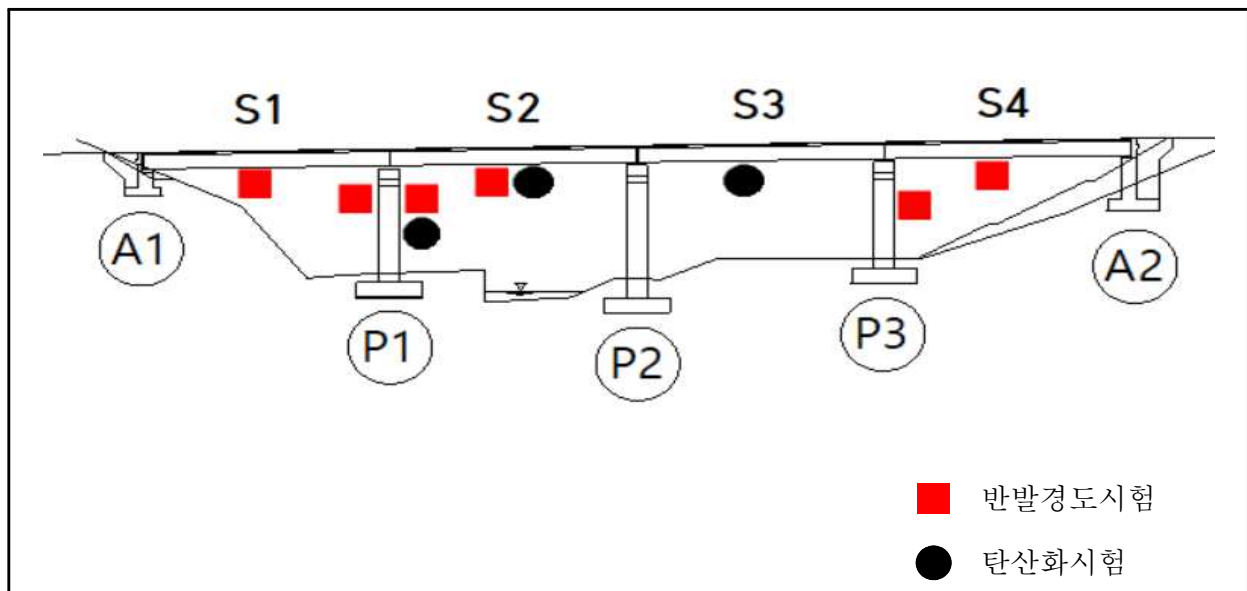
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 7.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 7.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

7.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 6개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 7.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2	바닥판	60.6	37.1	33.5	0.63	27.0	
	S4	바닥판	60.1	36.7	33.3			

【표 7.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	거더	53.2	43.0	52.8	0.63	40.0	

【표 7.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	57.2	34.4	32.0	0.63	24.0	
	P3	교각	53.5	31.4	30.3			
	P1(비건전)	교각	55.2	32.8	31.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과, 상부구조 바닥판 33.3~37.1MPa, 거더 43.0~52.8MPa, 하부
구조 30.3~34.4MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부구조: 바닥판 27.0MPa, 거더 40.0MPa,
하부구조: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실
시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 7.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	33.3~37.1	27.0	123.3~137.4
	거더	43.0~52.8	40.0	107.8~132.0
하부구조	교각	30.3~34.4	24.0	126.3~143.3

② 기 점검결과와의 비교

【표 7.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	전회 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	30.7~31.2	33.3~37.1	27.0
	거더	—	43.0~52.8	40.0
	교각	28.7~30.4	30.3~34.4	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 7.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S2 바닥판	1.0	34.0	33.0	0.28	100년이상	a
	S3 바닥판	1.5	36.0	34.5	0.42	100년이상	a
	P1 코핑부	6.0	84.0	78.0	1.66	100년이상	a
하부구조	P3 코핑부	5.0	79.0	74.0	1.39	100년이상	a

