

# RFID/USN기술 기반의 차세대 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델

A Process Reference Model Development for RFID/USN Technologies based Next  
Generation Intelligent Construction Supply Chain Management

이 우 재\* 신 태 홍\*\* 윤 수 원\*\*\* 진 상 윤\*\*\*\* 권 순 욱\*\*\*\*\* 김 예 상\*\*\*\*\*1)  
Lee, Woo-Jae Shin, Tae-Hong Yoon, Su-Won Chin, Sang-yoon Kwon, Soon-Wook Kim, Yea-Sang

## 요 약

건설프로젝트가 점차 대형화, 고층화 되어감에 따라 프로젝트의 관리방식에 많은 변화가 요구되고 있다. 특히, RFID/USN과 같은 유비쿼터스 기술적용이 활발히 진행되고 있는 건설물류관리 분야를 중심으로 이를 효율화하기 위한 다양한 관점의 방안이 제시되고 있다. 이에 최근 건설현장을 지능화하기 위한 목적으로 개발되고 있는 지능형 장비의 도입은 건설현장에서의 건설물류관리에 새로운 프로세스 모델개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 바코드 및 RFID/USN기반의 개별 자재 형태로 제안되고 있는 기존 건설물류프로세스의 한계를 극복하고, 지능형 장비와 같은 건설물류관리의 변화요인들을 반영하여 건설공사에 사용되는 수많은 자재들이 이러한 변화된 프로세스에 쉽게 적용될 수 있는 가이드를 제공하기 위하여 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델을 개발하였다.

키워드: RFID, USN, 건설물류관리, 프로세스 레퍼런스 모델

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설프로젝트가 점차 대형화, 고층화 되어감에 따라 프로젝트의 관리방식에 많은 변화가 요구되고 있다. 또한, 건설현장에 RFID태그를 기반으로 한 센싱기술의 적용 및 다양한 무선네트워크 환경구축은 현장에서 실시간으로 전송이 가능한 다양한 정보의 획득 및 공유를 통해 의사결정 프로세스에 변화를 일으키

고 있으며, 이는 그동안 수작업과 같은 정보흐름의 단절로 인해 생기는 여러 문제를 해결하는데 도움을 주어 결과적으로 관리능력의 향상 및 건설현장의 지능화를 꾀하고 있다.

특히, RFID/USN과 같은 유비쿼터스 기술적용이 활발히 진행되고 있는 건설물류관리 분야를 중심으로 이를 효율화하기 위한 다양한 관점의 방안이 제시되고 있다.

그러나, 기존의 연구가 철골, 커튼월과 같은 개별 자재가 가지고 있는 특성을 중심으로 건설물류관리 방안이 제시됨으로써, 실제 공사에서 사용되는 수많은 자재를 중심으로 한 건설물류관리 프로세스 모델로 활용되기에는 한계를 가지고 있으며, 최근 건설현장에서 건설물류관리 단계에서 발생하는 정보의 흐름의 효율화를 위해 개발된 지능형 장비의 개발은 지능적으로 변화고 있는 현장의 특성을 반영한 새로운 건설물류관리 프로세스 모델을 필요로 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 RFID/USN기반의 개별 자재 형태로 제안되고 있는 기존 건설물류프로세스의 한계를 극복하고, 지능형 장비와 같은 건설물류관리의 변화요인들을 반영하여 건설공사에 사용되는 수많은 자재들이 이러한 변화된 프로세스에 쉽게 적용될 수 있

\* 일반회원, 성균관대학교 건설환경시스템공학과, 석사과정, plum80@skku.edu  
\*\* 일반회원, 성균관대학교 건설환경시스템공학과, 박사과정, cmcic@skku.edu  
\*\*\* 일반회원, (주)두울테크 기술 연구소 팀장  
\*\*\*\* 종신회원, 성균관대학교 건축공학과 부교수(교신저자), 공학박사, schin@skku.ac.kr  
\*\*\*\*\* 종신회원, 성균관대학교 건축공학과 조교수, 공학박사,  
\*\*\*\*\* 종신회원, 성균관대학교 건축학과 교수, 공학박사,  
건설핵심기술 연구개발사업 차세대 지능형 건설물류관리 자동화 체계 개발과제('06~'09) 연구결과의 일부임.  
과제번호 06건설핵심D16

는 가이드를 제공하기 위하여 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델을 제안하고자 한다.

