

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. 당산~합정 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

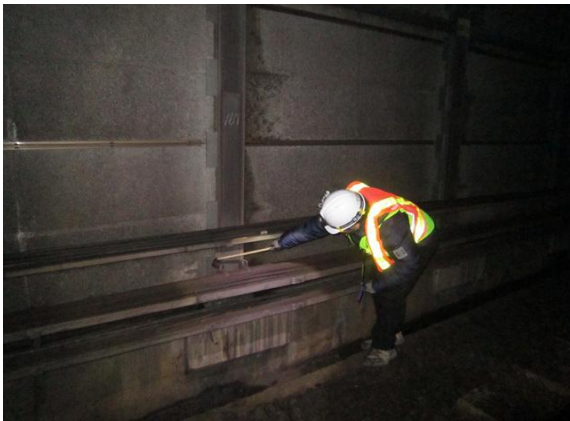
3.1.1 현장조사 및 수행현황

가. 현장조사 수행현황

조사일자	조사내용	조사방법	비고
현장답사	외관조사 계획수립	도보	
2019. 11. 26 ~ 2019. 12. 18	외관조사	도보, 고소점검차	
2019. 11. 26 ~ 2019. 12. 18	내구성조사	도보, 고소점검차	
2019. 12. 18	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.

상부 외관조사	하부 외관조사
	

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

3.2 외관조사

3.2.1 바닥판

바닥판의 경간구성은 RC 중공슬래브(9경간, L=120.0m)구조로 시공되었다.

바닥판의 총 폭은 10.0m로 상부는 자갈 도상 및 레일이 부설되어 있으며 양단에는 혼합형(흡음+투명) 방음벽이 상부가 덮혀 있는 반구형 형식으로 시공된 상태이다.



【그림 II-7.3.1】 바닥판 현황 및 조사 전경

가. 바닥판 상면

1) 외관조사 결과

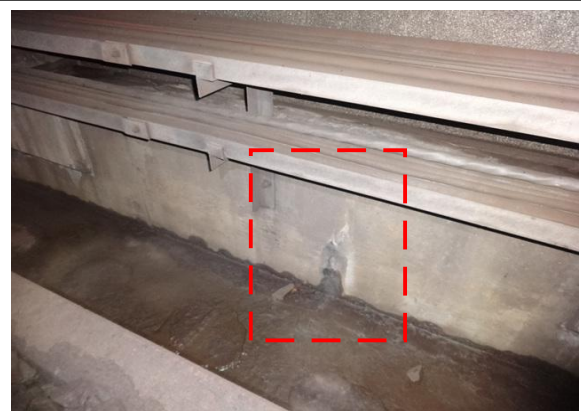
외관조사 결과 자갈막이 파손, 백태, 균열(폭 0.3mm미만), 박리 등이 조사되었고, 그 외에는 손상이 없는 양호한 상태이며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II-7.3.1】 바닥판 상면 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
바닥판 상면	S25	- 자갈막이 파손 : 0.10㎡/1개소	RCH
	S26	- 상태양호	
	S27	- 백태 0.02㎡/1개소	
	S28	- 상태양호	
	S29	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.2㎡/1개소	
	S30	- 상태양호	
	S31	- 박리 0.05㎡/1개소	
	S32	- 상태양호	
	S33	- 상태양호	



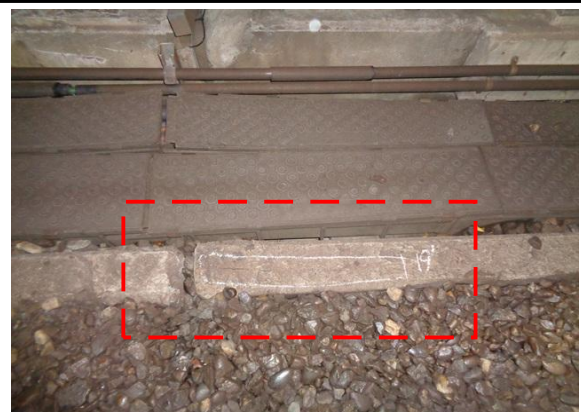
자갈막이 콘크리트 파손 (S25-외선)



백태 (S27-내선)



자갈막이 균열(폭 0.3mm미만) (S29-외선)



자갈막이 박리 (S31-외선)

2) 손상원인 및 대책

- 관찰된 균열손상은 주로 자갈막이 콘크리트에서 조사되었으며, 발생원인은 시공초기 건조수축 및 공용 중 열차진동 등에 의한 것으로 판단된다. 다만 균열의 추가 진행성

은 없는 것으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다.

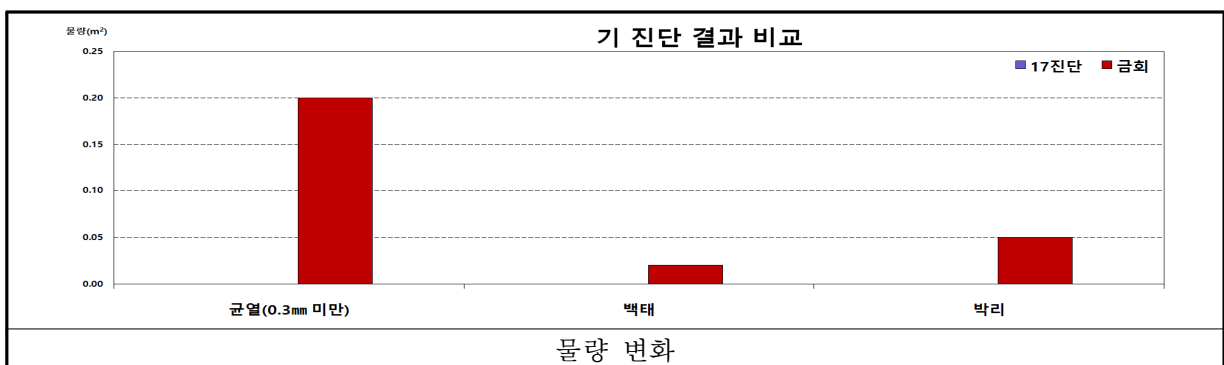
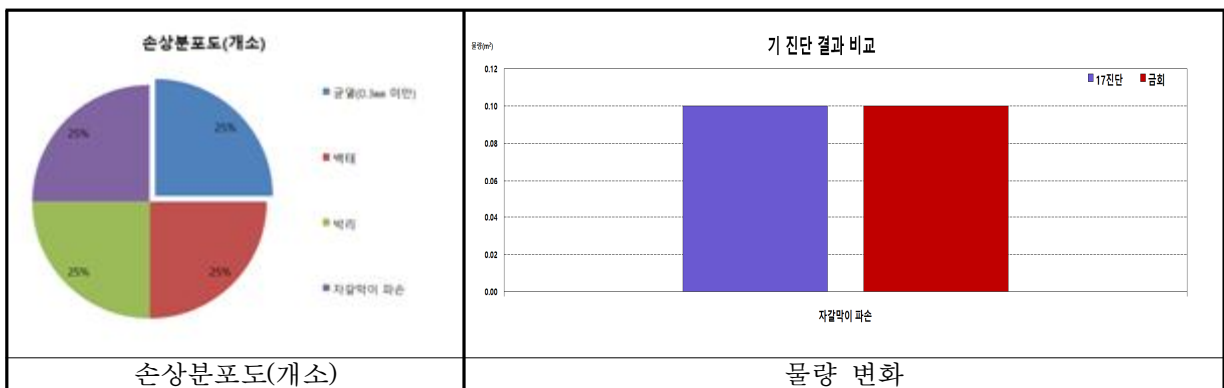
- 일부 자갈막이 콘크리트 박리 등이 조사되었으나, 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 다만 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 자갈막이 설치불량은 자갈의 유출, 낙석 등 안전사고의 요인이 될 수 있으므로 해당 구간에 대해 주의관찰을 실시하고, 필요시 보완조치가 필요하다.
- 조사된 자갈침하의 발생원인으로는 종방향으로 위치한 배수관, 종방향 시공이음부 거동(진동)에 의한 자갈층의 압밀 등에 의한 것으로 판단된다. 원활한 배수를 위해 각 구간 방향 배수관 내의 자갈을 제거해야할 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년 진단) 점검과 비교·검토 결과 자갈막이 파손, 백태, 박리 등의 손상이 추가적으로 조사되었다.

【표 II-7.3.2】 전회 점검과 손상물량 비교(바닥판 상면)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 진단(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(0.3 mm 미만)	m	-	-	0.20	1	▲ 0.20	
백태	m ²	-	-	0.02	1	▲ 0.02	
박리	m ²	-	-	0.05	1	▲ 0.05	
자갈막이 파손	m ²	0.10	1	0.10	1	-	



【그림 II-7.3.2】 손상분포도

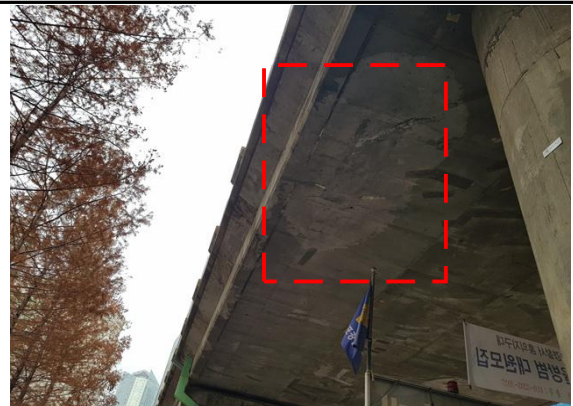
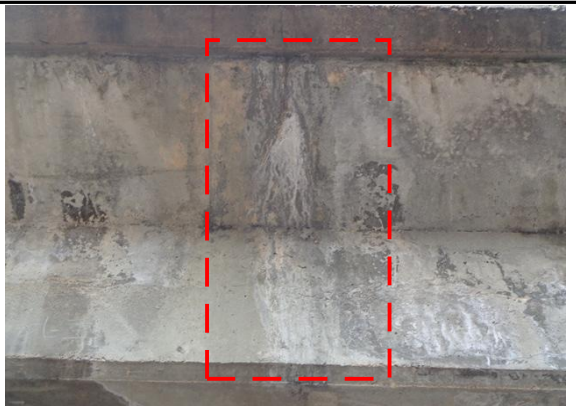
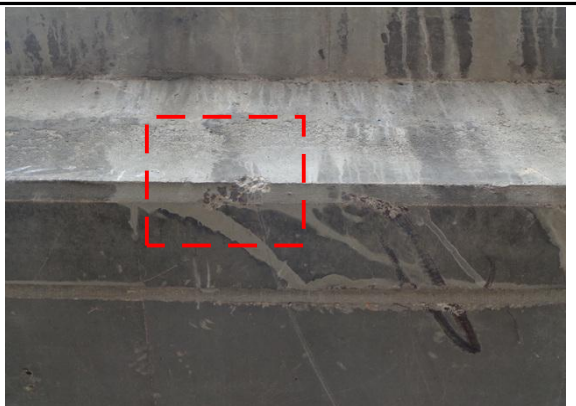
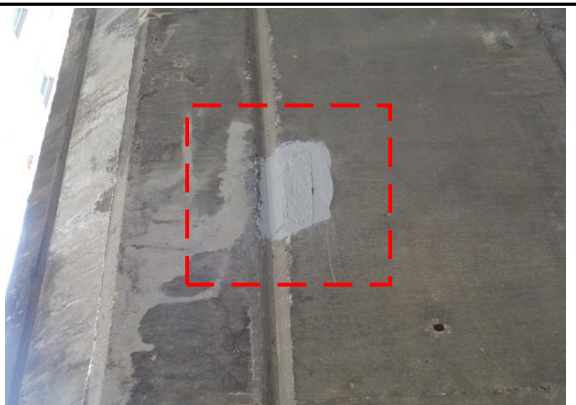
나. 바닥판 하면

