

# 폴리머시멘트 모르터를 이용한 RC 보의 휨 성능평가

## Evaluation of Flexural Performance of RC Beams Using Polymer Cementitious Mortar

양 동 석<sup>\*</sup>      고 원 준<sup>\*\*</sup>      박 선 규<sup>\*\*\*</sup>  
Yang, Dong Suk      Ko, Won Jun      Park, Sun Kyu

### ABSTRACT

An experimental study to investigate the structural performance of reinforced concrete beams repaired by Polymer Cementitious Mortar in the tension zone is described. Preliminary trials with beams in which beams tensile reinforcing steel was exposed over 100%, 80% and 60% of their length have led to tests on 15×25cm beams over a 200cm span to examine the experimental parameter. Attention is concentrated upon overall bending capacity, deflection and crack development of repaired beams.

### 1. 서론

현재 사용되고 있는 철근콘크리트 보수·보강공법들은 각종 섬유 혹은 철판을 보강재로 사용하고 에폭시 레진 등과 같은 보수재료를 사용하여 슬래브 혹은 보의 하면을 감싸는 방법을 사용해 왔다. 특히 손상된 철근콘크리트 구조물의 보수나 보강을 위하여 구조물에서 인장측의 콘크리트를 제거하고 다른 신소재로 보수하는 방법도 필요하다. 현재 국내에서는 보수·보강에 관련된 공사비가 급격히 증가하는 추세에 있다. 우리나라의 건설 실정과 유사한 일본에서는 이미 총 건설 공사비의 30% 정도가 보수·보강에 사용되고 있다. 이러한 배경에서 볼 때 보수·보강 재료의 개발은 사회간접자본을 보호하여 사용성을 연장시켜 줄 수 있다.

본 연구에서는 폴리머시멘트 모르터를 이용하여 현장조건에 맞게 보수한 후의 표준시험체와 보수한 시험체의 초기관열하중, 항복하중, 극한하중, 파괴형태 등을 파악하여 보수재료의 휨 성능을 평가하고자 한다.

\* 성균관대학교 토목공학과 석사과정

\*\* 성균관대학교 토목공학과 박사과정

\*\*\* 성균관대학교 토목공학과 교수, 공학박사

## 2. 실험

### 2.1 사용재료

본 실험에서 사용한 콘크리트 설계강도는  $240 \text{ kgf/cm}^2$ 으로 설계된 레미콘 제품을 사용하였다. 시험체의 배근에 사용된 철근은 SD35 D6과 SD40인 D10, D16, D22 철근을 사용하였다. 실험에 사용된 콘크리트의 배합비, 철근의 물성, 폴리머시멘트 모르타의 역학적 성질은 표 1~3과 같다.

표 1. 콘크리트 배합비

시멘트 ( $\text{kg/m}^3$ )	물 ( $\text{kg/m}^3$ )	잔골재 ( $\text{kg/m}^3$ )	굵은골재 ( $\text{kg/m}^3$ )	혼화제 ( $\text{kg/m}^3$ )	물-시멘트비 (%)	잔골재율 (%)	압축강도 ( $\text{kgf/cm}^2$ )
337	905	895	150	0.67	48.8	51.5	355.9

표 2. 철근의 물성

철근의 종류	인장강도( $\text{kgf/cm}^2$ )	항복강도( $\text{kgf/cm}^2$ )	연신률(%)
SD40 D10	6165	4810	18.5
SD40 D16	6170	5045	17.1
SD40 D22	6350	5000	18.0

표 3. 폴리머시멘트 모르타의 역학적 성질

압축강도 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	휨강도 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	부착강도 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	탄성계수 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	수 침투계수 ( $\text{m/sec}$ )	산소확산계수 ( $\text{cm}^2/\text{sec}$ )
480	80	440	$2.0 \times 10^5$	$9.65 \times 10^{-10}$	$2.72 \times 10^{-4}$

### 2.2 시험체 제작 및 실험변수

시험체의 단면치수  $15\text{cm} \times 25\text{cm}$ , 유효높이( $d=22\text{cm}$ ), 압축철근 2-D10, 총길이 220cm, 지간길이 200cm의 직사각형 복철근보로 제작하였으며, 진단철근은 D6철근을 10cm간격으로 배근하였다. 시험체의 실험변수는 철근비와 보수길이로 하여 실험을 수행하였다. 시험체의 형상과 실험변수는 그림 1과 표 4와 같다.

