

제 3 장 현장조사 및 시험

3.1 개요

3.2 외관조사

3.3 재료시험

제 3 장 현장조사 및 시험

3.1 개요

본 시설물에 대한 현장조사 및 시험은 본 용역 착수 후 현지답사를 통해 구조특성을 파악하고 점검방향은 과업수행계획서와 사전검토보고서를 작성하여 세부수행 계획을 수립하였다. 대림~신도림 구간은 1984년 준공되어 공용기간을 35년을 거친 1종 시설물로서 현장조사 및 시험의 내용은 다음과 같다.

☞ 현장 외관조사

외관조사는 사전에 중점점검사항 및 접근방법, 외관조사 망도 등을 충분히 숙지한 후 손상내용 확인 및 보수부 확인, 새로운 결함 발생 여부에 중점을 두고 조사하였다. 특히, 교량의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 결함의 유무를 중점적으로 확인하였다.

점검대상 부위는 정밀조사를 실시하기 위하여 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며 Crack 스케일을 사용하여 균열폭 측정하고, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.

☞ 현장 재료시험

현장 재료시험 및 실내시험은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(국토교통부 2019)』 및 발주기관에서 제공된 설계서에 의거하여 수행하였으며, 교량의 상태평가 및 보수·보강방안을 제시하는데 필요한 기초자료로 사용하였다.

구분	세부지침 기준		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	◦50m마다	◦ 50m마다	
탄산화 깊이 측정	◦5경간 이내 : 2~3개소 ^{주1)} ◦5경간 이상 : 3~6개소 ^{주2)}		

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

3.1.1 현장조사 및 수행현황

가. 현장조사 수행현황

조사일자	조사내용	조사방법	비고
현장답사	외관조사 계획수립	도보	
2019. 11. 26 ~ 2019. 12. 19	외관조사	도보, 고소점검차	
2019. 11. 26 ~ 2019. 12. 19	내구성조사	도보, 고소점검차	
2019. 12. 13	야간조사	도보	

나. 현장조사 방법

외관조사시 발견된 손상이나 결함은 구조물 외관 및 외관조사망도에 위치, 크기, 종류, 형태, 보수부 상태 등을 체크하여 상세히 기록하였으며, 주요 결함 및 손상에 대해서는 현장에서 진행여부를 판단할 수 있도록 시·종점 및 폭을 분필을 이용하여 표시하여 보수·보강 및 점검 등 유지관리에 활용토록 하였다.



※ 손상 범례 : 붉은색글씨 → 신규 손상부, 파란색글씨 → 손상 보수부

3.2 외관조사

3.2.1 바닥판

바닥판의 경간구성은 PSC 구간(35경간, L=704.5m)의 철근콘크리트 바닥판으로 시공되었다.

바닥판의 총 폭은 내·외선 포함 10.0m로 상부는 2016년 “고가교(대림~신도림) 내진보강 및 방음벽 교체공사”가 완료되어 현재 상부는 콘크리트 도상 및 레일이 부설되어 우수는 경사진 바닥면을 따라 중앙부로 모여지고 내·외선이 접하는 중앙부에 종방향으로 배수관이 설치되어 있으며, 구배 콘크리트를 포설하여 구배를 조정하며 슬래브와 구배 콘크리트 사이에는 방수공을 시행하였고 양단에는 혼합형(흡음+투명) 방음벽(H=4.0 m)이 설치되었다.



【그림 II-5.3.1】 바닥판 현황 및 조사 전경

가. 바닥판 상면

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 이물질 퇴적이 1개소 조사되었고, 그 외에는 손상이 없는 양호한 상태이며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II-5.3.1】 바닥판 상면 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
바닥판 상면	S1	- 상태양호	
	S2	- 상태양호	
	S3	- 상태양호	
	S4	- 상태양호	
	S5	- 상태양호	
	S6	- 상태양호	
	S7	- 상태양호	
	S8	- 상태양호	
	S9	- 상태양호	
	S10	- 이물질 퇴적 : 2.00㎡/1개소	
	S11	- 상태양호	
	S12	- 상태양호	
	S13	- 상태양호	
	S14	- 상태양호	
	S15	- 상태양호	
	S16	- 상태양호	
	S17	- 상태양호	
	S18	- 상태양호	
	S19	- 상태양호	
	S20	- 상태양호	
	S21	- 이물질퇴적 : 0.5㎡/1개소	
	S22	- 상태양호	
	S23	- 상태양호	
	S30	- 상태양호	
	S31	- 상태양호	
	S32	- 상태양호	
	S33	- 상태양호	
	S34	- 상태양호	
	S35	- 상태양호	
	S36	- 상태양호	
	S37	- 상태양호	
	S38	- 상태양호	
	S39	- 상태양호	
	S40	- 상태양호	
	S41	- 상태양호	



2) 손상원인 및 대책

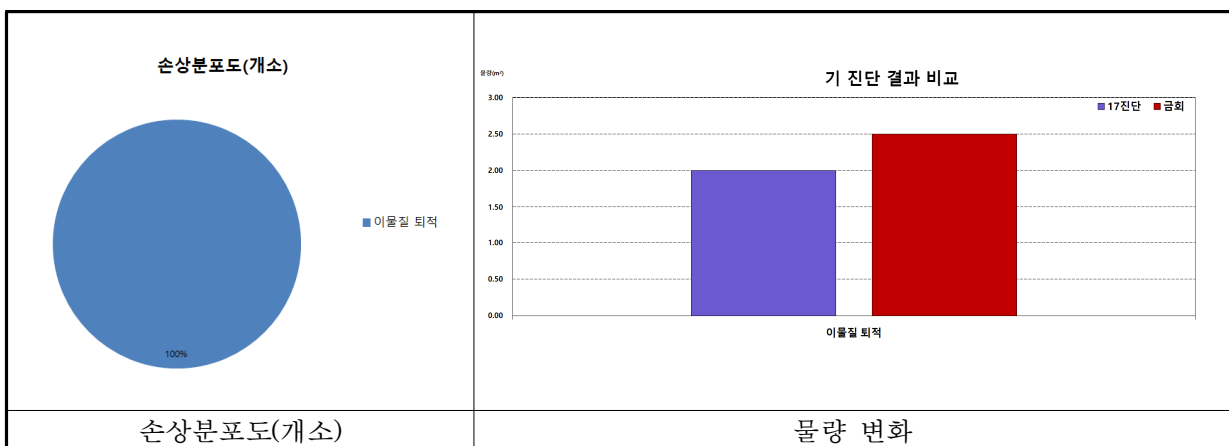
이물질 퇴적은 바닥판상면 S10, S21에서 1개소 조사되었으며 청소 등의 조치가 요구된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 이물질 퇴적이 신규 조사되었다.

【표 II-5.3.2】 전회 진단과 손상물량 비교(바닥판 상면)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
이물질 퇴적	m ²	2.00	1	2.50	2	▲ 0.50	



【그림 II-5.3.2】 손상분포도

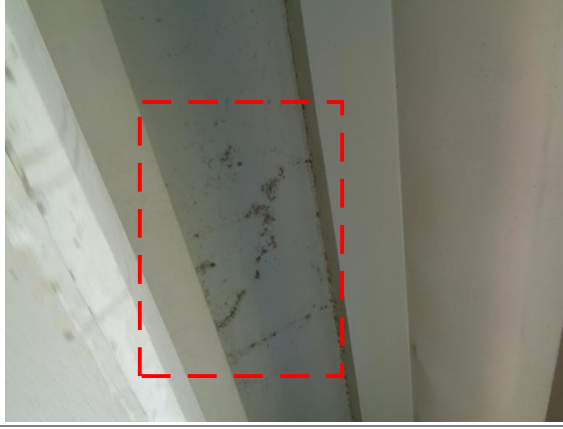
나. 바닥판 하면

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 재료분리, 철근노출 및 파손이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.3】 바닥판 하면 손상현황

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
바닥판 하면	S1	- 철근노출 및 파손 : 0.60㎡/2개소	
	S2~S13	- 상태양호	
	S14	- 재료분리 : 1.10㎡/2개소	
	S15	- 재료분리 : 2.38㎡/5개소	
	S16	- 재료분리 : 0.07㎡/1개소	
	S17	- 상태양호	
	S18	- 재료분리 : 0.36㎡/1개소	
	S19	- 재료분리 : 0.15㎡/1개소	
	S20	- 상태양호	
	S21	- 재료분리 : 1.87㎡/4개소	
	S22~S23	- 상태양호	
	S30~S31	- 상태양호	
	S32	- 재료분리 : 0.04㎡/1개소, 철근노출 및 파손 : 0.07㎡/1개소	
	S33~S39	- 상태양호	
	S40	- 재료분리 : 0.20㎡/1개소	
	S41	- 철근노출 및 파손 : 1.18㎡/2개소	

	
철근노출 및 파손 (S1)	철근노출 및 파손 (S1)
	
재료분리 (S15)	재료분리 (S15)

2) 손상원인 및 대책

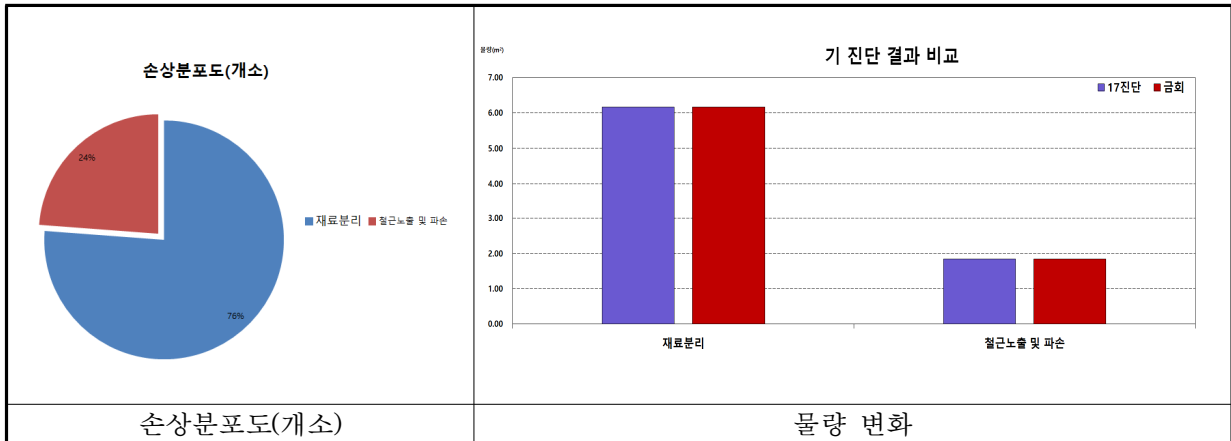
- 철근노출 및 파손은 지점 단부에서 발생하였으며, 시공 및 보수 공사 시 외부 충격에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 단면보수를 시행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 손상의 진전 및 신규 손상이 없는 상태로 확인되었다.

【표 II -5.3.4】 전회 진단과 손상물량 비교(바닥판 하면)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
재료분리	m	6.17	16	6.17	16	-	
철근노출 및 파손	m ²	1.85	5	1.85	5	-	

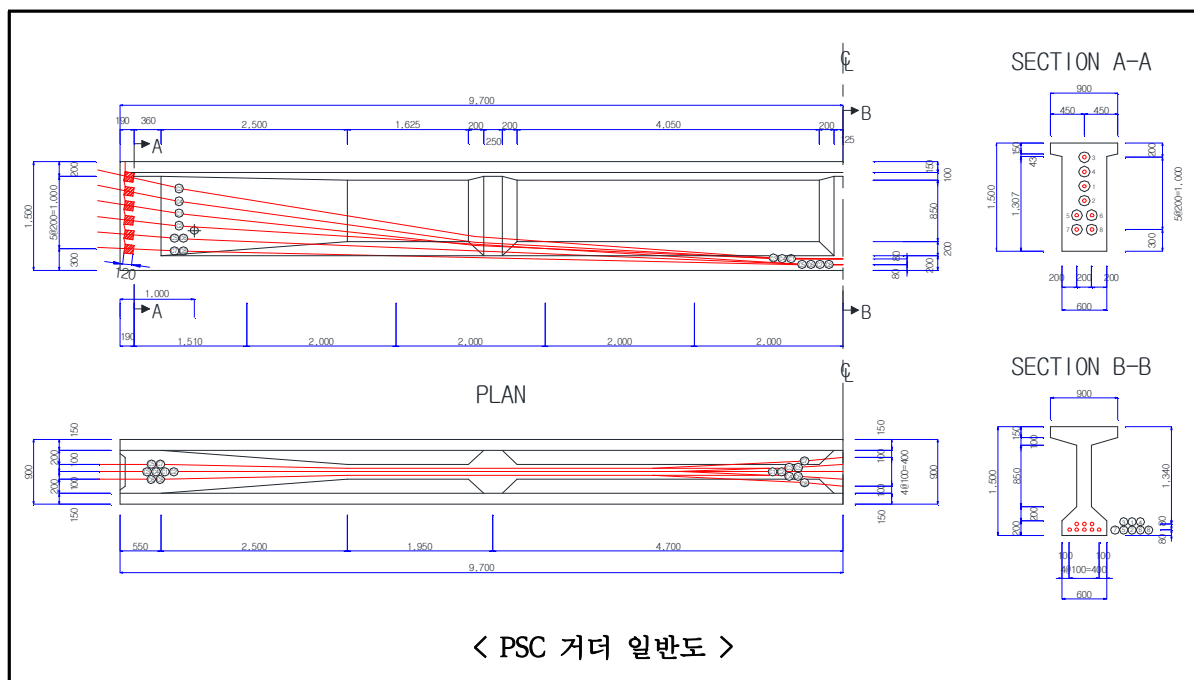


【그림 II -5.3.3】 손상분포도

3.2.2 거더

거더는 PSC 거더(35경간, L=704.5m)이며, PSC 거더의 제원은 상부플랜지 폭이 0.9m, 웨브 폭 0.6~0.2m, 하부플랜지 폭이 0.6m 경간당 외·내선 각 3열로 시공되었다.

PSC 거더는 사하중과 작용하중으로 인하여 부재에 발생하는 주인장응력을 상쇄시키기 위하여 강선 또는 강봉과 같은 긴장재로 콘크리트에 압축응력을 주도록 제작하는 교량부재로 콘크리트가 압축력을 받고 철근대신에 긴장재가 인장응력을 받도록 설계하기 때문에 철근 콘크리트 부재와 설계개념이 비슷하나, 인장구역에 미리 압축력을 도입하기 때문에 전단면이 압축에 유효한 것으로 설계한다. 금회 진단 시 PSC 거더에 일반적으로 발생하는 휨균열 및 횡방향 균열에 대해 중점적으로 조사하였다.



