

41. 영천JCT R-A교

41.1 시설물 개요

41.2 자료수집 및 분석

41.3 현장조사

41.4 콘크리트 내구성조사

41.5 상태평가

41.6 종합평가 및 안전등급 지정

41.7 보수·보강 및 유지관리 방안

41.8 종합결론

41. 영천JCT R-A교

41.1 시설물의 개요

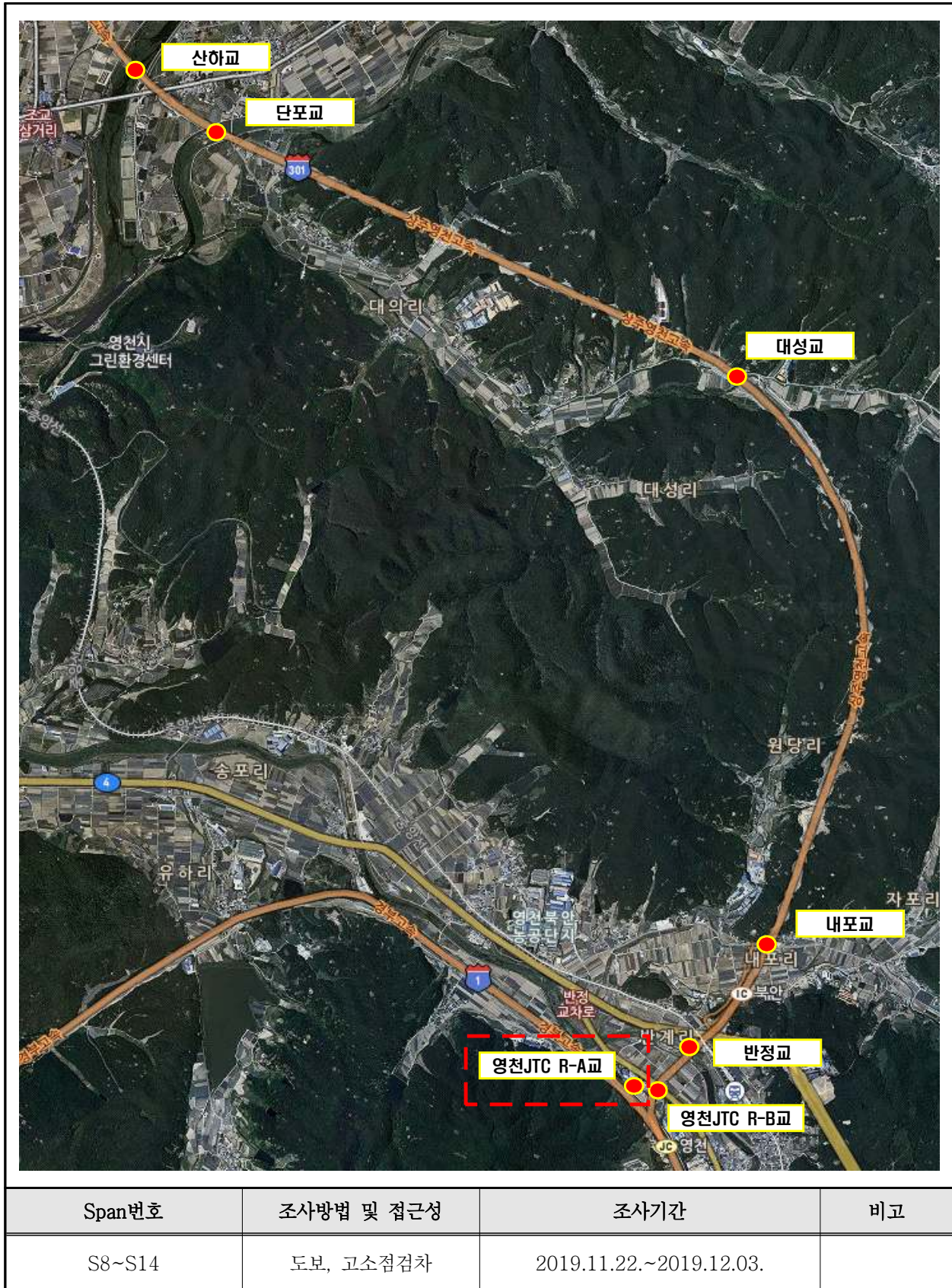
본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 임포리(상주영천고속도로 영천JCT)에 위치한 교량으로 총 연장 380.0m, 폭 12.8m로 시공되어 있다.

41.1.1 일반사항

【표 41.1.1】 영천JCT R-A교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000264	관리번호	SY BR.41	
시설물위치		경상북도 영천시 북안면 임포리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		0.075~0.455km	공사이정	0.075~0.455km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=380.0m, (4@50m+55m+60m+65m=380m)			
	폭	B=12.8m, 2차로			
구조 형식	상부	ST. BOX GIRDER	기초 형식	교 각	직접기초
	하부	T형 교각식(T)		교 대	직접기초
교량받침		포트받침(EQS)	신축이음	평거	
교차시설물		고속국도 1호선	통과높이	6.8m	
부착시설내용		-			
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

