

# 콘크리트 균열의 발생원인과 대책

김진만

(공주대학교 건축공학과 교수)

## 1. 서론

콘크리트 구조물에서 균열은 가장 곤란한 문제점중의 하나이며, 최근의 많은 구조물의 붕괴를 경험한 우리로서는 균열을 매우 중요하게 취급하여야 할 것이다. 더욱이 최근의 사회적인 환경은 일반인들로 하여금 구조적으로 문제가 되는 균열이든 문제가 되지 않는 균열이든 매우 민감하게 반응하도록 하고 있기 때문에 콘크리트 관련 기술자들은 더한층 균열에 신중한 대응을 할 필요가 있다.

균열의 크기가 작아 구조적인 문제점을 발생하지 않더라도 균열은 누수를 일으키는 원인이 되며, 마감재의 갈라짐, 오손 등을 유발할 뿐만아니라 콘크리트의 중성화를 촉진하여 철근의 부식을 발생하고 구조물의 내력을 저하시키는 작용을 하게 된다.

시멘트는 수화의 초기로부터 장기에 걸쳐 물의 증발과 건조에 의해 수축이 발생하고, 또한 수화에 의해 발생한 수화물의 용적은 최초 시멘트 및 물의 용적에 비하여 작기 때문에 수축이 발생한다. 시멘트페이스트의 수축은 시멘트 페이스트의 수축응력을 구속하는 골재의 영계수 및 골재의 종류에 의해서도 차이가 난다.

또한 초기에 있어서의 양생조건과 수축과의 관계는 대단히 복잡하기 때문에 균열을 적절히 억제하는 것은 매우 어려운 일이다. 이

와같이 콘크리트의 균열은 콘크리트의 건조와 수경성물질인 시멘트의 기본적인 성질에 기인하고, 그 발생의 원인이 매우 다양하기 때문에 균열에 대한 대책도 또한 다양하게 된다.

그러므로 본 보에서는 콘크리트 균열의 원인과 대책을 주제로 하여, 균열의 원인을 재료조건, 시공조건, 구조적인 조건, 사용환경에 따른 조건 등으로 분류하여 각각에서 발생하는 균열의 원인을 살펴보고, 특히 래디믹스트 콘크리트의 제조와 관련이 깊은 재료조건에 관해서는 원인뿐만아니라 그 대책에 관하여 좀 더 자세히 고찰하고자 한다.

## 2. 균열에 의한 구조물의 손상

균열이 구조물의 내력을 심각히 감소시킨 경우는 구조물의 붕괴등 최악의 사태를 발생시키게 되지만 구조적으로 문제가 되지 않는 경우에도 다음과 같이 구조물의 내구성과 미관을 손상하게 된다.

### 1) 누수

균열 또는 콜트조인트로부터의 누수는 빈번하게 발생한다. 균열에 의한 누수는 특히 우수가 많은 시기에 집중적으로 발생하여 구조물의 표면을 손상시키게 되며, 적절한 수단에 의해 누수를 막지 않을 경우 특히 건축구조물의 경우 실내의 마감면의 손상은 물론 실

내 가구재의 부패를 초래하고 여러 가지 생물의 번식할 수 있는 환경을 제공하여 건축물을 손상시키게 된다.

균열폭과 누수에 관하여는 0.3mm까지 누수되지 않는 것으로 보고되어 있지만 0.05mm에서도 누수가 발생한다는 보고도 있다. ACI224 위원회, CEB-FIP 국제규준, 그 외의 국내외 규준에서 여러 가지 조건에 따른 기준값을 설정하고 있으나 아직까지 부재의 크기, 철근량과의 관계에 관해서는 규정이 정하여지지 않고 있다.

균열의 폭은 표면에 나타난 것이기 때문에 얇은 부재에서는 표면과 중앙부의 균열폭은 큰 차이가 없으나 두꺼운 벽에서는 중앙부의 균열폭은 좁아질 가능성이 있다. 또한 균열면에 직각으로 철근이 있다면 균열폭은 작아지게 되므로 표면에서 0.3mm의 균열이어도 누수가 되지 않는 경우도 있다.

