

개방형BIM기반의 건축공사 개산견적을 위한 물량산출 적용지침 활용방안 기초 연구

김인한¹ · 엄성곤² · 최중식^{1†}

¹경희대학교 건축학과, ²고려전산 주식회사

A Basic Study on an Application of Quantity Take-Off Requirements for Open BIM-based Schematic Estimation of Architectural Work

Inhan Kim¹, Sung-gon Um², and Jungsik Choi^{1†}

¹Dept. of Architecture, Kyung Hee Univ.

²Koreasoft Inc.

Received 15 October 2014; received in revised form 3 April 2015; accepted 3 April 2015

ABSTRACT

In recent years, numerous studies have attempted to extract quantity data by using Building Information Modeling (BIM). In terms of open-BIM based quantity take-off at the early design stage, only few studies were conducted in the field of cost engineering. A lack of compatibility of open BIM for information exchange is postulated as the cause. The Industry Foundation Classes (IFC) extension model has been developed to accommodate the interoperability with quantity take-off software. Improvement of open BIM for quantity take-off needs exchange requirements and model guidelines. For this purpose, the quantity data of IFC models were analyzed using BIM analysis tools. This paper also provides a proposal of requirements on open BIM based quantity take-off at the early design stage. Further this study have been develop the interface system for open BIM based quantity take-off requirements with the results on this study.

Key Words: BIM Quantity Take-off (QTO), Building Information Modeling (BIM), Industry Foundation Classes (IFC), Open BIM, Requirements

1. 서 론

견적 분야에서의 BIM의 활용은 특히 물량산출 업무를 중심으로 이루어지고 있다. 이는 견적업무 중 물량산출에 소요되는 시간과 작업량이 상대적으로 많기 때문이다. 즉 2D 도면 기반의 수작업에

의한 물량산출 방법을 개선하기 위한 방안으로써 BIM의 도입과 활용이 시도되고 있다. 개방형BIM 정보교환 표준포맷인 IFC는 EXPRESS 기반의 데이터 모델 포맷이며, 표준화에 따른 상호운용성 문제를 일부 해결해 줄 수 있는 대안으로 제시되고 있다¹⁾.

건설사업관리에서의 원가관리분야는 사업초기 단계에서 사업의 경제성을 분석하고 계약실무에서 반드시 필요한 공사원가내역서의 작성과 건설

[†]Corresponding Author, jungsikshoi@gmail.com
©2015 Society of CAD/CAM Engineers

사업의 기성관리 등 경제적인 파급효과가 높은 분야이며, BIM적용에 따른 경제성과 업무생산성을 정량적으로 향상시킬 수 있는 개발분야이다^[2].

개방형BIM을 활용한 견적분야 전문 소프트웨어를 실용화하기 위해서는 해결해야 할 문제들이 있다. 개방형BIM포맷이 상호운용성을 제공한다 하여도 객체 모델에 물량에 대한 정보가 없으면 사용할 수가 없기 때문이다. IFC는 설계 모델러에서 객체의 정보를 포함하고 물량산출에 활용할 수 있는 기본 물량속성을 생성할 수 있도록 하는 확장 서브셋을 제안하고 있다. 이러한 물량 데이터 속성정보를 견적분야 전문 소프트웨어로 데이터 교환하는데 사용될 수 있으며, 이는 물량산출속성을 포함한 IFC파일을 중간 매체로 사용하여 견적 소프트웨어 간 데이터를 교환하는 방법의 하나로 사용될 수 있다^[3].

현재, IFC기반의 물량산출을 위한 실무활용 응용프로그램의 개발이 미흡한 실정이며, 견적분야에서 개방형BIM 활용이 요구되는 분야는 물량속성 추출 모듈로서 시급한 개발이 필요하다. 이는 내역작성시 요구되는 물량데이터를 IFC 객체정보로부터 추출하는 개발분야라고 할 수 있다. 따라서 개방형BIM을 기반으로 하는 물량산출 및 견적 소프트웨어 개발이 요구되고 있다^[4].

본 연구의 목적은 IFC의 모델링 객체로부터 물량속성을 추출하여 견적 실무에 적용하기 위한 방안을 강구하는 것이다. 이를 위해, 건축공사 수량산출 지침^[5]의 공종 분류에 따른 내역 품목과 물량산출방법을 기준으로 IFC 물량속성 적용성을 검토하여 물량산출 우선 적용대상을 선정하였다. 또한, BIM 모델링단계에 적용할 수 있는 BIM 물량산출 적용지침을 제안하여 IFC 데이터의 연계성을 향상하였다. 작성된 적용지침은 후속적으로 IFC기반의 소프트웨어 구현에 필요한 설계 및 시나리오 작성에 활용될 수 있으며, 본 연구에서는 간단한 인터페이스 시스템 개발을 통해 적용지침을 반영한 BIM 데이터를 기반으로 물량내역 연계에 대한 검증을 통해 활용방안을 추가적으로 제시하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구 현황 및 시사점

개방형BIM을 활용한 물량산출 및 개선 견적에 대한 연구는 미국을 비롯하여 다수의 선진국에서

진행되고 있다. 그 중 미국 buildingSMART alliance의 표준지침에 대한 연구가 IFC 적용기술분야에서 주도적으로 이루어 지고 있다. 또한 싱가포르에서는 개방형BIM을 활용한 건설관리 합리화를 정부차원의 핵심역량으로 추진하고 있으며, 견적분야뿐만 아니라 환경, 안전 및 시공성 향상에 있어서 실무 적용 기술을 개발하였다^[6].

