제 7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

7.2 보수·보강 방안

7.3 보수·보강 개략공사비

7.4 유지관리방안

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개요

청도1교는 준공 이후 시설물 유지보수공사 및 하자보수공사 등을 통해 공용 중 발생한 손상에 대한 지속적인 유지관리가 시행되고 있는 시설물이다.

외관조사 결과, 사용성을 저하시킬 만한 손상 및 결함은 일부 조사되었으나 구조적인 손상의 발생 및 내구성 저하는 없는 상태였으며, 상·하행선 모두 전 경간에서 1등교(DB-24)로서의 내하력을 충분히 확보하고 있으며, 하부구조 또한 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

본 장에서는 정밀안전진단 결과에 의한 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 토대로 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다. 이러한 보수·보강방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있다. 청도1교(대구, 부산)의 보수·보강방안에 대한 검토사항은 기존자료의 검토를 통한 보수·보강 이력을 조사하고 진단 결과에 따른 보수·보강 범위를 선정하며, 이에 따른 공법선정, 재료의 선정 등을 검토하여 보수·보강 긴급우선순위에 따른 보수시기를 결정하여야 한다. 【표 7.1.1】은 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 일반적인 검토사항을 언급하였다.

【표 7.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항

검 토 순 서	내 용
기존자료분석	기존 점검 및 진단자료 분석, 설계도서 조사
보수·보강 이력검토	사용기간중 시설물의 보수·보강이력검토
보수·보강 범위 선정	손상규모에 따른 보수여부 결정 구조물의 사용년한을 고려한 보수·보강 범위 산정
공법의 선정	구조물의 기능에 따른 공법선정 구조물의 주변환경 및 형식을 고려하여 공법선정 공법의 시공성 및 경제성 고려하여 결정
보수재료의 선정	기존의 재료와 물성이 같은 보수재 선택 구조물의 종류 및 환경조건 고려 구조물의 사용년한을 고려한 보수재 선택
보수시기 결정	구조적 안전성, 내구성, 사용성, 결함, 열화의 중요도에 따라 우선순위 부여

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정

청도1교(대구,부산)에 대한 정밀안전진단을 수행한 결과, 본 구조물은 시공 시 시공 정밀도의 저하로 인하여 발생된 구조물의 결함(Defect)과 공용 중 시간의 경과와 주변의 환경인자에 의한 재료의 열화에 의한 손상(Damage)이 발생하여 있는 것으로 조사되었다.

진단시 조사된 콘크리트의 균열, 박리, 박락 등의 손상 및 결함에 대해서는 가능한 한 조속한 보수·보강을 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 보수·보강 작업을 위해 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 다음과 같이 우선순위를 부여하였다.

【표 7.2.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준

구분	순위	내 용
단기	1순위	• 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 "대통령이 정하는 중대한 결함"에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등 • 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 "d" 이하인 경우 • 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
중장기	2순위	• 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 • 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 • 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
	3순위	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
지속관찰		• 1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 폭 0.3㎜미만의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 경미한 강재의 용접결함 - 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상(빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등) - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우

※ 단, 최초진단인 경우 "지속관찰"에 해당하더라도 하자에 해당하는 경우 하자처리절차에 따라 보수토록 조치함

청도1교(대구) 정밀안전진단 결과

상태평가결과

- 상태평가결과 → "B"(0.162)

- 바닥판 : 폭 0.3㎜미만 균열 및 백태, 재료분리, 철근노출
- 거더 : 양호
- 가로보, 세로보 : 도장손상
- 하부구조 : 폭 0.3㎜미만 균열, 망상균열, 체수
- 교량받침 : 무수축몰탈 균열, 도장손상, 볼트부식
- 신축이음 : 본체부식, 이물질 퇴적, 후타재 균열 및 단차, 누수, 서포트빔 고정볼트 탈락
- 교면포장 : 라벨링, 파손 및 포트홀, 패임
- 배수시설 : 배수구막힘, 배수관 지지대 탈락
- 방호벽 : 폭 0.1~0.3㎜균열, 백태

안전성평가결과

- 안전성평가 결과 → "A"

- 강박스거더
  - SF = 1.118
- 바닥판슬래브
  - SF = 1.141(캔틸레버)
  - SF = 1.155(중앙부)
- 하부구조 안전성검토
  - 단면검토 및 안전성 양호 : SF = 1.0이상

보수, 보강방향

1 순위	2 순위	3 순위
• 신축이음 고정볼트 탈락	• 바닥판 하면 철근노출 • 신축이음 누수 • 교대 누수 • 교면포장 파손 및 포트홀	• 바닥판 하면 재료분리 • 가로보 및 세로보 도장손상 • 신축이음 이물질 퇴적 • 배수구 막힘, 배수관 지지대 탈락

【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구)

청도1교(부산) 정밀안전진단 결과

상태평가결과

- 상태평가결과 → "B"(0.179)

- 바닥판 : 폭 0.3㎜미만 균열 및 백태, 재료분리, 물끊기홈 각재 미제거
- 거더 : 도장손상, 용접열손상
- 가로보, 세로보 : 도장손상
- 하부구조 : 폭 0.3㎜미만 균열, 망상균열, 체수, 파손
- 교량받침 : 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 도장손상, 볼트부식
- 신축이음 : 본체부식, 이물질 퇴적, 후타재 파손
- 교면포장 : 라벨링, 파손 및 포트홀, 패임, 시공이음부 균열
- 배수시설 : 양호
- 방호벽 : 폭 0.1~0.3㎜균열, 백태, 파손

안전성평가결과

- 안전성평가 결과 → "A"

- 강박스거더
  - SF = 1.225
- 바닥판슬래브
  - SF = 1.134(캔틸레버)
  - SF = 1.155(중앙부)
- 하부구조 안전성검토
  - 단면검토 및 안전성 양호 : SF = 1.0이상

보수, 보강방향

1 순위	2 순위	3 순위
-	• 신축이음 후타재 파손 • 교면포장 파손 및 포트홀	• 바닥판 하면 재료분리, 물끊기홈 각재 미제거 • 거더, 가로보 및 세로보 도장손상 • 하부구조 파손 • 교량받침 도장손상 • 신축이음 이물질 퇴적 • 교면포장 시공이음부 균열

【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산)

7.2.2 결함내용별 보수·보강방안

가. 대구방향

【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)

구 분		손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위	비고
바닥판		균열부 백태	0.15	㎡	지속관찰	-	하자
		재료분리	1.93	㎡	단면보수	3	하자
		철근노출	0.04	㎡	단면보수(방청)	2	하자
가로보, 세로보		도장손상	0.16	㎡	도장보수	3	
하부구조	교대	누수·체수	12.0	m	유도배수로설치	2	
	교각	균열(폭 0.3㎜미만)	18.2	m	지속관찰	-	하자
		망상균열	1.0	m	지속관찰	-	하자
교량받침		무수축몰탈균열	0.2	m	지속관찰	-	
		도장손상	0.07	㎡	지속관찰	-	
		볼트부식	2	개소	지속관찰	-	
신축이음	본체	부식	1.0	m	지속관찰	-	
		간격제한장치 볼트탈락	2	개소	용접보수	1	
		유간 이물질퇴적	2.5	m	청소	3	
	후타재	균열	3.0	m	지속관찰	-	
		단차	5.0	m	지속관찰	-	
교면포장		라벨링	80.0	㎡	지속관찰	-	
		파손, 포트홀	0.17	㎡	팻칭보수	2	
		패임	1.36	㎡	지속관찰	-	
배수시설		배수구 막힘	2	개소	청소	3	
		배수관 지지대 탈락	1	개소	지지대설치	3	
방호울타리		균열(폭 0.3㎜미만)	42.5	m	지속관찰	-	하자
		균열(폭 0.3㎜이상)	10.2	m	주입보수	3	하자
		백태	5.19	㎡	지속관찰	-	하자

나. 부산방향

【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)

