

철근방식을 위한 도포제 종류에 따른 R.C 보의 휨 부착성능 평가

EVALUATION OF FLEXURAL BOND PERFORMANCE IN R.C. BEAM
USING 3-TYPES ANTI-CORROSION COATINGS

이 태 규* 이 웅 종** 김 종 우** 이 종 렬*** 신 도 철*
Lee, Tae-Gyu Lee, Woong-Jong Kim, Jong-Woo Lee, Jong-Ryul Shin, Do-Chul

ABSTRACTS

The purpose of this study is to evaluate the flexural bond performance in beam using 3-types anti-corrosion coatings. For the test, we used 15×20×110cm R.C beams, in which the epoxy, the red lead, and the cementitious anti-corrosion coating re-bars used. The results of test using these 3-type anti-corrosion coatings are shown that the flexural bond performance of cementitious anti-corrosion coating rebar in R.C beam is superior to other anti-corrosion coatings rebars.

1. 서 론

철근콘크리트 구조물에서 철근의 부식은 구조물의 구조적 성능을 저하시킬 뿐 아니라 구조물의 사용수명을 단축시킨다. 따라서 철근의 부식을 방지할 목적으로 현재 에폭시나 광명단과 같은 유기계 도포제들이 건설현장에서 주로 사용되고 있으며, 최근에는 무기계 도포제인 시멘트계 방식 도포제가 개발되어 점차적으로 사용이 확대되고 있다. 하지만 철근의 부식방지 목적으로 사용되는

이와 같은 방식 도포제들은 콘크리트와 철근의 부착을 저하시켜 예기치 않은 또다른 구조적인 문제점을 발생시키게 될 우려를 안고 있는데, 이에 대한 연구는 현재 일부에서 부분적으로만 수행되고 있고 도포제 종류에 따른 비교평가 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 유기계 도포제인 에폭시와 광명단, 그리고 무기계 도포제인 시멘트계 방식 도포제를 사용하여 각기의 부착성능에 대한 비교 평가를 목적으로 4점재하 휨시험을 실시하고자 하며, 본 연구를 통하여 얻어진 결과는 향후 건설 현장에서 철근의 부식방지를 위한 방식

* 정회원, 쌍용중앙연구소 선임연구원, 공박

** 정회원, 쌍용중앙연구소 연구원

*** 정회원, 쌍용중앙연구소 수석연구원

도포제의 선정에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

2. 실험

2.1 재료

본 연구에서 실험체의 제작에 사용된 콘크리트는 현장의 타설조건과 유사하게 실험하기 위하여 레미콘을 이용한 타설을 실시하였다. 실험체의 제작에 사용된 콘크리트 및 철근의 제원은 <표 1>과 같다.

<표 1> 사용재료의 특성

재 료	특 성
콘크리트	배합강도 : $\sigma_{ck} = 270\text{kg/cm}^2$ 실제강도 : $\sigma_{ek} = 253.3\text{kg/cm}^2$
철 근	주철근 : 2@D16, SD30 스터립 : 6@D10, SD30

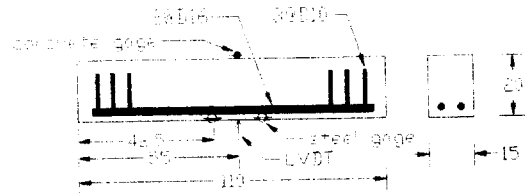
2.2 실험체 제작

본 연구에서는 각 도포제의 부착성능을 평가하기 위하여 일반적인 휨부재와는 달리 철근의 양끝에 갈고리를 두지 않으므로써 철근과 콘크리트 사이의 부착력과 이형철근의 기계적인 마찰만으로 저항하도록 부재를 설계하였다. 따라서 부착이 약하다면 정착부에서 철근의 부착이 이완되도록 유도하였다.

실험체는 $15 \times 20 \times 110\text{cm}$ 크기의 콘크리트 보를 제작하고, 철근은 SD30의 D16 철근 2가닥을 하단에 배치하였고 전단파괴를 방지하기 위하여 D10의 철근을 양쪽에 7cm 간격으로 3개씩, 총 6개의 스테리핑을 배치하였다. 이때 철근의 정착 길이는 철근인장력을 부착력으로 지지하

는데 필요한 최소정착길이인 31.1cm 보다 큰 37.5cm를 사용하여 초기부착파괴가 발생되지 않도록 하였다.

