

건축 기획 BIM의 공간 프로그래밍 단계에서 발주자 의사결정지원을 위한 물량예측 방법론에 관한 연구 -건축마감을 중심으로-

A Study on the Process of Estimating the Amount of Materials for Client's
Decision-Making Support in Space Programming Stage of Pre-design BIM
-focusing on Building Interior Finishing-

전 영 진 * 김 주 형** 김 재 준***
Jun, Yeong-jin Kim, Ju-hyung Kim, Jae-jun

Abstract

The construction projects are recently having changes in their magnitude and complexity. Therefore, the amount of information created and managed by participants over project phases is enormous and this may cause difficulties in consistent and integrated data management. Because of the change in construction projects, there is a need to apply more logical and systematic ways to deal integrated data management. For the solution to this, BIM(Building Information Modeling), a new paradigm for integrated management of the information over project life-cycle, has been seriously considered. Also, the Korean Public Procurement Service announced that project over 50 billion Korean Won should introduce BIM into procurement starting from 2012. However, the studies and development have lack on studies of applying BIM and managing the data made using BIM in pre-design and maintenance stage. In pre-design stage, the concept of schematic design model is made to support for making major decisions concerning the size, shape and cost of the project. To decide the cost for the building in this stage by making use of BIM, estimating the amount of building materials used for constructing should be preceded. In this study, the pre-design BIM is explained to gain a better understanding of its process, since this paper focused on space programming stage. Finally, the paper suggests the concept process of estimating the amount of materials in building interior finishing from selecting the type for the elements of each space made to support the client for making decisions in space programming stage based on pre-design BIM.

키워드 : 건축 기획, BIM(Building Information Modeling), 공간 프로그래밍, 건축마감, 물량예측

Keywords : Pre-Design, BIM(Building Information Modeling), Space Programming, Building Interior Finishing, Material Estimation

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

근래 들어 국내와 국외 건설 프로젝트가 대형화, 복잡화됨에 따라 각 단계별, 분야별 정보의 양도 방대하게 발생되고 있다.¹⁾ 이렇듯 변화되는 건설 프로젝트의 특성으로, 기존의 방식보다 더욱 합리적이며 시스템적인 방식에 대한 필요성이 대두되고 있다.²⁾ 그에 대한 해결책으로 건

축물 전 생애주기에서 발생하는 정보를 통합관리 할 수 있는 새로운 패러다임으로 떠오른 BIM(Building Information Modeling)을 도입하기 위하여 학계와 산업계에서 많은 연구가 진행되고 있다. 국내에서 BIM을 시범적으로 부분 적용한 공공발주는 2008년에 시작되었으며, 조달청은 2012년부터 500억 이상의 공공발주에 BIM을 의무화하도록 하였고 향후 점차적으로 확대 적용할 계획이다.³⁾ 아직까지는 많은 연구가 기본 및 상세설계와 시공 단계의 정보통합에만 국한되어 있어 기획이나 유지관리 분야에 대한 연구가 미비한 실정이다.⁴⁾ 기획단계는 개념설계가 진행되어 건축물의 규모, 형태, 공사비 등의 건설 프로젝트에 대한 대부분의 주요 의사결정이 이루어지는

* 정회원, 한양대학교 건축환경공학과 석사과정

** 정회원, 한양대학교 건축공학과 교수, 공학박사(교신저자)

*** 정회원, 한양대학교 건축공학과 교수, 공학박사

본 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업 (과제 번호: 06첨단융합E01)의 지원으로 수행되었음.

1) 박동진, BIM을 활용한 건축 기획 단계 사업 참여자 의사결정 지원에 관한 연구, 석사학위논문, 동의대학교, 2010, p.p.1-2

2) 김재준, 건축 기획 단계와 BIM, 건축 제52권 제6호, 대한건축학회 학회지, 2008, p.p.40-43

3) 조달청, 3D 건축기법(BIM)적용 확대한다, 2010.04.15보도자료

4) 박동진, BIM을 활용한 건축 기획 단계 사업 참여자 의사결정 지원에 관한 연구, 석사학위논문, 동의대학교, 2010, p.p.5-6

단계이다.⁵⁾ 일반적으로 기획 단계에서는 물량에 대한 예측 없이 전문가의 경험을 바탕으로 건설 프로젝트에 대한 공사비의 추측이 이루어지며, 건축물의 전체적인 규모에 따른 사례기반추론으로 바닥면적 당 공사비 정보를 생성한다. 이와 같이 기존의 기획 단계에서의 공사비 예측이 자체적으로 구축한 공사비 DB나 공사비 지수에 의존하고 있다. 이처럼 건축물 내의 공간 및 부위에 대한 특성이 고려되어 있지 않은 단순 면적 당 공사비 정보를 사용하기 때문에 수많은 보정작업을 거치게 되는 한계를 지닌다. 기획 단계에서 BIM을 활용하여 예상 공사비를 결정하기 위해서는 건설 프로젝트에 소요되는 자재들의 물량을 예측하는 것이 선행되어야 한다.⁶⁾ 그러나 현재 BIM기반의 물량산출에 대한 연구는 기본 설계단계 이후에 초점이 맞춰져 있다.

이를 위해서는, 기획 단계에서 작성되는 건축프로그램의 일부인⁷⁾ 공간 프로그래밍 작업에서 물량예측에 활용할 수 있는 공간에 대한 형상정보와 각 공간의 사용되는 자재에 대한 정보를 얻을 수 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 건축 기획 BIM의 공간 프로그래밍 단계에서의사 결정을 위한 대안 검토에 건축마감 물량을 예측할 수 있는 방법론을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건축 기획 BIM의 공간 프로그래밍 단계에서 발주자의 의사결정을 돕기 위해 건축마감 물량을 예측하는 프로세스 모델을 위한 기초연구이다. 이를 위하여 테스트 프로젝트로 OO대학교 기숙사 프로젝트를 선정하고 기숙사의 숙실 공간에 프로세스를 적용하여 건축마감 물량을 예측하는 것으로 범위를 설정하였다. 연구의 수행 절차는 <그림 1>과 같다.

2. 문헌 및 관련연구 조사

2.1 건축 기획 BIM

(1) BIM(Building Information Modeling)의 개념

국토해양부의 BIM가이드라인에 따르면, "BIM"이라 함은 건축, 토목, 플랜트를 포함한 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작성을 위한 업무절차를 포함하여 지칭한다고 하였다.⁸⁾ 또한, "가상 건설 시스템 개발"에서 제출한 『BIM 적용 설계가이드라인 Ver 2.0』에 의하면 BIM의 목적은 건축물의 전 생명주기(Life Cycle) 동안 생성되는 건축정보를 디지털 데이터로 재해석하여

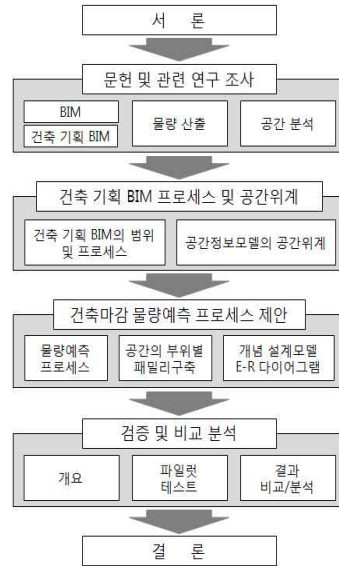


그림 1. 연구 수행 절차

통합 관리함으로써 관계된 여러 전문 분야들 간의 협업 체계와 다양한 요구사항을 유연하게 처리할 수 있는 건축 환경을 구축하는 것이라 하였다.⁹⁾ 현재까지 국내·외에서 BIM의 도입, 적용, BIM기반 통합프로세스에 관한 연구 등 BIM을 건설 산업에 활용하기 위하여 많은 연구들이 진행되었다. 다음 <표 1>은 BIM 관련 선행연구에 대한 분석이다.

