

발 간 등 록 번 호

11-1613217-000009-01



하자보수 등 유지관리를 위한 콘크리트 구조물 균열관리 매뉴얼



대전지방국토관리청
건 설 관 리 실

머 리 말

도로, 하천 등 다양한 건설공사현장에서 설치되는 시설물은 오랜 시간동안 많은 건설인들의 노력으로 이룬 최종 산물로써 국민들의 안전 및 편의의 증진을 위하여 최소 수십 년 이상 이용하게 됩니다.

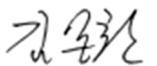
특히 최근 건설되는 구조물은 기술 및 재료의 발전으로 인하여 대규모·고강도화 됨에 따라 많은 비용이 투자되고 있습니다. 이러한 시설물을 안전하고 편리하게 내구 연한 이상으로 사용하기 위하여는 적절한 보수방법을 적용한 하자보수 등 유지·관리의 중요성이 증가하는 실정입니다.

대전지방국토관리청에서는 이러한 변화를 반영하기 위해 공용중인 콘크리트 구조물에서 발생하는 균열을 효율적으로 관리하여 시설물의 내구성 및 안전성을 확보하고 구조물의 수명연장, 효율적인 국가예산 사용을 유도할 수 있는 「콘크리트 구조물 균열관리 매뉴얼」을 마련하였습니다.

이 매뉴얼은 콘크리트 구조물을 계획된 사용연한에 이르기까지 안전하고 편리하게 관리하기 위하여 콘크리트 구조물 유지·관리 및 보수 기관에서 손쉽게 적용할 수 있도록 균열 발생원인 및 보수 기준에 따른 공법, 참고자료 등으로 구성하였습니다.

아무쪼록 본 매뉴얼이 시설물 유지관리 담당자들의 업무에 보탬이 되어 콘크리트 구조물의 생애주기를 연장하는데 기여하기를 기대 합니다.

2016년 10월

대전지방국토관리청장 김 일 환 

목 차

제1장 일반사항	1
1. 목적	3
2. 적용범위	3
3. 용어설명	3
4. 관련법령, 기준 및 지침	5
제2장 콘크리트 균열 일반	7
1. 균열 발생의 매커니즘	9
2. 균열 발생 원인	10
2.1 건조수축에 의한 균열	10
2.2 수화열 응력에 의한 균열	11
2.3 외부온도 응력에 의한 균열	12
2.4 지진력 및 과하중에 의한 균열	12
2.5 부등침하에 의한 균열	13
2.6 기타 각종 요인에 의한 균열	14
제3장 균열 보수공법	17
1. 균열보수 Flow-Chart	19
2. 균열보수 판단 기준	20
2.1 구조물의 내구성 확보를 위한 허용균열폭	20
2.2 강제 부식의 환경조건	20
2.3 균열보수 판단 적용기준	21

3. 콘크리트 균열 보수 일반사항	22
3.1 보수공법의 종류	22
3.2 보수공법의 적용기준	22
3.3 균열 보수시 고려사항	23
3.4 보수재 품질기준	23
4. 콘크리트 균열 보수공법	24
4.1 표면처리 공법	24
4.2 균열주입 공법	26
4.3 충전 공법	28
4.4 단면복구 공법	30
 부록 1: 균열 보수공법 세부종류 및 재료별 특성	35
부록 2: 기타 균열보수재 품질기준	45

제 1 장

일 반 사 항

1. 목 적
2. 적용범위
3. 용어설명
4. 관련법령, 기준 및 지침 등

제1장 일 반 사 항

1. 목 적

이 매뉴얼은 건설공사 현장 및 시설물 유지관리 기관에서 콘크리트 구조물의 균열관리 시 필요한 관련규정, 조사방법, 보수 공법을 제공하여 시설물의 내구성·안전성 향상을 통한 장수명화 실현을 목적으로 대전지방국토관리청 건설관리실에서 제작·보급합니다.

2. 적용범위

이 매뉴얼은 도로·하천 등에 설치되는 콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위하여 준공 이후 유지관리 시 시행하는 콘크리트 구조물의 균열에 대한 하자보수 공사에 적용한다.

3. 용어설명

- 1) 결함 : 시설물 또는 구성부재가 설계 의향과는 다르게 비정상적으로 축조되어 시설물에 부정적으로 사용하는 불완전한 상태
- 2) 균열폭 : 콘크리트 표면에서 균열방향에 직교한 폭
- 3) 내구성 : 콘크리트가 설계조건에서 시간경과에 따른 내구적 성능저하로부터 요구되는 성능의 수준을 지속시킬 수 있는 성질
- 4) 내하력 : 구조물이나 구조부재가 견딜수 있는 하중 또는 힘의 한도
- 5) 단면복구공법 : 콘크리트의 열화, 강재의 부식, 그 외의 원인으로 결손된 콘크리트단면 또는 허용한도 이상의 열화인자를 포함한 콘크리트 부분을 제거한 후 단면을 그 당초의 성능 및 형상치수로 되돌리기 위하여 이용하는 공법

- 6) 보수 : 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책
- 7) 손상 : 지진이나 충돌 등에 의해 균열이나 박리 등이 단시간에 발생하는 것을 나타내며 시간의 경과에 따라서 진행하지는 않음
- 8) 열화 : 구조물의 재료적 성질 또는 물리, 화학, 기후적 혹은 환경적인 요인에 의하여 주로 시공 이후에 장기적으로 발생하는 내구성능의 저하현상으로 시간의 경과에 따라 진행함
- 9) 유지관리 : 구조물의 사용기간에 구조물의 성능을 요구되는 수준 이상으로 유지하기 위한 모든 기술행위
- 10) 코팅 : 피복재료를 솔, 롤러, 스프레이 도장기구 등을 이용하여 비교적 얇은 피막으로 콘크리트표면에 형성하는 행위 및 그것에 의하여 형성된 피막
- 11) 퍼티 : 청소처리 후 콘크리트 표면에 발생한 작은 구멍을 매립하여 평활하게 하기 위하여 사용하는 페이스트 형태의 유기계 피복재 또는 폴리머시멘트
- 12) 폴리머 모르터 : 폴리머를 결합재로 하여 충전재 및 세골재를 첨가한 모르터 결합재에 액상레진에 따라 레진 모르터 는 수지 모르터로 분류
- 13) 폴리머시멘트 모르터 : 결합재에 시멘트 혼화용 폴리머를 이용한 모르터. 시멘트, 물, 시멘트혼화용 폴리머, 골재 및 실리카 흙, 플라이애쉬, 고로슬래그분말 등의 혼화재와 섬유와 화학혼화제 등을 적정히 첨가한 것
- 14) 프라이머 : 콘크리트 표층에 침투하여 콘크리트를 강화시키거나 섬유쉴트와의 접착성을 향상시키는 수지

4. 관련법령, 기준 및 지침

- 1) 건설공사현장 관리 및 본 매뉴얼을 활용함에 있어 참조 하여야 할 법령 및 기준 등 관련 자료의 목록과 웹을 통한 검색방법을 아래와 같이 제시하였다.

법령/기준/지침	인터넷 주소
시설물의 안전관리에 관한 특별법	법제처 국가법령정보센터(http://www.law.go.kr/)→검색란 ‘법령’ 입력
안전점검 및 정밀안전진단 지침	국토교통부 홈페이지(http://www.molit.go.kr)→정보마당→법령정보→훈령/지침/고시→검색란 ‘지침명’ 입력
건설관련 용어검색	국토교통부 홈페이지(http://www.molit.go.kr)→정보마당→국토교통용어사전→검색란 ‘용어’ 입력
건설공사 설계기준/시방서	국가건설기준센터(http://www.kcsc.re.kr)→설계기준코드(표준시방코드)→참조할 설계기준(시방서) 항목 선택

- 2) 시설물별 균열 보수 설계에 적용하는 설계개념, 설계방법, 설계조건, 하중 등 기본적인 설계사항은 KDS 14-20-00(콘크리트 구조설계)에 따르며, 이에 규정되지 아니한 세부사항에 대해서는 해당 시설물별로 마련된 설계기준, 시방서, 설계지침, 발주청 지침 등에 따른다.

- 3) 사용재료의 품질, 성능, 시험방법 등에 대해서는 한국산업규격에 따른다.

제 2 장 콘크리트 균열 일반

1. 균열 발생의 매커니즘
2. 균열 발생 원인

제2장 콘크리트 균열 일반

1. 균열 발생의 매커니즘

균열의 발생 메커니즘은 대체로 미세균열(micro crack)로부터 접근한다. 하중이 증가하면 콘크리트 내 모르터와 골재 사이에 미세한 균열이 발생되어 골재를 둘러싸고 있는 모르터를 통해서 균열이 진전된다. 또한 하중이 작용되기 전에도 건조수축 과정에서 시멘트 페이스트의 체적 변화로부터 모르터와 골재 사이의 경계면에서 부착균열이 발생될 수 있다.

