

# 건설자재의 공동주택 현장 적용을 위한 RFID 부착 및 인식에 관한 실험적 연구

An Experimental Study for RFID Application of Construction Materials in an Apartment House Construction Site

주 기 범\*  
Ju, Ki-Beom

한 충 한\*\*  
Han, Choong-Han

## 요 약

최근 건설 산업은 정보기술을 접목하여 효율성과 경쟁력을 높이는데 많은 관심을 가지고 있다. 그 중에서도 RFID는 다양한 분야에 적용되고 있으나 건설 산업의 기본 요소인 건설자재에는 다양한 물리적, 화학적 특성 및 사용 환경 요인 등으로 인하여 적용이 용이하지 않아 현장에 적용 사례가 많지 않은 것으로 파악되고 있다. RFID를 건설 산업에 효율적으로 적용하기 위해서는 먼저 RFID 코드발급과 이를 체계적으로 관리할 수 있는 체계가 마련되어야 하고 두 번째로 건설자재 적용을 위한 주파수, 사양, 프로토콜, 패키지방법, 인식 방법 등의 표준화연구가 필수적이다. 본 연구에서는 RFID코드발급과 관리방안을 마련하고 건설자재에 적합한 RFID Tag을 선정하기 위하여 건설자재의 물성/환경적 특성 분석, 건설자재의 현장 도입 및 관리 단위, 관리형태 등을 분석하여 건설자재별 적합한 RFID 태그를 선정하고자 진행되었다. 현장 실험은 건설현장 반입 및 관리 단계로 구분하여 실험을 실시하였다. 다양한 실험 결과는 향후 건설현장에서 RFID를 활용할 경우 시행착오를 줄일 수 있는 좋은 사례가 될 수 있을 것이다.

키워드 : 건설자재, RFID코드체계, 건설자재통합정보시스템, RFID 태그, 패키징

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 모든 산업이 각각의 영역에서만 발전하는 것이 아니라 타 산업과의 융합을 통한 새로운 분야가 다양하게 나타나고 있다. 건설산업과 IT산업의 융합은 현재 건설 산업의 트렌드로써 건설경영과 현장관리 측면에서 효율성과 경쟁력을 높이는데 목적을 두고 있다. 그중에서도 RFID(Radio Frequency Identification) 기술 적용은 이러한 목적 달성에 중추적인 역할을 할 것으로 예상되며, 곧 전 산업분야로 확산될 계획이다. 바코드를 대체하는 RFID는 현재 그 실효성과 단가로 인하여 단편적으로 활용되고 있고 다양하게 활용되고 있지는 못한 실정이다. 하지만 바코드가 최초 도입되고 10년 이상이 지난 후부터 제대로 활용된 사례를 볼 때

RFID도 조만간 그 활용사례가 다양하게 나타날 것으로 예상된다. 또한 건설산업에서도 RFID를 활용한 다양한 연구 및 실험들이 진행되고 있지만 RFID 코드는 제각각 부여하고 있고, 총괄적으로 관리하고 있지 못함으로 인해 A사에서 부여한 RFID코드를 B사에서는 인식하지 못하는 표준의 문제를 야기 시키고 있다.

본 연구에서는 건설공사의 가장 기본 요소가 되는 건설자재에 RFID를 부착하여 건설자재의 효율적 관리를 목적으로 진행되었다. 첫 번째로 RFID 코드 표준안을 제시하여 건설자재에 부여하는 코드를 표준화 하고 통합관리 될 수 있도록 하는 연구와 두 번째로 건설자재에 RFID를 부착하기 위한 연구를 진행하였다. 건설자재는 다양한 물리적, 화학적, 사용 환경적 특성 때문에 RFID를 쉽게 부착할 수 없으므로 이러한 특성을 고려한 RFID태그 패키징 방법, 부착방식의 연구는 건설부문의 환경특성 및 적용의 특수성으로 인해 어려움을 겪고 있는 이 분야에 중

\* 일반회원, 한국건설기술연구원 선임연구원(교신저자), kbju@sict.re.kr

\*\* 일반회원, 한국건설기술연구원 책임연구원, 공학박사, chhan@kict.re.kr

은 사례를 제시할 수 있을 것이다. 그리고 연구 개발된 RFID 태그 제품들을 고부가가치 건설 분야(자재생산, 공정관리, 안전관리, 유지보수 등)에 시험, 적용하여 현장적용 가능성과 보완기술을 제공할 수 있는 척도를 마련 할 수 있을 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

첫째, RFID 코드발급체계와 이의 관리를 위하여 코드발급시스템의 구축에 관한 방법을 연구하였다.

둘째, 국내에서 사용가능한 RFID 장비의 선정을 위한 시험을 수행하였다.

셋째, 기존 태그로 적용하기가 어려워 RFID의 성능을 보완할 수 있도록 대상 건설자재 중에서 1차적으로 패키징이 필수적인 5가지 종류의 자재를 선정하였다.

넷째, 기존 RFID 태그의 문제점 및 인식률을 분석하기 위해 선정된 자재에 현재 시판되는 RFID 태그를 부착한 후 인식률, 적용가능성을 분석하고 실증테스트를 통해 자재별 적용방안을 도출하였다.

다섯째, 건축자재별 물성 특성을 고려하고 사용 환경 및 적용 부분 실사를 통해 시제품 태그를 제작한 후 패키징 후의 인식률 분석시험을 하였다.

여섯째, RFID 태그를 부착한 건설자재의 유통 과정 검증과 RFID를 활용한 건설자재의 현장관리 가능성을 확인하고자 현장실험을 수행하였다.

