

제 5장 보수·보강방안

5.1 개 요

5.2 보수·보강방안

제 5장 보수·보강방안

5.1 개 요

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 여러가지 원인에 의해 손상이나 결함이 발생하게 되고, 작은 결함이라도 그대로 방치해 두면 점진적으로 발전하여 대형사고의 원인이 될 수도 있다. 따라서, 구조물에 대한 보수·보강은 구조물의 기능성 및 안전성을 유지하고 필요에 따라 그 기능의 강화를 도모하기 위해 실시하여야 한다.

가. 보수·보강 방안수립에 따른 검토사항

본 용역 수행시 조사된 손상에 대하여 보수·보강 방안수립 시 외관조사, 내구성조사, 상태평가 결과 등을 종합적으로 검토하고 시공성, 경제성 등을 고려하여 적합한 재료와 보수·보강공법을 선정하였으며, 그에 따라 보수·보강의 우선순위 선정은 결함, 손상, 열화의 상태, 구조적 안전성, 사용성 및 내구성 등을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

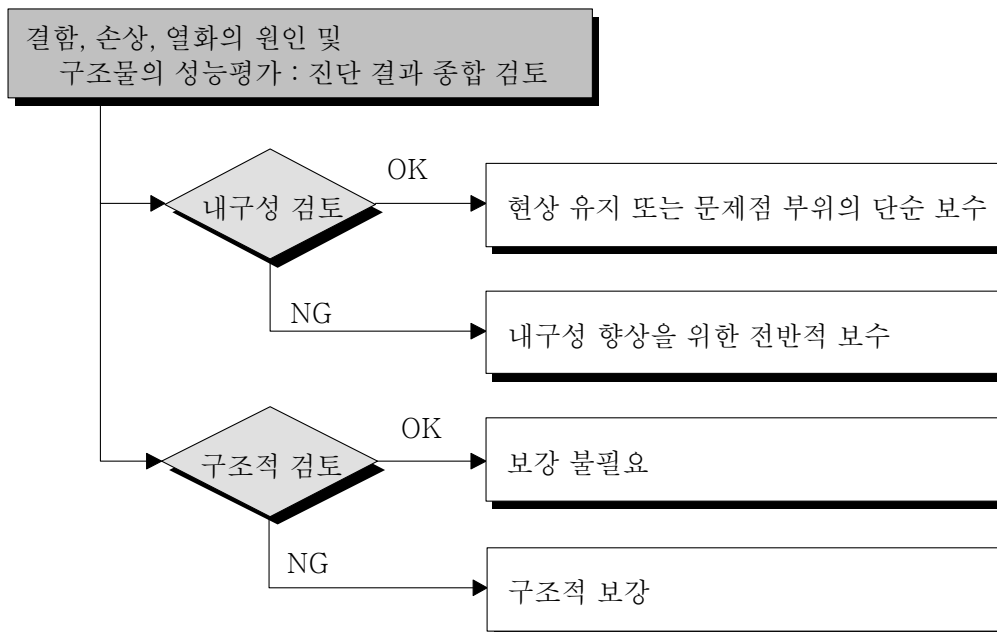
【표 1.5.1】 보수·보강 방안 수립 시 검토사항

검 토 항 목	검 토 내 용
보수·보강 필요성 판단	· 외관조사, 내구성조사, 상태평가 ⇒ 점검 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·보강의 수준 결정	· 국부적인 보수 또는 전반적 보수여부 결정 · 구조물 수명과 장·단기 대책을 고려한 보수·보강 범위 산정 · 하자만료전 대상 부재(철근콘크리트, 강재 등의 주부재)에 대한 보수 범위의 산정
보수·보강 우선순위 결정	· 결함, 손상, 열화의 중요도 · 구조적 안전성, 사용성, 내구성

나. 보수·보강 필요성 판단

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

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.



【그림 1.5.1】 보수·보강 범위의 결정

다. 보수·보강 공법 선정 및 수준 결정

1) 보수·보강 공법의 선정

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

2) 보수·보강의 수준 결정

조사 및 시험을 통하여 얻은 결과를 기초자료로 종합적인 평가를 실시한 후 보수·보강의 수준을 결정하게 된다. 따라서 본 용역시 손상 및 열화에 대하여 분포면적, 분포 유형, 시설물의 안전성, 현 상태의 내구성능, 보수 후의 회복 목표수준 등을 고려하여 보수·보강 여부 및 수준을 다음의 경우 중에서 결정하였다.

- ① 현상유지
- ② 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- ③ 초기 수준이상으로 개선
- ④ 개축
- ⑤ 하자만료전 보수 대상부재에 대한 성능회복 수준

3) 보수재료의 선정

보수재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하기 위하여 다음과 같은 사항을 고려한다.

① 보수재료의 기본 특성 설정

보수재료의 선정을 위한 기본은 구조물의 종류 및 기능, 보수재료의 종류 및 성능 규격치, 환경조건, 시공조건 및 보수부위의 내용년수 등을 설정한다.

② 보수재료의 요구 성능 설정

보수재료의 요구 성능은 보호성능, 내구성능, 시공성능 및 기본적인 성능을 고려하여 설정한다. 일반적으로 보수재료에 요구되는 성능으로는 시공성과 내구성능이다. 보수재료는 재료 자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공 환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다. 내구성능은 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 사용기간 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.

③ 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.

④ 보수재료의 성능조사

보수재료가 요구성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이 조사는 설계된 재료의 성능 평가값이 요구 성능의 수준 이상인 것을 확인하는 것으로 성능조사의 구체적인 방법은 다음과 같다.

첫 번째 방법으로는 재료의 다양한 특성값을 사용해서 요구 성능을 직접 평가하고

그 결과를 요구수준과 비교하는 것이다.

또 다른 방법으로는 공공기관이 정한 규격시험을 통해 얻어진 재료시험 결과를 공공기관이 설정한 규격치와 비교하는 것이다.

4) 보수·보강 우선순위

본 용역대상 시설물에 필요한 보수·보강의 우선순위는 손상 및 결함의 종류, 성상, 원인, 구조적 안전성 등을 고려하고, 보수의 완급성을 판단하여 다음과 같이 정하였다.

