

유화제 첨가량에 따른 MMA/EA 합성 라텍스 폴리머 시멘트 모르타르의 강도특성

Strength Properties of Polymer-Modified Mortars Using Methylmethacrylate-Ethyl Acrylate Latexes according to Amount of Emulsifier

형 원 길 [*]	조 영 철 ^{**}	김 완 기 ^{***}	이 대 수 ^{****}	소 양 섭 ^{*****}
Hyung, Won-Gil	Jo, Young-Chul	Kim, Wan-Ki	Lee, Dai-Soo	Soh, Yang-Seob

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the effect of the emulsifier ratio on strength properties of the polymer-modified mortars using methylmethacrylate-ethyl acrylate(MMA/EA) latexes, and to obtain basic data necessary to develop appropriate latexes for cement modifiers.

Polymer-modified mortars using MMA/EA latexes are prepared with various monomer ratios, and tested for air content, flexural and compressive strengths. From the test results, we knew that the water-cement ratio is decreased and the air content is increased with an increase in the amount of emulsifier. In general, the superior flexural and compressive strengths of polymer-modified mortars using MMA/EA latexes is obtained at a bound MMA content of 60 percent and a emulsifier ratio of 6 percent.

1. 서 론

일반적으로 폴리머 혼입 모르타르의 특성은 무기계 결합재인 시멘트에 결합성을 갖는 미립자인 폴리머가 혼입되어 사용목적에 알맞게 적당한 공기량을 조정하여 사용하는 것에 의해 발현된다. 이 때 폴리머 혼입 모르타르의 성질에 미치는 영향은 주성분인 폴리머의 입자, 소량의 계면활성제, 보호 콜로이드 등의 분산안정제, 소포제 등에 의해 크게 나타난다. 특히, 폴리머 합성에 있어 유화제의 종류와 첨가량은 폴리머 자체의 성질을 변화시킴으로 매우 중요한 인자 중 하나로 폴리머 시멘트 모르타르의 성질에 지대한 영향을 준다¹⁾²⁾. 따라서 본 연구에서는 MMA(methylmethacrylate)와 EA(ethylacrylate)를 모노머로 하여 각각의 모노머 비에 따른 것파, 유화제의 첨가량을 모노머에 대하여 5%와 6%로 달리 한 시멘트 혼화용 폴리머를 합성 제조하고, MMA/EA 합성 폴리머 시멘트 모르타르를 제작하여 모노머 비 및 유화제의 첨가량에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 기초 물성을 파악하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 사용재료

- * 정희원, 전북대학교 대학원 박사과정
- ** 정희원, 전북대학교 대학원 석사과정
- *** 정희원, 협성대학교 건축공학과 교수, 공학박사
- **** 정희원, 전북대학교 화학공학부 교수, 공학박사
- ***** 정희원, 전북대학교 건축·도시공학부 교수, 공학박사

2.1.1 시멘트 및 잔골재

본 실험에서 사용된 시멘트는 KS L 5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔 골재는 규사(크기 ; 0.25~0.6mm)를 사용하였다.

2.1.2 시멘트 혼화용 폴리머

시멘트 혼화용 폴리머는 MMA와 EA의 모노머비를 40:50, 50:50, 60:40, 그리고 70:30으로 변화시키고 유화제 첨가량을 5%와 6%로 달리하여 합성한 폴리머를 사용하였다. 그 배합 및 성질은 Table 1과 같다.

Table 1 Properties of polymer dispersions for cement modifiers

Type of polymer	Monomer ratio (MMA/BA), by weight	Amount of emulsifier(%)	Specific gravity (20℃)	pH (20℃)	Total solids (%)
5ME4	40:60	5	1.03	7.0	48
5ME5	50:50	5	1.03	7.0	48
5ME6	60:40	5	1.03	7.0	48
6ME5	50:50	6	1.03	7.0	50
6ME6	60:40	6	1.03	7.0	58
6ME7	70:30	6	1.03	7.0	50

2.1.3. 소포제

본 실험에서 사용된 소포제는 실리콘계 에멀전(고형분, 30%)을 사용하였으며, 폴리머의 전 고형분량에 대하여 0.7%를 첨가하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1 폴리머의 제조

본 실험에서 사용된 폴리머를 제조하기 위하여 폴리머 합성 방법 중 하나인 유화(에멀전)중합법을 이용하였으며, MMA와 EA의 모노머(monomer)비를 40:60, 50:50, 60:40, 그리고 70:30으로 달리하여 제조하였다. 또 유화제를 전 모노머량에 대하여 5%와 6%로 달리 배합하여 첨가하였다. 제조방법은 유화제(emulsifier)와 개시제(initiator)를 증류수에 용해시킨 후 반응조에 넣고 반응조 안의 임펠러를 회전시키면서 온도를 80℃까지 상승시킨 후, 모노머를 초당 한 방울씩 첨가하면서 12~24시간동안 지속적으로 반응시켜 폴리머를 제조하였다.