(2) 건축 기획 BIM의 개념

건축 기획에 대한 정의는 선행되어 온 연구들의 연구 목적에 따라 다양성을 띄고 있다. 기획을 건축설계의 전(前)단계 업무로서 건축설계의 방향과 조건을 설정하는 과정¹⁰⁾, 건축목표설정이나 조건설정을 위한 업무정의 및 건축프로그래밍, 공간구성도, 기존 시설조사, 시장조사, 경제성분석, 프로젝트 금융을 포함한 건축행위를 진행하기 위한 개념설정¹¹⁾, 건설 프로젝트의 목표를 설정하여 설계과정의 첫 단계로서 시설물의 요구조건을 도출하는 단계¹²⁾로 보는 견해들이 있다. 이는 기본적으로 사업타당성을 위한 분석과 발주자의 요구사항에 따른 공간프로그램에 대한 검토를 필요로 하는 설계과정의 초기 단계를 포함한다고 볼 수 있다.

그러나 기존의 2D기반의 기획단계 업무에서 발주자는 자신의 의사를 건설 프로젝트 참여자에게 정확하게 전달하기 어렵고, 건설 프로젝트 참여자들 또한 발주자의 요구사항을 반영하여 명확히 발주자를 이해시키는데 어려움이 있다. 또한, 발주자가 건축 분야에 대한 전문적 지식이 부족한 경우에는 그 문제가 더 크다. 기획단계에서 생성되는 발주자의 요구 조건의 가변성이 크고, 구체적인

5) 구원용 외3인, 공공건축물의 초기공사비 산정방법 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회, 2007, p.p.1-2

6) 김성아, BIM 기반 전적 작업 생산성 향상을 위한 마감 모델링 자동화 시스템 개발에 관한 연구 :공동주택 마감 물량 산출을 중심으로, 석사학위논문, 성균관대학교, 2008, p.p.12-13

7) 박영섭, 공간배치 평가모델 개발 -공간프로그램의 유효성검사를 중심으로-, 공학박사학위논문, 서울대학교, 2009

8) 국토해양부, 건축분야 BIM 적용 가이드라인, 2010, p.p.4

9) 가상건설 연구단, BIM 적용 설계가이드라인 Ver 2.0, 2010, pp.3

10) 박일우 외 1인, 건축기획의 개념설정에 관한 연구, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2001

11) 조정래, 건축설계초기단계에 있어 건축기획업무 구성과정에 관한 연구, 박사학위논문, 동아대학교, 2000

12) Robert G. Hershberger, 「Architectural Programming & Predesign Manager」, McGraw-Hill, 1999

표 1 BIM 관련 선행연구 분석내용

저자	제목
	연구 내용 분석
한성훈 (2007)	BIM기반의 설계, 건적, 공정, 통합정보관리체계 및 운영 방안 연구 건설프로세스의 관리 생산성을 극대화하기 위하여 건설 프로젝트의 설계, 건적, 공정단계의 관리를 위한 관련 정보들을 체계화하고 통합화한 프로세스체계를 제안하였으며, 통합체계 관리레벨 별의 효과적인 운용방안을 제시하였다.
	BIM기반 비용·일정 통합관리 방안에 관한 연구 BIM의 객체기반 3D모델링을 기반으로 비용과 일정을 부위별 구성요소로 나누고 각 관리요소에 의한 분류체계의 특징을 분석하여 각각을 연계하여 통합 관리하는 방안을 제시하였다.
서종철 (2009)	개방형 BIM 지침 개발에 관한 국외의 지침 분석 및 전략적 방향에 관한 연구 정부 또는 공공발주기관의 정책적, 제도적 방향을 예의 주시하는 건설업계에 우려 및 혼란을 불식시키고, BIM의 실무정착과 활성화를 촉진시키기 위해 지침 개발을 위한 선행연구로서 국외 지침들의 조사·분석과 전략적인 방향을 제시하였다.
	BIM기반 통합설계환경을 위한 공간배치 평가모델 개발 건축계획의 공간에 대한 추상적 요구를 현실의 물리적 형태로 구체화하는 과정에서, BIM기반 통합설계환경에서의 복수의 공간배치 대안을 합리적으로 평가하기 위한 공간배치 평가시스템의 초기모델을 개발하였다.
Adam Alder (2006)	개념건적의 물량산출을 위한 BIM 화머상 산출의 시간과 정확성 비교에 관한 연구 BIM 기반의 시간과 물량산출의 정확성을 분석하기 위하여 Revit과 OST를 사용하여 파일럿 테스트를 진행하였고, 그 결과를 비교·분석하는 연구를 진행하였다. 이를 통하여 물량산출의 생산성향상 방법에 대하여 제시하였다.
	협동 작업을 위한 개인 협업 작업공간 내의 (BIM.IFC) 교환 포맷 성능 차이에 관한 연구 IFC의 적용으로 각 건축주체들의 협업하는 BIM 환경을 중앙 모델서버를 통하여 구축하기 위하여 IFC 적용의 복잡성과 성능향상에 초점을 맞추고 IFC express 스키마와 관계 DB의 다양한 객체관계도에 대하여 분석하고 설명하였다.
Nour (2007)	

정보 제공이 미흡함으로 인한 건축주의 의사결정이 불명확하여 이를 설계에 반영할 수 있는 정보형태로 형식을 갖추고, 복잡하고 다양한 건설 프로젝트 기획단계에서의 의사결정을 도울 수 있도록 초기 단계에서부터 BIM을 의사소통도구로써 적용하기위한 연구가 진행되었다.

건설 프로젝트의 BIM 기반 기획단계에서 생성되는 공간계획 모델을 통하여 건축물의 형상, 기능, 디자인 요소 및 방향 등을 디자인적 측면, 기능적 측면, 경제적 측면 등 다양한 측면에서 협의할 수 있어 프로젝트의 규모, 범위, 목표 등을 보다 시각적, 정량적으로 제시할 수 있다고 하였다.¹³⁾ 이를 위해서는 공간계획 모델에 대한 구체적인 접근방식과 건축물의 다양한 측면을 시각적, 정량적으로 지원할 수 있도록 BIM기반의 도구를 활용한 프로세스에 대한 연구가 필요하다. 이로 인하여 발주자의 의사결정을 지원할 수 있으며 기획 BIM 모델은 설계 대안의 초기평가를 통해 건물의 전체적인 수준을 검토하고 개선시키며 이후 단계에 기초적인 정보를 제공할 수 있다.

현재 BIM을 적용한 건축 기획은 프로젝트의 시작과

13) 김상현, 공공 프로젝트 기획단계의 BIM 적용 방안에 대한 연구, 공학석사학위논문, 한양대학교, 2009, p.p.11-14

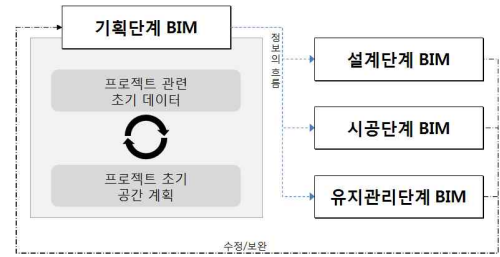


그림 2. 건축 기획 BIM의 개념

함께 통합 관리를 위한 최초 데이터가 생성되는 단계로 설계 단계와 관련된 기초적인 데이터가 생성되는 단계이다.¹⁴⁾ 미국의 Trelligence Affinity사¹⁵⁾는 프로젝트 초기 데이터, 요구사항, 초기 공간계획 등이 포함되어 있는 프로그램 모델(Program Model)을 통하여 건축 기획 BIM의 개념을 설정하였고, 건설 프로젝트의 여러 단계를 거쳐 점차 건축물 모델(Building Model)을 형성한다고 보았다. 그러나 기획단계에 BIM을 통한 건설 프로젝트의 각 단계별 정보공유와 통합적 관리를 위하여 건설 프로젝트의 초기인 기획단계 BIM은 <그림 2>와 같이 기 수행된 프로젝트의 단계별 특성을 고려하고 각 단계별로 생성된 정보를 활용하여 기획단계의 업무 및 프로세스에 대한 수정·보완 작업을 거쳐야 할 것이다.

