

형상정보가 없는 공종의 속성정보모델링 기법 개발에 관한 연구

이민철*, 이상진**, 옥종호***

A Study on the Development of the Property Information Modeling Methods for the Trades without Shape Information

Lee, Min-Cheol*, Lee, Sang-Jin** and Ock, Jong-Ho***

ABSTRACT

Construction industries worldwide have moved to Building Information Modeling environment in conjunction with IT technology progress. Korean domestic construction market is in the midst of enthusiastically adopting BIM technique and the public sectors try to apply the method to their projects. Difficulties have been introduced, however, in doing so mainly due to the complexity in reflecting the distinctions of the public cost estimate requirements to BIM modeling. The main objective of this study is to propose four kinds of BIM property information modeling methodologies which would be used in the quantity surveys of the public construction projects. To evaluate the applicability of the suggested modeling methods, the research performed a case study.

Key words : BIM, Construction cost data assembly, Property information modeling, Public cost estimate, Quantity Survey

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업은 IT 기술의 발달에 따라 2D CAD에서 3D CAD로, 그리고 건물 전 생애주기 동안 발생하는 정보를 통합적으로 관리하고자 하는 Building Information Modeling(이하 BIM) 환경으로 빠르게 변화하고 있다. BIM은 건축물이 대형화되고 복잡해짐에 따라 생애주기 동안 발생되어지는 정보의 양이 방대해지기 때문에 건설 정보를 활용 및 관리하기 위한 필수적인 도구로 인식되고 있으며 최근에는 3D CAD에 공정관리를 접목한 4D 모델, 공정/비용을 함

께 고려한 5D에 대한 연구, 친환경 설계 요소와 유지관리 개념을 접목한 BIM 모델 등에 대한 연구가 수행되고 있다.

최근 들어 미국, 유럽, 싱가포르 등 선진 해외 주요 국가들은 정부 및 공공발주기관에서 BIM을 주도하는 것이 건설산업에 미치는 파급효과가 매우 크다는 것을 인식하고 BIM 활성화를 위해 표준 지침을 개발, 배포하고 있으며 공공발주 건설프로젝트의 BIM 적용 의무화를 추진하고 있다(서종철 등, 2009). 국내의 경우도 공공기관에서 추진하는 건설사업에 참단 IT기술의 적용 요구가 증가하고 있으며 관련 연구도 기하급수적으로 증가하고 있다. 특히 조달청의 경우 2012년부터 500억원 이상인 터키, 설계공모 건축공사에 BIM 적용을 의무화 한다고 발표한 바 있어, 공공발주기관에서 발주하는 건설프로젝트에 BIM 적용이 계속적으로 증가할 것으로 예상된다(조달청, 2010).

공공발주기관에서 요구하는 BIM 기능에는 각 공종별 간섭검토, 시공/공정 시뮬레이션, 물량산출, 도면출력 등이 포함된다. 이중 물량산출의 경우는 발주기관

*비회원, 서울과학기술대학교 주택대학원 주택생산공학과

**비회원, 서울과학기술대학교 주택대학원 주택생산공학과

***교신저자, 종신회원, 서울과학기술대학교 건축학부
- 논문투고일: 2011. 01. 12
- 논문수정일: 2011. 03. 11
- 심사완료일: 2011. 03. 14

에서 예정가격¹⁾ 산출 시 활용할 수 있는 재료량과 노무량 정보를 제공할 수 있어야 한다. 현재 공공기관에서 발주하는 건설프로젝트의 예정가격은 ‘국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률’에서 거래실례가격, 원가계산에 의한 가격, 실적공사가격, 견적가격에 의해 결정하도록 규정하고 있으며 대부분 공공건설프로젝트의 경우 신뢰할만한 실적공사비가 있는 공종은 실적공사비를 활용하지만 그렇지 못한 공종의 경우는 원가계산에 의한 방식을 적용하고 있다²⁾(홍성호 등 2009).

원가계산 방식을 적용하여 공사비를 산출할 경우에는 표준품셈이 반영된 일위대가표를 활용하게 되며 따라서 BIM을 위한 객체모델링에도 각 객체별 속성정보에 일위대가 기반 데이터를 포함시켜야 한다. 이 뿐 만 아니라 공사의 예정가격을 산정하기 위해서는 형상정보를 갖고 있지 않은 공종 - 예 : 가설공사(흙막이벽, 가설울타리, 규준틀 등) - 에도 일위대가를 기반으로 소요되는 분량 및 공사비를 산출할 수 있도록 모델링하여야 한다. 하지만 현재 BIM을 도입하여 산출하는 물량정보에는 형상정보를 갖고 있지 않은 공종의 물량정보가 반영되지 않아 예정가격을 정확하게 산출하지 못하는 문제점이 있다.

본 연구에서는 원가계산에 의한 예정가격 산출 시 형상정보를 갖고 있지 않은 공종의 일위대가 기반 물량산출을 위한 4가지 속성정보모델링 기법을 제안한다. 제안한 기법의 적정성을 분석하기 위해 수도권에 건설된 소규모 공공건축물(지상 1층, 연면적 138, RC 구조)을 사례연구로 선정하고 제안된 기법으로 산출한 물량과 발주 당시의 예정가격 산정을 위한 물량을 비교분석하였다.

1.2 연구방법

건설프로젝트에 BIM을 적용시키기 위해서는 프로젝트 특성에 맞는 정보의 구축이 중요하다. 물량산출은 객체를 구성하는 위치 좌표, 길이, 면적, 체적 등의 정보와 객체에 배핑되는 공종별, 재료별, 부재별 특성에 대한 정보가 결합되어 물량이 산출되기 때문에 정확한 결과를 산출하기 위해서는 도면정보에 맞는 정

확한 모델링과 속성정보 구축이 필요하다. 본 연구의 절차와 방법은 다음 Fig. 1과 같다.

이론적 고찰을 통해 공공건설프로젝트의 공사비 산출 특징과, 상용 BIM 도구를 활용한 공사비 산출 특성에 대해서 조사하였으며 선행연구 분석을 통하여 현재의 연구 동향과 본 연구의 추진방향에 대해서 정리하였다.

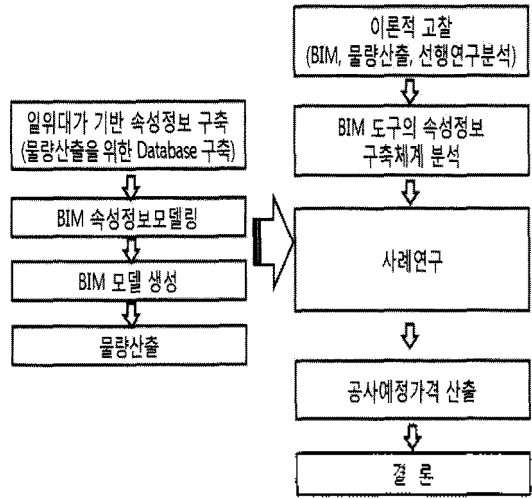


Fig. 1. 연구의 절차와 방법.

