

제 6 장 보수 방안

6.1 개요

6.2 보수·보강 공법

6.3 보수방안

제 6 장 보수 방안

6.1 개 요

현장조사를 통한 결함이나 손상에 대해서는 상태평가를 통해 보수의 필요 여부, 상태평가 및 안전성평가를 통한 보강 여부 등에 대한 분석을 통해 구조물의 내구성능 회복 또는 향상, 내하력 및 강성 등의 역학적인 성능 회복 혹은 향상시킬 필요가 있다. 따라서 보수·보강은 기 발생된 결함 및 손상의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 결정하여야 한다.

6.1.1 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

외관조사, 내구성조사 및 시험, 구조검토, 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 종합적으로 검토하고 시공성, 경제성 등을 고려하여 적합한 재료와 보수·보강공법을 선정하였으며, 그에 따라 보수·보강의 우선순위는 결함, 손상의 상태에 따라서 구조적 안전성, 내구성 등을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

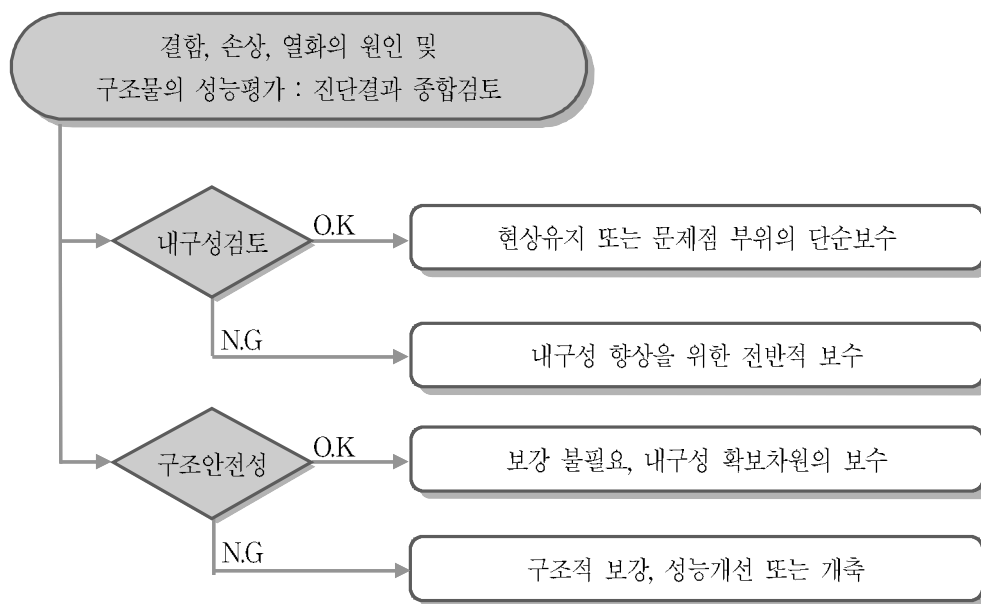
【표 6.1】 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

검 토 항 목	검 토 내 용
보수·보강 필요성 판단	- 외관조사, 내구성조사 및 시험, 구조검토, 상태 및 안전성 평가 ⇒ 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
보수·보강 우선순위 결정	- 결함 및 손상의 정도, 구조물의 중요도 - 구조적 안전성, 내구성

6.1.2 보수 · 보강 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 결함 및 손상이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 각종 설계기준, 시방서, 지침(정밀안전진단 세부지침 등) 등을 참조한다.

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



6.1.3 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 보수 · 보강 공법 선정 시에는 구조물의 중요도, 형식, 기능, 환경조건 혹은 보수 후의 내용년수 등을 고려하고 공법이 그 성능을 충분하게 발휘할 수 있는지 확인하여야 한다.

(2) 보강의 수준 결정

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

- ① 현상유지
- ② 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- ③ 초기 수준이상으로 개선
- ④ 개축

6.1.4 보수재료의 선정

보수재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하여야 한다.

(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, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다. 내구성능은 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 공용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능으로 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 구축한다. 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 요구성능의 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.

6.1.5 보수·보강 우선순위

(1) 보수·보강 우선순위 선정 기준

본 구조물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생한 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다는 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있으므로, 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

6.2 보수 · 보강 공법

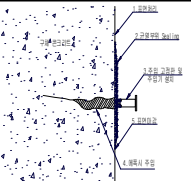
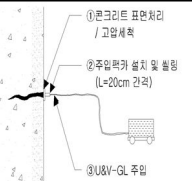
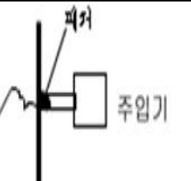
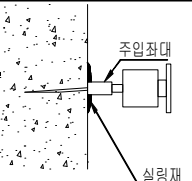
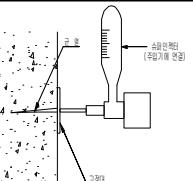
6.2.1 균열보수공법

(1) 개요

금회 조사에서 구조물에 발생된 균열은 콘크리트 재료적 특징인 건조수축 및 외적(환경)인 요인 등에 의해 발생한 것으로, 이를 그대로 방치할 경우 철근부식 등 내구성 저하가 우려되므로 다음과 같은 보수가 필요하다. 내구성 확보 측면에서 $Cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 주입공법을 적용하여 보수를 실시하고 $Cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열은 지속적인 관찰 후 균열의 폭 및 길이의 진행이 있을시 보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

(2) 균열보수공법 비교

【표 6.2】 균열보수공법 비교표

구분	건·습식 에폭시수지계	리폼 공법 (특허 0311054호)	균열누수보수공법 (신기술 507호)	고탄성 이액형 폴리우레탄 주입 공법(습식)	무색 에폭시수지계
개요도					
공법 개요	내부 균열까지 침투성이 큰 저점도 Epoxy수지를 가압 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 에폭시 주입공법임	비정질의 실리카를 이용한 콘크리트 구체 강화 및 수성 아크릴, 에폭시, 폴리머를 이용한 방식보수, 보강 복합화 공법임	콘크리트 균열부위에 일액형 초미립 이소시아네이트 수지(에폭시+우레탄+아크릴+이소시아테이트)를 주입하여 기존 구체와 균열부를 복원하는 공법임	1차 차수용 발수제를 주입후 차수가된 다음에 1차 주입한 동일한 팩카를 통하여 고탄성 이액형 폴리우레탄 주입, 두 주입제가 반응하여 경화되면서 누수를 차단하는 공법임	1차 주입기의 압력에 의해 고압으로 주입되고 2차로 에폭시탱크의 잔류량이 보일의 법칙에 의해 저압으로 주입되므로 세밀한 균열의 보강액 주입이 가능한 공법임
특징	- 주입량 점검이 용이하고 균열 속 깊이까지 주입할 수 있음 - 건식, 습식, 수중 시공이 가능함 - 균열의 표면뿐만 아니라 내부균열 깊숙이 주입이 가능함 - 압력조절에 주의가 요망되며, 압력이 클 경우 균열이 확대되어 버릴 수 있음	- 시공성, 접착성 및 주입성이 우수함 - 균열부 콘크리트 내 철근방청 기능이 있음 - 미세균열에 대한 침투성 우수함 - 습윤부 및 수중부 시공 가능함 - 시공시 온도에 유이가 필요함	- 천수성 일액형 수지로 사용이 간편함 - 건조면, 습윤면, 유면 사용 가능함 - 자체압력 10kg/cm²로 균열 충전함 - 콘크리트와 물성이 거의 일치함 - 하자를 감소 및 시공성 우수함 - 수압 2.5kg/cm² 압력을 차단함 - 경화시간이 느림	- 수분없이 반응함 - 강도발현 200kg/cm² - 구조체가 Closed Cell화 되어 누수차단함 - 신축을 좋음(탄성적인 재료) - 무수축, 무변형, 무발포성 임 - 보수비가 비교적 고가임 - 장기 내구성이 떨어짐 - 균열폭이 큰 경우는 재균열의 발생소지가 있음	- 각각의 시공부위에 따라 슈퍼인젝터의 각도를 조절하면 완벽한 주입이 가능함 - 자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능함 - 약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음 - 시공이 매우 용이하며 시공비가 저렴함 - 사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있음
시공 방법	(ㄱ) 표면처리 (ㄴ) V컷팅 (ㄷ) 격자천공 (ㄹ) 균열부 절령 (ㄺ) 저점도 에폭시주입 (ㄻ) 팩커 제거→표면정리	(ㄱ) 콘크리트 표면처리/고압세척 (ㄴ) 주입팩카 설치 (ㄷ) 절령 (ㄹ) U&V-GL 주입 (ㄺ) 팩카 제거 (ㄻ) 제거부위 단면복구	(ㄱ) 콘크리트 표면처리/고압세척 (ㄴ) 주입팩카 설치 (ㄷ) 절령 (ㄹ) MDI 수지주입 (ㄺ) 팩커 제거 및 표면정리	(ㄱ) 표면처리 (ㄴ) 천공설치 (ㄷ) 팩카장착 (ㄹ) 1, 2차 주입제 주입 (ㄺ) 팩카 제거 (ㄻ) 제거부위 단면복구	(ㄱ) 표면처리 (ㄴ) 에이전트로 먼지 제거 (ㄷ) 균열부 실링 (ㄹ) 고정제 부착 (ㄺ) 실린더 고정관에 부착 (ㄻ) 슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 주입 (ㄼ) 고정대 제거후 마감

