

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. 영등포구청~당산역 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. 29 ~ 2019. 12. 18	외관조사	도보, 고소점검차	
2019. 12. 06	내구성조사	도보, 고소점검차	
2019. 12. 19	추가조사	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.

상부 외관조사	하부 외관조사
	

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

3.2 외관조사

3.2.1 바닥판

바닥판의 경간구성은 PSC 구간(12경간, L=240.0m), STB 구간(3경간, L=120.0m)의 철근콘크리트 바닥판으로 시공되었다.

바닥판의 총 폭은 내·외선 포함 10.0m로 상부는 2016년 “지하철2호선 영등포구청~당산역구간 소음저감시설(중앙흡음벽 등) 설치공사”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-6.3.1】 바닥판 현황 및 조사 전경

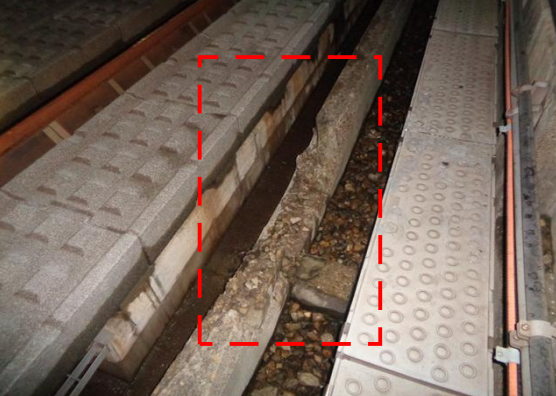
가. 바닥판 상면

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 파손, 철근노출 및 파손, 체수 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.1】 바닥판 상면 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
바닥판 상면	S1	- 상태양호	PSC 구간
	S2	- 체수 : 6.00㎡/1개소	
	S3	- 체수 : 12.20㎡/2개소	
	S4	- 체수 : 6.00㎡/1개소	
	S5	- 철근노출 및 파손 : 1.20㎡/2개소 - 체수 : 6.00㎡/1개소 - 철근노출 및 파손 : 1.20㎡/2개소	
	S6	- 체수 : 12.00㎡/2개소	
	S7	- 체수 : 12.00㎡/2개소	
	S8	- 상태양호	
	S9	- 상태양호	
	S10	- 체수 : 12.00㎡/2개소	
	S11	- 파손 : 0.02㎡/1개소	
	S12	- 체수 : 6.00㎡/1개소	
	S13	- 파손 : 0.02㎡/1개소 - 체수 : 6.00㎡/1개소 - 파손 : 0.20㎡/1개소	STB 구간
	S14	- 파손 : 0.02㎡/1개소	
	S15	- 체수 : 20.00㎡/2개소	

	
체수 (S06-외선)	파손 (S13-외선)
	
체수 (S10-외선)	체수 (S13-외선)

2) 손상원인 및 대책

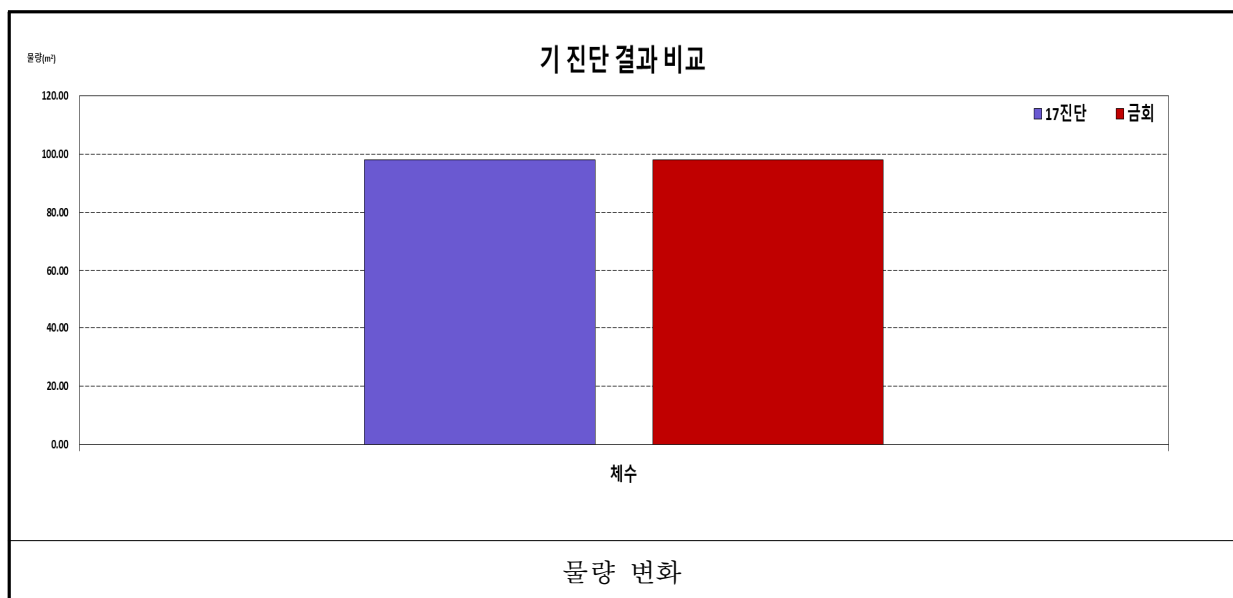
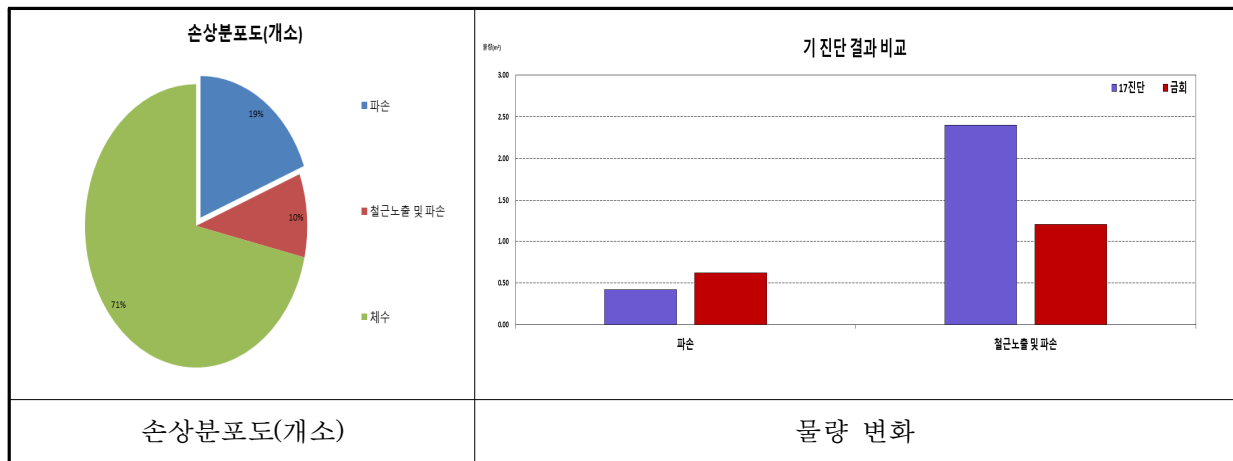
- 파손, 철근노출 및 파손은 자갈막이에서 발생하였으며, 외부 충격에 의한 손상으로 기 점검 이후 철근노출 및 파손의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 보수부의 상태는 재손상이 없는 양호한 상태이다. 또한, 일부구간 외부 충격에 의한 자갈막이 파손이 추가 발생된 것으로 확인되었다. 현재 발생한 손상부의 경우 구조적인 영향은 없으나 내구성 확보를 위해 자갈막이 채시공이 바람직할 것으로 판단된다.
- 2호선 영등포구청~당산역간 소음저감을 위한 궤도개량공사로 인해 자갈도상에서 콘크리트 도상으로 개량되어 중앙 배수상태는 비교적 양호한 것으로 조사되었으나, 측면배수로의 경우 경사불량에 의한 체수가 다수 발생되어 경사조정을 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 체수의 경우 전회와 동일한 상태이며, 철근 노출 및 파손은 공용 중 일부 보수에 의한 손상물량이 감소하였으며, 파손의 경우 금회 점검 시 공용증가 및 상세조사에 의하여 손상물량이 증가하였다.

【표 II -6.3.2】 전회 점검과 손상물량 비교(바닥판 상면)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
파손	m ²	0.42	3	0.62	4	▲ 0.20	
철근노출 및 파손	m ²	2.40	4	1.20	2	▽ 1.20	
체수	m ²	98.00	15	98.00	15	-	



【그림 II -6.3.2】 손상분포도

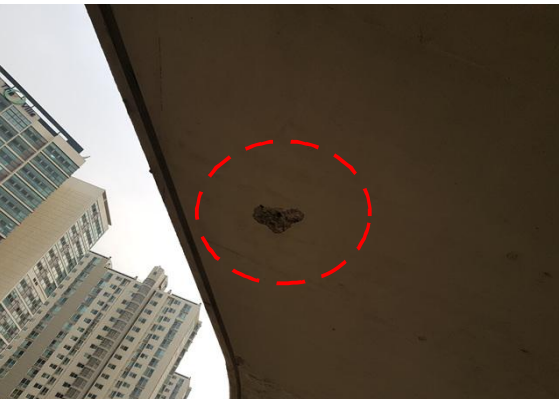
나. 바닥판 하면

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 재료분리, 파손, 박락, 철근노출, 보수재 박리, 표면오염, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.3】 바닥판 하면 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
바닥판 하면	S1	- 재료분리 : 0.09㎡/1개소 - 거푸집 미제거 : 0.09㎡/1개소	PSC 구간
	S2	- 재료분리 : 0.01㎡/1개소 - 표면오염 : 5.00㎡/1개소 - 보수재 박리 : 0.40㎡/1개소	
	S3	- 재료분리 : 1.60㎡/1개소 - 표면오염 : 5.00㎡/1개소	
	S4	- 재료분리 : 0.60㎡/1개소 - 표면오염 : 10.34㎡/4개소 - 철근노출 및 파손 : 0.12㎡/1개소	
	S5	- 보수재 박리 : 0.39㎡/3개소 - 철근노출 및 박락 : 0.16㎡/1개소 - 표면오염 : 10.00㎡/2개소	
	S6	- 철근노출 및 박락 : 0.10㎡/5개소 - 철근노출 및 파손 : 0.33㎡/2개소 - 보수재 박리 : 0.59㎡/5개소 - 표면오염 : 10.00㎡/2개소	
	S7	- 보수재 박리 : 0.92㎡/2개소 - 표면오염 : 10.10㎡/4개소 - 철근노출 및 박락 : 0.06㎡/3개소	
	S8	- 철근노출 및 파손 : 0.30㎡/1개소 - 표면오염 : 0.10㎡/2개소	
	S9	- 재료분리 : 0.42㎡/1개소 - 표면오염 : 0.25㎡/1개소	
	S10	- 상태양호	
	S11	- 상태양호	
	S12	- 상태양호	
	S13	- 상태양호	STB 구간
	S14	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 7.60m/7개소 - 보수재 박리 : 2.40㎡/2개소 - 파손 : 0.04㎡/1개소	
	S15	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 9.30m/10개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.00m/1개소 - 망상균열 : 15.64㎡/2개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 2.20m/1개소	

	
거푸집 미제거 (S01-외선)	재료분리 (S01-외선)
	
표면오염 (S02-내선)	철근노출 및 박락 (S06-외선)
	
철근노출 및 박락 (S06-외선)	파손 (S14-내선)
	
망상균열 (S15-내선)	균열(폭 0.3mm 이상) 보수 (S15-내선)

2) 손상원인 및 대책

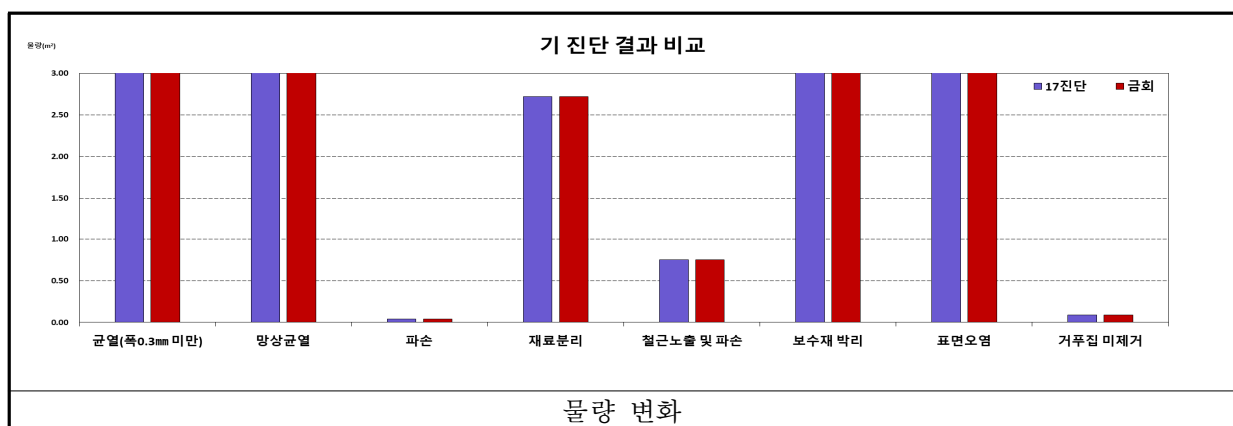
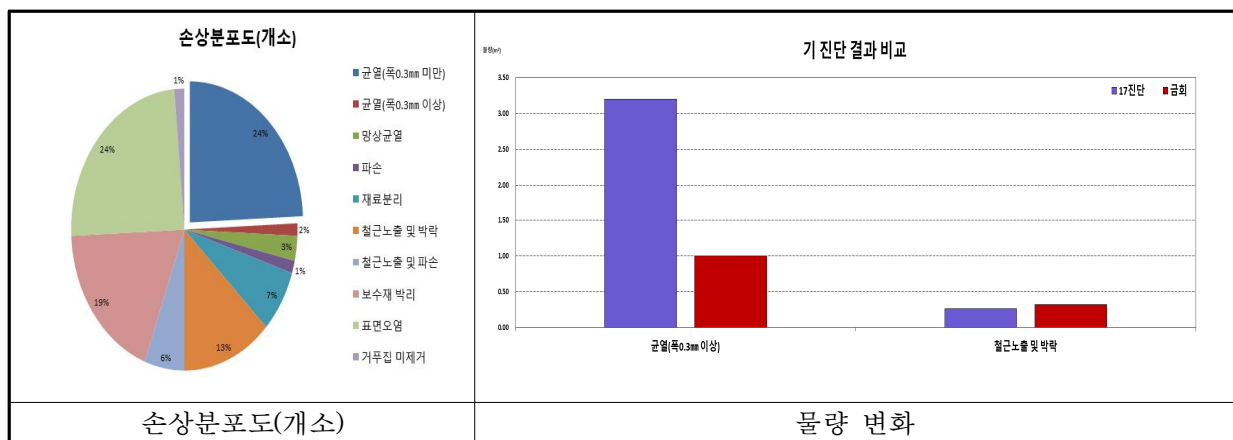
- 균열(폭 0.1~0.3mm)은 시공초기 건조수축 및 열차진동 등에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 기 점검 이후 균열(폭 0.3mm)의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 발생한 손상의 경우 안전성에 미치는 영향은 적으나 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 파손, 철근노출 및 파손은 지점 단부에서 발생하였으며, 시공 및 보수 공사 시 외부 충격에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 파손부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 손상의 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 단면보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 금회 점검시 추가 발생한 것으로 확인된 철근노출 및 박락의 경우 중앙 배수관 주변에서 조사되었으며, 이는 피복부족, 중앙분리부 우수유입에 의한 손상으로 판단된다. 발생한 손상부는 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 보수재 박리는 보수 시 바탕처리 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다.
- 거푸집 미제거는 시공 당시 제거되지 않고 방치된 것으로 거푸집 제거가 필요할 것으로 판단된다.
- 표면오염은 중앙 배수관 주변에서 조사되었으며, 중앙분리부 우수유입에 의한 손상으로 2013년에 배수관 정비가 완료된 상태로 구조물에 발생한 손상의 경우 배수관 정비 이전 발생한 손상으로 판단되며, 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.
- 기 진단시 조사된 손상의 경우 금회 점검시 손상의 진전은 발생되지 않은 것으로 확인되었으며, 발생한 손상의 경우 제시된 공법에 의한 보수를 시행한다면 구조물의 사용성에 문제는 없을 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 균열(폭 0.3mm 미만), 망상균열, 파손, 재료분리, 철근노출 및 파손, 보수재 박리, 표면오염, 거푸집 미제거 등은 동일한 상태인 것으로 확인되었으며, 철근노출 및 박락의 경우 금회 점검시 상세조사에 의한 손상물량이 증가하였다. 또한 균열(폭 0.3mm 이상)의 경우 일부 손상에 대한 보수가 완료되어 손상물량이 감소된 것으로 조사되었다.

【표 II -6.3.4】 전회 점검과 손상물량 비교(바닥판 하면)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3mm 미만)	m	16.90	17	16.90	17	-	
균열(폭 0.3mm 이상)	m ²	3.20	2	1.00	1	▽ 2.20	
망상균열	m ²	15.64	2	15.64	2	-	
파손	m ²	0.04	1	0.04	1	-	
재료분리	m ²	2.72	5	2.72	5	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.26	6	0.32	9	▲ 0.06	
철근노출 및 파손	m ²	0.75	4	0.75	4	-	
보수재 박리	m ²	4.70	13	4.70	13	-	
표면오염	m ²	50.79	17	50.79	17	-	
거푸집 미제거	m ²	0.09	1	0.09	1	-	



【그림 II -6.3.3】 손상분포도

3.2.2 거더

거더는 PSC 거더(12경간, L=240.0m), STB 거더(3경간, L=120.0m) 총 15경간 단순교로 시공되었다. 외관조사는 도보 및 사다리, 고소 작업차를 이용하여 실시하였다.



【그림 II -6.3.4】 거더 현황 및 조사 전경

가. PSC 거더

PSC 거더는 사하중과 작용하중으로 인하여 부재에 발생하는 주인장응력을 상쇄시키기 위하여 강선 또는 강봉과 같은 긴장재로 콘크리트에 압축응력을 주도록 제작하는 교량 부재로 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.

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 균열(폭 0.3mm 미만), 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 표면오염, 조류배설물 퇴적, 거푸집 미세거 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.5】 PSC 거더 손상현황

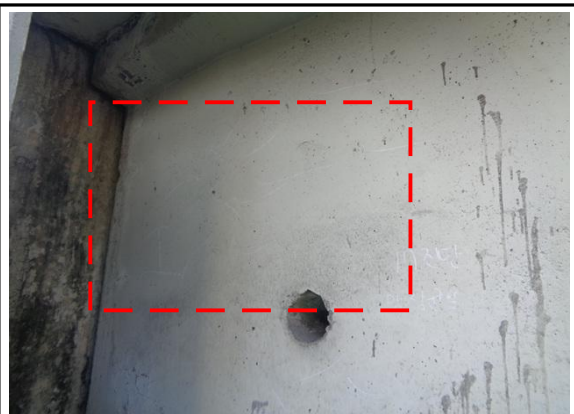
구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
PSC 거더	S1	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 11.85m/13개소 - 재료분리 : 0.06㎡/2개소 - 보수재 박리 : 1.54㎡/11개소 - 망상균열 : 1.95㎡/1개소 - 파손 : 0.03㎡/2개소 - 표면오염 : 6.00㎡/1개소 - 표면오염 : 0.45㎡/1개소	
	S2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 29.70m/31개소 - 표면오염 : 49.25㎡/2개소 - 보수재 박리 : 6.76㎡/11개소	
	S3	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.50m/1개소 - 백태 : 3.10㎡/3개소 - 파손 : 0.06㎡/1개소 - 망상균열 : 3.25㎡/2개소 - 보수재 박리 : 5.63㎡/9개소 - 표면오염 : 17.30㎡/6개소	
	S4	- 백태 : 0.04㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.05㎡/5개소 - 표면오염 : 8.25㎡/4개소 - 재료분리 : 0.08㎡/2개소 - 보수재 박리 : 4.58㎡/8개소	
	S5	- 재료분리 : 0.02㎡/1개소 - 단차 : 1개소 - 표면오염 : 26.15㎡/5개소	
	S6	- 파손 : 0.04㎡/1개소 - 표면오염 : 74.00㎡/3개소 - 보수재 박리 : 11.70㎡/9개소	

【표 II -6.3.6】 PSC 거더 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
PSC 거더	S7	- 재료분리 : 2.32㎡/3개소 - 표면오염 : 70.40㎡/4개소 - 보수재 박리 : 3.66㎡/6개소	
	S8	- 철근노출 및 박락 : 0.04㎡/1개소 - 표면오염 : 50.00㎡/3개소 - 조류배설물 퇴적 : 1.20㎡/3개소 - 보수재 박리 : 0.25㎡/2개소 - 거꾸집 미세거 : 0.15㎡/1개소	
	S9	- 재료분리 : 0.10㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.02㎡/1개소 - 보수재 박리 : 0.09㎡/1개소 - 표면오염 : 45.00㎡/4개소	
	S10	- 재료분리 : 0.12㎡/1개소 - 정착부 몰탈탈락 : 0.75㎡/1개소 - 조류배설물 퇴적 : 0.33㎡/2개소 - 보수재 박리 : 0.45㎡/3개소 - 표면오염 : 1.35㎡/2개소 - 파손 : 0.05㎡/2개소	
	S11	- 조류배설물 퇴적 : 1.05㎡/2개소 - 재료분리 : 0.10㎡/2개소	
	S12	- 조류배설물 퇴적 : 2.55㎡/3개소 - 재료분리 : 0.08㎡/4개소	



균열(폭 0.3mm미만) (S01-내선 G1)



망상균열 (S01-내선 G1)



표면오염 보수 (S01-내선 G1)



보수재 박리 (S2-내선 G3)



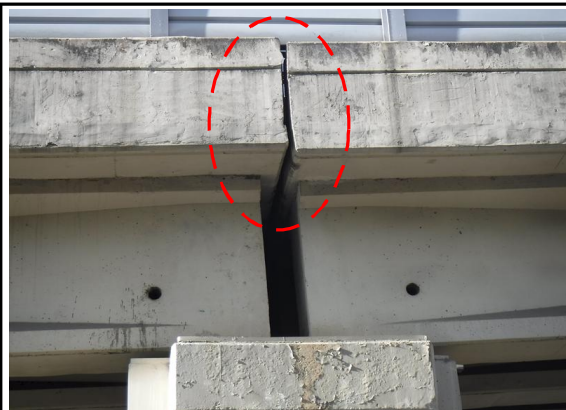
2) 손상원인 및 대책

- PSC 거더에서 조사된 균열(폭 0.1mm이하)은 수직 현치부와 지점부에서 조사되었으며, 위치와 방향을 고려해 볼 때 구조적인 균열이 아닌 프리스트레스 도입 시 강선에 발생하는 압축응력이 복부로 분산되면서 압축응력과 직각방향으로 발생하는 균열 및 강선 긴장 시에 발생한 것으로 PSC 거더 상면은 사용하중 작용시 압축 상태에 놓이게 되어 구조적인 문제는 없으나 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다. 일부구간 발생한 백태는 수분접촉에 의한 손상으로 시멘트페이스트 용탈현상에 의한 것으로 손상규모가 경미하고 구조물에 미치는 영향은 적으나 내구성 확보를 위해 표면처리가 적절할 것으로 판단된다.
- 파손은 외부충격에 의한 손상으로 일부 철근노출이 조사되었으며, 구조적인 영향은 없으나 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 파손부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 재료분리는 다짐불량에 의한 손상으로 손상의 규모는 작으나 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족 오류에 의한 손상으로 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 미보수된 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 정착부 몰탈탈락은 기 점검 이후 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 표면오염은 거더 측면에서 조사되었으며, 중앙배수로 이음부 및 외측부 우수 유입에 의한 손상으로 2013년에 배수관 정비가 완료된 상태로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다. 구조물에 발생한 보수재 박리의 경우 역시 중앙배수로 이음부 및 외측부 우수 유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 보수재도포 등의 조치가 요망된다.
- 조류배설물 퇴적은 조류 서식에 의한 손상으로 현재 표면열화는 발생되지 않은 상태이나 내구성 확보를 위해 제거 후 표면처리가 적절할 것으로 판단되며, 거꾸집 미제거는 시공 당시 제거되지 않고 방치된 것으로 제거가 바람직할 것으로 판단된다.

