

제2편 시 설 물 편



1. 낙동JCT교

3.1 시설물 개요

3.2 자료수집 및 분석

3.3 현장조사

3.4 콘크리트 내구성조사

3.5 상태평가

3.6 종합평가 및 안전등급 지정

3.7 보수·보강 및 유지관리 방안

3.8 종합결론

1. 낙동JCT교

1.1 시설물의 개요

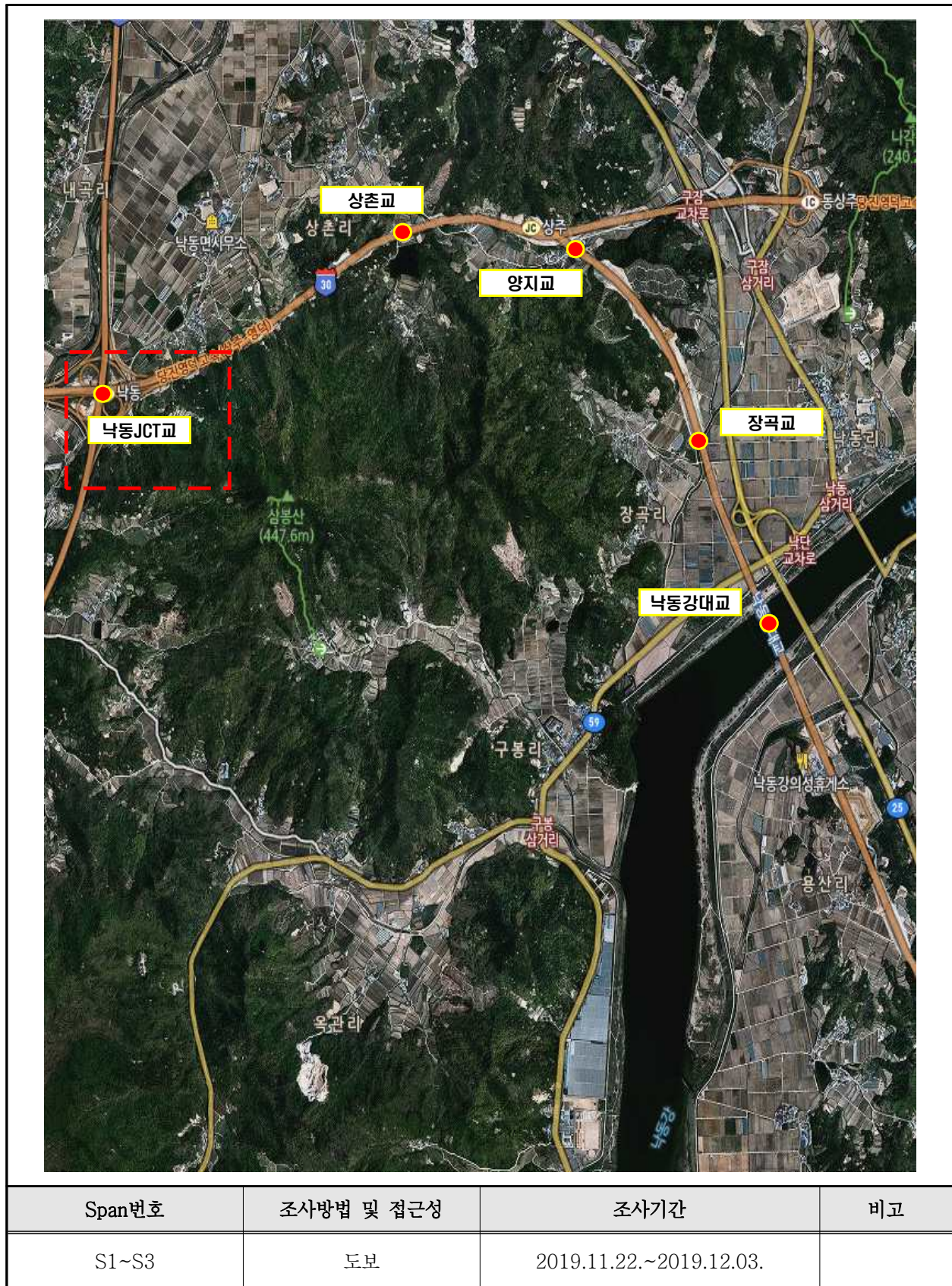
본 시설물은 경상북도 상주시낙동면 상촌리(상주영천고속도로 낙동JCT)에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 31.5m로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 낙동JCT교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000001	관리번호	SY BR.1	
시설물위치		경상북도 상주시 낙동면 상촌리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		0.407~0.527km	공사이정	0.407~0.527km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=120.0m, (35m+50m+35m=120m)			
	폭	B=31.5m, 6차로			
구조 형식	상부	ST. BOX	기초 형식	교 각	말뚝기초
	하부	3주식(일체형)		교 대	말뚝기초
교량받침		포트받침	신축이음	모노셀, 핑거	
교차시설물		고속국도 45호선	통과높이	6m	
부착시설내용					
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

