

# 소형선박 안전관리 개선을 위한 무선인식 (RFID)기술적용 시스템 구축방안 연구

## A Study on the Application of RFID Technique for Improving Small Vessel Safety Management System

정용근<sup>†\*\*</sup>, 최경일<sup>\*</sup>, 이희준<sup>\*\*</sup>

Yong-Geun Jeong<sup>†\*\*</sup>, Kyong-Il Choi<sup>\*</sup>, Hee-Joon Lee<sup>\*\*</sup>

### 요 약 문

본 연구에서는 2톤 미만 소형선박에 대한 효율적인 안전관리를 위하여 RFID(Radio Frequency IDentification)시스템의 실제 해양환경에서의 도입타당성을 검증하였다. 이를 위하여 FRP Fiber Glass Reinforced Plastic 선박을 중심으로 목선과 알루미늄선에 태그를 부착하고 이동형 Reader를 활용하여 태그정보를 확인하는 실제 해양환경 인식실험을 실시하였다. 해양환경 인식실험을 위하여 4종의 태그를 선정하였으며 다양한 각도에서 인식률 및 인식 거리를 측정하여 그 특성을 파악하고자 하였다. 특히, 선박에 설치된 무선설비로 인한 전파장애, 염분, 수분, 온도 등 열악한 해양환경에서 무선인식(RFID)기술의 기술적·환경적 문제점 유무를 분석하였으며, 2톤 미만 소형선박 소유자의 편의성 제고를 위하여 유관기관과의 관련정보 공유를 통한 연계방안으로 무선인식(RFID)기술을 적용한 효율적인 선박안전관리체계 구축방안을 강구하여 선박등록 및 검사업무에서의 활용방안을 제시하였다.

※ Keywords : 무선인식(RFID), 소형선박, 태그(Tag), 리더(Reader)

\* 선박안전기술공단 안전제도팀

\*\* 선박안전기술공단 기술연구팀

† 논문 주저자

## 1. 서 론

우리나라 2톤 미만 소형선박은 52,517척(2009년 6월 1일 기준)으로 최근까지 선박검사대상에서 제외되어 총톤수 측정만으로 선박등록이 가능하였으며 이러한 사유로 어민들은 어선건조발주허가 없이 불법으로 선박건조를 하거나 어민 편의에 따라 소유선박을 교환 또는 매매하는 경우가 발생하였다.

이때 등록사항과 상이한 선박이 나타나게 되고 선박검사나 등록이 제대로 이루어지지 않아 피해를 보는 경우가 비일비재하였고, 적법하게 선박이 건조된 이후에도 소유자의 필요에 따라 선박을 임의 개조 또는 변경하여 선박검사 및 등록사항을 변경하여야 하는 경우도 상당수에 이른다.

소형선박 안전관리체계 중 등록에 관한 사항을 살펴보면 소형선박 중 대부분을 차지하고 있는 어선의 경우 현행 어선법 제16조 및 어선법시행규칙 제25조의거 어선번호판을 알루미늄 및 동판으로 제작하여 부착하도록 되어 있고, 수산업법 제69조 및 수산업법시행령 제44조의거 어선표지판을 설치하도록 정하고 있으나 이는 누구든지 탈·부착이 용이하고 위·변조가 가능하여 선박이 뒤바뀌었을 경우 구별하기가 쉽지 않은 문제점이 있다.

또한, 도난선박 및 방치폐선에 대한 소유자 확인, 어선구조조정 시 실선확인 업무, 어업권과 관련된 해당선박의 확인 등과 관련하여 선박검사 및 등록에 관련된 선박의 기본정보 확인에 상당한 경제적, 시간적, 행정적인 노력이 소요되었다. 이에 따라 선명, 어선번호판에 의한 소형선박 안전관리는 현실적으로 실효성이 없는 것으로 판단되며, 소형

선박의 검사집행 및 안전관리·등록 등에 상당한 어려움이 있는 상황으로 소형선박 안전관리체계에 대한 근본적인 개선이 필요한 상황이다.

본 논문에서는 이와 같은 소형선박 안전관리체계를 개선하기 위한 방안으로 최근에 각종 산업계 및 물류관리 분야에서 적용이 급속히 확산되고 있는 무선인식(RFID)기술의 도입가능성 및 타당성을 검증하고 RFID기술을 적용한 효율적인 소형선박 안전관리체계 구축방안을 제시하고자 한다.

이를 위하여 FRP재 선박을 중심으로, 목선과 알루미늄선에 전자태그를 부착 또는 삽입하고 이동형 리더를 활용하여 관련정보를 확인하는 해양 환경 실선실험을 수행하여 기술적·환경적 문제점 유무를 점검하고 2톤 미만 소형선박 소유자의 편의성 제고를 위하여 유관기관과의 관련정보 공유를 통한 업무 연계방안과 선박등록 및 검사 업무에서의 활용방안을 검토·제시하고자 한다.

## 2. 무선인식(RFID) 일반

보통, RFID는 무선인식, 무선식별로 이야기할 수 있다. 즉, 사물과 사람에 태그를 부착하고 라디오파(전파)를 이용하여 각 객체의 정보를 수집, 저장, 가공, 처리함으로써 물품관리, 원격처리 등 산업 여러 분야에 적절하고 편리하게 활용하는 것이 RFID의 기본적인 개념이라 할 수 있다.

이러한 RFID는 현재 널리 사용되고 있는 바코드와 달리 비접촉식으로 이동형 리더의 경우 - 태그의 안테나 설계에 따라 다르지만 - 5m내외의 인식거리(수동형태그)와 상대적으로 많은 정보를 수용할 수 있다.

또한, 바코드는 표면이 손상을 입거나 이물질이

묻어 있는 경우 인식이 불가능해지는 단점이 있으며 이러한 단점을 보완할 수 있는 차세대 인식기술이 RFID기술이라 말할 수 있다.

Table 1 Bar code와 RFID 비교

구 분	Bar code	RFID
인식방법	비접촉식	비접촉식
인식거리	0~50cm	5m내외
인식속도	4초	0.01~0.5초
사용기간	-	60년
Data Write	불가능	가능
가 격	저렴	\$0.5~3
보안능력	거의 없음	복제불가

## 2.1 RFID시스템 구성

RFID시스템은 기본적으로 사물의 정보를 갖고 있는 전자태그, 전파를 수신하는 안테나, 사물에 부착된 전자태그의 정보를 인식하는 리더, 그리고 리더로부터 인식 받은 정보를 처리하는 호스트 컴퓨터(미들웨어) 등으로 이루어진다. Fig. 1은 RFID시스템 구성도를 나타낸다.