【표 1.5.2】 보수·보강 우선순위 선정 기준

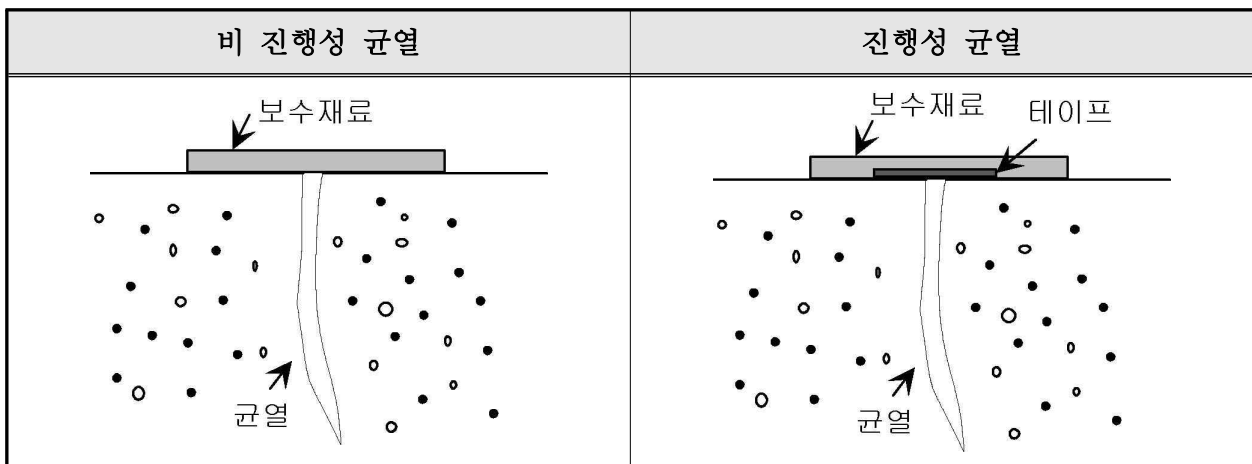
구 분	순 위	내 용
단 기 대 책	1순위	· 주요부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우 (철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) · 손상 방치시 2차손상으로 진전 가능성이 있는 경우 · 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 13조에서 정한 결함
	2순위	· 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는 기존 보수부 중 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우) · 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
장 기 대 책	3순위	· 발생한 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

5.2 보수 · 보강 방안

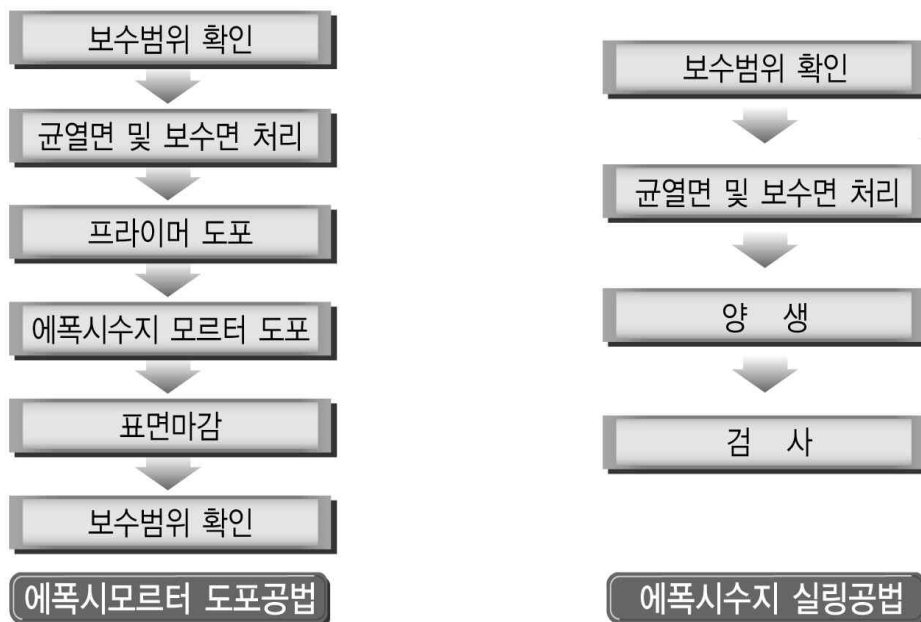
5.2.1 표면처리공법 / 백태보수공법

가. 개요

표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.2mm이하) 및 백태손상부위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킴으로서 장기적인 열화나 탄산화를 방지하는 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다.



<보수 개념도>



<시공 순서도>

나. 시공시 주의사항

- 1) 표면에 피복할 범위를 도면화 하고 구조물 부위에 표시한다.
- 2) 균열부 또는 손상부위를 피복할 부위의 청소는 와이어 브러쉬, 진동대패 등으로 다소 여유있게 청소하여야 한다.
- 3) 바탕처리가 필요한 경우 바탕처리재(에폭시 수지 프라이머)는 점도가 높으며, 무기질 충전재를 함유하고 있기 때문에 주걱으로 눌러서 표면공극이나 흠집을 충분히 메운다.
- 4) 표면 바탕처리 후 경화가 완료되면(2-3일) 고운 사포를 이용하여 표면을 편평하게 갈아내고 압축공기를 이용하여 미분을 털어낸다.
- 5) 재료의 점도를 비롯한 물리적 특성을 고려하여 붓으로 바르거나 에어레스 스프레이를 이용하여 정해진 두께로 초벌을 바른다.
- 6) 표면 도막의 두께는 각 겹당 일정한 두께로 형성하는 것이 보수효과와 내구성 측면에서 유리하다.
- 7) 표면피복이 완료된 후는 주변 분진 또는 오물이 피복면에 흡착되지 않도록 보호막을 설치한다.
- 8) 표면처리공법 시공시 일부구간에 박락 또는 재료분리 등이 있는 구간은 폴리머 콘크리트(모르터) 팻칭공법을 병행한다.

다. 표면처리 보수재료 비교

【표 1.5.3】 표면처리 보수재료 비교

구 분	무기계 표면 도포재	EPOXY계 표면코팅	시멘트 페이스트
장점	· 표면 접착력이 강하다. · 빠른 시간내 지수효과가 크다. · 경화 후 충격이나 내후성이 강하다.	· 시공이 간편하다. · 표면이 완전 건조상태에 있을 경우 보수효과가 크다.	· 시공이 간편하다. · 공사비가 저렴하다.
단점	· 5℃이하에서는 작업이 불가하다.	· 손상면에 습기 등 발생시 보수부 박리 발생	· 보강효과가 다른공법에 비하여 떨어진다. · 보수 후 재발가능성이 크다.
시공 방법	① 백태, 백화, 누수흔적 부분을 치핑 ② 고압 세척 ③ 코팅재 혼합 및 시공 ④ 마감 및 양생	① 백태, 백화, 누수흔적 부분을 치핑 ② 표면을 고압세척한다. ③ 에폭시계 표면처리제를 도포한다. ④ 마감한다.	① 백태, 백화, 누수흔적 부분을 치핑 ② 표면을 고압세척한다. ③ 건조 후 시멘트 페이스트를 바른다. ④ 마감한다.

5.2.2 주입공법

가. 개요

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 균열폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용하여 한다.

나. 주입공법의 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 1.5.4】 주입공법의 종류

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

다. 압입식 수지 주입공법 적용

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압, 자동식 기계 등으로 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 【표 1.5.5】과 같다. 이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시간에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 【표 1.5.6】과 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격은 【표 1.5.7】와 같다.