(3) 균열보수공법 선정 및 검사

① 균열폭(Cw) 0.3mm 이상의 경우

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

* 누수를 동반한 습식 균열의 경우, 수밀성을 확보할 수 있는 누수보수공법을 적용한다.

② 균열폭(Cw) 0.3mm 미만인 경우

균열 유형			적용공법	보수공법(재료)선정시 유의사항	비고
건식	균열폭	0.2mm 이하	유지관리	-	
습식	균열폭	0.2mm 이하	유지관리, 표면처리	-	

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.

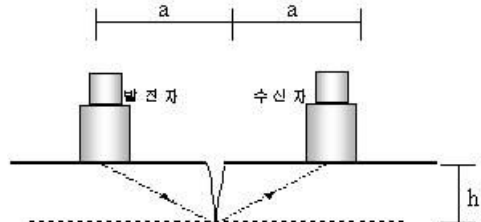
㉠ 작업전의 검사 항목

- 표면정리 및 균열 확인

㉡ 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.

③ 작업 종료 후의 검사 항목

구 분	적 용 방 법
초음파시험	초음파법을 이용하여 T0-TC법으로 균열공극부의 주입여부를 확인한다. 이 방법은 균열이 보수 전체적인 품질을 평가하는데 유용하며, 효과적인 시험을 위해서는 보수 직전과 직후에 수행되어야 한다.  균열깊이 h는 다음 식으로부터 계산된다. $\text{균열깊이}(H) = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{T_c}{T_o}\right)^2 - 1}$
충격음법	충격음법은 균열이 분리되어 있을 때 접착재료의 침투 정도를 결정하기 위해서 사용된다. 충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 준다. 응력과동이 불연속적으로 마주칠 때 파동의 일부가 시험 표면에 되돌아 반사한다. 채워지지 않았거나 부분적으로 채워진 균열은 불연속적으로 구성된다.
코어채취	주입 및 부착재료의 침투깊이 및 주입효과 등은 균열의 보수부를 포함하는 코어 시료의 채취에 의해 평가한다. 시료는 다이아몬드 끝날을 사용하는 건식 또는 습식 드릴에 의해 채취하며, 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.

(4) 시공개요도

① 주입공법

공법		주 입 공 법	
개 요	Cw=0.3mm 이상의 균열부에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 내구성을 향상시키는 공법		
특 징	①내하력복원의 안전성을 기대할 수 있다. ②내구성저하 및 누수 방지를 기대할 수 있다. ③미관의 유지가 용이하다. ④경제적이다.		
시공도			
시공순서	①보수범위 확인 ③주입용파이프 설치 ⑤주입 ⑦실제거	②균열부위 청소 ④균열면 실링 ⑥파이프 제거 ⑧모르터 미장마감	

② 탄성 실링

진행성균열은 샌드블래스트(sand blast) 또는 고수압 분사기 등으로 균열부를 청소하고 적당한 현정 성형에 의한 유연성이 있는 실런트에 의해 실링을 하는 것이 좋다.

(5) 균열 보수의 관리기준

① 균열 보수재료의 선정기준

균열 보수재료의 선정기준은 현재 각 기관에서 적용되고 있는 기준과 “콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서”(1999. 12 시설안전기술공단)를 적용하였다. 일반적으로 균열 보수재료는 수지계 재료(폴리머 모르터, 에폭시수지, 가요성에폭시수지, 탄성실링제, 도막탄성방수재 등), 시멘트계 재료(폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트, 폴리머시멘트모르터, 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 【표 6.3】과 같다.

④ 균열 보수재료의 종류와 보수공법

【표 6.3】 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		○	

③ 균열 보수재료 특징

【표 6.4】 균열 보수재료의 특징

재료명	주요성분	특징 · 용도
에폭시수지계 균열주입재	에폭시수지	• 균열, 추종성 양호 • 적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	• 경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 • 균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	• 수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 • 강도특성이 뛰어남 • 균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	• 수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 • 적용 균열 폭 1mm~10mm
실린트계 충전재	우레탄수지	• 단일성분으로 작업성이 뛰어남 • 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

© 무기계 균열 주입재의 품질기준

【표 6.5】 무기계 균열 주입재 품질기준

구 분 항 목		일본 건설성(콘크리트의 내구성향상기술개발) 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) F-
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

① 수지계 주입재의 품질기준

【표 6.6】 에폭시수지계 균열 주입재 품질기준

구 분 항 목			일본 건설성 (콘크리트의 내구성향상기 술개발) 한신고속도로 공단			JH시험연구소			일본수도 고속도로공단			일본콘크리트 공학협회(JCI) 균열지침			콘크리트 가설 특수공법 설계 시공 유지관리 지침(건설교통 부)			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		
접 착 강 도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)	표준		{60} 이상			{60} 이상												JIS A 6024 KS M 3015		
	특 수 조 건	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 있 다고 확신할수 없음, C:진행중)														

【표 6.7】 균열충전용 에폭시 수지의 품질기준

항 목	기 준
비중	표준치±0.1
슬럼프(slump)	3mm이내
가열감량	5%이하
인장강도	2.0MPa
신장률	20% 이상
인장부착강도	1.0MPa
파단변형률	10% 이상
방수성	소요값 이상

균열폭에 알맞은 에폭시수지 주입재료의 품질은 【표 6.8】 과 같고, 수지의 소요점성도는 【표 6.9】 와 같으며, 시공 전에 검정시험(mock-up test)에 의해 품질과 시공성능이 확인되어야 한다.

【표 6.8】 에폭시수지 주입재료의 품질

항 목	기 준(20℃)
비중	1.0~1.4
점성도	10,000cp 이하
인장강도	10MPa 이상
휨강도	15MPa 이상
압축강도	40MPa 이상

【표 6.9】 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

㉔ 표면처리재의 품질기준

【표 6.10】 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	표준양생후	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
	내알칼리성 포화Ca(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 ⁻² 이하 C : 10 ⁻³ 이하	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	표준양생후 kgf/cm ²	7 이상	10 이상	10 이상	JIS A 6909
	온냉반복 kgf/cm ²		10 이상	10 이상	
	내알칼리성 kgf/cm ²		10 이상	10 이상	
균 열 추 중 성	표준양생후 (상온) mm		0.4 이하		제로스팬, JIS K 5400
	표준양생후 (저온) mm		0.2 이하		
	축진내후성 mm		0.2 이하		

② 균열 보수의 품질관리

보수에 앞서 공사관리 자격이 있는 공사관리자와 보수재료의 품질을 확인한다.

① 자격요건 관리

- 주입작업 기간 동안 시방에 적합한 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.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> · 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 제조자 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.