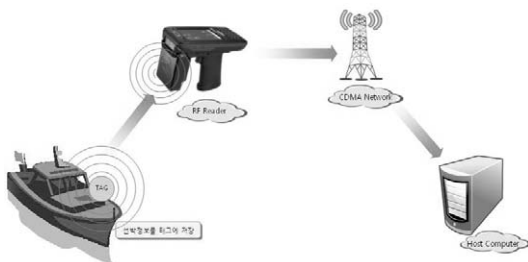


Fig. 1 RFID시스템 구성도

전자태그는 각 물품의 고유정보를 저장하여 리더에서 송신되는 전파를 통한 자동인식을 가능하게

하는 RFID시스템의 핵심구성요소이다. 전자태그는 자체 전원유무에 따라 능동형(Active Type)과 수동형(Passive Type)으로 나뉘지며 그 특성은 Table 2와 같다.

Table 2 수동형태그와 능동형태그 비교

구 분	특 징
수 동 형 태 그	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 리더의 전류에 의해 전원공급</li> <li>· 소형 경량으로 주로 읽기 전용</li> <li>· 동작수명이 길고 저가</li> <li>· 비교적 단거리 전송 및 인식</li> <li>· 물류관리, 전자상거래, 교통 분야</li> </ul>
능 동 형 태 그	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 태그내부에 자체전원 또는 전지</li> <li>· 읽기 / 쓰기 모두 가능</li> <li>· 동작수명이 제한적이고 고가</li> <li>· 장거리 전송 및 인식</li> <li>· 토목, 건축분야, 위치추적분야</li> </ul>

전파를 수신하는 안테나는 태그와 직접적으로 정보 및 전원을 주고받는 장치이며 특히, 수동형 태그의 안테나는 자체의 전원이 없는 관계로 안테나의 설계가 인식률 및 인식거리에 있어 무엇보다 중요한데 안테나의 최적설계가 태그의 성능을 좌우한다고 해도 과언이 아니다. Fig. 2는 수동형 태그의 한 종류를 보여준다.



Fig. 2 수동형 태그

리더는 안테나를 통해 사물의 정보를 수집, 저장하여 미들웨어로 송·수신하는 데이터의 터미널 역할을 수행한다. 이러한 리더는 고정형 리더와 이동형 리더로 구분할 수 있는데 Fig. 3은 본 연구의

해양환경 인식실험에서 활용된 AT870 이동형 리더이다.



Fig. 3 이동형 리더(AT870)

미들웨어는 대용량의 객체 정보를 관리, 처리하는 기능을 수행한다. 미들웨어의 기능을 정리하면 다음과 같다.

- a) 리더 인터페이스 층으로 다양한 형태의 리더를 지원
- b) 태그의 데이터 처리 층으로 데이터의 필터링, 취합, 데이터의 그룹화 등을 지원
- c) Application을 위한 인터페이스 층으로 외부 시스템에 필요한 정보를 전달

이러한 미들웨어는 RFID기술에 있어 아주 중요한 역할을 담당하는데 리더영역 내에 있는 태그정보 수집, 리더 설정 및 제어, 모니터링 등 무엇보다 호환성이 중요하며 타 시스템과의 연동을 용이하게 한다. 또한, 우리가 알 수 있는 의미있는 데이터를 재구성하는 역할도 수행한다.

## 2.2 주파수 대역에 따른 특성

주파수대역은 그 특성과 활용분야에 따라

Table 3과 같이 5개의 주파수로 구분할 수 있다. 일반적인 특성을 살펴보면 저주파 대역으로 갈수록 인식속도는 느려지며 마이크로파 대역으로 갈수록 인식속도는 빨라진다.

Table 3 주파수 대역에 따른 특성비교

주파수	특성	비고
저주파 (135KHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 0,5m내외의 인식거리</li> <li>· 느린 인식속도</li> <li>· 환경영향이 적다</li> <li>· 육류이력추적, 동물관리</li> </ul>	
고주파 (13.56MHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 저주파보다 저가</li> <li>· 수동형 동작방식</li> <li>· 수화물관리, 교통카드</li> </ul>	
극초단파 (433MHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 50~100m의 긴 인식거리</li> <li>· 실시간 추적가능</li> <li>· 능동형 동작방식/고가</li> <li>· 컨테이너관리, 위치추적</li> </ul>	
극초단파 (900MHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 10m내외의 인식거리</li> <li>· 태그 저가생산가능</li> <li>· 다중태그인식</li> <li>· 자동통행료 징수, 공급망</li> </ul>	
마이크로파 (2,45GHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환경영향에 민감</li> <li>· 능동/수동의 동작방식</li> <li>· 1m이내의 인식거리</li> <li>· 위조방지</li> </ul>	

또한, 마이크로파 대역으로 갈수록 환경영향에 민감해지지만 빠른 인식속도와 그 특성으로 수표 또는 화폐 등 위조방지 분야에 그 활용성이 높다고 할 수 있다.

## 3. 소형선박 등록 및 검사

우리나라의 어선을 비롯한 소형선박은 건조에서 폐선에 이르기까지 일정한 건조허가, 검사, 등록의

과정을 거치도록 규정하고 있다.

특히, 어선법 13조에 따르면 어선의 소유자나 농림수산식품부령으로 정하는 선박의 소유자는 어선이 주로 입·출항하는 항구 및 포구를 관할하는 시·군·구청에서 농림수산식품부령에 따라 어선 등록을 마쳐야 하며 이러한 어선등록을 마친 선박에 대하여 톤급별로 선박국적증서, 선적증서, 등록 필증을 발급하도록 규정하고 있다.

이러한 어선등록을 마치지 않고는 어선으로 사용할 수 없다. 또한, 이러한 등록을 마치면 소유자는 어선법 제16조 및 수산업법 제69조에 의거 Fig. 4, Fig. 5와 같은 어선번호판 및 어선표지판을 부착하도록 하고 있다.

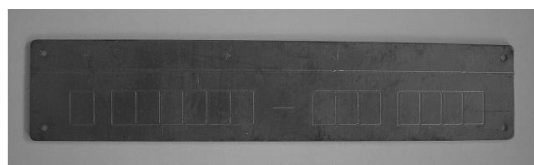


Fig. 4 어선번호판(금속 또는 동판재질)



Fig. 5 어선표지판

그러나, 2톤 미만 소형어선의 경우 선박의 건조 형태가 동일한 구조로 다수의 선박이 건조되고 있으며 대부분 갑판실이 없는 선형의 특성상 어선 표지판을 부착하기가 어려운 실정이다. 설령, 어선 번호판이나 어선표지판이 설치되어 있다하더라도

임의로 이동 설치하는 경우 선박을 구별하기가 용이하지 않아 선박등록업무 및 검사에 많은 어려움이 있다.

