

콘크리트구조물의 균열보수를 위한 재료 및 시공법의 계획

2009. 02



ENGINEERING & CONSTRUCTION

**롯데건설(주) 기술연구원
건설재료팀**

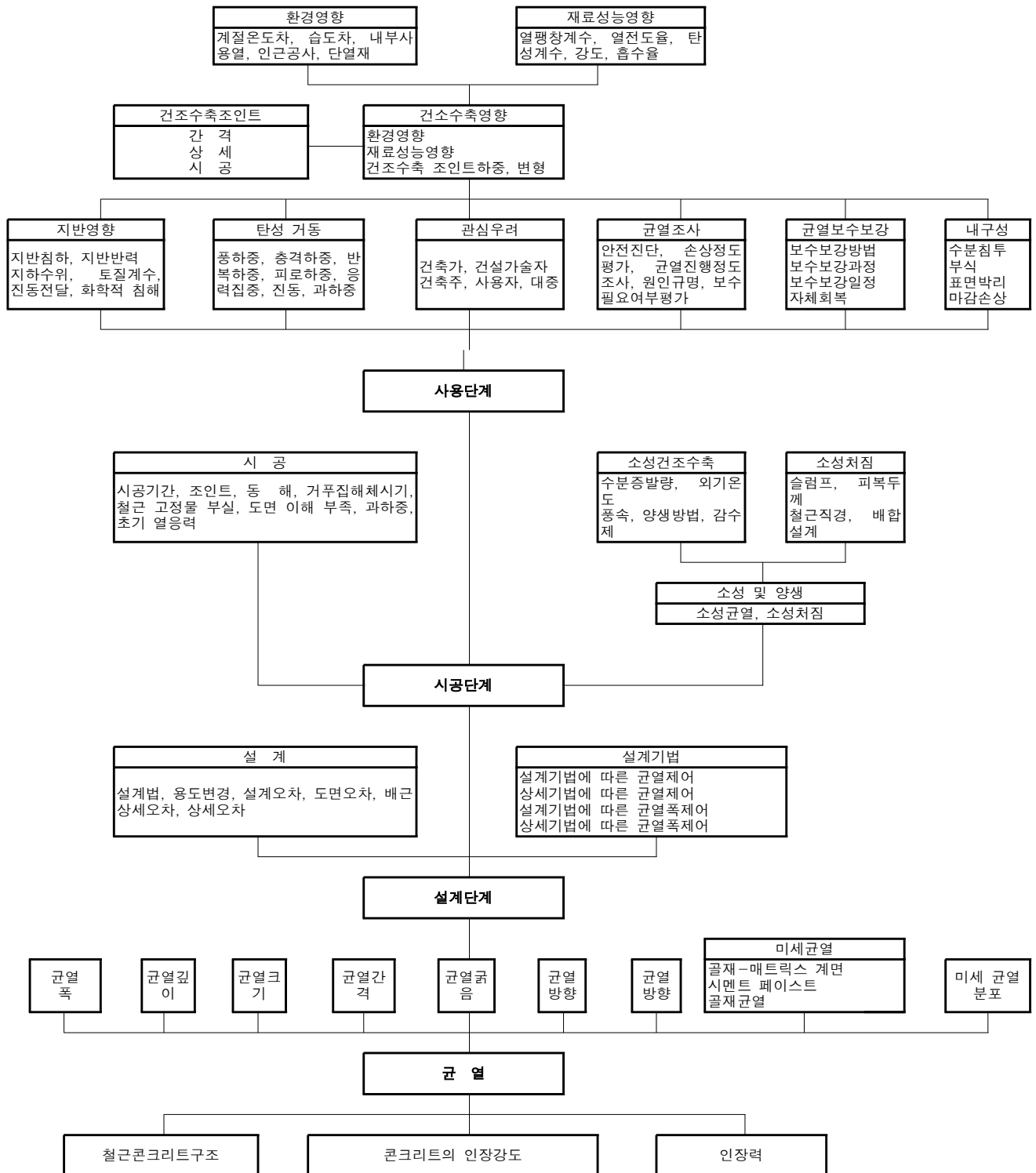
1. 일반사항

1.1 균열의 발생

균열에 대한 보수는 “균열의 발생에 의해 손상된 철근콘크리트 구조물의 내구성, 방수성 등 내력 이외의 기능 회복을 목적으로 하는 수단”으로 정의하고 있으며 균열 보수 시에는 균열의 원인, 보수의 범위 및 규모, 환경조건, 안전성, 공기, 경제성 등을 고려하여 재료 및 공법, 시기 등을 계획해야 한다.

<표 1.> 균열발생 원인 및 제어대책

균열의 종류		균열의 원인	영향 인자	제어 대책
소성 수축		굳지않은콘크리트 표면의 수분손실	증발량, 외기온도, 상대습도, 풍속	낮은 온도에서 타설 바람 차단 설비 설치 임계온도 유지
건조 수축		시멘트 페이스내의 수분 수축과 팽창에 의한 인장응력	골재, 배합수량, 시멘트 등과 수분의 거동, 부재의 크기, 형상, 기상조건	양호한 골재의 사용. 최소 철근량 및 배근 간격 유지 적절한 조인트 설치 팽창시멘트 사용
열응력	수화열	시멘트의 화학반응에 의한 수화열	단위시멘트량, 시멘트 종류, 혼화재, 열전도율, 비열, 대류계수	단위시멘트량 감량, pre-cooling의 온도 저감
	온도증감	외부 열에 의한 체적변화가 다른 제약으로 내부 응력 발생.	구조물에 작용하는 온도구배	적절한 온도 철근 배치. 열팽창계수가 작은 골재 사용.
알칼리 골재 반응		시멘트의 알칼리(Na, K) 성분과 골재의 실리카 성분의 반응	SiO ₂ 를 함유한 골재 사용 (opal, chalcedony, 화산성 유리, 석영, 석회함 등)	미반응성 골재 사용 저알칼리성 시멘트 사용
기상작용		동결융해의 반복	콘크리트 내부 잉여수분의 동결	AE제 사용으로 내동해성 증대 W/C를 낮추어 수밀콘크리트 제조
철근부식		탄산화, 염해 황산염, 화학적 침식 등	CO ₂ , 산성비, Cl ⁻ 기타	양질의 콘크리트 제조 내구성 설계 반영



[그림 1.] 콘크리트구조물의 균열 발생원인과 영향인자

1.2 콘크리트의 균열발생 기구

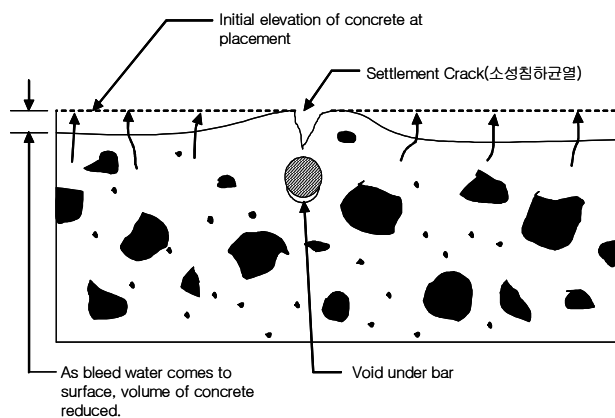
1.2.1 굳지않은 콘크리트의 균열

1) 소성수축 균열

노출 면적이 넓은 슬래브와 같은 구조부재에서 타설 직후에 발생하는 것으로 건조한 바람이나 고온저습한 외기에 노출될 경우에 양생이 시작되기 전이나 마감 직전에 발생한다. 수분증발에 의한 수축은 건조되지 않은 내부 콘크리트의 구속으로 억제되어 표면에 인장응력이 발생하여 나타난다.

2) 침하 균열

콘크리트는 타설 이후에도 계속하여 압밀되는 경향이 있으며 거푸집이나 철근 배치 등에 의하여 영향을 받으며 철근직경이 클수록, 충분한 다짐을 못한 경우, 슬럼프가 클수록 증가한다.



1.2.1 경화 콘크리트의 균열

1) 건조수축 균열

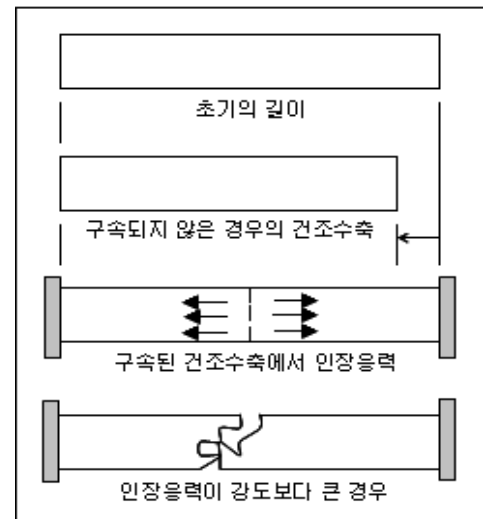
건조수축 균열의 원인은 콘크리트 내의 수분 손실에 있으며 인장응력수축과 구속에 의한 인장응력이 구체가 가지는 인장능력을 초과할 때 균열이 발생하는 것으로 강도가 큰 골재를 사용 할수록 수축량은 감소하고 수분함유량이 클수록 수축량은 증가하게 된다.

● 시멘트의 영향

시멘트의 분말도는 건조수축에 큰 영향을 미쳐 분말도가 높을수록 수축이 크게 발생하며 무기질계 결합재를 치환하거나 고로슬래그시멘트 또는 플라이애시시멘트를 사용할 경우 보통포틀랜드시멘트를 사용할 때와 비교하여 수축율이 크게 발생한다.

● 골재의 형태

전체 콘크리트의 65~75%를 차지하는 골재는 수축에 큰 영향을 미치는 것으로 골재의 압축성이 지대한 영향을 미쳐 탄성계수가 클수록 콘크리트의 수축을 억제하는데 기여하며 단위중량에 굵은골재의 양을 증가시키는 것이 효과적이다.

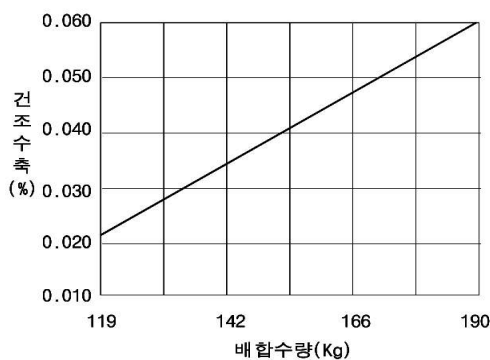


● 함수비와 배합비

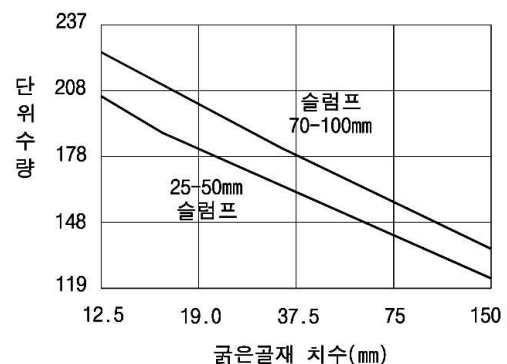
배합수는 건조수축에 영향을 미치는 중요한 인자로서 단위수량이 증가하면 골재의 부피가 상대적으로 적어져 건조수축량이 커지게 된다.

<표 2.> 콘크리트 건조수축에 대한 골재종류의 영향

골재의 종류	비 중	흡수율(%)	1년간 건조수축
Sandstone	2.47	5.0	0.166
Slate	2.75	1.3	0.068
Granite	2.67	0.8	0.047
Limestone	2.74	0.2	0.041
Quartz	2.66	0.3	0.032



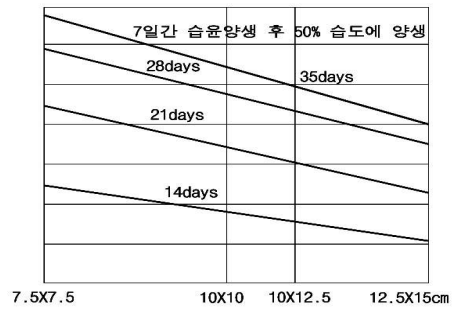
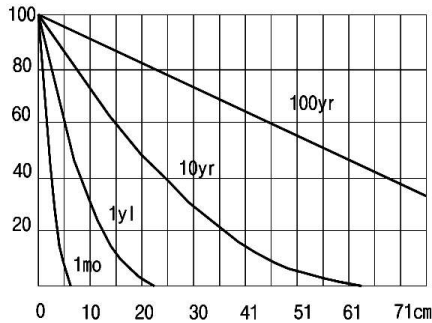
[그림 2.] 배합수량이 건조수축에 미치는 영향



[그림 3.] 골재치수가 단위수량에 미치는 영향

● 부재의 크기

부재의 크기는 콘크리트 내의 수분이동에 영향을 주게 되므로 건조수축과 크리프의 진전속도와 크기는 부재의 크기가 증가할수록 감소하는 경향이 있다.



