

MMA/BA의 단량체 비에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 강도 및 내구성

문경주 · 형원길^{*†}

(주)한일 연구소, *영남대학교 건축학부

(2008년 8월 21일 접수, 2008년 9월 11일 수정, 2008년 9월 17일 채택)

Strength and Durability of Polymer Modified Mortar according to Monomer Ratio of Methyl Methacrylate and Butyl Acrylate

Kyung Ju Mun and Won Gil Hyung^{*†}

R&D Center, Hanil Co., Ltd, Iksan 570-946, Korea

^{*}School of Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

(Received August 21, 2008; Revised September 11, 2008; Accepted September 17, 2008)

초록: 본 연구에서는 MMA(methyl methacrylate)와 BA(butyl acrylate)를 단량체로 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 단량체 비에 따른 성질을 파악하고 시멘트 혼화용 폴리머로 활용하기 위한 기초적 자료를 얻고자 하였다. 본 연구결과 MMA/BA를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 전 세공용적은 MMA/BA의 단량체 비가 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 강도특성에서는 전체적으로 MMA/BA의 단량체 비가 70 : 30, 그리고 80 : 20일 때, 폴리머 시멘트 비가 15%일 때 가장 우수한 증진효과를 나타냈다. 폴리머 시멘트 모르타르의 내구성을 측정하는 흡수율, 염화물 이온 침투 저항성, 중성화 저항성에서는 단량체 비에 따른 개선보다는 폴리머 시멘트 비에 따른 개선효과가 더 큰 것으로 나타났다.

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(MMA/BA) latexes, and to obtain basic data necessary to develop appropriate latexes for cement modifiers. From the test results, the total pore volume of polymer-modified mortars using MMA/BA latexes is linearly reduced with an increase in the bound MMA content and increased in the polymer-cement ratio. In general, the superior flexural and compressive strength of polymer-modified mortars using MMA/BA latexes is obtained at a bound MMA content of 70 or 80 percent and a polymer-cement ratio of 15%. And, the water absorption and chloride ion penetration depth are greatly affected by the polymer-cement ratio rather than the bound MMA content.

Keywords: polymer, monomer ratio, synthesis, polymer-modified mortar, porosity.

서론

현재 건축 재료로서 널리 사용되고 있는 시멘트 모르타르와 콘크리트는 낮은 인장강도, 높은 건조수축, 그리고 저내구성의 결점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 다양한 혼화재료들이 개발되어 사용되고 있는데 이 중 하나가 시멘트 혼화용 폴리머이다.

폴리머는 이미 1920년대부터 천연 폴리머를 시멘트에 혼입하여 사용하기 시작했으며, 1930년대부터는 폴리머를 합성하기 시작하여 지속적인 발전을 해왔다.¹ 시멘트 혼화용 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르는 시멘트 모르타르의 성능을 개선시킬 목적으로 시멘트 모르타르에 폴리머를 혼입하여 사용한 것으로 휨강도, 인장강도, 접

착성, 수밀성, 내마모성, 내약품성 등을 개선시키는데 매우 뛰어난 효과가 있어 고성능이 요구되는 건물의 외장재, 바닥마감재, 포장재, 방수재, 장식 코팅재, 보수재 등의 용도로 많이 사용되고 있다.²

굳지 않은 폴리머 시멘트 모르타르의 성질은 경화된 폴리머 시멘트 모르타르의 물리적 특성과 내구성 등에 많은 영향을 미치고 있어 그 배합이 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히 폴리머의 혼입으로 인한 공기량의 증가와, 공기량과 계면활성제에 의한 물 시멘트 비의 변화는 폴리머 시멘트 모르타르에 있어 그 영향정도가 크기 때문에 충분히 고려해야 하며, 그에 따른 시공성의 조절도 중요하게 취급되어야 한다.

폴리머 시멘트 모르타르의 강도 메커니즘은 시멘트 수화물과 폴리머 필름이 일체화된 co-matrix상의 형성으로 설명할 수 있다. 폴리머 시멘트 모르타르는 비빔 후 수화반응이 먼저 이루어지며, 수화반응이 어느 정도 진행되면서 수화물의 경계면이나 미세균열, 그리고 시멘트

