

1. 자작1교(상)－신팔방향

- 1.1 시설물 개요
- 1.2 자료수집 및 분석
- 1.3 현장조사
- 1.4 콘크리트 내구성조사
- 1.5 상태평가
- 1.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 1.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 1.8 종합결론

1. 자작1교(상)

1.1 시설물의 개요

본 시설물은 국도37호선상의 경기도 가평군 상면 읍길리에 위치한 2중 도로교량으로서, 총 연장 180.0m, 폭 14.0m로 시공되었으며, 2010년 12월에 준공되어 약 13년이 경과된 시설물이다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 자작1교(상) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2011-0000281	관리번호	-	
시설물위치		경기도 가평군 상면 읍길리	준공년월일	2010. 12. 29	
노 선 명		국도37호선	종별	2중 시설물	
제원	연장	L= 3@30.0+3@30.0 = 180.0m			
	폭	B=14.0m, 편도3차선			
구조 형식	상부	P.S.C 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	

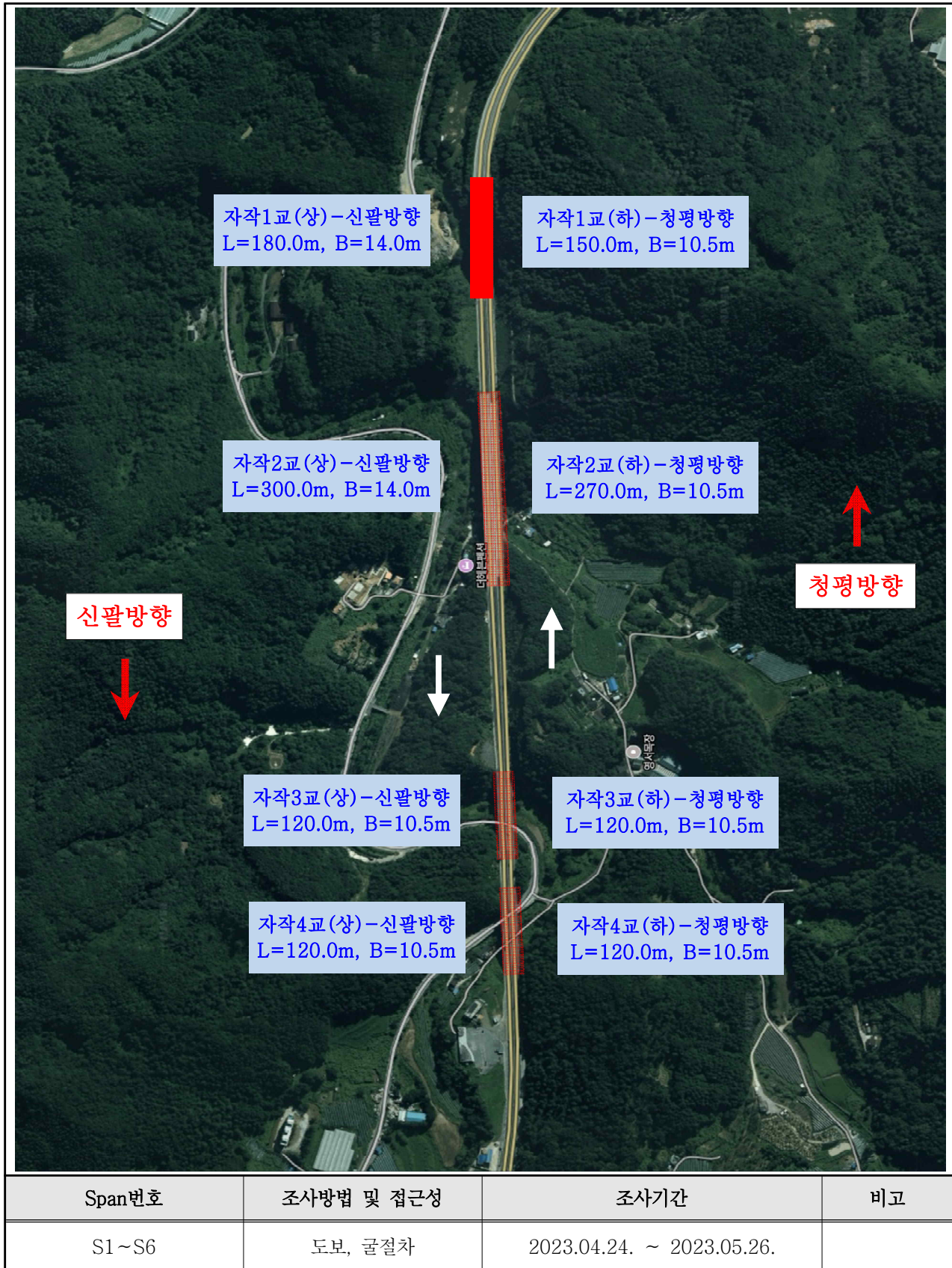


측면 전경



상부 전경

1.1.2 위치도 및 전경사진

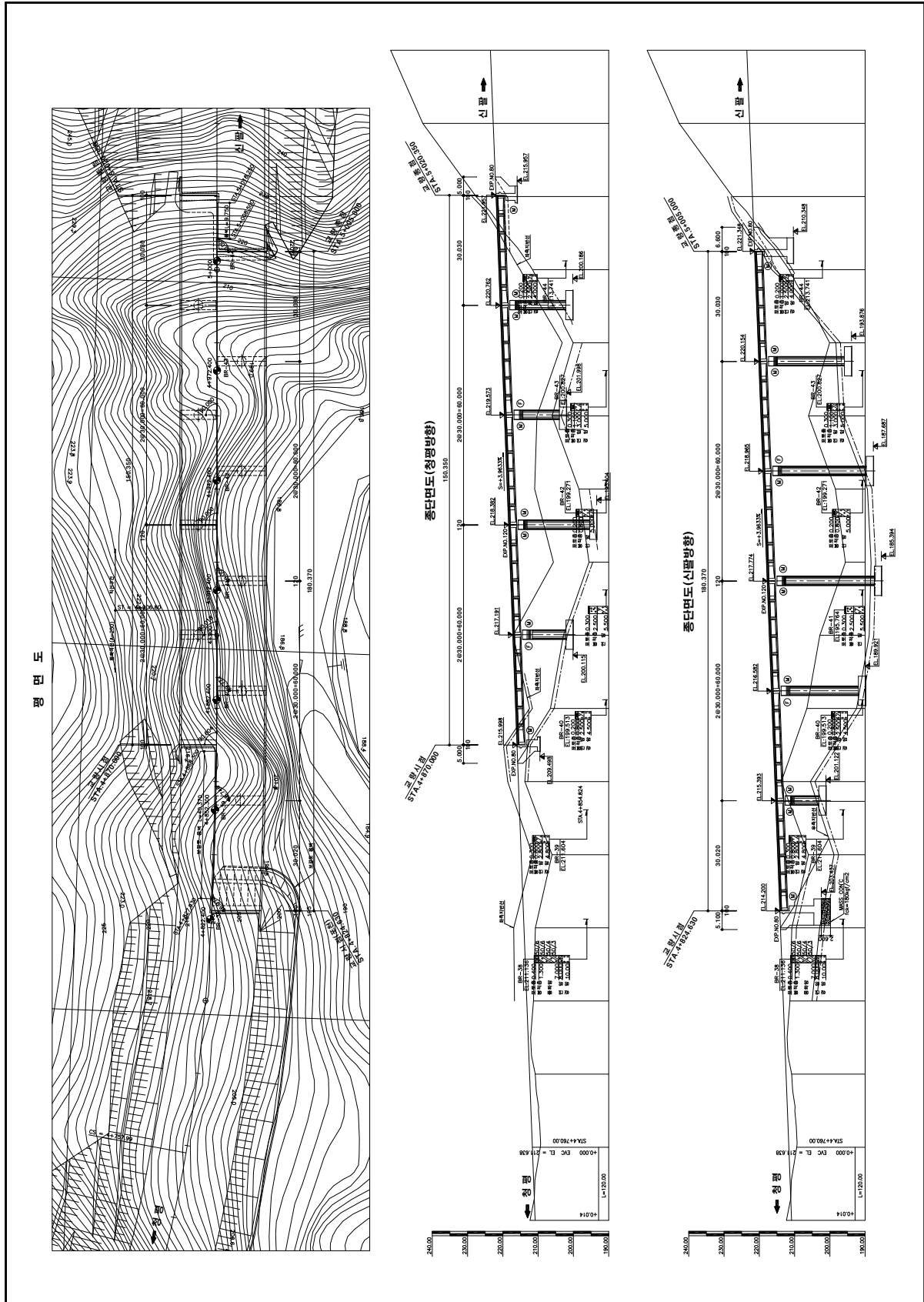


【그림 1.1.1】 위치도

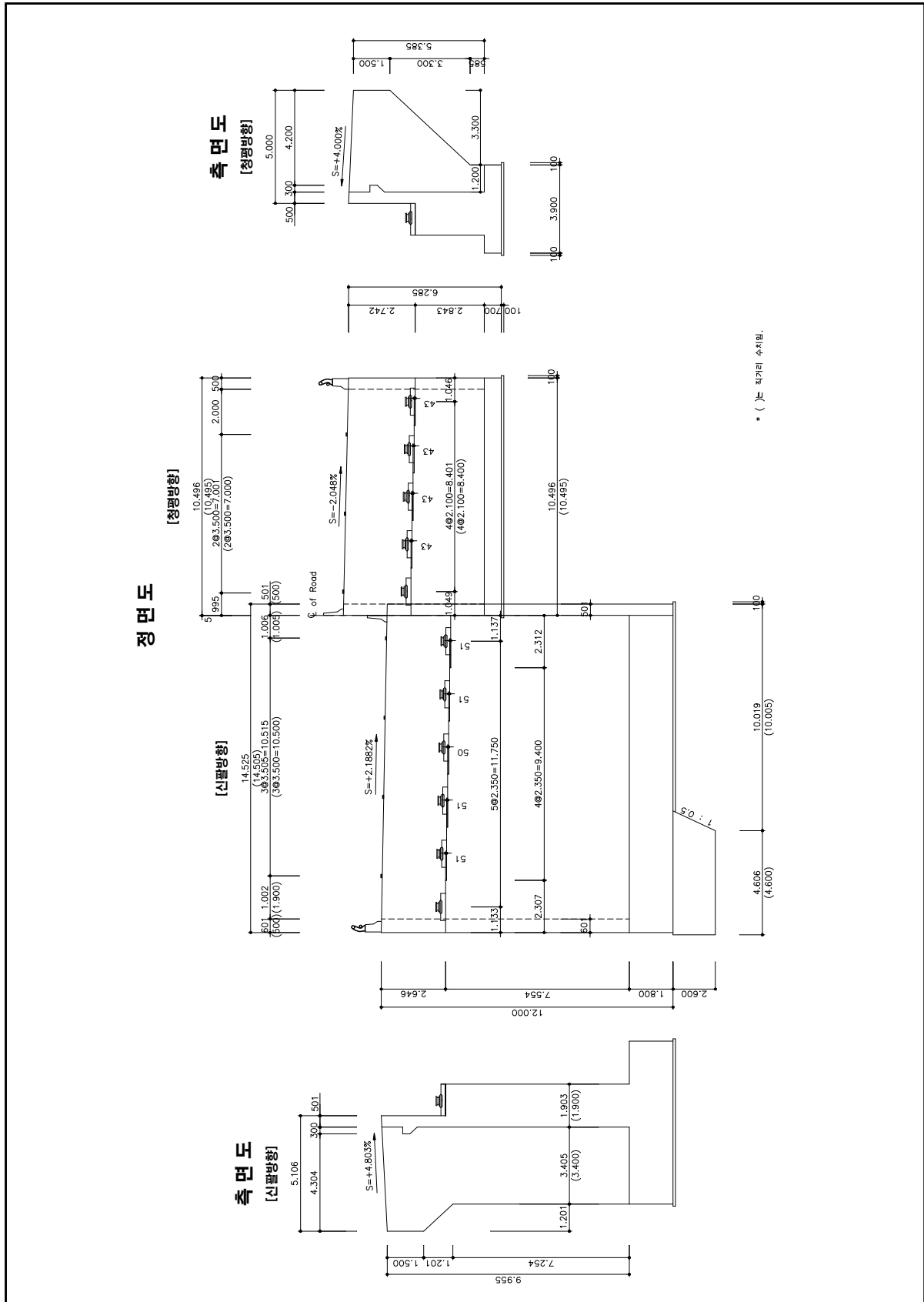
교면포장 전경	신축이음 전경
연석 및 난간 전경	거더 전경
교대(A1) 전경	교대(A2) 전경
교각 전경	교량받침 전경

