

보수보강후성능관리

토목공학과
교수 최준혁

NCS 기반 교과 운영 계획서

교과목 정보검색					
대상학과	토목공학과	교과목명	보수보강후성능관리	이수구분	전공선택
학년-학기	23년 2학년 2학기	학 점	2학점	시수	30시간
강의유형	이론(50%) 실습(50%)	수업운영 유형	대면수업	담당교수	최준혁

능력단위 정보							
대분류	건설	중분류	건설공사관리	소분류	건설시공후관리	세분류/ 직무명	유지관리
능력 단위	보수·보강 후 성능관리 시행		능력단위 코드	LM1401030110_14v2		능력단위 교육시간	25
능력 단위 요소	요소명			요소코드		교과적용여부	
	성능관리 지침 및 매뉴얼 파악하기			1401030110_14v2.1		사용	
	성능관리 수시 점검 실시하기			1401030110_14v2.2		사용	
	성능관리 대장 작성하기			1401030110_14v2.3		사용	

교과목 개요 및 특징	<p>[교과 개요] 손상된 시설물의 본래 기능 유지 및 성능을 향상시키거나, 원상복구하기 위하여 필요한 보수·보강 후 성능관리 지침 및 매뉴얼을 파악하고, 성능관리를 위한 수시점검 등을 실시할 수 있어야 함. 보수·보강 후의 성능관리를 위한 점검결과는 성능관리를 위한 대장을 작성하여 유지관리가 효율적으로 수행될 수 있도록 해야 하며, 여러 가지 사례를 통하여 그러한 능력을 학습할 수 있도록 함</p> <p>[교과 특징] 손상된 시설물의 본래 기능 유지 및 성능을 향상시키거나, 원상복구하기 위하여 필요한 보수·보강 후 성능관리 지침 및 매뉴얼을 파악하고, 수시점검 등을 통하여 성능관리 대장 작성하는 등의 업무에 대하여 개념과 활용도, 사례를 통한 실습으로 학습함</p>
	<p>교과 목표 손상된 시설물의 본래 기능 유지 및 성능을 향상시키거나, 원상복구하기 위하여 필요한 보수·보강 후 성능관리 지침 및 매뉴얼을 파악하고, 수시점검 등을 통하여 성능관리 대장 작성 등을 수행할 수 있다.</p>

교수·학습 방법	이론강의	실습	발표	토론	팀 프로젝트	캡스톤 디자인	포트 폴리오	기타 (기재)
	○	○						
a. 이론강의, b. 실습, c. 발표, d. 토론, e. 팀프로젝트, f. 캡스톤디자인, g. 포트폴리오(학습자/교수자), h. 기타								

교재 (NCS 학습모듈)	구분	교재명	저자명	출판사	구분
	주교재	보수보강후성능관리	-	-	학습모듈
	부교재				
	참고 교재				

[보수·보강 및 유지관리]

1. 개요

구조물의 잔존수명을 증가시키고 추가적인 손상을 방지하기 위해서는

- 외관조사 결과에서 나타난 손상에 대해 설계, 시공, 유지관리의 측면으로 구분하여 구조요소별로 적절한 보수를 실시
 - 구조내력이 부족할 경우 구조검토, 내하력평가 결과를 토대로 원상회복 및 성능향상을 위한 보강을 시행
- ➔ 그러나 보수·보강의 여부의 결정은 경제성, 효율성, 구조성능의 회복 정도에 따른 안전성, 노선의 중요도 등을 고려하여 신중히 결정하여야 함

일반적으로 구조물에 발생하는 결함 및 손상은 설계, 시공, 유지관리의 원인으로 대별할 수 있다. 즉, 보수·보강방법, 재료 등을 선정함에 있어 손상원인을 정확하게 판단하여 가장 최적의 방안을 적용하는 것이 무엇보다도 중요하며, 보수·보강 대책의 효과, 시공성, 안전성, 경제성 등의 검토가 요구된다.

또한, 각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 결정하여야 한다. 이는 동일한 결함에 대해서도 구성부재의 중요도, 구조물에 미치는 영향정도에 따라 보수시기를 달리할 수 있다는 것을 의미한다.

2. 보수·보강 방안 수립에 따른 고려사항

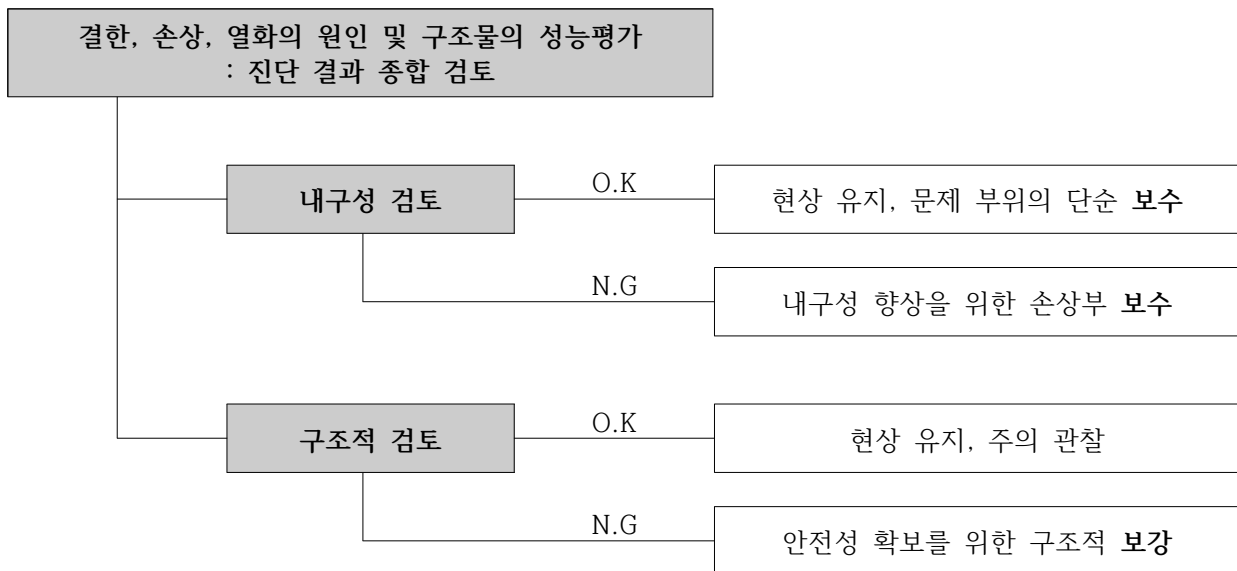
○ 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

검 토 항 목	검 토 내 용
보수·보강 필요성 판단	•외관조사 ⇒ 정기점검 결과 종합 분석 후 보수·보강 여부 판단
보수·보강 공법의 선정	•구조물의 기능 및 중요도 •구조물의 형식과 환경조건 •보수 후의 요구 내용년수 •공법의 시공성과 경제성
보수·보강 수준 결정	•국부적인 보수 또는 전반적 보수여부 결정 •구조물 수명과 장·단기 대책을 고려한 보수·보강 범위 산정
보수·보강 재료의 선정	•용도 및 목적에 적합한 품질을 가진 재료 선정 •품질과 성능이 확인된 것을 사용 ⇒ 적절한 시험방법, 사용실적 또는 신뢰할 만한 자료 근거
보수·보강 우선순위 결정	•결함, 손상, 열화의 중요도 •구조적 안전성, 사용성, 내구성

2.1 보수·보강 필요성 분석

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 정밀안전진단 세부지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치 이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재 단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.



〈보수·보강 범위 결정〉

2.2 보수·보강 공법선정 및 수준 결정

가. 보수·보강 공법의 선정

우수한 성능의 보수·보강 공법도 적용구조물의 형식과 환경조건에 따라서 그 성능이 충분히 발휘되지 않는 경우가 있다. 따라서 보수·보강 공법 선정시에는 구조물의 중요도, 형식, 기능, 환경조건 혹은 보수 후의 내용년수 등을 고려하고 공법이 그 성능을 충분하게 발휘할 수 있는지 확인하여야 한다.

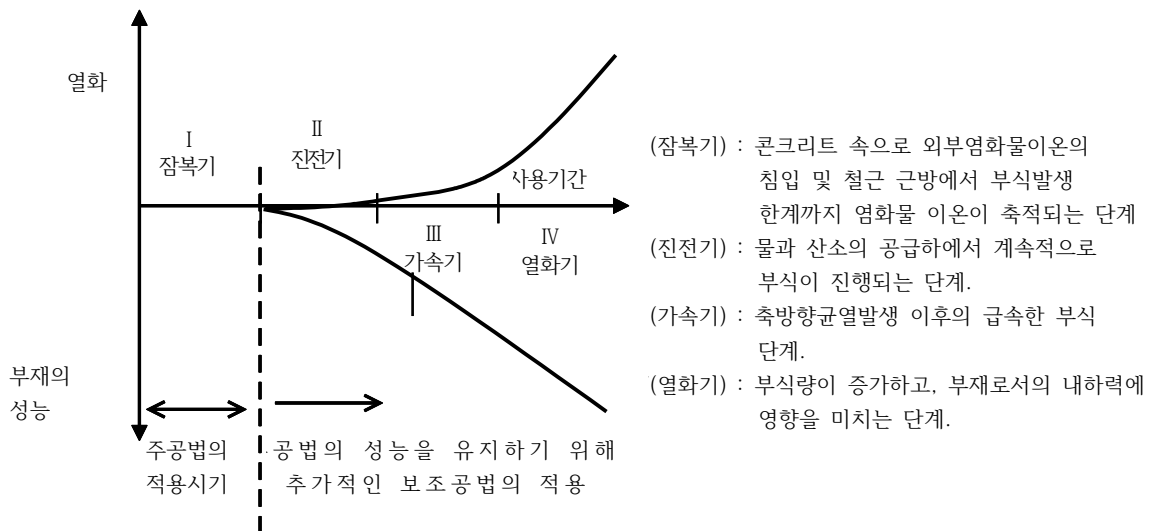
나. 보수·보강의 수준 결정

조사 및 시험을 통하여 얻은 결과를 기초자료로 종합적인 평가를 실시한 후 보수·보강의 수준을 결정하게 된다. 손상 및 열화에 대하여 분포면적, 분포유형, 시설물의 안전성, 현상의 내구성능, 보수 후의 회복목표 수준 등을 고려하여 보수·보강 여부 및 수준을 아래의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준 이상으로 개선
- 개축

다. 보수 시기의 결정

- 사용기간에 따른 열화의 정도 및 이에 따른 보수공법의 적용가능한 시기
- 열화손상은 콘크리트 속으로 염화물 이온 등 유해물이 침투하여 축적되는 잠복기를 시작으로 진전기, 가속기로 이어지며, 부재의 내하력에 영향을 미치기 시작하는 열화기로 구분된다.
- 보수의 주공법은 이러한 단계 중 잠복기에 이루어져 효과적이며, 진전기 이후에는 주공법의 성능을 유지하기 위하여 추가적인 보조공법이 필요하며, 열화기에는 내하력과 관계를 고려하여 보강방안도 고민할 필요가 있다.



