

7. 월가교

7.1 시설물 개요

7.2 자료수집 및 분석

7.3 현장조사

7.4 콘크리트 내구성조사

7.5 상태평가

7.6 종합평가 및 안전등급 지정

7.7 보수·보강 및 유지관리 방안

7.8 종합결론

7. 월가교

7.1 시설물의 개요

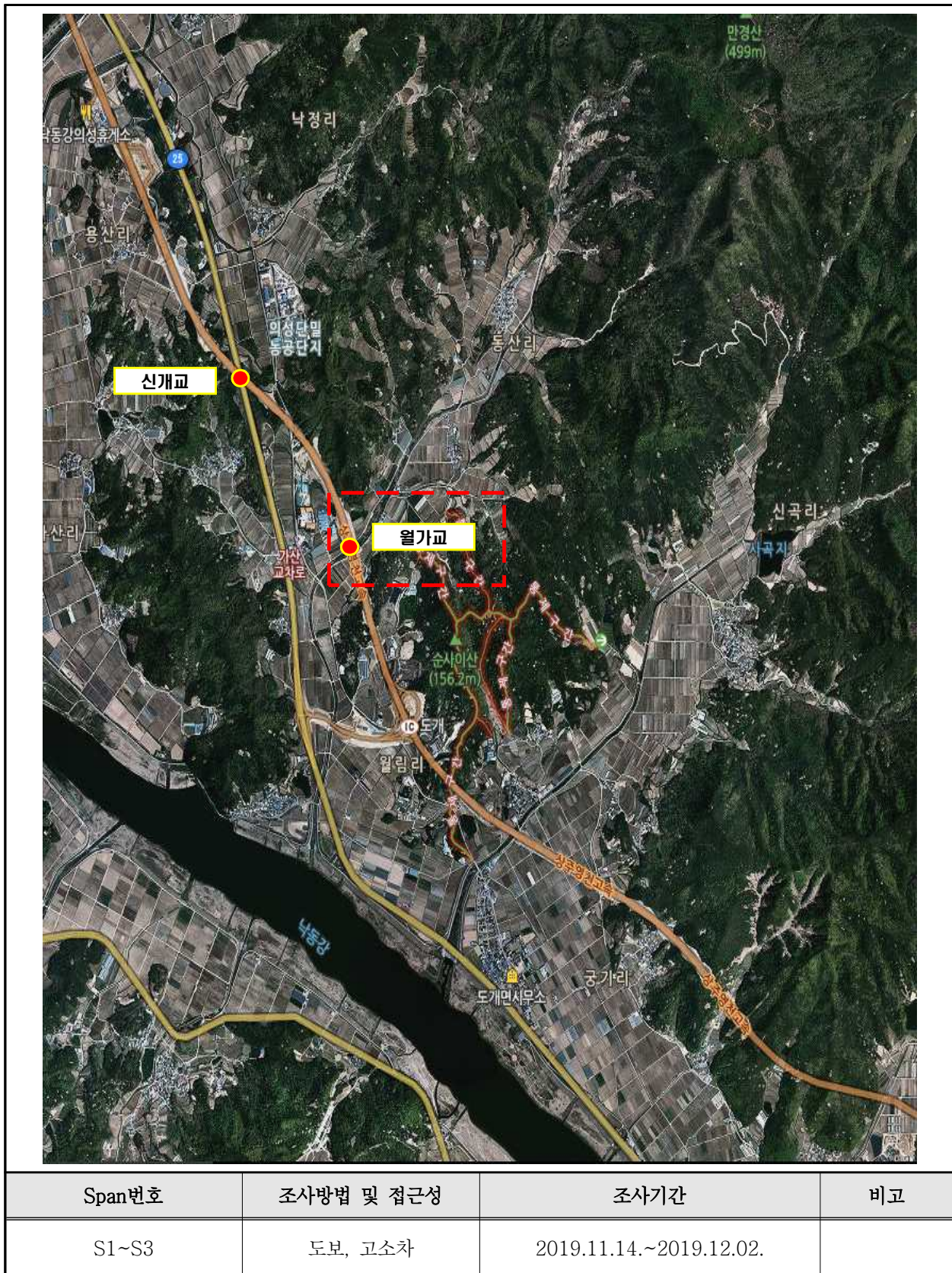
본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 동산리(상주영천고속도로 3.538~3.644km)에 위치한 교량으로서 총 연장 105.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

7.1.1 일반사항

【표 7.1.1】 월가교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000243	관리번호	SY BR.7	
시설물위치		경상북도 구미시 도개면 동산리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		10.932~11.038km	공사이정	3.538~3.644km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=105.0m, (3@35m=105m)			
	폭	B=24.3m, 4차로			
구조 형식	상부	PSC Beam교	기초 형식	교 각	말뚝기초
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형		교 대	말뚝기초
교량받침		고무받침	신축이음	핑거	
교차시설물		동산천	통과높이	7.8m	
부착시설내용					
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