2.2.2 폴리머 시멘트 모르타르 공시체 제작

폴리머 시멘트 모르타르는 KS F 2476(실험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 따라 시멘트 : 잔골재 = 1 : 3(질량비), 폴리머 시멘트 비(P/C)를 0, 5, 10, 15 및 20%, 시멘트 혼화용 폴리머의 고형분에 대해 소포제를 0.7%로 첨가하여 배합하고, 40×40×160mm의 몰드로 모든 공시체를 성형한 후, 2일간 습윤양생(20℃, 80%R.H.)을 실시하고, 5일간 수중양생(20℃), 그리고 21일간 기중양생(20℃, 50%R.H.)을 실시하여 공시체를 제작하였다. 이 때의 물 시멘트 비는 플로우가 170±5mm의 범위가 되도록 결정하였다.

2.2.3 공기량

폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 KS F 2409(굳지 않은 콘크리트의 단위용적중량 및 공기량 시험방법)에 준하여 측정하였다.

2.2.4 휨 및 압축강도

폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도시험은 KS F 2477(폴리머 시멘트 모르타르의 강도 시험 방법)에 준하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 물 시멘트 비

Fig. 1은 MMA/EA 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 물 시멘트 비 변화를 나타낸 그래프이다. 일반적으로 MMA/EA 폴리머 시멘트 모르타르는 폴리머 시멘트의 증가와 함께 현저히 감소하였으며, 그 경향은 유화제 첨가량이 5%일 때보다 6%일 때 현저하게 나타났다. 그리고 결합 MMA량의 변화, 즉 모노머 비에 따른 물시멘트 비의 차이는 크게 나타나지 않았다. MMA/EA의 모노머 비가 40:60일 때는 유화제를 5% 첨가한 경우에는 비빔이 가능하였지만 6%를 첨가했을 때는 비빔이 이루어지지 않아 폴리머 시멘트 모르타르 시험 대상에서 제외하였다.

3.2. 공기량

Fig. 2는 MMA/EA 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량을 나타낸 그래프이다. MMA/EA 폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 폴리머를 혼입하지 않은 보통 시멘트 모르타르보다 상당히 크게 나타났으나, 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 감소하는 경향을 나타냈다. 그리고 유화제의 첨가량에 따른 공기량은 물 시멘트 비와 마찬가지로 유화제의 첨가량에 따라 뚜렷한 차이를 나타내고 있으며, 유화제의 첨가량이 낮을수록 공기량이 낮게 나타나고 있다. 이는 공기를 연행시키는 유화제의 성질에 의한 것으로 사료된다³⁾.

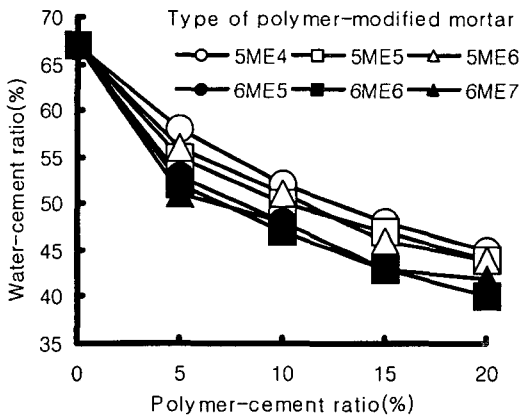


Fig. 1. Water-cement ratios vs. polymer-cement ratios of polymer-modified mortars

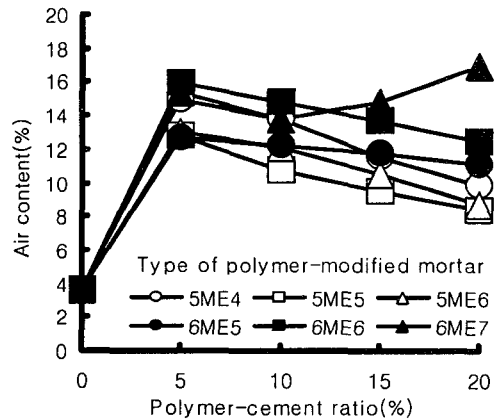


Fig. 2. Air contents vs. polymer-cement ratios of polymer-modified mortars

3.3 휨 및 압축강도

Fig. 3은 MMA/EA 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도를 나타낸 그래프이다. 휨강도는 6ME6 폴리머 시멘트 모르타르의 폴리머 시멘트 비가 15%일 때 가장 우수하게 나타나고 있으며 5ME5 폴리머 시멘트 모르타르가 가장 낮은 휨강도를 나타내고 있다.