【그림 1.1.2】 부재별 현황

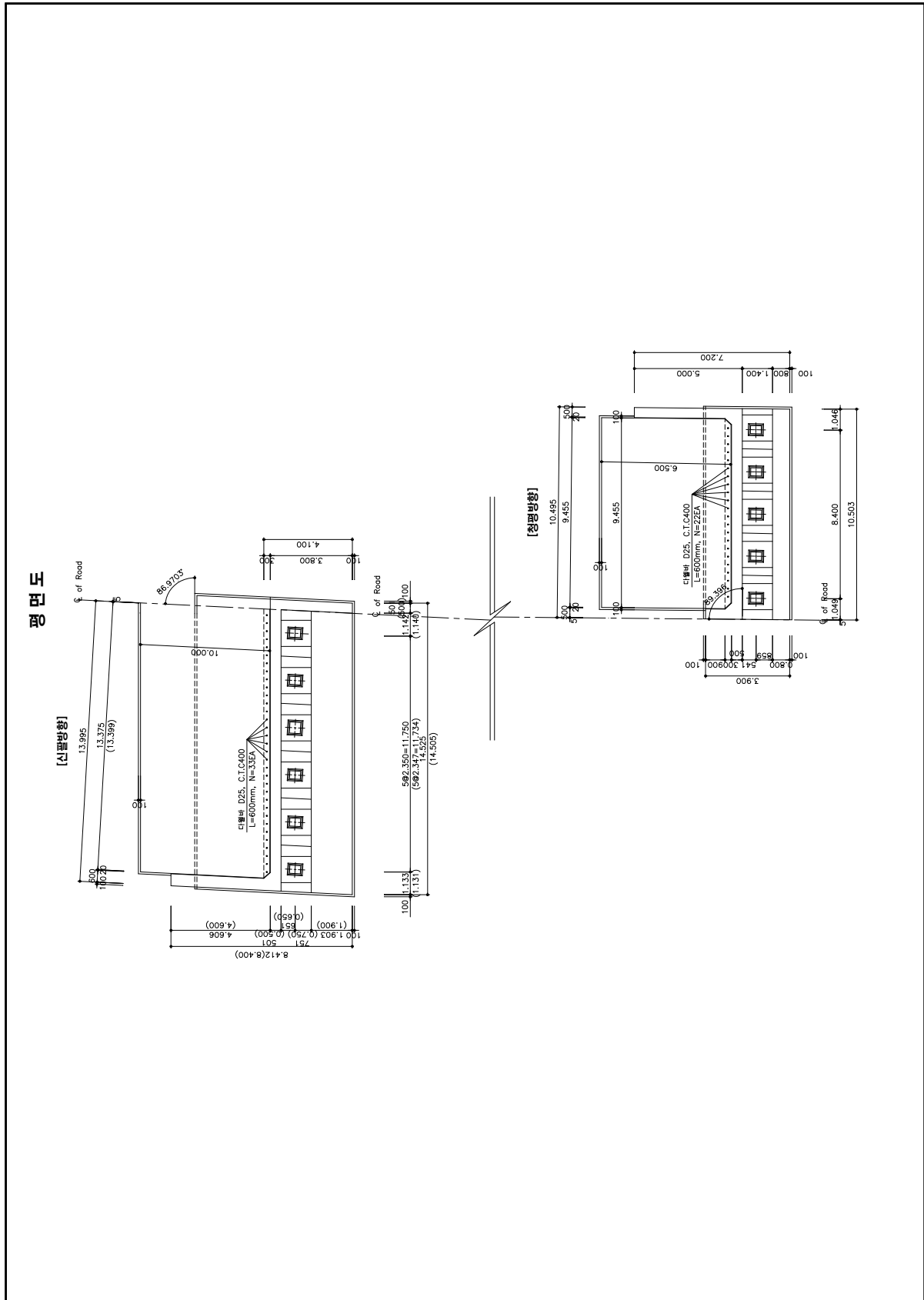
1.1.3 시설물 일반도



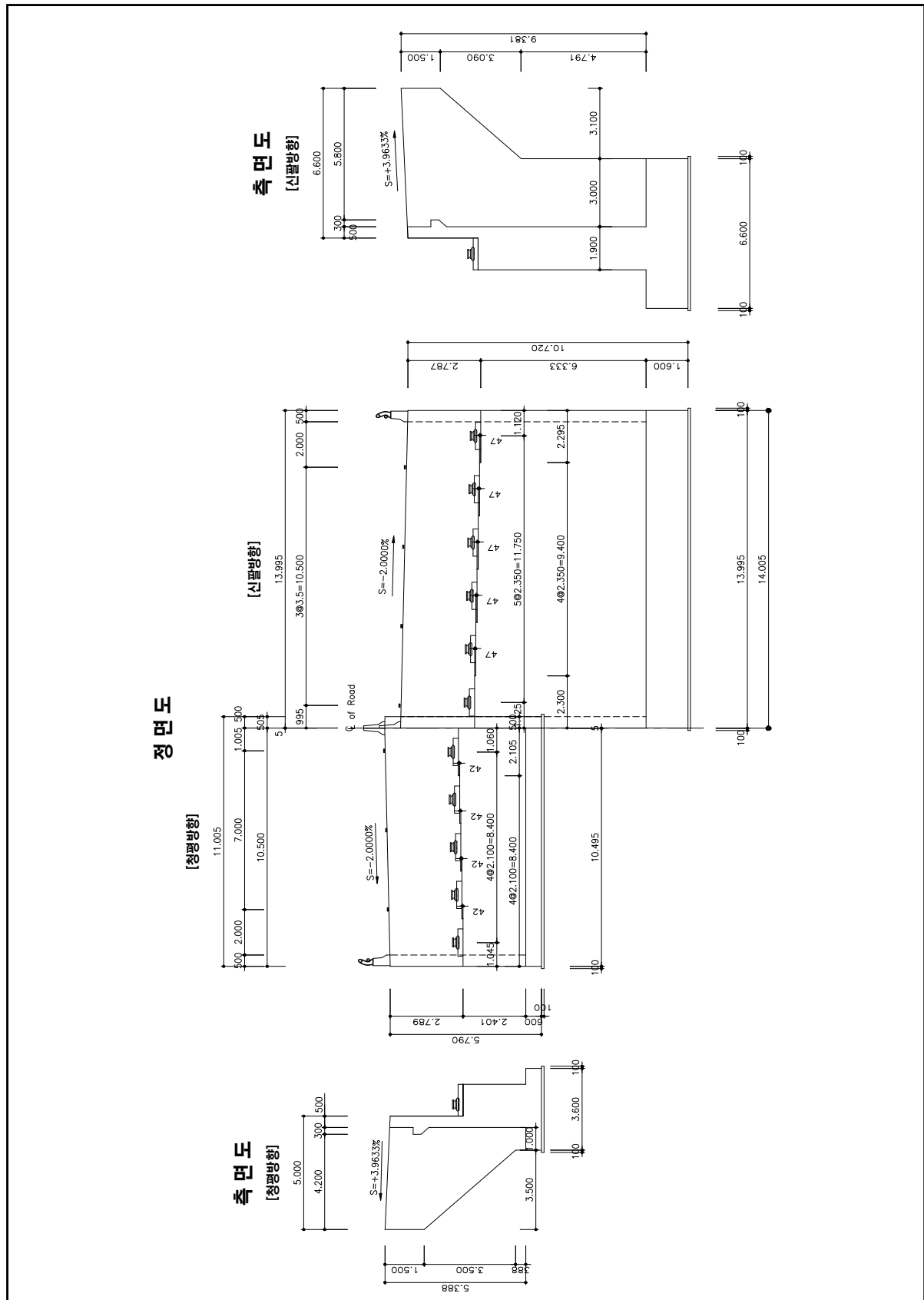
【그림 1.1.3】 평면도 및 종단면도

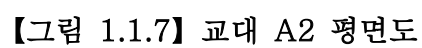


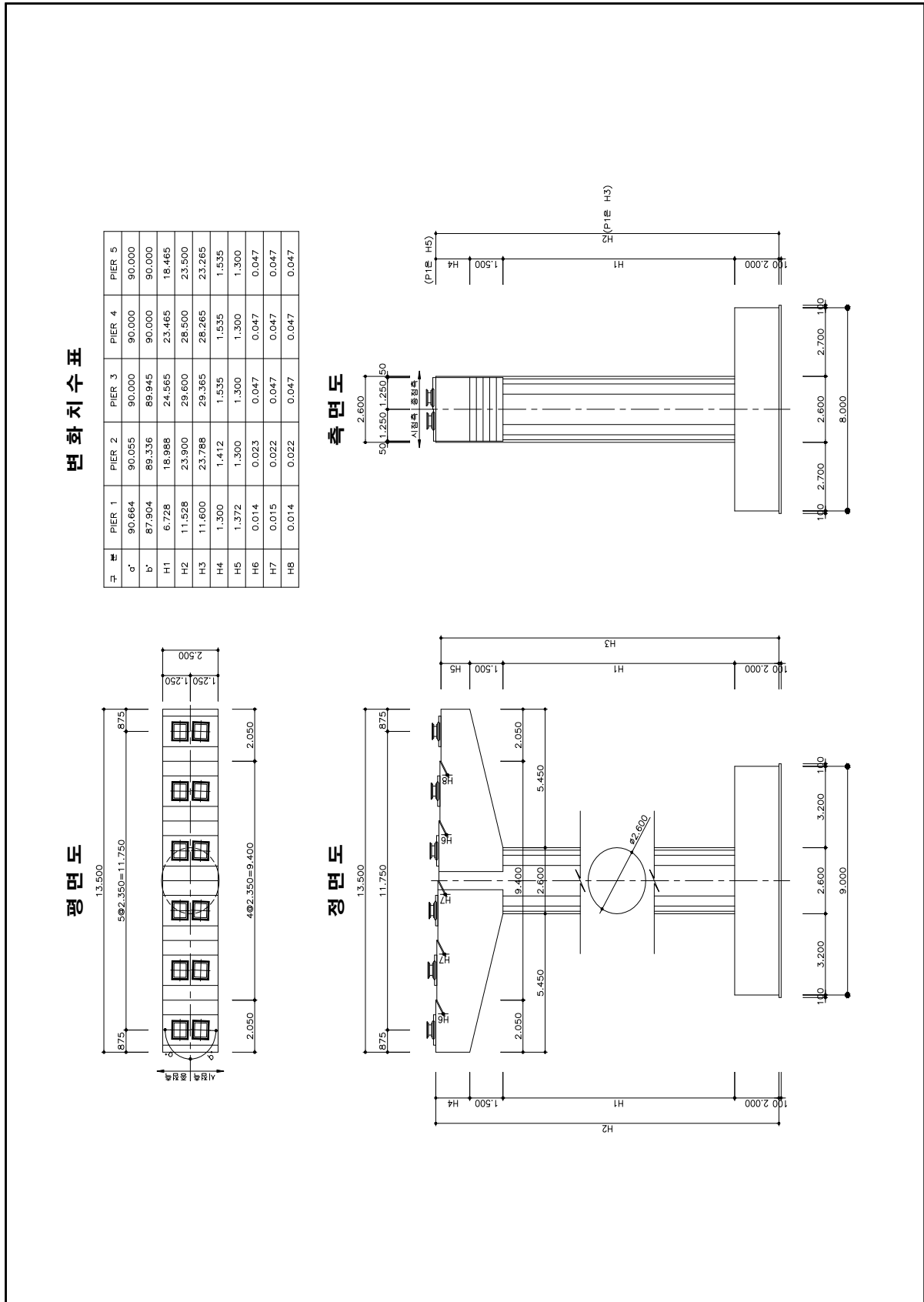
【그림 1.1.4】 교대 A1 정면도 및 측면도



【그림 1.1.5】 교대 A1 평면도







【그림 1.1.8】 교각 일반도

1.2 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 1.2.1】 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

자작1교(상)- 13

의 두께로 분포하고 있다.

본 중화암은 모암이 흙(중화암질류)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부서진 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, 풍화암층, 연암층 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	중화암층	연암층	경암층
구성토질	모래성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	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
N치별위	50/3	-	26/30~50/8	50/6~50/17	50/10~50/3	-	-
상태밀도	대단히조밀	느슨	분포조밀내지 대단히조밀	대단히조밀	대단히조밀	-	-

-74-

www.lwscorp.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 중화암층, 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	중화암층	연암층	경암층
구성토질	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	실트성인 모래 (SM)	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
N치별위	-	-	-	-	-	-
상태밀도	느슨	대단히조밀	조밀	대단히조밀	-	-

⑧ 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.

⑨ 풍적토층 (Alluvial Deposit)

① 매립토층 (Fill)

도로 및 제방 축조용 기타 실효적으로 형성된 지층으로서 시추공 No. BR-50, 51 위치에서만 중상부에 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 중상부에 0.5 m 이내의 두께로 분포하고 있다.

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

④ 중화암층 (Weathered Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 중화작용을 받아 형성된 층으로서 시추공 No. BR-53, 54 위치에서만 표토층 또는 풍적토층 하부에 1.2~4.2 m 내외의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실효적인 세립내지 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 풍화암층 하부 즉, 지표면으로부터 0.5~3.0 m 내외의 심도에 1.0~4.5 m의 두께로 분포하고 있다.

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

-75-

www.lwscorp.co.kr

유수의 운반목적 작용에 의하여 형성된 지층으로서 시추공 No. BR-57 위치에서만 중상부에 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(중화암질류)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부서진 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.lwscorp.co.kr

나. 지반 및 지질 조사보고서

교량부시추주상도

1매중 1

시공명	가항-선원간 도로확장 및 포장공사 실시부	시공구분	BR-36	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 4+764.7(97.00m)	표 고	EL. (+) 206.413 m
교량명	자작1교	시공방법	회전수체식	시공자	양 일 규
굴착심도	7.90 m	시공기	YT-150	작성자	윤 일 석
시공구분	BR	시공구분	BR	시공구분	BR
상 도 (m)	표 고 (m)	주 상 도 (m)	시 공 관 리	시 공 기	시 공 기
0.4	206.4	0.4	11	SM	12/30
2.2	204.2	1.8	18	SM	18
3.1	203.1	1.1	0	SM	0
3.5	202.7	0.2	32	SM	32
5	200.7	0.2	42	SM	42
7.9	198.4	0.2	0	SM	0
10	196.2	0.2	0	SM	0
11	194.0	0.2	0	SM	0
12	191.8	0.2	0	SM	0
13	189.6	0.2	0	SM	0
14	187.4	0.2	0	SM	0
15	185.2	0.2	0	SM	0
16	183.0	0.2	0	SM	0
17	180.8	0.2	0	SM	0
18	178.6	0.2	0	SM	0
19	176.4	0.2	0	SM	0
20	174.2	0.2	0	SM	0

-334-

www.tmscoop.co.kr

교량부시추주상도

1매중 1

시공명	가항-선원간 도로확장 및 포장공사 실시부	시공구분	BR-38	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 4+822.4	표 고	EL. (+) 210.220 m
교량명	자작1교	시공방법	회전수체식	시공자	양 일 규
굴착심도	10.00 m	시공기	YT-150	작성자	윤 일 석
시공구분	BR	시공구분	BR	시공구분	BR
상 도 (m)	표 고 (m)	주 상 도 (m)	시 공 관 리	시 공 기	시 공 기
0.4	209.6	0.4	11	SM	12/30
1.3	208.5	0.9	50/4	SM	50/4
2	207.4	0.9	50/4	SM	50/4
3	206.3	0.9	50/4	SM	50/4
5	204.1	0.9	50/4	SM	50/4
7.7	201.9	0.9	43	SM	43
8.8	200.7	1.0	100	SM	100
9	199.6	1.0	100	SM	100
10.0	198.5	1.0	55	SM	55
11	197.4	1.0	55	SM	55
12	196.3	1.0	55	SM	55
13	195.2	1.0	55	SM	55
14	194.1	1.0	55	SM	55
15	193.0	1.0	55	SM	55
16	191.9	1.0	55	SM	55
17	190.8	1.0	55	SM	55
18	189.7	1.0	55	SM	55
19	188.6	1.0	55	SM	55
20	187.5	1.0	55	SM	55

