

폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착 특성

Pullout Bond Characteristics of Polymer Cement Slurry Coated Rebars

김 현 기* 김 민 호* 장 성 주** 김 완 기*** 소 양 섭****
Kim, Hyun Ki Kim, Min Ho Chang, Sung Joo Kim, Wan Ki Soh, Yang Seob

ABSTRACT

Recently, epoxy-coated re-bar used to the structure partly and put to practical use step, but not economical and appeared to the defect of deterioration of long term bond strength between concrete. The method for complement the defect of epoxy coated re-bar, study of polymer cement slurry coated re-bar started and basic properties appeared to excellent, but study of bond properties embedded in concrete specimens insufficient until now.

This study attempts to examination of using possibility for bond strength of polymer cement slurry coated re-bar between concrete specimens compare to ACI Code and KS Code through pull-out test of 15cm×15cm×15cm specimens with polymer cement slurry coated re-bar as polymer cement ratio 50%,100%, 150%, coating thickness 250 μ m, 450 μ m and curing age.

In the results of this study, the bond strength of polymer cement slurry coated re-bar compare to plain re-bar, epoxy coated re-bar decreased St/BA-modified polymer cement slurry coated re-bar, but bond strength of PA-modified polymer cement slurry coated re-bar appeared to excellent results. The bond properties of polymer cement slurry coated re-bar between concrete will be obtain more precise results according to compressive strength change of concrete and re-bar diameter size.

1. 서 론

철근 콘크리트 부재는 철근과 콘크리트가 일체화되어 외력에 저항하는 역학적 기능을 가진 것으로서 철근이 콘크리트와의 경계면에서 부착작용에 의하여 성립된다.³⁾ 철근콘크리트 구조물에서 철근의 부식은 철근과 콘크리트와의 부착강도를 저하시키는 요인이 되고있다. 최근 부식방지 대책 가운데 철근에 수지를 도장하는 방법이 가장 적극적인 방안이라 할 수 있으나 도막에 따른 부착강도의 저하가 우려되어 사용의 제약을 받아왔다.⁴⁾

그러므로 도장 철근의 사용은 앞으로 불가피할 것으로 판단되며 외국에서는 에폭시 도장철근이 일부 구조물에 대해서 강제 규정을 두어 사용하도록 하고 있으며 국내에서도 90년대 초부터 연구를 시작하여 에폭시 도장철근과 콘크리트의 기본적인 부착거동에 대한 폭넓은 실험을 통해 결과를 획득하고 있으며 실용화 단계에 이르고 있지만 경제적이지 못하고 콘크리트와 장기간의 부착강도 저하라는 단점이 발생하기 시작했다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방안으로 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에 대한 연구를 시작하였으며 기초적인 성능은 우수하다고 인정되었으나 콘크리트에서 부착거동에 대한 연구는 아직까지 미흡한 상태이다.

이에 본 연구는 보통철근, 에폭시 도장철근과 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근을 콘크리트속에 매립한 다음, 인발부착실험(Pull-Out Test)을 통해 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 콘크리트에 대한 부착특성을 파악하고 이를 기초로 ACI 규정과 KS 규정상 부착강도와 비교하여 그 사용성을 검토하고자 하였다.

* 정회원, 전북대학교 대학원 석사과정
** 정회원, (주)삼호특수 대표이사, 전북대학교 박사과정
*** 정회원, 전북대학교 건축학부 강사
**** 정회원, 전북대학교 건축학부 교수

Table 3 Mix Proportions

Type of slurry	Polymer-cement ratio (%)	Water-cement ratio (%)		Antifoamer (%)
		250 μ m	450 μ m	
St/BA-1-modified	50	47	39	2
	100	78	75	
	150	120	113	
St/BA-2-modified	50	51	49	2
	100	77	75	
	150	113	113	
PA-modified	50	96	83	2
	100	140	120	
	150	170	163	

3.2. 콘크리트 배합

콘크리트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 잔골재 비중은 2.54, 굵은 골재 비중은 2.53인 19mm 이하의 쇄석을 사용하였으며, 콘크리트 배합강도는 300kgf/cm²을 사용하였다. 콘크리트의 배합은 Table 4와 같고, 잔골재의 체가름 곡선은 Fig.4와 같다.

