

SCM기반 Automated Life-Cycle Management System 구축방안

- 초고층 빌딩 커튼월을 중심으로 -

Automated Life-Cycle Management System Based on SCM for Super High-rise Buildings Construction

윤정환*^o 김예상** 김상윤*** 김창덕**** 최윤기***** 전재열***** 임형철*****

Yoon, Jeong-Hwan Kim, Yea-Sang Chin, Sang-Yoon Kim, Chang-Duk Choi, Yoon-Ki Chun, Jae-Youl Lim, Hyung-Chul

요 약

최근의 건축공사는 고층화되어 가는 추세이며 원가절감과 공기단축, 생산성 향상 등이 요구되고 건설자동화의 도입을 통한 총생애자동화시스템의 도입이 시급히 요구되는 추세이다. 이에 따라 본 연구에서는 초고층 빌딩 건축에 주로 사용되는 커튼월 공법과 제조업에서의 SCM기법, 최신의 RFID기법을 이용하여 초고층 건축물 커튼월의 자동화 관리시스템을 구축을 위한 방안을 제시하였다. SCM기법이란 생산에서 판매에 이르는 전단계의 과정을 연결, 관리하는 것을 의미하고 커튼월은 빌딩 건축에서 골조공사의 공기단축과 단순화를 위해 가장 많이 활용되는 건식공법으로 건설공사에서 가장 제조업에 가까운 형태의 공사로 볼 수 있다. 또한 RFID는 SCM의 구현방법으로 자재의 흐름과 생산프로세스, 그리고 정보관리 시스템의 도구로 사용되며 이들을 활용한 총생애자동화시스템은 생산과정 뿐만 아니라 사후관리 과정에도 효율적이며 높은 생산성과 경제성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

키워드: 초고층 건물, 커튼월, 공급망 관리(SCM), RFID, 총생애자동화시스템

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근의 건축공사는 주상복합 빌딩의 등장으로 사무소 빌딩뿐만 아니라 주거 빌딩에 이르기 까지 점차 고층화되어 가는 추세에 있으며, 원가절감과 공기단축, 생산성 향상, 그리고 건설인력의 감소와 노령화 등의 문제로 건설자동화의 도입이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

건설산업의 환경변화에 따라 건축공사에서 요구되는 경제적인 요구사항은 날로 심화되는 인력난 문제에 대응하고 경쟁력 향상을 위한 경제적 시공과 공기단축을 통한 현금흐름의 개선으로 집약될 수 있다. 이러한 관점에서 건설산업의 생산체계에 있어 비효율적이고 비경제적인 요소를 배제하고 생산적인 생산체제로 전환하기 위해 SCM을 기반으로 정보기술을 도입한 관리 시스템의 도입을 통해 생산

단계에서의 생산성을 향상시키고, 관리활동의 정확도를 높임으로써 경제성 향상에 기여하는 것이 필요하다.

특히 초고층 건물에서의 커튼월 공법은 공사의 경제적 비중과 공정상의 중요성이 크므로 SCM기법의 도입으로 프로젝트 전체의 경제적 효율성을 향상시키는데 매우 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

한편, 본 연구에서 도입하고자 하는 RFID 기술은 자재 관리는 물론 생산 생애주기에 투입되는 인력 감축에 효과가 크며 설계에서 유지관리 단계에 이르기까지 관리 자동화 시스템이 구현됨으로써 궁극적으로 고객만족을 제고할 수 있는 도구가 될 것이다.

따라서, 본 연구에서는 초고층 건축물 커튼월의 설계, 시공, 유지관리 등 전 생애주기에 걸쳐 활용될 수 있는 SCM기반의 Automated Life-cycle Management System 구축방안을 제안하는 것으로 건설산업의 정보화 추세에 대응할 수 있는 한편, 궁극적으로 건설프로젝트의 경제성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 계기가 될 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위로서는 초고층 건물의 커튼월을 중심으로 통합관리 시스템의 구축에 적용을 위해 SCM기법, 커튼월 공법, RFID의 현황, 특성, 전망 등을 살펴보고 통합관리 시스템의 구축을 위한 전체적인 연구의 로드맵을 제시하는

* 학생회원, 성균관대학교 건축공학과 석사과정
** 종신회원, 성균관대학교 건축, 조경 및 토목공학부 부교수, 공학박사
*** 종신회원, 성균관대학교 건축, 조경 및 토목공학부 부교수, 공학박사
**** 종신회원, 광운대학교 건축학부 교수, 공학박사
***** 종신회원, 숭실대학교 건축학부 교수, 공학박사
***** 종신회원, 단국대학교 건축학부 교수, 공학박사
***** 일반회원, 대림산업(주) 연구개발부 대리

것이다.