【표 1.5.5】 압입식 수지주입공법

압입방식	용기의 형태
· 압축용기에서의 압축공기로 주입	· 플라스틱의 실린더
· 압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	· 플라스틱제의 압력탱크
· 압축실린더에 의한 유입으로 주입	· 금속제의 실린더
· 고무시트의 복원력으로 주입	· 플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
· 고무풍선압으로 주입	· 고무풍선
· 고무밴드의 복원력으로 주입	· 플라스틱제 실린더와 피스톤
· 캡슐내의 용수철로 주입	· 플라스틱제 캡슐 탱크

【표 1.5.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

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

【표 1.5.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

균열 폭(mm)	주입파이프/패커 간격(mm)	비 고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 1.5.8】 에폭시계 수지의 규격

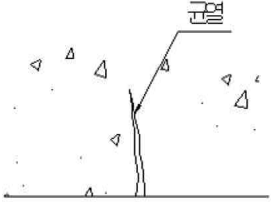
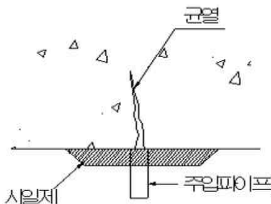
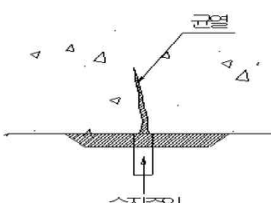
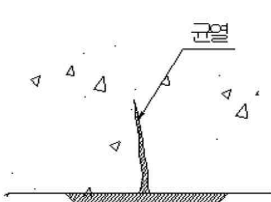
시험항목	시험방법	시험조건	단 위	실링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20℃ 7일간		1.7 ± 0.2	1.2 ± 0.2
사용가능시간	온도상승법	20℃	분	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	"	CPS	—	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20℃ 7일간	kgf/mm ²	6.0이상	6.0이상
휨강도	"	"	"	3.5이상	4.0이상
인장강도	"	"	"	2.0이상	2.0이상
압축탄성계수	ASTM D 695	"	"	0.1~0.6	0.1~0.6
인장전단강도	KS M 3722	"		100이상	100이상
충격강도	KS M 3015	"	kgf·mm/mm ²	0.15이상	0.3이상
경 도	ASTM D 2240	"	type D	80이상	80이상

※ “콘크리트교량의 보수·보강관련 신기술 및 표준품셈 공법편람, 건설교통부, 2002.4”

라. 압입식 수지 주입공법의 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다. 주입압력은 0.04kgf/mm² 이하로 규정되어 있으나, 실제로는 0.01kgf/mm² 전후가 사용된다.

바. 시공방법

시공순서	시공상세	
보수범위 확인		· 바탕처리 : 균열면에 유리석회 및 먼지제거
균열부위 청소		
주입용 파이프 설치		· 주입파이프설치 및 썰링 : 주입파이프 사이의 균열부분에 썰링후 1~2일 양생
균열면 썰링		
주 입		· 수지주입 : 수동식, 유압식, 자동식 주입법 등으로 주입
파이프, 썰링재 제거		· 주입파이프 철거 및 표면마무리
모르터 미장마감		

【그림 1.5.2】 균열 주입보수 시공방법

바. 시공시 주의사항

- 1) 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.
- 2) 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.
- 3) 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 루트마다 시험을 실시하여 품질을 확보한다.
- 4) 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- 5) 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면 처리한다.

사. 균열보수여부 판정기준

구조부재로 사용되는 강재의 부식에 대한 콘크리트의 허용균열폭은 일반적으로 피복두께 및 강재의 종류에 따라서 【표 1.5.9】에 따라야하며 이때 적용될 수 있는 피복두께는 100mm 이하를 표준으로 한다. 강재의 부식에 대한 환경조건은 【표 1.5.10】와 같다. 내구성 확보를 위한 보수기준으로서의 허용균열폭은 【표 1.5.11】과 같다.

▣ 판정근거 : 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서. 국토해양부, 1999.12, p4-23

【표 1.5.9】 철근콘크리트 구조물의 허용균열폭 $W_a(\text{mm})$

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철 근	0.4mm와 0.006Cc 중 큰 값	0.3mm와 0.005Cc 중 큰 값	0.3mm와 0.004Cc 중 큰 값	0.3mm와 0.0035Cc 중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2mm와 0.005Cc 중 큰 값	0.2mm와 0.004Cc 중 큰 값	—	—

※ 여기서, Cc는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

※ 콘크리트 구조설계기준 해설(한국콘크리트학회, p.500 참조)

【표 1.5.10】 강재의 부식에 대한 환경조건의 구분

건조환경	· 일반 옥내부재, 부식의 우려가 없을 정도로 보호한 경우의 보통 주거 및 사무실 건물내부
습윤환경	· 일반 옥외의 경우, 흙속의 경우, 옥내의 경우에 있어서 습기가 찬 곳
부식성환경	· 습윤 환경과 비교하여 건습의 반복작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하수위 이하의 흙속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결작용이 있는 경우, 동상방지제를 사용하는 경우 · 해양 콘크리트 구조물 중 해수 중에 있거나 극심하지 않은 해양환경에 있는 경우(가스, 액체, 고체)
고부식성환경	· 강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우 · 해양콘크리트 구조물 중 간만조위의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

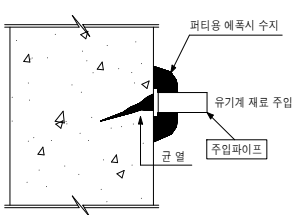
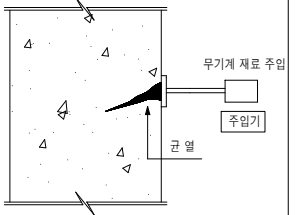
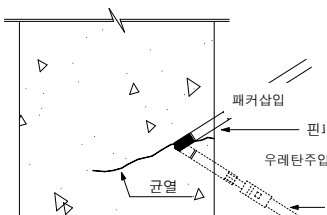
※ 콘크리트 구조설계기준 해설(한국콘크리트학회, p.499 참조)

【표 1.5.11】 내구성에서의 허용균열폭 $W_a(\text{mm})$

조 건	허용균열폭 $W_a(\text{mm})$
건조환경	0.40
습윤환경	0.30
부식성환경	0.20
고부식성환경	0.15
수밀성구조	0.10

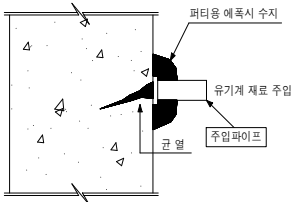
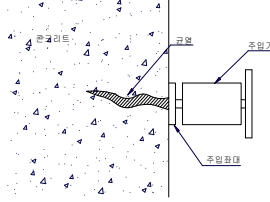
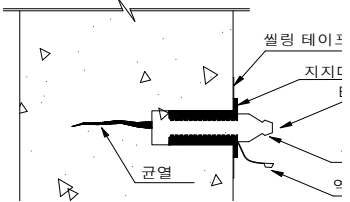
아. 균열주입보수 재료비교

【표 1.5.12】 균열주입보수 재료비교

구분	1 안	2 안	3 안
	에폭시 주입공법	슬러리시멘트 주입공법	우레탄 주입공법
개요도			
공법 개요	· 균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	· 균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계 재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	· 콘크리트 균열 부위에 지그재그방향으로 패커를 삽입하고 우레탄을 주입하는 공법
시공 방법	· 표면처리→주입기설치→균열부 썰링→에폭시주입→단면복구	· 표면처리→주입기설치→균열부 썰링→폴리머슬러리시멘트주입→단면복구	· 표면처리→지그재그 천공→패커설치→지수용 우레탄 발포제 주입→마무리 작업
공법의 특징	· 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 경화시간이 빠름 · 시공실적 다수 · 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 · 주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의	· 품질관리가 용이, 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 복잡, 시공전문가가 필요	· 접착력 우수 · 탄성이 뛰어나고 인장강도 우수 · 저점도 이므로 미세균열에도 침투 · 다소 유해하다. · 변형발생가능 있음