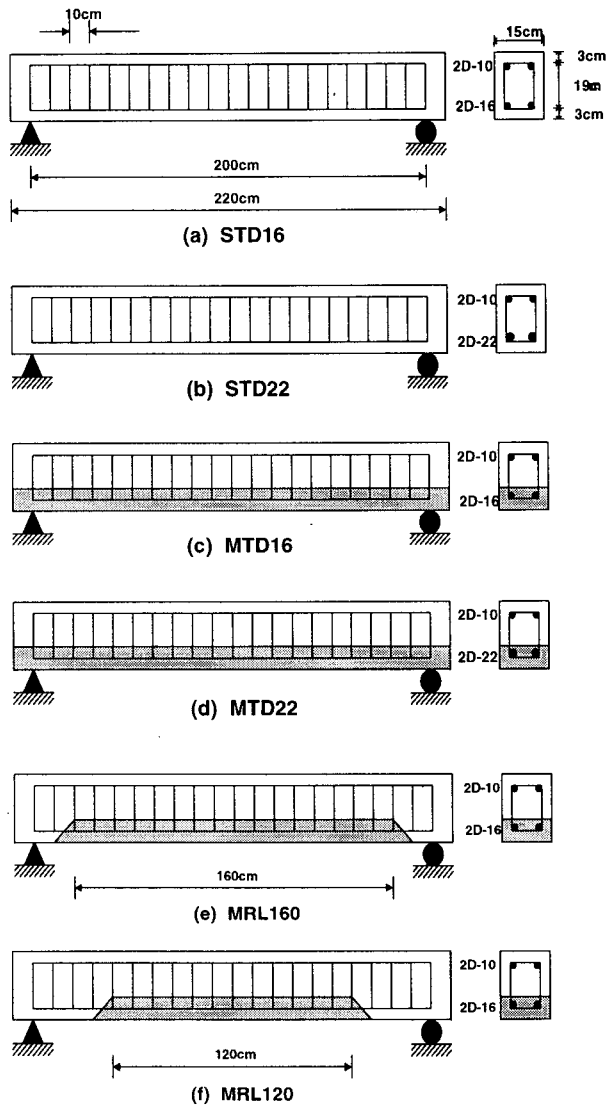


그림 1. 시험체의 형상

표 4. 실험변수

실험변수		시험체명	인장철근	압축철근	전단철근	비고
철근비	$\rho = 0.0106$	STD16	SD40 2 - D16	SD40 2 - D10	SD35 D6	표준시험체
		MTD16				폴리머시멘트 모르터
	$\rho = 0.0206$	STD22	SD40 2 - D22			표준시험체
		MTD22				폴리머시멘트 모르터
보수길이	MRL160	SD40 2 - D16	폴리머시멘트 모르터 160cm 보수			
	MRL120		폴리머시멘트 모르터 120cm 보수			

### 2.3 재하 및 측정방법

철근콘크리트 보의 휨 성능을 평가하기 위한 하중재하는 프레임에서 유압잭으로 2점 재하하였으며, 재하된 하중량을 측정하기 위하여 유압잭 하부면에 로드셀을 설치하였다. 보 시험체의 변위를 측정하기 위하여 중앙부에 변위계(LVDT)을 설치하였으며 인장철근의 중앙부에 변형게이지를 2개씩 타설하기 전에 설치하였고 보 중앙부에 콘크리트 게이지를 설치하여 변형을 측정하였다. 이와 같이 설치한 센서로부터 나오는 데이터는 EDX-1500A(데이터 로거)로 받아들여 컴퓨터를 이용하여 데이터를 정리하였다.

### 3. 실험결과

폴리머시멘트 모르타의 보수재료를 이용한 철근콘크리트 보의 휨에 대한 실험결과의 종합적인 양상은 표 5와 같다.

표 5. 실험결과

실험번호		시험체명	초기균열하중		항복하중		극한하중	파괴형태
			이론치 (tonf)	실험치 (tonf)	이론치 (tonf)	실험치 (tonf)	실험치 (tonf)	
철근비	$\rho = 0.0106$	STD16	2.16	2.7	9.48	9.1	10.1	휨파괴
		MTD16		3.0		8.7	9.6	휨+박리파괴
	$\rho = 0.0206$	STD22	2.47	3.7	17.3	12.5	16.2	지압파괴*
		MTD22		3.8		12.1	13.5	지압파괴*
보수길이		MRL160		2.6		9.5	10.1	휨파괴
		MRL120		2.4		9.5	10.4	휨파괴

본 실험을 통하여 철근비에 따른 시험체 경우, STD16 시험체는 전형적인 휨파괴가 발생되었으며 폴리머시멘트 모르타로 보수한 시험체(MTD16)는 수평균열이 약 4.5tonf에서 발생되어 박리현상이 진행되다가 결국에는 휨파괴와 박리파괴가 조합된 형태가 파괴양상이 나타났다. 또한, 인장철근을 D22로 사용한 시험체(STD22, MTD22)는 지점부의 지압파괴로 인해 최종파괴가 발생하였다.