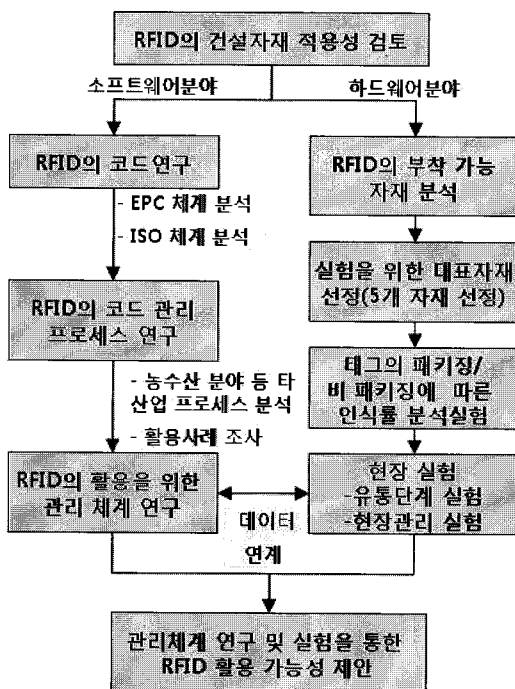


그림 1. 연구 흐름도

이와 같은 방법을 통하여 본 연구에서는 건설현장의 RFID를 활용하는 실험적 방안을 모색하여 건설업 생산성향상에 기여하고자 하였다.

### 1.3 국내 · 외 기술동향

국내 RFID 산업은 크게 칩, 태그, 리더, 안테나 등의 하드웨어 개발기업과 미들웨어 및 패키지 소프트웨어를 개발하는 소프트웨어 개발기업, 시스템통합기업, 솔루션 및 통신서비스 기업으로 구분할 수 있다. 국내 RFID 하드웨어 기업들은 국책연구소인 한국전자통신연구원을 중심으로 기술개발에 나서고 있으며, 선진국에 비해 뒤쳐져 있는 기술격차를 줄이고, 첨단 기술과 제품의 경쟁력을 확보하는데 중점을 두고 노력하고 있다. (표 1. 참조) 삼성전자, 하이닉스반도체 등은 RFID 칩 개발에 주력하고 있으며 다양한 장비 업체들이 RFID 리더 및 안테나 개발에 주력하고 있다. 특히 2004년과 2005에 걸쳐 RFID 정부시범사업을 통해 SI(System Integration)기업을 중심으로 한 RFID 관련 기업 간 협력활동이 본격화 되었으며, 각 기업별로 핵심기술 개발, 시범사업 발굴, 신규 사업 창출 등 대/내외적인 역량을 키우기 위해, RFID 관련 조직을 신설하거나 투자를 확대하는 등 그 행보가 매우 빨라지고 있다.

표 1. RFID 장비별 국내외 기술 현황

항목	국외	국내
칩	-Chip 원천 기술 확보 -대량 생산 기술 확보 -안정성 및 신뢰성 검증 -가격경쟁력 우수	-Chip 제조기술 개발 중 -국내 수요 중 98%이상 외산제품
태그 안테나	-안테나 설계 기술 확보 -대량 생산 기술 확보 -안정성 및 신뢰성 검증 -가격경쟁력 우수	-안테나 설계 초기 단계 -국내 수요 중 95%이상 외산제품
태그 패키징	-다양한 용도/특성 Package 개발 -비용적 기술 낮음 -안정성 검증 -국내에 비해 고가	-일부 용도의 Package 개발 -비용적 기술 낮음 -재연성 부분의 안정성 부족 -표준 규격 미련 미흡
리더	-대역 범용 기술 확보 -대량 생산 기술 확보 -안정성 및 신뢰성 검증 -가격경쟁력 우수	-특성 대역의 기술 개발 중 -안정성 및 신뢰성 미진

### 1.4 관련 연구

RFID 기술은 국내에서도 물류, 교통, 의료, 공항 등 다양한 분야에서 응용된 사례가 있으며, 계속하여 진화하고 있으나 국내 건설 분야에서의 적용은 노무관리, 건설자재 관리(레미콘, 커튼월) 등에 제한적으로 활용되고 있다. 정보통신부는 2004년에 정

부 주도아래 RFID 기술 활성화를 위한 시범사업을 항공, 유통, 축산 등 여러 분야에 걸쳐 진행하였으며, 2005년에는 적용 및 구축사례를 확산하기 위한 노력들이 여러 부처 및 산업계로 확산하는 단계에 있으며 2006년도에는 u-IT 선도 사업 과제로 RFID확산사업이 추진되고 있다. 정보통신부 시범사업과 확산사업은 국내의 RFID 기술 수준이 선진국과 격차가 있었음에도 불구하고 이를 극복할 수 있는 계기와 RFID에 대한 확신을 심어줬다는 성과와 정부공공분야의 RFID 본격 적용을 통한 업무 프로세스 혁신 및 대국민 서비스 개선과 사업 추진고정을 통해 RFID 상용화 촉진 및 관련 산업 육성을 위한 대규모 수요창출 실현하고자 하는 의미가 있다.

산업자원부에서도 2004년, 2005년도에 RFID를 적용하는 시범사업을 시행했다. 특히, 이 시범사업은 정보통신부가 공공분야의 RFID 적용 부분에 대해 초점을 맞추었다면 민간 기업을 대상으로 유통/물류분야의 시범 사업을 전개했다는 차이점이 있다.

