

프리캐스트 콘크리트 모듈러 건축 기술

글. 이상섭_국민생활연구본부 연구위원

모듈러 공법

국내에서 모듈러 건축(Modular Buildings)은 2000년대 초반부터 선보이기 시작하여 최근 6층 규모의 공동주택으로 발전하였다. 모듈러 건축물의 유닛 또는 모듈은 골조를 강재로 구성하는 경우가 일반적이지만 PC(Precast Concrete)를 사용한 사례가 이 보다 앞서 적용되었으나 활성화되지 못하였다. 모듈러라는 개념은 부품(parts)과 공장에서 조립한 조립품(assembly)을 하나로 합쳐 완성하는 시스템을 의미하는 것으로 건축 분야에서는 선제작(prefab), 이동식(manufactured/mobile), 탈현장(off-site) 건축 등에 그 뿌리를 두고 있다. 모듈러 공법이 주목받는 이유는 경제·주거·노동·복지 등의 사회적 환경 변화에서 찾을 수 있으며, 강재 모듈 및 콘크리트 모듈은 각각의 장점을 극대화할 수 있는 방향으로 발전하고 있다.

싱가포르의 PPVC

싱가포르의 국가 개발부(National Development) 산하 기관인 BCA(Building and Construction Authority)는 건설 생산성을 높이고 설계 및 시공 프로세스를 근본적으로 변화시키기 위해 건설업계가 DfMA(Design for Manufacturing and Assembly)라는 모듈러 공법 개념을 채택하도록 권고하고 있으며, 2014년 11월 1일부터 토지 무소유의 주거용 정부 부지에는 의무적으로 PPVC(Prefabricated Prefinished Volumetric Construction)공법을 적용하도록 규정하였다.

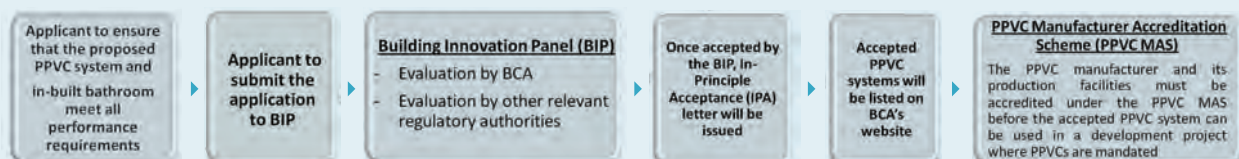
세계 최고 높이의 콘크리트 모듈러 건축물은 2016년부터 클레멘티 지역에 건설되고 있는 Clement Canopy라는 2룸~4룸으로 구성된 505세대의 40층 공동주택으로 전체 건물의 65%에 PC 모듈이 적용되고 있다. 사용된 최대 PC 모듈의

[그림 1] 프리캐스트 콘크리트 모듈러 공동주택 사례



출처 : <http://dragages.com.sg/projects-post/clement-canopy/>

[그림 2] 싱가포르 PPVC 인증 체계



출처 : <https://www.bca.gov.sg/BuildableDesign/ppvc.html>

크기는 높이 3.15m, 폭 3.2m, 길이 8.5m로 그 무게가 29t이고, 1,866개의 모듈이 ±2mm 오차 내에서 적층되도록 계획되었다.

BCA는 PPVC로 건설되는 건축물의 안전과 품질을 확보하기 위해 새롭게 개발된 PPVC 시스템에 대해서는 BIP(Building Innovation Panel)를 통한 평가와 승인을 받도록 규정하고 있고, 생산업체는 콘크리트와 스틸 분야로 나뉘어 PPVC MAS(Manufacture Accreditation Scheme) 인증을 각각 콘크리트 학회와 철강 학회를 통해 받도록 하는 체계를 구축하고 있다.

영국의 모듈러 코어(Modular Core)

건물의 코어는 이동 및 서비스에 사용되는 수직 공간으로 고층건물의 횡력저항에 중요한 구조요소로 활용되는 계단실, 승강기실 및 배관 샤프트가 포함된다. 최근 중소 규모 건축의 코어를 PC 모듈러 공법으로 시공하는 사례가 영국을 중심으로 늘고 있으며, 대표적인 업체로서 Waycon Precast Ltd가 있다. Waycon은 2013년 조선소에 세운 3개 타워 가운데 첫 번째 타워의 계단실에 PC 모듈러 공법을 적용하였으며, 모듈의 크기는 바닥면적 7.3×3.5m, 높이 2.4m이었고, 무게는 약

32t으로 18개의 모듈을 적층하는데 소요된 기간은 10일이었 다. 또한 2005년 오래된 10층 아파트의 기존 승강기를 대체 하기 위해 건물 외부에 엘리베이터 샤프트를 PC 모듈러 공법 으로 불과 4일 만에 적층한 사례도 있다. Waycon은 횡력에 저항할 수 있는 PC 모듈러 코어를 개발하였으며, 내화성능을 높이기 위한 품질 개선도 추진하고 있다.

시사점

PC 모듈의 단점은 강재 모듈에 비해 무거워 건물 높이의 한계가 양중 문제에 의해 결정되고 시공 오차 흡수 대책 이 마련되기 곤란하다는 점이다. 그러나 이러한 문제는 건설 장비의 발전과 BIM 연계 등을 통해 사전에 철저한 검토 로 해결되고 있다. 따라서 미래 건축공법으로 인식되고 있는 PC 모듈러 건축의 활성화를 위해 대형 건설 장비의 국 산화와 생산 설비의 고도화가 필요하고, 지진에 대비하기 위한 내진 접합 상세와 합리적 설계를 위한 해석 모델도 연구·개발되어야 할 것이다. 또한 제조업에 가까운 모듈러 공법으로 지어지는 건축물의 품질 확보를 위해서 현장 공사 감리 외에도 제품과 업체에 대한 인증 제도도 마련될 필요가 있다. ☐

[그림 3] 프리캐스트 콘크리트 모듈러 코어 사례



출처 : <https://www.bca.gov.sg/BuidableDesign/ppvc.html>

참고자료

- 한국건설산업연구원(2018), 싱가포르의 건설생산성 향상 로드맵, 건설동향브리핑, 650호
- M. Lawson, R. Ogden, C. Goodier(2014), Design in Modular Construction, CRC Press
- <http://dragages.com.sg/projects-post/clement-canopy/>(2018.05.10)
- <https://www.bca.gov.sg/BuidableDesign/ppvc.html>(2018.05.10)
- <http://www.wayconprecast.com/projects>(2018.05.09)