3) P5 단차

① 현황

영등포구청~당산역 구간 바닥판 및 PSC Girder 외관조사 결과 P5지점 우측(내선측 : 당산 삼성레미안 아파트 측) S5와 S6에서 전차 진단 시 약 40mm의 단차가 조사되었다. 외선측의 경우 단차 및 손상 등은 발생되지 않았다.



P5 지점(내선측) 신축이음부 단차 발생(전회)



P5 지점(내선측) 신축이음부 단차 발생(금회)



P5 지점(외선측) 신축이음부 (단차 없음-전회)



P5 지점(외선측) 신축이음부 (단차 없음-금회)

② 발생원인 및 대책

전차 진단 자료 분석 결과, P5 신축이음부 내선측에서 단차가 조사되었다. 신축이음부 단차 발생에 대해 주변 상태를 확인한 결과 신축이음부 상·하부 콘크리트 상태는 양호하였으며, 교량받침도 시·중점측 모두 비교적 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 교량받침은 탄성받침으로 가동단은 1999년에 교체되었으며, 고정단은 2009년에 교체된 것으로 확인되었다.

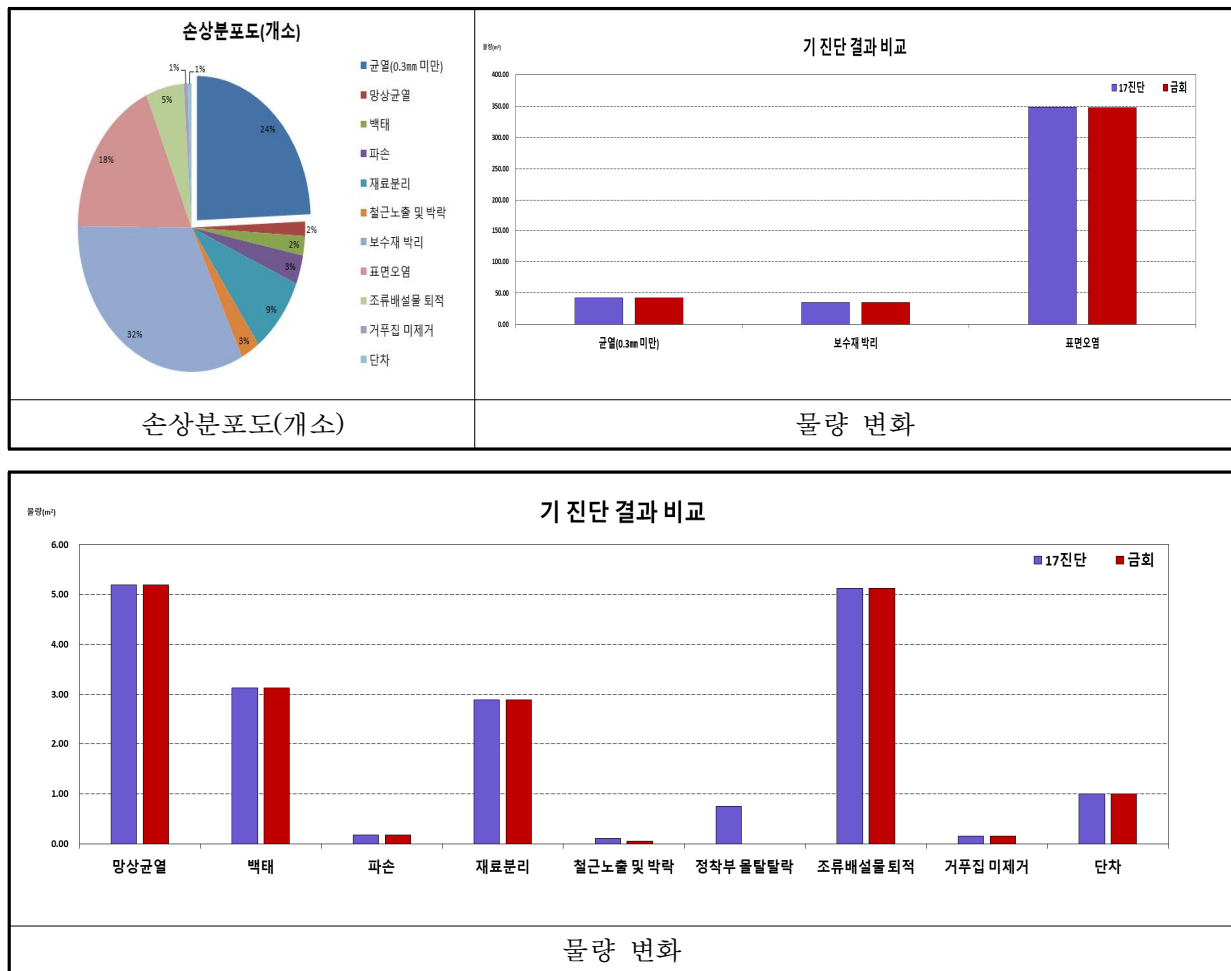
전차 진단 자료 분석 결과, 해당 손상의 경우 열차 운행 및 구조적인 문제로 인한 단차가 아닌 교량 받침 교체 시 시공미흡에 의한 것으로 판단되며, 단차에 의한 추가 손상은 조사되지 않았다. 또한 금회 점검시 손상의 진행성은 없는 것으로 확인되었다. 해당 손상의 경우 열차통과시 궤도의 콘크리트 도상과 레일에 집중하중이 발생할 우려가 있으므로 교량받침 재설치를 통한 단차 해소가 필요할 것으로 판단된다.

4) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과, 표면오염, 철근노출 및 박락, 정착부 몰탈탈락의 경우 기 점검 이후 실시된 보수로 인해 손상물량이 감소하였으며, 그 외 손상의 경우 전회와 동일한 상태이다.

【표 II -6.3.7】 전회 점검과 손상물량 비교(PSC 거더)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(0.3 mm 미만)	m	42.05	45	42.05	45	-	
망상균열	m ²	5.20	3	5.20	3	-	
백태	m ²	3.14	4	3.14	4	-	
파손	m ²	0.18	6	0.18	6	-	
재료분리	m ²	2.88	16	2.88	16	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.11	7	0.05	5	▽ 0.06	
정착부 몰탈탈락	m ²	0.75	1	-	-	▽ 0.75	보수 완료
보수재 박리	m ²	34.66	60	34.66	60	-	
표면오염	m ²	348.15	35	347.70	34	▽ 0.45	
조류배설물 퇴적	m ²	5.13	10	5.13	10	-	
거꾸집 미제거	m ²	0.15	1	0.15	1	-	
단차	EA	1.00	1	1.00	1	-	



【그림 II-6.3.5】 손상분포도

나. STB 거더

Steel Box Girder는 S13~S15(L=40.0@3=120.0m)으로 S13, S14는 2련, S15는 3련 박스로 구성되어 있으며, 하부에는 양평로와 당산로가 교차한다.

금회 진단 시 거더 내부의 누수와 용접불량 및 누락, 맞대기 이음부 상태, 강바닥판 누수 및 부식, 도장박리, 리벳이음 상태 등을 중점적으로 조사를 실시하였다.

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 부식, 도장박리, 용접불량, 리벳 누락, 개구부 마감불량, 스캘럽 불량, 실링 미처리, 체수, 표면오염, 조류배설물 퇴적 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.8】 STB 거더 손상현황

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
STB 거더 외부	S13-G1	- 상태양호	
	S13-G2	- 상태양호	
	S14-G1	- 도장박리 : 28.35㎡/7개소	
	S14-G2	- 도장박리 : 80.08㎡/4개소	
	S15-G1	- 도장박리 : 83.20㎡/5개소 - 조류배설물 퇴적 : 3.40㎡/1개소	
	S15-G2	- 도장박리 : 91.00㎡/7개소 - 조류배설물 퇴적 : 3.40㎡/2개소	
	S15-G3	- 도장박리 : 20.00㎡/1개소 - 도장박리 : 30.00㎡/1개소	
STB 거더 내부	S13-G1	- 실링 미처리 : 2개소 - 표면오염 : 3.00㎡/1개소 - 체수 : 6.12㎡/3개소	
	S13-G2	- 부식 : 0.26㎡/3개소 - 용접불량 : 0.20㎡/1개소 - 실링 미처리 : 2개소 - 도장박리 : 0.25㎡/1개소 - 개구부 마감불량 : 1.60㎡/2개소 - 표면오염 : 5.48㎡/9개소	
	S14-G1	- 부식 : 0.45㎡/1개소 - 표면오염 : 8.10㎡/3개소 - 실링 미처리 : 2개소 - 용접불량 : 0.45㎡/3개소 - 개구부 마감불량 : 0.80㎡/1개소	
	S14-G2	- 부식 : 0.05㎡/1개소 - 스켈립 불량 : 4개소 - 표면오염 : 4.80㎡/2개소 - 개구부 마감불량 : 1.60㎡/2개소 - 실링 미처리 : 5개소	
	S15-G1	- 도장박리 : 0.50㎡/1개소 - 리벳 누락 : 2개소 - 실링 미처리 : 2개소 - 용접불량 : 2.00㎡/4개소 - 스켈립 불량 : 3개소 - 조류배설물 퇴적 : 1.43㎡/5개소	
	S15-G2	- 스켈립 불량 : 26개소	
	S15-G3	- 도장박리 : 0.35㎡/3개소 - 실링 미처리 : 2개소 - 스켈립 불량 : 14개소 - 조류배설물 퇴적 : 6.30㎡/2개소	

	
도장박리 (S15-내선 G3)	도장박리 (S15-외선 G1)
	
용접불량 (S13-내선 G2)	개구부 마감불량 (S14-내선 G2)
	
격벽 부식 (S14-내선 G2)	스켈럽불량 (S15-내선 G3)
	
실링재 미처리 (S15-내선 G3)	조류배설물 퇴적 (S15-내선 G3)

2) 손상원인 및 대책

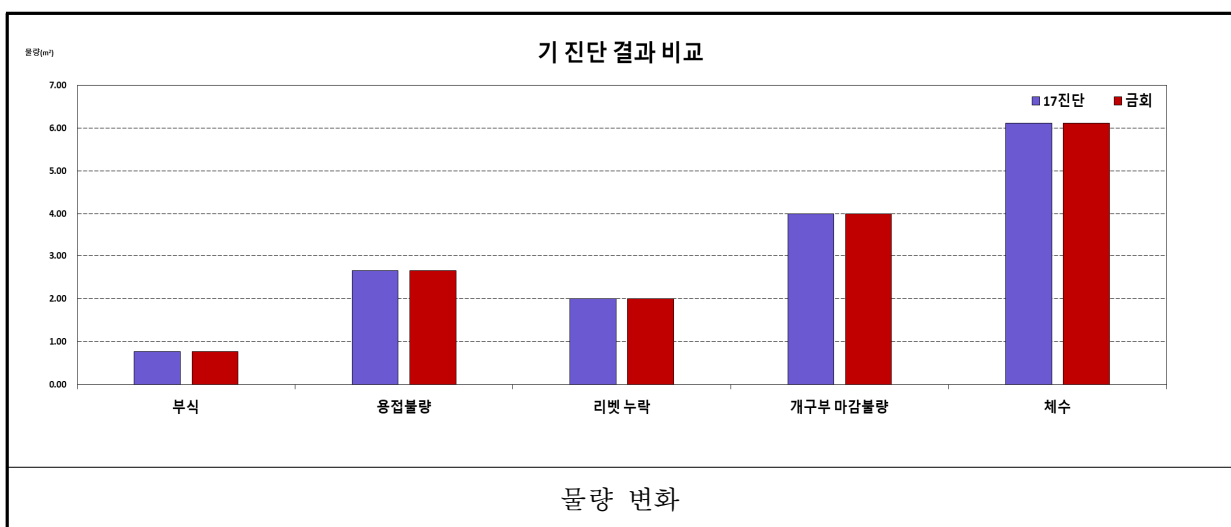
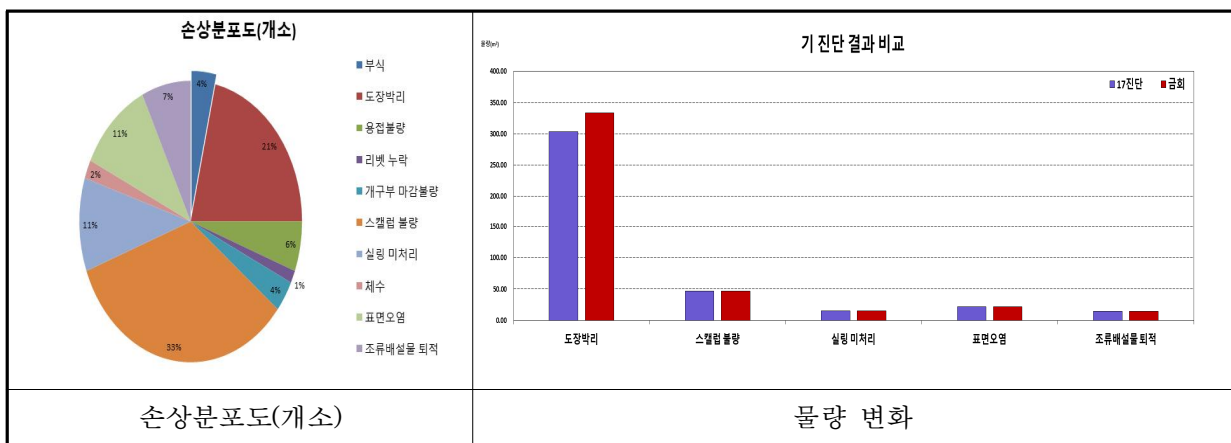
- 부식은 단부측 우수유입에 의한 수분접촉이 원인으로 내구성 확보를 위해 신축이음부 정비 후 도장보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 도장박리는 거더외부 하면에서 전반적으로 조사되었으며, 금회 점검시 공용기간 증가에 의한 추가 손상이 발생된 것으로 확인되었다. 구조물에 발생된 손상의 경우 공장도장층과 현장도장층의 부착력 부족에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 도장보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 실링 미처리는 Splice에서 조사되었으며 우수유입 차단을 위해 하단부에 대한 메공처리가 필요할 것으로 판단된다.
- 용접 불량은 시공미흡에 의한 손상으로 이로 인한 2차 손상 및 진행성은 발생되지 않았고 손상의 규모가 경미한 상태로 주의관찰을 통한 관리가 바람직할 것으로 판단된다.
- 리벳 누락은 시공시 누락된 것으로 리벳 재체결이 바람직할 것으로 판단된다.
- 개구부 마감불량은 강박스 제작 시 작업구로 사용한 사각구멍을 메공 처리 하였으나 마감불량에 의한 손상으로 안전성에 미치는 영향은 없으므로 주의관찰이 적절할 것으로 판단된다.
- 체수, 표면오염, 조류배설물 퇴적은 단부에서 우수 및 조류 유입에 의한 손상으로 신축이음부 정비, Splice 및 단부 시건장치를 철저히 하여 우수 유입 차단이 필요할 것으로 판단된다.
- 구조물에 발생된 손상의 경우 기 점검과 비교·검토 결과, 손상의 진전은 발생되지 않은 것으로 확인되었으나, 일부 구간 공용기간 증가에 의한 도장박리가 추가 발생된 것으로 조사되었다. 현재 구조물에 발생된 손상부의 경우 제시된 공법에 의한 보수를 시행한다면 구조물의 사용성 및 안전성에 문제는 없을 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 도장박리의 경우 공용기간 증가에 의한 추가손상 발생으로 인해 손상물량이 증가하였으며, 그 외 손상의 경우 기 점검과 동일한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 II -6.3.9】 전회 점검과 손상물량 비교(STB 거더)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
부식	m ²	0.76	5	0.76	5	-	
도장박리	m ²	303.73	29	333.73	30	▲ 30.00	
용접불량	m ²	2.65	8	2.65	8	-	
리벳 누락	EA	2.00	2	2.00	2	-	
개구부 마감불량	m	4.00	5	4.00	5	-	
스캘립 불량	EA	47.00	47	47.00	47	-	
실링 미처리	EA	15.00	15	15.00	15	-	
체수	m ²	6.12	3	6.12	3	-	
표면오염	m ²	21.38	15	21.38	15	-	
조류배설물 퇴적	m ²	14.53	10	14.53	10	-	

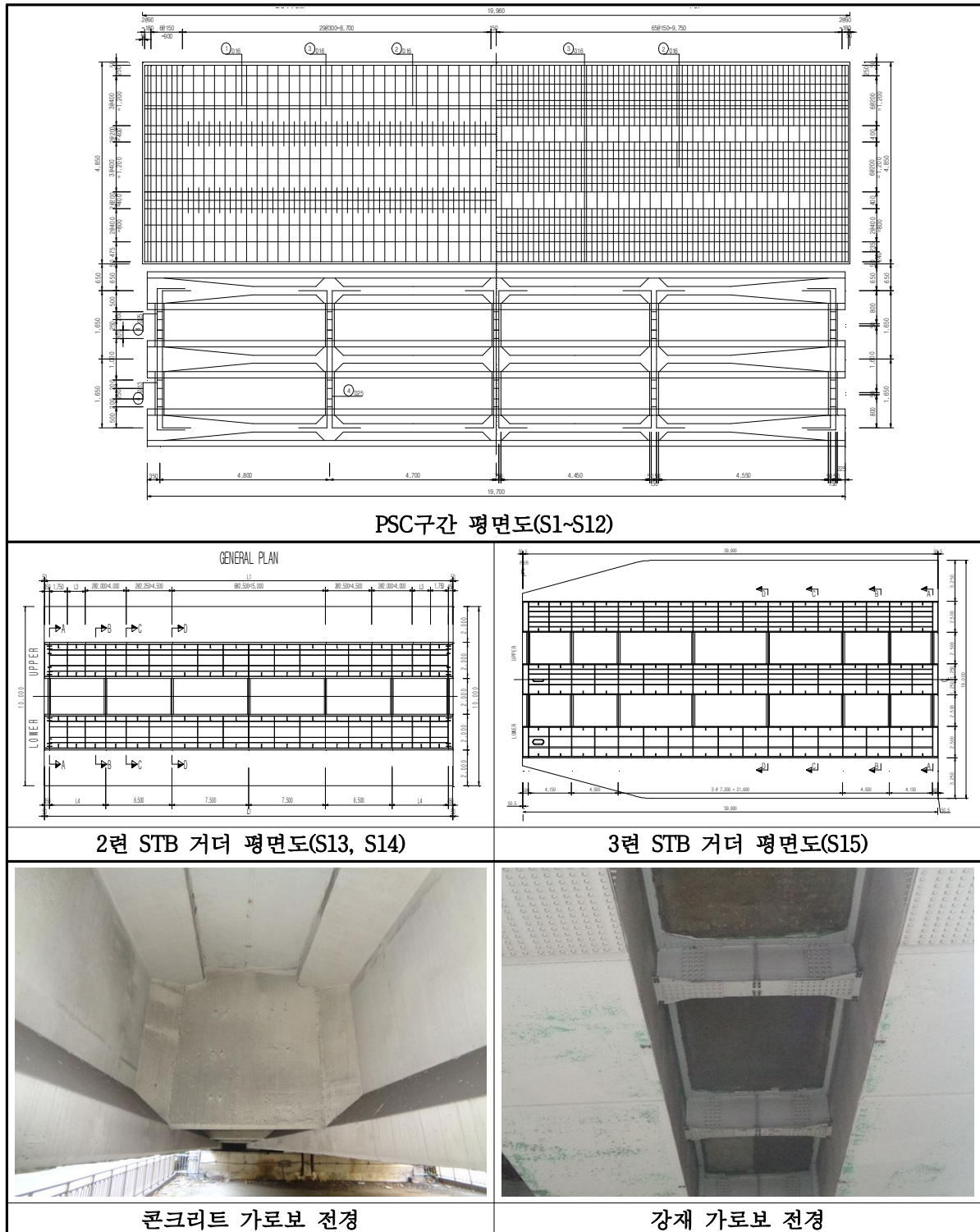


【그림 II -6.3.6】 손상분포도

3.2.3 가로보

가로보의 경간구성은 PSC 구간(S1~S12), STB 구간(S13~S15)로 시공되었다.

PSC구간 가로보는 경간당 5개소, 외·내선 각 2열로 설치되어 있으며, STB구간은 2련(S13, S14) 구간에 7개의 가로보가 설치되어 있으며, 3련(S15) STB구간은 14개의 가로보가 설치되어 있다.



