

23. 화남교

23.1 시설물 개요

23.2 자료수집 및 분석

23.3 현장조사

23.4 콘크리트 내구성조사

23.5 상태평가

23.6 종합평가 및 안전등급 지정

23.7 보수·보강 및 유지관리 방안

23.8 종합결론

23. 화남교

23.1 시설물의 개요

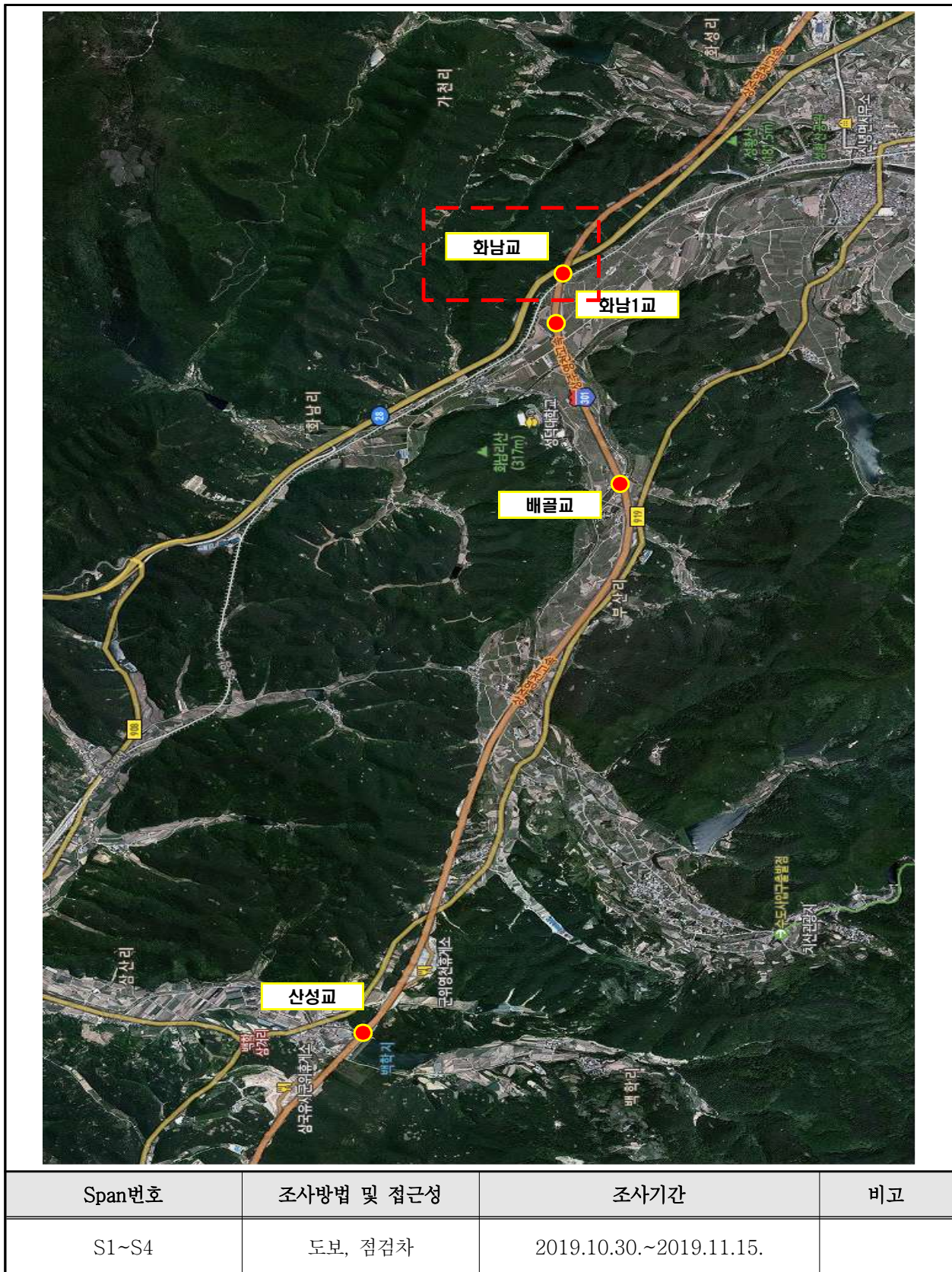
본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 화남리(상주영천고속도로 63.768~64.003km)에 위치한 교량으로서 총 연장 235.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

23.1.1 일반사항

【표 23.1.1】 화남교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000260		관리번호		SY BR.23	
시설물위치		경상북도 영천시 신녕면 화남리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		63.768~64.003km		공사이정		8.210~8.445km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=235.0m, (50m+2@65m+55m=235m)					
	폭	B=24.3m, 4차로					
구조 형식	상부	ST. BOX		기초 형식	교 각	직접기초	
	하부	T형			교 대	직접, 말뚝기초	
교량받침		면진받침		신축이음		핑거	
교차시설물		국도 28호선		통과높이		6.6m	
부착시설내용		-					
시 공 자		경남기업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

23.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 23.1.1】 위치도

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

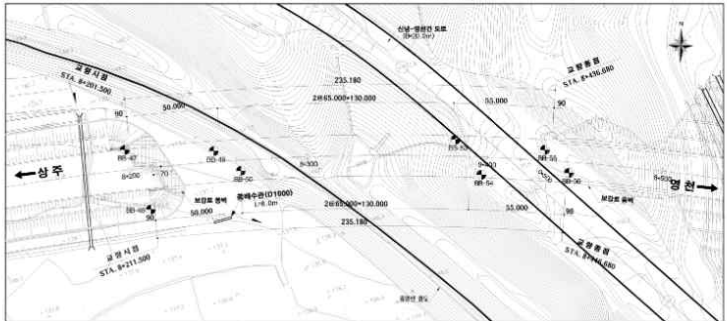
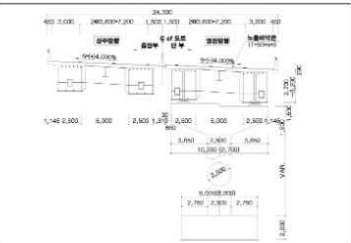
【그림 23.1.2】 부재별 현황

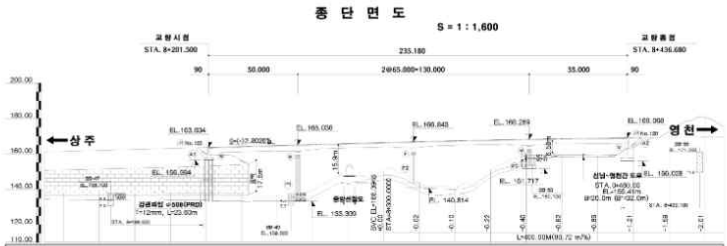
고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

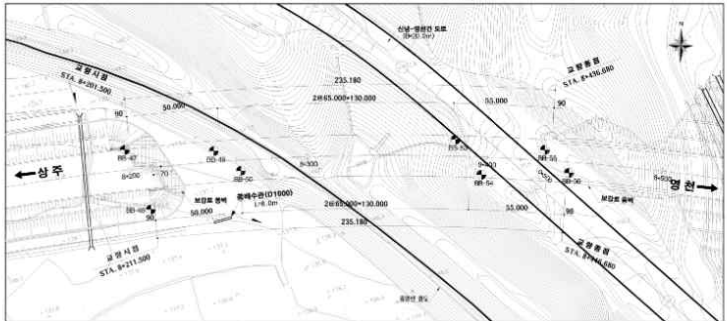
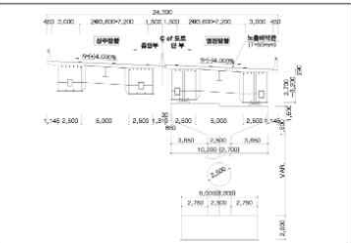


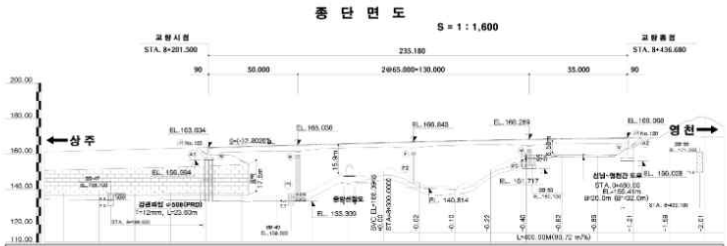

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

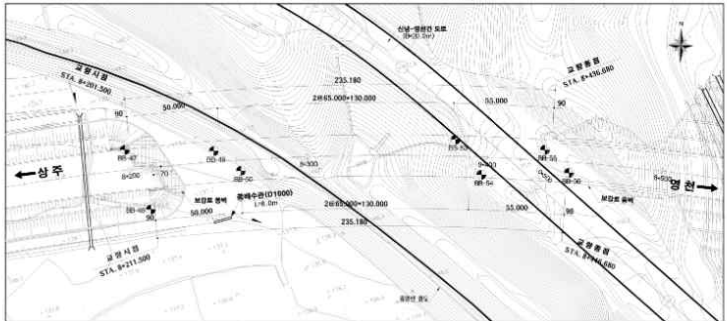
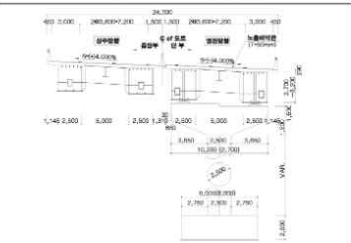


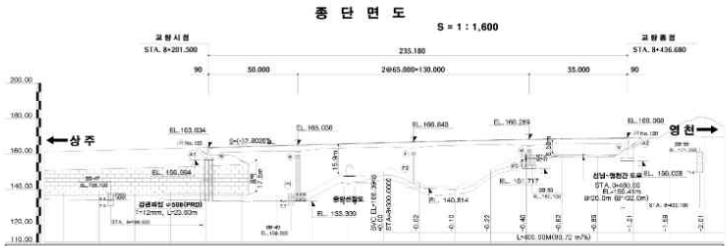

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

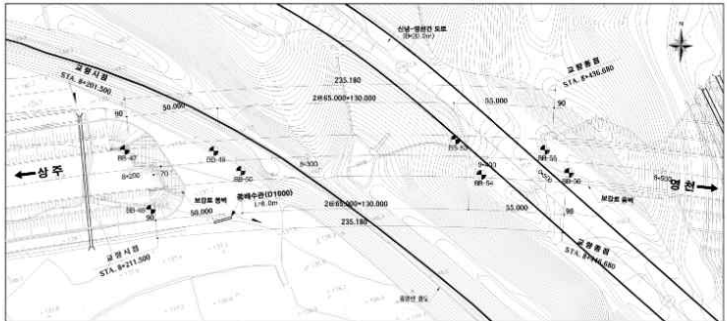
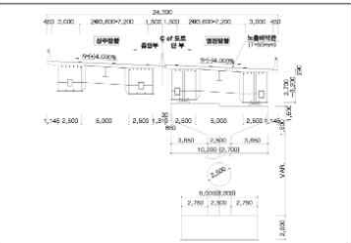


