

3차원 모델을 통한 설계정보의 효과적 활용방안에 관한 연구

A Research on Effective Use of Three-Dimensional Models for Architectural Planning and Design

정례화* / Jung, Rye-Hwa

Abstract

In architecture, each project participant must maintain organic relationship with others. However, current practices are rather procedural and discrete than organic, which result in considerable inefficiencies. The cool-downs of Korean construction market also force the architects to be familiar with the new construction methods and systems.

This research mainly focuses on the pre-development stage of such systems, analysing relationships between the information of architectural design and other parts of construction information like structure, construction, environment, and so forth. The result of analysis can be organized into attributes of members in a physical building, which can be modeled in a 3D system. The resulting model can be used for automated generation of drawings, Bill of Materials, finite element meshes for structural analysis and energy analysis, etc. by extracting meaningful information from it.

Hence, the purpose of this research is to analysis the relationship among domain-specific information (e.g. structural engineering, construction detail, energy evaluation) that are represented in drawings, and to represent the attributes of the information relevantly so that they can be applied to each unit task that forms the whole project. Therefore, an object oriented methodology is introduced to compose design informations in three dimension, and expressing properties of building factors and materials, and to construct a database for computers to recognize architecture informations.

키워드 : 유기적 관계, 3차원 모델링, 설계정보, 정보 상관성

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 필요성

설계업의 낙관적일 수 없는 현실과 불투명한 미래로 상황에 따라 주어진 시간 내에 적은 인원으로 예전과 같은 양과 질의 일을 수행할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것으로 생각된다.

현재 국내 건축 및 실내설계사무소에서 도면작성을 위해 대부분 CAD를 활용하고 있다. 그러나 활용정도는 2차원 도면작성이거나 도면작성에 편리한 라이브러리를 구성하여 활용하는 정도이다. 이렇게 작성된 평면, 입면, 단면으로는 설계작업의 특성상 공동작업으로 인한 도면의 불일치, 수정 등의 오류를 줄이는데 많은 노력을 필요로 한다.

또한, 새로운 사고의 전환이 모색되고 있는 21세기를 맞이하여 CM이나 건설CALS¹⁾ 등에 대한 다양한 논의와 여기에 따

른 새로운 방식의 건축정보구성(자재 정보 DB, 건설 정보 분류)과 활용방안(정보 검색시스템, 디지털 정보)이 연구되고 있다.

정보분류체계의 적합성에 대한 연구나 자재에 대한 데이터베이스 구축 등도 나름대로 의미가 있는 작업임에는 분명하지만 분류체계나 자재에 대한 정보가 설계단계에서부터 고려되어져 시방서나 내역서 작성으로, 시공에서 물량산출이나 견적 및 적산으로, 구조에서 주요부재의 단면산정에 필요한 정보로, 환경에서는 단열성능 평가 등을 행할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있는 종합적인 검토가 필요하다. 따라서 설계단계의 도면상에 표현되는 정보와 시공, 구조, 설비 및 환경 정보와의 상관성을 고려한 정보의 효율적 관리로 경쟁력 확보, 신속 정확한 정보 교환, 건설 시스템 및 건설환경변화에 대응할 수 있어야 한다.

* 정희원, A&G 건축사사무소소장, 상명대 겸임교수, 공학박사

1)건설 CALS란 건설 생산활동 전 과정의 정보를 발주기관과 건설관련 업체들이 전산망을 통해 신속히 교환, 공유하여 건설사업을 지원하는 정보전략 - 건설교통부, 건설 CALS 연차별 시행계획, 2000. 3, p.1.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 건축설계 흐름을 분석하여 설계단계별 주요 도면 및 도서를 파악하고, 설계과정상 어떤 단계에서 타 건축정보와 적극적인 교류가 전개되는지 분석한다. 이 단계에서 구조, 시공, 설비 등 각 업무의 정보들이 설계도면에 어떤 형태로 표현되어지는지 분석하고, 분석된 정보를 적절한 과정을 통해 건축물을 표현하기 위한 형태로 종합하여 재구성하며, 이를 다시 구조, 시공, 설비 및 실내마감재 지정에 활용하기 위해 어떤 정보들을 어떠한 형태로 활용해야 하는지 각 분야의 추상화(abstraction) 방안을 연구한다.

따라서 본 연구는 설계도면에 표현되어지는 정보를 구조, 시공, 설비 및 실내마감재 지정에 활용하기 위한 방안으로 기존의 2차원적 작도에 의한 도면작성이 아닌 건물구성 요소를 상세하게 정의할 수 있고 이를 활용할 수 있는 3차원 모델링을 제안한다. 모델링을 통한 결과로 설계도면²⁾ 작성을 1차 목표로 하고, 모델링 과정상 발생하는 정보를 구조해석 단계나 부재설계단계에서 도면을 통해 추출하여 input 해야 할 데이터를 데이터베이스를 통해 output 할 수 있게 하고, 바닥·보·복도, 철근배근도 등의 구조도면 자동작성, 물량산출, 에너지 해석을 위해 경우에 따라 도면을 보고 입력해야 할 건물의 기하정보(공간, 벽체, 창호 등)와 재료 등을 데이터베이스를 통해 output 할 수 있게 하여 타 건축분야에 활용하는 방안을 제시한다. 그러므로, 본 연구는 건물 모델링 범주에 해당하지 않는 조경이나 기계, 전기설비 등에 대한 부분들은 제외하고 건축물에 한정한다.

