

## RFID 기반의 철강업 물류관리를 위한 추적시스템의 설계 및 구현

이 상 영\*

### Design and Implementation of RFID-based Tracking System for Logistics Management on the Steel Industry

Sang-Young Lee\*

#### 요 약

최근에 RFID 시스템은 기술 및 애플리케이션 측면에서 많은 발전을 이룩해왔다. 특히 물류관리 분야에서도 이러한 RFID 시스템을 적용하고자 많은 노력들을 하고 있다. 아울러 철강업종의 물류부문에서도 RFID 시스템을 적용하면 많은 효율을 높일 수 가 있다. 그러나 철강산업에 RFID 시스템을 적용시에 태그와 안테나의 인식 등에서 많은 문제점이 있다. 이에 본 논문에서는 철강업종의 생산원가를 절감하는 도구로 RFID 시스템을 적용하는 연구를 수행하였다. 즉 철강업종에 적용가능한 RFID 기반의 추적관리 시스템을 제안한다. 본 논문의 결과로 자체 입출고 시 100%의 인식이 나왔고 로케이션에서는 99%의 인식률을 확보하였다. 결론적으로 제안하는 RFID 기반의 추적 관리 시스템은 기존의 시스템에 비해 생산성 향상 면에서 우수함을 보인다.

#### Abstract

Recently, the Radio Frequency Identification(RFID) system has been growing with many promising features in technology and applications fields. Especially, a lot of efforts for the application of RFID system in the field of logistics management have been conducted. In addition, in logistics section of steel industry a remarkable efficiency can be attained by application of the RFID system. However, in the RFID system applied for the steel industry, lots of problems were found to be solved in recognition of the tags and antennas. This paper presents the feasibility of deploying RFID in the steel industry as a tool for reduction of the production cost . An application of the steel industry to RFID-based tracking management system was proposed. The results of this paper showed that the recognition rate of material input and output was found 100 percent and secured 99 percent of detection rate in the location. In conclusion, the proposed RFID-based tracking management system was approved superior to the existing system in terms of productivity.

• 제1저자 : 이상영

• 투고일 : 2010. 06. 24, 심사일 : 2010. 08. 25, 게재확정일 : 2010. 08. 29.

\* 남서울대학교 보건행정학과 교수

※ 이 논문은 2009년 남서울대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음

▶ Keyword : 철강(Steel), RFID(RFID), 추적관리(Tracking Management)

## I. 서론

급변하는 시장 환경 하에서 기업 간 경쟁이 심화됨에 따라 기업의 물류 환경도 급속히 변화되고 있다. 고객은 제품에 대한 선택 폭을 넓히려고 다양한 서비스들을 요구하고 있다. 이러한 변화로 기업들은 물류를 제3의 이윤원으로서 인식하기 시작하였으며 물류가 기업경쟁의 주요한 원천이 되고 있다[1]. 특히 철강업종은 타 업종에 비해 조달물류 및 생산물류 등에서 발생하는 물류비가 상대적으로 높은 특징을 가진다. 그러나 업종 특성상 공급자위주의 정책으로 물류비 개선에 대하여 소홀한 측면이 있었으나 최근에 유비쿼터스 등 IT 기술을 이용한 물류비용 절감 및 기업경쟁력 향상 측면에서 추적관리 및 물류관리 등을 통하여 실시간 정보의 효율적 관리 및 활용에 대한 중요성 인식과 필요성이 증대되고 있다[2, 3].

유비쿼터스 기술은 RFID(Radio Frequency Identification) 태그 및 무선 주파수를 이용해서 가까운 거리는 물론 수십 미터까지 떨어진 사물이나 사람에 부착된 태그를 인식하여 정보를 주고 받을 수 있는 기술이다. 이러한 기술을 활용한 물류 정보화는 정확하고 신속한 정보처리로 물류흐름 개선에 크게 기여할 수 있다[4].

