

MHS공법 소개

Introduction of Modularized Hybrid System



이호찬
(주)MCS Tech. 대표이사

1. 머리말

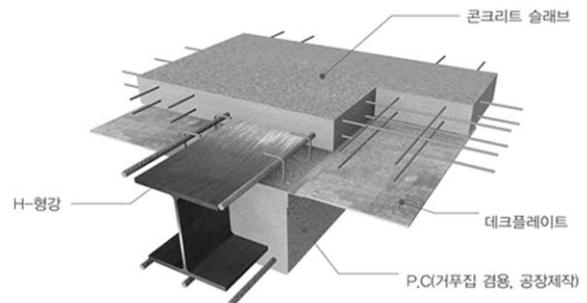
급속도로 변하는 현대 사회에서의 건축물은 초고층화, 대형화 및 고밀도화 방향으로 발전되고 있으며, 도심지 내의 인구밀도도 끊임없이 증가하고 있는 추세이다. 이러한 초고층화, 대형화 건물의 공사비용을 줄이기 위해서는 공기의 단축, 인력비용의 감소가 가장 중요한 요소라고 할 수 있다. MHS합성보는 RC공사의 단점인 거푸집을 PC(Precast Concrete)로 대신하고 접합부는 철골과 같이 간단하게 개발되었다. MHS보의 시공현황과 실제 현장에서의 적용사례에 대하여 소개하고자 한다.

2. MHS합성보의 개요

MHS합성보는 철골의 상부 플랜지가 슬래브에 매립된 형태의 매입형 합성보로 슬립플로어 공법 적용에 유리하며 구성형태는 그림 1과 같이 크게 철골과 PC부분(Precast Conc와 철근)으로 나눌 수 있다. 거푸집 겸용 PC부분 상부에 테크플레이트를 걸치고 콘크리트를 타설하는 공법으로 각 재료의 장점, 즉, 철골의 시공성과 RC의 경제성을 동시에 가지고 있는 부재이다.

기존 철골조는 시공의 편리함, 공기단축효과에도 불구하고 층고가 높아지는 단점을 가지고 있으며, MHS합성보는 철골조에 비해 슬래브에 매입된 형태로 층고절감에 유리하며, 건축물의 골조 및 외부 마

감재 등의 공사비 절감, 동일 높이에서의 층수의 증가로 연면적이 증가되는 장점을 가지고 있다.

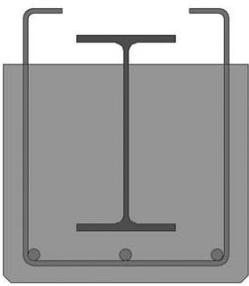


〈 그림 1.1 개념도 〉

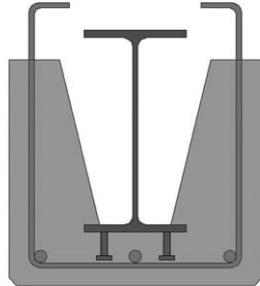
3. MHS합성보의 형태

MHS합성보는 단면형상에 따라 매입형과 중공형으로 구분된다. 매입형 MHS합성보는 PC(Precast Concrete)부분과 현장타설 콘크리트에 의해 철골이 완전히 매입된 형태이며 단면형상은 〈그림 2.1~2.3〉과 같이 구형, U형 및 일자형 등이 있다. 중공형 MHS합성보는 PC(Precast Concrete)부분이 중공되어 철골 일부가 내부에 노출되어 있는 형태이며 단면형상은 〈그림 2.4〉와 같다.

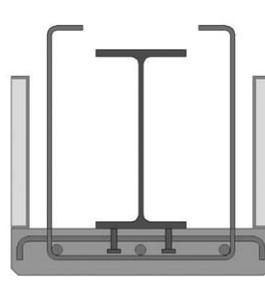
MHS합성보는 철근콘크리트보의 단점인 보 춤이 커지는 문제를 개선하고, PC(Precast Concrete)부재의 접합부 시공 시 발생하는 문제점들을 개선하기 위하여 철골조와 동일한 접합부 시공 상세를 도입하



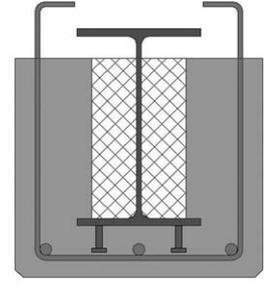
< 그림 2.1 구형 >



< 그림 2.2 U형 >



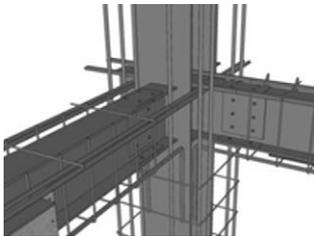
< 그림 2.3 일자형 >



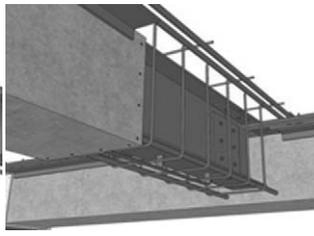
< 그림 2.4 중공형 >

였으며, 구조모듈 특성에 따라 <그림3.1>, <그림3.2> 형태의 공사비 절감형 접합부, <그림3.3>, <그림3.4> 형태의 공기절감형 접합부가 사용되고 있다.