콘크리트의 비선형 성질이 이러한 부착균열의 발생로부터 나타나며, 모르터 특히 시멘트 페이스트가 콘크리트의 균열 및 응력-변형 곡선을 결정하는 중요한 요인이 된다.

일반적으로 하중이 작용하기 전 발생하는 미세균열은 콘크리트에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있으나 Brooks의 연구 결과에서 보면 콘크리트의 미세 균열에 대한 초기 체적 변화는 완전히 건조된 콘크리트의 인장 및 압축강도의 감소를 가져올 수도 있는 것으로 나타났다. 즉 콘크리트가 건조되면서 시험시편의 강도가 처음에는 증가하다가 나중에는 감소하는 것을 보여주는데 이는 처음에 증가하는 것은 건조된 시멘트 풀의 강도가 증가하는 것 때문이고 결국에 강도가 감소하는 것은 미세균열을 유발시키는 건조수축 때문이다.

콘크리트의 미세 균열은 지속적인 반복하중을 받을 때 증가하는 것으로 나타나고 있으며 전체 미세균열의 양은 콘크리트 전체 압축변형과 함수관계에 있고, 또한 콘크리트에서의 균열은 하중의 재하속도에 따라 콘크리트 강도, 균열의 발생과 분포, 균열방향이 크게 바뀌게 된다.

2 균열 발생 원인

2.1. 건조수축에 의한 균열

콘크리트는 건조에 따라 수축이 발생한다. 슬럼프 18cm정도의 건조 수축률은 $6\sim 8\times 10^{-4}$ 정도이다. 따라서 구조물이 자유롭게 수축하게 되면 10m에 대해 6~8mm정도 수축하지만 균열은 발생되지 않는다.

그러나, 실제로는 구조물 내부의 철근이나 부재마다의 건조 상태 차등에 따라 콘크리트가 자유롭게 수축하는 것을 방해하여 구속력이 작용하게 된다. 한편, 신장능력(탄성신장+크리프신장)은 $3\sim 4\times 10^{-4}$ 정도라 할 수 있다. 이들 식을 정리해서 나타내면 다음과 같다.

$$\text{건조수축률} : (6\sim 8\times 10^{-4}) \times \text{구속계수} > \text{신장능력}(3\sim 4\times 10^{-4})$$

즉, 기본적으로는 위 식이 성립될 때 균열이 발생하게 된다. 구속계수는 구조물의 규모, 형상, 부재 단면, 부위, 기타 조건 등에 따라 다르다. 따라서 구속계수가 작은 것은 균열이 발생하지 않게 된다.

통상의 콘크리트 재료를 사용하여 배합하는 경우는 건조수축율과 신장능력의 관계는 보통 한쪽을 작게 하면 다른 쪽도 작아지고, 반대로 한 쪽을 크게 하면 다른 쪽도 커지는 관계가 있으므로, 위 식의 부등호 방향을 배합만으로 반대로 조정하는 것은 곤란하다고 할 수 있다.

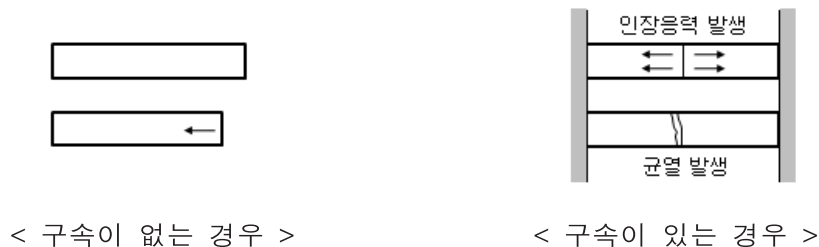
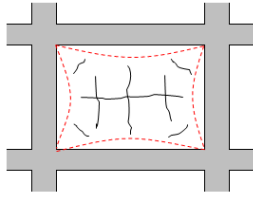
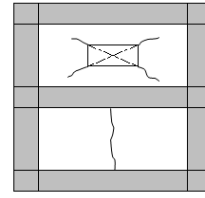


그림 2.1 건조수축 균열 발생 매카니즘



< 슬래브 >



< 벽체 >

그림 2.2 건조수축에 의한 균열

2.2. 수화열 응력에 의한 균열

콘크리트는 수화를 할 때 열을 발생하는데 이를 수화열이라 한다. 이로 인하여 콘크리트 내부의 온도는 일반적으로 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$, 단면이 큰 경우는 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ 이상도 상승한다. 콘크리트도 열팽창 하는 재료이기 때문에 고온이 되면 콘크리트 내부의 팽창에 따라 저온의 표면부가 인장되어 균열이 발생한다. 또한, 팽창하여 굳은 콘크리트가 냉각될 때 외부로부터 수축을 구속하면 이 경우 역시 균열이 발생한다.

수화열에 의한 균열을 문제로 하는 것은 일반 기준에서는 부재단면의 최소치수가 80cm이상(매스콘크리트)이고, 수화열에 의한 콘크리트의 내부 최고온도와 외기온의 차가 25°C 이상이 되는 경우이지만, 이 이하에서도 균열이 발생될 수 있는 반면 이 이상에서도 균열은 발생하지 않는 경우도 있다.

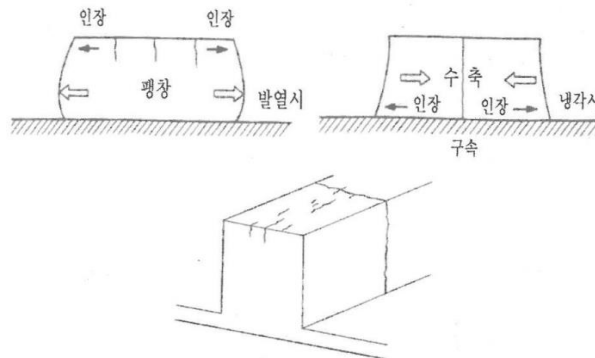


그림 2.3 수화열 응력에 의한 균열

2.3. 외부온도 응력에 의한 균열

햇볕이나 외기온도에 의한 구조물의 팽창 수축력이 건조수축 균열에 영향을 주는 것은 앞서 기술하였으며, 이 절에서는 햇볕에 의한 상부 슬래브 및 보의 팽창으로 구조물 최상부 벽에 발생하는 균열에 대해 알아본다.

상부 슬래브 및 보가 열을 받으면 팽창하기 때문에 구조물 상면에 외부 측으로 압출하려는 힘이 발생한다. 이 힘이 크면 최상부 층벽이 이겨내지 못하게 되어 균열이 발생한다. 이 경우의 균열은 힘의 방향으로부터 팔(八)자형으로 나타나는 것이 특징이다.

이와 같이 상부 슬래브는 건조수축에 의한 균열이 먼저 팔(八)자형으로 나타나고, 다음에 외부 온도응력이 나타날 우려가 있기 때문에 이들 양쪽의 대책을 수립할 필요가 있다.



그림 2.4 외부온도 응력에 의한 균열

2.4. 지진력 및 과하중에 의한 균열

지진 또는 과하중시 벽체면 쪽에는 그림 2.5와같이 수평방향으로 큰 전단력이 발생하여 이에 의한 균열이 발생한다. 내력벽의 철근은 이 전단력에 저항하도록 계산되어 배치되어야 하고, 기둥, 보 내로의 정착, 피복두께의 확보가 중요하다.

