철근 도장용 폴리머 시멘트 슬러리의 부착 특성

Properties of Adhesion in Tension of Polymer Cement Slurry for Coated Reinforcing Bar

○김 현 기* 이 철 웅* 장 성 주** 김 완 기*** 소 양 섭****
Kim, Hyun-Ki Lee, Chol-Woong Chang, Sung-Joo Kim, Wan-Ki Soh, Yang-Seob

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify properties adhesive strength of polymer-cement slurry for coated reinforcing bars. The epoxy coating material is superior to performance of anti-corrosion, but lately age adhesive strength between concrete raise to structural problems
However, polymer dispersion with excellent performance of elasticity and adhesion can solve this problems. From the test results , adhesion of steel plate with polymer cement slurry using St/BA emulsion is show excellent without concerned coating thickness, and polymer cement slurry using St/BA emulsion is show adhesion in tension of 1.2~2.2MPa at polymer cement ratio 50% or more.

키워드 : 폴리머 시멘트 슬러리, 폴리머-시멘트 비, 부착강도
Keywords : polymer cement slurry, polymer-cement ratios, adhesion in tension

1. 서 론

철근 콘크리트 구조물에서 철근의 부식은 구조물의 구조적 성능을 저하시킬 뿐 아니라 구조물의 사용 수명을 단축시킨다. 이러한 철근의 부식을 방지하고 건축물의 수명을 연장시키기 위하여 방청 성능이 우수한 에폭시 도장 철근을 사용하고 있는데 이러한 에폭시 도장 철근은 부착력의 저하가 문제점으로 제기 되고 있다. 이러한 부착강도의 저하를 개선하기 위하여 연신율과 부착성능이 우수한 시멘트 혼화용 폴리머를 선정하여 사용한다면 부착강도 저하를 해결할 수 있으리라 판단된다. 따라서 본 연구에서는 폴리머의 종류, 폴리머 시멘트 비, 도막 두께를 변화 시켜 강재와 도장재간의 부착강도 및 모르타르와 도장재간의 부착성을 재령에 따라 파악하고자 하였다.

* 정회원, 전북대학교 대학원 석사과정
** 정회원, (주)삼호특수 대표이사, 전북대학교 건축공학과 박사과정
*** 정회원 전북대학교 건축공학과 강사, 공박, 공업기술연구소
**** 정회원 전북대학교 건축·도시공학부 교수 공업기술연구소

2. 사용재료

2.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산으로 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.2 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼젼

시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼젼은 아크릴 및 스티렌·아크릴산 부틸(St/BA)에멀젼을 사용하였으며 그 성질은 Table 1과 같다.

Table 1 Properties of polymer dispersion for cement modifiers

Type of polymer	Specific gravity (20℃)	pH (20℃)	Viscosity (20℃, mPa · s)	Total solids (%)
Acrylic emulsion	1.09	5.0	900	53
St/BA emulsion	1.04	7.8	850	57

2.3 소포제

시멘트에 폴리머를 혼입할 때 연행되는 기포를 제거하기 위하여 수성 폴리머 디스퍼젼에는 실리콘계 에멀젼(고형분30%)을 폴리머 고형분 중량에 대하여 1%첨가하였다.

2.4 철근

철근은 KS D 3504 「철근 콘크리트용 봉강」에 따라 I사에서 생산한 D19철근을 사용하였다.

2.5 연강판

도장재 시험용 철판은 KS M 5000의 시험방법 1111「도료 시험용 철판의 제작 방법」에 규정된 철재의 연강판을 사용하였다.