1.1.2 위치도 및 전경사진

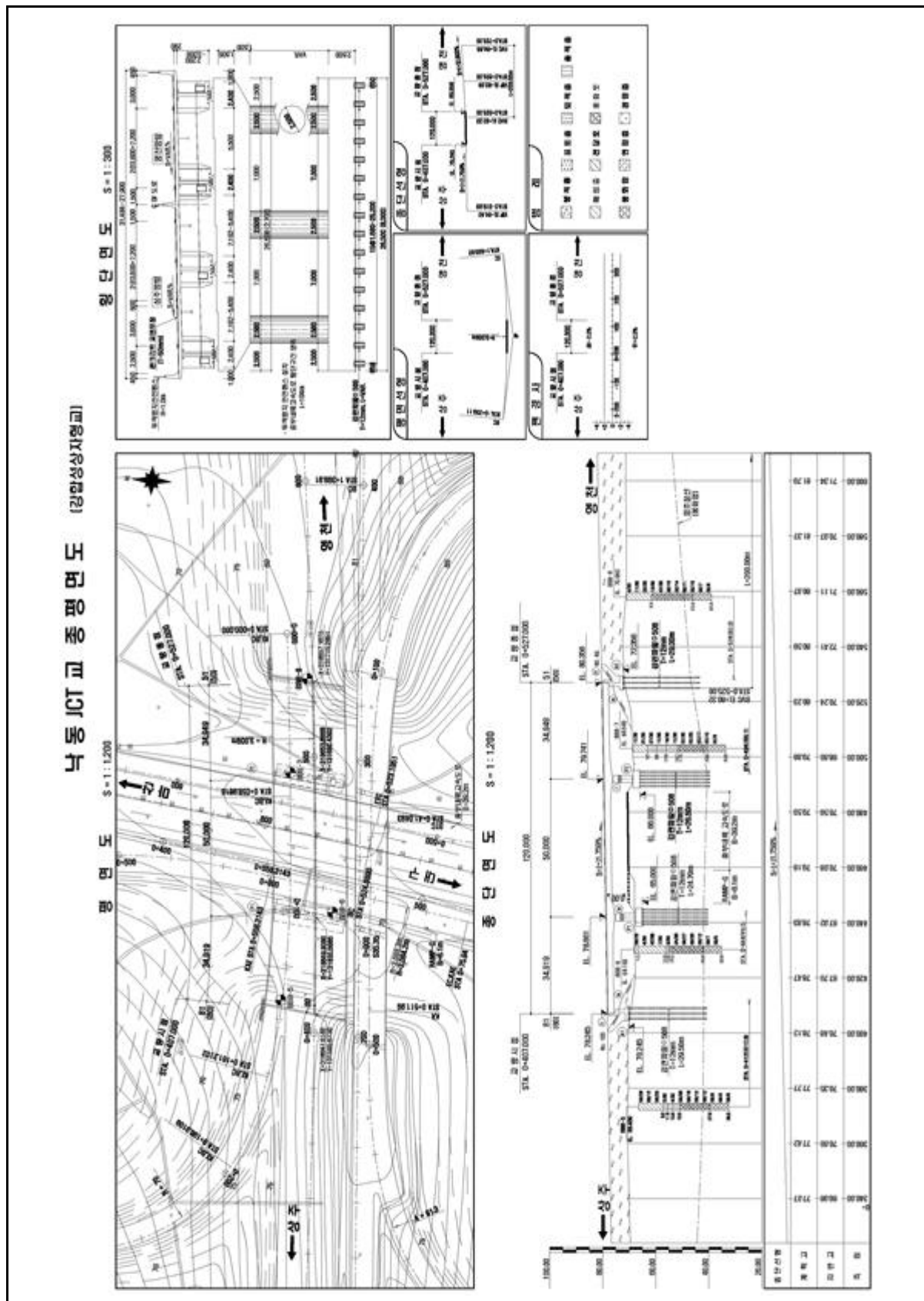


【그림 1.1.1】 위치도

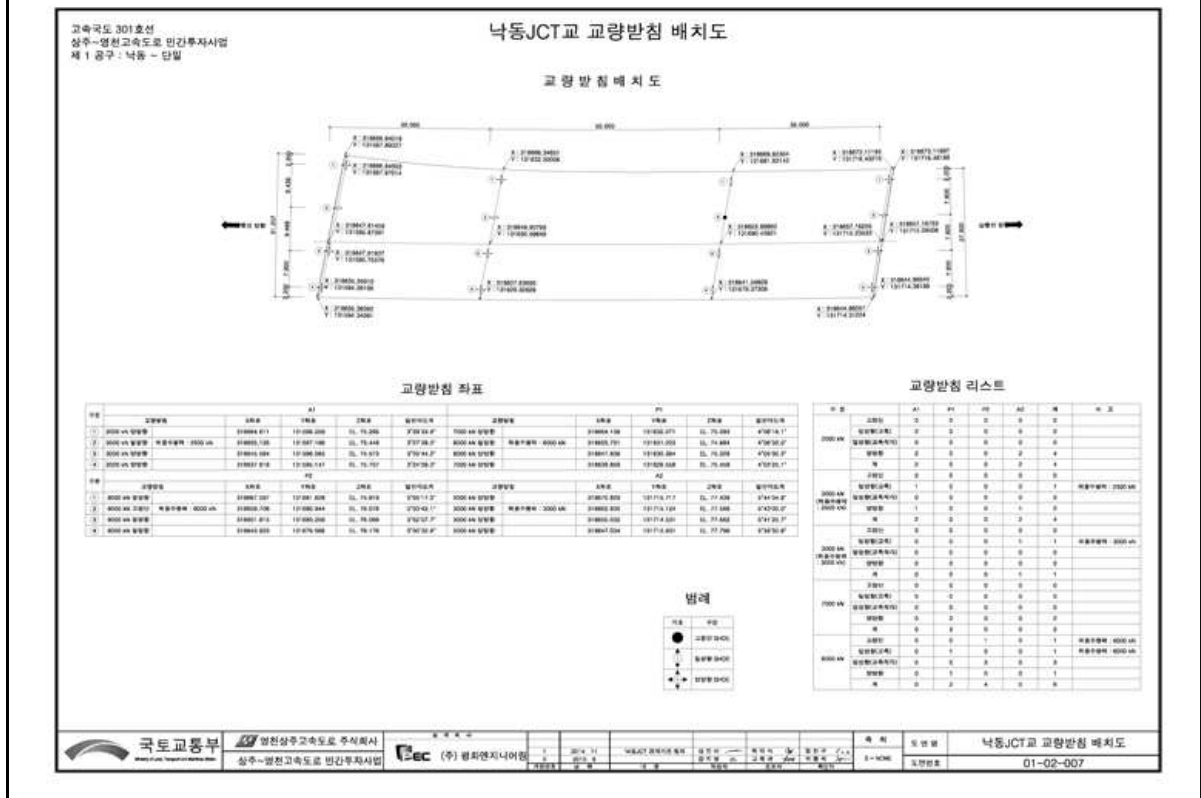
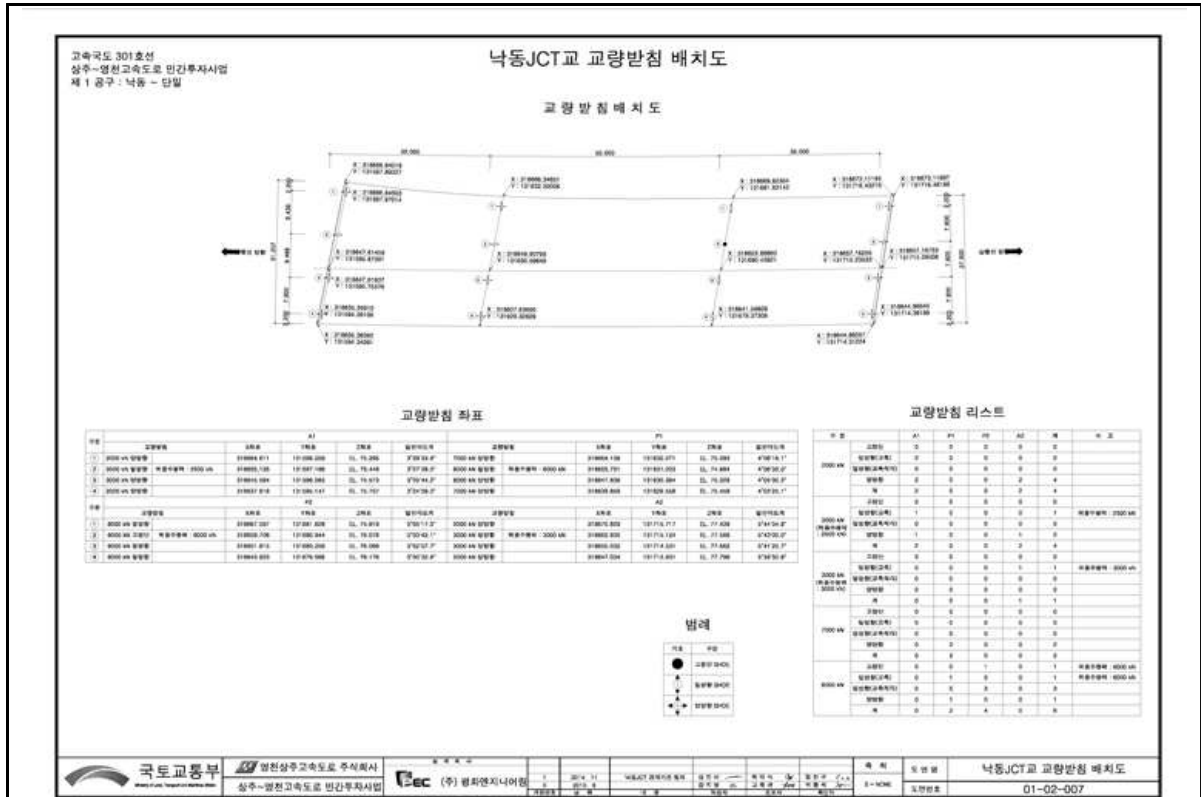
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 1.1.2】 부재별 현황

