

S/BA와 SBR을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 특성

문경주 · 송해룡* · 형원길**†

(주)한일 연구소, *(주)대우건설, **영남대학교 건축학부

(2008년 6월 25일 접수, 2008년 8월 11일 수정, 2008년 8월 14일 채택)

Properties of Polymer-Modified Mortar with Styrene-Butyl Acrylate and Styrene Butadiene Rubber

Kyung Ju Mun, Hae Ryong Song*, and Won Gil Hyung**†

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

*Dawoo E&C, Namdaemunno 5-ga, Jung-gu, Seoul 100-714, Korea

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

(Received June 25, 2008; Revised August 11, 2008; Accepted August 14, 2008)

초록: 폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르 및 콘크리트는 인장강도, 휨강도, 접착성, 수밀성, 내마모성, 그리고 내약품성 등을 개선시키는데 우수한 효과가 있어 고성능이 요구되어지는 건축 구조물의 외장재, 바닥 마감재, 포장재, 방수재, 장식 코팅재, 그리고 보수재 등의 용도로 많이 사용되고 있다. 또한, 기존의 시멘트 콘크리트의 취약성을 보완하는 측면뿐만 아니라 보다 내구적이고 안정적인 구조재료의 역할을 할 수 있어 다양한 용도의 개발이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 폴리머를 건축재료인 시멘트 콘크리트에 적용하기 위한 기초적 실험으로써 폴리머 시멘트 모르타르를 제작하여 그 특성을 파악하고 건축재료로서의 폴리머 이용 가능성을 확인하고자 하였다. 폴리머를 시멘트 모르타르에 혼입하여 적용해 본 결과, 보통 시멘트 모르타르에 비해 폴리머 시멘트 모르타르의 강도와 내구성 증진효과가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

Abstract: Polymer-modified mortars have been largely used as paving materials, flooring, waterproofing material, adhesives, anticorrosive linings, deck coverings, and other various materials. The various types and properties of the mixed polymer largely affect the characteristics of polymer-modified mortar that has been mixed with polymer latexes. Consequently, its application purposes are varied according to these properties. This paper investigates the typical properties of polymer-modified mortars that contain styrene and butyl acrylate latexes and styrene butadiene rubber. They are then tested to obtain air contents, water-cement ratios, flexural and compressive strengths, water absorption, and chloride-ion penetration. From the test results, the superior flexural strength of polymer-modified mortars is obtained at a S/BA-2 and a polymer-cement ratio of 20%. And, the water absorption and chloride ion penetration depth are greatly affected by the polymer-cement ratio rather than the types of polymer. In the polymer-modified mortar and concrete structures, aggregates are bound by such a co-matrix phase, resulting in the superior properties of polymer-modified mortar and concrete compared to conventional mortar and concrete.

Keywords: polymer, cement mortar, cement concrete, polymer-modified mortar.

서 론

현대 건축 구조물에서 가장 널리 사용되고 있는 재료 중 하나인 시멘트 콘크리트는 경제적이고, 재료의 입수가 용이하며, 임의의 형상을 자유로이 형성할 수 있을 뿐만 아니라 적당한 압축강도가 쉽게 얻어지고 내구성도 큰 재료이기 때문에 건축, 토목 재료로서 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 시멘트 콘크리트는 낮은 인장강도와

휨강도, 높은 건조수축, 그리고 내약품성이나 기밀성이 약하다는 단점을 가지고 있다. 또한, 최근에는 급속한 산업화로 인한 여러 환경적인 요인들에 의해 시멘트 콘크리트 구조물의 성능저하 현상이 발생되고 이것이 사회문제로 대두되기 시작하면서 시멘트 콘크리트의 반영구성에 대한 의문이 제기되었다. 이에 따라 최근 많은 콘크리트 연구자들은 콘크리트의 고강도화, 고내구성화를 위한 연구를 진행하게 되면서 콘크리트의 성질을 개량시킬 수 있는 방법의 하나로 콘크리트 기술과 고분자 유기화합물인 고분자 기술을 조합한 폴리머 복합재료를 제안하게 되었다. 폴리머 복합재료의 적용시

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

험결과, 시멘트 콘크리트의 단점을 보완하고 기존의 성능을 개선시킬 수 있다는 것이 보고되면서 이에 대한 다양한 연구가 활발하게 진행되어 왔다.