또한, 불법 선박건조여부를 위한 현장 확인에서도 판단하기 어려운데 다행스러운 것은 2008년 선박안전법 개정에 따라 신조선의 경우 2008년 10월 1일부터 선박검사가 실시되었으며, 현존선의 경우 2009년 4월 1일부터 2012년 3월 31일까지 선박 길이별로 단계적인 선박검사가 진행되고 있다는 것이다.

## 4. 실선실험

무선인식(RFID)기술을 적용하기 위하여 먼저 2톤 미만 소형어선의 대부분을 차지하고 있는 FRP재질특성에 대한 인식률 및 인식거리를 파악하기 위한 Lab Test를 실시하였다.

이러한 실험결과를 바탕으로 실제 해양환경 실험을 수행하여 무선인식(RFID)기술 적용 가능성 및 타당성을 검토하고자 하였다.

### 4.1 Lab Test

국내 사용태그 중 제작업체의 권고에 따라 Metal Tag 3종, Package Tag 1종, Label Tag 1종을 선정하여 먼저 각 태그의 측정 각도에 따른 인식률 및 인식거리를 측정하였다.

Lab Test에서 선정된 리더는 Table 4와 같이 고정형(ALR-9800) 리더와 이동형(ZHT-900H) 리더를 활용하였다. 사용주파수 대역은 900MHz 이다.

Table 4 RFID Reader

Reader Type	Fixed	Portable
Reader	ALR-9800	ZHT-900H
제조사	Alien	(주)인트정보
Frequency	900MHz	900MHz

Table 5는 선정된 태그의 사양을 나타낸다.

Table 5 Tag Characteristics

Tag	제조사	Frequency
Slim Dipole	RF Camp	900MHz
PCB W	RF Camp	900MHz
PCB Stick M	RF Camp	900MHz
Package	RF Camp	900MHz
Disposable M	RF Camp	900MHz

FRP(Fiber glass Reinforced Plastic)재 선박의 외판에 태그 부착 시 선박의 층들에 따른 태그 손상을 고려하여, Fig. 6과 같이 FRP재질 속에 태그 삽입을 고려하였으며 Fig. 7과 같이 5가지의 경우로 나누어 FRP적층 두께별로 태그를 삽입하였다.

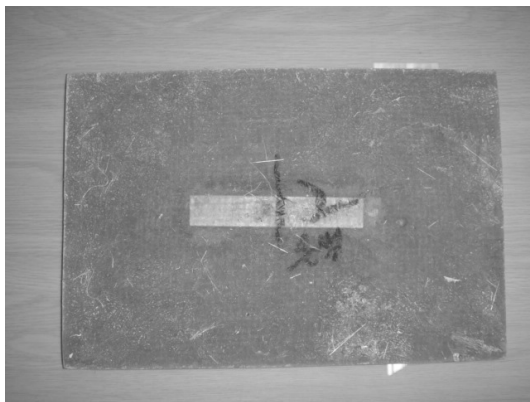


Fig. 6 태그를 삽입한 FRP PANEL

또한, 국내 해안 기온변화를 고려하여 온도변화에 따른 태그 인식률 변화도 함께 실험하였다.



Fig. 7 FRP적층별 태그의 삽입위치

실험은 인천 송도 U-IT클러스터 내의 무반사 챔버를 이용하였으며, 실험조건은 18~25℃의 상온, 60%이하의 습도에서 이루어졌다.

#### 4.2 Lab Test 결과분석

Lab Test 결과 선정된 태그에 있어서 다양한 인식률 및 인식거리를 파악할 수 있었고 모든 태그에서 인식이 가능하였다.

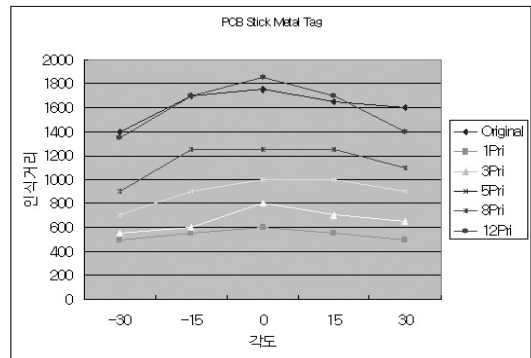
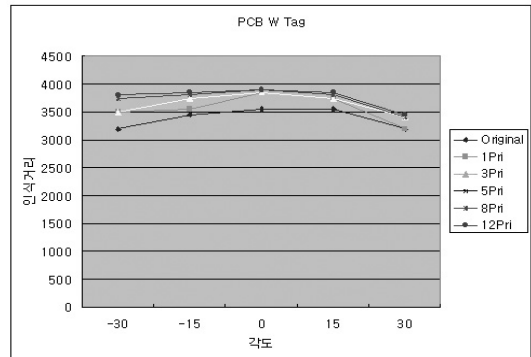


Fig. 8 고정형 리더로 측정된 인식거리



특히, PCB W Tag가 고정형과 이동형 리더에서 가장 양호한 결과를 얻었다.

적층두께에 따른 특성을 살펴보면 고정형 리더에서 Slim Dipole Tag는 적층두께가 두꺼워질수록 인식거리가 짧아졌으며, PCB W Tag 및 PCB Stick Metal Tag는 적층두께에 두꺼워질수록 오히려 인식거리가 길게 나타났으나 PCB W Tag의 경우 고정형 리더에서는 4m를 이동형 리더에서는 3.2m를 넘지 못하였다.

또한, 직교가 성립하지 않는 각도에서는 인식거리가 점차 짧아지는 경향을 파악할 수 있었다. PCB Stick Metal Tag의 경우 FRP재질에서는 양호한 인식거리를 얻을 수 없었으며 금속재질 선박에 적용 시 별도의 하우징 설계를 통하여 인식거리연장이 가능하리라 판단된다.

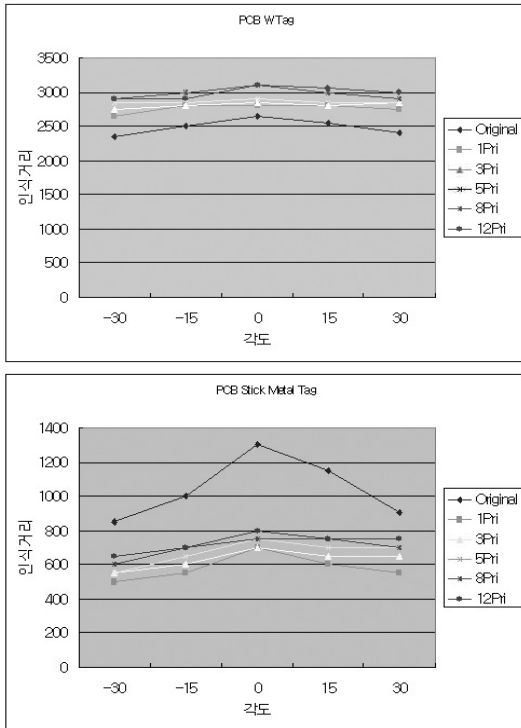


Fig. 9 이동형 리더로 측정된 인식거리

이는 Metal Tag의 특성에 따라 추후 금속재 선박에 적용한다면 그 활용성이 높을 것으로 사료된다.