2.2 기존 건축 기획의 프로세스 및 업무

건축 기획단계에서 BIM을 적용하여 프로젝트를 진행하기 위해서는 우선적으로, 기존 건축 기획의 프로세스와 업무에 대한 분석을 선행해야 한다. 이를 위해 건설 프로젝트 자체의 특성, 발주방식, 프로젝트 참여자 등에 따라 다양하게 정의되는 건축 기획단계의 공통적인 프로세스에 대하여 정리하였다. <그림 3>은 BIM을 적용하지 않은 기존의 일반적인 건축 기획단계의 프로세스와 그에 따른 업무를 문헌고찰을 통하여 분석하고 전문가의 인터뷰에 의하여 보완하여 재작성한 것이다. 기존의 기획단계 프로세스를 통한 업무에는 사업의 전반적인 타당성에 대한 검토와 발주자의 요구사항을 나열하여 다음 단계인 설계단계를 위한 지침서를 작성하는 수준으로 BIM을 적용한 건축 기획단계에 적용하는데 한계가 있다.

2.3 물량 산출에 관한 문헌고찰

국내 건설 프로젝트의 물량산출 및 건적은 수작업에 의하여 수량산출 및 내역서 작성으로 이루어져왔으나, 1980년대 2D CAD에 의하여 작성된 도면을 참조하여 물량을 산출하기 시작하였다. 그 이후 1990년대에는 2D CAD 기반 건적프로그램이 개발되었으며, 2004년 헝가리의 Graphisoft 사에서 개발된 5D CAD 기반의 프로세스는 물량산출 및 건적 그리고 공정을 통합하여 3D CAD를 이용한 물량산출자동화에 대한 연구가 수행되고 있

14) 함남혁, BIM을 활용한 건축 기획 지원 방안에 관한 연구, 석사학위논문, 한양대학교, 2008

15) 초기 설계 단계를 지원하는 시스템인 Trelligence Affinity를 개발하였다.

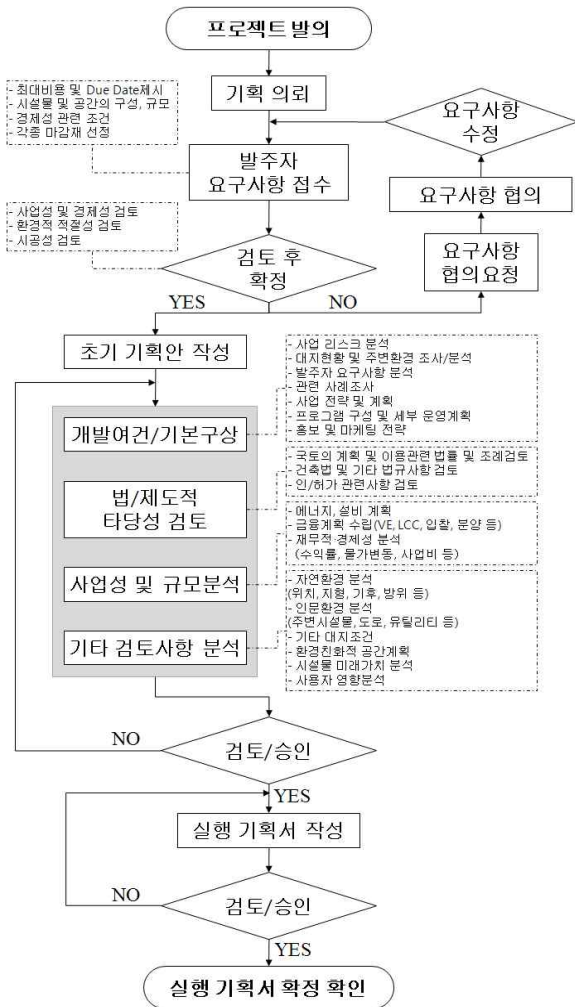


그림 3. 건축 기획단계의 프로세스 및 업무 (함남혁, 2008, 김상현, 2009)

다.16) 건적자동화 시스템개발과 물량산출에 대한 연구는 대부분 민간 건설 프로젝트의 실적공사비 기준으로 연구되었다.17) BIM을 활용한 물량산출은 3D 공간객체를 통하여 이루어지며 각 설계의 수준에 따라 물량산출에 가용할 정보도 생성된다. 위와 같은 이유로 인해 지금까지 대부분의 BIM기반의 물량산출에 대한 연구는 상당수 기본설계단계에서부터의 설계에 따른 물량산출에 초점이 맞춰져 있어 기획단계에서의 물량산출에 관한 연구가 미흡하다.

2.4 공간 및 공간 프로그래밍의 개념

(1) 공간(Space)의 개념

BIM기반 건축 기획단계에서 공간은 공간의 프로그램, 건물의 디자인 등에 대한 요구사항에 맞도록 생성된다. 개념설계에 있어서 Space, 즉 공간은 가장 중요한 3D 객체(Object) 유형 중 하나이다. 공간은 건물의 부위인 벽,

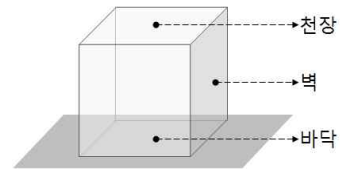


그림 4. Space의 개념

바닥, 천장 등에 의해 기하학적(geometric) 형태를 갖추게 되며, 물리적 공간일지라도 그 기능적 분류에 따라 분리되어 생성될 수 있다.18)

공간은 그것이 가지는 위치, 크기 형태 등의 물리적 속성과 공간의 기능, 명칭, 각종 분석지표로 대표되는 비물리적 속성으로 구분되는 정보를 담고 있다. 공간의 물리적 속성은 기하학적 정보로 표현되나, 비물리적 속성은 시각화되지 않는 다양한 비기하학적(non-geometric) 정보를 포함하고 있다.19)

최초 생성된 공간의 외피는 두께에 대한 정보가 없으며, 설계의 진행도에 따라 결정되어질 수 있다. 본 연구에서는 공간의 기하학적 형태로 기본적으로 널리 사용되는 육면체를 사용한다. 공간은 그 형태에 따라 바닥의 가로·세로 길이와 벽의 높이에 대한 형상정보를 갖는다.

(2) 공간 프로그래밍(Space Programming)의 개념

건축에서의 프로그램의 개념은 기획 의도와 기획 범위에 따라 다르다. 프로그램의 종류는 공간위계 및 규모 그리고 사업단계 및 내용에 따라 <표 2>와 같이 분류될 수 있다.

표 2. 건축 프로그램의 종류

구분	프로그램의 종류
공간위계 및 규모	- 마스터플랜 프로그램(Master Plan Program)
	- 사업 프로그램(Project Program)
	- 시설 프로그램(Facility Program)
	- 건물 프로그램(Building Program)
사업단계 및 내용	- 기능 프로그램(Functional Program)
	- 공간 프로그램(Space Program)
	- 공간운영 프로그램(Space-Use Program)

이렇듯 설계 이전 단계에서 이루어지는 건축 프로그래밍 작업은 설계단계에 근접하거나 혼재하면서, 최종적으로는 설계를 위한 준비단계로 설계를 위한 자료화, 객관화로 통하기도 하며, 설계를 구성하는 이중적 속성, 즉 객관성과 주관성에서 객관성을 대변하는 역할을 하여 발주자에게 프로젝트의 가치를 판단하는데 도움을 줄 수 있도록 자료를 제공한다.20)

이 중에서 공간 프로그램(Space Program)은 공간의 형태와 규모, 공간간의 관계 등 공간이 담당해야 할 건축적 기능과 사용자의 요구사항을 명시적으로 나타낸 것으로 설계의 초기단계에서 계획의 방향을 잡는 요인이 되며, 완료단계에서는 계획안을 평가하기 위한 척도가 된다.21)

16) 김기홍, 건축 적산 및 건적 정보화의 발전 현황과 전망, 대한건축학회 학회지, 건축 제50권 제10호, 2006

17) 이민철 외 2인, 공공건축물 공사비 산정 특성을 반영한 BIM 속성정보모델링 구축에 관한 기초적 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2009

18) GSA, GSA BIM Guide Series 02: BIM Guide for Spatial Program Validation, 2007

19) 박영섭 외 1인, 네트워크형 공간분석 모델 개발을 위한 기초적 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 대한건축학회, 2004

20) 박동진, BIM을 활용한 건축 기획 단계 사업 참여자 의사결정 지원에 관한 연구, 공학석사학위논문, 동의대학교, 2010, p.p.3

21) 박영섭, 공간배치 평가모델 개발 -공간프로그램의 유효성검

BIM기반 건축 기획단계에서 개념설계모델을 생성할 시, 발주자의 요구사항에 맞는 모듈을 계획하고, 개략 평면, 코어 및 주요동선을 계획하며 공간 프로그램(Space Program) 등을 고려하여 여러 대안의 모델을 구축한다.²²⁾ 여기서 공간 프로그래밍은 건설 프로젝트에 요구되는 공간을 생성·배치하여 건축 정보를 가진 모델을 작업하는 단계를 의미한다.