41.1.2 위치도 및 전경사진

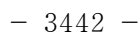


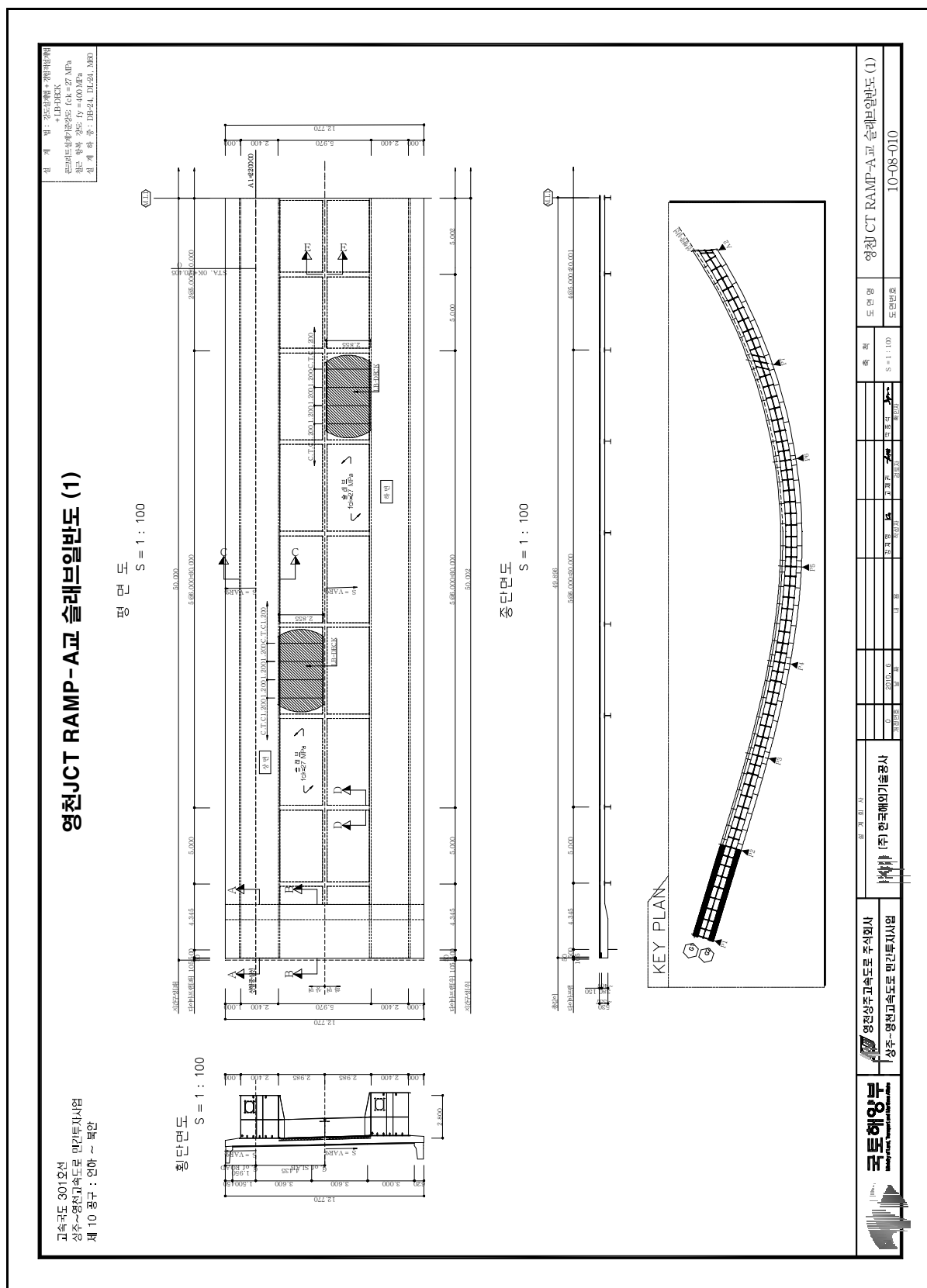
【그림 41.1.1】 위치도

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

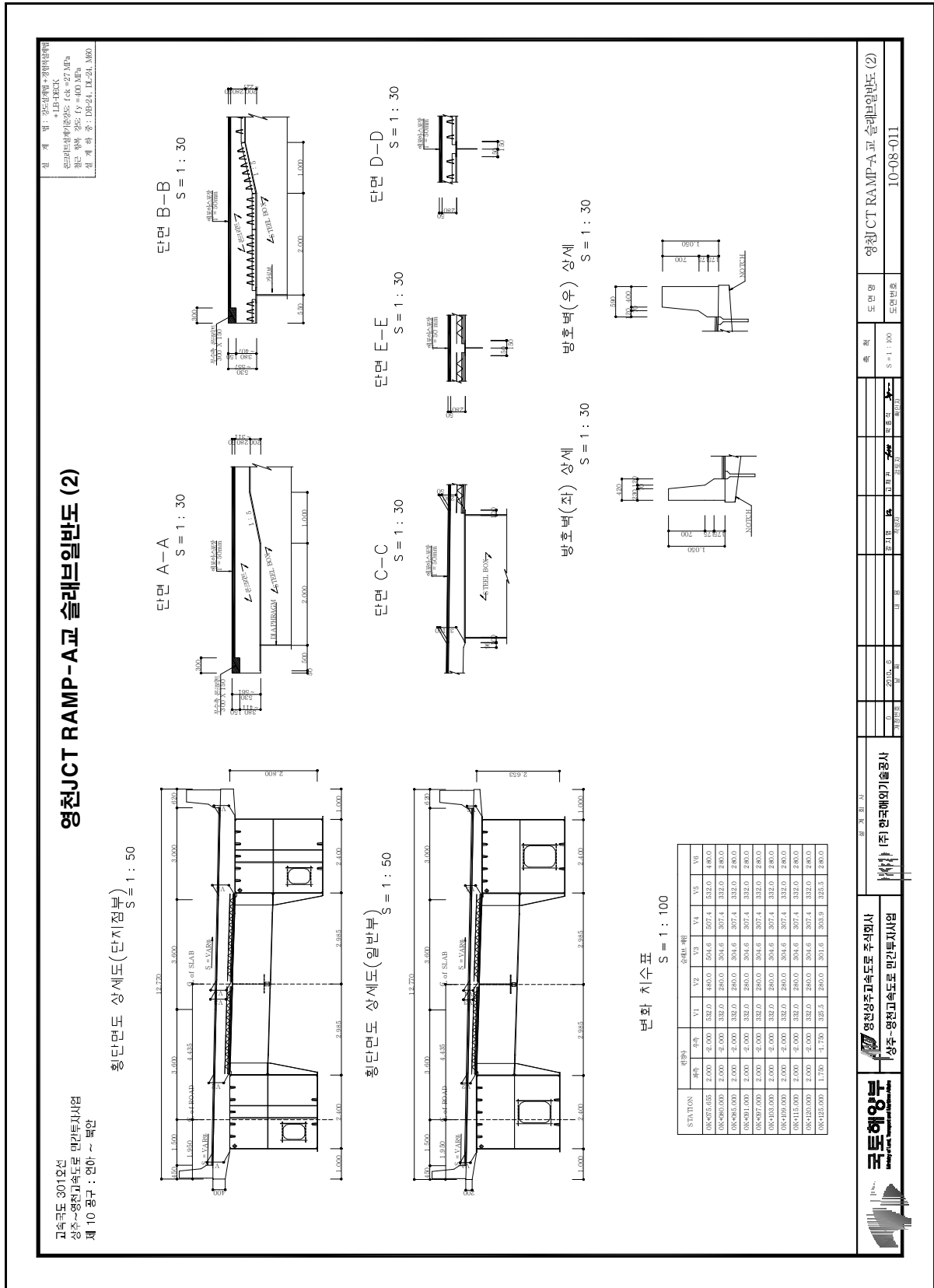
【그림 41.1.2】 부재별 현황

【그림 41.1.2】 평면 및 종단면도

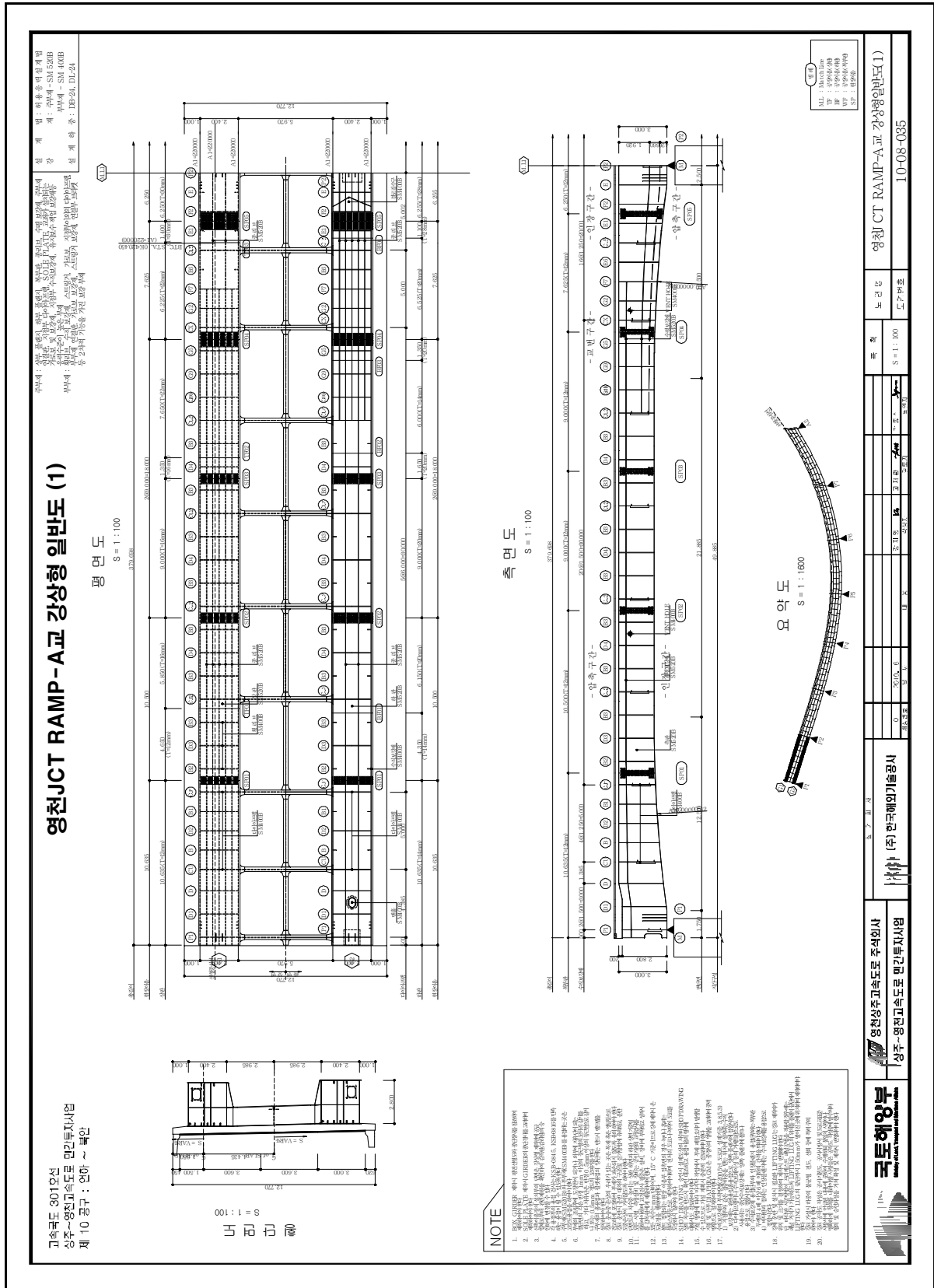




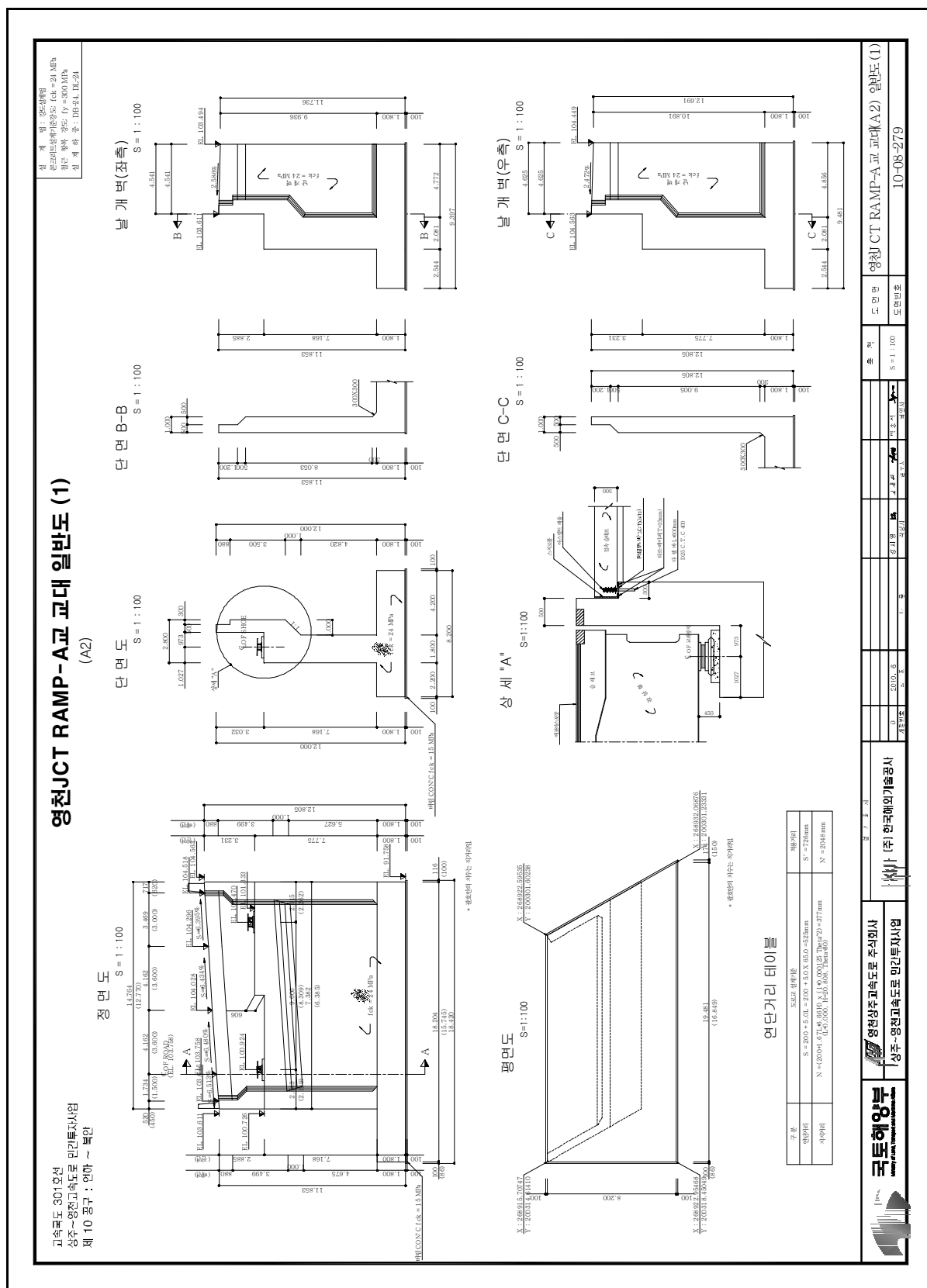
【그림 41.1.3】 슬래브 일반도(1)



