

분말형 폴리머 시멘트모르타르의 강도 특성

Strength Properties of Polymer-Modified Cement Mortar

김성수* 정호섭** 이정배*** 윤하영**** 한승우****
Kim, Seong Soo Jung, Ho Seop Lee, Jeong Bae Yoon, Ha Young Han, Seung Woo

ABSTRACT

This study investigated the strength of concrete to improve construction material with polymer cement mortar. Some mixtures composed of Styrene-Butadiene Rubber(SBR) and Ethylene Vinyl Acetate(EVA) Poly Vinyl Alcohol(PVA) were studied. The three mixtures carried out the physical, mechanical test to determine its properties which include : compressive, flexural, bond strength test. The test results show that the compressive strength was increased at long-term age when compared to early ages for increasing polymer contents. It was found that flexural strength and bond strength became larger as polymer to cement ratio became higher.

1. 서론

철근 콘크리트 구조물은 시간이 경과함에 따라 하중 및 환경조건의 변화 등으로 인하여 성능이 저하되어 제 기능을 발휘하지 못하므로 보수 및 보강을 필요로 하게 된다. 구조물의 보수 및 보강 재료로서 가장 많이 사용되는 보통포틀랜드시멘트 모르타르 및 콘크리트는 사용이 편리하고 가격이 저렴한 반면 인장, 휨 및 부착강도가 작아 이를 보완하기 위해 보통포틀랜드시멘트에 폴리머를 혼입하는 방법이 널리 이용되고 있다. 특히 폴리머는 종류 및 용도가 다양하여 가변성 있게 사용할 수 있는 고성능 재료로 평가됨에 따라 건설 산업 분야에서 많은 관심을 불러일으키고 있는 신 건설재료로서 많은 연구자들에 의해 그 특성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 수입되고 있는 분말형 폴리머 중에서 폴리비닐 알코올(Poly Vinyl Alcohol, PVA), 에틸렌 비닐 아세테이트(Ethylene Vinyl Acetate, EVA) 및 스티렌-부타디엔 러버(Styrene Butadiene Rubber, SBR)를 사용하여 각각의 혼입율을 4단계로 달리하여 제조한 폴리머시멘트 모르타르의 강도특성을 폴리머를 사용하지 않은 보통포틀랜드시멘트 모르타르의 강도특성과 비교 고찰하였다.

* 정회원, 대진대학교 건설시스템공학과, 부교수

** 정회원, 대진대학교 건설시스템공학과, 초빙교수

*** 정회원, 삼영유화산업(주) 개발사업팀 팀장, 공학석사

**** 정회원, 대진대학교 토목공학과, 석사과정

2. 실험개요

2.1 사용재료

(1) 시멘트 : 국내 S사에서 제조된 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며 그 화학성분 및 물리적 특성은 표 1과 같다.

표 1 보통포틀랜드시멘트의 화학성분 및 물리적 성질

SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	강열감량 (%)	비중	비표면적 (cm ² /g)
21.7	5.7	3.2	63.1	2.8	2.2	1.3	3.15	3,280

(2) 골재 : 비중 2.61이며, 흡수율 0.91%인 규사 6호를 사용하였다.

(3) 폴리머 : 3종류의 분말형태의 폴리머 중 수용성 폴리머인 폴리 비닐 알코올(PVA)과 재유화형 폴리머인 에틸렌 비닐 아세테이트(EVA) 및 스티렌-부타디엔 러버 (SBR)를 사용하였으며, 각각의 일반적인 성질은 표 2 및 표 3과 같다.

표 2 수용성 폴리머의 성질

종류	겉화도 (%)	휘발분 (%)	화학 잔류분 (%)	점도(4% 용액) (cps)	pH (4% 용액)
PVA	87.3	2.6	0.38	24.2	5.1

표 3 재유화형 분말 폴리머의 성질

종류	형태	입자크기 (μ m)	유리온도 ($^{\circ}$ C)	pH (10% 수용액) (20 $^{\circ}$ C)
SBR	백색분말	85	-5	5.6
EVA	백색분말	400	0	9.1

2.2. 실험방법

(1) 압축강도 : 50×50×50mm 입방체 물드를 사용하여 공시체를 제조한 후 재령 3일, 7일, 28일 및 91일에 KS L 5105에 규정된 시험방법에 준하여 압축강도를 측정하였다.

(2) 휨강도 : 40×40×160mm의 각주형 물드를 사용하여 공시체를 제작하고 성형 후 압축강도 공시체와 동일한 방법으로 양생하여 재령 28일에서 KS F 2476에 규정된 시험방법에 의하여 휨강도를 측정하였다.

(3) 부착강도 : 압축강도가 약 50MPa인 콘크리트로 600×600×100mm인 바탕콘크리트 시험체를 제작한 후 모르타르를 5mm두께로 도포하여 재령 7일, 14일, 28일, 56일에 40×40mm크기의 어태치먼트(Attachment)를 부착하여 KS F 4715(얇은 나무리용 벽 바름재), JIS A 6909(박층마감도재), JIS A 6910(박층마감도재)의 부착력 시험방법에 준하여 측정하였다.