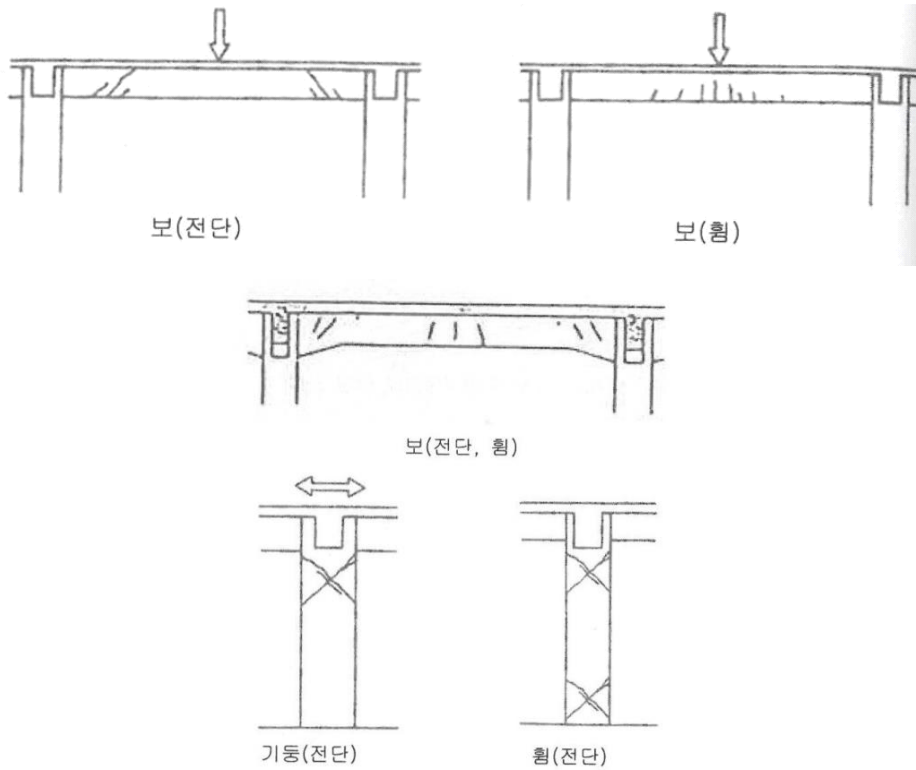


그림 2.5 지진력 · 과하중에 의한 균열

2.5. 부등침하에 의한 균열

이 균열은 구조물의 침하에 의해 구조물이 경사져 발생하는 것으로, 그림 2.6과 같이 일정한 규칙성을 나타내는 것이 특징이다.

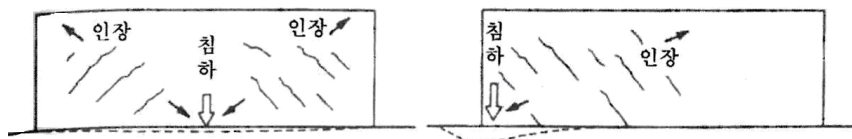
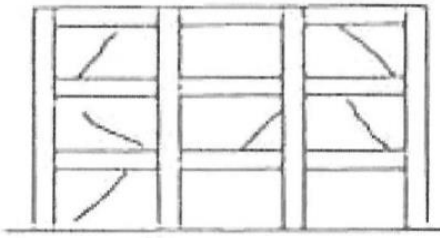
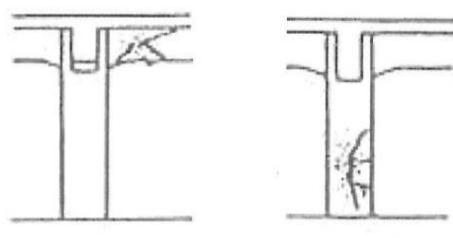
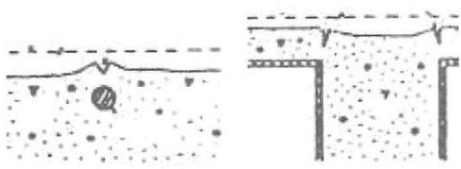
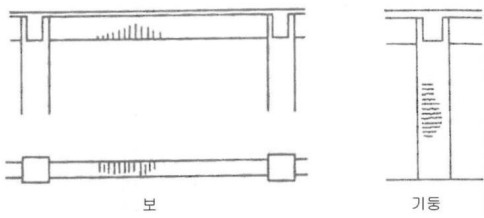
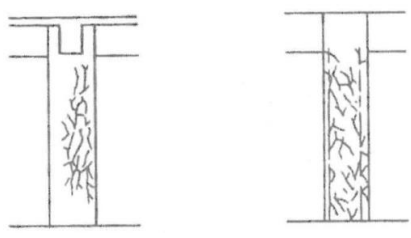
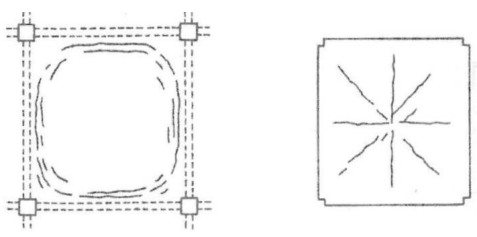
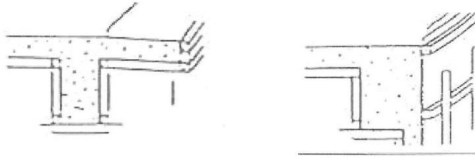
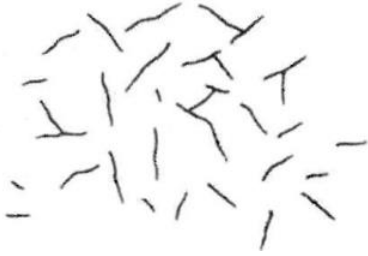
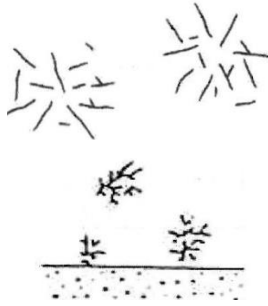


그림 2.6 부등침하에 의한 균열

2.6. 기타 각종 요인에 의한 균열

(1) 콜드조인트(콘크리트 타설이음) 불량에 의한 균열	(2) 철근부족(좌), 콘크리트 충전불량 (골재노출부 주위에 발생)에 의한 균열
	
(3) 콘크리트 침강·침하·블리딩에 의한 균열	(4) 철근피복부족에 의한 균열
	 보 기둥
(5) 화재(좌), 알칼리골재반응(우)에 의한 균열	(6) 동바리 조기 철거, 과하중, 철근 처짐에 의한 균열
	 슬래브 상면 슬래브 하면

(7) 거꾸집 부풀음(좌), 동바리 처짐(우)에 의한 균열	(8) 초기건조에 의한 균열(소성균열)
	 기온이 높고, 바람이 강할 때 등 콘크리트가 굳기 전에 발생
(9) 이상응결에 의한 균열	(10) 혼화재에 의한 균열
 시멘트에 문제가 있는 경우에 발생하고, 짧고 불규칙한 균열이 조기에 발생	 (팽창성) 혼화제의 분산불량 등에 의해 발생
(11) 거북등상(망상) 균열	
 - 골재에 이분이 포함되어 있을 때 발생 - 윤반시간이 너무 길 때 또는 장시간 비빔 경우 등에 발생 - 응결지연제가 들어 있는 콘크리트가 드라이 아웃 (dry out)한 때에 발생	

