

프리캐스트 전단벽 시스템의 건식접합부에 관한 연구

Dry Connections for Precast Shear Wall Systems

홍성걸*

Hong, Sung-Gul

임우영**

Lim, Woo-Young

ABSTRACT

This thesis investigates the behavior of precast wall systems with a new vertical connection which are proportioned by the displacement based design. The proposed precast wall systems are supposed to provide additional spaces and seismic strengthening in remodeling existing residential buildings. For a fast remodeling constructions using PC walls require an efficient, economic fabrication method. A C-type vertical connections for PC wall systems is proposed for transfer of bending moment between walls in the vertical direction while a shear key in the center of wall is prepared to transfer shear forces by bearing. The proposed vertical connection allows us easy fabrication because of different direction of slots at the edges of wall. The dimension of C-type connection components are determined by engineering models and a series of test.

1. 서론

PC벽체의 경우 접합부의 성능이 벽체 전체의 성능을 좌우하며 RC 벽체와는 다른 거동형태를 나타낸다. PC벽체는 전체 벽체가 일체형으로 거동하지 않고 Gap Opening, Shear Slip, Sliding 등 여러 가지 문제점을 나타내며 거동한다. PC제품의 특성상 시공성 및 사용성 등이 우선적으로 고려되어야 할 것이며 이후에 구조적인 측면을 검토하여 접합부에서의 전단과 휨에 대한 강도를 확보해야 한다. RC 벽체와 마찬가지로 PC 벽체에서도 내진성능을 위한 연성도를 확보하는 것 또한 중요한 요소이다. 따라서 접합부 및 벽체 내 에너지 소산능력 향상에 대한 방안도 고려되어야 한다.

본 연구에서는 기존에 연구된 접합부를 개량한 C형 접합부를 이용하여 조립한 PC벽체 시스템에 관해 기존 RC 벽체와 비교 분석하여 벽체의 구조성능과, 에너지 소산능력, 벽체 휨철근의 항복 여부 등에 대해 알아보고 이를 T형 벽체에 확대 적용하여 그 거동을 살펴보고자 한다.

2. 접합부 개발

본 접합부는 시공성능을 가장 큰 주안점으로 삼고 개발한 것으로 이미 접합되어 있는 철물에 또 다른 철물을 접합시킴으로써 완전한 접합체를 이룬다. PC 제품을 이용한 시공에서 가장 큰 문제점으로 지적되어 온 접합부 구멍 위치와 철근 위치의 부정확성으로 인한 시공의 어려움을 덜고자 가로 방향으로 뚫려져 있는 구멍을 통해 좌우측 철근 위치의 오차를 허용하고 세로 방향으로 뚫려져 있는 구멍

* 정희원, 서울대학교 건축학과, 부교수

** 정희원, 서울대학교 건축학과, 석사

을 통해 앞뒤 오차를 허용하게 되는 시스템을 가진다.

SS400의 철제 철물을 C형으로 만든 후 나사선이 있는 이형철근과 조립하고, 상부 벽체 휨철근을 미리 벽체 외부에 부착해 놓은 철물에 관통시킨다음 너트 조임을 한다. 이후 하부 벽체에 조립시 아래에 뚫려있는 두 가지 방향의 구멍을 통해 하부 벽체 상부로 튀어나온 하부 벽체 휨철근을 너트로 연결시킨다. 이 때 벽체의 휨거동을 제어하기 위해 추가로 C형 철물을 제작하여 하부 벽체 연결 시 미리 부착되어 있던 철물과 반대방향으로 끼워넣은 채 아래 위 너트를 조인다. 이로 인해 횡력에 의해서만 철근이 항복하게 되고, C형 철물은 계산된 값보다 충분한 단면의 크기로 제작하여 탄성영역상태에 존재하게 한다.

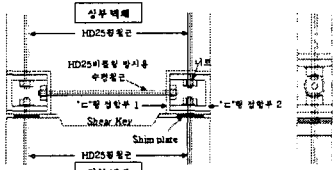
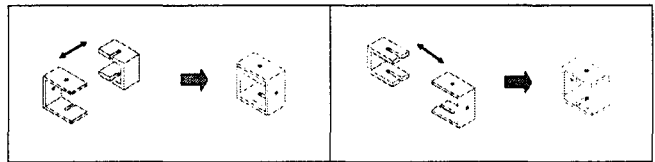