BIM 적용을 확대하기 위해서는 IFC와 같은 표준정보교환포맷을 활용할 수 있는 개방형 BIM에 대한 연구가 필요하며 표준정보교환체계를 구축하고 생성하기 위해서는 상용 BIM 도구의 활용이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 상용 BIM 도구 중 Bentley Architecture(이하 ATF) V8 I 버전을 활용하여 일위대가 기반 속성정보를 구축하였다. ATF는 현재 전 세계적으로 가장 많이 상용되고 있는 3D CAD BIM 도구 중 하나이며³⁾ Revit, ArchiCAD와 같이 위계적인 정보구축체계를 지원한다.

본 연구에서 제안한 속성정보모델링 기법은 모델링 공종별 견적 특징에 따라 유닛모델링 기법, 길이모델링 기법, 면적모델링 기법, 체적모델링 기법으로 구분하였다. 제안된 모델링 기법과 Revit, ArchiCAD 등 타 프로그램과의 범용성을 검토하기 위해 전문가 워

¹⁾예정가격이란 공공공사의 발주 시 입찰 전에 낙찰사의 결정기준을 삼기 위하여 미리 정하여 주는 가액을 말하며 발주자가 발주할 공사에 대하여 지불하고자 내정한 최고한도의 가격을 의미하기도 한다.

²⁾공공건설프로젝트의 경우 원가계산에 의한 공종항목은 2,457개이며 실적공사비 단가를 적용하는 공종항목은 1,487개이다.

³⁾AEC bytes Survey Results (2007)에서 실시한 BIM 도구에 대한 설문조사 결과 Revit 67.08%, ArchiCAD 31.69%, Bentley 14.79%의 순으로 사용량이 많은 것으로 조사되었다(설문조사는 BIM 유저가 활용하고 있는 모든 BIM 도구를 중복선택 함).

크샤를 실시하였다.

본 연구에서 제안하는 속성정보모델링 기법의 활용성을 검증하기 위해 소규모 공공건축물을 대상으로 물량산출 사례연구를 진행하였다. 제안된 기법으로 산출한 물량과 발주 당시 예정가격 산정을 위해 산출되었던 물량을 비교분석하였으며 사례연구결과를 기반으로 예정가격을 산정하여 산출된 물량의 적용성을 확장하여 보았다.

2. 이론적 고찰

2.1 원가계산에 의한 공사비 산출

원가계산방식에 의한 예정가격 구성비목은 Fig. 2와 같다. 공사원가는 수많은 단위 공종의 재료비, 노무비, 경비의 합계로 구성되며 단위 공종에 필요한 공사원가를 산정하기 위해서는 표준품셈⁴⁾에 근거한 단위공종별 일위대가 금액을 공종별 소요물량에 곱하여 산정하게 된다.

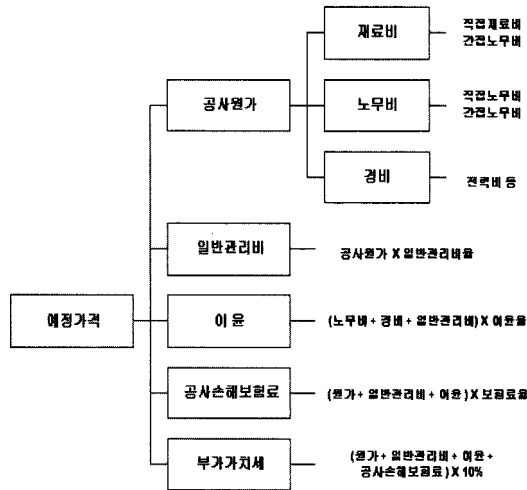


Fig. 2. 공공건축물 건설사업비 예정가격 구성도.

일위대가는 표준품셈에서 제시된 재료량 및 노무량에 각각 해당되는 단가를 곱하여 재료비, 노무비를 산출하고 또한 이에 소요되는 소모품비와 사용기자재의 손료 등을 산출하여 단위 당 공사비로 계산한 것을 말

⁴⁾표준품셈은 1970년 이후부터 공공기관에서 발주하는 건설공사의 예정가격을 산정하기 위한 적산기준으로서, 각 공종별로 단위당 시공에 필요한 작업자의 직종별 투입인원수, 재료의 규격 및 수량, 사용하는 건설기계의 규격과 운전시간을 나타낸 것으로, 노무, 자재, 장비의 3가지 내용으로 구성되어 있다.

한다.

단위공종별 일위대가 금액과 해당 공종의 소요물량을 기준으로 산정한 공사비는 집계하여 가설공사, 토공사, 골조공사, 석공사 등의 공종별 공사원가로 표현하게 되며 집계된 공사원가는 원가계산 체비율 적용 기준에서 정하는 요율에 따라 일반관리비, 보험료, 이윤 등을 계상하여 공사예정가격을 산정한다.

따라서 BIM 기술을 원가계산에 의한 예정가격 산정이라는 측면에서 활용하고자 할 경우에는 설계단계의 형상정보가 있는 공종이나 없는 공종(예: 가설공사)을 막론하고 설계단계 모델링에서부터 일위대가표를 고려하여 단위공종을 설정하고 모델링하여야 하며 각 단위공종의 물량산정 역시 일위대가표가 설정된 기준(예: 기준 일위대가, 기준 일위대가, m 기준 일위대가)에 따라 이루어 질 수 있도록 속성정보를 맵핑하는 것이 필요하다.

2.2 상용 BIM 도구의 물량산출

국내·외에서 상용되고 있는 각 BIM 도구마다 객체 정의방식과 속성정보구축방식에서 차이가 있다. 하지만 다음 Fig. 3과 같이 모델링을 통해서 생성된 객체에 속성정보가 맵핑되어 물량이 산출되는 개념은 동일하다.

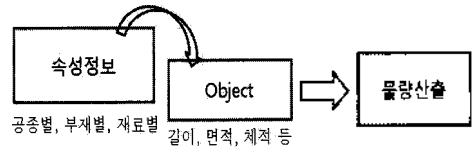


Fig. 3. BIM 도구의 물량산출 개념.

BIM 도구를 활용하여 물량을 산출하기 위해서는 3D 객체의 생성과 속성정보구축이 중요하지만 현재까지 3D 객체생성 모델링 기법이나 속성정보구축체계에 대한 기준이 없기 때문에 BIM 도구 사용자에게 따라 서로 다른 속성정보구축체계를 생성하게 되고 물량산출 결과가 달라진다.

이민철 등(2009)는 객체지향적인 3D 기반 물량산출과 2D 기반 물량산출이 적산방법 측면에서 차이가 있기 때문에 부재별 물량산출 결과에 차이가 있는 것을 지적하였으며 특히 3D 물량산출의 경우는 객체지향적이기 때문에 모델링방법에 따라 산출결과가 달라지는 것을 예시한 바 있다.

시공단계에 필요한 가설시설물, 토공사, 장비활용 등에 대한 정보는 설계단계의 BIM 모델에 반영되지

못하기 때문에 실제 소요되는 공사비 산출에 필요한 많은 물량정보가 누락되며 따라서 국내 건설산업에서 BIM의 적용성을 향상시키기 위해서는 이에 대한 보완책 마련이 필요하다.

2.3 선행연구분석

본 연구와 관련된 선행연구로는 물량 데이터를 활용한 건축자동화에 대한 연구와 물량산출 자동화에 대한 연구로 구분되며 Table 1은 선행연구 내용을 요약한 것이다.

