

힐스테이트 영통 현장: PC 더블월 벽체를 이용한 지하주차장 외벽 시공

HillstateYeongtong : Exterior Precast Double Wall System for Underground Parking Lots

최호철 Ho Cheol Choi 조경래 Kyung Rae Cho 김경호 Kyung Ho Kim 김영욱 Young Wook Kim 문정호 Jeong Ho Moon 오영훈 Young Hun Oh
 삼표피앤씨 삼표피앤씨 현대건설 현대건설 한남대학교 건양대학교
 상무 차장 부장 차장 교수 교수

1. 머리말

현장타설 철근콘크리트구조는 다른 구조형식보다 경제적이기 때문에 건설현장에서 꾸준한 선호도를 보여주고 있다. 그러나 거푸집 공사의 복잡성과 양생 조건의 준수 등에 따른 절대 공사기간의 확보를 위하여 골조공사 시 부가적인 비용 발생을 피할 수 없게 된다. 따라서 공기단축에 유리한 구조형식과 공법개발에 대한 요구가 끊임없이 제기되어 왔으며, 시공기술과 건설장비의 발전에 부응하는 공법을 개발하기 위한 노력을 지속하고 있다. 건설현장에서의 시공과정을 단순화할 수 있는 강구조 시스템은 진동성능 확보와 더불어 부식과 화해에 대한 내구성을 유지할 방안을 별도로 고려해야 한다. 따라서 공기단축을 중요하게 고려해야 하는 건축공사 현장에서는 철근콘크리트구조와 강구조의 장점을 골고루 갖춘 프리캐스트 콘크리트(Precast Concrete;이하 PC) 공법을 대안으로 생각할 수 있다. 이러한 PC 공법은 지하주차장, 물류창고 등과 같이 견고한 거푸집 공사를 요구하면서 모듈화된 부재를 구성할 수 있는 건축물에서 적극적으로 활용되고 있으며, 최근에는 주택 부문까지 적용 범위를 넓혀가고 있다.

이 공사기사에서는 최근 지하주차장 공사 시 외벽 시공에 적합하도록 개발된 PC 더블월 공법의 현장시공 사례와 공법의 특징을 간략히 소개하고자 한다.

2. 현장개요 및 단계별 시공과정

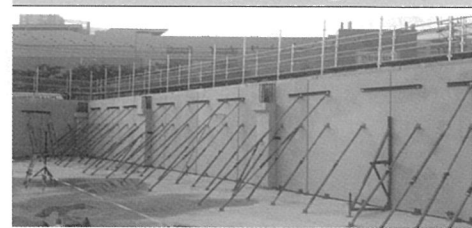
2.1 공사 개요

수원 힐스테이트 영통 아파트의 지하주차장 외벽공사의 공사 개요는 <표 1>에 나타내었다. 본 공사에 적용한 PC 더블월(Double Wall) 공법은 PC 공장에서 제작한 콘크리트 패널을 트러스 형태의 보강재로 연결한 PC 벽체를 말한다. PC 더블월 공법은 PC 패널 사이의 공간(중공부)을 현장타설 콘크리트로 채움으로써 현장타설 콘크리트의 장점인 접합부의 일체성을 확보할 수 있으며, PC 공법의 특징인 거푸집 공사와 양생기간의 최소화에 따른 공기단축, 품질관리의 용

표 1. 영통 힐스테이트 지하주차장 PC 외벽 공사

구분	내용
공사명	힐스테이트 영통 아파트 신축공사의 지하주차장 PC 외벽 공사
구조 형식	철근콘크리트 구조
공사 규모	지하주차장 외벽(28매)
감리사	(주)케이디엔지니어링
시공사	현대건설(주)
PC 설계사	연우PC엔지니어링
PC 생산/조립	삼표피앤씨(주)

지하주차장 외벽의 시공



이성, 폐기물 감소를 모두 충족할 수 있는 신공법이다. 일본 및 유럽에서는 저층 주택의 벽체로 PC 더블월을 처음 개발하여 점차 주거 및 상업용 건물의 구조용 벽체로 확대 적용하고 있다.

