철강 제품정보 제공 서비스 체계 혁신을 위한 RFID 실증에 관한 연구

이덕희[1], 황경아[1], 안선일[1], 심현석[1], 강재구[1], 김의재[1], 김진수[2], 김명식[2]
[1]포스데이타 정보기술연구소, [2]광양만권 u-IT연구소

An empirical study on RFID application to providing innovative service of steel product information

Lee Duk Hee[1], Hwang Kyung A[1], Ahan Sun Il[1], Shim Hyun Seok[1], Kang Jae Goo[1], Kim Eui Jae[1], Kim Jin Soo[2], Kim Myung Sik[2]
POSDATA Information Technology R&D Center, Ubiquitous Gwangyabg & Global IT Institute
E-mail : doc3018@posdata.co.kr, kahwang@posdata.co.kr, siahn@posdata.co.kr, kjghero@posdata.co.kr, Ejkim96@posdata.co.kr, jskim@ugii.re.kr, mskim@ugii.re.kr

요 약

철강산업은 생산 및 판매가 점차 글로벌화 되어가고 세계화 및 시장 개방의 가속화에 따라 국내외적으로 제품에 대한 가시성 및 추적성 확보의 중요성이 높아지고 있다. 이와 같은 경쟁 상황에서 살아남기 위해 지속적인 물류비용 최소화와 고객 제품정보 제공 서비스수준 혁신을 시도하고 있다. 각 공장단위 업무 및 장비의 자동화, 고속화, 지능화를 추구하는 등 실시간 기업환경의 u-Manufacturing을 실현의 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 철강 제품정보 제공 서비스 체계 혁신을 위해 무선인식기술(RFID) 요소 기술 개발과 개발된 기술을 실제 현장에 적용 실증 테스트를 수행하고 그 결과를 분석하여 최적의 적용 방안을 제시함에 있다.

1. 서론

철강산업 분야는 원료, 구매, 물류 등에 대한 규모의 경제 효과가 높으며, 전후방 관련 산업과의 교섭력이 큰 산업으로 그 효율성 향상이 경제에 미치는 영향이 다른 산업보다 훨씬 크고 대규모 물류의 흐름 및 추적의 필요성이 절실히 요구되는 분야로, 다양한 비즈니스 프로세스를 포함하고 있으며, 제조공정 상에서의 빈번한 보급과 인출업무 수행으로 복잡성, 금속환경에서 고온소재 및 다양한 제품 유형별 크기, 협소한 적재장소 등 RFID 기술을 적용하기 힘든 분야이다.

따라서 본 연구결과는 무선 통신이 취약한 금속 환경에서 개발된 기술들은 주요한 입력으로 작용하여 현실적인 요구사항을 기술적으로 극복할 수 있는 기반이 될 것으로 보이며, 철강산업 적용 모델에 대한 파급성도 클 것으로 예측된다.

2. 철강분야 RFID 적용사례

[표 1]과[2]는 최근 국내외에서 수행된 철강분야 RFID 기술의 적용사례를 보여주고 있다, 국내의 경우 정부에서 시범사업으로 추진한 "IT혁신 네트워크 구축사업" 1차, 2차 시범사업이 진행되었으며, 국외의 경우 독일 Thyssen-Krupp이 Slab

물류 효율 극대화를 위해 Label 태그를 활용 자체 현물-정보 일치화 및 브라질 생산공장에 연계 구현 시범 사업을 수행하였다.

주체	주요 내용
산업자원부	2006년 7월부터 `08년 3월까지 현대하이스코 컨소시엄으로 컬강업종내 대·중소기업들이 실시간으로 협업을 진행할 수 있는 협업 플랫폼 및 Web 2.0시스템을 구축하였고, 공정혁신을 위해 최적화 수치모델을 기반으로 Auto-Nesting을 시스템에 도입하였으며, 특히 근거리 자동 무선인식 기능을 활용한 RFID기술을 적용해 실시간으로 수집한 물류·공정 정보를 활용 수요·공급 변화에 대한 신속대응 체제를 구축하였다.
POSCO	- 2004년 냉연코일 제품인식 시스템 RFID 솔루션 개발 미 시범적용 - 2005년 선재제품 인식 시스템 RFID 솔루션 개발 및 시범 적용 - 차량정보 인식을 통한 무인 계량 시스템 구축 - 인원/차량 출입보안 시스템 구축

