

PC부재의 접합부 거푸집의 개선방안 연구

—공동주택을 중심으로—

Improvement Plan for Connecting Form of PC Member

—Focused on Apartment Buildings—

김 선 형*

Kim, Seon-Hyung

최 재 휘**

Choi, Jae-Hwi

김 선 국***

Kim, Sun-Kuk

이 동 훈****

Lee, Dong-Hoon

Abstract

Conventional apartment building projects have favored wall slab structure for the ease of construction and economic viability. However, wall slab structure, consisting of bearing walls, makes remodeling a difficult challenge. In addition, as the amendment to the Building Act in November, 2005 incentivized easy-to-remodel Rahmen structure design for apartment building in terms of floor area ratio and the number of stories, were are seeing more use of PC construct method in apartment building projects gradually. However, PC construction method requires complex connections between beams and columns, making it difficult to install and remove formwork. Furthermore, it is not possible to reuse forms after removal, generating lots of construction wastes, and it is necessary to install new forms again when the size of connection changes in line with modification of column cross-section. Researchers in Korea and elsewhere in the world have focused on structural performance of connection in PC construction method, with little attention to alternative approaches to improving connection forms for PC construction method. Accordingly, this research aims to study an approach to improving connection forms for PC construction method.

키 워 드 : PC공법, 접합부, 거푸집, 공동주택

Keywords : Precast Concrete, Connection, Form, Apartment Buildings

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내·외 건설시장은 초고층 고밀도 건축물과 더불어 장스팬의 대형 구조물의 건설이 증가하고 있는 추세이다. 또한 2005년 11월 건축법 개정을 통해 리모델링이 쉬운 라멘조로 공동주택을 설계할 경우 용적률과 층수 등의 인센티브를 부여한다. 라멘조의 구조 형태는 기둥과 보 그리고 슬래브로 이루어지며, 시공 시 기둥과 보를 설치하고 그 위에 철근과 함께 슬래브 거푸집을 형성한 뒤 콘크리트를 타설한다. 이러한 모든 공정은 시공 현장에서 이루어지기 때문에, 복잡한 단계와 인력 및 시간을 요한다. 따라서 건축 시공 현장에서 작업량을 최대한 줄이고 공기를 단축시키기 위해서 PC공법의 사용이 점차적으로 증가하

고 있다.

그러나 기존의 PC기둥과 보의 접합부 거푸집의 경우 현장에서 합판 거푸집을 제작, 설치하여 인력이 많이 소요되고 시공성이 낮으며 품질의 저하를 유발 시킨다. 또한 콘크리트 타설 후 해체 시 안전상의 문제가 발생하며 해체된 거푸집은 파손되어 재사용이 불가하다. 그러나 기성대비 투입인력 및 투입자본이 많은 이러한 문제점들은 모든 현장에서 발생하고 있지만 전체현장 대비 차지비율이 크지 않기 때문에 간과되고 있는 상황이다. 또한 PC화 공법 접합부에 대한 구조성능 평가연구, Half PC Beam을 이용한 보 기둥 접합부의 구조성능에 관한 연구 등 접합부 구조성능에 관한 연구와 거푸집 시스템 개발 연구는 진행되고 있으나, PC부재인 기둥과 보의 접합부 거푸집에 관한 연구는 진행되지 않았다.

따라서 최근 건설산업이 친환경적이고 저비용, 고효율의 기술 집약적인 산업으로 발전함에 따라 PC부재의 접합부 거푸집의 공법 개선방안에 대한 연구가 필요한 실정이다.

* 경희대학교 건축공학과 석사과정 (sunhyungk@khu.ac.kr)

** 경희대학교 건축공학과 석사과정 (chjheda@naver.com)

*** 경희대학교 건축공학과 교수, 공학박사 (kimsuk@khu.ac.kr)

**** 경희대학교 건축공학과 박사과정, 교신저자

(dr.lee.kor@gmail.com)

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.

