

40. 반정교

40.1 시설물 개요

40.2 자료수집 및 분석

40.3 현장조사

40.4 콘크리트 내구성조사

40.5 상태평가

40.6 종합평가 및 안전등급 지정

40.7 보수·보강 및 유지관리 방안

40.8 종합결론

40. 반정교

40.1 시설물의 개요

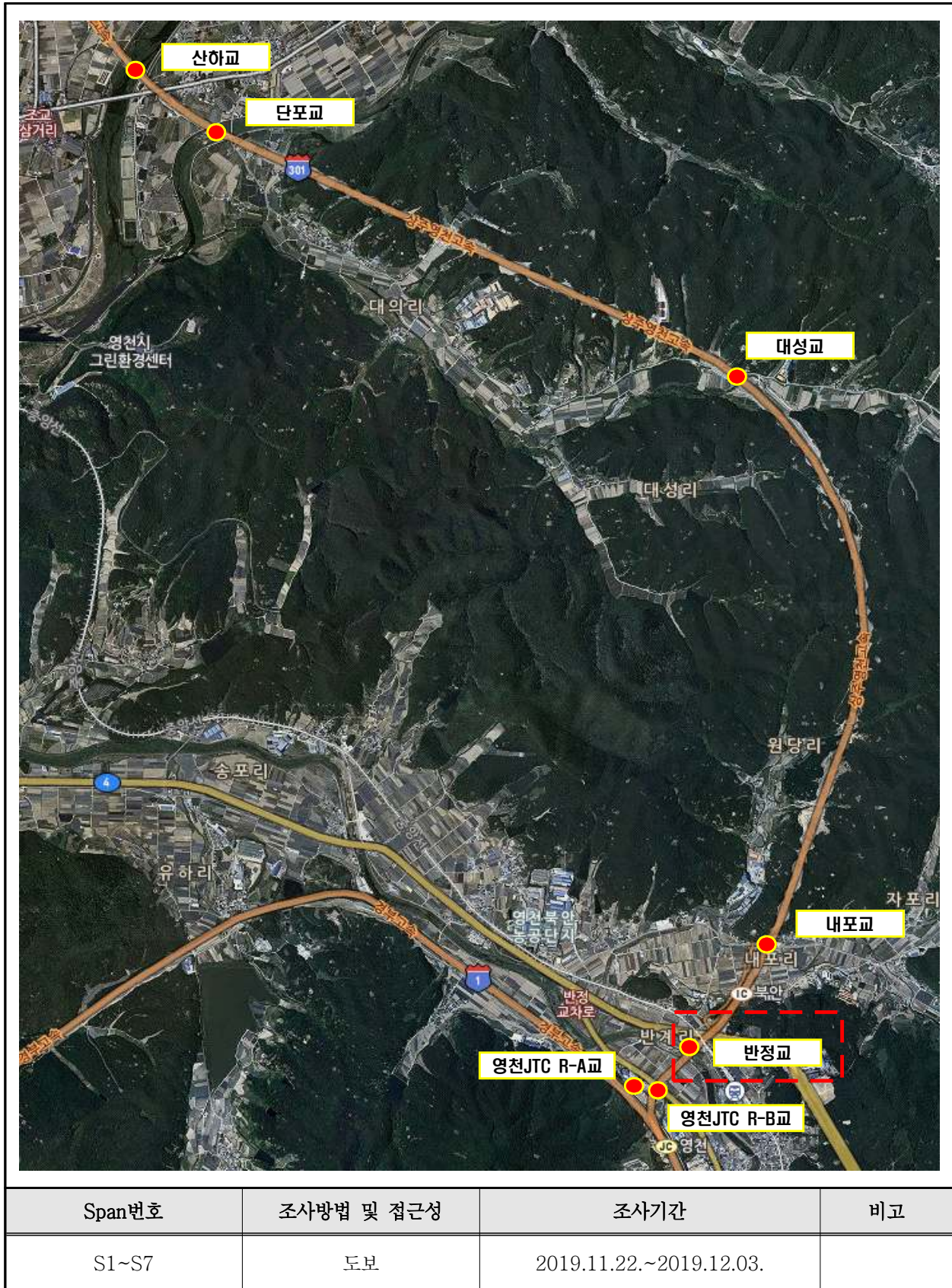
본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 반계리(상주영천고속도로 93.728~94.093km)에 위치한 교량으로 총 연장 365.0m, 폭 24.3m로 시공되어 있다.

40.1.1 일반사항

【표 40.1.1】 반정교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000263	관리번호	SY BR.40	
시설물위치		경상북도 영천시 북안면 반계리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		93.728~94.093km	공사이정	9.070~9.435km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=365.0m, (45m+4@55m+2@50m=365m)			
	폭	B=24.3m, 4차로			
구조 형식	상부	PUS GIRDER (강교 개구제형)	기초 형식	교 각	직접기초
	하부	T형 교각식(T)		교 대	말뚝기초
교량받침		면진받침(EQS)	신축이음	핑거	
교차시설물		북안천	통과높이	6.5m	
부착시설내용					
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

40.1.2 위치도 및 전경사진

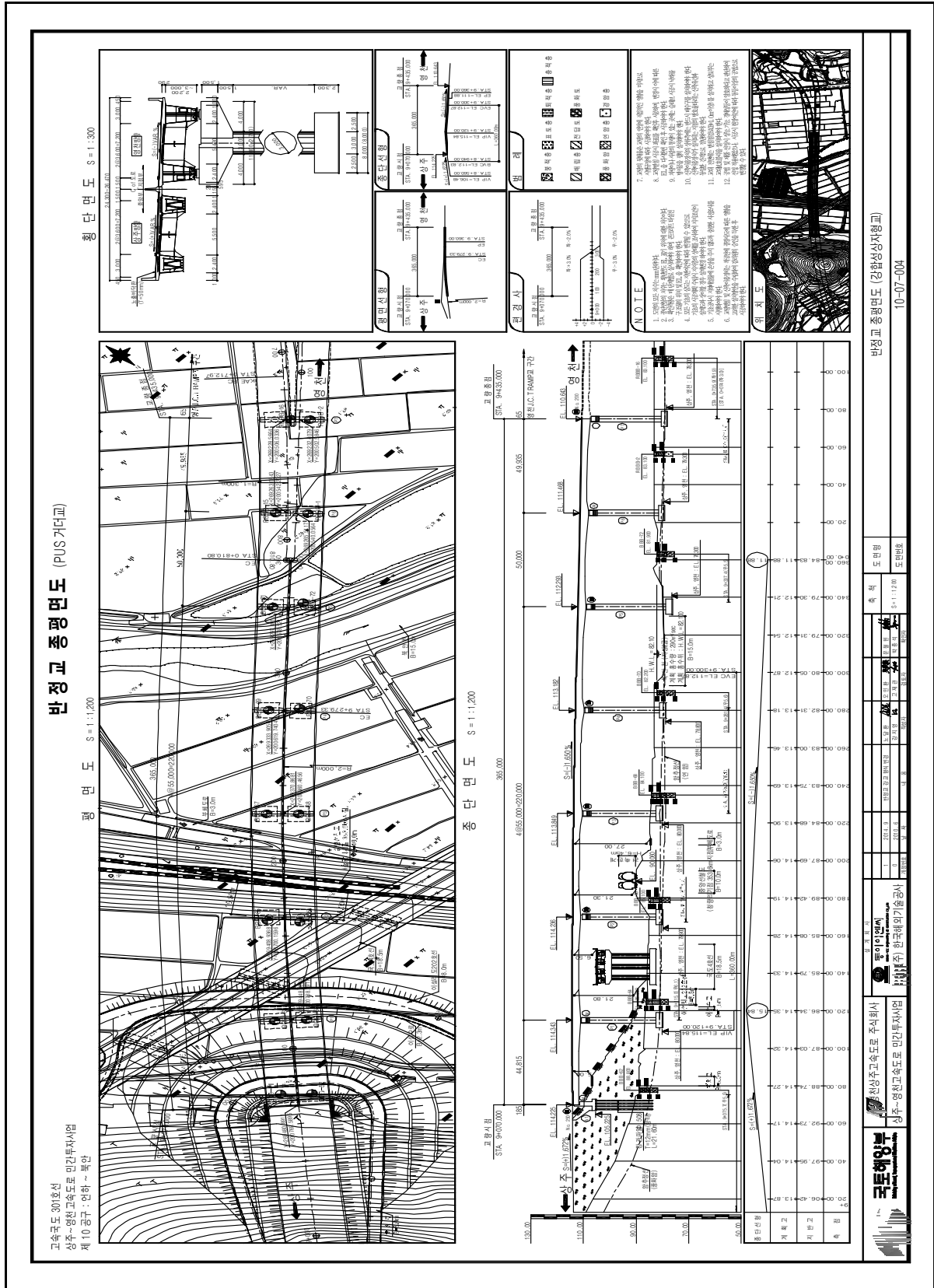


【그림 40.1.1】 위치도

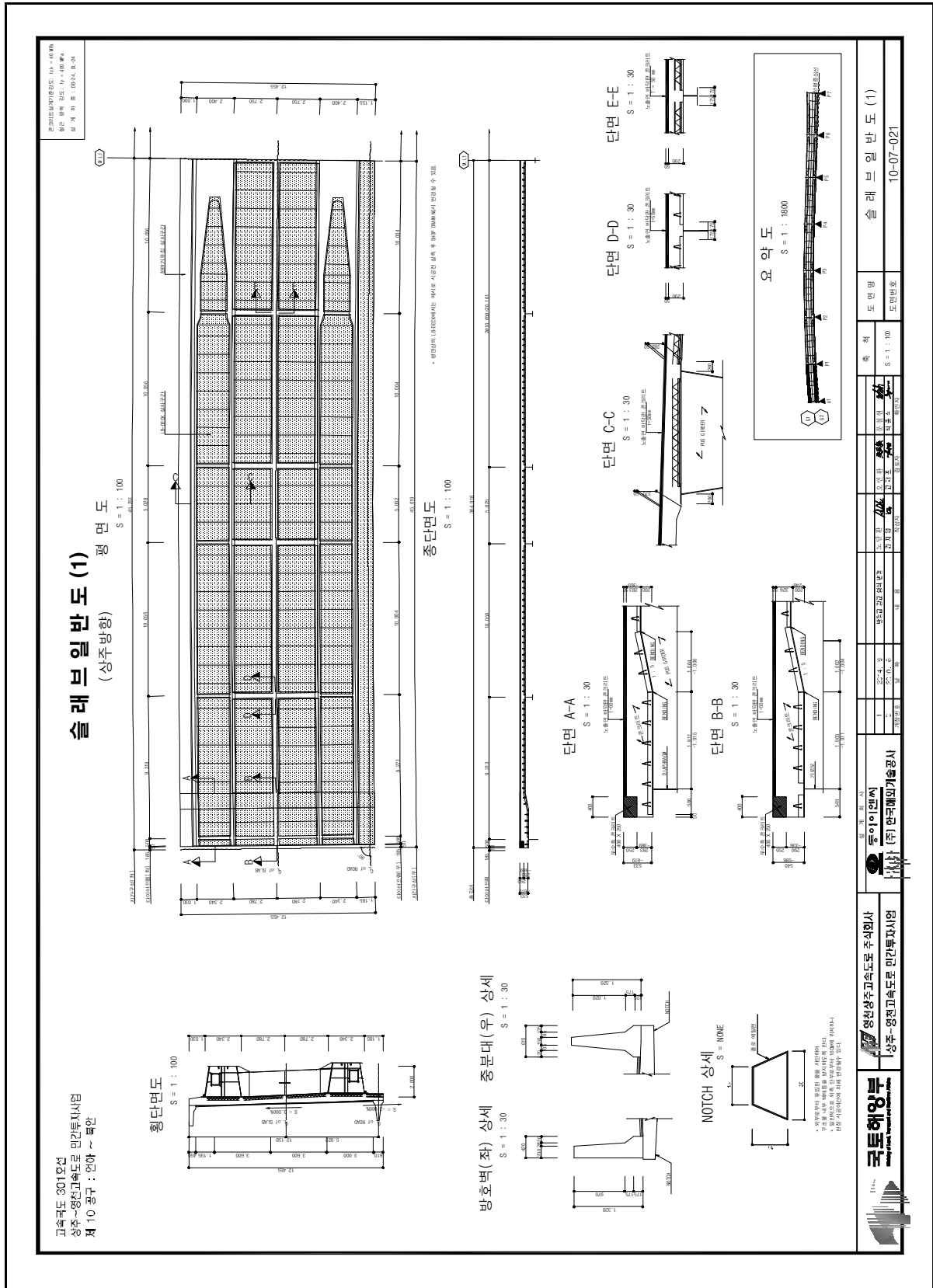
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 40.1.2】 부재별 현황