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 균열(0.3mm 미만), 망상균열, 백태, 파손, 박락, 박리, 재료분리, 거푸집 미제거, 방조망 탈락, 보수불량, 공동 등의 손상이 조사되었고, 철근노출의 손상은 보수된 것으로 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II-7.3.3】 바닥판 하면 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비고
바닥판 하면	S25	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 11.50m/9개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 6.0m/1개소 - 균열 및 백태(0.3mm 이상) : 1.00㎡/1개소 - 물끓기흙 거푸집미제거 : 0.10㎡/1개소	망상균열 : 55.13㎡/9개소 표면오염 : 28.00㎡/4개소
	S26	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 16.00m/21개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.40m/3개소 - 물끓기흙 거푸집미제거 : 0.28㎡/3개소	망상균열 : 53.74㎡/7개소 표면오염 : 28.00㎡/4개소 거푸집 미제거 : 0.15㎡/1개소
	S27	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 5.90m/6개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.50m/2개소 - 물끓기흙 거푸집미제거 : 0.35㎡/1개소	망상균열 : 48.30㎡/6개소 표면오염 : 28.80㎡/6개소
	S28	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.34m/3개소 - 물끓기흙 거푸집 미제거 : 0.26㎡/1개소	표면오염 : 34.00㎡/5개소
	S29	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.50m/1개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.50m/3개소 - 물끓기흙 거푸집미제거 : 0.20㎡/1개소	표면오염 : 28.00㎡/4개소
	S30	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 13.80m/23개소 - 물끓기흙 거푸집 미제거 : 0.05㎡/1개소	표면오염 : 28.00㎡/4개소
	S31	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.60m/3개소 - 철근노출 및 박락 : 0.01㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.01㎡/1개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.50m/1개소	파손 : 0.02㎡/1개소 표면오염 : 36.10㎡/8개소
	S32	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 33.60m/32개소 - 철근노출 및 박락 : 0.02㎡/2개소 - 철근노출 및 박락 : 0.02㎡/2개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 1.60m/4개소	망상균열 : 18.20㎡/5개소 표면오염 : 28.00㎡/4개소 식생 : 5.78㎡/2개소
	S33	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 19.35m/23개소 - 균열 및 백태(0.3mm 미만) : 0.50m/1개소	망상균열 : 27.16㎡/11개소 표면오염 : 28.00㎡/4개소

	
폭 0.1mm 망상균열 (S25)	균열 및 백태 (S25)
	
표면오염 (S25)	균열 및 백태 (S31)
	
폭 0.2mm 균열 (S32)	파손 (S31)
	
식생 (S32)	잡철노출 보수부 (S32)

2) 손상원인 및 대책

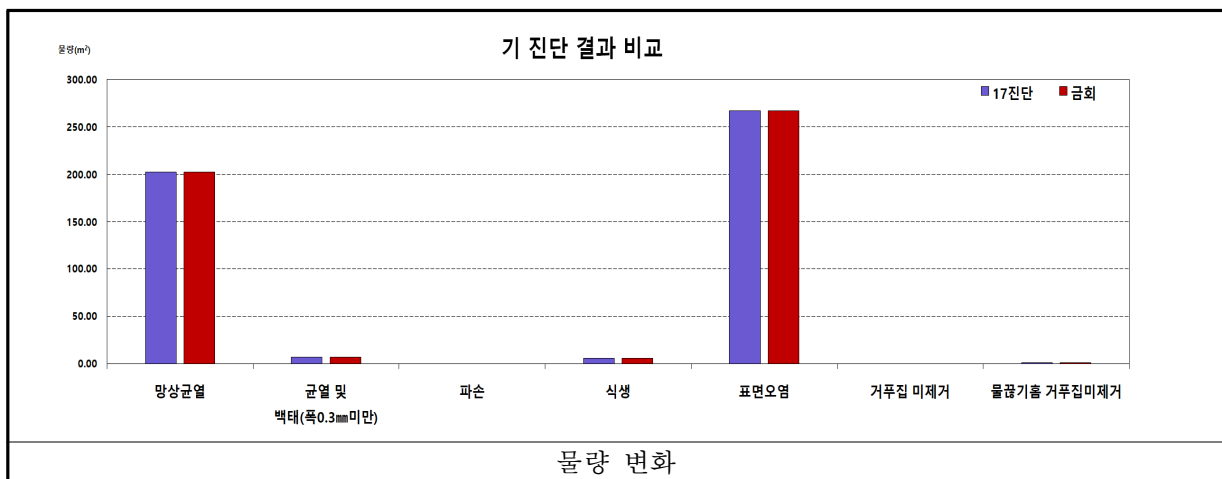
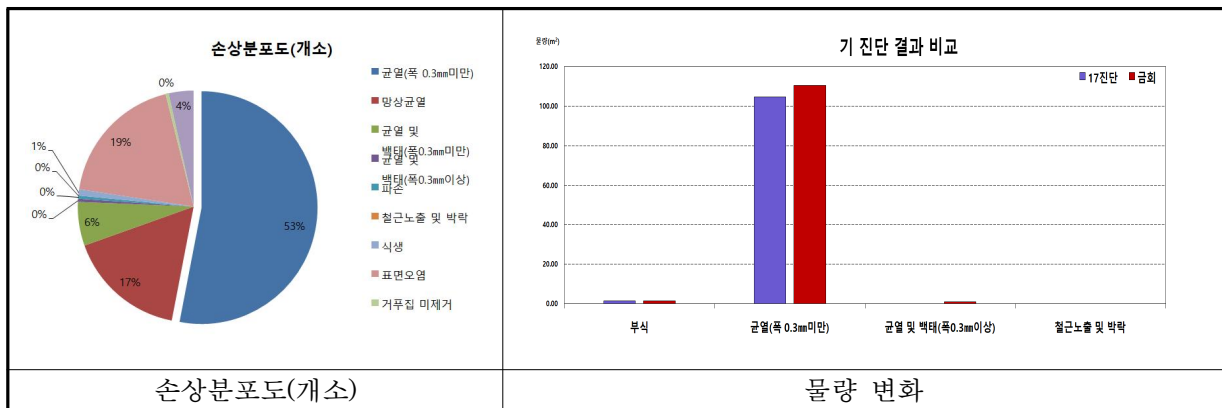
- 균열(폭 0.3mm 미만)은 시공초기 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 표면처리가 적절한 것으로 판단된다.
- 망상균열은 주로 S25~S27 바닥판 하면에 발생된 상태로 균열 폭은 0.3mm미만(0.1~0.2 mm)으로 넓은 면적에 조사된 상태이나 타 구간과 하중 및 주변 환경 조건은 크게 다르지 않은 상태로 발생원인을 분석한 결과 시공 당시 거푸집 조기 탈형 의한 건조수축 등의 비구조적인 원인인 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리 등의 보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 파손은 외부충격에 의한 손상으로 손상규모가 작고 구조적인 안전성에 미치는 영향은 없으나 내구성 확보를 위해 단면보수를 시행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 표면오염은 외측 캔틸레버에서 조사되었으며, 물끓기흙 불량 등에 의한 우수 접촉이 원인으로 물끓기흙 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 거푸집 미제거는 바닥판 하면 및 캔틸레버 물끓기흙에서 조사되었으며, 시공 당시 제거되지 않고 방치된 것으로 물끓기흙 거푸집미제거 구간은 우수가 바닥판 하면으로 유입되어 콘크리트 표면오염을 유발하므로 손상진전 방지를 위하여 거푸집 제거가 필요할 것으로 판단된다.
- 식생은 공용중 발생한 결함으로 안전성에 미치는 영향은 없으나 미관 및 장기적인 내구성 확보를 위해 제거가 바람직할 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2012년) 진단과 비교·검토 결과 철근노출 및 박락은 전회와 동일한 상태이며, 균열(폭 0.1mm), 망상균열은 금회 진단 시 조사자의 판단에 의해 폭 0.1mm 이하 미세균열이 포함되었으며, 균열 및 백태, 파손, 식생, 표면오염, 거푸집 미제거 등은 공용증가 및 손상규모의 재조정 등 복합적인 요인에 의하여 손상물량이 증가하였고, 백태는 공용 중 보수가 완료되어 손상물량이 감소하였다.

【표 II-7.3.4】 전회 점검과 손상물량 비교(바닥판 하면)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3mm 미만)	m	104.59	121	110.59	122	▲ 6.00	
망상균열	m ²	202.53	38	202.53	38	-	
균열 및 백태(폭 0.3mm 미만)	m ²	7.00	14	7.00	14	-	
균열 및 백태(폭 0.3mm 이상)	m ²	-	-	1.00	1	▲ 1.00	
파손	m ²	0.02	1	0.02	1	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.03	3	-	-	▼ 0.03	
식생	m ²	5.78	2	5.78	2	-	
표면오염	m ²	266.90	43	266.90	43	-	
거푸집 미제거	m ²	0.15	1	0.15	1	-	
물끓기흙 거푸집미제거	m ²	1.24	8	1.24	8	-	



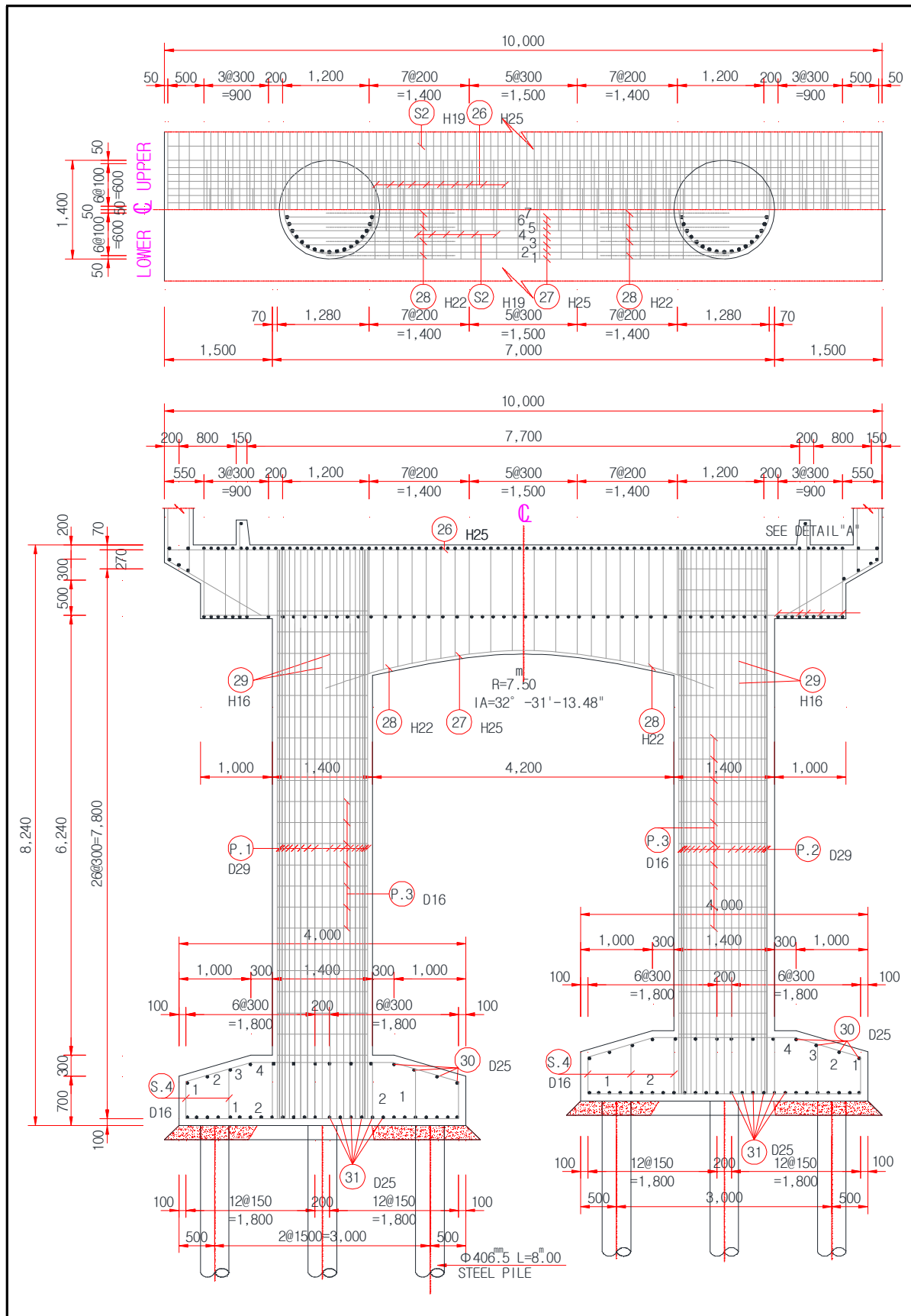
【그림 II-7.3.3】 바닥판하면 주요손상 현황

3.2.2 하부구조

본 구간의 하부구조는 門형 교각 9기, 역T형 교대 1기로 구성되어 있으며, 파일기초 10기로 시공되었다.

