

# 콘크리트의 결함과 대책

## (기포, 균열, 이어치기 결함에 대하여)

### 1. 일반사항

콘크리트에 나타나는 결함은 종류가 많고 발생원인은 설계단계에서부터 콘크리트의 재료 배합, 시공 양생 유지 관리에 이르기까지 여러 단계에 미치고 있다. 이와같은 결함은 콘크리트에 요구하는 성능을 저해할 뿐 아니라 철근콘크리트로서의 내구성도 저하시킨다. 다음의 <표 1>은 콘크리트의 결함과 그 요인에 대한 관계를 나타낸 것이다.

본 고에서는 이러한 많은 콘크리트 결함 중에서 이어치기, 균열 그리고 기포에 대해서 발생원인과 저감대책에 관하여 살펴보았다.

### 2. 콘크리트의 기포

콘크리트 구조물에 요구되는 성질로서 작업성, 강도 및 내구성 외에 외관을 들 수 있다. 특히 노출 콘크리트에서는 표면에 기포가 있으면 미관도 좋지 않고, 품질의

표 1. 콘크리트의 결함과 요인

결함의 종류	설 계	재 료	배 합	시 공			
				배 급 회 복	거푸집	타 설 다 지기	양 생
압축강도 부족		△	◎			△	◎
이어치기 강도					◎	◎	
처짐 증가	◎	◎				△	◎
곰 보			△		△	◎	
이어치기		△				◎	
레이턴스		◎	△				
블 리 딩		△	◎				
균열	온 도	◎	◎	△		◎	△
	건조, 침하	◎	△	◎	△	◎	△
누수	◎		◎			◎	
강재 부식		◎		◎		◎	
표면상태	기 포		△		△	◎	
	박 리				◎	△	
	색얼룩		△		◎		
	페이스트 유출			◎	△		
정밀도	위 치				◎		
	형상 치수				◎		
	요 절				◎		

※ 참조, ◎: 영향이 크다. △: 영향이 있다

이세웅 쌍용건설 기술연구소 소장  
장동운 쌍용건설 기술연구소 선임연구원  
박철용 쌍용건설 기술연구소 주임연구원

좋고 나쁨에도 영향을 미치는 경우도 있으며, 심할 경우 콘크리트 전체를 전부 마감 처리해야 하는 등의 문제도 발생할 수 있다. 그러나 콘크리트 그 자체가 원래 기포

를 포함하고 있고, 또한 타설시 공기가 유입되기 때문에 기포의 발생을 완전히 제거하는 것은 불가능하다. 일반적으로 콘크리트 표면의 기포발생 원인에 대해 정리하면 표 2와 같다.

표 2. 콘크리트 표면의 기포 발생의 영향요인과 영향

영향요인	기포 발생에 미치는 영향
단위 시멘트량	단위 시멘트량이 증가할수록 감소함.
고성능 감수제	고성능 감수제의 양이 증가할수록 증가함.
슬럼프	슬럼프가 증가할수록 감소함.
잔골재율	잔골재율이 감소할수록 감소함.
진동다짐	거푸집 외부의 추가 진동 등은 기포 발생을 증가시킴.
공기 연행제	적정량을 사용할 경우 감소함.
거푸집	거푸집이 건조해 있으면 증가함. 철재 거푸집의 경우 거푸집 온도에 반비례함.
박리제	유성 성분이 적은 것일수록 감소함.
경사면과 수직면	경사면의 경우가 수직면의 경우보다 많이 발생함.
기타	고성능 감수제를 사용할 경우, 한꺼번에 높이 타설할 경우 발생하기 쉬움.

**(1) 단위 시멘트량의 영향**

단위 시멘트량을 변동하는 방법으로 콘크리트의 기포 총수와의 관계를 나타내면 단위 시멘트 250~350 kg 범위에서는 시멘트량이 증가함에 따라 기포가 감소하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

**(2) 고성능 감수제 및 공기 연행제의 영향**

혼화제를 첨가하지 않은 콘크리트와 비교해서 고성능 감수제를 사용한 콘크리트에서는 기포수가 약 50% 정도 증가하는 것으로 알려져 있다. 이것은 고성능 감수제의 사용량이 많은 콘크리트는 점성이 높게 나타나기 때문이다. 물론 고성능 감수제는 비공기 연행성을 나타내지만 콘크리트의 점성증가가 더 큰 영향을 미치기 때문이다. 이 부분은 작업성과 깊은 관련이 있다. 또한 양질의 공기 연행제를 사용하면 플레인 콘크리트에 비해 약 40% 정도의 저감효과가 있다. 따라서 안정한 기포를 동반하는 공기 연행제의 선택이 중요하다.

**(3) 작업성의 영향**

콘크리트의 슬럼프 8cm와 비교해서 슬럼프 18cm를 비

교하여보면 콘크리트에서는 기포수가 약 20% 정도 감소하는 것으로 알려져 있다. 배합이 같은 상태에서 슬럼프만을 증가시킨 콘크리트에서는 강도저하 뿐만 아니라 내구성에도 악영향을 줄 수 있다. 따라서 작업성의 개선과 표면 기포의 감소에 효과적인 공기연행제의 사용, 고성능 감수제(고유동화제)의 사용, 시멘트량을 증가하는 등의 방법을 검토할 필요가 있다.

**(4) 잔골재 및 잔골재율의 영향**

잔골재에 따른 기포수를 살펴보면 잔골재율이 낮을수록 기포가 감소하는 것으로 알려져 있다. 또한 모래입도에 따라 0.3~0.6mm 입자가 많을수록 공기량이 증가하고, 0.15mm 이하의 미분이 많을수록 감소한다는 연구결과도 있다.