(NO.R11-2010-0001860)

1.2 연구의 범위 및 방법

PC공법이 적용되고 있는 분야는 건축공사와 토목공사로 구분될 수 있는데 본 연구의 범위는 건축공사에서 사용되는 PC공법의 적용 시 개선해야 할 문제들 중 기둥과 보의 접합부 거푸집의 개선방안 연구로 한정을 하였다. 본 연구는 문헌조사와 실무자 인터뷰를 통하여 기존의 PC접합부 거푸집의 문제점을 파악하고 개선 방안을 제시한다.

2. 예비적 고찰

2.1 기존연구의 고찰

국내의 거푸집에 대한 관련 연구로 현경미 외 2인의 공동주택 벽 하부 시공 품질개선을 위한 거푸집 시스템 개발(2005)에서는 거푸집은 설치 후 콘크리트 소홀히 다루어짐에 따라 품질저하 및 추가비용투입의 방지를 위해 바다면에 설치되는 각목과 거푸집사이의 수평을 용이하게 맞출 수 있도록 하면서 벽체 콘크리트의 타설 후 양생수의 유출을 방지할 수 있도록 하는 벽체 거푸집 하부 수평대를 개발하였다. 국외의 거푸집에 대한 관련 연구로 Hanna 외 2인의 Knowledge acquisition and development for formwork selection system(1992)에서는 expert system을 이용하여 거푸집 선정 시 의사결정 지원에 대한 연구를 진행하였다.

국내의 PC공법에 대한 관련 연구로는 손재호 외 3인의 보-기둥 접합방식에 따른 철골 및 PC구조의 생산성 및 경제성에 관한 시뮬레이션 분석(2009)에서 기존의 철골 및 PC구조에 썸기형 접합장치를 적용하였을 때의 Web cyclone을 이용한 생산성을 분석하고 비교 대상별 경제성을 조사함으로써, 건설현장의 적용에 따른 생산성 및 경제성 향상을 분석하였다.

국외의 PC공법에 대한 관련 연구로는 Mounir K, El Debs 외 2인의 Compression tests of cement - composite bearing pads for precast concrete connections(2006)에서는 새롭게 개발된 시멘트 기초의 PC접합 구조상에서의 압축강도를 실험하였다.

국내외적으로 PC공법의 접합부 구조에 관한 연구와 벽, 슬라브 등의 시스템 거푸집 개발 연구는 많이 진행되고 있다. 그러나 건축공사의 PC부재 기둥과 보의 접합부 거푸집에 관한 연구는 진행되지 않았다. 따라서 PC부재의 접합부의 거푸집 공법 개선방안에 관한 연구가 필요하며, 본 연구는 향후 기존거푸집과 개선거푸집의 비교를 통한 개선효과 분석 연구의 기초자료로 활용되리라 사료된다.

2.2 PC공법의 프로세스 및 검토사항

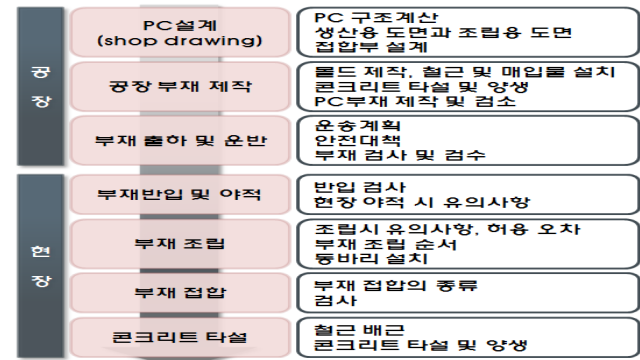


그림 1. PC공법의 프로세스

PC공법은 콘크리트 건축자재를 공장 생산화하여 현장에서 조립하는 공법이다. PC공법이 적용되기에 적합한 현장은 정형, 표준화된 공간을 가진 같은 패턴이 반복적인 스펠이 효과적이며, 보의 사선배치, 비정형의 평면, strut 또는 raker 등 흠막이가 간섭되는 부분은 부적합하다. 또한 공장과 현장간의 상호 작업계획을 면밀하게 검토하여 공정계획을 수립하여야 한다.