건설자재에 RFID를 실제 적용하는 국내의 연구로 한재구 외 (2004)는 마감자재에 RFID 태그를 부착하여 모니터링할 수 있는 시스템을 개발하기 위하여 천장재를 대상으로 인식능력을 실험하였다. 이 실험에서는 RFID를 활용한 자재관리 시범시스템 구축과 마감재의 초고층빌딩 현장실험을 통하여 RFID기술의 문제점과 해결책을 제시하였다. 이민우 외 (2006)는 철근 가공 공장에서의 자재조달 프로세스를 RFID 시스템과 접목시킴으로써, 기존의 RFID 시스템의 적용을 금속자재까지 확대하면서, 태그 패키징방법과 제작에 대한 고려를 연구한바 있다.

박창욱 외 (2007)은 RFID를 적용한 철골공장의 현장 사례를 분석하여 철골공사의 자재조달 및 양중의 자동화를 위한 개선 방안을 제시하였다.

김용배 외 (2008)은 커튼월에 RFID를 부착하여 인식성능테스트를 수행하였고, 건설환경에 적합한 RFID 기술 도출 및 적용방안에 대한 연구를 요청하였다.

구도형 외 (2008)은 각 공종별 주요자재별로 RFID의 기술적 적용의 가능성 여부를 조사하여, 현재 RFID 기술의 문제점과 한계를 명확히 파악하였다.

## 2. RFID 적용성 연구

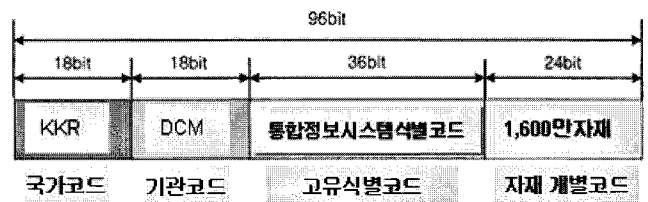
### 2.1 RFID 코드 관리 체계

RFID 코드의 표준 제안은 현재 각각 특별한 표준없이 RFID 코드를 입력하여 사용하고 있는 문제점을 인식하고 향후 건설자재의 활용성 증대를 위해 코드 표준안을 제시하고자 하였다.

건설자재에 RFID가 부착되어 제대로 유통·활용되기 위해서

는 IS(Information Server), ONS(Object Naming Server), ODS(Object Destination Server) 등을 포함하는 다양한 부가 장비 및 미들웨어들이 필요하지만 본 연구에서는 건설자재 통합 정보시스템을 IS로 두고 ONS와 ODS는 시험하는 방법으로 연구되었다. 현재 우리나라는 지식경제부 기술표준원과 한국유통물류진흥원(NIDL)이 RFID코드관리 및 등록기관으로 지정되어 있으며, 국제등록기관(NEN)으로부터 국가코드인 KKR을 공식적으로 할당받아 업무를 수행하고 있다. 본 연구에서는 ISO/IEC 15459 국제 표준을 준수하는 국가 코드 체계에 따라 KS표준을 따르는 체계로 코드를 구성하였다.

표 2. 본 연구에서 채택한 코드체계



국가코드는 KKR로 고정하고 기관코드는 건설자재용으로 한국유통물류진흥원에서 DCM으로 코드를 할당받아 한국건설기술연구원에서 관리하도록 승인되었다. 고유식별코드는 RFID코드 관리를 위하여 통합정보시스템에 건설자재를 등록하도록 하여 자재별로 고유식별코드를 부여받도록 하였으며, 각 자재별로 시리얼 코드를 할당할 수 있도록 1,600만개의 시리얼 코드를 부여할 수 있도록 구성하였다.

현재 RFID와의 서비스연동을 위한 네트워크 표준은 국내에 마련되어 있지 않아 본 코드체계의 RFID와의 서비스를 위한 연동은 자체적으로 구현하여도 표준준수에는 무리가 없어 보인다.

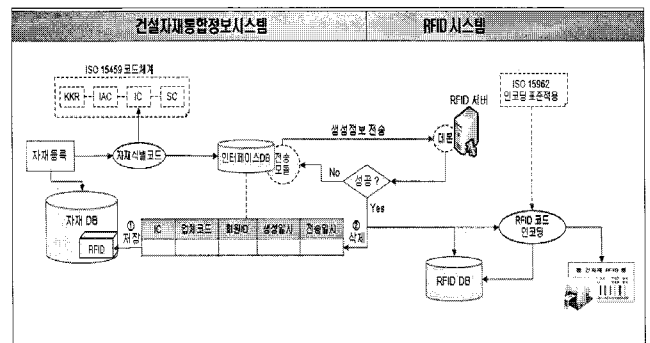


그림2. RFID 코드발급 프로세스

표2의 확정된 코드 체계를 따라 RFID코드는 그림2와 같은 프로세스를 거쳐 건설자재통합정보시스템에서 발급되고 검색 및

관리를 할 수 있도록 다음과 같은 내용을 제공하도록 구성되었다.

**1) RFID정보 실시간 연계**

- 자재분류 및 식별코드를 RFID정보와 상호 실시간 연계하여 생산자정보, 제조 및 출고일자, 상품명, RFID코드 번호 제공
- 자재의 이력(유통)정보 제공

**2) RFID 태그 활용한 자재 상세정보 제공**

- RFID 태그 정보를 활용한 자재통합정보 DB내 자재 관련한 다양한 정보 및 업체정보 제공

**3) 검색프로세스와 기능 연계**

- 기존 검색 프로세스와 시스템 내 기능연계를 통한 RFID 정보 제공 시스템 구현

건설자재통합정보시스템에 자재가 등록되면 생산업체는 RFID 코드발급요청을 하게 되고 시스템에서는 자동으로 코드를 발급하고 관리하게 된다. 업체는 발급된 RFID 태그를 상품에 부착하고 이력정보를 등록하여 현장으로 입고하면 현장에서는 리더기를 통해 실시간으로 상품이력의 검색이 가능하며 정보시스템을 통하여 자재와 업체의 상세정보까지 조회가 가능하게 될 것이며 이의 체제도를 그림 3에 나타내었다.

