

폐고무분말을 혼입한 UP 폴리머모르타르의 경화수축 및 부착강도

Adhesive Strength and Setting Shrinkage of UP Polymer Mortar Intermixed with Waste Rubber Powder

연 규 석 · 김 남 길 · 최 중 윤 · 백 종 만*

Yeon, Kyu-Seok · Jin, Nan-Ji · Choi, Jong-Yun · Beck, Jong-Man

Abstract

In this study, the MMA-modified paste mixed waste rubber powder, which has a small elastic modulus and a large modification, was produced by using the soft unsaturated polyester resin(UP) as a binder. Then the adhesive properties according to the matrices in both underwater and air-dry conditions and the hardening shrinkage according to the contents of shrinkage reducing agent(SRA) and of MMA were surveyed. The experimental results show that, regardless of humidity of matrices the adhesive strength of polymer concrete was larger than cement concrete. the adhesive strength of MMA content of 20% was larger than MMA content of 30%. regardless of matrix materials the adhesive strength in water condition were 20~30% comparing with the air-dry condition. The case of MMA content of 20% showed the largest adhesive strength. In the hardening shrinkage experiment, the hardening shrinkage reduced as MMA and SRA contents increased, and the decrease of the hardening shrinkage by SRA was larger.

1. 서 론

불포화 폴리에스터 수지(UP)는 가격에 비해 우수한 성능으로 폴리머 모르타르의 결합재로서 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 불포화 폴리에스터 수지는 상온에서 점성이 높아 소요의 작업성을 얻기 위해서는 고가인 결합재량을 많이 필요로 하며, 특히 저온에서는 점도가 급격히 떨어져 작업이 거의 불가능한 단점이 있다. 또한 결합재의 점도를 낮추어 작업성을 개선할 목적으로 스틸렌 모노머를 첨가하여 사용하기도 하나 이는 강도저하의 원인이 되기도 한다. 또한 폴리머 모르타르는 강도가 높은 반면에 취성이 약한 단점이 있다. 한편, 페타이어 등에 의한 폐고무 발생량은 매년 꾸준히 증가하며 있어 이의 효과적인 재활용 방법이 제시되어야 한다.

본 연구에서는 폴리머 모르타르의 취성을 개선하기 위해 MMA첨가 연질 불포화 폴리에스터 수지를 결합재로 하고 폐고무분말을 혼입한 폴리머 모르타르를 제조하고 이에 대한 경화수축 및 부착강도 특성을 고찰하였다.

2. 사용 재료

2.1 결합재

결합재로는 A사의 연질 불포화 폴리에스테르 수지(unsaturated polyester resin)를 사용하였으며, 수축량을 감소시키기 위하여 열가소성인 폴리스티렌을 스틸렌 모노머에 용해시킨 수축저감제(shrinkage reducing agent)를 사용하였다.

2.2 MMA(Methyl Methacrylate) 및 개시제

국내 H사의 MMA를 사용하였고, 촉진제로서는 옥탄산 코발트 8%인 mineral turpentine 용액 (CoOc), 촉매제로서는 메틸에틸케톤 프록사이드(MEKPO) 55%인 DMA용액을 사용하였다.

2.3 충전제 및 고무분말

충진재로는 입자크기가 1-30 μ m, 분말도 2,500-3,000cm³/g, 수분함량 0.1%미만인 중질 탄산칼슘을 사용하였고, 고무분말은 고무 98.8% 이상, 수분1% 이하, 분말도 1.2-0.6mm의 폐고무분말 을 사용하였다.

3. 시험 방법

3.1 공시체 제작

공시체 제작은 KS F 2419(폴리에스테르 레진 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법)에 의하여 제작하였다. 가사시간 및 건조수축에 사용한 결합재 조성 및 폴리머 모르타르의 배합비는 Table 1과 같다.