철강업종에서도 기존의 바코드 시스템을 기반으로 물류 흐름을 체크하는 수많은 노드들이 주로 인적자원의 활용에 의존해 왔고, 추적관리의 경우에는 수비가 불가능한 비효율적인 환경이 존재하여 이를 개선할 필요성이 대두되었다. 이에 유비쿼터스 기술이 도입되어 활용되고 있기는 하지만 아주 미미한 수준이다. 특히 철강업종 특성상 RFID의 취약점인 열과 금속이 동시에 존재하는 철강제품 적용에 대한 기술적인 문제가 야기된다. 또한 태그의 가격과 태그의 부착 및 파손문제도 해결해야 할 과제 중 하나다. 현재 산업현장에서 가장 많이 사용되고 있는 UHF(Ultra-High Frequency) 대역의 수동형 RFID 태그의 도입과 관련하여 업계의 가장 큰 관심은 금속이나 액체로 된 제품에 태그를 어떻게 부착시킬 수 있는냐 하는 것이다. 일반적으로 금속은 RF(Radio Frequency) 에너지를 반사하는 특성이 있고 액체는 RF 에너지를 흡수하는 특성을 가지고 있기 때문에 리더로부터 수신된 RF 에너지를 이용하여 통신하는 UHF 대역 수동형 태그의 경우 부착물질에 따라 RF 에너지 변화요인이 실제 태그 판독률에 많은 영향을 미치게 된다[5]. 특히, 다양한 산업 환경에서의 RFID 적용

확산을 위해서는 부작용에 따른 특성변화를 극복할 수 있는 특수태그용 안테나 및 소재 개발, 패키징 기술 개발 등이 절실하나 현재까지는 그 수준이 미비한 실정이다[6, 7].

이에 본 연구에서는 철강업종에 RFID 기술을 이용하여 물류관리의 기반이 되는 추적관리 시스템을 개발하는데 목적을 가진다. 즉 철강업종에 적용가능한 실제적인 RFID 시스템의 개발을 통한 효율적인 물류관리의 기반이 되는 추적관리 시스템을 구축한다. 논문의 구성은 크게 4장으로 구성되어 있다. 서론에 이어, 2장에서는 RFID 시스템 설계를 제시하고 3장에서는 구현을 하고 마지막 4장에서는 연구에 대한 결론 도출 및 추후 연구 방향에 대하여 다룬다.

## II. 관련 연구

RFID 시스템은 RFID 안테나에서 전파를 발산하면 작동이 시작되며 데이터가 저장된 태그가 그 전파의 범위 내에 들어가게 되면 태그가 데이터를 안테나로 전송한다. 이때, 리더기가 전송된 태그의 정보를 판독하여 네트워크로 연결된 데이터베이스 정보를 바탕으로 사용자에게 원하는 정보를 제공한다[8].

이와 같은 새로운 개념의 정립은 물류분야에 여러 가지 응용연구를 낳게 하였다. 이와 관련된 연구는 크게 RFID 기술이 기존의 물류정보시스템과 어떻게 통합되어야 하는지에 대한 적용방안을 제시한 연구와 기존의 프로세스에 RFID를 적용하는 실제적인 연구로 구분된다[9]. 먼저 RFID 기술이 기존의 물류정보시스템과의 통합에 대한 연구는 물류 효율성 측면의 연구에서 주로 연구되었고, 기존의 프로세스에 RFID를 적용하는 연구는 적용하는 RFID 기술에 여러 가지 실증적인 연구들이 수행되어 왔다[10]. 이러한 실증적인 연구 중 특히 물류부문의 추적관리에 대한 연구로는 SCM에서의 추적시스템에 적용된 연구와 분배센터에서의 추적기술에 관한 연구 등이 있다[4, 11, 12, 13].

특히 철강분야의 추적관리에 대한 연구로는 태그가 부착된 자재의 인식율과 인식속도 등에 대한 사례연구나 RFID 시스템전반에 걸친 신뢰성 향상을 위한 기술측면의 연구 등이 수행되었다[14]. 또한 효율적인 UHF 대역의 매크로 정보를 제공하는 수동형 태그를 이용한 상자, 팔레트, 트럭적재물 등에서 적용에 관한 연구[15]와 시스템 신뢰성을 증가시키는 안테나, 리더기, 태그들을 이용한 연구[16, 17], GPS나 모바일 기기를 이용한 추적을 위한 RFID의 응용연구[18] 등이 있다.

그러나 이러한 연구들은 철강업종에 실제 적용하기에는 시  
협적인 적용이 대부분이고 중소기업의 철강업종에 적용하기  
에는 어려움이 많다.

### III. 철강업종에서의 추적기반의 RFID 시스템 설계

#### 1. 철강업종에서의 RFID 시스템

RFID 시스템은 안테나가 포함된 리더기, 무선자원을 송/수  
신 할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를  
교환하는 태그, 서버 및 네트워크 등으로 구성된다(그림 1).

