

16. 남고양IC2교

- 16.1 시설물 개요
- 16.2 자료수집 및 분석
- 16.3 현장조사
- 16.4 콘크리트 내구성조사
- 16.5 상태평가
- 16.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 16.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 16.8 종합결론

16. 남고양IC2교

16.1 시설물의 개요

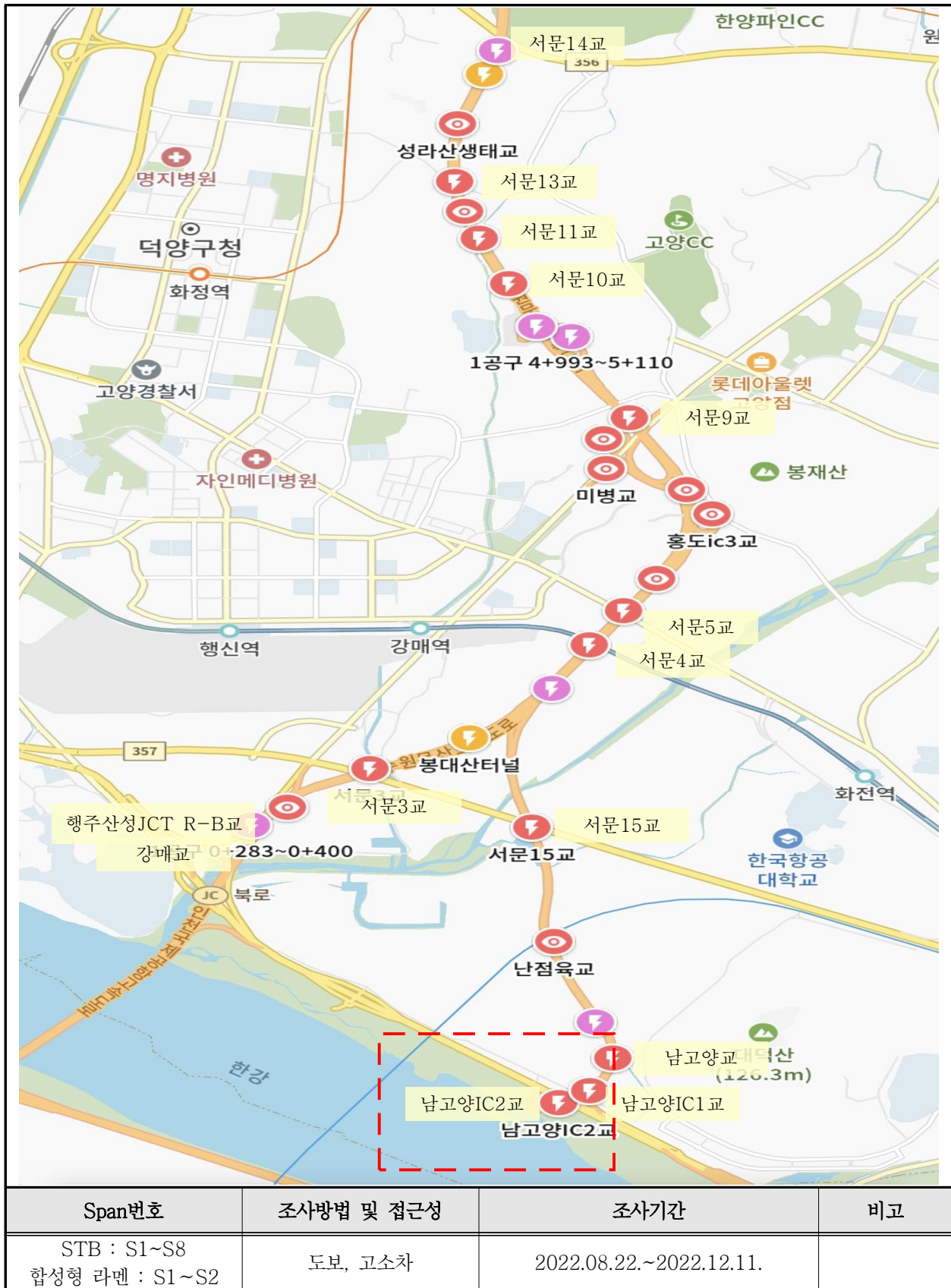
본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 대덕로 426 (현천동)에 위치한 교량으로 총 연장 498.9m, 폭 11.0m로 시공되어 있다.

16.1.1 일반사항

【표 16.1.1】 남고양IC2교 일반사항

구 분		내 용	구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000237	관리번호		-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 대덕로 426 (현천동)	준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=498.9m (44.828+60+82+60+42.5+2@55+42.5+27.313+29.722≒498.9m)				
	폭	B=11.0m, 2차로				
구조 형식	상부	Steel Box, 합성형라멘	기초 형식	교 대	강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형, 교각: T형		교 각	현장타설말뚝	
교량받침		면진받침	신축이음		강팽거쥔인트	
교차시설물		-	통과높이		-	
부착시설내용		-	설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)	설 계 자		(주)다산건설턴트	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체		서울문산고속도로주식회사	
						
측면 전경			상부 전경			

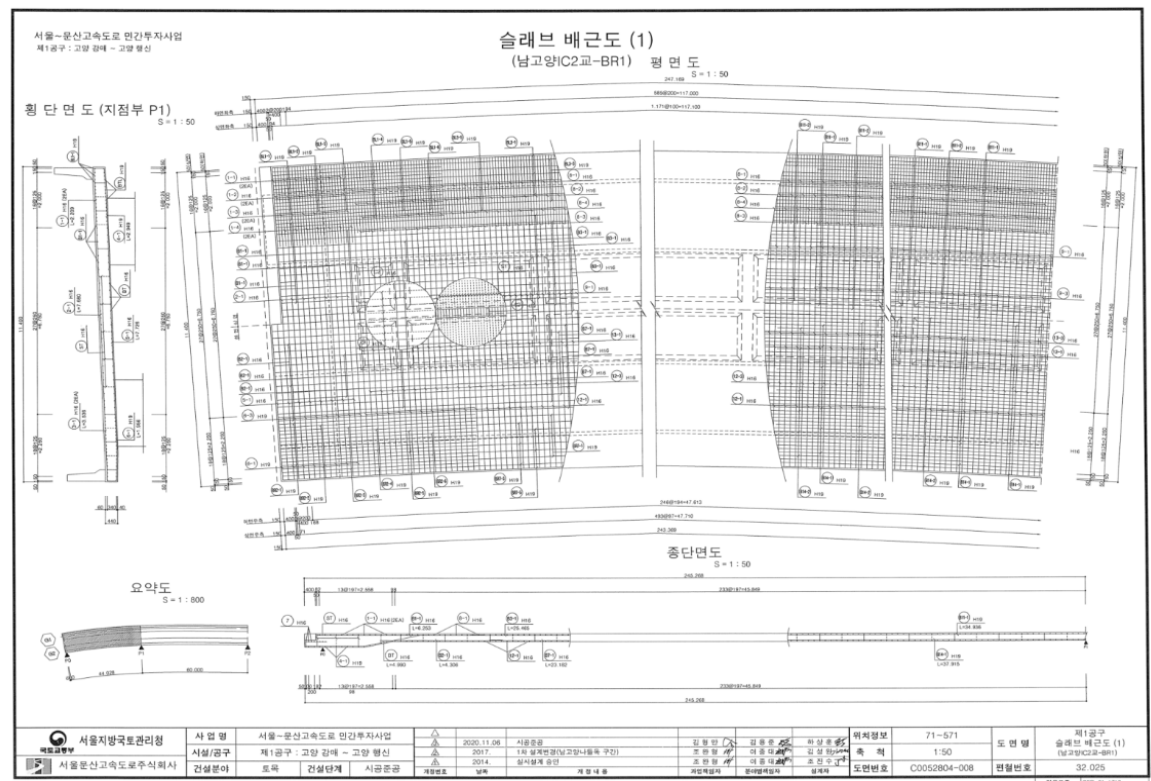
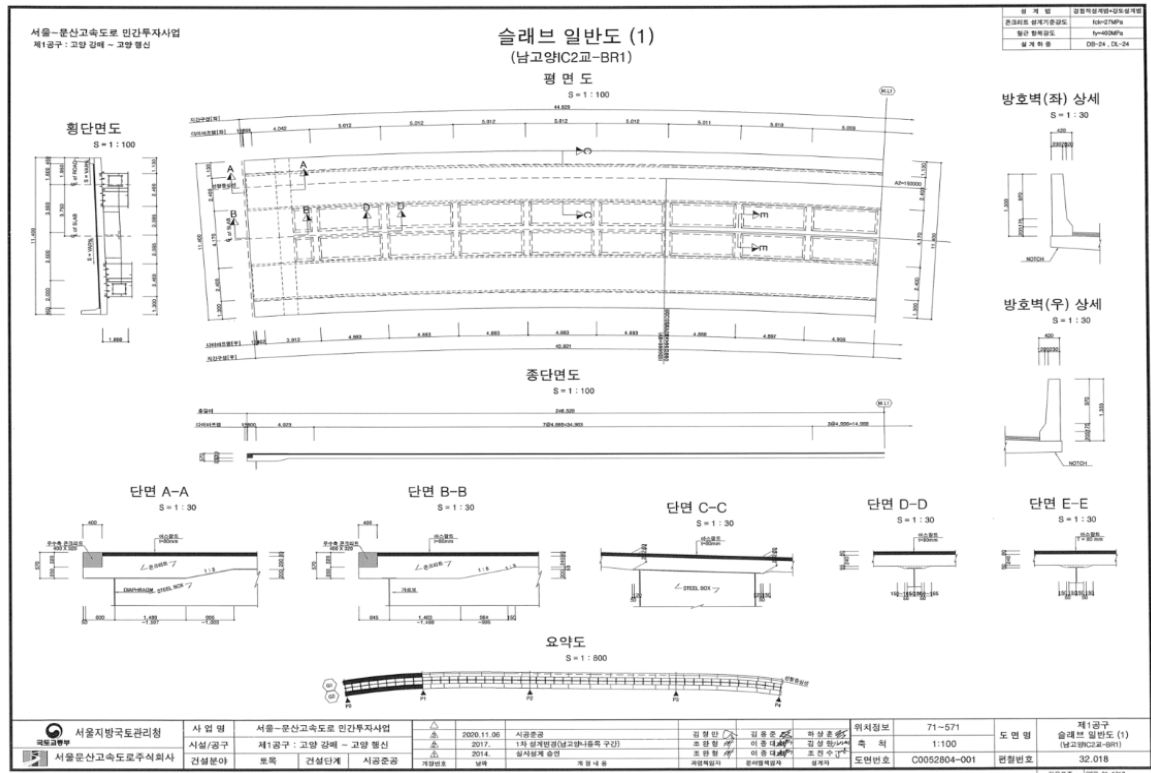
16.1.2 위치도 및 전경사진



