

# 고층건축공사 적시생산을 위한 관리모델 사례

-콘크리트 자재의 Life Cycle을 중심으로-

A Conceptual Model Study For J.I.T(Just In Time) Construction Management On High-rise Building  
-Concerned On Resource Life Cycle Of Concrete Construction-

송영석\* · 임형철\*\* · 최윤기\*\*\*

Song, Young-Suk · Lim, Hyung-Chul · Choi, Yun-Ki

## 요 약

초고층 공사의 다양한 공정들을 정해진 시간내에 효율적으로 관리하기 위해서 최근 자재의 생산에서부터 현장반입, 설치에 이르는 자재 생애주기별 관리를 시스템화하고, 정보화하는 작업들이 많이 이루어지고 있다. 이러한 건설공사에서의 자재 적시생산 개념은 초고층평면의 다양화 및 각종 새로운 설비, 자재들의 적용으로 인해서 앞으로도 건설프로젝트 각 부문별로 다양하게 활용될 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 이러한 적시생산의 기법을 활용한 그동안의 사례들을 살펴보고, 이러한 사례들을 바탕으로 문제점 및 개선방안을 도출하여 자재의 생애주기(Life Cycle)을 고려한 현장 작업 흐름별 관리 포인트를 설정하여 적시생산 개념을 적용하는 연구를 수행하고자 한다. 현장의 활용가능성 및 적용을 통한 검증의 용이성, 또한 현장 내부의 양중 및 소운반에 대한 고려가 상대적으로 낮은 골조공사로 연구범위를 설정하여 콘크리트와 철근자재를 중심으로 연구를 진행하고자 한다. 이러한 골조공사에서의 적시생산(Just-In-Time) 개념 도입은 앞으로 커튼월, 가구공사, 창호공사, 철골 등의 부재로의 확대적용을 위한 방향성 제시를 함과 동시에 자재의 생애주기에 따른 정형화된 관리 운용 모델을 제시함으로써 건설공사의 최종적인 생산성 향상을 위한 도구로서 활용될 수 있음을 목적으로 한다.

**키워드** : 적시생산, 자재생애주기(Life Cycle), 관리모델, 관리포인트

## 1. 서 론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 초고층 건축의 수요 증가에 따른 현장내 자재의 적시생산에 대한 관심이 높아지면서 건설자재의 기존 물류흐름 프로세스를 개선한 양중 및 조달 부문의 다양한 시도가 이루어지고 있다. 건설공사의 적시생산을 위한 물류관리는 시공과정의 특성상 현장 외부에서 생산되어 발주, 주문, 생산, 반입, 현장설치의 과정을 거치며, 이 과정에서 발생하는 각 부문별 정보는 시공관련 참여주체 및 정보가 분산되어 현장 내, 외부에서 각각의

업무를 수행하게 된다. 물류흐름 프로세스는 현장의 특수성에 기인하여 공장생산에서부터 반입에 이르는 관리 포인트가 다르게 표현되고, 이에 따른 관리 운용 도구도 다르게 표현되고 있다. 이러한 물류흐름별 관리포인트의 관점이 상이한 관계로 자재 적시생산을 위한 정보흐름 및 운송/설치 정보가 일관성을 잃고 개별적으로 관리되는 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 적시생산을 고려한 건설자재의 관리 포인트 운용모델을 제안하고, 이러한 운용모델을 효과적으로 제어하기 위한 관리 도구 및 인터페이스를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

이러한 관리도구를 활용하여 부지내 적치공간의 부족해소를 위한 조달 스케줄을 계획하고, 현장공정에 있어서 부위별 작업 스케줄을 만족시킬수 있도록 조달과 양중을 계획/관리하며, 자재조달이나 양중과정에서 발생할수 있는 자재의 품질저하나 시행착오를 최소한으로 줄임으로써 낭비요인을 제거하고 현장생산의 합리화를 꾀하고자 한다.

\*일반회원, 대림산업(주) 기술연구소, 연구원

\*\* 일반회원, 대림산업(주) 기술연구소, 주임연구원

\*\*\* 중신회원, 숭실대 건축공학과 교수, 공학박사 본 고는 2001 건설교통부가 지원한 "초고층 건축공사 양중 및 조달 시스템 개발" 연구의 일부분임.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 구체공사의 중점 관리자재인 콘크리트와 철근을 대상으로 하였다. 콘크리트 자재의 경우 공장생산, 운송, 현장 내 반입에 이르는 시간관리가 품질관리에 결정적인 영향을 주며, 타 공업화 부재 및 마감자재에 비해 양중에 대한 고려사항이 상대적으로 적고, 최근 콘크리트의 고강도화와 부위별로 상이한 물성(슬럼프/Flow, 강도 등)의 구분, 부지협소로 인한 타설포인트 다양화 등의 이유로, 현장 내 적시생산을 고려한 운용모델 적용에 대한 현장적용성 및 활용성이 크다고 할 수 있다.

이를 기반으로 본 연구의 범위는 <그림 1>에서와 같이 건설자재의 생산-설치 단계중 현장내 소운반 및 양중 전단계까지를 연구범위로 정한다. 이러한 운용모델을 제시하기 위하여 본 연구는 다음과 같은 순서로 진행한다.

1) 먼저 R.C 자재의 주문, 생산, 운송, 현장설치 단계의 수명주기를 바탕으로 콘크리트 물류흐름에 따른 속성정보 및 개체정보를 정의하였다.

2) 정의된 자재 속성정보별로 D사의 A현장, C현장을 대상으로 현장 실무자들의 의견 및 면담을 통해 물류흐름의 각 단계별 관리포인트 운용 사항들을 분석 하였고, 기존에 활용중인 물류관리 시스템 사례 및 한계를 분석하여 제안모델에 반영하였다.