## 2) 균열과 철근의 부식

외벽에 균열이 발생하면 CO<sub>2</sub> 가스가 균열을 통하여 들어가 콘크리트를 중성화시키고 우수가 유입되어 철근이 부식하게 된다. 염해와 콘크리트의 중성화는 철근의 부식을 가져오고 피복두께가 얇은 경우에는 콘크리트의 부풀음과 박리를 발생한다.

최근 영국에서는 PC 도로교의 시스에 모르타르의 충전이 불완전한 부분에 동절기 동결방지를 위해 살포한 방동제가 침입하여 긴장재를 부식시켜 많은 수의 교량을 검사 후 대체공사를 하였다.

이것은 균열로부터 방동제가 침입함으로써 발생하는 것으로 대형 사고를 유발할 수 있는 가능성이 있다.

## 3) 휨, 진동의 증대

도로교는 물론 건축물에서도 균열이 성장

하여 그의 수와 길이가 증대하게 되면 다음에 휨이 증대하고 동하중의 경우 진동이 크게 된다. RC조의 바닥판 넓이가 크고 두께가 얇은 경우 이러한 문제는 더욱더 크게 되므로 조심할 필요가 있다.

## 4) 미관상의 이유

균열은 건물의 미관을 현저히 저하시키는 경우가 많다. 예를 들면, 노출콘크리트에서는 균열에 면하여 오염되기도하고 때로는 철근의 녹물이 유출되어 더러워지기도 한다. 타일 시공의 경우 균열면을 따라 타일의 부유 및 탈락이 발생하게 된다.

알카리골재반응에 의하여 거북이등 모양의 균열이 발생하면, 균열면을 따라 황토색의 물유리상 물질이 유출하여 표면을 오염시키게 된다. 또한 마감 도장을 한 벽면에 균열이 발생하면 미관상 매우 보기싫게 된다.

균열이 발생한 부위를 V커트하고 코킹재를 충전한 후 도장하여도 신규 도장면의 빛 반사율이 다르기 때문에 균열의 흔적이 나타나게 된다.

## 3. 균열의 원인

균열의 원인은 매우 다양하며, 이 원인들은 한 개 혹은 여러개가 복합되어 균열을 유발하게 되며, 이들원인을 발생요인별로 분류하여 정리하면 다음과 같다.

### 1) 재료조건에 의한 원인

- 건조수축
- 중성화에 의한 철근의 부식
- 염화물의 혼입에 의한 철근의 부식
- 알카리 골재 반응
- 브리딩에 의한 침하
- 동결융해작용

- 수화열

## 2) 시공에 의한 원인

- 매우 빠른 타설속도
- 거푸집의 이동
- 지주의 침하
- 초기양생의 불량
- 초기의 재하, 진동, 충격
- 급속한 건조(일사, 바람, 습도)
- 양생불량(조기건조, 습윤양생부족)
- 거푸집의 조기철거
- 지주의 조기철거 및 교체
- 재하, 진동(공사용 재료의 재하, 공사기계의 진동)
- 콜드조인트
- 배근과 배관의 피복두께의 부족(위치의 불량)
- 강도부족(관리불량, 양생불량)
- 철근의 피복두께의 부족
- 매스 콘크리트의 수화열에 의한 온도 응력

## 3) 구조적인 원인

- 부등침하(지반침하, 내력부족, 기초불량)
- 단면, 철근량의 부족(구조계획)
- 과밀배근(구조설계)
- 극단의 철근량의 변화(구조계획)
- 우각부의 응력 집중
- 단면의 크기의 변화시 그 경계부
- 형상이 복잡한 건물
- 익스팬션조인트의 부적정한 위치 및 간격

## 4) 건물의 사용조건(환경)에 의한 원인

- 설계하중 이상의 하중
- 구체의 온도응력(실내의 온도와 외기온도의 차이가 클 경우)