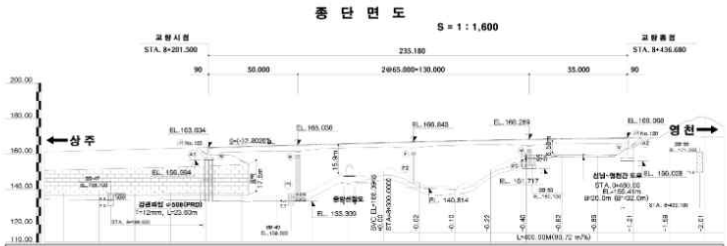

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

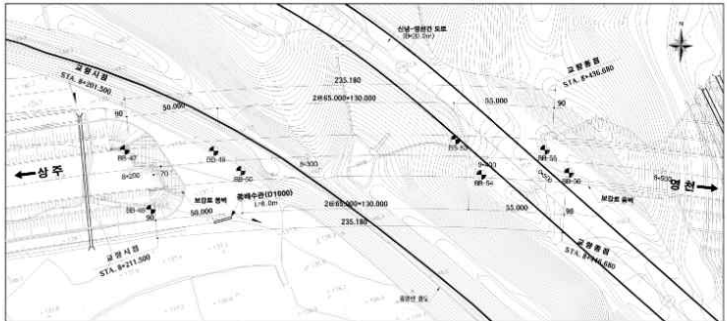
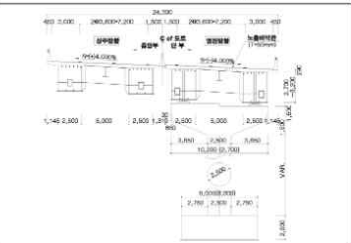


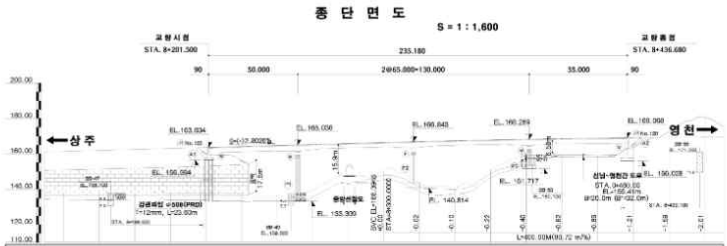

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

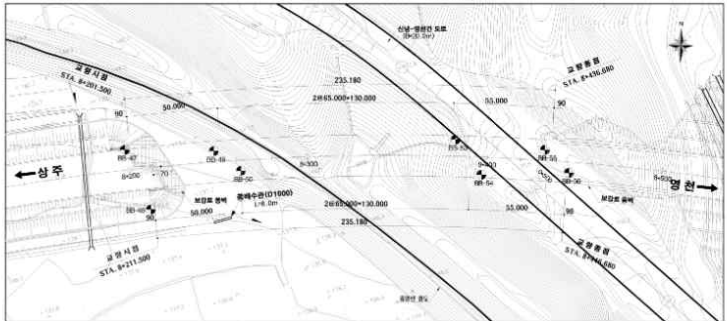
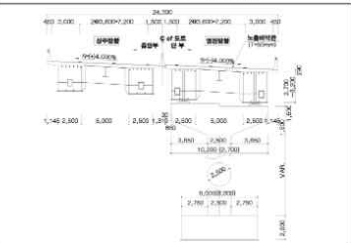


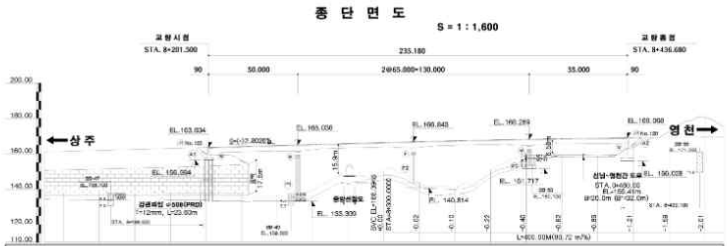

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

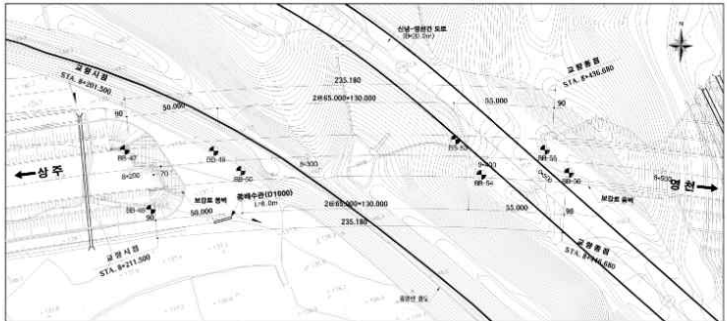
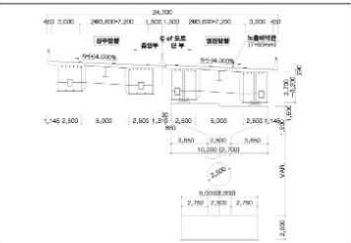


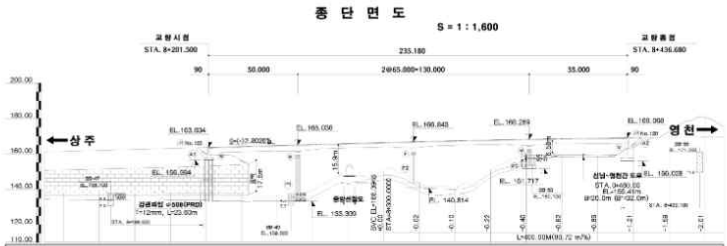

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

월단면도 S=1:300

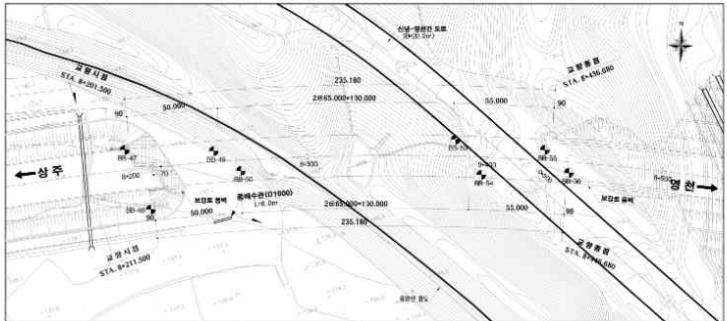
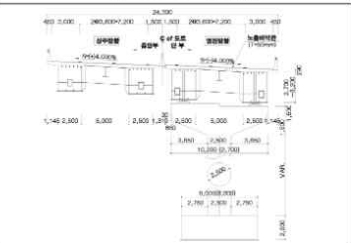


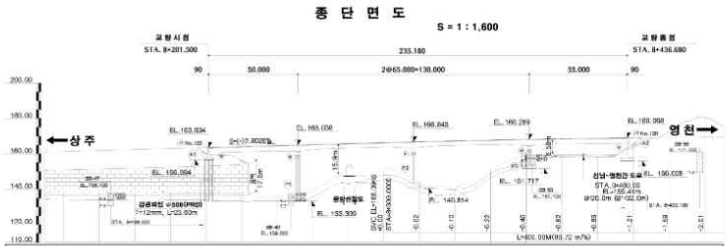

고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제7공구: 부계 - 신암

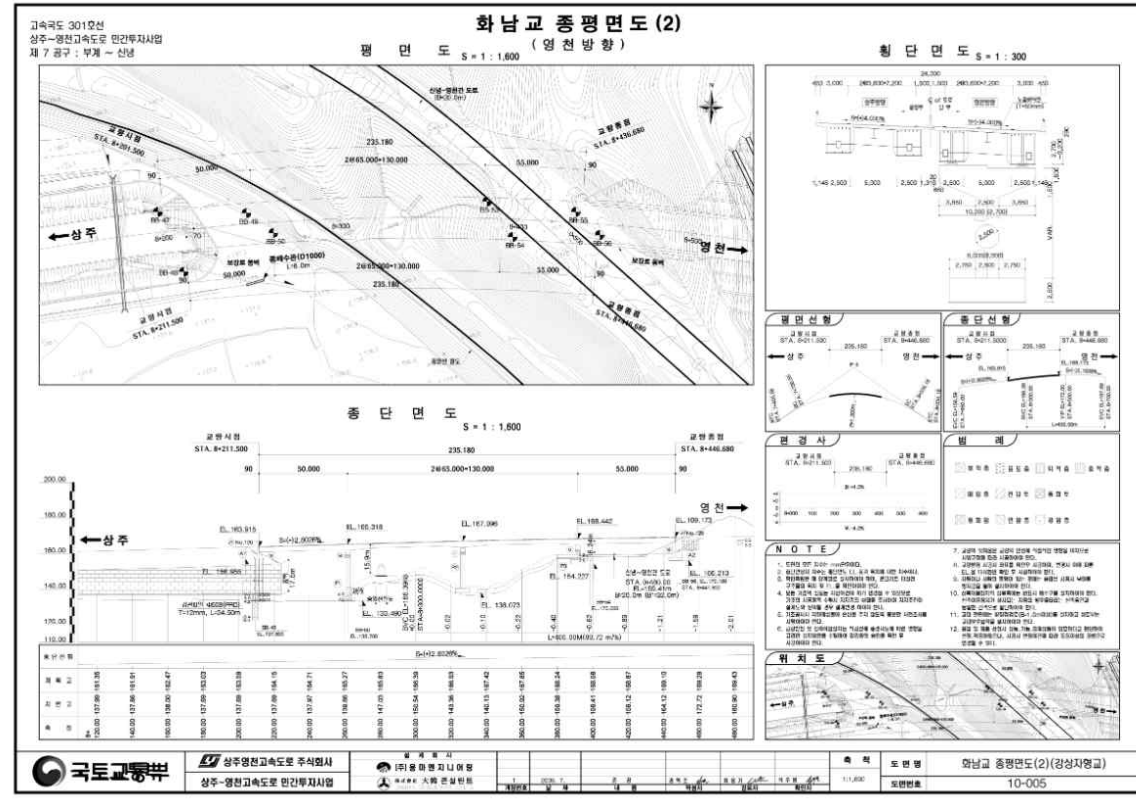
화남교 종평면도 (1)

