

해양레저 안전장비 개발

구자영* · 임정빈** · 이재웅*** · 남택근**** · 정중식** · 박성현** · 양원재** · 안영섭**

*해양경찰청 정보화계, **목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수, ***목포해양대학교 해양산업대학원 석사과정, ****목포해양대학교 기관시스템공학부 교수

Development of Safety Devices for Marine Leisure

Ja-Young Ku* · Jeong-Bin Yim** · Je-Eung Lee*** · Taek-Keun Nam**** · Joong-Sik Jeong** ·

Seong-Hyeon Park** · Weon-Jae Yang** · Yeong-Sub Ahn**

*Department of Information Agency, Korea Coast Guard, Incheon, Korea

**Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

***Marine Industry Graduate School, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

****Division of Marine Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 이 논문에서는 안전한 해양레저 행위를 지원하기 위한 두 가지 개인 휴대용 전자장치 개발 내용을 기술한다. 하나는 조난자를 신속히 민-관-군 동시 다발적으로 수색하기 위한 선박용 9GHz 대역의 일반 레이더 전파에 응답하는 레이더 응답장치이다. 다른 하나는 조난자의 위치를 추적하고 식별할 수 있는 900MHz 스펙트럼 확산 주파수 hopping 방식의 송수신기와 GPS를 이용한 해상 무선식별장치 개념의 전자장치이다. 해양경찰 합정을 이용한 해상에서의 다양한 현장실험을 통하여 두 가지 장비의 성능을 확인하였다. 그리고 향후 상용화 방안에 대해서 검토하였다.

핵심용어 : 해양레저, 해양안전, 수색구조, 해상 무선식별장치, 레이더 응답

ABSTRACT : This paper describes two kinds of personal hand-held electronic devices to support marine leisure safety. The one is Radar response-type safety device triggering by the pulse signal from a commercial 9GHz-band Radar to provide quick search and rescue with combined civilian-government-military fleets. The other one is M-RFID (Marine Radio Frequency IDentification) based safety electronic device using 900MHz Tx/Rx with spread spectrum frequency hopping and GPS. Through the field tests at sea using Korea Coast Guard's warship the operating performances are verified. Further plan for practical use of each device was also discussed.

KEY WORDS : marine leisure, maritime safety, search and rescue, marine RFID, radar response.

1. 서 론

최근 국민소득증대와 주5일제 실시로 해양레저 활동인구가 증가하고 있다. 현재 국내에서는 '해양레저'와 '해양스포츠'를 통합한 '해양레포츠'라는 용어가 사용되고 있을 정도로 해양레저에 관한 관심이 높다. 해양레포츠에는 스킨 스쿠버(Skin Scuba), 제트스키(Jet Ski), 요트(Yat), 보트(Boat) 등 다양한 종류가 있으며, 바다, 강, 호수, 계곡 등에서 성행하고 있다(임, 2005a).

이러한 해양레포츠는 인간의 신체를 구속하는 물에서 이루어지기 때문에 육상레저와 달리 다양한 사고의 잠재적 위험성

을 항상 내포하고 있다. 그러나 현재 개인 휴대용 인명안전 기구나 장치는 라이프 자켓(Life Jacket), 소형 급성광등(Flash Light), 호각 등 수동적인 장비에 불과한 실정이기 때문에 보다 능동적이고 첨단화된 개인 휴대용 레저안전장치의 개발이 시급히 요구되고 있다. 한편, 이러한 해양레저 관련 산업은 고부가가치 복합 산업으로서 외화기득률이 타 산업과 비교하여 대단히 높고, 고용효과가 높아 소득증대를 유발하고, 소득의 상당부분이 가계소비지출을 통해 지역산업에 파급되어 최종적으로는 지역발전에 긍정적 효과를 미친다. 이러한 해양레저 산업의 주요는 향후 기하급수적으로 증가할 것으로 예상되며 이에 따라 해양레저 관련 안전사고 역시 증가할 것으로 보여진다. 1992년부터 2001년까지 경찰청 통계에 의한 해양레저 행위시의 익사 사고 발생추세를 보면, 아직까지 후진국 수준을 면치 못하고 있는 실정이다(임, 2005b).

