

# 현장타설식 FRP 합성 교각의 내진 성능 평가

## Seismic Performance Assessment of Cast-in-Place FRP-Confined Concrete Bridge Columns

조재영\* 이영호\*\* 황윤국\*\*\* 송재준\*\*\*\*  
Cho, Jae-Young Lee, Young-Ho Hwang, Yoon-Koog Song, Jae-Joon

### ABSTRACT

This paper presents an experimental investigation of seismic performance of cast-in-place concrete filled FRP tube in which the FRP is used for concrete form and lateral confinement.

### 요약

본 연구에서는 FRP를 거푸집 및 횡보강 철근 대용으로 사용한 현장타설식 CFFT 교각을 개발하는데 있어 축소모형실험을 통해 CFFT 교각에 대한 거동분석 및 내진성능 평가를 수행하였다.

### 1. 서론

본 연구에서는 FRP를 거푸집 및 횡보강 철근 대용으로 한 현장타설식 CFFT (Concrete Filled FRP Tube)교각을 개발하고자 한다[1]. 이를 위해 축소모형 실험을 통하여 CFFT 교각의 거동분석 및 내진 성능을 평가하였다.

### 2. CFFT 교각의 축소모형 실험

#### 2.1 실험 개요 및 방법

CFFT 교각의 축소모형 성능평가를 위해 제작된 실험체의 종류 및 제원은 표 1과 같다. CFFT-1은 배근된 철근위에 FRP관을 씌운 뒤 콘크리트를 현장타설하는 방식으로 제작되었다. 띠철근의 체적비는 RC-1 실험체의 절반정도인 0.56%이며, FRP 체적비는 1.67%로 CFFT-2와 동일하다. CFFT-2는 CFFT-1과 모든 조건이 동일하며 띠철근의 배근간격만 상이하다. CFFT-2의 띠철근 체적비는 CFFT-1의 50%로 최소 띠철근 간격으로 배근되었다. 실제 하중효과를 최대한 반영하도록 이동하중과 사하중에 해당하는 축 하중을 주었으며, 수평하중은 변위제어 방식으로 재하하였다.

표 1. 실험체 종류 및 제원

구분	직경	하중재하 높이	FRP 체적비	주철근	띠철근	띠철근 체적비	비고
RC-1	600mm	3.0m	-	D16-20	D13@80	1.06%	기준실험체
CFFT-1	600mm	3.0m	1.67%	D16-20	D13@150	0.56%	FRP 보강량
CFFT-2	600mm	3.0m	1.67%	D16-20	D13@300	0.28%	띠철근 최소화

\* 정회원, 한국건설기술연구원, 구조교량연구실, 연구원 · 공학박사  
\*\* 정회원, 한국건설기술연구원, 구조교량연구실, 책임연구원 · 공학박사  
\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원, 구조교량연구실, 선임연구원 · 공학박사  
\*\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원, 구조교량연구실, 선임연구원 · 공학박사

## 2.2 실험 현상

RC-1의 경우 변위 +15.0mm에 초기 균열이 발생하였다. 변위 +52.5mm 정도에 신규 균열은 잦아들고 기존의 균열들이 더욱 벌어지는 양상을 보였으며, 압축 측 기초 상단과 교각의 접합 부분에 압괴현상이 나타났다. 변위 +157.5mm에 인장 및 압축 측 주철근이 모두 육안으로 확인될 정도로 콘크리트 탈락이 진전되어 마침내 변위 +165.0mm에 인장 측 철근이 파단되었다. CFFT-1은 기둥부가 FRP관으로 둘러싸여 있어 콘크리트의 균열 양상을 육안으로 확인할 수 없었다. 다만 변위 +45.0mm시에 처음으로 교각 부분의 FRP관이 기초 상부 면으로부터 벌어짐을 확인하였다. 변위 +187.5mm시에 파열음이 발생하여 하중이 떨어지는 것을 확인하였으며 변위 -195.0mm에 실험을 종료하였다. CFFT-2의 경우도 CFFT-1과 마찬가지로 콘크리트의 균열 양상을 육안으로 확인할 수 없었으며 변위 +195.0mm에서 파열음이 발생함과 동시에 하중에 떨어짐에 따라 실험이 종료되었다.