<보수공법의 적용 시기>

2.3 보수 · 보강 재료의 선정

○ 보수재료의 기본 특성

보수재료는 구조물의 종류 및 기능, 보수재료의 종류 및 성능, 환경조건, 시공조건 및 보수부위의 내용년수 등을 고려하여 선정한다.

○ 보수재료의 요구 성능

- 보수재료의 요구 성능 : 시공성과 내구성능이 중요
- 시공성 : 보수재료는 재료 자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다.
- 내구성 : 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 공용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능이다. 재료 자체의 열화에 대한 저항성과 밀접한 관계가 있다. 부착성과 수축성 등은 보수재료가 구조물과 일체화해서 거동하는 것에 기본이 되는 성능이고, 이것이 불충분한 경우에 이들 재료는

그 본래의 목적을 달성할 수 없다.

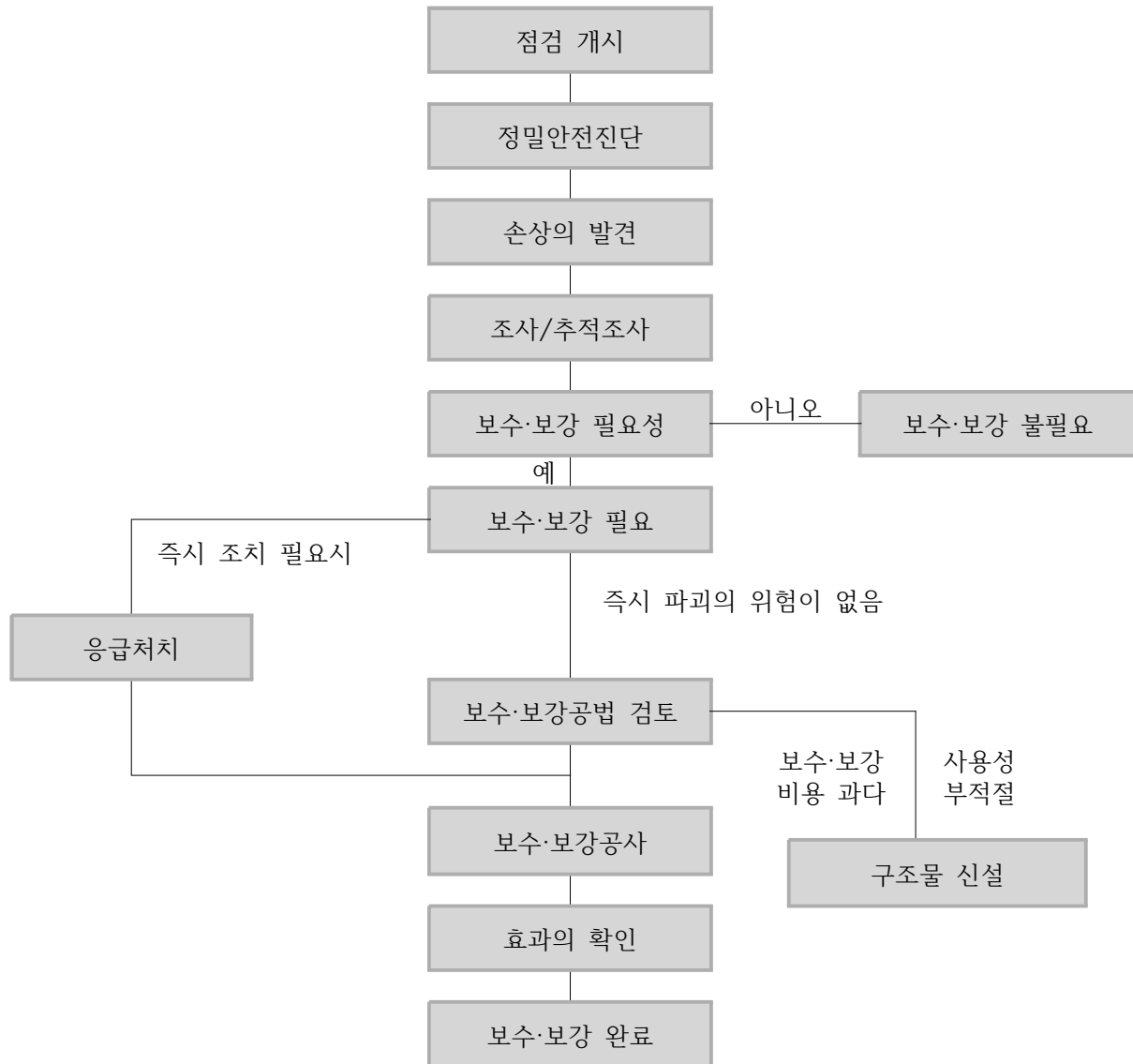
○ 적용 가능한 보수재료의 선정

구체적인 요구 성능 및 그 요구수준이 결정되면 그것을 만족시키는 재료의 후보를 선정한다. 단, 재료를 새로 설계하는 것이 곤란한 경우에는 시판 재료 중에서 요구 성능을 만족시키는 것으로 생각되는 것을 선택하거나, 혹은 요구 성능을 만족하도록 복수의 시판재료를 조합한 재료시스템을 구축해도 좋다. 재료를 조합해서 사용하는 경우에는 고려방법과 조합의 가능성, 문제점 등에 관해서 명확히 해둘 필요가 있다. 또한, 시험시공을 실시하여 보수효과를 확인 후 보수재 선정을 하는 것이 적절하다.

○ 보수재료의 성능조사

- 보수재료가 요구 성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이 조사는 설계된 재료의 성능 평가값이 요구 성능의 수준 이상인 것을 확인한다.

2.4 보수·보강의 업무 흐름도



〈보수·보강 업무 흐름도〉

3. 보수·보강 우선순위 선정기준

구조물의 손상에 대한 보수·보강 우선순위는 각 부재가 가지는 중요도, 발생한 결함 및 손상의 심각성을 조합 검토하여 결정한다.

〈보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준〉

구 분	구조물 상태	설 계	보수·보강 시기
중대결함	· 부재의 손상 상태가 전체구조물에 즉각적 영향, 시민안전 위험 등 ※ 기초부세굴, 부등침하, 교량받침파손	즉시 보수설계착수	익년도 보수완료
1순위	· 부재의 손상도 심각(D,E급), 방치 시 전체 구조물 안전성 영향, 주요노선 등. · 시민생활(보행,차량)의 이동시 불편사항. ※ 0.3mm이상균열, 신축이음누수, 철근노출 등	익년도 보수설계착수	2년내 보수완료
2순위	· 방치 시 장래 보수, 보강 비용의 급증 ※ 포장균열, 구조물 열화, 후타재 파손 등	3년내 보수설계착수	4년내 보수완료
3순위	· 내구성 증진을 위한 연차보수 필요	-	지속관찰

※ 도로시설물 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준 참조 - 서울특별시 도로시설과

〈보수·보강 우선순위 선정기준 세부기준〉

구분	결함종류	1순위	2순위	3순위
콘크리트	균열(백태)	· 균열폭 0.3mm이상 · 균열율 10%이상	· 균열율 10%미만	· 균열폭 0.3mm미만 · 균열율 2%이상
	표면박락, 재료분리, 들뜸, 박리 등	· 철근노출부	· 박락두께가 철근피복 두께의 50%이상	· 박락두께가 철근피복 두께의 50%미만
	콘크리트면 백태, 녹발생	· 철근부식우려가 있는 경우	· 철근부식우려가 없는 경우	· 경미하다고 판단되는 경우
강재	강재변형, 파단	· 공용중에 주부재에 발생한 변형·파단	· 공용중에 주부재에 발생한 변형·파단	· 보조부재에 국부적인 변형·파단
	강재부식, 도장박리	· 부식 발생면적10%이상 · 부식 단면손상 발생	· 도장 탈락면적 10%이상 · 부식 발생면적 10%미만	· 도장 탈락면적 10%미만 · 부식 발생면적 2%미만
	부재균열	· 주부재의 균열	· 보조부재의 균열	· 보조부재의 미세균열
	용접상태	· 인장플랜지 용접불량	· 주·보조부재의 용접불량	· 안전성에 영향이 없는 보조부재의 용접불량
	연결볼트	· 볼트 이완 탈락	-	-

<보수·보강 우선순위 선정기준 세부기준(계속)>

구분	결함종류	1순위	2순위	3순위
교대 및 교각	침하 및 기울기	· 구조안전성 저하우려 · 전도 려가 있는 경우	-	· 구조 안전성에 지장이 없는 경우
기초	기초	· 침식, 충돌, 열화 등에 의한 철근노출	· 침식, 충돌, 열화, 등에 의한 단면손상	· 폭 0.3mm미만의 균열발생
교량 받침	본체	· 작동불량 · 받침이 들떠있는 부분이 있는 경우	· 들떠있어도 구조안전성에 지장이 없는 경우	· 외부 도장 탈색
	받침 콘크리트	· 파손 및 탈락 · 침하발생	· 부분적 박리, 탈락	-
신축 이음	본체	· 거동불량 또는 유간과 다 · 단차, 본체파손 · 연결불량 등 이상을 발생 · 물받이 파손 등 누수	· 물받이 노후 · 고무판 마모, 노후 · 이물질 퇴적	-
	후타재	· 파손, 단차 등으로 주행 차량 충격발생	· 국부적인 박리, 박락 파손	· 미세균열 발생
교면 포장	포장체	· 망상균열 및 소성변형으로 주행성저하 · 균열 및 파손방지용 패칭	· 균열발생 등으로 부분적 파손발생	· 주행에 지장이 없는 경미한 균열발생
	교면방수	· 상부슬래브 누수 면적율 10%이상	· 상부슬래브 누수 면적율 10%미만	· 상부슬래브 부분적인 누수
난간 및 방호벽	강재	· 부식으로 인한 단면손상 10%이상	· 부식으로 인한 단면손상 10%미만	· 도장불량
	콘크리트	· 박리, 파손, 철근노출 10%이상 · 0.3mm이상균열	· 박리, 파손, 철근노출 10%미만	· 경미한 손상 · 0.3mm이하 균열

4. 보수·보강 공법

4.1 균열보수 공법

가. 개요

구조물에 발생된 폭 0.3mm이상의 균열은 콘크리트 재료적 특징인 건조수축 및 외적(환경)인 요인 등에 의해 발생한 것으로, 이를 그대로 방치할 경우 철근부식 등 내구성 저하가 우려된다.

균열보수는 내구성 측면에서 폭 0.3mm이상 균열에 대해 주입보수, 폭 0.1mm ~ 0.3mm미만 균열에 대해서는 표면처리보수를 실시하고, 폭 0.1mm이하의 균열은 보수가 필요치않는 균열로 지속적인 관찰 후 균열의 폭 및 길이의 진행성이 있을시 보수를 실시하는 것이 적절하다.