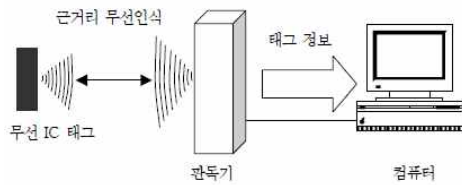


그림 1. RFID 시스템 구조  
Fig. 1. RFID System Architecture

적용하고자 하는 철강업종은 RFID의 취약점인 열과 금속이  
동시에 존재하는 철강제품 적용에 대한 기술적인 문제가 야기  
된다. 또한 태그의 가격과 태그의 부착 및 파손문제도 해결해  
야할 과제 중 하나이다. 현재 산업현장에서 가장 많이 사용되고  
있는 UHF 대역의 수동형 RFID 태그의 도입과 관련하여 업  
계의 가장 큰 관심은 금속이나 액체로 된 제품에 태그를 어떻  
게 부착시킬 수 있느냐 하는 것이다. 일반적으로 금속은 RF  
에너지를 반사하는 특성이 있고 액체는 RF 에너지를 흡수하  
는 특성을 가지고 있기 때문에 리더로부터 수신된 RF 에너지를  
이용하여 통신하는 UHF 대역 수동형 태그의 경우 부착물  
질에 따라 RF 에너지 변화요인이 실제 태그 판독률에 많은  
영향을 미치게 된다. 즉 RFID의 초기 확산에 있어서 기술적  
인 측면의 가장 큰 장애물은 RFID의 인식률과 관련된 제반  
문제들이다. RFID의 인식 오류는 무선 주파수를 사용하는  
과정에서 주파수 간섭에 의해 발생하는 문제뿐만 아니라 태  
그의 오작동 문제, 데이터인식 오류 문제 등 다양한 경로를  
통해 발생할 가능성이 존재한다. 특히 다양한 산업 환경에서  
의 RFID 적용 확산을 위해서는 부착물에 따른 특성변화를  
극복할 수 있는 특수태그용 안테나 및 소재 개발, 패키징 기  
술 개발 등이 절실하나 현재까지는 그 수준이 미비한 실정이다.

#### 2. 추적관리를 위한 RFID 시스템 모듈

RFID를 기반으로 하는 추적관리시스템은 기본기능 모듈,  
RFID 연동 모듈, 추적지원 모듈 등으로 구성된다. 다음 그림  
2에서는 이러한 시스템의 모듈을 보여준다.

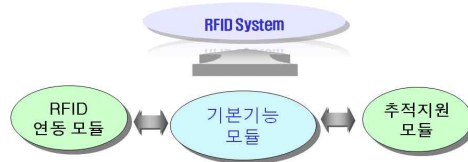


그림 2. RFID 시스템 모듈  
Fig. 2. RFID System Module

그림에서 보는 바와 같이 먼저 기본기능 모듈은 추적관리의  
기본적인 기능들을 모아놓은 것으로써 시스템 상에서 추적관  
리에 필요한 데이터의 입력, 삭제, 수정, 조회 등 기능을 할 수  
가 있게끔 한다. 그리고 RFID 연동 모듈은 기본기능 모듈과  
연동하여 RFID 리더가 읽어 들인 태그정보를 DB에 저장하고  
태그의 위치추적을 하는 기능을 한다. 추적지원 모듈은 관련  
부문에 네트워크상의 관련된 입고지시정보, 입고정보, 출고지  
시정보, 출고정보 등을 실시간으로 확인하도록 한다. 다음 그  
림 3에서는 이러한 시스템의 모듈에 대한 구성도를 보여준다.



그림 3. RFID 시스템 모듈 구성도  
Fig. 3. RFID System Structure

그림에서 보는 바와 같이 RFID 시스템 모듈 구성도는 먼  
저 기본기능 모듈에서는 기초정보관리, 입고관리, 출고관리,  
재고관리 등으로 구성된다.

- 기초정보관리: 회사의 기초정보가 되는 자재 정보, 일정 정보, 거래처 정보 등을 관리한다.
- 입고 관리: 구매부서의 발주정보에 근거하여 자재입고 지시를 내리고, 내려진 자재입고지시와 실제로 도착한 자재의 수량 및 제품의 상태 등을 검수하는 단계를 거쳐 공장에 입고 한다.
- 출고 관리: 생산부서의 생산정보에 근거하여 생산완료 한 완제품을 출고하기 위하여 제품출고지시를 내리고,

내려진 출고지시의 제품 및 수량을 바탕으로 출고한다.

- 재고관리 : 생산활동을 위해 필요한 원재료 · 반제품 · 제품 등의 최적보유량을 계획 · 조직 · 통제한다.