PC공법의 절차는 공장에서 PC구조계산 및 접합부 설계 등의 PC설계를 하고 각 부재를 제작한다. 그리고 부재 반입도로를 확보하여 완성된 부재를 현장으로 안전하게 운반한다. 운반된 부재들은 현장에서 반입 검사를 통하여 안전한 위치에 임시 야적시키고, 기둥과 보 부재를 조립 및 접합한다. 접합부위의 철근 및 받수 상태를 점검하고, 거푸집을 설치하여 콘크리트 타설하여 양생한다. PC공법의 프로세스는 그림 1.과 같다.

2.3 거푸집 선정 기준 및 방법

거푸집 선정 방법으로는 첫째로, 공사의 설계조건인 건조물의 형상, 반복횟수, 규모, 시방과 현장조건인 기능공, 현장 크기, 자재의 접근성 등의 여건을 고려해야 한다. 1) 둘째로, 각 거푸집 공법별로 이러한 조건들 각각에 대한 정합을 검토하여 가능한 공법들을 1차로 선정을 한다. 마지막으로 시공성, 작업 가능성과 효율, 경제성 등을 검토하여 최적의 거푸집공법을 선정한다. 선정 기준은 아래 표 1.과 같다.

표 1. 거푸집 선정 기준

선정 기준	항 목
비용	초기 투자비, 설치/해체비, 전용 횡수
시공성	조립/해체, 경량자재, 작업공간확보
시공 속도	연속작업, 조립해체, 마감작업 동시 진행 여부
현장 특성	접근성, 기능공 현장 교육, 현장 크기
건물 특성	장스팬, 건물 규모, 건조물 형상
품질	피복두께 감소, 처짐 감소, 정밀성 우수
안전	재해율

1) 현대건설 기술개발원 (<http://www.hdec.re.kr>)

그러나 현재 PC부재의 접합부 거푸집은 전체 거푸집에 비해 차지하는 비율이 적기 때문에 선정기준항목을 고려하지 않고 시공되고 있는 실정이다.

최근 건설산업이 친환경적이고 저비용, 고효율의 기술집약적인 산업으로 발전함에 따라 접합부 거푸집 또한 비용의 최소화와 시공속도의 최적화 등의 효율적인 거푸집 선정기준을 고려하여 건설 산업에서의 인력, 공기, 원가손실을 줄여야 할 것이다.

3. 개선 거푸집의 특징 및 시공방법

3.1 기존 접합부 거푸집의 특징

기존 PC부재의 접합부는 대체적으로 구조가 복잡하다는 특성이 있어 거푸집을 설치하고 해체하는 과정이 어렵지만 현재까지 현장에서 직접 거푸집을 제작, 조립하여 설치하고 있다. 거푸집의 코너부위, 마무리부위, 절단부위, 조립 시 틈새 등을 상세하게 검토하여 몰탈이 새어 나오지 않도록 시공하고, 해체 시 용이 하도록 거푸집 내면에 박리제를 충분히 도포해야 한다. 또한 콘크리트 청소용 및 검사용 일시 개구부를 따로 설치하여 품질 저하에 영향을 미칠 수 있는 영향 요소들을 제거 및 검사한다. 특히 보와 기둥의 접합부에 사용되는 거푸집은 접합부에 집중되는 콘크리트 측압을 효과적으로 견뎌야 한다. 이러한 방법은 현장에서 다양한 형상의 거푸집을 제작할 수 있는 장점이 있지만, 시공시간이 길어지고, 노동력이 많이 요구됨에 따른 인건비의 상승, 현장제작으로 인한 빈번한 안전사고 발생, 거푸집 사용 후 폐자재의 과다발생, 현장 환경과 거푸집 제작자의 능력에 품질이 좌우되는 등의 단점이 있다. 따라서 기존 거푸집의 단점을 보완하고 개선된 거푸집연구가 필요하다.

3.2 개선 거푸집의 구성 및 특징

본 연구에서는 기존 거푸집의 문제점인 생산성, 경제성, 품질 및 안전성을 향상시킨 거푸집을 제시하고자 한다. 개선 거푸집이 설치된 모습과 기둥과 보의 접합 형태에 따른 거푸집 평면 모습은 아래 그림 2.와 같다.