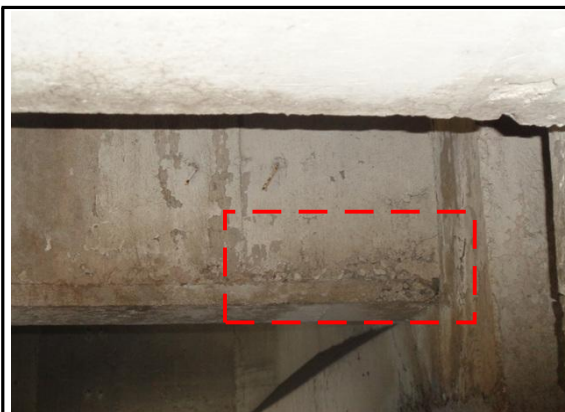
【그림 II -6.3.7】 가로보 현황

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 재료분리, 철근노출 및 재료분리, 도장박리, 리벳 체결불량 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.10】 가로보 손상현황

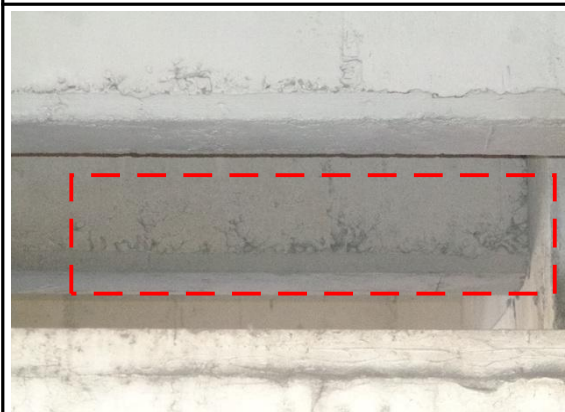
구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
가로보	S1	- 재료분리 : 0.20㎡/3개소	PSC 구간
	S2	- 재료분리 : 0.22㎡/4개소	
	S3	- 재료분리 : 0.13㎡/2개소	
	S4	- 상태양호	
	S5	- 보수재 박리 : 0.14㎡/2개소	
	S6	- 재료분리 : 0.03㎡/1개소 - 보수재 박리 : 0.10㎡/1개소	
	S7	- 보수재 박리 : 0.20㎡/2개소	
	S8	- 재료분리 : 0.04㎡/1개소	
	S9	- 재료분리 : 0.20㎡/1개소	
	S10	- 재료분리 : 0.92㎡/6개소 - 철근노출 및 재료분리 : 0.17㎡/2개소	
	S11	- 재료분리 : 0.39㎡/7개소 - 철근노출 및 재료분리 : 0.02㎡/1개소	
	S12	- 재료분리 : 2.18㎡/5개소 - 거꾸집 미제거 : 0.10㎡/1개소	
	S13	- 상태양호	STB 구간
	S14	- 리벳 체결불량 : 1개소	
	S15	- 도장박리 : 0.36㎡/1개소	



재료분리 (S01-내선)



재료분리 (S01-외선)



재료분리 (S03-외선)



리벳 체결불량 (S14)

2) 손상원인 및 대책

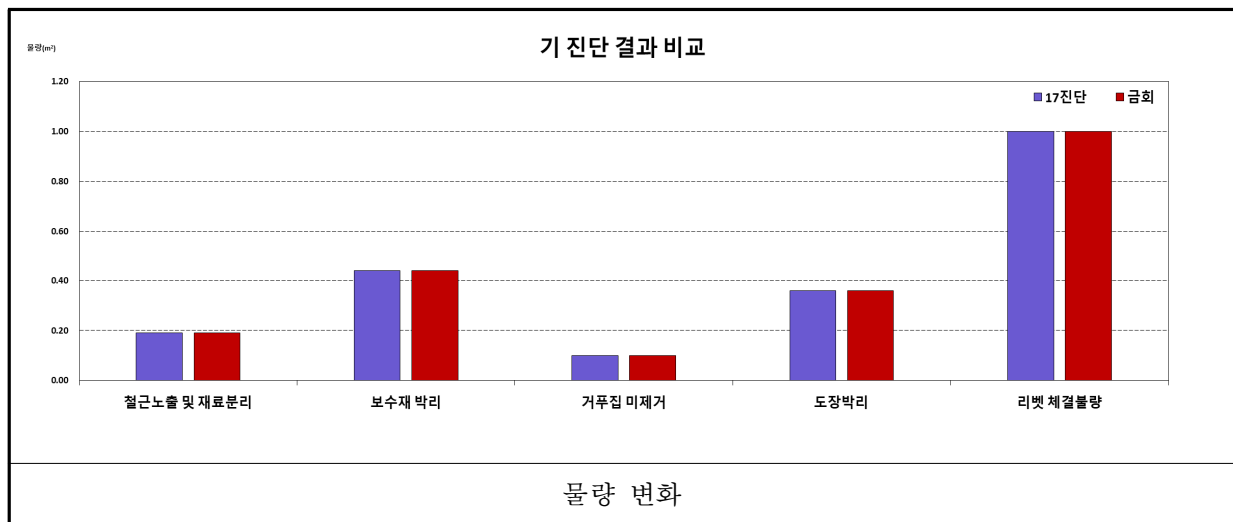
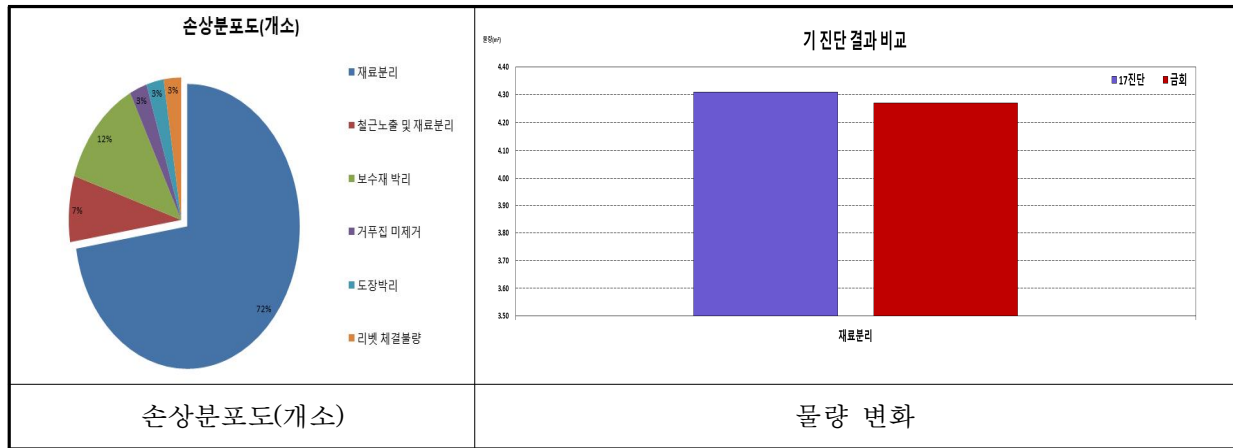
- 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 기 점검 이후 일부 손상의 경우 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 금회 조사된 손상부의 경우 손상의 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 재료분리부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 보수재 박리는 보수 전 바탕처리 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 거푸집 미제거는 시공당시 제거되지 않고 방치된 것으로 제거하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 도장박리는 STB구간 가로보에서 발생하였으며 바탕처리 불량 및 공용증가에 의한 손상으로 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 도장보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 리벳 체결불량은 시공오류에 의한 손상으로 안전성에 미치는 영향이 없으므로 현 상태에서 주의관찰이 바람직할 것으로 보인다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 재료분리의 경우 기 점검 이후 실시된 일부 손상에 대한 보수로 인해 손상물량이 감소하였으며, 그 외 손상의 경우 기 점검과 동일한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 II -6.3.11】 전회 점검과 손상물량 비교(가로보)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
재료분리	m ²	4.31	30	4.27	29	▽ 0.04	
철근노출 및 재료분리	m ²	0.19	3	0.19	3	-	
보수재 박리	m ²	0.44	5	0.44	5	-	
거푸집 미제거	m ²	0.10	1	0.10	1	-	
도장박리	m ²	0.36	1	0.36	1	-	
리벳 체결불량	EA	1.00	1	1.00	1	-	



【그림 II-6.3.8】 손상분포도

3.2.4 하부구조

본 구간의 하부구조는 T형 교각 12기, 門형 1기, 역T형 교대 1기로 구성되어 있으며, 파일기초 14기로 시공되었다.



【그림 II-6.3.9】 하부구조 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 백태, 파손, 박락, 재료분리, 철근노출, 철판보강부 들뜸 및 부식, 보수재 박리, 자갈 낙석, 굽힘 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.12】 하부구조 손상현황

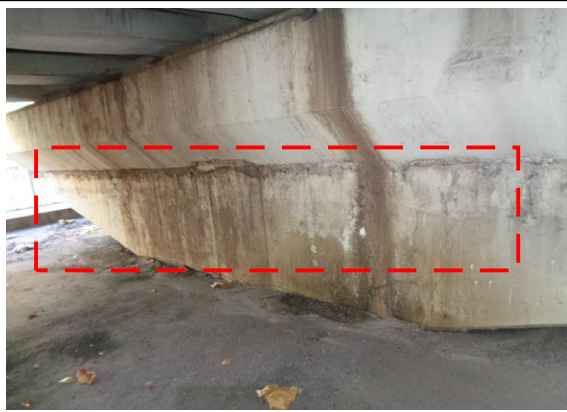
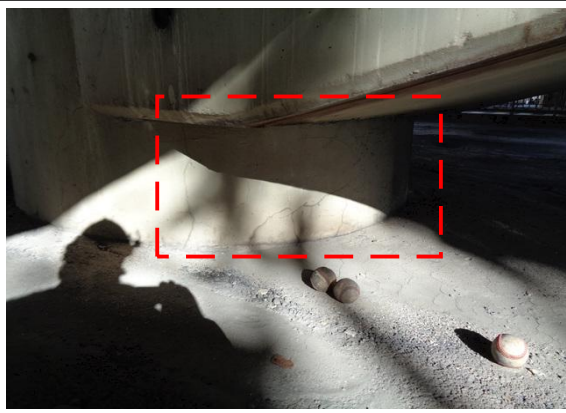
구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
하부 구조	A1	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 8.50m/9개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 2.00m/2개소 - 망상균열 및 백태 : 0.20㎡/1개소 - 체수 : 9.00㎡/1개소 - 백태 : 0.40㎡/1개소 - 들뜸 : 0.20㎡/1개소 - 보수재 박리 : 3.20㎡/2개소 - 그을음 : 1.00㎡/1개소	
	P1	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 21.60m/23개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.30m/1개소 - 균열 및 백태(0.3mm 이상) : 5.00m/2개소 - 보수재 박리 : 0.72㎡/3개소 - 백태 : 0.02㎡/1개소 - 자갈낙석 : 5.00㎡/1개소 - 그을음 : 0.05㎡/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/1개소 - 백태 : 0.12㎡/1개소	
	P2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 24.30m/25개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.00m/1개소 - 망상균열 및 백태 : 0.40㎡/1개소 - 표면오염 : 30.00㎡/1개소 - 망상균열 : 0.30㎡/1개소 - 백태 : 0.08㎡/1개소 - 보수재 박리 : 1.80㎡/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 9.50m/7개소	
	P3	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 35.30m/29개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 4.00m/2개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 5.10m/3개소 - 백태 : 0.01㎡/1개소 - 보수재 박리 : 10.55㎡/3개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 3.00m/3개소	
	P4	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 19.00m/18개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 5.50m/2개소 - 망상균열 및 백태 : 2.50㎡/2개소 - 체수 : 5.00㎡/1개소 - 망상균열 : 0.15㎡/1개소 - 백태 : 0.29㎡/2개소 - 보수재 박리 : 22.50㎡/8개소 - 표면오염 : 3.55㎡/3개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 2.00m/1개소 - 망상균열 : 3.00㎡/1개소 - 보수재 박리 : 6.00㎡/1개소	

【표 II -6.3.13】 하부구조 손상현황(계속)

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
하부 구조	P5	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 36.50m/28개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.00m/1개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 2.00m/1개소 - 백태 : 0.06㎡/4개소 - 보수재 박리 : 3.55㎡/4개소 - 체수 : 2.00㎡/1개소	
	P6	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 28.30m/28개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.50m/1개소 - 망상균열 및 백태 : 1.00㎡/1개소 - 망상균열 : 0.50㎡/1개소 - 백태 : 1.02㎡/2개소 - 보수재 박리 : 2.25㎡/3개소	
	P7	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 22.10m/23개소 - 표면오염 : 3.50㎡/1개소 - 보수재 박리 : 0.21㎡/3개소	
	P8	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 22.60m/17개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.60m/2개소 - 망상균열 및 백태 : 0.96㎡/1개소 - 체수 : 1.30㎡/1개소 - 망상균열 : 0.05㎡/1개소 - 백태 : 0.14㎡/1개소 - 보수재 박리 : 4.79㎡/5개소 - 표면오염 : 3.50㎡/1개소 - 백태 : 3.00㎡/1개소	
	P9	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 29.00m/27개소 - 몰탈 파손 : 0.03㎡/1개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 2.00m/1개소 - 백태 : 0.30㎡/1개소 - 보수재 박리 : 1.00㎡/1개소 - 재균열(폭 0.3mm 미만) : 4.00m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.00m/1개소	
	P10	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 25.30m/33개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.30m/2개소 - 망상균열 및 백태 : 0.36㎡/1개소 - 보수재 박리 : 3.28㎡/5개소 - 백태 : 0.04㎡/1개소 - 박락 : 0.10㎡/1개소 - 망상균열 : 0.50㎡/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.00m/1개소 - 망상균열 및 백태 : 1.00㎡/1개소 - 굽힘 : 0.12㎡/1개소	

【표 II -6.3.14】 하부구조 손상현황(계속)

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
하부 구조	P11	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 17.40m/18개소 - 철판보강부 들뜸 : 1.74㎡/7개소 - 보수재 박리 : 15.88㎡/8개소 - 철판보강부 부식 : 1.20㎡/2개소 - 백태 : 0.50㎡/2개소	
	P12	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 16.90m/17개소 - 백태 : 0.06㎡/6개소 - 망상균열 : 6.00㎡/1개소 - 표면오염 : 0.90㎡/1개소	
	P13	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 18.00m/14개소 - 철근노출 및 박락 : 0.14㎡/1개소 - 망상균열 : 6.24㎡/4개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 4.50m/9개소	
	P14	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/1개소 - 강판보강부 너트탈락 및 들뜸 : 20.00㎡/1개소 - 망상균열 : 5.00㎡/2개소 - 파손 : 0.15㎡/1개소	
	A3	- 상태양호	

	
균열(폭 0.3mm 미만) (P01-코핑부)	보수재 박리 (P01-코핑부)
	
망상균열 (P02-기둥부)	망상균열 및 백태 (P04-코핑부)

균열(폭 0.3mm 이상) (P04-기둥부)	균열(폭 0.3mm 미만) (P05-코핑부)
균열(폭 0.3mm 이상) 보수 (P05-코핑부)	망상균열 및 백태 (P06-코핑부)
백태 (P08-코핑부)	굽힘 (P10-코핑부)
철판보강부 들뜸 (P11-코핑부)	균열(폭 0.3mm 이상) (P13-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 조사되었다. 기 점검 이후 균열(폭 0.2~0.3mm)의 경우 일부 보수를 실시하였으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 금회 점검시 일부구간 재균열이 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 이는 보수시 마감미흡, 보수재와 기존 콘크리트간의 수축량 차이 등에 의한 손상으로 판단된다. 또한, 일부구간 공용기간 증가, 건조수축, 상세조사 등에 의한 균열(폭 0.2~0.3mm)이 추가 발생된 것으로 확인되었다. 하부구조에 발생된 균열의 경우 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 망상균열의 경우 기둥 및 코핑부에서 발생하였으며 건조수축 등에 의한 손상으로 일부 백태를 동반하는 것으로 조사되었다. 백태를 동반하고 있는 손상의 경우 주로 전주기초부, 코핑 단부 측에서 발생되었으며, 이는 외부 우수유입 및 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단된다. 금회 점검시 일부 망상균열의 경우 균열부 우수유입에 의해 백태가 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 하부구조에 발생된 망상균열 및 백태의 손상부는 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 저하 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 파손, 박락, 들뜸 등 단면손상은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 결함으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 금회 점검시 추가 발생된 것으로 확인된 굽힘의 경우 공용중 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 손상정도는 경미하나 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 보수재 박리는 보수 전 바탕처리 및 시공미흡에 의해 손상으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 적절할 것으로 판단된다.
- 표면오염은 교각 배수관 주변에서 조사되었으며, 배수관 이음부 누수에 의한 손상으로 배수관 이음부 교체 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각 일부구간 발생된 보강부 들뜸 및 부식의 경우 보강부 시공시 체결 미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 자갈 낙석 및 체수는 코핑부 상면에서 조사되었으며, 공용 중 상부 신축이음 중앙분리부에서 낙석된 것으로 신축이음 및 중앙 배수관 정비 및 자갈 제거가 바람직할 것으로 판단된다.

3) 교각(P14) 코핑부 하면 강판보강부 손상

① 현 황

기존 정밀안전점검 및 정밀안전진단 자료 분석결과, P14 코핑부는 2012년 정밀안전진단 실시 당시 코핑 하단에 파손($A=10.00\text{m}^2$)이 국부적으로 발생되었으며, 이 지점의 경우 교고가 3.85m로 비교적 낮은 상태로 π 형 교각 사이로 2차선 도로가 위치해 있어 높이가 높은 차량 통과시 충격에 의한 손상이 발생된 것으로 확인되었다.

이에 따라 발주처에서는 차량의 충격에 의한 코핑부 보호를 위해 2014년 8월 11일 ~ 2015년 2월 6일 서울메트로 2~4호선 고가 및 철교 구조물 보수공사를 통한 강판접착 공법에 의한 강판보강 및 차량 높이 제한 표지판을 설치한 것으로 확인되었다.

② 손상 현황

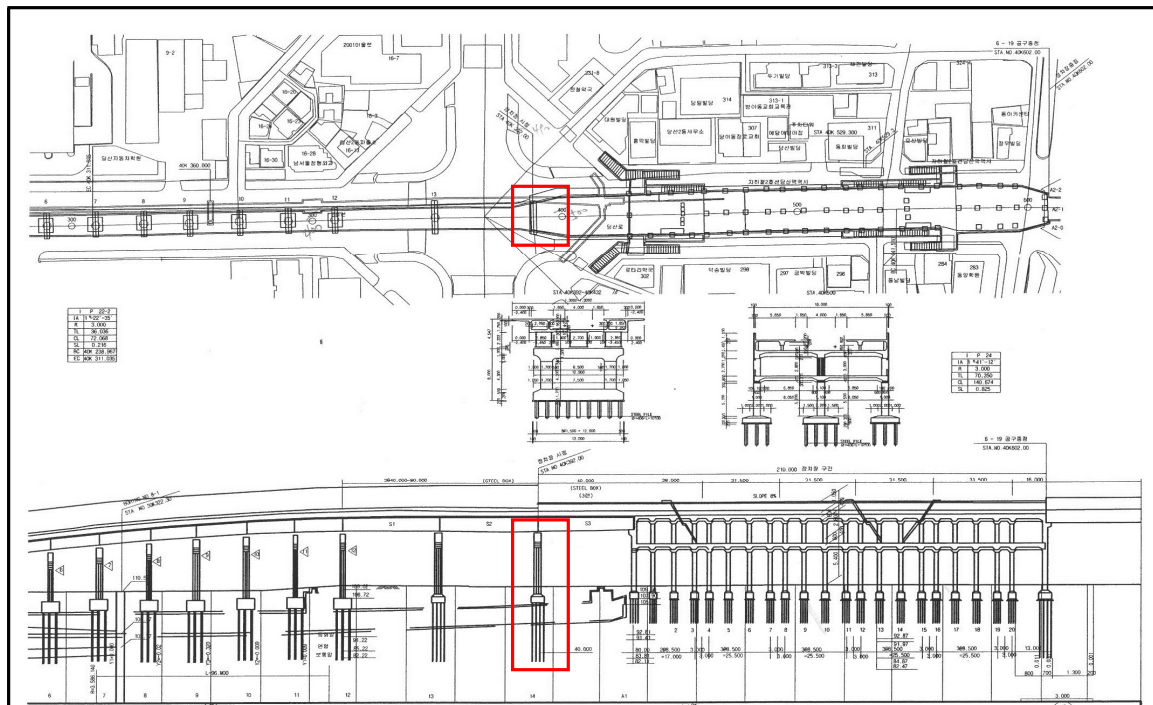
전차 진단(2018년) 자료 분석 결과, P14 코핑부 하면 강판보강부에서 연결너트 탈락, 볼트 파단 및 강판 들뜸이 조사되었으며, 강판보강부의 탈락 및 낙하로 인한 차량 및 인사사고의 우려가 있어 확인 즉시 발주처에 보고 후 강판보강부 일부를 제거 조치한 것으로 확인되었다. 현재 강판보강부의 연결너트 탈락, 볼트 파단 및 강판 들뜸의 경우 강판보강부 일부를 제거한 후 재설치 한 것으로 확인되었으며, 강판보강부의 경우 다수의 굽힘 흔적이 조사되었다.

② 손상원인 및 대책

P14 코핑 강판보강부를 상세 외관조사한 결과 코핑부에 볼트 및 접착제 등으로 부착된 상태이나, 들뜸 등으로 인해 접착제의 부착력은 기능이 거의 상실된 상태이다.

코핑부 하단의 콘크리트 상태는 균열 및 상부하중에 의한 구조적인 손상은 조사되지 않았으며, 강판 표면의 굽힘 현상이 발생한 상태로 이에 대한 사항들을 종합하면 코핑부 콘크리트의 구조적인 문제로 인한 손상은 아닌 것으로 판단되며, 높이가 높은 차량 통과 시 강판보강에 설치된 너트 및 볼트에 충격을 가하여 발생된 것으로 판단된다.

이에 대한 대책으로 π 형 교각 사이로 도로 2차선을 차단하는 것이 구조물의 보호차원에서 가장 바람직할 것으로 판단되나 이 구간의 경우 노들로에서 당산로로 진입하는 구간으로 교통량이 많아 차단하는 것은 불가능할 것으로 판단되는바, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.



강판보강 손상 발생부 P14 위치도



P14 교각 전면 전경



P14 교각 배면 전경



강판보강부 굽힘 흔적(전차 진단)



강판보강부 굽힘 흔적(금회 점검)

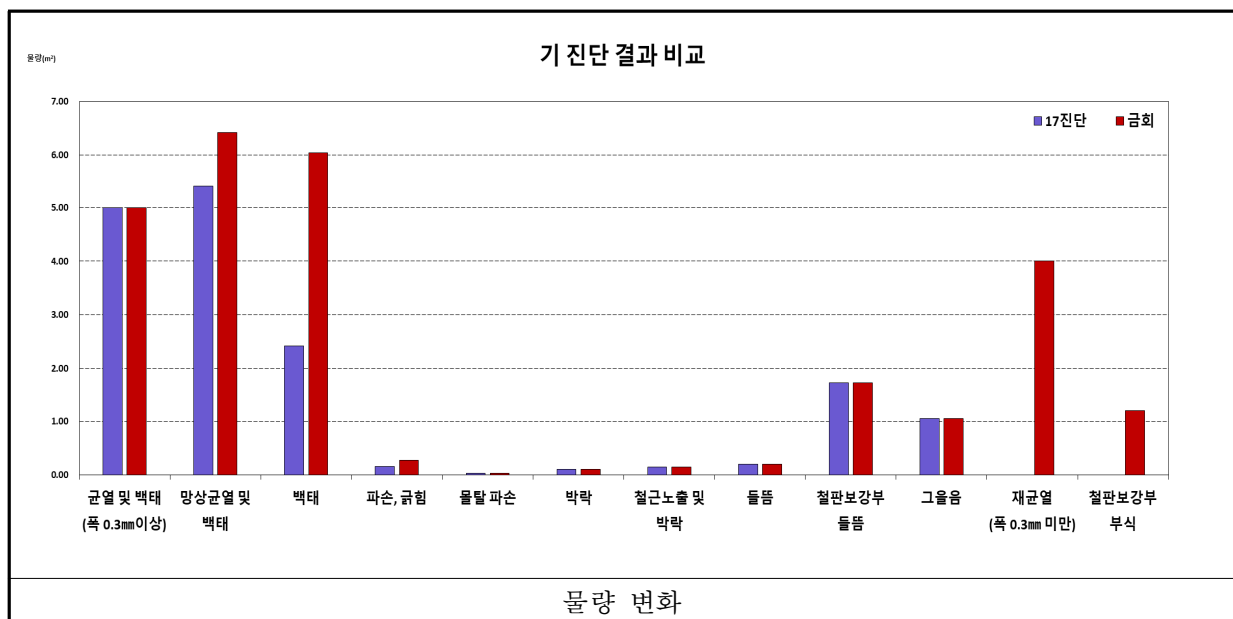
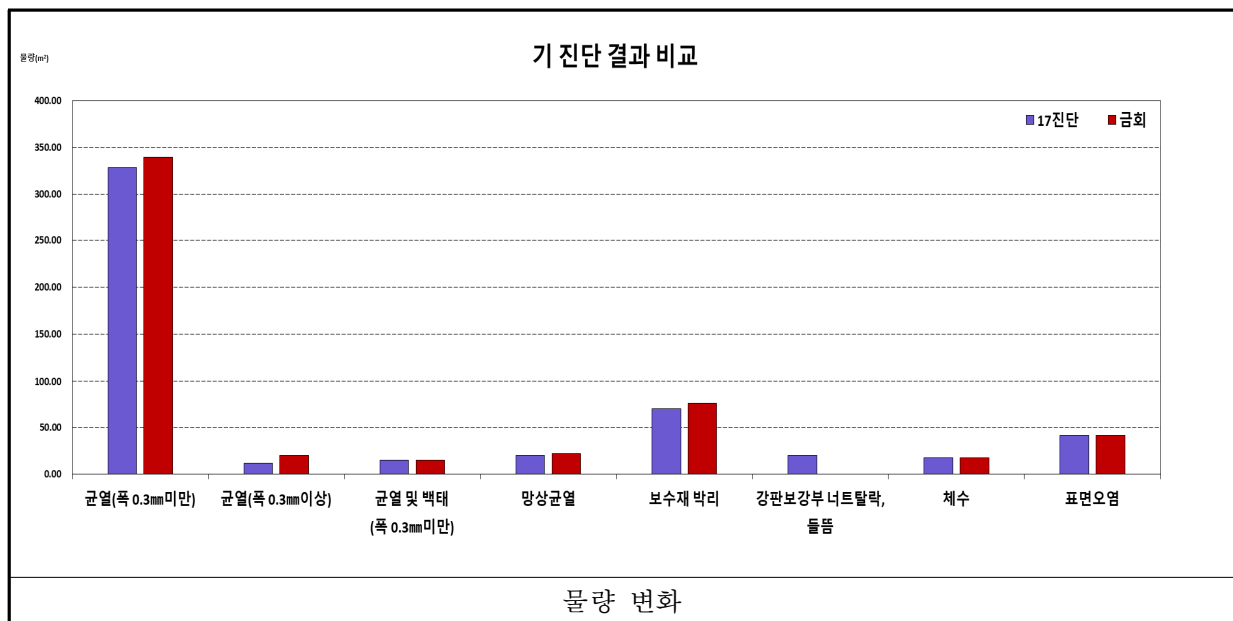
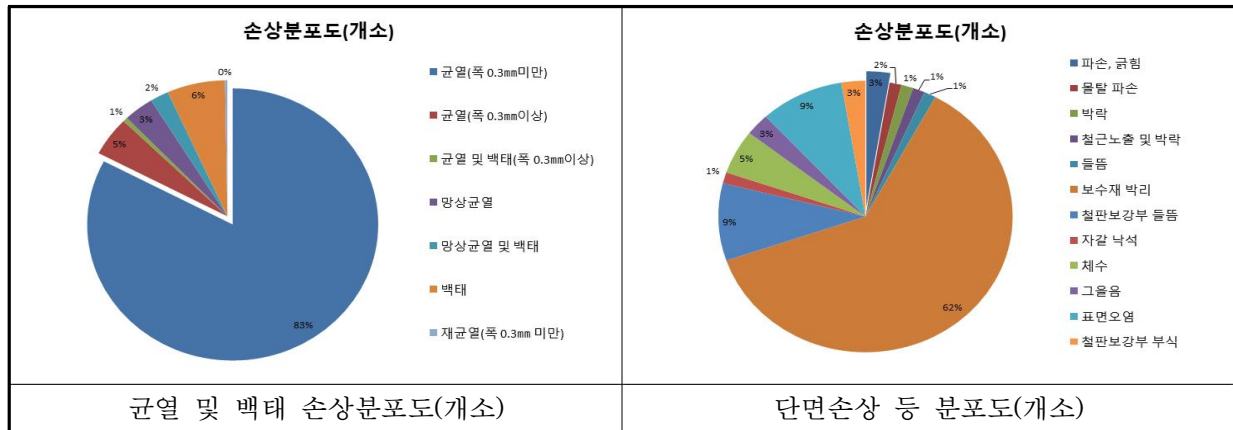
【그림 II-6.3.10】 강판보강부 손상 현황 및 조치 상태

4) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 균열(폭 0.3mm 내·외)의 경우 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시하였으나, 금회 점검시 공용기간 증가 및 상세조사에 의한 추가 손상 발생으로 인해 손상물량은 증가하였으며, 백태, 망상균열, 보수재 박리, 재균열(폭 0.3mm 미만), 철판보강부 부식의 경우 금회 점검시 상세조사에 의하여 손상물량이 증가하였다. 또한 망상균열 및 백태의 경우 기존 망상균열부에 우수유입으로 인한 추가 손상이 발생하여 손상물량이 증가하였다.

【표 II -6.3.15】 전회 점검과 손상물량 비교(하부구조)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3mm 미만)	m	328.80	311	339.30	320	▲ 10.50	
균열(폭 0.3mm 이상)	m	11.50	6	20.00	18	▲ 8.50	
균열 및 백태(폭 0.3mm 미만)	m	14.80	13	14.80	13	-	
균열 및 백태(폭 0.3mm 이상)	m	5.00	2	5.00	2	-	
망상균열	m ²	19.74	13	21.74	13	▲ 2.00	
망상균열 및 백태	m ²	5.42	7	6.42	8	▲ 1.00	
백태	m ²	2.42	21	6.04	25	▲ 3.62	
파손, 굽힘	m ²	0.15	1	0.27	2	▲ 0.12	
물탈 파손	m ²	0.03	1	0.03	1	-	
박락	m ²	0.10	1	0.10	1	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.14	1	0.14	1	-	
들뜸	m ²	0.20	1	0.20	1	-	
보수재 박리	m ²	69.73	46	75.73	47	▲ 6.00	
철판보강부 들뜸	m ²	1.74	7	1.74	7	-	
강판보강부 너트탈락, 들뜸	m ²	20.00	1	-	-	▽ 20.00	
자갈 낙석	m ²	5.00	1	5.00	1	-	
체수	m ²	17.30	4	17.30	4	-	
그을음	m ²	1.05	2	1.05	2	-	
표면오염	m ²	41.45	7	41.45	7	-	
재균열(폭 0.3mm 미만)	m	-	-	4.00	1	▲ 4.00	
철판보강부 부식	m ²	-	-	1.20	2	▲ 1.20	



【그림 II -6.3.11】 손상분포도

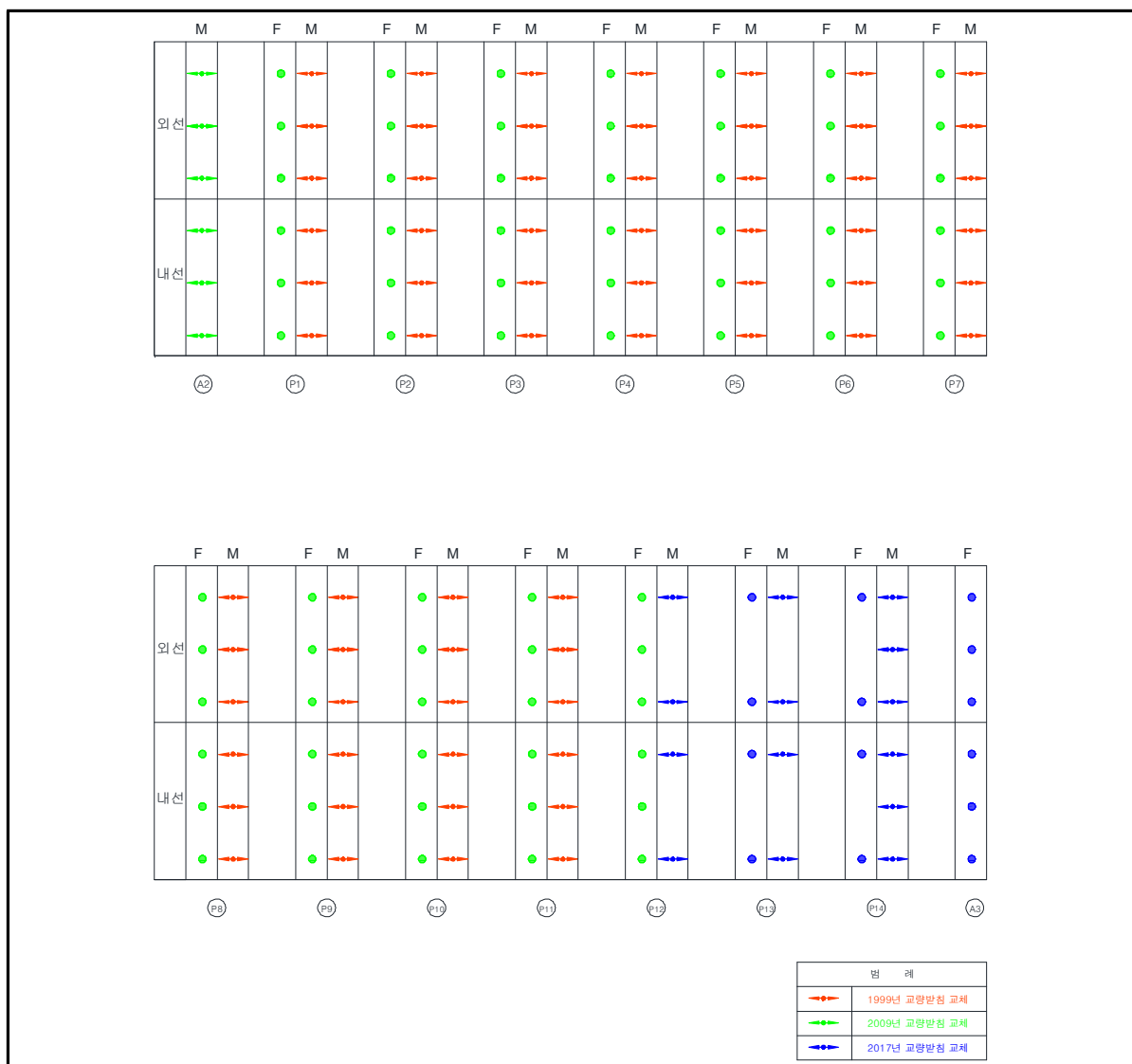
3.2.5 교량받침

교량받침의 기능은 상부구조와 하부구조의 사이에서 받침의 종류에 따라 수직방향과 교축방향 및 교축직각방향의 힘들 중 일부 또는 전부를 안전하게 전달하는 것이다.

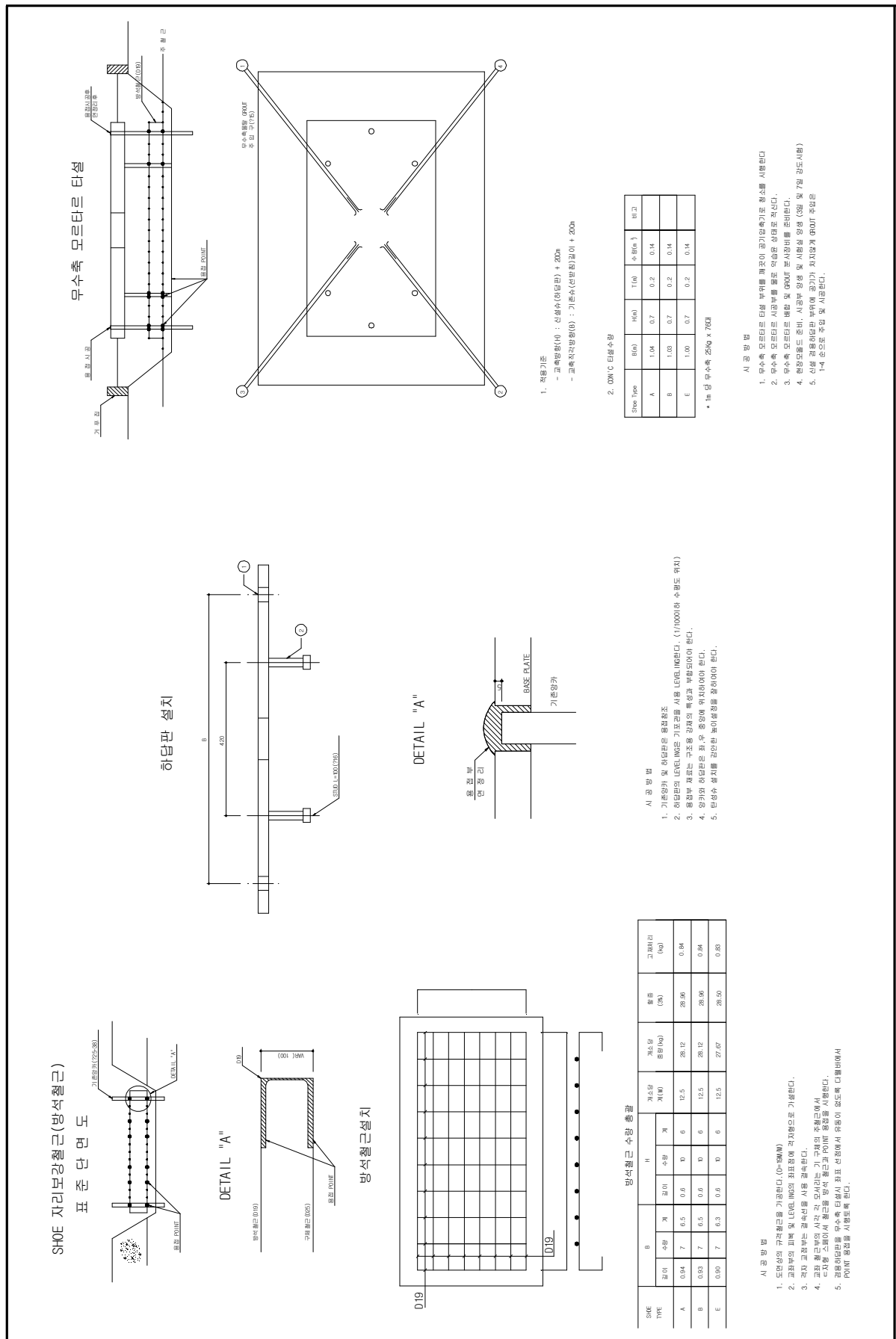
본 구간의 PSC Beam 거더 구간 교량받침은 2017년 이전에 코핑 확대 및 탄성받침으로 모두 교체 완료되었으며, Steel Box 거더 구간의 경우 2018년 1월 16일에 코핑 확대 및 탄성받침으로 모두 교체 완료된 상태로 교량받침 교체 현황은 다음과 같다.

【표 II-6.3.16】 교량받침 보수 및 교체이력

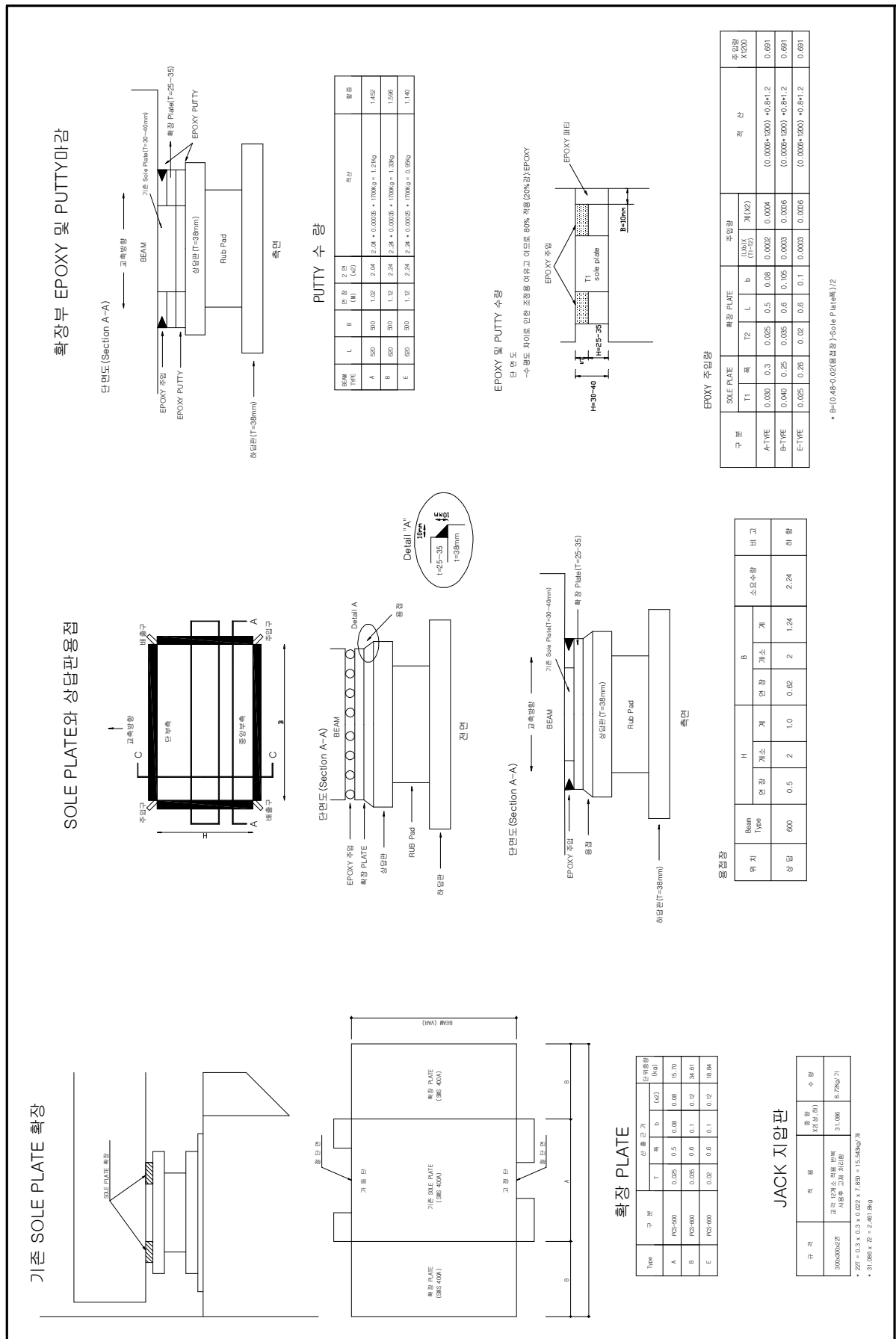
구 분	공사내역	수 량	비 고
1999년	■ 교량받침 교체(선받침→탄성받침)	72개소	
2009년	■ 교량받침 교체(선받침→탄성받침)	72개소	
2017~2018년	■ 교량받침 교체(고력항동받침→탄성받침)	28개소	고감쇠 고무받침(HDRB)
소 계		172개소	



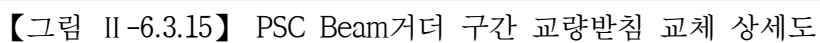
【그림 II-6.3.12】 교량받침 배치도

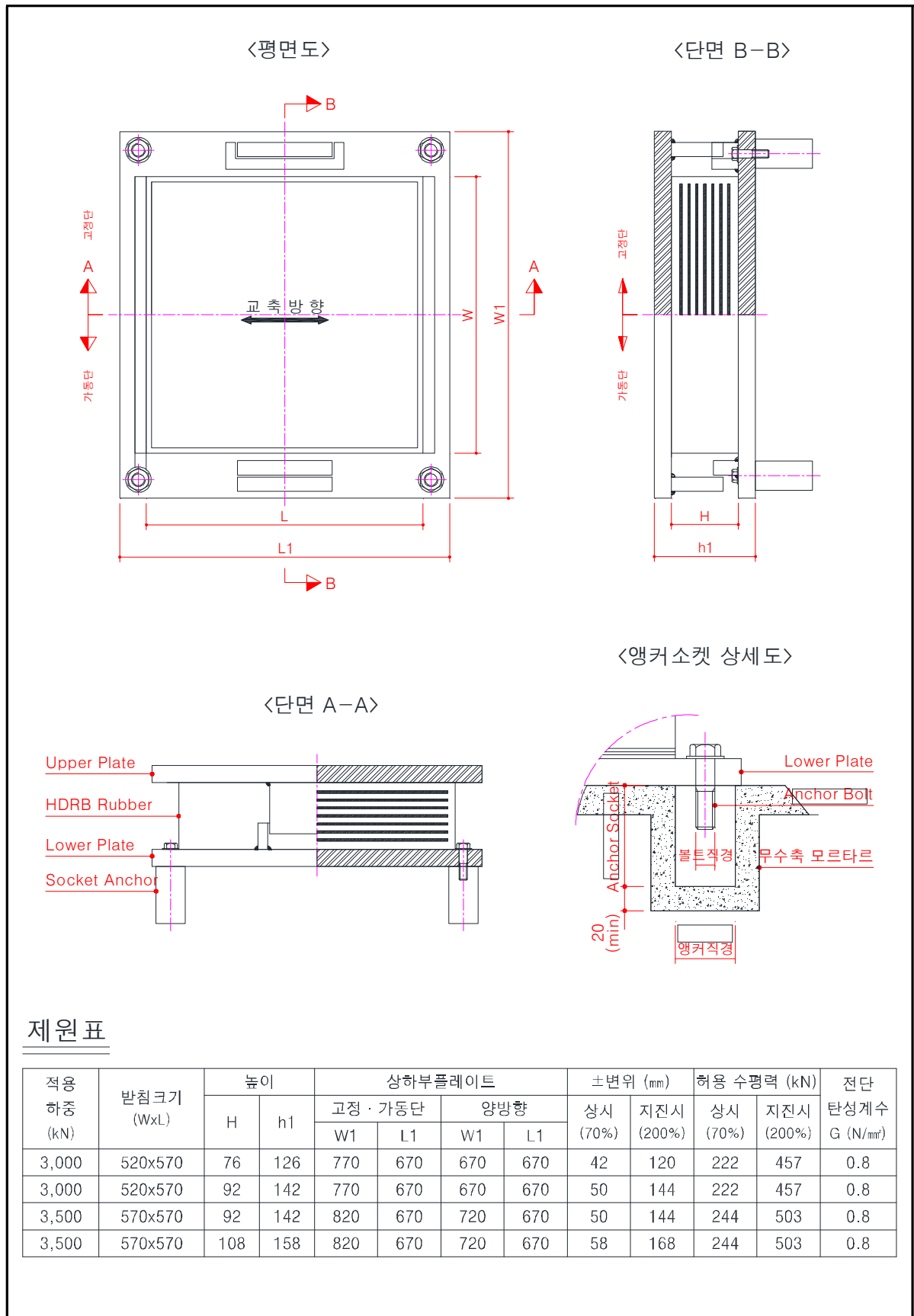


【그림 II-6.3.13】 PSC Beam거더 구간 교량받침 교체 보강철근 및 무수축 모르타르 타설 상세도



【그림 II-6.3.14】 PSC Beam거더 구간 교량받침 교체 확장부 용접 및 도장 상세도





【그림 II -6.3.16】 고감쇠 고무받침(HDRB) 교량받침 상세도



【그림 II-6.3.17】 교량받침 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

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

【표 II -6.3.17】 교량받침 손상현황

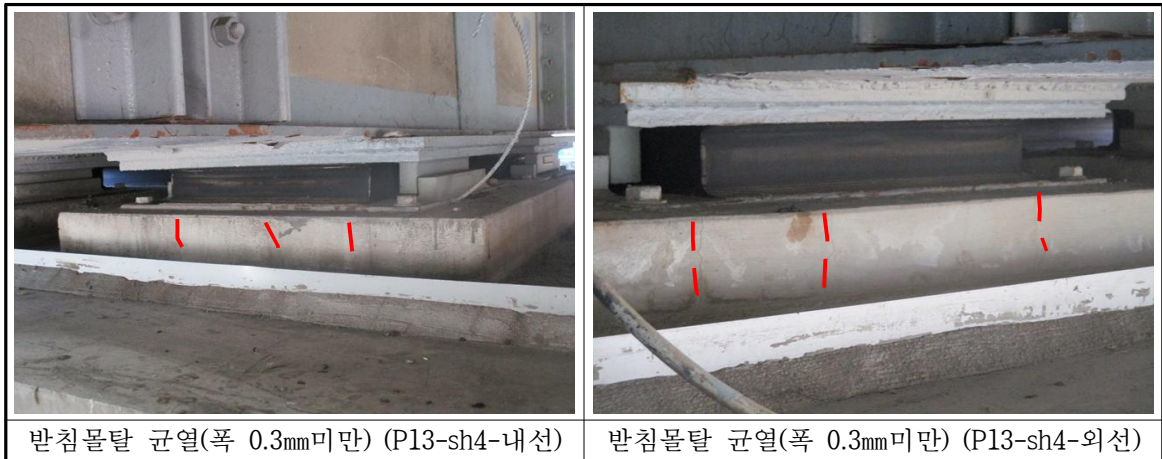
구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
교량 받침	A1	- 부식 : 0.50㎡/2개소 - 도장박리 : 1.00㎡/4개소	
	P1	- 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P2	- 편기 : 4개소 - 부식 : 0.50㎡/2개소	
	P3	- 편기 : 3개소 - 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P4	- 편기 : 3개소	
	P5	- 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P6	- 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P7	- 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P8	- 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P9	- 부식 : 1.50㎡/6개소	
	P10	- 부식 : 1.00㎡/4개소	
	P11	- 상태양호	
	P12	- 상태양호	
	P13	- 받침물탈 균열(폭 0.3mm미만) : 2.40m/8개소	
	P14	- 상태양호	
	A3	- 상태양호	



부식 (P01-sh6-내선)

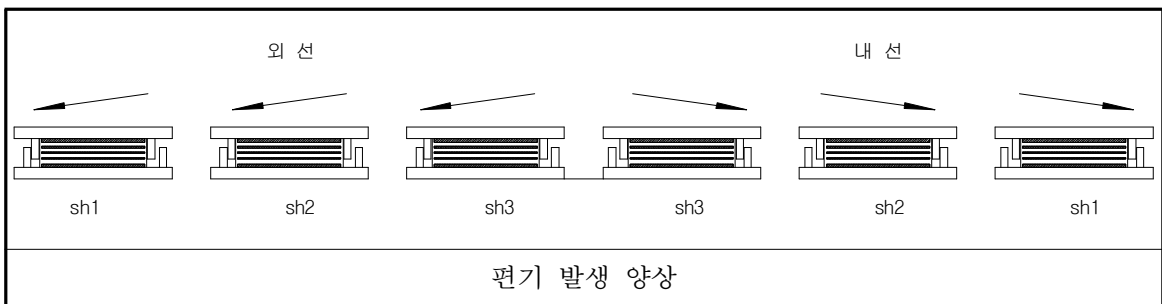


부식 (P05-sh5-내선)



2) 손상원인 및 대책

- 교량받침 손상 중 다수를 차지하고 있는 편기는 내·외선 측에 국부적으로 발생한 상태이며, 금회 점검 결과, 교량받침 편기로 인한 전단키(썰기) 협착이 관찰되었다.



