



# 프리캐스트 고인성 섬유복합체 적용 RC 복합기둥의 시공사례

## Construction of Reinforced Concrete Composite Columns Using Precast High-Performance Fiber Composites

조항근 Chang-Geun Cho  
조선대학교 건축학부 교수

정상현 Sang-Hyeon Cheong  
포스코건설 기술연구소  
R/D Center 선임연구원

이승중 Seung-Jung Lee  
광주지방법원 현장소장

### 1. 머리말

철근콘크리트(이하 RC) 기둥의 경우 지진과 같은 횡하중이 작용할 때 기둥 단부의 소성힌지 발생에 의한 국부 휨 파괴 양상을 나타낸다. 합성섬유와 모르타르의 배합기술에 의해 제조된 고인성 섬유복합체(high-performance fiber composites, HPFC)는 기존 콘크리트에 비해 인장균열 발생 이후에도 곧바로 인장응력을 상실하지 않고 인장변형률 2~5% 정도에서도 인장강도를 유지하는 고인성 인장변형률을 거동을 발휘하는 특징이 있다<sup>1-3)</sup>. 이로 인해 균열폭을 제어하여 국부취성균열 발생을 억제하고 다중미세균열을 발휘하여 기존 콘크리트에 비해 높은 인성과 휨 거동능력을 가지게 된다<sup>4,5)</sup> (그림 1, 사진 1). 본 기사는 국내 최초로 고인성 섬유복합체를 신축현장의 구조 부재에 적용한 시공사례로 프리캐스트 박스 고인성 섬유 복합체 적용 RC 복합 내진기둥공법의 적용사례를 소개하였다.

### 2. 프리캐스트 고인성 섬유복합체

일반 콘크리트와 고인성 섬유복합체를 현장에서 직접 타설하는 시공방법은 일반 콘크리트와 고인성 섬유복합체를 별도로 타설 시공해야하는 문제와 고인성 섬유복합체의 타설에 따른 시공관리를 고려할 때 시공 효율을 저하시킬 수 있는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 고인성 섬유복합체를 프리캐스트로 제작하였다.

한편 RC 기둥의 소성힌지 발생 및 휨 취약 부분이 주로 기둥 단부에 집중됨을 고려, (그림 2)와 같이 고인성 섬유복합

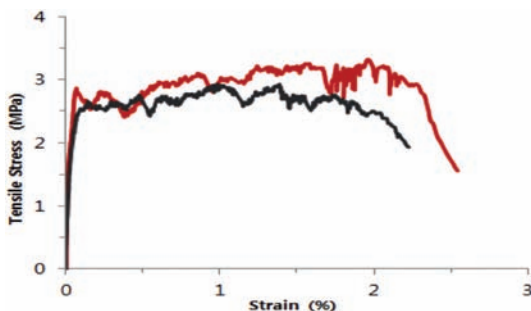


그림 1. 고인성 섬유복합체의 인장변형률

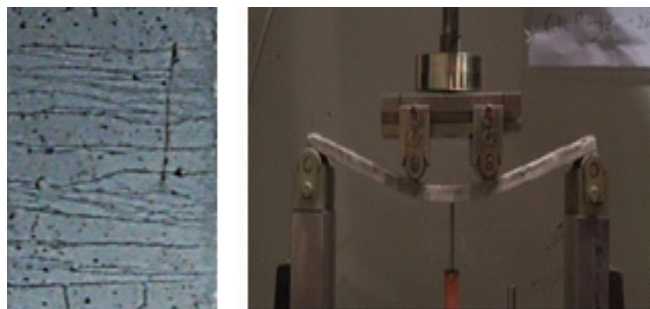


사진 1. 고인성 섬유복합체 휨 균열 및 파괴양상

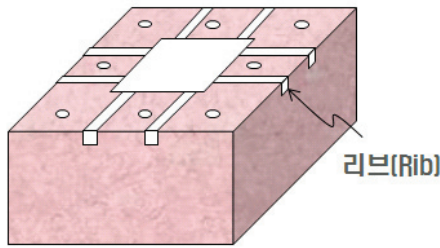


그림 2. 프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스

체 프리캐스트 박스를 제작, 기둥 단부인 소성힌지 부분에 적용하도록 하고, 그 외의 기둥 전단면은 후타설 콘크리트로 시공하여 경제적이고 효율적인 공법이 되도록 제시하였다. 콘크리트에 비해 가격이 높은 고인성 섬유복합체를 최소 적용하여 비용절감과 함께 지진력과 같은 횡하중에 대해 휨 내력증진 및 고인성 변형능력을 발휘하도록 하였다. <사진 2>와 같이 이렇게 적용된 방법은 기존 RC 기둥에 비해 휨 및 전단내력 및 휨 파괴역제에 우수한 것으로 평가되었다.