교각 전경 (지점부)	교각 전경 (연속부)
교대 전경	고소차를 이용한 조사 현황

【그림 II-7.3.4】 하부구조 현황



【그림 II-7.3.5】 연속부 교각 배근도

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 균열 및 백태, 파손, 박락, 철근노출, 잡철근노출, 체수, 표면오염 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II-7.3.5】 하부구조 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
하부 구조	P24	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 35.00m/20개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 7.50m/8개소 - 망상균열 : 11.50㎡/5개소 - 백태 : 0.06㎡/1개소 - 체수 : 1.88㎡/2개소	RCH
	P25	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 12.70m/11개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 0.70m/2개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 0.50m/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.25㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.25㎡/1개소 - 잡철근노출 : 0.08㎡/2개소 - 잡철근노출 : 0.08㎡/2개소	
	P26	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 3.50m/6개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.20m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.20m/1개소 - 박락 : 0.10㎡/1개소	
	P27	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 12.50m/12개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/1개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 3.00m/4개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 1.00m/1개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 1.80m/2개소 - 망상균열 : 1.00㎡/1개소 - 망상균열 : 1.00㎡/1개소 - 파손 : 0.07㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.26㎡/10개소 - 철근노출 및 박락 : 0.26㎡/10개소 - 표면오염 : 27.00㎡/2개소 - 표면오염 : 10.50㎡/개소 - 백태 : 0.50㎡/1개소	
	P28	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.10m/2개소 - 파손 : 0.06㎡/3개소	

【표 II-7.3.6】 하부구조 손상현황(계속)

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
하부 구조	P29	- 파손 : 0.01㎡/1개소	RCH
	P30	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 9.20m/14개소 - 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.50m/2개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 16.90m/20개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 13.90m/16개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 2.30m/3개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 0.50m/1개소 - 망상균열 : 2.00㎡/2개소 - 철근노출 및 박락 : 0.04㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 0.04㎡/1개소 - 표면오염 : 27.00㎡/2개소 - 표면오염 : 10.50㎡/개소	
	P31	- 상태양호	
	P32	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.60m/4개소	
	A2	- 균열(폭 0.3mm 이상) : 4.30m/3개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 7.90m/11개소 - 망상균열 및 백태 : 11.52㎡/3개소	



균열 및 백태 (P24)



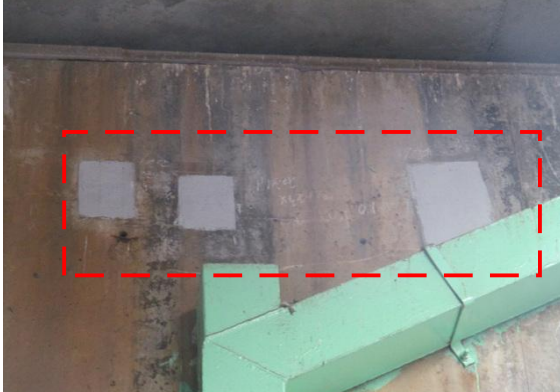
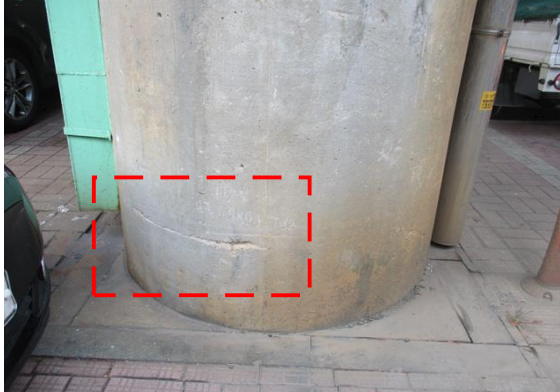
균열(Cw=0.3mm) 보수 (P25)



박락 (P26-0)



도장박리 (P27)

	
철근노출 보수 (P27)	파손 (P27)
	
균열 및 백태 (P27)	땅상균열 및 백태 (A2)

2) 손상원인 및 대책

- 균열(폭 0.1~0.3mm)은 교각 기둥 및 코핑부, 교대 구체에서 발생하였으며 건조수축 및 열차진동 등에 의한 손상으로 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.
- 잠철근노출은 시공당시 거푸집 간격유지용으로 사용한 잠철근이 삽입되어 있는 상태로 기둥부에서 발생되었으며, 내구성 확보 및 장기적인 유지관리를 위해 제거 후 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 표면오염은 신축부 교각 코핑부에서 조사되었으며, 신축이음부 누수에 의한 손상으로 현재 콘크리트 열화 등의 결함은 없으나 추가 손상 방지를 위해 신축이음부 신축이음 정비 및 배수시설 설치를 통한 유도배수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 체수는 P24 코핑부 상면에서 조사되었으며, 공용 중 외측부 우수유입 및 신축이음 누

수에 의한 결함으로 교량받침 부식 등 2차 손상 방지를 위해 신축이음 정비 및 배수시설 설치를 통한 유도배수가 필요할 것으로 판단된다.

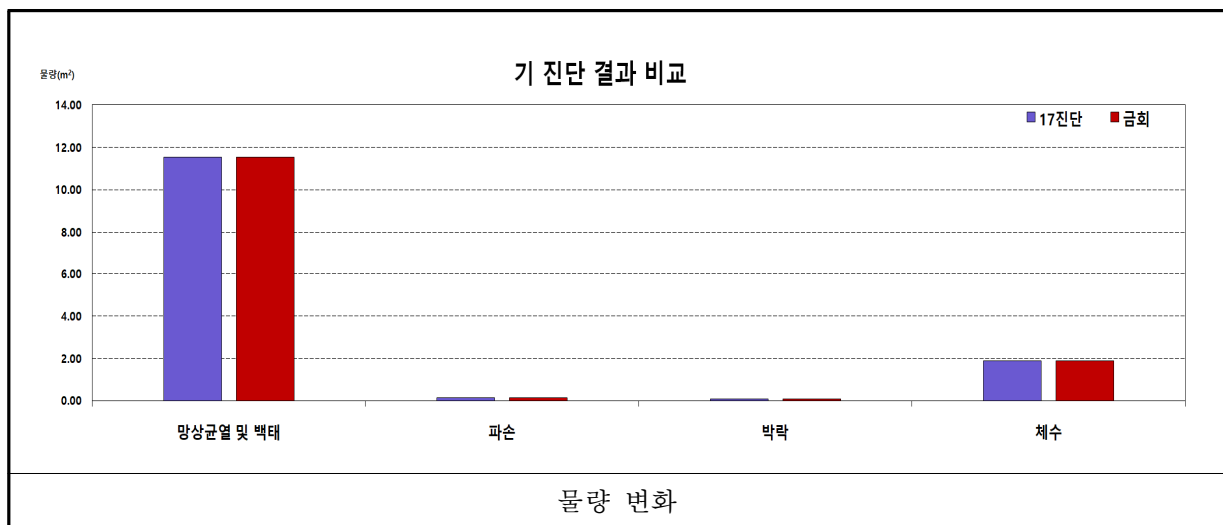
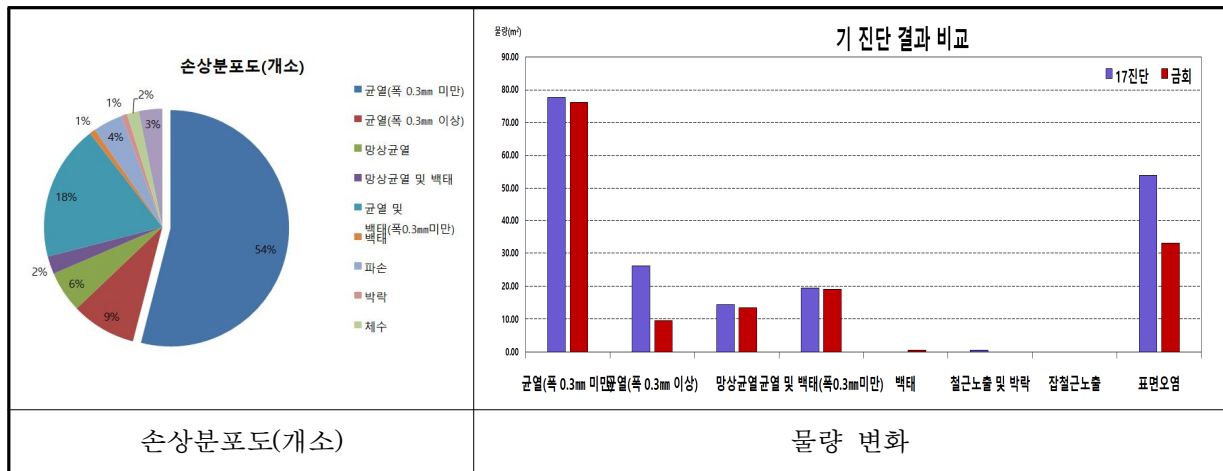
- 전회 진단에 철근부식이 조사된 A1 구체 전면에 망상균열 및 백태는 아직 보수 조치가 이루어지지 않은 것으로 조사되었으며, 내구성 확보 및 손상진전 예방을 위해 손상발생부에 대해 방청 및 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 균열 및 백태, 파손, 박락, 체수, 등은 손상물량이 동일하나 교각의 코핑부에서 공용기간 증가로 인한 도장박리가 조사되었으며, 기존손상인 철근노출, 잡철근노출 등의 보수가 확인되었다.