- 공조시스템에 의한 강제 건조
- 철근의 부식과 팽창(해안지구 또는 부식성 가스)
- 옥상 슬래브의 신축

## 4. 재료조건에 의한 균열의 원인과 대책

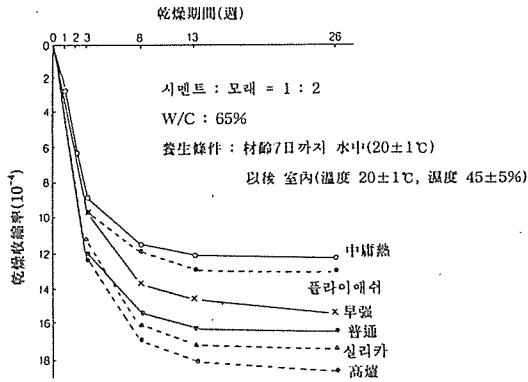
철근 콘크리트 구조물에 발생하는 균열에는 재료조건에 관련되는 것이 매우 많다. 그러나 재료측면만의 대책으로 균열을 제어하는 것은 곤란하며, 설계, 조합, 시공에 관련된 대책과 함께 실시함으로써 소기의 성과를 얻을 수 있다.

콘크리트는 시멘트, 물, 세골재, 조골재 및 각종 혼화재료를 혼합하여 비빈재료이고 수분의 건조에 의해 수축하는 성질을 가지고 있다. 이러한 콘크리트의 수축이 실구조물에서 연결부재 및 내부 철근에 의해 구속을 받게 되며, 이때 발생한 인장응력이 콘크리트의 인장강도를 초과하거나 또는 콘크리트의 탄성변형과 크리프변형의 합이 신축능력을 초과하게 되면, 콘크리트는 균열을 발생하게 된다.

건조수축에 의해 발생하는 균열을 억제하기 위해서는 건조수축을 작게 하든가 신축능력이 큰 콘크리트를 제조하는 것이 유효하다. 그러나 현재의 시멘트를 사용하여 신축능력을 크게 개선시키는 것은 곤란하기 때문에 가능한한 건조수축이 작은 콘크리트를 제조하는 것이 재료적인 측면에서의 기본적인 균열 대책이라고 할 수 있다.

### 4-1 시멘트계 재료

시멘트의 종류에 의해 건조수축은 크게 변화한다. 시멘트의 종류가 건조수축에 미치는 영향의 예로서 모르타르의 실험결과를 [그림



(그림 1) 시멘트의 종류와 건조수축의 관계<sup>1)</sup>

1)에 나타내고 콘크리트의 실험결과를 [표1]에 나타내었다. [그림 1]의 모르타르의 시험결과에 의하면 시멘트의 종류에 의해 건조수축율은 크게 차이가 있으며, 고로시멘트가 큰 값을 나타내고, 중용열 포틀랜드 시멘트 및 플라이애쉬 시멘트가 작은 값을 나타내고 있다. [표1] 콘크리트의 시험결과에서도 고로시멘트가 큰 값을 나타내고 내황산염포틀랜드

시멘트 및 플라이애쉬 시멘트가 작은 값을 나타내고 있다. 또한 균열의 발생에는 건조 초기의 수축량(구배)이 중요하며, [표1]에서 알 수 있는 바와같이 건조기간 1주의 결과와 건조기간 52주의 결과는 거의 동일한 값을 보이고 있다.

또한 건조수축의 크기만으로 균열 발생의 여부를 판단하는 것은 곤란하다. 균열발생일수의 시험결과를 나타낸 [그림2]에서 알 수 있는 바와같이 균열발생일수는 고로시멘트B종이 가장 짧고 플라이애쉬B종을 사용한 경우가 가장길게 되는 경향이 나타났다. 이러한 경향은 건조수축의 시험결과와 잘 일치하고 있다.

이상의 결과와 같이 플라이애쉬 시멘트는 건조수축이 작고 균열이 발생하는 일수가 길게 됨에 반하여 고로시멘트의 경우에는 건조수축이 크고 균열의 발생일수가 짧게 되는 경향이 있다. 그러나 이러한 경향은 규정된 시험방법에 준하여 행한 시험의 결과이며, 고로시멘트를 사용하는 경우 습윤양생기간을 길게 하면 건조수축량이 보통 포틀랜드 시멘트와 거의 차이가 없다는 보고<sup>4)</sup>도 있어 고로시

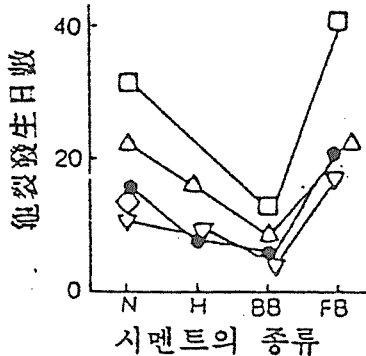
(표 1) 시멘트의 종류에 따른 콘크리트의 건조수축율<sup>2)</sup>