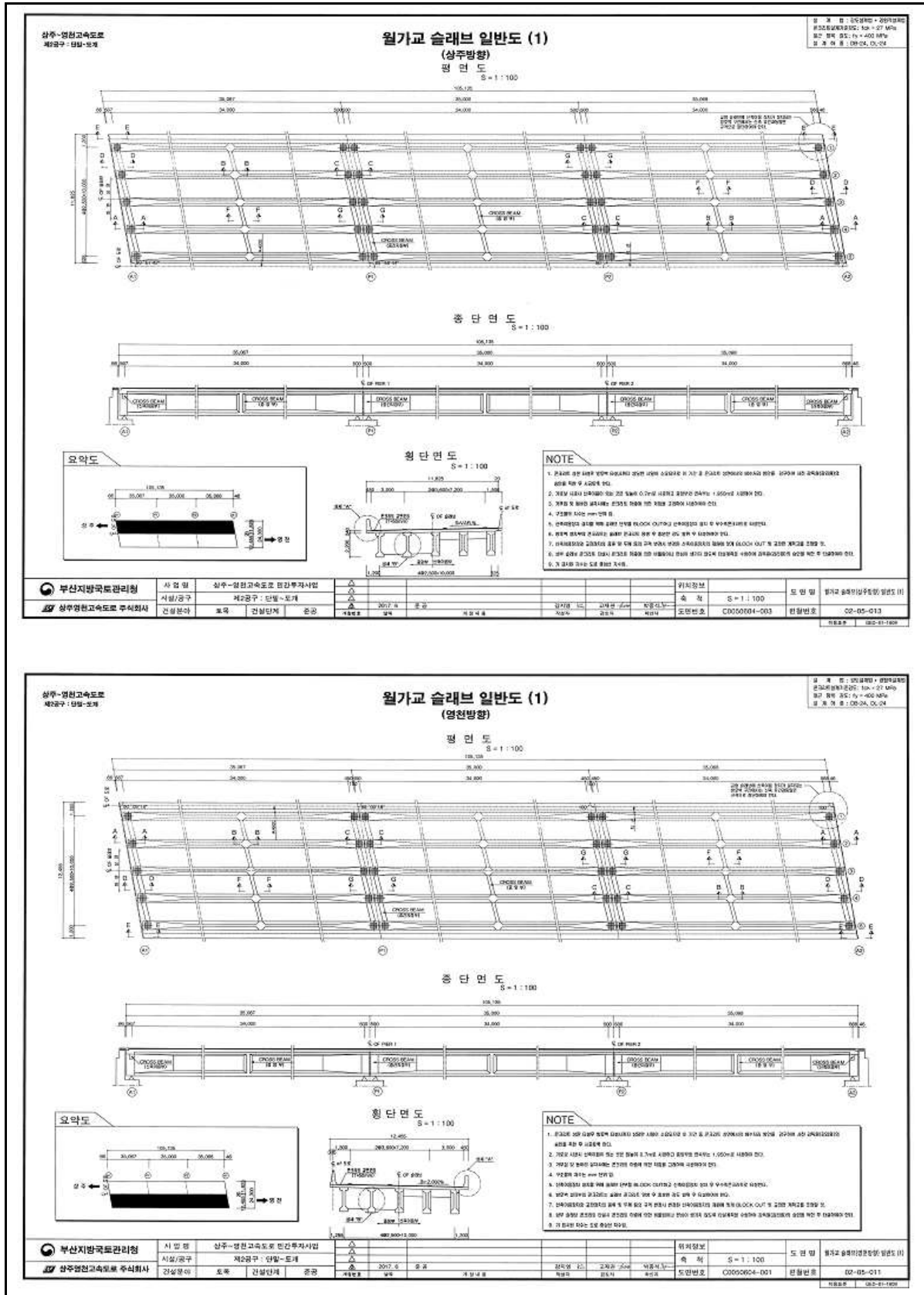
7.1.2 위치도 및 전경사진



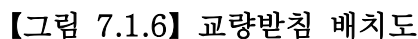
【그림 7.1.1】 위치도

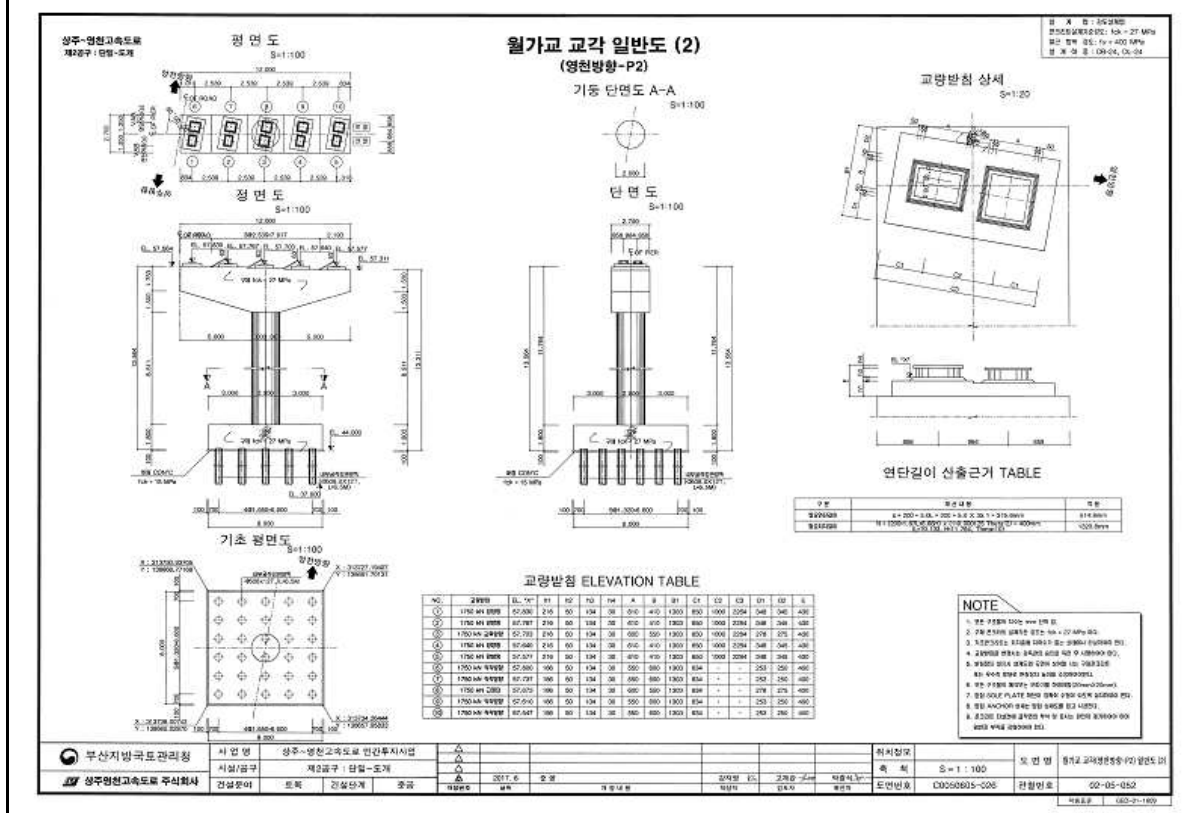
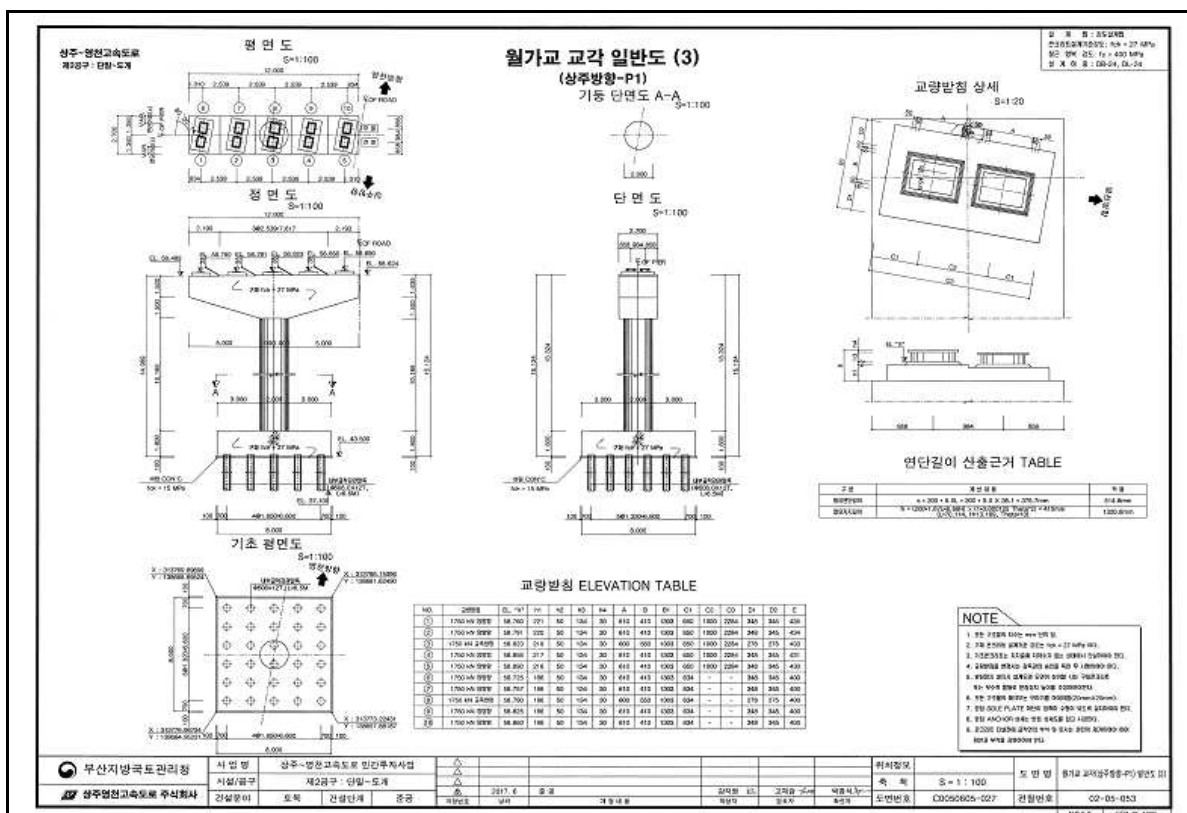
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 7.1.2】 부재별 현황



【그림 7.1.5】 슬래브 일반도





【그림 7.1.8】 교각 일반도

나. 지반 및 지질 조사보고서

제 1 장 조사개요

1.1 조사목적

- 상주-영천간 고속도로 민간투자사업에 위한 지반조사
- 계획노선의 지반공학특성 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선정된 최적노선을 대상으로 구조물설계 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합 분석하여 합리적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.2 조사구간

위 치	• 시험 : 경상북도 의성군 단밀면 낙창리 (STA. 0+000) (X=316700.67223, Y=136719.14035) • 종점 : 경상북도 구미시 도개면 도개리 (STA. 8+602) (X=310453.70306, Y=142182.39401) • 연장 : 8.602km	
특 성	• 본 공사로 국도 25호선의 원활한 교통체계 확립 • 중부내륙고속도로, 중앙고속도로와 경부고속도로를 연결하는 광역교통망 구축과 더불어 물류비용 절감	

1.3 조사항목

조 사 항 목	조 사 내 용	비 고
예비조사	• 문헌조사, 기존자료조사, 주변현황조사	
지표지질조사	• 인공위성 영상분석, 상세지표지질조사, 균질질리영역 분류	
굴리탐사	• 굴절법 탄성파탐사 : 5.1km	
시추조사	• 교량구간 : 29공, 뚝기구간 : 18공, 쌓기구간 : 24공, 휴게소 : 2공, 영업소 : 1공	
현장시험	• 표준관입시험 : 93회, 자연시표시험 : 11회, 시험관조사 : 14회, 압도모거시험 : 10공, 현장주수시험 : 35회, 공내하중시험(LLT, PMT) : 각11회, 시추관입단시험 : 9회, 시추관입단시험 : 7회	
실내시험	• 유성시험 : 141회, 압축압축시험 : 12회, 삼축압축시험 : 17회(CU-10회, UU-7회), 압밀시험 : 11회, 다짐 및 CBR시험 : 14회, 적점단시험 : 12회 • 유성시험 : 27회, 전하중량도시험 : 42회, 압축압축강도시험 : 47회, 점리단 시험 : 7회, 분산압 유동성시험 : 10회	
결과분석 및 보고서 작성	• 구간별 공학적 특성 분석 • 설계지반점수 산정	

2.4 조사방법

2.4.1 인공위성 영상분석

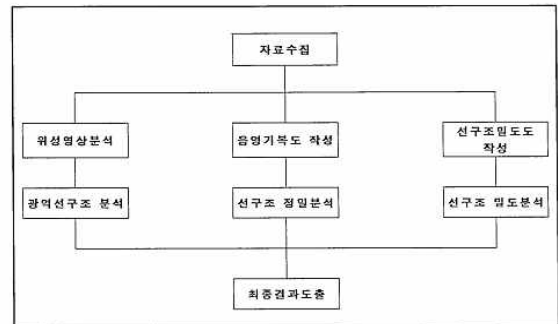
(1) 개요

- 선구조는 지각구조를 반영하는 직선 혹은 완곡의 지형요소로 정의(Hobbs et al., 1976)
- 선구조는 단층, 절리, 암맥, 지층경계, 습곡 등과 같은 구조적 불연속면과 연관됨
- 단층 등의 불연속면들은 암반구조물의 설계 및 안정성 평가에서 중요한 요소임

(2) 목적

- 사업구간 주변에 형성된 선구조의 분포특성 분석
- 상세지표지질조사 및 굴리탐사의 구간설정 등 지반조사 방향설정의 기초자료로 사용

(3) 원리 및 방법

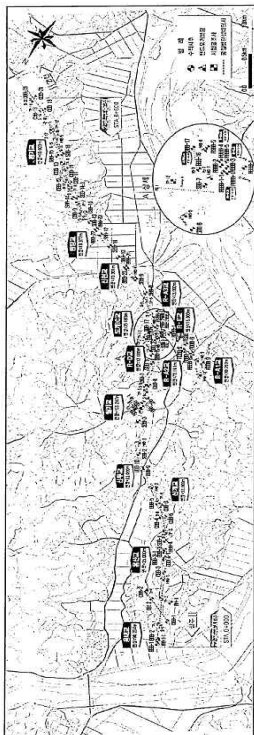


(4) 결과 활용

- 15m급 Landsat-7 ETM+ 위성영상을 이용하여 광역 선구조 분석
- 1 : 25,000축척의 수치지도를 이용한 수치음영기복도 해석을 통해 사업구간의 정밀 선구조 분석
- 선구조밀도도를 작성하여 선구조 분석결과에 대한 정량적인 분포특성 파악

2.3 조사수행 현황

2.3.1 조사현황



2.3.2 조사결과

조사항목	조사구간	조사결과
지표지질조사	지표지질조사	지표지질조사 결과
굴리탐사	굴리탐사	굴리탐사 결과
시추조사	시추조사	시추조사 결과
현장시험	현장시험	현장시험 결과
실내시험	실내시험	실내시험 결과
결과분석 및 보고서 작성	결과분석 및 보고서 작성	결과분석 및 보고서 작성 결과

8.6 비탈면 안정해석 및 검토

8.6.1 개요

가. 뚝기구간

본 지역에서의 뚝기비탈면 안정해석은 뚝기구간 중 뚝기 높이가 가장 높은 지역을 기준으로 비탈면 현황을 고려하여 대표단면 선정 후 토사지반 및 암반층에 대해 실시하였고, 지표지질조사 결과 및 시추조사 결과를 종합 분석하여 토사 및 암반층에 널리 적용하고 있는 한계평형해석 및 정사유형법을 이용하여 종합적으로 검토가 이루어졌다. 뚝기비탈면 해석을 실시함에 있어 경제적이고 안전한 비탈면기울기의 선정을 위하여 다음과 같이 적용하여 검토하였다.

