

선박용 구난 통신 시스템 개발에 관한 연구

배 정 철¹⁾, 홍 창 희²⁾

A Study on the Development of Communication System for Marine Search and Rescue



Abstract

In this paper, it has been described on the development results of 406MHz EPIRB, SART and two-way radiotelephone apparatus which are the main search and rescue equipments stated on GMDSS rule requirements.

We have succeeded in developing this equipments for as follows;

1. In the case of 406MHz EPIRB, low power consumption and small size software program were considered. The fabricated equipment has shown the power consumption was improved over about 20% in comparison with commercial ones and the software program size was greatly decreased down to one kilobyte from about four to five kilobyte of commercial ones.
2. It has been studied the SART to have compact size, small power consumption, and low price. As a result, the size and power consumption one third and half of commercial ones, respectively. Especially the receiving

1) 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 전자전공

2) 한국해양대학교 이공대학 전파공학과

sensitivity of video amplifier was obtained as low as -54dBm which is more sensitive than -50dBm of the type approve technical specification in IMO due to using the Motorola transistor.

The radiation power was measured as high as 26.69dBm which is larger value than that of the specification in IMO, 26.0dBm , owing to high efficiency Fujitsu power transistor in spite of using only two 3.5V Lithium battery as power source, while conventional system four batteries are needed in order to get the same radiation power.

3. On developing two-way radiotelephone, it has been focused to do get high receiving sensitivity and high watertight ability. In the results of measurements on prototype, the equipment shows that the receiving sensitivity is as low as $0.18\mu\text{V}$. which is less than rule minimum requirement of $0.20\mu\text{V}$. In case of watertight, we confirmed our equipment has no any problem test to operate after immerging a depth of 1m for at least 5 minutes, which is rule requirements.

On summarizing results in this study, three majoring equipment for search and rescuing was developed as start to producing. Also it has been got the basic technologies, which is enough to use not localized marine navigation and communication equipment until now days. Futhermore this studding was increased ship's equipments localization rate in Korea.

In the future, additional study for more economized equipments, it should be followed components localizing study to get highly competible with any other products.

1. 서론

GMDSS의 도입으로 1992년 2월 1일부터 국제 항해에 취항하는 모든 여객선 및 총톤수 300톤 이상의 선박에 대하여 이 협약이 적용되고 있으며, 1999년 2월 1일 이후에는 선박 건조년도에 관계없이 모든 선박은 적용 조건에 따른다. 새로운 시스템은 이때부터 전면적으로 실행되고 전선박은 GMDSS에 규정된 장비를

의무 비치하여야 한다.^[1]

조선기자재 중 주요 항해 통신장비의 개발 현황을 보면, 엔진의 국산화율이 80% 이상이라고 알려져 있는데 비해,^[37] 항해 통신 장비의 국산화율은 훨씬 낮은 것이다. 따라서, 조선기자재 주관 부서인 통상산업부에서는 정부의 중기거점 기술사업의 일환으로 선박용 항해 통신 장비 개발 사업을 착수하였다. 본 연구는 정부의 이러한 시책에 부응하기 위한 것이며, 기타 항해 장비 개발에도 좋은 본보기가 될 것이다.

본 논문에서 GMDSS에 의해 선박에 비치되어야 할 장비를 기능에 따라 분류하면 그림 1-2와 같이 나타낼 수 있고, 조난 발생에서 구조될 때까지의 통신 기능별 경로로 보면 조난 통보, 수색, 현장 통신 순서로 정리할 수 있다.^{[1],[3]}



그림 1. 조난발생시 구조과정 및 상황별 이용장비

그림 1.과 같이 조난 통보는 위성계를 이용하는 방법과 지상계를 이용하는 방법으로 나눌 수 있는데, 선박사고시 자동적으로 작동되는 특징을 갖고 있는 406MHz를 이용하는 위성용 EPIRB(Emergency position Indicating Radio Beacon)는 COSPAS SARSAT 위성에서 조난 통보를 접수하는 4해리 이내의 오차를 가지고 조난선의 위치를 파악하게 된다. 위성을 통하여 중계된 조난 통보는 구조 본부에 전달되어 구조선을 출동시킨다. 조난선 수색을 위해서 출동한 구조선은 X 밴드 레이더를 비치하고 있으므로, 조난선 수색을 위해서는 X 밴드를 이용하는 수색 구조용 레이더 트랜스폰더(Rescue and Search Radar Transponder: 이하 SART라 한다.)를 이용하게 된다. 이때 정확히 조난선의 위치

로 접근할 수 있다. 그후, 조난자를 안전하게 구조하기 위한 현장 통신용으로 방수형으로 되어 있는 쌍방향 무선 전화 장치가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 각 기능별로 대표되는 세 가지 장비 즉, 수색 구조용 레이다 프랜스폰더, 406MHz 위성 EPIRB, 쌍방향 무선 전화 장치의 개발에 대해 논하여, 구난 통신 장비 시스템을 구축하고자 하였다.