2. 계획 및 설계의 구성과 과정

2.1. 설계도서의 구성³⁾

건축사법 건축사업무 및 보수기준의 제2장 업무의 범위는 건축물의 설계(이에 수반되는 조경을 포함)와 건축물의 공사감리 두 가지다. 이 중 건축사법 7조의 설계업무는 기본설계(계획설계 포함)와 실시설계로 구분된다.

기본설계(기획설계 → 계획설계 → 기본설계)까지는 건축주

로부터 제공된 자료를 참작하여 건축주와 협의 후 건축물에 대한 기본구상을 입안하고 기본구상에 바탕을 둔 건축허가 신청에 필요한 도면 작성을 위한 단계이다. 따라서 기본설계단계에서 다음의 설계도서를 작성하여야 함을 명시하고 있다.⁴⁾

- ① 배치도, 평면도, 입면도, 일반단면도
- ② 건축, 구조, 설비 등의 설계설명서
- ③ 공사비 개산서⁵⁾(概算書)

이 중 실내마감 구성이나 재료에 대한 부분은 평면도, 단면도, 설계설명서, 공사비 개산서 등에 표현된다.

실시설계에 있어서는 기본설계를 기초로 당해 건축물의 공사에 필요한 다음의 설계도서 및 문서를 작성하여야 한다.

- ① 부지안내도, 배치도, 각종평면도, 입면도, 단면도, 상세도 평면이나 단면도, 상세도에 실내마감재의 재료, 두께, 벽과 바닥, 벽과 천장마감 등의 상관관계가 표현된다.
- ② 구조도 및 구조계산서
- ③ 경우에 따라 주차장 평면도, 소방설비도, 건축계획서, 기타 필요한 설비설계도 및 계산서 중 필요한 것
- ④ 공사시방서
- ⑤ 공사비명세서 - 내역서의 내부물량 산출 부분에 각 실별 실내마감을 구성하는 재료의 규격과 품명, 크기가 상세하게 제시된다.
- ⑥ 건축허가신청서

그러나 인·허가를 위해 심의 → 허가 → 착공을 위한 도면을 작성해야 한다. 건축법 시행규칙 제6조에 건축허가신청에 필요한 기본설계도서와 제14조에서 착공신고에 필요한 설계도서의 종류와 축척⁶⁾, 표시하여야 할 사항들을 명시하고 있다.⁷⁾

이와 같이 건축사법에서 규정한 업무와 인·허가 등을 위해 작성해야 할 도면의 관계는 계획설계 도면으로 각종 심의를 준비하고, 건축사법에서 명시한 기본설계 단계에 작성한 도면으로 허가를 신청하며, 실시설계도면으로 착공신고를 하게 된다.

2.2. 실시설계 절차

설계와 구조, 각종 설비도면 및 시공과의 관계를 고려할 때, 건축설계 과정 중 기본설계 단계(허가신청용 도면)에서는 구조에 대한 부분, 각종 설비, 시방서, 토지와 관련된 부분 등은 타 전문 분야와 적극적인 교류가 발생하지 않는다. 그러나 실시설계단계는 건축물에 대한 구체화 작업이 시작되는 단계이고 설계과정 중 구조, 설비 등과 본격적인 협의가 진행되는 등 충분한 검토를 통해 건축물에 대한 정보가 도면상에 구체화되어진

2)설계(設計)는 건물의 배치, 평면, 입면, 구조, 설비 등 각각의 계획을 도면에 나타내고, 도면으로 표현할 수 없는 것을 시방서에 기록 표현하여 설계도서를 작성하는 것.

도면(圖面)은 사물의 형태, 관계 위치 및 치수, 재질, 마무리 방법 등을 일정한 표현 방법에 의해 그림으로 나타내고, 필요에 따라서는 그 그림에 기호 문자 등을 써넣은 것으로 표현 방법에 따라 평면도, 입면도, 단면도, 구조도, 투시도 등이 있다. - 현대건축관련용어편찬위원회 편, 건축용어사전, 성안당, 1995, p.193, p.217.

3)신축건물인 경우 착공신고에 필요한 설계도서 중 실내디자인에 대한 부분을 상세하게 표현하게 되고, 실내만 디자인하는 경우에도 많은 부분에서 건축법을 준수해야 하므로 법적 제한이 따르는 건축법을 기준으로 검토하였다.

4)장동찬 편저, 建築諸法規, 1999. 5 개정판, 기문당, pp.3-31~3-32, 1999.

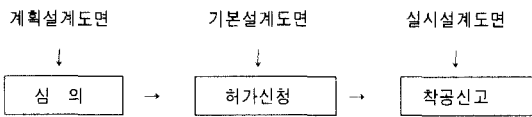
5)설계도에서 상세하게 수량을 셈하지 않고 개략적인 수량 등에서 공사비를 예측.

6)축척은 입의 - 건축법 시행규칙 제 14조 1항.

7)건설교통부 홈페이지, 건축법시행규칙, 1999. 5 개정 및 신설, pp.15~22.

다. 견적⁸⁾에 대한 부분 또한 일위대가, 단가조사, 수량산출 등의 내역을 포함한 공사비 명세서가 작성되어야 하는 단계이고, 시공자의 입장에서 실시설계 도면을 토대로 물량산출을 비롯한 견적을 하게된다.

실시설계단계에서 구조 및 각종 설비와의 관계를 고려할 때 기본설계도서를 바탕으로 건축주, 토목, 구조, 기계, 전기 등과 협의를 통해 실시설계도면을 작성하게 되고, 이의 종합적인 검토에 의해 수정 및 보완이 이루어지며, 도면작성이 완료될 시점에서 시방서 및 공사비 명세서 등을 작성하여 착공신고에 대비한다. 그러므로, 건축 업무의 특성상 설계정보와 구조, 시공 및 설비 등 타 건축정보의 상관성 검토 및 유기적 활용 단계는 실시설계 단계가 적합할 것으로 생각되며, 전체 설계 도면구성 중 가장 많은 비율과 비중을 차지하는 평면 및 단면의 자동화에 초점이 맞춰져야 능률성 및 생산성 향상을 위해 효과적이다.