- 비탈면 안정해석시 일반적으로 기준 안전율을 전기사 1.5 이상, 후기사 1.2 이상으로 적용하였다.
- 구간 내 시추조사 결과에 의한 지층 층수의 종합적용 및 지표지질 조사 현장 확인된 암반 노출면 등을 종합하여 지층경계선을 설정하였다.
- 결과물 근거로 암반파쇄 상태에 의한 뚝기 기울기는 암석별 뚝기 적정기울기를 기준으로 암반비탈면 기울기값 검정하였다.
- 수집된 지표지질조사 결과를 이용하여 정사유형법으로 불연속면의 주향 및 기울기방향을 구간별 무형으로 파괴양상을 예측하였다.
- 암반비탈면 기울기에 따라 상부층의 토사비탈면 안정성 검토는 Talen 97 Program을 이용하여 전호활동 파괴로 검토함을 원칙으로 하였다. RQD = 0~10%의 암석은 연암이라 하더라도 암반이 큰 COBBLE 상태에서 거동하는 것으로 사료되므로 풍화암과 같은 특성으로 고려될 수 있다. 이와 같은 경우 암반은 절리면을 따라 파괴하기 보다는 원호활동 파괴의 경향을 보이므로 풍화암과 토사층을 포함하여 검토하였다.

나. 쌓기구간

본 쌓기구는 산지지형 일단부의 연속봉기와 극단형태의 출몰을 지역에 대한 쌓기로서 전담으로 형성된 구간을 결유하고 있으며 원지반의 지층분포 상황, 특성지파 및 연약지반 출현 여부를 확인하기 위하여 Hand Auger Boring을 실시하였다. 쌓기 비탈면의 파괴형태는 원호활동 파괴로 해석하였으며, 강도정수는 쌓기지역의 지반강도정수 선정에 의거 지층별로 적용하였다. 쌓기 비탈면 해석을 실시함에 있어 자하활동의 고려와 후기사한 고려하여 지표면에 지하수위가 형성된 것으로 가정하여 해석하였다.

5.2 교량구간 지반특성 분석

5.2.1 지층개황

가. 본선구간

구 분	공 번	표 고 (EL. m)	매립층 (m)	봉적층 (m)	퇴적층 (m)	중화도 (m)	중화암 (m)	연암 (m)	경암 (m)	계 (m)
용내교	BBB-1	41.58	0.6	-	16.2	7.2	10.5	-	-	34.5
	BBB-1-1	35.22	-	-	10.5	8.5	7.0	-	-	26.0
	BBB-2	38.59	5.7	-	5.8	-	1.2	7.8	-	20.5
용산교	BBB-3-1	62.10	-	-	-	4.0	11.0	-	-	15.0
	BBB-4-1	62.10	0.2	-	-	4.6	10.8	-	1.6	17.2
	BBB-3	54.92	1.5	-	4.2	5.8	10.5	-	-	22.0
	BBB-4	52.20	0.9	-	5.8	3.9	17.3	-	1.1	28.1
신개교	BBB-5	86.44	0.3	-	-	-	-	3.9	-	4.2
	BBB-9	78.04	0.8	-	-	-	1.5	3.7	-	6.0
	BBB-10	77.97	-	1.7	-	-	1.1	4.2	-	7.0
월가교	BBB-13	49.60	3.0	-	4.6	1.6	10.9	-	-	10.9
	BBB-14	46.80	-	-	5.0	3.0	2.5	3.5	-	14.0
	BBB-14-1	46.41	-	-	5.7	2.3	10.2	-	-	18.2
	BBB-15	49.43	3.0	-	6.0	-	11.0	3.2	-	23.2
	BBB-16	54.40	0.6	-	-	3.9	0.6	3.2	-	8.3
도개IC교	BBB-20	39.13	-	-	12.5	-	7.5	-	-	20.0
	BBB-21	42.30	0.9	-	10.9	3.7	14.5	1.2	-	31.2
	BBB-22	43.10	2.0	-	18.0	0.6	10.4	-	-	31.0
원당교	BBB-23	42.90	2.5	-	17.2	0.8	10.5	-	-	31.200

나. RAMP 교량구간

구 분	공 번	표 고 (EL. m)	매립층 (m)	봉적층 (m)	퇴적층 (m)	중화도 (m)	중화암 (m)	연암 (m)	경암 (m)	계 (m)
RAMP-A1	RBBB-9	43.01	2.5	-	6.0	3.0	10.4	5.1	-	27.0
	RBBB-6	42.22	3.5	-	7.3	-	1.2	3.3	-	15.3
RAMP-A2	RBBB-7	39.78	-	-	8.4	-	-	3.1	-	11.5
	RBBB-8	42.43	2.8	-	7.6	-	-	3.6	-	14.0
RAMP-A3	RBBB-2	49.79	3.4	-	2.6	14.0	3.9	6.8	-	30.7
	RBBB-3	50.19	2.6	-	5.3	13.8	7.4	2.9	-	32.0
RAMP-D	RBBB-1	49.19	2.8	-	2.0	4.2	-	6.0	-	15.0
	RBBB-1-1	49.79	3.5	-	1.3	8.9	1.1	3.2	-	18.0
RAMP-E	RBBB-4	50.44	2.4	-	1.3	17.10	10.20	-	-	31.0
	RBBB-5	50.42	1.5	-	4.8	13.0	10.2	-	-	28.0

5.2 교량구간 지반특성 분석

5.2.1 지층개황

가. 본선구간

구 분	공 번	표 고 (EL. m)	매립층 (m)	봉적층 (m)	퇴적층 (m)	중화도 (m)	중화암 (m)	연암 (m)	경암 (m)	계 (m)
용내교	BBB-1	41.58	0.6	-	16.2	7.2	10.5	-	-	34.5
	BBB-1-1	35.22	-	-	10.5	8.5	7.0	-	-	26.0
	BBB-2	38.59	5.7	-	5.8	-	1.2	7.8	-	20.5
용산교	BBB-3-1	62.10	-	-	-	4.0	11.0	-	-	15.0
	BBB-4-1	62.10	0.2	-	-	4.6	10.8	-	1.6	17.2
	BBB-3	54.92	1.5	-	4.2	5.8	10.5	-	-	22.0
	BBB-4	52.20	0.9	-	5.8	3.9	17.3	-	1.1	28.1
신개교	BBB-5	86.44	0.3	-	-	-	-	3.9	-	4.2
	BBB-9	78.04	0.8	-	-	-	1.5	3.7	-	6.0
	BBB-10	77.97	-	1.7	-	-	1.1	4.2	-	7.0
월가교	BBB-13	49.60	3.0	-	4.6	1.6	10.9	-	-	10.9
	BBB-14	46.80	-	-	5.0	3.0	2.5	3.5	-	14.0
	BBB-14-1	46.41	-	-	5.7	2.3	10.2	-	-	18.2
	BBB-15	49.43	3.0	-	6.0	-	11.0	3.2	-	23.2
	BBB-16	54.40	0.6	-	-	3.9	0.6	3.2	-	8.3
도개IC교	BBB-20	39.13	-	-	12.5	-	7.5	-	-	20.0
	BBB-21	42.30	0.9	-	10.9	3.7	14.5	1.2	-	31.2
	BBB-22	43.10	2.0	-	18.0	0.6	10.4	-	-	31.0
원당교	BBB-23	42.90	2.5	-	17.2	0.8	10.5	-	-	31.200

나. RAMP 교량구간

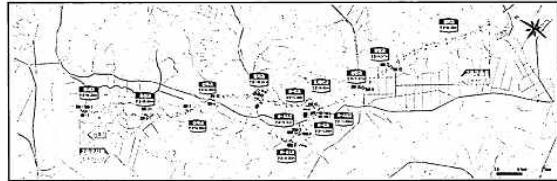
구 분	공 번	표 고 (EL. m)	매립층 (m)	봉적층 (m)	퇴적층 (m)	중화도 (m)	중화암 (m)	연암 (m)	경암 (m)	계 (m)
RAMP-A1	RBBB-9	43.01	2.5	-	6.0	3.0	10.4	5.1	-	27.0
	RBBB-6	42.22	3.5	-	7.3	-	1.2	3.3	-	15.3
RAMP-A2	RBBB-7	39.78	-	-	8.4	-	-	3.1	-	11.5
	RBBB-8	42.43	2.8	-	7.6	-	-	3.6	-	14.0
RAMP-A3	RBBB-2	49.79	3.4	-	2.6	14.0	3.9	6.8	-	30.7
	RBBB-3	50.19	2.6	-	5.3	13.8	7.4	2.9	-	32.0
RAMP-D	RBBB-1	49.19	2.8	-	2.0	4.2	-	6.0	-	15.0
	RBBB-1-1	49.79	3.5	-	1.3	8.9	1.1	3.2	-	18.0
RAMP-E	RBBB-4	50.44	2.4	-	1.3	17.10	10.20	-	-	31.0
	RBBB-5	50.42	1.5	-	4.8	13.0	10.2	-	-	28.0

제 5 장 교량구간 성과분석

5.1 개요

- 사업구간 노선에 대하여 지반의 수직·수평분포상태, 기반암의 분포상태, 풍화도 및 암질 파악
- 원위치 시험을 수행하기 위한 시추공 형성 및 실내시험을 위한 시료채취
- 시추결과를 종합하여 지층분석 실시