【표 II -7.3.7】 전회 점검과 손상물량 비교(하부구조)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3 mm 미만)	m	77.60	69	76.10	67	▼ 1.50	
균열(폭 0.3 mm 이상)	m	26.10	30	9.50	11	▼ 16.60	
망상균열	m ²	14.50	8	13.50	7	▼ 1.00	
망상균열 및 백태	m ²	11.52	3	11.52	3	-	
균열 및 백태(폭 0.3 mm 미만)	m	19.50	24	19.00	23	▼ 0.50	
백태	m ²	0.06	1	0.56	1	▲ 0.50	
파손	m ²	0.14	5	0.14	5	-	
박락	m ²	0.10	1	0.10	1	-	
철근노출 및 박락	m ²	0.55	12	-	-	▼ 0.55	
잡철근노출	m ²	0.08	2	-	-	▼ 0.08	
체수	m ²	1.88	2	1.88	2	-	
표면오염	m ²	54.00	4	33.00	4	▼ 21.00	



【그림 II-7.3.6】 손상분포도

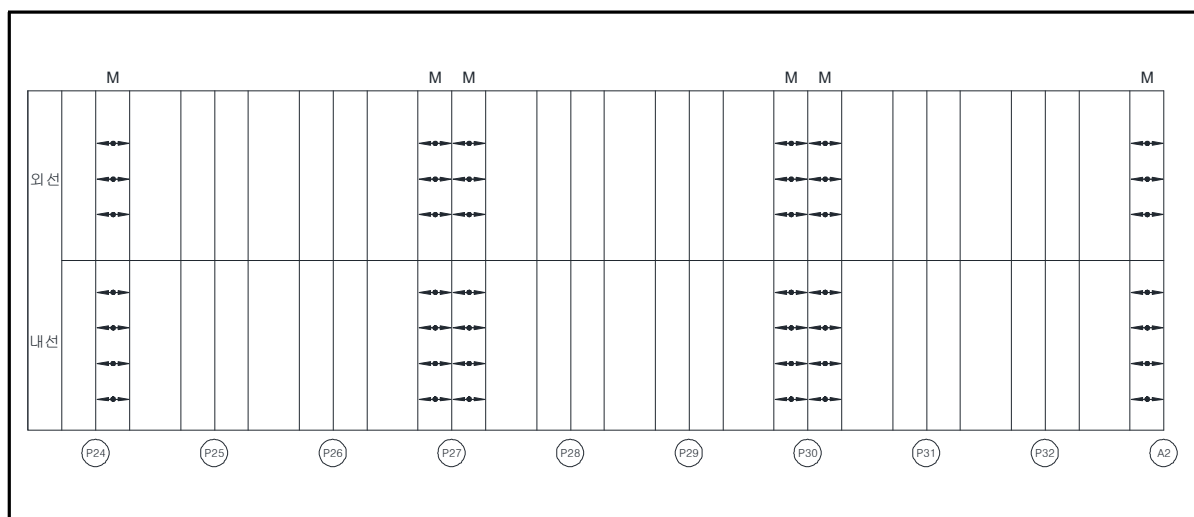
3.2.3 교량받침

교량받침의 기능은 상부구조와 하부구조의 사이에서 받침의 종류에 따라 수직방향과 교축방향 및 교축직각방향의 힘들 중 일부 또는 전부를 안전하게 전달하는 역할을 하는 부재이며, 본교의 교량받침은 3경간 연속으로 연속교 시·종점부에만 설치되어 있는 상태이며, P24, P27, P30, A2지점을 제외한 나머지 지점의 경우 라멘 형식으로 교각과 슬래브가 일체로 연결(강결)된 상태이다.

교량받침 형식은 상·하부 받침이 접촉한 2개의 강재 중 하나를 원통형으로 하여 원주면에서 선 접촉을 하게하는 선받침으로 42개로 이루어져 있다.

【표 II -7.3.8】 교량받침 설치현황

위 치		가동상태	수 량	비 고
P24	후면	가동단	7	
P27	전면	가동단	7	
	후면	가동단	7	
P30	전면	가동단	7	
	후면	가동단	7	
A2	전면	가동단	7	
소 계			42	



【그림 II -7.3.7】 교량받침 배치도

	
P24(내선) sh1 받침 전경	P27(외선) sh8 받침 전경
	
P30(외선) sh4 받침 전경	P30(외선) sh8 받침 전경
	
교량받침 조사현황	연단거리측정 조사현황

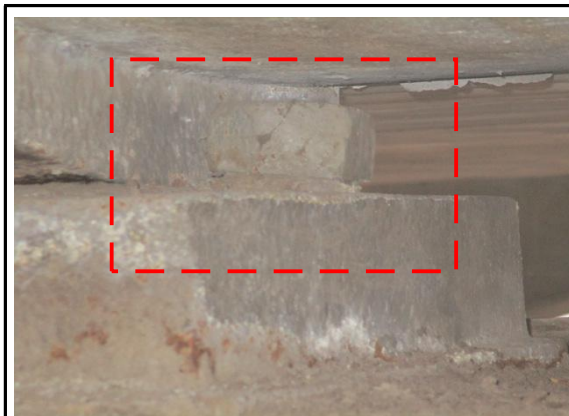
【그림 II-7.3.8】 교량받침 현황 및 조사 전경

1) 외관조사 결과

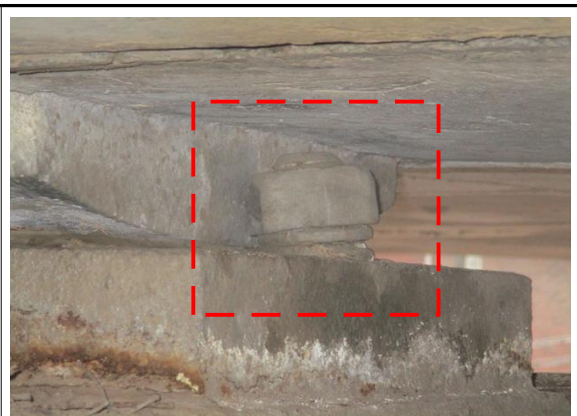
교량받침에 발생된 주요 손상은 볼트 길이부족, 하부플레이트 국부적인 부식 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -7.3.9】 교량받침 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
교량 받침	P24	- 볼트 길이부족 : 2개소	
	P27	- 볼트 길이부족 : 10개소 - 부식 : 0.75㎡/3개소, - 볼트 체결불량 : 3개소	
	P30	- 볼트 길이부족 : 12개소 - 볼트 길이부족 : 5개소	
	A2	- 상태양호	



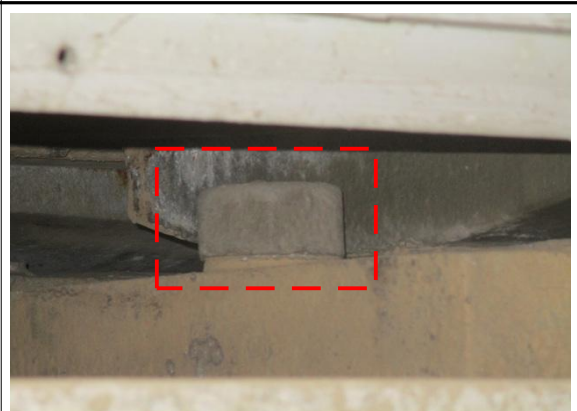
볼트 길이부족 (P27-SH3)



볼트 체결불량 (P27-SH4)



부식 (P27-SH3)



볼트 길이부족 (P30-SH4)

2) 손상원인 및 대책

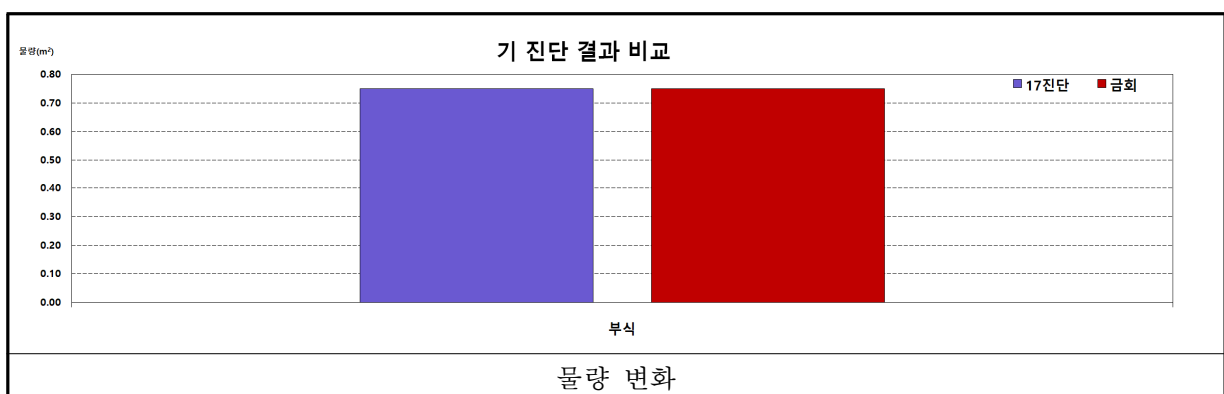
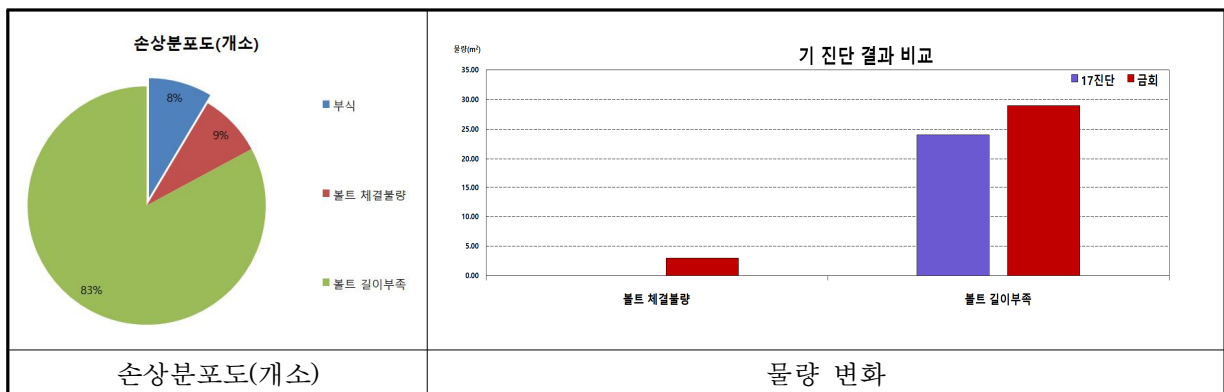
- 교량받침 주요손상 중 다수를 차지하고 볼트길이 부족은 시공미흡에 의한 손상으로 볼트길이 부족으로 인한 추가 손상은 발생되지 않은 상태로 주의관찰을 통한 관리가 바람직할 것으로 판단된다.
- P27 sh2-내선에 발생한 하부플레이트 부식의 경우 경미한 표면부식인 상태로 공용기간 증가 및 외부환경에 의한 것으로 내구성 확보를 위해 재도장이 필요할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 볼트 길이부족, 볼트 체결불량이 추가로 조사되었으나, 전회 보고서 작성시 누락된 것으로 판단되며, 내구성 증진을 위하여 주의관찰 및 재도장 등이 필요할 것으로 판단된다.

【표 II -7.3.10】 전회 점검과 손상물량 비교(교량 받침)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
부식	m ²	0.75	3	0.75	3	-	
볼트 체결불량	ea	-	-	3.00	3	▲ 3.00	
볼트 길이부족	ea	24.00	24	29.00	29	▲ 5.00	



【그림 II -7.3.9】 손상분포도

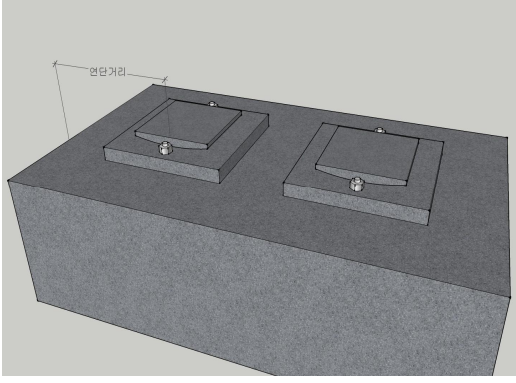
나. 연단거리 검토

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 최소 값과 각 지점별 실측 연단거리를 비교·검토하였다.

