

합성구조 공법을 활용한 공장 초고속 시공사례

Case of Super Fast Construction Using Composite Structure System



이 주 성 Lee, Ju-Sung
(주)센구조연구소 소장
Project Manager, SEN Structural Engineers
jslee@senkuzo.com



이 인 호 Lee, In-Ho
(주)센구조연구소 차장
Senior Manager, SEN Structural Engineers
ihlee@senkuzo.com

머리말

일반적으로 공장 공사의 시공공법을 선정할 경우 경제성을 검비하며 공사기간 단축을 실현함을 목표로 삼는다. 흔히 적용되는 철근콘크리트(RC)공법의 경우 공사비 측면에서는 경제적이지만 공사기간이 길어지고 부재가 커지는 단점이 있으며, 프리캐스트콘크리트(PC)공법은 선제작에 따라 시공시 양중에 대한 부담이 커 위험하며, 철골철근콘크리트(SRC)공법은 철골 특성상 단일 부재로서의 자립성이 부족하여 부수적인 장치가 필요하며 철골 단가에 따라 경제성의 차이를 보인다.

이러한 공법의 단점을 보완하기 위해 다양한 합성 공법이 제안되며 본 기사에서는 콘크리트와 철골의 합성부재 공법인 LPSRC 합성기둥 공법을 적용한 업업(UP-UP) 공법 및 TSC 합성보 공법을 적용한 전이층 무지주 공법을 제시한다. LPSRC 공법은 공장에서 사용되는 철골 부재의 재단 및 가공을 실시하여 기둥을 선조립하여 현장으로 운반, 조립한다. 현장에서 실시되는 작업량을 최소화시킴으로써 공사기간 단축 및 기둥 품질 확보가 가능하다. 또한, 기존의 1개 층씩 적층하여 진행되던 공법을 상부층 슬래브의 선타설을 통해 2개 층 이상 복수층의 동시 작업을 가능케하는 업업 공법을 제시한다. 또한 전이층에 TSC 합성보 공법을 사용함으로써 거푸집과 가설지주의 설치가 생략되어 공사기간 단축과 더불어 품질 및 안전성 확보가 가능하다. 이로써 부재 공법변경 및 시공방법 변경을 통하여 공장 초고속 시공의 합리성을 기대한다.

LPSRC기둥을 적용한 4개 층 24m 업업 공법

기존의 공장 신축 공사는 1개 층씩 적층되는 방식으로 공사가 진행되기 때문에 저층부터 순차적으로 공사가 진행된다. 이 경우 공기단축을 위해서는 부재의 공법을 변경하는 방법이 일부 적용된다. 이처럼 제한적인 공기단축의 한계를 극복하기 위해 전체 골조의 시공 방법에 대한 공법 변경이 추가적으로 필요하다고 판단하여 당사는 00공장 신축공사 현장에 업업 공법을 위한 선조립기둥 공법인 LPSRC기둥을 제안하여 적용하였다(그림 1, 2 참조).

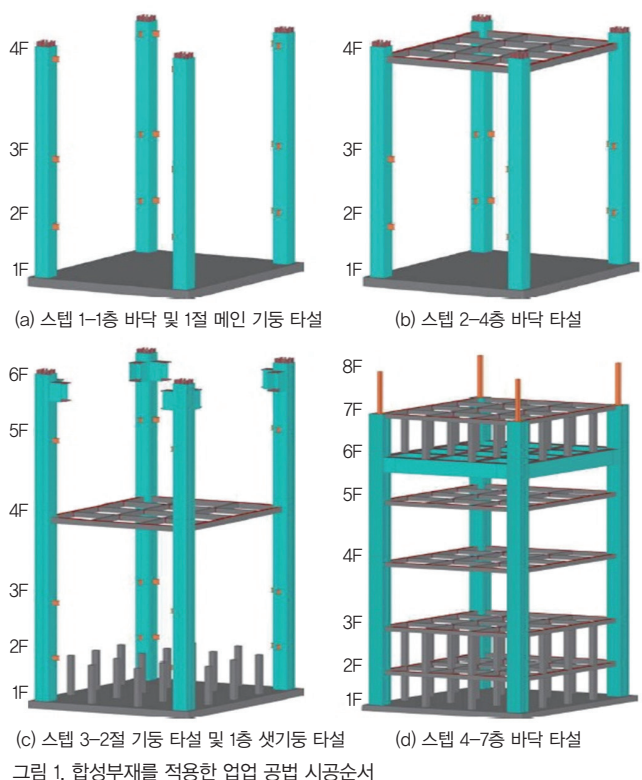




그림 2. 합성부재를 적용한 업업 공법 시공사진

업업 공법은 통상적인 적층공사와는 다른 방식으로 상부층의 슬래브를 선타설하여 이를 기초로 삼아 하부층과 상부층의 슬래브의 동시 타설을 통해 공기단축을 실현할 수 있다.