[그림 4.] 노출된 콘크리트의 시간에 따른 건조율 [그림 5.] 시편의 크기에 따른 건조수축량의 변화

2) 하중에 의한 균열

설계하중을 초과하는 하중(예: 크레인, 레미콘)에 의해 발생한 손상을 입기 쉬운 초기 단계에서의 콘크리트 균열은 영구적인 균열로 발전할 수 있으며 균열이 하중의 초과에 의한 균열인지 발생한 균열형태와 하중재하 형태 및 구조계산 등을 통하여 규명할 필요가 있다.

● 휨 균열

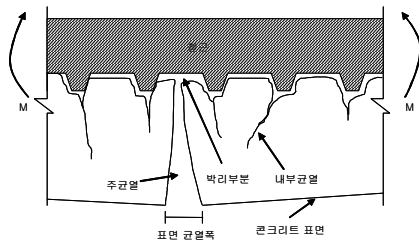
주균열이 철근에 이르는 위치부근을 중심으로 콘크리트는 철근에서 박리가 시작되므로 박리영역을 줄이기 위해서는 주균열 폭을 작게 해야 한다.

● 전단 균열

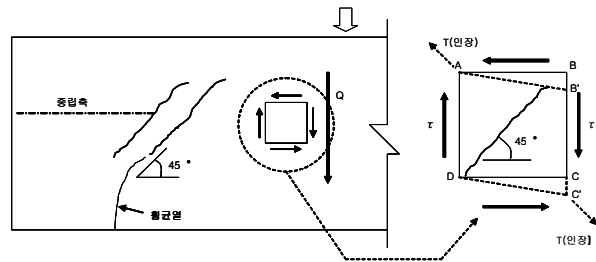
부재의 미소편(ABCD)에 작용하는 응력은 종립축 부근이므로 휨에 의한 수직응력은 영이고 전단응력(τ)만이 작용함에 따른 균열이 발생할 수 있다.

● 타설후 초과하중으로 인한 균열

타설후 시공중에 유발되는 하중은 실제 사용시에 작용하는 사용하중보다도 클 수 있어 시공 중에는 구조물이 완전하지 못한 관계로 손상을 받을 수 있다. 특히, 외부의 빠른 온도강하는 부재 표면에 균열을 유발하고 시공중의 재료의 과적이나 건설장비의 가동에 따른 하중을 고려할 필요가 있다.



[그림 6.] 하중에 의한 휨균열



[그림 7.] 하중에 의한 전단균열

3) 시공요인에 의한 균열

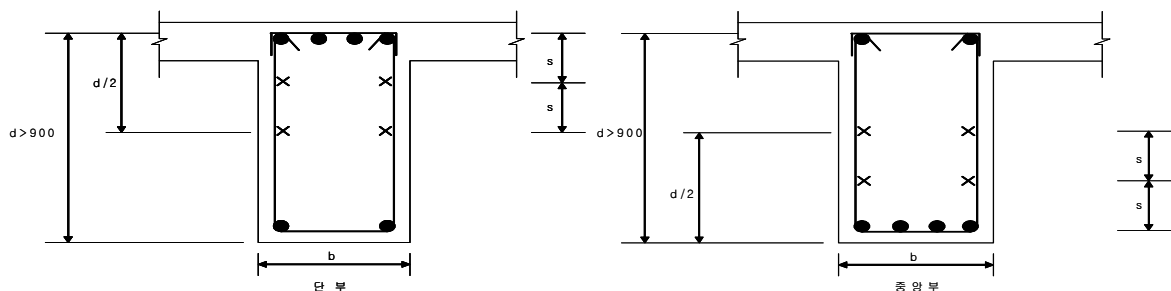
시공성 향상을 위한 현장가수는 워커빌리티를 증가시키지만, 단위수량의 증가로 인한 건조수축 균열이 증가될 수 있으며 거푸집 보강의 부적절, 시공조인트의 부적절한 위치 선정, 다짐이 불충분한 경우 등의 제반요인에 의하여 콘크리트의 강도가 발현되기 이전에 균열이 유발될 수 있다.

● 철근이 피복두께

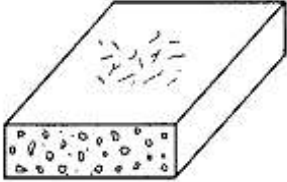
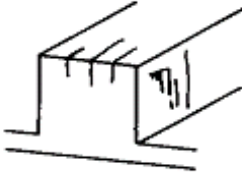
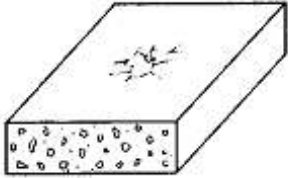
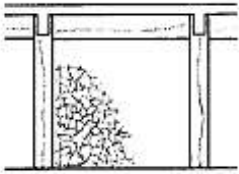

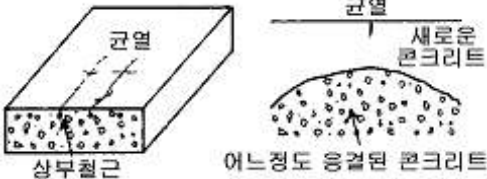
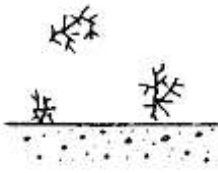
철근 피복 두께가 두꺼우면 콘크리트 표면이 철근에서 멀어지게 되어 표면부근에 발생하는 건조수축을 구속할 수 있는 힘이 약하기 때문에 균열이 분산되지 않고 집중되어 발생한다. 특히 인장철근 측의 피복두께가 두꺼우면 구조내력이 저하로 인한 변형이 진행되어 인장측에 균열이 발생한다. 피복두께가 부족하면 철근배근을 따라 콘크리트 건조수축에 의한 인장응력이 집중되어 균열이 발생된다.



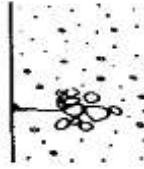

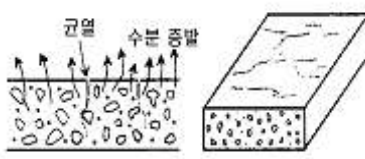
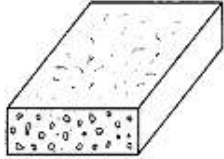
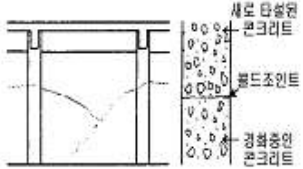
● 깊은 보 표면균열

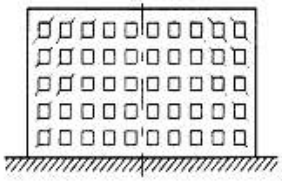

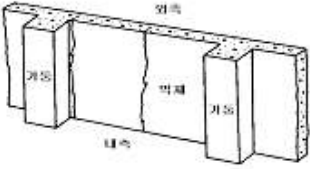
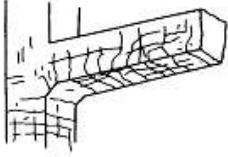
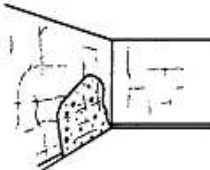
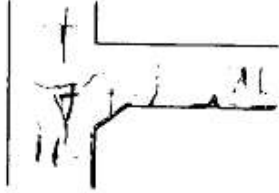

강도설계법의 채택으로 높은 사용하중에 따른 철근배근으로 응력이 발생할 경우 하였다. 깊은 보의 경우 보춤이 900mm 이상일때, 표면균열을 제어하기 위한 표면철근(Skin Reinforcement)을 배근할 필요가 있다.

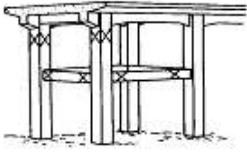
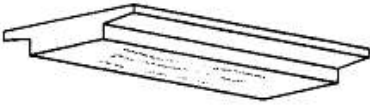
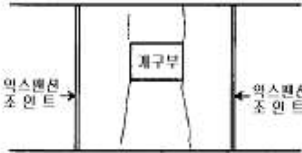
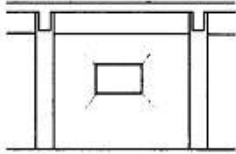
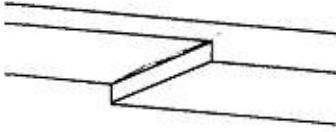
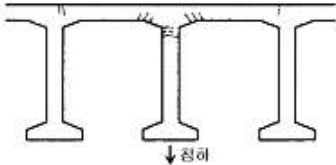


1.3 균열 발생의 원인과 형태의 예

원 인	형 태	현 황
시멘트의 이상 응결		짧고 불규칙한 균열이 비교적 빨리 발생.
시멘트의 수화열		큰 단면(한 변이 80cm이상)인 벽체, 두꺼운 지하 외벽 등에 내부구속에 따른 종방향 표면균열이나 외부구속에 따른 벽체에 수직한 관통균열이 일정 간격으로 발생.
점토분이 많은 골재		콘크리트의 건조에 따라 불규칙적인 그물눈 모양의 균열 발생.
알칼리-골 재 반응		기둥·보에서는 재축 방향에 평행하게, 벽/옹벽에서는 방향 없이 마구 갈라지는 형으로 발생.
콘크리트중 의 염화물		콘크리트내에 염화물이 함유되었을 경우 철근의 부식으로 균열 발생.
콘크리트의 침하 블리딩		상부철근 위에 발생하는 것으로 콘크리트 타설 후, 1~2시간에 철근에 따라 발생.
혼화재의 불균일한 분산		팽창성과 수축성이 있는데 모두 부분적으로 발생.

원 인	형 태	현 황
장시간 비비기		운반시간이 너무 길어 발생하는 균열로 전체 면에 그물눈 모양으로 발생.
급속한 타설		급속히 콘크리트를 타설하면 콘크리트 의 침강으로 균열 발생.
불충분한 다짐		콘크리트 다짐을 충분히 하지 않아 내 부에 곰보나 벌집 같은 것이 생겨 그로 인해 균열이 발생.
콘크리트 경화 중 재하진동		콘크리트 경화중 적재 및 공사용 기계 의 진동에 의해 균열이 발생.
초기 양생 중 급속한 건조		콘크리트 타설 직후 건조한 바람이나 고온저습한 외기에 노출될 경우 습윤의 손실로 소성 수축 균열 발생.
양생의 불량		조기건조나 습윤양생이 부족하면 짧고 불규칙한 균열 발생.
부적당한 이어치기 (콜드 조인트)		이어치기 처리가 적절하지 않으면 신구 의 콘크리트 경계에 균열 발생.

원 인	형 태	현 황
환경 온·습도의 변화		기상작용으로 건물이 신축하여 옥상슬래브 및 외벽면에 균열 발생.
동결 응해의 반복		습기에 노출이 심한 부재의 모서리 부분에서 망상균열이나, 박리·박락 등이 발생.
부재 양면의 온·습도 차이		외측과 내측의 온·습도 차이가 클 경우, 균열은 부재간의 중앙 혹은 구속 부재의 인접부의 저온 혹은 건조한 쪽에 발생. 초기에는 균열은 관통하지 않지만, 반복작용으로 시간이 경과하면 관통.
화재, 표면가열		급격한 온도상승과 건조에 따라 그물눈 모양의 미세한 균열과 함께 보, 기둥에 거의 등간격의 굽직한 균열이 발생.
산·염류의 화학작용		콘크리트 표면이 침식되어 철근 위치에 발생.
중성화로 인한 내부 철근의 녹, 침입 염화 물에 의한 내부철근의 녹		철근을 따라 발생하고 녹이 유출할 수 있음.
하중		보통의 휨모멘트를 받는 부재에는 미세한 균열(폭 0.1~0.2mm)은 발생하나 0.2mm를 초과하는 폭은 전단력에 의하여 발생함. 상세 검토 필요.

원 인	형 태	현 황
설계하중을 넘는 하중		지진 시 수평력에 의한 균열 발생.
단면 철근량의 부족		배력 철근량의 부족으로 균열 발생
익스팬션 조인트의 부적당한 위치		익스팬션조인트의 위치나 간격이 부적당하면 조인트 중간의 취약부위에서 균열 발생.
모서리 부분의 응력집중		벽 부재에 있어서 개구부의 유무·구속 정도에 따라 균열 발생.
단면 크기의 변화 부분		단면의 크기가 갑자기 변화하는 곳에서는 응력집중에 의해 균열 발생.
부등침하		부정정구조물에서는 지지 점의 부등침하에 따라서 균열 발생.

