

# 양중계획입안 프로세스의 구조화를 통한 프로젝트 정보관리 방안

## A Plan of Project Information Management through Analysis of Drafting Process for Transportation Planning

김진호\*

Kim, Jin-Ho

### Abstract

As the number of high-rise building construction projects grows up, the subject of the transportation planning has become one of the grave issue, however important decision making are made by the experience of the a planner without the rational plans for information sharing, therefore, the purpose of this study is to suggest a plan of project information management not only for describing drafting process for transportation planning but also for systematizing information used in the procurement, transportation and construction phase. to achieve these objectives, this study 1)analyzes the prior theory about transportation planning, 2)performs a case study of actual project to embody the problems of site management by analyzing the results of interviewing experts.

In conclusion, the following factors are systematized : 1)the structure of drafting process for transportation planning, 2)the contents of information used in the procurement, transportation and construction phase, 3)the actual condition of code breakdown structure in transportation Planning phase. It is anticipated that the proposed methodology would be able to improve information management among the related engineers and accumulated data that might be used in similar construction projects in korea

키 워 드: 양중계획, 입안 프로세스, 프로젝트 정보관리

keywords: Transportation Planning, Drafting Process, Project Information Management

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건축 프로젝트의 고층화와 대형화가 증가하였고, 공기나 예산 등 제약조건(constraints)이 복잡하여 양중계획의 입안은 더욱더 어렵게 되었다. 더구나 자재의 양중량이 증가하였고, 양중관리업무가 전체 프로젝트관리에서 차지하는 중요성도 높아져 가고 있다. 따라서 양중작업의 효율성을 높이기 위해 효과적인 양중계획의 입안(立案)이 필요하게 되었으며, 특히 초고층 건축물의 시공에서 양중계획입안의 승패는 공기의 준수나 경제성을 좌우하는 주요 요인으로 인식되고 있다.

그러나 다음과 같은 점은 최적의 양중계획의 입안을 저해하는 요인으로 지적되고 있다.

1) 양중관리업무는 그 자체로서만 수행되는 것이 아니라 전·후의 생산과정(견적, 발주, 시공)과 밀접한 상관관계를 고려하면서 진행되어야 함에도 불구하고, 실제로는 생산조직의 다변화로 인해 양중정보와 생산정보 간의 연계성(連繫性)은 그다지 확보되어 있지는 못하다.

2) 양중계획 입안자의 프로젝트 지식정보는 프로젝트의 일회성(一回性)으로 인해 한시적으로 적용되어 체계적으로 구축되기 곤란하고, 더구나 입안자의 사고(思考)의 단위나 사고의 구조는 비가시적(非可視的)인 무형(無形)의 정보이기 때문에 프로젝트 참여자 다수가 이해하고 응용하기는 용이하지 않다.

이러한 관점에서 기존의 유사연구를 고찰하였는데 타워크레인인과 리프트에 관련하여 이웅균 외 3명(2004)의 연구에서는 유전자 알고리즘이라는 도구를 적용하여 타워크레인의 배치위치에 따른 기중선정의 모델을 제안하였으며, 정용찬 외 2명(2004)의 연구는 리프트 양중계획의 기초가 되는 물량분석의 체계를 제시하였다. 그리고 고층 건물의 마감자재 양중계획에 관한 연구로서는 안병주 외 1명(2001)과 박길재 외 2명(2001)의 연구가 있는데 양중계획 타당성 검토의 도구로서 알고리즘을 제안하거나 자원평준화를 통한 호이스트 선정과정에 대한 대안을 고찰한 연구로 볼 수 있다.

결국 지금까지 건축공사에 있어서 양중계획에 관한 기존의 연구는 양중장비인 타워크레인(towercrane) 및 리프트(lift)의 가동 및 운영에 대해 정량적으로 접근한 연구가 상당부분을 차지하고 있으며, 양중대상물 중 70% 이상을 내장마감재가 차지함에도 불구하고 내장마감재의 양중계획의 입안에 대

\* 동명대학교 건축대학 건축공학과 전임강사, 공학박사

한 연구는 매우 적은 것으로 나타났다. 그리고 양중계획입안자의 계획수립 메카니즘과 양중계획 및 관리 전·후의 생산과정과의 업무관련성이라는 측면의 연구가 부족하여 프로젝트 생산관리라는 관점에서의 접근이 용이하지는 못하다. 결국 기존의 유사연구의 결과로서는 전술한 양중계획의 입안을 저해하는 요인을 사전에 고찰하고, 그 대안을 모색하기가 다소 곤란해질 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 양중계획입안의 실태를 조사·분석하고, 계획 입안자의 '사고의 틀(framework)'을 고찰한다. 그리고 양중과정 전·후의 생산 프로세스 간의 정보전달의 현상과 문제점을 도출하여 프로젝트정보의 공유화를 위해 구축해야할 시스템의 개념모델(conceptual model)을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

건축생산에 있어서 양중계획의 위치설정과 양중계획업무의 흐름은 문헌을 분석하여 정리하였으며, 초고층 건축 프로젝트에 있어서 내장마감공사를 대상으로 양중계획수립자의 입안 메카니즘 및 각 생산과정별 생성정보에 대해 조사·분석을 수행하였다. 실태의 조사는 양중관련자료의 분석과 전문가인터뷰조사로 구분하여 실시하였다. 표 1은 해당 프로젝트에 참여하고 있는 실무자로부터 획득한 양중관련자료의 명칭과 그 구성내용을 나타낸 것이다.

인터뷰조사는 공무주임 및 양중센터장 각 3명과 공사주임 2명, 당해 프로젝트의 시스템운영에 참여한 대형건설사 기술본부 생산관리시스템개발실의 담당자 2명을 대상으로 실시하였는데 표 2는 인터뷰 조사내용의 분류체계를 정리한 것이다.

## 2. 건설업에 있어서 양중계획의 위치설정과 양중계획업무의 흐름

공사계획은 QCDS<sup>1)</sup>를 고려하면서 건축물을 완성해가는 것으로 볼 수 있지만, 양중계획은 필요한 자재나 부품 등을 효율적으로 공급(운반)하는 것을 목적으로 한다. 즉 양중계획이란 '양중대상물의 흐름'이라는 측면에서 생산활동을 규정하는 것이다. 따라서 공사에 필요한 「최적의 양을 최적의 시기에 공급한다」라는 것을 실현하려고 한다. 이런 점에서 생산관리기법 중의 하나인 MRP<sup>2)</sup>이론을 고찰할 필요가 있다. 건설업에서 MRP이론의 적용을 검토하기 이전에 MRP이론의 개념을

먼저 고찰할 필요가 있다. 제조업의 MRP시스템의 구조란 어떤 제품의 설계가 종료되면, 제조할 부품표가 작성된다. 그리고 부품을 어떤 순서로 수배하면 되는가는 수배기준을 검토해보면 부품의 공급순서가 결정되므로 수배의 순서를 판단할 수 있다. 물론 이 시점에서는 아직 시간의 요소가 존재하지는 않는다. 그래서 공급순서와 시간의 관계를 고려한 기준생산일정계획을 검토하여 「무엇을, 얼마나, 언제」 공급할 것인가라는 수배계획을 입안하게 된다. 건축생산에 MRP시스템을 적용하게 되면 부품표를 공사물량으로 수배기준을 택트(Tact)공정으로 기준생산일정을 전체 공정표로 치환하여 접근할 수 있으며, 「무엇을, 얼마나, 언제, 어디서」 공급할 것인가를 파악할 수 있다.

표 1. 실태의 조사 및 분석에 이용된 자료

자료의 명칭	주요 구성내용
· 집계검정리스트	· 양중할 공구 및 층 등 양중정보 · 세목코드 · 양중자재의 사양(명칭, 물량 등)
· 자재양중계획서	· 양중예정 신청내용 · 자재반입시의 주의사항 · 양중업무 Flow Chart
· 월차자재양중보고서	· 내장마감재의 양중협의내용 - 양중계획 정보전달의 수단 - 자재반입경로 · 양중작업의 운영방안 - 현장과 협력업체간 조정해야할 사항

표 2. 인터뷰조사 내용의 분류체계

대분류	중분류	소분류
설계정보의 관리	· 설계변경	· 변경 내용 및 후속 생산과정에 미치는 파급범위
		· 설계변경과 CAD시스템 운영
프로젝트 정보관리	· 생산과정간 정보의 전달	· 생산과정별 업무내용과 생성정보
		· 양중관리와 각 생산과정별 업무의 상관관계
양중대상물의 관리 및 특이사항	· 선행양중	· 선행양중의 대상 · 선행양중 시 검토한 주요 내용
	· 양중물 관리	· 양중대상물 관리서식 · CAD시스템에서 집계되는 Data
양중계획의 입안 및 양중정보관리	· 양중계획의 검토 요소	· 양중계획의 구성요소 · 양중대상물의 구분
	· 양중코드체계	· 양중코드의 내역

1) 공사계획의 4대요소를 말한다. 즉 품질(quality), 원가(cost), 공정(delivery), 안전(safety)의 약어로서 시공계획의 수립 시에 검토할 항목들을 의미한다.

