

# 건설정보모델링 도입에 따른 거푸집 물량산출 차이 분석

## Analysis of Differences between BIM-based and 2D drawing-based Quantity Take-off for Formwork

김재협\*                      이종민\*                      원종성\*\*  
Kim, Jae-hyeop            Lee, Kong-min            Won, Jongsung

### Abstract

This study aims to compare the amount of formwork calculated by using 2D drawings and BIM models. In order to compare the amounts of formwork, an illustrative example was generated, which was a partial model of a huge residential townhouse project in South Korea. Cases of BIM-based quantity take-off for formwork were classified into the case in which the volume of formwork of overlapping members was deducted and the case in which they were not deducted. As the result, when the amount of formwork extracted from 2D drawings was 100%, that extracted from BIM models considering deductions decreased to 98.5% and that extracted from BIM models without deductions increased to 100.9%. The amount of formwork extracted from BIM models showed a difference of 0.9 to 1.5% compared to that extracted from 2D drawings.

키워드 : 건설정보모델링, 거푸집, 물량산출

Keywords : Building Information Modeling (BIM), Formwork, Quantity Take-off

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 목적 및 배경

복잡하고, 다양한 건설 프로젝트의 성공적인 수행을 위해서 거푸집의 정확한 물량산출은 중요하다. 하지만 건설사에서는 거푸집 물량을 정확하게 파악하고 있지 못하며, 골조 협력업체 또한 공사 시작 전까지 정확한 물량을 산출하지 못하고 있는 실정이다. 이로 인하여 건설공사 과정에서 기성급 지급이나 공사 완료 후에 정산 프로세스에서 많은 클레임이 발생하고 있다.

2D 도면 기반의 거푸집 물량산출은 도면에 대한 이해와 부재간 겹침 부위 등에 대한 고려 등이 필수적이다. 그로 인하여 사람에 의한 오류가 많이 발생하며, 자동화가 어렵다는 한계가 있다. BIM (Building Information Modeling)을 적용함으로써 이에 대한 문제를 해결할 수 있다. BIM을 활용하여 시간 및 오류 절감이 가능할 뿐만 아니라 3D 시각화를 통해 거푸집 설계를 정확하게 직관적으로 이해할 수 있어 효율적인 작업 수행이 가능하다. 하지만 아직까지 대부분의 BIM 소프트웨어는 거푸집 모델링

및 물량산출을 지원하는 기능을 제한적으로 제공하고 있기 때문에 일부 프로젝트에서만 BIM을 활용하여 거푸집 물량을 산출하고 있다. 하지만 BIM 기반 거푸집 물량산출의 정확성에 대한 검증은 부족하다. 따라서 본 연구에서는 2D 기반으로 산출된 거푸집 물량과 BIM 기반으로 산출된 거푸집 물량을 비교하고자 한다. BIM 기반 물량 산출은 겹치는 부재의 거푸집 물량을 공제한 경우와 공제하지 않은 경우로 나누어 분석한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 BIM 기반과 2D 도면 기반으로 산출된 거푸집 물량의 차이를 비교, 분석하기 위하여 다음과 같은 절차를 수행했다. BIM 기반 거푸집 물량 산출 과정에서 거푸집의 정확한 물량을 산출하기 위하여 부재간 겹침 부분을 추가적으로 고려하였다. 부재간 겹침으로 인한 거푸집 물량 공제는 BuilderHub-F에서 거푸집 모델링 과정에서 추가적으로 변수를 설정하여 이루어졌다.

BIM 모델과 2D 도면을 기반으로 산출된 거푸집의 실제 물량을 비교하기 위하여 실제 사례에 적용하였다. 반복적인 부재 및 업무가 많은 주택단지 연구범위를 한정했다. 건설사에서 제공한 2D 기반의 거푸집 물량과 제공된 2D 도면을 기반으로 BuilderHub-F로 생성한 BIM 모델로부터 자동 추출된 거푸집 물량을 비교했다. 다만, BIM 기반 거푸집 물량산출은 겹침 부재로 인하여 불필요한 거푸집 물

\* 전 한국교통대 건축학부 건축공학전공 연구원  
\*\* 한국교통대 건축학부 건축공학전공 부교수, 공학박사  
(Corresponding author: Department of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, jwon@ut.ac.kr)  
이 연구는 2024년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음