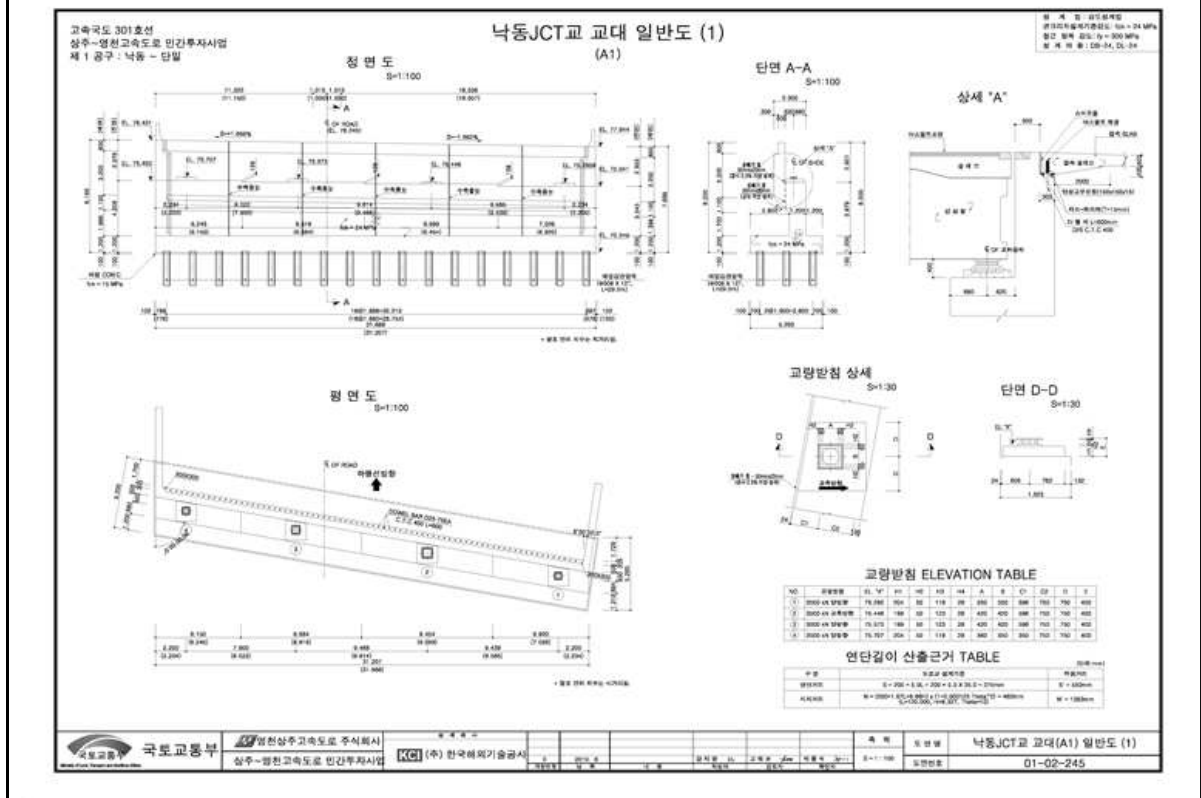
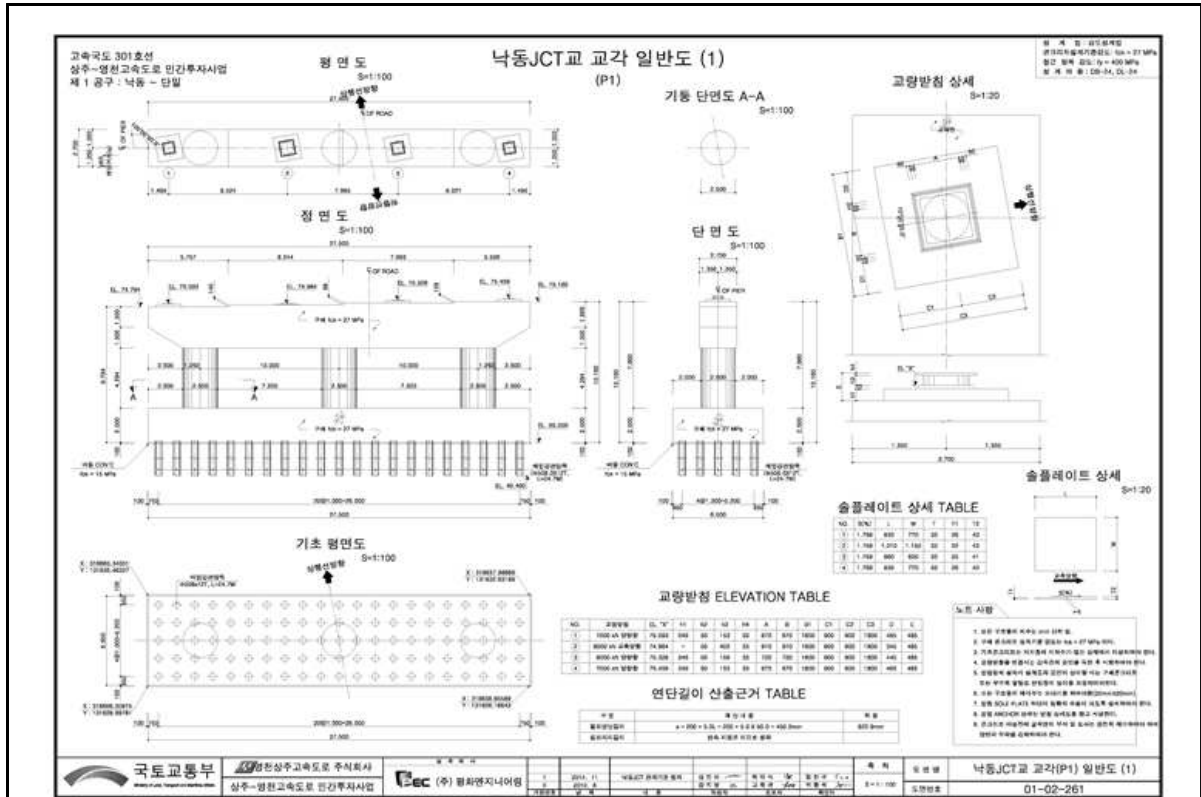
1.1.3 시설물 일반도



【그림 1.1.3】 평면 및 종단면도



【그림 1.1.4】 바닥판하면 일반도, 교량받침 배치도



【그림 1.1.5】 교대 및 교각 일반도

나. 지반 및 지질 조사보고서

1.1 조사목적

본 조사의 목적은 『고속국도 제301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업(제1공구)』에 대한 시설물 확인보행 지반조사로서 원장조사 및 현상시공을 계획, 지층의 분포상태 및 지반공학특성 파악하여 설계 적용치와 비교 및 시공에 필요한 지반특성 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.2 조사구간

표 제 1 공구

- 연 장 : 7.394 km
- 시 점 : 경상북도 상주시 낙동면 송곡리 (STA. 0+000)
- 종 점 : 경상북도 의성군 단원면 낙월리 (STA. 7+394)

1.3 조사항목

조사의 목적을 수행하기 위하여 다음과 같은 내용의 원장조사 및 현상시공을 실시하였다.

구 분	대 상	수 량	비 고
현상조사	시 주 조 사	95 골	NX 규격
	쌓기부	6 골	
	막기부	5 골	
	수거	105 골	
원장시행	표준관입시험	시주조사	1식

1.4 조사기간

가. 원장조사 : 2013년 10월 14일 ~ 2015년 06월 05일

나. 성과분석 및 보고서 작성 : 2013년 10월 20일 ~ 2015년 06월 20일

1.5 조사장비

본 조사에 사용된 조사장비는 다음과 같다.

물 품	규 격	수 량	비 고
시 주 기	SP-300 원입기	3대	
표준관입시험기	KSF 2307	3조	
0-3 코어반발	-	3조	
연진, 양수펌프	HP	3조	
기타부대장비	-	1식	

고속국도 제301호선 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구)

표 4-3 지질조사결과

1. 낙동 JCT교

낙동 JCT교에 대한 시주수행장 총 4개소로 아래 대한 지질조사 결과는 다음과 같다.

(1) 시주조사 결과 요약

구 분	구 간 (STA.)	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간
구 분	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간
0+000~0+100	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
0+500~0+600	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
0+1000~0+1100	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500
	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500
	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500
	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500

(2) 지질조사 결과

구 분	구 간 (STA.)	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간
구 분	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간	구 간
0+000~0+100	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
	0+000	0+100	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500
0+500~0+600	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
	0+500	0+600	0+600	0+700	0+800	0+900	0+1000
0+1000~0+1100	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500
	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500
	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500
	0+1000	0+1100	0+1100	0+1200	0+1300	0+1400	0+1500

- 32 -

고속국도 제301호선 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구)

표 4-3 지질조사결과

(1) 지층개요

① 대 지층

본 공구 제1공구 지층은 전사수행에서 확인되었으나, 총무량은 5.5~10.5m 분포한다. 모래와 실트(SP) 및 자갈적인 실트를 모래(30%)로 구성되어 있으며 자갈질기는 5~10~30mm 정도이다. 표준관입시험 결과 8값은 11/50~50/4의 범위로 분포중일-대무조밀한 상태일도를 보이며, 함수성 태는 습한 상태이고 색조는 황갈색-갈색을 띈다.

② 모 지층

본 공구 제1공구 제1공구 지층은 확인되었으나, 총무량은 1.5~2.3m 분포한다. 실트와 모래(30%) 및 자갈적인 실트를 모래(30%)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 8값은 14/30으로 매우고른 연강도를 보이고 사질부의 8값은 6/30으로 느슨한 상태일도를 나타낸다. 함수성 태는 습한 상태이고 색조는 갈색-갈색을 띈다.

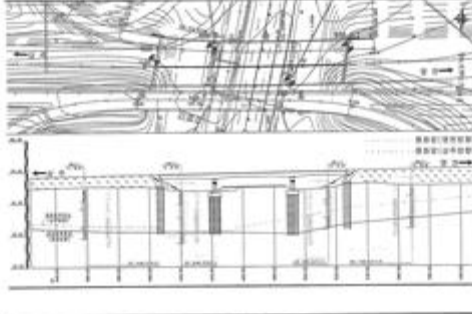
③ 모 지층

본 공구 전사수행에서 확인되나, 거대한 실트층으로 5.0~10.5m의 두께를 보인다고, 구성성 층은 장원적인 실트를 모래(30%)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 8값은 14/30으로 매우고른 연강도를 보이고 사질부의 8값은 6/30으로 느슨한 상태일도를 나타낸다. 함수성 태는 습한 상태이고 색조는 갈색-갈색을 띈다.