국내에서도 개방형BIM기반의 조달청 개선 견적시스템을 구축한 바 있으며, 개방형BIM기반의 물량산출을 적용하기 위한 데이터 모델 기준 및 모듈 개발이 진행되고 있다. 특히 국내의 연구는 계획 및 기본설계 단계에서 요구하는 ±10~20%의 허용오차범위로 검증되었다. 개발된 프로그램은 견적실무자의 테스트 및 문제점 보완을 통하여 견적실무 적용범위 확대를 기대하고 있다^[7].

국내외의 최근 연구현황은 다음의 Table 1과 같이 BIM기반 물량산출 활용분야 및 협업환경 개선과 소프트웨어 개발에 노력하고 있다.

2.2 개방형BIM기반 물량산출의 필요성

2.2.1 비용일정관리 측면의 필요성

개방형BIM기반의 물량산출은 공정관리 소프트웨어와 물량데이터 교환을 위한 활용측면이 고려되어야 한다. 비용일정관리 EVMS(Earned Value Management System)의 계획단계에서는 공정관리자와 견적 실무자간의 물량정보 교환을 요한다. 물량정보 연계로 공정관리의 효율성을 향상할 것으로 기대하고 있다^[8]. 그러나 실무활용이 아직 어려운 이유는 협업환경에서의 데이터 호환성을 갖춘 소프트웨어가 부족하다는 것이다.

비용 일정관리를 위해서는 작업 분류체계에 따른 단위작업에 따라 물량내역을 분계하여 각각의 단위작업 비용명세서를 작성하여야 한다. 즉 설계 내역서를 작성한 이후에 다시 단위작업을 기준으로 재산출하여 설계내역을 재구성해야 하기 때문에 중복작업이 불가피하다. 이는 비용일정관리를 위한 공통 기준이 미비하기 때문이다. 따라서 IFC 모델기반의 객체분류체계를 공통으로 적용하기 위한 기준마련이 필요하다. Fig. 1은 공통기준에 따른 업무 프로세스 변화를 표현하고 있다.

2.2.2 물량정보 요구사항 보완의 필요성

건설산업의 프로젝트 수행 중 방대한 데이터는 관리의 어려움과 데이터 호환을 더욱 어렵게 한

Table 1 Status and implications of previous researches

국가/시스템	구분	주요내용
미국/QTie ^[6]	현황	- NIBS(National Institute of Building Sciences) 주관 - 2006년 11월에 QTie(Quantity Takeoff information exchange) 프로젝트를 착수 - Exchange Requirements(IFC 수량정보 요구사항)과 Base Quantities(IFC 물량속 정의서)를 배포
	시사점	- 미국건축협회 AACE(Association for the Advancement of Cost Engineers)와 공동진행 - Solibri, Nomitech와 같은 소프트웨어 벤더사의 참여로 진행 - 건축분야 BIM 확대 적용을 위한 견적 BIM 표준 및 가이드라인 개발로 표준화의 기반을 마련 - COBie와 같이 국제표준으로 발표될 수 있음을 시사
싱가폴/e-Quick-BQ ^[7]	현황	- 싱가포르 건설청(BCA; Building and Construction Authority) 주관 - CORENET(Construction and Real Estate Network) 의무화를 선언 - BIM을 통해 입찰에 필요한 계약내역서를 직접적으로 작성될 수 있도록 제안 시스템 및 소프트웨어를 개발
	시사점	- 수작업에 의한 물량산출의 인력낭비효소의 70%를 제거 - 수량내역서의 자동화 생성과 수량데이터의 정밀도 향상
한국/조달청개산 견적시스템, InSight BIM-QTO ^[8]	현황	- BIM 표준화 및 품질관리 체계 및 시스템 개발 - KBIMS-공종코드를 속성값에 부여하여 실적단가 적용 - 초고층 BIM 설계 QTO 모듈개발
	시사점	- 계획설계 단계에서 공사비 검토를 위한 BIM 물량산출 및 견적 모듈 개발 - 국내의 공종 분류체계와 연계방안 구축 시도 및 문제점 도출

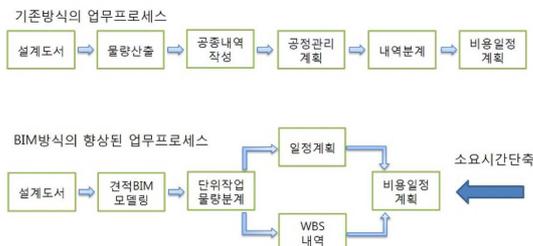


Fig. 1 Change of workflow in planning EVM

다. 따라서 IFC기반의 BIM 데이터 공유 및 교환의 한계를 인식하고 이를 개선하기 위한 노력이 필요하다. 특히 BIM 응용 소프트웨어 벤더사의 지속적인 보완이 필요하다.

BIM은 다양한 분야에서 건축물의 형상정보와 속성정보를 건설사업 생애주기에 걸쳐 정보의 생산과 관리에 적용한다. 이런 정보의 교환은 협업 환경에서 BIM 소프트웨어들 간의 BIM 데이터의 공유와 데이터 재 사용성을 만족해야 한다. 즉 상호호환성에 대한 문제를 야기한다. 이런 호환성 문제를 해결하기 위해서 개방형BIM인 IFC기반 BIM 표준데이터세트(Standardized Data Sets)가 개발되

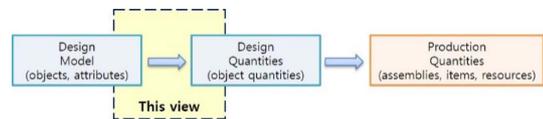


Fig. 2 View Definition for Quantity take-off^[6]

었고 건설사업 단계별 BIM 데이터의 호환성 향상에 따른 의사소통 및 통합 협업환경으로 개선하기 위해 관련 요소기술을 개발하고 있다^[9].