평면도 S=1:1,600

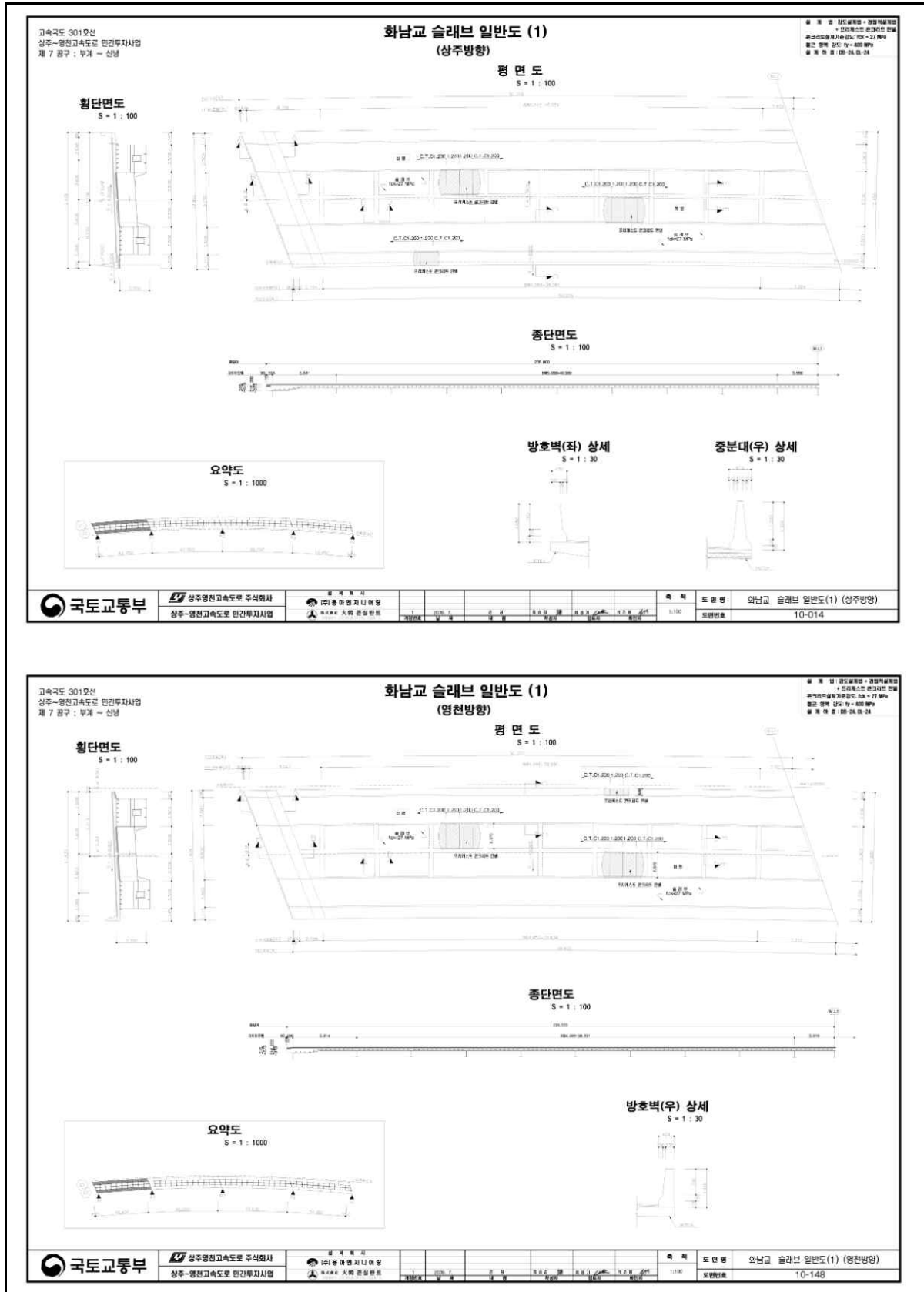
월단면도 S=1:300

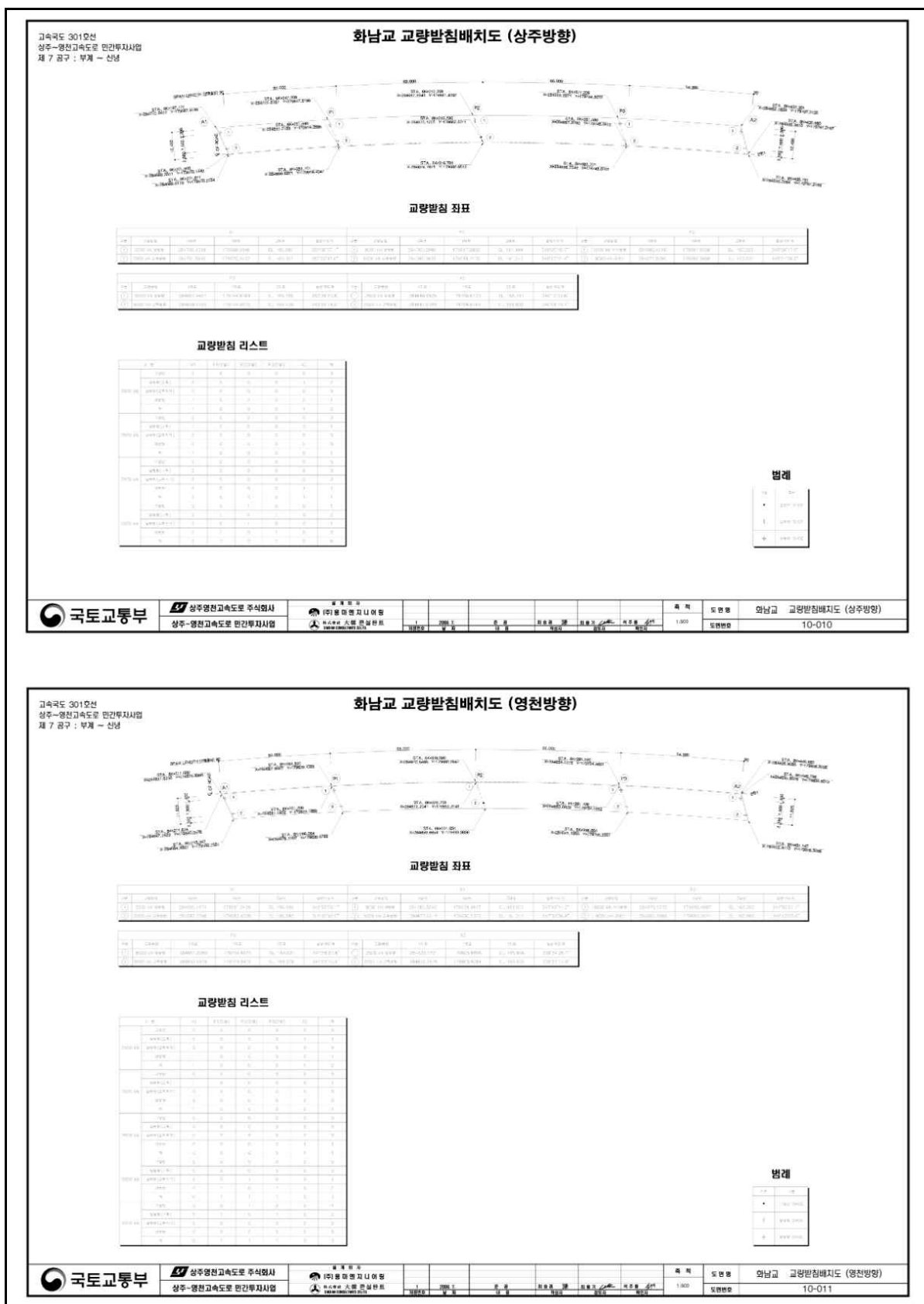




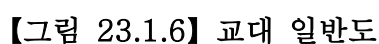
【그림 23.1.3】 종평면도

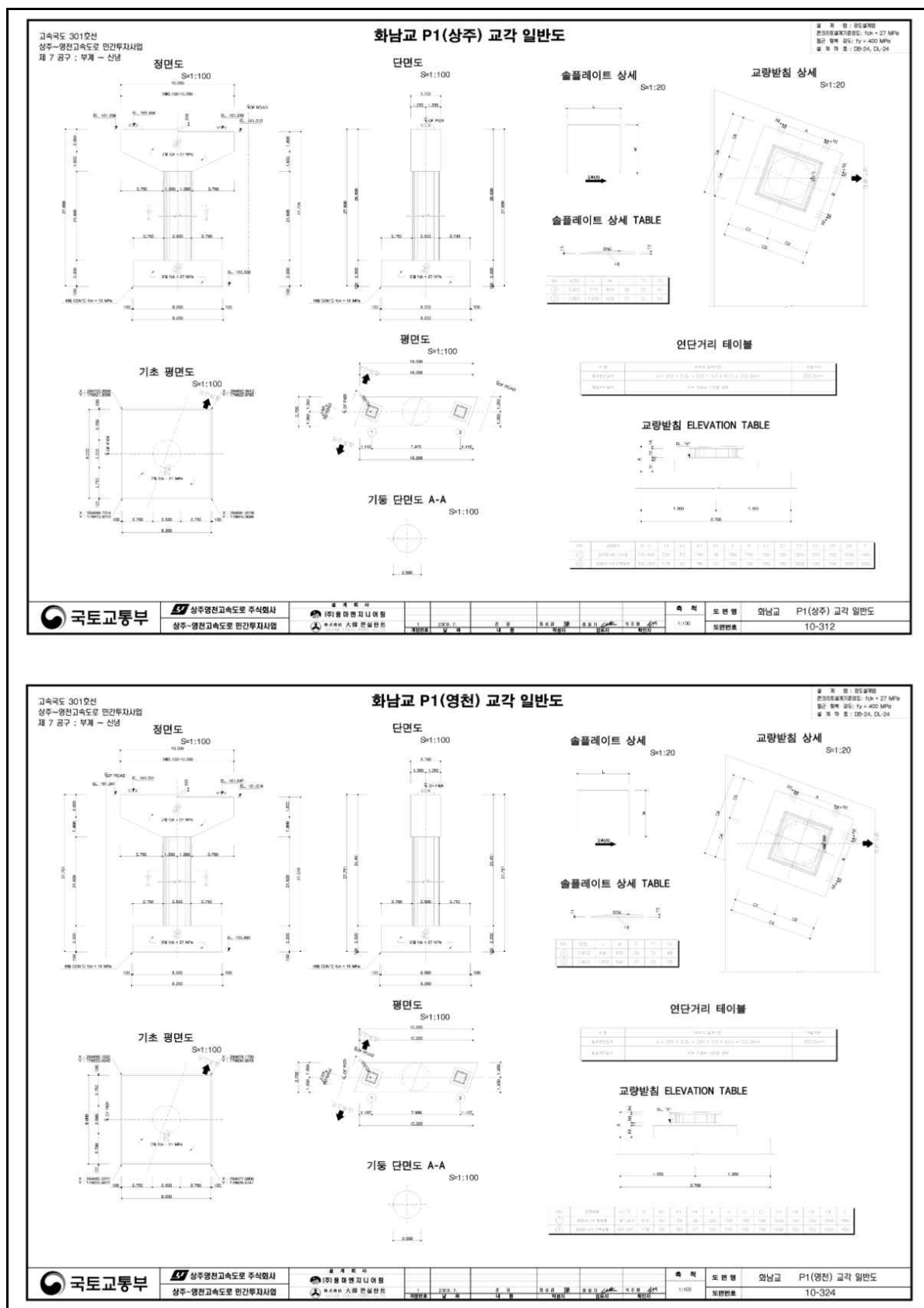


【그림 23.1.4】 슬래브 일반도



【그림 23.1.5】 교량받침 배치도





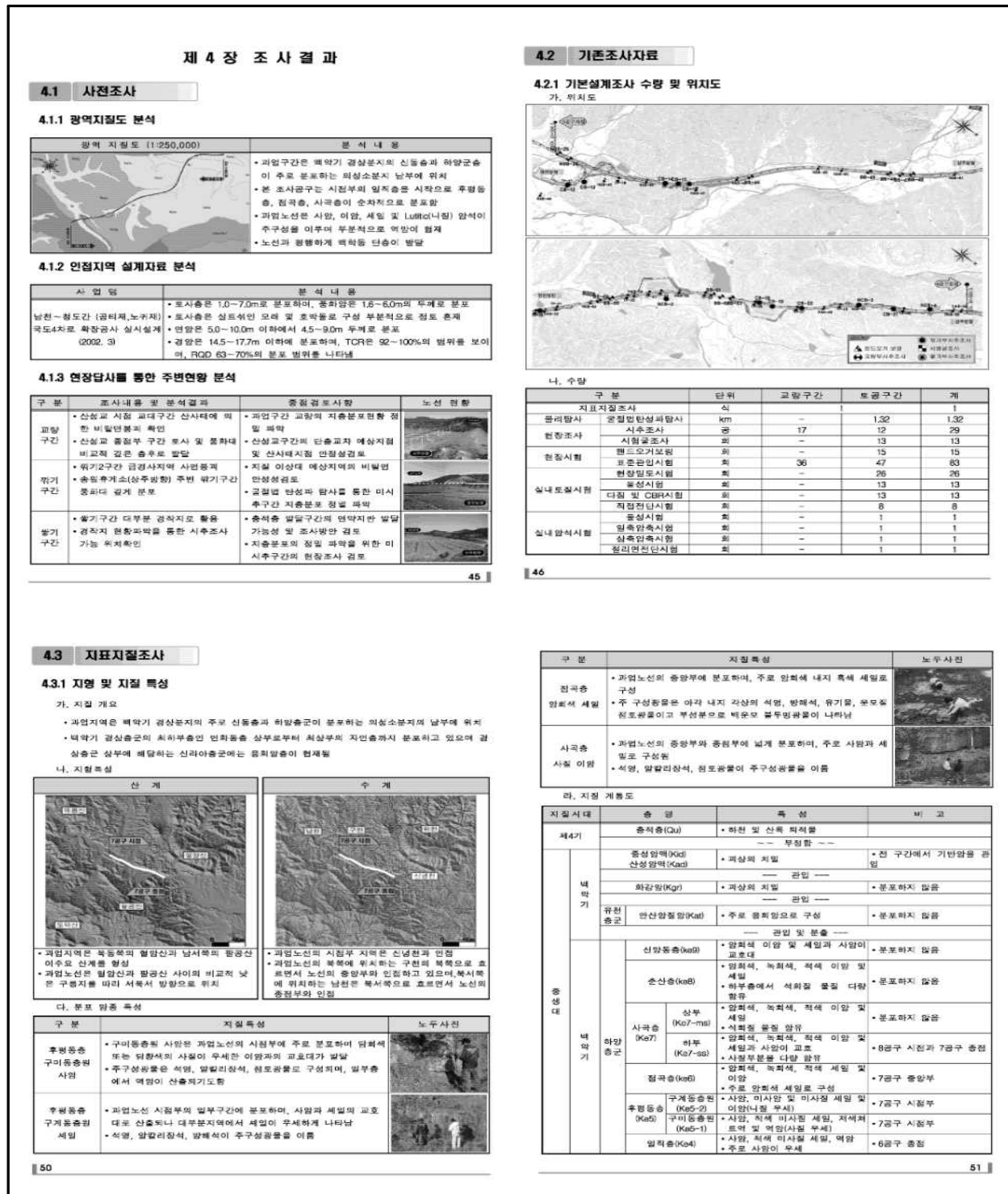
【그림 23.1.7】 교각 일반도

23.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 7공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

23.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



나. 지반 및 지질 조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

• 상주-영천 고속도로 민간투자사업 제 7공구 지반조사

1.2 조사목적

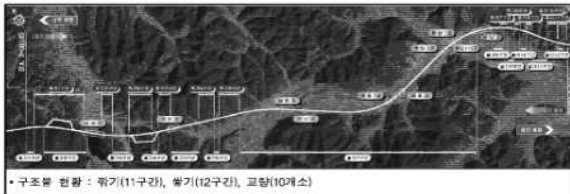
- 계획노선의 지반공학특성 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선정된 계획노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

- 시험 : 경상북도 군위군 부계면 창령리(STA. 0+000)
(X=287099.61, Y=172291.09)
- 중점 : 경상북도 영천시 신녕면 화성리(STA. 9+800)
(X=286966.14, Y=181553.04)
- 변장 : 9.80km



1.4 위치도



• 구조물 현황 : 휘기(11구간), 뽕기(12구간), 교량(10개소)

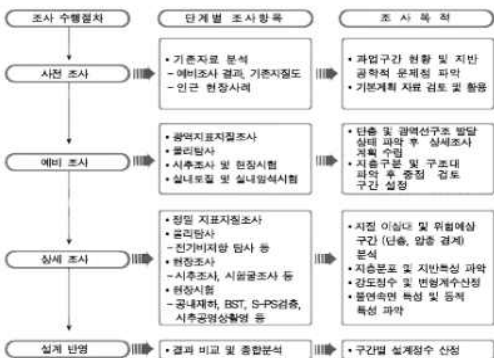
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

2.1.1 조사 기본방향



2.1.2 조사 수행 흐름도



제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 휘기 및 뽕기 비탈면 중 종횡기능선을 지닌 대략기 비탈면과 고출기 비탈면에 대하여 설계사 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석 파악 후 토질 및 알발상태와 안정성을 고려한 안정 비탈면기능기 결정 및 대책 등을 검토하여 경제적인 비탈면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 일의적 최소안정율을 갖는 활동 저항면에 대한 안정성 평가가 이루어지나 암반비탈면의 경우 지질구조 및 불연속면의 특성에 의해 안정성을 평가하게 된다. 따라서 본 검토에서는 토사와 암반 비탈면의 파괴특성 차이를 고려하여 본 계획 노선의 비탈면을 토사비탈면과 암반비탈면으로 구분하여 안정검토를 실시하였다.

7.1.2 검토내용

본 구간의 검토대상 비탈면에 대하여 현장조사 및 실내시험을 통하여 얻은 성과를 토대로 검토한 내용은 다음과 같다.

- 현장조사 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 산정
- 합리적인 비탈면 기능기 검토
- 비탈면 안정대책 및 보토공법 검토

7.2

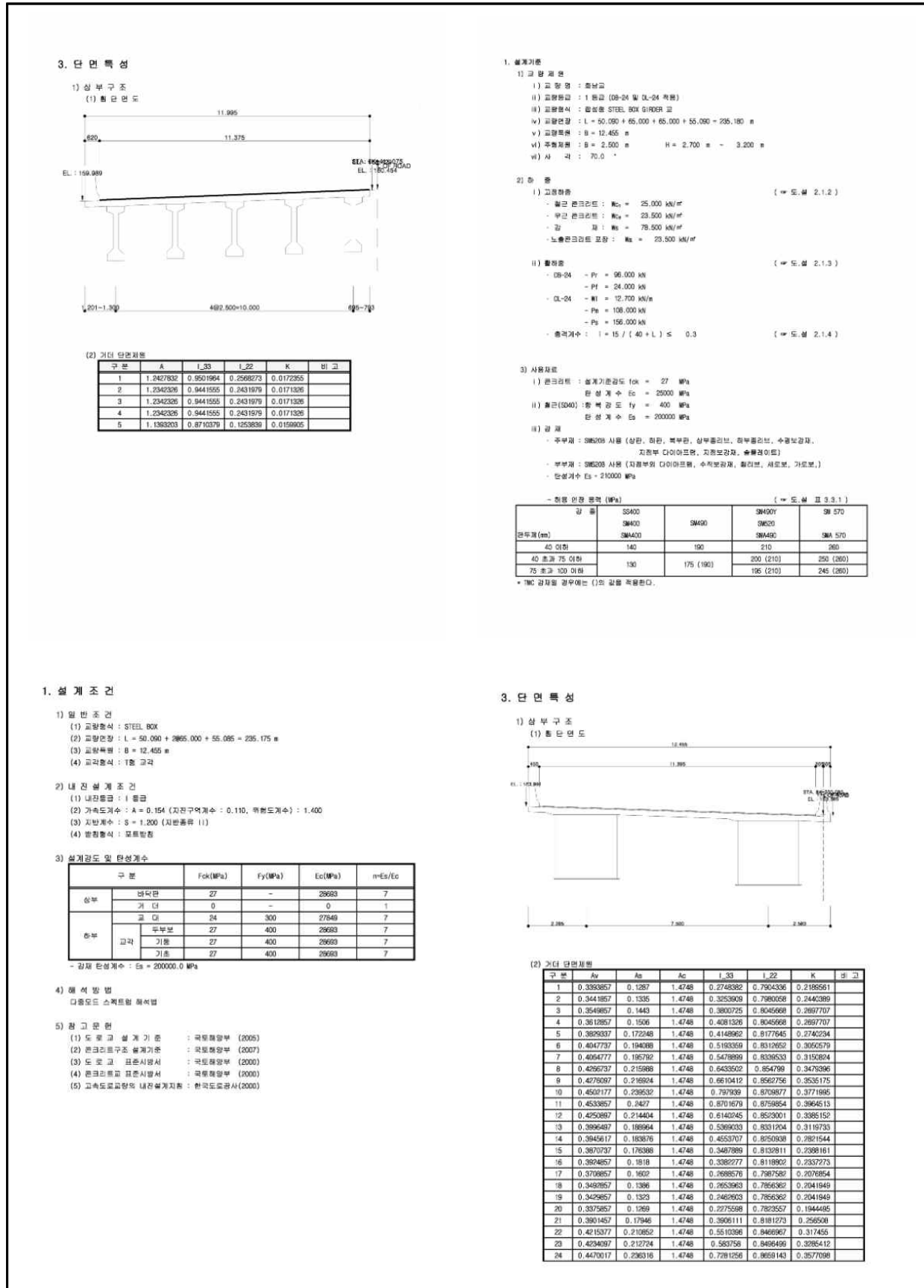
7.2.1 선정기준