해양레저 산업의 활성화를 위해서는 무엇보다 국민들의 해양레저 행위에 대한 두려움을 해소시키는 것이 중요한데, 이를 위해서는 안전한 해양레저 활동을 적극 지원할 수 있는 첨단 개인용 안전장치의 개발이 필요하다.

*정회원, kyy1136@kcg.go.kr 032)835-2114
**정회원, jbyim@mmu.ac.kr, 061)240-7051
***학생회원, jbyim@mmu.ac.kr, 017)676-6845
****정회원, tknam@mmu.ac.kr 061)240-7310
**정회원, jsjeong@mmu.ac.kr 061)240-7238
**정회원, shpak@mmu.ac.kr 061)240-7127
**정회원, wjyang@mmu.ac.kr 061)240-7313
**정회원, ysahn@mmu.ac.kr 061)240-7065

본 연구에서는 이러한 목적으로, 선박용 9GHz 대역의 X-Band 레이더 신호에 반응하는 1 마일(mile) 탐지거리의 레이더 응답용 레이저안전장치(이하, 레이더 안전장치)와, 해상무선 식별장치(Marine Radio Frequency IDentification, M-RFID)의 개념을 도입한 5마일 탐지거리의 위치추적용 레이저안전장치(이하, M-RFID 안전장치) 등, 두 가지 장치를 제작하여 실험하였다(임, 2005c).

이 연구에서 제작한 두 가지 레이저안전장치는 다음과 같은 특징을 갖는다.

우선, 9GHz 대역의 레이더 안전장치는 개인이 휴대하는 소형 레이더 응답센서와 선박에 설치된 레이더 등으로 구성된다. 따라서 해양경찰과 해군 함정, 상선, 어선 등에 이미 설치된 레이더를 그대로 활용하여 수색구조 활동을 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 9GHz 대역의 레이더 신호처리용 부품이 고가이고, 기판설계 및 제작에 고도의 기술을 요하기 때문에 초기 설계 및 제작에 많은 예산이 투입되는 문제가 있다. 그리고 이 장비의 탐지거리를 1 마일로 제한하였는데, 해상에서의 1마일은 큰 의미를 갖는다. 최근의 예로서, 2005년 5월 서해안 제부도에서의 일가족 사망사건(한겨레신문, 2005; 해양경찰청 보도자료, 2005)과 같이 야간이나 시계가 제한된 경우 수색구조 함정이 조난자와 근거리(1마일 이내)에 있음에도 불구하고 구조하지 못하는 사례가 종종 보도되고 있다. 한편, 탐지거리를 증가시키면 그에 따라 부품가격이 상승하고, 전력소모가 증가하여 배터리 용량과 사용시간 등의 문제로 실용화가 어렵게 된다. 이미 저자는 2004년 동경해양대학교 쇼고 하야시(Shogo Hayashi) 교수와 일본 동경 가마쿠라 해안에서 일본해상보안청 헬리콥터를 이용한 실험(남 등, 2004; 임 등, 2005d)을 통하여 1마일 응답센서의 유용성과 가능성을 검토한 바 있다.

다음으로 M-RFID 안전장치는, 개인이 휴대하는 태그(Tag)와 태그 정보를 수신하는 리더(Reader)로 구성된다. 태그에는 위치를 획득하기 위한 GPS와 정보 송수신 장치, 다수의 태그를 식별하기 위한 식별장치 등으로 구성된다. 이 장비는 GPS를 이용하기 때문에 개인 위치를 파악하여 추적할 수 있는 장점이 있다. 그러나 GPS와 송신기를 이용하기 때문에 장비구성이 복잡하고, 저가 개발이 곤란한 측면도 있다. 본 장비는 2005년 11월 아시아태평양경제협력체(APEC)가 개최된 부산 '누리마루' 근처에서 해양경찰이 시범 설치하여 그 유효성을 확인한 바 있다(임, 2005c).

본 논문에서는 지금까지 연구 개발한 상기 두 가지 안전장치의 연구 내용과 실험 결과에 대해서 기술한다.