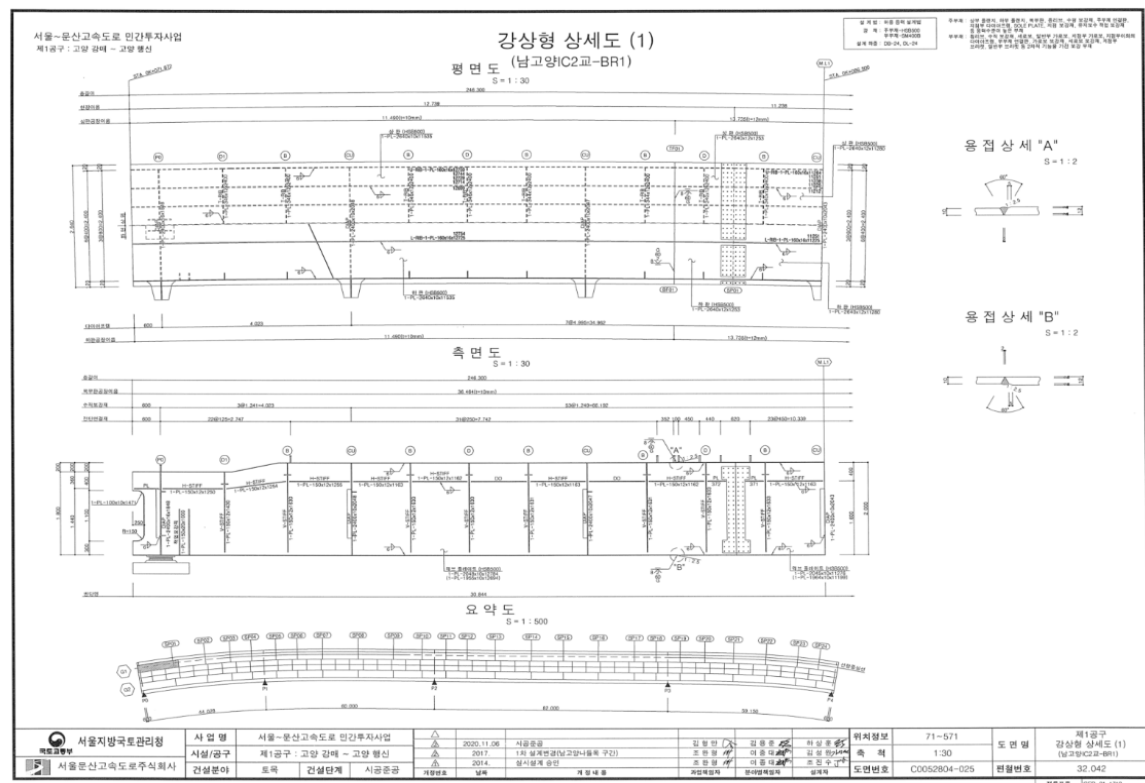
【그림 16.1.1】 위치도

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

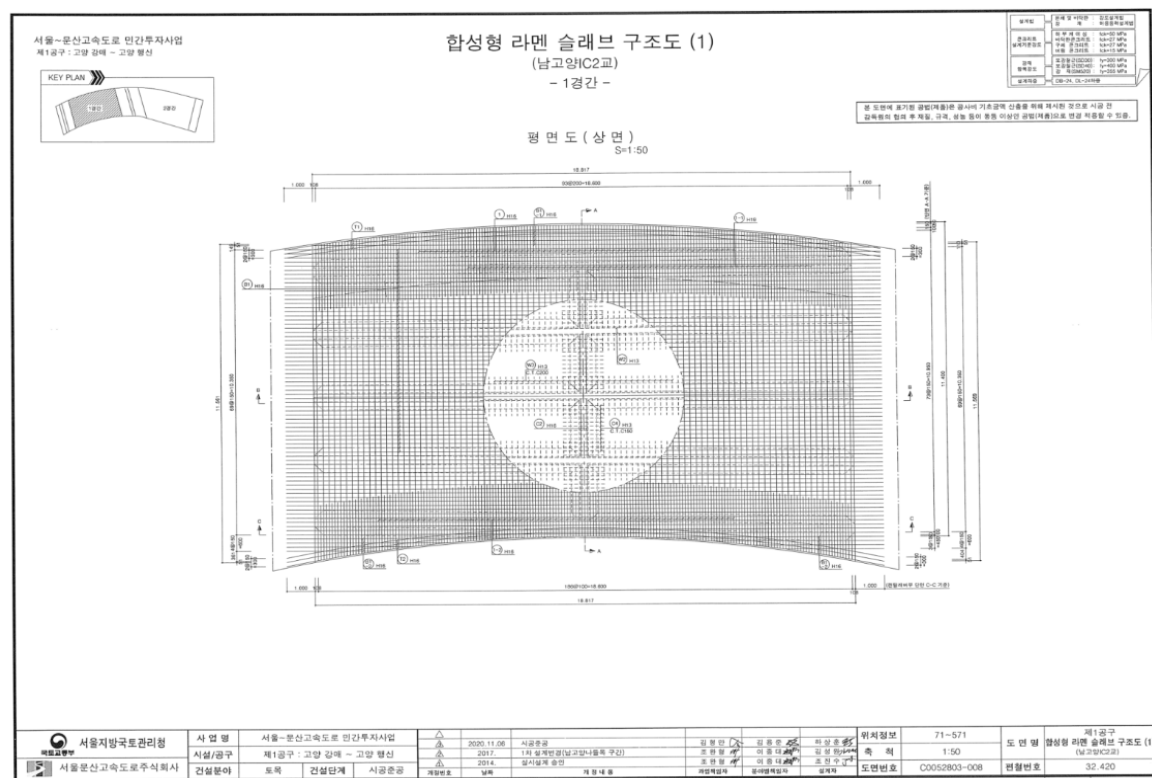
【그림 16.1.2】 부재별 현황



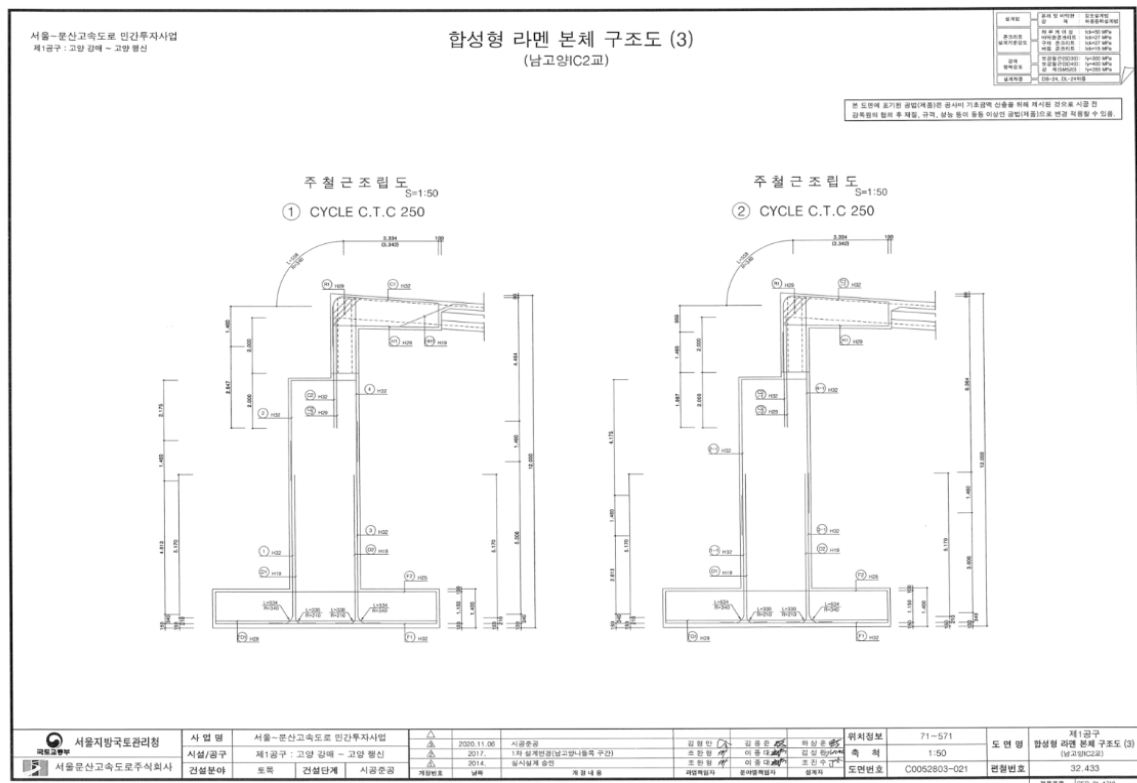
