

콘크리트 보수용 폴리머 복합재료의 기초적 성질

Fundamental properties of polymer composite materials for concrete repair

지 경 용* 연 규 석** 이 윤 수*** 전 철 수*

Ji, Kyung Yong Yeon, Kyu Seok Lee, Youn Su Jun, Chul Soo

ABSTRACT

The adhesion properties of polymer cement mortars for cement concrete repair were evaluated with respect to polymer-cement ratios and the surface conditions of cement concrete substrate. Styrene-butadiene rubber (SBR) was used as an additive for polymer cement mortars.

The adhesion strength of cement mortar was smaller than that of polymer cement mortar. The adhesion strengths to the dry surfaces of substrate were larger than those to the wet surfaces, indicating that the dryness of substrate increased the adhesion strength in repairing concrete structures.

1. 서론

최근, 우리 나라에서도 피로하중, 산성비, 염해, 동결융해 작용 등 각종원인에 의해 시멘트 콘크리트 구조물의 성능 저하가 건설산업분야에 커다란 문제점으로 대두되고 있다. 일반적으로 성능이 저하된 콘크리트 구조물의 보수 재료로 폴리머 복합재료가 널리 사용되고 있다. 그러나 콘크리트 구조물의 보수 재료로서 요구되는 조건들은 매우 복잡적이며, 이 가운데서 중요한 요소 중의 하나가 접착성능이다

따라서 본 연구에서는 기존 콘크리트 구조물에 대한 폴리머 복합재료의 접착성능을 실험적으로 구명코저 한다. 사용된 폴리머 종류는 시멘트 혼화재용, 폴리머 파우더계로서 SBR를 사용하였으며, 이를 사용하여 제조된 보수용 폴리머 시멘트 모르타르는 모재인 시멘트 콘크리트를 건조, 기건 및 습윤 상태로 하여 타설 하였으며, 접착성능은 인장, 휘 및 간접전단 접착시험을 통해 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 사용 재료

- * 정회원, 강원대학교 농업공학부 대학원
- ** 정회원, 강원대학교 농업공학부 교수
- *** 정회원, 석재복합신소재제품연구센터 전임연구원

2.1.1 보수용 모르타르

폴리머 시멘트 모르타르용 재료는 결합재로서 1종 보통 포틀랜드 시멘트, 골재로서 강모래, 시멘트 혼화용 폴리머 파우더계인 SBR(Styrene Butadiene Rubber)을 사용하였다.

2.1.2 시멘트 콘크리트 모재

모재용 시멘트 콘크리트 재료로서는 1종 보통 포틀랜드 시멘트, 강모래 ($\geq 5\text{mm}$)와 부순돌($5\sim 19\text{mm}$)이 사용되었으며, 압축강도 및 휨강도는 $190, 50\text{kgf/cm}^2$ 이다.

2.2 시험체 제작

모재인 시멘트 콘크리트는 28일 양생 후 $105\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간 오븐건조(건조상태), 공기 중에서 양생(기건상태)시킨 경우와 $23\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간수중침적(습윤상태)시킨 3가지의 모재 중 인장접착 실험에는 건조상태와 습윤상태의 $7\times 7\times 2\text{cm}$ 의 모재를, 휨접착과 간접전단 실험에는 기건상태의 $6\times 6\times 24\text{cm}$ 와 $\phi 7.5\times 15\text{cm}$ 모재를 각각 준비하였다. 폴리머 시멘트 모르타르는 KS F 2476(시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 따라 제조하였으며, 그 배합비는 Table 1과 같다.

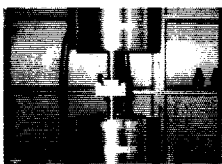
Table 1. Mix proportions of polymer cement mortars

Type of mortar	Antifoamer content (%)	Cement: Sand (by Weight)	Polymer - cement ratio (%)	Water - cement ratio (%)	Flow (mm)	Compressive strength (kgf/cm^2)	Flexural strength (kgf/cm^2)
SBR	0	1 : 3	0	70	170	281.7	86.3
			5	58	172	261.5	82.8
			10	53	169	278.7	115.4
			15	50	168	299.3	116.8
	1.0		20	50	170	273.2	117.1
			5	64	172	371.8	108.5
			10	58	167	341.6	118.6
			15	55	171	348.6	134.8
			20	55	172	305.0	127.7

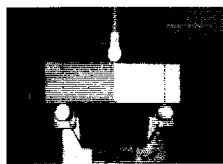
2.3 시험방법

인장접착강도, 휨접착강도 및 간접전단접착강도 시험은 KS F 4716(시멘트계 바탕 바름재), ASTM C 882(콘크리트와 에폭시수지의 부착강도 시험방법)에 제시된 방법에 의해 INSTRON 만능시험기(50t)를 이용하여 접착강도를

를 측정하였다. 또한 인장접착 강도의 실험결과는 시험 후 시험체의 파괴형태를 M(보수용 모르타르의 파괴), A(접착면 파괴), S(모재의 파괴) 3종류로 나누어 10점법으로 분석하였다.



