

# 레서피(Recipe) 기반의 견적 방법을 이용한 5D CAD 시스템

## Recipe-based estimation system for 5D(3D + Cost + Schedule) CAD system

최 철 호\*, 박 영 진\*\*, 한 성 훈\*\*\*, 진 상 윤\*\*\*\*  
Cheolho Choi, Youngjin Park, Sunghun Han, Sangyoon Chin

### 요 약

건설산업분야에 CAD시스템이 도입된 이래 CAD로 작성된 도면으로부터의 물량산출에 관한 연구가 지난 20여 년간 많은 관심 속에 국내외 적으로 지속되어 왔으나, 성과는 그다지 만족스럽지 못하였다. 특히 3D CAD 시스템을 활용한 설계 및 물량산출은 제조업에서는 괄목할 만한 성과를 거두고 있음에도 불구하고 건설 산업에서는 3D CAD 시스템에 의한 물량산출시스템의 개발 및 운영에 많은 어려움이 있다. 3D CAD 시스템에서는 3D 라이브러리(3D Object)의 구축 및 활용이 매우 중요하며 건설 산업의 특성상 설계과정에서 발생하는 신규 부재(3D object)에 대한 신속한 지원이 없는 설계 및 물량산출에 3D CAD 시스템의 활용에 많은 어려움이 있다. 또한 3D CAD 모델로부터의 물량산출을 지원하는 시스템은 개념설계(schematic design)단계에서도 개략견적이 가능하여야 하며, 상세설계(detailed design) 단계 및 시공도면작성(construction design)단계에 이르는 각 단계마다 물량산출 및 비용 산출이 가능하여야 한다. 다음으로 설계과정 및 의사결정단계를 거치면서 계속 진화하는 설계변경(revision)에 따라 유연하게 물량 및 비용 산출이 가능하여야 한다. 본 연구에서는 3D 모델을 기반으로 한 상용화된 5D(3D+cost+schedule) CAD 시스템인 컨스트럭터(Constructor)의 기본개념을 살펴보고 특히 레서피(Recipe)기반의 물량산출 모듈에 대한 설명 및 시범 프로젝트 적용결과에 대해 검토하고 앞으로의 기대효과 및 건설 산업에서의 3D CAD 기반 응용시스템 연구 방향에 대해 살펴보고자 한다.

키워드: 물량산출, 개산견적, 견적, 3차원 캐드, 자동화, 가상시공

## 1. 서 론<sup>1)</sup>

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설회사에서 프로젝트의 진행 프로세스는 크게 입찰, 견적, 일정계획, 구매관리, 현장관리 등 다섯 단계로 구분될 수 있다. 입찰단계에서 건설회사는 수주경쟁에서 보다 경쟁력 있는 입찰금액을 만들어 경쟁우위를 확보하여야 한다. 그러나 발주처 또는 설계사무소에서 제공되는 부정확하고 불완전한(모두가 그렇다는 것은 아니다) 2차원 설계도면을 토대로 정확한 시공성(Constructability) 검토 및 경쟁력 있는 입찰금액을 산출한다는 것 또한 그리 쉬운 일이 아니다. 견적작업은 프로젝트에 소요되는 소요자재의 물량을 정확하게 산출하고 이를 토대로 경쟁력 있는 입찰금액을 산출해서 프로젝트의 가격을 결정하고 프로젝트에 대한 수익성을 결정짓는 매우 중요한 작업이다. 일정계획(Sequencing)

은 프로젝트에 대한 가장 효율적인 공사일정을 수립하는 단계로 견적단계에서 산출된 물량과 시공성검토를 토대로 가장 효율적인 공정을 수립하게 된다. 이렇게 수립된 일정을 토대로 현장에서는 자재에 대한 반입 양과 시기를 결정하게 된다. 필요한 시점에 적절한 자재의 공급을 결정하는 구매관리가 공사의 성패 및 일정관리에도 큰 영향을 끼친다. 다음으로 현장관리는 자재의 야적관리, 자원의 분배, 안전관리, 진도관리 및 보고 등으로 이루어진다. 이러한 각 단계에서 공통적으로 활용되는 자료는 물론 물량산출 자료이다. 그러나 건설회사가 제공받는 2차원 도면이 대체로 불완전하기 때문에 공사시작 전 3D로 가상시공(Virtual Construction)을 통해 시공성(constructability)을 검토하는 것은 매우 의미 있는 일이다. 건설회사에서는 가급적 프로젝트 초기단계(가능한 입찰단계에서)에 가상시공(Virtual Construction)을 통해 2차원 도면 및 시공성을 검토하고 구축된 3D 모델을 통해 정확한 프로젝트 물량을 산출할 수 있다면 업무의 효율이 크게 증대 될 것이고, 또 각 단계마다 물량산출을 위해 반복적인 재작업(rework)이 크게 줄어든다.

그러나 건축설계(또는 디자인) 과정이 창조적 작업

\* 종신회원, (주)두울테크 대표이사  
\*\* 일반회원, (주)삼성홈이엔씨 건축기술팀/견적파트 팀장  
\*\*\* 일반회원, 성균관대학교 e-CM 연구소, 석사과정  
\*\*\*\* 종신회원, 성균관대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(creative work)임에도 불구하고 기존의 연구는 객체의 표준화, 모델링의 표준화 등 표준을 통한 물량산출 방법으로 접근을 하였기 때문에 3D모델에 의한 물량산출에 근본적으로 접근하기 어려웠다.

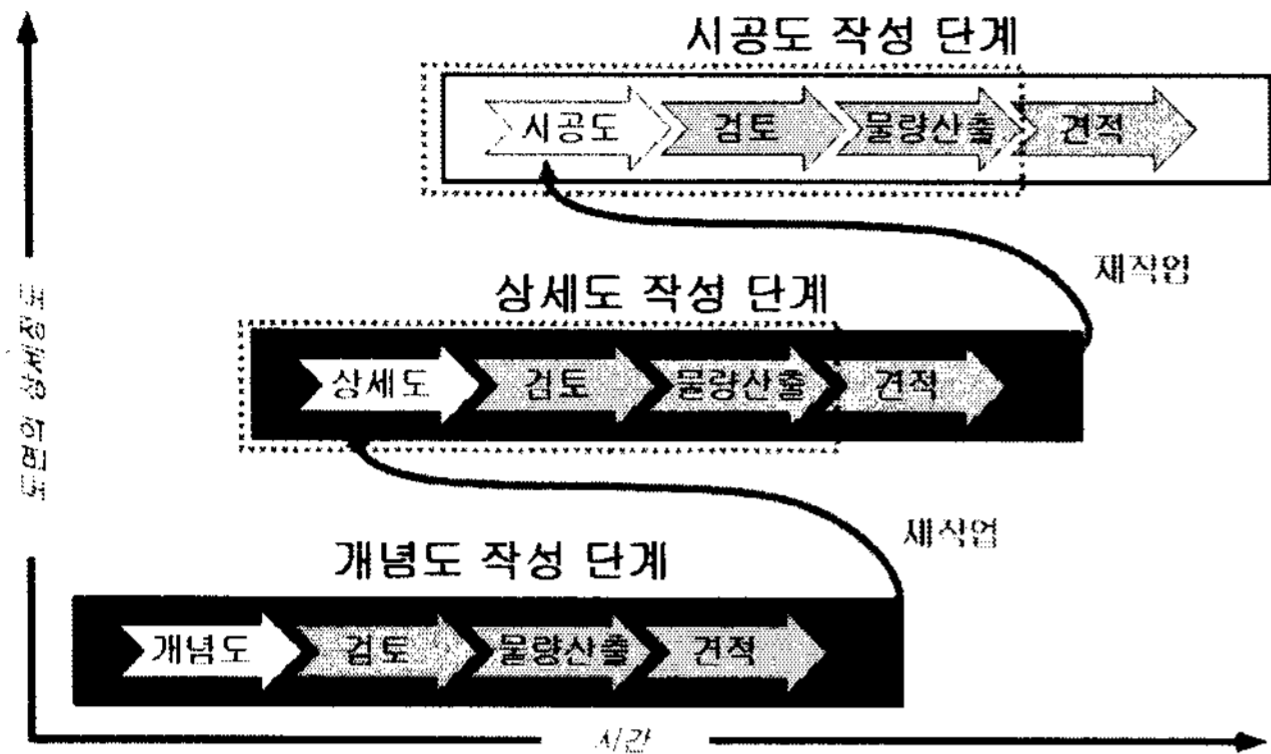


그림 1. 기존 설계 프로세스에 의한 물량산출

그림 1에서 보는바와 같이 견적 또는 물량산출 과정이 디자인 발전단계에 따라 최초에는 기본도면에 의한 개략견적부터 시작하여 최종 시공도면에 의한 상세물량산출 작업에 이르기까지 각 단계마다 물량산출 작업이 이루어지고, 설계변경과정을 거치면서 설계변경(revision)에 대해 지속적으로 물량산출 작업을 하여야 한다. 설사 설계변경이 없다 하더라도 한 프로젝트 당 최소한 5~6번 정도의 반복적인 물량산출 작업이 이루어진다. 이 과정에서 대부분 3D 모델에 의한 물량산출 작업을 최종 시공도 작성단계로부터의 물량산출작업에 초점을 맞추어 시스템 개발 또는 적용을 시도하였기 때문에 초기단계에서의 물량산출 작업이 무시 또는 간과되었고, 시스템으로서의 활용도(또는 활용가치)가 매우 떨어지게 되었다.