Table 2 Mix proportions of polymer cement slurry

Type of slurry	Polymer-cement ratio, P/C(%)	Water-cement ratio, W/C(%)	Coated thickness of one coating (μm)	Coated thickness of two coating (μm)
Unmodified	0	66	250	500
St/BA-modified	50	44.3	337	600
	100	88.6	297	553
	150	133	267	513
	200	177	250	490
	250	221	200	371
	300	266	172	340
Acryl-modified	50	37	340	683
	100	75	317	617
	150	113	210	483
	200	150	173	395
	250	188	150	305
	300	226	140	294

3.실험방법

3.1 시편제작 및 양생

본 시험에서의 폴리머 시멘트 슬러리의 배합표는 Table 2와 같으며 시멘트 혼화용 폴리머를 시멘트 중량에 대하여 고형분 중량이 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300%가 되도록 하였다. 그리고 연행되는 공기포를 제거하기 위해서 소포제를 폴리머 고형분에 대하여 1%첨가하였다. 폴리머 시멘트 슬러리 도장재의 코팅방법은 침적도장에 의해 실시하였으며 3분간 손비빔한 후 도장을 하였다. 처음 도장한 시편을 실험실(온도:20±1℃, 습도:70±5%)에 양생시킨 뒤 1일 경과 후에 두 번째 코팅을 실시하였다. 최종작업 후 시험편은 7, 14, 28일간 양생(온도:20±1℃, 습도:70±5%)후 시험을 실시하였다.

3.2 도장두께 측정 및 겉보기 관찰

길이 10cm의 D19 철근을 침적도장 시킨 후 3일 양생(온도:20±1℃, 습도 70±5%)후에 Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 도장 두께를 한 시편 당 15개소를 측정하여 평균값으로 하고 크랙의 유무를 관찰하였다.

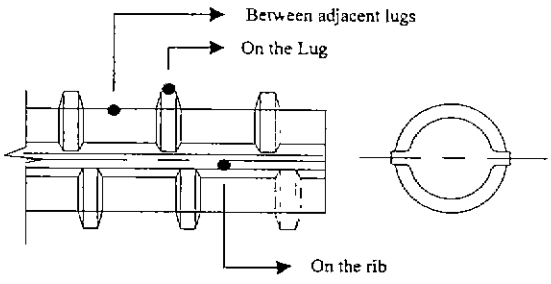

Fig. 1 The Determination Part of Coated Thickness in Deformed Bar

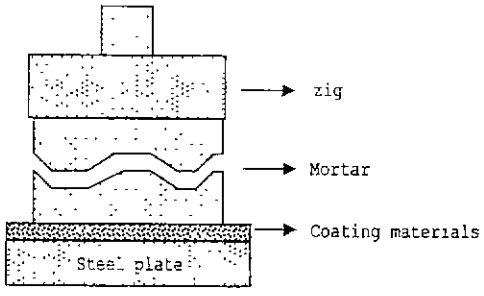

Fig. 2 Illustration of Determination of adhesion

3.3 강재와의 부착성

KS M 5250 「에폭시 분체도료」 규격에 준하여 연강판에 도포된 각 도포재를 예리한 칼날로 가로, 세로 각각 6개의 줄을 2mm 간격으로 그어 25개의 구획을 만들고 그 위에 넓이 30mm의 셀로판테이프를 붙여 일격에 떼어낸 후 도막 상태를 관찰하였다. 그리고 셀로판 테이프를 떼어냈을 때 총 구획수(25개)중에 떨어지지 않고 남아 있는 구획의 개수를 강재와의 부착 강도로 정하여 그래프로 나타내었다. 재령 7, 14 및 28일에 있어서 폴리머 시멘트 슬러리의 강재와의 부착강도 시험을 실시 하였다.

3.4 모르타르와 도장재간의 부착성

콘크리트와 도장재간의 부착성 실험으로 압연강판(100×300×3mm)위에 도장된 시편을 3일간 양생(온도:20±1℃, 습도 70±5%)시킨 뒤 도장재 표면에 시멘트 1, KS 표준사 2, 물 시멘트 비 50% 배합비로 한 모르타르를 Fig. 2와 같이 집착시킨 후 14일 및 28일 양생 후 간이 인장 부착시험기로 도포재와 피복 모르타르간의 부착강도를 측정하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 도장 두께 측정 및 크랙 관찰