GMDSS에서 요구되는 장비에 대해 광범위한 연구가 이루어졌으나, 본 논문에서는 조난 통보를 위한 406MHz 위성용 EPIRB 개발, 수색을 위한 SART 개발, 현장 통신용인 쌍방향 무선 전화 장치 개발의 순서로 국한하여 논하고자 한다.

각각의 장비 개발을 위해서는 개발 사양 도출이 선행되어야 하는데, ITU의 RR 및 CCIR, IMO의 SOLAS와 STCW에서 규정한 성능 규정뿐만 아니라, 더욱 경쟁력 있는 제품 개발에 이용될 수 있는 연구 결과를 도출하고자 외국 경쟁사의 기존 제품도 견본으로 비교하였다.

상세 설계서는 장비의 신뢰성 뿐만 아니라 양산시 고려되어야 할 경제성 즉, 부품의 가격 및 수급의 편리함, 생산공정의 감축 등을 충분히 검토하였다. 설계후 시제품을 제작하여 양산까지 이어지도록 고려하였으며, 각종 검사를 위해서 성능 평가시 검사 항목을 면밀히 분석하여 모든 성능이 만족되도록 하였다.

2. GMDSS의 기본 이론

선박용 구난 통신 장비를 개발하고자 할 때는 우선 GMDSS를 분석하지 않으면 안된다. GMDSS는 평상시에는 일반 통신을 담당하지만, 조난시에는 수색 구조 통신으로 기능 전환이 가능하도록 되어 있으므로 전 시스템을 분석하여 각각 장비의 역할 및 요구 기능에 따라서 개발 사양을 결정하여야 하기 때문이다.

따라서 본 장에서는 GMDSS의 기본 개념 및 조난 통보를 위한 406MHz EPIRB, 수색을 위한 SART, 현장 통신용 쌍방향 무선 전화 장치의 상황별 기능 특성을 정리해 보았다.

2.1 GMDSS 의 기본 개념^{[1],[3],[4]}

GMDSS는 선박사고시 조난 통신이 부근에 향해 중인 선박뿐만 아니라, 육상의 수색 구조 기관에도 신속히 전달되어 가능한 빨리 수색 구조 활동을 이루어질 수

있도록 하는 것에 그 목적이 있다. 즉, GMDSS의 최종 목표는 선박의 조난이 발생했을 때 우리나라 해양경찰청 같은 수색 구조 기관이 최소의 지연 시간으로 효율적인 수색 구조 활동을 할 수 있도록 육상의 기관과 부근 항해 중인 선박에 조속히 조난 발생 사실을 통보할 수 있도록 하는 것이다. 뿐만 아니라 이러한 사태의 사전방지에 대한 안전 대책 또한 중요한 일이므로 안전 항해 정보 전송의 기능도 가진다. 따라서, GMDSS는 조난통신 이외의 긴급 안전 통신과 항해 경보, 기상정보 등을 포함하여, 해상에서 필요한 안전정보를 주는 것도 고려하고 있다. 즉, 모든 선박은 어디를 항해하고 있어도, 그 선박 자신과 함께 타선의 안전을 위해서도 필요한 통신의 기능을 갖도록 하는 것이다.

2.2. 개발하고자 하는 장비의 역할

조난선을 구조하기 위한 체계만을 자세히 설명하면, 먼저 선박 조난시 조난 통보는 406MHz 위성 EPIRB를 작동시켜 위성 및 LUT를 통하여 육상 RCC에 전달되는데 이때 사고 위치를 측정하는 데는 약 4해리 이내의 오차를 갖는다. 이 내역의 위치 정보와 함께 RCC에서는 수색 구조를 위한 대책을 수립하고 구조선을 현장에 파견하게 된다. RCC의 조정에 의하여 직접 구난에 참가하는 구조선은 조난선의 4해리 근처까지 접근한 다음 SART를 이용하여 조난선의 정확한 위치를 찾아낼 수 있다. 조난선을 발견한 후에는 직접 구조를 위한 현장 통신용으로 쌍방향 무선 전화 장치를 이용하여 조난자를 안전하게 구조하는 것이다. 이러한 절차에 따라 406MHz EPIRB, SART, 쌍방향 무선 전화 장치는 구난 통신을 위한 주 장비가 되며, 세 가지 장비를 체계적으로 구축하여 이용할 수 있도록 한 것을 구난 통신 시스템이라 할 수 있다.