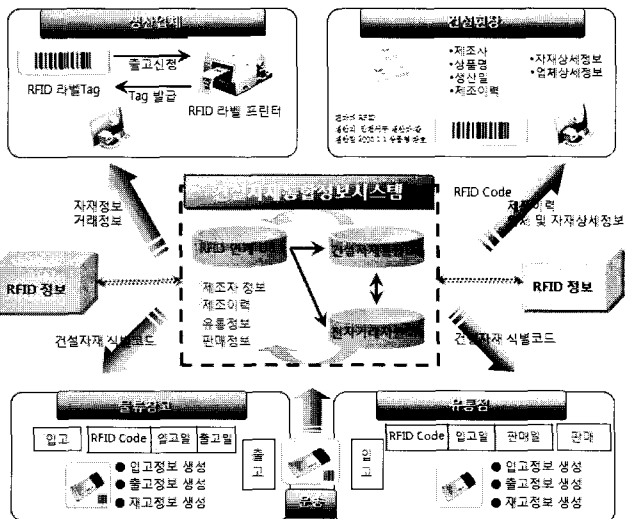


그림 3. RFID코드 관리체제도

**2.2 RFID 적용실험을 위한 실증시험 대상선정**

**1) 실증시험 대상 RFID 장비 선정**

전파관리 주체인 정보통신부로부터 별도의 허가를 득하지 않고 상용으로 사용 가능한 RFID 주파수 대역으로는 125KHz,

13.56MHz, 433MHz, 900MHz, 2.45GHz, 5.8GHz가 있으며, 이 중 수동형(Passive Type)으로 많이 사용되는 125KHz, 13.56MHz, 900MHz대역의 RFID를 실증시험 대상으로 선정하였다.

특히 산업과학 의료 분야에서 사용허가 없이 자유롭게 사용할 수 있는 주파수 대역인 ISM band (Industrial Scientific Medical band : 902 ~ 928MHz, 2400 ~ 2483.5MHz, 5725 ~ 5850MHz)중 물류, 유통 분야에서 가장 많이 활용되고 있는 900MHz 대역을 중점적으로 시험 하였다.

**2) 실증시험 결과**

**가) 시험방법**

- 주파수별 태그를 동일한 조건에서 종류별로 인식거리 및 인도각도에 대한 시험 진행
- 주파수별 태그를 동일조건에서 10회 반복인식 결과 값에 대한 평균
- 사용 장비는 모두 국내 규격 준수
- 125KHz Middle Range Antenna 사용
- 13.56MHz Long Range Antenna 사용
- 900MHz Long Range Antenna 사용
- 900MHz 휴대용 리더 출력 1W 세팅

**나) 시험 결과**

주파수 125KHz, 13.56MHz, 900MHz 대역의 RFID 태그 및 리더를 대상으로 실증 시험을 진행하였다. 이는 일반 대기 환경에서 주파수 대역별로 RFID가 갖는 특성(인식거리 및 인식각도)을 측정하기 위하여 실험실 환경에서 시험을 진행 하였다. 실증 시험에 사용된 태그는 별도의 전원(Battery Less)을 사용하지 않는 수동형(Passive Type)을 사용 하였다.

일반 대기 환경에서 시험한 결과 125KHz 대역의 태그가 평균 30cm 내외로 인식거리가 가장 짧고, 13.56MHz 대역의 태그는 평균 50cm 내외로 125KHz 대역의 태그에 비하여 다소 긴 인식거리를 제공하며, 900MHz 대역의 태그는 타 주파수 대역에 비하여 상대적으로 긴 평균 5m 내외의 인식거리를 나타 내었다. 따라서 본 연구에서도 인식거리가 양호한 900MHz를 선정하여 진행하였다.

**2.3 RFID 적용대상 건축자재 선정**

RFID를 적용할 자재를 선정하기 위해 건축공정을 구분하고 각 공정별로 사용되는 자재 약 3,600여종을 분석한 후 RFID 부착을 위해 자재의 형상, 관리단위와 관리형상 등을 정의하였다. 이를 통해 RFID 부착 필요 자재 85종을 선정하고 건설현장 전문가들의 자문을 구하여 최종 정리하였다.(표 3. 참조)

표 3. RFID 적용 건설자재 선정 일부(예시)

공정	자재	자재협상	패키지타입	관리영상	가능성
티파공사	H영강	영강형	묶음	-	○
	엄지말뚝	영강형	묶음	-	○
	도류판	판형	묶음	-	△
	강재널말뚝	원통형	개별	개별로 일정한 양 상자	○
	철근	선형	묶음	톤당으로 묶어서 입고	○
	버림콘크리트	차량형	차량	-	○
기초공사	레이콘	차량형	차량	차량에 m <sup>2</sup> 단위로 입고	○
	PHC파일	원통형	개별	개별로 일정한 양 상자	○
	잡석, 모래, 자갈	차량형	차량	-	×
	인정액	원통형	개별	-	○
	철근	선형	묶음	-	○
	벌크시멘트	차량형	차량	-	○
기초공사	PC필름	평면형	개별	원통형으로 알아서 입고	○
	철근 HD 22-10	선형	묶음	-	○
	#10철선	선형	묶음	21kg단위로 감아서	△