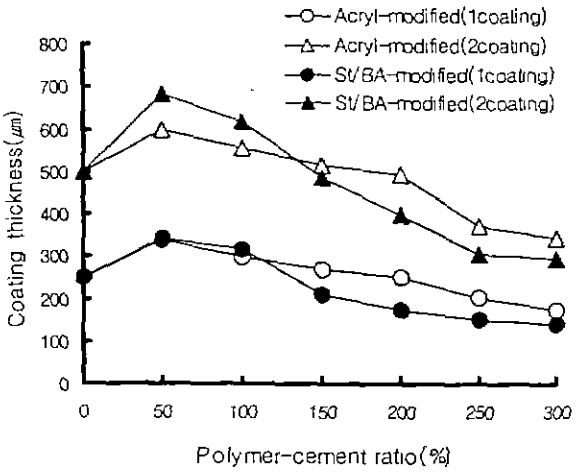

Fig.3 Coating thickness of polymer-cement slurry coated bar

Fig. 3은 폴리머 시멘트 비에 따른 도장 철근의 도장 두께를 나타내고 있다. 폴리머 시멘트 비가 증가함에 따라 도장두께는 감소하며 폴리머 시멘트 비 200%이상부터는 200㎛이하의 완만한 곡선을 나타내고 있다. 이것은 폴리머 시멘트 비가 증가함에 따라 폴리머 디스퍼젼속에 포함된 물량도 함께 증가하기 때문이며 도장두께 200㎛이하의 도장 두께는 철근의 리브 밑이 너무 얇게 도장되어 부식이 쉽게 될 가능성이 높았다 처음 코팅한 철근에 두 번째 코팅한 도장두께는 처음 코팅 두께의 약 두 배 정도로 나타났다.

4.2 강재와의 부착성 시험

Fig. 4는 아크릴 에멀젼을 혼입한 폴리머 시멘트 슬러리의 재령에 따른 강재와의 접착강도를 나타내고 있다. 1코팅과 2코팅 모두 재령 7일에는 부착강도가 거의 발현되지 않았지만 재령 14일째 부터는 셀로판 테이프를 떼어내었을 때 90%이상까지 벗겨지지 않는 강도를 나타내었다. 또한 Fig. 5는 St/BA 에멀젼을 혼입한 폴리머 시멘트 슬러리의 재령에 따른 강재와의 접착강도를 나타내고 있다. 재령 7일부터 강도가 모두 발현되어 셀로판 테이프를 떼어냈을 때 100% 떼어지지 않는 높은 접착력을 나타내었다.

