

건설 현장의 새로운 패러다임: 안전성과 경제성을 동시에 잡는 PC 건식 공법

오 효 근

신세계건설
미래성장연구소 파트너
hkoh@shinsegae.com

오 종 환

아이에스동서
부장
like97@isdongseo.co.kr

최 석 동

(주)연우구조
대표이사
csd@yunwoo.co.kr

01 서론 : 건설업의 위기와 혁신의 필요성

최근 대한민국 건설 산업은 심각한 도전에 직면해 있습니다. 건설 기능 인력의 양적, 질적 저하와 고령화 현상은 건설 현장의 생산성을 떨어뜨리고 인건비를 상승시키는 주요 원인이 되고 있습니다. 여기에 주 52시간 근무제 도입과 같은 근로 환경 변화는 공사 기간 연장을 초래하고 있으며, 2022년 시행된 중대재해처벌법은 건설 현장의 안전 관리를 더욱 엄격하게 요구하고 있습니다.

이러한 문제들을 해결하기 위해, 현장 중심의 전통적인 생산 방식에서 벗어나 공장 생산을 기반으로 하는 탈현장 건설(Off-Site Construction, OSC)로의 전환이 절실했습니다. 특히, 공장에서 제작된 콘크리트 부재를 현장에서 조립하는 프리캐스트 콘크리트(PC) 공법은 건설 생산성 향상, 공기 단축, 품질 제고 등 여러 이점을 제공하며, 미래 건설의 핵심 해법으로 부상하고 있습니다.

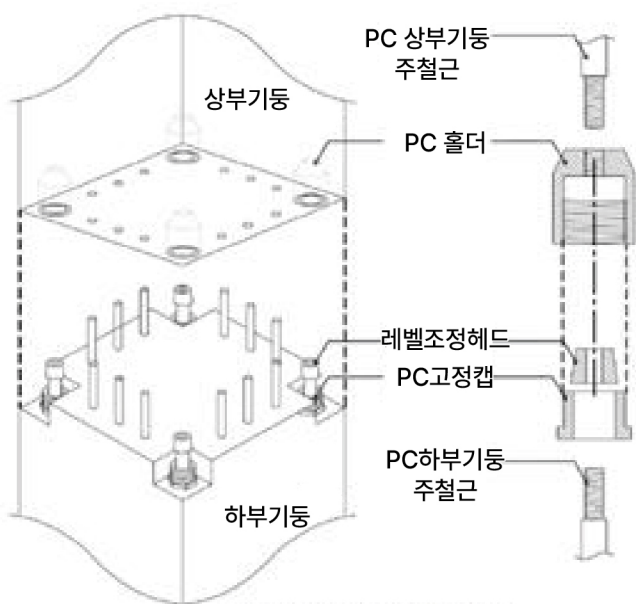
02 건설신기술 : PC 보-기둥 자립형 건식 접합기술

이러한 건설 환경 변화에 발맞춰 개발된 건설신기술 제2652호는 '솔리드(속찬) 패널존을 형성하고 기계적 이음장치로 연결하여 중간모멘트골조 이상의 접합부 성능을 구현한 프리캐스트(PC) 보-기둥 자립형 건식 접합기술'입니다. 이 기술은 기존 PC 공법의 한계를 뛰어넘어 건설 현장의 고질적인 6페이지 표의 물량 및 이산화탄소 배출량은 소숫점 1자리까지만 사용