[†]To whom correspondence should be addressed.
E-mail: endue@ynu.ac.kr

와 골재사이의 공간들을 폴리머 필름이 채우게 되는 것이 일반적인 이론이다. 폴리머 시멘트 모르타르의 강도증진에 미치는 폴리머 필름의 역할은 크게 3가지 정도로 요약할 수 있다. 첫째는, 수화물이나 골재의 계면에서 형성되는 폴리머 필름은 이들의 결합력을 높여주며, 둘째는 연속적인 폴리머 필름이 미세균열 내에서 형성되어 폴리머 시멘트 모르타르의 강성을 높여준다. 또, 시멘트 모르타르에 폴리머를 첨가함으로써 폴리머에 함유된 계면활성제의 분산작용과 볼베어링 효과, 그리고 공기량의 증가로 인한 시공성의 향상으로 물 시멘트 비가 감소하면서 강도증진효과를 가져오게 된다.³

이처럼 폴리머 시멘트 모르타르는 일반 시멘트 모르타르의 많은 단점을 보완해 주기는 하지만 사용 시 주의해야 하는 부분도 있다. 예를 들면 폴리머 시멘트 모르타르의 시공성은 보통 시멘트 모르타르에 비해 월등하게 향상되지만 과도한 공기량으로 인하여 강도저하의 원인이 될 수 있으며, 폴리머의 혼입으로 인해 시멘트 수화반응을 억제시켜 경화시간이 지연되는 경우도 있다.¹ 시멘트 모르타르에 폴리머를 혼입하면 시멘트 경화체내의 세공구조에서는 큰 공극은 줄어들고 미세공극은 증가하는 효과를 얻을 수 있지만 과도한 폴리머의 혼입은 폴리머 필름이 필요이상으로 형성되어 폴리머 시멘트 모르타르의 강도를 저하시키는 요인이 될 수 있다.^{1,4} 따라서, 본 연구에서는 MMA(methyl methacrylate)와 BA(butyl acrylate)를 단량체로 이용하여 MMA/BA의 단량체 비에 따라 폴리머를 합성하고, 폴리머 시멘트 모르타르로 제작하여 각각의 단량체 비에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 강도 및 내구특성을 파악하고자 하였다.

실 험

재료. 본 실험에서 사용된 시멘트는 KS L5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 화학적 성분과 물리적 성능은 Tables 1, 2와 같다. 잔골재는 규사(size : 0.25~0.6 mm)를 사용하였으며 물리적 성질은 Table 3과 같다. 시멘트 혼화용 폴리머는 MMA/BA

Table 1. Chemical Compositions of Ordinary Portland Cement

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃
21.09	4.84	63.85	3.32	3.09	1.13	0.29	2.39

Table 2. Physical Properties of Ordinary Portland Cement

Specific gravity (20 °C)	Blainess specific surface (cm ² /g)	Setting time		Compressive strength of mortar (MPa)		
		Initial set (min)	Final set (h)	3d	7d	28d
3.15	3300	240	7 : 00	20	23	39

Table 3. Properties of Fine Aggregate

Max. size (mm)	Unit weight (kg/L)	Specific gravity (20 °C)	Water absorption (%)	Solid volume percentage (%)
<1.2	1.5	2.62	0.40	58.1

비를 60:40, 70:30, 그리고 80:20으로 합성시킨 에멀전을 사용하였으며, 그 배합 및 성질은 Table 4와 같다. 소포제(anti-foamer)는 실리콘계 에멀전(고형분, 30%)을 사용하였으며, 폴리머의 전 고형분(solid content)에 대하여 0.7%를 첨가하였다.

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

세공용적 측정. 세공구조 측정용 시편은 치수 40×40×160 mm의 공시체 내부에서 시료를 채취하여 아세톤으로 세정한 후 D-dry (D : desiccator) 처리를 하여 준비하였으며, 수는 압입식 포로시메타(porosimeter)를 이용하여 세공용적을 측정하고 전 세공용적을 구하였다.

휨강도 및 압축강도 측정. 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도시험은 KS F 2477(폴리머 시멘트 모르타르의 강도 시험 방법)에 준하여 실시하였다.

흡수율 측정. 흡수율은 KS F 2476 「폴리머 시멘트 모르타르의 시험방법」에 준하여 실시하였다. 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율

Table 4. Properties of Polymer Dispersions for Cement Modifier

Type of polymer	Monomer ratio (MMA/BA), by weight	Viscosity (20 °C, mP·s)	Density (20 °C)	pH (20 °C)	Total solid (%)
MB6	60 : 40	2354	1.03	7.0	50.4
MB7	70 : 30	1080	1.03	6.5	49.8
MB8	80 : 20	838	1.03	6.5	50.1

Table 5. Mix Proportions of Polymer-Modified Mortars

Type of mortar	Cement : Sand	P/C (%)	W/C (%)	Air content (%)	Flow (mm)
Un-modified	1 : 3	0	67	3.6	167
		5	53	9.6	173
		10	48	8.4	170
		15	43	7.0	170
MB6-modified	1 : 3	20	40	6.0	170
		5	55	13.7	167
		10	52	11.9	166
		15	49	11.5	168
MB7-modified	1 : 3	20	46	11.2	166
		5	55	11.2	171
		10	52	8.7	166
		15	50	8.1	166
MB8-modified	1 : 3	20	47	7.8	165