2002년 7월 고가구조물 정밀안전진단 시 영등포구청~당산역 구간에 실시된 구조해석 결과에서 교각의 수평 거동이 외측으로 큰 변위를 일으키고 있는 것으로 분석되어 편기의 원인은 열차 통과 시 횡하중, 교각의 강성 등의 복합적인 것으로 판단된다.

기 발생한 손상은 대부분 2007년 및 2012년도 정밀안전진단 시 조사된 손상으로 진행성은 아닌 것으로 판단되며, 도상 경량화 사업으로 자갈도상을 콘크리트 도상으로 교체하여 상부 하중 저감에 따른 교량받침의 안전은 더욱 확보할 것으로 판단된다. 또한 점검일 현재 전단키 파손 및 주변부재에 2차 손상은 관찰되지 않았으며, 기 진단 결과와 비교·검토 결과 손상의 진전 또한 발생되지 않은 것으로 조사되었다. 해당 손상에 대한 분석 결과, 편기 발생으로 인한 열차 운행 중 안전에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

다만, 향후 금회 조사된 편기 상태를 기초로 지속적인 주의관찰을 통한 이상 발생 시 교체 등의 대책이 바람직할 것으로 판단되며, 교량 받침 편기 상태는 다음과 같다.

P2			
외선 sh4-전차 진단	외선 sh4-금회 점검	외선 sh5-전차 진단	외선 sh5-금회 점검
			
좌측(0mm)	좌측(0mm)	좌측(0mm)	좌측(0mm)
P2			
외선 sh6-전차 진단	외선 sh6-금회 점검	내선 sh6-전차 진단	내선 sh6-전차 진단
			
좌측(0mm)	좌측(0mm)	우측(2mm)	우측(2mm)

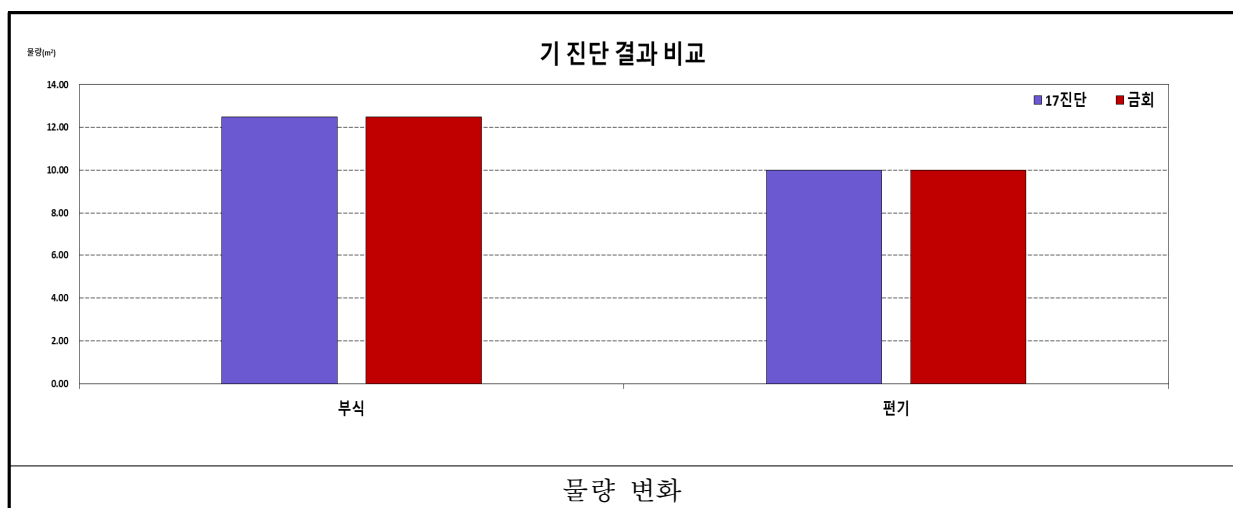
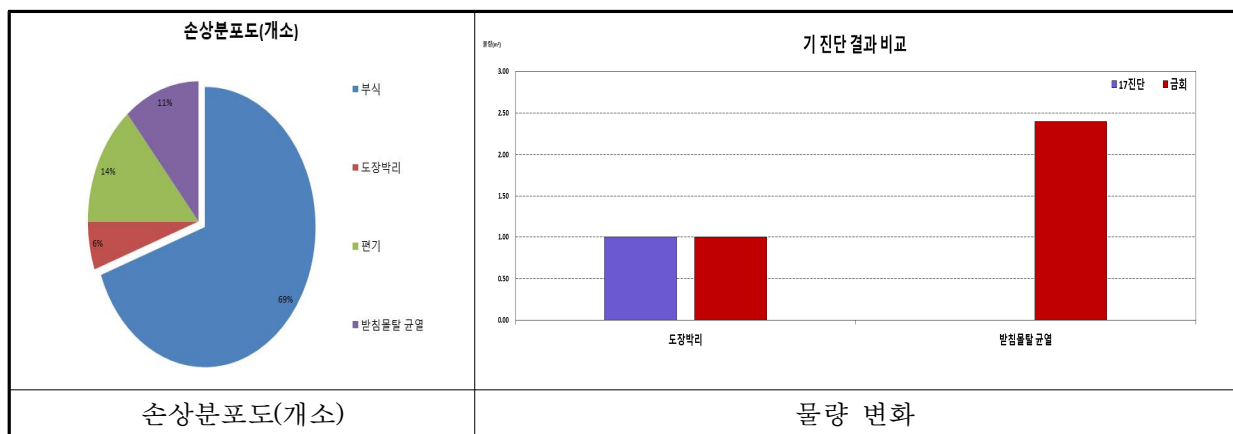
- 교량받침 주요손상 중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 부식은 A1~P10 후면 교량 받침에서 다수 조사되었으며, 이는 장기공용 및 외부환경의 영향 등 복합적인 원인으로 발생한 것으로 판단된다. 다만 부식정도가 표면부식이며 부식에 의한 단면손실은 발생하지 않은 상태로 구조적인 문제는 없을 것으로 판단되나 교량받침의 내구성 확보 및 유지관리 차원에서 전반적인 재도장이 바람직할 것으로 판단된다.
- 교량받침 도장박리는 A1에 국부적인 소규모 손상으로 이 부분도 부식과 마찬가지로 장기공용 및 외부환경에 의한 것으로 재도장을 실시하여 부식 등을 예방해야 할 것으로 판단된다.
- 금회 점검시 추가 발생한 것으로 확인된 받침몰탈 균열(폭 0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 공용기간 증가에 의한 손상으로 판단되며, 현재 손상 정도는 경미하나 손상의 진전방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 그 외 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되었으며, 현재 구조물에 발생한 손상의 경우 제시된 공법에 의한 보수를 시행한다면 구조물의 사용성 및 안전성에 문제는 없을 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 금회 점검 시 공용년수 증가 및 상세조사에 의하여 받침물탈 균열은 손상물량이 다소 증가한 상태이나, 부식, 도장박리, 편기는 전차 점검과 동일한 것으로 확인되었다.

【표 II-6.3.18】 전회 진단과 손상물량 비교(교량 받침)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
부식	m ²	12.50	50	12.50	50	-	
도장박리	m ²	1.00	4	1.00	4	-	
편기	EA	10.00	10	10.00	10	-	
받침물탈 균열	m	-	-	2.40	8	▲ 2.40	



【그림 II-6.3.18】 손상분포도

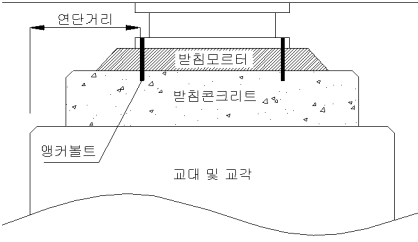
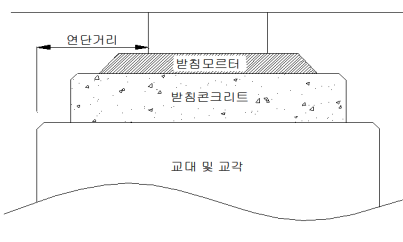
나. 연단거리 검토

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【표 II-6.3.19】과 같은 방법으로 검토하였다.

【표 II-6.3.19】 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 15m ≤ L < 20m일 때 S = 200mm 20m ≤ L < 30m일 때 S = 250mm 30m ≤ L < 40m일 때 S = 350mm 40m ≤ L 일 때 S = 400mm - STP, STB거더의 경우 - L < 25m일 때 S = 200mm - L ≥ 25m일 때 S = 250mm - 트러스의 경우 - S = 300mm	

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 -6.3.20】 연단거리 측정결과

구분	구조 형식	받침 종류	방향	가동 유무	지간장 (m)	기준값 (mm)	최소 연단거리(mm)	평가
A1	PSC거더	탄성받침	중점	가동단	20.0	250	480	양호
P1	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	520	양호
			중점	가동단			515	양호
P2	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	530	양호
			중점	가동단			500	양호
P3	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	520	양호
			중점	가동단			535	양호
P4	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			중점	가동단			515	양호
P5	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	520	양호
			중점	가동단			510	양호
P6	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	490	양호
			중점	가동단			520	양호
P7	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	500	양호
			중점	가동단			530	양호
P8	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	525	양호
			중점	가동단			540	양호
P9	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			중점	가동단			500	양호
P10	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	480	양호
			중점	가동단			520	양호
P11	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	510	양호
			중점	가동단			515	양호
P12	PSC거더	탄성받침	시점	고정단	20.0	250	470	양호
	S.T.B거더	탄성받침	중점	가동단	40.0	250	750	양호
P13	S.T.B거더	탄성받침	시점	고정단	40.0	250	710	양호
			중점	가동단			715	양호
P14	S.T.B거더	탄성받침	시점	고정단	40.0	250	720	양호
			중점	가동단			715	양호
A3	S.T.B거더	탄성받침	시점	고정단	40.0	250	740	양호

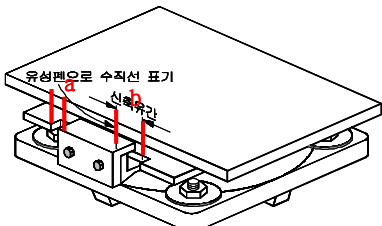
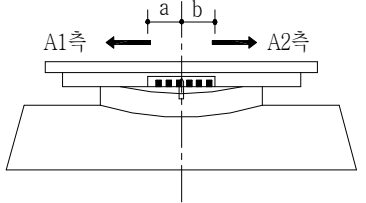
다. 가동여유량 검토

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.

【표 II-6.3.21】 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)

【표 II-6.3.22】 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 서울지방기상청 평균온도 = 2019년 12월 6일 평균온도 -5.9℃ 적용 - 강교 최대 신장 시(50℃ -(-5.9℃)) = 55.9℃ - 강교 최대 수축 시(-5.9℃ -(-20℃)) = 14.1℃ - 콘크리트 최대 신장 시(30℃ -(-5.9℃)) = 35.9℃ - 콘크리트 최대 수축 시(-5.9℃ -(-0℃)) = -5.9℃															
	<table> <tr> <th rowspan="2">교량형식</th> <th colspan="2">온도변화범위(℃)</th> <th rowspan="2">선판창계수 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 ±15℃)</td> <td>1.0×10^{-5}</td> </tr> </table>	교량형식	온도변화범위(℃)		선판창계수 α (1/℃)	보통지방	한랭지방	강교	-20~+50	-30~+50	1.2×10^{-5}	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 ±15℃)		1.0×10^{-5}	
	교량형식		온도변화범위(℃)			선판창계수 α (1/℃)										
		보통지방	한랭지방													
	강교	-20~+50	-30~+50	1.2×10^{-5}												
	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 ±15℃)		1.0×10^{-5}												
	α = 선판창계수 L = 신축장 : Steel Box Girder = 40.0m 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>Steel BOX Girder교</td> <td>40.0m</td> <td>26.8</td> <td>6.8</td> </tr> <tr> <td>PSC Girder</td> <td>20.0m</td> <td>7.2</td> <td>1.2</td> </tr> </table>	구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)	Steel BOX Girder교	40.0m	26.8	6.8	PSC Girder	20.0m	7.2	1.2			
	구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)												
Steel BOX Girder교	40.0m	26.8	6.8													
PSC Girder	20.0m	7.2	1.2													

2) 가동여유량 측정 결과

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

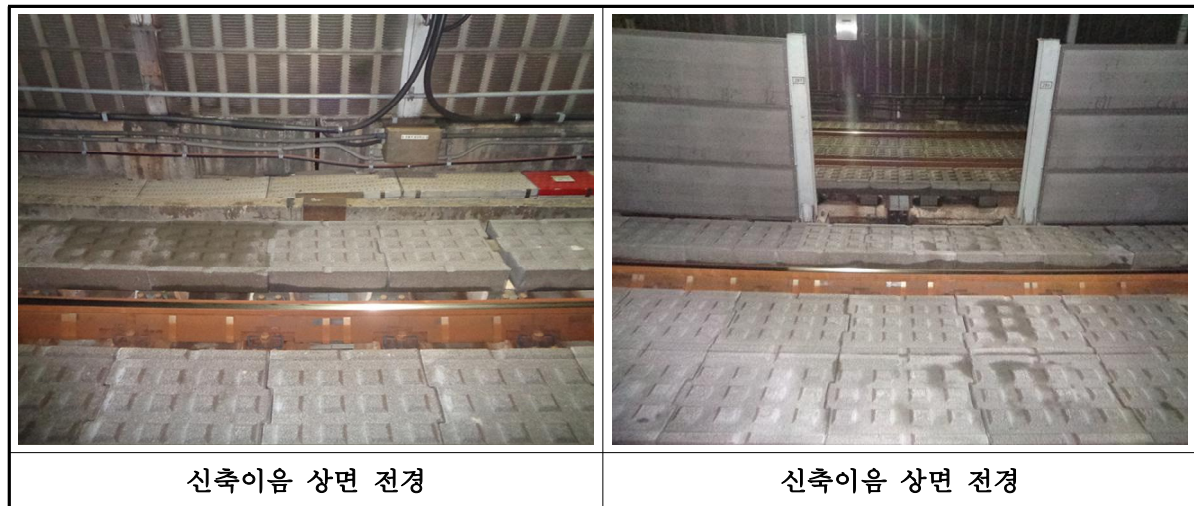
【표 II -6.3.23】 교량받침 가동 여유량 측정결과

구분	구조형식	받침 종류	신축 길이(m)	필요여유량(mm)		측정 위치	측정여유량(mm)		검토 결과
				줄음	늘음		줄음	늘음	
A1 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	50	50	양호
						내선	49	51	양호
P1 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	46	54	양호
						내선	50	50	양호
P2 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	51	49	양호
						내선	49	51	양호
P3 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	50	50	양호
						내선	48	52	양호
P4 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	48	52	양호
						내선	47	53	양호
P5 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	47	53	양호
						내선	50	50	양호
P6 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	48	52	양호
						내선	51	49	양호
P7 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	49	51	양호
						내선	48	52	양호
P8 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	52	48	양호
						내선	53	47	양호
P9 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	50	50	양호
						내선	51	49	양호
P10 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	48	52	양호
						내선	47	53	양호
P11 (중점측)	PSC교	탄성받침	20.0	1.2	7.2	외선	50	50	양호
						내선	46	54	양호
P12 (중점측)	S.T.B교	탄성받침	40.0	6.8	26.8	외선	45	55	양호
						내선	46	54	양호
P13 (중점측)	S.T.B교	탄성받침	40.0	6.8	26.8	외선	44	56	양호
						내선	45	55	양호
P14 (중점측)	S.T.B교	탄성받침	40.0	6.8	26.8	외선	47	53	양호
						내선	44	56	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.

영등포구청~당산역 상부구조는 S1~S12는 단순교로 PSC 거더 구간 신축길이는 20m, S13~S15는 단순교로 Steel Box 거더 구간 신축길이는 40m로서 각 지점부마다 신축이음이 설치되어 있는 상태이다.



【그림 II-6.3.19】 신축이음 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

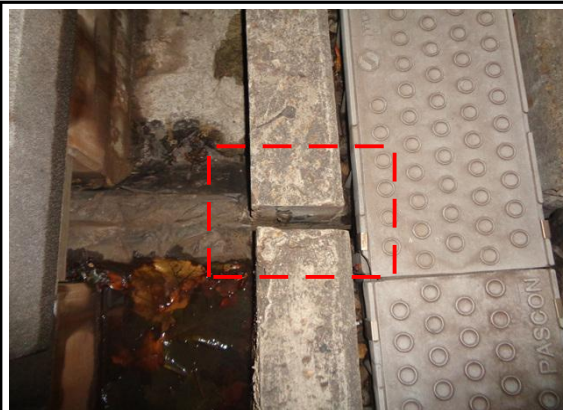
본 구간은 성능개선공사를 토하여 신축이음이 모두 교체 완료된 상태로 외관조사 결과 일부구간 차수판 미설치 및 파손, 탈락이 조사되었다.

【표 II-6.3.24】 신축이음 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
신축 이음	A1	- 상태양호	
	P1	- 차수판 미설치 : 2개소	
	P2	- 차수판 미설치 : 4개소	
	P3	- 상태양호	
	P4	- 상태양호	
	P5	- 상태양호	

【표 II -6.3.25】 신축이음 손상현황

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
신축이음	P6	- 상태양호	
	P7	- 상태양호	
	P8	- 상태양호	
	P9	- 차수판 미설치 : 3개소	
	P10	- 상태양호	
	P11	- 상태양호	
	P12	- 차수판 파손 : 2개소	
	P13	- 차수판 탈락 : 1개소	
	P14	- 상태양호	
	A3	- 상태양호	



차수판 미설치 (P01)



차수판 탈락 (P13)

2) 손상원인 및 대책

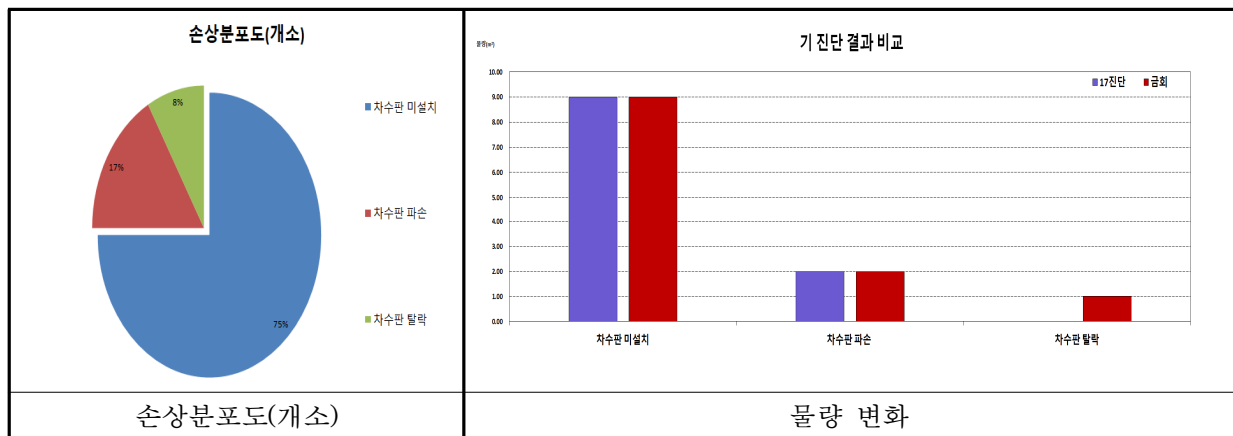
기 발생한 차수판 미설치는 시공미흡에 의한 것으로 판단되며, 차수판 파손 및 탈락의 경우 외부충격에 의한 손상으로 우수 침투로 인한 교량받침 부식 및 누수 등의 손상이 우려됨으로 차수판 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 차수판 미설치 및 차수판 파손은 전차 점검과 동일한 상태이며, 차수판 탈락은 금회 점검 시 공용기간 증가, 외부충격 등에 의한 신규물량이 발생한 상태이다.

【표 II -6.3.26】 전회 점검과 손상물량 비교(신축이음)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
차수판 미설치	EA	9.00	9	9.00	9	-	
차수판 파손	EA	2.00	2	2.00	2	-	
차수판 탈락	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	



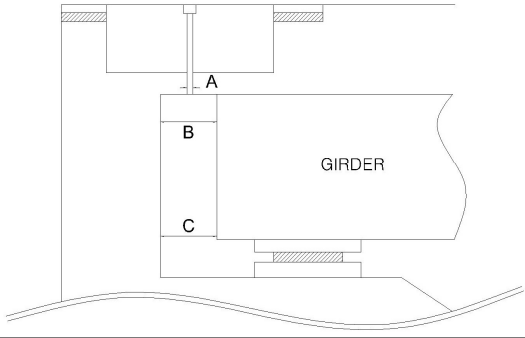
【그림 II -6.3.20】 손상분포도

나. 신축이음 신축거동상태 검토

1) 계산 신축량 산정방법

본 교량은 공용년수가 35년 이상 경과하였으므로 신축이음 유간 검토 시 건조수축과 크리프 영향은 고려하지 않고 온도차에 의한 변위량만 적용하여 검토한다.

