

향군잠실타워에 적용된 PC합성보의 시공성 분석

Constructability Analysis of PC Composite Beam on Hyangkun Jamsil Tower



한 경 수*
Han, Kyung-Soo

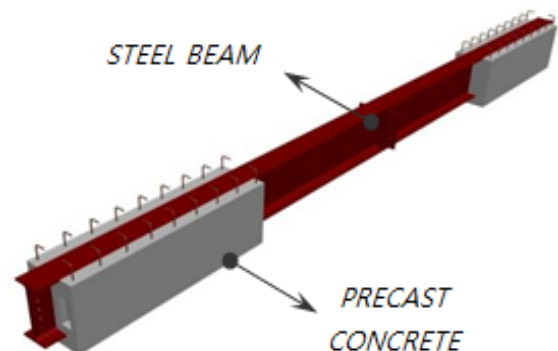
1. 서 론

최근 고층 및 대공간 건축물이 증가함에 따라 재료의 한계 및 경제성, 구조안전성 확보 방안으로 기존 공법을 개선한 다양한 합성복합보 공법들이 개발되고 있으며 당사에서도 신규 프로젝트 및 수주지원 시 VE 대안으로 합성복합보를 검토하고 있다. 그 중 PC합성보의 적용범위가 확대되고 있는 것으로 나타났다. 장점으로서는 다음과 같다. 첫째, 합성복합보 적용시 철골보 대비 약 10% 공사비 절감 및 철골보 대비 약 100~200mm 층고절감 효과와 전반적인 원가 절감효과가 나타나며 둘째, 철골보 대비 PC부 강성증대로 인해 저진동으로 사용성이 확보된다. 셋째 내화피복량 감소, 프리텐션도입으로 PC부 처짐 및 균열제어 효과가 우수하며 무지주 공법으로 현장작

업이 최소화되는 장점이 있다. 당사에서는 향군잠실 타워에 PC합성보를 적용하였으며, 시공성 분석을 통해 PC 복합공법의 적용범위 확대 및 시공시 유의 점에 대해 소개하고자 한다.

2. PC 합성보 개요

2.1 CPS(Composite Precast concrete System)보

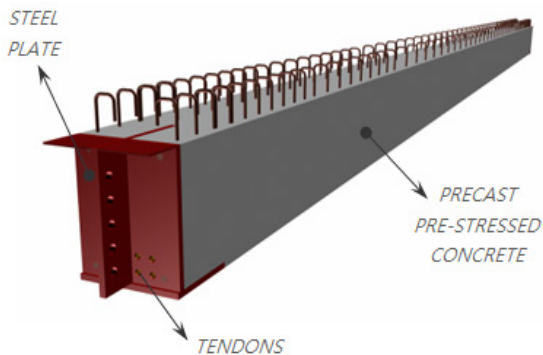


* 대림산업 기술개발원

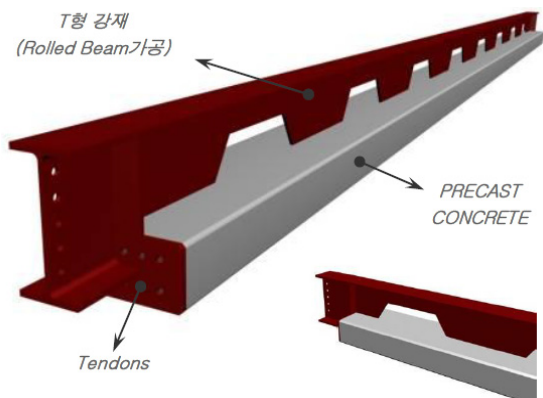
중양부는 노출형 철골합성보, 단부는 매립형 철골 PC합성보 단면으로 구성되어 있으며 두 종류의 단면을 최적화된 구간에 배치시킨 모멘트접합으로 약 40~50%의 강재량 절감 및 공기단축, 보 춤과 내화 피복량 감소 등을 기대할 수 있다. 최적스팬은 9~16m이다.