과업구간에 계획되는 비탈면 중 총괄기능 구간의 검토대상 선정은 일반적으로 총괄기능이 10m 이상, 휘기구간은 절취비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면을 원칙으로 하였으며, 그 외 원상조진 및 토질조건에 따른 대상은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

232 지반조사 현황		233 조사 항목별 수행	
구분	현황	구분	수행
1. 지반조사	지반조사	1. 지반조사	지반조사
2. 지질조사	지질조사	2. 지질조사	지질조사
3. 지층조사	지층조사	3. 지층조사	지층조사
4. 지반공학특성	지반공학특성	4. 지반공학특성	지반공학특성
5. 지반조건	지반조건	5. 지반조건	지반조건
6. 지반안정성	지반안정성	6. 지반안정성	지반안정성
7. 지반대책	지반대책	7. 지반대책	지반대책
8. 지반시공	지반시공	8. 지반시공	지반시공
9. 지반관리	지반관리	9. 지반관리	지반관리
10. 지반연구	지반연구	10. 지반연구	지반연구
11. 지반교육	지반교육	11. 지반교육	지반교육
12. 지반홍보	지반홍보	12. 지반홍보	지반홍보
13. 지반협력	지반협력	13. 지반협력	지반협력
14. 지반기타	지반기타	14. 지반기타	지반기타

151 ■

다. 구조계산서 및 내진설계



23.2.2 시설물 점검이력

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

【표 23.2.1】 화남교 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

23.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 23.2.2】 화남교 전차 정밀안전점검 사항

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

23.2.4 기존자료

【표 23.2.3】 화남교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 235.0m, 폭 : 23.4m	
시공관리자료	· 시공사 : 경남기업(주) · 설계사 : (주)용마엔지니어링, (주)대한건설턴트	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

23.2.5 시설물 보수 이력

【표 23.2.4】 화남교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

23.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 23.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

23.3 현장조사

23.3.1 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~S4	도보, 점검차	2019.10.30.~2019.11.15.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 23.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

23.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 화남교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=235.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 23.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 백태, 폭 0.3mm미만 균열이 발생하였다.

