

# 건조수축 저감제를 혼입한 콘크리트의 Mock-up test

## Mock-up Test on Concrete added Admixture for Reducing the Dry Shrinkage

박 흥 이\*    이 증 록\*    최 명 화\*    박 희 곤\*\*    송 인 명\*\*\*    정 상 진\*\*\*\*  
Park, Heung-Lee Lee, Jong-Rok Choi, Myung-Hwa Park, He-Gon Song, In-Myung Jung, Sang-Jin

---

### Abstract

Restraining cracks on concrete structures can be the basic condition to improve the durability, so in this research, the resistibility on the drying shrinkage of concrete structures in the long period was being confirmed and as the reason of this shrinkage, the density of minute textures was being analyzed using a wooden prototype of a full scale produced with ready-mixed concrete and agents of glycol which can be used as a surfactant. As result of those tests, PFB technology can reduce the drying shrinkage by approximately  $-100\sim 200\times 10^{-6}$  on a wooden prototype of a full scale and can also reduce the pore volume as the obstruction to the movement of gas or liquid by approximately 2.4~3.5% so that PFB technology can be used to assure the resistibility on the drying shrinkage.

### 요 약

콘크리트구조물에서 균열을 제어한다는 것은 내구성능을 향상시킬 수 있는 기본적인 조건이 될 수 있기에 본 연구에서는 계면활성제로서 사용할 수 있는 글리콜 계열의 혼화제를 레디믹스트콘크리트에 혼입시켜 실물대 부재를 제작하고 장기재령에서의 건조수축에 대한 저항성을 확인하고 효과에 대한 원인으로 미세조직의 밀실성을 분석하였다. 그 결과 실물대 부재에 있어 약  $-100\sim 200\times 10^{-6}$  정도의 건조수축 저감 효과가 있으며, 모세관 공극부에서 기체나 액체의 이동을 저해할 수 있는 요인으로 세공율이 약 2.4~3.5% 정도 감소됨으로써 건조수축에 의한 저항성을 확보할 수 있는 것으로 판단되었다.

---

\*정회원, 단국대학교 건축공학과 석사과정  
\*\*정회원, (주)텍스콘 연구개발팀  
\*\*\*정회원, 아이티엠코퍼레이션 부사장  
\*\*\*\*정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

## 1. 서론

콘크리트구조물에서의 건조수축은 균열은 외기온도가 높고, 풍속 또는 단위면적이 큰 경우, 그리고 4번 구속과 같은 철근콘크리트에서 경화과정과 경화 후에 발생하여 균열의 형태로 유도됨과 동시에 유해인자의 침입 경로가 되고 있다. 이는 내구성을 저해하는 주요한 요인으로 작용하게 되며, 콘크리트의 내구성 측면에서는 건조수축이 발생하지 않도록 하는 것이 중요하다. 이에, 본 연구에서는 수축 저감제로서 보고된 글리콜에테르계의 혼화제를 레디믹스트 콘크리트에 혼입하여 제작한 콘크리트 부재의 건조수축에 관한 효과를 검증하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

실물대 부재는 부재의 구속 효과를 줄 수 있도록 사변 고정으로 복배근 하였으며, 건조수축은 혼화제의 첨가 유·무로 구분하여 2개를 제작하고 콘크리트 타설 시 그림 1과 같은 위치에 매립시킨 것과 채령 3일후 거푸집을 탈형하여 부재 표면에 매립형 게이지가 삽입된 동일한 위치에 컨택트게이지를 부착시켜 측정하였다. 또한, 건조수축 특성과 관련하여 세공조직의 변화를 확인할 수 있도록 시멘트페이스트를 대상으로 수은압입법에 의한 조직의 변화를 검토하였다. 그리고 부재에 타설된 콘크리트는 설계기준강도 27MPa를 대상으로 현장반입 후 믹서에 혼입하여 약 5분간 추가, 교반시킨 후 봉상진동기로 다짐하며 타설하였다.