3) 이를 바탕으로 현장내 적시생산을 위한 콘크리트 정보관리 모델을 관리조직, 도구운용 모델별로 제시한다.

4) 제시된 모델의 현장적용을 통한 사례를 기반으로 기존 운용중인 모델과의 비교를 통해 활용가능성을 제시한다.

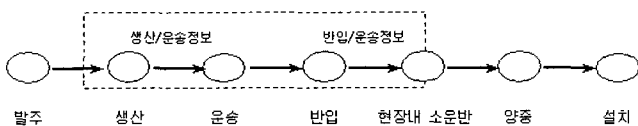


그림 1. 연구의 범위

2. 적시생산을 위한 모델 분석

2.1 기존 모델분석

현장내 자재의 적시생산을 위한 연구로는 그동안 마감자재, 공업화 부재의 개체를 속성과 연동시켜 각 부위별 조립 일정을 관리하는 어플리케이션(Application) 프로토타입(1997, 공업화 PC부재의 물류관리 시스템), 인터넷을 이용한 레미콘 물류관리를 실무에 적용한 사례가 있다. 프로토타입의 경우 자재의 운송 단계 관리방안, 현장 설치 정보 관리방안에 대한 해결방안이 부족하고, 현장 내부에서 실무자들만 이용하는 도구로서(Local Program) 온라인 필요성이 요구되는 현장 활용에 문제점을 가

지고 있었다.

이런 문제점을 기반으로 S건설에서는 초대형 프로젝트에서의 빠른 의사결정의 요구, 물류관리가 공사 공정의 주공정으로 인식됨에 따른 자재조달, 인원관리, 전문건설사와의 커뮤니케이션에 대한 해결책의 방안으로 JIT개념을 적용하여 이를 인터넷으로 실현시킨 결과라 할 수 있으며, 인터넷을 기반으로 종합건설사와 전문건설사 및 관련사간 투명하고 신속한 의사소통 체계를 구축하여, 자재·인원·도면 등 현장의 주요 자원과 정보를 실시간 공유하고, 물류 및 노무·안전·작업관리 업무를 효율화하며, 합리적인 의사결정 프로세스를 지원하는 통합 자원 및 정보관리 시스템을 적용하였고, 시스템 구성은 다음과 같다.

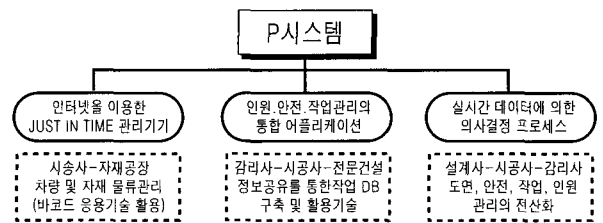


그림 2. S사의 P시스템 구성

실제로 이러한 적시생산 개념을 도입하여 현장에 적용시킨 결과<sup>2)</sup> 기초 콘크리트 타설공사에서 레미콘 자재의 수급현황을 S사 「P시스템」에 의한 관리방식과 비교하여 운반, 대기, 타설작업 시간을 측정, 표준편차를 중심으로 변이차를 분석해 보면, 콘크리트 타설 프로세스상의 변이를 조절하여 프로세스 진행상의 재고가 40~50% 정도 감소하여 생산성 향상, 공사기간의 단축이 이루어졌다는 보고가 나와있다.

표 1. 민법과 국가계약법령의 하자에 대한 수급인의 책임

|                | 기존 타설 공사    | JIT개념 적용 후 | 개선 효과  |
|----------------|-------------|------------|--------|
| 운반작업 (비가치 창출)  | 8.6분        | 4.9분       | 42.7%  |
| 대기 작업 (비가치 창출) | 8.3분        | 4.4분       | 46.7%  |
| 타설작업 (가치 창출)   | 10.5분       | 6.5분       | 37.9%  |
| 타설 작업 중단 시간    | 127분(15.3%) | 0분(0%)     | 흐름생산확보 |

본 사례의 경우는 주안점이 대기시간의 감소와 조달과정의 정보화에 있으며, 대기시간감소에 있어서는 효과를 본 것으로 나타나 있다. 그러나, 도심지 공사의 경우 출발시간의 조정만

2) 「초고층 주거시설 시공기법 세미나」, 2001. 9. 14

으로는 전체적인 물류조달의 조절이 쉽지 않고, 공장-협력업체 등의 관리조직을 재정비해야 하는 단점이 있으며, 단순히 대기시간만을 감소시키는 것만으로는 현장생산에 미치는 영향은 크지 않다고 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 위의 사례를 검토하고, 골조공사생산을 위하여 협력업체, 레미콘공장, 현장담당, 공사지점 등의 관리포인트를 면밀히 분석하여 각 포인트별 관리 체계와 자료흐름을 모델로 제시하고자 한다.

2.2 생애주기 속성에 의한 분석

골조공사에 한정하지 않는다면, 생산정보라는 것은 결국 설계단계에서 자재가 결정된 순간의 정보부터 운반, 적치, 양중, 시공의 과정을 거쳐 유지보수 단계에 이를 때 까지의 전체정보를 누적하여 건물의 전체 생애주기에 있어서의 건물부품정보를 유지함을 의미한다.

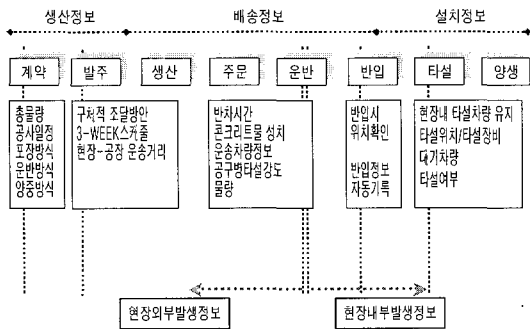


그림 3. 건설자재의 Life Cycle 및 부문별 발생정보

〈그림 3〉는 골조공사에 있어서 자재의 각 부문별 발생정보를 도식화 한 것이다. 현장 관리포인트의 운용을 위해 콘크리트 각 부문별 주요 개체와의 상관관계를 정의하고 그에 해당하는 속성을 파악하였다.