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 7.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0~1.5	33.0~34.5	
하부구조	6.0	78.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 7.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	전회 정밀안전점검			금회 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이(mm)	잔여깊이(mm)	평가 결과	탄산화깊이(mm)	잔여깊이(mm)	평가 결과	
상부구조	3.5	56.5	a	1.0~1.5	33.0~34.5	a	
하부구조	2.3~5.9	94.1~107.7	a	6.0	78.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 7.4.10】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	33.3~37.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	43.0~52.8	40.0	
	하부구조	교각	30.3~34.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0~34.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		78.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 7.4.11】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			전회 정밀안전점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	30.7~31.2		33.3~37.1		■ 강도저하 없음
		거더	-		43.0~52.8		
	하부구조	교각	28.7~30.4		30.3~34.4		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		56.5	a	33.0~34.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		94.1~107.7	a	78.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

7.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

7.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

【표 7.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSCI	b	b	a	b	b	b	c	a	b	q	-	-
S2	P1	PSCI	b	b	b	a	b	c	-	b	b	q	a	a
S3	P2	PSCI	c	b	b	a	b	b	c	b	c	q	a	-
S4	P3	PSCI	b	b	b	a	b	b	-	b	b	q	-	-
	A2	PSCI	-	-	-	-	-	-	c	a	b	q	-	-
평균			0.250	0.200	0.175	0.125	0.200	0.250	0.400	0.160	0.240	0.000	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.045	0.040	0.009	0.009	0.006	0.005	0.036	0.014	0.048	0.000	0.004	0.003
													0.219	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.219) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 7.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
자작4교(상)	0.219	B	120.0	2	240.0	1.000	0.219
합계(Σ)			120.0	2	240.0	1.000	0.219
1. 평가지수							0.219
2. 상태평가결과 =							B

7.5.2 기 점검 결과와의 비교

- 기존 정밀안전점검 이후 일부 부재에 보수가 실시되었으나, 바닥판하면, 교대 및 교각, 신축이음 등의 부재에 균열, 파손, 철근노출 등의 손상이 발생되었고, 하자보수로 인한 결함점수 하락폭 대비 신규손상으로 인한 결함점수 증가폭이 더 높아 결함점수가 전회차 대비 증가하였다.

【표 7.5.3】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

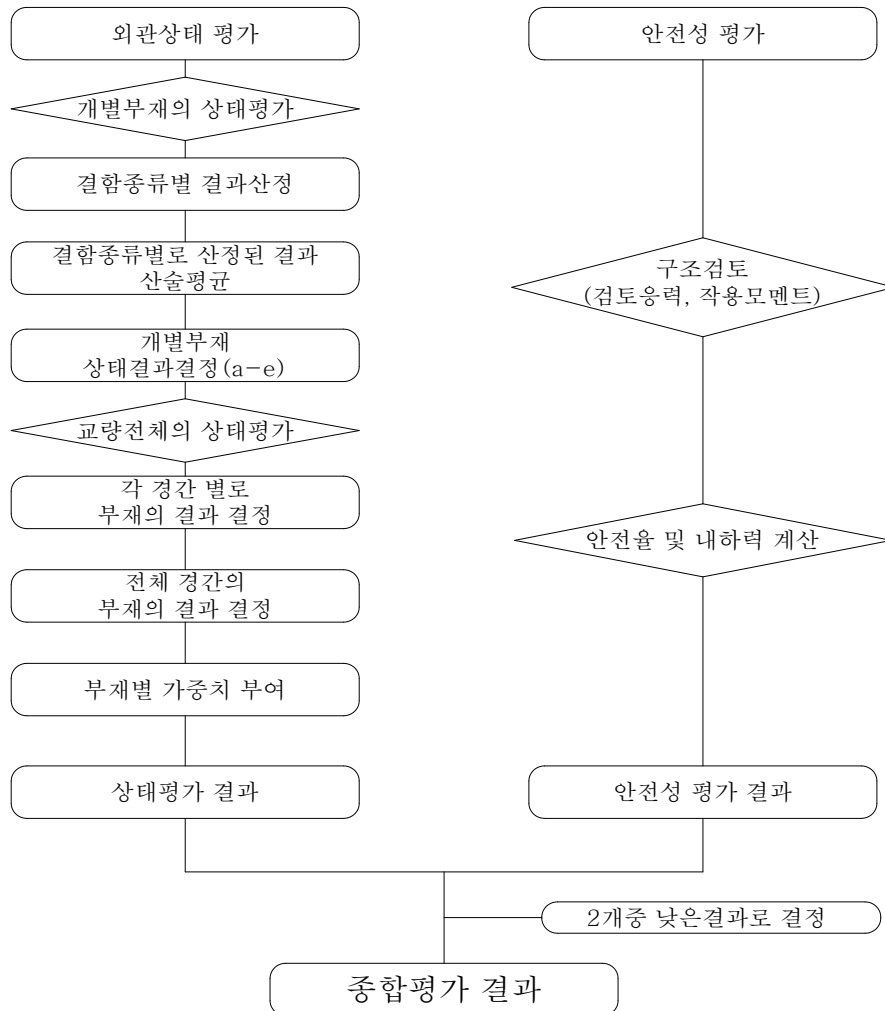
구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.199	0.219
상태평가결과	B	B
총 평	•금회 정밀점검 결과, 자작4교(상)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. •전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.199에서 0.219로 0.020 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. •환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 보수로 인한 결함점수 하락폭 보다 신규손상으로 인한 결함점수 증가폭이 더 높아 결함점수가 전회차 대비 증가하였다.	

