

RFID 활용 공군 신무기 자산관리시스템 구축 사례

김동현, 임정미, 김대근
(주)KT SI사업본부

A Case Study for Implementation of Korea Air Force's F-15K Assets Management System

Dong Hyun Kim, Jung Mi Lim, Dae Geun Kim

SI Biz Bureau KT

E-mail : kdh0110@kt.co.kr, jmlim@kt.co.kr, hankim@kt.co.kr

요 약

최근 각광받고 있는 RFID(Radio Frequency Identification) 기술은 물류, 유통 및 자산관리 분야를 중심으로 그 적용 사례들이 늘고 있다. 본 사례는 정보통신부의 IT839정책의 일환으로 RFID 분야의 기술 및 산업 확산을 위해 한국전산원이 주관하여 추진한 2005년도 선도사업 중 하나인 공군 신무기(F-15K) 자산관리시스템 구축사업에 대한 것이다. 이 시스템의 구축을 통해 공군은 군수물자의 정확한 도입현황 파악이 가능하게 되었고, 보유 자산의 현황 및 저장위치 파악이 실시간 가능해졌으며, 수령, 저장, 발송, 재고관리 등 기존의 업무 처리 방식을 간소화하여 업무 소요 시간 및 인력을 절감할 수 있었다.

1. 서론

“언제(Anytime), 어디서나(Anywhere) 네트워크에 접속할 수 있다”는 의미의 유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅 환경을 구현하기 위해 현재 수많은 연구소와 기업에서 관련 하드웨어와 소프트웨어, 혹은 그 활용분야 등에 대하여 다양하고 광범위한 연구가 진행되고 있으며 이미 일정 부분 그 활용 모델들이 상용화되어 시장에 선을 보이고 있다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하는 핵심기술 중의 하나가 RFID이며, 국내외에서는 물

류 및 유통 분야를 중심으로 이 기술을 활용한 시스템들이 구축되고 있다. 특히 RFID는 기존의 바코드(Barcode)의 느린 인식속도, 인식환경, 데이터저장능력 등의 한계를 극복할 수 있는 새로운 대안으로 산업 전반에 걸쳐 적용이 가능하다는 장점을 지니고 있어 향후 그 파급효과가 매우 클 것으로 예상된다.

정보통신부는 2004년부터 RFID기술을 적용한 시범사업을 지원해 왔으며 본 논문에서 소개되는 사례는 2005년도 정보통신부 지원 RFID시범과제 중의 하나이다.

2. 시스템 구축 목표

공군은 미래전에 대비하고, 대북한 군사적 억제력을 확보하며 주변국과의 분쟁 발생 시 핵심 대응 수단으로 운영하기 위해 신무기체계(F-15K)를 2005년부터 2008년까지 연차적으로 도입하는 국책사업을 진행하고 있으며, 이러한 신무기 체계를 운영함에 있어 군 자산의 효율적 관리를 위해 RFID를 활용한 군수체계 구축을 추진하고 있다. 현재 공군의 보급업무는 자산을 관리·통제하는 업무시스템인 공군보급정보체계(ASIS-2000)를 중심으로 운영되고 있으나, 아직까지 수기식으로 처리되는 업무가 주를 이루고 있는 창고관리 업무는 신속·정확한 업무처리와 자산현황 관리, 군수지원 효율성 증대 등을 위해 실시간 수불관리와 저장 자산의 자동 파악, 군수품 이동정보의 관리 등의 방안을 제공할 수 있는 기술을 필요로 하고 있다.

한편 미 국방성은 2003년에 RFID 개발지침(DoD RFID Policy)을 마련하고, 2005년 1월부터 군에 납품되는 군수물자에 대한 RFID 부착을 단계적으로 적용 중에 있으며, 2007년부터 전체 FMS(Foreign Military Sales:미국의 우방국을 대상으로 하는 대외 군수물자 판매제도)물자에 대해 RFID 도입 의무화를 추진하고 있다.

이에 공군은 신무기체계 도입단계에서 군수품 식별과 이동경로 실시간 추적 및 도입현황 집계가 가능한 기반체계를 구축하여 도입된 신무기체계 자산의 운영상태를 언제 어디서나 실시간으로 파악 가능하고, 향후의 소요를 예측할 수 있도록 기존 공군 보급정보체계(ASIS-2000)와 연계 운영되는 RFID 기반 자산관리시스템 구축을 기본 목표로 하고, 향후 RFID 기술을 통해 군수업무를 자동화된 형태로 통합함으로써 U-군수시스템 구현이 가능한 기반체계를 구축하는 것을 궁극적인 목표로 본 사업을 추진하였다.