그리고 추적관리 모듈은 하고 출고된 완제품을 적치계획에 따라 공장내 로케이션(location) 별로 배분하고 적재시 위치 파악을 위한 로케이션 관리 및 이를 지원하는 안테나, 리더기 등의 통신과 관련된 통신시스템 관리를 통하여 관련정보를 등록하고 이를 기반으로 추후 추적이 가능하도록 관리한다. 또한 RFID 연동 모듈은 태그의 기초정보 등을 관리하며, 입고, 출고, 자재관리 등의 모듈에서 RFID와 관련되는 부분을 관리한다.

### 3. 추적관리를 위한 RFID 시스템 설계

추적관리를 위한 RFID 시스템은 중소철강 업체의 가장 기본적인 기능을 기준으로 구성되었으며 공장 및 적재 로케이션의 추적을 기본설계로 한다. 시스템에서는 생산공장에 1개씩의 입출입문과 공장내 로케이션관리를 위하여 공장내부를 4개의 구역으로 구분하여 자재 또는 완제품의 보관 및 위치 파악이 쉽도록 구성하였다. 먼저 2개의 입출입문은 공장내 자재의 입출고 전용으로 쓰이며 이곳에 고정식 RFID 안테나 및 리더기를 설치하여 입 · 출고되는 자재나 제품을 관리할 수 있다. 그리고 공장내 4개의 로케이션에는 안테나를 설치하여 이동가능한 PDA식 RFID 리더기를 통하여 추적관리가 가능하도록 설계한다. 또한 모든 자재 또는 제품의 이동은 태그가 붙은 상태에서 이동하도록 하였다. 특히 철강에 부착하는 태그가 인식율 측면에서 중요한 요소가 되는데 철강부착형 태그는 기존의 일반태그와 달리 금속면에 부착하기 때문에 금속면에 부착이 잘되고 공기 중에서도 인식을 또한 인식거리를 하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 금속면에 부착하는 방법과 견고한 신뢰성을 확보할 수 있는 태그를 개발하여 제시한다(표 1).

표 1. 철강부착용 태그 규격  
Table 1. Steel-attached Tag Specifications

항목	단위	규격	비고
주파수	MHz	908-914	대역 커버
메모리	bit	512bit	
인식거리	m	공기중 15m, 금속면 10m	
인식률	%	99% 이상	

본 논문에서의 철강업에서의 추적관리를 위한 RFID 시스템의 설계에서는 기본적으로 중소규모의 철강업 특성을 반영

한 시스템을 구축하였고 빠른 시간에 적용할 수 있도록 하여 설비 투자 부담을 최소화하였다. 또한 새로운 시스템 적용에 따른 실패 기회를 최소화 하면서 적용효과를 극대화 시킬 수 있도록 지원하도록 하였다.

## IV. 철강업종에서의 추적기반의 RFID 시스템 구현

### 1. 태그 및 안테나 시스템 개발 및 적용

적용하고자 하는 라벨형 태그는 다이폴 형태의 안테나의 구조를 사용하고 있다. 그러나 기본적인 다이폴 안테나는 금속면에서 사용할 수 없다. 그 이유는 금속면에 일반형 라벨형 다이폴 안테나를 부착하면 금속면 때문에 태그 고유의 특성이 잃어버리기 때문이다. 따라서 금속면에 태그가 인식되기 위해서는 접지 면을 갖는 안테나가 필요하다. 이러한 구조의 대표적인 안테나는 PIFA형 마이크로 스트립 안테나(Planner Inverted F Antenna)이다. PIFA형 마이크로 스트립 안테나는 마이크로 스트립 안테나의 구조에서 방사체에 접지를 하여 전체적인 안테나의 모양이 역 F 모양을 가진다. 마이크로 스트립 패치 안테나는 접지면과 방사체 사이의 프링징 필드(fringing field)에 의해 방사각 형성이 되는 다이폴과는 다른 방사 메카니즘을 가지고 있다.

