

재유화형 분말수지를 이용한 폴리머 시멘트 모르터의 강도특성

Strength Properties of Polymer-Modified Mortars Using Redispersible Polymer Powders

김 완 기* 형 원 길** 소 양 섭***
Kim, Wan Ki Hyung, Won Gil Soh, Yang Seob

Abstract

This paper discusses the strength properties of the polymer-modified mortars using redispersible polymer powders, which is widely used for the manufacture of prepackaged-type polymer-modified mortar products at present. The polymer-modified mortars using redispersible polymer powders are prepared with various polymer-cement ratios, and tested for air content, flexural and compressive strengths, and tensile strength. The strength properties are almost the same as those of polymer dispersion-modified mortars, depending on the polymer-cement ratios, and are improved over unmodified mortar. In particular, between tensile strength and glass transition point of polymer powder have a high correlation. It is concluded from the test results that polymer-modified mortars using redispersible polymer powders can be used in the same manner as ordinary polymer dispersion-modified mortars.

1. 서론

폴리머 시멘트 모르터가 우수한 성질을 나타내는 요인으로는 시멘트 수화물과 폴리머가 일체화한 co-matrix상의 형성을 들 수 있다. 일반적으로 보통 시멘트 모르터와 비교하여 폴리머 시멘트 모르터의 인장강도 및 휨강도는 폴리머 자체의 높은 인장강도와 시멘트 수화물과 세골재간의 높은 접착력에 의해 현저하게 개선된다. 또한, 폴리머 시멘트 모르터의 강도발현에 대한 최적양생법은 초기에 습윤양생하여 시멘트의 수화를 촉진시키고 그 후 건조양생을 하여 견고한 폴리머 필름을 형성하는 것이 요구된다¹⁾.

본 연구에서는 건축 마감재로써 프리패키지드형(prepackaged type) 폴리머 시멘트 모르터 제품의 제조에 다용되는 강도특성을 평가하기 위하여 각종 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도, 압축강도 및 인장강도를 보통 시멘트 모르터 및 폴리머 분산계 혼입 폴리머 시멘트 모르터와 비교 검토한다.

2. 사용재료

2.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

* 전북대학교 건축학부 강사, 공학박사
** 전북대학교 대학원 박사과정
*** 전북대학교 건축학부 교수, 공업기술연구소장

면 초기 및 중장기 강도는 낮아지게되나 플라이애쉬의 분말도를 높임으로서 강도의 증진이 가능하다. 그러나 분말도만으로는 극단적으로 높은 플라이애쉬의 첨가율에서는 강도의 증진에는 한계가 있으므로, 플라이애쉬의 자극제로서 황산나트륨용액을 사용함으로써 치환율 80%의 대량사용시에도 실용강도를 발현시킬 수 있는 가능성이 있음을 본 연구결과를 통하여 알 수 있었다.