따라서 3D 모델에 대한 물량산출 작업은 디자인 초기단계인 개념설계에서부터 시공도에 이르기까지의 물량산출작업에 대한 작업이 가능하여야 하며, 시공도면(디테일도)의 3D모델화가 가능한 정도의 3D엔진이 지원되어야 한다.

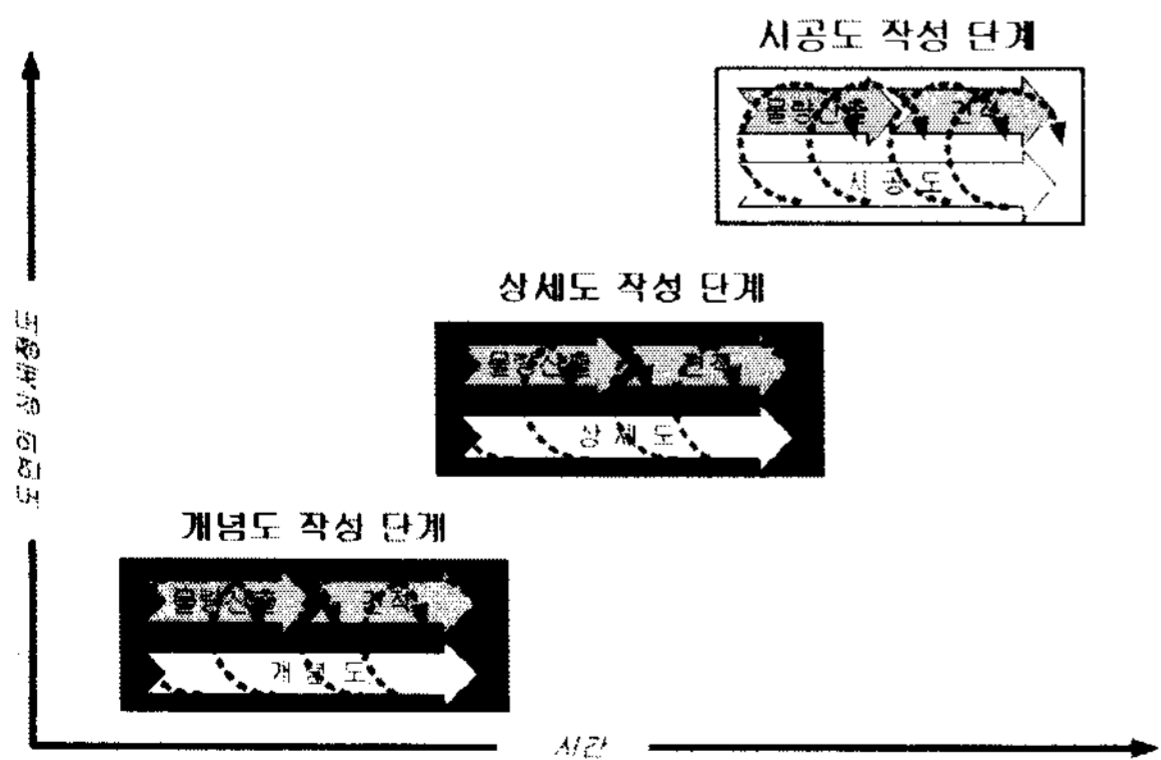


그림 2. 개선된 설계 프로세스에 의한 물량산출

3D 모델에 의한 물량산출이 가능한 시스템은 그림 2에서 보는바와 같이 설계의 진화과정에서 각 단계별 물량산

출이 가능하고, 각 단계마다의 설계변경시(revision) 물량 및 비용 산출에 재작업(rework) 시간을 최소화 할 수 있는 시스템으로 개발 되어야 한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

3D CAD 시스템을 활용한 물량산출시스템 중 상용화된 제품의 국내외 사례를 살펴보고 현재 상용화 되어 있는 시스템의 운영상 문제점을 분석 검토하고 선진 유럽 및 미국에서 성공적으로 적용 되고 있는 5D(3D+cost+schedule) CAD 시스템인 컨스트럭터(Constructor)의 견적모듈인 레서피(Recipe)기반의 3D 물량산출 시스템에 대해 실제 적용사례를 비교 및 분석하면서 활용가능성에 대해 살펴보도록 한다.

## 2 국내외 연구 및 기술개발 현황

### 2.1 국내 연구현황

3D CAD를 응용한 물량산출시스템개발에 대한 연구는 1990년대 초반부터 대기업(건설회사) 중심으로 골조물량 등의 산출을 위해 연구개발 하였으나 그다지 성공적인 결과를 얻지 못하였다. 일부기업에서 시스템개발에 성공을 하였어도 국내 설계사무소의 여건이 3D를 수용할만한 여건이 되질 않았고, 설계자체를 대부분 외주로 처리를 하는 상황에서 3D로 설계 및 물량산출을 한다는 것 자체가 어려웠다. 따라서 2D CAD가 비정상적으로 활성화 되어 있는 국내 상황을 반영하여 2D CAD를 기반으로 3D 물량산출에 대한 연구 및 시스템 개발이 엘콘시스템에 의해 진행되어 상당한 성과를 거두었다. 엘콘시스템의 Elcon Matrix는 2D CAD 도면을 토대로 3D(또는 2.5D) 물량산출을 시도 하였으며, 기존의 수작업 물량산출 프로세스를 최대한 반영하여 물량산출작업을 수행할 수 있도록 하였다. Elcon Matrix는 시스템 자체로는 상당한 성과를 거두었으나 개념설계로부터 상세설계에 이르기까지 단계별 접근과 설계변경과정에서의 반영이라는 측면에서는 부족한 면이 있고 2D를 기반으로 한다는 점에서는 어느 정도의 한계가 있다. 국내에서 본격적인 3D 모델에 의한 물량산출시스템은 디디알소프트에 의해 국내에서 처음으로 상용화된 3D CAD 기반의 아파트용 물량산출시스템 (ProEstimate for Apartment) 이라고 볼 수 있다. 프로에스테이트는 3D객체를 기반으로 표준 유니트 라이브러리를 구축하여 단위 유닛 및 각층 코아 물량을 산출할 수 있도록 구성되어 있다. 이렇게 산출된 물량이 내역 및 전사자원관리시스템(ERP)에 연계되어 일관성을 유지할 수 있다는 측면에서는 상당한 성과를 거두었지만, 반면에 표준라이브러리에 의해 객체를 구성하고 운영하고 있기 때문에 새로운 라이브러리(객체), 즉 새로운 설

1) 국내 건설산업분야에서의 2D CAD 시장점유율은 약97%이고 3D CAD 시장점유율이 약3%에 불과한 반면에 핀란드, 스웨덴, 덴마크, 독일, 프랑스, 이탈리아 등 선진유럽국가에서는 건설산업분야에서의 3D CAD 시장점유율은 40%~80%에 이르는 등 3D CAD 시스템의 활용이 매우 활성화되어 있음

계요소가 발생할 시에는 라이브러리에 대한 지원을 해주어야 하는 등 사용상의 제한이 따르고 또 그로인해 주택(아파트)에 한정되어 사용하고 있는 등의 제한이 있다.

그럼에도 불구하고 국내에서 최근 3D에 대한 관심이 높아지면서 3D CAD 시스템에 의한 물량산출시스템의 개발 및 운영방안 모색에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는 추세이다.

## 2.2 국외 연구현황

3D CAD 시스템에 의한 물량산출 및 통합관리 시스템은 일본, 미국 등 선진외국에 의해 지난 10년간 많은 연구개발 노력이 있어왔다. 특히 일본 대성건설에서는 미국 스탠포드 대학의 CIFE(the Center for Integrated Facility Engineering)와 함께 건축통합CAD시스템인 LORAN-T (Long Range Architectural Networking in Taisei)를 개발하여 3D모델을 중심으로 설계, 구조해석, 물량산출, 4D 시뮬레이션 등을 운영하고 있으나 응용시스템(applications)의 통합 개발 개념으로 접근하여 운영상에 많은 불편이 있는 등 현재는 일부 프로젝트에만 적용하고 본격적인 확산에는 많은 어려움이 있는 것으로 알려져 있다.