Table 1. 물량 산출 및 건축자동화에 관한 연구

구분	저자	주요 내용
BIM기반 건축 자동화에 관한 연구	이재준 등 (2008)	- 물량산출 자동화를 위해 모델이 가지고 있는 Quantity Data Type을 추출 - Quantity Data Type에 따라 나타나는 물량 값을 기존 물량 산출 작업과 같이 수작업으로 계산하여 Quantity Data Type을 분석·검증
	오세욱 등 (2001)	- CIC(Computer Integrated Construction) 기반 건축단계에서 물량산출과 계약단가를 산정하고 설계단계에서 생성되는 물량정보를 변환하여 공정관리와 원가관리의 원활히 진행시키기 위한 건축자동화 시스템 구축방안을 제시
BIM을 활용한 물량산출 자동화에 관한 연구	김보민 등 (2008)	- 2D, 3D 기반 물량산출방식의 문제점을 분석하여 BIM기반 시공물량 산출 방식 연구
	김성아 등 (2008)	- 국외 3D CAD 건축 프로그램 (Constructor, Estimator)을 활용하여 발생하는 문제점 및 개선방안을 도출, 사용자요구에 따른 물량산출에 대한 연동 프로그램을 개발
	최철호 등 (2006)	- 3D 물량산출 시스템인 Estimator는 부위별 단위면적당 공사비 산출개념인 레서피(Recipe) 기반으로 구축
	이재철 (2004)	- 3D 모델 DB를 활용하여 신속하고 용이하게 모델을 생성하고 모델의 활용성을 향상시키기 위해 Microsoft Access를 활용하여 공정정보체계의 흐름을 정리 - 4D 모델을 이용한 프로젝트 검토 단계에서는 개산견적에 의한 물량산출 모듈을 개발

이재준 등(2008)는 객체형태에 따라 객체의 속성정보로 맵핑된 재원 및 물량정보를 유형별로 추출할 수 있는 시스템을 개발하였다. 김성아 등(2008)와 최철호 등(2006)는 건물부위별 단위면적당 공사비 산출개념인 레서피(Recipe) 기반으로 개념설계, 상세설계, 실시설계 단계의 물량 및 비용 산출 작업시간을 최소화 할

수 있는 5D CAD(3D + Schedule + Cost) 시스템을 구현하였으며, 국외 어플리케이션을 활용하는데 있어 발생하는 문제점을 도출하고 개선방안을 제안하였다.

이재철(2004)은 프로젝트 검토 단계에서는 물량의 정확한 산출보다는 여러 가지 대안을 비교하기 위한 개산견적이 반복 수행된다는 점을 착안하여 개산견적에 의한 물량산출 모듈을 개발하였으며 모델의 활용성을 향상시키기 위해 Microsoft Access를 이용, 공정정보체계의 흐름을 정리하였다.

살펴본 바와 같이, 선행연구는 대부분 민간 건설프로젝트의 공사비 산출을 대상으로 연구를 진행하면서 BIM 도구에서 산출한 결과물을 공정, 견적 등에 활용하기 위해 별도의 시스템을 개발하는 연구가 주로 수행되었던 것으로 조사되었다. 이런 연구에서 개발한 시스템들은 현재 BIM 도구에서 정확하게 구현할 수 없는 부분을 지원하기 위한 것으로 분석되고 있지만 BIM의 적용성을 향상시키기 위해서는 현재 상용되고 있는 3D BIM 도구가 보유하고 있는 기능을 보다 체계적으로 활용하여 결과물을 도출하는 기법 개발도 필요하다.

물량산출에 관한 선행연구들은 주로 입력된 객체정보를 활용하여 물량을 산출하는 방법 등에 관한 연구임에 반해 본 연구는 물량정보를 객체에 맵핑하는 방법인 속성정보모델링 기법을 제안하며 공공건설프로젝트에 활용 가능한 물량정보를 산출하기 위해 표준품셈이 반영된 일위대가 기반 속성정보 데이터베이스를 구축하여 활용한다는 점에서 선행연구와 차이가 있다.

3. 물량산출을 위한 속성정보체계 구축

BIM 물량산출은 속성정보구축 방법에 따라 산출 결과가 달라지기 때문에 정확한 물량을 얻기 위해서는 속성정보를 체계적으로 구축할 필요가 있다. 일반적인 공공건설프로젝트의 공사비 산출 프로세스와 본 연구에서 적용한 공사비 산출 프로세스를 비교하면 Fig. 4와 같다.

공공건설프로젝트의 일반적인 공사비 산출 프로세스는 각 공종별 액티비티에 표준품셈과 시공노임단가, 물가정보를 기반으로 구성된 일위대가를 적용하여 공사원가를 산출한다. 이러한 방식은 공사비를 산출하기 위해 액티비티별 물량 이외에 액티비티별 일위대가를 구성하는 작업이 별도로 수행되어야 한다.

본 연구에서는 각 객체의 속성정보 모델링 시 재료량, 노무량을 포함하는 일위대가 기반 속성정보를 구

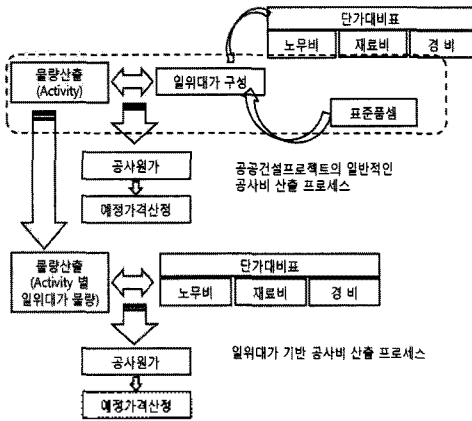


Fig. 4. 일위대가 기반 물량산출 개념.

축함으로써 각 액티비티별 일위대가 항목에 대한 물량산출이 가능하도록 모델링한다. 이러한 형태의 모델링을 통하여 시공단계에서 As-planned 대비 As-built를 관리할 수 있는 기능을 구현할 수 있을 것이다.

3.1 사용 BIM 도구의 속성정보구축 특징

ATF의 속성정보구축체계는 파트, 컴파운드 파트, 컴포넌트로 구분되며, 모든 요소는 패밀리-파트로 구성되어 있다. Fig. 5와 같이 3D 객체에 맵핑되어지는 정보는 파트와 컴포넌트에서 구축되며 물량산출에 직접적인 영향을 미치게 된다.

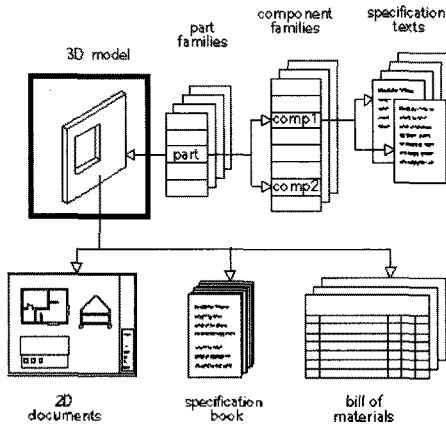


Fig. 5. ATF 속성정보구축 개념.

파트는 시설물을 이루는 부재(기둥, 벽체, 보, 슬라브 등)를 의미하며 속성에 대한 정의, 단면의 패턴, 자동수치생성기능, 컴포넌트 등의 속성정보를 가지고 있고 이러한 속성들을 이용하여 그래픽부재에 자체와 시방정보를 연결할 수 있다.