1950년대에 들어와서는 시멘트에 혼입하여 사용할 수 있는 시멘트 혼화용 폴리머를 개발하기 위한 연구가 시작되었으며, 1960년대에는 polyacrylic ester, styrene-butadiene, 그리고 poly(vinylidene chloride-vinyl chlorides)와 같은 라텍스가 소개되면서 그 사용량이 급격하게 증가하였다. 1960년대 말에서 1970년대 초에는 불포화 폴리에스테르 수지(unsaturated polyester resin), 에폭시 수지(epoxy resin), 그리고 우레탄(urethane re-polymer) 등을 이용한 폴리머 콘크리트가 사용되었으며, 1970년대에 시멘트 혼화용 폴리머가 대량생산되면서 폴리머 시멘트 모르타르 및 콘크리트가 전 세계적으로 보급되기 시작하였고, 1980년대에 들어서면서 본격적으로 건축 재료로 상용화되기 시작하였다.¹

폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르 및 콘크리트는 인장강도, 휨강도, 접착성, 수밀성, 내마모성, 그리고 내약품성 등을 개선시키는데 우수한 효과가 있어 고성능이 요구되어지는 건축 구조물의 외장재, 바닥 마감재, 포장재, 방수재, 장식 코팅재, 그리고 보수재 등의 용도로 많이 사용되고 있다.² 또한, 기존의 시멘트 콘크리트의 취약성을 보완하는 측면뿐만 아니라 보다 내구적이고 안정적인 구조재료의 역할을 할 수 있어 다양한 용도의 개발이 이루어지고 있다. 그러나 현재 국내에서 진행되고 있는 건축 재료로서의 폴리머 연구는 매우 기초적인 단계에 있으며, 또 국내에서 사용되고 있는 폴리머의 대부분은 수입에 의존하고 있는 실정이다. 앞으로 국내에서도 건축 재료로 사용할 수 있는 폴리머의 연구가 이루어져야 하며, 지속적인 연구를 통하여 고성능을 가진 폴리머를 제조하기 위한 연구가 절실히 요구된다.

따라서, 본 연구는 폴리머를 건축재료인 시멘트 콘크리트에 적용하기 위한 기초적 실험으로써 국내에서 사용되고 있는 시멘트 혼화용 폴리머를 이용하여 폴리머 시멘트 모르타르를 제작하고 그 기초적 특성을 파악하고자 하였다.

실 험

재료. 본 실험에서 사용된 시멘트는 KS L5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 화학적 성분과 물리적 성능은 Table 1, Table 2와 같다. 잔골재는 규사(size : 0.25~0.6 mm)를 사용하였으며 물리적 성질은 Table 3과 같다. 시멘트 혼화용 폴리머는 S/BA(styrene-butyl acrylate)를 단량체로 이용한 두 종류의 시멘트 혼화용 폴리머와 국내에서 생산되고 있는 SBR(styrene-butadiene rubber)을 혼입하여 사용하였으며, 그 성질은 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Properties of Polymer Dispersions for Cement Modifier

Type of polymer	Solid content (%)	Viscosity (mPa · s)	pH (20 °C)	Glass transition temperature(°C)	Specific gravity (20 °C)	Average particle size(μm)	Main components
S/BA-1	56	2470	7.5	-16.1	1.04	0.28	Styrene acryl copolymer
S/BA-2	50±1	170~500	7.0~8.5	19	1.03	0.10	Styrene acryl copolymer
SBR	48.5	82	7.8	-9.8	1.02	0.25	Styrene butadiene

시멘트 혼화용 폴리머는 일반적으로 건설현장에서 가장 널리 사용되는 제품을 선택하였으며 외국에서 수입하여 사용하고 있는 두 제품과 국내에서 생산되는 하나의 제품을 선택하여 보편적인 폴리머 시멘트 모르타르의 특성을 파악하고자 하였다. 소포제(anti-foamer)는 실리코계 에멀전(고형분, 30%)을 사용하였으며, 폴리머의 전 고형분의 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 20으로 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 수증양생(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.