공사비절감형접합부

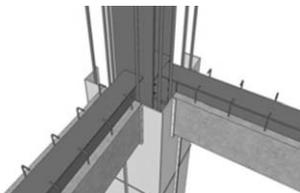


< 그림 3.1 기둥+Girder >

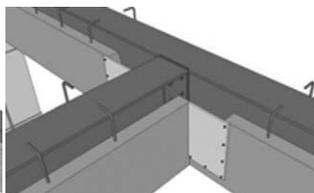


< 그림 3.2 Girder+Beam >

공기절감형접합부



< 그림 3.3 기둥+Girder >



< 그림 3.4 Girder+Beam >

4. MHS합성보의 구조시스템

MHS합성보는 철골과 콘크리트를 일체로 공장제작하여 현장에서 시공하기 때문에 철골조의 단점인 내화피복 문제를 해결하고, 각 재

료의 장점을 적극 활용함으로써 철골 단일 재료를 사용하는 경우보다 철골 물량이 획기적으로 절감될 수 있게 된다. 또한 MHS합성보는 슬래브가 철골보의 상부플랜지가 아닌 PC(Precast Concrete) 상부에 위치하고 철골보의 상부플랜지가 슬래브에 매입되므로 층고 절감에 따른 공사비 절감 효과를 기대할 수 있다. 결과적으로,

첫째, 건물의 층고절감에 따른 물량감소로 공사비를 절감할 수 있기 때문에 건물이 고층화 되거나, 지하 굴토량이 큰 현장일수록 경제성을 극대화할 수 있다.

둘째, MHS합성보가 PC(Precast Concrete)로 제작되어 현장 반입 후, 철골조와 동일하게 시공되므로 보다 안전한 시공이 기대된다.

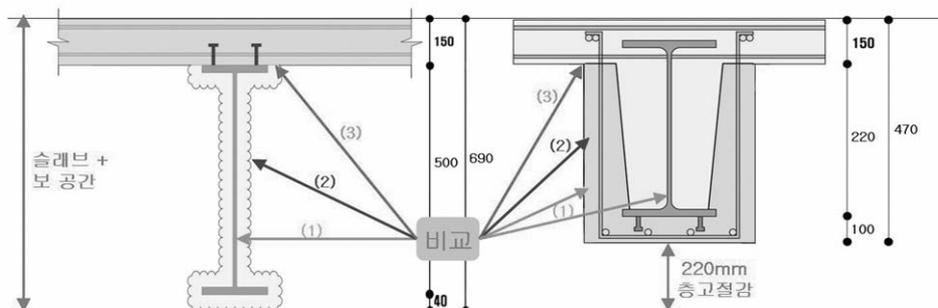
셋째, 소음과 진동을 최소화할 수 있다.

넷째, 기존 철골조 대비 내화피복을 생략할 수 있으므로 환경 친화적인 공법이라 할 수 있다.

4.1 구조형식의비교

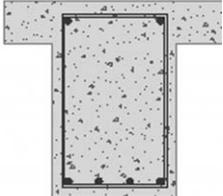
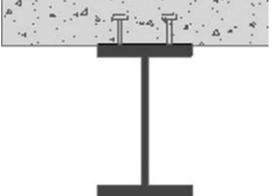
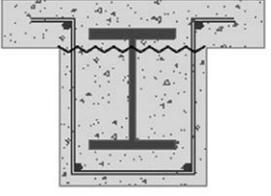
기존 철골 구조시스템과 MHS합성보 구조시스템의 비교는 <그림 4.1>과 같이

- (1) 철골 구조 시스템은 철골 단일 재료로 MHS 구조시스템보다 철골 물량이 상대적으로 증가한다. 그에 반해, MHS 구조시스템은 RC의 장점과 철골의 장점을 극대화하여 철골의 물량(net로 10% 이상절감)을 감소시킨다.
- (2) 철골과 콘크리트를 일체로 공장제작하여 현장에서 시공하기 때



< 그림 4.1 철골 구조 시스템(좌) MHS 구조 시스템(우) >

〈 표 1.1 보의 구조 시스템별 장단점 비교 〉

구분	RC보	철골보	노출형 합성보	MHS합성보
단면 형태				
장점	경제성	시공성	층고감소, 강재의 효율성	경제성, 사용성, 시공성
단점	시공성, 층고증가	경제성, 층고증가	경제성	PC제작

문에 철골조의 단점인 내화피복문제를 해결할 수 있는 환경 친화적인 공법이다.

(3) 슬래브가 철골보의 상부플랜지에 시공 되는 것이 아니고, PC(Precast Concrete) 상부에 시공 되고, 철골 상부플랜지가 슬래브에 매립되므로 층고절감에 따른 공기단축, 공사비절감 등 경제성을 극대화할 수 있다. 층고가 절감되므로 지상부는 매 20층마다 1개층의 증축이 가능하고 지하구조물에 적용할 경우 굴토량 감소에 기여하게 된다. 또한 MHS 구조시스템은 철골기둥 뿐만 아니라 RC, SRC기둥에도 적용이 가능하다.

보의 구조시스템별 장·단점을 비교한 내용은 <표 1.1>과 같으며, MHS합성보는 RC의 경제성, 철골보의 시공성, 합성보의 효율성 및 PC부재의 품질확보면에서 우수한 성능을 지닌다.