량의 공제 여부에 따라 두 개로 나누어 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 적용 사례의 (1) 2D 도면 기반 거푸집 물량, (2) 겹침 부재의 거푸집 물량을 미공제한 BIM 기반의 거푸집 물량, (3) 겹침 부재의 거푸집 물량을 미공제한 BIM 기반의 거푸집 물량을 비교하여, 2D 기반 물량과 BIM 기반 물량의 차이를 분석하고, 겹침 부재 공제여부로 인한 영향을 분석했다.

## 2. 기존 연구 고찰

### 2.1 BIM 기반 거푸집 물량산출 관련 연구

BIM 기반 거푸집 물량산출 관련 연구는 다수 있었다. 전기현 외(2011)는 BIM 기반으로 콘크리트와 거푸집 물량 산출을 자동화하기 위한 사례분석을 수행하였다. 홍주희 (2019)는 비주얼 프로그래밍을 활용한 BIM 모델 생성을 통해 공동주택의 벽체 거푸집 물량산출 프로세스를 제안하였다. 김승권 외(2018)는 개방형 BIM을 활용하여 벽체 거푸집 설계 프로그램을 개발하였다. 최창훈 외(2014)는 BIM 추출 데이터를 활용하여 작업 물량 및 생산성을 분석할 수 있는 방안을 제시하였다. 대부분의 BIM 기반 거푸집 물량산출 연구는 BIM 도입으로 인한 정량적인 효과를 분석하지는 않았다. 따라서 본 연구에서는 BIM 적용을 통하여 거푸집 물량 감소 비율을 분석하고자 한다.

### 2.2 거푸집 물량산출 프로세스 비교

거푸집 물량산출 프로세스는 크게 (1) 기존의 2D 도면 기반 물량산출 프로세스와 (2) BIM 기반 물량산출 프로세스로 분류할 수 있다. (1) 2D 도면 기반 물량산출 프로세스는 물리적인 2D 도면 및 도서를 기반으로 업무별 전문가들이 직접 계산하거나 전문 프로그램에 데이터를 입력하여 산출서를 작성한다. 그리고 해당 산출서를 다시 설계팀과 견적팀이 검수하여 문제가 없으면 최종 내역서를 작성한다. 이 방식은 도서 간의 입출력 업무로 인해 업무별 전문가들이 다수 필요하고, 정합성을 확보하기 어렵다. 또한 설계 변경 시에 반복적인 인적 오류 발생가능성이 높다. (2) BIM 기반 물량산출 프로세스는 생성된 BIM 모델 파일에 자체코드와 단가정보를 반영함으로써 물량을 산출할 수 있다. 이 방식은 도서 간의 입출력 업무가 자동화되어 인적 오류 발생가능성을 사전에 방지할 수 있기 때문에 정합성 확보가 가능하다. 또한 설계 변경 시에 업데이트된 BIM 모델로부터 수정된 정보를 자동으로 추출하기 때문에 무결성 확보가 가능하다.

### 2.3 BIM 소프트웨어의 거푸집 물량산출 지원

대부분의 BIM 모델 생성 프로그램은 물량산출 기능을 지원하며, 대표적인 BIM 모델링 소프트웨어는 Revit, ArchiCAD, Tekla Structures, Digital Project, BuilderHub-F 등이 있다. 하지만 거푸집 물량산출 기능을 지원하는 BIM 소프트웨어는 제한적이다. Tekla Structures, BuilderHub-F는 거푸집 모델링 및 거푸집 면적 자동산출 기능을 제공한다. ArchiCAD는 추가적으로 레시피 기능을 활용하여 거

푸집 물량산출 자동화가 가능하고 Revit은 Formwork Area, Formwork, Formwork Tools, Formwork for concrete structure 등의 거푸집 모델링용 애드온을 이용하여 거푸집 모델링 및 물량산출이 가능하다. 본 연구에서는 자체적으로 거푸집 모델링 및 물량산출이 가능한 BuilderHub-F를 활용하여 거푸집 물량 변화추이를 분석하였다.