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

휨강도 및 압축강도 측정. 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도 시험은 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 흡수율은

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 (kgf/cm ²)		
		Initial set (min)	Final set (h)	3d	7d	28d
3.15	3300	240	7 : 00	196	228	378

Table 3. The 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

먼저, 28일 동안 양생한 공시체를 건조로에서 80 °C의 온도조건하에 24시간 건조한다. 건조로에서 꺼낸 공시체의 최초 중량을 측정하고 20 °C의 수중에 침지한 후, 1, 3, 5, 9, 24 및 48시간 동안의 중량을 측정하여 다음과 같은 식을 이용하여 흡수율을 계산하였다.

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

여기서 W_0 : 수중침지 전의 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 14 일간 20 °C의 2.5% 염화나트륨 용액 중에 침지한 후, 공시체를 2분할 하고 그 단면에 0.1% 플루오레세인나트륨 용액 및 0.1 N 질산은 용액을 분무하여 6개소의 염화물 이온 침투깊이를 측정하였다. 측정방법은 Figure 1과 같다.

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

Table 5. Mix Proportions of Polymer-Modified Mortars

Type of mortar	Cement : sand	P/C (%)	W/C (%)	Air content (%)	Flow (mm)
Un-modified		0	62	4.7	168
		5	61	10.6	169
		10	57	9.1	166
		15	52	8.5	172
St/BA-1-Modified		20	45	8.1	169
		5	54	4.2	171
		10	50	4.2	168
		15	47	3.8	169
St/BA-2-Modified	1 : 3	20	46	2.5	170
		5	53	10	169
		10	47	7.9	168
SBR-Modified		15	46	5.9	170
		20	45	5.4	171

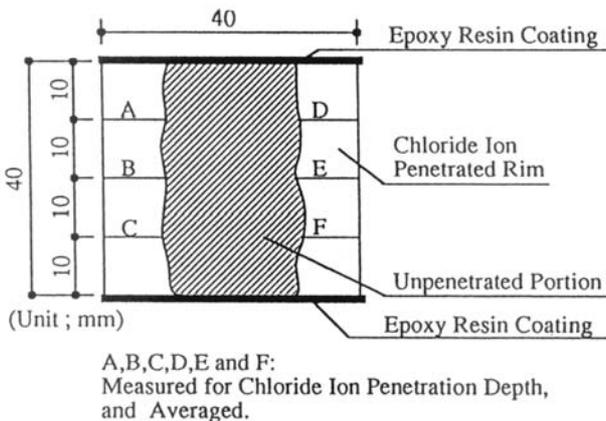


Figure 1. Cross section of specimen after chloride ion penetration test.

미세조직 관찰. 폴리머 시멘트 모르타르의 미세조직을 촬영하기 위하여 공시체를 양생한 후, 공시체의 표면에서 약 7×7×10 mm의 시편을 채취하여 수화반응을 정지시키기 위해 아세톤 처리를 하였다. 시편 내부에 존재하는 물을 제거하기 위하여 먼저 물과 아세톤을 3 : 1로 배합하여 2시간 동안 시편을 침적하고 다시 물과 아세톤을 1 : 1로 배합하여 1시간을 침적시킨 후, 마지막으로 아세톤만을 이용하여 30분간 침적하였다. 또 시멘트를 제거하기 위하여 3%의 염산(hydrochloric acid) 수용액에 3시간 동안 침적하고, 골재 제거를 위하여 불화수소산(hydrofluoric acid)에 1시간 동안 침적하고 24시간 동안 D-Dry 처리를 하였다. 폴리머 시멘트 모르타르의 내부에 형성된 폴리머 필름의 성상을 살펴보기 위하여 전자현미경(scanning electron microscope, SEM)을 이용하여 관찰하였다.