시멘트의 종류	건조수축율( $\times 10^{-4}$ )					압축강도(kgf/cm <sup>2</sup> )		정탄성계수( $\times 10^5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
	1주	4주	13주	26주	52주	1주	4주	4주
보통포틀랜드시멘트	2.13	4.82	7.23	8.03	8.55	257	377	2.94
저강포틀랜드시멘트	2.00	4.51	6.94	7.73	8.19	357	429	3.00
중용열포틀랜드시멘트	1.79	4.61	7.20	7.90	8.38	190	343	2.84
내황산염포틀랜드시멘트	1.38	4.05	6.48	7.22	7.72	165	312	2.92
고로시멘트(A종)	2.30	5.24	7.45	8.40	9.04	203	380	2.91
고로시멘트(B종)	2.62	5.70	7.77	8.69	9.41	167	350	2.76
고로시멘트(C종)	2.91	6.13	7.98	8.92	9.66	148	352	2.70
플라이애쉬시멘트(A종)	1.96	4.63	7.08	7.89	8.40	230	368	2.90
플라이애쉬시멘트(B종)	1.72	4.63	6.99	7.68	8.19	175	310	2.79

[표 2] 포틀랜드시멘트의 조성화합물의 일례<sup>2)</sup>

시멘트종류 화합물종류	보통포틀랜드 시멘트	조강포틀랜드 시멘트	중용열포틀랜드 시멘트	내황산염 포틀랜드시멘트
C <sub>3</sub> S	49.8	63.6	48.0	53.9
C <sub>2</sub> S	23.9	10.9	29.5	25.1
C <sub>3</sub> A	9.4	8.7	4.6	0.9
C <sub>4</sub> AF	8.8	8.2	12.2	13.1

시멘트의 종류	구속판의 두께
N : 보통포틀랜드시멘트	□ 1.6mm
H : 조강포틀랜드시멘트	△ 2.0mm
BB : 코로시멘트	● 2.4mm
FB : 플라이애시시멘트	▽ 2.9mm
	◇ 3.2mm



[그림 2] 시멘트의 종류에 따른 균열발생일수의 차이<sup>3)</sup>

멘트를 사용하는 경우에는 시공시의 양생방법이 중요한 요인으로 작용하게 된다.

이상 기술한 바와같이 시멘트의 종류에 의해 차이가 나는 이유로서는 시멘트의 조성화합물 중의 C<sub>3</sub>A(알루미늄산3칼슘)의 양에 의한 것으로 생각되며, C<sub>3</sub>A의 양이 작은 중용열 포틀랜드 시멘트와 내황산염 포틀랜드 시멘트의 건조수축량은 작게된다.

## 4-2 골재

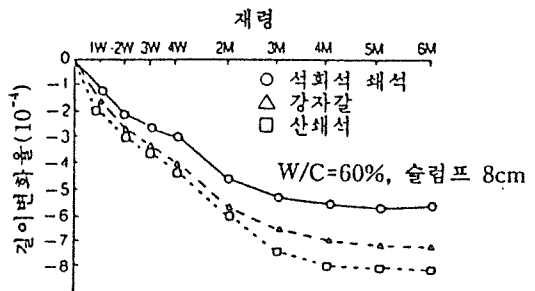
시멘트와 물을 혼합한 시멘트 페이스트는 건조에 의한 수축량이 크기 때문에 균열이 발생하므로 건축재료로서 사용하는 것은 불가능하다. 시멘트페이스트의 이러한 결점을 개선하기 위해 건조수축이 작은 골재를 콘크리트용적의 약 70%를 사용함으로써 건축재료로서 적합한 콘크리트가 제조될 수 있다. 여기에서도 명확히 알 수 있는바와같이 콘크리트의 건조수축 및 건조수축균열에 미치는 골재의 영향은 매우 크다고 할 수 있다. 건조수축 및 건조수축균열에 영향을 미치는 요인으로는 골재의 종류, 골재 원석의 종류 및 골재의 품질 특성 등이 있다.

