

모듈러 시공 공사비산정기준 수립을 위한 모듈러 시공 업무프로세스 분석연구 - 모듈러 건축을 중심으로 -

송태석*, 안방율*

*한국건설기술연구원 건설정책연구소 공사비원가관리센터
e-mail:songtaeseok@kict.re.kr

A Study on the Modular Construction Process for the Establishment of Modular Construction Cost Standard - Focused on Modular Buildings -

Tae-Seok Song*, Bang-Yul Ahn*

*Construction Cost Engineering. & Management. Center, Dept. of Construction Policy Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요 약

최근 건설산업은 노동집약, 현장의존 생산체계에서 벗어나기 위해 건설자동화·공장화·디지털화 등을 통해 생산성 향상 및 글로벌 경쟁력 강화를 위해 변화를 꾀하고 있다. 이를 위해 정부에서는 다양한 정책을 통해 스마트 건설기술의 R&D사업 및 제도개선을 추진하여 스마트건설기술의 상용화를 유도하고 있다. 특히 현재 활발하게 개발, 적용 되고 있는 모듈러 공법은 공장생산으로 인한 공사비절감, 공기단축, 품질 향상의 효과를 가지고 있어 점점 확대되고 있다. 하지만 표준화된 공사비산정기준이 미비하여 이에 대한 전문화된 공사비산정기준이 필요하다. 이에 본 연구에서는 모듈러 시공 업무프로세스를 분석하여 모듈러 시공 공사비산정기준 수립을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

및 설치과정으로 나눌 수 있다.

모듈러 건축은 구조방식에 따라 모듈을 적층하여 시공하는 적층식과 구조프레임을 설치하고 구조프레임에 끼워 넣는 인필식으로 나눌 수 있다. 또한 모듈러 골재의 재료에 따라 강재, 목재, 콘크리트, 복합재 등으로 나누어진다.

1. 서론

모듈러 시공 기술은 공동주택, 숙박시설 등 건축물과 교량 등 토목시설물의 대형 부재들을 모듈로 공장에서 제작하여 현장으로 운반 후 설치·조립하는 방식으로, 공장생산 개념을 도입한 대표적인 OSC(Off-Site Construction) 공법이다. 모듈러 공법은 도입 시 공기단축, 공사비절감, 품질향상, 인력난 해소, 폐기물 절감 등의 효과를 얻을 수 있어 건설산업 생산성 향상을 위한 스마트 건설기술로 주목받고 있다. 하지만 공공공사 부문에서 모듈러 시공기술을 활성화하기 위해서는 전문화된 공사비산정기준이 필요하다. 본 연구에서는 모듈러 시공 공사비산정기준 수립을 위한 모듈러 시공 업무 프로세스 분석을 모듈러 건축사례를 중심으로 진행하고자 한다.

3. 모듈러 건축 시공프로세스(적층식)

본 연구에서는 강재로 제작된 적층식 모듈러 주택시공 사례 분석을 통해 공장제작단계, 운반단계, 현장시공단계에 대한 공정 프로세스를 대,중,소분류로 나누어 분석하였다.

2. 모듈러 건축기술 정의

모듈러 건축은 공장에서 모듈러 단위 모듈을 제작하고, 이를 현장으로 운반 후 현장에서 모듈을 조립·시공 후 마감하는 프로세스를 갖고 있다. 크게 공장제작 과정, 운반과정, 현장조립

3.1 공장제작 단계

모듈러 공장제작 단계는 크게 골조공사, 내화공사, 실내 마감공사(벽체, 바닥공사, 천장공사) 화장실 공사(방수 및 타일공사, UBR공사), 기타 마감 공사, 모듈완성 후 포장 및 상차로 나눌 수 있다. 골조공사는 철골 부재 조립(볼트), 방청공사, 데크플레이트 설치, 거푸집 설치, 콘크리트 타설 및 양생 과정을 거친다. 골조공사 이후 골조에 대한 내화를 위해 건식방화 석고보드를 부착한다. 이후 실내 마감공사를 위한 벽체 석고보드 부착, 바닥 몰탈 타설, 천장틀 시공 및 천장 석고보드 부

착 작업을 진행한다. 화장실 공사는 화장실 방수 및 타일공사(현관타일 포함), 화장실 UBR공사로 진행된다. 마지막으로 가구설치 및 기타마감, 완성된 모듈러 포장 및 트레일러 상차로 공장제작 작업이 마무리된다.

[표 1] 모듈러 공장제작 단계 업무 프로세스

대분류	중분류	소분류
골조공사	자재 가공	자재 반입, 자재 절단, 자재 가공
	철골 조립	소조립, 대조립
	데크플레이트 설치	데크플레이트 시공, 스테드볼트 설치, 슬리브매립, 데크플레이트 내 배관 매립
	콘크리트 타설	거푸집 설치, 콘크리트 타설 및 양생
내화공사	단열공사	단열재 충전
	석고보드 설치	하지철물 설치, 방화석고보드 설치
실내 마감공사	벽체공사	런너 및 스테드 설치, 전기박스/배선반 설치, 기밀 방습지 시공, 석고보드 취부, 합판 보강, 외부 단열재 충전
	바닥공사	배관설치, 기포콘크리트 타설, 와이어메쉬 설치, 몰탈 타설
	천장공사	천장 틀 설치, 전기/기계설비 설치, 천장 석고보드 취부
발코니, 현관공사	방수공사	발코니 방수
	타일공사	발코니 타일, 현관타일, 주방타일 시공
화장실 공사	UBR 공사	배수관 설치, 바닥 방수판 설치, 문틀 설치, 바닥타일 설치, 벽패널 설치, 위생기구 설치
기타 마감공사	가구설치	가구설치
	기타마감	길레반이, 몰딩, 도배, 스위치 등
포장 및 상차	모듈러 포장 및 상차	모듈 포장작업, 모듈 트레일러 상차

3.2 운반 단계

모듈러 운반 단계는 공장에서 제작된 모듈을 트레일러를 통해 공사 현장으로 이동하는 단계이며, 트레일러의 점검, 운송·현장반입, 모듈 하역 업무 등이 진행된다.

