

에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 강도증진방안

Strength Improvement of Polymer-Modified Mortars Using Epoxy Resin

김완기* 조영국**
Kim, Wan Ki Jo, Young Kug

ABSTRACT

This paper investigates the effect of curing conditions on the strength improvement of polymer-modified mortars using epoxy resin with various curing methods. The polymer-modified mortars using epoxy resin are prepared with various polymer-cement ratios, and subjected to standard, hot water, heat cure and autoclave cures. The epoxy-modified mortars are tested for flexural and compressive strengths at desired curing methods. From the test results, the flexural and compressive strengths of the epoxy-modified mortars are hardly improved by the autoclave and hot water cures compared to the ideal cure of 20°C. Among the four types of curing methods, the strengths of the heat cured epoxy-modified mortars is largely improved. Especially, it is obtained in the mortars sealed with PVDC film.

1. 서론

시멘트 모르타르 및 콘크리트는 다른 건설재료와 비교하여 강도, 시공성, 경제성 면에서 우수하여 주요 건설재료로서 광범위하게 사용되어 왔다. 지금까지 철근콘크리트 구조물은 현장 타설콘크리트를 주체로 하여 발달하여 왔으나, 향후 시공에서 필요로 하는 자원을 최소화시킴과 동시에 기능 인력을 획기적으로 줄이는 방법으로써 건식 시공방법이 확대될 것으로 전망된다. 따라서 이에 맞는 고성능 프리캐스트 부재를 철근콘크리트구조물에 적극적으로 도입하기 위한 연구가 절실히 요구된다.

본 연구는 에폭시수지를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르 및 콘크리트의 고성능 프리캐스트 제품화를 목적으로 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 강도성상에 영향을 끼치는 각종 양생조건을 검토하고, 강도증진에 최적의 양생조건을 도출하는 것이다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 사용재료

* 정희원, 협성대학교 도시건축공학부 교수

** 정희원, 청운대학교 건축공학과 교수

2.1.1 시멘트 및 잔골재

시멘트는 KS L 5201(포틀랜드 시멘트)에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 표준사를 사용하였다.

2.1.2 시멘트 혼화용 에폭시수지 및 경화제

시멘트 혼화용 에폭시수지로는 비스페놀 A형 에폭시수지(Diglycidyl ether of bisphenol A; DGEBA)를, 경화제로는 변성 지방족 아민을 사용하였다. 에폭시수지의 성질을 표 1에 나타냈다.

표1. 에폭시수지의 성질

Epoxy Equivalent	Molecular Weight	Hue (Gardner)	Specific Gravity	Viscosity (mPa · s, 20℃)
189	380	0.2-0.4	1.17	13000

2.2. 실험방법

2.2.1 공시체제작

KS F 2476(실험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 준하여, 표 2에 나타낸 배합의 공시 모르타르를 그 플로우 값이 170±5mm가 되도록 물시멘트비를 조정하여 비빔을 실시하였다. 공시 모르타르를 크기 40x40x160mm로 성형하고, 다음과 같은 4가지 양생방법을 실시하여 공시체를 제작하였다.

- (1) 양생방법 1: 이상양생[2일 습윤양생(20℃, 80%R.H.) + 5일 수중양생(20℃)+21일 기건양생(20℃, 60%R.H.)]
- (2) 양생방법 2: 온수양생(20℃)
- (3) 양생방법 3: 가열양생[1일 습윤양생(20℃, 80%R.H.) + 27일 가열양생(70℃)]
- (4) 양생방법 4: 오토클레이브양생[1일 습윤양생(20℃, 80%R.H.)+오토클레이브양생(180℃, 10kgf/cm², 3시간 보존)]

표2. 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 배합

시멘트: 잔골재	폴리머 시멘트 비 (%)	경화제 첨가율 (중량비)	물시멘트비 (%)	공기량 (%)	플로우 (mm)
1:3	0	0	75.0	5.5	170
	5		75.0	4.3	170
	10		75.0	3.7	169
	15		75.0	3.4	171
	20		75.0	2.7	169
1:3	5	65	60.0	13.2	173
	10		62.0	12.0	168
	15		68.5	10.8	170
	20		72.0	9.3	165

2.2.2 휨강도 및 압축강도

에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 및 압축강도시험은 KS F 2477(폴리머 시멘트 모르타르의 강도 시험 방법)에 준하여 실시하였다.