2. 레이저 안전장치 개요

레이저 안전장치의 개념을 Fig. 1에 나타냈다. 해양레저 활동을 하는 개인은 레이더 안전장치나 M-RFID 안전장치와 같은 구조센서를 휴대하고 있다. 사고 발생시 자동 또는 수동으로 센서를 작동시키면 M-RFID 수신기나 레이더에서 이 신호를 탐지하는 즉시 관계기관의 수색구조 시스템에 자동 접속시킴으로써

신속한 구난활동을 전개할 수 있다. 이를 위해서는 센서 개발의 가용성과 센서의 실용성 등이 필요하다.

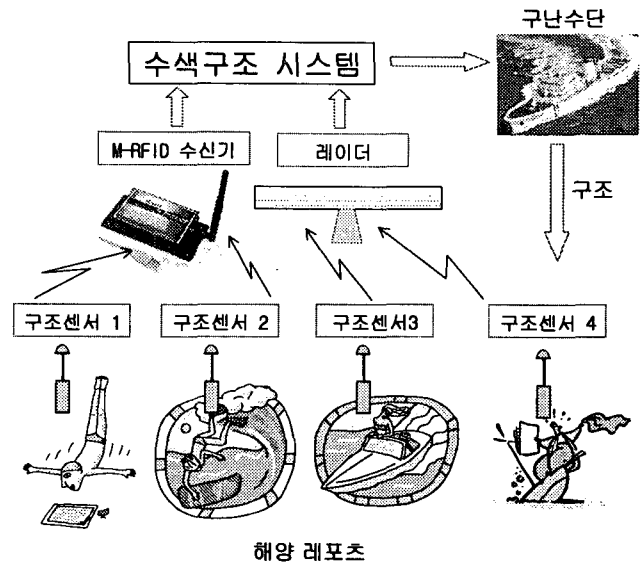


Fig. 1. General concepts of safe marine leisure activities.

3. 레이더 안전장치 개발

3.1 응답센서 설계

레이더 안전장치는 해상용 레이더 트랜스폰더(Radar Transponder, RT)와 수색구조 트랜스폰더(Search And Radar Transponder, SART)에 적용되는 기술을 참고하여 9GHz대역의 X-Band용으로 개발하였다(GMDSS Handbook, 1995; 김, 1996).

응답센서는 Fig. 2의 레이더 모니터(Radar Monitor) 화면에 나타낸 바와 같이 응답센서의 위치(Target으로 표시) 방향으로 센서식별용 코드(ID Code로 표시)가 나타나도록 설계하였다. 이러한 ID Code는 레이더 모니터에 독특한 도트(dot) 부호를 표시하여 다수 센서의 ID를 식별하기 위한 것이다. 이 방법은 12개 이상의 일정한 간격의 도트 부호가 레이더 모니터에 나타나는 SART 기술을 참고한 것이다. 예를 들면, Fig. 2의 아래 박스에 나타낸 바와 같이 레이더의 9.3GHz~9.5GHz 소인기간 중, 톱니파 신호의 발생을 제어함으로써 레이더 모니터에 '■ ■ □ ■ □'과 같은 모양의 도트 부호를 표시하는 것이다.

Fig. 3는 설계한 응답센서의 구성도를 나타낸다. 안테나를 중심으로 시계방향으로 설명하면 다음과 같다. 먼저, 안테나를 통하여 수신된 레이더 전파는, 서큘레이터(Circulator)를 통하여 송수신 증폭부(Microwave LNA Amp.)로 입력되어 증폭된 후, 복조기(Demodulator)에서 복조되어 트리거 신호 발생기(Trigger Signal Generator)를 작동시키고, 이 트리거 신호에 의해서 10~100μsec 가변이 가능한 게이트 제어(Gate Controller) 신호를 생성한다. 게이트 제어 신호는 펄스 발생기(Pulse Generator)에 입력되어 1~10μsec 가변의 펄스신호를 만

들어서 9.2GHz~9.5GHz 사이에서 진동하는 튜닝파를 발생시키고, 이 신호는 다시 9.5GHz 발진부(O.S.C)에서 변조되어 마이크로웨이브 전단증폭기(Microwave Pre-Amp.)에서 증폭된 후 서큐레이터를 거쳐 안테나에서 다시 응답신호로서 레이더를 향하여 송신된다. 여기서, 구성도 아래 좌측의 'Digital 선택'은 위의 Fig. 2에 나타난 독특한 도트 부호를 생성하기 위한 논리회로이다(남 등, 2004; 임 등, 2005d).

