

# Low-e 복층유리의 현장 내 물류흐름 파악 및 생산성 향상을 위한 개선안 방향

## The Improvement Plans for Material Flow and Productivity Improvement of Low-e Double Glazing on Site

이 상 혁\*      임 명 복\*      이 재 성\*      김 창 덕\*\*  
Lee, Sang-Hyuk    Lim, Myung-Bok    Lee, Jae-Sung    Kim, Chang-Duk

### 요 약

도심지내 대형화, 고층화 공사에서는 증가하는 자재의 종류와 양에 비해 한정된 공간과 장비의 제한 등의 문제로 효율성 제고가 요구되고 있어 물류관리의 중요성이 강조되어지고 있다. 이러한 제약들로 인해 공사비 증대, 공기지연, 생산성 저하, 안전사고 발생 등의 문제를 야기 할 수 있다. 이러한 현장 내 물류관리의 문제점들을 해결하기 위하여 적시생산(just-in-time, 이하JIT)관리개념에 대한 관심이 높아지고 있으며 건설자재의 기존 물류흐름 프로세스를 개선한 양중 및 조달의 다항한 시도가 이루어지고 있다. 현재 콘크리트와 같은 주요 자재의 JIT적용 연구는 이미 많은 연구와 수행이 진행이 되고 있으나 마감자재에 대한 연구는 아직 미비하다 하겠다. 이에 커튼월과 더불어 주요 마감자재라 할 수 있는 유리, 그중 Low-emissivity 복층유리(이하 Low-e 유리)를 적용하여 현재의 물류관리 흐름 파악과 JIT관리 적용시 발생하는 효과와 양중조달 시스템 개발방향을 제시하는 것이다.

**키워드:** 적시생산(JIT), 양중관리, 물류관리, Low-e 유리

## 1. 서 론

**<표 1> 국가별 실적 공기 비교  
(Tuner & Townsend.1997)**

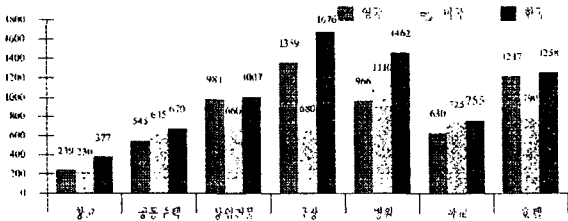
### 1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건설 산업은 6.25전쟁이후 복구공사와 SOC., 발전소, 공장 등의 PLANT사업과 1964년도부터 해외시장에 진출하면서 상당한 역량을 쌓아왔으며 경쟁력을 보유하고 있는 국가로 평가받고 있다. 선진국과 비교해 보았을 때 외적인 성장, 즉 계량적 생산성은 1997년 현재 미국에는 25%, 일본엔 12%정도 뒤지고 있으나 독일, 프랑스 등과는 비슷한 수준으로 발전했다.(한국 생산성 본부, 1999) 하지만, 내적인 성장, 즉 질적 생산효율성은 1997년도 단위건설비와 CT를 비교해보면 우리 건설 산업의 효율성 제고가 절실히 요구된다.

Project Name	층수		총공기 (개월)	사이클 (일/층)
	지하	지상		
미국				
Allied Bank	B4	71	30	12.0
Requibic Bank	B4	56	21	10.5
일본				
동경도청사	B3	48	36	21.2
노부라중권	B3	47	29	17.4
한국				
큰길타워	B7	21	29	31.0
선화빌딩	B6	19	29	35.0