**(5) 진동다짐의 영향**

봉 다짐기로 외부에서 추가진동의 영향을 주변 외부의 추가진동은 표면의 기포를 30~40% 정도 증가시킨다. 현장에서는 거푸집 두들기기, 추가 진동, 거푸집 부분에 집중적으로 진동을 가하기도 하지만 이것은 콘크리트 내부에 있는 기포가 거푸집 표면으로 이동 또는 작은 기포가 모여 큰 기포만을 발생시키는 작용을 하여 바람직하지 못하다.

**(6) 거푸집 표면 박리제의 영향**

콘크리트 거푸집 표면에 부착을 방지하기 위해서는 유분이 많은 것이 좋지만 기포를 감소시키기 위해서는 불리하고, 소량의 소포제 첨가로서는 큰 영향을 미치지 못한다. 따라서 제품타형시 콘크리트의 강도, 제품의 형상 등을 고려해서 될 수 있는 한 유성성분이 적은 박리제를 사용하는 것이 기포저감 측면에서는 유리하다.

**(7) 경사면과 수직면의 영향**

거푸집을 제작하여 타설한 후 경사면을 조사한 결과 경사면의 구배가 0, 즉 수직면의 경우를 1로 할 때 30~50% 경사에서는 약 2.5~3.0배, 10% 경사에서는 5배, 15% 경사에서는 7배 정도의 기포가 발생하는 것으로 나타났다. 경사면을 가진 콘크리트 표면을 좋게 하기 위한 적절한 방법은 특별히 없으며, 단지 단위 시멘트량의 증가 또는 타설높이를 될 수 있는 한 작게 하는 등이 있지만 다른 영향도 고려해야 한다.

**3. 콘크리트의 균열**

콘크리트에 발생하는 균열은 안전성이나 미관을 해칠 뿐만 아니라 누수, 철근부식 등과 같은 2차적인 결함으

로 연결되어 구조물의 내구성 및 내력저하와 구조물의 기능을 손상시키는 원인이 된다. 따라서 구조물에 발생하는 균열의 원인을 정확히 판단하여 대책을 수립하거나 보수 보강을 실시하여 이러한 유해한 균열로부터 건물을 보호해야 한다.

콘크리트에 발생하는 균열은 발생원인에 따라 표 3과 같이 크게 5가지로 분류할 수 있으며, 일반적으로 어느 한 요인에 의한 것이라기보다는 여러요인이 복합적으로 작용하여 나타난다고 볼 수 있다.

표 3. 균열의 발생원인

구분	세부항목
재료조건	건조수축, 알칼리 골재 반응, 수화열 등
환경조건	콘크리트 중성화, 염분, 외부 온도 변화, 동결융해의 반복 등
설계조건	구조물 내력 부족, 설계하중 적용 오류, 개구부 모서리 균열 등
시공조건	콘크리트 배합 및 시공, 철근배근, 거푸집, 초기 동해 등
사용조건	하중 증가, 부재 손상, 부동침하 등

### 3.1 재료조건에 기인하는 균열

콘크리트는 시멘트, 물, 골재와 필요에 따라 각종 혼화재를 혼합하여 만든 혼합물로서 수분의 건조에 따라 수축하는 성질을 가지고 있다. 이러한 이유로 콘크리트 구조물에 있어서 건조수축은 균열을 일으키는 가장 큰 원인 중의 하나이다. 기둥, 보, 벽체 등으로 구속되어 있는 콘크리트가 수축을 할 경우 발생하는 인장력이 콘크리트의 인장강도를 초과하면 균열이 발생한다. 이러한 건조수축 균열은 단위수량이 클수록 많이 발생하며 시간이 흐를수록 진전하는 것으로 알려져 있다.

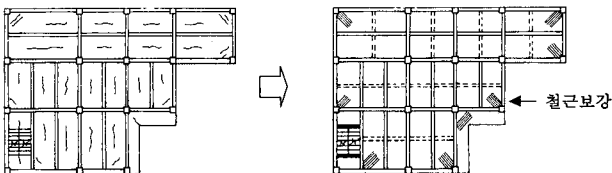


그림 1. 건조수축에 의한 균열현상 및 대처방법

알칼리 골재반응은 알칼리 실리카 반응이라고도 하며, 콘크리트 내의 반응성 골재와 시멘트의 알칼리 성분이 화학적인 반응을 일으켜 콘크리트 내에 부풀어 오르는 겔을 형성하고, 이 겔이 콘크리트의 다른 부분으로부터 물을 끌어 들여 국부적인 팽창을 유발하여 인장력을 일으키게 하는 현상이다. 이러한 과정에 의해서 인장응력

에 약한 콘크리트에 균열이 발생하게 된다.

단면이 큰 콘크리트 부재는 경화 중 발생하는 시멘트 수화열로 인하여 상대적으로 외부보다 보온이 잘 된 내부 콘크리트의 온도가 증가한다. 이로 인해 콘크리트의 표면과 내부 사이에 큰 온도차가 발생하며, 초기양생 후 온도가 내려가면서 강도가 증가하고 수축작용이 일어나 균열이 발생하게 된다. 일반적으로 매스 콘크리트에서 발생하는 균열은 이와 같은 시멘트 수화열에 의한 경우가 많다.