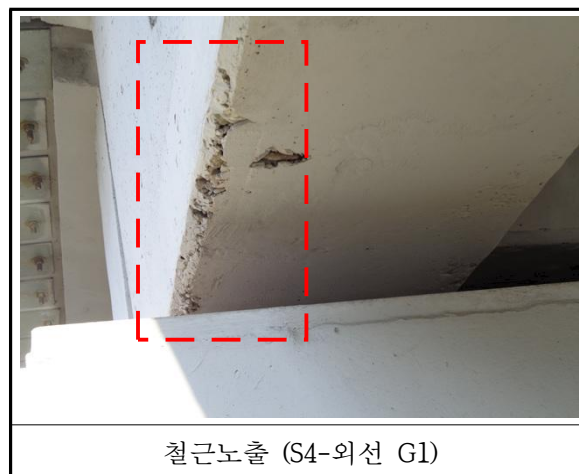
【그림 II-5.3.4】 거더 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 파손, 재료분리, 철근노출 및 박락, 정착부 몰탈탈락 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.5】 PSC 거더 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
PSC 거더	S1~S3	- 상태양호	
	S4	- 철근노출 및 박락 : 0.02㎡/1개소	
	S5~S13	- 상태양호	
	S14	- 파손 : 0.01㎡/1개소	
	S15~S23	- 상태양호	
	S30~S35	- 상태양호	
	S36	- 파손 : 0.08㎡/2개소	
	S37	- 상태양호	
	S38	- 재료분리 : 0.18㎡/1개소	
	S39~S40	- 상태양호	
	S41	- 정착부 몰탈탈락 : 0.12㎡/1개소	



2) 손상원인 및 대책

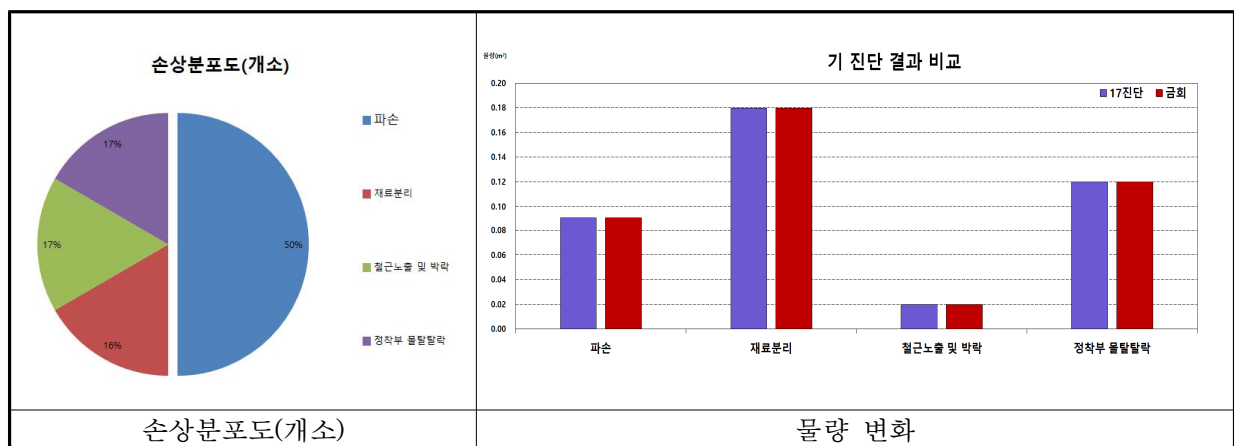
- 파손은 외부충격에 의한 손상으로 철근노출은 조사되지 않았으며, 구조적인 영향은 없으나 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 재료분리는 다짐불량에 의한 손상으로 손상의 규모는 작으나 내구성 확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 정착부 몰탈탈락은 신·구 콘크리트 접합 시 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 손상의 진전 및 신규 손상이 없는 상태로 확인되었다.

【표 II-5.3.6】 전회 진단과 손상물량 비교(PSC 거더)

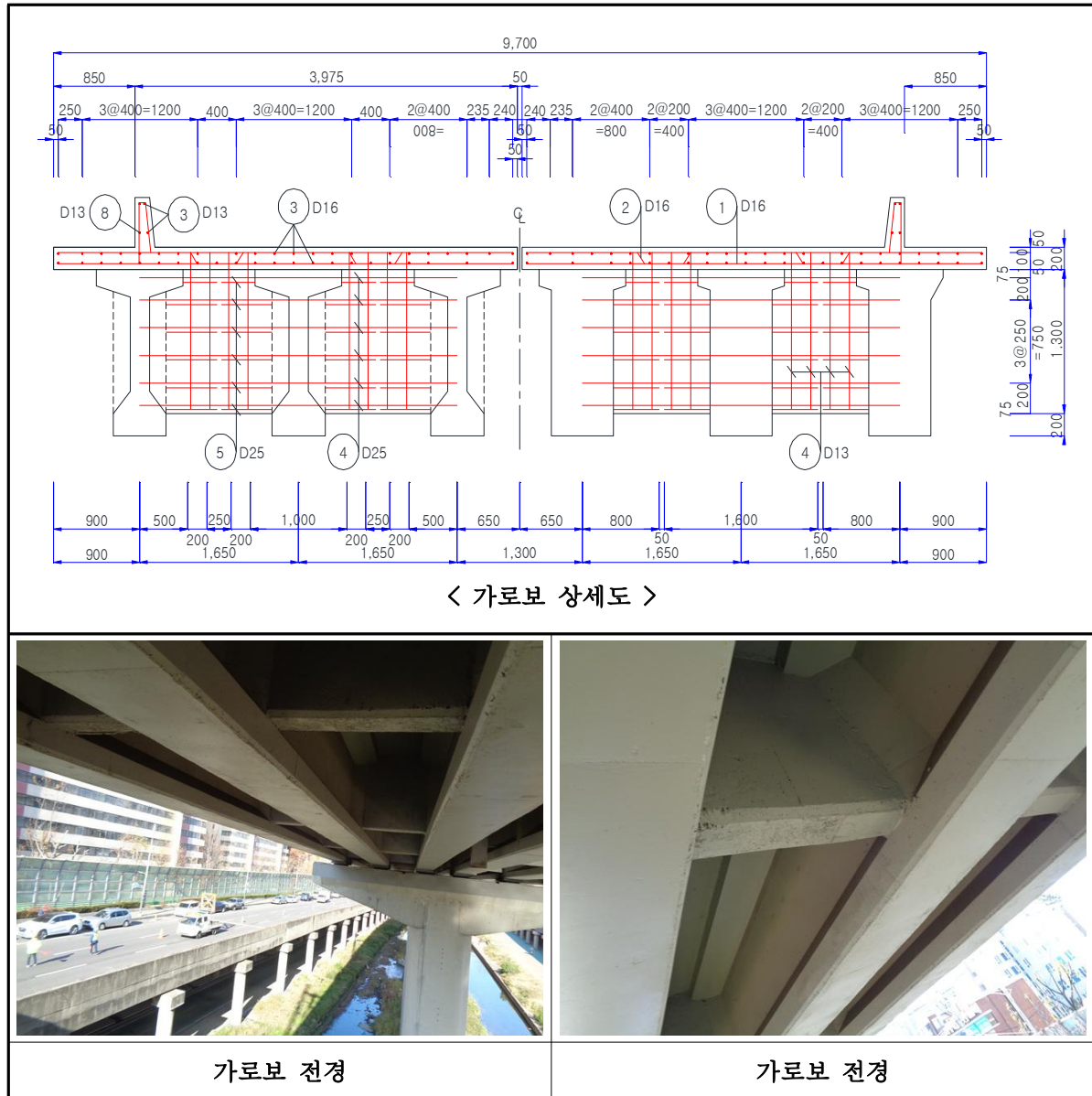
구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
파손	m ²	0.09	3	0.09	3	-	
재료분리	m ²	0.18	1	0.18	1	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.02	1	0.02		-	
정착부 몰탈탈락	m ²	0.12	1	0.12	1	-	



【그림 II-5.3.5】 손상분포도

3.2.3 가로보

가로보는 공용 중 거더의 횡변형을 방지해주며, 상부에 작용하는 하중을 분배해주는 역할을 하며, 경간당 5개소, 외·내선 각 2열 철근콘크리트 구조로 시공되어 있다.



【그림 II-5.3.6】 가로보 현황

1) 외관조사 결과

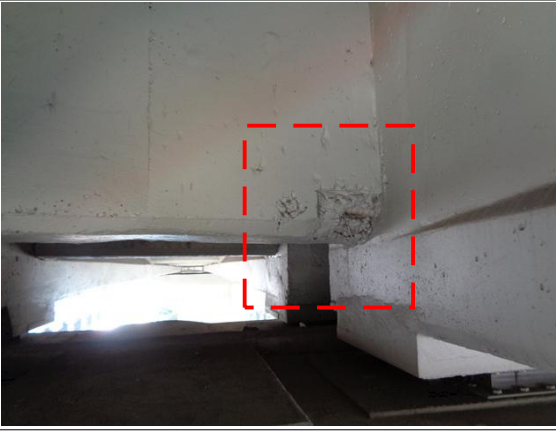
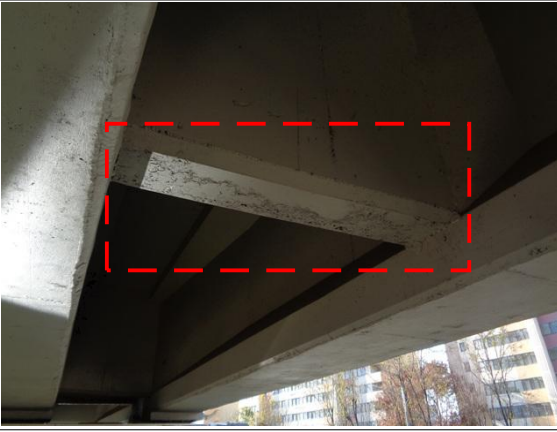
외관조사 결과 박락, 재료분리, 철근노출 및 재료분리 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II-5.3.7】 가로보 손상현황

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
가로보	S1	- 재료분리 : 1.52㎡/9개소 - 재료분리 : 1.52㎡/9개소	
	S2	- 재료분리 : 0.46㎡/3개소 - 재료분리 : 0.46㎡/3개소	철근노출 및 재료분리 : 0.29㎡/2개소 철근노출 및 재료분리 : 0.08㎡/1개소
	S3	- 재료분리 : 0.63㎡/3개소	
	S4	- 재료분리 : 0.84㎡/4개소 - 재료분리 : 0.63㎡/3개소	
	S5	- 재료분리 : 0.02㎡/1개소,	철근노출 및 재료분리 : 0.63㎡/1개소
	S6	- 재료분리 : 0.27㎡/5개소,	철근노출 및 재료분리 : 0.04㎡/1개소
	S7	- 재료분리 : 1.29㎡/7개소, - 재료분리 : 1.00㎡/5개소,	철근노출 및 재료분리 : 0.28㎡/2개소 철근노출 및 재료분리 : 0.12㎡/1개소
	S8	- 재료분리 : 1.24㎡/7개소,	철근노출 및 재료분리 : 1.27㎡/3개소 철근노출 및 재료분리 : 0.36㎡/1개소
	S9	- 재료분리 : 0.94㎡/5개소,	철근노출 및 재료분리 : 2.52㎡/3개소 철근노출 및 재료분리 : 0.84㎡/1개소
	S10	- 재료분리 : 1.05㎡/5개소,	철근노출 및 재료분리 : 0.84㎡/1개소
	S11	- 재료분리 : 0.77㎡/4개소,	철근노출 및 재료분리 : 0.20㎡/1개소
	S12	- 재료분리 : 1.82㎡/11개소	
	S13	- 재료분리 : 0.42㎡/2개소,	철근노출 및 재료분리 : 0.15㎡/2개소
	S14	- 재료분리 : 2.73㎡/15개소	
	S15	- 재료분리 : 1.31㎡/7개소	
	S16	- 재료분리 : 2.31㎡/11개소	
	S17	- 재료분리 : 1.08㎡/6개소	
	S18	- 재료분리 : 0.21㎡/1개소	
	S19	- 상태양호	
	S20	- 상태양호	

【표 II-5.3.8】 가로보 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
가로보	S21	- 재료분리 : 1.34㎡/4개소	
	S22	- 재료분리 : 1.26㎡/6개소	
	S23	- 상태양호	
	S30	- 상태양호	
	S31	- 상태양호	
	S32	- 재료분리 : 0.69㎡/6개소	
	S33	- 재료분리 : 0.19㎡/2개소	
	S34	- 재료분리 : 0.15㎡/2개소	
	S35	- 재료분리 : 0.29㎡/2개소, 철근노출 및 재료분리 : 0.32㎡/1개소	
	S36	- 재료분리 : 0.58㎡/3개소	
	S37	- 재료분리 : 0.21㎡/1개소	
	S38	- 재료분리 : 1.38㎡/10개소, 철근노출 및 재료분리 : 0.42㎡/2개소	
	S39	- 재료분리 : 0.38㎡/5개소, 철근노출 및 재료분리 : 0.30㎡/1개소	
	S40	- 재료분리 : 1.36㎡/11개소, 철근노출 및 재료분리 : 0.50㎡/4개소	
	S41	- 재료분리 : 3.20㎡/19개소, 철근노출 및 재료분리 : 0.21㎡/1개소	

	
철근노출 및 재료분리 (S6-내선)	철근노출 및 재료분리 (S7-외선)
	
철근노출 및 재료분리 (S13-내선)	재료분리 (S17-내선)

2) 손상원인 및 대책

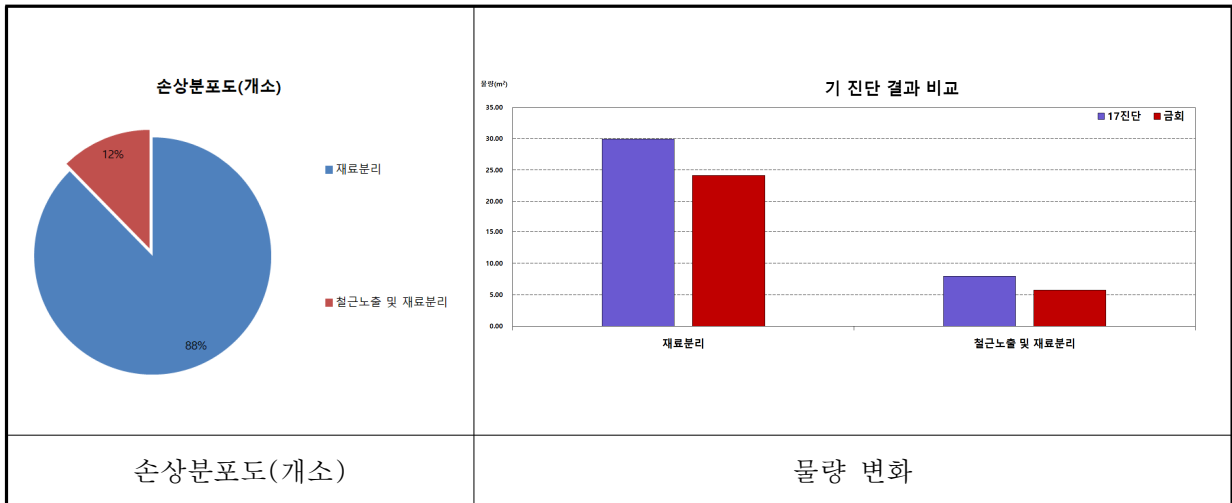
재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량 등 시공미흡에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 손상의 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 단면보수, 방청 및 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 재료분리, 철근노출 및 재료분리 등은 일부 보수된 상태로 확인되었다.

【표 II-5.3.9】 전회 진단과 손상물량 비교(가로보)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
재료분리	m ²	29.94	177	24.15	142	▽ 5.79	
철근노출 및 재료분리	m ²	7.97	25	5.74	20	▽ 2.24	



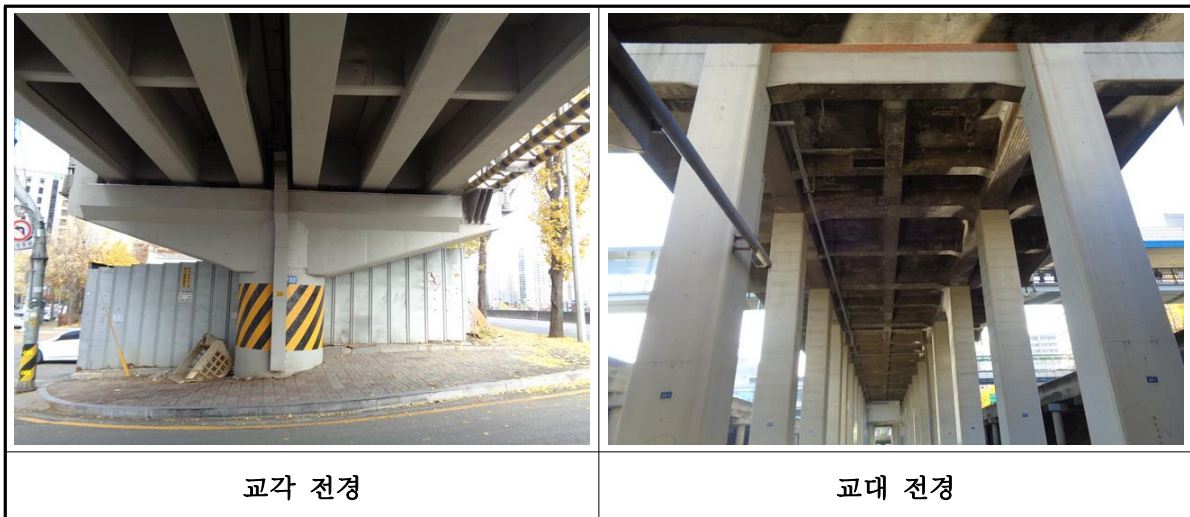
【그림 II-5.3.7】 손상분포도

3.2.4 하부구조

본 구간의 하부구조는 T형 교각 34기, 역T형 교대 1기로 구성되어 있으며, 우물통 기초 23기, 파일기초 12기로 시공되었다. 하부구조는 2011년 교각 코핑부 확대가 시행되었으며, 2016년 “고가교(대림~신도림) 내진보강 및 방음벽 교체공사” 시 중성화 면보수가 완료된 것으로 조사되었다.