Table 1 폴리머 모르타르의 배합비

Binder formulations by mass				Mix proportions by mass (%)		
%		phr*		Binder	Filler	Rubber
MMA	UP	SRA	Initiator contents			
0	90	0	1.5	76.9	11.5	11.5
10	80	10				
20	70					
30	60					
40	50					

Note : Binder content 10% fix ; MMA = methyl methacrylate ; UP = Unsaturated polyester resin ; SRA = Shrinkage reducing agent ; phr* = parts per hundred parts of resin

3.2 경화수축

경화수축은 Ohama-Demura 방법에 의해 측정하였는데 시험체의 크기는 7×7×32cm이고 정밀도 0.005mm 인 LVDT를 제작된 실험체 양 끝에 각각 설치하여 시간별 변위를 측정하였다. 변위값은 Data Logger로 타설 후 초기 3시간은 10분에 한번씩 나머지 21시간은 30분에 한번씩 총 24시간의 경화수축을 연속적으로 측정하였다.

3.3 부착강도

부착강도는 KS L 1206(시멘트에 대한 타일의 부착 강도 측정 방법)에 준하여 실시하였다. 시험체의 크기는 4×4cm의 정사각형 모양이고 두께는 3mm로 하였으며, 접착지그와 시험체의 부착은 에폭시를 사용하였다. 부착강도 시험은 국내 H사의 디지털 타일인발 시험기로 측정하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 경화수축

Fig.1은 MMA첨가량에 따른 경화수축을 나타낸 그래프이고, Fig.2는 SRA첨가량에 따른 경화수축을 나타낸 그래프이다. 경화수축은 MMA첨가량에 관계없이 수축저감제(TP)의 첨가량이 많아질수록 감소하는 경향을 나타내었고, 수축저감제량에 관계없이 MMA 첨가량이 많아질수록 경화수축이 감소하는 경향을 나타내었는데, 수축저감제에 의한 경화수축 감소 효과가 MMA 첨가량에 의한 경화수축보다 더 크게 나타난 것을 알 수 있었다.

4.3 부착강도

Fig. 3 a는 모재가 시멘트 콘크리트일 경우 기건상태 및 수중에서의 MMA첨가량에 따른 부착강도를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 기건 및 수중의 작업환경에 관계없이, MMA첨가량이 20% 일 경우 부착강도가 가장 크게 나타났으며 MMA첨가량 20%를 기준으로 MMA첨가량이 20%보다 큰 경우에는 MMA첨가량의 증가에 따라 부착강도가 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 20%보다 작은 경우에는 MMA첨가량이 감소할수록 부착강도가 감소하는 경향을 나타내었다. 한편, MMA첨가량에 관계없이 수중에서의 부착강도는 기건상태에서의 약 40-50%정도를 나타내었다.

Fig. 3 b는 모재가 폴리머 콘크리트 일 경우 기건상태 및 수중에서의 MMA첨가량에 따른 부착강도를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 기건 및 수중의 작업환경 및 MMA첨가량에