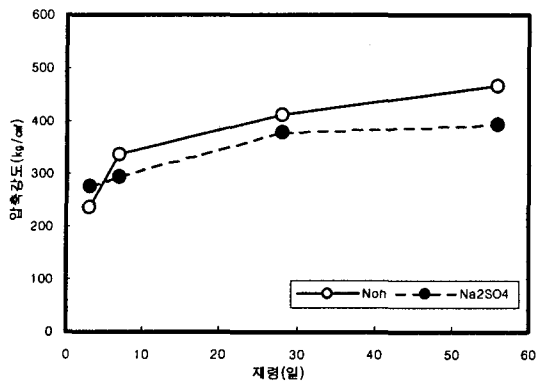
4. 결 론

- 1) 플라이애쉬의 치환율이 증가할수록 압축강도가 저하되는 결과를 나타내며, 치환된 플라이애쉬의 분말도가 높아질수록 압축강도는 증가하였다.
- 2) 6000cm³/g이상으로 미분쇄된 플라이애쉬의 모르타르 압축강도는 28일을 기준으로 하여 치환율 40%까지는 시멘트를 100% 사용한 플레인 모르타르보다 우수하였으며, 분말도 6000cm³/g에서는 20%의 치환율과 분말도 8000cm³/g에서는 30%의 치환율에서 최고강도를 발휘하였다.
- 3) 자극제로서 황산나트륨 수용액을 사용한 경우 플라이애쉬 치환율 30%까지는 강도감소현상이 나타나나, 플라이애쉬 치환율 40%에서는 3, 7일 재령에서의 대폭적인 강도증진현상이 나타나며, 28일 재령이후에서는 일반수 사용 공시체와 거의 동등하거나 상회하는 결과를 나타내어, 자극제는 치환율 40%이상에서 강도증진효과가 나타난다.
- 4) 기존의 플라이애쉬 사용량 보다 극단적으로 많은 첨가율 80%에서도 분말도를 6000cm³/g이상으로 올리는 경우, 28일 재령에서의 압축강도가, 일반 수도수 사용 공시체의 80kg/cm² 부근에서 2배 이상인 180kg/cm² 까지 대폭 향상되었다.

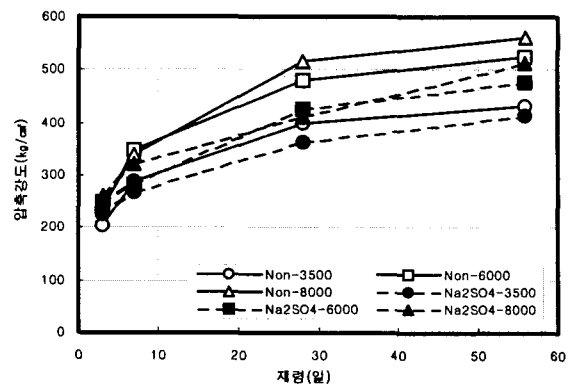
이상의 결과로부터 6000cm³/g이상 고분말도 플라이애쉬와 자극제를 적당히 사용함으로써 대폭적인 강도의 증진이 가능하며, 이로부터 플라이애쉬의 다량 사용의 가능성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

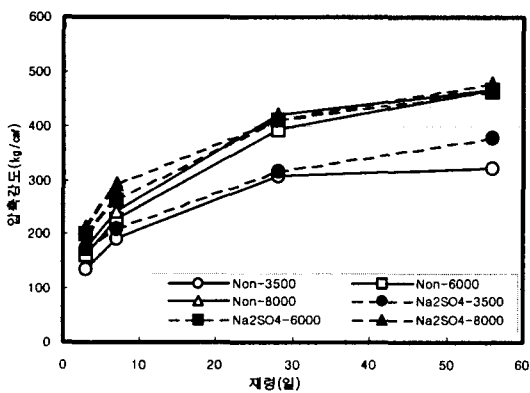
1. 田代忠一, 飯塚信之, 西 武志, “微粉砕 フライアッシュの可能性”, セメント・コンクリート No.598, Dec.1996
2. 原田志津男, 松藤泰典 “フライアッシュフュームを用いた超高強度モルタルの細孔構造”, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.16, No.1, 1994
3. Toshihide Toyofuku, “粒徑の異なるフライアッシュを使用したモルタルの強度特性”, セメント・コンクリート論文集 No.44, 1990
4. N. Nakamura, M. Sakai, and R. N. Swamy “Effect of Slag Fineness on the Development of Concrete Strength and Microstructure” SP132-72, 1992 Istanbul Conference
5. 김영수, 김정환, “시멘트 모르타르 경화체의 고강도화에 미치는 플라이애쉬 입자 크기의 영향”, 콘크리트학회지, Vol.6, No.5, 1994