은 먼저, 28일 동안 양생한 공시체를 건조로에서 80 ℃의 온도조 건하에 24시간 건조한다. 건조로에서 꺼낸 공시체의 최초 중량을 측정하고 20 ℃의 수중에 침지한 후, 1, 3, 5, 9, 24 및 48시간 동 안의 중량을 측정하여 다음과 같은 식을 이용하여 흡수율을 계산 하였다.

$$\text{흡수율}(\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

여기서 W_0 : 수중침지전의 공시체의 질량(g)

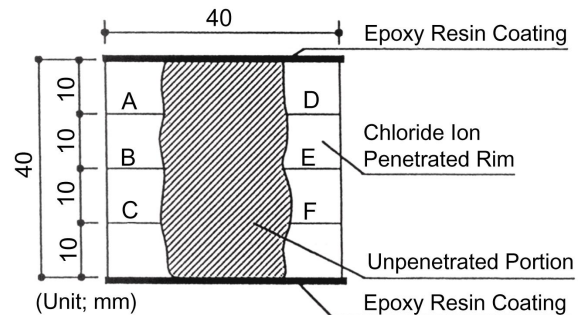
W_1 : 각 수중침지 시간의 공시체의 질량(g)

염화물 이온 침투 저항성 측정. 염화물 이온 침투 저항성 시험은 KS F 2476 「폴리머 시멘트 모르타르의 시험방법」에 의하여 공시체를 14일간 20 ℃의 2.5% 염화나트륨 용액 중에 침지한 후, 공시체를 2 분할하고 그 단면에 0.1% 플루오레세인나트륨(sodium fluorescein) 용액 및 0.1 N 질산은 용액을 분무하여 6개소의 염화물 이온 침투깊 이를 측정하였다. 측정방법은 Figure 1과 같다.

중성화 침투 깊이 측정. 중성화 촉진시험을 위하여 28일 양생한 공 시체를 14일간 중성화 촉진 장치(20 ℃, 60%R.H., CO₂ 농도 5%)에서 방치한 후, 공시체를 2분할하여 그 단면에 1%의 페놀 프탈레인 용액을 분무하여 적색으로 변하지 않은 부분을 중성화 깊이로 측정하였다.

결과 및 토론

세공구조. 세공구조(pore structure)는 폴리머 시멘트 모르타르 의 물리적 특성뿐 아니라 내구성에도 많은 영향을 미친다. 폴리머 시 멘트 모르타르의 세공구조는 폴리머의 종류와 폴리머 시멘트 비에 따



A,B,C,D,E and F:
Measured for Chloride Ion Penetration Depth,
and Averaged.

$$\text{침투깊이(mm)} = \frac{A+B+C+D+E+F}{6}$$

Figure 1. Cross section of specimen after chloride ion penetration test.