【표 II-5.3.10】 하부 구조 형식

구 분		구조형식	기초형식	비 고
대림 ~ 신도림	A3	역 T형 교대	파일기초	
	P1~P23	T형 교각	우물통기초	
	P29~P40	T형 교각	파일기초	



【그림 II-5.3.8】 하부구조 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

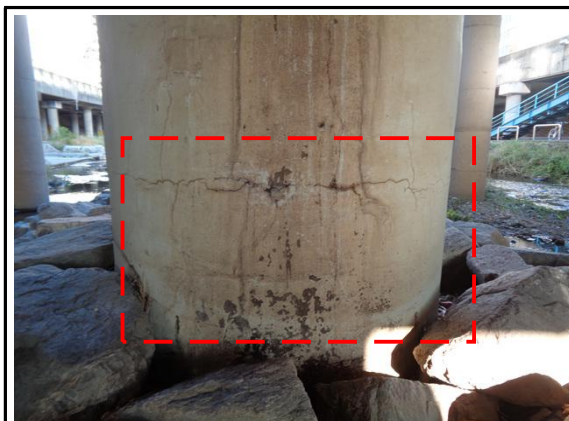
외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 백태, 파손, 박락, 재료분리, 세굴, 철근노출, 보수재 박리, 자갈 적치, 표면오염, 이물질 퇴적 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.11】 하부구조 손상현황

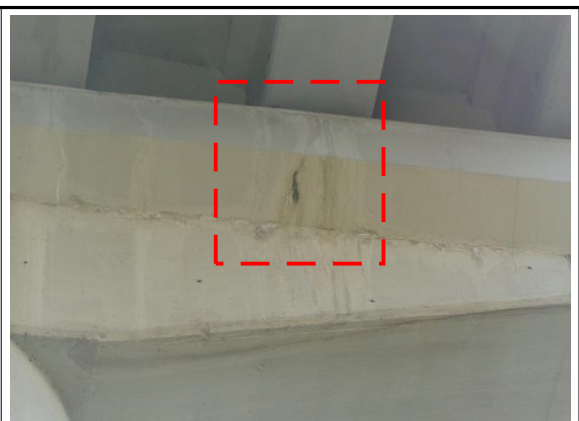
구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
하부 구조	A2	- 상태양호	
	P1	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.00m/2개소, - 보수재 박리 : 0.08㎡/2개소, - 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.00m/1개소, 재료분리 : 0.01㎡/1개소 표면오염 : 3.00㎡/1개소 망상균열 : 4.50㎡/1개소	
	P2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 9.00m/6개소	
	P3	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 5.00m/2개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.00m/1개소 백태 : 1.70㎡/2개소	
	P4	- 파손 : 0.15㎡/2개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 8.00m/4개소 망상균열 : 10.0㎡/1개소	
	P5	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.03m/2개소, - 철근노출 및 재료분리 : 0.60㎡/1개소, - 도장박리:0.75㎡/2개소, - 파손:0.24㎡/6개소 파손 : 0.04㎡/1개소 박락 : 0.09㎡/1개소 망상균열 : 5.00㎡/1개소	
	P6	- 망상균열 : 4.00㎡/1개소, - 망상균열 : 7.50㎡/1개소, 파손 : 0.02㎡/2개소 누수흔적 : 0.20㎡/1개소	
	P7	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 6.00m/1개소, - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.8m/2개소, 파손 : 0.26㎡/2개소 백태 : 0.09㎡/1개소	
	P8	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 7.50m/4개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 5.0m/5개소, - 도장박락:0.10㎡/1개소 백태 : 0.30㎡/2개소 망상균열 : 2.00㎡/1개소	
	P9	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.50m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.20m/2개소 들뜸 : 0.25㎡/1개소	
	P10	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.00m/5개소 들뜸 : 2.00㎡/2개소	
	P11	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.60m/1개소 - 들뜸:0.50㎡/1개소 백태 : 0.10㎡/1개소 백태 : 0.35㎡/3개소	
	P12	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.20m/2개소 들뜸 : 0.40㎡/4개소	
	P13	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.60m/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.50㎡/2개소	
	P14	- 상태양호	
	P15	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.70m/3개소, - 철근노출 및 재료분리 : 0.50㎡/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.60m/1개소 세굴 : 0.20㎡/1개소	
	P16	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.00m/5개소	
	P17	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 3.10m/6개소	
	P18	- 상태양호	
	P19	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.50m/4개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.50m/2개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 3.00m/1개소	
	P20	- 이물질 퇴적 : 3.25㎡/2개소 - 이물질 퇴적 : 0.25㎡/1개소	

【표 II -5.3.12】 하부구조 손상현황(계속)

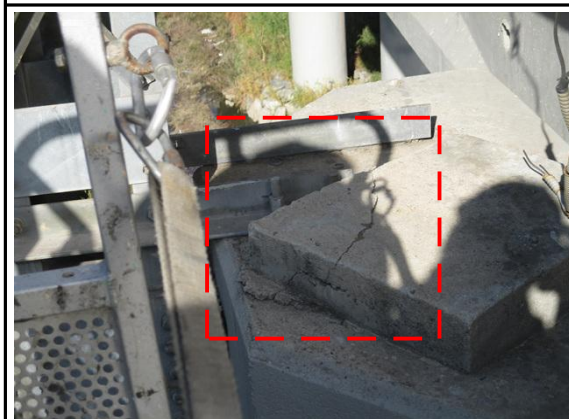
구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
하부 구조	P21	- 상태양호	
	P22	- 균열(폭 0.3mm 이상) : 0.50m/1개소, 박락 : 0.06㎡/1개소	
	P23	- 상태양호	
	P29	- 박락 : 0.18㎡/2개소	
	P30	- 상태양호	
	P31	- 상태양호	
	P32	- 파손 : 0.03㎡/1개소	
	P33	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.50m/ 1 개소	
	P34	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 6.00m/5개소, 파손 : 0.02㎡/1개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.20m/1개소	
	P35	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.00m/3개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 4.30m/5개소	
	P36	- 상태양호	
	P37	- 상태양호	
	P38	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 4.00m/4개소	
	P39	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.70m/1개소	
	P40	- 상태양호	
	A3	- 자갈 낙석 : 6.00㎡/1개소	



망상균열 (P1-기둥부)



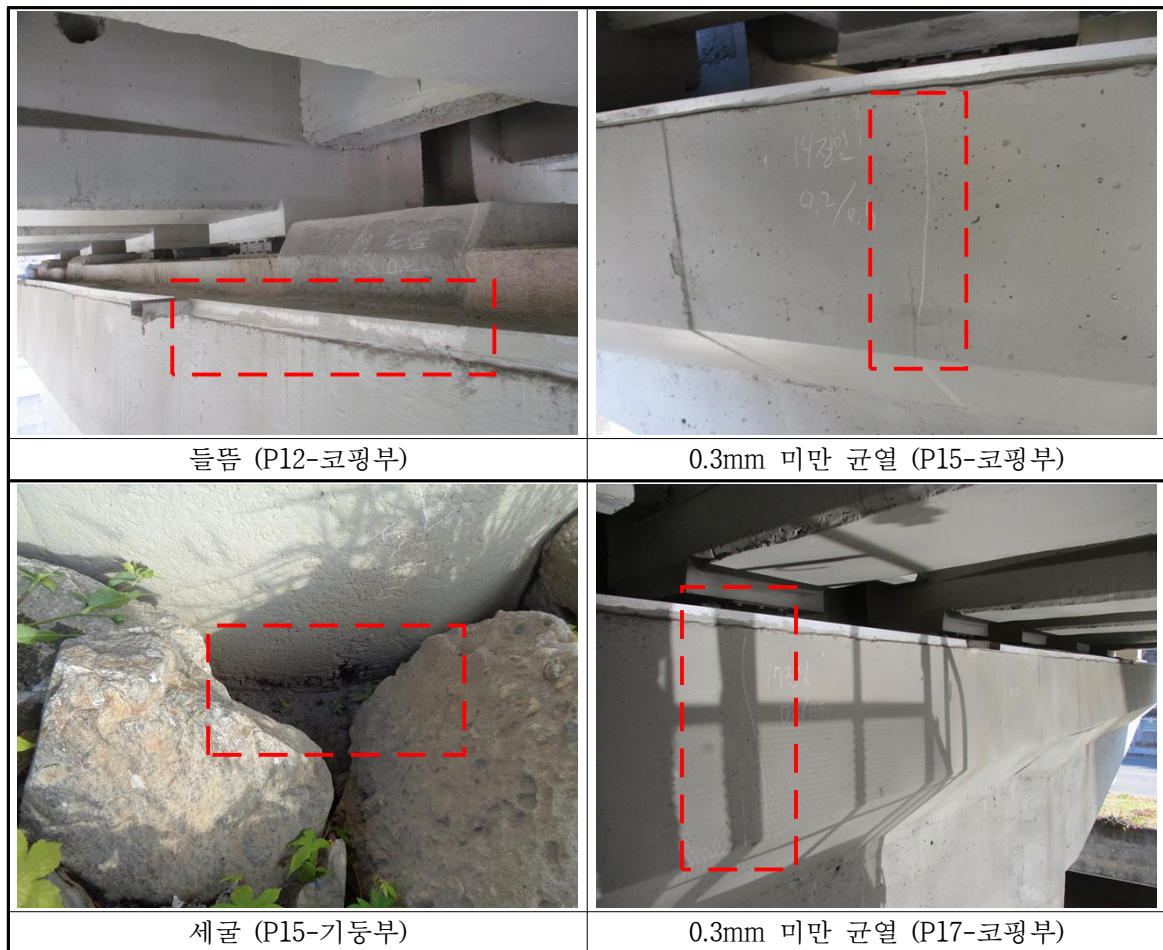
백태 (P3-코핑부)



콘크리트 들뜸 (P9-코핑부)



0.3mm 미만 균열 (P12-코핑부)



2) 손상원인 및 대책

- 균열(폭 0.1~0.3mm)은 기둥 및 코핑부에서 발생하였으며 건조수축 및 열차진동 등에 의한 손상으로 일부 백태를 동반하는 것으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 파손, 박락 등 단면손상은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 결함으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 손상의 규모는 작으나 내구성 확보를 위해 재료분리부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 하부구조는 전체 중성화 표면처리 보수가 실시된 상태로 일부 보수 전 바탕처리 및 시공미흡에 의해 보수재 박리가 조사되었으며, 내구성 확보를 위해 표면처리가 적절할 것으로 판단된다.
- 표면오염은 교각 기둥부에서 조사되었으며, 배수관 이음부 누수에 의한 손상으로 배수관 이음부 교체 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.

3) 기초

대림~신도림 구간 기초는 우물통 기초 23기, 파일기초 12기가 시공된 상태이며, 기존 자료를 검토한 결과 2004년 8월 2일 ~ 2005년 7월 27일까지 기초 세굴방지공사(사석, 블록, 돌망태 등)를 통한 기초보호공이 시공된 것으로 확인되었다.

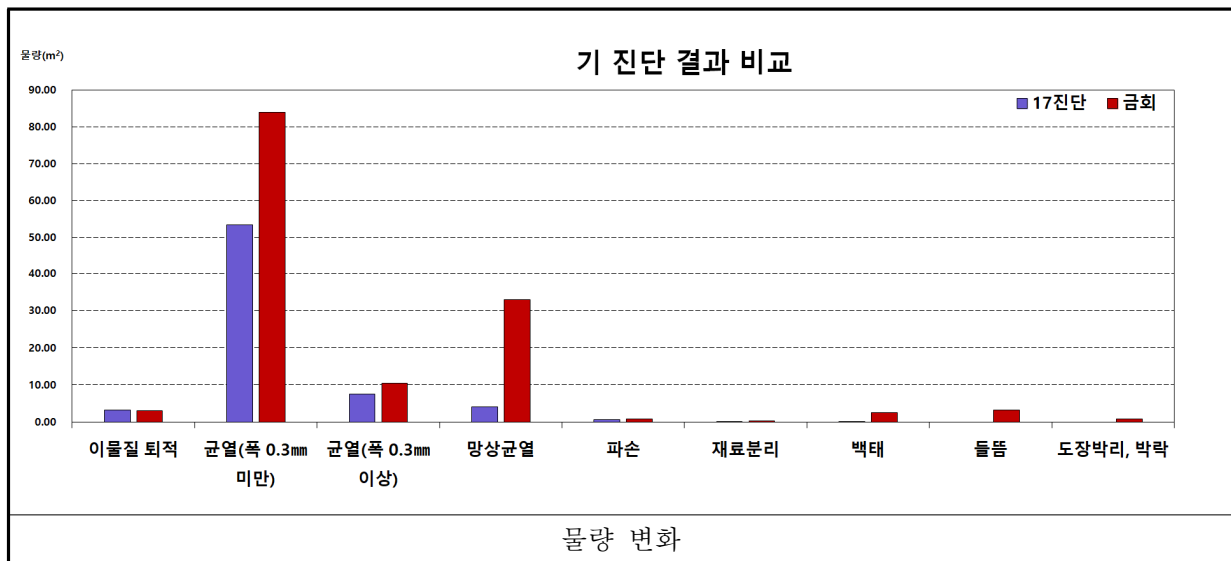
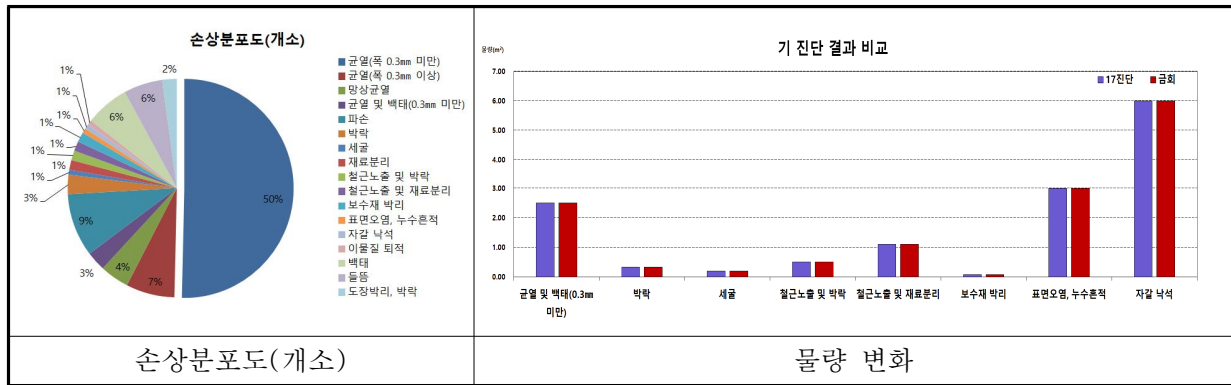
우물통 기초는 전반적으로 세굴방지공(사석, 블록, 돌망태 등)으로 보호되고 있는 상태이며, 이 중 노출되어 있는 지점은 총 6개소로 콘크리트 상태는 특별한 손상 없이 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

4) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 균열(폭 0.3mm 내,외), 망상균열, 누수흔적, 백태, 들뜸 이물질 퇴적 등은 금회 점검 시 공용증가 및 상세조사에 의하여 손상물량이 증가하였고, 일부 이물질퇴적은 보수된 상태로 확인되었다.