-335-

www.tmscoop.co.kr

교량부시추주상도

1매중 1

시공명	가항-선원간 도로확장 및 포장공사 실시부	시공구분	BR-39	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 4+852.3	표 고	EL. (+) 210.795 m
교량명	자작1교	시공방법	회전수체식	시공자	양 일 규
굴착심도	4.80 m	시공기	YT-150	작성자	윤 일 석
시공구분	BR	시공구분	BR	시공구분	BR
상 도 (m)	표 고 (m)	주 상 도 (m)	시 공 관 리	시 공 기	시 공 기
0.3	213.5	0.3	42	SM	42
0.8	213.0	0.5	100	SM	100
2.0	210.8	2.0	100	SM	100
4.8	206.0	2.0	65	SM	65
5	204.8	2.0	65	SM	65
6	203.6	2.0	65	SM	65
7	202.4	2.0	65	SM	65
8	201.2	2.0	65	SM	65
9	200.0	2.0	65	SM	65
10	198.8	2.0	65	SM	65
11	197.6	2.0	65	SM	65
12	196.4	2.0	65	SM	65
13	195.2	2.0	65	SM	65
14	194.0	2.0	65	SM	65
15	192.8	2.0	65	SM	65
16	191.6	2.0	65	SM	65
17	190.4	2.0	65	SM	65
18	189.2	2.0	65	SM	65
19	188.0	2.0	65	SM	65
20	186.8	2.0	65	SM	65

-337-

www.tmscoop.co.kr

교량부시추주상도

1매중 1

시공명	가항-선원간 도로확장 및 포장공사 실시부	시공구분	BR-40	조사일	2000. 3. .
발주처	서울지방국토관리청	위 치	STA. 4+882.4	표 고	EL. (+) 203.693 m
교량명	자작1교	시공방법	회전수체식	시공자	양 일 규
굴착심도	4.50 m	시공기	YT-150	작성자	윤 일 석
시공구분	BR	시공구분	BR	시공구분	BR
상 도 (m)	표 고 (m)	주 상 도 (m)	시 공 관 리	시 공 기	시 공 기
0.3	203.5	0.3	38	SM	38
0.8	203.0	0.5	100	SM	100
2.0	201.2	1.7	11	SM	11
3	200.1	1.7	100	SM	100
4.5	198.5	2.0	100	SM	100
5	197.4	2.0	100	SM	100
6	196.3	2.0	100	SM	100
7	195.2	2.0	100	SM	100
8	194.1	2.0	100	SM	100
9	193.0	2.0	100	SM	100
10	191.9	2.0	100	SM	100
11	190.8	2.0	100	SM	100
12	189.7	2.0	100	SM	100
13	188.6	2.0	100	SM	100
14	187.5	2.0	100	SM	100
15	186.4	2.0	100	SM	100
16	185.3	2.0	100	SM	100
17	184.2	2.0	100	SM	100
18	183.1	2.0	100	SM	100
19	182.0	2.0	100	SM	100
20	180.9	2.0	100	SM	100

-338-

www.tmscoop.co.kr

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

- 1) 형 식 : P.S.C BEAM 교
 2) 연 장 : 190.000 m (30.00 + 2 × 30.00 + 2 × 30.00 + 30.00)
 3) 폭 활 : 13.550 m
 4) 지 간 : 29.100 m , 주상열차 = 29.900 m
 5) BEAM간격 : 2.350
 6) 활 하 중 : DB-24, DL-24
 60 군수, 궤도 및 트레일러

- 7) 승객계수 : DB, DL : 1 = 15 / (40+1) ≤ 0.3
 전차하중 : 1 = 0.15 (군사구조물 참조)

8) 사용재료 :

(1) 콘크리트

$$f_{ck} = 270 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{ck} = 400 \text{ kgf/cm}^2$$

(2) 강 재

$$f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{장 선 : SPC7B } 12.7\text{m} \times 12\text{가닥, RELAXATION 강연선 2중}$$

$$A = 11.845 \text{ cm}^2$$

9) 허용응력

(1) 바닥판 콘크리트

$$f_{ck} = 0.4 \cdot f_{ck} = 108 \text{ kgf/cm}^2$$

(2) PRESTRESSED 콘크리트

① PRESTRESS 도입시의 압축강도

$$f_{ck} = 320 \text{ kgf/cm}^2$$

② PRESTRESS 도입직후 강도

$$\text{허용 압축응력 : } 0.55 \cdot f_{ck} = 176 \text{ kgf/cm}^2$$

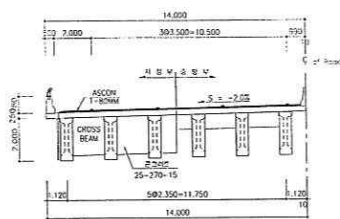
$$\text{허용 인장응력 : } 0.75 \cdot f_{ck} = 13.42 \text{ kgf/cm}^2$$

-1523-

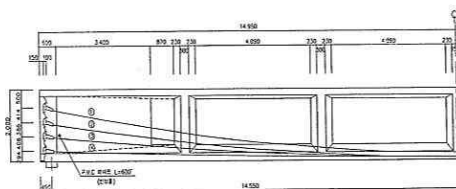
www.jwscorp.co.kr

2. 단면가장

평 단 면 도



측 면 도



-1525-

www.jwscorp.co.kr

③ 설계하중 적용시

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

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

(3) P.S.C 강재 (저RELAXATION 강재)

$$\text{각 활 강 도 } (f_{ps}) : 190 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{강 재 강 도 } (f_{ps}) : 160 \text{ kgf/cm}^2$$

① JACK에 의한 최대 긴장력

$$0.9 \cdot f_{ps} = 144 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_{max} = 144 \times 11.845 / 10 = 170.568 \text{ ton}$$

② 장작후 정착부에서의 응력

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

③ 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

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

10) 탄성계수

(1) 콘크리트

$$f_{ck} = 270 \text{ kgf/cm}^2$$

$$E_c = 15000 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 246475 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{ck} = 400 \text{ kgf/cm}^2$$

$$E_c = 10500 \cdot \sqrt{f_{ck}} + 70000 = 280000 \text{ kgf/cm}^2$$

(2) 강 재

① 참 관

$$E_s = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$$

② 강선

$$E_{ps} = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$$

11) 참고 문헌

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

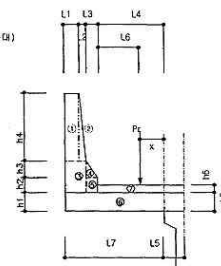
-1420-

www.jwscorp.co.kr

3. 바닥판의 설계

3.1 편도리버부

1) 좌측 편도리버부 (중문대)



h1 = 0.250 m	L1 = 0.090 m	콘크리트 단위중량 : 2.50 tonf/m³
h2 = 0.155 m	L2 = 0.060 m	아스팔트모장 단위중량 : 2.30 tonf/m³
h3 = 0.175 m	L3 = 0.125 m	상계 속도 : 80 km/h
h4 = 0.560 m	L4 = 0.420 m	트럭의 1축중량 (P1) : 9.60 tonf
h5 = 0.250 m	L5 = 0.360 m	곡률 반경 : 0 m
h6 = 0.060 m	L6 = 0.195 m	형크 설계속도 : 40 km/h
	L7 = 0.770 m	L6 = 0.350 m (양크레도 하중작용시)
		L6 = 0.4870 m (양크레도하중 작용작용시)

가) 사하중

NO.	작 용 하 중 (tonf)	거리 (m)	모멘트 (tonf · m)
1	$0.09 \times 0.56 \times 2.5$	= 0.126	0.650
2	$0.15 \times 0.06 \times 0.56 \times 2.5$	= 0.042	0.585
3	$0.15 \times 0.33 \times 2.5$	= 0.124	0.650
4	$0.125 \times 0.175 \times 2.5$	= 0.027	0.503
5	$0.125 \times 0.155 \times 2.5$	= 0.048	0.483
6	$0.77 \times 0.25 \times 2.5$	= 0.481	0.385
7	$0.42 \times 0.06 \times 2.5$	= 0.077	0.210
TOTAL		0.925	0.422

$$\Delta M = 0.422 \text{ tonf · m}$$

-1526-

www.jwscorp.co.kr

1. 설계 조건

1.1 일반 조건

1) 상부구조

- 구조형식 : P.S.C BEAM교
- 교량종류 : 1 등급 (내진 1 등급교)
- 연 장 : 3 뿔 30.0 + 3 뿔 30.0 = 180.37 m
- 기초깊이 : 14.555 m

2) 하부구조

- 구체형식 : 실근콘크리트 역T형식 교대
- 기초형식 : 직립기초

3) 가용발림의 마찰계수 : 0.15 (탄상발림, 175ton)

1.2 지반조건

지	명	기호	단위	조건
지	내부마찰각	ϕ_p	deg	35.0
지	단위중량	γ'_{s1}	1/m ³	2.2
지	지반의 점착력	c	-	5.0
변	기초저면 마찰계수	μ	-	0.5
변	기초저면 지반의 μ 값	μ	-	50
지	내부마찰각	ϕ	-	35.0
지	단위중량	γ'_{s2}	1/m ³	2.0
지	수중단위중량	γ'_{sat}	1/m ³	1.1
지	기초 극한강이	R_f	m	1.8

1.3 사용재료 및 허용응력도

재료	단위중량 (t/m ³)	재료	종	종	종	종
철근콘크리트	2.5	콘크리트	압축강도	240		
모래	2.0	모래	압축강도	3000		
흙	1.0					

-1743-

www.hwscorp.co.kr

1.4 하중 조건

1) 차량계수

$$K_H = A / 2 = 0.87 \quad (\text{변위를 허용한 독립교대})$$

여기서, A : 가속도계수 = 0.14 (내진 1 등급교)

2) 토압계수

· 정삼시 탄성계수 (Rankine의 토압공식)

$$K_A = \cos i \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}$$

· 정삼시 단면계수 (Coulomb의 토압공식)

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \phi) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \theta) \sin(\theta - \alpha)}{\cos(\theta + \phi) \cos(\theta - \alpha)} \right]}$$

· 지진시 (Mononobe-Okabe 해석)

$$K_H = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta - \gamma)}{\cos \theta \cos^2 \theta \cos(\theta + \beta + \gamma) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \theta) \sin(\theta - \beta - \gamma)}{\cos(\theta + \beta + \gamma) \cos(\theta - \beta)} \right]}$$

여기서, ϕ : 지반의 내부마찰각

θ : 지표면과 수평선이 이루는 각

γ : 뒷채움층의 경사각

β : 백라이트(콘크리트)와 흙 사이의 역전 마찰각

β : 교대배면의 수직에 대한 각 ($\beta = 0$)

θ : 백라이트와 수평선이 이루는 각 ($\theta = 0$)

θ : $\theta = \tan^{-1}(K_H / (1 - K_H))$ (연직지진계수는 고려하지 않음)

K_H : 수평지진계수

K_H : 연직지진계수

-1632-

www.hwscorp.co.kr

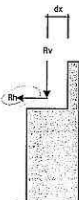
지산-48

· 토압계수의 계산

구분	단	단	단	단
구분	단	단	단	단
ϕ (deg)	35.0	35.0	35.0	35.0
α (deg)	0	0	0	0
θ (deg)	0	0	0	0
δ (deg)	0	$\delta / 3 = 11.667$	0	0
θ_r (deg)	0	0	4.004	4.004
β (deg)	-	-	0	0
γ (deg)	0	0	0	0
K_A, K_H	0.271	0.291	0.310	0.310

3) 상부구조 변위

종	단	단	단	단
종	단	단	단	단
연직력 (R_v)	사하중 (R_v)	t	50.102	50.102
연직력 (R_v)	활하중 (R_v)	t	10.243	-
연직력 (R_v)	계	t	40.345	50.102
수평력 (R_h)	사하중 (R_h)	t	4.515	2.107
수평력 (R_h)	활하중 (R_h)	t	0.000	-
수평력 (R_h)	계	t	4.515	2.107
하중의 작용위치 (d_s)	a		0.850	



4) 지표면 상태하중

- 정삼시 : $q = 1.00 \text{ t/m}^2$
- 지진시 : $q = 0.00 \text{ t/m}^2$

1.5 참고 문헌

- 도로표준시방서 (건설부, 1996)
- 콘크리트 구조설계기준 (건설부, 1999)
- 도로설계요령 (한국도로공사, 1992)

-1745-

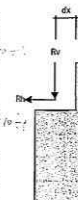
www.hwscorp.co.kr

· 토압계수의 계산

구분	단	단	단	단
구분	단	단	단	단
ϕ (deg)	35.0	35.0	35.0	35.0
α (deg)	0	0	0	0
θ (deg)	0	0	0	0
δ (deg)	0	$\delta / 3 = 11.667$	0	0
θ_r (deg)	0	0	4.004	4.004
β (deg)	-	-	0	0
γ (deg)	0	0	0	0
K_A, K_H	0.271	0.291	0.310	0.310

3) 상부구조 변위

종	단	단	단	단
종	단	단	단	단
연직력 (R_v)	사하중 (R_v)	t	31.177	31.177
연직력 (R_v)	활하중 (R_v)	t	10.609	-
연직력 (R_v)	계	t	41.786	31.177
수평력 (R_h)	사하중 (R_h)	t	4.677	2.182
수평력 (R_h)	활하중 (R_h)	t	0.000	-
수평력 (R_h)	계	t	4.677	2.182
하중의 작용위치 (d_s)	a		0.512	