1) 보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 이상의 경우)

<보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 이상의 경우)>

균열 유형			적용공법	보수공법(재료)선정시 유의사항	비고
비구조적 균열	진행성 (변화)	건식	탄성섀링 주입보수	신축성을 고려하여 균열 재발 방지	
		습식	탄성섀링 그라우팅	신축성, 차수성 고려하여 균열, 누수 차단	
	고정	건식	주입보수	-	
		습식	탄성섀링 그라우팅	차수성을 고려한 보수재료 선택	
구조적 균열			탄성섀링 그라우팅	해당사항 없음	

주) 누수를 동반한 습식 균열의 경우, 수밀성을 확보할 수 있는 주입보수(습식)을 적용한다.

2) 보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 미만의 경우)

<보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 미만의 경우)>

균열 유형		적용공법	보수공법(재료)선정시 유의사항	비 고
균열 폭 0.1mm	건식 습식	유지관리	-	
균열 폭 0.2mm	건식	표면처리 (면처리)	-	
균열 폭 0.2mm	습식	표면처리 (면처리)	차수성을 고려한 보수재료 선택	

나. 균열 보수재료의 선정기준

균열 보수재료의 선정기준은 현재 각 기관에서 적용되고 있는 기준과 “콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서” (1999. 12 시설안전기술공단)를 활용할 수 있다.

일반적으로 균열 보수재료는 수지계 재료(폴리머 모르터, 에폭시수지, 가요성 에폭시수지, 탄성씰링제, 도막탄성방수재 등), 시멘트계 재료(폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트, 폴리머시멘트모르터, 시멘트충전재, 팽창시멘트주입재 등)가 있다.

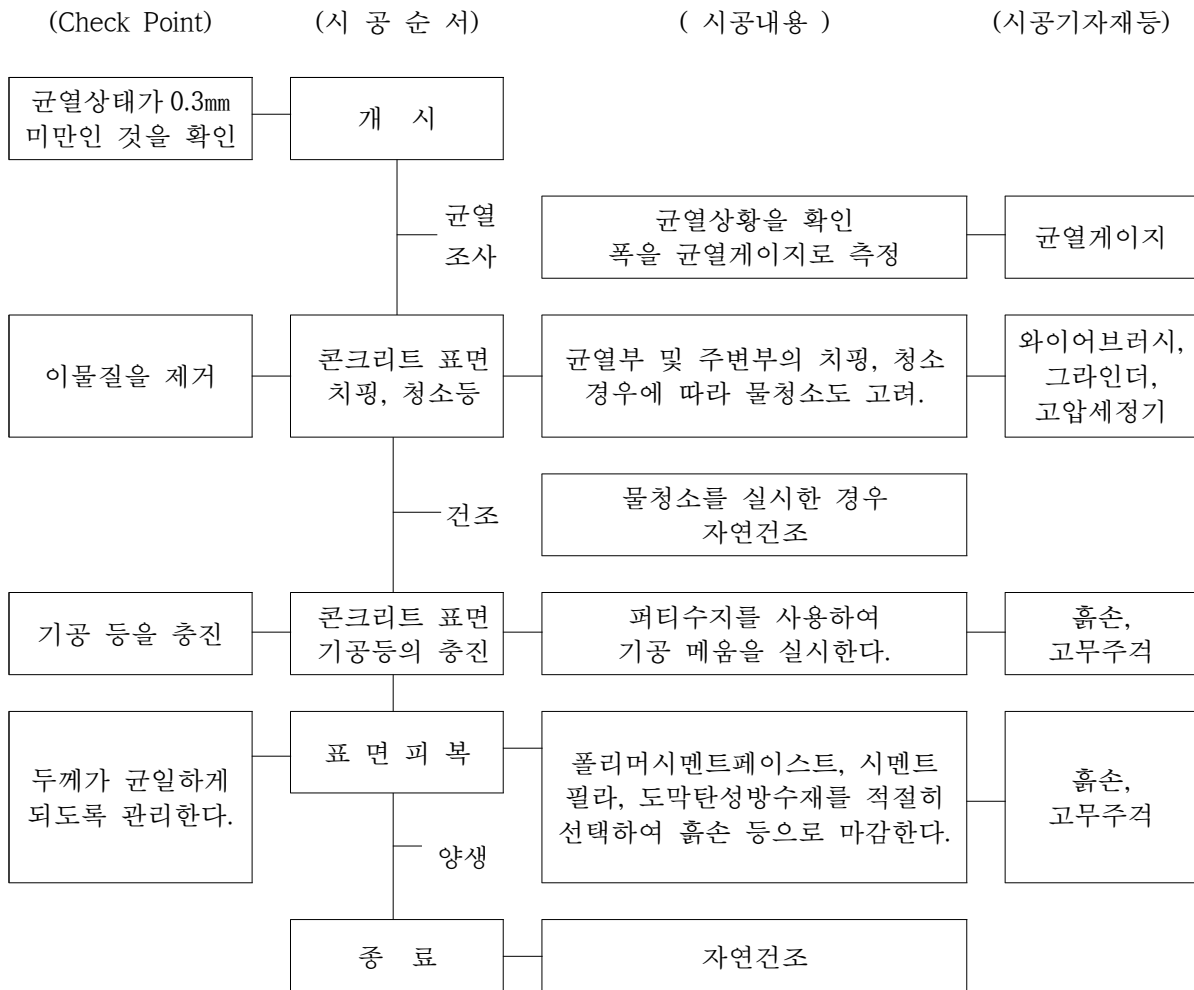
균열 보수공법에는 일반적으로 표면처리보수, 주입보수, 충전보수, 기타의 공법이 있고 공법에 따라 사용재료가 다르다. 균열보수에 사용되는 재료의 종류와 보수 공법 사이의 관계는 다음과 같다.

〈균열보수재료의 종류와 보수공법〉

구 분	보수재료의 종류	표면처리보수	주입보수	충전보수
수 지 계 재 료	폴리머 모르터			○
	에폭시 수지		○	○
	가요성에폭시수지		○	○
	탄성씰링제	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재 료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

다. 표면처리보수($cw=0.3mm$ 미만)

표면처리보수의 적용은 $Cw=0.3mm$ 미만 균열과 선상 및 면상백태가 발생한 경우에 적용하는 것으로 하며 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 해당 공법 적용 시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 공법의 흐름도 및 공법 개요도는 다음과 같다.



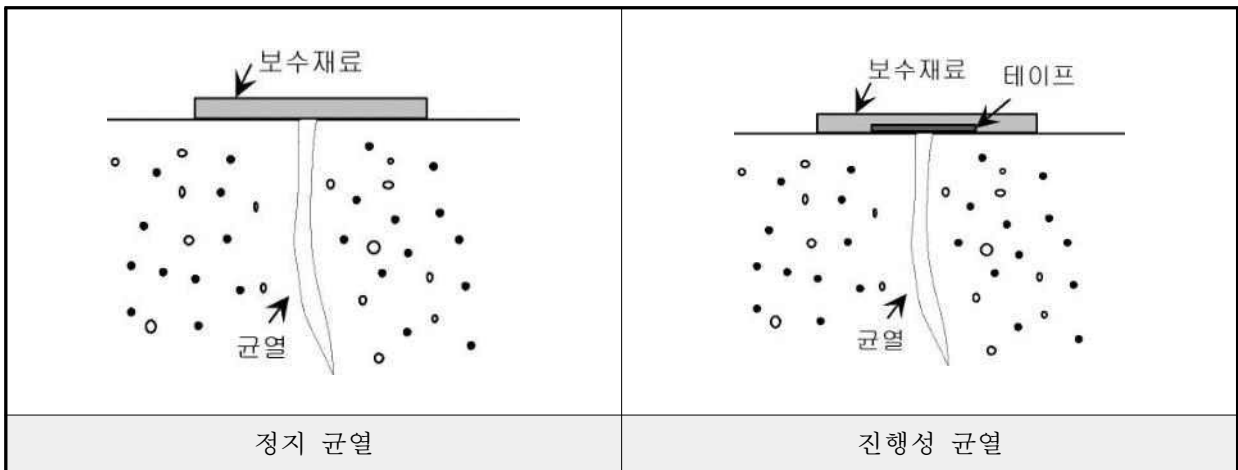
<표면처리보수 시공 흐름도>

균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러쉬로 닦아내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 균일하게 도포한다. 콘크리트 표면에 0.3mm이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

균열폭의 변동이 큰 경우 경화 후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 찰링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

[사용재료]

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① 폴리머시멘트 페이스트 | ② 시멘트 필라 |
| ③ 도막탄성방수재 (아크릴 수지계) | ④ 도막탄성방수재 (우레탄 수지계) |



〈균열부 표면처리보수 개요도〉

〈균열보수재료의 종류와 보수공법〉

구 분	무기계 표면 도포제	EPOXY계 표면코팅	시멘트 페이스트
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 표면 접착력이 강함 · 빠른 시간내 지수효과가 큼 · 경화 후 충격이나 내후성이 강함 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공이 간편 · 표면이 완전 건조상태에 있을 경우 보수효과가 큼 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공이 간편 · 공사비가 저렴
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 5℃ 이하에서는 작업이 불가함 	<ul style="list-style-type: none"> · 손상면에 습기 등 발생시 보수부 박리 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 보강효과가 다른공법에 비하여 떨어짐 · 보수 후 재발가능성이 큼
시공 방법	<ul style="list-style-type: none"> · 백태, 누수흔적 부분을 치핑 · 고압 세척 · 코팅제 혼합 및 시공 · 마감 및 양생 	<ul style="list-style-type: none"> · 백태, 누수흔적 부분을 치핑 · 표면을 고압세척 · 에폭시계 표면처리제를 도포 · 마감 	<ul style="list-style-type: none"> · 백태, 누수흔적 부분을 치핑 · 표면을 고압세척 · 건조 후 시멘트 페이스트를 도포 · 마감

라. 주입보수(cw=0.3mm 이상)