## 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델 구축을 위하여, 먼저 기반 연구로 현행 건설 산업의 물류관리의 특징을 분석하여 문제점을 파악하였다. 다음으로 기존 물류관리에 적용된 기술을 분석하여 본 연구의 기반이 되는 지능형 건설물류관리 프로세스를 체계 및 개념을 제시하였다. 끝으로 건설자재의 물류흐름을 정형화 할 수 있는 RFID/USN기술 기반의 지능형 건설물류 프로세스 레퍼런스 모델을 제안하고 7가지 대표자재를 통해 모델을 검증하였다.

## 2. 이론적 고찰

본 연구에서는 지능형 건설물류관리 시스템을 구축하기 위한 프로세스 레퍼런스 모델의 효과적인 도출을 위해 건설물류관리의 특징 및 관련 연구의 동향을 분석하여 문제점을 파악하였다.

### 2.1 건설자재물류관리의 특징

건설 산업에서 자재물류관리는 주문생산, 다수의 공급업체와 소수의 사용자, 프로젝트별로 상이한 공급체계 등으로 인해 일반 제조업과 상이한 특징과 문제점을 안고 있다.

#### 1) 주문 생산체계

건설 산업은 발주자의 주문 및 요구에 의해 프로젝트가 시작·조정·운영되는 특성을 가지고 있다. 특히 주문단계에서 본사에 의한 주문이 일반적이지만 현장에서 주문해야 하는 자재가 발생하거나 현장주문이 유리하다고 판단되는 경우는 본사에 승인을 받아 주문하고 있는 실정이다. 이로 인해 공급체계의 조직화, 표준화 및 정보축적의 어려움을 발생시켜 생산체계의 효율화, 최적화 및 장기수급 계획 수립에 장애요인으로 작용하고 있다.

#### 2) 다수의 공급체계, 소수의 사용자

건설 산업은 다수의 부품공급업체, 협력업체 등으로부터 특정 현장으로 물류가 집중되는 특성을 가지고 있다. 최종 소비자 및 현장의 요구에 적극적으로 대응할 수 있는 물류관리 시스템 수립이 필요하지만 공사 현장의 조건에 따라 동일 유형 및 설계의 공사인 경우에도 작업 여건이 다르고 공사과정에 변화가 심하기 때문에 획일적인 물류 관리가 어려우며, 투입 자재의 종류가 복잡하고 건설 공사의 불확실성 때문에 발생하는 긴급조달 등의 문제에 대처하기 위하여 물류의 현황을 신속·정확하게 파악할 필요가 있다.

#### 3) 임시와 분절된 공급체계

건설 산업은 물류 프로세스를 구성하는 공급체계가 제조업과는 달리 프로젝트마다 구성원이 변하며 상호 의존적이기는 하나 각기 다른 계약조건 및 수행 절차에 따라 책임과 권한이 자주 변경되는 특성을 가지고 있다. 이로 인해 건설 산업의 물류관리분야의 경우 진행 각 단계에서 정보의 누락 및 오류가 발생하고 있다.