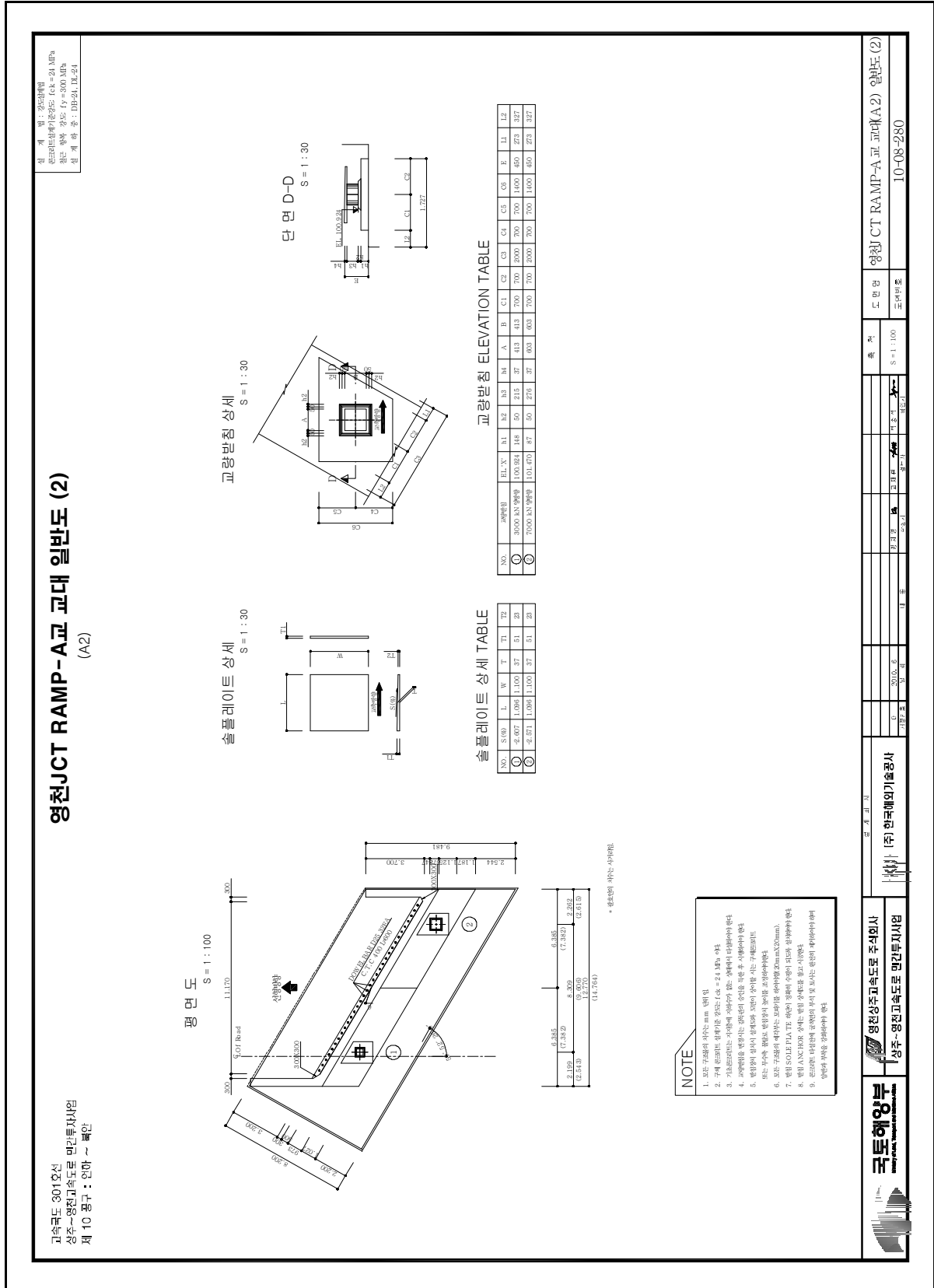
【그림 41.1.4】 슬래브 일반도(2)



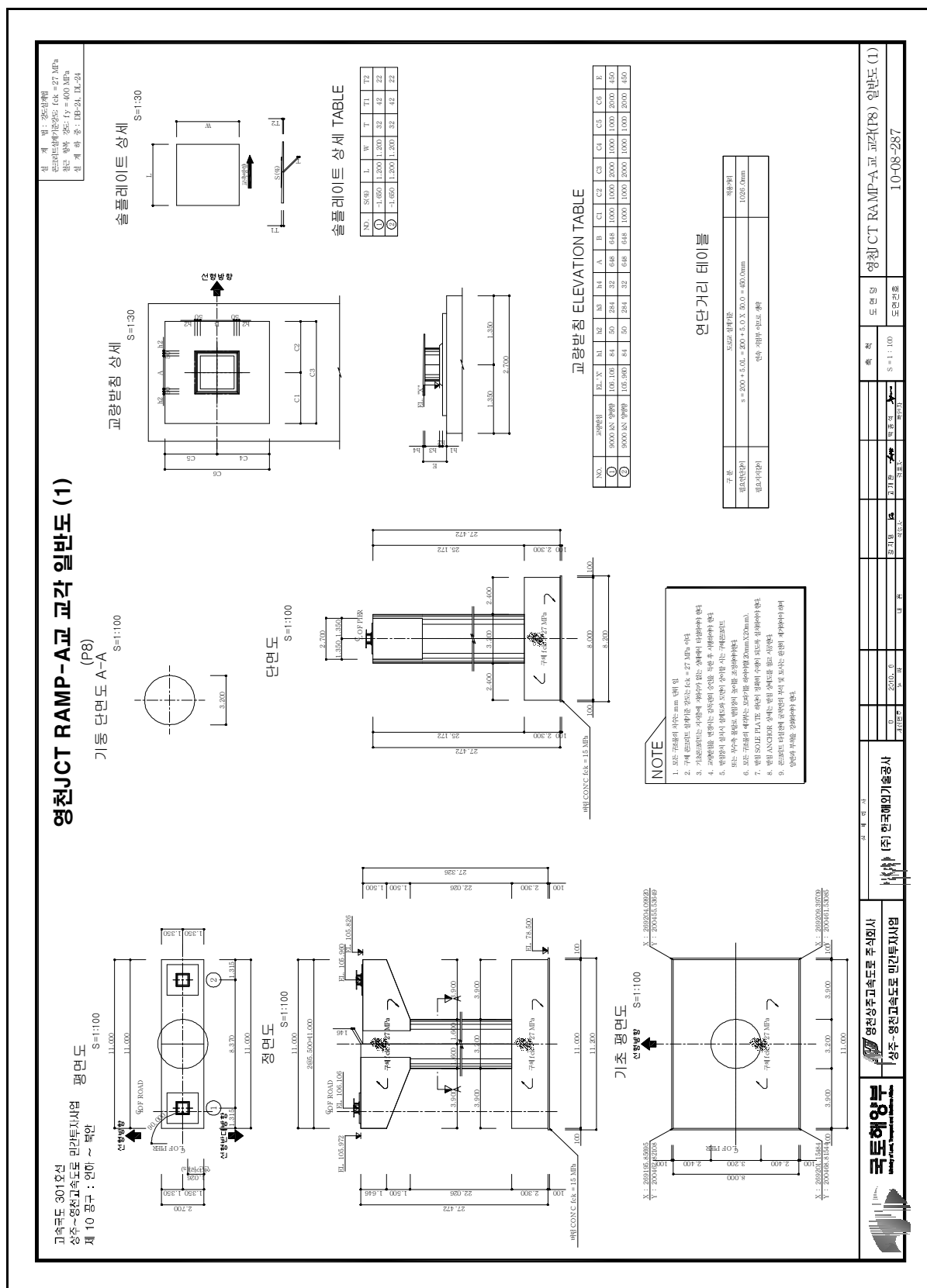
【그림 41.1.5】 거더 일반도(1)



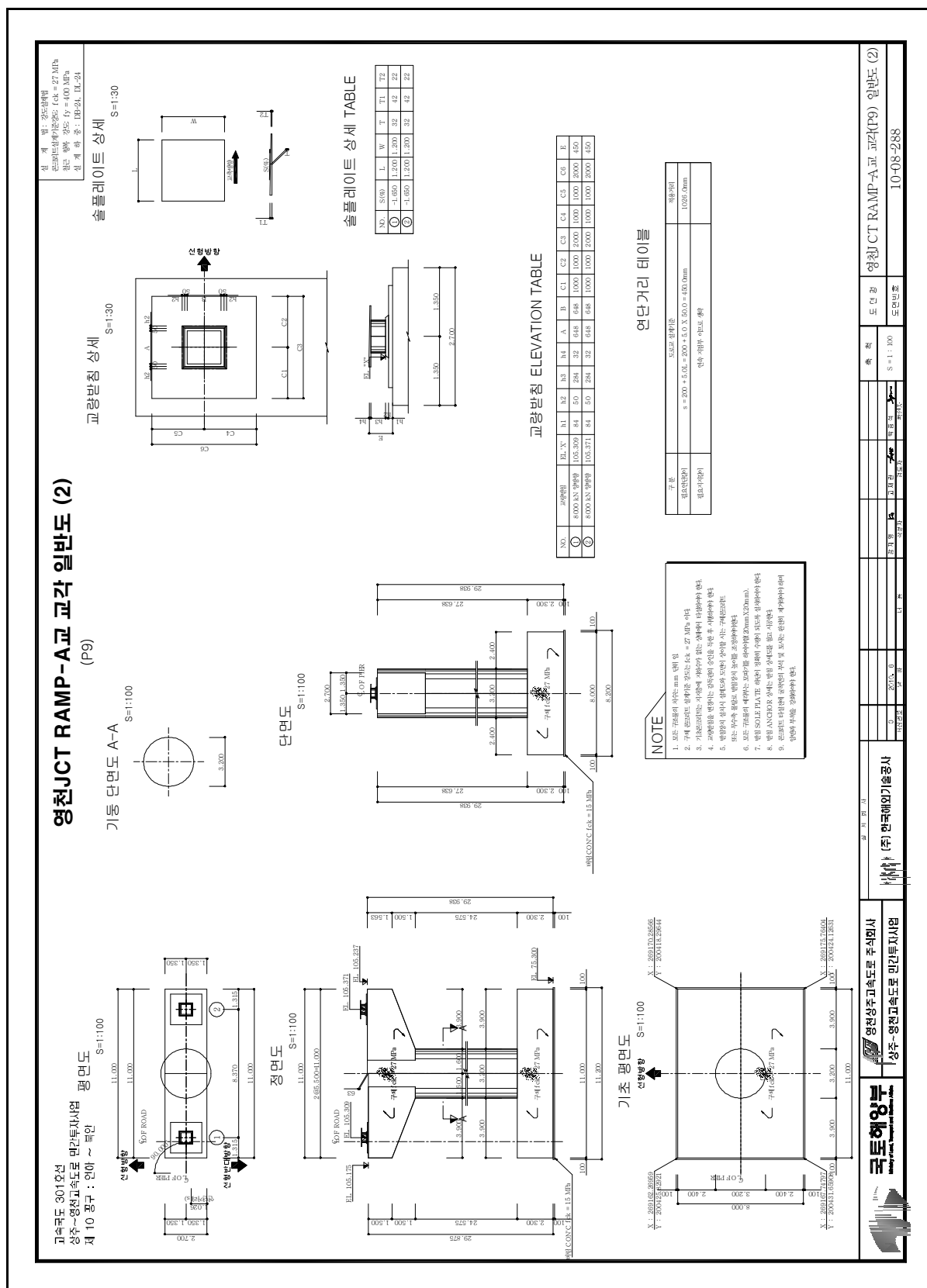
【그림 41.1.7】 교대 일반도(1)