## 2.3 실험 결과

모든 실험체는 휨 파괴 거동을 나타내었다. RC 실험체의 경우 최대하중에 도달한 후 내하력이 급격히 감소하는 반면, CFFT 실험체는 최대하중에 도달한 후에도 내하력의 감소 없이 충분한 연성을 보인 후 파괴에 이르렀다. 실험체별 하중-이력 곡선은 그림 1과 같다. 내진성능 평가를 위해 변위 연성도를 산정하였다. 변위 연성도는 항복변위(수평방향 최대 하중의 75%시 변위)에 대한 극한변위(수평방향 최대하중의 20% 저하시의 변위)이다[2]. 띠철근 체적비가 1.06%인 RC-1의 변위 연성도는 4.3, 띠철근 체적비가 0.56%인 CFFT-1의 변위 연성도는 4.9이다. 이는 교각을 구속하고 있는 FRP관으로 인하여 교각의 연성 및 에너지 흡수 능력이 매우 증가되었음을 보여준다. 또한 띠철근이 최소간격으로 배치된 CFFT-2의 연성도가 4.5로 CFFT-1의 연성도보다 뒤떨어지지 않으며 RC 실험체의 연성도보다 높음을 고려할 때 띠철근이 교각의 연성능력을 좌우하기 이전에 FRP관의 구속효과를 통해 이미 충분한 연성을 확보했음을 알 수 있다.

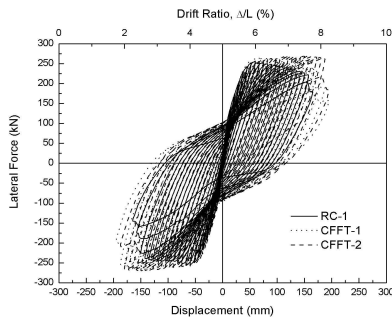


그림 1. 하중 이력 곡선

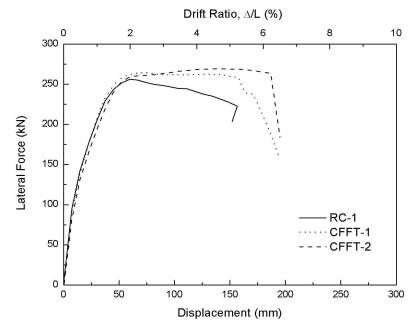


그림 2. 하중-변위 곡선의 비교

## 3. 결론

본 연구는 CFFT 교각 축소모형 성능평가를 수행하였으며 그 연구 결과는 다음과 같다.

1. 교각을 둘러싸고 있는 FRP관은 구조적 역할을 수행하여 연성 및 에너지 흡수 능력에 탁월한 효과를 보인다.
2. CFFT 교각 형식을 적용하였을 때, 최소 띠철근 간격으로만 배근한 상태에서도 뛰어난 내하력 및 연성을 확보 할 수 있다.

## 감사의 글

이 연구는 국토해양부의 건설기술혁신사업의 연구비 지원(05건설핵심D09-차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발연구)에 의해 수행되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 염광수, 이승혜, 이영호, 송재준, 황윤국, 축소모형실험을 통한 콘크리트 충전 FRP 합성교각의 성능평가, 구조물진단학회논문집, 제13권, 제1호, 2009, pp. 135-144.
2. 이승혜, 이영호, 황윤국, 송재준, 급속시공기술 개발을 위한 FRP로 보강된 프리캐스트 교각의 실험 연구, 한국콘크리트학회 학술발표논문집, 2008, pp. 237-240.