4) 지표면 상태하중

- 정삼시 : $q = 1.00 \text{ t/m}^2$
- 지진시 : $q = 0.00 \text{ t/m}^2$

1.5 참고 문헌

- 도로표준시방서 (건설부, 1996)
- 콘크리트 구조설계기준 (건설부, 1999)
- 도로설계요령 (한국도로공사, 1992)

-1805-

www.hwscorp.co.kr

1.2.2 시설물 점검이력

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

【표 1.2.2】 자작1교(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	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 서울청 하자보수예정	양호
3	2012. 10. 01 ~ 2012. 11. 29	정기안전점검	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 서울청 하자보수예정	양호
4	2013. 04. 01 ~ 2013. 06. 30	정기안전점검	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 서울청 하자보수예정	양호
5	2013. 04. 17 ~ 2013. 07. 15	정밀안전점검	- 아스콘 포장 마모 및 소성변형, 방호벽 표면박리 및 철근노출, 난간 변형, 교각 균열, 받침 플레이트 부식 등은 제시된 공법에 의한 적절한 보수를 실시하고 주기적인 관찰을 시행한다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단됨 - 부분재포장, 표면보수, 도장보수 등	B
6	2013. 10. 01 ~ 2013. 11. 30	정기안전점검	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
7	2014. 02. 01 ~ 2014. 06. 30	정기안전점검	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
8	2014. 08. 01 ~ 2014. 12. 31	정기안전점검	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
9	2015. 02. 01 ~ 2015. 06. 30	정기안전점검	- 전반적으로 양호하나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호

【표 1.2.2】 자작1교(상) 점검이력사항 (계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
10	2015. 08. 03 ~ 2015. 10. 31	정밀안전점검	- 포장면 : 포장부 망상균열 및 소성변형, 배수구 막힘, 중앙분리대 및 방호벽 박리, 난간 변형, 신축이음부 유간 토사퇴적 등 - 하면 : P.S.C Beam 측면 망상균열, 가로보 하면 철물노출 등 - 교대, 교각 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 백태, 코핑하면 철물노출 등 - A1 측구 배수로 세굴 및 사면 토사유실	B
11	2015. 07. 01 ~ 2015. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
12	2016. 02. 01 ~ 2016. 06. 30	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
13	2016. 07. 01 ~ 2016. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
14	2017. 02. 01 ~ 2017. 06. 30	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
15	2017. 04. 26 ~ 2017. 07. 24	정밀안전점검	- 망상균열, 포트홀, 소성변형 - 난간 및 연석 균열, 파손, 표면박리, 난간변형 및 파손, 지주망실, 교명판망실 - 바닥판 망상균열, 물끊기홈 시공불량 - 거더 : 균열, 망상균열, 재료분리, 파손 - 가로보 : 들뜸, 박락, 철근노출, 철물노출, 거푸집미제거 - 유간토사퇴적, 표면부식, 후타재균열, 신축이음덮개탈락 - 받침물탈균열, 상하부플레이트 표면부식 - 교대 및 교각 : 균열, 망상균열, 백태, 재료분리, 박리, 철근노출, 침식, 받침표지판탈락 등 - 배수관 길이부족, 배수구 막힘 - 부분재포장, 단면복구, 주입보수, 표면보수, 배수구 청소 등	B
16	2017. 07. 01 ~ 2017. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호

【표 1.2.2】 자작1교(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 - 예산확보 후 조치예정	양호
18	2018. 07. 01 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	- 대체로 양호한 상태이나, 일부구간 손상발생 - 예산확보 후 조치예정	양호
19	2019. 04. 01 ~ 2019. 06. 27	정기안전점검	- 신축이음 누수 등 - 주의관찰 등	양호
20	2019. 06. 13 ~ 2019. 10. 10	정밀안전점검	- 방호벽 균열 및 박리, 난간 파손 및 변형, 배수구 막힘 등 - 표면보수, 주입보수, 단면복구 등	B
21	2019. 09. 02 ~ 2019. 12. 13	정기안전점검	- 포장파손, 신축이음 누수, 플레이트 부식 - 주의관찰 등	보통
22	2020. 02. 01 ~ 2020. 06. 29	정기안전점검	- 포장파손, 신축이음 누수, 플레이트 부식 - 포장 등 보수예정	보통
23	2020. 10. 05 ~ 2020. 12. 20	정기안전점검	- 접속부 포트홀, 신축이음 누수 - 손상부위 보수	보통
24	2021. 03. 17 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	- 포장 접속부 포트홀, 방호울타리 파손 - 추후 보수예정	보통
25	2021. 03. 19 ~ 2021. 07. 16	정밀안전점검	- 교면포장 : 파손 - 배수시설 : 배수관 막힘, 배수관 길이부족 - 난간/연석 : 균열(0.3mm내·외), 표면박리, 망상균열, 난간 파손 등 - 바닥판 : 누수, 철근노출, 망상균열 - 거더 및 가로보 : 재료분리, 파손, 철물노출, 들뜸, 거푸집 미제거 - 신축이음 : 후타재 균열(0.3mm내·외), 표면부식 등 - 교대 및 교각 : 균열(0.3mm내), 백태, 누수흔적, 철물노출, 침식, 망상균열 등 - 교량받침 : 받침장치 고무재 들뜸, 플레이트 표면부식 등	B
26	2021. 10. 25 ~ 2021. 12. 17	정기안전점검	- 신축이음 부식, 배수구 막힘 등 - 추후 보수예정	보통
27	2022. 05. 02 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	- 배수구 막힘, 방호벽 파손 등 - 추후 보수예정	보통
28	2022. 10. 17 ~ 2022. 12. 09	정기안전점검	- 배수시설 막힘, 방호울타리 난간 변형, 열화 - 추후 보수예정	보통

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

가. 외관조사결과

구분	정밀점검 결과	비고
교면포장	■ 파손	
배수시설	■ 배수구 막힘, 배수관 길이 부족	
난간, 연석	■ 균열(0.3mm내·외), 박리, 망상균열, 난간파손 등	
신축이음	■ 후타재균열(0.3mm내·외), 토사퇴적 등	
바닥판	■ 누수, 철근노출, 망상균열	
거더 및 가로보	■ 재료분리, 파손, 거푸집 미제거, 들뜸, 재료분리, 철물노출	
교량받침	■ 받침 몰탈균열(0.3mm미만), 받침 플레이트 부식 등	
교대, 교각	■ 균열(0.3mm미만), 보수부, 백태, 누수흔적, 철물노출, 침식, 망상균열 등	

나. 내구성 조사 및 시험결과

구 분	현장시험 결과					결과분석
반발경도 시험 (MPa)	부 재 별	비파괴강도 (A)		설계기준강도 (B)	$(A/B) \times 100\%$	■ 설계기준강도100%이상으로 양호함.
	캔틸레버	27.1 ~ 30.8MPa		27.0MPa	100.2 ~ 113.9	
	거 더	45.8MPa		40.0MPa	114.4	
	교 대	24.9 ~ 27.2MPa		24.0MPa	103.5 ~ 113.1	
	교 각	24.9 ~ 25.1MPa		24.0MPa	103.8 ~ 104.4	
반발경도 시험 (MPa) (건전부/비건전부 비교)	부 재 별	건전부		비건전부	$(\text{비건전부}/\text{건전부}) \times 100\%$	■ 콘크리트의 내구성능 저하 우려 없음.
	캔틸레버S1	29.0		27.8	95.9	
	P4코핑	27.8		25.3	96.4	
탄 산 화 깊이측정	부 재 별	탄산화깊이(mm)	피복두께(mm)	잔여깊이(mm)	평가	■ 탄산화에 의한 철근부식 우려 없음.
	캔틸레버	0.2 ~ 0.4	35 ~ 45	34.7 ~ 44.8	a	
	교 대	0.5 ~ 3.0	110 ~ 125	107.0 ~ 124.5	a	
	교 각	5.0 ~ 5.3	105 ~ 110	99.7 ~ 105.0	a	

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
자작1교(상)	0.196	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(폭0.3mm이상)	주입보수	m	2.10	64	134.4	③
	표면박리 및 균열	표면처리	m ²	270.00	70	18,900	③
배수시설	배수구 막힘	청소	EA	12.00	60	720	③
신축이음	신축이음 손상	신축이음 재설치 (NO.80)	m	28.0	1,480	41,440	①
		신축이음 재설치 (NO.120)	m	14.0	2,100	29,400	①
바닥판 하면	철근노출	단면복구 (철근방청)	m ²	0.05	500	25	③
받침 장치	플레이트 부식	재도장	EA	26.00	55	1,430	②
순 공 사 비		1순위			70,840		
		2순위			1,430		
		3순위			19,779		
		계			92,049		
제 경 비		순공사비 × 50%			46,025		
총 공 사 비		1순위			106,260		
		2순위			2,145		
		3순위			29,669		
		계			138,074		

마. 종합결론

구분	자작1교(상)			
외관조사	상태평가 결과 및 보수·보강			B
	결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
	교면포장	a	■ 파손	■ 주의관찰
	배수시설	c	■ 배수구 막힘, 배수관 길이 부족	■ 주의관찰
	난간, 연석	d	■ 균열(0.3mm내·외), 박리, 망상균열, 난간파손 등	■ 주입보수, 표면처리
	신축이음	c	■ 후타재균열(0.3mm내·외), 토사퇴적 등	■ 신축이음 재설치
	바닥판	b	■ 누수, 철근노출, 망상균열	■ 단면복구(방청)
	거더 및 가로보	b	■ 재료분리, 파손, 거푸집 미제거, 들뜸, 재료분리, 철물노출	■ 주의관찰
	교량받침	b	■ 받침 몰탈균열(0.3mm미만), 받침 플레이트 부식 등	■ 재도장
	교대, 교각	b	■ 균열(0.3mm미만), 보수부, 백태, 누수흔적, 철물노출, 침식, 망상균열 등	■ 주의관찰
현장시험	■ 압축강도 시험 - 바닥판 : 27.1~30.8Mpa (설계기준 : 27.0MPa) - 거 더 : 45.8MPa (설계기준 : 40.0MPa) - 하 부 : 24.9~27.2 (설계기준 : 24.0MPa) ■ 탄산화 시험 - 바닥판 : 0.2~0.4mm (잔여깊이 : 30.0mm이상) - 하 부 : 0.5~5.3mm (잔여깊이 : 30.0mm이상)			
보수보강개략공사비	■ 1순위 공사비 : 106,260 천원 (신축이음 재설치) ■ 2순위 공사비 : 2,145 천원 ■ 3순위 공사비 : 29,669 천원 ■ 총 공사비 : 138,074 천원			
종합평가	■ 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 판단되며, 금회 조사된 손상에 대해 구조물의 내구성 향상 및 교량의 상태등급 향상을 위해 적절한 보수가 요구된다.			

1.2.4 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.	

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.3】 자작1교(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	교면포장 전구간	자작1교(상) : 교면(연성)포장 2,322㎡(t=8cm)	2019년	462,600	—	
3	A1, A2, P3	국도37호선 탐선교 등 시설물보수공사 (신축이음장치 교체)	22.06.28 ~ 22.12.05	—	(주)바른기술	

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.4】 내진설계 여부 확인

내진설계조건					
내진등급	내진 1등급교		가속도 계수	A=0.14	
고유치 해석	Ritz vector 해석법		지반 계수	S=1.2(지반종류 II)	
MODE조합	C.Q.C		내진해석방법	다중모드 스펙트럼 해석	
사용프로그램	SAP2000				
응답수정계수 (R)	하부구조	교축방향		3 (SINGLE COLUMN)	
		연 결 부		3 (SINGLE COLUMN)	
	연 결 부	교 각 부		1	
		교 대 부		0.8	
	기 초 부	교축방향		1.5 (단면설계시)	1 (안정검토시)
		교축직각방향		1.5 (단면설계시)	1 (안정검토시)

1.3 현장조사

1.3.1 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~S5	도보, 굴절차	2023.04.24. ~ 2023.05.26.	
			
도보작업 전경		교량굴절차 작업 전경	
			
교량받침 제원 측정		비파괴시험	

【사진 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 및 작업 전경

1.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 자작1교(상)의 바닥판은 6경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m, 폭 14.0m로 철근 콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 망상균열(폭 0.3mm미만)의 균열 손상과 파손 및 철근노출, 백태, 표면오염 등의 손상이 확인되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다.

【표 1.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		표면오염(누수) (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	0.10	1	—	—	7.30	6
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	0.10	1	1.12	3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	0.27	3	—	—	2.00	2
S5	2.25	1	—	—	—	—	0.30	1	—	—
S6	1.60	1	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	3.85	2	0.10	1	1.49	7	0.30	1	9.30	8

			
손상현황	• S1 단부 파손	손상현황	• S3 백태(0.2×0.5)
원 인	• 인위적인 충격(신축이음 교체)	원 인	• 표면 우수흡착, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 파손(0.2×0.3)	손상현황	• S3 파손(0.5×2.0)
원 인	• 다짐미흡, 마감불량, 거푸집탈거시 충격	원 인	• 다짐미흡, 마감불량, 거푸집탈거시 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S5 망상균열(1.5×1.5)	손상현황	• S5 철근노출(0.1×3.0)
원 인	• 거푸집 조기탈형, 건조수축	원 인	• 피,복부족, 시공미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 백태 및 파손 손상이 신규 발생되었으며, 철근노출 손상이 진전된 것으로 조사되었다. 그 외 손상은 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	망상균열	m ²	3.85	2	3.85	2	- -	변동없음
	백태	m ²	-	-	0.10	1	▲ 0.1	신규손상
	파손	m ²	-	-	1.49	7	▲ 1.49	신규손상
	철근노출	m ²	0.05	1	0.30	1	▲ 0.25	물량증가
	표면오염(누수)	m	9.30	8	9.30	8	- -	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면에 주로 발생한 손상은 망상균열, 표면오염(누수)으로 조사되었으며, 손상의 원인으로서는 시공초기 건조수축, 거푸집 조기탈형 등의 시공미흡, 신축이음부를 통한 우수유입 등에 의해 발생된 것으로 판단된다.
- 콘크리트 파손 및 철근노출, 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 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 PSC I형 거더 형식으로 6경간 6열로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



거더 전경

【사진 1.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 상부플랜지 파손, 하부플랜지 재료분리 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 1.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	0.01	1	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	0.02	1
S6	—	—	—	—
합계	0.01	1	0.02	1

			
손상현황	• S3-G5 파손(0.1×0.1)	손상현황	• S5-G6 재료분리(0.1×0.2)
원 인	• 시공미흡, 외부 충격	원 인	• 다짐불량
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	외측 거더 전경	손상현황	내측 거더 전경
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 1.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 기 발생된 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 거더에 발생한 파손 및 재료분리는 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.