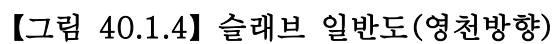
40.1.3 시설물 일반도

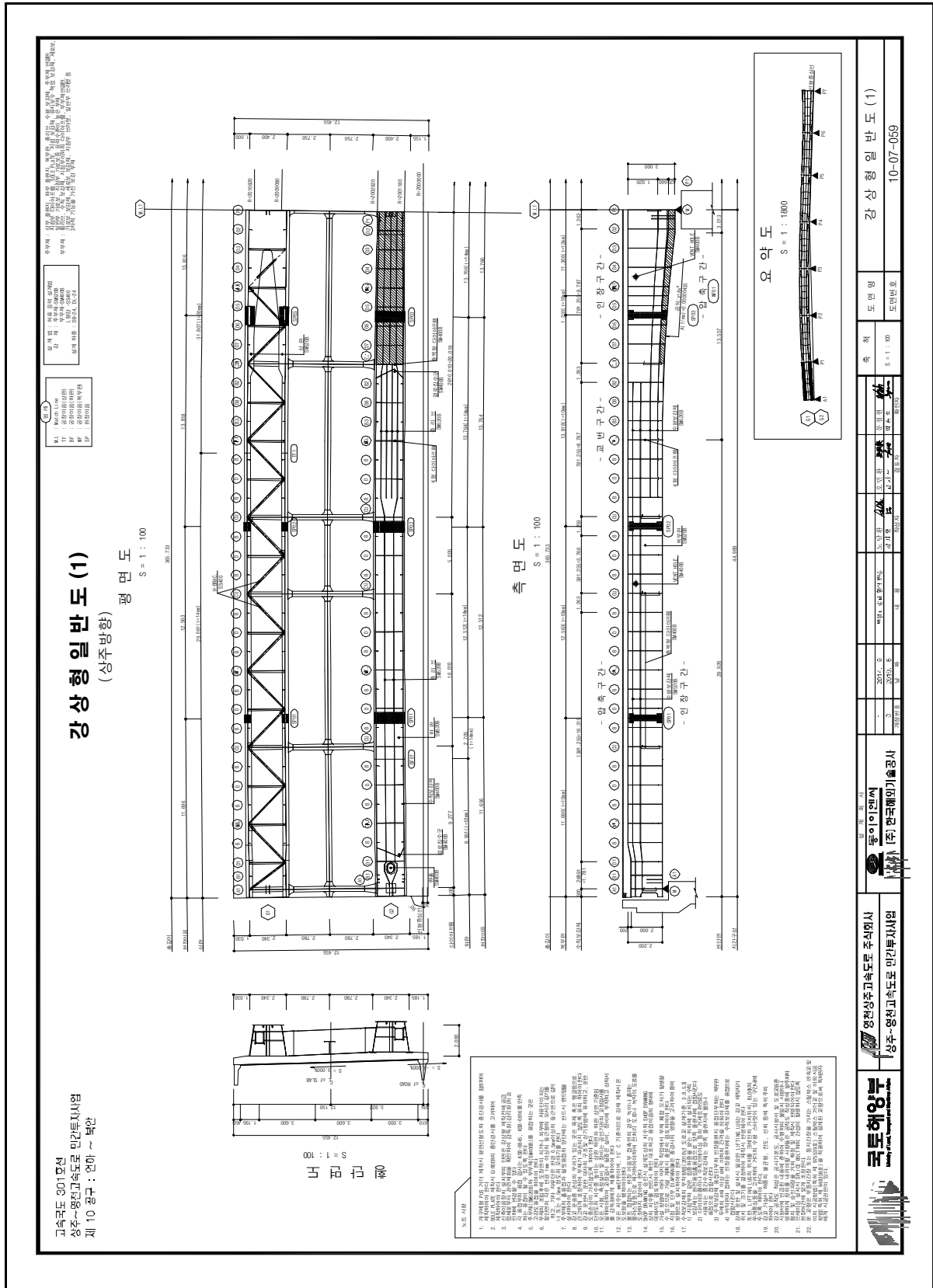


【그림 40.1.2】 평면 및 종단면도

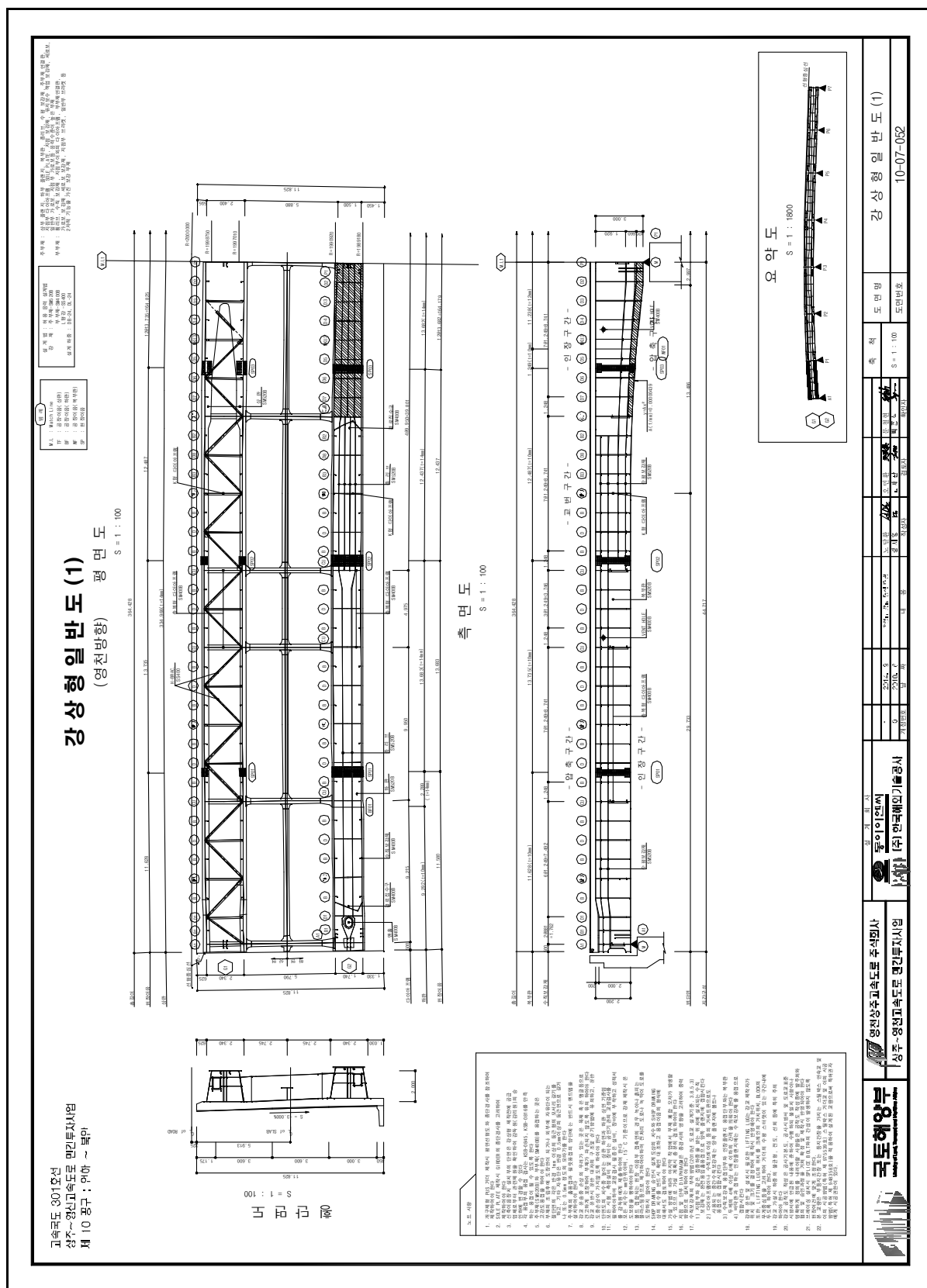


【그림 40.1.3】 슬래브 일반도(상주방향)

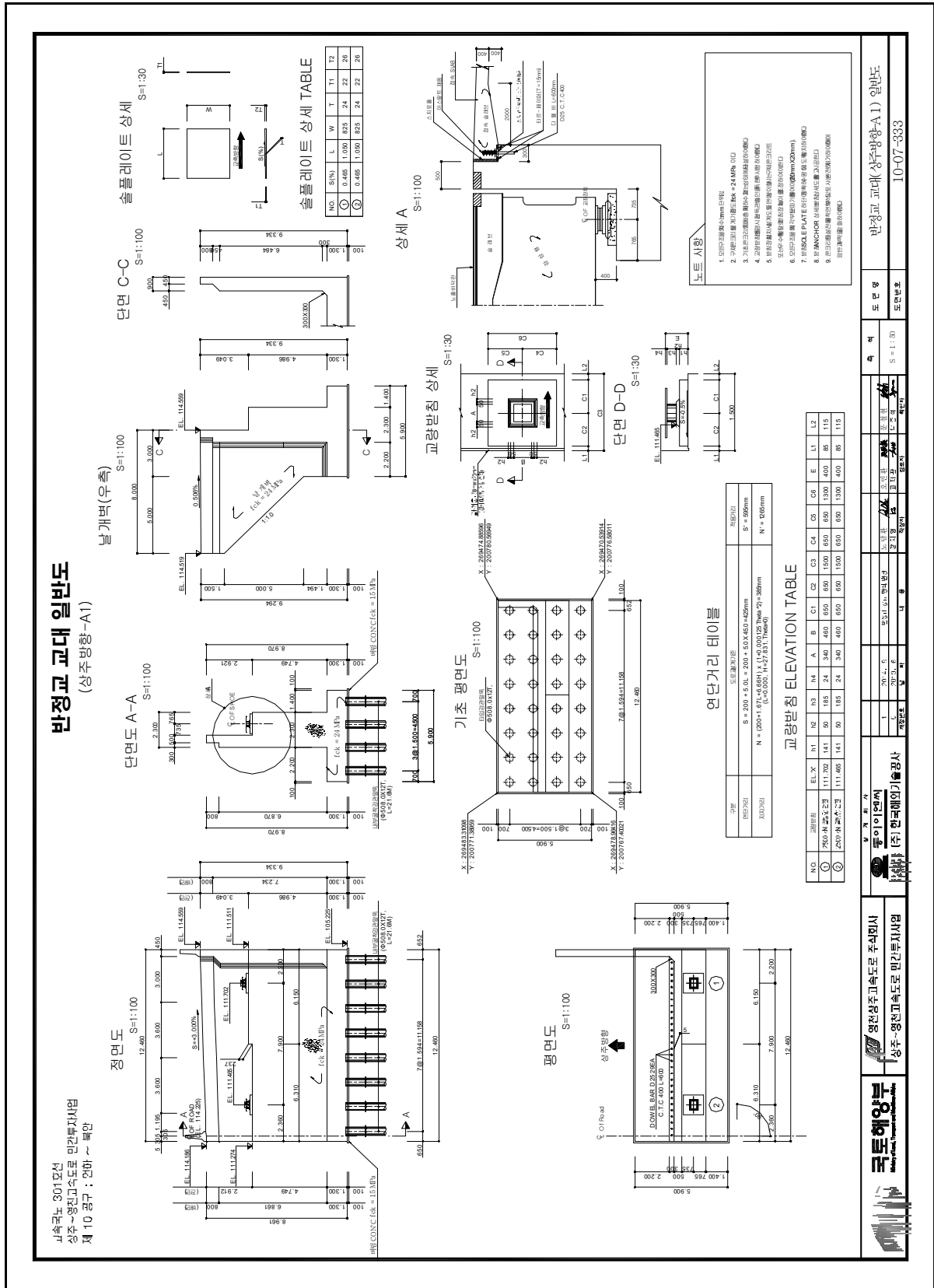




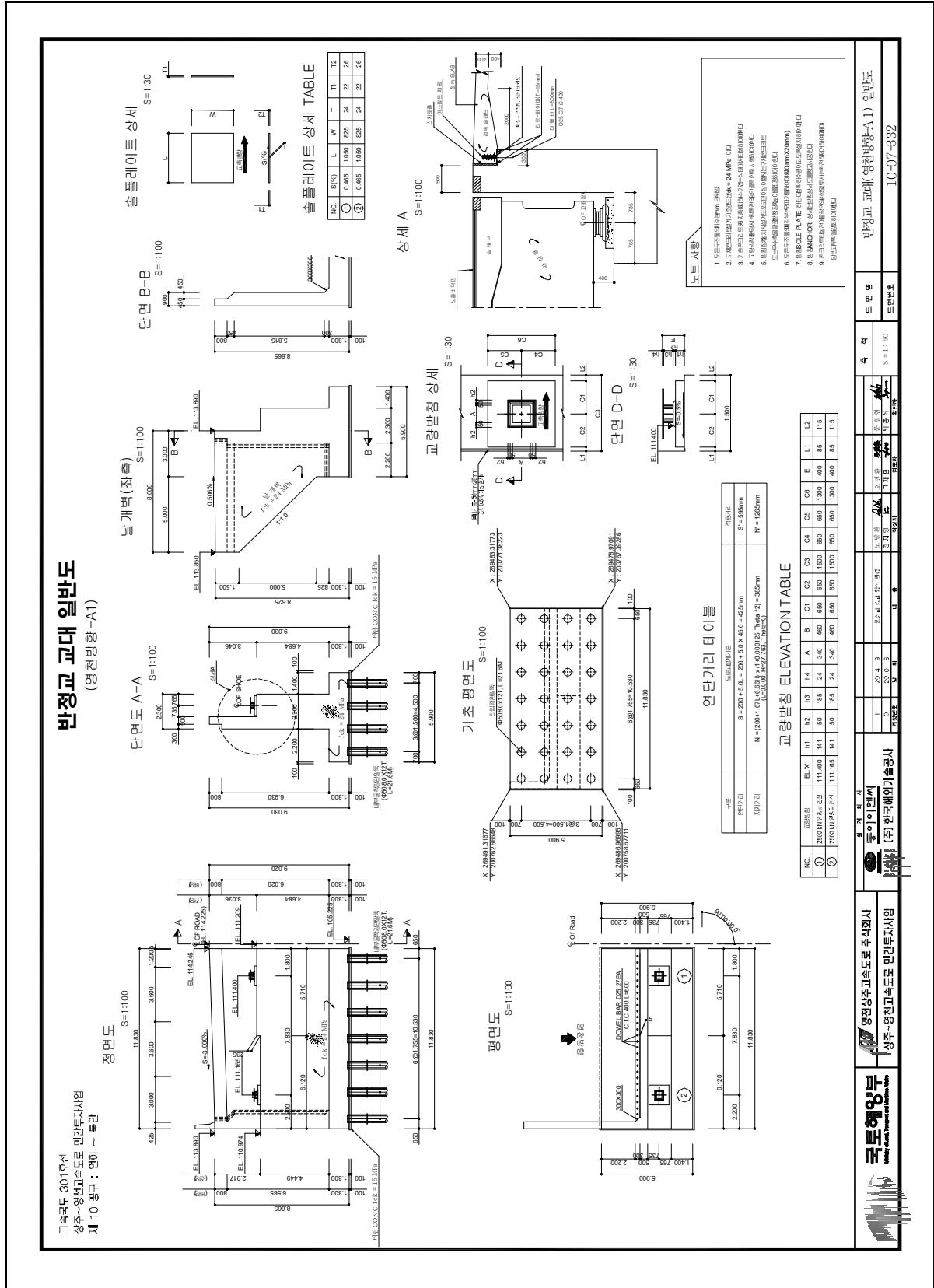
【그림 40.1.5】 거더 일반도(상주방향)



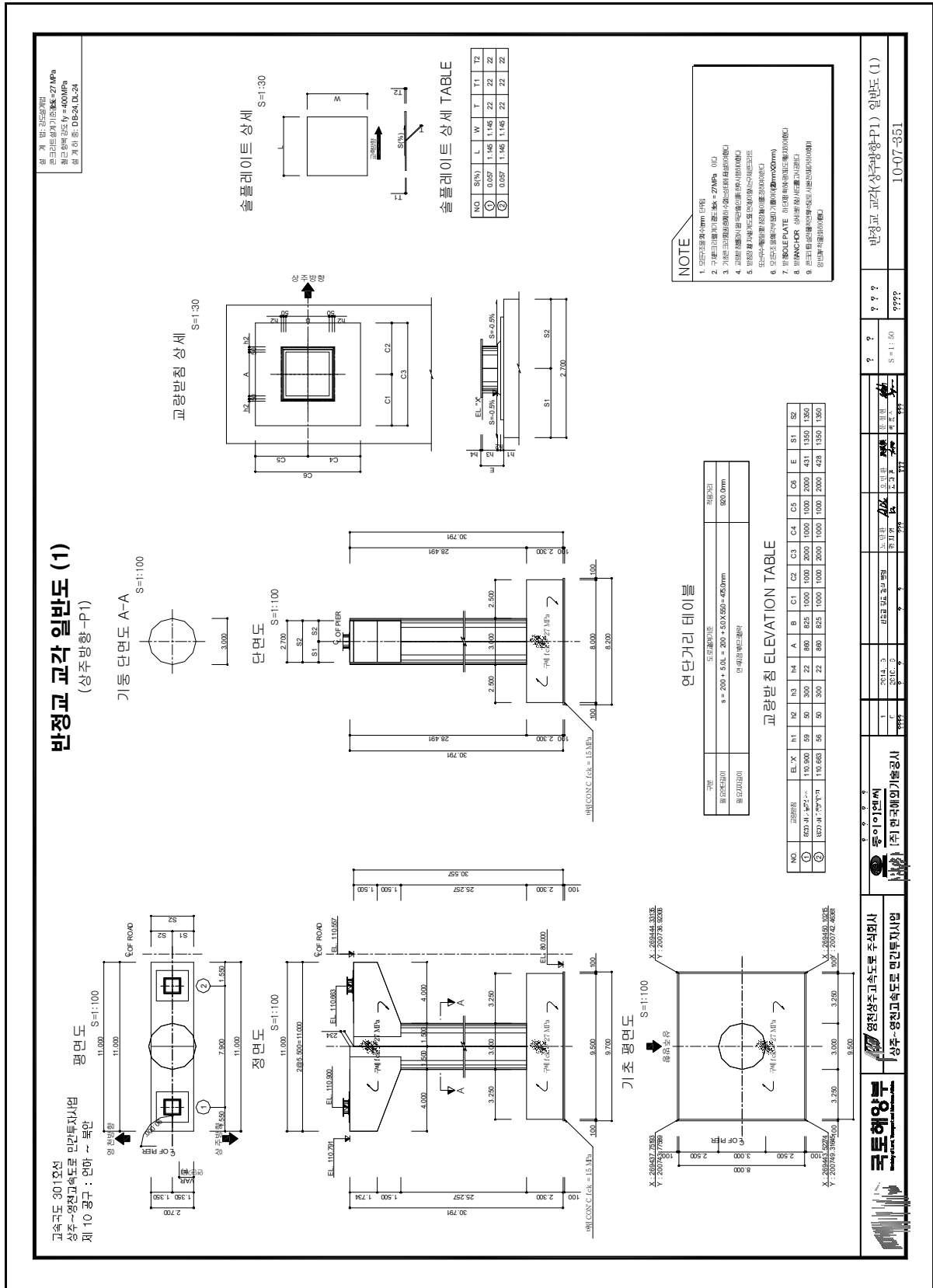
【그림 40.1.6】 거더 일반도(영천방향)