④ 모 지층

거대한 실트층으로 전사수행에서 확인되나, 총무량은 10.5~20.0m에 이르며 7.0m 이상의 총무량을 확인되었다. 실트 및 자갈 실트적인 실트로 구성되어, 표준관입시험 결과 8값은 50/10~50/3의 범위로 매우조밀한 상태일도를 보이고, 색조는 갈색을 띈다.

(2) 지층 분포면도



3.1 지형

산 계	수 계
-과업지역의 서쪽과 남서쪽은 강릉산과 수선산 등 비교적 높은 고도의 산계를 형성하고 있으며 북쪽은 주로 낮은 구릉지로 이루어져 있음 -과업노선으로 삼봉산의 지지대를 따라서 지나가며 그 남쪽으로는 북두산에 위치함	-지형적인 형태를 보이는 북두산이 과업노선의 서쪽과 남서쪽에 위치하고 있음 -과업노선의 종점부는 북두산 방향으로 흐르는 강천과 교차하고 있음 -점차적인 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남

월 공 사진



3.2 지 질

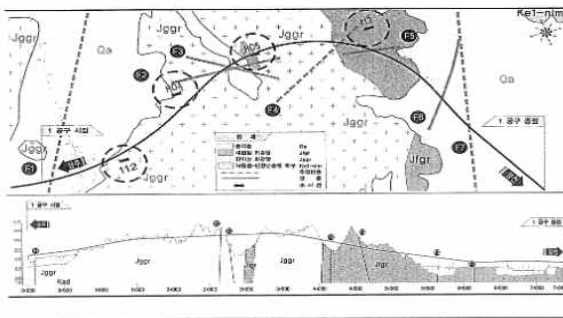
3.2.1 지질개요

교상지역에 분포하고 있는 암종으로는 두터운 권태구조가 발달하는 조립질의 편마성 화강암과 미약한 엽리를 보이는 세립질의 화강암(세립질 화강암)과 화강정맥암이 분포하고 있으며, 이를 산성암맥(규질암)과 알카리암맥(리석암)이 관입하고 있는 암상을 보임

3.2.2 지질분류표

지질시대	층 명	특 성
제4기	충적층(Du)	-하천 및 산곡 퇴적물
	--- 부경암 ---	
중생대	백악기	
	충성암맥(Kid), 산성암맥(Kac)	-과산성 지맥
	--- 관입 ---	
	화강암(Kgr)	-지상의 지반
	세립질 화강암(Jgr)	-열리 발달 미약, 세립질, 부분적으로 편광성육암 암상 포함
조리기	--- 암맥 ---	
	편마성 화강암(Jgr)	-열리 발달, 조립질

3.2.3 지질층·평면도



③ 풍 화 토

기반암의 상부층태인 풍화토층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 2.5-9.0m로 분포한다. 구성성질은 실트질 모래이며, 표준관입시험 결과 N값은 10/30-50/10의 범위로 보통조밀-매우조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이며, 색조는 갈색, 암갈색을 띤다.

④ 풍 화 암

기반암의 하부층태인 풍화암층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 0.5-9.0m로 분포한다. 골조시 실트세암 모래로 분해되었으며, 소용의 양한 고여가 화수되었다. 표준관입시험 결과 N값은 50/10-50/5의 범위로 매우조밀한 상태임을 보여준다. 색조는 갈색, 암갈색, 암갈색을 띤다.

⑤ 연 암 층

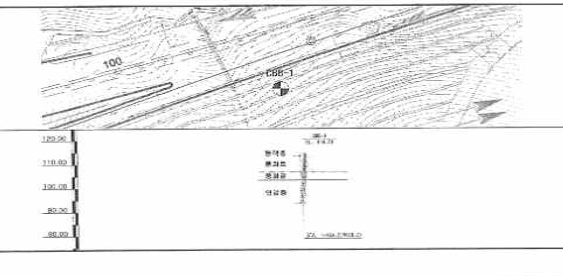
기반암의 화강암의 연암으로 CBB-2를 제외한 시추공에서 확인하였고, 층두께는 8.0-20.0로 분포한다. 풍화정도는 심한풍화-약간풍화를 보이고 있으며 강도는 미약-강함의 상태를 보여준다. 코어회수율(TCR)은 50-100%, 양질지수(RQD)는 10-75%로 회수되었으며, 색조는 암갈색, 암갈색, 회갈색을 띤다.

⑥ 경 암 층

기반암인 화강암의 연암으로 CBB-1에서 확인하였고, 층두께는 7.0-27.0m의 층두께로 확인되었다. 풍화정도는 보통풍화-심한풍화를 보이고 있으며 강도는 보통강함-매우강함의 상태를 보여준다. 코어회수율(TCR)은 100%, 양질지수(RQD)는 60-90%로 회수되었으며, 색조는 암갈색, 암갈색을 띤다.

③ 지층 중 평면도

• CBB-1 (STA. 1+181.2)



4.1.3 각기부

각기부에 대한 시추수량은 총 5개소로 이에 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (B. (-)m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TCR/RQD)	지하수위 (B. (-)m)
CBB-1	1+161.2 (우 28.2m)	충적층	0.0-1.4	1.4	사질세암 실트질 모래	16/30	11.2
		충적토	1.4-8.0	6.6	실트질 모래	10/30-50/21	
		화강암	8.0-11.4	3.4	기반암의 풍화암	50/9-50/5	
CBB-2	1+909.4 (우 22.7m)	연 암	11.4-21.0	9.6	화강암의 연암	(70-100/27-63)	7.5
		충적토	0.0-6.5	6.5	실트질 모래	33/30-50/17	
		화강암	8.5-9.0	2.5	기반암의 풍화암	-	
CBB-3	2+409.8 (좌 56.5m)	충적토	0.0-1.8	1.8	사질세암 실트질 모래	32/30	22.0
		충적토	1.8-5.5	3.7	실트질 모래	50/30-50/10	
		화강암	5.5-14.5	9.0	기반암의 풍화암	50/9	
CBB-4	3+854.8 (좌 30.0m)	연 암	14.5-30.0	18.5	화강암의 연암	(90-100/27-79)	17.5
		충적토	0.0-2.5	2.5	실트질 모래	50/15-50/13	
		화강암	2.5-3.0	0.5	기반암의 풍화암	-	
CBB-5	4+458.1 (우 38.2m)	연 암	3.0-11.0	8.0	화강암의 연암	(100/45-70)	17.0
		충적토	11.0-36.0	27.0	화강암의 연암	(100/68-90)	
		충적토	0.0-9.0	9.0	실트질 모래	30/30-50/12	
CBB-6	4+458.1 (우 38.2m)	충적토	9.0-10.0	1.0	기반암의 풍화암	50/10	17.0
		연 암	10.0-30.0	20.0	화강암의 연암	(50-100/19-66)	
		충적토	30.0-37.0	7.0	화강암의 연암	(100/82-86)	

(2) 지층개요

① 매 입 층

본 층은 최상부 지층으로 시추공 CBB-3에서 확인되었으며, 층두께는 1.8m로 분포한다. 사질세암 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 32/30으로 조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

② 풍 화 층

본 층은 시추공 CBB-11에서 확인되었으며, 층두께는 1.4m로 분포한다. 사질세암 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 16/30으로 보통조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

공 사 명	상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구) 시공중 확인보통
-------	----------------------------------

CBB-1	작업현경	CBB-1	작업현경

CBB-1	표준관입시험	CBB-1	시료채취

CBB-1	코어채취	CBB-2	작업현경

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1.1 교량제형

- 1) 형식 : 1경간단상(단거리)교
- 2) 교량종류 : 1단교
- 3) 교량폭 : 35.50.27m
- 4) 폭차 : 3.5.5.5m
- 5) 차차 : 10.0'

1.2 하중

- 1) 활하중 : DL + LL 하중
- 2) 충격계수 : $1 + \frac{15}{45 + L} \leq 1.3$
- 3) 교량하중 : 표준하중 $\times 1.3 = 130 \text{ kN/m}$
 $\times 1.3 = 169 \text{ kN/m}$