[표 1] 국내 주요 철강분야 RFID적용 사례

주체	주요 내용
티센크룹	2007년 티센크룹에서 생산되는 Slab제품에 대해 Plastic Label 재질의 RFID 태그를 적용하였으며, Sepetiba항만에서 Slab제품 측면 가운데 부착 Steel Grade, Customer, Destination의 정보를 저장 상호 교환처리 하였다. 본 시범사업을 통해 Slab 운송과정에 바다물, 높은온도의 변화, 얼음 등과 같은 주변 환경과 부딪치고 충돌하는 거친 환경에서 실증 테스트가 이루어졌으며, 바코드 시스템, 광학 영상인식 시스템 등과 비교하여 우월한 것을 입증하였다. RFID Label Tag를 이용 금속표면에서 태그를 이격시켜 무선통신이 가능할 수 있었다. 따라서 6개월동안의 실증 테스트를 거쳐 Steel Slab 제품의 물류과정 요구사항을 충족할 수 있었다. 2009년 브라질 Slab 제품 생산 공장이 준공되는 시점에 매년 250,000개 제품에 태그를 부착하여 물류 효율화를 통해 제품 Lead Time을 최소화할 계획이다.

[표 2] 국외 주용 철강분야 RFID적용사례

이처럼 국내외적으로 철강물류에 대한 RFID 실증 테스트에 의한 현장 적용이 가시권에 들어오게 되었으나 아직까지 현장에 적용되기까지는 많은 비용적, 기술적, 정책적 어려움이 예상된다.

3. 업무프로세스 분석 및 설계

3.1 적용 대상.

적용 대상은 POSCO 광양제철소 냉연 제품창고 CPL (Continuous Pickling Line) 입고공정 ~ 제품 출하공정, 육송 통합 검수장, 고열 열연 제품(최고 230도), 제철소 통용문을 대상으로 선정하였다.

3.2 As_Is 업무 프로세스

3.2.1 제품 입고 처리

1) 컨베이어로 포장 공정에 도착하면 바코드 라벨을 자동 발행 처리한다. 라벨 종류는 제품표 2매, 마킹표 1매, 검사표 1매 기준으로 내수/수출 및 고객사의 주문에 따라 발행된다.
2) 포장작업자는 해당 라벨을 작업확인서에 제품번호, 포장타입, 칫수, 중량 등을 기록하고 컨베이어 상에 있는 코일 제품 앞에 둔다.
3) 종이 또는 금속 포장지로 작업이 완료되며 검사표 내권부 6시와 9시 사이 부착, 마킹표 측면부 9시, 제품표 측면부 3시 지점 부착한다.

3.2.2 제품 창고 관리

1) 입고 대기 상태에서 창고로 권상 권하 작업지시를 한다.
2) 운반 무인 Crane은 대차에 있는 제품을 해당 저장위치로 권상 및 권하 작업을 한다.
3) 출고처리를 할 때 육송은 코일 전용차량, 해송은 Pallet 및 Ro-Ro Cassette, 철송은 기차에 제품을 상차한다.
4) 재고 실사를 수작업으로 확인한다.

3.2.3. 육송 검수장

1) 운송회사 차량은 최대 5개 제품을 싣고 창고 출발 검수장에 도착하여 검수를 받는다.
2) 운전자는 차량을 검수대 주차하고 검수직원의 외관 및 현물을 확인 받는다.
3) 목적지가 변경된 경우 제품표, 마킹표를 재발

행하여 부착된 라벨을 제거하고 부착을 한다.

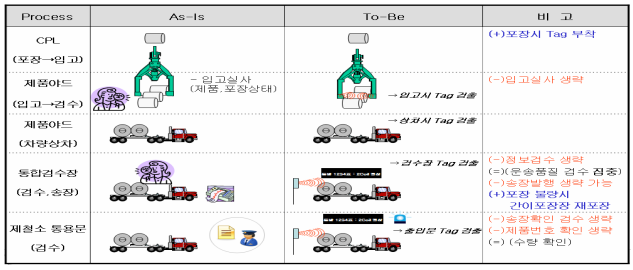
3.2.4. 통용문 최종

육송 차량 운전자는 송장을 가지고 통용문 방호근무자에게 육안 검수를 받고 통용문을 통과한다.

3.3 To_Be 업무 프로세스

3.3.1 제품 입고 처리

As-Is 프로세스의 세부 분석을 통해 Issue 및 개선 방향을 도출하여 [그림 1] 처럼 업무 프로세스로 개선하였다.