2. 건축물의 균열보수 방향의 설정

2.1 보수 계획의 설정

보수 계획의 수립 시 다음의 사항을 고려할 수 있는 내용으로 계획을 설정한다.

- 1) 보수의 범위와 규모
- 2) 균열의 원인, 발생상황, 구조물의 중요도 및 환경조건
- 3) 보수목적 및 회복 목표수준의 설정
- 4) 보수작업에 필요한 기자재, 재료 및 공사장 주변의 제 3자에 대한 안전성 등

2.2 균열 폭의 한도

구조물에 발생하는 균열에 대하여 구조적 안전도 등을 고려하여 허용하는 균열폭 기준 (ACI224 위원회)과 보수여부에 관한 균열 폭의 한계는 다음 표 과 표 와 같다.

<표 3.> 허용 균열 폭 (국내 기준)

강재의 종류		강재 부식에 대한 환경 조건			
		건조한 환경	일반 환경	부식성 환경	극심한 부식성 환경
철근	건물	0.4mm	0.3mm	0.004C	0.0035C
	기타구조물	0.006C	0.005C		
PS 강재		0.005C	0.004C	-	-

C : 최외단 철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복 두께(mm)
물을 저장하는 수조 등과 같은 구조의 허용 균열 폭은 0.1mm로 한다.

<표 4.> 허용 균열폭 (미국콘크리트 학회-ACI224 위원회)

노 출 조 건	허용 균열폭(mm)
건조한 외기 또는 보호막이 있는 경우	0.41
습한 외기 또는 지중	0.30
제빙용 화학 혼합제 사용시	0.18
해수 및 건습이 교차하는 경우	0.15
수조 구조물	0.10

<표 5.> 강재의 부식에 대한 환경 조건의 구분

구 분	환경 조건
건조환경	옥내 부재, 부식의 우려가 없을 정도로 보호한 경우 보통 주거 및 사무실 건물 내부
습윤환경	일반 옥외의 경우, 흙 속의 경우
부식성 환경	1) 습윤 환경과 비교하여 건습의 반복 작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하 수위 이하의 흙속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결 작용이 있는 경우, 동상 방지제를 사용하는 경우 2) 해양 콘크리트 구조물 중 해수 중에 있거나 극심하지 않은 해양 환경에 있는 경우
고부식성 환경	1) 강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우 2) 해양 콘크리트 구조물 중 간만조의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

<표 6.> 내구성면에서 허용 최대 균열 폭(CEB·FIP 국제 지수)

조 건	허용 최대 균열 폭	
	영구 하중과 장기에 작용하는 변동 하중	영구 하중과 변동 하중의 불리한 조합
유해한 노출 조건하의 부재	0.1	0.2
보호되어 있지 않는 부재	0.2	0.3
보호되어 있는 부재	0.3	미관상 체크

<표 7.> 보수여부에 관한 균열폭의 한계(일본 콘크리트 공학협회) (단위 : mm)

구 분		내구성 측면			방수성 측면
보수여부		엄격	보통	완만	
보수 필요	대	0.4 이상	0.4 이상	0.6 이상	0.2 이상
	중	0.4 이상	0.6 이상	0.8 이상	0.2 이상
	소	0.6 이상	0.8 이상	1.0 이상	0.2 이상
보수 필요 없음	대	0.1 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.05 이하
	중	0.1 이하	0.2 이하	0.3 이하	0.05 이하
	소	0.2 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.05 이하

2.3 균열보수 설계방법의 설정

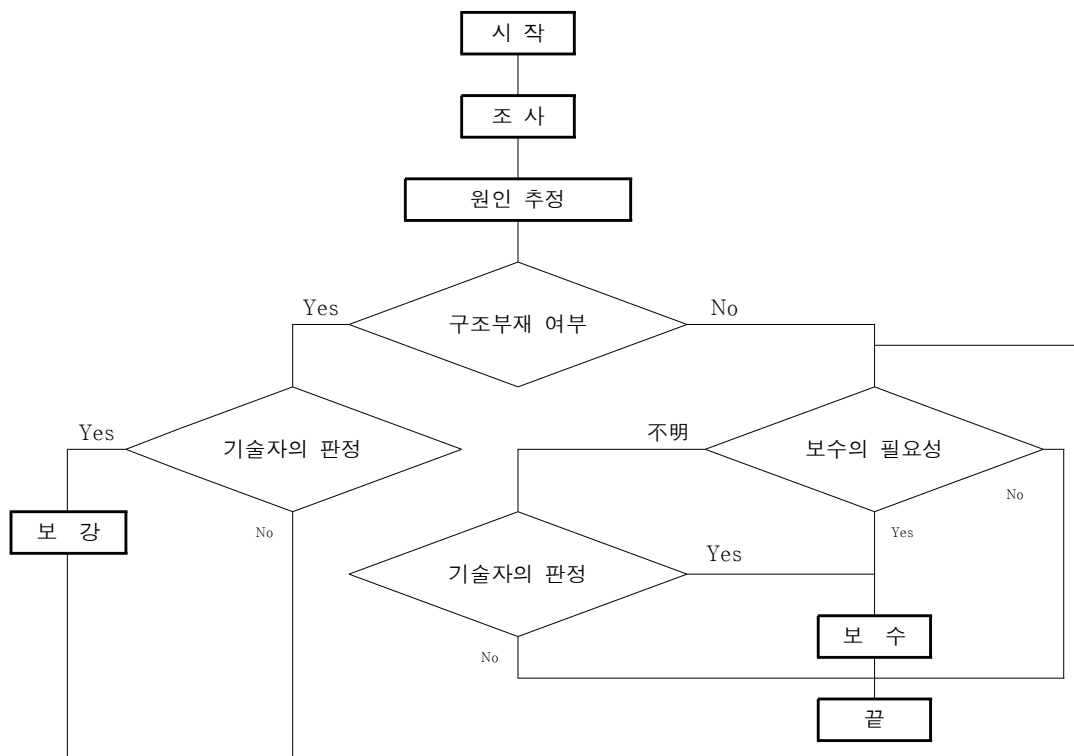
1) 재료 및 공법, 시기 등을 선정 시 고려사항

- 안전진단 결과에 따른 보수 필요여부의 판정에 따라 범위와 규모 설정
- 균열의 원인, 상황(균열의 폭, 길이, 깊이, 형태 등), 구조물 중요도, 환경조건 등 파악
- 보수목적 및 회복목표를 명확히 정하고 환경조건을 고려한 재료와 공법 선택

2) 건축물의 성능회복 목표 설정

초기성능, 사용연수, 균열 발생원인, 성능저하도 및 범위, 보수보증연수 등에 따라 다르지만 다음 3단계로 구성한다.

- (1) 건전한 부재와 같은 정도의 범위→균열의 원인이 명확한 경우
- (2) 사용상 지장이 없는 범위→균열의 원인을 전부 명확하게 파악할 수 없는 경우
- (3) 사람에 대한 안전성이 확보될 수 있는 범위→사람에 대한 안전성을 확보하기 위한 보수

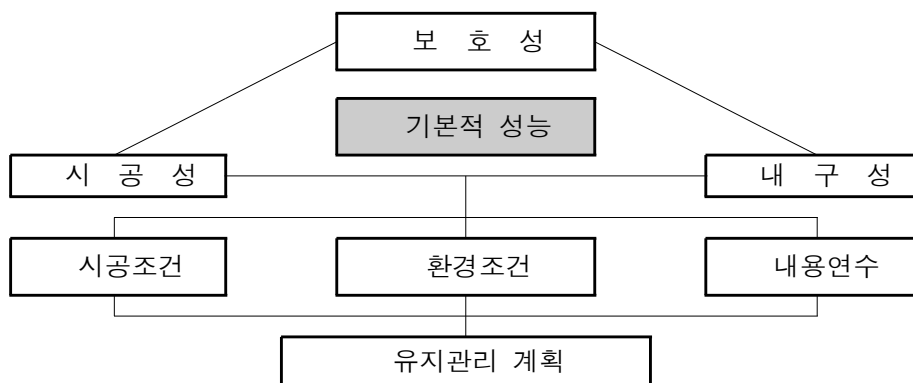


[그림 8.] 균열보수의 판정 순서

3. 균열 보수재료와 공법의 선정

3.1 보수재료에 대한 요구성능의 결정

보수재료에서는 성능회복과 유지성능이 중요하고, 시공성을 겸비한 것이 중요하며 요구되는 성능으로 보호성능, 내구성능, 시공성능의 3가지로 분류할 수 있으며, 보수재료에 요구되는 각 성능의 관계는 [그림 9]와 같음



[그림 9.] 보수재료의 요구성능 관련도

1) 보호성능

→ 보호성능은 콘크리트 자체의 변질과 콘크리트 중의 강재의 부식을 억제하는 성능이고, 콘크리트 열화인자의 침입을 억제하는 성능

2) 내구성능

→ 보수재료도 환경의 영향 등으로 성능이 저하하기 때문에 어느 정도의 기간 동안 만큼은 유지된다고 할 수 있지만, 결국은 그 보수재료가 갖고 있는 내구성능이 중요

3) 시공성능

→ 시공조건 하에서 보수재료의 시공이 가능한가, 혹은 내구성능에 어떤 영향을 미치는가를 판단하기 위한 성능

4) 기타성능

→ 보수재료 선택 시의 필수요소로서 구조물과 보수재료의 체적변화에 대한 적합성이 필요.
보수재료의 건조수축 진행과정은 다음과 같음

- ① 건조수축 중의 보수재료는 수축이 구속되지 않으면 체적이 수축
- ② 건조수축에는 시간이 걸리고, 일반적으로 재령 30일 이내는 수축이 크게 진행
- ③ 보수재료는 기존 구조물의 바탕 콘크리트에 부착한 것으로, 자유롭게 수축할 수 없음.
- ④ 수축(변형)은 기존 구조물의 바탕 콘크리트에 의해 수축이 구속되기 때문에 보수재료는 내부에 인장응력이 축적
- ⑤ 타설 시점에서는 인장강도가 없지만, 시간의 경과에 따라서 인장강도 증가.
- ⑥ 보수재료는 순수 인장력을 받고 있지만, 동시에 크리프에 의해 응력은 완화.
- ⑦ 보수재의 순수 인장응력이 작용하는 인장강도보다 크면 균열 발생.

4. 균열 보수재 및 공법의 현황

4.1 균열보수 소재의 구분

에폭시, 아크릴, 우레탄 등과 같은 유기합성소재 계열의 것과 시멘트에 에멀션을 혼입한 무기질계열의 것이 있음.

■ 수지계 소재 → 콘크리트 구조체의 거동에 추종하지 못함.

→ 경화에 따른 수축으로 균열단면을 따라 재탈락의 결함 발생 가능

■ 무기질 소재 → 구조체의 거동에는 순응, → 충분한 접착력을 발휘하지 못함

→ 건조수축에 따라 재탈락 되는 결점

<표 8.> 콘크리트 균열보수용 주입재의 종류

재료		용 도		점 도		가사시간	균 열 폭	적용범위		
수지계	에폭시	건 식		저점도	주제: 270미만 경화제: 50미만	90분 이내	0.05 ~ 0.08mm	미세균열 및 일반균열 주입용		
				중점도	주제: 500±100 경화제: 50미만	60분 이내	0.9 ~ 1.2mm	중 균열 및 철판압착용		
				고점도	주제:마요네즈성상 경화제: 50미만	60분 이내	0.6mm 이상	대균열 주입용		
		습 식		저점도	주제: 300미만 경화제: 50미만	60분 이내	0.3mm 이하	습윤 균열 주입용		
				수 중		초저점도	주제: 150미만 경화제: 50미만	50분 이내	0.4 ~ 1.2mm	수중 주입용
						탄 성		초저점도	주제: 150미만 경화제: 50미만	50분 이내
	우레탄	2액형	고강도	저점도	주제: 500미만 경화제: 50미만			50분 이내	0.3 ~ 0.8mm	
			고탄성	저점도	주제: 500미만 경화제: 50미만	50분 이내	0.3 ~ 0.8mm			
		1액형 (지수용)	경 질	저점도	1,200 미만	1~20분	0.3 ~ 0.8mm	발포배율 약 1800%		
			연 질	저점도	560 미만	1~20분	0.3 ~ 0.8mm	발포배율 약 400%		
무기 질계	선행주입 W/C : 120%		초저점도	80 미만	50분 이내	0.5mm 이상	중균열 주입용			
	본 주입 W/C : 60%		초저점도	80 미만	50분 이내					

