

23. 화산JCT RAMP-A교

23.1 시설물 개요

23.2 자료수집 및 분석

23.3 현장조사

23.4 콘크리트 내구성조사

23.5 안전성능 평가

23.6 내구성능 평가

23.7 사용성능 평가

23.8 종합성능평가

23.9 유지관리 전략제안

23.10 종합결론 및 건의사항

23. 화산JCT RAMP-A교

23.1 시설물의 개요

본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 화산리(화산JCT RAMP)에 위치한 교량으로서 총 연장 55.0m, 폭 7.6m, 편도 1차로로 시공되어 있다.

23.1.1 일반사항

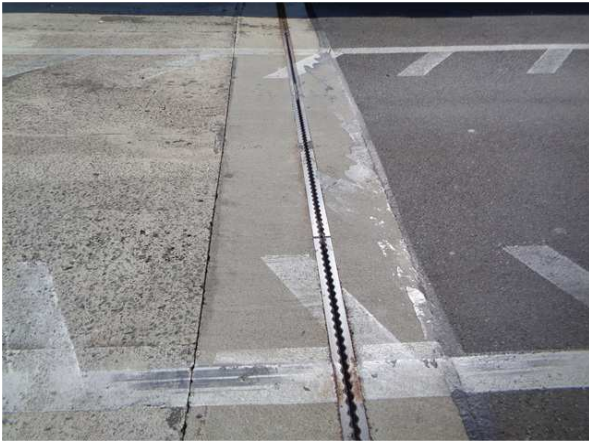
【표 23.1.1】 화산JCT RAMP-A교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000286		관리번호		SY BR.28	
시설물위치		경상북도 영천시 화산면 화산리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		0.225~0.280km		공사이정		0.225~0.280km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=55.0m, (1@55m=55m)					
	폭	B=7.6m, 1차로					
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)		기초 형식	교 대	파일기초(말뚝)	
	하부	교대 : 역T형			교 각	-	
교량받침		포트받침		신축이음		모노셀, 핑거	
교차시설물		대구~포항간 고속도로		통과높이		6.0m	
부착시설내용		-					
시 공 자		(주)대우건설		관리주체		상주영천고속도로(주)	

23.1.2 위치도 및 전경사진

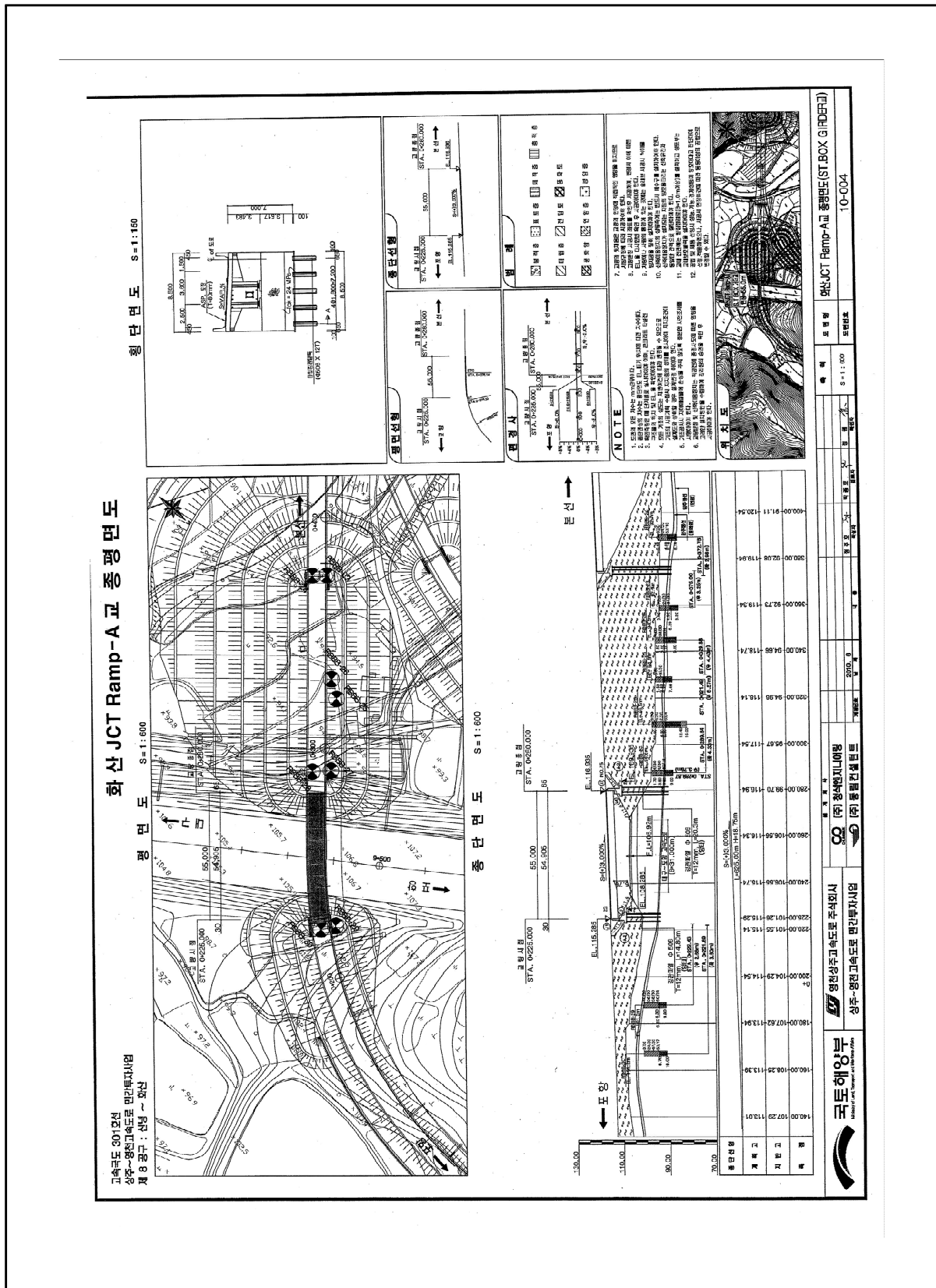


【그림 23.1.1】 위치도

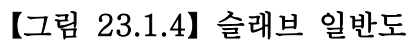
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더외부 전경	거더내부 전경
	
교량받침 전경	교대 전경

【그림 23.1.2】 부재별 현황

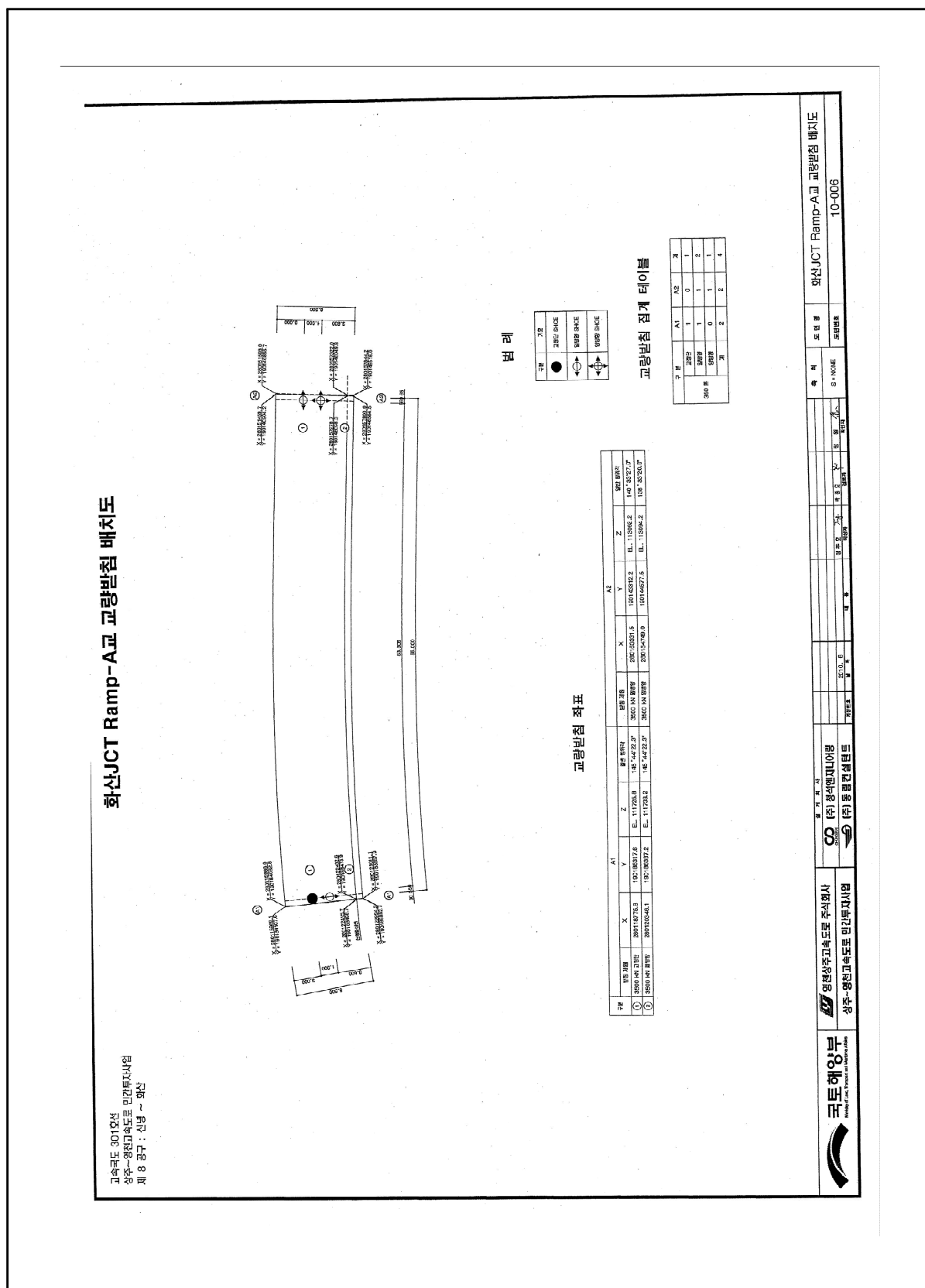
23.1.3 시설물 일반도



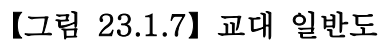
【그림 23.1.3】 평면 및 종단면도

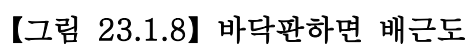


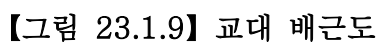




【그림 23.1.6】 교량받침 배치도







23.2 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.

23.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제2장 조 사

2.2 지형 및 지질조사

2.2.1 지형 및 지질

가. 지형

본 조사가 실시된 지역은 행정구역상 경상북도 영천시 신녕면 화성리에서 화산면 가산리에 이르는 지역으로서 본 조사지역의 특징을 산계와 수계로 나누어 나타내면 아래와 같다.

산세 : 과암도선은 높이가 약 50m 내외인 낮은 산과 종적줄을 따라 위치하고,과암도선의 북쪽으로는 주변지역에 비해 높은 고도를 보이는 혈암산이 위치하며 서쪽으로는 낮은 면적으로 규모가 작은 팔공산이 자리 잡고 있다.