2) Material Requirements Planning의 약어로 '자재소요량 계획'이라고도 호칭한다.

이러한 점이 건축생산에 있어서 수배계획, 즉 양중계획의

개념이다. 그림 1은 전술한 내용을 토대로 제조업의 수배계획(手配計劃)과 건설업의 양중계획을 비교하여 나타낸 것이다. (田村, 1996)

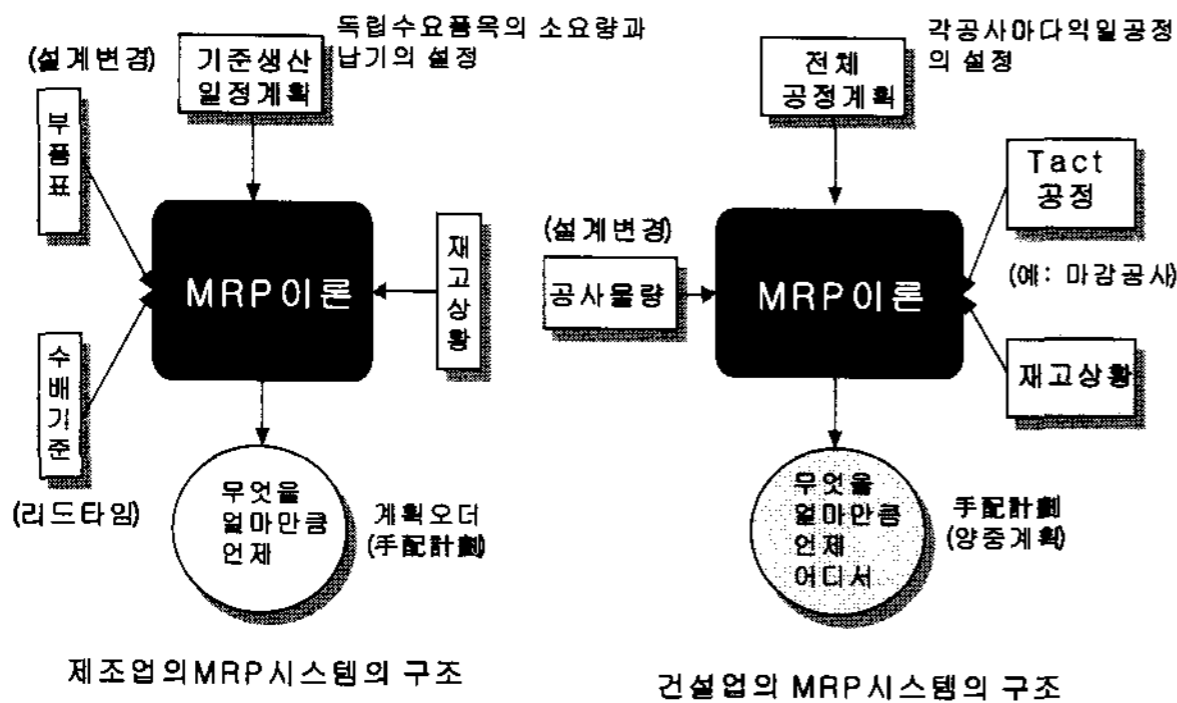


그림 1. 제조업의 수배계획과 건설업의 양중계획의 비교

초고층건축에 있어서 양중계획은 「양중해야할 자재물량과 작업원수를 파악하고, 시공공정에 따라서 필요한 자재와 작업원을 적절하게 지정된 장소로 운반하기 위한 시스템과 설비를 조정하는 것」으로 정의할 수 있다. (二階, 1985)

초고층건축에 있어서는 공사의 규모도 크고 양중대상물도 종류가 다양하여 계획의 입안은 용이하지 못하다. 일반적인 양중계획업무의 순서를 그림 2에 나타내었다.

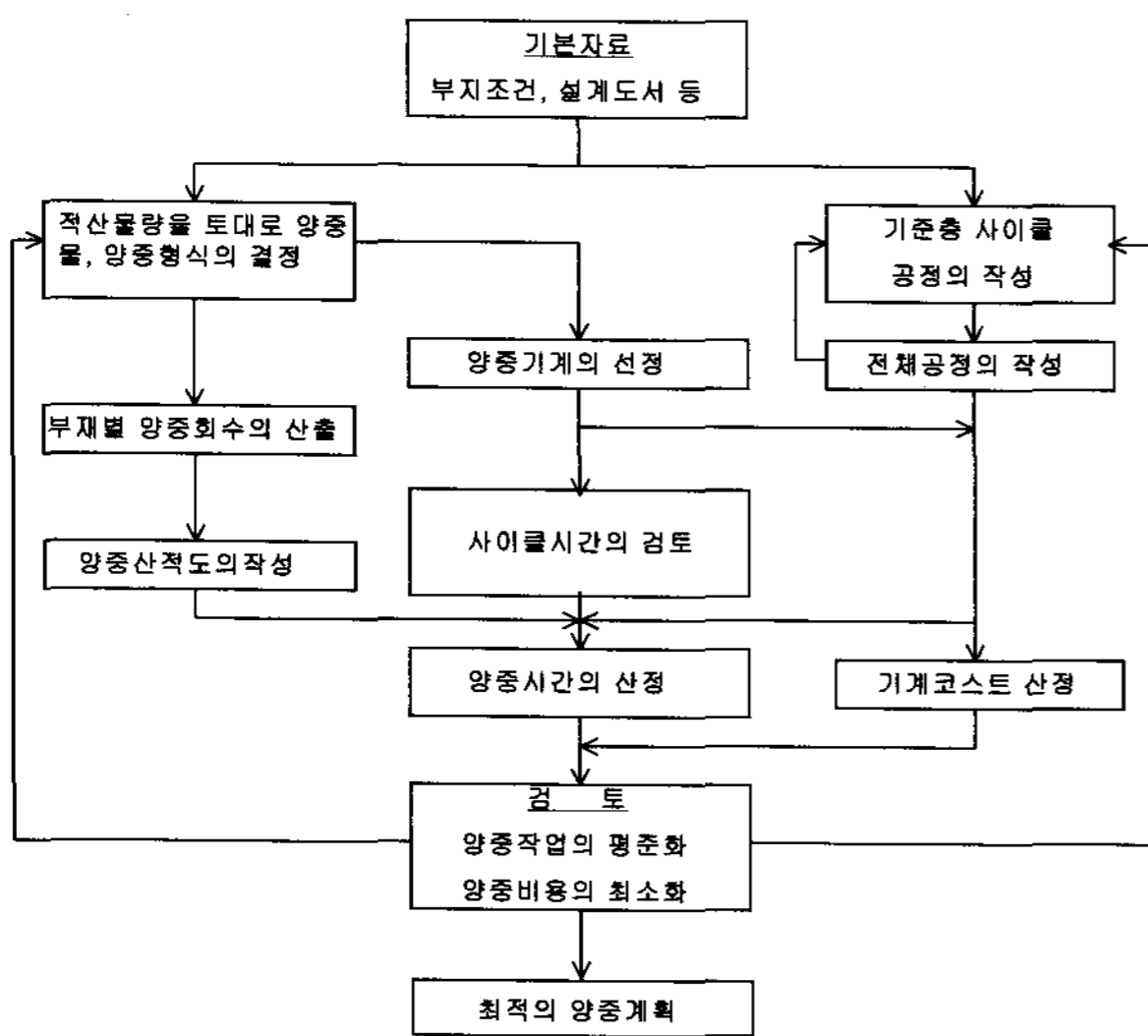


그림 2. 양중계획업무의 흐름

기본정보를 토대로 양중물의 설정 및 기계의 선정 등을 수행하고, 공정계획의 검토와 병행하면서 양중시간의 산정(양중공정의 입안) 및 양중기계의 소요비용을 산정한다. 그리고 그 결과는 작업의 평준화, 비용의 최소화에 대한 검토를 통하여 최종적으로는 최적의 양중계획을 입안하게 된다. 이러한 프로

세스에 의한 계획의 입안은 착공 이전에 이루어지는 경우가 대부분이고, 주로 생산설비의 계획에 비중을 두면서 진행된다. (岩下 외 3명, 1987)

### 3. 실태조사에 의한 양중계획입안 프로세스의 분석 및 프로젝트 정보관리의 고찰

조사의 대상은 일본의 대형 M건설업체가 시공하고, 동경도에 위치한 초고층 집합주택 3개 현장으로서 그 개요는 표 3과 같다.