결과 및 토론

물 시멘트 비. 물 시멘트 비(W/C ; water cement ratio)는 시멘트 모르타르나 콘크리트가 경화한 후의 강도와 내구성에 많은 영향을 주는 인자로서 물 시멘트 비가 너무 높게 되면 강도 및 내구성 저하의 원인이 되며, 너무 낮으면 시공성(workability)이 저하되어 콘크리트를 타설하기가 어렵게 된다. 따라서 시멘트 모르타르 및 콘크리트의 성능을 향상시키기 위해서는 시공성을 확보하는 범위에서 최대한 물 시멘트 비를 저감시키기 위한 배합이 이루어져야 한다. 폴리머 시멘트 모르타르의 경우에는 폴리머의 혼입률이 증가할수록 폴리머 입자들의 볼베어링(ball bearing) 효과나 폴리머에 함유되어 있는 유화제(emulsifier)의 작용으로 시멘트 입자들의 분산이 용이하기 때문에 플로우(flow)가 증가하게 되므로, 플로우 값을 일정하게 고정하면 물 시멘트 비를 감소시킬 수 있다.³ 본 실험에서도 폴리머의 혼입에 따라 플로우가 증가하는 경향을 확인할 수 있었으며 물 시멘트 비가 현저히 감소하는 경향을 보이고 있었다.

Figure 2는 폴리머 시멘트 비(P/C)에 따른 물 시멘트 비를 나타낸 그래프이다. 폴리머의 혼입률이 높을수록 물 시멘트 비가 감소하는 것을 알 수 있으며 SBR을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 물 시멘트 비가 가장 낮게 나타나는 것을 알 수 있다.

공기량. 폴리머에 함유되어 있는 유화제(emulsifier)는 비뿔시 연행공기(entrained air)를 발생하게 된다. 이 때 발생하는 연행공기는 동결융해에 대한 저항성을 증가시켜주지만 과다한 연행공기의 발생은 오히려 강도와 내구성을 저하시킬 수 있다.³

Figure 3은 폴리머 시멘트 비에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 콘크리트의 품질을 확보하기 위해서는 소포제(antifoaming agent)를 사용하여 공극의 원인이 되는 공기량을 감소시켜야 한다. 일반적으로 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 높아지는 것으로 알려져 있지만 폴리머의 혼입률이 높을수록 소포제의 양이 증가되어 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 공기량이 감소되는 경향을 보이기도 한다.⁴ 본 연구결과에서도 폴리머의 혼입률이 높을수록, 즉 폴리머 시멘트 비가 높을수록 공기량이 감소하는 경향을 나타내고 있으며 S/BA-2를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르에서 가장 낮은 공기량을 나타내고 있다.

강도 특성. 폴리머 시멘트 모르타르의 강도 메커니즘은 시멘트 수화물과 폴리머 필름이 일체화된 co-matrix상의 형성으로 설명할

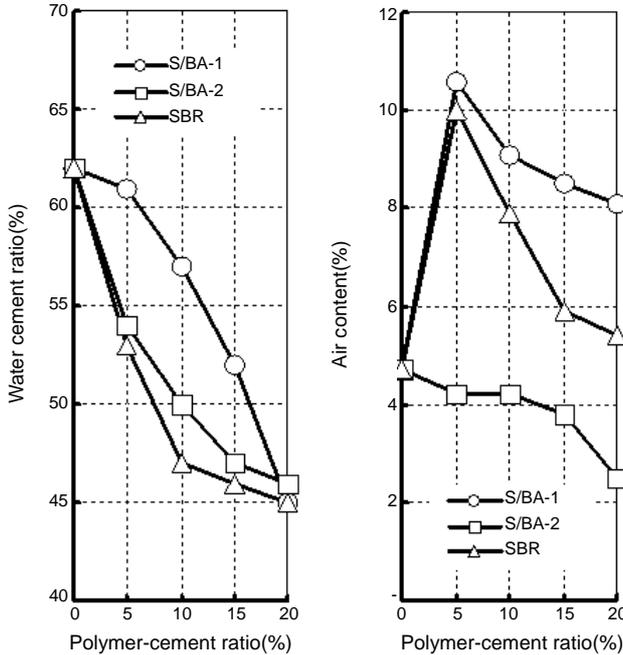


Figure 2. W/C of polymer-modified mortars.

Figure 3. Air contents of polymer-modified mortars.