본 공법이 적용된 현장은 총 7개 층 건물이며 지상 4개 층까지 공장에서 선조립된 LPSRC 기둥 1절주(약 24m)를 운반하여 현장 설치하고 PC 복합보를 설치하여 4층 슬래브를 선타설하였다. 콘크리트 양생 후 완전히 합성된 24m 상공의 4층 바닥을 지붕 및 기초로 삼아 지상 1층과 지상 4층에서 공사가 동시에 진행될 수 있도록 하여 전체 공사 기간을 단축할 수 있었다. 즉, 기둥 부재의 공장 선조립을 통해 현장 작업분을 최소화하였고 1절주(3개층 24m)를 한 번에 시공하여 전체 공사 기간을 단축한 것이다. 뿐만 아니라 1층과 4층 바닥을 기초 삼아 2개 층 슬래브의 동시 타설이 진행되어 공사 기간 단축 효과가 배가되었다.

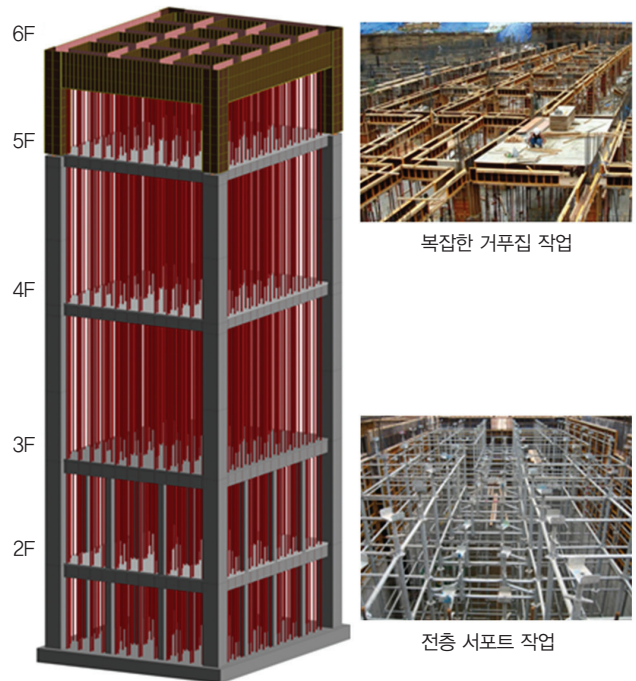


그림 3. RC구조 적용한 시공시 전이층 상황

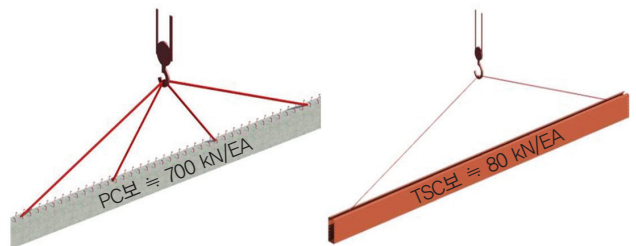


그림 4. PC보와 TSC보 1EA당 양중무게 비교

전이층 무지주 합성보

장스팬 2m 넘는 층의 전이층 RC보의 경우 시공시 거푸집 설치를 위한 엄청난 가설지주가 설치되어 공사기간을 연장시키는 한계점이 있었다. 또한 PC구조의 경우 메인거더 한 개의 무게가 작게는 700kN (약 70ton) 이상으로 타워크레인 양중에 문제점이 예상되었다(그림 3, 4 참조).

따라서 6층 바닥 전이층보의 경우 당사에서 개발한 거푸집 형태의 합성보인 TSC 합성보를 제안 적용하여 시공시 하중을 충분히 고려한 무지주 공법을 실현하였으며, 또한 복잡한 PC보 접합부와는 다른 TSC 합성보의 경우 스틸(STEEL)보와 동일한 형식의 현장 볼트 조립만으로 설치가 가능하게 되어 전체공사 기간을 단축할 수 있었다.

초급속 시공사례에 적용된 합성부재 소개

TSC 합성보

TSC 합성보는 U형의 강판 안에 콘크리트를 타설하고 상부플랜지에 용접한 쉬어코넥터로 슬래브를 연결하는 합성보이다(그림 5 참조).

시공 중에는 TSC 강재 부분이 시공하중을 저항하며, 콘크리트 타설 후에는 슬래브, TSC 강판, 콘크리트의 합성 거동으로 설계하중을 견디게 설계되었다. 특히 콘크리트 단면이 큰 전이층 보의 경우 일반 RC 공법 적용시 복잡한 시공성 문제와 PC보 적용시 양중문제, 가설동바리 გადა 문제로 인한 공기지연을 해소하기 위해 전이층에 전량 적용하여 2m 높이 거더의 무지주 타설을 구현하였다(그림 6, 7 참조).