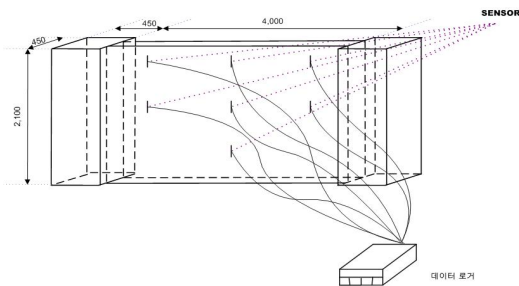


그림 1 벽 부재의 스트레인지어 매립 위치

표 1 실험수준 및 인자

구분	종류	크기	주요 내용	
인자	페이스트	5mm내외	세공조직	수은압입법 (채령 7일, 28일)
인자	벽부재	4,000× 200× 2,100mm	건조수축	콘크리트 타설 부터 3개월 (콘크리트내·외부)
수준	2	-	2	-

표 2 현장적용 콘크리트 배합

구분	W/B (%)	S/a (%)	단위수량 (kg/m³)	단위중량(kg/m³)				글리콜에테르계 혼화제 (%)	AE제 (%)	고성능 감수제(%)
				C	FA	S	G			
FA10-0	50	48.5	174	313	35	832	907	0	0.0071	0.48
FA10-3								3		
FA10-3 : 플라이애시 10% 치환+글리콜에테르계 혼화제 3%첨가										

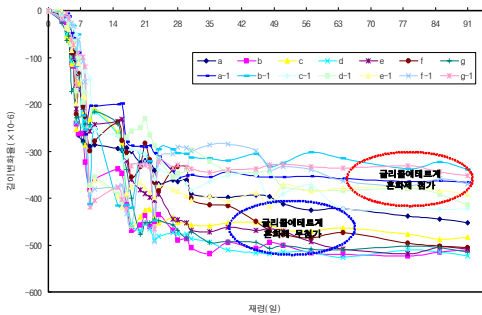
## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 건조수축에 의한 길이변화

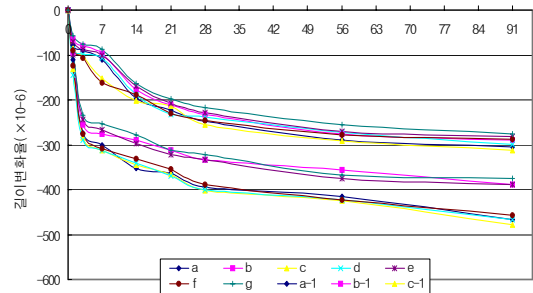
중상부의 수직방향으로부터 상·중·하에 따른 변화율은 최상부가 가장 큰 것으로 나타났으며, 혼

화제를 첨가하지 않은 a~g까지 변화율의 경우 초기 재령 7일 전에  $-400 \times 10^{-6}$  정도의 급격한 변화율을 나타내고 재령 21일까지 약  $-100 \times 10^{-6}$  정도의 감소율을 나타내었다. 반면, 혼화제를 첨가한 부재의 길이변화율 a-1~g-1은 초기 재령에서 약  $-300 \times 10^{-6}$  전·후의 길이변화율을 나타내고 28일 이후부터 완만한 변화율을 나타내어 혼화제를 혼입하지 않은 시험체 보다 약  $-100 \sim 200 \times 10^{-6}$  정도의 낮은 변화율을 나타내었다. 이는 혼화제가 콘크리트 잉여수의 표면을 덮고 있어 수분 증발을 억제하게 되어 콘크리트 표면에서의 인장응력을 발생시키지 않은 것으로 사료되었다.

또한, 그림 1-(b)에서의 콘택트게이지로 측정된 길이변화율은 약  $-277 \sim 312 \times 10^{-6}$ 인 반면, 혼화제를 무혼입한 부재는 약  $376 \sim 479 \times 10^{-6}$  를 나타내어  $-99 \sim 167 \times 10^{-6}$  정도의 낮은 길이변화율을 나타내었으며, 측정위치 및 재령별 건조수축에 의한 길이변화는 매립시켜 측정된 길이변화와 유사한 경향으로 나타났다.



(a) 내부에서의 스트레인게이지를 통한 길이변화



(b) 표면에서의 콘택트게이지에 의한 길이변화

그림 1 건조수축에 의한 길이변화 결과

### 3.2 세공조직 분석결과

초기 재령 7일에서의 세공율은 약 14%~19%정도, 재령 28일에서는 12%~16%정도의 세공율을 포함하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 혼화제를 첨가한 시멘트페이스트의 세공율이 가장 작은 것으로 나타나 약 2.4~3.5%정도 감소된 것으로 나타났다. 아울러, 혼화제를 혼입한 시험체의 경우, 세공경의 평균 부피 역시, 재령 28일을 기준으로 혼화제를 첨가하지 않은 시험체는  $0.2311 \mu\text{m}$ 이나 글리콜에테르계 혼화제를 첨가한 시험체의 부피가  $0.1872 \mu\text{m}$ 로서 약  $0.0473 \mu\text{m}$  정도 감소한 크기로 존재하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 평균직경에 있어서도 글리콜에테르계 혼화제를 첨가한 시험체가 다소 낮은 크기를 나타내고 있는 것으로 판단되었다.