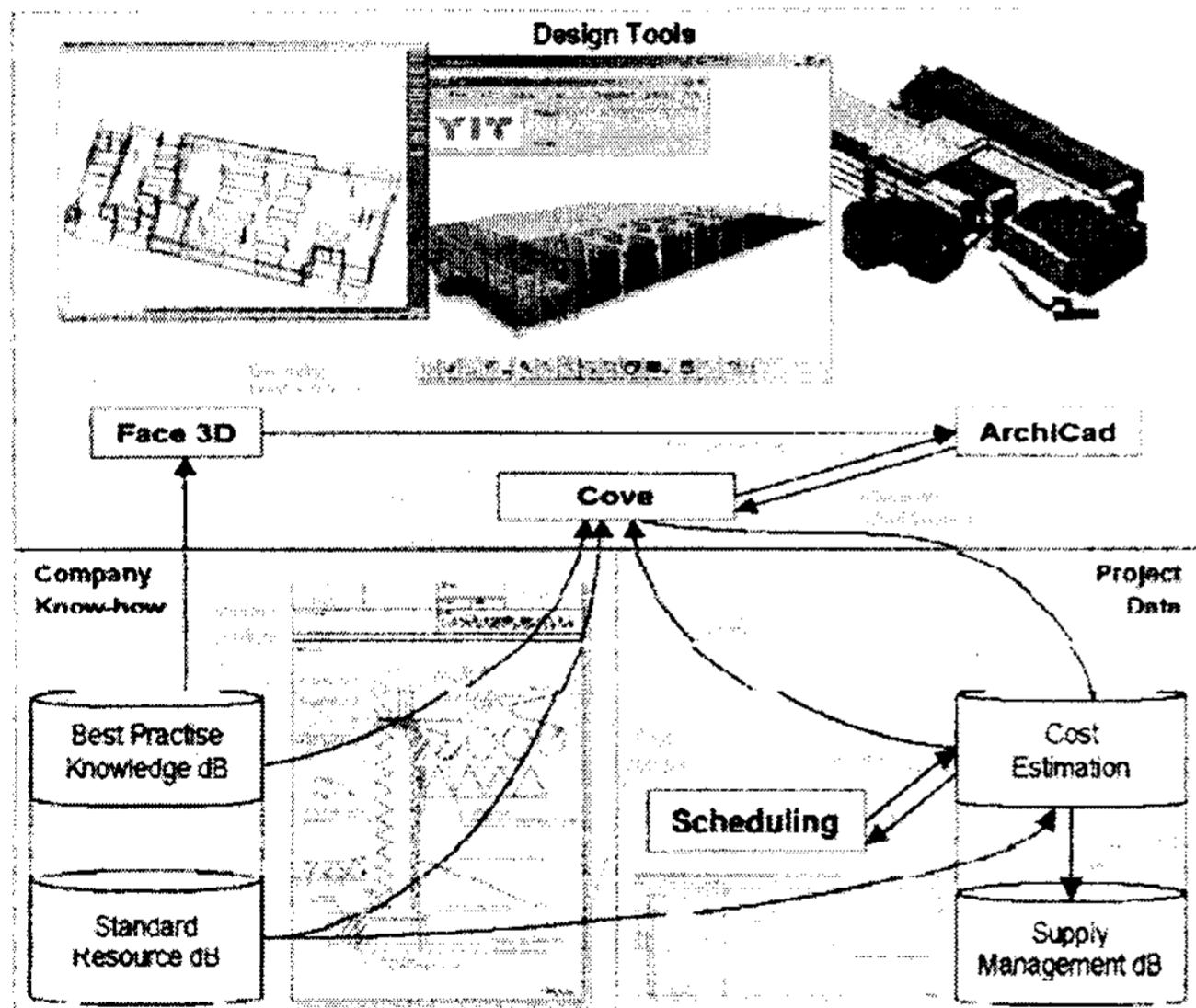


그림 3. 핀란드 YIT사의 3D 모델을 활용한 시스템 운영환경

3D CAD 시스템에 의한 물량산출, 공정관리, 에너지 분석 등에 대한 연구 및 본격적 상용화는 미국보다는 오히려 선진유럽에서 많이 추진되고 있고 응용분야에서의 활용도도 매우 높은 편이다. 유럽에서는 응용시스템(applications)의 통합보다는 데이터베이스의 통합 또는 공유개념으로 접근하였고, 특히 핀란드의 YIT라는 건설회사에서는 3D 모델을 활용한 각종 응용시스템의 개발(product-model based systems)을 1994년부터 시작하여 상당한 성과를 거두고 있고, 그림 3과 같이 건설회사에 적합한 설계관리(design management), 견적관리(cost management), 공급관리(supply management), 일정관리(scheduling), 구조해석

(structural analysis), 시공성검토(constructability analysis) 등을 지원하는 솔루션인 COVE(Cost & Value Engineering) 시스템을 개발하여 운영하고 있으며 1998년 이후 100여개가 넘는 실제 프로젝트에 적용하여 프로젝트 전체비용대비 3%를 절감하는 등 큰 성과를 거두고 있다.

본 연구에 사용된 컨스트럭터(Constructor)라는 제품이 바로 핀란드의 YIT건설사에서 완성한 개념을 그래픽소프트사(Graphisoft)에서 상용화한 제품이고, 최근 미국, 핀란드, 독일, 스웨덴 등에서 성공적으로 사용되고 있다.

## 3. Recipe 기반의 3D물량산출 시스템

### 3.1 시공모델(construction model)

건설프로젝트의 설계 초기단계에서는 설계가 구체화되기 어렵기 때문에 정확하게 물량산출 및 견적을 하기 어렵다. 따라서 건물의 특성에 따른 개략견적을 하게 되고, 설계의 상세 정도에 따라 개략적인 물량산출 및 견적에 대한 변동 범위(cost variances)를 갖게 된다. 즉 설계 초기에는 설계안에 대한 선택범위가 넓기 때문에 그만큼 견적에 대한 변동 범위(variance)가 넓어지고 설계안에 대한 상세안이 결정되어 질수록 견적에 대한 변동범위가 좁아지게 된다. 그림 4와 같이 설계가 구체화 될수록 물량산출이 정확해 지고 그에 따른 프로젝트 비용 산출도 보다 정확하게 된다.

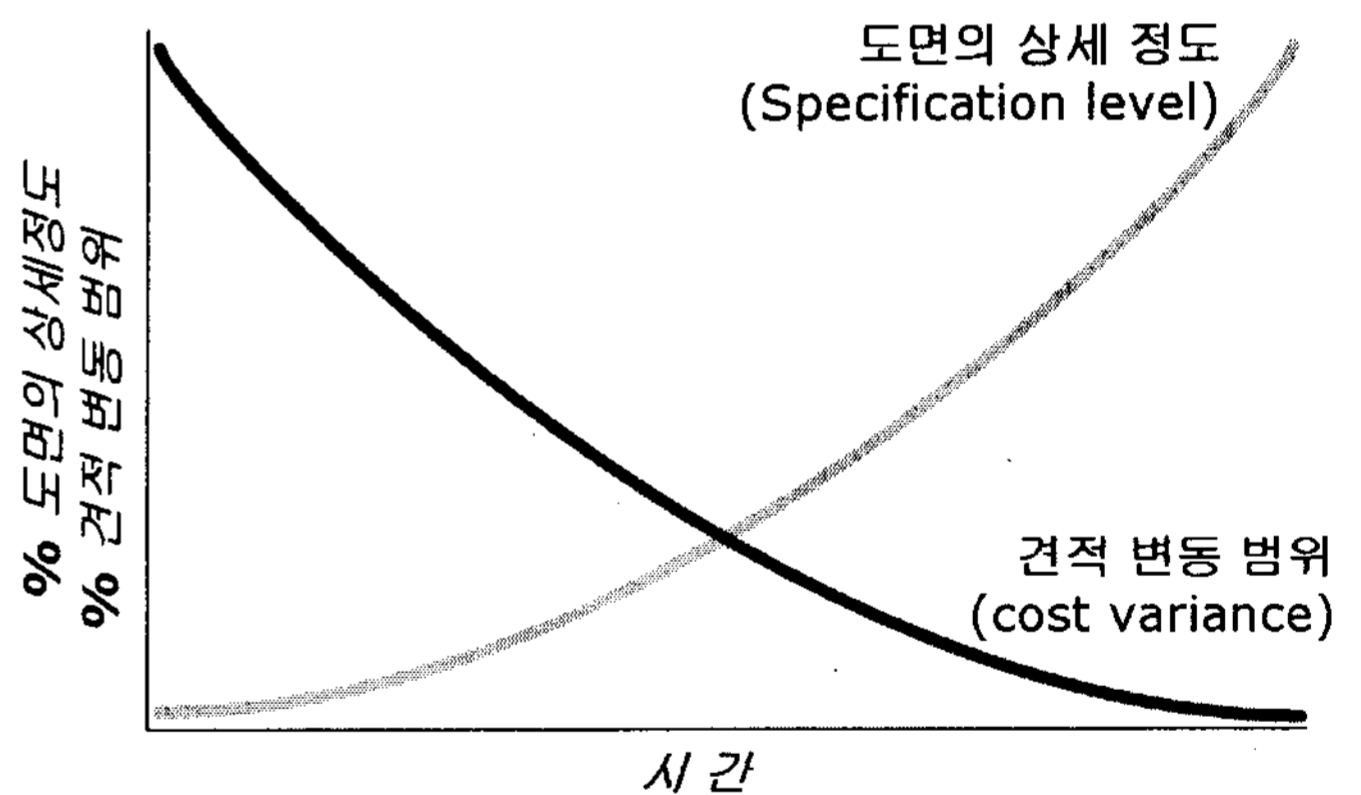


그림 4. 도면의 상세 수준에 따른 견적의 정확도

3D CAD 모델에 의한 물량산출 시스템은 이와 같이 설계의 진척상황에 따라 개략견적에서 상세견적에 이르기 까지 상황에 따른 물량산출 및 견적의 기능을 지원할 수 있어야 한다. 그림 5에서 보는바와 같이 디자인 의사결정 단계에서는 전반적인 프로젝트의 디자인 개념을 결정하는 단계이기 때문에 상세한 설계요소(또는 시공요소)에 대한 의사결정이 이루어 지지 않고 개략적 설계요소로 구성된다. 예를 들어 설계초기에는 단순히 철근콘크리트 기둥으로만 되어 있다가 향후 구조계산 및 마감의사결정단계를 거치면서 철근의 배근 및 마감사양이 결정되어지면서 보다 상세한 물량산출 및 견적이 이루어진다. 즉 전반적인 디자인 개념에 대한 의사결정이 이루어지고 나면, 시공을 고려한 설계요소가 결정되어지고 우리는 이것을 시공모델

(construction model)이라고 부른다.