자. 균열주입보수 공법비교

【표 1.5.13】 균열주입보수 공법비교

구분	1 안	2 안	3 안
	패카 에폭시 주입공법	SPI 에폭시주입공법	SKI공법
개요도			
공법개요	· 균열부위를 컷팅하고 균열부를 셀링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 패커를 이용하여 주입하는 공법	· 좌대를 균열부위에 셀링재를 사용하여 부착시킨 후 역류방지 nipple를 좌대에 설치하고, 전용주입기를 사용하여 에폭시 수지 주입후 탄성모르타르로 마감하여 보수하는 공법으로 균열보수 후 더 이상의 균열진행을 막을 수 있는 공법	· 코어비트 드릴을 사용, 얇게 천공한 후, 마이크로 패커를 사용하여 주입구를 간단히 설치하고 균열특성에 적합한 보수액을 중압으로 주입시키는 공법
시공방법	· 표면처리→천공→패커설치→셀링작업→에폭시주입→셀링재, 패커 제거→표면정리	· 표면처리→좌대부착→셀링작업→에폭시주입→셀링재, 좌대 제거→탄성 모르타르 마감처리	· 햄머드릴 천공→중공형 코어비트 드릴 천공→프라이어 도포/확인창 부착 셀링재도포→플라스틱 마이크로 패커설치→보수액 주입
공법의 특징	· 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 시공실적 다수 · 경화시간이 빠름 · 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입 가능 · 가장 일반적으로 쓰이는 공법 · 시공이 간단	· 주입기 압력 조절이 가능하여 미세균열에서 대균열까지 보수 가능 · 니플에 보수액의 역류를 방지하는 ball 역류 장치가 되어 있어 시공시 안전함 · 작업 속도, 경화시간이 빠름 · 깊은 곳 까지도 충분히 주입 가능 · 균열보수 전용 탄성모르타르 마감으로 보수 후 균열의 진행을 방지할 수 있음 · 주입재의 물성치가 우수 · 기존 주입공법의 장점 유지	· 다양한 보수액 주입가능 · 주입압력 조절 우수 · 주입량 조절 우수 · 단기간 작업완료 · 시공부위 무제한 · 신공법에 대한 인지도 미흡 · 주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의

5.2.3 단면보수공법

가. 개요

공법개요	· 단면보수공법은 콘크리트 구체에 발생 재료분리, 철근노출, 박리·박락, 표면열화 등의 손상부위를 제거하고, 철근의 부식이 진행된 경우에는 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복구하는 공법
------	--

보수개념도	
-------	--

시공순서	보수전 조사항목 · 내부 철근의 부식상태 · 콘크리트의 열화 및 중성화 상태 · 균열의 발생/진전상태 · 염화물 함유량
시공사례	

나. 단면보수재료의 선정기준

철근부식이 현저한 열화부위의 보수에서는 통상적으로 녹 제거작업을 하고, 방청처리 재를 도포한 후, 단면보수재를 이용하여 단면을 복구한다.

1) 단면보수재

① 단면보수재료 시방규정

단면보수재는 시멘트계의 단면보수재 및 수지계 단면보수재로 크게 나누어지고, 일반적으로는, 각각 폴리머시멘트 모르터 및 경량에폭시 모르터가 대표적인 재료로서 상용되고 있으며 그 시방규정은 다음과 같다.

② 폴리머시멘트 모르터

시멘트 모르터 중에 폴리머를 첨가한 것이고, KS F 4916(시멘트혼화용 폴리머 분산제)에 규정되어 있는 시멘트혼화용 폴리머 분산제 및 재유화형 분말수지가 사용되고 있으며, 일회의 복구두께를 크게 하기 위해서 경량화한 모르터도 사용되고 또, 이들 모르터는 그 대부분이 프리믹스되어 사용되고 있다. 폴리머시멘트 모르터의 품질 규정은 다음과 같다.

【표 1.5.14】 폴리머 시멘트 모르터 품질기준

구 분		KS F 4042 (2002) 콘크리트 구조물 보수용 폴리머시멘트모르터	비 고
시멘트 혼화용 폴리머의 고형분(%)		표시값 $\pm 1\%$ 이내	—
압축강도(MPa)		20.0 이상	—
휨강도(MPa)		6.0 이상	—
접착강도(MPa)	표준조건	1.0 이상	—
	온냉반복 후	1.0 이상	—
내알칼리성		압축강도 (20.0MPa) 이상	—
중성화 저항성(mm)		2.0 이하	—
투수량(g)		20.0 이하	—
물 흡수계수(kg/(m ² ·h ^{0.5}))		0.5 이하	—
습기투과저항성(Sd)		2m이하	—
염화물이온 침투저항성(coulombs)		1,000 이하	—
길이변화율(%)		± 0.15 이내	—

③ 경량에폭시 모르터

에폭시수지의 주재와 경화재를 각각 혼화한 2종류의 모르터 성분을 충분히 섞어서 사용되며, 골재에서는 속이 비어있는 경량골재를 사용해서 경량화하고 있다. 또, 프라이머도포가 포함되어 있는 경우에는 품질시험 시에도 그 시공요령에 따라서 프라이머도포를 포함하여 평가한다. 경량에폭시 모르터의 품질규정은 다음과 같다.

【표 1.5.15】 경량에폭시 모르터 품질규정

항 목	기준규격 등	
	일본 NSK규격 NSKS-005 손상보수용 경량에폭시 모르터	일본 건설성 총프로젝트 「건축물의 내구성향상기술」(외장편) · 건설성영선부 「건축개수공사감리지침」 · 건설성관민연대연구
종 류	일반용 : 봄, 여름, 가을 겨울용 : 겨울	일반용 : 봄, 여름, 가을 겨울용 : 겨울
흐트러짐	일반용 : 20℃ 경화까지 흐트러짐 없음 겨울용 : 5℃ 경화까지 흐트러짐 없음	형상에 이상이 없고 흐트러짐이 발생하 지 않음
휨강도(MPa)	10.2이상	10이상
접착·부착강도 (MPa)	20℃ : 1.2이상 습윤 : 1.2이상 온냉반복 : 1.2이상	파괴는 콘크리트에서 일어나고 1.0이상
압축강도(MPa)	겨울용 : 5℃ 1일 10.2이상 일반용 : 20℃ 1일 10.2이상 공통 : 20℃ 7일 10.2이상	—
투수성(ml)	0.5이하	—
균열내구성	시험모르터 및 기관에 균열이 생기지 않는 것	—

④ 단면보수재료의 역학적 성질

보수단면이 큰 경우와 구조보수를 하는 경우에는 보수부의 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면복구재를 선택할 필요가 있다. 【표 1.5.16】에서는 폴리머시멘트모르터 및 콘크리트의 겔보기 염화물이온 확산계수를 나타낸다.