Table 4 콘크리트 배합

단위량(kg/m ³)			
W(kg)	C(kg)	S(kg)	G(kg)
198	440	739	908

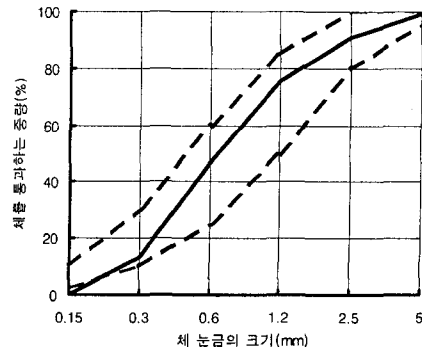


Fig.4 잔골재의 체가름 곡선

3.3. 도장두께

본 연구에서 사용한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 20cm 길이로 절단한 D22철근에 도장두께 250 μ m, 450 μ m를 목표로 도장한 것으로, 도장두께별로 철근을 세 개씩 선별하여 도장두께를 측정하였다.

예폭시 도장철근의 경우 미국재료시험기준(ASTM)에는 하나의 철근에 대해 일정한 간격으로 15회 이상 측정하도록 규정되어 있다.²⁾

측정한 결과 편차가 상당히 크게 나타났으며 측정부위 별로는 리브(rib) 바로 위가 가장 얇고, 마디와 마디사이가 가장 두꺼운 것으로 나타났다.

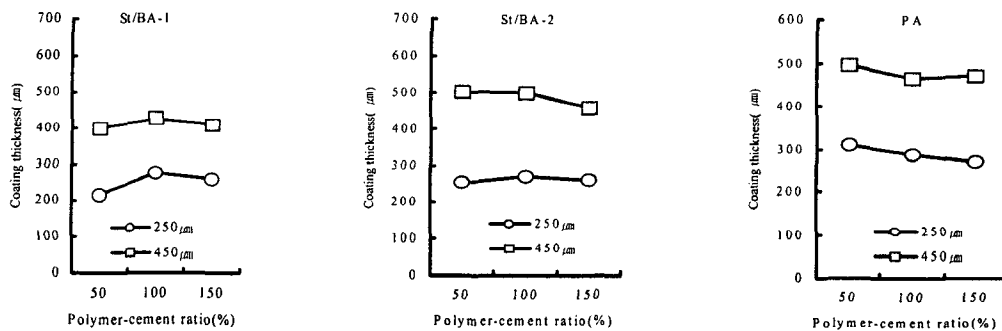


Fig.5 Coating thickness of polymer cement slurry coated reinforcing bars

3.4. 인발부착 시험(Pull-Out Test)

인발부착 시험을 위하여 폴리머 시멘트 비 50%, 100%, 150%와 도장두께 250 μ m, 450 μ m로 하여 각각

시험체를 만들어 양생기간 3, 7, 28일에 따라 15cm×15cm×15cm의 공시체속에 매립한 후 콘크리트를 타설하여 28일 수중 양생한 공시체를 만능 재료 시험기(UTM), Data logger(TDS-602)와 변위계를 이용하여 실험을 실시하였으며 보통철근, 에폭시 도장철근과 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에 대한 부착응력과 Slip을 측정하였다.

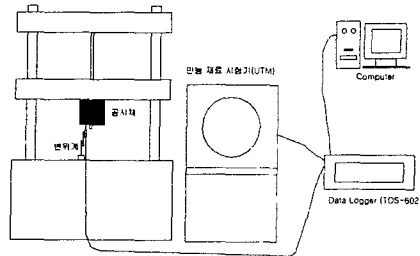


Fig.6 인발부착 시험 장치도



Fig.8 Data logger(TDS-602)

4. 실험결과 및 고찰

4.1. 3일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착특성

보통철근, 에폭시 도장철근과 비교한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 St/BA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에서는 부착강도가 낮게 나타났으며, PA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에서 부착강도가 보통철근의 80%이상을 나타내고 있으며, 특히 P/C 50%의 PA-250 μ m과 P/C 150%의 PA-450 μ m에서 보통철근보다 높은 부착강도를 나타냈다.