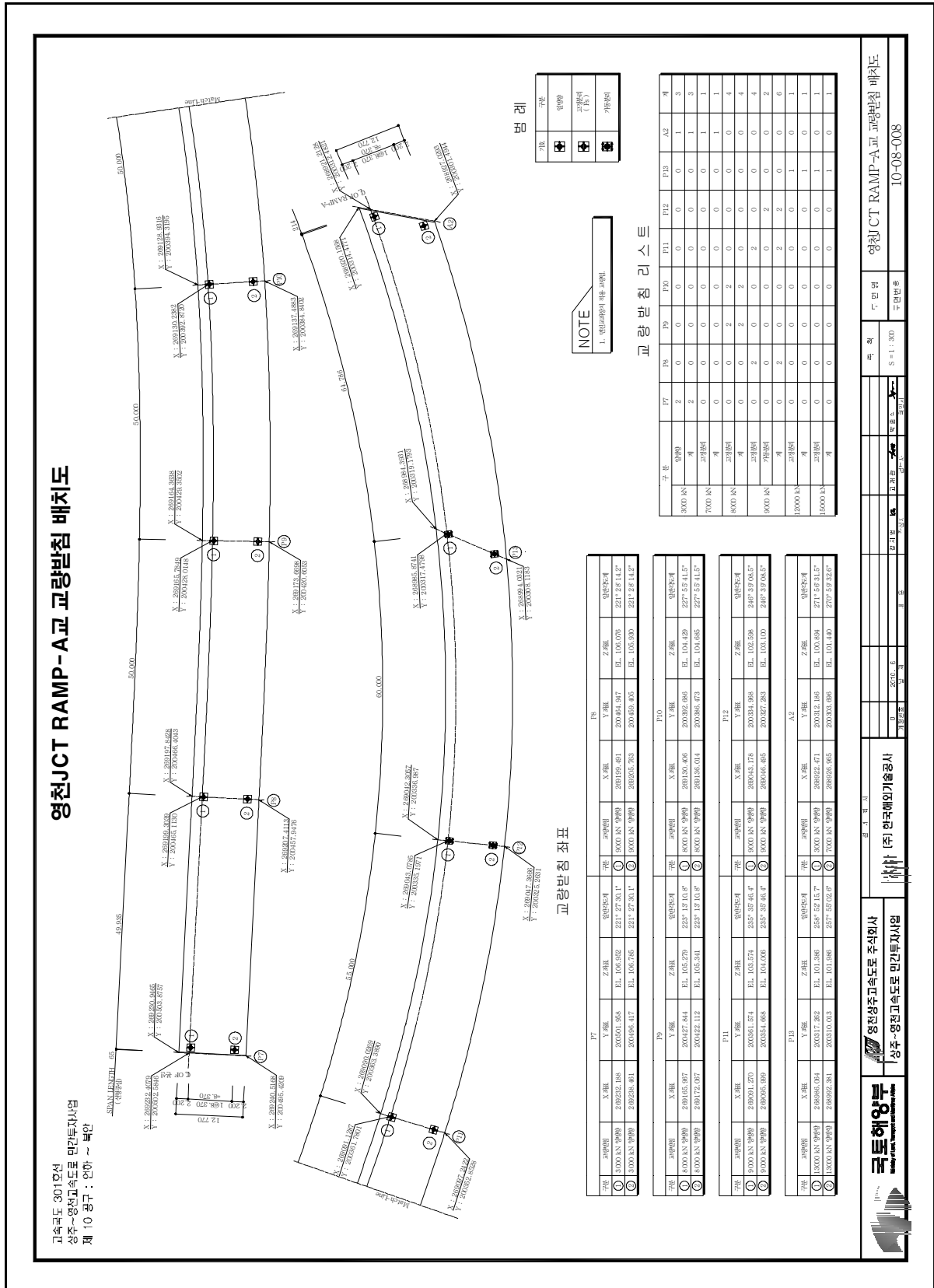
[그림 41.1.8] 교대 일반도(2)



【그림 41.1.9】 교각 일반도(1)



【그림 41.1.10】 교각 일반도(2)



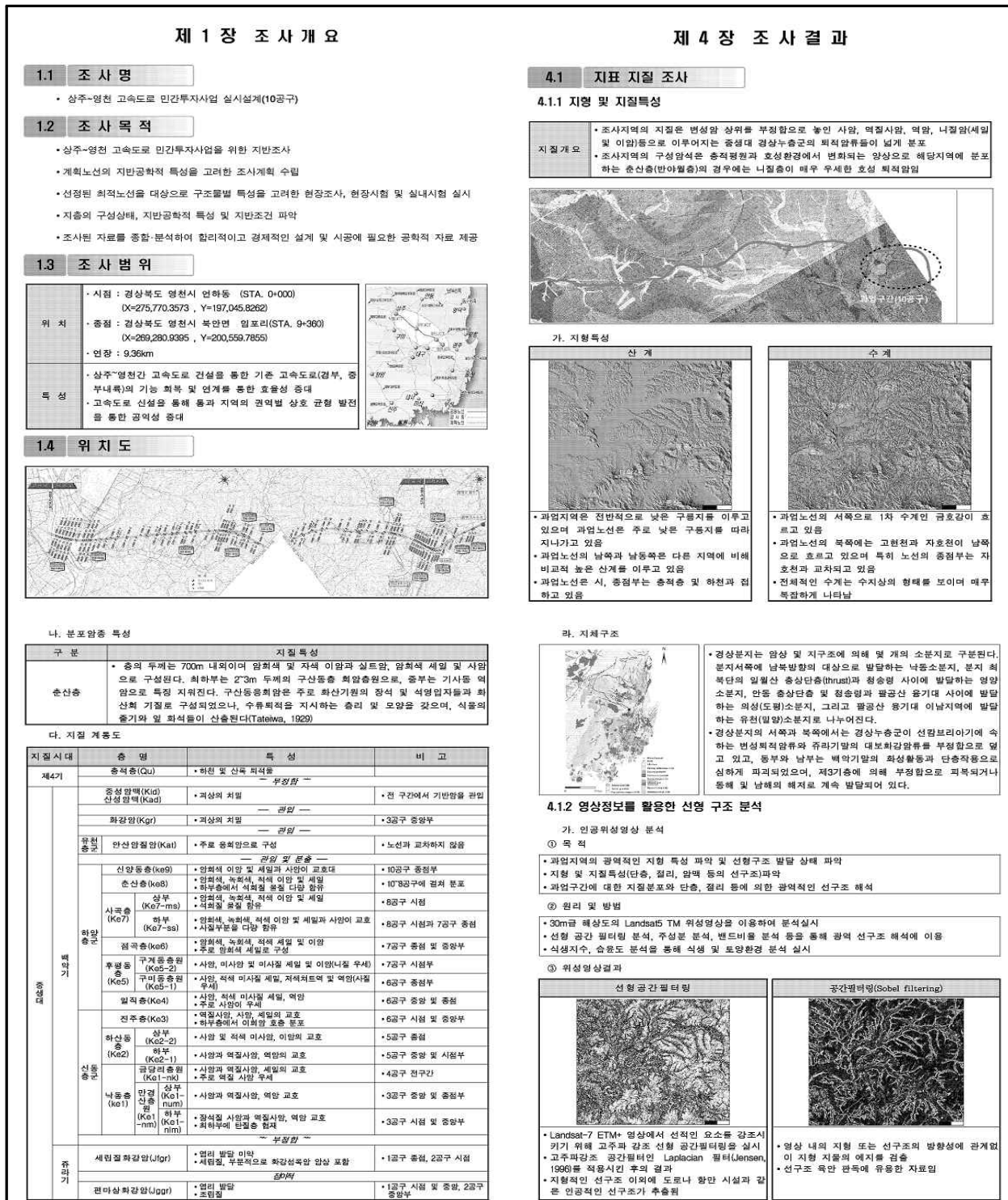
【그림 41.1.11】 교량받침 배치도

41.2 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.

41.2.1 설계자료 검토

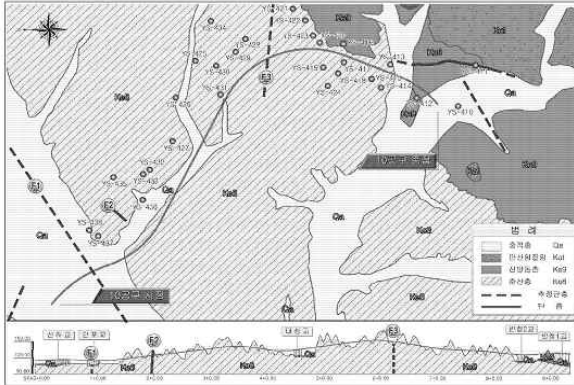
가. 지형 및 지질



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 • 층리방향 : 11/140 • JI=85/033, J2=84/278
	• 충적층(노두No.YS-411) • 암회색 니질암 • 단층방향 : 50/089 • 단층 비지 폭 : 15cm • JI=70/276, J2=67/358
	• 충적층(노두No.YS-412) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 16/179 • 층리가 굽어 있으며 계기형태로 종결되기도 함 • JI=84/354, J2=88/101

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

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

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

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계기준

1) 교량 계획
 i) 교량명 : 영천JCT RAB-A교
 ii) 교량종류 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)
 iii) 교량형식 : 합성철 STHEEL BOX GIRDER 교
 iv) 교량연장 : $L = 50,000 + 50,000 + 50,000 + 55,000 + 55,000 + 65,000 = 375,000 \text{ m}$
 v) 교량폭도 : $B = 12.770 \text{ m}$
 vi) 주상재형 : $B = 2.400 \text{ m}$ $H = 3.000 \text{ m}$
 vii) 시 각 : 90.0°

2) 하 중
 i) 고정하중 { φ 도.설 2.1.2 }
 - 활중 콘크리트 : $W_{cl} = 25,000 \text{ kN/m}$
 - 무중 콘크리트 : $W_{co} = 23,500 \text{ kN/m}$
 - 강 : $W_s = 78,500 \text{ kN/m}$
 - 에포크스 포장 : $W_e = 23,000 \text{ kN/m}$
 ii) 활하중 { φ 도.설 2.1.3 }
 - DB-24 : $P_1 = 96,000 \text{ kN}$
 : $P_2 = 24,000 \text{ kN}$
 - DL-24 : $W_1 = 12,700 \text{ kN/m}$
 : $P_3 = 108,000 \text{ kN}$
 : $P_4 = 155,000 \text{ kN}$
 - 충격계수 : $i = 15 / (40 + L) \leq 0.3$ { φ 도.설 2.1.4 }

3) 사용재료
 i) 콘크리트 : 설계기준강도 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
 탄성계수 $E_c = 25,000 \text{ MPa}$
 ii) 철근(SD40) : 항복강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
 탄성계수 $E_s = 200,000 \text{ MPa}$
 iii) 강 재
 - 주부재 : SM508 사용 (상판, 하판, 복판, 상부종리보, 하부종리보, 수평보강재, 지합부 다이아프램, 지합보강재, 슬래브라이트)
 - 부부재 : SM408 사용 (지판부의 다이아프램, 수직보강재, 종리보, 세로보, 가로보,)
 - 탄성계수 $E_s = 210,000 \text{ MPa}$
 - 허용 인장 응력 (MPa) { φ 도.설 표 3.3.1 }

강 명	SM400	SM400	SM400	SM400Y	SM 570
관두재(mm)	SM400	SM400	SM400	SM400	SM 570
40 이하	140	100	210	200	
40 초과 75 이하	130	175 (150)	200 (210)	250 (260)	
75 초과 100 이하			195 (210)	245 (260)	

* TWC 강제될 경우에는 ()의 값을 적용한다.

④ 관형재료의 단면설계
 [$Req'd \text{ dAs}$]
 $Req'd \text{ dAs} = 1183.6 \text{ mm}^2 \times 2 = 2367.2 \text{ mm}^2$
 USE H 19 @ 200 = 1432.5 mm^2
 H 19 @ 200 = 1432.5 mm^2
 $A_{suse} = 2865.0 \text{ mm}^2$ O.K. !!

[비확률론]
 $Req'd \text{ dAs} = 793.0 \text{ mm}^2 \times 2 = 1586.0 \text{ mm}^2$
 USE H 19 @ 125 = 2292.0 mm^2 O.K. !!

[배치범위]
 관형재료의 고정하중에 대한 지간($L=0.95a$) 이상 --- 1,500 a 적용

⑤ 사용조건
 ① 처짐 정도 { φ 도.설 4.3 }
 처짐계산을 하지 않는 부재의 최소두께
 $t_{min} = L / 10 = 950.0 / 10 = 95.0 \text{ mm} < T = 280 \text{ mm}$ 이므로 별도의 처짐검토 필요없음.