제조업에 쓰여서 경제성, 생산성, 자동화 향상에 효과를 거두고 있는 SCM기법의 건설업 적용을 통해 경제성, 생산성, 자동화 향상에 기여할 수 있는 자동관리 시스템 구축의 토대를 마련하기 위해 커튼월 공법의 주요 특징을 파악하고 SCM의 적용가능성을 확인하였다. 또한 자동화를 위한 방안으로 Bar 코드보다 우수한 성능과 특징을 보이는 RFID를 분석해 보았다.

또한 커튼월 공법, SCM기법, RFID를 이용해 총생애자동화관리시스템을 구축하기 위한 전체적인 연구의 로드맵을 제시하였다.

2. 커튼 월(Curtain Wall) 공법의 중요성

커튼월은 국내 초고층 빌딩 건축에서 골조공사의 공기단축과 단순화를 위하여 건식공법으로 가장 많이 활용되고 있는 외장공법으로 기능적으로는 내·외부의 구분, 건축물의 이미지 결정, 외부의 환경조건에 대한 차단 및 조절 역할 등을 수행하는 건축 공사에 있어서 그 중요성이 매우 큰 공법이다. 또한 투자비용 측면에서 전체공사비에서 차지하는 비율이 약 10~15%로서 타공종에 비하여 상대적으로 높으며, 공정관리 측면에서는 일반적으로 주공정(critical path)상에 위치하는 주요 관리대상으로서 설계, 제작, 시공, 유지관리 단계에 걸쳐 세심한 관리가 요구된다.

따라서 커튼월 공사는 커튼월 설계단계에서부터 최적설계가 되어 제작, 시공, 유지관리 단계까지의 진행과정에 시기에 맞추어 제대로 반영되도록 검증되어 시행되어야 한다.

커튼월 공사의 Life cycle은 통상 건축설계, 커튼월 설계, 조달, 양중, 시공, 유지관리의 단계로 진행되며, 각 단계별로 설계업체, 커튼월 제조업체, 시공업체, 유지보수업체, 등 진공정에 약 30여개 업체가 관여하게 된다. 따라서 이를 유기적으로 연결하여 커튼월을 현장여건에 맞게 제작하고 일정에 맞게 시공하는 것은 특히 공기가 짧게 주어진 대형공사의 경우 가장 중요한 관리대상으로 볼 수 있다.

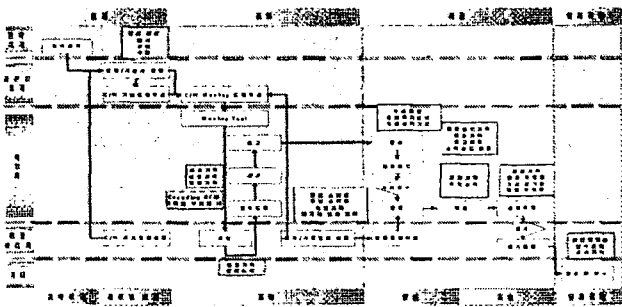


그림 1. 커튼월 공사의 Life-Cycle Flow

이러한 복잡한 공급체계로 인해 전체적인 커튼월 시공의 효율성을 향상시키기 위해서는 공급망 전체를 하나의 통합된 개체로 보고 이를 최적화하여 진행 각 단계별로 존재하는 불확실성과 낭비요소를 제거하고, 최저의 비용으로 요구성능을 만족시킴으로서 사업의 가치를 최대화하는 SCM

(Supply Chain Management)개념의 적용이 필수적이라 할 수 있다.

3. 건설산업에서의 SCM과 RFID의 적용

3.1 SCM의 적용

설계, 시공, 유지관리 단계를 포괄하는 관리 시스템에는 최근 제조분야에서 새로운 생산체계 개념으로 도입, 활용되고 있는 Supply-Chain-Management(SCM)의 개념이 적용될 수 있다.

SCM이란 제품의 생산 단계에서부터 소비자에게 최종적으로 판매될 때까지의 모든 과정을 연결시켜 관리하는 것을 의미하며, 그 목표는 종래의 생산 및 재고관리의 개념을 탈피하여 생산과 직결된 부품 및 원자재의 조달과정과 판매 및 유통과정을 혁신, 통합적으로 운용관리하고 공급망 간의 상호 협력적인 조정을 통해 특정 기업뿐만 아니라 공급망 전체의 이득을 극대화하고자 하는 것이다.