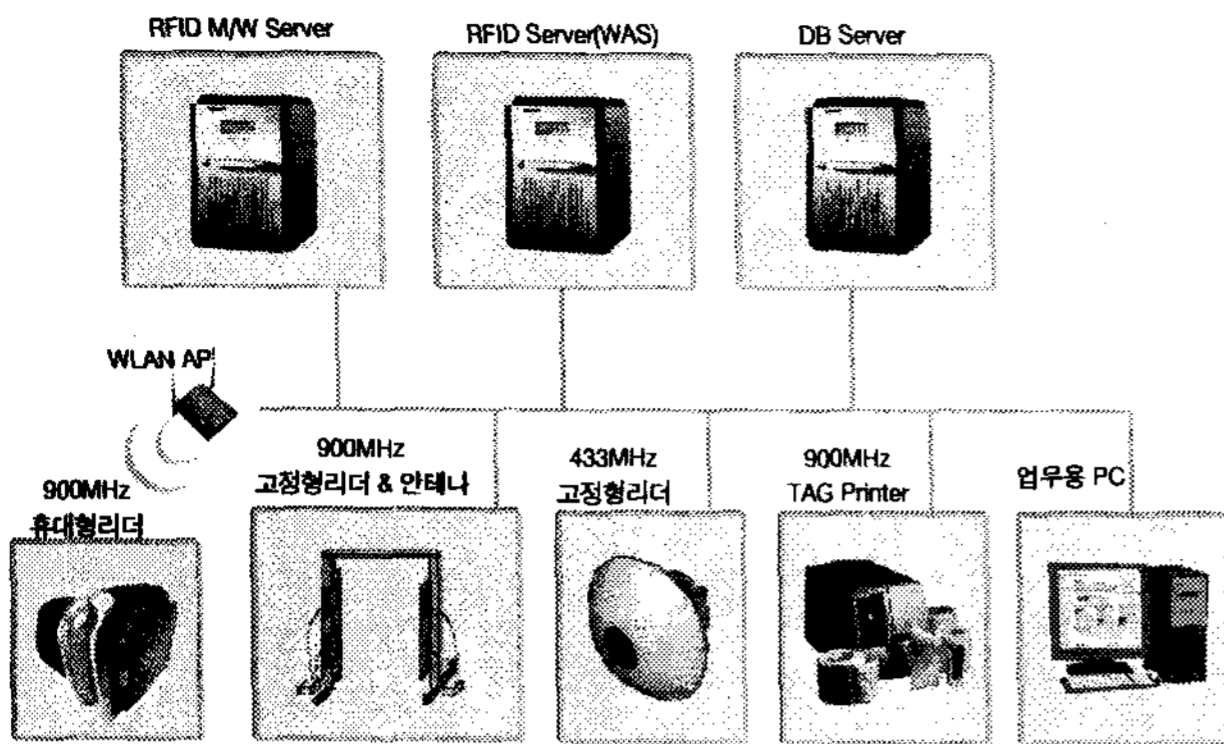
3. RFID 기반 자산관리시스템

공군 자산관리시스템 구축에는 <표 1>과 같이

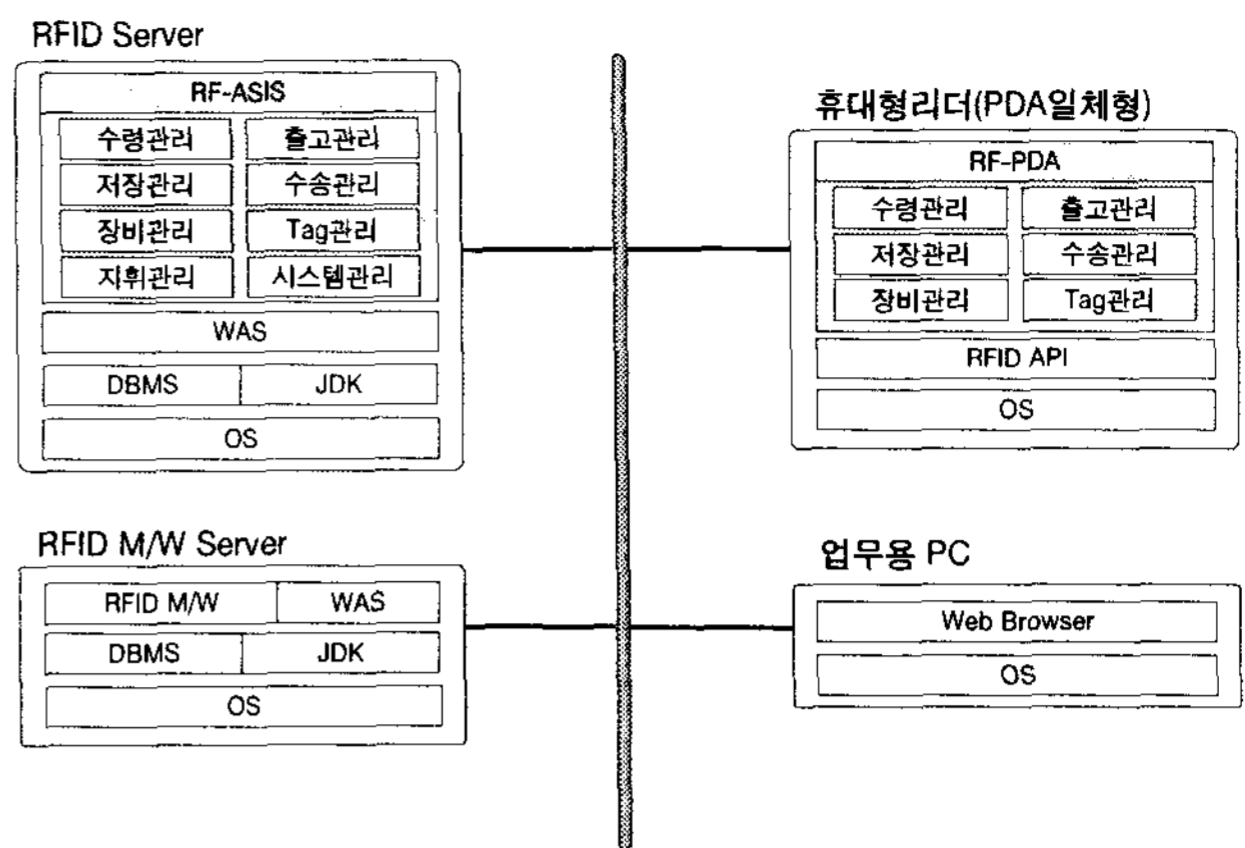
900MHz 대역의 고정형 및 휴대형 리더와 태그, 컨테이너 위치 추적을 위한 433MHz 대역의 고정형 리더와 태그, 900MHz 라벨 태그 발행용 프린터와 물류 창고 내의 무선랜 환경 구축을 위한 AP(Access Point)를 도입하였다. 또한 900MHz 고정형 리더에서 읽어 들인 데이터의 처리를 위한 RFID 미들웨어와 창고 내 저장된 자산에 대한 3차원 저장위치관리 및 보고 자료 생성을 위한 Reporting Tool도 도입하여 시스템을 구성하였으며 전체 하드웨어 구성도는 <그림 1>과 같다.