【사진 1.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 재료분리 및 철근노출, 공동, 거푸집 미제거 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		철물노출 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)		거푸집 미제거 (개소)	
S1	—	—	0.10	10	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	0.10	10	—	—	—	—	—	—
S3	1.50	2	0.14	14	0.60	3	0.15	2	—	—
S4	—	—	0.10	10	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	0.10	10	—	—	0.64	3	—	—
S6	—	—	0.10	10	0.15	1	—	—	1.00	1
합계	1.50	2	0.64	64	0.75	4	0.79	5	1.00	1

			
손상현황	• S1 CB2 G3~4 철물노출(10EA)	손상현황	• S3 CB3 G2~3 망상균열
원 인	• 시공미흡(마감불량)	원 인	• 시공미흡(다짐불량), 거푸집 조기탈형
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• S3 CB2 G2~3 재료분리(2.0×0.1)	손상현황	• S5 CB1 G1~2 들뜸(0.3×0.8)
원 인	• 다짐불량	원 인	• 단부 응력집중
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S5 들뜸 보수완료	손상현황	• S6 들뜸 보수완료
원 인	-	원 인	-
조치방안	• 보수 상태양호	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 1.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 대체로 손상 변화가 없는 것으로 확인되었으며, 망상균열이 신규 조사되었다. 또한, 일부 구간에 발생한 들뜸 손상에 대해서는 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

【표 1.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	망상균열	m ²	—	—	1.50	2	▲ 1.50	신규손상
	철물노출	m ²	0.64	64	0.64	64	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.75	4	0.75	4	— —	변동없음
	들뜸	m ²	1.57	16	0.79	5	▼ 0.78	일부 보수
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	1.00	1	— —	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

- 자작1교(상)의 교대형식은 A1, A2 모두 역T형으로 시공되었으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보 및 점검로를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 백태, 누수흔적 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검이후 일부 손상에 대해 보수가 실시된 것으로 조사되었다.

【표 1.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	—	—	1.00	1	5.28	5
A2	4.30	4	—	—	30.00	5
합계	4.30	4	1.00	1	35.28	10

			
손상현황	• A1 구체 누수흔적(2.0×0.1)	손상현황	• A1 흉벽 백태(0.5×2.0)
원 인	• 우수유입	원 인	• 우수유입, 수분흡착
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• A2 구체 수직균열(폭 0.3mm미만)	손상현황	• A2 흉벽 균열보수
원 인	• 초기 건조수축, 온도변화	원 인	—
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 1.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 발생한 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 그 외 손상에 대한 변화는 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.40	6	4.30	4	▼ 2.10	일부보수 신규손상
	보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	1.00	2	—	—	▼ 1.00	보수실시
	백태	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	35.28	10	35.28	10	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(폭 0.3mm미만)은 초기 건조수축 및 온도변화로 인해 발생되었으며, 일부 구간은 보수부 재균열과 함께 보수가 실시된 것으로 조사되었다.
- 콘크리트 백태 및 누수흔적 손상은 신축이음 하부를 통한 우수유입, 표면 우수흡착에 따른 백화현상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차 손상 방지를 위해 표면처리 보수가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 교각은 T형 5기로, 기초는 직접기초로 시공되었으며, 외관조사는 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 들뜸 및 박리, 재료분리 손상이 주로 조사되었으며, 국부적으로 철물노출, 누수흔적, 침식 등의 손상이 확인되었다.

【표 1.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		재료분리 (m ² /개소)		들뜸 및 박리 (m ² /개소)		철물노출 (m ² /개소)		누수흔적 및 열화 (m ² /개소)		침식 (m ² /개소)	
P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	72	2.1	1	-	-
P3	-	-	1.00	1	1.05	2	15.0	5	0.77	73	24.0	11	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	72	-	-	-	-
P5	0.50	1	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	1
합계	0.50	1	1.30	2	1.05	2	15.0	5	2.21	217	26.1	12	0.12	1

			
손상현황	• P2 코핑부 잡철 노출	손상현황	• P3 코핑부 들뜸 및 박리(2.0×5.0)
원 인	• 시공미흡, 피복부족	원 인	• 우수침투, 표면열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 코핑부 누수흔적(2.0×5.0)	손상현황	• P3 코핑부 균열(폭 0.3mm이상)
원 인	• 우수유입	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수

【사진 1.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P3 코핑부 재료분리	손상현황	• P2 코핑부 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 손상부 우수유입, 철근부식	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P5 코핑부 균열(폭 0.3mm이상)	손상현황	• P3 코핑부 균열 보수실시
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	-
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 보수 상태양호
			
손상현황	• P1 기둥부 마감불량 보수실시	손상현황	• P1 기둥부 망상균열 보수실시
원 인	-	원 인	-
조치방안	• 보수 상태양호	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 1.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검 비교시, 망상균열 및 마감불량, 일부 균열 손상에 대한 보수가 실시된 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 일부 균열, 들뜸 및 박리, 누수흔적 등이 신규 확인 되었다.

【표 1.3.10】 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	1.00	2	0.50	1	▼ 0.5	일부 보수
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.30	2	▲ 1.30	신규손상
	망상균열	m ²	2.00	1	—	—	▼ 2.00	전구간 보수
	재료분리	m ²	1.05	2	1.05	2	— —	변동없음
	들뜸 및 박리	m ²	—	—	15.00	5	▲ 15.00	신규손상
	철물노출	m ²	73.49	217	2.21	217	— —	표기오류
	누수흔적 및 열화	m ²	8.10	4	26.10	12	▲ 18.00	일부 보수 신규손상
	침식	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	마감불량	m ²	0.02	2	—	—	▼ 0.02	전구간 보수

4) 검토의견

- 교각의 기 손상인 균열, 망상균열, 마감불량 등의 손상은 일부 또는 전구간 보수된 상태로 확인되었고, 보수 상태는 양호한 것으로 판단된다. 금회 점검에서 근접, 정밀 조사로 인한 균열이 신규 확인되었으며, 조사된 균열(폭 0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 온도변화, 공용년수 증가 등에 의한 손상으로 시설물의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 누수흔적의 경우 외부 우수유입, 습기흡착, 공용중 열화에 의한 손상으로 표면처리 등의 보수가 필요한 상태이며, 들뜸 및 박리, 철물노출의 경우 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈형, 시공미흡 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 자작1교(상)의 받침은 탄성받침으로 총 72기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 점검 세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.

↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕
↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕
↔	↔ ↔	● ↔	↔ ↔	↔ ●	↔ ↔	↔
↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕
↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕
↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕ ↕	↕
A1	P1	P2	P3	P4	P5	A2

【그림 1.3.1】 교량받침 배치도



【사진 1.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침의 기능저하를 초래하는 손상은 없는 것으로 확인되었으나, 일부 구간에서 받침몰탈 균열, 들뜸 및 파손, 고무재 들뜸, 표지판 탈락 등의 경미한 손상이 조사되었다.

【표 1.3.11】 교량반침 현장조사 결과

구분	반침몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		반침몰탈 파손 (㎡/개소)		반침몰탈 들뜸 (㎡/개소)		반침장치 고무재 들뜸 (개소)		반침 표지판 탈락 (개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2
P1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	1.20	10	0.02	1	0.02	1	—	—	—	—
P3	0.70	7	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	1.30	7	—	—	—	—	1.00	1	1.00	1
P5	0.60	6	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
합계	3.80	30	0.02	1	0.02	1	1.00	1	4.00	4

			
손상현황	• A1-SH2 반침 표지판 탈락	손상현황	• P2-SH9 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 표지판 노후화	원 인	• 건조소축, 온도변화 등
조치방안	• 재설치	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2-SH9 몰탈 들뜸	손상현황	• P2-SH3 몰탈 파손
원 인	• 우각부 다짐불량, 공용년수 증가	원 인	• 인위적인 충격, 공용년수 증가
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.13】 교량반침 손상현황

			
손상현황	• P4-SH1 고무재 들뜸	손상현황	• P4-SH2 플레이트 도장보수
원 인	• 시공미흡, 고무재 열화	원 인	—
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 보수 상태양호

【사진 1.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 발생한 손상에 대한 신규 손상이 확인되었으며, 플레이트 부식은 현재 손상은 없는 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.

【표 1.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

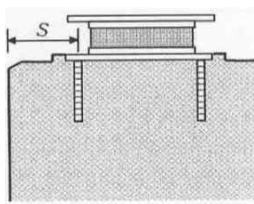
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침물탈 균열 (0.3mm미만)	m	2.30	20	3.80	30	▲ 1.50	신규손상
	받침물탈 파손	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	받침물탈 들뜸	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	받침장치 고무재 들뜸	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	받침 플레이트 표면부식	EA	26.00	26	—	—	▼ 26.0	전구간 보수
	받침 표지판 탈락	EA	1.00	1	4.00	4	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

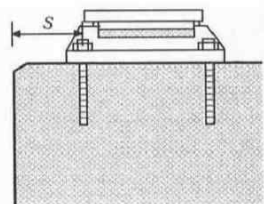
- 교량받침에 발생한 균열, 들뜸 및 파손, 고무재 들뜸 등의 손상은 공용년수가 경과함에 따라 발생한 경미한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 시급한 보수는 필요치 않으며, 주기적인 주의관찰을 실시하여 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 받침 표지판 탈락의 경우 유지관리 시 점검자를 위한 표지판으로 원활한 유지관리를 위하여 재설치가 필요한 것으로 판단된다.

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.



(a) 고무받침



(b) 감재받침

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

【그림 1.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 1.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 1.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)						검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1		350	490	500	510	500	500	495	O.K
P1	A1측	350	550	545	545	550	550	540	O.K
	A2측	350	500	495	495	490	490	490	O.K
P2	A1측	350	510	510	510	510	515	500	O.K
	A2측	350	510	500	500	500	490	510	O.K
P3	A1측	350	380	380	385	385	385	385	O.K
	A2측	350	500	505	505	510	510	500	O.K
P4	A1측	350	355	350	350	355	350	360	O.K
	A2측	350	420	430	430	420	430	430	O.K
P5	A1측	350	520	530	530	525	525	520	O.K
	A2측	350	470	480	470	470	480	480	O.K
A2		350	570	565	550	555	565	560	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 1.3.15】 교량받침 이동량 측정

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

【표 1.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	
P1	27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	
P2	고정단						
P3	27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	
P4	고정단						
P5	27.1	22.9	0.00001	30.0	8.1	6.9	
A2	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	
1) 조사당시 온도 : 12.1℃(조사일 : 2023년 4월 27일, 평균온도, 양평)							
2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)							

【표 1.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	−10	62	82	16.3	13.7	±72	O.K
	SH2	−10	62	82			±72	O.K
	SH3	−10	62	82			±72	O.K
	SH4	−10	62	82			±72	O.K
	SH5	−10	62	82			±72	O.K
	SH6	−10	62	82			±72	O.K
P1 시점부	SH1	0	42	42	8.1	6.9	±42	O.K
	SH2	0	42	42			±42	O.K
	SH3	0	42	42			±42	O.K
	SH4	0	42	42			±42	O.K
	SH5	0	42	42			±42	O.K
	SH6	0	42	42			±42	O.K
P1 종점부	SH7	0	42	42	8.1	6.9	±42	O.K
	SH8	0	42	42			±42	O.K
	SH9	0	42	42			±42	O.K
	SH10	0	42	42			±42	O.K
	SH11	0	42	42			±42	O.K
	SH12	0	42	42			±42	O.K

【표 1.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P2	고정단							
P3 시점부	SH1	0	42	42	8.1	6.9	±42	O.K
	SH2	0	42	42			±42	O.K
	SH3	0	42	42			±42	O.K
	SH4	0	42	42			±42	O.K
	SH5	0	42	42			±42	O.K
	SH6	0	42	42			±42	O.K
P3 종점부	SH7	0	42	42	8.1	6.9	±42	O.K
	SH8	0	42	42			±42	O.K
	SH9	0	42	42			±42	O.K
	SH10	0	42	42			±42	O.K
	SH11	0	42	42			±42	O.K
	SH12	0	42	42			±42	O.K
P4	고정단							
P5 시점부	SH1	0	42	42	8.1	6.9	±42	O.K
	SH2	0	42	42			±42	O.K
	SH3	0	42	42			±42	O.K
	SH4	0	42	42			±42	O.K
	SH5	0	42	42			±42	O.K
	SH6	0	42	42			±42	O.K
P5 종점부	SH7	0	42	42	8.1	6.9	±42	O.K
	SH8	0	42	42			±42	O.K
	SH9	0	42	42			±42	O.K
	SH10	0	42	42			±42	O.K
	SH11	0	42	42			±42	O.K
	SH12	0	42	42			±42	O.K
A2	SH1	-10	62	82	16.3	13.7	±72	O.K
	SH2	-10	62	82			±72	O.K
	SH3	-10	62	82			±72	O.K
	SH4	-10	62	82			±72	O.K
	SH5	-10	62	82			±72	O.K
	SH6	0	72	72			±72	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3								

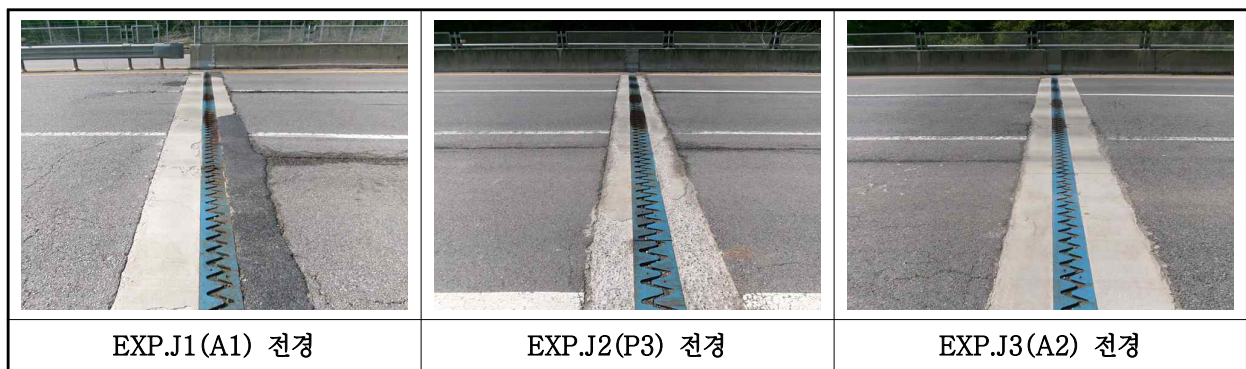
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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.80), A2(NO.80), P3(NO.120) 팽거조인트로 시공된 상태이다.
- 신축이음의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사 및 측정을 실시하였다.