컴파운드 파트는 슬라브, 벽 등과 같이 2개 이상의 부재(예 : 조적벽+단열재+콘크리트벽 등)로 구성되어 있는 부재를 하나의 요소로 조합하여 복합부재를 만드는 기능을 한다.

컴포넌트는 부재정보에서 물량과 연계되는 재료의 속성 값을 가지며, 파트와 연계되어 물량을 추출할 부재의 단위, 시방정보, 단가, 재제속성 등의 정보를 정의한다.

3.2 정보분류 레벨의 구성

본 연구에서 속성정보를 구축하기 위해 사용한 정보분류 레벨은 앞서 살펴본 ATF의 속성정보 위계 특성을 반영하여 Fig. 6과 같이 3단계로 구성하였다. 대분류는 각 전문건설업에 따라 분류하였다. 중분류는 대분류 하위 공종별 분류로 구성하였으며, 각 부재별 속성정보별 코드로 연결되는 구조를 갖고 있다.

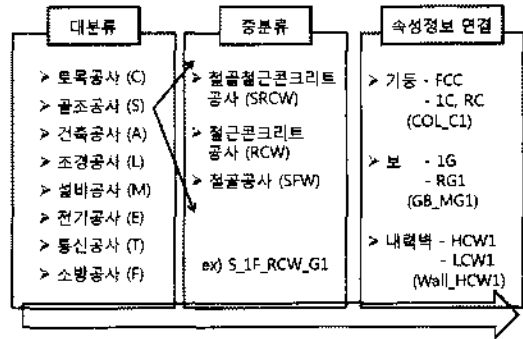


Fig. 6. 정보분류체계 분류 개념.

BIM에서 속성정보구축은 객체가 갖고 있는 모든 정보를 생성, 관리하는 작업이기 때문에 속성정보구축 수준에 따라 물량산출, 스케줄링, 구조해석, 에너지시뮬레이션 등 정보의 활용범위가 달라지게 된다. 본 연구에서의 속성정보구축은 Fig. 7과 같이 컴포넌트에 구축한 정보가 파트와 연결되는 정보의 흐름을 갖고 있다. ATF의 속성정보구축의 특징은 파트와 컴포넌트로 구분되며 각각 패밀리와 그 하위개념인 파트로 구분된다. 파트와 컴포넌트는 서로 독립적으로 정보를 구축하지만 물량산출을 위해서는 파트와 컴포넌트는 객체와 일위대이라는 상관관계를 갖는다. 컴포넌트의 정보는 포블라⁵⁾를 통해서 파트와 연결된다. 파트에서

⁵⁾Triforma의 Parts와 Components를 연결시키는 Report Component 기능에서 객체의 속성을 활용하여 산식을 입력하는 기능

는 레벨, 라인타입, 컬러 등과 같은 객체에 대한 정보를 정의하며, 이러한 정보들은 객체와 연계되어 물량 정보를 산출한다.

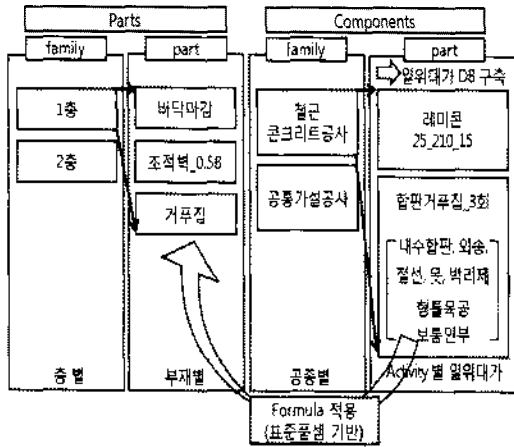


Fig. 7. 속성정보구축 프로세스.

본 연구에서는 파트의 패밀리-파트를 ‘층별-부재별’로 구분하였다. 이렇게 구분한 이유는 구조부재의 경우 동일한 구조 코드를 갖고 있더라도 부재의 위치에 따라 콘크리트의 강도, 철근 배근이 달라지며 부재별로 구축되어지는 정보의 양이 많기 때문에 정보의 효율적인 관리를 위해서도 층별 구분이 필요하다.

물량산출 대상이 되는 컴포넌트의 패밀리-파트는 ‘공중별-액티비티별 일위대가’로 구분하였다. 일위대가 기반 물량을 산출하기 위해서는 공중별 액티비티에 대한 일위대가 데이터베이스 구축이 선행되어야 한다. 컴포넌트에서 구축된 일위대가 데이터베이스는 파트와 연결되어 물량 산출된다. 파트와 컴포넌트 연결과정에서 일위대가 항목(액티비티의 재료, 노무)은 표준품셈을 기반으로 품을 산정하여 포물라에 반영한다. 이렇게 구축된 속성정보는 모델링 객체에 맵핑되어 물량산출에 활용된다.

본 연구에서는 ATF를 활용하여 일위대가 기반 물량을 산출하기 위해 Fig. 7과 같은 프로세스로 속성정보를 구축하였으나, 이러한 방식은 상용 BIM 도구인 Revit, ArchiCAD에도 적용할 수 있다. Revit의 경우 ATF와 유사한 패밀리-파트 구조로 데이터베이스를 구축할 수 있어 일위대가 기반 물량산출이 가능하며 ArchiCAD의 경우는 일위대가 기반 라이브러리를 구축하여 재료와 노무에 대한 물량을 산출할 수 있다.

4. 속성정보모델링 기법

공공건설프로젝트 공사비 산출을 위해서는 공중별 세부 액티비티에 대한 물량산출이 필요하다. 하지만 BIM을 활용한 물량산출은 모델링을 통해 생성된 객체에 한해서 물량이 산출되기 때문에 가시설비에 대한 물량정보와, 표준품셈에 의한 적산방법을 적용하였을 때 발생되어지는 합증계수, 기타 경비에 대한 물량산출이 용이하지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 속성정보모델링 기법을 제안하였다.

속성정보모델링 기법은 건설공사에서 발생되어지는 내역서, 시방서와 같은 속성정보를 모델링 객체에 맵핑하여 물량을 산출하는 기법이다. 속성정보모델링 기법을 적용하기 위해서는 속성정보 데이터베이스 구축이 선행되어야 하며, 객체의 특성에 따라 속성정보 모델링 방법이 다르기 때문에 정확한 물량산출을 위해서는 액티비티별 건적 특징을 반영한 모델링 방법이 필요하다.

예를 들면 실 별 바닥면적에 대한 물량산출의 경우 벽의 안목치수로 모델링하여 산출되지만 일부 중심선 기준의 면적이나 전체 바닥 면적이 필요한 공중에 대한 물량을 산출하기 위해서는 별도의 면적 모델링이 필요하다. 또 창틀주위 충전물달과 같은 공종의 경우는 형상정보 모델링에 반영되지 않지만 물량을 산출하기 위해서는 속성정보 모델링이 필요하다.

본 연구는 이와 같이 형상정보 모델링에 반영되지 않지만 물량을 산출하기 위해 별도의 모델링 기법이 필요한 액티비티별 특성을 고려하여 Table 2와 같이 4개의 모델링 기법을 제안하였다.