이동형 리더에서는 선정된 태그 중 PCB Stick Metal Tag와 Disposable Metal Tag를 제외하고 약 1~3.1m의 인식거리를 얻을 수 있었다.

또한, 우리나라 여름과 겨울철 온도변화를 고려하여  $-40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 50시간 동안 5회를 반복 후 실험을 통하여 태그의 인식거리 변화를 살펴본 결과 대부분의 태그들이 성능에 있어 우려할 만한 인식을 및 인식거리 저하는 보이지 않았다.

### 4.3 해양환경 실선적용 실험

해양환경 실선실험을 위하여 선정된 태그는 염분, 습도, 온도 등 해양환경을 고려하여 1차 Lab Test에서 선정한 PCB Stick Metal Tag를 개량한 TITANTAG와 실험결과 최적의 태그로 선정된 PCB W Tag를 포함하여 FLEX\_Tech Metal Tag, Laundry Tag 등 총 4종을 선택하였다.



Fig. 10 TITANTAG

1차 Lab Test와 달리 2차 해양환경 실선실험을 위하여 선정된 AT870 이동형 리더는 900MHz

대역과 13.56MHz주파수 대역에서 활용되는 최신 리더이다.



Fig. 11 Laundry Tag

AT870 이동형 리더의 특징을 살펴보면 먼저 태그의 정보를 인식하여 상위의 Host Computer에 Real-Time으로 Data전송이 가능하며 타 리더에 비해 프로그램 실행속도가 양호하고 기존의 기기보다 성능이 우수하다. 또한, Gun-Handle형태로

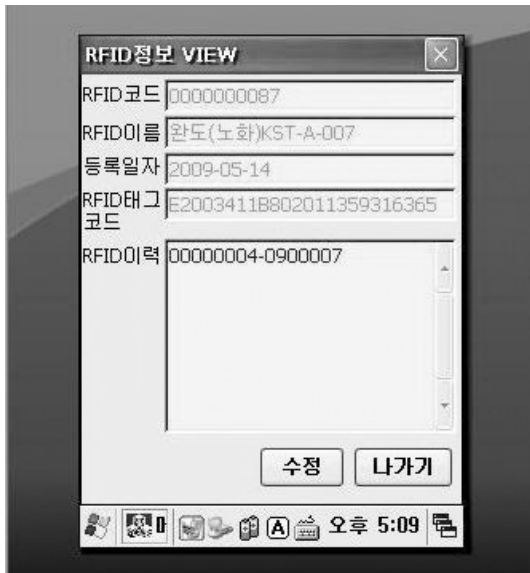


Fig. 12 태그정보 확인화면

제작되어 있어 작업성·휴대성이 뛰어나며, 방수·장진 등에 강한 내구성을 갖고 있다.[(주)Atid제공]

태그에 대한 정보는 AT870에 설치된 자산관리 프로그램을 통하여 확인하였다. 자산관리프로그램에서 <RFID 기초 DB 등록>기능을 선택하여 필요한 정보를 등록하게 된다. 정보 확인을 위하여 <RFID 정보 VIEW>를 선택하면 Fig. 12와 같이 선박에 부착한 태그에 대한 정보 확인을 통하여 가상의 어선정보 및 어선번호 등을 알 수 있다.

실선실험은 신조선과 현존선으로 나누어 실시되었고, 2톤 미만 소형어선 건조 실적이 많은 고흥 지역 조선소 2곳을 선정하여 태그부착을 의뢰하였다.



Fig. 13 태그 정보확인(Tagging과정)

태그부착 장소는 선박의 강도에 영향을 주지 않고 어로작업에 방해받지 않는 선수창고 내부 안쪽 또는 선미배터리 창고 내부에 부착하였다.

부착방법은 신조선의 경우 건조완료 후 FRP 수지로 발라 부착하였고, 현존선의 경우 강력접착제를 활용하였다. Fig. 13은 태그부착 완료 후 AT870 이동형 리더를 이용한 태그정보 확인(Tagging) 과정을 보여준다.



#### 4.4 해양환경 실선실험 결과분석

태그 부착은 6월에 완료하고 2개월이 지난 8월 중순부터 9월 말까지 부착한 태그정보 확인을 위한 실험을 수행하였다. 부착한 태그에 대한 실선인식은 선정된 태그 모두 100%의 인식률을 보였다.

인식거리는 Fig. 14와 같이 FRP재질선박 기준으로 약 1.2~1.8m까지 인식이 가능하였다. 실선 실험 중 비가 내리고, 해무 등 좋지 않은 날씨에도 인식거리가 다소 짧아지긴 했으나 인식에는 문제가 발생하지 않았다.

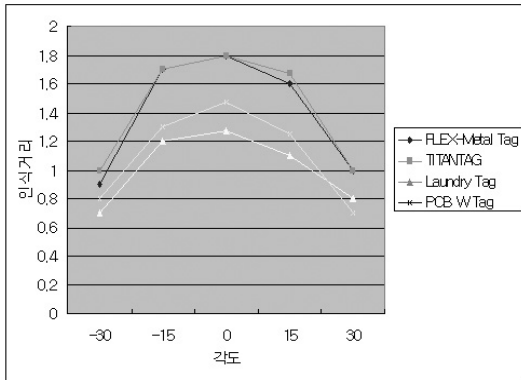


Fig 14 실선 인식실험 결과

실험결과 태그생산업체에서 제시한 인식거리와 다소 차이는 있었으나 선박에 설치된 전자부품, 흐린 날씨 등의 영향에 기인한 것으로 사료된다.

선박에 부착한 태그의 해양환경에 따른 인식률 저하보다는 선정된 AT870 이동형 리더의 행(Hang)현상으로 강제부팅(Cold Reset)을 수행하여 사용 중인 자산관리프로그램이 삭제되어 재설치하는 상황이 발생하였다. 이는 선정된 AT870 이동형 리더의 기기 불안과 실제 해양환경에 따른 활용사례 및 검증 부족으로 판단된다.