5.1.1 조사위치



5.1.2 조사현황

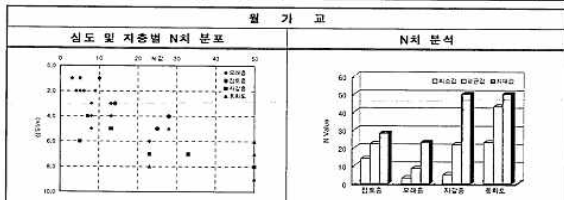
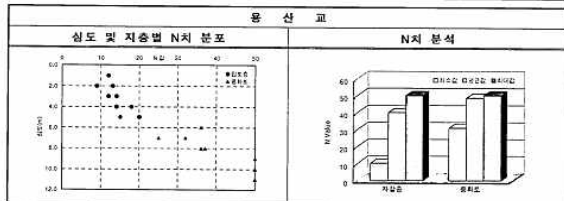
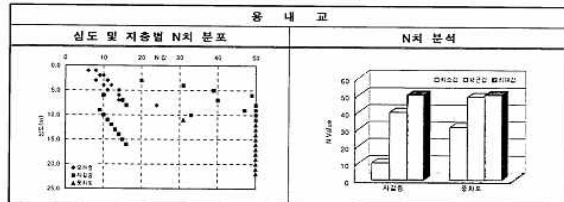
교량 및 구조물		단위	용내교	용산교	신개교	신두교	월가교	신천교	원당교	도개IC교	계	
조사항목												
현장 시험	시추조사	공	3	4	1	2	4	2	2	11	29	
	표준관입시험	회	72	60	-	1	45	41	50	162	431	
	현장무수시험	회	2	2	-	1	2	1	2	9	19	
	공내 재하 시험	LLT	회	1	1	-	1	1	1	1	5	11
		PMT	회	1	1	1	1	1	1	1	4	11
	트랩 시험	충성시험	회	6	4	-	2	8	4	4	22	50
		일축/삼축	회	-	-	-	-	-	1/2	2/3	-	3/5
		압밀시험	회	-	-	-	-	-	1	2	-	3
	실내 시험	충성시험	회	-	1	1	1	1	1	-	2	7
		압축 시험	일축압축강도	회	1	1	1	1	2	1	-	5
점하중강도			회	-	-	-	1	1	-	-	5	7

5.3 지반의 공학적특성 분석

5.3.1 현장시험

가. 심도별 N치 분석

- 토사층, 풍화대층의 상대밀도 및 연경도를 파악하기 위하여 실시함



다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1.1 교량제형

- 1) 형 식 : PSC 빔거더교
- 2) 교량등급 : 1등급
- 3) 교 장 : 3335 m
- 4) 폭 원 : 12.455 m
- 5) 지 간 : 35 m
- 6) 거더간격 : 2.5 m
- 7) 사 각 : -10°

1.2 하 중

- 1) 활 하 중 : DD - 24 적용
- 2) 충격계수 : $1 + \frac{15}{40 + L} \leq 0.3$
- 3) 고정하중 : 침근콘크리트 = 25 kN/m²
포 장 = 24 kN/m²

1.3 사용재료

- 1) 콘크리트 : 바닥판 : $f_{ck} = 27$ MPa
PSC 거더 : $f_{ck} = 40$ MPa
- 2) 철 근 : 바닥판 : $f_y = 400$ MPa
PSC 거더 : $f_y = 400$ MPa

1.4 허용응력

- 1) 바닥판 콘크리트
 - 허용압축응력 : $f_{ck} = 0.4f_{ck} = 10.8$ MPa
- 2) 프리스트레스 콘크리트 (PSC 거더)
 - 프리스트레스 도입시 압축강도 : $f_{ci} = 0.8f_{ck} = 32$ MPa
 - 프리스트레스 도입 직후
 - 허용압축응력 : $0.55f_{ci} = 17.6$ MPa
 - 허용인장응력 : $0.25\sqrt{f_{ci}} = 1.41$ MPa
 - 설계하중 작용시
 - 허용압축응력 : $0.4f_{ck} = 16$ MPa
 - 허용인장응력 : $0.25\sqrt{f_{ck}} = 1.58$ MPa
- 3) PS강재 (Low-Relaxation)
 - 극한강도(f_{pk}) : 1,800 MPa
 - 항복강도(f_{py}) : 1,600 MPa
 - 허용최대인장응력 : $0.9f_{py} = 1,440$ MPa
 - 정착 직후 정착부에서의 응력 : $0.7f_{py} = 1,330$ MPa
 - 손실 후 사용하중상태에서의 응력 : $0.8f_{py} = 1,280$ MPa

1.5 탄성계수

- 1) 콘크리트
 - $E_c = 4700\sqrt{f_{ck}}$ ($f_{ck} \leq 30$ MPa)
 - $E_c = 3300\sqrt{f_{ck}} + 7,700$ ($f_{ck} > 30$ MPa)
- 2) 철근 및 PS강연선 : $E_s = 200,000$ MPa

1.6 마찰계수

- 1) 곡경마찰계수 : $\mu = 0.25$ /rad
- 2) 파상마찰계수 : $\kappa = 0.005$ /rad

3. 바닥판 설계

3.1 중간 바닥판(경험)

3.1.1 경험적 설계법 적용성 검토

- ① 지지부재들이 간재 주거나 또는 콘크리트로 된 경우
- ② 콘크리트가 철강타설되고 습윤양생되어야 함
- ③ 거더 끝단부위의 한치와 같이 극부적으로 두껍게 한 곳을 제외한 상태에서 전체적으로 바닥판의 두께가 일정해야 함
- ④ 바닥판 두께에 대한 유효강도의 비가 6 이상 15 이하인 경우

$$6 \leq \frac{1,740}{1} \times \frac{0.240}{1} = 7.250 \leq 15 \quad \text{-----} 0.K$$
- ⑤ 바닥판의 상부와 하부에 배근된 침근의 외측면 사이의 두께가 150mm 이상인 경우

$$8 + 140 + 8 = 156 \text{ mm} > 150 \text{ mm} \quad \text{-----} 0.K$$
- ⑥ 유효강간이 표준치선폭 3.6m 이하

$$1.74 < 3.6 \quad \text{-----} 0.K$$
- ⑦ 바닥판의 흙집, 마모면, 그리고 보충피복층을 제외한 바닥판의 최소두께가 240mm 이상인 경우
- ⑧ 캔틸레버부의 길이가 내측바닥판 두께의 5배 이상이거나, 캔틸레버부의 길이가 내측바닥판 두께에

3배 이상이고 구조적으로 연속적인 콘크리트 방호책과 합성이 된 경우

$$\begin{aligned} \text{최측 캔틸레버 구간 : 캔틸레버부 길이} &= 1.255 > 0.24 \times 3 = 0.720 \quad \text{-----} 0.K \\ \text{주측 캔틸레버 구간 : 캔틸레버부 길이} &= 1.200 > 0.24 \times 3 = 0.720 \quad \text{-----} 0.K \end{aligned}$$

- ⑨ 콘크리트의 28일 압축강도는 27MPa 이상인 경우
- ⑩ 침근콘크리트 바닥판은 바닥판을 지지하는 구조부재들과 완전합성거동을 하여야 함

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

결과 요약

○ 월가교-영천방향

■ 단면 형 설계

단 면 위 치	Req. A_s (mm ²)	폭 b(mm)	깊이 d(mm)	단 면 A' (mm ²)	사용강간량 (Use A_s) (mm ²)	ρ_s (%)	ϕ_s (mm)	비 고
편입레베 (유속방출벽)	864.07	1000	180	60.00	H16 @ 400 = 496.5	50.669	57.850	0.K
					H16 @ 400 = 496.5			
편입레베 (외측중분대)	738.43	1000	180	60.00	H16 @ 400 = 496.5	43.576	57.850	0.K
					H16 @ 400 = 496.5			
중간슬래브 (상면)	720.00	1000	180	60.00	H16 @ 400 = 496.5	경험적설계법		0.K
					H16 @ 400 = 496.5			
중간슬래브 (하면)	950.00	1000	200	40.00	H16 @ 400 = 496.5	경험적설계법		0.K
					H16 @ 400 = 496.5			
슬래브단부	1485.37	1000	200	60.00	H16 @ 250 = 794.4	94.468	100.559	0.K
					H16 @ 250 = 794.4			
편입레베 단 부	728.01	1000	180	60.00	H16 @ 200 = 993.0	42.984	109.857	0.K
					H16 @ 200 = 993.0			

■ 배력철근(온도철근량) 산정

단 면 위 치	필요철근량 (mm ²)	사용철근량 (Use A_s) (mm ²)	비 고
편입레베 유속방출벽	578.928	H16 @ 250 = 794.400	0.K
	494.745	H16 @ 250 = 794.400	0.K
중간슬래브 상 면	720.000	H16 @ 250 = 794.400	0.K
	720.000	H16 @ 250 = 794.400	0.K
슬 래 브 단 부	487.769	H16 @ 125 = 1588.800	0.K

■ 사용성 검토 요약표

구 분						
		인장응력(f_t)	허용응력(f_{ti})	균 일 적 (w)	허용균일적 (Ba)	비 고
편 입 레 베	유속방출벽	91.839	240.000	0.162	0.260	0.K
	외측중분대	59.781	240.000	0.103	0.260	0.K
슬 래 브 단 부		155.631	240.000	0.232	0.260	0.K

● 본 구조물용 노후콘크리트표준강 T-50mm 으로 적용하였함.

● 본 바닥판의 구조 해석은 편입레베부 구간은 기존 강도설계법을 적용하며 편입레베부 구간은 편입적설계법+LB DECK인 적당 설계함.

7.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 7.2.2】 월가교 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

7.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 7.2.3】 월가교 전차 정밀안전점검 사항

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

7.2.4 기존자료

【표 7.2.4】 월가교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 105.0m, 폭 : 24.3m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : (주)용마엔지니어링, (주)대한건설턴트	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

7.2.5 시설물 보수 이력

【표 7.2.5】 월가교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

7.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 7.2.6】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

7.3 현장조사

7.3.1 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, 고소차	2019.11.14.~2019.12.02.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 7.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

7.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 월가교는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=105.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



S3 바닥판하면 상태양호

【사진 7.3.3】바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판에 현장조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.