5. MHS공법 적용 사례

- 지상층

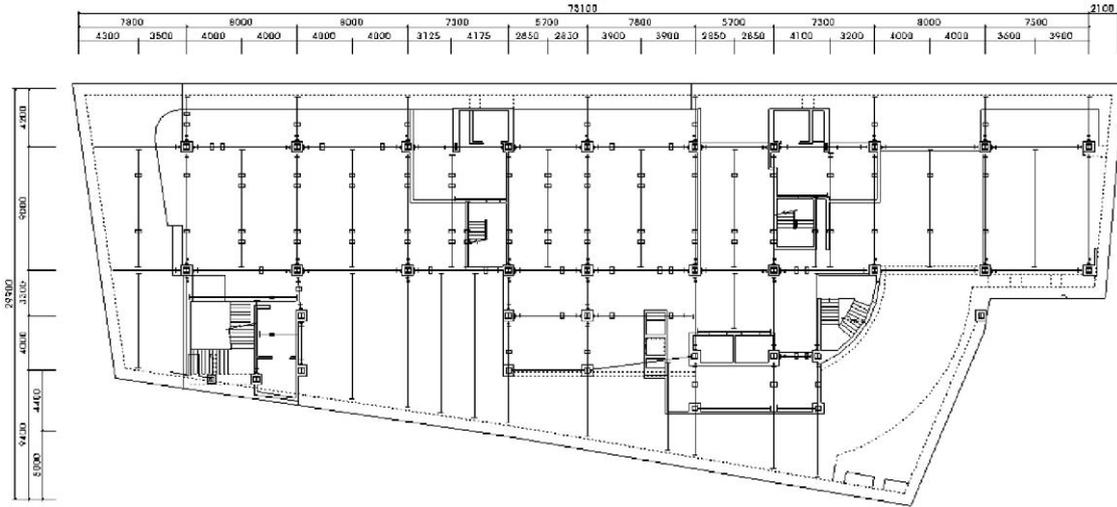
① 천호동 예다인 노빌루스 주상복합

천호동 예다인 노빌루스 주상복합건물은 평면크기 7.3~8.0m x 9.0m의 기본 모듈로 지하 6층, 지상 19층의 공동 주택 및 업무시설로 사선제한에 의해 최상층이 Setback되어 설계되어 있었다. 지상층 공사에 MHS합성보로 설계 변경되어 기존 철골에 비해 기준층 층고가 20cm이상 절감되었으며, 건물의 동일 높이에서 최상층의 Setback부분이 확대되어 연면적이 증가하여, 분양 면적 및 임대 면적이 증가되는 경제적 효과를 보였다. 철골대비 공사비가 <표 2.1>의 기준층 공사비 비교와 같이 대략 10% 절감 되었으며, 내진 및 내풍 설계에 횡강성 증대로 철골조에 비해 유리하였고, 주거용도의 공동주택부분 및 업무시설에 처짐 및 진동에 유리하여 거주자의 쾌적한 거주환경을 확보 하였다.

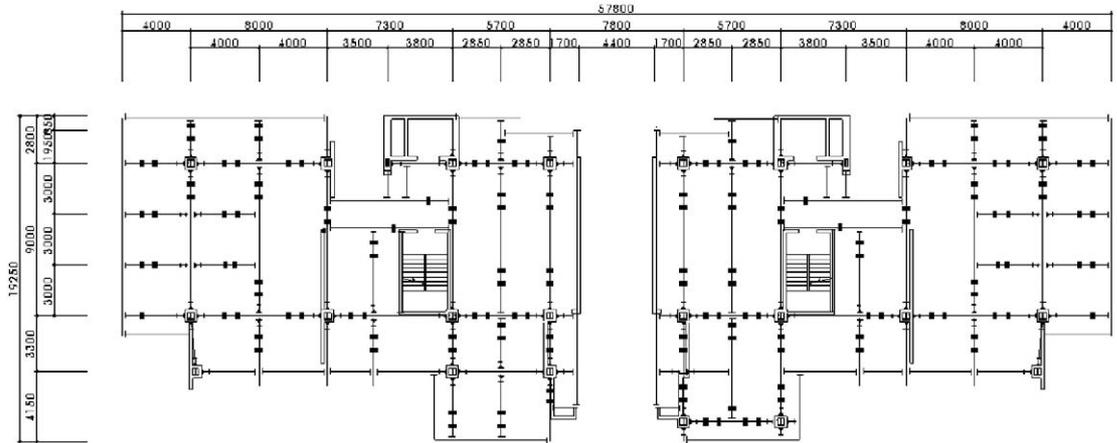
천호동 주상복합

공사명	예다인 노빌루스 주상복합 신축공사
위치	서울특별시 강동구 천호동 427-3
구조	철골철근콘크리트구조
규모	지하 6층, 지상 19층
연면적	7,400평(24,463㎡)
용도	공동주택, 업무시설, 근린생활시설
설계	예공건축 / (주)MCS Tech.
시공	해중건설
구조형식스팬	7.3~8.0m×9.0m
시스템	SRC기둥+구형 MHS합성보
보 높이	50cm(기준층)
부재 수	구형 - 1,470본
적용하중	D.L=5.31KN/m ² , LL=2.0KN/m ² (주거용도)
재료강도	콘크리트 f _{ck} =24MPa 철근 F _y =400MPa(SD400) MHS/철골 F _y =325MPa(SD490)