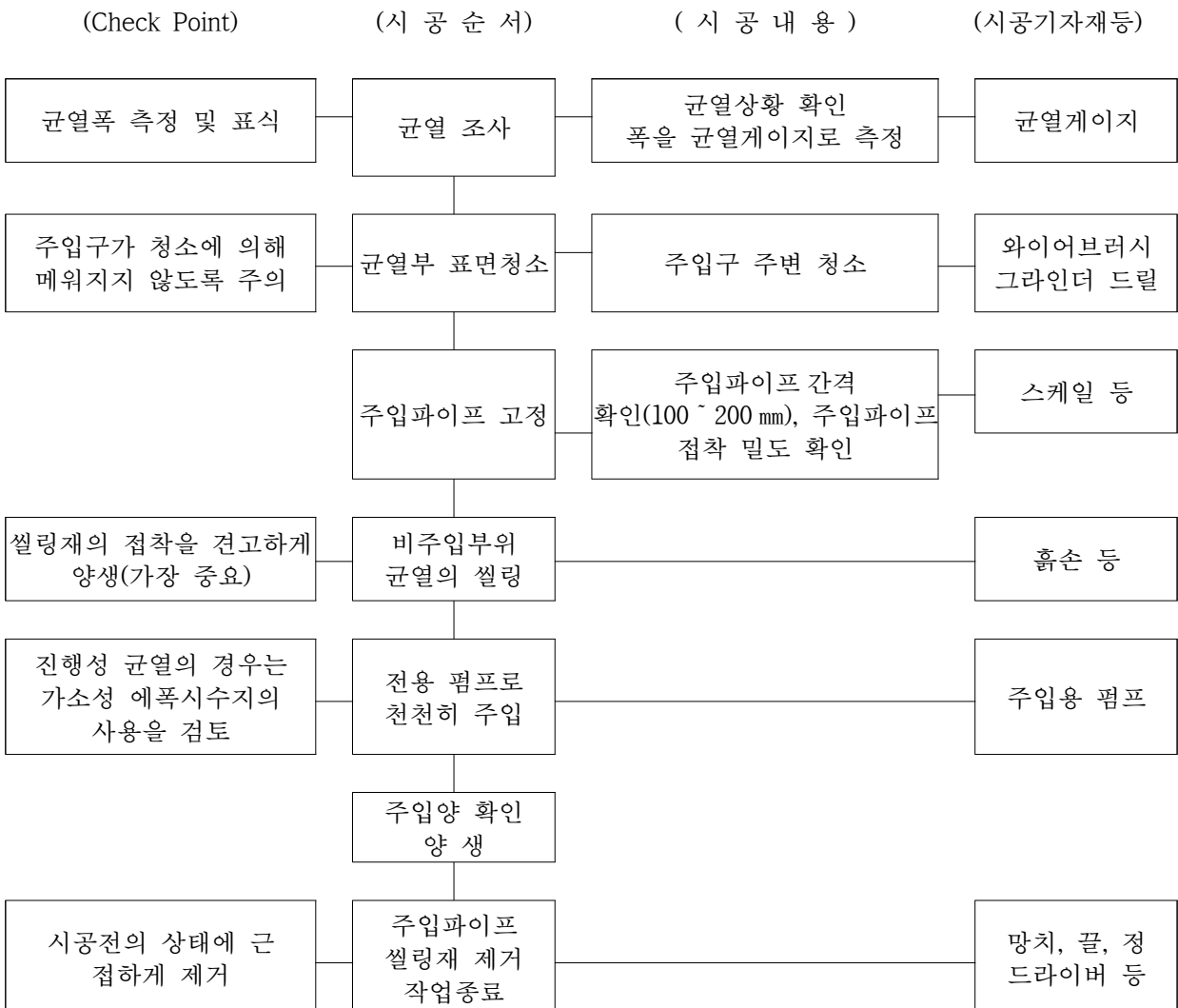
균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

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 사용한다. 또한, 수지주입 공법의 종류는 다음과 같다.

〈수지주입 공법의 종류〉

종 류	특 징
압입식	· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡입식	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수 재료를 주입하기가 곤란하다. 또한, 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다. 따라서 저압·저속 주입의 압입식공법이 주요하며, 저압·저속의 주입보수는 주입량 파악이 쉽고, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.



〈주입보수 시공 흐름도〉

1) 주입보수의 선정

균열 주입보수에는 주로 압입식이 사용되며, 압입식 주입보수에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있다.

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한, 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다. 따라서, 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주로 사용되며, 저압·저속의 주입보수는 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

2) 압입식 주입보수 선정

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 다음과 같다.

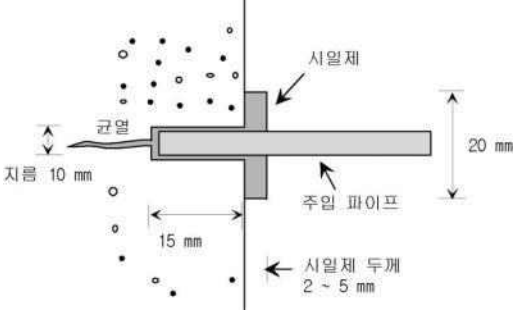
〈저압·저속식 주입 방법〉

압 입 방 식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하다.

〈균열폭에 알맞은 수지의 점성도〉

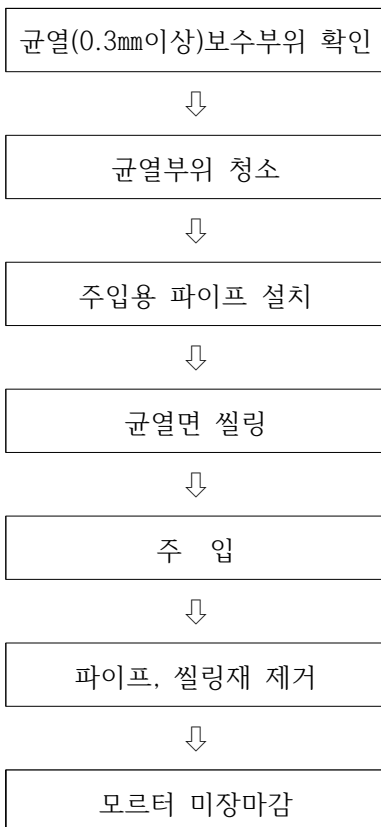
형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500±500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000±1,000	0.5 ~ 5mm 전후

	균열폭	주입파이프간격
	0.3미만	50~100mm
	0.3~0.5	100~200mm
	0.5~1.0	150~250mm
	1.0 이상	200~300mm

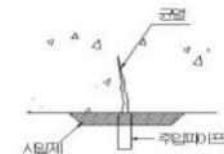
<입파이프 간격 및 설치 개요>

3) 압입식 주입보수 특징

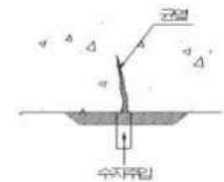
수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 썰링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고, 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.



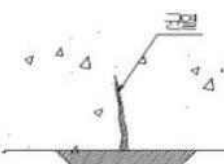
- ⇒
- 바탕처리
 - 균열면에 유리석회 및 먼지제거



- ⇒
- 주입파이프설치 및 썰링
 - 주입 파이프 사이의 균열부분에 썰링 후 1~2일 양생



- ⇒
- 수지주입 : 수동식, 유압식, 자동식 주입법 등으로 주입



- ⇒
- 주입파이프 철거 및 표면마무리

< 공 순서도 >

주입압력은 4kgf/cm^2 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/cm^2 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경

하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

< 수지계 주입재의 특징 >

재료명	주요 성분	특징·용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	· 균열, 추종성이 양호 · 적용가능 균열 폭은 0.3 ~ 2.0mm
	유연형 에폭시수지	· 경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 · 균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	· 수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 · 강도특성이 뛰어나 · 균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	· 수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 · 적용 균열 폭 1mm ~ 10mm
실런트계 충전재	우레탄수지	· 단일성분으로 작업성이 뛰어나 · 탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호 · 구조물의 신축 줄눈부에 사용
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에밀전 미분말충전재 조강시멘트	· 균열 폭 5.0mm 이상에 적용 · 습윤면에 대하여 접착성이 우수 · 알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합

4) 시공시 주의사항

대기온도가 10 ~ 30℃ 일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다. 보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃ 이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다. 일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

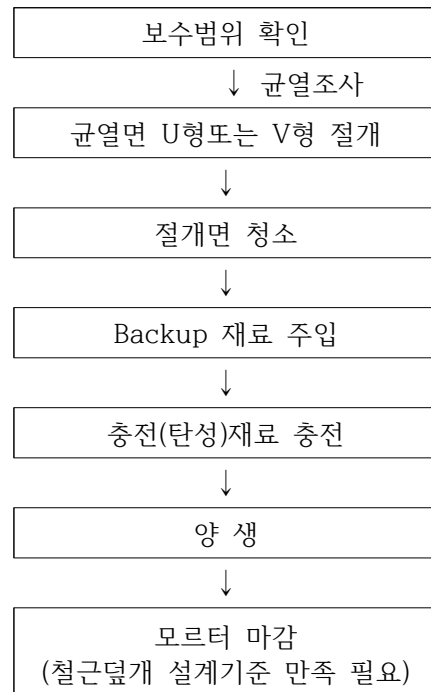
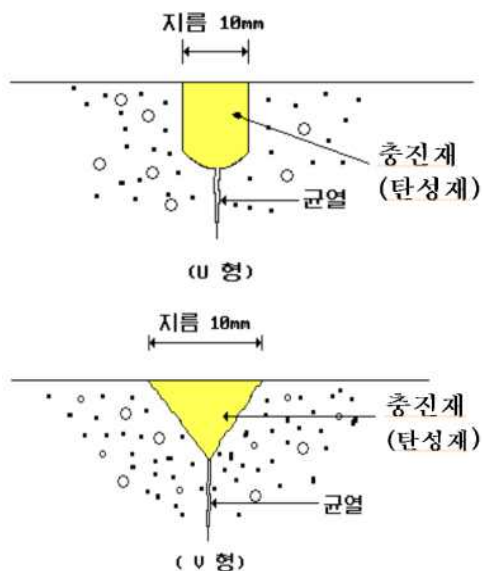
사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다. 쉘링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생하며, 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 쉘링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

마. 충전보수

충전보수는 균열의 폭이 0.5mm 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르타르 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식되어 있는 경우와 부식되지 않은 경우에 따라 보수방법이 다르다. 충

전보수에는 철근이 부식되지 않은 경우, 철근이 부식되어 있는 경우, U커트 썰링재 충전보수, 결함부위 에폭시수지 모르터 충전보수 그리고 결함부위 폴리머 시멘트 모르터 충전보수 등이 있다.

1) 철근이 부식되지 않은 경우



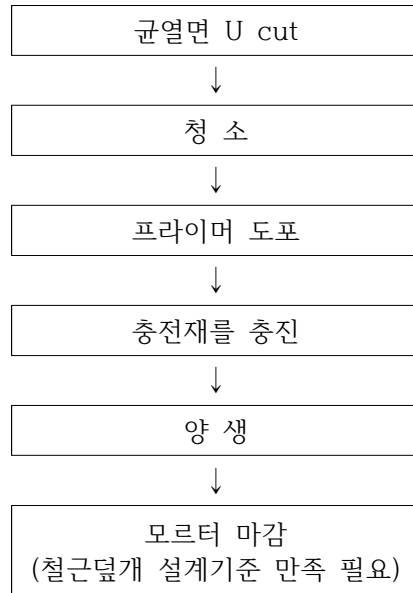
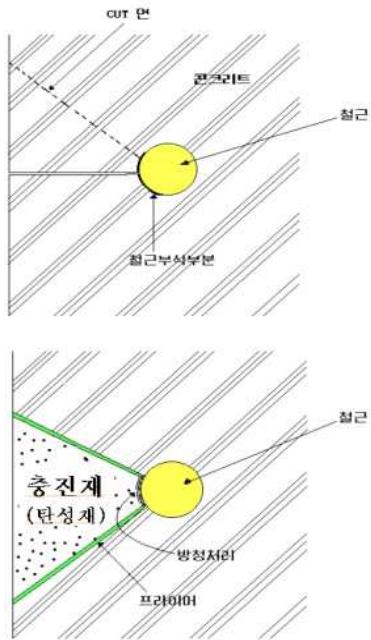
<철근이 부식되지 않은 경우의 충전보수 및 시공흐름>

철근이 부식되지 않은 경우는 균열을 따라 약 10 mm 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 절개한 후, 이 부위에 썰링재·유연성 에폭시수지 또는 폴리머 시멘트 모르터 등을 충전하여 보수한다. V형으로 절개하는 방법은 간편하지만 폴리머 시멘트 모르터를 충전하는 경우 충전한 모르터의 박리가 발생하기 쉽기 때문에 U형으로 절개하는 방법이 보다 효과적이다.