구 분		손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위	비고
바닥판		균열(폭 0.3㎜미만)	3.3	m	지속관찰	-	하자
		균열부 백태	0.57	㎡	지속관찰	-	하자
		재료분리	2.13	㎡	단면보수	3	하자
		물끊기홈 각재 미제거	1.0	m	정비	3	하자
거더	내부	그을음	0.16	㎡	지속관찰	-	
		도장손상	0.08	㎡	도장보수	3	
	외부	도장손상	0.49	㎡	도장보수	3	
가로보, 세로보		도장손상	0.05	㎡	도장보수	3	
하부구조	교대	체수	2.5	m	유도배수관 정비	3	
		실란트 파손	1.5	m	지속관찰	-	하자
		균열(폭 0.3㎜미만)	0.6	m	지속관찰	-	하자
	교각	균열(폭 0.3㎜미만)	141.6	m	지속관찰	-	하자
		망상균열	19.78	㎡	지속관찰	-	하자
		파손, 박락, 들뜸	0.35	㎡	단면보수	3	하자
교량받침		무수축몰탈 균열	2.3	m	지속관찰	-	
		받침콘크리트 균열	0.1	m	지속관찰	-	하자
		도장손상	0.01	㎡	지속관찰	-	
		볼트부식	10	개소	지속관찰	-	
신축이음	본체	부식	4.8	m	지속관찰	-	
		이물질 퇴적	6.0	m	청소	3	
	후타재	파손	0.01	㎡	단면보수	2	하자
교면포장		라벨링	100.1	㎡	지속관찰	-	
		포트홀	0.01	㎡	팻칭보수	2	
		패임	13.65	㎡	지속관찰	-	
		시공이음부 균열	228.0	m	실링보수	3	
방호울타리		균열(폭 0.3㎜미만)	8.9	m	지속관찰	-	하자
		균열(폭 0.3㎜이상)	1.0	m	주입보수	3	하자
		백태	16.05	㎡	지속관찰	-	하자
		파손	0.04	㎡	단면보수	3	하자

다. 강재도장 보수 방안

1) 도장보수 개요

강교에 대한 도장은 보수범위 선정의 정확도가 부족하며 부분적인 재도장으로 인한 도막두께의 불균형이 발생하므로 기존도장이 비교적 양호한 부분을 제외하며 재도장부와의 Final Color를 고려하여 점착력이 우수한 도료로 재도장 할 것을 건의한다.

2) 시공과정

① 도장을 위한 표면처리

- 보수도장을 위한 손상부위의 처리는 손상부위가 녹발생이 되었을 시는 Power Tool Cleaning으로 손상부위 및 근처의 녹, 먼지, 오염물, 유기물질 등을 완전히 제거하고, 도장공정을 진행한다.
- Power Tool Cleaning으로 표면처리시에 사용하는 컵브러쉬(환형브러쉬)는 항상 유기물질 및 구리스 등에 오염되지 않은 깨끗한 것을 사용한다.
- 표면처리가 완료되면 빠른 시간(2시간 정도)내에 보수도장을 수행한다. 표면처리 2시간 이내에 보수도장을 수행하지 못한 부분은 재처리후 도장한다.
- Power Tool Cleaning직후 표면처리 상태 및 보수도장 공정별(표면처리, 하도Touch-up, 상도)로 전문검사원에게 검사를 받아야 한다.

【표 7.2.4】 보수도장의 표면처리

도막손상도	표면처리방법	표면처리의 개요
손상도 1	· 파워툴 처리 (블라스트 처리)	· 파워툴 처리를 원칙으로 하나, 공장보수시에 무기질페인트의 보수가 필요한 경우는 블라스트처리로 표면처리를 실시한다
손상도 2	· 파워툴 처리	· 손상부 주변 도막과의 부착성 향상을 도모하기 위함과 기존 도막과의 단차를 없에기 위해 주변부를 페이퍼 처리 한다
손상도 3	· 페이퍼 처리	· 도막손상이 큰면적에 걸쳐 발생한 경우는 파워툴처리를 실시한다

② 도장작업

- Power Tool Cleaning후 강재표면과 하도페인트의 부착력이 저하될 수 있으므로 하도페인트는 부착력이 뛰어난 도료를 선택하여 하도도료로 사용한다.
- 현장도장은 Airless 스프레이로 시행하며, 스프레이가 불가능한 부분은 붓(단, 나일론계통)으로 도장한다.
- 현장도장은 시방서의 도막두께 합계에 준하여 도장한다.
- 받침도장시 상부플레이트 하면의 미끄럼판에 대한 도장이 되지 않도록 하여야 한다.

나. 콘크리트 균열보수 방안

1) 콘크리트 표면처리공법(폭 0.3㎜미만)

① 공법 개요

콘크리트 표면이 노후 및 열화된 부위에 대해서 그라인더를 이용하여 열화부위를 제거하고 표면보호제를 도포하여 보수하는 방법이며 표면백태, 폭 0.3㎜미만의 미세균열의 발생부위에 적용한다. 또한, 보수 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.

② 시공방법 및 유의사항

균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100㎜를 와이어 브러쉬로 닦아 내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 므르터로 균일하게 도포한다.

균열폭의 변동이 큰 경우에는 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어 브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15㎜ 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50㎜, 두께 2~4㎜의 변형성 및 신장성이 큰 씰링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

<시공순서도>

표 면 처 리	콘크리트 열화부위, 백태발생 부위를 그라인더 등을 이용하여 표면처리 한다
↓	
표 면 청 소	콘크리트 표면처리후 고압살수기를 이용하여 표면을 고압세척한다. 고압세척의 압력은 노즐 TIP에서 5,000 PSI (350kg/㎠)의 압력으로 한다
↓	
표면보호제 도포	표면보호를 위하여 표면 보호제를 도포한다. 제품 선정 후 제품의 시방규정에 의한 표준 도포량을 확인한다

【그림 7.2.3】 콘크리트 표면처리 시공순서도

2) 균열주입보수(폭 0.3㎜이상)

① 개요

균열(폭 0.3㎜이상)부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용하여야 한다.

② 수지주입공법의 종류

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식, 저압·저속식 주입 및 자동주입식 기계주입공법이 있으며, 이 중 저압·저속식 주입은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있어 유리하다.

【표 7.2.5】 수지주입공법의 종류

압입식 공법	흡입식 공법
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력 · 자동주입식 기계주입 : 자동주입기	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

【표 7.2.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상		점도(20℃, cp)	주입 가능한 균열 폭
액 상	저점도	500±200	0.1㎜ 전후
	고점도	1,500±500	0.2㎜ 전후
Gel 상태		6,000±1,000	0.5～5.0㎜ 전후