Fig. 2는 BIM 활용의 주요 관심분야로서 설계 BIM기반의 물량산출의 활용을 시사하고 있다. 이러한 요구를 해소하기 위해 미국의 QTie 프로젝트에서는 NBIMS-US를 발표하였고 설계모델을 물량산출에 활용하기 위한 ER(Exchange Requirements, IFC 물량정보 요구사항)을 제시하고 있다^[6].

주요 BIM 설계모델러(Autodesk社 Revit, Graphisoft社 ArchiCAD)를 대상으로 조사한 결과 IFC의 물량정보 요구사항을 제한적으로 지원하고 있으며 속성타입의 종류에서도 크게 차이를 보이고 있다. 이는 물량정보를 받아서 데이터 연계를 구현해야 하는 견적 소프트웨어 입장에서는 데이터 호환성에 문제를 초래할 수 있기 때문에 BIM

설계모델러 벤더사의 보완이 필요하다. 따라서 물량산출을 위한 모델을 작성하기 위해서는 BIM 설계모델러에서 IFC 파일로 변환 시 일관된 물량정보 요구사항이 포함될 수 있도록 보완이 요구된다.

3. 물량산출 대상선정 및 요구사항 분석

3.1 실무적 요구사항 분석

본 연구에서는 개방형BIM기반의 견적을 도입하기 위한 실무자 요구사항 분석을 위해서 실무 견적전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 BIM을 활용하여 견적업무를 수행하는 설계사, 시공사 및 전문 견적사의 종사자를 대상으로 하였다. BIM 견적에서의 문제와 선결과제를 조사항목으로 선정하여 설문조사를 실시하였으며 조사된 데이터를 AHP 방법을 통하여 분석하였다. 설문항목은 Fig. 3과 같이 설문조사를 위한 평가기준과 계층화한 설문항목에 대하여 조사를 실시하였다.

조사결과는 견적모델링 지침에 대한 기준마련을 요구하며, BIM 물량산출 소프트웨어의 개발을 우선과제로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 또한 초급 실무자를 위한 교육과정이 필요하다는 의견이 BIM 견적에 중요한 선결과제로 조사결과에 의하여 도출되었다.



Fig. 3 Criteria for evaluation of alternatives Open BIM

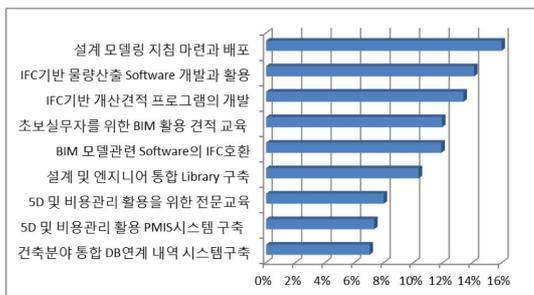


Fig. 4 Statistical analysis of survey

Fig. 4는 개방형BIM기반의 견적활용을 위한 전문가 설문조사의 결과를 도표로 나타내고 있다. 이와 같은 전문가 설문을 통하여 BIM의 견적분야 활용을 위한 효율성을 기대할 수 있다.

BIM 정보의 견적분야 활용을 위해서는 건축물의 형상정보와 속성정보를 건설 공사비 산정을 위한 물량산출 기초자료로써 사용하기 위한 소프트웨어 기술과 정보의 교환을 위한 협업환경이 요구되고 있다. 정보의 교환은 BIM 소프트웨어들 간의 물량정보의 교환과 데이터 재 사용성을 제공하고 상호운용성에 만족해야 한다. 이를 위해, 공통의 물량산출 적용지침의 제작과 개방형BIM을 활용한 물량산출 소프트웨어의 구현을 위해서 물량산출 대상에 대한 분석과 더불어 IFC의 건물객체 및 물량속성을 분석하였다.

3.2 물량산출 대상선정 기준 및 분석

본 연구에서는 공종 분류별 내역품목을 대상으로 물량산출에 필요한 IFC 객체의 물량속성의 유무를 검토하였다. 물량산출 대상의 기준은 건축공사 견적실무에서 요구하는 물량 산출서를 작성하기 위한 객관적인 기준인 건축공사 수량산출지침서를 적용하였고, 견적실무에서 요구하는 물량산출식과의 적용성을 현업에 종사하는 BIM 견적 실무자의 개별상담을 통하여 의견을 조사하고 분석하였으며, 이를 공종 분류체계에 따라 주요 내역품목을 구분하여 BIM 도입에 따른 적용성을 추정하여 대상품목의 우선순위로 연구의 효율성을 기하였다.