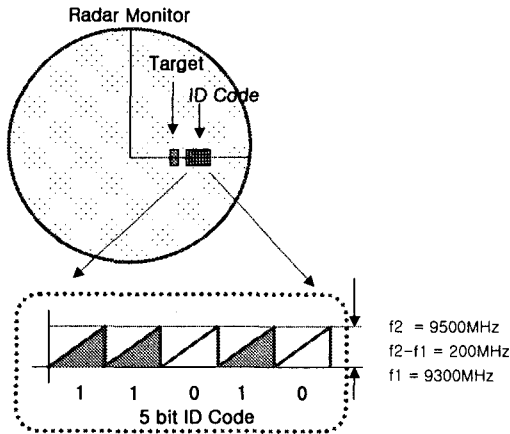


Fig. 2. ID Code generation on the Radar Monitor.

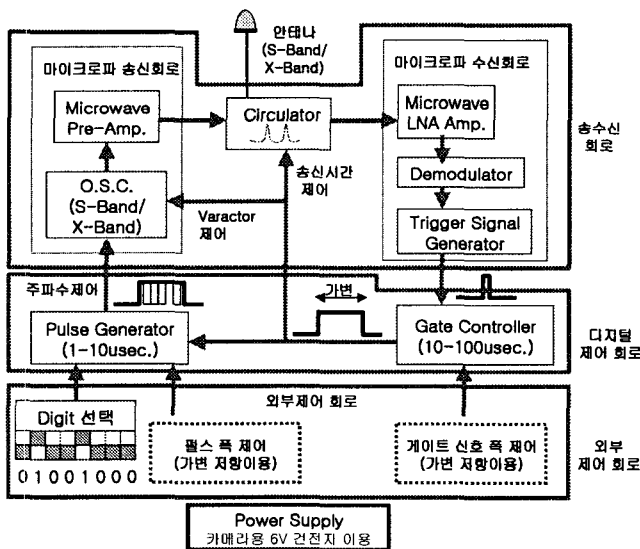


Fig. 3. Module diagram of Radar Response Sensor.

3.2 응답센서 개발

Fig. 4는 실험용으로 제작한 레이더 응답센서의 모습이다. 헬리컬 타입의 안테나(Antenna), 9GHz 발진기(Oscillator), 제어 부분(Control Part), 배터리(Battery) 등을 나타냈다. 헬리컬 안테나와 9GHz 발진기는 국내에서 저가로 제작하는 것이 곤란하여 일본 EXA Technology(EXA Technology, 2006)사의 도움으로 샘플을 입수하여 사용하였다.

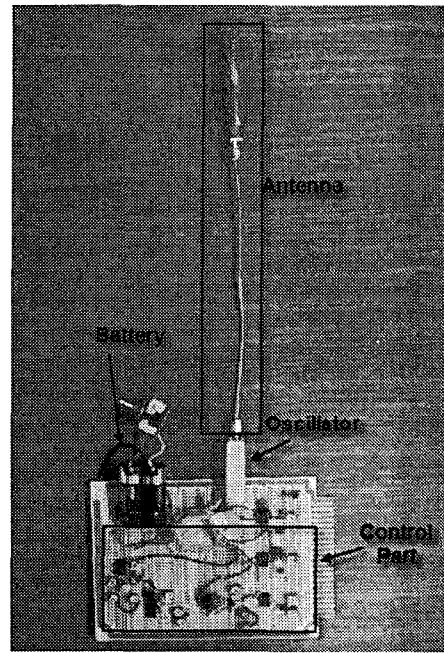


Fig. 4. Prototype Radar response sensor.

