

24. 가천교

24.1 시설물 개요

24.2 자료수집 및 분석

24.3 현장조사

24.4 콘크리트 내구성조사

24.5 상태평가

24.6 종합평가 및 안전등급 지정

24.7 보수·보강 및 유지관리 방안

24.8 종합결론

24. 가천교

24.1 시설물의 개요

본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 화성리 541-9(상주영천고속도로 65.448~65.763km)에 위치한 교량으로서 총 연장 315.0m, 폭 23.4m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

24.1.1 일반사항

【표 24.1.1】 가천교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000280		관리번호		SY BR.24	
시설물위치		경상북도 영천시 신녕면 화성리 541-9		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		65.448~65.763km		공사이정		0.090~0.405km	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=315.0m, (9@35m=315m)					
	폭	B=23.4m, 4차로					
구조 형식	상부	PSC BEAM		기초 형식	교대	직접, 말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형			교각	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		핑거	
교차시설물		가천천		통과높이		9.0m	
부착시설내용		-					
시 공 자		삼환기업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

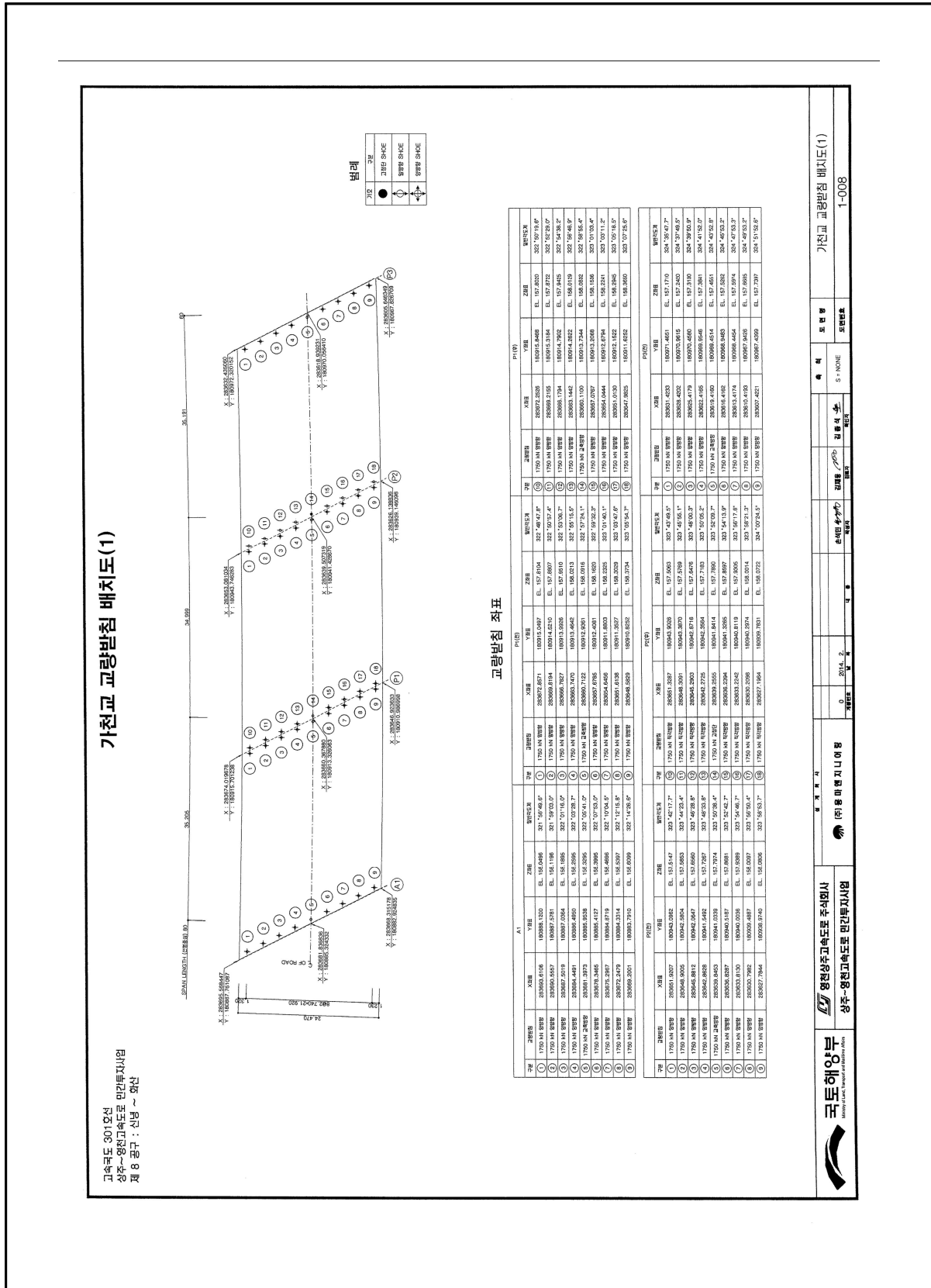
24.1.2 위치도 및 전경사진



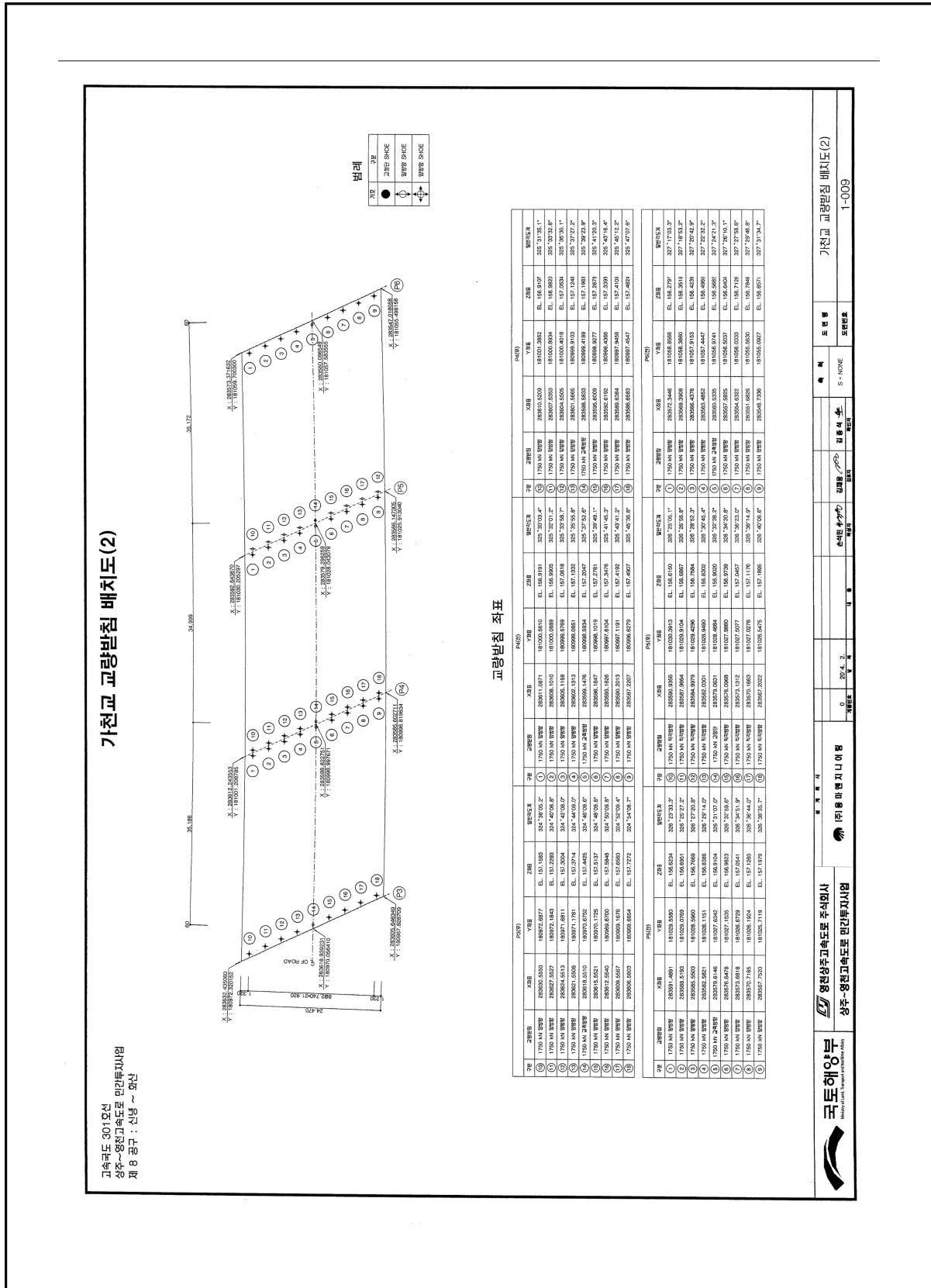
【그림 24.1.1】 위치도

	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

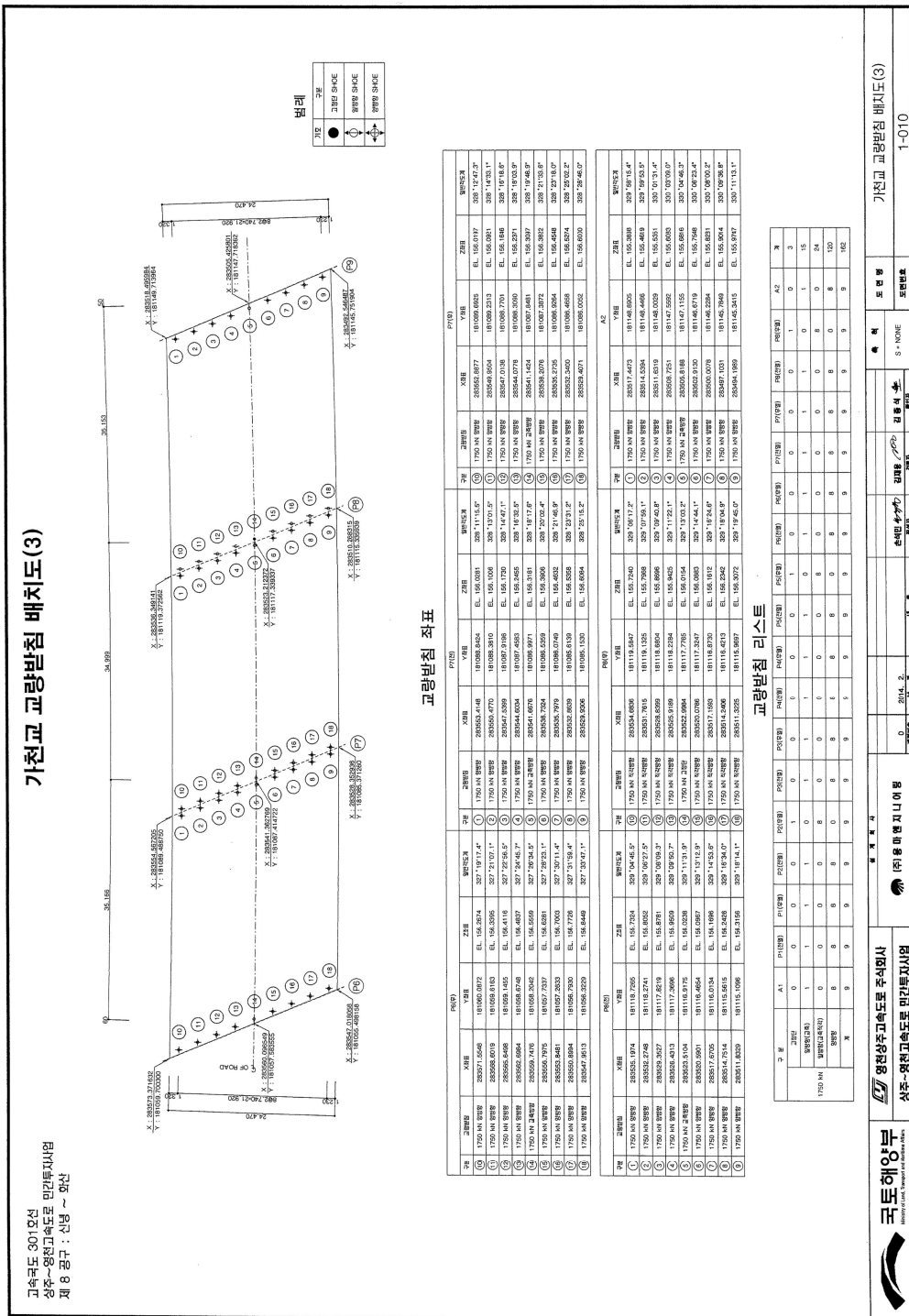
【그림 24.1.2】 부재별 현황



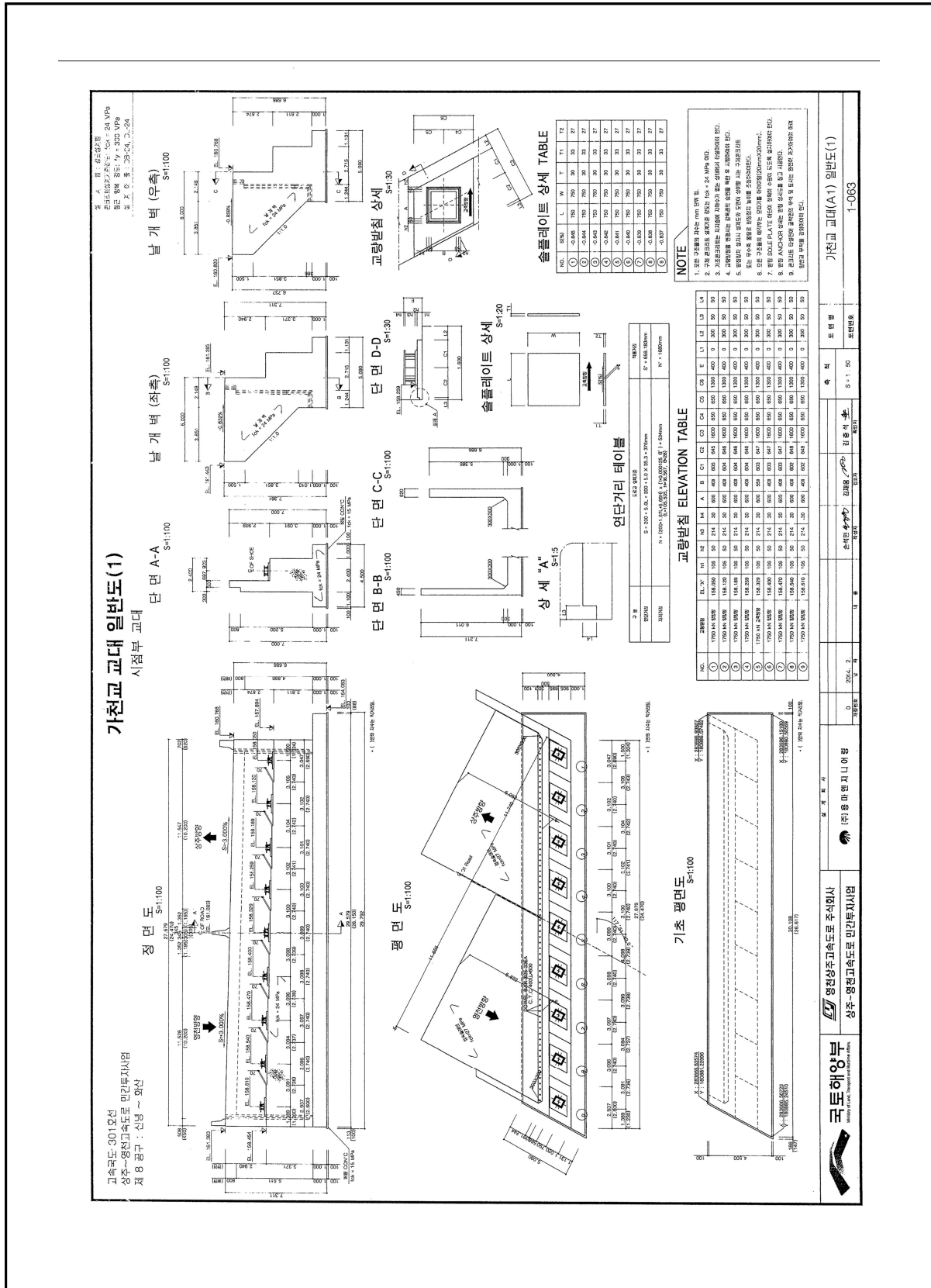
【그림 24.1.5】 교량받침 배치도(1)



