

## CIC 개념하에서의 건축 자동화 방안



김 정 렬\*



이 용 일\*\*

### 1. 서 론

건설 프로젝트는 발주자, 설계자, 시공자 등 여러 주체가 계획, 설계, 시공, 유지/관리의 생명주기(life-cycle) 전 단계를 통해 프로젝트에 대한 참여도와 책임이 변화하면서 수행된다. 이러한 건설사업의 각 단계와 주체들에서는 대단히 많은 정보가 수집·생성되고, 서로에게 영향을 미치게 되지만 생명주기를 고려한 정보 분류와 관리시스템의 부재로 각 단계와 주체간의 정보 교환은 원활하지 못하다. 또한 건설사업 관리에는 많은 기능들이 포함되어 있으며, 이 기능들은 서로 다른 기능들과 건설사업 전반에 걸쳐 여러 형태의 연계성을 지니고 있고, 이들의 연계성은 바로 정보 공유의 필요성으로 표현되기 때문에 효과적인 건설사업 관리를 위해서 관련 정보의 통합이 우선되어야 한다는 사실은 이미 널리 알려진 바이다.

건설 프로젝트의 정보 통합을 기초로 모든 기능들이 효율적으로 운영되는 건설사업 관리 체계를 CIC(Computer Integrated Construction)라는 새로운 용어로 정의하고 있다. 이는 종전의 MIS(Management Information System)와는 달리 계획, 설계, 시공 및 사후 관리 즉, 건설 사업의 전체 과정에 컴퓨터의 활용을 통하여 자료를 공유하도록 함으로써 기능의 효율성을 극대화함과 동시에 건설사업과 관련된 모든 조직 또한 자료를 공유토록 하여 건설 프로젝트 참여자들에게 적시에 정확한 정보가 공급될 수 있도록 도모하는 일련의 건설 프로젝트 관리 체계를 말한다<sup>6)</sup>.

1997년 현재 일반제조업의 경우 인건비대 총비용의 비율이 10.68%인 반면, 건설업의 경우에는 18.44%로서<sup>7)</sup>, 인력 의존도가 높다는 것을 알 수 있다. 아울러 실상을 살펴보면, 직접 건설생산물을 제작하는 작업에 있어서 인력 의존도가 높은 것은 물론이고, 정보를 생성, 관리, 교환하

\* 인하대학교 대학원 토목공학과, 석사과정

\*\* 인하대학교 토목공학과, 조교수

는 데에도 대부분 인력에 의지하고 있음을 발견할 수 있다. 물론 설계, 공정관리, 원가관리 등을 위한 시스템이 구축되어 사용되고 있는 것은 사실이나, 이들 시스템은 서로간의 정보 통합을 고려하지 않았기 때문에 정보의 체계적인 생산과 교환이 매우 어렵다.

통합건설시스템(CICS, Computer Integrated Construction System) 구축이라는 커다란 목표를 위해 한 번에 모든 건설 프로젝트의 기능을 포함한 시스템을 구축하는 것은 불가능하다. 따라서 필요에 의해 설계, 견적, 공정, 원가 등의 개별 업무 기능들을 지원하기 위한 시스템을 구축할 때, 정보의 생성과 공유 및 교환을 미리 고려하여야 차후에 이러한 여러 시스템들을 총체적으로 활용하는 통합건설시스템이라는 커다란 목표를 달성할 수 있을 것이다.

이를 위해 본고에서는 현재 건설 산업계가 당면한 CIC의 성공적 수립을 위한 기초적 작업으로서 각종 건설 정보를 통합하는 방법을 소개하고 이를 활용하는 시스템의 기본적 모델을 제시하며, 특히 통합시스템의 일부로서 타 시스템과의 정보 공유를 고려한 견적 업무 자동화 방안에 대해 기술하겠다.