나. PSC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Girder는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



거더 전경

【사진 7.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 7.3.2】 거더 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



【사진 7.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 7.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 7.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



【사진 7.3.7】 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

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



교대 전경

【사진 7.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 7.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	—	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 7.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 교대는 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 월가교의 교각은 T형교각 2기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경
【사진 7.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	-	
P1	-	-
P2	-	-
합계	-	-

	
P1 상태양호	P2 코핑부 상태양호

【사진 7.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

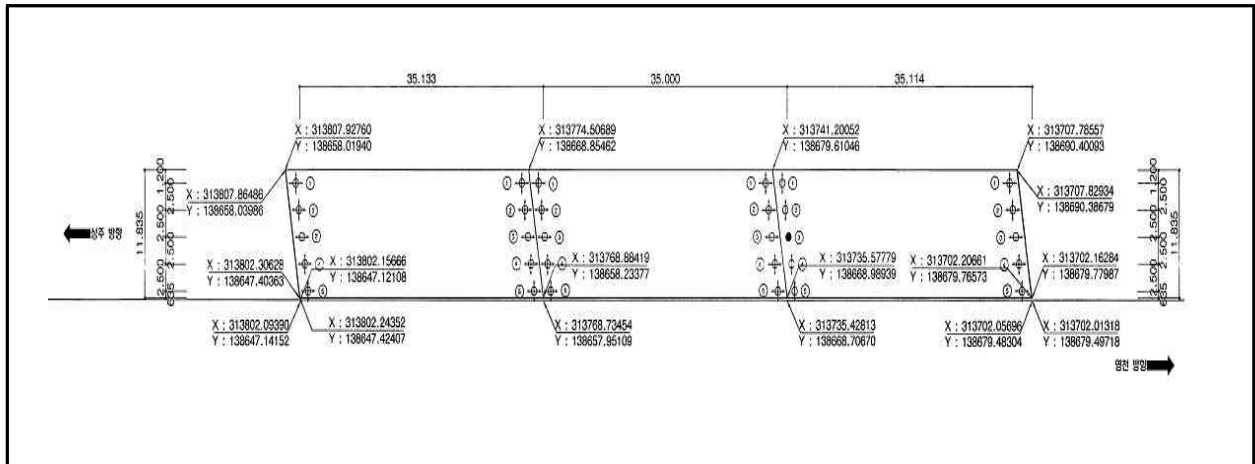
4) 검토의견

- 교각의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 교대는 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 월가교의 받침은 고무받침으로 총 30개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 7.3.1】 교량받침 배치도



【사진 7.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	-	
A1	-	-
P1	-	-
P2	-	-
A2	-	-
합계	-	-


【사진 7.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

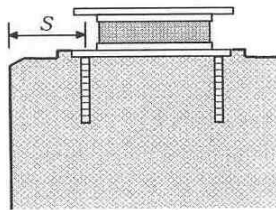
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

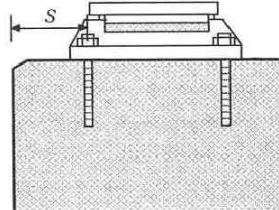
- 받침 본체와 받침콘크리트, 무수축 몰탈의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

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 7.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 7.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

－ 거더 경간길이(L=35.0m) : $200+5 \times 35 = 375\text{mm}$

【표 7.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		375	532	532	541	539	539	O.K
P1	A1측	375	520	530	522	528	520	O.K
	A2측	375	610	610	611	610	611	O.K
P2	A1측	375	560	570	572	572	572	O.K
	A2측	375	558	570	570	570	570	O.K
A2		375	559	559	560	570	570	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 7.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 7.3.8】 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	12.9	27.1	0.00001	70.0	9.0	19.0	
P1	12.9	27.1	0.00001	35.0	4.5	9.5	
P2	고정단						
A2	12.9	27.1	0.00001	35.0	4.5	9.5	
1) 조사당시 온도 : 7.9℃(조사일 : 2019년 11월 13일, 평균온도, 구미) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 7.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	5	55	45	9.0	19.0	±50
	SH2	5	55	45			±50
	SH3	5	55	45			±50
	SH4	5	55	45			±50
	SH5	5	55	45			±50
P1(A1)	SH1	-5	45	55	4.5	9.5	±50
	SH2	-5	45	55			±50
	SH3	-5	45	55			±50
	SH4	-5	45	55			±50
	SH5	-5	45	55			±50
P1(A2)	SH6	-5	45	55	4.5	9.5	±50
	SH7	-5	45	55			±50
	SH8	-5	45	55			±50
	SH9	-5	45	55			±50
	SH10	-5	45	55			±50
P2(A2)	고정단						
A2	SH1	0	50	50	4.5	9.5	±50
	SH2	0	50	50			±50
	SH3	0	50	50			±50
	SH4	0	50	50			±50
	SH5	0	50	50			±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 A1에 핑거 조인트, A2에 모노셀 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



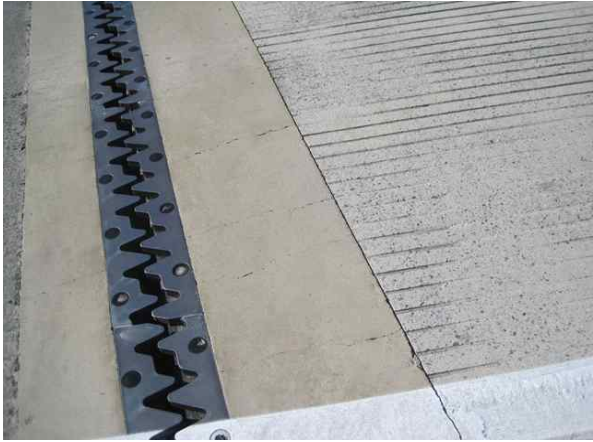
【사진 7.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 후타재 열화, 차수관 볼트체결 불량, 탈락이 조사되었다.

【표 7.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 ($C_w=0.3\text{mm}$ 미만) (m/개소)		후타재 균열 ($C_w=0.3\text{mm}$ 이상) (m/개소)		후타재 열화 ($\text{m}^2/\text{개소}$)		차수관 볼트체결 불량, 탈락 (개소)	
A1 (EXP J1)	3.30	11	5.50	11	0.50	1	6.00	6
A2 (EXP J2)	5.60	14	—	—	—	—	2.00	2
합계	8.90	25	5.50	11	0.50	1	8.00	8

	
A1 후타재 균열 (Cw=0.3mm이상)	A1 후타재 열화 (0.5m×1.0m)
	
A2 후타재 균열 (Cw=0.3mm미만)	A2 차수판 볼트체결 불량

【사진 7.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 열화, 차수판 볼트체결 불량, 탈락은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 차수판 볼트 재체결등의 조치를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 채수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(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: 3.3℃(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 3.3^{\circ}\text{C} = 31.7^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (3.3^{\circ}\text{C}) = 8.3^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팅창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)																	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 7.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 7.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	8.3	31.7	0.00001	70.0	5.8	22.2	
A2	8.3	31.7	0.00001	35.0	2.9	11.1	
1) 조사당시 온도 : 3.3℃(조사일 : 2019년 12월 03일, 평균온도, 구미) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 7.3.12】 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	5.8	22.2	52	80	57.8	29.8	O.K
A2	2.9	11.1	30	40	32.9	18.9	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 3.3℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 30.0~52.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경

【사진 7.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 본선 포장은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분		
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



【사진 7.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요



【사진 7.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



배수시설 상태양호

【사진 7.3.22】 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 요구되며, 배수구는 정기적으로 정비 등의 조치가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



방호벽 전경

【사진 7.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, S2 중앙분리대 측에 균열부백태가 조사되었다.

【표 7.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부백태 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.20	2
S3	—	—
합계	0.20	2

	
S2 방호벽 중분대 균열부백태(0.1m x 1.0m)	S2 방호벽 중분대 균열부백태(0.1m x 1.0m)

【사진 7.3.24】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, S2 중앙분리대 측에 균열부백태가 조사되었었고, 건조수축, 거푸집 조기탈착에 의한 균열에 우천시 우수가 유입되면서 균열부에 백태가 발생한 것으로 판단되며, 2차 손상 방지 및 내구성 증진을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

7.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 월가교는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=105.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과, S1에서 백태가 조사되었다.

【표 7.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)	
S1	0.25	1
S2	—	—
S3	—	—
합계	0.25	1



S1 바닥판하면 백태(0.5m x 0.5m)

【사진 7.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, S1에서 백태가 조사되었고, 신축이음 하부에서 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 유지관리 보수가 필요할 것으로 판단된다.

나. PSC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Girder는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



거더 내측 전경

【사진 7.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, S1에서 백태, 파손이 조사되었다.

【표 7.3.2】 거더 외관조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	0.34	4	0.04	1
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
합계	0.34	4	0.04	1

	
S1 거더 백태(0.1m x 0.3m)	S1 거더 파손(0.2m x 0.2m)

【사진 7.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더에 백태, 파손이 조사되었고, 백태와 파손은 시공 시에 발생한 손상으로 판단되며, 시설물의 사용성에는 문제가 없으나 내구성증진을 위한 표면처리, 단면보수 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 7.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
합계	-	-



S1 가로보 상태양호
【사진 7.3.7】 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 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



교대 전경 (A2)

【사진 7.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1, A2에 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 7.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열 ($C_w=0.3\text{mm}$ 미만) (m/개소)	
A1	1.00	1
A2	4.00	2
합계	4.00	3

	
A1 균열 (Cw=0.3mm미만)	A2 균열 (Cw=0.3mm미만)

【사진 7.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 균열 (Cw=0.3mm미만)이 조사되었고, 건조수축, 거푸집 조기탈착에 의한 것으로 판단되며, 표면처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 월가교의 교각은 T형교각 2기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



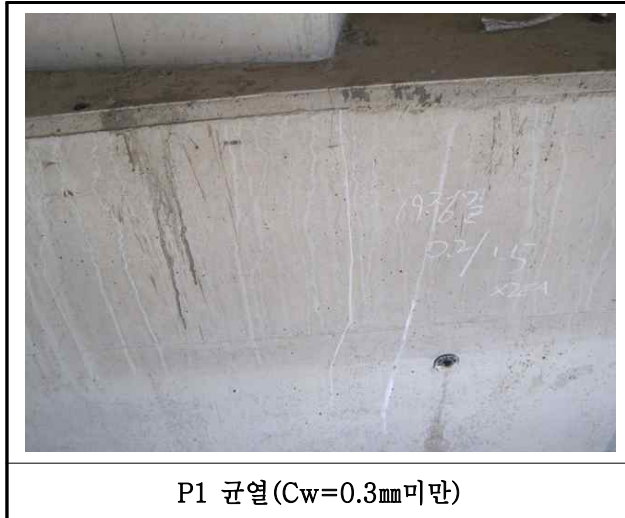
교각 전경
【사진 7.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 코핑부에서 기존 손상인 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)이 조사되었다.