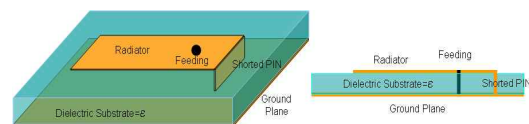


그림 4. PIFA형 마이크로스트립 안테나  
Fig. 4. PIFA-type Microstrip Antenna

그림에서 보는 바와 같이 PIFA형 마이크로 스트립 안테나의 방사체는 유전체 기판 위에 존재를 하게 되고 안테나의 크기는 길이 방향에  $\lambda/4$ 를 사용하고 폭은 안테나의 임피던스를 고려하여 폭을 조절한다. PIFA형 마이크로 스트립 안테나의 방사체의 크기는 다음과 같이 공진주파수로 결정할 수가 있다.

$$(f_r)_{010} = \frac{1}{2L\sqrt{\mu\epsilon}} = \frac{c}{2L\sqrt{\epsilon_r}}$$

L=안테나의 길이

특히 방사체를 접지 면에 접지를 함으로써 도체 면을 접지면으로 사용하기 때문에 전도성 물체에 부착하였을 때 안테나

의 특성에 영향을 적게 받는다. 또한 방사체는 여러 가지 형태의 모양으로 변형하여 안테나를 구현한다. PIFA 구조의 가장 큰 문제는  $1\lambda$  이하의 접지면을 가질 경우 접지면 크기와 모양에 따라 심각한 성능 변화가 나타난다. 접지면에 대한 특성은 주파수의 변화와 함께 방사패턴의 변화를 가져온다. 다음 그림은 접지면의 크기에 따른 반사손실의 변화를 나타내고 있다. 그림에서와 같이 반사 손실 특성은 접지면 크기에 따라 공진 주파수 이동 현상이 심함을 알 수 있다.

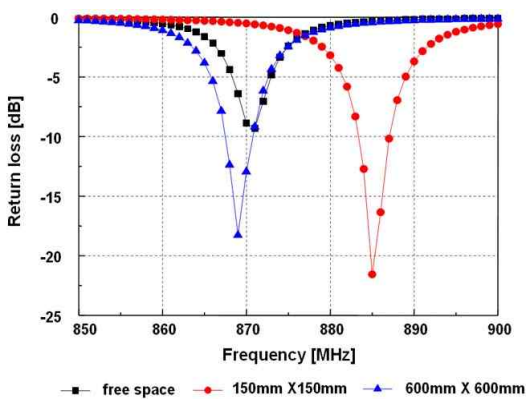


그림 5. 금속면 크기와 안테나 반사 손실  
Fig. 5. Size of Metal & Return Loss of Antenna

그리고 아래 그림은 접지면에 따른 방사 패턴의 변화를 나타내고 있다. 600 mm X 600mm의 접지면 크기를 가질 때 0°에서는 널(null)이 형성됨을 알 수 있다.

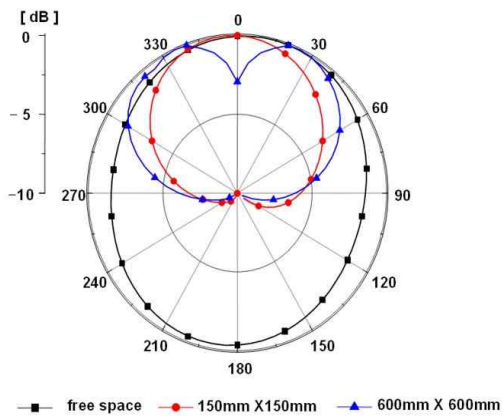


그림 6. 금속면 크기와 안테나 방사 패턴  
Fig. 6. Size of Metal & Radiation Patterns of Antenna

이런 금속면에 태그를 부착을 하게 되면 주파수의 변화와 방사패턴의 변화가 일어난다. 이런 이유로 금속면에 부착하는 태그의 신중한 적용이 필요하다. 본 논문에 적용한 태그의 구조는 접지 면과 유전체 층과 방사체 층으로 구성이 되고 방사체 층에는 루프(loop) 타입의 안테나 구조를 선택하였다. 제작된 태그는 두 종류로 제작을 하였다. 한 종류는 크기가 80mm x 30mm x 4mm이고 또 다른 태그의 크기(A10010006)는 100mm x 100mm x 6mm이다.

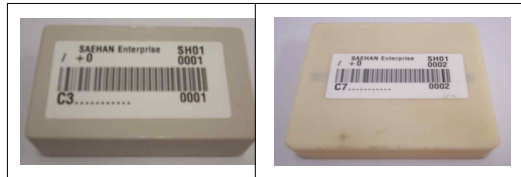


그림 7. RFID 태그  
Fig. 7. RFID Tag

이러한 태그는 기본적으로 고온과 강한충격에 견디며 장거리 인식이 가능하고 다른 센서 기능이 포함된 복합기능을 가지는 태그로 적용하였다.



