

콘크리트중 코팅철근의 부착응력에 대한 기초적 연구

A Study on the Bond Strength of Coated Rebar in Concrete

문한영*
Moon, Han Young

김성수**
Kim, Seong Su

류재석***
Lyu, Jae Seok

김성섭***
Kim, Seong Seob

Abstract

Recently in the country a corrosion of steel is accelerated due to using of sea sand including salts, and critical problem on the durability of concrete structure is occurred. Thus a control of steel corrosion is very important in the stability of structure. Coated steel is in use with a method of steps of steel corrosion in U.S.A, Japan etc, and as well in domestic case the manufactured coating steel of three types is on the market. Those are Epoxy coated steel, Zinc-silicate coated steel and Anti-corrosion cement coated steel. Variables are concrete compressive strength, concrete specimen size, bar diameter, which can affect bond characteristics between steel and concrete in order to know their relative bond characteristics.

1. 서 론

콘크리트 구조물속의 철근부식 방지대책의 한 방안으로 철근에 에폭시, 아연도금 등으로 코팅한 도장철근이 미국, 일본 등에서는 많이 사용되고 있으나, 우리나라에서는 최근에 와서 도장한 철근을 일부 철근콘크리트 구조물에 사용하고 있는 실정이다. 에폭시 도장철근이 철근 부식방지에 효과적일 것으로 인식되어 그 사용량이 증가추세에 있으며, 또한 새로이 개발되고 있는 아연 도장철근 및 방청시멘트 도장철근에 대한 관심이 높아지고 있다. 현재 제조, 시판되고 있는 에폭시, 아연 및 방청시멘트도 도장한 철근의 부착특성에 대한 연구는 거의 찾아보기 어려운 상태이다.

본 연구에서는 콘크리트의 압축강도, 공시체의 크기, 철근의 직경을 실험변수로 하여 3종류의 도장철근과 일반철근의 부착응력에 대하여 비교 검토하였다.

* 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 한양대학교 공과대학 연구조교수

*** 한양대학교 대학원 토목공학과

2. 실험개요

2.1 사용재료 및 콘크리트의 배합

잔골재는 비중 2.61인 해사의 염분을 완전히 제거하여 사용하였으며, 굵은골재는 비중 2.65, 최대 치수 19mm인 한강산 강자갈을 사용하였으며, 콘크리트 배합은 표 1과 같다.

표 1 콘크리트의 배합

G _{max} (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	S/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)			
				W	C	S	G
19	21	50	45	175	350	787	1043
19	19	45	45	189	420	738	971
19	12	38	45	220	580	641	844

2.2 철근

코팅철근 및 코팅하지 않은 철근(D13, D22)은 KS D 3504의 규격에 맞는 제품을 사용하였으며, 코팅철근의 도장두께는 표 2와 같다. 그리고 부착구간에 해당되는 코팅철근은 문자 등의 압연마크가 없는 부분을 일률적으로 사용하였으며, 표면에 묻은 기름 및 기타 오염물질을 제거하였다.

표 2 코팅철근의 도장두께 (μm)

에폭시 도장철근	아연 도장철근	방청시멘트 도장철근
150~250	50~70	300~500

2.3 콘크리트 공시체의 제조

콘크리트 공시체는 KS F 2403에 의하여 제조하였으며, 콘크리트 다짐작업시 내부진동기를 사용하였으며, 내부진동기가 코팅철근에 닿지 않도록 조심스럽게 다졌다. 그리고 시험시까지 20±1℃의 수조에서 수중양생하여 콘크리트의 압축강도를 KS F 2405에 의하여 측정하였다.

2.4 실험조건

코팅하지 않은 철근(이하 일반철근으로 약함)을 기준으로 코팅한 철근의 부착특성을 알아보기 위

표 3 적용조건

실험변수 도장종류	콘크리트의 압축강도 (kg/cm ²)			철근직경 (mm)	공시체 크기(cm)	철근직경 (mm)	공시체 크기(cm)
	250	320	450				
일반철근	250	320	450	D22	φ20×15	D13	φ20×15
방청시멘트 도장철근							
아연 도장철근							
에폭시 도장철근					φ10×15		

해 콘크리트의 압축강도 3단계, 공시체의 크기 2종류 및 철근의 직경 2종류로 변화시킨 표 3의 조건으로 실험을 실시하였다.