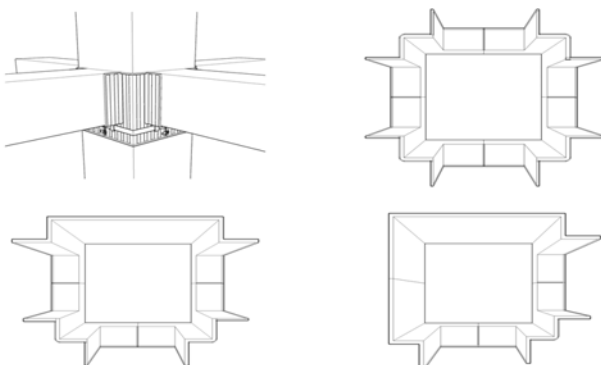


그림 2. 개선 거푸집 설치 모습 및 평면

개선 거푸집은 기둥과 보의 접합부에 설치되는 거푸집으로서 접합 형상에 따라 최소 2개에서 최대 4개의 유닛 부재가 모여 한 세트의 접합부 거푸집을 형성한다. 유닛 부재 각각은 기둥에 인접하는 두 측면과 부분적으로 접촉하도록 절곡된 상태로 형성되어 있는 측벽부, 측벽부의 외측면 상에서 돌출되도록 형성되며 보의 부재의 일측면 및 하면 일부와 동일 평면상에서 연장되도록 형성된 날개부로 구성되며 그림 3.과 같다.

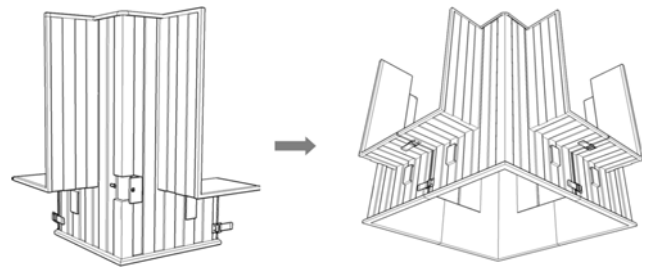


그림 3. 개선 거푸집 유닛 및 세트

콘크리트 타설 부위는 타설 후 다짐봉의 사용으로 인한 합판의 변형 및 파손을 막기 위해 합석판을 부착함으로써 거푸집의 전용율을 향상시킨다. 또한 콘크리트 타설시 콘크리트 측압을 보강하기 위해 보강 턴버클을 마주보는 보 옆 거푸집과 거푸집 사이에 각 유닛 당 두개씩 설치한다. 턴버클을 이용하여 보강재의 길이를 조정함으로써 거푸집을 PC콘크리트 접합부에 밀실하게 설치하여 정밀시공을 할 수 있도록 한다. 한 세트의 접합부 거푸집을 형성하기 위하여 각각의 유닛의 결합이 필요하다. 각 유닛의 체결을 위하여 보밀 거푸집 부분과 기둥 거푸집 부분에 유닛 당 2개의 긴결장치를 설치하며, 이 긴결장치는 간편한 조작으로 거푸집의 설치 및 해체가 용이하고 콘크리트 타설 시 측압에 대한 1차적인 강력한 힘을 받을 수 있다. 또한 접합부 거푸집 형성 후 기둥 거푸집에 Webbing Belt를 설치하여 2차적으로 보강을 하며, Ratchet Buckle을 사용하여 설치 및 해체가 용이하다. 보강 턴버클 및 긴결장치는 아래 그림 4.와 같다.

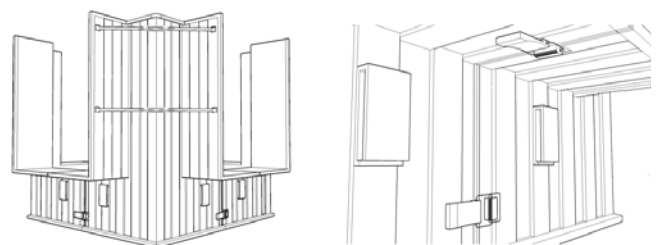


그림 4. 보강 턴버클 및 긴결장치

또한 기둥 거푸집 설치 시 이물질 청소 작업을 위해 적당한 개소에 청소구가 필요하다. 개선 거푸집은 기둥 모서리 부분에 청소구를 설치하여 일반 거푸집처럼 별도의 청소구의 설치 작업이 생

략되어 작업 시간을 줄일 수 있고, 개폐식으로 설치되어 사용이 용이하며 품질관리에 효과적이다. 청소구는 그림 3.의 유닛 거푸집에서 나타내었다.