【표 II -5.3.13】 전회 진단과 손상물량 비교(하부구조)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 진단(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3 mm 미만)	m	53.50	43	84.0	70	▲ 30.5	
균열(폭 0.3 mm 이상)	m	7.50	9	10.50	10	▲ 3.00	
균열 및 백태(0.3 mm 미만)	m	2.50	4	2.50	4	-	
망상균열	m ²	4.00	1	33.0	6	▲ 29.0	
파손	m ²	0.52	9	0.76	13	▲ 0.24	
박락	m ²	0.33	4	0.33	4	-	
재료분리	m ²	0.01	1	0.21	2	▲ 0.20	
세굴	m ²	0.20	1	0.20	1	-	
보수재 박리	m ²	0.08	2	0.08	2	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.50	2	0.50	2	-	
철근노출 및 재료분리	m ²	1.10	2	1.10	2	-	
표면오염, 누수흔적	m ²	3.00	1	3.00	1	-	
자갈 낙석	m ²	6.00	1	6.00	1	-	
이물질 퇴적	m ²	3.25	2	3.00	1	▽ 0.25	
백태	m ²	0.10	1	2.54	9	▲ 2.44	
들뜸	m ²	-	-	3.15	8	▲ 3.15	
도장박리, 박락	m ²	-	-	0.85	3	▲ 0.85	



【그림 II -5.3.9】 손상분포도

3.2.5 교량받침

교량받침의 기능은 상부구조와 하부구조의 사이에서 받침의 종류에 따라 수직방향과 교축방향 및 교축직각방향의 힘들 중 일부 또는 전부를 안전하게 전달하는 것으로 본 구간의 교량받침은 내진보강공사를 통한 2017년까지 모두 코핑부 확대 및 탄성받침으로 교체 완료되었으며, 교량받침 교체 현황은 다음과 같다.

【표 II -5.3.14】 교량받침 보수 및 교체이력

구 분	공사내역	수 량	비 고
1998년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	6개소	
1999년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	12개소	
2001년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	12개소	
2003년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	78개소	
2004년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	6개소	
2005년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	6개소	
2006년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	18개소	
2007년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	30개소	
2008년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	24개소	
2017년	■ 교량받침 교체 (선받침 → 탄성받침)	228개소	
소 계		420개소	





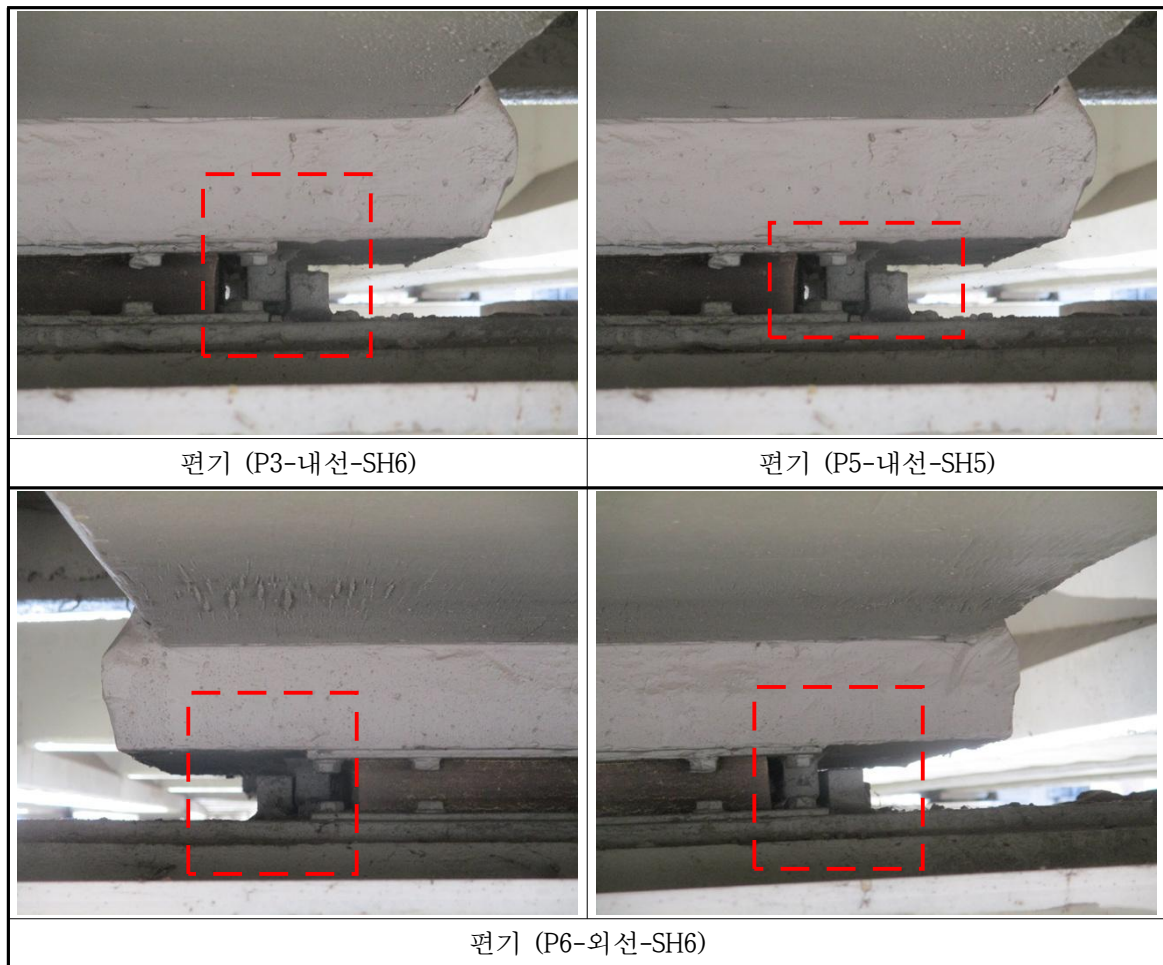
【그림 II-5.3.11】 교량받침 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

교량받침 상태는 다수 교체된 상태로 비교적 양호한 상태이나 기존 교량받침에 국부적인 부식, 도장박리, 편기 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

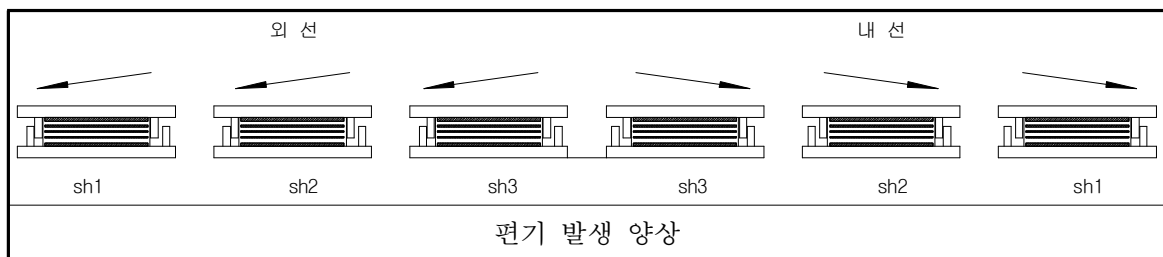
【표 II-5.3.15】 교량받침 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
교량 받침	A2	- 상태양호	
	P1	- 마감불량 : 0.10㎡/1개소	
	P2	- 상태양호	
	P3	- 편기 : 1개소, 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P4	- 편기 : 1개소	
	P5	- 편기 : 6개소	
	P6	- 편기 : 3개소	
	P7	- 상태양호	
	P8	- 상태양호	
	P9	- 상태양호	
	P10	- 상태양호	
	P11	- 편기 : 6개소	
	P12	- 상태양호	
	P13	- 편기 : 4개소	
	P14	- 편기 : 6개소	
	P15	- 편기 : 6개소	
	P16	- 편기 : 6개소	
	P17	- 편기 : 6개소	
	P18	- 마감불량 : 0.10㎡/1개소	
	P19	- 상태양호	
	P20	- 상태양호	
	P21	- 상태양호	
	P22	- 상태양호	
	P23	- 상태양호	
	P29	- 상태양호	
	P30	- 상태양호	
	P31	- 상태양호	
	P32	- 상태양호	
	P33	- 편기 : 2개소	
	P34	- 상태양호	
	P35	- 편기 : 4개소	
	P36	- 상태양호	
	P37	- 편기 : 6개소	
	P38	- 상태양호	
	P39	- 상태양호	
	P40	- 상태양호	
	A3	- 상태양호	



2) 손상원인 및 대책

- 교량받침 손상 중 다수를 차지하고 있는 편기는 내·외선 측에 국부적으로 발생되었으며, 편기 발생 양상은 내선 및 외선 외측으로 켜기에 접촉된 상태이나 파손 및 기타 추가 손상은 조사되지 않았다.



편기의 원인은 열차 통과 시 횡하중 및 원심하중, 교각의 강성 등의 복합적인 것으로 판단된다. 발생한 손상은 대부분 기존 손상으로 진행성은 아닌 것으로 판단되며, 편기 발생으로 인한 열차 운행 중 안전에는 문제가 없을 것으로 판단되나, 향후 금회 조사된 편기 상태를 기초로 지속적인 주의관찰을 통한 이상 발생 시 교체 등의 대책이 바람직할 것으로 판단된다. 일부 시공미흡에 의한 마감불량, 공용기간 증가 및 외부 환경에 의한 표면부식, 경사불량에 의한 체수 및 이물질 퇴적 등이 발생되었다.

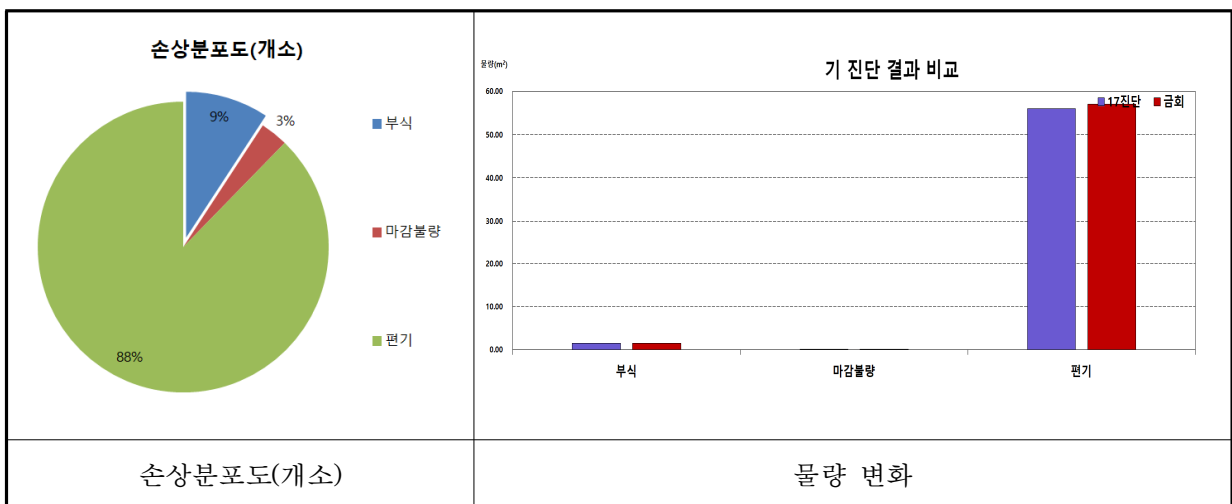
기 발생 중 구조적인 문제를 야기할 만한 손상은 없는 상태이며, 경미한 것으로 판단되나 구조물의 내구성 확보를 위해 마감불량은 단면보수, 표면부식은 재도장, 체수 및 이물질 퇴적은 제거 후 경사 조정 등의 대책이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 금회 진단 시 상세조사에 의하여 편기 1개소가 증가한 상태이며, 부식, 마감불량은 동일한 상태로 확인되었다.

【표 II -5.3.16】 전회 진단과 손상물량 비교(교량 받침)

구 분	단위	금회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
부식	m ²	1.50	6	1.50	6	-	
마감불량	m ²	0.20	2	0.20	2	-	
편기	ea	56.00	56	57.00	57	▲ 1.00	



【그림 II -5.3.12】 손상분포도

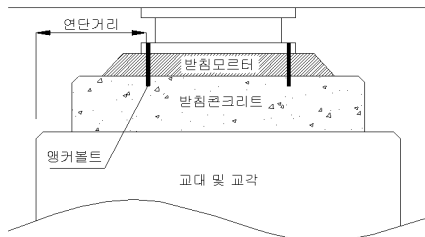
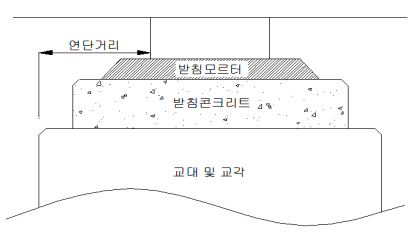
나. 연단거리 검토

교좌면은 받침을 통해서 상부구조로부터 하중을 받는 곳이고 또한 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서 받침 끝에서 정부 연단까지의 거리가 작으면 고정단에서는 전단면에 연해서 콘크리트 구체 또는 받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다. 따라서 철도 설계기준에서 정한 연단거리의 최소값과 각 지점별 실측 연단거리를 비교·검토하였다.

1) 측정 방법

교대 및 교각 코핑부의 연단거리 측정평가는 철도설계기준을 적용하여 다음 표와 같은 방법으로 검토하였다.

【그림 II -5.3.13】 연단거리 측정 및 평가 방법

구 분	연단거리 측정	
측정 방법		
	< 연단거리 측정 현황 >	
	 <탄성패드받침(상답 및 하답이 있는 경우)>  <탄성패드받침(패드만 있는 경우)> < 연단거리 측정 방법 >	
평가 방법	• 연단거리 : 콘크리트 면의 가장자리로부터 가장 가까운 앵커 중심까지의 거리	
	• 연단거리 계산(철도교 설계기준 적용, 2011제정, 2013개정) • PSC거더의 경우 - $15\text{m} \leq L < 20\text{m}$일 때 $S = 200\text{mm}$ - $20\text{m} \leq L < 30\text{m}$일 때 $S = 250\text{mm}$ - $30\text{m} \leq L < 40\text{m}$일 때 $S = 350\text{mm}$ - $40\text{m} \leq L$ 일 때 $S = 400\text{mm}$ • STP, STB거더의 경우 - $L < 25\text{m}$일 때 $S = 200\text{mm}$ - $L \geq 25\text{m}$일 때 $S = 250\text{mm}$ • 트러스의 경우 - $S = 300\text{mm}$	

2) 측정 결과

교대 및 교각 교량받침의 연단거리를 측정한 결과 전 개소에서 실측 연단거리가 설계 기준 최소 연단거리를 상회하는 것으로 평가되었다.