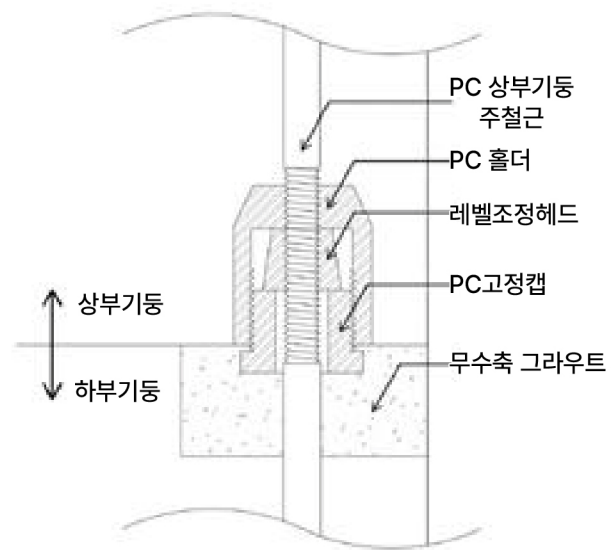
» 기술의 핵심 원리 및 구성

이 신기술은 공장에서 제작된 PC 기둥과 보를 현장에서 기계적 이음장치를 이용해 결합하는 건식 접합 방식을 채택합니다. 이음장치는 홀더, 고정캡, 헤드 등으로 구성되어, 부재의 주철근을 견고하게 연결하며, 인장력과 압축력을 모두 전달할 수 있습니다.

PC 기둥의 기계적 이음: PC 상·하부 기둥을 기계적 이음장치를 통해 연결하여 부재의 전도를 방지하고, 곧바로 후속 작업이 가능하게 함으로써 공사비를 절감하고 공기를 단축합니다.



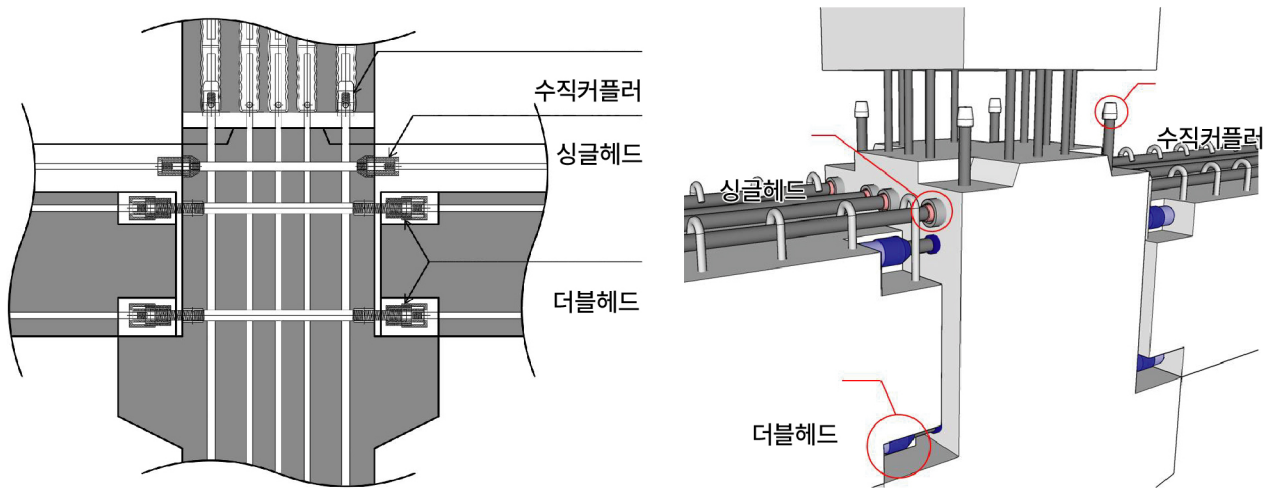
(a) PC 수직부재 기계적이음 입면형상



(a) PC 수직부재 기계적이음 단면형상

[그림 1] PC 기둥의 기계적 이음

PC 보-기둥의 기계적 접합: PC 기둥에 매설된 기계적 이음장치(싱글헤드, 더블헤드 등)를 이용해 보의 주철근을 연결합니다. 이음장치와 부재가 상호 밀착되도록 체결하면 조립이 완료되며, 철근의 연속성을 확보하는 장점이 있습니다.