표 4. RFID 적용 건축자재 선정

구분	철강재	석재	창호재	유리재	마감재
선정자재	H빔	편재	복합시스템 창호	강화유리	석고보드
특성	전파의 반사	부착방식 난이	다양한 재질 특성	금속재질미량도함, 난반사유도	부착, 적용용이
사용환경	충격, 온도, 방수 등 환경 열악	충격, 온도, 방수 등 환경 열악	부착 및 검출 난이	충격, 부착 난이	

선정된 건설자재대상 중 RFID 적용이 가능하지만 자재의 물리적, 사용 환경적 특성이 상이하고 기존 태그로 적용하기가 어려워 RFID의 성능을 보완할 수 있는 패키징이 필수적인 5종을 선정한 후 자재별 재질 및 특성 등에 대한 조사를 실시하였다.(표4. 참조)

대량으로 운반되는 형태의 자재는 규격, 형태, 부착방식, 적용특성 등의 편차가 커 표준화 하는데 제약사항이 많아 본 연구에서는 규격자재로 제한하고, 향후에 이들의 적용 방안은 규격자재의 표준관리 방안이 완료된 후 진행 하고자 한다.

## 2.4 선정된 건축자재의 기존 RFID 태그 실증시험

선정된 자재별로 상용화 되어있는 RFID 태그를 부착하여 인식거리 및 적용성 가능여부를 파악하고 이를 통해 보완점을 찾기 위해 각 자재별로 일반라벨 태그, 금속용 태그, 카드타입 태그를 부착하고 3종의 리더기를 사용하여 반복적으로 각각 10회씩 인식거리 및 인식률을 측정하였다. (표 5, 표 6. 참조)

표 5. 실험리더기 종류

구분	모델	모델 특성
고정형리더	오므론 V750	900MHz, EFC C1G2지원
고정형리더	에어리인 AR9800	900MHz, EFC C1G2지원
휴대용리더	ATID AT570	900MHz, EFC C1G2지원

표 6. 건축자재 인식률 시험 결과

건축자재	구분	시험 결과			
		고정형 리더		휴대용 리더	
		거리 (Cm)	인식률 (%)	거리 (Cm)	인식률 (%)
철재 (H-Beam)	일반 태그	0	0	0	0
	금속 태그	411	100	197	100
	카드타입 태그	12	82	20	68
석재 (대리석)	일반 태그	352	100	126	100
	금속 태그	391	100	178	100
	카드타입 태그	275	100	138	100
시스템 창호	일반 태그	13	26	5	30
	금속 태그	421	100	203	100
	카드타입 태그	32	60	15	47
유리 (커튼월)	일반 태그	143(23)	100	63(18)	20
	금속 태그	127(58)	100	79(35)	100
	카드타입 태그	61(42)	100	47(28)	100
마감재 (석고보드)	일반 태그	332	100	136	100
	금속 태그	385	100	178	100
	카드타입 태그	278	100	147	100

선정 대상 건축자재들의 기존 RFID 태그에 대한 인식률 실증 시험 결과 대체적으로 금속 태그의 인식률이 가장 양호하며, 일반태그의 경우 금속성이 있는 철재와 시스템 창호에서는 적용성이 낮은 것으로 사료된다. 기존 RFID 태그를 적용하는 데는 다음과 같은 제약사항이 도출되었다.

- 1) 철재빔의 경우 금속재질 특성상 일반 태그의 인식이 불가하여 0Cm의 근접거리에서도 인식이 불가능한 것으로 나타났으며, 카드형 태그의 인식률도 양호하지 않은 것으로 나타나, 금속형 태그의 사용이 필요하며 재활용 여부 및 사용 환경에 따라 부착방식(리벳, 자석 등)을 고려하고 인식범위에 따라 사이즈 등을 고려한 패키징이 필요하다.
- 2) 석재의 경우 인식부분에서는 일반 RFID 태그의 사용이 가능하나 부착 후 태그의 파손 및 훼손이 우려됨으로 태그를 보호할 수 있는 패키징이 필수적으로 요구된다.
- 3) 시스템 창호의 경우 내부 프레임에 금속이 삽입되어 있어 일반 RFID 태그는 인식률 및 인식거리가 감소하는 경향을 보이며, 태그 종류 중 금속용 RFID 태그가 가장 유리하나 실제 적용을 위해서는 창호 안쪽에 부착되고 부착상태가 드러나지 않기 위해서는 태그 사이즈가 소형이어야 하며 내부 금속 프레임의 제약사항을 극복할 수 있는 형태의 패키징이 필요하다.
- 4) 유리의 경우 일반적으로 유리에는 기존의 라벨용 RFID태그가 가장 적합하며, 커튼월의 경우 유리내부에 금속재질 등이 삽입되어 있어 일반 RFID태그는 인식률 및 인식거리가 감소하여 이를 보완할 수 있는 특수 태그가 필요할 것으로 사료된다.
- 5) 마감재(석고보드)의 경우 석재와 마찬가지로 인식부분에서는

일반 RFID 태그의 사용이 가능하나 부착 후 태그 파손 및 훼손이 우려됨으로 태그를 보호할 수 있는 패키징이 필수적이다.