수 있다. 폴리머 시멘트 모르타르는 비빔 후 수화반응이 먼저 이루어지며, 수화반응이 어느 정도 진행되면서 수화물의 경계면이나 미세균열, 그리고 시멘트와 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 유화제의 분산작용과 불베어링 효과, 그리고 공기량의 증가로 인한 시공성의 향상으로 물 시멘트 비가 감소하면서 강도증진효과를 가져오게 된다.²

폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 및 압축강도, 그리고 부착강도는 폴리머의 종류에 따라서 다소 차이가 있기는 하지만 일반적으로 압축강도보다는 휨강도 증진효과가, 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 강도도 증진되는 것으로 알려져 있으며, 폴리머 시멘트 비가 10~20% 일 때 우수한 강도특성을 갖는 것으로 알려져 있다.^{5,6}

Figure 4는 폴리머 시멘트 비에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도를 나타낸 그래프이다. 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 폴리머를 혼입하지 않은 보통 시멘트 모르타르에 비해 최고 1.8배의 강도 증진효과를 나타내고 있으며 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이것은 경화체 내에서 폴리머 필름의 형성으로 폴리머 시멘트 모르타르의 신장률이 증진되어 탄성률이 낮아지기 때문인 것으로 알려져 있다.⁵ 폴리머 분산의 종류별로 보면, S/BA-1을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도가 가장 낮은 강도를 보이고 있으며, S/BA-2 및 SBR을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 S/BA-1을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도보다 높게 나타났다.

Figure 5는 폴리머 시멘트 비에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의

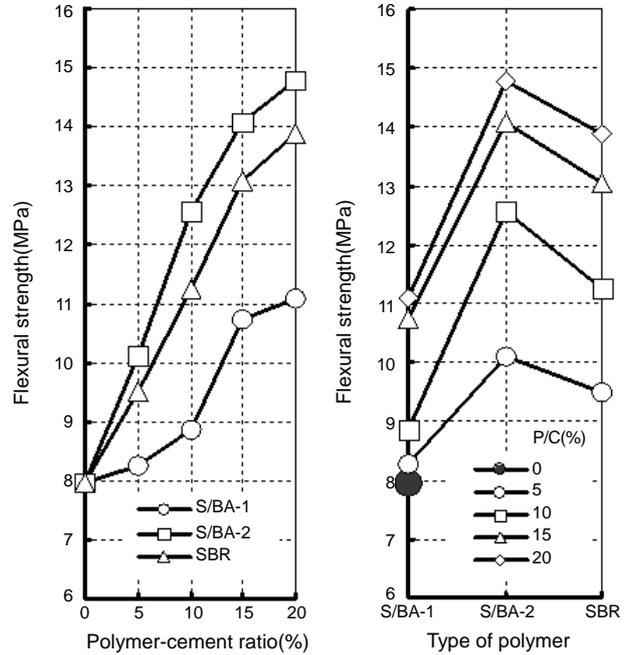


Figure 4. Flexural strength of polymer-modified mortars.

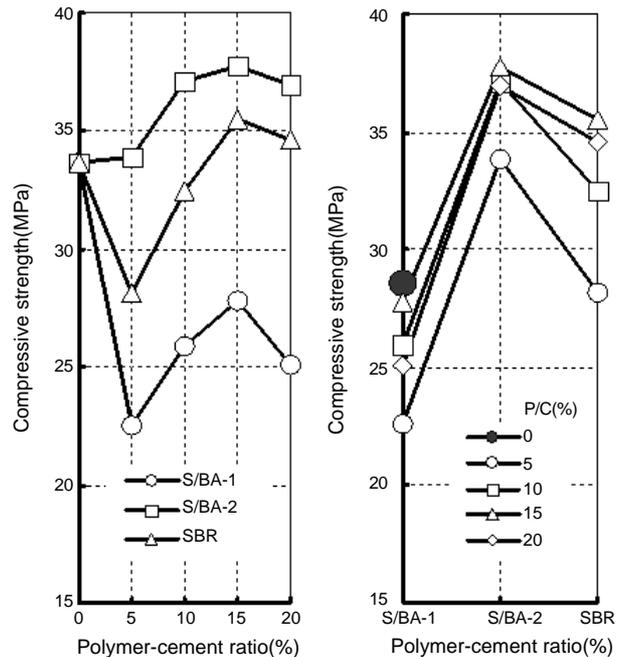


Figure 5. Compressive strength of polymer-modified mortars.