1) 측정 방법

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

【표 II-7.3.11】 연단거리 측정 및 평가 방법

구분	연단거리 측정	
측정 방법		
	〈 연단거리 측정 방법 〉 • 연단거리 : 콘크리트 면의 가장자리로부터 가장 가까운 앵커 중심까지의 거리	〈 연단거리 측정 현황 〉 • 연단거리 계산(철도교 설계기준 적용, 2011제정, 2013개정)
평가 방법	• 중공슬래브의 경우 - $15\text{m} > L$ 일 때 $S = 150\text{mm}$ - $15\text{m} \leq L < 20\text{m}$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.

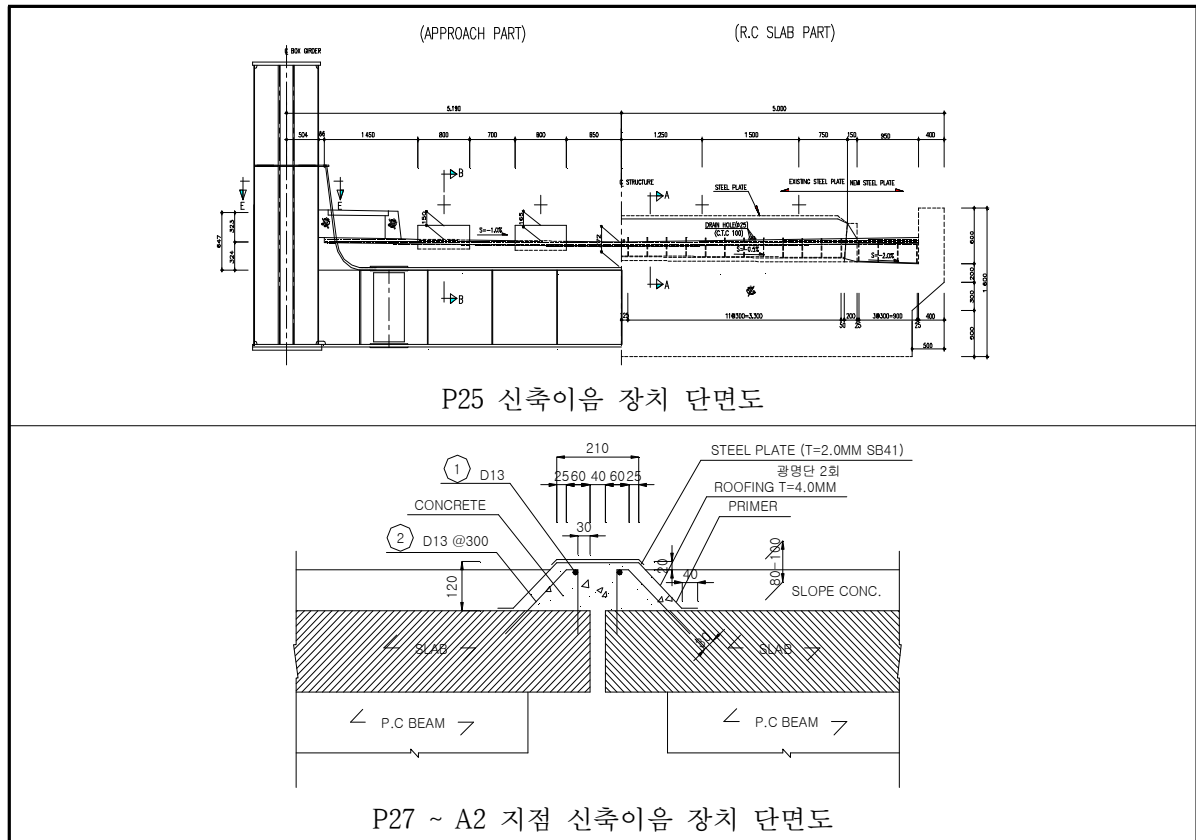
【표 II-7.3.12】 연단거리 측정결과

구분	구조 형식	받침 종류	방향	가동 유무	지간장 (m)	기준값 (mm)	최소 연단거리(mm)	평가
P24	중공슬래브	선받침	중점	가동단	12	150	1,400	양호
P27	중공슬래브	선받침	시점	가동단	12	150	520	양호
			중점	가동단			470	양호
P30	중공슬래브	선받침	시점	가동단	12	150	490	양호
			중점	가동단			480	양호
A2	중공슬래브	선받침	시점	가동단	12	150	500	양호

3.2.4 신축이음

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

당산~합정 상부구조는 S25~S33은 3경간 연속교로 중공슬래브 구간 신축길이는 P24지점은 60m, P27~A2구간은 12m이며 3경간 연속 시·종점 지점부마다 신축이음이 설치되어 있는 상태이다.



【그림 II-7.3.10】 신축이음 현황도



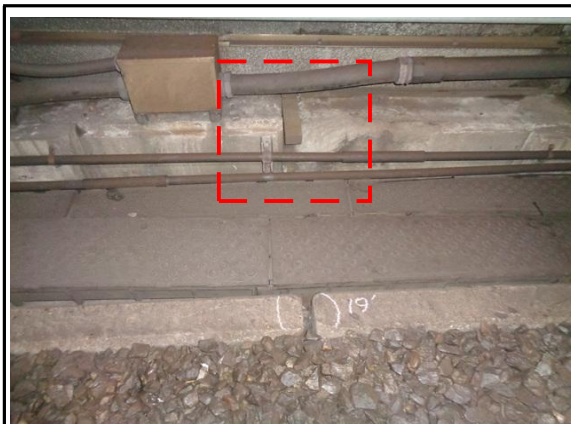
【그림 II-7.3.11】 신축이음 현황

1) 외관조사 결과

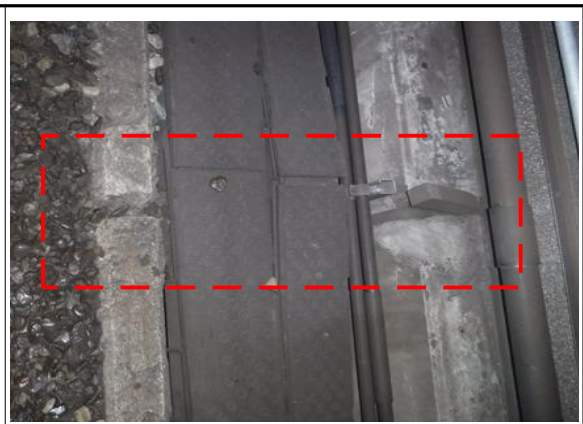
외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태이나 일부 차수판이 미설치 및 물받이강판 파손이 조사되었다.

【표 II-7.3.13】 신축이음 손상현황

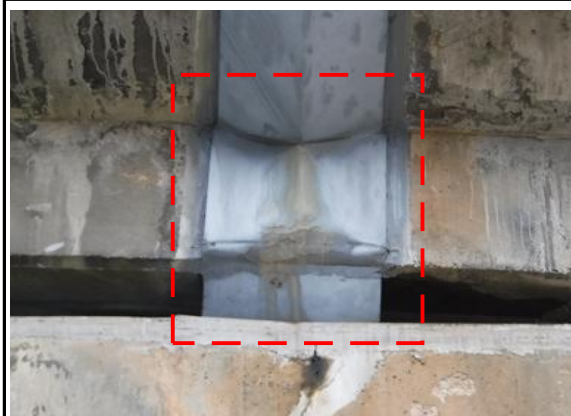
구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
신축이음	P24	- 상태양호	RCH
	P27	- 차수판 미설치 : 1개소	
	P30	- 차수판 미설치 : 1개소 - 물받이강판 파손 : 1.00m/1개소	
	A2	- 상태양호	



차수판 미설치 (P27 외선)



차수판 미설치 (P30 외선)



차수판 미설치 (P27 외선)



신축이음 상부 전경 (P30 외선)

2) 손상원인 및 대책

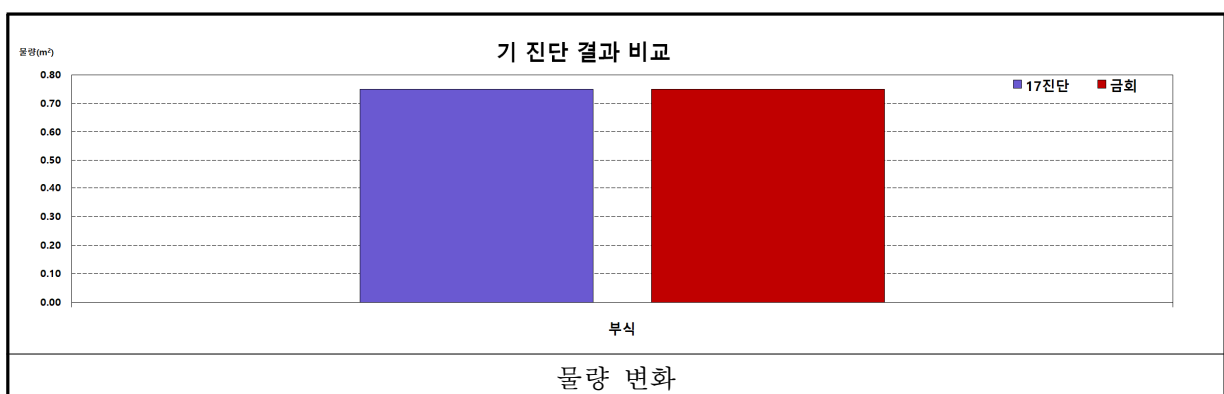
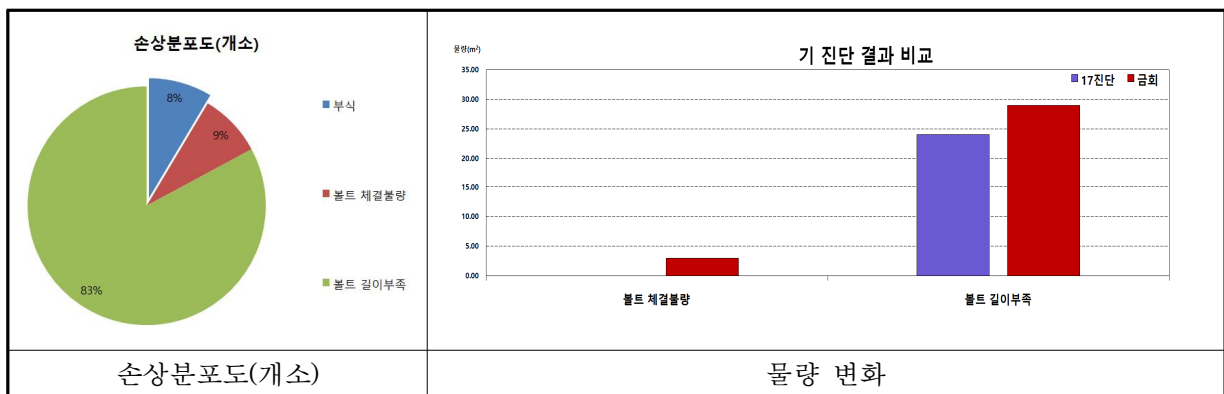
- 차수판 미설치는 시공미흡에 의한 것으로 판단되며, 우수 침투로 인한 교량받침 부식 및 누수 등의 손상이 우려됨으로 차수판 재설치가 필요할 것으로 판단된다.
- 물받이강판 파손은 공용 중 외부충격에 의한 손상으로 우수 침투로 인한 2차 손상 방지를 위해 강판 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 물받이강판 파손은 차수판 미설치는 기존 손상으로 추가 및 신규손상은 조사되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 II-7.3.14】 전회 점검과 손상물량 비교(신축이음)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
차수판 미설치	ea	2.00	2	2.00	2	-	
물받이 강판 파손	m	1.00	1	1.00	1	-	



