

# 건설공사의 자원 효율성 증대를 위한 조달 및 양중 작업흐름 개선에 관한 연구

A Study on the Improving Lift-up and Procurement Work Flow for Effectiveness of Resources increase in the Building Construction

이 형 수\*      윤 유 상\*\*      서 상 욱\*\*\*  
Lee, Hyung-Soo      Yoon, You-Sang      Suh, Sang-Wook

## 요 약

최근 도심지 고층건축공사가 증가하면서 건설자원의 효율적인 관리가 중요시되고 있으나 현재 국내 건설현장에서 건설자재의 공급에 대한 많은 문제점을 가지고 있다. 공정과 연계되지 못한 자재의 조달 및 양중은 현장 내 재고 증가 및 작업지연을 유발하며, 복잡한 정보전달 체계는 관련 작업의 의사결정의 지연의 원인으로 작용하여 결과적으로 공사기간에 절대적인 영향을 미치고 있다. 따라서 공정진행을 고려한 조달 및 양중작업에서 각 공사담당자간의 효율적인 정보전달 체계의 구축은 효과적인 공사수행을 위해 필수적이다.

본 연구에서는 사례조사를 통해 건설자재의 조달 및 양중작업의 문제점을 분석하여 가치흐름분석을 통해 구체적인 낭비요소를 추출한 뒤, 공사참여자간의 의사소통 체계를 구축 및 양중계획 업무흐름 개선방안을 제시하였다. 개선방안은 web을 기반으로 한 조달 및 양중시스템의 전반적인 체계로서 활용될 것이다.

키워드: JIT, 조달 및 양중, 정보체계, 가치흐름맵핑, 칸반시스템

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설공사의 경향이 대형화·고층화로 변화하면서 기존 건설산업의 비효율적인 관리방식에 대한 문제점들이 부각되고 있다. 특히 도심지공사의 경우 짧은 공사기간내에 수행되어야 함에 있어 가장 큰 문제로 부각된 것이 건설자원의 전반적인 관리이다. 즉 각 공정에 필요한 자재, 인원, 장비 등을 적시에 공급하여 효율적인 작업흐름을 이루어질 수 있도록 하는 것에 대한 것들이 주요 관심사항으로 부각되고 있다. 따라서 자재중심의 작업흐름 관리는 매우 중요한 의미를 가진다.

현재 건설현장에서 자재조달흐름 각 단계에서 발생하는 정보의 전달은 설계와 시공을 거쳐 전문 건설사에 이르기까지 많은 시간이 소요되고, 이러한 시간의 낭비는 공기에 절대적인 영향을 미치고 있다. 때문에 요구정보를 구체적으로 가시화하여 조

달, 운반, 양중, 적치의 각 단계에 자재가 적시에 도달할 수 있도록 하는 각 공사담당자간의 상호간 정보전달 체계를 구축하는 것이 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 고층건축공사에서 자재중심의 작업내용을 조사하여 정보흐름을 규명하고, 흐름 내에 존재하는 낭비제거를 통해 자재의 적시공급을 위한 체계를 구축하는 것을 목적으로 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 철근콘크리트 구조의 고층 주상복합 건축물의 마감자재를 대상으로 한 조달 및 양중작업의 개선에 대한 내용으로 자재의 물리적인 흐름에 따른 정보의 관리로 연구의 범위를 제한하였다.

본 연구의 방법 및 순서는 다음과 같다.

(1) JIT생산방식과 가치흐름맵핑(VSM)에 대한 기존 연구를 고찰한다.

(2) 사례현장 조사를 통해 자재조달 및 양중작업의 문제점을 분석하여 가치흐름맵핑을 사용하여 구체적인 낭비요소를 추출한다.

(3) 현재상태맵핑을 통해 나타난 낭비요소를 분석하여 조달 및 양중작업의 개선방향을 제시한다.

(4) 칸반의 기능 정의를 통한 정보체계 개선 및 시스템 적용으로 인한 양중계획 업무흐름 개선효과를 제시한다.