【표 7.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만) (m/개소)	
P1	3.00	2
P2	—	—
합계	3.00	2



【사진 7.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

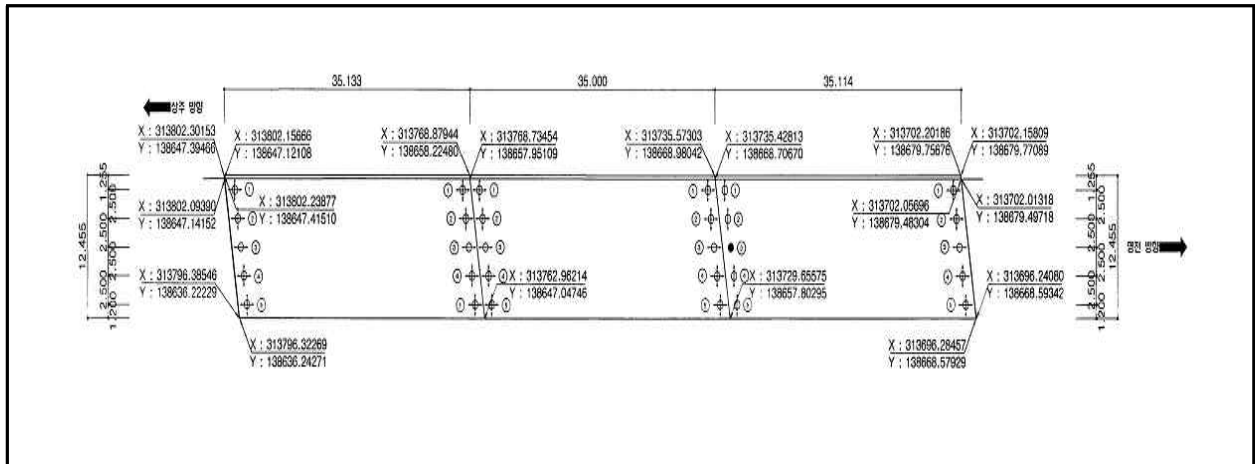
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 월가교의 받침은 고무받침으로 총 30개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 7.3.1】 교량받침 배치도



【사진 7.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 경미한 플레이트 부식이 조사되었다.

【표 7.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	플레이트 부식 (㎡/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	0.03	1
A2	—	—
합계	0.03	1



P2-Sh2 플레이트 부식(0.3m×0.1m)

【사진 7.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

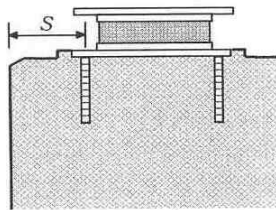
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

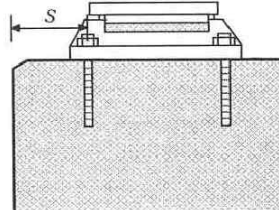
- 받침본체에서 조사된 플레이트 부식은 전처리 미흡으로 인한 손상으로 재도장 등의 조치가 필요하다고 판단된다.

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 7.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 7.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

－ 거더 경간길이 (L=35.0m) : $200+5 \times 35 = 375\text{mm}$

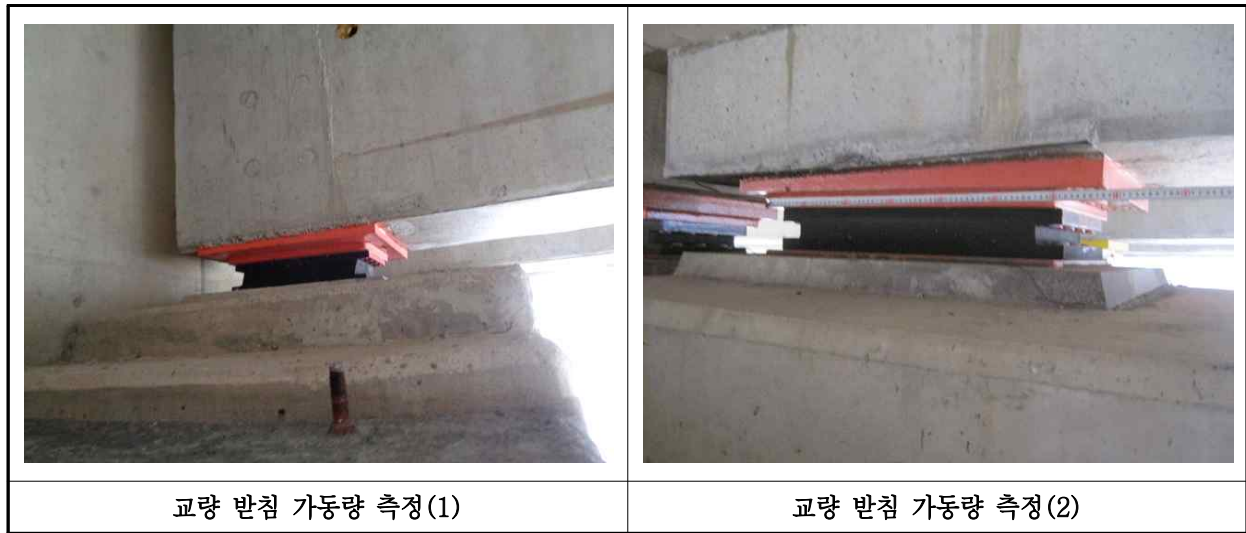
【표 7.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		375	540	540	530	530	530	O.K
P1	A1측	375	518	518	513	530	520	O.K
	A2측	375	610	610	600	600	600	O.K
P2	A1측	375	570	570	570	570	570	O.K
	A2측	375	560	560	560	560	560	O.K
A2		375	558	558	572	559	558	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 7.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 7.3.8】 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	12.9	27.1	0.00001	70.0	9.0	19.0	
P1	12.9	27.1	0.00001	35.0	4.5	9.5	
P2	고정단						
A2	12.9	27.1	0.00001	35.0	4.5	9.5	
1) 조사당시 온도 : 7.9℃(조사일 : 2019년 11월 13일, 평균온도, 구미) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 7.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	10	60	50	9.0	19.0	±50
	SH2	10	60	50			±50
	SH3	10	60	50			±50
	SH4	10	60	50			±50
	SH5	10	60	50			±50
P1(A1)	SH1	0	50	50	4.5	9.5	±50
	SH2	0	50	50			±50
	SH3	0	50	50			±50
	SH4	0	50	50			±50
	SH5	0	50	50			±50
P1(A2)	SH6	0	50	50	4.5	9.5	±50
	SH7	0	50	50			±50
	SH8	0	50	50			±50
	SH9	0	50	50			±50
	SH10	0	50	50			±50
P2(A1)	고정단						
A2	SH1	-5	55	45	4.5	9.5	±50
	SH2	-5	55	45			±50
	SH3	-5	55	45			±50
	SH4	-5	55	45			±50
	SH5	-5	55	45			±50
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

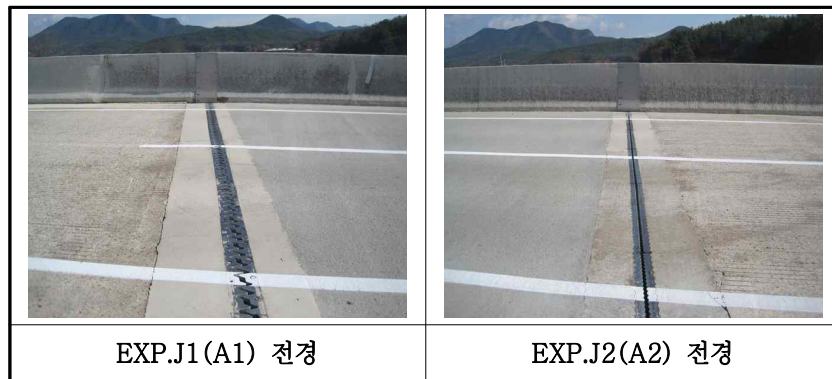
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1에 핑거 조인트, A2에 모노셀 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



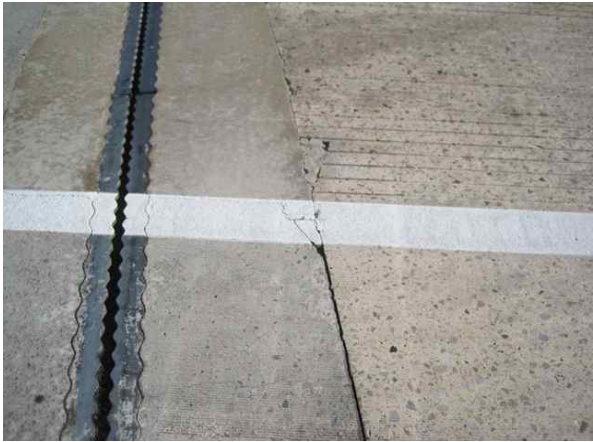
【사진 7.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 후타재 박리, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 7.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(Cw=0.3mm이상) (m/개소)		후타재 박리 (㎡/개소)		차수판 볼트탈락 (개소)	
A1 (EXP J1)	2.10	5	0.45	1	5.00	5
A2 (EXP J2)	—	—	0.04	1	1.00	1
합계	2.10	5	0.49	2	6.00	6

	
A1 후타재 균열 (Cw=0.3mm이상)	A1 후타재 박리 (0.3m×1.5m)
	
A2 후타재 박리 (0.2m×0.2m)	A2 차수판 볼트탈락

【사진 7.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 박리, 차수판 볼트탈락은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 차수판 볼트 재체결을 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(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: 3.3℃(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 3.3^{\circ}\text{C} = 31.7^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (3.3^{\circ}\text{C}) = 8.3^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팅창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></tbody></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 7.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 7.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	8.3	31.7	0.00001	70.0	5.8	22.2	
A2	8.3	31.7	0.00001	35.0	2.9	11.1	
1) 조사당시 온도 : 3.3℃(조사일 : 2019년 12월 03일, 평균온도, 구미) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 7.3.12】 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	5.8	22.2	35	80	40.8	12.8	O.K
A2	2.9	11.1	29	40	31.9	17.9	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 3.3℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 29.0~35.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경#1

【사진 7.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 7.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



교면포장 상태양호

【사진 7.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 본선은 양호한 상태이고, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요



【사진 7.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 7.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—



배수시설 상태 양호

【사진 7.3.22】 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 7.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부백태가 조사되었다.