## 2. CIC 구축전략

현재 많은 기업들은 각각의 실정에 맞는 설계, 견적, 공정, 원가 등의 컴퓨터 시스템을 구축하여 사용하고 있다. 그러나 그러한 시스템들은 건설 프로젝트 전체를 통한 통합에 대한 고려 없이 업무 기능별로 독자적으로 수행되었기 때문에 정보의 통합이 이루어져 있지 않아, 프로젝트를 수행하면서 발생하게 되는 정보를 교환할 때 어려움이 발생하게 된다. 따라서 주어진 특정한 업무 기능에 대한 시스템을 구축할 때에는 그 업무 기능뿐 아니라, 프로젝트에 관련된 다른 기능들과의 추후 통합에 대해서도 고려해야 하며, 아울러 시간적인 요소인 생명주기를 통한 통합도 고려해야 한다. 이를 위한 합리적인 방법은 그림 1과 같이 건설 프로젝트의 데이터의 통합을 이루는 것이다. 데이터가 통합되어 있다면 이것을 사용

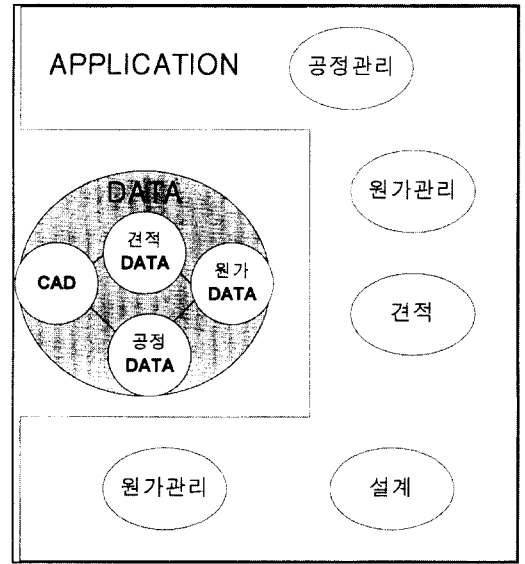


그림 1 CIC 구축전략<sup>3)</sup>

하는 업무기능들에 대한 시스템은 어떤 형태로 구축하여도 시스템상 특성을 불문하고, 전체적인 통합을 이룰 수 있기 때문이다.

### 2.1 정보의 표준화

정보교환을 위한 첫번째 메커니즘은 데이터 표현의 표준화를 이루는 것이며, 이를 통해 일반적인 언어를 사용하여 통합 시스템 내의 응용 프로그램이 각종 데이터를 공유할 수 있게 한다. ISO (International Standards Organization)에서는 현재 건설 구조물을 포함한 모든 생산품을 대상으로, 최초 디자인에서부터 생산, 유지 관리, 최종 폐기까지의 전 생명주기를 표현할 수 있는 표준 메커니즘의 개발을 수행하고 있다. 이 표준은 생산품 정보의 표현방법을 규정한 것으로 생산품의 전 과정을 포괄적으로 묘사할 수 있는 모든 특징과 사물간의 관련 상태(relation)에 관한 정의를 포함하고 있다. 이 모델은 또한 중립 자료 교환(neutral data exchange)에 사용될 수 있을 뿐 아니라, 모든 시스템이 공유 할 수 있는 데이터 베이스의 개발과 응용 프로그램에 의한 생산 정보의 직접적 추출에 사용될 수도 있다<sup>9)</sup>.

설계부터 시공 단계에 이르는 전 건설사업 과정에서 데이터를 공유한다는 개념의 CIC를 위한 통합된 표준이 요구되고 있으며, 이것은 바로 Product/Process Model Data의 표준화로 표현된다. 이 중 ISO에서 발행한 STEP(Standard for Exchange of Product Model Data)은 대다수의 산업계를 통해 통일된 언어를 만들어내기 위한 노력이다. 산업체계 전반에 걸친 데이터의 표준화는 정보교환 능력을 증진시킬뿐만 아니라 시스템 통합에 대단한 기여를 하게 된다<sup>9)</sup>. 이 같은 노력의 결실은 설비 시설이나 건설공사의 흐름도를 표현하는 것과 같은 복잡한 데이터를 서술적인 언어로 표현하게 할뿐만 아니라 시스템간의 구조 체계에 대한 정보를 데이터화 할 수 있는 언어로 표현 가능하게 한다. 예를 들어, 도면 내 콘크리트 벽의 치수나 콘크리트의 강도, 비용 등을 도면의 정보로 입력하고 이를 바탕으로 견적이나 공정계획 수립에 필요한 데이터의 체계를 언어적으로 표현하고 이후 견적이나 공정계획 수립 단계에서 도면 정보를 검색할 수 있는 프로세스를 체계적으로 저장한다. 이렇게 저장된 정보는, 역시 체계화된 공정관리나 원가관리 시스템에 연결되어 데이터를 검색하고 공유할 수 있게 한다. 이러한 방법은 단순히 시스템간의 화일(file) 교환뿐만이 아니라 구조적인 상호 연결성을 가진 시스템간의 연결을 가능하게 한다.