\* 학생회원, 경원대학교 대학원 건축학과 석사과정

\*\* 학생회원, 경원대학교 대학원 건축학과 박사과정

\*\*\* 종신회원, 경원대학교 건축학과 교수, 공학박사

본 연구는 2001년도 건설교통부의 산·학·연 공동연구개발사업에 의하여 지원되었음. (과제번호 R&D / 2001-D05-01)

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 JIT 생산방식

JIT(Just-In-Time)생산방식은 일본의 도요타 생산 시스템(Toyota Production System)에서 발전된 것으로 기존의 생산형태가 대량생산에서 다품종 소량 생산으로 변환하면서 밀어내기식(push system) 생산방식의 문제점을 개선하기 위해 당김식(pull system) 생산방식의 개념을 적용한 방안이다.

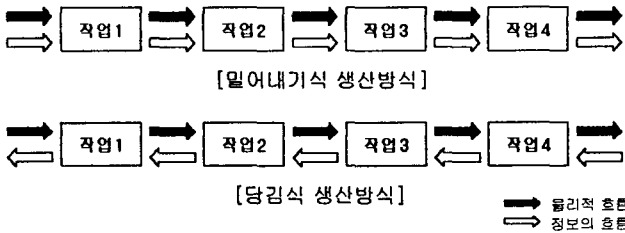


그림 1. 밀어내기 생산방식과 당김 생산방식의 비교

밀어내기식 생산방식은 후공정의 작업능력이나 상황에 관계없이 전공정에서 작업이 끝나면 후공정으로 넘겨주는 방식으로 공정간 균형을 이루지 못할 경우 대기 및 정체공정이 발생하게 되는 문제점을 가진다. 반면, 당김식 생산방식은 후속공정에서 필요할 것으로 예측되는 최대량을 기준으로 생산량을 결정하는 방식으로 후속공정에서 자원을 대기를 줄이게 되어 공정간 재고가 없도록 하는 것이다.

즉, JIT생산방식은 필요할 때, 필요한 것을, 필요한 만큼 생산하여 재고를 철저히 줄이고, 생산 공정에서의 낭비를 제거하고자 하는 것을 목적으로 하고 있다.

### 2.2 가치흐름맵핑

Rother & Shook(1999)은 가치흐름에 대해 생산물을 생산하는 과정의 흐름에 따라 현재의 모든 활동들에 대한 흐름을 의미한다고 하였다. 이 가치흐름을 통해 프로세스 내에 물리적인 흐름과 정보의 흐름을 이해하기 쉽도록 가시화한 것을 가치흐름맵핑(Value Stream Mapping, 이하 VSM)이라 한다.

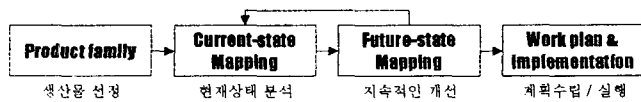


그림 2. VSM 절차

VSM은 현재 작업진행과정에서의 물리적인 흐름과 정보의 흐름을 분석하는 현재상태맵핑(Current State Mapping, 이하 CSM)과 CSM을 통해 나타난 문제점에 대한 해결방안을 제시하여 개선하는 단계인 미래상태맵핑(Future State Mapping, 이하 FSM)의 단계를 가진다.

가치흐름분석 기법으로서 VSM에 사용되는 기호는 다음 표 1.과 같다.

표 1. VSM 기호

구분	기호	의미	구분	기호	의미
작		작업(Process)	정		현장 내 정보흐름
		재고(Inventory)			현장 외 정보흐름
		밀어내기식 생산			정보(Information)
		현장으로 자재이동			인출칸반
재		Supermarket : 생산량 조절	보		생산칸반
		물리적인 당김생산			신호칸반 (Signal Kanban)
		First-In-First-Out			정보 분석을 위한 칸반 수집

### 2.3 칸반시스템(kanban system)

칸반은 간판(看板)을 일본식으로 발음한 것을 영어로 표기한 것으로 신호 또는 카드 등을 의미한다. 칸반은 무엇을, 언제, 얼마만큼 인수할 것인가를 표기하여 선행공정의 생산시기와 양, 그리고 생산품명을 알리는 역할을 한다. 또한 시각적 관리를 통해 개선점 확인을 용이하게 함으로써 개선도구의 기능을 가진다.