【표 1.5.16】 폴리머시멘트모르터 및 콘크리트의 겔보기 염화물이온의 확산계수

모르터의 종류	폴리머-시멘트비(%)	겔보기염화물 이온확산계수 (cm/s)	콘크리트의 종류	폴리머-시멘트비(%)	겔보기염화물 이온확산계수 (cm/s)
보통시멘트 모르터	0	6.4×10^{-8}	보통시멘트 콘크리트	0	2.2×10^{-8}
SBR혼입 모르터	10	6.4×10^{-8}	SBR혼입 콘크리트	10	1.9×10^{-8}
	20	3.9×10^{-8}		20	9.3×10^{-8}
EVA혼입 모르터	10	4.4×10^{-8}	EVA혼입 콘크리트	10	7.9×10^{-8}
	20	2.4×10^{-8}		20	1.0×10^{-8}
PAE혼입 모르터	10	3.8×10^{-8}	PAE혼입 콘크리트	10	6.2×10^{-8}
	20	4.4×10^{-8}		20	5.8×10^{-8}

2) 바탕조정·보호재

단면복구를 실시한 부위 및 단면복구와 관계없이 보호피복이 필요한 곳에 대해서 바탕 조정재, 보호재의 순으로 시공된다.

3) 마감재(피복재)

마감재는 철근콘크리트 구조물로의 내구성 부여, 보호 및 미장을 목적으로 보수공법의 최종 공정에서 사용되는 재료이고, 그 사용목적으로부터 콘크리트용 피복재, 도장재, 라이닝재, 표층개선재 등으로도 불리운다. 마감재로서는 침투성 흡수방지재, 도료, 합성수지 라이닝재, 마감도재 등이 있고, 보수의 목적, 특히 열화요인을 충분히 고려한 후에 선택할 필요가 있다.

침투성 흡수방지재는 전술한 콘크리트 구체처리재로서 사용되지만, 콘크리트 표층부에 함침해도 그 색채가 그다지 변화하지 않기 때문에 마감재로서도 이용되며, 【표 1.5.17】에서는 도막의 염화물이온 차단성능의 예를 들었다.

【표 1.5.17】 도막의 염화물이온 차단성능의 예

도장계 No.	도장계	분류	막두께 (μm)	염화물이온투과량 (mg/cm ² ·day)	염화물이온차단성능의 평가
01	아크릴계 용제형	막 전체 단 막	95 50	0 0.28~0.39	○ ×
02	에폭시계 이멀전형	막 전체 단 막	1000 340	0.39~0.66 0.65~0.97<	× ×
03	에폭시계 용제형	막 전체 단 막	200 80	0~0.48×10 ⁻³ 0	○ ○
04	무에폭시계 무용제형	막 전체 단 막	500 130	0 0~0.48×10 ⁻³	○ ○
05	에폭시계 습면형	막 전체 단 막	900 600	0 0~0.48×10 ⁻³	○ ○
06	탄성계 폴리부타디엔 무용제형	막 전체 단 막	1000 600	0~0.48×10 ⁻³ 0~0.48×10 ⁻³	○ ○
07	탄성계 아크릴 이멀전형	막 전체 단 막	750 300	0.97< 0.65×10 ⁻² ~0.97<	× ×
08	탄성계 우레탄 용제형	막 전체 단 막	200 70	0 0.018~0.052	○ ×
09	글래스 후레이크계 에폭시1	막 전체 단 막	1000 500	0 0~0.87×10 ⁻³	○ ○
10	글래스 후레이크계 비닐에스테르1	막 전체 단 막	1500 500	0 0	○ ○
11	글래스 후레이크계 에폭시2	막 전체 단 막	1500 800	0 0.82×10 ⁻³ ~0.2×10 ⁻²	○ △
12	글래스 후레이크계 비닐에스테르1	막 전체 단 막	1200 600	0~0.48×10 ⁻³ 0~0.82×10 ⁻³	○ ○
13	타르에폭시계 에폭시	막 전체 단 막	200 70	0 0~0.97<	○ ×
14	에폭시계 글래스로빙 보강재	막 전체 단 막1 단 막2	2000 800 250	0.48×10 ⁻³ ~0.082 ~0.48×10 ⁻³ ~0.48×10 ⁻³	○ ○ ○
15	폴리부타디엔글래스섬유 보강재	막 전체	1000	0~0.48×10 ⁻³	○

※ ○: 염화물이온이 투과하기 어렵다. ×: 염화물이온을 투과한다.

※ 측정값이 0.5~0.9ppm은 측정오차내이고, 7주간의 기간내에서 염화물이온이 투과하지 않는다고 판단을 내려서 평가란 안에 ○로 표시했다.

다. 단면보수 재료비교

【표 1.5.18】 단면보수 재료비교

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	· 콘크리트 손상부위 및 철근 부식부를 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 → 철근의 부식제거 → 콘크리트 보호제(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계) 도포	· 치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
장 점	· 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	· 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함 · 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수함 · 경화시간이 빠름
단 점	· 일반적으로 한번의 시공두께가 얇기 때문에 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 · 보통 형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐	· 방청효과가 확실하지 않음 · 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 · 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움

