

BIM 모델 표현 수준(LOD) 분석을 통한 내역체계 개선방안 연구

최현준¹ · 윤석헌*

¹경상대학교 건축공학과

Improvement of Quantity Take-Off and BoQ through the LOD Criteria Analysis of BIM Models

Choi, Hyunjun¹, Yun, Seokheon*

¹Department of Architectural Engineering, ERI, Gyeongsang National University

Abstract : Recently, BIM has been actively introduced in construction projects. In particular, the introduction of BIM in cost estimating process is expected to improve the accuracy and efficiency of the cost estimate. However, the quantity calculation and BoQ documents preparation process still require manual work. Although the BIM model may support quantification process, it is still problematic that the level of detail of the model must be very detailed to meet the items in BoQ. To address this, it is necessary to analyse the LOD criteria and to analyze the extent to which quantity can be computed according to the level of detail in the BIM model. For the analysis of LOD-based work items, the work item grades were divided into A, B, and C. In this study, the ratio and cost of each item that can be calculated at the LOD level in the detailed design phase are reviewed for each type of work, and the method for improving the quantity calculation using BIM is proposed. In the LOD 300 stage(Detailed design stage), the largest number of items in the class B, the major improvement class, are window and glass work. In addition, the most expensive type of work was analyzed by reinforced concrete work. In the future, it is necessary to suggest appropriate improvement way for items with high item ratios and items with high cost ratios. The results of this study are expected to be used as a BIM-based cost estimation or as basic data for improving the current BoQ system.

Keywords : BIM, BoQ (Bill of Quantities), LOD (Level of Development), Cost Estimating

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

조달청의 발표 자료에 따르면 현재 공공건축물의 시설공사 설계단계, 대형공사 입찰, 시공단계에 적용중인 BIM을 앞으로 300억원 미만 공사의 모든 설계단계에 적용할 것으로 발표했다. 이처럼 최근 건설 프로젝트를 진행함에 있어서 BIM의 도입이 활발히 이루어지고 있다. 설계와 시공업무 뿐만 아니라 견적업무에서의 BIM의 도입은 건설프로젝트 전반의 업무 생산성을 확대함과 동시에 공사비 예측의 정확성과 견적자의 업무수행 절감에 많은 효과를 기대할 수 있다(Lee, 2011).

최근 국내에서 BIM의 적용 및 활성화를 위해 정부주도의 가이드라인 및 지침을 배포하고 있지만 주로 설계 단계에 머물러 있고 후속 단계에서 BIM정보의 활용에는 한계가 있다(Joo, 2017). 또한 BIM을 통해 설계를 진행 할 때에도 작성자 마다 모델링의 상세도가 상이하다. 이는 프로젝트 이해당사자들 간의 혼란을 초래하는 문제점이 있다.

기존의 내역서 체계에 있어서도 현재 물량산출과정과 내역서 작성과정이 여전히 상당부분 수작업으로 이루어지고 있어서 물량이나 내역서의 오류로 인해 시공단계에 많은 시행착오가 발생한다(An & Yun, 2017). 또 내역서 작성에 세부 지침이 부족하여 세부항목이 자재의 종류, 규격에 따라서 여러 공종에 나열 되고 있는 실정이다. 이로 인해 현행 내역서의 세부항목을 만족시키기 위해서는 BIM 모델의 표현수준이 매우 상세해져야 하는 문제점이 있다. 하지만, 과도하게 상세하게 작성된 BIM모델의 경우에는 모델의 작성 시간과 노력이 많이들 뿐만 아니라 데이터 용량이 커짐에 따라 효율성의 저하로 이어질 수가 있다. 이로 인해 BIM 모

* Corresponding author: Yun, Seokheon, Department of Architectural Engineering, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
E-mail: gfyun@gnu.ac.kr
Received Sepemver 6, 2019; revised October 11, 2019
accepted October 25, 2019

델표현 수준에 따른 현행 내역항목이 적절한지에 대한 분석이 필요하며, BIM 모델 표현 수준별로 도출될 수 있는 내역항목의 기준을 설정함으로써 현행 내역서의 체계 개선이 가능하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 국내외의 BIM모델 표현 수준, 즉 LOD (Level of Development, 이하 LOD)기준을 분석하여 BIM모델의 표현수준에 따라 산출 될 수 있는 현행 내역항목을 도출함으로써 현행내역서의 개선방향을 BIM모델의 LOD 측면에서 분석하고자 한다. 본 연구의 결과를 토대로 현행 내역서 체계를 개선하고 나아가 견적단계에서의 BIM 도입의 효율화에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 BIM을 활용한 견적 방안과 현행 내역서 체계의 개선을 위하여 BIM 모델의 LOD 기준을 활용해 국내 일반 청사 공종별 내역서의 세부내역항목을 분석하는 것을 범위로 한정하였다.

연구에서는 우선 이론적 고찰 중 선행 연구 고찰로써 내역서 체계 개선, BIM 견적 또는 LOD관련 선행 연구를 고찰하고, 국내외 내역서 작성 지침 및 기준, LOD 정의 및 국내외의 LOD 기준에 대해 살펴보았다. 이후 내역항목 분석을 위한 LOD기준을 국내외 LOD에 관한 기준을 참고하여 정의하고, 국내에서 발주된 공공청사 사례 내역서를 바탕으로 LOD 단계에 따라 도출될 수 있는 내역항목에 대해 분석하였다. 이후 실시설계 단계의 LOD 수준에서 해당 항목들의 금액수준을 분석하여 이를 바탕으로 BIM모델의 표현 수준, 즉 LOD의 관점에서 현행 내역서의 개선요인을 분석하고자 한다. 세부적인 연구의 흐름은 다음 (fig. 1)과 같다.

