

폐FRP 미분말을 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 물성

황의환^{1)*} · 한천구²⁾ · 최재진³⁾ · 이병기¹⁾

¹⁾천안공업대학 신소재응용화학학과 ²⁾충주대학교 건축공학과 ³⁾천안공업대학 토목공학과
(2001년 9월 3일 원고접수, 2002년 2월 18일 심사완료)

Physical Properties of Polymer Modified Mortar Containing FRP Wastes Fine Powder

Eui-Hwan Hwang^{1)*}, Cheon-Goo Han²⁾, Jae-Jin Choi³⁾, and Byoung-Ky Lee¹⁾

¹⁾ Dept. of Advanced Materials Chem. Tech., Cheonan National Technical College, Cheonan, 330-717, Korea

²⁾ Div. of Architectural Engineering, Chongju University, Chongju, 360-704, Korea

³⁾ Dept. of Civil Engineering, Cheonan National Technical College, Cheonan, 330-717, Korea

(Received September 3, 2001, Accepted February 18, 2002)

ABSTRACT

In this research, the physical properties of polymer modified mortar containing pulverized FRP(Fiber-Reinforced Plastics) wastes fine powder as a part of fine aggregate were investigated. Styrene-butadiene rubber(SBR) latex, polyacrylic ester(PAE) emulsion and ethylene-vinyl acetate(EVA) emulsion were used as polymer modifier. Polymer modified mortars containing FRP wastes fine powder were prepared with various FRP wastes fine powder replacement(5~30 wt%) for fine aggregate and polymer-cement ratios(5~20 wt%). The water-cement ratio, water absorption rates and hot water immersion test, compressive and flexural strengths of polymer modified mortars were tested and the results compared to those of ordinary portland cement mortar.

As the results, compressive and flexural strengths of polymer modified mortar containing FRP wastes fine powder depend on the contents of FRP wastes fine powder, type and additional amounts of polymer modifier. Some of them showed higher compressive and flexural strengths than those of ordinary portland cement mortar. Especially, SBR-modified mortar showed the highest strengths properties among three types of polymer modifier. Also water absorption rates, compressive and flexural strengths of SBR-modified mortar were more superior than those of PAE or EVA-modified mortar. The optimum mix proportions of SBR-modified mortar was 20 wt% of polymer-cement ratio and 20 wt% of FRP wastes fine powder replacement. Otherwise heat cured polymer modified mortar accelerated the improvement of early compressive and flexural strengths.

Keywords : polymer modified mortar, fiber-reinforced plastics, polymer modifier

1. 서 론

섬유강화플라스틱(fiber-reinforced plastics, FRP)은 복합재료 중에서 가장 대표적인 재료로 비강도와 비탄성계수가 크고, 내부식성 및 내구성이 우수하여 항공, 조선, 우주, 자동차 및 레저산업의 재료로 그 활용분야가 점차 확대되고 있다. FRP는 건설재료로서 주로 내장재, 욕조, 물탱크, 정화조 등에 사용되어 왔지만, 최근에는 구조재로 이용하려는 경향이 두드러지고 있다. FRP는 우리나라에서 연간 10만톤 정도 생산되고 있고 약 1만톤 정도가 폐기되고 있는 것으로 추정되는데, 폐FRP의 처분비용을 감안하면 원가의 절감과 아울러 폐자원의 재활용이라는 측면에서 연구의 필요성이 대두되고 있다. FRP는 유리섬유

와 같은 보강섬유를 사용하기 때문에 분쇄하기가 어려워 단순히 소각 또는 매립에 의존하고 있는 실정이다. 그러나 FRP 폐기물을 소각처리하는 경우 2차 환경오염이 문제점으로 지적되고 있고, 매립처리 방법은 매립지 부족현상 및 토양오염 등이 문제점으로 지적되고 있다¹⁾. 따라서 FRP 폐기물의 재활용 측면에서 미분쇄하여 수지충전제, 도료첨가제, 아스팔트계 및 시멘트계의 잔골재로 활용하는 다양한 연구가 진행되어 왔다²⁾. 특히 국내외적으로 천연골재의 부족에 따른 골재난의 문제점을 다소 해결하기 위한 목적으로 FRP 폐기물을 분쇄하여 건축재료의 잔골재 대용으로 재활용하는 연구가 진행되어 왔다^{3,4)}. 그러나 폐FRP 미분말을 모르타르의 잔골재 대용으로 치환하는 경우 유동성과 강도가 크게 저하함으로써 일반적인 방법으로 재활용하는 것은 곤란한 것으로 알려져 있다⁵⁾. 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 Ohama등⁶⁾은 SBR(styrene-butadiene rubber) 라텍스를 폴리머 혼화제로 사

* Corresponding author

Tel : 041-550-0311 Fax : 041-554-2640

E-mail : ehhwang@cnc.ac.kr

용하는 폴리머-시멘트 모르타르에 적용함으로써 기계적 강도가 향상되는 결과를 얻었다. 그러므로 다양한 폴리머 혼화제를 적용하는 연구가 진행되었는데, 10 mm 이하로 조분쇄된 FRP 폐기물을 폴리머-시멘트 모르타르의 잔골재 대용으로 사용한 결과 충전결합의 문제점이 야기되는 결과가 보고되었다⁷⁾.

따라서, 본 연구에서는 FRP 제조시 가공공정에서 발생하는 폐FRP 미분말을 잔골재 대용으로 사용하여 시멘트 모르타르 및 다양한 폴리머 시멘트 모르타르를 제조하여 굳지 않은 모르타르 및 공시체의 물성과 내구성을 비교시험하여, 성능이 가장 우수하게 나타나는 폴리머 혼화제 및 최적 배합비를 검토하고자 하였다.

2. 사용재료 및 방법

2.1 사용재료

시멘트는 국내 S사 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 KS L 5100에 규정되어 있는 압축강도 시험용 주문진 표준사를 구입하여 사용하였다.

폐FRP 미분말은 다양한 FRP 제품 중에서 육조 제품의 제조공정에서 발생되는 FRP 스크랩을 미분쇄하여 사용하였다. 폐FRP 미분말의 화학적 조성 및 비중을 Table 1에 나타내었고, 폐FRP 미분말의 형태를 전자현미경으로 촬영한 사진을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 폐FRP는 5~30 μm 범위의 미분말과 길이 100 μm 정도의 섬유상이 혼재되어 있음을 알 수 있다.

