

# 팽창성 혼화제를 사용한 콘크리트의 길이변화 특성

## The Study on the Length Change of Concrete Used Expansive Admixture

민정기\* · 김영익 · 서대석 · 김인수 · 성찬용(충남대)  
Min, Jeong Ki · Kim, Young Ik · Seo, Dae Seuk · Kim, In Su · Sung, Chan Yong

### Abstract

This research was performed to evaluate the longitudinal length change ratio of concrete used the expansive admixture.

As the results of this study, the compressive strength was shown the highest value at the used 10% expansive admixture both of the dry and wet curing condition. And the length change ratio was shown higher 0.0316% and 0.0529% than that of control in wet and dry curing condition. But this value was not enough to recover the shrinkage occurring by dry shrinkage.

According to this study, we have obtained 10% on normal portland cement concrete as the optimum replacement ratio of expansive admixture.

### I. 서론

콘크리트는 압축강도가 크고 내구성이 좋을 뿐만 아니라 모양을 자유롭게 만들 수 있는 시공성능으로 인하여 건설용 구조 재료로 많이 사용되고 있다.

최근에 시공되는 구조물들은 초고층화 되고, 사장교나 고속철도 및 지하차도와 같은 규모가 크고 높은 정밀도를 요구하는 구조물의 건설이 증가하고 있으며, 특히 이들 구조물의 기초나 교각과 같은 매스 콘크리트에서는 발생하는 균열이 문제가 되고 있다.

이들 균열은 건조수축이나 경화시 생기는 수화열에 의하여 발생되어 지는데, 이는 철근 부식이나 누수 등의 원인이 되어 콘크리트 구조물의 내구성능을 저하시키는 주요 원인이 된다.

콘크리트의 건조수축은 수분의 증발로 인하여 시멘트 페이스트의 체적이 줄어드는 현상으로서 크리이프와 더불어 콘크리트의 여러 물성 가운데 강도 다음으로 중요한 성질의 하나로 인식되어 왔다.

국내에서도 건조수축이나 수화열에 의한 균열발생이나 이의 제어 및 보수 등에 대한 많은 연구가 행하여 지고 있으나 아직 근본적인 대책수립이 마련되어 있지 않다.

이에, 본 연구는 보통 포틀랜드 시멘트 콘크리트와 팽창성 혼화제를 사용한 콘크리트의 양생 조건과 재령별 각 배합비에 대한 길이변화와 제반 특성 등을 구명하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트는 S사 제품의 1종 보통 포틀랜드 시멘트이며, 잔골재와 굵은골재는 금강 유역에서 채취된 것을 사용하였다.

사용된 팽창제는 국내 T사 제품으로 석회, 석고, 보크사이트를 주성분으로 하는 소성화합물(Calcium sulfo aluminat)을 적당한 입도로 분쇄한 것으로, 이의 물리·화학적 성분은 표 1과 같다.

Table-1. Physical properties and chemical composition used expansive admixture

Physical properties		Chemical composition (%)							
Specific gravity	Specific surface area (cm <sup>2</sup> /g)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	F-CaO	Ig. loss
2.90	2,600	3.06	13.78	0.52	51.67	0.55	28.84	16.0	1.09

### 2. 공시체 제작 및 양생

콘크리트 배합은 국내 현장에서 널리 사용되고 있는 국내 레미콘 회사의 배합비로 control 을 제작하였고, 여기에 팽창성 혼화제를 0%~15%까지 5%간격으로 첨가하였다.

시험용 공시체는 각 재령별, 양생조건별  $\phi 15 \times 30\text{cm}$  3개,  $\phi 7.5 \times 15\text{cm}$  5개,  $6 \times 6 \times 24\text{cm}$  3개씩 제작하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 24시간 정치 후 탈형하여 소정의 재령까지 각 양생조건 별로 양생을 실시하였다.

### 3. 시험방법

길이변화율시험은 KS F 2424의 시험방법중 컨덕터 게이지(Conductor gauge)방법에 준하여 측정하였으며, 측정방법은 공시체 제작 후 재령 1일에 탈형하여 공시체 표면에 표점거리가 200mm되도록 게이지 플러그를 접착제로 부착하여 매일 1회씩 컨덕터 게이지로 길이변화량을 측정하고, 이 값과 표점거리를 비교하여 길이변화율을 산출하였으며, 압축강도는 KS F 2405의 시험규정에 준하여 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 압축강도

압축강도 측정 결과는 그림 1에서 보는 바와 같이, control과 비교하여 양생조건에 상관없이 팽창성 혼화재를 혼입함에 따라 증가하여 혼입량 10%에서 최대 값을 나타내고 15%첨가시는 오히려 감소하는 경향을 보였다.