6.2.2 표면처리 공법

(1) 개요

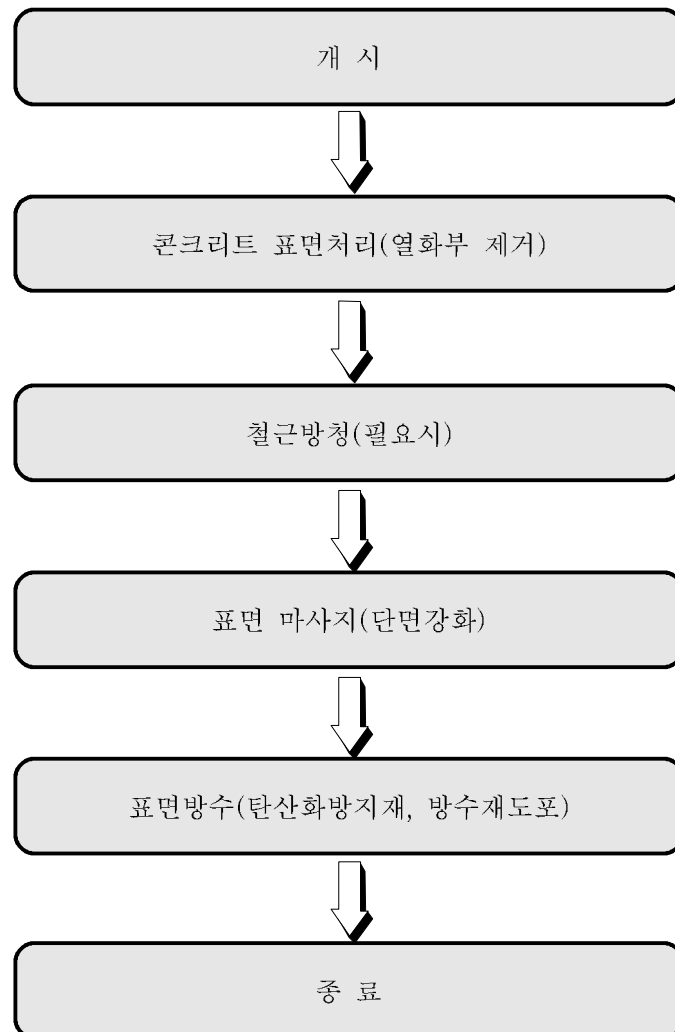
콘크리트 구조물의 표면에 발생된 백태, 망상균열 등의 콘크리트 표면손상(열화)은 구조물의 미관을 저하시킬 뿐만 아니라 장기적으로 방치시 구조물의 내구성에도 영향을 미칠 수 있으므로 열화부를 제거 한 후 내구성 확보를 위한 보수를 시행하여야 한다. 따라서, 콘크리트 표면에 발생된 망상균열 등의 표면손상은 콘크리트의 내구성 저하를 촉진시켜 장기적인 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 보수가 필요한 상태이다. 또한, 바닥판 하면에 발생된 폭 0.3mm미만의 균열에 대해서도 철근부식 등 내구성 저하가 우려되므로 표면처리 보수를 실시한다.

(2) 시공개요도

공법	표면처리공법
개요	표면 열화 손상 위에 도막을 형성하여 내구성을 향상시키기 위해 균열부 또는 전면을 피복하는 공법
특징	① 내충격성, 내마모성, 내약품성, 부착력, 통기성, 내화학성, 시공성, 유지보수성 등의 재료적 성질을 고려하여 현장여건에 맞는 재료를 선정할 수 있다. ② 시공이 간단하다. ③ 경제적이다.
시공도	(a) 정지균열 (b) 진행성균열
시공순서	① 보수범위 확인 ② 균열면 및 보수면 청소 ③ 프라이머 도포 ④ 에폭시수지 모르터 도포 ⑤ 표면마감 ※ 에폭시모르터 도포공법 경우

(3) 시공방법

콘크리트 표면에 발생된 누수오염, 망상균열 등의 표면 손상은 열화부를 제거한 후 탄산화 방지 및 방수재를 도포하여 표면처리에 의한 보수를 시행하며, 열화가 철근표면까지 진행되었거나 철근이 부식되었을 경우 철근이 노출되도록 완전히 치핑한 후 철근방청작업을 시행한 후 탄산화 방지재 및 방수재를 도포한다.



【그림 6.1】 표면처리공법 시공순서도

(4) 시공순서

- ① 기존 콘크리트의 누수흔적, 백태 및 망상균열 부분을 그라인더 등을 이용하여 콘크리트 표면을 처리한다.
- ② 콘크리트 표면처리 후 고압살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다.
- ③ 물세척(고압세척) 후 건조시킨다.
- ④ 부식철근 및 열화부내 철근에 대한 방청을 실시한다.
- ⑤ 기존 콘크리트의 구체 및 표면강화를 위하여 침투성 표면강화재 및 발청억제재 + 급결시멘트(폴리머모르터)로 표면을 마사지 하며 단면을 복원한다.
- ⑥ 콘크리트 탄산화 방지, 방수를 위해 탄산화 방지 및 방수재를 2회 도포한다.
- ⑦ 작업장 주위를 깨끗하게 정리한다.

(5) 보수공법 비교

【표 6.11】 표면처리공법 비교

구 분	무기계 표면 도포재	EPOXY계 표면코팅	시멘트 페이스트
장점	· 표면 접착력이 강함 · 빠른 시간내 지수효과가 큼 · 경화 후 충격이나 내후성이 강함	· 시공이 간편 · 표면이 완전 건조상태에 있을 경우 보수효과가 큼	· 시공이 간편 · 공사비가 저렴
단점	· 5℃이하에서는 작업이 불가함	· 손상면에 습기 등 발생시 보수부 박리 발생	· 보강효과가 다른공법에 비하여 떨어짐 · 보수 후 재발가능성이 큼
시공 방법	· 백태, 누수흔적 부분을 치핑 · 고압 세척 · 코팅재 혼합 및 시공 · 마감 및 양생	· 백태, 누수흔적 부분을 치핑 · 표면을 고압세척 · 에폭시계 표면처리제를 도포 · 마감	· 백태, 누수흔적 부분을 치핑 · 표면을 고압세척 · 건조 후 시멘트 페이스트를 도포 · 마감

