

RFID기술을 활용한 선박안전관리 합리화방안 기획연구

The study of Ship Safety management Using RFID Technology

정용근^{†*}, 정광교^{*}

Yong-Geun Jeong^{†*}, Gyo-Kwang Choung^{*}

요 약

본 연구는 RFID기술을 활용한 선박안전관리에 대한 것이다. 최근 선박안전법 개정으로 2008년부터 2톤 미만의 선박검사와 수상레이저기구의 검사 등 선박의 종류 및 형태가 다양해지고 있어 선박의 등록 및 관리에 많은 어려움이 예상된다. RFID기술은 다양한 산업기술 분야에서 빠르게 활용되고 있으며, 이를 선박안전관리법에 적용하고자 하였다. RFID기술을 선박에 적용할 경우 선박의 도난 및 미수검 선박 방지도 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

※ 핵심용어 : RFID(Radio Frequency IDentification, 무선인식, 전파식별)

1. 서 론

최근 선박안전법 개정에 따라 2008년부터 2톤 미만에 대한 선박검사가 시행되며 현재 추진 중인 선박법 개정안에 따르면 20톤 미만 선박의 선박 등기가 가능해 질 것으로 예상되는 등 해상의 모든 선박이 안전관리 대상으로 확대될 것으로 예상되어 이에 대한 대책이 요구되고 있다. 또한, 선박안전법의 제·개정, 수상레이저기구의 검사 및 등록

에 따라 해상에서의 어선, 유어선, 여객선, 레저선박 등 선박의 종류가 다양해지고, 형태가 복잡해지는 등 이로 인한 불법영업·조업이 확산될 가능성이 높아지므로 이에 대한 대책이 시급하다. 선박검사에 있어서 선박의 불법개조, 어업권과 관련된 불법선박거래 등 폐해에 대한 근본적인 대처가 필요하며 현재, 어선법 제16조 및 어선법시행규칙 제25조 의거 어선번호판을 알루미늄 및 동판으로 제작하여 부착하도록 되어있으나 위·변조가 가

* 선박안전기술공단 기술연구팀

† 논문 주저자

능하고, 현실적으로 실효성이 사라진지 오래이다.

또한, 레이저선박이 발전한 외국의 경우 도난선박의 양이 증가하고 있고, 이와 동시에 일반선이나 어선의 도난사고도 증가추세에 있으며, 국내의 경우에도 레이저선박과 일반선의 증가에 따른 선박도난사고의 증가가 예상되므로 이에 대한 대책이 요구된다.

본 연구에서는 RFID기술을 활용하여 선박안전 분야에 도입하여 보다 효율적이고 체계적인 관리 방안을 모색하고자 한다.

우리가 흔히 접할 수 있는 교통(스마트)카드 사용은 대표적인 RFID기술을 이용한 사례로 교통시스템(버스, 지하철, 택시 등을 하나의 카드로 이용)을 들 수 있는데 현재 한국도로공사가 서울외곽순환도로와 경인·제2경인고속도로에 시범 실시하고 있는 자동통행징수시스템(Electronic Toll Collection System : ETCS)은 캐쉬리스를 통한 운전자의 편리성 향상, 관리비용의 절감, 요금소 무정차로 인한 정체해소와 환경개선을 이룰 수 있는 획기적인 사례라 할 수 있다. 이러한 RFID기술을 선박에도 도입·활용할 경우 선박의 등록 및 검사에 획기적이면서 효율적인 선박안전관리시스템을 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

- 애초에 RFID기술은 무선IC태그라는 형태로 회전초밥 접시의 자동계산이나 도서관 관리 등에 도입되어 사용되어졌으나 현재는 항공 화물의 검색, 슈퍼마켓의 생산품 추적 및 가격 지불, 병원 및 학교의 입·퇴실, 동식물의 식별 및 관리 등 바코드를 대신할 혁신적인 인식기술로 발전하고 있음

- 해양수산부의 경우 약 50억원의 예산을 투입, 2004년~2005년의 'RFID기반 항만물류 효율화 시범사업' 과 2006년 'RFID 기반 항만물류 효율화 사업' 을 수행하여, RFID기반의 항만물류 인프라를 구축하였고, 2007년에도 확장적용을 계획 중임

- 해양수산부에서 진행한 기존의 RFID사업은 항만물류(컨테이너 추적 및 효율적 관리)에 그 초점이 맞추어 있으나, 외국의 경우 기계나 전자장비, 시설물의 정비에 RFID를 도입하여 많은 효과를 거두고 있으며, 이런 맥락에서 선박의 검사에 적용될 시에는 큰 효과를 거둘 것으로 기대가 됨.

하지만, 이러한 RFID기술도 물 또는 금속제품과 관련된 부분에 있어서 무선주파수 간섭 및 흡수로 인하여 태그인식률이 현저히 낮아지고, 무선 IC태그를 사용한 시스템의 실용화로 개인의 사생활 침해에 대한 우려도 적지 않아 이에 대한 법적 근거가 마련되어야 할 것이다.

2. 무선인식기술(RFID)의 일반

2.1 RFID의 개념과 특징

RFID(Radio Frequency IDentification)는 사물에 전자태그(Tag)를 부착하여 각각의 사물에 대한 정보를 RFID리더기를 통하여 읽어들이므로써 개체간의 정보교환, 물품의 효율적인 관리, 원격처리 등의 서비스를 제공하는 것을 말한다.¹⁾ RFID 시스템은 크게 안테나가 포함된 판독기, 무

1) 이은근(2004), "RFID확산전망 및 시사점", 정보통신정책, Vol.16, No.13

선자원을 송·수신할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그, 서버 등으로 구성된다. 이 태그에 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대한 정보를 저장하는 시스템과 판독기를 통해 정보를 읽어 들이는 시스템 그리고 인공위성 또는 이동 통신망을 통해 기존의 정보시스템과 통합·사용하는 활동을 지원하는 시스템으로 구체화 할 수 있다. RFID에 사용되어지는 태그는 우리들이 알고 있는 기존의 바코드(Barcode) 라벨과 달리 반도체 칩을 사용하여 무선으로 칩 내부에 저장된 정보를 읽어 들일 수 있으며, 내용을 기록할 수도 있다. 또한 기존의 바코드와 달리 긴 인식거리와 한번에 수십~수백개의 사물을 동시에 읽어 들일 수 있다는 큰 장점을 갖고 있다.