추후 태그의 안테나 설계와 기술개발을 통하여 뛰어난 성능의 태그선정과 보다 다양한 해양환경 실증실험을 통한 이동형 리더 선정 또는 개발이 필요하다.

### 5. 2톤 미만 소형선박 안전관리체계

현재 2톤 미만 소형선박들은 일정한 몰드에서 찍어내듯 생산되는 특징을 살펴볼 때 동일 조선소 동일 몰드에서 건조된 선박은 선(박)명 및 어선(선박)번호 또는 어선표지판 등으로만 구별할 수밖에 없으나 이러한 방법으로 선박을 정확히 구분하는 것은 현실적으로 매우 어렵다.

또한, 소형선박의 경우 어선표지판을 부착할 공간 확보도 매우 힘들고, 어선번호판의 경우 위·변조가 용이하여 실질적으로 유명무실한 제도로서, 선박 식별에 있어 현실에 맞는 보다 확실하고 효율적인 관리방안이 필요한 상황이다.

이에 따라 최근에 물류관리 및 시설물관리에 급속히 적용이 확산되고 있는 RFID기술을 활용하여 선박을 식별하고, 해당 시·군·구청 지자체와 선박안전기술공단과의 서버연계를 통한 2톤 미만 소형선박 안전관리체계의 개선방안을 제시하고자 한다.

#### 5.1 태그발급 및 행정절차

먼저, 태그발급은 어선을 새로이 건조하고자 할 경우 발급되는 어선건조발주허가서와 함께 해당 시·군·구청 지자체에서 발급하여 주고 어선을 건조하고자 하는 자(신청자 또는 소유자)는 이렇게 발급된 태그와 어선건조발주허가서 사본을 선박



이러한 방안으로 크게 이동형 리더에 CDMA 모듈을 탑재하고 이동통신사의 무선데이터망을 이용하는 방안과 이동형 리더에 WLAN모듈을 탑재하고 무선 Mesh 네트워크를 활용하는 방안을 생각할 수 있다.

(가) CDMA를 이용한 Network 구축방안

CDMA를 이용하는 Network Infra구축방안은 먼저 이동형 리더에 무선 데이터 통신을 위한 CDMA모듈 탑재가 전제되어야 하며, 이를 기존의 이동통신사 무선데이터 통신망을 이용하여 활용하는 방안이다.

CDMA를 이용한 Network Infra구축방안의 장점은 기존의 이동통신사 무선데이터 통신망을 활용함으로써 새로이 통신설비를 구축하는데 비하여 초기설비 구축 투자에 대한 부담이 없고 단말기 개통 비용만으로 신뢰성있는 고품질의 무선 업무 환경을 구축할 수 있다. 단점으로는 데이터 사용량에 따른 지속적인 통신요금이 발생한다는 것이다.



Fig. 17 CDMA를 이용한 Network Infra

CDMA기술의 특징을 살펴보면 전력소비를 최소화할 수 있고, 현재 개발되고 있는 이동형 리더의

경우 충전시간 및 사용시간에 따른 전력소모가 일반 휴대폰 단말기에 비하여 큰 단점이 있으나 기술발전을 통하여 점차 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

(나) 무선 Mesh를 이용한 Network 구축방안

CDMA를 이용하는 Network Infra구축방안과 달리 무선 Mesh네트워크를 이용한 Network Infra구축방안은 초기 무선 Mesh네트워크 구축을 위한 막대한 초기 구축비용이 발생하지만 사용에 따른 별도의 비용이 소요되지 않는다.

무선 Mesh네트워크를 이용한 Network 구축방안은 각 항·포구 즉 검사지역에 무선 Mesh 네트워크 장비를 구축하여 가까운 지자체 또는 공공기관(시청, 군청, 동사무소, 경찰서, 파출소 등) AP와 연결 가능하도록 하여 선박 등록 및 검사 결과를 데이터 전송할 수 있도록 구성되는데 여기에는 이동형 리더에 무선랜(WLAN)모듈 탑재가 필요하다.

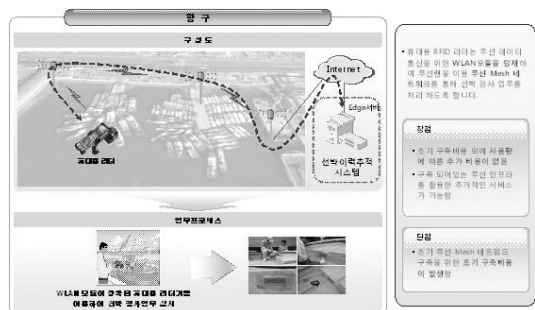


Fig. 18 무선 Mesh를 이용한 Network Infra

그러나 무선 Mesh네트워크를 이용한 Network Infra구축방안의 또 다른 큰 단점으로는 지속적인 유지보수문제가 발생한다는 문제가 있다.

또한, 우리나라의 검사지역 즉, 선박이 위치하는 장소는 파악하기 어려울 정도로 많아 본 사업으로 확대 시 무선 Mesh장치 설치에 따른 엄청난 비용이 소요될 것으로 사료된다.

### 5.4 H/W 및 S/W 구성방안

해당 시·군·구청 지자체와 선박안전기술공단 각 지부, 검사지역에 대한 하드웨어 및 네트워크 Fig. 19와 같이 구성할 수 있는데 관계자(검사원 또는 지자체 담당자 등)가 항·포구에서 이동형 리더를 활용하여 선박을 Reading하면 CDMA 또는 Mesh (WLAN)을 활용하고 인터넷망을 통하여 선박안전기술공단 본부 라우터로 전송된다.

이러한 정보는 다시 D/B서버로 전송되어지고 필요한 내용은 활용되고 다시 저장과정을 거치게 된다. 다시 해당 시·군·구청 지자체는 필요로 하는 자료를 외부망(방화벽) 및 인터넷을 통하여 공유할 수 있다.

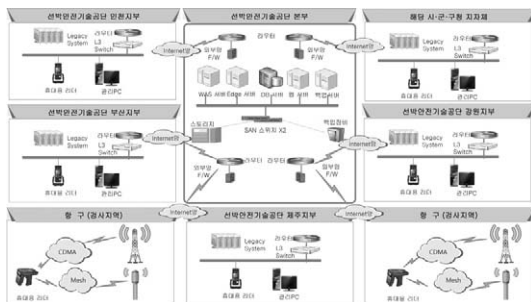


Fig. 19 H/W 및 Network 구성방안

S/W구성은 Fig. 20과 같이 크게 RFID -PDA S/W와 유관기관 연계 S/W로 구성되는데 이동형 리더 S/W는 선박에 부착된 태그 정보를 Reading

하여 선박번호를 조회하는 RFID Application과 선박번호를 기반으로 해당 선박의 등록 및 이력정보조회, 검사수행, 검사결재, 검사결과 전송 등을 수행하는 Manager Application으로 구분할 수 있다.