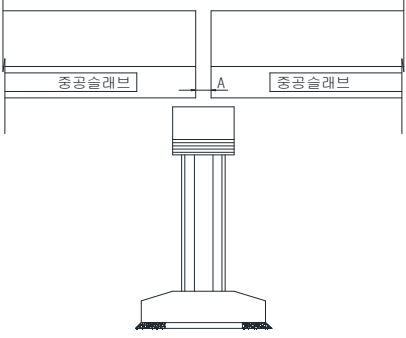
【그림 II-7.3.12】 손상분포도

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 -7.3.15】 신축이음 계산 신축량 산정

구분	신축량 측정방법 및 계산방법	비고
측정 방법	 유간측정방법	 바닥판 유간(A)

【표 II -7.3.16】 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℃																	
	<table><tr><th rowspan="2">교량형식</th><th colspan="2">온도변화범위(℃)</th><th rowspan="2">선팅창계수 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(℃)		선팅창계수 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(℃)			선팅창계수 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 = 선팅창계수 L = 신축장 : P24지점 S.T.B=60.0m, P27~A2구간 중공슬래브 = 12.0m																	
	◦ 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>P24 S.T.B Girder</td><td>60.0m</td><td>35.4</td><td>14.9</td></tr><tr><td>P27~A2 중공슬래브</td><td>12.0m</td><td>3.5</td><td>0.1</td></tr></table>				구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)	P24 S.T.B Girder	60.0m	35.4	14.9	P27~A2 중공슬래브	12.0m	3.5	0.1		
	구분	신축길이(L)	최대 신장 시(mm)	최대 수축 시(mm)														
P24 S.T.B Girder	60.0m	35.4	14.9															
P27~A2 중공슬래브	12.0m	3.5	0.1															

2) 신축이음 유간거리 측정결과

신축유간을 측정한 결과 P25지점을 제외한 모든 지점에서 신축이음 측정 유간거리가 0mm으로 필요 유간에 부족한 것으로 측정되었다. 발생원인은 교량받침의 기능불량, 시공미흡에 의한 복합적인 영향으로 판단되나, 신축이음 콘크리트 및 교량받침 파손 및 변형 등의 손상은 조사되지 않았다.

신축이음은 교량받침과 같이 상부구조의 온도변화에 따라 수축 및 팽창이 자유로워야 하나 구조물의 특별한 손상은 조사되지 않았으며, 신장시 필요유간이 3.5mm로 비교적 적은 것으로 검토되어 지속적인 관리·관찰을 통한 바닥판하면 및 받침장치의 손상발생 시 유간확보에 대한 대책이 필요할 것으로 판단된다.

【표 II-7.3.17】 신축이음 신축거동상태 측정결과

구 분	계산 유간거리		실측 유간거리 (mm)	판정
	신축길이(m)	필요유간(mm)		
P24(당산철교 구간)	60.0	35.4	40.0	양호
P27	12.0	3.5	0.0	부족
P30	12.0	3.5	0.0	부족
A2	12.0	3.5	0.0	부족



【그림 II-7.3.13】 신축이음 전경

3.2.5 배수시설

배수시설은 Stainless 배수관으로 신축이음부로 유도배수하는 노출형식으로 연결되어 있다.



【그림 II-7.3.14】 배수시설 현황

1) 외관조사 결과

외관조사 결과 전반적으로 배수기능에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었으나 배수관 부식이 1개소 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II-7.3.18】 배수시설 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
배수 시설	S25	- 상태양호	
	S26	- 상태양호	
	S27	- 상태양호	
	S28	- 상태양호	
	S29	- 상태양호	
	S30	- 상태양호	
	S31	- 상태양호	
	S32	- 상태양호	
	S33	- 배수관 부식 : 0.25㎡/1개소	



배수관 도장현황 (P27)



배수관 부식 (A2)

2) 손상원인 및 대책

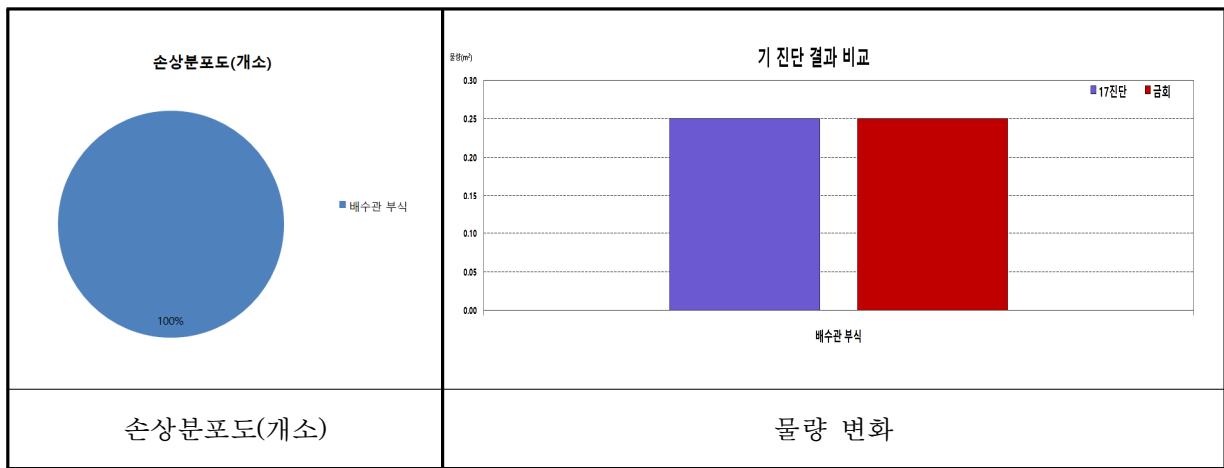
- 배수관 부식은 도장열화 및 수분침투에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 도장보수가 바람직할 것으로 판단된다.

3) 전회 점검과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 배수관 이음부 탈락은 금회 정밀 시 배수관 부식 외에 추가손상은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 II-7.3.19】 전회 진단과 손상물량 비교(배수시설)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
배수관 부식	m ²	0.25	1	0.25	1	-	



【그림 II-7.3.15】 손상분포도

3.2.6 방음벽

방음벽은 바닥판 상면 양단에 상부가 덮혀 있는 터널형 혼합(흡음+투명) 방음벽으로 시공되었다.

방음벽의 내측 선로구간은 야간 열차운행 종료 후에 도보로 점검하였으며, 외측 구간은 고소차를 이용하여 근접한 상태에서 조사를 실시하였다.



【그림 II -7.3.16】 방음벽 현황

1) 외관조사 결과

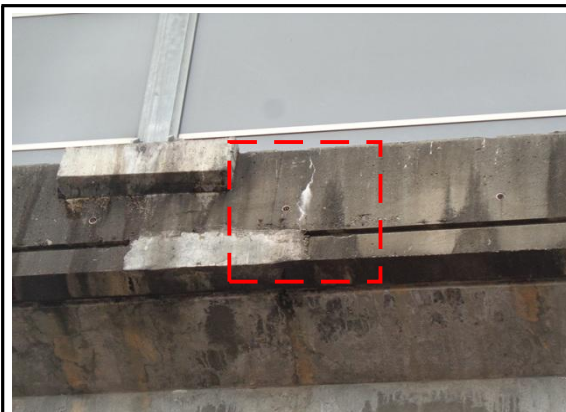
외관조사 결과 균열(폭 0.3mm 미만), 균열 및 백태, 파손, 박락, 재료분리, 철근노출, 물끊기흙 불량, 표면오염, 식생, 앵커볼트 부식 및 길이부족 등의 손상이 조사되었으며, 손상현황은 아래 표와 같다.

【표 II -7.3.20】 방음벽 손상현황

구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
방음벽	S25	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.60m/2개소 - 파손 : 0.04㎡/1개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 3.05m/6개소 - 박락 : 0.12㎡/1개소 - 물끊기흙 불량 : 0.80㎡/1개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소	RCH
	S26	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.40m/1개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 13.35m/25개소	
	S27	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 2.50m/5개소 - 균열(폭 0.3mm 이상) : 0.50m/1개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 3.95m/7개소 - 재료분리 : 0.31㎡/5개소 - 기초미시공 : 0.10㎡/1개소 - 박락 : 0.04㎡/1개소	

【표 II-7.3.21】 방음벽 손상현황(계속)

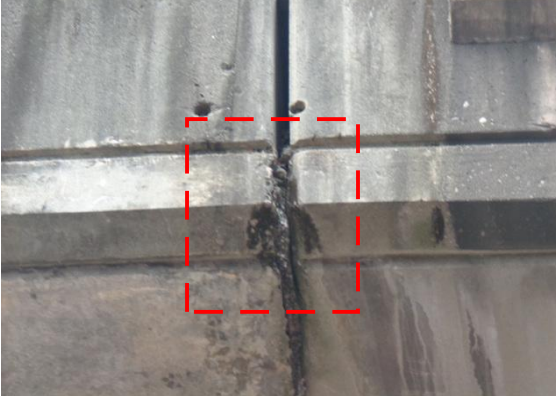
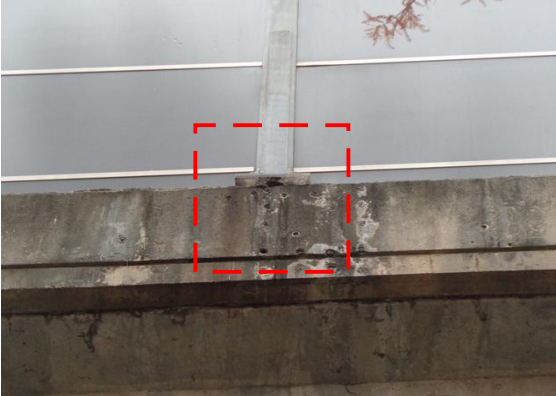
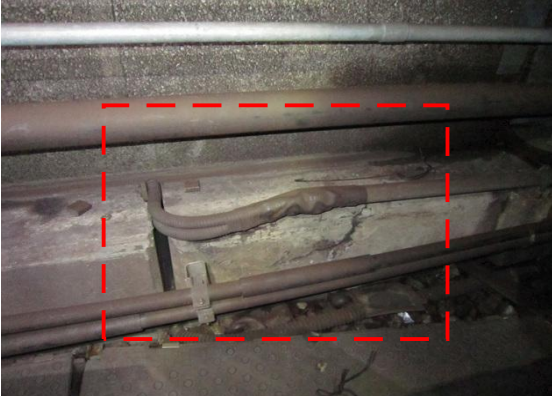
구 분	위 치	결함 및 손상 내용	비 고
방음벽	S28	- 파손 : 0.21㎡/4개소 - 재료분리 : 0.04㎡/1개소 - 물끊기흙 불량 : 0.80㎡/1개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소	RCH
	S29	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 1.00m/2개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 3.10m/5개소	
	S30	- 재료분리 : 0.15㎡/3개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 2.60m/4개소	
	S31	- 재료분리 : 0.30㎡/1개소 - 표면오염 : 20.00㎡/2개소 - 앵커볼트 부식 : 1개소 - 앵커볼트 길이부족 : 1개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 2.85m/4개소 - 백태 : 0.05㎡/1개소	
	S32	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.80m/2개소 - 재료분리 : 0.52㎡/5개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 1.95m/4개소 - 식생 : 4.13㎡/1개소 - 식생 : 4.80㎡/1개소 - 물끊기흙 불량 : 2개소 - 표면오염 : 10.00㎡/1개소	
	S33	- 균열(폭 0.3mm 미만) : 0.50m/1개소 - 재료분리 : 0.29㎡/6개소 - 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만) : 2.10m/4개소 - 박락 : 0.04㎡/1개소 - 박락 : 0.36㎡/1개소 - 철근노출 및 박락 : 5.25㎡/7개소 - 철근노출 및 박락 : 3.94㎡/6개소 (오기) - 표면오염 : 20.00㎡/2개소 - 식생 : 10.40㎡/1개소	