LPSRC 기둥

철골 철근콘크리트 구조기둥의 강재, 후프 등을 공장 조립하여 현장에서 설치, 타설만 할 수 있도록 하는 기존 PSRC기둥과 동일한 개념의 공법이다. LPSRC 기둥은 각 모서리에 배치되는 복수의 앵글(주앵글)을 플레이트 형태의 래티스 부재로 상호 연결되도록 한다. 접합방식으로는 볼팅을 적용하여 용접 작업을 배제하였다(그림 8 참조).

Form-LPSRC 기둥

본 공법은 선조립 기둥 골조에 골거푸집을 결합하는 간단한 공정만으로 거푸집을 설치할 수 있어 현장 거푸집 설치해체작업 삭제로 인한 공기 단축 및 부재의 품질 향상이 가능하다. 또한 용접 공정없이 기계적 결합만으로 골거푸집을 부착할 수 있어 작업성 및 안전성이 향상되고, 콘크리트 측압에 잘 견딜 수 있다(그림 9, 10참조).

부재당 5~10톤의 경량으로 타워크레인 양중이 가능하여 운반 및 양중 부담을 경감할 수 있다. 골거푸집은 수평 방향으로 주앵글에 배치되는 수평지지부재(이하 Z형강)에 접합되어 기둥의 거푸집 역할을 하는 것이다. 철판을 마루와 골이 교대로 형성되도록 절곡하여 골의 방향이 기둥의 길이 방향과 일치하도록 배치하는 것을 특징으로 한다. 골거푸집은 직결 나사(Self-drilling Screw) 또는 타정