1.3 사용재료

- 1) 콘크리트 : $f_{cu} = 27 \text{ MPa}$
 $f_t = 4750 \times (f_{cu})^{1/3} = 24,422 \text{ MPa}$
- 2) 철근 : $f_y = 435 \text{ MPa}$
 $f_u = 550,000 \text{ MPa}$
- 3) 관재 : $f_y = 275,000 \text{ MPa}$

2. 단면가늌



5. 내진 해석 결과

5.1 교각 하단 변형치산정

가) 교각 좌우 방향

교각 번호	교향	교축방향 변위		교축직각방향 변위	
		교축방향 [변위량 (mm, mm)]	교축직각방향 [변위량 (mm, mm)]	교축방향 [변위량 (mm, mm)]	교축직각방향 [변위량 (mm, mm)]
P1	L	519.434	375.758	719.262	1814.434
	R	580.840	375.254	527.811	1814.797
	R	595.242	375.755	427.754	1815.161
P2	L	4635.628	647.290	1040.387	1828.597
	R	4725.732	646.816	430.252	1833.277
	R	4821.222	645.344	323.463	1837.975

나) 교각 좌우 방향

교각 번호	교향	교축방향 변위		교축직각방향 변위	
		교축방향 [변위량 (mm, mm)]	교축직각방향 [변위량 (mm, mm)]	교축방향 [변위량 (mm, mm)]	교축직각방향 [변위량 (mm, mm)]
P1	L	3405.790	841.389	4008.130	3060.301
	R	3498.221	843.050	3654.440	3066.482
	R	3559.890	844.110	3207.321	3063.863
P2	L	33922.290	1212.023	3818.339	2642.511
	R	33818.800	1210.634	8336.364	3032.514
	R	34018.610	1209.251	3363.479	3042.502

5.2 교각 하단 변형치산정 최종결과

- 좌측교각 L : 1.0 x (교축방향변위) + 0.5 x (교축직각방향변위)
- 우측교각 R : 0.5 x (교축방향변위) + 1.0 x (교축직각방향변위)

가) 교각 좌우 방향

교각 번호	교향	교축방향 Fx (kN)		교축직각방향 Fy (kN)	
		좌측교각 1	좌측교각 2	우측교각 1	우측교각 2
P1	L	790.213	891.880	805.090	1927.165
	R	751.192	732.966	581.260	1829.873
	R	717.553	586.276	523.467	1932.184
P2	L	4950.421	2440.069	1185.869	2202.794
	R	4804.828	1947.978	1198.386	2227.262
	R	5038.071	2365.773	1167.338	2221.791

나) 교각 좌우 방향

교각 번호	교향	교축방향 Mx (kN-m)		교축직각방향 My (kN-m)	
		좌측교각 1	좌측교각 2	우측교각 1	우측교각 2
P1	L	4927.636	5047.738	1236.979	4235.958
	R	4982.055	4755.311	1236.566	4241.567
	R	4901.046	4289.978	1242.000	4246.896
P2	L	34768.090	13668.020	1264.775	4302.118
	R	34735.725	12222.615	1266.368	4315.754
	R	35027.854	13969.062	1268.000	4325.327

- 방향별 사면방향 변위치산정 : 좌측교(좌측교각 1, 좌측교각 2)

교각 번호	교향	변위량 Fx (kN)		변위량 My (kN-m)	
		교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향
P1	L	891.592	1927.165	5047.738	4235.958
	R	751.192	1829.873	4755.311	4241.567
	R	717.553	1932.184	4501.046	4246.896
P2	L	4950.421	2202.794	34768.090	4302.118
	R	4804.828	2227.262	34735.725	4315.754
	R	5038.071	2221.791	35027.854	4325.327

1.2.2 시설물 점검이력

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

【표 1.2.1】 낙동JCT교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	상태 양호	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	상태 양호	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	상태 양호	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	상태 양호	양호

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 1.2.2】 낙동JCT교 전차 정밀안전점검 사항

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

1.2.4 기존자료

【표 1.2.3】 낙동JCT교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 120.0m, 폭 : 31.5m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : ㈜용진엔지니어링	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.4】 낙동JCT교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

1.3 현장조사

1.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 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~S3	도보	2019.11.22.~2019.12.03.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

【사진 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

1.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 낙동JCT교는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=120.0m 폭 31.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 1.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 전구간에 콘크리트 테크플레이트가 설치 되어있고, 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
합계	-	-



【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 3열로 시공되었으며, 도보로 외관조사를 실시하였다



【사진 1.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 국부적인 도장손상이 확인되었다.

【표 1.3.2】 거더외부 외관조사 결과

구분	도장손상 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.2	2
합계	0.2	2

	
S3-G3 도장손상(0.2m×0.5m)	S3-G4 도장손상(0.1m×1.0m)

【사진 1.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더외부에 발생한 도장손상은 시공 초기 외부 충격에 의한 긁힘으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 재도장 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 1.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 1.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—



【사진 1.3.7】 가로보 손상현황

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

- 낙동JCT교 교대는 3주식(일체형)으로 시공되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 폭 0.3mm 미만 균열, 체수, 누수흔적, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		체수 (m ³ /개소)		누수흔적 (m ³ /개소)		파손 (m ³ /개소)	
A1	3.5	2	—	—	—	—	—	—
A2	1.0	1	2.0	1	3.0	1	0.02	1
합계	4.5	3	2.0	1	3.0	1	0.02	1

A2 균열(폭 0.2mm)	A2 누수흔적(0.5m×2.0m×3EA)
A2 체수(1.0m×2.0m)	A2 파손(0.1m×0.1m×2EA)

【사진 1.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 체수가 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다.
- 발생한 균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 낙동JCT교의 교각은 3주식(일체형)으로 구성되어 있으며, 말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

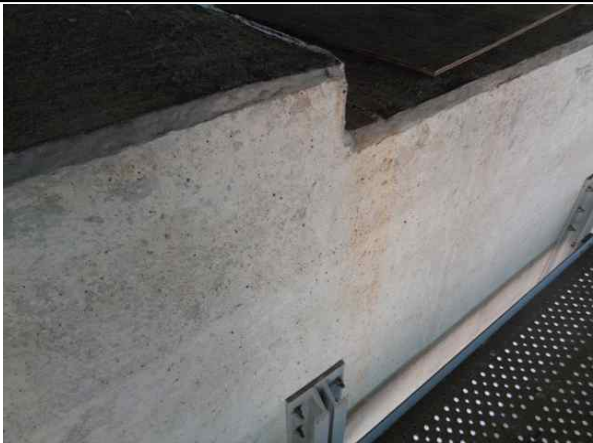
【사진 1.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열, 콘크리트 박리 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		박리 (㎡/개소)	
P1	1.0	1	2.0	1
P2	0.5	1	—	—
합계	1.5	2	2.0	1

	
P1 콘크리트 박리 (2.0m×0.2m)	P1 콘크리트 박리 (0.5m×2.0m)
	-
P2 코핑부 균열 (0.2mm/1.0m)	-

【사진 1.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

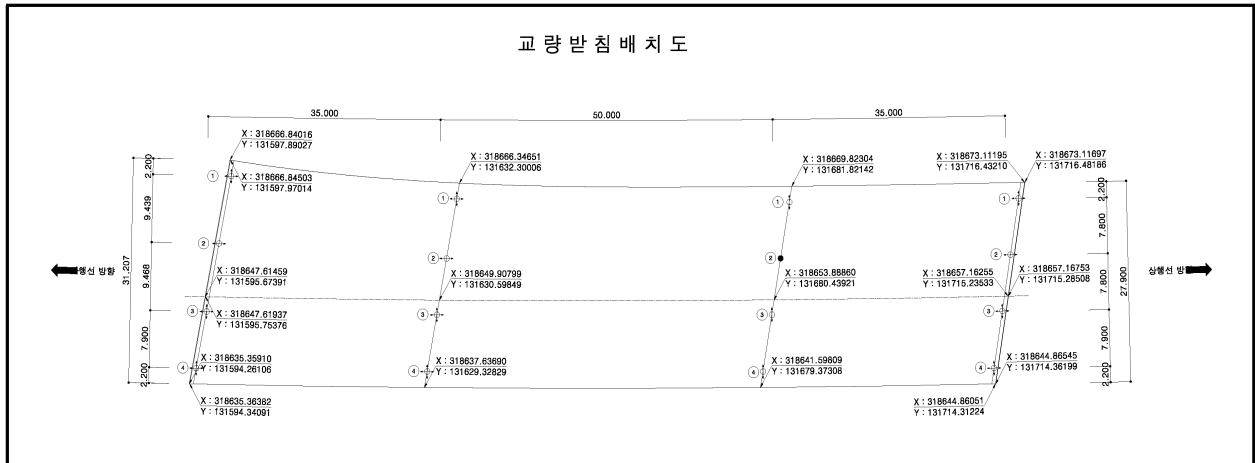
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 박리는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