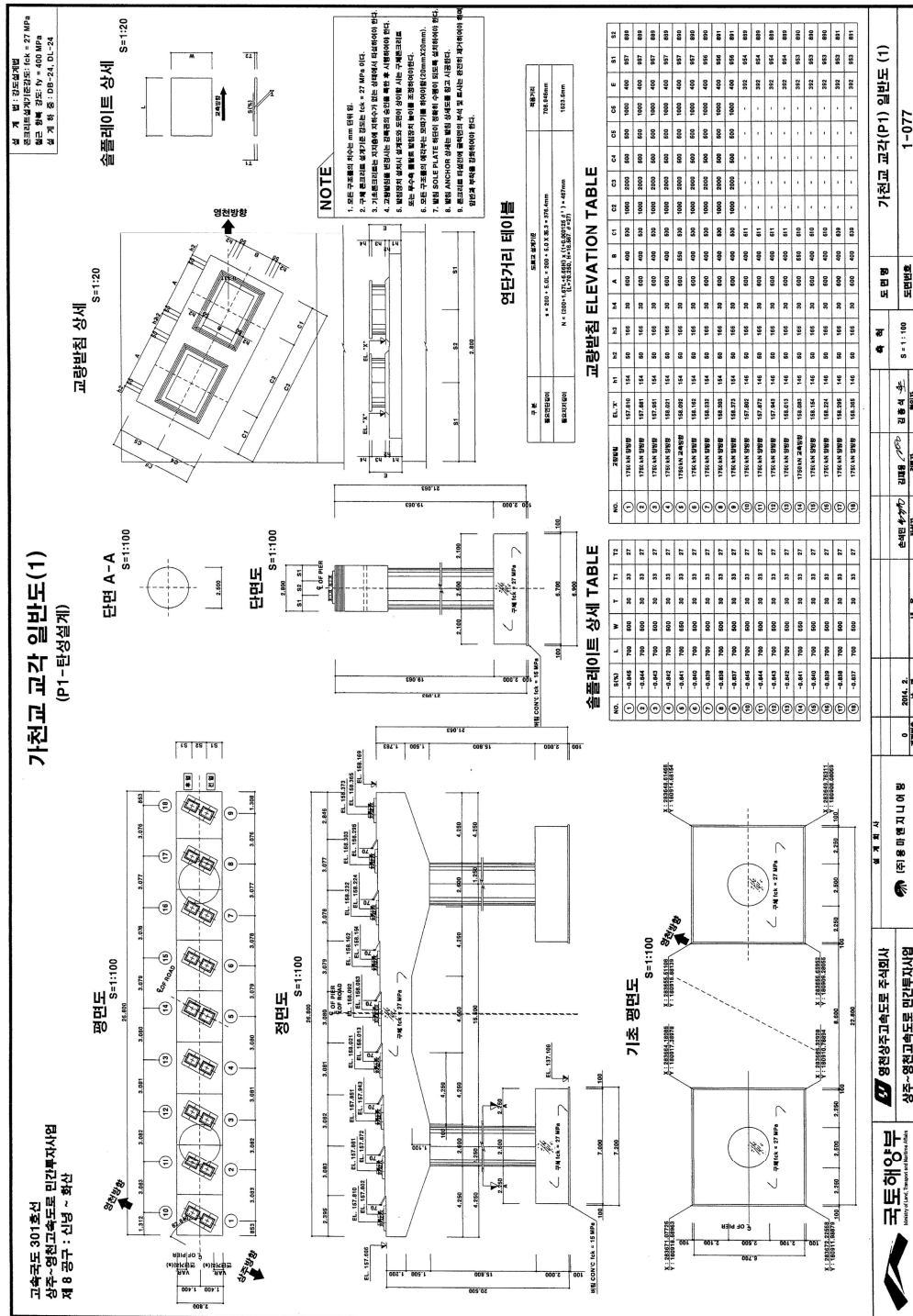
【그림 24.1.6】 교량받침 배치도(2)



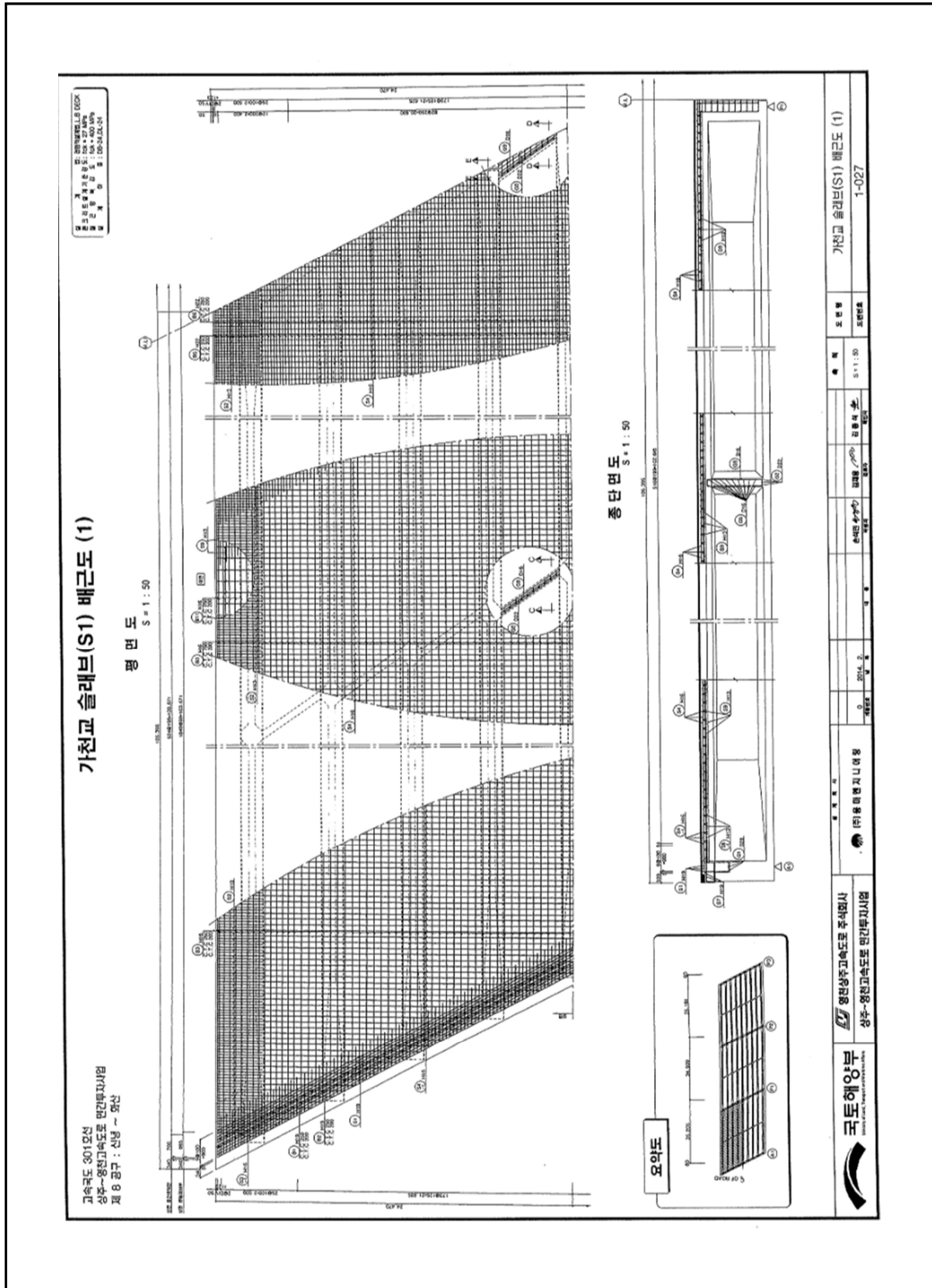
【그림 24.1.7】 교량받침 배치도(3)



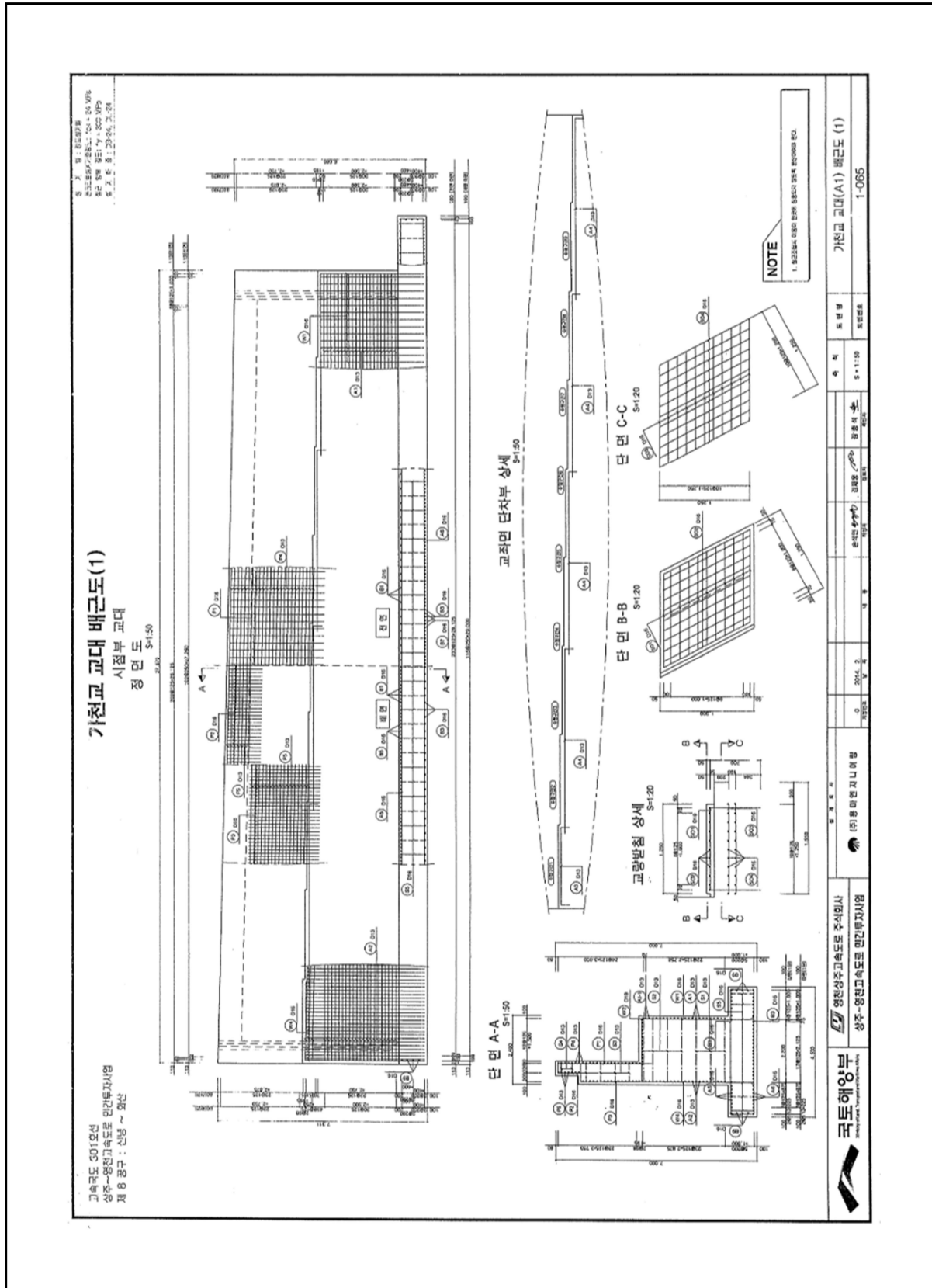
【그림 24.1.8】 교대 일반도



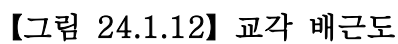
【그림 24.1.9】 교각 일반도



【그림 24.1.9】 바닥판하면 배근도



【그림 24.1.11】 교대 배근도



24.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 8공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

24.2.1 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

과업대상시설물의 준공도면 및 현장 측정 비교검토 결과 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.

【표 24.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	24,470	24,500	교대 폭	24,500	24,510
바닥판하면 두께	290	300	교각 폭	24,400	24,450
거더 높이	2,500	2,495	난간 및 연석 높이	1,050	1,070
거더 하면	1,800	1,820	중분대 높이	1,320	1,300



【사진 24.2.1】 부재 현장측정 전경

24.2.2 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

2.2 지형 및 지질조사

2.2.1 지형 및 지질

가. 지형

본 조사가 실시된 지역은 행정구역상 경상북도 영천시 신녕면 황성리에서 황산면 가성리에 이르는 지역으로서 본 조사지역의 특성상 산계와 수계에 나누어 나타내면 아래와 같다.

산계 : 과업노선은 높이가 약 50m 내외인 낮은 산과 충적층을 따라 위치하고, 과업노선의 북쪽으로는 주변지역에 비해 높은 고도를 보이는 황암산이 위치하며 서쪽으로는 낮은 면적으로 분포하는 팔강산이 자리 잡고 있다.

수계 : 과업노선의 북동쪽과 북서쪽에는 각각 고천천과 신녕천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 황룡천이 흐르고 있다. 신녕천은 남동 방향으로 흐르면서 과업노선의 종점부와 교차하고 있으며 이들 하천은 많은 지류를 형성하며 수지상의 복잡한 형태를 보인다.

나. 지질

과업지역의 지형은 면암상 산지를 형성함으로써 높은 산마, 적설산마, 적암, 니질암(세일 및 이암) 등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이다. 과업지역의 구성암석은 충적층과 호성층에서 변화하는 양상으로 해당지역에 분포하는 충산층(반아열층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암의 양상을 보인다. 니질구간에 분포하는 충산층을 포함하는 황암층은 대구시로부터 남쪽으로 사천시에 이르는 구간에서 남은 분포를 보인다. 세일과 사암, 이암, 응회암 사암 등으로 이루어지며 주로 자색층이 우세하다. 사암은 세일에서 조립질까지 다양하며 역질사암상을 보이기도 한다. 본층에는 건돌, 면흔, 사충리 등의 퇴적구조들이 발달이 현저하다. 황암층(사적층)은 주로 자색 세일과 이암으로 구성되어 있으나 반아열층과의 경계부에서는 자색층과 담녹색층이 호성을 이루며 담녹색 세일층으로 구성되어 있는 반아열층으로 이해한다. 반아열층이 상부에서도 담녹색이 점차로 암회색으로 접어들어 암회색-암녹색 세일과 담수성 석회암으로 구성되어 있는 지안층을 이룬다.

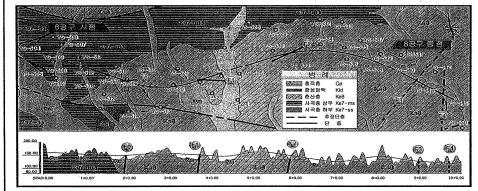
과업구간 전체에 걸쳐 나타나는 충산층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구상층상 회암층으로, 중부는 기저층 역암으로 특성 사암이다. 구상층상회암은 주로 화산기원의 상적 및 석영암지들과 화산회 기질로 구성되어 있다. 수류퇴적물 지시하는 층리 및 모양을 갖으며, 석물의 굵기와 암 회석들이 산출된다. (Tatewa, 1929) 충산층에서 나타나는 세일의 구성 광물은 석영, 방해석, 점토광물이며 주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 충산층 세일의 주 구성광물은 아카 내지 각질의 석영, 방해석, 유기물, 운모질 점토광물 등이 다.