표 3. 조사대상 현장의 개요

구분	A 현장	B 현장	C 현장
층 수	· 지상 54층 · 지하 3층	· 지상 47층 · 지하 2층	· 지상 52층 · 지하 2층
구조	· SRC구조	· SRC구조	· SRC구조

조사대상 현장의 특징은 M건설업체 자사가 개발한 T양중관리시스템<sup>3)</sup>이 공통적으로 운영된 점과 DOC공법<sup>4)</sup>을 적용한 점을 들 수 있다.

#### 3.1 각 생산과정별 생성정보의 운영 및 관리의 비교

표 4는 T양중관리시스템이 공통적으로 운영된 3개 현장에 있어서 양중과정 전·후의 생산과정별 생성정보를 비교·분석한 것이다.

표 4. 각 생산과정별 생성정보의 비교

구분	층	세대	각실	부위	자재	바탕	물량	Tact	업자명
예시	27층	2707	현관	바닥	타일	물탈	9㎡	23	○○ 타일
견적		○	○	○	○	○	○		
발주	○		○	○	○	○	○		○
양중	○	△	△	○	○	△	○	○	○
시공		○	○	○	○	○	△	○	

〈범례〉 ○: 주요 생성정보단위, △: 부수적인 생성정보단위

표 4에 나타난 것처럼 각 과정의 생성정보는 상이함을 알 수 있는데 견적과정에서는 각 세대별로 공간(각실)을 구분하고, 부위마다 자재 및 바탕재의 정보를 파악하여 물량을 산출한다.

3) 내장마감재의 견적, 발주, 양중, 시공의 정보를 종합적으로 관리하는 고층 집합공동주택 양중관리시스템을 말한다.  
4) 내장마감재의 선행양중에 의한 공기단축을 실현하기 위한 공법으로 'one-day-one-cycle'의 약어이다.

그러나 공간과 공간의 경계가 되는 부분은 다소 물량산출의 방식이 다른 것으로 파악되었다. 그림 3은 견적과정에 있어서 두 공간을 구획하는 칸막이벽의 물량산출의 개념을 나타낸 것이다.

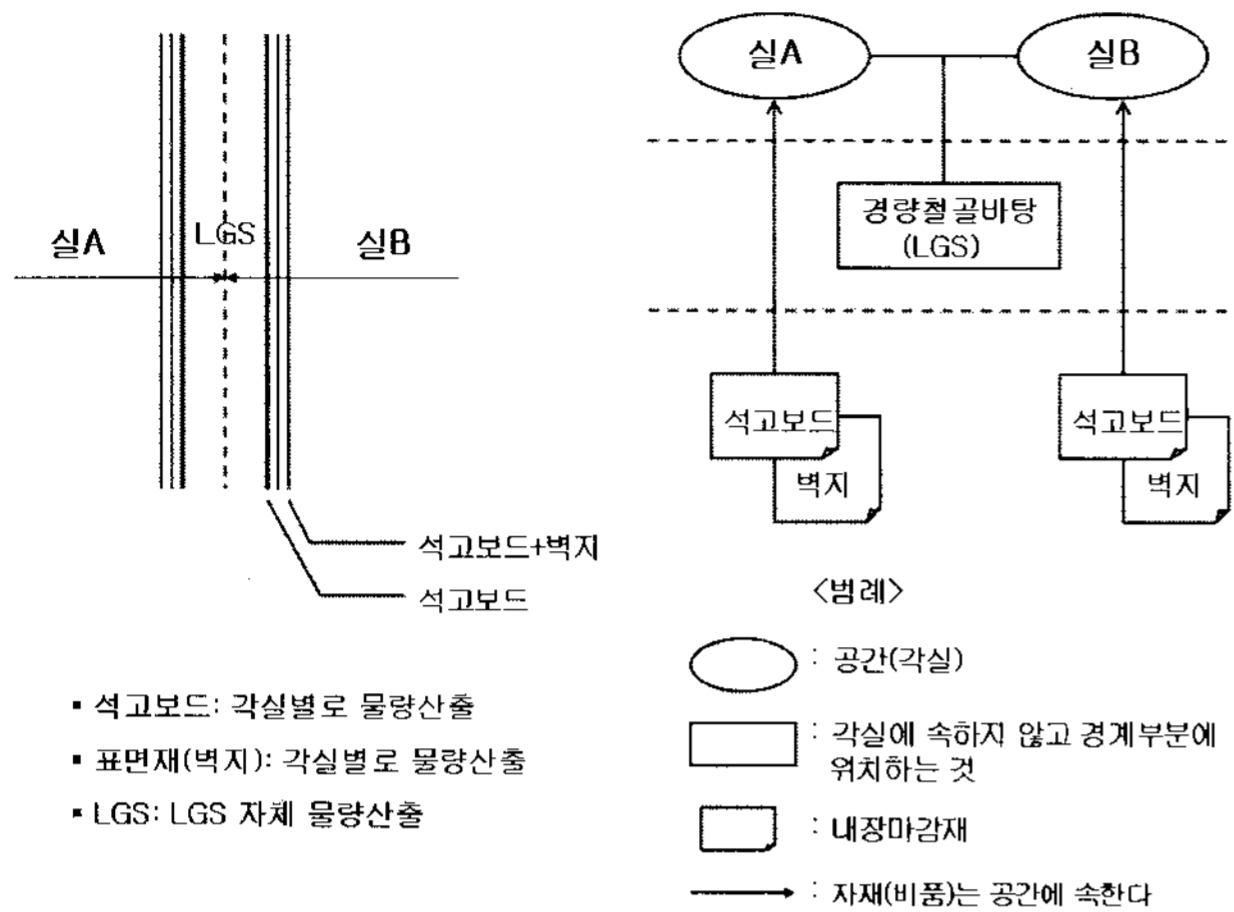


그림 3. 경량철골바탕 칸막이벽의 물량산출의 개념

공간과 공간의 경계가 LGS라는 경량철골바탕재를 설치한 이후 석고보드와 벽지를 마감재로 한 경우이다. 이때 견적과정에서는 ‘공간별’로 표면재와 보드가 각 공간(각실)별로 물량이 산출되지만, LGS의 경우는 어느 공간에 포함되는가를 판단하기 곤란하다. 따라서 경량철골바탕재는 특정의 공간에 포함하지 않고 자체의 물량만 파악하여 층단위의 양중물량을 산출하는 것으로 나타났다. 즉 LGS는 2개층 분을 양중하는 경우도 있지만 기본적으로는 1개층 단위로 양중하여 각 세대로 운반된다.

이러한 견적과정에서의 물량산출의 정보는 후속 생산과정으로 전달되며, 표 4와 같이 각 과정에서 필요한 data가 추가되거나 선행과정에서 주요 정보로 다루어졌던 정보가 후속 과정에서는 부수적인 정보로 관리되기도 한다.

발주과정에서의 전체 물량은 ‘ $\sum(\text{세대타입} \times \text{동세대타입의 개수})$ ’로 파악되는데 예정된 협력업자의 시공범위나 시공단가를 고려하여 물량을 판단하기 때문에 층별, 업자명의 정보가 추가된다.

양중과정에서는 어떤 층의 특정 세대의 자재를 모아서 패키징화할 수 있는 공간이 지상층에 확보된 경우라면 그 단위로서 양중하여 그대로 각 세대의 공간으로 반입할 수 있지만, 본 프로젝트에서는 이러한 장소의 확보가 곤란하였다. 그래서 층단위로 양중이 실시되었다.

또 하나는 양중의 시기를 검토하기 위해 각 자재별로 택트 (Tact)공정관리의 정보와 취급업자 정보를 추가함으로써 양중자재리스트 등의 서식을 출력하고 있다.

시공과정에서는 물량정보는 비교적 중요도가 낮고, 각 세대

별로 ‘공사작업지시서’를 토대로 공사가 수행되어 세대별로 공사진행률의 파악을 중시하고 있었다.

### 3.2 양중계획입안 메카니즘의 고찰

#### 3.2.1 세대의 설계변경이 양중계획에 미치는 파급범위

프로젝트의 수행에 있어서 양중과정은 세대의 설계가 CAD 시스템으로 관리되고 견적과정에서 소요자재의 물량이 파악되어 발주가 수행된 이후, 현장에 반입된 자재나 부품을 운반하는 것이므로 선행적으로 실시되는 생산과정에서의 변경내용을 주시할 필요가 있다.

실태조사에 의하면 세대의 설계변경이 양중계획의 검토에 미치는 파급범위는 다음과 같이 나타났다.