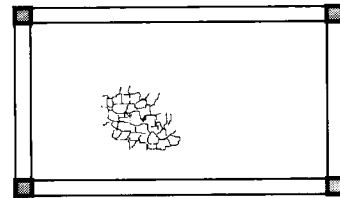


그림 2. 알칼리 골재 반응에 의한 균열현상

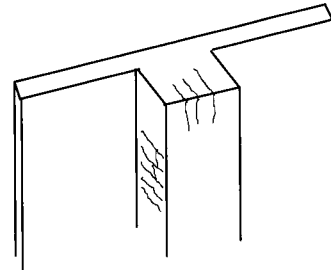


그림 3. 수화열에 의한 균열현상

### 3.2 환경조건에 기인하는 균열

콘크리트는 연속한 모세관 공극을 가진 다공질 재료로서 영구적으로 정상상태를 유지하는 것이 어렵다.

즉, 콘크리트가 외기(H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> 등), 온도, 화학물 등에 의해 초기 정상상태를 상실하게 되면서 균열이 발생하게 되고, 심할 경우 박리, 박락의 원인이 되기도 한다.

콘크리트 중성화란 시멘트의 수화로 생긴 pH 12~13 정도의 강알칼리성 수산화칼슘이 대기 중 탄산가스와 반응하여 탄산칼슘으로 변화하여 pH 8.5~10 정도로 알칼리성이 중성으로 변하는 현상을 말한다. 이러한 콘크리트 중성화는 콘크리트의 표면에서 내부로 점차 진행해 가면서 콘크리트 내부의 철근부식에 영향을 미치게 된다. 정상상태일 경우 콘크리트 내부의 철근은 고알칼리성 환경의 부동태 피막이라고 하는 보호피막으로 덮혀 있어서 잘 부식되지 않지만, 콘크리트의 중성화 영역이 철근위치까지 이르면 철근표면의 부동태 피막이 파괴되고, 중성화로 인하여 수분 및 산소가 공급되면 콘크리트 내부의 철근은 부식하게 되며, 부식생성물인 녹의 최대 2.5 배 정도까지 체적팽창으로 인하여 철근을 따라 균열이 발생하게 된다.

콘크리트 내부에 염화물이 침투할 경우 콘크리트 자체가 노후화하거나 균열이 발생하는 것이 아니라 콘크리트 속의 철근이 염화물 이온의 작용으로 녹이 발생하게 된다. 즉 콘크리트 내부에 일정량 이상의 염화물 이온이 존재하면 철근표면의 부동태 피막은 파괴되어 부식하게 된다.

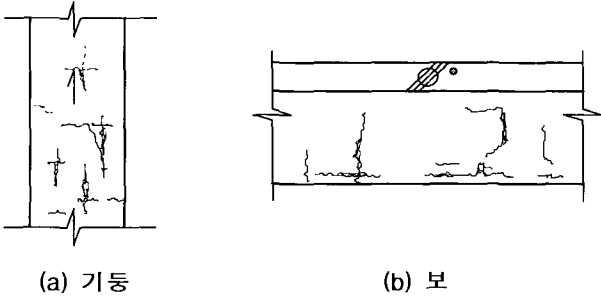


그림 4. 중성화에 의한 균열현상

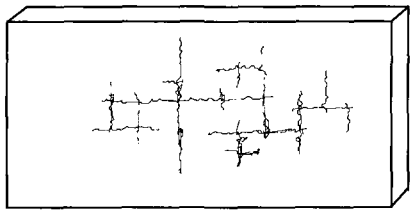


그림 5. 염분 피해로 인한 균열현상

일반적인 환경조건(온도, 습도 변동)에 기인하는 균열은 대개가 수축에 의한 인장응력이 콘크리트의 허용 인장응력을 초과하여 발생하는 수축균열이며, 여러 요인들이 복잡하게 조합되어 균열이 발생하는 것이 대부분이다.

콘크리트 타설 3개월 이후에 발생하는 균열은 외기의 온도가 급격한 변화를 일으키면 내부와의 온도차이에 의해 부재에 균열이 발생한다. 또한 구조체가 일변화, 연변화의 영향을 받으면 균열부의 내부철근은 반복 부작피로를 일으켜 균열폭이 확대된다.

콘크리트 구조물이 동결융해를 반복하게 되면 균열이 발생할 수 있으며, 이러한 노후화 과정은 골재나 시멘트 페이스트 사이에 존재하는 잔여 공극수가 동결융해 과정에서 팽창 수축을 반복적으로 일으켜 인접 시멘트 페이스트에 균열을 일으키거나 골재에 손상을 일으켜 균열이나 박락 등의 피해를 발생시킨다.



(a) 외기온도가 높을 때



(b) 외기온도가 낮을 때

그림 6. 외기온도 변동으로 인한 외부벽면의 균열현상

### 3.3 설계조건에 기인하는 균열

구조설계 오류로 인하여 발생한 균열은 다른 어떤 요인으로 발생한 균열보다 대단히 치명적이다. 이것은 구조물의 사용을 제한할 뿐만 아니라 구조물의 안전도 크게 위협하기 때문이다. 실제 사용하중과 설계시 예상하중에 차이가 발생할 수 있는 여지를 감안하여 안전계수가 적용되고 있지만 그 차이가 심할 경우 부재에 과도한 균열이 발생하게 된다. 특히 시공시 건설하중은 그 대표적인 사례로써 건설하중의 제한사항을 명시하지 않았을 경우 시공시 과하중이 적재되는 경우가 발생하여 균열이 발생하게 된다.