바코드는 가격이 매우 저렴한 편이지만 장애요소로는 저장능력이 낮고 다시 프로그래밍을 할 수 없다는 것이다. 기술적으로 최적의 방법은 실리콘 칩에 데이터를 저장하는 것이다. 특히, RFID는 데이터 전송매체와 리더 사이를 비접촉 방법으로 데이터를 전송하는 것으로 장거리 정보 송·수신이 가능하여 한번에 많은 정보를 동시에 읽을 수 있다. 인식속도도 바코드에 비하여 월등하기 때문에 작업 및 업무의 효율성 측면에서 상당한 우위를 점하고 있다.

2.2 RFID의 구성

RFID(Radio Frequency IDentification)란 마이크로 칩을 내장한 태그, 라벨, 카드 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용하여 판독기에서 자동 인식하는 기술로 사물에 태그를 부착하고 이를 통해 각 사물의 정보를 수집, 가공함으로써 개체

간 정보 교환, 측위, 원격 처리, 관리 등의 서비스를 제공하는 것을 말한다. RFID 시스템은 크게 안테나가 포함된 판독기, 무선자원을 송·수신할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그, 서버 등으로 구성된다. 이 태그에 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대한 정보를 저장하는 시스템과 판독기를 통해 정보를 읽어 들이는 시스템 그리고 인공위성 또는 이동 통신망을 통해 기존의 정보시스템과 통합, 사용하는 활동을 지원하는 시스템으로 구체화 할 수 있다. 원래 RFID는 70년대 탄도미사일 추적용 위해 개발된 기술로서 80년대 태그의 크기가 작아지고, 가격이 낮아지면서 가축 관리, 기타 산업분야에서 일반용으로 사용되기 시작하였다. 90년대 들어 RF기술이 발전함에 따라 저가, 고기능의 태그가 개발되어 카드, 라벨, 코인 등 다양한 형태의 제품이 출현하게 되었다. 2000년대 들어서 무선 인식 기술의 중요성이 부각되면서 RFID를 활용한 다양한 솔루션이 개발되었고 전자화폐, 물류관리, 보안시스템, SCM 등의 핵심 기술로 발전하여 현재 사용 중인 바코드와 2차원 바코드의 기능을 대체할 것으로 기대된다. RFID 시스템은 사용 주파수 대역에 따라 인식 거리, 인식 속도, 환경에 대한 영향 측면에서 다양한 특성을 갖는다.

2.2.1 RFID시스템의 개요

- RFID 시스템은 판독 및 해석 기능을 수행하는 RFID리더, 무선자원을 송·수신할 수 있는 안테나, 정보를 저장하는 RFID Tag(트랜스폰더), 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트 컴퓨터(서버), 응용소프트웨어 및 네트워크로 구성

- RFID 시스템의 논리적 구성은 크게 4개(디바이스 계층, 센서 네트워크 계층, 미들웨어 계층, 애플리케이션 계층)의 계층구조로 설명할 수 있음
- 디바이스 계층
 - 태그 데이터 수집 기능
 - 태그와 리더로 구성
- 네트워크 계층
 - 태그, 리더, 서버들 간의 효율적인 통신을 제공한 네트워크 기술을 다루는 계층
- 미들웨어 계층
 - 디바이스 계층으로부터 수집된 객체코드 정보를 애플리케이션 계층에서 효과적으로 사용할 수 있도록 데이터의 전 처리, 실시간 데이터 환경에서의 실시간 데이터 지원 등과 같은 서비스를 제공
- 애플리케이션 계층
 - 다양한 응용 솔루션을 제공하는 기술로 구성

2.2.2 RFID 시스템의 기본적인 동작원리

- RFID의 안테나와 리더의 안테나가 전파를 이용, 통신을 하여 데이터를 주고받는 행위를 수행
- RFID 태그 안에 내장된 안테나가 리더기로부터 전파를 수신
- RFID 태그 안에 내장된 IC 칩이 기동하여 칩 안의 정보를 신호화하여 태그의 안테나로 신호를 발신
- 리더는 발송된 신호를 안테나를 통하여 정보를 수신하여, 수신된 정보는 유무선 통신방식에 의해 서버로 전달

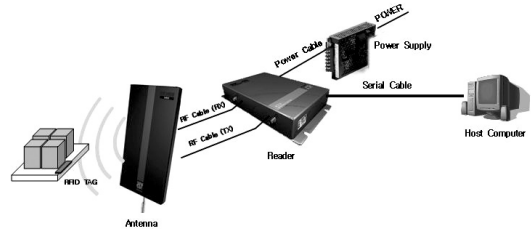


Fig. 1. RFID 시스템 구성

Table 1. RFID구성 및 기능

5구성요소	기능
RFID코드	물체의 식별을 위해 유일하게 할당 가능한 숫자 체계
RFID태그	물체에 부착되어 RFID 코드를 이용하여 정보 전달
리더	RFID 태그로부터 RFID 코드 및 관련 정보를 수집
미들웨어	다수의 리더로부터 들어오는 정보처리 (수집, 여과 등)
객체정보 서버	RFID 코드에 상응하는 객체 정보를 저장하며, 요청시 질의시 제공
객체검색 서버	전파식별자 질의시 물품정보서버의 Pointer 제공, 필요시 cache 기능 제공
객체정보 서버	전파식별자 질의시 물체의 이력정보 제공을 위한 물품정보서버의 URL 제공
인증기관	암호화 및 인증을 통하여 정보보호 수단 제공