또한 건설산업에서 생명주기의 각 단계와 발주자, 설계자, 시공자 등 주체간 정보 단절의 가장 큰 원인은 표준분류체계의 부재에 있다. 앞서 밝힌 대로 건설산업은 특성상 매우 많은 정보가 수집되고 발생된다. 그러나 발주자, 설계자, 시공자는 각기 나름대로 임의의 분류체계를 사용하고 있으며, 그 자체 내에서도 통일된 분류체계가 존재하는 곳은 많지 않다. 때문에, 정보교환 시 같은 항목에 서로 다른 분류코드를 사용하게 되어, 상호간의 원활한 정보의 교환이 이루어지지 않을 뿐 아니라, 통합된 전산시스템을 구축하는 데에도 어려움이 있다.

## 2.2 프로세스 모델링

모델링 기법은 동시공학 또는 협동작업을 적용하여 통합정보시스템을 구축하기 위한 업무프로세스의 재설계 기법이며, 이런 업무프로세스 재설계 기법은 IDEF, ABC, FEA 등 여러 방법론이 있다<sup>4)</sup>. 프로세스 분석의 의의는 업무를 쉽게 파악할 수 있고, 정보들의 흐름과 이들이 변화되는 과정을 알 수 있다는데 있으며, 이러한 프로세스 분석을 통하여 불필요한 프로세스는 제거하고, 중요성이 떨어지는 프로세스에는 자원을 적게 분배할 수 있게 되므로, 보다 합리적인 경영을 가능하게 한다. 또한 실무자 입장에서는 업무수행 시, 자신이 어떤 프로세스를 수행하고 있으며, 어떠한 정보를 무슨 방법을 이용해서 어떠한 결과를 산출해 내야 하는 지가 분명하므로 보다 신속하고, 정확하게 업무를 처리할 수 있는 장점이 있다.

일반적으로 기업의 정보시스템을 구축할 때, 비용과 효과의 측면에서 전체 시스템을 한번에 구축하는 것이 아니라, 부분을 나누어 단계적으로 구축하게 되는데, 이때에도 프로세스 모델링을 사용한다면 총체적인 관점에서 출발한 모델링을 통해 정의된 프로세스만을 정확히 구분하여 개별적으로 구축하여도 전체 시스템으로 통합하는데 어려움이 적다.

## 2.3 객체 지향형 기술

객체 지향형 기술(object oriented technology)은 산업 전분야에 빠르게 적용되고 있으며, 클래스(class) 및 객체(object), 상속(inheritance), 그리고 객체간의 릴레이션(relation)을 바탕으로 한다. 건설 산업에 있어서도 건설정보 통합관리 시스템의 구축을 위하여 통일된 건설정보 모델을 구축하여야 하며, 이러한 객체 지향형 기술이 건설사업 관련 정보의 체계화에 가장 적합한 방법이라고 사료된다. 특히 구조물의 경우, 구성 부재들이 객체들간의 계층구조(hierarchy)를 지니고 있으며 개념상 가장 어려운 문제로 제기되고 있는 설계 정보인 그래픽 데이터(graphic

data)와 시공 정보인 비그래픽 데이터(non-graphic data)를 모두 하나의 객체로 취급하기 때문에 데이터 통합을 가능하게 한다.