<그림 1> 단계별 설계도면의 구성

3. 실시설계 도면상의 건축정보

3.1. 실시설계 도면의 분석

설계도면에는 구조, 시공, 환경 및 설비 등 해당 건축물에 대한 정보를 직·간접적으로 표현하게 되는데, 실시설계단계에서 구조에 대한 역학적인 상관관계, 기계 및 전기 등 일부 설비에 대한 부분들은 도면작성 중간에 비교적 적극적인 검토가 있으나 시공이나 에너지 절약, 열 환경 검토 등 환경에 대한 부분들은 상대적으로 소극적이다. 시공은 측량 및 지질조사에 의한 현황도나 시방에 대한 내용위주였고 공법선정 등 시공성에 대한 주요 부분들은 충분히 고려되지 못하고 있는 실정이다. 환경에 대한 부분 또한 일률적으로 법규에 규정한 요소들을 적용하는 정도에 그치고 있다.

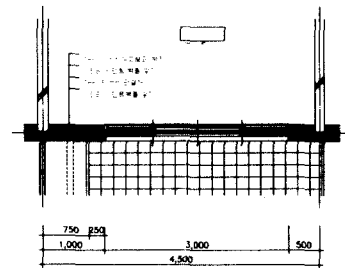
건축물은 기초, 벽, 기둥, 보, 슬래브(바닥, 지붕), 계단과 각종 실내 마감 등으로 구성된다. 실시설계 도면의 평면과 단면 상세에 표현되는 내용을 <그림 2>⁹⁾를 통해 살펴보자.

그림의 평면을 살펴보면, 벽체를 구성하는 요소들의 폭, 두

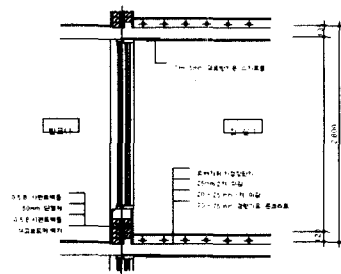
께에 대한 치수와 재료, 중심선과의 관계 등을 보여주고 있다. 단면에서는 각 벽체의 높이(H)와 벽체의 위치에 대한 창호의 높이, 슬래브 위·아래의 바닥 및 천장 구성을 보여주고 있다.

이와 같이 구조, 시공, 설비 등에 종사하는 전문가라 할지라도 하나의 벽체에 대한 정확한 이해를 위해 평면과 단면을 취합하여야 하고, 창호에 대한 정확한 정보는 창호도를 참조하여야 하는 문제점을 안고 있다.

평면과 단면, 창호도 등은 서로 다른 용지에 작성되고, 경우에 따라 각기 다른 설계자에 의해 작도 될 수 있다. 이러한 경우 설계작업에 들어가기 전에 사전 협의를 하여야 하고, 이후 수정 및 보완작업을 거쳐 최종 도면이 결정되지만 타 분야 전문가에게 일관성 있는 정보는 제공하지 못하고 있는 실정이다.



a) 실시설계 도면 평면(일부)



b) 실시설계 도면의 단면

<그림 2> 실시설계 도면의 표현

3.2. 설계도면 정보와 타 분야 건축정보의 상관성

실시설계도면은 계획의 디자인적 요소, 구조, 각종 설비, 환경 등의 종합적인 검토에 의해 작성된 것으로 생각할 수 있다. 즉, 설계도면에서는 실내재료 마감표, 평면, 입면, 단면 및 천장 마감, 각부 상세, 시방서, 공사비 명세서(내역서) 등과의 관계, 시공에서는 견적 및 적산, 시공법과의 관계, 구조에서는 구조해석 및 부재설계를 위한 설계하중 등과의 관계, 환경에서는 건물에너지 성능평가 및 해석 등 전체적인 검토에 의해 구성되어야 한다.

그러나 설계, 구조, 시공, 환경 등 각 분야마다 하나의 자재에 대해 필요로 하는 정보 및 데이터의 표현 방식이 서로 다르므로 데이터를 공유하거나 상호 활용 가능한 방식으로 변환 또

8) 견적 또한 작성시기와 작성자에 따라 계획설계시(개산견적 - 건축가 작성), 실시설계(공사비명세서 또는 설계견적 - 건축가), 입찰 및 계약시(공사명세 견적 - 시공자), 시공시(실행예산, 설비정산견적 - 시공자)로 구분된다. 그러나 견적에 대한 부분은 인.허가를 위한 도서에는 포함되지 않는다.

9) 현대산업개발(주) 기술본부, 아파트 표준상세도, 1999, <그림 3>은 코드분류 A1·A2·A3 - X - XX를 참조하여 재구성.

는 전환하는 과정이 필요하다. 이를 위해 설계단계에서 건축물에 대한 정보는 기존의 2차원적인 작도방법보다 각 부재 및 자재에 대해 명확하게 인식할 수 있는 3차원 모델링 기법이 적합할 것으로 판단되며, 본 연구는 설계도면에 표현되어야 할 정보를 3차원 모델링을 통해 각 분야에 활용할 수 있는 정보의 상관성을 연구하여, 설계단계에서 3차원으로 구성한 정보를 각 분야에 적용할 수 있는 데이터 유형으로 추론할 수 있는 방안을 연구한다.