### 2.2 건설 물류관리 프로세스 관련 연구 현황

최근 건설 산업의 특성에 적합한 건설 물류 프로세스의 효율화를 위한 다양한 시도 및 연구가 진행되고 있다. 건설물류관리 프로세스를 개선한 연구로 PC부재의 반입 및 재고 단계의 정보를 수집하고 현장의 효율적인 부재관리를 수행할 수 있도록 바코드를 활용하였다(강경인,1995). 또한 커튼월 자재에 바코드를 활용하여 자재 조달 및 양중 단계에서 발생하는 자재의 상태정보를 제시(안병주, 2003)하고 커튼월에 대한 자재조달 및 양중프로세스 관리를 체계를 제시한 연구(이형수, 2004)가 수행되었다. 하지만 바코드의 손상 등 전반적인 자재 흐름에 대한 정보수집이 불가능한 바코드의 기술적 한계점이 파악되었다. 이와 같은 기술적 한계점을 개선하기 위하여 RFID기술을 적용한 연구가 수행되었다. 건설산업에서 자재관리를 위해 RFID리더를 부착한 구조물을 제시하고, 개별파이프의 입고단계를 초점으로 자재관리를 실시하였다(JongChul Song, 2005). 또한 마감자재를 대상으로 자재의 주문에서 입고단계까지 관리할 수 있는 자재조달 프로세스에 RFID 기술을 적용한 연구(한재구, 2006), 철골(진상윤, 2005), 커튼월(윤수원, 2005), 마감자재(권순욱, 2004) 등 주요 자재를 중심으로 RFID 기술 기반의 물류관리 개선 연구가 확대되고 있다. 하지만 기존의 건설 산업에서의 바코드와 RFID 기술은 단일자재 혹은 주문 및 조달단계 등 일부 국한된 단일공종에서의 자재물류관리에 적용되어 진행되고 있으며, 건설 프로젝트와 관련한 전체 자재 물류 프로세스에서의 적용은 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 바코드 및 RFID기술이 가지는 기술적 한계점을 개선하기 위해 RFID/USN기반의 지능형 장비를 적용하여, 다양한 자재가 가지는 서로 상이하고 다양한 프로세스에 쉽게 적용될 수 있는 가이드 역할의 프로세스 레퍼런스 모델을 도출하고자 한다.

## 3. 차세대 지능형 건설물류관리

본 연구에서는 앞서 언급한 기존 건설물류관리의 문제점 해결 및 효율적인 물류관리를 수행하기위한 방안으로써 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델을 제안하고 향후 건설물류관리 자동화 체계를 개발하는 것이다.

표 1. 바코드 및 RFID의 기술적 한계점

| 구분   | 기술적 한계점  |
|------|--|
| 바코드  | - 자재의 개별관리가 불가능<br>(바코드의 경우, 자재type ID(상품단위) 인식만 가능)<br>- 바코드 손상 발생<br>- 공장생산과 같은 일부 단계에서만 한정적으로 적용되어 전반적인 자재 흐름에 대한 정보수집이 불가능하다는 한계를 가지고 있음 |
| RFID | - 현재 RFID기술만을 단독으로 적용하여 전 프로세스에 발생하는 생산, 품질, 물류, 시공 정보를 모두 관리할 수 없음<br>- 자재의 실시간 위치 정보 파악 및 공유 한계(자재의 위치추적 불가능)<br>- Data Acquisition 문제점 발생 |

### 3.1 차세대 지능형 건설물류관리의 개념

지능형 건설물류관리는 차세대 지능형 건설물류관리 프로세스 모델 및 시스템 개발과 차세대 지능형 건설물류 장비(건설형 RFID tag, Intelligent Pallet[이하 I.P], Intelligent Trailer[이하 I.T], Intelligent Hoist[이하 I.H], Gate Sensor[이하 G.S])로 구성되며, 개발될 시스템 및 장비는 초대형 건축물 공사의 생산에서 시공에 이르는 물류관리 프로세스에 관련된 정보 교류 및 관리를 최적화할 수 있을 것이다. 이를 효율적으로 수행하기 위한 기반 기술로 RFID 및 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술이 활용되었다.