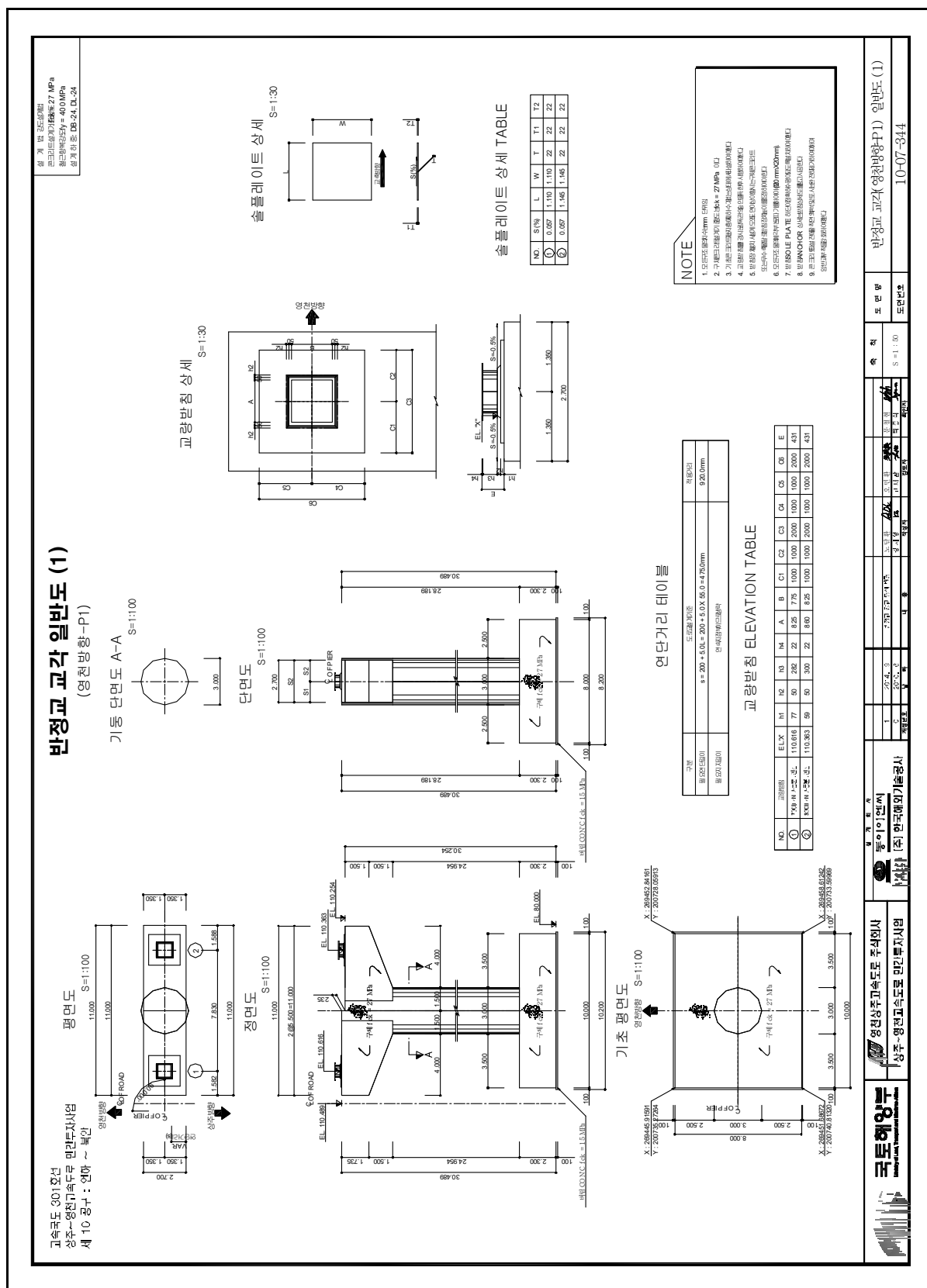
【그림 40.1.7】 교대 일반도(상주방향)



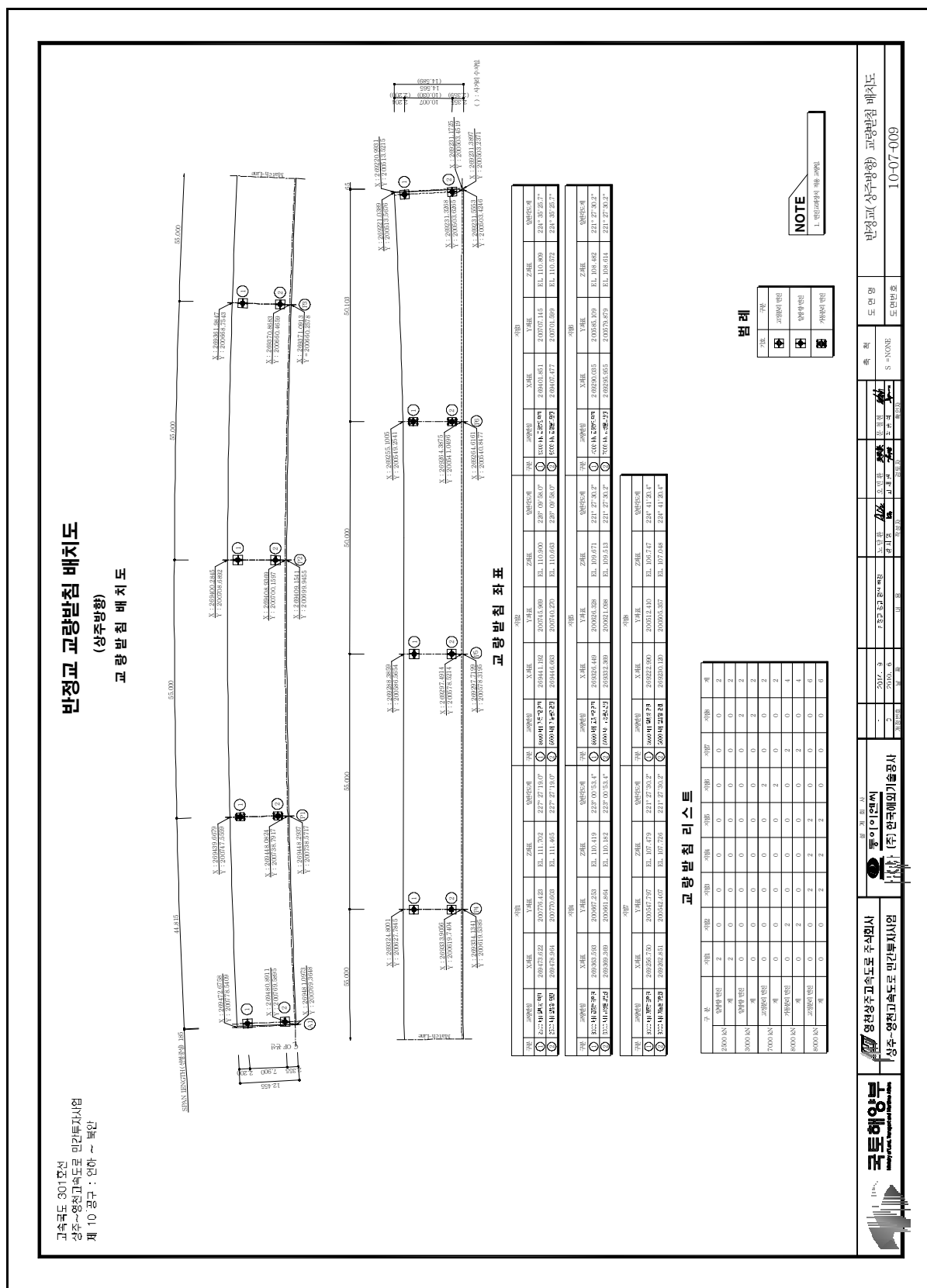
【그림 40.1.8】 교대 일반도(영천방향)



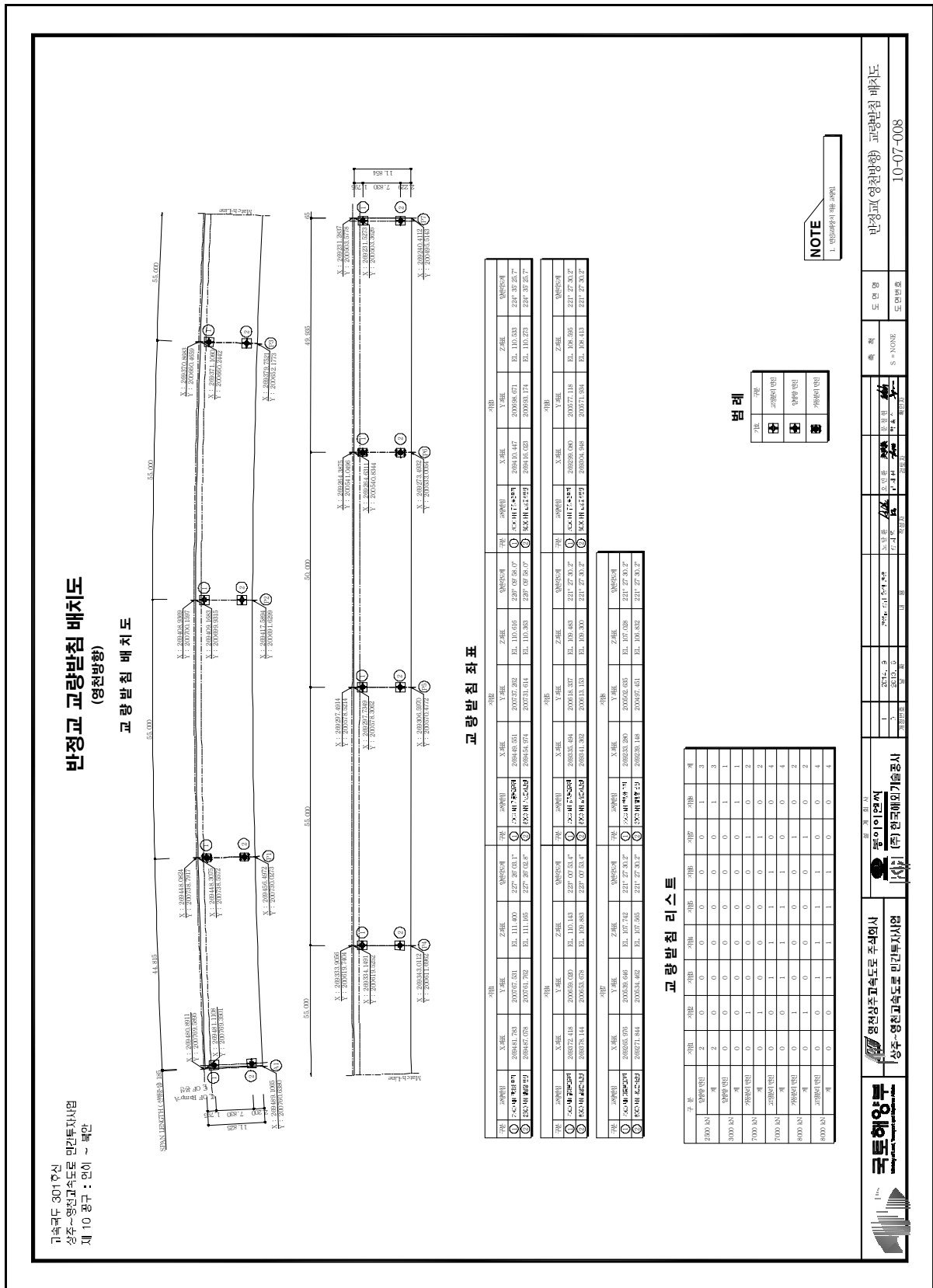
【그림 40.1.9】 교각 일반도(상주방향)



【그림 40.1.10】 교각 일반도(영천방향)



【그림 40.1.11】 교량받침 배치도(상주방향)



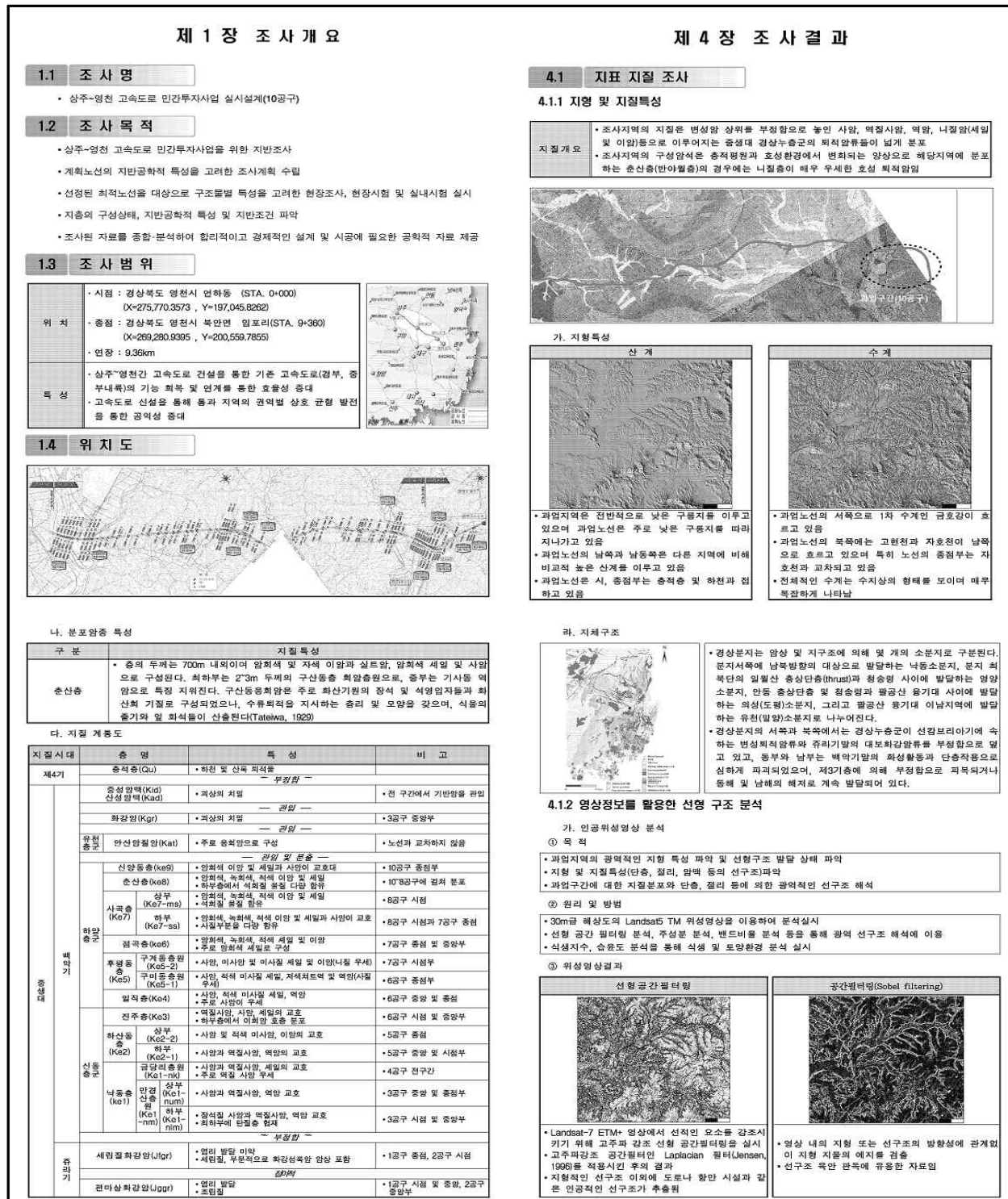
【그림 40.1.12】 교량받침 배치도(영천방향)

40.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 10공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

40.2.1 설계자료 검토

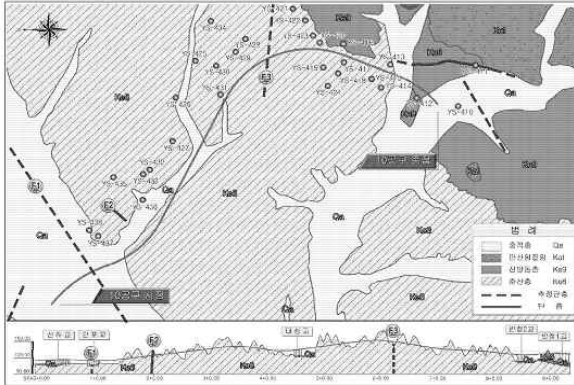
가. 지형 및 지질



나. 지질분포 특성

4.1.3 과업구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특성
	- 충적층(노두No.YS-410) - 실트, 세립 사암, 세립 교호 - 충리방향 : 11/140 - Jl=85/033, J2=84/278
	- 충산층(노두No.YS-411) - 암회색 니질암 - 단층방향 : 50/089 - 단층 비지 폭 : 15cm - Jl=70/276, J2=67/358
	- 충산층(노두No.YS-412) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 16/179 - 충리가 굽어 있으며 계기형태로 종결되기도 함 - Jl=84/354, J2=88/101

노두 사진	특성
	- 충산층(노두No.YS-422) - 적색 니질암 - 충리방향 : 04/207 - Jl=88/346, J2=88/072
	- 충산층(노두No.YS-423) - 적색 니질암 - 충리방향 : 07/171 - Jl=81/338, J2=78/271
	- 충산층(노두No.YS-425) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 06/190 - Jl=67/344, J2=86/247
	- 충산층(노두No.YS-426) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 13/138 - Jl=84/021, J2=83/311
	- 충산층(노두No.YS-427) - 암회색 니질암(조개질 발달) - 충리방향 : 11/206 - Jl=87/306, J2=83/065
	- 충산층(노두No.YS-428) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 11/167 - Jl=82/265, J2=83/161
	- 충산층(노두No.YS-429) - 적색 니질암(조개질 발달) - 충리방향 : 11/158 - Jl=63/266, J2=78/192
	- 충적층(노두No.YS-430) - 암회색 니질암(조개질 발달, 풍화에 의해 녹회색 또는 붉은색을 띰) - 충리방향 : 12/067 - Jl=83/112, J2=87/021