상주-영천 고속도로 민간투자사업

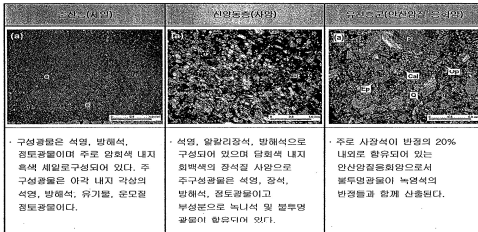
지질개요표			
지질시대	층명	특성	비고
제4기	충적층(Cu)	• 하천 및 산계 퇴적물 — 부광암 —	
	충적암(ksd)	• 과성의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	회암암(Kgr)	• 과성의 지질	• 3공구 종점부
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
제3기	충적층(Cu)	• 하천 및 산계 퇴적물 — 부광암 —	
	충적암(ksd)	• 과성의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	회암암(Kgr)	• 과성의 지질	• 3공구 종점부
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
제2기	충적층(Cu)	• 하천 및 산계 퇴적물 — 부광암 —	
	충적암(ksd)	• 과성의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	회암암(Kgr)	• 과성의 지질	• 3공구 종점부
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
제1기	충적층(Cu)	• 하천 및 산계 퇴적물 — 부광암 —	
	충적암(ksd)	• 과성의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	회암암(Kgr)	• 과성의 지질	• 3공구 종점부
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 충적암으로 구성	• 노천과 교차하지 않음

제2장 조 사

< 지 질 도 >



본조망점 해미경분서 결과



제2장 조 사

다. 지반개량

1) 교량부

가. 과천교 (BBB-6~BBB-20)

매립토층은 실태조사 결과 및 점도조사 결과 등으로 0.3~3.0m 두께로 분포하며 N치는 3/30~50/7의 범위를 보임
· 퇴적토층은 실태조사 결과 및 점도조사 결과 등으로 0.3~3.3m의 두께로 분포하며, N치는 22/30~50/15
· 봉화토층은 실태조사 결과로 1.0m의 두께로 분포하며 N치는 40/30
· 연암과 0.3~4.2의 실태조사 결과로 63~100%의 TCR과 0~83%의 RQD의 범위를 보임
· 경암은 3.0~6.0m의 실태조사 결과로 100%의 TCR과 62~88%의 RQD를 범위를 보임

구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분

구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분

나. 지반 및 지질 조사보고서

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

4.2 지층분포 특성을 위한 조사

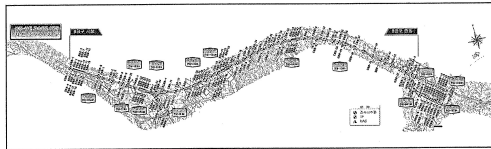
4.2.1 개요

가. 기본 방향

- 각기 구간 및 표고구간 상세지형, 지질 이상대 파악, 일반 분류시 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 압축 결계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절법 탄성파 탐사 7.7km, 시추조사 137공, 시험굴조사 12개소, 표준관입시험 504회



① 굴절법 탄성파 탐사

측선명	탐사구간(STA)	측선방향	연장(m)	측선명	탐사구간(STA)	측선방향	연장(m)
SH-1	0+000~0+024	종방향	94	SV-5	1+200	횡방향	80
SH-2	0+620~0+832	종방향	212	SV-6	1+380	횡방향	55
SH-3	1+000~1+551	종방향	551	SV-7	1+485	횡방향	60
SH-4	2+690~3+080	종방향	390	SV-8	2+740	횡방향	75
SH-5	3+740~3+880	종방향	140	SV-9	2+920	횡방향	85
SH-6	4+060~4+180	종방향	120	SV-10	3+810	횡방향	95
SH-7	4+720~5+060	종방향	340	SV-11	4+110	횡방향	75
SH-8	5+140~5+400	종방향	260	SV-12	4+805	횡방향	90
SH-9	5+600~5+680	종방향	80	SV-13	4+980	횡방향	60
SH-10	5+720~5+840	종방향	120	SV-14	5+190	횡방향	80
SH-11	5+940~6+280	종방향	340	SV-15	5+650	횡방향	60
SH-12	7+020~7+220	종방향	200	SV-16	5+770	횡방향	85
SH-13	7+400~7+720	종방향	320	SV-17	6+035	횡방향	75
SH-14	8+060~8+240	종방향	180	SV-18	6+215	횡방향	95
SH-15	8+580~8+840	종방향	260	SV-19	7+000	횡방향	80
SH-16	8+980~9+140	종방향	160	SV-20	7+535	횡방향	60
SH-17	9+400~9+540	종방향	140	SV-21	7+675	횡방향	80
SH-18	9+600~9+740	종방향	140	SV-22	8+125	횡방향	100
SH-19	9+800~10+040	종방향	240	SV-23	8+660	횡방향	80
SV-1	0+000	횡방향	85	SV-24	9+050	횡방향	70
SV-2	0+680	횡방향	55	SV-25	9+510	횡방향	55
SV-3	0+780	횡방향	65	SV-26	9+670	횡방향	95
SV-4	1+118	횡방향	60	SV-27	9+940	횡방향	95

80

지층조사결과

② 시추조사

• 구간별 조사 현황

구분	조사심도 기준	실시수량	비고
교량구간	교대 및 교각 마다 1개소 총하안7m, 연안3m, 경안1m	77공	-
토공구간	철도계획선 하부 3m까지	60공	-

• 교량구간

구분	구번	STA	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
가천교	BBB-1					시추불가
	BBB-2					시추불가
	BBB-3					시추불가
	BBB-4					시추불가
	BBB-5					시추불가
	BBB-6	0+157.75(우9.65m)	283,049.090	100,829.071	141.64	6.0
	BBB-7					시추불가
	BBB-8					시추불가
	BBB-9	0+237.29(좌2.11m)	283,615.763	181,003.015	141.59	7.0
	BBB-10	0+238.41(우2.52m)	283,611.246	181,001.466	141.42	6.5
	BBB-11	0+265.13(좌5.95m)	283,604.290	181,028.648	140.90	6.7
	BBB-12	0+270.13(우5.95m)	283,591.543	181,026.617	140.71	6.4
	BBB-13	0+306.77(우2.64m)	283,584.244	181,062.156	138.04	6.0
	BBB-14	0+306.77(우2.64m)	283,575.301	181,059.346	139.88	12.0
	BBB-15	0+335.21(좌5.95m)	283,567.320	181,088.180	139.22	6.4
	BBB-16	0+340.21(우5.95m)	283,554.573	181,086.150	139.22	7.4
	BBB-17	0+370.27(좌5.94m)	283,548.814	181,117.979	145.18	6.5
	BBB-18	0+375.21(우5.81m)	283,536.195	181,116.028	145.18	7.8
	BBB-19	0+405.22(좌6.06m)	283,530.483	181,147.712	146.10	7.0
효정교	BBB-20	0+404.08(우5.11m)	283,521.583	181,140.763	146.10	7.8
	BBB-21	1+607.61(우20.60m)	282,873.502	182,155.095	137.70	6.0
	BBB-22	1+621.83(좌33.47m)	282,911.938	182,195.702	137.32	7.0
	BBB-23	1+661.13(좌7.77m)	282,711.100	182,470.389	149.94	12.0
신녕교	BBB-24	1+972.13(우4.75m)	282,694.656	182,473.127	147.99	6.0
	BBB-25	1+992.46(좌5.95m)	282,693.028	182,496.043	134.34	6.0
	BBB-26	1+999.46(우5.95m)	282,678.692	182,496.796	133.15	6.0
	BBB-27	2+016.27(좌6.30m)	282,677.180	182,521.562	133.50	6.0

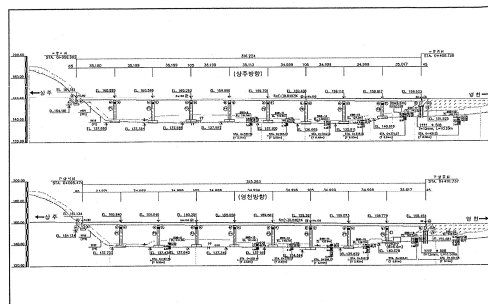
81

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

구분	구번	STA	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
신녕교	BBB-28	2+022.50(우9.30m)	282,663.377	182,521.234	132.80	6.0
	BBB-29	2+052.54(좌5.87m)	282,661.429	182,547.058	134.92	15.0
	BBB-30	2+059.54(우6.95m)	282,646.830	182,546.441	134.92	15.0
	BBB-31	2+070.14(좌4.86m)	282,646.461	182,572.953	135.40	15.0
	BBB-32	0+072.68(우8.87m)	282,630.835	182,571.965	135.10	15.0
	BBB-33	2+380.56(우1.80m)	282,507.981	182,648.477	141.01	10.0
신녕IC교	BBB-34	2+418.64(우1.14m)	282,497.734	182,673.268	144.96	6.0
	BBB-35	3+686.47(우3.52m)	282,414.192	184,022.229	134.37	6.2
갈매교	BBB-36	3+590.02(좌5.60m)	282,423.863	184,023.709	134.46	6.2
	BBB-37					시추불가
	BBB-38	3+621.27(좌12.11m)	282,437.012	184,052.805	134.08	8.0
	BBB-39	3+648.69(우6.17m)	282,425.126	184,083.537	134.52	9.0
갈매교	BBB-40	3+650.00(좌5.95m)	282,437.240	184,082.183	133.05	9.0
	BBB-41					시추불가
	BBB-42					시추불가
	BBB-43					시추불가
향정교	BBB-44					시추불가
	BBB-45	4+218.92(좌5.95m)	282,560.872	184,637.512	124.91	11.1
	BBB-46	4+218.92(우5.95m)	282,549.256	184,640.098	124.91	6.0
	BBB-47	4+247.11(좌2.64m)	282,563.767	184,665.746	124.87	7.0
	BBB-48	4+248.21(우3.00m)	282,568.500	184,668.046	124.87	6.6
	BBB-49	4+295.99(좌3.56m)	282,575.288	184,713.262	124.03	6.0
	BBB-50	4+288.93(우5.95m)	282,564.468	184,708.426	124.03	5.7
	BBB-51	4+322.21(좌6.11m)	282,583.471	184,738.290	126.78	6.0
	BBB-52	4+321.00(우5.18m)	282,572.194	184,739.569	126.78	6.0
	BBB-53	4+339.02(좌5.42m)	282,580.790	184,774.074	127.07	6.5
	BBB-54	4+359.05(우5.35m)	282,580.289	184,776.742	127.07	6.2
	BBB-55	4+394.02(좌5.39m)	282,598.376	184,808.543	128.01	7.2
	BBB-56	4+394.04(우5.39m)	282,587.869	184,810.911	128.01	7.9
충녕교	BBB-57	6+375.99(우5.01m)	282,869.297	186,760.860	127.36	5.3
	BBB-58	6+390.02(좌5.04m)	282,877.885	186,775.820	127.48	6.0
	BBB-59	6+410.74(우1.51m)	282,869.177	186,795.740	118.39	6.0
	BBB-60	6+424.16(좌5.65m)	282,874.787	186,809.893	117.94	6.0
	BBB-61	6+448.81(좌1.56m)	282,867.823	186,833.911	115.40	6.0
	BBB-62	6+464.04(좌5.85m)	282,870.244	186,849.624	115.07	6.0
	BBB-63	6+484.04(우5.00m)	282,855.947	186,867.662	115.07	10.0

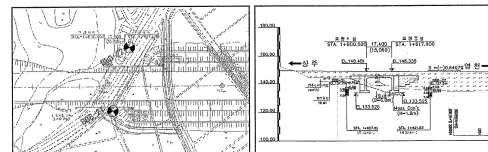
82

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획



지층	출현심도 (m)	층두께 (m)	구성토질 및 압축	N치 (TCR/RQD)	지층분포현황
매립토	0.0	0.3~3.0	실트질 점토, 점토질 자갈	3/30~50/7	
비적토	0.0~1.5	0.3~3.3	실트질 자갈, 점토질 자갈	22/30~50/15	
충화토	2.0	1.0	실트질 점토	40/30	
연암	0.3~4.2	1.2~3.5	니질암	63~100~83	
경암	3.0~6.0	2.7~6.0	니질암	100/62~88	

• 효정교



96

다. 구조계산서 및 내진설계

■ 결과 요약

1. 설계기준

1.1 교량 제형

- 교량 명 : 가천교 (SEG 1)
- 교량종류 : 1 등교 (DB-24 및 DL-24 적용)
- 교량형식 : PSC BEAM교
- 교량연장 : 35,285 + 24,999 + 35,251 = 105,535 m
- 교량폭 : 24.470 m
- 거리간격 : 2,740 m
- 사 각 : 117.9 °

1.2 하중

- 고정하중
 - 철근 콘크리트 : $W_{DL} = 25.0 \text{ kN/m}$
 - 무인 콘크리트 : $W_{DL} = 23.5 \text{ kN/m}$
 - 포 장 : $W_{DL} = 23.5 \text{ kN/m}$
 - 활하중
 - DB-24 : $P_r = 96.0 \text{ kN}$
 $P_f = 24.0 \text{ kN}$
 - DL-24 : $P_r = 12.7 \text{ kN/m}$
 $P_w = 108.0 \text{ kN}$
 $P_s = 156.0 \text{ kN}$
- 충격계수 : $1 \leq 1 + (40 + L) \leq 0.3$

1.3 사용재료

- RC콘크리트
 - 설계기준 강도 : $f_{cu} = 27.0 \text{ MPa}$
 - 허용압축강도 : $f_{cu} = 0.4 \cdot f_{cu} = 11.0 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_c = 25,454 \text{ MPa}$
- 철근
 - 항복강도 : $f_y = 400.0 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

1.4 참고문헌

- 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2005)
- 도로교 설계기준 해설판 (대한주목학회, 2009)
- 콘크리트 구조 설계기준 (한국콘크리트학회, 2003)
- 도로설계요령 (한국도로공사, 2002)
- 도로설계요령 (한국도로공사, 2008)

1. 설계대상 교량제형 및 설계상수

1.1 교량형식 : PSC BEAM

1.2 설계대상 교량 총연장 : 9835.00 + 315,000 m

1.3 교 폭 : 24.470 m

1.4 교각형식 : X형 교각

1.5 교각기초형식 : 직립기초

1.6 내진설계상수

- 내진등급 : 내진 1 등급 (도로교 설계기준 pp.456)
- 지반유역계수 : 0.11 (도로교 설계기준 pp.458)
- 지반유역계수 : 1 = 1.4 (도로교 설계기준 pp.458)
- 가속도계수 : $A = 0.154$ (도로교 설계기준 pp.456)
- 지반계수 : $S = 1.2$ (지반종류 2, 도로교 설계기준)
- 감쇠수준계수 : (도로교 설계기준 pp.458)
- 교각지점 위치 : Rise Vector 분석법
- WCD 적용방법 : C.5.9항목
- 활하중 : 한층 방법

1.7 해석방법

- 해석방법 선정
 - 다중모드 슈퍼탄성 해석
 - 모드조합방법 : CQC방법
 - 부하조합방법 : 100-30%법

1.8 해석모델

- 사용프로그램 : MIDAS CIVIL
- 모델링 : Frame 요소사용
- 활하중 : 1, 2차 사후론 및 지중을 각 요소에 단위하중 분포를형으로 입력

■ 안전검토 및 증력검토

종상시	구 분	하중값	합성값	비 고
		전도에 대한 안전	425.404	0.K
지진시	활동에 대한 안전	315.124	164.658	0.K
	지진력에 대한 안전	1075.5	285.254	0.K
	전도에 대한 안전	1419.022	729.875	0.K
	활동에 대한 안전	306.724	207.192	0.K
	지진력에 대한 안전	1613.25	378.943	0.K

■ 단면 형상

단면위치	깊이 h(mm)	스 (mm)	Rein. Area (mm ²)	사용철근량 Mu (kN.m)	ΦMu (kN.m)	안전도	비고	
편면지반	1000	100	802.032	1586.8	182.96	359.897	1.968 O.K	
후면지반	1000	100	430.37	1586.8	98.423	359.897	3.657 O.K	
벽체 : H=6.311	2400	100	921.723	1586.8	538.998	927.088	1.72 O.K	
층벽	800	100	913.666	1586.8	161.524	278.888	1.726 O.K	
층벽 : 합속슬라브면	500	100	218.813	1586.8	22.229	157.325	7.077 O.K	
좌측널개벽	D(T=450 mm)	450	80	1286.38	2292	116.655	206.4	1.769 O.K
	A(T=450 mm)	450	80	3058.66	4053.6	271.043	351.648	1.297 O.K
	S(T=450 mm)	450	80	826.367	1586.8	76.872	145.17	1.888 O.K
	C(T=450 mm)	450	80	1159.07	2292	105.893	206.4	1.931 O.K
우측널개벽	D(T=620 mm)	620	80	911.504	1586.8	123.556	214.045	1.727 O.K
	A(T=620 mm)	620	80	1829.49	3086.8	245.645	408.448	1.663 O.K
	S(T=620 mm)	620	80	849.517	1586.8	115.006	214.045	1.851 O.K
	C(T=620 mm)	620	80	1580.59	2292	212.903	305.759	1.436 O.K

■ 사용성 검토

구 분		인장응력(f_t)	허용응력(f_{ta})	철근인력(S)	최대인력(S_u)	비 고
편면지반		88.853	150	125	656.286	0.K
후면지반		39.209	150	125	1606.781	0.K
벽체 : H=6.311		79.509	150	125	769.452	0.K
층벽		90.343	150	125	641.677	0.K
층벽 : 합속슬래브면		22.121	150	125	2847.988	0.K
좌측널개벽	D(T=450 mm)	88.411	150	125	712.58	0.K
	A(T=450 mm)	119.102	150	125	462.447	0.K
	S(T=450 mm)	82.916	150	125	779.787	0.K
	C(T=450 mm)	81.012	150	125	777.688	0.K
우측널개벽	D(T=620 mm)	90.522	150	125	689.866	0.K
	A(T=620 mm)	94.127	150	125	654.135	0.K
	S(T=620 mm)	84.467	150	125	745.85	0.K
	C(T=620 mm)	109.083	150	125	545.809	0.K

5. 내진 해석 결과

5.1 교각 하단 단면지진력

1) 교각 하부 전단력

교각 번호	L/R	교축방향 해석		교축직각방향 해석	
		교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)
P1	L	1390.600	818.330	857.350	1798.880
	R	1421.090	818.330	674.020	1798.880
P2	L	1571.910	896.330	746.540	1804.570
	R	1604.970	896.320	765.050	1804.570
P3	L	1369.370	730.600	661.770	1545.750
	R	1384.790	730.600	675.580	1545.750
P4	L	1748.940	885.480	857.110	1873.960
	R	1778.350	885.480	885.820	1873.970
P5	L	1755.080	954.500	872.780	1783.940
	R	1787.440	954.520	905.270	1783.930
P6	L	1063.500	901.020	581.210	1437.850
	R	1046.850	901.020	562.510	1437.850
P7	L	1278.480	997.330	727.070	1627.330
	R	1243.940	997.290	690.360	1627.340
P8	L	1686.000	840.960	840.810	1869.970
	R	1668.570	841.000	736.180	1868.890