더욱이, 국내 건설 산업의 현재 여건은 점점 초고층화, 대형화로 변화하고 있으며, 특히, 도심지내 대형화 공사에서는 증가하는 자재의 종류와 양에 비해 한정된 공간과 장비의 제한 등의 문제로 효율성 제고가 요구되고 있어 물류관리의 중요성이 강조되어지고 있다. 이러한 제약들로 인해 공사비 증대, 공기지연, 생산성 저하, 안전사고 발생 등의 문제를 야기 할 수 있다. 이러한 현장 내 물류관리의 문제점들을 해결하기 위하여 적시생산(just-in-time, 이하 JIT)관리개념에 대한 관심이 높아지고 있으며 건설자재의 기존 물류흐름 프로세스를 개선한 양중 및 조달의 다항한 시도가 이루어지고 있다.(송영석, 2001)(김창덕외, 2002)

현재 콘크리트와 같은 주요 자재의 JIT적용 연구는 이미 많은 연구와 수행이 진행이 되고 있으나 마감자재에 대



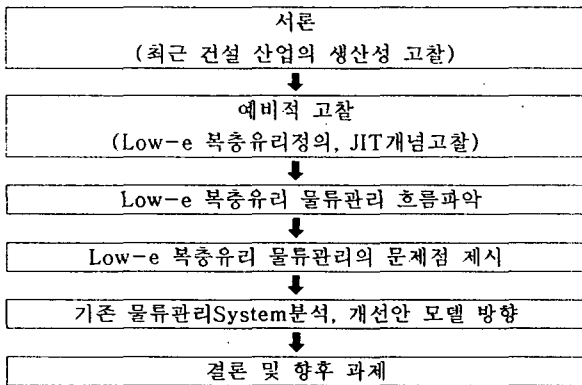
**<그림 1> 단위건설비의 국제비교:(한국생산성본부.1999)**

\* 학생회원, 광운대학교 건축공학과, 학사과정  
\*\* 동신회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

한 연구는 아직 미비하다 하겠다. 이에 커튼월과 더불어 주요 마감자재라 할 수 있는 유리, 그중 Low-emissivity 복층유리(이하 Low-e 유리)를 적용하여 현재의 물류관리 흐름 파악과 JIT관리 적용 시 발생하는 효과와 양중조달 시스템 개발방향을 제시하는 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

대부분의 커튼월이 유리로서 사용되어지고 있으며, Low-e 유리는 복층유리로서 사용 될 수 있기에 대부분 커튼월 공사에 주로 이용 되어지고 있기 때문에 본 연구에서는 Low-e 유리를 커튼월과 같은 자재개념으로 정의하고 진행하였다. 단 Unit공법 시스템 적용시로 한정하였다. 이는 Stick공법 시스템은 알루미늄바와 유리를 따로 반입하여 현장에서 조립을 하기 때문에 Stock yard공간 부족 등으로 현재 초고층 건물에서는 사용이 미미하다. 반면 Unit공법 시스템 공장에서 제작 후 현장에 반입되어 현장에서는 주로 조립작업이 이루어지기 때문에 제조업의 공장 조립공정과 유사한 특징을 가지고 있다. 또한 물류관리 흐름에서 자재의 반입, 소운반, 양중, 보관까지 만으로 한정하는 이유는 연구의 제약성과 편의성이라는 이유도 있지만 대표적인 공업화부재로서 Shop DWG.후 Mock-up 테스트를 거쳐 자재 반입 전 이미 자재의 성능을 검사, 확인 후 반입되며, 그 이후의 관리 및 시공으로 제품 기능이 완성되므로 기능 발휘를 위한 관리가 필요하다. 이러한 특징들로 인해 커튼월 자재는 물류관리에 있어서 JIT관리가 필수적이면서 효과적으로 적용될 수 있는 자재중 하나이며 공기 단축의 효과도 기대 할 수 있다.