- RFID는 물체나 동물 또는 사람 등을 식별하기 위해 무선주파수에 전자기 또는 정전기 커플링 사용을 통합시킨 기술로써 직접 접촉을 하거나 가시대역 상에 스캐닝을 할 필요가 없음
- 기존 자동인식을 대체할 기술로서 산업계에서의 사용이 증가되고 있으며 주파수가 높을 수록 시스템 가격이 더 비싸짐

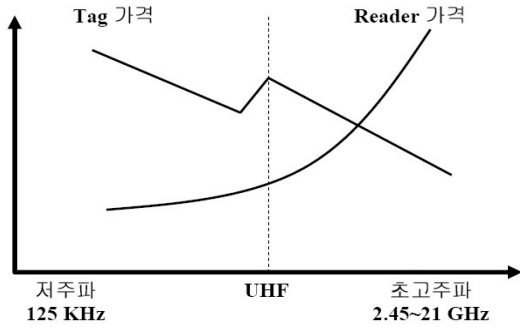


Fig. 2. 주파수별 Tag와 Reader 가격

2.2.3 RFID의 구성

가. RFID 태그

RFID 태그는 칩, 안테나 및 패키지로 구성되고, 칩에는 사물의 식별코드나 정보를 저장하며, 리더의 요청에 의해 또는 상황에 따라 스스로 외부에 자신의 정보를 수신하기 위한 안테나를 보유한다. 패키징은 적용 분야에 따라 다양한 형태 및 재질로 만들어진다. 현재 칩 가격이 태그 가격의 약 40%를 차지하고 있으며, 초저가 태그 실현을 위해서 칩을 소형화하고 패키징 가격을 줄이는 새로운 기술개발이 필요하다.

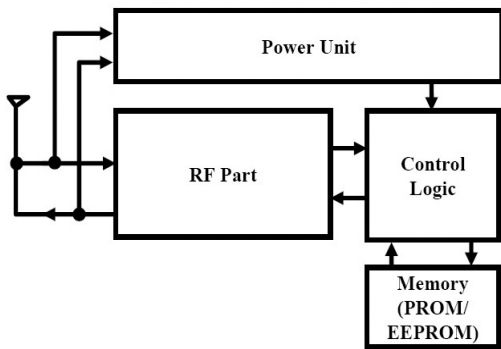


Fig. 3. Tag 구성도



Fig. 4. Label Tag



Fig. 5. PCBW Tag

Table 2. Active, Passive 타입에 따른 RFID 태그 분류

	Active 타입	Passive 타입
내용	태그 자체에 내장된 전지를 사용	안테나에 전송되는 송신 출력을 이용하여 전원 공급
장점	안테나와 교신 거리가 길다(3~10m) 리더의 필요전력을 줄일 수 있음	태그 가격이 저가 수명이 반영구적 무게가 매우 가벼움
단점	태그 가격이 고가 전지 수명에 종속적 태그 내에 전지 필요	안테나와 교신거리가 짧음(2~3m) 리더기가 좀 더 많은 전력 필요
적용 분야	환경 감시, 군수, 의료 분야	물류, 교통, 보안분야
가격과 수명의 장점으로 Passive 타입을 많이 사용		

Table 3. 주파수 대역에 따른 RFID 태그 분류

	특 성	적용분야
135kHz 이하 (저주파)	인식거리: 1m 이내 환경에 영향이 적음 인식속도가 저속이며 저가	공정자동화, 보안카드, 동물 ID
13.56MHz (고주파)	인식거리: 1m 이내 저주파에 비해 고가 보안성 높음	교통카드, 금융카드, 도서대여, 수화물, 출입통제, 보안
433.92MHz (극초단파)	인식거리: 50~100m Active 타입, 실시간 물품 추적 온도와 압력 센싱	컨테이너 관리
860~960MHz (극초단파)	인식거리: 3~5m Active & Passive Tag가격의 저렴화 가능 환경영향 큼	유통, 물류 공급자망 관리
2.45GHz	인식거리: 1m 소형화 및 최소 가격 화 가능 900MHz와 비슷한 특성	위조방지

나. RFID 리더

RFID 리더는 태그의 정보를 읽어내기 위해 태그와 송수신하는 기기이며, 태그에서 수집된 정보를 미들웨어로 전송하는 기능을 한다. 안테나 및 RF회로, 변복조기, 실시간 신호처리 모듈 및 프로토콜 프로세서 등으로 구성된다. RFID 리더는 안테나 성능 및 주변 환경에 의해 인식거리, 검출 정확도가 영향을 받아 적용범위가 제한되는 특성이 있으며, 인식 성능을 높일 수 있도록 2~4개의 안테나를 사용하고 있다.

다. RFID 미들웨어

RFID 미들웨어는 리더에서 계속적으로 발생하는 식별코드 데이터를 수집, 제어, 관리하는 기능을 하며, 모든 구성요소와 연결되어 계층적으로

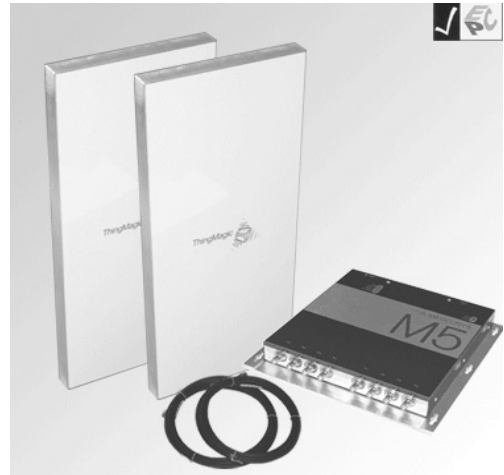


Fig. 6. 고정형 리더



Fig. 7. 핸드형 리더

조직화되고 분산된 구조의 미들웨어 네트워크를 구성하여 서로 통신한다. 미들웨어는 내장된 기능들에 대하여 표준화된 인터페이스를 제공하여 애플리케이션의 개발 생산성을 높이고 개발된 제품의 신뢰성을 향상시키며, 상호 연동성을 제고시킨다. 또한 RFID 리더 관리 및 태그 데이터 수집 등과 같은 하드웨어 계층의 인터페이스와 객체정보 관리 및 검색서비스에 대한 표준화 인터페이스를 제공한다.