3.3 응답센서 실험 및 결과

Fig. 5는 레이더 응답센서의 레이더 신호 응답결과를 모니터에 나타난 실험결과이다. 실험을 위하여 6층 건물 옥상에 5kW 급 소형 레이더를 설치하고, 레이더로부터 약 0.3마일 정도 떨어진 목포해대 실습선 '새누리호'의 마스트에 레이더 응답센서를 설치하였다. 실험 당시 레이더의 레인지는 0.75마일에 설정하였다.

Fig. 5의 레이더 화면 우측 상단에 Dot Signal로 표시한 부분을 보면 가늘고 희미한 2개의 도트 부호가 나타나 있다. 근거리에서 실험한 결과 주위 산과 건물 등이 만드는 영상 때문에 신호가 뚜렷하게 보이지 않고 있으나, 응답센서가 생성하는 응답신호는 확인할 수 있다. 따라서 일단 본 연구에서 설계하고 제작한 레이더 응답센서의 유용성을 확인할 수 있다.

그리고, 본 회로 제작에는 일반 디지털 신호처리에 사용되는 저가의 일반 IC와 부품을 조합하여 사용하였는데, 그 결과 9GHz 대역의 고주파 신호를 충실히 재생하지 못하고 있는 것으로 고려된다. 향후 9GHz 특성에 적합한 소자를 구입하여 다시 회로를 제작할 예정이다.

한편, Fig. 5의 실험 중에, 실험에 이용한 레이더와 응답센서 및 주위 목표항을 통항하는 선박의 레이더 등이 서로 간섭을 야기하여 화면상에 어지럽게 잡음이 발생하는 문제점이 나타났다. 이러한 전파 간섭은 선박의 항해안전을 저해할 수 있기 때문에 향후 개선되어야 할 사항으로 고려된다. 한편, 기존 SART 나 RT의 경우에도 이러한 전파간섭이 큰 문제로 대두되고 있는 점(JSMQCA, 2001; JSMQCA, 2002)을 고려하면 본 연구에서 개발한 레이더 응답센서만의 문제는 아닌 것으로 고려된다.

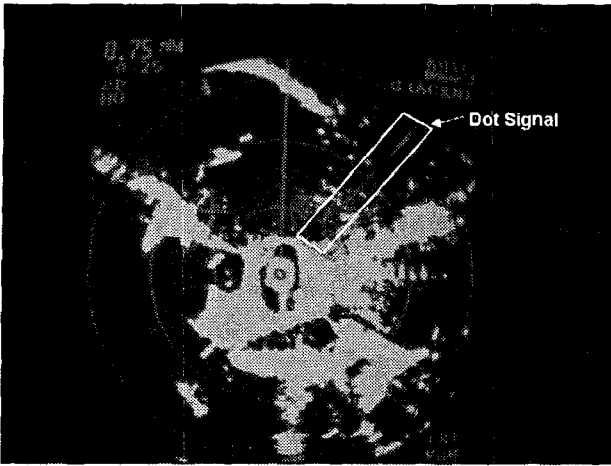


Fig. 5. Test results for Radar response sensor.

4. M-RFID 안전장치 개발

4.1 장비 설계

M-RFID 안전장치는 위치를 측정하기 위한 GPS와 스프레드 스펙트럼 주파수 홉핑(spread spectrum frequency hopping) 방식을 이용한 900MHz 송수신 장치 및 ID 식별장치 등으로 구성하였다. 본 연구에서는 미국 GPS Flight사에서 판매하는 실험 모듈을 각각 구입하여 제작하였다. 이 장치는 주파수 홉핑 방식을 채용하고 7개의 채널 할당 기능이 있기 때문에 이론상 수십 만개의 센서를 식별할 수 있다(GPS Flight, 2006; 구 등, 2005; 임 등, 2005e).

Fig. 6는 개인이 휴대하는 센서로서의 태그(Tag)와 센서 신호를 수신하는 리더(Reader)의 구성도를 나타낸다. 태그는 GPS 위치와 ID Board에서 생성한 태그의 ID를 송수신장치(Tx/Rx)를 통하여 전송한다. 리더는 태그에서 송신한 신호를 수신한 후, ID Check Board에서 ID를 점검하여 지정된 ID의 신호만을 수신한다. Data Extractor에서는 필요한 데이터를 추출하여 USB 포트로 데이터(시간, 위치, 배터리 잔량 등)를 출력한다. 이 시스템은 태그와 리더기에서 서로 ID를 확인하기 때문에 900MHz 송수신기에서 발생하는 데이터 혼신을 방지할 수 있다.