이는 팽창성 혼화재를 적정량 사용하면 경화시 발생하는 팽창성 수화물에 의한 팽창압이 콘크리트의 결합력을 강화시키는 작용을 하여 압축강도를 증가시키는 효과가 있지만, 적정량을 초과하여 사용할 경우는 팽창압에 의하여 콘크리트의 결합력이 약화되어 오히려 압축강도를 저하시켜 나타난 결과로 생각된다.

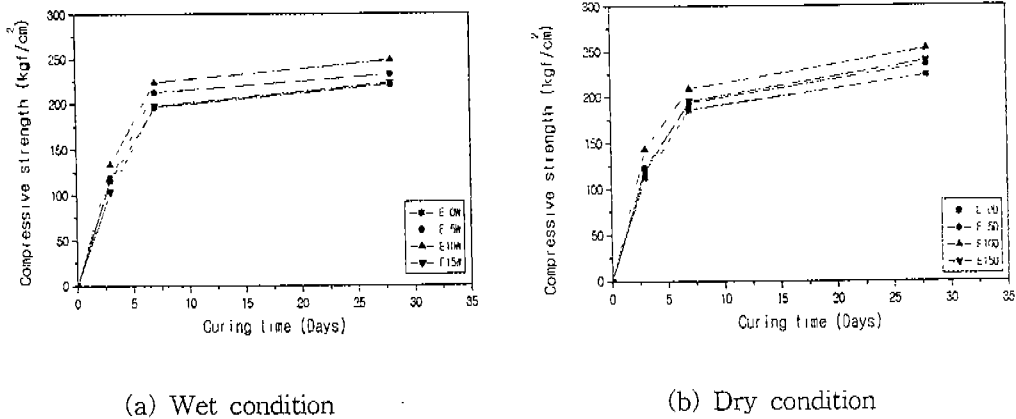


Fig. 1. The test results of compressive strength

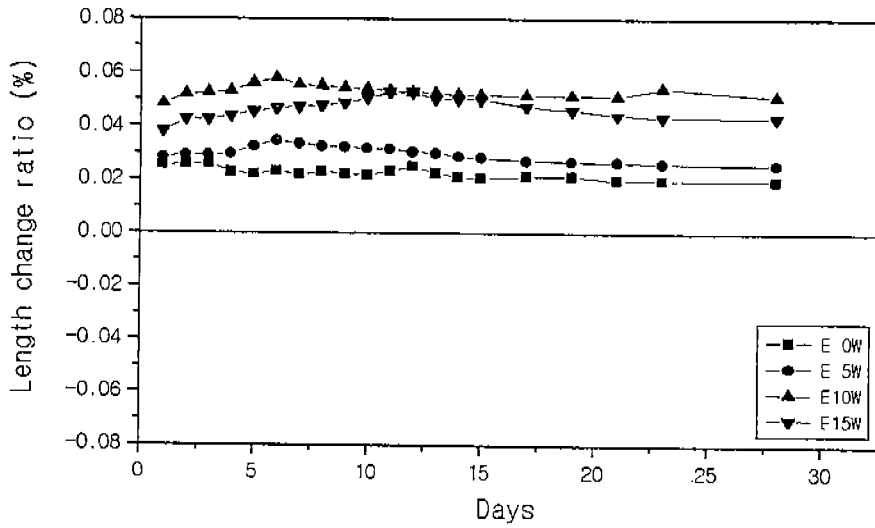
#### 2. 길이변화특성

그림 2에서 알 수 있듯이, 습윤양생을 실시한 콘크리트는 control과 팽창성 혼화재를 첨가한 모든 콘크리트에서 재령에 따른 길이변화는 크게 나타나지 않았으며, 특히 control의 경우 습윤양생으로 인하여 콘크리트가 경화하는데 요구되는 충분한 수분이 공급되어 짐으로 해서 재령이 증가함에 따른 건조수축에 의한 길이변화가 발생되지 않은 것으로 생각된다.