(a) Tensile adhesion



(b) Flexural adhesion



(c) In slant(indirect) shear adhesion

Fig. 1 Test methods for adhesions

폴리머 시멘트 모르타르의 Flow값은 $170\pm 5\text{mm}$ 을 기준으로 할 때 폴리머의 혼입량이 증가할수록 단위수량이 감소하는 경향을 보여 폴리머의 혼입량이 증가할수록 작업성이 향상됨을 알 수 있었다.

3.2 인장접착강도

Fig. 2는 모재의 상태에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 접착강도와 폴리머 혼입량과의 관계를 나타낸 것으로 모재상태에 관계없이 폴리머 시멘트 모르타르의 접착강도는 폴리머의 혼입량이 증가

3. 결과 및 고찰

3.1 작업성

Table 1에서 보인바와 같이

할수록 강도가 증가하는 경향을 보였으나 모재의 상태에 대한 강도는 모재가 건조상태일때가 습윤상태인 경우에 비해 약2배정도 높은 접착강도를 나타냈다.

3.3 휨접착강도

모재의 상태를 기건으로하여 실험한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨접착의 경우 Fig. 3에서와 같이 소포제 첨가의 유무에 따른 접착강도 차이가 비교적 작게 나타났으며, 소포제 첨가에 관계없이 폴리머량이 증가할수록 강도도 점차적으로 증가하는 경향을 보였다.

폴리머 첨가량이 5%에서는 3.5~4.5배의 강도의 증가를 나타낸 반면 10%이상부터는 소포제 유무와 폴리머 첨가량에 따른 강도의 변화가 거의 나타나지 않았다. 이는 폴리머 첨가량이 10%이상부터 콘크리트 모재의 강도보다 폴리머 시멘트 모르타르의 강도가 높음에 따라 실제적으로 휨접착강도에 영향을 미치는 것이 콘크리트 모재의 강도이기 때문으로 판단된다.

3.4 간접전단 접착강도

폴리머 시멘트 모르타르의 간접전단접착강도의 경우 Fig. 4와 같이 모재를 기건상태로 하여 실험한 결과 소포제를 첨가량하지 않은 경우 폴리머 첨가량이 0%인 경우가 5, 10, 15%보다 크게 나타났으며, 소포제를 첨가한 경우 폴리머 첨가량이 증가할수록 간접전단 접착강도도 증가하였다.

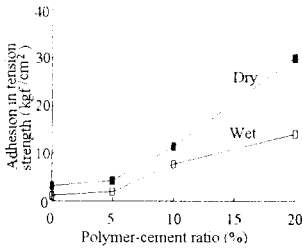


Fig. 2 Polymer-cement ratio vs. adhesion in tension strength of SBR polymer cement mortars

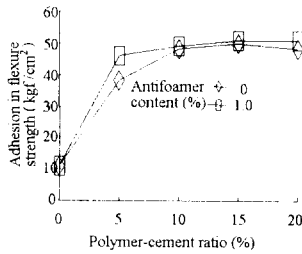


Fig. 3 Polymer-cement ratio vs. adhesion in flexure strength of SBR polymer cement mortars

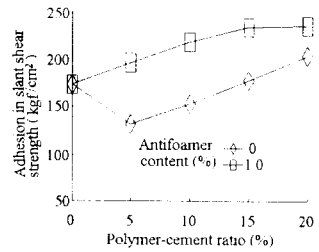


Fig. 4 Polymer-cement ratio vs. adhesion in slant shear strength of SBR polymer cement mortars

3.5 접착강도 시험시의 파괴형태

Fig. 5는 폴리머 시멘트 모르타르의 인장접착강도 시험시의 파괴 양상을 나타낸 것이다. 폴리머 시멘트 모르타르에 있어서 모재의 표면이 습윤상태일 때는 주로 접착면에서 파괴되었으며, 건조상태일 때는 보수용 모르타르가 파괴되는 양상을 보였다.