4. 3차원 모델링을 위한 건축정보의 상관성

4.1. 건축정보의 형태

정보의 유기적 활용을 위한 방법으로 건축구성 요소를 3차원 모델링을 통해 정의하게 되는데 각 도면 정보와 타 건축 응용정보에서 필요로 하는 데이터의 형태는 <표 1>과 같다.

<표 1>의 벽 부분을 살펴보면, 벽체 모델링을 통해 도면작성으로 전환하였을 때 W(벽의 폭), T(두께), H(높이)와 T 및 W의 중심선과의 관계, elevation(3차원 상에 위치할 벽체의 하부지점), 창호 위치, 재료 등이 표현되어야 한다. 이와 같이 도면에 표현되어질 정보로 콘크리트(W×T×H), 거푸집, 마감재에 대한 물량이 산출되고, 각 실을 구성하는 부재의 중심선과

의 관계와 3차원적 관계에 의해 구조에 대한 기본정보를 추론할 수 있다. 여기에 하나의 단계를 추가하여 철근에 대한 물량과 구조도면 작성으로 영역을 확장시킬 수 있다.

구조에 필요한 데이터는 구조해석 단계에서 W·H와 H·T로 단면적을 구할 수 있고, elevation과 H·W로 부재설계 단계의 절점위치 및 경계조건과 각 절점간 연결지점이 지정된다. 벽체 철근은 배근타입에 따라 단배근과 복배근이 있고, 수평근의 내부에 수직근이 배근되는 경우와 외부에 배근되는 경우가 있다. 그러므로, 벽체의 철근양은 수직근과 수평근으로 나누어 산출되고 opening(문, 창, open)이 생길 경우 opening에 대한 철근 양을 감하는 대신 수평·수직·사선 방향의 보강근을 철근 종류, 길이, 개수별로 지정하여야 한다. 또한 <표 2>의 벽 구조정보에서와 같이 피복두께를 지정하여 철근이 배근되는 정확한 위치를 지정할 수 있다.

구조해석 단계와 부재설계 단계의 데이터 중 기둥, 벽, 보에 대한 구조해석 단계에 입력되어야 할 데이터는 <표 2>와 같다.

이중 재료, 단면의 성능에 대한 부분을 제외한 데이터는 본 연구에서 output 된다.

건물 에너지 해석에 관한 내용 또한 건물에 대한 기하학적 정보로 실을 구성하는 공간과 벽체의 X·Y·Z(건물 혹은 건물 표면의 원점좌표)를 기준으로 공간 혹은 단위 표면의 원점의 상

<표 1> 건축정보의 구성

	도면 정보	구조 정보	시공 정보	
			공사 정보	물량 정보
기둥				콘크리트 - 거푸집 - W×D×H 철근 주근 - (W축 개수 + D축 개수) × H 띠근 - ((H/띠근간격) + (여장길이) × 띠근개수) 보조띠근 - ((여장길이+보조띠근 길이) × 개수) 마감재 - (W + x) × (D + y) × (H + α)
벽				콘크리트 - (W × H × T) - 창호 거푸집, 조적, 모르타르, 단열재, 마감재 - (W × H) - 창호 철근 수직근 단배근 - (W/배근간격)×H, 복배근, opening, 수직 보강, 사선보강 수평근 - (H/배근간격)×2×W opening, 수평보강근
보				콘크리트 - (W × D × L) 거푸집 - (W×L) + (d×L) × 2 + (※W×D) 철근 양 끝단(AB동일)상,하부근 - (개수 × 중심간 길이)/4 중앙, 상,하부근 동일 - (개수 × 중심간 길이)/2 상부능근(┌), 하부능근(└)
슬래브 기초				콘크리트 - ((W×D) - opening) × T 거푸집 - ((W×D) - (opening)) × 2 + ((O-W)+(O-D)) × 2 × T 철근 단변방향 상부근(x1) - (Ly/x1의 배근간격)×((Lx/4)+(15×철근직경)) × 2 밴트근(x2) - (Ly/2의 배근간격) × Lx 하부근(x3) - (Ly/x3의 배근간격) × Ly 장변방향 - 상부근, 밴트근, 하부근
마감 (바닥, 천장)				벽 - (W × H) - opening 천장, 바닥의 1차 혹은 2차 마감재에 대한 물량 - (W × H) - opening

대좌표 값), 창호의 크기(W, H) 및 벽체에서 창호가 위치할 상대좌표 값에 대한 정보를 추론할 수 있고, 재료와 재료에 대한 특성 등도 추론하여 에너지 해석에 필요한 데이터를 구성할 수 있다. 이와 같이 도면상에 표현되어질 물리적 속성을 표현하는 기하학적인 정보들은 속성의 변화 없이 타 응용분야에 활용될 수 있어야 한다.

<표 2> 구조해석단계 데이터 input

부재	기둥			벽			슬래브		
입력정보									
	철근콘크리트								
재료	재료	탄성계수, 포와송 비, 비중, 전탄성계수, 선팽창 계수							
단면	단면적	W, D	WH 와 H, T	W, D와 D, T					
	성능	단면 1차 모멘트, 단면 2차 모멘트, 단면계수							
절점 위치 및 경계조건	elevation, H	elevation, H, W			elevation, H				
	경계조건 : 절점(지반과 접하는 부분 등)의 경계조건								
요소지정 및 경계조건	각 절점간 연결지점								
	각 절점간 연결조건(로울러 지점, 현지지점, 고정지점) 지정								
하중입력	하중 및 외력의 설정								

4.2. 건축정보의 효과적 활용을 위한 매개정보

모델링 과정을 통해 구성된 정보의 활용을 극대화하기 위한 기반 기술이 있다. 이러한 것들은 각 응용분야로 변환될 때 매개 역할을 할 수 있으므로 충분한 분석을 통해 도면작성을 비롯한 각 응용분야에 어려움 없이 적용할 수 있는 방안이 검토되어야 한다.