<표 1> 도입 하드웨어 목록 및 기능

품 명	수 량	기 능
900MHz Reader (휴대형)	6 대	휴대용 장치로서 RFID 태그에 에너지를 공급하고 태그 판독 및 기록, 통신 지원
900MHz Reader (고정형)	3 대	일정장소에 고정 설치되어 원거리(5M 이상) 태그 판독 및 기록
900MHz Reader Antenna	12 대	고정형 리더와 함께 부착되어 태그에 주파수 송수신
433MHz Reader (고정형)	2 대	컨테이너에 부착된 능동형 태그를 인식하여 판독 및 기록
900MHz Tag (메탈형)	2,500 개	장비에 부착되며 필요한 정보를 저장하는 라벨
900MHz Tag (라벨형)	40,000 개	박스 등에 부착되며 관리정보를 가지고 있는 라벨
433MHz Tag (Active)	50 개	자체 전원을 가지며 컨테이너에 포함된 물품 정보를 갖는 라벨
RFID 태그발행기	3 대	일반형 RFID 태그를 출력하는 장비
무선랜 AP	4 식	휴대용 RFID 리더의 사용을 위한 무선랜 환경 구축장치



<그림 1> 하드웨어 구성도



<그림 2> 응용 애플리케이션 구성도

응용 애플리케이션은 업무 환경을 고려하여 PC에서 실행하는 웹 기반의 RF-ASIS와 PDA에서 실행할 수 있는 RF-PDA 등 두 개의 애플리케이션을 개발하였다.

RF-ASIS는 RFID 시스템을 공군의 자산관리시스템인 ASIS-2000과 연계하여 F-15K 수리부속을 신속/정확하게 저장 및 입출고가 가능하도록 개발한 시스템이다. 이 애플리케이션은 수리부속의 도입대비 분배 현황을 실시간으로 집계하여 지휘정보로 제공할 수 있도록 개발하였으며, 또한 433MHz RFID 리더 및 태그를 이용한 현재 수송 중인 군수물자의 실시간 추적 기능을 개발하여 자산 가시화(TAV : Total Asset Visibility) 기능을 구현하였다.

RF-PDA는 무선랜을 활용하여 현장에서 F-15K 수리부속의 수령, 검사, 하자처리, 저장, 색출, 불출, 인수인계 등 자산의 운용 업무를 수행할 수 있도록 개발한 응용 애플리케이션이다. 업무 담당자는 수리부속 및 장비의 기본 정보와 이력을 현장에서 실시간으로 조회 가능하도록 개발하여 자산 관리 업무를 손쉽게 처리할 수 있게 되었다. 한편 무선랜 환경이 갖춰지지 않은 장소에 위치한 장비 관리 업무를 수행할 수 있도록 Off-Line Mode를 함께 개발하였으며, Off-Line Mode에서 처리된 업무 데이터는 On-Line 상태에서 배치 처리할 수 있도록 하였다. 공군 자산관리시스템의 응용 애플리케이션 구성은 <그림 2>와 같다.

개발된 업무기능은 수령관리, 출고관리, 저장관리 등 총 8개의 업무기능으로 구성되어 있다.

응용 애플리케이션 개발에 있어 기능/성능, 신뢰성, 가용성, 보안성, 상호운용성, 유지보수성 측면으로 구분하여 설계에 반영하였다. S/W 구성은 Unix 기반 개방형 환경이라는 요구사항을 만족하고 향후 군수통합시스템으로 통합이 가능하도록 Open 환경의 Web 시스템으로 구성하였다. 또한 RFID 기술의 발전과 RFID 리더에서 발생하는 데이터 및 이벤트를 효과적으로 처리하기 위하여 RFID 미들웨어를 도입하여 응용 애플리케이션과 RFID 리더 간 데이터 수신 및 데이터 가공 및 전환을 담당하도록 하였다.