그리고 철근에 도포를 실시하지 않은 경우와 3종류의 방식 도포제를 사용한 경우를 각 종류별로 3개씩, 총 12개의 R.C 보를 제작하였다. 본 연구에 사용된 실험체의 제원 및 게이지 부착위치는 <그림 1>과 같고, 도포제의 도막두께는 <표 2>와 같다.



<그림 1> 사용 실험체의 상세도

<표 2> 도포제의 도막두께

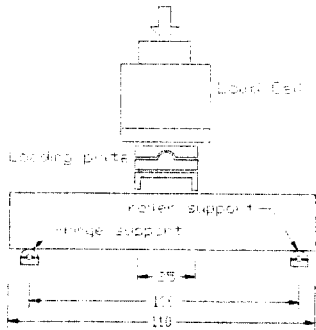
종 류	평균 도막두께(μm)
시멘트계	330
광명단	250
에폭시	264

2.3 실험체 설치 및 실험

실험체의 설치를 위해 보의 양끝에서 5cm씩 떨어져 각각 힌지와 롤러 지지대를 설치하고 상단에 2점 재하방식으로 실시하였으며, 보의 상단 중앙에서 콘크리트의 변형률을, 하단 중앙에서 12.5cm 좌우로 떨어진 거리에서 철근의 변형률을 측정하였으며 하중에 따른 보의 전체거동을 파악하기 위하여 보 중앙의 변위를 측정하였다. 이때 보의 전체적인 하중-변위 곡선을 얻기 위하여 변위제어방식을 사용

하였으며, 가압은 0.02mm/sec의 속도로 실시하였다.

측정은 2초마다 각각의 변위, 콘크리트 및 철근의 변형률을 자동저장하였고, 균열의 발생 및 진행상태를 기록하였다. 실험체의 설치 및 재하상황은 아래의 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 실험체의 설치상황

3. 실험결과

3.1 실험체의 파괴형상

실험에 사용된 실험체에는 2cm단위로 눈금을 표시하여 하중이 증가함에 따라 발생, 진행되는 균열의 형상을 측정, 기록하여 실험체의 휨이나 전단에 의한 파괴 또는 부착파괴를 명확하게 관찰할 수 있도록 하였다. 각 실험체에서 얻어진 균열의 형상은 아래의 <그림 3>~<그림 6> 같다.



<그림 3> Control 실험체



<그림 4> 시멘트계 도포제 사용 실험체



<그림 5> 에폭시 사용 실험체



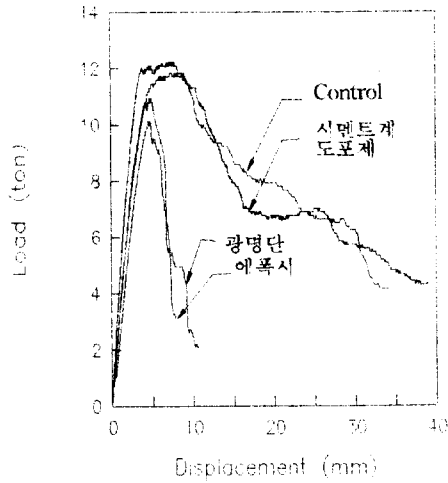
<그림 6> 광명단 사용 실험체

위의 <그림 3>~<그림 6>에서 보는 바와 같이 Control과 시멘트계 도포제를 도포한 철근을 사용한 경우는 휨에 의한 균열이 파괴를 지배하였으나 에폭시와 광명단을 도포한 경우는 단부 근처에서 과도한 균열과 변형이 발생하여 철근과 콘크리트의 부착의 저하로 인한 전단파괴가 발생하였다. 실험 후 파괴된 실험체를 해체하여 살펴본 결과, 광명단 도포철근의 경우 실험체의 단부에서 철근이 20mm이상 미끄러진 것을 발견할 수 있었다.

3.2 재하하중에 따른 변위

일반적으로 철근과 콘크리트의 부착이 약하다면 휨부재에서 철근에 의한 연성의 확보가 어려워지며 재하로 인한 처짐과 균열의 폭이 더 커진다. 본 연구에서는 보의 중앙하부에 변위계를 설치하였기 때문에 단부 부착파괴가 발생한 광명단, 에폭시 도포 철근의 경우 정확한 처짐을 평가할 수는 없었지만 아래의 하중-변위 곡선에서 보는 바와 같이 광명단과 에폭

시 도포 철근의 경우가 Control 실험체와 시멘트계 도포 철근 사용 실험체의 경우보다 취성거동을 하는 것을 알 수 있다.