2) 교각 하부 모멘트

교각 번호	L/R	교축방향 해석		교축직각방향 해석	
		교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)	교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)	교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)
P1	L	21519.050	6409.560	10302.390	14130.340
	R	21764.270	6409.520	10336.080	14130.360
P2	L	22192.190	6219.770	10555.440	12504.100
	R	22425.790	6219.660	10686.190	12504.130
P3	L	19149.440	4318.790	6086.780	9131.320
	R	19244.090	4318.750	6370.470	9131.310
P4	L	25820.620	6527.220	12727.600	13814.690
	R	26054.570	6527.170	12940.270	13814.750
P5	L	26059.230	7097.500	13030.280	13231.610
	R	26302.040	7097.670	13274.280	13231.510
P6	L	18102.400	6903.630	9897.100	10913.230
	R	17971.510	6903.680	9749.810	10913.240
P7	L	18781.730	7621.330	10385.740	12371.730
	R	18510.820	7620.990	9436.520	12371.790
P8	L	17317.380	3833.060	8310.940	8508.800
	R	17236.190	3833.250	7819.760	8508.420

24.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 13회, 정밀안전점검 3회, 2종성능평가 1회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 24.2.2】 가천교 점검이력사항

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 신축이음 본체 이격은 손상의 진전이 우려되므로 조속한 보수가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 법면 침하, 배수시설 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 금회조사시,일부부재에대해보수를실시한 것이확인되었다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 법면 침하, 배수시설 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 법면 침하, 배수시설 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호

【표 24.2.2】 가천교 점검이력사항 (계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔 지니어링	장진원	정밀안전 점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가천교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과같이자료조사,외관조사,내구성조사등의결과 를분석하여평가된구조물의상태평가결과를종합적으 로평가한안전등급은 「기능발휘에는지장이없으나경 미한손상,결합,열화등이발생하여내구성증진을위해 부분적으로보수가필요한상태」 인 「B」 등급으로평 가되었다.구조적인손상및결함은없는것으로판단되어 별도의정밀안전진단은필요없을것으로판단되며,본보 고서에제시된방안으로보수를시행하고자속적인유지 관리를실시한다면구조물의사용성을확보하는데문제 가없을것으로사료된다.	B등 급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 배수관 누수, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 몰탈 및 반침콘크리트 균열, 박리, 플레이트 부식, 가로보 백태, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 법면 침하 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 배수관 누수, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 몰탈 및 반침콘크리트 균열, 박리, 플레이트 부식, 가로보 백태, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 법면 침하 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
8	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔 지니어링	장진원	정기안전 점검	가천교(8공구)의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 배수관 누수, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 몰탈 및 반침콘크리트 균열, 박리, 플레이트 부식, 가로보 백태, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 법면 침하 등의 손상이 조사되었고, 교대 및 교각 균열, 망상균열에 대한 일부보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호

【표 24.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
9	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔 지니어링	장진원	정밀안전 점검	-바닥판하면상태양호 -거더파손 -가로보백태 -교대균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 백태, 누수흔적, 보호블럭침하 -교각균열(0.3mm이상), 망상균열, 폐자재적치, 표면오염, 파손, 박락 -교량받침반침몰탈균열, 박리, 재료분리, 스토퍼간섭, 플레이트부식 -신축이음후타재균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수관앵커탈락 -교면포장균열, 망상균열 -배수시설배수관누수 -방호벽균열(0.3mm미만)	B등 급
10	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 균열, 망상균열 -배수시설배수관누수 -방호벽균열(폭0.3mm미만) -신축이음후타재균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수관볼트탈락 -교량받침무수축물탈및반침콘크리트균열, 박리, 재료분리, 스토퍼간섭, 플레이트부식 - 거더 파손, 가로보 백태 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 백태, 누수흔적, 망상균열, 법면 보호블럭 침하, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재 적치	양호
11	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	- 교면포장 균열, 망상균열 -배수시설배수관누수 -방호벽균열(폭0.3mm미만) -신축이음후타재균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수관볼트탈락 -교량받침무수축물탈및반침콘크리트균열, 박리, 재료분리, 스토퍼간섭, 플레이트부식 - 거더 파손, 가로보 백태 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 백태, 누수흔적, 망상균열, 법면 보호블럭 침하, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재 적치	양호
12	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 균열, 망상균열 -배수시설배수관누수 -방호벽균열(폭0.3mm미만), 파손 -신축이음후타재균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수관볼트탈락 -교량받침무수축물탈및반침콘크리트균열, 박리, 재료분리, 스토퍼간섭, 플레이트부식 - 거더 파손, 가로보 백태 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 백태, 누수흔적, 망상균열, 법면 보호블럭 침하, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재 적치	양호

【표 24.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
13	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	2중성능 평가	-안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.220, 등급 b로 평가 -내구성능평가결과,성능평가점수0.133, 등급b로평가 -사용성능평가결과,성능평가점수0.675, 등급d로평가 -종합성능평가결과,성능평가점수0.263, 등급c로평가	B등 급
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	-바닥판하면 파손, 철근노출 -거더파손 -가로보백태,들뜸 -교대균열(0.3mm내,외),균열부백태,누수 흔적,법면보호블럭침하 -교각망상균열,백태,누수흔적,파손,박락, 폐자재적치 -교량반침무수축물탈및받침콘크리트균열, 박리,파손,재료분리,플레이트부식 -신축이음후타재균열,파손,이물질퇴적,차 수관앵커탈락 -교면포장망상균열 -배수시설배수관누수 -방호벽균열,파손 -점검시설상태양호	B등 급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔 지니어링	정지훈	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열 -배수시설배수관누수 -방호벽균열(0.3mm미만),파손 -신축이음후타재균열,망상균열,후타재파 손,차수관볼트탈락,이물질퇴적 -교량반침무수축물탈균열(0.3mm미만),망 상균열,받침콘크리트균열(0.3mm미만),박리 ,파손,재료분리,플레이트부식,스토퍼간섭 -바닥판파손,철근노출 -거더파손 -가로보백태,들뜸 -교대균열(0.3mm미만,이상),균열부백태, 백태,누수흔적,법면보호블럭침하 -교각망상균열,백태,누수흔적,표면오염,파 손,박락,폐자재적치	양호

【표 24.2.2】 가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열 - 배수시설배수관누수 - 방호벽균열(0.3mm미만), 파손 - 신축이음후타재균열, 망상균열, 후타재파손, 차수관앵커탈락, 이물질퇴적 - 교량반침무수축물탈균열(0.3mm미만), 망상균열, 반침콘크리트균열(0.3mm미만), 박리, 파손, 재료분리, 플레이트부식, 스토퍼간섭 - 바닥판파손, 철근노출 - 거더파손 - 가로보백태, 들뜸 - 교대균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태, 누수흔적 - 교각망상균열, 백태, 누수흔적, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재적치	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열 - 배수시설배수관누수 - 방호벽균열(0.3mm미만), 파손 - 신축이음후타재균열, 망상균열, 후타재파손, 차수관앵커탈락, 이물질퇴적 - 교량반침무수축물탈균열(0.3mm미만), 망상균열, 반침콘크리트균열(0.3mm미만), 박리, 파손, 재료분리, 플레이트부식, 스토퍼간섭 - 바닥판파손, 철근노출 - 거더파손 - 가로보백태, 충분리 - 교대균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태, 법면침하 - 교각망상균열, 백태, 누수흔적, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재적치	양호

24.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하자점검 및 성능평가 용역(23년 정밀안전점검 용역)	
용역기간	2023-09-11 ~ 10-05	
용역사	(주)명성엔지니어링	
외관조사결과	- 바닥판하면 파손, 철근노출 - 거더 파손 - 가로보 백태, 들뜸 - 교대 균열(0.3mm내, 외), 균열부 백태, 누수흔적, 법면 보호블럭 침하 - 교각 망상균열, 백태, 누수흔적, 파손, 박락, 폐자재 적치 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 파손, 재료분리, 플레이트 부식 - 신축이음 후타재 균열, 파손, 이물질퇴적, 차수판 앵커 탈락 - 교면포장 망상균열 - 배수시설 배수관 누수 - 방호벽 균열, 파손 - 점검시설 상태양호	양방향
비파괴조사	- 반발경도 : 설계기준강도 대비 100%이상으로 조사됨 - 탄산화 : 탄산화 잔여깊이 30mm이상, 탄산화에 의한 내구성저하 없음 - 철근탐사 : 설계배근간격 대비 적정함	양방향
안전성평가 (진단서)	해당없음	양방향
상태평가	손상결함도 지수 0.226으로 B등급	
보수보강 (진단서)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가천교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다. - 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 가천교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」 「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. - 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. - 교면포장 망상균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.	

24.2.5 시설물 보수 이력

【표 24.2.3】 가천교 이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	상주-영천고속도로민간투자 사업(8공구)	보수	P6 신축이음	(주)한국해외기 술공사	삼환기업(주)
	2019-01-01 ~ 2019-06-30		신축이음 차수판볼트체결불량 보수	0	
2	상주-영천고속도로민간투자 사업(8공구)	보수	S1,S2 교면포장, S8 방호벽	(주)한국해외기 술공사	삼환기업(주)
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		교면포장 표면처리방호벽 충전보수	0	

24.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 24.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

24.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

24.2.8 주변환경 및 하중변화

가천교는 경상북도 영천시 신녕면 화성리 541-9에 위치하는 2종 시설물로써 일반국도(S9) 및 가천천(S6)을 횡단하는 상주영천고속도로 본선 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일 현재의 교량주변현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.

【표 24.2.5】 하중변화 검토내용

번호	보수보강 현황	기준	변경 (추가)	하중변화	비고
1	해당없음	—	—	—	

	
하부 교차 시설 전경	상부 전경
	
하부 교차 시설 전경	상부 전경

【사진 24.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

24.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 24.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 련 자 료	◇ 전차 정밀안전점검 및 정기안전점검 보고서 ◇ 사고기록	◇ 부재별 중점손상 - 바닥판 파손, 철근노출 - 거더 파손 - 2차부재 백태, 들뜸 - 교대 균열, 법면보호블럭 침하 - 교각 망상균열 - 교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 파손 - 신축이음 후타재 균열, 파손 - 교면포장 망상균열 - 배수시설 배수관 누수 - 방호벽 및 중분대 균열, 파손 - 교량 점검시설 상태양호	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 - 보수 및 점검이력	◇ FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇ 보수부 상태 확인

24.3 현장조사

24.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 교량점검차를 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~S9	도보, 교량점검차	2025.08.25.~2025.10.31.	
			
작업전경		작업전경	
			
작업전경		비파괴시험	

【사진 24.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

24.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 가천교는 총 9경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=315.0m 폭 23.4m로 바닥판은 쉼틸레 버부의 경우 철근콘크리트로 시공되어있으며, 중앙부의 경우 LB-DECK로 시공되어있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 24.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 24.3.1】 바닥판 하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S6 파손, 철근노출(0.5×0.2)-보수-	손상현황	• S8 바닥판하면 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 24.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 조사된 파손, 파손 및 철근노출에 대하여 보수가 된 것으로 확인되었고, 금회 점검시 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	파손	m ²	0.03	1	-	-	▼ 0.03	보수됨
	철근노출	m ²	0.10	1	-	-	▼ 0.10	보수됨

4) 검토의견

- 바닥판 하면은 현재 기존 손상이 보수되어 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. PSC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Girder는 9열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 교량점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 24.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 외관조사 결과, 인양홀 파손, 박락, 표면불량이 조사되었다.

【표 24.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	인양홀 파손 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		표면불량 (㎡/개소)	
S1	0.28	7	0.02	1	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	0.25	1
S4	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
합계	0.28	7	0.02	1	0.25	1

			
손상현황	• S1-G1 인양홀 파손(0.2×0.2)	손상현황	• S1-G3 인양홀 파손(0.2×0.2)
원 인	• 거더 거치시 충격	원 인	• 거더 거치시 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1-G3 인양홀 파손(0.2×0.2)	손상현황	• S1-G6 박락(0.2×0.1)
원 인	• 거더 거치시 충격	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2-G1 인양홀 파손(0.2×0.2)-보수-	손상현황	• S3-G3 표면볼량(0.5×0.5)
원 인	• -	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰

【사진 24.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 인양홀 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 없으며 일부 보수된 상태이다. 금회 점검시 인양홀 파손, 박락, 표면불량이 신규 조사되었다.

【표 24.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	인양홀 파손	m ²	0.20	5	0.28	7	▲ 0.08	일부보수 신규손상
	박락	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	표면불량	m ²	—	—	0.25	1	▲ 0.25	신규손상

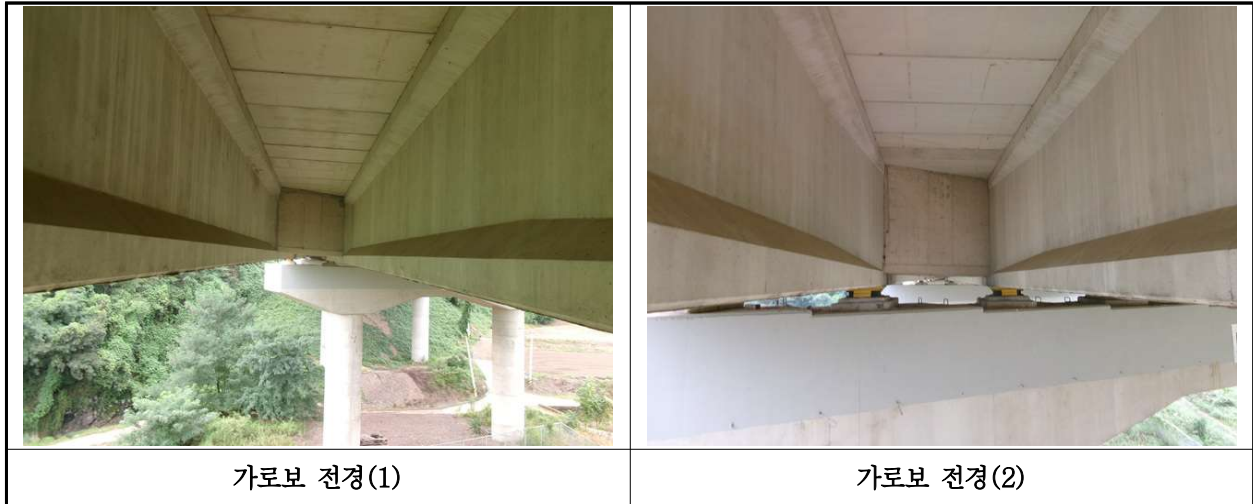
4) 검토의견

- 거더 거치시 인양홀 주위 충격에 의한 파손이 조사되었고, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.
- 조사된 박락의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 표면불량의 경우 시공시 마감 미흡 등에 의한 손상으로, 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니므로 지속적인 주의관찰을 통한 손상의 진전 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 24.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 백태, 층분리의 보수가 확인되었고, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 24.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S4 G6~7 백태(0.1×0.3)-보수-	손상현황	• S4 G4~5 들뜸(0.3×0.3)-보수-
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S5 G6~7 백태(0.1×0.3)-보수-	손상현황	• S5 G8~9 백태(0.1×0.3)-보수-
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S8 G7~8 백태(0.1×0.3)-보수-	손상현황	• S8 G8~9 백태(0.1×0.3)-보수-
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 24.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 조사된 백태, 들뜸이 보수된 것으로 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 점검시 신규 손상은 조사되지 않은 양호한 상태이다.

【표 24.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	백태	m ²	1.92	64	—	—	▼ 1.92	보수됨
	들뜸	m ²	0.18	2	—	—	▼ 0.18	보수됨

4) 검토의견

- 가로보는 현재 기 손상이 보수되어 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 가천교 교대는 역T형 2기로 구성되어있으며, 기초는 직접기초 및 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 24.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태, 누수흔적, 법면 침하, 체수가 확인되었다.

【표 24.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (m ² /개소)		백태 (m ² /개소)		누수흔적 (m ² /개소)		법면 침하 (m ² /개소)		체수 (m ² /개소)	
A1	0.50	1	0.80	2	0.43	4	—	—	0.50	1	14.00	7
A2	1.00	1	—	—	—	—	0.75	1	2.25	1	—	—
합계	1.50	2	0.80	2	0.43	4	0.75	1	2.75	2	14.00	7

			
손상현황	• A1 백태 (0.2×0.5)	손상현황	• A1 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 균열부 수분접촉, 장기공용	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 법면 침하 (1.0×0.5)	손상현황	• A1 체수 (1.0×2.0)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 강우, 신축이음하부 우수유입
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 법면 침하 (1.5×1.5)	손상현황	• A2 누수흔적 (0.5×1.0)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 강우, 신축이음하부 우수유입
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 24.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태, 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이며, 균열(0.3mm이상), 백태, 법면 보호블럭 침하, 누수흔적 등의 손상이 일부 보수된 것으로 조사되었다. 금회 점검시 균열(0.3mm미만), 법면 침하, 체수가 신규 추가 조사되었다.