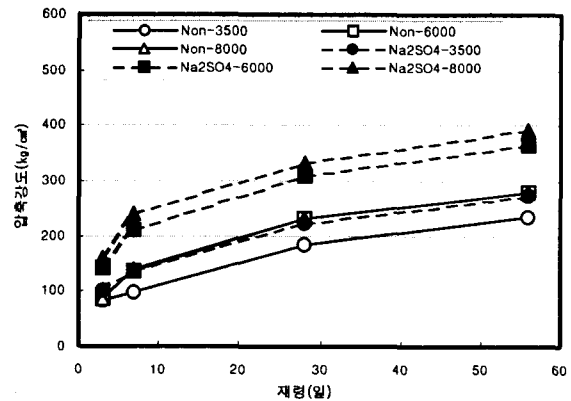
(A) 플레인



(B) 20% 치환



(C) 40% 치환



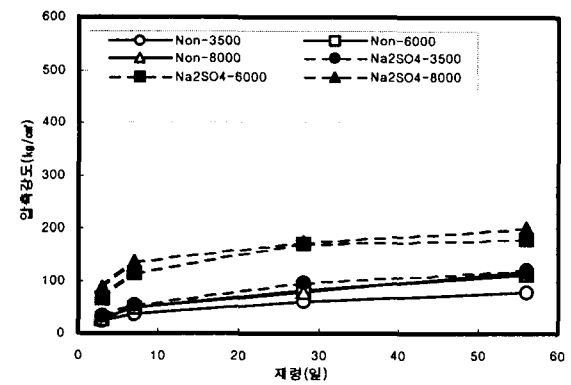
(D) 60% 치환

일 재령에서의 대폭적인 강도증진현상이 나타나며, 28일 재령이후에서는 일반수 사용 공시체와 거의 동등하거나 상회하는 결과를 나타내어, 치환율 40%에서의 강도증진효과는 그 시사하는 의미가 각별한 것이 있는 것으로 사료된다.

또한, 그림 4의 D, E에 각각 나타낸 플라이애쉬 치환율 60%과 80%에서는 황산나트륨 사용 공시체가 현저한 강도증진 효과를 나타내고 있다. 강도 증진의 정도는 60% 치환시, 28일 재령에서 분말도 3500, 6000, 8000 cm^2/g 각각 20.6, 33.2, 42.5% 증진되었으며, 치환율 80%에서는 59.0, 108.6, 123.1%의 현저한 강도 증진 효과를 나타내었다.

특히, 기존의 플라이애쉬 사용량 보다 극단적으로 많은 첨가율 80%에서 분말도를 6000 cm^2/g 이상으로 올리는 경우 28일 재령에서의 압축강도를 일반 수도수 사용 공시체의 80 kg/cm^2 부근에서 2배 이상인 180 kg/cm^2 까지 대폭적으로 상향시킬 수 있어 플라이애쉬의 다량 사용의 가능성을 보이고 있다.