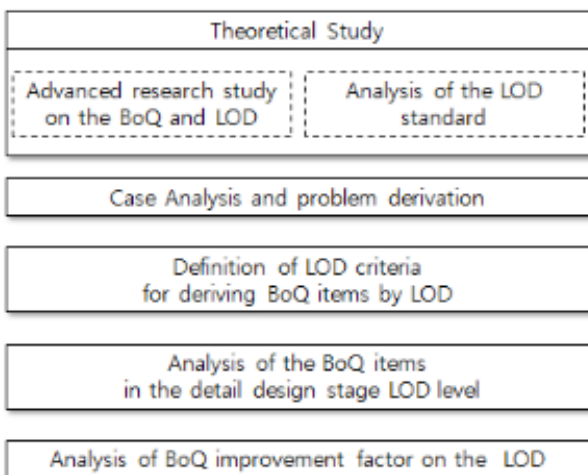


Fig. 1. Flow of the study

2. 이론적 고찰

2.1 선행 연구 고찰

본 연구를 위한 선행 연구 고찰로써 BIM견적, LOD 및 내역서 체계 개선의 키워드를 위주로 선행 연구 문헌을 고찰하였다 (Table 1). 선행 연구논문들의 주요내용은 다음과 같다.

Table 1. The research literatures

Author	Title
Olsen, Darren (2017)	Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors
Ariani Ahmad Laffi(2014)	Building Information Modeling (BIM) : Exploring Level of Development (LOD) in Construction Project
An, Ji-Won (2017)	Improvement of BoQ Document for the BIM based Quantity Takeoff
Lee, Chang-Hee (2011)	An Index for Measuring the Degree of Completeness of BIM-based Quantity Take-Off
Noh, Hea-Ra (2017)	A Case Study on the Educational Facility Project for the Improvement of Work Item's Structure in BoQ
Bae, Kyung-Jin (2011)	A Case Study on LOD(Level of Development) studies for BIM Model

Olsen et al. (2017)은 BIM 기반 수량산출시 결여된 일관성을 가진 BIM모델의 품질을 문제로 인터뷰와 설문조사를 통해 BIM 기반 수량산출의 제한요인을 파악하고자 하였다. 인터뷰와 설문조사의 결과로 조경, 거푸집, 철근, 기타금속, 임시구조물, MEP등 수량산출에 필요한 데이터가 평균적으로 10~25%정도 BIM모델에서 나타나지 않음을 파악하였다.

Ariani et al. (2014)는 BIM을 사용하는 건설 프로젝트에서 LOD를 어떻게 구현하고 있는지를 탐구하고자 하였다. 그렇게 하기 위해 각 레벨의 LOD정의 및 목적을 이론적으로 고찰로써 확인하고 공공부문과 민간부문에서 BIM 컨설턴트를 대상으로 인터뷰를 하였다. 그 결과 LOD에 대한 정의는 거의 유사지만, 각 프로젝트마다 표현되는 BIM모델의 LOD 수준은 매우 다양하다는 것을 확인하였다.

An et al. (2017)은 내역서를 구성하는 항목과 BIM 모델링에서 산출되는 물량의 차이를 해결하기 위해 내역서 체계 개선을 현행 내역서의 내역항목과 BIM데이터 추출방법의 측면에서 접근하였다. BIM모델을 통해 내역항목을 추출할 수 있는 기준을 5가지로 나누어 내역서 수준을 분석하였고, 현행 내역서와 BIM모델의 적정수준을 분석하고자 하였다.

Lee et al. (2011)는 BIM데이터로부터 물량을 산출할 때 물량산출에 영향을 미치는 요인을 도출하고, BIM데이터를 기반으로 한 물량산출의 정확도와 결과물의 완성도를 정량적으로 측정할 수 있는 BQI (BIM-based Quantity take-off Index) Matrix를 제시하고자 하였다. 해당 연구에서 제

시한 BQI Matrix를 6개의 파일럿 프로젝트를 통해 그 일관성과 타당성을 검증 하였다.

Noh (2017)는 교육시설 프로젝트를 대상으로 내역서 체계 개선을 위해 내역서 분석을 금액비율과 항목비율측면에서 접근하였다. 내역서 체계 개선을 위하여 총 공사금액에 대한 비율수준설정, 특정 금액수준 설정, 작업 패키징(Work Packaging)의 활용 등의 방법을 사용하였으며, 우선적으로 금액비율이 낮으면서 항목비율이 높은 공종을 간소화하였다. 그 결과 이들 방법을 통해 내역서의 구성을 단순화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 수량산출서와 내역서의 작성을 효율적으로 바꿀 수 있었다.

Bae et al. (2011)는 BIM 모델 작성 중 표현수준 차이로 인한 혼선을 방지하기 위해 국내외의 LOD 기준과 적용사례를 조사하고 분석하고자 하였다. 분석 결과를 통해 BIM 모델을 위한 LOD 수준 정의의 필요성에 대해 강조 하였다.

본 연구는 내역서 체계 개선을 위해 BIM모델의 표현 수준에 따른 내역항목 분석을 통해 개선요인을 분석한다는 점에서 기존 연구와 차이점을 가진다. 또 선행연구에서 제시된 바와 같이 BIM을 활용한 견적방안 또는 견적을 위한 LOD 수준 정의, 그리고 내역서 개선을 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2.2 LOD 기준

2.2.1 미국의 LOD 기준

LOD는 ‘Level of Detail’ 또는 ‘Level of Development’로 혼용되어 사용하고 있지만, 미국의 buildingSMART 협회에서 주관하는 BIM FORUM에서 발간한 LOD Specification에서는 이에 대한 개념을 명확히 구분하고 있다. Level of Detail 측면의 LOD는 각 단계별 모델요소가 얼마나 상세한지를 의미하는 Input개념인 반면, Level of Development 측면의 LOD는 모델의 상세 수준 뿐 아니라 모델의 정보가 사용되어 질 때 신뢰할 수 있는 수준의 정보가 모델요소에 고려된 정도로서 Output개념으로 정의 되어 있다.

미국 건축가 협회 AIA (American Institute of Architect)의 Document E202-2008에 따르면 LOD는 BIM 모델의 요소가 개발되어지는 완전성의 수준을 나타내는 것으로 정의되어 있다. AIA에서 정의한 LOD 기준은 다음<Table 2>와 같다.