【표 24.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	1.50	2	▲ 1.00	신규손상
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수됨
	균열부백태	m ²	0.80	2	0.80	2	— —	변동없음
	백태	m ²	1.23	9	0.43	4	▼ 0.80	일부보수
	누수흔적	m ²	9.75	9	0.75	1	▼ 9.00	일부보수
	법면 보호블럭 침하	m	15.00	1	—	—	▼ 15.00	보수됨
	법면 침하	m ²	—	—	2.75	2	▲ 2.75	신규손상
	체수	m ²	—	—	14.00	7	▲ 14.00	신규손상

4) 검토의견

- 교대 벽체에 발생된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 균열부백태 및 백태, 누수흔적, 체수의 경우 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리, 주의관찰 등의 조치가 필요하다.
- 교대 A1, A2 법면에 발생된 침하의 경우 법면 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 범위가 미미한 상태로, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 가천교의 교각은 π 형 8기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



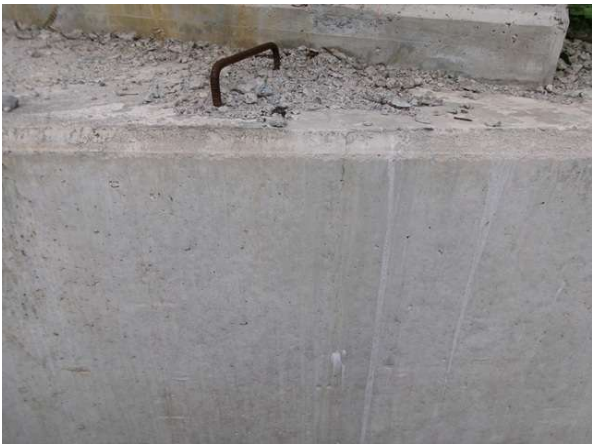
【사진 24.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

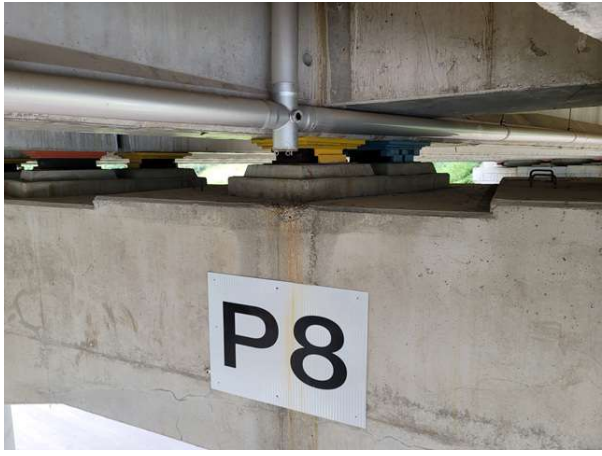
- 교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 누수흔적, 표면오염, 재료분리, 기초노출이 조사되었다.

【표 24.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		균열부백태 (m/개소)		누수흔적, 표면오염 (m/개소)		재료분리 (m/개소)		기초노출 (m/개소)	
P1	0.50	1	—	—	—	—	2.25	1	—	—	—	—
P2	6.00	3	10.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	1.00	2	—	—	—	—	2.00	2	—	—	—	—
P4	—	—	10.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	5.00	5	10.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	0.05	1	7.00	6	—	—	15.00	1
P7	—	—	25.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—
P8	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	1	—	—
합계	12.50	11	55.00	5	0.05	1	11.25	9	0.20	1	15.00	1

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 폐자재적치(1.0×8.0)-보수-
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈형 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -
			
손상현황	• P2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2 박락(0.3×0.3)-보수-
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈형 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -
			
손상현황	• P3 누수흔적(4.0×2.0)-보수-	손상현황	• P4 망상균열(20.0×0.5m)
원 인	• -	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• -	조치방안	• 표면처리

【사진 24.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P5 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6 균열부백태 (0.1×0.5)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈형 등	원 인	• 외부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P6 기초노출 (5.0×3.0)	손상현황	• P6 기초노출 (5.0×3.0)
원 인	• 장기공용, 홍수시 하천 토사유실 등	원 인	• 장기공용, 홍수시 하천 토사유실 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P7 망상균열(25.0×1.5)	손상현황	• P8 재료분리(0.5m×0.4m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 시공시 다짐미흡, 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 24.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 망상균열, 누수흔적, 표면오염, 균열부백태 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이며. 파손, 박락, 폐자재 적치, 망상균열, 균열부백태, 누수흔적, 표면오염 등의 손상이 전반적으로 보수되었다. 금회 조사시 균열(0.3mm미만), 재료분리, 기초노출 등의 손상이 신규 조사되었다.

【표 24.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	—	—	12.50	11	▲ 12.50	신규손상
	망상균열	m ²	155.00	6	55.00	5	▼ 100.00	일부보수
	균열부백태	m ²	0.30	2	0.05	1	▼ 0.25	일부보수
	누수흔적, 표면오염	m ²	55.60	27	11.25	9	▼ 44.35	일부보수
	파손, 박락	m ²	0.27	3	—	—	▼ 0.27	보수됨
	재료분리	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	기초노출	m ²	—	—	15.00	1	▲ 15.00	신규손상
	폐자재 적치	m ²	64.00	8	—	—	▼ 64.00	보수됨

4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정되며 상기 손상부의 경우 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 균열부백태, 누수흔적, 표면오염의 경우 외부 우수유입, 장기공용에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조사된 교각 P6의 기초노출의 경우 장기공용 및 홍수시 증가한 유송 등으로 인해 교각 주변 토사가 유실되어 발생한 손상으로, 지속적인 우수유입시 세굴이 진행 될 경우 지지력 감소를 초래하여 구조물의 안전성에 문제를 야기할 수 있으므로 주의관찰 후 되메우기를 동반한 재방시공과 같은 조치를 통하여 기초의 지지력 확보가 필요하다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 가천교의 기초는 교대 A1~2 직접기초 및 말뚝기초, 교각 P1~9 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태이나 교각 P6의 기초는 하부 토사가 유실되어 노출된 것으로 조사되었으며, 상세 내용은 “마. 교각”에 서술하였다.

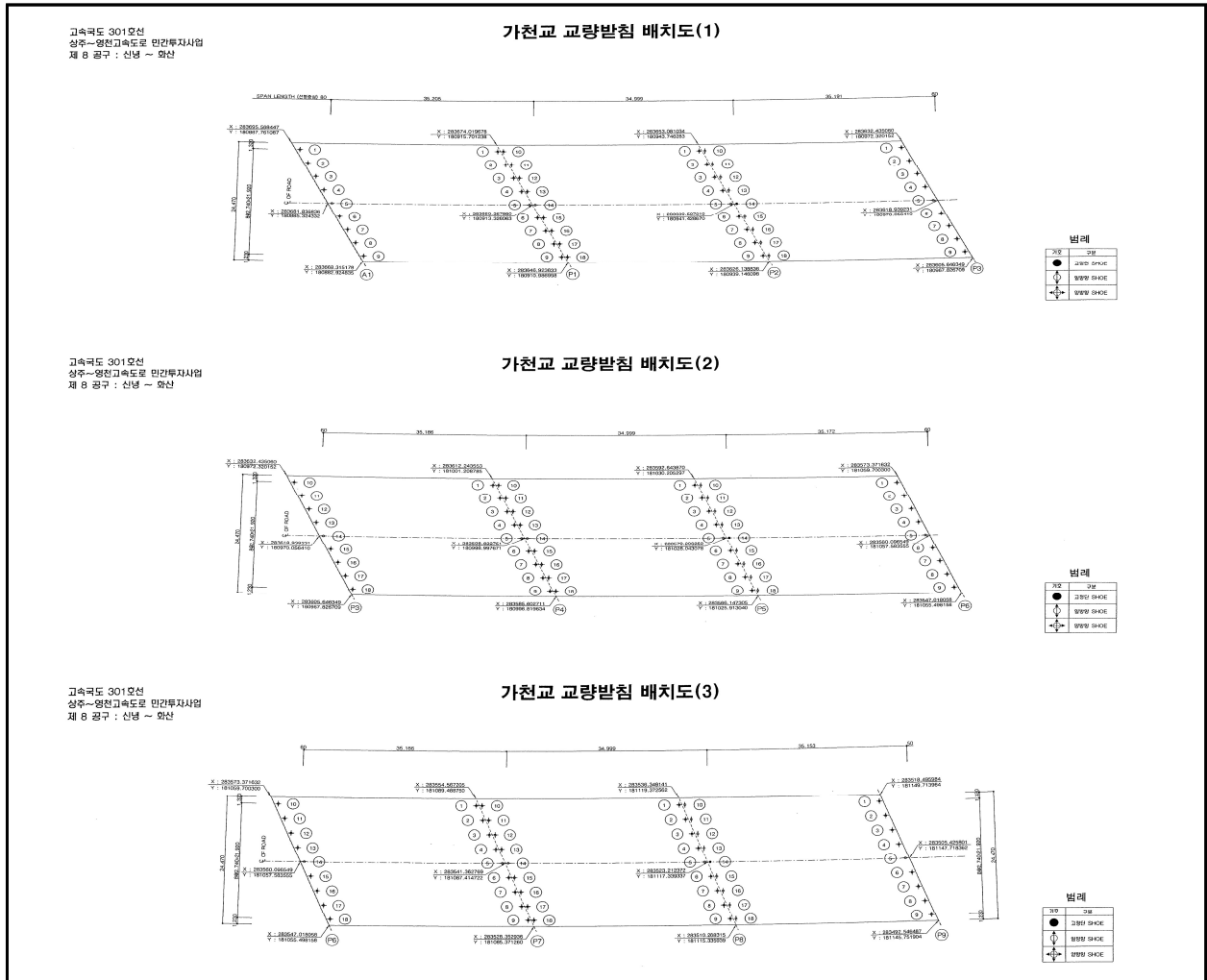
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P2 기초 전경	교각 P4 기초 전경
	
교각 P6 기초 전경	교각 P6 기초 전경

【사진 24.3.12】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 가천교의 받침은 탄성고무받침으로 총 162기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 24.3.1】 교량받침 배치도



【사진 24.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 망상균열, 파손, 플레이트 부식 등의 손상이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 상태이다.

【표 24.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 망상균열 (m²/개소)		받침콘크리트 충분리, 파손 (m²/개소)	
A1	0.40	2	—	—	—	—	—	—
P1	25.20	126	—	—	—	—	0.04	1
P2	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P3	25.20	126	0.20	1	—	—	0.50	4
P4	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P5	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P6	25.20	126	—	—	0.40	1	0.02	1
P7	25.20	126	0.60	2	—	—	0.15	1
P8	25.20	126	0.60	2	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	202.00	1,010	1.40	5	0.40	1	0.71	7

구분	받침콘크리트 재료분리 (m²/개소)		스토퍼 간섭 (EA/개소)		플레이트 부식 (EA/개소)	
A1	0.06	1	1.00	1	1.00	1
P1	—	—	—	—	18.00	18
P2	—	—	—	—	18.00	18
P3	—	—	—	—	18.00	18
P4	—	—	—	—	18.00	18
P5	—	—	—	—	18.00	18
P6	—	—	—	—	18.00	18
P7	—	—	—	—	18.00	18
P8	—	—	—	—	18.00	18
A2	—	—	—	—	2.00	2
합계	0.06	1	1.00	1	147.00	147

손상현황 A1-Sh2 받침콘크리트 재료분리(0.3×0.2)	손상현황 A1-Sh5 스톱퍼 간섭
원 인 시공초기 다짐부족	원 인 온도변화, 장기공용
조치방안 단면보수	조치방안 주의관찰
손상현황 P2-Sh6 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	손상현황 P3-Sh12 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인 건조수축, 온도변화	원 인 건조수축, 온도변화
조치방안 표면처리	조치방안 표면처리
손상현황 P6-Sh11 콘크리트 파손(0.2×0.1)	손상현황 P6-Sh16 플레이트 부식
원 인 외부충격	원 인 장기공용, 수분접촉
조치방안 단면보수	조치방안 재도장

【사진 24.3.14】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P7-Sh7 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6-Sh12 콘크리트 파손(0.2m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P7-Sh11 반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P7-Sh13 플레이트 부식
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P8-Sh13 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2-Sh7 플레이트 부식
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장

【사진 24.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 층분리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검시 받침콘크리트 층분리, 파손, 플레이트 부식 등의 손상이 신규 조사되었다.

【표 24.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

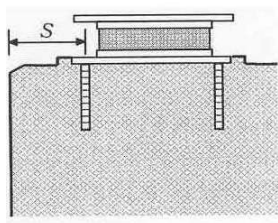
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	202.00	1,010	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.40	5	1.40	5	- -	변동없음
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.40	1	0.40	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 층분리, 파손	m ²	0.17	2	0.71	7	▲ 0.54	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.06	1	0.06	1	- -	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	5.00	5	147.00	147	▲ 14200	신규손상

4) 검토의견

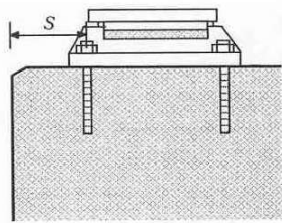
- 받침 물탈 및 콘크리트에 발생된 균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 층분리 및 파손, 재료분리의 경우 시공시 외부충격, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 온도변화 및 횡거동에 의한 손상으로 판단되며, 현재 스토퍼 파손 및 주변부재 손상은 발생되지 않은 상태이다. 상기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전 및 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.

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 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 24.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 24.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200 + 5 \times 35 = 375(\text{mm})$

【표 24.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		375	595	585	580	580	860	580	580	570	575	O.K
P1	A1측	375	710	710	710	710	630	665	650	630	645	O.K
	A2측	375	700	685	685	690	720	690	700	690	680	O.K
P2	A1측	375	720	730	750	740	690	650	670	700	690	O.K
	A2측	375	850	860	840	850	920	730	700	730	720	O.K
P3	A1측	375	500	510	520	570	410	430	420	420	450	O.K
	A2측	375	420	470	450	500	510	460	470	450	470	O.K
P4	A1측	375	790	810	810	810	710	690	650	650	640	O.K
	A2측	375	660	630	630	630	660	650	650	670	680	O.K
P5	A1측	375	750	750	740	730	710	690	690	690	680	O.K
	A2측	375	790	810	830	850	900	710	700	690	710	O.K
P6	A1측	375	500	490	480	470	460	440	420	435	425	O.K
	A2측	375	495	490	510	530	520	510	510	500	500	O.K
P7	A1측	375	675	695	705	705	665	660	650	660	665	O.K
	A2측	375	700	700	700	690	660	660	650	655	640	O.K
P8	A1측	375	700	700	710	660	640	650	650	670	680	O.K
	A2측	375	880	850	870	810	940	730	720	740	720	O.K
A2		375	620	600	590	570	580	580	600	610	590	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



【사진 24.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 24.3.14】 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	30.1	9.9	0.00001	70.0	21.1	6.9	
P1	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P2	고정단						
P3(A1)	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P3(A2)	30.1	9.9	0.00001	70.0	21.1	6.9	
P4	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P5	고정단						
P6(A1)	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P6(A2)	30.1	9.9	0.00001	70.0	21.1	6.9	
P7	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P8	고정단						
A2	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	