균열부 백태 (S25-내선 외측면)



물탈박락 (S25-외선 내측면)

	
박락 (S27-내선 외측면)	균열(폭 0.3mm이상) (S27-외선 내측면)
	
지주기초 미시공 (S27-외선 외측면)	박락 (S33-외선 내측면)

2) 손상원인 및 대책

- 균열(폭 0.3mm 미만)은 시공초기 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 일부 백태를 동반하는 것으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다.
- 파손, 박락 및 재료분리는 외부충격 및 다짐불량에 의한 손상으로 구조적인 영향이 없으나 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.
- 표면오염은 방음벽 기초 외측면에서 조사되었으며, 우수 접촉에 의한 손상으로 표면 열화 등이 손상은 발생하지 않았으므로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.
- 물끊기홈 불량은 방음벽 기초 외측면에서 조사되었으며, 시공 미흡에 의한 손상으로 물끊기홈 불량 구간은 우수가 바닥판 하면으로 유입되어 콘크리트 표면오염을 유발하므로 우수 유입 차단을 위하여 물끊기홈 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 앵커볼트 부식은 공용증가에 의한 도장열화 및 수분접촉에 의한 손상으로 구조적인 영향은 없으나 내구성 확보를 위해 도장보수가 적절할 것으로 판단된다.

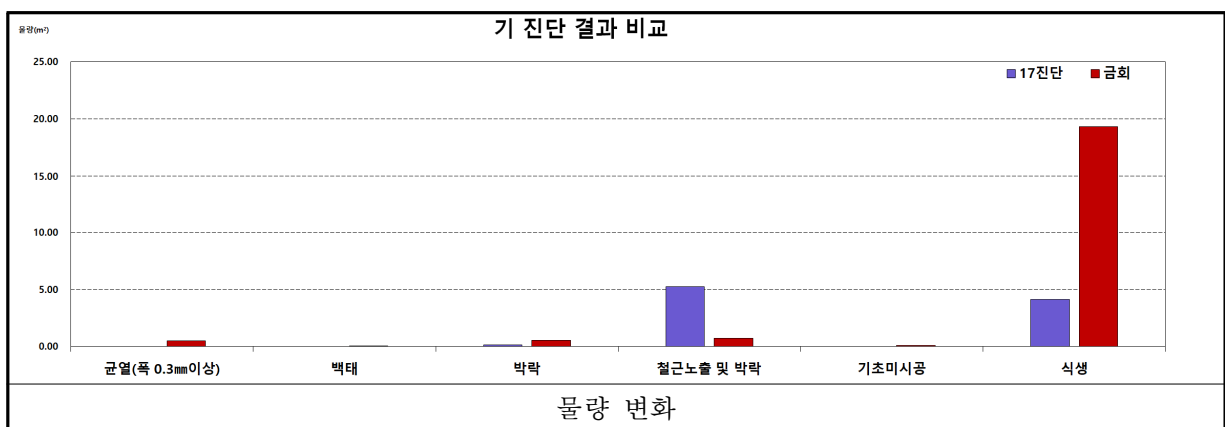
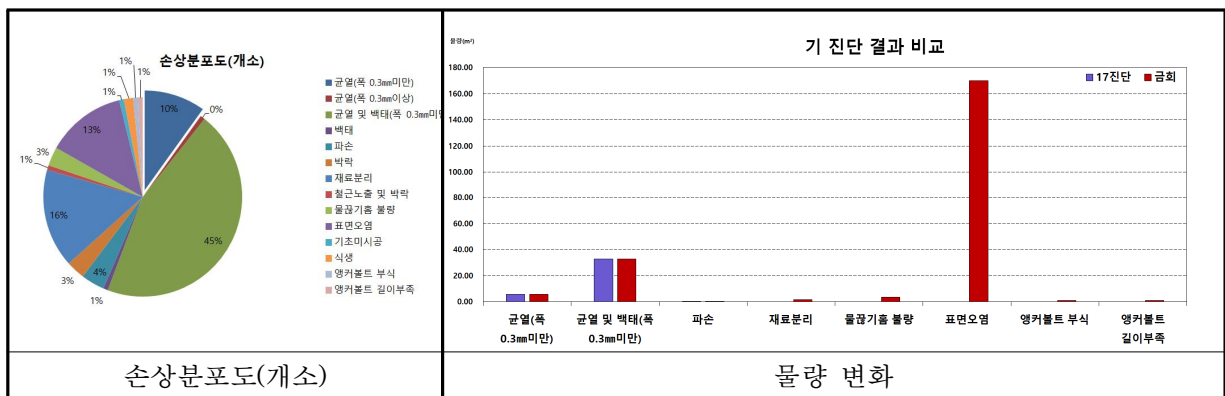
- 앵커볼트 길이부족은 시공미흡에 의한 손상으로 유지관리 시 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

3) 전회 진단과 비교·검토

전회(2018년) 진단과 비교·검토 결과 철근노출 및 박락, 앵커볼트, 균열(폭 0.1~0.3mm), 균열 및 백태, 파손, 부식 및 길이부족, 재료분리, 물끓기흠 불량, 표면오염 등은 전회와 동일한 상태이며, 균열(폭 1.0mm) 박락, 식생 금회 정밀 시 공용증가 및 상세조사에 의하여 손상물량이 증가된 것으로 조사되었다.

【표 II-7.3.22】 전회 점검과 손상물량 비교(방음벽)

구 분	단위	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		물량 증감	비고
		물량	개소	물량	개소		
균열(폭 0.3mm 미만)	m	5.80	13	5.80	13	-	
균열(폭 0.3mm 이상)	m	-	-	0.50	1	▲ 0.50	
균열 및 백태(폭 0.3mm 미만)	m	32.95	59	32.95	59	-	
백태	m ²	-	-	0.05	1	▲ 0.05	
파손	m ²	0.25	5	0.25	5	-	
박락	m ²	0.16	2	0.56	4	▲ 0.40	
재료분리	m ²	1.61	21	1.61	21	-	
철근노출 및 박락	m ²	5.25	7	0.75	1	▼ 3.94	오기
물끓기흠 불량	m ²	3.60	4	3.60	4	-	
표면오염	m ²	170.00	17	170.00	17	-	
기초미시공	m ²	-	-	0.10	1	▲ 0.10	
식생	m	4.13	1	19.33	2	▲ 15.20	
앵커볼트 부식	ea	1.00	1	1.00	1	-	
앵커볼트 길이부족	ea	1.00	1	1.00	1	-	



【그림 II-7.3.17】 손상분포도

3.2.7 외관조사 결과 요약

가. 손상물량표

외관조사 결과에 따른 손상물량은 아래 표와 같다.

【표 II -7.3.23】 손상물량 총괄표

부재		손상내용				조치방안	비고
		손상명	개소	물량	단위		
바닥판	상면	균열(0.3 mm 미만)	1	0.20	m	표면처리	
		백태	1	0.02	m ²	표면처리	
		박리	1	0.05	m ²	단면보수	
	하면	자갈막이 파손	1	0.10	m ²	자갈막이 재시공	
		균열(폭 0.3mm 미만)	122	110.59	m	표면처리	
		망상균열	38	202.53	m ²	표면처리	
		균열 및 백태(폭 0.3mm 미만)	14	7.00	m ²	표면처리	
		균열 및 백태(폭 0.3mm 이상)	1	1.00	m ²	주입보수	
		파손	1	0.02	m ²	단면보수	
		식생	2	5.78	m ²	정비	
		표면오염	43	266.90	m ²	유지관리	
		거푸집 미제거	1	0.15	m ²	거푸집 제거	
		물끓기흙 거푸집미제거	8	1.24	m ²	거푸집 제거	
하부구조 (교대 및 교각)		균열(폭 0.3 mm 미만)	67	76.10	m	표면처리	
		균열(폭 0.3 mm 이상)	11	9.50	m	주입보수	
		망상균열	7	13.50	m ²	표면처리	
		망상균열 및 백태	3	11.52	m ²	방청 및 단면보수	
		균열 및 백태(폭 0.3 mm 미만)	23	19.00	m	표면처리	
		백태	1	0.06	m ²	표면처리	
		파손	5	0.14	m ²	단면보수	
		박락	1	0.10	m ²	단면보수	
		채수	2	1.88	m ²	정비	
		도장박리	1	0.50	m ²	재도장	
교량받침		부식	3	0.75	m ²	재도장	
		볼트 체결불량	3	3.00	ea	유지관리	
		볼트 길이부족	29	29.00	ea	유지관리	
신축이음		차수판 미설치	2	2.00	ea	차수판 재설치	
		물받이 강판파손	1	1.00	ea	강판 재설치	
배수시설		배수관 부식	1	0.25	m ²	배수관 재설치	
방음벽		균열(폭 0.3mm 미만)	13	5.80	m	표면처리	
		균열(폭 0.3mm 이상)	1	0.50	m	주입보수	
		균열 및 백태(폭 0.3mm 미만)	59	32.95	m	표면처리	
		백태	1	0.05	m ²	표면처리	
		파손	5	0.25	m ²	단면보수	
		박락	4	0.56	m ²	단면보수	
		재료분리	21	1.61	m ²	단면보수	
		철근노출 및 박락	1	0.75	m ²	방청 및 단면보수	
		물끓기흙 불량	4	3.60	m ²	유지관리	
		표면오염	17	170.00	m ²	표면처리	
		기초미시공	1	0.10	m ²	기초시공	
		식생	2	19.33	m ²	정비	
		앵커볼트 부식	1	1.00	ea	재도장	
		앵커볼트 길이부족	1	1.00	ea	유지관리	

나. 외관조사 결과 요약

당산~합정 구간의 부재별 외관조사 결과는 다음 표와 같다.