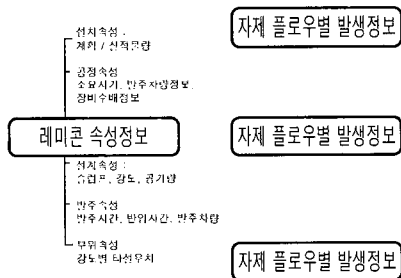


그림 4. 콘크리트 각 부문별 속성정보

〈그림 4〉에서와 같이 레미콘자재의 속성을 설치속성과 공정속성, 설계속성, 발주속성, 부위속성으로 나누어 계획단계에서 그 의미를 부여한다. 먼저 설계속성에서 슬럼프나 강도, Flow 등을 분류하여 체계를 가지고, 공정계획에서 부위속성의 분류체계를 부여하여 계획공정 어느시기에 어느부위를 어떤 성질을

가진 콘크리트를 타설하겠다는 계획을 분류체계로서 정의하는 것이다. 이 과정은 거의 대부분의 현장타설계획에 포함되어 있으며 단지 자재를 중심으로 한 속성분개 작업이 정보화 되어 있지 않을 뿐이다. 뿐만 아니라 이 작업은 몇가지 유형으로 분류된 콘크리트를 반복되는 부위에 속성지정만 함으로써 작성되어 있는 부위분류가 포함된 공정계획에 즉시 속성부여가 가능하므로, 많은 입력이나 분류작업을 요구하지 않는다. 이러한 속성정의 작업이 끝나면, 계획작업이 종료되고 관리작업이 진행된다. 관리작업은 크게 발주와 운반, 설치로 나누어 지는데, 이는 공정계획과 연동된 현장 작업계획에 의하여 수행되며, 일작업을 고려한다면 해당부위의 자재설계속성, 물량, 공장지정, 사전발주, 타설계획을 통하여 실제 타설을 하게 되며, 인터넷을 이용한 정보관리는 이 부분에서 유효하여 진다. 사전에 통합된 계획의 각 요소들은 관리단계에서 정보의 경로와 흐름을 원활하게 해주며, 이 연구의 주안점인 품질관리와 의사소통, 시행착오 방지측면에서 많은 정보를 제공할수 있다.

콘크리트 자재의 현장 특수성에 의해 발생하는 생애주기를 고려한 발생정보 속성을 〈표 2〉에서와 같이 정리하고, 그에 따른 현재 관리를 위해 활용중인 정보 운용도구들을 조사하였다. 콘크리트는 자재의 특성상 배송시간 관리, 물량 변화 및 대량주문에 따른 타설상황의 실시간 파악등이 적시생산을 위한 주요 관리포인트로서 지금과 같은 운용도구로서는 이와 같은 정보를 관리하는데 한계가 있다. 따라서 각 관리 운용 포인트별 차별화 되고, 합리적으로 관리할 수 있는 기법과 도구가 요구되고 있는 실정이다.

표 2. 레미콘 생산-설치 플로우별 발생정보

|         | 속 성  | 정보 운용도구           |
|---------|--|-------------------|
| 생산 및 주문 | - 레미콘의 물성 data (규격)<br>- 주문량 및 생산량<br>- 발차 여부 정보<br>- 차량번호 | - 생산 및 발차시 발행한 송장 |
| 운송시간    | - 발차시각<br>- 운송(On Load) 소요시간                               | - 무전기/전화          |
| 반입시간    | - 반입시간   | - 무전기/전화          |
| 대기차량    | - 대기차량 대수<br>- Con'c 타설 장비 수배                              | - 현장 내 무전기        |
| 타설정보    | - 계획대비 실적 물량<br>- 타설진행 상황 및 완료여부                           | - 송장 취합 후 물량집계    |

3. 적시생산을 고려한 관리모델 적용사례

3.1 관리조직 개선 모델

이러한 운용 모델을 적용하기 위해서는 적절한 관리조직의

정비 및 개선이 필수적이다. 기존의 콘크리트 타설을 위한 관리 조직은 시공부문/자재부문/공장(협력업체)부문, 세 부문으로 볼 수 있다.

먼저, 타설 3주일전에 시공부문이 3 Week 스케줄에 의한 타설물량 및 일자를 자재부문에 통보하면 자재 관리자는 공장에 타설물량을 주문하고, 레미콘 공장에서는 주문물량을 접수한다. 이러한 작업이 이루어진후, 타설 1~3일 전에 타설당일 공장으로부터의 배차 간격 및 물량 주문을 공장으로부터 최종통보를 하고, 타설당일 시공부문은 공장으로부터 생산된 타설물량을 현장 상황에 맞게 물량조절을 하면서 공장-현장 간 의사소통이 이루어지고, 자재부문은 출입구별 물량집계를 통해 누적물량을 확인하는 일련의 주기를 형성하고 있다.