라. 단면보수공법 비교

【표 1.5.19】 단면보수공법(폴리머몰탈) 비교

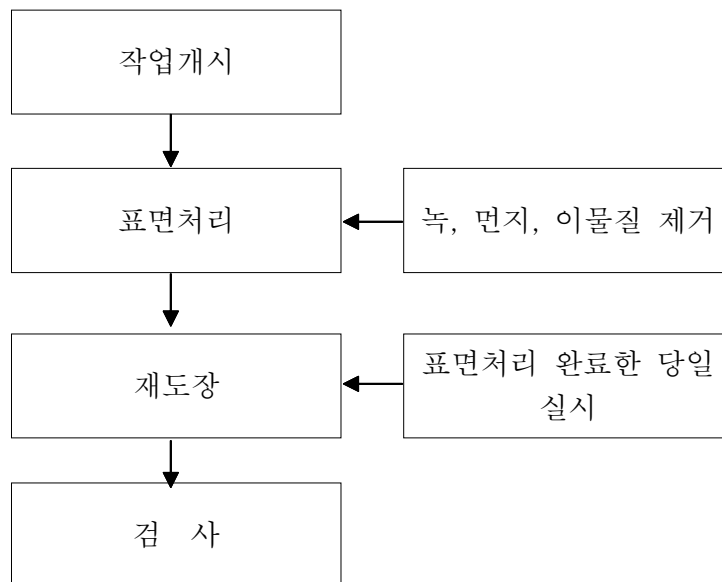
구분	ECC-내화보수공법	리노시스템 공법	프리웨팅 스프레이 공법
공법 개요	· 콘크리트구조물의 표면이나 단면에 프리믹스형 분체재료, 프리팩형 섬유재료 및 배합수로 이루어진 고인성 보수모르터를 뿜칠한 후, 피막수밀제(ECC-SU)를 도포하여 내구 및 내화성을 향상시키는 공법	· 알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르터(리노몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	· 손상된 구조물의 단면을 이중오거 방식 믹서 샤프트를 이용한 프리웨팅 스프레이 방식으로 복구하고, 표면을 발수성 프라이머와 코팅제를 사용하여 이중으로 보호하는 공법
시공 순서	① 열화부제거 ② 세정/청소 ③ 단면복구제(ECC-복구모르터) ④ 표면코팅제 도포	① 표면처리 ② 고압세척 ③ 무기질통기성 계면방수제도포 ④ 복합폴리머 시멘트모르터도포 ⑤ 무기질통기성 방수제 도포	① 콘크리트 표면치핑 ② 고압세척 ③ 철근방청제 도포 ④ 단면충전 (TS 100) ⑤ 표면이중보호 코팅
주 재료	· ECC-MOR:고인성 폴리머시멘트 · ECC-RF:프리팩형 섬유재료 · ECC-PR100/200:구체강화 및 신규접착제 · ECC-SPR100:침투성영해방지제 · ECC-SU:피막수밀제	· RM-50P:아질산염계 방청제를 활용한 철근방청용 일성분형 모르터	· TS100:프리웨팅 스프레이용 충전 시멘트 몰탈 · TR:철근 부식 방지 환원성 성분을 함유한 흡착형 일액형 방청제
공법의 특징	· 시공공정이 단순하여 공기단축 및 인력절감이 가능 · 균열제어성능 및 변형성능이 탁월하여 시공 후 균열발생 우려 없음 · 모체에 유해균열이 발생하여도 이를 마이크로 크랙으로 분산시켜 물질투과 저항성을 대폭 향상 · 시공실적이 적음 · 시공전문가 필요	· 내화학적, 내약품성, 내충격성이 우수 · 통기성이 있어 내부수분이 외부로 발산 · 공정의 단순화로 시공 및 품질관리 용이 · 3원계의 난용성 폴리머 모르터의 내수성 우수 · Premix형 및 일액형으로 시공 및 품질관리 용이 · 발수성 계면 처리제에 의해 충전 모르타르의 부착력 감소 · 인력시공으로 공기가 길다	· 철근까지 밀실한 충전가능 · 구조물의 내구년한 증진시킴 · 전문 기계화 시공으로 타 공법에 비해 시공속도가 빠르며 고른 시공품질 확보가 가능 · 시스템의 기계화에 의한 인력절감 및 공사비 절감 · 시공 장소가 넓음 (시공가능 호스길이 : 200m) · 보수면적이 작고 분산된 경우 경제성 및 작업 효율성이 저하된다 · 기계화시공으로 숙련공 필요

5.2.4 강재도장 공법

가. 개 요

도장 결함이 발생한 부재에 대해서 녹, 먼지, 이물질에 의해 손상이 그 이상 진행하지 않도록 녹 및 이물질을 제거한 후 표면도장을 실시하는 공법이다.

나. 시공방법



다. 시공상세 및 유의사항

- 1) 동력공구 및 수공구(와이어브러쉬, 샌드 페이퍼)로 표면처리한다.
- 2) 구 도장계에 대한 확인 및 확실한 표면처리를 실시한다.
- 3) 표면처리 후 분무기 또는 붓을 이용하여 재도장 실시한다.
- 4) 표면처리 후 같은 날 하지도장을 실시한다(결로 및 이물질 등의 영향)
- 5) 도료의 칠 중복은 충분히 건조한 후에 실시하고 대기온도 및 칠표면의 온도가 5℃ 이상이어야 한다.
- 6) 표면처리 후 당일 도장을 수행하지 못한 부분은 다시 표면처리 후 도장한다.
- 7) 폐쇄된 개소에서의 작업시에는 통풍 및 조명등의 환경여건과 안전작업에 대한 대책을 수립한 후에 실시한다.

라. 사용도료 및 건조도막 두께

1) 전면 재도장시

【표 1.5.20】 일반적인 부식 환경 도막두께

도장부위		표면처리 정도	도 장 층 별	도 료 종 류	건조도막 두께(μm)
Steel 부위		거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	무기질징크계 염화 고무계 염화 고무계	50 60 60
강구조물 내 부	1안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질징크계 역청질계	75 75
	2안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질징크계 타르에폭시계	75 75
	3안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질징크계 에폭시계	75 75

【표 1.5.21】 가혹한 부식 환경 도막두께

도장부위		표면처리 정도	도 장 층 별	도 료 종 류	건조도막 두께(μm)
강구조물 외 부	1안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	무기질징크계 에폭시계 우레탄계	75 100 80
	2안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계 우레탄계	100 100 80
강구조물 내 부	1안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질계징크계 타르에폭시계	75 100
	2안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질계징크계 에폭시계	75 100
	3안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계	100 100

2) 부분 재도장시

【표 1.5.22】 부분 재도장시 도막두께

도장부위		표면처리 정도	도 장 층 별	도 료 종 류	건조도막 두께(μm)
강구 조물 외부	염화고무계 알키드 조합페인트	· 거의 완전한브라스트 (Sa 2 1/2) · 동력공구시공 (St3)	T/U 하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱) 우레탄계	(80) 100 50
	우레탄계		T/U 하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱) 우레탄계	(80) 80 50
강구 조물 내부	역청질계		T/U 상 도	에폭시계(알미늄) 역청질계	(80) 75
	광명단 페인트		T/U 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱)	(80) 100

※ T/U(touch-up) : 국부적인 보수도장을 말하며 터치업 면적이 큰 경우는 블라스팅을 하고 전면 재도장 기준을 적용한다.

마. 표면처리의 정도

보수 도장시의 표면처리 등급은 다음을 원칙으로 한다.

- 1) 전면 재도장시 : SIS(스웨덴 규격협회)규정에 의한 Sa 2 1/2.
- 2) 부분 재도장시 : SIS규정에 의한 Sa 2 1/2, 또는 St 3.

바. 검 사

1) 검사항목

【표 1.5.23】 도장 전·후 검사항목

검사시기	검사항목	검사방법
도장 전	· 도료 · 피도체 바탕처리 상태	· 시험성적표심사 · 시료채취 시험실시(KSM5000) · 시방서 기준
도장 후	· 도료 사용량 · 외관조사 · 도막두께 · 도막부착시험	· 전수조사 · 육안조사 · 측정기에 의함 · 테이프 테스트

2) 도료의 품질검사

① 제조업체 시험 성적표

- 제조업체가 제출한 시험성적표가 규격에 적합한지 확인하여야 한다.
- 시험성적표는 도료의 종류별·도료 룯트별로 확인 검사를 해야 한다.

- ② 용기의 규격번호 및 명칭이 표시되었는지 확인하여야 한다.
- ③ 도료의 수량은 설계 소요량이 반입되었는지 확인하여야 한다.
- ④ 현장시료 채취시험은 반드시 공인된 시험기관에 의뢰검사를 실시하여야 하며, 도장 후 도막의 부착성 시험도 필요시에는 의뢰검사를 실시할 수 있다.
- ⑤ 불합격 도료의 처리
 - 시험에 불합격한 도료는 즉시 현장 외로 반출하고, 반출을 증빙할 수 있도록 반품 과정의 사진을 촬영하여 반출송장과 함께 제출한다.
 - 시험에 불합격하여 도료를 반출하고 도료를 재 반입하는 경우는 도료 제조업체를 변경한다.