이상의 결과들을 종합하면, 플라이애쉬를 시멘트의 혼화재로 사용할 때 그 사용량을 대폭적으로 증가시키



(E) 80% 치환

그림 4 자극제에 따른 치환율별 압축강도발현

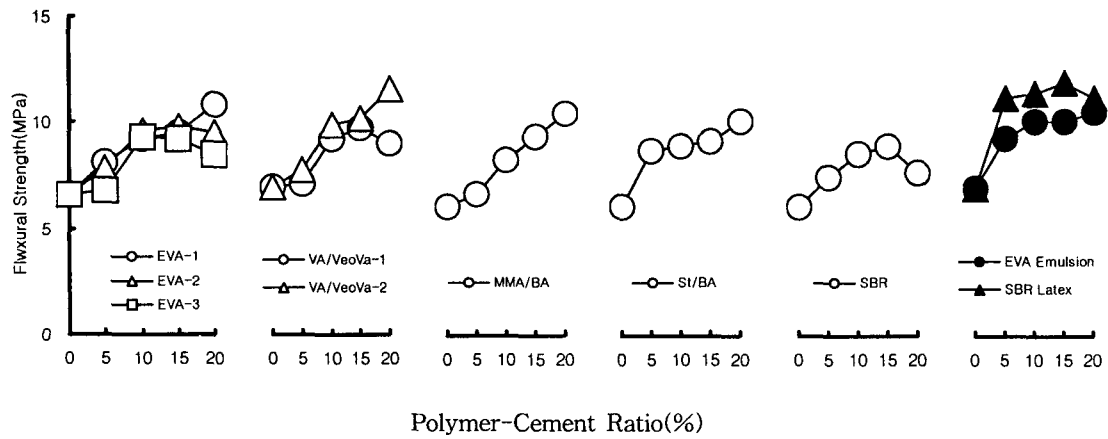


Fig. 2. 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 휨강도

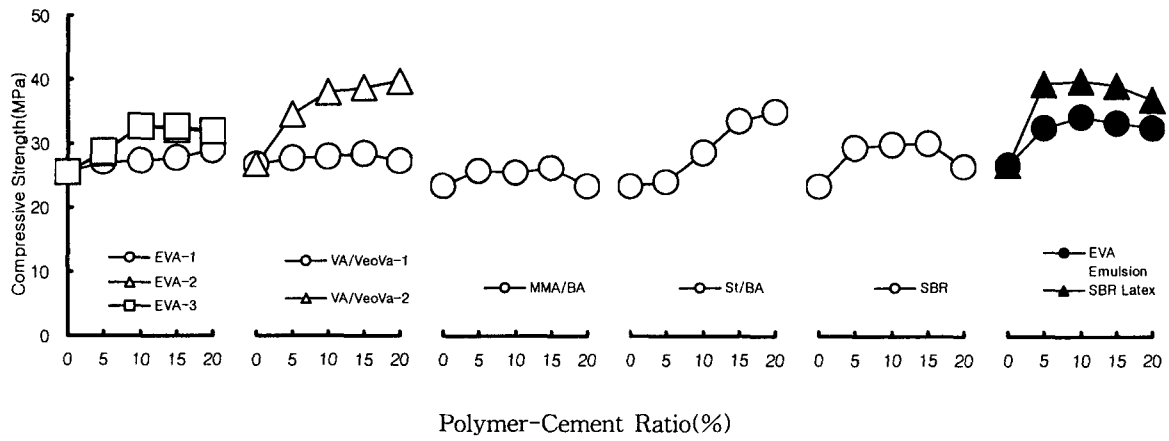


Fig. 3. 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 압축강도

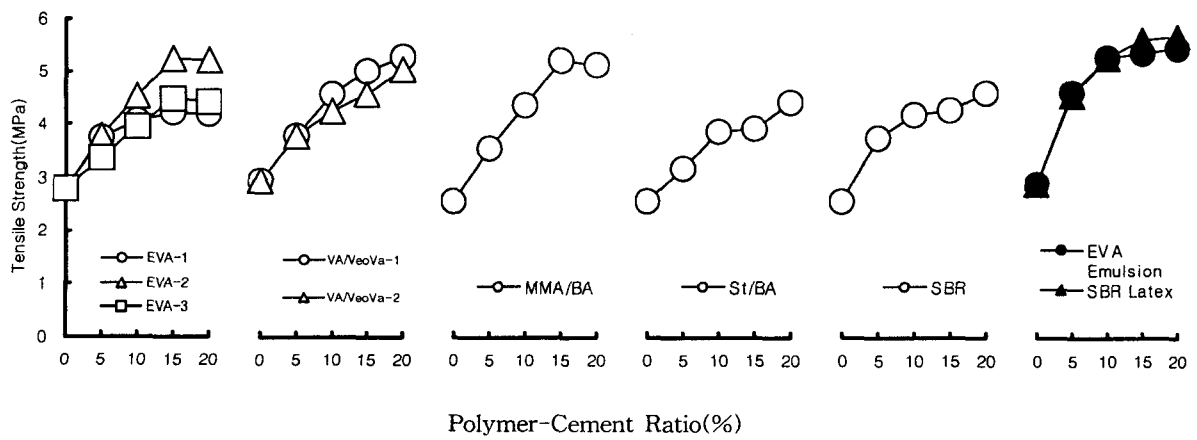


Fig. 4. 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 인장강도

Fig.5는 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 인장강도와 재유화형 분말수지의 유리전이온도와의 관계를 나타낸 것이다. 일반적으로 폴리머 시멘트 비에 관계없이 재유화형 분말수지의 유리전이온도가 높을수록 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 인장강도는 증대하고 모든 폴리머 시멘트 비에서 높은 상관성이 인정된다.²⁾