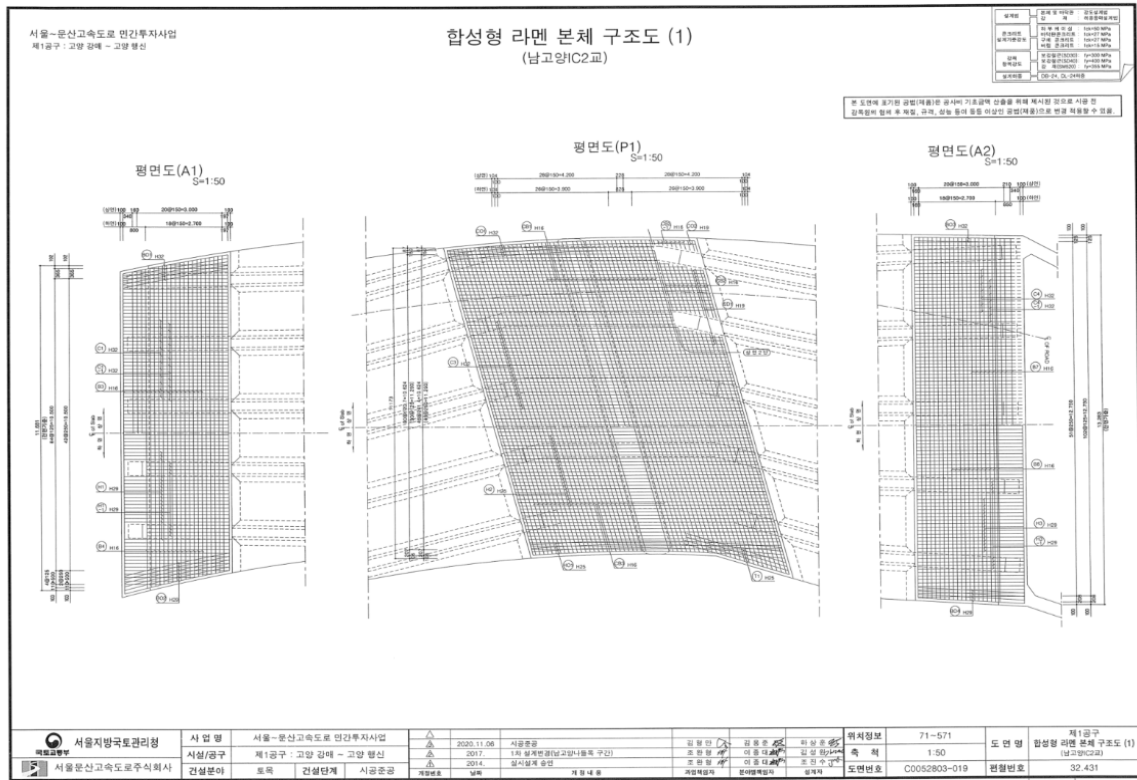
【그림 16.1.4】 바닥판하면 일반도 및 구조도



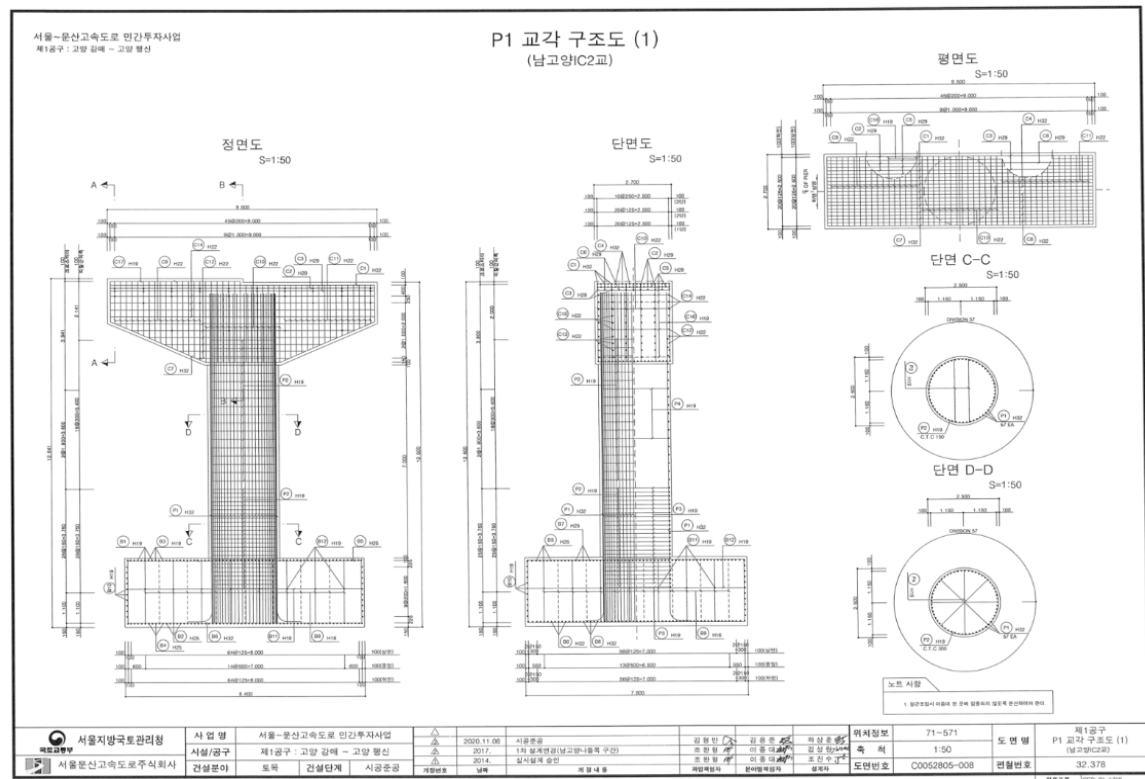
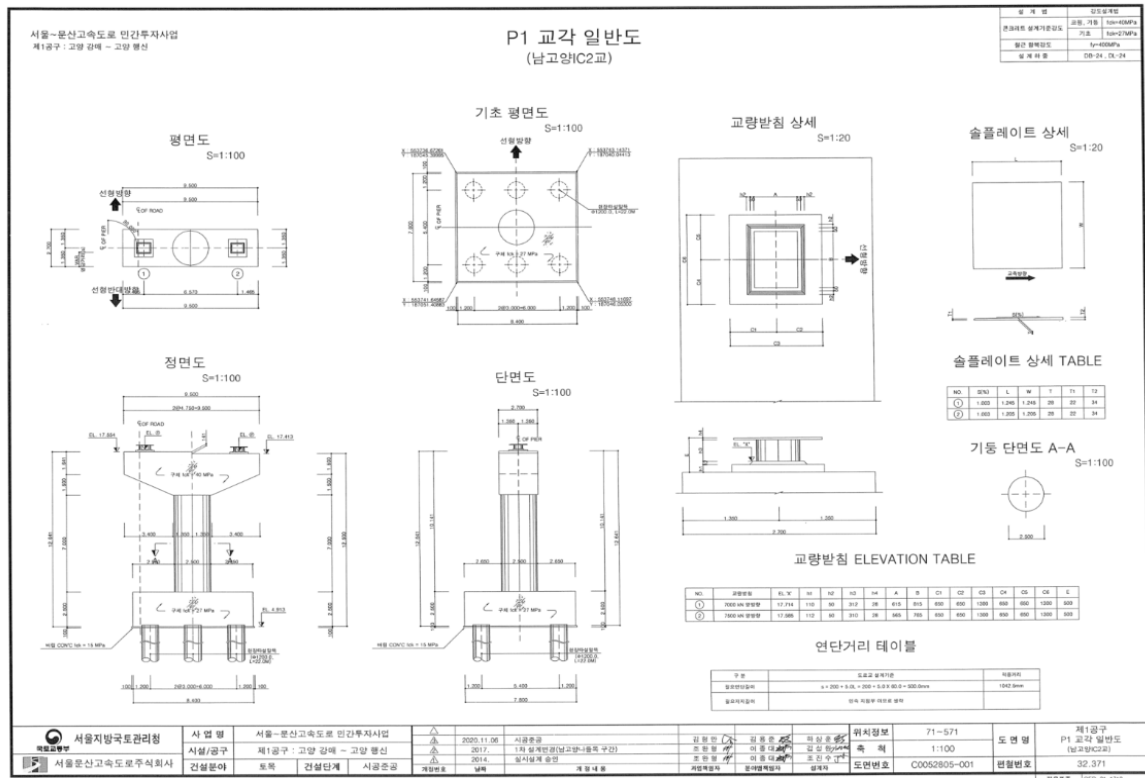
【그림 16.1.5】 강상형 일반도 및 상세도