【표 23.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm 미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	3.0	3	0.05	1
S4	—	—	—	—
합계	3.0	3	0.05	1



【사진 23.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

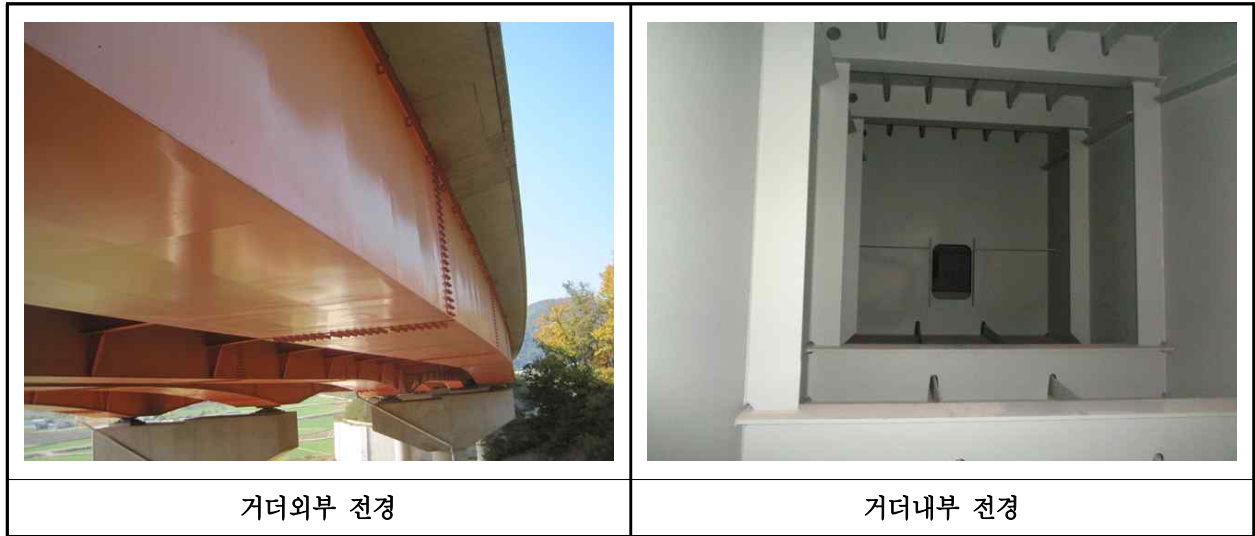
4) 검토의견

- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 바닥판하면의 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 표면처리 등의 조치가 필요하다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 23.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.2】 거더 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
합계	-	-

	
거더 상태양호	거더 상태양호

【사진 23.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더 내,외부의 외관조사 결과, 현재 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 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



가로보 전경

【사진 23.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.3】 가로보 현장조사 결과

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



가로보 상태양호

【사진 23.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

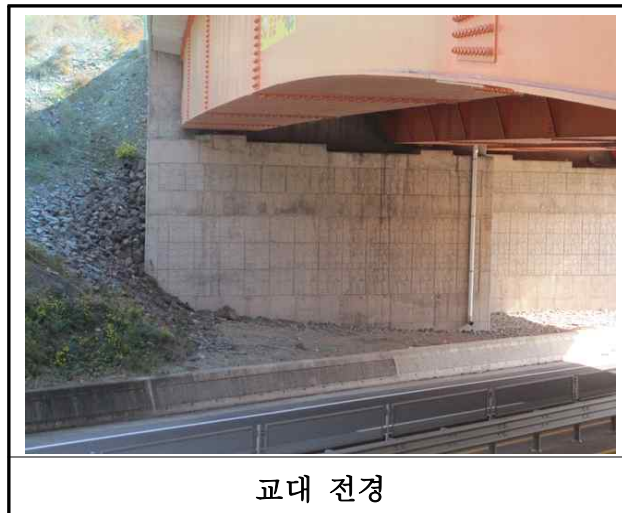
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 A1에서 누수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 23.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)	
A1	5.0	1
A2	—	—
합계	5.0	1



A1 누수흔적 (1.0m×5.0m)

【사진 23.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 화남교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 23.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm내, 외 균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열 0.3mm이상 (m/개소)		파손 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	0.5	1	15.0	1	0.18	2	12.0	1
P2	14.0	8	—	—	1.09	2	6.0	1
P3	0.5	1	—	—	—	—	—	—
합계	15.0	10	15.0	1	1.27	4	18.0	2

	
P1 코핑부 균열(0.3mm/3.0m)	P1 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)
	
P1 코핑부 박락(0.3m×0.3m)	P1 코핑부 망상균열(3.0m×2.0m)

【사진 23.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

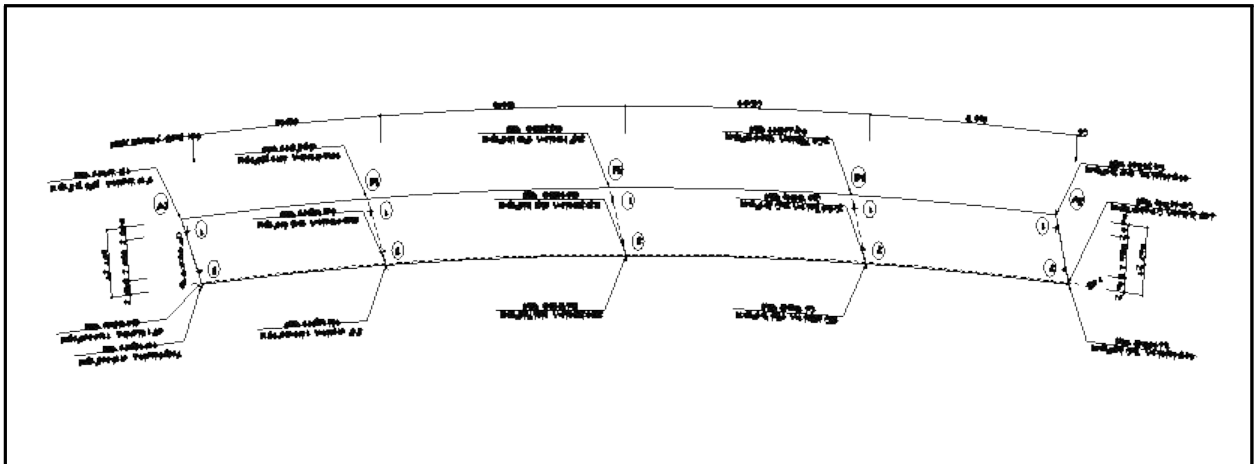
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 화남교의 반침은 포트반침으로 총 10개소가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 23.3.1】 교량반침 배치도



【사진 23.3.12】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다.

【표 23.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	1.2	6
P3	1.2	6
A2	—	—
합계	2.4	12

	
P2-Sh1 받침콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)	P3-Sh2 받침콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)

【사진 23.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

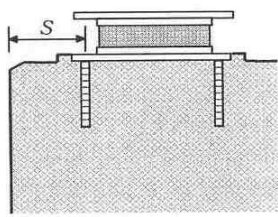
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

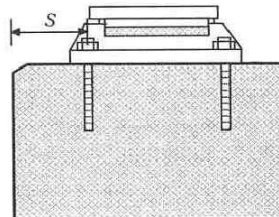
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

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 23.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

【사진 23.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 50 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200+5 \times 55 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=65.0m) : $200+5 \times 65 = 525(\text{mm})$

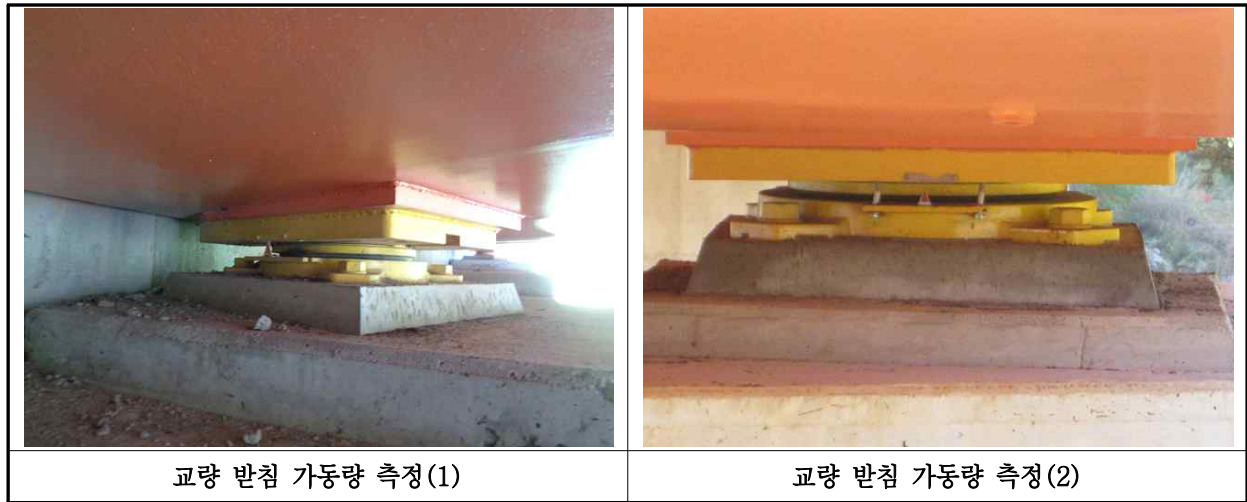
【표 23.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	688	610	O.K
P1	A1측	450	975	930	O.K
	A2측	525	775	790	O.K
P2	A1측	525	915	910	O.K
	A2측	525	865	865	O.K
P3	A1측	525	1,055	880	O.K
	A2측	475	935	895	O.K
A2		475	700	630	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 23.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 23.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1, A2	13.5	36.5	0.000012	115.0	18.6	50.4	
P1, P3	13.5	36.5	0.000012	65.0	10.5	28.5	
1) 조사당시 온도 : 3.5℃(조사일 : 2019년 12월 3일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 23.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	10	40	60	18.6	50.4	±50
	SH2	10	40	60			±50
P1	SH1	5	45	55	10.5	28.5	±50
	SH2	5	45	55			±50
P2	고정단						
P3	SH1	0	50	50	10.5	28.5	±50
	SH2	0	50	50			±50
A2	SH1	10	40	60	18.6	50.4	±50
	SH2	10	40	60			±50
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, A2에 팽거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 본체 이물질퇴적, 접속부 이격, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	이물질퇴적 (m/개소)		접속부 이격 (m/개소)		차수판 앵커탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	3.0	1	7.0	1	—	—
A2 (EXP J2)	—	—	—	—	1.0	1
합계	3.0	1	7.0	1	1.0	1

	
A1 본체 이물질퇴적(3.0m)	A1 접속부 이격(7.0m/10mm)
	-
A2 차수판 앵커탈락(4EA)	-

【사진 23.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재 이격은 접속부 침하에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 주의관찰을 요하며, 발생한 차수판 앵커 탈락은 공용중 발생한 손상으로 정비 등의 조치가 요구된다.

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. 12. 3. 기온 적용: 3.5°C(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 3.5^{\circ}\text{C} = 36.5^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-10.0^{\circ}\text{C} - (3.5^{\circ}\text{C}) = 13.5^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)</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 ($/^{\circ}\text{C}$)	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}	
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 23.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	13.5	36.5	0.000012	115.0	18.6	50.4	
A2	13.5	36.5	0.000012	120.0	19.4	52.6	

1) 조사당시 온도 : 3.5℃(조사일 : 2019년 12월 3일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 23.3.12】 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	18.6	50.4	51	120	69.6	0.6	O.K
A2	19.4	52.6	55	120	74.4	2.4	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 3.5℃(12월 3일)로써 이때 측정유간은 51.0~55.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경

【사진 23.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 포장부 망상균열이 다수 발생하였다.

【표 23.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	21.0	1
S2	—	—
S3	350.0	1
S4	350.0	1
합계	721.0	3

	
S1 망상균열 (3.0m×7.0m)	S3 망상균열 (7.0m×50.0m)
	
S4 망상균열 (7.0m×50.0m)	S4 망상균열 (7.0m×50.0m)

【사진 23.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비 구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요



배수구 전경

【사진 23.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수관 탈락이 발생하였다

【표 23.3.14】 배수시설 외관조사 결과

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



【사진 23.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



방호벽 전경

【사진 23.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm 미만 균열이 확인되었다.

【표 23.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)	
S1	8.0	8
S2	8.0	8
S3	6.0	6
S4	—	—
합계	22.0	22

	
S1 방호벽 균열(0.2mm/1.0m)	S2 방호벽 균열(0.2mm/1.0m)
	
S2 중분대 균열(0.2mm/1.0m)	S3 방호벽 균열(0.2mm/1.0m)

【사진 23.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

23.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 화남교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=235.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 23.3.25】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 백태가 조사되었다.