<표 9.> 에폭시 수지계 주입재의 종류 및 특징

일반 명칭	주요 조성	특징·용도
에폭시 수지계	에폭시 수지	균열추종성이 양호하며, 적용가능 균열폭은 0.2 ~ 2.0mm
	유연형 에폭시 수지	경화물의 유연성이 풍부하여, 진행성 균열에 적합, 균열 및 알칼리 골재 반응에 의한 성능저하의 보수에 적합
	자기 유화형 에폭시 수지	수중 경화, 콘크리트 중의 수분과 반응, 강도특성이 뛰어나, 균열 폭 0.15mm 이상에 적용
에폭시 수지 혼입 시멘트계	에폭시 수지계 에멀전, 미분말 충전재, 조강 시멘트	균열 폭 5.0mm 이상에 적용, 습윤면에 대하여 접착성이 우수, 알칼리 골재 반응에 의한 성능저하의 보수에 적합
	에폭시 수지, 포틀랜드 시멘트	수중 경화형 에폭시 수지와 시멘트 반응시켜 상온에서 발포시킴, 적용균열 폭 1 ~ 10cm
요변성 에폭시 수지계	에폭시 수지, 요변성 부여제	요변성을 부여하여 주입, 경화 후의 흘러내림이 없음, 균열 및 콘크리트 구체와 외장재와의 들뜸 부위의 주입 보수에 적합
요변성 유연형 에폭시 수지계	연질 에폭시 수지, 요변성 부여제	요변성 및 유연성을 부여하여, 진행성의 균열에 흘러내림이 없이 주입 가능, 균열 및 콘크리트 구체와 외장재와의 들뜸 부위의 주입 보수에 적합

<표 10.> 무기질계 보수재료의 특징

재료의 종류	장 점	단 점	적 용
팽창시멘트계	취급용이, 거푸집 불필요, 블리딩 적음, 동결융해저항성 증가	거푸집, 습윤양생 필요	미세공극 충전, 균열 충전
석고계	초속경, 기중양생	습윤에서 불안정, 초속경, 물에 용해되기 쉬움	건조조건에 볼트, 파이프 고정
산화금속계	고강도, 피로성상 양호, 내충격성 양호	건습조건 하에서 불안정, 녹에 의한 오염	볼트 고정, 중량물 필요시 크레인 설치
Ca Aluminate계	초속경, 내산·내황산염, 내열성	가사시간 짧음, 경화온도 높음, 강도저하 우려	지수용의 충전
마그네슘 인산염계	취급용이, 초속경, 부착력 큼, 동결온도하에 사용가능	가사시간 짧음, 표면 처리 필요, 암모니아 냄새	저온 하에서의 보수
초미립 시멘트계	침투성 큼, 블리딩 적음	다량의 물 필요, 다량의 먼지 발생	구조물 지반, 암반의 그라우팅

4.2 균열보수 공법의 구분

균열 보수공법에는 다음이 있으며 재의 점도에 따라 구분 적용됨

- 표면충전공법, → 저압의 주사기를 사용하는 건식균열 보수공법
- 중·고압의 팩커를 사용하는 습식균열 보수공법

4.2.1 표면충전 공법 :

균열깊이가 얇을 경우, 탄성실링재의 퍼티상 소재 도포 → 온도변화, 자외선, CO₂, NO_x 등에 의한 갈라짐, 들뜸 및 탈락 등의 결함 발생 가능 → 콘크리트 거동에 대한 추종성 및 내후성이 뛰어난 소재의 사용이 필수.

4.2.2 건식균열 보수공법 :

저압의 주사기로 보수재를 주입 → 어테치 부착용 접착제를 그라인더로 제거해야 하는 결점 → 균열내부의 백화, 먼지, 슬러지 등의 영향으로 완전한 충진이 어려움. → 시공 시 이물질 유입에 대한 주의.

4.2.3 습식균열 보수공법 :

중·고압의 팩커로 점도가 높은 보수재 충진 → 균열부를 경사지게 관통된 팩커 설치 → 주입성은 양호하나 고압주입으로 균열부 확장 가능 → 보수재료의 점도에 따른 주입압력을 구분.

<표 11.> 주입방식에 따른 공법의 종류

주입방식	주입장치의 명칭	제 원			
		저장용량(cc)	주입압력(kgf/cm ²)	좌대부착력(kgf/cm ²)	팩커 인발력(kg)
좌대부착 방식	고무줄 주사기	15~50	1~6	약 6 미만	—
	스프링 주사기	15~20	2.5~6	약 6 미만	—
	마이크로 캡슐	—	2.5~6	—	—
	릴리 디스펜스	—	1~30	약 6 미만	—
팩커설치 방식	마이크로 팩커	—	20~100	—	70~100
	철재 팩커	—	10~200	—	150~250

<표 12.> 균열의 원인에 따른 보수공법

보 수 적	균열의 형상, 원인		균열폭 ¹⁾ (mm)	보수 공법 ²⁾			
				표면처리	주 입	충 전	침투성 보수제 도포
방수성	철근이 부식되지 않은 경우	균열 폭의 변동 작음	0.2 이하	○	△		○
			0.2 ~ 1.0	△	○	○	
		균열 폭의 변동 큼	0.2 이하	△	△		○
			0.2 ~ 1.0	△	○	○	
내구성	철근이 부식되지 않은 경우	균열 폭의 변동 작음	0.2 이하	○	△	△	
			0.2 ~ 1.0	△	○	○	
			1.0 이상		△	○	
		균열 폭의 변동 큼	0.2 이하	△	△	△	
			0.2 ~ 1.0	△	○	○	
			1.0 이상		△	○	
	철근부식		—			○	

주) 1. 균열폭이 3.0mm 이상인 경우는 구조적인 결함을 수반하는 경우가 많으므로 구조내력의 보강을 필요로 하는 것이 일반적임.

2. ○ : 적절한 공법, △ : 조건에 따라 적절한 공법

<표 13.> 주입압력에 따른 공법의 종류

주입방법	주입장치의 명칭	주입압력(kgf/cm ²)	적정점도	적용 균열폭
저압식	고무줄 주사기	1~6	저점도	0.3mm 이하의 미세균열 가사시간이 긴 주입제 사용
	스프링 주사기	1~6	저점도	
	마이크로 캡슐	1~6	저점도	
중압식	오토믹스 에어건	1~15	저·중점도	0.3~0.6mm 정도의 중균열
	슈퍼믹스 에어건	1~15	저·중점도	
	퀵-믹스 에어건	1~15	저·중점도	
	릴리 디스펜스	1~30	저·중점도	0.3~0.7mm 정도의 중균열 부분 압식 순차 동시주입장치
	마이크로 팩커	20~100	중·고점도	
고압식	VI 디스펜스	100~300	중·고점도	0.7mm 이상의 큰 균열
	그리에코 울트라	100~300	중·고점도	

4.3 시공방법의 분류

4.3.1 표면처리 공법

(1) 일반사항 :

콘크리트구조물의 발생하는 균열 중 구조내력에 영향을 미치지 않는 균열에 적용할 수 있는 가장 간단한 방법으로서 일반적으로 0.2mm이하의 미세균열에 대하여 콘크리트구조물의 미관 향상 및 방수성 등의 개선을 위하여 사용하여 표면처리 공법에는 부분피복공법과 전면피복 공법으로 분류된다.

(2) 시공순서 및 주의사항 :

- ① 대상구조물의 균열부위를 크랙게이지 또는 크랙스케일 등을 이용하여 면밀하게 조사한다.
- ② 콘크리트의 균열부위에 대하여 와이어브러쉬 등을 이용하여 면처리 한다.
- ③ 표면피복재료는 제조사의 규정된 배합에 의하여 혼합하고 재료가 완전히 혼합될 수 있도록 교반한다.
- ④ 바탕처리가 필요한 경우, 퍼티형 재료를 헤라 등을 이용하여 눌러가면서 표면공극이나 흠집을 제거하고 약 2-3일이 경과하여 경화되면 사는 사포를 이용하여 표면을 평활하게 하고 먼지 등을 제거한다.
- ⑤ 피복재료의 물리적 특성(점성)을 고려하여 붓, 스프레이, 롤러 등을 이용하여 제조사가 정하는 소정의 두께로 초벌하고 최종적인 두께는 여러겹을 갖는 두께로 형성한다.
- ⑥ 표면피복이 완료되면 보호막을 설치하여 이물질이 피복면에 흡착하지 않도록 한다.

(3) 특징 :

- ① 균열내부를 완전히 보수할 수 없다.
- ② 보수자체가 표면에 국한되기 때문에 활성균열에 대해서는 적절한 보수효과를 기대할 수 없음.
- ③ 보수 후 시간경과에 따른 열화에 주의해야 함.

4.3.2 주입공법

1) 좌대부착 주입방식(저압주입 공법)

(1) 일반사항 :

저압주입 공법의 대부분은 주사기를 사용한 주입공법 즉, 인젝션 그라우팅 공법으로서 좌대를 부착시킨 다음, 가압장치(주로, 고무의 탄성복원력 이용)를 이용하여, 주로 저점도의 에폭시 수지계 균열 주입재를 저압($1 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2$)으로 균열내부로 서서히 주입하는 자동저압·저속주입 공법이다.

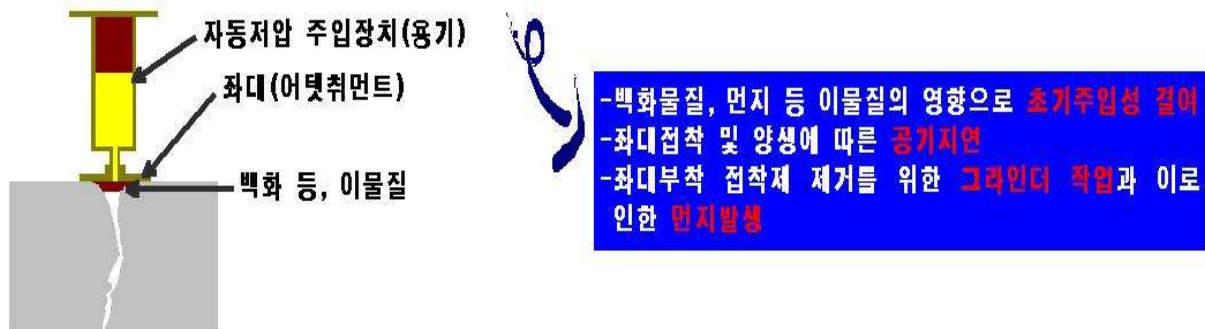
(2) 시공순서 및 주의사항 :

- ① 대상구조물의 균열부위를 크랙게이지 또는 크랙스케일 등을 이용하여 면밀하게 조사한다.
- ② 콘크리트의 균열부위에 대하여 와이어브러쉬 등을 이용하여 먼처리 한다.
- ③ 퍼티형 실링제를 이용하여 균열부위에 고정판(좌대)를 부착시킨다.
- ④ 인젝터에 주입용 보수재를 충전시킨다.
- ⑤ 주입재가 충전된 인젝터를 고정판에 부착시킨다.
- ⑥ 고정된 압력을 가할 수 있는 스프링이나 고무줄을 걸어 저속·저압으로 주입되도록 한다.
- ⑦ 주입이 완료된 후 인젝터 및 고정판을 제거하고 바탕면에 실링처리 한 부분을 그라인더 등을 이용하여 깨끗이 처리 한다

(3) 특징 :

- ① 장시간 서서히 주입되므로, 균열 깊숙이 미세한 부분까지 주입충전
- ② 균열부의 확대나 들뜸이 생기지 않으며, 균열표면 실링부의 파손도 적고, 시공관리가 용이함.
- ③ 수지의 양을 육안으로 관찰용이함.
- ④ 다양한 점도의 에폭시 수지 외에도 무기질계의 슬러리도 사용하고, 습윤부에도 가능
- ⑤ 시멘트 경화체의 미립분에 의해 주입충전이 불량
- ⑥ 작업에 따른 먼지발생 등, 현장 환경조건이 열악
- ⑦ 폐기처분에 따른 환경오염과, 자원낭비

기존의 좌대부착 자동저압 · 저속 주입방식(또는, 90° 직각천공 팩커방식)



[그림 10.] 좌대부착 방식의 예

2) 팩커 주입방식(고압주입 공법)

(1) 일반사항 :

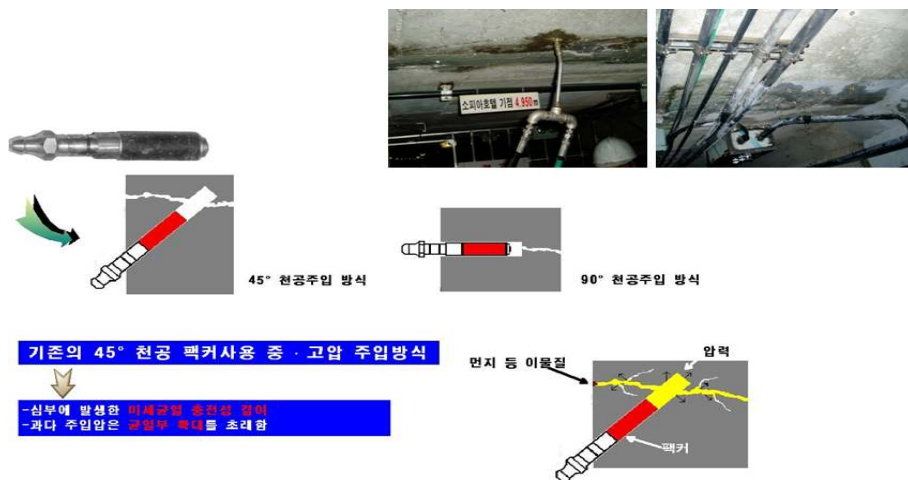
일반적으로 0.25mm 이하의 작은 균열을 보수하기 위한 것으로 중압(10kg ~ 30kg) 또는 고압(30kg ~ 250kg)주입에 사용하는 팩커 주입방식으로 직각으로 천공하여 설치하는 방법(시공두께가 얇을 경우 채택)과 45° 경사지게 천공하여 설치하는 방법(시공두께가 두꺼울 경우 채택)이 있으며 주입정도는 후자의 경사천공방식이 더욱 유리하다.