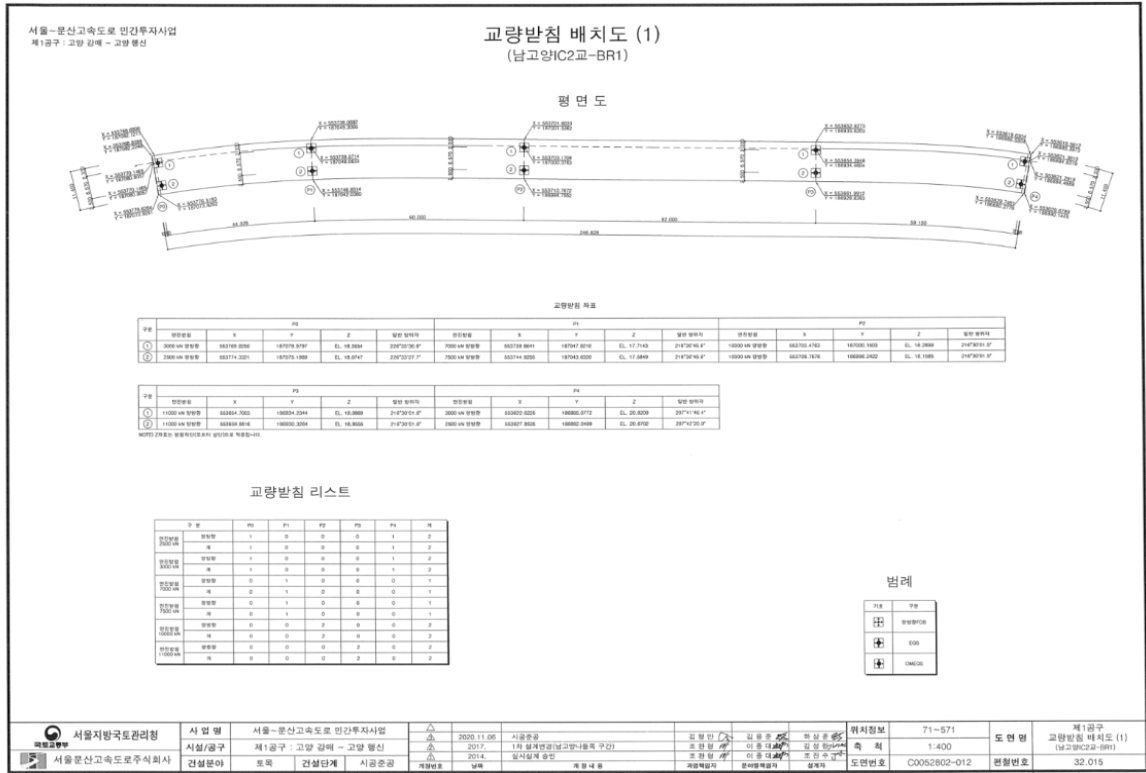
【그림 16.1.6】 합성형 라멘 바닥판하면 일반도 및 구조도



【그림 16.1.7】 합성형 라멘 교대 일반도 및 구조도



【그림 16.1.8】 교각 일반도 및 구조도



【그림 16.1.9】 교량받침 배치도

16.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “서울~문산고속도로 민간투자사업”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

16.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 선정

2.1 개요

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 선정

2.1 개요

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 선정

2.1 개요

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

가. 목적

본 과업대상 구간은, 인공적의 굴지 지형에 대한 안전을 확보하고, 기존 계획의 타당성 검토를 위한 목적으로 실시한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

개 요 : •문헌 및 기존사리에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

○ 문헌자료

부 입	투수계수(cm/s)	토 질	투수계수(cm/s)	입반의 상태	특 징	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하	SC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균열 간격이 매우 좁은 상태	높은 투수성 일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^2$
GP	1.0×10^{-2} 이하	ML	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$			
GM	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균열 간격이 보통인 상태	보통 투수성 일반	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	OL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$			
SW	1.0×10^{-2} 이하	MH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균열 간격이 매우 넓은 상태	약간 투수성 일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$
SP	1.0×10^{-2} 이하	CH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$			
SM	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균열 간격이 있으며	불투수성 일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구 분	문헌자료	시험결과	비 고
퇴적층			
	메입층	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	—
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
퇴적층	자갈	1.0×10^{-2} 이하	—
	중회토	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$
	중회암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}
	연 암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$
	경 암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$
	I등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—
	II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—
	III등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$
	IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$
	V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구 분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	원형 계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
쌓기재	토 사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암면역	20.0	0.0	35.0	—	—
메입층	자 갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	점토도	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
퇴적층	모 래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	자 갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
중회토	중회암	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	중회암	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 비닐구간 암반등급별 설계지반정수

구 분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	원형 계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I 등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
II 등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
III 등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
IV 등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V 등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암 종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구 분	V _c (m/s)	V _s (m/s)	G _u (MPa)	E _u (MPa)	K _u (MPa)	v _u
메입층	488	180	62	164	181	0.33
	원도	645	200	68	190	0.40
	모래	480	170	52	140	0.35
퇴적층	자갈	514	190	69	181	0.32
	중회토	952	392	268	713	0.33
중회암	중회암	1,144	544	592	1,539	0.30
	연 암	1,834	954	2,184	5,504	0.26
경 암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

16.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 금회 점검은 최초의 정밀안전점검 이다. 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 16.2.1】 남고양IC2교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	남고양IC2교의 주요 손상현황으로는 교량 받침 몰탈 균열 및 재료분리, 바닥판하면 균열부백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	남고양IC2교의 주요 손상현황으로는 방호벽 파손, 교량받침 몰탈 균열 및 재료분리, 바닥판하면 균열부백태등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	방호벽 파손 교량받침 받침 몰탈균열(cw=0.3mm미만), 받침콘크리트 재료분리 바닥판 하면 균열부백태	양호

16.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

16.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 금회 점검에서는 시설물의 하중 변화 여부, 신규손상 발생 여부, 비파괴 시험 등에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

16.2.5 시설물 보수 이력

【표 16.2.2】 남고양IC2교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	—

16.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 16.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	—	—
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

16.3 현장조사

16.3.1 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
STB : S1~S8 합성형 라멘 : S1~S2	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
연단거리 측정		비파괴시험	

【사진 16.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

16.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교는 총 10경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=498.9m 폭 11.0m로 STB구간의 바닥판하면은 철근콘크리트 4경간 연속, 합성형 라멘 구간은 2경간 연속으로 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소점검차로 근접조사를 실시하였다.



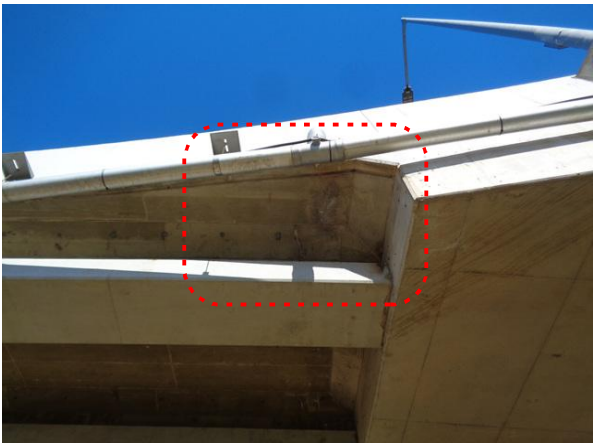
【사진 16.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 STB구간은 양호한 상태로 조사되었으며, 합성형 라멘 구간은 국부적인 균열부백태, 파손이 조사되었다.

【표 16.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분		균열부백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
STB	S1	—	—	—	—
	S2	—	—	—	—
	S3	—	—	—	—
	S4	—	—	—	—
	S5	—	—	—	—
	S6	—	—	—	—
	S7	—	—	—	—
	S8	—	—	—	—
합성형 라멘	S1	0.16	1	—	—
	S2	—	—	0.01	1
합계		0.16	1	0.01	1

	
바닥판 하면 라멘-S1 균열부백태(0.2×0.8)	바닥판 하면 라멘-S1 파손(0.1×0.1)
	
바닥판 하면 상태양호(STB)	바닥판 하면 캔틸레버부 상태양호(STB)

【사진 16.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 현장조사 결과 STB 구간은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 합성형 라멘 구간은 시공초기 건조수축, 온도변화, 수분침투, 물리적충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 균열부백태, 파손이 조사되어 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수 등을 실시하는 것이 필요하다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 STB구간 ST. BOX는 2열, 합성형 라멘 구간 콘크리트 거더는 5열로 시공되었으며, 도보 및 고소점검차로 현장조사를 실시하였다.



【사진 16.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 STB 구간 거더외부 및 내부는 양호한 상태로 조사되었으며, 합성형 라멘 거더는 국부적인 파손이 조사되었다.