폴리머 혼화제로는 시판되고 있는 SBR 라텍스, PAE 에멀전 및 EVA 에멀전을 사용하였고, 각 폴리머 혼화제의 물리적 특성을 Table 2에 나타내었다.

2.2 실험방법

2.2.1 공시체의 제조

Table 3에 나타난 바와 같이 폐FRP 미분말은 잔골재 대비 5~30 wt%를 잔골재 대용으로 치환하였다. 폐FRP

미분말의 치환첨가량이 증가함에 따라 시멘트와 잔골재의 비율을 조정하였다. 그리고 폴리머 혼화제의 첨가량은 폴리머 시멘트비 5~20 wt%로 정하였고, 모든 배합의 플로워치(flow value)는 170 ± 5 가 되도록 물-시멘트비를 조정하여 KS F 2476(시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 따라 제조하였다. 공시체의 양생 조건은 Table 3의 배합비로 제조된 시료를 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ 의 몰드에 성형한 후 항온항습장치를 이용하여 2일간 습윤양생(20°C 80% R.H.), 5일간 수중양생(20°C), 21일간 기건양생(50% R.H.)하였다. 그리고 KS F 2375에 의하여 굳지 않은 모르타르의 단위용적 중량을 측정하였다.

2.2.2 강도시험

KS F 2477에 의하여 압축강도와 휨강도를 측정하였다.

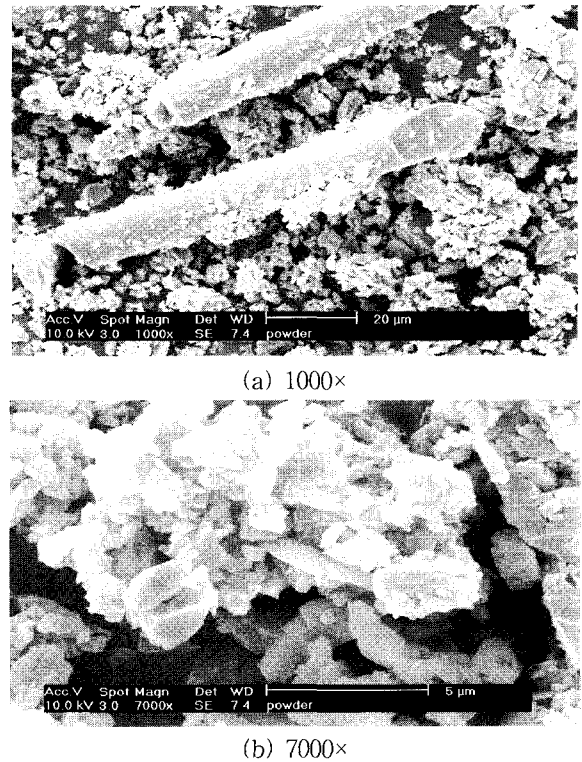


Fig. 1 SEM photographs of FRP wastes fine powder

Table 1 Properties of FRP wastes fine powder

Unsaturated polyester resin	Glass fiber	Ground calcium carbonate	Bulk specific gravity(20°C)
35 wt%	40 wt%	25 wt%	1.87

Table 2 Physical properties of polymer modifiers

Type of polymer modifier	Specific gravity (20°C)	Viscosity (20°C , cP)	pH (20°C)	Total solids (wt%)
SBR	1.020	171	9.2	50.2
PAE	1.054	28	8.8	44.3
EVA	1.062	1200	5.0	44.0

Table 3 Mix proportions of polymer-modified mortars using FRP wastes fine powder

Specimen sample	Cement : sand (by weight)	FRP/(FRP+ sand) (wt%)	Polymer-cement ratio	Remarks
UCM	1 : 3.0	0	0	Unmodified cement mortar
SCM	1 : 2.9	5	5 10 15 20	SBR-modified mortar
PCM	1 : 2.8	10		PAE-modified mortar
	1 : 2.7	15		
ECM	1 : 2.6	20		EVA-modified mortar
	1 : 2.4	30		

* Mix proportion of zero replacement of FRP wastes fine powder for fine aggregate in UCM is called ordinary portland cement mortar(OCM).

휨강도 시험체의 규격은 4×4×16 cm이었다. 그리고 양생방법에 따른 강도변화를 비교하기 위하여 공시체를 2일간 습윤양생(20 °C 80 % R.H.), 5일간 수중양생(20 °C)시킨 후, 80 °C의 오븐속에서 2일간 가열양생시켜 압축강도와 휨강도를 측정하였다.

2.2.3 흡수율시험

KS F 2451에 의하여 공시체를 80±2 °C에서 건조한 후 공시체의 중량을 측정하였고, 건조 공시체를 20±2 °C에서 48시간 침수시킨 후에 다음 (1)식을 이용하여 흡수율을 구하였다.

$$\text{흡수율}(\%) = \frac{(W_a - W_b)}{W_b} \quad (1)$$

여기서, W_b : 침수 전 공시체의 중량(g)

W_a : 침수 후 공시체의 중량(g)

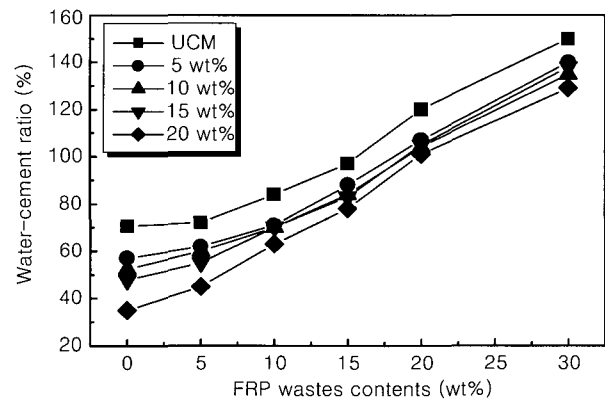
2.2.4 내열수 시험한 공시체의 강도 시험

표준양생한 공시체를 90 °C의 열수에 28일간 침수시킨 후에 압축 및 휨강도를 측정하였다.