제 3 장 균열 보수 공법

1. 균열 보수 Flow-Chart
2. 균열보수 판단 기준
3. 콘크리트 균열 보수 일반사항
4. 콘크리트 균열 보수 공법

제3장 균열 보수 공법

1 균열보수 Flow-Chart

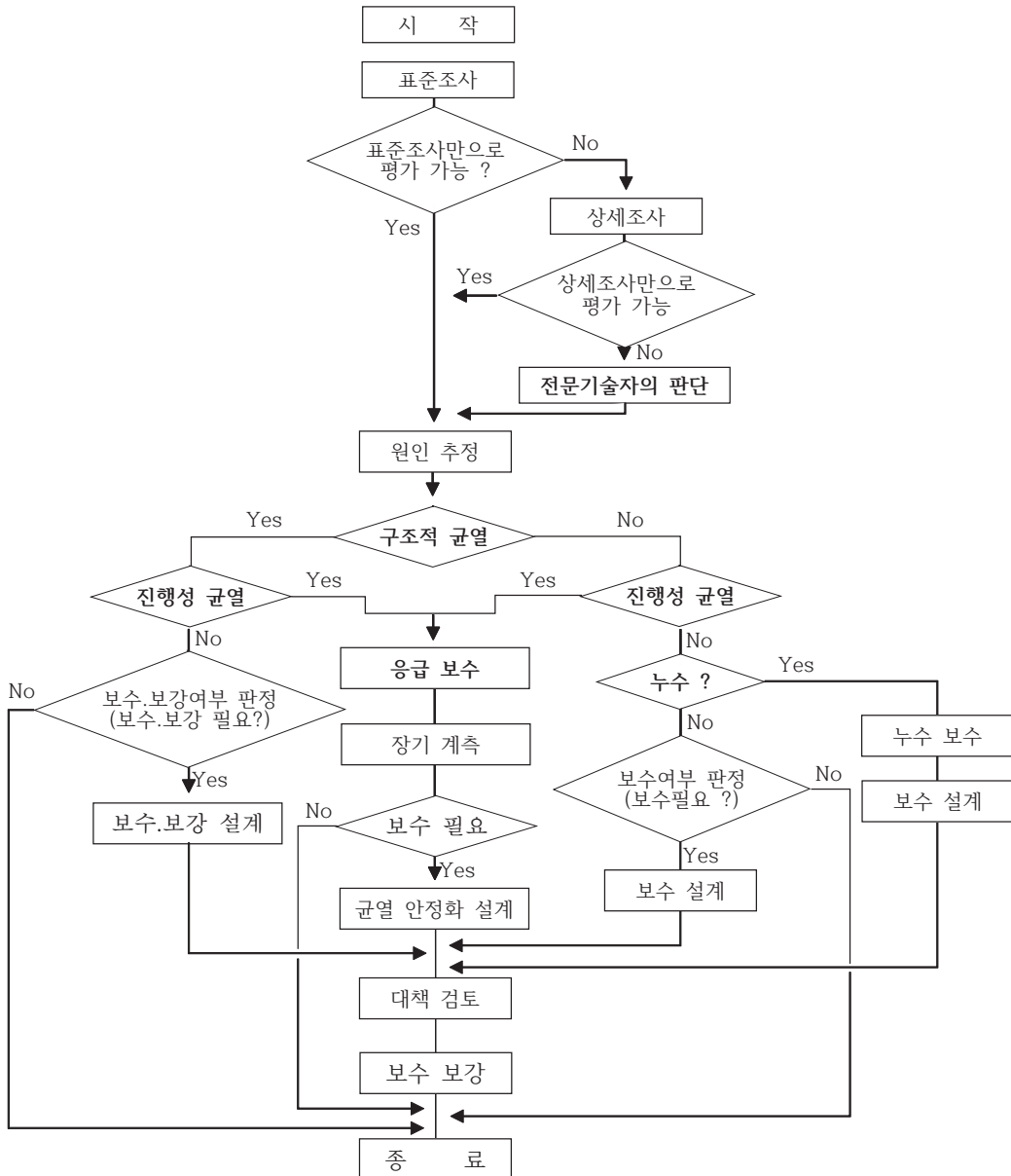


그림 3.1 균열 조사 및 평가에 의한 보수, 보강 여부 판정 흐름도

2 균열보수 판단 기준

2.1 구조물의 내구성 확보를 위한 허용균열폭(w_a)

(KDS 14-20-30(콘크리트구조 사용성 설계기준))

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	일반(습윤)환경	부식성 환경	고부식성 환경
철근	0.4mm와 0.006C중 큰 값	0.3mm와 0.005C중 큰 값	0.3mm와 0.004C중 큰 값	0.3mm와 0.0035C중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2mm와 0.005C중 큰 값	0.2mm와 0.004C중 큰 값	-	-

주1) C는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

2.2 강재부식의 환경조건

환경 구분	내용
건조 환경	일반 옥내 부재, 부식의 우려가 없을 정도로 건조한 환경의 보통 주거 및 사무실 건물 내부
습윤 환경	흙 속의 경우, 옥내의 경우에 있어서 습기가 찬 곳
부식성 환경	1. 습윤환경과 비교하여 건습의 반복작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하수위 이하의 흙 속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결 작용이 있는 경우, 동상방지제를 사용하는 경우 2. 해양콘크리트구조물 중 해수 중에 있거나 극심하지 않은 해양환경에 있는 경우(가스, 액체, 고체)
고부식성 환경	1. 강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우 2. 해양콘크리트구조물 중 간만조위의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

2.3 균열보수 판단 적용기준

1) 구조물의 내구성 및 안전성 고려한 일반적인 경우

분류	균열폭(mm)	보수판단
미세균열	허용균열폭(Wa) 이하	구조적 문제 없음 / 보수 불필요
중간균열	허용균열폭(Wa) ~ 0.5	구조적 문제 검토 / 균열보수
대균열	0.5 이상	구조내하력 검토 / 즉각적 균열보수

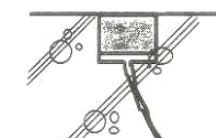
2) 터널 라이닝

분류	균열폭(mm)	보수판단
미세균열	0.2 이하	구조적 문제 없음 / 보수 불필요
중간균열	0.2 ~ 0.5	구조적 문제 검토 / 균열보수
대균열	0.5 이상	구조내하력 검토 / 즉각적 균열보수

* 구조적 문제, 전단균열 등 판단 곤란시 전문가(자체 정밀진단, 외부 전문가 등) 검토 후 보수 판단

3 콘크리트 균열 보수 일반사항

3.1 보수공법의 종류

공 법	적용부위	비고
표면처리	· 미세균열이 발생한 경우 · 균열의 진행이 멈춘 경우 · 비구조적인 균열이 발생한 경우	
주입공법	· 다양한 균열폭에 적용가능 · 균열보수 후 미관유지가 요구되는 부위 · 비구조적인 균열이 발생한 경우	
충전공법	· 균열폭이 0.5mm 이상인 대형 균열 · 균열의 깊이가 깊지 않은 부위 · 비구조적인 균열이 발생한 경우	

※ 공법 세부 종류 및 재료별 특성 : 별첨 1

3.2 보수공법 적용 기준

1) 비구조적 균열

구분	균 열 폭	보수 공법
비구조적 균열	$W < 0.2 \text{ mm}$	표면처리 공법
	$0.2 \text{ mm} \leq W < 0.5 \text{ mm}$	주입 공법
	$0.5 \text{ mm} \leq W$	충전 공법

- 주입 가능한 경우 가급적 주입공법을 적용하고, 표면처리공법을 지양 (미관상 특별히 필요한 경우를 제외)

2) 구조적 균열

- 전문가에 의한 구조 검토 후 균열보수 또는 보강방법 수립

3.3 균열 보수시 고려사항

구분	내용
작업 전	- 균열의 형태 등에 따른 보수범위 확인 - 균열 내부 및 주위 청소 여부 - 보수재료, 보수공법의 적정 여부
작업 중	- 보수재료의 품질, 성능 확인 - 재료의 계량, 혼합, 교반등의 적정여부
작업 후	- 보수흔적 제거등 면처리 철저 - 주행시각 노출부 : 주변 구조물과 색상 조화 여부 - 충전 및 주입상태 확인 (코어채취, 초음파 속도법등)

3.4 보수재 품질기준¹⁾

1) 주요 균열보수재(에폭시) 품질기준

- KSF 4923 경질형 에폭시 수지의 품질기준과 ASTM C 882 적용

시험항목		품질기준	시험방법	비고
점 도(mPa · s)		100~1,000	KSF 4923	
접착강도(N/mm2)		6.0 이상		
경화수축률(%)		3 이하		
가열 변화	무게변화율(%)	5 이하		
	부피변화율(%)	5 이하		
인장강도(N/mm2)		15 이상		
인장파괴시 신장률(%)		10 이하		
경사전단 접착강도(N/mm2)		10 이상	ASTM C 882	

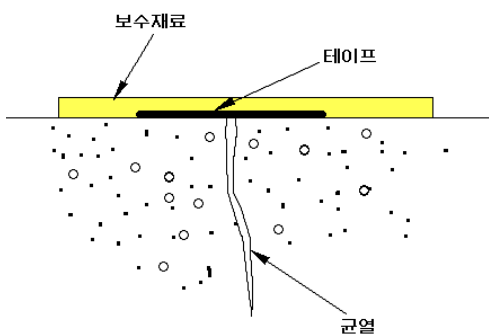
나) 기타 균열보수재 품질기준 : 별첨 2

1) 한국도로공사 공용중인 구조물 균열 관리방안(2013)

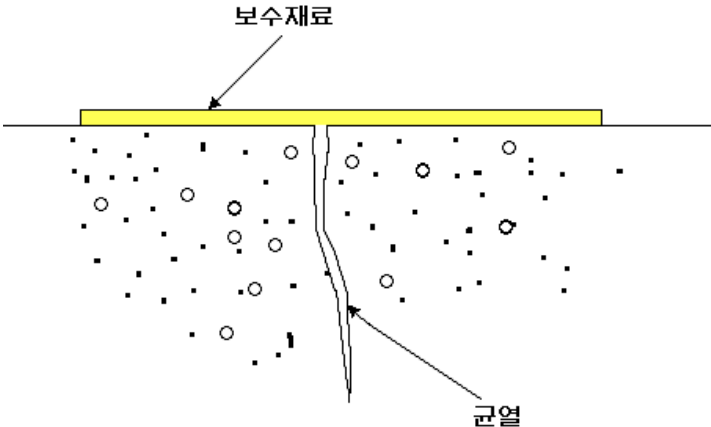
4. 콘크리트 균열 보수 공법

4.1. 표면처리공법

1) 균열이 진행중인 경우

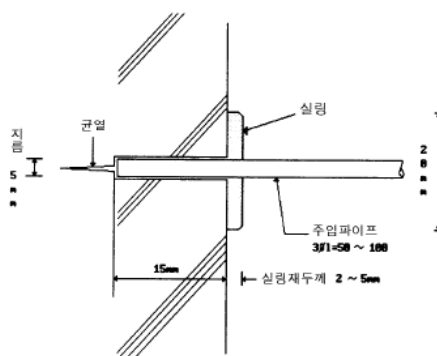
공종	시공방법
1. 균열조사	- 균열의 상황을 조사 - 균열폭을 균열게이지 등으로 측정
2. 콘크리트표면의 청소	- 균열부를 따라 폭 100mm를 와이어 브로쉬, 에어 브로쉬, 그라인더등을 이용하여 청소하고, 부착물은 제거 - 경우에 따라서는 고압세척기를 이용하여 물세척도 고려한다. - 물청소 실시한 경우 자연건조한다.
3. 콘크리트 표면의 기공등의 충전	- 표면의 기공을 퍼티상의 수지를 흡손으로 채운다
4. 표면피복	- 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 테이프를 부착하고 테이프를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포한다. - 폴리머시멘트페이스트, 시멘트필러, 도막탄성방수재를 적절히 선정하여 흡손이나 주걱 등으로 마무리한다. - 양생
5. 청소 및 종료	- 주변을 청소하고 종료한다.
 <표면처리공법 개념도(균열진행)>	

