

# 모르타르의 건조수축에 미치는 수축저감제의 영향

## Influence of Shrinkage Reducing Agent on Drying Shrinkage of Mortar

이 승 한\*                      정 용 옥\*\*                      박 정 섭\*\*\*  
Lee, Seung Han              Jung, Yong Wook              Park, Jeong Seob

### ABSTRACT

The study is to examine the drying shrinkage reducing method of mortar using organic shrinkage reducing agent. According to the experiment result, when 2% and 4% of organic shrinkage reducing agent were added, 40% and 50% of the shrinkage rate of mortar were obtained.

Also, in the cracking test of plate-shape specimen, the usage of shrinkage agent 2% reduced about 60% of the total cracking length compare to total cracking length the usage of portland cement, the usage of shrinkage agent 4% was not happened crack until 90 days. Accordingly, the usage of shrinkage agent show good effect in prevention of crack.

### 1. 서론

건조수축 균열은 콘크리트 구조물에 발생하는 균열 중 가장 일반적인 것으로 콘크리트가 공기중에서 건조하게 되면 모세관 속의 물이 일산화할 때 발생하는 모세관 장력에 의하여 건조수축이 일어나는 것<sup>1)</sup>으로 알려져 있다. 이러한 건조수축 균열은 콘크리트의 미관상으로는 내구성 등에 지장을 초래하여 최근 건조수축 균열의 방지를 위하여 각종 혼화제의 개발과 시공법의 개선이 행하여지고 있다.

이중 혼화제를 사용한 건조수축 저감방안으로는 감수제 사용에 의한 단위수량 저감방법, 팽창재료에 의한 화학적 프리스트레스의 도입과 수축보상 및 유기계 수축저감제 사용으로 건조수축을 저감시키는 방법 등<sup>2)</sup>을 들 수 있다. 그러나, 단위수량 저감에 의한 방법은 수축저감량의 한계가 있고, 현저히 단위수량이 작은 경우에는 자기수축을 유발시키는 원인<sup>3)</sup>이 되고 있다. 또한, 팽창재료에 의한 수축보상은 메카니즘이 불분명하고, 팽창성이 일정치 않아 사용성에 문제성<sup>4)</sup>을 지니고 있다.

따라서, 본 연구에서는 수축성이 균일하고 외부구축조건이 필요하지 않는 유기계 수축저감제의 사용으로 모르타르의 건조수축 균열을 저감시킴으로서 품질향상 및 내구성 향상을 기하고 균열발생 실험을 통하여 현장 적용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 2. 실험 개요

#### 2.1 사용재료

실험에 사용한 시멘트는 A사의 보통포틀랜드시멘트(OPC)를 사용하였고 현장 적용시험을 위해 H사의 수축저감 모르타르(HM)를 사용하였다. 또한, 실험에 사용한 건조수축저감제는 계면활성제의 일종인 유기계로 물리적 성질은 표-1과 같다.

\* 정희원, 계명대학교 토목공학과 교수  
\*\* 정희원, 계명대학교 토목공학과 박사과정  
\*\*\* 정희원, 계명대학교 토목공학과 석사과정

표-1 시멘트 및 혼화재료의 물리적 성질

종류 및 기호	산 지	비중	성상·성분
시멘트 OPC	A사제	3.15	Blain 3190cm <sup>2</sup> /g
수축저감모르타르 HM	H사제	1.5	규사, 식물성 섬유 첨가
수축저감제 A, B	-	0.99	백황색 분말, pH 6~7

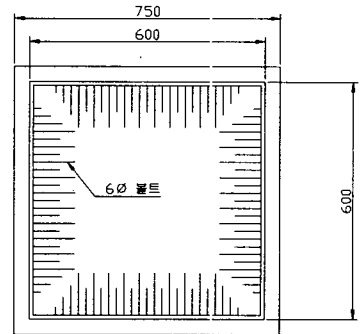
## 2.2 배합

배합은 OPC를 기본으로 하여 길이변화 및 압축강도 공시체 제작에 유기계 수축저감제 A와 B를 0, 1.0, 2.0, 4.0%까지 변화시켜 실시하였다. 더 나아가 H사의 시판 모르타르(HM)를 사용하여 수축저감제 A를 0, 2.0, 4.0% 변화시켜 균열발생 현황을 조사하여 수축저감제의 현장 적용성을 검토하였다.