2.2 PC 더블월의 생산과정

PC 더블월은 일반 PC 제품과는 차별된 구성으로 인하여 <그림 1>에 나타낸 바와 같이 공장 제작방식에서도 특징을 갖는다. 먼저 첫 번째 PC 패널의 철근 및 두 번째 PC 패널과 연결을 목적으로 하는 보강재를 설치하고 1차 콘크리트를 타설한 후, 증기양생을 거쳐 PC 패널의 한쪽 면을 완성한다. 양생된 PC 패널은 반전기를 이용하여 뒤집기를 한 다음 콘크리트가 타설될 두 번째 PC 패널과 결합하고 2차 증기양생을 수행함으로써 부재 생산을 완료한다.

2.3 PC 더블월의 현장시공 과정

PC 더블월을 사용한 지하주차장 외벽공사의 단계별 현장시공 과정은 <그림 2>에 나타난 과정으로 진행되며, 구체적인 시공과정은 다음과 같다. 먼저 기초 콘크리트를 타설하기에 앞서 다월 철근 및 후 시공 앵커를 시공한다. 기초 콘크리트가 경화한 후 부재 나누기, Lattice Bar의 위치 표기 등의 작업을 수행하고, Shim Plate를 활용하여 PC 부재의 설치에 필요한 레벨링 작업을 진행한다. 우선 PC 기둥의 조립을 완료하면 PC 기둥 하부에 모르타르를 주입하고 양생한다. 주입한 모르타르가 경화한 다음에는 PC 더블월 조립을 진행하고 내외부 접합부에 긴결 철물을 체결하여 더블월 패널 사이의 접합부 유격이 발생하지 않도록 한다. 현장 콘크리트가 타설되는 더블월 중공부에 보강근을 설치한 후 PC 거더 및 슬래브를 조립한다. 더블

