

# DFRCC의 보강두께에 따른 전단보강 RC 부재의 휨 거동에 관한 실험적 연구

## Experimental Study of Flexural Behavior in RC Beams with strrup on Repair Thickness of DFRCC

김장호\*      임윤목\*\*      이경민\*\*\*      박정호\*\*\*      홍종석\*\*\*  
Kim, Jang Ho   Lim, Yun Mook   Lee, Kyong Min   Park, Jeong Ho   Hong, Jong Suk

### ABSTRACT

The purpose of this study is to accurately understand the flexural behavior in RC beam with strrup on repair thickness of DFRCC. Using a four-point bending test, the shear strengths and shear stress-deflection relations of DFRCC repair RC specimens are obtained. The results show that DFRCC can be effectively used for repairing materials for concrete structures.

### 1. 서론

1970년대 급속한 경제발전과 더불어 건설되었던 많은 철근 콘크리트 구조물들이 노후화로 인한 안전성의 문제가 부각되고 있는 가운데 기존 구조물의 재건축 및 증축이 활발히 진행되고 있는 추세이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 구조물의 보수, 보강 공법 또한 활발하게 연구되고 있다. 이에 콘크리트 재료의 단점인 취성적 파괴거동을 보완하기 위해 Fiber를 이용한 시멘트계 복합재료들을 사용하여 재료의 인장거동을 향상시키는 연구가 주류를 이루고 있다. 연성이나 강도가 일반 콘크리트보다 월등한 고기능성 시멘트계 복합재료인 DFRCC (Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composite)는 콘크리트의 온도균열 및 건조수축균열을 방지하고 휨강성을 증진시킬 목적으로 일반 콘크리트에 섬유를 혼입한 것으로 국내에서는 이에 대한 연구가 미비한 실정이다. 투수성, 온도팽창계수 같은 물리적, 역학적 성질이 콘크리트와 거의 동일한 DFRCC는 비구조적인 부분에 매우 제한적으로 사용되고 있다. 하지만 DFRCC는 재료의 탄성계수와 극한강도가 콘크리트와 유사하며 연성은 훨씬 커 콘크리트의 단점인 취성적 파괴거동을 보완 할 수 있는 적합한 재료이다. 본 논문에서는 DFRCC의 특성을 이용, 인장력이 가해지는 피복을 DFRCC로 대체한 휨 부재를 전단보강 하여 DFRCC로 보강한 RC 부재에 미치는 효과를 확인하고자 하였다.

\*정회원, 세종대학교 토목환경공학과 조교수 · E-mail: jjhkim@sejong.ac.kr

\*\*정회원, 연세대학교 토목공학과 부교수

\*\*\*정회원, 세종대학교 토목환경공학과 석사과정

## 2. 실험

### 2.1 실험개요

본 실험에서 사용된 DFRCC 보강 재료는 Fiber를 제외한 그 외 배합재료를 국내에서 생산되는 재료들로 사용하였다. 전단보강 철근 콘크리트 시편을 DFRCC 보강이 없는 경우와 피복두께만큼 보강한 경우, 피복두께의 2배로 보강한 경우로 나누었다. 각각의 경우에 시편 3개씩 총 9개의 시편을 제작하였고, 시편의 전체길이는 140cm이며 인장철근으로 4개의 D13을 하부에서 2.5cm 높이에 고정하였다. 전단철근은 16개의 D10 철근을 사용하여 시편을 제작하였고 콘크리트 배합강도는  $300\text{kgf/cm}^2$  로 설계하였다.

### 2.2 부재 설치 및 전단 실험

부재의 휨 실험은 UTM 시험기로 변위제어 방식을 이용  $0.005\text{mm/sec}$ 의 속도로 4 point 전단 실험을 실시하였다. 지점은 시편 양끝에서 10cm 떨어진 지점에 위치시켰고, 처짐 측정에는 LVDT를 이용하였으며 부재 중앙 양옆 2 point에서 측정된 처짐을 합산하여 평균값을 사용하였다. 공시체가 파괴에 도달하기까지의 거동변화와 파괴양상을 파악하여 DFRCC로 보강된 휨 부재의 응력-처짐 관계를 실험적으로 도출하였다.

## 3. 실험결과

### 3.1 무보강된 전단보강 RC 부재의 휨 실험결과

그림 1은 시편의 파괴 형상과 실험결과 그래프를 보여 주고 있다. 이 시편의 경우 평균 11.5mm의 변위에서 평균 3.7MPa의 최대강도를 보였다. 초기 균열은 하중이 2.5ton~3ton일 때 중앙하단부에서 발생하였으며 지점부에서의 균열은 없었다. 지점에서 중앙 쪽으로 20cm~30cm떨어진 곳의 균열이 점차 중앙 상부로 발전하면서 하중이 10ton을 넘어서자 중앙상부의 압축파괴가 시작되었고, 피복이 완전 파괴되었다.