② 관형 정도 { φ 도.설 4.4.9 }
 $Max = 51,209 \text{ kN} \cdot \text{m/n}$
 사용하중에서 최대하중을 유발하는 사용조건을 사용한다.
 $M = M_1 + M_2 + M_3 + 0.3M_4 = 10,951 + 3,216 + 34,157 + 2,925$
 $= 51,209 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$n = E_s / E_c = 43 / \sqrt{f_{ck}} = 8$
 $\rho = A_s / bd = 1527 / (1000 \times 240) = 0.0074$
 $k = -\rho + \sqrt{(\rho)^2 + 2\rho} = -0.0091 + \sqrt{(-0.0091)^2 + 2 \times 0.0091} = 0.2888$
 $j = 1 - (k / 3) = 1 - (0.2888 / 3) = 0.903$
 $f_{smax} = \frac{Max}{\rho b j d^2} = \frac{51,209}{0.0074 \times 1000 \times 0.903 \times 240^2}$
 $= 158.416 \text{ MPa} < 0.6 f_y = 240 \text{ MPa}$ O.K.

$A = b \cdot h \cdot 10 EA = 1000 \times 120 / 10 = 12000.0 \text{ mm}^2$

A : 주연장판 주위의 콘크리트
 단면적을 철근의 수량으로 나눈
 유효인장 단면적
 dc : 인장연장에서 가장 가까운
 위치는 철근 중심까지의 피복두께

과) 단면강도

④ 활중강도 산정
 ① 관형재료
 [DESIGN CONDITION]
 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$ $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $W_u = 84,382 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $b = 1000 \text{ mm}$ $h = 240 \text{ mm}$
 $d' = 60 \text{ mm}$ $d = 220 \text{ mm}$
 $\phi(\text{Bending}) = 0.85$

[$Req'd \text{ dAs}$] { φ 도.설 6.3.2 }
 $a = A_s \times f_y / (0.85 \times f_{ck} \times b) = 0.0174 A_s$
 $M_u = \phi \times A_s \times f_y \times (d - a/2) = 3.0 A_s^2 + 74800 A_s$
 $= 84382000$
 $\therefore Req'd \text{ dAs} = 1183.6 \text{ mm}^2$
 $Min. A_s = Req'd \text{ dAs} \times 4/3 = 1578.1 \text{ mm}^2$
 $Min. A_s = 0.002 \times b \times d = 440.0 \text{ mm}^2$
 $Min. A_s = 1.4/f_y \times b \times d = 770.0 \text{ mm}^2$
 $Min. A_s = 0.25 \sqrt{f_{ck}} / f_y \times b \times d = 714.5 \text{ mm}^2$
 USE H 16 @ 200 = 593.0 mm^2
 H 19 @ 200 = 633.5 mm^2
 $A_{suse} = 1626.5 \text{ mm}^2$ O.K. !!

[RE-BAR RATIO CHECK]
 $P = A_s / (b \times d) = 0.0074 < P_{max} = 0.75 \times \rho_b = 0.0219$ O.K. !!

[DESIGN MOMENT CHECK]
 $Max. c = 0.75 \times 600 / (600 + f_y) \times d = 59,000 \text{ mm} > c = a/0.85 = 30,351 \text{ mm}$
 $Max. a = 0.85 \times c = 84,150 \text{ mm} > a = f_y \times A_s / (0.85 \times f_{ck} \times b) = 28,349 \text{ mm}$
 $j d = d - a/2 = 805,829 \text{ mm}$
 $C = 0.85 \times f_{ck} \times a \times b = 650,900 \text{ kN}$ $T = f_y \times A_s = 650,600 \text{ kN}$
 $\phi M_u = \phi f_y \times A_s \times j d = 113,824 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_u = 84,382 \text{ kN} \cdot \text{m}$ O.K.

- 배력률론의 계산 { φ 도.설 3.6.1.4 }
 배력률론의 주철근에 대한 배력률 $120 / \sqrt{L} = 120 / \sqrt{0.95a} = 123.7 > 67\%$
 $A_s \times 67\% = 1183.594 \times 0.67 = 793.0 \text{ mm}^2$
 수직 - 온도응력 : $0.0020 \times b \times d = 593.0 \text{ mm}^2$
 USE H 16 @ 125 = 1586.8 mm^2 O.K. !!

⑤ 강판재료의 검토
 ① $u_s = 0.0050 \times t_c$ [철근 콘크리트 일반 분할 조건]
 여기서, t_c : 철근 콘크리트 최소피복 두께 (mm)
 ② $u_s = 0.0050 \times 52 = 0.26 \text{ mm}$
 ③ $u = 1.080 \times \rho_c \times f_s \times \sqrt{d_c \times h} \times 0.00001$
 $= 1.080 \times 1.38 \times 158.416 \times \sqrt{60 \times 1000.0} \times 0.00001$
 $= 0.212 \text{ mm} < u_s = 0.260$ O.K.
 여기서, ρ_c : 단면의 종방향에서 인장연장까지의 거리 / 단면의 종방향에서 철근도상까지의 거리
 $= 216.2 / 158.2 = 1.38$

3.3 내부지점의 주상재형도

(지점부 부연도 구간을 인장을 받는 바닥 콘크리트의 교속방향 절근)
 - 바닥판 콘크리트 단면적의 2% 이상 { φ 도.설 3.9.2.3 }
 - 주상재 0.0045 mm / mm 이상

- $A_c = 1000.0 \times 240.0 = 240000.0 \text{ mm}^2$
 - $A_s' = 240000.0 \times 0.02 = 4800.0 \text{ mm}^2$

- 사용 철근량 :
 상 면 H 22 @ 125 = 3096.800 mm^2
 하 면 H 22 @ 125 = 3096.800 mm^2
 $A_s = 6193.600 \text{ mm}^2$ $A_s' = 4800.000 \text{ mm}^2$ O.K. !!

- 주상재 = $\frac{\pi \times 22.2 \times 8,000 + \pi \times 22.2 \times 8,000}{240000}$
 $= 0.0048 > 0.0045$ O.K. !!

1. 설계 조건

1) 일반 사항

- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
(2) 상부 형식 : STEEL BOX
(3) 교량 종류 : 1 등교
(4) 교대 총 폭 : B = 14.764 m
(5) 교대 높이는 : H = 12.805 m
(6) 기초 형식 : 직립기초
(7) SKEW : 59.874°

2) 하중

- (1) 원근콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 P6]
(2) 인자충격의 단위중량 : $\gamma_{sf} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ (토사) [도로교 설계기준 제3편 P380]
(3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
(4) 과 재 하중 : $q_1 = 10.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 상부 교량하중 반력 : $R_d = 407.640 \text{ kN/m}$
(6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 126.053 \text{ kN/m}$
(7) 교량방진 매질계수 : $f_b = 0.050$

3) 지반 조건

- (1) 인자충격의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
(2) 기초지반의 H지 : $H = 50.000$
(3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 42.366^\circ$ ($\phi_2 = 15 + \sqrt{15K}$)
(4) 기초지반의 점착력 : $C = 0.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 기초지반의 최대 허용지반력 : $Q_u = 600.00 \text{ kN/m}^2$
(6) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.600$: $\tan \phi_b = 0.60$, $C_b = 0$: 암과 콘크리트
(7) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도계수 $\times$ 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 P476]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사용 재료

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
- 항복계수 : $E_c = 23996.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 P41]
(2) 철근의 항복 강도 (SD 30) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
- 항복계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 P40]

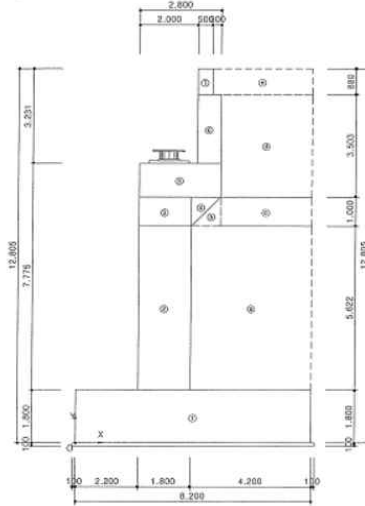
5) 설계 방법

- (1) 단 점 설계 : 허용응력 설계법
(2) 단 면 설계 : 극한상태 설계법

6) 참고 문헌

- (1) 콘크리트구조 설계기준 : 건설교통부 (2004)
(2) 도로교 설계기준 : 건설교통부 (2005)
(3) 도로설계 편람 : 건설교통부 (2000)
(4) 도로설계 요령 : 한국도로공사 (2002)

2. 단면 가짐



※ 교량방진 반력 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교량하중	1255.306	4763.220	6018.526
활하중	440.066	1421.014	1861.080

※ 지반하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교량방진	208.000	336.000	544.000
직각방진	242.020	421.060	663.070

4. 안정 검토

1) 허용응력 검토

① 직립하중 집계표 : 「하중제한 참조」

구분	수직력	수평력	작용거리		모멘트	
			X(m)	Y(m)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)
1. 교대구좌(활상시)	816.193	-	3.723	4.062	3046.525	-
2. 교대구좌(지진시)	816.193	63.001	3.723	4.062	3046.525	255.927
3. 받침충격(활상시)	832.064	-	6.262	6.977	5226.916	-
4. 받침충격(지진시)	832.064	64.000	6.262	6.977	5226.916	446.977
5. 배면도랑(활상시)	-	444.377	-	4.268	-	1896.798
6. 배면도랑(지진시)	-	514.887	-	6.403	-	3296.649
7. 도랑용 상하하중	35.000	34.702	6.450	6.403	225.750	222.188
8. 상부 교량하중반력	407.640	-	3.227	-	1315.455	-
9. 상부 활하중반력	126.053	-	3.227	-	406.772	-
10. 교량방진반력	-	17.629	-	10.025	-	176.726
11. 상부과잉력	-	54.409	-	10.025	-	545.441

② 하중조합

구분	구분	V(kN)	H(kN)	Mx(kN.n)	My(kN.n)
COMB 1	교량하중+활하중+도랑+운도하중(1+3+5+7)	1085.257	479.079	8499.193	2119.586
COMB 2	교량하중+도랑+운도하중(1+5+9)	1050.257	444.377	8273.443	1895.798
COMB 3	교량하중+도랑+지진하중+운도하중(2+4+6)	1050.257	641.957	8273.443	3099.553
COMB 4	교량하중+활하중+도랑+운도하중(1+3+5+7+9)	2218.950	496.708	10221.420	2295.712
COMB 5	교량하중+도랑+운도하중(1+3+5+9+10)	2057.897	462.006	6996.806	2073.524
COMB 6	교량하중+도랑+지진하중+운도하중(2+4+6+11)	2057.897	695.366	6996.806	4544.994

※ COMB 1, 2, 3 : 상부하중 반력하중(가설시), COMB 4, 5, 6 : 상부하중 하중시
가설시의 활하중은 다중기차(로물라)등 건설기계의 하중을 뜻함.

2) 전도에 대한 안정

- 직립기초에 작용하는 하중의 합력이 작용하는 위치는 평상시에는 바닥 중심으로부터 바닥 폭의 1/50이내, 지진시와 폭풍시에는 바닥 폭의 1/30이내에 있어야 한다. [도로교설계기준 5.6.2]
- 평상시 전도에 대한 저항모멘트는 전도모멘트의 2.0배 이상이어야 한다.
- 지진시 전도에 대한 저항모멘트는 전도모멘트의 1.5배 이상이어야 한다.