<그림 2> 연구 흐름도

## 2 예비적 고찰

### 2.1 JIT System(적시생산시스템) 개념

재고가 없는 것을 목표로 하는 생산 시스템으로서 작업에 필요한 자재와 인력을 적재적소 및 적시에 공급함으로써 자재의 운반 및 작업 대기과정에서의 효율을 높일 수 있는 생산방식으로 1970년대부터 일본 기업들이 적용하고 있으며, 1980년대 이후 미국을 비롯한 서양국가에서 활발하게 연구하고 도입되었다. 주요 원리로는 칸반시스템

(Kanban System), 평준화 생산(Level Scheduling), 자동화(Jidoka), 변위관리도구(Poka-yoke), 낭비의 제거, 자재 공급자와의 관계 등이 있다.(Pheng and Chuan, 2001)

### 2.2 Low-e유리 정의

유리표면에 금속이나 유전체와 같은 물질을 코팅하여 가시광선 투과율은 일반 유리와 비슷하나 적외선의 반사율이 높아 실내외 온도 차이가 클 경우 유리를 통한 열전달이 거의 없도록 제작되는 기능성 유리이다. 모든 물체는 열에너지를 받게 되면 복사에너지를 방출하는데 열에너지가 증가할수록 복사에너지도 증가하게 된다. 이렇게 열에너지에 의해 물체의 표면에서부터 복사에너지가 방출되는 정도를 방사율(Emissivity)이라 한다. Low-e 유리는 유리 표면에 낮은 방사율 특성을 나타내고 투명한 막을 코팅한 것이다. 방사율이 낮기 때문에 단열성능이 뛰어나고 냉난방에 소요되는 에너지가 절약된다.

## 3 물류관리의 문제점

### 3.1 Low-e 유리 자재의 물류관리의 문제점

현장에서 Low-e 유리 자재의 양중 조달 시 나타나는 문제점으로는 잘못된 주문 및 출하 관리의 부적절과 현장 주변의 교통 혼잡, 공급업체의 문제발생, 같은 시간대의 자재들의 집중반입 등으로 인한 자재의 반입시기 지연과 지연으로 인한 타 공정 수행에의 방해, 작업자와 공장 입장에서 편의, 공정지연상태의 미반영으로 인한 계획이상의 자재의 반입으로 적치공간과 작업 공간부족과 안전사고가 발생하며, 경험과 예상치로 계획한 부적절한 양중계획과 Stock yard계획으로 양중 인력 및 장비의 효율이 저하되며, 공사 담당자들 간의 의사소통의 단절이나 발생정보의 신속, 정확성 및 교환의 부재로 발생하는 현장 내 무질서 등이 있다.(Pheng and Chuan, 2001)

<표 2> Low-e 유리 물류관리 시 문제점

문제점	원인
현장 내 무질서	Stock yard계획의 부적절 혹은 미시행.
자재의 파손	자재의 운반형태, 자재의 잘못된 이동.
양중인력 장비의효율저하	경험에 의한 양중계획, 부적절한 양중계획.
자재의 지연	자재의 운반형태, 주문 및 출하관리의 적절, 장 주변의 교통 혼잡, 자재검수의 절차, 자재의 집중반입.
의사소통	정보전달의 신속, 정확성 결여, 참여자간 서로 다른 의사소통공사현장의 정보 파악 불가

### 3.2 기존 물류관리 시스템 분석

#### 가. S건설 P시스템

P시스템은 인터넷을 기반으로 종합건설사와 전문건설사 및 관련사간 투명하고 신속한 Communication체계를 구축하여, 자재인원·도면 등 현장의 주요 자원과 정보를 실시간 공유하고, 물류 및 노무·안전·작업관리 업무를 효율화하며, 합리적인 의사결정 프로세스를 지원하는 통합 자원 및 정

보관리시스템이다. 하지만, P시스템은 자재의 현장 반입에 초점을 맞추어 개발되어 현장 내 물류 관리에 있어서는 한계를 가지고 있고 주로 콘크리트를 대상으로 시스템을 활용하고 있어 그 외 자재의 물류관리에는 한계가 있다.