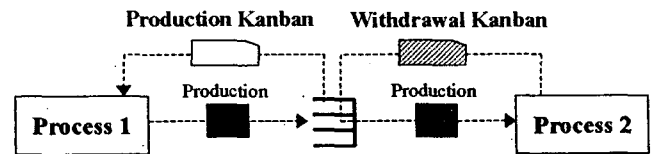


그림 3. 칸반시스템

## 3. 조달 및 양중작업의 가치흐름분석

### 3.1 사례현장 개요

본 연구의 사례현장은 서울시 서초동에 위치한 철근콘크리트 구조의 주상복합건물로서 지하 6층, 지상 29층(1개동)~37층(2개동) 규모의 고층건축공사이다.

### 3.2 가치그룹 선정

고층건축공사의 경우 소요되는 자재의 종류가 45종 규모의 경우 약 1,000여종<sup>1)</sup>에 달하며, 다양한 종류만큼이나 다양한 형상 및 규격을 가지므로, 다종의 모든 자재를 고려한 관리계획의 수립은 현실적으로 불가능하다.

따라서 본 연구에서는 우선 사례현장에서 사용물량이 많은 자재를 선별한 뒤 기존연구 조사 및 현장관계자 자문결과를 통해 마감자재 중 커튼월, 석고보드, 단열·흡음재 그리고 가구 이상 4가지를 선정하였다.

1) 김재준의(2000), "초대형 고층건축공사 현장 지원시스템 개발에 관한 보고서", 건설교통부

### 3.2 현재상태의 가치흐름맵핑(CSM)

사례조사를 통해 조사된 대표자재의 일반적인 흐름은 협력업체로부터 자재주문을 받은 자재공급업체가 자재를 생산/ 출하하여 현장에 자재를 반입되어 설치과정을 마치면, 다시 다음공정계획에 따라 협력업체가 자재를 주문하는 과정으로 하나의 사이클을 이룬다.

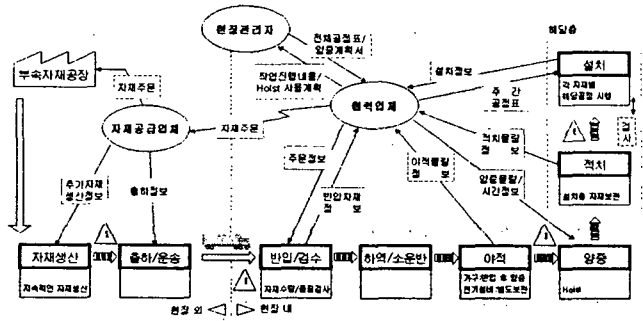


그림 4. 현재상태의 가치흐름맵핑(CSM)

CSM을 통해 분석된 낭비요소를 자재의 물리적 재고가 발생하는 지점을 위주로 정리하면 다음과 같다.

- ① 자재생산 ⇨ 출하/운송 : 현장의 작업진행에 대한 정보 없이 협력업체로 받는 일방적이며, 불규칙적인 자재주문은 공장생산물량에 대한 계획수립을 어렵게 하여 필요시기에 적정물량을 현장에 조달하는데 문제를 발생시킨다.
- ② 반입/검수 : 부정확한 주문정보는 현장에서 필요로 하는 자재와 상이한 품질의 자재 또는 필요물량 부족 등의 문제를 발생시켜, 재주문으로 인한 자원낭비의 원인이 된다.
- ③ 야적 ⇨ 양중 : 현장 내에는 다수의 협력업체들이 존재하여 각자 할당된 공정을 신속히 진행시키는 과정에서 양중기 사용에 대해 상호간 충돌이 발생된다. 또한 각 협력업체들이 작성한 양중기 사용신청서와 현장관리자의 직관에 의해 이루어지는데, 자재양중에 있어서 공정과의 연계가 이루어지지 못한 양중계획은 필요한 자재를 적시에 공급함에 있어 장애요인으로 작용될 수 있다. 다음 그림 7.은 현장관리자에 의한 양중작업 진행에 대한 업무흐름을 보여준다.