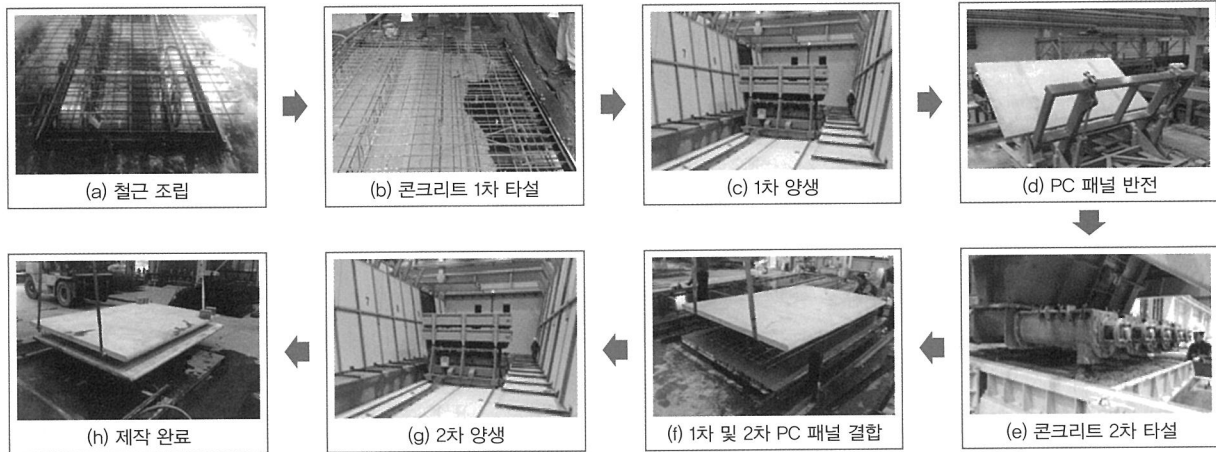


그림 1. PC 더블월의 생산과정

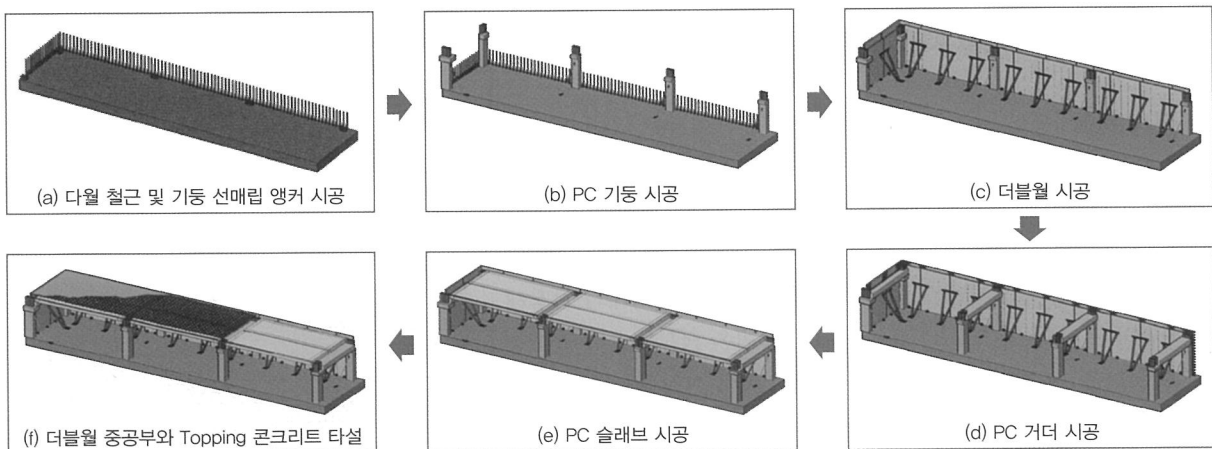


그림 2. PC 더블월의 현장시공 과정

월과 접합하는 부재의 기밀성을 확보하기 위하여 조인트 틈새에 구조용 코킹재 등으로 메운 후, PC 슬래브의 Topping 콘크리트와 더블월 중공부의 콘크리트를 동시에 타설한다. 마지막으로 외부 방수공사를 위하여 매스틱(mastic) 방수를 3mm 두께로 설치한 후 되메우기 작업을 수행함으로써 외벽공사를 완료한다.

3. PC 더블월 공법을 적용한 지하외벽 시공기술

PC 더블월 공법은 접합부 일체성을 확보하기 위하여 다양한 보강방법에 대한 구조성능을 평가하였으며, PC 패널 간 연결장치를 개발한 후 Mock-up 시공을 통하여 현장 적용성을 확인하였다. 건축공사에 현장 적용한 첫 번째 사례로서 힐스테이트 영통 아파트 지하주차장 외벽공사에 적용한 더블월 공법의 주요 기술적 특성은 다음과 같다.

3.1 더블월 공법의 특징

더블월 공법은 <그림 3> 및 <그림 4>와 같이 지하주차장 공사에서 기둥, 보, 슬래브 등의 골조를 PC 공법

으로 적용할 경우 외벽을 RC 공법으로 시공하던 경우와 비교할 때 작업성과 공기단축에 매우 유리하며, 특히 흠막이 벽과 근접하여 시공하는 상황에도 적용성이 우수한 공법이다. 또한, 벽체 내외부의 표면은 공장 생산으로 뛰어난 평활도와 수려한 바탕 면을 제공하고 있으며, RC 공사와 비교할 때 60% 정도의 공기단축 효과를 기대할 수 있었다.

3.2 모서리 벽체의 접합상세

더블월과 더블월이 가로-세로로 만나는 모서리 벽체의 경우, 현장타설 콘크리트 작업과정에서 콘크리트 타설 하중으로 인한 손상의 가능성이 있다고 판단되어 <그림 5>와 같이 가로열 벽체와 세로열 벽체가 만나는 모서리 부분에 보강근을 배치하였다. 더블월과 PC 슬래브(혹은 거더)의 일체성을 확보하고 공정의 단순화를 위하여 PC 슬래브의 Topping 콘크리트를 타설할 때 더블월의 중공부도 동시에 타설하도록 계획하였다.