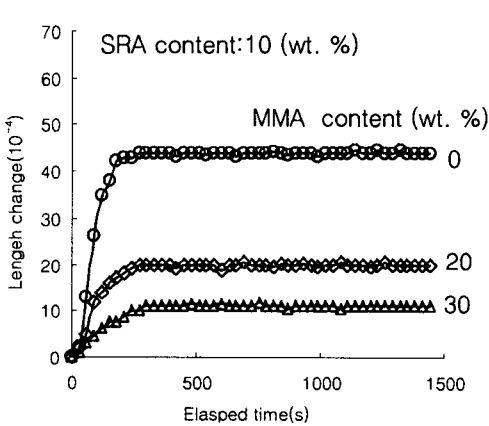


Fig. 1 MMA첨가량에 따른 경화수축

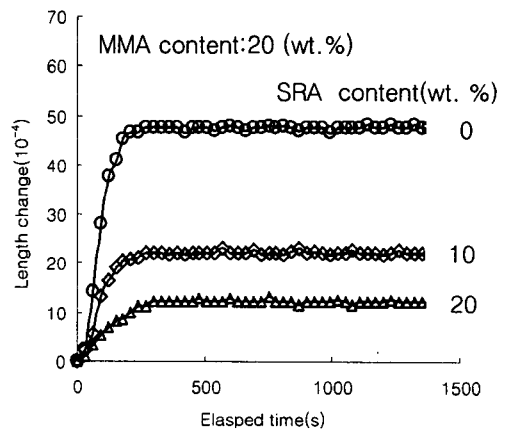
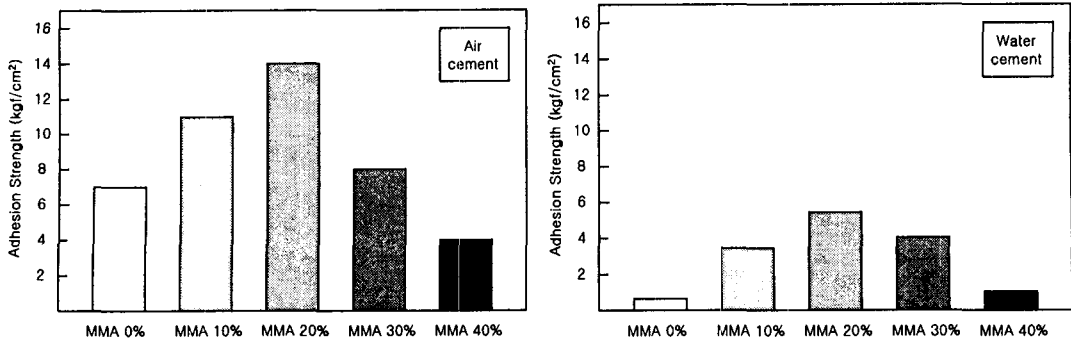
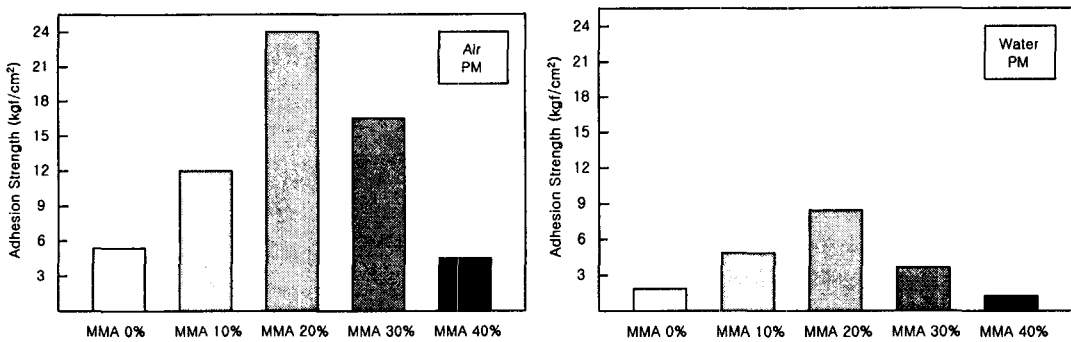


Fig. 2 SRA첨가량에 따른 경화수축



a) 시멘트 콘크리트 모재



b) 폴리머 콘크리트 모재

Fig.3 MMA첨가량에 따른 부착강도 특성

다른 부착강도 특성은 Fig. 3 a의 모재가 시멘트 콘크리트인 경우와 매우 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 모재가 폴리머 콘크리트 일 경우에는 모재가 시멘트 콘크리트인 것에 비해 기건이나 수중의 작업환경이나 MMA첨가량에 관계없이 약 1.5배의 부착강도를 나타내었다.

5. 결론

본 연구는 폐고무분말을 혼입한 UP 폴리머모르타르의 경화수축 및 부착강도에 관한 실험적 연구로 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 경화수축은 MMA첨가량 및 수축저감제 첨가량의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었는데 수축저감제에 의한 경화수축효과가 MMA에 의한 경화수축 효과보다 크게 나타났다.
2. MMA 첨가량의 증가에 따라 부착강도는 수중과 기건의 양생조건에 관계없이 MMA 첨가량 20%에서 최고의 값을 보여주었으며, 그 이후에는 점차적으로 감소하는 경향을 보였다.
3. 수중에서의 부착강도는 기건상태의 약 40-50%정도의 값을 나타내었고, 모재가 폴리머 콘크리트인 것이 시멘트 콘크리트인 것의약 1.5배 정도 나타났다.