수첩 : 과업노선의 북돋움과 북돋움에는 각각 고현천과 신명천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 청룡천이 흐르고 있다. 신명천은 남동 방향으로 흐르면서 과업노선의 종점부와 교차하고 있으며 이들 하천은 많은 지류를 형성하며 수지상의 복잡한 형태를 보인다.

나. 지 질

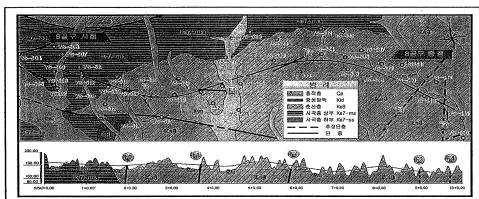
비밀지역의 지명은 만일 어떤 장소에 무관함으로 일반 사람, 예술가, 학박, 문학, 예술(문학) 및 기타 임의적으로 이루어지는 중대한 강령(나눔)으로 생각할 수 있다. 고대지역의 구상적색의 중추적 역할과 호랑강에서 변화되는 강변의 양쪽 지역이 본토는 산속(산비탈)에서 종족의 지리적 및 문화적 매우 강한 호성 적의 역할의 역할을 보인다. 임의적으로 본토는 산속을 포함하는 한강을 대구시보다 남쪽으로 사해서 이르는 의령군 본토는 본토는 산속을 보인다. 세로와 사면, 아산, 홍천의 사면으로 이루어지고 주로 산속이 우세하다. 사면은 본토에 조립적이지 않지만 역직각을 보인다. 본토는 강변, 강, 연, 사면의 등의 원곡구조들이 발달하여 역직각을 보인다. 한강(사곡)은 주로 사면 세로와 사면으로 구성되어 있다. 본토와 강변의 관계에서는 사곡과 담수색이 조종은 이루어질 수 있는 지리적 조건으로 구성되어 있다. 본토와 강변으로 이해한다. 본토와 강변이 상부에서 담수색이 점차 암회색으로 접어들어 암회색-암색 세로와 담수색 석회암으로 구성되어 있다. 본토를 이해한다.

과문구간 전체에 걸쳐 나타나는 춘산층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과
 실트암, 암회색 셰일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구상중층 퇴적층을 포함하는
 층으로, 층위는 역상일 수도 있다. 구상중층을 이루는 주로 환기작용의 삼각 및
 석영입자와 화산성 기질로 구성되어 있으나, 수위작용을 지시하는 층리 및 모암 광 구성,
 석물의 절리와 및 화석들이 관찰된다(Tatavla, 1929). 춘산층에서 나타나는 셰일의
 구성, 광물, 방화성, 점토광물들이 주로 암회색 내지 흑색 셰일로 구성되며 이, 춘산
 층 셰일의 주 구성광물은 각각 내지 각상의 석영, 방해석, 유기물, 운모 및 점토광물 등이다.

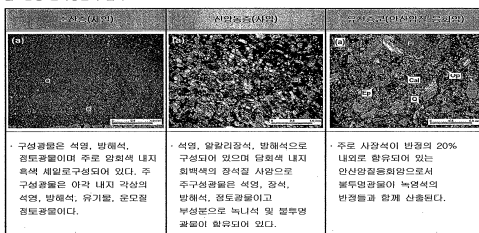
- 23 -

제2장 조 사

< 지 질 도 >



본포양종 해미경봉서 결과



- 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물이며 주로 양회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 주 구성광물은 아각 내지 각상의 석영, 방해석, 유기질, 운모질 점토광물이다.

석영, 알칼리장석, 방해석으로 구성되어 있으며 담회색 내지 회백색의 장석질 사암으로 주구선광물은 석영, 장석, 방해석, 점토광물이고 부성광으로 녹니석 및 불루영 광물이 함유되어 있다.

주로 사질석이 변질의 20% 내외로 함유되어 있는 안산암질응회암으로서 불투명광물인 녹영석의 변질들과 함께 산출된다.

- 25 -

상주~영천 고속도로 민간투자사업

지질계통표

제4기	총칙총(Ou)		• 이전 및 신학 퇴직문	
	— 두문합 —			
	동성총(Kid) 신성안락(Kad)		• 교사의 지명	• 3군 구단에서 가반형을 포함
	— 세합 —			
	회광군(Kgr)		• 교사의 지명	• 3군구 동광부
	— 결합 —			
	양정촌(Kat)		• 주로 동화양으로 구성	• 노년과 교가하여 다음
	— 과로 및 전출 —			
	신양촌(Kon)		• 양회와 양회 및 제왕과 사당이 교도대	• 10군구 동광부
	신성촌(Kes)		• 양회와, 노년과, 적회, 양회 및 제왕 양회총회(노년) 포함 (다만 동부)	• 10군구에서 결사 포함
제5기	사각촌 (Ka7)	상부 (Ka7-7m)	• 양회와, 노년과, 적회, 양회 및 제왕 사각회 포함	• 8군구 사각
		하부 (Ka7-es)	• 양회와, 노년과, 적회, 양회 및 제왕과 사당 이 포함	• 8군구 사각과 7군구 포함
	원각촌(Kes)		• 양회와, 노년과, 적회, 제왕 및 양회	• 7군구 동광 및 동광부
	구동촌(Kes-2)		• 양회와, 노년과, 적회, 제왕 및 양회(나일) 이 포함	• 7군구 동광
	구대촌(Kes-1)		• 사각, 적회, 사각회 제왕, 제왕제대 및 적회 (사각회 주재)	• 6군구 동광부
	원각촌(Kes)		• 사각, 적회, 사각회 제왕, 적회	• 6군구 동광 및 동광
	관주촌(Ka3)		• 양회와, 사각, 제왕의 교호 양회와 사각이 포함	• 6군구 사각 및 동광부
	관주촌(Ka2)	상부 (Ka2-2)	• 사각 및 적회, 사각, 양회와 교호	• 6군구 사각
		하부 (Ka2-1)	• 사각과 양회와 사각, 양회와 교호	• 6군구 동광 및 사각부
	관주촌(Ka1-nk)		• 사각과 양회와 사각, 제왕의 교호 주요 양회 사각 주재	• 4군구 관주구
제6기	관주촌(Ka1-nm)	상부 (Ka1-nu-m)	• 사각과 양회와 사각, 적회 교호	• 3군구 동광 및 동광부
		하부 (Ka1-ni-m)	• 관주와 사각과 양회와 사각, 적회 교호 하부와 사각, 양회와 사각	• 3군구 사각 및 사각부
	— 두문합 —			
	제왕과 회광군(Kgr)		• 양회, 양회, 양회 제왕, 양회와 사각	• 1군구 동광, 2군구 사각
	— 세합 —			
	관주와 회광군(Kgr)		• 양회, 양회 제왕, 양회와 사각	• 10군구 사각 및 양회, 양회

- 24 -

제2장 조 사

— 1122 —

☐ 화산JCT-A1교 (RBBB-5-R000 30)

·매립층은 싼트질 모래 및 싼트질 점토로서 0.8~2.3m의 두께로 분포하며, N치는 4/30~14/30의 범위인 것으로

· 퇴적층은 점토질 자갈 및 실트질 점토 등으로 1.4~4.2m의 두께로 분포하며, 3/30~32/30의 N치를 보임

· 풍화토층은 실트질 정토로 0.8~6.7m의 두께로 분포하며, N치는 10/30~50/17의 범위를 보임

- 연암층은 2.7~6.8m 심도에서 출현하며, TCR=30~100%, RQD=0~73%

·경알층은 5.9~12.4m 심도에서 출현하며, TCR=100%, RQD=61~100%

구분	종목	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		(1, m)	(n)	(m)	(m)	(m)	(m)	(n)	G.L(=)

구분	구분	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)	11.50 (11.50)
회산JCT	R888-5	111.50	-	-	2.0	0.7	3.3	-	6.0
-A1교	R888-6	113.80	-	-	2.0	1.0	3.0	-	6.0

項目	位置	舞山JCT-A1区					舞山JCT-A2区				
		平均 値(m)	標準 偏差 (m)	最大 値(m)	最小 値(m)	変動係 数	平均 値(m)	標準 偏差 (m)	最大 値(m)	最小 値(m)	変動係 数
舞山JCT -A1区	RBBB-7	91.10	0.8	4.2	-	1.0	3.0	-	9.0	1.5	0.5
	RBBB-8	91.10	0.8	3.7	-	1.5	3.0	-	9.0	1.5	0.5
	RBBB-9	90.50	0.8	3.7	-	1.5	3.0	-	9.0	1.5	0.5
	RBBB-10	90.50	0.8	4.2	-	1.0	3.0	-	9.0	1.5	0.5
	RBBB-11	88.90	2.3	1.7	-	-	3.0	-	7.0	1.8	0.6
	RBBB-12	88.90	2.2	1.4	-	-	3.0	-	6.6	1.6	0.6
	RBBB-13	88.90	-	3.0	-	-	3.0	-	6.0	0.2	0.2
	RRBR-14	88.90	-	3.0	-	-	3.0	-	6.0	0.8	0.8
	RBBB-15	90.86	1.5	3.5	-	0.5	1.0	2.0	8.0	0.5	0.5
	RBBB-17	90.86	1.5	3.0	-	0.5	0.9	8.1	14.0	0.9	0.9
	RBBB-23	92.6	0.4	4.1	-	0.7	3.0	-	8.2	1.9	0.6
	RBBB-24	92.6	0.4	3.6	-	1.1	3.0	-	8.1	1.4	0.6
	RBBB-25	94.54	1.5	-	1.5	1.0	3.0	-	7.0	0.3	0.3
	RBBB-26	94.54	1.5	-	2.0	1.5	4.0	-	9.0	0.3	0.3
	RBBB-27	96.80	1.7	2.1	1.2	0.8	3.2	-	9.0	5.5	5.5
	RBBB-28	96.80	1.9	3.0	0.8	0.5	6.2	2.6	15.0	5.5	5.5
RBBB-29	101.70	-	-	6.3	0.5	3	-	9.8	2.4	2.4	
RBBB-30	101.70	-	-	6.7	-	3.3	-	10.0	2.4	2.4	

10

나. 지반 및 지질 조사보고서

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

4.2 지층분포 특성을 위한 조사

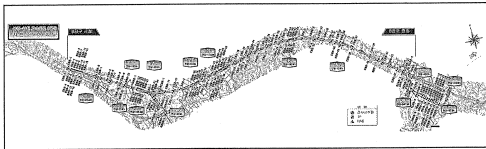
4.2.1 개요

가. 기본 방향

- 계획구간 및 토공구간 상세지층, 지질 이상대 파악, 일반 분류식 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 암종 경계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

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



① 굴절법 민성파 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+030	종방향	380	SV-8	2+740	횡방향	75
SH-5	3+740~3+880	종방향	140	SV-9	2+950	횡방향	85
SH-6	4+050~4+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	80
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+030	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

제4장 조사결과

② 시추조사

- 구간별 조사 현황

구분	조사심도 기준	실시수량	비고
교량구간	교대 및 교각 바다 1개소 총 연장7m, 연안3m, 경안1m	77공	-
토공구간	절토계측선 하부 3m까지	60공	-