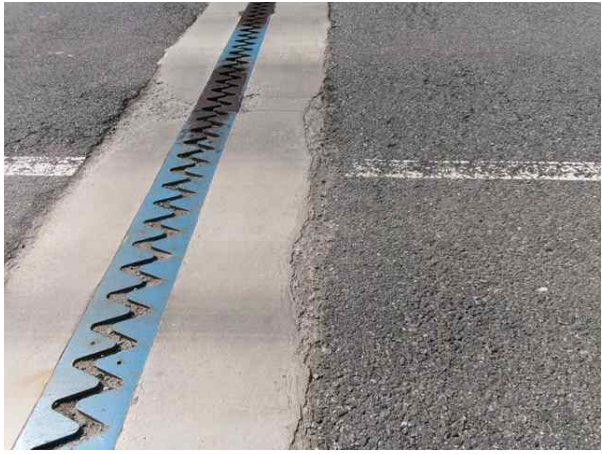
【사진 1.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 1.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		후타재 균열 (0.3mm이상) (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)		표면부식 (㎡/개소)		유간토사 퇴적 (m/개소)		차수판탈락 (개소)	
A1 (EXP J1)	5.40	12	—	—	—	—	1.60	4	0.40	1	13.50	1	1.00	1
P3 (EXP J2)	10.50	35	—	—	—	—	9.00	2	0.40	2	13.50	1	1.00	1
A2 (EXP J3)	6.50	15	1.80	4	0.15	1	2.05	5	0.30	2	13.50	1	1.00	1
합계	22.40	62	1.80	4	0.15	1	12.65	11	1.10	5	40.50	3	3.00	3

			
손상현황	• A1 유간 토사퇴적(11.0)	손상현황	• A1 차수판 탈락(1EA)
원 인	• 장기공용 등	원 인	• 공용 중
조치방안	• 정비	조치방안	• 재설치
			
손상현황	• A1 본체 표면부식(0.1×1.0)	손상현황	• A1 후타재 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 강재 노후화, 공용년수 증가	원 인	• 건조수축, 차량충격 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 후타재 박락(0.3×15.0)	손상현황	• A2 후타재 파손(0.1×1.5)
원 인	• 차량 윤하중, 시공미흡	원 인	• 차량 윤하중, 시공미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 1.3.17】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	18.90	55	22.40	62	▲ 3.50	신규 손상
	후타재 균열 (0.3mm이상)	m	7.40	11	1.80	4	▼ 5.60	일부보수
	후타재 파손 및 박락	m ²	—	—	12.80	12	▲ 12.80	신규손상
	표면부식	m ²	1.20	6	1.10	5	▼ 0.10	일부보수
	유간토사퇴적	m	40.50	3	40.50	3	— —	변동없음
	신축이음 하부 누수	m	42.00	3	—	—	▼ 42.0	전구간 보수
	차수판 탈락	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음

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 전회 대비 일부 보수가 실시되었으며, 후타재 균열의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전시 표면처리 등의 일괄 보수를 실시하여야 하며, 후타재 파손 및 박락의 경우 주행성 확보를 위한 단면 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적, 차수판 탈락의 경우 공용기간 증가, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 유간 토사퇴적의 경우 신축이음장치의 원활한 기능을 위하여 주기적인 정비 등의 조치를 실시하고, 차수판 탈락은 교량 하부로 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 1.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.18】 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	60.0	16.3	13.7	60.0	105.0	235.0	
P3	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	68.0	115.0	225.0	
A2	27.1	22.9	0.00001	60.0	16.3	13.7	61.0	95.0	90.0	

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

2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 1.3.19】 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	-16.3	13.7	60.0	80	43.7	46.3	O.K
	바닥판			105.0	-	-	91.3	O.K
	거더			235.0	-	-	221.3	O.K
P3	신축이음	-16.3	13.7	68.0	120	51.7	61.1	O.K
	바닥판			115.0	-	-	108.1	O.K
	거더			225.0	-	-	218.1	O.K
A2	신축이음	-16.3	13.7	61.0	80	44.7	47.3	O.K
	바닥판			95.0	-	-	81.3	O.K
	거더			90.0	-	-	76.3	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

- 자작1교(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 1.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 주요 손상으로는 아스콘 망상균열이 조사되었으며, 일부 구간에서 아스콘 균열, 접속부 망상균열, 경미한 파손이 조사되었다.

【표 1.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	아스콘 균열 (m/개소)		아스콘 망상균열 (㎡/개소)		접속부 망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	5.00	2	—	—	9.00	1	—	—
S2	10.00	1	5.00	1	—	—	—	—
S3	2.00	1	15.00	1	—	—	—	—
S4	15.00	1	15.00	1	—	—	—	—
S5	—	—	45.00	2	—	—	0.01	1
S6	—	—	30.00	1	—	—	—	—
합계	32.00	5	110.00	6	9.00	1	0.01	1

			
손상현황	• S1 아스콘 균열(L=3.0m)	손상현황	• S3 아스콘 망상균열(0.5×30.0)
원 인	• 장기공용, 건조수축	원 인	• 장기공용, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S1 아스콘 균열(L=15.0m)	손상현황	• S5 아스콘 망상균열(0.5×30.0)
원 인	• 장기공용, 건조수축	원 인	• 장기공용, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S1 접속부 망상균열(3.0×3.0)	손상현황	• S1 접속부 포트홀 기 보수부
원 인	• 장기공용, 차량 윤회중	원 인	—
조치방안	• 소파보수	조치방안	• 보수상태 미흡

【사진 1.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 교면포장에 신규손상이 급증하였으며, 이는 20년도에 실시한 재포장이후 공용년수가 경과, 차량의 지속적인 통행으로 인해 손상이 발생한 것으로 판단된다. 금회 점검에서 아스콘 균열 및 망상균열, 접속도로 망상균열이 신규로 확인되었으며, 파손 손상은 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 균열	m	—	—	32.00	5	▲ 32.00	신규손상
	아스콘 망상균열	m ²	—	—	110.00	6	▲ 110.00	신규손상
	접속도로 망상균열	m ²	—	—	9.00	1	▲ 9.00	신규손상
	파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과, 지속적인 차량의 윤회중, 공용년수 증가함에 따라 아스콘 균열 및 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

- 자작1교(상)의 상부는 그레이팅 덮개로 마감된 배수구, 하부는 전 구간에서 육교형 배수관으로 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 갓길측에 배수시설이 설치되어 있다.



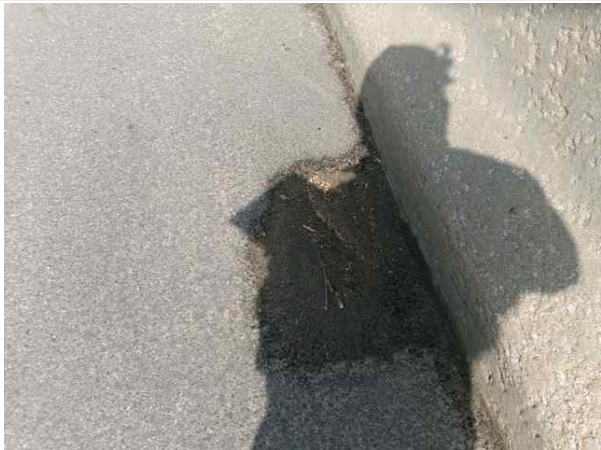
【사진 1.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘 및 배수관 길이부족이 일부 조사되었다.

【표 1.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘(개소)		배수관 길이부족(개소)	
S1	3.00	3	1.00	1
S2	1.00	1	—	—
S3	3.00	3	2.00	2
S4	3.00	3	—	—
S5	2.00	2	—	—
S6	3.00	3	1.00	1
합계	15.0	15	4.0	4

			
손상현황	• S1 배수관 길이부족	손상현황	• S3 배수관 길이부족
원 인	• 시공미흡	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 재설치	조치방안	• 재설치
			
손상현황	• S3 배수구 막힘	손상현황	• S4 배수구 막힘
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 1.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 배수구 막힘 손상이 신규 조사되었으며, 배수관 길이부족 손상은 추가 손상이 발생되지 않은 상태이다.

【표 1.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	12.00	12	15.00	15	▲ 3.00	신규손상
	배수관 길이부족	EA	4.00	4	4.00	4	－ －	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.
- 배수관 길이부족의 경우 시공 미흡에 의한 손상이며 비구조적인 손상으로 우수의 원활한 배수를 위하여 재설치가 필요한 상태이다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

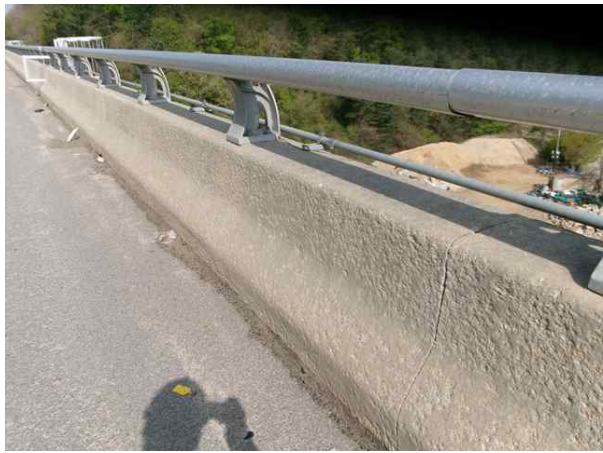
- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 망상균열, 표면박리, 굽힘, 철재난간 변형 등이 조사되었다.

【표 1.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		보수부 망상균열 (㎡/개소)		표면박리 (㎡/개소)	
S1	4.00	5	—	—	5.00	2	45.00	2
S2	—	—	—	—	—	—	45.00	2
S3	8.00	7	5.00	5	2.40	1	45.00	2
S4	1.06	2	0.60	1	3.20	1	45.00	2
S5	—	—	—	—	—	—	45.00	2
S6	—	—	—	—	—	—	45.00	2
합계	13.06	14	5.60	6	10.60	4	270.00	12
구분	굽힘 (㎡/개소)		난간변형 (m/개소)		교명판 망실 (개소)		교각표지판 탈락 (개소)	
S1	—	—	—	—	1.00	1	—	—
S2	1.50	1	0.10	1	—	—	1.00	1
S3	—	—	—	—	—	—	1.00	1
S4	—	—	1.70	4	—	—	1.00	1
S5	—	—	1.90	5	—	—	1.00	1
S6	—	—	1.30	5	1.00	1	1.00	1
합계	1.50	1	5.00	15	2.00	2	5.00	5

			
손상현황	• S1 방호벽 교명판 망실	손상현황	• S1 난간 변형
원 인	• 설치미흡	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 재설치	조치방안	• 주의관찰

【사진 1.3.24】 방호벽 손상현황

			
손상현황	• S1 방호벽 박리 (0.5×30.0)	손상현황	• S1 중분대 박리 (0.75×30.0)
원 인	• 외기영향, 장기공용 등	원 인	• 외기영향, 장기공용 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 교각표지판 탈락	손상현황	• S3 중분대 균열(폭 0.3mm이상)
원 인	• 설치미흡	원 인	• 건조수축, 장기공용 등
조치방안	• 재설치	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S6 방호벽 박락 (0.5×0.5)	손상현황	• S5 철재난간 변형
원 인	• 단면변화부 응력집중 등	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 1.3.24】 방호벽 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상으로 망상균열이 조사되었고, 일부 균열은 보수된 상태로 확인되었다.

【표 1.3.25】 방호벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	13.06	14	13.06	14	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	2.10	6	5.60	6	▲ 3.50	표기오류
	보수부 망상균열	m ²	7.60	3	10.60	4	▲ 4.00	표기오류
	표면박리	m ²	270.00	12	270.00	12	— —	변동없음
	긁힘	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	난간변형	EA	5.00	15	5.00	15	— —	변동없음
	교명판 망실	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	교각표지판 탈락	EA	—	—	5.00	5	▲ 5.00	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만, 이상), 보수부 망상균열, 표면박리 초기 건조수축, 온도 변화, 시공미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 및 정비 등을 실시하는 것이 바람직하다.
- 교명판 망실, 교각표지판 탈락은 공용중 발생한 손상으로 점검자의 원활한 유지관리를 위하여 재설치가 필요한 것으로 판단된다.
- 긁힘 및 철재난간 변형의 경우 외부 충격에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미하여 시급한 보수는 필요치 않으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

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 1.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 점검시설에 대한 점검결과, 교각에 설치된 점검시설의 출입로에 설치된 출입문 탈락, 잠금장치 파손, 출입구 파손 등이 조사되었다.

【표 1.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	잠금장치 파손 (개소)		출입구 파손 (개소)		출입문 탈락 (개소)	
P1	1.00	1	—	—	—	—
P2	—	—	1.00	1	—	—
P3	—	—	—	—	—	—
P4	1.00	1	—	—	—	—
P5	—	—	1.00	1	1.00	1
합계	2.00	2	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• P5 출입문 파손	손상현황	• P4 잠금장치 파손
원 인	• 시공미흡, 외부충격	원 인	• 외부충격
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 1.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후, 출입문 탈락이 신규 발생하였으며, 그 외 손상은 진전이 없는 상태로 확인되었다.

【표 1.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검시설	잠금장치 파손	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	출입구 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	출입문 탈락	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 구간에서 점검시설의 파손 및 탈락이 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.