LOD 100은 개념설계 수준으로써 매스단계의 단순 외형의 모델링에 해당하는 모델 표현 수준이다. LOD 200은 기본설계 단계로서 부재단위로 구분하여 특정 요소에서 개략적인 수량의 산출이 가능하도록 표현 되는 수준이다. LOD 300은 실시설계 수준으로 외부 형상 및 내부 형상을 모두 모델링하여 각종 간섭 및 견적을 위한 수량산출이 가능할

Table 2. LOD Definition suggested by American Institute of Architects

Level	Definition	Model content requirement
100	Conceptual Design	Overall building massing indicative of area, height, volume, location
200	Schematic Design	generalized systems or assemblies with approximate quantities, size, shape, location, and orientation.
300	Traditional Construction documents, Detailed Design	specific assemblies accurate in terms of quantity, size, shape, location, and orientation. Non-geometric information
400	for Fabrication and Assembly	specific assemblies that are accurate in terms of size, shape, location, quantity, and orientation with complete fabrication, assembly, and detailing information.
500	for As-Built Condition	constructed assemblies actual and accurate in terms of size, shape, location, quantity, and orientation.

정도의 모델 표현 수준이다. LOD 400은 시공 상세 또는 조립에 준하는 세부적인 모델 표현 수준이다. LOD 500은 AS-BUILT 모델링으로써 유지관리에 해당하는 모델 표현 수준이다.

2.2.2 국내의 LOD 기준

국내의 LOD 기준은 LOD라고 명시되어 있지 않지만, BIM 정보표현수준을 나타내며, 조달청에서 발표하는 시설사업 BIM적용 지침서에도 찾아볼 수 있다. 조달청의 시설사업 BIM적용 지침서의 목적은 시설공사에서 BIM이 갖춰야 할 최소 요건을 명시하고 설계자·시공자의 업무 수행 기준을 제공함으로써 조달청 맞춤형서비스 대상사업에 적용하는 BIM의 적절한 품질 확보를 위함이다. 이 지침서는 조달청의 BIM 관리지침과 계획 설계, 중간 설계, 실시설계, 시공단계의 4단계로 나누어 BIM적용 지침을 제공하고, 이외의 부속서로 이루어져 있다. 있다. BIM 관리지침에는 적용대상, 수행조직 및 역할, 사업 수행에 대한 BIM관리의 내용을 담고 있다. 각 단계별 BIM적용 지침은 기본, 공간, 구조, 건축, 기계 및 전기, 토목별 BIM 데이터 작성기준과 보고서 및 성과품 작성 기준을 제시하고 있으며, 부속서는 속성입력 기준과 보고서 템플릿 BIM 정보표현수준 등을 제시하고 있다. 해당 지침서의 부속서에서 나타난 BIM 정보 표현 수준은 <Table 3>과 같다. 부속서에서는 BIL (Building Information Level)기준을 BIL10에서 60으로 기획 단계부터 유지관리단계까지 정의하고 있으며 해당 단계의 내용에는 표현수준과 용도의 예를 제시하고 있다.

BIL 10은 기획단계수준으로 면적이나, 체적 등을 활용한 대략적인 공사비 예측을 위해 사용하는 매스형태로서 표현된다. BIL 20은 계획 설계 수준에서 필요한 형상의 표현으로써 주요 구조 부재의 존재만 표현하는 수준이다. BIL 30은 기본설계(중간설계) 수준으로 정확한 기본도면 산출과

Table 3. Building Information Level suggested by Public Procurement Service in Korea

Level	Definition	Model content requirement
BIL 10	Conceptual Design	Volume, Area, Height, Location, Orientation Mass of building unit, floor unit, block unit
BIL 20	Schematic Design	Spaces, Existence of main member, Opening, Curtain wall
BIL 30	Basic Design	Spaces, Specification of all Structural member, Frame of window, Main MEP equipments
BIL 40	Detailed Design	Spaces, Specification of all structural and construction elements
BIL 50	Construction Level	for 4D, 5D, 6D, 7D simulation, Digital Mockup information
BIL 60	Maintenance Level	according to the needs of the clients

모든 부재의 존재를 표현한 수준이다. BIL 40은 실시설계 수준에서 필요한 모든 부재의 존재 표현과 규격을 표현하여 입찰에 필요한 수량을 산출가능한 수준이다. BIL 50은 공정, 공사비 관리를 위하여 시공도면으로서 활용 가능한 시공 수준의 표현 수준이다. BIL 60은 유지보수를 위해 필요한 유지관리 수준의 표현 수준이다.

3. 내역서의 구성 체계 분석 및 문제점 도출

3.1 사례분석

사례 분석에 앞서 본 3장에서는 현재 내역서의 현황을 분석하기 위해 연면적이 비슷한 국내의 일반청사 건물 2개를 선정하여 해당 사례 프로젝트의 내역서를 분석해 현황 및 문제점을 도출하고 AIA의 LOD기준과 BIL기준을 바탕으로 내역항목 분석을 위한 LOD 기준을 정의 하고자 한다. 내역항목 분석을 위한 LOD 정의를 바탕으로 사례 내역서의 내역항목을 분석하고 실시설계 단계의 LOD수준에서 내역항목의 항목비율과 금액비율을 분석하여 개선 요인을 알아보고자 한다.

3.1.1 사례 프로젝트 개요

본 연구에서는 현재 내역서의 현황을 분석하기 위해 연면적이 비슷한 국내의 일반청사 건물 2개를 선정하였다. 사례 프로젝트 개요는 <Table 4>와 같다.