• 교량구간

구분	공번	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+157.7(우9.95m)	203,049.090	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
호정교	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
	BBB-20	0+404.08(우5.11m)	283,521.583	181,140.753	146.10	7.8
신녕교	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+961.13(좌7.77m)	282,711.100	182,470.389	149.94	12.0
	BBB-24	1+972.13(좌4.75m)	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)	282,676.892	182,496.786	133.15	6.0
	BBB-27	2+016.27(좌6.30m)	282,677.180	182,521.562	133.50	6.0

81

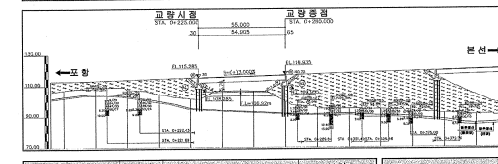
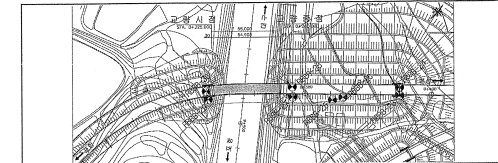
상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

구분	공번	STA	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
신녕교	BBB-28	2+022.50(우3.90m)	282,663.377	182,521.234	132.60	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+390.56(우1.80m)	282,507.981	182,848.477	141.01	10.0
신녕IC교	BBB-34	2+418.64(우1.14m)	282,497.734	182,873.268	144.96	6.0
	BBB-35	3+586.47(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
	BBB-40	3+650.00(좌5.95m)	282,437.240	184,082.183	133.05	9.0
	BBB-41					시추불가
향정교	BBB-42					시추불가
	BBB-43					시추불가
	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(좌3.55m)	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+322.10(좌6.11m)	282,583.471	184,738.290	126.78	6.0
중동교	BBB-52	4+321.00(우5.18m)	282,572.194	184,739.589	126.78	6.0
	BBB-53	4+359.02(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(우5.38m)	282,587.869	184,810.911	128.01	7.9
	BBB-57	4+375.99(우5.01m)	282,609.297	186,760.860	127.36	5.3
	BBB-58	6+090.02(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(좌1.55m)	282,867.823	186,833.911	115.40	6.0
중동교	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	186,867.862	115.07	10.0

82

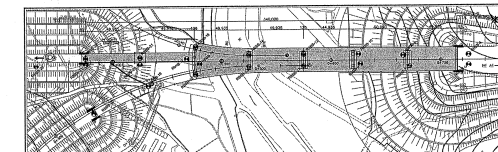
상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

• 화산 JCT-RAMP A교



지층	층수(m)	층두께(m)	구성도상 및 암종	N치 (TCR/RQD)	지층분포현황 
매립토	0.0	0.8~2.3	실트질 모래, 실트질 점토	4/30~14/30	
회색토	0.8~2.3	1.4~4.2	점토질 자갈, 실트질 점토	3/30~32/30	
중회색토	0.0~4.9	0.8~6.7	실트질 점토	10/30~50/17	
중회색암	2.0~6.3	0.5~1.5	니질암의 중회색암	50/10~50/2	
연암	2.7~6.8	0.9~6.2	니질암의 연암	30~100/0~73	
갈암	5.9~12.4	2.0~8.1	니질암의 갈암	100/61~100	

• 화산 JCT-RAMP A1교



102

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계기준

1) 교량 제원

- i) 교량 형 : 화산JCT-RAC
 ii) 교량종류 : 1종교 (DB-24 및 DL-24 적용)
 iii) 교량형식 : 합성형 STEEL BOX GIRDER 교
 iv) 교량연장 : L = 55,000 m
 v) 교량폭원 : B = 8,500 m
 vi) 주상지름 : B = 2,800 m H = 3,000 m
 vii) 사 각 : 90.0 °

2) 하중

i) 교량하중

- 활근 콘크리트 : $W_{CL} = 25,000 \text{ kN/m}^2$
 · 무근 콘크리트 : $W_{CR} = 23,500 \text{ kN/m}^2$
 · 강재 : $W_s = 78,500 \text{ kN/m}^2$
 · 아스팔트 포장 : $W_a = 23,000 \text{ kN/m}^2$

(※ 도.설 2.1.2)

ii) 차량중

- DB-24 : $P_r = 96,000 \text{ kN}$
 $P_f = 24,000 \text{ kN}$
 $W_l = 12,700 \text{ kN/m}$
 $P_w = 108,000 \text{ kN}$
 $P_a = 156,000 \text{ kN}$
 · 충격계수 : $i = 15 / (40 + L) \leq 0.3$

(※ 도.설 2.1.3)

(※ 도.설 2.1.4)

3) 사용재료

i) 콘크리트

- 설계기준강도 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
 · 탄성계수 $E_c = 25,000 \text{ MPa}$
 · 압축강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
 · 탄성계수 $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

ii) 강재

- 주부재 : SM520B 사용 (상판, 하판, 복부판, 상부종단판, 하부종단판, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 솔들레이트)
 · 부부재 : SM400B 사용 (지점부와 다이아프램, 수직보강재, 종단보, 세로보, 가로보)
 · 탄성계수 $E_s = 210,000 \text{ MPa}$

- 허용 인장 응력 (MPa)

(※ 도.설 표 3.3.1)

강종	SS400	SM400	SM490	SM490Y	SM570
판두께(mm)	SM400	SM400	SM490	SM490	SM570
40 이하	140	140	190	210	280
40 초과 75 이하	130	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)
75 초과 100 이하				195 (210)	245 (260)

* TMC 강재일 경우에는 (1)의 값을 적용한다.

- 허용 축방향 압축응력 (MPa)

(※ 도.설 표 3.3.2)

강종	SS400	SM400	SM490	SM490Y	SM570
판두께(mm)	SM400	SM400	SM490	SM490	SM570
40 이하	140 : $L/r \leq 20$ 140-0.84($L/r-20$) : 20 < $L/r \leq 93$ 1,200,000 : 6,700(L/r) ³ 93 < L/r	190 : $L/r \leq 15$ 190-1.3($L/r-15$) : 15 < $L/r \leq 80$ 1,200,000 : 5,000(L/r) ³ 80 < L/r	210 : $L/r \leq 14$ 210-1.5($L/r-14$) : 14 < $L/r \leq 76$ 1,200,000 : 4,500(L/r) ³ 76 < L/r	260 : $L/r \leq 18$ 260-2.2($L/r-18$) : 18 < $L/r \leq 67$ 1,200,000 : 3,500(L/r) ³ 67 < L/r	280 : $L/r \leq 18$ 280-2.2($L/r-18$) : 18 < $L/r \leq 69$ 1,200,000 : 3,600(L/r) ³ 69 < L/r
40 초과 75 이하	130 : $L/r \leq 20$ 130-0.75($L/r-20$) : 20 < $L/r \leq 97$	175 : $L/r \leq 15$ 175-1.1($L/r-15$) : 15 < $L/r \leq 83$	200 : $L/r \leq 14$ 200-1.4($L/r-14$) : 14 < $L/r \leq 78$ 1,200,000 : 4,700(L/r) ³ 78 < L/r	250 : $L/r \leq 18$ 250-2.1($L/r-18$) : 18 < $L/r \leq 69$ 1,200,000 : 3,600(L/r) ³ 69 < L/r	245 : $L/r \leq 18$ 245-2.2($L/r-18$) : 18 < $L/r \leq 69$ 1,200,000 : 3,700(L/r) ³ 69 < L/r
75 초과 100 이하	1,200,000 : 7,300(L/r) ³ 97 < L/r	1,200,000 : 5,300(L/r) ³ 83 < L/r	1,200,000 : 4,900(L/r) ³ 79 < L/r	1,200,000 : 3,700(L/r) ³ 69 < L/r	1,200,000 : 3,700(L/r) ³ 69 < L/r

여기서, L : 부재의 유효좌굴 길이 (mm)
 r : 부재 종단면의 단면회전반경 (mm)

19

20

■ 결과 요약

■ 압력 안정성검토 및 응력검토

구분	항목	항목값	발생값	비고
평상시	하중지하역 (kN/EA)	1390.0	1007.510	0.K
	하중인발역 (kN/EA)	191.064	-	0.K
	활 응력 (MPa)	140.0	130.050	0.K
	거다응력 (MPa)	80.0	15.480	0.K
	수평변위 (mm)	15.0	7.950	0.K
지진시	하중지하역 (kN/EA)	2085.0	1335.132	0.K
	하중인발역 (kN/EA)	286.595	-202.339	0.K
	활 응력 (MPa)	210.0	169.230	0.K
	전단응력 (MPa)	120.0	32.450	0.K
	수평변위 (mm)	15.0	9.380	0.K

■ 단면 형 설계

단면위치	길이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	φMu (kN.m)	안전도	비고
총 벽	800.0	80.0	2373.0	0228125	320.958	550.591	1.716	0.K
벽체	2300.0	100.0	2036.0	0198125	852.304	1275.662	1.497	0.K
기초발판	1000.0	150.0	2119.0	0198125	339.740	486.941	1.433	0.K
기초발판	1000.0	100.0	985.0	0198125	168.490	516.164	3.083	0.K
좌측날개벽 D	600.0	80.0	1936.0	0228125	249.664	382.654	1.573	0.K
좌측날개벽 A	600.0	130.0	4684.0	0228125 + 0228125	520.231	670.377	1.289	0.K
좌측날개벽 B	600.0	80.0	549.0	0198125	54.294	294.069	5.416	0.K
좌측날개벽 C	600.0	80.0	592.0	0198125	58.466	294.069	5.030	0.K
우측날개벽 D	600.0	80.0	1995.0	0228125	255.905	382.654	1.534	0.K
우측날개벽 A	600.0	130.0	4815.0	0228125 + 0228125	533.599	670.377	1.256	0.K
우측날개벽 B	600.0	80.0	603.0	0198125	59.582	294.069	4.936	0.K
우측날개벽 C	600.0	80.0	645.0	0198125	63.753	294.069	4.613	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력 (σs)	허용응력 (fss)	균열폭 (W)	인장균열폭 (Ws)	비고
총 벽	78.030	150.0	0.110	0.350	0.K
벽체	55.230	150.0	0.080	0.450	0.K
기초발판	108.520	150.0	0.250	0.70	0.K
기초발판	43.560	150.0	0.070	0.450	0.K
좌측날개벽 D	94.070	150.0	0.140	0.350	0.K
좌측날개벽 A	113.010	150.0	0.190	0.350	0.K
좌측날개벽 B	28.310	150.0	0.040	0.350	0.K
좌측날개벽 C	30.540	150.0	0.050	0.350	0.K
우측날개벽 D	96.770	150.0	0.150	0.350	0.K
우측날개벽 A	116.320	150.0	0.20	0.350	0.K
우측날개벽 B	31.140	150.0	0.050	0.350	0.K
우측날개벽 C	33.370	150.0	0.050	0.350	0.K

■ 결과 요약

■ 압력 안정성검토 및 응력검토

구분	항목	항목값	발생값	비고
평상시	하중지하역 (kN/EA)	1390.0	1008.932	0.K
	하중인발역 (kN/EA)	353.119	-	0.K
	활 응력 (MPa)	133.0	127.190	0.K
	전단응력 (MPa)	76.0	15.680	0.K
	수평변위 (mm)	15.0	8.050	0.K
지진시	하중지하역 (kN/EA)	2085.0	890.881	0.K
	하중인발역 (kN/EA)	529.679	-	0.K
	활 응력 (MPa)	199.50	169.690	0.K
	전단응력 (MPa)	114.0	17.30	0.K
	수평변위 (mm)	15.0	5.010	0.K

