

# 증기 및 가열 조합양생에 의한 에폭시수지 혼입 모르타르의 강도 및 세공구조

## Strength Properties and Pore Structure of Epoxy-Modified Mortars under Steam and Steam/Heat Combined Curing

이 재 화\*                      김 완 기\*\*  
 Lee, Jae-Hwa                      Kim, Wan-Ki

### Abstract

The purpose of present study is to examine the application of effective curing to hardener-free epoxy-modified mortars. The epoxy-modified mortars are prepared with polymer-cement ratios, subjected to two types of curing conditions, and tested for compressive, flexural and tensile strengths. As a result, hardener-free epoxy-modified mortars with steam curing is markedly improved with increasing air-dry curing period. High strength development of the epoxy-modified mortars may be achieved by the dense microstructure by cement and the hardener of the epoxy resin in the mortars.

키 워 드 : 에폭시수지, 폴리머 시멘트 모르타르, 양생조건, 강도, 세공용적  
 Keywords : epoxy resin, polymer cement mortar, curing condition, strength, pore volume

### 1. 서 론

본 연구는 고성능 프리캐스트 제품의 개발을 목적으로 경화제를 첨가하지 않은 비스페놀 F형 에폭시수지 혼입 모르타르의 양생방법과 폴리머 시멘트 비[P/C(%)]에 따른 강도 성상을 파악하는 것이다. 양생조건으로 먼저 증기양생(90℃)과 증기·가열 조합양생(80, 100℃)을 실시한 후 기중양생기간 0, 28 및 84일에서의 강도 증진 효과를 검토하는 것이다. 또한 세공용적 측정을 통해 미세공극 크기별 전체 공극량을 구하여 양생조건에 따른 강도발현을 명확히 해 최적의 양생조건 및 온도를 제시하는데 목적이 있다.

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

본 연구의 실험요인 및 수준은 표 1과 같으며, 표 2에는 주 재료인 에폭시수지의 성질을 나타냈다.

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인		실험수준
배합 사항	시멘트	보통 포틀랜드 시멘트
	잔골재	주문진산 표준사 [시멘트 : 잔골재(중량비) = 1 : 3]
	시멘트 혼화용 에폭시수지	비스페놀 F형 에폭시수지 [P/C(%) : 0, 5, 10, 15, 20]
실험 사항	굳지 않은 모르타르	플로
	경화 모르타르	강도, 세공용적

표 2. 비스페놀 F형 에폭시수지의 성질

에폭시당량	분자량	색상 (Gardner)	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	점도 (mPa·s, 25℃)
170	340	< 1	1.19	3500

#### 2.2 실험 방법

##### 2.2.1 공시체 제작 및 양생조건

공시 모르타르를 KS F 2476 에 준하여 40×40×160mm로 성형한 후, 다음과 같은 2가지 양생방법을 실시하여 공시체를 제작하였다.

- 1) 증기양생(Steam Curing) 조건: 1일 습윤[20℃, 90%(RH)]+1일 증기양생(90℃)
- 2) 증기·가열 조합양생(Steam/Heat Curing) 조건: 1일 습윤[20℃, 90%(RH)]+1일 증기(90℃)+1일 가열양생(80, 100℃)

\* 협성대학교 대학원 도시건축공학과 석사과정  
 \*\* 협성대학교 건축공학과 부교수, 교신저자  
 (wankikim@uhs.ac.kr)  
 본 논문은 2011년 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRF-20110024478)

### 2.2.2 압축강도, 휨강도 및 인장강도

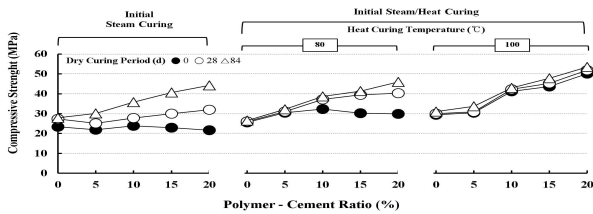
KS F 2476에 따라 압축강도 및 휨강도 시험을 실시하였으며, KS L 5104에 따라 공시체의 인장강도 시험을 실시하였다.