그림 1. C형 철물을 이용한 접합부 상세

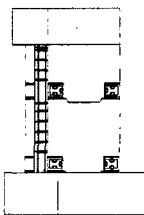


(a) 좌측 접합부 조립 (b) 우측 접합부 조립

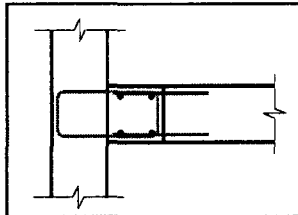
그림 2. 개발 접합부 형태 및 긴결 순서

3. T형 벽체 확대 적용

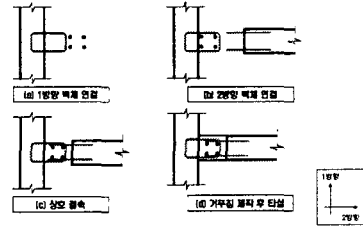
각각의 벽체는 공장제작 PC제품으로 만들고 현장에서 조립하는 방식을 취한다. 서로의 벽체가 만나는 부분에 거푸집을 대고 현장에서 콘크리트를 타설하는 방식으로 기초부에 매설된 커플러에 현장 시공될 수직철근을 끼운 다음 1방향 벽체를 위에서부터 끼워넣는 방식으로 기초부에 정착될 수 있도록 한다. 이후 2방향 벽체를 옆에서 끼워넣은 뒤 철근들을 모두 결속시킨다. 결속 후 접합부 옆면에 거푸집을 대고 콘크리트를 현장 타설하여 접합부 연결을 완성한다.



(a) T형 벽체



(b) T형 벽체 접합부 상세



(c) T형 벽체 접합부 조립 과정

그림 3. T형 벽체 확대 적용

4. 실험체 계획



그림 4. 실험체 설치모습

본 연구를 위한 실험체 계획시 실험여건상 실제 구조물의 약1/3의 스케일로 제작하였다. 실험체는 상부가력보, 벽체, 기초의 세 부분으로 구성된다. 실험체 제작에 사용된 콘크리트는 설계기준강도 40 MPa로 하였으며 철근은 벽체 연결 휨철근은 HD25, 기초부 연결 철근은 HD32를 사용했으며, 벽체내 온도철근은 HD10, HD13을 사용하였다. 그리고 접합부 철물은 내측 두께 15 mm, 외측 두께 30 mm로써 SS400인 것을 사용하였다.

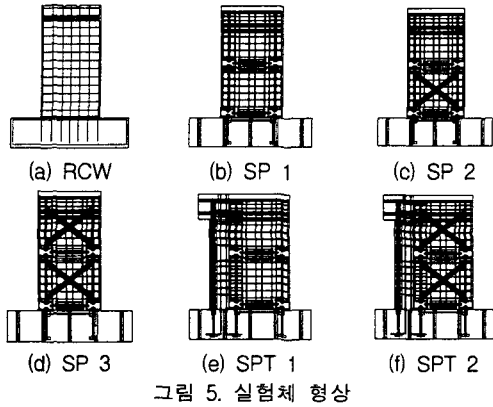


그림 5. 실험체 형상

표 1. 실험체 명칭 및 변수 설정

| 명 칭 | 변 수 | 전단철근유무 |
|-------|--------------------|--------|
| RCW | 일체 타설 벽체 | X |
| SP 1 | 개발 접합부를 이용한 기본 벽체 | X |
| SP 2 | X자형 전단철근 배근 | 하부 벽체 |
| SP 3 | X자형 전단철근 배근 | 상·하부벽체 |
| SPT 1 | 기본 벽체로 이루어진 T형 벽체 | X |
| SPT 2 | X자형 전단철근 배근된 T형 벽체 | 상·하부벽체 |

5. 실험결과

5.1 하중-변위 이력 곡선 및 최종파괴 형상

SP Series의 경우 일체형인 RCW의 경우보다 초기 강성은 작으나 우수한 연성적인 거동을 나타내었다 상·하부 벽체 조립과정에서 C형 철물에 나 있는 슬릿의 시공오차로 인해 shear slip이 발생하였으며, 이러한 오차와 수평접합부에 설치된 shear key의 영향으로 하중-변위 이력곡선이 부분적으로 틱니형으로 나타났다. SPT Series의 경우 일반적인 RC T형 벽체의 거동과 비슷한 형태를 나타내었으며, SP Series와 마찬가지로 우수한 연성능력을 보여주었다. X자형 대각선 철근의 영향으로 두 가지 경우 모두 정가력시보다 부가력시(web부분 인장) 그 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