그림 8. 철강에 태그부착 모습  
Fig. 8. Tag-attached to Steel

철강에 부착한 모습은 그림 8과 같은데 적용한 태그는 완제품의 끝부분에 노출되도록 부착하고, 부착이 용이하도록 특수 커머를 사용하였다. 이러한 태그는 일반 태그와 달리 금속 면이나 일반 내용물에서도 안정적인 인식거리가 확보가 되고 물과 같은 액체 성분에서도 인식거리가 확보가 된다. 또한 차량이나 철골구조물의 강한 충격에서도 태그 파손이 되지 않게 고정되고 고온 내습에서도 강하다. 또한 전기 시설이 열악한 환경에서 야간에도 식별이 가능하게 야광처리가 되어 있고 바닥에 매립을 하지 않고 사용이 가능하며 바닥의 평탄도가 좋지 않은 부분에도 사용이 가능한 태그이다. 그리고 제품에 대한 전기적인 규격과 기구적인 규격은 다음 표 2에서 보여준다.

표 2 RFID 태그 규격  
Table 2 RFID Tag Specification

Physical Characteristics		Electrical Characteristics	
Parameter	Specification	Parameter	Specification
Length(L)[1]	100[mm]	Chip Feature	Alien Higgs3
Width(W)[2]	100[mm]	Memory Size[bit][5]	EPC[96] + USER[512]
Thickness(T)[3]	8[mm]	Write Endurance	10,000 Programming Cycles
Weight[4]		Data Retention	10 years
Material	PCB/Silicon	Interface Protocol	ISO/IEC 18000-6C EPC global Class1 GEN2
Finish	PSR(Yellow, Red) Silicon(Blue)	Frequency[6]	UHF
Adhesive	Silicon tape	Reading Distance[7]	Up to 2.5m
Max. Temperature	-20°C ~ +200°C (24Hr)	Reading Ratio	100%

그리고 제작된 태그에 대한 인식거리 및 인식률을 측정하였다. 현장측정을 위해 PDA 포터를 리더기를 가지고 최대출력파워(30dBm)를 동작시키면서 안테나의 인식거리를 측정을 하였다. 태그의 종류는 두 종류를 사용하였고 가로 방향일 때와 세로방향일 때 모두 측정을 하였다. 제작된 안테나의 인식거리는 현장에 따라 조금 다르게 인식거리가 나왔으나 인식거리는 모두 만족을 하였다. 그러나 크레인으로 빔을 1m 이상 상승시켜 바닥에 놓았을 때는 두 개의 태그 모두 떨어지는 현상이 발생하였다. 이런 문제점을 보완하기 위해 빔을 잡을 수 있는 클립을 사용하고 클립과 안테나를 연결할 수 있는 연결하는 고리를 사용하여 이를 해결하였다.

2. 추적관리를 위한 RFID 시스템 구현

추적관리를 위한 RFID 시스템의 전체 프로세스는 세가지 세부 프로세스를 가진다. 즉 구매부서의 발주정보에 근거한 입고지시로부터 자재의 입고까지의 입고 프로세스가 있고 생산부서의 생산정보에 근거한 출고지시로부터 제품의 피킹, 출고까지의 출고 프로세스로 구성이 되어있다. 그리고 마지막으로 태그를 부착한 상태에서 예정된 로케이션에 적재하여 관리하는 로케이션 프로세스가 있다.

이를 세부적으로 보면 먼저 구매부서의 발주정보에 근거하

여 생산부서로 자재입고지시를 내리면 자재입고 지시대로 자재가 제대로 도착되었는지를 검사하고 입고한다. 이때 고정형 안테나를 가진 RFID 리더기에 인식이 되면서 DB를 업데이트 한다. 그리고 생산과정을 거치는데 생산이 완료되면 생산계획에 근거하여 완제품 출고지시에 의해 출고된다. 출고지시에 근거하여 어느 로케이션에서 얼마만큼 출고를 시킬지 등 출고계획을 세운다. 출고한 제품은 제품 로케이션 배정지시에 근거하여 어느 로케이션에 얼마만큼 적치시킬지를 결정하고 4구역의 로케이션 중에 배정된 구역에 적치한다(그림 9).

