

# 건설자재의 RFID 부착표준화를 위한 실험적 연구

## An Experiment Study for RFID Attachment Standardization of Construction Materials

한 충 한\*  
Han, Choong-Han

### 요 약

현재 건설 산업의 트렌드는 IT신기술을 접목시켜 건설경영과 현장관리 측면에서 효율성과 경쟁력을 높이는데 목적을 두고 있다. 그중에서도 RFID 기술의 적용은 이러한 목적 달성에 중추적인 역할이 가능하나, 건설자재의 다양한 물리적, 화학적, 사용 환경적 특성 때문에 RFID를 쉽게 적용하기가 어려워 사용주파수, 사양, 프로토콜, 패키지방법, 인식방법 등의 표준화연구가 필수적이다. 본 연구는 표준화를 위한 방안연구의 일환으로 기존 RFID Tag를 건설자재에 부착하여 제약사항을 도출하고, 이를 해결할 수 있는 RFID Tag시제품을 제작하여 현장적용시험을 수행하였다. 실험결과 건축자재의 물성/환경적 특성에 따라 유효 인식거리가 상이하고, 부착방법 및 적용방법에 따라 관리 효율성에 변화가 발생하기 때문에 현 건축자재의 관리방법(매체, 프로세스)을 체계적으로 분석하고 이를 통해 실 건설현장에 적용하여 보다 다양한 제한 요인 및 극복 방안을 마련하는 것이 성공적으로 RFID를 적용할 수 있는 관건이 될 수 있다

키워드: 건설자재, RFID, 태그, 패키지

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설 산업은 건설업 자체뿐만 아니라 시멘트, 철근, 목재, 석고판 등 건설자재 생산업체와 홈오토메이션, 가전제품 등 연관 산업에까지 파급효과가 큰 종합산업이며, 현재 건설 산업의 트렌드는 IT신기술을 접목시켜 건설경영과 현장관리 측면에서 효율성과 경쟁력을 높이는데 목적을 두고 있다. 그중에서도 RFID 기술 적용은 이러한 목적 달성에 중추적인 역할을 하고 있으며 곧 전 산업분야로 확산될 계획이다. 그러나 건설자재의 다양한 물리적, 화학적, 사용 환경적 특성 때문에 RFID를 쉽게 적용하기가 어려워 사용주파수, 사양, 프로토콜, 패키지방법, 인식 방법 등의 표준화연구가 필수적이다. 본 연구에서는 건설자재별 RFID 태그의 건설자재별 RFID Tag의 표준(재질, 사이즈, 인식률, 내환경성 등) 및 부착방식, 인식방안 등을 표준화하기 위한 선행연구의 일환으로 자재 특성에 따라 패키징을 한 시제품 Tag를 제작하여 실제 유통단계에 적용하여 문제점을 파악함으로써 향후 부착방식, 인식방안 등에 대한 가이드라인을 작성하기 위하여 수행하였다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행하였다. 첫째, 다양한 건축 자재 중에서 1차적으로 패키징이 필수적인 5가지 종류의 자재를 선정하였다. 둘째, 기존 RFID Tag의 문제점 및 인식률을 분석하기 위해 선정된 자재에 현재 시판되는 RFID Tag를 부착한 후 인식률, 적용가능성을 분석하고 실증테스트를 통해 건축자재별 적용방안을 도출하여 표준화한다. 세 번째, 건축자재별 물성 특성을 고려하고 사용 환경 및 적용부문 실사를 통해 건축자재용 시제품 태그를 제작한 후 패키징 후의 인식률 분석시험을 한다. 네 번째, 철재용 시제품 RFID Tag를 활용하여 유통단계 중 자재의 출고내역을 검출하여 생산성 향상 가능성을 검증해 본다.

## 2 건축자재 대상선정 및 적용실험

### 2.1 RFID 적용 대상 건축자재 선정

RFID를 적용할 건축자재를 선정하기 위해 각 전문건설업체 홈페이지 및 주택공사, 나라장터 자료실의 건축자재 중에서 대량으로 운반되는 형태의 자재를 제외한 규격자재

\* 일반회원, 한국건설기술연구원 선임연구원 chhan@kict.re.kr  
본 연구는 한국건설교통기술평가원의 연구비 지원에 의한 “건설자재정보표준화를 위한 기술개발” 연구의 일부임. 과제번호 06 기반구축 02

형태로 관리가 가능한 대상들을 선정한 후 RFID 적용이 가능한 건축자재중 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. (표.1) 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.