Table 2. Activity에 따른 모델링의 분류

모델링의 분류	Activity
유닛 모델링	규준블, 창문 및 개구부, 기준점, 만둑, 미리정리 등.
길이 모델링	창분 주위 사출 물달, 창대석, 실란트, 철근 등.
면적 모델링	벽매김, 거푸집, 동바리, 한장정리, 가설 건축물 등.
체적 모델링	주요 구조부재, 토공사(터파기, 퇴매우기, 산토처리) 등.

4.1 유닛모델링 기법

유닛모델링 기법은 개소 단위로 산출되는 공종의 물량을 산출하기 위한 방법이다. 가설공사의 규준블

같은 경우 2D 도면 정보 및 모델링에 반영되지 않기 때문에 물량을 산출하기 위한 방법으로 Fig. 8과 같이 규준틀이 설치되는 위치에 유닛모델링을 간소화하여 물량을 산출할 수 있다.

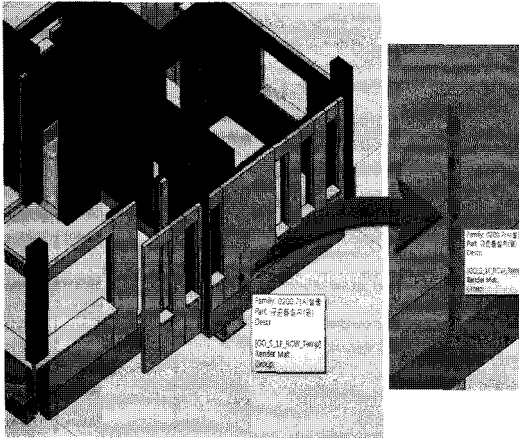


Fig. 8. 유닛모델링기법 예(규준틀 물량 산출).

Fig. 8과 같이 모델링된 규준틀은 규준틀이 설치되는 위치정보를 갖고 있으며 규준틀에 대한 일위대가 물량을 산출할 수 있다.

4.2 길이모델링 기법

길이모델링 기법은 창틀주위 사출물탈, 실라트와 같이 모델링에 반영되지 않는 부재와 창대석과 같이 형상정보를 갖고 있지만 길이에 대한 속성정보가 필요한 부재의 물량을 산출할 수 있는 모델링 기법으로, 물량산출이 필요한 부위에 선형으로 모델링하고 속성정보를 맵핑함으로써 물량을 산출할 수 있다. 다음 Fig. 9는 창틀주위 충전물탈의 물량을 산출하기 위한 길이모델링의 예시이다.



Fig. 9. 길이모델링 예(창틀주위충진물탈).

4.3 면적모델링 기법

건축공사에서 바닥마감은 실의 용도에 따라 마감이 달라지기 때문에 슬라브 및 바닥마감은 실을 구획하고 있는 벽의 안쪽 바닥면적에 의한 물량이 산출된다. 하지만 중심선 기준의 물량산출이나 건축면적, 폴리 에틸렌 필름깔기 공종과 같이 전체 바닥면적이 필요한 경우에는 다음 Fig. 10과 같은 별도의 면적모델링 기법이 필요하다.

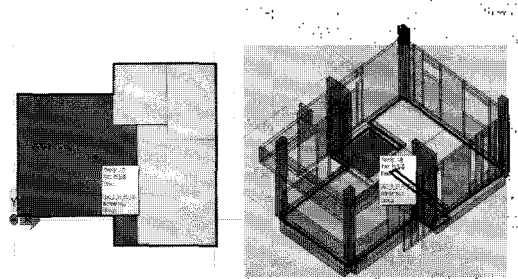


Fig. 10. 면적모델링 예(PE필름).

4.4 체적모델링 기법

체적모델링 기법은 체적단위로 산출되는 공종에 적용되는 모델링 기법이다. 토공사에 포함되는 터파기, 되메우기, 잔토처리 등의 불량을 산출하기 위해서는 토공사 적산방법에 의거하여 토량환산계수가 반영된 별도의 모델링 방법이 필요한데, 이런 경우 활용할 수 있다. 다음 Fig. 11는 토공사 불량을 산출하기 위한 체적모델링 예시이다.

토공사 물량산출은 Fig. 11의 (a)와 같이 독립기초와 줄기초의 적산방법을 활용하여 사면각에 따라 모

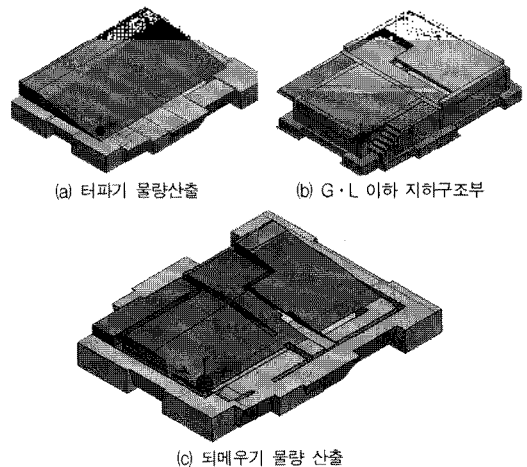


Fig. 11. 체적모델링 예시(터파기, 되메우기, 잔토처리).

델링하여 터파기 물량을 산출한다. 이러한 터파기 모델은 Fig. 11의 (b)와 같이 G-L 이하 지하구조부의 체적을 공제하여 Fig. 11의 (c)와 같은 되메우기 모델을 생성하여 물량을 산출할 수 있다.

4.5 전문가 워크샵을 통한 시사점 도출

본 연구에서 제안한 모델링 기법의 적합성 등을 조사하기 위해 BIM 전문가를 대상으로 워크샵을 실시하였다. 워크샵에 참여한 전문가들은 본 연구에서 사용된 BIM 도구와 다른 도구를 사용하고 있는 건축사 4명, CM사 2명, 벤더사 2명이었다. 참여전문가들은 형상정보가 없는 공중의 속성정보 데이터베이스와 모델링 기법에 관한 설명을 청취한 후 속성정보 구축의 적합성과 활용성, 제안된 속성정보모델링 방법의 적정성 등에 대하여 의견을 제시하였으며 다음은 그 내용을 중심으로 도출된 시사점을 정리한 것이다.

① 일위태가 기반으로 속성정보 데이터베이스를 구축하고 각 공중의 재료와 노부물량을 산출하는 방법은 BIM 도구가 가지고 있는 자체 기능을 활용하여 형상정보가 없는 공중의 물량을 산출하는 시도라는 측면에서 필요한 연구라 할 것이다. 그러나 각 공중별로 세부적인 물량정보를 산출하기 위해서는 속성정보 구축량이 대단히 많아지기 때문에 전체적인 모델링 작업시간이 증가할 것이고 조직 내부에 속성정보 데이터베이스 모델링 표준이 마련되지 않으면 각 구성원별로 데이터베이스 품질의 일관성을 유지하기가 어려울 것이다. 이러한 문제점을 해소하기 위해서는 향후 다양한 프로젝트에 적용 가능한 표준 데이터베이스를 구축하고 모델링 방법 매뉴얼 개발을 통하여 정보의 활용성과 물량산출 결과의 일관성을 높일 수 있는 연구가 필요할 것이다.