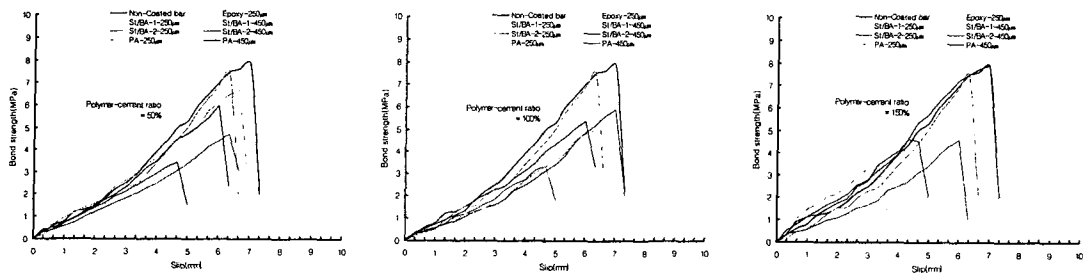


Fig.9 3일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착

4.2. 7일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착특성

St/BA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 약간의 부착강도 증진은 있었으나 보통철근에 비하여 80%이하의 낮은 부착강도를 나타냈으며, PA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 P/C 50%의 PA-250 μ m에서 보통철근과 비슷한 부착강도를 나타내고 있다.

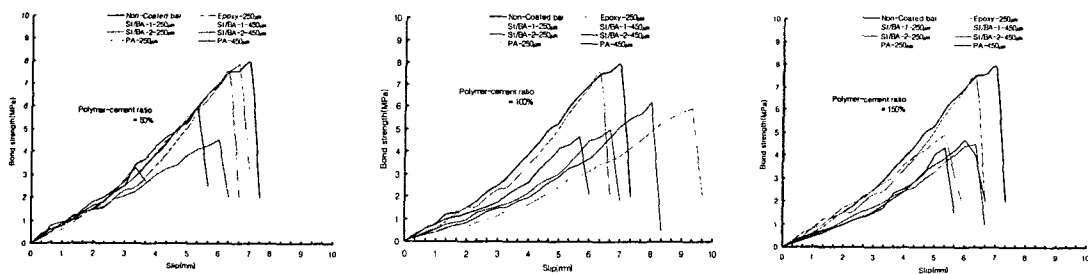


Fig.10 7일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착

4.3. 28일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착특성

St/BA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 경우 부착강도는 보통철근에 비하여 부착강도가 상당히 저하되었으며 그 양상 역시 일정하지 않다. PA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 P/C 50%, 100%의 PA-250 μ m에서 부착강도가 80% 이상을 나타내고 있다.

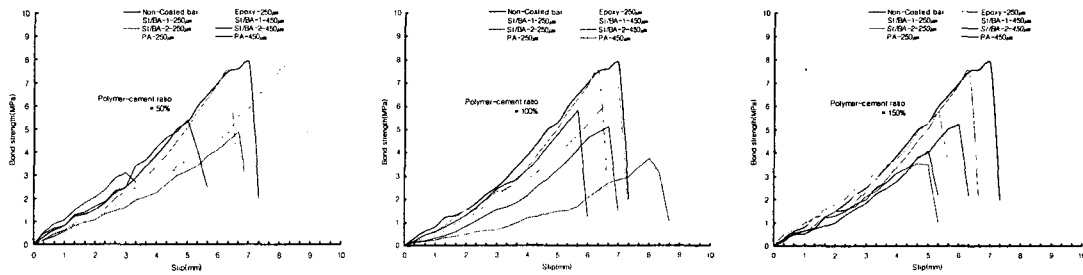


Fig.11 28일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 인발부착

Fig. 15에서 보는 바와 같이 보통철근, 에폭시 도장철근과 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 파괴양상은 모두 활렬파괴 양상을 나타내고 있으며, 에폭시 도장철근의 경우 파괴시 도장표면에 영향을 받지 않았지만 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 경우 파괴되었을 때 도장표면이 찢겨져 있었으며, 이것은 에폭시 도장철근에 비해 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근이 콘크리트와의 부착보다 높다는 것을 알 수 있다. 특히 PA-modified보다 St/BA-modified를 한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에서 도장면의 찢김 현상이 심하게 나타났다. 이는 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 도장재와 콘크리트와의 부착성과 도장재와 철근과의 부착성에 의하여 부착거동에 차이가 발생할 것으로 판단된다.



Fig.15 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 파괴형상

4.4 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 부착강도식과의 비교

폴리머 시멘트 슬러리 도장철근을 ACI Code와 KS Code의 부착강도식과 비교한 결과 St/BA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 비슷한 부착강도를 나타내고 있었으며 양생기간이 경과함에 따라 부착강도는 약간 증가하였다. PA-modified 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 규정을 상회하는 부착강도를 나타내었다.