구조설계 하중대비 구조물의 내력이 부족하여 발생하는 균열은 휨 균열, 전단 균열, 비틀림 균열 등이 있으며, 각종 작용력에 따라 생성된 주인장응력의 직각방향으로 발생한다. 또한 장스팬 슬래브나 보의 경우 과도한 처짐으로 인한 균열도 발생할 수 있으며, 이 경우 설계시 처짐에 대한 세심한 주의가 필요하다.

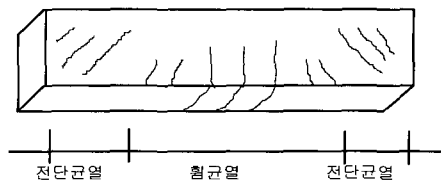
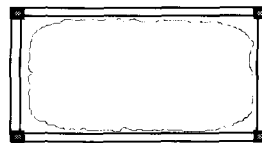
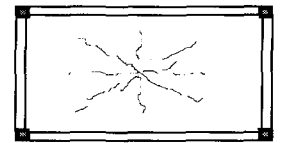


그림 7. 하중과소 설계로 인한 보의 균열현상



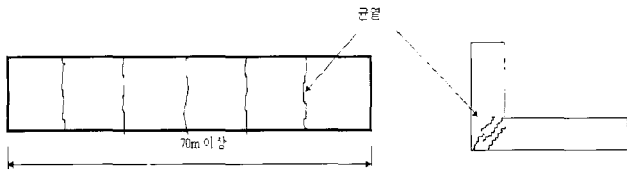
(a) 슬래브 상부 균열



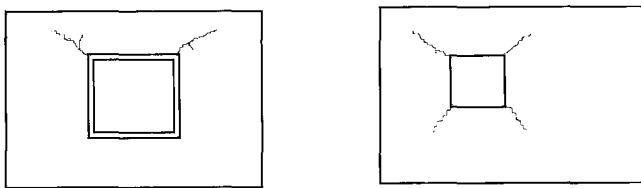
(b) 슬래브 하부 균열

그림 8. 과도한 처짐으로 인한 슬래브의 균열현상

일반적으로 건물의 길이가 50~60m를 넘는 경우 건조 수축 등으로 인한 균열을 방지하기 위해 신축이음을 설치하는 것으로 설계하여야 한다. 신축이음은 건물의 평면이나 입면형태가 'ㄱ' 자, 'ㄷ' 자 등 꺾어진 부위에 설치하는 것이다.



**그림 9. 신축이음 미설치로 인한 균열현상**  
 개구부 모서리에 발생하는 사선방향의 균열은 가장 많이 발생하는 균열 중의 하나이다. 이 균열은 슬래브나 벽체의 개구부 모서리 부위에 발생하는 응력집중에 의한 건조수축균열로써 균열발생을 방지하기 위해서는 인방을 설치하거나 그림 1과 같이 균열방향과 직각으로 배근하는 등의 보강철근이 필요하다.

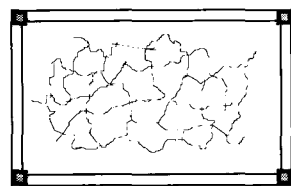


(a) 벽체 개구부 균열 (b) 슬래브 개구부 균열

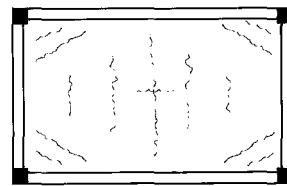
그림 10. 개구부의 균열현상

### 3.4 시공조건에 기인하는 균열

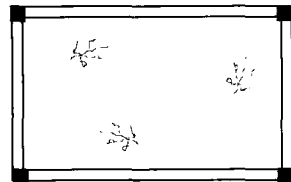
시방서에 준하여 재료를 선정하고 양호한 배합을 하여 운반하였더라도 콘크리트를 타설할 때 재료의 분리가 발생하거나 밀실함이 좋지 않은 상태에서 부어넣기를 하였을 경우에는 예기치 않은 결함이 발생하게 된다.



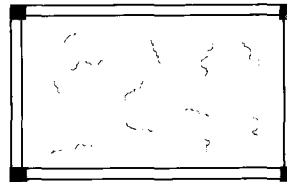
콘크리트 장시간 비비기로 인한 망사균열



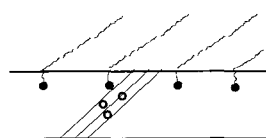
콘크리트에 물을 댄 경우의 균열



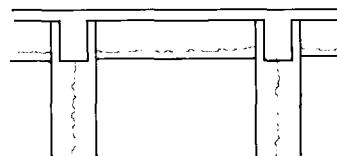
혼화재의 불균일한 분산으로 인한 균열



시멘트의 이상 응결에 의한 균열



콘크리트의 침하,블리딩에 의한 균열



급속한 부어넣기로 인한 균열

그림 11. 콘크리트의 배합 및 시공불량으로 인한 균열현상

콘크리트 균열을 제어하기 위해서는 콘크리트의 비비기에서 부어넣기 완료시까지 시간의 한도는 외부 기온이 25℃ 미만일 경우는 90분, 25℃ 이상일 경우는 60분이며, 부어넣기 속도의 표준은 펌프차 1대에 대하여 20~30m<sup>3</sup>/h 정도이다. 부어넣기 도중에 이어치기 시간 간격의 한도는 외부 기온이 25℃ 미만일 경우는 120분, 25℃ 이상일 경우는 90분 정도로 제한하고 있다.

콘크리트 타설시 발생할 수 있는 균열의 원인은 혼화재료의 불균일한 분산, 장시간 비비기, 펌프 압송시 배합변경, 부적당한 부어넣기 순서, 급속한 부어넣기, 불충분한 다지기, 콘크리트의 침하, 블리딩(Bleeding), 쿨드조인트(Cold Joint), 이어치기 불량 등이 있다.