2) 균열이 정지한 경우

공종	시공방법
1. 균열조사	- 균열의 상황을 조사 - 균열폭을 균열게이지 등으로 측정
2. 콘크리트표면의 청소	- 균열부를 따라 폭 50~100mm를 와이어브로쉬, 에어브로쉬, 그라인더등을 이용하여 청소하고, 부착물은 제거 - 경우에 따라서는 고압세척기를 이용하여 물세척도 고려한다. - 물청소 실시한 경우 자연건조한다.
3. 콘크리트 표면의 기공등의 충전	- 표면의 기공을 퍼티상의 수지를 흠손으로 채운다
4. 표면피복	- 폴리머시멘트페이스트, 시멘트필러, 도막탄성방수재를 적절히 선정하여 흠손이나 주걱 등으로 마무리한다.
5. 양생	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보한다.
6. 청소 및 종료	- 주변을 청소하고 종료한다.
 <표면처리공법 개념도(균열정지)>	

4.2. 균열주입 공법

1) 수동식 주입

공종	시공방법		
1. 균열조사	- 균열의 상황을 조사 - 균열게이지를 이용하여 균열부를 확인한다.		
2. 주입작업위치의 선정	- 조사결과에 따라 주입위치를 선정한다.		
3. 균열부의 청소	- 주입구 주변의 청소, 백태의 제거		
4. 주입용 좌대 설치	- 좌대의 간격 확인 - 좌대 접착의 밀도를 확인	균열폭(mm)	주입파이프간격(mm)
		0.3 이하	50~100
		0.3~0.5	100~200
		0.5~1.0	150~250
		1.0 이상	200~300
5. 비 주입부위 균열의 씰링	- 균열주입부 이외의 주변 균열부위는 씰링을 실시한다		
6. 주입재의 제조	- 각각의 혼합비에 따라 공기가 들어가지 않도록 충분히 혼합한다.		
7. 전용펌프에 의해 주입	- 인력에 의해 압력펌프를 사용하여 주입압을 고려하며 주입한다.		
8. 주입량의 확인	- 주입되는 상태를 주시하며 주입량을 조절한다.		
9. 양생	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보한다.		
10. 좌대 및 싼재의 제거	- 좌대와 싼재를 제거하고 주변을 청소한다.		
 <균열주입공법 개념도(수동식 주입)>			

2) 저압식 주입

공종	시공방법		
1. 균열조사	– 균열의 상황을 조사 – 균열게이지를 이용하여 균열부를 확인한다.		
2. 주입작업위치의 선정	– 조사결과에 따라 주입위치를 선정한다.		
3. 균열부의 청소	– 주입구 주변의 청소, 백태의 제거		
4. 주입용 좌대 설치	– 좌대의 간격 확인 – 좌대 접착의 밀도를 확인	균열폭(mm)	주입파이프간격(mm)
		0.3 이하	50~100
		0.3~0.5	100~200
		0.5~1.0	150~250
		1.0 이상	200~300
5. 비 주입부위 균열의 씰링	– 폭30mm, 두께 2mm 정도로 실재의 접착을 견고하게 하여 양생.		
6. 주입재의 제조	– 각각의 혼합비에 따라 공기가 들어가지 않도록 충분히 혼합한다.		
7. 압력기구를 이용하여 주입	– 고무, 용수철, 공기압 등을 이용하여 41kgf/cm ² 이하로 주입한다.		
8. 주입량의 확인	– 주입되는 상태를 주시하며 주입량을 조절한다.		
9. 양생	– 충분한 양생이 되도록 시간을 확보한다.		
10. 좌대 및 실재의 제거	– 좌대와 실재를 제거하고 주변을 청소한다.		

4.3 충전공법

1) 철근부식이 없는 경우

공종	시공방법
1. 균열조사	- 균열의 상황을 육안으로 조사한다. - 균열폭을 균열게이지 등으로 측정한다.
2. 균열면의 U 또는 V커트	- 전동커터를 이용하여 균열을 따라 약 10mm 폭으로 콘크리트를 U 또는 V커팅 실시한다. - V형으로 절개하는 방법은 간편하지만 폴리머시멘트모르터를 충전하는 경우 충전한 모르터의 박리가 발생하기 쉽기 때문에 U형으로 절개하는 방법이 보다 효과적이다.
3. 청소	- 커팅부와 그 주변을 에어브러쉬나 솔 등을 이용하여 청소한다.
4. 프라이머 도포	- 솔을 이용하여 프라이머를 도포한다.
5. 필요에 따라 백업재 채움	- 필요시 백업재를 채운다.
6. 충전재의 충전	- 흡손 또는 주입펌프 등으로 쉐링을 실시한다.
7. 양생 및 마감	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보하고 마감한다.

지름 10mm

충진재

균열

<V형 커트>

지름 10mm

충진재

균열

<U형 커트>

2) 철근부식이 있는 경우

공종	시공방법
1. 균열조사	- 균열의 상황을 조사한다. - 균열폭을 균열게이지 등으로 측정한다.
2. 균열면의 콘크리트 제거 및 철근의 노출	- 철근이 부식된 면을 고려하여 작업공간이 충분히 확보되도록 콘크리트를 제거하여 철근을 노출한다.
3. 철근의 녹 제거 및 청소	- 그라인더, 브라스터 등으로 철근의 녹을 제거한다.
4. 철근 표면의 방청재 도포	- 브러쉬로 철근에 방청재를 도포한다.
5. 콘크리트 표면에 프라이머 도포	- 제거된 콘크리트면에 브러쉬로 프라이머를 도포한다.
6. 콘크리트 손상부에 충전재를 충전	- 각 재료와 공법에 적합한 배합을 고려하여 충전재를 제조한다. - 흙손이나 고무주걱을 사용하여 충전한다.
7. 양생 및 마감	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보하고 마감한다.

4.4. 단면복구공법

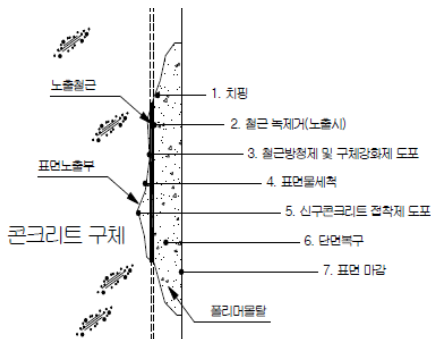
1) 모르터 패칭공법

① 철근부식이 없는 경우

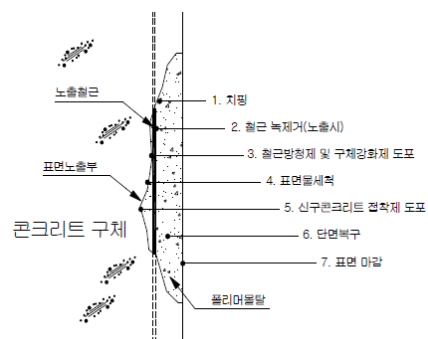
공종	시공방법
1. 결함부의 청소	- 브레이커나 에어브러쉬 등을 이용하여 결함 있는 콘크리트를 제거한 후, 건전한 콘크리트를 노출시키고 분진들을 청소한다.
2. 프라이머 도포 또는 수침	- 신·구재료의 접착력 강화를 위한 패칭재의 종류에 적합한 프라이머의 도포 또는 수침을 실시한다.
3. 패칭	- 각 재료와 공법에 적합한 배합으로 패칭재를 제조한다. - 손 또는 흡손을 이용하여 소정의 패칭재를 충진한다.
4. 양생	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보한다.