## 3. 대상건물 개요

본 연구에서는 BIM 기반의 거푸집 산출물량과 2D 기반의 거푸집 산출물량을 비교, 분석하고자 BuilderHub-F를 이용하여 BIM 모델을 생성하였다. BIM 기반의 거푸집 산출 물량은 주요 부재간 중첩되는 부위를 공제한 물량과 공제하지 않은 물량으로 나누어서 비교하였다.

본 연구를 위한 적용사례로 경기도에 위치한 500억원 규모의 타운하우스 프로젝트의 한 개 동을 선정하였다. 프로젝트는 총 30여동의 타운하우스와 공공시설로 구성되어 있으며, 대략적인 연면적은 30,000m<sup>2</sup>이었다. 타운하우스 동은 지상3층, 지하1층의 철근콘크리트 구조이다. 아래 그림은 BuilderHub-F로 생성된 BIM 모델을 Revit으로 변환하여 생성한 모델이며, 거푸집 물량은 BuilderHub-F 내에서 추출되었다.



Figure 1 A screenshot of the BIM model

## 4. 물량산출 결과 및 분석

대상 건물을 2D 도면 기반 물량산출방식과 BIM 기반 물량 산출방식으로 각각 물량산출을 진행하여 결과를 비교하였다. BIM 기반 물량산출은 BuilderHub-F에서 부재 겹침으로 인한 거푸집 물량 공제를 다양한 변수값을 조정함으로써 설정할 수 있기 때문에 이에 따라 공제여부에 따른 결과를 각각 산출하였다.

### 5.1 2D 도면 기반 물량산출

건설사와 골조 협력업체와의 프로젝트 계약서에 따르면, 건설사가 2D 기반으로 산출된 거푸집 총 물량은 7,665m<sup>2</sup>이었고, 지상층은 7,175m<sup>2</sup>, 지하층은 490m<sup>2</sup>이었다. 건설사는 고려전산 시스템에서 제공하는 방법으로 거푸집 물량을 산출했지만, 골조 협력업체에 부재별 거푸집 물량, 세부적인 거푸집 물량 산출 프로세스를 제공하지 않았다.

5.2 BIM 기반 물량산출

BuilderHub-F로 생성한 BIM 모델로부터 부재별 거푸집 물량을 산출했다. BIM 모델에서 부재간 거푸집 겹침 물량을 정의하기 위하여 물량산출 변수를 설정하였다. 부재간 거푸집 겹침에 영향을 주는 변수는 슬래브 겹침 두께, 보 겹침 두께, 벽 부재간 옆면 겹침 면적, 벽에 의한 보 바닥 겹침 면적, 오프닝 공제면적 등이 있으며, 공제 변수로 정의하였다. 예를 들면, 벽 부재간 옆면 겹침 면적은 거푸집을 실제로 설치하지 않는 면적이므로 공제해야 하는 값이다. 다음 Table 2에서는 겹치는 부재의 면적 및 부피를 공제하는 경우와 공제하지 않는 경우, 거푸집의 물량을 비교, 분석하였다.

겹치는 부위에 대한 공제 미고려 시 산출된 지하층의 총 거푸집 물량은 536.3m<sup>2</sup>, 지상층은 7,198.7m<sup>2</sup>이었다. 지상층의 부재 중 벽부재와 관련된 거푸집 물량이 3,285.2m<sup>2</sup>로 가장 많았고, 계단이 179.5m<sup>2</sup>로 가장 적었다. 공제 고려 시 물량에서 지하층의 총물량은 536.3m<sup>2</sup>, 지상층은 7,011.0m<sup>2</sup>로 계산되었다. 지상층의 부재 중 벽이 3,180.1m<sup>2</sup>로 가장 물량이 많았으며 계단이 179.5m<sup>2</sup>로 가장 적었다.