Table 4. The case project overview

Case	Gross area (m ²)	Number of stories	Cost of construction work (WON)
Case 1	4856	1Basement floor, 4 ground floors	3,562,782,362
Case 2	4210	8 ground floors	4,324,837,483

3.1.2 사례 내역서 분석 및 문제점

현행 내역서 체계의 일반적인 문제점은 일관된 분류기준이나 세부공종의 중요도에 관계없이, 내역항목이 적산담당자의 판단과 경험에 따라 지나치게 세분화 되고 복잡하게 작성되는 경우가 많다는 것이다(An & Yun, 2017). 이처럼 내역서의 세부항목은 적산담당자의 판단, 관행에 의해 작성되기 때문에 같은 항목이라 하더라도 내역서 마다 포함되는 내용이 서로 다르게 작성될 수 있다는 문제가 있다. 사례 내역서의 문제점을 분석하기 위해 <Table 5>와 같이 내역서의 세부항목이 전체 항목에서 차지하는 항목비율과 세부항목의 금액이 건축공사 금액에서 차지하는 금액비율을 분석하였다. 사례 내역서들에서 나타난 공통된 문제점은 크게 3가지이다. 첫째로는 내역항목 작성의 비효율성이다. 예를 들어 <Table 5>의 Case 1을 살펴보면 창호 및 유리공사의 경우엔 세부 내역항목의 비율은 전체 항목의 24%인데 반해 금액의 비율은 건축공사비의 8%밖에 해당되지 않는다. 그 다음으로 금속공사의 경우 항목비율(9.4%) 대비 금액비율(3.4%)이 높게 나타나고 있는데, 창호, 유리공사와 금속공사 등은 타 공종에 비해 금액적으로 비중이 상대적으로 낮은 공종인데도 불구하고 해당 내역서를 구성하는 항목의 비중이 매우 높은 항목들로 조사되었다. 반면 Case 1의 철근콘크리트공사는 항목비율이 전체 세부항목에서 7%를 차지하지만 해당공종의 금액비율은 40%인 것을 볼 수 있다. 이는 창호 및 유리공사, 금속공사와 같은 금액비율 대비 항목비율이 높은 공종에서 내역서를 구성하는 항목이 타 공종에

Table 5. Item rate and cost rate in case project (Unit : %)

Work Type	Case 1		Case 2	
	Item rate	Cost rate	Item rate	Cost rate
Temporary	10.09	7.80	5.44	7.32
Reinforced Concrete	7.28	39.60	6.95	35.38
Masonry	6.34	4.06	3.93	2.12
Stone	7.04	8.03	4.23	13.05
Tile	0.94	0.79	0.91	1.63
Carpentry & Finishing	8.45	10.00	8.79	10.47
Waterproof	4.69	4.49	4.83	2.73
Roof & Drain	1.41	0.05	1.21	0.09
Metal	9.39	3.42	10.27	5.46
Plaster	5.16	2.59	3.32	2.22
Window & Glass	23.94	8.88	26.89	12.59
Painting	3.52	2.42	3.63	1.31
Appurtenant	4.69	3.17	6.65	0.34
Aggregate & Transport	0.94	0.76	1.81	0.84
By-products	0.23	-0.06	0.91	-0.49
Quality examination	3.29	0.20		
ETC	5.87	3.80	9.36	4.04
Total	100	100	100	100

품명	규격	단위	수량	합계	비고
외로폼 설치 및 해체	보통, 수직고 7m까지			135,480,279 원	135,480,279 원로 43
물수관 (PVC파이프)	φ100*1-200mm, V02			4,578 원	4,578 원로 40

Fig. 2. The example of unsystematic composition on the BoQ

비해 상대적으로 금액적인 중요도가 낮지만 세부항목의 작성에 많은 시간이 필요하고, 작업 또한 비효율적인 것으로 판단할 수 있다.

둘째로 내역항목의 비체계적인 구성이다. 앞선 내역서의 내역항목 대비 금액비율에 의한 문제점에 의해, <Fig. 2>를 보면 같은 내역서에서 135,480,279원의 금액을 가지는 항목이 있는 반면 4,578원으로 타 항목 대비 낮은 금액을 가지는 항목이 있다. 이처럼 내역서 내에서 나타나는 항목별 금액레벨의 차이는 해당항목이 가지는 금액적인 비중에 비해 수량산출을 위한 노력이 커질 우려가 있다. 이로 미루어 보았을 때 현행 내역항목의 구성이 체계적이지 않은 것으로 판단된다. 하지만 건축공사의 내역서는 기계, 전기 공사와 같은 타 공종의 내역서에 비해 내역서를 구성하는 세부항목 수가 적은 편이다. 또한, 공사 유형에 따라서 세부항목 구성이 크게 달라지지 않으므로 건축공사에 있어서 내역서의 체계 개선은 충분히 가능하다고 볼 수 있다.

셋째로 적산 또는 내역 담당자마다 상이한 분류 기준이다. 사례 내역서를 살펴보면, Case 1에서는 미장공사에 사용되는 미장용 부속 철물이 미장공사 공종에 분류되어 있는 반면, Case 2에서는 해당 미장용 부속 철물이 금속공사 공종으로 분류되어 작성되었다. 이는 내역서 작성에 있어서 담당자 마다 상이한 분류 기준으로 인한 문제점이며, 이로 인해 내역서 분류 기준이 모호하게 되어 내역항목에 대한 이해당사자 간의 혼란을 초래 할 우려가 있다.

품명	규격	단위
010112 미장공사		
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
모르타르 바름	바	
미장용 코너비드 설치	AL	
베이스비드(총내기) 설치	AL	
미장용 인코너비드 설치	AL	
조인트비드 설치	AL	

Fig. 3. Different classification systems for each BoQ

3.2 BIM 모델 표현수준에 따른 내역서 체계 분석

3.2.1 내역항목 분석을 위한 LOD 기준 정의

현재 제시되어 있는 LOD 기준은 BIM 모델의 속성정보 측면의 Input에 초점을 두어 다루어지며 각 단계별로 어떤 내역항목의 도출이 가능한지, 견적단계의 결과물에 대한 기준은 미비한 실정이다. 따라서 LOD 수준별로 산출될 수 있는 현행 내역항목을 비교하기 위해, LOD 수준별로 도출될 수 있는 정보에 대한 기준을 정의하였다. 이 기준은 조달청의 시설사업 BIM 적용 기본 지침서에서 설계 단계별 BIM 데이터 작성기준을 참고하였으며, BIM FORUM의 LOD Specification에서 부위별 LOD 작성 기준을 참고로 하였다. 이를 바탕으로 <Table 6>에서 LOD 수준별로 도출될 수 있는 내역항목을 분석하기 위한 기준을 정의하였다.