【표 II -6.3.27】 신축이음 계산 신축량 산정

구분	신축량 측정방법 및 계산방법	비고
측정 방법		
	 	

【표 II -6.3.28】 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 서울지방기상청 평균온도 = 2019년 12월 18일 평균온도 0.8℃ 적용 - 강교 최대 신장 시($50^{\circ}\text{C} - (0.8^{\circ}\text{C})$) = 49.2℃ - 강교 최대 수축 시($0.8^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C})$) = 20.8℃ - 콘크리트 최대 신장 시($30^{\circ}\text{C} - (0.8^{\circ}\text{C})$) = 29.2℃ - 콘크리트 최대 수축 시($0.8^{\circ}\text{C} - (-0^{\circ}\text{C})$) = 0.8℃			
	교량형식		온도변화범위(℃)	선팡창계수 α (1/℃)
			보통지방 한랭지방	
	강교	-20~+50 -30~+50		1.2×10^{-5}
	콘크리트교	-0℃ ~ 30℃ (15℃ 기준, 온도의 승강은 ±15℃)		1.0×10^{-5}
	α = 선팡창계수 L = 신축장 : Steel Box Girder = 40.0m PSC Girder = 20.0m			
필요 신축량 산정결과(Δl_t)				
구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)	
Steel BOX Girder교	40.0m	23.6	10.0	
PSC Girder	20.0m	5.8	0.2	

2) 신축이음 유간거리 측정결과

신축이음에 대한 신축거동상태를 검토한 결과, 대부분의 신축이음에서 온도변화에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

다만, A1지점 신축이음 측정 유간거리가 5mm로 필요 유간 5.8mm에 부족한 것으로 측정되었으나, 신축이음부 콘크리트는 특별한 손상 없이 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

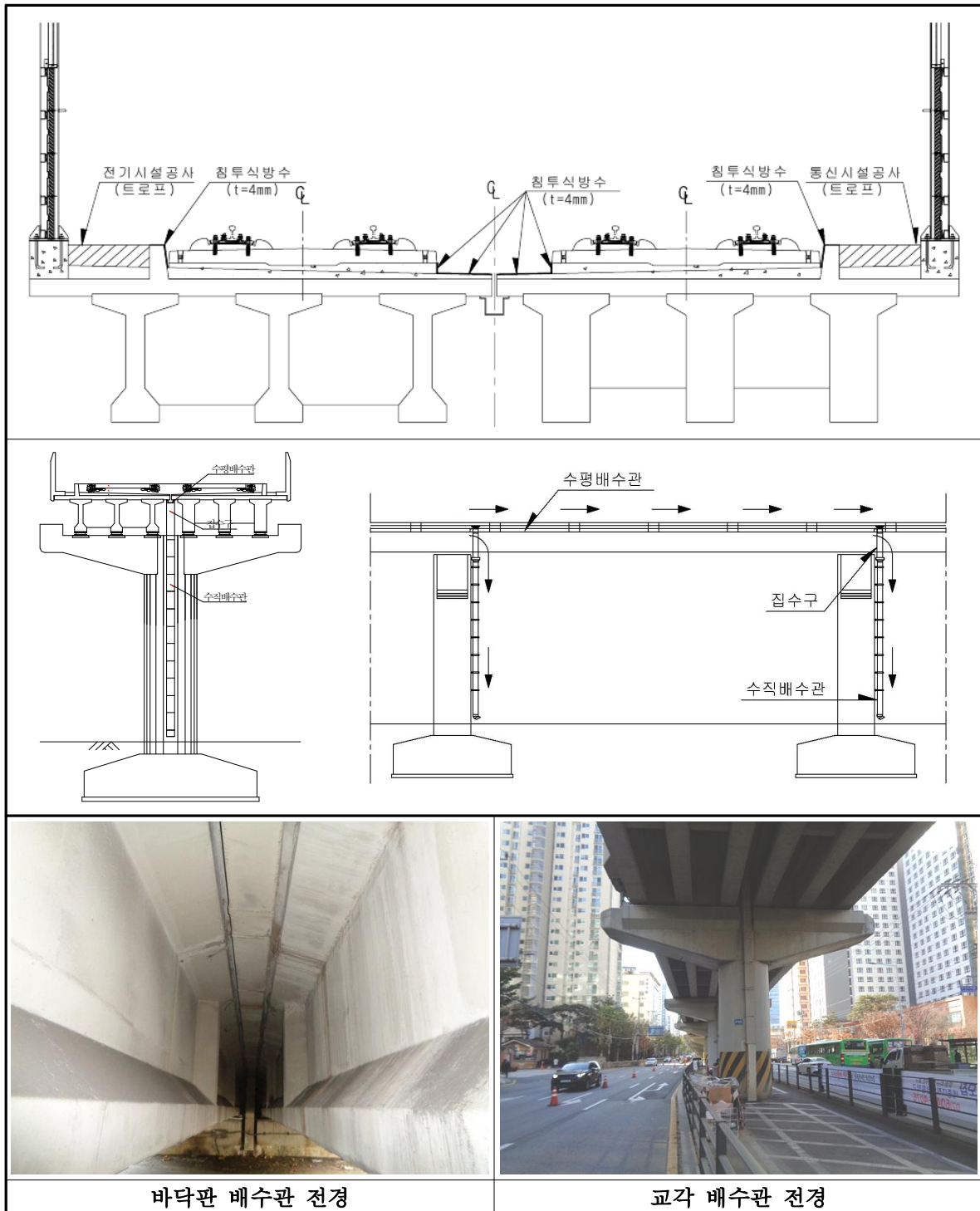
신축이음은 교량받침과 같이 상부구조의 온도변화에 따라 수축 및 팽창이 자유로워야 하나 구조물의 특별한 손상은 조사되지 않았으므로 지속적인 관리·관찰을 통한 이상 발생 시 유간확보에 대한 대책이 필요할 것으로 판단된다.

【표 II -6.3.29】 신축이음 신축거동상태 측정결과

구 분	계산 유간거리		측정치 유간거리 (mm)	판정
	신축길이(m)	필요유간(mm)		
A1	20.0	5.8	2	부족
P1	20.0	5.8	50	양호
P2	20.0	5.8	39	양호
P3	20.0	5.8	53	양호
P4	20.0	5.8	45	양호
P5	20.0	5.8	53	양호
P6	20.0	5.8	52	양호
P7	20.0	5.8	44	양호
P8	20.0	5.8	56	양호
P9	20.0	5.8	50	양호
P10	20.0	5.8	54	양호
P11	20.0	5.8	36	양호
P12	40.0	23.6	27	양호
P13	40.0	23.6	26	양호
P14	40.0	23.6	35	양호

3.2.7 배수시설

배수시설은 Stainless 배수관으로 2016년 “지하철2호선 영등포구청~당산역구간 소음저감시설(중앙흡음벽 등) 설치공사”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 배수홈통을 통하여 교각에 설치한 연직배수관으로 유도배수하고 있다.



【그림 II -6.3.21】 배수시설 현황

가. 외관조사 결과

외관조사 결과 배수관 지지대 탈락이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.30】 배수시설 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
배수 시설	S1	- 배수관 지지대 탈락 : 1개소	PSC구간
	S2	- 상태양호	
	S3	- 상태양호	
	S4	- 상태양호	
	S5	- 배수관 지지대 탈락 : 2개소	
	S6	- 상태양호	
	S7	- 상태양호	
	S8	- 상태양호	
	S9	- 상태양호	
	S10	- 상태양호	
	S11	- 상태양호	
	S12	- 상태양호	
	S13	- 상태양호	STB구간
	S14	- 상태양호	
	S15	- 상태양호	



배수관 지지대 탈락 (S01)



점검망치를 이용한 배수관 막힘 여부 조사

1) 손상원인 및 대책

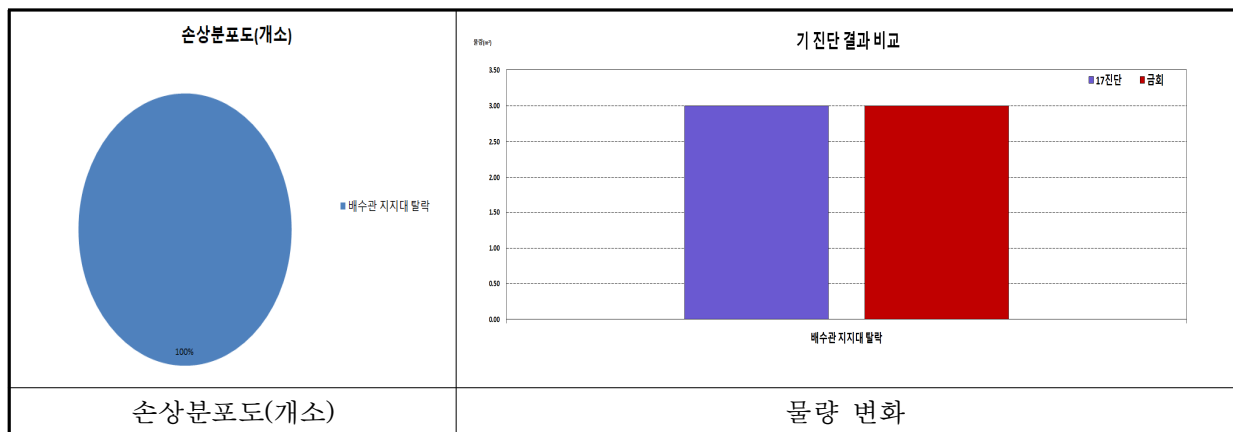
배수관 지지대 탈락은 외부충격에 의한 손상으로 배수기능 확보를 위해 지지대 교체가 필요할 것으로 판단된다.

2) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 전반적인 손상은 전차 점검과 동일한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 II -6.3.31】 전회 점검과 손상물량 비교(배수시설)

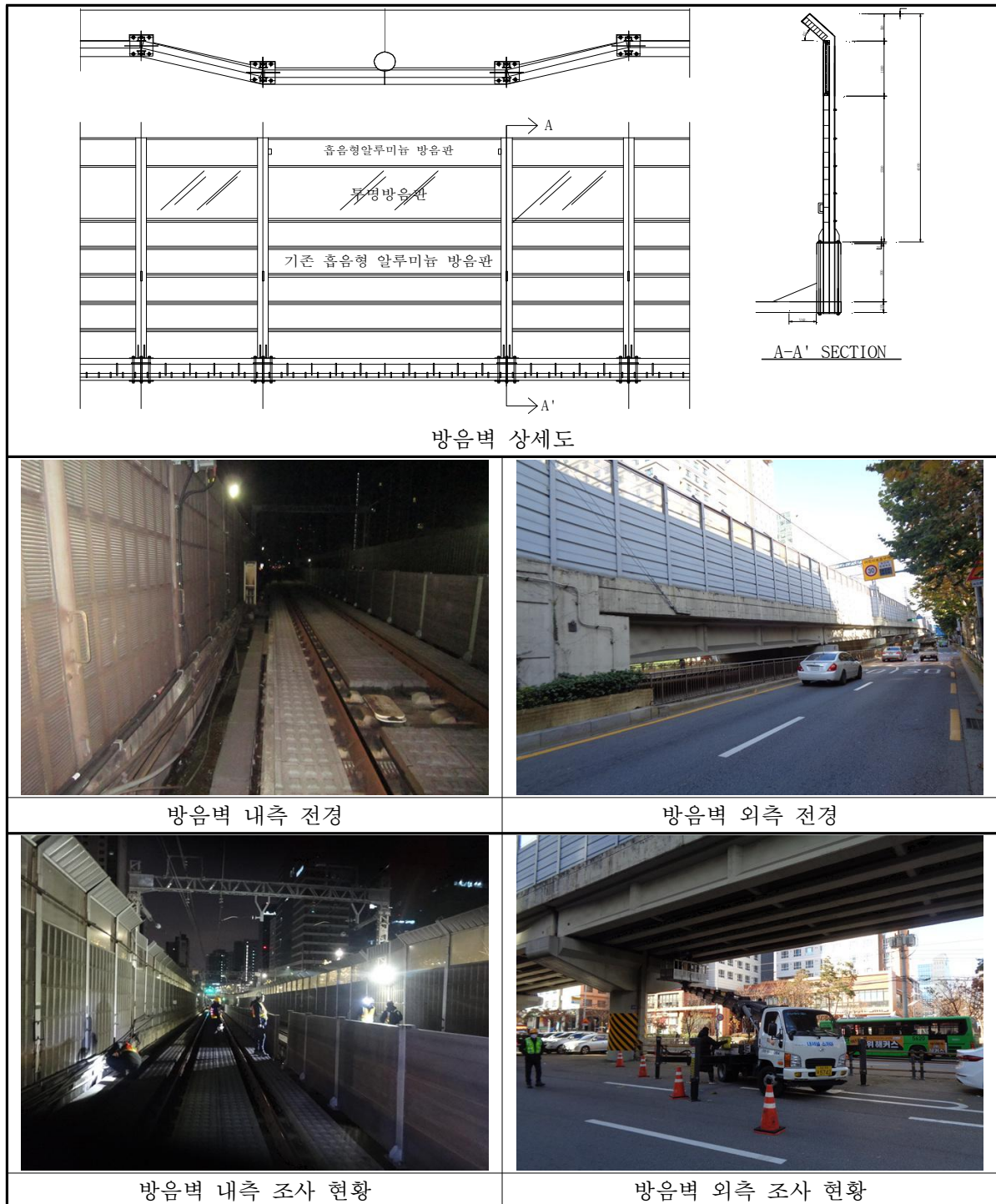
구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
배수관 지지대 탈락	EA	3.00	3	3.00	3	-	



【그림 II -6.3.22】 손상분포도

3.2.8 방음벽

방음벽은 교량 상부 좌·우측에 설치되어 있으며, 양단에는 혼합형(흡음+투명) 방음벽(H=4.0 m)이 설치되어 있으며, 2016년 “지하철2호선 영등포구청~당산역구간 소음저감시설(중앙흡음벽 등) 설치공사” 시 중앙 흡음벽이 설치되었다. 내측 선로구간은 야간 열차 운행 종료 후에 도보로 점검하였으며, 외측 구간은 고소차를 이용하여 근접한 상태에서 조사를 실시하였다.



【그림 II-6.3.23】 방음벽 현황

1) 외관조사 결과

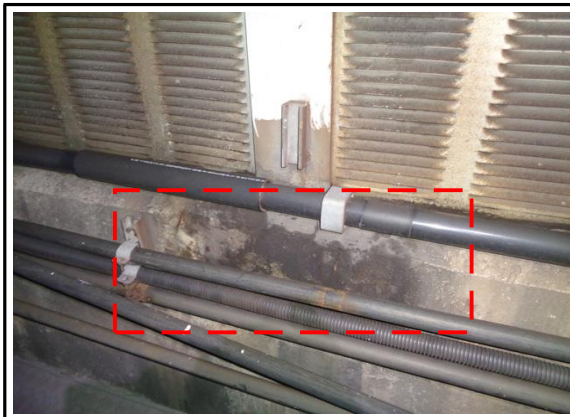
외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 백태, 파손 및 박락, 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 들뜸, 거푸집 미제거, 부식, 흡음판 변형, 식생 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.32】 방음벽 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비고
방음벽	S1	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.60m/2개소 - 철근노출 및 박락 : 0.10㎡/5개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 2.70m/4개소 - 파손 : 0.01㎡/1개소 - 식생 : 20.00㎡/1개소	PSC 구간
	S2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.50m/8개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 3.30m/6개소 - 철근노출 및 박락 : 0.05㎡/3개소 - 망상균열 : 0.16㎡/1개소 - 파손 : 0.26㎡/3개소 - 보수재 박리 : 0.02㎡/1개소 - 들뜸 : 0.30㎡/2개소	
	S3	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.70m/4개소 - 철근노출 및 박락 : 0.17㎡/8개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.40m/1개소 - 흡음판 변형 : 0.08㎡/4개소 - 파손 : 0.10㎡/1개소 - 망상균열 : 0.50㎡/1개소 - 들뜸 : 0.09㎡/1개소	
	S4	- 망상균열 : 0.12㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.09㎡/3개소 - 파손 : 0.20㎡/4개소 - 박락 : 0.12㎡/3개소 - 파손 : 0.18㎡/2개소	
	S5	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.30m/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.07㎡/5개소 - 망상균열 : 0.18㎡/1개소 - 박락 : 0.09㎡/1개소	
	S6	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.40m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 0.30m/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.15㎡/7개소 - 망상균열 : 0.15㎡/1개소 - 파손 : 0.21㎡/3개소 - 들뜸 : 0.20㎡/1개소	
	S7	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.30m/1개소 - 부식 : 0.25㎡/2개소 - 박락 : 0.06㎡/1개소	
	S8	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 7.00m/9개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.20m/2개소 - 철근노출 및 박락 : 0.01㎡/1개소 - 철판보강부 들뜸 : 1.08㎡/6개소 - 재료분리 : 0.10㎡/1개소 - 박락 : 0.06㎡/2개소 - 흡음판 변형 : 0.20㎡/1개소 - 파손 : 0.16㎡/1개소	

【표 II-6.3.33】 방음벽 손상현황(계속)

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비고
	S9	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 10.70m/16개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.20m/2개소 - 들뜸 : 0.44㎡/2개소 - 철근노출 및 박락 : 0.01㎡/1개소 - 파손 : 14.08㎡/3개소 - 박락 : 0.17㎡/2개소 - 재료분리 : 0.08㎡/1개소	PSC 구간
	S10	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 4.80m/8개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 2.80m/4개소 - 철근노출 및 박락 : 0.07㎡/1개소 - 부식 : 0.40㎡/2개소 - 파손 : 7.09㎡/2개소 - 들뜸 : 0.43㎡/3개소 - 거푸집 미제거 : 0.50㎡/1개소	
	S11	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.80m/4개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 12.05m/21개소 - 파손 : 7.00㎡/1개소 - 부식 : 0.20㎡/1개소	
	S12	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.75m/7개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 8.40m/13개소 - 철관보강부 들뜸 : 1.08㎡/3개소 - 보수재 박리 : 0.17㎡/2개소 - 거푸집 미제거 : 0.80㎡/2개소 - 파손 : 7.08㎡/3개소 - 박락 : 0.15㎡/1개소	
	S13	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 4.30m/5개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 2.20m/4개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 8.40m/11개소 - 균열 및 백태(0.3mm 이상) : 3.00m/3개소 - 철근노출 및 박락 : 0.09㎡/1개소 - 재료분리 : 0.06㎡/1개소 - 들뜸 : 0.19㎡/3개소 - 파손 : 0.89㎡/6개소 - 박락 : 0.09㎡/1개소 - 부식 : 0.08㎡/1개소 - 파손 : 0.08㎡/1개소	STB 구간
	S14	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 7.30m/10개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 5.10m/6개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 5.90m/11개소 - 균열 및 백태(0.3mm 이상) : 1.30m/2개소 - 철근노출 및 박락 : 0.02㎡/1개소 - 땅상균열 : 1.44㎡/2개소 - 흡음판 변형 : 0.76㎡/29개소 - 파손 : 0.13㎡/3개소 - 박락 : 0.27㎡/2개소 - 박리 : 0.08㎡/1개소 - 파손 : 0.15㎡/1개소	
	S15	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 15.60m/14개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.20m/1개소	



철근노출 및 박락 (S04-내선 내측면)



박락 (S04-외선 외측면)



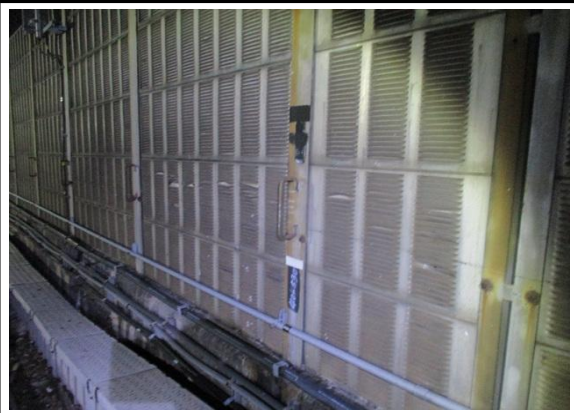
강재 방음판 부식 (S11-외선 외측면)



철판보강부 들뜸 (S12-외선 외측면)



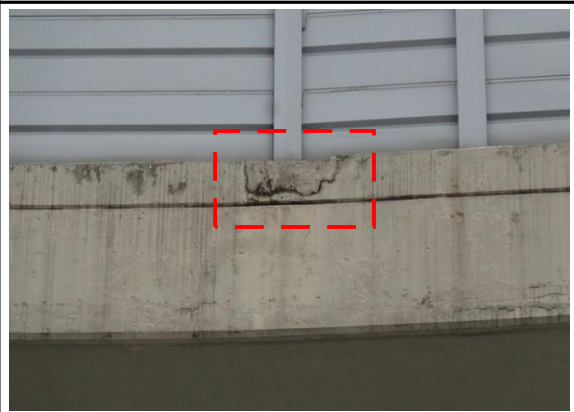
균열 및 백태(폭 0.3mm이상) (S13-내선 외측면)



흡음판 변형 (S14-외선 내측면)



균열 및 백태(폭 0.3mm미만) (S14-외선 내측면)



박리 (S14-외선 외측면)