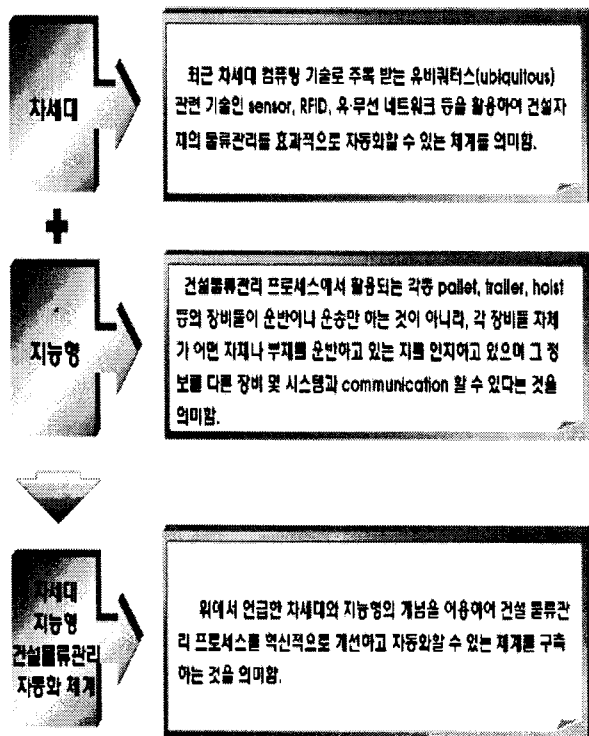



그림 1. 차세대 지능형 건설물류관리 체계 개념

### 3.2 지능형 건설물류관리를 위한 지능형 장비

지능형 건설물류관리를 효과적으로 달성하기 위해서 건설물류프로세스 단계에 RFID/USN기술 기반의 지능형 장비를 활용하여 자재의 특성에 따라 일부분 또는 전체를 대상으로 관리가 이루어진다.

표 2는 지능형 건설물류관리에 적용된 지능형 장비를 나타내며 각 장비의 기능을 보여준다.

표 2. 지능형 장비 및 기능

| 지능형 장비   | 기능   |
|--|--|
| IP     | 자재에 부착된 RFID tag 인식을 통한 자재의 인식 및 자재 정보 수집과 ZigBee 노드 등의 무선 네트워크 기술을 이용하여 수집된 정보를 물류관리 서버와 상호 송수신하고 다른 지능화된 장비와도 통신가능 |
| IT     | 자재가 적재된 Intelligent Pallet 이 상·하차 시, Zigbee통신을 통해 상·하차된 자재가 무엇인지 자동인식하고 습득한 정보를 저장관리하며, 무선네트워크 기술을 이용한 정보발송 가능       |
| G.S  | -자재공장과 건설현장에서 차량의 입·출고 시 IT의 접근을 인식하여 차량 및 자재인식 가능.<br>-IT에게 건설현장 위치 또는 야적장의 위치, 대기 위치 등을 지시 및 통제기능                  |
| I.H  | 자재의 양중 프로세스 상에서 발생하는 정보를 습득하여 자동 관리하고 이로 인해 자재의 현황을 정확히 파악하여 현장에서 신속한 양중을 수행하는 기능                                    |

### 4. 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델

본 절에서는 앞서 언급한 지능형 장비를 활용하여 다양한 건설자재의 관리를 효율적으로 수행할 수 있는 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델을 제안하고 7가지 대표자재를 통해 모델을 검증하였다.

#### 4.1 프로세스 레퍼런스 모델의 정의 및 개념

본 연구에서는 효율적 건설물류관리를 수행하기 위해 RFID/USN기반의 지능형 장비를 활용하여 다양한 건설자재를 포괄할 수 있는 가장 기본이 되는 프로세스를 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델이라고 정의하였다. 이는 기존의 단일 자재 혹은 단일공정의 물류프로세스에서 나타난 서로 상이한 자재관리

프로세스를 포괄할 수 있는 상위개념의 모델이며, 이를 바탕으로 자재의 특성에 따른 대표자재를 선정하여 레퍼런스 모델을 수정함으로써 일부 혹은 전체 프로세스를 통한 효율적인 물류관리를 할 수 있다. 본 연구에서는 RFID기술을 통해 관리할 수 있는 RFID를 이용한 건설 물류관리 프로세스 타입 분석(구도형, 2006)의 7가지 대표자재를 대상으로 프로세스 레퍼런스 모델을 적용하였다.