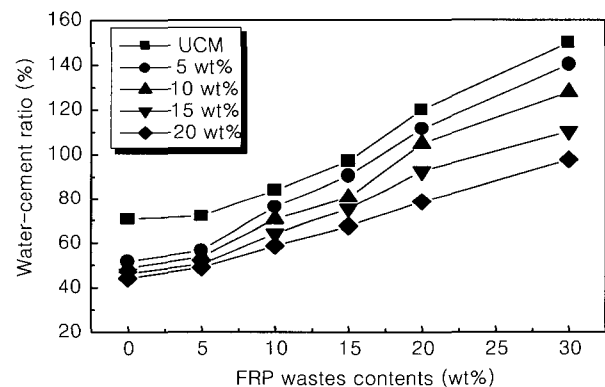
3. 실험결과 및 고찰

3.1 굳지 않은 모르타르의 물성

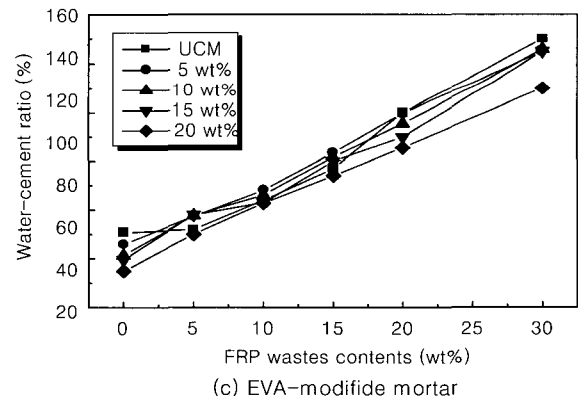
플로우치를 170±5로 정하였을 때 Table 3의 배합비에서 요구되는 물-시멘트비를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 물-시멘트비는 페FRP 미분말의 잔골재에 대한 치환량이 증가함에 따라서 증가하였고, 폴리머 혼화제의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 페FRP 미분말의 잔골재 대체에 의해 물-시멘트비가 증가한 원인은 비표면적이 증가하였기 때문으로 생각되고, 페FRP 미분말을 30 wt% 치환한 경우에 OCM에 비하여 100 % 이상 증가함을 알 수 있었다. 한편 폴리머 혼화제의 첨가로 물-시멘트비가 감소한 원인은 고분자 폴리머에 첨가되어 있는 계면활성제의 분



(a) SBR-modified mortar



(b) PAE-modified mortar



(c) EVA-modified mortar

Fig. 2 Water-cement ratios of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers

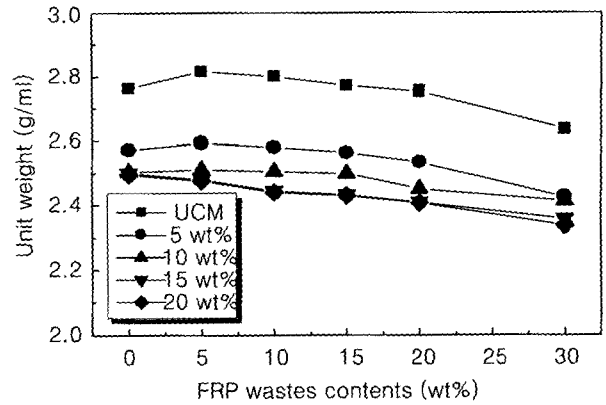
산효과와 고분자 입자의 불배어링 효과 및 연행된 공기에 의해 유동성이 증가하였기 때문으로 생각된다⁸⁾. 3종의 폴리머 혼화제 중에서 PAE 에멀전을 사용한 모르타르의 물-시멘트비가 가장 낮게 나타났다. 일반적으로 PAE 에멀전을 사용한 모르타르의 공기연행량은 SBR 라텍스 또는 EVA 에멀전을 사용한 모르타르의 공기연행량보다 높게 나타나기 때문에 PAE 에멀전을 사용한 모르타르의 물-시멘트비가 가장 낮게 나타난 것으로 생각된다⁹⁾.

Fig. 3에서 단위용적 중량은 페FRP 미분말의 치환량이 15 wt%까지 OCM보다 높게 나타났고, 20 wt% 이상에서는 낮게 나타났다. OCM보다 단위용적 중량이 높게 나타난 원인은 페FRP 미분말이 시멘트와 잔골재 사이에 충전되었기 때문으로 생각되고, 치환량이 20 wt% 이상 증가하면 비중이 페FRP 미분말보다 높은 시멘트 혹은 잔골재로 채워졌던 부피가 페FRP 미분말로 치환되었기 때문에 단위용적 중량이 감소된 것으로 생각된다. 한편 폴리머 혼화제의 첨가로 단위용적 중량은 UCM보다 감소되었다. 이는 폴리머 혼화제에 포함되어 있는 유화제 또는 안정제가 계면활성 작용을 일으켜 UCM보다 많은 공기가 연행되었기 때문으로 생각되며, PAE 에멀전에 비해 SBR 라텍스 및 EVA 에멀전을 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 단위용적 중량이 낮게 나타난 것은 점도가 높기 때문에 페FRP 미분말 입자사이로 폴리머 시멘트 페이스트가 충분히 충전되지 못하였기 때문에 나타난 현상으로 생각된다¹⁰⁾.

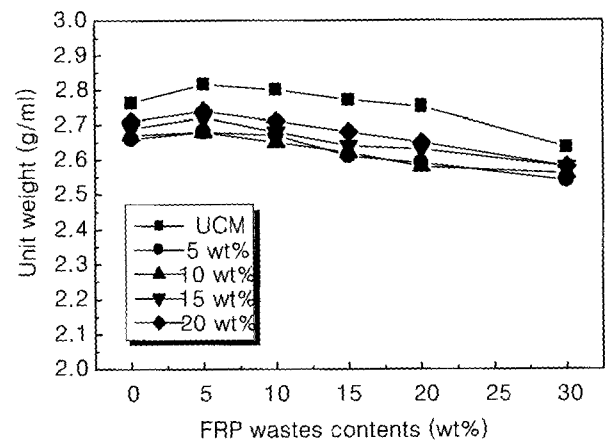
3.2 표준양생한 공시체의 강도특성

표준양생한 UCM 및 폴리머 시멘트 모르타르 공시체의 압축강도 측정결과를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 UCM의 압축강도는 페FRP 미분말의 치환량이 증가함에 따라 OCM보다 감소되었고, 폴리머 혼화제의 첨가량 증가에 따라 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 증가되었다. 특히 SBR 라텍스를 사용한 경우에 압축강도가 가장 높게 발현되었다. 결과적으로 페FRP 미분말을 30 wt% 치환첨가한 UCM의 압축강도는 OCM에 비하여 60% 이상 감소되었고, OCM에 SBR 라텍스를 20 wt% 첨가한 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 OCM에 비하여 60% 이상 증가하였다.