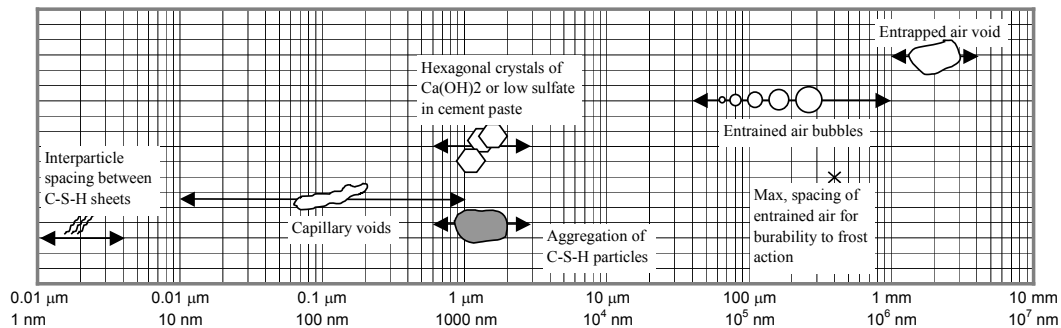


Figure 2. Porosity of cement concrete.⁷

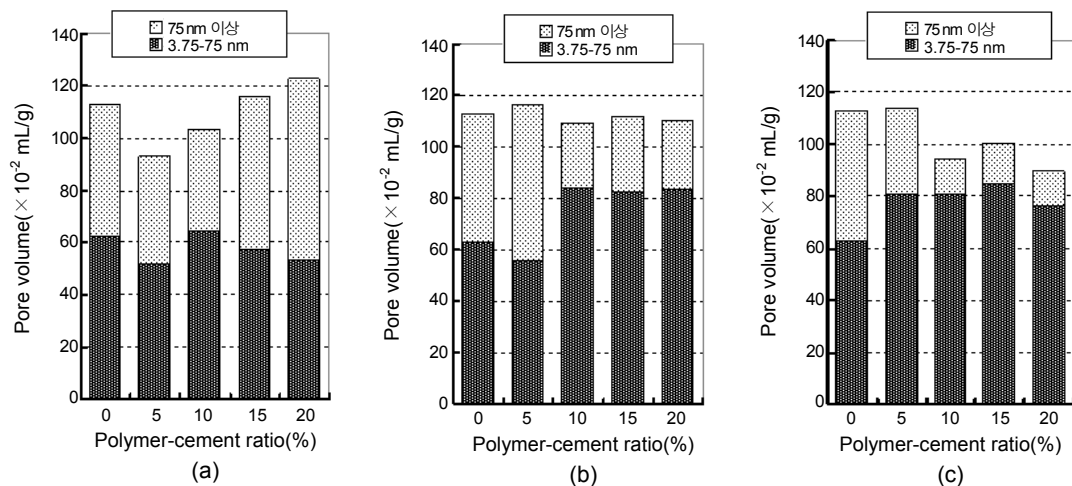


Figure 3. Pore volume of MB-modified mortars. (a) MB6, (b) MB7, and (c) MB8.