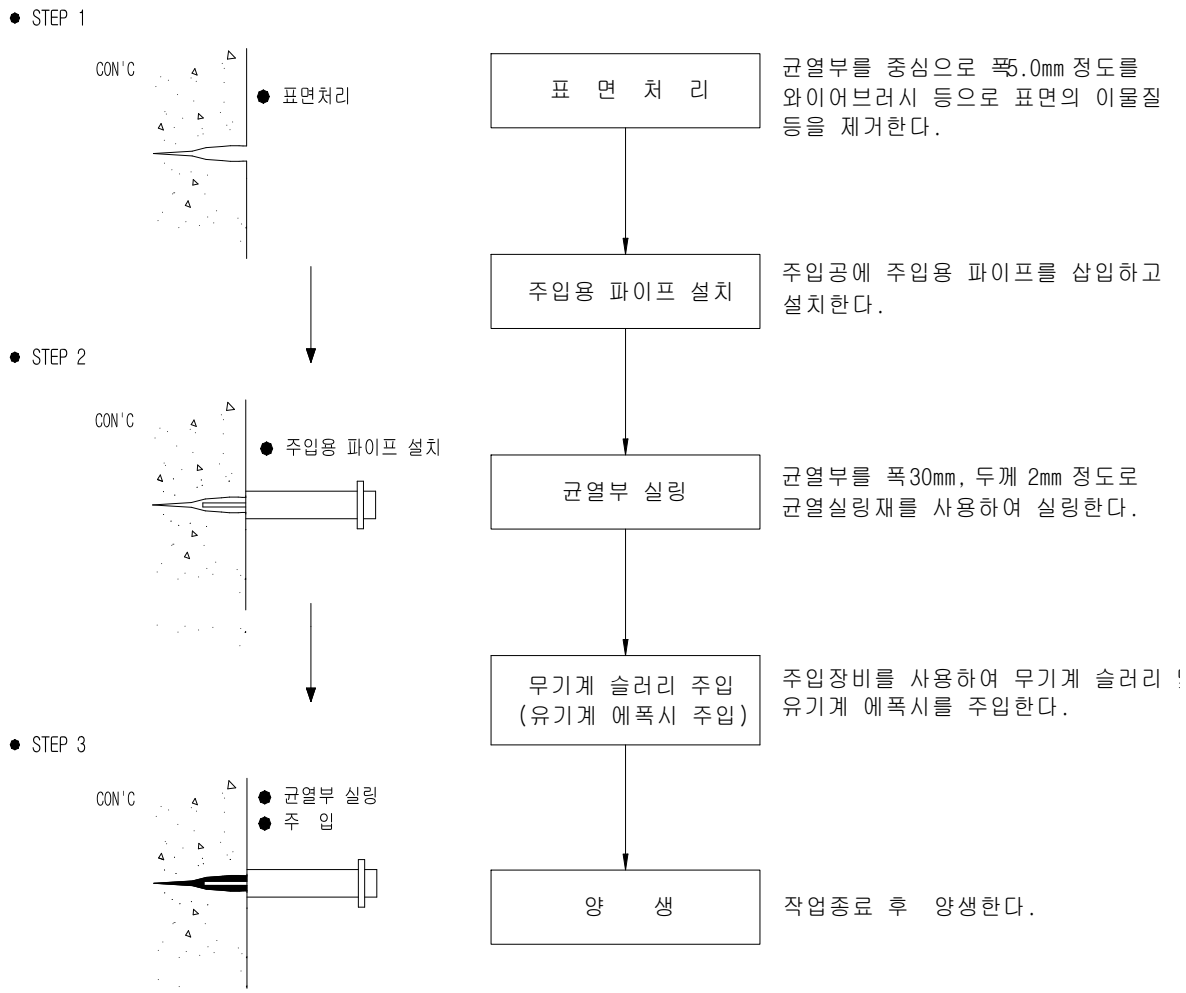
【표 7.2.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

균열 폭(㎜)	주입파이프/패커간격(㎜)	비고
0.3이하	50～100	
0.3～0.5	100～200	
0.5～1.0	150～250	
1.0이상	200～300	

【표 7.2.8】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	씰링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20℃ 7일간	1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20℃	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	〃	-	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20℃ 7일간	6.0이상	6.0이상
휨강도	〃	〃	3.5이상	4.0이상
인장강도	〃	〃	2.0이상	2.0이상
압축탄성계수	ASTM D 695	〃	0.1～0.6	0.1～0.6
인장전단강도	KS M 3722	〃	100이상	100이상
충격강도	KS M 3015	〃	0.15이상	0.3이상
경 도	ASTM D 2240	〃	80이상	80이상

③ 시공방법



【그림 7.2.4】 균열 보수공법 개요도

④ 시공시 주의사항

㉠ 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.

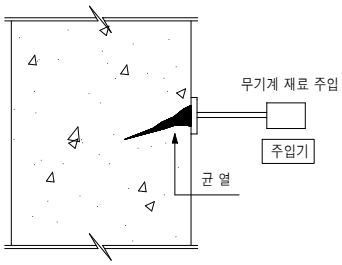
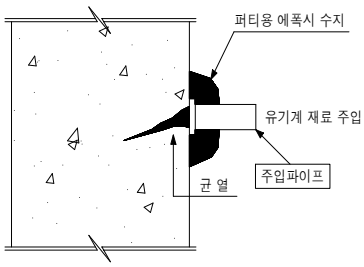
㉡ 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.

㉢ 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 루트마다 시험을 실시하여 품질을 확보한다.

㉣ 씰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

㉤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 씰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면처리 한다.

【표 7.2.9】 주입공법 공법비교안

구 분	폴리머 슬러리시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 컷팅하고 균열부를 씰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 씰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→ 균열부 씰링→폴리머슬러리 시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→ 균열부 씰링→에폭시주입→단면복구
특징	- 품질관리가 용이하고 재균열 발생우려 없음 - 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성 확보 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 - 보통형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 - 공정이 다소 복잡하여 시공전문가필요 - 유기계에 비해 접착강도 떨어짐	- 인장, 휨강도가 우수함 - 건조한 환경에 유리함 - 경화시간이 빠름 - 시공실적 다수 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 - 주입압력이 크면 균열이 확대되므로 주의 - 탄성계수, 열팽창계수가 콘크리트와 다름

다. 콘크리트 단면보수 방안

1) 단면복구(보수)공법 개요

콘크리트 단면 결손부중 박락(파손) 및 철근 노출부는 내구성 저하방지를 위하여 단면복구(보수)공법을 사용하여 보수를 실시하는데, 콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제함으로서 구조물의 내구성 저하를 방지하는 공법으로서 침투막제, 접착제, 단면 보수재, 철근방청재의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결함 중 콘크리트 파손부 및 철근노출, 부식부에 대한 보수방법으로 사용한다.

2) 단면복구(보수)시 털어내기 작업

단면복구(보수)시 털어내기 작업은 콘크리트 표면의 상황을 봐서 판단하는 것이 아니고 다음의 항목 및 【그림 7.5】를 참고하여 털어내기 범위나 형상을 결정하는 것이 좋다.

① 열화부분을 고려한 털어내기 범위

보수 개소의 콘크리트를 털어낼 때에 탄산화 등에 의한 취약한 부분을 남기면, 기설 콘크리트와 복구재료와의 충분한 부착강도를 얻을 수 없을 뿐 아니라, 균열이나 철근부식 재발의 원인이 된다. 따라서, 부재 내력에 영향을 미칠 수 없는 범위에서 열화부분을 모두 제거할 필요가 있다. 열화부분을 효과적으로 확인하기 위해서는 탄산화깊이나 알칼리 반응성 생성물의 측정 등 열화요인과 관련된 시험을 실시하는 것이 바람직하다.

② 철근의 녹을 고려한 털어내기 범위

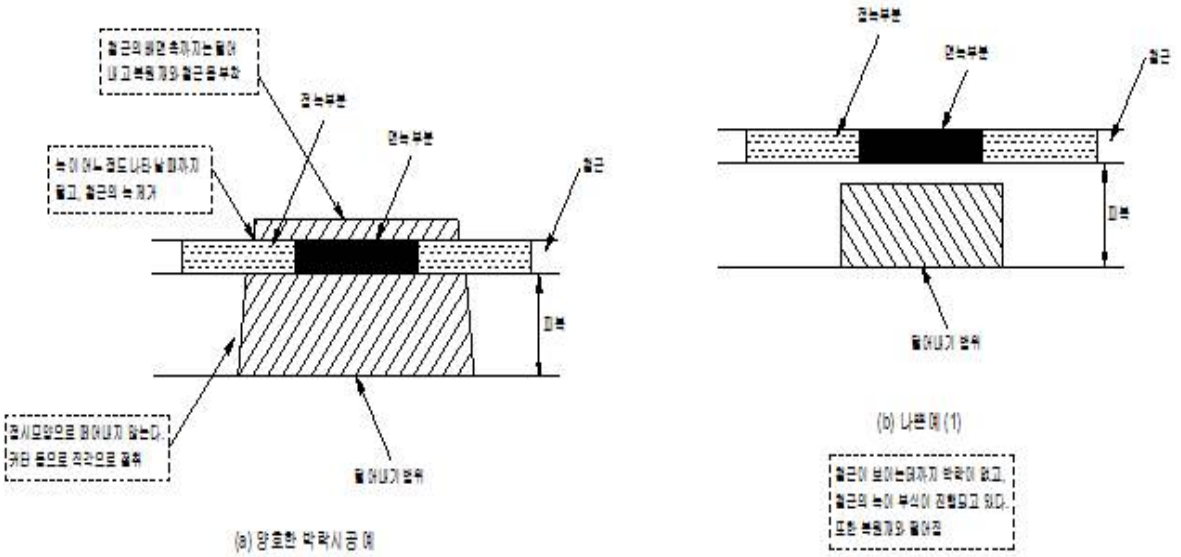
콘크리트의 열화부분을 충분하게 제거하여도 철근의 부식범위는 이 부위보다 넓은 경우가 대부분이다. 이 경우는 박락되어 노출된 부분의 철근 청소를 실시하여도 그 전후는 녹이 잔존한 채 남아있게 된다. 이 상태에서 단면복구(보수)를 실시하면 보수된 범위는 마이너스(-), 그 전후는 플러스(+)의 macro cell 부식이 생겨서 철근부식이 주위로 확산되어 보수효과가 적어지는 결과를 나타내는 경우가 많다.