【표 16.3.2】 거더 현장조사 결과(STB)

구분		상태양호	
STB 거더 외부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
	S5	—	—
	S6	—	—
	S7	—	—
	S8	—	—
STB 거더 내부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
	S5	—	—
	S6	—	—
	S7	—	—
	S8	—	—
합계		—	—

【표 16.3.3】 거더 현장조사 결과(합성형 라멘)

구분		파손 (㎡/개소)	
합성형 라멘 거더	S1	—	—
	S2	0.01	1
합계		0.01	1

	
거더 라멘 S2-G5 파손(0.1×0.1)	거더 전경(라멘)
	
거더외부 상태양호(STB)	거더외부 상태양호(STB)

【사진 16.3.5】 거더 손상현황

	
거터내부 상태양호(STB)	거터내부 상태양호(STB)

【사진 16.3.5】 거터 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

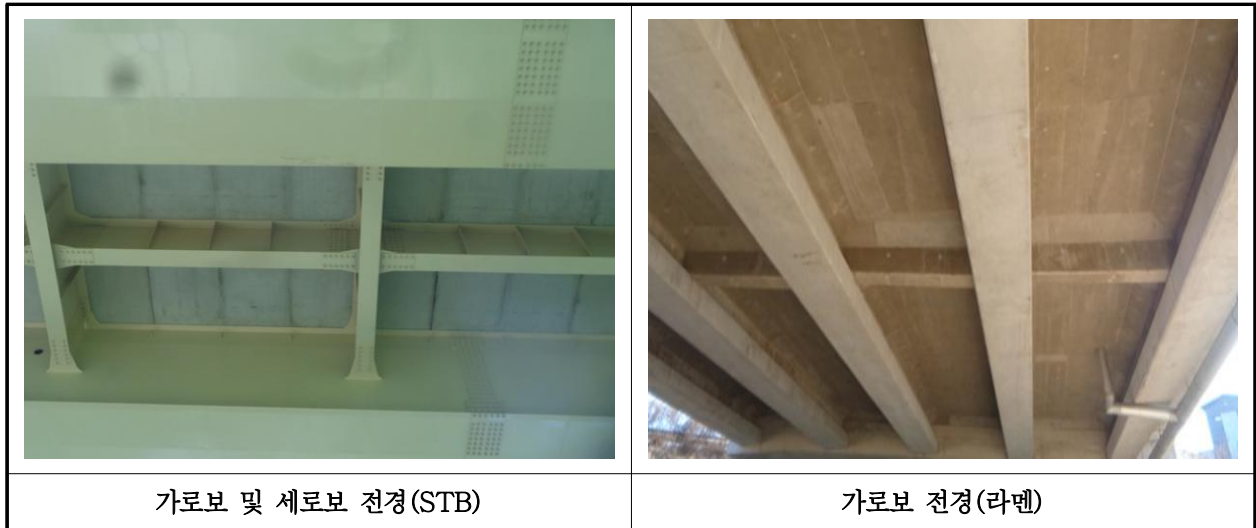
4) 검토의견

- STB구간 거터외부 및 내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 합성형 라멘구간 거터는 전반적으로 양호한 상태이나 시공시 물리적인 충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 파손이 조사되었으며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 등의 역할을 하는 가로보 및 세로보가 시공되어 있으며, STB 구간은 강재, 합성형 라멘 구간은 콘크리트로 시공되어 있고 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, STB 구간 및 합성형 라멘 구간에 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 16.3.4】 가로보 및 세로보 현장조사 결과(STB)

구분		상태양호	
STB 가로보	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
	S5	—	—
	S6	—	—
	S7	—	—
	S8	—	—
STB 세로보	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
	S5	—	—
	S6	—	—
	S7	—	—
	S8	—	—
합계		—	—

【표 16.3.5】 가로보 현장조사 결과(합성형 라멘)

구분		상태양호	
합성형 라멘 가로보	S1	—	—
	S2	—	—
합계		—	—

	
가로보 및 세로보 상태양호(STB)	가로보 및 세로보 상태양호(STB)
	
가로보 및 세로보 상태양호(STB)	가로보 상태양호(라멘)

【사진 16.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- STB 구간의 가로보, 세로보 및 합성형 라멘 구간의 가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



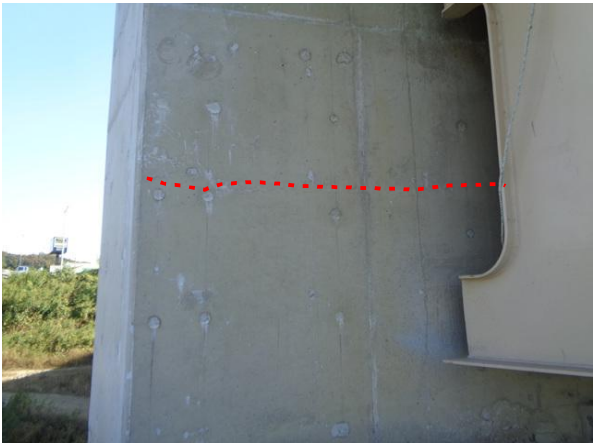
【사진 16.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 국부적인 균열(0.3mm미만), 망상균열이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 16.3.6】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
A1	5.00	2	4.00	1
A2	—	—	—	—
합계	5.00	2	4.00	1

	
A1 흙벽 균열(Cw=0.3mm미만)	A1 구체 균열(Cw=0.3mm미만)
	
A1 흙벽 망상균열 (2.0×2.0)	A2 상태양호

【사진 16.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대의 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 균열 (0.3mm 미만), 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교의 교각은 STB구간 T형 7기(STB P1~P7), 합성형 라멘(라멘 P1)으로 구성되어 있으며, STB 구간 현장타설말뚝(STB P1~7), 합성형 라멘 구간 강관말뚝기초(라멘 P1)로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보조사 및 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 국부적인 균열(0.3mm미만), 망상균열이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 16.3.7】 교각 현장조사 결과

구분		균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
STB	P1	—	—	16.00	1
	P2	—	—	—	—
	P3	—	—	—	—
	P4	—	—	—	—
	P5	—	—	—	—
	P6	2.00	2	—	—
	P7	—	—	4.00	1
라멘	P1	—	—	—	—
합계		2.00	1	20.00	2

	
STB-P1 코핑부 망상균열(8.0×2.0)	STB-P6 코핑부 균열(Cw=0.3mm미만)
	
STB-P7 코핑부 망상균열(4.0×1.0)	라멘-P1 상태양호

【사진 16.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

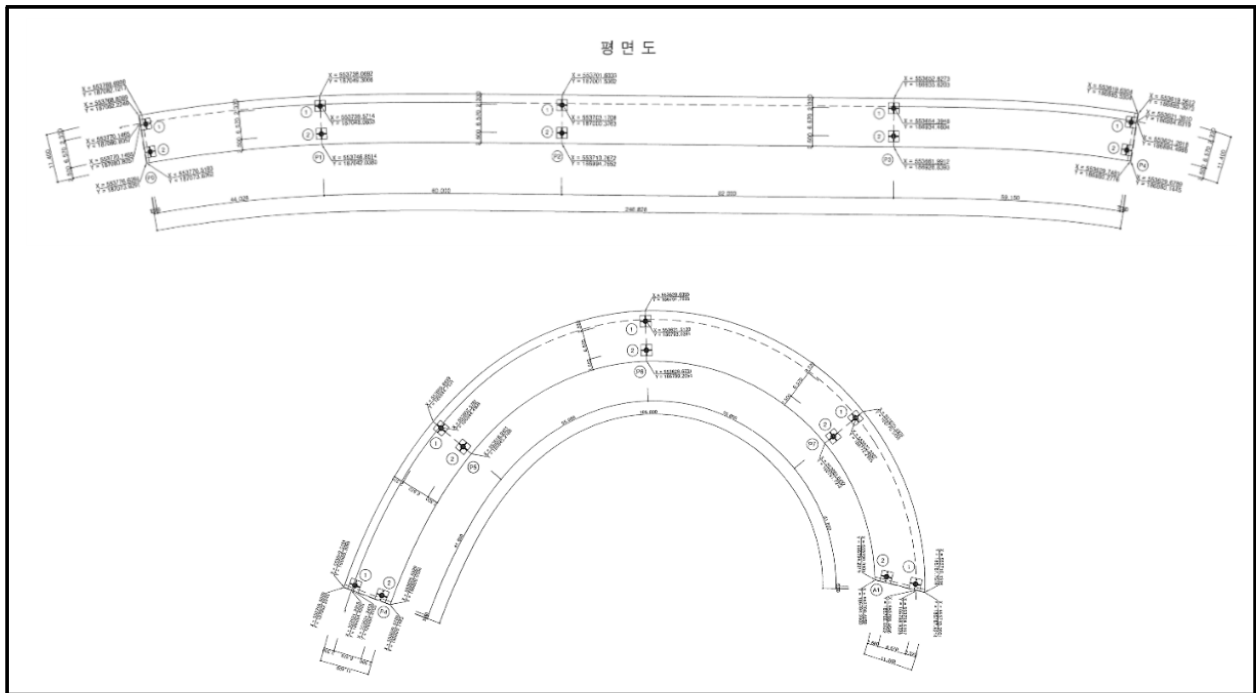
4) 검토의견

- 교각의 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 균열(0.3mm 미만), 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교의 받침은 면진받침으로 총 20기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 16.3.1】 교량받침 배치도



【사진 16.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침의 현장조사 결과 국부적인 받침물탈 및 받침콘크리트 균열이 조사되었다.

