

PC 전단벽 건식접합부에 관한 실험연구

An Experimental Study on Dry-Connection for Precast Concrete Shear Walls

홍 성 곁* 임 우 영**
Hong, Sung Gul Lim, Woo Young

ABSTRACT

In this study, new methods of PC panel connection using 'C' type steel connection is proposed for highly seismic zone. A study was carry out to investigate the connection behavior subjected to cyclic inelastic loading. Three planar type and two T type PC wall will be tested. The variables will be examined were the shear reinforcement existence of top and bottom walls. The specimens will be tested only reverse cyclic loading in accordance with a prescribed displacement history. To transfer the shear strength shear key set up between top and bottom wall. Failure mode, behavior, ductility and energy dissipation capacity of the specimens constructed by new connections will be compared with those of monolithic walls and Han's(Han, Jun Hee, Seoul National University) model.

1. 서론

1.1 연구배경

Precast Concrete panel을 이용한 PC공법의 경우 현장타설 콘크리트 공법에 비해 작업속도가 빠르며, 품질이 우수하고, 공기단축으로 인한 공사비 감소 등의 많은 장점을 가지고 있다. 하지만 이러한 구조물의 경우 공장제품을 현장에서 조립함에 있어서 형성되는 접합부가 구조적으로 가장 큰 문제점으로 지적되어왔다. 하지만 벽식구조를 지닌 아파트를 모델로 한 벽체 접합부, 특히 전단벽체의 접합부에 관한 연구는 국내에서 전무한 실정이다. 국내 거주공간의 특징 중 하나인 공동주택의 경우, 최근 신축보다는 증축 및 리모델링을 선호하고 있는 실정에서 공간 확장을 위한 추가적인 벽체의 구조적인 성능에 대한 검증이 반드시 필요하다고 할 수 있다.

1.2 연구목적

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 개량하여 시공성을 높이고 PC벽체의 거동시 발생하는 문제점을 최소화하여 각 벽체간 거동이 일체화되도록 'C'형 철물을 이용한 건식접합부를 개발하고자한다

2. 수직접합부 개발

2.1 수직접합부 개발목적

*정회원, 서울대학교 건축학과 부교수

**정회원, 서울대학교 건축학과 석사과정

본 접합부는 기존의 건식접합인 볼트에 의한 접합, 기계식 이음에 대한 접합에서 들어난 문제점을 보완하여 PC 벽체의 시공성능을 높이고, 접합 능력을 RC의 그것과 견줄 수 있도록 고안된 새로운 형태의 접합부이다.

건식접합인 볼트 접합의 경우 상·하부 벽체 조립 시 볼트 구멍을 정확히 맞추기가 어려울뿐더러 볼트의 성능이 벽체 성능을 좌우하였다. 기존 연구(한준희, 서울대학교)에서 볼트의 머리부분이 인장과파됨으로써 벽체 성능이 현격히 떨어지는 결과를 초래하였다. 또 하나의 방법인 기계식 이음에 의한 접합의 경우, 일반적으로 커플러(Coupler)를 사용하는데 이 방법 또한 정확히 중심선을 맞추기가 어려운 단점이 있다. 게다가 PC 접합의 일반적인 방법인 습식접합의 경우는 뒷채움 모르타르의 강도 발현이 중요한데 시공능력은 다소 간편할 수 있으나 철근과의 부착성능이 좋지 않을 경우 횡력을 받았을 시 그대로 뺏혀버리는 결과를 초래한다.

이에, 다른 건식접합의 방법보다 시공이 간편하고, 구조적으로 안전하며, 충분한 내력을 지닌 새로운 접합방법을 제안한다.