RF-PDA는 단독 운영을 위하여 WinCE를 OS로 하는 2-Tier C/S구조로 설계하였으며, RF-ASIS는 군수통합시스템과의 통합을 고려하여 Web기반의 N-Layered 아키텍처를 채택하였다. 개발언어는 Java를 사용하였다.

4. 현장 실증 실험

공군 자산관리시스템을 구축함에 있어 <표 2>과 같이 5가지 실험항목에 대한 현장 실증 시험을 거쳐 기술적, 환경적 업무적 필요 요구 사항을 도출하였다.

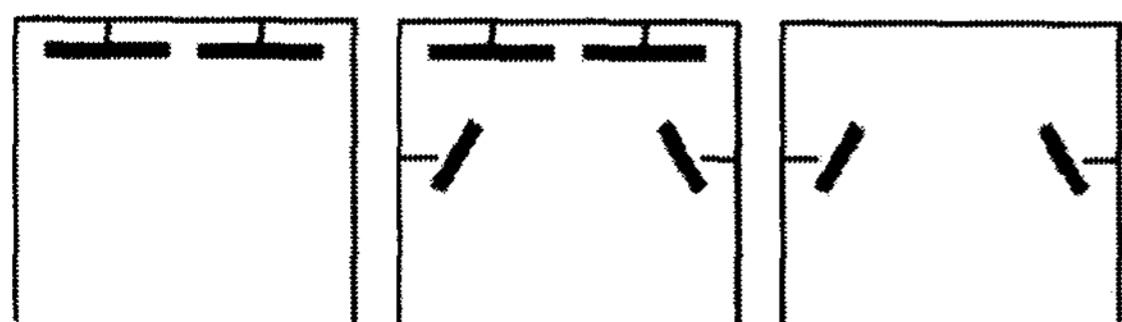
<표 2> 현장 실증 시험 항목 및 시험 방법

시험 항목	시험 내용
안테나 위치/개수	안테나 위치 및 개수에 따른 인식률 변화
태그 부착위치	태그 위치에 따른 인식률 변화
포장 재질 별 적재 방법	나무상자, 종이상자, 비닐로 감싼 종이상자 등 3가지 종류의 적재 방법에 대한 인식률 변화
휴대용 리더기 인식거리	휴대용 리더기의 인식 범위 및 거리
최대 인식거리	433MHz Active reader/tag의 최대 인식거리

4.1 안테나 위치/개수

RFID 안테나 위치와 갯수를 변경하면서 각 경우마다 태그를 부착한 상자 18개를 가로세로높이 방향으로 3x3x2 형태로 손수레에 적재하여 안테나를 통과시켜 인식률의 변화를 측정하였다. 안테나 통과시 손수레의 속도는 5Km/h 이하로 이동하였으며 태그는 종이상자의 좌측 상단에 부착하였다. 안테나 위치를 바꾸며 손수레를 10번씩 통과시켰으며 매번 통과 지역을 안테나 거치대의 좌우와 중앙으로 바꾸어 가면서 시험하였다.

<표 3>의 결과와 같이 안테나 4개를 설치할 경우 가장 인식률이 좋았으며, 안테나를 2개 설치할 경우에는 안테나를 거치대 상단보다는 기동 양쪽에 설치하는 경우가 높은 인식률을 보인다. 하지만 안테나를 4개 설치할 경우, 각 보급 창고 마다 리더기가 추가 되어야 하므로 비용 대비 효율이 떨어지므로 리더기 추가없이 인식률을 높일 수 있는 기동 양쪽에 2개의 안테나를 설치하는 방법이 요구된다.



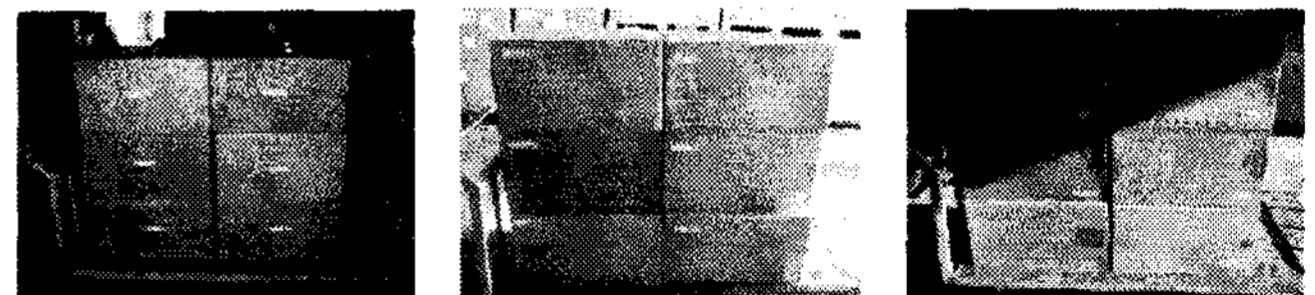
<그림 3>안테나 위치/수에 따른 인식률 시험환경

<표 3> 안테나 위치/수에 따른 인식률 시험 결과

	인식개수(태그 부착 개수 18개)										평균
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
거치대 상단 중앙 2개	7	7	7	8	8	8	10	6	4	9	7.4
중앙 2개, 기동양쪽 2개	13	13	9	11	12	12	12	13	13	12	12.0
기동양쪽 2개	12	12	11	9	10	12	10	8	11	10	10.5