Photo. 1은 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타 중에 형성된 폴리머 필름을 주사형 전자현미경을 이용하여 촬영한 것이다. 전자현미경 사진에서 알 수 있듯이 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타 내에 완전한 폴리머 필름을 형성하고 있음을 확인할 수 있다.

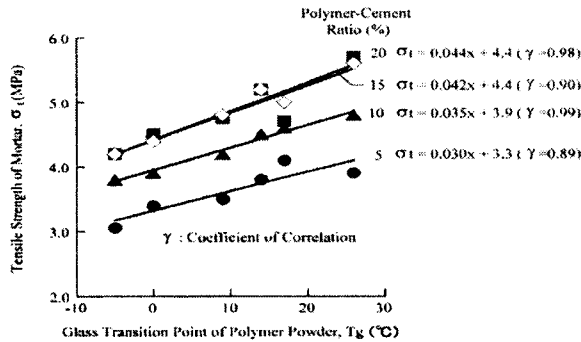


Fig.5. 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 유리전이온도에 따른 인장강도

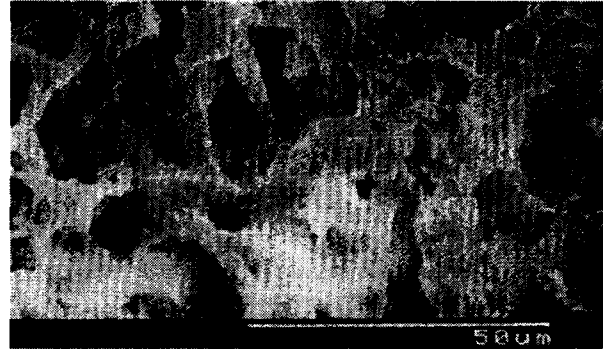


Photo.1. MMA/BA 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타 내에 형성된 연속 폴리머필름

5. 결론

본 연구의 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 휨강도, 압축강도 및 인장강도는 보통 시멘트 모르타보다 현저히 개선되며, 폴리머의 혼입에 의한 강도 개선효과는 압축강도보다도 휨강도 및 인장강도에 있어서 현저함을 알 수 있다.
- 2) 폴리머 시멘트 비에 관계없이 재유화형 분말수지의 유리전이온도가 높을수록 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 인장강도는 증대하고 모든 폴리머 시멘트 비에서 높은 상관성이 인정된다.
- 3) 일반적으로 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 강도특성은 폴리머 분산계를 혼입한 것과 거의 같은 양상을 보이고 있으며 폴리머 시멘트 비의 증가와 함께 개선된다.
이상으로부터 재유화형 분말수지를 이용한 프리패키지드(prepackaged)형 제품을 이용함으로써 현장에서의 공기단축, 인건비 절감, 시공관리의 용이성으로 인해 건축마감재료의 활용범위가 크게 확대되리라 예상된다.

참고문헌

1. 橋本 寛, 大濱嘉彦 “ポリマーセメントモルタルの強度に及ぼす養生法の影響”, 日本大學紀要, 分類A, 工學編, V.19, Mar. 1978, pp.113-119.
2. Schneider, S.I., Dewacker, D.R., and Palmer, J.G., “Redispersible Polymer Powders for Tough, Flexible Cement Mortars”, Polymer-modified Hydraulic-Cement Mixtures, STD 1176, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1993, pp.76-89