2.2 수직접합부 구성

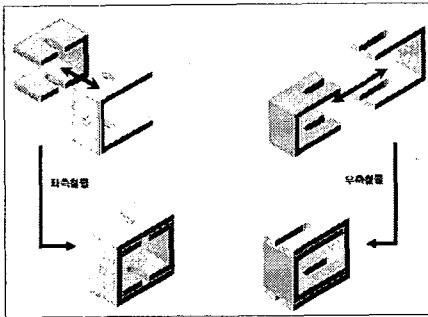


그림 1 수직접합부 구성

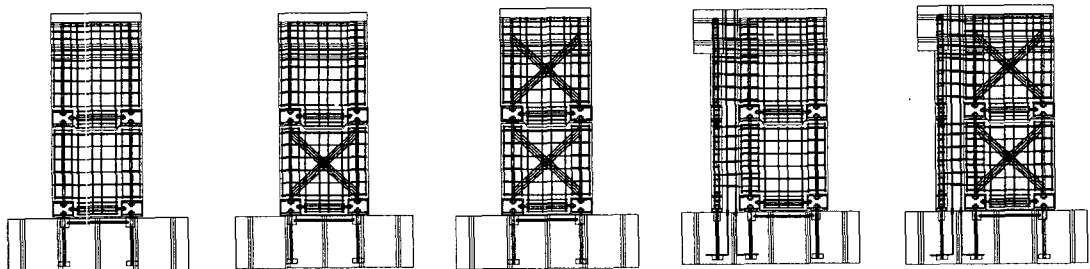
공장 제작시 'c'형 철물을 세로주근과 가로 주근으로 접합된 상태에서 타설, 일체화를 도모하고 이후 하부 벽체에 접합 시 'c'형 철물 아래 부분에 나있는 구멍을 통해 하부벽체 세로 주근을 통과시키도록 한다. 이후 구멍의 방향이 반대인 또 다른 'c'형 철물을 추가로 긴결한 뒤 위, 아래 주근에 너트를 끼워 조립을 완성한다. 완성된 벽체는 볼트 접합과는 달리 서로 엇갈리게 끼운 'c'형 철물 사이에서 상·하부 벽체의 주근을 직접 연결하게 된다.

이는 PC 벽체에서 발생하는 중요한 현상 중 하나인 슬립현상과 Gap Opening을 방지할 수 있고 전체 거동도 Monolithic 하게 된다.

본 철물은 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 구멍을 통해 앞뒤 오차를 허용하게 되는 시스템을 가진다.

현장 시공시 하나의 벽체에 너트 네 개만을 조임으로써 한층 벽체가 완성됨으로 시공속도가 매우 빠른 이점을 가지고 있다.

3. 실험체 계획



PCPWOO 1

PCPWOX 2

PCPWXX 3

PCTWOO 4

PCTWXX 5

그림 2 실험체 형상

본 연구는 실험 여건상 실제 크기의 1/3 스케일로 제작할 것이며, 'C'형 철물을 이용한 일자형 PC벽체 3개 그리고 이를 이용한 T형 벽체 2개를 제작할 것이다. T형 벽체의 경우 접합부 부분을 현장 시공시 현장에서 추가로 결합할 수 있도록 그 결합방법을 제안하였다.

표 1 실험체 명칭 및 변수 설정

실험체 명칭	변 수	전단철근 유무	Shear Key 유무
PCPWOO 1	기본 벽체	X	O
PCPWOX 2	X자형 전단철근 배근	하부 벽체	O
PCPWXX 3	X자형 전단철근 배근	상부 및 하부벽체	O
PCTWOO 4	기본 벽체로 이루어진 T형 벽체	X	O
PCTWXX 5	X자형 전단철근 배근된 T형 벽체	상부 및 하부벽체	O

4. 향후 실험계획

기초부분과 하부벽체 그리고 상부벽체로 구성된 하나의 PC 벽체를 횡방향 반복하중을 가하여 접합부의 강도 및 전체적인 구조물의 거동을 측정한다. 실험시 주안점은 ①접합부의 에너지 소산능력 ②주근의 항복 여부 ③Shear Slip 발생 유무 ④휨 및 전단파괴로 인한 균열형상 ⑤상하부 벽체의 횡변위 및 수직 변위 ⑥Opening Gap 발생 유무 등을 면밀히 관찰하며, T형 벽체 실험의 경우 ① 각 벽체 접합부의 에너지 소산능력 ②현장 시공된 접합부의 에너지 소산능력 ③T형 PC벽체의 전체적인 거동 양상 등을 알아본다.

실험체의 양면 좌우대칭으로 4개의 철골가새를 설치한다. 상부가력보, 상·하부패널의 면 중앙부에 좌우대칭으로 롤러(Roller)를 위치시켜 실험체와 거의 접촉되도록 위치시킨다. 하중재하시 면외로 생기는 변위를 방지하여 예상치 못한 실험의 변수가 발생하지 않도록 제어한다.