1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2025년 9월 15일, 평균온도, 영천)
 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 24.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-10	55	77	21.1	6.9	±67
	SH2	-10	55	77			±67
	SH3	-10	55	77			±67
	SH4	-10	55	77			±67
	SH5	-10	55	77			±67
	SH6	-10	55	77			±67
	SH7	-10	55	77			±67
	SH8	-10	55	77			±67
	SH9	-10	55	77			±67
P1	SH1	0	42	42	10.5	3.5	±42
	SH2	0	42	42			±42
	SH3	0	42	42			±42
	SH4	0	42	42			±42
	SH5	0	42	42			±42
	SH6	0	42	42			±42
	SH7	0	42	42			±42
	SH8	0	42	42			±42
	SH9	0	42	42			±42
	SH10	0	42	42			±42
	SH11	0	42	42			±42
	SH12	0	42	42			±42
	SH13	0	42	42			±42
	SH14	0	42	42			±42
	SH15	0	42	42			±42
	SH16	0	42	42			±42
	SH17	0	42	42			±42
	SH18	0	42	42			±42
P2	고정단						
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 24.3.15】교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P3(A1)	SH1	-20	22	62	10.5	3.5	±42
	SH2	-20	22	62			±42
	SH3	-20	22	62			±42
	SH4	-20	22	62			±42
	SH5	-20	22	62			±42
	SH6	-20	22	62			±42
	SH7	-20	22	62			±42
	SH8	-20	22	62			±42
	SH9	-20	22	62			±42
P3(A2)	SH10	-20	22	62	21.1	6.9	±42
	SH11	-20	22	62			±42
	SH12	-20	22	62			±42
	SH13	-20	22	62			±42
	SH14	-20	22	62			±42
	SH15	-20	22	62			±42
	SH16	-20	22	62			±42
	SH17	-20	22	62			±42
	SH18	-20	22	62			±42
P4	SH1	0	42	42	10.5	3.5	±42
	SH2	0	42	42			±42
	SH3	0	42	42			±42
	SH4	0	42	42			±42
	SH5	0	42	42			±42
	SH6	0	42	42			±42
	SH7	0	42	42			±42
	SH8	0	42	42			±42
	SH9	0	42	42			±42
	SH10	0	42	42			±42
	SH11	0	42	42			±42
	SH12	0	42	42			±42
	SH13	0	42	42			±42
	SH14	0	42	42			±42
	SH15	0	42	42			±42
	SH16	0	42	42			±42
	SH17	0	42	42			±42
	SH18	0	42	42			±42
P5	고정단						
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 24.3.15】교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P6(A1)	SH1	-20	22	62	10.5	3.5	±42
	SH2	-20	22	62			±42
	SH3	-20	22	62			±42
	SH4	-20	22	62			±42
	SH5	-20	22	62			±42
	SH6	-20	22	62			±42
	SH7	-20	22	62			±42
	SH8	-20	22	62			±42
	SH9	-20	22	62			±42
P6(A2)	SH10	-20	22	62	21.1	6.9	±42
	SH11	-20	22	62			±42
	SH12	-20	22	62			±42
	SH13	-20	22	62			±42
	SH14	-20	22	62			±42
	SH15	-20	22	62			±42
	SH16	-20	22	62			±42
	SH17	-20	22	62			±42
	SH18	-20	22	62			±42
P7	SH1	0	42	42	10.5	3.5	±42
	SH2	0	42	42			±42
	SH3	0	42	42			±42
	SH4	0	42	42			±42
	SH5	0	42	42			±42
	SH6	0	42	42			±42
	SH7	0	42	42			±42
	SH8	0	42	42			±42
	SH9	0	42	42			±42
	SH10	0	42	42			±42
	SH11	0	42	42			±42
	SH12	0	42	42			±42
	SH13	0	42	42			±42
	SH14	0	42	42			±42
	SH15	0	42	42			±42
	SH16	0	42	42			±42
	SH17	0	42	42			±42
	SH18	0	42	42			±42
P8	고정단						
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 24.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A2	SH1	0	67	67	10.5	3.5	±67
	SH2	0	67	67			±67
	SH3	0	67	67			±67
	SH4	0	67	67			±67
	SH5	0	67	67			±67
	SH6	0	67	67			±67
	SH7	0	67	67			±67
	SH8	0	67	67			±67
	SH9	0	67	67			±67
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1(No.80), P3(No.120), P6(No.120), A2(No.50) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 24.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

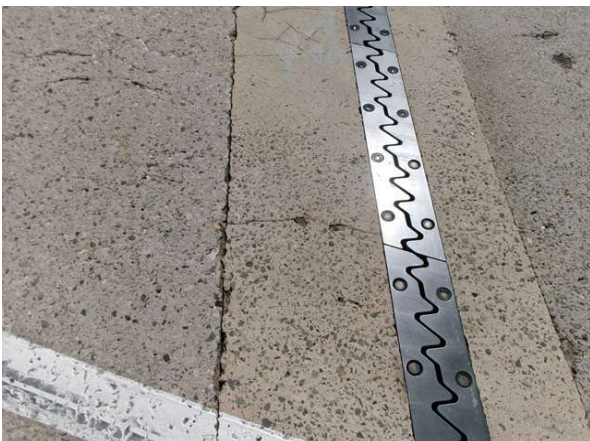
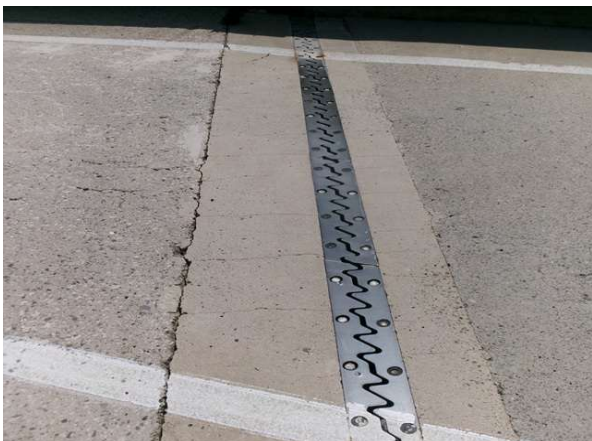
- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 파손, 이물질 퇴적, 차수판 앵커 탈락, 하부누수가 조사되었다. 신축이음의 거동상태는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 앵커 탈락 (EA/개소)		하부누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	4.30	9	3.40	4	0.01	1	3.00	1	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	2.70	9	3.60	4	0.02	1	6.00	2	1.00	1	2.00	4
P6 (EXP J3)	2.40	8	—	—	0.03	2	6.00	2	15.00	15	1.00	2
A2 (EXP J4)	8.20	18	0.80	2	0.04	1	3.00	1	—	—	—	—
합계	17.60	44	7.80	10	0.10	5	18.00	6	16.00	16	3.00	6

			
손상현황	• A1 후타재 망상균열(0.5×1.0)	손상현황	• A1 후타재 균열(L=0.5m)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축, 장기공용	원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 24.3.18】 신축이음장치 손상현황

			
손상현황	• P3 이물질퇴적 (L=3.0m)	손상현황	• P3 하부누수 (L=0.5m)
원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적	원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P6 후타재 파손 (0.1×0.2)	손상현황	• P6 차수판 앵커탈락 (3EA)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인	• 온도변화, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A2 후타재 균열 (L=0.5m)	손상현황	• A2 후타재 망상균열 (0.3×1.0)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 24.3.18】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 후타재 균열 및 망상균열, 후타재 파손, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 조사시 후타재 균열, 망상균열, 파손, 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락, 하부누수 등의 손상이 신규 조사되었다.

【표 24.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	10.70	29	17.60	44	▲ 6.90	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	1.80	4	7.80	10	▲ 6.00	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.07	3	0.10	5	▲ 0.03	신규손상
	이물질퇴적	m	6.00	2	18.00	6	▲ 12.00	신규손상
	차수판 앵커 탈락	EA	15.00	15	16.00	16	▲ 1.00	신규손상
	하부누수	m	—	—	3.00	6	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조 수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 후타재 파손의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 본체에 발생한 이물질 퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 차수판 앵커 탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비가 요망 된다.
- 조사된 하부누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상을 발생시킬 수 있으나 정도가 경미하여 주의관찰 후 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 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 : 2025. 9. 16. 기온 적용: 25.8℃(일평균) ΔT(신장시) : $35^{\circ}\text{C} - 25.8^{\circ}\text{C} = 9.2^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5^{\circ}\text{C} - (25.8^{\circ}\text{C}) = 30.8^{\circ}\text{C}$ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팅창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</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	선팅창계수 α (/℃)	강교	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	선팅창계수 α (/℃)																	
강교	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 24.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 24.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 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	30.8	9.2	0.00001	70.0	21.6	6.4	41.0	100.0	152.0	
P3	30.8	9.2	0.00001	105.0	32.3	9.7	66.0	140.0	660.0	
P6	30.8	9.2	0.00001	105.0	32.3	9.7	61.0	118.0	590.0	
A2	30.8	9.2	0.00001	35.0	10.8	3.2	15.0	67.0	150.0	
1) 조사당시 온도 : 25.5℃(조사일 : 2023년 9월 18일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 24.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	21.6	6.4	41.0	80	17.4	34.6	OK	OK
	바닥판	21.6	6.4	100.0	—	—	93.6	—	OK
	거더	21.6	6.4	152.0	—	—	145.6	—	OK
P3	신축이음	32.3	9.7	66.0	120	21.7	56.3	OK	OK
	바닥판	32.3	9.7	140.0	—	—	130.3	—	OK
	거더	32.3	9.7	660.0	—	—	650.3	—	OK
P6	신축이음	32.3	9.7	61.0	120	26.7	51.3	OK	OK
	바닥판	32.3	9.7	118.0	—	—	108.3	—	OK
	거더	32.3	9.7	590.0	—	—	580.3	—	OK
A2	신축이음	10.8	3.2	15.0	50	24.2	11.8	OK	OK
	바닥판	10.8	3.2	67.0	—	—	63.8	—	OK
	거더	10.8	3.2	150.0	—	—	146.8	—	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 가천교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 콘크리트 포장으로 되어있다.



【사진 24.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 포장 망상균열, 포장 파손이 확인되었고. 현재, 교면포장은 차량통행에 문제가 없는 상태이다.

【표 24.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 망상균열 (m ² /개소)		포장 파손 (m ² /개소)	
S1	300.00	2	—	—
S2	270.00	2	—	—
S3	270.00	2	—	—
S4	315.00	2	—	—
S5	270.00	2	0.60	3
S6	315.00	2	0.03	3
S7	315.00	2	—	—
S8	315.00	2	—	—
S9	315.00	2	0.06	3
합계	2,685.00	18	0.69	9

			
손상현황	• S1 포장 망상균열 (30.0×3.0)	손상현황	• S4 포장 망상균열 (35.0×3.0)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S6 포장 파손 (35.0×6.0)	손상현황	• S8 포장 망상균열 (35.0×6.0)
원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 아스콘패칭	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S9 포장 망상균열 (35.0×6.0)	손상현황	• S9 포장 파손 (0.1×0.2)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 아스콘패칭

【사진 24.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 포장 망상균열이 확인되었고, 금회 점검시 망상균열이 추가 조사되었다.

【표 24.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 망상균열	m ²	2,685.00	18	2,685.00	18	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	—	—	0.69	9	▲ 0.69	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 파손의 경우 외부 충격, 차량 율하중 등에 의한 손상으로 내구성 및 주행 차량의 안전성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 가천교의 배수시설은 종단구배 (-)0.8407%, 횡단구배 (-)3.000%~(+)3.000%로 물흐름에 의거하여 교면포장의 우측(A1기준)에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 가천교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측, 중앙부에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 24.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수관 누수, 배수관 식생, 배수관 이음부 연결불량, 배수구 막힘 확인되었다.

【표 24.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 누수 (EA/개소)		배수관 식생 (EA/개소)		배수관 이음부 연결불량 (EA/개소)		배수구 막힘 (EA/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	6.00	6
S2	3.00	3	-	-	1.00	1	2.00	2
S3	3.00	3	1.00	1	-	-	2.00	2
S4	-	-	-	-	-	-	4.00	4
S5	-	-	-	-	-	-	2.00	2
S6	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	1.00	1	-	-	-	-	-	-
S8	1.00	1	-	-	-	-	-	-
S9	3.00	3	-	-	-	-	-	-
합계	11.00	11	1.00	1	1.00	1	16.00	16

			
손상현황	• S1 배수구 막힘(3EA)	손상현황	• S2 배수구 막힘(3EA)
원 인	• 공용기간 경과, 비산물퇴적 등	원 인	• 공용기간 경과, 비산물퇴적 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 청소
			
손상현황	• S2 배수관 누수(1ea)	손상현황	• S2 배수관 이음부 불량(1ea)
원 인	• 장기공용, 이물질퇴적	원 인	• 장기공용, 이물질퇴적
조치방안	• 재설치	조치방안	• 재설치
			
손상현황	• S4 배수구 막힘(2EA)	손상현황	• S5 배수구 막힘(1EA)
원 인	• 공용기간 경과, 비산물퇴적 등	원 인	• 공용기간 경과, 비산물퇴적 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 청소

【사진 24.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 배수관 누수가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이며, 금회 점검시 배수관 식생, 배수관 이음부 연결불량, 배수구 막힘 등 신규 손상이 조사되었다.

【표 24.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 누수	EA	2.00	2	11.00	11	▲ 9.00	신규손상
	배수관 식생	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 이음부 연결불량	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수구 막힘	EA	—	—	16.00	16	▲ 16.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수관 누수의 경우 이음부에 이물질퇴적이 되어 발생한 손상으로, 현재 배수관 누수로 인한 코핑부 누수흔적이 발생한 상태이다. 상기 손상부는 재설치 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 이음부 연결불량은 시공시 마감 미흡, 장기공용 등에 의해 발생한 손상으로 누수 성능 확보를 위해 재설치 등의 보수가 요망된다.
- 조사된 배수구 막힘, 배수관 식생은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 청소 등의 정비를 실시하는 것이 요구된다.

카. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 또한, 방호벽 상단에 방음을 위한 방음벽에 설치되어 있는 상태이다.



【사진 24.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 균열(0.3mm미만), 방호벽 굽힘, 파손 및 접속부 파손이 확인되었고, 방호벽 상단의 방음벽은 양호한 상태이다.

【표 24.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		굽힘 (m/개소)		파손 (m/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
S5	1.00	1	—	—	—	—
S6	1.00	1	—	—	—	—
S7	0.50	1	0.50	1	—	—
S8	1.00	1	—	—	—	—
S9	1.50	2	—	—	4.59	3
합계	5.00	6	0.50	1	4.59	3

			
손상현황	• S5 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S6 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등	원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 방호벽 균열(5.0×0.1)	손상현황	• S9 중앙분리대 파손(0.3×0.3)
원 인	• 외부충격, 차량충돌 등	원 인	• 볼트삽입시 충격, 접속부 단차
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S9 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S9 중앙분리대 파손(3.0×1.5)
원 인	• 볼트삽입시 충격, 건조수축, 장기공용	원 인	• 외부충격, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 24.3.25】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열(0.3mm미만), 파손 및 접속부 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 금회 점검시 균열(0.3mm미만), 굽힘, 파손 및 접속부 파손이 신규 조사되었다.

【표 24.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	5.00	6	▲ 4.50	신규손상
	굽힘	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	파손 및 접속부 파손	m ²	0.59	2	4.59	3	▲ 4.00	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생된 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 거푸집 조기탈형, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로, 금회 조사시 진전된 균열 및 기 손상은 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원에서 표면보수 및 주입보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 방호벽 파손 및 접속부 파손의 경우 시공미흡, 다짐미흡, 접속부 침하 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 굽힘은 차량 사고 등 외부충격에 의한 손상으로, 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 가천교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, 2에 철근콘크리트 계단의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 24.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 24.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• A2 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 24.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 24.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

파. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 24.3.28】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 가천교는 S9 일반도로 및 S6 가천천 등 도로 및 하천을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
5	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☐ 유, ☒ 무	배수구 막힘(경미)	청소	

	
배수관 고정상태 양호	
	
신축이음 상태양호	
	
교면포장 상태양호	교량 배수구 막힘

【사진 24.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

24.3.3 외관조사 총괄표

【표 24.3.29】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	인양홀 파손	m ²	0.28	7	
	박락	m ²	0.02	1	
	표면불량	m ²	0.25	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.50	2	
	균열부백태	m ²	0.80	2	
	백태	m ²	0.43	4	
	누수흔적	m ²	0.75	1	
	법면 침하	m ²	2.75	2	
	체수	m ²	14.00	7	
교각	균열(0.3mm미만)	m	120.50	11	
	망상균열	m ²	55.00	5	
	균열부백태	m ²	0.05	1	
	누수흔적, 표면오염	m ²	11.25	9	
	재료분리	m ²	0.20	1	
	기초노출	m ²	15.00	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.40	5	
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.40	1	
	받침콘크리트 층분리, 파손	m ²	0.71	7	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.06	1	
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	
	플레이트 부식	EA	147.00	147	
신축이음	후타재 균열	m	17.60	44	
	후타재 망상균열	m ²	7.80	10	
	후타재 파손	m ²	0.10	5	
	이물질퇴적	m	18.00	6	
	차수판 앵커 탈락	EA	16.00	16	
	하부누수	m	3.00	6	
교면포장	포장 망상균열	m ²	2,685.00	18	
	포장 파손	m ²	0.69	9	
배수시설	배수관 누수	EA	11.00	11	
	배수관 식생	EA	1.00	1	
	배수관 이음부 연결불량	EA	1.00	1	
	배수구 막힘	EA	16.00	16	
	방호벽 및 중분대				
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	5.00	6	
	긁힘	m ²	0.50	1	
	파손	m ²	4.59	3	
점검시설	상태양호	—	—	—	