나. 일본 S건설 시스템

이 시스템은 물류의 현장반입까지를 고려한 조달관리부분은 없지만, 양중에 중점을 두어 현장사무소, 리프트, 타워크레인, 자재 적치공간간의 유무선 통신을 활용하여 장비의 활용과 재고량의 파악 및 조절, 운반의 활용에 이용하였다. 즉, 시스템의 현장 반입 이후의 과정에 대하여 사전에 예약과 조율을 함으로써 실제상황에서 혼선을 줄일 수 있고 피드백 기능을 적극 활용하여 같은 시행착오를 최소화 할 수 있다. 하지만, 이 시스템은 양중 이후 단계 처리에 미흡하고 실시간 IT를 구현 할 수 없어서 단말기 입력 작업이 별도로 필요하고 타 관리와의 연계성이 모호하고 회의를 통해 합의 도출하여 정확하지만 조달·공정·물량 계획과 연계성이 부족하다.

다. D건설 P시스템

현장관리자는 PDA와 무선 인터넷을 활용을 통해 자재의 현장 반입 이전부터 수량 및 자재 부위를 통제할 수 있으며, IT구현을 통해 실시간으로 정보를 전달하고 공유할 수 있다. 그리고 관리자는 문서의 재 작성으로 인한 반복작업의 감소, 자재의 현장 반입 이후에 발생하는 이동 상황 등과 같은 자재의 추적관리가 가능하다. 그리하여, 자재의 양중 조달 작업의 신속한 수행뿐만 아니라 정보의 전달과 공유가 가능함으로써 관리자는 신속한 의사결정을 할 수 있고, 문제가 발생하였을 때 이에 대한 후속조치를 취할 수 있다. 하지만, 주로 제조업에서 사용하는 인터페이스 도구이기에 건설업에서 적용 사용시 보완이 요구된다. 그 예로 PDA 사용자 사용자가 느끼는 불편함(작은 화면, 수신지역 외에서의 작업, 지속적인 충전 등)의 보완과 사용자들에게 사용방법 등의 교육 등이 필요로 하겠다.

<표 3> 기존 시스템의 비교

시스템	특징	장점	단점
P시스템 (S건설)	인터넷 기반의 통합 자원 및 정보관리시스템. 자재조달, 인원관리 및 참여자간의 의사소통목적.	자재, 인원, 도면 등 현장의 주요자원과 정보를 실시간 공유, 합리적인 의사결정 프로세스를 지원	자재의 현장 반입에 초점을 맞춰 현장 내 물류관리에는 한계가 있음
조달 양중관리 시스템 (일본 S건설)	호이스트 및 엘리베이터를 이용하는 모든 자재와 노무자를 관리대상. 회의와 구두를 통한 의사소통으로 관리.	현장반입 이후의 과정에 대하여 사전에 예약과 조율을 함으로써 실제상황에서 혼선을 줄일수 있음. 피드백기능을 적극 활용하여 같은 시행착오를 최소화함.	양중 이후 처리가 미흡. 실시간 IT의 구현 미비. 공정과 물량 계획 간의 연계가 부족..
P시스템 (D건설)	반입후자재의 이동 및 변동에 대한관리와 추적가능.실시간정보전달및공유가능.	현장관리자가 자재의 반입을 통제.. 정보전달을 위한 반복작업을 간소화	PDA 사용자 불편함(작은 화면, 수신지역외에서의작업, 지속적인 충전등)

3.3 JIT관리 기법을 적용한 Low-e 유리 양중조달 시스템 개발 방향

지금까지 국내 건설 산업의 물류관리 흐름과 기존 물류 관리 시스템의 분석 및 문제점들의 파악을 통해 앞으로 양중조달시스템의 개발, 개선안 방향을 도출해내고자 한다.

1) 건설공사 구성원들 간의 원활한 Communication을 도울 수 있는 기능.