② 제안된 속성정보 모델링 기법은 상용 BIM 도구별로 객체정의방식, 속성정보구축방식 등에 차이가 있지만 각 도구마다 객체가 갖고 있는 특성(길이, 면적, 체적 등)을 활용하여 물량을 산출하는 개념은 동일하기 때문에 ATF 이외의 다른 BIM 도구에서도 속성정보모델링 기법 적용이 가능할 것으로 보인다. 그러나 개방형 BIM 측면에서 볼 때 제안된 모델링기법은 특정 BIM 도구를 대상으로 모델링하였기 때문에 다른 BIM 도구에도 동일하게 적용할 수 있는 표준적인 방법이라고 보기 어렵고 IFC와 같은 표준정보교환 포맷에 적용가능한지 검증하는 연구가 필요하다.

③ 본 연구에서는 특정한 BIM 도구를 대상으로 방법론을 개발하였으나 다른 BIM 도구가 운영하는 방법론과 비교하여 그 차이와 일반적인 특성들을 부가

시켜야 할 필요가 있다. 즉, 이 연구에서 적용한 BIM 도구의 파트, 웨버리, 콤포넌트가 다른 BIM 도구 - 예: Revit, ArchiCad 등 - 에서 사용되는 용어와는 어떻게 다른 지 또는 공통점은 무엇인 지를 구분하여 이들을 모두 포괄할 수 있는 상위의 표준적인 개념을 정의하는 과정이 필요하다.

5. 사례연구

속성정보모델링 기법에 의해 산출된 물량의 타당성과 예정가격 산출 프로세스에의 적용성을 검토하기 위해 사례연구를 진행하였다. 사례연구 대상 프로젝트는 Fig. 12와 같은 소규모 공공건축물(지상 1층, 연면적 138, RC 구조)로 규모는 작지만 실 용도에 따라 다양한 마감정보를 포함하고 있고 가설공사, 기초 및 토공사를 포함한 15개의 전문공종으로 구성되어 있어 공종별 속성정보 데이터베이스를 구축할 수 있었다.

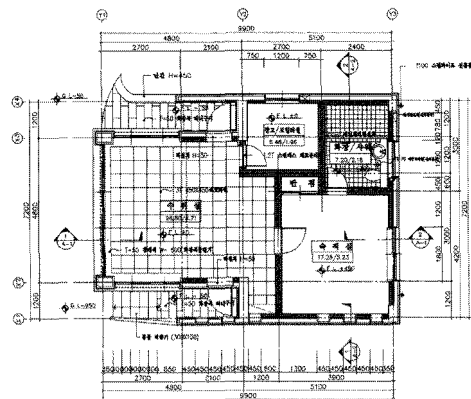


Fig. 12. 사례연구 대상 건물.

5.1 속성정보모델 구축

(1) 레벨 구축

데이터의 레벨 구축은 도면정보, 3D 객체 등 모든 정보를 체계적으로 생성, 관리하기 위한 필수적인 도

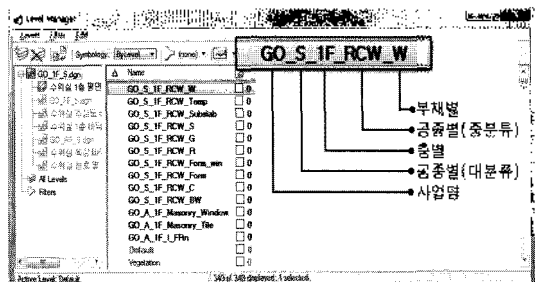


Fig. 13. 레벨 구축.

구이다. Fig. 13은 사례연구에서 구축한 레벨로서 5단계의 코드로 생성하였다. 5단계의 레벨 분류는 모델링의 편의성, 3D 객체의 관리, 객체정보의 표시 등을 고려하여 생성하였으며 필요에 따라 일부 또는 전체에 대한 물량을 산출하는 경우를 반영하기 위해 사업명(동별), 공종별, 층별, 부재별로 구분하였다.

(2) 속성정보 데이터베이스 구축

사례연구 대상 건축물의 도면을 분석하여 Fig. 14와 같이 속성정보 데이터베이스를 구축하였고, Table 3의 예시는 일위대가에 대한 속성정보 구축내용을 보여주고 있다. 속성정보모델은 파트와 컴포넌트로 구분되며 파트는 객체생성 및 관리를 위해 '층별·부재별'로,

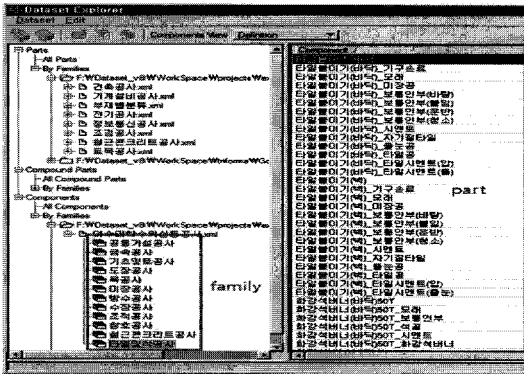


Fig. 14. 속성정보 데이터베이스 구축.

Table 3. 속성정보 구축 사례

Parts		Components		단위	Formula
Family	Part	Family	Part		
1층	거주집	철근콘크리트공사	합판거푸집3회 전용	m ²	SA
			합판거푸집3회 전용 내수합판	m ²	SA* 0.332
			합판거푸집3회 전용 외송	m ²	SA* 0.0122
			합판거푸집3회 전용 철선	kg	SA* 0.133
			합판거푸집3회 전용 못	Kg	SA*0.092
			합판거푸집3회 전용 바리재	L	SA* 0.087
			합판거푸집3회 전용 형틀목공	인	SA* 0.141
			합판거푸집3회 전용 보통인부	인	SA* 0.1177

주 : SA : Surface All

컴포넌트는 물량산출을 위해 '공종별·액티비티 일위대가'로 구분하였다. 또한 일위대가 항목에 대한 단위 수량은 표준품셈을 기준으로 구축하였으며, 재료의 정미량에 대한 할증률, 노무량을 포블라를 통해 산식으로 반영하였다.

(3) 사례연구분석

Table 4는 공동가설공사에 대한 물량산출 결과를 예시한 것이다. 산출된 물량은 단위 액티비티에 대한 재료량과 노무량 값을 제공하고 있어 프로젝트 관리를 위한 공기산출, 자재조달계획, 인력 투입계획 등에 활용될 수 있다.

Table 4. 물량산출 결과(공동가설공사)

Component		Quantity	Unit	
Family	Part			
공동가설공사	강관동바리	3개월	56.766	m ²
		강관동바리	4.564	pc
		찬재료	56.766	pc
		형틀목공	1.715	pc
		보통인부	1.136	pc
	건축물현상 정리		59.76	m ²
		보통인부	4.183	pc
	규준틀설치 (귀)		6	pc
		못	0.36	kg
		미송	0.108	m ³
건축목공		1.8	pc	
보통인부		2.7	pc	
규준틀설치 (평)		2	pc	
	못	0.06	kg	
	미송	0.022	m ³	
	건축목공	0.3	pc	
내부발비계	3개월	56.766	m ²	
	미송(각계)	6.187	pc	
	미송(완계)	16.553	pc	
	새끼	1.703	pc	
	비계공	1.703	pc	

속성정보모델링 기법에 의한 물량산출의 적정성을 검토하기 위해 Table 5와 같이 본 연구에서 산출된 물량과 사례연구의 예정가격 산출 당시 내역서 물량을 비교하였다. 비교 결과 대부분의 액티비티에서 동일한 물량이 산출되었지만 일부 골조, 미장공사에서

불량차이가 발생하였으며 발생원인은 다음과 같이 분석되었다.