1.3.3 현장조사 총괄표

【표 1.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	망상균열	m ²	3.85	2	
	백태	m ²	0.10	1	
	파손	m ²	1.49	7	
	철근노출	m ²	0.30	1	
	표면오염(누수)	m	9.30	8	
거더	파손	m ²	0.01	1	
	재료분리	m ²	0.02	1	
가로보	망상균열	m ²	1.50	2	
	철물노출	m ²	0.64	64	
	재료분리	m ²	0.75	4	
	들뜸	m ²	0.79	5	
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.30	4	
	백태	m ²	1.00	1	
	누수흔적	m ²	35.28	10	
교각	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
	균열(0.3mm이상)	m	1.30	2	
	재료분리	m ²	1.05	2	
	들뜸 및 박리	m ²	15.00	5	
	철물노출	m ²	73.49	217	
	누수흔적 및 열화	m ²	20.00	10	
	누수흔적	m ²	6.10	2	
	침식	m ²	0.12	1	
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3mm미만)	m	3.80	30	
	받침몰탈 파손	m ²	0.02	1	
	받침몰탈 들뜸	m ²	0.02	1	
	받침장치 고무재 들뜸	EA	1.00	1	
	받침 표지판 탈락	EA	4.00	4	

【표 1.3.28】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
신축이음장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	m ²	22.40	62	
	후타재 균열 (0.3mm이상)	m ²	1.80	4	
	후타재 파손 및 박락	m ²	12.80	12	
	표면부식	m ²	1.10	5	
	유간토사퇴적	m ²	40.50	3	
	차수판 탈락	EA	3.00	3	
교면포장	아스콘 균열	m	32.00	5	
	아스콘 망상균열	m ²	110.00	6	
	접속도로 망상균열	m ²	9.00	1	
	파손	m ²	0.01	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	15	15	
	배수관 길이부족	EA	4	4	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	13.06	14	
	균열(0.3mm이상)	m	5.60	6	
	보수부 망상균열	m ²	10.60	4	
	표면박리	m ²	270.00	12	
	긁힘	m ²	1.50	1	
	난간변형	EA	5.00	15	
	교명판 망실	EA	2.00	2	
	교각표지판 탈락	EA	5.00	5	
점검시설	잠금장치 파손	EA	2.00	2	
	출입구 파손	EA	1.00	1	
	출입문 탈락	EA	1.00	1	

1.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.29】 기 점검과의 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	망상균열	m ²	3.85	2	3.85	2	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.1	신규손상
	파손	m ²	—	—	1.49	7	▲ 1.49	신규손상
	철근노출	m ²	0.05	1	0.30	1	▲ 0.25	물량증가
	표면오염(누수)	m	9.30	8	9.30	8	— —	변동없음
거더	파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
가로보	망상균열	m ²	—	—	1.50	2	▲ 1.50	신규손상
	철물노출	m ²	0.64	64	0.64	64	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.75	4	0.75	4	— —	변동없음
	들뜸	m ²	1.57	16	0.79	5	▼ 0.78	신규 손상
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.40	6	4.30	4	▼ 2.10	일부보수 신규손상
	보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	1.00	2	—	—	▼ 1.00	전구간 보수
	백태	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	35.28	10	35.28	10	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	0.50	1	▼ 0.5	일부 보수
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.30	2	▲ 1.30	신규손상
	망상균열	m ²	2.00	1	—	—	▼ 2.00	전구간 보수
	재료분리	m ²	1.05	2	1.05	2	— —	변동없음
	들뜸 및 박리	m ²	—	—	15.00	5	▲ 15.00	신규손상
	철물노출	m ²	73.49	217	73.49	217	— —	변동없음
	누수흔적 및 열화	m ²	—	—	20.00	10	▲ 20.00	신규손상
	누수흔적	m ²	8.10	4	6.10	2	▼ 2.00	일부 보수 신규손상
	침식	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	마감불량	m ²	0.02	2	—	—	▼ 0.02	전구간 보수
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3mm미만)	m	2.30	20	3.80	30	▲ 1.50	신규손상
	받침몰탈 파손	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	받침몰탈 들뜸	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	받침장치 고무재 들뜸	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	받침 플레이트 표면부식	EA	26.00	26	—	—	▼ 26.00	전구간 보수
	받침 표지판 탈락	EA	1.00	1	4.00	4	▲ 3.00	신규손상

【표 1.3.29】 기 점검과의 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	m ²	18.90	55	22.40	62	▲ 3.50	물량증가
	후타재 균열 (0.3mm이상)	m ²	7.40	11	1.80	4	▼ 5.60	물량감소
	후타재 파손 및 박락	m ²	—	—	12.80	12	▲ 12.80	신규손상
	표면부식	m ²	1.20	6	1.10	5	▼ 0.10	일부보수
	유간토사퇴적	m ²	40.50	3	40.50	3	— —	변동없음
	신축이음 하부 누수	m	42.00	3	—	—	▼ 42.00	전구간 보수
	신축이음 덮개탈락	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	신축이음 스티로폼 탈락	EA	4.00	4	1.00	1	▼ 3.00	일부보수
교면포장	아스콘 균열	m	—	—	32.00	5	▲ 32.00	신규손상
	아스콘 망상균열	m ²	—	—	110.00	6	▲ 110.00	신규손상
	접속도로 망상균열	m ²	—	—	9.00	1	▲ 9.00	신규손상
	파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	12.00	12	15.00	15	▲ 3.00	신규손상
	배수관 길이부족	EA	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	13.06	14	13.06	14	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	2.10	6	5.60	6	▲ 3.50	표기오류
	보수부 망상균열	m ²	7.60	3	10.60	4	▲ 4.00	표기오류
	표면박리	m ²	270.00	12	270.00	12	— —	변동없음
	긁힘	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	난간변형	EA	5.00	15	5.00	15	— —	변동없음
	교명판 망실	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	교각표지판 탈락	EA	—	—	5.00	5	▲ 5.00	신규손상
점검시설	잠금장치 파손	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	출입구 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	출입문 탈락	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

1.4 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.

1.4.1 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 1.4.1】 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	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		3	1	3	1	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

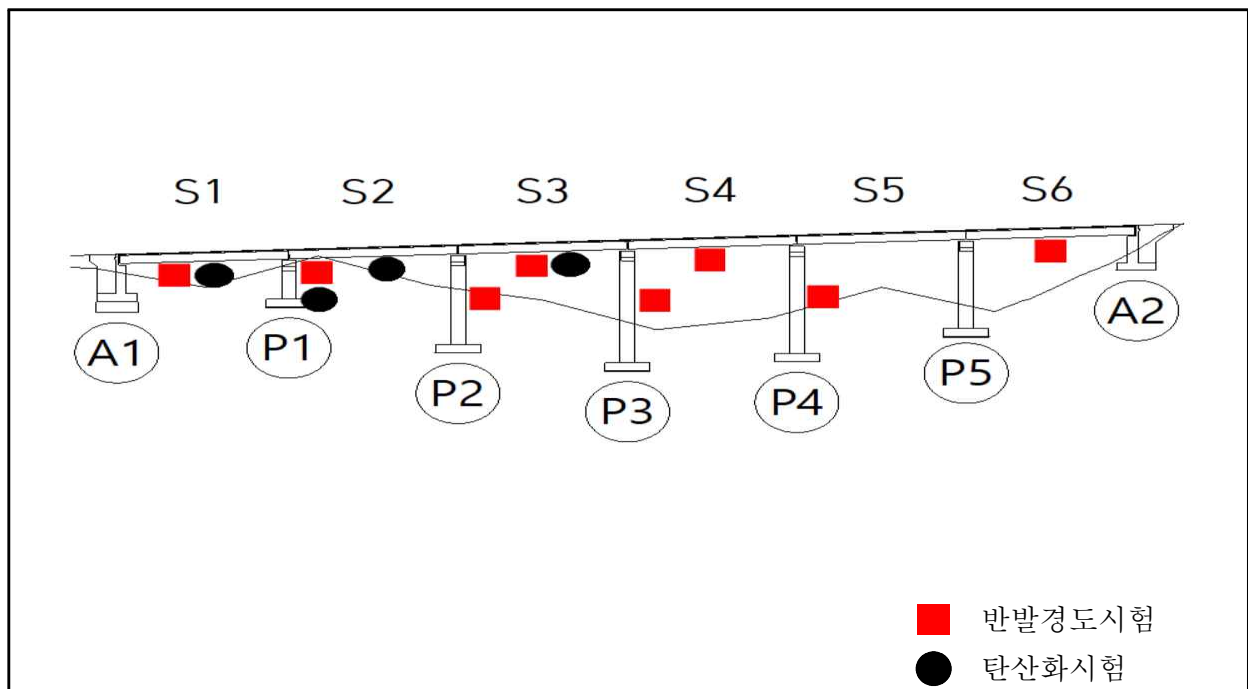
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 8개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 1.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	61.1	37.5	33.7	0.63	27.0	
	S3	바닥판	61.5	37.9	33.9			

【표 1.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S4	거더	51.9	41.7	50.9	0.63	40.0	
	S6	거더	51.6	41.5	50.5			

【표 1.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	45.6	25.1	26.7	0.63	24.0	
	P2	교각	49.1	27.9	28.3			
	P3	교각	51.5	29.9	29.4			
	P4	교각	48.1	27.1	27.8			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판 33.7~37.9MPa, 거더 41.5~50.9MPa, 하부
구조 25.1~29.9MPa로 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 1.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	33.7~37.9	27.0	124.8~140.4
	거더	41.5~50.9	40.0	103.8~127.3
하부구조	교각	25.1~29.9	24.0	104.6~124.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	전회 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.1~30.8	33.7~37.9	27.0
	거더	45.8	41.5~50.9	40.0
	교각	24.9~25.1	25.1~29.9	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 1.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판	1.0	35.0	34.0	0.28	100년이상	a
	S3 바닥판	1.5	36.0	34.5	0.42	100년이상	a
	S2 거더	1.0	32.0	31.0	0.28	100년이상	a
하부구조	P1 코핑부	3.0	67.0	64.0	0.83	100년이상	a

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0~1.5	31.0~34.5	
하부구조	3.0	64.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.9】 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	0.2~0.4	34.7~44.8	a	1.0~1.5	31.0~34.5	a	
하부구조	0.5~5.3	99.7~124.5	a	3.0	64.0	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 1.4.10】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	33.7~37.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.5~50.9	40.0	
	하부구조	교각	25.1~29.9	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~34.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		64.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 1.4.11】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			전회 정밀안전점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~30.8		33.7~37.9		■ 강도저하 없음
		거더	45.8		41.5~50.9		
	하부구조	교각	24.9~25.1		25.1~29.9		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.7~44.8	a	31.0~34.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		99.7~124.5	a	64.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

1.5 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.

1.5.1 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 1.5.1】 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	a	b	b	b	b	c	a	b	q	a	—
S2	P1	PSCI	a	a	b	b	b	b	—	a	a	q	a	a
S3	P2	PSCI	b	b	b	b	b	b	—	b	b	q	a	—
S4	P3	PSCI	b	a	b	b	b	b	c	b	c	q	—	—
S5	P4	PSCI	b	b	b	b	b	b	—	b	b	q	—	—
S6	P5	PSCI	b	a	b	b	b	b	—	b	b	q	—	—
	A2	PSCI	—	—	—	—	—	—	c	a	b	q	—	—
평균			0.183	0.133	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.157	0.186	0.000	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.033	0.027	0.010	0.014	0.006	0.004	0.018	0.014	0.037	0.000	0.004	0.003
													0.194	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.194) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 1.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
자작1교(상)	0.194	B	180.0	3	540.0	1.000	0.194
합계(Σ)			180.0	3	540.0	1.000	0.194
1. 평가지수							0.194
2. 상태평가결과 =							B

1.5.2 기 점검 결과와의 비교

- 기존 정밀안전점검 이후 일부 바닥판하면, 거더, 가로보, 교대, 교각 등의 부재에 균열, 파손, 철근노출 등의 손상 보수가 실시되었고, 신규손상의 결합점수 상승폭 대비 하자보수로 인한 결합점수 감소 폭이 더 높아 결합점수 및 등급은 전회차 대비 감소하였다.

【표 1.5.3】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

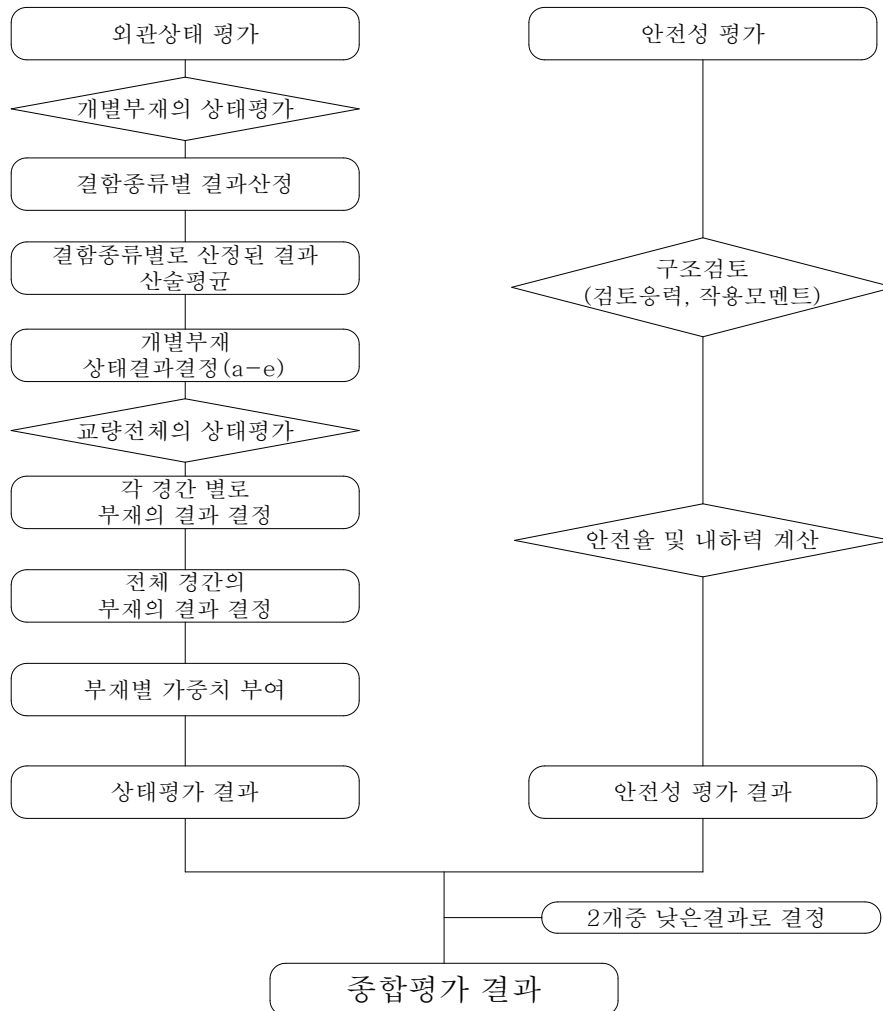
구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검
환산결합도점수	0.196	0.194
상태평가결과	B	B
총 평	•금회 정밀점검 결과, 자작1교(상)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. •전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결합도 점수가 0.196에서 0.194로 0.002 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. •환산결합도 점수가 감소한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 기 실시한 정밀안전점검 이후 가로보, 교각, 신축이음장치 등의 부재에 균열, 들뜸, 박리, 파손 등의 손상 보수가 실시되었고, 금회 정밀조사로 인한 바닥판하면 백태, 교각 균열, 신축이음 후타재 파손, 교면포장 망상균열 등의 손상이 추가로 조사된 것을 적용하여 결합점수가 상승폭 대비 보수로 인한 결합점수 감소폭이 더 높아 결합점수 및 등급은 전회차 대비 감소하였다.	