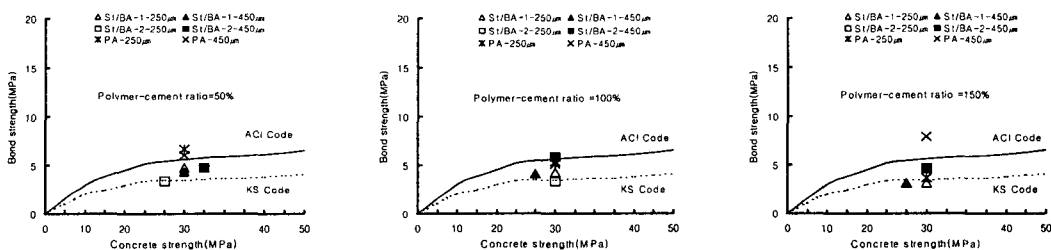


Fig.12 3일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 부착강도식과의 비교

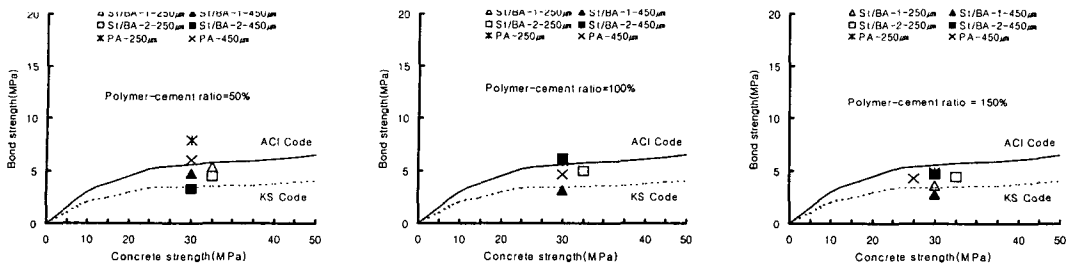


Fig.13 7일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 부착강도식과의 비교

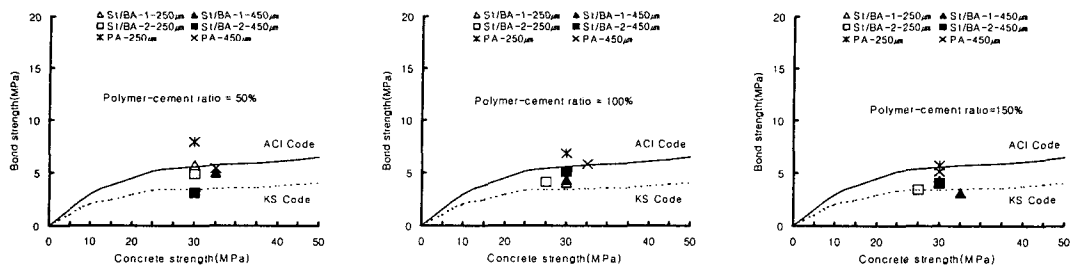


Fig.14 28일 양생한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 부착강도식과의 비교

5. 결론

- 1) 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 St/BA-modified를 한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근보다 PA-modified를 한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에서 높은 부착강도를 나타냈다.
- 2) PA-modified를 한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 보통철근의 부착강도 80%이상을 나타내었으며, 특히 도장두께 250 μ m에서 보통철근과 비슷한 부착강도를 나타냈다.
- 3) 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 상당한 부착강도 저하를 나타내고 그 양상 역시 일정하지 않으며 특히 St/BA-1-modified는 매우 낮은 부착강도를 나타내고 있다.
- 4) St/BA-2-modified를 한 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근에서 P/C 100%, 도장두께 450 μ m에서 부착강도가 양생기간에 따라 증진됨을 볼 수 있다.
- 5) 콘크리트 파괴양상은 모두 할렬파괴를 보였으며, 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근은 도장표면이 찢겨지는 현상이 발견되었으며, 특히 St/BA-modified가 PA-modified보다 도장면의 손상이 더 크게 나타났다. 그러므로 부착거동은 도장재와 콘크리트와의 부착성과 도장재와 철근과의 부착성에 영향을 받음을 알 수 있다.
- 6) 폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 콘크리트와의 부착특성은 콘크리트의 압축강도의 변화와 철근직경의 크기에 따른 변화에 대하여 세부적인 내용을 연구함으로써 좀더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-1-3100-004-3)지원으로 수행되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. KS M 5250 "강관 및 철근용 에폭시 수지 분체도료"
2. ASTM A775 "Standard Specification for Epoxy-Coated Reinforcing Steel Bars"
3. 오병환, "철근콘크리트 부재의 뿔뿔부착특성 연구", 콘크리트학회지, 제4권3호, 1992.9.
4. 오병환외2명, "에폭시 수지 도막 철근콘크리트의 부착특성 연구"