2) 철근이 부식된 경우

철근이 부식된 경우의 충전보수는 부식된 철근부위까지 콘크리트를 깨내고 철근의 녹을 완전히 제거한다. 철근에 대한 방청처리와 콘크리트면에 대한 프라이머 도포후 폴리머 시멘트 모르터나 에폭시수지 모르터 등의 재료로 충전하는 순서로 시공한다.

이 방법은 철근이 부식된 경우 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 목표로 하는 균열보수의 주된 방법으로 환경조건에 따라 여러 가지의 재료 및 공법이 사용될 수 있다. 철근이 부식된 경우의 충전보수는 크게 보수재료에 의해 물리적으로 부식을 방지하는 방법, 콘크리트에 알칼리성을 부가하여 화학적으로 부식을 방지하는 방법 및 이 두 가지의 혼용방법 등 3가지로 분류될 수 있다.



〈철근이 부식된 경우의 충진보수 및 시공흐름〉

철근이 부식된 경우의 보수에는 다음 사항을 고려해야 한다. 첫째, 부식된 철근의 녹을 완전히 제거하는 것을 원칙으로 한다. 둘째, 균열이 발생되지 않은 부분의 철근도 부식하는 경우가 많기 때문에 그 부분을 포함하여 보수한다. 셋째, 균열이 진행성이면 균열폭이 증가되는 경우가 많이 있기 때문에 변형에 대한 유연성이 큰 보수재료를 사용한다.

이상에서 언급한 공법에 사용하는 재료로서는 일반적으로 콘크리트는 타설 후 수년이 지나도 수분을 함유하는 재료이므로 균열면은 항상 습윤 상태로 있는 것이 많다. 이같은 경우는 습윤 균열 전용으로 개발된 에폭시 수지계 보수재료를 이용하는 것이 바람직하다. 시멘트계 보수재료는 현재 주입성능이 합성수지계에 비해 떨어지나 수경성이므로 습윤면의 시공에 적합하고 내구성, 내화성이 우수하여 화재 발생시 등에 유리하다.

3) 균열보수의 검사

균열보수 검사는 보수 공사 전·중·후로 구분하여 보수 공사가 설계, 시방서 내용대로 적합하게 시공되고 있는지 여부를 단계별로 중점 시공관리 사항을 정하여 검사한다.

① 작업전의 검사 항목

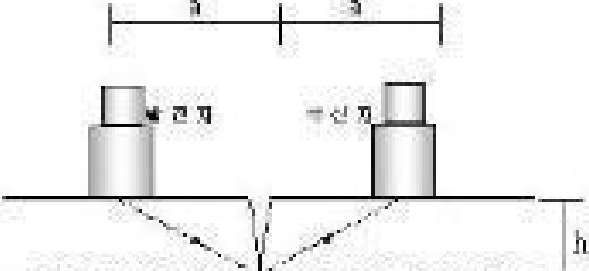
- 표면정리 및 균열 확인

② 작업중의 검사 항목

- 주입량 체크 : 주입 보수 실시 전에 주입기에 있는 주입재의 양과 보수 완료 후 주입기 제거 전에 주입재의 양을 체크하여 주입 정도를 판단한다. 주입량 체크시에는 균열깊이 측정 결과를 토대로 피복깊이까지 주입을 실시한다.

③ 작업 종료 후의 검사 항목

〈수지계 주입재의 특징〉

구 분	적 용 방 법
초음파시험	<p>초음파신호 속도시험을 사용하여 개별 균열에서 접착 재료의 침투깊이를 측정하는 것은 매우 어렵다. 이 방법은 크랙이 전부 채워졌는지 부분적으로 채워졌는지, 상당히 채워졌는지 간에 보수의 전체적인 품질을 평가하는데 유용하다. 효과적인 시험을 위해서는 시험이 보수 직전과 직후에 수행되어야 한다.</p>  <p>균열깊이 h는 다음 식으로부터 계산된다.</p> $\text{균열깊이}(H) = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{T_c}{T_o}\right)^2 - 1}$
충격음법	<p>충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 준다. 충격음법은 균열이 분리되어 있을 때 접착재료의 침투 정도를 결정하기 위해서 사용된다. 만약 균열이 많거나 균열을 관통하여 철근이 보강되어 있다면 충격음법을 사용하여 스며든 정도를 평가하는 것은 어렵거나 거의 불가능하다.</p>
코어채취	<p>주입 및 부착재료의 침투깊이 및 주입효과 등은 균열의 보수부를 포함하는 코어 시료의 채취에 의해 평가한다. 사후 보수 평가의 책임 기술자는 코어 채취 위치나 시편의 수를 결정해야 한다. 고려해야 할 사항으로는 구조물 유형(보, 슬래브, 벽체 등), 구조부재의 크기, 보수의 성격(구조적, 비구조적), 품질의 보증 정도 등이 있다.</p>

바. 균열보수의 관리기준

1) 균열 보수재료의 선정기준

일반적으로 균열 보수재료는 수지계 재료(폴리머 모르터, 에폭시수지, 가요성에폭시수지, 탄성실링제, 도막탄성방수재 등), 시멘트계 재료(폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트, 폴리머시멘트 모르터, 시멘트충전재, 팽창시멘트주입재 등)가 있다.

균열보수공법에는 일반적으로 표면처리공법, 주입공법, 충전공법, 기타의 공법이 있고, 공법에 따라 사용재료가 상이하게 된다. 균열보수에 사용되는 재료의 종류와 보수공법 사이의 관계는 다음과 같다.

① 균열 보수재료의 종류와 보수공법

〈균열보수재료의 종류와 보수공법〉

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수 지 계 재 료	폴리머 모르터			○
	에폭시 수지		○	○
	가요성에폭시수지		○	○
	탄성실링제	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재 료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

② 무기계 균열 주입재의 품질기준

〈무기계 균열 주입재 품질기준〉

구분 항 목		일본 건설성 (콘크리트의 내구성 향상 기술개발) 한신고속도로공단		JH시험연구소		JCI	시험방법 (JIS, KS)
종 류		폴리머 시멘트계	실런트계	초미립자계	폴리머 시멘트계		
적 용	적용						
	균열진행도			진행도 A	진행도 A		
	균열폭			0.2 ~ 2.0	0.8 ~ 5.0		
유동성(초)						25±5	토목학회표준 (JSCE)
경화수축율(%)		0.1 이하		3.0 이하	3.0 이하	0.05이하	JIS K 6911/JIS A 1129 KS M 3015/KS F 2424
부착강도 (kgf/cm ²)	건조	{60} 이상		{41} 이상	{41} 이상		JIS A 6024 KS M 3722
	수축	{30} 이상	휨 10mm 이상에서 파괴				
휨강도 (kgf/cm ²)				{41} 이상	{41} 이상		JIS A 6024 KS M 3015
압축강도 (kgf/cm ²)						{150} 이상	JIS R 5021 KS M 3015

③ 수지계 균열 주입재의 품질기준

<에폭수지계 균열 주입재 품질기준>

구 분 항 목			일본 건설성 (콘크리트의 내구성향상 기술개발) 한신고속도로 공단			JH시험연구소			일본수도 고속도로공단			일본콘크리트 공학협회(JCI) 균열지침			콘크리트 교량가설특수 공법 설계 시공 유지관리지침 (건설교통부)			시험방법 (JIS, KS)		
종 류			1종	2종	3종	1종	2종	3종												
적 용	적용		균열주입			균열주입			균열주입			균열주입			균열주입					
	균열진행		B		A	A	B	C												
	균열폭		0.2 ~ 5.0			0.2 ~ 5.0									0.1 ~ 5.0					
비 중									1.1 ~ 1.9			1.0 ~ 1.4			1.0 ~ 1.4			KS M 3015		
늘임율(%)				>50	>100		>50	>100										JIS K 7113 KS M 3015		
접착 강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)	표준		{60} 이상			{60} 이상												JIS A 6024 KS M 3015		
	특수조건	저온																		
		습윤				{30} 이상														
		건습																		
휨강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)									{400} 이상			{150} 이상			{400} 이상			JIS A 6024 KS M 3015		
압축강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)									{700} 이상			{400} 이상			{600} 이상			JIS A 6911 (JIS A 6024) KS M 3015		
인장강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)									{200} 이상			{100} 이상			{200} 이상			JIS K 6911 (JIS A 6024) KS M 3015		
비고			A:균열진행중 B:균열진행이 없음			균열 (A:진행없음, B:정지하고 있다고 확신할수없음, C:진행중)														

④ 표면처리재의 품질기준

〈표면피복재의 품질기준〉

구 분 항 목		일본도로협회	일본도로공단	수도고속도로공단	시험방법 (JIS, KS)
적용목적		염해	일반, 염해, 경관 등	일반, 경관	
도 막 의 외 관	표준양생 후	도막이 균일하고, 흐름, 얼룩, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	도막이 균일하고, 흐름, 얼룩, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	도막이 균일하고, 흐름, 얼룩, 벗겨짐이 없는 것	JIS K 5400 KS M 5000
	온냉반복		10사이클의 시험으로 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	15사이클의 시험으로 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	JIS A 6909
	내알칼리 성 포화 Ca(OH) ₂	30일간 침지, 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐, 연화, 용출이 없는 것	10일간 수중에 반침, 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	30일간 침지, 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐, 연화, 용출이 없는 것	JIS K 5400 JIS A 6909 KS M 5000
차염성 mg/cm ² ·일		A,B : 10-2이하 C : 10-3이하	5.0×10 ⁻³ 이하	10 ⁻³ 이하	도로교지침
수증기차단성 mg/cm ² ·일			5.0 이하		JIS Z 0208
탄산화저지			1개월에 1mm 이하	1개월에 1mm 이하	CO ₂ 5%, 30℃, 60% RH
부 착 성	표준양생 후 kgf/cm ²	7 이상	10 이상	10 이상	JIS A 6909
	온냉반복 kgf/cm ²		10 이상	10 이상	
	내알칼리 성 kgf/cm ²		10 이상	10 이상	
균 열 추 중 성	표준양생 후 (상온) mm		0.4 이하		제로스팬, JIS K 5400
	표준양생 후 (저온) mm		0.2 이하		
	축진내후 성 mm		0.2 이하		

2) 균열 보수의 품질관리

보수에 앞서 공사관리 자격이 있는 공사관리자와 보수재료의 품질을 확인한다.