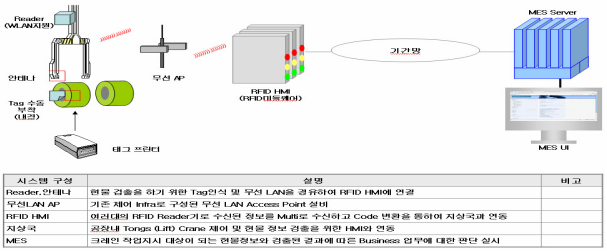


[그림 1] As_Is 대비 To_Be 프로세스 비교

4. 실증 테스트실시

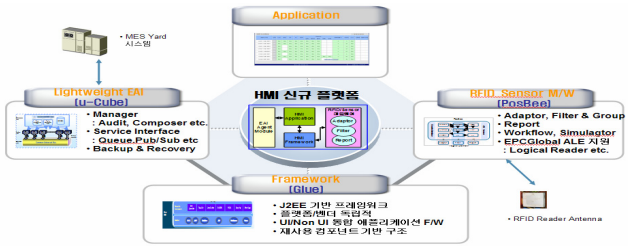
4.1 Pilot 시스템 구축

철강제품에 부착 가능한 Flag 태그, 무인 크레인 부착용 리더 안테나 개발 및 다양한 비즈니스 환경에서 테스트가 가능할 수 있도록 지원 기능을 [그림 2]과[3]와 같은 시스템을 구축하였다.



시스템 구성	설명	비고
Reader,안테나	현물 검출을 하기 위한 Tag인식 및 무선 LAN을 경유하여 RFID HMI에 연결	
무선LAN AP	기존 제어 Infra로 구성된 무선 LAN Access Point 설비	
RFID HMI	야전대의 RFID Reader기로 수신된 정보를 Multi로 수신하고 Code 변환을 통하여 지상국과 연동	
지상국	공장내 Tongs (Lift) Crane 제어 및 현물 정보 검출을 위한 HMI와 연동	
MES	크레인 작업지시 대상이 되는 현물정보와 검출된 결과에 따른 Business 업무에 대한 판단 실시	

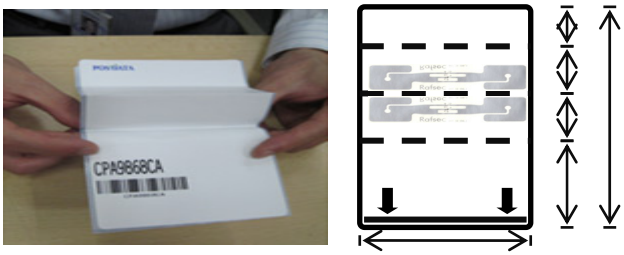
[그림 2] Pilot 시스템 하드웨어구성도



[그림 3] Pilot 시스템 소프트웨어 구성도

4.2 코일제품 부착용 Flag 태그 및 안테나 개발

RFID Metal 태그의 경우 기존 Label형태의 바코드 대비 사용성과 도입 비용 측면에서 만족을 하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 UPM Raflatac사와 전략적 협력을 통해 Label형태 Flag 태그를 금속에 부착 가능하게 개발하였다.



[그림 4] 코일 부착용 RFID Flag 태그

무선 크레인 코일 Lifter에 제품태그 인식을 위해 전용 안테나를 설계 및 개발하였다.

- Cable : 5.7m (리더-안테나)
- Dimensions : (L) 85 × (W) 85 × (D)15 mm
- Material : Ceramic, Type : Patch, Circular
- 설치위치: Shoe상단, Antenna gain : 2.5dBi

4.3 실증 테스트 실시

최적의 태그 및 리더 안테나 개발을 위해 하드웨어 예비 테스트와 실증 현장실험 테스트로 나누어 실시 하였다. 테스트의 목표는 다음과 같았다

① 코일 유형의 제품에 RFID 수동 태그 선정
② 비즈니스 케이스단위 태그 인식률 측정
③ 900MHz 태그의 코일제품 부착 위치 결정
④ 900MHz 리더안테나 최적각도, 크기 결정
⑤ 900MHz 리더 제품 유형별 장단점 확인