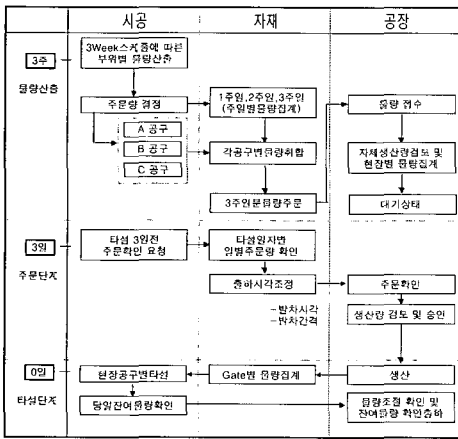


그림 5. 콘크리트 주문-타설 단계 3Week 업무 흐름도

〈그림 5〉에서 보듯이 관리조직 3부문별 정보는 자재부서를 중심으로 관리되고 있으며, 시공-자재, 자재-공장별 정보의 흐름이 하나의 흐름에서 유기적으로 관리되지 못하고, 각기 다른 형식의 문서와 정보들로 인해 일관성이 유지되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본연구의 관리모델을 통해 이러한 관리조직을 〈그림 6〉과 같은 하나의 인터페이스로 묶고, 여기서 발생한 자료들이 인터넷으로 전송되어 공유함으로써 각기 다른 부문의 조직정보를 일관되게 유지하고자 하는 관리모델을 제안한다. 한편, 이 과정에서 협력업체 부문의 프로세스 개선작업이 필수적인데, 이 부분은 기존관리모델과의 비교부분에서 설명하기로 한다.

〈그림 6〉은 실무에서 적용중인 공사일보 인터페이스 (Interface)를 나타낸 것이다. 이 화면을 통해서 현장 실무자들 간의 프로젝트와 관련된 자재, 노무, 작업 정보들이 관리 되고 공유되어 진다. 이러한 기존의 인터페이스에서 발생한 정보와 물류관리 인터페이스의 내부자료를 연계시키는 작업을 통해 관리조직 개선모델이 형성되고, 기존의 현장내부에서 자재 운용

중인 시스템과 본 도구모델과의 연계작업은 향후 필수적으로 선결되어야 할 부분이다.

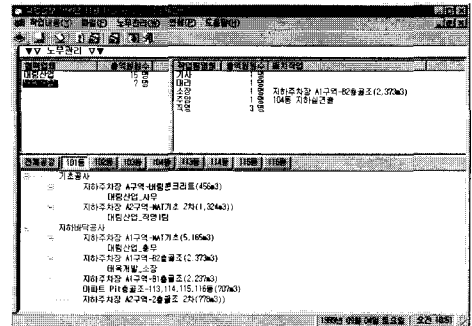


그림 6. 적용중인 공사일보상의 장비 및 인원 List 운용 예

### 3.2 도구활용 모델

앞에서의 정비된 관리조직 모델을 기반으로 도구활용 모델을 제시하고자 한다. 콘크리트 자재의 경우 운송 및 배송 시간 관리는 자재의 특성상 품질관리와 연관되는 주요 관리사항이 된다.

표 3. 관리 Point별 도구 모델

|              | 도구 및 Interface          | 역할                |
|--------------|-------------------------|-------------------|
| 네트워크<br>운용도구 | 인터넷, PDA<br>부문별 관리 프로그램 | 정보활용,<br>정보공유     |
| 정보입력 도구      | PDA, Bar code           | 현장 내 정보입력         |
| 시간관리 도구      | GPS, 핸드폰 SMS서비스         | 자재 운송정보<br>실시간 파악 |

기존 관리방식은 주문된 콘크리트의 물량정보를 공장에서 확인하고, 실무자들이 자료를 온라인으로 관리하는 자료공유의 CALS 개념이 주된 관리 프로세스였으며, 공장의 발차시각, 현장의 반입시간이 개별적으로 입력됨으로서 레미콘 차량의 이동 및 위치에 대한 정보 공유가 불가능하였다. 이러한 차량의 실시간 관리는 현장내부의 부족한 타설공간으로 인한 대기차량의 제한, 부위별 타설장도의 차이에 따른 현장의 실시간 변동사항의 반영을 해결하기 위한 수단이 된다. 〈표 3〉은 이러한 문제점을

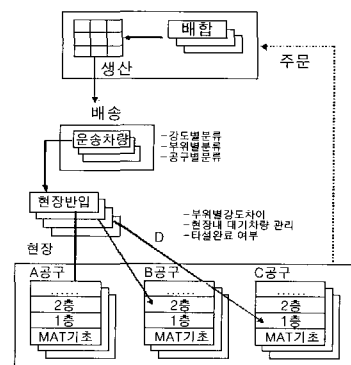


그림 7. 콘크리트 배송차량의 현장내 설치 Flow

해결하기 위한 현장 관리포인트별 운용도구를 제시한 것이다.

제안된 관리도구모델은 <그림 7>에서 표기된 「D」 부분의 관리포인트를 합리적으로 운용하기 위한 목적이며, 자재의 생애주기 정보를 네트워크 운용도구로서 단일 인터페이스내에서 일관성 있게 관리하고, 배송차량의 실시간 정보를 발주물량, 타설 완료물량, 배송중 물량, 배송예정잔량 등의 분류로서 한눈에 파악할 수 있도록 인터넷을 이용하여 사무실이건 경비실이건 수시로 실시간 정보를 확인할수 있을 뿐 아니라, 무선네트워크를 이용하여 PDA상에서도 확인가능하도록 지원하여 현장생산의 현황의사소통 효율을 극대화 하고, 도착즉시 생산시간, 운반시간, 지연대기시간 등을 확인할수 있고 타설에 의한 입력작업을 최소화 할수 있다. 기타 게이트가 여러개임에 따른 오류, 강도의 다양함에 의한 동선혼란 및 타설오류 등의 문제점을 사전에 방지할수 있다.