따라서, 녹제거를 확실하게 할 수 있도록 철근표면의 전면에 녹이 나오고 있는 부분(면녹의 부분)뿐만 아니라, 이것과 인접하면서 녹이 점상으로 나타나는 비교적 건전한 부분(점녹의 부분)이 드러나는 범위까지 털어낼 필요가 있다. 한편, 털어내기 전에 면 녹의 범위를 파악하기 위해서는 자연전위 보정법에 근거하고 보정자연전위에서 -350mV보다 낮은 전위를 가리키는 부분이 이것에 해당한다.

또한 같은 이유로 녹의 제거는 철근의 전 주변에 대하여 실시하여야 하고, 철근은 박락된 부분(면)에서부터 뒷부분까지 파취할 필요가 있다. 이것은 단면복구(보수)재가 철근을 둘러싸는 것에 의한 부착성 향상에도 유효하다.

③ 털어내기 형상

콘크리트와 단면복구(보수)재와는 일반적으로 열팽창율이 다르기 때문에 복구재의 단부가 접시형상으로 되어 있으면, 온도신축에 의해 그 부분으로부터 박리현상을 보이는 우려가 있다. 이것을 방지하기 위해 털어내기시 단부가 접시형상으로 되는 것을 피하고, 될 수 있는 한 수직에 가까운 각도로 깊이 털어내는 것이 중요하다.



【그림 7.2.5】 단면복구(보수) 상세도

3) 철근의 방청 처리

털어내기에 의해 노출된 철근의 녹 제거는 특히 정성껏 실시할 필요가 있다. 일반적으로 와이어 브러시를 이용할 수 있는 것이 많지만, 보다 확실한 녹제거 방법은 샌드 블라스트, 워트제트 등을 쓰는 것이 좋다.

녹을 제거한 후는 철근에 방청재를 도포한다. 방청재에는 녹방지 도료, 아질산염계 방청재, 염분흡착제를 사용한 시멘트계 방청형 보수재가 있다. 일반적으로 철근부식의 억제는 철근부식효과가 있는 아질산염 이온이 함유된 것이 효과적이다.

액산의 아질산칼륨이나 아질산리튬을 철근이나 박락면에 직접 도포하여 아질산염이온을 같이 배합한 아질산염계 방청재가 있다. 염화물에 의한 부식의 경우 유효한 도포량은 아질산 이온량과 염화물량의 비율을 관리하여야 하며 많은 양의 충전이 필요한 경우 Paste나 모르터 등을 혼합하여 사용하는 등의 검토가 필요하다. 또한 최근 개발된 염분흡착재를 이용한 방청재는 해수성분을 함유한 수분이 있는 개소의 철근부식에 대응하여 아질산 이온을 도입 또는 함유한 염화물량의 저감효과가 있다.

염분흡착재는 콘크리트 제체중의 유해한 염화물이 흡착되어 저감되어지는 동시에 염분흡착제 자신이 기다리고 있는 아질산 이온을 방출하는 것에 의해 높은 방식재 효과를 얻을 수 있다.

4) 단면복구(보수) 재료

복구재의 선정은 열화의 요인, 손상 상황, 누수 상황 등을 감안하고, 기설의 철근이나 콘크리트와의 부착성, 시공성, 재료특성 등을 평가하고 시공개소에 적합한 것을 채용 할 필요가 있다. 특히 사용실적이나 적절한 시험방법 등에 의해 품질, 성능을 확인할 수 있는 복구재를 사용하는 것이 바람직하다. 단면복구(보수)재는 저수축성이 요구되며, 복구재 충전 후 경화전에 우려할만한 차량진동을 받는 부위는 조강형을 사용하고, 아치부나 슬래브 하면 등 시공성을 중시할 경우는 경량형을 사용하고, 거푸집을 설치해서 충전할 경우는 고유동형을 사용하는 방안을 검토하여야 한다.

일반적으로 단면복구(보수)재를 충전하기 전에 프라이머를 도포하는 경우가 많다. 프라이머는 기설 콘크리트와 복구재의 부착성 향상을 목적으로 한 에폭시 수지계, 복구재의 수분이 기설 콘크리트에 흡수되어 경화에 필요한 수분이 결핍하는 「드라이 아웃」방지를 목적으로 한 수성 에멀션을 주재로 하는 재료 등이 있다.

【표 7.2.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류

분 류		개 요
유기계	수지모르터 (에폭시수지 등)	에폭시 등의 수지와 잔골재를 이용한 모르터로 고강도, 수밀, 경량, 접착성이 뛰어나고 섞어쓰기 용이하나 고가임
무기계	폴리머 시멘트 모르터	시멘트에 SBR, 포키시 등의 수지를 첨가한 모르터로 고강도, 수밀성 양호
	무수축 모르터	팽창재가 함유된 건조수축을 보상하는 것에 의해 억제하는 모르터

5) 단면복구(보수)시 유의 사항

① Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정한 뒤 단면복구(보수)재를 충전한다.

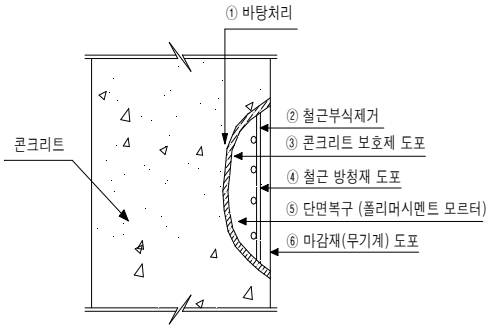
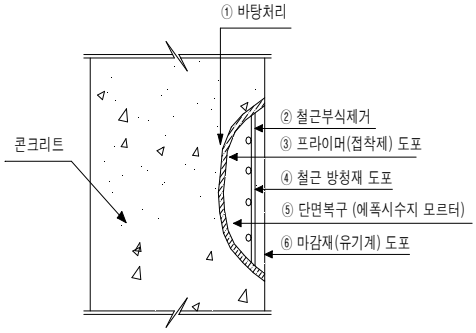
② 철근방청재, 프라이머, 단면복구(보수)재는 동일 제작사의 제품을 사용하거나 서로 양호한 조합의 물건을 이용한다.

③ 보수 깊이가 깊은 개소의 충전은 여러층으로 시공할 경우 경계부위가 부착상의 약점이 되기 쉬우므로 정확한 작업이 요구된다.

④ 보수한 단면복구(보수)재가 낙하할 가능성이 있는 부위는 중점적으로 검사 및 점검을 실시한다. 또한, 재료의 선택에 따라 신구콘크리트접착재의 도포가 필요할 경우에는 도포 후 단면복구(보수)를 실시한다.

⑤ 털어내기 작업시 콘크리트 분진으로 인한 대기오염을 방지하기 위해 집진시설이나 물분사 등을 실시하여 도로주변의 환경오염에 주의하여야 한다.