① 자격요건 관리

- 주입작업 기간 동안 시방에 적격인 공사관리자 또는 작업반장을 상시 배치한다.
- 시방에 적합한 보수재료 제조사 대리인을 배치하여 주입하는 기술을 보수작업반에게 전수한다.

② 재료 품질관리

- 보수 재료는 보수시방서가 요구하는 일반요건을 만족시키는 것을 사용한다.
- 제조사로부터 받은 제품에 대한 자료를 상시 비치한다.
- 제품은 취급설명서에 따라 취급, 운반한다.
- 용기가 손상, 개방된 재료는 사용을 금한다.
- 용기에 다음과 같은 표식이 되어 있는가를 확인한 후 시공시 취급상 주의사항을 준수한다.

- 제조사명
- 제조사의 제품명 또는 제품번호
- 제조사의 Lot No
- 배합비
- 주입, 접착에 대한 시방서와의 일치
- 재료의 위험정도와 취급상 주의사항

③ 제출 자료 : 보수공사 시공전 다음 자료들을 제출하여 품질보증을 받는다.

- 자격요건에 관한 증빙서류(시험시공 착수전 제출) : 시공자의 공사관리자, 보수재료 제조사 및 대리인
- 보수재료의 기술자료 : 재료의 검정을 위해 재료의 견본과 기술자료 및 사용법을 발주자 대리인에게 제출한다.

④ 보수재료의 선택

- 보수재료 선택시에는 균열 유형별로 구분하여 부착성, 신축성, 강도 등을 고려하여 선택한다.

사. 주입보수의 비교표

〈주입보수의 비교표〉

구 분	SPI 균열보수공법	SKI균열보수공법	패카 에폭시 주입보수
개요도			
공 법 개 요	좌대를 균열부위에 썰링재를 사용하여 부착시킨 후 탄성 모르타르로 마감하여 보수하는 공법	플라스틱 마이크로 패커와 중공형 코아비트를 이용한 균열보수공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 패커를 이용하여 주입하는 공법
시 공 방 법	<ol style="list-style-type: none"> 1.표면처리 2.좌대부착 3.썰링작업 4.에폭시주입 5.썰링재, 좌대 제거 6.탄성모르타르마감처리 	<ol style="list-style-type: none"> 1.함마드릴천공(1차 천공) 2.중공형 코아비트 드릴천공 (2차 천공) 3.균열부 주위 표면청소 4.확인창 부착, 균열부 썰링 5.에폭시 주입 6.마감처리 	<ol style="list-style-type: none"> 1.표면처리 2.천공 3.패커설치 4.썰링작업 5.에폭시주입 6.썰링재, 패커 제거 7.표면정리
공 법 특 징	<ul style="list-style-type: none"> · 주입기 압력 조절이 가능하여 미세균열에서 대균열까지 보수 가능 · 니플에 보수액의 역류를 방지하는 ball 역류 장치가 되어있어 시공시 안전함 · 깊은 곳까지 충분히 주입 가능 · 주입재의 물성치가 우수 · 경화시간이 빠름 · 탄성계수, 열팽창계수 콘크리트와 다름 	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 보수액 주입가능 · 주입압력 조절 우수 · 주입량 조절 우수 · 단기간 작업완료 · 시공부위 무제한 · 신공법에 대한 인지도 미흡 · 콘크리트 깨짐없이 균열심부까지 밀실한 주입가능 · 시공시 전력이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 시공실적 다수 · 경화시간이 빠름 · 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입 가능 · 가장 일반적으로 쓰이는 공법 · 시공이 간단

4.2 단면보수 공법

가. 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, 철근방청제의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결함 중 콘크리트 파손부 및 철근노출, 부식부에 대한 보수방법으로 사용한다.

나. 단면복구(보수)시 털어내기 작업

단면복구(보수) 시 털어내기 작업은 다음의 내용을 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.

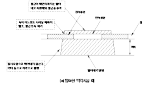
따라서, 녹 제거를 확실하게 할 수 있도록 철근표면의 전면에 녹이 나오고 있는 부분(면 녹의 부분)뿐만 아니라, 이것과 인접하면서 녹이 점상으로 나타나는 비교적 건전한 부분(점 녹의 부분)이 드러나는 범위까지 털어낼 필요가 있다. 한편, 털어내기 전에 면 녹의 범위를 파악하기 위해서는 자연전위 보정법에 근거하고 보정자연전위에서 -350mV 보다 낮은 전위를 가리키는 부분이 이것에 해당한다.

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 털어내기 시 단부가 접시형상으로 되는 것을 피하고, 될 수 있는 한 수직에 가까운 각도로 깊이 털어내는 것이 중요하다.



〈단면복구(보수) 상세도〉

다. 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, 워터제트 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.

액상의 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 모르타 등을 혼합하여 사용하는 등의 검토가 필요하다. 또한 최근 개발된 염분흡착제를 이용한 방청재는 해수성분을 함유한 수분이 있는 개소의 철근부식에 대응하여 아질산 이온을 도입 또는 함유한 염화물량의 저감효과가 있다.

염분흡착제는 콘크리트 제체중의 유해한 염화물이 흡착되어 저감되어지는 동시에 염분 흡착제 자신이 기다리고 있는 아질산 이온을 방출하는 것에 의해 높은 방청재 효과를 얻을 수 있다.

라. 단면복구(보수) 재료

복구재의 선정은 열화의 요인, 손상 상황, 누수 상황 등을 감안하고, 기설의 철근이나 콘크리트와의 부착성, 시공성, 재료특성 등을 평가하고 시공개소에 적합한 것을 채용할 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 경화 전에 우려할 만한 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 주재료로 하는 재료 등이 있다.

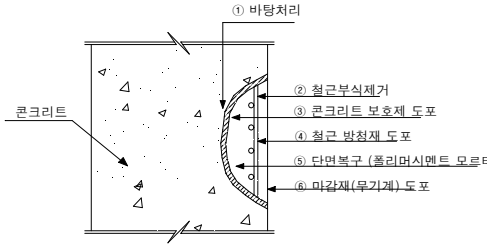
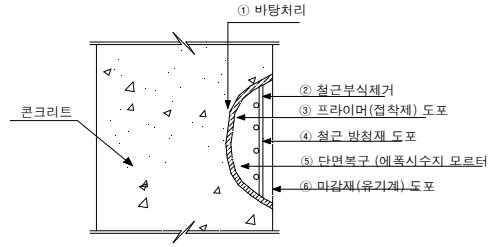
<일반적인 단면 복구(보수)재의 분류>

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

마. 단면복구(보수)시 유의 사항

- 1) Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정된 뒤 단면 복구(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.

〈단면복구(보수) 공법비교안〉

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	<p>· 콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 콘크리트 보호제를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 무기계 마감재로 마감하는 공법</p>	<p>· 콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법</p>
시공방법	<p>· 치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 콘크리트 보호재(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면 복구 → 마감재(무기계)도포</p>	<p>· 치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포</p>
특 징	<ul style="list-style-type: none"> · 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 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 · 보통 형식의 것은 경화시간의 늦고 공기가 길어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 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

4.3 교량받침 도장보수

가. 개요

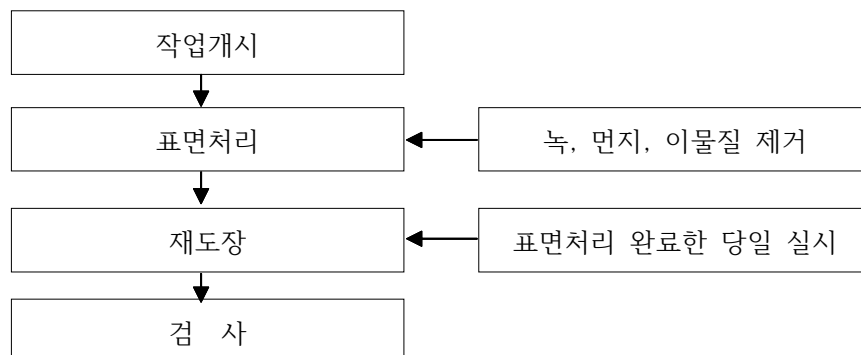
교량받침 철재면의 부식과 도장면이 불량하거나 벗겨진 경우에 진동브러쉬 등을 사용하여 발청부위를 완전 제거 후 재도장하는 방법이다.

나. 시공흐름도



〈교량받침 도장보수 시공흐름도〉

다. 시공방법 및 유의사항



- 1) 작업 전 충분한 시간동안 안전교육을 실시하고 개인안전장구 착용여부를 반드시 확인 점검한다.
- 2) 교량받침에 사용되는 모든 재료와 배합 및 색채는 사전승인을 득하고 실시한다.
- 3) 상대습도가 85% 이상이거나 도장 면이 굳기 전에 비가 내릴 염려가 있을 때에는 작업을 해서는 안 된다.
- 4) 기온이 5℃ 이하 일 때는 시공을 하지 않는다.
- 5) 강재의 온도가 높아서 도장작업 시 도장 면에 거품이 생길 우려가 있을 때와 강재의 온도가 대기의 온도보다 3℃ 낮을 때에는 도장을 하지 않는다.
- 6) 녹 제거 완료 후 3시간 이내에 하도도장을 실시한다.
- 7) 받침장치의 철재면은 도장작업 전 녹, 유지, 먼지 기타 불순물을 완전히 제거 후 부드러운 솔이나 압축공기로 깨끗이 청소한다.
- 8) 하도, 중도, 상도의 도장간격은 각각 충분히 건조된 후에 실시하여야 한다.
- 9) 모든 도료는 사용 전에 침전 및 덩어리가 없도록 충분히 교반해야 하며 혼합비율은 제조 회사의 규정에 의한다.
- 10) 녹 등 잡물 제거 시에는 진동브러쉬나 연마지 등을 사용하고 유류는 휘발유나 벤졸을 사용한다.
- 11) 교량받침 청소 시 사전에 접근가능 장비(빔 리프트 카, 사다리, 비계 등)를 선정하여 작업에 임한다.
- 12) 접근장비를 이용하여 청소 시 빔 리프트 카는 붐대 이동시 거더에 상해를 입지 않도록 주의하고 사다리나 비계를 이용하여 접근 시는 떨어지지 않도록 주의해야 한다.
- 13) 스프레이 도장시 피도체와의 거리는 30cm 정도를 유지하고 항상 피도면에 직각이 되도록 하여야 한다.
- 14) 도장작업 시는 얼룩진 곳이 없도록 균일하게 도장하여야 한다.

4.4 포장손상 보수방안

가. 도로봉합제 주입

포장의 균열을 방치해 두면 아스팔트 혼합물은 물 및 공기에 의한 아스팔트의 박리에 의해 점착력을 상실하여 구조물로서의 포장수명이 단축된다. 이러한 현상을 방지하기 위해 포장 타르 등을 이용하여 균열을 매우는 공법이 도로봉합제 주입이다.

1) 주의사항

주입재의 가열온도는 구성하는 재료에 따라 다르지만, 균열부에 주입하기 좋도록 유동성을 가질 때까지 가열하는 것이 좋다.