② 철근부식이 있는 경우

공종	시공방법
1. 결함부의 청소	- 브레이커나 에어브러쉬 등을 이용하여 결함 있는 콘크리트를 제거한 후, 건전한 콘크리트를 노출시키고 분진들을 청소한다.
2. 철근의 녹 제거	- 철근에 녹이 슬거나 발청된 부분은 와이어브러시를 이용하여 녹을 제거한다.
3. 방청제 도포	- 철근의 녹발생을 억제하는 방청제를 도포한다.
4. 프라이머 도포 또는 수침	- 신구재료의 접착력 강화를 위한 패칭재의 종류에 적합한 프라이머의 도포 또는 수침을 실시한다.
5. 패칭	- 각 재료와 공법에 적합한 배합으로 패칭재를 제조한다. - 손 또는 흡손을 이용하여 소정의 패칭재를 충진한다.
6. 양생	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보한다.



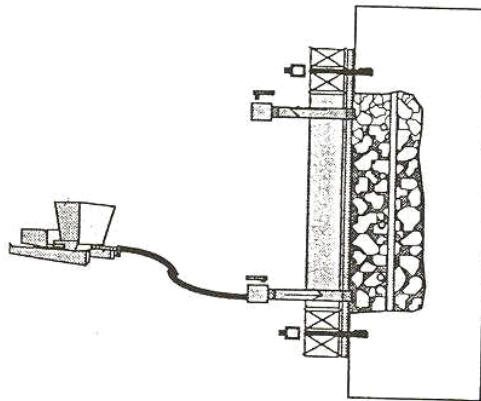
<모르터공법 개념도(철근부식 없음)>



<모르터공법 개념도(철근부식 있음)>

2) 프리팩트 공법

공종	시공방법
1. 결함부의 제거	- 해머드릴과 전동커터 등을 이용하여 철근의 녹 제거, 결함콘크리트 제거, 방청처리등
2. 결함부의 청소	- 에어브러쉬 등을 이용하여 분진들을 청소한다.
3. 거푸집의 조립	- 거푸집 치수, 연결부 처리, 배기구 등을 고려하여 조립한다.
4. 굵은 골재의 투입	- 모르터를 주입하기 전에 굵은 골재를 먼저 투입한다.
5. 폴리머 시멘트 그라우트재를 수동식으로 주입	- 각 재료 및 공법에 적합한 배합이 되도록 그라우트재를 제조한다. - 양호한 시공품질이 확보되도록 반드시 하부부터 주입한다.
6. 양생	- 충분한 양생이 되도록 시간을 확보한다.
7. 거푸집 철거	- 양생이 완료되면 거푸집을 천거한다.
8. 면정리	- 면정리와 주변정리를 하고 종료한다.



<프리팩트공법 개념도>

부 록

1. 균열 보수공법 세부종류 및
재료별 특성
2. 기타 균열보수재 품질기준

1. 표면처리공법

표면처리공법은 안전성이나 내하성 문제는 없지만 미관성이나 내구성을 확보하기 위하여 시행하는 보수공법이다. 그러나 미관만을 목적으로 하는 공법은 검토에서 제외한다.

1) 공법의 종류

가. 침투식

- 시공성이 우수하나 발수성능의 저하가 빠르므로 주기적 보수 필요
- 무기질계 : 콘크리트 내부 미세공극의 수분과 반응하여 불용성 결정체를 생성하여 공극을 충전함으로써 콘크리트 수밀성 증진
- 유기질계 : 고분자 물질로 콘크리트의 공극으로 침투하여 연속적인 폴리머 막을 형성함으로써 콘크리트 내수성 증진

나. 도막식

- 콘크리트 외부에서의 염화물, 수분, 탄산가스의 침투를 억제하여 철근 부식에 의한 구조물의 내구성을 저하를 방지
- 프라이머, 퍼티, 중도도막, 상도도막이 조합되어 도장시스템 구성

2) 적용대상 : 심각하게 열화되지 않은 모든 RC 부재에 적용

- ① 미세균열(폭 0.2mm 이하)이 발생한 경우
- ② 균열의 성장이 멈춘 부위
- ③ 비구조적인 균열이 발생한 부위
- ④ 방수가 필요한 경우
- ⑤ 중성화, 염해 방지가 필요한 경우
- ⑥ 미관성 확보가 필요한 경우

3) 재료특성

구 분	균열의 움직임이 비교적 큰 경우	균열의 움직임이 비교적 작은 경우
종 류	폴리우레탄, 폴리설파이드, 실리콘, 타르에폭시	에폭시계 재료, 폴리머 시멘트, 아스팔트, 시멘트모르터

① 폴리머계 시멘트 혼화재

폴리머시멘트 혼화재는 보통의 시멘트모르터의 결합재로서 시멘트 이외의 폴리머를 시멘트의 0.3~0.5(중량비)정도 혼합하여 모르터의 특성을 개선한 것으로 코킹 등의 보수공사용 재료로서는 매우 유용하며 보통의 시멘트 모르터에 비해서 다음과 같은 개선된 장점을 갖고 있다.

- ① 휨인장강도와 신장력이 크다.
- ② 방수성이 좋고, 동결융해에 대한 저항성이 크다.
- ③ 건조수축이 작다.
- ④ 콘크리트, 모르터, 강재 등에 대한 접착력이 크다.
- ⑤ 내충격성, 내마모성이 크다.

② 레진콘크리트용 수지

결합재로서 시멘트를 사용하지 않고 폴리머만을 결합재로 이용한 것을 레진콘크리트라고 부르며, 폴리머 시멘트 모르터가 갖는 장점 이외에 내약품성이 우수하다. 또한 경화시간을 광범위하게 조절할 수 있고, 매우 단시간에 경화시킬 수도 있는 등의 이점을 갖고 있다. 따라서 이러한 특성을 잘 사용하면 코팅과 타설 등의 보수공사용의 재료로서는 매우 유용하다. 그 반면 내화성과 내열성이 떨어지고 경화시 수축이 크며 고가인 결점이 있다.

③ 콘크리트 도장 수지

기존 콘크리트 구조물의 표면에 모노머, 프리폴리머, 폴리머 등을 도포해서 침투시킨 후, 중합 등의 조작에 의해 콘크리트와 폴리머를

일체화함으로써 콘크리트 표층부에 강도, 수밀성, 신장능력, 내구성 등이 높은 보호층을 형성, 보수, 강화하는 공법으로서, 이러한 표면처리용 수지가 구조적 요인으로 발생하는 변형이 반복되는 구조부재에 사용될 때는 부착성능, 내후성은 물론 변형에 대하여 유연성을 가지는 재료의 선택이 중요하다.

※ 폴리머 시멘트계 모르터와 에폭시수지계 모르터 보수재의 특성 비교

구 분	폴리머 시멘트계	에폭시 수지계
시공성	독성이 없고, 시공기구의 청소가 간편, 습윤면에 시공이 가능, 한번의 시공두께가 얇기 때문에 두꺼울 때는 공정이 증가함	결량골재 혼합 형태로 하면 한번으로 시공두께 확보되어 공정이 간단함 경화제에 다소 독성이 있고, 시공기구의 청소도 상대적으로 어려움
경화성	일반형은 다소 경화시간이 길다	상대적으로 경화가 빠르며, 경화제 종류에 따라 경화시간 조절 가능
강도	콘크리트와 유사	인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함
탄성계수	콘크리트와 유사	일반적으로 콘크리트보다 작으며, 변형이 쉽게 일어나지만 조정 가능
부착성	양호하나 폴리머의 종류에 따라 차이가 있음	폴리머 시멘트계보다 부착성이 높음
방수성	양호하나 폴리머의 종류에 따라 차이가 있음	상대적으로 좋으나 골재의 입도 정도에 따라 나쁜 영향을 받을 수 있음
차염성	양호하나 폴리머의 종류에 따라 차이가 있음	상대적으로 좋으나 골재의 입도 정도에 따라 나쁜 영향을 받을 수 있음
가스투과성	양호하나 폴리머의 종류에 따라 차이가 있음	상대적으로 좋으나 골재의 입도 정도에 따라 나쁜 영향을 받을 수 있음
열팽창 계수	콘크리트와 유사	콘크리트보다 큼 (2~4배)
내화·내열성	콘크리트와 유사하나 폴리머의 혼합량이 많아지면 내화성은 낮아짐	온도가 높아지면 유연해지고 변형이 일어남
가격	-	폴리머 시멘트계에 비하여 재료비가 약 2배임

2. 주입공법

주입공법은 일반적으로 균열폭이 0.2mm 이상인 경우에 사용되며, 균열 내부에 점성이 낮은 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성과 내구성을 향상시키는 공법이다.

대부분의 균열 주입보수에 사용되고 있는 에폭시 수지는 수지의 탄성계수가 콘크리트에 비해서 작고 균열의 미세부분까지 주입이 곤란한 단점이 있으나, 최근에는 부재의 강성 및 휨과 전단내력을 균열 전과 동등한 수준으로 회복 시킬 수 있고 철근과의 부착강도도 증진시킬 수 있다.