철근배근은 정확한 배근위치와 피복두께를 지켜야 한다. 배근위치가 불량하거나 피복두께가 너무 깊을 경우 구조내력의 저하가 발생하여 구조물에 균열이 발생하며, 피복두께가 너무 얇으면 철근을 따라 균열이 발생하여 철근의 부식, 피복탈락 등이 발생한다.

콘크리트의 마감작업을 한 후에도 콘크리트는 계속 압밀되는 경향이 있다. 거푸집 존치기간은 콘크리트 양생과 깊은 관계가 있으므로 최소한 시방서의 규준을 준수한다.

거푸집으로 인한 균열은 거푸집이 불룩하거나 거푸집을 조기에 제거하는 경우, 거푸집에서 누수가 발생하는 경우, 동바리가를 조기해체하는 경우에 발생할 수 있다.

조기동해를 받은 콘크리트는 동해 이후에 강도가 거

의 증진되지 않으므로 초기동해를 입지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다. 초기 양생기간(압축 강도가 50 kgf/cm<sup>2</sup> 정도가 되기까지의 기간)에 콘크리트가 동결할 염려가 있는 경우 초기 양생계획을 철저히 수립하여 콘크리트의 온도가 0℃ 이하가 되지 않도록 하여야 한다. 일평균기온이 4℃ 이하이거나 3일간 연속해서 일평균기온이 5℃ 이하일 경우 또는 하루 중 12시간의 평균기온이 10℃ 이하일 때는 초기동해를 받을 염려가 있으므로 주의해야 한다.

초기동해를 받은 콘크리트는 배합수가 얼고 강도가 50% 이하로 감소될 뿐만 아니라 콘크리트 강도 발현이 지연되고 콘크리트 표면이 취약하게 되며, 경우에 따라서는 스케일링(Scaling)을 일으켜 박락되는 경우도 있다.

### 3.5 사용조건에 기인하는 균열

설계하중에 비해 큰 하중이 구조물에 작용하면 부재에 발생하는 응력이 증가하여 균열이 발생하게 된다. 그림 7~그림 8에 나타나 있듯이 바닥 슬래브의 경우 보 주변 상부 슬래브와 중앙 하부슬래브에 항복선을 따라 휨 균열이 발생하며, 보의 경우에는 중앙 하부에 휨 균열과단부 옆면에 전단균열이 발생한다.

용도변경이나 인테리어 공사를 하기 위해서 보나 기

둥 등 주요 구조부재에 손상을 가할 경우 손상된 부재에서 균열이 발생할 수 있다. 이 경우에는 구조물의 안전에 심각한 영향을 끼치므로 주의하여야 한다.

지하수위의 변동이나 인접지반의 환경변화, 이질 기초인 경우에는 건물에 부동침하가 발생하여 기초 보와 벽 부재에 큰 구조균열을 발생시키는 경우가 있다. 이러한 균열은 장기적으로 진행되는 경우가 많고 심각한 결과를 초래할 수 있으므로 주의하여야 한다. 인접 지반에서 지반의 침하 및 수평이동에 대한 대책을 마련하지 않고 터파기 공사를 할 경우 건물 기초지반의 부동 침하가 생겨, 기초 바닥, 슬래브, 벽체 등에 균열이 발생한다.

### 3.6 균열의 보수공법

콘크리트 구조물에 발생한 균열을 보수하는 것은 균열의 발생에 의해 손상된 구조물에 보수재를 주입 또는 충전하여 공기증과 차단시킴으로써 콘크리트 중성화 등의 열화를 방지하고, 철근 녹 발생 및 진행을 억제시키는 효과가 있으며, 더 나아가서는 구조물의 강도를 증진시키는 효과도 있다.

콘크리트 균열의 발생현상 및 원인에 따른 보수공법별 적용기준은 일반적으로 표 4와 같으며, 각 공법의 특징은 다음과 같다.

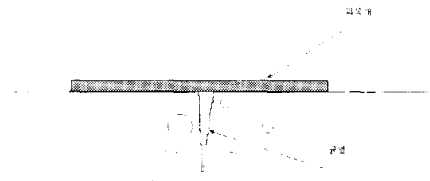
표 4. 균열 현상 및 원인에 따른 적용공법

보수 목적	균열현상 및 원인		균열폭 (mm)	보수공법				비고	
				표면 처리 공법	주입 공법	충전 공법	그 밖의 공법		
							침투성방수제도포공법		기타
방수성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭 변동小	≤0.2	☉	△				
			0.2~1.0	△	☉	☉			
		균열폭 변동大	≤0.2	△	△				
			0.2~1.0	△	☉	△			
내구성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭 변동小	≤0.2	☉	△	△			
			0.2~1.0	△	☉	☉			
			1.0≤			☉			
		균열폭 변동大	≤0.2	△	△	△			
			0.2~1.0	△	△	☉			
			1.0<			☉			
	철근부식				☉				
	염 해						▽		
	반응성골재						▽		

※ 여기서, ☉: 양호, △: 보통, ◊: 연구단계

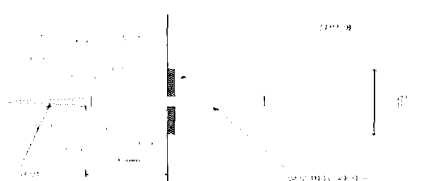
### 1) 표면처리 공법

균열폭 0.2mm 이하의 미세한 균열에 대해서 적용되는 공법으로, 균열부에 도막을 형성하여 방수성, 내구성을 향상시키기 위해 사용된다. 주로 슬래브 또는 벽체를 보수하기 위해 많이 사용되며, 주의할 점은 균열폭 0.2mm 이하의 미세한 균열일지라도 진행성 균열일 경우에는 다른 공법을 검토해야 한다.