노두 사진	특성
	- 충산층(노두No.YS-413) - 암회색 니질암(조개질 발달) - 충리방향 : 06/164 - Jl=86/340, J2=82/061
	- 충산층(노두No.YS-414) - 암회색 니질암(조개질 발달) - 충리방향 : 28/104 - Jl=82/320, J2=88/227
	- 충산층(노두No.YS-415) - 암회색 니질암(사질층과 교호, 조개질 발달) - Jl=80/058, J2=82/320
	- 신양동층(노두No.YS-416) - 암회색 사암(세립 협재) - 충리방향 : 07/115 - Jl=88/158, J2=84/089
	- 충산층(노두No.YS-417) - 암회색 사암(세립 협재, 연흔 관찰됨, 연층 발달) - 충리방향 : 07/123 - Jl=87/184, J2=82/309
	- 충산층(노두No.YS-418) - 암회색 사암 및 니질암 - 충리방향 : 26/120 - Jl=82/184, J2=79/303
	- 충산층(노두No.YS-419) - 암회색 니질암(조개질 발달) - 충리방향 : 07/248 - Jl=45/352, J2=73/245
	- 충산층(노두No.YS-421) - 적색 니질암 - 충리방향 : 09/180 - Jl=81/132, J2=82/057

노두 사진	특성
	- 충산층(노두No.YS-431) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 09/157 - Jl=85/126, J2=88/252
	- 충산층(노두No.YS-432) - 암회색 사암 및 니질암 - 충리방향 : 16/150 - Jl=84/241, J2=86/320
	- 충산층(노두No.YS-433) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 08/108 - Jl=87/224, J2=88/170, J3=85/132
	- 충산층(노두No.YS-434) - 암회색 사암 및 니질암 - 충리방향 : 14/014 - Jl=82/245, J2=84/290
	- 충산층(노두No.YS-435) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 07/137 - Jl=82/008, J2=88/133, J3=89/067
	- 충산층(노두No.YS-436) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 08/319 - Jl=78/195, J2=82/125
	- 충산층(노두No.YS-437) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 12/086 - Jl=82/355, J2=78/247
	- 충산층(노두No.YS-438) - 암회색 니질암 - 충리방향 : 11/094

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계 조건

1) 교량 제형

- (1) 교량 명 : 반정교[상주방향]
- (2) 교량 등급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)
- (3) 교량 형식 : U-TYPE 합성교
- (4) 교량 연장 : 45,000+4955.000+50,000+50,000 = 95,000 m
- (5) 교량 폭형 : B = 12.455+14.566 m
- (6) Girder 제형 : B = 2.400 m H = 2.200+3.000 m
- (7) 사각(Skew) : 90.000 °
- (8) 곡률반경(R) : ∞ m
- (9) 설계 속도 : 100.000 km/h
- (10) 사용차로 및 물리적 특성치

③ 장제

• 사용 재료

주 부 재 (SM520)	상판, 하판, 측판, 하부중리브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 치장보강재, 슬라이트, 기르보, 세로보 등
부 부 재 (SM400)	수직보강재, 청리브, 가로보수평보강재 등
장제 탄성계수 (E_s)	205,000 MPa
장제의 전단탄성계수 (G)	79,500 MPa

• 허용 응력 (MPa)

		강종							
		SS 400	SM 400	SM 490	SM 490T	SM 520	SM 520T	SM 570	SM 570T
		SM400	SM400	SM490	SM490	SM490	SM490	SM570	SM570
응력 종류	판두께(mm)	40 이하	140	190	215	270		290	380
	축방향 인장응력 및 인장응력	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	250 (270)		270	380
	75 초과 100 이하			195 (215)	250 (270)				

• 필요 철근량 산정

$$\alpha = A_s \times f_y / (b \times f_{ck} \times b) = 0.017429 \quad A_s = \dots \dots \dots \text{①}$$

$$M_{ed} = \phi_f \times A_s \times f_y \times (d - a/2) = 96,220.0 \quad A_s = 170.0 \quad A_s = \alpha \dots \dots \dots \text{②}$$

식②을 식①에 대입하여 이차방정식으로 A_s 를 구한다.

$$41,868,889.9 = -2,952,953 A_s^2 + 96,220.0 A_s$$

$$\therefore A_{s \text{ req}} = 441,129 \text{ mm}^2$$

• 사용 철근량 산정

$$\therefore A_{s \text{ use}} = H 16 \text{ } \phi 400.0 = 496.5 \text{ mm}^2$$

$$H 16 \text{ } \phi 400.0 = 496.5 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma = 993.0 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용률} = 2.251] \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

• 철근량 검토

$$A_{s \text{ min}} = 1.4 / f_y \times b \times d = 990.5 \text{ mm}^2 \quad (\text{콘.설.제 6.3.2})$$

$$= 0.25 \sqrt{f_{ck}} / f_y \times b \times d = 919.1 \text{ mm}^2 \quad (\text{콘.설.제 6.3.2})$$

$$= \text{수축-온도 철근량} = 990.0 \text{ mm}^2 \quad (\text{콘.설.제 5.7.2})$$

$$\therefore A_{s \text{ min}} = 990.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = 0.714 \times b \times d \times \alpha = 5,912.6 \text{ mm}^2 \quad (\text{콘.설.제 6.2.2})$$

$$\therefore A_{s \text{ max}} \geq A_{s \text{ use}} \geq A_{s \text{ min}} \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

• 형에 대한 검토

$$\alpha = A_s \times f_y / (b \times f_{ck} \times b) = 17.307 \text{ mm}$$

$$\phi M_{ed} = 0.85 \times 993.0 \times 400.0 \times (283.0 - \alpha/2) = 92,625 \text{ kN.m}$$

$$\therefore \phi M_{ed} \geq M_{ed} \quad [\text{사용률} = 2.212] \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

• 배력 철근량 산정

$$\text{배분율} = 120 / \sqrt{L} = 120 / \sqrt{(0.495)} = 170.561 \% \geq 67.0 \%$$

$$A_s = 441,129 \times 67.000 \% = 295,567 \text{ mm}^2$$

$$\text{수축-온도 철근량} = 0.002 \times b \times h = 666,000 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_{s \text{ req}} = 666,000 \text{ mm}^2$$

• 배력 철근 사용 철근량 산정

$$\therefore A_{s \text{ use}} = H 16 \text{ } \phi 250.0 = 794.4 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma = 794.4 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용률} = 1.158] \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

③ 캔틸레버판 단부 설계

(콘.도.설.제 4.7.6.4)

철근 콘크리트 바닥판의 경우 일반적으로 거더의 단부에서 캔틸레버 바닥판에서 필요한 철근량의 2배를 배치하는 것이 좋다. 배치 범위는 캔틸레버의 고정하중에 대한 지간 0.405m 이상 배치 한다.

• 주 철 근

$$\therefore A_{s \text{ req}} = 882,256 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_{s \text{ use}} = H 19 \text{ } \phi 200.0 = 1,432.5 \text{ mm}^2$$

$$H 19 \text{ } \phi 200.0 = 1,432.5 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma = 2,865.0 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용률} = 3.247] \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

• 배 력 철 근

$$\therefore A_{s \text{ req}} = 591,113 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_{s \text{ use}} = H 16 \text{ } \phi 125.0 = 1,568.8 \text{ mm}^2$$

(6) 하중 조합

(콘.도.설.제 2.2.3.2)

CASE	단위	M_1	M_{1+2}	M_3	M_4	M_5	비 고
CASE 1	kN.m	1.30	2.15			1.30	
CASE 2	*	1.30	1.30	1.30		1.30	차량 충돌하중
CASE 3	*	1.30			1.20	1.20	차량 충돌하중
CASE 4	*	1.30			1.30		
CASE 5	*	1.00	1.00		0.00	0.00	사용모멘트
CASE 6	*	1.00	1.00	0.00		0.00	지점하중 사용모멘트

(7) 계산 적용 모멘트 산정

CASE	단위	M_1	M_{1+2}	M_3	M_4	M_5	소 계
CASE 1	kN.m	1.343	40.372			0.154	41.869
CASE 2	*	1.343	24.411	0.000		0.154	25.908
CASE 3	*	1.339		0.000	0.500		1.239
CASE 4	*	1.343			0.500		1.343
최대 계수 요인도							41.869
CASE 5	*	1.033	18.778		0.500	0.000	19.811
CASE 6	*	1.033	18.778	0.000		0.000	19.811
최대 사용 요인도							19.811

(8) 캔틸레버판 단부 설계

(콘.도.설.제 4.7.6.4)

- ① 주철근량 : 등분단부 이외의 캔틸레버판 바닥판에서 필요한 주철근량의 2배를 주철근으로 배근한다.
- ② 배력철근량 : 등분단부 이외의 캔틸레버판 바닥판 상측에 배력 철근량의 2배를 배력철근으로 배근한다.
- ③ 배치범위 : 도로교설계기준 강도면 바닥판에 배치 범위가 명시되지 않아 콘크리트면 4.7.5.7을 적용하 캔틸레버판의 고정하중에 대한 지간을 배치 범위로 적용한다.

(9) 바닥판의 최소 두께 (X = 0.20 ≤ 0.25인 경우)

(콘.도.설.제 3.6.1.5)

$$h_{min} = (280 \times L + 180) = (280 \times 0.195 + 180) = 234.6 \text{ mm} > 220.0 \text{ mm} \therefore h_{req} = 234.6 \text{ mm}$$

$$h_{use} = 343.0 \text{ mm} > h_{req} = 234.6 \text{ mm} \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

(10) 단 면 검토

③ 캔틸레버판

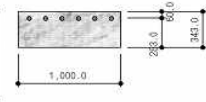
$$f_{ck} = 27.0 \text{ MPa} \quad f_y = 490.0 \text{ MPa}$$

$$M_{ed} = 41.9 \text{ kN.m} \quad M = 19.8 \text{ kN.m}$$

$$b = 1,000.0 \text{ mm} \quad h = 343.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.85 \quad d' = 60.0 \text{ mm}$$

$$\phi_f = 0.85 \quad d = 283.0 \text{ mm}$$



• 강도 감소계수 (ϕ_f) 산정

(콘.설.제 6.2.2)

$$T = A_s \times f_y = 993.0 \times 490.0 = 397,200.0$$

$$C = 0.85 \times f_{ck} \times a \times b = 0.85 \times 27.0 \times a \times 1,000.0 = 22,950.0 a$$

$$T = C \text{ 이므로, } a = 17.307 \text{ mm}$$

$$c = 17.307 / \beta = 17.307 / 0.85 = 20.361 \text{ mm}$$

$$e_p = f_y / E_s = 490.0 / 200,000.0 = 0.00245$$

$$e_t = 0.003 \times (d - c) / c = 0.003 \times (283.0 - 20.361) / 20.361 = 0.0387$$

$$e_f = 0.0387 > 0.0050 \text{ 이므로 인장지대 단면이며, } \phi_f = 0.85 \text{ 를 적용한다.}$$

$$\Sigma = 1,568.8 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용률} = 2.688] \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

③ 사용성 검토

$$\text{탄성계수비 } \eta = E_s / E_c = 7.0$$

$$A_{s \text{ use}} = H 16 \text{ } \phi 400.0 = 496.5 \text{ mm}^2 \quad (\text{개수} = 5.0 \text{ 개})$$

$$H 16 \text{ } \phi 400.0 = 496.5 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma = 993.0 \text{ mm}^2$$

$$\text{철근비 } \rho = A_s / b d = 993.0 / (1,000.0 \times 283.0) = 0.00351$$

$$\text{혼합속 } k = -\eta \rho + \sqrt{(2\eta \rho + (\eta \rho)^2)} = -0.0246 + \sqrt{(2 \times 0.0246 + 0.0246^2)} = 0.19843$$

$$\text{종방향 거리 } z = k \times d = 0.19843 \times 283.0 = 56.157$$

$$f = 1 - k / 3 = 1 - 0.198 / 3 = 0.934$$

$$\text{철근 응력 } f_s = M / (A_s \times j \times d) = 19.81 / (993.0 \times 0.934 \times 283.0) = 75.489 \text{ MPa}$$

• 균열 검토

(콘.설.제 4.2)

$$\text{최소 두께 } c_p = 60.0 - 15.9 / 2 = 52.050 \text{ mm}$$

$$\text{인장연단 폭 } w_{t1} = 375 \times (210 / f_s) - 2.5 c_p = 375 \times (210 / 75.489) - 2.5 \times 52.050 = 913.977 \text{ mm}$$

$$\text{인장연단 폭 } w_{t2} = 300 \times (210 / f_s) = 300 \times (210 / 75.489) = 834.561 \text{ mm}$$

$$\therefore w_{t1} = 1,000.0 / 5.088 = 200.0 \text{ mm} \leq w_{t2} = 834.561 \text{ mm} \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

• 처짐 검토

$$\text{처짐 계산을 하지 않는 경우의 횡부재의 최소두께 (콘.설.제 7.7)}$$

$$t(\text{mm}) = L / 10 = 495.0 / 10 = 49.5 \text{ mm}$$

$$\therefore t(\text{mm}) = 49.5 \text{ mm} \leq h = 343.0 \text{ mm} \quad \dots \dots \text{O.K. II}$$

$$\therefore \text{ 별도의 처짐검토 필요 없음}$$

2. 설계대상 교량

2.1 설계조건

2.1.1 상부형식

반정교본선 : Prestressed concrete Compositd U-Shape Steel Girder 교
 Ramp - A교 : Steel Box Girder 교
 Ramp - B교 : Steel Box Girder 교

2.1.2 교량 총면적

반정교본선 : $44.8 + 4655.0 + 50.0 + 50.0 = 365.0\text{m}$
 Ramp - A교 : $49.9 + 3650.0 + 55.0 + 60.0 + 64.8 = 380.0\text{m}$
 Ramp - B교 : $49.9 + 2650.0 + 49.9 = 200.0\text{m}$

2.1.3 교 폭

반정교본선 : 24.300 ~ 26.470 m
 Ramp - A교 : 12.770 m
 Ramp - B교 : 12.600 m

2.1.4 하부형식

: T형 교각

(콘크리트 $f_{ck}=27\text{ Mpa}$, 탄성계수 $E_c=20993.4\text{ MPa}$.)

2.1.5 교각기초형식

: 전면기초

(콘크리트 $f_{ck}=27\text{ Mpa}$, 탄성계수 $E_c=20993.4\text{ MPa}$.)

2.1.6 내진설계상수

- (1) 내진등급 : 내진 1 등급교
- (2) 지진구속계수 : 0.11
- (3) 위험도계수 : $I = 1.4$
- (4) 가속도계수 : $A = 0.154$
- (5) 지진계수 : $S = 1.5$ (지반종류 2 , 지진력리교량)
- (6) 등대수정계수
- (7) 고유치 해석방법 : Ritz Vectors 해석법
- (8) MODE 조합방법 : C.Q.C방법
- (9) 방첩형식 : EQS 방첩방형

2.2. 참고문헌

- (1) 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2010년)
- (2) 콘크리트 구조설계기준 (건설교통부, 2007년)
- (3) 도로설계요령 (한국도로공사, 2002년)
- (4) 설계 실무 자료집 (한국도로공사, 1996년)

4.3. 역학적 검토

우리나라 도로교 설계기준에는 아직 제시되어 있지 않지만 AASHTO 및 European Standard에서는 교량구조물에 지진하중에 적당한 일위치 복원력을 제공하도록 제시하고 있다. 이에 본 검토서에서는 AASHTO에 제시된 수직복원력의 만능이부를 참고하여 그 목적이 있다. 우리나라 도로교설계기준에는 다음과 같이 명시하고 있다. "지진력리방정론 원칙적으로 지진후 교량의 기능에 악영향을 주는 잔류변위가 발생하지 않도록 설계해야 한다."