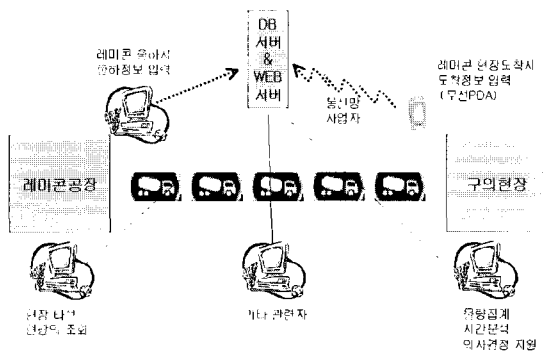


그림 8. 레미콘 조달관리시스템 프로토타입 개념도

콘크리트의 경우에는 의미가 희석되는 기능이지만, 장거리운송이나 수입자재의 경우, GPS 및 위치추적 도구를 이용하여 운송정보를 파악할 수 있게 하였으며, 현장 내부의 자재 이동에 대한 입력 및 변경 사항을 Mobile 도구로서 입력하는 주문-배송-반입-설치의 각 단계별 운용효과를 개선하였다.

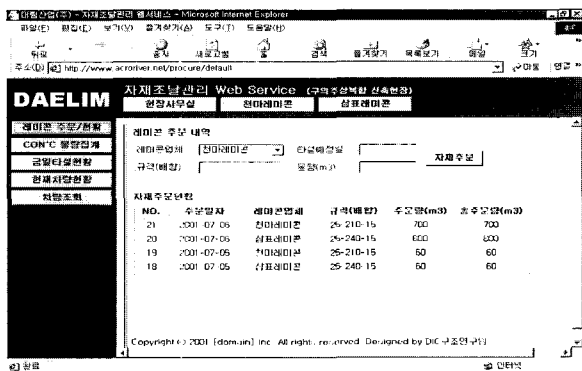


그림 9. 레미콘공장별 예정설계정보 입력화면 (공장별/강도별/슬럼프별 물량)

이러한 관리 도구를 이용하여 <그림 9>에서의 단일화된 인터

페이스를 기반으로 공장에서는 출하된 레미콘에 대한 차량 및 자재의 물성정보를 입력하고 현장에서는 이러한 입력된 정보를 바탕으로, 현장 실무자는 공장에서 입력된 정보를 확인할 수 있다.

또한 배송중인 차량에 대해 타설시 현장변동사항 (물량조절, 타설위치에 따른 강도변화)등을 자재운송차량의 운전자에게 알려주고, 이러한 정보를 바탕으로 레미콘 차량의 현장 반입에 대한 변동사항이 반영됨으로서 협소한 현장내의 적정타설 차량을 유지할 수 있고, 타설장비 수배 및 장비의 활용성에 있어서도 운송차량의 반입시간을 정확하게 예측할 수 있다.

<그림 9>와 같이 보통 전일에 익일의 부위별 예정 공사물량과 규격을 산정하여 사전에 업체별 시공계획을 작성한다. 현실적으로 주문 / 조달은 서류작업이 필요하므로 이 정보는 익일 타설중에 잔량을 산정하고, 물량변경의 기준자료로 활용된다.

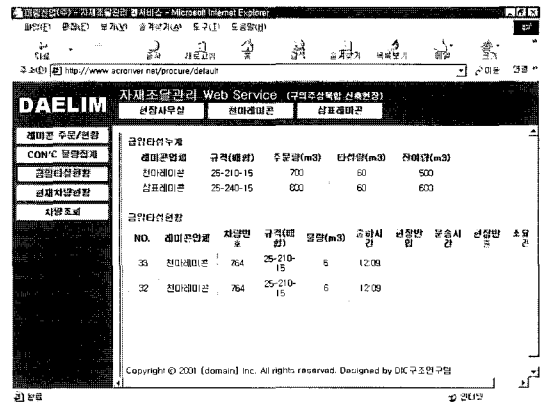


그림 10. 타설중 정보표시화면

<그림 10>은 타설이 진행되고 있을때 레미콘 트럭별 정보를 제공하여주는 인터넷 페이지로서, 현장반입이 되지 않은 차량의 경우 각 업체별 차량번호와 레미콘의 규격(배합), 운반 물량, 출하시간이 표시되며, 현장반입 및 타설이 완료되었을 경우 반입시간이 표시되며 이를 제외한 업체별 잔량이 산정되어 실시간으로 반영된다.

이는 사무실이나 경비실, 감리자 등이 같은 정보를 같은시간에 볼 수 있는 의사소통 도구로서 활용성이 높고, 확대할 경우 입주자를 위한 타설현황 서비스, 분사관계자의 모니터링 등의 도구로서도 활용이 가능하다고 볼 수 있다. 물론 이 현황은 출하정보를 데이터베이스관리하는 레미콘 업체에 한해서 자동으로 관리가 가능하며 인터넷 혹은 PDA를 통하여 현장반입에 대한 정보를 입력하였을 경우이어야 실시간 관리가 가능하다.

위와 같이 관리를 수행하였다는 조건에서 개별 차량에 대한 정보보다 한 레벨 위의 정보에 대한 모니터링 화면으로서 <그림 11>과 같은 화면을 제공한다. 이 화면은 레미콘 공장과 공사현장간의 사이를 3부분으로 나누고 각 부분별로 레미콘 트럭이

속해있는 부분을 실시간으로 표시하여 줌으로써 레미콘 공장 부분에서는 당일 총출하량, 출하이전, 기 출하량을 표시하여 주며, 공장과 현장사이 부분에서는 업체별로 이동중인 차량수를 보여준다. 공사현장 부분에서는 업체별로 현장내부에 반입되고 회차하지 않은 차량, 즉 타설중인<sup>3)</sup> 차량의 대수를 보여준다. 세 부분 모두 하이퍼링크(Hyperlink)를 통하여 표시된 차량의 정보 리스트를 한눈에 볼 수 있다.