【표 7.2.11】 단면복구(보수) 공법비교안

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	· 콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 콘크리트 보호제를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 무기계 마감재로 마감하는 공법	· 콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법
시공방법	· 치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 콘크리트 보호재(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계)도포	· 치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
특 징	· 철근의 방청효과가 우수하고 재부식 확률이 없음 · 철근 노출부 보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 · 폴리머시멘트의 사용으로 콘크리트 중성화 방지 효과가 우수함 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 · 일반적으로 한번의 시공두께가 얇기 때문에 목표 두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 · 보통 형식의 것은 경화시간의 늦고 공기가 길어짐	· 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함 · 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수함 · 재료비가 폴리머 시멘트에 비해 저가임 · 경화시간이 빠름 · 방청효과가 확실하지 않음 · 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 · 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움

7.3 보수·보강 개략공사비

7.3.1 대구방향 보수·보강 개략공사비

【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구)

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판		균열부 백태	지속관찰	0.15	0.22	㎡	49	11	-	표면처리보수
		재료분리	단면보수	1.93	2.90	㎡	215	624	3	
		철근노출	단면보수	0.04	0.06	㎡	326	20	2	
가로보		도장손상	도장보수	0.16	0.24	㎡	4	1	3	
하부구조	교대	누수·체수	유도배수로 설치	12.0	18.00	m	100	1800	2	
	교각	균열(폭 0.3㎜미만)	지속관찰	18.2	6.82	㎡	49	335	-	표면처리보수
		망상균열	지속관찰	1.0	1.50	㎡	49	74	-	표면처리보수
신축이음		간격제한장치 볼트탈락	용접보수	2	2	개소	30	60	1	
		이물질퇴적	청소	2	2	개소	10	20	3	
교면포장		파손, 포트홀	팻칭보수	0.17	0.26	㎡	55	15	2	
배수시설		배수구 막힘	청소	2	2	개소	10	20	3	
		지지대 탈락	지지대설치	1	1	개소	20	20	3	
난간		균열(폭 0.3㎜미만)	지속관찰	42.5	15.94	㎡	49	782	-	표면처리보수
		균열(폭 0.3㎜이상)	주입보수	10.2	15.30	m	130	1989	3	
		백태	지속관찰	5.19	7.79	㎡	49	382	-	표면처리보수
순공사비 합계(천원)								6,153,000		
제경비(순공사비×50%)								3,076,500		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					90,000		
			2순위					2,752,500		
			3순위					4,011,000		
			지속관찰					2,376,000		
유지보수 개략공사비 총계								**9,229,500**		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음

7.3.2 부산방향 보수·보강 개략공사비

【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산)

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판		균열(폭 0.3㎜미만)	지속관찰	3.3	1.24	㎡	49	61	-	표면처리보수
		균열부 백태	지속관찰	0.57	0.86	㎡	49	43	-	표면처리보수
		재료분리	단면보수	2.13	3.20	㎡	215	688	3	
		각재 미제거	정비	1.0	1.50	m	10	15	3	
거더		도장손상	도장보수	0.57	0.86	㎡	4	4	3	
가로보		도장손상	도장보수	0.05	0.08	㎡	4	1	3	
하부구조	교대	유도배수관누수	정비	1	1	개소	15	15	3	
		균열(폭 0.3㎜미만)	지속관찰	0.6	0.22	㎡	49	11	-	표면처리보수
	교각	균열(폭 0.3㎜미만)	지속관찰	141.6	53.10	㎡	49	2602	-	표면처리보수
		망상균열	지속관찰	19.78	29.67	㎡	49	1454	-	표면처리보수
		파손, 박락	단면보수	0.35	0.52	㎡	215	112	3	
신축이음		이물질 퇴적	청소	4	4	개소	10	40	3	
		파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	121	3	2	
교면포장		포트홀	팻칭보수	0.01	0.02	㎡	55	2	2	
		시공이음 균열	실링보수	228.0	342.00	m	18	6156	3	
난간		균열(폭 0.3㎜미만)	지속관찰	8.9	3.34	㎡	49	164	-	표면처리보수
		균열(폭 0.3㎜이상)	주입보수	1.0	1.50	m	130	195	3	
		백태	지속관찰	16.05	24.08	㎡	49	1180	-	표면처리보수
		파손	단면보수	0.04	0.06	㎡	215	13	3	
순공사비 합계(천원)								12,759,000		
제경비(순공사비×50%)								6,379,500		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					-		
			2순위					7,500		
			3순위					10,858,500		
			지속관찰					8,272,500		
유지보수 개략공사비 총계								**19,138,500**		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음

7.4 유지관리 방안

교량 유지관리는 교량의 공용수명 동안 교량의 안전성과 기능성을 유지하기 위하여 행하는 행위로써 손상발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 조치를 취하는 예방 유지관리와 손상발생 후 조치를 취하는 사후 유지관리로 나눌 수 있으나 유지관리의 주안점은 구조적 특성이나 손상유형을 고려하여 사전에 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하며 그 원인을 미리 해소하는 예방 활동에 목표를 두어야 한다.

7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 경미한 비구조적인 손상이 국부적으로 발생되었으나, 신축이음장치 서포트빔 고정볼트 탈락과 같은 손상은 사용성 및 내구성 확보를 위해 중점적으로 관리가 필요한 상태로 확인되었다.

나. 신축이음장치 간격제한장치 고정볼트 탈락

1) 선정사유

청도1교의 신축이음장치는 Rail Joint로 이루어져 있으며, Rail Joint는 지지대 파손으로 인한 소음발생 및 보수비용이 증가하는 단점이 있다. Rail Joint의 파손 메카니즘은 베어링 파손 → 서포트빔 파손 → 레일(본체)파손의 순으로 하중전달경로의 역방향으로 이루어지며, 청도1교(대구) Exp.J2(P5)에서는 파손 메카니즘 중 1차 손상에 해당되는 간격제한장치 고정볼트 탈락이 조사되어 서포트빔의 파손 및 과도한 유간 변위를 유발시킬 수 있는 환경이 조성되어 해당 부재에 대한 중점관리가 요구된다.

2) 현장조사결과

탈락된 고정볼트는 손상 발생위치 주변에 탈락된 볼트가 없는 관계로 공용중 발생이 된 것인지 체결미흡 등에 의한 것인지 원인규명을 명확히 할 수는 없었으나, 주변 용접부 손상 및 서포트빔 파손 등의 손상은 발생하지 않았으며, 레일(본체)은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

3) 향후관리방안

레일조인트는 구조물의 안전성에는 영향을 미치지 않으나, 레일조인트 파단 발생시 주행 차량의 안전에 영향을 미칠 수 있으므로 단기 보수 우선순위인 1순위로 선정하여 조속한 시일 내에 보수조치를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

보수시에는 고정볼트를 재설치 하는 것은 현실적으로 어려우므로 본체와 서포트빔을 용접하여 차량 통과시 이격에 의한 충격이 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하며, 점검시마다 신축이음장치 하부를 면밀히 점검하여 유사 손상 발생유무를 확인해야 할 것이다.

다. 부재별 중점유지관리 사항

본 교량에 대한 부재별 유지관리 중점사항은 다음과 같다.

【표 7.4.1】 부재별 유지관리 중점사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	• 공용기간 경과에 따른 손상 진전여부(패임, 포트홀 등) • 신축이음장치 주변 손상
난간	• 0.1㎜~0.3㎜균열(백태동반) • 국부적인 망상균열, 파손
바닥판	• 균열 폭 0.3㎜미만 - 균열 진전여부 점검 • 백태 - 누수 발생 및 백태 규모 진전 여부
강박스거더	• 도장손상 - 부식 및 녹발생(보수후 손상 진전여부 확인)
교량받침	• 도장손상 - 부식 및 녹발생 여부
신축이음장치	• 간격제한장치 고정볼트 탈락(대구, P5) - 레일조인트 파손메카니즘을 따라 손상 진전 여부 점검 - 교대, 교량받침 등 주변 손상발생여부 점검 • 갓길측 부식 - 강재의 단면결손 여부 점검 • 후타재 균열 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검
하부구조	• 미세균열의 진전여부