2) 손상원인 및 대책

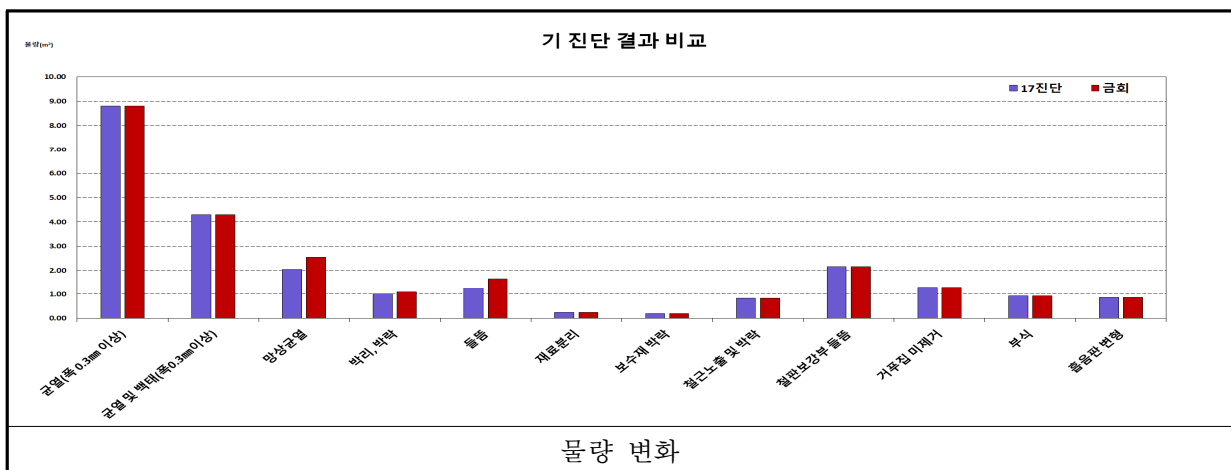
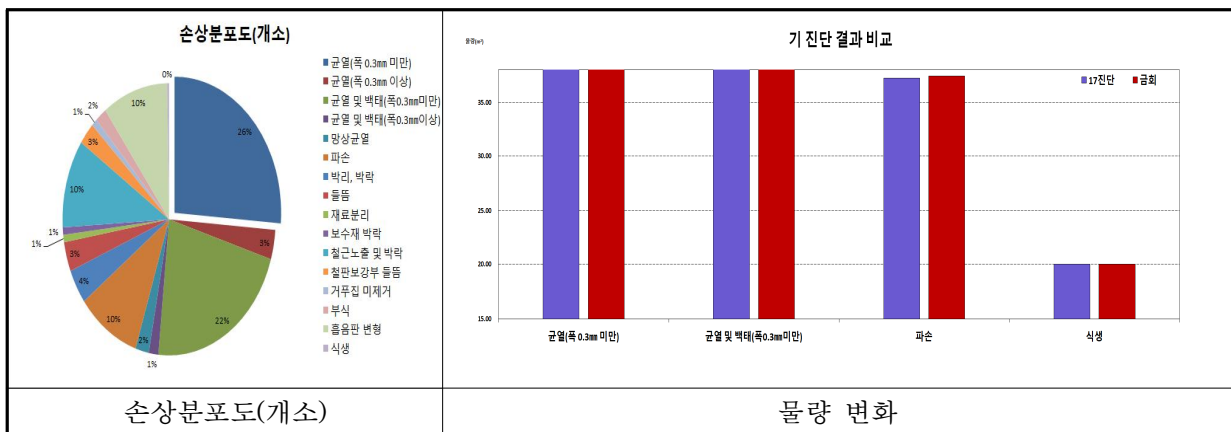
- 균열은 방음벽 기초콘크리트에서 조사되었으며 일부 백태를 동반한 것으로 조사되었으며, 발생양상을 보았을 때 균열은 시공초기 건조수축 및 열차진동, 백태는 균열부 수분접촉이 원인으로 판단된다. 금회 점검시 일부구간 망상균열이 추가 발생한 것으로 확인되었으며, 손상정도는 경미한 것으로 조사되었다. 발생한 균열 및 백태는 구조적인 영향은 적으나 내구성 확보를 위해 균열 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태는 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보와 하부 통행차량 및 보행자의 안전을 위해 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 파손, 박락 및 들뜸, 재료분리 등 단면손상은 외부충격 및 다짐불량에 의한 손상으로 금회 점검시 기 점검 이후 추가 발생한 손상이 확인되었다. 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 미보수된 손상부의 경우 구조적인 영향이 없으나 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 부식은 도장열화 및 수분접촉에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 도장보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 거푸집 미제거는 물끓기흠에서 조사되었으며 시공당시 제거되지 않고 방치된 것으로 제거하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 보수재 박리는 중성화 표면처리 보수 시 바탕처리 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 적절할 것으로 판단된다.
- 철판보강부 들뜸은 시공불량에 의한 손상으로 현재 리벳 연결부는 양호한 상태이며, 기 점검과 비교검토 결과 손상의 진전 또한 없는 것으로 확인되어 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.
- 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.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 파손의 경우 일부 보수가 실시되었지만 금회 점검시 추가 발생한 손상으로 인해 손상물량이 증가하였으며, 망상균열, 박리, 들뜸의 경우 공용기간 증가, 건조수축, 상세조사 등에 의한 추가손상 발생으로 손상물량이 증가하였다. 그 외 손상부의 경우 전차 점검과 동일한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 II -6.3.34】 전회 점검과 손상물량 비교(방음벽)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3mm 미만)	m	65.05	90	65.05	90	-	
균열(폭 0.3mm 이상)	m	8.80	12	8.80	12	-	
균열 및 백태(폭 0.3mm 미만)	m	46.35	75	46.35	75	-	
균열 및 백태(폭 0.3mm 이상)	m	4.30	5	4.30	5	-	
망상균열	m ²	2.05	6	2.55	7	▲ 0.50	
파손	m ²	37.23	32	37.44	33	▲ 0.21	
박리, 박락	m ²	1.01	13	1.09	14	▲ 0.08	
들뜸	m ²	1.26	9	1.65	12	▲ 0.39	
재료분리	m ²	0.24	3	0.24	3	-	
보수재 박락	m ²	0.19	3	0.19	3	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.83	36	0.83	36	-	
철판보강부 들뜸	m ²	2.16	9	2.16	9	-	
거푸집 미제거	m ²	1.30	3	1.30	3	-	
부식	m ²	0.93	6	0.93	6	-	
흡음판 변형	m ²	0.86	34	0.86	34	-	
식생	m ²	20.00	1	20.00	1	-	

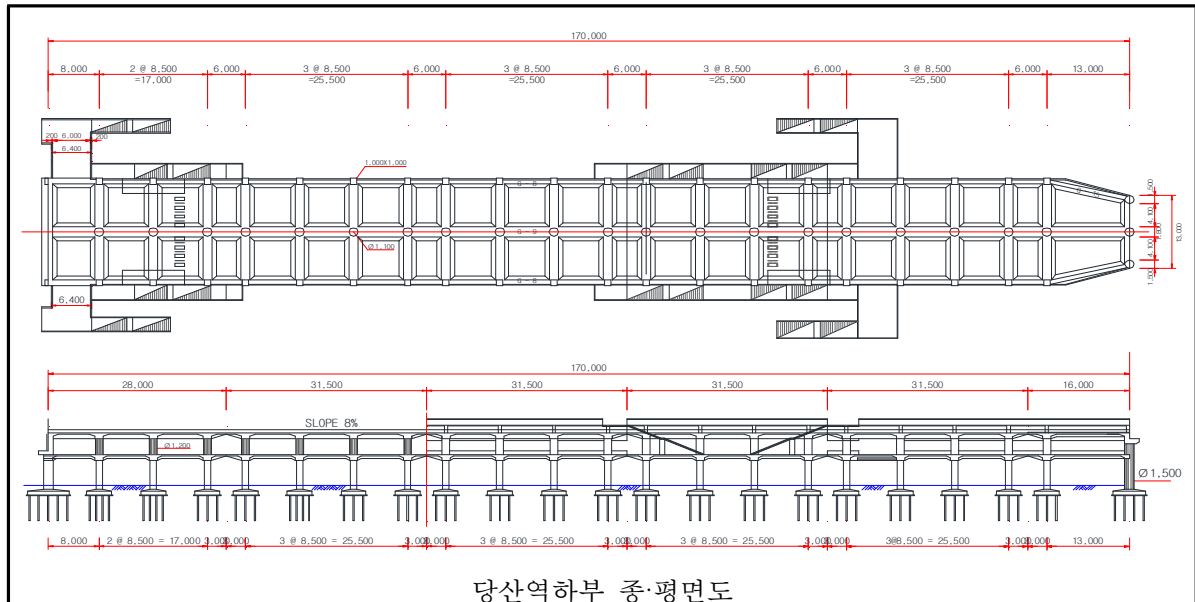


【그림 II -6.3.24】 손상분포도

3.2.9 정거장(당산역 하부)

당산역 하부 고가구조물은 라멘 형식으로 시공되어 있으며, 경간구성은 S1~S21 총 21경간으로 L=170.0 m로 바닥판의 총 폭은 내·외선 포함 19.0 m이다.

당산역 하부는 하부구조는 도보조사를 실시하였고, 바닥판 및 보는 사다리 및 고소작업차로 근접하여 외관조사를 실시하였다.



당산역하부 측면 전경



당산역하부 전경



당산역하부 전경



당산역하부 조사 현황

【그림 II -6.3.25】 당산역하부 현황

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 균열 및 백태, 누수 및 백태, 파손, 박락, 보수재 박리, 철근노출, 마감 불량, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

영등포구청~당산역 S15 및 당산철교 S1과 당산역 시·종점부 경계부 상태를 확인한 결과 이상 구조거동에 의한 손상은 조사되지 않았으며, 각 경간별 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.35】 당산역하부 바닥판 손상현황

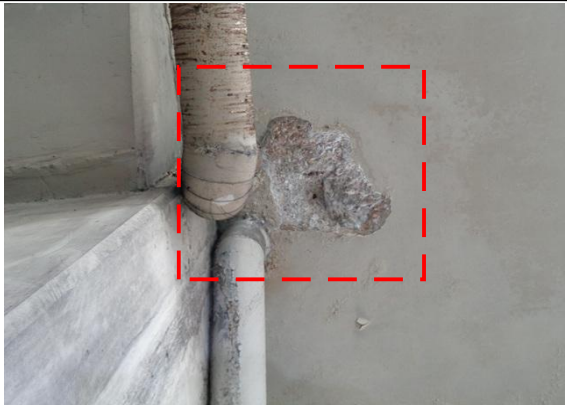
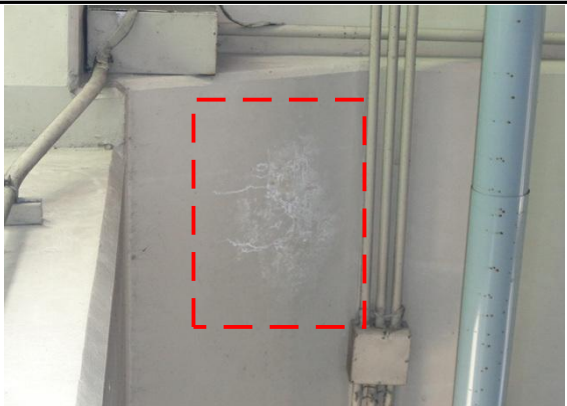
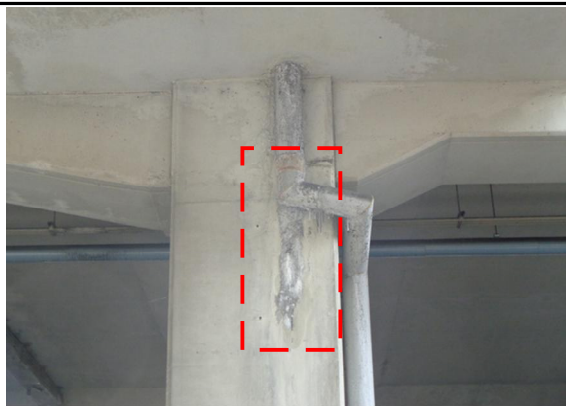
구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
바닥판	S1	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 4.80m/2개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.00m/4개소	
	S2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.0m/1개소 - 보수재박리 : 0.25㎡/2개소 - 표면오염 : 0.16㎡/1개소 - 철근노출 및 파손 : 0.25㎡/1개소	
	S3	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 6.0m/3개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.60m/1개소 - 보수재박리 : 0.04㎡/1개소	
	S4	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.60m/2개소 - 보수재박리 : 0.68㎡/4개소	
	S5	- 상태양호	
	S6	- 파손 : 0.04㎡/1개소	
	S7	- 상태양호	
	S8	- 파손 : 0.02㎡/1개소 - 표면오염 : 12.00㎡/2개소 - 보수재박리 : 0.03㎡/1개소 - 누수 및 백태 : 1.60㎡/1개소	
	S9	- 파손 : 0.01㎡/1개소 - 표면오염 : 2.50㎡/1개소	
	S10	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 5.3m/2개소 - 백태 : 0.15㎡/1개소	
	S11	- 백태 : 0.25㎡/1개소	
	S12	- 상태양호	
	S13	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.40m/1개소	
	S14	- 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 2.20m/1개소 - 백태 : 0.24㎡/4개소	
	S15	- 백태 : 0.08㎡/1개소	
	S16	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.10m/7개소 - 표면오염 : 9.00㎡/2개소	
	S17	- 상태양호	
	S18	- 상태양호	
	S19	- 상태양호	
	S20	- 상태양호	
	S21	- 파손 : 0.02㎡/1개소	

【표 II-6.3.36】 당산역하부 보 손상현황

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
보	S1	- 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 4.0m/4개소	
	S2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.0m/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.06㎡/1개소	
	S3	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.5m/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.01㎡/1개소	
	S4	- 망상균열 : 3.90㎡/2개소 - 표면오염 : 0.25㎡/1개소	
	S5	- 상태양호	
	S6	- 상태양호	
	S7	- 상태양호	
	S8	- 보수재 박리 : 2.00㎡/1개소	
	S9	- 마감불량 : 0.08㎡/2개소	
	S10	- 상태양호	
	S11	- 마감불량 : 0.04㎡/1개소	
	S12	- 백태 : 0.08㎡/1개소	
	S13	- 상태양호	
	S14	- 상태양호	
	S15	- 상태양호	
	S16	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.00m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.50m/1개소	
	S17	- 마감불량 : 0.06㎡/1개소 - 파손 : 0.01㎡/1개소	
	S18	- 상태양호	
	S19	- 상태양호	
	S20	- 상태양호	
	S21	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.40m/1개소 - 파손 : 0.08㎡/1개소	

【표 II -6.3.37】 당산역하부 기둥 손상현황

구 분	위 치	결합 및 손상 내용	비 고
기둥	A1	- 균열(폭 0.3mm 이상) : 2.00m/1개소	
	P1	- 상태양호	
	P2	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.20m/1개소	
	P3	- 상태양호	
	P4	- 상태양호	
	P5	- 파손 : 0.01㎡/1개소	
	P6	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.20m/1개소	
	P7	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/1개소	
	P8	- 상태양호	
	P9	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.40m/2개소	
	P10	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.60m/1개소	
	P11	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/1개소 - 백태 : 0.40㎡/1개소	
	P12	- 상태양호	
	P13	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.20m/1개소 - 박락 : 0.06㎡/1개소	
	P14	- 박락 : 0.06㎡/1개소	
	P15	- 상태양호	
	P16	- 상태양호	
	P17	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.20m/1개소 - 잡철근노출 : 0.10㎡/1개소	
	P18	- 상태양호	
	P19	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.80m/3개소	
	P20	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 6.30m/4개소 - 망상균열 : 5.30㎡/2개소 - 파손 : 0.07㎡/1개소	
	A2	- 파손 : 0.06㎡/1개소 - 망상균열 : 9.50㎡/3개소	

	
균열 (0.3mm 미만) (S01 보)	철근노출 및 파손 (S02 바닥판)
	
철근노출 보수 (S02 보)	백태 (S11 바닥판)
	
백태 (P11-2 교각)	박락 보수 (P13-1 교각)
	
잡철근 노출 (P17-2 교각)	파손 (S21 보)

2) 손상원인 및 대책

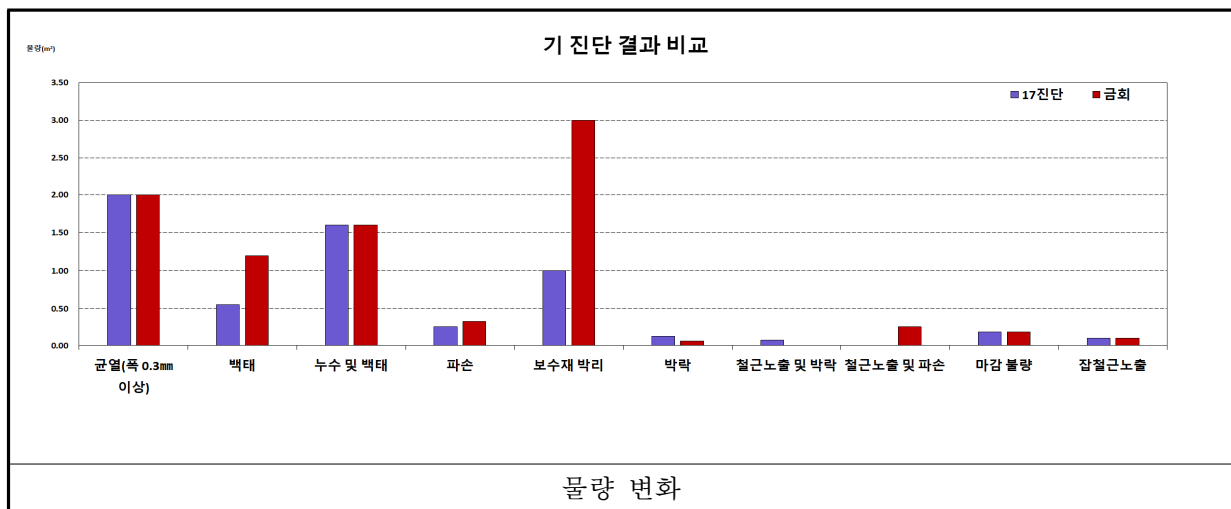
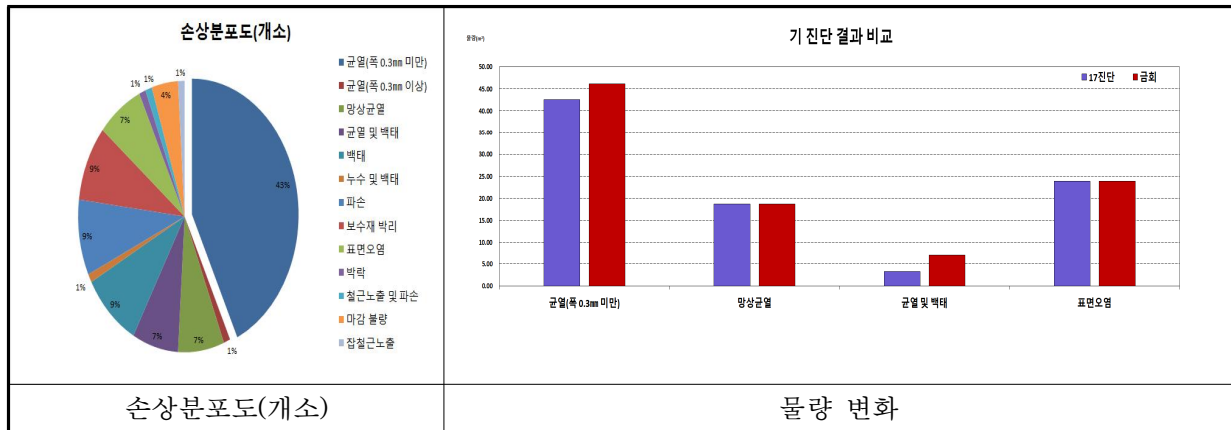
- 당산역하부에서 발생한 균열은 일부 백태를 동반한 것으로 조사되었으며, 발생양상을 보았을 때 균열은 시공초기 건조수축, 백태는 균열부 수분접촉이 원인으로 판단된다. 금회 점검시 상세조사에 의한 일부구간 균열(폭 0.3mm 미만) 및 백태가 추가 발생한 것으로 확인되었다. 발생한 균열 및 백태는 구조적인 영향은 적으나 내구성 확보를 위해 균열 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태는 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다. 누수 및 백태, 표면오염은 신축이음부 하면에서 조사되었으며, 신축이음부 누수 및 외측부 우수접촉에 의한 손상으로 표면처리 및 신축이음 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 미보수된 손상부의 경우 2차 손상 예방 및 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 파손, 박락, 마감 불량, 잡철근노출 등의 단면손상은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 결함으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 당산역하부는 전체 중성화 표면처리 보수가 실시된 상태로 일부 보수 전 바탕처리 및 시공미흡에 의해 보수재 박리가 조사되었으며, 내구성 확보를 위해 보수재도포가 적절할 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 박락, 철근노출 및 박락의 경우 기 점검 이후 실시된 보수로 인해 손상물량이 감소하였으며, 균열(폭 0.3mm미만), 균열 및 백태, 백태, 파손, 보수재 박리, 철근노출 및 파손의 경우 금회 점검 시 상세조사에 의하여 손상물량이 증가하였다.

【표 II -6.3.38】 전회 점검과 손상물량 비교(당산역하부)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3mm 미만)	m	42.60	38	46.10	43	▲ 3.50	
균열(폭 0.3mm 이상)	m	2.00	1	2.00	1	-	
망상균열	m ²	18.70	7	18.70	7	-	
균열 및 백태	m	3.20	3	7.20	7	▲ 4.00	
백태	m ²	0.55	7	1.20	9	▲ 0.65	
누수 및 백태	m ²	1.60	1	1.60	1	-	
파손	m ²	0.25	8	0.32	9	▲ 0.07	
보수재 박리	m ²	1.00	8	3.00	9	▲ 2.00	
표면오염	m ²	23.91	7	23.91	7	-	
박락	m ²	0.12	2	0.06	1	▽ 0.06	
철근노출 및 박락	m ²	0.07	2	-	-	▽ 0.07	보수
철근노출 및 파손	m ²	-	-	0.25	1	▲ 0.25	
마감 불량	m ²	0.18	4	0.18	4	-	
잡철근노출	m ²	0.10	1	0.10	1	-	



【그림 II -6.3.26】 손상분포도

3.2.10 외관조사 결과 요약

가. 손상물량표

외관조사 결과에 따른 손상물량은 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.39】 손상물량 총괄표

부재		손상내용				조치방안	비고
		손상명	개소	물량	단위		
바닥판	상면	파손	4	0.62	m ²	자갈막이 재시공	
		철근노출 및 파손	2	1.20	m ²	자갈막이 재시공	
		채수	15	98.00	m ²	경사조정	
	하면	균열(폭 0.3mm 미만)	17	16.90	m ²	표면처리	
		균열(폭 0.3mm 이상)	1	1.00	m	주입보수	
		망상균열	2	15.64	m ²	표면처리	
		재료분리	5	2.72	m ²	단면보수	
		파손	1	0.04	m ²	단면보수	
		철근노출 및 박락, 파손	13	1.07	m ²	방청 및 단면보수	
		보수재 박리	13	4.70	m ²	보수재도포	
		표면오염	17	50.79	m ²	유지관리	
		거푸집 미제거	1	0.09	m ²	거푸집 제거	
		균열(폭 0.3mm 미만)	45	42.05	m ²	표면처리	
		망상균열	3	5.20	m ²	표면처리	
		백태	4	3.14	m ²	표면처리	
거더	PSC	재료분리	16	2.88	m ²	단면보수	
		파손	6	0.18	m ²	단면보수	
		철근노출 및 박락	5	0.05	m ²	방청 및 단면보수	
		보수재 박리	60	34.66	m ²	보수재도포	
		표면오염	34	347.70	m ²	유지관리	
		조류배설물 퇴적	10	5.13	m ²	표면처리	
		거푸집 미제거	1	0.15	m ²	거푸집 제거	
		단차	1	1.00	EA	유지관리	
	STB 외부	도장박리	25	332.63	m ²	도장보수	
		조류배설물 퇴적	3	6.80	m ²	청소	
	STB 내부	부식	5	0.76	m ²	도장보수	
		도장박리	5	1.10	m ²	도장보수	
		용접불량	8	2.65	m ²	유지관리	
		리벳 누락	2	2.00	EA	리벳 재채결	
		개구부 마감불량	5	4.00	m	유지관리	
		스켈럽 불량	47	47.00	EA	유지관리	
		실링 미처리	15	15.00	EA	메공처리	
		채수	3	6.12	m ²	유지관리	
		표면오염	15	21.38	m ²	유지관리	
		조류배설물 퇴적	7	7.73	m ²	청소	
가로보		재료분리	29	4.27	m ²	단면보수	
		철근노출 및 재료분리	3	0.19	m ²	방청 및 단면보수	
		보수재 박리	5	0.44	m ²	보수재도포	
		거푸집 미제거	1	0.10	m ²	거푸집 제거	
		도장박리	1	0.36	m ²	도장보수	
		리벳 채결불량	1	1.00	EA	유지관리	

【표 II -6.3.40】 손상물량 총괄표(계속)

부재	손상내용				조치방안	비고
	손상명	개소	물량	단위		
하부구조 (교대 및 교각)	균열(폭 0.3mm 미만)	320	339.30	m	표면처리	
	균열(폭 0.3mm 이상)	18	20.00	m	주입보수	
	균열 및 백태(0.3mm 미만)	13	14.80	m	표면처리	
	균열 및 백태(0.3mm 이상)	2	5.00	m	주입보수	
	망상균열 및 백태	46	34.20	m ²	표면처리	
	파손, 박락, 굽힘	3	0.37	m ²	단면보수	
	몰탈 파손	1	0.03	m ²	단면보수	
	들뜸	1	0.20	m ²	단면보수	
	철근노출 및 박락	1	0.14	m ²	방청 및 단면보수	
	보수재 박리	47	75.73	m ²	보수재도포	
	철관보강부 들뜸	7	1.74	m ²	유지관리	
	자갈 낙석	1	5.00	m ²	청소	
	체수	4	17.30	m ²	유지관리	
	그을음	2	1.05	m ²	표면처리	
	표면오염	7	41.45	m ²	유지관리	
	재균열(폭 0.3mm 미만)	1	4.00	m	표면처리	
	철관보강부 부식	2	1.20	m ²	재도장	
교량받침	부식	50	12.50	m ²	도장보수	
	도장박리	4	1.00	m ²	도장보수	
	편기	10	10.00	EA	유지관리	
	받침몰탈 균열(폭 0.3mm 미만)	8	2.40	m	표면처리	
신축이음	차수판 파손	2	2.00	EA	차수판 재설치	
	차수판 미설치	9	9.00	EA	차수판 재설치	
	차수판 탈락	1	1.00	EA	차수판 재설치	
배수시설	배수관 지지대 탈락	3	3.00	EA	이음부 재설치	
방음벽	균열(폭 0.3mm 미만)	90	65.05	m	표면처리	
	균열(폭 0.3mm 이상)	12	8.80	m	주입보수	
	균열 및 백태(0.3mm 미만)	75	46.35	m	표면처리	
	균열 및 백태(0.3mm 이상)	5	4.30	m	주입보수	
	망상균열	7	2.55	m ²	표면처리	
	파손, 박리, 박락	47	38.53	m ²	단면보수	
	들뜸	12	1.65	m ²	단면보수	
	재료분리	3	0.24	m ²	단면보수	
	보수재 박리	3	0.19	m ²	보수재도포	
	철근노출 및 박락	36	0.83	m ²	방청 및 단면보수	
	철관보강부 들뜸	9	2.16	m ²	유지관리	
	거푸집 미제거	3	1.30	m	거푸집 제거	
	부식	6	0.93	m ²	도장보수	
	흡음판 변형	3	0.86	m ²	유지관리	
	식생	1	20.00	m ²	청소	

【표 II -6.3.41】 손상물량 총괄표(계속)

부재	손상내용				조치방안	비고
	손상명	개소	물량	단위		
당산역 하부	균열(폭0.3mm미만)	43	46.10	m	표면처리	
	균열(폭0.3mm이상)	1	2.00	m	주입보수	
	균열 및 백태(0.3mm 미만)	7	7.20	m	표면처리	
	망상균열	7	18.70	m ²	표면처리	
	백태	9	1.20	m ²	표면처리	
	누수 및 백태	1	1.60	m ²	표면처리	
	파손, 박락	10	0.38	m ²	단면보수	
	보수재 박리	9	3.00	m ²	보수재도포	
	잡철근노출	1	0.10	m ²	단면보수	
	마감불량	4	0.18	m ²	단면보수	
	철근노출 및 파손	1	0.25	m ²	방청 및 단면보수	
	표면오염	7	23.91	m ²	유지관리	

나. 외관조사 결과 요약

영등포구청~당산역 구간의 부재별 외관조사 결과는 다음 표와 같다.