### 2.1 고인성 섬유복합체의 재료특성

고인성 섬유복합체는 콘크리트의 취성적인 단점을 극복하기 위해 높은 인장강도(1,600 MPa)를 지니는 PVA 섬유, 모르타르 및 혼화재료를 사용하여 제조된 복합체로서 인장변형률 2.0% 이상의 고인성 인장변형률 거동을 발휘할 수 있으며, 다중미세균열 거동을 나타낸다<그림 1, 2>. 프리캐스트로 제작된 고인성 섬유복합체는 배합과정에서도 섬유와 시멘트 모르타르 간에 섬유불현상과 같은 뭉침 현상이 일어나지 않고 충분히 섬유가 분산되어 타설되도록 배합하여야 하며, 양생 과정에서도 충분한 품질이 확보되도록 한다.



사진 2. 고인성섬유복합체(좌) 및 일반 RC(우) 기둥 실험체

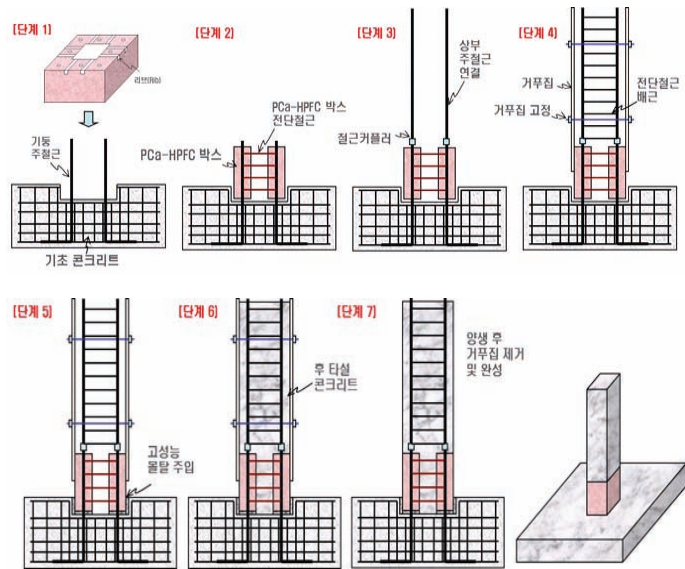


그림 3. 프리캐스트 박스 적용 고인성 섬유복합체 기둥 제작단계

### 2.2 프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스의 제작

프리캐스트 박스는 <그림 3>과 같이 장방향의 형태로 제조공장에서 미리 성형된 고인성 섬유복합체 박스이다. 프리캐스트 박스의 주철근 관통 위치에 맞추어 주철근 지름 D값의 약 1.5~2배의 중공을 형성하고, 프리캐스트 박스를 현장에 적용한 뒤 중공은 무수축 모르타르를 사용하여 채움으로 프리캐스트 박스와 기둥의 주철근의 일체화를 이루도록 한다. 프리캐스트 박스와 후타설 콘크리트와의 연결부에서의 일체성을 확보하기 위해 프리캐스트 박스면에 리브를 두었다. 기둥 단면 형상에 따라서 프리캐스트 박스의 형태는 장방향으로 한정하지 않고 원기둥과 같은 다양한 형태로 구성될 수 있다. 프리캐스트 박스의 높이는 기둥 유효깊이 이상의 소성힌지 높이 이상으로 적용함으로 내진효과를 기대할 수 있다.