Fig. 4는 MMA/EA 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도를 나타낸 그래프이다. 압축강도는 휨강도와 비슷한 경향을 보이고 있으며 휨강도와 마찬가지로 6ME6 폴리머 시멘트 모르타르가 가장 우수한 강

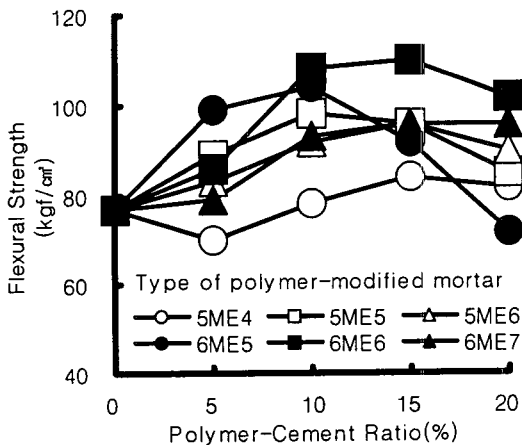


Fig. 3. Flexural strength vs. polymer-cement ratios of polymer-modified mortars

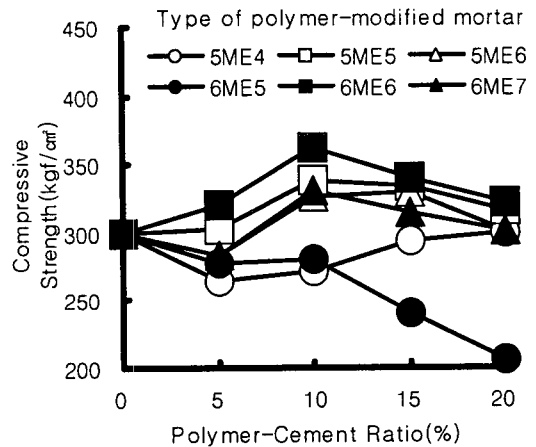


Fig. 4. Compressive strength vs. polymer-cement ratios of polymer-modified mortars

도를 나타내고 있으며, 5ME5, 5ME6, 그리고 6ME7 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 비슷하게 나타나고 있고 휨강도는 폴리머 시멘트 비가 15%일 때 가장 높게 나타나고 있지만 압축강도에서는 폴리머 시멘트 비가 10%일 때 가장 높게 나타나고 있다. 또 모노머 비가 증가할수록 강도가 증가하는 경향을 보였으며, 유화제를 5% 첨가한 경우는 5ME4가, 6% 첨가한 경우에는 6ME5의 강도가 낮게 나타나고 있다.

4. 결론

유화제 첨가량에 따른 MMA/EA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 강도특성에 대한 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 유화제 첨가량에 따른 MMA/EA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 물 시멘트 비는 유화제의 첨가량을 전 모노머 양에 대하여 5%를 첨가한 경우보다 6%를 첨가했을 때 저감효과가 좋은 것으로 나타났다.
- (2) 유화제 첨가량에 따른 MMA/EA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 물 시멘트 비와 비슷한 경향을 보이고 있으며 공기량을 유발시키는 유화제의 성질에 따라 6%를 첨가한 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량이 많은 것으로 나타났다.
- (3) 유화제 첨가량에 따른 MMA/EA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도는 5ME4와 6ME5 폴리머 시멘트 모르타르를 제외하고 모두 비슷한 강도를 나타내고 있다.
- (4) 유화제 첨가량에 따른 MMA/EA 폴리머를 합성 제조하고 폴리머 시멘트 모르타르에 적용 실험한 결과, 유화제 첨가량이 5%, 모노머 비가 40:60일 때, 그리고 유화제 첨가량 6%, 모노머 비가 50:50인 경우에는 비빔이 어려웠으며 경도가 높은 MMA 모노머의 비율이 낮아 강도 증진의 효과도 기대할 수 없었다. 따라서 MMA/EA를 모노머로 하여 폴리머를 제조할 경우, 유화제의 첨가량에 따라 모노머 비를 변화시켜야 함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 이병수, "도료에서의 계면활성제", 도료와 도장기술 세미나, 10월, 1981.
2. Ohama Y., Demura K., Hamatsu M., and Kakegawa M., "Properties of Polymer-Modified Mortars Using Styrene-Butyl Acrylate Latexes with Various Monomer Ratios", ACI Materials Journal, V.88, No.1, January-February 1991. pp.56-61.
3. Meishan Pei, Wanki Kim, Wongil Hyung, Aaron Joseph Ango, Yangseob Soh, "Effects of emulsifiers on properties of poly(styrene-butyl acrylate) latex-modified mortars, Cement and Concrete Research, Vol. 32, 2002, pp. 387-841.