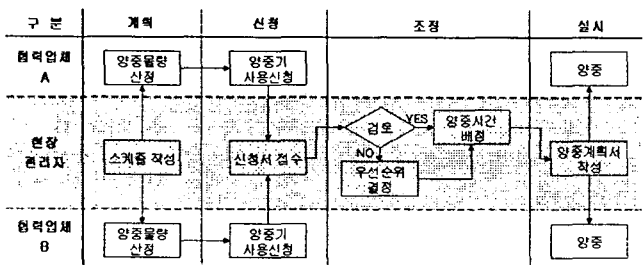


그림 5. 현재의 양중계획 업무흐름

④ 적치 ⇨ 설치 : 설치작업 정보를 무시한 자재의 양중 및 적치는 부적절한 위치에 자재를 운반하여, 설치 작업자의 생산성 저하 및 작업오류로 인한 재작업 등의 낭비를 초래한다.

### 3.3 Web을 통한 정보전달 체계 개선

CSM에서 나타난 자재흐름 내에 존재하는 문제점의 주 원인은 복잡한 정보 전달체계로 인한 의사결정 지연 및 공정과 연계되지 못한 자재조달로 인해 발생하는 재고 및 작업지연이었다.

이에 대한 개선방안으로는 web상에 관계자(현장관리자, 협력업체 관리자, 자재공급업자)간의 정보전달을 위한 체계를 시스템화하여 신속·정확한 정보전달 및 원활한 의사결정 지원 도구로서 활용하여 작업진행에 따른 정보흐름을 최소화 및 전체 작업진행에 대한 각 관계자들의 정확한 정보수집이 가능할 것이다. 다음 그림 6.은 web상 구현될 시스템을 위한 기능 및 체계를 자재흐름측면에서 맵핑한 것이다.

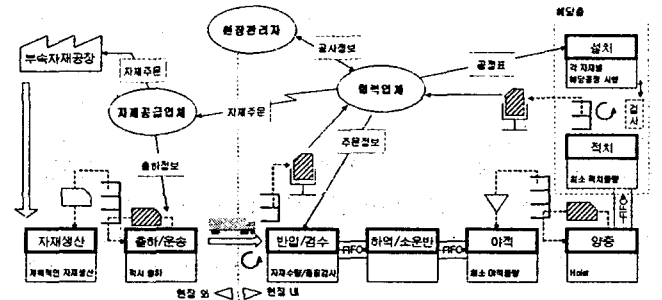


그림 6. 미래상태의 가치흐름맵핑(FSM)

FSM에서 정보전달 체계 개선에 사용된 방안은 슈퍼마켓(≡)과 칸반에 의한 의사결정지원 시스템으로 web상 시스템으로 구현되었을 때, 칸반은 사용자가 입력하는 정보와 출력되는 정보의 역할을 담당하며, 시스템 내에서 입력정보에 의해 분석된 결과를 바탕으로 사용자가 판단하는 내용이 슈퍼마켓에 해당된다. 각 칸반의 기능 및 관리대상 정보는 다음 표 2.와 같다.

표 2. 칸반의 기능

위치	칸반	기능	관리정보
자재생산	□	자재생산관리	생산물량 및 시기
출하/운송	▨	출하관리	출하물량 및 시기
양중	▩	양중실적 관리	양중실적(양중시기)
자재반입	▧	반입정보 수집	반입물량/시기 및 품질
자재적치	▦	자재정보 수집	야적/적치 물량 및 위치
야적	▽	양중시기 알림	양중시기

세부적으로 자재흐름에 따른 개선된 내용을 분석하면 다음과 같다.

① 현장내 자재관리 : 공정진행에 따른 적시에 적정자재의 반입을 위해 현장관리자와 협력업체는 지속적인 작업관리 및 현장내 재고관리를 통해 체계적인 주문계획을 작성하여 자재공급업체를 통한 자재생산에 대한 관리를 함으로써 재주문으로 이어질 만입자재의 문제를 사전에 통제할 수 있다.