【표 16.3.8】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)	
P0	—	—	—	—
P1	2.40	8	3.20	3
P2	—	—	—	—
P3	—	—	—	—
P4	—	—	—	—
P5	0.90	9	—	—
P6	0.40	2	—	—
P7	0.40	1	—	—
A1	—	—	—	—
합계	4.10	20	3.20	3

	
P1-Sh1 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)	P1-Sh1 받침콘크리트 균열(Cw=0.3mm미만)
	
P1-Sh2 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)	P1-Sh2 받침콘크리트 균열(Cw=0.3mm미만)

【사진 16.3.13】 교량받침 손상현황

	
P5-Sh1 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)	P5-Sh2 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)
	
P7-Sh1 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)	P7-Sh1 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)

【사진 16.3.13】 교량받침 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

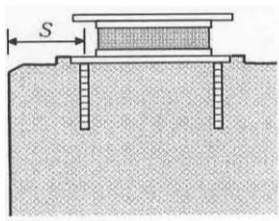
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

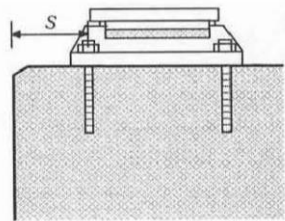
- 교량받침의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 국부적인 받침몰탈 및 받침콘크리트 균열이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

- 거더의 경간길이 100m 이하
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
- 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
여기서, L은 경간길이(m)

【그림 16.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 16.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=42.5m) : $200+5 \times 42.5 = 413(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=44.8m) : $200+5 \times 44.8 = 424(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200+5 \times 55.0 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=60.0m) : $200+5 \times 60.0 = 500(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=82.0m) : $200+5 \times 82.0 = 610(\text{mm})$

【표 16.3.9】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
P0	A1측	424	620	620	O.K
P1	P0측	424	1000	1000	O.K
	A1측	500	1100	1100	O.K
P2	P0측	500	1100	1100	O.K
	A1측	610	1110	1110	O.K
P3	P0측	610	1110	1110	O.K
	A1측	500	1110	1110	O.K
P4	P0측	500	750	750	O.K
	A1측	413	600	600	O.K
P5	P0측	413	1000	1000	O.K
	A1측	475	1080	1090	O.K
P6	P0측	475	1090	1090	O.K
	A1측	475	1110	1110	O.K
P7	P0측	475	1090	1090	O.K
	A1측	424	1010	1010	O.K
A1	P0측	424	550	550	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

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



【사진 16.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 16.3.10】 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	
P0	45.4	14.6	0.000012	123.4	67.2	21.6	
P1	45.4	14.6	0.000012	78.6	42.8	13.8	
P2	45.4	14.6	0.000012	18.6	10.1	3.3	
P3	45.4	14.6	0.000012	63.4	34.5	11.1	
P4(시점)	45.4	14.6	0.000012	123.4	67.2	21.6	
P4(종점)	45.4	14.6	0.000012	97.5	53.1	17.1	
P5	45.4	14.6	0.000012	55	30.0	9.6	
P6	고정단						
P7	45.4	14.6	0.000012	55	30.0	9.6	
A1	45.4	14.6	0.000012	97.5	53.1	17.1	
1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울)							
2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 16.3.11】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P0	SH1	10(P0)	210	190	67.2	21.6	±200.0	O.K
	SH2	10(P0)	210	190			±200.0	O.K
P1	SH1	10(P0)	130	110	42.8	13.8	±120.0	O.K
	SH2	10(P0)	130	110			±120.0	O.K
P2	SH1	0	100	100	10.1	3.3	±100.0	O.K
	SH2	0	100	100			±100.0	O.K
P3	SH1	5(A1)	85	75	34.5	11.1	±80.0	O.K
	SH2	5(A1)	85	75			±80.0	O.K
P4(시점)	SH1	10(A1)	210	190	67.2	21.6	±200.0	O.K
	SH2	40(A1)	240	160			±200.0	O.K
P4(종점)	SH3	10(P0)	210	190	53.1	17.1	±200.0	O.K
	SH4	20(P0)	220	180			±200.0	O.K
P5	SH1	5(P0)	125	115	30.0	9.6	±120.0	O.K
	SH2	0	120	120			±120.0	O.K
P6		고정단						
P7	SH1	0	120	120	30.0	9.6	±120.0	O.K
	SH2	0	120	120			±120.0	O.K
A1	SH1	30(A1)	230	170	53.1	17.1	±200.0	O.K
	SH2	30(A1)	230	170			±200.0	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

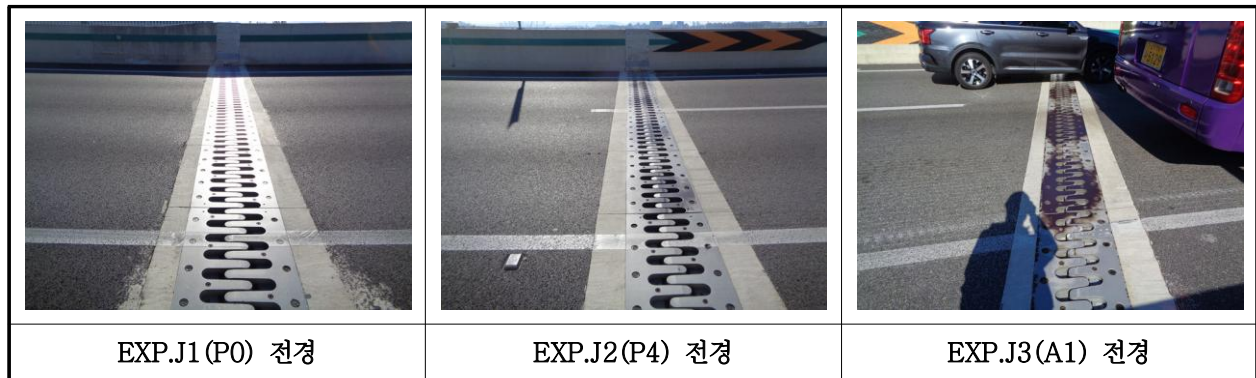
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 P0, P4, A1 모두 강팽거 조인트로 시공된 상태이다.



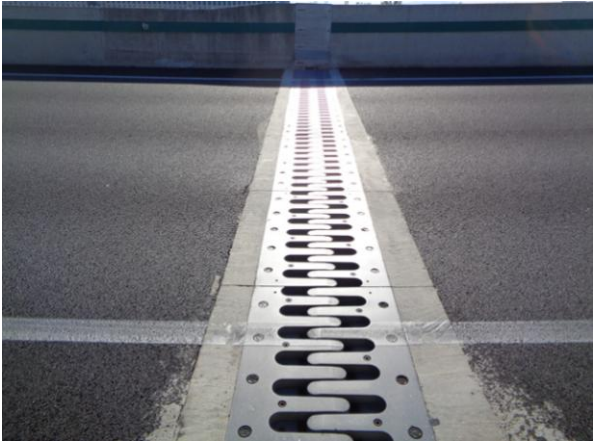
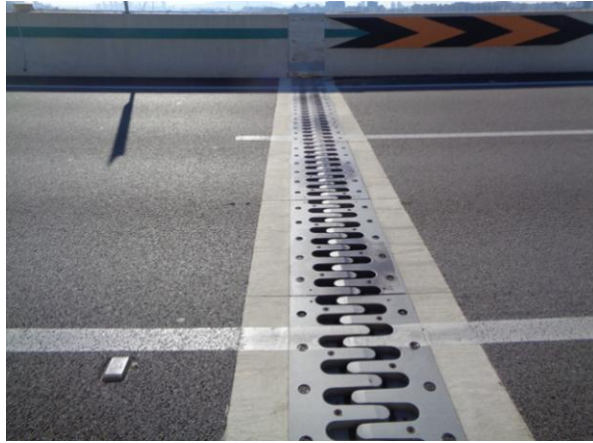
【사진 16.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 16.3.12】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	여유량 부족 (개소)	
P0 (EXP J1)	—	—
P4 (EXP J2)	—	—
A1 (EXP J3)	1.00	1
합계	1.00	1

	
P0 상태양호	P4 상태양호
	
A1 상태양호	P4 하부 상태양호

【사진 16.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음의 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																							
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2022. 10. 18. 기온 적용: 9.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-9.4℃ = 30.6℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(9.4℃) = 29.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">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 (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																				
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																				

【사진 16.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 16.3.13】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
P0	29.4	30.6	0.000012	318.4	112.3	116.9	145	230	280	
P4	29.4	30.6	0.000012	220.9	77.9	81.1	115	250	300	
A1	29.4	30.6	0.000012	97.5	34.4	35.8	90	90	120	
1) 조사당시 온도 : 9.4℃(조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)										

【표 16.3.14】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 싹출유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③) ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②) (③-②)	
P0	신축이음	112.3	116.9	145	300	42.70	28.10	O.K
	바닥판			230	-	-	113.1	O.K
	거더			280	-	-	163.1	O.K
P4	신축이음	77.9	81.1	115	250	57.10	33.90	O.K
	바닥판			250	-	-	168.9	O.K
	거더			300	-	-	218.9	O.K
A1	신축이음	34.4	35.8	90	100	-24.40	54.20	N.G
	바닥판			90	-	-	54.2	O.K
	거더			120	-	-	84.2	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축시 A1 신축이음에서 여유량이 부족한 것으로 나타났으며, 이는 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.