【표 23.3.16】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.15	1
S4	—	—
합계	0.15	1



【사진 23.3.26】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생된 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 23.3.27】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.17】 거더 외관조사 결과

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

	
거더 상태양호	거더 상태양호

【사진 23.3.28】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더 내,외부의 외관조사 결과, 현재 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 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.29】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.18】 가로보 현장조사 결과

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



가로보 상태양호

【사진 23.3.30】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

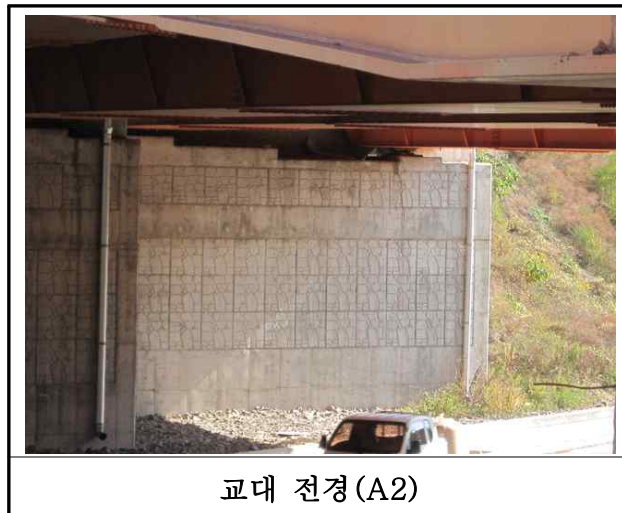
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.31】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1에 누수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 23.3.19교대 외관조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)	
A1	10.0	1
A2	—	—
합계	10.0	1



【사진 23.3.32】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 화남교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

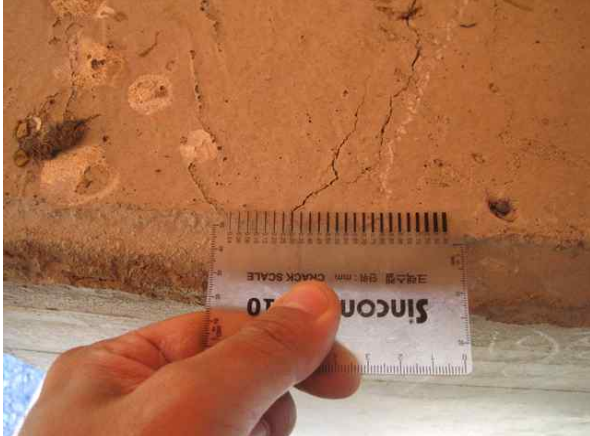
【사진 23.3.33】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm내, 외 균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.20】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열 0.3mm이상 (m/개소)		파손 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	3.0	6	—	—	1.0	1	4.0	1
P2	3.0	6	1.0	1	—	—	—	—
P3	0.5	1	—	—	—	—	—	—
합계	6.5	13	1.0	1	1.0	1	4.0	1

	
P1 코핑부 망상균열(2.0m×2.0m)	P1 코핑부 박리(1.0m×1.0m)
	
P2 코핑부 균열(0.3mm/1.0m)	P3 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)

【사진 23.3.34】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

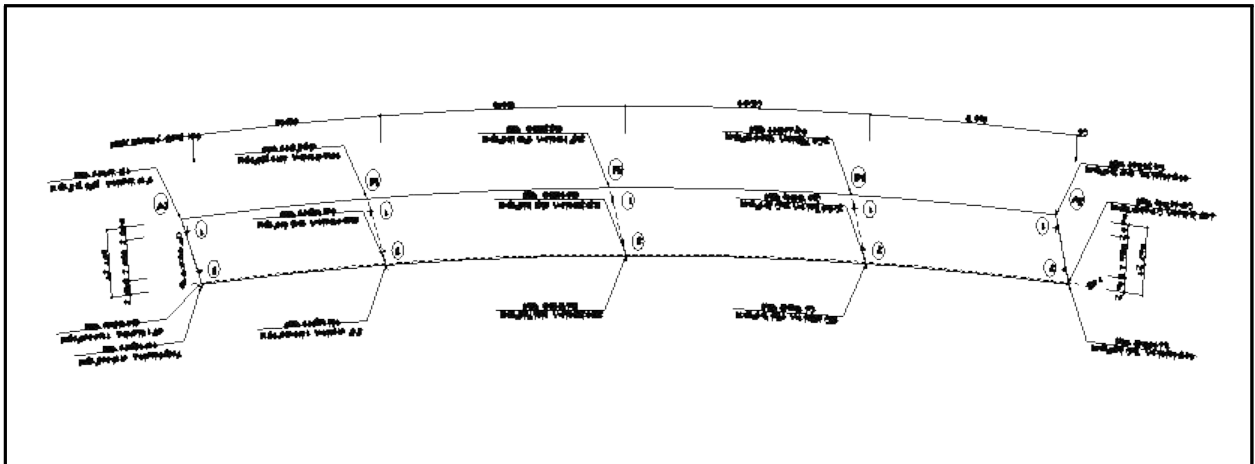
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 화남교의 반침은 포트반침으로 총 10개소가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 23.3.3】 교량반침 배치도



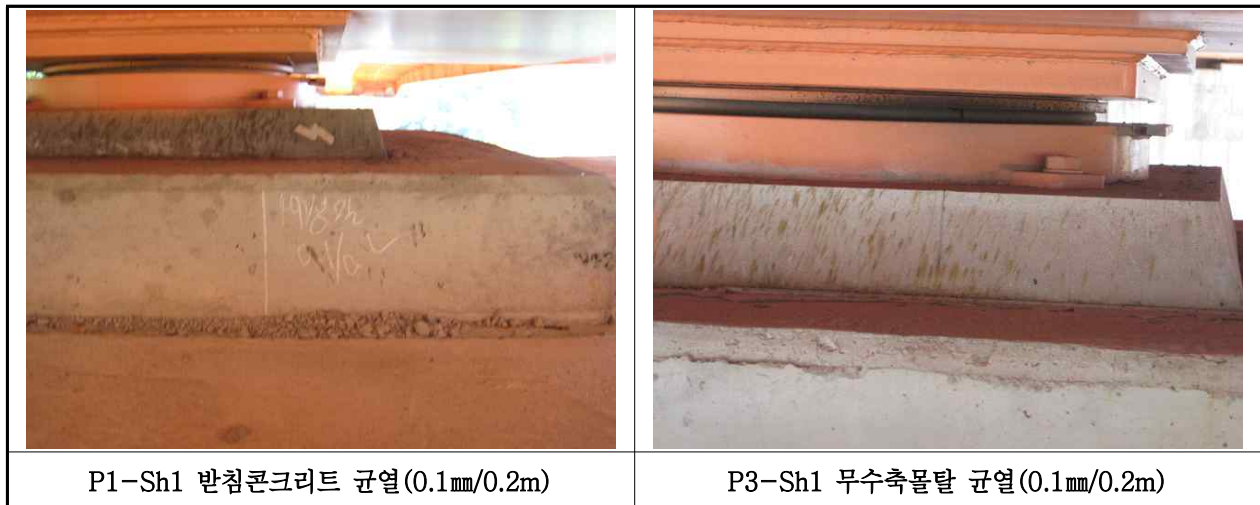
【사진 23.3.35】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 및 반침콘크리트에 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다.

【표 23.3.21】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 0.3mm미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3mm미만 (m/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	0.8	4	0.2	1
P2	—	—	—	—
P3	0.2	1	—	—
A2	—	—	—	—
합계	1.0	1	0.2	1



【사진 23.3.36】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

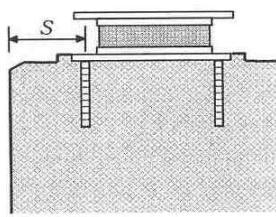
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

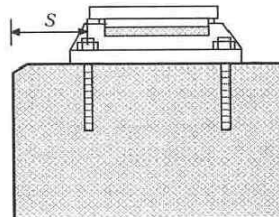
- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

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 23.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 23.3.37】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 50 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200+5 \times 55 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=65.0m) : $200+5 \times 65 = 525(\text{mm})$

【표 23.3.22】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	708	615	O.K
P1	A1측	450	990	940	O.K
	A2측	525	990	940	O.K
P2	A1측	525	870	885	O.K
	A2측	525	880	865	O.K
P3	A1측	525	1,055	810	O.K
	A2측	475	923	900	O.K
A2		475	600	560	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 23.3.38】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 23.3.23】 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, A2	13.5	36.5	0.000012	115.0	18.6	50.4	
P1, P3	13.5	36.5	0.000012	65.0	10.5	28.5	
1) 조사당시 온도 : 3.5℃(조사일 : 2019년 12월 3일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 23.3.24】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	0	50	50	18.6	50.4	±50
	SH2	0	50	50			±50
P1	SH1	5	45	55	10.5	28.5	±50
	SH2	5	45	55			±50
P2	고정단						
P3	SH1	5	45	55	10.5	28.5	±50
	SH2	5	45	55			±50
A2	SH1	10	40	60	18.6	50.4	±50
	SH2	10	40	60			±50
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, A2에 팽거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.39】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 망상균열, 들뜸, 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.25】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 망상균열 (m ² /개소)		후타재 들뜸 (m ² /개소)		후타재 이격 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—	0.02	1	8.0	1
A2 (EXP J2)	6.0	4	—	—	—	—
합계	6.0	4	0.02	1	8.0	1

	
A1 후타재 들뜸 (0.1m×0.2m)	A1 후타재 이격 (5mm)
	
A1 망상균열 (0.5m×3.0m)	A1 망상균열 (0.5m×3.0m)

【사진 23.3.40】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

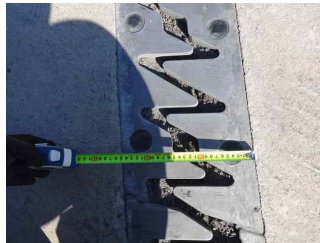
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 망상균열 및 들뜸은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 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 신축량	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2019. 12. 3. 기온 적용: 3.5°C(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 3.5^{\circ}\text{C} = 36.5^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-20.0^{\circ}\text{C} - (3.5^{\circ}\text{C}) = 13.5^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α ($^{\circ}\text{C}$)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α ($^{\circ}\text{C}$)	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 ($^{\circ}\text{C}$)																	
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 23.3.41】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.26】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	13.5	36.5	0.000012	115.0	18.6	50.4	
A2	13.5	36.5	0.000012	120.0	19.4	52.6	
1) 조사당시 온도 : 3.5℃(조사일 : 2019년 12월 3일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 23.3.27】 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	18.6	50.4	52	120	70.6	1.6	O.K
A2	19.4	52.6	62	120	81.4	9.4	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 3.5℃(12월 3일)로써 이때 측정유간은 52.0~62.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.42】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 전구간에 포장부 망상균열이 확인되었고, 일부 접속부 포장 파손이 확인되었다.