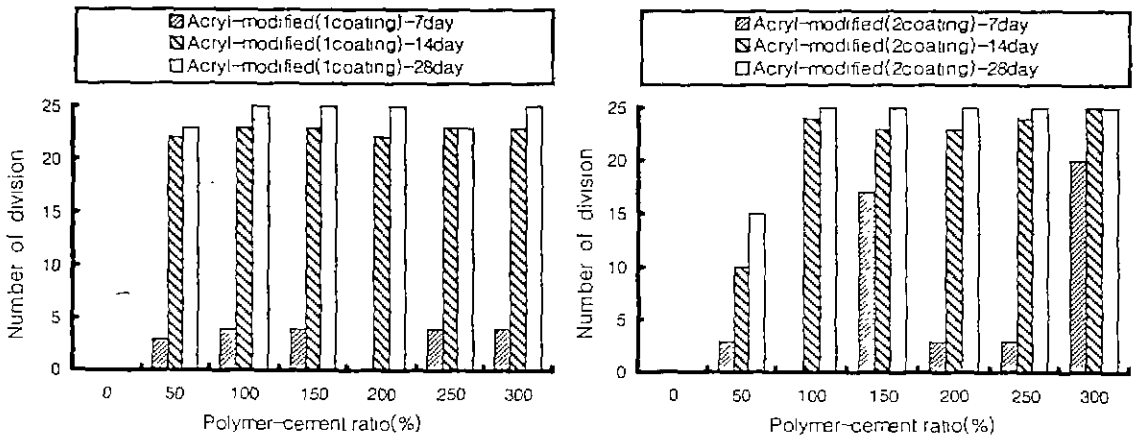

Fig. 4 Division number of acryl-modified slurry after bond test

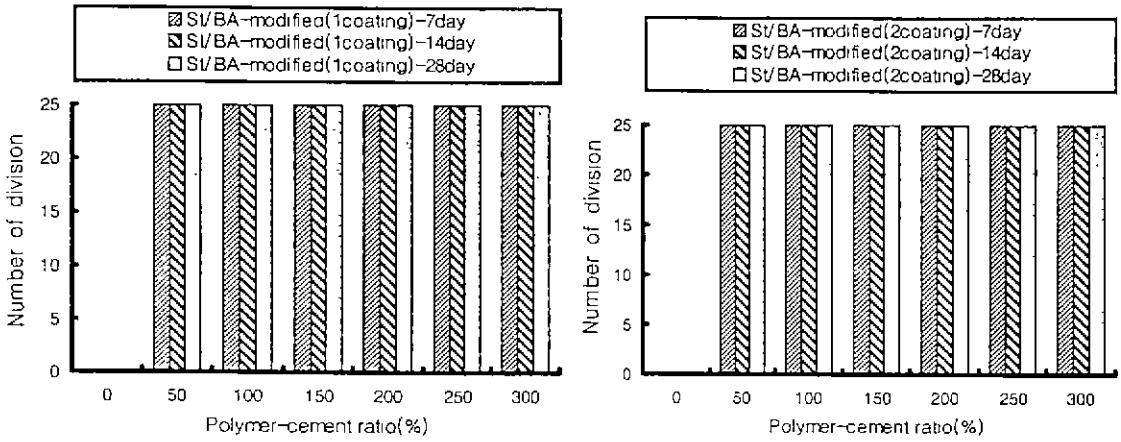

Fig. 5 Division number of St/BA-modified slurry after bond test

4.2 모르타르와 도장재간의 부착성

Fig. 5는 아크릴 에멀젼을 혼입한 폴리머 시멘트 슬러리의 폴리머 시멘트 비에 따른 도장재와 모르타르간의 부착강도를 나타내고 있다. 1코팅 했을때 아크릴 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리의 부착강도 최대치는 폴리머 시멘트 비 250%에서 1.0MPa 이며 2코팅 했을때 아크릴 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리의 부착강도 최대치는 폴리머 시멘트 비 150%에서 1.3MPa로 나타났다. 또한 폴리머 시멘트 바 150%에서 가장 높은 부착강도를 나타내고 있으며 폴리머 시멘트 슬러리의 코팅 횟수는 모르타르와 도장재간의 부착강도에 큰 영향을 미치지 못 하였다. 그리고 재령 28일의 부착강도는 재령 14일 강도의 약 두 배로 나타났다.