	
교면포장 전경 (STB)	교면포장 전경 (라멘)

【사진 16.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장의 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 16.3.15】 교면포장 현장조사 결과

구분		상태양호	
STB	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
	S5	—	—
	S6	—	—
	S7	—	—
	S8	—	—
라멘	S1	—	—
	S2	—	—
합계		—	—

	
교면포장 상태양호 (STB)	교면포장 상태양호 (라멘)
	
교면포장 상태양호	교면포장 상태양호 (라멘)

【사진 16.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 16.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나 배수관 누수가 1개소 조사되었다.

【표 16.3.16】 배수시설 현장조사 결과

구분		배수관 누수 (개소)	
STB	S1	1.00	1
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
	S5	—	—
	S6	—	—
	S7	—	—
	S8	—	—
라멘	S1	—	—
	S2	—	—
합계		1.00	1

	
STB-S1 배수관 누수	STB-S1 배수관 누수
	
배수구 상태 양호	배수관 상태 양호

【사진 16.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 전반적으로 양호한 상태이나 시공미흡 등에 의한 배수관 누수가 조사되었으며, 부재의 내구성 확보 차원에서 정비를 실시하는 것이 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 16.3.23】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 국부적인 균열(0.3mm미만), 파손이 조사되었다.

【표 16.3.17】 방호벽 현장조사 결과

구분		균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (㎡/개소)	
STB	S1	—	—	—	—
	S2	—	—	—	—
	S3	15.00	10	—	—
	S4	—	—	—	—
	S5	—	—	—	—
	S6	—	—	0.15	1
	S7	—	—	—	—
	S8	—	—	—	—
라멘	S1	—	—	—	—
	S2	—	—	—	—
합계		15.00	10	0.15	1

	
STB-S3 방호벽 균열(Cw=0.3mm미만)	STB-S6 방호벽 파손(0.1×1.5)
	
방호벽 전경(좌측)	방호벽 전경(우측)

【사진 16.3.24】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 물리적 충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 균열(0.3mm미만), 파손이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 남고양IC2교의 점검로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P4~P7, A1에 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.



【사진 16.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 16.3.18】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
A1	—	—
합계	—	—

	
A1 점검로 상태양호	A1 점검로 상태양호
	
A1 점검로 상태양호	P5 점검로 상태양호

【사진 16.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

16.3.3 현장조사 총괄표

【표 16.3.19】 손상내용 총괄표

구분			손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	STB		상태양호	—	—	—	
	라멘		균열부백태	m ²	0.16	1	
			파손	m ²	0.01	1	
거더	STB	거더외부	상태양호	—	—	—	
		거더내부	상태양호	—	—	—	
	라멘		파손	m ²	0.01	1	
가로보 및 세로보	STB	가로보	상태양호	—	—	—	
		세로보	상태양호	—	—	—	
	라멘	가로보	상태양호	—	—	—	
교대			균열(0.3mm미만)	m	5.00	2	
			망상균열	m ²	4.00	1	
교각			균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
			망상균열	m ²	20.00	2	
교량받침			받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	7.30	21	
			받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	
신축이음			여유량 부족	EA	1.00	1	
교면포장			상태양호	—	—	—	
배수시설			배수관 누수	EA	1.00	1	
방호벽			균열(0.3mm미만)	m	15.00	10	
			파손	m ²	0.15	1	
점검시설			상태양호	—	—	—	

16.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

16.4 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(2021. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

16.4.1 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 16.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	50m 마다	연장 50m마다	10	10	10	10	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	4	2	4	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

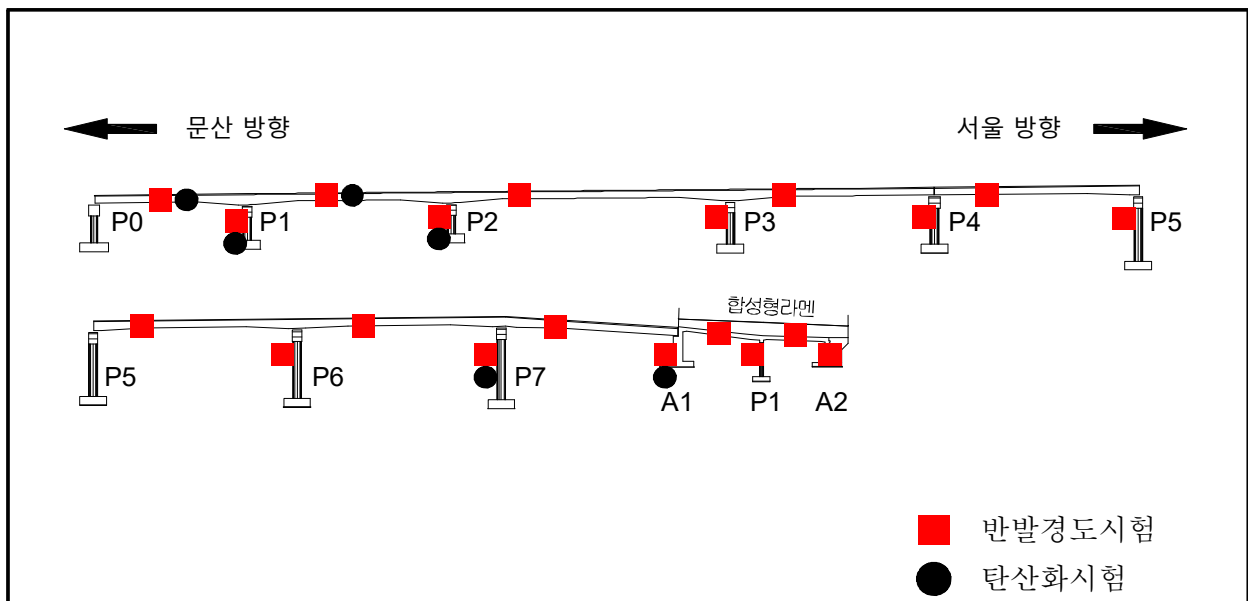
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 16.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 16.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

16.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(각 10개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 16.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, STB)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S1(STB)	바닥판	46.8	27.8	29.0	0.67	27.0	
	S2(STB)	바닥판	46.3	27.3	28.8			
	S3(STB)	바닥판	46.6	27.6	28.9			
	S4(STB)	바닥판	46.4	27.4	28.8			
	S5(STB)	바닥판	46.6	27.6	28.9			
	S6(STB)	바닥판	46.5	27.5	28.8			
	S7(STB)	바닥판	47.0	27.9	29.1			
	S8(STB)	바닥판	46.6	27.6	28.9			

【표 16.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 라멘)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S1(라멘)	바닥판	46.8	27.8	29.0	0.67	27.0	
	S2(라멘)	바닥판	46.1	27.2	28.7			

【표 16.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대 및 교각, 라멘)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	A1(라멘)	교대	47.5	28.4	29.3	0.67	27.0	
	P1(라멘)	교각	47.9	28.7	29.5			
	A2(라멘)	교대	47.0	27.9	29.1			

【표 16.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각, STB)

시험위치			반발경도법 (MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1 (STB)	교각	48.1	40.5	48.2	0.67	40.0	
	P2 (STB)	교각	48.1	40.6	48.3			
	P3 (STB)	교각	49.0	41.4	49.6			
	P4 (STB)	교각	48.6	41.1	49.0			
	P5 (STB)	교각	49.7	42.2	50.7			
	P6 (STB)	교각	49.6	42.0	50.5			
	P7 (STB)	교각	49.1	41.5	49.7			

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 STB구간 상부구조 바닥판하면 27.3~29.1MPa, 하부구조 교각 40.5~50.7MPa, 라멘구간 상부구조 바닥판하면 27.2~29.0MPa, 하부구조 교대 및 교각 27.9~29.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(STB 구간 - 바닥판: 27.0MPa, 교각: 40.0MPa, 라멘 구간 - 바닥판: 27.0MPa, 교대 및 교각: 27.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 16.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면(STB)	27.3~29.1	27.0	101.3~107.8
	바닥판 하면(라멘)	27.2~29.0	27.0	100.8~107.5
하부구조	교각(STB)	40.5~50.7	40.0	101.4~126.8
	교대 및 교각(라멘)	27.9~29.5	27.0	103.3~109.3

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 16.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판	1.5	40.0	38.5	1.06	100년이상	a
	S2 바닥판	2.0	40.0	38.0	1.41	100년이상	a
하부구조	P1 기둥부	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a
	P2 기둥부	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a
	P7 기둥부	2.5	100.0	97.5	1.77	100년이상	a
	A1 구체	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~2.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 16.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.5~2.0	38.0~38.5	
하부구조	2.0~2.5	97.5~98.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 16.4.9】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면(STB)	27.3~29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		바닥판 하면(라멘)	27.2~29.0	27.0	
	하부구조	교각(STB)	40.5~50.7	40.0	
		교대 및 교각(라멘)	27.9~29.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0~38.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		97.5~98.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

16.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 현장조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2021. 12.)』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.

16.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 ‘A등급’으로 산정되었다.