라. 교각 코핑부 전단에 대한 안전율 부족

1) 선정사유

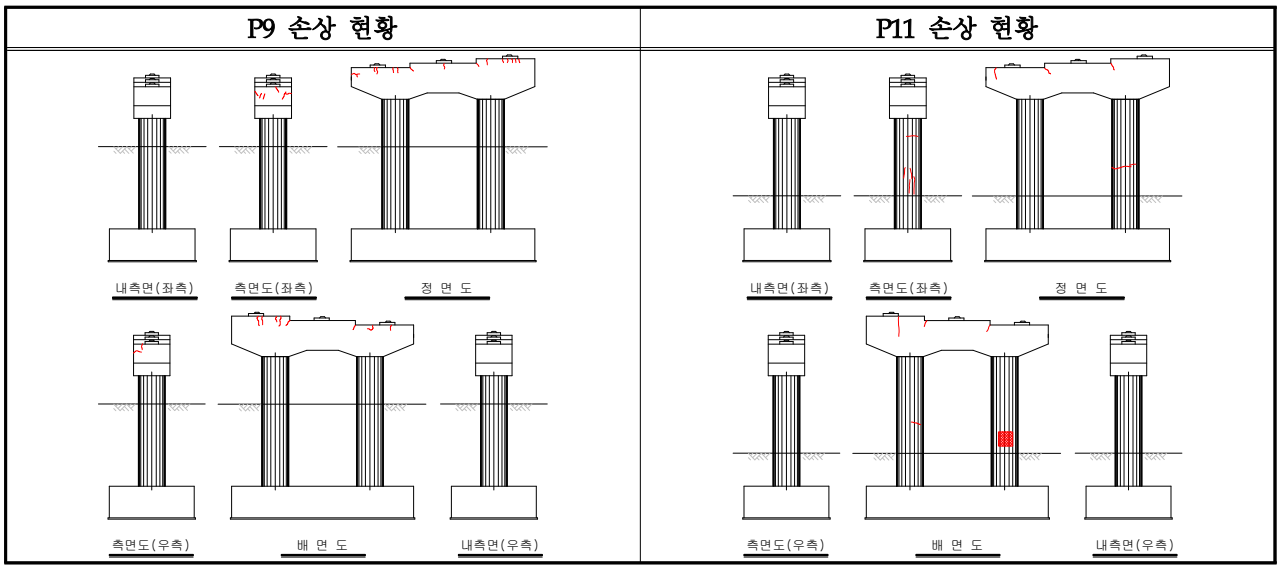
청도1교(부산) 코핑부는 설계 당시 수평전단철근 규정 및 극한전단강도 산정 실수로 극한전단강도에 대한 공칭전단강도가 부족한 것으로 판단되었다.

- 수직전단철근 검토 : $A_v > 0.0025bd$(시방서) → $A_v > 0.0015bd$(오류) N.G 발생(설계규정 변경)
- 수평전단철근 검토 : $A_h > 0.0015bd$(시방서) → $A_h > 0.0025bd$(오류)(설계규정 변경)
- 공칭전단강도 검토 : $V_u = 1024.324$ (해석치) → $V_u = 955.378$ (적용치) N.G 발생(적용오류)
- 전단강도감소계수 : $\phi = 0.8$(설계당시 규정) → $\phi = 0.75$(현재 규정) N.G 발생(설계규정 변경)

구 분	ΦM_n (kN·m)	M_u (kN·m)	S.F	ΦV_n (kN)	V_u (kN)	S.F	검토 결과
P9 깊은보 검토	18406.525	12197.368	1.509	9325.993	10846.989	0.860	N.G
P11 깊은보 검토	18406.525	12261.380	1.501	9325.993	10905.3	0.855	N.G

2) 현장조사결과

외관조사결과 코핑부에 발생한 균열은 전단균열이라기 보다는 시공초기의 수축작용에 의한 미세수직균열(폭 0.3㎜미만) 형태로 확인되었으며, 현 시점에서 전단강도 부족에 의한 교각의 구조적인 손상은 없는 것으로 판단된다.



3) 향후관리방안

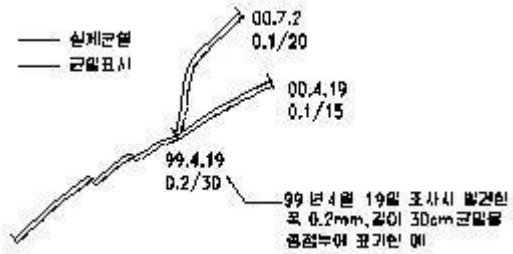
향후 진단 및 점검시 코핑부에서는 사방향균열의 발생 유무에 대한 점검이 필요하며, 균열의 발생이 확인될 경우에는, 균열의 시·종점부에 분필 등을 이용하여 마킹을 실시하고 균열팁을 이용하여 균열 폭의 진전 여부에 대하여 관찰한 후 손상이 지속적으로 진전될 경우에는 적절한 보강대책을 수립하여야 할 것으로 판단된다.

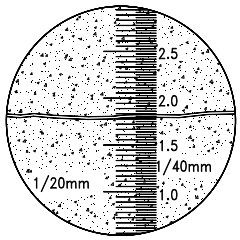
7.4.2 유지관리시 점검요령

교량의 안전성과 기능성, 사용성 및 노후화 정도 등을 파악하여 재해를 사전에 예방하기 위해서 주기적이고 체계적인 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단 등을 통한 유지관리가 무엇보다도 중요하다. 따라서, 정밀안전진단 결과를 바탕으로 부재별 결함부위에 대한 원인분석과 사전에 예방하자는 유지관리차원에서 중점적으로 점검해야 하는 사항을 제시하고 필요한 점검항목 및 점검요령을 기술하였다.

가. 바닥판

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 공통</td><td>• 박리, 박락, 층분리, 철근노출(피복두께 부족), 파손
• 백태(유리석회), 오염
• 재료분리</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 거더교</td><td>• 균열(거더사이, 헌치부 종방향 균열)
• 망상균열</td></tr>
<tr><td rowspan="2">▷ 슬래브, 라멘교 상부</td><td>- 단부</td><td>• 부스러짐
• 사인장균열</td></tr>
<tr><td>- 중앙부</td><td>• 휨균열</td></tr>
<tr><td>주요
부위</td><td colspan="2">
<바닥판 하면>

<캔틸레버></td></tr>
<tr><td>점검
요령</td><td colspan="2">○ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
- 균열의 진행상황을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시해 두는 것이 필요하며, 정기적으로 진행여부를 관찰
 

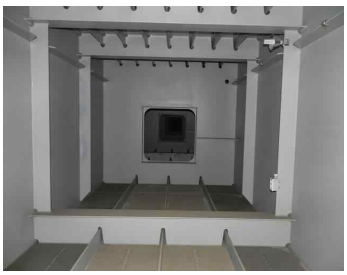
(a) 균열표시 예
 

(b) 균열경 조사 예</td></tr>
</table>

점검 요령	- 부모멘트가 발생하는 연속 받침부는 상부에서 하부로, 정모멘트가 발생하는 중앙부 구간은 하부에서 상부 순서로 점검을 진행 - 균열로부터 녹물 유출 여부 조사(철근 부식) - 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정한다. 내부에 결함 존재 시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭 전단파괴의 우려가 있다. ◦ 점검시 유의사항 - 공통적인 손상은 대부분 구조적인 결함이므로 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의 깊게 조사 - 큰 균열일지라도 상당히 오래전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 점검 시 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의 - 환경적 요인에 의하여 열화가 심한 부분은 철근의 부식환경을 확인하기 위하여 탄산화시험을 실시
주요 손상	 <횡균열> <균열부 백태
원인	◦ 초기 건조수축 및 온도변화
중점 점검 사항	◦ 횡방향 균열 - 균열폭의 확대와 길이 진전 여부 - 균열부위 누수 발생 여부 ◦ 균열부 백태 - 백태 규모 진전 여부 점검 - 백태 발생부위 습윤상태 확인
점검 도구	◦ 사진기 ◦ 줄자 ◦ 균열자 ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) ◦ 점검용 망치 ◦ 점검야장 ◦ 확대경 ◦ 필요시 반발경도 및 탄산화 시험기기

나. 강박스 거더

점 검 부 위	점 검 항 목
▷공통	• 변형, 균열, 파손 • 표면(도장)상태 오염, 부식 • 이상처짐 • 연결부 볼트 이완, 파손, 이상음
▷받침부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 박스내부 출입구 계폐 • 거더와 받침연결부 부식
▷중앙부	• 맞대기 용접부 균열 • 플랜지 변형 및 처짐 • 다이아프램 연결부 균열
▷2차부재	• 거더와의 연결부 균열
▷보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

주요 부위	 <거더 외부>  <거더 내부>
점검 요령	○ 점검방법 - 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검 - 중앙부 처짐은 점검로에서 하부플랜지 정도로 눈높이를 낮추어 점검하거나 교대 옆 혹은 교량에서 조금 떨어진 거리에서 하부플랜지의 전체적인 선형 점검 - 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹발생 개략조사 - 차량통과시 삐걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지 ○ 손상발생시 조치 - 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ○ 점검시 유의사항 - 박스내부 출입구 잠금장치가 망가져 있는 경우 부랑인들이 거주하고 있는 경우가 있으므로 2인 이상이 1조가 되어 내부점검 - 박스내부에 환기부족으로 유해가스가 있을 수 있으므로 환기를 시킨 후 점검하고 인화성 물질을 휴대하지 않도록 하며 특히 흡연은 삼가하여야 함