Table 2에는 건축공사 유형별 물량산출 적용성 검토 내용을 정리하였다. 이는 설계내역서를 작성하기 위해서 모든 내역품목을 BIM 객체속성과 연동할 수 없기 때문에 건축공사 공종별 주요 내역품목을 대상으로 BIM 적용성을 분석하여 BIM 적용의 우선순위로 활용하기 위함이다. 이를 위해서 일차적으로 BIM 객체의 모델작성 여부를 기준으로 하였고, 이차적으로 내역품목의 물량산출에 필요한 BIM 물량속성 유무 및 물량변수의 유무로 판별할 수 있다. 예를 들어, 철근콘크리트공사의 콘크리트 품목은 부재단위로 모델링이 작성되고 “GrossVolume”과 같이 산식에 직접 사용이 가능한 물량속성이 존재하므로 물량속성을 그대로 산식에 적용할 수 있는 공종이다. 반면에 가설공사의 가설비계와 같은 품목은 일반적으로 모델링이 되지 않기 때문에 물량속성이 없으며 BIM 물량산

Table 2 Analysis on BIM applicability of work types

공종분류	내역품목	적용성 검토
D: 철근콘크리트공사	콘크리트, 거푸집 외	수량산출에 필요한 객체의 속성값이 존재하고 산출대상과 동일한 객체를 직접 활용 가능
E: 철골공사	철골가공	
F: 조적공사	벽돌쌓기, 블럭쌓기	
L: 창호/유리	창, 문	
G: 미장공사	시멘트몰탈	모델링이 존재하지 않지만 물량산출에 필요한 요소를 다른 객체로부터 간접적 연계하여 산출할 수 있는 공종에 해당
H: 방수공사	부위별 방수	
M: 타일/돌공사	부위별 마감	
N: 도장공사	페인트칠	
O: 수장공사	부위별마감(각종)	
B: 토공사	터파기 등	수량산출을 위한 모델링이 존재하지 않는 경우이며 자동화 수량산출이 어려움
C: 지정공사	잡석지정, 말뚝지정	
I: 목공사	목재수장	
J: 금속공사	금속수장	
K: 지붕/흡통	흡통, 드레인	
A: 공통공사	가설재	적용제의 대상이며, 모델링 작성이 어려움
P: 부대공사	부대토목	
Q: 조경공사	식재, 시설물	

출에 따른 효율성을 향상시키기 어려운 공종이라 할 수 있다.

3.3 IFC 객체 정의 분석

3.3.1 IFC 건축 부재별 객체 정의

빌딩스마트 국제연맹(buildingSMART International)에서는 IFC기반 활용 소프트웨어 개발 활용을 위한 가이드를 제공하고 있다^[10]. 이 구현 가이드는 IFC 포맷의 건물객체 및 속성정의를 포함하고 있다. Fig. 5는 IFC스키마를 EXPRESS-G 언어로 표현하고 있다.

건축 프로젝트의 분류체계로써 IfcProject, IfcSite, IfcBuilding 및 IfcStorey가 구성되며, 관계형 엔티티에 의해 연결되어 있다. IfcBuildingElements는 IfcWall, IfcCovering, IfcBeam, IfcColumn, IfcDoor 등의 건설 부재를 표현하는 스키마이다. IfcElementQuantity는 Product의 확장 스키마이며, PropertySetDefinition의 Subtypes이다. 부재별 물량을 추출하기 위해서는 IfcElementQuantity속성에 접근하여 값을 참조하여야 한다.

Table 3은 IFC 객체정의 중 물량속성의 이름과 값을 설명하고 있으며 이러한 속성값을 활용하여 물량산출에 필요한 물량값을 IFC 파일로부터 추

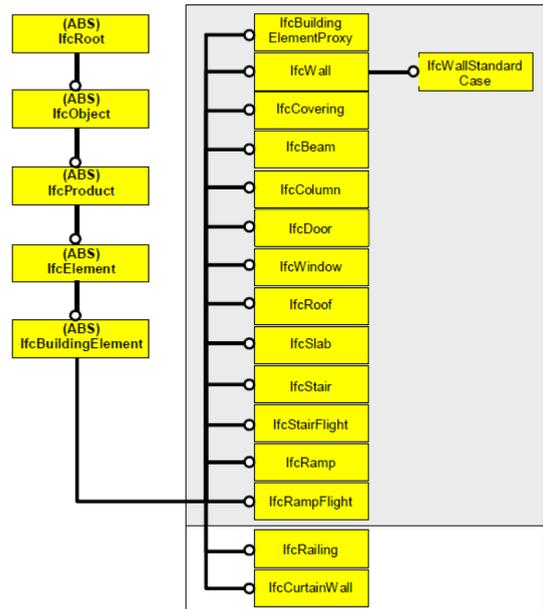


Fig. 5 IFC schema of construction product

출하여 물량산출에 활용한다^[3].

3.3.2 IFC 부재별 물량속성 분석 및 산출활용

본 연구에서는 IFC의 객체정보를 분석하기 위

Table 3 Definition of IfcQuantity Entities

부재	명칭	Entity Name	Quantity Type
기둥	체적	VOLUME	GrossVolume
	단면적	AREA	CrossSectionArea
	측면적	AREA	OuterSurfaceArea
	기둥높이	LENGTH	Length
보	체적	VOLUME	GrossVolume
	단면적	AREA	CrossSectionArea
슬래브	체적	VOLUME	GrossVolume
	면적	AREA	GrossArea
	두께	LENGTH	Width
	테두리길이	LENGTH	Perimeter
옹벽	체적	VOLUME	GrossVolume
	벽바닥면적	AREA	GrossFootprintArea
	측면면적	AREA	GrossSideArea
	벽길이	LENGTH	Length
	벽높이	LENGTH	Height
	벽두께	LENGTH	Width

해서 IFC Quick Browser와 SMC(Solibri Model Checker)를 사용하여 IFC적용대상을 분석하였으며, 물량 속성값은 내역 산출품목의 산식작성에 활용할 수 있다. BIM 설계모델러에서 변환되는 IFC 파일의 물량속성은 종류와 지원범위에서 다소 차이가 있다. 그러나 공통으로 제공되는 기본적인 물량속성 유형을 Table 3과 같이 정리하였다.