1) 주입방법에 따른 분류

대부분의 교량에서는 매스콘크리트가 아닌 경우에는 균열폭이 최대 0.5mm 정도이므로 대부분 수동식 주입공법을 적용하고 있으며, 별도의 언급이 없으면 이 방법이 적용된다고 할 수 있다.

<주입공법의 분류>

공 법		기계주입공법	수동주입공법	페달식 공법	유입공법
조 건					
시공 위치	수평면(상)	○	○	○	○
	수평면(하)	○	○		
	수직면	○	○	○	
균열 폭(mm)	0.25 이하	○			
	0.25~2.00		○		
	2.00~53.00			○	
	5.00 이상			○	

2) 적용대상 : 0.2mm 이상의 균열이 발생된 콘크리트 부재

3) 재료특성

주입공법에 사용되는 주입재료는 주로 합성수지계와 시멘트계가 많이 사용되고 있으며, 이중 열경화성 합성수지인 에폭시수지가 가장 일반적으로 사용되고 있다.

구분	합성수지계	시멘트계
장점	○ 압축, 인장강도가 높다 ○ 다양한 형태의 균열과 시공조건에 사용할 수 있다 ○ 여러가지 점도로 제조할 수 있다	○ 탄성계수, 열팽창 계수 등이 콘크리트와 유사하다 ○ 습윤면에서의 부착성이 뛰어나다 ○ 국부적인 철근부식 억제 효과가 있다 ○ 상대적으로 저렴하다
단점	○ 취급이 복잡하고 온도관리 필요 ○ 습윤면에서 접착성 확보가 어렵다 ○ 탄성계수와 열팽창계수 등이 콘크리트와 다르다	○ 미세한 균열에는 주입이 어렵다 ○ 경화시간 및 접착성이 떨어진다

4) 주입재의 종류

구분	종류
수지계	에폭시 수지, 가변성 에폭시수지, 폴리머모르터 등
시멘트계	폴리머시멘트 페이스트, 팽창시멘트 주입재 등
실링재	실리콘계, 우레탄계, 폴리살화이드계 등

< 균열폭에 적절한 수지의 점도 >

형상		점도(20℃, cP)	주입가능한 균열 폭
액상	저점도	500 ± 200	0.1mm 전후
	고점도	1500 ± 500	0.2mm 전후
겔상태		6000 ± 1000	0.5~5mm 전후

☞ 에폭시수지의 품질 기준은 KS F 4923에 준한다.

<합성수지의 일반적 성질 및 용도>

수지		비중	강도(kg/cm2)				특징	용도
			인장	압축	휨	전단		
열경화성수지	에폭시수지	1.83	700	900-1400	900-1200	150-300	내수, 내약품, 고강도, 고가	구조용접착, 코팅재, 라이닝재, 실링재
	불포화폴리에스테르수지	1.10-1.65	300-700	900-2500	500-1300	50-200	상온경화, 내약품성 소	구조용접착, 코팅재, 라이닝재, 실링재
	페놀수지	1.25-1.45	252-650	800-2500	500-1100	70-150	내수, 내열성, 염가	합판, 집성재 등의 접착, 실재, 코팅재
	레솔린수지	1.25-1.45	250-650	800-2500	500-1100	80-110	내수, 내구성 대	옥외용 합판, 내수합판의 접착, 구조용
	요소수지	1.4-1.52	400-900	1750-2800	700-1100	-	내수, 내열성 소	일반용합판, 샌드위치판
	퓨란수지	1.75	200-300	700-900	700-1100	150-200	내약품성 대	코킹재, 라이닝재
	폴리우레탄수지	-	10-50	-	400-600	-	내열, 내약품성 대	실링재
열가소성수지	초산비닐수지	1.18-1.05	350	-	-	-	팽윤성, 내열 소	타일 등의 접착
	부틸알콜	1.05	35-210	-	-	-	내수성	페놀수지와 혼용한 구조용

3. 충전공법

충전 공법은 0.5mm 이상의 비교적 큰 폭을 가진 균열의 보수에 적용하는 공법으로 균열을 따라서 콘크리트를 V 또는 U-cut 한 후 그 부분에 보수재를 채워넣는 공법이다. 이 공법은 철근의 부식여부, 균열의 진행성 등에 따라 보수 방법을 달리하여야 하는데, 각각의 경우 일반적인 적용 형태는 다음과 같다.

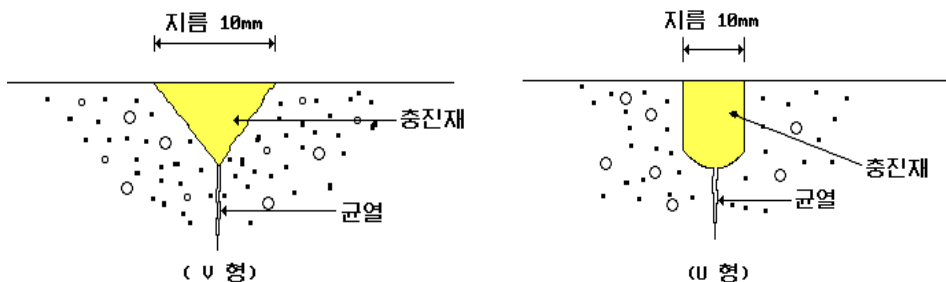
1) 조건에 따른 분류

가. 철근이 부식되지 않은 경우

균열선을 따라 약 10mm 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 제거한 후, 제거부분에 실링재, 폴리머모르터나 폴리머시멘트모르터, 가소성에폭시수지 등을 충전하여 보수한다. U형 제거 방법은 균열선을 중심으로 양쪽에 커터로 홈을 낸 후 그 사이의 콘크리트를 제거한다. 한편 V형 절단 방법은 원추형의 다이아몬드 조각을 전동 드릴 끝에 장착하여 균열선을 따라 제거한다.

폴리머시멘트모르터로 충전하는 경우는 박리 현상이 일어나기 쉬우므로 U형 절단방법을 사용하는 것이 바람직하다.

< 철근이 부식되지 않은 경우 충전공법 >

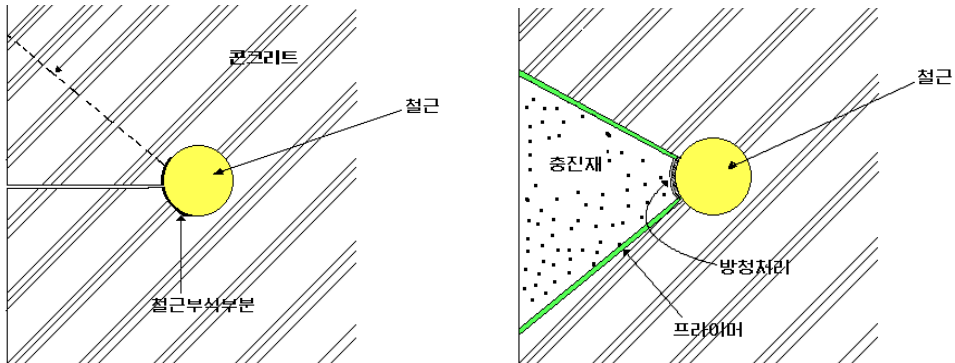


나. 철근이 부식된 경우

철근이 부식된 경우에는 철근이 부식된 부분을 제거하고 철근에 방청처리를 한 후 폴리머모르터나 폴리머시멘트모르터로 충전한다.

이 방법은 철근이 부식된 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 목적으로 한 것으로서, 여러 가지 공법이 개발되어 있으며, 최근에도 많은 연구가 진행되고 있다.

< 철근이 부식된 경우 충전공법 >

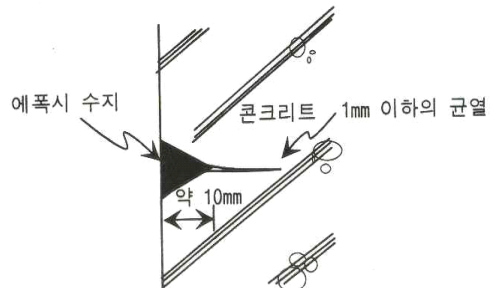


다. 균열이 진행성인 경우

균열선을 따라 약 10mm를 한변으로 하는 정삼각형(V형)으로 절단하여 완전히 제거한 후 겔 상태의 수지를 주입한다. 겔 상태의 수지란 중량비로 에폭시수지 1에 대해 규석분 2.5~3.5를 혼합·교반한 것이다. 그러나 이러한 균열은 발생 원인에 따라 보강공법이 적용되어야 할 경우도 있으므로, 주의해야 한다.

라. 균열이 비진행성인 경우

이 경우에는 변형력, 신장력이 큰 재료가 유리하며, 겔상태의 에폭시수지 대신에 탄성접착제 등을 사용할 수 있다. 이 경우 V형으로 절단된 면에 에폭시수지를 프라이머로 도포하면 접착력을 향상시킬 수 있다.