〈 그림5.1 저층부 구조평면도 〉



〈 그림5.2 기준층 구조평면도 〉

〈 표2.1 천호동 주상복합 기준층 보 공사비 비교 〉

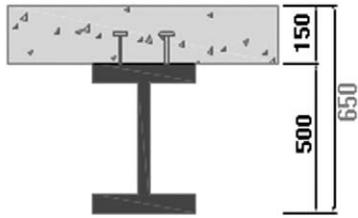
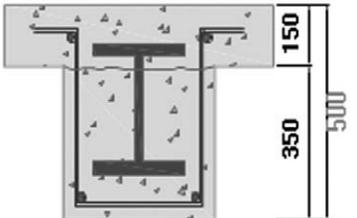
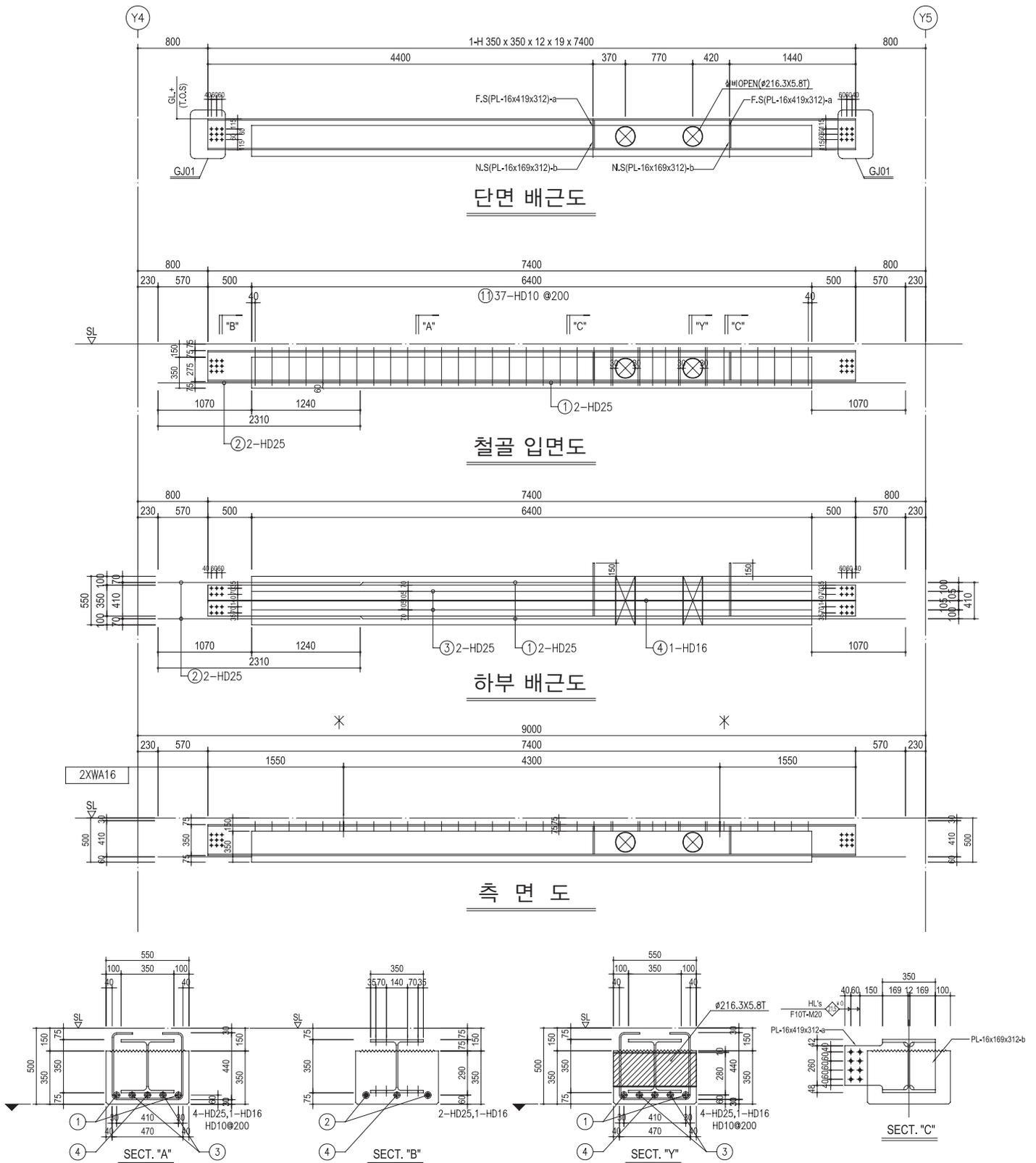
구조시스템	단위	철골보	MHS보	
				
보 축	mm	700 mm(내화피복 포함)	500 mm	20~25cm 감소
보부재 공사비	모듈당	66,306,406원(100%)	61,001,894원(92%)	8% 감소
시공성		내화피복, 스티드볼트 설치	내화피복, 스티드 볼트 불필요	시공성 우수
특징		공사비 증가 처짐, 진동에 불리	층고 감소 가능, 경제적 처짐, 진동, 내진에 유리	

표2에서 알 수 있듯이 계획되었던 철골보 대비 8%의 공사비가 감소되었다. 공사비 산출에서 층고 절감에 따른 기둥, 외부입면마감 및 내부 Deck Plate 공사비의 감소량은 제외하였다.



< 그림 6.1 천호동 주상복합 MHS합성보 제작도 >



〈 그림 7.1 천호동 주상복합 현장 시공 사진 〉

접합부 시공에 〈그림 6.1〉과 같이 철골 접합을 도입하여 철골조와 같이 공기단축 및 품질 확보에 유리하였으며, MHS합성보 복합화공법 시공으로 쾌적한 현장관리 및 시공관리가 이루어져 공사관리 측면에서도 유리하였다.