Table 6. The LOD criteria for analysis BoQ according to LOD

Criteria	Level of Development			
	100	200	300	400
Design level	Conceptual Design	Basic Design	Detailed Design	Shop Drawing
General details	<ul style="list-style-type: none"> - Mass opening representation 	<ul style="list-style-type: none"> - Separated elements - Approximate area - Opening and windows shape - Approximate Dimension 	<ul style="list-style-type: none"> - All building elements - Accurate area - Accurate dimension - Accurate window dimension - Approximate rebar location 	<ul style="list-style-type: none"> - Accurate rebar location and dimension - Stud and accessory - Joint and caulking - Handle and hinge

LOD 100수준은 개념설계 단계로 개구부가 표현된 매스 형태로 정의하였다. LOD 200은 기본설계 단계로써 부재단위로 구분되어 모델링 된 수준으로 정의 하였으며 대략적인 면적과 위치 및 치수에 대한 정보와 개구부와 창호의 형상에 대한 정보가 산출 될 수 있는 것으로 정의하였다. LOD 300은 실시설계 단계로서 건물의 모든 요소를 모델링하고 정확한 면적 및 위치, 치수가 산출가능하고 대략적인 철근의 위치가 표현되는 수준으로 정의하였다. LOD 400은 정확한 철근의 위치 및 규격과 스티드와 부속자재, 줄눈 및 코킹, 손잡이와 힌지에 대한 정보가 표현되는 수준으로 정의 하였다.

3.2.2 BIM 모델 표현 수준별 내역서의 세부항목 분석

앞서 제시한 LOD 수준 별 내역항목 도출을 위한 기준을 기반으로 사례 프로젝트의 내역서 내역항목에 적용하기 위해서 LOD 수준별 산출될 수 있는 내역항목의 등급을 A, B, C 3단계로 나누었다. A등급은 BIM 모델의 정보로부터 바로 산출 될 수 있는 항목이고, B등급은 BIM 모델의 정보를 토대로 1회 이상 엔지니어측면의 가공이 필요한 등급, C등급은 해당 LOD 수준에서 산출 불가능한 등급으로 정의하

였다. A, B, C의 3가지 등급 바탕으로 2개의 사례 내역서와 LOD수준에 적용한 결과는 <Table 7>과 같다. 사례 내역서는 공종분류에서 비유 유사한 공종 분류를 나타내고 있지만 세부 내역항목은 Case 별 각각 426개, 326개로 100개의 세부내역항목 차이를 보였다. 이는 수량산출 기준 지침서와 건설 정보 분류체계 등에서 수량산출 또는 공종의 기준을 제시하고 있지만 세부내역항목은 여전히 적산담당자의 판단에 의존해야하는 상세수준 차이로 인한 문제로 판단된다. 하지만 각 LOD 수준별 전체 항목 대비 각 공종별 항목 비율과 금액비율의 차이를 분석해본 결과 변동계수의 차이는 미비하여 2개의 사례 프로젝트의 결과의 평균을 통해 내역항목을 분석하고자 한다.

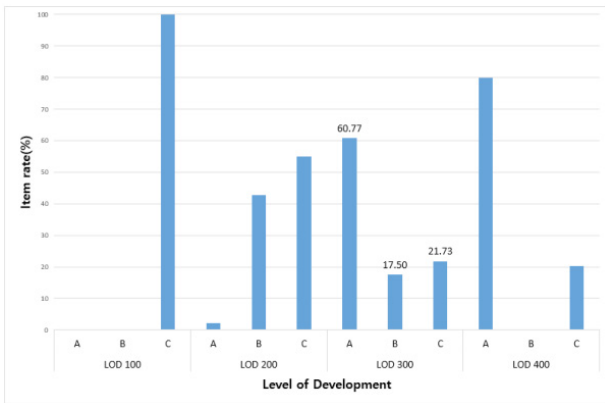


Fig. 4. Average item rate of the BoQ by LOD

따라서 <Table 7>을 토대로 각 LOD별로 산출될 수 있는 내역항목 비율의 평균을 보면 (Fig. 4)와 같다. LOD에 따른 내역항목의 비율은 LOD 100에서는 C 등급 100%, LOD 200에서는 A 등급 2.2%, B 등급 42.7% C 등급 55%로 분석되었다. 실시설계 단계인 LOD 300 수준은 A 등급 61%, B 등급 16.7%, C 등급 21.7%이고 LOD 400 수준은 A 등급 79.8%, C 등급 20.2%으로 나타났다.

실시설계 단계인 LOD 300수준에서 LOD 수준에 따른 내역항목을 분석해 보면, 산출 불가능한 C등급의 항목은 대부분 가설공사, 부대공사, 품질시험비, 작업부산물, 기타공종에 집중되어 있다. 그 이유는 가설공사, 부대공사, 철거공사와 기타 공종은 해당 공종의 객체를 BIM 모델로 표현하는 경우가 드물며 프로젝트 마다 해당 공종들은 있는 경우도 있고 없는 경우도 있기 때문에 본 연구에서는 해당 공종을 BIM 모델로 산출할 수 없는 등급인 C 등급으로 정의하였다. 게다가 조달청 시설사업 BIM 적용 지침서에서 해당공종들의 객체정보는 BIM 모델 표현대상에 속하지 않았기 때문에 본 연구에서는 해당 공종들은 BIM모델을 통한 수량산출이 모든 LOD 수준에서 불가능한 것으로 판단하였다. 또한, 해당 공종들 항목비율과 금액비율의 합을 보면, 전체 내역서 항목 대비 5%의 항목비율과 전체공사비 대비 3%의 금액비율을 차지하고 있다. 이는 C등급의 공종들은 내역항목 수와 금액 수준이 타 공종에 비해 월등히 적고 BIM모델로 표현하기엔 다소 부적절한 공종으로 판단된다. 철근 콘크리트 공사, 조적공사, 돌공사, 타일공사, 목공사 및 수장공사, 방