② 공정과 연계된 양중계획 : 현장에 반입된 자재는 하역/소운반을 통해 양중계획에 따라 야적장으로 운반되거나 즉시 양중되어 설치 예정층으로 이동된다. 이 때 작업일정과 양중일정과의 통합관리가 이루어져 양중계획의 타당성을 확보할 수 있으며, 충분한 커뮤니케이션을 통해 얻어진 양중계획을 통해 작업일정의 신뢰성을 확보할 수 있다.

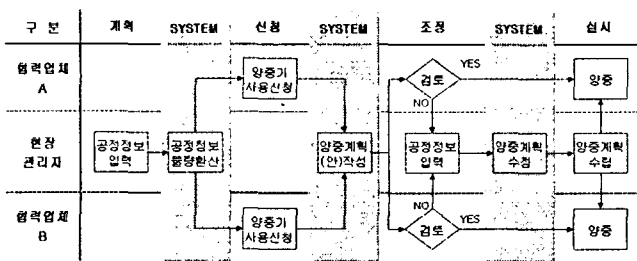


그림 7. 양중계획 업무흐름의 개선

위의 그림 7.과 같이 개선된 양중업무 프로세스에서는 실시간 공정파악이 이루어져 공정과 연계된 효과적인 양중관리를 수행할 수 있도록 시스템을 통해 현장관리자와 협력업체들 사이의 의사소통을 향상시킨다. 또한 양중계획 작성에 있어서 복잡한 의사전달 체계를 시스템 내에서 통합함으로써 기존의 양중계획 수립에 대한 의사결정에 소요되었던 불필요한 시간을 최소화하였으며, 동시에 합리적인 양중계획을 작성할 수 있는 기반을 마련하였다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 최근 고층건축공사에서 주요문제로 부각된 건설자원의 전반적인 관리측면에서 공정진행을 고려한 자재의 적시공급을 위한 조달 및 양중 흐름 개선의 방안을 제시하였다.

개선방안으로 제시된 web을 기반으로 한 자재조달 및 양중시스템의 개발에 필요한 정보전달 체계 구축을 위해 수행된 본 연구의 내용은 다음과 같다.

1) 조달 및 양중 작업흐름의 문제점 분석 : 사례 조사를 통해 분석된 내용의 VSM으로 가시화하여 구체적인 낭비요소를 추출한 뒤 개선방향을 제시하였다.

2) 전반적인 자재조달의 정보흐름 체계구축 : 칸반을 통해 시스템의 기능을 정의하고, 신속하고 정확한 정보전달을 위한 공사참여자간의 의사소통 체계를 구축하였다.

3) 양중계획 업무흐름 개선방안 제시 : 양중계획 수립의 시스템 구현을 위해 의사결정 지원수단으로 활용 가능한 체계를 마련하였다.

본 연구에서 제시된 개선방안은 현재 시스템으로 구현되어 파일럿현장에 시험 적용되었으며, 향후 지속적인 시스템 개선을 통해 건설현장에서의 활용 가능성 향상에 노력해야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. 건설공사 적시생산을 위한 양중 및 조달시스템 개발 연구보고서, 산·학·연 공동연구개발사업, 2003. 8
2. 문정문. 가치흐름분석을 통한 건설 프로세스의 낭비제거 방법, 광운대학교 석사학위논문, 2002. 1
3. 안병주, 초고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정 모델, 박사학위논문, 2001, 12
4. Womack and Jones, "Lean thinking", Banish waste and create wealth in your coporation, 1996
5. Mike Rother and John Shook "Learning to see", version 1.2 June, 1999

#### Abstract

The purpose of this study is to present an improved lift-up & procurement work flow for effectiveness of resources increase in building construction. The current lift-up & procurement work flow has some waste factors; complicated information system, connection lack with process and decision-making delay. Therefore the study applied the value stream mapping methodology for improvement of current lift-up & procurement work flow.

The main contents of the study are as follows:

- 1) A problem of current work flow were analyzed through current state mapping(CSM).
- 2) An improved work flow was suggested through future state mapping(FSM).
- 3) An improvement effect analysis of information system and lift-up planning

The study recommends that continuous improvement of lift-up & procurement work flow and efficient management of information in building construction.

**Keyword** : JIT, Lift-up & Procurement, Information system, Value stream mapping, Kanban