【표 II -6.3.42】 외관조사 결과 요약

부재	외관조사 결과
바닥판	- 바닥판 상면의 외관조사 결과 파손, 철근노출 및 파손, 체수 등의 손상이 조사되었다. 파손, 철근노출 및 파손은 자갈막이에서 발생하였으며, 기 점검 이후 철근노출 및 파손의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 바닥판 상면에 발생한 손상부의 경우 콘크리트 내구성 저하 방지를 위해 철근노출 및 파손부는 단면보수, 체수는 경사 조정이 필요할 것으로 판단된다. - 바닥판 하면의 외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 재료분리, 파손, 박락, 철근노출, 보수재 박리, 표면오염, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다. 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 현재 구조물에 발생한 손상의 경우 구조적인 손상은 없는 상태이나, 콘크리트 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm 미만 균열부는 표면처리, 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 철근노출 및 단면손상부는 방청 및 단면보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 기 점검시 조사된 손상의 경우 급회 점검시 손상의 진전은 발생되지 않은 것으로 확인되었으며, 발생한 손상의 경우 제시된 공법에 의한 보수를 시행한다면 구조물의 사용성에 문제는 없을 것으로 판단된다.

【표 II -6.3.43】 외관조사 결과 요약

부재	외관조사 결과
거더	• PSC 거더의 외관조사 결과, 균열(폭 0.3mm 미만), 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 표면오염, 조류배설물 퇴적, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다. 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 발생한 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 균열 및 백태부 표면처리, 철근노출 및 단면손상부는 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. • P5지점 내선측 S5와 S6에서 약 40mm의 단차가 조사되었으나 구조물의 구조적인 문제는 아닌 것으로 판단되며, 기 점검과 비교분석 결과 손상의 진전은 발생되지 않은 것으로 확인되었다. 해당 손상부의 경우 교량받침 재설치를 통한 단차 해소가 필요할 것으로 판단된다. • STB 거더의 외관조사 결과 부식, 도장박리, 용접불량, 리벳 누락, 개구부 마감불량, 스캘럽 불량, 실링 미처리, 체수, 표면오염, 조류배설물 퇴적 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검 이후 일부구간 공용기간 증가에 의한 도장박리가 추가 발생한 것으로 확인되었다. 발생한 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 부식 및 도장박리부는 도장보수, 리벳누락부는 재체결이, 실링 미처리부는 실링처리 필요하고, 그 외 손상은 2차 손상 및 진행성이 발생되지 않고 손상규모가 경미하므로 주의 관찰이 바람직할 것으로 판단된다.
가로보	• 2차 부재인 가로보의 외관조사 결과 재료분리, 철근노출 및 재료분리, 보수재 박리, 도장박리, 리벳 체결불량 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 미보수된 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 철근노출 및 재료분리부는 단면보수, 도장박리부는 도장보수, 보수재박리부는 보수재도포, 리벳 체결불량부는 리벳 재체결이 필요할 것으로 판단된다.
하부구조 (교대,교각)	• 교대 및 교각의 외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 백태, 파손, 박락, 재료분리, 철근노출, 철판보강부 들뜸 및 부식, 보수재 박리, 자갈 낙석, 굽힘 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 금회 점검 결과, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 추가 손상이 발생한 것으로 확인되었으며, 하부구조에 발생한 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태부는 표면처리, 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 철근노출 및 단면손상부는 단면보수, 보수재 박리부는 보수재도포, 자갈 낙석부는 청소가 바람직할 것으로 판단된다. • 교각의 P14 코핑부 하면 강판보강부의 경우 기 점검 시 연결너트 탈락, 볼트 파단 및 강판 들뜸이 조사되었으며, 발주처에 보고 후 긴급 조치를 실시한 것으로 확인되었다. 현재 강판보강부의 경우 다수의 굽힘이 조사되었으며, 구조적인 문제로 인한 손상은 아니며, 높이가 높은 차량통과 시 강판보강에 설치된 너트 및 볼트의 외부충격으로 인한 손상으로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.

【표 II -6.3.44】 외관조사 결과 요약(계속)

부재	외관조사 결과
교량받침	• 교량받침의 외관조사 결과, 교량받침은 본체 부식, 도장박리, 편기, 받침물탈 균열이 조사되었다. 금회 점검시 추가 발생된 것으로 확인된 받침물탈 균열의 경우 공용기간 증가, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침에 발생한 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 부식 및 도장박리는 도장보수, 받침물탈 균열의 경우 표면처리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. • 교량받침 편기는 전동차 통과 시 횡하중 및 교각의 강성 등에 의한 비진행성 손상으로 편기 발생으로 인한 열차 운행 중 안전에는 문제가 없을 것으로 보이나, 향후 금회 조사된 편기 상태를 기초로 지속적인 주의관찰을 통한 이상 발생 시 교체 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	• 신축이음의 외관조사 결과 차수판 미설치 및 파손, 탈락이 조사되었으며, 우수침투로 인한 교량받침 부식 및 누수 등의 2차 손상 방지를 위해 차수판 재설치가 바람직할 것으로 판단된다. 신축이음 유간거리 측정결과 A2지점 신축이음 측정 유간거리가 부족한 것으로 측정되었다. 신축이음부 콘크리트는 특별한 손상 없이 양호한 상태로 지속적인 관리·관찰을 통한 이상발생 시 유간확보에 대한 대책이 필요할 것으로 판단되며, 그 외 A2를 제외간 전 개소에서 온도변화에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되어 신축이음 기능발휘에 문제가 없는 상태로 분석되었다.
배수시설	• 배수시설의 외관조사 결과 배수관 지지대 탈락이 조사되었으며, 배수기능 확보를 위해 배수관 지지대 재설치가 필요할 것으로 판단된다.
방음벽	• 방음벽의 외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 백태, 파손 및 박락, 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 들뜸, 거푸집 미제거, 부식, 흡음판 변형, 식생 등의 손상이 조사되었다. 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 추가 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 발생한 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태는 표면처리, 폭 0.3mm 이상 균열부는 주입보수, 철근노출 및 단면손상부는 단면보수, 보수재 박리부는 보수재도포, 거푸집 미제거부는 거푸집 제거를 시행하고, 흡음판 변형은 현재 자갈 도상에서 콘크리트 도상으로 교체되었고 기능발휘에는 문제가 없으므로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.
당산역 하부	• 당산역하부의 외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 누수 및 백태, 파손, 박락, 보수재 박리, 철근노출, 마감 불량, 표면오염 등의 손상이 조사되었다. 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호하다. 기 점검 이후 일부구간 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 추가 손상이 발생한 상태이며, 구조물에 발생한 손상부의 경우 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태는 표면처리, 폭 0.3mm 이상 균열부는 주입보수, 철근노출 및 단면손상부는 단면보수, 보수재 박리부는 보수재도포가 적절할 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, 2019.1)”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 -6.3.45】 재료시험 기준수량 및 실시수량

구 분	세부지침 기준수량		기준수량	실시수량	비고
	상부구조	하부구조			
반발경도시험	●50m마다	●50m마다	●상부구조 (PSC구간) = 410m/50 = 9개소 ●상부구조(SBG) = 120m/50 = 3개소 ●하부구조 = 530m/50 = 12개소	상부 : 12개소 하부 : 12개소	
탄산화 깊이 측정	●5경간 이상 : 3~6개소 (상부구조에서 최소 2개소 이상)		●3~6개소	상부 : 4개소 하부 : 6개소	

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

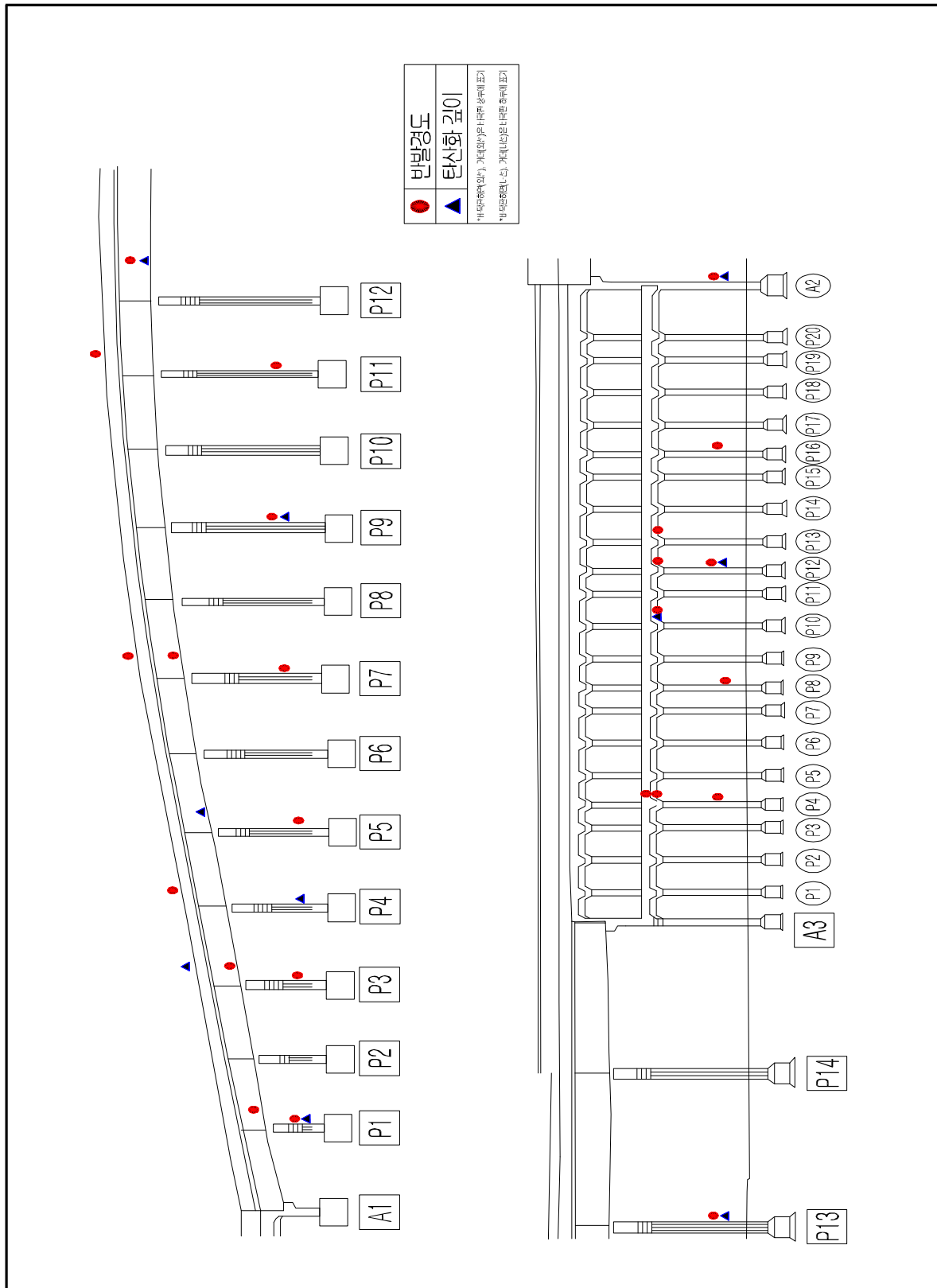
나. 재료시험 현황

	
반발경도시험 (하부구조-교각)	반발경도시험 (대림역하부-교각)
	
탄산화시험 (하부구조-교각)	탄산화시험 (하부구조-교각)
	
탄산화시험 (하부구조-교각)	탄산화시험 (하부구조-교각)
	
탄산화깊이측정 (대림역하부-교각)	탄산화깊이측정 (대림역하부-교각)

【그림 II -6.3.27】 재료시험 현황

다. 재료시험 위치도

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



【그림 II -6.3.28】 재료시험 위치도

3.3.2 콘크리트 재료시험

가. 반발경도시험

1) 개요

고가 구간과 정거장의 반발경도 시험은 테스트 앤빌을 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 -6.3.29】 반발경도 시험 전경

【표 II -6.3.46】 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, 2010. 12)	
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(한국시설안전기술공단, 2006. 12)	
※ 안전진단 기술자 교육 교량 및 터널(한국시설안전공단, 2016)	

2) 시험 결과

반발경도시험은 세부지침 기준에 따라 실시하였으며, 바닥판 3개소, 거더 4개소, 하부구조 7개소, 당산역 하부 10개소, 총 24개소에서 실시하였다.

반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과는 아래 표와 같다.

【표 II -6.3.47】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과(바닥판)

측 정 위 치		평균 치 (R)	타격 각도 (ϑ)	보정 치 (ΔR)	보정 경도 (Ro)	압축강도 Fc (MPa)		재령 계수 (α)	보정압축강도 Fc (MPa)			설계 기준 강도
						식1	식2		식1	식2	평균	
바닥판	S04 내선	46.5	90 °	-3.4	43.1	36.8	40.6	0.63	23.2	25.6	24.4	24.0
	S08 외선	46.4	90 °	-3.4	43.0	36.6	40.6	0.63	23.1	25.6	24.3	24.0
	S13 내선	46.9	90 °	-3.4	43.5	37.3	41.0	0.63	23.5	25.8	24.6	24.0

【표 II -6.3.48】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과(거더)

측 정 위 치		평균 치 (R)	타격 각도 (ϑ)	보정 치 (ΔR)	보정 경도 (Ro)	압축강도 Fc (MPa)		재령 계수 (α)	보정압축강도 Fc (MPa)			설계 기준 강도
						식3	식4		식3	식4	평균	
거더	S02(내선)-G3	43.2	0 °	0.0	43.2	60.6	53.2	0.63	38.2	33.5	35.9	35.0
	S06(외선)-G3	42.9	0 °	0.0	42.9	59.9	52.8	0.63	37.8	33.2	35.5	35.0
	S08(내선)-G3	42.8	0 °	0.0	42.8	59.8	52.7	0.63	37.7	33.2	35.4	35.0
	S12(외선)-G3	43.5	0 °	0.0	43.5	61.4	53.7	0.63	38.7	33.9	36.3	35.0

【표 II -6.3.49】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과(하부구조)

측 정 위 치		평균 치 (R)	타격 각도 (ϑ)	보정 치 (ΔR)	보정 경도 (Ro)	압축강도 Fc (MPa)		재령 계수 (α)	보정압축강도 Fc (MPa)			설계 기준 강도
						식1	식2		식1	식2	평균	
하부 구조	P01 코핑	45.2	0 °	0.0	45.2	39.3	42.1	0.63	24.8	26.5	25.7	21.0
	P03 코핑	41.3	0 °	0.0	41.3	34.4	39.3	0.63	21.7	24.8	23.2	21.0
	P05 기둥	43.3	0 °	0.0	43.3	36.9	40.7	0.63	23.3	25.7	24.5	21.0
	P07 기둥	43.4	0 °	0.0	43.4	37.1	40.8	0.63	23.4	25.7	24.6	21.0
	P09 기둥	41.3	0 °	0.0	41.3	34.4	39.3	0.63	21.7	24.8	23.2	21.0
	P11 기둥	42.0	0 °	0.0	42.0	35.3	39.8	0.63	22.3	25.1	23.7	21.0
	P13 코핑	45.9	0 °	0.0	45.9	40.2	42.6	0.63	25.3	26.8	26.1	21.0

【표 II -6.3.50】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과(당산역 하부)

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	
바닥판	S04 내선	46.1	0°	0.0	46.1	40.5	42.8	0.00	25.5	27.0	26.2	24.0
	S11 내선	47.2	0°	0.0	47.2	41.9	43.5	0.63	26.4	27.4	26.9	24.0
	S14 내선	47.1	0°	0.0	47.1	41.8	43.5	0.63	26.3	27.4	26.9	24.0
보	S05 외선	47.8	0°	0.0	47.8	42.6	44.0	0.63	26.9	27.7	27.3	24.0
	S13 내선	46.8	0°	0.0	46.8	41.4	43.2	0.63	26.1	27.2	26.7	24.0
교대	A2	45.3	0°	0.0	45.3	39.5	42.2	0.63	24.9	26.6	25.7	24.0
기둥	P4	45.0	0°	0.0	45.0	39.1	42.0	0.63	24.6	26.4	25.5	24.0
	P8	44.1	0°	0.0	44.1	38.0	41.3	0.63	23.9	26.0	25.0	24.0
	P12	43.6	0°	0.0	43.6	37.3	41.0	0.63	23.5	25.8	24.7	24.0
	P15	45.0	0°	0.0	45.0	39.1	42.0	0.63	24.6	26.4	25.5	24.0

3) 시험결과 분석

반발경도시험에 의한 콘크리트 강도를 추정한 결과, 바닥판 24.3~24.6MPa, 거더 35.4~36.3MPa, 하부구조 23.2~26.1MPa, 당산역하부 24.7~27.3MPa로 나타나 전 개소에서 설계기준강도(바닥판 : 21, 24MPa, 당산역하부 : 24.0MPa, 하부구조 : 21.0MPa, 거더 : 35.0MPa)를 상회하는 상태로 평가되었다.

4) 전회 점검 결과와의 비교

전회 정밀안전진단(2018년)과 금회 측정한 반발경도시험에 의한 추정 압축강도 측정값을 비교·분석한 결과, 측정위치에 따라 다소 차이는 발생하고 있으나 설계기준강도 이상으로 측정되어 양호한 상태이며, 강도저하는 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 II -6.3.51】 전회(2018년) 점검 결과와의 비교·분석(반발경도시험)

구분	부재	반발경도 시험 결과(MPa)		설계기준강도 (MPa)	비고
		전회 진단(2018년)	금회 점검(2019년)		
상부구조	바닥판	25.3 ~ 34.9	24.3 ~ 24.6	21.0, 24.0	
	거더	36.0 ~ 50.3	35.4 ~ 36.3	35.0	
하부구조	교각	22.9 ~ 26.4	23.2 ~ 26.1	21.0	
당산역 하부	바닥판	29.9 ~ 33.6	26.2 ~ 26.9	24.0	
	거더	29.1 ~ 31.7	26.7 ~ 27.3		
	교대·교각	29.2 ~ 33.8	24.7 ~ 25.7		

나. 탄산화 깊이 측정

1) 개요

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



【그림 II-6.3.30】 탄산화 깊이 측정 절차

2) 탄산화 깊이 측정 결과

반발경도시험은 세부지침 기준에 따라 실시하였으며, 바닥판 2개소, 거더 1개소, 하부 구조 4개소, 당산역 하부 3개소, 총 10개소에서 실시하였다.

탄산화 깊이 측정 결과는 아래 표와 같다.

【표 II-6.3.52】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험 위치			탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화속도 계수(A)	잔존수명 예측(년)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	비고
바닥판	S04 외선		3.5	35.0	0.59	∞	31.5	a	
	S13 내선		4.5	36.0	0.76	∞	31.5	a	
거더	S06(내선)-G3		4.5	46.0	0.76	∞	41.5	a	
하부 구조	P01		7.5	60.0	1.27	∞	52.5	a	
	P04		5.0	65.0	0.85	∞	60.0	a	
	P09		7.0	65.0	1.18	∞	58.0	a	
	P13		6.5	70.0	1.10	∞	63.5	a	
당산역 하부	바닥판	S11	4.0	36.0	0.68	∞	32.0	a	
	하부	A2	5.5	41.0	0.93	∞	35.5	a	
	구조	P12	6.0	43.0	1.01	∞	37.0	a	

※ 측정된 잔존수명이 100년 이상일 경우 “∞” 로 표기

3) 시험결과 분석

탄산화 깊이 측정을 수행한 결과, 바닥판의 탄산화 측정 깊이는 3.5mm~4.5mm, 잔여깊이는 31.5mm, 거더의 탄산화 측정 깊이는 4.5mm, 잔여깊이는 41.5mm, 하부구조의 탄산화 측정깊이는 5.0mm~7.5mm, 잔여깊이는 52.5mm~63.5mm, 당산역 하부의 탄산화 측정 깊이는 4.0mm~6.0mm, 잔여깊이는 32.0mm~37.0mm로 분석되었다.

4) 전회 점검 결과와의 비교

전회(2018년 진단) 점검 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.

【표 II -6.3.53】 전회(2018년) 점검 결과와의 비교·분석(탄산화 깊이 측정)

구분	부재	전회 진단(2018년)		금회 점검(2019년)		비고
		탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	
상부구조	바닥판	3.3 ~ 4.2	30.8 ~ 31.7	3.5 ~ 4.5	31.5	
	거 더	2.9 ~ 4.6	31.1 ~ 52.4	4.5	41.5	
하부구조	교 각	4.0 ~ 7.4	33.0 ~ 88.7	5.0 ~ 7.5	52.5 ~ 63.5	
당산역 하부	바닥판	3.6 ~ 3.8	31.2 ~ 32.4	4.0	32.0	
	거 더	2.5	30.5	-	-	
	교 각	2.5 ~ 5.8	30.5 ~ 38.2	5.5 ~ 6.0	35.5 ~ 37.0	

3.3.3 재료시험 결과 요약

【표 II -6.3.54】 재료시험 결과 요약

시험명		시험부위	시험결과	평가
콘크리트 강도시험	반발 경도 시험	상부구조	●바닥판 설계기준강도(21, 24MPa)의 101.3~102.7%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음 ●거더의 설계기준강도(35.0MPa)의 101.3~103.7%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
		하부구조	●교대 및 교각 설계기준강도(21.0MPa)의 110.5~124.2%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
		당산역하부	●당산역하부 설계기준강도(24.0MPa)의 102.7~129.9%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
탄산화깊이측정			●철근까지의 잔여깊이가 31.5mm~63.5mm로 상태평가 기준 “a” (30mm 이상)로 평가됨	부식발생 우려 없음