4.3.1 Demo 테스트 : 2008.4.16 ~ 2008.4.25
- 태그 유형(Metal, Flag) 비교 분석
- 무인 크레인과 RFID의 간섭 유무
- 태그 부착 위치, 방향 등의 사양

4.3.2 예비 테스트 : 2008.5.15 ~ 2008.6.24
- 설계 ~ 구축, 문제점 개선방안 도출

4.3.3 실증 테스트 : 2008.6.30 ~ 2008.7.31
- 냉연 제품 창고 실증실험
- 검수장 실험, 태그 내열 실험

5. 실증 테스트 실시 결과 분석

5.1 Demo 테스트

5.1.1 RFID 태그 테스트

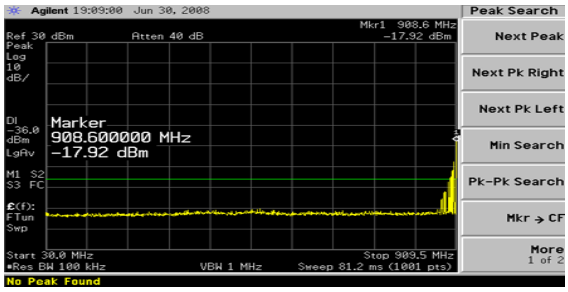
다양한 유형의 태그를 대상으로 비교 테스트한 결과 비용, 성능, 사용성 측면에서 Flag 태그를 코일부착에 맞게 설계 제작하였다.

5.1.2. Flag 태그 부착위치

Flag 태그의 경우 Label 형태에서 접은 부문이 앞으로 튀어나옴으로 코일 내경에 부착하는 방향을 가로와 세로 기준으로 360도 방향과 폭길이의 위치를 테스트한 결과 가로방향으로 45도 위치에 부착하는 것이 최적의 간섭과 인식을 정확하게 할 수 있는 위치로 선정하게 되었다.

5.1.3. RFID리더와 기존 센서의 영향도

900MHz 리더는 출력이 1W 고출력으로 인해 현행 무인 크레인의 Coil Lifter Shoe 좌우에 부착된 근접 센서의 Noise가 발생하여 정상적으로 작동하지 않는 현상 발생하였다. Spurious 측정결과 [그림 5]의 결과와 같이 Outbound에서 ETRI 표준을 만족하지 못하는 현상이 나타났다.



[그림 5] S사 리더 제품 성능 시험결과

5.2 예비 테스트

5.2.1 무인 크레인 작업 시 제품 인식률

[표 3]은 900MHz RFID Flag 태그에 대해 무인 크레인 작업 시 제품에 부착된 태그의 정보를 검출한 결과를 일 단위로 분석한 결과 인식률이 85%였다

구분	1	2	3	4	5	6	계
전체	429	432	511	416	505	519	2,812
Error	43	82	27	29	46	34	261
誤검출	9	25	9	0	6	2	51
未검출	5	4	16	26	40	31	122
Error 발생율(%)	13%	26%	10%	13%	18%	13%	15%

[표 3] 제품 인식률 예비 테스트 결과

구분	발생 문제점	개선 방향
태그 및 프린터	- 태그 수작업 부착 시 작업자 업무부하발생 - 태그 뉘임 현상	- 태그 절취선, Rounding 보완 - 태그 부착 방법 개선 (길이방향 → 폭방향)
리더	- 인접 코일 제품 인식 - 다른 센서와 전파 간섭 현상 발생	- 리더기 Reading Point 조정 - Spectrum Analyzer, 활용
안테나	- 인접 코일 제품 인식	- Chamber 활용 Case별 안테나 데이터 측정분석에 의한 영향도 최소화

[표 4] 예비테스트결과 발생문제점 및 개선방향

5.3 실증 테스트

5.3.1 무인 크레인 작업 시 제품인식률

[표 5]은 RFID Flag 태그와 리더 및 리더 안테나를 개선하여 보완한 결과 제품 인식률을 분석한 결과 97%의 높은 인식률을 보였다.

구분	1 일	2 일	3 일	4 일	5 일	누계
건수	252	409	319	447	392	1,819
誤검출	0	13	3	0	17	33
未검출	4	11	2	1	0	18
Error	0	0	0	0	0	0
에러율	2%	6%	2%	0%	4%	3%

[표 5] 제품 인식률 예비 테스트 결과

5.3.2 육송차량 이동시 제품인식률

[그림 6]에서 보는 것처럼 차량 진입 부문에 코일제품 인식용 900MHz 안테나 2개를 설치 실증 테스트를 실시한 결과 100% 인식 성공률을 보였다