① 軸列 정보 - 도면작성 시 중심선이라 일컬어지는 軸列은 건축정보 표현의 기준이 되고 복잡한 도면의 참조를 위해서도 유용하다. 이러한 축열 정보는 시공단계에서 각 층별 공사를 위한 기준점의 역할을 할 수 있으며, 구조에서는 구조도면 작성과 구조해석 단계에서 절점간 연결지점 및 연결조건의 지정에 활용된다. 또한 건축물에 대한 에너지 해석에 있어서도 바닥면적, 방위각, 상대좌표 값 등을 설정하기 위한 기초 정보로 활용될 수 있어야 한다.

② 건축정보 분류체계 - 현재 설계사무소, 건설회사마다 각자의 분류체계를 사용하고 있을 뿐만 아니라 건설기술 연구단체(건설정보분류체계-한국건설기술연구원 1996. 12), ISO 등에서도 정보 분류에 대한 연구가 계속되고 있다.

통합 건설정보 분류체계의 활용 절차¹⁰⁾ 중 공동주택의 기준

층 벽체 콘크리트 공사에 대한 사례를 살펴보면, 설계도서의 활용대상은 공사시방서 작성, 내역서 작성, 설계도면 작성으로 되어있다.

공사시방서와 내역서를 작성할 경우에는 공중분류를 중심으로 작성되므로 F42 > S13 > E23 > W26 중 'W26'만을 참조 코드로 기입하여 사용할 수 있다. 따라서 공동주택의 기준층 설계도면은 F42 > S13이 되고 건축도면, 토목도면 등 각 설계도면의 종류별 구분과 평면도, 입면도 및 단면도 등 도면형식별 분류 표는 자체적으로 정하여 사용할 수 있는 것으로 되어 있다. 반면, 현재 설계 사무소에서 활용정도가 높은 분류체계는 도면분류체계와 상세 코드(detail code) 분류체계이다.

공동주택을 위한 상세 분류체계를 살펴보면, 대분류(A~J) 중분류(0~9) - 소분류(0~9) - 일련번호(01~99)로 되어 있고, 대분류는 세대내부, 세대공용, 세대외부, 부속시설, 창호 등으로 구성되어 있다. 따라서 공동주택 거실/침실/식당 벽의 내벽마감 콘크리트는 A2-2-01로 구성된다. 이것은 앞의 부위나 공중에 따라 분류된 것과 유사한 특성을 보인다. 또 다른 설계를 위한 상세 분류체계¹¹⁾는 대분류 중분류 - 소분류 일련번호 - unit size로 구성되어 있다. 앞의 분류와 A(건축) 01(실내마감 상세) - 301(벽 300, 콘크리트 1 혹은 2 : 마감재에 따라 다른 구성을 보임)로 구성된다. 이는 설계에서 내벽이 콘크리트/모르타르/벽지 마감이라면 시설물이나 공간분류와 상관없이 주택이나 오피스에서도 같은 시스템이 적용될 수 있기 때문이다.

건설교통부의 분류체계와 타 분류체계를 혼합할 경우 중복되는 부분이 생길 수 있고, 설계를 위해 적용되고 있는 분류체계도 많은 차이를 보이고 있음을 알 수 있으므로, 건설기술관리법 시행령 제29조 제3항 및 제55조 제3항의 규정에 따라 건설정보통합전산망의 활용을 위하여 설계, 공사관리 등 건설정보의 상호 교류 촉진을 목표로 함을 명시했듯이 설계단계에서 보다 유기적으로 활용할 수 있는 분류체계의 마련이 필요하다.

③ 건축 자재검색 및 분류 - 건축 자재에 대한 분류나 데이터 베이스인 경우, 기존의 카탈로그 형태로 존재하던 자재 목록을 컴퓨터를 이용(인터넷, 디지털 정보 등의 용어)하여 단지 자재를 검색하는 등..., 실내마감재 자체에 대한 원초적인 단계의 분류나 검색에 대한 연구가 진행되고 있는 정도이다.

이러한 자재분류 및 검색은 설계 혹은 모델링 과정 중 적절한 단계에 고려되어져 실내 마감 표 작성이나 내역서 작성, 시공에서 자재 및 층별 물량산출에서부터 적산까지 구조에서는 구조계획 단계에서 설계하중, 부재설계 단계에서 고려해야 할 각종 하중과 관련된 정보를 추상화 할 수 있어야 한다.

④ 공간을 구성하는 요소는 어떤 형태와 속성들을 가지게 되는 데 이 형태와 속성을 명확하게 정의하기 위해 공간을 구성하는

10)건설교통부 공고 제 2000-11호 통합건설정보분류체계적용기준(안), pp. 7~9, 2000, 1, 18.

11)삼우설계, 건축 detail, 기문당, 1996. 9.

요소의 특성을 지정하여야 한다. 이를 위해 설계자가 모델링을 하는 과정에 평면, 입면, 단면에 대한 유형학적 형태를 도입하여 형태가 취하는 속성 정의를 통해 모델링이 진행되고, 이 과정에 설정된 속성들에 의해 타 정보와 교류가 발생한다.