## 2.3 공시체의 제작

### 2.3.1 길이변화 및 압축강도 공시체

공시체 제작은 4.7ℓ 진동 모르타르믹서를 사용하여 1속으로 15초간 시료투입후 45초간 혼합하여 110±5%의 모르타르 플로우값을 확인후 각 배치마다 4×4×16cm의 압축강도 공시체 3개와 자유수축변형률 측정용 공시체를 3개씩 제작하였다.



### 2.3.2 판상 균열발생 공시체

모르타르의 수축저감제 치환량에 따른 균열발생 상태를 알아보기 위하여 그림-1과 같이 크기 60cm×60cm 및 두께 5cm의 공시체 내부에 다수의 볼트로 모르타르를 구속시킨 판상 균열발생 공시체<sup>5)</sup>를 제작하였다.

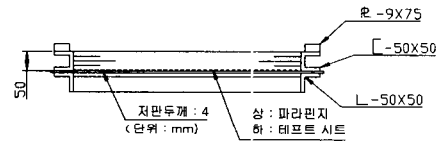


그림-1 판상 균열발생 공시체

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 수축저감제의 종류에 따른 길이변화

그림-2는 유기계 수축저감제 A 및 B의 사용량에 따른 모르타르의 길이변화를 나타낸 것이다.

이 그림에서 수축저감제 1%사용시 20%이상의 수축저감 효과가 나타났으며, 4%사용시는 약 50%정도의 수축저감 효과를 얻을 수 있었다. 또한, 수축저감제 치환율이 증가할수록 건조수축량은 감소하였으며, 재령 6주 후는 건조수축이 거의 일어나지 않고 있으며, 수축저감제 A와 B의 건조수축율은 큰 차이를 보이지 않고 있다.

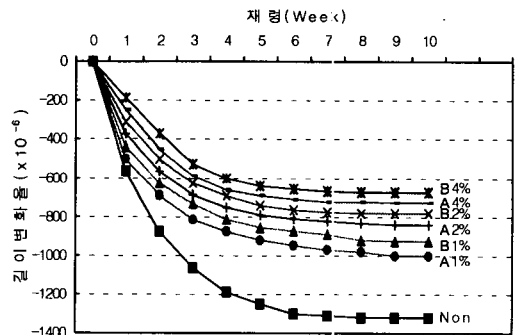


그림-2 수축저감제 종류 및 치환량에 따른 모르타르의 길이변화

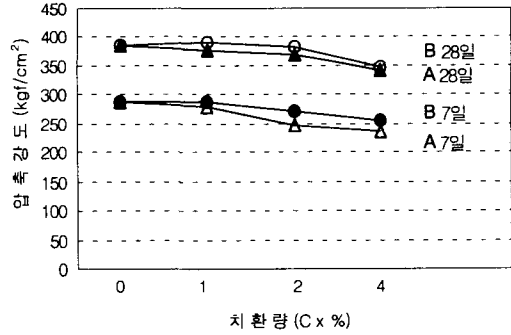
### 3.2 수축저감제 종류에 따른 강도특성

건조수축의 저감에 탁월한 성능을 발휘하는 건조수축저감제는 그 혼화량에 따라 강도의 변화를 나타내고 있으며 수축저감제 A 및 B의 치환율에 따른 실험결과를 그림-3에 나타내었다.

그림에서 수축저감제 종류에 따른 압축강도의 차이는 나타나지 않고 있으며 수축저감제 치환율에

따른 압축강도 특성은 수축저감제 무치환시 28일 압축강도가 385kgf/cm<sup>2</sup>로 나타났으며, 1%치환시 약 383kgf/cm<sup>2</sup>, 2%치환시 약 375kgf/cm<sup>2</sup>, 4%치환시 345kgf/cm<sup>2</sup>로 나타났다.

따라서, 수축저감제 사용량이 2%까지는 압축강도에 큰 영향을 주지 않고 사용할 수 있으나, 4%사용시 압축강도가 약 10%정도 감소하는 경향도 있으므로 사용시 주의가 필요하다.



### 3.3 판상공시체의 균열발생 현황

본 실험에서는 수축저감제의 현장적용 실험을 위해 사면이 구축된 판상공시체의 균열발생 현황을 검토하기 위하여 OPC와 H사 수축저감 모르타르(HM)에 수축저감제 A를 0%, 2.0%, 4.0% 치환하여 이들 공시체의 균열발생 현황을 조사하였다.

그림-3 수축저감제 종류 및 치환율에 따른 압축강도

#### 3.3.1 균열발생 패턴

판상 균열발생 공시체의 균열발생 패턴은 공시체 타설후 1주일 간격으로 측정하였으며, 그 결과 30일, 60일 및 90일 경과시에 나타난 균열도는 그림-4와 같다.