### 3. 프리캐스트 고인성 섬유복합체 기둥 제작단계

- (1) [단계 1]-공장제품으로, 프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스를 미리 제작한다. 주철근과 기초철근을 배근하여 콘크리트를 타설하고 완성된 기초부분에 주철근의 위치와 프리캐스트 박스의 중공 부분을 맞추어 프리캐스트 박스를 끼워 설치한다.
- (2) [단계 2]-미리 제작된 프리캐스트 부분과 기존에 타설 시공된 기초 면과의 일체성을 높이고, 소성힌

지 부분에서의 위험성을 줄이기 위해 기초부분에서 200~500 mm 정도 낮추어 프리캐스트 박스가 기초 안으로 매입되도록 프리캐스트 박스를 기초면에 끼워 제작한다.

- (3) [단계 3]-프리캐스트 박스를 기초 콘크리트 부분에 고정시킨 후에 하부의 주철근과 상부의 주철근을 철근커플러로 연결하여 일체화시키는 단계이다. 철근의 연결은 현장의 요건과 상황에 맞추어서 적용할 수 있는 방법이 다양해진다.
- (4) [단계 4]-주철근 연결 후 상부 주철근에 전단철근을 배근하여 기둥에 설계된 모든 철근을 배근한다. 후타설 콘크리트 시공을 위해 기둥부분의 거푸집을 설치한다. 후타설 콘크리트가 프리캐스트 박스의 표면으로 흘러나는 것을 방지하기 위해 기둥 단면의 크기에 맞추어 거푸집을 제작하고 거푸집을 밀착하여 고정하는 단계가 필요하다.
- (5) [단계 5]-기초콘크리트 부분과 프리캐스트 박스 사이, 프리캐스트 박스 중공부와 주철근 사이에 유동성 및 성능이 뛰어난 고성능 무수축 모르타르를 주입한다.
- (6) [단계 6]-프리캐스트 박스 상부 및 박스 내부에 콘크리트로 후타설하여 이음시공하는 단계이다. 프리캐스트 박스의 중앙부분과 거푸집안으로 충분히 타설이 되도록 충분한 다짐 과정이 필요하다.
- (7) [단계 7]-콘크리트 후타설 시공 이후 충분히 양생한 후 거푸집을 제거하여 완성하는 마지막 단계이다.

#### 4. 기둥공법의 신축현장 적용사례

이상과 같이 소개된 대상 기둥 공법을 <그림 4> 및



그림 4. 공공 신축현장의 조감도

표 1. 신축 적용현장의 개요

구분	내용		
사업명	광주OO 공공청사 신축공사		
대지위치	광주광역시 서구 치평동		
지역지구	도시지역, 중심상업지역, 지구단위계획구역		
용도	업무시설 (공공청사)		
대지면적	이전공사 (등기국)	금회공사 (가정지원)	계
	3,510 m <sup>2</sup> (1,061.78 평)	7,020.4 m <sup>2</sup> (2,123.67 평)	10,530.4 m <sup>2</sup> (3,185.45 평)
건축면적	2,138.56 m <sup>2</sup> (646.91 평)		
면적	지상	6,072.55 m <sup>2</sup> (1,836.95 평)	
	지하	538.43 m <sup>2</sup> (162.88 평)	
	총계	6,610.98 m <sup>2</sup> (1,999.82 평)	
건폐율	30.46%		
용적률	83.52%		
규모	지하 1층, 지상 5층		
최고높이	27.6 m		

<표 1>과 같이 광주시 치평동 소재의 공공 청사 신축현장에 적용하였다. <그림 5>와 같이 대상 신축 청사 1층의 두개 기둥에 대하여 고인성 섬유복합체를 현장타설로 제작한 경우(600×600 mm) 및 프리캐스트 박스로 제작하여 시공한 경우(500×600 mm)의 두 공법에 의한 설계 및 시공을 적용하였다. 프리캐스트 박스 단면의 두께 및 높이는 각각 80 mm 및 기둥 유효깊이의 1.5배로 하여 기초와 면한 1층 기둥 하부에 시공하는 것으로 설계, 제작되었다. 고인성 섬유복합체의 섬유혼입율은 체적당 2.0%로 하였다.