유관기관 연계 S/W는 선박에 부착된 태그 D/B를 관리하는 RFID Data Manager Application과 선박등록 및 선박검사 등 관련정보를 시스템 연계 및 정보조회 Application으로 나누어진다.

다음으로 RFID 이동형 Reader Application 을 살펴보면 어떠한 과정과 단계를 거쳐 선박에 부착된 태그의 정보를 확인할 수 있는지 잘 알 수 있다. Fig. 20에서처럼 먼저 선박에 부착된 태그를 이동형 리더를 활용하여 정보를 Reading하면 No.1의 RFID Reader IF에서 RFID Reader와 통신하여 태그의 정보를 얻게 되고 No.2의 Data Filtering Module단계에서 수신된 태그정보를 필터링과정을 통해 필요한 정보를 얻게 된다. No.3의 Event Task Module단계에서는 필터링 된 자료의 정보를 Database IF를 통하여 정보를 획득한다.

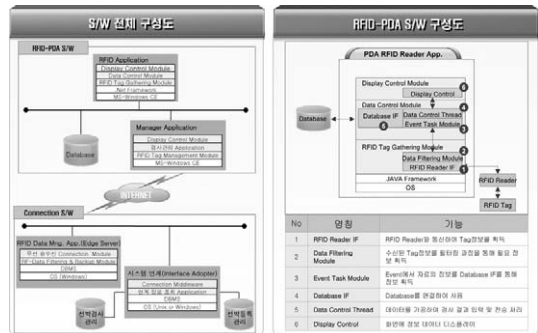


Fig. 20 S/W구성방안

다시 No.4 Database IF 및 No.5 Data Control Thread단계에서 데이터를 가공하여 검사

결과 입력 및 전송 처리하고 마지막 No. 6의 Display Control에서 이동형 리더 화면에 정보 데이터를 가시화 해준다.

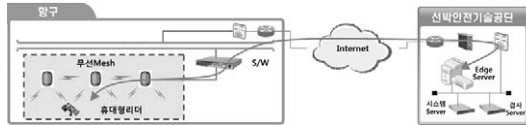


Fig. 21 무선인증 및 암호화 체계 구성

CDMA를 이용한 통신 시 각 기관별 방화벽과 서버 DBMS접근 제어를 통해 보안체계를 구성하고 Fig. 21과 같이 무선 Mesh네트워크를 이용할 경우 보안 취약요인을 제거하기 위해 인증서버를 활용한 네트워크에 대한 접속 통제, 송·수신 데이터 암호화, 사용자 인증기능을 적용하여 철저한 무선랜(WLAN) 보안을 확보하여 보안규정에 부합하도록 구축한다.

### 5.5 RFID 코드체계

EPC소형선박 안전관리 시스템은 EPC Gen2 및 ISO-18000-6 C Type기술을 수용하고 내부적인 코드체계(UII : Unique Item Identifier)는 EPCglobal의 GID 또는 맞춤형 구조를 사용하여 총 96Bit를 사용하도록 한다. 또한, 사용자의 요구에 따라 추가되는 저장정보는 User Bank에 저장한다. EPCglobal Code Standard는 그 특징과 적용업무에 따라 아래와 같이 구분할 수 있다.

Fig. 22의 RFID코드체계와 같이 일반적으로 헤더(Header)는 8비트로 구성되어 다양한 EPC 유형을 구분할 수 있고, 헤더 값을 통하여 코드의 유형, 코드의 구조, 코드길이를 판단할 수 있다.

Table 7 EPCglobal Code Standard

EPC	태그인코딩	관련코드	적용분야
SGTIN	SGTIN-96, SGTIN-198	GTIN	거래단품(상품)
SSCC	SSCC-96	SSCC	물류단위
SGLN	SGLN-96, SGLN-195	GLN	위치추적
GRAI	GRAI-96, GRAI-170	GRAI	회수/재활용 자산
GIAI	GIAI-96, GIAI-202	GIAI	고정자산, 재고자산
GID	GID-96	-	범용
GSRN	GSRN-96	GSRN	서비스관계
GDTI	GDTI-96, GDTI-113	GDTI	문서
DoD	DoD-96	CAGE, DoDAAC	DoD조달물품

또한, 발급자 코드(IAC)는 ISO/IEC 15459 RFID코드를 발급받아 사용하는 기관을 의미하며 3자로 구성된다.

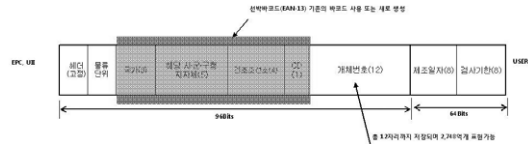


Fig. 22 RFID코드 체계

이 영역에는 각 국가에서 사용 가능한 영역을 나타내는 K영역이 있다. 예를 들어 한국의 경우 K + KR(한국코드)로 본 코드는 KKR이 된다. 발급자 코드 이후를 보통 하위영역으로 나누어 정의하며 이 영역에는 보통 발행기관코드, 기업 코드, 개체번호 등으로 구성된다.

2톤 미만 소형선박에 있어 본 연구에서 언급한 것처럼 발행기관코드는 해당 시·군·구청 지자체가 되고, 기업코드에는 건조조선소, 개체번호에는 12자리까지 저장되며 총 2,748억개로 표현되어 구분된다. 참고로, KKR코드를 사용하고자



하는 경우 IAC(Issuing Agency Code)국제등록 기관으로부터 2007년 12월 KKR을 공식 할당받아 업무수행 중인 한국유통물류진흥원에서 등록을 마쳐야 한다.

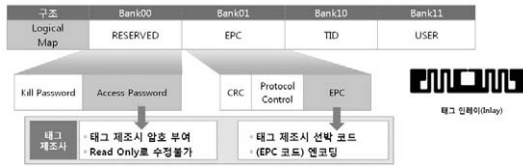


Fig. 23 RFID코드 구성

선박태그의 불법 복제를 방지하기 위하여 태그와 리더간 무선 암호화를 구현한다. 태그 인식 수행 시 태그 정보를 읽기 전 사전에 정의된 암호 확인 과정을 통해 불법 태그를 선별하고, 암호 확인된 정상태그는 선박코드를 인식하여 태그진품 여부를 확인할 수 있다.