압축강도를 나타낸 그래프이다. 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 휨강도와 달리 폴리머를 혼입하지 않은 시멘트 모르타르와 비교하여 비슷한 강도특성을 나타내고 있어 증진효과가 크지 않은 것을 알 수 있다. 폴리머 시멘트 모르타르의 내부에 형성된 폴리머 필름은 자체의 인장력(strain)과 신장률(elongation)이 높게 나타나 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 증진효과는 높지만 필름의 압축강도는 거의 나타나지 않아 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도 증진효과는 기대할 수 없었다. 폴리머 분산의 종류별로 보면 휨강도와 마찬가지로

가지로 S/BA-1을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르가 S/BA-2 및 SBR을 혼입한 것보다 압축강도가 낮게 나타났다.

흡수율. 보통 시멘트 모르타르는 기포에 의한 공극과 모세관 공극, 겔 공극 등과 삼투압 작용 등에 의해 구조물의 내부로 물이 침투하게 된다. 내부로 침투하는 물은 각종 유해물질을 포함하고 있어 철근의 부식을 일으키는 원인을 제공하므로 내구성과 밀접한 관계를 가지고 있다고 할 수 있으며, 폴리머 시멘트 모르타르의 내구성을 향상시키기 위해서는 흡수율을 감소시키는 것이 중요하다. 폴리머 시멘트 모르타르는 구조체 내부에서 모세관 공극과 겔 공극과 같은 내부 공극을 폴리머 입자나 폴리머 필름이 채우면서 물이 침투할 수 있는 공극

량을 감소시키게 된다. 또 폴리머 필름은 자체적으로 방수성을 가지고 있어 외부로부터의 물의 침투를 차단할 수 있는 역할을 하게 된다. 이러한 이유로 폴리머 시멘트 모르타르는 보통 시멘트 모르타르에 비해 우수한 방수성을 가지고 있어 물의 영향을 많이 받는 구조물의 벽체나 슬래브, 지하실, 옥실, 그리고 물탱크 등의 실내·외 방수재료로 사용되는 경우가 많다.⁵ 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율 및 투수성은 공기량과 폴리머의 종류에 따라 조금씩 차이가 있으며, 폴리머 시멘트 비에 따라서도 많은 차이를 나타내고 있다. 그러나 일반적으로 공기량과 폴리머의 종류보다는 폴리머 시멘트 비에 따라 큰 차이를 나타내고 있으며, 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 흡수율도 감소

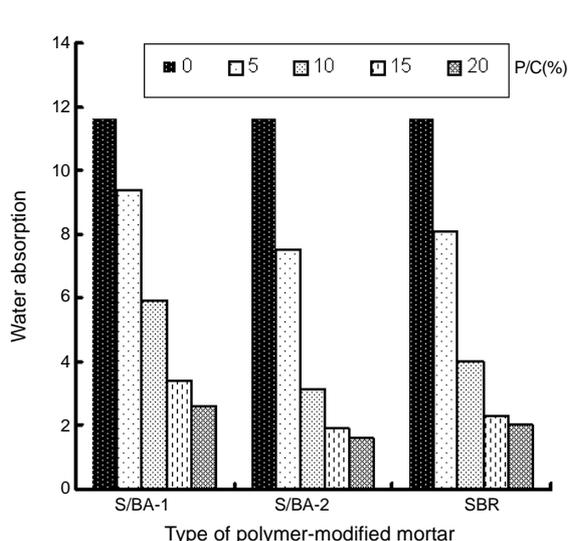


Figure 6. Water absorption of polymer-modified mortars.

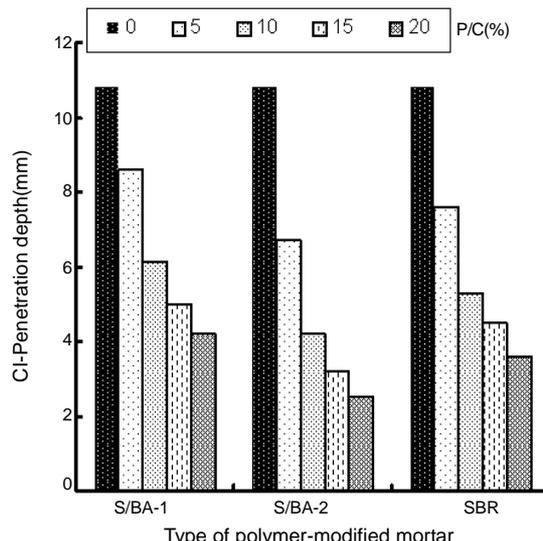


Figure 7. Chloride ion penetration of polymer-modified mortars.