7.6 종합평가 및 안전등급 지정

7.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 7.6.1】 종합평가 결과 산정절차

7.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

【표 7.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
자작4교(상)	0.219	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

7.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 7.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

7.7 보수·보강 및 유지관리방안

7.7.1 보수·보강 방안

【표 7.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	손상 물량	개소	보수 단위	보수 물량	보수방안	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	18.00	5	m ²	6.75	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	4.70	3	m ²	7.05	표면처리	2순위
	균열부백태	m ²	5.03	6	m ²	7.55	표면처리	2순위
	파손, 박락, 박리, 들뜸	m ²	1.85	7	m ²	2.78	단면보수	1순위
	파손 및 철근노출	m ²	0.30	1	m ²	0.45	단면보수	1순위
	누수	m	3.00	7	m	4.50	주의관찰	4순위
	열화	m ²	0.50	1	m ²	0.75	표면처리	3순위
거더	백태	m ²	0.15	1	m ²	0.22	표면처리	2순위
	들뜸, 박락, 파손	m ²	0.17	4	m ²	0.26	단면보수	1순위
	재료분리	m ²	0.08	1	m ²	0.12	단면보수	2순위
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.80	2	m ²	0.30	표면처리	2순위
	균열부 백태	m ²	0.19	4	m ²	0.29	표면처리	2순위
	들뜸, 박락	m ²	0.61	5	m ²	0.92	단면보수	2순위
	철물노출	m ²	0.26	26	m ²	0.39	단면보수	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.20	6	m ²	2.33	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	0.50	1	m ²	0.75	표면처리	2순위
	박락, 표면박리	m ²	2.00	4	m ²	3.00	단면보수	1순위
	박락 및 철근노출	m ²	0.15	1	m ²	0.22	단면보수	1순위
	법면 이격	m	1.50	1	m	2.25	주의관찰	4순위
	실런트 이격	m	1.50	1	m	2.25	주의관찰	4순위
	누수	m	1.00	1	m	1.50	주의관찰	4순위
	폐콘크리트 퇴적	EA	2.00	2	EA	2.00	정비	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.00	10	m ²	3.38	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	m	1.50	주입보수	1순위
	망상균열	m ²	3.70	3	m ²	5.55	표면처리	2순위
	백태	m ²	2.01	2	m ²	3.01	표면처리	2순위
	누수흔적	m ²	16.70	11	m ²	25.05	표면처리	3순위
	침식	m ²	0.24	1	m ²	0.36	주의관찰	4순위