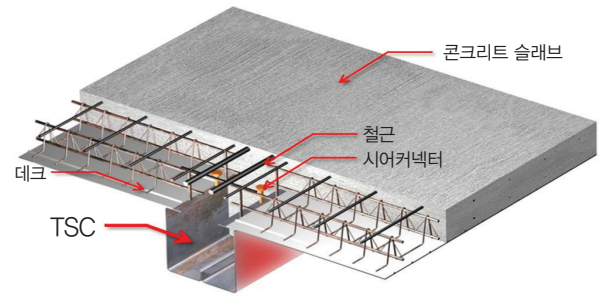


그림 5. TSC 합성보 형상

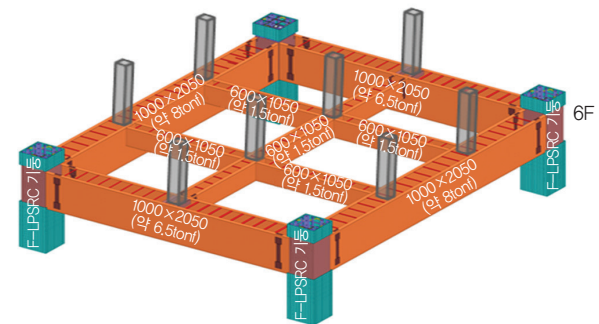


그림 6. TSC 합성보를 적용한 전이층 시스템



그림 7. TSC 합성보를 적용한 전이층 시공사진

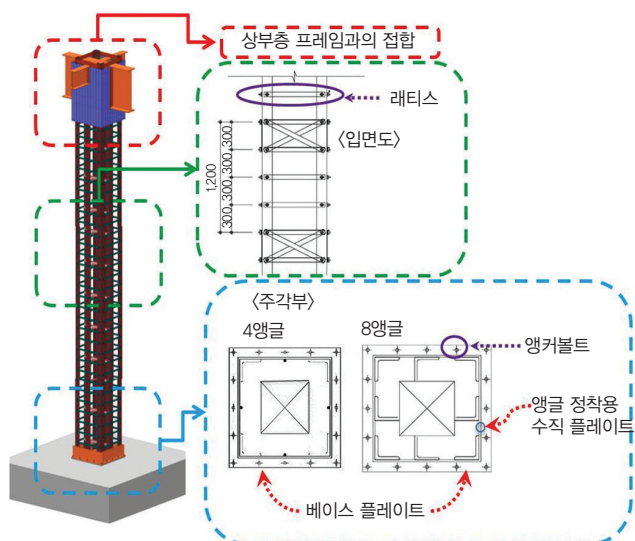


그림 8. LPSRC 기둥 형상

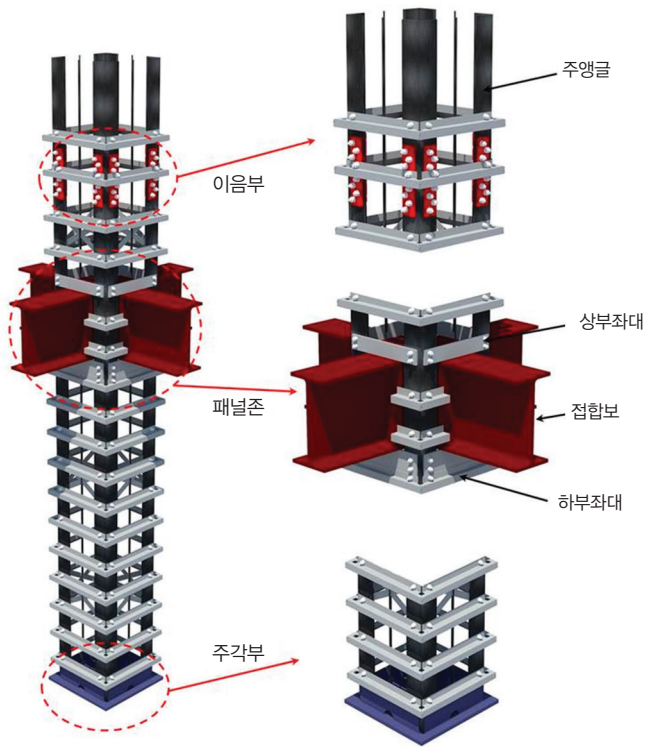


그림 9. Form-LPSRC 형상

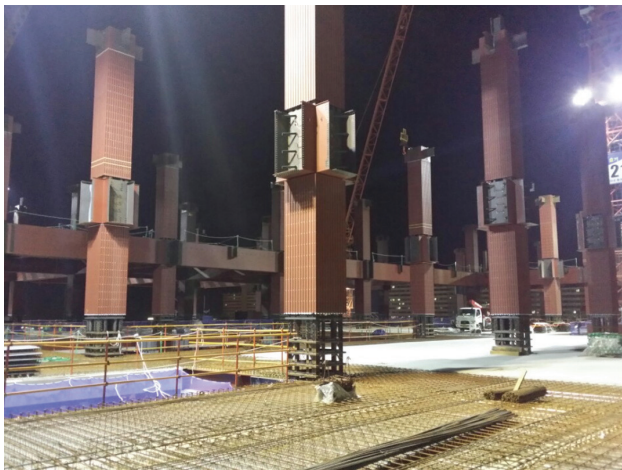


그림 10. Form-LPSRC 시공사진

핀에 의해 Z형강에 접합된다. Form-LPSRC 기둥의 핵심능력은 기둥 최외곽에 철골물량을 집중하여 휨내력이 향상된다는 큰 장점을 활용하여 24m 이상의 장주를 독립적으로 자립할 수 있다는 점이다. 따라서 4층 바닥 선타설 업업 공법 진행이 가능하게 되었다. Form-LPSRC의 안전성 검토는 시공시 횡력에 대한 하중데이터를 산정하여 설계 프로그램에 실제 형상에 대한 하중데이터를 산정하여 설계 프로그램에 실제 형상에 대한 모델링을 구현하고 자립

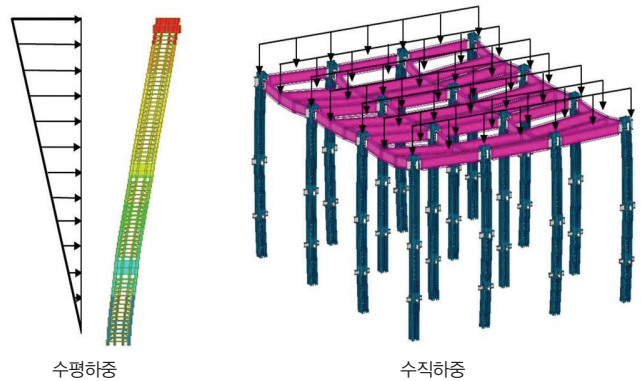


그림 11. Form-LPSRC 안전성 검토



그림 12. Form-LPSRC 1절주 자립 시공 사진

안전성과 업업 공법시 4개 층 바닥시공 하중에 대한 안전성을 미리 예측한다(그림 11, 12 참조).

맺음말

본 기사에서는 수많은 공장건물 신축 프로젝트에서 주로 사용해오던 공법의 단점을 보완한 합성부재 공법을 적용하여 공기단축을 실현하고, 추가로 1개 층씩 적층하던 시공의 한계점을 극복하기 위해 합성구조 공법의 특징을 활용한 업업 공법을 소개하였다. 또한 전이층 무지주 공법을 소개하여 비단 공기단축 효과만이 아니라 거푸집 및 가설지주 생략을 통하여 현장작업을 최소화하고, 부재의 공장 선조립화를 통해 공기단축을 실현하였고 나아가 현장작업환경 개선 및 안전성 확보 등의 본질적인 문제도 해결할 수 있다. □