(2) 시공순서 및 주의사항 :

- ① 콘크리트의 균열부위에 대하여 와이어브러쉬 등을 이용하여 면처리 한다.
- ② 균열폭에 따라 상이하나 약 200mm 정도의 간격으로 45°로 경사지게 천공한다.
- ③ 천공이 완료된 후 페카를 삽입한다.
- ④ 렌치를 이용하여 페카를 조여 천공구멍에 페카가 완벽하게 물리도록 하여 압력에 의하여 뒤로 밀리는 것을 방지한다.
- ⑤ 주입기계의 주입구를 페카에 삽입한 후 압력을 가하여 주입재를 주입한다.
- ⑥ 주입이 완료되어 경화된 후(약 24시간) 페카의 닛플부와 후반부를 타격하여 제거한다.
- ⑦ 페카 주변의 구멍을 급결용 시멘트나 퍼티형의 실링재로 마감하고 균열표면의 이물질을 그라인더 등을 이용하여 깨끗이 처리한다.

(3) 특징 :

- ① 미세균열에도 충분한 주입효과를 기대
- ② 다양한 주입재의 사용이 가능하여 주입재 선택이 자유
- ③ 주입작업 후, 표면에 노출된 머리부만 제거하면 현장정리가 끝나, 표면처리가 간단
- ④ 작업성이 상대적으로 용이하지 않음.
- ⑤ 저압식과 비교하여 공사단가가 높아질 우려가 있음.
- ⑥ 콘크리트구조물과 적용소재에 따른 적절한 주입압력의 산정 필요



[그림 11.] 팩커방식의 천공방식의 구분

<표 14.> 중·고압 가압주입 방법의 특징

특징 구분	내 용
장 점	<ul style="list-style-type: none"> ·다량의 수지를 단 시간에 주입할 수 있다. ·주입용 수지의 점도에 제약을 받지 않는다. ·벽, 바닥, 천장 등의 부위에 따른 제약이 없다. ·주입구 1개소에서 넓은 면적을 주입할 수 있다. ·들뜸이 매우 적은 부위, 모재와 접착되어 있지 않은 부위, 박리 직전의 부위에도 주입이 가능하다. ·주입량을 정확하게 알 수 있다. ·주입압이나 속도를 조절할 수 있다.
단 점	<ul style="list-style-type: none"> ·균열 폭 0.5mm 이하의 경우에는 주입이 매우 곤란하다. ·공극부에 압력이 가해진다. ·주입시 압력 펌프를 필요로 한다. ·경우에 따라 압착 양생을 필요로 한다. ·주입조작, 기기 취급 조작 시 숙련도가 요구되어 관리상의 문제점이 있다.

4.3.3 충전공법

1) 일반사항 :

충전공법을 비교적 0.5mm 이상의 큰폭의 균열의 깊이가 깊지 않은 경우에 적용하는 것으로 일반적으로 콘크리트의 균열면을 V 또는 U자의 형태로 컷팅하여 보수재를 채워넣는 공법으로서 열근의 부식정도에 따라 방법을 달리해야 한다.

2) 시공순서 및 주의사항 :

- ① 대상구조물의 균열부위를 크랙게이지 또는 크랙스케일 등을 이용하여 면밀하게 조사하여 컷팅 할 범위를 확인한다.
- ② 균열에 따라 V 또는 U자형으로 폭 10-50mm, 깊이 10-50mm정도로 컷팅한다.
- ③ 절단부위는 압축공기 등으로 정리하고 피착면을 건조시킨 후 전용의 프라이머를 도포한다. ④ 철근이 부식된 경우에는 철근에 방청제 등을 도포한다.
- ⑤ 충전재를 제조사의 규정대로 혼합, 교반하고 프라이머가 건조되면 공극이 없도록 충전시키고 표면은 주걱 등으로 충분히 눌러서 평활하게 마무리 한다.
- ⑥ 충전이 완료되면 보호막을 설치하여 이물질이 피복면에 흡착하지 않도록 한다.

(3) 특징 :

- ① 폴리머시멘트모르타르로 충전할 경우에는 박리현상이 발생할 수 있으므로 U자형으로 컷팅하는 것이 효과적임.
- ② 비 진행성 균열의 경우, 변형력과 신장력이 큰 충전재가 효과적임
- ③ 누수가 수반될 경우, 누수원인의 분석을 통하여 재료를 선정해야 하며 기타 유도관의 설치 등을 고려한다.
- ④ 하지면을 충전하는 경우, 1회의 두께를 작게 하고 어느정도 경화 후, 표면에 끈기가 남아 있는 상태에서 재충전 한다.
- ⑤ 빔 등의 모서리를 채우는 경우에는 별도의 거푸집이 필요하다.

5. 보수재료의 성능과 공법의 선정

균열의 보수를 위한 재료는 수지계와 시멘트계로 구분되나 사용상의 주의나 요구되는 성질이 각각 다른 관계로 균열의 형상과 원인에 따라 재료와 공법이 달리 적용되어야 함.

<표 15.> 철근콘크리트 구조물 보수소재가 가져야 할 성능의 종류

성능의 종류	성능요구의 이유
치수안정성	블리이딩이 없고, 경화수축이나 건조수축을 보상하는 팽창성 성분이나, 발포성 성분을 적절하게 배합한 소위, 무수축 특성을 가져야 한다.
열팽창 계수	열팽창계수가 비슷한 재료를 사용 유기질계의 소재를 사용할 경우에는 바탕 콘크리트와의 계면(界面)에서 열팽창·수축에 따른 결함이 발생할 가능성이 크다.
탄성계수	바탕콘크리트와 유사한 탄성계수를 갖는 재료를 선정.
투 습 성	콘크리트와 같은 정도의 투습성을 갖는 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

<표 16.> 일반적인 무기질계 소재와 유기질계 소재와의 비교

항 목	무기질계 소재	유기질계 소재
공 해	대부분의 경우 수용성으로 제품공해가 적음.	제품을 이용하는 과정에서 유기물에 의한 대기오염, 수질오염, 악취 등과 같은 공해발생 확률이 큼.
내열·내연소성	불연, 또는 난연성으로 약 600~800℃까지 견딤.	쉽게 연소되고, 경우에 따라서는 유해가스가 발생함.
내방사선성	자외선, 방사선에 의하여는 거의 열화되지 않음	자외선, 방사선으로 초킹 또는 취약해짐.
경도·내마모성	연필경도는 9H이상으로 거의 마모되지 않음.	연필경도로 거의 4H정도로 쉽게 흠집이 생겨 마모됨.
내유·내용제성	거의 변화하지 않음.	팽윤, 또는 용해됨.
굴곡성	쉽게 균열이 생김.	뛰어남.
작업성	방법이 제한되며, 바탕조정이 필수적임.	특별한 제한조건이 없으며, 적용이 간편함.

<표 17.> 기존 철근콘크리트 구조물 균열보수 주입재의 물리적인 성능비교

성능의 종류	유기계 에폭시 수지(KS F 4923)			무기계 시멘트 슬러리(해외 기준)		
형 상	액 상			페이스터 상		
점 도(20℃,cps)	저점도 100 ~ 1,000			P로드 유하시간 20℃/25±5초		
접착강도(kgf/cm ²)	약 30~60kgf/cm ² 이상			10kgf/cm ² 이상		
휨 강도(kgf/cm ²)	-			50 kgf/cm ² 이상(표준양생, 재령 28일)		
압축강도(kgf/cm ²)	-			-		
인장강도(kgf/cm ²)	9.8~147 이상(표준양생, 재령 7일)			-		
인장파괴 신장율	경질형 10% 이하, 연질형 50% 이상					
수 축 율(%)	3% 이하			3% 이하		
주입가능 균열 폭	0.1 mm 전후			0.8 mm 전후		
참고) 일반적인 콘크리트 물성	비 중	압축강도 (kgf/cm ²)	인장강도 (kgf/cm ²)	휨강도 (kgf/cm ²)	열팽창계수 (×10 ⁻⁵ /℃)	탄성계수 (×10 ⁴ kgf/cm ²)
	2.4	200 ~ 250	25 ~ 30	40 ~ 60	1	20 ~ 23

<표 18.> 기존 철근콘크리트 구조물 균열보수 주입재의 일반적인 성능비교

성능의 종류	유기계 에폭시 수지	무기계 시멘트 슬러리
치수안정성	휘발성 용제를 사용으로 인한 약 2% 정도 이상의 체적수축이 생김.	약 3% 정도 이상의 체적수축이 생김.
열팽창 계수	일반 콘크리트 대비, 약 4.5 ~ 6.5배 정도임. 바탕 콘크리트와의 계면(界面)에서 열팽창·수축에 따른 결함이 발생할 가능성이 큼.	일반 콘크리트와 거의 유사함.
탄 성	외력에 따른 바탕 콘크리트와의 계면(界面)에서의 탈락결함이 발생 가능 경질 에폭시에 탄성을 부여할 경우, 물성손실이 우려됨.	탄성이 거의 없어 구조물 거동에 추종 하지 못함.
투 습 성	수분 흡수와 수증기의 유출입을 차단. 바탕콘크리트에서 발생하는 수분이 경계면에 집중되어, 접착의 내구성에 영향을 미침.	일반 콘크리트와 거의 유사한 투습성을 가짐. 수분의 흡수(재령 28일, 약 15% 정도)로, 장기 내구성에 영향을 미침.
내약품성	아민, 폴리아민, 폴리아미드계 경화제를 사용할 경우는 약하고, 산무수물 경화제의 경우에는 강함..	무기계소재는 대부분 내약품성이 뛰어남.
내화학적성	장기간 노출되면 자외선에 의한 황변이 발생함	장기간 노출되어도 재료의 변질은 없음.
내 화 성	불에 약하여 내화구조물의 보수에 부적합	내화구조물의 보수에 적합
중 성 화	용제를 혼입할 경우, 콘크리트를 중성화시킬 우려가 있음.	콘크리트와 거의 같음
시 공 성	가사시간이 짧을 경우, 작업속도가 늦어짐. 외기온이 낮을 경우 경화불량이 발생됨. 습윤부위 시공이 어려움.	주입시간이 지연되면, 충전이 불량하고, 경화불량이 발생함. 시간이 경과하면 재료침하 발생 습윤장소 시공이 가능

<표 19.> 보수재료와 공법과의 관계

재료의 종류		표면처리공법	주입공법	충전공법
수 지 계	레진 모르터			○
	에폭시 수지		○	○
	가요성 에폭시 수지		○	○
	탄성 실링재	○		○
	도막 탄성방수재	○		
시멘트계	폴리머 시멘트 슬러리		○	
	폴리머 시멘트 페이스트	○		
	폴리머 시멘트 모르터			○
	시멘트 필러	○		
	팽창시멘트 그라우트		○	

<표 20.> 보수재료 특성의 분류

조 건	보수재료의 특성 (혹은 구체적인 특성치가 설정 가능한 성능)	평가의 주된 요인
구조물의 기본 성능	건조수축율, 크리프	특성치
	압축강도, 부착율, 열팽창계수, 탄성계수	보수부위의 콘크리트
	마모특성, 충격 특성	동적하중의 작용
사용조건, 환경조건	내후성, 내약품성, 균열저항성, 동결융해성, 내오염성	경년에 대한 안정성
	내투수성, 내투습성, 내염화물 침투성	초기의 특성치
	열팽창계수	보수부위의 콘크리트
작업조건	저건조 수축성, 유동성, 점착력, 접착력, 조강성, 사용가능시간, 시공가능두께	작업성의 우열
경제적 조건	가 격	유지관리 계획