### 5.6 유관기관 시스템 연계방안

유관기관과의 시스템 연계방안은 해당 시·군·구청 지자체의 어선등록관리시스템과 선박안전기술공단의 선박안전정보시스템 그리고 항·포구(검사지역)의 이동형 리더 등 3개의 시스템이

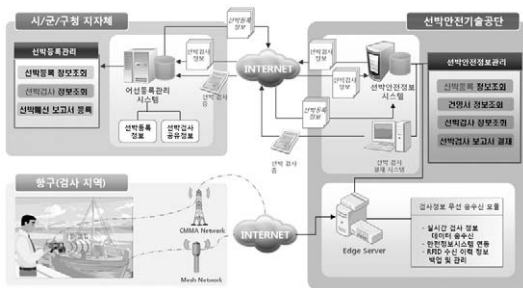


Fig. 24 전체시스템 연계구성도

유기적으로 연계되어 실시간으로 유·무선 데이터가 원활히 전송될 수 있도록 하고 이러한 연계를 통하여 안정적인 RFID기반 2톤 미만 소형선박 안전관리 시스템을 구축하도록 한다.

Fig. 24와 같이 해당 시·군·구청 지자체는 서버연계를 통한 인터넷망을 활용하여 해당선박의 선박등록 정보조회뿐만 아니라 선박검사의 완료 여부를 확인할 수 있으며, 선박안전기술공단은 해당 시·군·구청 지자체로부터 선박의 일치 여부를 확인하기 위한 선박등록정보 조회를 비롯한 이동형 리더를 통하여 선박검사보고서 작성 및 결재 업무를 수행할 수 있다. 이러한 선박검사보고서 작성 및 결재업무는 검사원의 업무효율성을 높이고, 검사업무 시간절약을 통한 어민 및 선박소유자에게 보다 나은 고객서비스를 제공할 수 있다.

해당 시·군·구청 지자체와 선박안전기술공단의 시스템 연계 S/W구성을 살펴보면 선박등록 및 검사조회 등 필요한 공유 자료의 송·수신관리, 문서관리 등 통합관리로 이루어지며 Fig. 25와 같이 송·수신 관리에서는 문서의 원활한 전송 및 문서변환 기능을 수행하도록 한다.

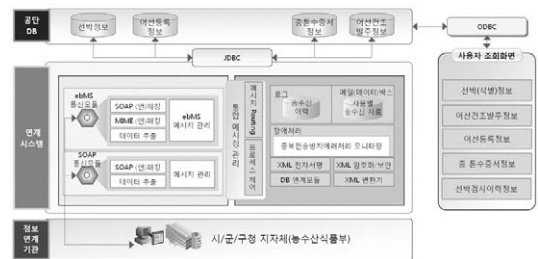


Fig. 25 시스템 연계 S/W구성도

문서관리는 송·수신된 문서에 대한 관리 및 전자서식 등을 관리하도록 한다. 정보공유를 위해



JDBC<sup>1)</sup>를 사용하여 선박안전기술공단의 선박안전 정보시스템 D/B와 연계시스템 D/B와 연동을 하고 각 기관의 사용자 조회를 위해 ODBC<sup>2)</sup>를 사용하여 D/B 자료를 접근한다. 또한, ebXML<sup>3)</sup>을 적용하면 문서를 전달받은 문서유통자가 직접 수신 기관에 문서를 전달해 줄 수 있게 되며 이를 통해 보관해야 할 문서량이 줄고 메시지에서 문서가 전달될 때까지 기다렸다가 문서를 찾아와야 했던 비효율적인 문서유통 프로세스를 개선할 수 있다.

한편, 이러한 해당 시·군·구청 지자체와 선박안전기술공단의 정보연계시스템 구축을 위해서는 송·수신문서에 대한 표준화와 그 표준화된 문서를 이용한 업무프로세스에 대한 재정의가 선행되어야 한다.

그리고 전문가그룹으로 구성된 협의체의 논의를 거쳐야 하며 이러한 작업이 선행된 후 시스템 구축이 이루어져야 한다.

또한, 이러한 연계시스템에 있어 보안에 대한 사항이 필히 검토되어야 하는데 NPKI기반의 메시지 전자서명 및 암호화를 수행하는 방안을 제안하고자 한다. 메시지 다이제스트를 위한 해쉬 알고리즘, 비밀키 암호 알고리즘, 전자서명, 전자서명 암호 알고리즘을 위해 SHA-1<sup>4)</sup>, SEED<sup>5)</sup>, NPKI, RSA<sup>6)</sup> 지원을 표준으로 적용하고 연계 서버의 이중화를 통한 장애 및 문제 발생 시 대안 연계 서버가 기동하여 연중 무 중단 서비스가 가능하다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 소형선박의 효율적인 안전관리를 위한 무선인식(RFID)기술 적용 가능성 및 도입 타당성을 선박재질별, 실제해양환경 실험을 통하여 검증하였다.

1차 Lab Test를 통하여 태그의 종류에 따라 다양한 경향을 파악할 수 있었는데 이를테면, 적층 두께가 두꺼워질수록 인식거리가 짧아지거나 PCB W Tag와 같이 적층두께와 상관없이 일정한 인식률과 인식거리를 나타내는 경향도 파악할 수

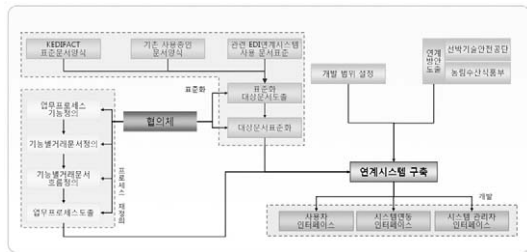


Fig. 26 정보연계시스템 구축개발 절차

Fig. 26은 정보연계시스템 구축을 위한 개발절차를 보여준다. 이 경우 사용실무자와 개발실무자

- 1) JDBC(Java DataBase Connectivity) : 자바 프로그램 안에서 SQL을 실행하기 위해 데이터베이스를 연결해주는 응용프로그램 인터페이스를 말함
- 2) ODBC(Open DataBase Connectivity) : 마이크로소프트사에 의해 만들어진, 데이터베이스 (MS-SQL)에 접근하기 위한 소프트웨어의 표준 규격
- 3) ebXML(ebXML Messaging Services) :문서 전송 방식이 e비즈니스 확장성 표기언어(ebXML) 표준 방식
- 4) SHA-1(Secure Hash Algorithm - 1) : 서로 관련된 암호학적 해쉬 함수들의 모음. 암호화 알고리즘의 하나로 임의의 길이의 입력데이터를 160bit 출력데이터로 바꿔준다.
- 5) SEED : 민간 부분인 인터넷, 전자 상거래, 무선 통신 등에서 공개 시에 민감한 영향을 미칠 수 있는 정보와 개인 프라이버시 등을 보호하기 위하여 개발된 블록 단위로 메시지를 처리하는 대칭키 블록 암호 알고리즘
- 6) RSA(Rivest Shamir Adleman) : 공개키와 개인키를 세트로 만들어서 암호화와 복호화를 하는 인터넷 암호화 및 인증 시스템의 하나이다.