### 1) 골재 종류의 영향

세골재의 종류가 콘크리트의 건조수축에

[표 3] 세골재의 종류에 따른 건조수축율의 비교<sup>2)</sup>

세골재 종류	단위수량 (kg/cm <sup>3</sup> )	건조수축율 (×10 <sup>-4</sup> )		질량감소율 (%)	
		13주	26주	13주	26주
강사	199	6.80	80.7	3.25	3.57
육사	203	5.98	6.95	2.86	3.21
산사	193	5.05	6.15	2.61	3.06
해사	205	5.27	6.51	3.21	3.83



[그림 3] 골재의 종류와 건조수축의 관계<sup>5)</sup>

미치는 영향에 관한 시험결과를 나타낸 [표 3]에서 알 수 있는바와같이 세골재의 종류에 의해 건조수축의 값이 차이가 나며, 해사가 작고 강사가 큰 경향을 나타내고 있다.

조골재의 종류가 콘크리트의 건조수축에 미치는 영향에 관한 시험결과의 예를 [그림 3]에 나타내었다.

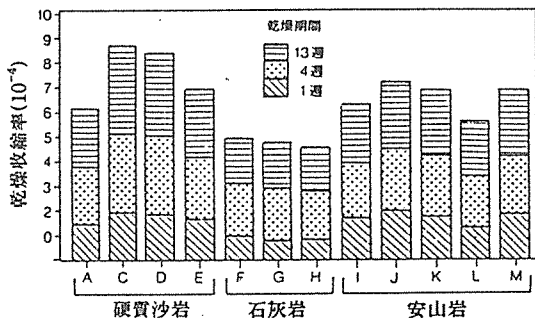
이 그림에 의하면 건조수축은 석회석을 사용한 쇄석이 작고 다음으로 강자갈, 암석쇄석의 순으로 크게 되고 있다.

천연에서 생산되는 강사, 육사, 산사, 해사 및 강자갈 등은 강의 상류로부터 흘러내리는 동안 수많은 암석이 혼합되어 있다.

그래서 쇄사와 쇄석과 같이 단독 또는 단독에 근접한 원석으로 제조되는 경우와는 다르다. 여러 가지 종류의 암석이 함유되어 있으며, 함유된 암석의 종류도 산지에 따라 다르다.

## 2) 원석의 종류의 영향

안산암, 경질사암, 석회석을 사용한 콘크리트의 건조수축율의 시험결과를 나타낸 [그림 4]에서 알 수 있는 바와같이 석회석 쇄석을 사용한 콘크리트의 건조수축은 가장 작고, 또한 산지에 무관하게 거의 일정한 값을 보이고 있다. 이에 비하여 안산암 및 경질사암쇄석을 사용한 콘크리트의 건조수축은 석회석보다



(그림 4) 조골재의 종류와 콘크리트의 건조수축율<sup>2)</sup>

큰 경향이 나타나고 있고 또한 산지에 따라 차이가 나고 있다.

## 3) 골재의 품질 특성과 균열의 관계

골재의 품질시험에는 다수의 항목이 있고 어느 품질은 프레쉬 상태의 콘크리트에 관계가 깊고, 어느 품질은 경화콘크리트의 역학적 특성과 내구성에 관계한다. 골재의 품질 특성 중에서 건조수축과 건조수축균열에 관계하는 항목과 그의 영향에 관하여 기술하면 다음과 같다.

### ① 정탄성계수(영계수)

전술한 바와같이 콘크리트의 건조수축의 주요한 원인은 시멘트페이스트의 건조수축이고 이 시멘트페이스트의 건조수축을 골재가 구속함으로써 실용상 문제가 되지 않을 정도로 건조수축을 억제하게 된다. 그러므로 골재에 힘을 가하였을 경우 변형의 정도를 나타내는 정탄성계수가 클수록 콘크리트의 수축을 억제하는 작용이 우수하게 되어 건조수축은 작아진다. 정탄성계수가 큰 암석으로서는 석회석과 쳐트 등이 있다.

### ② 실적률

골재의 식적률은 어느 일정한 용적에 골재를 넣었을 경우 어느정도 공극을 메우고 있는가를 나타내는 것이다. 골재의 입형이 좋을수록 큰 값을 나타내며, 반대로 편평세장한 골재를 많이 포함한 입형이 나쁜 골재는 작은 값을 나타낸다.