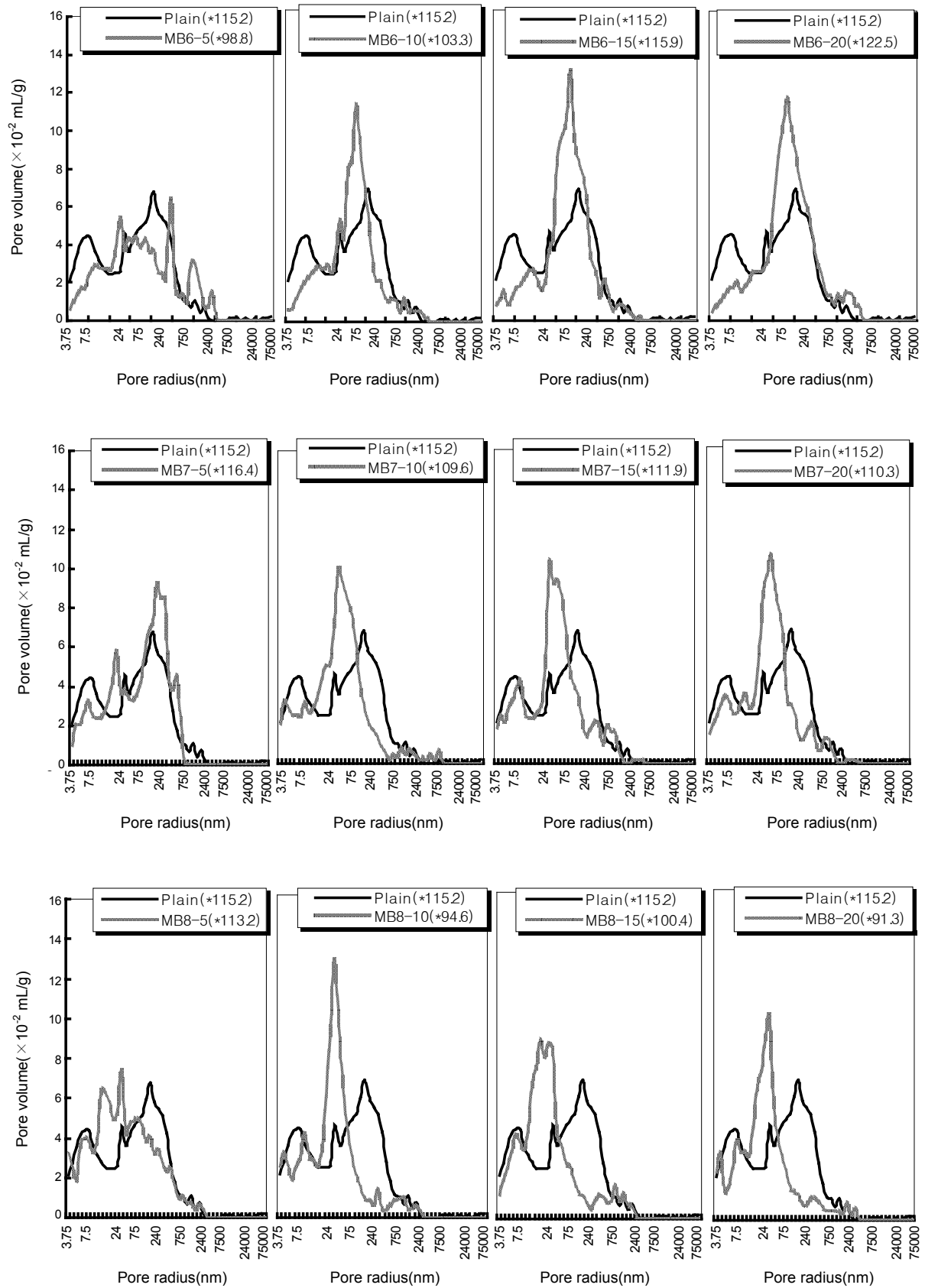


Figure 4. Pore size distribution of MB-modified mortars.

라 달라지며, 일반적으로 세공의 크기는 $0.2\ \mu\text{m}$ 보다 작게 나타나고 있으며, 보통 시멘트 모르타르에 비하여 $75\ \text{nm}$ 이하의 미세공극들이 많이 분포하고 폴리머 시멘트 비가 높을수록 전 세공용적이 적게 나타나고 있다.⁵

Figure 2는 시멘트 콘크리트의 공극 크기를 나타낸 도식이다. 시멘트의 수화과정에서 물이 남아 있는 부분은 공극으로 시멘트 경화체에 남아있게 되며, 이 때 수화물에 남아있는 공극을 모세관공극(capillary pore)이라 하고, 수화생성물이 된 시멘트 겔 자체의 내부에 포함되어 있는 겔 입자의 공극을 겔공극(gel pore)이라고 한다.⁶ 수화 콘크리트는 C_3S 페이스트 중에 고체부분의 60~70%를 C-S-H겔이 차지하고 있고 수산화칼슘이 20~30%를 차지하고 있다. C-S-H겔의 구조는 1.2~3.2 nm의 공극을 inter-crystallite pore로 정의하고 3.2~200 nm의 공극을 겔입자간 공극이라고 하며 겔공극과 모세관공극이 같이 존재하게 된다. 일반적으로 시멘트 모르타르의 일정의 압축강도가 발현되기 위한 세공경 분포의 범위는 $50\ \text{nm} \sim 2\ \mu\text{m}$ 사이에 많이 존재하는 것으로 알려져 있다.⁷ 보통 시멘트 모르타르에 폴리머를 혼입하게 되면 겔공극과 모세관 공극, 수화물과 골재 사이, 그리고 이들의 미세균열 속으로 폴리머 입자들이 분산되어 큰 공극을 채우면서 필름을 형성하게 된다. 이렇게 큰 공극들 속에 폴리머 필름이 형성됨으로써 많은 미세공극이 많이 분포하게 되어 강도와 내구성에 영향을 미치게 되는 것이다. Ohama는⁵ 일련의 실험들을 통하여 큰 공극과 미세공극의 범위를 $75\ \text{nm}$ 를 기준으로 설정하였으며, 이 기준으로 폴리머 시멘트 모르타르의 특성을 설명하고 있다.

Figure 3은 MMA/BA 폴리머 시멘트 모르타르의 전 세공용적을 미세공극과 큰 공극으로 나타낸 그래프이며, 전체적으로 MB7 폴리머 시멘트 모르타르의 미세공극이 많은 것으로 나타나고 있다.

Figure 4는 MB 폴리머 시멘트 모르타르의 세공경 분포를 폴리머 시멘트 비에 따라 나타낸 그래프이다. 전체적으로 MB 폴리머 시멘트 모르타르의 전 세공용적은 폴리머를 혼입하지 않은 보통 시멘트 모르타르에 비해 전체적으로 작게 나타나고 있으며, 폴리머 시멘트 비가 증가하면서 미세공극이 증가하는 경향을 보이고 있다. MB6 폴리머 시멘트 모르타르는 보통 시멘트 모르타르와 비슷한 세공구조를 나타내고 있으나 보통 시멘트 모르타르에 비해 세공분포가 $75\ \text{nm}$ 를 중심으로 집중 분포되어 있다는 것을 알 수 있다. 이것은 크기가 비슷한 연행공기들이 폴리머 시멘트 모르타르 내에서 골로루 분포되어 있다는 것을 의미하며 이로 인해 내구성 증진효과가 클 것으로 기대된다. MB7 폴리머 시멘트 모르타르의 세공경 분포를 보면 폴리머 시멘트 비가 5%일 때를 제외하고 전 세공용적은 감소하고 미세공극량은 증가하는 것으로 나타나고 있다. MB6 폴리머 시멘트 모르타르와 마찬가지로 $75\ \text{nm}$ 이하의 미세한 연행공기가 집중적으로 발생되어 강도증진 및 내구성 향상을 기대할 수 있을 것으로 사료된다. MB8 폴리머 시멘트 모르타르의 경우에도 전 세공용적은 감소하고 미세공극량은 크게 증가하는 것으로 나타났다. 폴리머 시멘트 비가 5%일 때는 전 세공용적의 감소율이 매우 작게 나타나지만 10% 이상에서는 전 세공용적이 크게 감소하는 것으로 나타나고 있어 강도증진 효과가 우수할 것으로 사료된다. 또 폴리머 시멘트 비가 증가함에 따라 미세공극량이 높게 나타나고 있어 내구성도 크게 향상될 것으로 기된다.