Table 7. Number of BoQ items that can be derived by LOD for each work type

Work Type	Case 1												Case 2											
	LOD 100			LOD 200			LOD 300			LOD 400			LOD 100			LOD 200			LOD 300			LOD 400		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Temporary	0	0	29	0	0	29	0	0	29	0	0	29	0	0	18	0	0	18	0	0	18	0	0	18
Reinforced Concrete	0	0	31	10	14	7	17	14	0	31	0	0	0	0	23	7	10	6	11	12	0	23	0	0
Masonry	0	0	27	0	12	15	12	15	0	27	0	0	0	0	13	0	4	9	4	9	0	13	0	0
Stone	0	0	30	0	30	0	30	0	0	30	0	0	0	0	14	0	14	0	14	0	0	14	0	0
Tile	0	0	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	3	0	3	0	3	0	0	3	0	0
Carpentry & Finishing	0	0	36	0	35	1	36	0	0	36	0	0	0	0	29	0	29	0	29	0	0	29	0	0
Waterproof	0	0	20	0	13	7	13	7	0	20	0	0	0	0	16	0	0	16	13	3	0	16	0	0
Roof & Drain	0	0	6	0	6	0	6	0	0	6	0	0	0	0	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0
Metal	0	0	40	0	0	40	37	3	0	40	0	0	0	0	34	0	0	34	27	7	0	34	0	0
Plaster	0	0	22	0	0	22	17	5	0	22	0	0	0	0	11	0	0	11	11	0	0	11	0	0
Window & Glass	0	0	102	0	70	32	70	32	0	102	0	0	0	0	89	0	68	21	68	21	0	89	0	0
Painting	0	0	15	0	0	15	15	0	0	15	0	0	0	0	12	0	0	12	12	0	0	12	0	0
Appurtenant	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	22	0	0	22	0	0	22	0	0	22
Aggregate & Transport	0	0	4	0	2	2	2	2	0	4	0	0	0	0	6	0	6	0	4	2	0	6	0	0
By-product	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
Quality examination	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ETC	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	31	0	0	31	0	0	31	10	0	21
Total	0	0	426	10	186	230	258	79	89	337	0	89	0	0	328	7	138	183	200	54	74	264	0	64
	426			426			426			426			328			328			328			328		

수공사, 지붕 및 흙통공사, 금속공사, 미장공사, 창호 및 유리공사, 도장공사의 11개의 주 공종에 대해 실시설계 단계인 LOD 300수준에서 주요 내역 항목 개선 등급인 B등급에 해당되는 항목들을 분석한 결과는 <Fig. 5>, <Fig. 6>와 같다.

<Fig. 5>에서는 LOD 300 수준에서 A, B, C등급의 항목 중 B 등급에 해당하는 내역항목 수의 비율을 공종별 합계로 보여주고 있다. 전체 내역항목 대비 LOD 300 수준의 B 등급 내역항목 비율이 가장 큰 공종은 7%로 창호 및 유리공사이며 이하로 3.4%의 철근 콘크리트 공사, 3.1%의 조적공사, 1.4 %의 금속공사, 1.2%의 방수공사, 0.5%의 미장공사, 0.1%의 목공사 및 수장공사 순으로 나타났다. 각 공종별로 LOD 300수준에서 B등급에 해당되는 내역항목을 분석해본 결과 창호 및 유리공사에서 도어클로져, 도어핸들, 손잡이, 플로어힌지, 피벗힌지, 코킹과 같은 부속자재들이 포함되었다. 조적공사에서는 벽돌, 블록메시, 보강근 등이 해당되었고 철근콘크리트 공사에서는 철근, 금속공사에서는 와이어 메시, 코너가드 코너비드, 방수공사에서는 조인트와 줄눈, 코킹, 미장공사에서는 메탈라스, 베이스비드, 미장용 코너비드, 목공사 및 수장공사에서는 석고판 나사 등이 해당되었다. 이는 실시설계 단계의 LOD 수준인 LOD 300 수준에서 해당 공종의 항목들이 BIM의 정보를 통해 바로 수량산출하기에는 한계가 있고, 모델 표현 수준이 더 상세해 지거나 해당 공종의 항목의 개선이 필요하다고 판단할 수 있다.

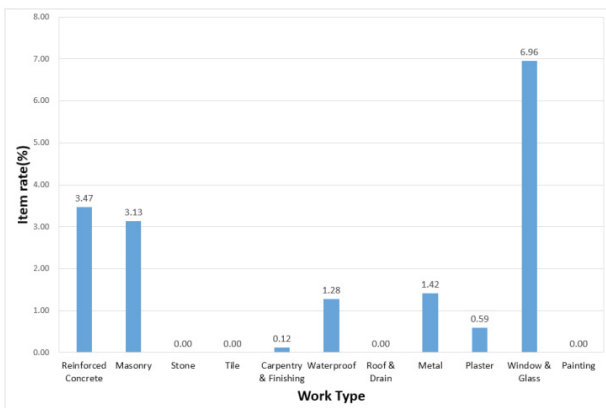


Fig. 5. Average item rate of the B grade at LOD 300

앞서 분석한 LOD 300 수준의 B 등급에 해당하는 항목들이 각 공종에서 차지하는 금액 비율이 얼마인지 알아보기 위하여 LOD 300 수준에서 B 등급에 해당하는 항목들의 금액 비율을 공종별로 분석하였다. <Fig. 6>는 총 건축공사비 대비 LOD 300 수준에서 B 등급에 해당하는 항목들의 금액 비율을 공종별 합계로 나타낸 결과이다. <Fig. 6>에서 공종별 B 등급 항목의 평균 금액 비율을 보면 철근 콘크리트공사가 25.1%의 금액 비율을 차지했고 이후 2.5% 창호 및 유

리공사, 2.1% 조적공사, 0.6% 방수공사, 0.3% 금속공사, 0.008% 미장공사, 0.0002% 목공사 및 수장공사, 순으로 나타났다. 철근콘크리트 공사에서 B 등급의 주요 항목인 철근의 경우, 차지하는 항목 수 3.4%에 비해 금액적인 측면에서는 총공사비 대비 28%로 비교적 높게 나타났다. 반면에 창호 및 유리공사의 경우 주요 B등급의 항목인 손잡이, 힌지 등의 창호 부속자재가 차지하는 항목 수는 전체 내역항목 중 7%를 차지하지만, 해당 항목이 차지하는 금액 비율은 총공사금액 중 2.4%로 비교적 낮았다.