3. RFID와 선박안전관리

3.1 현행 선박검사업무 프로세스

3.1.1 선박검사 신청

- 선박소재지 관할 지부에 방문하거나, 전화, FAX, 인터넷을 이용하여 검사신청
- 담당검사원과 검사장소 및 시간을 협의
- 선박검사 신청 시 필요한 서류(선박검사증서, 선적증서, 개조발주허가서 등)를 준비

3.1.2 선박검사 준비

- 해당검사에 따라 상가 또는 거선
- 기관 개방 등 기관검사에 필요한 준비
- 계선설비(닷 · 닛로프 및 로프류) 준비
- 구명설비 및 소방설비 준비
- 선등, 기적, 호중 등 항해용구에 대한 비치 및 작동 여부 확인
- 전기설비에 대한 준비
- 무선설비 설치대상 선박에 대한 무선검사필 여부 확인

3.1.3 선박검사 집행

- 해당선박에 대한 구조 및 각종 설비 등이 기준에 적합하고 원활히 작동되는지의 여부를 확인

3.1.4 선박검사증서 교부

- 선박검사에 합격할 경우 선박검사증서 교부
- 4) 선박검사증서 교부

3.1.5 선박검사결과 입력

- 선박검사의 내용 및 결과를 개인PC를 이용

하여 입력

- 입력된 데이터는 본부 서버에서 저장관리

3.2 현행 선박업무 프로세스 문제점 분석

3.2.1 선박검사에 대한 문제

가. 검사 인력의 부족

선박검사실적을 검사기관에 따른 1인당 매월 검사척수로 비교한다면 선박안전기술공단의 어선검사 물량이 20.9척으로 한국선급보다 월등하게 많다. 그러나 선박안전기술공단의 어선검사는 한국선급과 단순하게 비교할 수는 없다. 어선검사 대부분인 약 80%가 5톤 미만의 소형선박이기 때문에 실제 검사에 소요되는 시간은 상선과 비교해서 크게 단축될 수밖에 없다. 이와 같은 인력부족문제 및 부족한 검사시간 문제는 RFID 적용을 통해 개선할 수 있을 것이다.

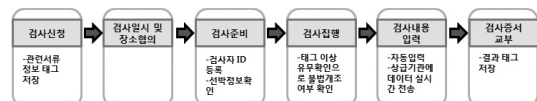
나. RFID를 활용한 일부 문제점 개선

현행 프로세스에서 가장 문제시 되는 부분은 인력부족 문제는 RFID를 활용하면 어느 정도의 비용 및 시간의 절감 효과를 볼 수 있다. 예를들면, 현장에서의 검사결과입력 및 검사장소이동에 따른 시간 단축으로 인한 효과, 기존에 많은 시간과 인력을 소요하던 미검사 선박의 색출도 손쉽게 할 수 있다.

3.3 RFID적용 Process

3.3.1 RFID적용 후 Process

Table 4. RFID적용 후 프로세스



선박검사 프로세스에 RFID를 적용 할 경우 프로세스 상에 큰 변화는 일어나지 않는다. RFID 도입으로 프로세스의 변화를 통한 개선이 아닌 각각의 프로세스 내부적인 개선을 통해 RFID 효과를 보인다.

가. 선박검사 신청

- 선박검사 신청 시 필요한 서류인 선박검사증서, 선적증서, 어업허가장(어선의 경우)등을 RFID 태그에 코드 형태로 저장하여 필요 리더를 이용해 코드 정보를 이용하여 서버에 있는 서류 정보를 색출함

나. 검사의 준비

- 검사자의 ID등록
- 상가 또는 거선 시 태그 정보를 통하여 검사 선박 정보 확인

다. 검사집행

- 선박의 구조 및 각종 설비 등이 기준에 적합하고 원활히 작동되는가를 확인
- 태그의 파손여부를 확인
- RFID를 활용하여 불법 개조 여부를 확인
- 라.선박검사증서 교부
- 선박검사에 합격할 경우 선박검사증서를 교부하고 검사 일시 및 결과를 태그에 입력함

3.3.2 RFID활용 효과

- 검사시간 절약
- 실시간 정보 확인
- 편리한 선박검사 정보 입력 및 확인
- 미수검선박에 대한 효율적인 관리

4. RFID도입에 따른 고려사항

RFID는 그 시작이 물류유통에서 시작되어 기업의

경쟁우위 확보와 비용절감 효과를 가져 올 것으로 기대하고 있으며, 앞으로 기술적인 발전은 계속될 것이다. 특히, 물류비의 절감, 검수 및 검사시간의 단축, 효율성의 극대화를 실현시킬 수 있는 기술로 주목받고 있다. 하지만, RFID기술을 선박안전관리에 도입할 경우 고려되어야 할 사항들이 산재하고 있다.

4.1 주파수 대역(Frequency Range)

현재 RFID제품은 다양한 주파수 대역의 제품들이 공급되고 있으며, 요구되는 기기의 성능 및 적용 업무에 따라, 각 국가별 사용제한 규정여부도 고려하여야 한다. RFID태그 또는 Insert는 동일한 IC를 사용하여도 RFID태그의 내부안테나 디자인에 따라 실제 주파수 대역이 구분되어진다.

4.2 거리에 따른 성능(Range Performance)

선박안전관리에 있어서는 거리가 관건이라고 할 만큼 중요하다. 이는 부착한 태그가 실제 사용 거리 내에서도 정확한 인식률을 보장하는지 정상적으로 작동하는지 아주 중요한 문제이다. 이러한 실제 사용거리는 일반적으로 LAB TEST에서 나온 거리와는 사뭇 다르다. 이러한 사실은 필자가 수행한 실험에서 알 수 있었다. 또한, 쓰기거리(Write Range)는 판독거리(Read Range)의 70% 이하임을 기억하여야 하며 이는 RFID기술에 있어서 분명 극복하여야 할 과제이기도 하다.