◆ 실험체 개수 : 3개

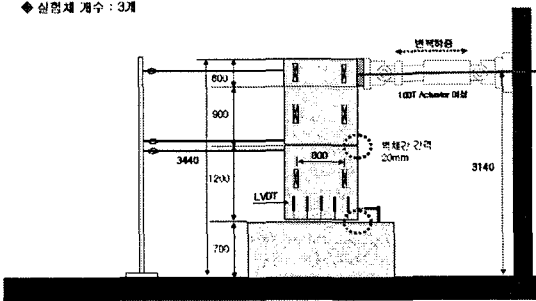


그림 3 일자형 실험체 설치

◆ 실험체 개수 : 2개

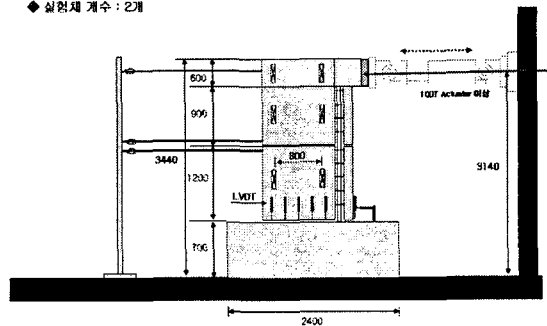


그림 4 T자형 실험체 설치

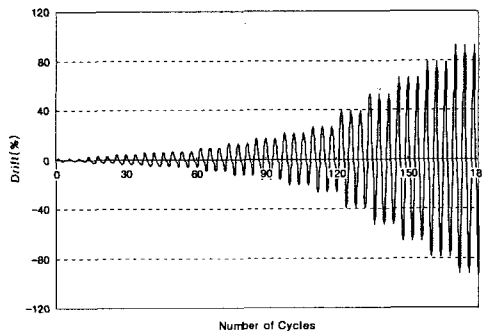


그림 5 실험체 가력 계획

5. 결론

'ㄷ'형 철물을 이용한 PC 벽체의 건식 접합 방식에 대한 실험에서의 결론은 실험결과를 통해서 알 수 있을 것이다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) RC벽체의 거동 특성과 비교했을 때 'ㄷ'형 철물을 이용한 벽체 시스템이 에너지 소산 측면에서는 그 능력이 떨어지나 기존의 PC 벽체 건식 접합부와 비교했을 때는 에너지 소산 능력과 drift capacity를 확보할 수 있다.
- 2) 벽체 양쪽 접합철물에서 모든 에너지를 소산시키며, 특히 기초부와 연결된 철물에서 에너지 소산이 극대화된다.
- 3) 'ㄷ'형 철물의 측면부에서 좌굴이 발생한다면 주근의 항복보다 좌굴로 인한 철물 형상의 변형으로 인해 에너지 소산능력이 현저하게 떨어질 것으로 판단되므로 이 부분의 설계가 벽체 전체 거동에 가장 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

PC 벽체 건식접합의 경우 접합방식이 매우 한정되어 있다. 벽체 두께의 한계성, 기초부와와의 연결, 그리고 각 벽체간 연결 부분에서의 일체성의 어려움 등으로 추가적인 철물없이 건식접합 자체가 형성되기 어렵다. 본 연구를 위해 개발한 접합부에서 너트를 조이는 데 필요한 공간 확보를 위해 철물 폭이 넓어진 것을 보면 철물형태를 다양화하여 접합부의 공간을 최소화 시키고 철물 긴결방식을 좀 더 간단하게 하는 방법을 모색하여야 할 것으로 보인다. 또한 벽체 길이가 길어짐에 따라 휨보다는 전단력이 벽체 거동을 지배하게 될 때 전단철근의 영향과 shear key의 영향을 상호 비교해 보는 연구도 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원 건설 핵심 기술 연구 개발사업[건설 기술 기반 구축 사업] 지원과, 우림산업 개발, 공간, ITM, GS건설, 건원, 한성PC, 동서PCC의 지원에 의하여 이루어졌음을 밝히며 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Englekirk, R. E. "Seismic Design of Reinforced and Precast Concrete Buildings", John Wiley and Sons, 2003, pp.348~402.
2. PCI Design handbook, 4th Edition, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL, 1992
3. ACI, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete(AC318-02)", American Concrete Institute, 2002
4. 한준희(2005), "PC벽체의 건식접합부에 관한 실험연구" 석사학위 논문, 서울대학교 대학원 건축학과
5. Kurama, Yahya, Pessiki, Stephen, Sause, Rechar, and Lu, Le-Wu, "Seismic Behavior and Design of Unbonded Post-Tensioned Precast Concrete Walls", PCI Journal, V.44, NO.3, 1999, pp.54~71
6. 이리형 외, 철근콘크리트 구조, 2002, 기문당
7. G.Annamalai, C. Brown, Jr, "Shear-Transfer Behavior of Post-Tensioned Grouted Shear-Key Connection in Precast Concrete-Framed Structures", ACI Structural Journal, January 1, 1990
8. Pedro Franco, Sami Megally, and Frieder Seible, Seismic Performance of Sacrificial Interior Shear Keys, ACI Structural Journal, March 1, 2003
9. John W. Wallace, "Seismic Design of RC Structural Walls, Part I : New Code Format," Journal of Structural Eng. Div., ASCE, Jan. 1995, pp75~87
10. John W. Wallace, "Seismic Design of RC Structural Walls, Part II : Application", Journal of Structural Eng. Div., ASCE, Jan. 1995, pp88~101
11. John W. Wallace, "New Methodology for seismic Design of RC Shear Walls" Journal of Structural Eng. Div., ASCE, March. 1994, pp863~884
12. John W. Wallace, "Design of Slender Reinforced Concrete Walls with Openings" ACI Structural Journal, 1998, July-August, pp420~433
13. 하상수, 오영훈, 최창식, 이리형, "RC T형 벽체에서 횡 철근 구속에 영향을 미치는 변수에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), v.19 n.8, 2003-08, pp.3-11
14. 강인석, 천영수, 윤영호, 양지수, "웨브벽체의 형상비가 T형벽체의 플랜지 유효폭에 미치는 영향" 대한건축학회 논문집(구조계), v.20 n.7, 2004-07, pp.29-37