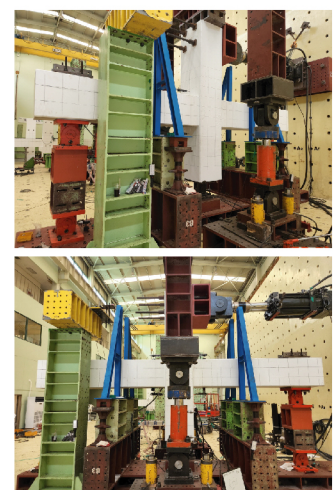
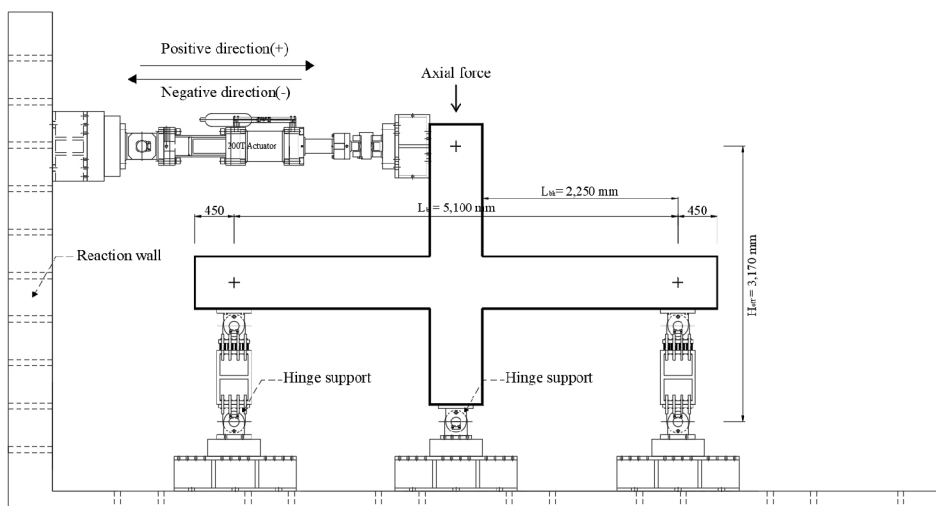
[그림 2] PC 보-기둥의 기계적 접합

» '자립형' 시스템의 구조적 안정성

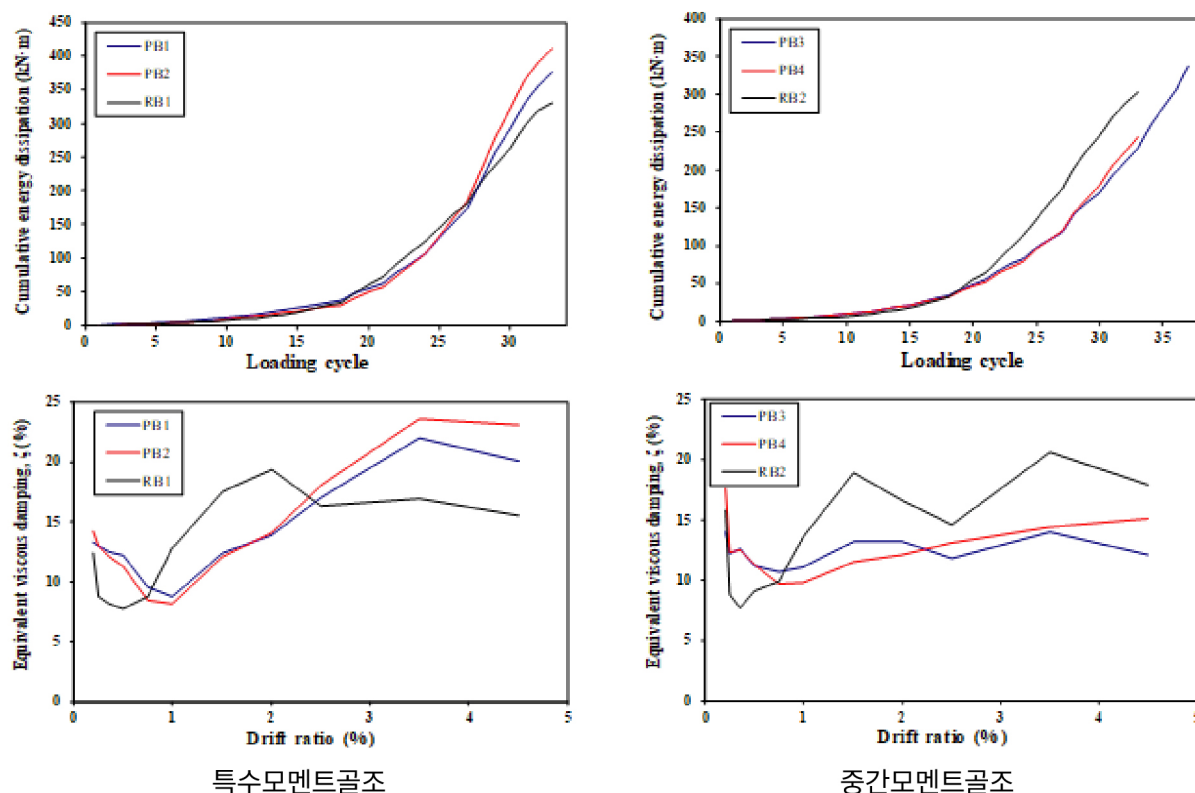
이 신기술의 가장 큰 특징은 별도의 가설재 없이도 시공 중 부재가 자립할 수 있다는 점입니다. 기계적 이음장치를 체결하는 것만으로도 PC 기둥은 스스로 시공 하중을 견딜 수 있어, 기존 공법에서 필수적이었던 프롭 서포트나 브레이싱이 필요 없습니다. 이는 작업자의 안전을 획기적으로 향상시키고, 시공 중 보의 탈락 사고를 근본적으로 예방하는 효과가 있습니다.