객체 지향형 기술의 장점은 현실세계의 사물이나 추상체에 대한 구조적인 단계의 표현이 가능하다는 것이다. 객체는 릴레이션에 의해 정해진 어드레스(address)를 통하여 다른 객체를 호출할 수 있으며, 기능적인 면을 추가할 경우, 시스템간의 기본적인 구조를 바꿀 필요가 없이 릴레이션의 추가만으로 시스템간의 연결이 가능하다. 현재 널리 사용되고 있는 관계형 데이터베이스(relational database)로 구성되어 있는 시스템은 구조적으로 완벽한 결합을 요구하고 있는데 반해 객체 지향형 기술은 이러한 구조적 연결을 물리적으로 모두 구성할 필요 없이 자료의 위치만을 지정함으로써 많은 양의 정보 결합에 소요되는 시간과 경비를 절감할 수 있다. 이러한 관점에서 객체 지향형 기술은 정보 통합의 효율성을 높일 수 있다<sup>6)</sup>.

### 2.4 오픈 시스템

기존의 건설정보관리시스템은 각각의 독립된 시스템으로 구성되어 있어 통합 시스템으로 접목하기에 상당한 어려움이 따른다. 객체 지향형 기법을 사용하여 이러한 단점을 보완하고 가능한 규제 없이 연결을 꾀할 수 있는 환경이 바로 오픈 시스템(open system)이다. 이는 현존하는 시스템에 대한 정보를 파악하여 클래스로 정의함으로써 이들을 각각의 객체로 인식시키고, 시스템 객체를 모두 수용하여 통합적으로 운용할 수 있는 시스템을 말한다. 이러한 환경은 시스템 간의 장애 요소를 최소화하여 모든 프로그램을 통합시키기 위한 기술로 현재 많은 곳에서 개발 중이며 사용 중이다. 이러한 기술의 활용은 시스템 통합을 위한 새로운 환경 구축을 불필요하게 한다. 즉, 서로 독립적으로 운영하고 있는 시스템을 오픈 시스템을 사용하여 기존 시스템간의 연결은 물론, 새로운 시스템과의 연결도 용이하게 하여 별도의 시스템 구축 없이, 객체 지향형 기법을 사용하여 개별 시스템 간의 연결을 도모하고, 데

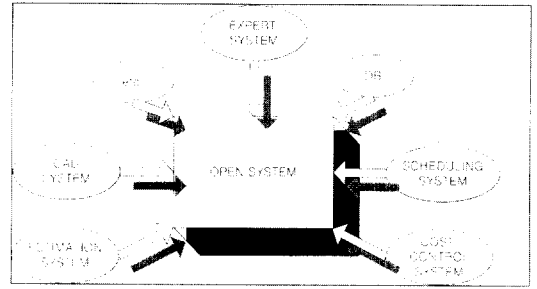


그림 2 오픈 시스템의 활용

이터를 공유함으로써 CIC의 근본 취지인 시스템 통합에 근접할 수 있다.

오픈 시스템을 활용한 건설정보통합관리시스템의 개념도는 그림 2이다.

### 3. 견적자동화 시스템

견적은 입찰에 사용된다는 점 이외에도 설계정보가 시공정보로 변환되는 과정으로서 건설프로젝트를 수행하는 데 필요한 자재, 노무, 장비 등의 제반 자원에 대한 수량과 금액을 산출하여 의사결정에 필요한 자료를 제공하는 절차라는 점에서도 커다란 의미가 있다. 이러한 견적은 신속성과 정확성 아울러 일정한 품질이 유지되어야 한다. 그러나 실상은 많은 부분을 인력에 의지하고 있어, 시간은 오래 걸리고, 오류가 많으며, 숙련자와 비숙련자의 견적 품질이 크게 차이가 나는 문제가 있다. 따라서 이러한 문제의 해결을 위해 견적자동화 전문가시스템을 구상하였다.