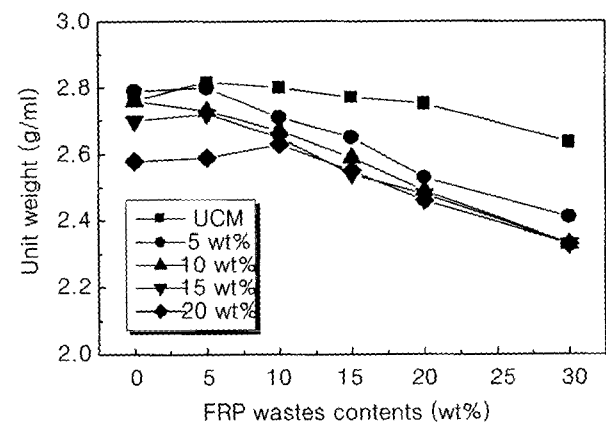
Fig. 5에서 표준양생한 공시체의 휨강도 측정결과를 보면, Fig. 4의 압축강도 측정결과와 마찬가지로 페FRP 미분말의 치환량 증가에 따라 감소되고, 폴리머 혼화제 첨가량의 증가에 따라 증가하는 경향이 나타났다. 특히 SBR 라텍스를 20 wt% 사용한 공시체의 휨강도는 OCM에 비하여 약 150% 이상 증가되었고, 여기에 페FRP 미분말을 30 wt% 치환첨가하여도 OCM에 비하여 약 30% 이상 증가되었다. 반면에 PAE 및 EVA 에멀전을 사용한 공시체



(a) SBR-modified mortar



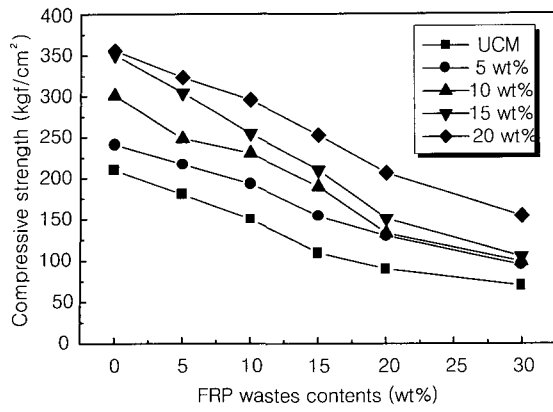
(b) PAE-modified mortar



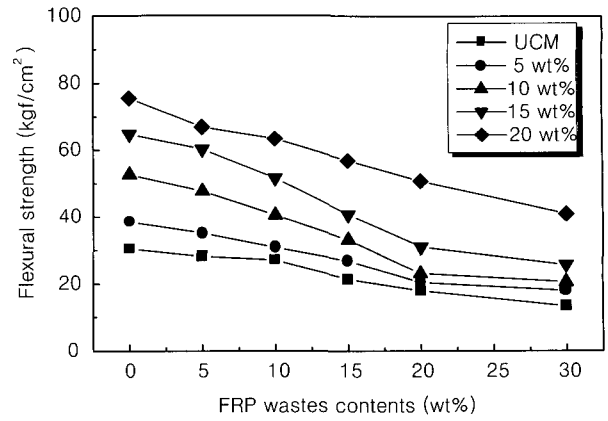
(c) EVA-modified mortar

Fig. 3 Unit weights of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers

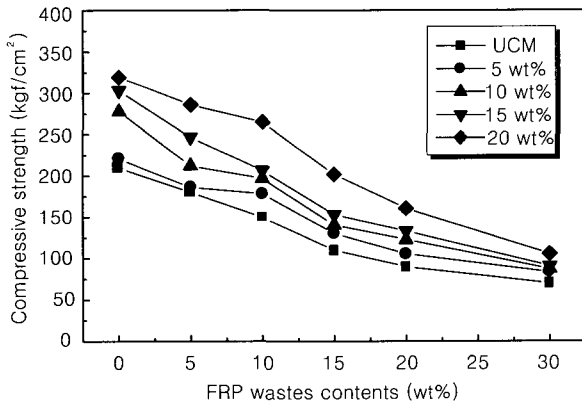
의 휨강도는 SBR 라텍스를 사용한 공시체보다 낮게 나타났는데, 이러한 결과에 대해서 Hwang등이 제안한 바와 같이 SBR 라텍스 폴리머 필름에 비하여 접착력과 내수성이 떨어지는데 기인되는 현상으로 사료된다⁹⁾. 결과적으로 강도적 측면에서 보통 포틀랜드 시멘트 모르타르에 비해서 강도특성이 양호하게 나타난 배합비를 살펴보면, 페FRP 미분말을 15 wt% 치환한 경우에 SBR 라텍스는 10 wt%