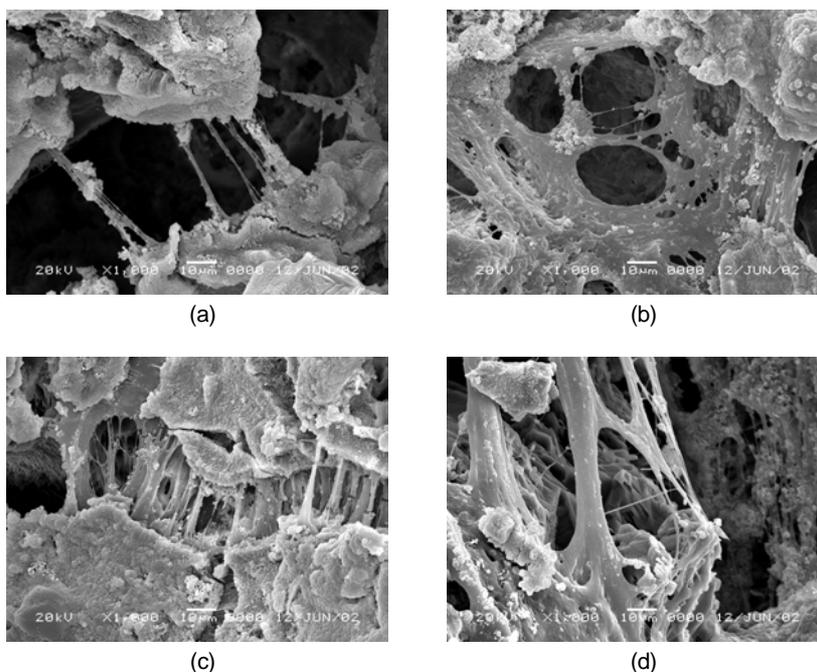


Figure 8. Microstructure of SBR-modified mortar (magnification ; ×1000). (a) polymer-cement ratio=5%, (b) polymer-cement ratio=10%, (c) polymer-cement ratio=15%, and (d) polymer-cement ratio=20%.

하는 것으로 알려져 있다.⁷

Figure 6은 폴리머 시멘트 모르타르의 수중 침지재령 48시간 후의 흡수율을 나타낸 그래프이다. 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 일반적으로 알려져 있는 것과 같이 폴리머의 종류보다는 폴리머 시멘트 비가 증가할수록 현저히 감소하는 경향을 나타내고 있다. S/BA-2 폴리머 시멘트 모르타르에서 폴리머 시멘트 비가 20%일 때 흡수율이 가장 낮게 나타나고 있으며 보통 시멘트 모르타르에 비해 최고 약 7.3배의 저감효과를 나타내고 있다.

염화물 이온 침투 저항성. 철근콘크리트 구조물의 외부에서 침입된, 또는 내부에 함유하고 있는 염화물 이온에 의해 철근콘크리트 구조물의 급격한 성능저하를 일으킬 수 있어 염화물 이온의 침투가 철근콘크리트에 미치는 영향은 매우 크다고 할 수 있다. 현재 세계 각국에서도 염화물 이온 침투에 대한 저항성과 철근콘크리트의 내구성을 개선시키기 위해 염해에 대한 많은 조사와 실험적 연구들이 진행되고 있다. 시멘트 모르타르나 콘크리트에 폴리머를 혼입하여 내구성을 개선시키는 것도 이 중 하나의 방법이다. 폴리머 시멘트 모르타르는 물 시멘트 비를 감소시켜 그 조직이 치밀해짐과 동시에 불투수성 폴리머 필름이 형성되어 염화물 이온 침투에 대한 저항성이 증진된다.^{6,8}

Figure 7은 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 깊이를 나타낸 그래프이다. 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 저항성도 흡수율과 마찬가지로 공기량이나 폴리머의 종류보다는 폴리머 시멘트 비에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 또 폴리머 시멘트 비가 증가하면서 저항성이 크게 증진되었으며 20%에서 가장 우수한 저항성을 나타내고 있다. 이것은 일반적으로 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 침투 저항성은 폴리머 시멘트 비에 따른 영향이 크다는 것과 같은 경향을 보여주고 있다.