특히, 넓게 벌어진 균열부는 1회의 실링으로는 충분하지 않기 때문에 몇 번이고 충분히 실링해야 한다.

2) 시공방법

- 균열부를 깨끗이 청소한다. 균열부 내부의 이물질 제거 시에는 와이어브러시 및 대나무 등으로 후벼낸 후, 압축공기를 뿜어 날려버린다.
- 도로구배가 높은 곳으로부터 낮은 곳을 향해 주입한다.
- 가열주입재의 경우는 온도가 낮아지면 교통을 개방한다.

나. 아스팔트 패칭 공법

패칭이란 포트홀, 단차, 부분적인 균열 등 적은 면적의 손상된 곳을 직접 채우는 임시적인 방법과 불량부분을 약간 크게 절취하여 수리하는 방법으로 구분할 수 있다. 전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 사용하는 재료는 기존 포장과 같은 재료를 사용하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 하는 것과 기설 포장과 같은 재료를 얻기 어려울 때에는 쉽게 구할 수 있는 재료를 사용해도 좋다. 패칭재료는 일반적으로 가열 아스팔트 혼합물이 사용되며, 긴급을 요할 때는 상온 아스팔트 혼합물도 사용된다.

1) 가열 혼합식공법

가열 혼합식 공법에 의한 혼합물은 기존 포장과 부착이 좋고 내구성과 안전성이 우수하며 시공 직후 안정되어 대형차 교통량이 많은 도로에 적합하다. 반면에 혼합물의 온도관리를 엄중히 하지 않아 온도가 떨어진 혼합물로 포설한 부분은 충분한 밀도가 얻어지지 않고 기존 포장과의 부착도 기대할 수 없게 된다. 따라서 혼합물의 운반에 있어 천막포 등으로 덮어 보온에 특히 주의하여 온도강하를 방지해야 한다.

① 시공순서

- 파손부 주위의 불량부분을 브레이커나 콘크리트 커트 등으로 장방형이나 수직으로 절취한다.
- 내측과 주위에 있는 먼지와 부스러기를 깨끗이 청소한다.

- 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열건조시킨다.
- 택코우트를 실시한다.
- 가열 혼합물을 투입하여 고르게 편다.
- 전압기계를 사용하여 다진다.
- 표면온도가 손으로 댈 수 있을 정도가 되면 석분이나 가는 모래를 얇게 살포하고 교통을 개방한다.

② 주의사항

- 파손부 주위의 불량부 절취 최소면적은 1m×1m로 한다.
- 포장의 절취는 상판면까지 행하며 상판에 손상이 가지 않도록 주의한다.
- 택코우트는 상판면 뿐만 아니라 측면까지 구석구석 잘 도포한다. 택코우트에는 아스팔트 유제(PA-4, PK-4, 스트레이트, 아스팔트(100~200))를 사용한다.
- 골재의 최대입경은 5~10mm로 한다.
- 마무리면은 주변의 포장표면과 같이 되도록 시공한다. 포설시의 성토 여유높이는 다짐 시의 혼합물 온도가 적당할 경우 두께 3cm에 대하여 1cm의 비율로 포설하면 좋다.
- 포트홀의 깊이가 7cm이상이면 2층으로 시공한다. 압밀침하를 고려해서 깊이 5cm당 2~5mm 높게 마무리한다.
- 교면배수를 위해서 설계당시의 횡방향 구배를 유지하여야 한다.

2) 상온 혼합식공법

상온 혼합식공법에 사용하는 혼합물은 상온에서 취급하는 것이 특징이므로 운반과 포설에 편리하다. 상온 혼합물에 의한 포설에서도 가열 혼합식과 거의 같은 순서, 방법으로 시행하면 된다. 혼합물은 일정 기간 동안 저장할 수 있으나 가열 혼합물과 비교할 때 안전성, 내구성 등이 떨어지므로 대형차 교통량이 많은 도로에서는 긴급을 요하는 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋다.

① 시공순서

- 파손부 주위의 불량부분을 브레이커나 콘크리트 커트 등으로 장방형이나 수직으로 절취한다.
- 내측과 주위에 있는 먼지와 부스러기를 깨끗이 청소한다.
- 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.
- 택코우트를 실시한다.
- 상온 혼합물을 투입하여 고르게 편다. 이때 상온 혼합물의 보존기간은 일반적으로 2~3개월간 저장이 가능하다.
- 잔압기계를 사용하여 다진다. 이때 상온 혼합물이 안정되기 위해서는 수분의 증발, 용제의 휘발이 필요하며 이들의 적용을 촉진하기 위해서는 혼합물을 포설한 후에 공기에 노출시킨다든지 다짐작업에 충분한 시간을 주도록 하는 것이 좋다.

② 주의사항

- 마무리 면은 주위의 포장표면과 같은 높이가 되도록 시공한다.
- 전압 전에 버너로 약간 가열하는 것이 좋다.

- 압밀침하를 고려해서 여유있게 성토하도록 한다.
- 가열 혼합물에 비해 안전성, 내구성이 떨어진다.
- 교면배수를 위해서 설계당시의 횡방향 구배를 유지하여야 한다.

3) 구스아스팔트

① 시공순서

- 가열 혼합식 공법과 거의 동일

② 주의사항

- 혼합물의 가열온도는 240 ~ 250℃로 제한된다.
- 평탄성을 얻기 위해 각재 등으로 표면 마무리를 한다.
- 스파이크 롤러로 미끄럼 저항성을 높인다.

다. 절삭 후 덧씌우기

패칭과 덧씌우기 등의 보수공법으로 기인한 파손부의 재발생과 노면상승, 배수불량의 단점을 보완하기 위해서, 파손부위를 커팅하고 이물질과 습기를 제거한 후 텍코트(TACK COAT) 살포, 아스팔트 포설·다짐을 실시하는 공법이 아스팔트 절삭 덧씌우기 공법으로 아래 그림과 같이 도로의 기능과 미관을 최대한 유지할 수 있다.



<절삭후 덧씌우기 공법 예>

① 시공방법

- 평균 소성변형 두께의 절삭, 표층 전체두께의 절삭, 표층 + 중간층(기층) 일부 또는 전부의 절삭 방법 중 한 가지에 따라 포장을 절삭한다.
- 절삭한 두께에 포장강도부족두께를 합하여 포장두께로 한다.

② 주의 사항

- 절삭 후 덧씌우기를 실시하는 노선에 대하여 100m에 1개소 정도로 노상토를 조사하고, 덧씌우기 두께 설계법에 준하여 기존포장두께를 검토하고 절삭 후에 덧씌우기하는 표층

의 두께를 결정한다.

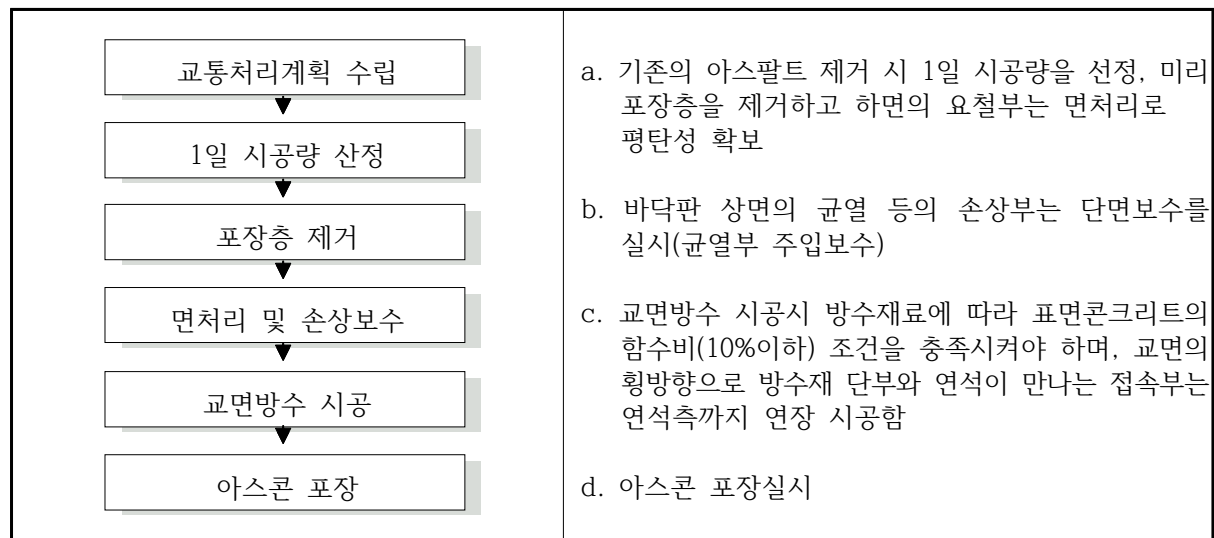
- 절삭 폐재는 깨끗이 제거한다. 특히 절삭면의 흠에 남아있는 부스러기가 없도록 청소한다.
- 절삭 깊이가 깊은 경우에는 2번에 나누어 절삭하면 좋다.
- 덧씌우기로 인한 단차가 발생되지 않도록 주의하여 시공한다.

4.5 교면방수 및 포장 재시공

가. 개 요

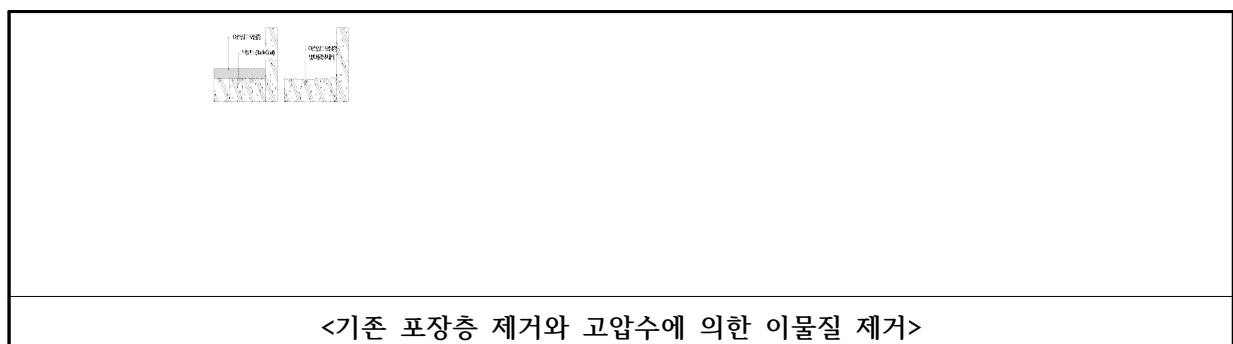
바닥판 슬래브 하면에서 누수 및 백태가 발생되었거나, 우려가 있는 경우 교면 방수를 선행한 후 교면 재포장을 실시하여야 하며, 교면방수의 시공법은 크게 침투식, 시트식, 도막식이 있으나 침투식의 경우는 내구성이 작고 경화가 진행된 콘크리트에서는 효과가 적은 것으로 알려져 있으므로 사용하지 않는 것이 바람직하다.