4.3 사용환경

선택한 태그가 적절한 기능을 갖고, LAB TEST

에서 만족스러운 인식률과 거리를 보였다고 해도 실제 외부환경에서는 예상치 못한 결과를 줄 수 있음을 잊지 말아야 한다. 이는 RFID기술이 무선 인식기술이기 때문에 주변에서 발생하는 전파나 금속재질, 액체 등에 상당한 영향을 받게 되어 본래의 능력을 상실하게 된다.

4.4 인식률

태그를 리더가 100% 모두 읽기 위해서는 해결해야 할 문제가 많다. 리더와 태그 사이에 어떠한 방해물이 존재할 경우 인식률은 현저히 떨어진다. 이러한 방해물의 대표적인 것은 전파, 금속성 재질, 액체, 유리 등이 있다.

4.5 표준화규격

바코드 기술과 같이 RFID기술 선택에서도 마찬가지로 기술에 대한 또는 제품에 대한, 적용 업무별 표준화 기준을 만족할 수 있는 제품인가의 여부가 중요하다. 여기에는 현재 개발 중인 제품의 표준뿐만 아니라 향후의 예측되는 다양한 국가별 또는 세계적 공통 기준에 맞출 수 있는 제품과 그러한 표준을 선도할 수 있는 정도의 역량을 보유한 업체의 제품일 필요가 있다.

4.6 태그&리더의 간섭

단일 리더(혹은 여러 개의 리더가 하나의 시스템에 연결되어 주파수 타이밍 등의 제어가 가능한 다중 리더)에 여러 개의 태그가 동시에 송신하는 경우 태그간 간섭 문제가 생길 수 있으며, 여러 개

의 리더기가 고정되어 있는 소수의 태그에 동시에 전파를 발송하는 경우에 발생하는 동일 태그에 대한 리더간 간섭과 인접한 리더끼리의 주파수 스펙트럼의 중첩에 의해 발생하는 채널간섭(동일 채널 간섭과 인접 채널 간섭)도 문제이다. 동일 태그에 대한 리더 간섭은 두개의 리더가 하나의 태그에 동시에 전파를 전송할 경우 발생하게 된다. 리더간 간섭이란 처리공간이 같은 리더들이 동시에 태그와 통신을 할 경우 발생하는 충돌현상으로 리더 충돌이 발생하면 리더들이 보내는 전파사이의 간섭현상으로 리더 사이에 존재하는 태그가 인식되지 않을 수 있어, 이로 인해 리더가 인식하는 정보의 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다.

4.7 태그 손상 가능성

외부로 노출된 태그가 파손 고온 부식 정전기 등에 의해 손상되어 기능을 잃게 될 가능성이 있으며 부착된 태그가 물품에서 떨어져 분리되는 경우도 있을 수 있다.

4.8 태그 방향

태그가 리더의 안테나와 서로 수평으로 바로 앞에서 대면하는 경우가 가장 잘 읽을 수 있으며, 그렇지 않은 경우 인식률은 심각히 떨어지게 된다.

4.9 액체금속

음료수 병(소주, 콜라)이나 금속재질의 제품에 UHF대역의 RFID태그를 직접 부착하면 가까운 거리에서도 거의 읽을 수 없다. 그 이유는 액체는

전파를 흡수하고 금속은 전파를 반사하는 성질 때문이다. 하지만 현재는 어느 정도 만족할 만한 수준까지는 아니나 보완·개선되었다.

4.10 외형에 의한 요소(Form Factor)

판독거리에 관한 기능은 RFID태그의 외형 설계에서 가장 중요한 기준이 되므로 결코 무시되어져서는 안 된다. 통상적인 개념으로서는 ID태그의 크기가 클수록 판독 가능거리도 큰 것으로 알려져 있으나 크기를 크게 하는 것만이 적합한 해결책이 되지 않는 경우가 많으므로 외형과 기능의 적절한 배분이 필요하며 용도에 따라 다양한 구조 및 크기와 기능의 RFID태그·Insert·Label을 선택하여야 한다.

5. 무선인식기술 적용을 위한 인식률실험

5.1 적용환경 및 기후분석

본 연구에서는 크게 두 가지의 관점으로 적용환경을 분석하였다. 첫째, 현장 기후 분석을 통하여 적용 환경 즉, 국내 해안의 연 최고기온과 최저기온을 파악하여 RFID 시스템이 국내해안에서 사용 가능한지 여부를 분석하였다. 둘째, 실제 적용환경을 방문하여 현 실태조사 및 합리적인 RFID 적용방안을 연구하였다. RFID 인식률에 가장 크게 영향을 미치는 기후는 온도이다. 본 사업을 국내 환경에 적용한다는 가정 하에 한국에서 기상대 창설 이래 지금까지 나타난 일 최고기온의 극값은 1942년 8월 1일 대구 지방의 40.0℃이다. 따라서 본 연구가 실제적으로 활용되는 국내 해안 어촌의

경우 연 최고기온이 40.0℃이하라고 볼 수 있다. 또한, FRP의 경우 지속적인 직사광선에 노출될 경우 온도가 더욱 올라갈 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 여름철 해안에 노출된 FRP 선박의 경우 최고 기온이 50℃로 가정하고 온도 테스트를 실시할 것이다. 따라서 RFID 태그를 선박의 외벽에 부착하게 되면 태그의 분실 및 고의적 파손이 염려된다. 따라서, RFID 태그를 선박 건조 시 FRP 적층 과정에서 선체 내부에 삽입시켜 태그의 분실이나 선주들이 고의적인 태그의 파손을 막을 수 있다. FRP 선박 건조 모습과 사용되는 로빙(Roving)은 아래 그림과 같다.



Fig. 8. FRP적층과정



Fig. 9. Roving

FRP선박은 몰드에 Mat와 Roving을 수지와 함께 적층하여 선박을 건조하게 된다.

