

볼트 연결 조립식 프리캐스트 콘크리트 구조 시스템

Bolt Connected Precast Concrete System



김 경 용*
Kim, Kyuon Young



백 승 희**
Baek, Seung Hee

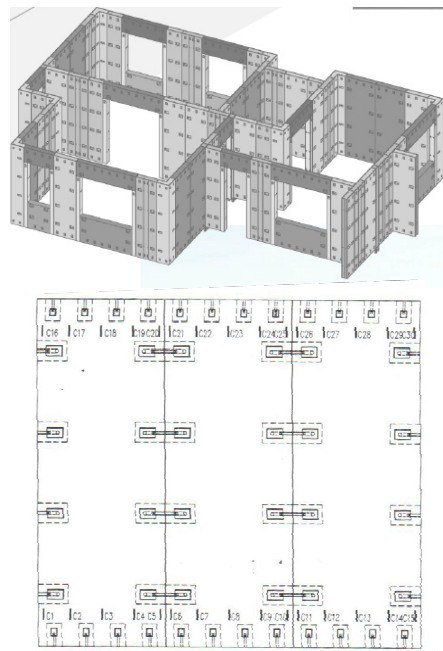


황 경 주*
Hwang, Kyung-Ju

1. 볼트 연결 조립식 프리캐스트 콘크리트 시스템의 개요

볼트 연결 조립식 프리캐스트 콘크리트 시스템, 즉 Bolt Connected Precast Concrete System(이하 BPC)은 기존 PC 공법을 활용한 콘크리트 판재에 볼트 연결부재를 활용한 모듈화 시스템이다. 기존 PC 공법의 장점, 즉 거푸집을 사용하지 않고 건식공법을 통한 시공성 향상과 공기단축의 장점을 그대로 활용하고 있으며 벽체 패널의 연결을 볼트를 사용하여 체결함으로써 시공성능의 향상을 보다 더 높일 수 있는 시스템이다. 그림 1은 BPC 시스템의 기본적인 골조의 모습과 단위 패널 모듈들 간의 연결 방식에 대한 간략한 개념도이다. 패널 간의 연결을 위해 콘크리트 패널의 모서리 면에는 볼트가 들어 갈 수 있는 사각형의 연결 구멍이 있으며 연결구멍 하나에 M16 볼트

하나가 체결되어 전체 볼트는 4~5개의 볼트로 수평 패널들 간에 연결이 이루어진다. 수평 패널과 수직 패널 또한 같은 원리로 연결된다.



〈Fig. 1〉 BPC 시스템의 골조

* (주)더지에스 대표
** (주)더라이프투 대표
*** 정회원, 서울시립대학교 건축학부 교수



〈Fig. 2〉 BPC 시스템의 시공 모습 6

이러한 체결 방식은 현장에서 작업자들이 매우 손쉽게 연결할 수 있도록 하며 시공시간의 단축과 작업자의 수를 줄여서 시공단가를 근본적으로 낮추는 역할을 하게 된다.

2. 수직 부재의 구조 성능

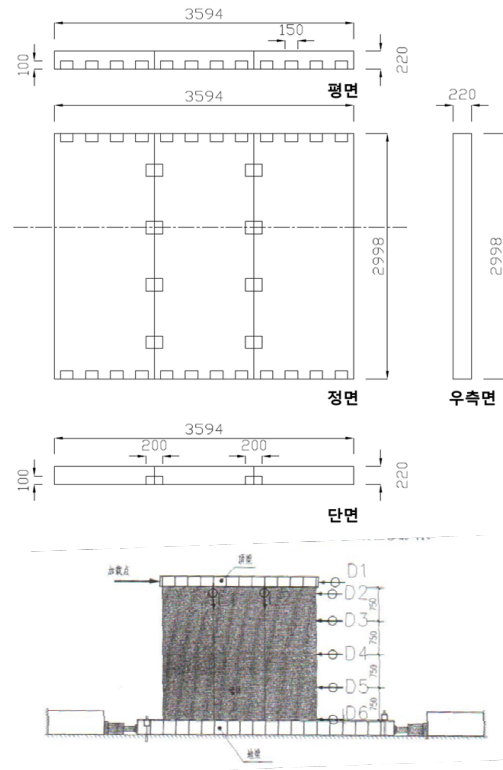
주택 및 다양한 용도의 건축물에 적용 가능성을 살펴보기 위해서 수직부재의 구조적인 성능의 확인이 필요하며 이를 위해 실험과 해석이 수행되었다.