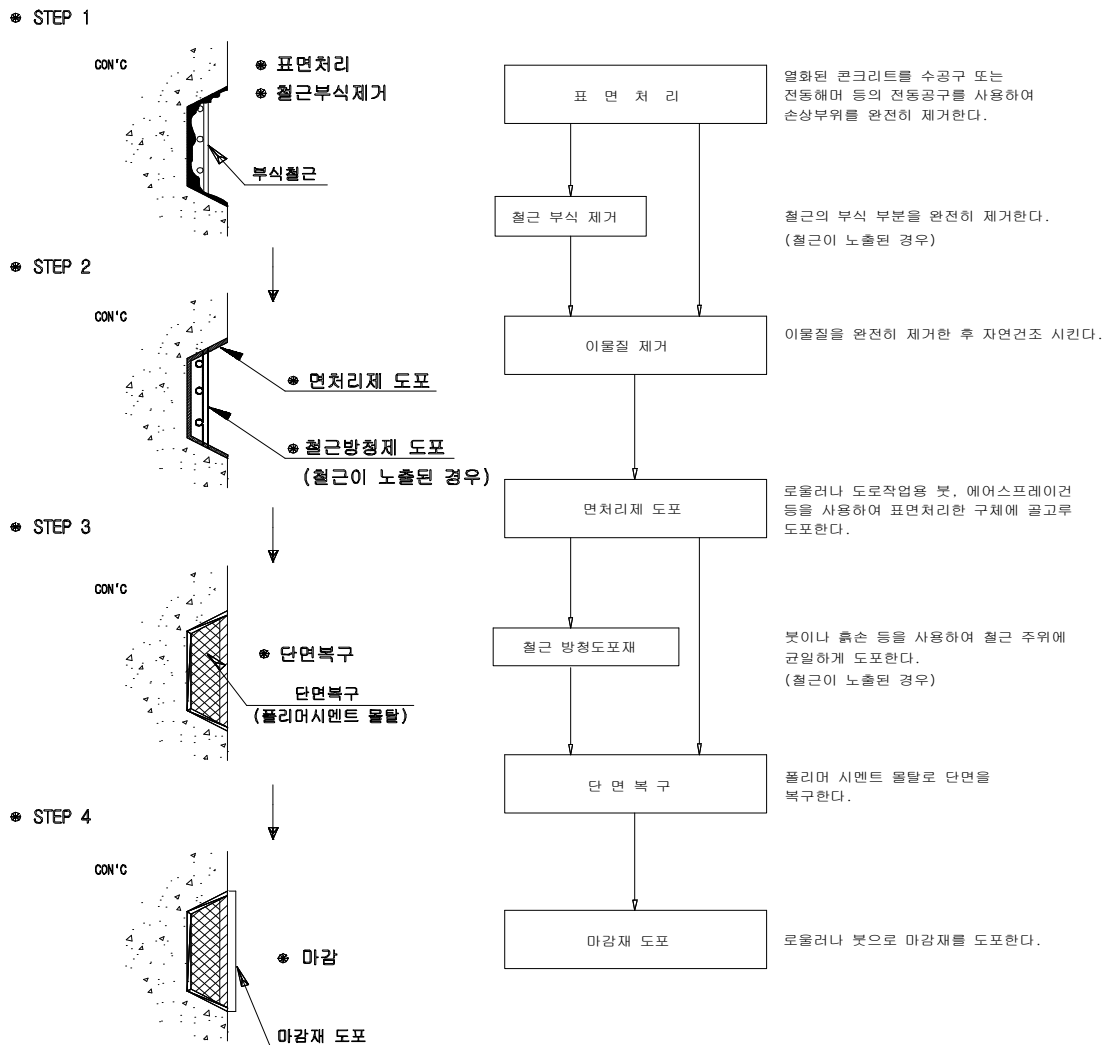
6.2.3 단면복구공법

(1) 개요

외관조사 결과, 피복두께 부족으로 인한 국부적인 철근노출, 박리, 박락 등이 발생한 상태로 향후 철근 부식에 따른 콘크리트 및 철근 단면손실 가능성이 있으므로, 내구성 확보를 위해 단면복구를 실시하여야 한다.

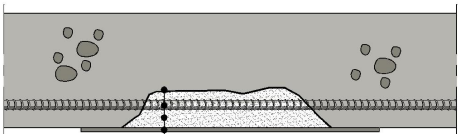
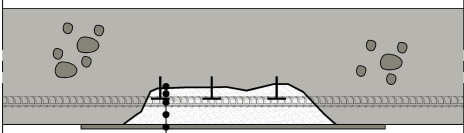
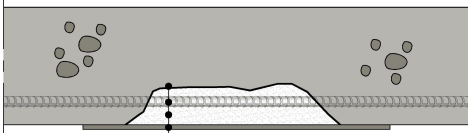
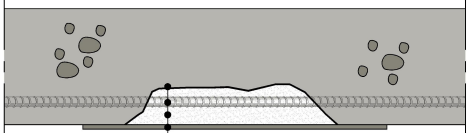
적용 공법은 경제성, 내구성, 유지관리 용이성 등을 고려하여 적절한 공법을 선정하여야 한다.