24.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 24.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	파손	m ²	0.03	1	—	—	▼ 0.03	보수됨
	철근노출	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수됨
거더	인양홀 파손	m ²	0.20	5	0.28	7	▲ 0.08	일부보수 신규손상
	박락	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	표면불량	m ²	—	—	0.25	1	▲ 0.25	신규손상
가로보	백태	m ²	1.92	64	—	—	▼ 1.92	보수됨
	들뜸	m ²	0.18	2	—	—	▼ 0.18	보수됨
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	1.50	2	▲ 1.00	신규손상
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수됨
	균열부백태	m ²	0.80	2	0.80	2	— —	변동없음
	백태	m ²	1.23	9	0.43	4	▼ 0.80	일부보수
	누수흔적	m ²	9.75	9	0.75	1	▼ 9.00	일부보수
	법면 보호블럭 침하	m	15.00	1	—	—	▼ 15.00	보수됨
	법면 침하	m ²	—	—	2.75	2	▲ 2.75	신규손상
	채수	m ²	—	—	14.00	7	▲ 14.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	—	—	12.50	11	▲ 12.50	신규손상
	망상균열	m ²	155.00	6	55.00	5	▼ 100.00	일부보수
	균열부백태	m ²	0.30	2	0.05	1	▼ 0.25	일부보수
	누수흔적, 표면오염	m ²	55.60	27	11.25	9	▼ 44.35	일부보수
	파손, 박락	m ²	0.27	3	—	—	▼ 0.27	보수됨
	재료분리	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	기초노출	m ²	—	—	15.00	1	▲ 15.00	신규손상
	폐자재 적치	m ²	64.00	8	—	—	▼ 64.00	보수됨
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	202.00	1,010	— —	변동없음
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.40	5	1.40	5	— —	변동없음
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	반침콘크리트 층분리, 파손	m ²	0.17	2	0.71	7	▲ 0.54	신규손상
	반침콘크리트 재료분리	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	5.00	5	147.00	147	▲ 142.00	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	10.70	29	17.60	44	▲ 6.90	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	1.80	4	7.80	10	▲ 6.00	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.07	3	0.10	5	▲ 0.03	신규손상
	이물질퇴적	m	6.00	2	18.00	6	▲ 12.00	신규손상
	차수관 앵커 탈락	EA	15.00	15	16.00	16	▲ 1.00	신규손상
	하부누수	m	—	—	3.00	6	▲ 3.00	신규손상
교면포장	포장 망상균열	m ²	2,685.00	18	2,685.00	18	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	—	—	0.69	9	▲ 0.69	신규손상
배수시설	배수관 누수	EA	2.00	2	11.00	11	▲ 9.00	신규손상
	배수관 식생	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 이음부 연결불량	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수구 막힘	EA	—	—	16.00	16	▲ 16.00	신규손상
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	5.00	6	▲ 4.50	신규손상
	긁힘	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	파손 및 접속부 파손	m ²	0.59	2	4.59	3	▲ 4.00	신규손상
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

24.4 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[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

24.4.1 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 24.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	7	7	7	7	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	3	3	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

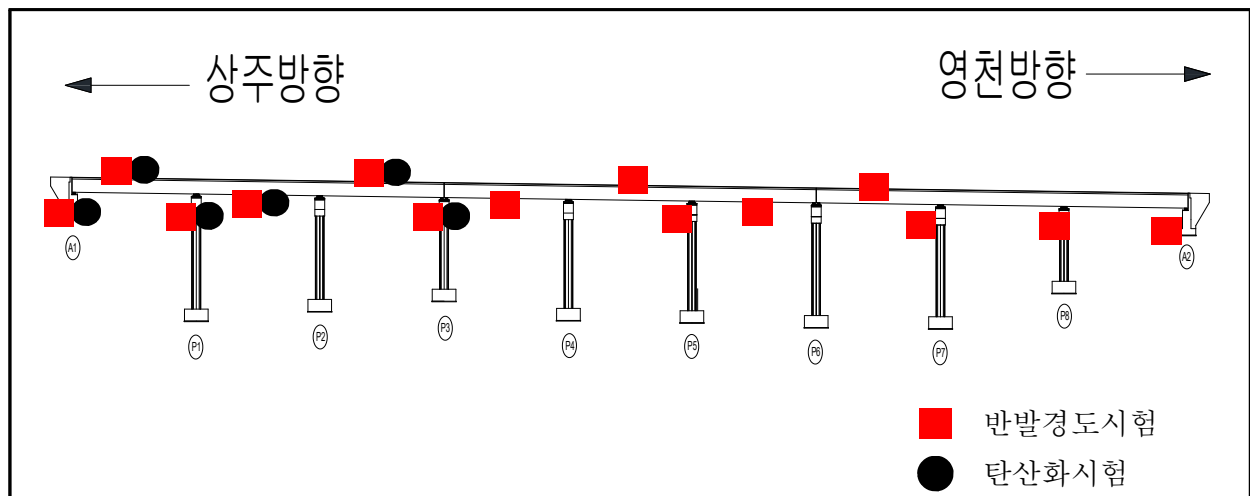
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 24.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 24.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

24.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 14개소)을 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.



면처리 작업사진

반발경도 시험

【사진 24.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 24.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

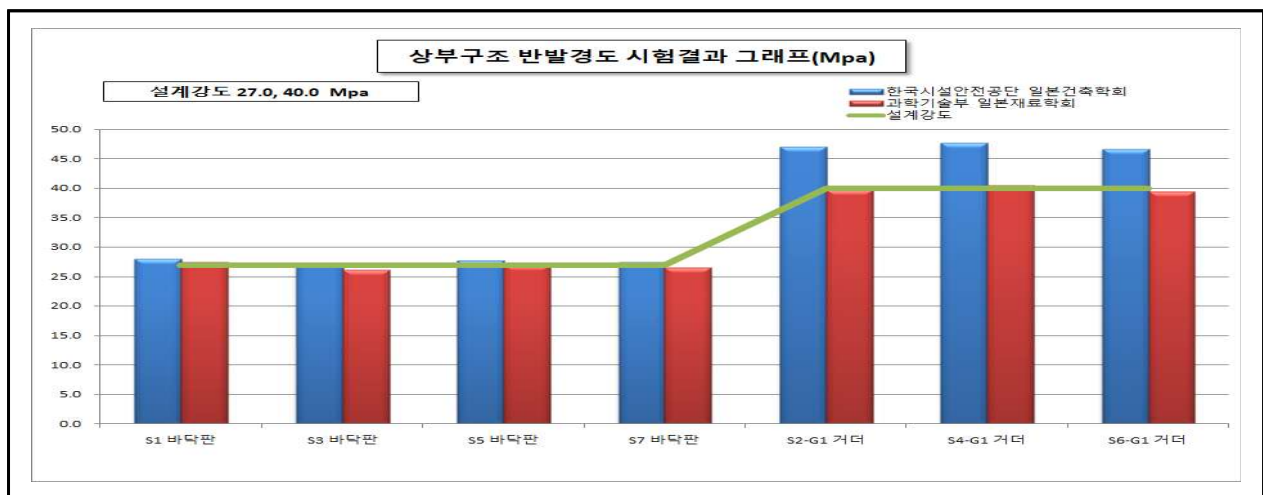
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	48.5	27.4	28.0	0.63	27.0	건전부
	S3	바닥판	46.8	26.1	27.3			건전부
	S5	바닥판	47.8	26.9	27.7			건전부
	S7	바닥판	47.2	26.4	27.5			건전부
평균			—	26.7	27.6	—	—	
표준편차			—	0.44	0.25	—	—	
변동계수			—	0.017	0.009	—	—	
최대값			—	27.4	28.0	—	—	
최소값			—	26.1	27.3	—	—	

【표 24.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
상부 구조	S2-G1	거더	49.8	39.7	47.0	0.63	40.0	건전부
	S4-G1	거더	50.5	40.4	47.6			건전부
	S6-G1	거더	49.4	39.3	46.6			건전부
평균			—	39.8	47.1	—	—	
표준편차			—	0.55	0.49	—	—	
변동계수			—	0.014	0.010	—	—	
최대값			—	40.4	47.6	—	—	
최소값			—	39.3	46.6	—	—	

【표 24.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정 일본건축학회, 한국시설 안전공단		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)		비고
바닥판	27.3	~ 28.0	27.0	27.6	101.1	~ 103.7	
거더	46.6	~ 47.6	40.0	47.1	116.5	~ 119.0	



【그림 24.4.2】 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 24.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

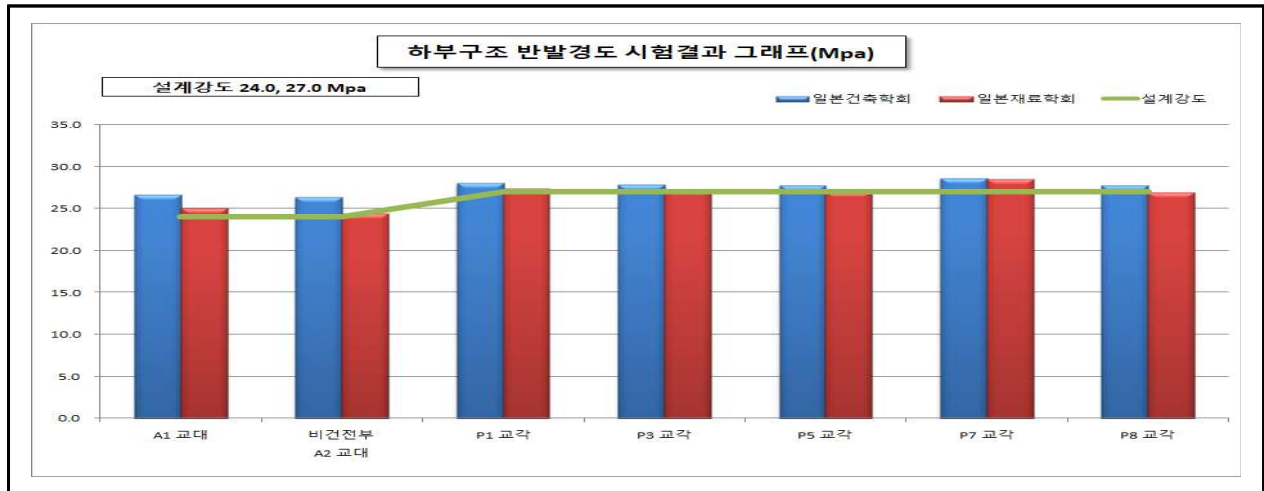
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	45.5	25.1	26.7	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	44.7	24.4	26.3			비건전부
평균			—	24.7	26.5	—	—	
표준편차			—	0.45	0.25	—	—	
변동계수			—	0.018	0.010	—	—	
최대값			—	25.1	26.7	—	—	
최소값			—	24.4	26.3	—	—	

【표 24.4.6】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	48.5	27.4	28.0	0.63	27.0	건전부
	P3	교각	48.2	27.2	27.9			건전부
	P5	교각	47.9	27.0	27.8			건전부
	P7	교각	49.8	28.5	28.6			건전부
	P8	교각	47.9	26.9	27.7			건전부
평균			—	27.4	28.0	—	—	
표준편차			—	0.24	0.13	—	—	
변동계수			—	0.009	0.005	—	—	
최대값			—	28.5	28.6	—	—	
최소값			—	26.9	27.7	—	—	

【표 24.4.7】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정			설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)			비고
	일본건축학회								
교대	26.3	~	26.7	24.0	26.5	109.6	~	111.3	
교각	27.7	~	28.6	27.0	28.0	102.6	~	105.9	



【그림 24.4.3】 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.3~28.0MPa, 상부구조(거더) 46.6~47.6MPa 하부구조(교대) 26.3~26.7MPa, 하부구조(교각) 27.7~28.6MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.2%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 24.4.8】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.3 ~ 29.0	27.3 ~ 28.0	27.0
	거더	41.1 ~ 50.4	46.6 ~ 47.6	40.0
	교대	25.0 ~ 27.4	26.3 ~ 26.7	24.0
	교각	27.3 ~ 28.8	27.7 ~ 28.6	27.0
검토의견		■ 기준 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 24.4.9】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 15. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	가천교
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 거더 40MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	24.4℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 페놀프탈레인 용액 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복 두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값을 적용하였다.



【사진 24.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

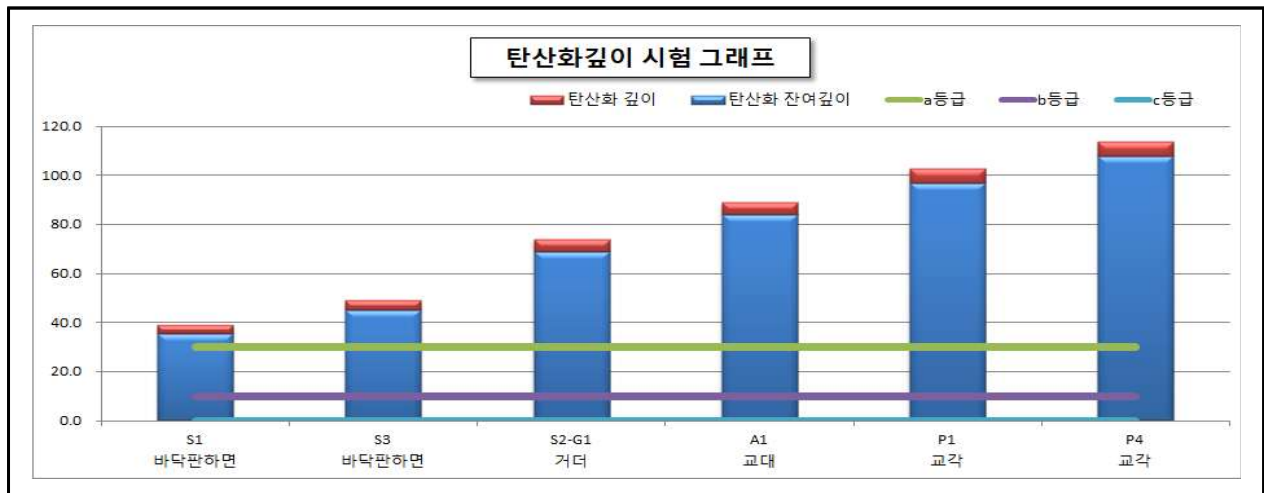
【표 24.4.10】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판하면	3.5	39.0	35.5	8	1.24	100년 이상	a등급	
	S3 바닥판하면	4.0	49.0	45.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
	S2-G1 거더	5.0	74.0	69.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	5.0	89.0	84.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
	P1 교각	6.0	103.0	97.0	8	2.12	100년 이상	a등급	
	P4 교각	6.0	114.0	108.0	8	2.12	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.5mm~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 24.4.11】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.5~5.0	35.5~69.0	
하부구조	5.0~6.0	84.0~108.0	



【그림 24.4.4】 상주방향 탄산화 깊이 측정결과

3) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 가천교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 24.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1	
실측 피복두께(mm)	39.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.5
잔여깊이(mm)	35.5
탄산화 속도계수	1.24
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(35.5)

A (탄산화 속도 계수)
1.23744
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

탄산화 등급

a
(45)

A (탄산화 속도 계수)
1.41421
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 24.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 거더 S2-G1	
실측 피복두께(mm)	74.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	69.0
탄산화 속도계수	1.77
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(69)

A (탄산화 속도 계수)

1.76777
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

탄산화 등급

a
(84)

A (탄산화 속도 계수)

1.76777
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 24.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1	
실측 피복두께(mm)	103.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.0
잔여깊이(mm)	97.0
탄산화 속도계수	2.12
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(97)

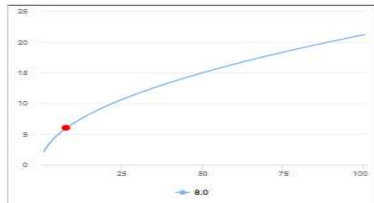
A (탄산화 속도 계수)

2.12132
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)



탄산화 속도계수(A)



탄산화 등급



하부구조 - 교각 P4	
실측 피복두께(mm)	114.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.0
잔여깊이(mm)	108.0
탄산화 속도계수	2.12
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(108)

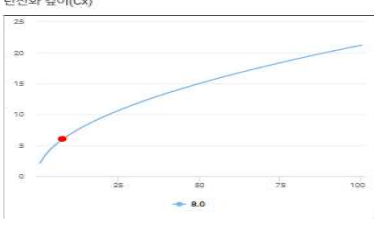
A (탄산화 속도 계수)

2.12132
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)



탄산화 속도계수(A)



탄산화 등급



3) 기 점검결과와의 비교

【표 24.4.13】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	2.5~4.0	36.0~37.5	a	3.5~5.0	35.5~69.0	a	
하부구조	5.5~6.5	73.5~79.5	a	5.0~6.0	84.0~108.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 24.4.14】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 15일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	8년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 '콘크리트 강도시험' 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 24.4.15】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.3 ~ 28.0	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
		거더	46.6 ~ 47.6	40.0	
	하부구조	교대	26.3 ~ 26.7	24.0	
		교각	27.7 ~ 28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	35.5~69.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음	
	하부구조	84.0~108.0	a등급		
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 24.4.16】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.3	~	29.0	27.3	~	28.0	■ 강도저하 없음.
		거더	41.1	~	50.4	46.6	~	47.6	
	하부구조	교대	25.0	~	27.4	26.3	~	26.7	
		교각	27.3	~	28.8	27.7	~	28.6	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~37.5		a	35.5~69.0		a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		73.5~79.5		a	84.0~108.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

24.5 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 외관조사방도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