1) 관련 근거 규정 : AASHTO Guide Specifications for Seismic Isolation Design

제 12.2 장 Lateral Restoring Force

The restoring force at d shall be greater than the restoring force at 0.5d by not less than W/80

상부 총하중 (DL+LLs) : 62683 kN (DL : 59833 kN, LLs : 2850 kN (10% 적용)) (반정교-상부)

상부 총하중 (DL+LLs) : 57245 kN (DL : 54554 kN, LLs : 2691 kN (10% 적용)) (반정교-영원)

상부 총하중 (DL+LLs) : 82028 kN (DL : 79067 kN, LLs : 2941 kN (10% 적용)) (Ramp-A교)

상부 총하중 (DL+LLs) : 39516 kN (DL : 38110 kN, LLs : 1506 kN (10% 적용)) (Ramp-B교)

(여기서, DL : 고정하중 , LLs : 지진시 활하중)

구 분	K2 (kN/cm)	설계변위 (cm)	방첩계수 (EA)	비 고
OMEQS	2500	-	0.	5
OMEQS	3500	-	0	6
OMEQS	3500	-	0	4
OMEQS	7000	-	0	1
EQS	7000	39.86	6.0	6
EQS+	7000	39.86	6.0	2
EQS	8000	49.21	6.0	10
EQS+	8000	49.21	6.0	6
EQS	8000-RAMP	46.26	5.5	6
EQS	9000	56.10	5.5	8
EQS+	9000	56.10	5.5	2
EQS+	12000	72.83	5.5	1
EQS+	15000	92.52	5.5	1
TOTAL			58	

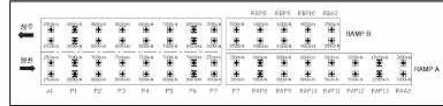
2) 복원력 제공장치 : Wier Spring

4. 방첩복성치 검토

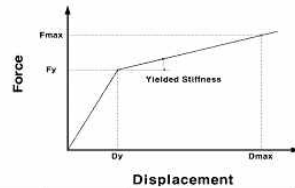
4.1 방첩 복성

일반내진방형의 경우 고정단과 가동단으로 구분되어 방첩이 발생이 되는 경우가 일반적이다. 교량방형의 경우 상시 온도신축하중에 의해 자유롭기 위해 하나의 고정단과 나머지는 모두 가동단방형으로 배치하게 되는데 이때에 교량방형의 모든 지진하중은 고정단교각에 전달되게 된다. 이러한 경우 고정단 교각의 반대편은 물론이고 소성변형이 발생하여 지진 후 교각을 보수 보강을 하여야 한다.

따라서 연진방형을 적용하면 모든 교각에 지진하중을 분산시켜 구조물의 안정성을 확보하고 동시에 지진하중을 흡수 소산시켜 구조물의 변위하중을 방지하여 경제적인 측면도 매우 우수하다



4.2 사용된 연진장치(EQS)의 특성



구 분	1차강성 (K1, kN/m)	2차강성 (K2, kN/m)	유출강성 (Keff, kN/m)	항복강도 (kN)
OMEQS 중	196534.0	-	1040.0	156.0
2500 횡	196534.0	1181.0	4301.0	156.0
OMEQS 중	262047.0	-	2080.0	208.0
3000 횡	262047.0	1575.0	4546.0	208.0
OMEQS 중	294804.0	-	1950.0	234.0
3500 횡	294804.0	2126.0	5469.0	234.0
OMEQS 중	423306.0	-	4200.0	336.0
7000 횡	423306.0	4724.0	10634.0	336.0
EQS7000	306140.0	3966.0	8036.0	243.0
EQS+7000	306140.0	3966.0	8036.0	243.0
EQS8000	377951.0	4921.0	9921.0	300.0
EQS+8000	377951.0	4921.0	9921.0	300.0
EQS8000-RAMP	414488.0	4609.0	10608.0	329.0
EQS9000	502680.0	5610.0	12665.0	399.0
EQS+9000	502680.0	5610.0	12665.0	399.0
EQS+12000	662599.0	7283.0	16702.0	518.0
EQS+15000	828977.0	9252.0	21216.0	658.0

3) 필요 RESTORING FORCE(K_R need)

$$(K_R \times d) - (K_R \times 0.5 \times d) > W/80$$

$$0.5 \times K_R \times d > W/80$$

$$K_R > W / 40d$$

$$K_{R\text{ need}} > 62683 / 240 = 261.2 \text{ kN/cm (반정교-상부)}$$

$$K_{R\text{ need}} > 57245 / 240 = 238.5 \text{ kN/cm (반정교-영원)}$$

$$K_{R\text{ need}} > 82028 / 220 = 372.9 \text{ kN/cm (Ramp-A교)}$$

$$K_{R\text{ need}} > 39516 / 220 = 180.1 \text{ kN/cm (Ramp-B교)}$$

4) 방첩복력 강성(K_R capacity)

- 반정교 (상부방형)

EQS7000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 80 \text{ kN/cm}$
EQS8000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 266 \text{ kN/cm}$
EQS+8000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 197 \text{ kN/cm}$
TOTAL	572 kN/cm

- 반정교 (영원방형)

EQS7000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 159 \text{ kN/cm}$
EQS+7000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 80 \text{ kN/cm}$
EQS8000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 197 \text{ kN/cm}$
EQS+8000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 98 \text{ kN/cm}$
TOTAL	534 kN/cm

- Ramp - A교

EQS8000-RAMP	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 185 \text{ kN/cm}$
EQS9000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 224 \text{ kN/cm}$
EQS+9000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 112 \text{ kN/cm}$
EQS+12000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 73 \text{ kN/cm}$
EQS+15000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 93 \text{ kN/cm}$
TOTAL	687 kN/cm

- Ramp - B교

EQS8000-RAMP	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 93 \text{ kN/cm}$
EQS9000	$K_{R\text{ capacity}} = \text{Wier 강성} \times \text{가수} = 224 \text{ kN/cm}$
TOTAL	317 kN/cm

$$\therefore K_{R\text{ need}} = 261.15 \text{ kN/cm} < K_{R\text{ capacity}} = 571.82 \text{ kN/cm} \text{ ----- OK (반정교-상부)}$$

$$\therefore K_{R\text{ need}} = 238.52 \text{ kN/cm} < K_{R\text{ capacity}} = 534.42 \text{ kN/cm} \text{ ----- OK (반정교-영원)}$$

$$\therefore K_{R\text{ need}} = 372.85 \text{ kN/cm} < K_{R\text{ capacity}} = 686.99 \text{ kN/cm} \text{ ----- OK (Ramp-A교)}$$

$$\therefore K_{R\text{ need}} = 180.37 \text{ kN/cm} < K_{R\text{ capacity}} = 316.92 \text{ kN/cm} \text{ ----- OK (Ramp-B교)}$$

40.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 40.2.2】 반정교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	반정교의 주요 손상현황으로 교면포장 균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 파손, 받침물탈 균열, 파손, 교대 균열, 교각 균열 및 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 29	정기안전점검	반정교의 주요 손상현황으로 교면포장 균열, 난간 균열, 후타재 파손, 무수축물탈 균열, 파손, 교대, 교각 균열 및 망상 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 14	정기안전점검	반정교 주요 손상현황으로 교면포장 균열, 거더내부 이물질 퇴적, 후타재 파손, 무수축물탈 균열, 파손, 하부구조 균열 및 망상균열 등이며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	반정교의 조사 결과, 교면포장 균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 거더외부 하부 플랜지 변형, 교대, 교각 균열 등이며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호

40.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 40.2.3】 반정교 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
반정교	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

40.2.4 기존자료

【표 40.2.4】 반정교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 365.0m, 폭 : 24.3m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : ㈜한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

40.2.5 시설물 보수 이력

【표 40.2.5】 반정교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공사	비고
1	—	—	—	—	—	

40.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 40.2.6】 내진설계 여부 확인

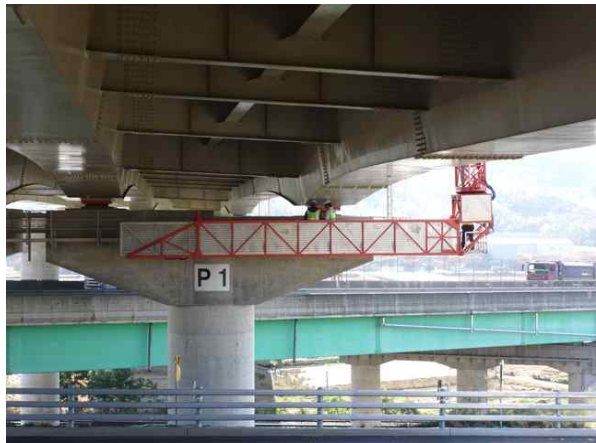
검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

40.3 현장조사

40.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S7	도보, 굴절차	2019.11.22.~2019.12.03.	
			
작업전경		작업전경	
			
반발경도 시험		탄산화 깊이 측정	

【사진 40.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

40.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 반정교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=365.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 40.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 조사결과 전반적으로 양호한 상태이다, 다만 S1구간 캔틸레버부위에서 경미한 규모의 박락 및 철근노출이 조사되었다.

【표 40.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	박락 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	0.15	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	0.15	1



【사진 40.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 박락은 신축이음에서 유입된 우수로 인하여 동결융해작용에 의해 박락이 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 방청처리 후 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 2열로 시공되었으며, 굴절차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 40.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 특기할 만한 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 40.3.2】 거더외부 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	-	-

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더 내·외부는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 STEEL로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 굴절차를 이용하여 조사를 실시하였다.



가로보 전경

【사진 40.3.5】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 40.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	-	-

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 반정교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



교대 전경 (A1)

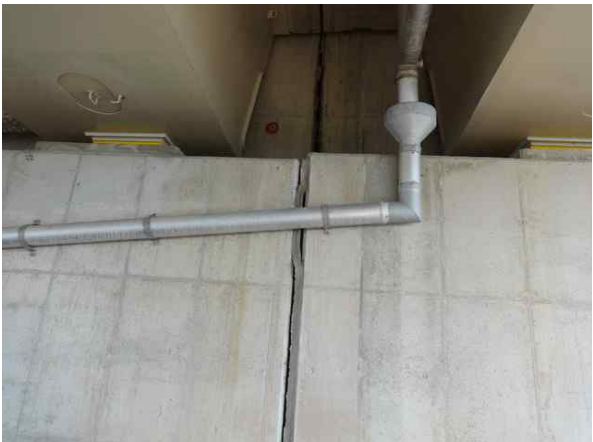
【사진 40.3.6】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과 망상균열 및 누수흔적, 조인트부 실란트 이격이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 40.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	망상균열 (m ² /개소)		누수흔적 (m ² /개소)		실란트 이격 (m/개소)	
A1	2.0	1	2.0	1	5.0	1
합계	2.0	1	2.0	1	5.0	1

	
A1 망상균열	A1 망상균열
	
A1 누수흔적	A1 조인트부 실란트 이격

【사진 40.3.7】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 발생한 망상균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 누수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 것으로 신축이음과 연계한 보수가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 반정교의 교각은 T형교각 7기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 40.3.8】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(폭0.3mm미만), 콘크리트 박리 및 박락, 재료분리, 코핑상면 페콘크리트 퇴적 등이 조사되었다.

【표 40.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		박락 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		페콘크리트퇴적 (㎡/개소)	
P1	—	—	0.1	1	5.0	1	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	10.5	6	0.09	1	0.09	1	—	—	—	—
P4	6.0	3	—	—	0.09	1	—	—	—	—
P5	2.0	1	—	—	—	—	2.4	3	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	4.0	2	—	—	—	—	—	—	1.0	1
합계	22.5	12	0.19	2	5.18	3	2.4	3	1.0	1

	
P1 코핑부 콘크리트 박리	P3 코핑부 균열(0.3mm미만)
	
P3 코핑부 콘크리트 박락	P7 코핑부 재료분리

【사진 40.3.9】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

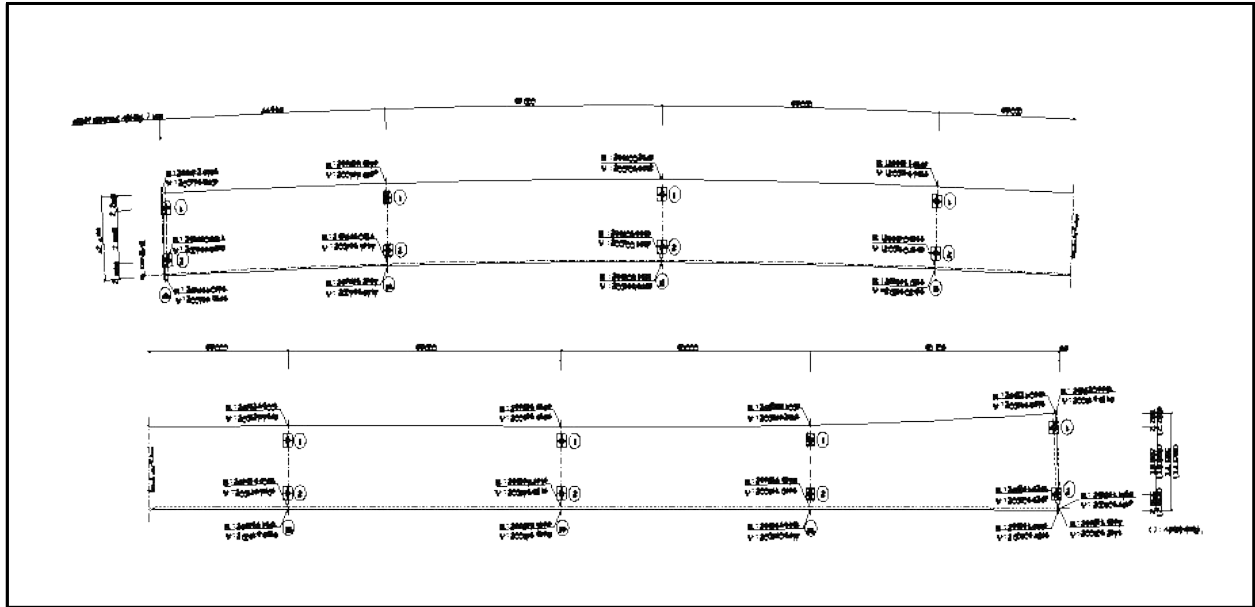
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 박리 및 박락, 재료분리는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 반정교의 받침은 면진받침으로 총 16개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 40.3.1】 교량받침 배치도



【사진 40.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침 조사결과, 무수축물탈 균열, 박리 및 박락, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다.

【표 40.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 박리/박락 (m/개소)	
A1	—	—	0.8	4	—	—
P1	4.2	21	—	—	—	—
P2	2.6	13	—	—	—	—
P3	4.8	24	—	—	—	—
P4	5.6	28	—	—	—	—
P5	1.0	5	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	0.12	3
합계	18.2	91	0.8	1	0.12	3

	
A1-Sh1 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	P1-Sh2 무수축물탈 균열(0.3mm미만)
	
P3-Sh2 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	P5-Sh1 무수축물탈 균열(0.3mm미만)

【사진 40.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

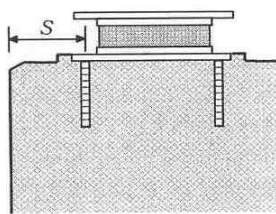
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

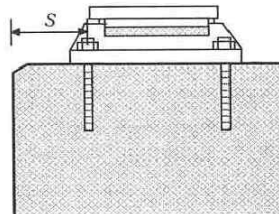
- 무수축물탈 및 반침 콘크리트 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 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 40.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 40.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

거더경간길이(m)	연단거리 계산식 (경간길이 : 100m 이하)	계산연단거리(mm)
45.0	$S = 200 + 5L$ S : 받침연단거리(mm) L : 경간길이(m)	425
50.0		450
55.0		475

【표 40.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		425	720	730	O.K
P1	A1측	425	965	945	O.K
	A2측	475	1010	980	O.K
P2	A1측	475	1110	1110	O.K
	A2측	475	1110	1110	O.K
P3	A1측	475	1130	1080	O.K
	A2측	475	1095	1095	O.K
P4	A1측	475	1070	1110	O.K
	A2측	475	1135	1095	O.K
P5	A1측	475	1110	1110	O.K
	A2측	450	1115	1175	O.K
P6	A1측	450	970	960	O.K
	A2측	450	980	975	O.K
P7		450	610	610	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



교량 받침 이동량 상태

【사진 40.3.13】 교량받침 이동량 상태

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 40.3.8】 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	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
P1	24.7	25.3	0.000012	137.5	40.7	41.7	
P2	24.7	25.3	0.000012	82.5	24.5	25.0	
P3	24.7	25.3	0.000012	27.5	8.2	8.3	
P4	24.7	25.3	0.000012	27.5	8.2	8.3	
P5	24.7	25.3	0.000012	82.5	24.5	25.0	
P6	24.7	25.3	0.000012	132.5	39.3	40.2	
P7	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
1) 조사당시 온도 : 14.7℃(조사일 : 2019년 11월 01일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 40.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-5	245	255	54.1	55.4	± 250
	SH2	-5	245	255			± 250
P1	SH1	-30	150	210	40.7	41.7	± 180
	SH2	-30	150	210			± 180
P2	SH1	3	103	97	24.5	25.0	± 100
	SH2	8	108	92			± 100
P3	SH1	2	102	98	8.2	8.3	± 100
	SH2	2	102	98			± 100
P4	SH1	2	102	98	8.2	8.3	± 100
	SH2	2	102	98			± 100
P5	SH1	3	103	97	24.5	25.0	± 100
	SH2	2	102	98			± 100
P6	SH1	-3	177	183	39.3	40.2	± 180
	SH2	-3	177	183			± 180
P7	SH1	25	225	175	54.1	55.4	± 200
	SH2	25	225	175			± 200
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P7에 팽거조인트로 시공된 상태이다.