■ 단면 형 설계

단면위치	길이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	φMu (kN.m)	안전도	비고
총 벽	800.0	80.0	2194.0	0228125	297.062	550.591	1.853	0.K
벽체	2300.0	100.0	1098.0	0198125	480.511	1275.662	2.771	0.K
기초발판	1000.0	150.0	2080.0	0198125	334.027	486.941	1.458	0.K
기초발판	1000.0	100.0	928.0	0198125	141.742	516.164	3.642	0.K
좌측날개벽 D	600.0	80.0	2347.0	0228125	300.854	506.695	1.684	0.K
좌측날개벽 A	600.0	130.0	5364.0	0228125 + 0228125	538.045	773.309	1.263	0.K
좌측날개벽 B	600.0	80.0	595.0	0198125	57.777	294.069	5.030	0.K
좌측날개벽 C	600.0	80.0	627.0	0198125	61.949	294.069	4.747	0.K
우측날개벽 D	600.0	80.0	2364.0	0228125	303.004	506.695	1.673	0.K
우측날개벽 A	600.0	130.0	5422.0	0228125 + 0228125	603.990	773.309	1.290	0.K
우측날개벽 B	600.0	80.0	599.0	0198125	59.154	294.069	4.971	0.K
우측날개벽 C	600.0	80.0	641.0	0198125	63.325	294.069	4.644	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력 (σs)	허용응력 (fss)	균열폭 (W)	인장균열폭 (Ws)	비고
총 벽	71.920	150.0	0.10	0.350	0.K
벽체	55.970	150.0	0.080	0.450	0.K
기초발판	108.660	150.0	0.250	0.70	0.K
기초발판	36.180	150.0	0.050	0.450	0.K
좌측날개벽 D	97.780	150.0	0.190	0.340	0.K
좌측날개벽 A	111.550	150.0	0.260	0.340	0.K
좌측날개벽 B	30.170	150.0	0.050	0.350	0.K
좌측날개벽 C	32.410	150.0	0.050	0.350	0.K
우측날개벽 D	88.490	150.0	0.140	0.340	0.K
우측날개벽 A	113.170	150.0	0.190	0.340	0.K
우측날개벽 B	30.910	150.0	0.050	0.350	0.K
우측날개벽 C	33.140	150.0	0.050	0.350	0.K

283

397

23.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검 2회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 23.2.1】 화산JCT RAMP-A교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	화산JCT R-A교의 주요 손상현황으로는 교면포장 소성변형, 난간 균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	화산JCT R-A교의 주요 손상현황으로는 교면포장 소성변형, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 거더 도장긁힘, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 금회 조사시, 일부부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	화산JCT R-A교의 주요 손상현황으로는 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 거더 도장긁힘, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사시, 일부부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었으며, 현재 보수부 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 미보수된 기 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다. 것이 확인되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	화산JCT R-A교의 외관조사 결과, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 차수판 파손, 교량받침 무수축물탈 균열 및 들뜸, 받침콘크리트 재료분리, 거더 도장긁힘, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 화산JCT R-A교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 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 상태」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.	B

【표 23.2.1】 화산JCT RAMP-A교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	화산JCT R-A교의 외관조사 결과, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 무수축물탈 들뜸, 받침콘크리트 재료분리, 거더 도장긁힘, 교대 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기 안전점검	화산JCT R-A교의 외관조사 결과, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 무수축물탈 들뜸, 받침콘크리트 재료분리, 거더 도장긁힘, 교대 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기 안전점검	화산JCT RAMP-A교(8공구)의 외관조사 결과, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 무수축물탈 들뜸, 거더 도장긁힘, 교대 망상균열 등의 손상이 조사되었고, 교량받침 받침콘크리트 재료분리에 대한 보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	- 바닥판하면 상태양호 - 거더 긁힘 - 가로보 상태양호 - 교대 망상균열 - 교량받침 무수축물탈 들뜸 - 신축이음 후타재 균열, 본체부식 - 교면포장 상태양호 - 배수시설 배수구막힘, 이음부누수 - 방호벽 상태양호	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	- 배수시설 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수 - 신축이음 후타재 균열, 본체부식 - 교량받침 무수축물탈 들뜸 - 거더외부 도장긁힘 - 교대 망상균열	양호

【표 23.2.1】 화산JCT RAMP-A교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 배수시설 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수 - 신축이음 후타재 균열, 본체부식 - 교량받침 무수축물탈 들뜸 - 거더외부 도장긁힘 - 교대 망상균열	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 배수시설 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수 - 신축이음 후타재 균열, 본체부식 - 교량받침 무수축물탈 들뜸 - 거더외부 도장긁힘 - 교대 망상균열	양호

23.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
Steel Box Girder	- 거더외부는 기 손상인 굽힘의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 굽힘이 추가 조사되었다. 굽힘의 경우 거더 거치시 발생된 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장이 필요할 것으로 판단된다. - 거더내부의 경우 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
가로보	가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	기 점검 비교시 기 손상인 망상균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 발생된 손상부의 경우 폭 0.3mm의 미세균열로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.	
교량받침	- 기 손상인무수축물탈 들뜸은 진전인 없는 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. 받침콘크리트 재료분리의 경우 금회 보수된 상태로 확인되었다. - 금회 점검 결과, 무수축물탈에 발생된 들뜸의 경우 시공미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 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.	
신축이음장치	- 신축이음의 경우, 기 손상인 후타재 균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 후타재 균열 다수와 본체 부식이 추가 조사되었다. - 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. - 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.1℃(10월 05일)로써 이때 측정유간은 15.0~20.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
배수시설	배수시설은 금회 정밀조사로 인한 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수가 신규 조사되었다. 배수구 막힘의 경우 공용기간 증가, 통행차량에 의한 비산면지 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다. 일부 구간에서 이음부를 통한 누수가 발생하였고, 지속적인 점검을 통한 손상의 진전시 교체 등이 필요할 것으로 사료된다.	
방호벽	손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.8~27.7	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
화산JCT R-A교	0.152	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 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.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거터외부	긁힘	재도장	0.10	0.2	m²	40	8	2순위
교대	망상균열	표면처리	6.00	9.0	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 들뜸	단면보수	0.18	0.3	m²	165	50	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	6.60	2.5	m	54	135	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
	배수관 이음부 누수	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		58		211		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		29		106		
	합계	—		87		317		
개략공사비 총계(천원)		404						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 화산JCT R-A교에 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 화산JCT R-A교의 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.

23.2.4 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 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○전차 정밀안전점검 자료를 확인한 결과, 일부 부재에서 손상이 확인되었고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정밀안전점검은 총2회, 정기안전점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

23.2.5 시설물 보수 이력

【표 23.2.2】 화산JCT RAMP-A교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교량받침 단면보수	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	-	-	-

23.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 23.2.3】 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.			

23.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

23.2.8 자료수집 현황

안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료는 각 평가별 보고서 내에 수록하였다.

23.3 현장조사

23.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보를 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	도보	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
유간조사		유간조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 23.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

23.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 화산JCT RAMP-A교는 단경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=55.0m 폭 7.6m로 바닥판은 콘크리트 및 LB-DECK로 시공되어 있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 23.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태양호	손상현황	• 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 23.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 추가 조사된 손상은 없는 상태이다.

【표 23.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 1열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 도보를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 23.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 외관조사 결과, 거더외부에 기존손상인 도장긁힘이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 거더내부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 거더는 전반적으로 양호하고 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.

【표 23.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	긁힘 (㎡/개소)	
S1	0.10	4
합계	0.10	4

			
손상현황	• S1-G1 거더외부 긁힘(0.1m×0.3m)	손상현황	• 2021년 정밀안전점검
원 인	• 외부충격	원 인	—
조치방안	• 재도장	조치방안	—

【사진 23.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더외부에 기존손상인 도장긁힘이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 거더내부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 금회 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	긁힘	m ²	0.10	4	0.10	4	— —	변동없음
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

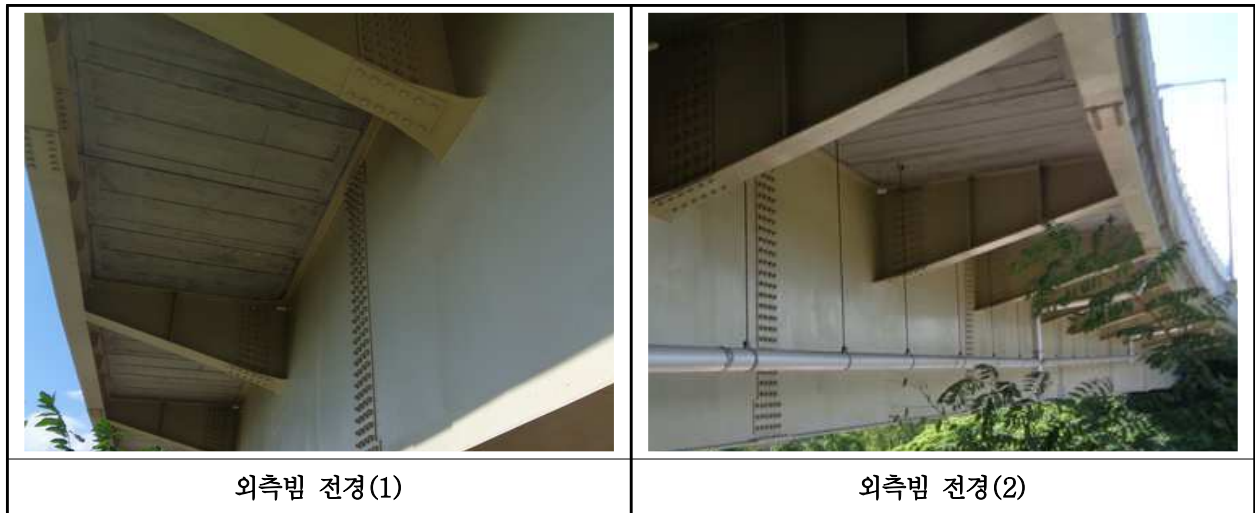
4) 검토의견

- 거더외부에 발생한 긁힘의 경우, 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장이 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

다. 외측빔(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 캔틸레버부 하중 횡분배 역할을 하는 외측빔은 강재로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.6】 외측빔 전경

2) 현장조사 결과

- 외측빔에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 23.3.5】 외측빔 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태양호	손상현황	• 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 23.3.7】 외측빔 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상이 없는 양호한 상태였으며, 금회 추가 조사된 손상은 없는 상태로 확인되었다.