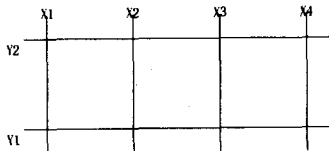
⑤ 데이터베이스 - 내역서 작성을 위한 물량산출이나 적산을 위한 초기조건들(preliminary condition)의 확보, 구조 및 에너지 해석 등을 위해 필요한 정보들을 체계적으로 구성하고 각 단위업무에 필요한 정보들을 추출하여 평면, 단면 등의 검토 없이 추출된 데이터를 참조하여 각 응용 프로그램에 입력하거나 연동하여 활용할 수 있는 데이터베이스를 구축한다.

5. 건축정보의 활용 방안

5.1. 정보의 효과적 활용을 위한 고려사항

① 건축정보를 구체적으로 적용하기 위한 그리드(軸列) 구성 - 이 그리드는 도면작성이나 시공을 위한 기준점, 구조 해석 단계의 경계조건 등을 설정할 수 있는 형태, 에너지 해석을 위한 좌표시스템에 대한 요소들이 고려된 방식이어야 한다.

그러나, 그리드를 활용하는 방법에서 벽이나 기둥에 차이를 보일 수 있다. 그림 4에서 기둥은 X열과 Y열이 교차하는 지점을 기준으로 생성되고, 벽체는 X열 혹은 Y열 방향으로 생성되거나 정확한 위치를 지정하기 위해 상대 열에 대한 지점도 함께 고려된다.

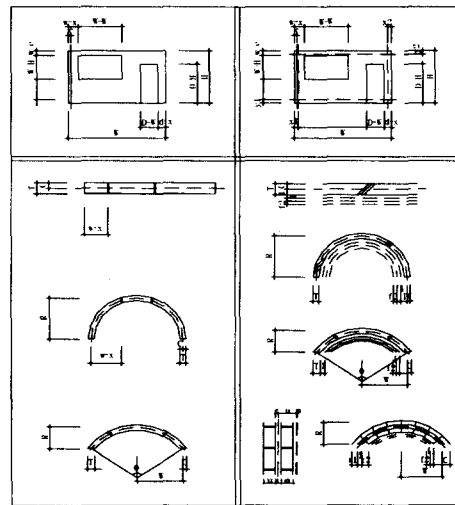


<그림 3> 그리드(軸列)구성

② 모델링 순서는 기존의 도면작성 순서나 시공순서와 비교적 일치하여야 하고, 이전 단계에 정의된 정보를 활용할 수 있어야 한다.

앞선 연구¹²⁾에서는 입면상 나타나는 하나의 형상이 평면으로는 그림4와 같이 다양한 구성을 보일 수 있음에도 이러한 것이 고려되지 않았고, 실내마감재 지정에 대한 내용은 포함하지 않고 있다. 또한 실명을 정의한 후 벽체를 지정하고 있는데, 하나의 벽체는 이웃하는 실과의 관계가 고려된 것인지 어느 한 실의 공간을 구성하기 위한 일방적 위계관계¹³⁾가 성립하지 않

을 경우가 더 많을 것이다. 하나의 공간을 구성하는 4벽체의 재료는 콘크리트일수도 있고 조적이 될 수도 있으며, 조적벽이 내력벽으로 작용할 수도 있다. 대부분의 경우 공간을 구성하는 재료가 어느 것이든, 하나의 실을 구성하는 마감재는 동일한 재료로 구성되므로 마감재 정의단계를 고려하여 실명을 정의하는 것이 적합하다. 또한 마감재를 지정할 경우 그림5의 b) 예서와 같이 하나의 입면 형상에 대한 다양한 평면 타입이 고려되어야 하고, 이러한 구성은 마감재 모델링 단계에서 재 지정하지 않고 a) 단계에서 설정된 정보를 활용할 수 있는 모델링 메카니즘(modeling mechanisms)¹⁴⁾을 구성할 수 있어야 한다.



a) 내력벽 정보구성

b) 마감재의 구성

<그림 4> 내력벽과 마감재의 관계

도면작성(평면도, 단면도 거의 비슷함.) 시에는 중심선 생성 후 구조와 관련된 기둥, 벽 등을 생성하고 이어서 조적, 단열, 마감 등의 순서로 진행되고, 시공에서도 같은 방식으로 현장업무가 진행된다. 3차원 모델링 순서의 구성은 이와 같은 절차가 반영될 뿐만 아니라 한번 정의한 부분의 데이터를 활용할 수 있는 장점도 있다. 예를 들면, 특정 부분의 내력 벽에 대한 모델링을 했다면, 내력 벽에 대한 모델링 정보(벽체의 폭이나 높이 및 opening에 대한 기하학적 정보)를 단열재나 마감재 정의, 물량산출, 구조정보, 시공정보로 추론¹⁵⁾할 수 있고, 단열이나 마감재에 대한 폭, 높이의 가감에 대한 부분만 추가하여도 새로운 정보를 구성할 수 있다.

③ 벽이나 슬래브에는 opening이 있는데, opening에 대한 부분은 어떻게 구성할 것인지 검토되어야 한다.

12)건설교통부, 건축설계 자동화를 위한 통합데이터베이스 개발, 1997. 12.
13)J. M. De La Garza & G. A. Oralkan, An Object Space Framework for Design/Construction Integration, Building and Environment, Vol.27, No.2, pp.244~245, 1992.

14)Thomas Froese, Model of Construction Process Information, Journal of Computing in Civil Engineering, p.189, July, 1996.

15)Martin Fischer & Thomas Froese, Examples and Characteristics of Shared Project Models, Journal of Computing in Civil Engineering, pp.175~178 July, 1996.