2.5 측정방법

그림 1과 같은 방법으로 양쪽의 자유단에서 2cm정도의 철근을 빼내어 철근단부를 평편하게 마무리하여 하중을 재하하였으며, 철근의 자유단에서 1/100mm 정밀도의 다이알게이지로 하중에 따른 변위량을 측정하였다. 대부분 콘크리트 공시체가 할렬할 때 최대부착하중이 결정되므로 아래 식을 이용하여 부착응력을 계산하였다.

$$\tau = P / (\pi \cdot D \cdot L)$$

$$\tau = \text{부착응력}(\text{kg/cm}^2) \quad , \quad P = \text{하중}(\text{kg})$$

$$D = \text{철근의 직경}(\text{cm}) \quad , \quad L = \text{철근의 부착길이}(\text{cm})$$

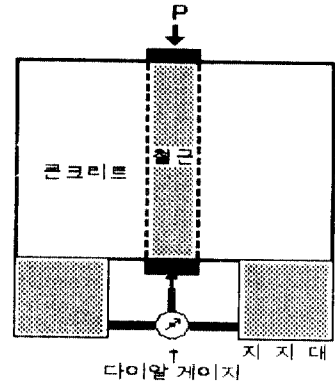


그림 1 철근의 부착강도 측정장치

3. 실험결과 및 고찰

3.1 콘크리트의 압축강도와 철근의 부착응력과의 관계

일반철근 및 3종류 도상철근의 부착응력과 콘크리트의 압축강도와의 관계로 정리한 것이 그림 2 및 그림 3이다. 이들 그림에서 동일한 압축강도에 대한 3종류 코팅 철근의 부착응력이 거의 비슷한 경향을 나타내었으며, 코팅하지 않은 일반철근을 사용한 공시체의 부착응력이 철근의 직경에 관계없이 가장 크게 나타났다. 특히 콘크리트의 압축강도 450kg/cm²에서 일반철근의 부착응력이 코팅철근과 비교해서 훨씬 큰 경향을 나타내었다. 그래서 압축강도 250, 320 및 450kg/cm²인 콘크리트속의 일반철근의 부착응력 100에 대한 3종류 도상철근을 사용한 공시체의 부착응력을 정리한 것이 그림 4 및 그림 5이다. 그림 4 와 그림 5에서 알수 있듯이 철근직경에 관계없이 콘크리트의 압축강도 250 및 320kg/cm²에서는 코팅한 철근의 부착응력이 일반철근 부착응력값의 80%정도의 수준으로 일반철근에 근접하는 경향을 보였으나, 콘크리트의 압축강도 450kg/cm²에서는 3종류 코팅철근의 부착응력이 일반철근 부착

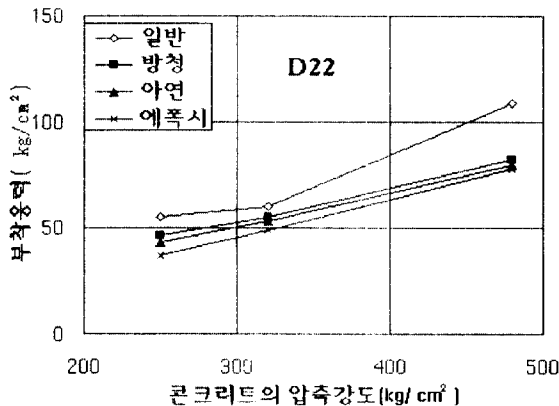


그림 2

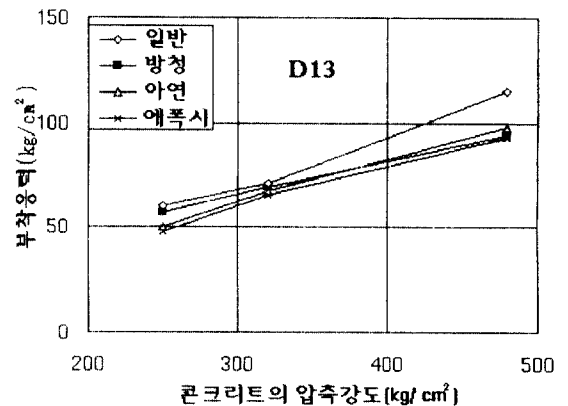


그림 3

응력의 70%정도에 지나지 않았다. 다시 말해서 철근을 에폭시, 아연 및 방청시멘트로 코팅하게 되면 정도의 차이는 있으나 코팅하지 않은 일반철근보다는 콘크리트의 압축강도가 커짐에 따라 코팅철근의 부착강도가 떨어짐을 알 수 있다.