【표 23.3.6】 외측빔 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
외측빔	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

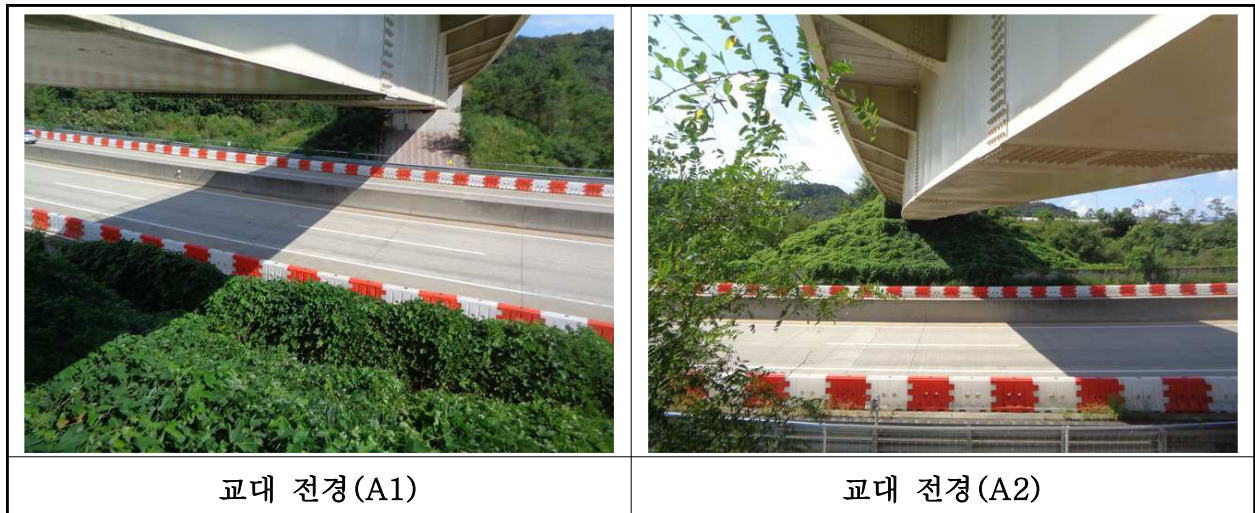
4) 검토의견

- 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지 관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 화산JCT RAMP-A교 교대는 역T형 2기로 구성되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
A1	3.00	1
A2	3.00	1
합계	6.00	2

			
손상현황	• A1 망상균열 (3.0m×1.0m)	손상현황	• 2021년 정밀안전점검
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	—
조치방안	• 표면처리	조치방안	—

【사진 23.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 망상균열이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	망상균열	m ²	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음

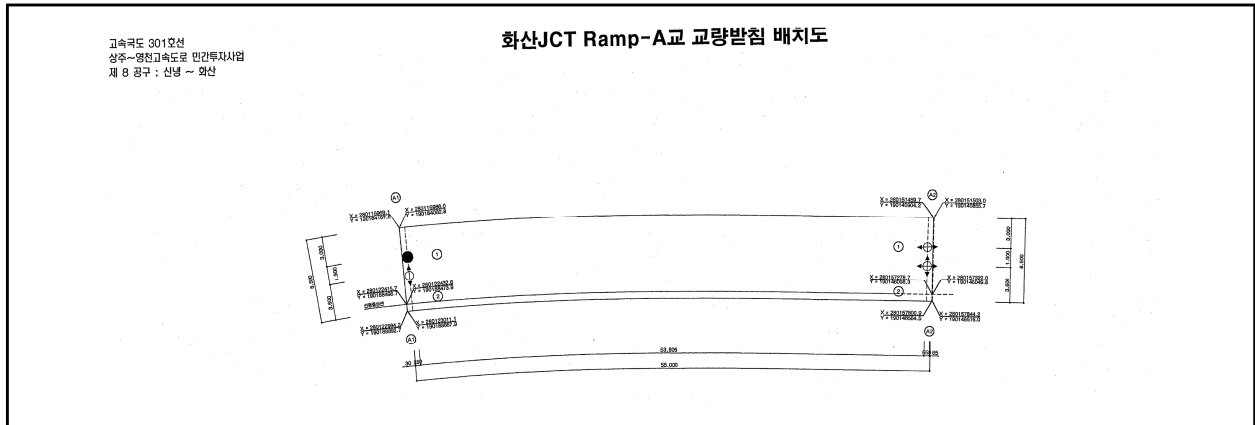
4) 검토의견

- 교대에 발생한 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 발생한 손상 부의 경우 폭 0.3mm미만의 미세균열로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 화산JCT RAMP-A교의 받침은 포트받침으로 총 4기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 23.3.1】 교량받침 배치도



양방향 가동단 받침 전경

일방향 가동단 받침 전경

고정단 받침 전경

【사진 23.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 들뜸이 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.9】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 들뜸 (㎡/개소)	
A1	0.36	4
A2	—	—
합계	0.36	4

			
손상현황	• A1-Sh1 몰탈 들뜸(0.3m×0.3m)	손상현황	• 2021년 정밀안전점검
원 인	• 시공미흡, 우수유입	원 인	—
조치방안	• 단면보수	조치방안	—
			
손상현황	• A1-Sh2 몰탈 들뜸(0.3m×0.3m)	손상현황	• A1-Sh2 몰탈 들뜸(0.3m×0.3m)
원 인	• 시공미흡, 우수유입	원 인	• 시공미흡, 우수유입
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 23.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축몰탈 들뜸이 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.10】 교량받침 기 점검 결과 비교

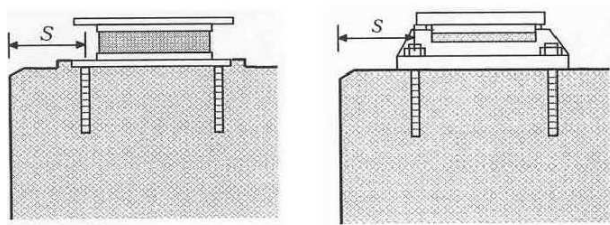
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈 들뜸	m ²	0.36	4	0.36	4	— —	변동없음

4) 검토의견

- 무수축물탈에 발생된 들뜸의 경우 시공미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 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 23.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정(1)

받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 23.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

– 거더 경간길이(L=55.0m) : $200+5 \times 55 = 475(\text{mm})$

【표 23.3.11】 연단거리 측정 결과

구 분	계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
		Sh1	Sh2	
A1	475	700	680	O.K
A2	475	570	700	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

	
교량 받침 가동량 측정(1)	교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 23.3.13】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 23.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	고정단						
A2	33.8	16.2	0.000012	55.0	22.3	10.7	
1) 조사당시 온도 : 23.8 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2023년 09월 06일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 23.3.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		고정단						
A2		SH1	40	90	10	22.3	10.7	±50
		SH2	35	85	15			±50
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K								

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과, A2의 SH1 가동여유량이 다소 부족한 것으로 조사되었으며, 이로 인한 문제점은 발생하지 않았으나 하절기에 교량받침에 대한 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1은 모노셀, A2는 팽거조인트로 시공된 상태이다. 신축이음장치에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열, 망상균열, 본체 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.14】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		본체 부식 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	2.10	7	—	—	2.00	1
A2 (EXP J2)	4.50	15	0.50	1	—	—
합계	6.60	22	0.50	1	2.00	1

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.1mm/0.3m)	손상현황	• A1 본체 부식(2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인	• 우수유입, 장기공용, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)	손상현황	• A2 후타재 망상균열(0.5m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 후타재 균열, 망상균열, 본체 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.15】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	6.60	22	6.60	22	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	본체부식	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 본체 부식은 차량통행으로 인한 비산먼지 퇴적, 우수에 의한 갯길측 채수 등에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))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. 09. 06. 기온 적용: 23.8℃(일평균) ΔT(신장시) : 40℃-23.8℃ = 16.2℃ ΔT(수축시) : -10℃-(23.8℃) = 33.8℃ 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>선판창계수 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	선판창계수 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	선판창계수 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 23.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.16】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선판창 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	고정단									
A2	33.8	16.2	0.000012	55.0	22.3	10.7	10.0	10.0	65.0	
1) 조사당시 온도 : 23.8 $^{\circ}C$ (조사일 : 2023년 09월 06일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (보통지방)										

【표 23.3.17】 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)	
A2	22.3	10.7	10.0	75	32.3	-0.7	N.G
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, 하절기(최대신장시) 신축 여유량이 다소 부족한 것으로 평가되었다. 현재, 신축이음과 바닥판에 손상이 없는 상태이나, 하절기에 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

- 화산JCT RAMP-A교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.



【사진 23.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 23.3.18】 교면포장 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태양호	손상현황	• 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 23.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 23.3.19】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 화산JCT RAMP-A교는 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



배수구 전경

배수관 전경

【사진 23.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 급회, 정밀조사로 배수구 막힘이 추가 조사되었다.

【표 23.3.20】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)		배수관 이음부 누수 (개소/개소)	
S1	4.00	4	1.00	1
합계	4.00	4	1.00	1



손상현황 • S1 배수관 이음부 누수(1EA)

원 인 • 이물질퇴적

조치방안 • 정비

손상현황 • 2021년 정밀안전점검

원 인 -

조치방안 -

【사진 23.3.20】 배수시설 손상현황

			
손상현황	• S1 배수구 막힘(4EA)	손상현황	• S1 배수구 막힘(4EA)
원 인	• 우수유입, 이물질퇴적	원 인	• 우수유입, 이물질퇴적
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 23.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 정밀조사로 배수구 막힘이 추가 조사되었다.

【표 23.3.21】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	4.00	1	▲ 3.00	신규손상
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

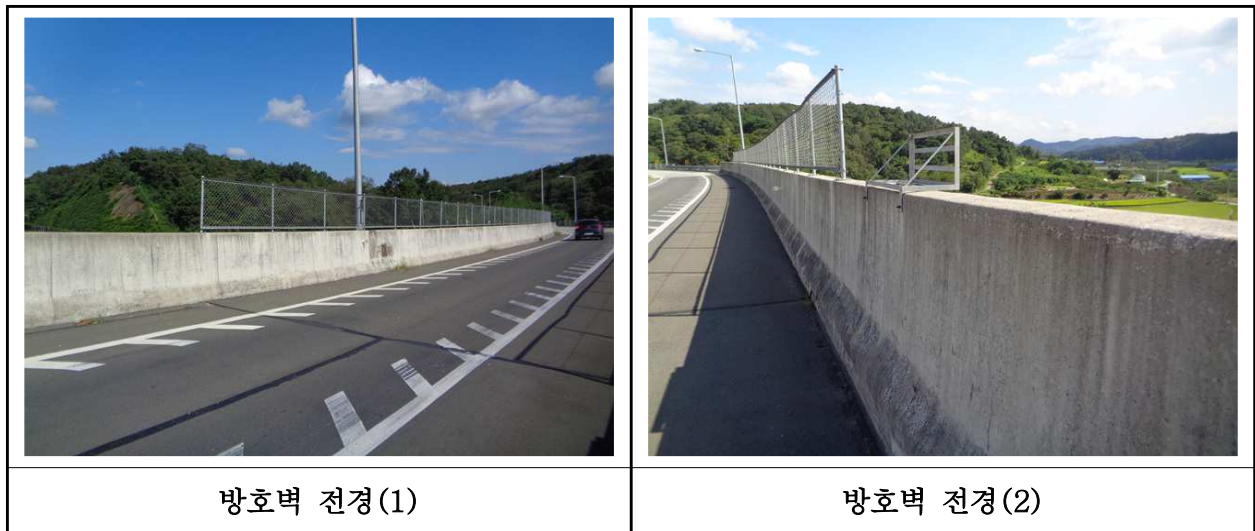
4) 검토의견

- 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수의 경우 공용기간 증가, 통행차량에 의한 비산먼지 퇴적 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

자. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 또한, 방호벽 상단에는 낙하물방지를 위한 철재방지망이 설치되어있다.



【사진 23.3.21】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 상부 낙하물 방지망 또한 양호한 상태로 조사되었다.