그림 3은 수직부재의 전단능력을 알아보기 위해 수행된 수직부재의 조건과 실험 가력 양상을 보여주고 있다.

또한 그림 4는 실험의 결과를 비교하기 위해서 수치해석을 수행하기 위한 Setup과 그 결과에 대한 응력 분포를 나타내고 있다. 실제 실험과 수치해석에서의 파괴거동은 매우 유사하게 나타나고 있는데 전단력이 가해지는 동안 수직 부재의 우측 상단에 응력이 집중되면서 재료의 파괴가 이루어짐을 알 수 있다.

그림 5는 실험에서 나온 결과 값인 하중-변위 곡선(BPC-W-1,2)과 본 수치해석시뮬레이션을 통한 결과

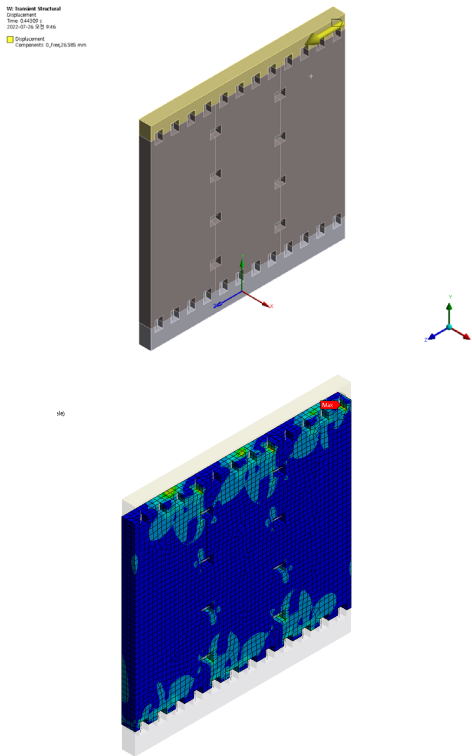
값(붉은색)의 비교 값을 나타내고 있다. 가력이 200kN 까지 실험값과 시뮬레이션 값 둘다 약 10mm의 변위 값을 나타내고 있다. 이는 매우 동일한 선형 혹은 탄성 거동 및 결과 값을 나타내고 있는 것으로 파악된다.



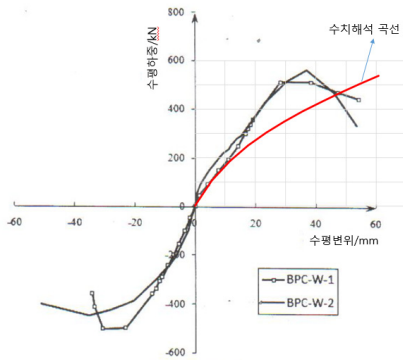
〈Fig. 3〉 BPC 수직부재 실험체 Setup

이는 실험과 수치해석 시뮬레이션 둘다 상당부분 일치하면서 실험 값에 대해서 매우 강한 신뢰성을 갖게 되는 부분으로 판단된다. 즉 본 BPC 벽체에 200kN의 전단력이 가해 질 경우 약 10mm 변위가 발생하는 것은 매우 정확한 값으로 예상 할 수 있다. 좀더 부연 설명을 하자면 200kN의 가력 범위까지는 탄성거동을 나타내는데 이는 200kN의 가력이 없어지면 구조체는 원래 상태로 복귀를 하는 것이다.

약 300kN~400kN 구간도 앞서의 내용과 유사하다고 판단된다. 하지만 400kN 이상에서는 두 곡선의 기울기가 차이가 나며 재료의 비선형 성질과 마찰력의 차이가 원인으로 파악된다. 그럼에도 불구하고 하중의 최대치는 모든 곡선이 약 550kN의 동일한 값을 나타내고 있음을 보여주고 있다.