【표 23.3.28】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		접속부 포장 파손 (㎡/개소)	
S1	400.0	1	—	—
S2	520.0	1	—	—
S3	520.0	1	—	—
S4	520.0	1	5.0	1
합계	1,960.0	4.0	5.0	1.0

	
S1 망상균열 (8.0m×50.0m)	S2 망상균열 (8.0m×50.0m)
	
S3 망상균열 (8.0m×50.0m)	S4 접속부 파손 (0.5m×10.0m)

【사진 23.3.43】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

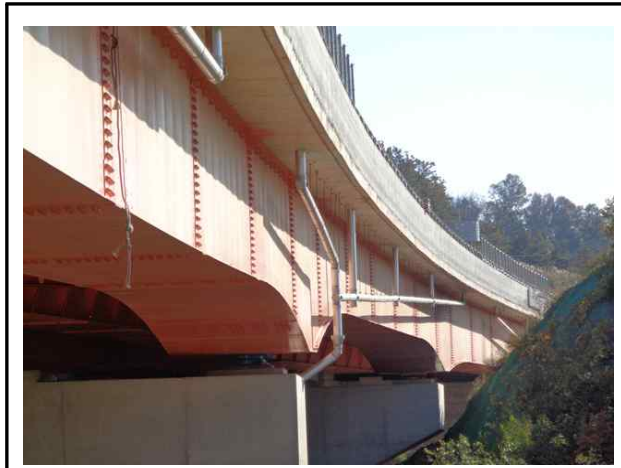
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교면포장의 본선은 양호한 상태이나, 접속부 갓길측에 접속도로 파손이 조사되었고 손상부는 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요



배수관 전경

【사진 23.3.44】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 23.3.29】 배수시설 외관조사 결과

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



배수시설 상태 양호

【사진 23.3.45】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 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.



방호벽 전경

【사진 23.3.46】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm 미만 균열이 확인되었고, 중분대 이격이 확인되었다.

【표 23.3.30】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm 미만 (m/개소)		중분대 이격 (m/개소)	
S1	—	—	50.0	1
S2	1.0	1	65.0	1
S3	—	—	65.0	1
S4	—	—	65.0	1
합계	1.0	1	245.0	4

S1 중분대 이격	S2 균열 (0.2mm/1.0m)
S2 중분대 이격	S4 중분대 이격

【사진 23.3.47】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 또한, 발생한 중분대 이격은 시공불량으로 이격에 대한 지속적인 관찰 후 조치가 요구된다.

23.3.4 외관조사 총괄표

【표 23.3.31】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	1.0	2	
	백태	m ²	0.05	1	
거터외부, 내부	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	5.0	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	15.0	10	
	균열(0.3mm이상)	m	15.0	1	
	파손	m ²	1.27	4	
	망상균열	m ²	18.0	2	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	2.4	12	
신축이음	이물질퇴적	m	3.0	1	
	접속부 이격	m	7.0	1	
	차수판 앵커탈락	EA	1.0	1	
교면포장	망상균열	m ²	721.0	3	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	22.0	22	

【표 23.3.32】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	백태	m ²	0.15	1	
거더 외부, 내부	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	10.0	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.5	13	
	균열(0.3mm이상)	m	1.0	1	
	파손	m ²	1.0	1	
	망상균열	m ²	4.0	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.2	1	
신축이음	후타재 망상균열	m ²	6.0	4	
	후타재 들뜸	m ²	0.02	1	
	후타재 이격	m	8.0	1	
교면포장	망상균열	m ²	1960.0	4	
	접속부 포장 파손	m ²	5.0	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	
	중분대 이격	m	245.0	4	

23.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

23.4 콘크리트 내구성 조사

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

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

23.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 23.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 23.4.2】 영천방향 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	5	5	5	5	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	2	2	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

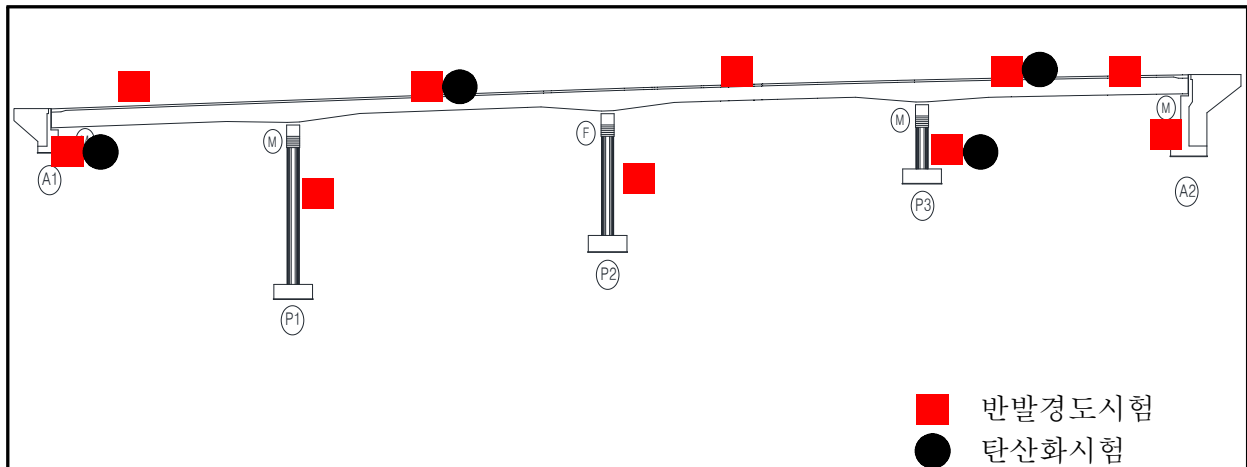
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

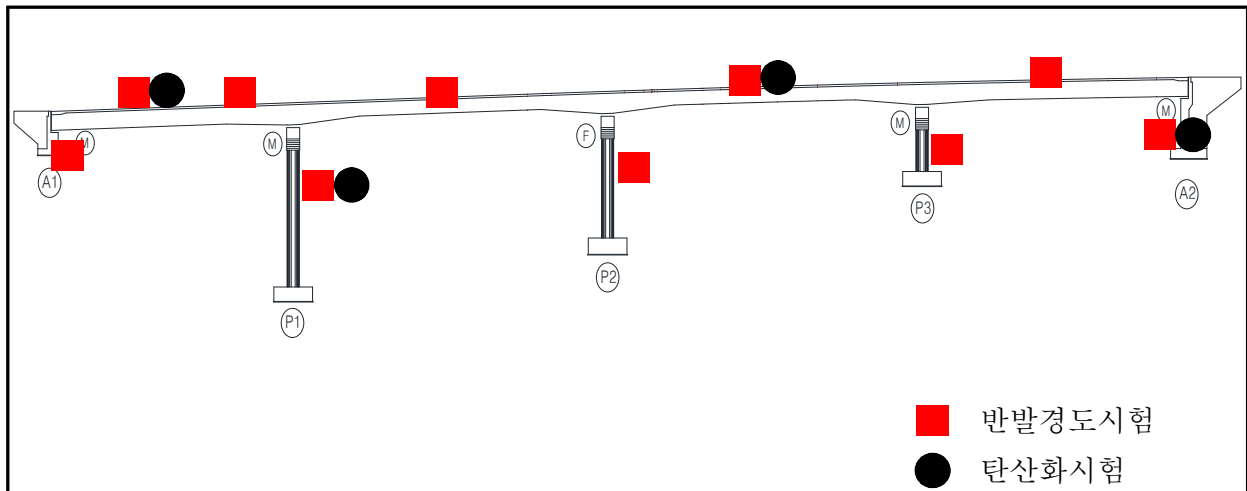


【사진 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도

23.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 10개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 23.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	46.8	27.5	28.6	0.66	27.0	
	S2 바닥판하면	49.0	29.3	29.6			
	S3 바닥판하면	48.0	28.5	29.1			
	S4 바닥판하면	49.3	29.6	29.7			
	S4 바닥판하면	47.5	28.0	28.9			
	평 균	48.1	28.6	29.2	—	—	

【표 23.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.1	25.2	27.3	0.66	24.0	
	A2 교대	46.3	27.0	28.3			
	P1 교각	47.8	28.3	29.0		27.0	
	P2 교각	46.9	27.5	28.6			
	P3 교각	47.5	28.0	28.9			
	평 균	46.5	27.2	28.4	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.6~29.2MPa, 하부구조 27.2~28.4MPa 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 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 23.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.6 ~ 29.2	27.0	105.8 ~ 108.1
하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	108.8 ~ 115.9
	교각	28.0 ~ 28.8	27.0	103.5 ~ 106.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	28.5~29.2	27.0~28.4	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 23.4.7】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	S2 바닥판하면	4.5	71.0	66.5	a	3.18	100년이상	
	S4 바닥판하면	5.0	71.0	66.0	a	3.54	100년이상	
하부구조	A1 교대	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P3 교각	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 23.4.8】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비 고
상부구조	4.5~5.0	66.0~66.5	
하부구조	6.0~7.0	93.0~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.9】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	86.0	a	4.5~5.0	66.0~66.5	a	
하부구조	2.0~7.0	63.0~94.0	a	6.0~7.0	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 10개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 23.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	46.8	27.5	28.6	0.66	27.0	
	S2 바닥판하면	49.0	29.3	29.6			
	S3 바닥판하면	48.0	28.5	29.1			
	S4 바닥판하면	49.3	29.6	29.7			
	S4 바닥판하면	47.5	28.0	28.9			
	평 균	48.1	28.6	29.2	—	—	

【표 23.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.1	25.2	27.3	0.66	24.0	
	A2 교대	46.3	27.0	28.3		27.0	
	P1 교각	47.8	28.3	29.0			
	P2 교각	46.9	27.5	28.6			
	P3 교각	47.5	28.0	28.9			
	평 균	46.5	27.2	28.4	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.6~29.2MPa, 하부구조 27.2~28.4MPa 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 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 23.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.5 ~ 29.1	27.0	105.4 ~ 107.9
하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	109.3 ~ 116.2
	교각	28.2 ~ 29.0	27.0	104.6 ~ 107.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	25.1~28.3	27.1~28.6	24.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 23.4.14】 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	5.0	71.0	66.0	a	3.54	100년이상	
	S3 바닥판하면	5.5	71.0	65.5	a	3.89	100년이상	
하부구조	A2 교대	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	
	P1 교각	8.0	100.0	92.0	a	5.66	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 23.4.15】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	5.0~5.5	65.5~66.0	
하부구조	7.0~8.0	92.0~93.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.16】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	34.0	a	5.0~5.5	65.5~66.0	a	
하부구조	3.0~7.0	62.0~71.0	a	7.0~8.0	92.0~93.0	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 23.4.17】상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.6 ~ 29.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	
		교각	28.0 ~ 28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		66.0~66.5	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 23.4.18】영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.5 ~ 29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	
		교각	28.2 ~ 29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		65.5~66.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~93.0	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 23.4.19】상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.9 ~ 30.0		28.6 ~ 29.2		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	27.6 ~ 28.6		26.1 ~ 27.8		
		교각	28.4 ~ 28.6		28.0 ~ 28.8		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		86.0	a	66.0~66.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		63.0~94.0	a	93.0~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 23.4.20】영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.0 ~ 28.6		28.5 ~ 29.1		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.8 ~ 25.4		26.2 ~ 27.9		
		교각	28.1 ~ 28.5		28.2 ~ 29.0		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.0	a	65.5~66.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		62.0~71.0	a	92.0~93.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

23.5 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.