2.2 MPS(Modularized Prestressed System)보

프리텐션된 프리스트레스 콘크리트와 철골접합형태의 단부 철물이 일체화된 복합보로 기존PC보의 접합부를 개선하여 현장시공성과 안전성을 확보하고 공기단축과 층고절감이 중요시되는 초고층에 적용이 용이한 구조이다. 단, 접합부 시공방법은 일반 철골보와 동일하지만 부재중량이 철골보다 다소 증가하는 점을 고려하여 타워크레인에 의한 양중계획을 수립하여야 한다. 최적스팬은 9~16m이다.



2.3 TPS(Tra-combined Prefab System)보



T형 강재와 프리스트레스된 프리캐스트 콘크리트를 결합한 부분매립형 합성보로 압축력이 강한 콘크리트 부분에 프리스트레스를 도입하여 하부 인장재로 활용하는 방식으로 장스팬 구조에 적합하며 처짐, 진동 등의 사용성 향상과 Open Web를 설비공간으로 사용하여 층고절감을 극대화 할 수 있는 구조이다. 최적스팬은 16~25m이다.

3. 적용 사례

3.1 향군잠실타워

(1) 조감도

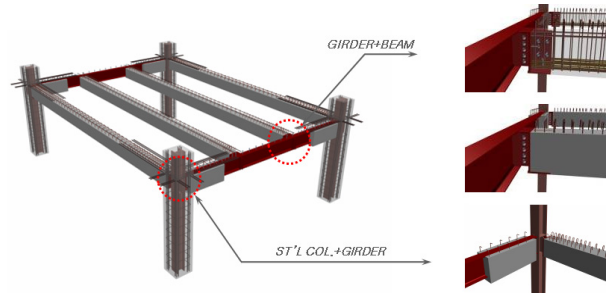


구분	개요
공사명	향군잠실타워 신축공사
위치	서울시 송파구 신천동 7-29
공사기간	2011.03.03.~2013.04.30.(26개월)
시공사	대림산업(주), (주)한화건설 컨소시엄
대지면적	7,715.50m ³ (2,33.94평)
건축면적	2,923.68m ³ (884.41평)
연면적	2,923.68m ³ (30,023.93평)
건폐율	37.89%
규모	지하6층, 지상 30층 1개동 (철근콘크리트조)

(2) 합성보 적용사항

향군잠실타워에 적용된 PC합성보는 MPS + CPS로 Girder부재는 CPS 합성보를 Girder, Beam부재는 MPS 합성보를 적용하였다. CPS보는 RC와 철골의 조합을 통한 프리캐스트된 합성보로 형태는 보

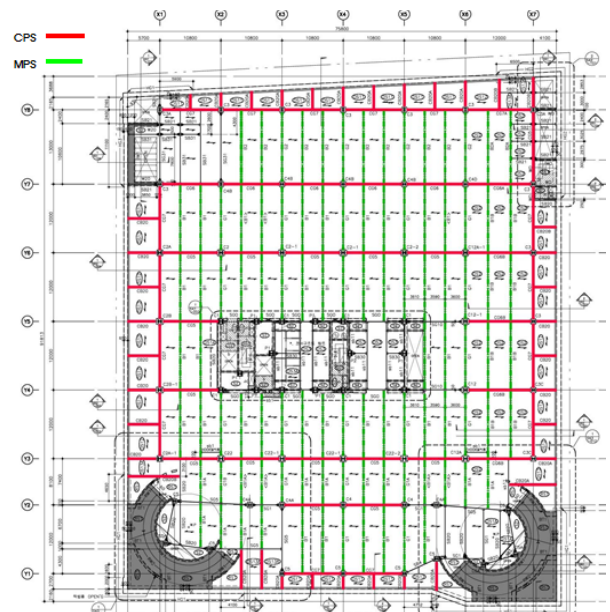
중상부는 노출형 합성보, 단부는 매립형 합성보로 설계되어 있으며 시공시에는 PC를 제외한 철골만으로 검토하여 구조안전성을 확보하였다. MPS는 프리캐스트 콘크리트 보 단부에 현장 접합이 용이하도록 매립형 보강철물을 매달아 접합하도록 설계된 합성보이다. 단부철물로 집중하중을 전달하는 형태이므로 PC강연선, 볼트접합, 스테드 볼트의 배치 등을 고려하여 설계에 반영하였다. 또한 시공성 및 RC보의 경제성, 처짐 등의 사용성능을 향상시킨 시스템이다.