실적률이 큰 골재를 사용하면, 소정 조건의 콘크리트를 제조하는 경우 골재량을 많게 하는 효과를 가져오게 되며, 시멘트페이스트의 건조수축을 구속하는 골재의 양이 많을수록 구속이 크게 되고 건조수축의 값은 작게 된다. 그러므로 실적률이 큰 골재를 사용하면 콘크

리트의 골재량이 증가하기 때문에 건조수축을 저감하는 효과를 가지게 된다.

### ③ 세골재의 조립률(FM)

세골재의 조립률은 골재입자의 크기를 나타내는 값이고, 그의 값이 클수록 골재의 크기가 증대한다. 이 조립율이 클수록 실적률이 크게 되므로 콘크리트의 건조수축량의 저감 효과를 기대할 수 있다.

### ④ 조골재의 최대크기

조골재의 경우에는 입자의 크기를 최대크기에 의해 표현하고 있다. 조골재를 최대크기가 클수록 실적률이 커지는 경향이 있고 콘크리트로 할 경우의 골재량을 증가하는 것이 가능하기 때문에 콘크리트의 건조수축량의 저감효과를 기대할 수 있다.

### ⑤ 씻기 손실량

골재는 암석으로부터 만들지만, 불순물로서 점토와 실트 등이 혼입된다. 이러한 입자는 대단히 작기 때문에 물로 세척하면 수중에 부유한다. 이 세척수를 75 $\mu$ m의 망에 통과시키고 통과한 것을 조사함으로서 검사를 한다. 이 점토와 실트가 많이 혼입되면, 콘크리트의 건조수축이 크게 되는 것이 많은 실험에 의해 명확하게 되었다. 그래서 씻기 시험에 의한 손실량이 많은 골재를 사용하면 건조수축균열이 발생하기 쉽게 된다.

### ⑥ 흡수율

골재를 수중에 침적한 경우 골재중에 침입하는 물을 골재의 용적으로 나눈 것이 흡수율이다. 흡수율이 큰 골재는 자체에 많은 공극을 포함하고 있다. 흡수율이 큰 골재를 사용한 콘크리트는 시멘트페이스트중의 수분이 건조에 의해 증발하면 골재내부에 포함되어

있는 수분이 시멘트페이스트로 이동하고 그 결과 시멘트페이스트의 건조가 지연된다. 이러한 현상은 결량골재를 사용한 콘크리트와 같이 다량의 수분을 보지하고 있는 경우에 나타나는 것으로 보통골재를 사용하는 경우에는 고려하기 어렵다. 이와같이 흡수율이 대단히 큰 골재를 사용한 콘크리트는 건조기간의 수축율이 작게 되는 경향을 보이지만 건조수축이 장기간에 걸쳐 지속될 가능성이 있으므로 주의가 필요하다.

### ⑦ 기타요인

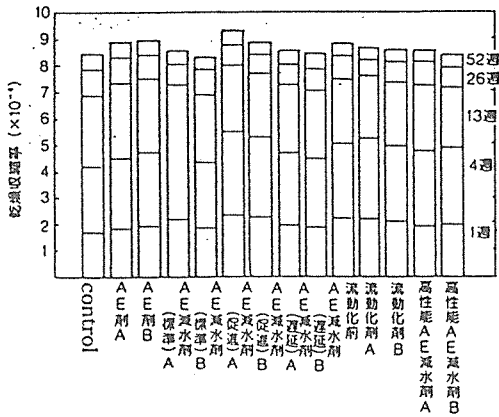
골재중의 어느 성분과 시멘트 광물이 반응하여 팽창성있는 물질이 생성되기도 하고, 시멘트페이스트와 골재의 계면의 부착성상을 개선하는 것에 의해 콘크리트의 건조수축율이 작아지는 경우가 있다 이러한 예로서 시멘트 광물과 석회석과의 반응이 있다.

## 4-3 혼화재료

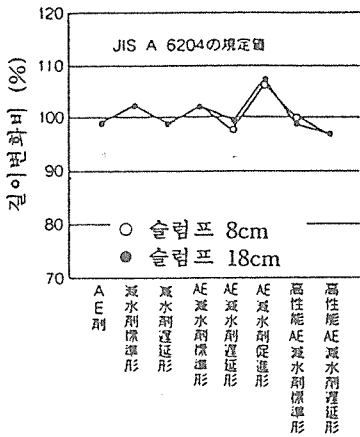
콘크리트에 사용되는 혼화재료에는 약품적으로 소량 사용되는 혼화제와 분체로서 비교적 많은 양이 사용되는 혼화제가 있다. 이러한 혼화재료가 건조수축균열에 미치는 영향은 다음과 같다.