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



【그림 1.3.1】 교량받침 배치도



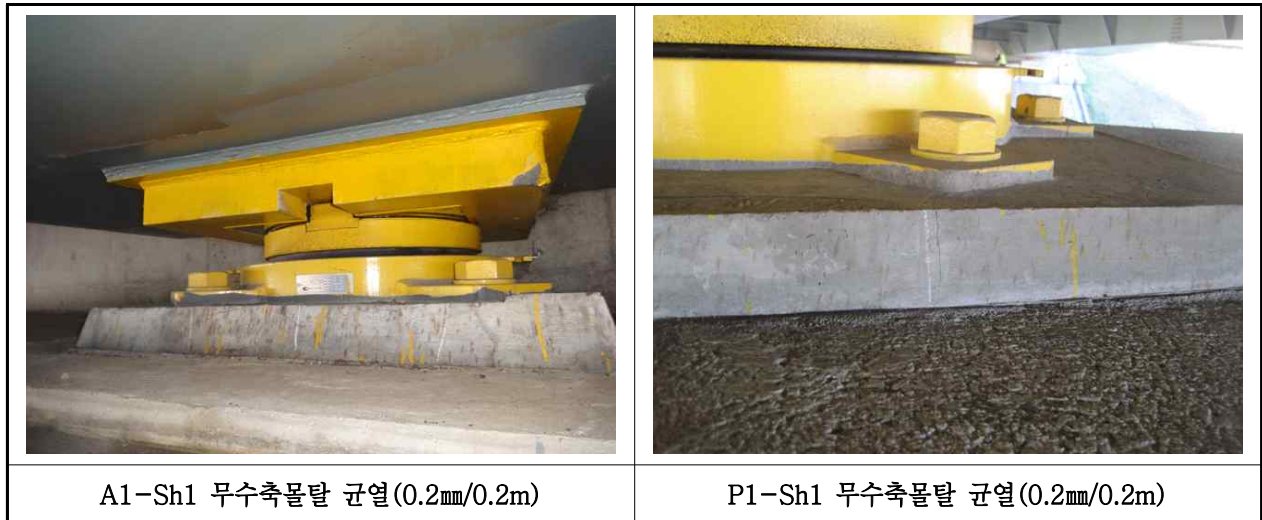
【사진 1.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 일부 구간에서 무수축물탈 균열이 조사되었다.

【표 1.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(m/개소)	
A1	0.4	2
P1	0.4	2
P2	0.9	9
A2	0.6	3
합계	2.3	16



【사진 1.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

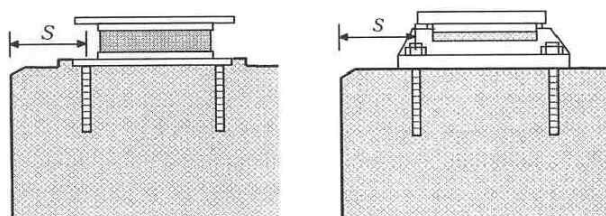
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 받침본체에서 발생한 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 1.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 1.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200+5 \times 35.0 = 375(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$

【표 1.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		375	550	550	540	550	O.K
P1	A1측	375	550	550	540	550	O.K
	A2측	450	600	580	590	600	O.K
P2	A1측	450	580	590	600	600	O.K
	A2측	375	540	550	540	550	O.K
A2		375	600	580	590	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.



【사진 1.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.8】 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	16.7	33.3	0.000012	85.0	17.0	34.0	
P1	16.7	33.3	0.000012	50.0	10.2	20.0	
P2	고정단						
A2	16.7	33.3	0.000012	35.0	7.0	14.0	
1) 조사당시 온도 : 6.7℃(조사일 : 2019년 11월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 1.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	15	115	85	17.0	34.0	±100
	SH2	15	115	85			±100
	SH3	15	115	85			±100
	SH4	15	115	85			±100
	SH5	15	115	85			±100
P1	SH1	10	110	90	10.2	20.0	±100
	SH2	10	110	90			±100
	SH3	10	110	90			±100
	SH4	10	110	90			±100
	SH5	10	110	90			±100
P2	고정단						
A2	SH1	10	110	90	7.0	14.0	±100
	SH2	10	110	90			±100
	SH3	10	110	90			±100
	SH4	10	110	90			±100
	SH5	10	110	90			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

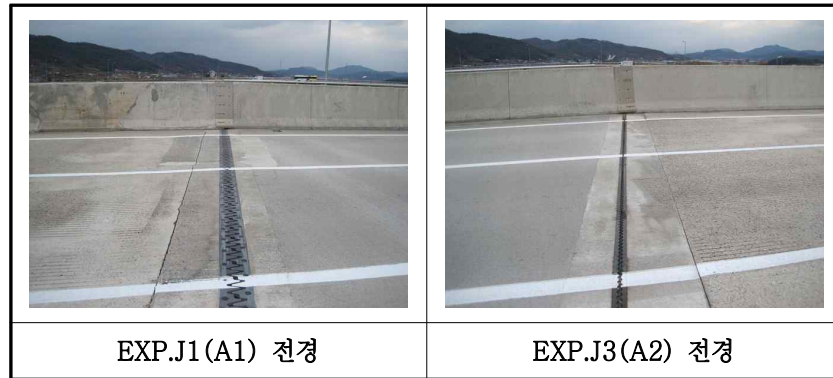
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1 핑거조인트, A2 모노셀조인트로 시공된 상태이다.



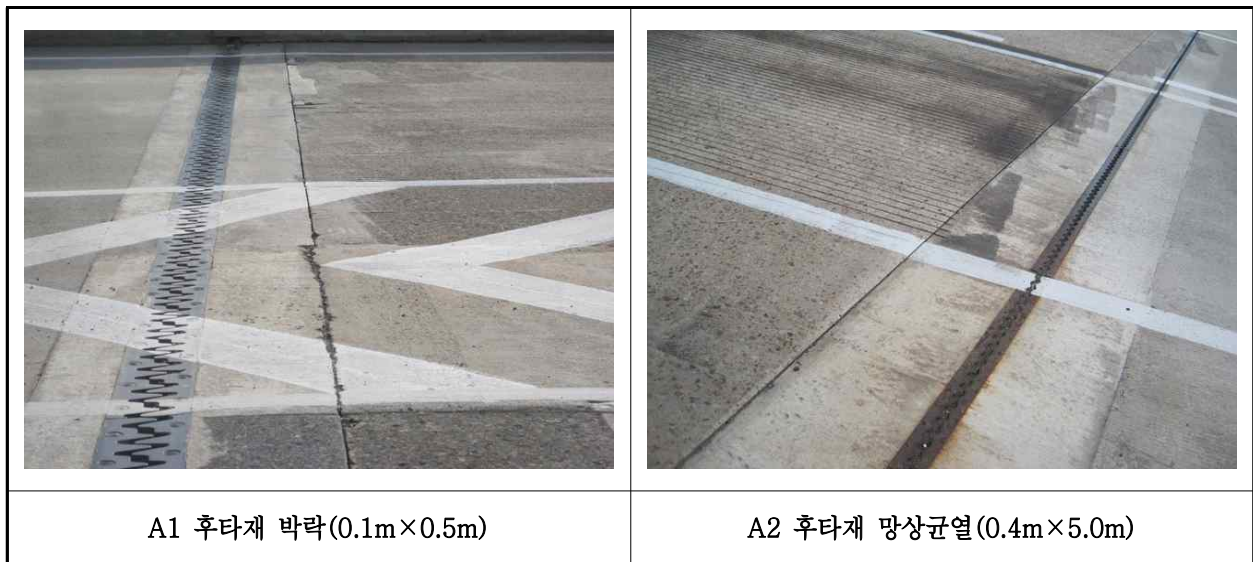
【사진 1.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 박리, 본체 부식, 유간 토사퇴적 등이 조사되었다.