지정된 물량속성을 활용한 변수화 산출식의 활용 예로 Table 4는 골조공사 중 옹벽의 품목별 물량산출의 예를 설명하고 있다. 콘크리트의 물량산출은 IfcQuantityVolume의 GrossVolume으로 정의된 물량속성을 연계할 수 있으며, 거푸집의 물량산출은 IfcQuantityArea의 GrossSideArea로 정의된 값을 산식에 적용하여 소요물량을 산출할 수 있다.

소프트웨어 개발 초기단계에서 요구사항 조사 및 분석작업은 전체 프로젝트의 범위 및 구현수준을 결정하는 중요한 업무이다. 소프트웨어의 실용성은 결국 사용자의 요구기능을 충실히 반영하는가에 의해 평가를 받게 된다. 따라서 본 연구에서 제시한 물량산출 적용지침 및 IFC적용 대상분석은 BIM기반의 물량산출 소프트웨어 개발을 위한 기초 분석자료로서 활용될 수 있다.

BIM기반의 물량산출 대상선정 및 업무프로세스 분석은 단계별 요구기능 정의에 활용되며, 소프트

Table 4 Example of calculating RC wall by using IfcQuantity values

품목	규격	단위	산식
콘크리트	25-240-12	M ³	GrossVolume
거푸집	유로폼	M ²	GrossSideArea
수직근	H13	M	Height*(Length/0.3)
수직근	H13	M	Height*(Length/0.3)
수평근	H10	M	Length*(Height/0.2)
수평근	H10	M	Length*(Height/0.2)

웨어의 설계 및 시나리오 계획에 필요한 함수기능을 정의할 수 있다. 정의된 단위함수로 전체 구현 범위를 미리 인식하고 공정관리계획에 반영할 수 있으며, 구현단계에서의 진도관리에 활용되어 프로젝트관리에 효율을 기할 수 있다.

4. BIM 물량산출 적용지침 제안

일반적으로 설계단계에서 모델 작성자는 물량산출을 전제로 한 견적기준을 고려하지 않고 BIM 모델을 작성하기 때문에 물량산출에 활용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 물량산출 모델링 적용지침의 활용목적은 모델링 작성단계의 설계모델 작성자에게 견적기준을 전달함으로써 원본 모델의 재수정 작업을 최소화 하고 물량산출이 가능한 견적 모델링으로 작성될 수 있도록 하기 위함이다.

4.1 골조공사 물량산출 모델링 지침

BIM 모델링 객체정보의 작성지침은 구조해석 여부에 따라 구조 물량산출 방식을 구분하여 기준을 적용한다. 구조해석 이후에는 물량산출 시 구조계산에 따른 배근 일람을 참조할 수 있으며 물량산출의 결과에 영향을 미치지 때문이다. 개산견적 시 구조해석 여부에 따라 구조 물량산출 방식은 크게 두 가지로 구별하여 물량산출의 목적에 적합한 방식으로 모델링 지침이 적용되어야 한다.

첫 번째 방식은 사례를 기반으로 추정된 실적 통계에 의한 공사비추정방식으로서 부자재 품목을 비율로 적용하여 산정한다⁸⁾. 예를 들어, 콘크리트 물량은 직접 산출하고 거푸집과 철근 등은 사례 통계치를 곱하여 추정한다. 이는 구조계산을 하지 않고 배근 일람표와 같은 설계도면을 참고할 수 없을 경우에 해당한다. 이러한 방식은 대부분의 계획단계에서 설계도면이 미비할 경우 구조물

량을 추정하기 위한 개산견적에 적용한다. 그러나 유사한 실적이 없거나 내역자료가 부족할 경우는 산정된 공사비의 정밀도가 높지 않은 문제가 있다.

두 번째 방식은 어셈블리 산출방식으로 부재별 물량을 구분하고 구조계산에 의한 철근 물량산출에 따른 개략산출 방식이다¹¹⁾. 기본설계 단계의 구조설계가 완료되어 배근 정보를 참조할 수 있는 경우에 적용할 수 있다. 보다 정밀한 물량을 산출할 수 있으나 별도의 외부참조기능을 통한 배근 정보를 참조하여 산식에 반영하여야 한다.

본 연구에서는 이상의 두 가지 구조 모델링 지침을 제시하여 물량산출의 용도에 적합한 구조 물량산출방식을 선택하여 적용할 수 있도록 하였다. 구조 부재별 모델링 지침은 Table 5에 따라 견적 용도에 따른 모델 적용지침을 제시하고 있다. 따라서 모델제작 시 물량산출의 용도를 고려한 모델 지침을 취사선택하여 견적 BIM 모델에 적용할 수 있다.

4.2 마감 수량산출 모델링 지침

기본설계 단계에서의 마감 모델링은 누락되는 경우가 많다. 이는 설계 BIM 요구 사항에 페인트, 벽지와 같은 두께가 50 mm 이하의 부재는 모델링에 제약이 따르기 때문이다¹²⁾. 따라서 개산 견적 시 마감 품목에 대한 물량산출은 공간 객체를 활용하여 간접적인 내부 부위별 물량을 참조하여 산출 물량으로 사용하는 방식을 취하게 된다.