### 1) 혼화제

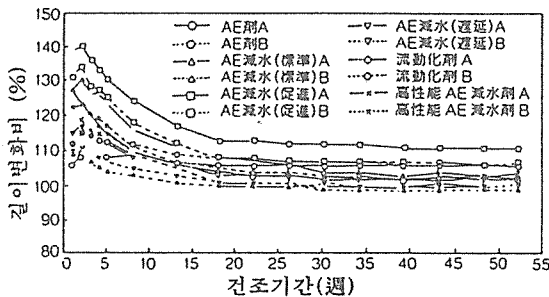
혼화제로서 가장 일반적으로 사용되는 것은 AE제, AE감수제, 유동화제 및 고성능감수제 등이다. 이러한 화학혼화제를 사용한 콘크리트의 건조수축 시험결과를 나타낸 그림 5~7에서 알 수 있는 바와같이 장기의 건조수축률 값은 화학혼화제를 사용하지 않은 콘크리트에 비하여 동등하거나 약간 크게 되는 경향을 보이고 있고, AE감수제 촉진형을 사용한 경우에는 10% 이상 크게 되는 경향을 보



(그림 5) 혼화제의 종류와 건조수축률 (슬럼프 18cm)<sup>2)</sup>



(그림 6) 혼화제의 종류와 길이변화비의 관계<sup>6)</sup>



(그림 7) 길이변화비의 경시변화(슬럼프 18cm)<sup>2)</sup>

이고 있다. 건조개시로부터 건조기간 1년까지의 화학혼화제를 사용하지 않은 콘크리트에 대한 길이변화비를 나타낸 (그림 7)을 보면, 화학혼화제를 사용한 콘크리트는 초기의 건조수축량이 크게 되는 경향을 보이고 있다.

AE감수제 촉진형을 사용한 경우에는 40%나 크게 되는 경향이 나타나고 있어 이러한 화학혼화제를 사용한 경우에는 건조수축 저감대책을 강구하여야 할 것이다.

콘크리트의 건조수축에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로서 단위수량이기 때문에 국내외의 각종 지방에도 단위수량의 제한치를 설정하고 있지만, 화학혼화제를 사용하여 단위수량을 감소시켜도 반드시 건조수축이 작아진다고는 단정할 수 없으며, 오히려 화학혼화제의 선정에 따라서는 크게 되는 경우도 있다. 그러므로 균열발생을 억제하고자 할 경우에는 이러한 화학혼화제를 사용하지 않는 것이 중요하다.

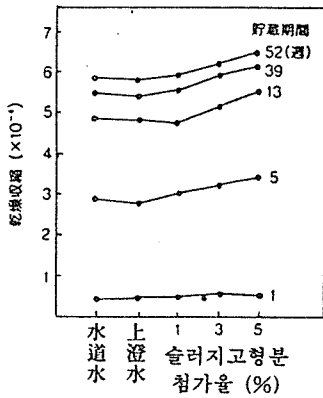
## 2) 혼화제

대표적인 혼화제로서는 플라이애쉬와 고로슬래그 미분말이지만, 이러한 재료에 관해서는 시멘트의 영향에서 서술하였으므로 생략한다. 균열의 억제에 효과가 있는 팽창제에 관하여 소개하면 다음과 같다.

콘크리트용 팽창제는 시멘트 및 물과 함께 비비는 경우 수화반응에 의해 에트링가이트와 수산화칼슘등을 생성하고 콘크리트를 팽창시키는 것이다. 이 팽창제를 사용하여 팽창시키는 것에 의해 최종적인 건조수축량을 작게 하고, 균열의 발생을 억제하는 효과를 기대할 수 있다.

팽창제의 사용에 있어서는 사용하는 시멘트와의 적합성을 잘 확인하는 것과 함께 초기의 습윤양생을 충분히 실시하는 것이 균열 억제의 측면에서 유효하다.