구분	철강재	석재	창호재	유리재	마감재
선정자재	H빔	판재	복합 시스템 창호	강화유리	석고보드
특성	전파의 반사	부착방식 난이	다양한 재질 특성	금속재질 미량포함, 난반사 유도	부착, 적용용이
사용환경	충격, 온도, 방수 등 환경 열악	충격, 온도, 방수 등 환경 열악	부착 및 검출 난이	충격, 부착 난이	

<표 1> RFID 적용 건축자재 선정

## 2.2 선정된 건축자재의 기존 RFID 태그 실증시험

선정된 자재별로 현 시판되는 RFID 태그를 부착하여 인식거리 및 적용성 가능여부를 파악하고 이를 통해 보완점을 찾기 위해 각 자재별로 일반라벨 Tag, 금속용 태그, 카드타입 Tag를 부착하고 표 2의 리더기를 사용하여 반복적으로 각각 10회씩 인식거리 및 인식률을 측정하였다. (표3)

구분	모델	모델 특성
고정형리더	오르론 V750	900MHz. EPC C1G2지원
고정형리더	에어리언 AR9800	900MHz. EPC C1G2지원
휴대용리더	ATID AT570	900MHz. EPC C1G2지원

표 2. 실험리더기 종류

건설자재	구분	실증시험 결과			
		고정형 리더		휴대용 리더	
		거리 (Cm)	인식률 (%)	거리 (Cm)	인식률 (%)
철재 (H-Beam)	일반 Tag (라벨형)	0	0	0	0
	금속 Tag	411	100	197	100
	카드타입 Tag	12	82	20	68
석재 (대리석)	일반 Tag (라벨형)	352	100	126	100

	금속 Tag	391	100	178	100
	카드타입 Tag	275	100	138	100
시스템 창호	일반 Tag (라벨형)	13	26	5	30
	금속 Tag	421	100	203	100
	카드타입 Tag	32	60	15	47
	유리 (커튼월)	일반 Tag (라벨형)	143(23)	100	63(18)
	금속 Tag	127(58)	100	79(35)	100
	카드타입 Tag	61(42)	100	47(28)	100
마감재 (석고보드)	일반 Tag (라벨형)	332	100	136	100
	금속 Tag	385	100	178	100
	카드타입 Tag	278	100	147	100

<표 3> 선정 대표 건축자재 실증시험 조사표

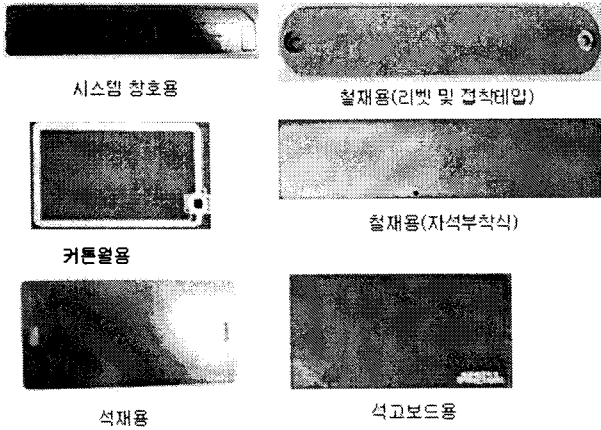
선정 대상 건축자재들의 기존 RFID 태그에 대한 인식률 실증시험 결과, 대체적으로 금속 Tag의 인식률이 가장 양호하며, 일반Tag의 경우 금속성이 있는 철재와 시스템 창호에서는 적용성이 낮은 것으로 사료된다. 기존 RFID태그를 적용하는 데는 다음과 같은 제약사항이 도출되었다.

- 1) 철재빔의 경우 금속재질 특성상 일반 태그의 인식이 불가하여 0Cm의 근접거리에서도 인식이 불가능한 것으로 나타났으며, 카드형 Tag의 인식률도 양호하지 않은 것으로 나타나, 금속형 Tag의 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.

### 2.3 선정된 자재의 RFID시제품 제작

패키징이 필요한 5종의 건설자재를 선정한 후 적용 가능성이 우수한 900MHz대역의 RFID Tag 시험을 수행하여 적용가능성 및 제약사항을 도출하였다. 이러한 시험결과를 활용하여 자재의 물성 특성, 사용 환경 및 적용부문 실사를 통해 건축자재용 시제품 태그를 제작하였다. (그림.1)