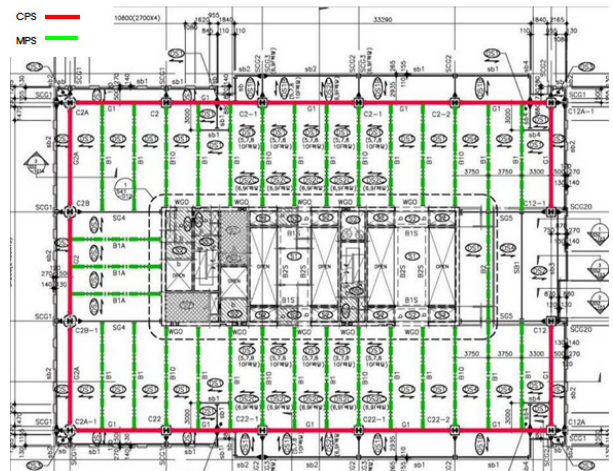
〈그림 1〉 MPS+CPS System

① 구조평면도

- 저층부(B3) 설치구간



- 상층부(5~10F) 설치구간



〈그림 2〉 향군잠실타워 신축공사현장(2011.11월)

향군잠실타워는 경간이 10.8m×12m로 CPS/MPS PC합성보를 적용하기에 알맞은 타입으로 전구간(지하/지상)에 걸쳐 PC합성보를 적용하였으며 SRC기둥과 접합하는 형태이다. 지하 저층부는 외각과 기둥과 접합하는 부위에 CPS를 적용하였고, 상부층은 건물 외각에만 CPS를 적용하여 MPS를 연결하는 방식으로 계획되었다.(구조평면도 참조)

② 적용 부재단면

- CPS 보 부재일람표(27~5G2)

I. END		CENT.	
*SRC 기둥면에서 L=1500 구간.			
○: 2-HD13			
●: 6-SHD25			
○: 2-HD19			
HD10	●300		
50H-496x199x9x14			
상부: 2-φ19@150			
하부: 2-φ19@300		2-φ19@300	

- MPS 보 부재일람표(-4~-1G1B)

I. END		CENT.	
○: 2-HD13		○: 2-HD13	
●: 4-SHD25			
○: 2-HD25		○: 2-HD25	
x: 2-HD16		x: 2-HD16	
HD10	●150(단부1.2m 구간은 ●100)	HD10	●200
4	-15.2mm	4	-15.2mm

4. 적용성 분석

4.1 제작 및 발주

PC합성보는 철골에 비해 PC작업이 한단계 추가되기 때문에 부재를 발주하는데 있어 신중해야한다. 지상층은 도면대로 발주가능하나, 지하층은 PRD, RCD, S/W의 수직도 및 시공오차 등의 문제로 실측 후 자재발주를 실시하게 된다. 따라서 PC합성보의 경우, 철골제작→PC공장운반→PC합성보제작의 과정으로 실측/자재반입시 까지 일반 철골보 대비 약

7일의 추가공기가 발생하게 되므로 발주시 현장 공정을 고려하는 것이 중요하다.

4.2 양중(하차 및 야적작업)

CPS는 보통 무게 2~3tf/ea로 운반량이 12~15ea/대이다. 하차장비는 지게차로도 사용가능하며 주로 TC를 이용하여 양중하였다. MPS는 무게 4~6tf/ea로 운반량이 4~5ea/대이다. 또한 CPS에 비하여 양중 부하가 크므로 양중계획시 필히 고려하여야 한다. 하차장비는 지게차 이용이 불가하며 TC를 사용하여 하차하였다. 따라서 TC선정시에 용량이 큰 것을 사용하고 야적시 구조안전성을 고려하여 계획하여야 한다.