그러나 일부 정확한 물량산출을 요하는 천장 마감 등 주요품목에 대해서는 직접 모델링이 작성되어야 한다. 또한 실시설계 단계의 LOD(Level of Detail)에서 마감의 물량산출을 위해서 마감 모델링이 필요하다.

4.2.1 내부 마감 모델링 지침

계획단계에서 개산 공사비 산정을 위한 마감 면적의 산정을 위해서는 IfcSpace의 물량 속성으로 내부의 부위별 마감 면적을 추정할 수 있다. 내부의 천장 마감은 내부실의 용도에 따른 천장 마감의 유무를 파악할 수 있도록 반드시 천장틀이 있는 마감에 한하여 별도의 모델링을 요한다.

4.2.2 공간 모델링 지침

공간경계를 통해서 IfcSpace 객체를 생성할 수 있으며, 이 공간객체는 마감 모델링이 없는 내부

마감 품목에 대한 물량산출에 활용할 수 있다. 또한 공간객체의 전체 면적으로 면적대비의 개산 견적에 활용하거나 산출 물량 검증을 위한 대비 면적으로 활용할 수 있기 때문에 반드시 모델링이 필요하다. 또한 Type 별 용도와 실명을 지정하여 재료마감표 상의 실명과 연결한 부위별 산출을 통하여 물량산출의 효율성을 기할 수 있다.

공간 모델링은 Autodesk 사의 Revit의 경우, 룸(Room) 경계를 지정하여 공간객체를 작성하게 된다. 일반적인 공간객체는 구조물을 구분으로 경계를 형성하므로 천장마감을 포함하여 상부 슬라브 하단까지 룸 경계를 자동으로 지정하게 된다. 별도의 벽 마감을 위한 모델링이 없으면 공간 객체의 높이를 참조하여 산출에 활용한다.

그러나 공간 모델링이 벽체 마감선을 벗어나 모델링이 될 경우 물량의 오차가 발생하게 된다. 이를 방지하기 위해서는 Fig. 6과 같이 천장마감선 높이로 룸 경계를 조정하여 물량산출의 정밀도를 높일 수 있다.

4.3 적용지침을 활용한 모델링 검증

본 연구에서 제시한 물량산출 모델링 적용지침은 BIM 모델의 물량산출 기준 적용여부와 물량산출 및 개산견적을 위한 프로그램의 기준 적용여부의 검증에 활용될 수 있다.

구조 모델링 적용지침은 슬래브 모델을 물량산출로 사용하기 위해서 스패를 구분하여 모든 부재가 분리되어 있어야 하는데 설계 모델링의 경우 이러한 작성지침이 지켜지지 않기 때문에 물량산출이 어렵다. 또한, Fig. 6과 같이 작성된 룸 경계 모델은 물량산출 모델링 적용지침을 반영한 견적 모델이라 할 수 있다. 왜냐하면 일반적인 룸 경계는 상부 슬래브 하단까지 연장되어 모델링이 작성되기 때문이다.

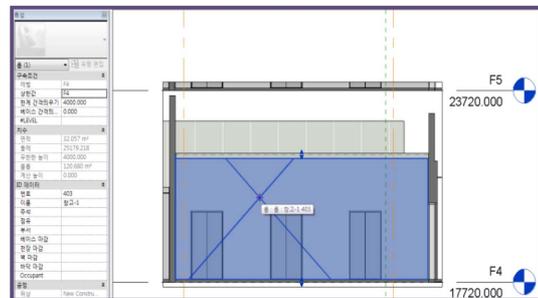
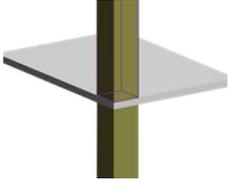
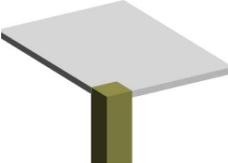
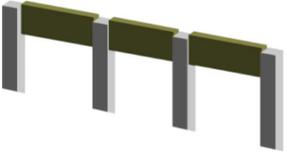
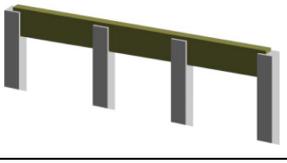
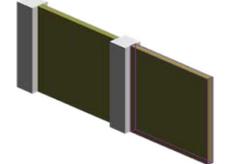
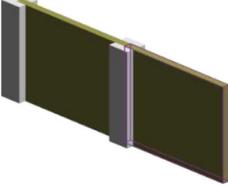
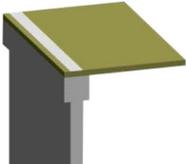
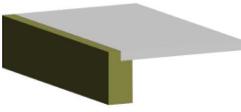