마. 누수가 있는 경우

누수가 있는 경우에는 보수에 의해 물을 차단하면 수압 때문에 보수한 부근에서 누수가 진행되므로 이에 대한 근본적인 조치가 우선적으로 수행되어야 한다.

2) 적용대상 : 0.5mm 이상의 비교적 큰 균열이 발생된 콘크리트 부재

3) 재료특성

가. 에폭시수지계 충전재

주요 조성성분은 에폭시수지로서 에폭시수지의 조성을 변화시켜 진행성 및 비진행성 균열에도 적용 가능하다. 콘크리트 곰보나 철근 노출부의 보수에 적합하다.

나. 에폭시계 경량 모르터

특수변형 에폭시수지를 사용한 것으로 부착성이 높으며 비교적 경량이다. 공기가 짧고, 작업성이 뛰어난 장점이 있으며, 결손부위 충전에 적합하다.

다. 경량 에폭시수지 모르터

에폭시수지에 경량 골재를 혼합한 것으로 비중이 낮아 시공성이 좋다. 단면보수용으로 적합하다.

라. 에폭시수지 모르터

에폭시수지에 특수골재를 혼합한 것으로 요변성이 있는 에폭시수지와 골재로 구성되며, 비투수성으로서 콘크리트 구조물의 방식, 방청, 결손부의 보수 등에 적합하다.

마. 수지프리팩트계 단면 복구재

비닐에스텔수지에 골재를 혼합한 것으로 경화속도가 빠르며 강도가 높다.

바. 실런트계 충전재

두가지 성분형 실리콘으로 내후성, 내구성, 내수성이 뛰어나다. 프라이머 사용으로 대부분의 피착재에 접합이 가능하다. 연신 특성이 우수하여 진동, 신축에 대한 추종성이 뛰어나다.

사. 합성수지계 프리팩트 콘크리트

불포화 폴리에스텔수지에 골재를 혼합한 것으로 저온시의 강도 발현성이 뛰어나다.

아. 우레탄계 충전재

두가지 성분의 우레탄 수지가 주요 원료로서 신축성과 추종성이 뛰어나며 보후시 흘러내림이 없다. 균열폭 5mm 이상의 균열에 적용 가능하다

부록 2 : 기타 균열보수재 품질기준

1. 표면처리 재료

1) 크리트 표면 도포용 액상형 흡수 방지재(KS F 4930)

항목		품질기준	
		유기질계	무기질계
도포 후의 겉모양		변화가 없을 것	
침투 깊이 (mm)		2.0 이상	-
내 흡수성	표준상태, 내알칼리성 시험 후	물 흡수계수비 0.10이하	물 흡수계수비 0.50이하
	저온·고온 반복 저항성 시험 후		
	촉진 내후성 시험 후	물 흡수계수비 0.20이하	
내 투수 성능		투수비 0.10이하	
염화물 이온 침투 저항 성능 (mm)		3.0이하	

2) 콘크리트 보호용 도막재(KS F 4936)

항목		품질기준
도막형성후의 겉모양 (표준 양생 후, 촉진 내후성 시험 후 온·냉 반복시험 후, 내알칼리성 시험 후 내염수성 시험후)		주름, 잔갈림, 핀홀, 변형 및 벗겨짐이 생기지 않을 것
중성화 깊이(mm)		1.0 이하
염화물 이온 침투 저항 성능 (Coulombs)		1000 이하
투습도(g/m ² · day)		50.0 이하
내 투수성		투수되지 않을 것
부착강도(N/mm ²) (표준 양생 후, 촉진 내후성 시험 후 온·냉 반복시험 후, 내알칼리성 시험 후 내염수성 시험후)		1.0 이상
균열 대응성	-20℃, 20℃	잔갈림 및 파손되지 않을 것
	촉진 내후성 시험 후	

3) 폴리우레아 수지 도막방수재(KS F 4922)

항목			품질기준		
도포작업성			콘크리트 구조체 방수를 위한 분사도포작업에 지장이 없을 것		
지축 건조 시간			소정의 배합비로 혼합하여 분사도포 후 20~30초 이내에 지축 건조상태로 되어 있을 것		
겉모양			주름, 처짐, 균열, 패임(핀홀), 경화 불량, 뭉침 등이 없을 것		
물성	인장성능	인장강도(N/mm2)		16 이상	
		파단시 신장률(%)		300 이상	
	인열성능	인열 성능(N/mm)		50 이상	
	온도 의존성	인장 강도비 %	시험온도 -20℃	150 이상	
			시험온도 60℃	60 이상	
		파단시 신장률%	시험온도 -20℃	100 이상	
			시험온도 20℃	200 이상	
			시험온도 60℃	150 이상	
			가열 신축 성상		신축률 %
	열화 처리 후의 인장성능	인장 강도비 %	가열 처리	80 이상 200 이하	
			축진 노출 처리	80 이상 150 이하	
			알칼리 처리		
			산 처리		
			염화나트륨 처리		
		파단시 신장률 %	가열 처리	250 이상	
			축진 노출 처리		
			알칼리 처리		
			산 처리		
			염화나트륨 처리		
	신장시 열화 성상		가열 처리	어떤 시험편에도 갈라진 잔금 및 뚜렷한 변형이 없을 것	
			축진 노출 처리		
			오존 처리		
	부착성능	무처리 N/mm2	부착 강도	1.5이상	
		냉온반복 처리 후	겉모양	어떤 시험편에도 갈라진 잔금, 들뜸, 박리 등의 현상이 없을 것	
	내피로성능			어떤 시험편에도 도막의 구멍 뚫림, 찢김, 파단 및 주름이 없을 것	

4) 시멘트 혼입 폴리머계 방수재(KS F 4919)

항목		품질기준
부착강도(N/mm ²)		0.8 이상
내잔갈림성		방수층 표면에 잔갈림이 없을 것
흡수량(g)		2.0 이하
인장성능	인장강도(N/mm ²)	1.0 이상
	신장률(%)	50 이상
습기투과성(Sd (m))		4 ^a 이하
내투수성		0.3N/mm ² 수압에 투수되지 않을 것

2. 주입, 충전 재료²⁾

1) 균열보수재(무기계) 품질기준

시험항목		품질기준		시험방법
		폴리머 시멘트계	초미립자계	
균열폭(mm)		0.8-5.0	0.2-2.0	
점 도(mPa · s)		10,000 이상	-	KS M 3705
유하 시간	1회(초)	30 이내	30 이내	NSKS-003
	2회(초)	45 이내	45 이내	
유동성(초)		25 이하	25 이하	JSCE-F 522 P로드
보수계수		0.30-0.65	0.30-0.65	NSKS-008
가사시간(분)		30 이상	-	온도상승법
경화시간(시간)		16 이내	-	가드너식
경화수축율(%)		0.1 이하	-	KS F 2424
부착강도 (MPa)	건조	6 이상	-	KS F 4923
	습윤	3 이상	-	
흡수율(%)		15 이하	15 이하	40X40X160mm 시험체의 48시간 흡수율 측정

※ NSKS(일본건축마감재협회), JSCE(일본토목학회)

2) [시설물의 보수·보강방법 연구(시설안전공단, 2011)]

2) 균열충전재 품질기준

시험항목	품질기준	
	에폭시 수지계 모르터	폴리머시멘트 모르터
작업가능시간(분)	표시값 $\pm 20\%$ 이내	-
시멘트 혼화용 폴리머의 고형분(%)	-	표시값 $\pm 1\%$ 이내
힘강도(MPa)	10.0 이상	6.0 이상
압축강도(MPa)	40.0 이상	20.0 이상
부착강도(MPa)	1.5 이상	1.0이상
내알칼리성	-	압축강도 20.0MPa이상
중성화 저항성(mm)	-	2.0 이하
투수량(g)	0.5 이하	20 이하
물 흡수계수($\text{kg}/(\text{m}^2 \square^{0.5})$)	-	0.5 이하
습기투과저항성(Sd)	-	2m 이하
염화물이온 침투저항성(Coulombs)	1,000 이하	1,000 이하
길이변화율(%)	± 0.15 이내	± 0.15 이내

◆ 콘크리트 구조물 균열관리 매뉴얼 ◆

대전지방국토관리청장 김 일 환

건설관리실장 하 태 옥

건설관리과장 김 용 범

주 무 관 송 창 원 신 명 섭 김 창 범

 이 상 원 김 갑 중 박 창 준

 이 순 호 김 소 라 이 원 호

 최 상 호 박 세 진

2016년 10월 31일 인 쇄

2016년 10월 31일 발 행

발행 : 대전지방국토관리청 건설관리실 ☎ 042-670-3423

(비매품)