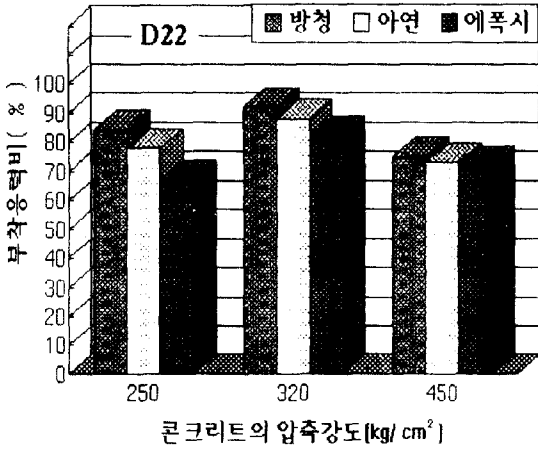


그림 4

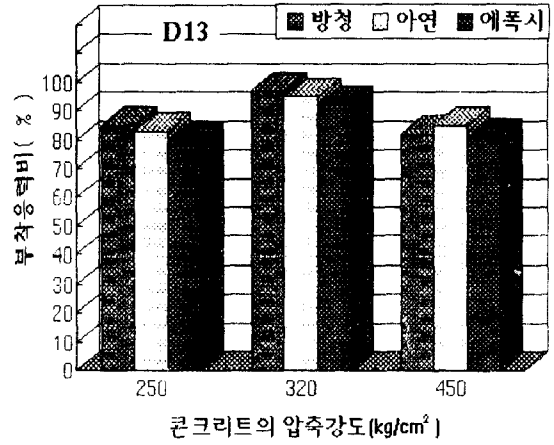


그림 5

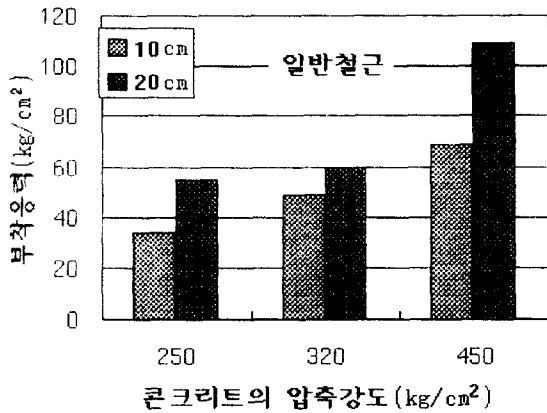


그림 6

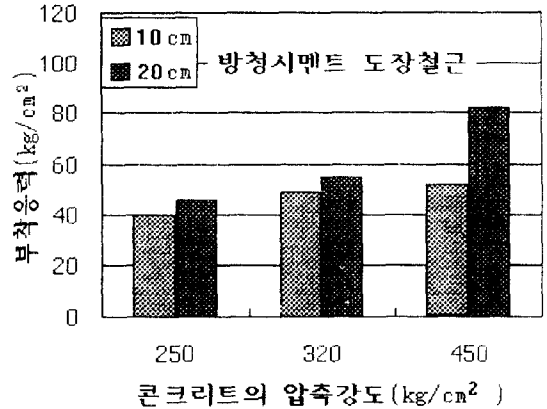


그림 7

3.2 콘크리트 공시체의 크기에 따른 철근의 부착응력

콘크리트 공시체의 직경을 10cm 와 20cm로 달리하여 일반 및 3종류 코팅철근의 부착응력을 측정 한 결과를 콘크리트의 압축강도와와의 관계로 정리한 것이 그림 6~그림 9이다. 일반철근 및 3종류의 코팅 철근 모두 콘크리트 공시체가 큰쪽의 부착응력이 정도의 차이는 있지만 크게 나타났다. 즉 일반 및 코팅한 철근은 콘크리트 공시체의 크기가 큰쪽의 부착응력이 크지만 콘크리트의 압축강도가 250, 320kg/cm²일때 공시체 크기에 따라 부착응력이 적은 차이를 보인 반면 콘크리트의 압축강도가 450kg/cm²일때 공시체 크기에 따라 부착응력이 큰 차이를 보이고 있다. 다시말해서 콘크리트의 압축강도가 커질수록 직경이 큰 ϕ 20cm 공시체를 사용한 콘크리트의 부착강도가 훨씬 크며, 그 경향은 일반철근의 경우가 더 크게 나타났다.