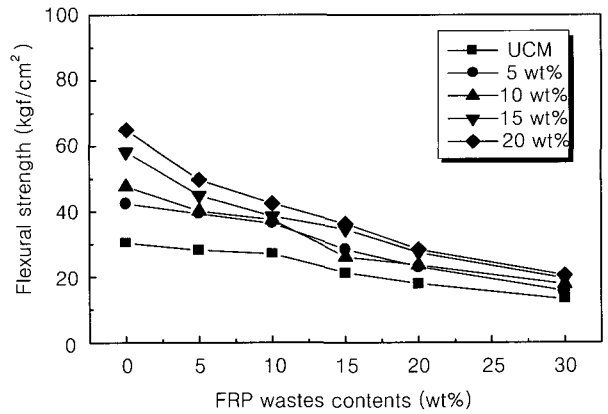
(a) SBR-modified mortar



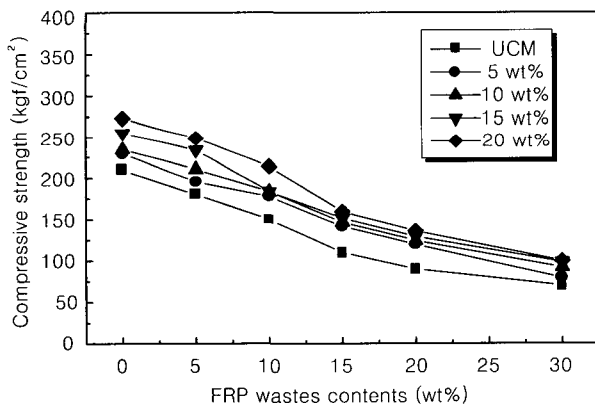
(a) SBR-modified mortar



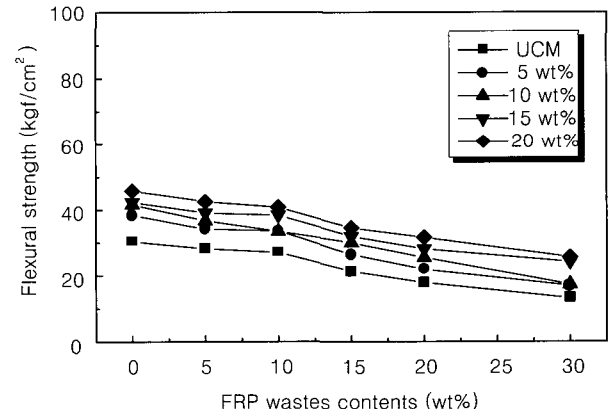
(b) PAE-modified mortar



(b) PAE-modified mortar



(c) EVA-modified mortar



(c) EVA-modified mortar

Fig. 4 Compressive strengths of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers

(물-시멘트비=84%), 페FRP 미분말을 10 wt% 치환한 경우에 PAE 및 EVA 에멀전은 15 wt%이었고, 이때 물-시멘트비는 각각 70% 및 86%이었다.

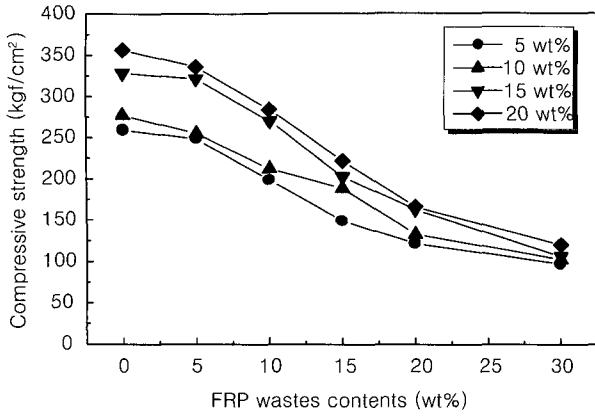
3.3 가열양생한 공시체의 강도특성

양생방법에 따른 폴리머 시멘트 모르타르 공시체의 강도발현 특성을 알아보기 위하여 가열양생한 공시체의 압

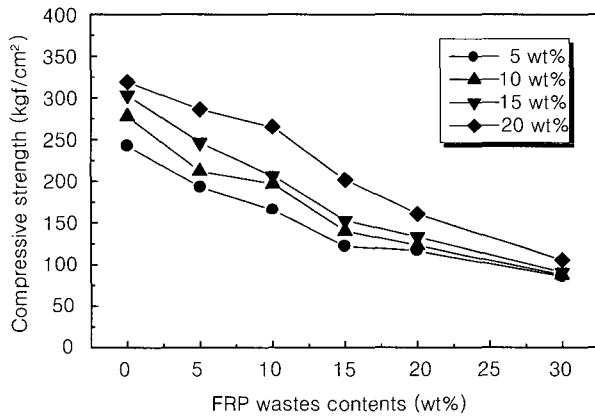
Fig. 5 Flexural strengths of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers

축강도 및 휨강도 측정결과를 Fig. 6과 7에 각각 나타내었다.

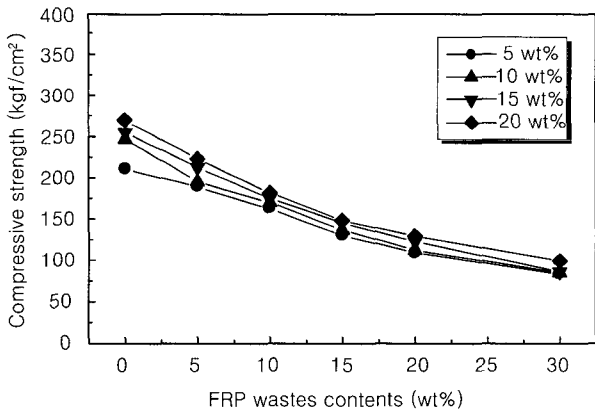
페FRP 미분말의 치환량 및 폴리머 혼화제의 첨가량에 따라 가열양생한 공시체의 압축강도(Fig. 6)와 휨강도(Fig. 7)의 측정결과는 표준양생한 공시체의 압축강도(Fig. 4)와 휨강도(Fig. 5)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 표준양생 기간이 28일이고, 가열양생은 9일임을 고려하면 가열양생에 의해 폴리머 시멘트 모르타르의 강도발현



(a) SBR-modified mortar



(b) PAE-modified mortar



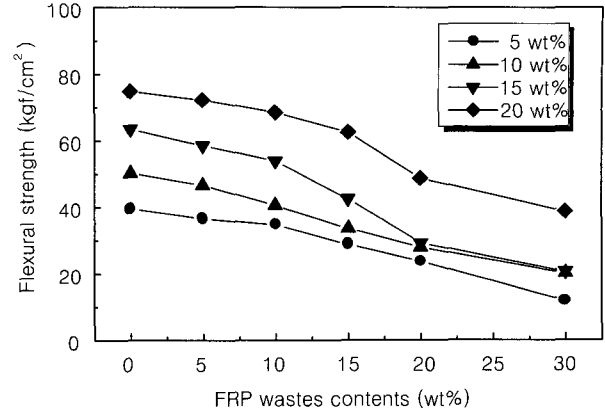
(c) EVA-modified mortar

Fig. 6 Compressive strengths of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers after heat curing