## 2.5 선정된 자재의 RFID시제품 제작

패키징이 필요한 5종의 건설자재를 선정한 후 적용 가능성이 우수한 900MHz대역의 RFID 태그 시험을 수행하여 적용가능성 및 제약사항을 도출하였다. 이러한 시험결과를 활용하여 자재의 물성, 사용 환경 및 적용부문 검증은 통해 건축자재용 시제품 태그를 제작하였다. (그림 4. 참조)

모든 시제품 태그는 메모리 512Bit 로 제작되었으며 내부부착이 용이하지 않은 철재용, 석재용, 석고보드용 태그는 내충격성 및 방수기능과 오염방지 기능이 포함된 패키징을 하였다(표 7. 참조)

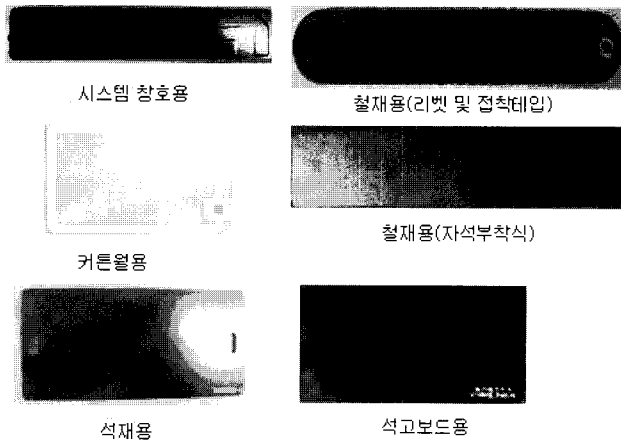


그림 4. 선정 자재별 RFID 시제품

표 7. 시제품 태그의 패키징 특성

시제품	패키징 특성
철재용 (H-Beam)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 금속 패치기능 포함한 패키징</li> <li>● 내충격성 및 방수 및 오염에 강함</li> <li>● 부착방식(리벳, 자석 등) 고려</li> </ul>
석재용(대리석)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 내충격성 및 방수 및 오염에 강함</li> </ul>
시스템 창호용	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 금속 패치기능 포함한 패키징</li> <li>● 사이즈 소형화(30×21×2 mm)</li> </ul>
유리용(커튼월)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 특수유리의 첨가된 재료(금속, 기타혼합제)에 따른 유전율 변이를 보완할 수 있는 WindShield 기능 포함</li> </ul>
마감재용(석고보드)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 내충격성 및 방수 및 오염에 강함</li> </ul>

제작된 시제품(왼쪽부터 시계방향으로 석재용, 철재용, 시스템 창호용, 유리용 시제품)을 건축자재에 적용하여 인식거리 및 인식률을 테스트하고 반복적인 스트레스(충격, 열, 수분 등)를 가하여 초기 성능의 유지여부를 검증한 결과는 다음과 같다. (그림 5, 표 8. 참조)

표 8. 시제품 검증시험 결과

건축 자재	규격 (mm)	태그종류	실증시험 결과			
			고정형 리더		휴대용 리더	
			거리 (Cm)	인식률 (%)	거리 (Cm)	인식률 (%)
철재(H-Beam)	150×34×4	금속태그	430	100	215	100
석재(대리석)	70×50×2	일반태그	359	100	186	100
시스템창호	30×21×2	금속태그 (내부부착)	63	100	32	100
유리(커튼월)	120×80×0.3	필름타입태그	410	100	206	100
마감재(석고보드)	70×50×2	일반태그	359	100	186	100

제약사항을 보완하여 제작된 시제품의 경우 인식률은 모두 양호한 결과를 보였다. 철재 및 유리의 인식거리가 가장 좋은 것으로 나왔으며, 시스템 창호의 경우 내부에 부착하였기 때문에 투과율 특성에 의해 인식 거리가 가장 작은 것으로 나타났다. 본 실험은 인식률 100%를 확인하기위한 리더의 최소 거리를 측정하기 위한 실험으로서 향후 이러한 데이터가 누적된다면 현장 활용에 좋은 정보가 될 것이다.

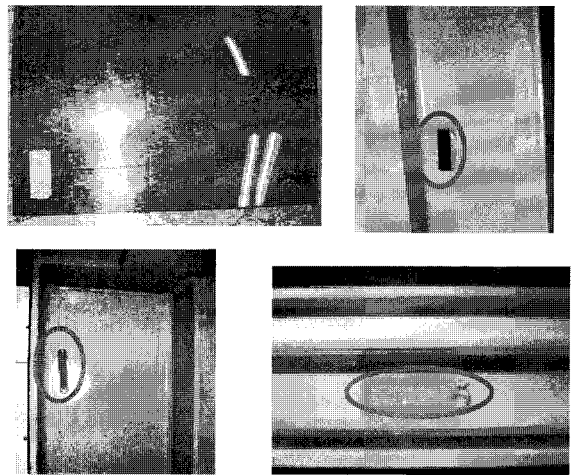


그림 5. 시제품 성능 검증 시험

## 3. RFID 시제품 현장 적용실험

### 3.1. 공사현장에서 RFID시제품 적용실험

현장실험은 RFID시제품의 적용에 있어 RFID 태그의 부착위치 및 부착방법에 대한 최적안을 도출하기 위해 진행되었다. 2장에서 실험한 5개 건축자재를 시험하는 것이 가장 바람직한 방법이였으나 현장 여건 및 현장에서의 자재 도입단위, 관리단위, 운반단위 등을 고려하여 세대별 공사를 위한 마감재(타일), 주방가구, 문 등을 대상으로 진행하였다.

