MMA/BA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 성질

Properties of Polymer-Modified Cement Mortars Using Methylmethacrylate-Butyl Acrylate Latexes

형 원 길* 송 해 룡** 김 완 기*** 소 양 섭****
Hyung, Won Gil Song, Hae Ryong Kim, Wan Ki Soh, Yang Seob

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the effect of the monomer ratio on properties of the polymer-modified mortars using methyl methacrylate-butyl acrylate latexes, and to obtain basic data necessary to develop appropriate latexes for cement modifiers. This paper deals with the effect of the monomer ratio on the typical properties of polymer-modified mortars with methyl methacrylate-butyl acrylate latexes.

The polymer latex-modified mortars are prepared with 5, 10, 15 and 20% of polymer cement ratio respectively, and properties of modified mortars such as water absorption, compressive and flexural strengths, chloride-ion penetration depth are tested.

The test results indicate that the monomer ratio is very important factors to characterize the strength properties of polymer-modified mortars, but the water absorption and chloride-ion penetration depth are influenced by polymer-cement ratio rather than monomer ratios.

1. 서 론

폴리머 시멘트 모르타르는 시멘트 모르타르의 성능을 개선시킬 목적으로 폴리머를 혼입하여 사용한 것으로 강도, 부착성, 내구성 등을 개선시키는데 매우 뛰어난 효과가 있어 고성능이 요구되는 건물의 외장재, 바닥마감재, 포장재, 방수재, 장식 코팅재, 보수재 등의 용도로 많이 사용되어지고 있다. 폴리머는 천연재료를 제외하고는 주로 화학적 합성을 통해 제조되고 있으며, 그 성질은 합성배합 조건, 즉 모노머, 유화제, 개시제 등과 같은 성분들에 의해서 결정된다.[1~3] 또, 각각의 모노머의 결합비에 따라서도 많은 성질의 차이를 나타내고 있어 시멘트 혼화용 폴리머를 제조하기 위해서는 요구되어지는 성능에 따라 그 배합비율이 달라질 수 있다.

따라서 본 연구에서는 MMA(methylmethacrylate)와 BA(butylacrylate)를 모노머로 이용하여 MMA/BA의 모노머비에 따라 시멘트 혼화용 폴리머를 합성하고, 합성을 통해 제조된 폴리머를 시멘트 모르타르에 혼입하여 각각의 모노머비에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 성질을 파악하고자 하였다.

*정회원, 전북대학교 건축학부 박사과정
**정회원, 전북대학교 건축학부 석사과정
***정회원, 전북대학교 건축학부 강사
****정회원, 전북대학교 건축학부 교수

2. 실험계획 및 방법

2.1. 사용재료

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 MMA/BA비를 50:50, 60:40, 70:30, 그리고 80:20으로 합성시킨 에멀젼을 사용하였으며, 그 배합 및 성질은 표 1과 같다.

Table 1 Properties of polymer dispersions for cement modifiers (20℃)

Type of polymer	Monomer ratio (MMA/BA), by weight	Specific gravity	pH	Total solids (%)
MMA50	50:50	1.03	7.0	40
MMA60	60:40	1.03	7.0	40
MMA70	70:30	1.03	7.0	40
MMA80	80:20	1.03	7.0	40

2.1.3. 소포제

본 실험에서 사용된 소포제는 실리콘계 에멀젼(고형분, 30%)을 사용하였으며, 폴리머의 전 고형분에 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(에멀젼)중합법을 이용하였으며, MMA와 BA의 모노머(monomer)비를 달리하여 제조하였다. 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. 반응이 이루어지는 시간동안 반응조의 온도는 80℃를 계속 유지하였다.

2.2.2 공시체 제작

폴리머 시멘트 모르타르는 KS F 2476(실험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 따라 시멘트 : 잔골재 = 1 : 2.45(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℃, 65%R.H.)을 실시하여 공시체를 제작하였다. 이 때의 물 시멘트 비는 MMA50을 기준으로 플로우가 170±5의 범위가 되도록 결정하였으며, 모노머비에 관계없이 MMA50의 물 시멘트비를 적용하였

다. 폴리머 시멘트 모르타르의 배합표는 Table 2와 같다.

2.2.3 휨 및 압축강도

폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도시험은 KS F 2477(폴리머 시멘트 모르타르의 강도 시험방법)에 준하여 실시하였다.