겹치는 부위에 대한 공제 여부에 따른 물량의 차이를 분석한 결과, 겹치는 부위에 대한 공제로 인하여 감소한 거푸집 물량은 187.7m<sup>2</sup>로 전체 거푸집 물량의 약 2.4%이었다. 공제로 인한 지하층 거푸집 물량의 감소는 없었고, 지상층 거푸집 물량만이 187.7m<sup>2</sup> 감소했다. 겹침으로 인하여 산출된 거푸집 물량이 가장 많이 변화된 부재는 기둥으로 43.9m<sup>2</sup> (14.1%)가 감소하였다. 거푸집 물량 감소율은 벽 (105.1m<sup>2</sup>, 3.2%), 보 (12.1m<sup>2</sup>, 1.4%), 슬래브 (26.6m<sup>2</sup>, 1.3%) 순이었다. 벽 거푸집 감소 물량이 전체 거푸집 감소 물량에서 가장 비율을 차지했다 (105.1m<sup>2</sup>, 3.2%). 이는 벽 부재를 위한 거푸집 물량이 가장 많았을 뿐만 아니라 공제 변수 중 벽 부재 옆면 겹침 면적이 가장 크게 영향을 주었기 때문이다. 콘크리트 물량은 슬래브가 가장 많았지만 슬래브는 상단부에 거푸집을 설치하지 않기 때문에 콘크리트 물량 순서와 거푸집 물량 순서에는 차이가 있다. 반면, 계단과 계단 난간벽을 위한 거푸집 물량은 공제로 인한 차이가 없었다.

5.3 2D 도면 기반 산출물량과 BIM 기반 산출물량 분석

2D 도면 기반 물량산출 (7,665.0m<sup>2</sup>)과 비교하여 BIM 기반으로 산출한 총 거푸집 물량은 공제 미고려 시 70.0m<sup>2</sup> ((+0.9%) 증가했고, 공제 고려 시에는 117.7m<sup>2</sup> ((-1.5%) 감소했다. 지상층에서는 공제 미고려 시 거푸집 물량은 2D 기반으로 산출된 거푸집 물량 (7,175.0m<sup>2</sup>) 대비 23.7m<sup>2</sup> ((+0.3%) 증가했고, 공제 시에는 164.0m<sup>2</sup> ((-2.3%) 감소했다. 반면, 2D 도면 기반으로 산출된 지하층 거푸집 물량 (490.0m<sup>2</sup>)보다 BIM 기반으로 산출된 지하층 거푸집 물량 (536.3m<sup>2</sup>)이 46.3m<sup>2</sup> ((+9.4%) 더 많았다.

결과적으로 산출된 총 거푸집 물량은 겹침 부위 미공제 시 BIM 모델 기반의 물량산출 (7,735.0m<sup>2</sup>), 2D 도면 기반의 물량산출 (7,665.0m<sup>2</sup>), 겹침 부위 공제 시 BIM 모델 기반의 물량산출 (7,547.3m<sup>2</sup>) 순이었다. 단순히 BIM 모델 기반의 거푸집 물량산출 방법이 정확한 거푸집 물량산출이 가능하다고 보기 어렵다. 따라서 BIM 모델 생성과정에서 부재간 겹침 부분, 거푸집 설계안 도출 시 부재 겹침으로 인하여 공제해야 하는 부분에 대한 추가적인 정의를 통하여 정확한 BIM 기반 거푸집 물량산출이 가능하다는 것을 의미한다.

5. 결론

본 연구에서는 BIM 기반의 거푸집 산출 물량과 2D 도면 기반의 거푸집 산출 물량을 비교, 분석하였다. BIM 모델 기반의 거푸집 물량은 거푸집 모델링 기능을 기본적으로 제공하는 저작도구인 BuilderHub-F를 이용하여 생성된 BIM 모델을 기준으로 하였다. 또한 부재 겹침으로 인한 공제해야 하는 거푸집 물량을 변수 값으로 추가적으로 설정하였다.

실제 프로젝트였던 국내의 타운하우스 한 개 동의 거푸집 물량을 세 가지 방법으로 산출, 비교하였다. (1) 2D 도면 기반 거푸집 산출물량, (2) 겹침 부재 공제 미고려 시

Table 2 Reduced quantities of concrete and formwork of buildings by considering deduction