건설공사에 쓰이는 자재들이 수없이 많아 지듯이 건설공정에 투입되는 구성원들 역시 수없이 많아지고 여러 곳에 흩어져있다. 과거처럼 문서나 구두로서 정보를 전달하기에는 그 범위가 상당히 넓어졌으며 신속, 정확성이 떨어진다. 한 주체가 업무를 끝낸 후 문서로 작성하기 전까지는 다른 주체들은 그 과정과 결과를 알 수 없었다. 따라서, 발주자·시공자·자재 공급자·협력업체 등의 의사소통과 정보 공유가 중요하게 되었다. 각지에 흩어져 있는 공사 참여자들이 언제 어디서나 서로 의사소통을 할 수 있는 기능이 필요로 하다. 이를 구현하기 위해서는 IT를 기반으로 한 도구 및 시스템 등 인프라 구축이 요구된다.

2) 양중조달 작업의 과정을 쉽게 표출할 수 있는 도구.

많은 구성원들이 같은 정보를 신속, 정확하게 공유하기 위해서는 이들의 과정을 쉽게 표현하며 휴대가 간편한 도구가 요구된다. 언제 어디서든지 취급할 수 있으며, 현장의 특성상 작업에 방해를 주지 않는 방법으로 휴대할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 Bar Code, PDA, 디지털카메라, 무인카메라, 컴퓨터, GPS 등 인터페이스 도구 와 이를 통해 수집된 정보는 축적 공유할 수 있는 프로그램 등을 사용할 수 있다. 하지만, 이들 도구들은 이미 현장에서 사용이 적용되고 있으며, 그에 따른 문제점들이 수반되어지고 있다. 휴대의 불편함이나 사용의 불편함, 유지방법의 불편함 등이 이에 해당하겠다. 따라서 Benchmarking을 통한 지속적인 도구, 프로그램 개발이 필요로 하겠다.

3) 통합적인 양중조달시스템의 개발.

지금까지의 연구 및 개발된 시스템 등을 살펴보면, 양중 부분과 조달부분을 분리하여 연구, 개발하는 경향을 보여 왔다. 완벽한 조달계획도 현장 내 양중계획의 미비로 인해 공정이 지연될 것이며, 반대로 완벽한 양중계획도 자재조달계획의 미비로는 실패로 돌아갈 것이다. 이를 통합적으로 관리하기 위해서는 공정관리 시스템과 통합되어야 할 것이다. 공정관리 안에 양중조달관리의 개념이 포함되어 있으며, 양중조달관리의 궁극적인 목적이 공정계획상의 작업들이 순조롭게 진행되도록 지원하는 것이기 때문이다. 그리하여, 공정상에서 발생하는 문제들을 신속히 파악하고 처리하여 자재 양중조달작업에 신속히 반영해야 한다.

4) 구성원들의 지속적인 교육 프로그램.

양중조달시스템을 개발, 개선함에 있어서 가장 중요한 것은 구성원들의 인식이라 할 수 있다. 즉, 건설공사의 성패는 이러한 시스템보다는 이 시스템을 다루어야 할 각 구성원들에게 있다. 협력업체들의 자발적인 참여와 자신들이 주체라는 인식 없이는 성공할 수 없다. 이를 위해서는 각 구성원들의 대한 자발적인 참여와 주체의의식을 위한 지속적인 교육이 필요하다.

#### 4. 결론 및 향후 과제

본 연구는 Low-e 유리를 대상으로 양중 조달 관리의 문제점과 이에 대한 해결방안으로서 양중조달 시스템의 개발, 방향을 제시하였다. 개발 방향으로 건설공사 구성원들 간의 원활한 Communication을 도울 수 있는 기능, 양중조달 작업의 과정을 쉽게 표출할 수 있는 도구, 통합적인 양중조달시스템의 개발, 구성원들의 지속적인 교육 프로그램을 제시하였다. JIT시스템의 건설 산업의 적용은 종래 작업 중심의 건설 생산 시스템을 자재·장비·정보 등 흐름을 중시한 생산시스템으로의 변환을 통해 당김 생산으로 인한 생산성 향상과 기존의 관리자의 경험에 의한 건설자원의 관리로 인해 발생할 수 있는 시행착오 및 비가치 창출 작업 제거로 인한 경제성, 경쟁성, 투명성을 확보할 수 있겠다. 마감자재의 양중량이 많은 경우의 JIT시스템의 적용은 과학적이고 체계적인 자재 및 양중관리로 작업 효율의 증가 및 원활한 공정 흐름 그리고 안전관리측면에서도 많은 이점이 있다.