신기술의 구조적 안정성은 다양한 실험과 해석을 통해 검증되었습니다. 충북대학교와의 공동 연구에서 수행된 횡방향 반복 가력 시험 결과, 이 기술은 기존 철근콘크리트(RC) 공법과 동등 이상의 내진성능을 확보하는 것으로 나타났습니다.

특히, 중간모멘트골조 및 특수모멘트골조로서의 성능 목표치를 모두 만족하며, 보의 휨 파괴를 유도함으로써 현행 설계 기준에 부합하는 안정적인 거동을 보였습니다.



[그림 3] PC 보-기둥 접합부 실험 가력 세팅 계획



[그림 4] 실험체 누적 에너지소산량 검토

03 경제성 및 시공성 : 시간과 비용을 절감

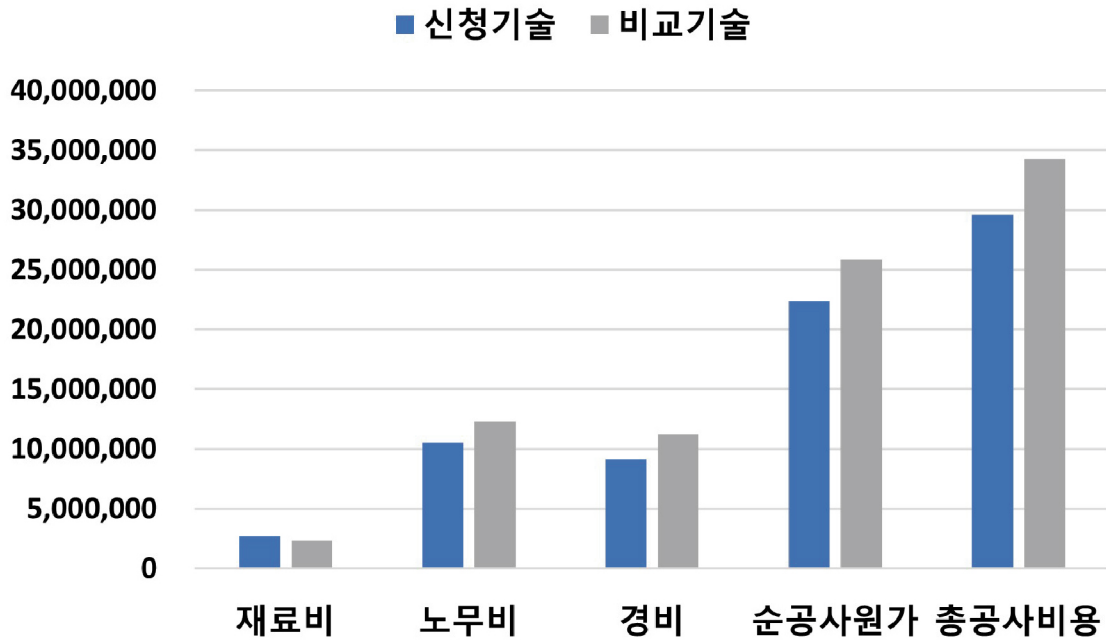
» 공사 기간 단축 효과

기존 습식 공법은 기둥과 기초, 또는 상부층 기둥을 연결할 때마다 모르타르 양생에 필요한 대기 시간(약 12시간)이 발생하여 공사 진행이 지연되었습니다. 반면, 신기술은 기계적 이음장치를 이용한 건식 접합으로 모르타르 양생 공정이 생략되므로, 즉시 연속적인 시공이 가능합니다. 공정별 소요 시간을 비교한 결과, 기존 기술이 한 층을 시공하는 데 평균 45.7시간이 필요한 데 반해, 신기술은 13.8 시간이면 충분하여 공사 기간을 69.8% 단축할 수 있습니다. 이는 건설 현장의 생산성을 극대화하고 주 52시간 근무제와 같은 근로 환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 현실적인 방안입니다.

» 총 공사비용 절감

신기술은 가설재 사용을 최소화하고 공기를 단축함으로써 공사비용을 획기적으로 절감합니다. 원가 계산 분석에 따르면, 기계적 이음장치 사용으로 재료비는 다소 증가하지만, 가설 안전 시설 설치에 투입되는 인건비와 경비가 크게 줄어듭니다.

분석 결과, 신기술은 기존 기술 대비 총 공사비용을 13.8% 절감하는 효과가 있는 것으로 나타났습니다.