- 1) 세대의 설계변경이 발생한 경우 3차원CAD시스템에서는 변경된 정보를 입력하지만, 양중계획의 입안에는 반드시 변경이 발생한다고는 말할 수 없다. 즉 양중계획의 입안 및 검토과정에서는 모든 설계변경에 대응할 필요성은 없다.
- 2) 반면 재질이 변경되면 당연히 중량 등이 변경되므로 양중계획을 수정하는 것으로 나타났다. 예를 들면 내화칸막이벽의 사양변경(내화보드부착에서 ALC<sup>5)</sup>판으로의 변경 등)이나 천장마감재의 변경(암면흡음판에서 시스템천정으로의 변경 등), 혹은 OA플로어의 재질이나 치수의 변경은 양중계획에 반영되고 있다. 표 5는 3차원 CAD시스템에서 집계되는 Data의 유형을 구분하여 표시한 것이다.

표 5. 3차원CAD시스템 집계자료의 유형

구분	Data의 예시
3차원CAD로 집계되는 Data	· 칸막이재, 벽마감재, 천정마감재, 바닥마감재, 창호, 유리 석재 등
3차원CAD로 집계되지 않는 Data	· 설비배관재, 천정기구(조명기구), 가구 등

3차원CAD시스템에 정보를 입력하지 않는 것은 수작업으로 집계되는 것을 의미한다. 특히 3차원CAD시스템으로 집계되지 않는 것은 특주품(特注品; 제작품)에 관한 정보가 많으며, 이러한 자재는 건물별로 구조가 상이하므로 두께나 크기 등을 CAD에 전부 입력하는 것은 매우 번잡도가 높은 작업이 된다. 즉 현장에 따라 전부 사양이 상이하므로 정보관리가 복잡하여 CAD시스템에 입력하지 않는 경우가 많다.

5) 공장생산 되는 경량의 내화성이 우수한 ‘경량콘크리트판’으로 고층 건축물의 내부 칸막이로 사용되는 경우가 많다.



### 3.2.2 양중계획의 구성요소와 계층화 구조

양중계획입안의 메카니즘을 파악하려면 양중계획의 구성요소 및 관련된 인자(因子)를 정의하는 것이 중요하다. 본 항에서는 양중계획 입안자의 사고(思考)의 단위와 그 계층적(階層的)인 구조를 파악하고, 그림 4와 같이 체계화하여 도식화하였다.

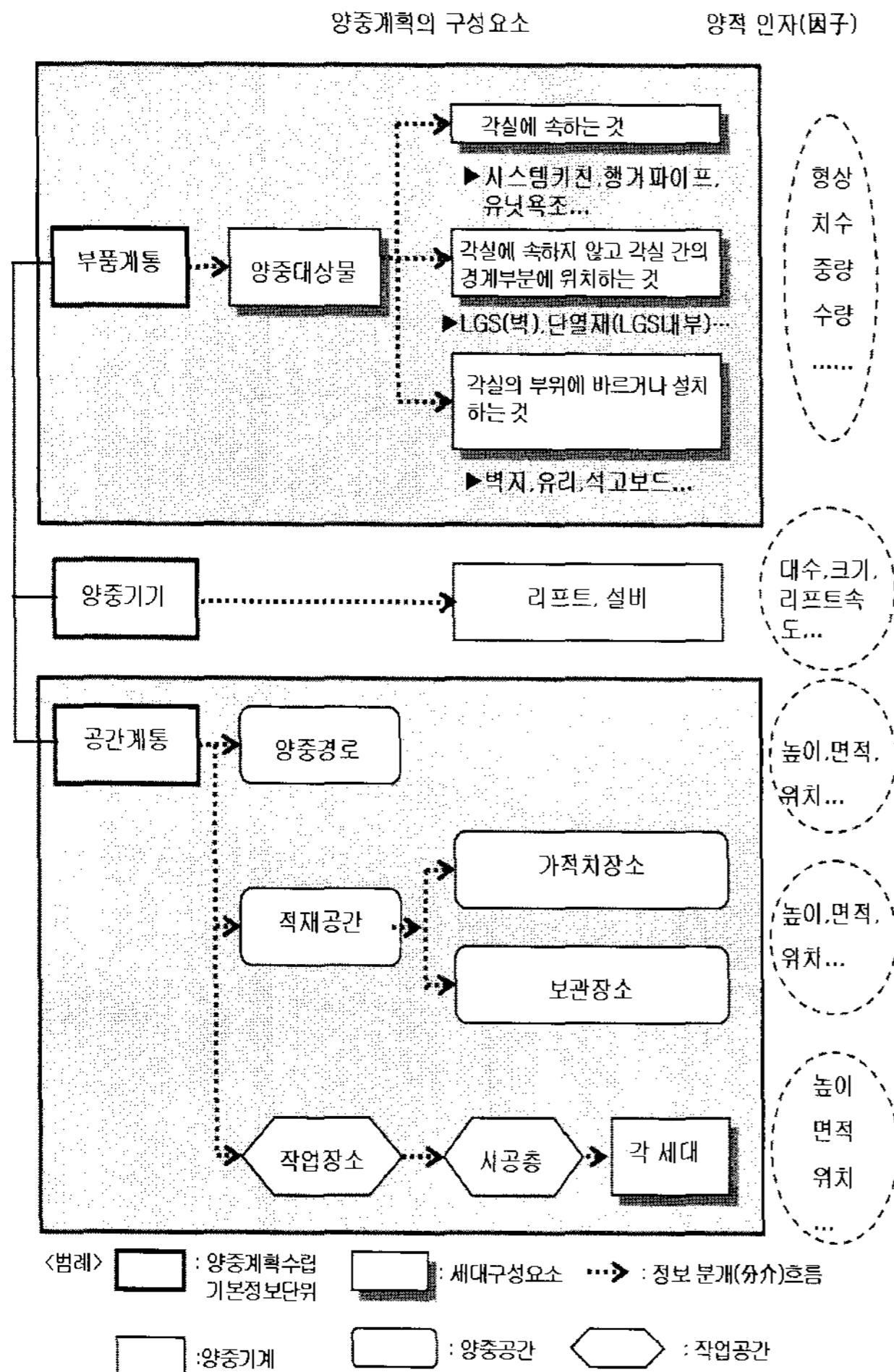


그림 4. 양중계획 입안자의 사고단위로서 양중계획의 구성요소와 계층화(階層化)의 구조

계획의 입안 시 고려한 사항과 특성은 다음과 같다.

- 1) 계획입안 시 '부품계통', '양중기기', '공간계통'을 기본정보단위로 하여 그 계통에 속하는 정보를 분개(分介)하여 가는 프로세스가 파악되었다.
- 2) '부품계통'은 곧 양중할 대상물을 의미하며 3가지 유형으로 구분하였으며, 조사대상인 3개 건설현장에서의 특이할 점은 선행양중<sup>6)</sup>과 혼합적재(混合積載)가 이루어

6) 마감공정이 진행되는 과정이 아니고, 선행적으로 구체공사의 사이클공정을 고려하면서 타워크레인을 이용하여 양중을 하는 방법으로 골조의 슬래브가 구축된 시기에 진행하는 것이다. 즉, 선행양중은 구체공사가 진행되고 있는 도중에서 이루어지고 있으므로 타워크레인의 운영에 여유가 없으면 곤란해진다.

진 것을 들 수 있다.

- (1) 선행양중의 대상물은 구체공사의 작업을 진행하고 있는 단계에서는 아직 지붕이 없으므로 강우(降雨)에 의한 피해의 우려가 비교적 없는 마감재를 대상으로 하였다. 예를 들면 ALC 등은 그 표면위에 보드 등을 부착함으로써 은폐되기 때문에 선행양중의 대상이 될 수 있으며, 물리적으로 큰 것(체적)이나 물량이 많은 것(양중량이 많은 것)도 선행양중을 실시함으로써 리프트의 사용을 보다 효율적으로 이용할 수 있었다.
- (2) 혼합적재라는 것은 층별 특정자재의 1회 양중량이 리프트의 적재한계량에 도달하지 않은 경우 양중회수를 줄이기 위해 유사한 형상의 자재와 함께 운반하는 개념이다. 즉 내장마감재를 먼저 유사한 형상으로 구분하고, 리프트에 적재하여 양중체적을 조정하면서 지정된 층으로 운반하는 개념이다. 그리고 유사한 형상으로 구분은 할 수 있는데 양중할 층이 상이한 경우라도 혼합적재가 이루어지고 있었다. 표 6은 혼합적재를 위해 분류된 내장마감재의 유형의 일부를 나타낸 것이다.