#### (1) 실험 일시

○ 일시 : 1차 2008년 12월 16일~12월 18일

2차 2009년 01월 13일 ~ 01월 14일

- 장소 : 오산세마 ○○아파트 현장
- 사용장비 : 900MHz 고정형 리더 및 안테나  
900MHz 휴대용 리더  
라벨태그 50개, 카드태그 200개,  
메탈태그 50개

**(2) 실험 방법**

아파트 공사현장에 입고된 자재를 분류, 파악하고 이를 세대별 현장으로 이동시킨 뒤 각 세대별 공사 진척 상황을 RFID를 활용하여 파악하기 위한 시나리오를 구성하여 연구를 진행하였다. 세대별 마감공사 기간에 맞춰 자재의 세대별 분류, 분배를 위하여 각 자재 최하 관리단위인 박스에 RFID 태그를 부착한 후 RFID 리더기를 통해 분류·분배현황을 체크하고 완료 후 이를 서버에 저장함으로써 실시간 자재 분배 현황 및 재고현황을 파악하였다.

**(3) 실험시나리오**

- 가. 시험대상 자재별 특성 및 규격 등에 대한 정보를 수집하여 DB화한다.
- 나. 시험대상 세대별 자재 리스트를 선별하여 RFID 태그 발급 리스트를 확보한다.
- 다. 시험대상 자재 특성에 맞는 태그를 선정 (메탈태그, 카드태그, 라벨태그) 한다.
- 라. 시험대상 적용 태그의 발급을 진행(태그 발급 코드 적용) 한다.
- 마. 발급 태그를 각 시험대상 자재의 관리단위별로 부착한다.

- 바. 부착 후 분류를 위한 인식테스트 진행한다. (인식거리, 인식률, 인식방법 등)
- 사. 세대별 배송 후 인식테스트 진행한다. (인식거리, 인식률, 인식방법 등)

**(4) 실험 결과 및 고찰**

건설자재 중 마감재의 RFID 실증시험 결과 시나리오 상에서 자재의 관리단위별 부착 방법은 공사현장의 관리단위와 동일한 부분도 있었지만 공사 진척률 및 세대별 공사 진행 방식에 의해 상이한 부분이 발견되었다. 자재의 특성 및 관리단위에 따른 태그 부착방식도 중요하지만 아파트의 경우 공사현장의 세대별 공사 진행 방식에 맞춘 부착방안을 마련할 필요성이 있었다. 세부적인 실험 결과로는 10개의 RFID 태그를 마감재 박스에 부착하여 이동형 리더로 실험한 결과 1~2미터 내에서는 100% 인식하였으나 2미터가 넘어가면 인식률이 현저히 저하되는 것으로 나타났다.(그림 6. 참조)

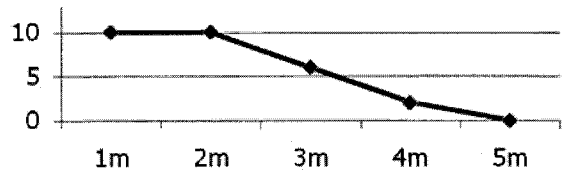


그림 6. 거리별 RFID 태그 인식률

또한 주위에 여러 개의 리더가 존재할 경우의 수에 대비하여 이에 대한 인식률을 실험한 결과 2개 이상의 리더가 존재할 경우 주변 10개의 태그를 모두 인식하기 위해서는 최소 3미터의 리더간 거리가 확보되어야 함을 알 수 있었다.(그림 7. 참조)

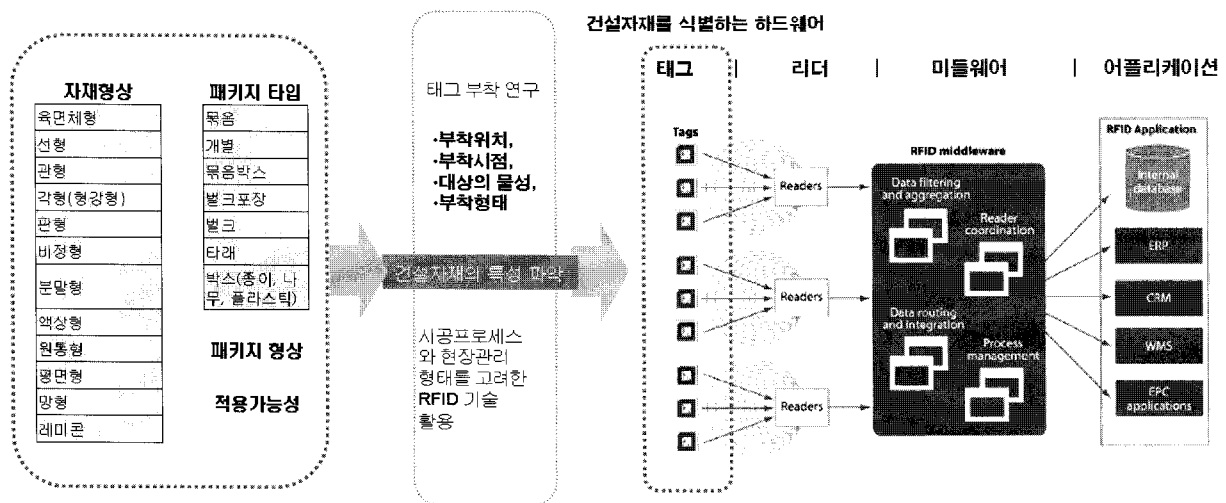


그림 8. 현장 실험 프로세스 및 활용 개념도

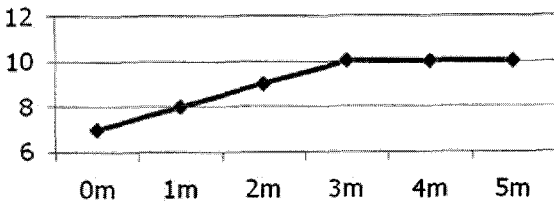


그림 7. 리더 사이의 간섭거리(2개 이상의 리더가 존재할 경우)