개요도	시공순서
	<p>균열부 청소                      표면의 기공 등을 Putty 처리                      부착재(Epoxy 등) 이용, 피복재(Latex 등) 도포                      표면 마무리</p>

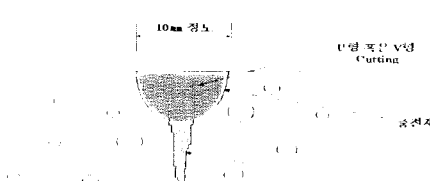
### 2) 주입 공법

균열폭 0.3mm 이상의 비교적 큰 균열에 대해서 적용되는 공법으로, 균열 내부에 수지계 혹은 시멘트계 재료를 주입시켜 방수성, 내구성을 향상시키기 위해 사용된다. 이 공법을 사용할 때 주의할 점은 주입재료에 따른 주입시기를 엄수하지 않을 경우 강도저하가 우려되며, 고압주입의 경우 기존 균열을 확대시킬 우려가 있으므로 주입속도를 고려하여 시공해야 한다.

개요도	시공순서
	<p>균열부 청소                      주입용 파이프 설치                      균열부 실링처리                      주입용 파이프 제거                      실링재 제거                      표면 마무리</p>

### 3) 충전 공법

균열폭 0.3mm 이상의 비교적 큰 균열에 대해서 실시하는 공법이다. 균열을 따라 콘크리트를 절단하고 그 부위에 보수재를 충전하는 공법으로 시공방법의 특성으로 인하여 일반적으로 슬래브 상부면에 한해서 사용된다. 이공법을 이용할 경우 충전재와 기존 콘크리트와의 완전한 접착을 위해 프라이머를 철저히 도포해야 한다.

개요도	시공순서
	<p>균열면을 "U" 또는 "V"형으로 절단                      절단면에 프라이머 도포                      Back up재 삽입                      충전재(수지계, 시멘트계) 충전                      양생 및 표면 정리</p>

## 4. 콘크리트 이어치기

### 4.1 일반사항

콘크리트 이어치기 부분에서 구조재료나 마감재료의 접합부에는 결함이 발생하기 쉽다. 콘크리트의 접합부 이어치기에서는 먼저 타설한 콘크리트 표면에 불리딩 물, 레이턴스 등으로 인하여 품질이 저하되기 쉽다. 이것을 처리하지 않거나 잘못 처리한 채 이어치기한 경우에는 품질확보가 되지 않아 필요한 강도를 얻을 수 없고, 연속성이 결여되어 구조상의 약점을 만든다. 또한 내구성 수밀성이 저하되어 백화현상이 발생하거나 외관을 아주 훼손하는 경우도 있으며, 건조수축응력도 집중하여 균열이 발생하기 쉽고, 지하실 등에서는 이어치기한 부분에서 누수가 발생하는 경우도 많다.

콘크리트 이어치기 부분은 구조물의 강도, 내구성 및 외관에 큰 영향을 미치므로 이어치기를 하는 위치 및 구조는 시공성 뿐만 아니라 구조물의 강도, 내구성 및 외관 등을 설계시 충분히 검토하여 결정하여야 한다. 그러나 부득이하게 설계에 정해져 있지 않은 부분에서 이어치기를 해야 할 경우에는 구조물의 특성 등을 잘 이해한 후 공사 전체의 시공계획단계 또는 적어도 각 구조물의 콘크리트 타설계획단계에서 위치, 방향, 구조 형식 및 시공방법 등을 결정해 둘 필요가 있다.

콘크리트 구조물의 성질상 이어치기 부분은 전단력에 대단히 취약하므로 될 수 있는대로 전단력이 작은 위치를 선정해야 한다. 따라서 이어치기 부위를 부재의 압축력이 작용하는 방향과 직각방향으로 설치하여 시공이음면의 전단저항력을 최대한 높일 필요가 있다. 그러나 부득이하게 전단력이 큰 위치에 시공이음을 설치할 경우 전단력에 저항하도록 하기 위해 홈을 만드는 방법, 철근으로 보강하는 방법 그리고 리브라스 거푸집을 이용하는 방법 등이 이용되고 있다.

### 4.2 이어치기 부위의 강도에 영향을 미치는 요인

#### (1) 이어치기 재령

이어치기 재령과 이어치기 부위의 강도의 관계는 이어치기 부위에 발생하는 레이턴스 등을 제거하지 않은 경우 일반적으로 <그림 4.1>에 나타나 있듯이 초기 재령시에는 이어치기 재령이 길어짐에 따라 이어치기 부위의 강도는 계속적으로 저하하지만 이어치기 재령 3~7일 이후는 거의 일정하게 초기 강도의 1/2 정도로 강도 저하가 발생하는 것으로 보고되고 있다. 그러나, 선타설 콘크리트의 표면을 와이어 브러쉬로 약 2mm 정도

닦고 물로 씻어 표면의 레이턴스 등을 제거하고 콘크리트를 타설한 경우와 시멘트 페이스트를 바르고 타설한 경우, 모르터를 1cm 정도 바르고 타설하며, 선타설 콘크리트의 표면을 와이어 브러쉬로 6mm 정도 깎아 표면에 요철을 만든 후 시멘트 페이스트를 바르고 타설한 경우 등에는 모두 90~95% 정도의 강도를 얻을 수 있는 것으로 보고되고 있다.