4.2 태그 부착위치

종이상자에 부착하는 태그의 위치를 종이상자의 상단, 중앙, 하단으로 변경하면서 안테나를 통과하여 가장 인식률이 좋은 부착 위치를 찾아 내고자 하였다. 안테나 통과시 손수레의 속도는 5Km/h 이하로 유지하였으며 크기 60x34x34cm³인 종이상자를 가로세로높이 2x2x3의 형태로 손수레에 적재하여 시험하였다. 이 시험에서는 안테나를 거치대 상단에 부착한 경우와 거치대 기동 가운데 부착한 경우로 나누어 진행하였으며 각각의 경우에 대해 손수레를 10회씩 통과시켰다.



<그림 4>태그 부착 위치에 따른 인식률 시험환경

<표 4> 태그 부착 위치에 따른 인식률 시험 결과

		인식개수(태그 부착 개수 12개)										평균
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
안테나 거치대 상단	상단	12	12	11	12	10	12	12	12	12	12	11.7
	가운데	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10.1
	하단	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
안테나 거치대 기동	상단	12	12	12	12	11	12	12	12	12	11	11.8
	가운데	10	10	10	10	10	12	10	10	10	10	10.2
	하단	9	8	9	10	10	10	9	10	9	9	9.3

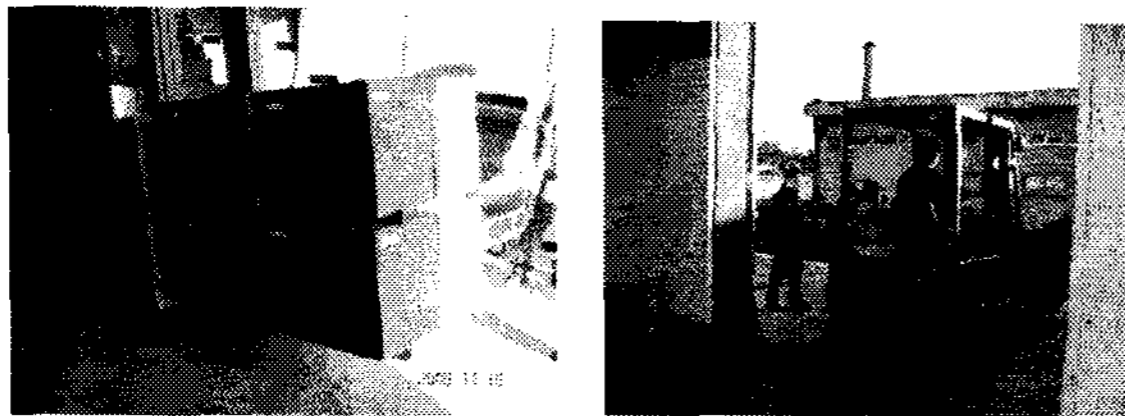
<표 4>의 결과와 같이 안테나를 거치대의 상단에 위치시킨 경우에는 태그를 상자의 좌측 하단에

부착한 경우가 인식률이 가장 좋았으며, 안테나가 거치대 기둥 중앙에 위치시켰을 경우에는 종이상자 상단에 태그를 부착한 경우가 인식률이 가장 높았다.

4.3 포장 재질별 적재 방법

(1) 나무상자 시험 방법 및 결과

나무상자에 라벨 태그 및 메탈 태그를 부착할 경우 가장 최적의 부착면을 찾기 위한 시험이다. <그림 5>에서 보는 바와 같이 실제 업무에 사용되는 지게차를 이용하였으며 입구 통과시 지게차의 최고속도는 5Km/h로 제한하였다. 나무상자는 60x50x60cm³ 크기로 4개를 사용하였으며 각 상자마다 정면과 옆면에 태그 1개씩을 부착하여 시험하였다. 태그는 라벨 태그의 경우와 메탈 태그의 경우로 나누어 시험하였다. 또한 안테나의 위치는 상단에 위치한 경우와 기둥 중에 위치한 경우로 나누어 각기 시험하였으며, 안테나 통과 횟수는 각각의 경우에 대하여 10회를 실시하였다.



<그림 5> 나무상자 적재방법 시험환경

<표 5> A.의 결과와 같이 라벨 태그 인식률은 안테나 상단일 경우는 정면과 옆면 인식률이 좋았으나, 안테나를 기둥에 부착한 경우에는 옆면에 부착하는 것이 인식률이 높았다. 나무상자에 라벨 태그를 붙이는 경우 옆면에 붙이는 것이 요구된다.

<표 5> B.의 결과와 같이 메탈 태그의 경우, 안테나가 상단에 위치 시에는 정면에 부착하는 것이 인식률이 높았으며, 안테나가 기둥에 위치할 경우에는 옆면에 부착하는 것이 인식률이 높았다. 메탈 태그도 박스 옆면에 부착하는 것이 요구된다.