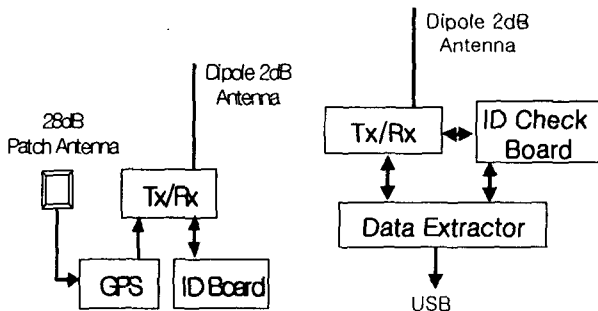


Fig. 6. Module diagram of M-RFID safety device (Left : Tag, Right : Reader).

4.2 장비 제작

Fig. 7은 제작한 M-RFID 안전장치의 태그와 리더를 나타낸다. 태그에 장착한 GPS 안테나는 시제품 제작시 케이스 상단에 부착하여 인공위성 전파를 원활히 수신하도록 설계하였고, 안테나는 1/2파장 다이폴(dipole) 2dB 안테나를 채용하였다. 개발한 태그의 치수는 가로 5cm, 세로 7cm, 두께 3cm로서 신용카드 크기이다. 그리고 태그는 6V 카메라 배터리 한 개로 24시간 정도 사용할 수 있도록 100mW로 출력을 제한하였다.

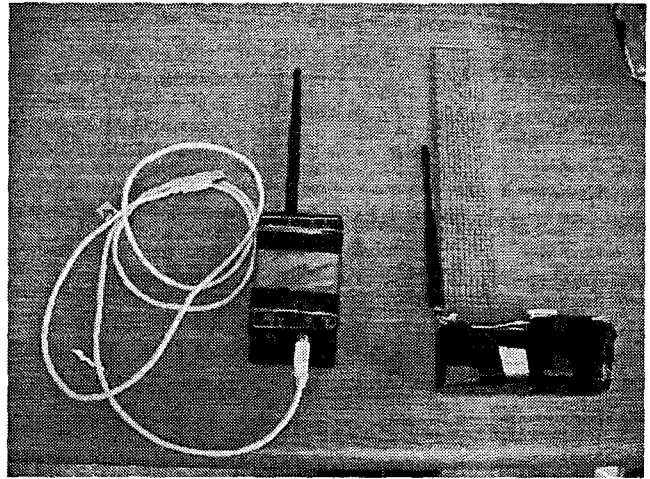


Fig. 7. Prototype M-RFID safety device (Left : Reader, Right : Tag).

4.3 장비 실험 및 결과

M-RFID 안전장치는 2005년 10월 APEC 회담시 해양경찰의 선박식별용으로 이용하기 위하여 개발하였다. Fig. 8은 해양경찰의 함정을 이용한 실험 장면이다. 함정 두 척을 이용하여 한 척에는 태그를 장착하고, 다른 한 척은 리더를 장착하였고, 태그의 안테나 높이는 수면으로부터 3미터, 리더의 안테나 높이는 수면으로부터 4미터 높이에 설치하였다. 실험당시 해상에는 파고 2미터 이상의 높은 파도가 형성되어 함정의 물렁과 뺨침이 ± 20 도 정도로 대단히 심하였다.

실험결과, 100mW 출력의 M-RFID 안전장비는 6마일까지 탐지되었다. 100mW 900MHz 송수신기의 경우 안테나 높이가 3~4미터에서는 7마일 이상까지 탐지 가능한 것으로 계산되었는데(임 등, 2005e), 이날 해상상태가 열악하여 안테나가 심하게 흔들려서 이론상 탐지거리보다 작은 결과를 나타낸 것으로 고려된다.