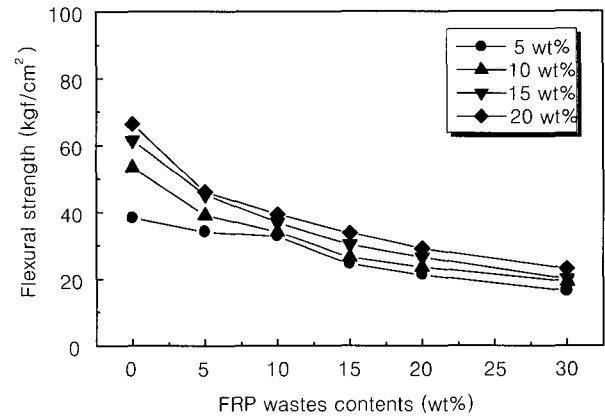
이 축진됨을 확인할 수 있고, 페FRP 미분말을 잔골재 대용으로 사용하여도 가열양생에 의한 강도발현의 축진에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

3.4 흡수율시험

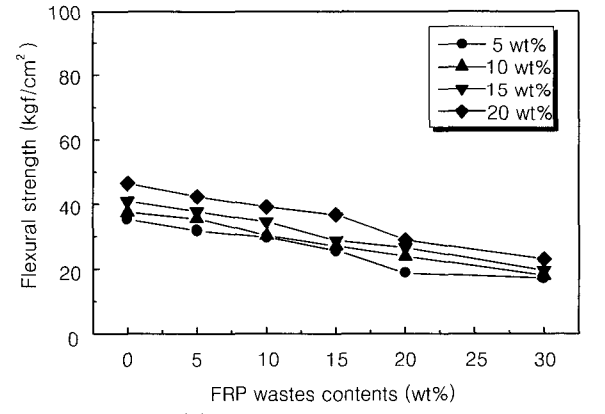
Fig. 8에서 페FRP 미분말을 치환첨가한 UCM의 흡수율은



(a) SBR-modified mortar



(b) PAE-modified mortar



(c) EVA-modified mortar

Fig. 7 Flexural strengths of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers after heat curing

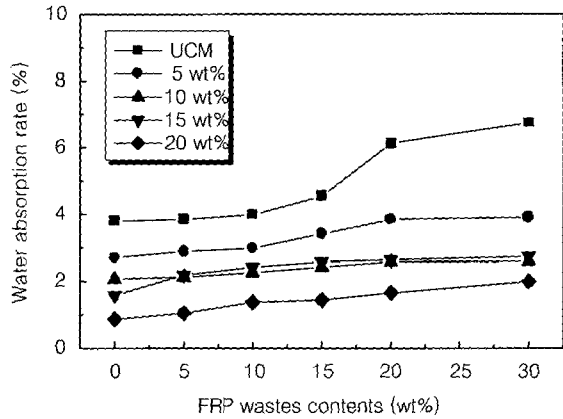
페FRP 미분말의 치환량이 15 wt%까지 거의 일정하게 나타나고 있지만, 20 wt% 이상으로 증가하면 현저한 증가를 보였다. 흡수율이 증가한 현상은 페FRP 미분말의 치환량의 증가에 따라 물-시멘트비가 증가하였기 때문으로 사료된다. 반면에 폴리머 혼화제를 사용한 공시체의 흡수율은 OCM보다 크게 감소하였고, 특히 SBR 라텍스를 사용한 경우에 가장 큰 폭으로 감소되었다. 이러한 결과는 내수

성이 우수한 SBR 라텍스가 골재와 골재간의 계면, 골재와 시멘트 수화물간의 계면 및 시멘트 입자 수화물간의 계면에 "co-matrix상¹¹⁾"으로 견고히 융착되었기 때문에 나타난 것으로 생각된다.

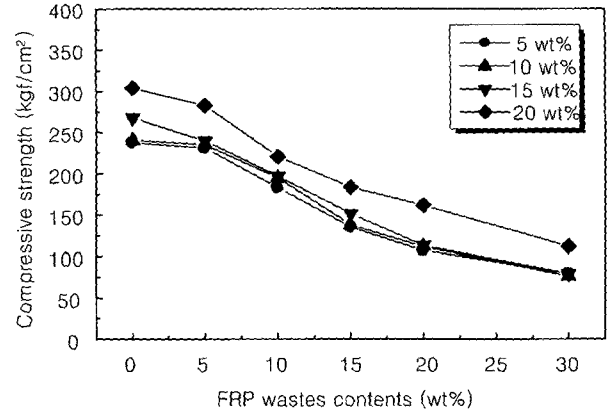
3.5 내열수 시험한 공시체의 강도특성

열수 침적에 의한 공시체의 강도변화를 알아보기 위하여 표준양생한 공시체를 90 °C의 열수에 28일간 침적시킨 후 압축강도와 휨강도를 측정하여 Fig. 9와 10에 각각 나타내었다.

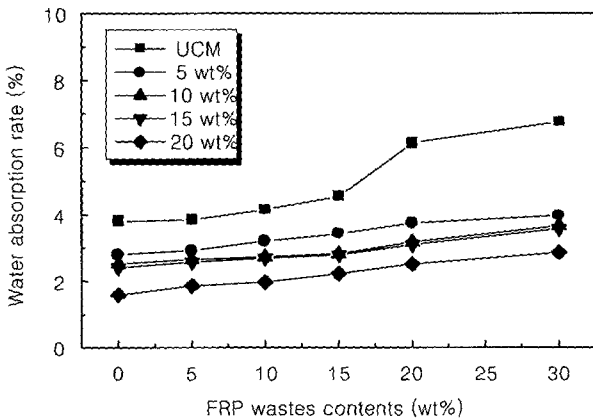
내열수 시험한 공시체의 압축강도(Fig. 9) 및 휨강도(Fig. 10)는 표준양생한 공시체의 압축강도(Fig. 4) 및 휨