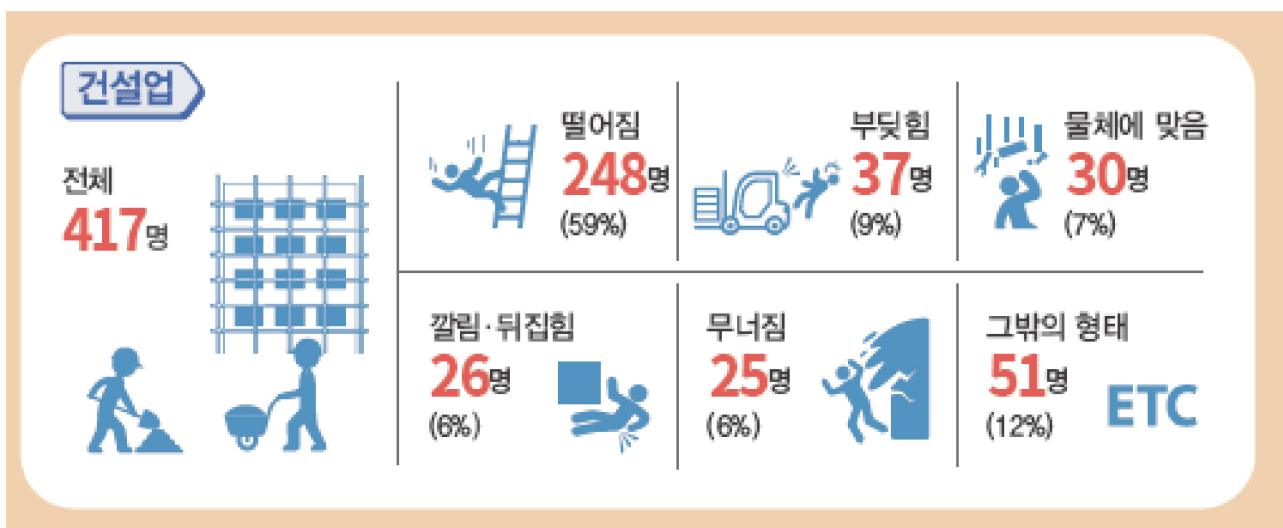


[그림 5] 신기술과 기존기술의 공사비 비교

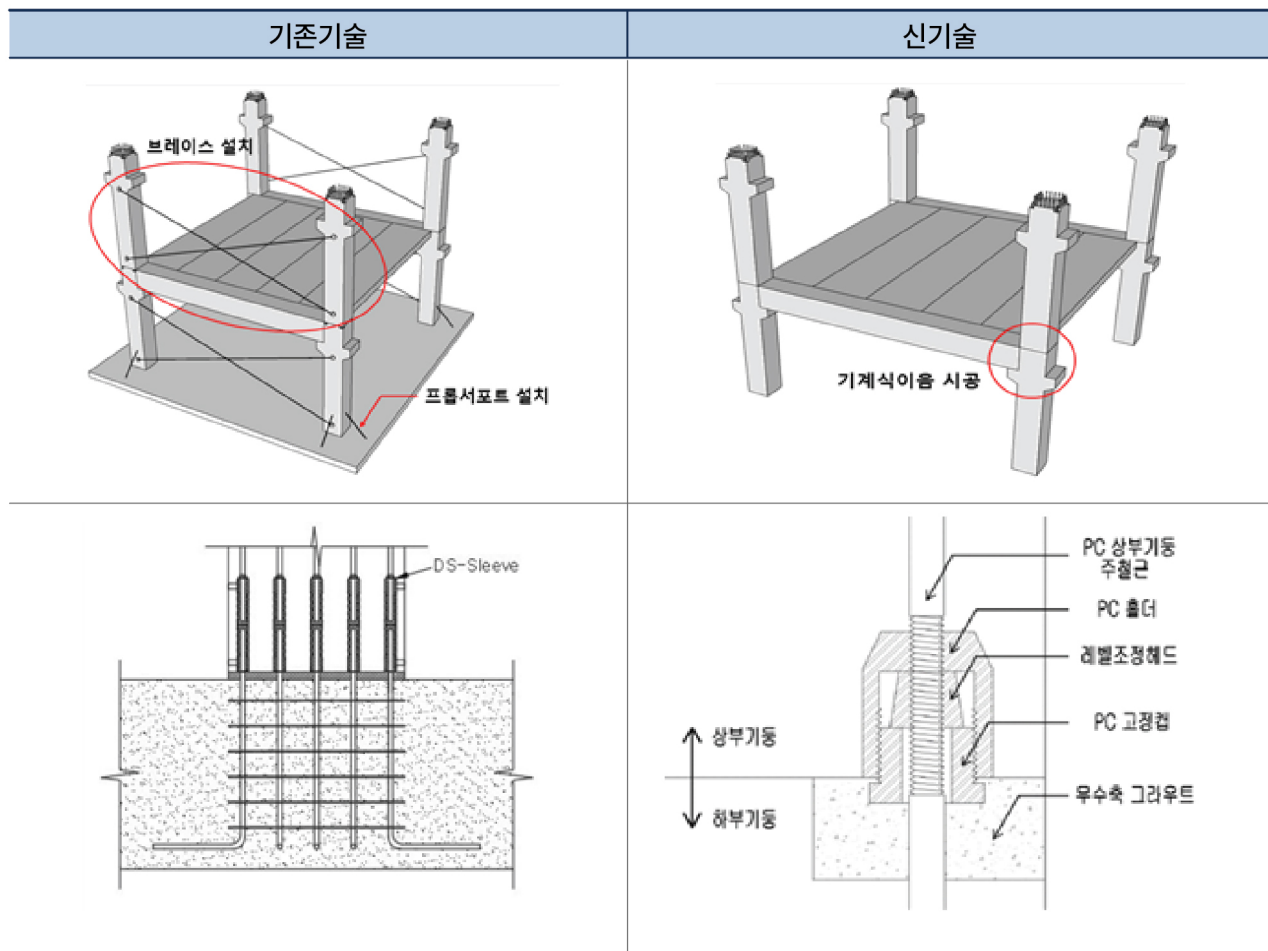
04 안전성 및 환경성 : 지속 가능한 건설의 실현

» 근로자 안전 확보

건설 현장의 안전은 더 이상 선택이 아닌 필수입니다. 중대재해처벌법 시행 이후 건설업의 사망 사고율은 감소 추세를 보였지만, 여전히 산업 재해의 절반 이상이 건설업에서 발생하고 있습니다. 특히, 떨어짐 사고는 전체 사망 사고의 59%를 차지할 만큼 고소 작업의 위험성이 높습니다.



[그림 6] 산업별 재해비율(출처:한국산업안전보건공단)



[그림 7] 신기술, 기존기술 공법 비교

» 환경 부하 저감

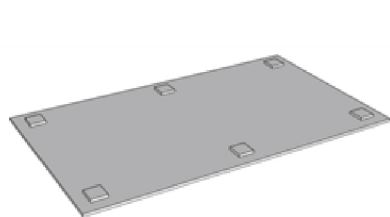
건설 산업은 탄소 배출량의 큰 비중을 차지하고 있으며, 친환경 건설에 대한 사회적 요구가 커지고 있습니다. 이 신기술은 건식 접합 공법을 통해 공사 중 발생하는 폐기물을 대폭 줄이고, 모르타르 주입 감소로 분진 발생을 저감하여 친환경성을 확보합니다. 동일 조건으로 이산화탄소 배출량을 분석한 결과, 신기술은 기존 기술 대비 CO₂ 배출량을 감소시키는 것으로 나타났습니다.