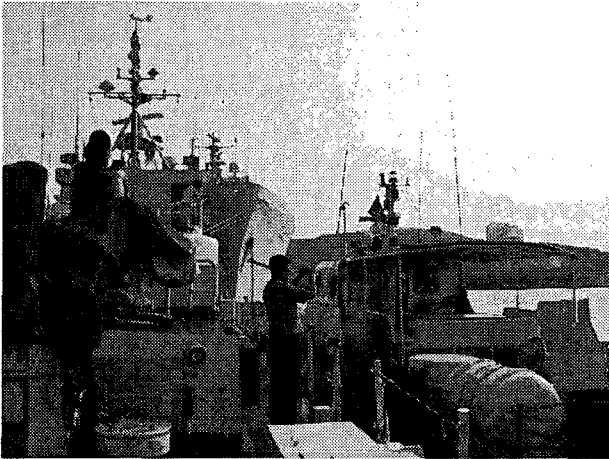


Fig. 8. Test environments for M-RFID safety device using Korea Coast Guard's warship at sea.

4.4 M-RFID 안전장치 적용 사례

2005년 10월 부산 '누리마루' 부근의 다대포, 수영만 일대의 해상에서 출입하는 모든 선박을 자동으로 검색하기 위하여 M-RFID 안전장치를 적용하였다. 함정에는 리더를 설치하고, 통항하는 선박(약 300여척으로 추정)에는 사전에 모두 태그를 장착시켰다. 그리고 함정에서 수신한 모든 선박정보(위치와 ID)는 부산 BEXCO 건물에 설치한 해양경찰 상황감시본부로 CDMA를 이용하여 전송하였다.

Fig. 9는 APEC 당시의 경비구역과 통신망 구성 개념도를 나타낸다. Fig. 9와 같은 상황에서 수집한 통항 선박의 모든 정보는 Fig. 10과 같은 전자해도에 표시하였다. Fig. 9는 APEC 당시의 부산항 부근을 출입하는 선박을 나타낸 것으로, '누리마루' 부근해상에서의 전자해도 표시결과는 보안상의 이유로 입수하지 못하였다.

Fig. 10의 삼각형으로 나타낸 것이 태그를 장착한 선박의 위치이다. 태그와 리더가 성공적으로 개발된 결과 태그를 장착한 모든 선박이 전자해도에 나타나 있다.

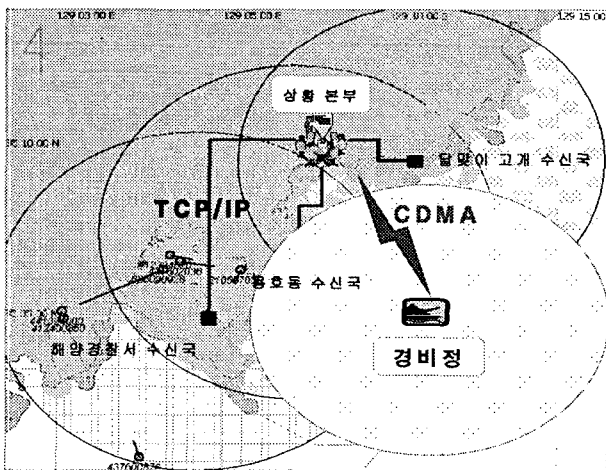


Fig. 9. Guard area and communication networking.

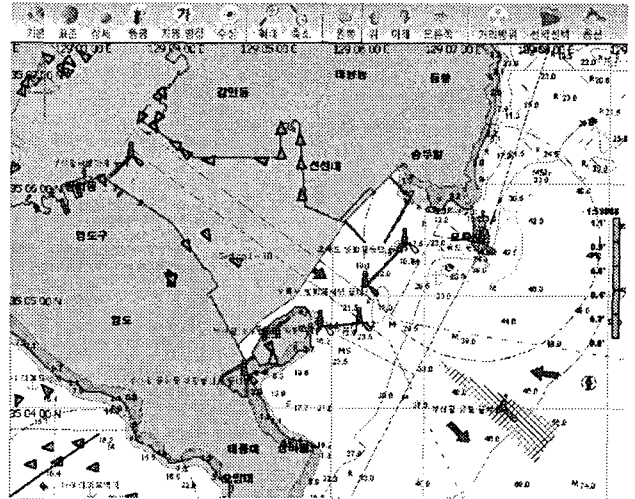


Fig. 10. Test results for M-RFID safety device (shown Busan port area only).