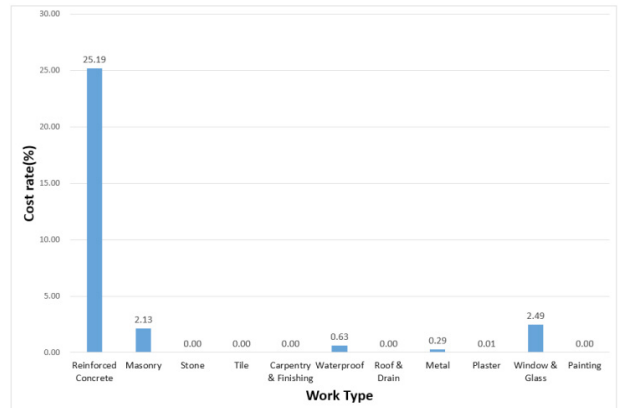


Fig. 6. Average cost rate of the B grade at LOD 300

3.2.3 내역서 세부항목 개선방안

본 연구에서 BIM모델 표현수준에 따른 내역항목 개선을 위해 실시설계 단계의 LOD 수준에서 B 등급에 해당하는 항목의 수와 금액 비율에 대해 분석하였다. 그 이유는 실질적으로 개선이 가능하고 필요한 항목은 B등급에 해당하는 내역항목이라고 판단하였다. 이를 통해서 공종에 따라서 차지하는 항목수의 비율은 다르고, 개선이 필요한 항목수가 많다고 해서 그 공종이 전체 공사비에서 많은 비율을 차지하는 것이 아니다. 이는 해당 공종에 따라서 해당 항목의 간소화가 필요한지, 수량산출 상에서 개선이 필요한 항목인지 구분할 필요가 있다고 판단된다.

따라서 현행 내역서를 개선하기 위해서는 금액비율이 높으면서 항목비율이 낮은 공종에 대해서는 수량산출과정에서의 간소화가 필요하고, 반면에 항목비율이 높으면서 금액비율이 낮은 공종에 대해서는 내역항목 수의 간소화가 필요하다고 판단된다. 예를 들어 철근 콘크리트 공종에서 대표적인 B등급 항목은 철근이 있다. BIM모델을 통해 철근수량을 산출하기 위해서는 높은 LOD수준이 필요하고 시간이 많이 소요될 뿐만 아니라 철근공사비 비중은 전체공사비에서 약 15%를 차지하였다. 이는 철근의 내역항목을 개선하기 보다는 비교적 낮은 단계의 LOD에서도 수량산출이 가능한 콘크리트의 수량을 활용하는 것과 같은 수량산출상의 간소화

가 효과적이라 볼 수 있다. 반대로 창호 및 유리공사에서 대표적인 B등급 항목은 손잡이, 힌지와 같은 창호 부속 악세서리이다. 해당 항목의 비율은 7% 이상인데 반해 금액비율은 3% 미만에 해당되었다. 이로 미루어 볼 때 해당 항목은 비교적 많은 수의 항목을 차지하지만 금액적으로는 비중이 작아 수량산출을 위해 BIM모델의 LOD수준을 높이는 것 보다는 해당 내역항목을 상위 내역항목에 포함시켜 산출하는 것이 효과적이라고 판단할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서 연면적이 4210m², 4856m², 건축공사 금액이 35억, 43억원의 규모를 가지는 공공청사 중 일반청사의 내역서를 대상으로 LOD 수준별로 차지하는 내역항목의 수를 분석하고, 각 공종별로 실시설계단계의 LOD 수준인 LOD 300에서 B등급에 해당하는 항목이 차지하는 항목비율과 금액비율에 대해서 분석을 하였다. 본 연구에서는 BIM의 모델 표현 수준에 따라서 각 수준별 산출될 수 있는 내역항목을 분석을 위해 LOD 수준별 내역항목 분석기준을 정의하였으며, 실시설계 단계 LOD 수준의 내역항목을 분석하였다. 내역항목 분석을 위해 BIM 모델을 활용한 내역항목의 산출수준을 A, B, C등급으로 나누어서 분석하였다. 이렇게 사례내역서의 내역항목에 대한 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 각 LOD 수준에 따른 사례내역서의 내역항목 수의 평균 비율은 LOD 100 수준에서 A, B, C등급 각 0%, 0%, 100%, LOD 200 수준에서 각 2.2%, 42.7%, 55%, LOD 300 수준에서 61%, 16.7%, 20.2%, LOD 400 수준에서 A등급 79.8%, C등급 20.2%로 분석되었다.

둘째, 실시설계 단계의 LOD 수준인 LOD 300에서 BIM 모델 작성과 2D 도면을 활용해 1회 이상 엔지니어링 측면의 분석이 필요한 항목인 B 등급에 해당하는 내역항목을 분석해본 결과는 다음과 같다. 전체 내역항목에 대해 창호 및 유리공사에서 7%, 철근콘크리트 공사에서 3.4%, 조적공사에서 3.1%, 금속공사에서 1.2%, 방수공사에서 1.2%, 미장공사에서 0.5%, 목공사 및 수장공사에서 0.1%를 차지하는 것으로 분석되었다.