구분	제품 사양	수량
태그	4냉연적용태그	30개
안테나	Dual Patch	2개
리더	XR440	1대

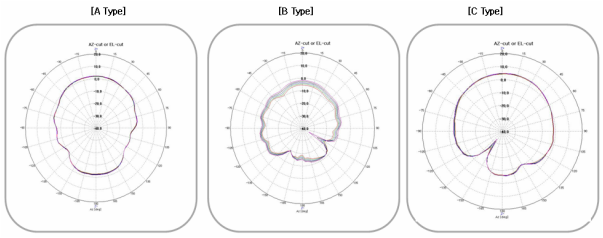
[그림 6] 육송차량 이동시 제품인식률 테스트환경

5.3.3 900MHz 리더의 안테나 성능 측정 결과

크레인 코일 Lifter에 리더 안테나에 대해 인접 코일의 간섭을 최소화를 위해 방사패턴 분석 및 실제 현장적용 테스트를 통해 코일제품 창고 환경에서 A Type이 최적인 것으로 결정하였다

구분	A Type	B Type	C Type
Casing	Polycarbonate	Steel	Steel
Antenna	IA8080S	IA8080S	IA8080S
Gain	2.46 dB	4.52 dB	4.22 dB
VSWR	01:01.5	01:01.5	01:01.5
Beam	103.28	103.52	100.16
FBR	4.5	13.9	6.79

[표 6] 리더-안테나 측정 결과



[그림 7] 리더-안테나 방사패턴 분석 결과

5.3.4 900MHz Flag 태그 내열 테스트 결과분석

열연 코일제품의 경우 현재 압연 공정 중 권취 상태의 내경온도는 약 500도에서 600도 정도이며, 제품을 냉각시키기 위해 공냉식과 수냉식 2가지 작업을 수행한다. 수냉식 공정 작업 이후에는 약 160도에서 170도로 냉각이되며, 공냉식 공정 작업 12시간 경과하면은 약 200도에서 약 210도, 26시간 경과하면은 약 145도에서 약150도 정도로 냉각이 된다. 열연 Final재 또는 고객 긴급재의 경우 최소 24시간 이후 제품이 출하가 될 수 있다. 따라서 냉연에 테스트하였던 Flag태그의 내열성을 Oven을 이용 온도 230도상태에서 1시간 경과 후에도 태그가 인식되는 것을 확인 할 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서 실증 테스트를 실시한 결과 주요 이슈와 이슈에 대한 해결방안은 다음과 같다고 할 수 있다.

① 誤 검출 : 인접 코일간의 태그정보 인식
- 원인 : 리더기가 24시간 동작하므로 인 크레인이 움직일 때마다 주변의 인접 코일 제품에 부착된 태그를 인식함.
- 해결방안 : 크레인의 내경 감지 센서와 연동 해당 위치에 도착한 시점에 리더를 작동하여 인식 처리함.(인터페이스보완)

② 열연 230도 고온상태 태그 내열성 보장
- 해결방안 : 폴리이미드 Label 재질

본 연구에서 수행한 Flag 태그와 리더 안테나의 현장 적용을 통해서 얻은 결과와 경험을 토대로 앞으로 철강 업무 프로세스 개선 작업이 필요하며, 또한 제조업체, 운송업체, 선박회사, 세관, 중간 제조업체 등 관련 기관에 일괄적으로 적용하여 그 효과를 높이기 위해서는 중요성을 인식하고 국가 차원에서 RFID 도입 사업에 적극적으로 지원이 되어야 한다. 궁극적으로 철강 물류에서 고객 제품 정보 제공 서비스 체계에 기반이 조성될 것으로 판단한다

[참고문헌]

[1] 한국표준협회, “ RFID표준화 로드맵 2007”, 한국유통물류진흥원, 2007년 5월, pp.1-83.

[2] 현대하이스코, “ IT혁신네트워크 구축 사업”, 한국전자거래개협회, 2007년 3월.

[3] John Burnell, “ ThyssenKrupp to Expand RFID Steel Tracking”, RFIDUpdate, 2007년 6월

[4] POSCO 정보기획실 정보서비스그룹, “ POSCO RFID시스템 적용표준사양 Ver 2.00”, POSCO, 2006년 8월

[5] “ 국내외 USN관련 특허 조사 및 분석 연구보고서”, 한국 RFID/USN 협회, 2008년 2월

[6] 기술표준원, “ RFID기술표준 및 실용화 전략 가이드”, 산업자원부, 2006년 4월

[7] 유우식, “ 항만컨테이너터미널 게이트 입/출 관리에서의 RFID적용에 관한 실증 연구”, 인천대학교 산업경영공학과