(2) 시공개요도



(3) 공법 비교안

【표 6.12】단면복구공법 비교표

구 분		E.R.M 공법 (신기술 제 576호)	에코플래시 공법 (신기술 제 577호)	FCSM 공법 (신기술 제 522호)	COSREM 공법 (신기술 제 596호)
명 칭		친환경 모르타르와 급결재용 날개식 이중 분사장치 및 원추형 노즐로 구성된 스프 레이 장비를 이용한 콘크리트 구조물 급속 보수공법	접착보강핀을 설치하고 미세분말 플라이애시 및 삼산화규 산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 회전돌기형 믹싱샤프트건에 의해 건식분사하는 콘크리트 단면보수공법	PVA섬유복합모르타르와 전용믹서 및 이중추진방식의 스프레이건을 이용한 콘크리트구조물의 단면보수기술	경량 보수모르타르와 통기성 경량 복합 보강 판넬을 활용한 콘크리트 구조물의 보수보강 공법
개발자		(주)케어콘, 유림건설(주), (주)용마엔지니어링	리플래시기술(주)	원하종합건설(주)	매일종합건설(주), 효림이엔아이(주), (주)엠텍, (주)다음기술단
고시일자		2009년 4월 29일 (보호기간 : 5년)	2009년 4월 27일 (보호기간 : 5년)	2007년 2월 8일 (보호기간 : 8년)	2009년 12월 10일 (보호기간 : 5년)
업체명		(주)케어콘	리플래시기술(주)	원하종합건설(주)	(주)엠텍매일종합건설
개요도		 1. 콘크리트 표면치핑 2. 고압수 세척 3. 철근방청제 도포(RP) 4. 구체강화제 도포(CH) 5. 친환경 폴리머몰탈 붓칠(ERM450) 6. 표면코팅(SC)	 1. 표면처리 2. 고압수 세척 3. ERH-PIN 설치 4. ERH-M 모르타 도포 5. ERH-WS 프라이밍 도포 6. ERH-W 코트 도포	 1. 콘크리트 표면처리/고압세척 2. 방청제 도포 3. 접착강화제 도포 4. 섬유복합 모르타 단면복구 5. 표면코팅제 도포	 1. 콘크리트 치핑작업/고압수세척 2. 철근방청제 도포(COSREM-1R) 3. 경량보수모르타르 타설(COSREM-Lite) 4. 표면처리제 도포(COSREM-Coat)
시 공 도		① 치핑 → ② 고압물세척 → ③ 구체강화제 도포 → ④ 친환경 폴리머 모르타르 붓칠 → ⑤ 표면코팅	①표면처리 → ②고압세척 → ③ERH-PIN 시공→ ④ ERH 모르타르 충전→ ⑤ERH 프라이밍도포→⑥ERH 코트	①표면처리 → ②방청제도포 → ③접착강화제 도포→ ④ 섬유복합모르타 도포 → ⑤표면코팅	①콘크리트치핑→②고압세척→③철근방청제도포→④신구콘크리트접착재도포→⑤단면 보수재 타설→⑥표면처리제 도포
기술개요		슬래그, 실리카흄 및 건설폐기물인 순환골재를 활용하고, 타설 초기의 부착력을 확보하기 위해서 알카리프리 급결제를 사용하며, 초기강도의 감소현상을 저감시키기 위해서 알카리 무기염계를 이용한 친환경 모르타르를 사용하는 공법임. 또한, 압축공기가 유입되는 내부의 흠을 부채꼴의 나선형대로 특화한 원추형 노즐로 구성함으로써 일정한 압력으로 모르타르의 타설이 가능한 급속보수공법	보수단면에 삽입핀과 사각의 메쉬형 접착보강구조물이 결합된 접착보강핀을 설치한후, 미세분말 플라이애시 및 삼산화규산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 타설하여 보수 콘크리트의 균열이나 들뜸을 억제하는 공법으로, 건식 압송장치로 모르타르 재료를 이송하고 노즐에서 압축공기와 물이 공급되는 회전돌기형 믹싱샤프트건으로 분사함으로써 이송거리를 증대시켜 재료분리 현상을 저감시킨 공법	고인성 PVA섬유의 3차원적 가교작용에 의해 몰탈에 균열저항성과 연성이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법으로 섬유복합모르타르는 양생초기의 소성수축, 자기수축에 인성을 발휘하여 균열을 저감시키며, 건조수축과 기타 하중에 의한 균열 발생시에도 섬유의 가교작용으로 균열을 저감시키는 공법	페라이트계 경량골재, 나일론 보강 단섬유, 첨가제 등으로 구성된 경량 보수모르타르(COSREM-Lite)를 사용하여 기존 보수 모르타르 대비 단위 중량을 경량화하였으며, 통기성 구조를 지닌 경량 복합 보강 판넬 및 통기성 접착제를 사용함으로써 부착성능을 향상시키는 장기 내구성능 및 공용성의 확보가 가능한 콘크리트 구조물의 보수보강 공법
장 점		· 무기계 재료로 기존구체와의 일체화 · 급결제(필요시) 및 알칼리 무기염계 사용으로 초기부착 강도 확보 · 스프레이시 리바운드가 적다 · 산업부산물 사용으로 친환경적 · 내구성능 우수 · 1회 최대 300mm 시공으로 작업시간 단축(요구시)	· 화학적 부식에 저항성 및 탄산화 저항성 우수 · 내약품성 및 내화학성이 우수하며, 인체에 무해함 · 천연재료의 사용으로 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 재순상 발생가능 적음 · 물리적 접착 보강핀을 통한 장기부착강도 확보 · 무기코트재료에 의한 표면피복(응용수 부위적합) · 리튬실리케이트를 이용한 내구성 회복 효과	· 내구연한 : 10년 이상 · PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제 · 우수한 휨 강성과 연성으로 보강성능 발휘 · 건조수축 및 진동에 의한 균열에 강력한 저항성 · 구체와 역학적 거동이 동일하여 박리-박락 없음 · 내구성 5배 이상 우수, 구조물 Life Cycle을 연장 · 탄산화저항성, 내화학적, 내화성이 우수	· 경량 보수모르타르 사용으로 리바운드량 감소 · 통기성 접착제로 인해 초 · 장기 부착성능증진 · 경량복합 보강 판넬사용으로 거동일체성 · 균열 저항성 우수 · 장비 사용성 우수
실적	활용 실적*	· 활용실적 : ₩577,643,000 (13건) - 가포교 보수공사 - 경남 창원시 외 12건	· 활용실적 : ₩2,106,024,000 (25건) - 서울지방조달청 양주시 외 24건	· 활용실적 : ₩24,285,279,000 (82건) - 지방도387호선 가양교등 7개교 보수공사 - 경기도로사업소 외 81건	· 활용실적 : ₩81,625,000 (1건) - 충청북도청
	자체 실적**	· 자체실적 : ₩7,289,110,146 (44건) · 하천구간 보수공사건 (23건) - 동암4수로교 단면보수보강(한국농어촌공사 서산·태안지사) - 청원 내수교외 7개교 보수공사(충청북도도로관리사업소) - 회원천변 교량(8개소) 보수공사(경상남도 마산시) 등	· 자체실적 : ₩8,106,524,000 (66건) · 하천구간 보수공사건 (13건) - 한강교량 일상유지 보수공사(동호대교 긴급보수) (서울시) - 영동대교외 2개소 보수보강공사(동부도로교통사업소) - 창원시 성산구 창원지천 5호교외 2개소 보수공사(경남 창원시 성산구) 등	· 자체실적 : ₩18,052,443,000 (64건) 2008년이후 · 하천구간 보수공사건 (14건) - 잠실호수교외 1개소 보수공사(서울시 동부도로사업소) - 운하교 보수공사(강해시청) - 술곡교외 3개교 보수공사(경남도로관리사업소) 등	· 자체실적 : ₩6,306,578,000 (35건) · 하천구간 보수공사건 (5건) - 호남고속철도 제1-1공구 오송 1교 보강공사(한국철도시설공단) - 성산대교 보수보강공사 (서울시) - 동호대교 보수보강 공사(서울시) 등
경제성		단면복구 (t=30mm) 190,972원/㎡ 철근방청 (t=30mm) 213,394원/㎡	단면복구 (t=30mm) 195,781원/㎡ 철근방청 (t=30mm) 221,991원/㎡	단면복구 (t=30mm) 207,464원/㎡ 철근방청 (t=30mm) 215,949원/㎡	단면복구 (t=30mm) 200,706원/㎡ 철근방청 (t=30mm) 218,206원/㎡
비 고		신기술보호기간이 2014년으로 종료되며, 산업폐기물에 친환경적 소재를 사용하며, 초기부착강도가 우수함	건식압송장치로 이송거리가 길어 교량상부에서 모르타르 비빔 후 교량하부로 모르타르를 압송이 가능하여 분진발생이나, 낙하로 인한 환경적 문제를 최소화할 수 있는 공법임	신기술보호기간이 충분히 남아 있는 상태로 휨강성 및 연성이 뛰어난 공법임	신기술보호기간이 2014년으로 종료되며, 2010년 이후의 실적 35건 중 하천상 교량에 대한 실적은 5건으로 확인되었으며, 한강상 교량에 대한 보수실적도 있는 공법임

*활용실적 부분은 “한국건설신기술협회”, “한국건설교통기술평가원”에 등재된 건수에 대해 기입하였으며, 각 공법사별로 실적 등재시기와 관리시기에 따른 차이가 있음.

6.2.4 도장보수

(1) 개 요

보수의 방법에는 부분적인 보수와 전면적인 보수로 분류할 수 있다. 도장은 일률적으로 노화하는 경우는 없고 부위에 따라 노화정도가 다르므로 도막에 노화가 발견된 시점에서 즉시 그 부분을 보수하거나 또는 노화상태를 고려하여 전면적인 보수를 하여야 할 것인지를 결정하여야 한다.

(2) 표면처리

도료를 칠할 경우 강재표면을 청결히 하고 적당한 조도를 제공하기 위해서는 반드시 표면처리를 해야 하는데 이는 도료의 밀착이 잘되게 하여 도막의 녹방지 효과를 높이기 위해서이다. 재도장 전의 기존 도막의 경화가 진행되면 재도장 도료가 부착되지 않아 갈라짐, 벗겨짐, 박리, 녹 등의 열화현상이 광범위하게 발생한다. 도막 전면에 표면처리를 하여 부착물을 제거하고, 사막(死膜)을 제거한 후 활막(活膜)은 남긴다. 특히 녹발생 부분은 강재면이 노출되기까지 연마해야 한다.

작업내용에 따라 1종~4종의 4종류로 구분되며, 실제의 재도장에서는 대부분 3종 표면처리법을 적용하고 있다. 또한 1, 2종을 사용한 경우 주변의 환경오염문제 뿐만 아니라 작업에 필요한 시간이 길고 비용도 많이 들기 때문에 재도장시에도 3종에 의한 표면처리를 하는 것이 바람직하나 환경오염에 대한 철저한 준비가 가능하다면 1종이 바람직하다고 판단된다.

표면처리 후 검사자는 다음의 사항에 대하여 검사하여야 한다.

- 완벽한 표면처리 후에 도장하는 것이 중요하며 표면에 물리적인 손상이 없어야 한다.
- 검사자는 도장전에 기존도막과 도장될 도료와의 부착력을 검토해야 하고 미비한 표면상태를 발견하면 다시 표면처리한 후 재도장 하도록 한다.
- 표면조도계측기 등을 사용하여 표면처리된 강재의 조도 등을 시각적으로 비교한다.
- 검사자는 주머니칼을 사용하여 부풀음이나 도막 밑에 부식이 생긴 것으로 추정

되는 도막을 긁어봐서 경도를 검사한다. 이 방법은 주관적이어서 검사자의 경험에 영향을 받을 수 있다.

(3) 재도장 작업

재도장 작업 관리의 주된 항목은 표면처리의 상태, 겹칠 간격, 시공 후의 도막외관, 도막두께, 도료의 사용량 등이다. 그러나 도막두께의 평가는 신설 도장시와는 다르며 적용하는 표면처리의 종류에 따라 평가방법을 다르게 해야 한다. 재도장에 있어서 품질관리는 도막면의 상태, 은폐력, 작업성, 도료의 사용량 등에 따라 행하지만, 도장계에 따라서는 도장두께가 두껍게 되면 도막이 갈라질 염려가 있다.