3) 도장 후 검사

- ① 외관의 육안조사 : 도막의 변·퇴색이나 광택의 감퇴, 백염화, 오손, 균열, 벗겨짐, 부풀음 및 녹 등의 이상유무 및 발생정도를 판정한다.
- ② 층별 도장이 건조된 후 도막측정기에 의하여 도막 두께를 측정한다.
- ③ 도막의 부착성 실험 : 칼로 X-cutting한 후 테이프 테스트를 실시하여 3A등급 이상 (ASTM D 3359 기준)이어야 한다

사. 전처리공법 비교표

【표 1.5.24】 전처리공법 비교표

공 법	샷 블라스팅	습식 샌드 블라스팅	건식 샌드 블라스팅
특 정	· 샷 또는 그릿이라고 하는 금속·비금속의 미세한 입자를 매분 약 2,000회전의 고속으로 회전시켜 표면을 처리하는 기술	· 물에 젖은 모래를 물+에어를 혼합한 기기를 이용하여 분사시켜 표면을 처리하는 기술(수압식)	· 건조된 모래를 에어(공기)를 이용하여 분사시켜 표면을 처리하는 기술(압축공기식)
시 공 순 서	· 사전 준비 · steel ball(grit)을 탱크안에 넣고 고속 회전시킴 · 매분 약 2,000회전으로 원심력을 이용하여 분사	· 사전준비 · 습식 샌드를 탱크안에 넣고 물을 채움 · 8:2로 섞여져 있는 물과 샌드의 혼합물을 분사	· 사전준비 · 건식 샌드를 탱크안에 넣고 물을 채움 · 8:2로 섞여져 있는 공기와 샌드의 혼합물을 분사
공 법 의 특징	· 샌드 블라스팅에 비해 작업시간이 짧음 · Rebound성이 높으며 가공시간이 단축됨 · 공정이 복잡하여 시공 전문가가 필요함 · 시공성이 좋음 · 내구성이 좋음 · 공사비 고가	· 건식 샌드 블라스팅에 비해 분진이 없음 · 규격 샌드가 별도로 필요하지 않음 · 건식 샌드 블라스팅에 비해 미관성이 좋지 않음 · 공사비 다소 고가 · 폐기물 절감 · 샌드 소모량을 줄여줌	· 샌드재가 젖지 않도록 별도의 보관소 필요 · 작업지역 지독한 먼지 및 분진 발생 · 샌드물에 장막이나 칸막이가 필요함 · 공사비가 저렴함 · 강인한 전처리 가능 · 규격 샌드를 준비해야함

아. 강재도장공법 비교표

【표 1.5.25】 강재도장공법 비교표

공 법	금속혼합물계	불소수지계	세라믹계
개념도	· 고강도 마이크로 금속 혼합물 +복합수지 결합	· 플루오로오레핀+비닐 에테르의 우레탄결합	· 세라믹 분말+에폭시결합
적용 대상	· 해안·산간·도심지역 등 특수환경에 놓여 있는 구조물 · 신설 및 기존 철재구조물	· 신설 및 기존 철재구조물	· 신설 및 기존 철재구조물
기대 효과	· 내구성 증대 · 공용수명증진 · 유지관리비용 절감	· 방청기능 · 미관우수	· 시공용이 · 미관우수
유지 관리성	· 금속성분의 금속피막 형성을 통한 안정성 확보 · 우수한 내구성 발현으로 구조물의 공용 수명 증진 · 재도장 횟수 최소화로 유지관리비용 대폭절감	· 내후성, 내약품성 우수 · 초기부착력 우수 · 층간분리현상 발생우려 · 보수도장 어려움	· 내염성, 내약품성 우수 · 초기부착력 우수 · 강인하고 부착력 좋은 도막형성 · 장기적인 내구성, 방식 성능

5.2.5 기계설비의 보수 방안

【표 1.5.26】 기계설비 보수방안

손상항목	보수요령
문비하단지수 고무의 손상	■ 문비하단의 지수고무를 목재와 못으로 고정하는 방법으로 제작한 문비에서 목재의 부식으로 인한 볼트, 너트의 훼손 및 지수고무의 탈락 등으로 문비하단지수고무의 수명이 짧아 중간보수가 필요함. ■ 재발방지를 위해서는 문비하단의 형강에 직접 “I”형의 수밀고무를 스텐재질의 CLAMP PLATE 및 스텐재질의 볼트, 너트로 고정부착하는 방법으로 제작하는 것이 필요하다고 사료됨.
강재문비·문틀 점부식 및 전면 부식 손상	■ 도장계획 (1) 부분도장 (현장작업) ① 부식면의 녹 제거. (철솔 또는 연마포 사용) ② 징크리치 프라이머 (1회-20μ) ③ 탈 에폭시(코레포탈 EH173) (2회-100μ~200μ) (2) 전면도장 (공장작업) ① 숏브라스트 ② 징크리치 프라이머 (1회-20μ~75μ) ③ 탈 에폭시(코레포탈 EH173) (2회-100μ~200μ) (3) 문비전면 보수의 경우 지수고무 교체를 위한 작업공정이 필요함.
문비, 랙크바 등 의 수직도 편기	■ 정비방안 - 문비 및 랙크바의 기울어짐 현상은 충격방지장치가 부착된 랙크바(핀잭타입)에서 발생하는 경우가 대부분임. - 충격방지장치는 랙크바의 연결부분에 볼트너트로 완충장치를 부착하는 방식으로 제작하는 것으로 장기간 사용시 완충부분의 부식 등으로 양쪽 랙크바의 길이가 상이하게 됨으로 문비의 기울어짐으로 나타남. - 재발방지를 위해서는 랙크바에 충격방지장치가 없으며 길이가 변동되지 않는 형식으로 제작되는 제품을 사용하는 것이 근본적인 해결책으로 사료됨.

5.2.6 보수재료의 품질관리 및 검사

가. 보수 재료의 품질관리 개요

콘크리트의 보수에는 보수의 평가, 대책 및 설계가 포함된다. 품질관리를 위해서는 보수대책 수립시 이용자의 요구사항을 충족시키고 열화의 원인과 결과를 파악하기 위하여 광범위한 진단을 시행할 필요가 있다. 품질관리 항목에는 구조물과 관련하여 내구성, 시공성 및 적합성에 관하여 검토해야 한다.

1) 시공상의 품질관리

콘크리트 구체의 성능저하 문제는 다양하며, 각각의 상황에 대응해서 어떠한 보수방법이 적절한지를 명확하게 파악할 필요가 있다.

보수검토의 과정에서는 보수의 목적을 정확하게 설정하고 보수재료의 필요한 특성을 결정한다. 또한, 보수시공 단계별 재료의 배합, 공법의 적절성, 보수설계 및 지침대로 이행 여부를 점검한다.