### 2.2.3 세공용적의 측정

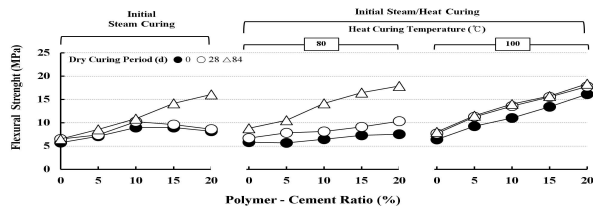
크기 40mm×40mm×160mm의 공시체(기중양생 28일)의 내부에서 채취한 모르타르를 입경 약 3mm로 파쇄하여 시료로 사용하였다. 시료를 에탄올로 정제한 후 D-dry처리를 하고, 수은압입식 포로시메타를 이용하여 세공반경 3.75~7500nm의 범위에서 측정하였으며, 또한 전체 세공용적을 구하였다.

## 3. 실험결과

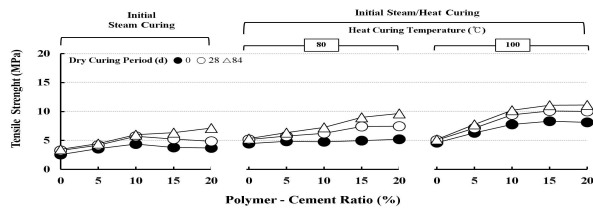
### 3.1 강도



a) 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르의 압축강도



b) 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르의 휨강도



c) 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르의 인장강도

그림 1. 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르의 강도

### 3.2 세공구조

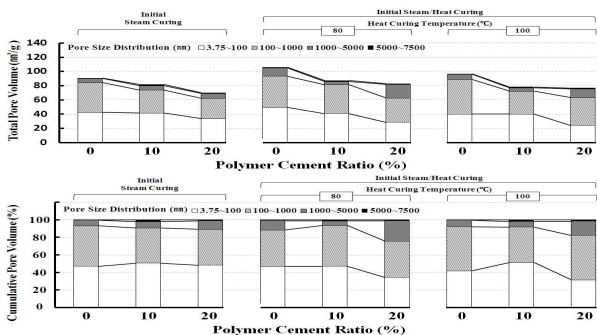


그림 2. 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르의 각종 양생 조건에 따른 세공경분포

## 4. 결 론

본 연구에서는 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르의 강도발현에 대한 증기 및 증기가열 조합양생 조건에 대하여 검토하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 기중양생 기간이 증가할수록 폴리머 혼입률에 의한 강도개선효과는 증기양생(90°C)에서 가장 크게 나타났으며, 특히 기중양생기간 84일에서의 폴리머 시멘트비 20%의 강도는 동 기간의 보통 시멘트 모르타르에 비해 약 2~3배 개선되었다.
- 2) 증기·가열 조합양생 직후에 있어서의 초기 강도발현은 가열양생온도 80°C보다 가열양생온도 100°C에서 크게 나타났으나, 기중양생 기간의 증가와 함께 그 강도개선효과는 오히려 가열양생온도 80°C에서 매우 우수하게 나타났다.
- 3) 양생조건에 관계없이, 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 모르타르 내 전 세공용적은 폴리머 시멘트비가 증가할수록 현저히 감소하였으며, 기중양생 기간의 증가에 따라 더욱 치밀해질 것으로 판단된다.
- 4) 이상의 연구결과로부터, 기중양생기간에 따른 장기강도 개선효과는 증기양생, 증기·가열(80, 100°C)양생 순으로 나타났다. 급후 장기재령에서의 강도 개선에 영향을 미치는 에폭시수지의 경화도와 에폭시기의 소실 확인을 위한 심도 있는 분석 연구가 요구된다.

### 참 고 문 헌

1. 김완기, 각종 양생조건에 따른 비스페놀 A형 에폭시수지 혼입 모르타르의 강도성상, 한국건축시공학회 추계학술발표대회 논문집 제9권 제2호, pp.55~59, 2009
2. 太田将広 他, “初期に湿乾組合せ養生及び蒸気養生を行った硬化剤無添加エポキシ樹脂混入ポリマーセメントモルタルの長期乾燥養生における強さ発現” 日本建築学会構造系論文集 Vol.76, No.663, pp.875~880, 2011