【표 23.3.22】 방호벽 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태양호	손상현황	• 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 23.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 손상이 없는 상태로 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 23.3.23】 방호벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.21】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.24】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 23.3.22】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 23.3.25】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		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.

카. 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.

23.3.3 외관조사 총괄표

【표 23.3.26】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더외부	굽힘	m ²	0.10	4	
거더내부	상태양호	—	—	—	
외측빔	상태양호	—	—	—	
교대	망상균열	m ²	6.00	2	
교량받침	무수축물탈 들뜸	m ²	0.36	4	
신축이음	후타재 균열	m	6.60	22	
	후타재 망상균열	m ²	0.50	1	
	본체부식	m ²	2.00	1	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수구 막힘	EA	4.00	1	
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	
방호벽	상태양호	—	—	—	
점검시설	상태양호	—	—	—	

23.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 23.3.27】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
거더외부	굽힘	m ²	0.10	4	0.10	4	— —	변동없음
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
외측빔	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교대	망상균열	m ²	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈 들뜸	m ²	0.36	4	0.36	4	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	6.60	22	6.60	22	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	본체부식	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	4.00	1	▲ 3.00	신규손상
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

23.4 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.

23.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 23.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	2	2	3	3	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	2	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		1	2	1	2	
염화물침투량 시험 ¹⁾	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

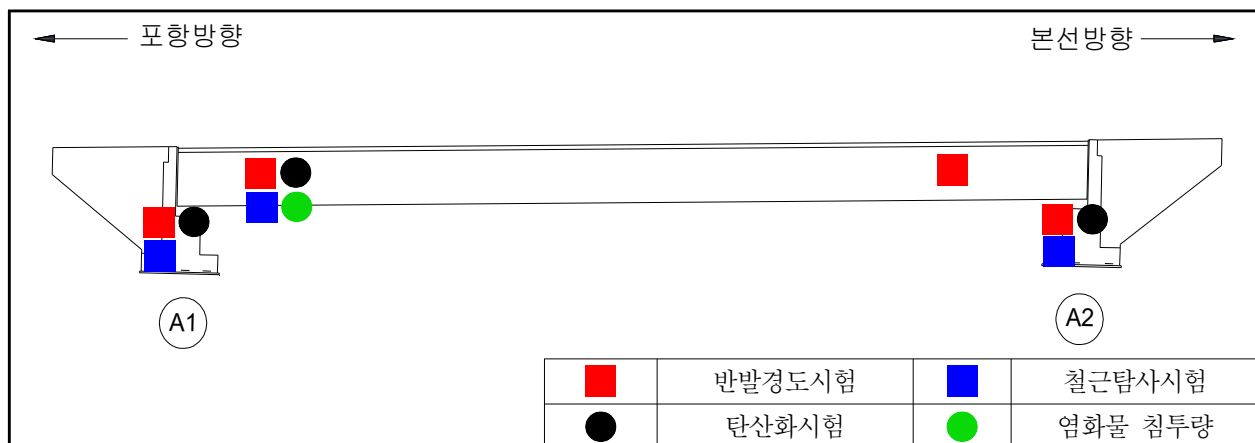
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

23.4.2 시험결과 및 분석

가. 시험결과

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 5개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 23.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.6	28.1	28.5	0.64	27.0	
	S1 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			

【표 23.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.7	25.7	27.2	0.64	24.0	
	A1 교대(비건전)	44.8	25.0	26.8			
	A2 교대	44.1	24.4	26.5			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.1MPa, 하부구조(교대) 24.4~27.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 23.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.1	27.0	100.7 ~ 104.1
하부구조	교대	24.4 ~ 27.2	24.0	101.7 ~ 113.3

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.5】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.1 ~ 28.6	27.2 ~ 28.1	27.0
	교대	25.8 ~ 27.7	24.4 ~ 27.2	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.		

2) 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 23.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	4.0	50.0	36.0	a	1.63	100년이상	
하부구조	A1 교대	5.5	83.0	77.5	a	2.25	100년이상	
	A2 교대	6.0	83.0	77.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 23.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0	36.0	
하부구조	5.5~6.0	77.0~77.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.8】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.0	36.0	a	4.0	36.0	a	
하부구조	5.0~7.0	93.0~95.0	a	5.5~6.0	77.0~77.5	a	
검토의견	■ 기준 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.						

3) 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다.

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 23.4.9】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.4 ~ 27.2	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		77.0~77.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 기 점검결과와 비교

【표 23.4.10】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1	~ 28.6	27.2	~ 28.1	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	25.8	~ 27.7	24.4	~ 27.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a	36.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		93.0~95.0	a	77.0~77.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

라. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

23.5 안전성능 평가

시설물의 상태안전성능평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12.)』의 상태안전성능평가 기준에 따라 실시한다.

23.5.1 상태안전성능 평가

상태안전성능평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사방법을 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

가. 상태안전성능평가 결과

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

【표 23.5.1】 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	STB	a	b	a	a	c	a	c	b	b	q
	A2								c	a	b	q
평균			0.100	0.200	0.100	0.100	0.400	0.100	0.400	0.150		—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.015	0.050	0.004	0.004	0.012	0.002	0.028	0.023	0.050	—
											0.188	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.188) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 23.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
화산JCT RAMP-A교	0.188	B	55	1	55	1.000	0.188
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.188
1. 평가지수 =							0.188
2. 상태평가결과 =							B

다. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상이 없는 상태인 “a” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결합 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결합 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결합의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결합 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

차량의 주행에 문제가 없는 상태인 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결합 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결합의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결합 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 결합 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

23.5.2 구조안전성능평가

금회 과업은 2종 성능평가로써 기 진단(구조해석)자료가 부재한 상태로 설계당시 준공도면, 구조계산서 등 기초자료를 검토하여 구조안전성능평가를 실시하였다.

구조안전성능 항목별 평가방법은 정량적으로 평가하기 어렵거나 또한 다양한 경우가 대부분이므로 상호의 평가결과를 비교하는 것이 필수적이다.

본 장에 기술되지 않은 평가항목으로서 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 구조안전성능 기준을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한, 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

가. 구조안전성능평가 결과산정

1) 바닥판 및 강박스거더(STB)

(1) 교량형식

- 구조형식 : 강박스거더(STB)
- 경 간 장 : 1@55 = 55.0 m
- 폭 원 : 8.5 m
- 교량등급 : 1등급
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

- ① 설계기준강도 : 27.0 MPa
- ② 항복휨압축응력 : 11 MPa
- ③ 탄성계수 : $E_c = 2.50E+04$ MPa

○ 철근

- ① 극한강도 : 400.0 MPa
- ② 탄성계수 : $E_c = 2.00E+05$ MPa

○ 부재별 사용강재

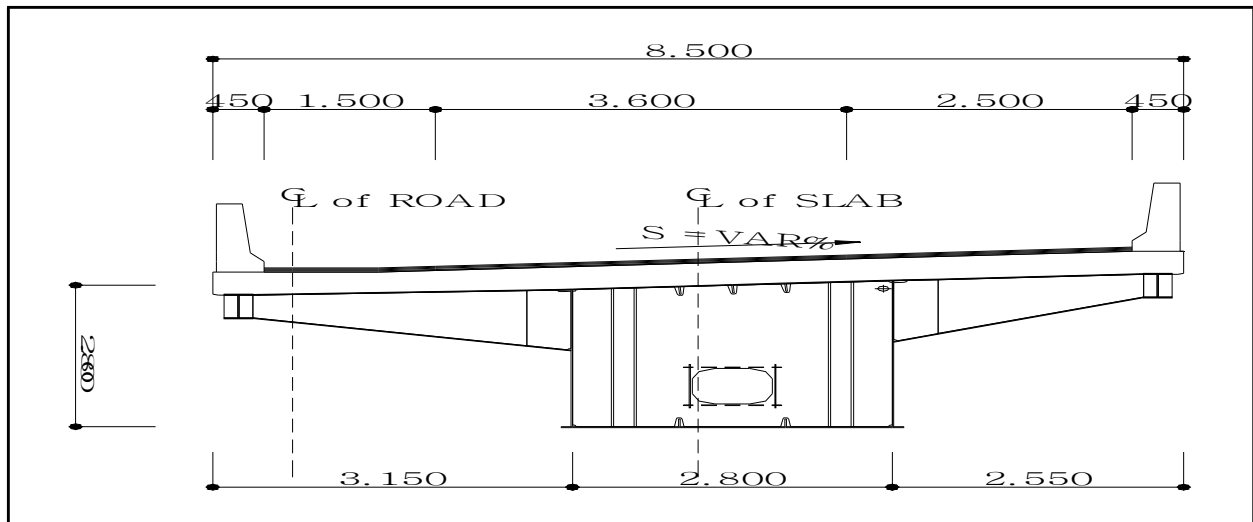
1) SM520B

- ① 상, 하FLANGE
- ② WEB, 상, 하부 중 RIB
- ③ 지점부 DIAPHRAGM
- ④ SOLE PLATE
- ⑤ 지점보강재, 수평보강재

2) SM400B

- ① 수직보강재
- ② 지점부 외 DIAPHRAGM
- ③ 횡리브
- ④ 세로보
- ⑤ 가로보

(3) 검토단면



(4) 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/m³)	25.00	78.50	23.50

(5) 구조계산 결과요약

■ 허용응력 검토 결과(조합응력검토, 경간 S1 정모멘트부)

하중조합	CONCRETE				STEEL				비고
	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		
	상연	하연	상연	하연	상연	하연	상연	하연	
1			10.80	10.80	120.52	77.63	177.75	210.00	O.K
1+2+3	3.71	2.84	10.80	10.80	142.27	139.22	177.75	210.00	O.K
1+2+3+4	2.57	2.13	10.80	10.80	155.73	134.44	204.41	210.00	O.K
1+2+3+4+5	1.16	0.67	10.80	10.80	177.27	127.48	204.41	210.00	O.K
1+2+3+4+5+6	0.02	0.60	2.17	2.17	192.90	121.06	231.08	241.50	O.K
1+2+3+4+5-6	2.34	1.94	12.42	12.42	161.64	133.91	231.08	241.50	O.K

■ 허용응력 검토 결과(합성응력, 경간 S1 정모멘트부)

구 분	합 성 응 력	비 고
상 연	$(177.272 / 204.413)^2 + (17.565 / 120.000)^2 = 0.774 < 1.20$	O.K
하 연	$(139.219 / 210.000)^2 + (17.565 / 120.000)^2 = 0.461 < 1.20$	O.K

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

본 과업에서는 교량별 바닥판 및 주거더(P.S.C BEAM)에 대하여 세부지침(2022.12)을 토대로 설계하중에 대한 구조검토 결과를 이용하여 기본내하력을 산정한다.