5. 결론

이 논문에서는 개인의 조난위치와 조난사실을 관계기관에 속히 통보할 수 있는, 9GHz 일반 선박용 레이더 전파에 응답하는 안전장치(레이더 응답장치)와 해상 무선식별장치 기반의 900MHz M-RFID 안전장치(M-RFID 안전장치)의 연구 개발 내용과 적용사례를 기술하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 9GHz X-Band 레이더에 응답하고 독특한 도트신호를 임의로 제어할 수 있는 레이더 응답장치의 설계기술을 확보하고, 시제품을 개발하였다.
- (2) 900MHz 확산 스펙트럼 주파수 홉핑 방식의 100mW 송수신기를 이용한 M-RFID 안전장치의 설계기술과 개발기술을 확보하였다.
- (3) 레이더 응답장치에 대한 실험을 통하여 이 장치의 유용성을 확인하였다.
- (4) M-RFID 안전장치를 부산 APEC 행사 때 선박식별용으로 적용하여 그 유용성을 확인하였다.

한편, 레이더 응답장치의 경우에는 응답신호의 강도가 약하고 많은 간섭과 잡음을 발생시키는 문제점을 나타냈고, M-RFID 안전장치의 경우에는 GPS를 사용함으로써 시스템 구성이 복잡해지는 단점을 나타냈다.

향후, 연구를 지속하여 이러한 문제점을 해결함으로써 일반인들이 쉽게 구입할 수 있는 저가, 소형, 저전력 안전장치를 상용화할 계획이다.

참고 문헌

- [1] 김우숙(1996), *레이더 항법과 알파*, 해문출판사, pp.140-146.
- [2] 구자영, 임정빈, 정중식, 남택근, 이재용(2005), "해상 RFID 개념 설계," 한국항해항만학회 춘계학술발표대회 논문집,

- 제29권(1호), pp.153-161.
- [3] 남택근, 임정빈, 정대득, 양원재, 안영섭(2004), "양식어장 보호를 위한 어장탐지 시스템 개발에 관한 연구," 한국항해항만학회 추계학술발표대회 논문집, 제28권(2호), pp.97-101.
- [4] 임정빈(2005a), "해양레저안전장비," 2005년 해양레저활성화 포럼 세미나, pp.115-130.
- [5] 임정빈(2005b), 해양경찰청 해양사고 대응체계연구 완료보고서-해수욕장 분야-, 해양경찰청
- [6] 임정빈(2005c), 해양경찰청 해상 RFID 시스템 연구개발용역 완료보고서, 해양경찰청.
- [7] 임정빈, 남택근, 정중식, 박성현, 양원재(2005d), "F-AIS를 이용한 어장보호 시스템 설계," 2005년도 해양환경안전학회 추계학술발표회 논문집, pp.71-74.
- [8] 임정빈, 구자영, 이재웅(2005e), "프레넬 영역에서의 해상용 RFID 전파모드 이론 고찰," 2005년도 해양환경안전학회 추계학술발표회 논문집, pp.65-69.
- [9] 한겨레신문(2005), 사회면-자면안돼 6살딸 깨워도-, www.hani.co.kr
- [10] 해양경찰청 보도자료(2005), nmpa.go.kr.
- [11] Exa Technology, Japan, E-mail: exa-tech@d01.itscom.net
- [12] Gps Flight(2006), GPS Flight Production List, www.gpsflight.com
- [13] GMDSS Handbook(1995), IMO, pp.27-28.
- [14] JSMQCA(2001), *Research and study report concerning Dropping type SART*, Japan Ship-Machinery Quality Control Association.
- [15] JSMQCA (2002), *Research and study interim report concerning Life raft installation type SART and miniaturization for Life jacket installation type SART*, Japan Ship-Machinery Quality Control Association.