S/BA-2 폴리머 시멘트 모르타르가 염화물 이온에 대한 저항성이 가장 큰 것으로 나타났으며, 폴리머 시멘트 비가 20%일 때는 폴리머를 혼입하지 않은 시멘트 모르타르에 비해 최고 4.3배의 저항성 증진효과가 있었다.

미세조직 관찰. Figure 8은 폴리머 시멘트 모르타르 내에 형성된 폴리머 필름을 촬영한 것이다. 전체적으로 폴리머 시멘트 모르타르 비가 증가할수록 혼입되는 폴리머의 양이 많아 폴리머 시멘트 모르타르 내에서의 폴리머 필름 형성률도 높은 것으로 관찰되고 있다. 폴리머 필름의 형성률이 높으면 시멘트 페이스트의 경계면이나 미세한 균열, 그리고 시멘트와 골재 사이의 공간 충전율이 높게 되고 시멘트 모르타르의 공극을 줄여주기 때문에 부착성과 치밀성이 높아 강도증진 효과와 내구성이 향상된다. 그러나 과도한 폴리머의 혼입은 자체 강도가 없는 폴리머 필름의 영향으로 인해 강도저하의 원인이 될 수 있다. 따라서 폴리머의 혼입량을 조절할 필요성이 있다.¹⁰ 본 실험에서도 전자현미경으로 관찰한 결과, 폴리머 시멘트 비가 5%일 때는 연속적인 필름의 형성률이 낮게 나타나고 있으며 15% 이상에서는 쉽게 찾아볼 수 있었다.

결 론

건축재료로서 가장 널리 사용되고 있는 시멘트 모르타르의 성능을 개선시키기 위해 유기화합물인 폴리머를 혼입한 후 폴리머 시멘트 모르타르의 성능을 평가한 결과, 시공성은 증가하면서 물 시멘트 비가 현저히 감소하였으며 폴리머의 인장력으로 인한 휨강도 증진효과가 우수하게 나타났다. 또한, 폴리머 시멘트 모르타르의 내부에 폴리머 필름이 형성됨으로써 방수성과 오염물질의 침투 저항성이 우수하게 나타나고 있다. 방수성은 보통 시멘트 모르타르에 비해 최고 7.3배, 염화물 이온 침투 저항성은 최고 4.3배 정도 증진되는 것으로 나타나 내구성을 증진효과가 높은 것을 알 수 있었다.

따라서, 고분자 화합물을 시멘트 모르타르에 혼입하여 사용한다면, 염해에 대한 저항성을 요구하는 해상구조물이나 항만 건축구조물, 그리고 산업화에 따른 오염으로 심각한 피해를 입고 있는 생활 폐수 처리시설인 하수도, 공장 지대의 오폐수 처리시설 등, 고내구성을 요구하는 건축구조물에 사용함으로써 그 내구연한을 증진시키는데 매우 유용한 건축 재료가 될 것으로 사료된다.

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

참 고 문 헌

1. C. Satish, H. Justnes, and Y. Ohama, *Polymer Materials Encyclopedia*, **2**, 1389 (1996).
2. Y. Ohama, *Noyes Publications*, New York, 1995.
3. Y. W. Mai and B. Cotterell, *Cement Concrete Res.*, **16**, 646 (1986).
4. H. Teichmann, *Polymer Concrete*, **5**, 112 (1975).
5. G. W. DePuy, *Proceedings of the International ICPIIC workshop on polymers in concrete*, Slovenia, pp.63-67 (1996).
6. A. Shirai and Y. Ohama, *Polymers in Concrete*, **4**, 321 (1998).
7. Y. Ohama, *Report of the Building Research Institute*, **65**, 74 (1973).
8. Y. Jo, Y. Ohama, and K. Demura, *Transactions of the Japan Concrete Institute*, **15**, 85 (1993).
9. M. Lutman, A. Sever-Skapin, and N. Trebse, *Polymers in Concrete*, **6**, 239 (1998).