강도 특성. Figure 5는 MMA/BA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 단량체비와 폴리머 시멘트 비에 따른 휨강도를 나

타낸 그래프이다. 전체적으로 폴리머를 혼입하지 않은 보통 시멘트 모르타르에 비해 휨강도가 증진되는 것으로 나타나고 있으며, 폴리머 시멘트 비가 15%일 때 가장 우수한 휨강도를 얻을 수 있었다. MMA/BA의 단량체 비가 70:30인 MB7 폴리머 시멘트 모르타르에서 가장 우수한 휨강도를 나타내고 있지만 MB6 및 MB8 폴리머 시멘트 모르타르와 비교하여 그 차이는 크지 않았다. MB 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 세공구조에 대한 영향보다는 시멘트 모르타르 내에 형성된 폴리머 필름의 인장력에 의한 증진효과가 더 큰 것으로 판단되며 폴리머를 혼입하지 않은 보통 폴리머 시멘트 모르타르에 비해 최고 1.4배 정도의 증진효과를 얻을 수 있었다.

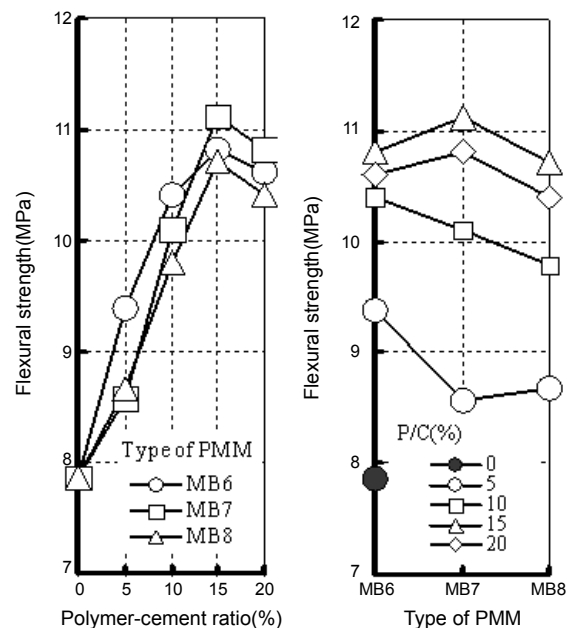


Figure 5. Flexural strength of MB-modified mortars.

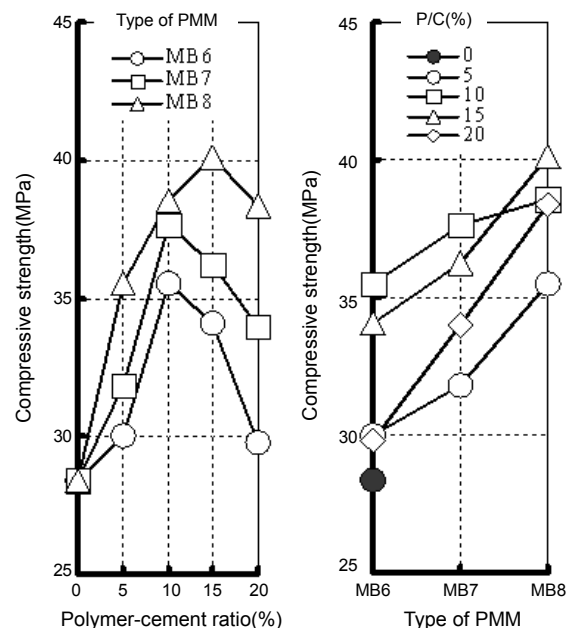


Figure 6. Compressive strength of MB-modified mortars.