-지하(Top-Down)

② 사당동 주상복합

GS사당동 주상복합 빌딩 지하 탑다운

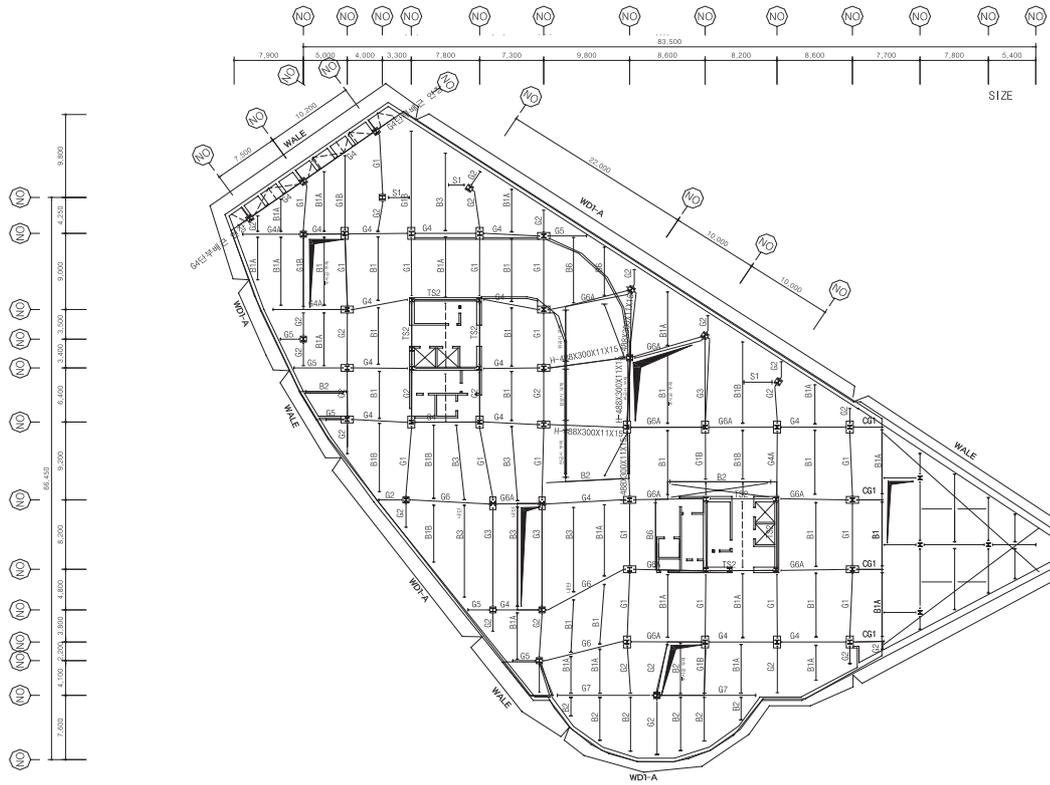
공 사 명	이수1특별계획구역 주상복합 신축공사
위 치	서울특별시 동작구 사당동 147-29번지
구 조	철골철근콘크리트구조
규 모	지하 7층, 지상 24층
연 면 적	7,172평(24,041m ²)
용 도	공동주택, 근린생활시설
설 계	무연건축 / (주)하나구조
시 공	GS건설
구조 형식스팬	8.5m×8.5~10.0m
시 스템	SRC기둥+U형 MHS합성보
보 높 이	53~60cm(기준층)
부 재 수	U형 - 1,122본
적 용 하 중	D.L=7.5KN/m ² , LL=6.0KN/m ² (주차장)
재 료 강 도	콘크리트 fck=24MPa 철근 Fy=400MPa(SD400) MHS/철골 Fy=325MPa(SM490)



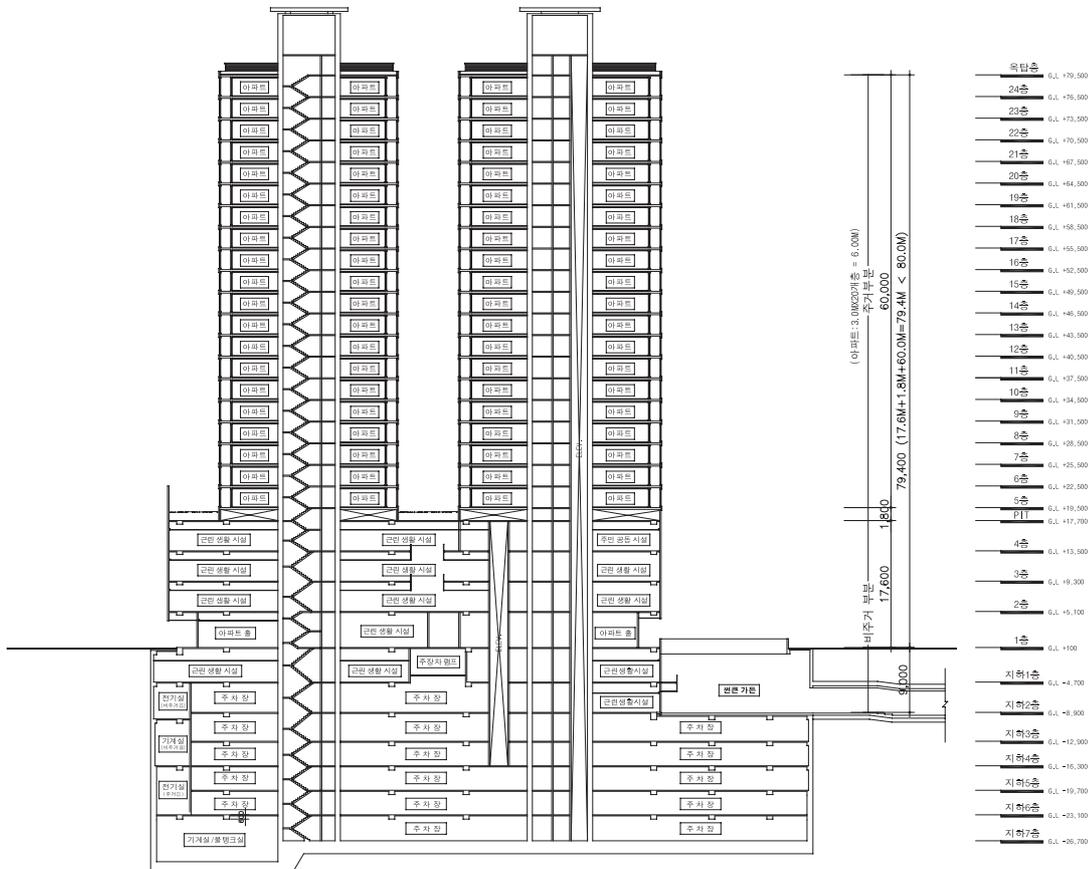
사당동 주상복합 건물은 평면크기 8.5m x 8.5~10.0m의 기본 모듈로 지하 7층, 지상 24층의 공동 주택 및 근린생활시설로 설계되었으며, 최초로 지하부 TOP-DOWN공법에 MHS합성보가 도입되었다. 기존 지하 철골에 비해 보 굵이 20cm 감소하여 층고 절감이 이루어졌고, 전체 층고 감소에 의한 터파기량 감소, 철골조에 비해 보 부재 골조비용 감소로 인한 공사비 절감, 처짐 및 진동에 유리하여 사용성 증대, 내화피복 불필요로 환경친화적인 건물관리, 품질확보를 통한 유지보수비 절감 효과 등이 기대되고 있다.