물량산출 및 견적자동화의 개념도는 다음 그림에서 보여주는 바와 같다. 우선 표준분류체계(삼각형으로 표시된 부분)가 존재하여야 하고, 분류체계를 기반으로 한 레이어(layer) 분류체계에 따라 3차원(3D) 도면이 존재해야 한다. 일반적으로 견적 업무는 도면→물량→공중(내역)생성→단가연동→보고서의 프로세스를 거쳐 수행된다. 그림 3은 이러한 과정에 건설정보 분류체계와 이에 근간한 도면 및 레이어 분류체계, 인공지능 및 데이터 베이스의 활용을 도시한 것이다

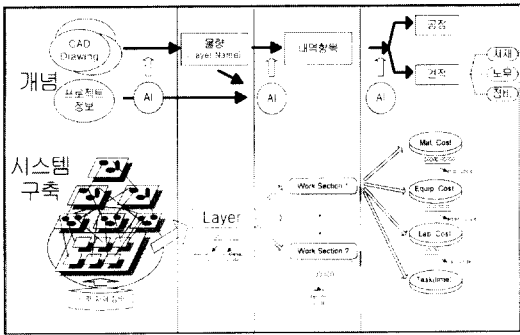


그림 3 견적자동화 개념도

### 3.1 3차원 CAD 및 레이어

CAD는 컴퓨터를 건설업에 적용하기 위한 연구들에서 활용의 초점이 되는 기술이다. 견적에서도 역시 CAD는 활용 가능성이 많은 기술이며, 특히 물량을 산출하는데 활용하는 방안이 많이 연구되었다. 그러나 초기(1980년대)의 연구는 2차원 CAD 중심의 연구로, 그래픽 데이터인 2차원으로 그려진 각각의 부재에 물량산출에 필요한 높이, 단면, 입면, 재료 등의 비그래픽 데이터를 속성으로 연결시켜 필요 시 속성을 참조하여 물량을 산출하고 견적을 수행하는 것이었다. 그러나 2차원 도면을 활용하는 데에는 많은 문제점이 있었다.

첫번째는 2차원 도면으로는 부피, 전체 면적, 길이 등의 물량정보를 산출하기에 어려움이 따른다는 것이다. 물량을 산출하기 위해서 복잡한 수식을 사용하거나, 앞서 기술한 바와 같이, 물량정보를 속성으로 입력하는 방법을 사용할 수 밖에 없다. 그러나 이와 같은 방법은 매우 불편하고, 시간이 많이 소요되는 작업이며, 설계 내용이 조금만 변하더라도 이전의 정보를 다시 사용할 수 없다는 단점이 있다<sup>1)</sup>. 두번째는 2차원 도면은 통합건설관리 시스템을 위한 모델로는 적합하지 않다는 점이다. 통합건설관리 시스템에서는 그래픽데이터를 중심으로 공정, 원가 등의 시공정보를 연계하여 공정, 원가관리 및 시물레이션 등의 기능을 수행해야 하는데<sup>1)</sup>, 단순한 2차원 도면으로는 그러한 통합을 이루기 어렵기 때문이다.

3차원 CAD의 장점은 2차원의 단점을 반대로 생각하면 된다. 첫번째는 미리 정의된 부재 라이브러리의 활용으로 설계시간을 단축시킬 수 있다는 것이다. 두번째는 통합건설시스템을 위한 기본 데이터로 사용하여 공정 및 원가정보를 연계시킬 수 있으며, 그 전 단계인 설계단계에서도 구조해석을 위한 데이터로도 쉽게 변환하여 사용할 수 있고, 3차원 시물레이션 등의 기법을 통해 구조물간의 간섭이나, 공정상의 문제점 등을 미리 확인해 볼 수 있다.