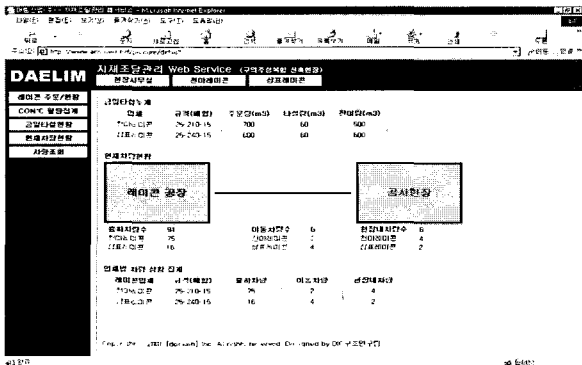


그림 11. 레미콘 정보의 통합의사소통 창 (타설, 운반, 예정량 등)

<그림 12>는 출하차량 및 도착차량의 정보를 입력할 수 있는 부분으로 레미콘업체, 협력업체, 경비실, 현장사무실 등에서 적절한 보안위계를 가지고 사용 가능하다. 이 정보는 다중 입력을 처리할수 있는 부분으로 장소에 구애받지 않고 인터넷을 활용할수 있는데면 어디서든 입력이 가능하고, PDA를 이용한 입력과 동일한 위계를 가진다.

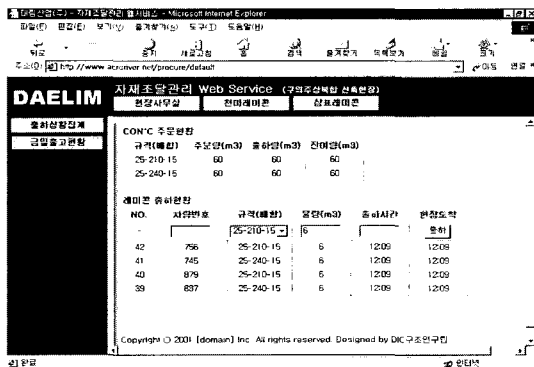


그림 12. 레미콘 출하정보 입력화면

공장에서 입력할 경우 차량별로 정해진 일련번호를 넣고 규격과 물량을 입력하면 자동으로 출하시간이 산정되며, 현장에서 입력할 경우 입력된 출하정보를 이용하여 반입정보를 입력하게 되는데 별도의 변경이 없을 경우 간단히 반입정보를 입력할수 있도록 설계되어 있다. 그리고, PDA입력의 경우 대부분

3) 현장내 레미콘은 세차를 하지 않음을 기준으로 하였음.

의 입력을 GUI (Graphic User Interface)를 이용하여 간단히 입력과 검색이 가능하도록 설계되어 있다. 골조공사에서 레미콘과 더불어 조달 및 반입량이 많은 자재로서 철근을 들 수 있는데 기초, 피트 등을 제외하고는 유사한 유형이 반복되는 경우가 많으므로 대량으로 공장에서 가공할 경우 조달 및 재고조절을 위한 수단으로 본 모델이 활용 가능하다.

| 구역  | 위치       | 종류   | 형식    | 길이(m) | 경리(EA) | 중량(kg) | 단가 | 합 |
|-----|----------|------|-------|-------|--------|--------|----|---|
| 1   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 2   | 지하 1층 기초 | PT11 | HO-10 | 5.41  | 15     | 96.15  |    |   |
| 3   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 4   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 5   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 6   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 7   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 8   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 9   |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 10  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 11  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 12  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 13  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 14  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 15  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 16  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 17  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 18  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 19  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 20  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 21  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 22  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 23  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 24  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 25  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 26  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 27  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 28  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 29  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 30  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 31  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 32  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 33  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 34  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 35  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 36  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 37  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 38  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 39  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 40  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 41  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 42  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 43  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 44  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 45  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 46  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 47  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 48  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 49  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 50  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 51  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 52  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 53  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 54  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 55  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 56  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 57  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 58  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 59  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 60  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 61  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 62  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 63  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 64  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 65  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 66  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 67  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 68  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 69  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 70  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 71  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 72  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 73  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 74  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 75  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 76  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 77  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 78  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 79  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 80  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 81  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 82  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 83  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 84  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 85  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 86  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 87  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 88  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 89  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 90  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 91  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 92  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 93  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 94  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 95  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 96  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 97  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 98  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 99  |          |      |       |       |        |        |    |   |
| 100 |          |      |       |       |        |        |    |   |

그림 13. 현장의 철근 유형 및 물량산정 슈트

<그림 13>은 현장에서 도면을 이용하여 철근의 유형별 형태와 물량을 산정한 슈트로서 설치위치와 자재의 종류가 명확히 결정되어 있다.

이 슈트를 이용하여 공장가공 발주하는 사례를 조사하여 가상으로 조달 및 재고적치, 시공에 대한 프로세스 분석을 수행하였다. 본 사례는 지하층의 피트에 사용되는 철근의 유형과 개수를 산정하여 공장발주된 내용으로 각 유형마다 설치되는 위치와 구역이 정해져 있다.

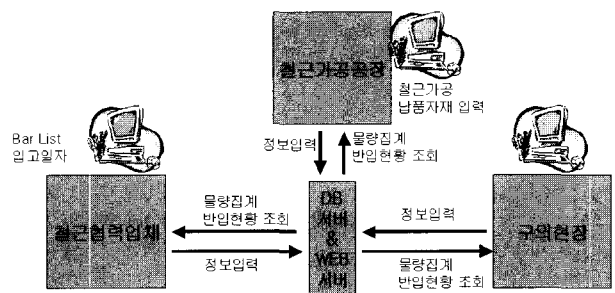


그림 14. 철근공장가공에 의한 조달 개념도

따라서 <그림 14>와 같이 철근공장가공에 대한 물류흐름을 인터넷으로 수행할 수 있으며 이 경우 현장에 일정유형의 가공 철근의 재고잔량 파악과 반입예정량, 주문요구량 등을 실시간으로 파악이 가능하며 골조협력업체, 철근가공공장, 현장관리자 등의 담당자가 현황을 공유함으로써 지속적으로 대비할수 있는 장점이 있다.