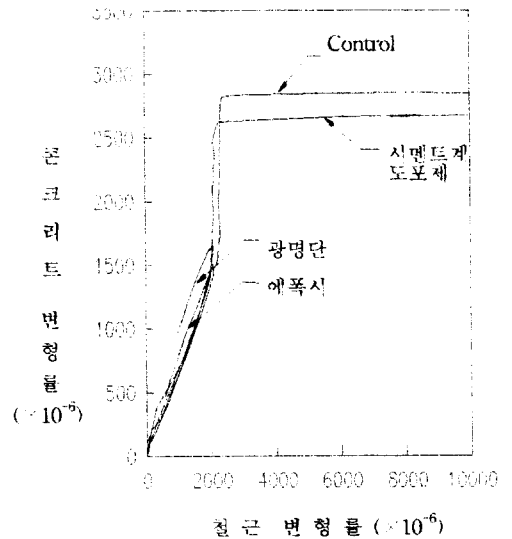


<그림 7> 각 실험체의 하중-처짐 곡선

3.3 콘크리트 및 철근의 변형률

본 실험을 통해 얻어진 콘크리트 및 철근의 변형률을 살펴보면 Control과 시멘트계 도포 철근을 사용한 실험체의 경우 보 중앙에서의 철근 변형률과 콘크리트 변형률 관계를 보면 초기 탄성영역에서는 직선적으로 증가하다가 철근이 항복하는 위치에서 응력을 콘크리트가 받아 콘크리트 변형률만이 증가하며, 콘크리트도 더 이상의 하중을 지탱하지 못하게 되면 철근의 연화가 발생됨을 알 수 있다. 한편, 광명단이나 에폭시를 도포한 철근의 경우에는 중앙부 휨파괴가 발생되지 않고 단부에서 먼저 부착력 상실로 인한 전단파괴가 발생되기 때문에, 중앙부의 철근 및 콘크리트 변형률은 탄성영역 내에서 증가하다가 감소되는 것을 볼 수 있다. <그림 8>은 각 실험체에서 얻은 콘크리트

변형률과 철근 변형률의 관계곡선이 다.



<그림 8> 콘크리트-철근 변형률 곡선

4. 결 론

본 연구를 통해 얻어진 철근 방식을 위한 도포제 종류에 따른 부착성능에 대한 평가는 다음과 같다.

- 1) 시멘트계 도포 철근을 사용한 실험체에서는 Control과 비교하여 다소 낮은 파괴강도를 보였으나 하중-변위곡선이나 콘크리트-철근 변형률 관계곡선 상에서 Control과 거의 유사한 경향을 보이며 전형적인 휨부재의 거동을 보임을 알 수 있었다.
- 2) 광명단과 에폭시를 도포한 경우에는 단부의 부착파괴로 인하여 횡방향의 균열도 발생하였고, 콘크리트와 철근이 항복하기도 전에 변형률이 급격하게 감소하였다. 또한 파괴 후 실험체를 해체하여 단부로부터 약 20mm이상 철근의 미끄러짐(slip)을 발견할 수 있었다. 이로서 광명단이나 에폭시같은 유기계 도포제는 부착성능이 크게 저하되는 것을 알 수 있다.

참고문헌

1. Craig R. Clark and David W. Johnston, "Early loading effects on bond strength", ACI Journal, Nov.-Dec. 1983, pp. 554-561.
2. K. W. J. Treadaway, P. B. Bamforth "Corrosion of reinforcement in concrete", SCI, Aug. 1991 pp. 59-96.
3. M. Nadim Hasson, "Design of reinforced concrete structure", PWS Engineering, 1985, pp. 197-215.
4. R. Park and T. Paulay, "reinforced concrete structures", 1975, pp. 276-343
5. G. Rehm, "The basic principles of bond between steel and concrete", Translation No. 134, Cement and Concrete Association, London, pp.66.
6. Y. Goto, "Cracks formed in concrete around deformed tension bars", Journal ACI, Volo. 68, No.4 April 1971, pp. 244-251.
7. "에폭시도막 철근콘크리트의 설계 및 시공 지침" 사단법인 한국 콘크리트 학회, 1994, pp. 122-185.