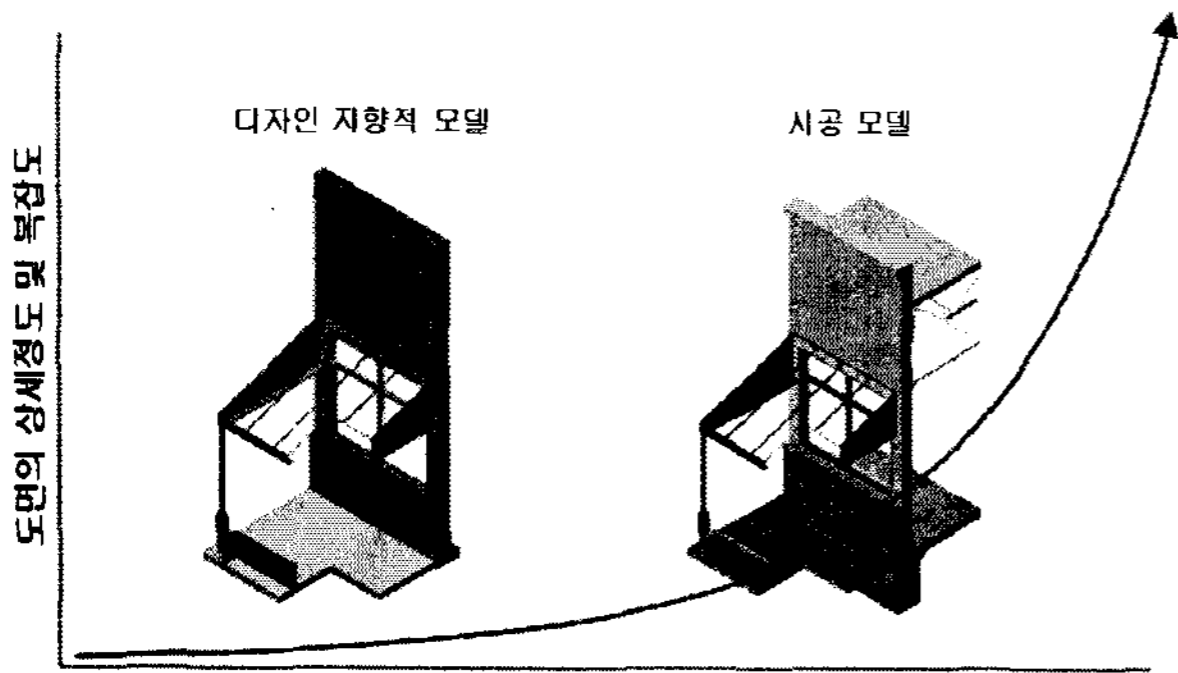


그림 5. 디자인 지향적 모델과 시공모델

### 3.2 레서피(Recipe)기반의 3D 물량산출 시스템

건축설계전용 3D CAD 시스템인 아키캐드(ArchiCAD)2)를 기반으로 한 3D 물량산출 (Estimator) 및 상용화된 일정관리 시스템 (Primavera, MS Project) 또는 자체적인 일정관리 시스템 (GS Control)이 연계되어 5D (3D+cost+schedule) 개념을 구현한 컨스트럭터 (Constructor)라는 제품이 본 연구에서 사용되었고, 특히 3D 모델기반의 물량산출 시스템인 에스티메이터(Estimator)는 부위별 단위면적당 공사비 산출개념인 레서피(Recipe)기반으로 구축되어 있다. 레서피(Recipe)기반의 3D 물량산출 시스템은 시공 상황에 가장 근접하게 3D 모델링하여 이를 바탕으로 물량 산출 작업을 함으로써 견적업무 수행과 함께 3D 모델을 현장의 시공성검토를 위해 제공할 수 있다는 큰 장점이 있다.

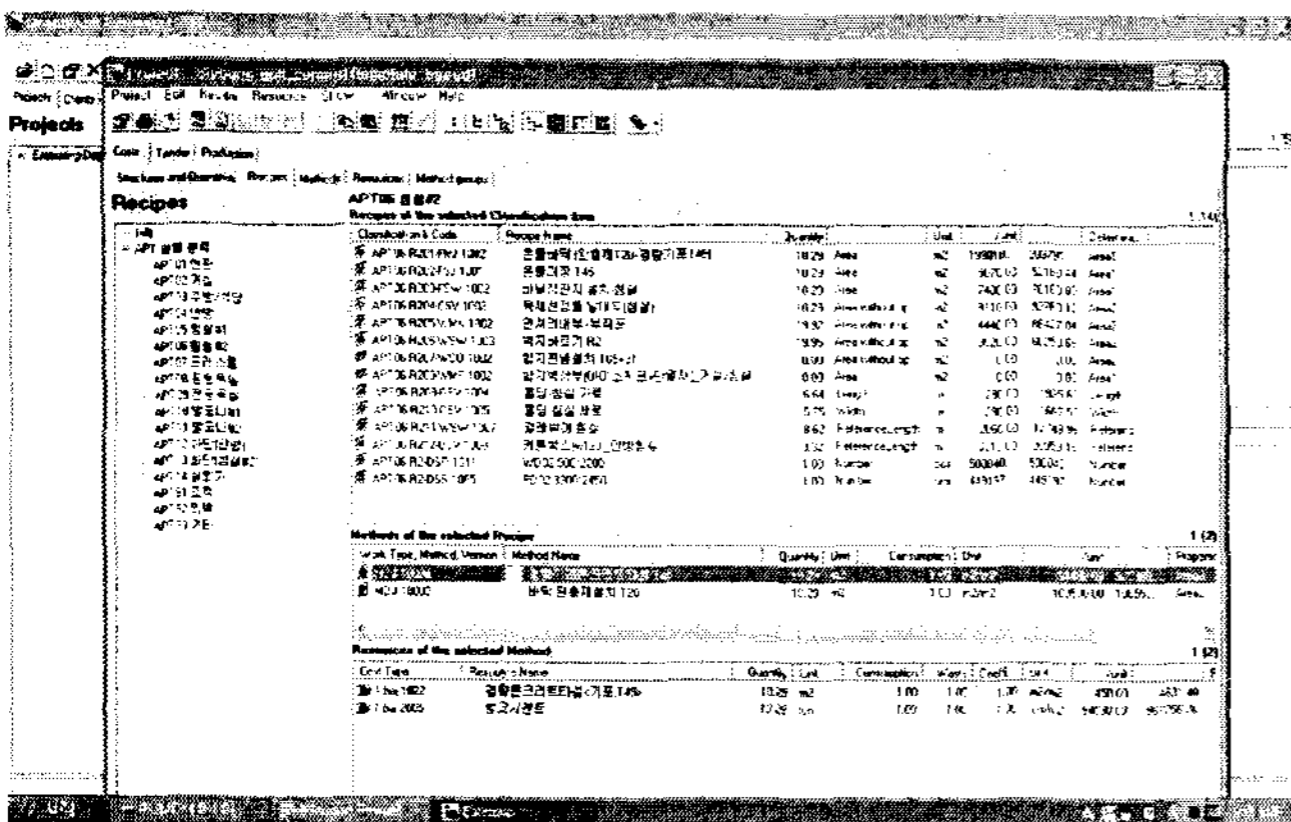


그림 6. Estimator에서 레서피(Recipe) 구축 사례

물량산출을 위한 레서피(Recipe)기반의 물량산출 시스템은 개념설계로부터 실시설계에 이르기까지의 물량산출을 원활하게 지원하기 위하여, 시설물의 부재를 구축하기 위한 여러 가지 공사방법(Method)의 집합으로 그룹화하고, 다시 각 공사방법은 필요한 소요 자원(Resource)으로 내역화하여 물량산출 및 견적작업을 지원하게 되어 있다. 이는 공정

2) 건축설계전용의 3차원 CAD 시스템으로 헝가리 그라피소프트사에서 1982년에 발표한 이래 전 세계적으로 약 15만 명이 사용하고 있으며, 핀란드, 덴마크, 이탈리아, 독일, 프랑스, 스웨덴, 스위스 등 선진 유럽국가의 표준 3D CAD 시스템으로 사용되고 있다.

별 분류체계 및 층별 분류체계에 의한 레서피 데이터 (Recipe Data)를 구축하여 견적의 여러 단계에서 매우 유용하게 활용된다.

기존의 3D CAD 기반 물량산출 시스템이 프로젝트에 필요한 모든 설계 요소를 물량산출을 위한 3D 객체로 표현하기가 어렵고, 모델링자체에 많은 노력과 시간이 소요되기 때문에 객체의 표준화를 통하여 일부 주택프로젝트에 한하여 3D기반의 물량산출을 시도하였다. 그러나 이는 창조적 디자인 작업을 거쳐야 하는 건설프로젝트에서 한계점을 보이고 있고, 이러한 한계점이 극복된다 하더라도 건설프로젝트의 특성상 개념설계단계에서 시공도 작성단계에 이르기까지의 각 단계마다의 물량산출작업에 일관성을 유지해주고 설계변경(revision)을 빠르게 물량산출과 견적 결과에 반영시켜줄 수 있는 시스템이 필요하다.