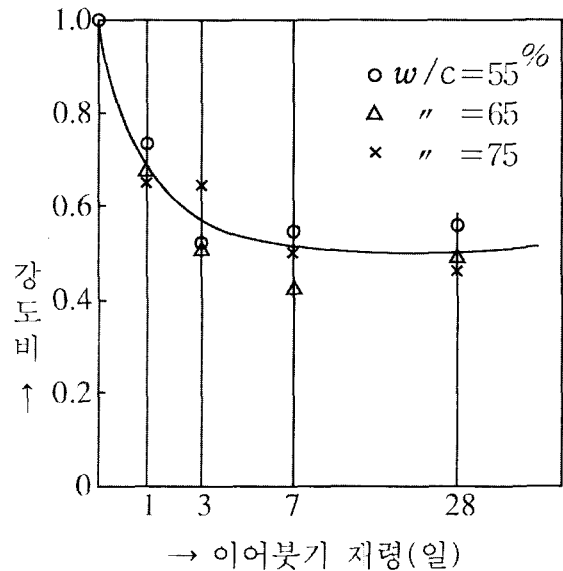


그림 12. 이어치기 재령과 이어치기 강도와와의 관계 (표면처리 하지 않은 경우)

#### (2) 이어치기 부위의 처리방법

이어치기 부위를 처리하는 방법에 따라 강도에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 표 5와 표 6은 각각 무근콘크리트와 철근콘크리트의 수평 이어치기와 수직 이어치기에 대하여 이어치기 부위의 처리 방법에 따른 강도비 실험결과를 정리한 것이다.

이어치기 부위의 처리방법에 의한 실험값들을 정리하면 다음과 같다.

- ① 이어치기 부위를 처리하지 않은 경우 : 0.50 이하
- ② 레이턴스를 제거하지 않고 시멘트 페이스트나 모르터를 바른 경우 : 0.70 이하
- ③ 레이턴스를 제거한 경우 : 0.75~0.85 정도
- ④ 레이턴스를 제거한 후 시멘트 페이스트나 모르터를 바른 경우 : 0.80~0.95 정도
- ⑤ 경화 3시간 후 진동을 가한 경우 : 0.9~1.0 정도로 향상



표 5. 이어치기 부위의 처리방법에 따른 강도비 (무근콘크리트)

이어치기 방향	이어치기 부위의 처리방법	인장 강도비	휨 강도비
수평 이어치기	부처리	0.34	0.72
	물씻기만 한 경우	0.45	-
	레이턴스 제거하지 않고 모르터를 바른 경우	0.44	-
	와이어 브러쉬로 레이턴스를 제거한 경우	0.83	-
	이어치기 부위를 1mm 제거한 경우	0.77	0.88
	1mm 제거하고 시멘트 페이스트를 바른 경우	0.93	0.92
	6mm 제거하고 요철을 만들 후 시멘트 페이스트를 바른 경우	-	0.96
	1mm 제거하고 모르터를 바른 경우	0.96	0.94
수직 이어치기	1mm 제거하고 시멘트 페이스트를 바르고 3시간 후 진동을 한 경우	1.00	-
	부처리	0.38	0.44
	물씻기만 한 경우	0.57	0.70
	시멘트 페이스트를 바른 경우	0.77	0.84
	모르터를 바른 경우	0.67	0.68
	와이어 브러쉬로 닦고 물씻기 한 경우	0.60	0.61
	와이어 브러쉬로 닦고 물씻기 한 후 시멘트 페이스트를 바른 경우	0.79	0.80
	와이어 브러쉬로 닦고 물씻기 한 후 모르터를 바른 경우	0.82	0.82
	1mm 제거하고 시멘트 페이스트를 바른 경우	0.83	0.87
	6mm 제거하고 요철을 만들 후 시멘트 페이스트를 바른 경우	-	0.93
1mm 제거하고 시멘트 페이스트를 바르고 3시간 후 진동을 한 경우	0.98	-	

표 6. 이어치기 부위의 처리방법에 따른 강도비 (철근콘크리트)

이어치기 방향	이어치기 부위의 처리방법	인장 강도비	휨 강도비
수평 이어치기	부처리	0.61	-
	와이어 브러쉬로 레이턴스 제거	0.89	-
	응결 지연제로 이어치기 부위를 거칠게 한 경우	0.84	-
	와이어 브러쉬 처리 후 주철근을 정위치로 수정한 경우	0.94	-
수직 이어치기	부처리	0.79	0.36
	와이어 브러쉬로 닦고 물씻기 한 경우	0.95	0.45
	와이어 브러쉬로 닦고 물씻기 한 후 모르터를 바른 경우	0.76	0.91
	이어치기 부위를 치핑처리한 경우	0.73	-
	리브라스를 사용한 경우	0.90	-

(3) 이어치기 각도의 영향

역이어치기에서 콘크리트는 나중 매우기 공법으로 타설되므로 이어치기 직후에 발생하는 콘크리트의 침하수

축으로 상부에 틈이 발생하고 이어치기 표면에 블리딩이나 기포가 모여 구조적 결함이나 방수결함의 원인이 되기도 한다. 이 밖에 콘크리트의 유동압이나 부어넣기 속도 부족으로 충전 불량 등이 발생하거나 나중 치기

거푸집 접합부에 틈이 발생하거나 거푸집의 부풀어 오름 등으로 콘크리트에 결합이 발생하기도 한다.