있었다. 또한, 온도 및 FRP재질에 대한 태그의 영향은 처음 우려했던 것과는 달리 미비한 것으로 나타났다.

2차로 수행된 해양환경 실선실험에서는 선정된 태그 FRP재질선박에서 약 1.2~1.8m 정도의 인식 거리를 보였으며 (±)30도 방향에서는 0.5~0.8m의 짧은 인식거리를 나타내었다.

알루미늄선박에서는 예상대로 태그가 보이지 않는 상태에서는 인식이 전혀 불가능하였고, 태그가 보이는 상태에서는 0.3~0.4m의 현저히 짧은 인식 거리를 나타내었는데 이는 RFID기술의 금속에 대한 취약성으로 판단된다. 특이한 것은 4~7cm 두께를 갖는 내부부재(어창 및 선수창고 부위) 뒤에 태그를 부착하고 실험을 수행한 결과 0.2~0.5m의 인식거리를 보였는데 이는 아마도 나무속에 함유한 수분 또는 기름으로 인한 전파장애로 예상된다.

본 연구에서는 현재 선박안전법 개정으로 선박 검사대상으로 포함된 2톤 미만 소형선박에 대한 효율적인 등록과 관리, 검사를 위하여 무선인식(RFID)기술 적용을 위한 FRP재질을 중심으로 목선, 알루미늄선에 대한 Lab Test와 실제 해양환경 실험을 통하여 도입가능성 및 타당성을 보였다.

또한, 본 연구결과 제시된 2톤 미만 소형선박 안전관리 체계 개선방안으로 적용할 경우 다음과 같은 효과가 있을 것으로 기대된다.

○ 선박등록 및 관리 효율성 제고

본 연구에서 제시한 2톤 미만 소형선박 안전관리 체계 개선방안을 도입·적용할 경우 선박의 식별을 위한 태그정보를 소유자가 임의로 변경하기 어렵고, 선박등록정보를 현장에서 쉽게 확인할 수 있게 됨에 따라 무등록 선박과 불법건조선박을 쉽게 찾아

내고 식별할 수 있게 되어 선박 등록 관리의 효율성이 상당히 높아질 것으로 기대된다.

○ 선박검사 및 관리 효율성 제고

2톤 미만 소형선박에 전자태그부착을 통한 안전관리체계 개선방안은 기존의 등록관리 방안 중 어선번호판부착제도를 대체·보완하는 방안을 고려할 수 있다.

본 연구에서 제시한 안전관리체계 개선방안을 추진하는 경우 선박등록정보 관리와 마찬가지로 선박검사정보를 현장에서 손쉽게 확인할 수 있고, 서버연계 및 시스템구축을 통하여 선박에 대한 변경사항을 공유할 수 있게 되어 소형선박 등록 및 검사 등 관리의 효율성이 상당히 높아질 것으로 기대된다.

○ 방치폐선 관리의 효율성 제고

기존 방치폐선관리의 경우 선박소유자 확인에 상당한 시간이 소요되었으나 2톤 미만 소형 방치폐선에 대하여 RFID기술을 활용할 경우 신속한 소유자 확인이 가능하여 방치폐선 관리의 효율성이 제고될 것으로 기대된다.

○ 무허가·무등록 선박 및 불법건조선박에 대한 관리 효율성 제고

무허가·무등록 선박의 관리 및 파악은 합법적으로 어업활동에 종사하는 어민들과의 갈등해소 및 어촌사회 위화감 해결 등 어업질서 확립에 반드시 필요하며 여기에 2톤 미만 소형선박 현황 및 무허가·무등록 선박에 대한 관리 중요성이 여기에 있다고 할 수 있다.

○ 선박등록 및 검사절차 간소화, 대기시간 절약을 통한 어민소득 증대



Fig. 27 검사종결 후 업무프로세스

Fig. 27과 같이 선박검사종결 후 사무실에 돌아와 보고서작성 및 관련증서를 발급해야 하나 검사원 이 도서지역에 장기출장 상태라면 소형선박 소유자는 검사원이 귀청할 때까지 2~3일 기다려야 한다.

도서지역 출장 시 이동형 Reader와 CDMA 통신을 통한 선박검사 및 전자결제를 활용하여 선박검사 종결되는 즉시 현장에서 보고서작성을 하고 관련증서를 소유자에게 발급해준다면 기존의 업무프로세스를 개선하는 효과를 가져 올 수 있다. 또한, 증서발급이 되는 동시에 소유자에게 문자로 증서발급내용을 알려주고, 해당 시·군·구청 지자체와 선박안전기술공단의 서버연계를 통하여 증서발급내용 및 발급사실을 해당 시·군·구청 지자체에 확인할 수 있다면 소유자는 문자를 확인하고 바로 해당 시·군·구청 지자체를 방문하여 선박등록을 마칠 수 있다.

이와 같이 RFID기술을 활용할 경우 현재의 선박등록업무 및 검사업무의 개선, 선박검사증서와 총톤수측정증명서의 발급에 필요한 행정절차의 간소화 및 소요시간 단축 등 2톤 미만 소형선박 안전관리에 있어서 상당한 개선효과를 기대할 수 있다.

### 참고 문헌

- (1) 조성락, 백부근, 조인성, 박범진, 이동근, 배병덕, 윤중휘, 2009, “RFID기반 실선 물품관리 시스템,” 대한조선학회지, 제46권 제2호, pp. 171-178
- (2) 박승창, “900MHz대역 차세대 RFID의 통신 기술 동향”, 정보통신연구진흥원 주간기술동향 통권 1392호, 2008. 4. 15, pp. 23-36
- (3) 박용재, 임명환, 김관중, “RFID/USN 시장 동향 및 서비스 수요분석”, 전자통신동향분석 제24권 제2호 2009. 4, pp. 32-42
- (4) 최길영, 성낙선, 모희숙, 박찬원, 권성호, “RFID기술 및 표준화 동향”, 전자통신동향 분석 제22권 2007.6, pp. 29-37
- (5) 설재훈, “RFID시스템의 도입과 활성화 방안에 관한 연구”, 세종대학교 국제통상대학원 석사 논문, 2006. 6
- (6) 국회법률정보시스템, “어선법(법률 제9718호)”, “어선법 시행령(대통령령 제20877호)”, 2009. 5. 27

이 논문은 국토해양부 정책연구 용역사업으로 이루어진 것임을 밝힙니다.