Table 5. 불량비교

공종별	Activity	불량산출		Unit
		BIM도구	내역서	
공동 가설공사	벽매김(사무소)	59.76	59.8	m ²
	규준틀설치(귀)	6	6	pc
	규준틀설치(평)	2	2	pc
	내부말벽계 3개월	56.766	53.8	m ²
	강판동바리 3개월	56.766	53.8	m ²
	건축물현장정리	59.76	59.8	m ²
기초 및 토공사	터파기	107.46	107.5	m ³
	방습필름설치	59.761	60	m ²
	스치로폼 깔기	33.03	29	m ²
	칸도처리	8.178	8.1	m ³
	성토	30.664	30.5	m ³
	되내우기	70.616	70	m ²
철근 콘크리트 공사	레미콘 25-210-15	75.956	84.2	m ³
	레미콘 25-150-12	5.552	11.5	m ³
	펌프카뷰타설철근	75.956	83.3	m ³
	펌프카뷰타설부근	5.552	11.3	m ³
	함판거푸집3회전용	462.194	452.4	m ²
	함판거푸집5회전용	151.116	178	m ²
타일 및 석공사	타일붙이기(바닥)	6.06	7.2	m ²
	타일붙이기(벽)	21.567	24.2	m ²
	화강석버너 (바닥)50T	11.434	9.7	m ²
	화강석버너 (벽건식)30T	201.408	206	m ²
	화강석혹두기 (벽건식)50T	23.865	26.7	m ²
	화강석창대석 600*50T	9.7	9.2	m
	화강석창대석 300*50T	0.5	0.5	m

① 도면정보의 부족

사례연구 건축물을 시공하는데 필요한 기본도면(평면도, 단면도, 라면도, 창호일람표 등)은 있으나 건축물이 소규모이기 때문에 주요 부위 상세도면과 재료 일람표 등이 누락되어 있어 일부 정보가 모델링에 반영되지 못하였다. 특히 철근콘크리트공사의 경우 주요 구조부에 대한 골조의 치수, 기둥의 높이 등에 대한 치수가 명확하게 제시되지 않아 일부 정보가 모델링에 정확하게 반영되지 못하여 불량산출의 오차가

발생되었다.

② 건적기준의 차이

살내마감 불량산출의 경우 벽체 중심선을 기준으로 산출한 불량과 벽체 안쪽깊이를 기준으로 산출한 불량은 오차가 발생한다. 미장공사와 도장공사의 경우, 속성정보모델링기업에서는 도면정미면적(마무리 표면적)으로 불량을 산출하였으나 기존 내역서에는 벽체 중심선을 기준으로 불량이 산출되어 있어 오차가 발생하였다.

③ 표준품셈의 적용

표준품셈 적산 방법은 체적, 면적, 길이 등을 기준으로 산출한 정비물량에 재료 및 현장 조건에 따른 할증률을 가산하여 물량을 산출하게 된다. 하지만 기존 내역서를 분석해 보면 할증률이 반영되어야 하는 공종 중 일부 공종의 할증률이 누락되어 있었다.

5.2 공사에정가격 산출

본 연구는 원가계산에 의한 예정가격 산출 시 활용할 수 있는 일위대가 기반의 BIM 불량산출을 목표로 하므로 사례연구에서 산출된 불량이 원가계산에 의한 예정가격 산정 프로세스에 어떻게 적용될 수 있는가를 실증적으로 확인할 필요가 있다.

본 연구는 산출한 불량을 반영해서 공사에정가격을 산출하기 위해 Microsoft Excel 기반으로 재료비 및 노무비 단가 데이터베이스를 구축하고 앞에서 설명한 레벨을 반영하여 단가정보와 불량정보를 연동시킬 수 있는 자재분류코드를 구성하였다. 불량정보와 단가정보가 연동되면 액티비티별 공사금액이 산출되며 집계된 액티비티별 공사비는 Fig. 15에서 보는 바와 같이 공종별 내역서, 공종별 집계표와 연결되어 공사원가를 산출하게 된다.

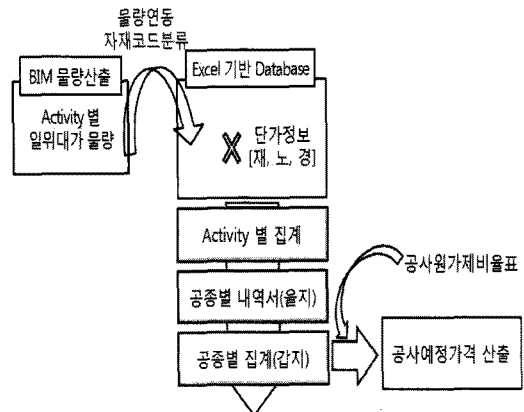


Fig. 15. 공사에정가격 산출 프로세스.

공사예정가격은 공사원가와 공사원가 제비율표에 서 정하는 요율에 의한 제값비의 합계로 산출하며, 본 연구에서는 2009 공사원가 제비율표의 기준으로 예정 가격을 산출하였다. 다음 Fig. 16은 공사예정가격 산 출 결과이다.

A		B	C	D	E	F
공사원가 계산서						
2		공사명 : (0)지역 신축공사		금액 : 표준원가비율구단및실금액비율구형(087.537.3231)		
3	비		금	구	비	고
4	자 료 비	직접재료비	17,347,424			
5		간접재료비				
6		작업실 부생물(%)				
7		[소 계]	17,347,424			
8	노 무 비	직접노무비	38,070,888			
9		간접노무비	3,692,876	작업노무비 * 9.7%		
10		[소 계]	41,763,764			
11	사 려 연 구 가 경 비	가계 경비				
12		산재보험료	3,294,676	노무비 * 3.4%		
13		고용보험료	488,630	노무비 * 1.17%		
14		건강보험료	567,256	직접노무비 * 1.49%		
15		연금보험료	925,122	직접노무비 * 2.43%		
16		퇴직공제부금비	875,630	직접노무비 * 2.3%		
17		안전관리비	1,374,374	(재료비+작노+관급차제비) *		
18		기타 경비	3,369,337	(재료비+작노+관급차제비) * 5.7%		
19		환경보전비	166,254	(재료비+작노+기계장비) * 0.3%		
20		건설제도금대금지급보증서발	7,204	(재료비+작노+기계장비) * 0.013%	최저가대상공사	
21	[소 계]	9,968,489				
22	계		68,179,677			
23	일반관리비		3,408,983	계 * 5%		
24	이	율	8,136,185	(노무비+경비+일반관리비) * 15%		
25	공		79,724,845			
26	부		7,972,404	공급가액 * 10%		
27	도		87,697,329			
28	총		87,697,329			

Fig. 16. 사례연구의 공사예정가격 산출.

6. 향후 연구

전문가 워크샵 결과와 사례연구결과를 기반으로 다 음과 같은 향후 연구가 필요한 것으로 분석되었다.

① 일위대가 기반의 물량정보를 산출하게 되면 속 성정보 구축시간, 모델링 작업시간이 증가한다. 표준 속성정보 데이터베이스와 표준모델링 방법 매뉴얼을 개발하여 이러한 문제점을 해결하고 BIM 데이터 품질의 일관성을 확보하여야 한다.