측정 결과는 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.17】 연단거리 측정결과

구분	구조 형식	받침 종류	방향	가동 유무	지간장 (m)	기준값 (mm)	최소 연단거리(mm)	평가
A2	PSC거더	탄성받침	중점	가동단	20.0	250	340	양호
P1	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	490	양호
			중점	가동단			540	양호
P2	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	450	양호
			중점	가동단			500	양호
P3	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			중점	가동단			530	양호
P4	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	520	양호
			중점	가동단			480	양호
P5	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	460	양호
			중점	가동단			610	양호
P6	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	530	양호
			중점	가동단			510	양호
P7	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			중점	가동단			520	양호
P8	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			중점	가동단			480	양호
P9	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	540	양호
			중점	가동단			470	양호
P10	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	500	양호
			중점	가동단			470	양호
P11	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	500	양호
			중점	가동단			470	양호
P12	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	500	양호
			중점	가동단			460	양호
P13	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	460	양호
			중점	가동단			390	양호
P14	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	430	양호
			중점	가동단			470	양호
P15	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	490	양호
			중점	가동단			480	양호
P16	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	520	양호
			중점	가동단			480	양호

【표 II -5.3.18】 연단거리 측정결과

구분	구조 형식	받침 종류	방향	가동 유무	지간장 (m)	기준값 (mm)	최소 연단거리(mm)	평가
P17	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	480	양호
			종점	가동단			470	양호
P18	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	480	양호
			종점	가동단			510	양호
P19	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	550	양호
			종점	가동단			530	양호
P20	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	520	양호
			종점	가동단			470	양호
P21	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	550	양호
			종점	가동단			480	양호
P22	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	550	양호
			종점	가동단			350	양호
P23	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	590	양호
P29	PSC거더	탄성받침	종점	가동단	20.0	250	450	양호
P30	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	420	양호
			종점	가동단			440	양호
P31	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	560	양호
			종점	가동단			430	양호
P32	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	460	양호
			종점	가동단			440	양호
P33	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	480	양호
			종점	가동단			450	양호
P34	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	460	양호
			종점	가동단			410	양호
P35	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	480	양호
			종점	가동단			460	양호
P36	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	480	양호
			종점	가동단			470	양호
P37	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	420	양호
			종점	가동단			530	양호
P38	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	460	양호
			종점	가동단			490	양호
P39	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			종점	가동단			430	양호
P40	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	430	양호
			종점	가동단			430	양호
A3	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	470	양호

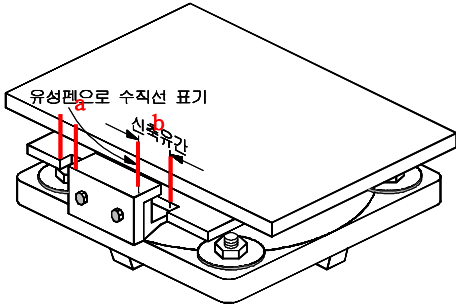
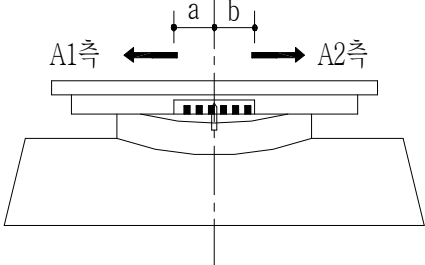
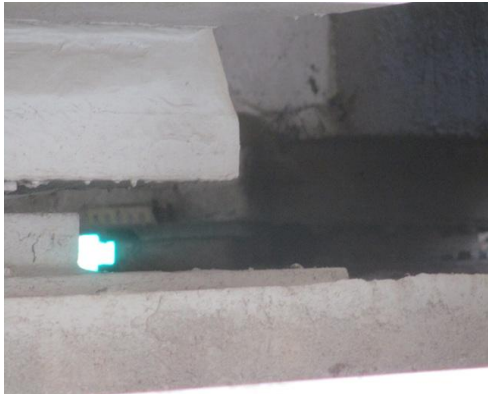
다. 가동여유량 검토

1) 소요 가동여유량 산정

본 진단 대상교량은 준공 후 35년 이상 경과하였으므로 크리프·건조수축에 의한 변형은 완료된 것으로 간주하고 활하중에 의한 거더의 처짐 이동량도 매우 미소하므로 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토한다.

가동여유량에 대한 검토결과 전 개소에서 적정한 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었으며, 낙교의 문제 가능성 또한 없는 것으로 검토되었다.

【그림 II-5.3.14】 가동여유량 측정 및 계산방법

구분	가동여유량 측정방법 및 계산방법		비고
측정 방법	 ■ a : 팽창 시 여유량 (하절기) ■ b : 수축 시 여유량 (동절기)	 ■ a : 팽창 시 여유량 (하절기) ■ b : 수축 시 여유량 (동절기)	
측면 전경			

【표 II -5.3.19】 가동여유량 측정 및 계산방법

구 분	가동여유량 측정방법 및 계산방법			비 고														
소요 이동량 산정	◦ 신축량 = 온도차에 의한 신축량 (Δl_t) = $\Delta T \times \alpha \times L$ 여기서, ΔT = 온도차 - 측정 시 온도 = 유간측정일 서울기상청 평균온도 = 2019년 12월 05일 평균온도 -4.4℃ 적용 - 콘크리트 최대 신장 시($30^{\circ}\text{C} - (-4.4^{\circ}\text{C})$) = 34.4℃ - 콘크리트 최대 수축 시($-4.4^{\circ}\text{C} - (-0^{\circ}\text{C})$) = -4.4℃																	
	<table> <tr> <th rowspan="2">교량형식</th> <th colspan="2">온도변화범위(℃)</th> <th rowspan="2">선팡창계수 α(/℃)</th> </tr> <tr> <th>보통지방</th> <th>한랭지방</th> </tr> <tr> <td>강교</td> <td>-20 ~ +50</td> <td>-30 ~ +50</td> <td>1.2×10^{-5}</td> </tr> <tr> <td>콘크리트교</td> <td colspan="2"> -0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 $\pm 15^{\circ}\text{C}$) </td> <td>1.0×10^{-5}</td> </tr> </table>				교량형식	온도변화범위(℃)		선팡창계수 α (/℃)	보통지방	한랭지방	강교	-20 ~ +50	-30 ~ +50	1.2×10^{-5}	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 $\pm 15^{\circ}\text{C}$)		1.0×10^{-5}
	교량형식	온도변화범위(℃)		선팡창계수 α (/℃)														
		보통지방	한랭지방															
	강교	-20 ~ +50	-30 ~ +50	1.2×10^{-5}														
	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 $\pm 15^{\circ}\text{C}$)		1.0×10^{-5}														
	α = 선팡창계수 L = 신축장 : PSC Girder = 20.0m																	
	◦ 필요 신축량 산정결과(Δl_t)																	
	<table> <tr> <th>구분</th> <th>신축길이(L)</th> <th>최대 신장 시(mm)</th> <th>최대 수축 시(mm)</th> </tr> <tr> <td>PSC Girder</td> <td>20.0m</td> <td>6.88</td> <td>8.8</td> </tr> </table>				구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)	PSC Girder	20.0m	6.88	8.8						
	구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)														
PSC Girder	20.0m	6.88	8.8															

2) 가동여유량 측정 결과

교량받침 가동량을 실측하여 계산가동량과 비교 검토한 결과, 전 개소에서 실측여유량이 계산가동량을 상회하는 것으로 검토되었다. 측정 결과는 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.20】 교량받침 가동 여유량 측정결과(2019년12월05일)

구분	구조형식	받침 종류	신축 길이(m)	필요여유량(mm)		측정 위치	측정여유량(mm)		검토 결과
				줄음	늘음		줄음	늘음	
A2 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	48	52	양호
						내선	48	52	양호
P1 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	46	54	양호
						내선	43	57	양호
P2 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	44	56	양호
P3 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	46	54	양호
P4 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	45	55	양호

【표 II -5.3.21】 교량받침 가동 여유량 측정결과(2019년12월05일)(계속)

구분	구조형식	받침 종류	신축 길이(m)	필요여유량(mm)		측정 위치	측정여유량(mm)		검토 결과
				줄음	늘음		줄음	늘음	
P5 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	42	38	양호
						내선	45	45	양호
P6 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	38	62	양호
						내선	38	62	양호
P7 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	49	51	양호
P8 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	44	56	양호
P9 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	44	56	양호
P10 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	45	55	양호
P11 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	45	55	양호
						내선	45	55	양호
P12 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	45	55	양호
P13 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	46	54	양호
						내선	44	56	양호
P14 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	44	56	양호
P15 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	46	54	양호
						내선	43	57	양호
P16 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	46	54	양호
P17 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	46	54	양호
P18 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	44	56	양호
						내선	49	51	양호
P19 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	41	59	양호
P20 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	43	57	양호
P21 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	44	56	양호

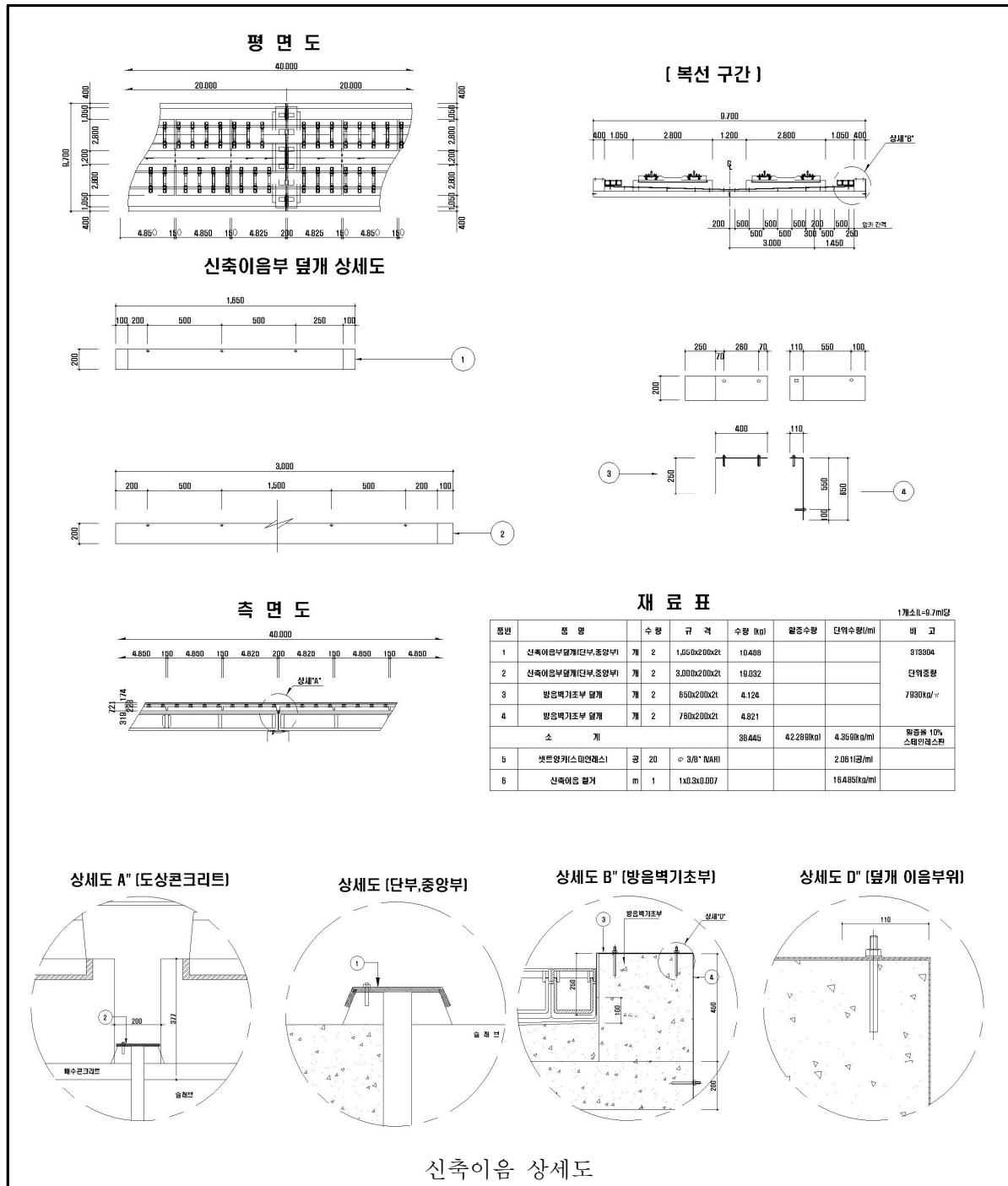
【표 II -5.3.22】 교량받침 가동 여유량 측정결과(2019년12월05일)(계속)

구분	구조형식	받침 종류	신축 길이(m)	필요여유량(mm)		측정 위치	측정여유량(mm)		검토 결과
				줄음	늘음		줄음	늘음	
P22 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	46	54	양호
						내선	44	56	양호
P29 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	41	59	양호
P30 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	41	59	양호
P31 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P32 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P33 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P34 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P35 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	39	61	양호
						내선	41	59	양호
P36 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P37 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P38 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	41	59	양호
P39 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	41	59	양호
						내선	43	57	양호
P40 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	8.8	6.88	외선	43	57	양호
						내선	43	57	양호

3.2.6 신축이음

신축이음은 온도변화 등에 의한 상부구조 수축·팽창 시에 구속하중이 작용하지 않도록 유간을 확보하여야 하며, 교면수가 하부로 유입되지 않도록 차수기능을 확보하여야 한다.

대림~신도림 상부구조는 S1~S23, S30~S41은 단순교로 PSC 거더 구간 신축길이는 20m로서 각 지점부마다 신축이음이 설치되어 있는 상태이며, 2016년 10월에 준공한 성능개선공사를 통하여 자갈도상에서 콘크리트 도상으로 교체와 더불어 신축이음을 모두 교체 완료된 상태이다.



【그림 II-5.3.15】 신축이음 현황도



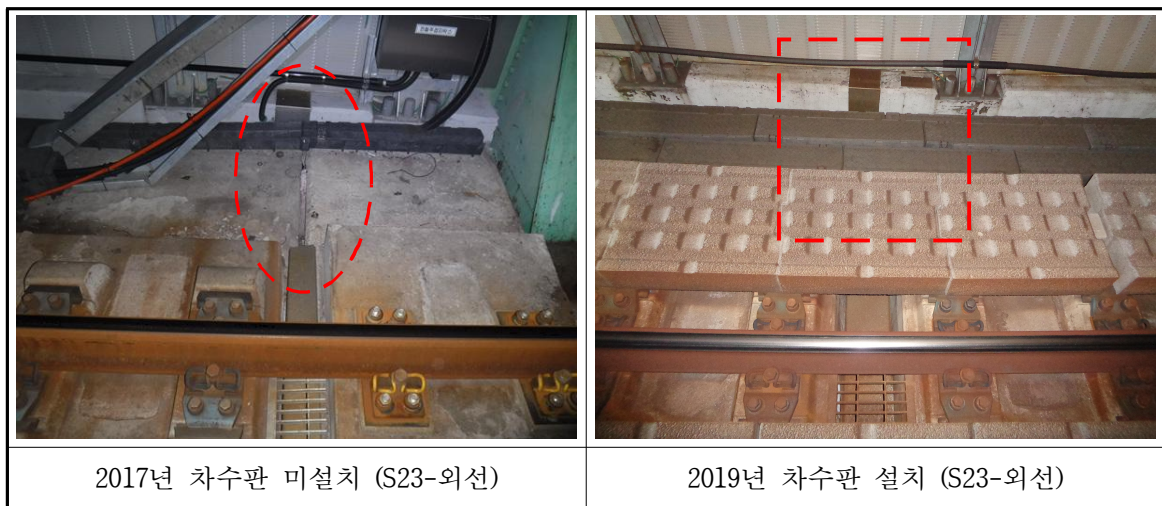
【그림 II-5.3.16】 신축이음 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

본 구간은 성능개선공사를 토하여 신축이음이 모두 교체 완료된 상태로 외관조사 결과
기 발생된 P23 지점 외선측 차수판이 미설치 손상은 보수되었다.

【표 II-5.3.23】 신축이음 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
신축 이음	A2~P22	- 상태양호	
	P23	- 차수판 미설치 : 1개소	
	P30~A3	- 상태양호	



2) 손상원인 및 대책

신축이음은 손상이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 손상 발생
여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 차수판 미설치는 금회 보수 되었다.