본 연구에서는 FRP 선박 내 RFID 적용 시 태그를 FRP 내부에 삽입한다는 가정 하에 FRP가 RFID 인식률에 미치는 영향을 파악하였다. FRP 내 태그 삽입 시 선체 외벽에 지나치게 가까이 삽입하게 될 경우 선상어로작업으로 인하여 태그의 파손율이 발생할 가능성이 높다.

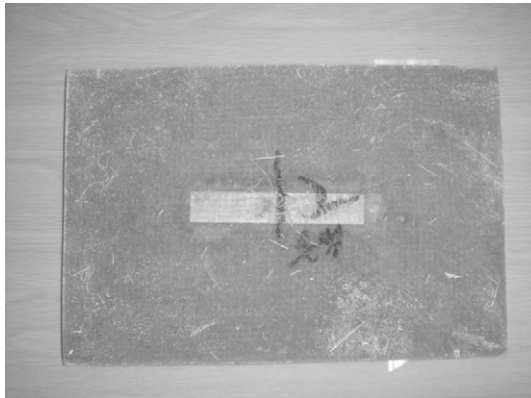


Fig. 10. 태그를 삽입한 FRP판넬

5.2 Lab Test

본 연구에서는 크게 두 가지의 실험을 하였다. 국내 해안 기온 변화를 고려하여 온도가 태그에 미치는 영향을 실험하였고 국내 상용 태그 중 성능이 좋은 4개의 금속 태그와 2개의 라벨태그를 선정하여 각 태그의 측정 각도에 따른 인식거리를 측정하였다. 또한 FRP 내 태그 삽입 시 선체 외벽에 지나치게 가까이 삽입하게 되면 태그의 파손율이 높아질 것으로 예상되어 FRP 적층 두께별로 태그를 삽입하여 FRP가 태그 인식에 미치는 영향 및 FRP 내 최적의 삽입 장소를 찾기 위한 테스트

를 실시하였다. FRP 선박의 적층 내부에 RFID 수동형 태그를 삽입하여 각 적층별로 RFID 태그의 인식률의 변화를 측정하며 이를 통하여 FRP선박의 적층이 RFID 태그의 인식률에 미치는 영향 및 각도에 따른 인식거리를 알아보았다. 전파의 반사가 없는 무반향실이나 주변에 반사체가 존재하지 않는 장소인 인천 송도 u-IT 클러스터 내에 있는 무반사 챔버를 이용하여 실험을 실시하였다. 테스트는 18~25℃사이의 상온 및 습도 60%이하의 환경 조건에서 이루어져야 한다. 테스트용 태그를 아래의 그림과 같이 FRP 적층하여 테스트 시료를 준비하였다. 따라서 각 태그에 대하여 5개의 테스트 시료가 필요하며 테스트에 사용되는 시료 수는 총 30개이다.



Fig. 11. 적층별 태그의 위치

본 테스트는 인천 송도 u-IT 클러스터 내에 있는 테스트 장비들을 이용하여 실험하였다. 거리



Fig. 12. 무반사 챔버

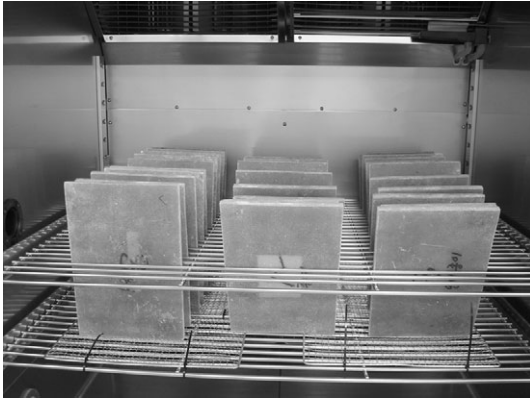


Fig. 13. 온도실험



Fig. 14. 태그 인식거리 측정

테스트는 무반사 챔버를 이용하여 태그 고유의 퍼포먼스를 측정하였다.

온도테스트의 경우는 최저 영하 40℃에서 영상 50℃까지 총 50시간 동안 5회 반복하여 그 후 태그의 이상 여부를 측정하였다. 테스트 순서는 다음과 같다.

- 고정형 리더를 이용한 태그 고유의 각도에 따른 인식거리 측정
- 고정형 리더를 이용한 테스트 시료의 각도에 따른 인식거리 측정
- 이동형 리더를 이용한 테스트 시료의 각도에 따른 인식거리 측정
- 온도 테스트 이 후 테스트 시료의 각도에 따른 인식거리 측정으로 온도가 미치는 영향을 파악

아래 그림과 같이 각 종류별 태그를 골판지에 부착하여 시료를 준비하고 고정형 리더기를 사용하여 부착된 태그의 인식거리를 측정하여 기록하였다.



Fig. 15. 테스트 시료

인식거리 900mm부터 시작하여 50mm간격으로 태그를 이동하여 -30°, -15°, 0°, 15°, 30°로 각도를 변화시켜 인식여부를 측정하였다. 태그는 라벨태그 A부터 시작하여 B, C, D, E, F 순으로 적층1부터 적층5까지 측정한다. 온도테스트의 경우는 최저 영하 40℃에서 영상 50℃까지 총 50시간 동안 5회 반복하였다. 이 후 테스트 시료를 다시 고정형 리더를 이용해 2.4.2의 인식거리 측정 방법과 동일하게 실시하여 태그의 파손 여부를 파악하였다.

5.3 실험결과 분석

본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 각 태그에 대한 무반사 챔버 내에서의 실험을 통하여 인식거리를 파악할 수 있었다. 실험에 사용된 태그들은 대체로 모든 각도에서 인식거리가 3m으로 나타났으나 선박검사의 성격상 수동형태그는 너무 짧은 인식거리를 보여 본 연구에 적용하기에는 무리가 있는 것으로 파악되었다. 또한, 적층 두께가 태그 인식에 미치는 영향을 살펴보기 위한 실험은 각각의 태그별로 다양한 특성을 보였다. A(Slim Dipole Tag Test), E(Package Tag)의 경우는 적층 두께에 반비례하여 적층 두께가 두꺼울수록 인식거리가 짧아졌고, B(Smiley Tag), C(PCB W Tag), D(PCB Stick Metal Tag)의 경우는 적층 두께에 비례하여 적층 두께가 두꺼워 질수록 오히려 인식거리가 길게 나오는 결과를 얻었다.