【표 1.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	접속부 이격 (m/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)		본체 부식 (m/개소)		차수판볼트체결불량 (개소/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	25.0	2	0.05	1	—	—	—	—	—	—
A2 (EXP J3)	—	—	—	—	12.0	4	2	2	2.0	1
합계	25.0	2	0.05	1	12.0	4	2	2	2.0	1



【사진 1.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 박리는 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 채수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 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 가동량 산정 - 조사일 : 2019. 11. 22. 기온 적용: 6.3°C(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 6.3^{\circ}\text{C} = 43.3^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-10.0^{\circ}\text{C} - (6.3^{\circ}\text{C}) = 26.3^{\circ}\text{C}$ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)	
	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
						

【사진 1.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	16.3	33.7	0.000012	85.0	17.0	34.0	
A2	16.3	33.7	0.000012	35.0	7.0	14.0	

1) 조사당시 온도 : 6.7℃(조사일 : 2019년 11월 22일, 평균온도, 상주)
 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 1.3.12】 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	17.0	34.0	50	100	51.0	16.0	O.K
A2	7.0	14.0	23	50	30.0	9.0	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 6.7℃(11월 22일)로써 이때 측정유간은 23.0~50.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 낙동JCT교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어 있다.



【사진 1.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장부 망상균열이 조사되었다.

【표 1.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장부 망상균열 (㎡/개소)	
S1	90.0	1
S2	90.0	1
S3	90.0	1
합계	270.0	3

	
S2 교면포장 망상균열 (30.0m×3.0m)	S2 교면포장 망상균열 (30.0m×3.0m)
	
S3 교면포장 망상균열 (30.0m×3.0m)	S3 교면포장 망상균열 (30.0m×3.0m)

【사진 1.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 신규 손상인 포장부 망상균열이 확인되었고, 차량의 반복하중, 우수, 공용에 의해 열화가 발생한 것으로 판단된다. 손상부에 대한 즉시보수보다는 주기적인 유지관리로 손상의 정도를 판단하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 1.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—



배수시설 상태 양호

【사진 1.3.22】 배수시설 손상현황

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 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부 백태가 확인되었다.

【표 1.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태(m ² /개소)	
S1	0.30	3
S2	0.25	2
S3	—	—
합계	0.55	5

	
S1 방호벽 균열부 백태(0.1m×1.0m×3EA)	S2 방호벽 균열부 백태(0.1m×1.0m)
	—
S2 방호벽 균열부 백태(0.1m×1.5m)	—

【사진 1.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 낙동JCT교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



점검통로 전경

【사진 1.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.16】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	—	
P1	—	—
P2	—	—
합계	—	—



【사진 1.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

1.3.3 외관조사 총괄표

【표 1.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	도장손상	m ²	0.2	2	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.5	3	
	채수	m ²	2.0	1	
	누수흔적	m ²	3.1	1	
	파손	m ²	0.02	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.5	2	
	박리	m ²	2.0	1	
교량받침	무수축몰탈 균열	m	2.3	16	
신축이음	접속부이격	m	25.0	2	
	후타재 박락	m ²	0.05	1	
	본체 부식	m	12.0	4	
	차수판 볼트 체결불량	EA	2.0	2	
	후타재 망상균열	m ²	2.0	1	
교면포장	포장부 망상균열	m ²	270.0	3	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열부 백태	m ²	0.55	5	
점검시설	상태양호	—	—	—	

1.3.4 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 최초 정밀안전점검으로 전차물량은 없는 것으로 확인되었다.

1.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2019. 01, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

1.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

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

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

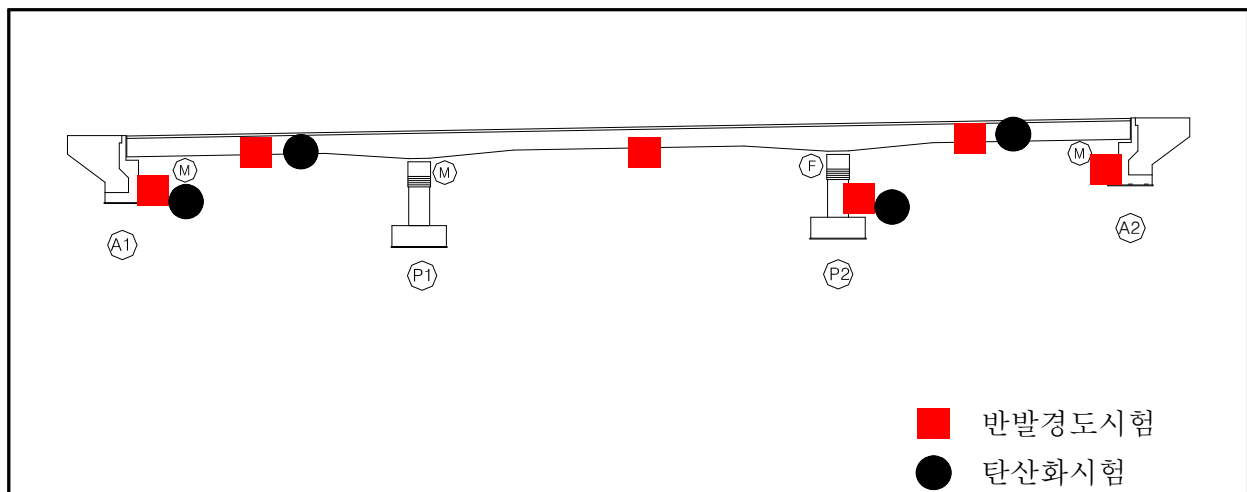
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 1.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 캔틸레버	46.5	27.2	28.4	0.66	27.0	
	S2 캔틸레버	46.8	27.5	28.6			
	S3 캔틸레버	46.7	27.4	28.5			
	평 균	46.67	27.37	28.50	—		

【표 1.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 벽체	45.0	25.9	27.7	0.66	24.0	
	P1 코핑	46.0	26.8	28.2		27.0	
	P2 코핑	49.4	29.6	29.8			
	평 균	46.8	27.4	28.6	—		

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.4~29.6MPa, 하부구조 28.0~29.9MPa 로
측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하
가 없는 것으로 판단된다.

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

【표 1.4.4】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.3 ~ 28.5	27.0	101.3 ~ 105.6
하부구조	교대	26.4 ~ 28.0	24.0	109.8 ~ 116.5
	교각	28.0 ~ 29.9	27.0	103.7 ~ 110.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.5】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	26.5-29.5	27.2~29.0	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 1.4.6】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	1.0	50.0	49.0	a	0.71	100년이상	
	S1 바닥판하면	1.0	50.0	49.0	a	0.71	100년이상	
하부구조	A1 벽체	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P2 코핑부	5.0	100.0	95.0	a	3.54	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 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 1.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비 고
상부구조	1.0	49.0	
하부구조	5.0~6.0	94.0~95.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.8】 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	49.0	a	
하부구조	—	—	—	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 1.4.9】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.3 ~ 28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.4 ~ 28.0	24.0	
		교각	28.0 ~ 29.9	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		49.0	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 1.4.10】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.4 ~ 31.2		27.3 ~ 28.5		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.3 ~ 28.7		26.4 ~ 28.0		
		교각	27.5 ~ 31.4		28.0 ~ 29.9		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		—	—	49.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		—	—	94.0~95.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

1.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2019. 1.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사방도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

1.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

【표 1.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	a	a	a	b	a	b	b	b	b	q	a	a
S2	P1	STB	a	b	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S3	P2	STB	a	a	a	b	a	a	—	b	b	q	—	a
	A2								b	b	b	q	—	—
평균			0.100	0.133	0.100	0.200	0.100	0.167	0.200	0.200	0.200	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.027	0.005	0.014	0.003	0.003	0.018	0.018	0.040	—	0.004	0.003
													0.153	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.153) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 1.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
낙동JCT교	0.153	B	120	6	720	1.000	0.153
합계(Σ)			120	6	720	1	0.153
1. 평가지수 =							0.153
2. 상태평가결과 =							B