철근의 경우 레미콘과 달리 품명과 반입량이 항상 일정하게

처리되지 않으므로 운반이나 반입시간의 관리보다는 현장내 일정품목의 재고잔량 파악과 소요계획등의 의사소통에 가장 큰 의미를 둘수 있다.

| 구분                | 구분       | 역사 No | 양상          | size                       | 크기   | 개수       | 시제 방법                |
|-------------------|----------|-------|-------------|----------------------------|------|----------|----------------------|
| B5 A 구역<br>PIT 기초 | HD<br>16 | 4     | A<br>B      | A: 3950<br>B: 400          | 4350 | 32<br>EA | 2001.8.8<br>오전 7시 반입 |
| B5-A 구역<br>PIT 기초 | HD<br>25 | 7     | A<br>B<br>C | A: 300<br>B: 550<br>C: 500 | 1350 | 23<br>FA | 2001.8.8<br>오전 7시 반입 |

그림 15. 철근 설계/발주속성 Sheet

〈그림 15〉에서 앞의 슈트를 데이터베이스화 하는 과정에서 요구되는 속성을 정리한 내용이며 공정계획 및 작업관리와 연동되어 유형별 철근의 사용을 관리한다면 재고잔량에 대한 실시간 파악을 제공하여 조달업무를 향상시킬 수 있을 것이다.

3.3 기존 관리모델과의 비교

이러한 제안된 적시생산을 위한 관리 포인트 운용모델을 D건설 A현장 콘크리트 타설공사에 적용함으로써 현장활용을 통한 적용성 여부를 검증하였다. 운송차량의 실시간 정보관리를 통해 현장내 적정 차량대수를 유지 할 수 있었고, 현장 변동사항 발생 시 PDA를 이용, 현장정보를 실시간으로 입력함으로써 공정회의 및 진도관리를 위한 의사소통을 위한 도구로서 활용할 수 있었다.

이러한 개선점을 바탕으로 제안모델 사례와 기존 모델과의 차이점을 도구운용 부문과 작업흐름(Work Flow)별로 나누어 개선점을 비교한 것이 〈표 4〉와 〈그림 16〉이다. 도구운용별 부분을 살펴보면, 네트워크 운용도구 활용부문에서 PDA를 사용하여 현장에서 실시간 변할 수 있는 정보들을 직접 입력하고, 레미콘 배송차량 기사들의 휴대폰을 이용한 위치추적시스템을 이용, 공장내 배송중(On-Load) 차량의 위치를 파악해서 콘크리트 품질 및 지연시간으로 인한 회차차량 감소 및 현장내 적정 대기차량을 객관적인 정보관리로서 활용할 수 있었다.

이러한 도구모델을 활용하기 위해서는 협력업체(출하공장)-현장과의 실시간 정보전송이 선결과제라고 할 수 있는데, 기존 관리모델의 경우 현장에서 레미콘 총 물량을 인터넷으로 주문, 입력하면 협력업체에서는 그것을 확인하여 출하당일날 출하차량의 발차시각을 수작업으로 입력해야 하는 부담이 생겨, 물량이 집중적으로 몰릴 수 있는 시간대에서는 발차시각을 정확하게 입력하지 않는 등 발차시각에 대한 신뢰도가 상대적으로 떨어질

표 4. 기존모델과 제안모델의 도구운용별 차이점

|           | 기존 모델                    | 제안모델                                 |
|-----------|--------------------------|--------------------------------------|
| 네트워크 운용도구 |                          |                                      |
| 정보입력      | 인터넷, 바코드 리더              | PDA, 무선 네트워크                         |
| 자재이동 파악   | 전화 및 무전기를 이용한 구두 의사소통    | Sliding Message Service (SMS, 문자서비스) |
| 정보입력 도구   |                          |                                      |
| 타설정보 입력   | 인터넷을 이용한 입력              | 현장 타설위치에서 PDA를 이용한 입력<br>→ 인터넷 전송    |
| 집계방법      | 바코드를 이용한 인터넷 입력          | PDA를 이용한 자체설치 장소에서의 현장입력             |
| 활용방법      | 콘크리트 자재에 한정              | 타 공업화 부재료의 -시스템 연계가능                 |
| 시판관리 도구   |                          |                                      |
| 자재도착시간    | 현장 경비실의 바코드 리더를 이용한 시간확인 | 레미콘 위치 추적 시스템<br>→자재도착시간 확인          |
| 활용방법      | 없음                       | 이동중인 레미콘 차량의 위치를 인터넷으로 확인            |

수 밖에 없었다. 이는 협력업체-사무실간의 배송시간 관리 및 운송차량의 시간관리정보를 활용하는데 있어 시스템 활용상의 기대효과가 희석되는 문제점으로 지적되었다. 제안모델에서는 현재 협력업체에서 운용중인 자체 출하시스템의 발차-회차 데이터베이스와 직접 연동하여 현장에서 출하물량 및 주문일자, 발차간격만 입력하면 현장에서는 별도의 출하시각 입력 작업 없이 자체 운용프로그램과 연계하여 인터넷에 정보를 전송함으로써 신뢰도 있는 정보를 활용할 수 있다.