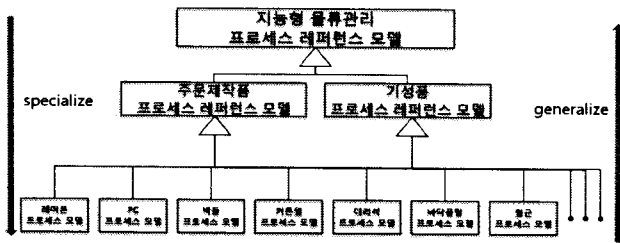


그림 2 지능형 건설물류관리 프로세스 모델 개념도

#### 4.2 프로세스 레퍼런스 모델의 범위

본 연구에서의 프로세스 레퍼런스 모델은 RFID/USN 기반의 지능형 장비를 활용하여 현장 혹은 본사의 소요자재 계획에서부터 자재의 생산, 현장 입고, 설치되어 진도를 측정 및 확인단계까지를 프로세스의 범위로 하고 있으며 이를 기반으로 ERP, MRP, PMIS, 물류관리시스템간 발생하는 공통된 자재 정보를 통해 현장, 협력업체 및 공사참여자들간에 발생하는 현황 정보를 수집·관리할 수 있도록 한다.

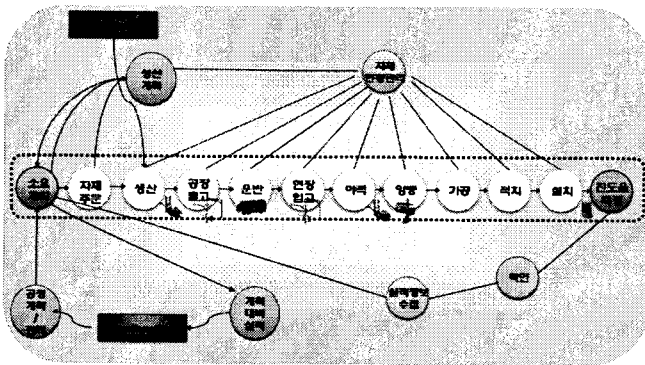


그림 3 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델 범위

#### 4.3 프로세스 레퍼런스 모델

프로세스 레퍼런스 모델은 크게 주문제작과 기성품 자재로 구분하여 프로세스를 정립하였다. 기성품을 사용하는 경우에는 미리 대량생산되어진 제품을 현장에 맞는 수량만큼 주문하여 사용하기 때문에 현장공기에 영향을 줄 수 있는 경우가 극히 미비하지만, 주문생산제품을 사용하는 경우에는 주로 현장에서 주문

을 하는 동시에 제품생산이 발생하므로 자재의 특성상 긴 리드타임을 가진다.

특히 주문제작품은 전 단계를 거쳐 물류관리가 이루어지는 반면, 기성품은 반입의 단계에서부터 물류관리가 이루어 지므로 자재의 특성에 따라 물류프로세스상에서 발생하는 관리단계 및 관리요소가 상이하다. 다음 그림 4.5는 주문제작품과 기성품의 프로세스 레퍼런스 모델이다.