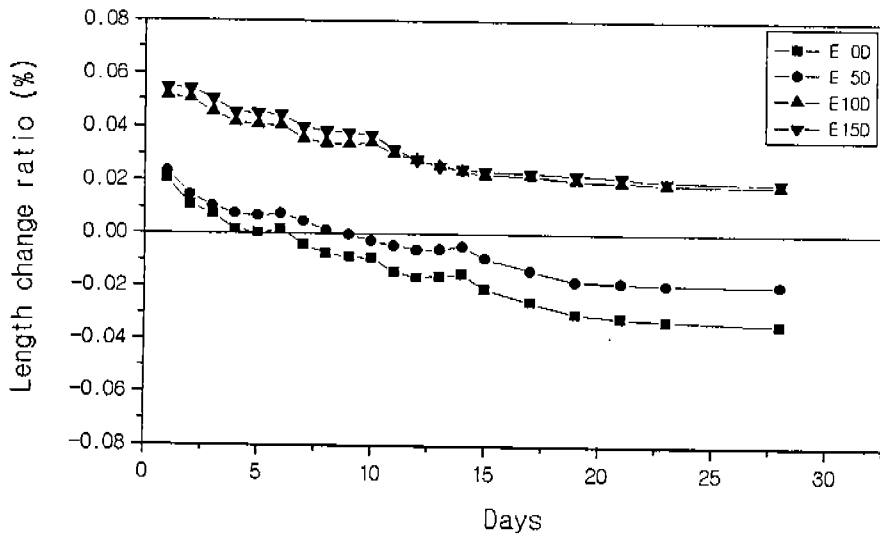
각 배합비별 28일간의 양생기간에 나타난 길이변화율을 살펴보면, control은 0.0058%, 팽창성 혼화재를 5% 첨가한 경우는 0.0027% 길이가 수축하였고, 10% 첨가시는 0.0028%, 15% 첨가시는 0.0054% 길이가 팽창하는 것으로 나타나, 팽창성 혼화재를 첨가함으로써 최고 0.0112%의 수축보상효과가 있는 것을 알 수 있었다.

재령 28일에서의 길이 변화율을 control과 비교하면 팽창성 혼화재를 5%첨가한 콘크리트는 0.0061%, 10% 첨가한 경우는 0.0316%, 15% 첨가한 경우는 0.0238%의 길이변화(팽창)가 발생되는 것으로 나타났다.

기건상태에서 양생을 실시한 콘크리트는 control의 경우 재령이 증가함에 따라 수축하는 경향을 보였으며, 재령 28일에서의 길이 변화율을 control과 비교하여 살펴보면, 팽창성 혼화재 5% 첨가는 0.015%, 10% 첨가는 0.0526%, 15% 첨가는 0.0539%의 길이변화(팽창)가 나타났다.



(a) Wet condition



(b) Dry condition

Fig. 2. Test results of length change ratio of concrete used expansive admixture

재령 28일에서의 각 배합비별 길이 변화율을 초기상태와 비교하면 control은 0.0548%의 길이 변화(수축)가 생겼고, 팽창성 혼화제를 5%첨가한 경우는 0.0426%, 10% 첨가한 경우는 0.0332%, 15% 첨가한 경우는 0.0349% 길이 변화(수축)가 발생하는 것으로 나타나, 팽창성 혼화제 첨가에 의하여 최고 0.0216%의 수축 보상 효과가 있음을 알 수 있었다.

팽창성 혼화제 사용에 의한 콘크리트의 길이변화는 control과 비교하여 습윤양생을 실시한 경우는 최대 0.0316%, 기건양생을 실시한 경우는 0.0539%의 팽창성능을 발휘하는 것으로 나타남에 따라, 본 실험에 사용된 팽창성 혼화제는 control과 비교하여 습윤양생의 경우 팽창성능이 크게 나타나지는 않았으나, 기건양생의 경우는 상당히 큰 팽창성능을 발휘하는 것으로 나타났다.

#### IV. 결 론

본 실험을 통하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 압축강도는 control과 비교하여 양생조건에 상관없이 팽창성 혼화제의 혼입량이 증가할 수록 증가하여 혼입량 10%일 때 최대값을 보였다.
2. 습윤양생을 실시한 경우 control과 팽창성 혼화제를 첨가한 콘크리트의 길이 변화는 거의 변화가 없는 것으로 나타났으며, control과 비교하여 최대 길이 변화율은 팽창성 혼화제를 10% 첨가했을 때 0.0316% 증가하는 것으로 나타났다.
3. 기건양생을 실시한 경우 control은 0.0548%의 길이 변화율을 나타냈으나, 팽창성 혼화제를 첨가한 경우는 0.0426%, 0.0332%, 0.0349%의 길이 변화율을 보여, 팽창성 혼화제 첨가에 의한 수축보상효과가 있는 것으로 나타났다.
4. 압축강도 및 길이변화율 등을 검토한 결과 팽창성 혼화제의 적정 혼입량은 10%인 것을 알 수 있었으며, 팽창성 혼화제의 사용으로 건조수축에 의한 콘크리트의 수축량을 보상하기에는 부족함이 있는 것으로 나타났다.

#### 인 용 문 헌

1. 민정기 외 2인, 1996, 팽창 폴리스티렌 비드 콘크리트의 물리·역학적 특성, 한국농공학회지, 38(6), pp. 83-95.
2. 김성완 외 3인, 1995, 경량콘크리트의 개발에 관한 실험적 연구, 한국농공학회지, 37(5), pp. 90-100.
3. Tazawa, E. and Miyazawa, S., 1995, Experimental study on mechanism of autogenous shrinkage of concrete, Cement and Concrete Research, Vol. 25, No. 8, pp. 1633-1638.
4. ACI Committee 209, 1992, Prediction of creep, shrinkage and temperature effects in concrete structures, American Concrete Institute, Detroit.