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 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 1.6.1】 종합평가 결과 산정절차

1.6.2 종합평가 결과

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

【표 1.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
자작1교(상)	0.194	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

1.6.3 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 1.6.2】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

1.7 보수·보강 및 유지관리방안

1.7.1 보수·보강 방안

【표 1.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	손상 물량	개소	보수 단위	보수 물량	보수방안	우선 순위
바닥판하면	망상균열	m ²	3.85	2	m ²	5.78	표면처리	2순위
	백태	m ²	0.10	1	m ²	0.15	표면처리	2순위
	파손	m ²	1.49	7	m ²	2.24	단면보수	2순위
	철근노출	m ²	0.30	1	m ²	0.45	단면보수	2순위
	표면오염(누수)	m ²	9.30	8	m ²	13.95	표면처리	2순위
거더	파손	m ²	0.01	1	m ²	0.02	단면보수	2순위
	재료분리	m ²	0.02	1	m ²	0.03	단면보수	2순위
가로보	망상균열	m ²	1.50	2	m ²	2.25	표면처리	2순위
	철물노출	m ²	0.64	64	m ²	0.96	단면보수	2순위
	재료분리	m ²	0.75	4	m ²	1.13	단면보수	2순위
	들뜸	m ²	0.79	5	m ²	1.19	단면보수	2순위
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	EA	1	정비	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.30	4	m ²	1.61	표면처리	3순위
	백태	m ²	1.00	1	m ²	1.50	표면처리	3순위
	누수흔적	m ²	35.28	10	m ²	52.92	표면처리	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	m ²	0.19	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.30	2	m	1.95	주입보수	1순위
	재료분리	m ²	1.05	2	m ²	1.58	단면보수	2순위
	들뜸 및 박리	m ²	15.00	5	m ²	22.50	단면보수	2순위
	철물노출	m ²	2.21	217	m ²	3.32	단면보수	3순위
	누수흔적 및 열화	m ²	26.10	12	m ²	39.15	표면처리	3순위
	침식	m ²	0.12	1	m ²	0.18	주의관찰	4순위
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3mm미만)	m	3.80	30	m ²	1.42	표면처리	3순위
	받침몰탈 파손	m ²	0.02	1	m	0.03	단면보수	3순위
	받침몰탈 들뜸	m ²	0.02	1	m ²	0.03	단면보수	3순위
	받침장치 고무재 들뜸	EA	1.00	1	EA	1.00	주의관찰	4순위
	받침 표지판 탈락	EA	4.00	4	EA	4.00	주의관찰	4순위

【표 1.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	손상 물량	개소	보수 단위	보수 물량	보수방안	우선 순위
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3㎜미만)	m	22.40	62	m ²	8.40	하자보수	—
	후타재 균열 (0.3㎜이상)	m	1.80	4	m	2.70	하자보수	—
	후타재 파손 및 박락	m ²	12.80	12	m ²	19.20	하자보수	—
	표면부식	m ²	1.10	5	m ²	1.65	하자보수	—
	유간토사퇴적	m	40.50	3	m	40.50	하자보수	—
	차수판 탈락	EA	3.00	3	EA	3.00	하자보수	—
교면포장	아스콘 균열	m	32.00	5	m ²	12.00	아스콘 실링	3순위
	아스콘 망상균열	m ²	110.00	6	m ²	165.00	아스콘 패칭	3순위
	접속도로 망상균열	m ²	9.00	1	m ²	13.50	아스콘 패칭	3순위
	파손	m ²	0.01	1	m ²	0.02	아스콘 패칭	3순위
배수시설	배수구 막힘	EA	15.00	15	EA	15.00	정비	3순위
	배수관 길이부족	EA	4.00	4	EA	4.00	정비	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	13.06	14	m ²	4.90	표면처리	3순위
	균열(0.3㎜이상)	m	5.60	6	m	8.40	주입보수	3순위
	보수부 망상균열	m ²	10.60	4	m ²	15.90	단면보수	3순위
	표면박리	m ²	270.0	12	m ²	405.00	단면보수	3순위
	긁힘	m ²	1.50	1	m ²	2.25	단면보수	3순위
	난간변형	EA	5.00	15	EA	5.00	정비	3순위
	교명판 망실	EA	2.00	2	EA	2.00	정비	3순위
	교각표지판 탈락	EA	5.00	5	EA	5.00	정비	3순위
점검시설	잠금장치 파손	EA	2.00	2	EA	2.00	정비	3순위
	출입구 파손	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
	출입문 탈락	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위

1.7.2 개략공사비

【표 1.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	망상균열	표면처리	3.85	5.78	m ²	85	491	2순위
	백태	표면처리	0.10	0.15	m ²	85	13	2순위
	파손	단면보수	1.49	2.24	m ²	260	582	2순위
	철근노출	단면보수	0.30	0.45	m ²	260	117	2순위
	표면오염(누수)	표면처리	9.30	13.95	m ²	85	1,186	2순위
거더	파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	260	5	2순위
	재료분리	단면보수	0.02	0.03	m ²	260	8	2순위
가로보	망상균열	표면처리	1.50	2.25	m ²	260	585	2순위
	철물노출	단면보수	0.64	0.96	m ²	260	250	2순위
	재료분리	단면보수	0.75	1.13	m ²	260	294	2순위
	들뜸	단면보수	0.79	1.19	m ²	260	309	2순위
	거푸집 미제거	정비	1.00	1	EA	20	20	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.30	1.61	m ²	85	137	3순위
	백태	표면처리	1.00	1.50	m ²	85	128	3순위
	누수흔적	표면처리	35.28	52.92	m ²	85	4,498	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m ²	85	16	2순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.30	1.95	m	65	127	1순위
	재료분리	단면보수	1.05	1.58	m ²	260	411	2순위
	들뜸 및 박리	단면보수	15.00	22.50	m ²	260	5,850	2순위
	철물노출	단면보수	2.21	3.32	m ²	260	863	3순위
	누수흔적 및 열화	표면처리	26.10	39.15	m ²	85	3,328	3순위
교량받침	받침몰탈 균열 (0.3mm미만)	표면처리	3.80	1.42	m ²	85	121	3순위
	받침몰탈 파손	단면보수	0.02	0.03	m	260	8	3순위
	받침몰탈 들뜸	단면보수	0.02	0.03	m ²	260	8	3순위

【표 1.7.2】 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3㎜미만)	하자보수	22.40	8.40	㎡	—	—	—
	후타재 균열 (0.3㎜이상)	하자보수	1.80	2.70	m	—	—	—
	후타재 파손 및 박락	하자보수	12.80	19.20	㎡	—	—	—
	표면부식	하자보수	1.10	1.65	㎡	—	—	—
	유간토사퇴적	하자보수	40.50	40.50	m	—	—	—
	차수판 탈락	하자보수	3.00	3.00	EA	—	—	—
교면포장	아스콘 균열	아스콘 실링	32.00	12.00	㎡	20	240	3순위
	아스콘 망상균열	아스콘 패칭	110.00	165.00	㎡	45	7,425	3순위
	접속도로 망상균열	아스콘 패칭	9.00	13.50	㎡	45	608	3순위
	파손	아스콘 패칭	0.01	0.02	㎡	20	0.4	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	15.00	15.00	EA	20	300	3순위
	배수관 길이부족	정비	4.00	4.00	EA	100	400	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	13.06	4.90	㎡	85	417	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	5.60	8.40	m	65	546	3순위
	보수부 망상균열	단면보수	10.60	15.90	㎡	260	4,134	3순위
	표면박리	단면보수	270.0	405.00	㎡	260	105,300	1순위
	긁힘	단면보수	1.50	2.25	㎡	260	585	3순위
	난간변형	정비	5.00	5.00	EA	100	500	3순위
	교명판 망실	정비	2.00	2.00	EA	250	500	3순위
	교각표지판 탈락	정비	5.00	5.00	EA	10	50	3순위
점검시설	잠금장치 파손	정비	2.00	2.00	EA	10	20	3순위
	출입구 파손	정비	1.00	1.00	EA	100	100	3순위
	출입문 탈락	정비	1.00	1.00	EA	100	100	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	105,427		10,117		25,037		
	재경비 (순공사비의 50%)	52,714		5,059		12,519		
	합계	158,141		15,176		37,556		
개략공사비 총계(천원)		210,873						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

1.7.3 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 1.7.3】 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 교면포장 접속부 망상균열 - 진전 여부확인	② 바닥판 하면 파손 및 철근노출, 백태 - 진전 여부확인	③ 교대 수직균열 - 진전 여부확인
④ 교각 균열, 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인		⑤ 방호벽 박리, 박락 등 - 진전 여부확인

1.8 종합결론

본 시설물은 국도37호선상의 경기도 가평군 상면 읍길리에 위치한 2중 도로교량으로서, 총 연장 180.0m, 폭 14.0m로 시공되었으며, 2010년 12월에 준공되어 약 13년이 경과된 시설물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 주로 발생한 손상은 망상균열, 표면오염(누수)으로 조사되었으며, 손상의 원인으로서는 시공초기 건조수축, 거푸집 조기탈형 등의 시공미흡, 신축이음부를 통한 우수유입 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. 콘크리트 파손 및 철근노출, 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 단면 보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

2) 거더

- 거더에 대한 현장조사 결과, 상부플랜지 파손, 하부플랜지 재료분리 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되었다. 거더에 발생한 파손 및 재료분리는 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, 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 재료분리 및 철근노출, 공동, 거푸집 미제거 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 기 손상은 대부분 시공미흡에 따른 손상으로 피복부족, 다짐부족 등에 따른 손상으로 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으나, 시설물의 내구성 저하방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 교대

- 교대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 백태, 누수흔적 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검이후 일부 손상에 대해 보수가 실시되었다. 기 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리, 방청 후 단면보수 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 들뜸 및 박리, 재료분리 손상이 주로 조사되었으며, 국부적으로 철물노출, 누수흔적, 침식 등의 손상이 확인되었다. 전회 점검 비교시, 망상균열 및 마감불량, 일부 균열 손상에 대한 보수가 실시된 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 일부 균열, 들뜸 및 박리, 누수흔적 등이 신규 확인 되었다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침의 기능저하를 초래하는 손상은 없는 것으로 확인되었으나, 일부 구간에서 받침몰탈 균열, 들뜸 및 파손, 고무재 들뜸, 표지판 탈락 등의 경미한 손상이 조사되었다. 전회 점검이후, 발생한 손상에 대한 신규 손상이 확인되었으며, 플레이트 부식은 현재 손상은 없는 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, 표면 부식, 유간 토사퇴적이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 후타재 파손 및 박락이 추가로 조사되었다. 전회 점검이후, 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 후타재 파손, 박락 등의 손상이 신규 발생한 것으로 조사되었다.
- 22년도 교체이력이 있는 신축이음에 대해서는 기 발생한 손상에 대해 하자보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과, 주요 손상으로는 아스콘 망상균열이 조사되었으며, 일부 구간에서 아스콘 균열, 접속부 망상균열, 경미한 파손이 조사되었다. 전회 점검이후, 교면포장에 신규손상이 급증하였으며, 이는 20년도에 실시한 재포장이후 공용년수가 경과, 차량의 지속적인 통행으로 인해, 손상이 발생한 것으로 판단된다. 금회 점검에서 아스콘 균열 및 망상균열, 접속도로 망상균열이 신규로 확인되었으며, 파손 손상은 진전은 없는 것으로 조사되었다.

9) 배수시설

- 배수시설의 현장조사 결과, 공용 중 갓길 측에 퇴적되는 토사 및 이물질로 인해 배수구 막힘 및 교각 기둥부 일부에서 배수관 길이부족이 발생한 것으로 조사되었으며, 우수의 원활한 배수를 위하여 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만), 균열(0.3mm미만), 콘크리트 박리 및 철근노출, 철재난간 변형 등이 조사되었으며, 이는 공용년수의 경과 및 혹한기 제설재의 영향으로 판단되며, 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 및 정비 등을 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설에 대한 점검결과, 교각에 설치된 점검시설의 출입로에 설치된 출입문 탈락, 잠금장치 파손, 출입구 파손 등이 조사되었다. 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 바닥판하면 33.7~37.9MPa, 거더 41.5~50.9MPa, 하부구조 교각 25.1~29.9MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 자작1교(상)의 상태평가 결과는 환산결합도 점수가 0.194 으로 검토되었으며, 상태등급은 “B등급” 으로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 자작1교(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.

1.8.2 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.

1.8.3 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.