<표 21.> 수지계 균열주입제의 성능 및 기준치

항 목			에폭시 수지(경질형)			에폭시 수지(연질형)			주입형 실링재	
			저점도	중점도	고점도	저점도	중점도	고점도		
점도	점도(mPa · s)		100 ~ 1,000	5,000 ~ 20,000		100 ~ 1,000	5,000 ~ 20,000			
	틱소트로픽인덱스			5±1			5±1			
	슬럼프	15℃			겨울 5이하			겨울 5이하		
		30℃			일반 5이하			일반 5이하		
점착강도 (N/mm ²)	표준조건		6이상			3이상	3이상	3이상		
	특수 조건	저온시	겨울 3이상	겨울 3이상	겨울 3이상	겨울 1.5이상	겨울 1.5이상	겨울 1.5이상		
		습윤시	3이상	3이상	3이상	1.5이상	1.5이상	1.5이상		
		건습반복시	3이상	3이상	3이상	1.5이상	1.5이상	1.5이상		
경화수축률(%)			3이하	3이하	3이하	3이하	3이하	3이하		
가열변화	무게변화율(%)		5이하	5이하	5이하	5이하	5이하	5이하		
	부피변화율(%)		5이하	5이하	5이하	5이하	5이하	5이하		
인장강도 (N/mm ²)			표준조건	15이상	15이상	15이상	1이상	1이상	1이상	
			저온시				1이상	1이상	1이상	
			가열열화시				1이상	1이상	1이상	
인장파괴시 신장률(%)			표준조건	10이하	10이하	10이하	50이상	50이상	50이상	
			저온시				50이상	50이상	50이상	
			가열열화시				50이상	50이상	50이상	
압축강도(N/mm ²)					50이상					
투수저항성									투수되지 않음	
습윤면 부착성									60초 이내에 시험체 밀판이 탈락하지 않음	
규조체 거동 대응성									투수되지 않음	
수중 유실 저항성									중량 변화율이 -0.1% 이내	
내화 학성	산처리	황산							중량 변화율이 -0.1% 이내	
		염산								
		질산								
		염화나트륨								
		알칼리								
온도의존성									투수되지 않음	

<표 22.> 무기계 균열주입제의 성능 및 시험방법의 예

항 목 규 격		일본건설성 한신고속도로공단		JH 시험 연구소		JCI	시험방법	
		폴리머 시멘트	실런트계	초미립자계	폴리머 시멘트		JIS	KS
종 류								
적 용	균열진행도			진행도 A	진행도 B			
	균열폭			0.2 ~ 2.0	0.8 ~ 5.0			
점 도(CPS)		10000 이하					JIS K 6833	KS M 3822
유하시간 (sec)	1회			30 이내	30 이내		NSKS-003	
	2회			45 이내	45 이내			
유동성(sec)						25±5	토목학회표 준(JSCE)	
보수(保水)계수				0.30 ~ 0.65	0.35 ~ 0.65		NSKS-003	
블리딩율(%)						2 % 이하	JSCE F 522	
사용 가능 시간 (min)		30 이상					온도상승식	KS M 3705 온도상승식
경화시간(h)		16 이내					가드너식	
경화수축율(%)		0.1 이하		3.0 이하	3.0 이하	0.05 이하	JIS K 6911, JIS A 1129	KS M 3015 KS F 2424
늘음율							JIS K 6301	KS M 6518
부착강도 (MPa)	건조	{60} 이상		{41} 이상	{41} 이상		JIS A 6024	KS M 3722
	수축	{30} 이상	휨 10mm 이상 파괴					
부착내구성 (%) (kgf/cm ²)							JIS A 6024	
휨강도 (MPa)	표준			{41} 이상	{41} 이상		JIS A 6024	KS M 3015
	온냉							
압축강도(MPa)						150 이상	JIS R 5201	KS M 3015
흡수율(%)				15 이하	15 이하			
비 고						초기팽창 2% 이하		

<표 23.> 균열 보수공법의 선택 예(콘크리트-1)

공 법	적용부위	공법 순서		사용재료	확인 사항
에폭시수지 주입공법 (cut 공법)	콘크리트 표면의 균열 폭이 0.2mm 또는 거동이 안정된 균열부.	(1) 보수범위 확인 (2) 표면 처리 (3) 균열부 U cut (4) 주입 구멍 穿孔 (5) 주입 공, U cut 구멍 청소 (6) 주입용 파이프의 시트, U cut 부분의 seal (7) 에폭시수지 주입 (8) seal 재 제거 청소		(1) 에폭시 수지 주입제(JIS A 6024)의 적합품 (2) Seal재(주입재료 제조소의 지정한 퍼티류의 에폭시수지)	
에폭시수지 주입공법 (no cut 공법)	콘크리트표면의 균열 폭이 0.2~1.0mm 정도의 균열부.	(1) 보수범위의 확인 (2) 표면 처리 (3) 주입 파이프 설치 (4) seal 재 도포 (5) 에폭시 수지 주입 (6) seal 재 제거 청소		(1) 에폭시 수지 주입제 (JIS A 6024)의 적합품 (2) Seal재 ^{*1)} (주입재료 제조소의 지정된 제품)	주입할 때의 확인 사항으로 주입파이프에서 유출 유무.
U-cut 실링재 충전공법	콘크리트 균열 폭이 1.0mm 정도로 예상되는 균열부	(1) 보수범위의 확인 (2) U cut (3) 프라이머 도포 (4) sealing 재충전 (5) 수지 모르터 도포		(1) sealing 용 재료의 규격품 (2) 프라이머(주재 제조소의 제품) (3) 수지모르터(양이온계 또는 SRB계 수지 혼입 모르터 등)	sealing 재의 충전 상황을 육안 관찰.
U cut 가요성 에폭시 수지 충전 공법	콘크리트 표면의 균열 폭이 1.0mm 정도와 變動이 적게 예상되는 부분	(1) 보수범위의 확인 (2) U cut (3) 프라이머 도포 (4) 에폭시 수지충전		(1) 가요성 에폭시 수지 (2) 프라이머(가요성 에폭시 수지 제조소의 지정된 제품)	가요성 에폭시 수지의 충전 상황을 육안 관찰.
균열부의 seal 공법	콘크리트 표면의 균열폭이 0.2mm 미만으로 變動이 적게 예상되는 균열부	(1) 보수범위의 확인 (2) 표면처리 (3) seal 재 도포 (4) 청소		seal재·퍼티(putty)상 에폭시 수지 등 ^{*1)}	밀바탕과 seal재와의 접착성에 대한 적합성.
균열부의 봉합 공법	콘크리트 표면의 균열부에 접착제를 주입하지만 내력의 향상을 기대할 수 없는 균열부	A. 꺾쇠 筋貼付 공법	(1) 보수범위의 확인 (2) 균열부의 주입 (3) 꺾쇠 근접부 (4) 마감	에폭시 수지 접착제(putty류, 저점도) 또는 에폭시 수지 모르터	
		B. 경사 철근 삽입공법	(1) 보수범위의 확인 (2) 경사철근의 삽입	주입용 에폭시 수지	
欠損部 에폭시 수지 모르터 충전 공법	콘크리트 표면의 탈락, 박락의 이유로 철근의 노출 또는 녹물의 발생으로 비교적 큰 欠損部	(1) 보수범위의 확인 (2) 취약부분의 제거 (3) 바탕 처리 (4) 프라이머 도포 (5) 수지 모르터 충전 (6) 표면 마감 (7) 양 생		(1) 에폭시 수지 모르터 (2) 프라이머 ^{*1)} (에폭시 수지 모르터 제조소의 지정된 제품)	(1) 바탕부의 취약부 제거와 견고한 바탕. (2) 보수부의 소정의 성능을 부착력 시험으로 확인.

<표 24.> 균열 보수공법의 선택 예(콘크리트-2)

공 법	적용부위	공법 순서	사용재료
欠損部 폴리머 시멘트 모르터 충전 공법	콘크리트 표면의 탈락 조각의 모양이 다량으로 발생하여 남은 欠損部	(1) 보수 범위의 확인 (2) 취약부분의 제거 (3) 바탕처리 (4) 프라이머 도포 (5) 폴리머 시멘트 모르터 충전 (6) 표면 마감 (7) 양생	(1) 폴리의시멘트 모의 JIS R 5210의 보통포틀랜드 시멘트 골재(4호~7호의 규사 또는 경량 유리 마이크로 발린 혼입용 폴리머 디스퍼전(JIS A 6203) (2) 프라이머 ^{*1)} (폴리머 시멘트 모르터 제조소의 지정된 제품)
豆板 콘크리트 보수 공법	콘크리트 구체에 豆板 (ジャンカ部)이 발생하는 부분	(1) 보수범위의 확인 (2) 콘크리트의 불량부분의 제거 (3) 바탕처리 (4) 프라이머 도포 (5) 주입용 파이프 세트 (6) 공극부분의 주입 (7) 마감	① 에폭시수지 주입제(JIS A 6204)의 적합품) ② seal재(주입재료 제조소의 지정된 putty류의 에폭시 수지) ③ 에폭시 수지 모르터
레이턴스, 콜드조인트, 모래의 縞, 백화의 보수공법	(1) 레이턴스의 보수공법	표면의 취약부분을 와이어 브러쉬 또는 지이크 샌더 등으로 연마하여 건전부분을 노출하여 청소를 한다.	
	(2) 콜드 조인트 부분의 보수공법	누수의 원인으로는 콜드 조인트 부분이 연	
	(3) 모래의 縞 보수공법		
	(4) 백화의 보수 공법	백화의 유출부분을 산성용액으로 세척하거나 전동 샌더 등의 연마처리를 행하여 물로 10분 정도 세척한다.	

1. JIS A 6024 건축 보수용 주입 에폭시 수지
2. JIS A 5758 건축용 실링재
3. JIS R 5210 포틀랜드 시멘트의 보통 포틀랜드 시멘트
4. JIS A 6203 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼전
5. JIS A 5758 건축용 실링재의 규격품

<표 25.> 균열 보수공법의 선택 예(모르타르 및 타일-1)

공 법	적용부위	공법 순서	사용재료	확인 사항
앵커 피닝 전면주입공법	모르타르 도장	(1) 들뜸 확인 (2) 앵커핀 수, 배치 결정 (3) 穿孔 ^{*2)} (4) 들뜸부의 확인 (5) 고정용 에폭시 수지 확인 (6) 앵커핀 삽입 (7) 핀 사이로 주입 ^{*3)} (8) 양 생 (9) 청 소	(1) 에폭시 수지 주입제(JIS A 6024)의 적합품) (2) 폴리머 시멘트 슬러리 주입재 (3) 앵커핀 ^{*7)} (4) 앵커핀 고정용 에폭시 수지	(1) 앵커핀 고정부의 에폭시 수지의 퍼짐성, 고착상황 ^{*4)} . (2) 주입부의 보수상황 ^{*5)} .
앵커피닝부분 주입공법	모르타르 미장부의 들뜸부, 두드러 떨어진 부분 이외의 부분. (1부분이나 들뜸 면적이 비교적 적은 경우에는 잠정적으로 내구성을 기대하는 경우)	(1) 들뜸부의 확인 (2) 앵커핀의 수와 배치의 결정 (3) 천공 (4) 들뜸부의 표본 확인 (5) 고정용 에폭시 수지의 충전 (6) 앵커핀의 삽입 (7) 양 생 (8) 청 소	(1) 앵커핀(지정된 경우 이외는 스테인레스 SUS 304호 지름 4mm 환봉으로 전 나사를 가공한다.) (2) 앵커핀 고정용 에폭시 수지	앵커핀 고정부의 에폭시 수지의 퍼짐성, 고착상황 ^{*4)}
U cut 실링재 충전 공법	모르타르 바름면의 균열폭이 0.3mm 정도의 균열부 ^{*6)} .	(1) 보수범위의 확인 (2) U cut (3) 프라이머 도포 (4) 실링재 충전 (5) 수지모르타르 바름	(1) 실링용 재료(JIS A 5758)의 규격품 (2) 프라이머(主材제조소의 제품) (3) 수지모르타르(카티온계 또는 SBR계 수지 혼입모르타르)	실링재 충전 상황을 육안 관찰.
균열부의 실링공법	모르타르 표면의 균열폭이 0.3mm 미만으로 거동이 적게 예상되는 균열부	(1) 보수범위의 확인 (2) 표면처리 (3) 실링재 도포 (4) 청 소	실링재, 퍼티류의 에폭시 수지 ^{*1)}	바탕면과 접착성 적합여부.
欠損部 에폭시 수지 모르타르 충전공법	구체콘크리트 탈락부의 구조내력에 관련되는 부분. 들뜸부 내부는 두드러 떨어지는 들뜸부를 제거한 부분 등의 비교적 넓은 부위의 탈락부.	(1) 보수범위의 확인 (2) 취약부분의 제거 (3) 들뜸부의 절단 (4) 철근의 처리 (5) 바탕 처리 (6) 프라이머 도포 (7) 보수재료의 충전 (8) 표면 마감 (9) 양 생	(1) 에폭시 수지 모르타르 (2) 프라이머 ^{*1)}	바탕 취약부분 제거, 견고한 바탕.
탈락부 폴리머 모르타르 충전공법	모르타르 표면의 벗겨져 떨어진 조각이 많이 발생하는 곳, 구체콘크리트에	(1) 보수범위의 확인 (2) 취약부분의 제거 (3) 바탕처리 (4) 프라이머 도포 (5) 폴리머 시멘트 모르타르 충전 (6) 표면 마감 (7) 양 생	(1) 폴리머 시멘트 모르타르 JIS R 5210의 보통포틀랜드시멘트 골재(4~7호의 규사 또는 경량유리 마이크로 발린) 혼화용 폴리머 분산제(JIS A 6203) (2) 프라이머 ^{*1)}	
앵커피닝 전면 주입공법	타일의 들뜸부위를 보통 수준의 두드림으로 떨어지는 부분 이외의 들뜸부.(1개소당 들뜸부위의 면적이 크고 내구성을 확보하는 경우)	(1) 들뜸부의 확인 (2) 앵커핀 개수, 배치 결정 (3) 천공 (4) 들뜸부 표본의 확인 (5) 고정용 에폭시 수지의 충전 (6) 앵커핀 삽입 (7) 남아 있는 부위에 수지 주입 (8) 양 생 (9) 청 소	(1) 에폭시 수지 주입제(JIS A 6024)의 적합품) (2) 폴리머 시멘트 슬러리 주입재 (3) 앵커핀 ^{*7)} (4) 앵커핀 고정용 에폭시 수지	(1) 앵커핀 고정부의 에폭시 수지의 퍼짐, 고착상황 ^{*4)} . (2) 주입부분의 보수 상황 ^{*8)} .