마지막으로 LOD 300수준에서 B 등급에 해당하는 항목의 금액 비율을 알아본 결과는 다음과 같다. 총공사비 대비 철근콘크리트 공사에서 25.1%, 창호 및 유리공사에서 2.5%, 조적공사에서 2.1%, 방수공사에서 0.6%, 금속공사에서 0.3%, 미장공사에서 0.008%, 목공사 및 수장공사에서 0.0002%를 차지하는 것으로 분석되었다.

분석결과를 바탕으로 BIM 모델을 통해 내역작성에 있어

서 개선되어야 할 내역항목에 대하여 검토하였다. 이를 통해 기대 할 수 있는 효과는 다음과 같다.

첫째, 실시설계 단계에서 BIM 모델을 통한 내역항목 산출 시 불필요 하거나 개선이 필요한 항목을 줄임으로써, BIM 전적업무의 효율화를 기대할 수 있다.

둘째, BIM모델의 정보로 바로 산출 할 수 없는 항목을 개선함으로써 현행 내역서의 문제점이라고 할 수 있는 비체계적인 항목 및 금액 분포를 줄일 수 있다.

셋째, LOD 단계별 산출수준을 정의함으로써 모델링의 상세도 차이로 인한 이해당사자 간의 혼란을 줄일 수 있다.

하지만 기대효과를 제고하기 위해서 향후 연구에서는 BIM 모델을 통해 바로 산출가능하지 않은 항목들에 대한 항목 및 금액분석을 토대로 각 공종별 특성과 금액수준, 수량산출 과정 등을 반영하여 적절한 개선방향을 제시해야 할 필요가 있다고 판단된다. 게다가 BIM 정보 활용성을 높이기 위해 현재 LOD별 산출 수준의 정의를 공종별로 세분화하여 정의할 필요가 있다고 판단된다. 현재는 수량산출을 위한 BIM모델의 기준이 부족하지만 추후 각 LOD수준별 실제 BIM모델을 바탕으로 산출된 내역서와 기존 내역서와의 비교분석 연구가 수행된다면 보다 더 실질적인 비교가 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2019년 한국연구재단 이공분야기초연구사업(NRF-2019R1A2C1005833)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

References

- An, J.W., and Yun, S.H. (2017). "Improvement of BoQ Document for the BIM based Quantity Takeoff." *Journal of KIBIM*, 7(4), pp. 16-24.
- Lee, C.H., Kim, S.A., and Chin, S.Y. (2011). "An Index for Measuring the Degree of Completeness of BIM-based Quantity Take-Off." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 12(6), pp. 79-92.
- Noh, H.R. (2017). "A Case Study on the Educational Facility Project for the Improvement of Work Item's Structure in BoQ." Master's thesis, Gyeongsang National University, Korea.
- Bae, K.I., and Jun, H.J. (2011). "A Case Study on LOD(Level of Development) studies for BIM Model."

- Design Convergence Study, Society of Design Convergence, 10(5), pp. 31-43.
- Song, A.R., Kang, K.S., and Yun, S.H. (2015). "Improvement of Quantity Take-Off and BoQ Information through the PBS based QDB System." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 31(2), pp. 73-80.
- Noh, H.R., Kim, J.Y., Lee, D.U., and Yun, S.H. (2016). "A Study for the Optional Expression Level of Definition of BIM Model in Construction Phase" *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 21(4), pp. 378-388.
- Joo, S.W., Kim, C.K., Kim, S.U., and Noh, J.O. (2017). "BIM-Based Quantity Takeoff and Cost Estimation Guidelines for Reinforced Concrete Structures." *Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea*, 30(6), pp. 567-576.
- Aryani, A.L., Juliana, B., Suzila, M., and Mohamad, S.F. (2015). "Building Information Modeling(BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Project." *Applied Mechanics and Materials*, 773-774, pp. 933-937.
- Olsen, D., and Mark Taylor, J. (2017). "Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors." *Procedia Engineering*, 196, pp. 1098-1105.
- The Korean Public Procurement Service (2017). BIM Guideline for the Facility Project.
- The US Chapter of Building SMART International (2018). Level of Development (LOD) Specification Part 1 & Commentary For Building Information Models and Data.
- The American Institute of Architects (2008). AIA Document E202™-2008.

요약 : 최근 건설프로젝트에서 BIM의 도입이 활발히 이루어지고 있다. 특히 견적단계에서의 BIM의 도입은 공사비 예측의 정확성 향상 및 견적자의 업무를 절감할 수 있는 효과가 기대된다. 하지만 현재의 물량산출 과정과 내역서 작성과정은 상당부분 수작업으로 이루어지고 있다. 또 현행 내역서의 내역항목을 만족시키기 위해서는 BIM 모델이 매우 상세해져야 하는 문제점이 있다. 이에 본 연구는 LOD기준을 분석하여 BIM 모델의 표현 수준에 따라 산출될 수 있는 내역항목을 도출함으로써 현행 내역서의 개선방향을 BIM 모델의 LOD 측면에서 도모하고자 한다. LOD기반 내역항목 분석을 위해 내역항목 등급을 A,B,C등급으로 나누었다. 따라서 본 연구에서는 실시설계 단계에서 LOD 수준 따라 산출될 수 있는 내역항목의 수와 해당항목이 차지하는 금액 비율을 각 공종별로 검토하였다. 실시설계 단계에서 주요 개선 등급인 B등급에서 가장 많은 항목을 차지한 공종은 창호 및 유리공사이며, 가장 많은 금액을 차지한 공종은 철근콘크리트 공사로 분석되었다. 추후 항목비율이 높은항목과 금액비율이 높은항목별 적절한 개선방안제시가 필요할 것으로 판단된다. 본 연구의 결과는 BIM 견적이나 현행 내역서 체계 개선을 위한 기초자료로서의 역할을 기대 할 수 있을 것으로 판단된다.

키워드 : BIM, 내역서, LOD (Level of Development), 견적