2.2.3 공시체 시일재

가열양생 시 공시체의 시일재로는 폴리염화비닐(PVDC) 필름을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 각 양생조건에 따른 압축강도

그림 1은 각 양생조건에 따른 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도와 폴리머 시멘트비의 관계를 나타낸 것이다. 양생온도 20℃에서의 이상양생을 실시한 에폭시수지 혼입폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 경화제를 첨가하지 않은 것이 첨가한 것보다 높게 나타났으며, 폴리머 시멘트비의 증가와 함께 크게 개선되었다. 그리고 양생온도 70℃에서의 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도 성상을 살펴보면, 온수양생을 실시한 것에서는 강도발현이 거의 이루어지지 않았으며, 보통 시멘트 모르타르보다도 작게 나타났다. 한편 가열양생을 실시한 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 현저히 증가되었으며, 폴리염화비닐(PVDC)필름으로 밀봉한 것에서 최고 강도가 발현되었다. 양생온도 180℃인 오토클레이브 양생을 실시한 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 경화제의 유무에 관계없이 보통 시멘트 모르타르보다 작게 나타났다. 4가지 양생방법에 따른 에폭시 수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 최적 압축강도는 PVDC필름으로 밀봉을 하는 것과 함께 가열양생을 실시한 것에서 발현되었다.

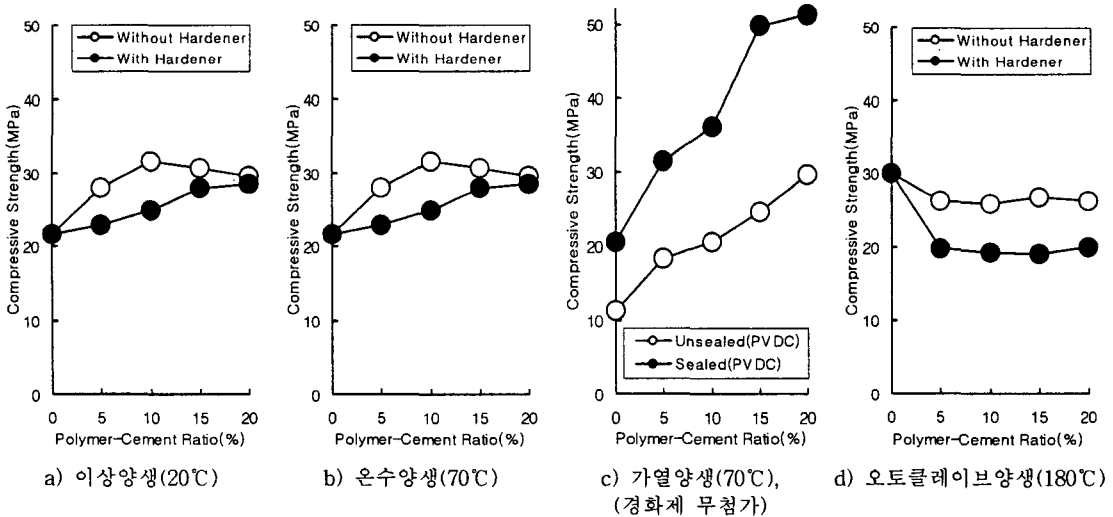


그림 1 각 양생조건에 따른 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도

3.2. 각 양생조건에 따른 휨강도

그림 2는 각 양생조건에 따른 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도와 폴리머 시멘트비의 관계를 나타낸 것이다. 양생온도 20℃에서의 이상양생을 실시한 에폭시수지 혼입폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 압축강도에서와 마찬가지로 경화제를 첨가하지 않은 것이 첨가한 것보다 높게 나