1.5.2 기 점검 결과와의 비교

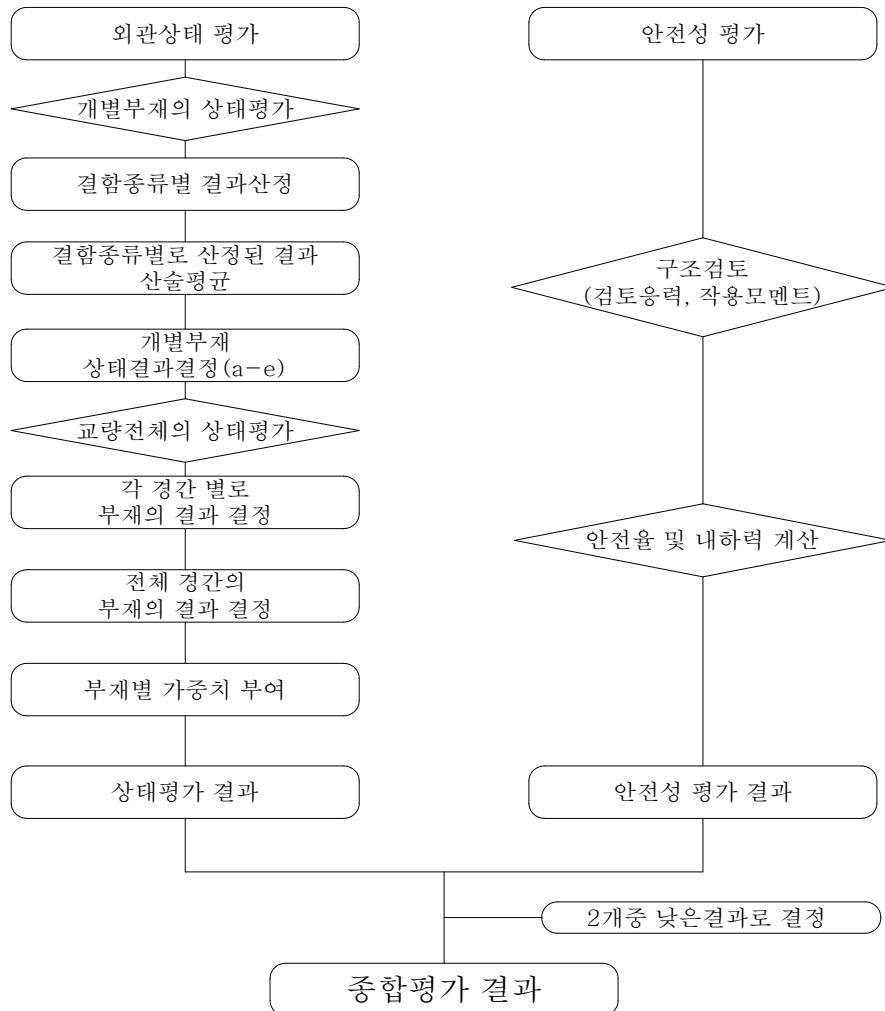
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 1.6.1】 종합평가 결과 산정절차

1.6.2 종합평가 결과

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

【표 1.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
낙동JCT교	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				

1.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 1.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

1.7 보수·보강 및 유지관리방안

1.7.1 보수·보강 방안

【표 1.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	도장손상	m ²	0.2	2	재도장	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.5	3	표면처리	하자
	체수	m ²	2.0	1	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	3.1	1	표면처리	하자
	파손	m ²	0.02	1	단면보수	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.5	2	표면처리	하자
	박리	m ²	2.0	1	단면보수	하자
교량받침	무수축몰탈 균열	m	2.3	16	표면처리	3순위
신축이음	접속부이격	m	25.0	2	유지관리	4순위
	후타재 박락	m ²	0.05	1	단면보수	2순위
	본체 부식	m	12.0	4	재도장	2순위
	차수판 볼트 체결불량	EA	2.0	2	정비	3순위
	후타재 망상균열	m ²	2.0	1	표면처리	3순위
교면포장	포장부 망상균열	m ²	270.0	3	표면처리	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열부 백태	m ²	0.55	5	표면처리	3순위
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

1.7.2 개략공사비

【표 1.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	도장손상	재도장	0.2	0.30	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.5	1.69	m	—	—	하자
	채수	표면처리	2.0	3.00	m ²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	3.1	4.65	m ²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.5	0.56	m	—	—	하자
	박리	단면보수	2.0	3.00	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열	표면처리	2.3	0.86	m	40	34	3순위
신축이음	후타재 박락	단면보수	0.05	0.08	m ²	165	13	2순위
	차수판 볼트 체결불량	정비	2.0	3.00	EA	25	75	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	2.0	3.00	m ²	54	162	3순위
교면포장	포장부 망상균열	표면처리	270.0	405.00	m ²	—	—	하자
방호벽	균열부 백태	표면처리	0.55	0.83	m ²	54	45	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		13		317		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		7		159		
	합계	—		20		476		
개략공사비 총계(천원)		496						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

1.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

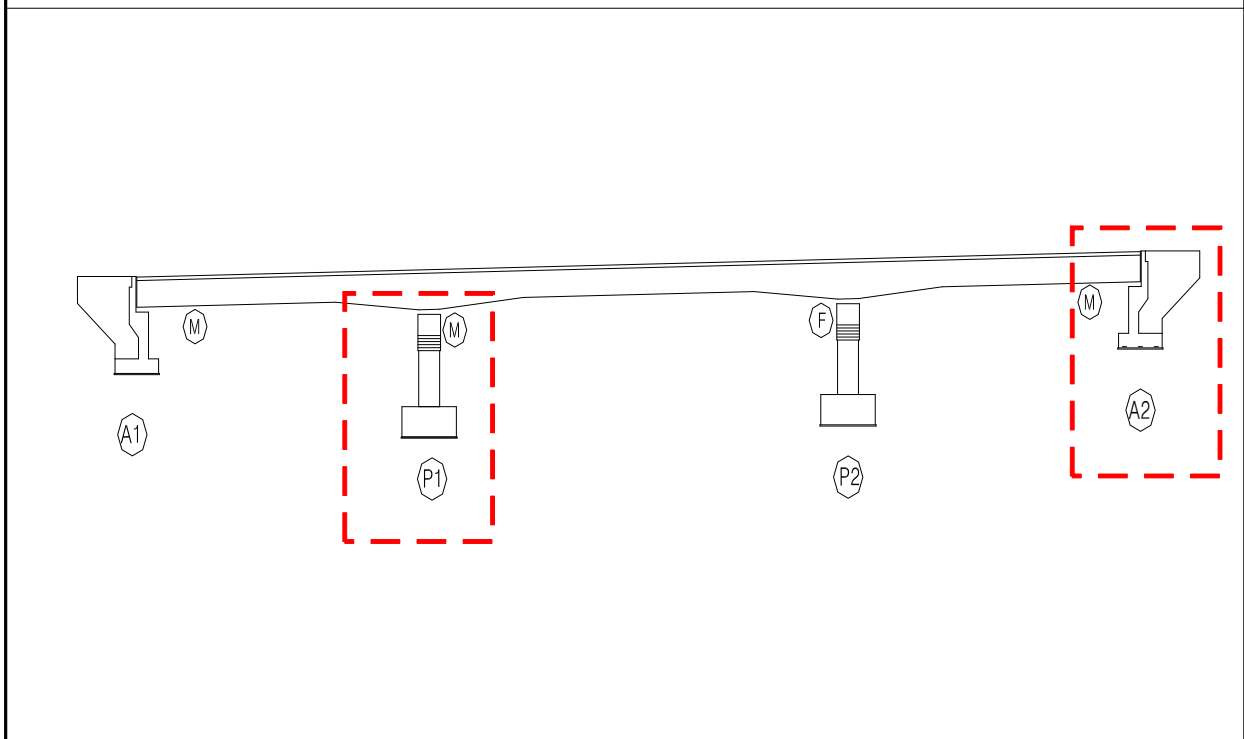
【표 1.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	• 방호벽 손상여부 점검
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

◎ 부재별 중점점검 손상



① 하부구조 균열 및 박리 파손 등 - 진전 여부확인



1.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 상주시낙동면 상촌리(상주영천고속도로 낙동JCT)에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 31.5m의 Steel Box Girder 교량으로, 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

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

2) Steel Box Girder

- 거더외부에 발생한 도장손상은 시공 초기 외부 충격에 의한 긁힘으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 재도장 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 체수가 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다.
- 발생한 균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로

판단된다.

- 교각에 발생한 박리는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 발생한 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

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 박리는 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 6.7℃(11월 22일)로써 이때 측정유간은 23.0~50.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 신규 손상인 포장부 망상균열이 확인되었고, 차량의 반복하중, 우수, 공용에 의해 열화가 발생한 것으로 판단된다. 손상부에 대한 즉시보수보다는 주기적인 유지관리로 손상의 정도를 판단하는 것이 바람직하다.

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 발생한 균열부 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.4~29.6MPa, 하부구조 28.0~29.9MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 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 “0.153, B등급” 으로 평가되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 낙동JCT교에 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 상태인」인 「B」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

1.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