2) 허용응력설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율 (RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_{LS(1+i)}}$$

여기서, RF : 내하율

f_a : 재료의 허용응력

f_d : 고정하중에 의한 응력

$f_{LS(1+i)}$: 충격계수를 고려한 설계활하중(LS-22)에 의한 응력

② 내하력(Load Carrying Capacity)

$$\text{기본내하력(P)} = \text{RF} \times \text{Pr}$$

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중(LS-22)

■ 허용응력설계법에 의한 내하율 평가결과

구 분			고정하중응력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	유효프리스트레스 (MPa)	R.F
화산JCT RAMP-A교	정모멘트부	상연	204.410	132.452	11.371	6.328
		하연	210.000	111.420	32.188	3.063

3) 강도설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d \cdot M_d}{\gamma_\ell \cdot M_\ell(1+i)}$$

여기서, RF : 내하율

ϕM_n : 설계휨강도

M_d : 고정하중에 의한 모멘트

$M_\ell(1+i)$: 충격계수를 고려한 설계활하중에 의한 모멘트

γ_d : 고정하중계수(1.3)

γ_ℓ : 활하중계수(2.15)

② 내하력(Load Carrying Capacity)

기본내하력(P) = RF × Pr

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	Ml (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_\ell M_\ell(1+i)$ (kN · m)	R.F
중 앙 부	129.093	3.795	36.400	4.934	78.260	1.586

4) 내하력평가 결과

바닥판의 기본내하력은 강도설계법에 따라 평가하였고, 주거터(STB)의 경우는 허용응력설계법에 따라 검토하였다. 검토 결과, 모두 설계내하력인 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. 다음은 내하력평가 결과를 보여준다.

■ 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력		Ks	공용내하력	비 고
화산JCT RAMP-A교	거터	3.036	DB-	72.864	1.080	DB- 78.693	DB-24 이상
	바닥판	1.586	DB-	38.064	-		DB-24 이상

■ 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
화산JCT RAMP-A교	정모멘트부	상연	204.410	132.452	11.371	1.421
		하연	210.000	111.420	32.188	1.462

■ 강도설계법

구 분	ΦM_n (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
중앙부	129.093	83.194	1.552	SF = 1.0 이상

■ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판		1.552	1.586	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	정모멘트	1.421	3.063	DB-24이상	A	허용응력설계법

23.5.3 안전성능평가 결과

평가대상에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능을 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태안전성능지수와 구조안전성능지수를 비교하여 작은 값을 최종 안전성능지수로 결정하여 교량의 안전성능 결과를 결정한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
화산JCT RAMP-A교	0.188	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.188로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

23.6 내구성능 평가

23.6.1 콘크리트 내구성능 평가

콘크리트의 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분되며, 열화진전평가로는 탄산화 깊이, 염화물 함유량, 피복 콘크리트의 품질이며, 열화환경평가는 비래염분에 의한 염해환경 및 동결융해의 반복에 의한 동해환경이다.

콘크리트 내구성능 평가 결과 산정방법은 내구성능 평가 지표별 결과 중 가장 낮은 등급인 최저등급을 반영한다.

열화진전평가는 각 세부부재별로 정해진 시험수량과 개소에서 실시하며, 열화환경평가는 전체 시설물을 대상으로 실시한다.

열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시하며, 대상 시설물의 내구성능 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 종합등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용된다.

23.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 화산면 화산리에 위치하며, 동해안으로부터 약 44.0km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 동해안으로부터 교량까지의 거리가 500m를 초과하여 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 23.6.1】 위치도

【표 23.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	동해안	전지역	500초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2013년부터 2022년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.5일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 23.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 화산리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2022년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	0일	2017.11~2018.3	7일	2020.11~2021.3	2일
2014.11~2015.3	0일	2018.11~2019.3	1일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	2일	2019.11~2020.3	0일	2022.11~2023.3	1일
2016.11~2017.3	2일	평균 강설일수			1.5일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (<https://data.kma.go.kr/>)

주) 해당 시설물의 위치인 영천 관측소에는 최심신적설 자료가 구비되어있지 않아 인근 지역인 대구 관측소의 2013년부터 2022년 까지 10년간의 기록으로 평가하였음

나. 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 영천 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.9회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 71.6회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연평균 5.9회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 23.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 화산리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	83일	2017.11~2018.3	80일	2020.11~2021.3	60일
2014.11~2015.3	86일	2018.11~2019.3	78일	2021.11~2022.3	76일
2015.11~2016.3	62일	2019.11~2020.3	53일	2022.11~2023.3	71일
2016.11~2017.3	67일	동결융해 횟수 (수분접촉)			71.6회

【표 23.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 화산리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	12일	2017.11~2018.3	3일	2020.11~2021.3	3일
2014.11~2015.3	14일	2018.11~2019.3	4일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	7일	2019.11~2020.3	3일	2022.11~2023.3	3일
2016.11~2017.3	10일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			5.9회

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 23.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	0.404	0.404	0.311	b

【표 23.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S1	—	—	3.182

【표 23.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/m³)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	바닥판	S1	30년 초과	a

【표 23.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S1	b	a	b

2) 탄산화 깊이

【표 23.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S1 바닥판하면	4.0	1.630	30년 초과	a	a
	A1 교대	5.5	2.250	30년 초과	a	a
	A2 교대	6.0	2.450	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 23.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상부	S1 바닥판하면	104.1	—	a	0.10	a
		S1 바닥판하면	100.7	—	a		
	하부	A1 교대	107.1	—	a	0.10	a
		A1 교대 (비건전)	104.1	97.2	a		
		A2 교대	101.7	—	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 23.6.11】 대상교량 제원

교량형식		STB 거더교
경간장 및 경간수		55@1 = 55m
교폭		7.6m
바닥판의 높이		0.24m
거더 갯수		1
2차 부재		L=2.55m, 교축방향 5.2m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교대		일반 RC
피복 두께		40mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시
	해안 이격거리	500m 초과

【표 23.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(50)	b	a	a	a	0.2
하부	교대(50)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.2 \times 50 + 0.1 \times 50) / 100 = 0.150$			
		등급	B			

【표 23.6.13】 열화환경지표의 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		B

23.6.3 강재 내구성능 평가

강재 내구성능 평가항목은 크게 내부적 요소(열화진전 요소)와 외부적 요소(열화환경 요소)로 구분되며, 내부적 요소는 발청, 도장열화, 도장두께, 외부적 요소는 해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도 등을 포함하는 대기환경으로 구성된다.

여기서, 도장열화는 박리, 균열, 부품, 변색·백아화 등 4가지 열화요인에 대해 각각 평가한다. 발청을 포함하여 도장열화에 대한 세부지표 간의 중요도에 따라 합산 및 등급산정을 한다.

평가대상 부재에 대해 내부적 요소와 외부적 요소에 대해 강재 내구성능을 평가한다.

가. 발청 및 도장열화 평가

1) 거더

【표 23.6.14】 거더 발청 및 도장열화 평가

구분		손상면적(m²)					부재면적(m²)	비고
		발청	박리	균열	부품	변색		
거더	S1	—	—	—	—	—	1,078	—
	손상면적율(%)	—	—	—	—	—		
평균 손상면적율(%)		—	—	—	—	—		
손상별 등급		a	a	a	a	a		

【표 23.6.15】 거더 발청 및 도장열화 평가 등급

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화
거더	a	a	a	a	a
확정등급	a	a	a	a	a

【표 23.6.16】 거더 발청 및 도장열화 평가 점수

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	평가점수
등급	a	a	a	a	a	0.100
점수	5	2	1	1.5	0.5	
발청 및 도장열화 등급						a

2) 2차부재

【표 23.6.17】 2차부재 발청 및 도장열화 평가

구분		손상면적(m ²)					부재면적(m ²)	비고
		발청	박리	균열	부품	변색		
2차부재	S1	—	—	—	—	—	173.68	
	손상면적율(%)	—	—	—	—	—		
평균 손상면적율(%)		—	—	—	—	—	—	
손상별 등급		a	a	a	a	a		

【표 23.6.18】 2차부재 발청 및 도장열화 평가 등급

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화
2차부재	a	a	a	a	a
확정등급	a	a	a	a	a

【표 23.6.19】 2차부재 발청 및 도장열화 평가 점수

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	평가점수
등급	a	a	a	a	a	0.100
점수	5	2	1	1.5	0.5	
발청 및 도장열화 등급						a

나. 도장두께 평가

- 해당 교량의 구간은 환경조건이 양호한 지역이므로 일반환경을 적용하여 외부도장은 내후성 중방식 도장(우레탄계 : 215 μ m)을 적용하고 내부도장은 에폭시 도장(175 μ m)을 적용하였다.

1) 거더

【표 23.6.20】 거더 도장두께 평가

측정위치	조사경간	#1	#2	#3	#4	#5	평균	기준	판정
거더외부	S1-G1	301	259	261	282	278	260	215	만족
거더내부	S1-G1	199	231	218	222	231	215	175	만족
거더 도장두께 불만족 비율 = (불만족 거더 개수)/(조사 대상 거더 개수)×100 = 0%(a등급)									

2) 2차부재

【표 23.6.21】 2차부재 도장두께 평가

측정위치	조사경간	#1	#2	#3	#4	#5	평균	기준	판정
2차부재	S1	278	274	278	306	257	271	215	만족
거더 도장두께 불만족 비율 = (불만족 거더 개수)/(조사 대상 거더 개수)×100 = 0% (a등급)									

다. 환경요인 평가

【표 23.6.22】 환경요인 평가

구분	평가지표	측정값	등급
대기 환경	해안 이격거리	44.0km	a
	연간 젖음시간(일)	61.4일	
	이산화황 농도	0.004 ppm	
제설제(강설횟수)		1.5 회	a

<해설>

- 해안 이격거리 : 시설물의 위치로 지도 및 인터넷 정보를 이용하여 최단거리 측정
- 연간 젖음시간(일) : 기상청 기상연보에서 0 ° C 이상, 상대습도 80% 이상인 관측일 산정
- 이산화황 농도 : 에어코리아(<http://www.airkorea.or.kr>)에서 제공하는 지역별 10년 평균 농도
- 강설횟수 : 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 상의 동결융해 사이클 수 참조

23.6.4 강재 내구성능 평가 결과

가. 강재 내구성능 최종 평가

【표 23.6.23】 평가항목별 가중치에 따른 거더의 내구성능

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	a	0.1	60	0.06
도장두께	a	0.1	20	0.02
대기 환경	a	0.1	10	0.01
강설 횟수	a	0.1	10	0.01
평 점				0.10

【표 23.6.24】 평가항목별 가중치에 따른 2차부재의 내구성능

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	a	0.1	60	0.06
도장두께	a	0.1	20	0.02
대기 환경	a	0.1	10	0.01
강설 횟수	a	0.1	10	0.01
평 점				0.10

【표 23.6.25】 부재별 가중치에 따른 강재 내구성능 평가

결함도 평가부재		부재별 평점	가중치	평점/100
상부	바닥판	—	—	—
	거더	0.10	77	0.077
	2차 부재	0.10	23	0.023
하부	교각	—	—	—
합 계				0.100
시설물 강재 내구성능 등급				A

23.6.5 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 23.6.26】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.150	b	0.6	0.09
강재내구성능평가 결과	0.100	a	0.4	0.04
결함도점수				0.130
내구성능평가 결과				B

23.7 사용성능 평가

교량의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야 할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적에 만족하기 위한 성능으로 정의한다.

시설물의 사용성능은 주행성과 기능성으로 구분되며, 주행성은 사용자의 편의를 도모하는 시설의 성능으로 시설물에 대한 이용자의 만족도로 평가하며, 기능성은 시설물이 계획 당시의 목적대로 서비스를 제공할 수 있는 역량과 이를 유지할 수 있는 조건의 충족여부로 평가한다.

각 성능별로 세부지표의 평가 결과를 가중치를 반영하여 최종 평가 등급으로 결정한다.