Fig. 6 Example of space model using Revit

Table 5 BIM modeling guideline for Quantity take-off of architectural work

부재	개선전적방식	적용지침	예시
기둥	사례기반 추정방식	콘크리트를 대표품목으로 선정하고 부재의 사이즈를 입력한다. 모델링의 산출높이와 동일한 치수의 모델링을 작성하여 IfcVolume의 체적물량값을 직접 사용 할 수 있다.	
	어셈블리 산출방식	기둥일람표 및 층별 구조부호를 적용하기 위해서는 좀더 엄격한 요구조건을 제시한다. 이때는 각자의 품목에 공통 적용이 가능한 중심선을 기준으로 한 모델링 작성이 필요하다. 따라서 기둥의 밑면은 기초 또는 바닥 슬래브에 접하고 기둥의 상부는 다음 층의 기둥과 면하여야 한다. 또한 기둥부호에 대한 정보를 객체속성으로 포함하고 있어야 한다.	
보	사례기반 추정방식	IfcGrossVolume의 체적물량값을 보의 콘크리트 소요량으로 직접 사용할 수 있다. 이때는 보의 슬래브 공제를 위해서 슬래브와의 간섭을 배제한다. 수량의 정밀도를 위해서는 기둥과의 간섭이 없는 모델링이 요구되나 이를 위해서는 많은 모델링 수정작업을 요하므로 허용오차 범위 내에서 생략이 가능하다.	
	어셈블리 산출방식	보 일람표 및 평면 구조부호를 참조하기 위한 모델링이 요구된다. 보의 사이즈 및 배근에 대한 정보를 구조계산서에 참조가 가능하므로 보 길이를 제외한 모델링 속성은 산출에 영향을 미치지 않는다. 또한 보 길이는 중심선을 기준으로 연결되는 보와 접할 수 있도록 한다.	
옹벽	사례기반 추정방식	IfcGrossVolume의 체적 물량값을 직접 콘크리트 소요량으로 사용한다. 체적의 물량값은 이미 개구부 공제를 포함하고 있어서 별도의 개구부 공제를 요하지 않는다. 그러나 모델링의 상하부 슬래브 및 보의 간섭이 배제되어야 한다.	
	어셈블리 산출방식	IfcLength를 이용한 옹벽 사이즈를 산출식에 활용하므로 수평치수에 한하여 기둥과의 간섭을 허용하고 중심선을 기준으로 모델링 한다. 또한 개구부에 대한 별도의 공제처리를 요한다.	
슬라브	사례기반 추정방식	IfcGrossVolume의 체적물량값을 슬래브의 콘크리트 소요량으로 직접 사용할 수 있다. 또한 IfcGrossArea를 거푸집 소요량으로 사용할 수 있다.	
	어셈블리 산출방식	슬라브 일람표를 참조하여 철근의 배근에 대한 산출을 하기 위한 모델링이 요구된다. 또한 슬래브의 스패는 중심선을 기준으로 절단되어 접한 형태로 모델링을 요하고 객체의 속성으로 구조부호에 대한 식별자를 포함한다.	

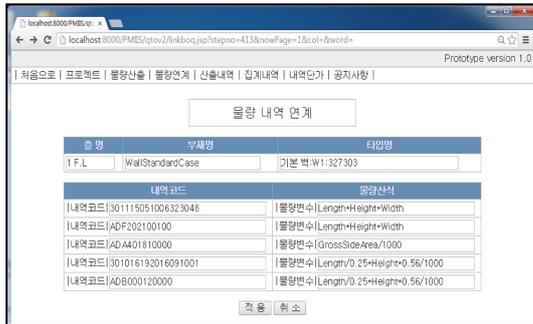


Fig. 7 UI for mapping quantity data with cost items

공간객체를 의미하는 IfcSpace의 구성 물량속성을 층별 바닥면적과 대비함으로써 물량산출 결과물에 대한 일차적인 검증에 활용될 수 있다. 또한 면적대비 분석검토를 통하여 물량오류 및 누락여부를 검증할 수 있고 규모에 따른 공사비 예측을 위한 참고자료로 활용할 수 있다.

본 연구에서는 물량산출 적용지침을 반영한 BIM 데이터를 기반으로 물량내역 연계과정을 검증하기 위해 Fig. 7과 같이 간단한 인터페이스를 개발하여 전체 공사비를 추정해 보았다. 본 인터페이스를 통해 물량속성의 변수명과 실제 물량을 조회할 수 있으며, 내역품목의 자재코드를 지정하여 물량과 내역수량의 매핑이 가능하다.

Table 6과 같은 샘플모델을 대상으로 구조공사에 해당하는 주요부재를 대상으로 기초물량내역을 작성하였으며, 구조공사를 제외한 나머지 공사에 대해서는 실적사례를 토대로 비율을 적용하여 전체 공사비를 추정하였다. Table 7은 최종 산정된 전체공사비와 공종별 비율을 나타내고 있다.

5. 결 론

BIM 정보교환 표준포맷인 IFC의 활용은 소프트웨어 간 상호운용성이 향상되므로 BIM 정보교환의 효율성 향상시킬 것으로 기대하고 있으나 건축분야의 실무활용에서는 기대에 못 미치고 있다. 이러한 한계에 대한 주요원인으로는 모델 적용지침 및 적용기준의 배포와 실무에서 사용할 수 있는 소프트웨어가 미흡하다는 의견이다. 이를 위해, 본 연구에서는 다음과 같은 연구를 수행하였다.

첫째, 건축공사 수량산출 지침서에 의한 내역품목을 대상으로 BIM 물량산출 적용성을 분석하였다. 본 연구에서는 건축공사 중에서 구조공사를 중

Table 6 Sample model

구분	설명	
공사명	00 오피스 공사	
규모	지하4층, 지상 8층	
구조	철근 콘크리트조	
건축면적	456 M ²	
연면적	3,470 M ²	

Table 7 Cost of sample model by using interface system

구분		추정공사비(원)	비율
직접비	건축공사	내부	605,214,032 6.81%
		외부	397,180,320 4.47%
		구조	2,093,873,554 23.56%
	부대토목공사	891,957,537 10.04%	
	기계설비공사	1,110,088,244 12.49%	
	전기설비공사	795,881,121 8.95%	
간접비	공과잡비	2,800,310,199 31.51%	
합 계		8,887,941,066 100%	

심으로 IFC의 객체정의 및 물량속성을 분석하여 물량산출 적용성을 분석하였다.