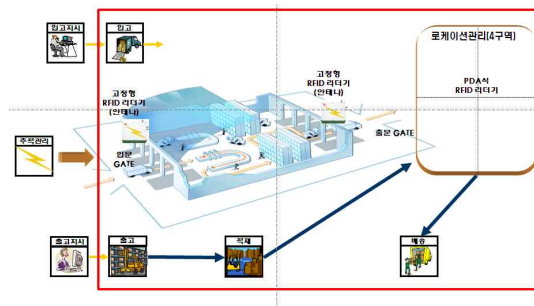



그림 9. RFID 시스템 프로세스  
Fig. 9. RFID System Process

마지막으로 이러한 추적관리를 위한 RFID 시스템의 성능을 시험하였는데 고정형 리더기가 설치된 입고고에서는 인식거리가 10m 기준으로, PDA 이동형 리더기를 이용시에는 2m 기준으로 측정하였다. 측정시 리더기 설치각도를 조정하고 상호 주파수 간섭에러 원인을 파악하는 등의 오류를 수정하였다. 먼저 입출입 인식률을 측정하기 위하여 하나의 입출입 게이트를 설치하고 시험하였으며 동일한 태그를 가지고 입출입에 대한 테스트를 수행하였다. 공정상에서 완제품이 나오고 적재시에는 로케이션에 적재되는 제품이 하나의 패키지 형태로 출고가 되기 때문에 패키지 상태에서 인식률을 측정하였다. 측정조건은 매탈 부착용 태그를 100개를 사용하였고 이동형 리더기는 최대출력파워(30dBm)를 동작시키면서 태그의 인식률을 측정하였다. 아래 표는 이러한 시스템의 인식률을 측정된 결과이다. 측정결과 입출고시에는 100%의 인식율을 확보하였고 완제품 적재시에는 99%의 인식율을 확보하였다.

표 2 시스템 테스트  
Table 2. System Testing

구분	적용사진	인식률	
		가로 방향	세로 방향
입출고		100%	100%
적재로 케이션		99%	99%

기존 시스템에서는 바코드 시스템을 기반으로 인력을 통하여 재고관리 및 추적관리가 이루어지고 있었다. 즉 수작업으로 엑셀 등을 통하여 관리하고 있어 관리인원에 의한 오류발생 및 다단으로 쌓인 완제품들의 선입선출 문제 등 여러 가지 문제점을 가지고 있었다. 본 논문에서는 RFID 기술을 적용하여 자재 및 완제품관리 영역에서의 이러한 문제점을 해결할 수 있었다. 특히 로케이션 관리가 이루어져 작업자가 찾아 다니지 않아도 되는 작업효율이 증가되었다. 즉 RFID를 이용한 공장내 및 제품 적재장소의 실시간 로케이션 추적관리를 이룩하여 RFID를 이용하여 각 로케이션 구역에 어떤 제품이 쌓여있는지에 대한 정보를 실시간으로 체크하고, 제품들에 대한 적재정보를 주어서 이것을 작업자 혹은 지게차 등에 전달하는 것이 가능하여 졌다. 아래 표 3은 이러한 기존의 시스템과의 비교를 보여준다.

표 3. 기존시스템과의 비교  
Table 3. Compared with the Legacy System

구분	기존시스템	적용시스템
기능	바코드 및 수동형	Read/Write에 의한 정보갱신
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수작업에 기반한 입고 및 출고 처리</li> <li>- 자재 및 완제품 추적 불가능</li> <li>- 정보의 Update 불가</li> <li>- Loss을 확인의 애로</li> <li>- 재고관리 부정확</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RFID 시스템을 통한 실시간 입고 및 출고처리</li> <li>- PDA 리더기를 통한 로케이션 추적</li> <li>- 정보의 실시간 업데이트 (총체적인 물류관리 가능)</li> <li>- 실시간 Loss을 확인</li> <li>- 재고관리 정확</li> </ul>

## V. 결론

물류관리 측면에서 RFID 시스템은 가까운 미래에 우리 생활 전반에서 큰 영향을 미치게 될 것이다. 그러나 각각의 응용분야에서 전과환경이 다르기 때문에 각각의 환경에 맞는 시스템의 개발이 필요하다. 특히 본 논문에서 대상으로 하는 철강업에서는 물류관련 분야에서 유비쿼터스 기술이 도입되어 일부 활용되고 있기는 하지만 아주 미미한 수준이다. 특히 철강업종 특성상 RFID의 취약점인 열과 금속이 동시에 존재하는 철강제품 적용에 대한 기술적인 문제가 야기된다.

이에 본 연구에서는 기본적으로 중소규모의 철강업 특성을 반영한 시스템을 구축하였고 빠른 시간에 적용할 수 있도록 하여, 설비 투자 부담을 최소화하였다. 또한 새로운 시스템 적용에 따른 실패 기회를 최소화 하면서 적용효과를 극대화시킬 수 있도록 지원하도록 하였다. 현재 대부분의 중소철강회사들은 추적관리가 불가능하여 관리인원에 의한 오류발생 및 다단으로 쌓인 완제품들의 선입선출 문제 등 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 RFID 기술을 적용하여 자재 및 추적관리 영역에서 실시간 파악 등의 자동화를 이룩할 수 있었다.