구분	Mx(kN.n)	My(kN.n)	V(kN)	S.F	e(n)	허용극점(n)	비고
COMB 1	8499.193	2119.586	1085.257	4.011	0.314	1.367	0.K
COMB 2	8273.443	1895.798	1050.257	4.362	0.286	1.367	0.K
COMB 3	8273.443	3099.553	1050.257	2.069	1.510	2.733	0.K
COMB 4	10221.420	2295.712	2218.950	4.452	0.508	1.367	0.K
COMB 5	6996.806	2073.524	2057.897	4.824	0.446	1.367	0.K
COMB 6	6996.806	4544.994	2057.897	2.110	1.649	2.733	0.K

※ B : 기초의 폭 (8.200m), M = Mr-Mo, e = B/2 - M/V
S.F = Mr / Mo ≥ 2.00 (평상시), ≥ 1.50 (지진시)

3) 활동에 대한 안정

- 직립기초 바닥면에서의 전단지반반력을 바닥면 아래 기초지반의 허용전단저항력 이내여 있어야 한다. [도로교설계기준 5.6.2]

$$H_s = C_s A + V \tan \phi_s$$

Hu : 기초지반과 지반과의 사이에서 작용하는 전단 저항력(kN)

Cb : 기초지반과 지반과의 부착력(kN/m²)

φb : 기초지반과 지반과의 마찰각(degree)

A* : 기초지반의 유효제하면적(m²)

V : 기초지반에 작용하는 연직하중(kN), 다른 부하를 한 값으로 한다.

구분	V(kN)	Hu(kN)	H(kN)	S.F	허용전단(n)	비고
COMB 1	1665.257	1011.154	479.079	2.111	1.500	0.K
COMB 2	1650.257	990.154	444.377	2.228	1.500	0.K
COMB 3	1650.257	990.154	641.957	1.542	1.200	0.K
COMB 4	2218.950	1331.370	496.708	2.680	1.500	0.K
COMB 5	2057.897	1234.738	462.006	2.673	1.500	0.K
COMB 6	2057.897	1234.738	695.366	1.773	1.200	0.K

※ Hu = [15 + √15K] × 2/3 = 28.257, N = 50 [도로교설계기준 509-22]

$$\tan \phi_b = \tan(28.257) = 0.537, C_b = 0$$

$$S.F = H_u / H \geq 1.50 \text{ (평상시)}, \geq 1.20 \text{ (지진시)}$$

4) 지지력에 대한 안정

- 직립기초 바닥면에서의 연직지반반력을 기초 바닥 아래 지지지반의 허용연직지지력내에 있어야 한다. [도로교설계기준 5.6.2]

구분	V(kN)	M(kN.n)	e(n)	Qmax(kN)	Qmin(kN)	Qn(kN)	비고
COMB 1	1665.257	6380.207	0.314	252.754	158.294	600.000	0.K
COMB 2	1650.257	6376.645	0.286	235.999	166.503	600.000	0.K
COMB 3	1650.257	4273.690	1.510	424.804	0.000	900.000	0.K
COMB 4	2218.950	7925.706	0.528	375.183	166.024	600.000	0.K
COMB 5	2057.897	7515.374	0.446	333.236	168.660	600.000	0.K
COMB 6	2057.897	5043.804	1.649	569.744	0.000	900.000	0.K

※ B : 기초의 폭 (8.200m), M = Mr-Mo, e = B/2 - M/V

- 하중의 작용위치에 자연 폭 내에 있는 경우 (사다리꼴 분포)

$$Q_{max} = \frac{V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right), Q_{min} = \frac{V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

: 자연반력의 작용점(x = 3+[B/2-e])이 B보다 큰 경우 => COMB 1, 2, 4, 5

- 하중의 작용위치에 자연 폭 외에 있는 경우 (삼각형 분포)

$$Q_{max} = \frac{2V}{Lx}$$

: 자연반력의 작용점(x = 3+[B/2-e])이 B보다 작은 경우 => COMB 3, 6

41.2.2 시설물 점검이력

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

【표 41.2.2】 영천JCT R-A교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	영천JCT R-A교의 주요 손상은 배수구 그레이팅 파손, 난간 백태, 방음벽 유실, 받침물탈 균열, 하부구조 균열, 재료분리 등이며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 29	정기안전점검	영천JCT R-A교의 주요 손상은 난간 백태, 무수축물탈 균열, 하부구조 균열, 재료분리 등이며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 14	정기안전점검	영천JCT R-A교의 주요 손상은 교면포장 패임 및 파손, 난간 파손, 무수축물탈 균열, 하부구조 균열, 망상균열 등이며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요함	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	영천JCT R-A교의 조사 결과, 교면포장 패임 및 파손, 배수구 그레이팅 파손, 난간 파손 신축이음 후타재 균열, 교량받침 무수축물탈 균열 및 파손, 하부구조 균열, 재료분리, 피복 두께 부족 등이며 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단됨	양호

41.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 41.2.3】 영천JCT R-A교 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천JCT R-A교	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

41.2.4 기존자료

【표 41.2.4】 영천JCT R-A교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 385.0m, 폭 : 12.8m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : ㈜한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

41.2.5 시설물 보수 이력

【표 41.2.5】 영천JCT R-A교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

41.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 41.2.6】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

41.3 현장조사

41.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 점검차를 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
S8~S14	도보, 고소점검차	2019.11.22.~2019.12.03.	
			
작업전경		작업전경	
			
반발경도 시험		탄산화 깊이 측정	

【사진 41.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

41.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 영천JCT R-A교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=380.0m 폭 12.8m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 41.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 조사결과 전반적으로 양호한 상태이다, 다만 S9구간 캔틸레버부위에서 균열(폭 0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 41.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)	
S8	—	—
S9	15.0	30
S10	—	—
S11	—	—
S12	—	—
S13	—	—
S14	—	—
합계	15	30

	
S9 바닥판하면(캔틸레버) 균열(0.3mm미만)	S9 바닥판하면(캔틸레버) 균열(0.3mm미만)

【사진 41.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면 캔틸레버부에 발생한 균열은 폭0.3mm미만의 균열로 건조수축, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로써, 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보를 위해 표면처리 등 보수가 필요하다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 41.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 거더외부 일부구간 경미한 도장박락이 조사되었다.

【표 41.3.2】 거더외부 외관조사 결과

구분	도장 박락 (㎡/개소)	
S8	—	—
S9	0.01	1
S10	—	—
S11	—	—
S12	—	—
S13	—	—
S14	—	—
합계	0.01	1



S9 G2 거더외부 도장박락

【사진 41.3.5】 거더 외부 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더 외부 도장박락은 시공시 발생한 것으로 재도장 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 점검차를 이용하여 조사를 실시하였다.



가로보 전경

【사진 41.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 41.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	-	
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	-	-
S13	-	-
S14	-	-
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

- 영천JCT R-A교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 41.3.7】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과 균열(폭0.3mm이상)이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 41.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm이상) (m/개소)	
A2	9.0	3
합계	9.0	3

	
A2 벽체 균열(0.3mm)	A2 벽체 균열(0.3mm)

【사진 41.3.8】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열(폭0.3mm)은 초기 건조수축에 의한 균열로 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보를 위해 주입보수 등 보수가 요구되며, 보수 후에도 균열 폭 및 길이 증가 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 영천JCT R-A교의 교각은 T형교각 6기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 41.3.9】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 조사 결과, 균열(폭0.3mm내·외), 박리, 철근노출, 재료분리 등이 조사되었다.

【표 41.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		박리 (㎡/개소)		철근노출 피복부족 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		표면불량 (㎡/개소)	
P8	4.5	3	—	—	—	—	12.5	2	—	—	—	—
P9	6.0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P10	7.0	4	1.0	2	0.5	1	—	—	—	—	—	—
P11	4.0	2	0.5	10	9.0	1	—	—	0.18	2	—	—
P12	4.0	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	1
P13	3.0	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	28.5	16	1.5	12	9.5	2	12.5	2	0.18	2	2.0	1

	
P8 코핑부 균열(0.3mm미만)	P10 코핑부 균열(0.3mm)
	
P10 코핑부 박리	P11 코핑부 철근노출

【사진 41.3.10】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

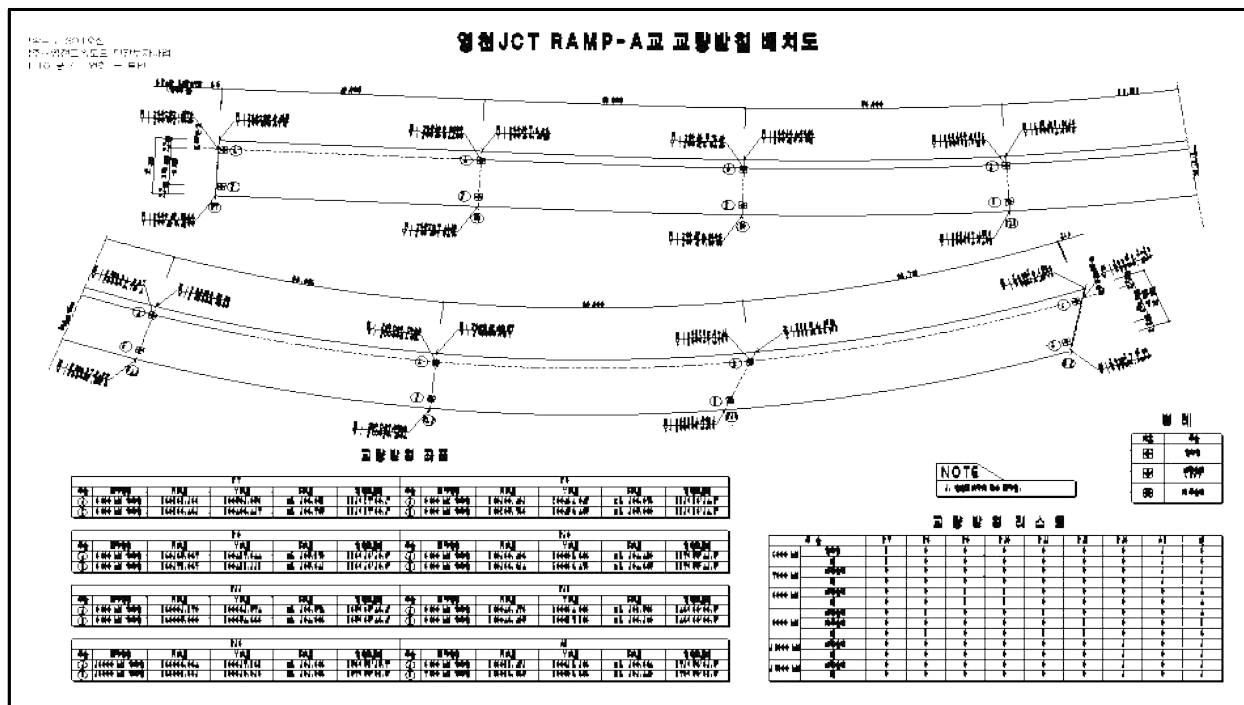
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보를 위해 표면처리, 주입보수 등 보수가 요구되며, 보수 후에도 균열 폭 및 길이 증가 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
- 박리 및 박락, 재료분리는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 영천JCT R-A교의 받침은 포트받침(EQS)으로 총 16개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 41.3.1】 교량받침 배치도