2.5 공간정보모델(Spatial Information Model)

BIM기반의 정보모델을 가지기 위해서 IAI(Information Architecture Institute)는 확장 가능한 표준정보체계인 IFC(Industry Foundation Classes)를 연구하여 발표하고 설계단계의 다양한 어플리케이션에서의 정보교환이 가능하도록 지원하고 있다. IFC모델에서 공간의 위계관계는 IFC모델이 가진 스키마 구조²³⁾를 통하여 알 수 있으며, 물리적 정보와 비물리적 정보를 엔티티(Entity)형식으로 표현한다.²⁴⁾

그러나 현재까지는 이론적 개념에 대한 연구가 많으며, 국내에서는 한국형 IFC에 대한 연구가 막 시작되고 있다. 아직까지는 실질적으로 산업계에서 널리 활용될 수 있는 IFC모델이 존재하지 않으며, 이에 대한 연구가 활발해지고 있다. 그럼에도 불구하고 IFC의 스키마 구조에서의 공간 위계관계는 참조할 수 있을 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 스키마 구조에서 공간의 위계관계와 그 속성 정보간의 관계에 대한 개념만을 활용했다.

3. 건축 기획 BIM의 프로세스 및 공간정보모델의 공간위계 제안

3.1 건축 기획 BIM의 범위 및 프로세스 제안

(1) 건축 기획 BIM의 범위

지금도 BIM의 각 단계에 대한 연구가 진행되고 있으며, BIM의 각 단계별 명칭 그리고 해당 단계에 대한 업무범위의 설정 또한 프로젝트 특성에 따라 다양하다.

본 연구에서 BIM을 적용한 건설 프로젝트의 각 단계를 건축 기획단계 BIM, 설계단계 BIM, 시공단계 BIM, 유지관리단계 BIM으로 분류하였고, 건축 기획 BIM에서의 설계는 『BIM 적용 설계가이드라인 Ver 2.0』에 제시된 기본설계 이전단계에 속하는 기획업무와 계획 설계단계를 그 범위로 본다. 따라서 건축 기획 BIM에서 이루어지는 설계 진행수준에 따라 정보수준, 즉 LOD(Level of Development)도 달라진다.

(2) 건축 기획 BIM의 프로세스

건축 기획단계에서 BIM을 적용할 경우, 발주자와의 의사소통을 더욱 원활히 하기 위하여 공간 프로그래밍 작

사를 중심으로-, 공학박사학위논문, 서울대학교, 2009, p.p.9-10
 22) 가상건설연구단, BIM적용 설계가이드라인 Ver2.0, 2010
 23) Benner J., Geiger A., Leinemann K., Flexible Generation of Semantic 3D Building Models, Next Generation 3D City Models, Bonn, 2005
 24) 엄정호, 실내공간인지를 위한 IFC기반의 공간추론 플랫폼에 관한 연구, 석사학위논문, 성균관대학교, 2009

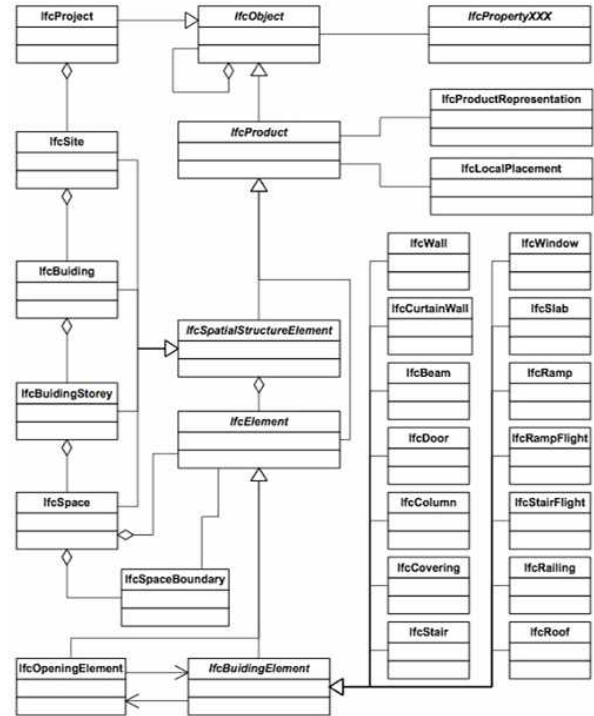


그림 5.. IFC 스키마(Benner,2005)

업을 통하여 개념설계모델(Schematic Design Model)을 생성할 수 있다. 발주자의 요구사항에 적합한 다양한 프로젝트 시나리오의 물량 정보, 이를 통한 비용 정보, 시각적 기초 모델 정보 등을 제공하여 빠른 피드백을 통한 신속함과 이후 단계와의 연계성을 높이고 전체적인 품질을 향상시킬 수 있으며, 발주자의 의사결정을 지원할 수 있을 것이다.

건축 기획 BIM에서 개념설계모델(Schematic Design Model)은 건설 프로젝트 초기 데이터와 관련 요구사항 등에 적합해야 하며, 전반적인 프로젝트 데이터들을 담고 있는 프로그램 모델(Program Model)을 이용하여 이후 모든 단계를 통합·관리할 수 있는 생애주기 BIM으로 발전해 나가야 한다. 건축 기획 BIM의 역할은 초기 데이터와 발주자의 요구사항을 수집한 후, 프로그램 모델(Program Model)안에서 분석·관리하여 공간을 계획하고 발주자의 의사결정을 도울 수 있도록 최적의 개념설계모델(Schematic Design Model)을 생성하는 것을 지원하고, 이후 단계에 대한 기초 자료로 이용될 수 있도록 하는 것이다. 건축 기획 BIM의 업무와 그 역할을 <표 3>과 같이 건축 기획 BIM과 관련한 문헌 연구를 통하여 도출하여 정리한 후, <그림 6>과 같이 본 논문에서 다루고자 하는 공간 프로그래밍을 포함한 프로세스를 나타내었다.