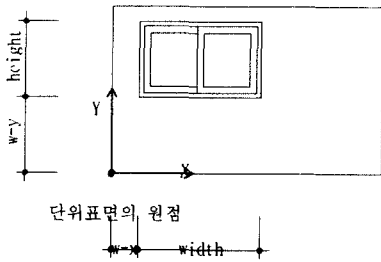
특히, 에너지 해석을 위해 창호는 <그림 5>¹⁶⁾에 나타난 것과 같은 데이터를 구성한다.

X, Y : 단위표면의 원점좌표를 기준으로 한 window, door 원점의 상대좌표 값.

Height, Width : window, door의 높이, 폭

건물 에너지 해석을 위해, 건물의 원점좌표와 이에 따른 상대좌표 값(방위각과 축열 정보), 실을 구성하는 공간의 바닥면적 값 및 체적(단위표면의 높이와 폭), 단위표면의 원점좌표를 기준으로 한 opening의 상대좌표와 opening의 높이와 폭 및 유리종류 등을 포함하여야 한다.

이와 같은 정보가 데이터베이스에 기록되어 각 단위업무에 종사하는 전문가가 반드시 거쳐야 할 설계도면에 대한 검토나 확인과정을 거치지 않고도 해당 분야에 필요한 물리적 정보를 추론할 수 있다. 그러므로, 3차원 모델링 과정은 이러한 정보들이 반영되어야 하므로 건축물의 각 부위 및 부재에 대한 정보는 이러한 정보들의 재해석에 의해 구성되어져 도면화 된다.



<그림 5> 건물 에너지 해석을 위한 window, door 좌표시스템

④ 건설정보 분류체계는 자재 정보와 함께 건축물을 구성하는 각 부재에 대한 3차원 모델링 단계에서부터 적용되어 각 응용분야의 필요한 정보구성에 매개적인 역할을 행할 수 있어야 한다. 모델링 과정을 통해 설계도면의 상세, 실내마감표, 도면분류 등과 시공단계의 적산을 위한 물량산출 정보, 구조에서는 부재해석 등을 위한 적재·고정하중, 에너지 해석을 위한 요소등이 전체적으로 고려되어야 한다.

⑤ 데이터베이스의 테이블은 다음과 같은 내용을 포함할 수 있어야 한다. 시공에 필요한 정보 중 공사정보 및 물량정보로 각 층 부재별(기초, 기둥, 벽, 보, 슬래브) 콘크리트, 철근, 거푸집양, 벽체의 조적(적벽돌, 시멘트 벽돌, 블록) 양, 마감재 종류별 바닥, 천장, 벽체의 양, 벽, 천장, 옥상 및 1층 바닥의 단열재 양 등과 이들에 대한 관계를 알 수 있는 데이터 정보가 포함되어야 한다.

구조데이터로는, 각 부재가 위치하는 각 층별 축열정보 (구조해석 단계의 요소지정 및 경계조건), 부재(기둥, 벽, 보, 슬래

브)의 위치 및 크기 정보와 재료, opening의 위치 및 크기 등 (부재설계 단계의 input 데이터)이 필요하다.

5.2. 3차원 모델링을 위한 데이터 정보의 구성

지금까지 연구된 내용을 정확하게 표현하기 위해 평면과 입면 혹은 단면에 대한 유형학적인 형태를 도입한다.

입면상에 표현되는 건물의 형태와 평면상에 표현되는 건물의 형태는 다를 수 있고, 하나의 형태로는 건물에 대한 정확한 정보를 나타내기 어렵다. 따라서 <그림 4>의 내력벽과 마감재의 관계를 통해 제시된 것과 같이 a) 내력벽인 경우, 정면에서 바라 본 입면 형태가 그림과 같을 때 해당 부위에 대한 평면형상은 ~, || 또는 — 형상일 수 있고, 타 건축정보에서 재료에 따라 필요로 하는 정보유형이 다를 수 있다. 따라서 모델링 과정상 건물을 정의하기 편리하고 상관관계를 명확히 할 수 있도록 평면, 입면, 경우에 따라 단면 등이 일치하는 형태를 사용자가 선별할 수 있도록 다양한 평·입·단면에 대한 유형을 연구하여 컴퓨터 시스템 내에 구성하여야 한다.

이러한 사항을 고려하여 시스템 구축 단계에서는 다음의 사항들이 포함되어야 한다.

- ① 프로젝트 명(정보분류체계의 시설물 분류)과 층수 및 층고 지정
- ② 그리드(축열)를 지정
- ③ 레이어를 지정한다. 도면으로 전환했을 때, 출력을 고려하여 linetype과 선의 굵기, 선의 색상 등을 지정하여야 한다.
- ④ 벽체의 예를 들면, 다양한 벽체의 입면타입과 평면타입이 고려되어야 한다. 그림4의 하나의 평면타입과 입면타입을 통해 구성되어야 할 정보를 살펴보면,

입면 W : 벽체 폭 H : 층고

d-x, d-e : 문이 위치할 상대좌표 지정

w-x, w-e : 창이 위치할 상대좌표 지정

W-W, W-H, D-W, D-H : 창과 문의 폭과 높이

평면 T : 벽체.두께 C : 벽체의 중심선과의 관계

재료 : 자재분류 및 데이터베이스와 연계

그리드 : 벽체가 위치할 주 그리드(X 이면)와 부그리드 두 개(Y : 부터 ~ 까지) 지정

철근(표 2 벽체 참조)

수직, 수평근 위치 : 수직근이 수평근의 내, 외부

h1, h2, v1, v2(피복 두께) : 벽체의 양면

수직근, 수평근의 철근종류, 배근간격, 배근타입

수평 보강근, 수직 보강근, 사선 보강근의 종류, 길이, 개수

분류체계(ID) : 하나의 벽체에 구성된 정보를 데이터베이스 등에 기록할 때 객체를 식별하기 위해 사용된다. 정보 분류체계가 명확하게 구성되어 있는 경우 이를 활용할 수 있다.