개선 거푸집은 복수개의 유닛 부재들을 간단히 조립하여 구성되므로 PC형 기둥과 보의 접합부에 거푸집을 용이하게 설치할 수 있고, 이로 인해 거푸집 설치에 소요되는 시간과 인력을 절감할 수 있어 생산성을 높일 수 있다. 또한 콘크리트 양생 후 거푸집을 각각의 유닛 부재들로 빠르고 간편하게 해체할 수 있고, 해체된 유닛 부재들은 재사용이 가능하므로 폐기물 발생을 줄일 수 있어 자원 활용에 따른 경제성도 향상시킬 수 있다.

3.3 개선 거푸집의 설치



그림 5. 거푸집 설치 순서

개선 거푸집 설치 순서는 위 그림 5와 같으며, 현장 외 제작, 거푸집 설치, RC공사, 거푸집 해체로 이뤄진다. 첫째, 공장 제작된 거푸집을 현장 반입 한 후 거푸집 설치 개소에 안전 작업대를 이동 및 설치한다. 둘째, 거푸집을 기둥과 보의 접합부에 긴결장치를 통해 임시 설치를 한 후 Webbing Belt를 설치하여 거푸집 설치를 완료한다. 셋째, 콘크리트 타설 전 철근 및 설비 부자재 설치가 이뤄지며 기둥 상부를 청소한 뒤 콘크리트를 타설하고 양생한다. 마지막으로 긴결장치와 Webbing Belt를 신속하고 안전하게 해체하여 거푸집을 탈형한다.

4. 결 론

일반적으로 PC공법은 PC기둥을 먼저 설치하고 PC보를 연결 브라켓이나 용접으로 연결하여, 보 윗면에 슬래브용 거푸집이나 Deck Plate를 설치한다. 이때 보와 기둥의 접합부위는 별도로 거푸집을 설치해야하지만 기존의 접합부 거푸집의 경우 현장에서 합판 거푸집을 제작, 설치하여 인력이 많이 소요됨에 따른 경제성 및 시공성이 낮으며 품질의 저하를 유발 시키고 있다. 이에 따라 기존 PC부재의 접합부 거푸집의 공법의 문제점을 해결하기 위한 개선 거푸집 제시가 필요하다.

본 연구는 기존의 PC부재의 접합부 거푸집의 문제점을 분석하고, 개선방안을 제시하는데 목적을 두고 있다. 개선 거푸집은 각

부분을 유닛 부재들로 분리 구성하고 기둥과 보의 접합부에 상응하는 형상을 가지도록 함으로써 간편하게 조립 및 설치할 수 있을 뿐만 아니라 시공 후에도 용이하게 해체가 가능하다. 또한 균질한 상급의 품질을 기대할 수 있으며, 거푸집의 전용횟수를 늘려 경제성 및 생산성을 높일 수 있다.

따라서 본 연구에서 제시한 거푸집을 사용하여 시공 할 경우 생산성과 경제성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서 제시한 거푸집은 실제 건설현장에서 사용될 수 있도록 향후 보완되어야 할 부분이 있으며, 개선 거푸집에 관한 연구가 추후 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 안성훈, 이웅균, 강경인, 건설업의 PC 기술 활성화 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제20권 제7호, pp.133~140, 2004.7
2. 안용선, 이리형, 거푸집공사의 작업공정 및 시간특성에 관한 현장조사 및 분석, 대한건축학회 논문집, 제9권 제3호, pp.191~195, 1993.3
3. 정영수, 박지호, 강승희, 박복만, 최인성, 건설프로젝트 거푸집 선정 요인의 현황 및 개선 방향, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제5권 제2호, pp.111~116, 2005.11
4. PC공법의 국내의 현황 분석, 대림기술정보, 2006
5. Awad S. Hanna, Jack H. Willenbrock, Victor E. Sanvido, Knowledge acquisition and development for formwork selection system, Journal of Construction Engineering and Management, Vol.118, No.1, pp.179~198, 1992.3