2.2.4 흡수율

흡수율은 JIS A 6203(시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼젼)에 준하여 28일 양생한 40×40×160mm의 폴리머 시멘트 모르타르에 대하여 측정하였다.

2.2.5 염화물 이온 침투 저항성

염화물 이온 침투시험은 일본콘크리트공학협회 [폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투깊이 시험방법(안)]에 의하여 공시체를 14일간 20℃의 2.5% 염화나트륨 용액 중에 침지한 후, 공시체를 2분할하고 그 단면에 0.1% 플로로세인나트륨 용액 및 0.1N 질산은 용액을 분무하여 6개소의 침투깊이를 측정하였다.

Table 2 Mix proportions of MMA/BA-modified mortars

Type of Mortar	Cememt : Sand, by weight	Polymer-Cement Ratio(%)	Water-Cement Ratio (%)	Air Content (%)	Flow(mm)
Unmodified	1 : 2.45	0	62	4.7	168
MMA50 -modified	1 : 2.45	5	54	13.6	167
		10	49	12.4	167
		15	45	10.3	171
		20	41	9.8	175
MMA60 -modified	1 : 2.45	5	54	12.7	185
		10	49	9.9	181
		15	45	8.7	189
		20	41	7.4	186
MMA70 -modified	1 : 2.45	5	54	11.4	188
		10	49	8.2	184
		15	45	7.1	184
		20	41	6.8	180
MMA80 -modified	1 : 2.45	5	54	14.8	198
		10	49	13.8	193
		15	45	11.9	196
		20	41	12.0	187

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 휨 및 압축강도

Fig.1은 MMA/BA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 모노머비와 폴리머 시멘트 비에 따른 휨강도를 나타낸 그래프이다. MMA/BA 합성 폴리머를 혼입하지 않은 모르타르에 비해 MMA/BA 합성 폴리머를 혼입한 모르타르의 휨강도가 높게 나타나고 있으며, MMA 함유율이 낮고,

폴리머 시멘트 비가 높을수록 휨강도가 증진되는 것을 알 수 있었다. MMA50 모르타르에서 폴리머 시멘트 비가 15, 20%일 때 가장 좋은 결과를 나타냈으며, MMA80 모르타르에서 현저히 낮은 휨강도를 나타내고 있다. 이것은 플로우가 증가하면서 상대적으로 물 시멘트 비가 증가하여 폴리머 필름 형성에 많은 영향을 준 것으로 사료된다.

Fig.2는 MMA/BA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 모노머비와 폴리머 시멘트 비에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. MMA/BA 합성 폴리머를 혼입하지 않은 모르타르에 비해 MMA/BA 합성 폴리머를 혼입한 모르타르의 압축강도가 최대 27%의 증진효과가 있는 것으로 나타났다. MMA의 함유율에 따라서는 MMA70 모르타르에서 가장 높게 나타났으며, MMA50과 MMA60 모르타르는 비슷한 결과를 나타냈다. MMA70은 폴리머 시멘트 비가 15%일 때, 그리고 MMA50과 60은 10, 15%일 때 가장 좋은 압축강도를 나타내고 있으며, MMA80은 10%에서 최대값을 나타내고 있지만 다른 공시체에 비해 현저히 낮은 압축강도를 나타냈다.

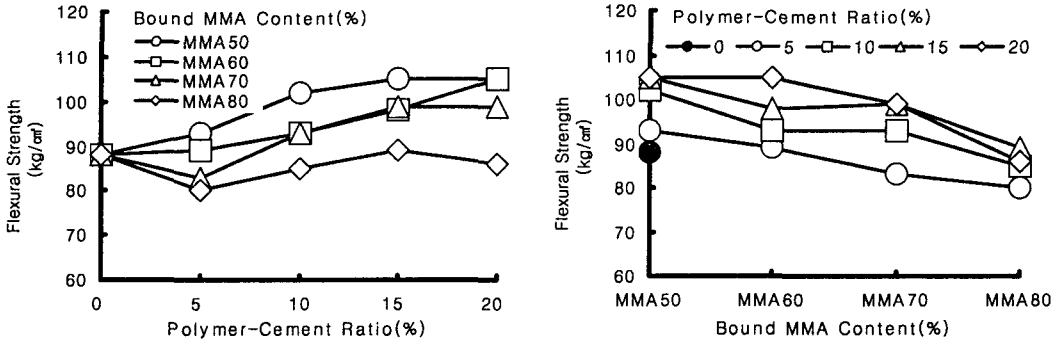

Fig.1 Effect of bound MMA content and polymer-cement ratio on flexural strength of MMA/BA-modified mortars