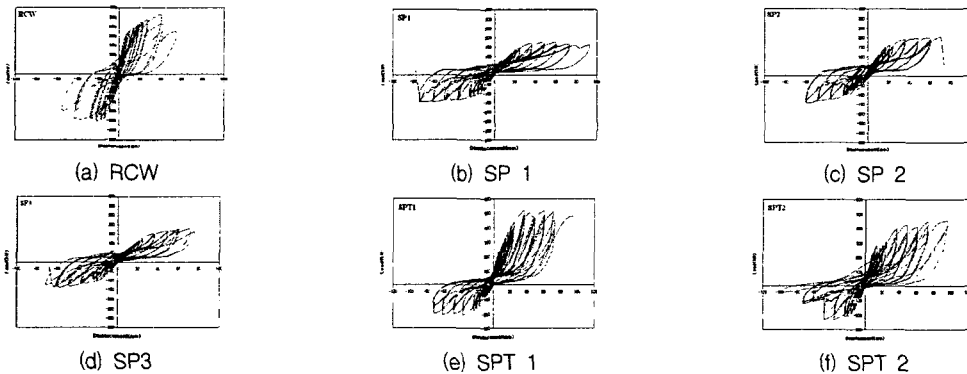


그림 6. 하중-변위 이력곡선 및 최종파괴 형상

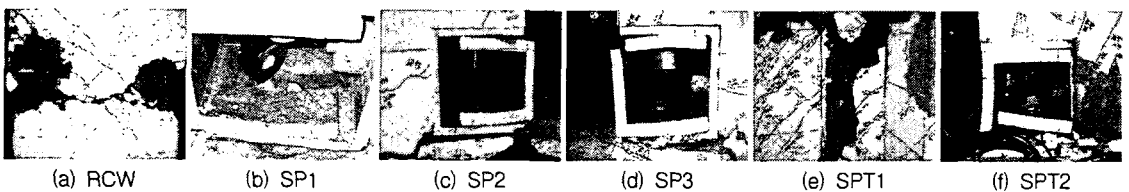


그림 7. 실험체별 최종 파괴 형상

5.2 Envelop Curve 비교

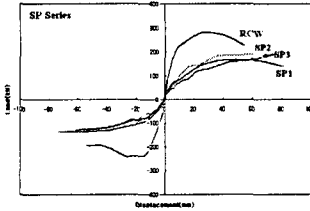


그림 8. SP Series Envelop Curve

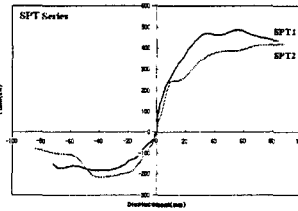


그림 9. SPT Series Envelop Curve

SP Series 실험체 모두 강성이나 연성능력에 대해 비슷한 경향을 보였다. SPT Series의 경우 동일한 층간변위(4%)에서 파괴가 일어났으며, curve형상도 비슷한 경향을 보였다.(그림 9) 초기 강성은 SPT1이 SPT2보다 다소 크게 나타났으나 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

5.3 목표 변위별 에너지 소산능력 비교

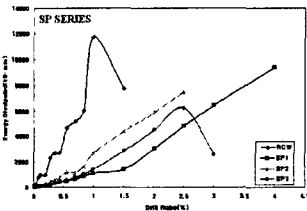


그림 10. SP Series

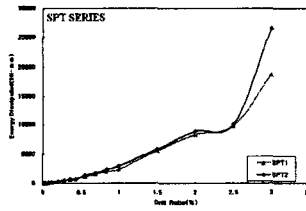


그림 11. SPT Series

SP Series 실험체의 경우 RCW 실험체를 기준으로 했을 때 총에너지 소산량은 층간변위 1.5%(36 mm)에서 RCW : SP1 : SP2 : SP3 = 1 : 0.18 : 0.57 : 0.36의 비율을 보였다. SP 실험체만을 비교했을 때에는 SP2 실험체를 기준으로 하면 SP1 : SP2 : SP3 = 0.32 : 1 : 0.65의 비율을 보였다. 이러한 결과는 SP1과 SP3의 경우 상·하부 벽체의

강성비가 동일하지만 SP2의 경우 하부벽체에만 대각선 철근이 배근되어 있어 상대적으로 상부벽체의 거동이 다른 실험체와는 다른 양상을 보여 에너지 소산능력이 커진 것으로 판단된다. T형 실험체의 경우는 층간변위 3%(72 mm)에서의 에너지 소산량을 비교해보면 SPT1 : SPT2 = 0.71 : 1의 비율을 보였다.

6. 결 론

(1) 일자형 실험체의 경우 RC 벽체보다 초기 강성은 작으나 우수한 연성능력과 에너지 소산능력을 보였다. 일자형 실험체의 경우 접합부 파괴로 인해 강도가 작게 나왔고, T형 실험체의 경우 flange-web 접합부의 조기파괴가 발생하였으나 시스템의 전단에 대한 저항성능은 크게 저하되지 않았다.

(2) 일자형 실험체의 경우 대각선 철근 배근 유무에 따라 강도의 변화가 그리 크지 않다.(그림8 참조) 하지만 SP1과 SP3가 비슷한 강도를 나타내고 SP2와는 약 14%정도 낮은 값을 보이는데 이것은 상·하부 벽체의 강성의 차이에서 오는 것으로 판단된다. T자형 실험체의 경우 강도는 SPT1의 경우(520.87 kN)가 SPT2의 경우(459.62 kN)보다 약13% 높은 값을 나타냈다. 하지만 대각선 철근에 의해 힘의 전달이 원활해져 web부분의 대각선 균열 시기를 좀 더 늦추는 결과를 가져왔다.

(3) 각각의 에너지 소산능력을 비교했을 때 일자형 실험체의 경우 하부벽체에만 대각선 철근이 배근된 SP2가 강도나 에너지 소산면에서 타 실험체보다 우수한 결과를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원 건설 핵심 기술 연구 개발사업(03산학연 A07-06) 지원과, 우림건설, 공간, ITM, GS건설, 건원, 한성PC, 동서PCC의 지원에 의하여 이루어졌음을 밝히며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Englekirk, R, E. "Seismic Design of Reinforced and Precast Concrete Buildings," John Wiley and Sons, 2003, pp.348~402