<표 5> 적재 방법에 따른 인식률 시험 결과

A. 라벨 태그

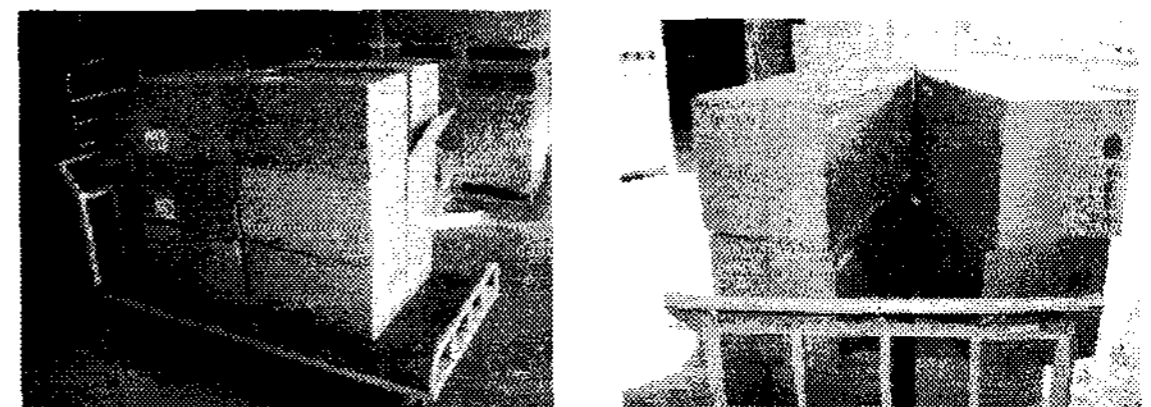
		인식개수(태그 부착 개수 4개)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
안테나 상단	정면	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2.2
	옆면	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2.6
안테나 기둥	정면	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	옆면	4	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2.6

B. 메탈 태그

		인식개수(태그 부착 개수 4개)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
안테나 상단	정면	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	옆면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
안테나 기둥	정면	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1.5
	옆면	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

(2) 종이상자 시험 방법 및 결과

태그 부착면을 상자의 바깥쪽과 안쪽으로 변경하면서 인식률이 가장 좋은 부착면을 검증하였다. 크기가 60x34x34cm³인 종이상자를 가로세로높이 2x2x3으로 12개를 적재하고 각각에 라벨 태그를 붙여 시험하였으며 안테나 통과시 손수레의 속도는 5Km/h 이하로 유지하였다.



<그림 6> 종이상자 적재방법 시험환경

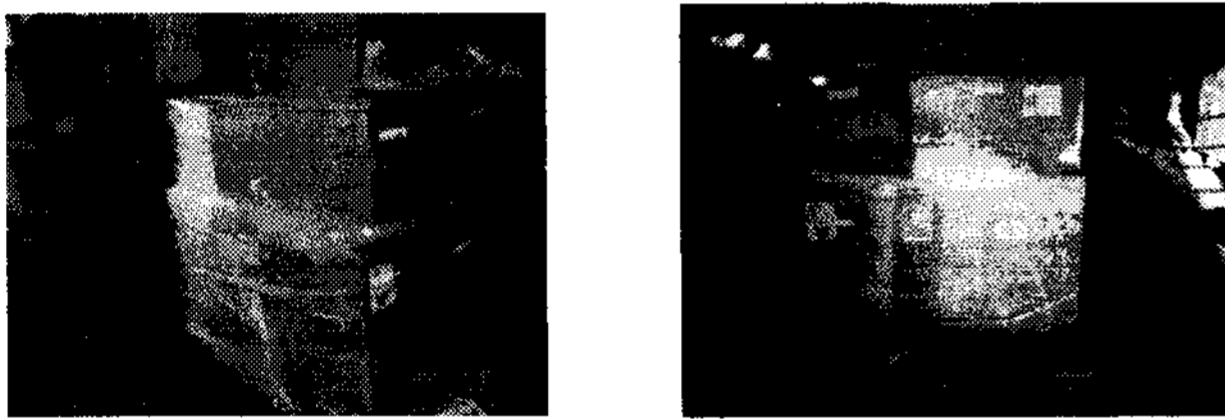
<표 6> 적재 방법에 따른 인식률 시험 결과

		인식개수(태그 부착 개수 12개)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
안테나 상단	바깥쪽	12	12	11	12	10	12	12	12	12	12	11.7
	안쪽	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
안테나 기둥	바깥쪽	12	12	12	12	11	12	12	12	12	11	11.8
	안쪽	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	11.9

<표 6>의 결과와 같이 종이상자에 라벨 태그를 붙이고 박스가 사방으로 둘러싸이지 않는다면 어떤 위치에서도 인식률이 좋았다.

(3) 비닐로 감싼 종이상자의 시험 방법 및 결과

도입 물자 중 비닐로 감싼 종이상자에 포장된 경우가 있으므로 이 경우 최적의 태그 부착면을 찾고자 하는 시험이다. <그림 7>과 같이 비닐로 싸여진 크기가 102x101x95cm³인 종이상자 1세트를 지게차로 운반하며 이때 지게차의 이동속도는 5Km/h 이하로 유지하였다. 안테나를 거치대 상단에 위치시킨 경우와 거치대 기둥 중간에 위치시킨 경우 각각에 대해 태그 부착면을 앞면과 옆면 및 후면에 부착한 경우로 지게차의 안테나 통과 횟수를 10회로 하여 시험을 진행하였다.