【표 II-5.3.24】 전회 진단과 손상물량 비교(교량 받침)

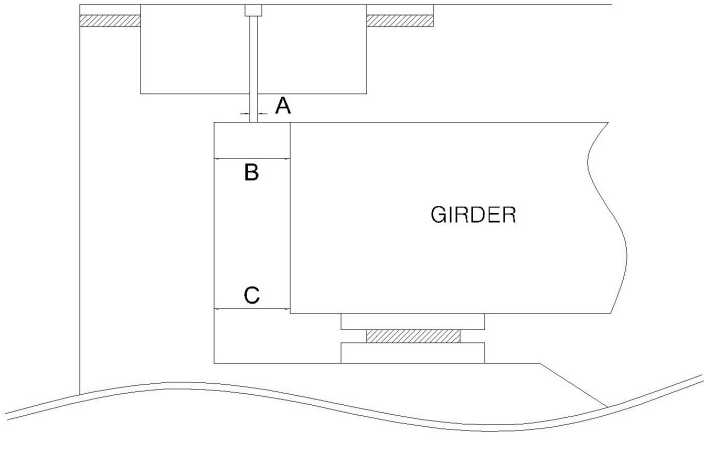
구 분	단위	전회 진단(2012년)		금회 진단(2018년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
차수판미설치	ea	1.00	1	-	-	▽ 1.00	

나. 신축이음 신축거동상태 검토

1) 계산 신축량 산정방법

본 교량은 공용년수가 33년 이상 경과하였으므로 신축이음 유간 검토 시 건조수축과 크리프 영향은 고려하지 않고 온도차에 의한 변위량만 적용하여 검토한다.

【그림 II-5.3.17】 신축이음 계산 신축량 산정

구분	신축량 측정방법 및 계산방법			비고
측정 방법				
	 바닥판 유간(A)	 거더상단 유간(B)	 거더하단 유간(C)	

【표 II -5.3.25】 신축이음 계산 신축량 산정

구분	신축량 측정방법 및 계산방법	비고														
신축량 평가 방법	◦ 신축량 = 온도차에 의한 신축량 (Δl_t) = $\Delta T \times \alpha \times L$ 여기서, ΔT = 온도차 - 측정 시 온도 = 유간측정일 서울기상청 평균온도 = 2019년 12월 05일 평균온도 -4.4℃ 적용 - 콘크리트 최대 신장 시($30^{\circ}\text{C} - (-4.4^{\circ}\text{C})$) = 34.4℃ - 콘크리트 최대 수축 시($-4.4^{\circ}\text{C} - (-0^{\circ}\text{C})$) = -4.4℃															
	<table><tr><th rowspan="2">교량형식</th><th colspan="2">온도변화범위(℃)</th><th rowspan="2">선팡창계수 α (1/℃)</th></tr><tr><th>보통지방</th><th>한랭지방</th></tr><tr><td>강교</td><td>-20~+50</td><td>-30~+50</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>콘크리트교</td><td colspan="2">-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 $\pm 15^{\circ}\text{C}$)</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식	온도변화범위(℃)		선팡창계수 α (1/℃)	보통지방	한랭지방	강교	-20~+50	-30~+50	1.2×10^{-5}	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 $\pm 15^{\circ}\text{C}$)		1.0×10^{-5}	
	교량형식		온도변화범위(℃)			선팡창계수 α (1/℃)										
		보통지방	한랭지방													
	강교	-20~+50	-30~+50	1.2×10^{-5}												
	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 $\pm 15^{\circ}\text{C}$)		1.0×10^{-5}												
	α = 선팡창계수															
	L = 신축장 : PSC Girder = 20.0m															
	◦ 필요 신축량 산정결과(Δl_t)															
	<table><tr><th>구분</th><th>신축길이(L)</th><th>최대 신장 시(mm)</th><th>최대 수축 시(mm)</th></tr><tr><td>PSC Girder</td><td>20.0m</td><td>6.88</td><td>8.8</td></tr></table>	구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)	PSC Girder	20.0m	6.88	8.8							
구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)													
PSC Girder	20.0m	6.88	8.8													

2) 신축이음 유간거리 측정결과

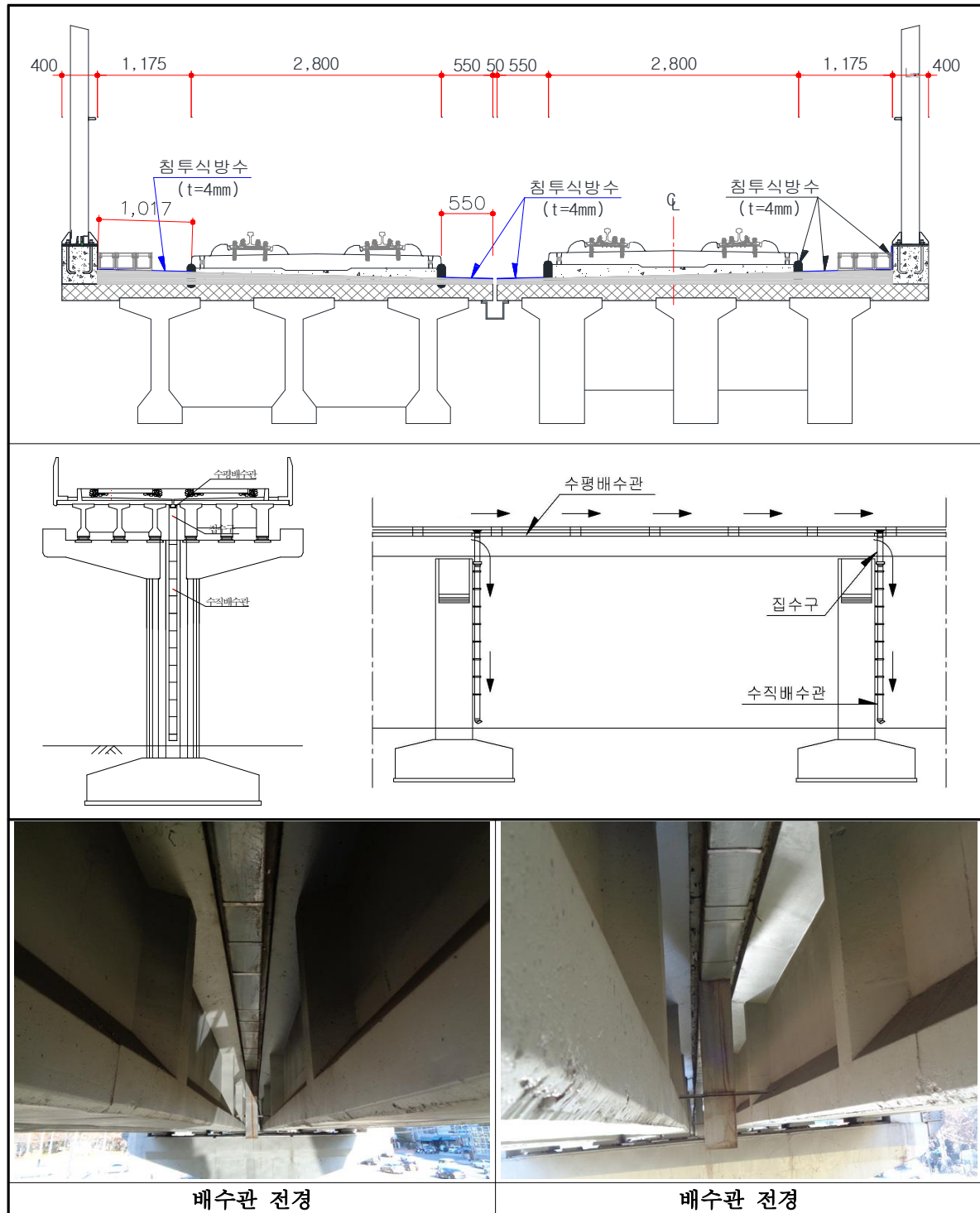
신축이음에 대한 신축거동상태를 검토한 결과, 신축이음 전 개소에서 온도변화에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되어 신축이음의 기능발휘에 문제 없는 상태로 분석되었다.

【표 II -5.3.26】 신축이음 신축거동상태 측정결과(2019년12월05일)

구 분	계산 유간거리		측정치 유간거리 (mm)	판정	구 분	계산 유간거리		측정치 유간거리 (mm)	판정
	신축길이 (m)	필요유간 (mm)				신축길이 (m)	필요유간 (mm)		
A2	20.0	6.9	35	양호	P18	20.0	6.9	55	양호
P1	20.0	6.9	30	양호	P19	20.0	6.9	40	양호
P2	20.0	6.9	41	양호	P20	20.0	6.9	50	양호
P3	20.0	6.9	28	양호	P21	20.0	6.9	51	양호
P4	20.0	6.9	47	양호	P22	20.0	6.9	40	양호
P5	20.0	6.9	38	양호	P29	20.0	6.9	52	양호
P6	20.0	6.9	48	양호	P30	20.0	6.9	52	양호
P7	20.0	6.9	51	양호	P31	20.0	6.9	42	양호
P8	20.0	6.9	51	양호	P32	20.0	6.9	58	양호
P9	20.0	6.9	40	양호	P33	20.0	6.9	65	양호
P10	20.0	6.9	55	양호	P34	20.0	6.9	59	양호
P11	20.0	6.9	51	양호	P35	20.0	6.9	40	양호
P12	20.0	6.9	62	양호	P36	20.0	6.9	58	양호
P13	20.0	6.9	50	양호	P37	20.0	6.9	42	양호
P14	20.0	6.9	50	양호	P38	20.0	6.9	40	양호
P15	20.0	6.9	50	양호	P39	20.0	6.9	52	양호
P16	20.0	6.9	62	양호	P40	20.0	6.9	20	양호
P17	20.0	6.9	61	양호	A3	20.0	6.9	53	양호

3.2.7 배수시설

배수시설은 Stainless 배수관으로 2016년 “고가교(대림~신도림) 내진보강 및 방음벽 교체공사”가 완료되어 현재 상부는 콘크리트 도상 및 레일이 부설되어 우수는 경사진 바닥면을 따라 중앙부로 모여지고 구배 콘크리트를 포설하여 구배를 조정하며 슬래브와 구배 콘크리트 사이에는 침투식 방수가 시공되었으며, 외·내선 중앙부에 설치한 U형 배수흡통을 통하여 교각에 설치한 연직배수관으로 유도배수하고 있다.



【그림 II-5.3.18】 배수시설 현황

가. 외관조사 결과

외관조사 결과 전반적으로 배수기능에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었으나 배수관 이음부 탈락이 일부 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.27】 배수시설 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
배수 시설	S1	- 상태양호	
	S2	- 상태양호	
	S3	- 상태양호	
	S4	- 상태양호	
	S5	- 배수관 이음부 탈락 : 1개소	
	S6	- 상태양호	
	S7	- 상태양호	
	S8	- 상태양호	
	S9	- 상태양호	
	S10	- 상태양호	
	S11	- 상태양호	
	S12	- 상태양호	
	S13	- 상태양호	
	S14	- 상태양호	
	S15	- 상태양호	
	S16	- 상태양호	
	S17	- 상태양호	
	S18	- 상태양호	
	S19	- 상태양호	
	S20	- 상태양호	
	S21	- 상태양호	
	S22	- 상태양호	
	S23	- 상태양호	
	S30	- 상태양호	
	S31	- 상태양호	
	S32	- 상태양호	
	S33	- 상태양호	
	S34	- 상태양호	
	S35	- 배수관 이음부 탈락 : 1개소	
	S36	- 상태양호	
	S37	- 상태양호	
	S38	- 상태양호	
	S39	- 상태양호	
	S40	- 상태양호	
	S41	- 상태양호	



1) 손상원인 및 대책

배수관 이음부 탈락은 외부충격 및 공용증가에 의한 노후화에 의한 손상으로 배수기능 확보 및 부재의 표면오염 방지를 위해 이음부 교체가 필요할 것으로 판단된다.

2) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 신규 손상 및 손상의 진전은 없는 상태로 확인되었다.

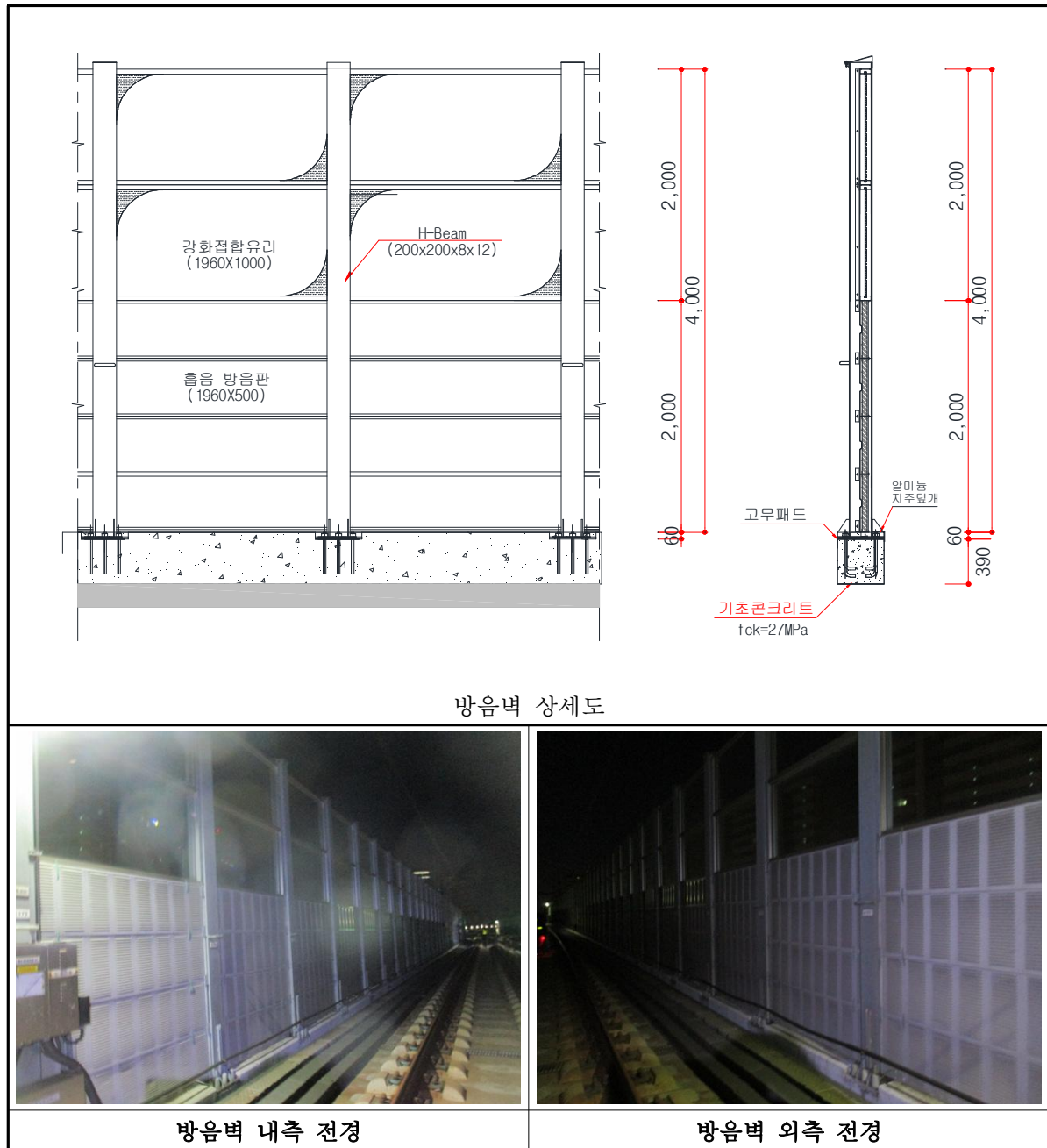
【표 II -5.3.28】 전회 진단과 손상물량 비교(배수시설)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 진단(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
배수관 이음부 탈락	ea	2.00	2	2.00	2	-	

3.2.8 방음벽

방음벽은 시공 당시 콘크리트 방호벽으로 시공되었으나 2016년 “고가교(대림~신도림) 내진보강 및 방음벽 교체공사” 시 양단에는 혼합형(흡음+투명) 방음벽(H=4.0 m)으로 교체 시공되었다.