표 6. 혼합적재(混合積載)를 위한 내장마감재 분류의 예

형 상	자 재 명
상 자 형	· 석기질타일(100각, 바닥) · 도기질타일(100각, 부엌)
판 상 형	· 석고보드 t=9(벽) · 방수석고보드 t=9
막 대 형	· 경량철골(LGS) · 커텐박스
가 구 형	· system kitchen · 유닛욕조

동일 또는 유사한 형상을 적재하는 것은 적재가 용이하고, 양중체적이 커지는 것을 방지할 수 있기 때문인데 혼합적재는 다음과 같은 장점이 존재하는 것으로 파악되었다.

- ① 리프트는 1회의 사용비용이 결정되어 있는데 업자별로 취급하는 자재가 상이하므로 기본적으로는 혼합적재를 하면 곤란하다. 하지만 만약 리프트의 가동율이 100%를 초과하는 경우는 양중의 회수를 줄일 필요가 있다.
- ② 설비업자가 부품을 소량으로 양중하는 경우 형상이 유사한 것끼리 적재하면 양중회수와 양중비용을 줄일 수 있다.

3) '공간계통'은 양중공간과 작업공간 및 각 세대로 분류하였다. 공간계통의 정보는 현장조건이나 사용자재의 특성에 따라 변화하는데 공간계통에서 각 세대는 양중물이 최종적으로 운반되는 장소이다. 그리고 그 세대를 구성하는 것은 결국 '부품계통'의 양중대상물인 내장마감재나 부품(비품)과 각실 간의 경계부분<sup>7)</sup>인 칸막이벽을 구성하는 부분이다. 즉 공간적인 요소라는 위치정보와 물리적인 요소정보의 조합으로 세대를 정의하고 있었는데 그 개념은 그림 5와 같다.

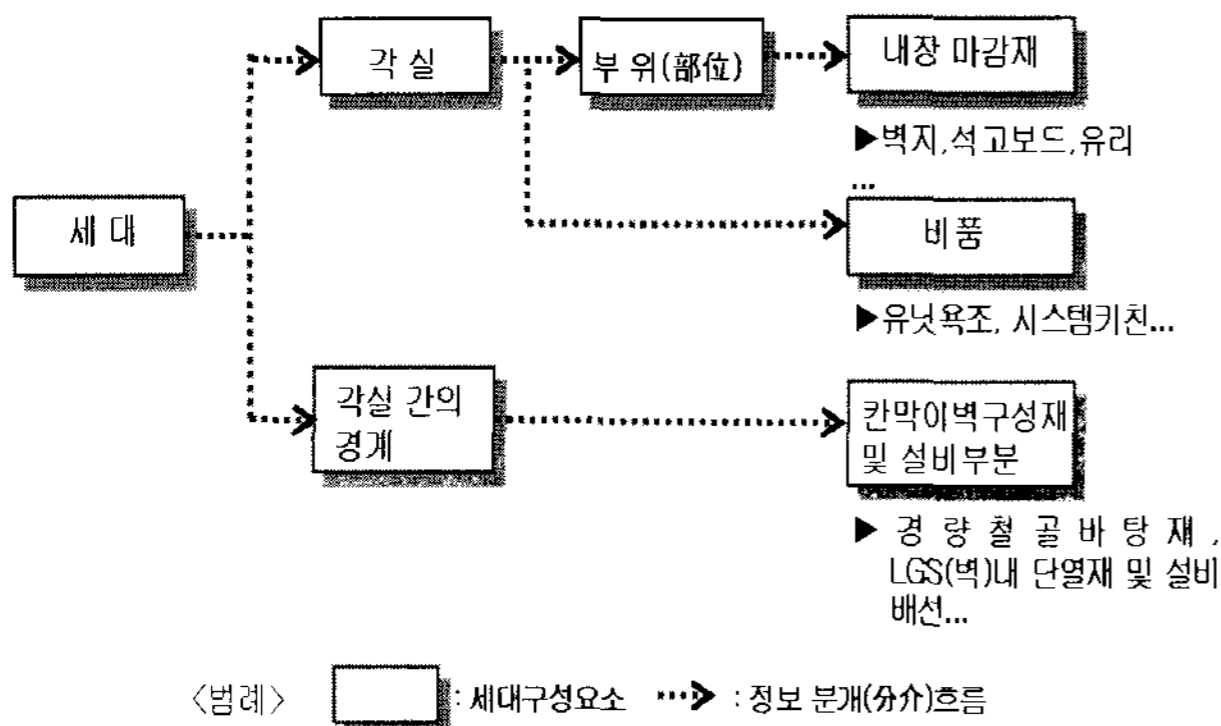


그림 5. 세대분류관점과 양중대상물 구분과의 관계

4) 각 사고의 단위(구성요소)에 관련된 양적 인자는 CAD 시스템에 있어서는 도형정보와 속성정보로 구분되어지며, 물리적인 특성을 나타내는 것으로 양중작업의 방법은 양적인자에 따라 변화한다.

다음은 양중관리업무 담당자가 그림 4와 같은 개념으로 계획을 입안하면서 정보를 검색하기 위해서 구축한 시스템의 일부를 고찰해 본다. 그림 6은 집계검정리스트의 구성내용을 나타낸 것이다. 여기에서 '집계검정리스트'란 CAD정보나 견적정보를 토대로 구축된 양중시스템의 운영과정에서 양중대상물의 정보를 검색하고 관리하기 위해 제작된 서식을 말한다.

세목코드	명칭	품질, 치수	단위	공사수량	업자명
29006Y02	석고보드	t=12	m <sup>2</sup>	132.9	OO工業
24001Y01	경량철골 칸막이바탕	t=50	m <sup>2</sup>	157.5	OO製作所
.....	.....	.....	.....	.....	.....

그림 6. 집계검정리스트 구성내용의 예시

7) 그림 3의 칸막이벽을 구성하는 부분 중, 각 공간(각실)의 부위에 속하는 마감재를 제외한 LGS 및 그 내부의 단열재를 의미한다.

집계검정리스트의 특이할 점은 양중 할 층과 작업공구, 업자명이 표시되어 있으며, 각 자재별 사양을 명시하면서 코드화한 점을 들 수 있다. 그림 7은 집계검정리스트 중의 세목코드의 분류체계를 분석하여 나타낸 것이다.

세목코드는 각 공종을 공사비목으로 설정하면서 자재명은 내역항목으로 세부적인 치수 등은 세목으로 구분하여 구성한 것으로 나타났다.

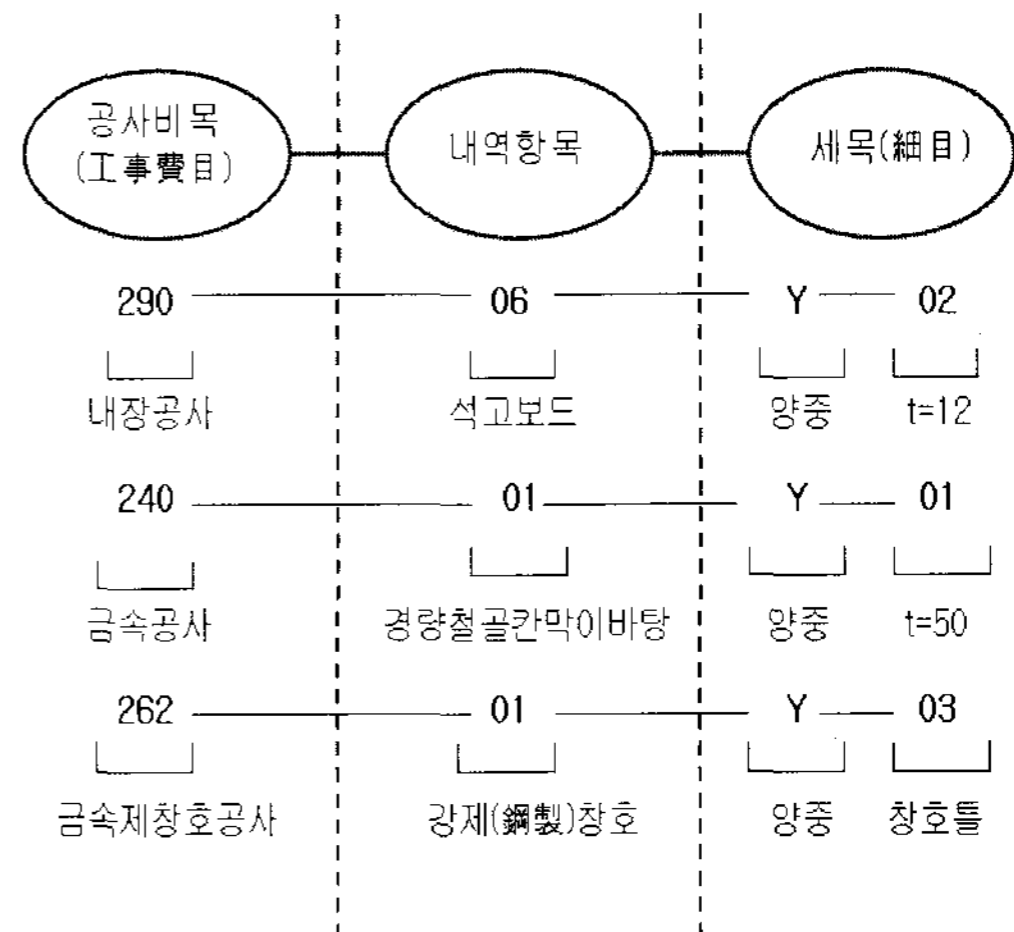


그림 7. 집계검정리스트 세목코드 분류체계의 예시

이것은 3차원CAD시스템에서 하나의 선으로 표시된 부위는 실제로 양중과정에서는 그 부위를 구성하는 자재별로 양중시기가 전부 상이하므로 코드로 구분하여 나타낼 필요가 있기 때문이다.