【표 7.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부백태 (㎡/개소)	
S1	0.10	2
S2	0.30	3
S3	—	—
합계	0.40	5



【사진 7.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열부백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인에 의한 균열에 우천시 우수유입으로 인해 균열부에 백태가 발생하는 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

7.3.4 외관조사 총괄표

【표 7.3.17】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	상태양호	—	—	—	
교각	상태양호	—	—	—	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	8.90	25	
	후타재 균열 (0.3mm이상)	m	5.50	11	
	후타재 열화	m ²	0.50	1	
	차수판 볼트 체결 불량, 탈락	EA	8.00	8	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열부백태	m ²	0.20	2	

【표 7.3.17】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	백태	m ²	0.25	1	
거더	백태	m ²	0.34	4	
	파손	m ²	0.04	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.00	3	
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.00	2	
교량받침	플레이트 부식	m ²	0.03	1	
신축이음	후타재 균열(0.3mm이상)	m	2.10	5	
	후타재 박리	m ²	0.49	2	
	후타재 망상균열	m ²	6.00	6	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열부백태	m ²	0.40	5	

7.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

7.4 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.

7.4.1 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 7.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 7.4.2】 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	3	3	3	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	2	2	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

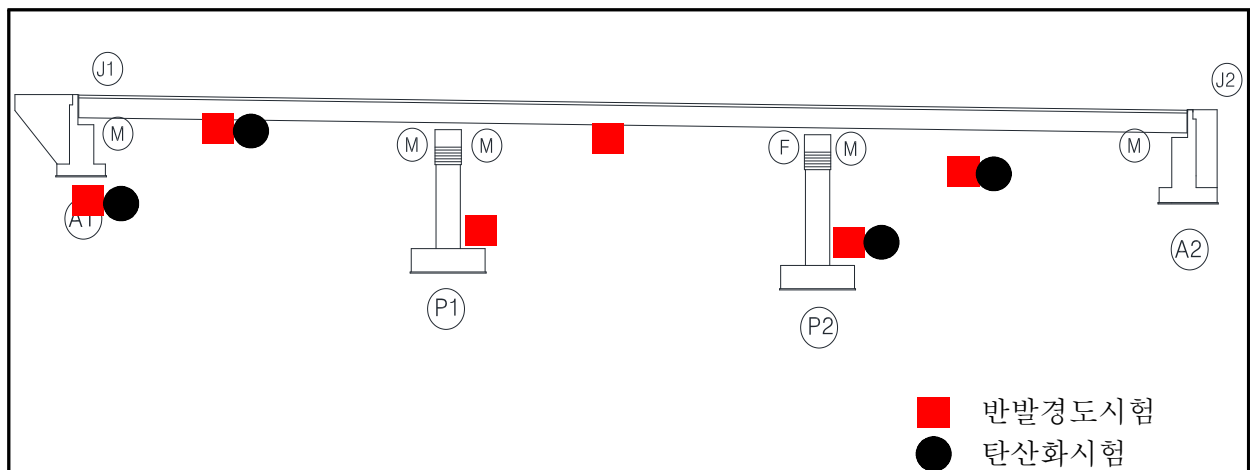
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

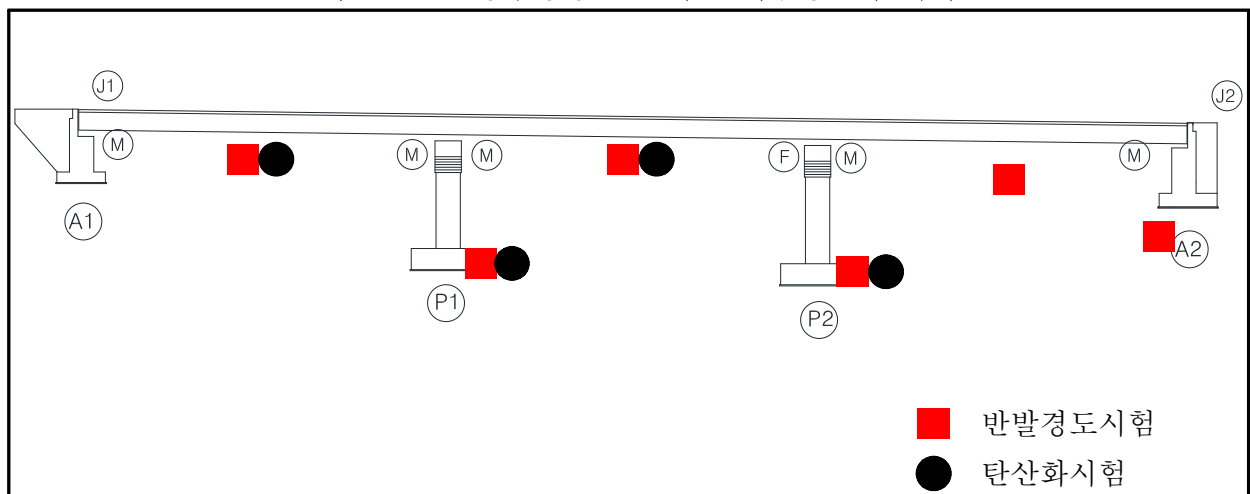


【사진 7.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 7.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 7.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

7.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 7.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.1	27.7	28.7	0.66	27.0	
	S3 바닥판하면	46.6	27.3	28.5			
	S2-G2 거더	50.6	43.3	51.3		40.0	
	평 균	48.1	32.8	36.2	—	—	

【표 7.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.0	25.9	27.7	0.66	24.0	
	P1 교각	46.5	27.2	28.4		27.0	
	P2 교각	48.0	28.5	29.1			
	평 균	46.5	27.2	28.4	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.3~51.3MPa, 하부구조 25.9~29.1MPa 로
측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것
으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

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

【표 7.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.5 ~ 28.6	27.0	101.9 ~ 105.9
	거더	43.3 ~ 51.3	40.0	108.3 ~ 128.3
하부구조	교대	25.9 ~ 27.7	24.0	107.9 ~ 115.4
	교각	27.9 ~ 28.8	27.0	103.3 ~ 106.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 7.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	24.5~29.8	25.9~51.3	24.0~40.0
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 7.4.7】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	S1 바닥판하면	3.00	40.00	37.00	a	2.12	100년이상	
	S3 바닥판하면	3.00	40.00	37.00	a	2.12	100년이상	
하부구조	A1 교대	7.00	100.00	93.00	a	4.95	100년이상	
	P2 교각	8.00	100.00	92.00	a	5.66	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 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 7.4.8】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0	37.0	
하부구조	7.0~8.0	92.0~93.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 7.4.9】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	—	—	—	3.0	37.0	a	
하부구조	—	—	—	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.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 7.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.8	28.3	29.0	0.66	27.0	
	S2 바닥판하면	48.4	28.8	29.3			
	S3-G1 거더	48.5	41.2	48.1		40.0	
	평 균	48.2	32.8	35.5	—	—	

【표 7.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	45.3	26.2	27.9	0.66	24.0	
	P1 교각	47.7	28.2	29.0		27.0	
	P2 교각	48.4	28.8	29.3			
	평 균	47.1	27.7	28.7	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.3~48.1MPa, 하부구조 26.2~29.3MPa 로
측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것
으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

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

【표 7.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.6 ~ 29.2	27.0	105.9 ~ 108.1
	거더	41.2 ~ 48.1	40.0	103.0 ~ 120.3
하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	109.2 ~ 116.3
	교각	28.5 ~ 29.2	27.0	105.6 ~ 108.1

② 기 점검결과와의 비교

【표 7.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	24.6~30.9	26.2~48.1	24.0~40.0
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 7.4.14】 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	2.50	40.00	37.50	a	1.77	100년이상	
	S2 바닥판하면	3.00	40.00	37.00	a	2.12	100년이상	
하부구조	P1 교각	7.00	100.00	93.00	a	4.95	100년이상	
	P2 교각	8.00	100.00	92.00	a	5.66	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 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 7.4.15】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비 고
상부구조	2.5~3.0	37.5~37.0	
하부구조	7.0~8.0	92.0~93.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 7.4.16】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	—	—	—	2.5~3.0	37.0~37.5	a	
하부구조	—	—	—	7.0~8.0	92.0~93.0	a	
검토의견	■ 기준 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 7.4.17】상주방향 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)
		거더	43.3 ~ 51.3	40.0	
	하부구조	교대	25.9 ~ 27.7	24.0	
		교각	27.2 ~ 29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0	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				

【표 7.4.18】영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.3 ~ 29.3	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.2 ~ 48.1	40.0	
	하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	
		교각	28.2 ~ 29.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0~37.5	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 7.4.19】상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.3 ~ 29.8		27.3 ~ 28.5		■ 강도저하 없음
		거더	-		43.3 ~ 51.3		
	하부구조	교대	24.5 ~ 27.5		25.9 ~ 27.7		
		교각	27.2 ~ 29.0		27.2 ~ 29.1		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		-	a	37.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		-	a	92.0~93.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 7.4.20】영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.4 ~ 29.8		28.3 ~ 29.3		■ 강도저하 없음
		거더	-		41.2 ~ 48.1		
	하부구조	교대	24.6 ~ 30.9		26.2 ~ 27.9		
		교각	29.9 ~ 30.8		28.2 ~ 29.3		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		-	a	37.0~37.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		-	a	92.0~93.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

7.5 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.