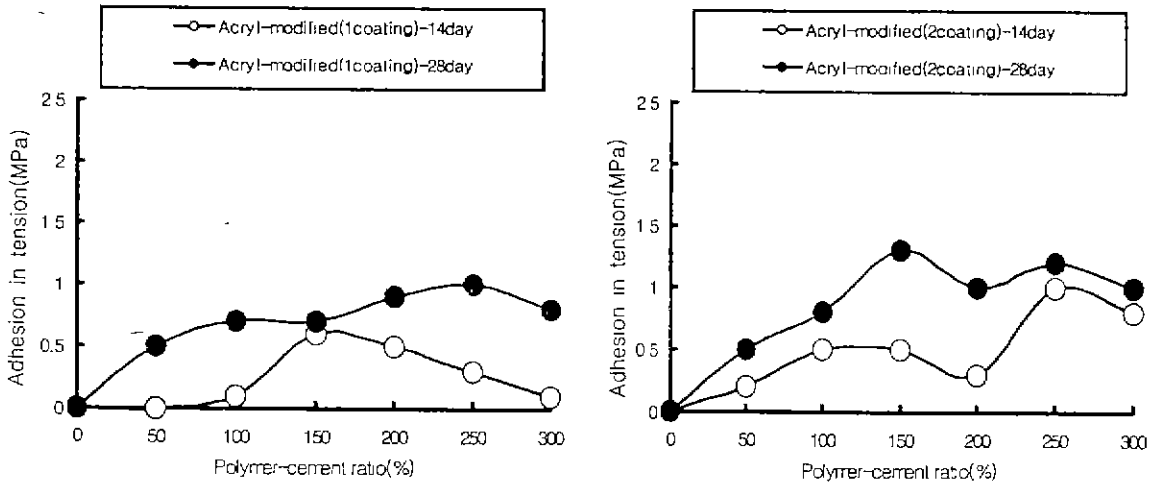

Fig. 6 Adhesion in tension of acryl-modified slurry

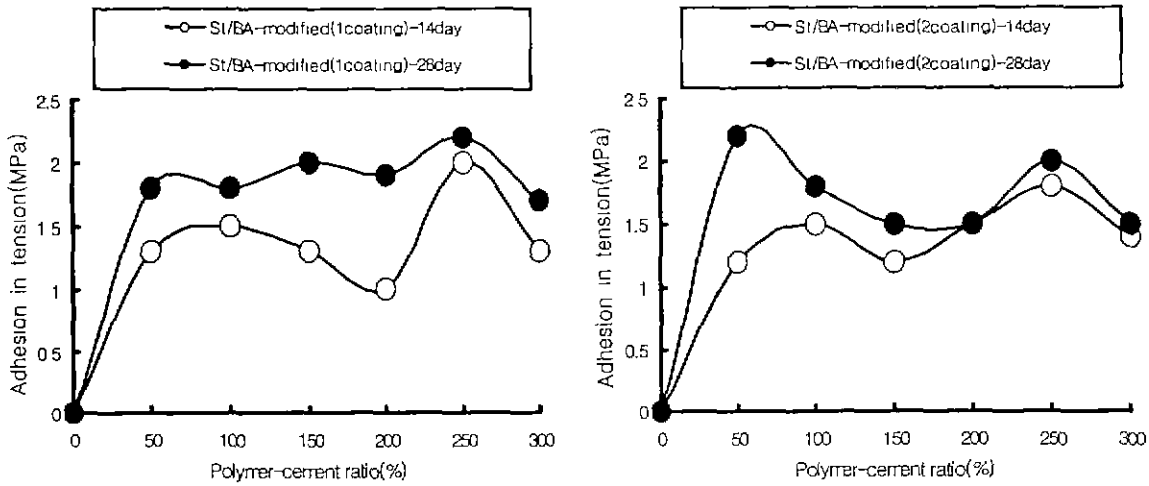

Fig. 7 Adhesion in tension St/BA-modified slurry

Fig. 6은 St/BA 에멀젼을 혼입한 폴리머 시멘트 슬러리의 폴리머 시멘트 비에 따른 도장재와 모르타르 간의 부착강도를 나타내고 있다. 폴리머 시멘트 비 50%이상에서 재령 28일 후의 St/BA 에멀젼을 혼입한 폴리머 시멘트 슬러리 부착강도는 1.2~2.2MPa의 높은 부착강도를 나타내고 있다. 그리고 재령 14일의 부착강도는 재령 28일 강도의 80%이상을 발현하고 있어 아크릴 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리 보다 강도 발현이 빨랐다. 그리고 아크릴 에멀젼과 같이 코팅 횟수는 폴리머 시멘트 슬러리의 모르타르와 도장재간의 부착성에 영향을 크게 미치지 못 하였다.

5. 결론

철근 도장용 폴리머 시멘트 슬러리의 기초적 성질에 관한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 아크릴 에멀젼과 St/BA 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리의 강재와의 부착성은 모두 우수하였고 아크릴 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리는 재령 28일에서 St/BA 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리는 재령 7일 이상에서 우수한 접착력을 보였다.

2) 코팅횟수에 관계없이, St/BA에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리는 아크릴 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리보다 높은 부착강도를 나타냈으며, St/BA 에멀젼을 사용한 폴리머 시멘트 슬러리는 폴리머 시멘트 비 50%이상에서 1.2~2.2MPa의 높은 도장재와 모르타르 사이의 부착강도를 나타내었다.

참고 문헌

1) ASTM A 775/A 775M-88a(1988), "Standard Test Method for Epoxy-coated Reinforcing Steel Bars", 1988

2) 오병환, 강영진외, "철근콘크리트부재의 부착특성에 관한 실험적 연구", 콘크리트학회지, 제2권 4호, 1990 12, pp.99-107

4) KS M 5250 "강관 및 철근용 에폭시 수지 분체도료"