RFID 태그의 특징이 각 자재의 식별성 및 고유성이라고 할 때 세대별 공사 진행방식은 자재의 고유성보다는 식별성에 중점을 둔 관리방식이 보다 효율적이라고 판단된다. 즉, 동일한 자재의 객체를 식별하는 방식보다는 자재의 수량 및 분배를 위한 수량 점검이 보다 효율적이므로 배분을 통한 자재의 세대별 입고 내역 및 자재 재고의 파악을 중점 관리 하게 되면 각 자재의 빠른 식별 및 실시간 파악을 위한 수단으로써 RFID가 활용될 수 있을 것이다.

RFID 태그의 부착 방법은 기본적으로 자재별 물성, 환경적 특성을 분류하여 적용하는 것이 일반적인 방법이지만 공사현장의 관리 방식의 변화에 따라 이에 맞는 부착 방법을 찾는 것 또한 중요한 부분으로 판단된다. 이를 위해 건설자재의 관리방식과 공사현장의 자재관리 방식 사이의 유사점 및 차이점을 고려한 태그 선정 및 부착방식의 추가 연구를 통하여 건설부문의 RFID 태그 활용성을 제고할 수 있는 방법을 모색해야 할 것이다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 로컬사이트에서 부여되고 있는 RFID 적용 연구를 진행하여 한국건설기술연구원에서 구축중인 건설자재통합정보시스템을 통하여 RFID코드 발급과 관리체계를 마련하였다. 또한 RFID 부착에 관한 실험실 실험 결과 건설자재에 RFID 부착을 위해서는 대부분의 자재가 패키징이 필요한 것으로 연구되었으며, 현장 실험을 위해서는 현장에 반입되는 건설자재의 형태 및 형상, 관리단위 등을 고려하여 실험한 결과 실험실 보다 인식 거리가 최대 2미터로 현저하게 줄어드는 것을 알 수 있었다.

RFID를 실제 건설현장에 적용하기 위해서는 RFID 코드발급과 이를 관리할 수 있는 체계, RFID 태그의 인식률을 보장할 수 있는 태그 패키징, 실제 현장에서 자재 특성 및 관리단위에 따른 태그 부착방식 등 다양한 방법이 제시되어야 할 것이다. 이를 위해서 RFID 코드의 관리시스템을 마련하여야 하고, 건설자재에 적용 가능한 RFID 표준정립과 이에 따른 시제품 개발과 동시에 건설현장에 적용하여 보완점과 개선방향을 제시할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다. RFID 적용은 실험실에서의 적용과

실제 공사현장에서의 적용에서 많은 차이점을 나타내기 때문에 다양한 공사시나리오를 고려한 RFID 적용을 통하여 표준화 방안과 가이드라인을 마련해야 할 것이다.

또한 향후에는 건설현장관리시스템인 PMIS (Project Management Information System) 등과 연계하기 위한 미들웨어, 어플리케이션의 개발 및 연구가 병행되어야 할 것이다.(그림 8. 참조)

### 감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원의 연구비 지원에 의한 “건설자재정보표준화를 위한 기술개발” 연구의 일부임. 과제번호 06 기반구축 02

### 참고문헌

구도형(2008) 외, “RFID 기술적용 가능성 평가를 위한 각 공종별 주요자재 특성분석, 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제9권 제2호, pp 159~169

김용배(2008) 외, “커튼월 관련 자재에서 RFID적용을 위한 인식성능테스트”, 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제9권 제1호, pp 176~186

김창곤(2006), “RFID 시범사업 종합결과보고서”, 한국정보사회진흥원, pp. 10~22

박창욱(2007) 외, “RFID 기술을 이용한 철골공사 자재관리 사례분석 및 개선방안제시”, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 한국건축시공학회, 제7권 1호, pp93~96

이민우(2006) 외, “철근공사에서의 RFID 기술 적용성 기초 연구”, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제22권 10호, pp 131~136

한재구(2006) 외, “RFID 기술을 활용한 자재관리 시범서비스 구축 및 현장실험”, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제 22권 10호, pp 121~128

논문제출일: 2009.01.29  
 논문심사일: 2009.01.30  
 심사완료일: 2009.06.24



---

## Abstract

While the trend of all industries recently lies in combination, construction industry is much interested in enhancing efficiency and competitiveness in the aspect of site control by adopting RFID. Though RFID has been applied to diverse areas thus far, it cannot be easily applied to construction industry due to diverse physical, chemical and use-environmental properties of construction materials. Furthermore, it is rarely applied to the site because of many problems in its application. It is required to prepare RFID code issuance and system that can systematically control the code as well as to research the standardization of frequency, specification, protocol, package method, recognition method, etc in order to apply RFID to construction industry. In this research, RFID code issuance and management program are proposed as a part of program research to apply RFID. Furthermore, the restricted matters of existing RFID tag are drawn to produce pilot product of RFID tag that can solve it so as to perform site application test. According to the experiment, effective recognition distance varies depending on material/environmental property and control efficiency changes depending on attachment method and application method. Thus, preparing diverse restrictive factors and solutions by systematically analyzing control method(medium, process) of current architecture materials and applying it to construction site can be the way to successfully apply RFID.

**Keywords** : *Construction Materials, RFID Tag, Packaging, RFID Code*

---