### 3.3 실태조사에 의해 파악된 문제점

3개 현장을 대상으로 한 실태조사의 결과 다음과 같은 프로젝트 운영상의 문제점이 파악되었다.

- 1) 견적과정에서 세대별 물량산출의 정보는 후속 생산과정의 업무수행에 기초자료로 제공이 되지만, 각 생산과정의 정보를 공유하기 위한 시스템이 구축되어 있지 않다. 즉 그림 6과 그림 7의 세목코드의 구축사례는 양중과정에서만 공종별 자재정보를 검색하고, 양중자재의 사양을 관리하기 위한 것 일뿐 선·후행 생산과정과 정보를 공유할 수 있는 코드분류체계는 못된다. 이러한 현상은 다음과 같은 요인에서 초래된 것으로 파악되었다.

- (1) 각 생산활동이 동일한 생산조직에 의해 수행되지 않고, 분업화(分業化)된 것에서 기인하고, 표 4와 같이 각 과정별로 생성되는 정보단위가 상이하기 때문이다.
- (2) 각 과정에서의 생산주체 간 상호 배타적인 업무수행을 들 수 있다. 즉 정보의 교환을 기피하는 관행이 존재하기 때문이다.

따라서 각 과정별로 단절된 업무처리보다는 통합 프

로젝트관리를 실현하려면 공통의 정보를 도출하여 정보화시공을 위한 시스템의 설계를 검토할 필요가 있다.

2) CAD시스템으로 도면을 작성하려면 세대별 설계도면에서 자재의 속성정보를 파악해야 하며 부위별도형정보를 입력해야 한다. 그리고 그림4와 그림 5의 양중대상물의 양적인자정보는 CAD에 입력된 설계정보와 동일한 속성을 가지며, 양적인자의 값(형상 등)에 따라 리프트에 적재할 내장마감재의 유형이 달라질 수 있다(표 6. 참고). 따라서 3차원CAD시스템에 입력된 정보와 후속 생산과정의 생성정보를 연계할 수 있는 시스템을 구축하면, 세대별 평면도를 CAD에 의해 작도(作圖)하고 부위별 내장마감재의 구법을 토대로 신속한 양중계획의 입안이 가능해진다.

그러나 인터뷰조사에 의하면 CAD정보를 연계할 시스템의 완성도가 낮기 때문에 3차원CAD의 기능을 최대한으로 발휘하고 있지는 못한 것으로 나타났다. 다음 장에서는 이러한 문제점을 개선할 수 있는 프로젝트 정보관리방안에 대해 고찰하기로 한다.

#### 4. 실태조사의 종합고찰 및 프로젝트 정보관리 방안의 제안

실태조사에 의하면 양중계획의 입안은 프로젝트의 제약조건(tact공정 포함)과 선행 생산과정(견적, 발주)의 정보 및 설계 변경정보(구법정보 포함)의 분석을 토대로 수행되고 있음이 나타났다. 이러한 개념을 토대로 그림 8과 같이 양중계획 입안의 '사고의 틀'을 도식화하여 보면, 3단계로 입안의 업무가 수행되는 것으로 볼 수 있다.

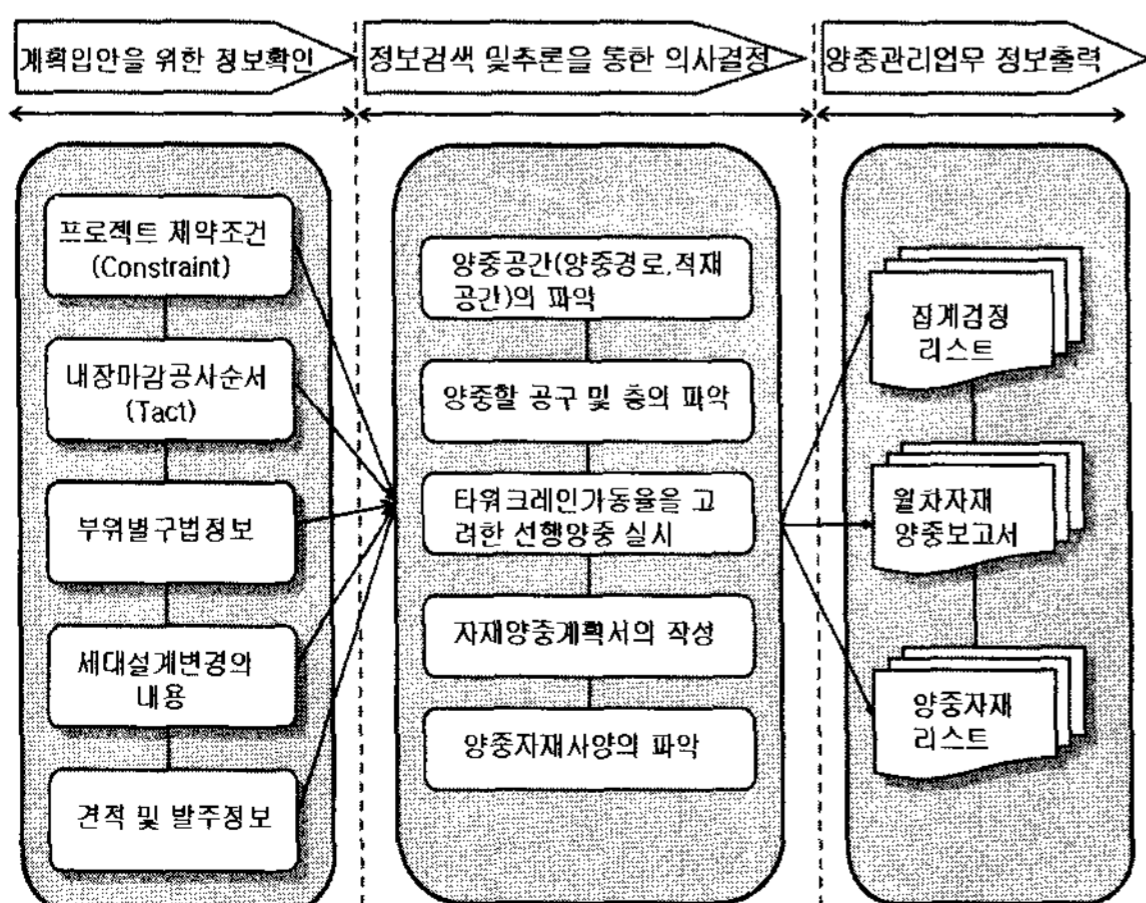


그림 8. 양중계획 입안자의 사고의 틀

즉 다양한 의사결정(decision making)을 수행하기 위해 검토되는 정보는 'Input정보'로 정보검색 및 추론을 통한 의사결정단계 이후에 보고서나 리스트로 작성되는 것은 'Output정보'로 볼 수 있다.

그림 9는 실태조사의 내용을 토대로 프로젝트 정보관리시스템 구축의 개념을 나타낸 것인데 표 4에 나타난 생산과정별 공통의 생성정보를 패키지(package)화하여 각 생산정보의 모듈(module)을 연계함으로써 통합관리가 가능한 시스템 구축의 개념도이다. 그리고 프로젝트 통합정보관리 시스템에서 운영해야할 코드분류체계는 개념모델의 아랫부분에 표시하였다.