사당동 주상복합의 경우 MHS합성보의 층고가 20~25cm 정도 감소하여 토공사물량이 감소하였고, 이는 공사비 절감과 공기단축에 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 그림9에서 지하층의 시공 순서에 대하여 나타내고 있다.

〈표 3.1〉에서 보듯 공사비가 6% 정도 감소되었고, MHS보 사용에 따른 Deck Plate 및 굴토에 대한 감소량은 제외되었으며, PRD 및 RCD 길이 저감에 대한 비용 역시 제외되었다.

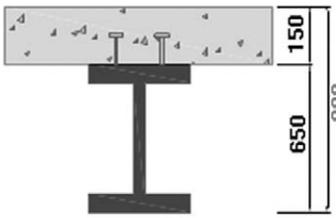
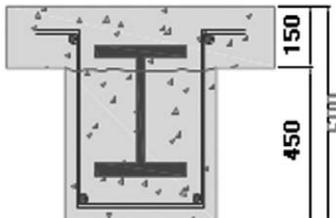


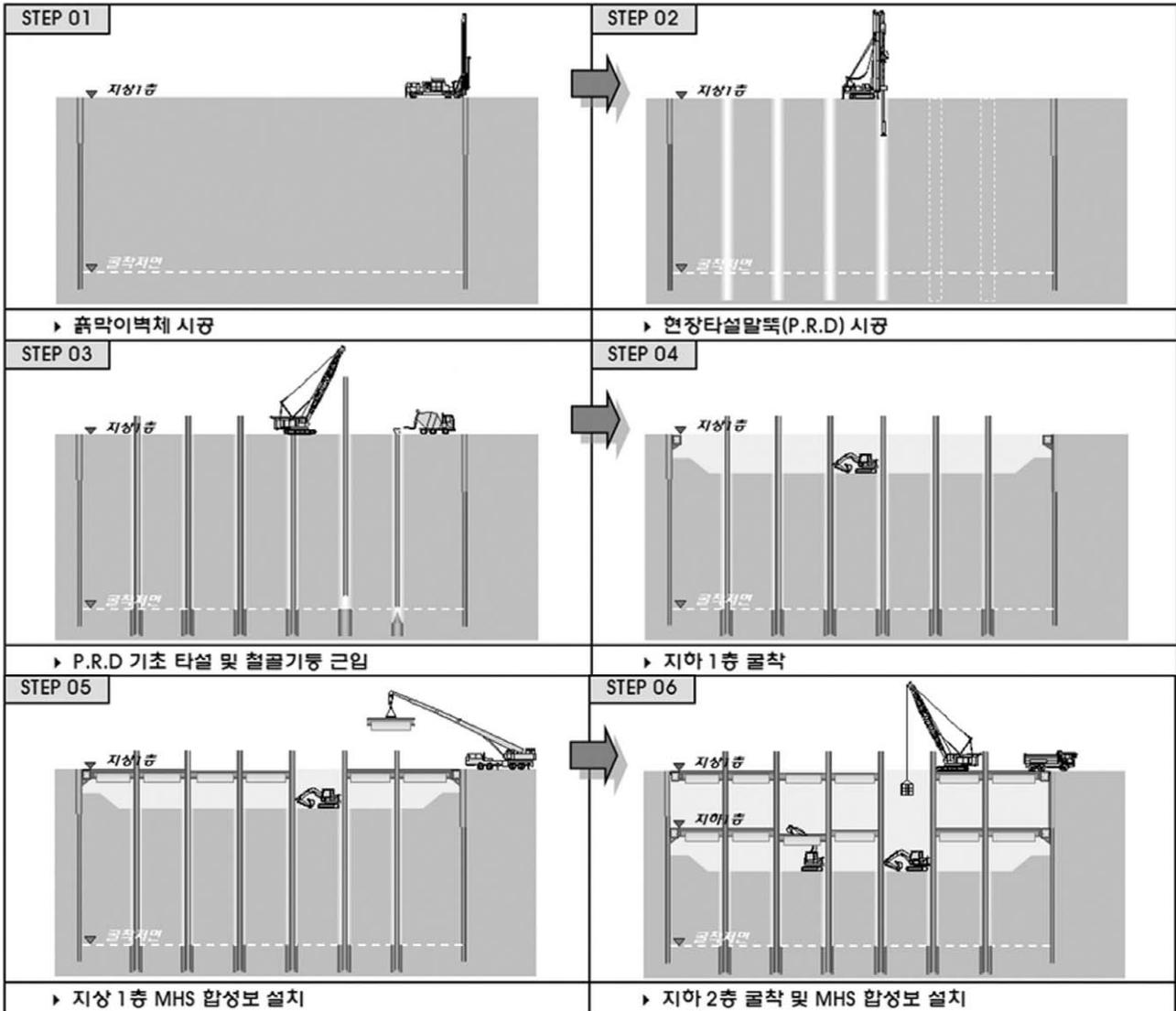
< 그림8.1 사당동 지하층 구조평면도 >

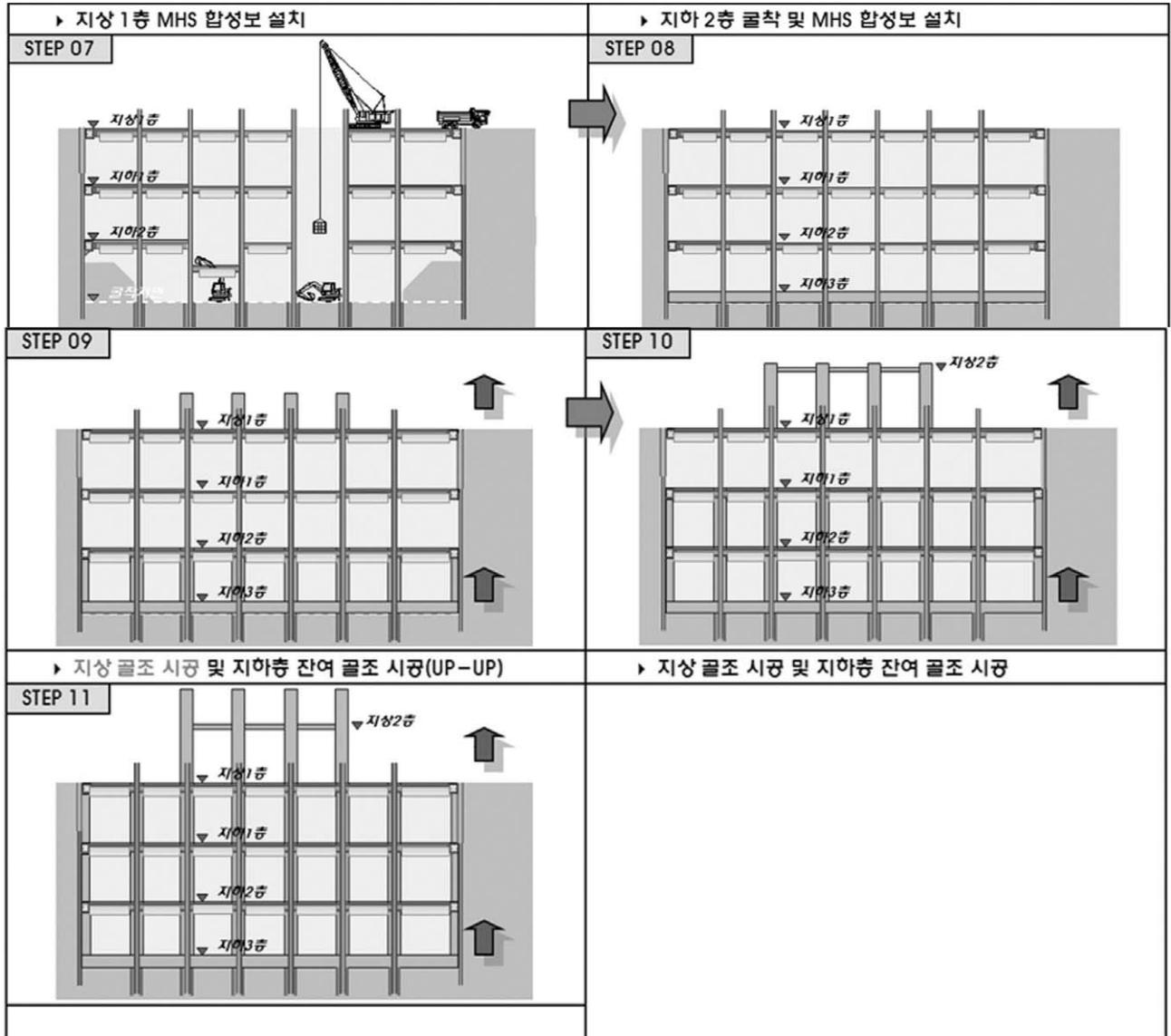


< 그림8.2 사당동 주상복합 입면도 >

〈 표 3.1 사당동 주상복합 기준층 보 공사비 비교 〉

구조시스템	단위	철골보	MHS보	
				
보 층	mm	800 mm(내화피복 포함)	600 mm	20cm 감소
보부재공사비	모듈당	11,726,358원(100%)	11,059,521원(94%)	6% 감소(굴토량감소에 포함)
시공성		내화피복, 스테드볼트 설치	내화피복, 스테드 볼트 불필요	시공성 우수
특징		공사비 증가 처짐, 진동에 불리	층고 감소 가능, 경제적 처짐, 진동에 유리	