방음벽은 교량 상부 좌·우측에 설치되어 있으며, 내측 선로구간은 야간 열차운행 종료 후에 도보로 점검하였으며, 외측 구간은 고소차를 이용하여 근접한 상태에서 조사를 실시하였다.



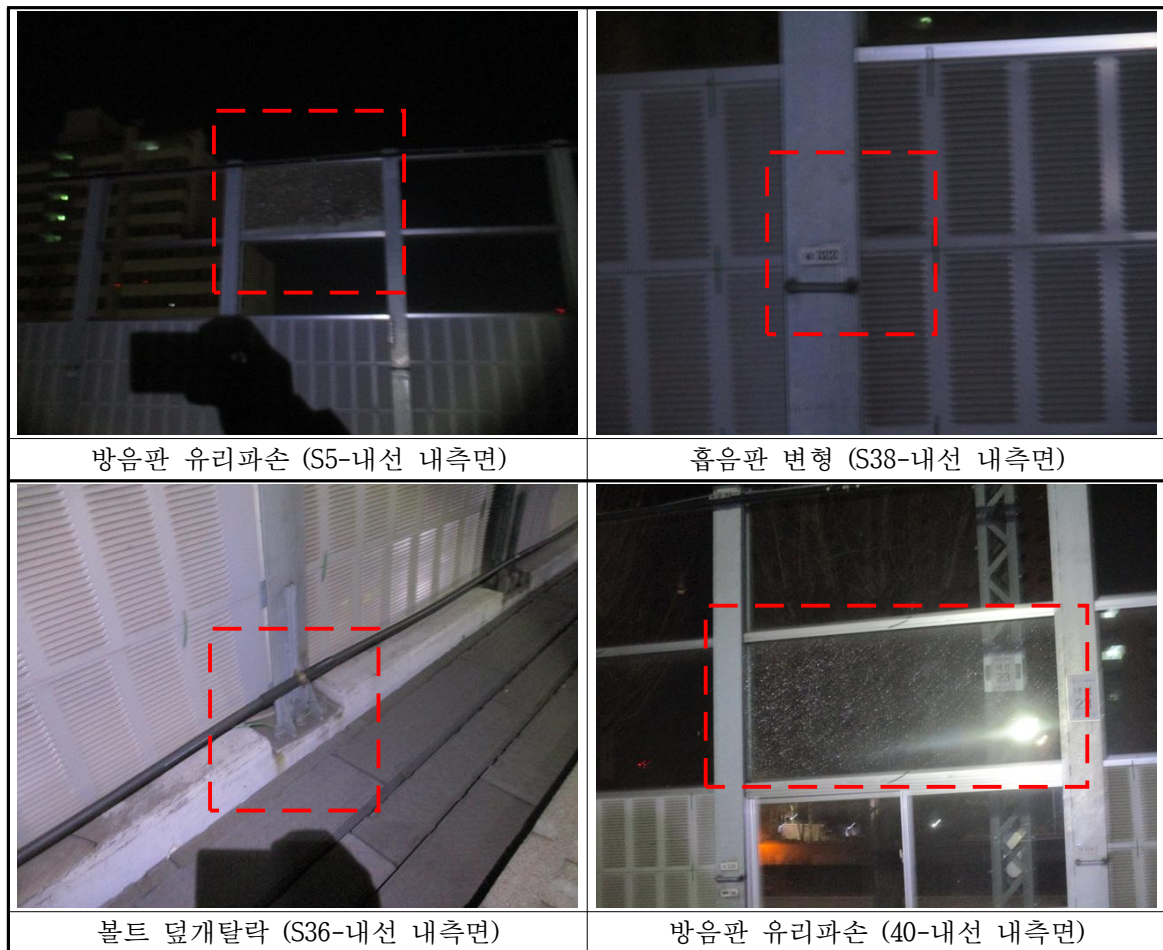
【그림 II-5.3.19】 방음벽 현황

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 흡음판 변형, 방음판 유리파손, 볼트 덮개탈락 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.29】 방음벽 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
방음벽	S1	- 상태양호	
	S2	- 상태양호	
	S3	- 상태양호	
	S4	- 방음판 유리파손 : 0.35㎡/1개소	
	S5	- 상태양호	
	S6	- 상태양호	
	S7	- 상태양호	
	S8	- 방음판 유리파손 : 0.35㎡/1개소	
	S9	- 상태양호	
	S10	- 상태양호	
	S11	- 상태양호	
	S12	- 상태양호	
	S13	- 상태양호	
	S14	- 상태양호	
	S15	- 상태양호	
	S16	- 상태양호	
	S17	- 상태양호	
	S18	- 상태양호	
	S19	- 상태양호	
	S20	- 볼트 덮개탈락 : 1개소	
	S21	- 흡음판 변형 : 0.02㎡/1개소	
	S22	- 상태양호	
	S23	- 흡음판 변형 : 0.04㎡/2개소	
	S30	- 흡음판 변형 : 0.06㎡/1개소	
	S31	- 상태양호	
	S32	- 방음판 유리파손 : 2.00㎡/1개소	
	S33	- 상태양호	
	S34	- 방음판 유리파손 : 0.35㎡/1개소	
	S35	- 상태양호	
	S36	- 볼트 덮개탈락 : 1개소	
	S37	- 상태양호	
	S38	- 흡음판 변형 : 0.02㎡/1개소	
	S39	- 흡음판 변형 : 0.08㎡/1개소	
	S40	- 볼트 덮개탈락 : 8개소 - 방음판 유리파손 : 5.25㎡/1개소	
	S41	- 상태양호	



2) 손상원인 및 대책

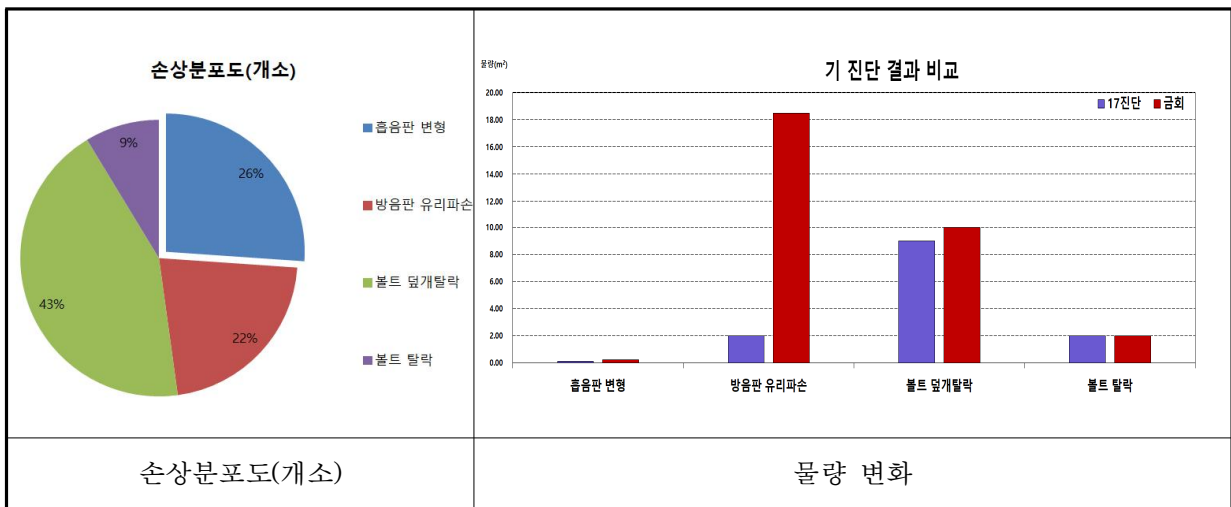
- 흡음판 변형은 지하철 운행 시 자갈 비산에 의한 손상으로 규모가 작고 현재 자갈 도상에서 콘크리트 도상으로 교체되었고 기능발휘에는 문제가 없으므로 현 상태에서 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.
- 방음판 파손은 일부 손상으로 풍하중이나 구조적인 손상이 아닌 설치 시 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 품질이 우수한 방음판을 재설치하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 더불어 방음판 교체시 주의하여 재손상이 발생하지 않도록 시공관리에 만전을 기하여야 할 것이다.
- 볼트 덮개탈락은 시공미흡 및 공용 중 탈락된 것으로 우수접촉에 의한 볼트 부식 방지를 위하여 재설치가 바람직할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 흡음판 변형, 방음판 유리파손, 볼트 덮개탈락 등은 금회 점검 시 공용증가 및 상세조사에 의하여 손상물량이 증가된 것으로 조사되었다.

【표 II -5.3.30】 전회 진단과 손상물량 비교(방음벽)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 진단(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
흡음판 변형	m ²	0.12	4	0.22	6	▲ 0.10	
방음판 유리파손	m ²	2.00	1	18.50	5	▲ 16.50	
볼트 덮개탈락	ea	9.00	9	10.00	10	▲ 1.00	
볼트 탈락	ea	2.00	2	2.00	2	—	



【그림 II -5.3.20】 손상분포도

3.2.9 외관조사 결과 요약

가. 손상물량표

외관조사 결과에 따른 손상물량은 아래 표와 같다.

【표 II -5.3.31】 손상물량 총괄표

부재		손상내용				조치방안	비고
		손상명	단위	물량	개소		
바닥판	상면	이물질 퇴적	m ²	2.50	2	청소	
	하면	철근노출 및 파손	m ²	1.85	5	방청 및 단면보수	
		재료분리	m ²	6.17	16	단면보수	
거더		파손	m ²	0.09	3	단면보수	
		재료분리	m ²	0.18	1	단면보수	
		철근노출 및 박락	m ²	0.02	1	방청 및 단면보수	
		정착부 몰탈탈락	m ²	0.12	1	단면보수	
가로보		재료분리	m ²	24.15	142	단면보수	
		철근노출 및 재료분리	m ²	5.74	20	방청 및 단면보수	
하부구조 (교대, 교각, 기초)		균열(폭 0.3mm 미만)	m	84.0	70	표면처리	
		균열(폭 0.3mm 이상)	m	10.50	10	주입보수	
		균열 및 백태(0.3mm 미만)	m	2.50	4	표면처리	
		망상균열	m ²	33.0	6	표면처리	
		파손	m ²	0.76	13	단면보수	
		박락	m ²	0.33	4	단면보수	
		재료분리	m ²	0.21	2	단면보수	
		세굴	m ²	0.20	1	단면보수	
		보수재 박리	m ²	0.08	2	보수재도포	
		철근노출 및 박락	m ²	0.50	2	방청 및 단면보수	
		철근노출 및 재료분리	m ²	1.10	2	방청 및 단면보수	
		표면오염	m ²	3.00	1	유지관리	
		자갈 낙석	m ²	6.00	1	청소	
		이물질 퇴적	m ²	3.00	1	청소	
		백태	m ²	2.54	9	표면보수	
		들뜸	m ²	3.15	8	단면보수	
		도장박리, 박락	m ²	0.85	3	도장보수	
교량받침		부식	m ²	1.50	6	도장보수	
		마감불량	m ²	0.20	2	단면보수	
		편기	ea	57.00	57	유지관리	
배수시설		배수관 이음부 탈락	ea	2.00	2	이음부 재설치	
방음벽		흡음판 변형	m ²	0.22	6	유지관리	
		방음판 유리파손	m ²	18.50	5	방음판유리 재설치	
		볼트 덮개탈락	ea	10.00	10	덮개 재체결	
		볼트 탈락	ea	2.00	2	볼트 재체결	

나. 외관조사 결과 요약

대림~신도림 구간의 부재별 외관조사 결과는 다음 표와 같다.

【표 II-5.3.32】 외관조사 결과 요약

부재	외관조사 결과
바닥판	- 이물질 퇴적은 바닥판상면 S10, S21에서 1개소 조사되었으며 청소 등의 조치가 요구된다. - 철근노출 및 파손은 지점 단부에서 발생하였으며, 시공 및 보수 공사 시 외부 충격에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 단면보수를 시행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
거더	파손은 외부충격에 의한 손상으로 철근노출은 조사되지 않았으며, 구조적인 영향은 없으나 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 재료분리는 다짐불량에 의한 손상으로 손상의 규모는 작으나 내구성 확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 정착부 몰탈탈락은 신·구 콘크리트 접합 시 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
가로보	재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량 등 시공미흡에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 손상의 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 단면보수, 방청 및 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.
하부구조	균열(폭 0.1~0.3mm)은 기둥 및 코핑부에서 발생하였으며 건조수축 및 열차진동 등에 의한 손상으로 일부 백태를 동반하는 것으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다. 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 파손, 박락 등 단면손상은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 결함으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 손상의 규모는 작으나 내구성 확보를 위해 재료분리부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 하부구조는 전체 중성화 표면처리 보수가 실시된 상태로 일부 보수 전 바탕처리 및 시공미흡에 의해 보수재 박리가 조사되었으며, 내구성 확보를 위해 표면처리가 적절할 것으로 판단된다. 표면오염은 교각 기둥부에서 조사되었으며, 배수관 이음부 누수에 의한 손상으로 배수관 이음부 교체 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.

【표 II -5.3.33】 외관조사 결과 요약

부재	외관조사 결과
교량받침	• 편기의 원인은 열차 통과 시 횡하중 및 원심하중, 교각의 강성 등의 복합적인 것으로 판단된다. 발생한 손상은 대부분 기존 손상으로 진행성은 아닌 것으로 판단되며, 편기 발생으로 인한 열차 운행 중 안전에는 문제가 없을 것으로 판단되나, 향후 금회 조사된 편기 상태를 기초로 지속적인 주의관찰을 통한 이상 발생 시 교체 등의 대책이 바람직할 것으로 판단된다. 일부 시공미흡에 의한 마감불량, 공용기간 증가 및 외부 환경에 의한 표면부식, 경사불량에 의한 체수 및 이물질 퇴적 등이 발생되었다. 기 발생 중 구조적인 문제를 야기할 만한 손상은 없는 상태이며, 경미한 것으로 판단되나 구조물의 내구성 확보를 위해 마감불량은 단면보수, 표면부식은 채도장, 체수 및 이물질 퇴적은 제거 후 경사 조정 등의 대책이 바람직할 것으로 판단된다. • 교량받침 가동여유량 검토결과 전 개소에서 계산가동량을 상회하고, 가동불량에 따른 손상은 관찰되지 않아 가동여유량 부족에 따른 기능저하 영향은 없는 것으로 평가되었으며, 연단거리 측정결과 전 개소에서 설계기준 최소 연단거리를 만족하는 양호한 상태로 검토되었다.
신축이음	• 신축이음은 손상이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다. • 신축이음 유간거리 측정결과 전 개소에서 온도변화에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되어 신축이음 기능발휘에 문제가 없는 상태로 분석되었다.
배수시설	• 배수관 이음부 탈락은 외부충격 및 공용증가에 의한 노후화에 의한 손상으로 배수기능 확보 및 부재의 표면오염 방지를 위해 이음부 교체가 필요할 것으로 판단된다.
방음벽	• 흡음판 변형은 지하철 운행 시 자갈 비산에 의한 손상으로 규모가 작고 현재 자갈 도상에서 콘크리트 도상으로 교체되었고 기능발휘에는 문제가 없으므로 현 상태에서 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다. 방음판 파손은 일부 손상으로 풍하중이나 구조적인 손상이 아닌 설치 시 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 품질이 우수한 방음판을 재설치하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 더불어 방음판 교체시 주의하여 재손상이 발생하지 않도록 시공관리에 만전을 기하여야 할 것이다. 볼트 덮개탈락은 시공미흡 및 공용 중 탈락된 것으로 우수접촉에 의한 볼트 부식 방지를 위하여 재설치가 바람직할 것으로 판단된다.

3.3 재료시험

3.3.1 개요

시설물을 구성하는 각 재료의 역학적, 물리·화학적 특성을 평가하기 위해 콘크리트 및 강재의 내구성 조사, 품질조사 등을 실시하여 구조물의 내구성과 사용성을 검토하고 상태평가, 보수·보강공법 및 유지관리 방안 제시의 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다. 측정 및 시험의 측정개소는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 교량편(국토교통부, 한국시설안전공단, 2017.1)”에 의거한 기준수량을 상회하여 실시하였다.