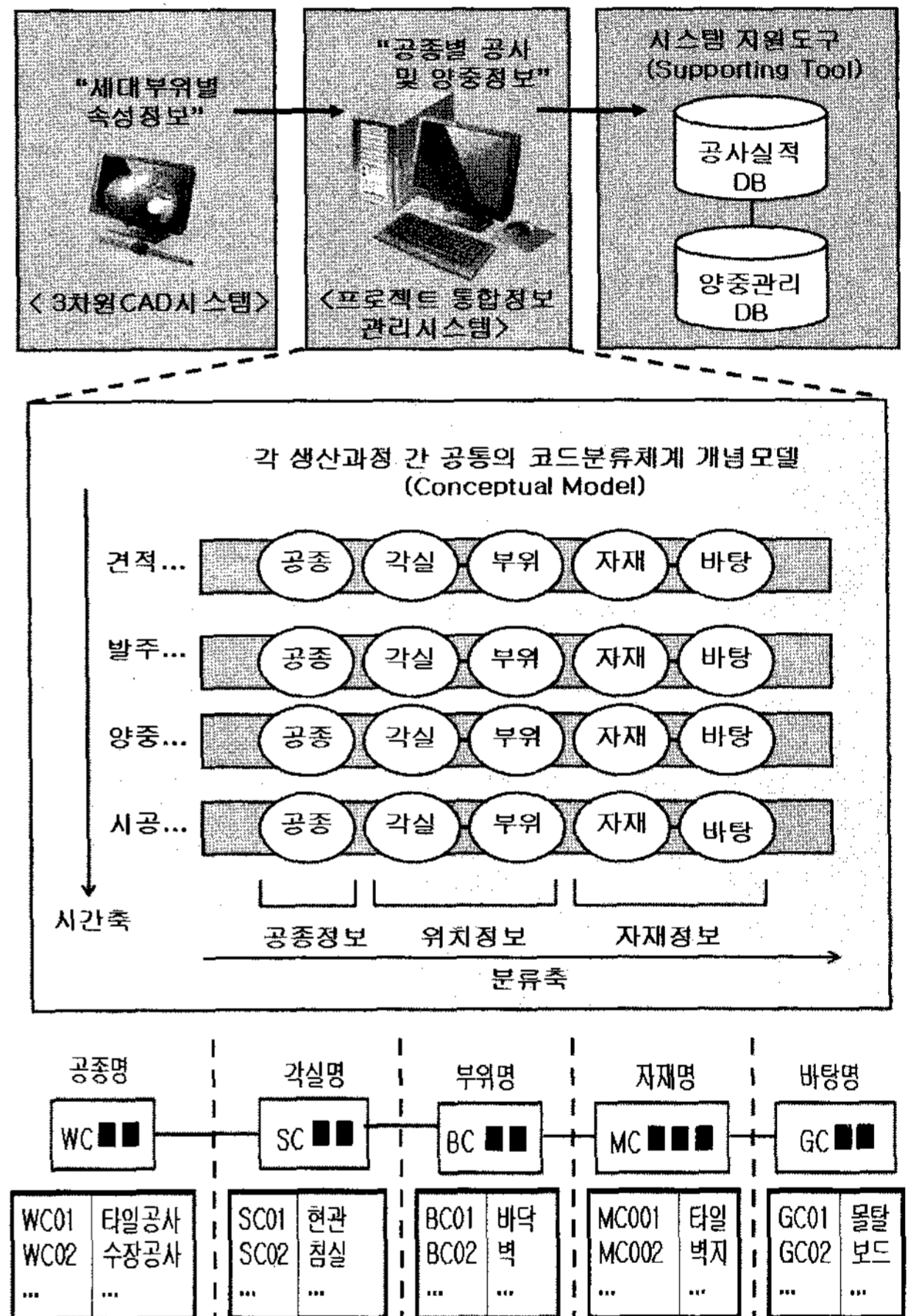


그림 9. 프로젝트 정보관리시스템 구축의 개념

각 생산과정별 공통의 코드분류체계는 5개 항목으로 크기는 3개의 카테고리(공종, 위치, 자재)로 구분할 수 있다. 단, 표 4의 물량정보는 정량적이면서 가변적이며, 각 세대는 세대번호(예를 들면 2707)자체가 특정 세대를 구분(분류)할 수 있으므로 코드화의 대상에서 제외하였다.

반면 집계검정리스트의 세목코드 중, 공사비목에 해당하는 공종(工種)은 공통의 코드분류체계의 대분류로 설정함으로써 각 생산과정의 정보는 먼저 공종으로 구분하고자 하였으며, 공통의 코드분류체계에 포함되지 못한 정보단위는 각 생산과정



에서 별도의 정보로 취급하는 것으로 관리의 대상에서 제외되는 것은 아니다. 그리고 개념모델에 의거 제안된 코드분류체계는 영문 2자리 뒤에 숫자 2자리로 구성하는 것을 원칙으로 하였다. 단, 자재명은 내장마감재의 종류가 900여종 존재하므로 숫자는 최대 3자리로 설계하였다. 그림 9와 같은 시스템의 구축과 운영 시에는 다음과 같은 것을 유의하여야 한다.

- 1) 3차원CAD시스템에 입력된 세대부위별 속성정보는 통합 정보관리시스템으로 전송해야 한다. CAD화면에는 각 부위가 하나의 선(線)으로 표시되어 각 부위를 구성하는 자재별 속성치를 명확하게 파악할 수 없기 때문이다. 그리고 전송된 속성정보를 토대로 통합정보관리시스템에서는 부위를 구성하는 자재별로 공종명, 각실명 등의 정보를 추가하여 저장하게 되며, 부위에 속하는 자재별로 양중시기를 파악하여 양중관리DB로 전송한다.
- 2) 몰탈이나 LGS 등의 바탕재에 관한 정보는 종류별로 속성이 상이하여 전부 코드화의 대상으로 하기는 곤란하다. 예를 들면 현관바닥에 타일공사를 하기 이전에 몰탈을 바탕재로 시공하는 경우는 부위를 명확하게 규정할 수 있지만, LGS는 그림 3과 같이 특정 부위에 속하는 것으로 볼 수 없으므로 코드화의 대상에서 제외한다. 단, LGS와 커텐박스를 함께 혼합적재(표 6. 참고)를 하는 경우 취급업자가 상이하여 양중층의 판단에 혼란을 초래할 수 있으므로 각 자재별로 사전에 명확하게 지정된 양중층을 파악하여 양중관리DB에 저장해 두어야 한다. 그림 10은 그림 9의 시스템 지원도구 구성내용의 계층적인 구조를 나타낸 것이다.

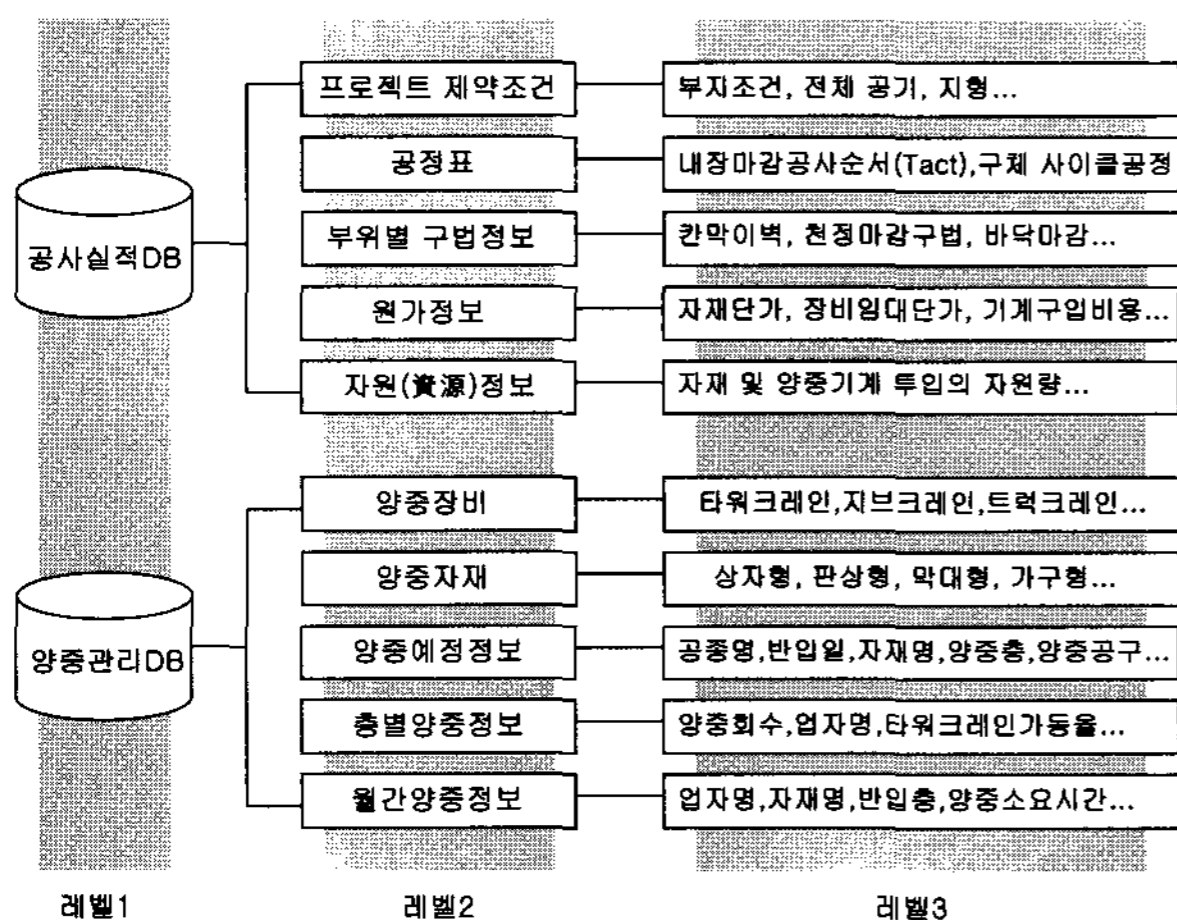


그림 10. 시스템지원도구의 계층구조의 예시

선행양중의 시기를 파악하기 위해서는 구체공사의 사이클공정과 tact공정의 정보를 수시로 업데이트해야 하고, 부위별 구법정보(LGS바탕 칸막이구법 등)를 토대로 양중의 시기와 공종별 작업내용을 파악할 수 있을 것이다. 물론 시스템의 지원