〈그림 3〉 CPS 운반량



〈그림 4〉 MPS 운반량

지상층 접합부는 기존 철골구조와 동일하며 조립 시공시 1ea/회 양중가능하다.(철골은 3ea/회) 따라서 철골에 비해 약 20%정도 양중시간이 늘어난다. 지하층은 협소한 지하공간에서 자재 이동 및 설치가 어려워 지하층 조립시 개조된 백호를 사용하여 시공하였다.

4.3 설치 및 접합

설치의 경우 철골공사와 동일하며 아래의 순서(그림 7 참조)로 시공한다. 다만 부재의 중량이 크므로 설치시 양중부하가 걸리지 않도록 설치계획을 수립하는 것이 중요하다. 반면 시공시 별도의 서포트 설치가 필요없기 때문에 동바리가 필요한 타 합성보에



〈그림 5〉 개조된 백호



〈그림 6〉 SRC 기둥 거푸집



〈그림 7〉 설치순서



〈그림 8〉 보-기둥 접합부 시공사진

비해 시공성이 양호하다. 접합면에서는 CPS 보 설치 시 기둥 브라켓이 없이 설치되고 기둥/거더 접합부 상,하부 플랜지 현장 용접을 하기 때문에 기존 철골 접합과 동일하다. SRC기둥-합성보 접합부는 그림8과 같이 철근을 삽입하고 콘크리트를 타설하여 일체화하였다. MPS의 경우 볼트를 체결하여 접합하였다.

4.5 비교분석

노출형 합성보(STEEL)와 MPS+CPS System을 비교해본 결과 노출형 합성보는 유효천정고 2,700 mm를 확보하기 어려웠으나 MPS+CPS System을 사용하므로써 유효 천정고를 확보할 수 있었다. 또한 노출형 합성보에 비해 PC합성보는 내화피복 면적이 줄어들 뿐만 아니라 상부 STUD의 갯수도 줄어든다. 제작 및 납품 순공사비, 설치비, 현장작업비(상부 STUD, 내화피복, 상부철근)을 비교해본 결과, MPS+CPS System이 노출형 합성보 대비 13%의 원가 절감효과가 있다. 완공 후에는 노출형 합성보보다 균열 및 진동이 적어 사용성 면에서도 우수한 것으로 확인되었다.

5. 결 론

당사 향군잠실타워현장에 적용된 PC합성보(MPS+CPS)는 구조적인 면에서 치짐 및 사용성이 증대되고 원가면에서 절감효과가 나타난다. 다만 제작 및 양중시 시공계획이 중요하므로 앞에서 지적한 내용을 참고하여 시공한다면 경제성 및 사용성 부분에서 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 향군잠실타워 공사에 도움주신 많은 분들께 감사드리며 지속적인 적용과 기술개발을 통해 PC합성보가 더욱더 많은 현장에 적용되길 기대해 본다.

참고문헌

1. 김정환, 김정선, 심남주, 김건영 “PC복합보 소개 및 현장적용사례” 한국건축구조기술사회, 2009.12
2. 윤태호, 홍원기, 박선치, 윤대영 “장스팬이 가능한 친환경 공용주택용 철골프리캐스트 합성보 개발” 한국생태환경건축학회 논문집, V11 n.1(통권 47호), 2011.02
3. 홍원기, 박선치, 이경훈의 “친환경 층고 절감형 합성보의 시공 Process 및 시공사례” 한국생태건축학회 논문집 V7, n.6(통권 28호), 2007.12
4. 홍원기, 김진민, 박선치, 임선재 “친환경 층고절감형 합성보의 보-기둥 접합부 상세 및 시공성 연구” 한국생태환경건축학회 논문집, V7, n.6(통권 28호), 2007.12
5. 양원직, 이원호, 박진영외, “H형강 웨브에 콘크리트를 충전한 합성보의 휨 성능평가” 대한건축학회 논문집 구조계 V28 n.06, 2012.06