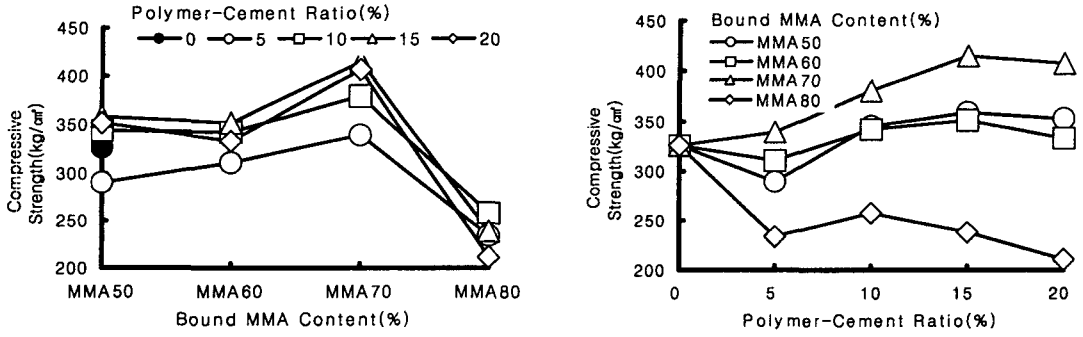

Fig.2 Effect of bound MMA content and polymer-cement ratio on compressive strength of MMA/BA-modified mortars

Table 2의 배합표에 나타낸 바와 같이, 물 시멘트 비는 모노머비에 관계없이 MMA50 모르타르를 기준으로 같은 물 시멘트 비를 적용하여 플로우를 측정하였으며, 그 결과 모노머비가 증가할수록 플로우가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이것은 플로우값을 일정하게 할 경우 모노머비가 증가할수록 물 시멘트 비의 저감효과가 크다고 할 수 있다. 따라서, 플로우에 따라서 물 시멘트 비를 결정한다면 물 시멘트 비를 저감할 수 있어 MMA60과 MMA70 모르타르에서는 현재의 강도보다 월등한 강도특성을 발휘할 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 흡수율

Fig.3은 MMA/BA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 모노머비와 폴리머 시멘트 비에 따른 흡수율 시험 결과를 나타낸 그래프이다. MMA 함유율이 높을수록 흡수율이 높게 나타나고 있으며 폴리머 시멘트 비가 높을수록 흡수율이 낮아지는 경향을 나타냈다. 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 대체적으로 폴리머의 종류나 모노머 비에 대한 영향보다는 폴리머 시멘트 비에 따라 많은 차이를 나타내는 것이 일반적인 것으로 알려져 있다.[4)5)] 본 실험에서도 MMA/BA 합성 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 MMA 함유율에 관계없이 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 흡수율이 현저히 감소하는 것으로 나타났다.

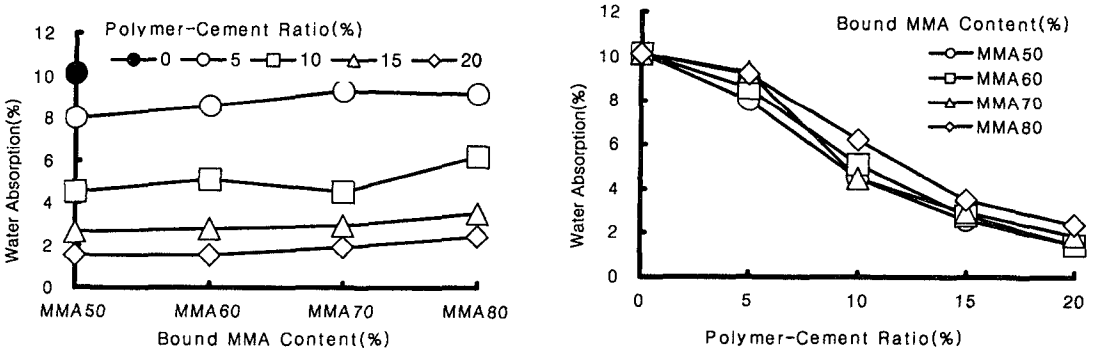

Fig.3 Effects of bound MMA content and polymer-cement ratio on water absorption of MMA/BA-modified mortars