향후 과제는 본 연구에서 제시한 내용을 근간으로 실질적으로 이용 할 수 있는 가시적인 통합 물류관리시스템의 개발이다. 이를 위해서는 마감자재 뿐만 아니라 콘크리트 등 다양한 자재를 여러 현장의 물류관리 흐름 파악 및 부재의 Work Process 조사와 자재의 이동 및 적치에 대한 그래픽 가시화 기법, 공정 및 스케줄 정보와의 연동, 공업화 부재에 대한 현장설치 정보의 실시간 입력에 의한 기성 및 진도 관리의 객관성을 부여하는 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이며, 이를 기반으로 JIT를 고려한 건설현장에서 발생하는 관리 자원들의 합리적인 관리기법이 나올 것이다.

#### 5. 감사의 글

처음으로 논문이란 것을 쓰면서 처음의 막막함이 지금은

아쉬움으로 남습니다. 하지만, 저희들을 위해 힘써주시고 노력해주신 분들이 있기에 이 아쉬움은 다음 과정을 위한 단계라고 생각합니다. 미숙하고 실수투성인 저희들을 끝까지 놓지 않으시고 이끌어 주신 김창덕 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 현장 조사시 귀중한 시간을 내주시면서 열심히 설명과 안내를 해주신 동부건설의 한인복공무과장님과 변재환 공사부장님께 감사드립니다. 논문 때문에 몇 날 며칠을 집에 들어가지 못하면서도 궁금한 것에 대해 언제든지 해답과 방향을 알려준 21C건설 연구실의 봉년이형, 봉수형, 태식이에게도 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 김상중, 신규철, 김재준(2003), "현장물류관리 효율제고를 위한 마감자재 조달 프로세스의 영향요소" pp.451-454
2. 김창덕 외(2003), "건설공사의 적시생산을 위한 양중 및 조달 시스템개발 연구보고서"
3. 박길재, 장명훈, 이현수(2000), "고층 건축공사에 있어 자재양중계획의 최적화방안"
4. 송영석, 김동진, 임형철(2001), "건설자재의 적시생산을 위한 관리 Point 운용 모델구축 방안"pp.595-598
5. 이복남(2003), "생산성 향상을 통한 건설산업의 경쟁력 강화"pp.17-19
6. 임형철, 송영석(2002), "건설현장 자원조달과 양중의 적시생산기법 도입 방안"
7. 야마다히토시(1987), "토요다 생산방식과 린건설의 이해"pp.171-176
8. 양종엽, 안병주, 김재준(2001) "커튼월공사의 적시생산관리를 위한 양중조달 시스템 개발에 관한 연구"
9. L. S. Pheng and C. J. Chuan(2001), "Just-In-Time Management of Precast Concrete Components," J. of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.127, No. 6, pp.494-501

---

#### Abstract

There are many problems in management of high-rise building construction performed in downtown area due to limited spaces and equipments for increasing kinds and quantities of material. By these restrictions, problems such as increase of construction cost, delay of construction period, decrease of productivity, occurrence of accident are caused. Recently, studies on JIT concept have focused on construction materials as a solution for the problems. But, studies about finishing material are insufficient yet. Accordingly, this study suggests flowing of current material management, JIT management effect, and development direction of lifting-up and procurement system with Low-emissivity double Glazing, among of main finishing materials.

**Keywords :** JIT, Lift-Up Management, Logistic Management, LOW-E Double Glazing

---