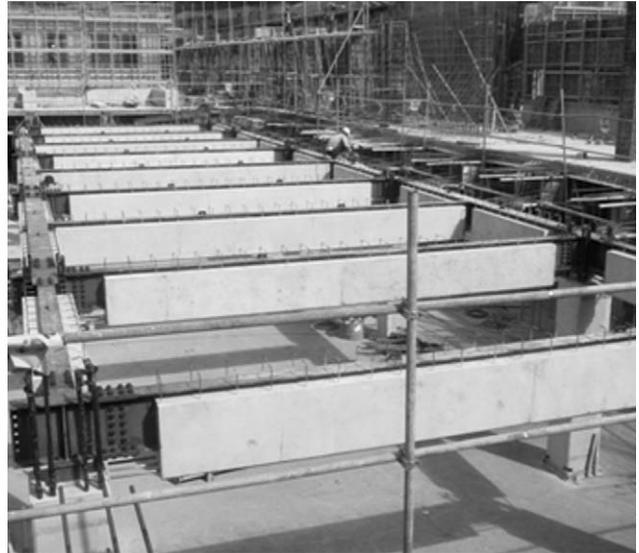




〈 그림9 지하 Top-Down 시공순서 〉

용인흥덕 지하주차장

공사명	용인흥덕 지하주차장
위치	경기도 용인시 흥덕 지구
구조	철골철근콘크리트구조
규모	지하 1층
용도	지하주차장
설계	온고당 / 태구조 연구소
시공	경남기업(주)
구조형식스팬	7.3~8.0m×10.0m
시스템	PC기둥+구형 MHS합성보
보높이	90cm(지하주차장 지붕 / 주차 4대 모듈)
적용하중	D.L=24.5KN/m ² , LL=16.0KN/m ²
재료강도	콘크리트 fck=24MPa 철근 Fy=400MPa(SD400) MHS/철골 Fy=325MPa(SM490)

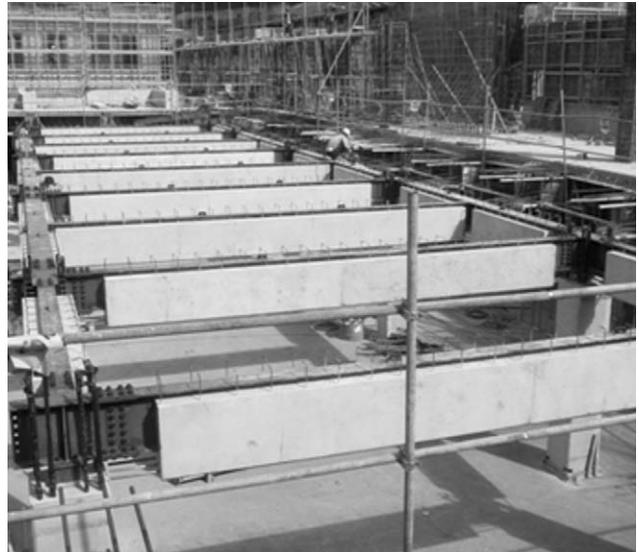


〈 그림10.1 용인흥덕지구 지하주차장 현장 시공 사진 〉

용인흥덕지구의 지하 주차장은 주차 4~5대가 모듈화로 가능해져 주거환경이 크게 개선되었으며, 상계,장암 지구는 SH공사의 무거푸집 기동과의 모듈러 공법을 사용하였다.

상계, 장암 지구

공사명	상암, 장암 지구 Sample 시공
위치	서울특별시 노원구 상계동
구조	철골철근콘크리트구조
규모	지하 1층
용도	샘플 시공
설계	정림 / (주)아이스트
시공	(주) 신일건설
구조형식스팬	8.0m×9.8m
시스템	무거푸집기둥+U형 MHS합성보
보높이	70cm
적용하중	D.L=27.7KN/m ² , LL=16.0KN/m ² (지붕층)
재료강도	콘크리트 fck=24MPa 철근 Fy=400MPa(SD400) MHS/철골 Fy=325MPa(SM490)



〈 그림10.2 상계, 장암 지구 현장 시공 사진 〉

이외에도 개성공단 종합 지원 센터 <그림 10.3>, 부산 연산동 주상복합 <그림 10.4>, 두산 위브더 제니스 <그림 10.5> 등 다수의 프로젝트에 적용되었다.



〈 그림 10.3 개성공단 종합지원센터 〉

〈 그림 10.4 부산 연산동 주상복합 〉

〈 그림 10.5 두산 위브 더 제니스 〉

6. 맺음말

MHS합성보는 보의 일부를 공장에서 PC형태로 제작하기 때문에 현장에서 RC 구조의 공정에 비하여 거푸집의 제작 및 탈형작업이 단순, 불필요하고, 또한 보의 하부철근을 미리 조립해움에 따라 전체 공사기간 중 약 15~20% 정도의 공사기간을 단축시킬 수 있으며, 내화피복이 불필요해 환경 친화적이라고 할 수 있다.

지하 Top-Down 공사의 경우 굴토 시, 해체를 요하는 가시설 토류 구조물의 시공 생략으로 인하여 굴토의 안전성을 확보할 수 있다. 또한 굴토량 감소에 따른 폐토사를 최소화, 소음 및 진동의 저감 및 폐기물을 줄일 수 있는 공법이 향후 공기단축 및 시공의 편리함을 도모하기 위해 끊임없이 기술개발에 노력할 것이며, 국내 건설 현장의 많은 곳에서 쓰일 것을 기대해본다.

참고문헌

1. 이호찬 외, 'MHS합성보 건축구조설계편람', (주)MCS Tech. 2008. 1.