주요 손상	 <거더외부 도장손상>	 <거더내부 도장손상>
원인	◦ 바탕면처리 미흡 ◦ 시공시 긁힘 등과 같은 시공미흡으로 인해 발생	
중점 점검 사항	◦ 도장박리 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검 - 보수 후 재손상 발생여부 점검	
점검 도구	• 사진기(망원렌즈) • 줄자(5m자) • 점검야장	• 점검용 망치 • 손전등(박스내부) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

다. 교대

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 박락, 층분리, 백태(유리석회), 파손, 철근노출 • 교대 회전(기울음), 침하(연직이동)
▷ 두부	• 두부 물고임 • 두부와 흉벽 경계부 균열(후면으로 기울음) • 거더와 흉벽 신축유간 부족
▷ 벽체	• 균열(수직균열) • 벽체와 날개벽 분리(이동)
▷ 날개벽	• 날개벽 이동, 전도

주요 부위	 <교 대 A1>	 <교 대 A2>

점검 요령	○ 점검방법 - 접근 장비에 의해 근접 육안점검 - 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인(날개벽, 옹벽 포함) - 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인 - 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 접속슬래브 하부에 공동이 발생하여 흉벽이 교대 뒤쪽으로 전도되어 균열이 발생하기도 함 - 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검 - 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1㎜ 이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함	
주요 손상	 <교대 구체 균열>	 <교대 흉벽부 누수>
원인	◦ 시공초기 건조수축에 의한 미세균열 발생 ◦ 신축이음부 결함부위로 노면수 유입	
중점 점검 사항	◦ 교대 구체, 흉벽 수직균열 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검 ◦ 교대 교좌면 체수 - 교량받침 부식 및 콘크리트 열화 유무 확인 - 유도배수로 설치 후 체수 발생 점검	
점검 도구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치	• 점검추 - 기울음 측정 • 중성화 시험기 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

라. 교각

점 검 부 위	점 검 항 목
▷공통	• 균열, 박리, 철근노출, 파손 • 침하
▷두부	• 두부 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)
▷구체	• 수직균열 • 이동 또는 기울음

주요 부위	
점검 요령	○ 점검방법 - 접근장비 및 점검로에서 점검 - 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기기로 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인 ○ 손상발생시 조치 - 교각두부 받침하부에 폭 0.3㎜이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임
주요 손상	 <교각 망상균열> <교각 수직균열>
원인	◦ 시공시 다짐미흡 및 불량 ◦ 공용 중 강물에 흐름에 의한 손상
중점 점검 사항	◦ 교각 코핑부 박락 및 들뜸 - 녹물 발생 유무 확인 ◦ 신축이음부 유도배수관 상태 확인
점검 도구	• 사진기 • 균열자, 줄자(5m자) • 점검용 망치 • 점검추 - 기울음 측정 • 중성화 시험기 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필), 야장

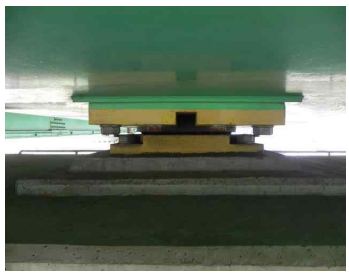
마. 교량받침

점 검 부 위		점 검 항 목
▷본체	- 공통	• 부식(오물퇴적), 변형 • 균열, 파손(균열발생으로 파손진행) • 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 • 받침과 거더의 밀착상태(분리) • 앵커볼트 파손(절단) • 가동방향 오류, 편기설치
	- 강재받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손
▷받침대		• 균열, 파손(하부공동) • 부분 침하
▷이동제한장치		• 용접부 균열 • 파손

주요 부위

<받침장치(고정단)>

<받침장치(양방향)>


<받침장치(일방향)>

점검 요령

○ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
- 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함
- 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 헝겊으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 이동제한장치 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음
- 곡선교 내측 단부 혹은 사교의 예각부 단부의 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
- 경사교에서 받침 경사설치로 인한 상부가동받침과 하부받침 접촉 및 받침 부속품과의 접촉으로 인한 가동장애요소 점검
- 수직보강재와 받침이 10cm 이상 편기시 하부플랜지의 국부변형이나 거더 복부판의 좌굴 여부 확인
- 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
- 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

○ 손상발생시 조치
- 받침하부 교각 두부에 폭 0.3㎜ 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고, 안전성 검토 및 대책 수립 필요

주요 손상	 <받침콘크리트 균열>	 <무수축몰탈 균열>
원인	◦ 수화열 및 건조수축시 발생되는 마찰력에 의해 발생 ◦ 공용중 노후화로 인한 부식발생	
중점 점검 사항	◦ 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열 - 손상진전 여부 점검 ◦ 도장손상 - 부식 및 녹발생 유무 점검 - 교량받침의 가동상태에 미치는 영향 점검 ◦ 교량받침 가동상태 이상유무 확인	
점검 도구	• 사진기 • 줄자 • 균열자 • 온도계	• 유성펜(매직) 및 청소용 걸레 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

바. 신축이음장치

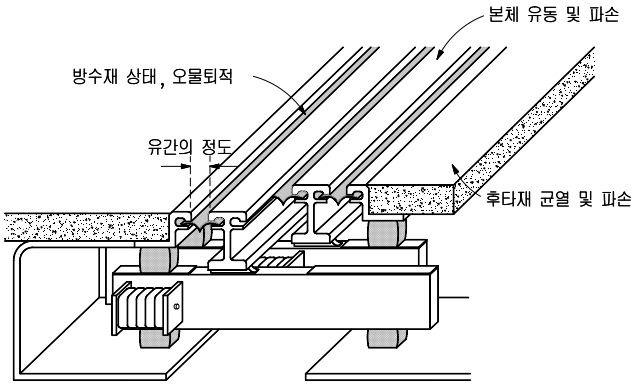
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	- 공통	• 누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적) • 유간(부족 및 과다) • 이상진동(충격음) • 본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
	- 고무재	• 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	• 방수재(씰링재) 파손 - 노면수 유입
▷ 후타재		• 균열, 파손(패임 및 요철)

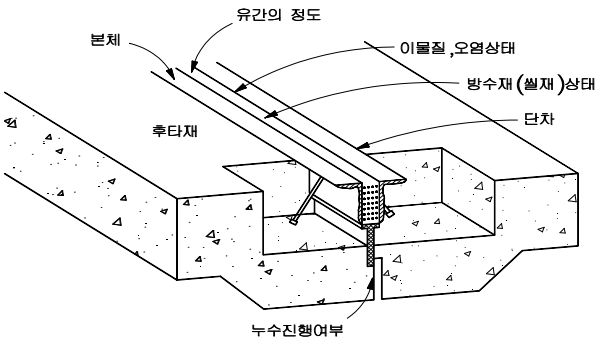
주요부위

<상부>

<하부>

주요내용





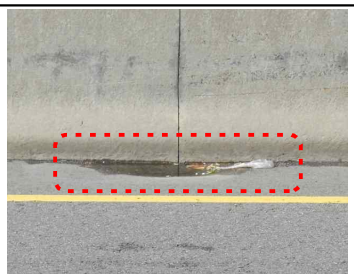
점검 요령	○ 점검방법 - 보도에서 점검 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검 - 고무재의 마모, 파손, 충진 씰링재 노출로 차량운행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브상태 점검 - 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검 - 점검기간 내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검 ○ 손상발생시 조치 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ○ 점검시 유의사항 - 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행 - 신축유간 점검시 차량에 유의
주요 손상	 <본체 부식> <간격제한장치 고정볼트 탈락>
원인	◦ 공용기간 경과에 따른 노후화 ◦ 시공시 설치오류 및 공용중 진동에 의해 발생
중점 점검 사항	◦ 본체부식 - 신축이음장치 누수여부에 대한 주기적인 점검 ◦ 신축이음장치 유간 - 신축유간 확보여부 및 주변부재 손상발생여부 점검
점검 도구	• 사진기 • 줄자 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) - 유간오물 확인 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

사. 교면포장

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	• 균열, 요철, 단차, 포트홀, 소성변형
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부	• 단차, 침하
▷ 배수구 주변	• 물고임, 이물질 퇴적