3.3 현장시공 단계

현장시공단계에서는 운반된 모듈을 현장 조립 및 설치 후 마감공사까지 진행하여 모듈러 건축물의 공사를 완료한다. 시공 프로세스는 모듈러 설치를 위한 현장기초공사, 모듈 설치 공사, 내부 마감공사, 외부마감공사로 진행된다. 현장 기초 공사는 부지 토공사, 기초공사, 모듈러 설치 및 고정을 위한 앵커설치, 베이스플레이트 설치 공사로 진행된다. 그 다음 반입된 모듈을 크레인을 이용하여 양중 및 설치한다. 강재로 제작된 모듈의 경우 고장력 볼트를 이용하여 가조립 및 본조립하여 모듈을 설치한다. 설치된 모듈간의 연결부, 코어부와 모듈의 연결부 등을 보강 및 충전하며, 연결부위 내화재, 단열재를 설치한다. 모듈들의 설치 완료 후 최상층에 지붕패널 설치

및 옥상방수 작업을 진행한다. 마지막으로 내·외부 마감공사를 통하여 모듈러 건축공사를 완료한다.

[표 2] 모듈러 현장시공 단계 업무 프로세스

대분류	중분류	소분류
현장기초	기초공사	토공사, 기초공사
	앵커볼트설치	앵커볼트 설치공사, 베이스플레이트 설치공사
모듈 설치공사	양중 및 설치	모듈 양중 및 설치, 본조립, 가조립, 연결부위 보강 및 충전 연결부위 단열재, 내화재 설치
	지붕공사	지붕패널 설치, 옥상방수
내부 마감공사	세대마감	발코니 천장틀, 석고보드 마감 세대 설비배관 연결
	공용공간 마감	공용부위 천장, 바닥, 벽체 마감공사
외부 마감공사	외장마감	외부 패널 설치, 외부 단열재마감, 외부 실리콘 마감

4. 모듈러 시공 공사비산정기준 수립 방향

모듈러 공법은 일반건축물과는 달리 크게 공장제작과 현장시공 단계로 구분된다. 원가계산의 경우 예정가격 작성기준에 따라 공장제작 단계는 제조분야, 현장시공단계는 공사분야로 나눌 수 있다. 이에 따라 공장제작단계는 제조원가기준을 따라야 하며 시공단계는 건설공사원가기준을 따라야 한다. 향후 모듈러 시공 원가기준 수립은 공사 원가기준인 현장시공단계에 초점을 맞춰, 현장조립 및 설치 작업 시 들어가는 비용과 투입인력, 장비, 자재, 생산성 등에 대한 데이터 수집 및 분석을 진행 후 원가기준을 수립해야 한다.

5. 결론

본 연구에서는 모듈러 건축 시공의 업무프로세스 분석하여, 단계별 작업에 대한 분석을 진행하였다. 모듈러 건축의 시공 프로세스는 크게 공장제작 단계, 운반단계, 시공단계로 진행되며 각 단계별 세부 액티비티들이 도출되었다. 단계별 액티비티들은 향후 모듈러 공사비산정기준 수립을 위한 기초자료로 활용이 기대된다.

연구의 한계점은 강재로 제작된 적층식 모듈러 주택 사례에 대한 조사로 보다 다양한 규모, 자재, 공법에 대한 시공사례 데이터가 필요하였으며, 다양한 사례를 통해 표준화된 업무 프로세스가 도출되어야 각 업무에 대한 원가기준을 수립할 수 있을 것으로 사료된다.

향후 연구에서는 다양한 모듈러 시공 사례조사 및 실제 현장실사를 통해 모듈러 시공에 투입되는 원가와 인력, 장비, 작업 생산성 등에 대한 자료 수집 및 분석을 진행하여 모듈러 공사비산정기준 수립을 위한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 기술혁신과 공사비산정기준관리운영 사업(과제번호: 20210027) 및 한국건설기술연구원의 주요사업(생활밀착형 인프라 개선 사업 원가산정 기준 마련 연구)의 지원으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- [1] 한국건설기술연구원 모듈러건축연구센터, “똑똑하고 빠르게, 지속가능한 모듈러 건축”, 건설경제, 5월, 2020년.
- [2] 김근태 외. “한국형 모듈러 주택 시공의 시나리오 개발.” 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집 11권 1호 : pp. 81-83, 2011년.
- [3] 이광복 외. “유닛 모듈러 공법의 효율성 확보를 위한 공장 제작, 운반, 현장설치의 최적 공정 제안”, 한국건설관리학회 논문집 제 12권 6호, pp.14-21. 11월, 2011년,
- [4] 이현수. “모듈러 건축물 제작 및 시공 프로세스 최적화 방안.” 건축, 제 58권 5호, pp. 10-14. 4월, 2014년