23.5.1 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 23.5.1】 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	S.T.B	a	a	a	b	a	b	b	a	b	q	—	a
S2	P1	S.T.B	a	a	a	a	a	b	—	a	c	q	a	—
S3	P2	S.T.B	b	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S4	P3	S.T.B	a	a	a	b	a	a	—	b	b	q	a	a
	A2								a	a	a	q	—	—
평균			0.125	0.100	0.100	0.175	0.100	0.175	0.150	0.140	0.220	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.023	0.020	0.005	0.012	0.003	0.004	0.014	0.013	0.044	—	0.004	0.003
													0.143	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.143) < 0.260$

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 23.5.2】 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	S.T.B	a	a	a	b	a	b	b	a	b	q	a	-
S2	P1	S.T.B	a	a	a	b	a	b	-	b	b	q	-	a
S3	P2	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	a	c	q	a	-
S4	P3	S.T.B	a	a	a	b	a	b	-	b	b	q	-	-
	A2								b	a	a	q	-	a
평균			0.125	0.100	0.100	0.200	0.100	0.200	0.200	0.140	0.220	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.023	0.020	0.005	0.014	0.003	0.004	0.018	0.013	0.044	-	0.004	0.003
													0.150	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.150) < 0.260$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 23.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
상주방향	0.143	B	235	2	470	0.500	0.072
영천방향	0.150	B	235	2	470	0.500	0.075
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.147
1. 평가지수 =							0.147
2. 상태평가결과 =							B

23.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

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

나. 영천방향

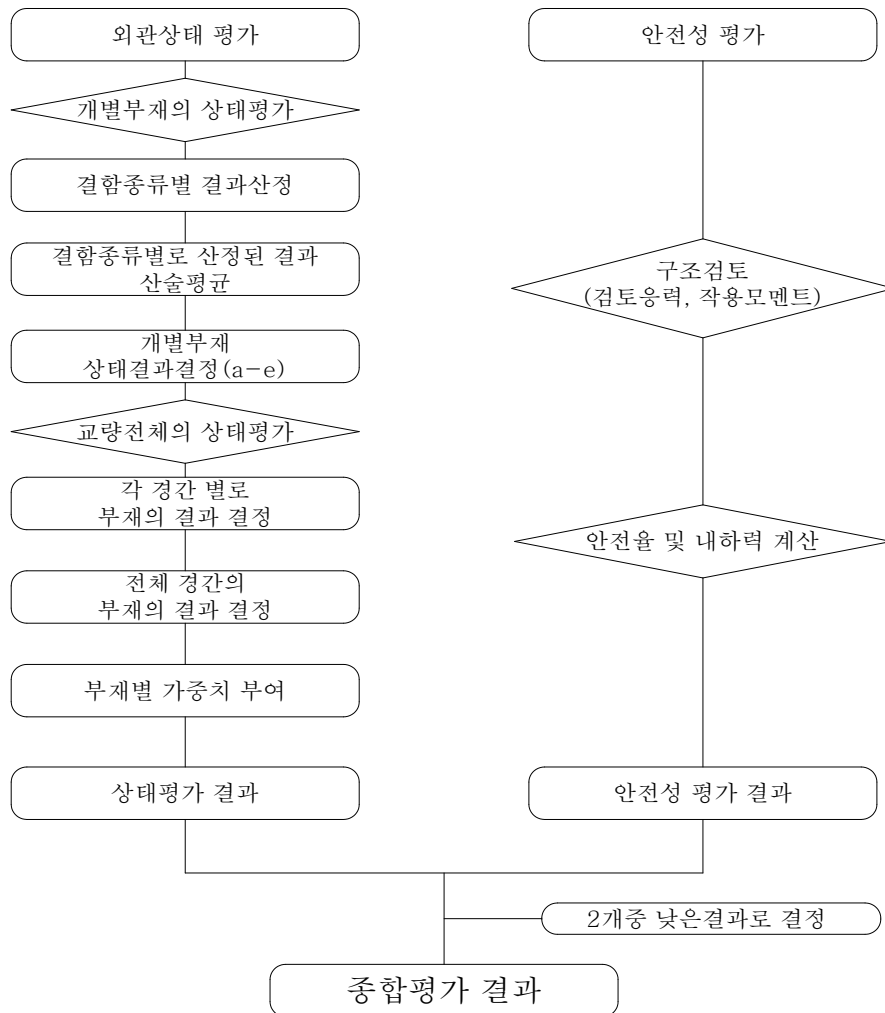
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

23.6 종합평가 및 안전등급 지정

23.6.1 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 23.6.1】 종합평가 결과 산정절차

23.6.2 종합평가 결과

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

【표 23.6.1】 종합평가 결과

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

23.6.3 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 23.6.2】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

23.7 보수·보강 및 유지관리방안

23.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 23.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	1.0	2	표면처리	하자
	백태	m ²	0.05	1	표면처리	하자
거터외부, 내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	5.0	1	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	15.0	10	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	15.0	1	주입보수	하자
	파손	m ²	1.27	4	단면보수	하자
	망상균열	m ²	18.0	2	표면처리	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	2.4	12	표면처리	3순위
신축이음	이물질퇴적	m	3.0	1	정비	3순위
	접속부 이격	m	7.0	1	유지관리	4순위
	차수관 앵커탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
교면포장	망상균열	m ²	721.0	3	표면처리	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	22.0	22	표면처리	3순위

나. 영천방향

【표 23.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	백태	m ²	0.15	1	표면처리	하자
거더 외부, 내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	10.0	1	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.5	13	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	1.0	1	주입보수	하자
	파손	m ²	1.0	1	단면보수	하자
	망상균열	m ²	4.0	1	표면처리	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.2	1	표면처리	3순위
신축이음	후타재 망상균열	m ²	6.0	4	표면처리	3순위
	후타재 들뜸	m ²	0.02	1	단면보수	2순위
	후타재 이격	m	8.0	1	유지관리	4순위
교면포장	망상균열	m ²	1960.0	4	표면처리	하자
	접속부 포장 파손	m ²	5.0	1	단면보수	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	표면처리	3순위
	중분대 이격	m	245.0	4	유지관리	4순위

23.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 23.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바판하천	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	1.5	m	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.1	m²	—	—	하자
교대	누수흔적	표	5.0	7.5	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	15.0	22.5	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	15.0	22.5	m	—	—	하자
	파손	단면보수	1.27	1.9	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	18.0	27.0	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.4	0.9	m	54	49	3순위
신축이음	이물질퇴적	정비	3.0	4.5	m	25	113	3순위
	차수판 앵커탈락	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	721.0	1,081.5	m²	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.0	8.3	m	54	448	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		648		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		324		
	합계	—		—		972		
개략공사비 총계(천원)		972						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 23.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.15	0.2	m	—	—	하자
교대	누수흔적	표면처리	10.0	15.0	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.5	9.8	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.0	1.5	m	—	—	하자
	파손	단면보수	1.0	1.5	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	4.0	6.0	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	1.5	m	54	81	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.2	0.3	m	54	16	3순위
신축이음	후타재 망상균열	표면처리	6.0	9.0	m²	54	486	3순위
	후타재 들뜸	단면보수	0.02	0.1	m²	165	17	2순위
교면포장	망상균열	표면처리	1960.0	2940.0	m²	—	—	하자
	접속부 포장 파손	단면보수	5.0	7.5	m²	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	1.5	m	54	81	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		17		664		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		9		332		
	합계	—		26		996		
개략공사비 총계(천원)		1,022						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

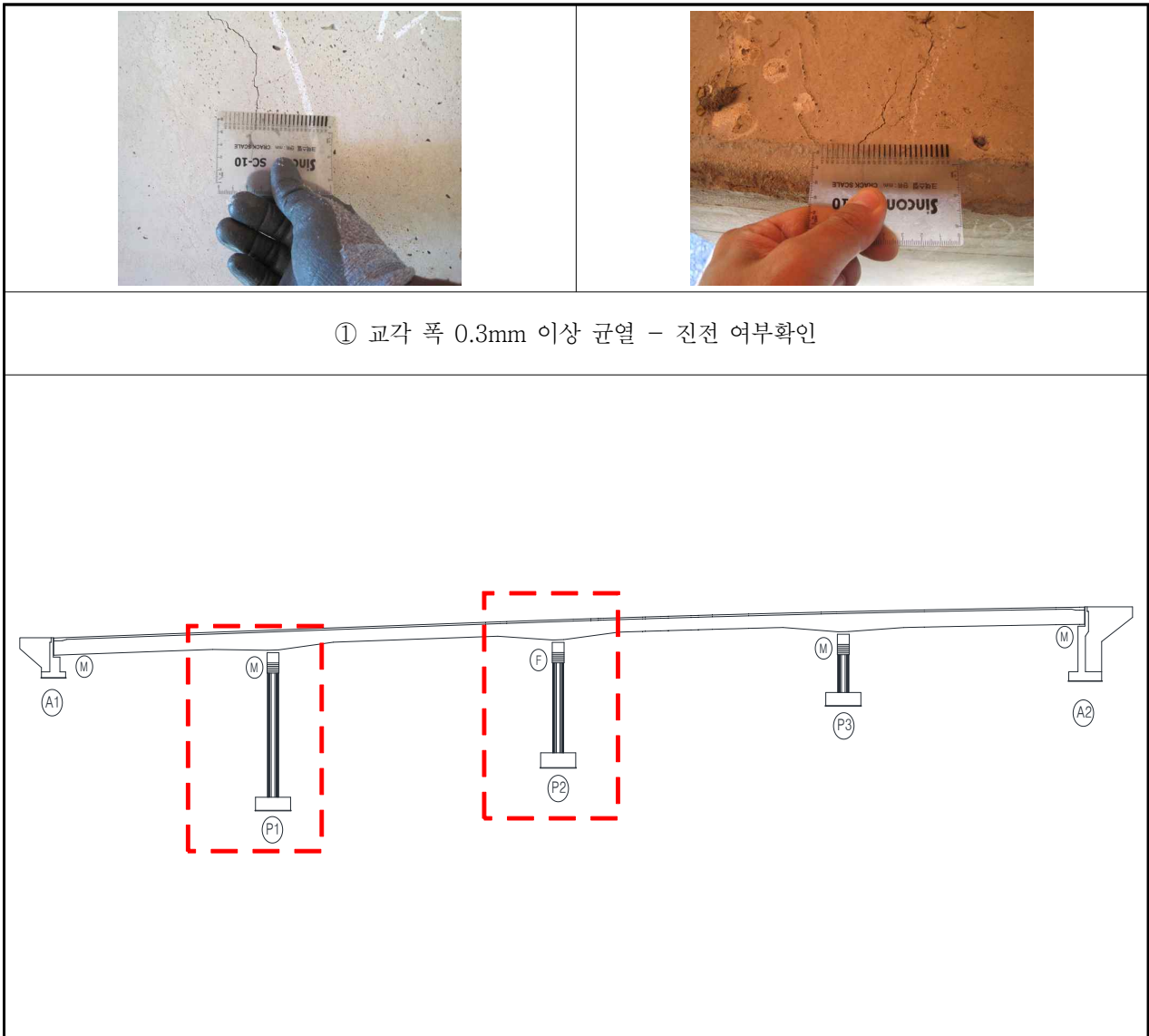
23.7.3 유지관리방안

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 23.7.5】 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

◎ 부재별 중점점검 손상



23.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 화남리(상주영천고속도로 63.768~64.003km)에 위치한 교량으로서 총 연장 235.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

23.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 바닥판하면의 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 표면처리 등의 조치가 필요하다.

2) Steel Box Girder

- 거더 내,외부의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재 이격은 접속부 침하에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 주의관찰을 요하며, 발생한 차수판 앵커 탈락은 공용중 발생한 손상으로 정비 등의 조치가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.5℃(12월 3일)로써 이때 측정유간은 51.0~55.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장의 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

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

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.6~29.2MPa, 하부구조 27.2~28.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생된 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더 내,외부의 외관조사 결과, 현재 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 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 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

- 신축이음에 발생한 후타재 망상균열 및 들뜸은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.5℃(12월 3일)로써 이때 측정유간은 52.0~62.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교면포장의 본선은 양호한 상태이나, 접속부 갯길측에 접속도로 파손이 조사되었고 손상부는 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다. 적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 적절한 조치가

필요할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 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 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 또한, 발생한 중분대 이격은 시공불량으로 이격에 대한 지속적인 관찰 후 조치가 요구된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.6~29.2MPa, 하부구조 27.2~28.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 5.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 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 화남교에 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 화남교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

23.8.2 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.