Figure 6은 MMA/BA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 단량체비와 폴리머 시멘트 비에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. MB 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 보통 시멘트 모르타르에 비해 높은 강도특성을 나타내고 있으며, 단량체 비에 따라 많은 차이를 나타내고 있다. MMA/BA의 단량체 비가 60:40인 MB6 폴리머 시멘트 모르타르는 폴리머 시멘트 비가 10%일 때 가장 높은 압축강도를 나타내고 있으며 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있다. 폴리머 시멘트 비가 20%일 때는 보통 시멘트 모르타르와 비슷한 값을 나타내고 있어 압축강도 증진효과를 기대할 수 없었다. MB7 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 폴리머 시멘트 비가 10%일 때 가장 우수하게 나타나고 있으며 폴리머 시멘트 비가 높을수록 감소하는 경향을 나타내고 있다. 본 연구에서 MMA/BA를 단량체로 이용한 폴리머 시멘트 모르타르에서는 MB8 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도가 가장 우수하게 나타나고 있으며, 폴리머 시멘트 비가 15%일 때는 보통 시멘트 모르타르에 비해 41% 정도의 증진효과가 있었다.

흡수율. Figure 7은 MB 폴리머 시멘트 모르타르의 수중 침지재령 48시간 후의 흡수율을 나타낸 그래프이다. MB 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 단량체 비가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있으며 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 현저히 감소하는 경향을 나타내고 있다. MB 폴리머 시멘트 모르타르에서는 MMA/BA의 단량체 비가 80:20일 때, 그리고 폴리머 시멘트 비가 20%일 때 가장 우수한 방수성을 나타내고 있다. 이 때의 흡수율은 1.8%로 보통 시멘트 모르타르에 비해 5.6배 정도 방수성이 증가하였다. 전체적으로 폴리머 시멘트 비가 5%인 경우에는 보통 시멘트 모르타르와 마찬가지로 큰 공극이 많아 방수성능이 크게 향상되지는 않았지만 폴리머 시멘트 비가 높을수록 우수하게 나타나고 있다.

염화물 이온 침투 저항성. Figure 8은 MMA/EA 합성 폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 단량체비와 폴리머 시멘트 비에 따른 염화물 이온 침투 깊이를 나타낸 그래프이다. MMA/EA계 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 저항성은 폴리머를 혼입

하지 않은 시멘트 모르타르에 비해 최고 8배 정도 증진되었으며, 대체적으로 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 염화물 이온 침투 저항성이 증진되었다. MMA/EA계 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 저항성도 흡수율과 마찬가지로 전체적으로 폴리머 시멘트 비가 5%인 경우에는 보통 시멘트 모르타르와 마찬가지로 큰 공극이 많아 염화물 이온 침투 저항성이 크게 향상되지는 않았지만 폴리머 시멘트 비가 높을수록 우수하게 나타나고 있다.

중성화 저항성. Figure 9는 촉진재령별 MB 폴리머 시멘트 모르타르의 중성화 침투 깊이를 나타낸 그래프이다. MB 폴리머 시멘트 모르타르의 중성화 침투 깊이는 폴리머를 혼입함에 따라 보통 시멘트 모르타르에 비해 현저히 낮게 나타나고 있어 저항성이 크게 증진되는 것으로 나타나고 있다. 전체적으로 폴리머 시멘트 비가 높을수록, MMA/BA의 단량체 비가 높을수록 중성화 저항성이 증가하였다. 그

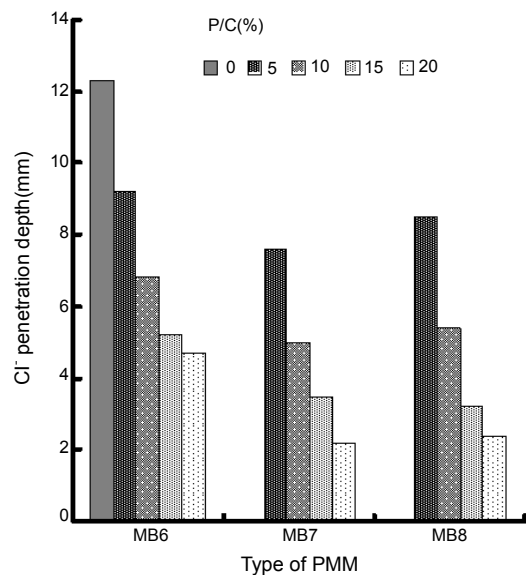


Figure 8. Chloride ion penetration of MB-modified mortars.