도구는 진행 중인 프로젝트뿐만 아니라 유사 프로젝트의 수행 시에도 활용이 가능하도록 설계되어야 한다. 즉 프로젝트 통합 정보관리시스템의 생산정보는 수시로 공사실적DB 및 양중관리DB로 전송되어 실적공사자료로서 저장하여야 한다.

한편 그림 9와 그림 10과 같은 개념모델을 대상으로 전문가 인터뷰를 통해 제안된 모델의 프로젝트 적용 시 그 유효성(적합성)에 대한 예비검증을 실시하였는데 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 예비검증은 국내 S중공업건설 건설사업부에 근무하고, 국내 고층 집합주택 프로젝트에 참여한 경력이 있는 3명을 대상으로 수행하였다. 즉 조사대상 부서인 건설사업부는 초고층빌딩 시공에 참여한 엔지니어를 중심으로 편성된 부문으로서 집합공동주택 프로젝트에 다수 참여한 전문가 집단이다.
- (2) 그림 9와 같은 프로젝트 정보관리시스템에 대한 예비검증에서는 다음과 같은 점에서 그 적용성(적합성)이 비교적 높게 평가된 것으로 나타났다.
  - ① 생산과정별 공통의 정보분류체계의 구축은 각 담당자 간 의사결정 및 정보검색의 소요시간을 단축하는 효과가 존재하며, 분절(分節)된 각 생산관리(견적, 발주, 양중, 시공) 모듈을 통합적으로 관리할 수 있으므로 프로젝트 초기에 입력된 견적정보를 토대로 각 생산과정에 있어서 업무의 간소화도 가능하다.
  - ② 다만 ‘통합 건설정보 분류체계’<sup>8)</sup>와의 연계성의 검토가 필요하며, RFID<sup>9)</sup>기술을 적용한 현장의 경우 반입되는 자재마다 태그(tag)가 부착되어 자재검수 및 품질관리업무의 단축은 가능한데 태그에 내장된 자재정보와 그림 9의 코드분류체계와의 관련성도 중요한 기술적 요소이므로 향후 추가적인 국내의 사례연구를 통한 검토가 필요하다.
- (3) 그림 10에서 양중자재의 분류는 혼합적재를 염두에 둔 것인데 혼합적재를 위한 내장마감재의 분류방식은 양중회수 및 양중비용의 절감이라는 측면에서 매우 유용한 것으로 검증되었다. 단, 집합주택의 경우 세대별 설계사양이 다양할 경우 유사한 형상의 마감재를 혼합적재해도 하역하는 층이 상이하여 리프트

8) 건설정보를 시설물(facilities), 공간(spaces), 부위(elements), 공종(works), 자원(resources)이라는 5개의 주제(facet)별로 분류하여 건설공사의 기획, 설계, 시공 및 유지관리단계 등 건설사업 시행과정에서 발생하는 설계도면, 공사비내역서, 관련문서 등을 작성할 때 기준으로 적용하려는 건설 정보분류의 체계를 말한다.

9) ‘Radio Frequency Identification’의 약어로서 IC칩과 무선을 통해 태그(tag)에 내장된 다양한 개체의 정보를 인식할 수 있는 차세대 기술을 의미한다.



의 가동률이 증가할 수도 있다. 따라서 단순히 마감재의 형태만 가지고 분류할 수 있는지는 추가적인 사례연구를 통해 확인이 필요하다는 의견이 많았다.

## 5. 결 론

제조업에 있어서 수배계획과 건설업의 양중계획을 비교·분석하고 양중계획업무의 프로세스를 고찰하였으며, 초고층 건설현장에 있어서 양중계획의 입안을 중심으로 프로젝트관리의 실태를 조사하였다.

본 연구의 주요 논점과 시사점을 요약하면 다음과 같다.

1) 양중계획은 모든 설계의 변경에 따라 수정되는 것은 아니지만, 부위별 구법정보와 견적 및 발주과정의 정보를 토대로 계획이 입안되는 만큼 선행 생산프로세스의 영향을 받는다는 점에서 사전에 검토할 정보가 많다. 실태조사의 결과 세대단위의 견적정보를 기점으로 후속 생산과정으로 정보가 전달되지만, 각 과정의 업무특성에 따라 생성정보가 상이하게 관리되는 것으로 파악되었다(표 4. 참고).

또한 각 과정별 업무는 다변화된 생산조직에 의해 수행되고 업무별로 전문성이 존재하는 만큼, 정보를 상호간 공유할 수 있는 시스템은 구축되지 못한 것으로 나타났다. 그래서 그림 9와 그림 10과 같이 '통합정보관리'를 실현할 수 있도록 시스템설계의 개념을 고찰하였다.

2) 프로젝트마다 제약조건과 현지여건이 다양하여 양중계획의 입안내용 및 프로세스는 정형화(定形化)할 수는 없지만, 인터뷰조사와 관련 자료의 분석에 의하여 그림 4, 그림 5, 그림 8과 같이 계획입안자의 무형(無形)의 사고단위(思考單位)를 형상화함으로써 과정별 업무내용의 분석 및 관련 정보의 파악이 상호간 용이해진다. 이러한 '사고의 틀'의 형상화가 필요한 이유는 각 생산과정에 참여하는 생산조직이 개별적인 업무수행방식에서 탈피하고, 공통의 정보단위를 도출함으로써 정보의 공유가 가능한 시스템설계의 기반이 구축된다는 점이다.

3) 본 연구는 국외의 프로젝트를 조사의 대상으로 한 만큼 향후에는 국내의 초고층 현장에 있어서 양중관리의 메카니즘을 고찰하고, 그림 9 및 그림 10과 같이 제안된 개념모델과 통합 건설정보 분류체계와의 연계성에 대한 고찰이 필요하다.

## 참고문헌

1. 박길재 외 2명, 고층 건축공사에 있어 자재양중계획의 최적화 방안(-마감자재를 중심으로-), 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집(구조계), 21권 2호, 2001.10
2. 삼성중공업건설, 초고층 요소기술 시공 가이드북, 기문당, 2004.7
3. 안병주 외 1명, 고층건물공사 마감자재 양중계획의 타당성 검토, 대한건축학회논문집 구조계 17권 1호(통권147호), 2001.1
4. 이용균 외 3명, 유전자 알고리즘 모델을 활용한 양중계획 합리화 방안(-타워크레인을 중심으로-), 대한건축학회논문집 구조계 20권 2호(통권184호), 2004.2
5. 전재열 외 2명, 건축생산관리(-Building Project Management-), 기문당, 2004.3
6. 정용찬 외 2명, 고층건축공사의 리프트 양중계획 합리화 방안, 대한건축학회 학술발표논문집 제24권 제1호, 2004. 4
7. 허담 외 3명, 고층 건축공사의 양중계획 최적화 방안에 관한 연구(1), 대한건축학회 학술발표논문집 제14권 제2호, 1994.10
8. Warszawski, A. Analysis of Transportation Methods in Construction, Journal of the Construction Division, ASCE, Vol 99. No. 1, pp.191-202
9. 森田真弘 外 4人, 揚重計劃・實績管理システムの開發, 日本建築學會 第4回建築生産と管理技術シンポジウム, 1988.
10. 岩下 智 外 3人, 揚重計劃支援システムに関する研究(-クレーン 揚重作業の最適化について-), 日本建築學會 第3回建築生産と管理技術シンポジウム, 1987.
11. 二階 盛, 超高層建築 續 施工編, 鹿島出版會, 1985.
12. 田村惠彦, 揚重計劃管理システムを核にした搬送合理化, 建築技術, pp.62~63, 1996.3

(접수 2008. 4. 20, 심사 2008. 6. 4, 게재확정 2008. 6. 16)