주요 부위	<교면포장)> <교면포장(갓길)>
점검 요령	◦ 점검방법 - 방호벽측 갓길에서 도보점검 - 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검 - 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 - 교면위 물고임 및 포트홀 점검(가급적 비온 직후 점검) - 포장의 노후화에 따른 종방향균열의 진전여부, 망상균열의 진전여부 ◦ 손상발생시 조치 - 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 기록 후 사진 촬영 - 포트홀의 직경이 20cm이상 혹은 종방향 단차가 30㎜이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ◦ 점검시 유의사항 - 갓길은 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검
주요 손상	<신축이음장치 주변 패임> <부산-시공이음부 균열>
원인	◦ 공용기간 경과에 따른 아스콘 열화 및 시공미흡
중점 점검 사항	◦ 갓길 아스콘 균열 및 패임 - 공용기간 경과에 따른 손상 진전여부(패임, 포트 홀 등)
점검 도구	• 사진기, 줄자(5m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장

아. 배수시설

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 배수관	• 파손(연결 고정부 탈락) • 배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐) • 유출구 위치 부적절(도로상이나 구조물 위에 위치)
주요 부위	 <배수구> <배수관>
점검 요령	○ 점검방법 - 배수관 ① 갓길 측에서 점검하며 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용 ② 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검 ③ 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검 ④ 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검 ⑤ 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검 ○ 손상발생시 조치 - 배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우는 드라이버를 사용하여 제거 ○ 점검시 유의사항 - 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 차량운행에 주의 - 접근장비 사용시 차량운행 및 안전에 유의
주요 손상	 <배수관 지지대 탈락>  <배수구 막힘>
원인	◦ 시공시 설치오류 및 청소미흡에 의해 발생
중점 점검 사항	◦ 배수관 주변 누수흔적 ◦ 배수시설의 기능상태 - 체수 유발 및 하부구조 누수 접촉 유무 확인
점검 도구	• 사진기 • 줄자 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) - 유간오물 확인 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

자. 난간

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 방음벽	- 강재, 알루미늄	• 변형, 파손
▷ 방호벽, 중분대	- 철근콘크리트	• 박리, 박락, 부스러짐, 파손 • 신축이음 접촉부 부스러짐(파손)

주요 부위	 <방호벽(우측)>	 <중앙분리대>
점검 요령	○ 점검방법 - 교량 한쪽에서 눈을 난간높이 정도로 낮추어 난간의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검 - 안전난간 및 방음벽의 경우 안전난간 및 방음벽의 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트 손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인 - 연속 받침부 연석 및 자갈막이는 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(일반적으로 폭 0.3㎜이상)을 점검 ○ 손상발생시 조치 - 난간의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록 유지 - 외부의 강한 하중이 작용할 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려 ○ 점검시 유의사항 - 난간의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요	
주요 손상	 <균열 및 백태>	 <신축이음부 파손>
원인	◦ 균열부 우수유입, 시공미흡	
중점 점검 사항	◦ 균열 및 백태 - 손상진전여부, 콘크리트 열화 여부	
점검 도구	• 사진기 • 솔(브러쉬) • 강재 부식부위 등 상세확인	• 줄자 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

7.4.3 중점 유지관리사항 및 점검방향

청도1교(대구, 부산) 중점유지관리사항, 점검방향

▣ 중점유지관리 사항

① 신축이음장치

간격제한장치 고정볼트 탈락

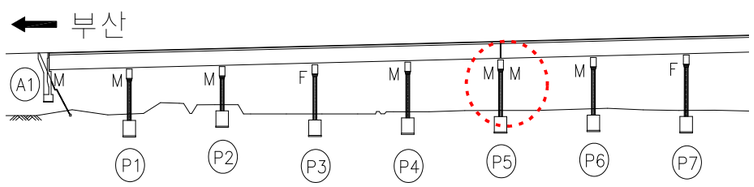
· EXP.J2(P5)-대구

- 베어링 탈락 및 파손 여부
- 서포트빔 파손 여부
- 레일 본체 변형 및 파손 여부

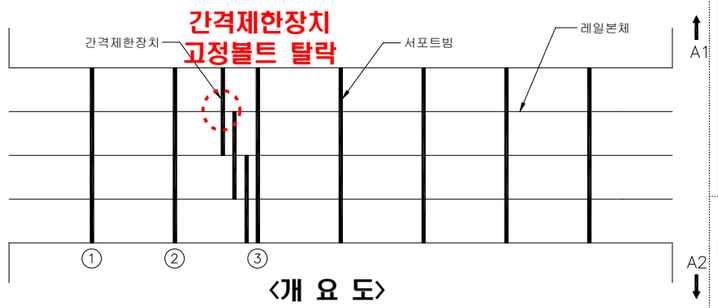
② 신축이음장치하부 전수 조사

- 이상 소음 발생구간 정밀 조사
- 거울이 달린 점검용 거울 또는 삼각대에 카메라 설치 후 베어링 탈락 등 이상 유무 확인

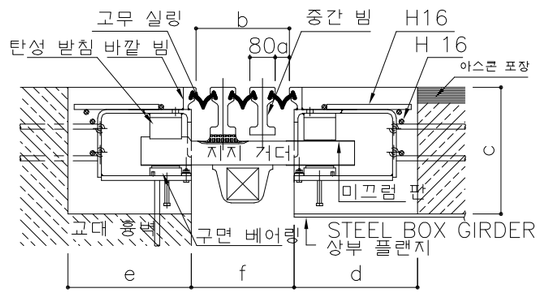
▣ 점검방향 : ①신축이음장치 간격제한장치 고정볼트 탈락(Exp.J2-대구) ⇨ ②신축이음장치 하부 전수 조사



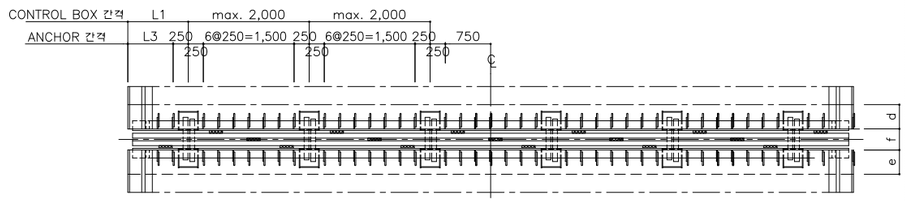
<손상위치도>



<개 요 도>



<단 면 도>



<평 면 도>

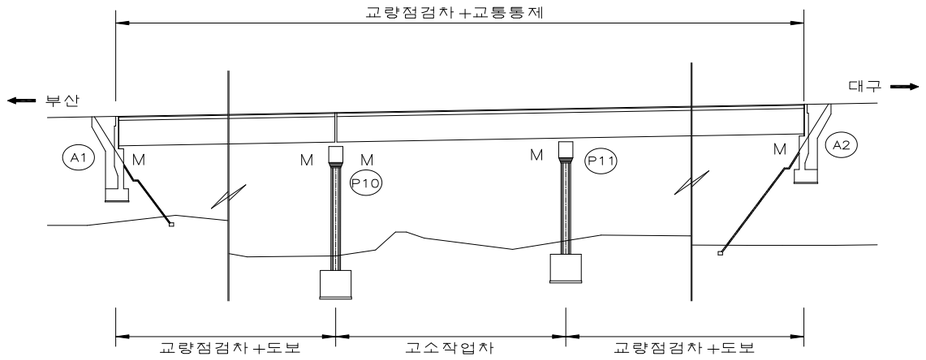
간격제한장치 볼트 탈락(P5-대구)

신축이음장치 하면 전경

서포트빔 및 간격제한장치 전경

▣ 주변현황 전경

▣ 장비투입현황



▣ 장비투입 계획

구 분	상부구조		하부구조
	교량점검차 (높이제한有)	교량점검차 (높이제한無)	고소작업차 교량점검차
조사방법	대구 : S12~15 부산 : S6~15	대구 : S1~11 부산 : S1~5	P10, P11만 고소작업차가능
소요일수	2일	2일	0.5일
현 황	- 대구방향 S1~11 : 방음벽 설치 - 부산방향 S1~5 : 방음벽 설치		