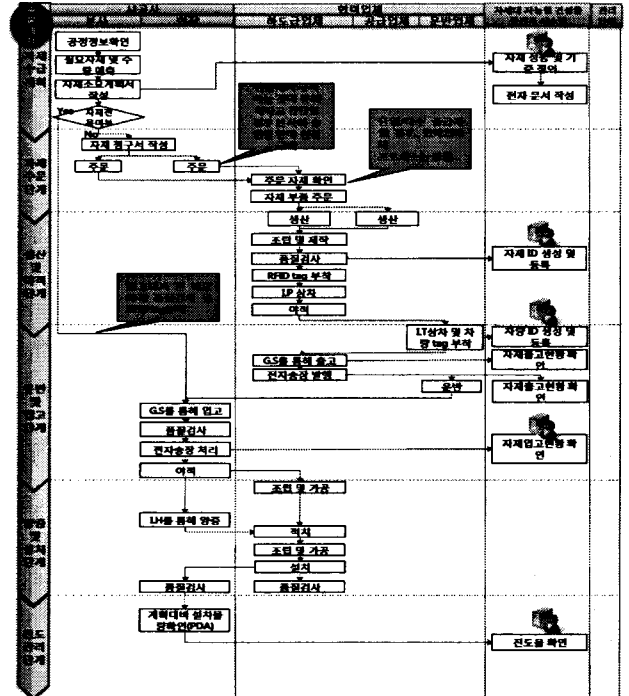


그림 4. 주문제작품 프로세스 레퍼런스 모델

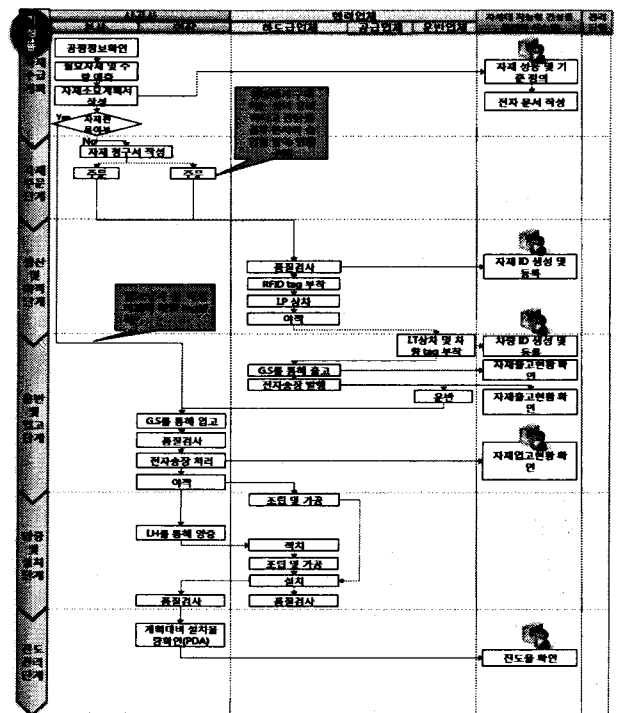


그림 5. 기성품 프로세스 레퍼런스 모델

위에서 도출된 주문제작품과 기성품의 프로세스 레퍼런스 모델을 참조하여 4.1절에서 언급한 7가지의 대표자재를 대상으로 건설물류관리가 가능하도록 자재의 물성 및 형태 등의 특성에 맞게 프로세스 레퍼런스 모델을 수정하여 검증한 프로세스 모델은 그림 6,7 과 같다.