【사진 41.3.11】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 41.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		무수축몰탈 박리/박락 (㎡/개소)	
A2	—	—	—	—	—	—
P8	0.1	1	—	—	0.01	1
P9	2.4	12	—	—	—	—
P10	2.0	10	—	—	—	—
P11	1.6	8	—	—	—	—
P12	3.0	15	—	—	—	—
P13	1.0	2	0.01	1	—	—
합계	10.01	48	0.01	1	0.01	1



P8-Sh1 무수축몰탈 박리



P10-Sh1 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)



P12-Sh2 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)



P13-Sh2 받침콘크리트 재료분리

【사진 41.3.12】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

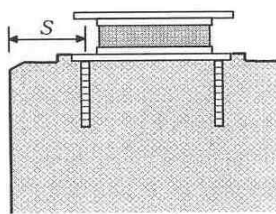
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

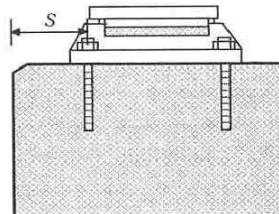
- 무수축물탈 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하고, 박리 및 재료분리에 대해서는 단면보수 등을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

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 41.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 41.3.13】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

거더경간길이(m)	연단거리 계산식 (경간길이 : 100m 이하)	계산연단거리(mm)
50.0	$S = 200 + 5L$ $S : \text{받침연단거리(mm)}$ $L : \text{경간길이(m)}$	450
55.0		475
60.0		500
65		525

【표 41.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
P8	A1측	450	570	580	O.K
	A2측	450	955	935	O.K
P9	A1측	450	935	955	O.K
	A2측	450	1,130	1,095	O.K
P10	A1측	450	1,070	1,130	O.K
	A2측	450	1,060	1,110	O.K
P11	A1측	450	1,040	1,100	O.K
	A2측	475	1,090	1,110	O.K
P12	A1측	475	1,020	1,090	O.K
	A2측	500	1,120	1,100	O.K
P13	A1측	500	1,090	1,100	O.K
	A2측	525	1,130	1,180	O.K
A2		525	1,130	1,130	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 41.3.14】 교량받침 이동량 상태

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

【표 41.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
P8	18.6	31.4	0.000012	140.0	31.2	52.7	
P9	18.6	31.4	0.000012	90.0	20.1	33.9	
P10	18.6	31.4	0.000012	40.0	8.9	15.1	
P11	18.6	31.4	0.000012	20.0	4.5	7.5	
P12	18.6	31.4	0.000012	75.0	16.7	28.2	
P13	18.6	31.4	0.000012	135.0	30.1	50.8	
A2	18.6	31.4	0.000012	190.0	42.4	71.5	
1) 조사당시 온도 : 8.6°C (조사일 : 2019년 11월 26일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 41.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P8	SH1	-10	90	110	31.2	52.7	±100
	SH2	-10	90	110			±100
P9	SH1	-5	95	105	20.1	33.9	±100
	SH2	-5	95	105			±100
P10	SH1	-5	95	105	8.9	15.1	±100
	SH2	-5	95	105			±100
P11	SH1	3	103	97	4.5	7.5	±100
	SH2	3	103	97			±100
P12	SH1	3	103	97	16.7	28.2	±100
	SH2	3	103	97			±100
P13	SH1	-12	188	212	30.1	50.8	±200
	SH2	-12	188	212			±200
A2	SH1	15	215	185	42.4	71.5	±200
	SH2	15	215	185			±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 A2에 평거조인트로 시공된 상태이다.



EXP.J1(A2) 전경

【사진 41.3.15】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 등이 조사되었다.

【표 41.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재균열(0.3mm미만) (m/개소)	
A2 (EXP J1)	4.2	14
합계	4.2	14

	
A2 후타재 균열(0.3mm미만)	A2 후타재 균열(0.3mm미만)

【사진 41.3.16】 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.

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. 26. 기온 적용: 8.6℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-14.7℃ = 18.6℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(14.7℃) = 31.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 41.3.17】 신축이음 유간 측정방법

【표 41.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A2	18.6	31.4	0.000012	190.0	42.4	71.5	
1) 조사당시 온도 : 8.6℃(조사일 : 2019년 11월 26일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 41.3.12】 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)	
A2	42.4	71.5	100	250	142.4	29.5	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 8.6℃(11월 26일)로써 이때 측정유간은 100.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 영천JCT R-A교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘으로 시공되어 있다.



교면포장 전경

【사진 41.3.18】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 일부구간 아스콘 파손이 조사되었다.

【표 41.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	아스콘 파손 (㎡/개소)	
S8	—	—
S9	—	—
S10	0.3	1
S11	—	—
S12	—	—
S13	0.1	1
S14	0.5	5
합계	0.9	7

	
S10 교면포장 아스콘 파손	S14 교면포장 아스콘 파손

【사진 41.3.19】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 아스콘 파손은 차량 반복통행, 차량 통행하중 및 충격, 공용기간 증가 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 영천JCT R-A교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 41.3.20】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 교면 배수구 그레이팅 파손이 조사되었다.

【표 41.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	그레이팅 파손 (개소/개소)	
S8	1.0	1
S9	—	—
S10	—	—
S11	—	—
S12	—	—
S13	—	—
S14	—	—
합계	1.0	1

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 본 교량 배수관 상태는 양호한 상태이다. 반면 교면 배수구의 경우 일부 구간 배수구 그레이팅 파손이 조사되었으며, 원활한 배수 기능을 위해 교체가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



방호벽 전경

【사진 41.3.21】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 전구간 균열부 백태와 일부구간 경미한 파손이 확인되었다.

【표 41.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S8	6.0	40	—	—
S9	6.0	40	—	—
S10	3.0	20	—	—
S11	3.0	20	—	—
S12	3.0	20	—	—
S13	18.0	30	—	—
S14	3.0	20	1.0	1
합계	42.0	190	1.0	1

	
S8 방호벽 균열부 백태	S11 방호벽 균열부 백태
	
S13 방호벽 균열부 백태	S14 방호벽 파손

【사진 41.3.22】 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. 또한 파손의 경우 차량충돌에 의한 것으로 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 영천JCT R-A교의 점검로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.



점검로 전경

【사진 41.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며 조사결과, P11에서 점검로 변형이 조사되었다.

【표 41.3.16】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	점검로 변형 (개소/개소)	
P8	—	—
P9	—	—
P10	—	—
P11	1.0	1
P12	—	—
P13	—	—
P14	—	—
합계	1.0	1



【사진 41.3.24】 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 P11 교각에서 경미한 점검로 변형이 조사되었으며 점검을 안전을 위해 정비가 필요하다.

41.3.3 외관조사 총괄표

【표 41.3.33】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	15	30	
거더	도장박락	m ²	0.01	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm이상)	m ²	9.0	3	
교각	균열(0.3mm미만)	m	28.5	16	
	균열(0.3mm이상)	m	1.5	12	
	박리	m ²	9.5	2	
	철근노출/피복부족	m ²	12.5	2	
	재료분리	m ²	0.18	2	
	표면불량	m ²	2.0	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	10.01	48	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.01	1	
	무수축물탈 박리/박락	m ²	0.01	1	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	4.2	14	
교면포장	아스콘 파손	m ²	0.9	7	
배수시설	그레이팅 파손	—	1.0	1	
방호벽	균열부 백태	m ²	42.0	190	
	파손	m ²	1.0	1	
점검시설	점검로 변형	EA	1.0	1	

41.3.4 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 최초 정밀안전점검으로 전차물량은 없는 것으로 확인되었다.

41.4 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.

41.4.1 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 41.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

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

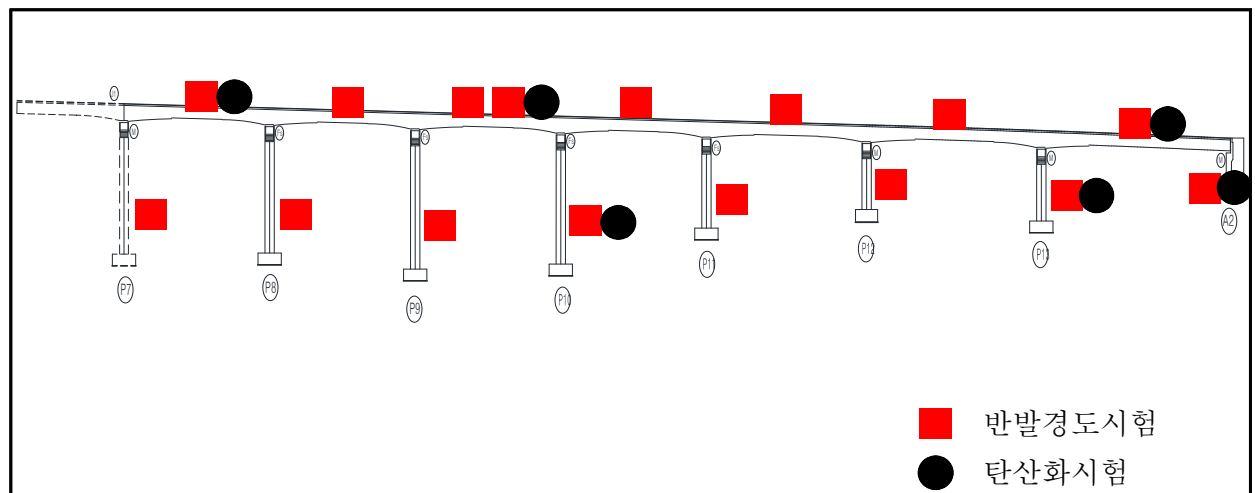
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 41.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

41.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 41.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S8 바닥판하면	46.7	27.4	28.5	0.66	27.0	
	S9 바닥판하면	46.6	27.3	28.5			
	S10 바닥판하면	47.0	27.6	28.7			
	S10 바닥판하면	46.4	27.1	28.4			
	S11 바닥판하면	48.8	29.1	29.5			
	S12 바닥판하면	47.6	28.1	28.9			
	S13 바닥판하면	48.9	29.2	29.6			
	S14 바닥판하면	48.0	28.5	29.1			
	평 균	47.5	28.0	28.9	-		

【표 41.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	45.2	26.1	27.8	0.66	24.0	
	P7 교각	46.8	27.5	28.6		27.0	
	P8 교각	46.9	27.5	28.6			
	P9 교각	47.5	28.0	28.9			
	P10 교각	47.8	28.3	29.0			
	P11 교각	47.3	27.9	28.8			
	P12 교각	47.2	27.8	28.8			
	P13 교각	46.5	27.2	28.4			
	평 균	46.9	27.5	28.6	-		

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.0~28.9MPa, 하부구조 27.5~28.6MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

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

【표 41.4.4】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.0 ~ 28.5	27.0	103.5 ~ 105.8
하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	108.8 ~ 115.9
	교각	27.7 ~ 28.7	27.0	102.7 ~ 106.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.5】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	27.7~30.6	27.0~28.2	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.		