현재 3차원을 중심으로 한 CAD 도구(tool)가 이미 상용으로 시판되고 있다. 이들 프로그램은 설계단계부터 3차원으로 도면을 작성하며, 이들 도면은 미리 구축되어 있는 부재의 라이브러리를 이용하여 쉽게 그릴 수 있는 기능을 가지고 있다. 현재 국내에 시판되고 있는 프로그램으로는 주로 AutoCAD 계열의 ArchiCAD, 도편수, MyCAD 등과 MicroStation 계열의 Triforma, Frameworks, GeoPak 등이 있으며, 미국 등지에서 건축설계에 사용되고 있는 Form-Z가 있다. 이상의 소프트웨어들은 3차원 CAD 도면을 이용한 물량산출에 있어서 객체 지향형 기법의<sup>14)</sup>개념에 근거하여 도면을 구성하는 3차원 객체 클래스에 물량산출에 관련된 정보를 속성으로 정의해 두고, 필요 시 사용한다. 예를 들어 용벽의 경우 도로용벽표준도<sup>3)</sup>에 따라 중력식, 반 중력식, 역T형, L형 등으로 라이브러리를 구축하고, 그에 관련된 콘크리트량, 거푸집양 등의 물량정보를 구할 수 있는 속성을 미리 정의해 두고 사용하는 것이다.

레이어는 도면 요소를 구분하기 위한 수단이었으나, 많은 종류의 CAD 프로그램들이 개발/사용되면서, 서로 다른 CAD프로그램 간의 데이터의 교환의 방법으로도 사용하게 되었다. 이는 단순히 도면 요소들의 정리/관리를 목적으로 하는 것이 아니라, 설계정보의 교환을 위해 일정한 분류 체계에 따라 도면 요소들을 묶는(grouping)다는 것으로, 이를 위해 레이어의 표준분류체계가 필요하게 되었고, ISO에서는 다음과 같은 표준안을 제시하였다<sup>12)</sup>.



한 도면에는 기본적인 정보만 존재하고, 기존에 입력해야 하는 특수한 물량에 대한 정보는 외부에 저장하고, 활용할 수 있는 전문가 시스템의 활용이 더욱 합리적일 것이다.

두번째로 그림 8처럼 벽의 거푸집 물량을 산출하는 경우에도 사람의 지식이 사용되는데 일반적으로 시작과 끝의 마무리에 해당하는 ①번과 옆면인 ②, ③번 부분에만 거푸집을 사용하고, 윗부분에 해당하는 ④, ⑤부분에는 사용하지 않는다. 이유는 웅벽의 콘크리트를 타설할 때, 기초 부분과 벽면부분을 나누어서 하는데, ④, ⑤부분은 거푸집을 사용하지 않아도 콘크리트 자체의 점성으로 모양을 유지하기 때문이다. 따라서 CAD를 이용하여 단순히 부재의 표면적을 구하는 명령으로는 웅벽의 거푸집 물량을 산출할 수 없으며, 전술한 바와 같은 지식을 사용하여 물량을 산출하는 방법이 사용되어야 한다.

세번째는 견적에 있어서 인간 견적 전문가가 견적을 산출하는 과정을 살펴보면, 먼저 도면과 시방서를 기준으로 물량을 산출하고, 물량을 토대로 필요한 공종을 생성하며, 재료, 노무, 장비 등의 금액 요소를 결합하여 수행한다. 이와 같이, 물량을 산출할 때뿐만 아니라, 공종을 산출하고 단가를 연동하는 기능에도 모두 견적전문가의 경험과 판단이 활용된다. 예를 들면, 콘크리트 웅벽에 대한 견적을 산출할 때는 먼저 콘크리트와 철근의 물량을 산출하게 되지만, 철근이 필요하다면, 철근 가공/조립 공종이 필요하다는 것을 자연스럽게 생각하게 되고, 콘크리트부분을 생각

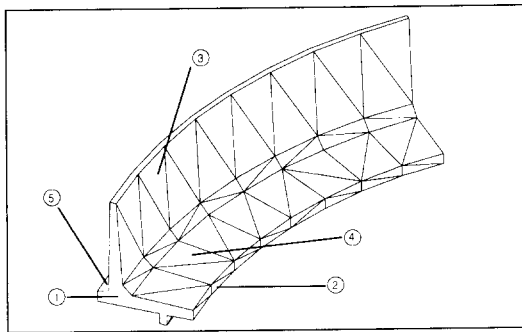


그림 8 웅벽 거푸집 물량 산출

할 때는 거푸집 제작, 콘크리트 생성, 타설, 양생, 거푸집 제거 등의 공정을 생각하게 된다는 것이다. 따라서 견적전문가 시스템을 통해 이러한 인간의 지식을 컴퓨터가 이해할 수 있게 표현하고, 활용할 수 있게 한다면, 개발 가능한 것이다. 이러한 방법을 사용하면, 물량 및 견적에 관계된 지식들을 도면 정보와 분리시켜 전문가 시스템에 축적, 활용함으로써 보다 유연한 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