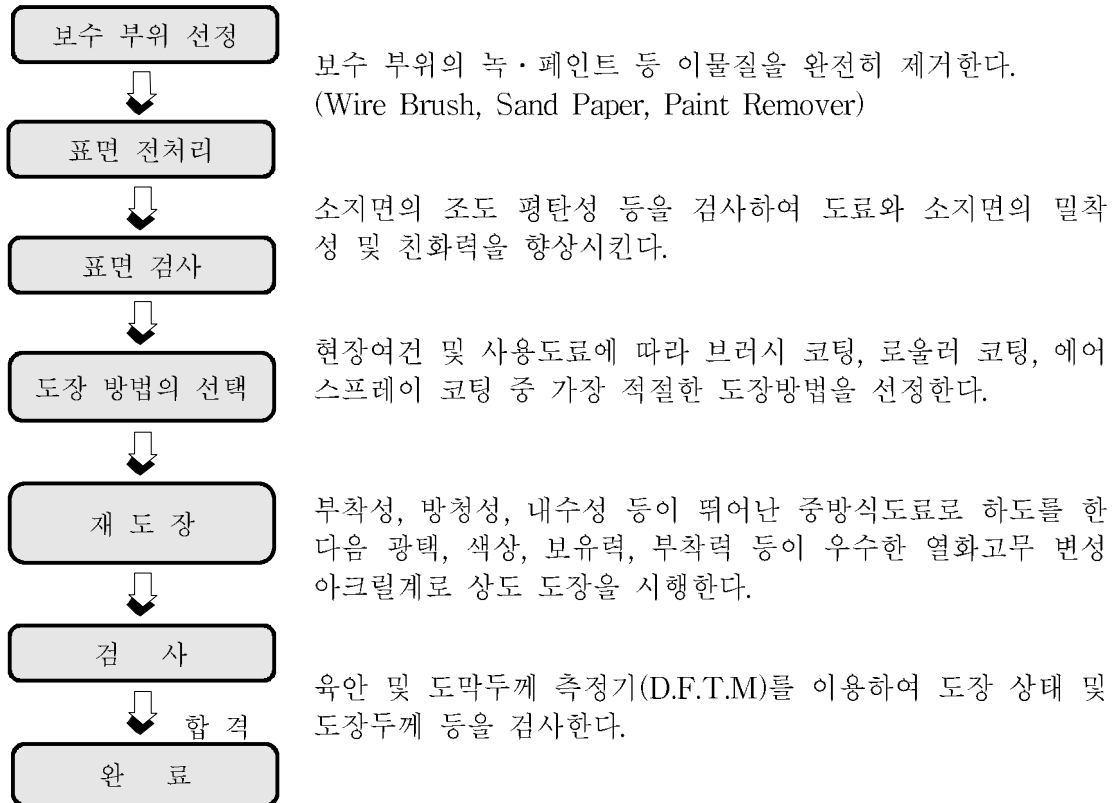
재도장 작업시 다음과 같은 기상조건에 유의하면서 실시하여야 한다.

- 도장에 필요한 최저 기온은 5℃이고, 도장하는 표면에 습기와 서리가 없도록 해야 한다.
 - 표면온도, 도료온도, 도장 및 경화가 5℃ 이상 60℃ 이하에서 시공
 - 상대습도 85% 이하
 - 표면온도는 이슬점 온도보다 2.7℃ 이상에서 시공
- 경화되는 순간에 온도가 최저치보다 내려가면 도막이 손상된다.
- 온도와 관련된 도막 손상 문제는 온도를 측정하지 않는데서 기인하기 때문에 계속적인 온도 계측이 필요하다.
- 습기 있는 곳에서의 2층 도장은 1층 도막이 반드시 건조되어 있어야 한다.
- 스프레이 할 때 풍향과 풍속으로 상부의 열차, 자동차, 보행자, 하부의 보트, 다른 구조물에 피해를 주는가를 반드시 고려해야 한다.
- 강한 바람은 도료 입자들의 과도한 건조를 초래하며 건조분사를 발생시켜 도장의 부착력이나 다음 층 도장될 도료의 부착력을 저하시킨다.

기타 시공조건은 도료 제조회사가 제공한 각 도료의 도장지시서에 따르며 도장완료 후 감독관으로부터 품질관리기준에 의한 각종 검사를 득하여야 한다.

또한, 보수도장을 실시한 후 3~5년 이후에는 반드시 발청상태를 재확인하는 것이 필요하므로 전문가에 의한 현장조사를 실시하여야 한다.

(4) 시공방법



6.3 보수 방안

6.3.1 보수물량(개별 시설물)

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
건축	취수펌프동	균열(0.3mm미만)	m	85.9	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	54.4	주입보수	
		도장박리	m ²	14.5	재도장	
		백태	m ²	4.0	표면처리	
	여과지동	균열(0.3mm미만)	m	63.57	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	2.2	주입보수	
		누수흔적	m ²	0.2	주의관찰	
		도장박리	m ²	28.45	재도장	
		망상균열	m ²	12.75	표면처리	
		망상균열/박리	m ²	3.0	단면보수	
		백태	m ²	42.45	표면처리	
		부식오염	m ²	12.0	주의관찰	
	탈수기동	균열(0.3mm미만)	m	10.5	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	8.2	주입보수	
		도장박락	m ²	5.58	재도장	
		도장박리	m ²	1.2	재도장	
		물탈균열	m	5.18	주의관찰	
		물탈망상균열	m ²	29.64	주의관찰	
		백태	m ²	3.4	표면처리	
		보수재들뜸	m ²	5.0	주의관찰	
		보수재망상균열	m ²	7.32	표면처리	
		오염	m ²	0.38	주의관찰	
	약품투입동	균열(0.3mm미만)	m	10.3	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	8.6	주입보수	
		균열/백태	m	4.4	습식균열보수	
		도장박리	m ²	1.45	재도장	
		도장박리/박락	m ²	12.0	재도장	
		박리	m ²	1.2	단면보수	
		백태	m ²	0.3	표면처리	
		타일 파손	m ²	5.4	주의관찰	
	염소투입동	균열(0.3mm미만)	m	20.1	표면처리	
		도장박리/박락	m ²	4.8	재도장	
		도장탈락/누수	m ²	6.93	재도장	
		물탈균열	m	12.9	주의관찰	
		바닥 전체 도장탈락	m ²	72.96	재도장	

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
건축	변전실동	균열(0.3mm미만)	m	10.0	표면처리	
		균열/백태	m	1.5	습식균열보수	
		물탈균열	m	0.8	주의관찰	
		보수재균열	m	1.0	표면처리	
	송수펌프동	균열(0.3mm미만)	m	76.5	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	11.5	주입보수	
		도장박리/박락	m ²	7.2	재도장	
		망상균열	m ²	38.8	표면처리	
		박리	m ²	1.5	단면보수	
		박리/박락	m ²	1.8	단면보수	
		파손	m ²	0.14	단면보수	
	배출수지 펌프동	균열(0.3mm미만)	m	9.6	표면처리	
		도장박락	m ²	27.0	재도장	
		도장박리	m ²	18.0	재도장	
		망상균열	m ²	0.25	표면처리	
	관리본동	균열(0.3mm미만)	m	86.5	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	1.5	주입보수	
		누수/균열	m ²	0.06	주의관찰	
		망상균열	m ²	14.0	표면처리	
		백태	m ²	0.08	표면처리	
		백태/파손	m ²	0.2	단면보수	
		부식	m ²	25.0	주의관찰	
		오염	m ²	1.0	주의관찰	
		오염/박리	m ²	144.0	주의관찰	
		재료분리	m ²	0.02	단면보수	
		파손	m ²	0.14	단면보수	