〈Fig. 4〉 BPC 시스템 수직부재의 해석 Setup 및 응력 분포

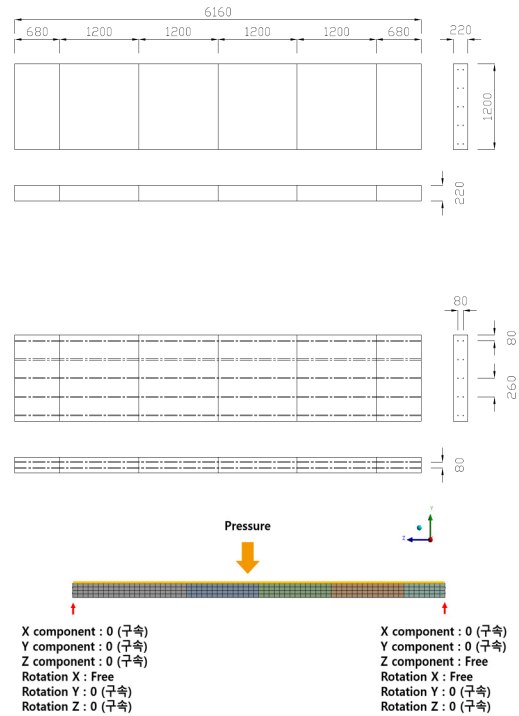


〈Fig. 5〉 BPC 시스템 수직부재의 전단 실험과 해석 결과값

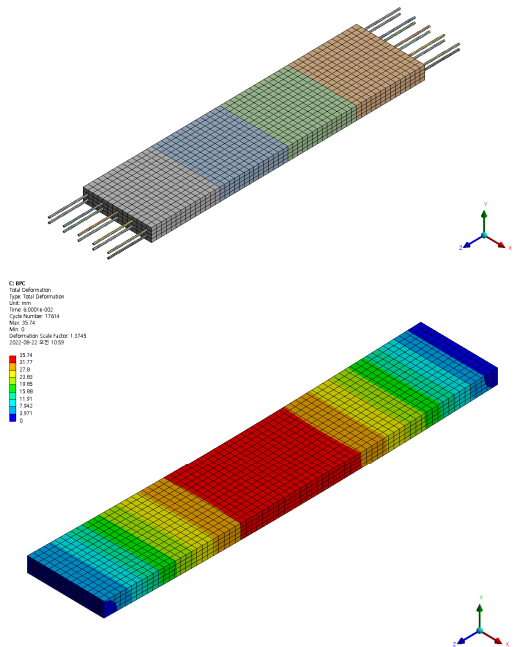
3. 바닥 슬래브의 구조 성능

구조 부재 가운데 또 하나의 중요한 부분인 바닥 슬래브에 대한 구조 성능 평가도 실험과 수치해석을 통해 수행되었다.

실험체의 크기는 6,160mm(길이), 1,200mm(폭), 220mm(두께)이며 철근의 크기는 직경 15mm이며 그림 6과 같이 슬래브의 한가운데 가력이 되었다.

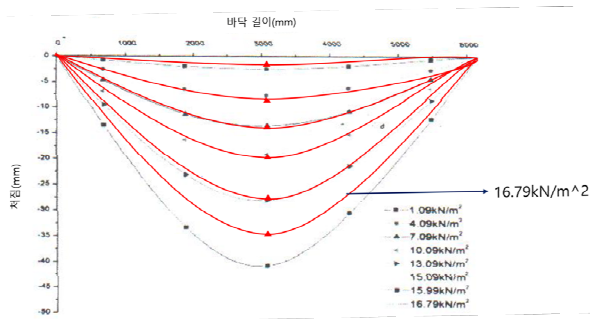


〈Fig. 6〉 BPC 바닥 슬래브 실험체 Setup



〈Fig. 7〉 BPC 바닥 슬래브의 수치해석 Mesh(상)와 최대 변형 분포도(하)

그림 7, 8에서 알 수 있듯이 바닥 슬래브 실험과 수치해석 결과치가 상당히 유사하게 도출됨을 알 수 있다. 하중레벨의 증가에 따른 처짐의 양상도 거의 유사하게 발생하는 것을 확인 할 수 있다.



〈Fig. 8〉 BPC 시스템 슬래브의 힘 실험과 해석 결과값

4. 맺음말

BPC 시스템은 본 기사를 통해 구조적인 안전성을 확인 할 수 있었다. 이와 더불어 소음 등의 발생이 최소화되어 도심공사 민원 최소화와 공사기간의 30%~40% 단축을 가져올 것으로 예상된다. 또한 가설재 사용감소와 적은 인력으로도 시공이 가능하여 경쟁력 있는 공사비를 실현 할 것으로 보여 주택 및 다양한 용도에 효과적으로 적용될 것으로 보인다.



〈Fig. 9〉 BPC 시스템을 이용한 주택의 예