### 3.3 물량자동산출

물량산출의 개념도는 그림 9와 같으며 먼저 부재의 클래스 라이브러리를 구축한다. 이 클래스에는 우선 형상을 나타내는 그래픽 정보가 존재하며, 비 그래픽 정보로서 그것이 어떤 부재인지를 알려주는 레이어 정보와 물량산출에 관한 정보가 내재되어 있다. 특히 물량산출에 대한 정보는 해당 부재의 콘크리트 물량과 같은 직접적인 물량뿐 아니라 거푸집 같은 간접적인 물량을 산출하는 방법도 존재한다. 이러한 3D 부재 클래스

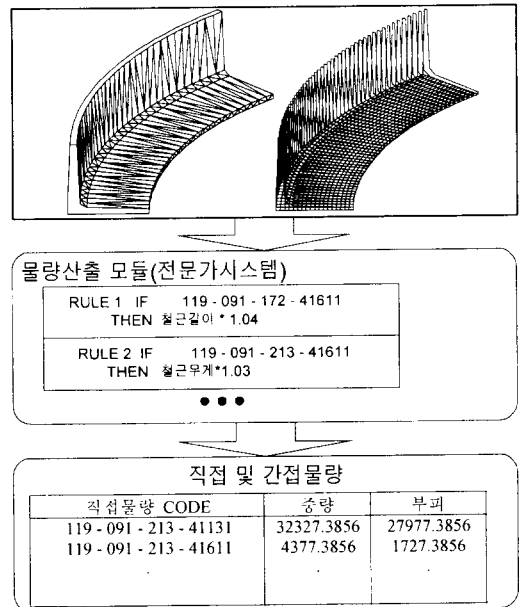


그림 9 물량산출 개념도

를 이용하여, CAD 상에서 도면을 작성한다. 이러한 도면의 요소들은 레이어에 의해 체계적으로 분류되어 있다. 물량산출은 이러한 도면을 기초로 수행되며, 각각의 도면 객체가 가지고 있는 물량정보속성에 따라 물량을 산출하고, 레이어에 의해 분류되어 정리 된다. 이것은 비교적 정확한 방법이기 는 하나, 앞서 설명한 바와 같이 시공법이 변화되어 물량산출을 다른 방법으로 수행해야 할 때, 이미 그려진 수많은 도면 객체의 속성을 바꾸어 주어야 하는 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 도면의 요소들에는 그래픽 정보와 레이어, 그리고 부재의 형식(철근D13...)과 같은 최소한의 정보만을 포함하도록 하고, 그에 대한 물량산출 방법은 외부의 모듈(Module)에 축적해 두었다가 필요 시 활용하는 전문가 시스템 개념을 도입하였다. 이상의 방식으로 구축된 물량정보는 건적자동화 부분으로 전달되며, 이러한 데이터는 분류체계에 의해 체계화되어 있으므로, 건적시스템에서 장애 없이 사용할 수 있다.

### 3. 4 건적자동화

건적 자동화의 과정은 클래스 라이브러리를 이용한 3차원 도면에서 산출한 물량정보를 토대로 건적시스템에서 공정(내역항목)을 생성해 내고, 단가 정보와 연동하여 건적서를 산출한다. 공정 정보 생성과정에 인공지능 특히 전문가 시스템의 활용은 다음과 같이 이루어진다. 건적 전문가가 공정을 생성하는 과정을 살펴보면 옹벽이라는 부재를 보고 콘크리트와 철근이 재료로 필요하다는 것을 생각하게 되며, 콘크리트와 철근을 통해 거푸집 공사, 콘크리트 생산 및 타설, 양생, 마무리 그리고 철근 조립 등의 공종이 필요하다는 것을 생각해 내게 된다. 따라서 이러한 지식을 체계적으로 정리하여 보관하였다가 필요 시 추론을 통해 활용하도록 하였다.