표 3. 건축 기획 BIM의 역할 및 세부 업무

성격	역할	세부 업무
Program Model	데이터 수집/분석	- 사업 타당성 및 입지조사 - 법/제도적 타당성 검토 - 사업비용 및 사업기간 분석 - 기존 유사건물 조사/비교
	요구사항	- 발주자 최대비용 Due Date 관리

분석/관리	<ul style="list-style-type: none"> 시설물 규모 및 형상 시설물에 대한 요구 공간 공간규모에 대한 요구사항 각종 마감재 선정
Space Programming을 통한 개념설계 및 계획	<ul style="list-style-type: none"> 대지/용도에 따른 시설물 규모 및 형상 설정 및 공간의 속성 규명 공간계획/발주자 요구사항에 따른 공간/물량/비용검토 시설물의 레이아웃(lay-out)

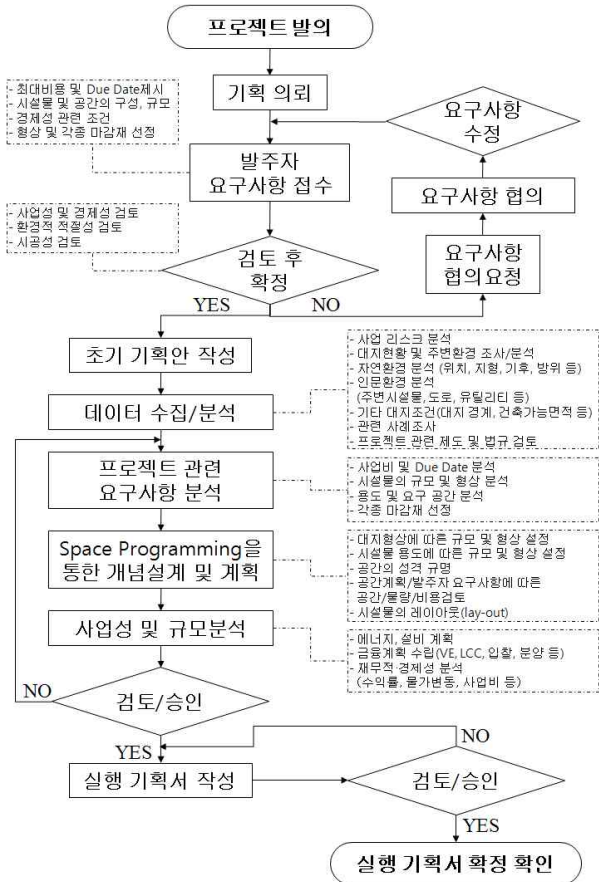


그림 6.. 건축 기획 BIM의 프로세스 제안

3.2 공간정보모델의 공간위계 제안

기획 단계의 공간 프로그래밍에서 공간정보모델을 구성하는 엔티티(Entity)는 단계의 특성 상 상세한 수준까지 언급하기 어렵다. 그러므로 기본적으로 공간을 엔티티로 정의하고, 공간의 형상 및 크기에 대한 정보와 각 부위별 물량에 대한 자재정보 등을 속성(Attribute)으로 갖도록 해야 하겠다. 또한, 건설프로젝트의 위계관계를 보여주는 BPH(Building Project Hierarchy)²⁵⁾를 통하여 객체(Object)가 갖는 정보를 볼 수 있어야 한다.

본 연구에서 정의한 기획단계의 공간 프로그래밍에 의한 레벨에 따른 공간 위계를 그리면 <그림 7>과 같다. 표준 모델에서 공간 모델은 최상위인 건설 프로젝트 아래 다수의 사업부지, 사업부지는 다수의 건축물로 구성되

며, 건축물은 다수의 층으로, 층은 다수의 용도에 따른 공간으로 구성된다.

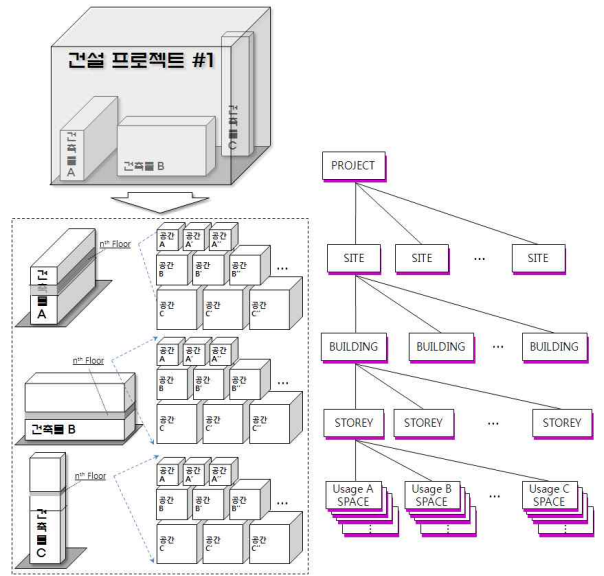


그림 7.. 본 논문의 공간모델의 공간위계

4. 기획단계에서의 건축마감 물량예측 프로세스 제안

4.1 공간 프로그래밍 단계에서의 물량예측 프로세스

초기 기획안의 작성을 위한 데이터와 프로젝트 관련 요구사항을 분석한 후, 개념설계를 위한 공간 프로그래밍 작업을 시작한다. 작업의 순서는 <그림 7>의 공간위계에 따라 작성된다.

먼저, 수행하는 건설 프로젝트의 이름과 고유ID에 대한 정보를 입력하여 건설 프로젝트를 생성한다. 하나의 프로젝트에 속하는 하나 또는 다수의 건축물을 생성하기 위하여 각각의 명칭과 기본적인 정보(용도, 건폐율, 용적률 등)를 입력한다. 건축물을 생성한 후, 각 건축물의 층수에 따라 각 층별마다 층고를 입력하여 생성한다.

다음은 건물의 각 공간을 생성하는 과정이다. 공간을 생성하기 위하여 우선적으로 공간이 소속된 건축물의 해당 층 정보를 입력하고, 공간의 이름과 용도를 설정한다. 공간의 크기를 결정하기 위하여 바닥의 폭과 너비, 그리고 층고의 형상정보를 이루기 위한 요소들을 입력한다. 물량을 예측하기 위해서는 공간의 구체적인 속성들을 설정해주어야 한다. 앞서 구축된 천장, 벽, 바닥의 부위별 패밀리 DB를 통하여 공간의 각 부위별 유형을 결정한다.

부위별 속성이 부여된 공간의 물량을 예측하기 위해서는 공간의 형상정보를 활용한다. 바닥과 천장의 경우, 그 면적이 같다고 보고 면적을 구성하는 폭과 너비를 이용하여 각 유형의 재료별 물량을 구한다. 벽체의 경우, 공간의 층고와 공간을 둘러싸고 있는 벽의 둘레길이를 이용하여 벽체 유형의 재료별 물량을 구한다. 이때, 공간간의 배치 및 인접관계에 따라서 공간을 구성하는 특정 면

을 선택적으로 제하고 구할 수 있다.

발주자의 요구사항과 부합되는 개념설계모델의 여러 대안들에 대한 공간의 배치 및 구성을 보여주는 시각적 형상정보와 물량이나 비용과 같은 건축정보들을 정리한 분석 보고서를 작성하여 발주자가 이에 대한 검토가 가능하게 하여 최적의 대안을 선택하도록 지원할 수 있다. 단편적으로 물량을 예측해보는 것에 초점을 맞춘 프로세스는 <그림 8>과 같이 설명될 수 있다.

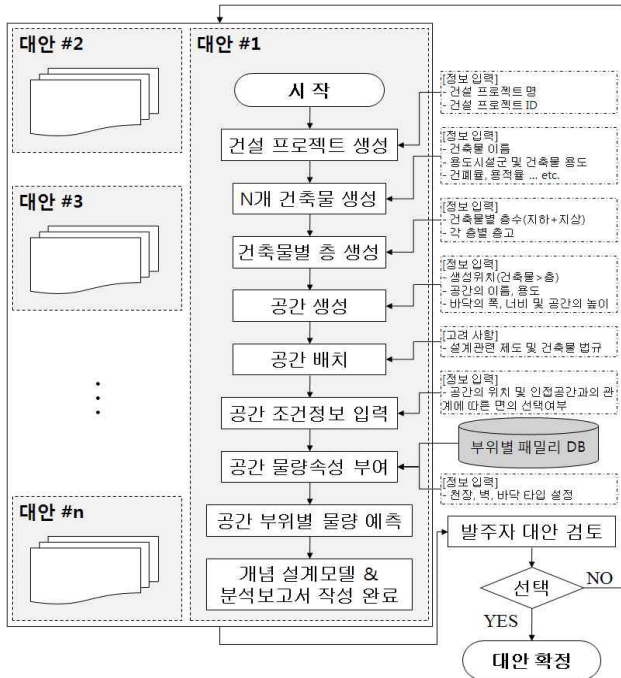


그림 8. 공간 프로그래밍의 물량예측을 통한 대안검토 및 확정

4.2 공간의 부위별 패밀리 구축 개념

BIM기반 건축 기획단계에서 공간 프로그래밍을 통하여 개념설계모델(Schematic Design Model)의 물량을 예측하기 위해서, 공간을 구성하는 천장, 바닥, 벽 등의 부