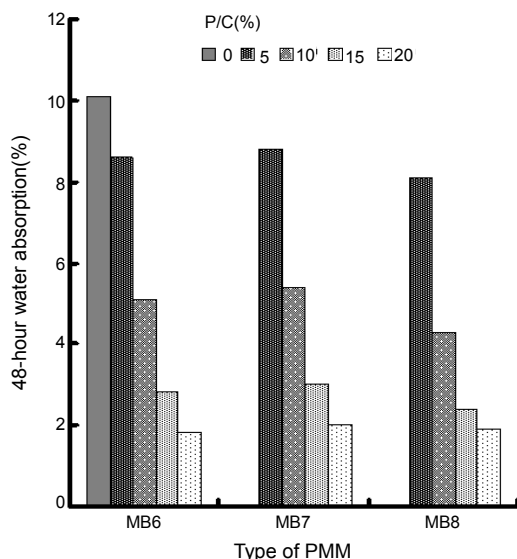


Figure 7. Water absorption of MB-modified mortars.

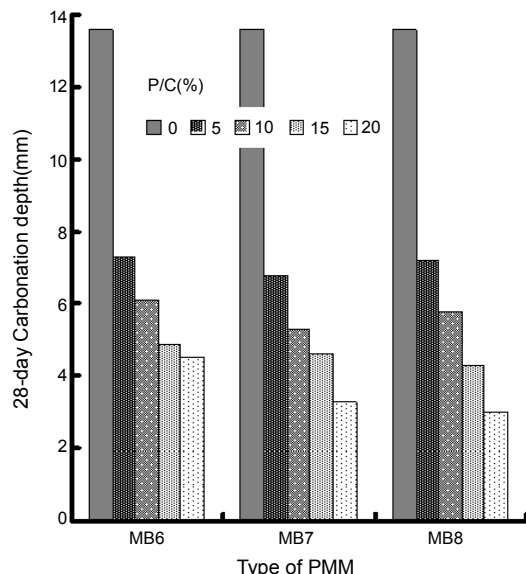


Figure 9. Carbonation of MB-modified mortars.

러나 MMA/BA의 단량체 비에 따라서는 많은 차이를 나타내고 있지 않아 단량체 비에 따른 중성화보다는 폴리머 시멘트 비에 따른 중성화의 영향이 큰 것으로 나타났다. MB 폴리머 시멘트 모르타르에서는 보통 시멘트 모르타르에 비해 MMA/BA의 단량체 비가 80:20이고 폴리머 시멘트 비가 20%일 때 4.5배의 저항성 증진효과를 나타냈다.

결 론

본 연구에서는 MMA(methyl methacrylate)와 BA(butyl acrylate)를 단량체로 이용하여 단량체 비를 각각 60:40, 70:30, 그리고 80:20으로 유화중합하여 폴리머를 제조하고 이를 시멘트 모르타르에 혼입하여 세공경 분포를 조사하고 이에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 특성을 파악하고자 하였다. 본 연구결과에서는 MMA/BA계 폴리머 시멘트 모르타르의 세공경 분포는 단량체 비가 80:20일 때 전 세공용적이 가장 작게 나타났으며 75 nm 이하의 미세공극량도 높게 나타났다. 폴리머 시멘트 모르타르의 강도특성에서 휨강도는 많은 차이는 나타나지 않았으나 MMA/BA의 단량체 비가 70:30일 경우, 폴리머 시멘트 비가 15%일 때 가장 우수하게 나타났으며, 압축강도에서는 단량체 비가 80:20, 폴리머 비가 15%일 때 높은 압축강도를 나타냈다. 또한, 흡수율, 염화물 이온 침투 저항성, 그리고 중성화 저항성을 측정한 폴리머 시멘트 모르타르의 내구성에서는 보통

시멘트 모르타르에 비해 월등한 개선효과를 나타내고 있었다. MMA/BA를 단량체로 이용한 폴리머 시멘트 모르타르에서는 전체적으로 단량체 비가 70:30, 그리고 80:20에서 우수한 성질을 나타내는 것을 알 수 있었다.

감사의 글: 이 연구는 2007학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

참 고 문 헌

1. S. Chandra, H. Justnes, and Y. Ohama, *Polymer Materials Encyclopedia*, **2**, 1389 (1996).
2. *ACI Committee 548*, American Concrete Institute, Detroit (1992).
3. M. Pei, *Cement Concrete Res.*, **32**, 837 (2002).
4. Su Zhao, Doctoral Thesis, Delft Univ. of Technology, p. 174 (1995).
5. A. Shirai and Y. Ohama, *International Congress on Polymers in Concrete*, **4**, 321 (1998).
6. P. K. Mehta, *Pretice Hall Interitals*, **1**, Prague (1973).
7. T. Uchikawa, *Cement & Concrete*, **507**, 33 (1989).