Fig. 6은 폴리머 시멘트 모르타르의 휨접착 시험시 파괴된 형태로 폴리머 시멘트 모르타르의 경우 소포제의 유무보다 폴리머 첨가량에 대한 파괴형태가 매우 잘 나타남을 알 수 있었으며, 폴리머 모르타르의 경우 모든 결합재량에서 모재의 파괴가 일어났다.

간접전단접착 시험시 파괴된 형태를 Fig. 7과 같이 폴리머 시멘트 모르타르의 경우 소포제가 첨가되지 않을 경우 폴리머 첨가량이 0, 5, 10, 15%에서 보수용 모르타르에서 먼저 파괴가 이루어 졌으나, 소포제를 첨가하였을 경우 모재에서 파괴가 일어나 보수용 모르타르로 진전되었다.

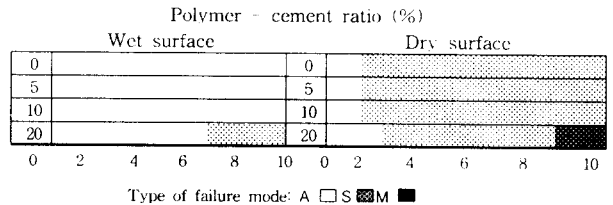


Fig. 5 Failure mode distribution of bonded mortar to polymer cement mortar

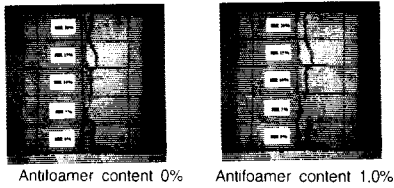


Fig. 6 Failure mode of adhesion in flexure to polymer cement mortar

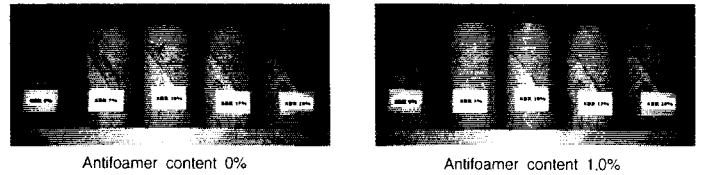


Fig. 7 Failure mode of adhesion in slant shear to polymer cement mortar

4. 결론

- (1) 인장접착에서 폴리머 시멘트 모르타르의 경우 모재의 건조에 관계없이 폴리머의 혼입량이 증가할수록 접착강도는 증가하는 경향을 보였으며, 소포제의 첨가와 모재가 건조상태인 경우가 높은 접착강도를 나타내었다.
- (2) 휨접착의 경우 폴리머 시멘트 모르타르는 소포제의 유무에 따른 강도의 차이보다 폴리머 첨가량에 따른 접착강도의 변화가 크게 나타났으며, 폴리머 첨가량이 10%이상부터, 폴리머 모르타르에서는 실험한 모든 결합재량에서 충분한 접착력을 가짐을 알 수 있었다.
- (3) 간접전단접착의 경우 소포제의 첨가 유무가 접착강도에 큰 영향을 미치며 폴리머 첨가량이 10% 이상에서는 모재의 강도에 영향을 받음으로써 충분한 접착력을 가짐을 알 수 있다.
- (4) 이러한 결과로부터 폴리머 시멘트 모르타르 및 폴리머 모르타르를 보수재료로 사용할 경우는 모재의 표면부를 건조상태로 하는 것과 폴리머 시멘트 모르타르는 소포제를 첨가하는 것이 매우 중요함을 알 수 있었다.
- (5) 본 연구는 폴리머의 종류별 혼입량과 모재의 건조상태를 변화시켜 접착강도에 미치는 영향을 구명키 위해 수행된 연구로서, 범용화를 위해서는 장기적 거동 특성, 경화수축 및 열팽창 특성 등에 대한 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 석재복합 신소재 제품 연구센터의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) Ohama, Y., Demura, K., Pareek, S. N., "Improvement in adhesion of polymethyl methacrylate mortar to wet ordinary cement concrete", Transactions of The Japan Concrete Institute, 1988, pp. 77-81.
- 2) 金完基, "再乳化形粉末樹脂混入ポリマーセメントモルタルの開発", 日本大學博士學位論文, 1997, pp.65-71.
- 3) Popovics, S. "Strength losses of polymer-modified concretes under wet conditions polymer concrete", SP-99, ACI, Detroit, 1987, pp. 165-189.