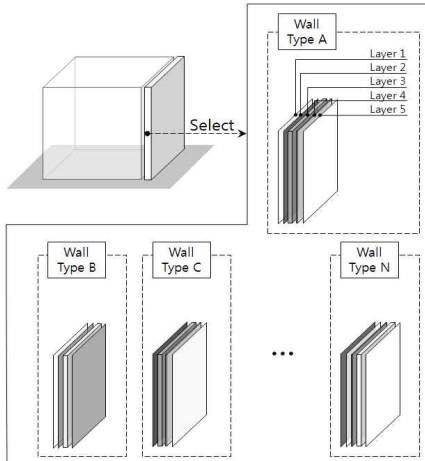


그림 9. 벽체 유형별 패밀리 구축의 개념

위에 대한 속성을 부여해야 한다. 건축마감의 경우, 공간이 가지는 각각의 부위는 발주자의 공간의 용도, 위치, 품질수준에 대한 요구사항에 따라 그 유형이 결정된다.

공간의 각 부위별 유형을 결정하기 위해서는 우선적으로 공간의 용도에 따라 사용될 수 있는 유형을 패밀리라는 데이터베이스로 구축해야 한다. 용도에 따라 구축된 유형들은 품질 수준에 대한 정보를 포함할 수도 있다.

예를 들어 벽체 패밀리를 구축할 경우, 공간의 위치적 특성을 통하여 외벽과 내벽의 유형으로 구분하여 선택할 수 있어야 한다. 또한, 기획자 또는 설계자가 공간의 용도에 따라서 자주 사용되는 벽체의 유형을 구축하고 마감재에 따라 조정할 수 있도록 구축해야 한다.

구축된 패밀리 내 각각의 벽체는 <표 4>와 같이 벽체를 구성하고 있는 레이어(layer)에 대한 속성 정보를 담고 있다.

표 4. 벽체 패밀리의 유형별 속성 정보의 예시

유형 이름	레이어 재료	단위	두께(mm)	구분
Drywall type A	layer material A	m	12.5	내벽
	layer material B	m ²	12.5	
	layer material C	m ²	50	
	⋮	⋮	⋮	
Concrete wall type E	layer material D	m	15	외벽
	layer material E	m ²	70	
	layer material F	m	15	
	⋮	⋮	⋮	

4.3 개념설계모델의 E-R 다이어그램 구축

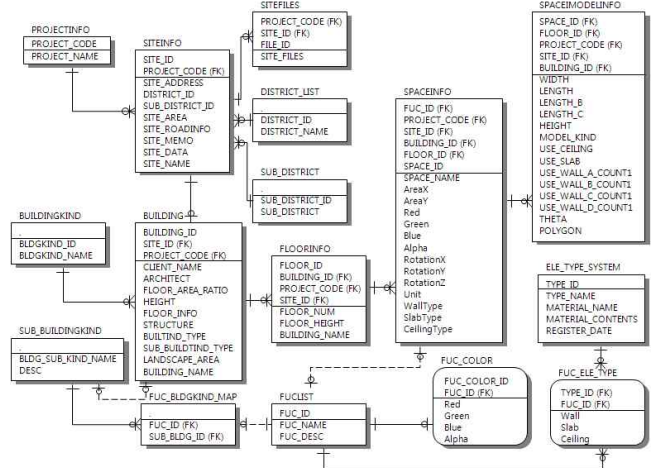


그림 10. 개념설계모델의 E-R다이어그램

본 논문에서 제시한 물량예측을 고려한 공간 프로그래밍을 통하여 개념설계모델을 BIM기반의 정보모델로 표현하기 위하여 앞서 언급한 IFC모델을 통해 추출한 공간 모델의 위계관계를 고려하여 엔티티 간의 관계를 <그림 10>과 같이 나타내었다. 건설 프로젝트, 부지, 건축물, 층, 공간의 공간 위계에서 각 엔티티(Entity)에 속성(Attribute)을 부여한 것을 볼 수 있으며, 부위별 패밀리 DB는 유형별로 정리되어 각 부위별로 공간의 정보와 연결되는 것을 알 수 있다. 이로 인해 완성된 개념설계모델에서 사용할 수 있는 물량관련 정보를 얻게 된다.

4.4 물량 정보의 활용

BIM기반의 모델링 형식은 문서화 될 수 있어야하며, 각 엔티티를 식별하여 물량을 산출할 수 있어야 한다. 물량을 산출하기 위해서는 전형적으로 다음 <표 5>와 같은 물량 정보들을 사용한다.²⁶⁾

표 5. 물량산출에 사용되는 전형적 물량정보의 예

물량 정보 (세부 정보)
1) Count
2) Length measure (Length, Perimeter, Height)
3) Area measure (Net area, Gross area, special area)
4) Volume measure (Net volume, Gross volume)

개념설계모델의 각 공간을 기반으로 한 물량 산출은 공간이 갖는 수치적 정보를 바탕으로 단면적과 체적을 자동으로 계산하고, 벽, 바닥, 천장의 각 부위별 물량을 산출하기 위하여 선택한 자재에 관한 유형정보와 연결하여 산출이 이루어진다. 이를 통해 공간별, 부위별, 위치별 산출이 각 프로젝트의 물량정보의 활용 목적에 따라 이루어질 수 있다. 추출된 예측 물량에 대한 정보를 통하여 기획 단계 여러 대안에 대한 물량 산출이 가능하며, 향후 자재의 단가정보와 연계를 통하여 각 대안이 갖는 비용의 효과도 시험할 수 있을 것이다. 또한 부분적인 일부 대안에 대한 시험을 통하여 다양한 디자인을 모색하는데 도움을 받을 수 있을 것이다. 이를 Excel 등과 같은 문서 프로그램으로 자동 출력하게 되면 프로젝트의 설계자 또는 기획자는 발주자의 의사결정을 지원하는 검토보고서로써 활용할 수 있게 되며, 다음 단계에 기초적인 데이터로 쓰일 수 있다.

5. 검증 및 비교·분석

5.1 개요

건축 기획 BIM의 공간 프로그래밍 단계에서 생성되는 각 공간이 갖는 물량을 실례를 통하여 예측해보고, 실제 상세설계 이후의 물량과 비교·분석해봄으로써 본 연구에서 제시한 프로세스의 적용가능성을 검토해 보고자 한다. 또한, 이를 통하여 기획단계에서 개념설계모델의 대안검토에 유용한 데이터를 제공할 수 있음을 보이고자 한다.

- 물량예측 프로세스의 검증을 위한 절차는 다음과 같다.
- (1) 건축 기획 BIM의 공간 프로그래밍 단계에서 실제 사례의 개념설계모델의 공간생성 및 속성·조건 정보 입력
 - (2) 구축된 공간의 부위별 패밀리 정보를 활용한 개념설계모델의 물량예측
 - (3) 실제 사례의 상세설계 수준에서의 물량 산출
 - (4) BIM기반 기획단계와 실제 상세설계 단계의 물량 결과의 비교·분석

5.2 파일럿 테스트

본 연구에서는 파일럿 프로젝트 대상을 S대학교 기숙사 신축 건물 A동, B동 중 A동의 2인실과 6인실의 건축

마감재로 한정하여 수행하였다.

건축 기획 BIM의 공간 프로그래밍 작업을 통해 개념설계모델을 형성하는 도구로서 현재 가상건설시스템 연구단에서 개발 중인 BIM기반 기획단계 의사결정 지원을 위한 프로그램인 VA-Cityplanner Ver 2.0의 기능을 일부 사용하였다. 또한, 패밀리를 구축하기 위하여 Autodesk사의 Revit Architecture 2010의 패밀리 구축 기능의 개념을 적용하였으며, 상세설계단계에서의 물량을 검토하기 위하여 Autodesk사의 AutoCAD 2010를 활용하였다.