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
토목 (정수장)	침전지	균열(0.3mm미만)	m	45.4	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	4.5	주입보수	
		균열/백태	m ²	10.2	습식균열보수	
		누수	m ²	0.49	주의관찰	
		도장박리	m ²	132.0	표면처리	
		망상균열	m ²	2.0	표면처리	
		미세망상균열	m ²	10.0	표면처리	
		몰탈파손	m ²	0.32	주의관찰	
		박락/파손	m ²	2.0	단면보수	
		박리	m ²	24.0	단면보수	
		박리/박락	m ²	0.05	단면보수	
		방수재들뜸	m ²	16.5	주의관찰	
		백태	m ²	0.25	표면처리	
		시공이음부균열(CW=0.1)	m	1.5	주의관찰	
		신축이음재파손	m ²	0.38	실란트충진	
		신축이음재파손/누수	m ²	1.10	실란트충진	
		열화/파손	m ²	0.04	단면보수	
		재료분리	m ²	28.75	단면보수	
		점부식	m ²	0.06	주의관찰	
		철근노출	m ²	0.38	단면보수	
		파손	m ²	1.83	단면보수	
	여과지	균열(0.3mm미만)	m	3.0	표면처리	
		균열/백태	m	13.8	습식균열보수	
		누수/백태	m ²	5.38	주의관찰	
		백태	m ²	6.92	표면처리	
		파손/백태	m ²	0.04	단면보수	
	송수 펌프실	균열(0.3mm미만)	m	21.6	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	31.3	주입보수	
		균열/백태	m	10.5	습식균열보수	
		누수/백태	m ²	0.54	주의관찰	
		망상균열	m ²	18.0	표면처리	
		백태	m ²	0.92	표면처리	

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
토목 (정수장)	배출수지 및 펌프실	균열(0.3mm미만)	m	24.9	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	10.4	주입보수	
		누수	m ²	3.0	주의관찰	
		망상균열	m ²	46.46	표면처리	
		몰탈균열	m	4.2	주의관찰	
		몰탈박락	m ²	2.28	주의관찰	
		몰탈박리	m ²	4.0	주의관찰	
		박락	m ²	0.12	단면보수	
		박락,재료분리	m ²	0.8	단면보수	
		박리/박락	m ²	7.45	단면보수	
		백태	m ²	0.15	표면처리	
		재료분리	m ²	3.0	단면보수	
		체수	m ²	8.0	청소	
	배슬러지지	균열(0.3mm미만)	m	4.0	표면처리	
		콘크리트 파손	m ²	0.01	주의관찰	
	농축조	균열(0.3mm미만)	m	1.8	표면처리	
		콘크리트 파손	m ²	0.02	주의관찰	
	탈수기동	균열/백태	m	2.0	습식균열보수	
		백태	m ²	0.7	표면처리	
		재료분리	m ²	9.0	단면보수	
	약품 저장 탱크	균열(0.3mm미만)	m	24.1	표면처리	
		도장탈락	m ²	4.4	재도장	
		몰탈들뜸	m ²	0.9	주의관찰	
		몰탈파손,박리박락	m ²	0.7	주의관찰	
		박락	m ²	0.6	단면보수	
		열화,도장탈락,들뜸	m ²	89.6	단면보수	
		오염	m ²	0.25	주의관찰	
		체수	m ²	5.0	청소	
	염소투입장	균열(0.3mm미만)	m	1.0	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	6.0	주입보수	
		철근노출	m ²	0.13	단면보수	

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
토목 (취수펌프장)	취수 펌프동	균열(0.3mm미만)	m	13.2	표면처리	
		균열(0.3mm이상)	m	47.9	주입보수	
		균열/백태	m	41.9	습식균열보수	
		물탈들뜸	m ²	0.6	주의관찰	
		박리	m ²	11.6	단면보수	
		백태	m ²	1.5	표면처리	
		재료분리	m ²	0.4	단면보수	
토목 (배수지)	매룡배수지	균열(0.3mm미만)	m	24.1	표면처리	
		균열/백태	m	5.9	습식균열보수	
		난간부식	m	10.0	주의관찰	
		대못 미제거	m ²	0.0004	주의관찰	
		배부름	m ²	2.0	주의관찰	
		백태	m ²	0.88	단면보수	
		백태/오염	m ²	9.6	주의관찰	
		부식	m ²	17.85	단면보수	
		시공포트홀	m ²	2.0	주의관찰	
		재료분리	m ²	37.61	단면보수	
		재료분리/누수	m ²	0.16	단면보수	
		철근노출	m ²	1.0	단면보수	
		콘크리트 박락/백태	m ²	0.04	단면보수	
		콘크리트 파손	m ²	0.02	단면보수	
		포트홀	m ²	0.74	주의관찰	
		열화	m ²		단면보수	
	점봉배수지	관부식	m ²	0.18	재도장	
		균열,백태,누수	m	9.0	주의관찰	
		균열/백태	m ²	1.0	습식균열보수	
		누수	m ²	10.08	주의관찰	
		누수혼적	m ²	4.5	주의관찰	
		백태	m ²	1.96	표면처리	
		재료분리	m ²	33.92	단면보수	
		못노출	m ²	0.15	주의관찰	
		점부식	m ²	0.09	주의관찰	
		철근노출	m	6.5	단면보수	
		체수	m ²	24.0	청소	
		콘크리트 노출	m ²	0.01	주의관찰	
		콘크리트 배부름	m ²	0.08	주의관찰	

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
토목 (배수지)	본두배수지	균열(0.3mm미만)	m	7.0	표면처리	
		균열/백태	m	6.7	습식균열보수	
		균열부누수백태	m	4.0	주의관찰	
		누수	m ²	3.75	주의관찰	
		누수혼적	m ²	5.0	주의관찰	
		망상균열	m ²	5.8	표면처리	
		물탈균열	m	4.0	주의관찰	
		물탈망상	m ²	19.5	주의관찰	
		배관부식	m ²	8.0	채도장	
		배부름	m ²	2.0	주의관찰	
		백태	m ²	2.15	표면처리	
		재료분리	m ²	5.12	단면보수	
		철근노출	m	4.2	단면보수	
		체수	m ²	24.0	청소	
	능서배수지	균열(0.3mm미만)	m	4.7	표면처리	
		균열/백태	m	59.2	습식균열보수	
		물탈망상균열	m ²	27.65	주의관찰	
		물탈망상/백태	m ²	66.46	주의관찰	
		백태	m ²	18.21	표면처리	
		재료분리	m ²	0.48	단면보수	
		철근노출	m	0.01	단면보수	
	강북배수지	균열(0.3mm미만)	m	10.8	표면처리	
		균열/백태	m	23.49	습식균열보수	
		관부식	m ²	0.04	채도장	
		계단옆면부식	m ²	4.0	주의관찰	
		도장박리	m ²	0.1	채도장	
		도장박리/부식/오염	m ²	9.0	채도장	
		망상균열	m ²	0.68	표면처리	
		물탈균열	m	5.0	주의관찰	
		백태	m ²	7.18	표면처리	
		볼트노출	m	0.6	주의관찰	
		부식	m ²	0.02	주의관찰	
		점부식	m ²	0.06	주의관찰	
		접합부 부식	m ²	1.0	주의관찰	
		철근노출	m	2.3	단면보수	
		체수	m ²	44.0	청소	
	산북배수지	도장박리	m ²	0.15	채도장	

구분	시설물	손상상태	단위	물량	조치방안	비고
토목 (가압장)	영월루 가압장	균열(0.3mm미만)	m	1.6	표면처리	
		철근노출/백태	m ²	0.08	단면보수	
		관부식	EA	10	채도장	
	소유리 가압장	철근노출	m ²	0.08	단면보수	
		체수	m ²	1.0	청소	
	운촌리 가압장	토사퇴적	m ²	4.0	청소	
		오염	m ²	3.0	주의관찰	
	중암리2 가압장	거푸집미제거	m ²	0.8	주의관찰	
	중암리1 가압장	토사퇴적/체수	m ²	6.0	청소	
		거푸집미제거	m ²	0.6	주의관찰	
		철근노출	m ²	0.17	단면보수	
	중암리3 가압장	체수	m ²	6.0	청소	
	연마루 가압장	체수	m ²	15.0	청소	
	외룡리 가압장	체수	m ²	12.5	청소	
	석우리 가압장	토사퇴적	m ²	15.0	청소	
	주암리 가압장	체수	m ²	15.0	청소	
	금당리 가압장	균열(0.3mm미만)	m	3.0	표면처리	
	이포리 가압장	망상균열	m ²	26.0	표면처리	
	삼교리 산업단지 가압장	체수	m ²	6.0	청소	
	점봉동 가압장	백태	m ²	0.09	표면처리	