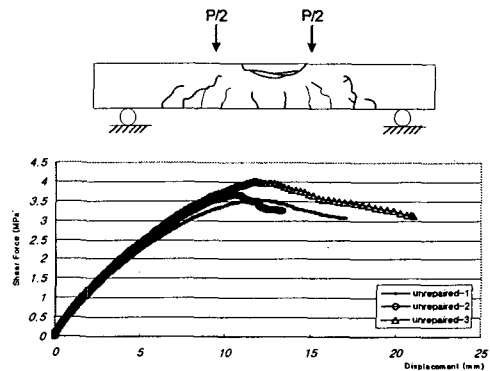
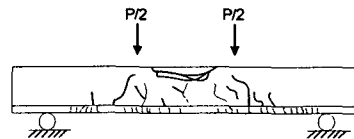


그림 1. DFRCC보강이 되지 않은 휨부재의 휨 실험결과

### 3.2 DFRCC 피복두께 보강 전단보강 RC 부재의 휨 실험결과

그림 2에서 보듯 전단보강이 된 DFRCC 피복 두께 보강 RC 부재는 평균 최대강도가 3.7MPa, 최대강도 발현 시의 변위는 평균 12.8mm정도로 나타났다. 초기 균열이 콘크리트에서 발생하였고, 보강된 DFRCC



로 전달되어 여러 개의 미소균열로 확산되었으며 안정적이고 연성적인 파괴가 일어났다.

### 3.3 DFRCC 피복두께 2배 보강 전단보강 RC 부재의 휨 실험 결과

그림 3에서 보면 DFRCC 피복두께 2배 보강 RC 부재는 평균 최대강도가 3.6MPa, 최대강도 발생 시의 변위는 평균 14mm로 나타났으며 피복부의 미세 균열이 피복두께로 보강한 부재보다 적게 발생하였다. 5ton정도의 하중에서 콘크리트와 DFRCC의 접촉면이 분리되는 현상을 볼 수 있었지만 일반 콘크리트 부분과 DFRCC 피복이 완전하게 상이한 거동을 보이지는 않았고, 연성적인 파괴를 하였다.

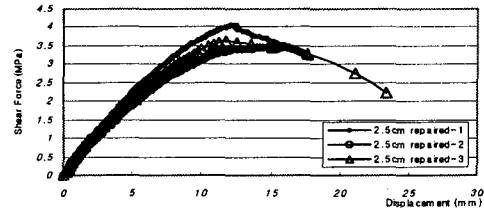


그림 2. DFRCC 피복두께 보강 휨 부재의 휨 실험결과

## 4. 결론

DFRCC 재료 보강이 없는 RC 부재에서 전단보강은 부재의 전단파괴를 효과적으로 제어하여 강도, 변위가 늘어나는 연성적인 거동을 하였다. 그러나 중앙상부의 콘크리트 부재는 압축응력을 견디지 못해 파괴되었고, 하단부 균열의 심화로 피복이 완전 파괴되는 불안정한 파괴를 하였다. DFRCC가 피복 두께로 보강된 RC부재는 전단보강으로 DFRCC와 접합면이 보강되어 좀 더 안정적인 연성파괴를 하였다. 중앙 상부의 콘크리트는 압축력에 의해 파괴되었으나 피복에 많은 미세균열들만이 생겼을 뿐 완전 파괴에는 이르지 않았다. DFRCC를 피복두께 2배로 보강한 RC 부재는 접촉면의 균열로 콘크리트와 DFRCC의 완전한 일체거동을 기대할 수 없어 불안정하고, DFRCC 피복두께가 두꺼워짐으로 인한 단가 상승으로 DFRCC를 피복 두께 만큼 보강한 전단보강 부재보다 경제적인 면에서 불리하다. 그러므로 DFRCC를 피복 두께로 보강한 전단보강 RC 부재가 본 연구에 가장 타당한 결과를 제시하였다.

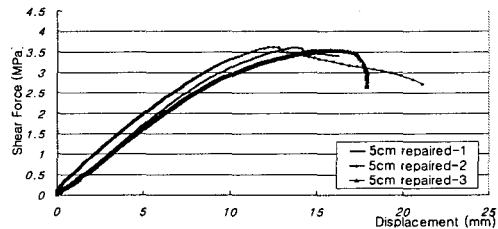
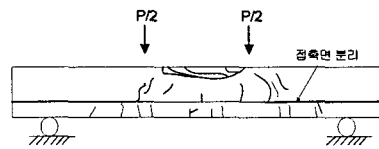


그림 3. DFRCC 피복두께 2배 보강 휨 부재의 휨 실험결과

### 감사의 글

본 논문은 한국과학재단이 지원하는 재활용 PET병에서 추출한 화이버를 이용한 수축균열 제어용 화이버 콘크리트 개발 과제이며 이 연구를 가능케한 한국과학재단에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Geoff Mays ed. 1992 *Durability of Concrete Structures: Investigation, Repair, Protection*, E&FN Spon, 1992
2. Burrows, R.W., 1998 *The Visible and Invisible Cracking of Concrete*, *ACI Monograph*, ACI, No.11, Farmington Hills, Mich., pp.79
3. Shah, S.P., Weiss, W.J, and Yang, W. 1998 *Shrinkage Cracking Can It be Prevented?*, *Concrete International*, April, pp.51-55.
4. Li, V.C., 2000 *When a Crack is Not a Crack*, *Proc. Int. Symp. Brittle Matrix Composites 6*, ZTUREK RIS and Woodhead Publ., Warsaw.