【사진 40.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 본체 이물질퇴적, 후타재 균열(0.3mm미만) 및 접속부 이격, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었다.

【표 40.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 이격 (m/개소)		본체 이물질퇴적 (m/개소)		차수판볼트 탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—	7.0	1	3.0	1	2.0	2
P7 (EXP J2)	10.2	34	—	—	—	—	10.0	10
합계	10.2	34	7.0	1	3.0	1	12.0	12

	
A1 후타재 접속부 이격	A2 후타재 균열(0.3mm미만)

【사진 40.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

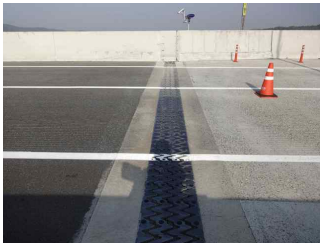
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 진전방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.

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 : 2019. 11. 01. 기온 적용: 14.7℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-14.7℃ = 24.7℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(14.7℃) = 25.3℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><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></tbody></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 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	선팽창계수 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 40.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 40.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
P7	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
1) 조사당시 온도 : 14.7℃(조사일 : 2019년 11월 01일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 40.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	54.1	55.4	70.0	200	124.1	14.6	O.K
P7	54.1	55.4	150	250	204.1	94.6	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 01일)로써 이때 측정 유간은 70.0~150.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경

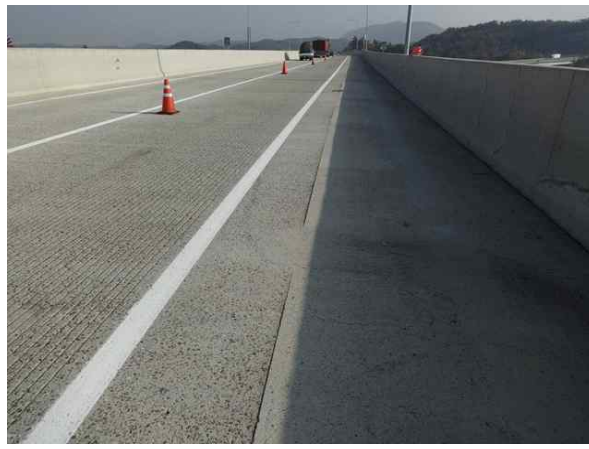
【사진 40.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 전구간 포장부 망상균열이이 조사되었다.

【표 40.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	150.0	1
S2	150.0	1
S3	150.0	1
S4	300.0	1
S5	405.0	1
S6	450.0	1
S7	450.0	1
합계	2,055.0	7

	
S1 교면포장 망상균열	S2 교면포장 망상균열
	
S5 교면포장 망상균열	S6 교면포장 망상균열

【사진 40.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장에 발생된 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 반정교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 40.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 40.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비 를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다.



【사진 40.3.20】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 전구간 균열부 백태가 확인되었다.

【표 40.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태(m²/개소)	
S1	4.6	23
S2	5.6	28
S3	5.0	25
S4	5.0	25
S5	2.0	20
S6	2.6	13
S7	1.6	9
합계	26.4	143

	
S1 방호벽 균열부 백태	S3 방호벽 균열부 백태
	
S5 방호벽 균열부 백태	S7 방호벽 균열부 백태

【사진 40.3.21】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

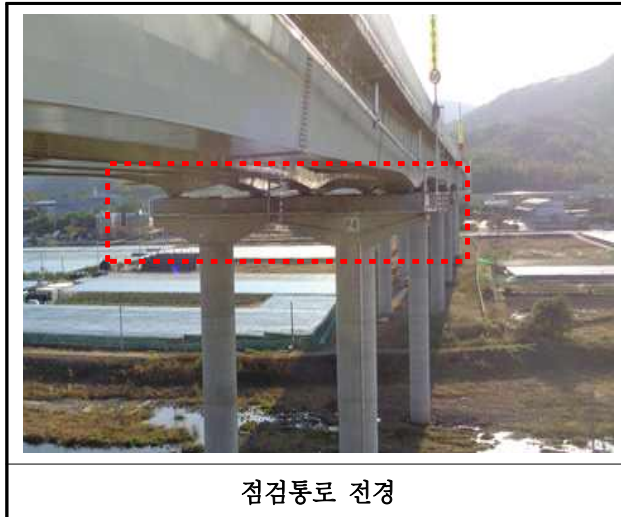
4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 건조수축에 의한 균열내부에 유입된 우수로 인하여 발생한 것으로 판단되며, 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 반정교의 점검로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~P7에 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.



【사진 40.3.22】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며 조사결과, P1, P3, P4에서 교각 코핑부 콘크리트 박리 및 박락으로 인해 근입된 점검로 앵커볼트가 노출된 상태이다.

【표 40.3.16】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	점검로 앵커볼트 노출 및 노출우려 (개소/개소)	
P1	1.0	1
P2	—	—
P3	2.0	2
P4	2.0	2
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
합계	4.0	4

	
P1 콘크리트 박리로 인한 점검로 볼트 노출우려	P3 점검로 앵커볼트 노출

【사진 40.3.23】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교각 점검시설은 점검자의 안전과 직결되는 만큼 매우 중요한 시설물이다. 현재 교각부 콘크리트 박락으로 인해 근입된 앵커볼트가 노출된 상태이며, 또한 박리로 인해 앵커볼트 노출이 우려되는 교각도 확인되었다. 따라서 교각부 단면손상 보수시 앵커볼트 상태도 확인하여 고정 여부에 따라 재채결 등 조치가 필요하다.

40.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 반정교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=365.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.



【사진 40.3.24】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 조사결과 전반적으로 양호한 상태이다, 다만 S1구간 캔틸레버부위에서 균열부 백태 손상이 조사되었다.

【표 40.3.17】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)	
S1	0.4	8
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	0.4	8

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생된 균열부를 통한 백태는 경미한 수준으로 내구성 확보를 위해 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 2열로 시공되었으며, 굴절차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 40.3.25】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더 내·외부에 대한 현장조사 결과 전반적으로 양호하나, 거더외부 S1구간에서 변형 및 도장손상이 조사되었다.

【표 40.3.18】 거더외부 외관조사 결과

구분	장재 변형 (㎡/개소)		도장 손상 (㎡/개소)	
S1	0.5	1	0.01	1
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
합계	0.5	1	0.01	1

	
S1 G2 거더외부 변형 및 도장손상	S1 G2 거더외부 변형 및 도장손상

【사진 40.3.26】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 조사된 강재 변형 및 도장손상은 시공시 발생한 것으로 추정되며 내구성 확보를 위해 재도장 등 보수 실시가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 STEEL로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 굴절차를 이용하여 조사를 실시하였다.



가로보 전경

【사진 40.3.27】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 40.3.19】 가로보 현장조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	-	-

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 반정교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



교대 전경 (A1)

【사진 40.3.28】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과 백태 및 망상균열이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 40.3.20】 교대 외관조사 결과

구분	망상균열 (m ² /개소)		백태 (m ² /개소)	
A1	20.0	1	0.1	1
합계	20.0	1	0.1	1

	
A1 벽체 망상균열	A1 흉벽 백태

【사진 40.3.29】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 발생한 망상균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 백태 손상과 더불어 내구성 확보를 위해표면처리 등 보수가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 반정교의 교각은 T형교각 7기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 40.3.30】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(폭0.3mm미만), 콘크리트 파손 및 박락 등이 조사되었다.

【표 40.3.21】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		박락 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
P1	—	—	0.3	1	—	—
P2	—	—	—	—	—	—
P3	12.0	8	—	—	—	—
P4	15.0	7	—	—	—	—
P5	3.0	2	—	—	0.2	1
P6	—	—	—	—	—	—
P7	8.0	4	—	—	—	—
합계	38.0	21	0.3	1	0.2	1

	
P1 코핑부 콘크리트 박락	P3 코핑부 균열(0.3mm미만)
	
P5 코핑부 콘크리트 박락	P7 코핑부 균열(0.3mm미만)

【사진 40.3.31】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

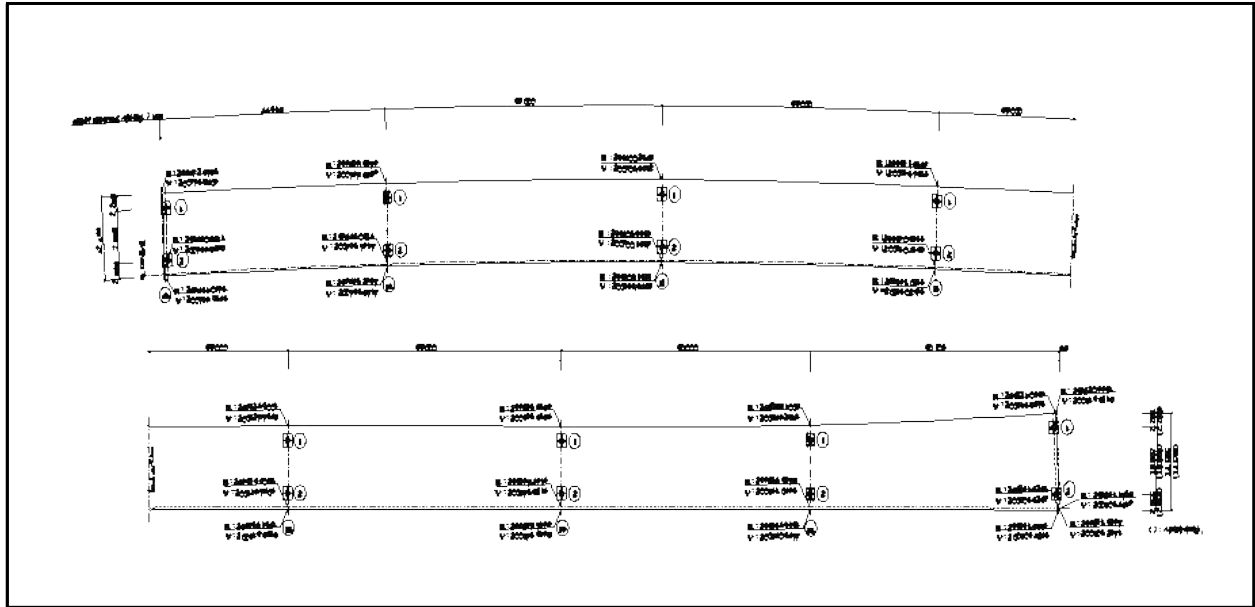
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 파손 및 박락은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 반정교의 받침은 면진받침으로 총 16개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 40.3.3】 교량받침 배치도



【사진 40.3.32】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침 조사결과, 무수축몰탈 균열, 들뜸, 박리 및 박락, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다.

【표 40.3.22】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		무수축몰탈 들뜸 (㎡/개소)		무수축몰탈 박리/박락 (㎡/개소)	
A1	—	—	0.2	1	1.0	1	—	—
P1	4.2	22	—	—	—	—	—	—
P2	3.0	15	—	—	—	—	—	—
P3	4.4	22	0.3	1	—	—	—	—
P4	7.8	39	—	—	—	—	—	—
P5	2.0	10	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	0.04	4
합계	21.4	108	0.5	2	1.0	1	0.04	4



【사진 40.3.33】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

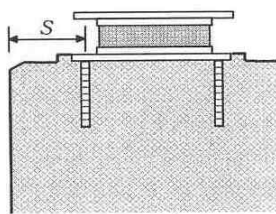
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

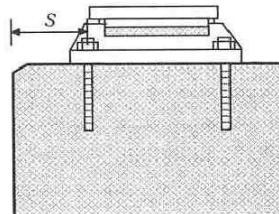
- 무수축물탈 및 반침 콘크리트 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이며, 박리 및 박락 손상은 시공시 발생한 것으로서 내구성 확보를 위해 표면처리, 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 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 40.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 40.3.34】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

거더경간길이(m)	연단거리 계산식 (경간길이 : 100m 이하)	계산연단거리(mm)
45.0	$S = 200 + 5L$ S : 받침연단거리(mm) L : 경간길이(m)	425
50.0		450
55.0		475

【표 40.3.23】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		425	710	720	O.K
P1	A1측	425	975	950	O.K
	A2측	475	1010	975	O.K
P2	A1측	475	1130	1110	O.K
	A2측	475	1110	1080	O.K
P3	A1측	475	1140	1125	O.K
	A2측	475	1065	1105	O.K
P4	A1측	475	1110	1090	O.K
	A2측	475	1125	1080	O.K
P5	A1측	475	1120	1070	O.K
	A2측	450	1145	1095	O.K
P6	A1측	450	960	960	O.K
	A2측	450	980	970	O.K
P7		450	610	600	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



교량 받침 이동량 상태

【사진 40.3.35】 교량받침 이동량 상태

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 40.3.24】 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	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
P1	24.7	25.3	0.000012	137.5	40.7	41.7	
P2	24.7	25.3	0.000012	82.5	24.5	25.0	
P3	24.7	25.3	0.000012	27.5	8.2	8.3	
P4	24.7	25.3	0.000012	27.5	8.2	8.3	
P5	24.7	25.3	0.000012	82.5	24.5	25.0	
P6	24.7	25.3	0.000012	132.5	39.3	40.2	
P7	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
1) 조사당시 온도 : 14.7℃(조사일 : 2019년 11월 01일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 40.3.25】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-5	245	255	54.1	55.4	± 250
	SH2	-5	245	255			± 250
P1	SH1	-30	150	210	40.7	41.7	± 180
	SH2	-30	150	210			± 180
P2	SH1	0	100	100	24.5	25.0	± 100
	SH2	0	100	100			± 100
P3	SH1	-2	98	102	8.2	8.3	± 100
	SH2	-2	98	102			± 100
P4	SH1	0	100	100	8.2	8.3	± 100
	SH2	0	100	100			± 100
P5	SH1	2	102	98	24.5	25.0	± 100
	SH2	2	102	98			± 100
P6	SH1	-4	176	187	39.3	40.2	± 180
	SH2	-4	176	187			± 180
P7	SH1	20	220	180	54.1	55.4	± 200
	SH2	20	220	180			± 200
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

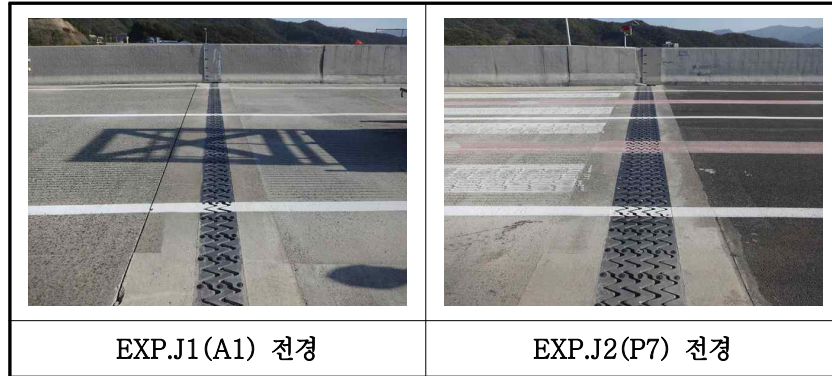
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P7에 팽거조인트로 시공된 상태이다.



【사진 40.3.36】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열 및 파손, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었다.

【표 40.3.26】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		차수판볼트 탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	15.0	30	0.31	2	—	—
P7 (EXP J2)	8.0	16	—	—	3.0	3
합계	23.0	46	0.31	2	3.0	3

	
A1 후타재 균열(0.3mm미만)	A2 후타재 파손
	
P7 후타재 균열(0.3mm미만)	P7 차수판 볼트 탈락

【사진 40.3.37】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

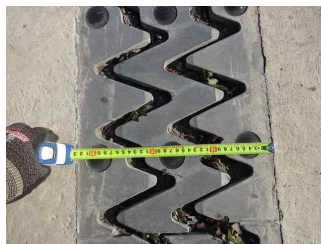
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 파손은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리 및 단면보수가 필요하다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 진전방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.