② 본 연구에서는 ATF만을 이용하여 모델링하였기 때문에 다른 BIM 도구(Revit, ArchiCAD 등) 와의 호환성에 대한 고려가 필요하고, IFC와 같은 표준정 보교환 포맷에의 적용가능성을 검증하여야 한다.

③ 본 연구에서는 산출된 물량을 적용하여 예정가 격을 산출하는 프로세스를 보여주기 위해 MS Excel 기반의 자재분류코드 연동시스템을 개발하였다. 그러나 보다 발전된 원가계산에 의한 예정가격 산정용 전 적자동화 시스템을 구현하기 위해서는 3D 기반의 자 재분류코드 자동생성기능, BIM 물량과 단가 데이터 베이스 자동연동 및 집계 기능, 예정가격 산출시트 자 동생성 기능 등의 구현이 필요하다.

7. 결 론

국내 건설산업은 최근 활발하게 BIM 도입을 추진 하고 있으며 공공발주 건설프로젝트에도 BIM을 적용 하려는 정책이 증가하고 있다. 공공발주 건설프로젝 트가 요구하는 BIM 기능에는 공종별 간섭검토, 시공/ 공정 시뮬레이션, 물량산출, 도면출력 등이 포함된다. 물량산출의 경우, 대부분 공공건설프로젝트에서 원 가계산에 의한 사업비 산출방식을 적용하고 있기 때 문에 그 방식에 적합한 BIM 데이터 모델링이 필요 하다.

본 연구는 상용 BIM 도구 중 Bentley Architecture 를 활용하여 원가계산에 의한 예정가격 산출 시 활용 할 수 있는 4가지 속성정보모델링 기법 - 유닛모델링, 길이모델링, 면적모델링, 체적모델링 - 을 제안하였다. 이 기법들은 건설공사에서 발생되어지는 액티비티별 속성정보의 특성에 따라 각기 다른 모델링 성격을 반 영하기 위한 방법이다.

제안된 모델링 기법의 적합성 등을 조사하기 위해 건축사 4명, CM사 2명, 벤더사 2명으로 구성된 전문 가 워크샵을 진행하였다. 전문가들은 본 연구결과로 얻어지는 물량정보는 설계단계 뿐만 아니라 시공단계 에서도 활용할 수 있는 있을 것이라고 평가하였으며 모델링기법을 보다 발전시키기 위하여 향후 다양한 프로젝트에 적용 가능한 표준 데이터베이스를 구축하 고 매뉴얼 개발이 필요하다는 제안을 하였다. 또한 개 방형 BIM의 측면에서 볼 때 향후 IFC와 같은 표준 정보교환 포맷을 활용하여 타 BIM 도구와 정보 호환 이 가능한가에 대한 검토가 필요하다는 제안이 있었 다. 워크샵과 더불어, 제안된 기법에 의해 산출된 물 량의 적정성과 예정가격 산출 프로세스에의 적용성을 검토하기 위해 사례연구를 진행하였다. 사례연구 프 로젝트는 소규모 공공건축물로서 다양한 마감정보를 포함하고 15개의 전문공종으로 구성되어 있어 공종별 속성정보 데이터베이스 구축이 가능한 프로젝트였다. 산출된 물량의 적정성을 검토하기 위해 사례연구의

예정가격 산출 당시 내역서 물량과 비교하였다. 그 결과, 도면정보의 부족에 따른 모델링 미비, 견적기준의 차이, 할증률 미반영 등 때문에 약간의 물량차이가 있었으나 대부분 공종에서 신뢰할 만한 물량이 산출되었다. 또한 산출한 물량을 반영해서 공사예정가격을 산출하기 위하여 MS Excel 기반으로 재료비 및 노무비 단가 데이터베이스를 구축하고 자재분류코드를 구성하였다.

본 연구는 속성정보모델링 기법을 활용하여 형상정보가 없는 공종에 대한 물량을 산출하였으며 일위대가 기반 데이터베이스를 구축하여 원가제산에 의한 예정가격을 산출하는 프로세스를 제시하였다. 향후 본 연구를 기반으로 보다 발전적인 연구가 수행될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

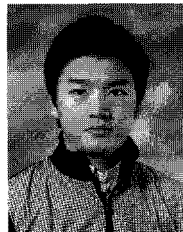
1. 개방형 BIM 지침의 필요성 및 방향(공공발주를 중심으로), 빌딩스마트 User Conference 2008 발표자료.
2. 김보민 등 4인, "BIM을 활용한 시공물량산출 효율성 증대 방안에 대한 연구," 대한건축학회 학술발표대회논문집, pp. 705-708, 2008.
3. 김성아 등 5인, "사용자 요구 사항 분석에 따른 물량산출 연동 프로그램 개발", 한국건설관리학회 학

- 술발표대회논문집, pp. 301-304, 2008.
4. 서종철 등 1인, "국내 건설 공공발주에서 BIM의 도입 및 적용을 위한 기본방향에 관한 연구," 대한건축학회논문집 계획계, 제25권, 제9호, pp. 21-30, 2009.
5. 오세욱 등 3인, "3차원 CAD의 부위정보를 활용한 견적 자동화시스템 구축에 관한 연구 -공공주택을 중심으로-", 대한건축학회 논문집 구조계, 제17권, 제6호, pp. 103-112, 2001.
6. 이민철 등 2인, "공공건축물 공사비 산정 특성을 반영한 BIM 속성정보모델링 구축에 관한 기초적 연구," 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, pp. 727-777, 2009.
7. 이재준 등 4인, "BIM기반 전자자동화 체계 구축을 위한 물량 데이터 유형 분석 체계 개발," 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, pp. 747-750, 2008.
8. 이재철, "4D 모델의 활용성 향상을 위한 3D 모델 정보 기반 공정 자동생성 및 물량산출 모듈 개발," 대한건축학회 논문집 구조계, 제20권, 제2호, pp. 15-22, 2004.
9. 최철호 등 3인, "레시피(Recipe) 기반의 견적 방법은 이용한 5D CAD 시스템," 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, pp. 154-160, 2006.
10. 홍성호 등 3인, "표준블렌드 조사체계의 분체점 및 개선방안," 대한건설정책연구원, pp. 7-10, 2009.
11. <http://www.pps.go.kr>, 조달청 보도자료, 2010. 04
12. <http://aecbytes.com>, AEC bytes Survey Results, 2007



이민철

2008년 2월 서울과학기술대학교 건축공학, 공학사
 2010년 8월 서울과학기술대학교 주택대학원 주택생산공학과, 공학석사
 관심분야: 건설관리공학, BIM, 건축의장설계, 건설자동화



이상진

2009년 2월 서울과학기술대학교 건축공학, 공학사
 2011년 3월~현재 서울과학기술대학교 주택대학원 주택생산공학과 석사과정
 관심분야: 건설사업관리, 친환경건축, 건축외장공학, BIM



옥종호

1984년 2월 서울시립대학교 건축학부, 공학사
 1994년 7월 Univ. of Nebraska-Lincoln, 공학석사
 1998년 5월 Univ. of Colorado-Boulder, 공학박사
 2004년 2월~현재 서울과학기술대학교 건축공학부, 교수
 관심분야: 인자사업 리스크관리, 초고층/미정형 Facade Engineering, 3D Laser Scanning, BIM