이러한 점을 보완하기 위하여 컨스트럭터(Constructor)에서는 각 단계별로 개념설계단계에서 예를 들어 존(zone)단위로도 프로젝트 비용을 산출할 수 있도록 하였고, 이러한 연계성이 프로젝트 개념설계 (conceptual design)단계에서 시공도면(construction design) 작성단계에 이르기까지 일관성을 유지할 수 있도록 모델링 시스템과 견적시스템 (Estimator)을 별도로 관리하여 3D 모델링에 보다 유연성을 부여하였다.

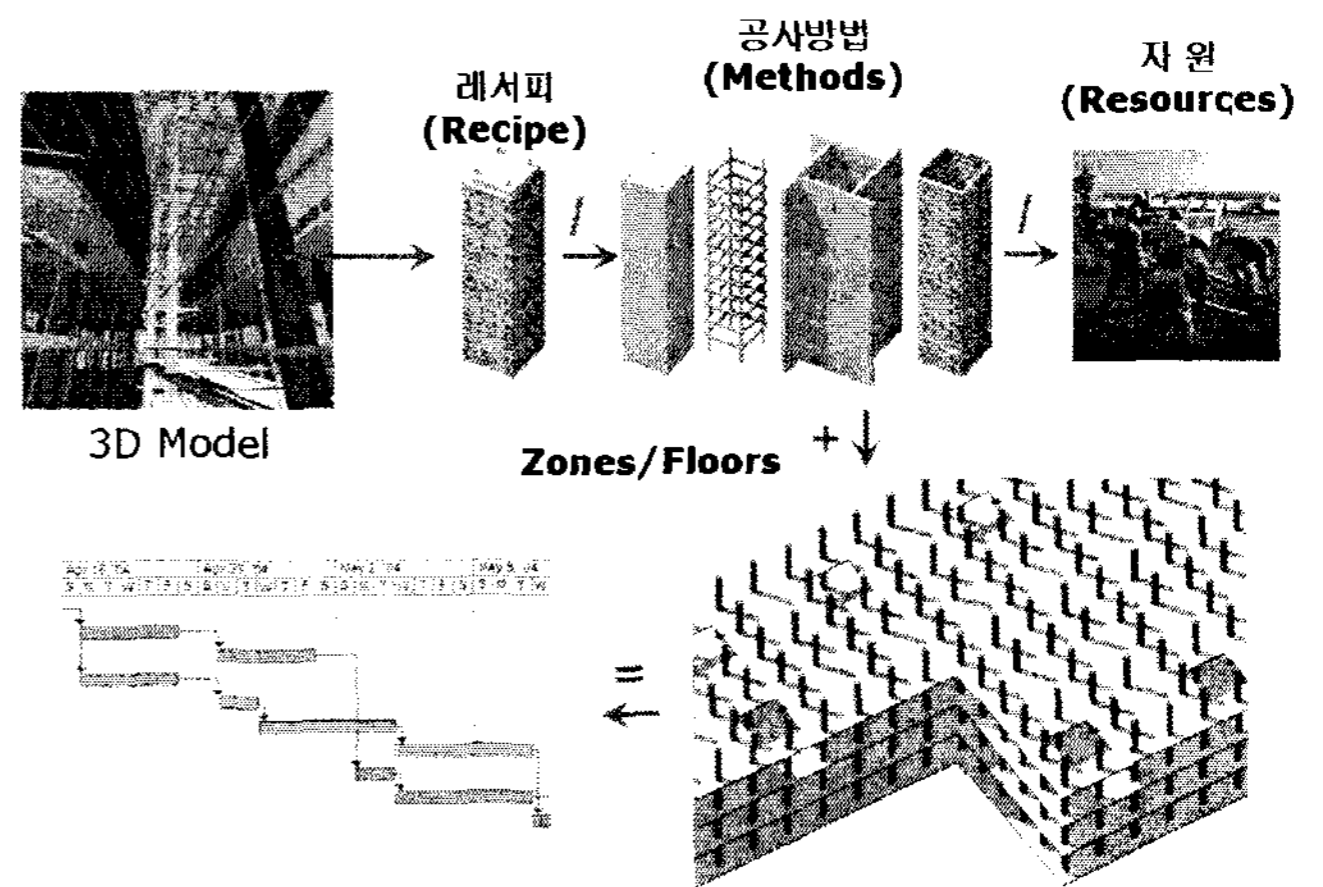


그림 7. 5D 개념

그림 7은 컨스트럭터(Constructor)의 개념을 잘 설명해 주고 있다. 예를 들어 3D CAD에서 객체(Object)로 표현되고 있는 기둥은 물량산출시스템(Estimator)에서 물량산출을 위해 미리 작성된 부위별 단위면적당 공사비 산출을 위한 레서피(Recipe)에 대한 목록과 연계(link)되어 있다. 레서피(Recipe)는 이러한 기둥을 만들기 위해 필요한 공사비 내역을 산출하기 위한 공사방법(Method)과 연계되어 있고, 공사방법(Method)은 필요시 선택적으로 일위대가에 의한 상세물량을 산출하기 위한 소요자원(Resources)으로 연계(link)가 되어 있다. 대부분의 설계요소는 여러 단계 (process)를 거쳐 완성이 된다. 기둥을 예로 들면, 기둥은 한 번에 완성되지 않는다. 즉, 철근을 배근하고, 거푸집을 설치하고, 콘크리트를 타설한 후, 마감작업으로 마무리를 하게 된다. 공사방법(Method)은 이러한 일련의 작업을 잘

설명해주고 있으며, 이런 일련의 공사방법의 집합이 하나의 레서피(Recipe)를 구성하게 된다. 또한 각각의 공사방법(Method)에 따라 자원(Resources)이 필요하다. 예를 들어 콘크리트 타설의 경우, 필요에 따라 콘크리트 믹서와 크레인과 같은 장비가 필요하고, 자재는 시멘트, 모래 및 자갈 등이 필요하고, 작업자도 필요하게 된다. 그러나 견적작성 시 일위대가에 의한 상세물량까지 필요하지 않은 경우에는 공사방법(Methods)에서 마무리를 할 수가 있다(대부분의 경우가 이러하다). 따라서 물량산출을 위한 조건에 따라 매우 유연하게 단계별 적용을 할 수 있는 것이 큰 장점이라 할 수 있다.

프로젝트 마다 이러한 일련의 레서피(Recipe)가 만들어지고 회사마다 나름대로의 표준 레서피(Recipe)가 데이터베이스(Database)로 구축되게 된다. 경쟁력 있는 레서피(Recipe)를 어떻게 얼마나 확보하고 있는가에 따라 회사의 경쟁력도 달라진다. 같은 지식관리 시스템을 구축하더라도 그 시스템에 담겨 있는 활용 가능한 유용한 지식이 얼마나 있는지에 따라 지식관리 시스템의 가치가 달라지듯이 경쟁력 있는 레서피(Recipe)를 얼마나 확보하고 있는가가 회사의 경쟁력을 좌우하게 되는 것이다. 지식관리 시스템이 그러하듯이 레서피(Recipe) 구축에도 많은 노하우(know-how)를 가진 회사일수록 경쟁력 있는 레서피(Recipe)를 확보하게 된다.

이러한 레서피(Recipe)방식은 데이터베이스가 많이 구축되어 있을수록 개선견적에서 매우 정확한 물량산출이 가능하게 해준다. 일반적으로 개선견적은 전체금액을 산출 후 여러 가지 상황을 고려 전반적으로  $\pm\alpha$ 를 적용하는 방식으로 적용되고 있기 때문에 객관성이 많이 결여된다. 하지만 컨스트럭터(Constructor)에서는 각 설계 요소에 대한 상황별 적용가능성이 있는 최저 금액과 최고금액을 고려(심지어는 아이템별 금액적용도 가능)하여 최종적인 프로젝트의 금액이 산출되기 때문에 많은 차이가 있다. 1,000억원  $\pm 10\%$ 와 900억원 ~ 1,100억 원과는 결과론적으로는 같을지 모르지만 과정상으로는 많은 차이가 있고, 이러한 과정상의 차이가 프로젝트 진행 중 설계변경(revision)이 발생 할수록 큰 차이가 난다. 이것을 우리는 공사비 변동범위를 고려한 견적 방법(Variance Estimating)이라고 부른다.

### 3.3 Recipe기반의 3D 물량산출 시스템의 검증

3D CAD로부터의 물량산출결과가 기존의 수작업방식 또는 2차원 CAD로부터의 물량산출방식과 어느 정도 차이가 나며, 왜 이러한 차이가 나는지를 살펴보기 위해 2세대 평면의 27층 아파트 1개동을 3D로 모델링 및 물량산출 하였다.