24.5.1 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 24.5.1】 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	c	b	a	c	c	c	q	a	a
S2	P1	PSCI	b	a	a	c	b	a	—	b	b	q	a	a
S3	P2	PSCI	b	b	a	c	b	a	—	b	c	q	a	—
S4	P3	PSCI	b	a	a	c	b	a	c	b	b	q	—	—
S5	P4	PSCI	b	a	a	c	b	b	—	b	c	q	—	a
S6	P5	PSCI	b	a	a	c	a	b	—	b	c	q	—	—
S7	P6	PSCI	b	a	a	c	c	b	c	b	c	q	—	—
S8	P7	PSCI	b	a	a	c	c	b	—	b	c	q	—	—
S9	P8	PSCI	b	a	a	c	c	c	—	b	b	q	—	—
	A2								c	c	b	q		—
평균			0.200	0.122	0.100	0.400	0.256	0.178	0.400	0.240	0.320	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.024	0.005	0.028	0.008	0.004	0.036	0.022	0.064	—	0.004	0.003
• 포장부 망상균열의 경우 손상의 면적상은 d등급이나 면적대비 손상의 정도가 경미하여 c등급으로 상향조정하여 평가를 실시함.													0.233	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.233) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 24.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
가천교	0.233	B	315.00	4	1,260.00	1.000	0.233
합계(Σ)			315.00	4	1,260.00	1.000	0.233
1. 평가지수 =							0.233
2. 상태평가결과 =							B

다. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생한 상태로 지속적인 관찰 후 보수가 필요한 “b” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태인 “d” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

24.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 24.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

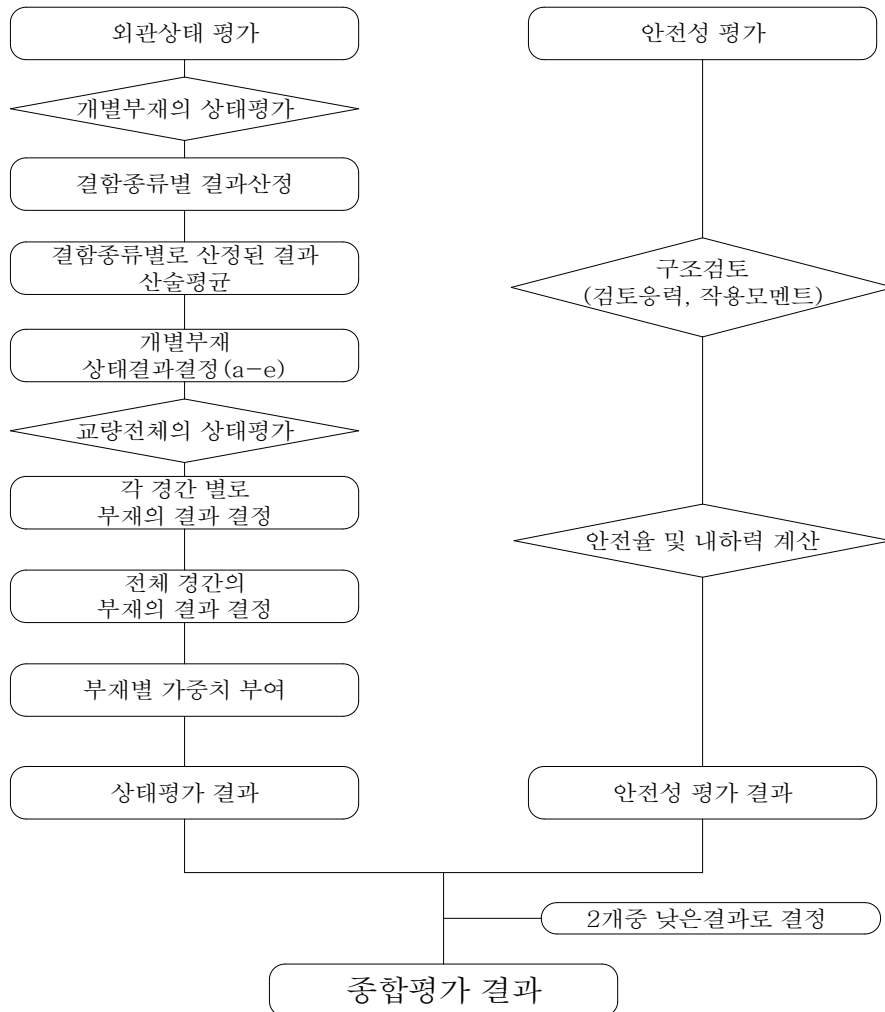
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.226	0.233
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 가천교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.226에서 0.233로 0.007 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 정밀조사로 인한 신축이음, 교면포장 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

24.6 종합평가 및 안전등급 지정

24.6.1 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 24.6.1】 종합평가 결과 산정절차

24.6.2 종합평가 결과

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

【표 24.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
가천교	0.233	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

24.6.3 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 24.6.2】 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

24.7 보수·보강 및 유지관리방안

24.7.1 보수·보강 방안

【표 24.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	인양홀 파손	m ²	0.28	7	단면보수	2순위
	박락	m ²	0.02	1	단면보수	2순위
	표면불량	m ²	0.25	1	표면처리	3순위
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.50	2	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	0.80	2	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.43	4	표면처리	3순위
	누수흔적	m ²	0.75	1	주의관찰	—
	법면 침하	m ²	2.75	2	주의관찰	—
	채수	m ²	14.00	7	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	120.50	11	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	55.00	5	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	0.05	1	표면처리	3순위
	누수흔적, 표면오염	m ²	11.25	9	주의관찰	—
	재료분리	m ²	0.20	1	단면보수	2순위
	기초노출	m ²	15.00	1	주의관찰	—
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.40	5	표면처리	3순위
	무수축몰탈 망상균열	m ²	0.40	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 층분리, 파손	m ²	0.71	7	단면보수	2순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.06	1	단면보수	2순위
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	주의관찰	—
	플레이트 부식	EA	147.00	147	재도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	17.60	44	표면처리	3순위
	후타재 망상균열	m ²	7.80	10	표면처리	3순위
	후타재 파손	m ²	0.10	5	단면보수	2순위
	이물질퇴적	m	18.00	6	정비	3순위
	차수판 앵커 탈락	EA	16.00	16	정비	3순위
	하부누수	m	3.00	6	주의관찰	—
교면포장	포장 망상균열	m ²	2,685.00	18	주의관찰	—
	포장 파손	m ²	0.69	9	아스콘팻칭	3순위
배수시설	배수관 누수	EA	11.00	11	재설치	3순위
	배수관 식생	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 이음부 연결불량	EA	1.00	1	재설치	3순위
	배수구 막힘	EA	16.00	16	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	5.00	6	표면처리	3순위
	긁힘	m ²	0.50	1	단면보수	3순위
	파손	m ²	4.59	3	단면보수	3순위
점검시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	—

24.7.2 개략공사비

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 24.7.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거터	인양홀 파손	단면보수	0.28	0.42	m²	960	403	2순위
	박락	단면보수	0.02	0.03	m²	960	29	2순위
	표면불량	표면처리	0.25	0.38	m²	250	95	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	0.56	m²	250	140	3순위
	균열부백태	표면처리	0.80	1.20	m²	250	300	3순위
	백태	표면처리	0.43	0.65	m²	250	163	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	120.50	45.19	m²	250	11,298	3순위
	망상균열	표면처리	55.00	82.50	m²	250	20,625	3순위
	균열부백태	표면처리	0.05	0.08	m²	250	20	3순위
	재료분리	단면보수	0.20	0.30	m²	960	288	2순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	202.00	75.75	m²	250	18,938	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.40	2.10	m²	250	525	3순위
	무수축물탈 망상균열	표면처리	0.40	0.60	m²	250	150	3순위
	받침콘크리트 층분리, 파손	단면보수	0.71	1.07	m²	960	1,027	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.06	0.09	m²	960	86	2순위
	플레이트 부식	재도장	5.00	5.00	EA	416	2,080	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	17.60	6.60	m²	250	1,650	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	7.80	11.70	m²	250	2,925	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.10	0.15	m²	960	144	2순위
	이물질퇴적	정비	18.00	27.00	m	8	216	3순위
	차수판 앵커 탈락	정비	16.00	16.00	EA	8	128	3순위
교면포장	포장 파손	아스콘팻칭	0.69	1.03	m²	166	171	3순위
배수시설	배수관 누수	재설치	11.00	11.00	EA	577	6,347	3순위
	배수관 식생	정비	1.00	1.00	EA	8	8	3순위
	배수관 이음부 연결불량	재설치	1.00	1.00	EA	167	167	3순위
	배수구 막힘	정비	16.00	24.00	EA	8	192	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	5.00	1.88	m²	250	470	3순위
	굽힘	단면보수	0.50	0.75	m²	960	720	3순위
	파손	단면보수	4.59	6.89	m²	960	6,614	3순위
방호벽 및 충분대	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	-		4,058		71,141		
	재경비 (순공사비의 50%)	-		2,029		35,571		
	합계	-		6,087		106,712		
개략공사비 총계(천원)		112,799						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

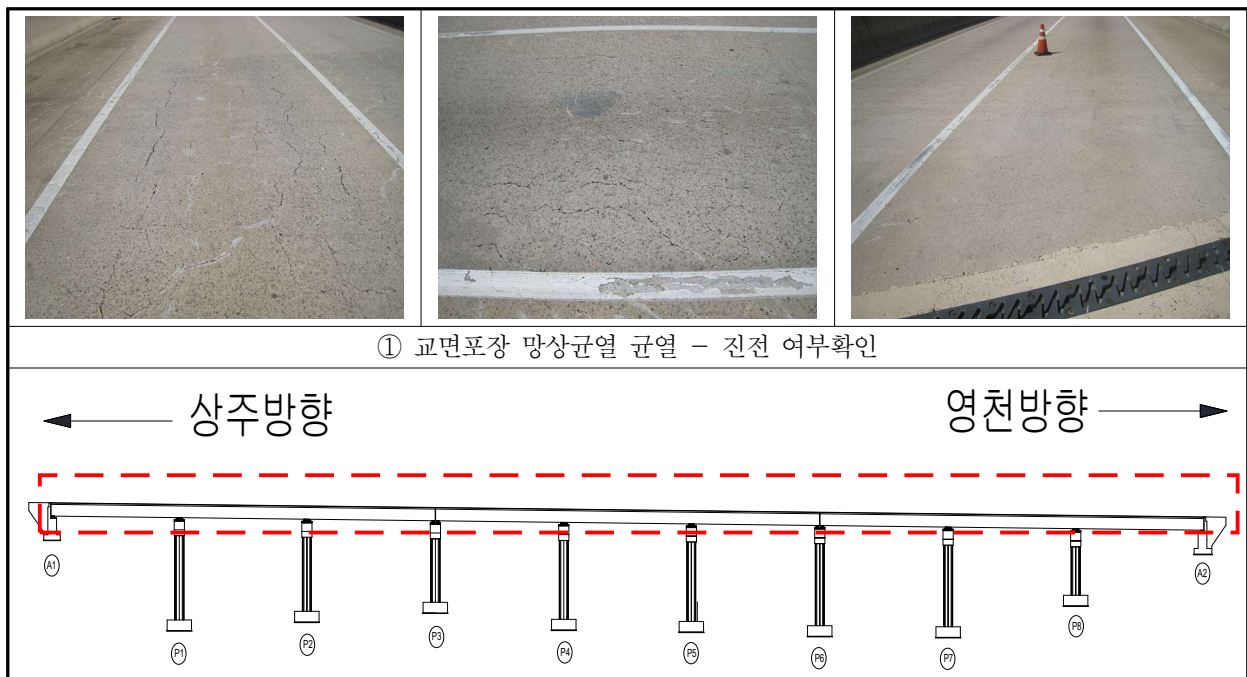
24.7.3 유지관리방안

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 24.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 포장 망상균열 및 박리(진전여부 점검)
방호벽	• 균열 및 굽힘(진전여부 점검) • 백태, 파손 등(발생여부 점검)
배수시설	• 배수구 막힘여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	• 균열(진전여부 점검) • 백태, 단면손상(발생여부 점검)
거더 및 가로보	• 박리 및 박락(진전여부 확인) • 균열(발생여부 점검)
교량받침	• 몰탈 및 콘크리트 균열, 들뜸(진전여부 확인) • 플레이트 부식(진전여부 확인) • 스토퍼 간섭(진전여부 확인) • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 후타재 균열 및 파손(진전여부 점검) • 신축이음 여유량 지속적 관리
하부구조	• 폭 0.1~0.3mm의 균열, 망상균열, 박리 및 박락(진전여부 점검) • 박리, 박락, 파손, 재료분리 등(발생여부 점검)

◎ 부재별 중점점검 손상



24.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 가천리(상주영천고속도로 65.448~65.763km)에 위치한 교량으로서 총 연장 315.0m, 폭 23.4m, 왕복 4차로로 시공되어, 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

24.8.1 종합의견

- 1) 대상시설물의 종합평가결과, 안전등급은 'B' 등급으로서, 중대결함 및 주의할 만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함.
- 2) 전회 점검 이후 주요 구조체의 결함 진행 및 발생은 전반적으로 미미한 수준으로서 대부분 일상적인 유지관리차원의 보수만으로도 사용성 및 기능유지가 가능함.
- 3) 다만, 바닥판 일부경간에서 균열을 20%이상으로 중대한 결함의 정도에 포함되는 균열이 조사되었으나, 균열깊이 측정(철근깊이 미만) 및 안전성 검토(안전율 확보)를 통해 고정하중 및 활하중의 영향에 따른 구조적 결함은 아닌 것으로 분석되었다. 이에 시안법에서 규정하고 있는 중대한 결함의 범위에는 포함되나, 중대한 결함은 아닌 것으로 판단된다. 단, 공용기간의 증가, 차륜하중의 불규칙적인 하중, 부속시설물 설치에 따른 고정하중 증가등으로 인한 손상의 진전이 발생할 수 있으므로 단기적인 보수 및 장기적인 주의관찰을 통한 보강이 필요할 것으로 판단된다.

24.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면은 현재 기존 손상이 보수되어 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) PSC Girder

- 거더 거치시 인양홀 주위 충격에 의한 파손이 조사되었고, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.
- 조사된 박락의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 표면불량의 경우 시공시 마감 미흡 등에 의한 손상으로, 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니므로 지속적인 주의관찰을 통한 손상의 진전 여부 확인 등의 유지관리가

요구된다.

3) 가로보

- 가로보는 현재 기 손상이 보수되어 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 벽체에 발생된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 균열부백태 및 백태, 누수흔적, 체수의 경우 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리, 주의관찰 등의 조치가 필요하다.
- 교대 A1, A2 법면에 발생된 침하의 경우 법면 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 범위가 미미한 상태로, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 발생된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정되며 상기 손상부의 경우 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 균열부백태, 누수흔적, 표면오염의 경우 외부 우수유입, 장기공용에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조사된 교각 P6의 기초노출의 경우 장기공용 및 홍수시 증가한 유송 등으로 인해 교각 주변 토사가 유실되어 발생한 손상으로, 지속적인 우수유입시 세굴이 진행 될 경우 지지력 감소를 초래하여 구조물의 안전성에 문제를 야기할 수 있으므로 주의관찰 후 되메우기를 동반한 재방시공과 같은 조치를 통하여 기초의 지지력 확보가 필요하다.

6) 교량받침

- 받침 몰탈 및 콘크리트에 발생된 균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상

으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 받침콘크리트 층분리 및 파손, 재료분리의 경우 시공시 외부충격, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 온도변화 및 횡거동에 의한 손상으로 판단되며, 현재 스토퍼 파손 및 주변부재 손상은 발생되지 않은 상태이다. 상기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전 및 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 온도변화 및 횡거동에 의한 손상으로 판단되며, 현재 스토퍼 파손 및 주변부재 손상은 발생되지 않은 상태이다. 상기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전 및 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 후타재 파손의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 본체에 발생된 이물질 퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 차수판 앵커 탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비가 요망된다.
- 조사된 하부누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상을 발생시킬 수 있으나 정도가 경미하여 주의관찰 후 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 파손의 경우 외부 충격, 차량 윤하중 등에 의한 손상으로 내구성 및 주행 차량의 안전성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

9) 배수시설

- 배수관 누수의 경우 이음부에 이물질퇴적이 되어 발생한 손상으로, 현재 배수관 누수로 인한 코핑부 누수흔적이 발생한 상태이다. 상기 손상부는 재설치 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 이음부 연결불량은 시공시 마감 미흡, 장기공용 등에 의해 발생한 손상으로 누수 성능 확보를 위해 재설치 등의 보수가 요망된다.
- 조사된 배수구 막힘, 배수관 식생은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 청소 등의 정비를 실시하는 것이 요구된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 거푸집 조기탈형, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로, 금회 조사시 진전된 균열 및 기 손상은 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원에서 표면보수 및 주입보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 방호벽 파손 및 접속부 파손의 경우 시공미흡, 다짐미흡, 접속부 침하 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 굽힘은 차량 사고 등 외부충격에 의한 손상으로, 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.3~28.0MPa, 상부구조(거더) 46.6~47.6MPa 하부구조(교대) 26.3~26.7MPa, 하부구조(교각) 27.7~28.6MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정 강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.2%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.5mm~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~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, 가천교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.226에서 0.233로 0.007 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 정밀조사로 인한 신축이음, 교면 포장 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

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

24.8.3 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.

24.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 망상균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

24.8.5 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.