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 : 2019. 11. 01. 기온 적용: 14.7℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-14.7℃ = 24.7℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(14.7℃) = 25.3℃ 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>선팅창계수 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	선팅창계수 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	선팅창계수 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 40.3.38】 신축이음 유간 측정방법

【표 40.3.27】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	
P7	24.7	25.3	0.000012	182.5	54.1	55.4	

1) 조사당시 온도 : 14.7℃(조사일 : 2019년 11월 01일, 평균온도, 영천)
 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 40.3.28】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	54.1	55.4	68	200	122.1	12.6	O.K
P7	54.1	55.4	120	250	174.1	64.6	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 01일)로써 이때 측정 유간은 68.0~120.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경

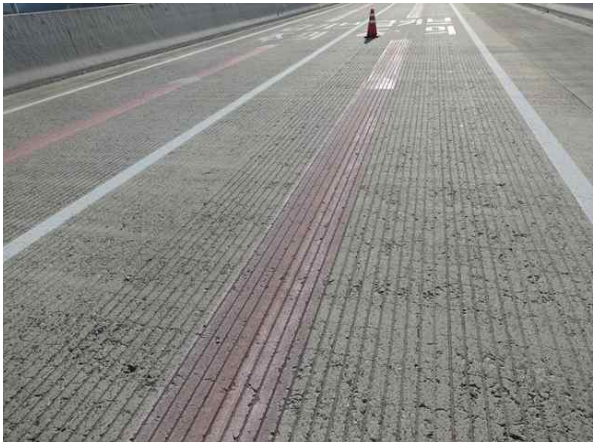
【사진 40.3.39】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 전구간 포장부 망상균열 및 재료분리가 조사되었다.

【표 40.3.29】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 및 재료분리(㎡/개소)	
S1	300.0	1
S2	300.0	1
S3	300.0	1
S4	300.0	1
S5	300.0	1
S6	300.0	1
S7	300.0	1
합계	2,100.0	7

	
S2 교면포장 망상균열 및 재료분리	S4 교면포장 망상균열 및 재료분리
	
S6 교면포장 망상균열 및 재료분리	S7 교면포장 망상균열 및 재료분리

【사진 40.3.40】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열 및 재료분리는 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 반정교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 40.3.41】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 40.3.30】 배수시설 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비 를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다.



【사진 40.3.42】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, S1구간에서 균열부 백태가 확인되었다.

【표 40.3.31】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태(㎡/개소)	
S1	2.0	10
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	2.0	10



【사진 40.3.43】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

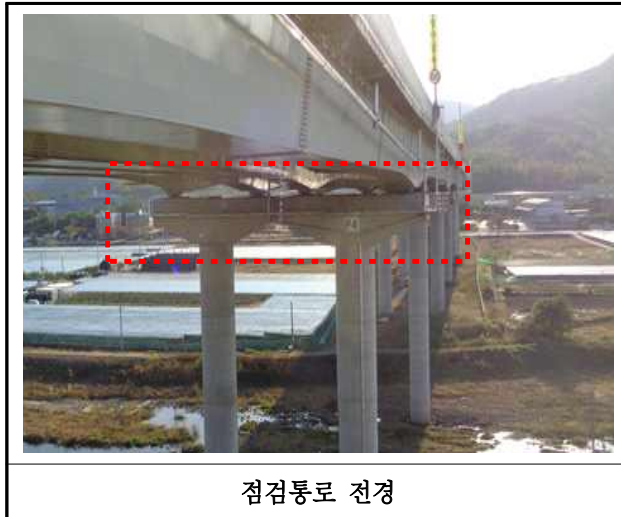
4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 건조수축에 의한 균열내부에 유입된 우수로 인하여 발생한 것으로 판단되며, 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 반정교의 점검로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~P7에 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.



점검통로 전경

【사진 40.3.44】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며 조사결과, P1, P5에서 교각 코핑부 콘크리트 박리 및 박락으로 인해 근입된 점검로 앵커볼트가 노출된 상태이다.

【표 40.3.32】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	점검로 앵커볼트 노출 (개소/개소)	
P1	1.0	1
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	1.0	1
P6	—	—
P7	—	—
합계	2.0	2

	
P1 콘크리트 박리로 인한 점검로 볼트 노출우려	P3 점검로 앵커볼트 노출

【사진 40.3.45】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교각 점검시설은 점검자의 안전과 직결되는 만큼 매우 중요한 시설물이다. 현재 교각부 콘크리트 박락으로 인해 근입된 앵커볼트가 노출된 상태이며, 또한 박리로 인해 앵커볼트 노출이 우려되는 교각도 확인되었다. 따라서 교각부 단면손상 보수시 앵커볼트 상태도 확인하여 고정 여부에 따라 재채결 등 조치가 필요하다.

40.3.4 외관조사 총괄표

【표 40.3.33】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	박락 및 철근노출	m ²	0.15	1	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	망상균열	m ²	2.0	1	
	누수흔적	m ²	2.0	1	
	실란트 이격	m	5.0	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	22.5	12	
	박락	m ²	0.19	2	
	박리	m ²	5.18	3	
	재료분리	m ²	2.4	3	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.0	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	18.2	91	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.8	1	
	무수축물탈 박리/박락	m ²	0.12	3	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	10.2	34	
	후타재 이격	m	7.0	1	
	본체 이물질 퇴적	m	3.0	1	
	차수판 볼트 탈락	EA	12.0	12	
교면포장	포장부 망상균열	m ²	2,055.0	7	
배수시설	상태양호	—			
방호벽	균열부 백태	m ²	26.4	143	
점검시설	점검로 앵커볼트 노출	EA	4.0	4	

【표 40.3.34】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열부 백태	m ²	0.4	8	
거더	강재변형	m ²	0.5	1	
	도장손상	m ²	0.01	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	망상균열	m ²	20.0	1	
	백태	m ²	0.1	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	38.0	21	
	박락	m ²	0.3	1	
	파손	m ²	0.2	1	
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	21.4	108	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.5	2	
	무수축몰탈 들뜸	m ²	1.0	1	
	무수축몰탈 박리/박락	m ²	0.04	4	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	23.0	46	
	후타재 파손	m ²	0.31	2	
	차수판 볼트 탈락	EA	3.0	3	
교면포장	포장부 망상균열	m ²	2,100.0	7	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열부 백태	m ²	2.0	10	
점검시설	점검로 앵커볼트 노출	EA	2.0	2	

40.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 최초 정밀안전점검으로 전차물량은 없는 것으로 확인되었다.

40.4 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(2019. 01, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

40.4.1 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 40.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(상주, 영천)

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트:1개소/50m	• 철근콘크리트:1개소/50m	8	8	8	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		3	3	3	3	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

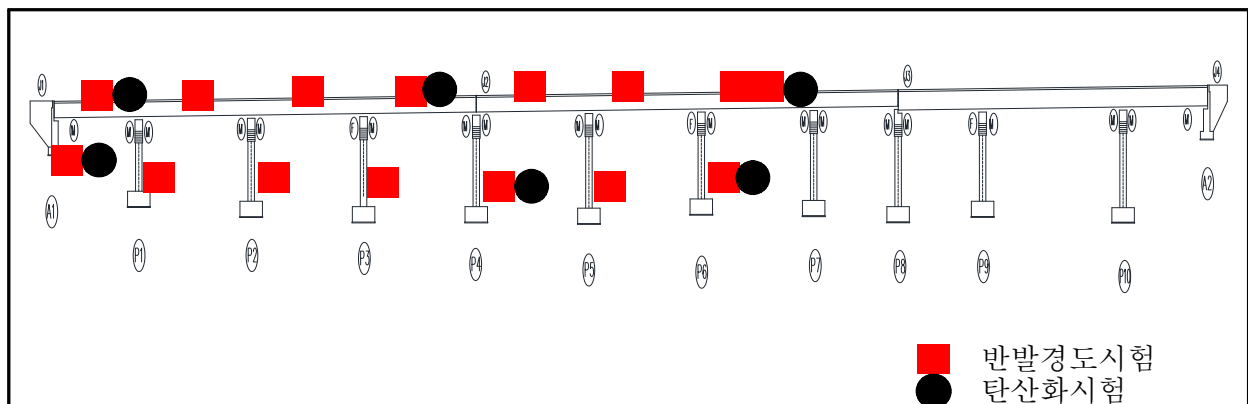
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

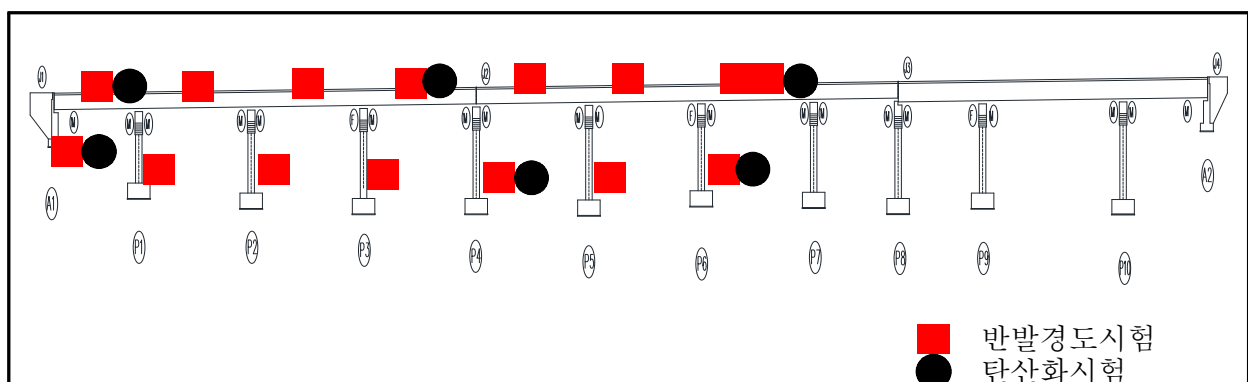


【사진 40.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 40.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 40.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

40.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 16개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 40.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 캔틸레버	46.8	27.5	28.6	0.66	27.0	
	S2 캔틸레버	47.7	28.2	29.0			
	S3 캔틸레버	46.9	27.5	28.6			
	S4 캔틸레버	47.1	27.7	28.7			
	S5 캔틸레버	46.6	27.3	28.5			
	S6 캔틸레버	45.9	26.7	28.1			
	S7 캔틸레버	46.1	26.9	28.2			
	S7 캔틸레버	48.4	28.8	29.3			
	평 균	46.9	27.5	28.6	—		

【표 40.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.2	26.1	27.8	0.66	24.0	
	평 균	45.2	26.1	27.8	—	—	
	P1 교각	47.6	28.1	28.9	0.66	27.0	
	P2 교각	47.8	28.3	29.0			
	P3 교각	46.8	27.5	28.6			
	P4 교각	46.9	27.5	28.6			
	P5 교각	47.3	27.9	28.8			
	P6 교각	47.1	27.7	28.7			
	P7 교각	45.9	26.7	28.1			
	평 균	47.1	27.6	28.6	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.5~28.6MPa, 교대 26.1~27.8MPa, 교각 27.6~28.6MPa, 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 40.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.5 ~ 28.6	27.0	101.8 ~ 105.9
하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	108.7 ~ 115.8
	교각	27.6 ~ 28.6	27.0	102.2 ~ 115.9

② 기 점검결과와의 비교

【표 40.4.5】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	24.7~29.7	26.1~28.6	24.0~27.0
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 40.4.6】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	3.00	40.00	37.00	a	2.12	100년이상	
	S4 바닥판하면	3.50	40.00	36.50	a	2.47	100년이상	
	S7 바닥판하면	3.50	40.00	36.50	a	2.47	100년이상	
하부구조	A1 벽체	6.00	100.00	94.00	a	4.24	100년이상	
	P4 코핑부	5.00	100.00	95.00	a	3.54	100년이상	
	P7 코핑부	7.00	100.00	93.00	a	4.95	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 40.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~3.5	36.5~37.0	
하부구조	5.0~7.0	93.0~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 40.4.8】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.0~2.0	38.0~40.0	a	3.0~3.5	36.5~37.0	a	
하부구조	2.0~13.0	51.0~93.0	a	5.0~7.0	93.0~94.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 40.4.9】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 캔틸레버	48.7	29.0	29.5	0.66	27.0	
	S2 캔틸레버	47.1	27.7	28.7			
	S3 캔틸레버	48.9	29.2	29.6			
	S4 캔틸레버	47.3	27.9	28.8			
	S5 캔틸레버	47.8	28.3	29.0			
	S6 캔틸레버	47.5	28.0	28.9			
	S7 캔틸레버	47.5	28.0	28.9			
	S7 캔틸레버	48.8	29.1	29.5			
	평 균	47.9	28.4	29.1	—		

【표 40.4.10】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.6	25.6	27.5	0.66	24.0	
	평 균	44.6	25.6	27.5	—	—	
	P1 교각	46.6	27.3	28.5	0.66	27.0	
	P2 교각	48.7	29.0	29.5			
	P3 교각	48.0	28.5	29.1			
	P4 교각	47.2	27.8	28.8			
	P5 교각	47.8	28.3	29.0			
	P6 교각	48.9	29.2	29.6			
	P7 교각	48.5	28.9	29.4			
	평 균	47.9	28.4	29.1	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.4~29.1MPa, 교대 25.6~27.5MPa, 교각 28.4~29.1MPa, 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 40.4.11】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.4~29.1	27.0	105.1 ~ 107.7
하부구조	교대	25.6~27.5	24.0	106.6 ~ 114.5
	교각	28.4~29.1	27.0	105.1 ~ 107.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 40.4.12】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	25.3-29.7	25.6~29.1	24.0~27.0
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 40.4.13】 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	3.50	40.00	36.50	a	2.47	100년이상	
	S4 바닥판하면	3.00	40.00	37.00	a	2.12	100년이상	
	S7 바닥판하면	2.50	40.00	37.50	a	1.77	100년이상	
하부구조	A1 벽체	5.00	100.00	95.00	a	3.54	100년이상	
	P4 코핑부	5.00	100.00	95.00	a	3.54	100년이상	
	P7 코핑부	6.00	100.00	94.00	a	4.24	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 40.4.14】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.5~3.5	36.5~37.5	
하부구조	5.0~6.0	94.0~95.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 40.4.15】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	0.0	30.0~31.0	a	2.5~3.5	36.5~37.5	a	
하부구조	5.5~10.0	60.5~103.5	a	5.0~6.0	94.0~95.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 40.4.16】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.5 ~ 28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	
		교각	27.5 ~ 28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 40.4.17】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.4~29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.6~27.5	24.0	
		교각	28.4~29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		94.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

본 구조물은 금회 점검이 준공후 최초 정밀안전점검이다.