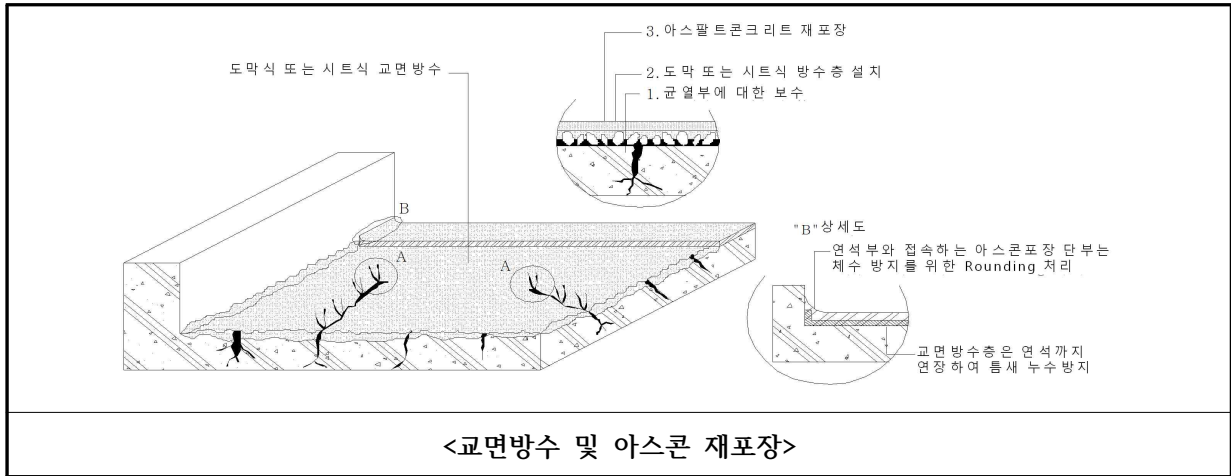
나. 시공순서



〈교면 재포장 시공순서〉

다. 시공 개요도





<교면 재포장 시공 개요도>

라. 교면방수 공법별 비교



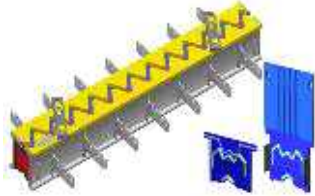
<교면방수 공법비교>

구 분	실리콘 침투식 방수공법	도막식 방수공법		시트식 방수공법	
		용제형	가열형		
조 성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유기물화합 ■ 무기물화합계 	크롤로프렌을 용제에 용해	아스팔트 및 합성형 고무	부직포에 고무아스팔트를 함유	폴리우레탄 시트방수
		0.4~1.0mm	1.0~1.5mm	1.5~4.0mm	3.0~4.0mm
시 공 방 법	1) 슬래브면의 레이탄스 제거 2) 이물질을 압축공기로 청소 3) 완전히 건조된 상태에서 방수액 살포 4) 살포 후 46시간 통행 차단	1) 슬래브면 레이탄스 완전제거 2) 이물질을 압축공기로 청소 3) 건조된 표면에 프라이머를 2회 도포 4) 프라이머가 완전히 건조되어 접착력이 소멸된 후 방수액을 도포 5) 방수재의 양생이 종료될 때까지 통행금지		1) 슬래브면의 레이탄스를 완전 제거 2) 이물질을 압축공기로 청소 3) 건조된 표면에 프라이머를 2회 도포 4) Sheet 부착	
장 점	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시공이 간편 ■ 공사비가 저렴 ■ 반영구적 방수 ■ 내한, 내열성 우수 ■ 내마모성 증진 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연성재료로 진동에 대해 내구성이 우수 ■ 아스팔트 접착력 우수 ■ 아스콘마모층 시공시 텍코팅이 불필요 ■ 진동에 내성 ■ 균열에 대처 가능 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 진동에 대해 내구성이 우수 ■ 마모층 시공시 텍코팅이 불필요 ■ 시공용이, 방수성이 균일 ■ 균열에 대처 가능 ■ 자체 점착성, 자기보수성 	
단 점	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시공이 간편 ■ 균열에 대처 불가 ■ 고강도콘크리트의 경우 침투깊이 감소 ■ 마모층 시공시 텍코팅 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시공과정이 복잡 ■ 공사비가 비교적 고가 ■ 밀림현상이 발생하지 않도록 시공시 주의 ■ 아스콘에 박리 유발 가능 ■ 부풀음발생 우려 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 시공과정이 복잡 ■ 공사비가 비교적 고가 ■ 아스팔트 밀림현상 발생가능 	

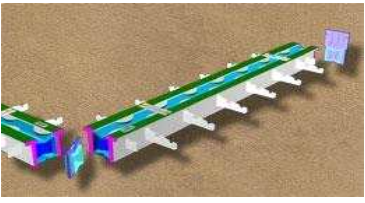
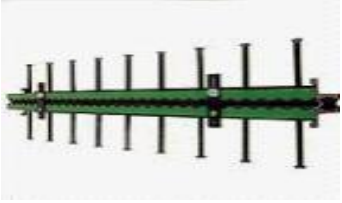

4.6 신축이음 교체방안

가. 신축이음장치 비교

〈신축이음장치 형식별 비교〉

구분	강재계통		
	Finger Joint	Rail Joint	New Wave Finger Joint
개요도			
장 점	<ul style="list-style-type: none"> · 본체가 강재로 제작 되어 차량 충격에 강하고 수명이 상대적으로 길며, 주행성이 양호. · 고발포수지에 의한 2차적인 방수기능으로 누수발생을 억제할 수 있다. · 시공성이 간편하고 차도 및 보도부에 대한 연결 시공이 가능하다. · 접지면이 많아 차량 주행중 소음이 적음. 	<ul style="list-style-type: none"> · 주요 구성요소가 강재로 되어 있어 타안에 비하여 수명이 다소 길다. · 설치시 이음새가 없고 Rubber Bea-ling이 Roll식이므로 방수가 상대적으로 양호하다. · 설치시 온도에 따른 Presetting이 가능하며 내구성이 우수함. 	<ul style="list-style-type: none"> · 다공성 발포재를 적용, 진동 흡수효과가 뛰어나. · 컷오브셀을 장착하여 유간의 이물질 적체를 차단 유지관리를 간편하게 하였다. · 미끄럼을 방지함. · 방수가 완벽함.(3단 누수 차단)
단 점	<ul style="list-style-type: none"> · 고무재 Joint에 비해 고가이다. · 신축량이 큰 교량(500mm 이상)의 교량에는 부적합하다. · 연석부 이음시공시 제작자의 실측이 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 수입에 의존한 제품으로 가격이 상당히 고가이다. · 부분보수의 어려움이 있어 파손시 전면교체가 필요하다. · 제품 높이가 300mm 이상이므로 Block Out 깊이가 깊어 적용 교량에 한계가 있다. · 제작기간이 많이 소요되므로 신설교량에 적합함. 	<ul style="list-style-type: none"> · Blockout부 마감불량으로 근본적인 누수차단이 불가능함. · 방수커플링에 의한 완전방수형은 누수도가 없어 본체의 체수가 발생할 수 있음.
내구 연한	10~15년	10~15년	10~15년
신축량	No.50~300mm	No.80~800mm	No.50~550mm

<신축이음장치 형식별 비교(계속)>


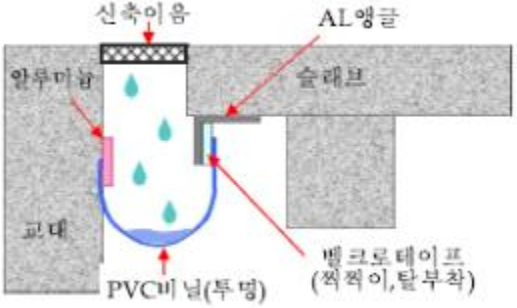
구분	강재계통		
	MC Steel Joint	New Monocell Joint	AL Joint
개요도			
장 점	<ul style="list-style-type: none"> 상부가 강재로 되어 있어 내구성이 우수함. 톱니형 앵커가 상판과 측판을 일체화하여 구조가 견고함. 설치가 간단함. 	<ul style="list-style-type: none"> 상부가 강재로 되어 있어 내구성이 우수함. 주행면이 완만한 라운드로 되어 있어 주행성이 양호함. 단위당 설치되므로 유지보수가 용이함. 시공이 매우 간편함. 이음부위에 방수커플링이 있으므로 방수성이 우수함. 배수커플링을 통한 배수기능이 간편함. 	<ul style="list-style-type: none"> 알루미늄본체로 고무재에 비해 내구성이 우수한 편임. 제품의 중량이 가벼워 취급이 용이함. 방수성이 우수함. 설치가 간단함.
단 점	<ul style="list-style-type: none"> 연결방식이 단순볼트체결로 누수 및 내구성의 취약부가 됨. 구조물에 무리가 가더라도 충분한 BLOCK-OUT을 하여야 안전함. 고중량으로 경장비가 필요하여 시공성이 떨어짐. 	<ul style="list-style-type: none"> 앵커부 철근 용접이 가접이므로 콘크리트 타설시 철근 용접부 탈락. 철근 탈락으로 콘크리트 후타부 크랙 발생. 가재와 접착된 고무가 노면으로 노출되어 통과 차량의 마찰로 인한 고무 분리로 누수 발생. 	<ul style="list-style-type: none"> 염화칼슘이나 화학약품에 취약. 부분보수가 어려움. Rail Type의 제품으로 차량 바퀴 통과음의 소음이 크며, 주행감이 떨어짐.
내구연한	10~15년	10~15년	10~15년
신축량	No.30~100mm	No.30~100mm	No.0~100mm

나. 빗물받이 설치

1) 빗물받이 설치방안

빗물받이고무과손부위에 대해서는 기존에 적용된 고무/스테인레스 물받이 재시공이 적절할 것으로 판단된다.

<빗물받이 비교>

구 분	빗물받이 설치	
	고무/스테인레스 물받이	투명연질 PVC 비닐
개 요	 <p>·신축이음 하부에 고무재 또는 스테인레스 등의 물받이 또는 유도배수로 설치</p>	 <p>·슬래브 하단에 벨크로테이프를 부착한 AL앵글(30mm)를 설치하여 벨크로 테이프를 부착한 투명 연질 PVC와 부착</p> <p>·집수구등 추가 설치</p>
특 징	<p>·실적 다수</p> <p>·신축이음 하부의 공간이 협소한 경우 바닥판에 앵커의 시공이 곤란하므로 하부 지지대 설치를 고안해야 함.</p>	<p>·투명 재질로 이물질퇴적 확인 용이</p> <p>·탈부착식으로 청소 및 보수 용이</p> <p>·설치 간편, 공사비 저렴</p> <p>·신축이음 형식에 상관없이 누수부 설치 가능</p>
적 용	실적 다수	도로공사 적용
<p>※ 기 설치된 빗물받이와 일체성 및 실적에 따른 시공 완성도를 위해 고무/스테인레스 물받이 설치가 적절할 것으로 판단됨</p>		