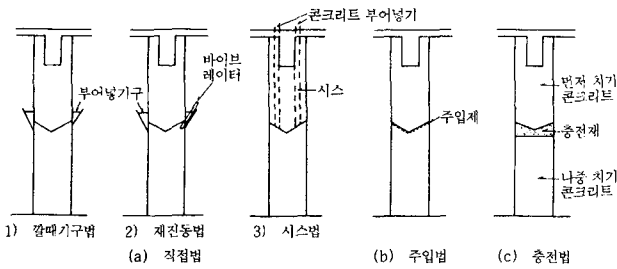


그림 13. 역이어치기 처리방법

역이어치기의 처리방법으로는 직접법, 주입법, 충전법으로 나눌 수 있으며, 직접법에는 깔때기 부어넣기, 재진동, 시스 부어넣기 등이 있다. 이 중 성능면에서는 충전법이 가장 뛰어나고 주입법, 직접법 순이며, 비용면에서는 이와 반대이므로 일반적으로 직접법과 주입법을 함께 사용하는 경우가 많다.

**(4) 철근을 이용한 결합효과**

콘크리트가 경화하면서 수축하려는 힘을 철근이 구속하므로써 철근에는 압축력이, 콘크리트에는 인장력이 작용하여 이어치기 부위에 균열이 발생하게 된다. 이 때 발생한 균열은 전단력이 가해진 경우에 이어치기 부위의 변위를 증대시키지만 철근의 결합효과는 변하지 않는다.

「프리스트레스드 콘크리트 설계 시공 기준 동해설」

(일본건축학회, 1975)에서는 콘크리트의 수평 이어치기 부위의 허용 전단응력을 규정하는데 있어서 이어치기 부위의 부착력은 콘크리트 강도에 관계없이 이어치기 부위의 처리상태와 결합 철근비에 따라서 결정하는 것으로 되어 있으며, 이어치기 부위에서는 전체 길이에 걸쳐서 결합 철근을 사용하여 정착하고, 결합 철근비는 0.2% 이상으로 한다고 규정되어 있다.

**(5) 이어치기 위치의 선정**

콘크리트 이어치기 부위는 표면처리가 제대로 되지 않으면 균열, 중성화 등 콘크리트의 내구성을 저하시키게 된다. 따라서 콘크리트 구조물은 될 수 있는 한 이어치기를 하지 않고 연속하여 타설하는 것이 바람직하지만 일반적으로 콘크리트 공급능력, 노무능력, 타설 후 마감방법, 시공관리능력 등 공사의 전체적인 계획과 건물의 규모, 면적에 따라서 이어치기를 계획하게 된다. 이어치기를 계획할 경우 위치선정에 있어서 주의해야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 전단력이 작은 부분에서 이어치기하고 전단영역은 반드시 피한다.
- ② 슬래브는 중앙부에서 이어치기하고 보 단부에서는

이어치기하지 않는다. 부득이 보 단부에서 이어치기할 경우에는 현치 등을 계획한다.

③ 수직 또는 수평으로 거푸집널에 따라 구획되 리 브라스 등을 사용하는 것이 좋다.

④ 각 층의 이어치기 위치는 될 수 있는 한 1 스패 이상 떨어뜨린다.

⑤ 가늘고 긴 건물에서는 이어치기 구획을 30m 정도 이내로 한다.

⑥ 캔틸레버 보 또는 슬래브는 이어치기하지 않고 반드시 한번에 타설해야 한다.

⑦ 방수 누름 콘크리트가 있는 옥상 파라펫의 치울림은 누름 콘크리트 상단에서 100mm 이상의 높이로 이어치기하고 상단을 바깥 물매로 한다.

⑧ 이어치기 부위는 보강철근을 배근한다. (설계 철근량의 0.6% 이상)

⑨ 슬래브 이어치기 부위는 상단 주철근량의 50% 이상의 보강철근을 배근한다.

**5. 맺 음 말**

현장타설 콘크리트는 흔히 사용되고 있는 건축재료 중에서 가장 다루기 어려운 재료이며 현장에서 제품이 완성되고 여러가지 재료의 복합작용으로 인해 일종의 결합이 상재하고 있는 재료라고 해도 과언이 아니다. 본 고에서는 현장타설 콘크리트가 가진 여러가지 결합 중에서 기포, 균열, 이어치기 등에 대해서 발생원인부터 대처방법까지 간략하게 살펴보았다. 콘크리트를 구조물에 적용한 이래로 이러한 결합을 줄이기 위해 다양한 노력을 해왔으며 국내에서도 건설기술자나 연구자들이 충분히 대처방안이나 경험자료를 축적하고 있다고 본다. 그러나, 아직도 유사한 문제들이 반복되고 있으며 특히 건축물의 경우에는 콘크리트가 외부에 노출되는 경우가 많지 않기 때문에 비교적 소홀히 대한 경향이 없지 않다. 본 고에서 언급한 내용들은 현장에서 관리하는 초기단계에서 충분히 대처할 수 있는 부분이므로 현장기술자의 적극적인 관심과 함께 적절한 재료의 선정, 올바른 시공관리를 통해 고품질 시공을 이룰 수 있다.

**참 고 문 헌**

1. 건설교통부, “콘크리트 표준시방서”, 1999
2. 신경재, 이도범, “건축 - 구조와 시공의 만남”, 2000
3. 한국콘크리트학회, 콘크리트학회지 제9권 6호, 1997.12.
4. 쌍용건설기술연구소, “보수·보강 재료 및 공법”,