결과적으로 수작업 물량산출 방식시 물량의 누락 또는 치수 오기 등의 문제가 있었으나 이는 시스템 상의 문제라기보다는 작업자가 주의를 기울이면 충분히 막을 수 있는 문제이기 때문에 여기에서는 특별히 거론을 하지 않겠다(그림에도 불구하고 3D로 모델링을 하는 과정에서는 작업자가 물량산출 아이템을 작업과정에서 눈으로 직접 확인하면서 작업을 하기 때문에 물량의 누락을 방지하기가 매우

용이하였다). 그러나 대부분의 견적사무소에서 작성하는 물량산출서 상의 물량산출기준 중 많은 부분에서 시공성(constructability)을 고려하지 않고 물량산출을 하고 있다는 점은 주목할 만 하였다. 예를 들어, 면처리 및 벽지 물량 산출시 일반적으로 벽체의 안목길이에 높이 2.3m를 곱하여 물량 산출을 하지만 시공성을 고려한 3D 모델링에 의한 물량산출의 경우 수직 부분에서의 위치 및 몰딩 사용으로 인한 시공 순서에 의거 면처리는 2.3m로 모델링 되지만 벽지는 몰딩의 두께를 뺀 2.27m로 모델링 되어 3D 물량산출시 두 항목은 수량 차이를 보이게 된다.

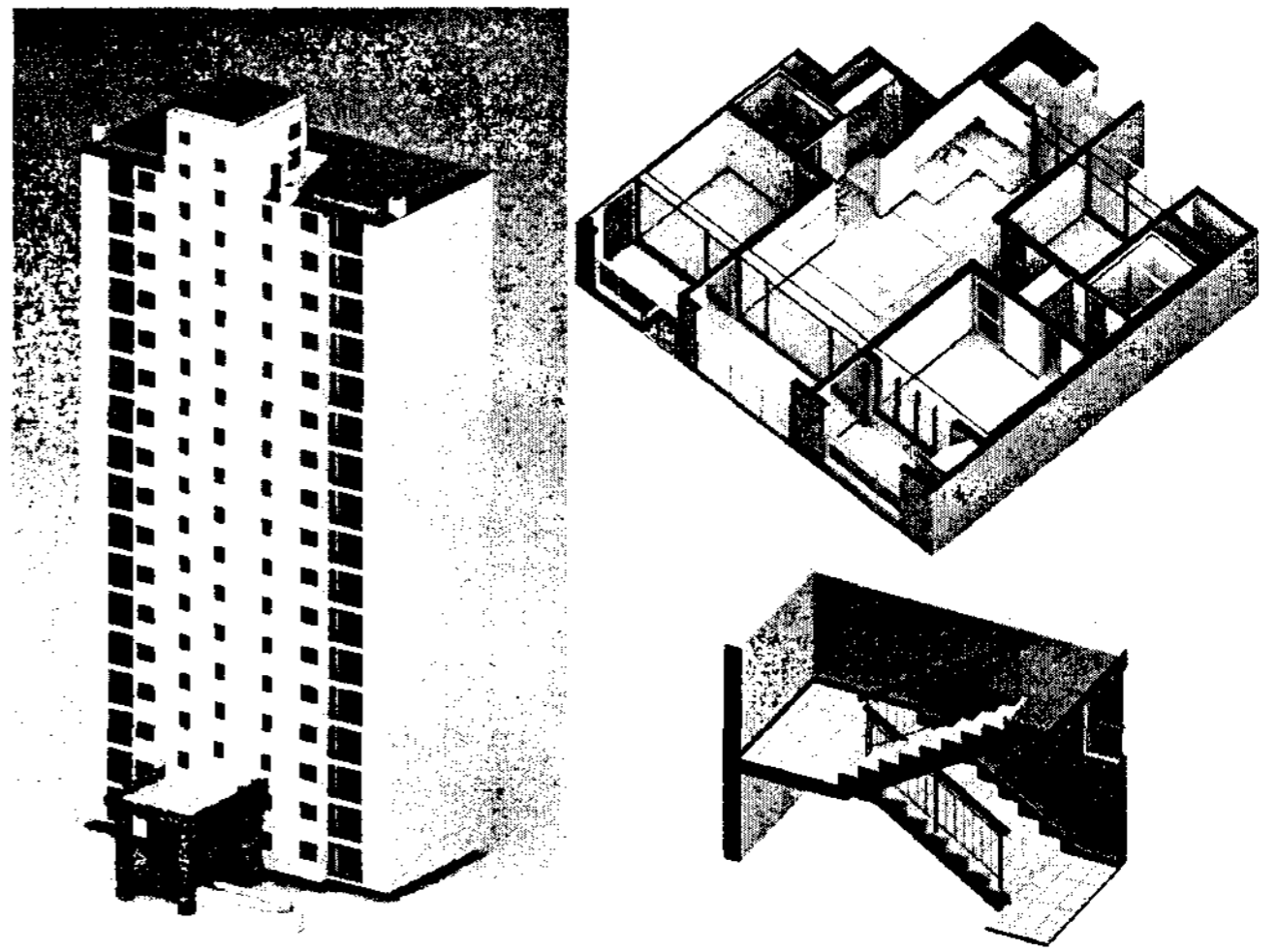


그림 8. 2세대 평면의 27층 아파트 사례

즉, 우리나라에서의 물량산출 작업은 견적방식에 있어 10mm의 오차조차 견적상의 큰 오류사항으로 간주하고 있음에도 불구하고, 정작 몇몇 자원의 경우 시공성을 고려하지 않은 물량산출기준을 제시함으로써 이로 인한 전체물량 및 비용 상에 큰 차이가 발생하고 있었다는 점이다.

예를 들어 흡음 및 단열공사, 미장공사, 도장공사, 목공사 등에서는 시공성을 고려하게 되면 많은 부분에서 물량 차이가 크게 나게 된다.

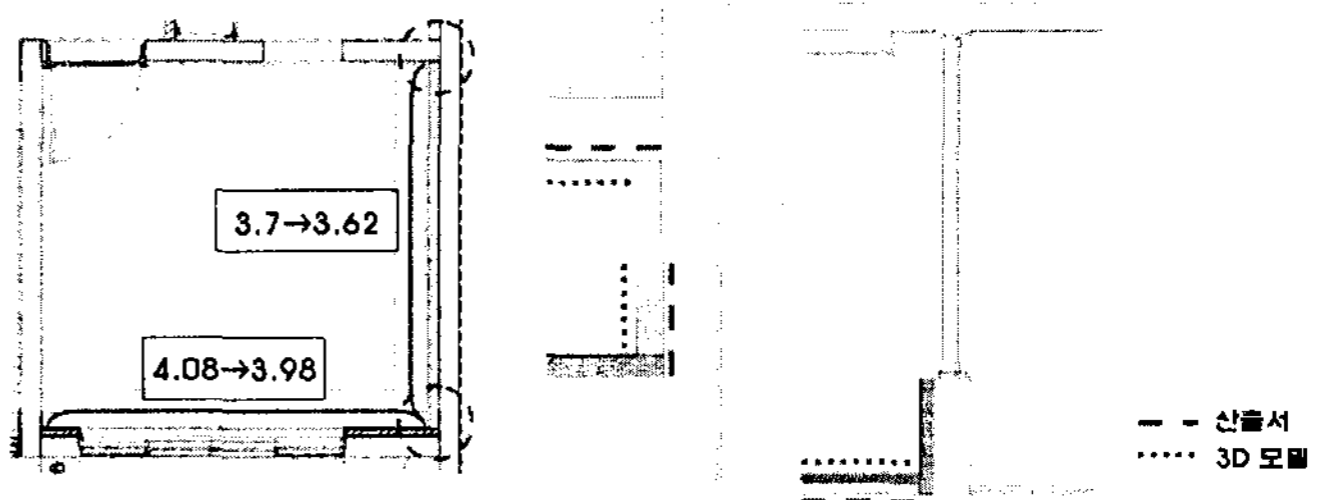


그림 9. 미장 및 도배공사의 경우

그림 10과 같이 물량산출서 상에서 미장 및 도배공사의 물량산출 기준은 실벽 바닥면적을 기준으로 하지만, 실제 시공되어지는 미장 및 도배면적은 합지판넬/벽두께로 인해

산출면적이 줄어들게 된다. 따라서 벽체(면처리, 부직포, 걸레받이), 바닥(경량콘크리트, 맥반석물탈, 바닥장판)에 관련된 물량에서 약 3~5%까지 물량차이가 발생하였다.