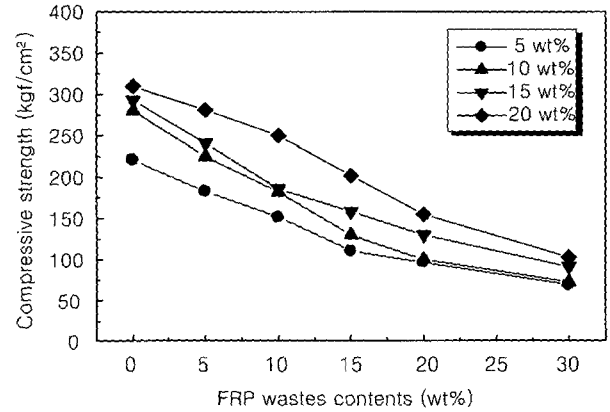
(a) SBR-modified mortar



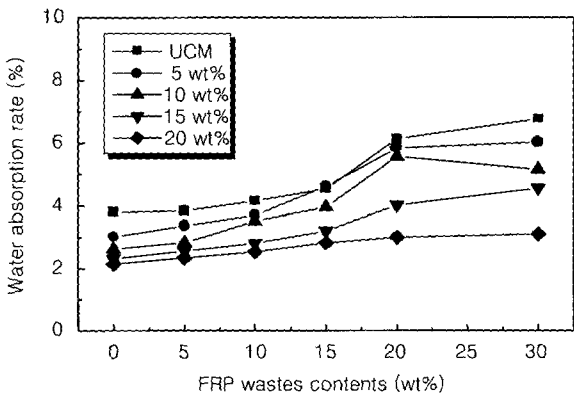
(a) SBR-modified mortar



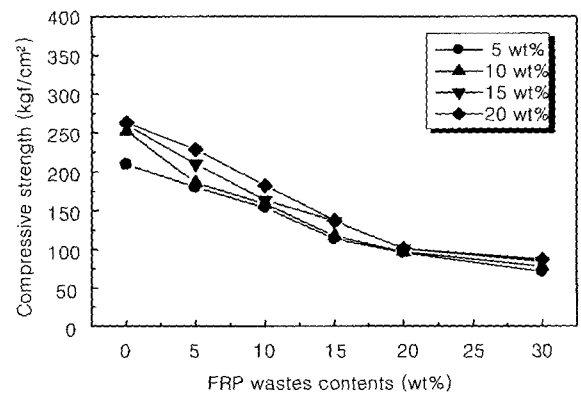
(b) PAE-modified mortar



(b) PAE-modified mortar



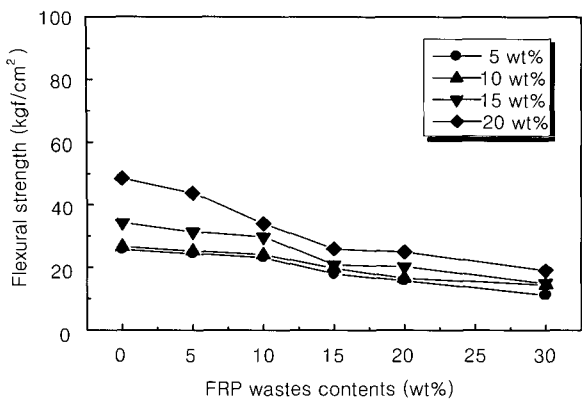
(c) EVA-modified mortar



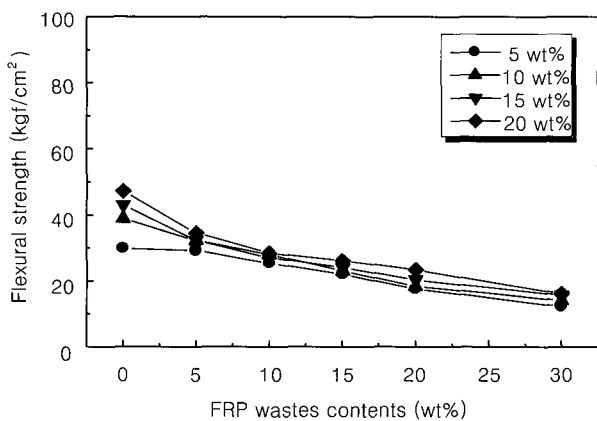
(c) EVA-modified mortar

Fig. 8 Water absorption rates of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers

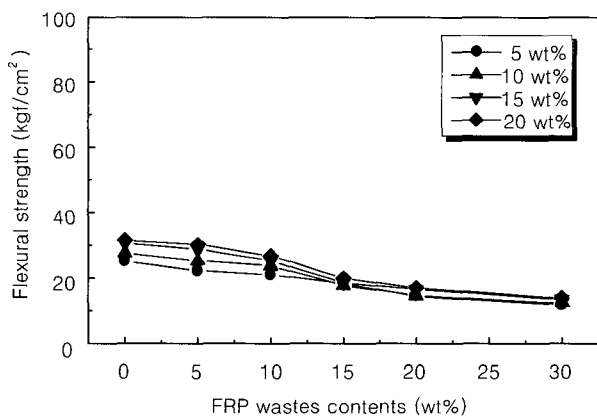
Fig. 9 Compressive strengths of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers after hot water immersion test



(a) SBR-modified mortar



(b) PAE-modified mortar



(c) EVA-modified mortar

Fig. 10 Flexural strengths of mortars using FRP wastes fine powder with polymer modifiers after hot water immersion test

강도(Fig. 5)보다 감소되었는데, SBR 라텍스를 사용한 경우 압축강도는 20%까지, 휨강도는 30%까지 저하하였다. 그리고 압축강도와 휨강도를 비교해보면, 내열수 시험후 휨강도의 저하율이 압축강도의 저하율보다 더욱 크게 나타남을 알 수 있다. 이와 같이 내열수 시험후 폴리머 시멘트 모르타르 공시체의 강도특성이 감소한 것은 열수에 의해 시멘트와 골재계면에 형성된 폴리머 혼화제 필름이

분해되었기 때문에 나타난 현상으로 생각된다. 따라서 폴리머 혼화제 필름의 분해는 압축강도보다 휨강도에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다²⁾.