프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스의 제작 과정 및 완성된 모습은 <사진 3>과 같으며, 완성된 프리캐스트 박스를 현장 위치에 거치 후 무수축 모르타르 주입에 의해 기초 바닥 면 위에 시공 완료하는 과정을 <사진 4>에 나타내었다. 프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스 시공 이후 커플러를 이용한 상부 철근 배근 및 거푸집 제작하




사진 3. 프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스 제작



사진 4. 프리캐스트 고인성 섬유복합체 박스 설치

고, 후타설 콘크리트 타설 이후 완성된 두 개 기둥의 모습을 <사진 5>에 나타내었다.

### 5. 맺음말

프리캐스트 고인성 섬유복합체를 제작하여 기둥의 소성흔지 발생구간에 국부적으로 적용하여 RC 복합기둥에 관한 내진설계를 위한 시공 공법을 제시, 국내 최초로 고인성 콘크리트 기술을 구조부재의 신축현장에 설계 및 시공 반영하였다. 기존 콘크리트 기둥에 비해 균열제어 효과 및 고인성 인장변형률을 발휘할 수 있어 단면치수 및 철근량 감소, 내력 및 변형능력 향상에 장점이 있다. 고인성 섬유복합체의 현장 타설에 따른 단점을 고려하여 프리캐스트로 제작하여 시공에 유리한 방식을 적용하였다. 향후 고인성 섬유복합체와 같은 첨단 콘크리트 기술을 활용한 건축구조물 설계 및 시공에 있어 한 단계 도약할 수 있는 현장 적용에 의한 가능성을 마련하였다. 

담당 편집위원 : 송훈(한국세라믹기술원) songhun@kicet.re.kr



사진 5. 상부 철근 연결 및 후타설 콘크리트 완성

### 참고문헌

1. V. C., Li, "From Micromechanics to Structural Engineering—The Design of Cementitious Composites for Civil Engineering Applications", *JSCE Journal of Structural Mechanics and Earthquake*, Vol.10, No.2, 1993, pp. 37 ~ 48.
2. 조창근, 초고층 미래건설의 고부가가치 및 첨단 사고 혁신 전략, *한화건설 기술지, 한화건설*, Vol.1, 2008, pp. 35 ~ 39.
3. 조창근, 한병찬, 이정환, 김윤용, '압출성형 ECC 패널을 이용하여 제작된 복합 바닥 슬래브의 휨 성능', *콘크리트학회 논문집*, Vol.22, No.5, 2010, pp. 695 ~ 702.
4. Cho, C. G., Ha, G. J., Kim, Y. Y., Nonlinear Model of Reinforced Concrete Frames Retrofitted by In-Filled HPFRCC Walls, *Structural Engineering and Mechanics*, Vol. 30, No. 2, pp.211 ~ 223.
5. Cho, C.G., Kim, Y.Y., Feo, L., Hui, D., Cyclic Responses of Reinforced Concrete Composite Columns Strengthened in the Plastic Hinge Region by HPFRCC Mortar, *Composite Structures*, Vol.94, 2012, pp.2,246 ~ 2,253.



**조창근 교수**는 경북대학교에서 학·석사, 일본의 동경공업대 건축학과에서 콘크리트 부재의 3차원유한요소 휨강도 평가에 관해 박사학위를 취득하였다. 첨단소재 고성능 콘크리트 부재 응용개발 및 복합 콘크리트 비선형해석 연구를 수행하고 있으며, 현재 우리학회 콘크리트전산해석위원회 위원장으로 활동하고 있다.

chocg@chosun.ac.kr



**정상현 선임연구원**은 한국과학기술원 건설 및 환경공학과에서 석사를 취득하였고, 2008년부터 포스코건설 R&D CENTER 기술연구소에서 근무하고 있으며, 현재 토목환경연구그룹에서 극한환경 시공, 친환경재료, 고성능 콘크리트, 숏크리트 등 토목재료 분야를 연구하고 있다.

shcheong@poscoenc.com



**이승중 소장**은 조선대학교 건축학부에서 박사과정을 수료하고, 고성능 복합슬래브 공법 개발에 관한 주제로 학위논문을 진행 중에 있다. 목포지방법원 및 광주가정법원 신축현장 등 법원 신축현장의 소장을 주로 역임하였으며, 국토부 건설신기술 심의위원으로 활동하고 있다.

lsj4849@nate.com