<표 26.> 균열 보수공법의 선택 예(모르타르 및 타일-2)

공 법	적용부위	공법 순서	사용재료	확인 사항
앵커피닝 부분 주입공법	타일의 들뜬부위를 두드림으로 떨어지는 부분 이외의 들뜬부. (1개소당 들뜬 부위의 면적이 비교적 적은 경우, 잠정적으로 내 구성을 기대하는 경우)	(1) 들뜬 부위의 확인 (2) 앵커핀의 개수와 배치의 결정 (3) 천공 (4) 표본 들뜬부의 확인 (5) 고정용 에폭시 수지의 충전 (6) 앵커핀의 삽입 (7) 양생 (8) 청소	(1) 앵커핀 ^{*7)} (2) 앵커핀 고정용 에폭시 수지	앵커핀 고정부의 에폭 시 수지의 퍼짐, 고착 상황 ^{*4)} .
타일벽 제거 균열 주입공법	구체 콘크리트의 균열 발생에 따라 타일벽 면에 생기는 균열부의 내부와 擧動이 예상 되는 부분(타일벽을 제거하고 구체콘크리 트 균열부에 에폭시 수지를 주입하고 타일 벽 마감을 행한다.)	(1) 보수범위의 확인 (2) 제거부의 절단 (3) 타일벽의 제거 (4) 표면처리 (5) 주입용 파이프 취입 (6) 실재 도포 (7) 에폭시 수지 주입 (8) 실재 제거 청소 (9) 타일 붙일 바탕면 마무리 (10) 타일벽면 (11) 양 생	(1) 에폭시 수지 주입제(JIS A 6024 의 적합품) (2) 실재(주입재료 제조소의 지정된 제품) (3) 도자기질 타일과 당김 철물 (4) 타일 붙임용 모르터	(1) 주입용 파이프에서 누출 여부. (2) 타일벽 마감의 확인 ^{*8)}
타일벽 제거 균열부 seal 공법	콘크리트의 균열 발생에 따라 타일벽면에 생기는 균열과 擧動이 예상되는 균열 부분 (타일벽을 제거하고 구체콘크리트 균열부 와 seal재를 타일벽에 sealing을 행한다.)	(1) 보수범위의 확인 (2) 제거부의 절단 (3) 타일벽의 제거 (4) 균열부의 보수 (5) 바탕 및 타일의 마무리 (6) 타일바름 (7) 양 생	(1) 실링재(JIS A 5758의 적합품) (2) 프라이머(주제 제조소의 제품) (3) seal 재(퍼티게 에폭시 수지 등)	(1) 구체 콘크리트 균열 부 보수의 확인 ^{*9)} (2) 타일벽 재마감의 확 인 ^{*8)}
부분 보수 공법	(1) 타일벽, 조각 탈락부분 (2) 구체콘크리 트의 내부 구조내력에 관련하는 부분 (3) 들뜬 부위, 두드려 탈락된 타일 조각, 들뜬 부위를 제거한 부분 (4) 균열 내부, 타일의 조각이 0.2mm 이상 균열제거부분	(1) 보수범위의 확인 (2) 들뜬 보수부의 제 거 (3) 들뜬부 타일의 제거 (4) 들뜬부 절 단 후 남은 부위 또는 균열부 타일 조각 제거 (5) 바탕 및 타일의 마무리 (6) 타일 바름 (7) 양생	(1) 도자기질 타일 및 당김철물 (2) 바름 모르터	건설대신관방관청 영선 부 감수 “건축공사 공 통 사양서”의 11장 타 일 공사의 11.1.4. 에 준하여 행한다.
접합부 균열 보수공법	타일 접합부의 균열, 탈락부 또는 접합부 와 타일의 경계부분에 발생하는 균열	(1) 보수범위의 확인 (2) 이음새 제거부의 절단 (3) 물 분무. (4) 이음부 재료의 충전 (5) 청 소	이음재(기존 제조 또는 탄성 이음재)	충진 정도, 배합, 색조, 오염의 유무 등을 육안 관찰 ^{*5)} .

*1. 기존의 도장재, 도료 등의 새로운 도장재, 도료 등으로 지장이 없는 것.

*2. 콘크리트용 드릴을 사용하여 앵커핀의 직경보다 약 2mm 크게 하고 벽면에 대하여 직각으로 뚫는다.

*3. ① 1.0mm 이하 들뜸부 - 에폭시 수지 주입, ② 1.0mm 이상 들뜸부 - 폴리머 시멘트 슬러리 주입.

*4. 핀을 테스터 해머로 두드려 확인. *5. 전면을 테스트 해머로 두드려 확인

*6. 상황에 따라 1.2.의 에폭시 수지주입공법에 따라 1.4.의 cut 가요성 에폭시 수지 충전 공법의 적용 검토. *7. 지정의 경우의 스테인레스 SUS 304호 지름 4mm의 丸棒으로 모든 나사를 가공한다.

*8. 건설대신관방관청영선부감수 “건축공사공통사양서” 11장 타일공사의 11.1.4.에 준한다.

*9. 구체 콘크리트 균열부의 폭이 0.2mm 이상인 경우 - 실링재의 충전 상황을 육안으로 확인한다. ·구체 콘크리트 균열부의 폭이 0.2mm 미만인 경우 - 바탕과 실링재와의 접착성이 적합한지를 확인한다.

6. 균열보수 검사의 확인

보수검사를 효과적으로 수행하기 위해서는 보수작업의 시공관리 및 검사를 보수공사 중 혹은 보수공사 종료 후에 충분히 수행할 필요가 있음. 이를 위해서는 보수작업의 각 단계별로 검사를 행하여 소정의 작업이 행하여 졌는지를 확인한다.

6.1 균열보수 시공의 확인

6.1.1 작업 전의 검사

- 1) 균열의 형태, 패턴 등의 조건에 따라 보수범위 등이 적절하게 계획되었는지를 확인한다.
- 2) 균열내부와 그 주위는 충분히 청소되어 있어야 한다. 이를 위하여 쇠브러쉬, 그라인더 등을 이용하여 균열내부를 청소하거나 균열내부를 건조시켜야 하며, 그 효과를 육안으로 검사해야 한다.
- 3) 보수재료에 대해서는 실제로 사용하는 재료에서 샘플링(sampling)을 하여 보수설계에서 계획한 성능을 보유하고 있는 것인가를 검사한다.
- 4) 균열에 따른 보수공법의 타당성 유·무와 기계적 장치에 의한 압력을 사용할 경우, 균열의 깊이와 폭에 따라 적절한 압력이 산정되었는지를 확인한다.

6.1.2 작업 중의 검사

- 1) 재료의 계량, 혼합, 교반 등이 제조사가 규정한 방법대로 수행되는지를 확인한다.
- 2) 주입공법 적용 시 주입압력 및 주입량을 확인한다.
- 3) 보호양생을 위한 적절한 조치가 행해지고 있는가를 검사한다.

6.1.3 작업 종료 후의 검사

- 1) 마무리 상태에 대해 검사한다.
- 2) 필요시 충전 및 주입상태를 확인한다.

3) 작업 종료의 확인한다.

6.2. 보수효과의 확인

- 1) 보수공사 완료 시 보수가 소정의 목적을 달성하였는가의 확인할 수 있도록 작업도중에서의 검사기록 재확인하고 전체적인 보수의 마무리 상태를 확인한다.
- 2) 건축물의 보수에 의한 누수차단 효과를 비파괴적으로 확인하는 방법으로는 가스 압입 누수진단기나 가반식의 우루(愚陋) 측정기에 의한 방법, 방식효과에 대해서는 전기 화학적 방법인 분극저항 측정법이 있다.
- 3) 대규모의 보수공사 혹은 특별히 중요한 보수공사의 경우에는 구조상 문제가 되지 않는 부분에서 작은 직경의 코어 보링을 수행하여 보수효과의 확인을 행하는 것도 좋다.
- 4) 보수공사가 완료되었을 때에는 균열조사에 의해 얻은 기록, 원인추정과 보수의 필요 여부 판정의 경위, 보수설계서, 보수공사기록 등의 각종 자료를 정리하여 보존한다.

□ 참고문헌

1. 건설교통부·시설안전기술공단, 콘크리트 구조물의 균열평가기법 및 보수·보강 전문시방서의 개발, 1999. 12.
2. (株) T.S. BOND 建設工業, 補修·補強用 에폭시樹脂 技術資料, 1995. 2.
3. 대한주택공사 주택연구소, 철근콘크리트 아파트 구조물의 균열발생 원인 및 대책(벽식 구조물 중심으로), 1995. 11.
4. 森 光作, 建物のひび割れ補修, 理工圖書, 昭和 58. 6.
5. 日本建築學會, 鐵筋コンクリート造のひび割れ對策(設計·施工)指針·同解説, 2000. 3.
6. 日本樹脂施工協同組合, 樹脂注入施工ハンドブック, 平成 4. 3.
7. 日本樹脂施工協會, 樹脂注入施工ハンドブック, 昭和 63. 10.
8. 豊林産業株式會社, 콘크리트 構造物 龜裂 原因 및 對策工法, 1993.
9. 신경재 외, 콘크리트 구조물의 진단과 보수, 도서출판 건설도서, 1997.3.
10. 渡部正保, 龜裂注入工法の種類と概要, REFORM誌, 2001. 10.
11. 篠原順郎, 自動式低壓樹脂注入工法の特徴と用途, REFORM誌, 2001. 10.
12. 岸岡秀直, 無機質系注入材による施工, -콘크리트構造物の注入補修工法-, REFORM誌, 2001. 10.
13. 신현식 외, 건축물의 균열에 대한 연구, 대한건축학회학술발표논문집, 제 7권 제 1호, 1987.
14. 정상진 외, 철근부식에 의한 콘크리트의 균열 발생거동, 대한건축학회학술발표논문집, 제 16권 제 2호, 1996. 10.
15. 정란 외, 발청 균열에 대한 보수방법의 기초적 연구, 대한건축학회학술발표논문집, 제 17권 제 1호, 1997. 4.
16. 최문식 외, RC구조물의 구조적 균열 패턴에 대한 조사 연구, 대한건축학회학술발표논문집, 제 17권 제 1호, 1997. 4.
17. 김광서 외, 경화 콘크리트의 균열 보수보강 방법 개선에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 12권 5호, 1996. 5.
18. 안갑선, 콘크리트 구조물에 있어서 균열발생의 원인과 보수 보강방법에 관하여, 대한건축학회지, 24권 92호, 1980. 2.
19. 仕入豊和 外, 철근콘크리트 건축물의 균열과 그 대책, 건축시공기술·건축구법위원회 공

동주관 특별강연회, 대한건축학회지 36권 6호, 1992. 11.