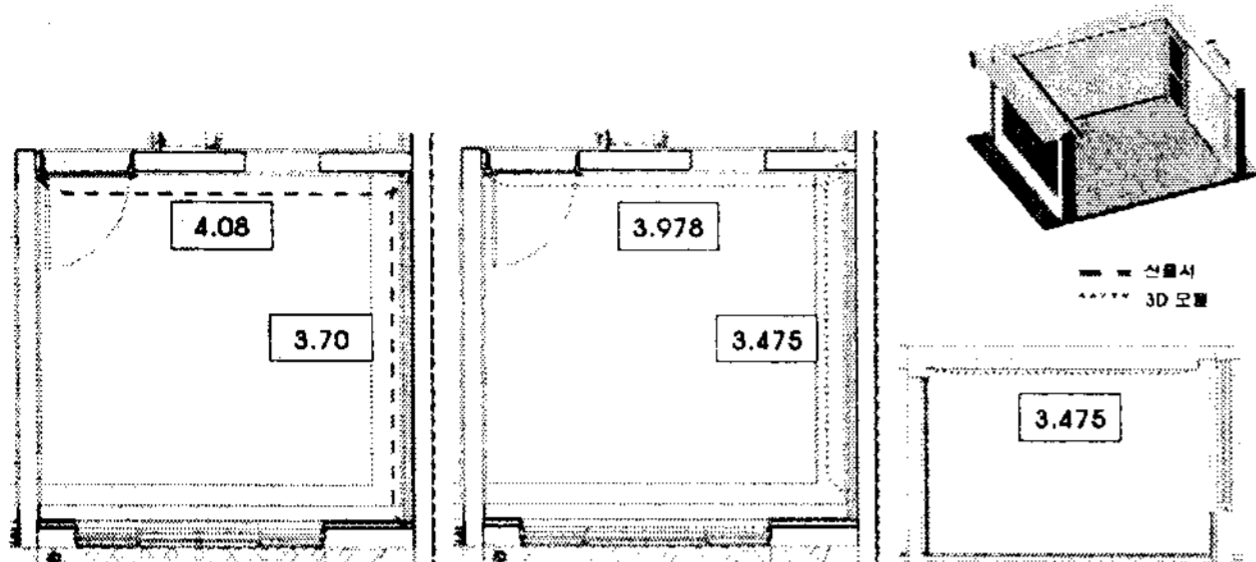


그림 10. 목공사의 경우

그림 10은 목공사의 경우인데 기존의 물량산출서상에서는 몰딩의 물량산출 기준은 실별 벽체둘레길이를 기준으로 하지만, 실제 시공되어지는 부위는 커튼박스 부위와 합지판 널 두께를 제외한 부분이 된다. 이로 인해 1개동 기준으로 했을 때 약 4~6%정도의 물량산출 차이가 발생하였다.

상기 사례와 같이 레시피(Recipe)기반의 3D 물량산출 시스템은 시공성이 고려된 정확한 물량을 산출할 수 있을 뿐만 아니라 기본설계단계에서도 3D 모델과 레시피(Recipe)를 연계하면 상세설계수준의 물량산출도 지원가능하다는 점이다.

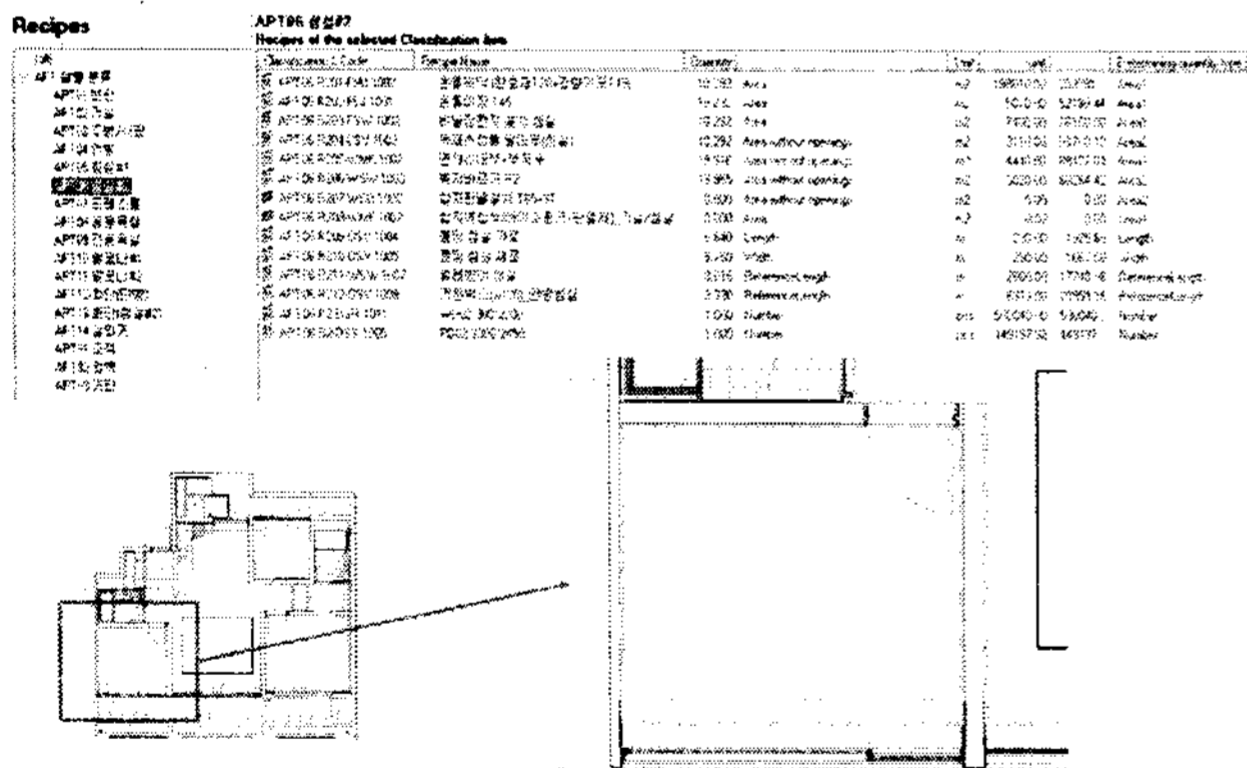


그림 11. 설계변경 전 물량산출 결과

또한 레시피(Recipe)기반의 3D 물량산출 시스템이 지원해 줄 수 있는 가장 큰 장점은 설계 변경 시 신속한 물량산출 지원할 수 있다는 점이다. 그림 11과 같이 3D 모델과 레시피(Recipe)가 연계(link)된 상태에서 방 면적을 늘릴 필요가 있어 설계변경을 하여야 하는 경우 그림 12와 같이 벽체이동 등 3D 모델을 변경 또는 확장(extend)하면 3D 모델상의 설계변경사항에 대한 물량 변동사항이 물량산출 시스템(Estimator)에 자동으로 반영되어 설계변경(revision)작업 시 그림 12에서 보는 바와 같이 도면작업, 물량산출 및 공사비작업 등을 별도의 추가 작업 없이 수행 가능하다.

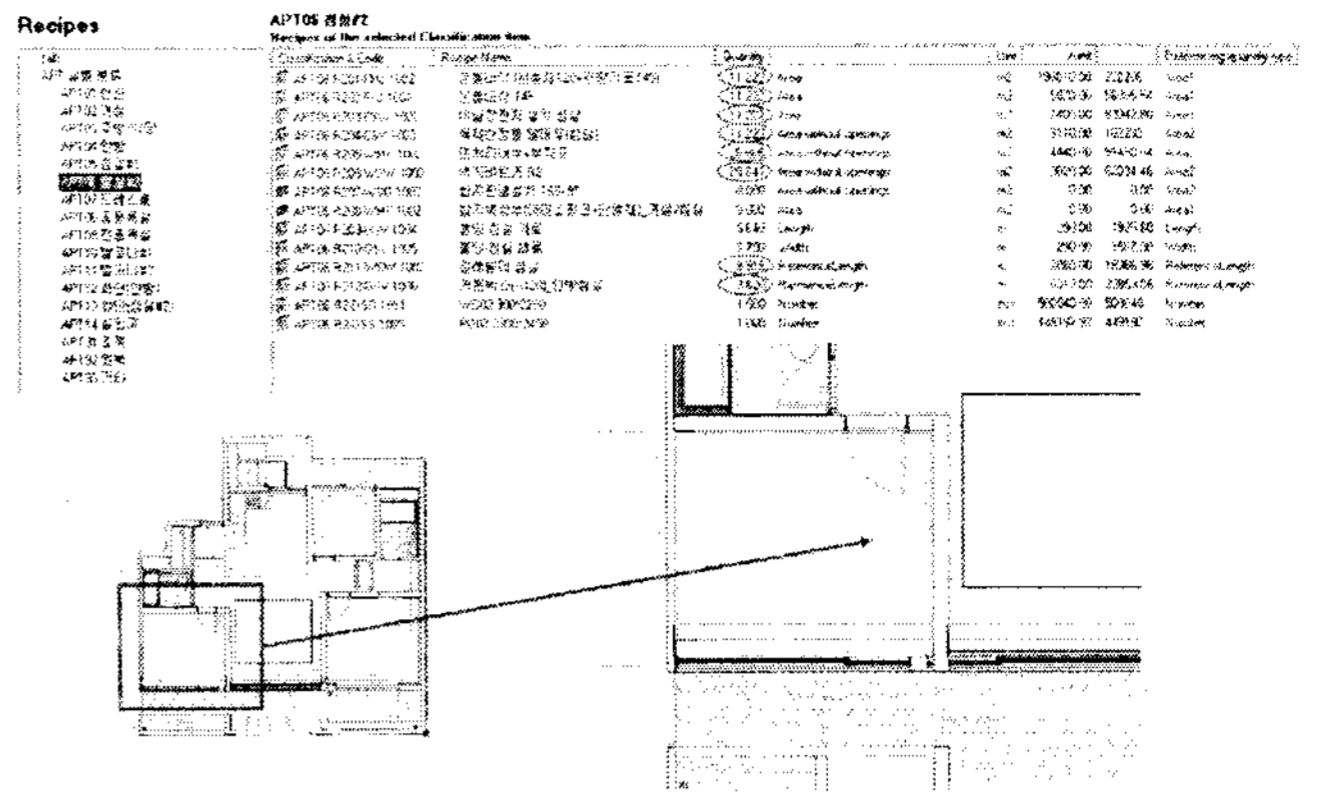


그림 12. 벽체 이동 등 설계변경 후 물량산출 결과

다음으로 3D 모델기반의 물량산출시스템은 실별 개념 적용으로 물량산출조서 즉 산출근거의 확인 작업 없이도 물량산출에 대한 시각적 자료제공이 가능해 졌다. 본 연구에서 공용욕실에서의 시멘트액체방수(2차)의 경우 결과값에 대한 산출근거(산식)는 예를 들어

$$((2.175+1.575) \times 1.2 + <욕조부위 1.8> (1.575+0.75 \times 2) \times 0.6 - (0.75 \times 1 \times 1.2)) = 9.945 \text{ m}^2$$

와 같이 복잡한 산식을 검증하여야 하지만 그림 13과 같이 간단한 시각적 확인으로 물량산출근거에 대한 검증이 가능해 진다.