보수길이별 시험체(MRL160, MRL120)의 경우에는 표준시험체와 같은 휨파괴가 발생하였으며 극한하중도 표준시험체보다 높거나 같은 것으로 나타났다. 수평균열하중도 지간전체로 보수한 시험체(MTD16)보다 높은 5.2tonf과 5.1tonf으로 측정되었다.

#### 3.1 철근비가 0.0106인 시험체

본 실험에서 철근비가 0.0106인 시험체들(STD16, MTD16)의 실험결과는 그림 2~3과 같다.

그림 2의 하중-처짐 곡선에서 표준시험체(STD16)의 극한하중은 10.1tonf이고 폴리머시멘트 모르타로 보수한 시험체(MTD16)는 표준시험체 극한하중의 95%인 9.6tonf이다. 또한 항복하중은 MTD16 시험체가 표준시험체의 90%이상으로 나타났다. 하중-처짐 곡선에서 비교해 볼 때 MTD16 시험체가 STD16 시험체보다는 적지만 연성이 큰 것으로 판단된다..

그림 3에서 표준시험체는 압축철근과 인장철근 모두 항복하였지만 MTD16 시험체는 인장철근은 항복하였지만 압축철근은 항복하지 않았다.

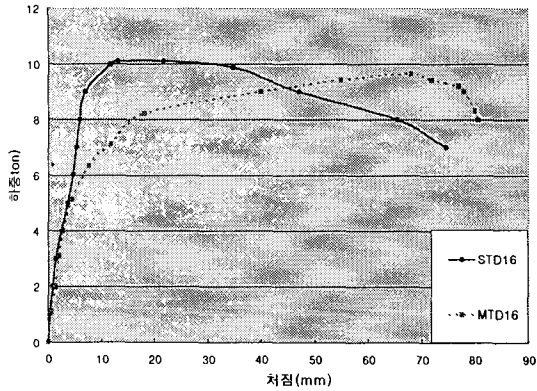


그림 2. 하중-처짐 곡선

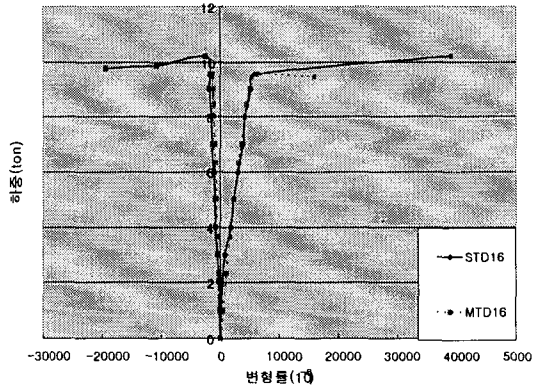


그림 3. 하중-철근 변형률 관계

### 3.2 철근비가 0.0206인 시험체

본 실험에서 철근비가 0.0206인 시험체(STD22, MTD22)의 실험결과는 그림 4~5와 같다.