16. 고성석 외, 온수온돌 바닥구조체의 마감모르터 균열방지에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집 구조계 14권 4호, 1998. 4.
17. 변근주 외, 콘크리트 구조물의 균열 평가 기법과 보수·보강, 한국콘크리트학회지 제 12권 6호, 2000. 11.
18. 심종성 외, 철근콘크리트 구조물에 발생한 균열보수를 위한 전문가 시스템의 개발, 한국콘크리트학회학술발표논문집, 1993. 11.

□ 균열보수 계획서의 작성(예)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 계획서는 건설공사 현장에서 타설하는 콘크리트의 균열 보수공사에 대하여 규정한다.

1.2 용어의 정의

1) 균열관리

이 계획서에서 규정한 균열관리는 균열의 조사, 관찰, 보수, 확인 등의 과정을 통하여 균열로 인하여 발생할 수 있는 콘크리트구조물의 성능저하 현상을 예방하기 위한 활동을 말한다.

2) 보수 균열폭

이 계획서에서 규정한 보수균열폭은 구조물이 필요로 하는 여러 가지 성능을 고려하여 보수를 필요로 하는 균열폭으로 한다.

3) 기계식 주입공법

수동식 주입공법의 수동식펌프 대신 자동혼합장치 및 주입기계를 이용하여 보수재를 주입하는 균열보수 공법을 말한다

1.3 관리기준

콘크리트면에 발생한 균열에 대한 관리기준은 다음과 같다

1) 당 현장에서 시공하고 있는 구조물의 동별, 층별로 구분된 붙임양식의 균열관리대장을 작성하여 관리한다.

2) 균열관리는 균열의 형상에 따라 관리방법을 달리 할 수 있다.

3) 관찰주기 및 횟수는 각각의 균열에 대한 최초관찰 후 2개월 간격으로 2회 이상을 관찰하여 조치한다.

2. 자재

여기에서는 일반적으로 현장관리 및 자재의 취급이 보편화된 에폭시 수지를 대상으로 하나 현장의 여건에 따라 임의 자재를 선정하여 사용토록 한다.

2.1 일반조건

- 1) 에폭시 수지는 균질하며 접착에 유해하다고 인정되는 이물질이 혼입되면 안된다.
- 2) 현장에 반입된 에폭시 수지는 직사일광을 피하고 상온에서 보관해야 한다.
- 3) 승인된 제조업체의 기술자료에 별도의 명시가 없는 한 5℃ 미만일 경우에는 작업을 할 수 없다.
- 4) 에폭시 수지는 콘크리트의 상태 및 계절별로 당해 현장에 적합하게 제조된 제품을 사용해야 한다.

2.2 에폭시 수지

균열 주입제로서 사용하는 에폭시 수지는 다음의 품질기준에 적합한 것으로 한다.

1) 경질형 에폭시 수지

항 목		시험조건	기준	비고
접착강도		표준조건	6.0 이상	KS F 4923
경화수축율		표준조건	3.0 이하	
가열변화	무게변화율	—	5.0 이하	
	부피변화율	—	5.0 이하	
인장강도		표준조건	15 이상	KS M 3006의 1호 시험편에 의한 방법

2) 연질형 에폭시 수지

항 목		시험조건	기준	비고
접착강도		표준조건	3.0 이상	KS F 4923
경화수축율		표준조건	3.0 이하	
가열변화	무게변화율	—	5.0 이하	
	부피변화율	—	5.0 이하	
인장강도		표준조건	1.0 이상	KS M 3006의 2호 시험편에 의한 방법
인장파괴시 신장율(%)		표준조건	50 이상	KS M 3006의 2호 시험편에 의한 방법

2.3 퍼티형 에폭시 수지

주입공법에 의한 에폭시 수지 주입 시 주입재의 누출을 방지하기 위하여 균열부에 바르는 표면실링용 또는 경미한 균열의 표면처리재로서 주입재 제조업체가 지정하는 제품으로 한다.

2.4 유연성 에폭시 수지

경화후, 탄성을 발휘하는 자재로서 커팅 부위에 충전하거나 거동하는 균열에 대한 표면처리용으로 제조업체가 지정하는 제품으로 한다.

2.5 표면처리재

폭이 작은 균열의 표면처리용으로 제작되어 콘크리트 표면에 수용성 도막을 형성하거나 모체에 침투하는 제품으로서 제조업체가 지정하는 제품으로 한다.

3. 시공

3.1 보수

3.1.1 보수 시점

보수시점은 감리단과 협의하여 결정하되 보수물량, 진행성 균열의 보수시점, 계절 및 기타 현장여건을 감안하여 보수시점 및 횡수를 결정한다.

3.1.2 진행성 균열의 보수

균열은 진행이 종료된 이후에 보수함을 원칙으로 하나 다만, 다음의 경우에는 균열 진행 종료 이전에도 보수할 수 있다.

- 1) 진행이 종료된 균열의 보수시점에 맞추어 보수하고 추후 균열의 진전여부를 관찰함이 바람직하다고 판단하여 감리단과 협의한 경우
- 2) 균열로 인한 누수심화 등 기능상의 보수가 시급한 경우
- 3) 균열발생 부위가 후속공정에 의하여 마감 또는 매립되는 경우

3.1.3 균열폭에 따른 보수기준

1) 보수균열폭 이상

콘크리트면에 발생한 0.2mm 균열을 대상으로 누수 발생부위와 콘크리트 표면의 노출 부위는 주입공법을 실시하여 보수한다.

2) 보수균열폭 미만의 균열보수

콘크리트면에 발생한 0.2mm 미만인 균열은 표면처리 공법으로 보수한다.

3) 구조물의 내력과 관련된 균열의 조치기준

내력상 구조물에 유해한 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되는 균열은 감리단과 협의 후, 전문가의 진단 및 자문을 받아 조치한다.

3.1.4 균열폭에 따른 보수공법의 선정

균열폭에 따른 보수폭을 선택할 경우에는 균열이 발생한 부위, 누수여부, 균열의 거동성, 균

열발생위치 등을 종합적으로 고려하여 선정하며 상기, 균열의 원인에 따른 보수공법을 참고하여 결정한다.

3.1.5 보수공법별 자재의 적용

균열보수 공법별 사용되는 보수자재의 적용은 다음을 참고하여 결정한다.

보수공법	보수자재	적용 기준
주입 공법	경질형 에폭시 수지	비진행성 또는 균열거동이 미약한 경우
	연질형 에폭시 수지	진행성 또는 균열이 거동하는 경우
	유연성 에폭시 수지	비진행성 또는 진행성 균열
충전 공법	폴리머시멘트페이스트 퍼티형 에폭시 수지 제조업체별 표면처리재	비진행성 또는 균열거동이 미약한 경우
표면처리 공법	유연성 에폭시 수지 제조업체별 표면처리재	진행성 또는 균열이 거동하는 경우

3.2 균열의 보수시공

3.2.1 주입공법

1) 바탕준비

균열부를 중심으로 폭 50mm 정도를 와이어브러쉬 등으로 표면을 정리한다.

2) 주입

① 주입구를 전동드릴 등으로 주입핀에 따라 직경과 깊이를 결정하여 균열폭에 따라 약 50 ~ 300mm의 간격으로 천공하며, 이때의 천공방식은 누수여부 및 벽체두께 등을 고려하여 직각천공 또는 대각천공 한다.(균열부의 천공 시 공기구멍 또는 주입량을 확인할 수 있는 구멍을 동시에 천공한다.)

② 천공후, 콘크리트 먼지 등을 브러쉬와 압축공기 등으로 제거한다.

- ③ 표면실링용으로 사용하는 퍼티용 에폭시 수지를 규정량대로 개량하고 제성질을 발휘할때 까지 충분히 혼합한다.
- ④ 주입핀을 퍼티형 에폭시 수지로 부착한다.
- ⑤ 주입용 에폭시 수지를 규정량대로 개량하고 자동혼합장치 및 주입기계를 이용하여 주입한다.

3) 양생 및 마감

주입후 하절기는 24시간, 동절기는 48시간 이상 경과할 때까지는 주입면에 진동을 가하지 않으며 경화 후, 주입핀을 제거하고 표면을 그라인더로 깨끗이 먼처리 한다.

3.2.2 충전공법

1) 바탕준비

균열부를 따라 약 10mm의 폭으로 콘크리트를 U형, V형으로 커팅한 후, 커팅면과 주변부위를 와이어브러쉬 등으로 표면을 정리한다.(다만, V형으로 절개하여 충전하는 경우, 충전 재료의 박리가 발생할 수 있으므로 이를 주의한다.)

2) 보수재료의 충전

- ① 보수재료를 충전하기 전, 균열에 의한 철근의 부식정도를 확인하여 철근부식 유무에 따라 충전공법을 결정해야 한다.
- ② 커팅 후, 콘크리트 먼지 등을 브러쉬와 압축공기 등으로 제거한다.
- ③ 철근이 부식했을 경우에는 철근이 노출될때까지 커팅하여 철근의 녹을 제거하여 청소하고 철근표면에 방청제를 도포한다.
- ④ 제조업체가 지정하는 재료를 대상으로 규정량을 혼합하여 콘크리트의 손상부에 충전한다.

3) 양생 및 마감

주입후 하절기는 24시간, 동절기는 48시간 이상 경과할 때까지는 충전면에 진동을 가하지 않으며 경화 후, 단면을 수복할 수 있는 재료를 사용하여 제조업체의 규정에 따라 마감, 조치한다.

3.2.3 표면처리 공법

1) 바탕준비

균열부를 중심으로 폭 50mm 정도를 와이어브러쉬 등으로 표면을 정리한다.

2) 표면처리

사용하는 보수자재별, 제조업체의 배합사항을 준수하며 표면처리제를 붓, 주걱 등을 이용하여 폭 30mm, 두께 2mm 정도로 균열부에 도포하여 양생시킨다.

3) 양생 및 마감

주입후 하절기는 24시간, 동절기는 48시간 이상 경과할 때까지는 표면에 진동을 가하지 않도록 한다.

3.3 주입성능의 확인

보수공법에 사용하는 보수자재는 보수 전에 육안검사에 의한 주입성능을 확인할 수 있으며 성능확인 시행여부는 감리단과 협의하여 결정 한다

[붙임] 균열관리대장 작성요령

1. 균열번호

현장에서 관리가 용이한 방법으로 균열번호를 부여한다.

2. 균열의 크기

해당균열에 대한 길이 및 폭을 수치로 기입하고 도면상에 위치 또는 형태를 표기한다.

○ 균열의 조사 : 균열의 최초발견 시 균열 양끝단에 표시하고 번호 및 날짜표기 후 진행성의 유무를 관찰한다.

○ 균열의 폭 :

－균열폭의 측정 : 균열게이지

－균열폭의 변동을 측정할 경우, 초기값의 측정위치를 구조물에 기록하고 이후, 동일한 위치에서 측정한다.

－균열의 폭은 발생구간내 표면에서 관찰된 최대폭을 표기한다.

3. 보수필요의 유무

구조물을 관찰하다가 보수균열폭의 이상인 균열은 「유」로 표기하고 관찰종료 후, 보수균열폭 미만이 균열의 보수 필요성 유무를 판정한다.

4. 원인분석

균열발생의 원인을 간략하게 기입한다.

5. 보수, 보강의 내용

균열의 보수방법 및 재료를 기입하고 보수일자를 기록한다.

6. 보수후 조치사항

보수후, 균열이 재발생했을 경우에만 기재한다.

7. 확인

보수를 요하는 균열은 1차 보수 완료 후, 보수가 불필요한 균열의 경우에는 보수의 필요 여부를 판단하여 확인란에 서명한다.

균열 관리 대 장

구조물명 및 규 모			위 치				원 인					
최초 발견일					관리방법				보수현황			
단 면 도 및 전개도												
발생부위	Con'c 타설일	균열번호	균열크기 (m, mm)					보수 필요	원인 분석	보수 보강	확인	
			회차	1	2	3	4				조사자	확인자
			회차	1	2	3	4					
			일자									
			길이									
			폭									
			회차	1	2	3	4					
			일자									
			길이									
			폭									
			회차	1	2	3	4					
			일자									
			길이									
			폭									
			회차	1	2	3	4					
			일자									
			길이									
			폭									
			회차	1	2	3	4					
			일자									
			길이									
			폭									
			회차	1	2	3	4					
			일자									
			길이									
			폭									

균열 관리 대장

부재 및 위치					
보수 회사		보수방법		보수비용	
보수 기간			원 인		
보수 후 균열 관찰경과					

해당 도면 및 사진

보수 전		
보수 후		