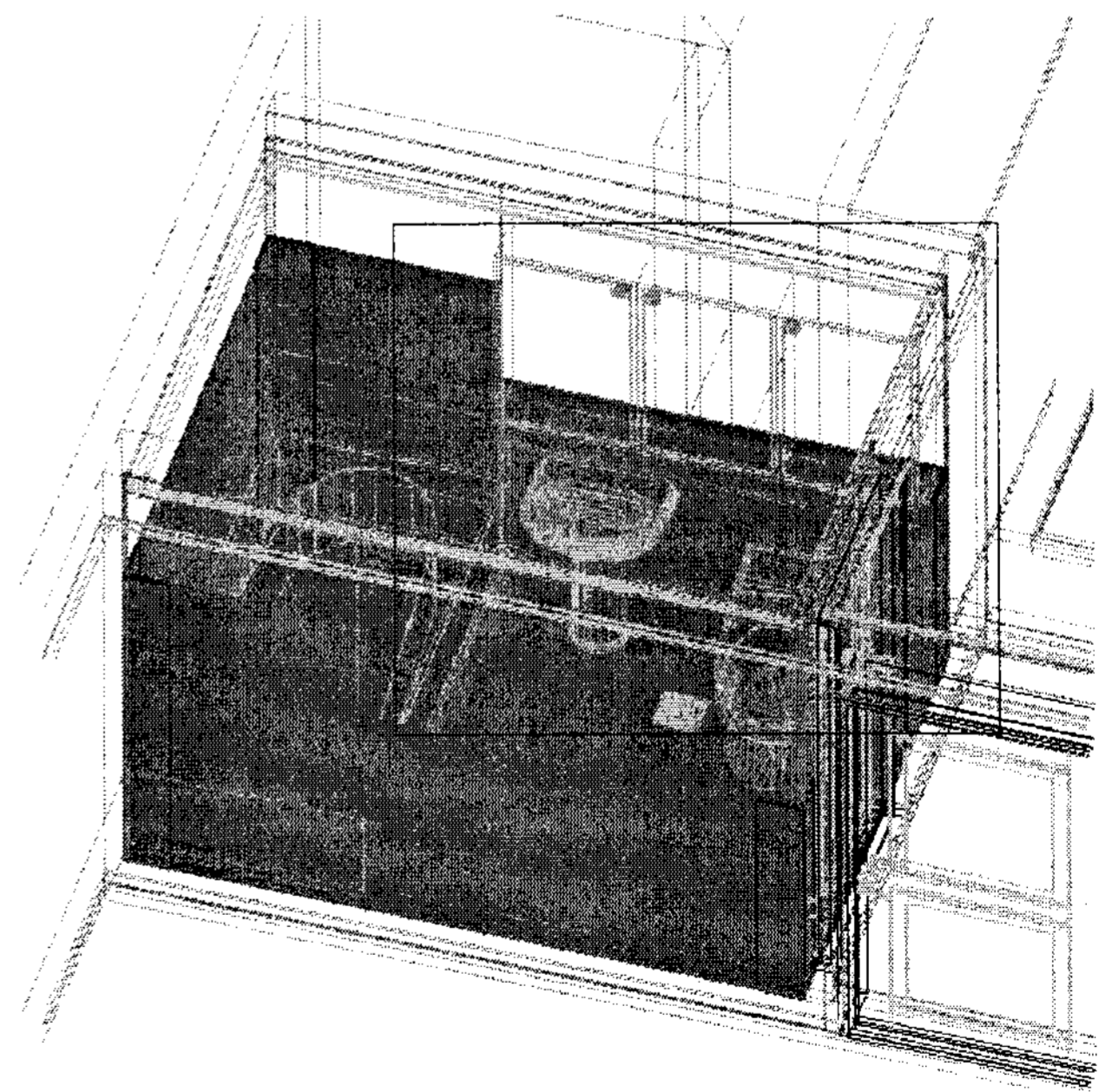


그림 13. 공용욕실의 시멘트액체방수(2차)의 물량확인사례

상기 사례 등에서 살펴보았듯이 기존의 물량산출 방법은 2D 도면을 기준으로 물량산출을 하기 때문에 3D모델링을 통해 시공성이 고려된 물량산출 방법보다 실제보다는 과다하게 계상되고 설계변경 시 반복 작업을 해야 한다. 입찰에서 보다 경쟁적인 금액을 신속하게 산출하기 위해서는 프

로젝트에 대한 보다 정확한 물량산출이 이루어 져야하고 레서피(Recipe) 기반의 3D 물량산출 방식은 자연스럽게 시공성이 고려된 물량산출작업이 이루어지기 때문에 상기 사례 외에도 수치의 오류, 물량 누락분에 대한 오류방지 등 물량산출 결과에 대한 신뢰성이 높아지고 설계변경에 대한 대응이 신속해 진다고 판단된다.

#### 4. 결론

3D CAD 시스템에 의한 물량산출 시스템은 우선 3D 모델로부터 물량을 산출할 수 있도록 시공도면의 수준으로 3D 모델링이 가능하여야 하는 것이 기본조건이다. 3D 모델링의 어려움 때문에 이를 3D 라이브러리 및 3D 도면의 표준화를 통해 해결하는 방식은 건축의 창조적 작업(creative work)을 근본적으로 가로막는 방식이기 때문에 실무에서 성공적으로 운영되기에는 적지 않은 문제점이 있다. 또한 3D CAD 시스템에 의한 물량산출 작업은 설계의 초기단계인 개념설계단계에서도 개략전직이 가능하여야 하며 이때 구축된 자료가 시공도 작성단계에 이르기 까지 일관성을 유지하며 활용할 수 있어야 한다.

3D 모델기반의 컨스트럭터(Constructor)를 실제프로젝트에 적용시킨 결과 실별 개념 적용으로 물량산출조서 없이도 물량산출에 대한 시각적 자료제공이 가능해 졌으며, 또한 물량산출 프로세스를 확립하여 기존의 물량산출작업과 유사한 프로세스로 물량산출 작업이 진행됨에 따라 기존의

물량산출 작업자에 대하여 새로운 프로그램에 대한 저항성을 줄일 수 있을 것으로 판단되었다. 또한 레서피(Recipe)에 공종개념을 도입 코드화하여 정리함으로써 3D모델과의 연계작업(link) 시 발생할 수 있는 혼선 및 어려움을 해결하였다. 레서피(Recipe)방식의 물량산출 개념은 개산견적 및 상세견적시 큰 힘을 발휘할 것으로 예견되고, 향후 공사일정(schedule)과의 연계를 통한 4D 시뮬레이션과 공사일정에 따른 소요 자재의 구매계획, 가상시공모델(Virtual Construction)을 통한 현장시공계획 등 3D 모델을 이용한 다양한 분야로의 확대활용에 대한 연구도 필요하다.

#### 참고문헌

1. Graphisoft, Virtual Construction Solutions, Graphisoft 2004 October.
2. 오세욱 외 3명, 3차원 CAD의 부위정보를 활용한 견적 자동화 시스템 구축에 관한 연구(공동주택을 중심으로), 대한건축학회 논문집(구조계), 제17권 6호, 2001, pp. 103-114
3. (주)디디알소프트, ProEstimate for Apartment 기술자료, (주)디디알소프트, 2006
4. 진상윤, IT기반의 건설관리 패러다임 변화, 대한건축학회, 제49권 4호, 2005, pp. 63-67
5. 정평영, 김우영, 건설업의 실용적인 정보화 추진방향에 대하여, 대한건축학회, 제46권, 제6호, 2002, pp. 49-52
6. YIT, YIT's technical report, YIT, 2003
7. Martin Fischer and Calvin Kam, PM4D Final Report, CIFE Technical Report Number 143, 2002, October

#### Abstract

There wasn't very successful practice cases for the quantity take-off based on the CAD system since the CAD system is used in the construction industry more than 20 years in Korea. It was also not easy to use 3D CAD system in design management and cost management in the construction industry although 3D CAD system is very successful in the manufacturing industry for those areas recently. It is important to construct 3D libraries and to supply those libraries for the designers in time. Architectural work is a kind of creative work. So, Architects like to create their own model. Unlike the manufacturing industry, 3D CAD system can not be survived in the construction industry without new 3D objects supply in the right time. Moreover, the estimation system for 3D must support the schematic design phase, detailed design phase and construction design phase. The product called "Constructor" of Graphisoft consist of modeller, estimator and scheduler based on 3D model. We applied the system to a real project and compared the estimation result and we made a very successful case study.

**Key words:** Estimation, Quantity take-off, 3D CAD, Recipe, CAD, Virtual Construction, BIM,