이때 Supply Chain에는 공급자, 제조자, 배송센터, 고객 등, 생산과 관련된 모든 개체들이 포함되며 그들 간의 정보 흐름, 상품 흐름, 현금 흐름에 맞추어 설계, 제조의 기능은 물론 통신 및 의사소통, 조정 및 제어, 제품과 프로세스 등이 관리대상이 된다.

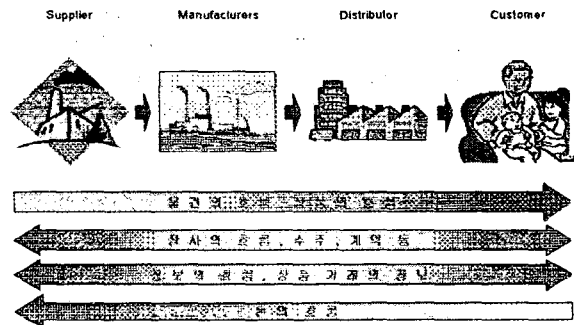


그림 2. SCM에서의 자원 흐름 개념

이와 같은 개념의 SCM을 크게 세 가지 관점에서 분류할 수 있는데 첫째는 기업경영에 있어 전략적으로 효율화를 꾀하는 관리경영차원으로 시간 경쟁 전략을 이용하여 납기의 단축, 비용절감을 위한 적시생산시스템(Just In Time; JIT), 흐름관리를 중심으로 하는 린 생산(Lean Production), 체제 개선을 위한 업무재설계(Business Process Reengineering), 자재 조달을 목적으로 하는 조달관리(Procurement Management), 자재 배분의 물류관리(Distribution Management), 원자재에서부터 완제품의 재고관리(Inventory Management), 가치경영을 위한 가치관리(Value Management) 등이 있다.

둘째는 공급망을 형성하고 있는 각 주체간 협력관계를 나타내는 조직운영차원으로 개별기업들을 사업 동반자로 구성하여 조직 내 중복작업을 제거하고 전략적 제휴, 상호 학습, 파트너링을 바탕으로 한 통합된 효율성을 추구하는 경영방식이라고 할 수 있다.

셋째는 공급망간 커뮤니케이션을 이루고 통합관리를 가능하게 하는 정보기술차원으로 공급망을 형성하는 기업들이 통합된 공급체인을 통해 하나의 유기체로서 운영되어야 하는데, 정보기술은 그것을 가능하게 하는 중요한 매개 요소이다. 여기에는 기업자원계획(Enterprise Resource Planning ; ERP)의 개념을 기반으로 다양한 최신 정보와 도구가 활용될 수 있다.

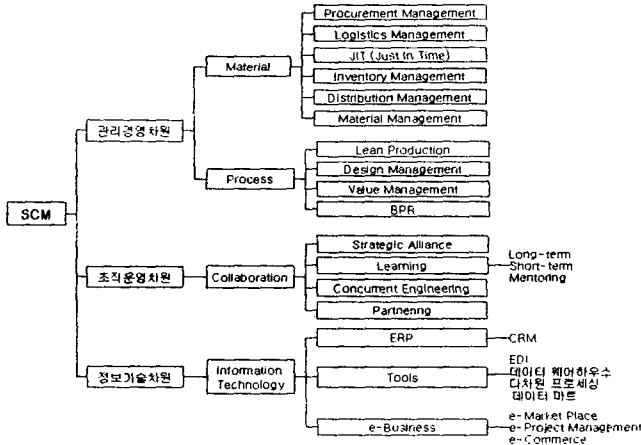


그림 3. SCM 개념의 영역

이상의 개념들을 종합해 보면 SCM은 공급사슬 전체를 하나의 개체로 보고 전체적인 차원에서 관리를 하는 것으로 SCM을 구축하기 위해서는 가장 먼저 공급사슬의 전체 길이를 단축하고, 공급사슬의 투명성을 확보하여야 하며, 공급사슬 전체를 하나의 시스템으로 보고 체계적으로 관리하기 위해, 정보화 기술의 활용이 필수적이다.

SCM의 개념은 본래 제조분야에서 비롯되었지만 그 정의와 주요 관점에서 나타난 내용들은 건설산업에 적용가능성이 크다. 즉, 건설 프로세스 역시 발주자, 설계자, 시공자, 협력업체, 그리고 납품업자 간의 Supply Chain이 형성되어 있으며, 특히 커튼 월과 같이 부품화된 제품을 설계, 제작, 시공, 유지관리에 있어 유효한 도구가 될 수 있다. 또한 각 단계와 관련 주체들 간에 빚어지는 비효율성을 개선하려는 노력의 일환으로 SCM의 기능과 가능성은 매우 크다고 할 수 있다.