【표 7.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	손상 물량	개소	보수 단위	보수 물량	보수방안	우선 순위
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3㎜미만)	m	3.00	18	m ²	1.13	표면처리	2순위
	스토퍼 협착	EA	1.00	1	EA	1.50	주의관찰	4순위
	받침표지판 탈락	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3㎜미만)	m	30.90	75	m ²	46.35	하자보수	—
	후타재 파손, 박락	m ²	4.30	6	m ²	40.50	하자보수	—
	표면부식	m ²	0.70	5	m ²	3.00	하자보수	—
	유간토사퇴적	m	30.00	3	m	3.00	하자보수	—
	차수판 덮개탈락	EA	1.00	1	EA	1.00	하자보수	—
	차수판 볼트탈락	EA	3.00	3	EA	3.00	하자보수	—
	신축이음장치 설치불량	EA	1.00	1	EA	1.00	하자보수	—
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	2.50	1	m ²	3.75	아스콘 패칭	2순위
배수시설	배수구 막힘	EA	7.00	7	EA	7.00	정비	2순위
	배수관 막힘	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	2순위
	배수관 누수	EA	3.00	3	EA	3.00	정비	3순위
	배수관지시대 폴립	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
	배수관 변형	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
방호벽 및 중앙분리대	균열(0.3㎜미만)	m	10.20	18	m ²	15.30	표면처리	2순위
	균열(0.3㎜이상)	m	1.00	2	m	1.50	주입보수	2순위
	망상균열	m ²	15.25	6	m ²	22.88	표면처리	2순위
	균열부백테	m ²	4.34	45	m ²	6.51	표면처리	2순위
	씰링재 균열	m	30.00	1	m	30.00	실란트시공	3순위
	박리, 표면박리	m ²	8.08	2	m ²	12.12	단면보수	2순위
	텔리네이트 파손	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
	교명판 망실	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
점검시설	점검문 파손	EA	2.00	2	EA	2.00	정비	3순위

7.7.2 개략공사비

【표 7.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	18.00	6.75	m ²	85	574	2순위
	망상균열	표면처리	4.70	7.05	m ²	85	599	2순위
	균열부백태	표면처리	5.03	7.55	m ²	85	642	2순위
	파손, 박락, 박리, 들뜸	단면보수	1.85	2.78	m ²	260	723	1순위
	파손 및 철근노출	단면보수	0.30	0.45	m ²	260	117	1순위
	열화	표면처리	0.50	0.75	m ²	85	64	3순위
거더	백태	표면처리	0.15	0.22	m ²	85	19	2순위
	들뜸, 박락, 파손	단면보수	0.17	0.26	m ²	260	68	1순위
	재료분리	단면보수	0.08	0.12	m ²	260	31	2순위
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.80	0.30	m ²	85	26	2순위
	균열부 백태	표면처리	0.19	0.29	m ²	85	25	2순위
	들뜸, 박락	단면보수	0.61	0.92	m ²	260	239	2순위
	철물노출	단면보수	0.26	0.39	m ²	260	101	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.20	2.33	m ²	85	198	2순위
	망상균열	표면처리	0.50	0.75	m ²	85	64	2순위
	박락, 표면박리	단면보수	2.00	3.00	m ²	260	780	1순위
	박락 및 철근노출	단면보수	0.15	0.22	m ²	260	57	1순위
	폐콘크리트 퇴적	정비	2.00	2.00	EA	70	140	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.00	3.38	m ²	85	287	2순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	65	98	1순위
	망상균열	표면처리	3.70	5.55	m ²	85	472	2순위
	백태	표면처리	2.01	3.01	m ²	85	256	2순위
	누수흔적	표면처리	16.70	25.05	m ²	85	2,129	3순위