【표 16.5.1】 상태평가 결과표(STB)

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	P0	STB	a	a	a	a	c	a	a	a	—	—	a	—
S2	P1	STB	a	a	a	a	a	a	—	b	b	q	a	a
S3	P2	STB	a	a	a	a	a	b	—	a	a	q	—	a
S4	P3	STB	a	a	a	a	a	a	—	a	a	q	—	—
S5	P4	STB	a	a	a	a	a	a	—	a	a	q	—	—
S6	P5	STB	a	a	a	a	a	c	—	b	a	q	—	—
S7	P6	STB	a	a	a	a	a	a	—	b	b	q	—	—
S8	P7	STB	a	a	a	a	a	a	—	b	b	q	—	a
	A1								a	a	b	q	—	—
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.138	0.150	0.100	0.144	0.150	—	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	0.004	0.003	0.009	0.013	0.030	—	0.004	0.003
													0.116	
													A	

■ 결함도 범위 : $0 \leq \text{결함도지수}(0.116) < 0.130$

【표 16.5.2】 상태평가 결과표(라멘)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화상,하부
S1	A1	라멘	b	a	a	a	a	a	—	—	a	q	a
S2	P1	라멘	b	b	a	a	a	a	—	—	a	q	—
	A2								—	—	a	q	—
평균			0.200	0.150	0.100	0.100	0.100	0.100	—	—	0.100	—	0.100
가중치			22	23	5	7	3	2	—	—	31	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.044	0.035	0.005	0.007	0.003	0.002	—	—	0.031	—	0.007
													0.134
													B

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.134) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 16.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
남고양IC2교 (STB)	0.116	A	441.828	2	884	0.886	0.103
남고양IC2교 (라멘)	0.134	B	57.035	2	114	0.114	0.015
합계(Σ)			498.863	4	998	1.000	0.118
1. 평가지수 =							0.118
2. 상태평가결과 =							A

16.5.2 기 점검 결과와의 비교

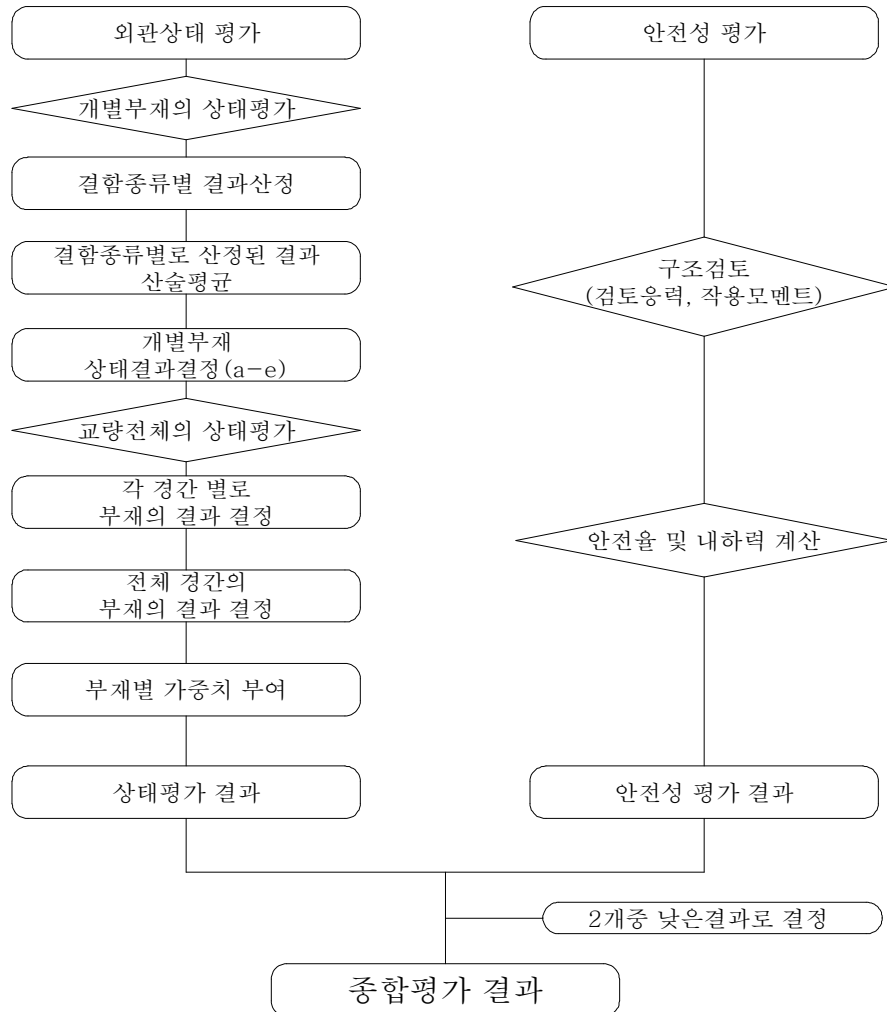
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

16.6 종합평가 및 안전등급 지정

16.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 16.6.1】 종합평가 결과 산정절차

16.6.2 종합평가 결과

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

【표 16.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
남고양IC2교	0.118	A	—	—	A
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 로 평가됨 •종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

16.6.3 안전등급 지정

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

【표 16.6.2】 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

16.7 보수·보강 및 유지관리방안

16.7.1 보수·보강 방안

【표 16.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분			손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	STB		상태양호	—	—	—	—	—
	라멘		균열부백태	m ²	0.16	1	표면처리	하자
			파손	m ²	0.01	1	단면보수	하자
거더	STB	거더외부	상태양호	—	—	—	—	—
		거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
	라멘		파손	m ²	0.01	1	단면보수	하자
가로보 및 세로보	STB	가로보	상태양호	—	—	—	—	—
		세로보	상태양호	—	—	—	—	—
	라멘	가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대			균열(0.3mm미만)	m	5.00	2	표면처리	하자
			망상균열	m ²	4.00	1	표면처리	하자
교각			균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	표면처리	하자
			망상균열	m ²	20.00	2	표면처리	하자
교량받침			받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	7.30	21	표면처리	하자
			받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	표면처리	하자
신축이음			여유량 부족	EA	1.00	1	정비(재설치)	하자
교면포장			상태양호	—	—	—	—	—
배수시설			배수관 누수	EA	1.00	1	정비	하자
방호벽			균열(0.3mm미만)	m	15.00	10	표면처리	하자
			파손	m ²	0.15	1	단면보수	하자
점검시설			상태양호	—	—	—	—	—

16.7.2 개략공사비

【표 16.7.2】 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	라멘	균열부백태	표면처리	0.16	0.24	m²	—	—	하자
		파손	단면보수	0.01	0.02	m²	—	—	하자
거더	라멘	파손	단면보수	0.01	0.02	m²	—	—	하자
교대		균열(0.3mm미만)	표면처리	5.00	1.25	m²	—	—	하자
		망상균열	표면처리	4.00	6.00	m²	—	—	하자
교각		균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.50	m²	—	—	하자
		망상균열	표면처리	20.00	30.00	m²	—	—	하자
교량받침		받침몰탈 균열 (0.3mm미만)	표면처리	7.30	1.83	m²	—	—	하자
		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.50	m²	—	—	하자
신축이음		여유량 부족	정비(재설치)	1.00	1.00	EA	—	—	하자
배수시설		배수관 누수	정비	1.00	1.00	EA	—	—	하자
방호벽		균열(0.3mm미만)	표면처리	15.00	3.75	m²	—	—	하자
		파손	단면보수	0.15	0.23	m³	—	—	하자
개략 공사비 (천원)		구 분	1순위		2순위		3순위		
		순공사비	—		—		—		
		재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
		합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)			—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

16.7.3 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 16.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	- 방호벽 손상여부 점검 - 기존 손상 진전여부 확인
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 바닥판 하면 균열부백태, 파손 - 진전 여부확인		② 교각 균열 - 진전 여부 확인
③ 배수시설 S1 배수관 누수 - 정비 및 진전 여부확인		④ 신축이음 A1 수축여유량 부족 - 주기적인 계측 필요

16.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 대덕로 426 (현천동)에 위치한 교량으로 총 연장 498.9m, 폭 11.0m의 Steel Box + 합성형 라멘 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

16.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 현장조사 결과 STB 구간은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 합성형 라멘 구간은 시공초기 건조수축, 온도변화, 수분침투, 물리적충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 균열부백태, 파손이 조사되어 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수 등을 실시하는 것이 필요하다.

2) 거더

- STB구간 거더외부 및 내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 합성형 라멘구간 거더는 전반적으로 양호한 상태이나 시공시 물리적인 충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 파손이 조사되었으며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

3) 가로보 및 세로보

- STB 구간의 가로보, 세로보 및 합성형 라멘 구간의 가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대의 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 균열(0.3mm 미만), 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 교각

- 교각의 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 균열(0.3mm 미만), 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 국부적인 받침물탈 및 받침콘크리트 균열이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음의 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축시 A1 신축이음에서 여유량이 부족한 것으로 나타났으며, 이는 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

8) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 전반적으로 양호한 상태이나 시공미흡 등에 의한 배수관 누수가 조사되었으며, 부재의 내구성 확보 차원에서 정비를 실시하는 것이 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 물리적 충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 균열(0.3mm미만), 파손이 조사되었으며, 조사된 손상의 정도는 미미하나 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부, 추락방지시설은 본문의 교면포장, 신축이음장치, 교량 점검시설에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 STB구간 상부구조 바닥판하면 27.3~29.1MPa, 하부구조 교각 40.5~50.7MPa, 라멘구간 상부구조 바닥판하면 27.2~29.0MPa, 하부구조 교대 및 교각 27.9~29.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(STB 구간 - 바닥판: 27.0MPa, 교각: 40.0MPa, 라멘 구간 - 바닥판: 27.0MPa, 교대 및 교각: 27.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~2.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 남고양IC2교의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.118인 "A" 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 남고양IC2교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「문제점이 없는 최상의 상태인」인 「A」 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.

16.8.2 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.

16.8.3 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