향후 더욱 내구성 및 금속에 강한 저렴한 태그의 개발 문제 등을 해결한다면 RFID를 이용한 추적관리는 급속히 확산될 것으로 예상된다. 아울러 본 논문을 기반으로 하는 전체적인 물류관리 전반에 걸친 RFID 기반의 시스템의 개발이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 이광수 외, "RFID를 활용한 웹기반 u-창고관리시스템 개발에 대한 연구," 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2005년.
- [2] 정재현, 조항, "국내철강물류의 현황과 정책대안의 모색," 물류학회지, Vol. 17(1), 87-112쪽, 2007년.
- [3] C. Floerkemeier, M. Lampe, and C. Roduner, "Facilitating RFID Development with the Accada Prototyping Platform," Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops(PerComW'07), 2007.
- [4] Jaselskis, E. J., and El-Misalami, T, "Implementing Radio Frequency Identification in the Construction

- Process,” Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 129(6), pp. 680 - 688, 2003.
- [5] 최경아 외, “의약품 창고관리를 위한 RFID 시스템의 인식률에 관한 연구,” 한국컴퓨터정보학회지, 한국컴퓨터정보학회, 제 16권, 제 2호, 249-254쪽, 2008년 3월.
- [6] T. Diekmann, A. Melski, M. Schumann, “Data-on-Network vs. Data-on-Tag: Managing Data in Complex RFID Environments”, Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences, 2007.
- [7] R. Derakhshan, M. E. Orlowska and X. Li, “RFID Data Management: Challenges and Opportunities”, IEEE International Conference, RFID Gaylord Texan Resort, Grapevine, TX, USA March 26-28, 2007.
- [8] 최연호 외, “RFID 기술을 이용한 항공화물 터미널 보관 구역내 화물위치추적 방안연구”, 로지스틱연구, 한국로지스틱학회, 제 17권, 제 2호, 2009년.
- [9] Chang, Y. and McFarlane, D, “Supply Chain Management using Auto-ID Technology”, In Chang, 2004.
- [10] 정경권 외, “무선 센서 네트워크를 이용한 RSSI 기반의 실내 위치 추적 시스템”, 한국컴퓨터정보학회논문지, 한국컴퓨터정보학회, 제 13권, 제 7호, 67-73쪽, 2008년 12월.
- [11] Kallonen T., Porras J., “Embedded RFID in Product Identification,” The Proceedings of the 5th Workshop on Applications of Wireless Communications. Lappeenranta, Finland, pp. 11-19, 2007,
- [12] Garcia A., Chang Y., and Valverde R. “Impact of New Identification and Tracking Technologies on a Distribution Center,” Computers and Industrial Engineering, Vol. 51, pp. 542-552. 2006.
- [13] S. Inoue, D. Hagiwara, and H. Yasuura. “Systematic error detection for RFID reliability,” In Conf. Avail., Rel. and Sec. (ARES 2006), pp. 280 - 286. 2006.
- [14] Furlani, K. M., and Pfeffer, L. E. “Automated tracking of structural steel members at the Construction site,” Automation and Robotics in Construction XVII, Symposium Proceedings (ISARC 2000), Taipei, Taiwan, pp. 1201-1206. 2000.
- [15] Akinci, B., Patton, M., and Ergen, E. “Utilizing Radio Frequency Identification on Precast Concrete Components - Supplier’s Perspective,” The Nineteenth International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2002), Washington, DC USA, pp. 381-386. 2000.
- [16] Yagi, J., Arai, E. and Arai, T. “Parts and packets unification radio frequency identification application for construction, Automation in Construction,” Vol. 14(4), pp. 477-490. 2005.
- [17] Navon, R., and Goldschmidt, E. “Monitoring labor inputs: automated-datacollection model and enabling technologies,” Automation in Construction, Vol. 12, pp. 185 - 199. 2005.
- [18] Ergen, E., Akinci, B., Sacks, R. “Tracking and locating components in a precast storage yard utilizing radio frequency identification technology and GPS,” Automation in Construction, Vol. 16(3), pp. 354 - 367. 2007.

저자 소개



이 상 영

1994: 숭실대학교 공학사  
 1998: 전북대학교 공학석사  
 2004: 전북대학교 이학박사  
 2005~ 현재: 남서울대학교  
 보건행정학과 교수  
 관심분야: 유비쿼터스, 의료정보,  
 HCI, 의료보안 등