(그림 8) 물의 종류와 모르타르 건조수축의 관계<sup>7)</sup>

#### 4-4 물

건조수축은 콘크리트중의 물의 건조에 따라서 발생하는 것이고 이 성질에 의해 변화하며, 물의 표면장력이 작아질수록 건조수축도 작아진다. 물의 품질이 건조수축에 미치는 영향에 관한 보고는 작다. [그림8]은 물에 관한 시험 결과를 나타낸 일례이다. 이 시험결과에 의하면 상수도 물과 上澄水의 사이에 차이는 거의 없지만 슬러지수의 경우에는 슬러지의 고형분이 많아질수록 건조수축이 크게 되는 경향이 나타나고 있다. 그러므로 건조수축균열의 억제 측면에서는 슬러지수의 사용을 피하는 것이 바람직하다.

#### 4-5 금속류

콘크리트는 통상 철근으로 보강하여 건축물에 사용하고 있다. 콘크리트중에 매립된 철근량을 많게 하면, 콘크리트의 건조수축이 철근과의 부착력에 의해 구속되어 수축량이 감소하며 균열을 억제하게 된다.

또한 용접 금속망은 그 접점이 용접되어 격자상으로 되어 있기 때문에 건조수축량을 저

(표 4) 균열의 억제에 유효한 재료와 주의가 필요한 재료

재료의 종류	균열의 억제에 유효한 재료	사용상 주의가 필요한 재료
시멘트	플라이애쉬 시멘트 중용열 포틀랜드 시멘트 내황산염 포틀랜드 시멘트	고로시멘트
세골재	석회석 쇄사 해사	산사(점토가 많은 것)
조골재	강자갈 석회석 쇄석	재생조골재
혼화재료	수축저감제 팽창제	AE감수제(축진형)
물	-	회수수(슬러지수)
금속	철근 용접철망	-

감하고, 균열의 억제에 효과가 있다. 이러한 철근 및 용접 금속망의 사용은 균열의 억제에 효과가 인정되고 있지만 철근의 직경과 그 양에 관해서는 검토가 필요하다.

### 5. 결 론

시멘트, 세골재, 조골재, 혼화제, 혼화재, 물 및 철근과 용접 금속망등의 사용재료가 콘크리트의 건조수축에 미치는 영향, 취급상의 주의사항 및 억제효과에 관하여 기술하였으며, 이러한 사항을 정리하면 [표 4]와 같다.

서두에서 기술한 바와같이 건축물에 사용하는 콘크리트에는 압축강도를 필두로 중성화 등 많은 성능이 요구되고, 균열억제만을 목적으로 재료를 선정하는 것은 실제로는 불가능하다. 그러므로 공급 가능한 레미콘 공장을 조사하고 균열 이외의 제성능을 만족하고 또한 가능한한 균열을 억제할 수 있는 공장을 선정하여 설계 및 시공 등의 대책을 검토하여야 할 것이다.

또한 이 글은 일본의 건축기술 94년 2월호

에 실린 笠井芳夫 및 飛坂基夫씨의 글에 본인의 의견을 첨가하였음을 밝힌다.

## 참고 문헌

- 1) (社)세멘트協會收縮專門委員會報告 H-7, 1962.
- 2) (社)세멘트協會耐久性專門委員會ひび割れ分科會報告 H-3, 1992.
- 3) 飛坂基夫ほか, 콘크리트의ひび割れ發生に及ぼすセメントの種類とスランプの影響, 세멘트·콘크리트論文集 No. 43, pp. 204~209.
- 4) 日本建築學會, 高爐セメントを使用するコンクリート調合設計·施工指針·同解説, 1989, pp. 100~101
- 5) 大鹽明ほか, 石灰石骨材を用いたコンクリートの基礎的諸物性, 세멘트技術年報41, pp. 106~109
- 6) 建材試驗センター, 콘크리트用化學混和劑의品質(高性能AE減水劑を含む), 第5回 生コン技術大會研究發表論文集, pp. 125~130
- 7) (社)세멘트協會收縮專門委員會, 세멘트·콘크리트 No. 340, 1975. 6

콘크리트 펌프카를 사용하여 레미콘을 시공할 경우는 슬럼프 15cm 이상을 주문하거나 유동화제를 사용한다.



설계에서도 시공성을 배려해서