2.3 모르타르배합

시멘트:규사의 중량비를 1:2.45로 고정하고 폴리머의 종류별로 폴리머-시멘트비를 1~4%로 달리하여 일정한 워커빌리티를 유지하기 위해 분말소포제를 사용하여 공기량을 4.5±1.5%로 유지하였으며 플로우값을 170±5mm로 유지되도록 물-시멘트비를 조절하여 폴리머시멘트 모르타르를 각각 제조하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 압축강도

각종 분말형 폴리머의 종류별로 혼입율을 달리하여 제조한 폴리머시멘트 모르타르의 재령별 압축강도를 측정하여 보통포틀랜드시멘트 모르타르의 압축강도에 대한 강도비로서 나타낸 것이 그림 1이다. 그림들에서 알 수 있듯이, 폴리머의 종류에 관계없이 재령 7일까지는 모든 배합에서 보통포틀랜드시멘트 모르타르의 압축강도보다 낮은 값을 나타내었으나 그 이후의 재령에서는 혼입율과 종류별로 각각 다른 경향을 나타내었다. 특히 폴리머-시멘트비가 4%인 경우에는 폴리머의 종류에 관계없이 모든 재령에서 기준모르타르의 압축강도보다 낮은 값을 나타냄으로서 폴리머 혼입율의 최적값이 존재하는 것을 알 수 있었다. 폴리머의 종류별로 비교해보면 재유화형인 SBR과 EVA 모르타르의 경우 재령 28일까지 증가하였지만 그 이후에는 감소하는 경향을 보여준 반면 수용성 분말형인 PVA 모르타르의 경우 재유화형 폴리머 모르타르에 비해서 재령 28일까지는 압축강도가 비교적 작았으나 시간이 경과함에 따라 일률적으로 증가하는 경향을 보여주고 있다.

이와 같은 압축강도 발현특성을 나타내는 이유는 시멘트의 수화반응과 거의 동시에 이루어지는 폴리머 필름의 형성 작용으로 인하여 모르타르 내부의 수분증발을 억제하여 수화작용이 장기간에 걸쳐 진행되어짐에 따라 초기 재령에서의 강도는 감소하는 반면에 장기 재령으로 갈수록 강도가 회복되는 것으로 생각된다. 한편 초기재령에서 압축강도가 보통포틀랜드시멘트 모르타르에 비하여 강도가 감소하는 이유는 폴리머-시멘트비가 커질수록 압축응력을 부담하는 시멘트 수화물의 강도가 작아짐과 동시에 수화반응시 형성된 폴리머 필름이 젤에 가까운 상태로 수분을 다량 함유하고 있어 시멘트 수화물과 골재간의 접착력이 떨어지기 때문이라고 사료된다.

3.2 휨강도

그림 2는 폴리머의 종류별 폴리머-시멘트비에 따라 재령 28일에 휨강도를 측정하여 보통포틀랜드시멘트 모르타르에 대한 강도비로서 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, SBR 및 EVA 모르타르의 경우 폴리머-시멘트비가 증가 할수록 휨강도가 증가한 반면 PVA 모르타르의 경우에는 오히려 감소하는 결과를 보여주었다. 한편