3.2 RFID의 기술적 측면

본 연구에서는 SCM의 구현방법으로 'Radio Frequency Identification(자동무선인식; RFID)' 기술을 활용하고자 한다. RFID란 바코드(bar code)나 마그네틱 카드(Magnetic Strip Car Reader) 등과 같은 자동인식기술의 한 분야로서 SCM의 핵심인 자재의 흐름과 생산 프로세스, 그리고 정보관리 시스템의 도구로 중요한 기능을 갖는다.

비접촉식 인식기술인 RFID는 기본적으로 태그(tag)와 안테나(antenna)로 구성되며 Active RFID와 Passive RFID의 두 가지 타입이 있다. 현재는 대부분 Passive 형식이 주류를 이루고 있는데 작동원리는 태그가 안테나 범위(약 2m 이내) 들어오게 되면 안테나가 발산하는 전자기장을 통해

전류가 발생되고 이를 통해 태그 안에 있는 ID와 데이터가 안테나로 전송된다. Active RFID의 경우 원리는 Passive와 비슷하나 태그 안에 배터리가 포함되고 감지거리가 상대적으로 길다(최대 30m 이내)는 특징이 있다. RFID 인식은 기본적으로 안테나를 통해서 수행되지만 PDA나 RFID 전용 Reader를 통해서도 정보를 받을 수 있다.

RFID와 바코드(Bar Code)의 특징을 비교해 보면, RFID 태그에는 약 8KB에서 많게는 32KB의 데이터까지도 저장 가능하고 10만회 정도 지속적으로 read-write가 가능하다. 또한 동시에 256개까지 태그를 인식할 수 있으며 설치 사양에 따라 그 이상도 동시에 인식이 가능하기 때문에 한 개씩 스캔해야 하는 바코드에 비해 물류처리 시간이 대폭 감소될 수 있다는 큰 장점이 있다. 장애물 투과기능 역시 금속에 밀폐된 상태가 아니면 안테나 감지 범위 내에서도 인식이 되기 때문에 플라스틱 케이스 안에 넣어진 상태에서도 인식이 된다. 또 사용 환경 역시 종이에 비해 내구성이 뛰어나고 외부환경에서도 활용될 수 있다는 장점이 있으며 반영구적이다. 다만 아직까지 RFID의 단점이라면 경제성 측면인데 이는 현재 RFID의 chip가격이 미화로 5센트까지 떨어지고 있으며, 적용범위가 늘어날수록 경제성이 개선될 것으로 기대된다. 또한 RFID는 바코드보다 물류유통뿐만 아니라 프로세스 전반에 걸쳐 미치는 경제적 효과가 크기 때문에 프로세스가 개선되고 적절한 기법이 개발된다면 건설전반에의 적용확대 등을 통해 경제적 효과를 극대화 할 수 있다. 이상에서 설명된 RFID와 바코드와의 비교를 요약하면 아래 표와 같다.

표 1. 바코드와 RFID의 비교

비교대상	Bar Code	RFID
데이터 저장	ID만 표시	ID와 기타 사용자 지정 데이터 저장 가능
데이터 재사용	불가능	Read/Write 가능 (10만회정도)
인식방법	Bar Code Reader를 통해 1개씩	안테나를 통해 동시에 256개까지 인식
장애물 투과기능	없음	안테나 감지 범위 내에서 장애물 투과 (금속 또는 물은 제외)
사용환경	종이가 파손될 우려가 있는 곳 불가능	거의 모든 환경에서 활용가능
사용기간	제한적	반영구적
경제성	매우 저렴 (미화1-2센트 정도)	Passive 개당 500원 정도 Active 개당 2만원 정도

4. 연구개발의 로드맵

본 연구의 개발 과정은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) As-Is Model 구축

고층 건축물 커튼월 공사에서 SCM기법 도입을 위해 커튼월 공사 현황을 분석하고, 기존 업무와 각 참여주체별 Life-Cycle 단계별 업무프로세스를 분석하여 프로세스 재정립 및 개선을 통해 SCM기법 도입에 기반이 되는 As-Is Model을 구축한다.

2) 참여주체간 Supply Chain Management 요소를 도출 전문가 자문, 문헌조사, SCM기법 현황 등에 대한 분석을 통해 SCM기법 요소를 파악하고 1)에서 구축된 As-Is Model상의 참여주체들간의 관계 및 역할, 특징 등을 파악하여 SCM기법에 도입가능한 요소를 도출한다.

3) RFID기술의 SCM기법 적용성 분석

자재의 흐름과 생산 프로세스, 그리고 정보관리 시스템의 지속적인 관리를 위한 도구로 RFID기술을 사용하기 위해 RFID기술의 발전동향, 타 산업에서의 적용, 특성 분석, 건설업에 적용방안연구를 통해 SCM기법에 적용가능성을 분석한다.