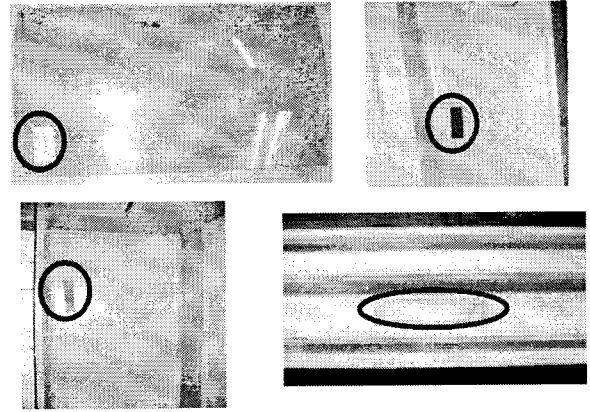
<그림 1> 선정 자재별 RFID 시제품

모든 시제품 태그는 기본적으로 EPC C1G2 지원하고 Memory 512 bit 로 제작되었으며 내부부착이 용이하지 않은 철재용, 석재용, 석고보드용 Tag는 내충격성 및 방수기능과 오염방지 기능이 포함된 패키징을 하였으며 각각의 패키징 특성들은 표 4와 같다.

자재명	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 유전을 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>

표 4. 시제품 태그의 패키징 특성

제작된 시제품을 건축자재에 적용하여(그림.2) 인식거리 및 인식률을 테스트하고 반복적인 스트레스(충격, 열, 수분 등)를 가하여 초기 성능의 유지여부를 검증한 결과는 다음과 같다. (표.5)



<그림 1> 시제품 성능 검증 시험

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

<표 5> 시제품 검증시험 결과

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.

### 3. RFID시제품 현장 적용실험

5개의 선정자재중 철재용 시제품 RFID 태그를 활용하여 냉열강관 유통단계 중 자재의 출고내역을 검출하여 명확한 출고 및 자재관리를 통한 생산성 향상 가능성 검증을 위해 현장실험을 실시해보았다.

주요 실험 내용 및 결과는 다음과 같다.

#### (1) 실험 일시

일시 : 2008년 2월 20일

장소 : 동부제강 인천공장

사용 장비 : 900MHz 고정형 리더 및 안테나

철재용 시제품 태그 2종 각 10개

#### (2) 실험 방법

철재용 시제품 태그를 냉열강관 내/외부에 부착한 후에

부착된 냉열강판을 출고 트럭에 탑재하였고, 출고 게이트 양옆에 RFID 리더 및 안테나를 설치하여 부착위치, 부착높이, 측정거리에 따른 차량 반복적 출고/진입(각 20회)시 부착된 RFID 태그의 인식도를 측정하였다. (그림3)

(3) 실험시나리오

- 가. 개발된 철재용 태그 2종 (리벳형, 자석형)을 냉열강판 3개에 내부, 외부에 각각 1개씩 총 6개를 종류별로 부착한다.
- 나. 태그가 부착된 냉열강판을 출고차량에 싣는다.
- 다. 출고 게이트에 출고되는 냉열강판을 감지할 리더, 안테나, 기타 측정 장치를 설치한다.
- 라. 출고시 냉열강판에 부착된 RFID 태그 인식률을 총 10회 반복해서 테스트 한다.
- 마. 측정결과를 바탕으로 적용가능성 및 보완 사항을 도출하고 추가 테스트 항목을 선정하여 측정한다.

(4) 검증 결과

테스트 결과 표 5에서 보이는 것처럼 냉열강의 내부보다는 외부 부착 시 인식률 및 인식거리가 높게 나왔고 이는 전파의 특성상 냉열강 내부에 난반사 전파의 노이즈와 전파 송수신시 감쇄의 영향으로 일반적인 현상으로 판단된다. 따라서 냉열강은 외부부착이 필요할 것이고 내부 부착을 위해서는 태그 전용 받침대를 이용하는 것도 하나의 방법으로 판단된다. 바닥으로 부터의 부착위치에 따른 내부 인식률의 차이는 크게 작용하지 않았으나, 부착위치 2.5m에서 외부 인식률은 모두 100% 인식률을 보임으로써, 안테나의 높이와 부착위치의 상관관계에 대한 연구도 고려해봐야 할 것이다. 냉열강판의 경우 외부 부착시 전반적인 인식률이 95% 이상을 보이므로 출고 및 자재관리에 사용될 수 있으나 인식률 100%를 만족하기 위해서는 또 다른 요인을 만족시켜야 할 것이다.

(5) 연구 결과

건축자재별 물성/환경적 특성에 따라 유효 인식거리가 상이하고, 부착방법 및 적용방법에 따라 관리 효율성에 변화가 발생하기 때문에 RFID적용의 표준화를 위해서는 현 건축자재의 관리방법(매체, 프로세스)을 체계적으로 분석하고 이를 통해 실 건설현장에 적용하여 보다 다양한 제한

순번	구분		내부 (인식률%)	외부 (인식률%)
	부착위치	측정 거리		
1	부착위치	2.1m	90	100
	측정 거리	2m		
2	부착위치	2.3m	85	100
	측정 거리	2m		
3	부착위치	2.5m	80	100
	측정 거리	2m		
4	부착위치	2.1m	90	95
	측정 거리	3m		
5	부착위치	2.3m	80	95
	측정 거리	3m		
6	부착위치	2.5m	85	100
	측정 거리	3m		
7	부착위치	2.1m	85	95
	측정 거리	4m		
8	부착위치	2.3m	85	95
	측정 거리	4m		
9	부착위치	2.5m	80	100
	측정 거리	4m		

<표 5> 적용성 연구 검증 결과

요인 및 극복 방안을 마련하는 것이 성공적으로 RFID를 적용할 수 있는 관건이 될 수 있다.