Classification	Quantities of Concrete (m <sup>3</sup> )	Quantities of formwork (m <sup>2</sup> )		Decreased quantities of formwork (m <sup>2</sup> )	Rate of decreased quantities	Ratio
		With deduction	W/o deduction			
Sub structure	Foundation	371.4	398.9	0.0	0.0%	0.0%
	Slab	50.4	137.4	0.0	0.0%	0.0%
	<b>Sub total</b>	<b>421.8</b>	<b>536.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>
Super structure	Column	26.8	311.6	43.9	14.1%	23.4%
	Beam	163.2	878.2	12.1	1.4%	6.4%
	Slab	362.7	2,045.0	26.6	1.3%	14.2%
	Wall	330.3	3,285.2	105.1	3.2%	56.0%
	Railing wall	39.3	499.2	0.0	0.0%	0.0%
	Staircase	27.6	179.5	0.0	0.0%	0.0%
	<b>Sub total</b>	<b>949.9</b>	<b>7,198.7</b>	<b>187.7</b>	<b>2.6%</b>	<b>100.0%</b>
<b>Total</b>	<b>1,371.7</b>	<b>7,735.0</b>	<b>187.7</b>	<b>2.4%</b>	<b>100.0%</b>	

BIM 기반의 거푸집 산출물량, (3) 겹침 부재 공제 고려 시 BIM 기반의 거푸집 산출물량. 비교 분석결과, 겹침 부재 공제 고려 시 BIM 기반 거푸집 산출물량 (7,547.3m<sup>2</sup>, 98.5%)이 가장 적었고, 2D 도면 기반 거푸집 산출물량 (7,665.0m<sup>2</sup>, 100%), 공제 미 고려 시의 BIM기반 거푸집 산출물량 (7,735.0m<sup>2</sup>, 100.9%)순이었다. 즉, 2D 도면 기반 거푸집 산출물량 대비 BIM 기반 거푸집 산출물량은 (-)1.5% ~ (+)0.9%의 차이를 보였다. 부재 겹침으로 인한 공제로 인하여 거푸집 물량의 변화가 가장 많았던 부재는 벽 부재 (105.1m<sup>2</sup>, 3.2%)였고, 비율적으로 기둥 부재의 거푸집 면적 변화 (43.9m<sup>2</sup>, 14.1%)가 가장 컸다.

BIM 도입을 통하여 절감되는 거푸집 물량이 크지는 않다. 하지만 건설사와 협력업체간에 발생할 수 있는 계획된 거푸집 물량과 실제 사용된 거푸집 물량의 차이로 인한 분쟁을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 세 가지 방법으로 산출된 거푸집 물량을 비교, 분석하였지만, 산출된 물량에 대한 전문가 검증은 이루어지지 않았다. 향후에는 전문가 자문을 통하여 세 가지 방법으로 산출된 물량을 검증하고, 건설현장에서 발생하는 거푸집 물량값과의 비교를 통하여 BIM 도입을 통한 거푸집 물량의 정확도를 평가하고자 한다.

#### REFERENCES

1. joohee Hong. (2019). Development of performance progress rate calculation model using visual programming - focusing on formwork
2. Chengquan Jin, Hyunjoo Kim, CHangtaek Hyun & Sangwon Han. (2018). Development of A Prototype for Wall Formwork Designs using Open BIM, Korean Journal of Construction Engineering and Management, 19(6), pp. 3-13
3. Kihyun Jeon & Seokheon Yoon. (2011). The case study of BIM-based quantity take-off for concrete and formwork, Journal of KBIM, 1(1), pp. 13-17
4. Changhoon Choi, Youngjin Park, Jiyune Soh, Sungheon Kim & Junbok Lee. (2014). Productivity Analysis for Structural Formwork Using 3D BIM, Journal of the Korea Institute of Building Construction, 14(4), pp. 292-300
5. Myoungchul Yoon. (2013). A BIM-Based Architectural Model Takes Advantage of the Estimate Model Process, Journal of Architectural Institute of Korea, 29(9) pp. 95-102
6. Hansam Kim, Jungsik Choi & Inhan Kim. (2013). A Methodology of Open BIM-Based Quantity Take-Off for Schematic Estimation of Frame Work in Super-Tall Buildings, Journal of Architectural Institute of Korea, 28(5), pp. 31-38
7. CHANGSOFT I&I. Elemental technology of design solution, Generation of digital information of detail design [Website]. (2023.10.2.). URL:<http://chang-soft.com/technology/>