16)건설교통부, 앞의 책, p.75.

이상과 같은 건축물을 구성하는 부재 혹은 부위에 대한 속성을 컴퓨터가 인식할 수 있게 시스템을 구축하여 모델링을 통해 설계도면 자동작성과 각 단위 업무에서 필요로 하는 정보로 추론할 수 있다.

⑤ 실내마감은 앞 단계에서 구성된 상위객체인 기둥, 벽, 슬래브에서 구성한 정보를 활용하게 된다. 벽체 실내마감인 경우 <그림 4> b)에서와 같이 마감재 구성을 위한 바탕재(f1), 마감재(f2)를 설정하여 평면상의 위치를 지정하고, 입면의 x1, x2, y1, y2를 지정하여 내력벽에서 상대적으로 감소하는 부분을 지정하게 된다.

6. 결론

설계의 결과물은 시공, 구조, 환경 등에 대한 제반 요소들이 최상의 능력을 발휘된다는 무언의 전제아래 이루어진다. 설계 단계에서 미리 시공성, 경제성에 대한 충분한 검토가 있어야 하지만, 설계단계에서 시공성 뿐만 아니라 검토되어야 할 많은 요소들이 시간적, 경제적 원인에 의해 충분한 검토와 협의를 가지지 못함으로 해서 정보 축적과 경쟁력 확보에 취약한 면을 보여온 것이 설계시장의 현실이다.

시간적 여유가 있다 하더라도 기존의 방식대로 도면이 완성된 후 물량산출을 해야 하고, 구조, 시공, 에너지 관련 부분 등에서 하나의 정보를 확인하기 위해 수십, 수 백장씩 되는 도면을 뒤적거려야 하는 것도 정보화 시대에 어울리지 않는 불합리성의 단면을 보여주는 일면이다.

본 연구는 건축설계 시장의 침체와 새로운 건설시스템에 적용하기 위해 건축의 전문성이 발휘되기 시작하는 설계단계에서 정보 활용을 극대화하기 위한 전략으로 설계의 절차와 구성에서부터 시스템 구축의 이전 단계까지 정보 통합을 위한 방안을 연구한 것이다.

연구의 결과로 도출되는 정보로 설계분야에서 실내마감을 포함한 평면·단면, 입면도의 자동작성과 투시도, 실내재료마감표의 자동작성, 구조분야에서 바닥·보·복도, 철근 배근도, 구조해석 및 부재설계단계에서 도면으로 확인하여 input 해야 할 정보, 시공분야에서 부재별, 층별, 재료별 물량산출, 에너지 해석을 위해 단위표면의 원점좌표를 기준으로 한 문이나 창 의 상대좌표 값, 창호의 높이 및 폭, 장호 재료 및 두께 등이 도면이나 데이터베이스 형태로 output 된다.

컴퓨터를 이용함으로써 발생하는 난제들을 개선하면, 2차원 작업을 3차원으로 전환하여 설계자가 건물 구성요소와 공간에 대한 인식을 동시에 충족시킬 수 있을 뿐만 아니라 활용된 정보가 지체없이 타 분야에 활용할 수 있는 데이터로 기록됨으로 설계를 비롯한 타 건축분야에서도 경쟁력과 생산성을 확보할

수 있을 것이다.

추후, 시스템 구축단계에서 정보 분류체계 및 자재 검색 등에 대한 보다 많은 구체적 내용들의 보완과 전산관련 기술들의 적극적인 지원이 필요하다.

참고문헌

1. 건설교통부 공고 제 2000-11호, 통합건설정보분류체계적용기준(안), 2000, 1, 18.
2. 현대산업개발(주) 기술본부, 아파트 표준 상세도, 현대산업개발(주), 1999.
3. 장동찬 편저, 建築諸法規, 1999. 5 개정판, 기문당, 1999.
4. 건설교통부 홈페이지, 건축법시행규칙.
5. 건설교통부, 건축설계 자동화를 위한 통합데이터베이스 개발, 건설교통부, 1997. 12.
6. 정학사 건축학술부, 최신 철근배근 실무도집, 정학사, 1997. 1.
7. 현대산업개발(주)구조설계팀, 구조계산서 작성지침서, 현대산업개발(주) 1996. 10.
8. (주)삼우설계 편, 건축 DETAIL, 기문당, 1996, 9.
9. 한국전산구조공학회, 마이더스 패밀리 프로그램의 검증에 관한 연구보고서, 1996. 10.
10. 대한주택공사, 철근콘크리트조 배근실무편람, 1991. 3.
11. 현대건축관련용어편찬위원회 편, 건축용어사전, 성안당, 1995.
12. Martin Fischer & Thomas Froese, Examples and Characteristics of Shared Project Models, Journal of Computing in Civil Engineering, July, 1996.
13. Thomas Froese, Model of Construction Process Information, Journal of Computing in Civil Engineering, July. 1996.
14. Martin Fischer & Thomas Froese's Member, Examples and Characteristics of Shared Project Models, Journal of Computing in Civil Engineering, July, 1996.
15. M. Alshawi, J. Underwood, Applying object-oriented analysis to the integration of design and construction, Automation in Construction, May, 1996.
16. J. M. De La Garza & G. A. Oralkan, An Object Space Framework for Design/Construction Integration, Building and Environment, Vol.27, No.2, 1992.

<접수 : 2001. 10. 31>