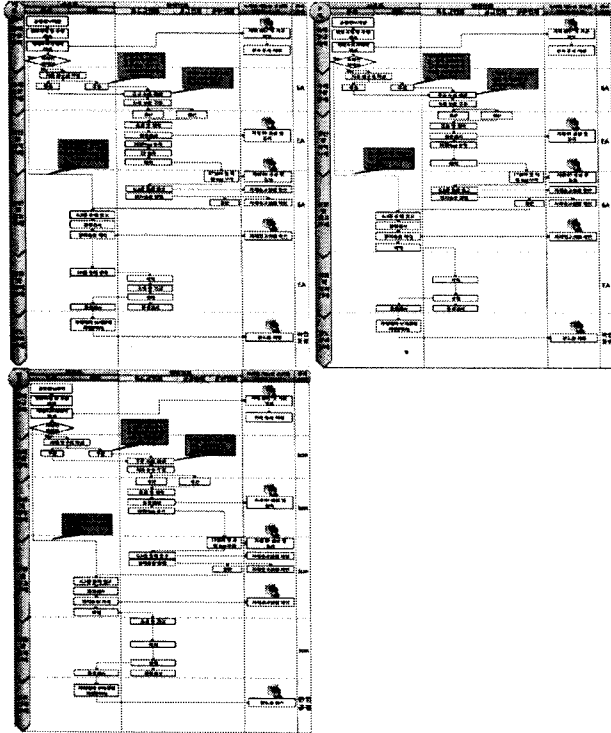


그림 6. 커튼월, PC, 철근(주문제작품) 물류관리 프로세스 모델

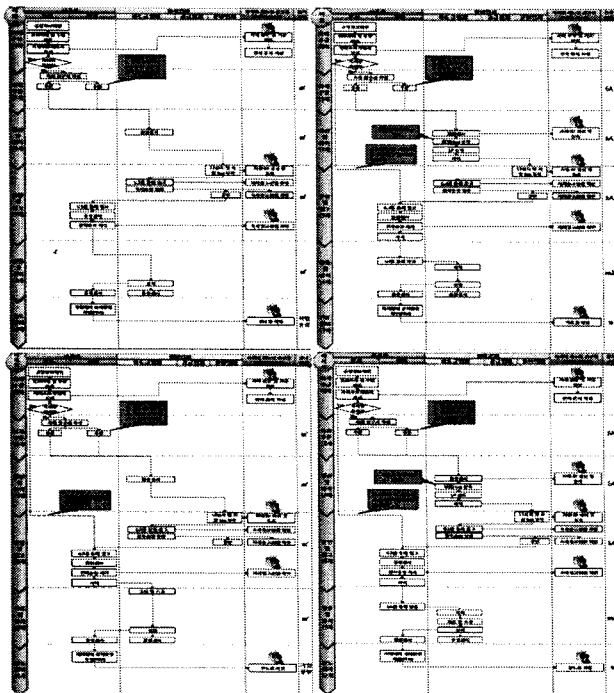


그림 7. 레미콘, 벽돌, 바닥모탈, 대리석(기성품) 물류관리 프로세스 모델

## 5. 결론

본 연구에서는 기존 건설물류관리에서 발생한 한계점 개선 및 효율적인 물류관리를 수행하기 위한 방안으로써 RFID/USN기술 기반의 지능형 장비를 활용한 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델을 제안하고, 이를 바탕으로 7가지 대표자재의 지능형 건설물류관리 프로세스를 도출하였다.

본 연구에서 제안한 지능형 건설물류관리 프로세스 레퍼런스 모델의 기대효과는 다음과 같다.

건설현장에서 사용되는 다양한 자재별 지능형 물류관리상의 특성을 반영한 지능형 물류관리 프로세스 정의 시 가이드 역할이 될 수 있으며, 지능형 건설물류관리 시스템 개발시 요구되는 프로세스별 정보항목 도출을 기반연구로 활용될 수 있을 것이다.

또한, 이렇게 정의된 프로세스를 지원하기 위한 차세대 지능형 물류관리시스템 구축시 프로세스 레퍼런스 모델을 활용할 경우 자재별로 상이한 물류관리 프로세스를 손쉽게 시스템상에서 설정할 수 있어 효율적인 시스템구축을 가능하게 한다.

## 참고문헌

1. 강현구 외 2명, 「RFID 기술 적용에 따른 유닛타입 커튼월 공사의 효율성 분석」, 건설관리학회 논문집, 2008
2. 박창욱 외 2명, 「RFID 기술을 이용한 철골공사 자재관리 사례분석 및 개선방안제시」, 한국건축시공학회 학술논문발표회 논문집, 2007
3. 배기선 외 1명, 「건설분야에서의 RFID/USN의 활용현황」, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2007
4. 이재민 외 1명, 「자재구매 및 조달관리가 공정에 미치는 영향분석」, 대한건축학회 논문집(구조계), 2007
5. 구도형 외 2명, 「RFID를 이용한 건설물류관리 프로세스 타입 분석」, 한국건설관리학회 논문집, 2006
6. 김상중 외 2명, 「건축현장 마감자재 조달프로세스 영향요인 분석에 관한 연구」, 대한건축학회 논문집, 2003
7. 송상훈 외 2명, 「건설현장 공사관리 프로세스 개선방안」, 대한건축학회 논문집, 2003
8. 이현수 외 2명, 「정보분석을 통한 자재관리 프로세스 재설계」, 대한건축학회 논문집, 2002

---

## Abstract

A lot of changes are required in a management method of a project because the character of construction projects gets bigger and higher gradually. Especially, for the efficiency of the management method the plans of various viewpoints focused on the construction supply chain field that the technical application of Ubiquitous Technologies such as RFID/USN is being advanced actively are presented. Recently, the introduction of the intelligent equipment which is developed for intelligence of construction site requires the new process model in the construction supply chain management on the construction site.

Therefore, this study is to propose the intelligent construction supply chain reference model development in order to provide the guide that the numerous materials for construction could easily be applied in the changed process, as mentioned above, by overcoming the limit of the existing construction supply chain process which is proposed as bar codes and RFID/USN based individual material types and reflecting the change factors like the intelligent equipment of construction supply chain management.

Keywords : RFID, USN, Construction Supply Chain Management, Process Reference Model

---