7.5.1 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 7.5.1】 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	PSC	a	a	a	a	a	a	b	a	a	q	a	a
S2	P1	PSC	a	a	a	a	a	b	—	a	a	q	—	—
S3	P2	PSC	a	a	a	a	a	a	—	a	a	q	a	a
	A2								b	a	a	q	—	—
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.133	0.200	0.100	0.100	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.003	0.018	0.009	0.020	—	0.004	0.003
													0.110	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.110) < 0.130$

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 7.5.2】 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	PSCI	b	a	a	a	a	b	b	a	b	q	a	—
S2	P1	PSCI	a	a	a	a	a	b	—	a	b	q	a	a
S3	P2	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	a	q	—	a
	A2								b	a	a	q	—	—
평균			0.133	0.100	0.100	0.100	0.100	0.167	0.200	0.125	0.150	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균X가중치)/가중치합			0.024	0.020	0.005	0.007	0.003	0.003	0.018	0.011	0.030	—	0.004	0.003
													0.129	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.129) < 0.130$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 7.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.110	A	105	2	210	0.500	0.055
영천방향	0.129	A	105	2	210	0.500	0.064
합계(Σ)			210	4	420	1.000	0.119
1. 평가지수 =							0.119
2. 상태평가결과 =							A

7.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

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

나. 영천방향

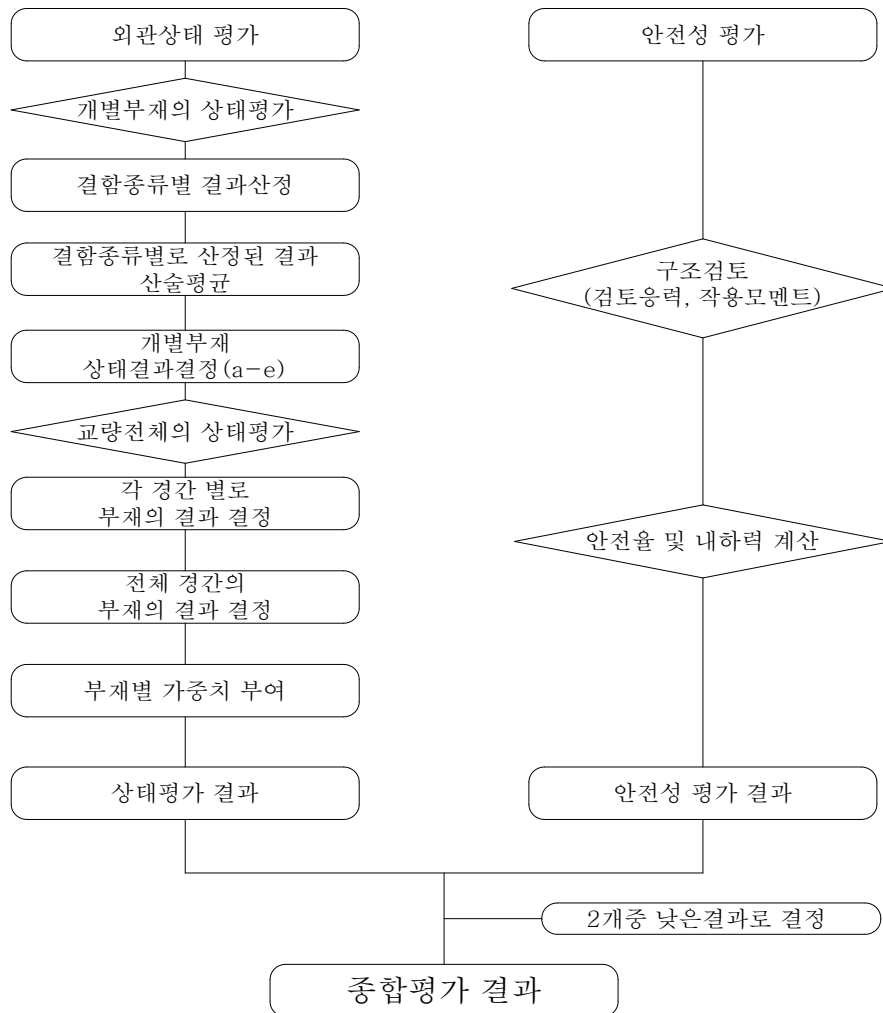
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “A등급” 으로 평가되었다.

7.6 종합평가 및 안전등급 지정

7.6.1 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 7.6.1】 종합평가 결과 산정절차

7.6.2 종합평가 결과

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

【표 7.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
월가교	0.119	A	—	—	A
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “A” 로 평가됨 •종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

7.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 “A등급” 으로 지정하였다.

【표 7.6.2】 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

7.7 보수·보강 및 유지관리방안

7.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 7.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	상태양호	—	—	—	—	—
교각	상태양호	—	—	—	—	—
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음	후타재 균열(Cw=0.3mm미만)	m	8.90	25	표면처리	3순위
	후타재 균열(Cw=0.3mm이상)	m	5.50	11	주입보수	2순위
	후타재 열화	m ²	0.50	1	표면처리	3순위
	차수판 볼트체결 불량, 탈락	EA	8.00	8	볼트 재체결	3순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열부백태	m ²	0.20	1	표면처리	3순위

나. 영천방향

【표 7.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	백태	m ²	0.25	1	표면처리	하자
거더	파손	m ²	0.04	1	단면보수	하자
	백태	m ²	0.34	4	단면보수	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m ²	4.00	3	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	3.00	2	표면처리	하자
교량받침	플레이트 부식	m ²	0.03	1	채도장	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm이상)	m	2.10	5	주입보수	2순위
	후타재 박리	m ²	0.49	2	단면보수	2순위
	차수관 볼트탈락	EA	6.00	6	볼트 재체결	3순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열부 백태	m ²	0.40	5	표면처리	2순위

7.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 7.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재 균열(Cw=0.3mm미만)	표면처리	8.90	3.30	m	54	178	3순위
	후타재 균열(Cw=0.3mm이상)	표면처리	5.50	2.10	m	54	113	2순위
	후타재 열화	단면보수	0.50	0.80	m ²	165	132	3순위
	차수판 볼트체결 불량, 탈락	볼트 재체결	8.00	8.00	EA	25	200	3순위
방호벽 및 중분대	균열부백태	표면처리	0.20	0.30	m ²	54	16	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		113		526		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		57		263		
	합계	—		170		789		
개략공사비 총계(천원)		959						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 7.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	백태	표면처리	0.25	0.40	m²	—	—	하자
거더	파손	단면보수	0.04	0.10	m²	—	—	하자
	백태	단면보수	0.34	0.50	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.00	6.00	m	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.00	1.10	m	—	—	하자
교량받침	플레이트 부식	재도장	0.03	0.05	m²	40	1	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm이상)	주입보수	2.10	3.20	m	65	208	2순위
	후타재 박리	단면보수	0.49	0.70	m²	165	115	2순위
	차수판 볼트탈락	볼트 재체결	6.00	6.00	EA	25	150	3순위
방호벽 및 중분대	균열부 백태	표면처리	0.40	0.20	m²	54	11	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		335		150		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		168		75		
	합계	—		503		225		
개략공사비 총계(천원)		728						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

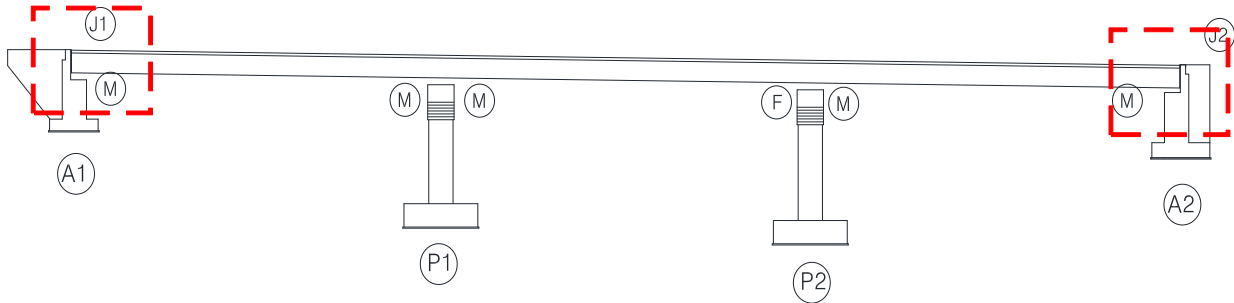
7.7.3 유지관리방안

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 7.7.5】 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

	
① 신축이음 폭 0.3mm 이상 균열 - 진전 여부확인	② 신축이음 후타재 박리 진전 여부확인
	

7.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 동산리(상주영천고속도로 10.932~11.038km)에 위치한 교량으로서 총 연장 105.0m, 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.

7.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판에 현장조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.

2) PSC Girder

- 거더의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 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

- 교대의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 교대는 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

5) 교각

- 교각의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 교대는 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

6) 교량받침

- 받침 본체와 받침콘크리트, 무수축 몰탈의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

- 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 균열, 후타재 열화, 차수판 볼트체결 불량, 탈락은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 차수판 볼트 재체결등의 조치를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.3℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 30.0~52.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구되며, 배수구는 정기적으로 정비 등의 조치가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, S2 중앙분리대 측에 균열부백태가 조사되었었고, 건조수축, 거푸집 조기탈착에 의한 균열에 우천시 우수가 유입되면서 균열부에 백태가 발생한 것으로 판단되며, 2차 손상 방지 및 내구성 증진을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.3~51.3MPa, 하부구조 25.9~29.1MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, S1에서 백태가 조사되었고, 신축이음 하부에서 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 유지관리 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) PSC Girder

- 거더에 백태, 파손이 조사되었고, 백태와 파손은 시공 시에 발생한 손상으로 판단되며, 시설물의 사용성에는 문제가 없으나 내구성증진을 위한 표면처리, 단면보수 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)이 조사되었고, 건조수축, 거푸집 조기탈착에 의한 것으로 판단되며, 표면처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 조사된 플레이트 부식은 전처리 미흡으로 인한 손상으로 채도장 등의 조치가 필요하다고 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, 박리, 차수판 볼트탈락은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 차수판 볼트 재체결을 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.3℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 29.0~35.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장의 본선은 양호한 상태이고, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

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

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열부백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인에 의한 균열에 우천시 우수유입으로 인해 균열부에 백태가 발생하는 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 28.3~48.1MPa, 하부구조 26.2~29.3MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 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 “A등급” 으로 평가되었으며, 2017년 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 신규 발생되었다.
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “0.112, A등급” 으로 평가되었다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 월가교에 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 금매교의 안전등급은 「문제점이 없는 최상의 상태」인 「A」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되다.

7.8.2 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.