【표 7.7.2】 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	3.00	1.13	㎡	85	96	2순위
	받침표지판 탈락	정비	1.00	1.00	EA	50	50	3순위
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3㎜미만)	하자보수	30.90	11.59	㎡	—	—	—
	후타재 파손, 박락	하자보수	4.30	40.50	㎡	—	—	—
	표면부식	하자보수	0.70	3.00	㎡	—	—	—
	유간토사퇴적	하자보수	30.00	3.00	m	—	—	—
	차수판 덮개탈락	하자보수	1.00	1.00	EA	—	—	—
	차수판 볼트탈락	하자보수	3.00	3.00	EA	—	—	—
교면포장	아스콘 망상균열	아스콘 패칭	2.50	3.75	㎡	45	169	2순위
배수시설	배수구 막힘	정비	7.00	7.00	EA	70	490.0	2순위
	배수관 막힘	정비	1.00	1.00	EA	70	70	2순위
	배수관 누수	정비	3.00	3.00	EA	100	300	3순위
	배수관지지대 풀림	정비	1.00	1.00	EA	70	70	3순위
	배수관 변형	정비	1.00	1.00	EA	70	70	3순위
방호벽 및 중앙분리대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	10.20	3.83	㎡	85	326	2순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.00	1.50	m	65	98	2순위
	망상균열	표면처리	15.25	22.88	㎡	85	1,945	2순위
	균열부백태	표면처리	4.34	6.51	㎡	85	553	2순위
	셀링재 균열	실란트시공	30.00	30.00	m	50	1,500	3순위
	박리, 표면박리	단면보수	8.08	12.12	㎡	260	3,151	2순위
	델리네이트 파손	정비	1.00	1.00	EA	50	50	3순위
	교명판 망실	정비	1.00	1.00	EA	100	100	3순위
점검시설	점검문 파손	정비	2.00	2.00	EA	100	200	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,843		10,431		4,673		
	재경비 (순공사비의 50%)	922		5,216		2,337		
	합계	2,765		15,647		7,010		
개략공사비 총계(천원)		25,422						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

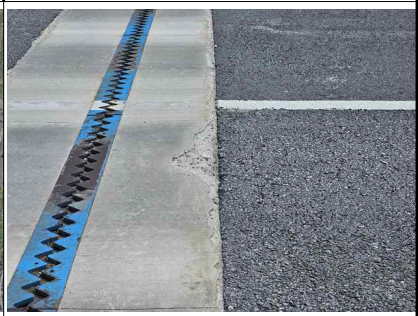
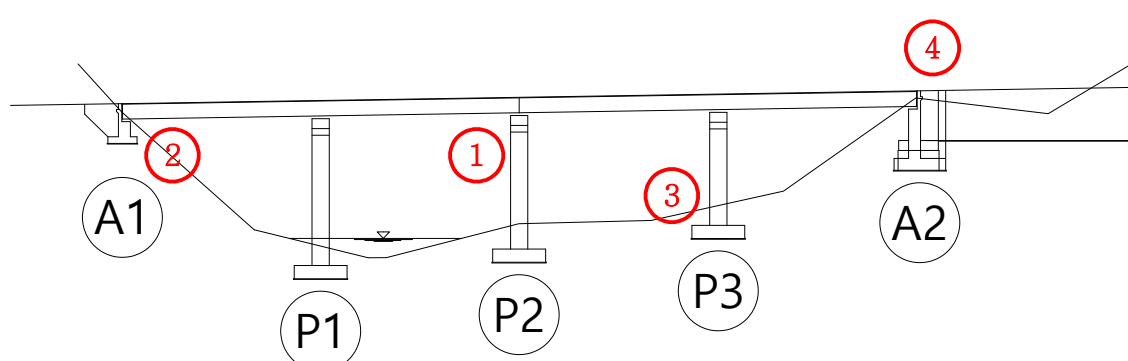
7.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 7.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	- 방호벽 손상여부 점검 - 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	- 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검) - 배수관 연결상태 및 누수여부 점검
바닥판	- 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	- 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	- 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 가동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	- 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 가동 여유량 지속적 관리
하부구조	- 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 바닥판 하면 파손 및 철근노출, 백태 - 진전 여부확인	② 교대 수직균열 - 진전 여부확인	
		
③ 교각 균열, 침식 - 진전 여부확인		④ 신축이음 후타재 박리, 박락 등 - 진전 여부확인
		

7.8 종합결론

본 시설물은 국도37호선상의 경기도 가평군 상면 읍길리에 위치한 2중 도로교량으로서, 총 연장 120.0m, 폭 10.5m로 시공되었으며, 2010년 12월에 준공되어 약 13년이 경과된 시설물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