【표 40.4.18】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.1		27.5 ~ 28.6		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.7		26.1 ~ 27.8		
		교각	27.0 ~ 28.4		27.6 ~ 28.6		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0~40.0	a	36.5~37.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		51.0~87.0	a	93.0~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 40.4.19】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.1		28.4~29.1		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.7		25.6~27.5		
		교각	27.0 ~ 28.4		28.4~29.1		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		30.0~31.0	a	36.5~37.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		60.5~103.5	a	94.0~95.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

40.5 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 -2019. 1.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

40.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상주방향

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 40.5.1】 상주방향 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	STB	c	a	a	b	a	b	b	b	b	q	a	a
S2	P1	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	a	q	—	—
S3	P2	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S4	P3	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S5	P4	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S6	P5	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	a	q	a	a
S7	P6	STB	a	a	a	b	a	b	—	a	b	q	—	—
	P7								b	b	b	q	—	—
평균			0.143	0.100	0.100	0.200	0.100	0.200	0.200	0.188	0.175	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.026	0.020	0.005	0.014	0.003	0.004	0.018	0.017	0.035	—	0.004	0.003
													0.149	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.149) < 0.260$

나. 영천방향

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 40.5.2】 영천방향 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	STB	b	b	a	b	a	b	b	b	b	q	a	—
S2	P1	STB	a	a	a	b	a	a	—	b	b	q	—	—
S3	P2	STB	a	a	a	b	a	a	—	b	a	q	—	—
S4	P3	STB	a	a	a	b	a	a	—	b	b	q	—	—
S5	P4	STB	a	a	a	b	a	a	—	b	b	q	a	a
S6	P5	STB	a	a	a	b	a	a	—	b	b	q	—	—
S7	P6	STB	a	a	a	b	a	a	—	a	a	q	—	—
	P7								b	b	b	q	—	a
평균			0.114	0.114	0.100	0.200	0.100	0.114	0.200	0.188	0.175	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.021	0.023	0.005	0.014	0.003	0.002	0.018	0.017	0.035	—	0.004	0.003
													0.145	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.145) < 0.260$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 33.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.149	B	365	2	730	0.500	0.074
영천방향	0.145	B	365	2	730	0.500	0.072
합계(Σ)			730	4	1,460	1.000	0.147
1. 평가지수 =							0.147
2. 상태평가결과 =							B

40.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

나. 영천방향

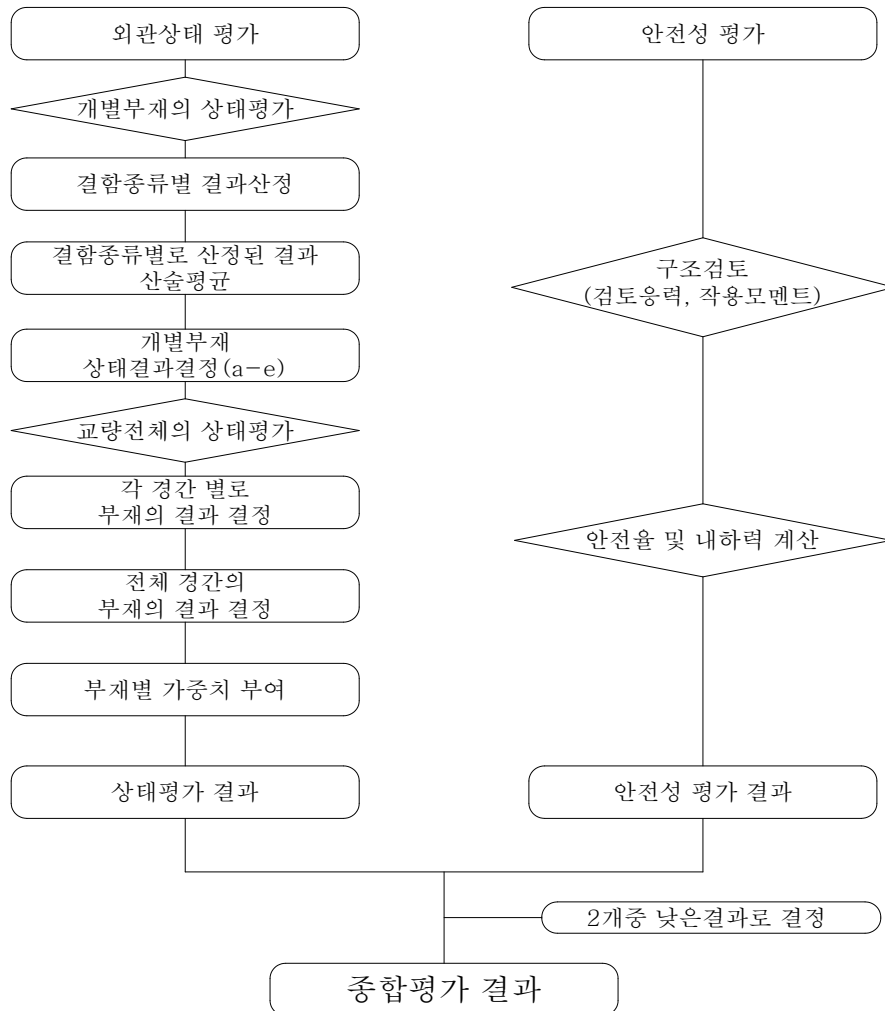
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다. 평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

40.6 종합평가 및 안전등급 지정

40.6.1 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 40.6.1】 종합평가 결과 산정절차

40.6.2 종합평가 결과

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

【표 40.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
반정교	0.147	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

40.6.3 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 40.6.2】 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

40.7 보수·보강 및 유지관리방안

40.7.1 보수·보강 방안

【표 40.7.1】 보수 · 보강방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	박락 및 철근노출	m ²	0.15	1	단면보수 (방청)	하자
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	망상균열	m ²	2.0	1	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	2.0	1	표면처리	하자
	실란트 이격	m	5.0	1	실링충전	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	22.5	12	표면처리	하자
	박락	m ²	0.19	2	단면보수	하자
	박리	m ²	5.18	3	단면보수	하자
	재료분리	m ²	2.4	3	단면보수	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.0	1	정비	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	18.2	91	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.8	1	표면처리	3순위
	무수축몰탈 박리/박락	m ²	0.12	3	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	10.2	34	표면처리	3순위
	후타재 이격	m	7.0	1	유지관리	4순위
	본체 이물질 퇴적	m	3.0	1	청소	3순위
	차수판 볼트 탈락	EA	12.0	12	정비	3순위
교면포장	포장부 망상균열	m ²	2,055.0	7	재포장	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열부 백태	m ²	26.4	143	표면처리	3순위
점검시설	점검로 앵커볼트 노출	EA	4.0	4	정비	하자

【표 40.7.2】 보수·보강방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열부 백태	m ²	0.4	8	표면처리	하자
거더	강재변형	m ²	0.5	1	유지관리	하자
	도장손상	m ²	0.01	1	재도장	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	망상균열	m ²	20.0	1	표면처리	하자
	백태	m ²	0.1	1	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	38.0	21	표면처리	하자
	박락	m ²	0.3	1	단면보수	하자
	파손	m ²	0.2	1	단면보수	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	21.4	108	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.5	2	표면처리	3순위
	무수축몰탈 들뜸	m ²	1.0	1	단면보수	2순위
	무수축몰탈 박리/박락	m ²	0.04	4	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	23.0	46	표면처리	3순위
	후타재 파손	m ²	0.31	2	단면보수	2순위
	차수판 볼트 탈락	EA	3.0	3	정비	3순위
교면포장	포장부 망상균열	m ²	2,100.0	7	재포장	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열부 백태	m ²	2.0	10	표면처리	3순위
점검시설	점검로 앵커볼트 노출	EA	2.0	2	정비	하자

40.7.2 개략공사비

【표 40.7.3】 개략공사비

구분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	박락 및 철근노출	단면보수 (방청)	0.15	0.23	m ²	－	－	하자
교대	망상균열	표면처리	2.0	3.00	m ²	－	－	하자
	누수흔적	표면처리	2.0	3.00	m ²	－	－	하자
	실란트 이격	실링충전	5.0	7.50	m	－	－	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.5	8.44	m ²	－	－	하자
	박락	단면보수	0.19	0.29	m ²	－	－	하자
	박리	단면보수	5.18	7.77	m ²	－	－	하자
	재료분리	단면보수	2.4	3.60	m ²	－	－	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	1.0	1.50	m ²	－	－	하자
교량반침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	18.2	6.83	m ²	54	369	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.8	0.30	m ²	54	16	3순위
	무수축물탈 박리/박락	단면보수	0.12	0.18	m ²	165	30	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	10.2	3.83	m ²	54	207	3순위
	후타재 이격	유지관리	7.0	7.00	m	－	－	4순위
	본체 이물질 퇴적	청소	3.0	4.50	m	25	113	3순위
	차수판 볼트 탈락	정비	12.0	12.00	EA	25	300	3순위
교면 포장	포장부 망상균열	재포장	2,0550	3,082	m ²	－	－	하자
방호벽	균열부 백태	표면처리	26.4	39.60	m ²	54	2,139	3순위
점검 시설	점검로 앵커볼트 노출	정비	4.0	4	EA	－	－	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	－		30		3,144		
	재경비 (순공사비의 50%)	－		15		1,572		
	합계	－		45		4,716		
개략공사비 총계(천원)		4,761						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

【표 40.7.4】 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열부 백태	표면처리	0.4	0.60	m ²	－	－	하자
거더	강재변형	유지관리	0.5	0.75	m ²	－	－	하자
	도장손상	재도장	0.01	0.02	m ²	－	－	하자
교대	망상균열	표면처리	20.0	30.00	m ²	－	－	하자
	백태	표면처리	0.1	0.15	m ²	－	－	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	38.0	14.25	m ²	－	－	하자
	박락	단면보수	0.3	0.45	m ²	－	－	하자
	파손	단면보수	0.2	0.30	m ²	－	－	하자
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	21.4	8.03	m ²	54	433	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.5	0.19	m ²	54	10	3순위
	무수축물탈 들뜸	단면보수	1.0	1.50	m ²	165	25	2순위
	무수축물탈 박리/박락	단면보수	0.04	0.06	m ²	165	10	2순위
신축 이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	23.0	8.63	m ²	54	466	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.31	0.47	m ²	165	77	2순위
	차수판 볼트 탈락	정비	3.0	4.50	EA	25	113	3순위
교면 포장	포장부 망상균열	재포장	2,100	3,150	m ²	－	－	하자
방호벽	균열부 백태	표면처리	2.0	3.00	m ²	54	162	3순위
점검 시설	점검로 앵커볼트 노출	정비	2.0		EA	－	－	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	－		112		1,184		
	재경비 (순공사비의 50%)	－		56		592		
	합계	－		168		1,776		
개략공사비 총계(천원)		1,944						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

40.7.3 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.

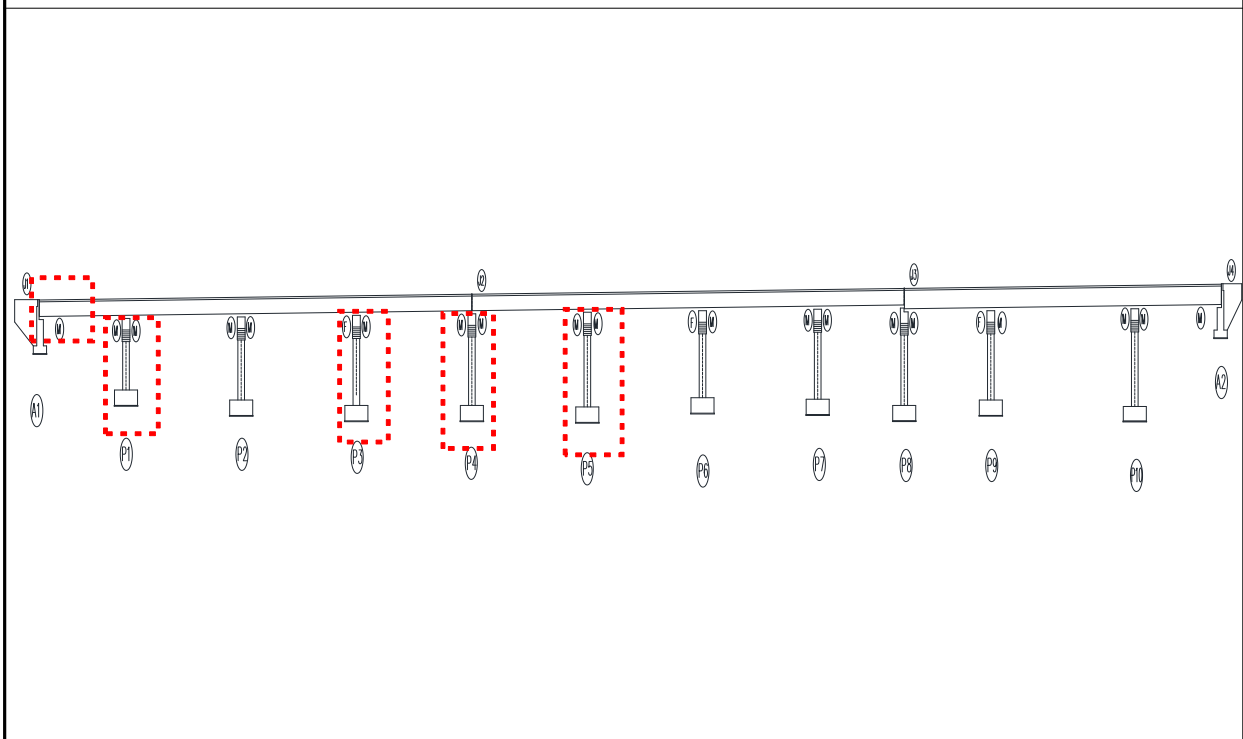
【표 40.7.5】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	• 방호벽 손상여부 점검
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	• 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
점검시설	• 교각 점검사다리, 점검로 발판, 앵커볼트 부착상태 등 확인

◎ 부재별 중점점검 손상



- ① 바닥판하면 콘크리트 박락 및 철근노출 등 -진전 여부 확인
- ② 하부구조 박리 파손 등 - 진전 여부 확인
- ③ 점검시설 앵커볼트 노출부 - 진전 여부 확인



40.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 반계리(상주영천고속도로 93.728~94.093km)에 위치한 총 연장 365.0m, 폭 24.3m의 Steel Box Girder 교량으로, 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용 중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

40.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 조사결과 전반적으로 양호한 상태이다, 다만 S1구간 캔틸레버부위에서 경미한 규모의 박락 및 철근노출이 조사되었다.
- 바닥판하면에 발생한 박락은 신축이음에서 유입된 우수로 인하여 동결융해작용에 의해 박락이 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 방청처리 후 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

2) Steel Box Girder

- 거더 내·외부는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과 망상균열 및 누수흔적, 조인트부 실란트 이격이 발생한 것으로 조사되었다.
- 발생한 망상균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 누수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 것으로 신축이음과 연계한 보수가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(폭0.3mm미만), 콘크리트 박리 및 박락, 재료분리, 코핑상면 폐 콘크리트 퇴적 등이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 박리 및 박락, 재료분리는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침 조사결과, 무수축물탈 균열, 박리 및 박락, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다.
- 무수축물탈 및 받침 콘크리트 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 본체 이물질퇴적, 후타재 균열(0.3mm미만) 및 접속부 이격, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 진전방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 01일)로써 이때 측정 유간은 70.0~150.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 전구간 포장부 망상균열이이 조사되었다.
- 교면포장에 발생된 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 채포장 등의 조치가 요망된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추방통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 전구간 균열부 백태가 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 건조수축에 의한 균열내부에 유입된 우수로 인하여 발생한 것으로 판단되며, 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며 조사결과, P1, P3, P4에서 교각 코핑부 콘크리트 박리 및 박락으로 인해 근입된 점검로 앵커볼트가 노출된 상태이다.
- 교각 점검시설은 점검자의 안전과 직결되는 만큼 매우 중요한 시설물이다. 현재 교각부 콘크리트 박락으로 인해 근입된 앵커볼트가 노출된 상태이며, 또한 박리로 인해 앵커볼트 노출이 우려되는 교각도 확인되었다. 따라서 교각부 단면손상 보수시 앵커볼트 상태도 확인하여 고정여부에 따라 재체결 등 조치가 필요하다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.5~28.6MPa, 교대 26.1~27.8MPa, 교각 27.6~28.6MPa, 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 조사결과 전반적으로 양호한 상태이다, 다만 S1구간 캔틸레버부위에서 균열부 백태 손상이 조사되었다.
- 바닥판하면에 발생한 균열부를 통한 백태는 경미한 수준으로 내구성 확보를 위해 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

2) Steel Box Girder

- 거거더 내·외부에 대한 현장조사 결과 전반적으로 양호하나, 거더외부 S1구간에서 변형 및 도장손상이 조사되었다.
- 조사된 강재 변형 및 도장손상은 시공시 발생한 것으로 추정되며 내구성 확보를 위해 재도장 등 보수 실시가 요구된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과 백태 및 망상균열이 발생한 것으로 조사되었다.
- 발생한 망상균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 백태 손상과 더불어 내구성 확보를 위해표면처리 등 보수가 필요하다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(폭0.3mm미만), 콘크리트 파손 및 박락 등이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 파손 및 박락은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

6) 교량반침

- 교량반침 조사결과, 무수축물탈 균열, 들뜸, 박리 및 박락, 반침콘크리트 균열 등이 조사되었다.
- 무수축물탈 및 반침 콘크리트 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이며, 박리 및 박락 손상은 시공시 발생한 것으로서 내구성 확보를 위해 표면처리, 단면보수 등 유지관리가 필요하다.
- 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, 교량 반침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열 및 파손, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 파손은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리 및 단면보수가 필요하다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 진전방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 01일)로써 이때 측정유간은 68.0~120.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 전구간 포장부 망상균열 및 재료분리가 조사되었다.
- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, S1구간에서 균열부 백태가 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 건조수축에 의한 균열내부에 유입된 우수로 인하여 발생한 것으로 판단되며, 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며 조사결과, P1, P5에서 교각 코핑부 콘크리트 박리 및 박락으로 인해 근입된 점검로 앵커볼트가 노출된 상태이다.
- 교각 점검시설은 점검자의 안전과 직결되는 만큼 매우 중요한 시설물이다. 현재 교각부 콘크리트 박락으로 인해 근입된 앵커볼트가 노출된 상태이며, 또한 박리로 인해 앵커볼트 노출이 우려되는 교각도 확인되었다. 따라서 교각부 단면손상 보수시 앵커볼트 상태도 확인하여 고정 여부에 따라 재체결 등 조치가 필요하다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.4~29.1MPa, 교대 25.6~27.5MPa, 교각 28.4~29.1MPa, 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2017년 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 신규 발생되었다.
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “0.147, B등급” 으로 평가되었다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 반정교에 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.

40.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