4. 결 론

미분쇄한 FRP 폐기물을 잔골재 대용으로 치환첨가한 폴리머 시멘트 모르타르에서 페FRP 미분말의 치환량 및 폴리머 혼화제의 종류와 첨가량에 따른 물성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 페FRP 미분말을 보통 포틀랜드 시멘트 모르타르의 잔골재 대용으로 치환첨가하면 물-시멘트비가 치환량의 증가에 따라 증가되어 압축강도와 휨강도가 모두 현저하게 저하되었고, 흡수율은 큰 폭으로 증가되었다.

2) 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 표준양생한 폴리머 시멘트 모르타르의 압축 및 휨강도가 모두 증가하였고, 3종의 폴리머 혼화제 중에서 SBR 라텍스가 가장 월등하였다. SBR 라텍스를 20 wt% 첨가한 폴리머 시멘트 모르타르는 페FRP 미분말을 20 wt%까지 치환첨가하여도 보통 포틀랜드 시멘트 모르타르보다 압축강도 및 휨강도가 각각 높게 나타났다. 강도적 측면에서 폴리머 혼화제의 적정 첨가량은 페FRP 미분말을 15 wt% 치환한 경우에 SBR 라텍스는 10 wt%(물-시멘트비=84%), 페FRP 미분말을 10 wt% 치환한 경우에 PAE 및 EVA 에멀전은 15 wt%이었고, 이때 물-시멘트비는 각각 70% 및 86%이었다.

3) 가열양생한 폴리머 시멘트 모르타르 공시체의 압축 및 휨강도는 표준양생한 공시체와 유사한 강도발현을 나타냄으로써 가열양생에 의해 강도발현이 촉진되었다.

4) 흡수율 시험결과 페FRP 미분말을 20 wt% 이상 치환·첨가하면 보통 포틀랜드 시멘트 모르타르보다 50% 이상 증가하였지만, 폴리머 혼화제를 첨가한 경우에는 보통 포틀랜드 시멘트 모르타르보다 감소하였다. SBR 라텍스가 PAE 및 EVA 에멀전에 비해 흡수율이 낮게 나타났다.

5) 내열수 시험한 폴리머 시멘트 모르타르 공시체의 압축 및 휨강도는 표준양생한 공시체보다 각각 20% 및 30%까지 감소되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지원 공주대학교 자원재활용 신소재 연구센터의 지원에 의하여 이루어 졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Hwang T. S., et al. "A Study on the Preparation and Mechanical Properties of Hybrid Composites

- Reinforced Waste FRP and Urethane Foam," *Polymer(Korea)*, Vol.24, No.4, 2000, pp.564~570.
2. Miyari H, "Utilization of Waste FRP as Resources (in Japanese)," *Bulletin of the Chemical Society of Japan, Chemistry and Chemical Industry*, Vol. 43, No. 11, 1992, pp.23~32.
 3. 류연갑, "골재산업의 현황과 전망," *콘크리트학회지*, 제 9권, 6호, 1997.12, pp.4~10.
 4. 이병기, 김승문, 황의환, 노재성, "FRP 폐기물을 첨가한 폴리머-시멘트 모르타르의 특성," *한국콘크리트학회 가을학술발표논문집*, 제8권, 2호, 1996. 11, pp.84~92.
 5. 古川茂, 小島昭, 宮本正雄, "FRP廢材微粉末を多量に用いたモルタルの性状," *Cement Science and Concrete Technology*, No. 53, 1999, pp.291~296.
 6. Ohama Y., et al. "Basic Properties of Polymer-Modified Mortars Containing FRP Powder Products," *Journal of the College of Engineering of Nihon University, Series A*, Vol. 35, 1994, pp.34~40.
 7. 이병기, 이범재, 황의환, 노재성, "분쇄된 FRP 폐기물을 사용한 폴리머-시멘트 모르타르의 특성," *콘크리트학회지*, 제10권, 5호, 1998.10, pp.217~225.
 8. Ohama Y., "Polymer-based Admixture," *Cement and Concrete Composites*, V.20, 1998, pp.189~212.
 9. 황의환, 황택성, 鎌田英治, "폴리머-시멘트 모르타르의 미세구조와 동결융해 저항성의 관계," *요업학회지*, 제31권, 9호, 1994, pp.949~956.
 10. 황의환, 황택성, 大濱嘉彦, "폴리머-시멘트 모르타르의 강도와 내구성," *공업화학*, 제5권 5호, 1994, pp.786~794.
 11. Ollitrault-Fichet R., et al. "Microstructural Aspects in a Polymer-Modified Cement," *Cement and Concrete Research*, Vol. 28, No. 12, 1998, pp.1687~1693.
 12. Sakai E., et al. "Composite Mechanism of Polymer Modified Cement," *Cement and Concrete Research*, Vol. 25, No. 1, 1995, pp. 127~135.

요 약

본 연구에서는 폐 FRP(fiber reinforced plastics) 미분말을 잔골재 대용으로 치환한 폴리머 시멘트 모르타르의 물성을 조사하였다. 폴리머 혼화제로는 Styrene-Butadiene Rubber(SBR) 라텍스, Polyacrylic Ester(PAE) 에멀전 및 Ethylene-Vinyl Acetate(EVA) 에멀전을 사용하였다. 폐FRP 미분말의 치환율을 5~30 wt%, 폴리머 혼화제의 첨가량을 폴리머 시멘트비 5~20 wt%로 변화시켜 공시체를 제작하였다. 굳지 않은 폴리머 시멘트 모르타르의 물성, 경화 공시체의 흡수율, 내열수성 및 양생방법에 따른 압축 및 휨강도를 측정하였다. 폐FRP 미분말을 치환·첨가한 폴리머 시멘트 모르타르의 압축 및 휨강도는 폐FRP 미분말의 치환량이 증가할수록 감소되었고, 폴리머 시멘트비가 증가할수록 증가되었다. 폴리머 혼화제로서 SBR 라텍스를 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 강도특성이 가장 우수하였고, 폴리머 시멘트 모르타르의 적절한 폴리머 시멘트비는 20 wt%이었고, 폐FRP 미분말의 적정 치환량은 20 wt%로 나타났다. 또한 폴리머 시멘트 모르타르는 가열양생에 의해 강도발현이 촉진되었다.

핵심용어 : 폴리머 시멘트 모르타르, 섬유강화플라스틱, 폴리머 혼화제