부재	물량	이산화탄소 배출량
프롭서포트	288kg	673.9 kg CO ₂
브레이싱	382.08kg	894.0 kg CO ₂
Total	-	1,567.9 kg CO ₂

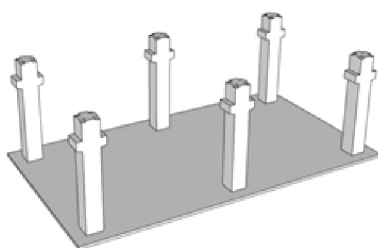
*CO₂ 배출계수: 한국환경산업기술원 공고 제2015-46호 탄소성적표지 배출계수
탄소강:2.34(kg CO₂ /kg)

05 시장 확대 및 전망

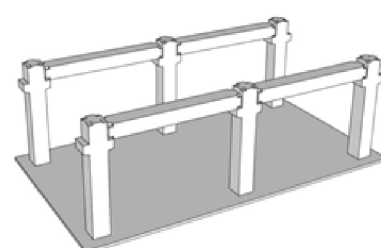
이 신기술은 이미 인천 항동, 이천 군량리 등 다수의 물류센터 신축 공사에 성공적으로 적용되어 그 실용성을 입증했습니다. 이러한 실적을 바탕으로 향후 물류창고, 반도체 공장 등 대규모 건설 프로젝트에 폭넓게 적용될 것으로 기대됩니다.



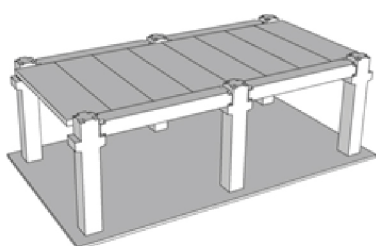
(a) 후설치 앵커 시공



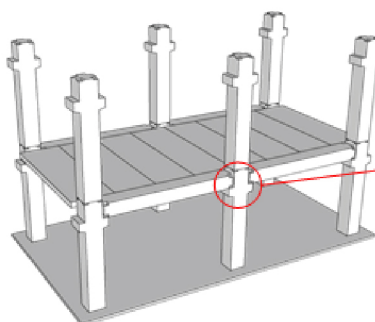
(b) 1층 PC 기둥 세우기



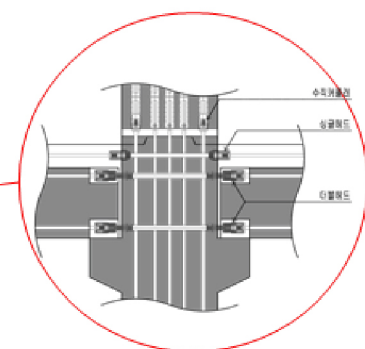
(c) PC 보 설치



(d) 1층 PC 슬래브 배치



(f) 2층 PC 기둥 배치



(e) 건식 PC 보-기둥 접합부 상세

[그림 8] 신기술 공법 시공

나아가, 이 기술의 뛰어난 내진성능은 일본, 뉴질랜드, 미국 서부 등 지진 위험 지역으로의 해외 시장 진출 가능성을 열어줍니다. 또한, 건식 PC 공법의 도입과 적용은 부품 제조업, 연구개발 등 연관 산업의 성장을 이끌고 고용을 다양화하는 간접 효과를 가져올 것입니다.

건설 산업의 미래 경쟁력은 전통적인 RC 공법에서 벗어나 이처럼 스마트 건설 방식으로의 변화에 달려 있습니다. '솔리드(속찬) 패널존을 형성하고 기계적 이음장치로 연결하여 중간모멘트골조 이상의 접합부 성능을 구현한 프리캐스트(PC) 보-기둥 자립형 건식 접합기술'은 안전하고 효율적이며 환경 친화적인 건설을 실현함으로써 국내 건설 산업의 패러다임 전환에 중요한 역할을 할 것입니다.