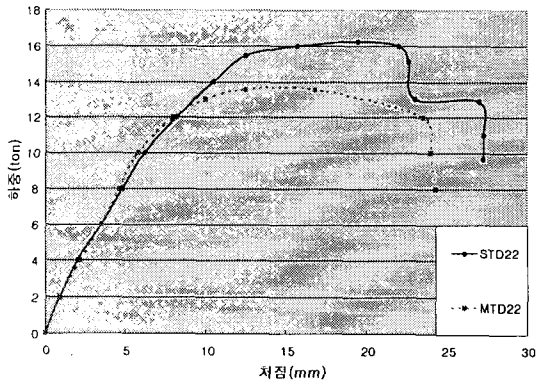


그림 4. 하중-처짐 곡선

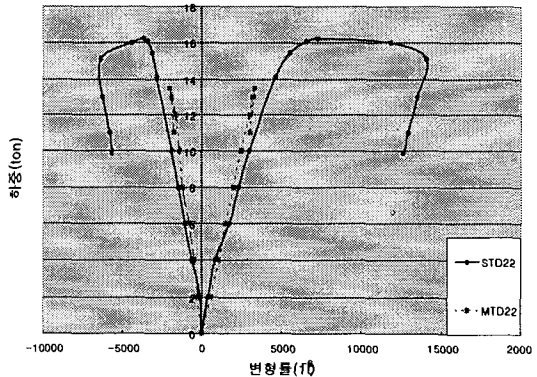


그림 5. 하중-철근 변형률 곡선

그림 4에서 이상파괴(지점부의 지압파괴)로 인한 STD22, MTD22 시험체가 이론치의 항복하중에 비해 상당히 적게 하중이 측정되었다. 그러나 하중-처짐 곡선에서 나타났듯이 초기의 곡선은 폴리머시멘트 모르타르 보수한 시험체(MTD22)가 표준시험체(STD22)와 비슷한 양상이 나타났다.

### 3.3 보수길이에 따른 시험체

본 실험에서 폴리머시멘트 모르타르를 지간길이의 80%와 60%로 부분적으로 보수한 시험체의 실험결과는 그림 6~7과 같다.

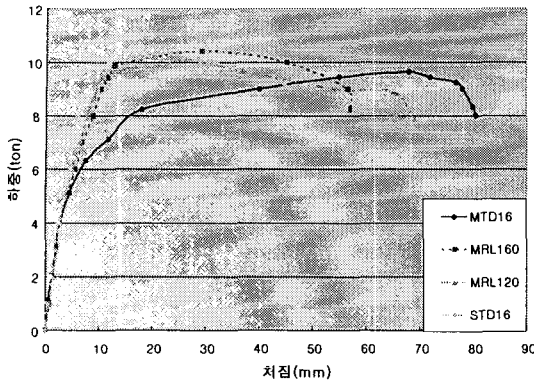


그림 6. 하중-처짐 곡선

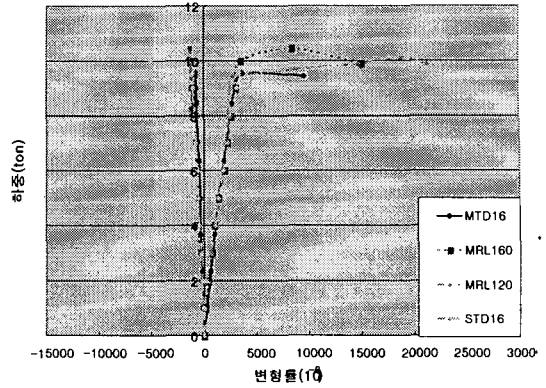


그림 7. 하중-철근 변형률 곡선

그림 6의 하중-처짐 곡선에서 표준시험체(STD16)와 폴리머시멘트 모르터를 이용하여 보수길이에 따른 시험체(MRL160, MRL120)는 거의 극한하중과 항복하중도 거의 같았으며 곡선도 거의 유사한 형태로 나타났다. 또한 보수길이에 따른 시험체들은 안정적인 파괴양상인 휨파괴가 발생되어 표준시험체와 같은 양상이 나타났다.

#### 4. 결론

폴리머시멘트 모르터를 이용한 철근콘크리트 보의 휨 실험 대한 결론은 다음과 같다.

- 1) 폴리머시멘트 모르터로 보수한 시험체가 표준시험체 극한하중의 83~95%로 보수효과가 좋았으며 연성파괴가 발생되어 안전상에서도 충분히 확보되는 것으로 판단된다.
- 2) 폴리머시멘트 모르터를 지간전체에 보수한 시험체(MTD16)보다는 현장조건과 유사하게 시공한 보수길이 따른 시험체(MRL160, MRL120)가 표준시험체와 거의 같은 항복하중, 극한하중이 측정되었으며 전형적인 휨파괴가 발생하였다.

#### 참고문헌

1. 오용복 (1997), *철근콘크리트 보의 외부보강판 부착으로 인한 보강효과에 관한 연구*, 서울대학교 박사학위 논문
2. 한만엽 (1997), "보수·보강재료 및 공법개발 연구", 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, 제 9권, 제 1호, pp.592~597
3. Zibra, Y. N., et al. (1994), "Guideline toward the Design of Reinforced Concrete Beams with Exteral Plates", *ACI Journal*, Vol. 91, No. 6, pp.639~646