3.3 염화물 이온 침투 저항성

Fig.4는 MMA/BA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 모노머비와 폴리머 시멘트 비에 따른 염화물 이온 침투 깊이를 나타낸 그래프이다. MMA/BA 합성 폴리머 시멘트 모르타르는 MMA/BA 합성 폴리머를 혼입하지 않은 모르타르에 비해 1.6배에서 최대 8배까지 저항성이 증진되었다. MMA50과 MMA70의 모르타르에서 가장 좋은 염화물 이온 침투 저항성을 보이고 있지만, 염화물 이온 침투 저항성도 흡수율과 마찬가지로 폴리머 시멘트 비가 증가함에 따라 저항성도 증진되는 것으로 나타나 MMA/BA 합성 폴리머 시멘트 모르타르에서는 MMA 함유율보다는 폴리머 시멘트 비가 염화물 이온 침투 저항성에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

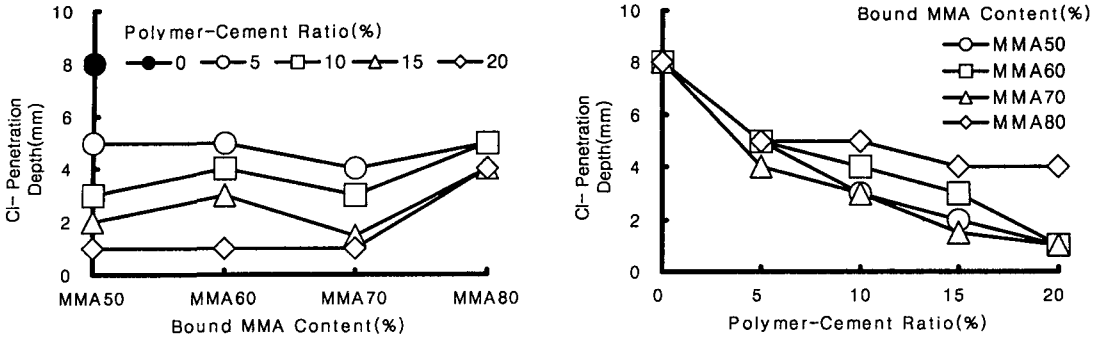

Fig.4 Effects of bound MMA content and polymer-cement ratio on chloride-ion penetration of MMA/BA-modified mortars

4. 결론

MMA/BA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 성질에 대한 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) MMA/BA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르는 MMA/BA 합성 라텍스를 혼입하지 않은 모르타르에 비해 우수한 강도특성을 나타냈다. 또 MMA 함유율에 따라 휨강도에서는 MMA의 함유율이 50%이고 폴리머 시멘트 비가 20%일 때, 압축강도는 MMA 함유율이 70%이고 폴리머 시멘트 비가 15%일 때 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

(2) MMA/BA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 MMA의 함유율보다는 폴리머 시멘트 비에 의해 결정되었으며, 폴리머 시멘트 비가 높을수록 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

(3) MMA/BA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 저항성은 MMA 함유율보다는 폴리머 시멘트 비에 따라 결정되었으며, 최고 8배까지 저항성이 증진되었다.

(4) MMA/BA 합성 라텍스 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 성질은 MMA/BA의 모노머비에 따라 많은 차이가 있었으며, 폴리머 시멘트 비가 높을수록 성질이 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-00358) 지원으로 수행되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 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.
2. 소형석, 소승영, 박홍신, 유명선, 소양섭, "합성 아크릴계 폴리머의 시멘트 모르타르 혼화 적합성에 관한 연구," 대한건축학회 논문집, 10권 2호, 1994, p.183-190.
3. 김영백, 이후성, "고분자 화학," 희중당, 1996, pp.384-389.
4. Ohama Y., Demura K., Miyake M., "Resistance of Polymer-Modified Mortars to Chloride Penetration," Proceedings of the 4th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vol.2, Pergamon Press, Oxford, 1987, pp.559-566.
5. 소형석, 문소현, 소승영, 박홍신, 소양섭, "합성 아크릴계 폴리머 시멘트 모르타르의 내산성능 평가에 관한 연구," 대한건축학회학술발표논문집, 제.14권 1호, 1994. p.603-608.