<그림 7> 비닐로 싸 종이상자 적재방법 시험환경

<표 7> 적재 방법에 따른 인식률 시험 결과

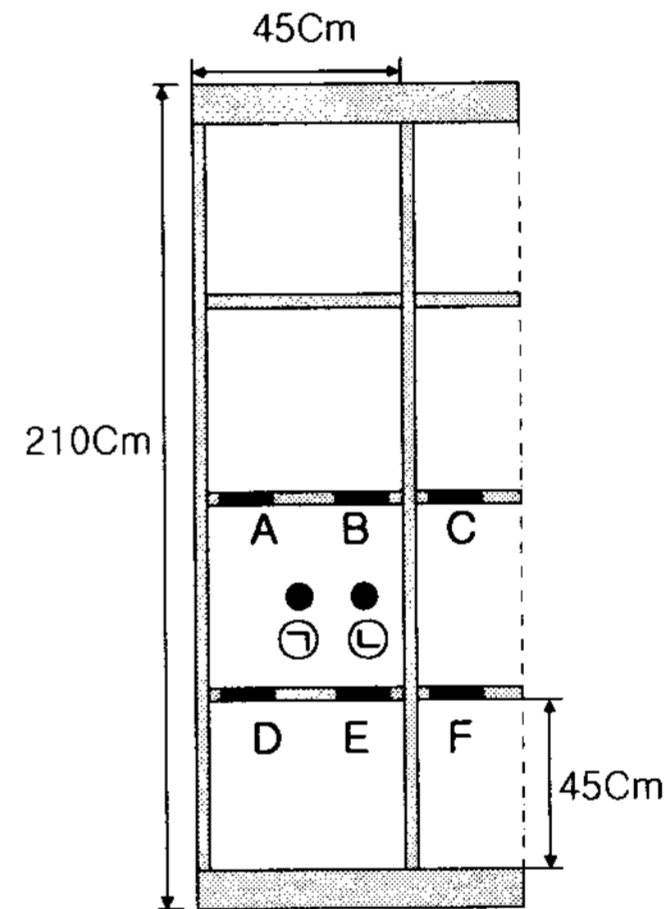
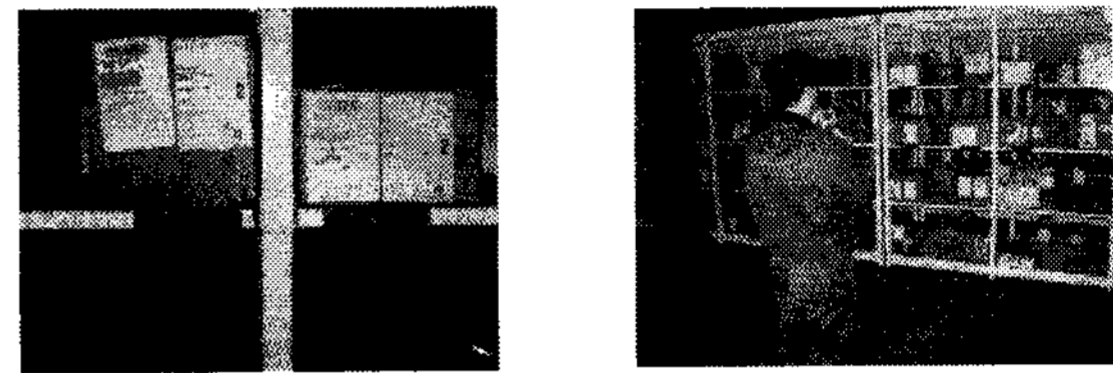
		인식개수(태그 부착 개수 5개)										평균
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
안테나 상단	정면	3	4	5	4	4	4	4	3	3	5	3.9
	옆면	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.1
안테나 기둥	정면	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	옆면	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	후면	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

<표 7>에서 보는 바와 같이 안테나가 상단에 위치한 경우는 상자의 정면에 태그를 붙일 경우 인식률이 가장 좋았고, 안테나가 거치대 기둥 중간에 위치한 경우에는 후면, 옆면의 순으로 인식률이 좋았다. 실제 작업 환경에서는 태그를 붙인 후 지게차로 옮길 경우 태그가 후면에 위치할 가

능성이 많으므로 안테나 기둥에 있는 상태에서 후면에 태그를 붙인 후 테스트를 하였다. 작업 시에 태그는 후면 혹은 옆면에 붙이도록 요구된다.

4.4 휴대용 리더기 인식거리

<그림 8>과 같이 메탈 태그를 물자 보관용 Rack에 붙여 놓고 휴대용 리더기로 거리를 변경하면서 인식률 측정하였다.