Lab Test를 바탕으로 본 연구에 있어 RFID 적용에 환경적인 문제가 크게 보이지 않는 것으로 확인되었다. 우리나라의 기온이 최저 -32.6℃에서 최고 40℃를 오르내리는 것을 감안하면 RFID Passive태그를 활용하는데 있어 온도는 큰 문제가 되지 않는다.

하지만, 본 연구에서 RFID도입을 위한 인식거리가 최저 30m이상이어야 하는 것을 감안하면 수동형 태그의 활용성은 아주 제한적이며, 추후 Active태그 및 Semi Active태그 활용의 다각적인 노력이 필요할 것으로 사료된다.

6. RFID도입에 따른 기대효과

우선, RFID라는 기술은 선박검사에 있어 서류나 줄자 등을 가지고 일일이 확인하는 1차원적이고 수동적인 선박검사업무의 개선된 형태로 접할 수 있다는 것에 그 의미가 있다. 또한, 물류부문에 적용된 것처럼 선박에 대한 이력 및 등록 등 관리가 현재의 시스템보다는 원활해지리라 생각된다. 또한, 현재 등록업무를 담당하는 시군과의 업무협약도 편리해질 것이다.

선박검사 및 등록부문에 RFID구축에 따른 예상기대효과를 살펴보면,

첫째, 9만 여척의 선박에 대한 신속하고 원활한 선박검사업무처리, 미수검선박 관리와 앞으로 예정된 2톤 미만 선박 및 수상레저기구 등에 대한 선박관리가 체계적이고 효율적으로 이루어질 수 있다는 것이다.

둘째, 단편적으로 생각할 때 RFID기술 도입에 따른 선박검사 시간단축이 다소 미미하다고 할 수 있으나 검사내용을 검사현장에서 바로 입력하는 동시에 저장이 됨으로 RFID시스템이 구축되고 활용되는 시기에는 현재의 선박검사 Process에서 시간을 절약할 수 있을 것으로 사료된다. 예전 선박검사에 있어 수기로 그 결과를 작성하다가 PC 도입을 이야기했을 때를 상기시키면 될 것이다. 필자는 도서지역이나 바쁜 업무일정에 쫓겨 검사 결과 입력이 지연되는 상황을 경험한 적 있다.

셋째, 유관기관과의 업무협조가 원활해질 것으로 사료된다. 해양경찰청의 경우 인천(2900척)과 속초(2200척) 등 두 곳에서 RFID SYSTEM (19억원 소요)을 도입하여 입·출항 통제에 시범적으로 운영하고 있다. 해양경찰청은 해양사고발생시

인명구제 및 불법조업에 대한 선박의 활동영역을 인지할 수 있도록 RFID 기술과 무선통신기술 접목, 능동형 Tag를 사용함으로써 RFID 기술의 문제점인 인식거리(5km~20km)의 한계를 극복하였다.

넷째, 날로 늘어나는 선박도난사고를 미연에 방지할 수 있다. 레저선박이 발전한 선진국에서도 해마다 선박도난사고가 늘고 있는 실정이다.

다섯째, RFID기술을 제도화하여 의무적으로 선박에 태그를 부착하면 선박 건조에서부터 폐선까지 자동 집계가 가능함으로 선박의 불법매매 및 선박의 불법개조에 대한 피해를 근본적으로 차단할 수 있을 것이다.

해양수산부의 경우 약 50억원 투입, 2004년~2005년의 'RFID기반 항만물류효율화 시범사업'과 2006년 'RFID기반 항만물류 효율화 사업'을 수행하여 RFID기반의 항만 물류 인프라를 구축하였으며 점차 확대할 예정으로 이러한 정부시책에 맞추어 선박안전관리에 RFID기술을 적용한다면 장기적으로 볼 때 선박검사시간단축, 업무의 정확성 및 효율화를 통하여 안정적인 전자적 선박관리를 이룰 수 있을 것이다.

7. 결 론

7.1 연구결과 및 결론

RFID기술은 기존의 바코드와는 달리 반도체칩을 사용하여 무선으로 저장된 정보를 읽고, 쓸 수 있다는 장점이 있어 무선기술의 혁신으로 주목받고 있다. 그 중에도 물류분야에 있어서 신 성장 동력산업으로서의 지대한 역할과 성과로 나타나고

있으며, 이러한 RFID기술을 늘어나는 선박검사 업무(수상레저기구검사 포함) 및 선박안전관리에 적용하고자 하였다.

단편적으로 생각할 때 RFID기술 도입에 따른 선박검사 시간단축이 다소 미미하다고 할 수 있으나 검사현장이나 도서지역출장에서 이동하는 거리와 검사현장에서 검사결과를 입력하는 것을 감안할 때 RFID시스템이 구축되고 활용화되는 시기에는 현재의 선박검사 Process에서 시간을 절약할 수 있을 것으로 사료된다. 예전 선박검사에 있어 수기로 그 결과를 작성하다가 PC도입을 이야기했을 때를 상기시키면 될 것이다. 필자는 도서지역이나 바쁜 업무일정에 쫓겨 검사결과 입력이 지연되는 상황을 경험한 적 있다.

고객 측면에서 신뢰도 높은 선박검사정보 제공에 대한 이용자 만족도 향상, 실시간 정보 안내를 통한 고객 편의 증진을 나타내며 선박안전기술공단 측면에선 이 기종 인식수단간 실시간 정보연계로 기술진보를 위한 도약의 기회 마련, 정보 사업화를 통한 새로운 부가가치 및 고용창출 효과 발생 및 통합정보시스템 구축을 통한 공단의 운영 효율화 도모할 수 있다.