(1) 공간 프로그래밍 단계에서 실제 사례의 개념설계모

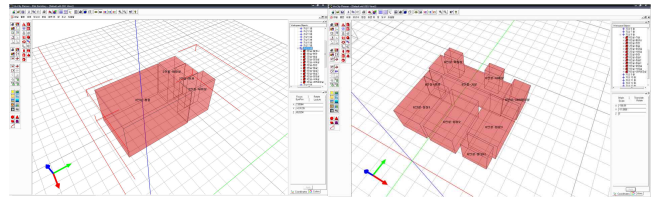


그림 11.. 2인실과 6인실 공간의 개념설계모델

델의 공간생성 및 속성·조건 정보 입력

표 6. 2인실 공간의 주요 정보

공간 용도	공간이름	폭(m)×너비(m)	높이(m)	공간 면 선택여부
주거	2인실-침실	4.46×3.44	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	2인실-화장실	1.39×1.095	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	2인실-샤워실	1.92×1.07	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	2인실-현관	0.85×1.24	2.75	천장, 바닥, 내벽4면

표 7. 6인실 공간의 주요 정보

공간 용도	공간이름	폭(m)×너비(m)	높이(m)	공간 면 선택여부
주거	6인실-침실1	4.11×2.64	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-침실2	4.11×2.64	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-침실3	4.065×2.64	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-화장실	0.975×1.57	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-샤워실	0.995×1.56	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-UBR화장실	2.245×1.56	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-현관	0.79×1.4	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-거실	1.975×7.5	2.75	천장, 바닥, 내벽4면
주거	6인실-발코니	1.01×2.27	2.75	천장, 바닥, 내벽4면

건축 기획 BIM의 일부로 공간의 시각화와 속성정보를 통하여 2인실과 6인실 개념설계모델을 VA-Cityplanner를 활용하여 해당 건설 프로젝트의 초기 데이터를 입력하고 건축물의 개수와 층수 등 기타 사항들에 대한 설정을 한 후, 2인실과 6인실에 해당되는 공간들을 생성하고 배치하였다.

2인실은 침실, 화장실, 샤워실, 현관 총 4개의 공간으로 구성되어 있으며, 6인실은 침실 3개, 화장실 2개, 샤워실, 현관, 거실, 발코니 총 9개로 구성되어있다. 각 공간은 주거공간이라는 용도아래에 폭, 넓이, 높이의 형상정보와 위치정보를 담고 있다. 또한, 물량을 예측할 경우, 각 공간의 면 선택에 대한 조건들에 대한 속성도 부여하였다.

(2) 구축된 공간의 부위별 패밀리 정보

본 연구에서 제시한 공간의 부위별 건축마감 유형에 대한 패밀리를 구축하기 위하여 파일럿 프로젝트의 마감

26) Senate, BIM Requirements 2007 -Quantity take-off-, 2007

정보를 활용하여 2인실과 6인실의 여러 공간에 해당되는 정보를 추출하였다. 추출한 정보를 통하여 각 부위에 따라 유형별로 정리하여 <표 8>처럼 패밀리를 구축하였다.

표 8. 공간 부위별 패밀리 정보

부위	유형 이름	레이어 재료	단위	물량두께 (mm)	구분	높이 (mm)	
벽	Wall Type 1	Dry Wall	m ²	105	내벽	-	
		지정벽지 바름	m ²	-		-	
		중밀도섬유판걸래받이	m	10		80	
	Wall Type 2	모르타르 바름	m ²	-	내벽	-	
		지정벽지 바름	m ²	-		-	
		중밀도섬유판걸래받이	m	10		80	
Wall Type 3	지정벽지 바름	m ²	-	내벽	-		
	중밀도섬유판걸래받이	m	10	마감	80		
	∴						
바닥	Floor Type 1	모르타르 바름	m ²	27	바닥	-	
		비닐시트 깔기	m ²	-		마감	-
	Floor Type 2	모르타르 바름	m ²	27	바닥	-	
		비닐시트 깔기	m ²	-		마감	-
		욕실도막방수보강	m	3		-	
		자기질 타일	m ²	5		-	
Floor Type 3	자기질 타일	m ²	3	바닥	-		
	타일압착붙임	m ²	-		마감	-	
	∴						
천정	Ceiling Type 1	경량철골천정틀	m ²	-	천정	-	
		석고판(2겹)	m ²	18		마감	-
		이중천정붙이기	m ²	-		-	-
	Ceiling Type 2	지정천정지바름	m ²	-	천정	-	
		경량철골천정틀	m ²	-		-	-
		석고판(2겹)	m ²	18		마감	-
	이중천정붙이기	m ²	-	-	-		
	비닐페인트	m ²	-	-	-		
	∴						

(3) 개념설계모델의 물량예측

아직까지 개발 중인 VA-Cityplanner Ver 2.0은 생성된 개념설계모델에 건축마감에 대한 속성정보를 부여하는 UI(User Interface)만 구축되어 있어 물량을 산출하는 단계까지 물량에 필요한 과정이 시스템적으로 개발되어 있지 않다. 따라서 공간의 부위별 패밀리 DB(Database)와 물량산출을 위하여 Microsoft사의 Microsoft Office Excel 2007을 활용하여 파일럿 테스트를 진행하였다.

우선, 2인실과 6인실의 개념설계모델에서 각각의 건축 마감 물량을 예측하기 위하여, 각 공간들의 부위에 대한 건축마감 유형을 선정하였다. 공간의 배치에 따라 부위별 건축마감 유형의 부여 여부를 결정하고 유형의 종류도 각 공간의 특성에 따라 부여하였다. 예를 들어, 2인실 침실의 벽면 중에서 너비가 3.44m인 벽 한 면에는 'Wall Type 1'유형이 부여되었고 폭이 4.46m인 벽 2면에는 'Wall Type 2'유형이 부여되었으며, 나머지 한 면은 다른 공간과의 배치 상 유형부여가 불필요하다고 판단하였다.

다음으로, 각 공간의 부위에 부여된 유형정보와 공간의 형상정보를 이용하여 재료별 물량을 예측해 보았다. 예를 들어, 2인실 침실의 벽면 중 너비가 3.44m인 벽의 건축마감재료 중 Dry Wall의 경우 9.460m²의 물량이 소요되는 것을 예측할 수 있었다.

위의 예와 같은 방식으로, 2인실과 6인실에 해당되는 모든 공간의 부위별 물량을 예측하였다.

(4) 개념설계모델 예측 물량 및 상세설계모델의 물량 데이터

Revit Architecture 2010의 패밀리 기능을 활용하여 주저용도에 기본적으로 사용하게 될 부위별 유형을 설정하고, 개념설계모델의 공간 정보를 활용하여 물량을 예측하였다. 또한, 비교 검토를 위하여 대상 프로젝트의 상세설계단계에서 작성된 2D CAD 도면을 근거로 하여 Revit Architecture 2010상에서 상세설계모델을 <그림 12>와 같이 모델링하였으며, 물량을 추출하여 AutoCAD 2010 상에서 2D도면을 검토하였다.

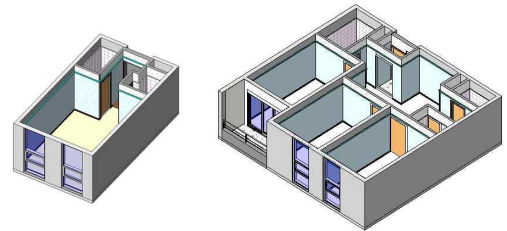


그림 12. 2인실과 6인실의 상세설계 3D기반 모델링

다음 <표 9>는 2인실과 6인실의 개념설계모델과 상세설계모델의 물량을 나타낸다.