6.3.2 손상물량 및 보수우선순위

구분	손상상태	단위	물량	조치방안	우선순위
건축	균열(0.3mm미만)	m	372.97	표면처리	중·장기
	균열(0.3mm이상)	m	86.4	주입보수	중·장기
	도장박락	m ²	96.18	재도장	중·장기
	망상균열	m ²	65.8	표면처리	중·장기
	물탈 균열	m	18.88	주의관찰	중·장기
	물탈 망상균열	m ²	29.64	주의관찰	중·장기
	백태	m ²	50.23	표면처리	중·장기
	보수재 들뜸	m ²	5	주의관찰	중·장기
	보수재 망상균열	m ²	7.32	표면처리	중·장기
	균열/백태	m ²	6.1	습식균열보수	중·장기
	보수재 균열	m	1.0	표면처리	중·장기
	누수흔적	m ²	0.2	주의관찰	중·장기
	도장박리/박락	m ²	24.0	재도장	중·장기
	타일파손	m ²	5.4	주의관찰	중·장기
	박리 / 박락 / 파손	m ²	7.78	단면보수	중·장기
	도장탈락 / 누수	m ²	6.93	재도장	중·장기
	누수 / 균열	m ²	0.06	주의관찰	중·장기
	부식 / 부식오염	m ²	37.0	주의관찰	중·장기
	오염	m ²	145.38	주의관찰	중·장기
	재료분리	m ²	0.02	단면보수	중·장기
	바닥 전체 도장탈락	m ²	72.96	재도장	중·장기

구분	손상상태	단위	물량	조치방안	우선순위
토목	균열(0.3mm미만)	m	207.3	표면처리	중·장기
	균열(0.3mm이상)	m	100.6	주입보수	중·장기
	균열 / 백태	m ²	191.59	습식균열보수	중·장기
	망상균열	m ²	117.68	표면처리	중·장기
	물탈 들뜸, 박리, 파손, 박락	m ²	8.84	주의관찰	중·장기
	물탈 균열	m	19.9	주의관찰	중·장기
	물탈 망상균열 / 백태	m ²	113.61	주의관찰	중·장기
	조적마감재 파손	m ²	0.4	주의관찰	중·장기
	백태	m ²	72.47	표면처리	중·장기
	누수 및 오염, 누수흔적, 백태	m ²	43.01	주의관찰	중·장기
	점부식	m ²	0.06	주의관찰	중·장기
	콘크리트 박리, 박락, 파손	m ²	52.34	단면보수	중·장기
	시공이음부 균열, 백태	m ²	7.0	주의관찰	중·장기
	신축이음부 누수, 백태	m ²	1.4	주의관찰	중·장기
	신축이음재 파손, 누수	m ²	1.1	실란트충진	중·장기
	시공이음부 균열	m	1.5	주의관찰	중·장기
	재료분리	m ²	129.23	표면처리	중·장기
	철근노출	m	15.42	단면보수	중·장기
	도장박리, 탈락, 열화, 오염, 관부식	m ²	243.57	재도장	중·장기
	방수재 들뜸	m ²	16.5	주의관찰	중·장기
	콘크리트 배부름	m ²	4.08	주의관찰	중·장기
	오염	m ²	12.85	주의관찰	중·장기
	난간부식	m	10.0	주의관찰	중·장기
	못	m ²	0.1504	주의관찰	중·장기
	부식, 사다리부식, 계단옆면부식	m ²	24.27	주의관찰	중·장기
	시공 포트홀	m ²	2.74	주의관찰	중·장기
	균열, 백태, 누수	m ²	9.16	주의관찰	중·장기
	접합부 부식, 점부식	m ²	1.15	주의관찰	중·장기
	볼트노출	m ²	0.6	주의관찰	중·장기
	거푸집 미제거	m ²	1.4	주의관찰	중·장기
	토사퇴적 / 체수	m ²	224.75	청소	중·장기
	도류벽 열화	m ²	1,530	단면보수	단기

6.3.3 개략 공사비

1) 단기 개략 공사비 (1년 이내 보수)

손상명	면 적	개 소	보수물량	보수방법	단 가(천원)	공 사 비(천원)
매룡배수지 A지 도류벽	15m*6m	5	450m ²	단면보수	210	94,500
매룡배수지 B지 도류벽	15m*6m	12	1,080m ²	단면보수	210	226,800
합 계	-	-	1,530m²	-	-	321,300

*주) 단기 개략 공사비는 견적에 의한 산정임.

2) 중·장기 개략 공사비 (차후 정밀점검 이후 진전시 보수)

① 건축

손상명	손상물량	단위	보수물량	보수방법	단 가(천원)	공 사 비(천원)
균열(0.3mm미만)	372.97	m	447.6	표면처리	32	14,323
균열(0.3mm이상)	86.4	m	25.9	주입보수	46	1,191
도장박락, 도장박리	120.18	m ²	144.2	재도장	77	11,103
백태	50.23	m ²	60.3	표면처리	32	1,930
망상균열	73.12	m ²	87.8	표면처리	32	2,811
균열/백태	6.1	m ²	7.3	습식균열보수	210	1,533
보수재 균열	1	m	0.3	표면처리	32	10
망상균열 / 박리	3	m ²	3.6	단면보수	210	756
박리 / 박락, 파손	4.78	m ²	5.7	단면보수	210	1,197
도장 탈락 / 누수	6.93	m ²	8.3	재도장	77	639
재료분리	0.02	m ²	0.1	단면보수	210	21
바닥부 도장탈락	72.96	m ²	87.6	재도장	77	6,745
순공사비			42,259			
부대공 (순공사비 10% 이상)			4,225			
제경비 (순공사비 50% 이상)			21,130			
총공사비 (순공사비+부대공+제경비)			67,614			

*주) 보수물량은 손상물량의 할증 25%적용 = 위험할증15%+유해할증10%

- 균열(표면처리) = 손상물량 × 1.25 × 0.25

② 토목

손상명	손상물량	단위	보수물량	보수방법	단 가(천원)	공 사 비(천원)
균열(0.3mm미만)	207.3	m	248.8	표면처리	32	7,962
균열(0.3mm이상)	100.6	m	30.2	주입보수	46	1,389
균열 / 백태	191.59	m ²	229.9	습식균열보수	210	48,279
균열 / 박리	0.8	m ²	1.0	단면보수	210	210
망상균열	117.68	m ²	141.2	표면처리	32	4,518
박리, 박락, 파손	50.37	m ²	63.0	단면보수	210	13,230
백태	72.47	m ²	87.0	표면처리	32	2,784
신축이음재 파손/누수	1.1	m ²	1.3	실란트충진	100	130
열화, 도장탈락, 들뜸	89.6	m ²	107.5	단면보수	210	22,575
재료분리	129.23	m ²	155.1	표면처리	32	4,963
철근노출	15.42	m	4.7	단면보수	210	987
도장박리, 탈락, 부식	145.65	m ²	182.1	재도장	77	14,022
관부식	8.32	m ²	10.0	재도장	77	770
토사퇴적 / 체수	224.75	m ²	280.9	청소	10	2,809
순공사비			124,628			
부대공 (순공사비 10% 이상)			12,463			
제경비 (순공사비 50% 이상)			62,314			
총공사비 (순공사비+부대공+제경비)			199,405			

*주) 보수물량은 손상물량의 할증 25%적용 = 위험할증15%+유해할증10%

- 균열(표면처리) = 손상물량 × 1.25 × 0.25

③ 개략 공사비 합계

구 분	순공사비 (천원)	부대공 (천원)	제경비 (천원)	총공사비 (천원)
단기	-	-	-	321,300
중·장기(건축)	42,259	4,225	21,130	67,614
중·장기(토목)	124,628	12,463	62,314	199,405
합 계	166,887	16,688	83,444	588,319