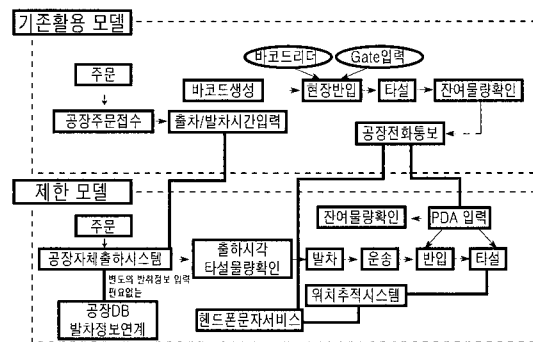


그림 15. 철근 설계/발주속성 Sheet

또한 초고층 R.C공사의 경우 부위별강도가 상이한 부분이 많은 관계로 하루에 2~3가지 정도의 다른 강도의 레미콘 차량이 반입되는 경우가 많은데, 이 경우 각 현장 출입구별로 상황에 따라 다른 강도의 레미콘 차량을 요구하는 상황이 발생할 수 있다. 이러한 현장 실시간 발생정보는 물량조절을 실시하는 부분에서도 발생할 수 있는데, 현장에서 타설작업 말미에 이러한 물량조

4) 기존모델이라 함은 현재 초고층 공사에서 사용중인 인터넷을 이용한 타사의 콘크리트 물류관리시스템을 말한다.  
5) 실무에서는 출하시각-현장 도착시각을 온도 추이에 따라 90분~120분으로 관리하고, 혹한기공사 경우 60분이상되는 차량은 회차시키고 있다.

절을 실시할 때 현장-사무실-공장으로 이어지는 2 단계를 거쳐 전화통화로서 해결하는 프로세스가 이루어 지고 있다.

본 제안모델 사례에서는 이러한 현장 실시간 발생정보들을 즉시 수용하기 위해 레미콘 운송차량 운전자의 핸드폰을 통해 강도별, 현장 출입구별 변경사항을 통보해 주는 것과 동시에, 현장 타설 마지막 부분에 실시하는 물량조절을 PDA를 통해 입력함으로써 타설현장에서 바로 공장으로 주문 및 발차시각을 정해 줄 수 있어 기존의 현장→사무실→공장으로 이어지는 정보흐름 및 작업흐름을 현장→공장으로 단일화 시키는 모델을 적용하여 현장 검증성 작업을 실시하였다.

#### 4. 결 론

본 연구는 「초고층 건축공사 적시생산을 위한 양중 및 조달시스템」과제 수행과정중 골조공사를 범위로 조달 및 현장 설치 부분의 자재 정보화를 위한 관리모델을 제시하고, 현장에 적용하는 사례를 소개, 기존 모델과의 차이점을 분석하였다. 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째는, 도심지 고층 건축공사의 골조공사 중 레미콘자재에 있어서, 업체별/규격별로 타설예정량/타설량/출하되어 이동중인 양/잔량 등을 현장사무실이나 경비실, 감리자 등이 같은 정보로 같은시간에 볼수 있는 의사소통 방법을 제안하였고, 그 도구로서 인터넷, 무선네트워크를 활용한 PDA 등을 적용하였다. 구체적으로 레미콘 공장과 공사현장간의 사이를 3부분으로 나누고 각 부분별로 레미콘 트럭이 속해있는 부분을 실시간으로 표시하여 줌으로써 레미콘 공장 부분에서는 당일 총출하량, 출하이전, 기 출하량을 표시하여 주며, 공장과 현장사이 부분에서는 업체별로 이동중인 차량수를 보여준다. 공사현장 부분에서는 업체별로 현장내부에 반입되고 회차하지 않은 차량, 즉 타설중인 차량의 대수를 보여주며, 이 세부분 모두 하이퍼링크(Hyperlink)를 통하여 표시된 차량의 정보 리스트를 한눈에 볼 수 있는 모델을 제안하였다.

둘째는, 이러한 적시생산 개념의 콘크리트 관리모델을 현장에 직접 적용한 사례를 제시하여 기존 오프라인을 이용한 콘크리트 관리 운용모델과 비교하여, 현장내 콘크리트 차량 대기대수의 감소, 현장 외곽의 대기차량으로 인한 민원감소, 공장-현장간 레미콘 배송차량의 시간지연으로 인한 회차차량의 감소, 현장내 콘크리트 실적관리 정보화를 통한 관리부문별 원활한 의사소통 가능, 배송차량의 실시간 모니터링으로 인한 콘크리트 품질관리 향상 등의 기대효과를 볼 수 있었다.

앞으로 본 연구를 바탕으로 자재객체화를 이용한 운반-적치 모델 적용 자재의 확장, 효율적인 적시생산 개념을 적용하기 위한 공사종류별 양중, 조달, 현장내 소운반 작업흐름 모델개발 등의 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되며, 이러한 연구를 통해서 현장 생산성 향상 개선에 많은 도움을 줄 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. 공업화 건축부재의 수명주기 제어를 위한 건설정보 시스템 개발, 한양대
2. 송인창, 초고층 건축공사 양중관리 프로세스, 중앙대, 1998
3. 배종환, JIT시스템 적용에 관한 실증적 연구, 중앙대, 1996
4. 황석연, 조립식 공법을 이용한 아파트 공사에서 PC부재의 최적관리방안, 한양대, 1996
5. 임명준, MRP, JIT, OPT 의 Hybrid생산시스템에 관한 연구, 1998
6. 초고층 주거기설 시공기법 세미나, 2001, 9
7. 고층건축공사의 지식기반 가설계획시스템, 건설교통부, 2001, 1차년도 연차보고서
8. I.T Hawryszkiewicz(1990), Relational Database design, Prentice Hall
9. Iris D.Tommelein 외, De-coupling Cladding Installation from Other High-Raise Building Trades : Case Study, 2001

#### Abstract

Effectiveness of Just in time managing system can be obtained by removing unexpected lead-time and maintaining consistency on the physical transportation of construction resource. Construction resource management is essential on checking on load data from production of shop to field, and it is based on building resource life cycle information. In this study, production, transportation, and assembly disciplines of concrete construction should real time communications exchanging information related to shop-field with each other. Establishing information support system is an important initial step for promoting active cooperations among these resource life cycle on data flow. To achieve this, on suitable using management point, we suggest a concrete construction control model.