3.3 더블월 접합부의 구조성능

더블월 공법의 PC 패널은 조립과정 따라 수평(또는 수직) 접합부와 벽-기초 접합부가 형성되며, 이러한 접합부에서 PC 패널의 용접철망(또는 트러스근)이 불연속 될 수 있으므로 일체성을 확보할 수 있도록 보강근을 배치하여야 한다. 접합부 보강근은 표준갈고리 철근, 확대머리 보강재, 용접철망으로 선정하고, 콘크리트 구조설계기준에서 제시하는 이음길이를 만족하도록 계획하였다. 이러한 접합부의 구조성능을 평가한 결과, <그림 6>에 나타난 바와 같이 실험체의 최

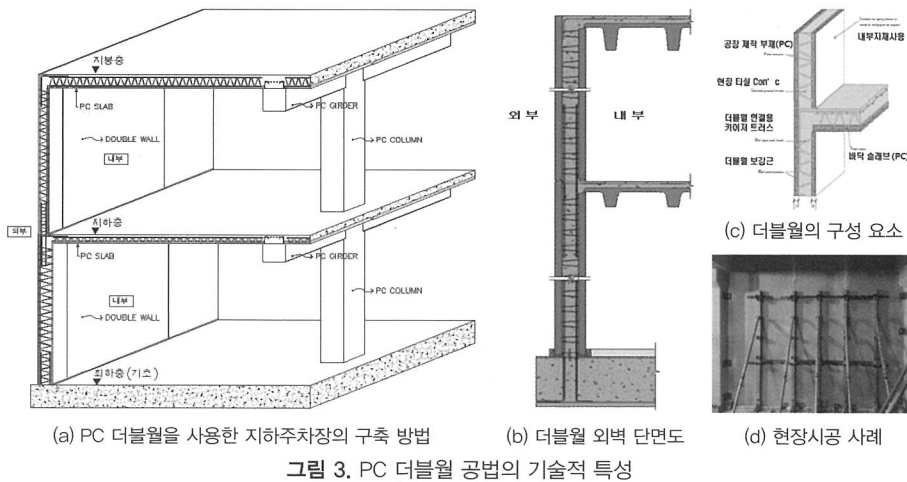


그림 3. PC 더블월 공법의 기술적 특성

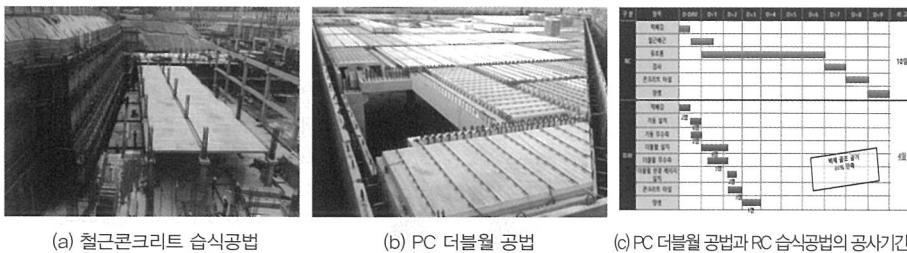
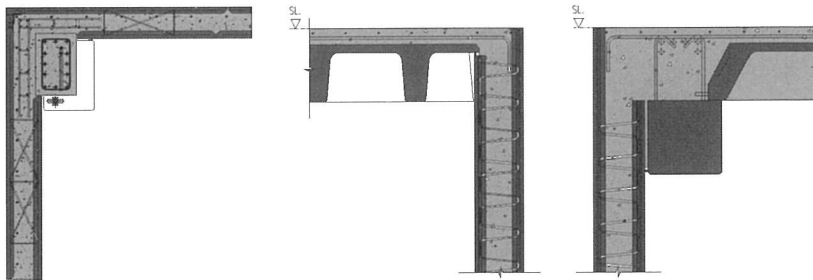
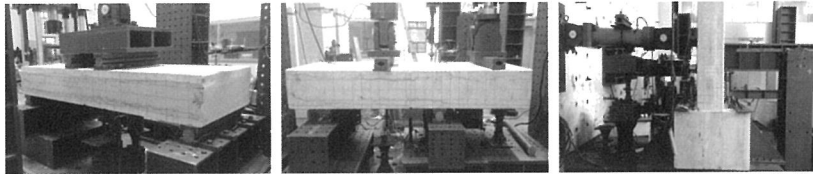