4) 통합관리 System 개발

SCM기법과 RFID기술을 적용하여 제작/생산, 시공관리, 유지관리의 각 부문별 정보모델을 구축한 후, 커튼월의 통합적인 관리를 위한 System을 개발한다.

5) System 효용성 평가

개발된 통합관리 System을 현장에서 각 단계별로 적용하고 System 효용성 평가 및 Feedback을 위한 체계를 구축한다.

이와 같은 연구를 통해 다음과 같은 기대효과를 얻을 수 있을 것이다.

1) 기술적 측면

- 초고층 빌딩 커튼월에 대한 설계, 시공, 유지관리 단계의 통합관리 모델체제로 정보흐름의 효율성을 향상시키고 생산체계를 개선

- 현장 커튼월 자재관리의 효율성 향상과 시공품질 개선
- 건설정보화 및 고층 건물 생산기술의 혁신

2) 경제·산업적 측면

- 자재관리 측면에서 인력감축 효과와 재시공 방지, 품질의 향상 등에 따른 원가절감 및 경제성 향상
- 시공 및 유지관리 단계의 품질향상으로 인한 고객만족
- 건설산업 전반에 걸친 SCM 및 RFID기술 확산

3) 타 산업에 미치는 효과

- 정보산업분야에서 기술개발과 확산 단계에 있는 RFID 기술을 건설산업에 도입함으로써 동 기술의 적용범위를 확대. 이를 계기로 정보산업 분야와 건설산업 간의 연계 및 공동연구를 활성화

4) 관련 후속연구개발의 전망

본 연구결과의 성과에 따라 SCM 기반 Automated Life-cycle Management 기술 및 RFID 기술의 적용 대상은 커튼월 외에 건축재료, 건설인력의 관리 자동화, 건축재료 및 자재의 성능 예측 자동화 등 건설의 여러 부분에 적용될 수 있을 것이다.

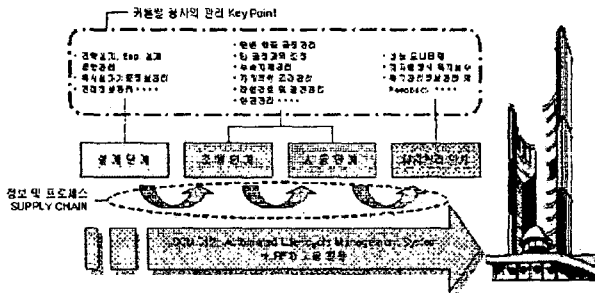


그림 4. 커튼월 공사의 생애주기와 SCM 및 RFID 기술 적용개념

참고문헌

1. 이영해, "e-비즈니스 시대의 SCM(공급사슬경영) 이론과 실제", 도서출판 문영각, 2002
2. 신철, "알기쉬운 ERP plus", ㈜ 미래와 경영, 2002
3. 하사이찌마사기 외 2인(2002), "씨플라이체인메니지먼트", 크라운출판사
4. 김장덕, "건설생산시스템의 새지평", 건축 3월호, 대한건축학회, 2000.3
5. 배재성, "건설업계 e-Business 도입 확산", LG경제연구소, LG주간경제, 2000.8
6. 김문한의 공저, "건설경영공학", 技文堂, 1999
7. 김성식, 「건설업의 진화 방향」, LG주간경제, 산업정보 11월, 2002

5. 결론 및 기대효과

본 연구에서는 제조업에서 경제성, 생산성, 자동화 측면에서 효과를 거두고 있는 SCM기법을 건설공사에, 특히 초고층 건물 커튼월에 도입하는 방안을 제시하였고 이 과정에서 자동화와 효과적인 관리를 위해 RFID기술을 도입하여 제안하였다.

Abstract

Cost, schedule, quality are the essential parts of success of every construction project. It is especially true in high-rise building construction. Among the construction components in high-rise building construction, curtain walls are very important elements for the project success because they take large portion of cost and schedule. However, curtain wall construction process are very complicated, where many entities including designers, suppliers, contractors and even maintenance contractors are involved. Therefore, control and management of their relationships and production process are critical. It is suggested that this can be solved by the concept of Supply Chain Management which is supported by the automated information technology with Radio Frequency Identification. Such concept is defined as 'Automated Life-Cycle Management System Based On SCM' and this study suggests road map to establish the system.

Keywords : Super High-Rise Building, Curtain Wall, Supply Chain Management (SCM), Radio Frequency Identification (RFID), Automated Life-cycle Management System