또한 건설자재의 물적 특성에 따라 사용 가능한 주파수 대역 및 환경 변화를 보완할 수 있는 태그패키징 방안 수립이 필요하다. 이를 위해 건설 현장에서 범용적인 사용이 가능하기 위해서는 저가/고성능의 태그패키징 방법이 개발되어야만 실제 건설 현장에 RFID 기술 도입이 가능할 것이다.

4. 결론

대표 건축자재의 적용 가능한 RFID 표준을 정립하기 위해서는 실 건설현장에 적용하지 않은 상태에서의 적용표준은 현실과 괴리된 표준이 될 수 있는 위험성을 내포하고 있어 향후 연구에서는 대표 건축자재에 따른 시제품 개발과 동시에 실 건설현장에 적용하여 보완점과 개선방향을 제시할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다. 향후에는 이러한 연구결과를 바탕으로 건설자재 종류에 따른 RFID

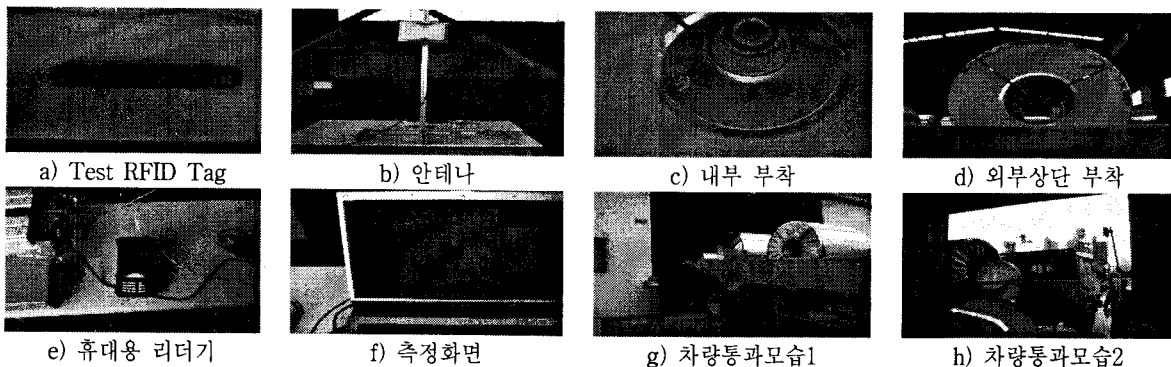


그림 3. 시제품 RFID Tag 시험

적용을 위한 부착위치, RFID Tag의 표준(재질, 사이즈, 인식률, 내환경성 등) 및 부착방식, 인식방안 등에 관한 가이드라인을 작성하는 연구를 고려해야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 전황수, 조원진, 정보통신부, 유비쿼터스 시대의 새로운 서비스 모델 창출 방안 연구, 2007
2. IT기반 융합화 선도전략 심포지엄, 건설과 IT 주제발표, 2007,
3. 권순욱, 성균관대, 미래의 지능형 건설현장 구현을 위한 건설정보기술 및 정보통신 하드웨어 기술소개, 2007
4. 최현상, KICT, 유비쿼터스IT 기반친환경도시건설기술, 2008
5. 조병완, 한양대, 건설-IT 융합기술의미래, 2008
6. 정연태, ETRI, 건설-IT 융합기술개발전략, 2008

---

### Abstract

The objects of this study are to increase the efficiency and competitiveness for construction management and field supervision by using IT technology which is a trend of construction industry these days.

Using RFID technology can play an important role to achieve the goal, but it is necessary to research a standard of using frequency, specific, protocol, package method and reading method because it is hard to apply RFID to physical, chemical, environmental specifics.

In this study as a part of planning research to standardize, a limitation item is conducted with RFID tag attached building materials, and RFID Tag goods which solve the restriction are produced to conduct a field application test.

From the result, available reading distance is different according to physical and environmental specifics. Furthermore because the different application method and attaching method make a various management efficiency, the current management of construction materials is analyzed and applied to a construction field to provide to various limitation items and recovery plan.

**Keywords:** Construction materials, RFID, Tag, Packaging

---