세공범위별 분포상태에 대하여 혼화제를 첨가한 시험체를 대상으로 확인하면,  $10 \mu\text{m}$  이상의 범위를 갖는 세공량이 약 87.7% 정도를 차지하고 있으며,  $0.1 \mu\text{m} \sim 1 \mu\text{m}$ 의 범위에서는 약 7.3% 정도의 세공량을 나타내어 전체적으로  $0.0661 \text{ml/g}$ 의 총 세공량으로 나타났다. 아울러, 혼화제를 첨가하지 않은 시험체와 비교하면,  $10 \mu\text{m}$  이상 범위에서의 차이는 미미하였으나  $10 \mu\text{m}$  이하와  $1 \mu\text{m}$  이하의 미세한 세공경 범위에서 각각 2.2%와 0.5% 정도의 세공량이 증가된 것으로 나타났다. 이러한 세공량의 증감의 추이를 확인하면,  $100 \mu\text{m}$  이상의 범위에서는 혼화제의 영향이 미미한 것으로 판단되고  $1 \mu\text{m}$  전·후의 세공량이 감소하여 전체 세공량이 감소한 특이점을 확인할 수 있었다.

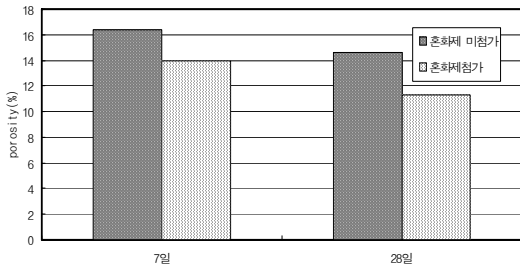


그림 2 시멘트페이스트의 전체 세공율

표 3 시멘트페이스트의 재령에 따른 세공율 (단위 :  $\mu\text{m}$ )

시험체	구 분	세공율 (%)	세공경 (부피)	평균직경 (면적)	
					혼화제 미첨가
		재령 28일	14.6	0.2311	0.0473
혼화제 첨가	재령 7일	14.0	0.1872	0.0482	
	재령 28일	11.3	0.1852	0.0445	

#### 4. 결론

글리콜에테르계 혼화제의 사용에 따른 부재의 길이변화는 약  $-100 \sim 200 \times 10^{-6}$  정도의 저감 효과가 있는 것으로 판단되었다. 또한, 혼화제의 혼입으로 전체 세공율이 약 2.4~3.5% 정도 감소되어 치밀성이 향상된 것으로 판단되었다. 이는 글리콜에테르계 혼화제가 콘크리트에 혼입되어 모세관 공극부에서 기체나 액체의 이동을 저해할 수 있는 요인으로서 작용하여 건조수축에 대한 저항성을 향상시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

표 4 재령 28일의 세공 분포

구 분	세 공 량 (ml/g)	
	혼화제 첨가	혼화제 미첨가
100 $\mu\text{m}$ 이하	0.0336	0.0362
	49.7%	50.1%
10 $\mu\text{m}$ 이하	0.0257	0.0262
	38.0%	36.20%
1 $\mu\text{m}$ 이하	0.0021	0.0020
	3.20%	2.70%
0.1 $\mu\text{m}$ 이하	0.0027	0.0043
	4.10%	5.90%
0.01 $\mu\text{m}$ 이하	0.0034	0.0037
	5.00%	5.10%
전체 합계	0.0661	0.0724
	100%	100%

#### 감사의 글

이 연구에 참여한 연구자의 일부는 「2단계 BK21 사업」의 지원비를 받았음.

#### 참고문헌

1. 한천구 외, 구조체 콘크리트의 건조수축 균열 저감에 관한 Mock-up 실험, 대한건축학회논문집, 구조계 22권 11호, 2006
2. P. Kumar Mehta, Concrete Structure Properties and Materials, p.p 22~28, 1986