둘째, 건적모델링의 기초물량 데이터의 무결성 확보를 위한 물량산출 모델링 적용지침을 제안하였다. 이 지침을 통하여 물량산출에 요구되는 제한조건을 설계모델링 작성 단계에서 적용할 수 있도록 하였다. 모델링 적용지침은 설계 모델링 정보의 무결성과 일관성을 확보하고 설계 모델링의 활용가치를 효율적으로 높일 수 있는 방안이라 할 수 있다.

셋째, 물량산출 적용지침의 활용방안을 제시하기 위해 적용지침에 의해 작성된 샘플 BIM 데이터를 대상으로 물량산출을 통한 검증을 실시하였고, 이를 통해 실적 사례에 의한 추정공사비 산정이 가능하였다. 추가적으로 본 물량산출 적용지침을 적용하여 설계 모델링의 물량산출을 위한 사전 검증에 활용될 것으로 기대한다.

본 연구는 향후 개방형BIM기반의 물량산출을 활용하기 위한 연구 및 소프트웨어 개발을 위한 기초연구로써 수행되었다. 따라서 현 시점에서는 본 연구에 적용된 조사 및 분석 결과가 통상적이거나 일부 주관적인 판단이 적용된 한계가 있으므로, 향후 이의 보완을 위한 후속연구가 지속적으로 이어져야 할 것이다. 구체적으로는 본 연구에

서 시범 적용한 인터페이스를 확장하여 내역 물량 연계 데이터를 토대로 개방형BIM기반의 물량산출을 위한 소프트웨어 개발이 진행되어야 할 것이며, 더 나아가 견적 분야 실무활용을 위한 소프트웨어 설계 및 구현도 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(14AUDP-C067809-02)에 의해 수행되었으며, 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0029196).

References

1. Eastman, C., Teicholz, P. and Sacks, R., 2011, BIM Handbook (A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors)-2nd edition, JohnWiley & SonsInc.
2. Kim, H., Kim, H., Choi, J. and Kim, I., 2013, The Development of Data Model for Open BIM-Based Schematic Estimates, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 29(3), pp.61-70.
3. Choi, J., Kim, H. and Kim, I., 2014, Open BIM-Based Quantity Take-Off System for Schematic Estimation of Building Frame in Early Design Stage, *Journal of Computational Design and Engineering*, 2, pp.16-25.
4. Ministry of Construction & Transportation, 2007, Standard Method of Quantity Takeoff of Construction Work.
5. Weise, M., Liebich, T., Tulke, J. and Bonsma, P., 2009, IFC Support for Model-Based Scheduling, *CiBW78*, inpro-project.org, p.5.
6. National BIM Standard-United States for QTie, 2010, http://www.nibs.org/?page=bsa_qtiechallenge10
7. Teo, A., 2011, Enhancing Productivity: Electronic Quick Bills of Quantities via BIM, Forum8 Design Festival The 5th Conference.
8. Kim, H., Choi, J. and Kim, I., 2013, Methodology of Open BIM-Based Quantity Take-Off for Schematic Estimation of Frame Work in Super-Tall Buildings, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 29(5), pp.31-38.
9. buildingSMART International, List of software claiming IFC support, <http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/ implementations>
10. Thomas, L., buildSMART, 2009, IFC 2x Edition3 Implementation Guide, <http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/ifc-implementation/ifc-impl-guide/ifc-impl-guide-summary>
11. Koresoft inc., 2012, BIM 5D Guideline.
12. Public Procurement Service, 2012, BIM Guide of Public Procurement Service v1.1.
13. Choi, J. and Kim, I., 2013, Development of Checklist for BIM Based Architectural Design Quality Check, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 18(3), pp.177-188.



김 인 한

1988년 서울대학교 건축학과 졸업
 1991년 미국 Carnegie-Mellon 대학
 건축학 석사
 1994년 영국 Strathclyde 대학 건축
 학 박사
 1996년~현재 경희대학교 공과대학
 건축학과 교수
 2002년~현재 한국CAD/CAM 학회
 이사
 2004년~2008년 사단법인 STEP
 센터 회장, 지식경제부
 2008년~현재 사단법인 빌딩스마트
 협회 수석 부회장
 2010년~현재 대한건축학회 이사
 2011년~현재 BCA 싱가포르 건설청
 BIM 자문위원
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), CAAD, 데이터모델
 링 및 통합 전산설계환경(STEP,
 IFC), 건축정보기술, Digital
 Design Media 등



최 중 식

1999년 경희대학교 건축공학과 졸업
 2001년 경희대학교 건축공학 석사
 2011년 경희대학교 건축공학 박사
 2009년~2013년 (사)빌딩스마트협회
 기술연구소 수석연구원
 2013년 미국 버클리국립연구소
 (LBNL) Postdoctoral Fellow
 2013년~현재 경희대학교 공과대학
 연구교수
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), BIM Quality Con-
 trol, 자동화 법규검토(Automated
 Code Checking), 데이터모델링
 및 통합 전산설계환경(STEP,
 IFC), 건축정보기술, BIM기반 에
 너지 성능평가, BIM기반 물량/
 견적



엄 성 곤

1994년 서울산업대학교 건축공학과
 졸업
 2014년 경희대학교 건축학 석사
 2004년~2009년 주식회사 경원건축
 사무소 차장
 2012년~현재 고려전산 주식회사 차장
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), IFC(Industry Founda-
 tion Classes), BIM기반 물량/
 견적