【표 II-7.3.24】 외관조사 결과 요약

부재	외관조사 결과
바닥판	- 바닥판상면의 외관조사 결과 자갈막이 파손, 박리, 백태 등이 조사되었으며, 내구성 및 기능성 확보를 위해 자갈막이 재시공, 단면보수, 표면처리 등이 적절할 것으로 판단된다. - 바닥판하면의 외관조사 결과 균열(폭 0.3mm 미만), 망상균열, 균열 및 백태(폭 0.3mm 미만), 파손, 철근노출 및 박락, 식생, 표면오염, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다. 구조적인 손상의 발생이 없는 대체로 양호한 상태이나, 콘크리트 내구성 저하 방지를 위해 균열 및 백태, 표면오염 부는 표면처리, 철근노출 및 단면손상부는 단면보수, 거푸집 미제거부는 거푸집 제거, 식생은 청소를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
하부구조 (교대, 교각)	- 교대 및 교각의 외관조사 결과 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 균열 및 백태, 파손, 박락, 철근노출, 잡철근노출, 체수, 도장박리 등의 손상이 조사되었으며, 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태부는 표면처리, 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 철근노출 및 단면손상부는 단면보수, 체수는 신축이음 정비 및 유도배수시설 설치, 도장박리는 재도장이 필요할 것으로 판단된다. - 전회 진단 시 조사되었던 교대 A2의 폭 0.1~0.3mm 망상균열 및 백태에서 철근부식이 조사되었으나 콘크리트 강도 시험 결과는 양호한 상태지만 철근부식으로 인한 2차 손상을 방지하기 위해 보수가 필요하다고 판단된다.
교량받침	- 교량받침의 외관조사 결과, 다수 교체된 상태로 비교적 양호한 상태이나 기존 교량 받침에 국부적인 부식, 볼트 길이부족, 볼트 체결불량 손상이 추가적으로 조사되었으며, 부식부 내구성 확보를 위해 도장보수, 볼트 길이부족, 볼트 체결불량은 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다. - 교량받침 연단거리 측정결과 전 개소에서 설계기준 최소 연단거리를 만족하는 양호한 상태로 검토되었다.
신축이음	- 신축이음의 외관조사 결과 차수판 미설치, 물받이 강판파손이 조사되었으며, 우수침투로 인한 교량받침 부식 및 누수 등의 2차 손상 방지를 위해 차수판 및 강판 재설치가 바람직할 것으로 판단된다. - 신축이음 유간거리 측정결과 P25지점을 제외한 모든 지점에서 신축이음 측정 유간거리가 부족한 것으로 측정되었다. 신축이음부 콘크리트는 특별한 손상 없이 양호한 상태로 지속적인 관리·관찰을 통한 이상발생 시 유간확보에 대한 대책이 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	배수시설의 외관조사 결과 배수관 부식이 조사되었으며, 내구성 확보를 위해 도장보수가 바람직할 것으로 판단된다.
방음벽	방음벽의 외관조사 결과 균열(폭 0.3mm 미만), 균열 및 백태, 파손, 박락, 재료분리, 철근노출, 물끓기흙 불량, 표면오염, 식생, 앵커볼트 부식 및 길이부족, 기초 미시공 등의 손상이 조사되었으며, 내구성 확보를 위해 균열 및 백태부는 표면처리, 철근노출 및 단면손상부는 단면보수, 물끓기흙 불량부는 물끓기흙 정비, 앵커볼트 부식은 재도장, 기초 미시공은 기초시공, 식생은 제거를 시행하고, 앵커볼트 길이부족은 주의관찰이 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-7.3.25】 재료시험 기준수량 및 실시수량

구 분	세부지침 기준수량		기준수량	실시수량	비고
	상부구조	하부구조			
반발경도 시험	●50m 마다	●50m 마다	●상부구조(중공슬래브)=120m/50=3개소 ●하부구조 120m/50 = 3개소	●상부 : 3개소 ●하부 : 3개소	
탄산화 깊이 측정	●5경간 이내 : 2~3개소 (상부구조에서 최소 1개소 이상) ●5경간 이상 : 3~6개소 (상부구조에서 최소 2개소 이상)		●3~6개소	상부 : 2개소 하부 : 4개소	

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

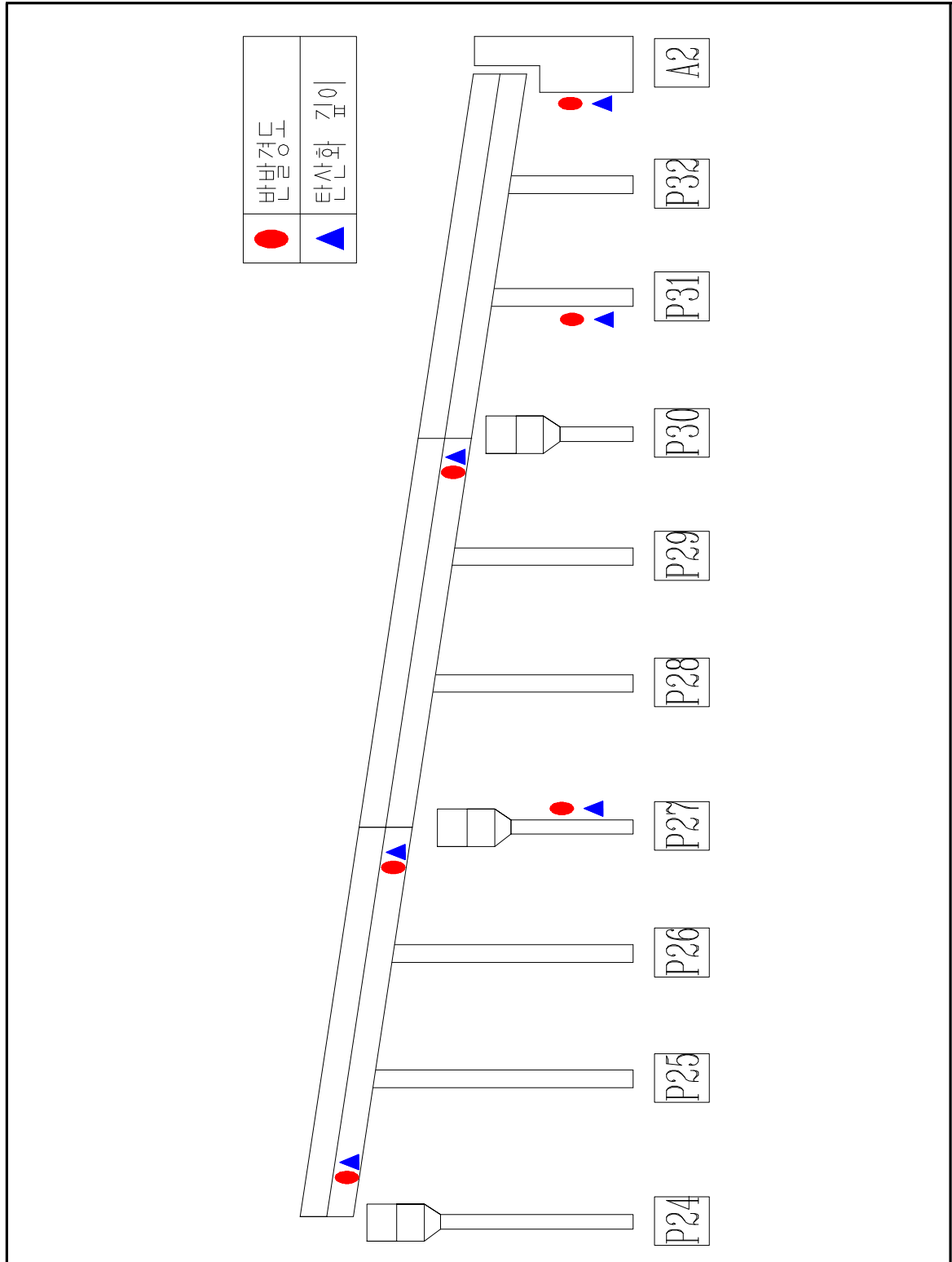
나. 재료시험 현황



【그림 II-7.3.18】 재료시험 현황

다. 재료시험 위치도

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



【그림 II-7.3.19】 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-7.3.20】 반발경도 시험 전경

【표 II-7.3.26】 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 3개소, 하부구조 3개소, 총 6개소에서 실시하였다.

반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과는 아래 표와 같다.

【표 II -7.3.27】 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도 추정결과

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	S25 내선	47.4	90 °	-3.3	44.0	37.9	41.3	0.63	23.9	26.0	25.0	24.0
	S27 외선	40.1	90 °	-3.9	36.2	44.6	52.8	0.63	28.1	33.3	30.7	24.0
	S30 내선	43.4	90 °	-3.6	39.7	52.7	58.1	0.63	33.2	36.6	34.9	24.0
하부 구조	A2	43.4	0 °	0.0	43.4	37.1	40.8	0.63	23.3	25.7	24.5	18.0
	P27	45.8	0 °	0.0	45.8	40.1	42.5	0.63	25.3	26.8	26.0	21.0
	P31	45.2	0 °	0.0	45.2	39.3	42.1	0.63	24.8	26.5	25.7	24.0

3) 시험결과 분석

반발경도시험에 의한 콘크리트 강도를 추정한 결과, 바닥판 25.0~34.9MPa, 하부구조 24.5~26.0MPa로 나타나 전 개소에서 설계기준강도(바닥판 : 24MPa, 교대 : 18MPa, 교각 : 21, 24.0MPa)를 상회하는 상태로 평가되었다.

하부구조 교대 손상부에 대한 반발경도 시험결과 강도가 24.5MPa로 현재 설계기준은 만족하고 있는 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위해 보수가 필요할 것으로 판단된다.

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 설계기준강도 이상이 측정되어 양호하며, 강도저하는 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 II -7.3.28】 전회(2018년) 진단 결과와의 비교·분석(반발경도시험)

구분	부재	반발경도 시험 결과(MPa)		설계기준강도 (MPa)	비고
		전회 진단(2018년)	금회 정밀(2019년)		
상부구조	바닥판	24.0 ~ 32.2	25.0 ~ 34.9	24.0	
하부구조	교 대	22.8 ~ 25.2	24.5	18.0	
	교 각	21.6 ~ 23.9	25.7 ~ 26.0	21.0, 24.0	

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-7.3.21】 탄산화 깊이 측정 절차

2) 탄산화 깊이 측정 결과

탄산화 깊이 측정은 세부지침 기준에 따라 실시하였으며, 바닥판 3개소, 하부구조 3개소, 총 6개소에서 실시하였다.

탄산화 깊이 측정 결과는 아래 표와 같다.

【표 II-7.3.29】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험 위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화속도 계수(A)	잔존수명 예측(년)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	비고
바닥판	S25 내선	6.0	42.0	1.01	∞	36.0	a	
	S27 외선	6.0	43.0	1.01	∞	37.0	a	
	S30 내선	7.5	40.0	1.27	∞	32.5	a	
하부구조	A2	7.0	95.0	1.18	∞	88.0	a	
	P27	7.0	60.0	1.18	∞	53.0	a	
	P31	7.5	50.0	1.27	∞	42.5	a	

※ 측정된 잔존수명이 100년 이상일 경우 “∞” 로 표기

3) 시험결과 분석

탄산화 깊이 측정을 수행한 결과, 바닥판의 탄산화 측정 깊이는 6.0mm~7.5mm, 잔여깊이는 32.5mm~37.0mm, 하부구조의 탄산화 측정깊이는 7.0mm~7.5mm, 잔여깊이는 42.5mm~88.0mm로 분석되었다.

4) 전회 진단 결과와의 비교

전회(2012년) 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.

【표 II-7.3.30】 전회(2018년) 진단 결과와의 비교·분석(탄산화 깊이 측정)

구분	부재	전회 진단(2018년)		금회 정밀(2019년)		비고
		탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	
상부구조	바닥판	5.7~5.8	37.2~38.3	6.0~7.5	32.5~37.0	
하부구조	교 대	6.4	93.6	7.0	88.0	
	교 각	6.3~7.4	42.6~53.7	7.0~7.5	42.5~53.0	

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-7.3.31】 재료시험 결과 요약

시험명		시험부위	시험결과	평가
콘크리트 강도시험	반발 경도 시험	상부구조	●바닥판 설계기준강도(24.0MPa)의 104.1~145.4%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
		하부구조	●교대 설계기준강도(18.0MPa)의 136.1%로 나타나 설계기 준강도를 상회하고 있음 ●교각 설계기준강도(21, 24MPa)의 107.0~123.8%로 나타나 설계기준강도 대비 90%를 상회하고 있음	양호
탄산화깊이측정			●철근까지 탄산화 잔여깊이가 32.5mm~88.0mm로 상태평 가 기준 “a” (30mm 이상)로 평가됨	부식발생 우려 없음