교량의 세부지표는 성능평가의 정의에 따라 주행성과 기능성으로 구분하고 해당 시설물의 특징을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

교량에서는 서비스의 성능에 직접적인 영향을 미치는 시설물의 성능으로 사용자의 만족도 측면에서 주행성과 시설물의 기능유지 측면에서 유지관리성, 수요 및 용량을 선정한다.

23.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 4.46으로 평가되었다.

【표 23.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	포항	1	55.0	4.46	a등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 4.0이상으로 산정되어 양호한 a등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량의 조명시설은 2개소가 설치되어있고, 현재 0개소 사용가능하며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

【표 23.7.2】 휘도 측정값

No.	외곽차선 휘도	중앙차선 휘도
1	—	—
2	—	—
평균(최댓값, 최소값 제외)	—	—

【표 23.7.3】교량 조명의 평가결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	모든 조명 사용 가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급 보다 높은 상태	
b	모든 조명의 90% 이상 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 90% 이상	
c	모든 조명의 80% 이상 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 80% 이상	
d	모든 조명의 70% 이상 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 70% 이상	
e	모든 조명의 70% 미만 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 70% 미만	○

3) 진동사용성

(1) 측정

- 해당 교량의 진동사용성 평가를 위하여 교량의 최대 처짐과 고유진동수를 측정하였으며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 3,342mm/s, 7.4Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량에는 교각이 없는 단경간 시설물로 교각 점검시설 평가에 해당하지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

5) 교통량

대상 시설물의 낙동JCT~영천JCT의 2022년 평균 수요예측 및 상주영천고속도로 소요실제 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 49,877/일이며, 소요실제 교통량은 30,787/일로 수요예측/수요실제의 비율이 100% 이상으로 산정되어 a등급으로 평가되었다.

【표 23.7.4】교통량의 성능평가

구 분	수요예측(대/일) a	소요실제(대/일) b	대비(%) $a/b \times 100$	평가등급	비고
화산JCT RAMP-A교	49,877	30,787	162.0	a등급	2022년 교통량

23.7.2 사용성능평가 결과

【표 23.7.5】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	a	0.1
		조명시설	0.150	e	1.0
		진동사용성	0.202	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	—	—
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.1
				결합도점수	0.396
				등급	C

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, 0.1×0.247 (포장상태) + 1.0×0.150 (교량조명) + 1.0×0.202 (진동사용성) + 0.1×0.195 (교통수요) = 0.396

23.8 종합성능평가

성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합 성능등급을 결정하였다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하였다.

【표 23.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	화산JCT RAMP-A교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.188	b	0.68
내구성능 평가	0.130	b	0.19
사용성능 평가	0.396	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.188 \times 0.68 + 0.130 \times 0.19 + 0.396 \times 0.13 = 0.204$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.204 • 종합성능평가 결과 : B등급		

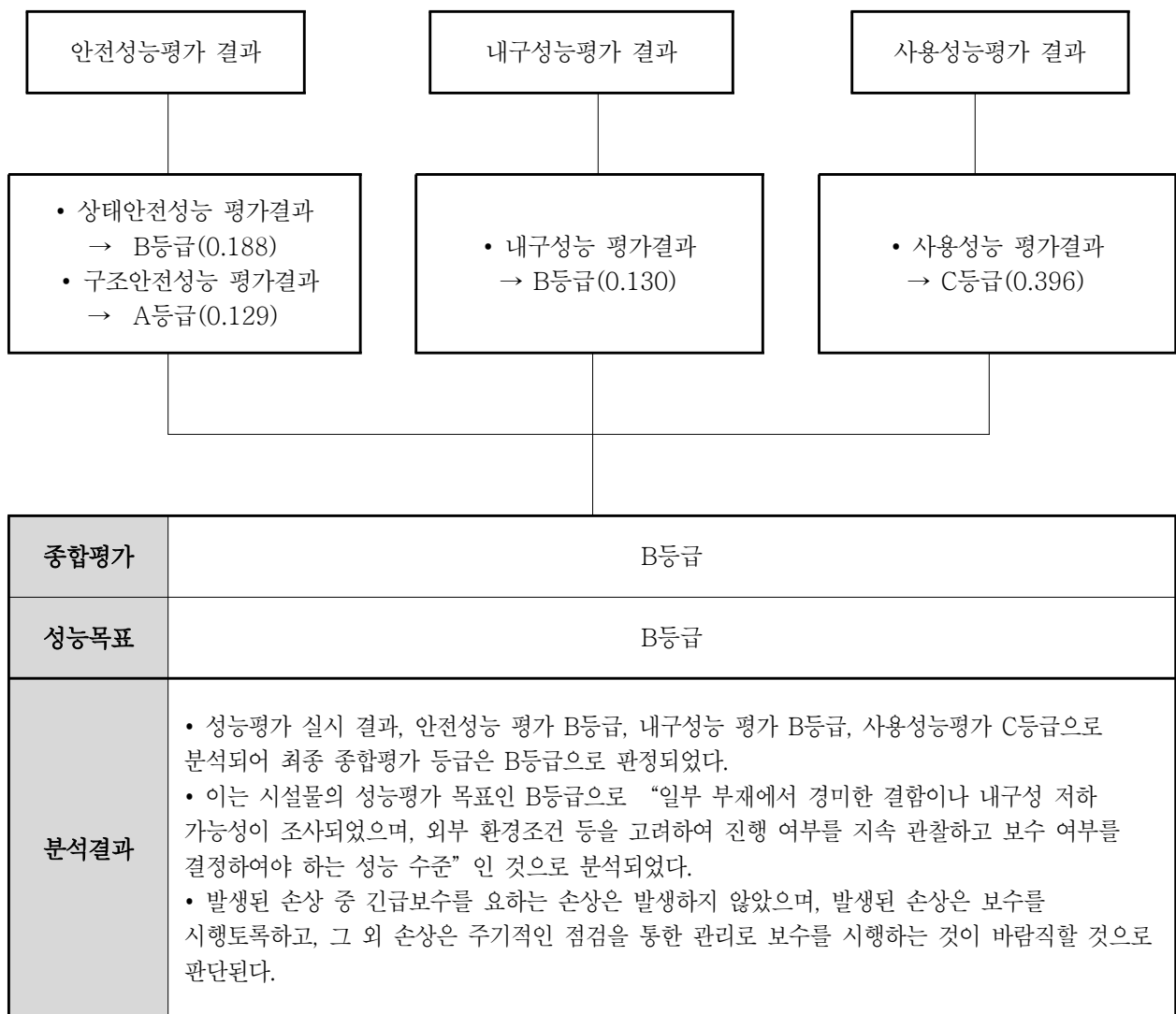
23.9 유지관리 전략제안

23.9.1 성능목표 등급 산정

【표 23.9.1】 성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 650대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	19.0km
성능목표 등급	B($0.20 \leq X < 0.26$)

23.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



23.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 23.9.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거터외부	긁힘	재도장	0.10	0.15	m²	40	6	2순위
교대	망상균열	표면처리	6.00	9.00	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 들뜸	단면보수	0.36	0.54	m²	165	89	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	6.60	2.47	m²	54	133	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	0.50	0.75	m²	54	41	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	4.00	4.00	EA	25	100	3순위
	배수관 이음부 누수	정비	1.00	1.00	EA	25	25	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		95		299		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		48		150		
	합계	—		143		449		
개략공사비 총계(천원)		592						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 23.9.3】 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등급	손 상	부 재	성 능	등급		
재도장	0.10	0.15	40	6	긁힘	거터	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
표면처리	6.00	9.00	—	—	망상균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	4
단면보수	0.36	0.54	165	89	들뜸	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	6.60	2.47	54	133	균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	5
표면처리	0.50	0.75	54	41	망상균열	신축이음	안전 성능	c	1.00	0.07	0.68	0.18	0.00857	3
정비	4.00	4.00	25	100	배수구 막힘	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	7
정비	1.00	1.00	25	25	배수관 이음부 누수	배수시설	안전 성능	c	1.00	0.03	0.68	0.18	0.00367	6

다. 유지관리 전략 제언

관리주체는 관할 내 교량의 경제성(교통량, 투입비용, 향후교통량), 검토사항(시공성, 제 3 대상 위험도, 노선, 환경), 사고위험 등을 종합적으로 고려하여 다수의 시설물 중 보수의 우선순위가 높은 시설물을 결정하고, 개별시설물의 비용효과 분석을 통해 선정된 시설물 내의 부재별 보수·보강 우선순위를 결정하여 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다만, 부재별 우선순위를 선정할 때 부재 내의 손상의 경중을 고려한 것이 아닌, 부재별 총공사비와 해당 부재의 가중치를 비교하여 도출된 결론으로써 부재별 보수·보강의 효율성을 판단하는 것이므로 우선순위가 높은 부재라고 하더라도 그 부재가 주요손상을 포함하고 있다고 할 수는 없다. 그러므로 보수를 실시하고자 할 때 주요 손상에 대해 우선적으로 보수를 하고 순위별로 순차적으로 보수 조치를 취하도록 한다.

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.204로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족하고 있는 것으로 조사되었고, 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

23.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 화산리(화산JCT RAMP)에 위치한 교량으로서 총 연장 55.0m, 폭 7.6m, 편도 1차로로 시공되어, 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” (이하 “시설물안전법”이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

23.10.1 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 거더외부에 기존손상인 도장균함이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 거더내부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 거더는 전반적으로 양호하고 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.
- 거더외부에 발생한 균힘의 경우, 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장이 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 외측빔

- 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

- 교대에 발생한 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 발생한 손상 부의 경우 폭 0.3mm미만의 미세균열로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

5) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 들뜸이 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 무수축물탈에 발생한 들뜸의 경우 시공미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 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, A2의 SH1 가동여유량이 다소 부족한 것으로 조사되었으며, 이로 인한 문제점은 발생하지 않았으나 하절기에 교량받침에 대한 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

6) 신축이음장치

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열, 망상균열, 본체 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 본체 부식은 차량통행으로 인한 비산먼지 퇴적, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 하절기(최대신장시) 신축 여유량이 다소 부족한 것으로 평가되었다. 현재, 신축이음과 바닥판에 손상이 없는 상태이나, 하절기에 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

7) 교면포장

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

8) 배수시설

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수가 확인되었고,

손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 정밀조사로 배수구 막힘이 추가 조사되었다.

- 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수의 경우 공용기간 증가, 통행차량에 의한 비산먼지 퇴적 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

9) 방호벽

- 방호벽은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

10) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

11) 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(바닥판하면) 27.2~28.1MPa, 하부구조(교대) 24.4~27.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용연수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

23.10.2 성능평가 결과

【표 23.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	화산JCT RAMP-A교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.188	b	0.68
내구성능 평가	0.130	b	0.19
사용성능 평가	0.396	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.188 \times 0.68 + 0.130 \times 0.19 + 0.396 \times 0.13 = 0.204$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.204 • 종합성능평가 결과 : B등급		

23.10.3 종합결론

- 화산JCT RAMP-A교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 교대 망상균열, 교량받침 무수축물탈 들뜸, 배수시설 배수관 이음부 누수 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, B등급(0.204)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표를 달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

23.10.4 사용제한의 필요성 여부

- 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태로써 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

23.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교량받침 무수축물탈 들뜸은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

23.10.6 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.