## 4. 결 론

본고에서는 건적이라는 건설 업무기능을 전산화함에 있어서 CIC 개념 하에서의 자동화를 위

해 '건적자동화 방안'을 기술하였으며, 결론은 다음과 같다.

첫째로 분화된 건설 프로젝트 주체간의 생명주기 전체를 통한 정보의 통합을 고려한 시스템이 필요하다. 현재 건설 업무기능별로 구축된 시스템들이 존재하나, 이들은 개별 업무별로 구축된 시스템으로 서로간의 정보의 공유와 이를 바탕으로 한 새로운 정보의 생성이 어려워, 정보의 중복과 단절로 인한 자원의 손실이 발생한다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서 정보의 생성단계에서부터 통일된 체계를 갖는 것은 필수적이며, 따라서 표준분류체계의 필요성이 대두된다. 이를 위해 본 논고에서는 표준분류체계로 한국건설기술연구원에서 제안한 '건설정보분류체계'를 사용하였다.

둘째로 활용성이 제한된 2D CAD의 단점을 극복하기 위해, 3D CAD의 필요성을 도출하였으며, 이의 효과적인 활용을 위해 3D 부재의 라이브러리와 레이어의 필요성을 제기하였고, 체계적인 물량산출을 위해 표준분류체계에 근거한 레이어 분류체계를 제안하였다.

셋째로 고도의 전문성이 요구되는 건적 업무의 자동화를 위해 인공지능, 특히 전문가시스템의 필요성과 활용방안을 제시하였다. 건적의 내역항목 산출을 위해 규칙기반(Rule Based) 전문가 시스템의 활용을 제안하였다.

## 참 고 문 헌

1. 서울 산업대학교 산업기술연구소, CAD에 의한 물량산출 및 건적자동화 시스템개발에 관한 연구(최종보고서), pp.28~29, 1992.
2. 건설기술연구원, 건설정보 분류체계(매뉴얼), p.8, 건설기술연구원, 1996.
3. 건설교통부, 도로옹벽표준도, '97이윤배, 전문가 시스템(Expert Systems), p.18, 흥릉과학출판사, 1992.
4. 권오룡, 염준근, "건설 CALS 구현을 위한 IDEF0 모델", 한국 CALS/EC 학회 하계발표논문집 pp.37~51, 1997. 6.



5. 권오성, 이용일, "3차원 건설정보 통합관리시스템 구축 전략에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, 제17권, 제1-6호, 1997.
6. 이민남, 물량산출자동화를 위한 데이터베이스 설계, 단국대학교 대학원 박사학위논문, p.53, 1995.
7. 통계청, 통계정보시스템 (KOSIS), 203.254.63.3, "국내통계/통계부문별통계/기업경영 (자산, 자본,비용)/비용관계비율/인건비대총비용/산업별 (신)," 1997.
8. Sanvido, "Applying Computer-Integrated Manufacturing Concepts to Construction," *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 116, No. 2, ASCE, 1990.
9. Froese, T., "STEP Data Standards and the Construction Industry", Univ. Of British Columbia, 1996.
10. Martin, J. & Odell, J.J., *Object Oriented Methods: Pragmatic Considerations*, Prentice Hall, 1996.
11. Ajay Lavakare, H. Craig Howard, "STRUCTURAL STEEL FRAMIG DATA MODEL," CIFE TECHNICAL REPORT No. 012, June 1989.
12. ITcon Vol. 2 (1997) ISO DIS 13567 - The Proposed International Standard for Structuring Layers in Computer Aided Building Design. SUBMITTED: December 1996.
13. Jung. Y. and Gibson. G. E(1997). "Integration Effectiveness Analysis of Construction Business functions." Proceedings of the 7th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Seoul, Korea, pp.2195~2200.
14. Robert John Hathaway III, COMP. OBJECT FAQ, (<http://www.cyberdyne-object-sys.com/oofaq/>), 1996. 