종류 재령	OPC	HM-A0%	HM-A2%	HM-A4%
30일				
60일				
90일				

그림-4 재령별 균열발생 현황(60×60×5cm 판상공시체)

이 그림에서 균열발생 패턴은 공시체 모서리 부분에서 균열이 시작되어 중앙으로 진행되어가는 것을 볼 수 있다. 경과일수 30일 후 처음으로 수축저감제 사용하지 않은 OPC 및 HM 사용 모르타르 공시체에 균열이 발생되었으나 수축저감제 2% 및 4% 사용 공시체에는 균열이 발생되지 않았다.

또한, 균열의 진행속도는 60일까지 크게 진행되나 60일 이후 완만한 균열 진행을 보이고 있다.

### 3.3.2 발생균열의 연장

OPC 및 수축저감제 사용량에 따른 판상공시체의 균열 발생 길이를 경과일수에 따라 측정하였다. 경과일수에 따른 총 균열발생길이를 그림-5에 나타내었다.

이 그림에서 균열의 처음 시작은 30일째 OPC와 HM-A0%에서 시작되었으며, 그 진행은 60일까지 급격하게 진행되었다. 반면, HM-A2%의 경우 45일째 처음 균열이 시작되어 60일째 총 균열길이가 약 1400mm정도, 90일째 1600mm로 나타났다. 그러나, HM-A4%의 경우 경과일 90일까지 균열이 전혀 발생하지 않고 있어 수축저감제의 균열저감 효과가 우수하다는 것을 알 수 있다. 또한, 이 그림에서 알 수 있듯이 경과일수 30일에서 60일 사이에 급격한 경사를 나타내고 있으며, 60일 이후 완만한 경사를 나타내고 있다. 이것은 균열진행량의 대부분이 재령 30일에서 60일 사이에 일어났으며, 60일 이후 균열 진행 속도는 감소하여 90일 경과시 60일과 거의 비슷한 균열길이를 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

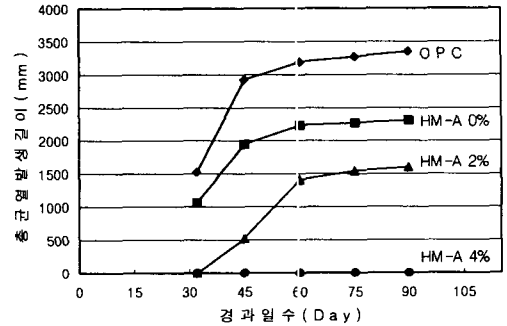


그림-5 경과일수에 따른 총 균열발생길이

일반적으로 재령 20년간 건조수축량의 약 60%가 재령 90일까지의 초기에 진행된다는 보고가 있어 수축저감제 A4%치환의 경우 건조수축량의 저감에 아주 탁월한 효과가 있는 것으로 사료된다.

## 4. 결론

본 연구는 모르타르의 건조수축 저감을 목적으로 유기계 수축저감제를 사용하여 치환율에 따른 건조수축 특성을 조사한 것으로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 유기계 수축저감제는 1%사용시 약 25%, 2%사용시 40%, 4%사용시 약 50%의 수축저감효과를 나타내어 수축저감제의 사용은 모르타르의 건조수축 저감에 효과적이다.
3. 시멘트중량의 2%까지의 수축저감제 사용은 모르타르의 압축강도를 저하시키지 않으나 그 이상 사용시는 강도저하를 일으킬 수 있어 사용시 주의가 필요하다.
4. 수축저감제 2%치환시 판상균열 공시체의 균열진행속도를 늦출 수 있었으며, 4%치환시 재령 90일까지의 균열을 방지할 수 있다.

## 참고문헌

1. C.F. Ferraris, F.H. Wittmann (1987) : Shrinkage Mechanisms of Hardened Cement Paste, Cement and Concrete Research, Vol.17, No.3, pp. 453~464.
2. 長瀧重義, 米倉亞州夫 (1982) : 콘크리트의乾燥收縮およびクリープ機構に関する考察, 日本コンクリート工學, VOL.20, No.12, pp. 85~95.
3. 田澤榮一 : 自己收縮研究委員會報告, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 18, No. 1, 1996, pp. 29~38.
4. 이승한 : 수축저감제의 건조수축 저감특성, 대한토목학회논문집, 제16권 제 I-4호, 1996. 7, pp. 435~443.
5. 仕入豊和, 青柳征夫 : 콘크리트のひびわれ試験方法(案), 日本コンクリート工學, VOL.23, No.3, March 1985, pp. 40-51.