2) 구조상의 품질관리

콘크리트의 보수는 손상부분의 콘크리트를 제거, 보수하고 구조상의 기능을 회복시켜 보수부분의 콘크리트와 내부 콘크리트를 가혹한 환경으로부터 보호하고, 이용자의 요구를 들어주어야 한다.

구조적 관점에서 점검할 것은 보수부분과 기존의 바탕 콘크리트 부분과의 경계면에서 발생하는 각종의 응력을 점검하는 것이 중요하다. 보수부분의 응력은 기존바탕 콘크리트 부분과의 상태적인 체적변화와 보수시의 작업하중에 의해 발생한다. 보수부분에 발생하는 응력은 허용응력 이하여야 한다. 많은 경우 보수 부분은 응력전달을 기대할 수 없다. 압축영역의 내력이 저하하면 하중은 열화되지 않은 영역으로 재분배된다. 원래의 하중분포 후상태로 되돌려놓기 위해서는 보수 작업을 하는 중에는 하중을 제거하여 보수, 양생하고, 그 재료가 소정의 강도에 달한 후에 콘크리트 부재에 하중을 가해야 할 필요가 있다.

3) 재료상의 품질관리

보수용 재료의 선택은, 구조물의 소유자(이용자)와 기술자에 의한 보수의 필요조건, 사용조건과 환경조건 및 시공기술을 고려하는 것이 중요하고, 필요조건을 확정하고 재료특성을 결정하고 나서 특정의 재료를 선택해야 하는 복잡한 절차이다. 특히 두 종류 이상의 재료가 요구되는 상태에서 최종적인 재료선택은 경제성, 시공성 및 안전성과의

관련을 바탕으로 결정된다.

4) 유지관리

보수·보강 후에 필요한 유지관리의 내용은 구조물의 형태, 공법의 종류 및 공사의 규모 등에 따라 달라진다. 따라서, 설계자는 시공자에 협력을 얻고 발주자와 함께 협의를 거쳐 유지관리계획서를 작성한다. 예를 들어 금회의 보수공사에서 콘크리트의 균열을 주입공법으로 보수한 경우 보수부분과 그 주변에 대해서 점검 등을 해야 한다. 따라서, 공법의 특징을 파악하고 있는 시공자의 의견을 가미하여 효과적인 유지관리 방법 및 지침 등을 작성하여야한다.

나. 보수 후 성능평가 방법

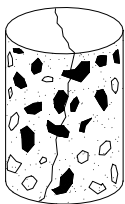
보수공사 후 평가는 구조상 문제가 되지 않는 부분에서 작은 지름의 코어를 채취하여 보수효과에 대한 확인을 행하는 것이 좋다. 또는, 구조물에 대한 보수에 의한 방수효과를 비파괴적으로 확인하는 방법으로는 가스압입 누수진단기나, 방식효과에 대해서는 전기 화학적인 방법인 분극저항 측정법 등이 제안되고 있다.

1) 코어채취

① 콘크리트 코어 강도 시험방법

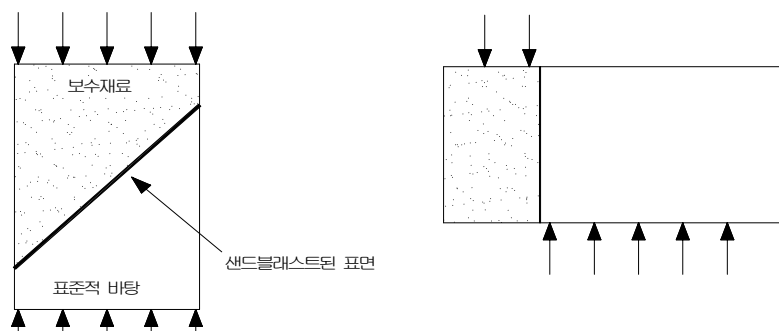
- KS F 2422

② 육안에 의한 주입효과 평가



- 주입효과를 위해 채취된 콘크리트 코어
- 외국의 연구결과에 의하면 균열깊이 80% 주입만으로도 거의 완전한 주입효과를 나타낼수 있다고 보고되고 있어 최소한 균열깊이의 80% 이상 주입이 권장된다.

③ 실내시험에 의한 평가



- 경사전단 시험 : 경제적이고 시험이 간편(부착강도 = 파괴하중/부착면적)

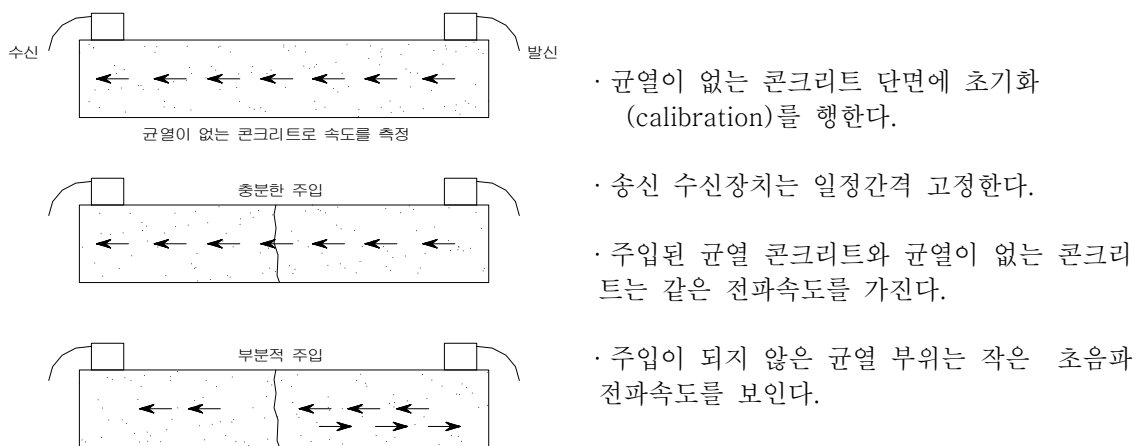
관련 시험법(ASTM C 881~884, ASTM C 1042, 1059)

- 직접전단 시험 : 시험실과 현장 어느곳의 공시체도 측정가능
관련 시험법(BNL 직접전단, IOWA 직접전단)
- 일축인장 시험 : 현장의 콘크리트와 덧씌우기의 부착강도를 측정하는 시험방법
관련 시험법(ACI 503R, NIST 연구 NISTIR 4648)

2) 비파괴 기법

① 초음파신호 속도(UPV) 시험

초음파 전파속도 측정에 의한 보수효과의 평가는 아래 그림과 같다.



② 충격음(Impact echo)법

충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 아래 그림과 같이 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 준다. 보수효과는 보수전과 후의 측정값의 차이와 건전면에서 측정된 값의 비교를 통하여 확인할 수 있다.

③ 현장 부착강도 시험

덧씌우기나 표면접착제의 부착강도는 인발시험(pull-off test)과 같은 현장시험으로 판정할 수 있다. 코어를 기존재료에 부착되어 있는 상태로 둔 채, 인장기구를 코어에 연결하여 파괴될 때까지 하중을 구한다. 보수한 부분을 바로 평가하여 보수공사를 조정할 수 있는 장점이 있다.