타났으며, 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 크게 개선되었다. 그리고 양생온도 70℃에서의 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 성상을 살펴보면, 온수양생을 실시한 것에서는 경화제 첨가의 유무에 관계없이 강도발현이 거의 이루어지지 않았으며, 보통 시멘트 모르타르보다도 작게 나타났다. 한편 가열양생을 실시한 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 현저히 증가되었으며, PVDC필름으로 밀봉한 것에서 최고의 강도가 발현되었다. 양생온도 180℃인 오토클레이브 양생을 실시한 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 경화제를 첨가하지 않은 공시체에서만 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 약간 증가하는 경향을 보였으며, 경화제를 첨가한 것은 보통 시멘트 모르타르와 비슷한 강도를 나타냈다. 4가지 양생방법에 따른 에폭시 수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 최적 압축강도 및 휨강도는 PVDC필름으로 밀봉을 하는 것과 함께 가열양생을 실시한 것에서 발현됨을 확인할 수 있었다.

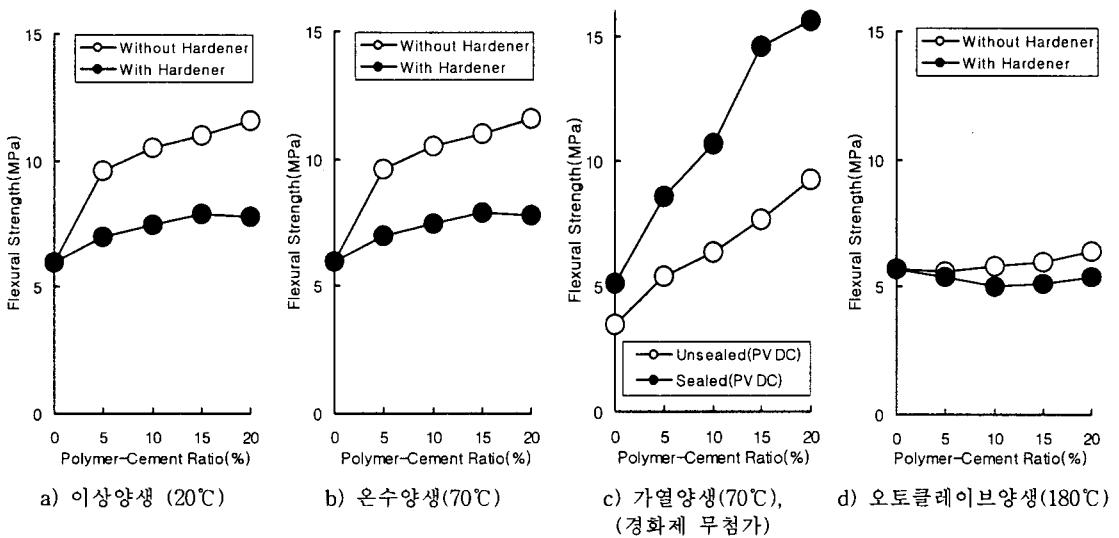


그림 2 각 양생조건에 따른 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도

4. 결론

이상의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 이상양생을 실시한 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도 및 휨강도는 경화제를 첨가하지 않은 것이 첨가한 것보다 높게 나타났으며, 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 크게 개선되었다..
- 2) 경화제 무첨가 및 첨가 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 강도성상에 영향을 끼치는 오토클레이브양생 및 온수양생의 영향은 거의 인정되지 않는다.
- 3) 가열양생한 경화제 무첨가 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 및 압축강도는 매우 우수하게 나타났으며, 특히 폴리염화비닐(PVDC)필름으로 밀봉한 공시체의 발현율이 현저하였다.
- 4) 이상양생, 온수양생, 가열양생 및 오토클레이브양생의 4가지 양생방법을 검토한 결과, 에폭시수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 강도성상에 영향을 끼치는 최적 양생조건으로는 PVDC필름으로 밀봉한 가열양생으로 나타났다.