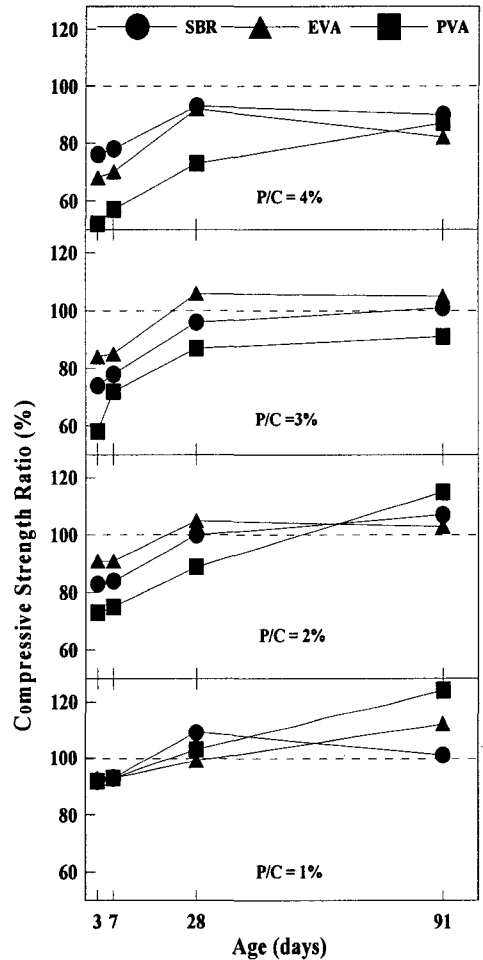


그림 1 폴리머시멘트모르타르의 재령별 압축강도비

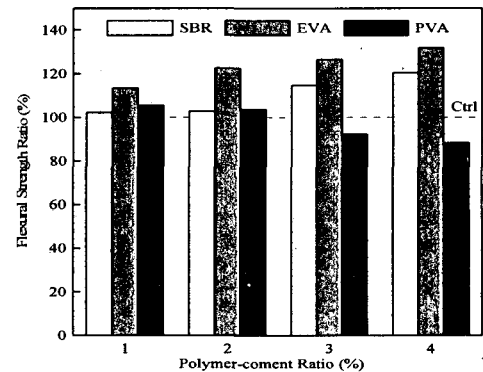


그림 2 폴리머시멘트모르타르의 휨강도비

폴리머-시멘트비에 관계없이 SBR 및 EVA모르타르의 휨강도는 보통포틀랜드시멘트 모르타르보다 크게 나타났으며, 특히 폴리머-시멘트비 4%인 EVA모르타르의 경우 기준 모르타르의 경우보다 약 30% 크게 나타난 것을 알 수 있었다. 이는 폴리머시멘트 모르타르 중에 형성되는 폴리머 필름에 의한 폴리머의 인장강도 부여 및 시멘트 수화물과 골재간의 부착이 현저히 개선되었기 때문이라 사료된다.

3.3 부착강도

이번에는 폴리머의 종류별, 폴리머-시멘트비를 변화시켜 제조한 폴리머시멘트 모르타르의 부착강도를 보통포틀랜드시멘트 모르타르의 부착강도에 대한 강도비를 재령별로 나타낸 것이 그림 3이다. 재령에 관계없이 폴리머-시멘트비 1%인 SBR 모르타르의 경우를 제외한 모든 배합에서 보통포틀랜드시멘트 모르타르의 부착강도보다 높은 결과를 나타내었으며, 특히 PVA모르타르의 경우 혼입율에 관계없이 가장 우수한 결과를 나타내었다.

이와 같이 폴리머의 혼입율에 관계없이 폴리머시멘트 모르타르가 기준 모르타르보다 큰 부착강도를 나타내는 것은 다른 재료들 사이에서의 필름 형성으로 인하여 폴리머시멘트 모르타르와 모체콘크리트 사이의 계면에 발생하는 결합력이 상승한 것으로 사료된다.

4. 결론

폴리머-시멘트비에 따른 각종 분말형 폴리머를 사용하여 제조한 모르타르의 강도특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 초기 재령에서 시멘트의 수화반응과 거의 동시에 이루어지는 폴리머 필름의 형성작용으로 인하여 모르타르 내부의 수분증발을 억제하여 압축강도는 감소하는 반면 장기 재령으로 갈수록 강도가 회복되는 경향을 나타내었다.
- (2) 각종 폴리머 모르타르의 휨 및 부착강도 실험결과, 폴리머-시멘트비가 증가함에 따라 휨강도가 증가하였으며, 폴리머의 종류 및 폴리머-시멘트비에 관계없이 거의 모든 배합에서 보통포틀랜드시멘트 모르타르보다 우수한 결과를 나타내었다.

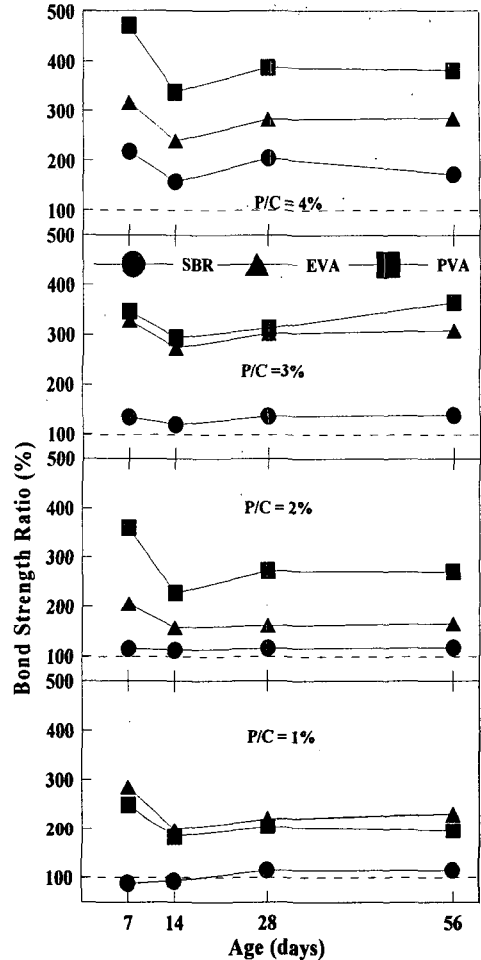


그림 3 폴리머시멘트 모르타르의 부착강도비

참고문헌

1. 연규석, 주명기, 정중호, 김성기, 이지원(2005), 재유화형 폴리머 분말수지 혼입 폴리머-시멘트 모르타르의 건조수축 및 강도특성, 한국콘크리트학회논문집, 제 17권 1호 537p ~ 540p
2. 關野一男(1993), 超速硬ポリマーセメントコンクリートの調合設計法の提案, 材料, Vol. 42, No. 480, pp. 1121-1127.4.