가. 조사항목 및 수량

본 구간에서 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2019. 1.)』에 제시된 기준에 의거하여 산정하여 실시한 재료시험 시험수량 및 산출수량은 다음과 같다.

【표 II-5.3.34】 재료시험 기준수량 및 실시수량

구 분	세부지침 기준수량		기준수량	실시수량	비고
	상부구조	하부구조			
반발경도 시험	•50m 마다	•50m 마다	•상부구조(PSC)=704.5m/50=15개소 •하부구조 704.5m/50 = 15개소	•상부 : 15개소 •하부 : 15개소	
탄산화 깊이 측정	•5경간 이상 : 3~6개소 (상부구조에서 최소 2개소 이상)		•3~6개소	상부 : 3개소 하부 : 4개소	

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 교량편(국토교통부, 한국시설안전공단, 2019.1) 참조

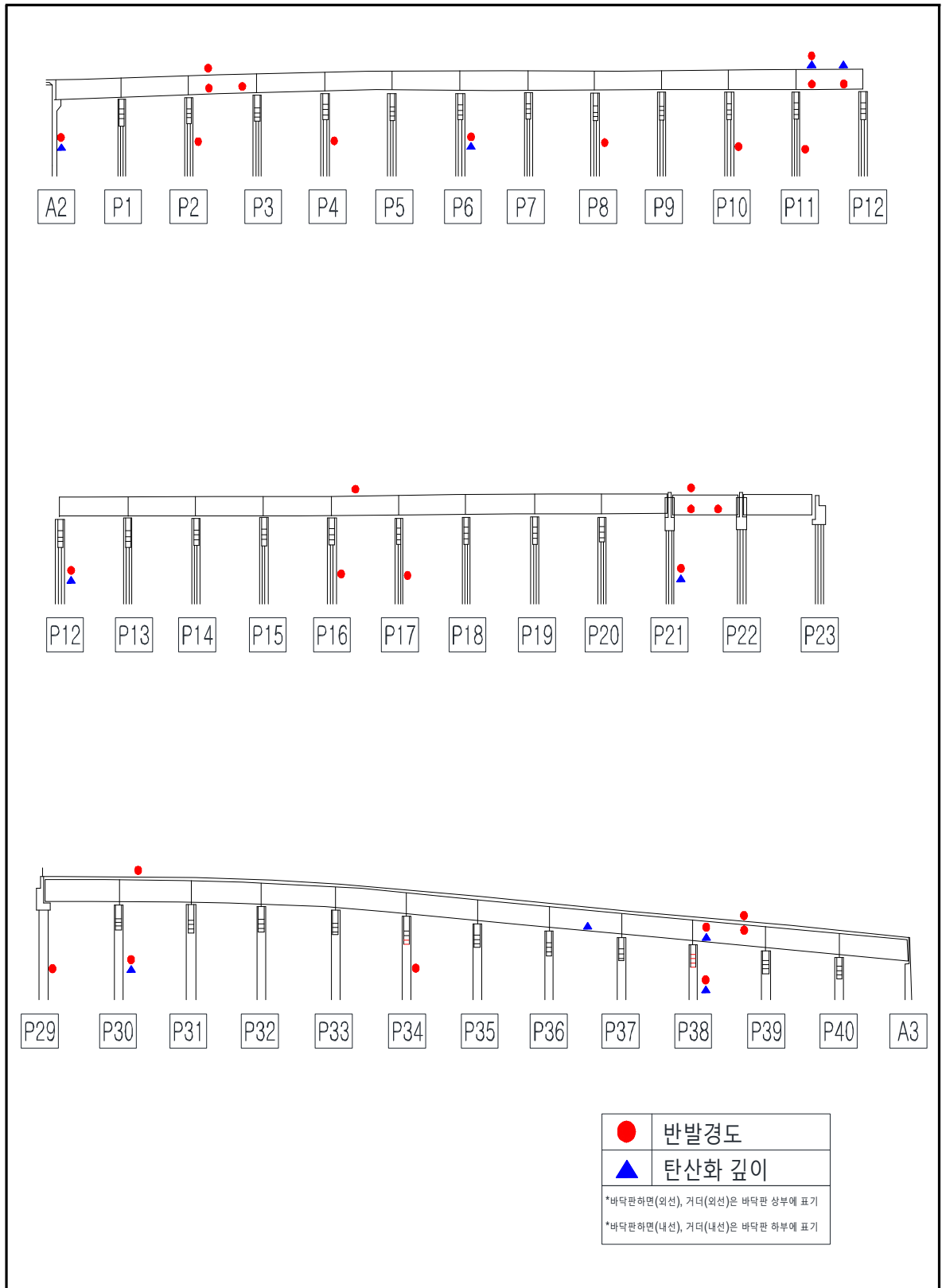
나. 재료시험 현황



【그림 II-5.3.21】 재료시험 현황

다. 재료시험 위치도

각 항목별 시험위치는 외관조사를 실시한 후에 구조부재와 외관 상태를 고려하여 선정하였으며, 부재별 재료시험 위치는 다음과 같다.



【그림 II-5.3.22】 재료시험 위치도

3.3.2 콘크리트 재료시험

가. 반발경도시험

1) 개요

고가 구간과 정거장의 반발경도 시험은 테스트 엔빌을 통해 슈미트 해머 초기치 보정을 실시하였고, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 선정하여 측정하였으며, 결과는 타격방향, 재령 등에 따른 보정을 실시한 후 세부지침에 제시된 제안식에 의해 분석하였다.



【그림 II-5.3.23】 반발경도 시험 전경

【표 II-5.3.35】 반발경도 제안식 선정 및 참조

반발경도(보통 콘크리트) 제안식	
• 일본재료학회	• 일본건축학회 CNDT 소위원
$F_c = 1.27 R_o - 18.0 \text{ (MPa)}$	$F_c = (7.3 R_o + 100) \times 38.80 \text{ (MPa)}$
※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (국토해양부, 한국시설안전공단, 2019. 1)	
반발경도(고강도 콘크리트) 제안식	
• 과학기술부	• 권영웅 외 제안식
$F_c = (15.2 R_o - 112.8) \times 0.1 \text{ (MPa)}$	$F_c = 2.304 R_o - 38.80 \text{ (MPa)}$
※ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전공단, 2006. 12)	
※ 안전진단 기술자교육 교량 및 터널(한국시설안전공단, 2016)	

2) 시험 결과

반발경도시험은 세부지침 기준에 따라 실시하였으며, 바닥판 8개소, 거더 7개소, 하부구조 15개소 총 28개소에서 실시하였다.

반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과는 아래 표와 같다.

【표 II-5.3.36】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과(상부구조)

측 정 위 치		평균 치 (R)	타격 각도 (θ)	보정 치 (ΔR)	보정 경도 (Ro)	압축강도 Fc (MPa)		재형 계수 (α)	보정압축강도 Fc (MPa)			설계 기준 강도
						식1	식2		식1	식2	평균	
바닥판	S3(내선)	46.9	90 °	-3.4	43.5	37.3	41.0	0.63	23.5	25.8	24.6	24.0
	S8(외선)	46.9	90 °	-3.4	43.5	37.2	40.9	0.63	23.5	25.8	24.6	24.0
	S12(내선)	47.4	90 °	-3.3	44.1	38.0	41.3	0.63	23.9	26.0	25.0	24.0
	S17(외선)	46.4	90 °	-3.4	43.0	36.6	40.5	0.63	23.0	25.5	24.3	24.0
	S22(내선)	47.4	90 °	-3.3	44.0	37.9	41.3	0.63	23.9	26.0	25.0	24.0
	S30(외선)	46.4	90 °	-3.4	43.0	36.6	40.6	0.63	23.1	25.6	24.3	24.0
	S38(내선)	46.2	90 °	-3.4	42.8	36.3	40.4	0.63	22.9	25.5	24.2	24.0
거더	S3(내선)-G3	41.0	0 °	0.0	41.0	55.5	59.9	0.63	35.0	37.7	36.4	35.0
	S3(외선)-G3	41.2	0 °	0.0	41.2	56.1	60.3	0.63	35.4	38.0	36.7	35.0
	S12(내선)-G3	41.0	0 °	0.0	41.0	55.7	60.0	0.63	35.1	37.8	36.4	35.0
	S12(외선)-G3	40.7	0 °	0.0	40.7	55.0	59.5	0.63	34.6	37.5	36.1	35.0
	S22(내선)-G3	40.9	0 °	0.0	40.9	55.3	59.7	0.63	34.9	37.6	36.2	35.0
	S22(외선)-G3	42.1	0 °	0.0	42.1	58.1	61.5	0.63	36.6	38.8	37.7	35.0
	S38(내선)-G3	41.2	0 °	0.0	41.2	56.0	60.2	0.63	35.3	37.9	36.6	35.0
	S38(외선)-G3	40.2	0 °	0.0	40.2	53.7	58.7	0.63	33.8	37.0	35.4	35.0

【표 II-5.3.37】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과(하부구조)

측 정 위 치		평균 치 (R)	타격 각도 (θ)	보정 치 (ΔR)	보정 경도 (R_o)	압축강도 Fc (MPa)		재령 계수 (α)	보정압축강도 Fc (MPa)			설계 기준 강도
						식1	식2		식1	식2	평균	
하부 구조	교대 A2	43.3	0°	0.0	43.3	37.0	40.8	0.63	23.3	25.7	24.5	21.0
	교각 P2	42.1	0°	0.0	42.1	35.4	39.9	0.63	22.3	25.1	23.7	21.0
	교각 P4	43.9	0°	0.0	43.9	37.8	41.2	0.63	23.8	26.0	24.9	21.0
	교각 P6	40.9	0°	0.0	40.9	33.9	39.1	0.63	21.4	24.6	23.0	21.0
	교각 P8	42.9	0°	0.0	42.9	36.5	40.5	0.63	23.0	25.5	24.2	21.0
	교각 P10	41.2	0°	0.0	41.2	34.3	39.2	0.63	21.6	24.7	23.2	21.0
	교각 P11	41.7	0°	0.0	41.7	35.0	39.6	0.63	22.0	25.0	23.5	21.0
	교각 P12	41.4	0°	0.0	41.4	34.6	39.4	0.63	21.8	24.8	23.3	21.0
	교각 P16	45.8	0°	0.0	45.8	40.1	42.5	0.63	25.3	26.8	26.0	21.0
	교각 P17	42.7	0°	0.0	42.7	36.2	40.3	0.00	22.8	25.4	24.1	21.0
	교각 P21	43.0	0°	0.0	43.0	36.6	40.6	0.63	23.1	25.6	24.3	21.0
	교각 P29	41.2	0°	0.0	41.2	34.3	39.2	0.63	21.6	24.7	23.2	21.0
	교각 P30	40.8	0°	0.0	40.8	33.8	39.0	0.63	21.3	24.5	22.9	21.0
	교각 P34	40.2	0°	0.0	40.2	33.0	38.5	0.63	20.8	24.3	22.5	21.0
	교각 P38	46.1	0°	0.0	46.1	40.5	42.8	0.63	25.5	27.0	26.2	21.0

3) 시험결과 분석

반발경도시험에 의한 콘크리트 강도를 추정한 결과, 바닥판 24.2~25.02MPa, 거더 35.4~37.7MPa, 하부구조 22.5~26.2MPa로 나타나 전 개소에서 설계기준강도(바닥판 : 24.0MPa, 하부구조, 구로디지털단지역 하부 : 21.0MPa, 거더 : 35.0MPa)를 상회하는 상태로 평가되었다.

4) 전회 진단 결과와의 비교

전회 정밀안전진단(2018년)과 금회 측정한 반발경도시험에 의한 추정 압축강도 측정값을 비교·분석한 결과, 측정위치에 따라 다소 차이는 발생하고 있으나 전반적으로 전회 정밀안전진단 결과와 유사한 경향을 보이고 있으며, 설계기준강도 이상의 강도가 측정되어 비교적 양호하며, 강도저하는 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 II-5.3.38】 전회(2018년) 진단 결과와의 비교·분석(반발경도시험)

구분	부재	반발경도 시험 결과(MPa)		설계기준강도 (MPa)	비고
		전회 진단(2018년)	금회 정말(2019년)		
상부구조	바닥판	26.5 ~ 33.7	24.2 ~ 25.0	24.0	
	거더	34.8 ~ 50.6	35.4 ~ 37.7	35.0	
하부구조	교각	21.3 ~ 29.2	22.5 ~ 26.2	21.0	

나. 탄산화 깊이 측정

1) 개요

철근탐사 시험위치와 동일한 부위에 드릴을 이용하여 국부적으로 파손시킨 후, 페놀프탈레인 용액 색의 변화로 콘크리트의 탄산화 진행 깊이 정도를 측정하였으며, 그 결과를 정리하면 아래 표와 같다.



【그림 II-5.3.24】 탄산화 깊이 측정 절차

2) 탄산화 깊이 측정결과

탄산화 깊이 측정시험은 세부지침 기준에 따라 실시하였으며, 바닥판 2개소, 거더 1개소, 하부구조 3개소, 총 7개소에서 실시하였다.

탄산화 깊이 측정결과는 아래 표와 같다.

【표 II-5.3.39】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험 위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화속도 계수(A)	잔존수명 예측(년)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	비고
바닥판	S3 내선	5.0	46.0	0.85	∞	41.0	a	
	S22 외선	6.0	47.0	1.01	∞	41.0	a	
거더	SI2(내선)-G3	5.0	54.0	0.85	∞	49.0	a	
교각	P2	5.0	51.0	0.85	∞	46.0	a	
	P12	7.0	73.0	1.18	∞	66.0	a	
	P38	6.0	79.0	1.01	∞	73.0	a	

※ 측정된 잔존수명이 100년 이상일 경우 “∞” 로 표기

3) 시험결과 분석

탄산화 깊이 측정을 수행한 결과, 바닥판의 탄산화 측정 깊이는 5.0mm~6.0mm, 잔여깊이는 41.0mm, 거더의 탄산화 측정 깊이는 5.0mm, 잔여깊이는 49.0mm, 하부구조의 탄산화 측정깊이는 5.0mm~7.0mm, 잔여깊이는 46.0mm~73.0mm로 분석되었다.

4) 전회 진단 결과와의 비교

【표 II-5.3.40】 전회(2018년) 진단 결과와의 비교·분석(탄산화 깊이 측정)

구분	부재	전회 진단(2018년)		금회 진단(2018년)		비고
		탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	
상부구조	바닥판	2.0 ~ 4.5	31.0 ~ 43.4	5.0 ~ 6.0	41.0	
	거 더	2.4 ~ 6.5	31.8 ~ 72.5	5.0	49.0	
하부구조	교 각	4.5 ~ 8.1	46.5 ~ 73.9	5.0 ~ 7.0	46.0 ~ 73.0	

전회(2018년) 진단 결과와 비교·분석한 결과, 측정위치 차이에 의해 측정 결과 값에 다소 차이가 있으나, 측정개소 모두 전 개소에서 “a”의 상태로 평가되어 탄산화에 의한 철근의 부식 발생 가능성은 적은 것으로 분석되었다

3.3.3 재료시험 결과 요약

【표 II-5.3.41】 재료시험 결과 요약

시험명		시험부위	시험결과	평가
콘크리트 강도시험	반발 경도 시험	상부구조	●바닥판 설계기준강도(24.0MPa)의 100.7~102.7%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음 ●거더의 설계기준강도(35.0MPa)의 101.2~107.7%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
		하부구조	●교대 및 교각 설계기준강도(21.0MPa)의 107.3~125.0%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
탄산화깊이측정			●철근까지의 잔여깊이가 41.0~73.0mm로 상태평가 기준 “a” (30mm 이상)로 평가됨	부식발생 우려 없음