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 41.4.6】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	S8 바닥판하면	3.5	40.0	36.5	a	2.47	100년이상	
	S10 바닥판하면	3.0	40.0	37.0	a	2.12	100년이상	
	S14 바닥판하면	3.5	40.0	36.5	a	2.47	100년이상	
하부구조	A2 교대	5.0	100.0	95.0	a	3.54	100년이상	
	P10 교각	5.0	100.0	95.0	a	3.54	100년이상	
	P13 교각	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5mm, 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 41.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~3.5	36.5~37.0	
하부구조	5.0~6.0	94.0~95.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 41.4.8】 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	0.0~3.0	71.0~94.0	a	3.0~3.5	36.5~37.0	a	
하부구조	0.0~9.0	109.0~113.5	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 41.4.9】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.0 ~ 28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	
		교각	27.7 ~ 28.7	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.0	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 41.4.10】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.7		28.0 ~ 28.5		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	27.7 ~ 27.7		26.1 ~ 27.8		
		교각	28.7 ~ 32.5		27.7 ~ 28.7		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		71.0~94.0	a	36.5~37.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		109.0~113.5	a	94.0~95.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

41.5 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.

41.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

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

【표 41.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S8	P7	STB	a	a	a	a	b	b	—				a	
S9	P8	STB	b	b	a	a	a	b	—	b	c	q	—	—
S10	P9	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	a	—
S11	P10	STB	a	a	a	a	a	b	—	b	c	q	—	a
S12	P11	STB	a	a	a	a	a	b	—	b	c	q	—	—
S13	P12	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S14	P13	STB	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	a	a
	A2								b	a	b	q	—	a
평균			0.114	0.114	0.100	0.143	0.114	0.200	0.200	0.186	0.286	—	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	0.010	0.003	0.004	0.018	0.017	0.057	—	0.004	0.003
													0.165	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.165) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 28.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
낙동JCT교	0.165	B	380	2	760	1.000	0.165
합계(Σ)			380	2	760	1	0.165
1. 평가지수 =							0.165
2. 상태평가결과 =							B

41.5.2 기 점검 결과와의 비교

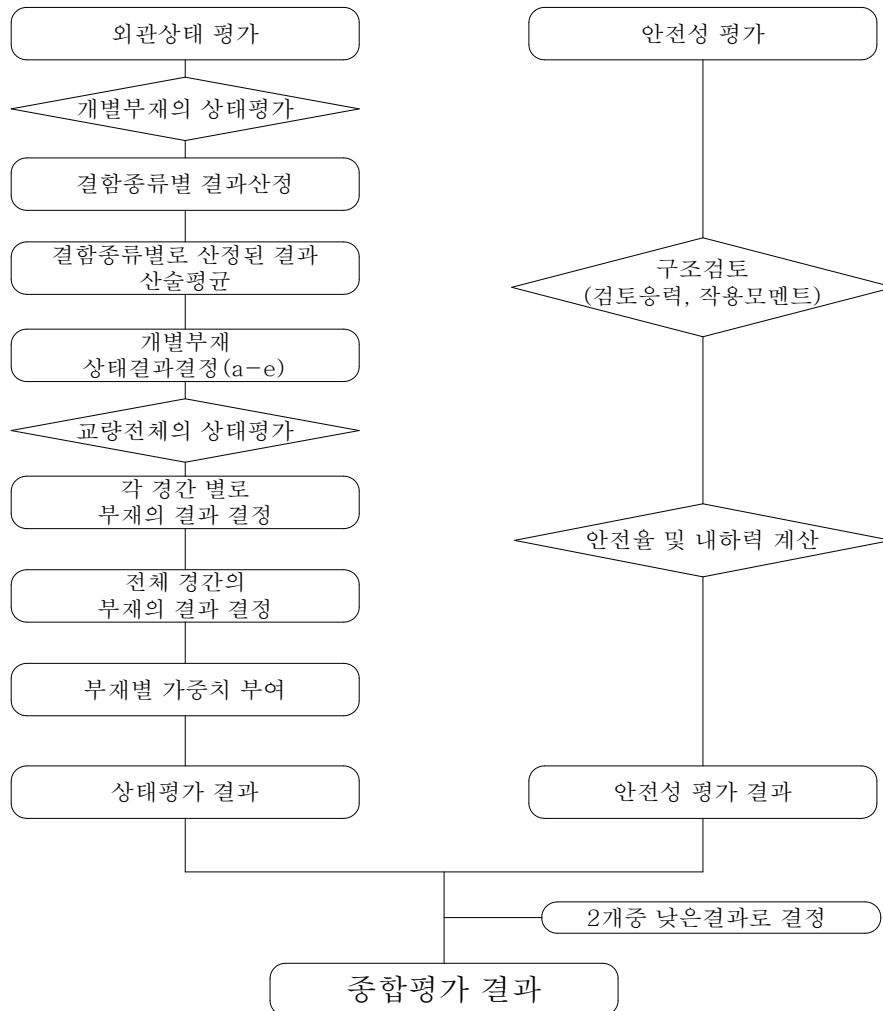
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

41.6 종합평가 및 안전등급 지정

41.6.1 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 41.6.1】 종합평가 결과 산정절차

41.6.2 종합평가 결과

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

【표 41.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
영천JCT R-A교	0.153	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

41.6.3 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 41.6.2】 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

41.7 보수·보강 및 유지관리방안

41.7.1 보수·보강 방안

【표 41.3.17】 보수 · 보강방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	15	30	표면처리	하자
거더	도장박락	m ²	0.01	1	재도장	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm이상)	m ²	9.0	3	주입보수	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	28.5	16	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	1.5	12	주입보수	하자
	박리	m ²	9.5	2	단면보수	하자
	철근노출/피복부족	m ²	12.5	2	단면보수	하자
	재료분리	m ²	0.18	2	단면보수	하자
	표면불량	m ²	2.0	1	단면보수	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	10.0 1	48	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.01	1	단면보수	2순위
	무수축물탈 박리/박락	m ²	0.01	1	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	4.2	14	표면처리	2순위
교면포장	아스콘 파손	m ²	0.9	7	재포장	하자
배수시설	그레이팅 파손	—	1.0	1	정비	하자
방호벽	균열부 백태	m ²	42.0	190	표면처리	3순위
	파손	m ²	1.0	1	단면보수	2순위
점검시설	점검로 변형	EA	1.0	1	정비	하자

41.7.2 개략공사비

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 41.7.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	15	5.63	㎡	—	—	하자
거더	도장박락	재도장	0.01	0.02	㎡	—	—	하자
교대	균열(0.3㎜이상)	주입보수	9.0	13.50	㎡	—	—	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	28.5	10.69	m	—	—	하자
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.5	2.25	㎡	—	—	하자
	박리	단면보수	9.5	14.25	㎡	—	—	하자
	철근노출/피복부족	단면보수	12.5	18.75	㎡	—	—	하자
	재료분리	단면보수	0.18	0.27	㎡	—	—	하자
	표면불량	단면보수	2.0	3.00	㎡	—	—	하자
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	10.01	3.75	㎡	54	203	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	4	2순위
	무수축물탈 박리/박락	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	4	2순위
신축 이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	표면처리	4.2	1.58	㎡	54	86	2순위
교면 포장	아스콘 파손	재포장	0.9	1.35	㎡	—	—	하자
배수시 설	그레이팅 파손	정비	1.0	1.50	—	—	—	하자
방호벽	균열부 백태	표면처리	42.0	63.00	㎡	54	35	3순위
	파손	단면보수	1.0	1.50	㎡	165	248	2순위
점검 시설	점검로 변형	정비	1.0	1.50	EA	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		342		238		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		171		119		
	합계	—		513		357		
개략공사비 총계(천원)		870						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

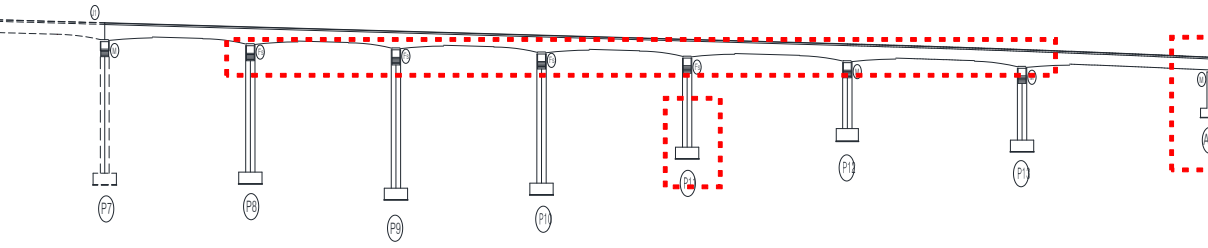
41.7.3 유지관리방안

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 41.7.2】 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 하부구조 균열(0.3mm) - 진전 여부 확인 ② 교량받침 무수축물탈 균열 등 -진전 여부 확인 ③ 점검시설 점검로 변형 - 진전 여부 확인		
		

41.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 임포리(상주영천고속도로 영천JCT)에 위치한 교량으로 총 연장 380.0m, 폭 12.8m의 Steel Box Girder 교량으로, 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

41.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 조사결과 전반적으로 양호한 상태이다, 다만 S9구간 캔틸레버부위에서 균열(폭 0.3mm미만)이 조사되었다.
- 바닥판하면 캔틸레버부에 발생한 균열은 폭0.3mm미만의 균열로 건조수축, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로써, 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보를 위해 표면처리 등 보수가 필요하다.

2) Steel Box Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과 거더외부 일부구간 경미한 도장박락이 조사되었다.
- 거더 외부 도장박락은 시공시 발생한 것으로 재도장 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 균열(폭0.3mm이상)이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 발생된 균열(폭0.3mm)은 초기 건조수축에 의한 균열로 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보를 위해 주입보수 등 보수가 요구되며, 보수 후에도 균열 폭 및 길이 증가 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.

5) 교각

- 교각에 대한 조사 결과, 균열(폭0.3mm내·외), 박리, 철근노출, 재료분리 등이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보를 위해 표면처리, 주입보수 등 보수가 요구되며, 보수 후에도 균열 폭 및 길이 증가 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
- 박리 및 박락, 재료분리는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수 등 유지관리가 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침 조사결과, 무수축물탈 균열 및 박리, 받침콘크리트 재료분리 등이 조사되었다.
- 무수축물탈 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하고, 박리 및 재료분리에 대해서는 단면보수 등을 실시하는 것이 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, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 등이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 8.6℃(11월 26일)로써 이때 측정유간은 100.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 일부구간 아스콘 파손이 조사되었다.
- 교면포장에 발생한 아스콘 파손은 차량 반복통행, 차량 통행하중 및 충격, 공용기간 증가 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

9) 배수시설

- 본 교량 배수관 상태는 양호한 상태이다. 반면 교면 배수구의 경우 일부 구간 배수구 그레이팅 파손이 조사되었으며, 원활한 배수 기능을 위해 교체가 필요하다.

10) 방호벽

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

11) 교각 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며 조사결과, P11에서 점검로 변형이 조사되었다.
- 교각 점검시설은 점검자의 안전과 직결되는 만큼 매우 중요한 시설물이다. 현재 P11 교각에서 경미한 점검로 변형이 조사되었으며 점검을 안전을 위해 정비가 필요하다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.0~28.9MPa, 하부구조 27.5~28.6MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5mm, 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 “0.165, B등급” 으로 평가되었다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 영천JCT 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.

41.8.2 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.