<그림 8> 휴대용 리더기 인식거리 시험환경

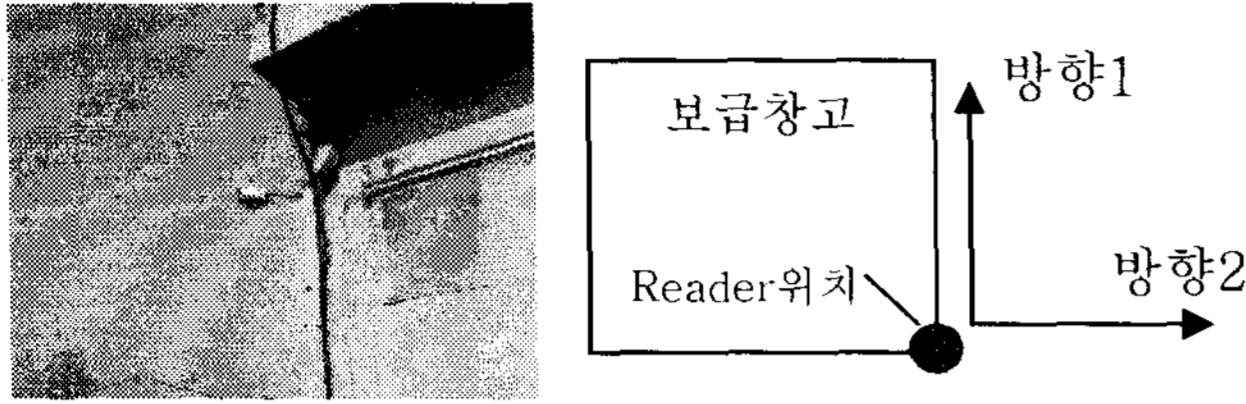
시험결과 태그 A, B, D, E의 중앙 ㉠에 휴대용 리더를 위치시키고 측정하였을 때, 총 10회 중 8회는 A,B,D,E를 모두 읽었고 2회는 E를 읽지 못하였다. 태그 A, B, C, D, E, F의 중앙 ㉡에 리더를 위치시키고 측정한 경우 총 9회 중 6회는 A, B, C, F를 인식하였고 2회는 A, B, C, E를 인식하였으며, 1회는 A, B, C, D, E를 인식하였다. 최대 인식거리는 2.5m였다.

4.5 433MHz 시스템 최대 인식거리

<그림 9>에서 보는 바와 같이 보급 창고 외벽에 설치된 433MHz 리더로부터 433MHz 액티브 태그를 먼 곳으로 이동시켜가면서 인식 가능한 거

리를 측정하였다.

<표 8>의 결과와 같이 인식거리는 각각 85m와 90m로 양호한 결과를 나타내었다.



<그림 9> 433MHz 최대 인식거리 시험환경

<표 8> 433MHz 최대인식거리 측정 결과

	인식 거리
방향 1	85m
방향 2	90m

5. 결론

본 자산관리시스템을 전체 공군 부대에 대하여 확대 구축할 경우, 수리부속의 평시 재고 운영 수준을 감소시킴으로써 연간 총 2,051억 원의 절감 효과가 있을 것으로 기대되며, 실시간 물자 저장 현황을 가시화함으로써 정기 및 수시 재물조사에 소요되는 행정처리 비용 및 인력 소요의 절감도 예상된다. 그 외에도 자산관리 업무 수행과정에서 발생할 수 있는 인적 오류 발생을 방지할 수 있으며, 군수 창고 저장 관리의 자동화로 공간 활용도를 높임으로써 5%~10%에 이르는 저장 공간을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

공군은 이러한 많은 기대효과를 가져올 RFID 기술활용 자산관리시스템의 활용도를 높이기 위해 실증 시험을 통해 얻은 결과를 바탕으로 태그 부착 위치를 표준화 하였고, 태그 부착 상자의 지게차 적재 방법도 표준화하였다. 또한 RFID를 활용한 신규 업무 프로세스를 수립하여 기존의 업무에서 필요 없어진 업무절차 및 서류작성 절차를 제거하였다. 이러한 일련의 표준화 및 업무 프로세

스 개선 활동으로 현재까지는 극복하지 못한 RFID 기술이 지닌 인식률 등의 제약사항을 일정 부분 보완할 수 있었다.

RFID는 여러 산업에 걸쳐 다양한 목적의 시스템을 구축하는데 있어 매우 편리하게 활용될 수 있는 기술이다. 그러나 이를 활용한 시스템을 구축함에 있어서는 국내외의 표준화 동향 및 법적 제약사항, 주파수 대역별 특성, 활용하고자 하는 목적, 시스템 구축시의 기대효과 등을 다각적으로 고려하여 시스템을 설계하여야 한다. 특히 기술적으로 100% 인식률을 확보하지 못하는 현재의 기술적인 제약사항을 고려하여 리더기 및 태그 기술의 개발과 더불어 RFID를 도입하고자 하는 기관의 해당 업무프로세스의 개선을 반드시 함께 도입하여야 최대의 효과를 얻을 수 있다.

[참고문헌]

- [1] RFID Handbook Second Edition, Klaus Finken Keller, Wiley, 2003
- [2] 2005년도 RFID선도시범사업 공군 신무기 자산관리시스템구축사업 완료보고서, KT, 2005
- [3] 2005년도 RFID선도시범사업 공군 신무기 자산관리시스템구축사업 ARP (Application Requirement Profile), KT, 2005
- [4] 유비쿼터스와 RFID기술적용 F-15K 자산관리시스템, 신현구, 윤종식, 조전형, 공군 군수지, 2005