7.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 균열 및 망상균열(폭 0.3mm미만), 백태, 파손 및 철근노출, 들뜸 등의 손상이 확인되었으며, 기 점검이후 신규 손상 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다. 또한, 물끊기홈 미시공은 전 구간에 걸쳐 시공된 것으로 확인되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 및 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

2) 거더

- 거더에 대한 현장조사 결과, 대체로 양호한 것으로 조사되었으며, 일부 구간에 경미한 단면 손상이 발생하였다. 거더에 발생한 파손 및 박락, 들뜸, 재료분리 등의 손상은 시공시 외부 충격, 다짐불량으로 발생한 것으로 판단되며, 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에 경미한 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 조사된 손상으로는 균열(폭 0.3mm미만), 균열부 백태, 들뜸 및 박락, 철물노출 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다. 가로보에 발생한 기 손상은 대부분 시공미흡에 따른 손상으로 피복 부족, 다짐부족 등에 따른 손상으로 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으나, 시설물의 내구성 저하방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락 및 철근노출, 누수 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었다. 교대에 조사된 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열 등의 손상은 초기 건조수축 및 온도변화로 인해 발생되었으며, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었으며, 국부적으로 누수흔적, 침식 등의 손상이 확인되었다. 교각의 기 손상인 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화, 공용년수 증가 등에 의한 손상으로 시설물의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침의 기능저하를 초래하는 손상은 없는 것으로 확인되었으나, 일부 구간에서 받침몰탈 균열, 스토퍼 협착, 표지판 탈락 등의 경미한 손상이 조사되었다. 전회 점검이후, 발생한 손상에 대한 신규 손상이 확인되었으며, 플레이트 부식은 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 다만, 조사된 손상에 대해서는 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과, 22년도에 신축이음 교체이력이 있는 것으로 확인되었으며, 조사된 손상으로는 기 손상인 후타재 균열, 파손 및 박락, 표면 부식, 유간 토사퇴적이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 후타재 파손 및 차수판 볼트탈락 등이 추가로 조사되었다. 후타재 발생한 균열의 경우, 초기 건조수축 및 차량 윤하중 등에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전시 표면처리 등의 일괄 보수를 실시하여야 하며, 후타재 파손 및 박락의 경우 주행성 확보를 위한 단면보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 22년도 교체이력이 있는 신축이음에 대해서는 기 발생한 손상에 대해 하자보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모두 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태이며, S1 구간에 경미한 아스콘 망상균열 발생한 것으로 조사되었다. 교면포장의 현장조사 결과, 지속적인 차량의 윤하중, 공용년수 증가함에 따라 아스콘 망상균열이 신규로 발생하였으며, 현재 통과차량의 주행성에 미치는 영향은 적은 것으로 판단되며, 시급한 보수보다는 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구는 막힘 손상이 일부 확인되었으며, 배수관은 누수 및 막힘, 지지대 풀림, 변형 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위해 주기적인 정비를 실시한다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열, 균열부 백태, 콘크리트 박리 등의 손상과 부속시설물인 텔리네이터 파손, 교명판 망실 등이 조사되었다. 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만, 이상), 콘크리트 박리, 텔리네이터 파손 등의 손상은 초기 건조수축, 온도변화, 공용년수 증가, 외부 충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리 및 주입보수, 단면보수 및 정비 등을 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설에 대한 점검결과, 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 구간에서 점검시설의 점검문 파손이 확인되었다. 기 손상은 외부 충격 및 설치 미흡에 따른 손상으로 시설물의 유지관리를 위하여 정비가 필요한 상태이다. 또한, 점검시설의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부, 추락방지시설은 본문의 교면포장, 신축이음장치, 교량 점검시설에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과, 상부구조 바닥판 33.3~37.1MPa, 거더 43.0~52.8MPa, 하부구조 30.3~34.4MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부구조: 바닥판 27.0MPa, 거더 40.0MPa, 하부구조: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 자작4교(상)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.219 으로 검토되었으며, 상태등급은 “B등급” 으로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 자작4교(상)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요한 것으로 판단된다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

7.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

7.8.3 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.