이를 바탕으로 향후 RFID를 활용하여 선박의 등록 및 검사, 도난선박 및 불법운항 선박검색, 해양사고관리 등 선박안전관리의 가능성 및 효용성을 파악하고, 향후 선박의 효율적인 관리방안을 강구함으로써 해양사고로 인한 인명사고 및 재산보호, 해양수산자원보호에 크게 기여할 것으로 사료된다.

또한 현재 무등록 상태인 선박에 대해서도 효율적이고 체계적인 관리가 어려운 실정에 있으며, 이를 해결하기 위한 방안으로 적합하다.

7.2 연구의 제한

본 연구를 수행함에 있어 몇 가지 한계가 있었다.

첫째로, RFID기술을 활용하기 위한 법적·제도적인 기준이 아직 없다는 것이다. 앞에서 기술한 것처럼 현재의 업무프로세스의 개선을 통하여 검사업무시간의 단축을 가져올 것으로 사료되나 법적·제도적인 기준이 없어 이를 감안하여 연구를 진행하였다.

둘째로, 본 연구의 성격상 예상투자비용 대 성과를 환산하지 못하여 BCR분석까지 이르지 못했는데 이는 기획연구를 넘어서 실증적인 연구가 진행되어 전체 사업으로 확대·수행될 경우 추정성과 예상투자비용(BCR)분석을 통한 후속연구에서 다루어져야 할 것으로 사료된다. 물론, 이 단계에서는 RFID기술 적용에 따른 파급효과(산업적측면, 국민경제적 등)를 분석하여야 할 것이다.

셋째로, 현재 우리는 급속도로 발전하고 있는 RFID기술을 접하고 있으나 선박에 적용하기에는 미흡한 점이 여기저기서 발견되고 있다. 이를테면, 선박에 적용 시 주변 환경에 대한 영향을 무시할 수 없다는 것이다. 예를 들면, 항구에 접안되어 있는 선박의 전자장비에 의한 전파간섭이나 불규칙하고 불안정한 해양환경으로 태그인식률이 현저히 떨어진다는 것이다. 다행인 것은 현재의 RFID기술의 발전을 고려할 때 이러한 난관들은 조만간 해결되리라 보며, 소형선박 건조에 절대적인 FRP재질에 대한 태그(TAG) 인식률의 영향은 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

넷째로, 실증적인 실험실시와 원하는 결과를 얻기 위해서는 부족한 RFID관련기술의 습득 및 인

프라 구축, 국제표준화 동향 파악이 주요하다고 말할 수 있다.

7.3 향후 추진과제

하지만 위와 같은 RFID를 선박안전관리에 적용하기 위해서는 아직까지 기술적으로 해결해야 할 과제들이 많다. 9만 여척의 선박에 부착할 태그의 가격과 태그와 리더간의 인식 민감도 문제도 해결하여야할 과제이다. 또한, 선박안전관리에 있어 가장 중요한 인식거리와 인식률, 방향성에 대한 해결방안, 주변 환경에 대한 태그의 불확실성 등이 그것이다. RFID기술을 선박에 적용하기 위해서는 RFID시스템의 의무화 등 제도적인 보완 문제 또한 시급하다. 정부는 얼마전 2007년 『RFID/USN 17개 중점 확산사업』에 대하여 논의하고 기술개발, 표준화, 인프라 구축 등 RFID를 우리나라 IT산업의 차세대 성장동력으로 예상하고 있다. 이처럼 정부가 RFID를 차세대 IT성장동력으로 육성하고 있는 시점에서 RFID기술이 선박해양안전분야에 적용되고 활용될 수 있도록 물심양면의 지원이 필요하다.

이러한 해결해야 할 문제를 뒤로하고 본 논문이 다른 물류분야에서 혁신의 바람으로 대두되고 있는 지금! 기존선박에 대한 등록 및 검사, 수상레저기구검사, 2008년부터 수행될 2톤 미만 선박에 대한 효율적인 안전관리방안의 하나로 제시하며, 앞으로도 이에 대한 보다 심도 있는 연구와 관심을 부탁드립니다.

참고문헌

- (1) 어선법, 일부개정 2002.1.14 법률 제6609호
- (2) 선박안전법, 전부개정 2007.1.3 법률 제8221호, 시행일 2007. 11. 4
- (3) 선박안전기술공단, “선박검사 일반”, EPC global IncTM, 2005
- (4) RF Camp, “RFID Tag Overview”, 2007. March
- (5) 한국유통물류진흥원, “주요 산업별 표준적용 모델(템플릿) 및 ROI 분석 틀 개발”, 2007
- (6) 권장안, “온톨로지 기법을 이용한 RFID 장비 성능 측정체계 및 방법에 관한 연구”, 한국항공대학교 석사학위논문, p84-87, 2007
- (7) “<http://www.kma.go.kr/intro.html>”, 기상청
- (8) 김길선 외 7인, “생산 시스템과 SCM” 법문사, 2004
- (9) 김광, 김남호 “한국형 U-SCM 플랫폼 및 무선 인식 응용 기술 개발”, 2003
- (10) 최명렬, “RFID 기술동향”, 2005
- (11) 오세원 외 2인, “RFID 표준화 및 기술 동향”, 2005
- (12) 장윤석, “국제 표준화 동향 및 로드맵”, 2005. 6
- (13) MINDBRANCH, “세계 RFID 시장 현황 및 산업 동향”, 2005
- (14) 새람 모라드푸, 임종대 율김, “RFID 실무 가이드”, 2005. 8. 6
- (15) 홍익대학교 KSGP 연구사업단, “강화플라스틱(FRP) 소형 어선의 최적설계 시스템 및 건조 공정 표준화에 관한 연구”
- (16) 2006년 국내 RFID 장비시장 분석 및 전망 보고서
- (17) 이은곤, “RFID확산전망 및 시사점”, 정보통신정책, Vol.16, 2004

이 논문은 선박안전기술공단 자체연구개발 사업으로 이루어진 것임을 밝힙니다.