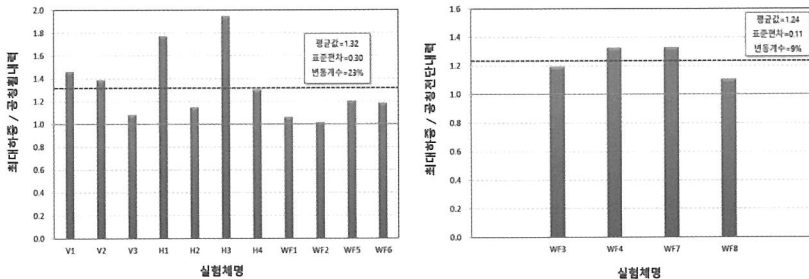
그림 4. RC와 PC 더블월 공법에 의한 지하외벽 공사의 비교



(a) 평면도 (b) 더블월과 슬래브의 접합부 단면도 (c) 더블월과 보의 접합부 단면도
 그림 5. RC와 PC 더블월 공법에 의한 지하외벽 공사의 비교



(a) 더블월 수직 및 수평 접합부의 휨성능 실험 (b) 더블월 수평 접합부의 전단성능 실험 (c) 더블월 벽체-기초 접합부의 휨 및 전단 실험



(d) 더블월 휨성능 실험체의 최대하중과 공칭강도의 비교 (e) 더블월 전단성능 실험체의 최대하중과 공칭강도의 비교
 그림 6. 더블월 공법의 접합부에 대한 구조성능 평가 결과

대하중은 공칭휨강도와 공칭전단강도 보다 크게 나타났다.

4. 맺음말

힐스테이트 영통 지하주차장 현장에 적용한 PC 지하외벽 시스템은 부재를 분절하여 생산한 후 현장에서 양중하고 조립, 시공되기 때문에 가설공사의 최소화로 가설공사 비용의 절감뿐만 아니라 공기단축에 의한 금융비용의 절감을 기대할 수 있다. 이러한 시공기술은 다양한 건축물의 지하 및 지상부 벽체 공사에 활용가능하며, 지하 저류조 등과 같은 인프라구조물의 시공에도 적용성이 우수할 것으로 기대된다. [4]

담당 편집위원 : 김정수(주)한화건설
 jskim96@hanwha.com



최호철 상무는 동아대학교 건축공학과에서 석사학위를 취득하였으며, 2015년에 삼표피앤씨에 입사하여 현재 기술영업담당 상무로 근무하며 PC 기술개발 및 기술영업 업무를 수행하고 있다.
 choi0778@nate.com



조경래 차장은 한양대학교 건축공학과에서 석사학위를 취득하였고 2016년에 삼표피앤씨에 입사하여 현재 R&D팀에서 팀장으로 근무하며 PC 구조 기술개발 및 구조설계 업무를 수행하고 있다.
 krcho@neven.co.kr



김경호 부장은 서울과학기술대학교 건축공학과에서 석사학위를 취득하였으며, 1984년에 현대건설에 입사하여 현재 수원영동 힐스테이트 현장에서 현장소장으로 근무하고 있다.
 rocker@hdec.co.kr



김영욱 차장은 서울대학교 건축학과에서 석사학위를 취득하였으며, 1999년에 현대건설에 입사하여 현재 건축구조설계팀 팀장으로 근무하며, 구조설계 업무를 수행하고 있다.
 kywook@hdec.co.kr



문정호 교수는 미국 Texas at Austin에서 박사를 취득하였고, 현재 한남대학교 건축학부에 재직 중이다. 주요 연구분야는 프리스트레스트 콘크리트의 설계기술과 신공법 개발이다.
 mnnh@hnu.ac.kr



오영훈 교수는 한양대학교에서 박사를 취득하였고, 현재 건양대학교 의료공간디자인학과에 재직 중이다. 주요 연구분야는 프리캐스트 콘크리트의 설계기술과 신공법 개발이다.
 youngoh@konyang.ac.kr