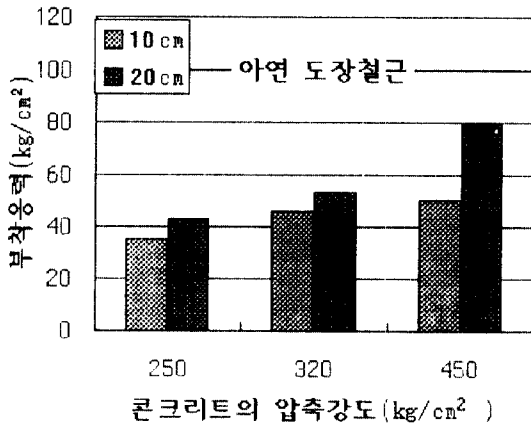


그림 8

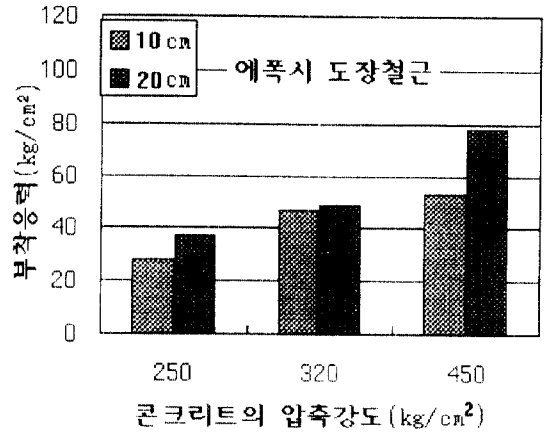


그림 9

3.3 코팅의 종류 및 철근 직경에 따른 부착응력

일반철근 및 3종류 도장철근의 직경에 따른 부착응력의 차이를 알아보기 위하여 철근의 직경 13 및 22mm 두 종류 이형철근을 사용하여 부착실험한 결과를 코팅종류별로 정리한 것이 그림 10이다. 콘크리트의 압축강도 320 kg/cm²인 공시체의 부착응력이 압축강도 250kg/cm²의 경우와 거의 비슷하였으므로 그림 10에서 제외하고 압축강도 450 및 250kg/cm² 공시체의 부착응력으로 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 콘크리트의 압축강도가 동일한 공시체에서 코팅의 유무와 코팅의 종류에 관계없이 철근의 직경이 작은 D13철근의 부착응력이 크게 나타났다. 그러니까 철근 직경의 크기에 따른 부착응력의 차이는 코팅하지 않은 일반철근보다 3종류 코팅한 철근의 경우가 약간 크게 나타나는 경향이 있으며, 특히 에폭시 코팅철근의 부착응력의 차이가 얼마만큼 큰지 알 수 있다.

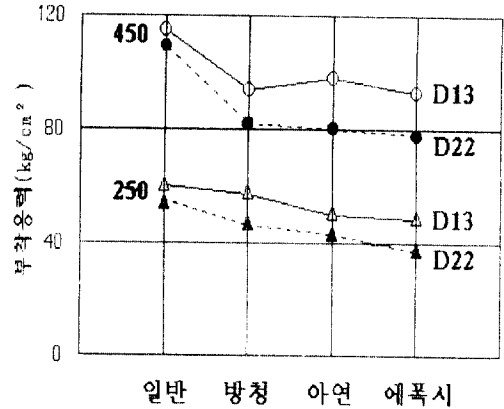


그림 10

4. 결 론

코팅한 3종류 철근의 부착특성을 알아보기 위하여 일반철근과 비교실험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 에폭시, 아연 및 방청시멘트로 코팅한 철근과 일반철근의 부착응력을 비교 해 본 결과, 콘크리트의 압축강도, 철근의 직경 및 공시체의 크기에 따라 약간 상이하지만 대체적으로 코팅철근의 경우 일반철근과 비교하여 부착응력이 크게 떨어졌다. 그 경향은 철근의 직경이 클수록 압축강도가 클

수록 또한 공시체의 직경이 작을수록 크게 나타났다.

2. 압축강도가 상이한 콘크리트속에 묻은 4종류 철근의 부착응력을 비교해 본 결과, 콘크리트의 압축강도 250, 320kg/cm²일때 공시체 크기에 따른 부착응력의 차이는 작은 반면 압축강도가 커질수록 공시체의 직경이 큰 콘크리트의 부착응력이 훨씬 크게 나타났으며 일반철근의 경우 그 경향이 더욱 크게 나타났다.
3. 철근직경의 크기에 따른 3종류 코팅철근의 부착응력을 알아보기 위하여 직경 13 및 22mm 이형철근을 사용하여 코팅유무 및 코팅종류에 따른 부착응력을 비교해 본 결과, 콘크리트의 압축강도 및 코팅의 종류에 따라 약간 상이하지만 콘크리트의 압축강도가 동일 할 경우 철근의 직경이 클수록 부착응력이 작게 나타났다.

● 참고 문헌 ●

1. 笠井芳夫, 池田尙治, "콘크리트의 試驗方法", 技術書院, 1993. 6
2. ACI Committee 318-89, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete"
3. ASTM(1987), "Standard Specifications for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement", (ASTM A 615-87a) 1989 Annual Book for ASTM Standards, Vol.1.04, American Society for testing and Materials, Philadelphia, PA, pp.381-384.
4. 사단법인 한국콘크리트 학회, "에폭시도막 철근콘크리트의 설계 및 시공지침", 1994. 2