표 9. 2인실 및 6인실의 각 단계 모델별 물량

부위	재료 명	단위	개념설계모델		상세설계모델	
			2인실	6인실	2인실	6인실
바닥	모르타르 바름	m ²	18.919	53.830	19.168	54.233
	비닐시트 깔기	m ²	18.919	53.830	19.168	54.233
	욕실도막 방수보강	m	22.950	35.810	24.400	35.810
	자기질 타일	m ²	4.630	9.984	4.375	9.690
	타일압착 붙임300X300	m ²	4.630	7.691	4.375	7.397
	재료분리대 (바닥)	m	0.900	0.900	0.900	0.900
	섬유보강 탄성도막방수	m ²	-	2.293	-	2.293
	타일압착 붙임200X200	m ²	-	2.293	-	2.293
	Dry Wall	m ²	9.460	14.520	4.060	9.120
	모르타르 바름	m ²	24.536	78.412	23.216	70.181
벽	지정벽지 바름	m ²	52.338	155.563	43.570	122.524
	중밀도섬유판 걸래받이	m	21.710	62.530	18.340	54.014
	발코니 난간	m	-	2.270	-	2.270
	경량철골 천정틀	m ²	19.973	54.936	19.967	55.045
	석고판	m ²	39.946	109.872	42.830	110.089
	이중천정 붙이기	m ²	19.973	54.936	19.967	55.045
	비닐페인트	m ²	3.576	6.585	3.576	6.585
	지정천정지 바름	m ²	16.396	48.351	16.391	48.459
	AL몰딩 설치	m	30.930	81.550	34.610	82.874

5.3 결과 비교·분석

(1) 기획단계의 물량과 상세설계단계의 물량 비교·분석
개념설계모델과 상세설계모델의 물량은 바닥과 천장

부위별 재료들의 오차는 $\pm 5\sim 10\%$ 미만으로 작았으나, 상대적으로 다양한 마감재의 종류와 개구부에 대한 고려가 필요한 벽 부위에 대한 재료들 중에는 개구부를 고려하지 않음으로 인하여 20%이상의 오차가 존재하는 부분이 있었다. 그러나 이러한 부분에 대해서 공간의 속성 정의에서 개구부에 대한 기본적인 존재의 유무와 크기만 개략적으로 정의해서 정보를 입력한다면, 향후 이 부분에 대한 해결이 가능할 것이다.

(2) 대안 검토 효과의 예

공간의 물량에 대한 정보를 통하여 여러 대안에 대한 비교가 가능하게 되어 설계자 및 발주자는 이를 검토해봄으로써 최적의 대안을 선택할 수 있다.

파일럿 테스트의 결과를 활용하여 설명하면, 우선 기본적으로 6명의 인원이 기숙사에 들어온다고 하였을 경우, 2인실의 개념설계모델 3개와, 6인실의 개념설계모델 1개의 물량을 비교해 볼 수 있다. 2인실은 6인실 보다 질적인 측면에서는 우수하지만, 경제적인 측면에서는 6인실이 더 나을 수 있다. 이러한 전반적인 측면에서 비교하고 물량에 대하여 분석해 봄으로써 발주자는 의사결정을 효과적으로 내릴 수 있을 것이다.

6. 결 론

건축 기획단계에서 건설 프로젝트의 공사비, 건축물의 규모 및 형태 등 주요 의사결정을 내리는 발주자에게 효과적으로 구체적인 대안을 제시하여 설계자와의 원활한 프로젝트 수행이 이루어질 수 있도록 현재 BIM을 통한 3D 모델링을 활용하고 있다. 본 연구를 통한 최종 목표는 발주자의 요구사항에 적합한 개념설계모델(Schematic Design Model)의 여러 대안을 마련하여 발주자가 최적의 안을 선택하도록 의사결정을 지원하는 것이다. BIM 도구를 활용한 3D모델과 기획의 초기데이터를 생성하고 초기 단계에서 활용 가능한 DB를 구축하여 최적의 개념설계모델을 위한 대안의 비교검토를 지원하기 위해서는 공사비 산출의 기본이 되는 물량을 예측할 수 있어야 한다.

전체적으로 BIM을 기반으로 한 기획단계에서 물량을 통하여 다양한 공간의 구성을 비교하고 예측하는 프로세스를 검증해보기 위하여 파일럿 테스트를 시행하였다. 제안한 프로세스를 통하여 기획단계에서 공간에 대한 고려 없이 단순 바닥면적에 단가를 곱하여 공사비를 예측하는 기존 방식에 비해 물량예측을 함으로써 더 높은 신뢰도를 얻을 수 있었다. 그러나 건축마감에 한정되고 물량에 영향이 큰 개구부 등의 요인들에 대한 고려가 미흡했다. 각 요인들에 대한 것을 사전에 설계자와 발주자 간의 합의를 통하여 미리 반영한다면, 더욱 정밀한 예측을 할 수 있을 것이다. 향후, 건축 기획 BIM의 데이터를 다음 단계와 연계하여 지속적으로 활용될 수 있도록, 그리고 반대로 이후 단계에서 이루어진 정보를 통하여 차기 프로젝트 초기에 이용할 수 있도록 프로세스에 대한 검증과 수정·보완이 필요할 것이다.

참고문헌

1. 박동진, BIM을 활용한 건축 기획 단계 사업 참여자 의사결정 지원에 관한 연구, 석사학위논문, 동의대학교, 2010
2. 김재준, 건축 기획 단계와 BIM, 건축 제52권 제6호, 대한건축학회 학회지, 2008, p.p.40-43
3. 조달청, 3D 건축기법(BIM)적용 확대한다, 4월 15일 조달청 보도자료, 2010
4. 구원용, 김정곤, 이준석, 박형근, 공공건축물의 초기공사비 산정방법 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회, 2007
5. 김성아, BIM 기반 건적 작업 생산성 향상을 위한 마감 모델링 자동화 시스템 개발에 관한 연구 :공동주택 마감 물량 산출을 중심으로, 석사학위논문, 성균관대학교, 2008
6. 박영섭, 공간배치 평가모델 개발 -공간프로그램의 유효성검사를 중심으로-, 공학박사학위논문, 서울대학교, 2009
7. 국토해양부, 건축분야 BIM 적용 가이드라인, 2010
8. 가상건설 연구단, BIM 적용 설계가이드라인 Ver 2.0, 2010
9. 박일우, 박영기, 건축기획의 개념설정에 관한 연구, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2001
10. 조정래, 건축설계초기단계에 있어 건축기획업무 구성과정에 관한 연구, 박사학위논문, 동아대학교, 2000
11. Robert G. Hershberger, 「Architectural Programming & Predesign Manager」, McGraw-Hill, 1999
12. 김상현, 공공 프로젝트 기획단계의 BIM 적용 방안에 대한 연구, 공학석사학위논문, 한양대학교, 2009
13. 함남혁, BIM을 활용한 건축 기획 지원 방안에 관한 연구, 석사학위논문, 한양대학교, 2008
14. 김기홍, 건축 적산 및 건적 정보화의 발전 현황과 전망, 대한건축학회 학회지, 건축 제50권 제10호, 2006
15. 이민철, 장규남, 옥종호, 공공건축물 공사비 산정 특성을 반영한 BIM 속성정보모델링 구축에 관한 기초적 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2009
16. GSA, GSA BIM Guide Series 02: BIM Guide for Spatial Program Validation, 2007
17. 박영섭, 최재필, 네트워크형 공간분석 모델 개발을 위한 기초적 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 대한건축학회, 2004
18. Benner J., Geiger A., Leinemann K., Flexible Generation of Semantic 3D Building Models, Next Generation 3D City Models, Bonn, 2005
19. 염정호, 실내공간인지를 위한 IFC기반의 공간추론 플랫폼에 관한 연구, 석사학위논문, 성균관대학교, 2009
20. Tarek Hegazy, Improving Design Coordination for Building Projects, Journal of Construction Engineering and Management, 2001
21. Senate, BIM Requirements 2007 -Quantity take-off-, 2007
22. IAI 홈페이지 (www.iainstitute.org)
23. Trelligence Affinity 홈페이지 (www.trelligence.com)
24. Autodesk 홈페이지 (www.autodesk.com)

논문접수일 (2010. 09. 10)
 심사완료일 (1차 : 2010. 10. 20, 2차 : 해당없음)
 게재확정일 (2010. 12. 13)