3. 406MHz EPIRB의 개발^[5]

406MHz EPIRB는 선박 사고시 가장 먼저 위성을 통하여 구조 조정 본부에 조난 정보를 전달할 수 있는 장비이다. 따라서, 본 장에서는 선박 사고시 자동 부상하여 오동작 없이 정확한 조난 위치를 위성에 전달할 수 있는 406MHz EPIRB의 개발에 대해 논하였다. 특히, EPIRB의 개요, COSPAS -SARSAT의 기술 기준

검토 및 기본 구성, 상세 설계 및 시제품 제작, 성능 평가 및 검토 순으로 기술하고자 한다. 이 연구에서 개발된 406MHz EPIRB는 초안정된 발진기를 이용하여 적은 전력 소비로 안정된 동작을 유지하기 위한 다각적인 회로의 검토 뿐만 아니라 쉽게 본선의 고유 번호를 입력할 수 있는 소프트웨어의 자체 개발로 COSPAS-SARSAT 본부 검사 규정에 충분히 만족시킬 뿐만 아니라 외국 장비보다 신뢰성이나 가격 면에서도 경쟁력을 갖출 수 있게 한다.

3.1 기본 구성도

하드웨어의 기본 구성도는 그림 2와 같다.

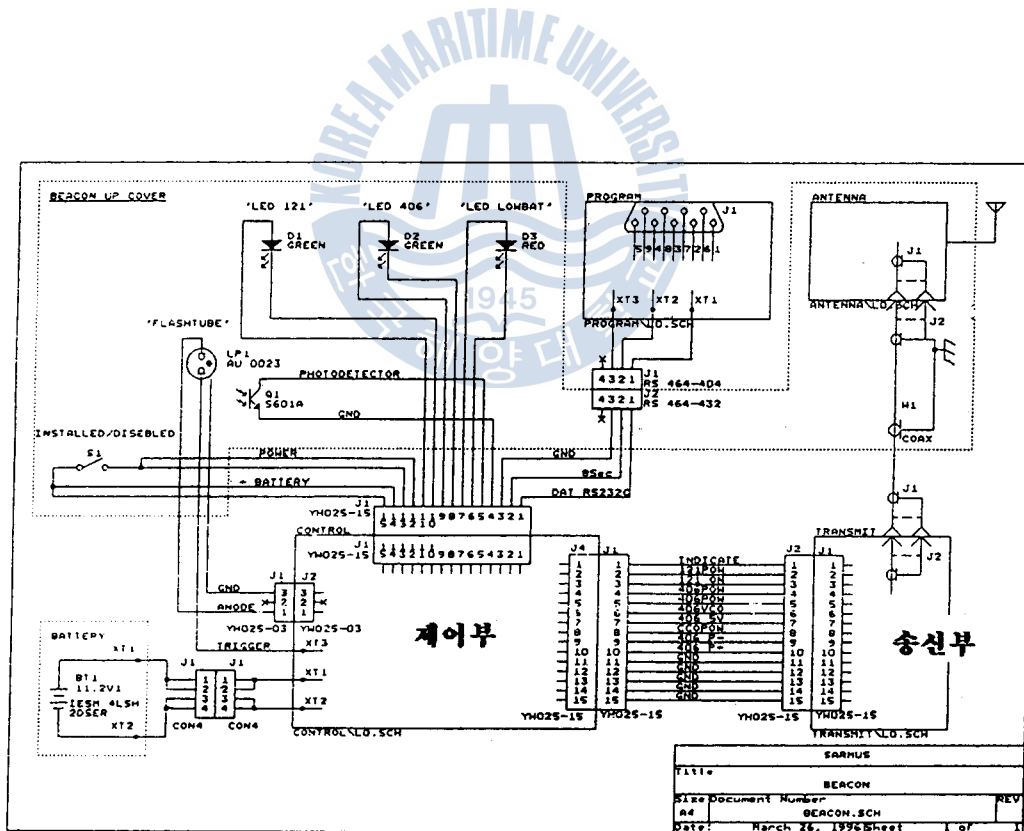


그림 2. 기본 구성도

또한, 소프트웨어적 기능 구성도는 그림 3과 같다. CPU는 87C51을 선택하였는데 가격이 저렴하고 범용으로 사용되고 있는 것으로서 에몰레이타 구입이 용이해 쉽게 접근할 수 있었다. EEPROM의 용량은 8Kbyte인데 비해, 설계된 프로그램 용량은 1Kbyte 정도로서 충분히 여분이 있다. 차후 기능이 추가되어도 하드웨어적인 변경없이 사용 가능하도록 설계하였다.

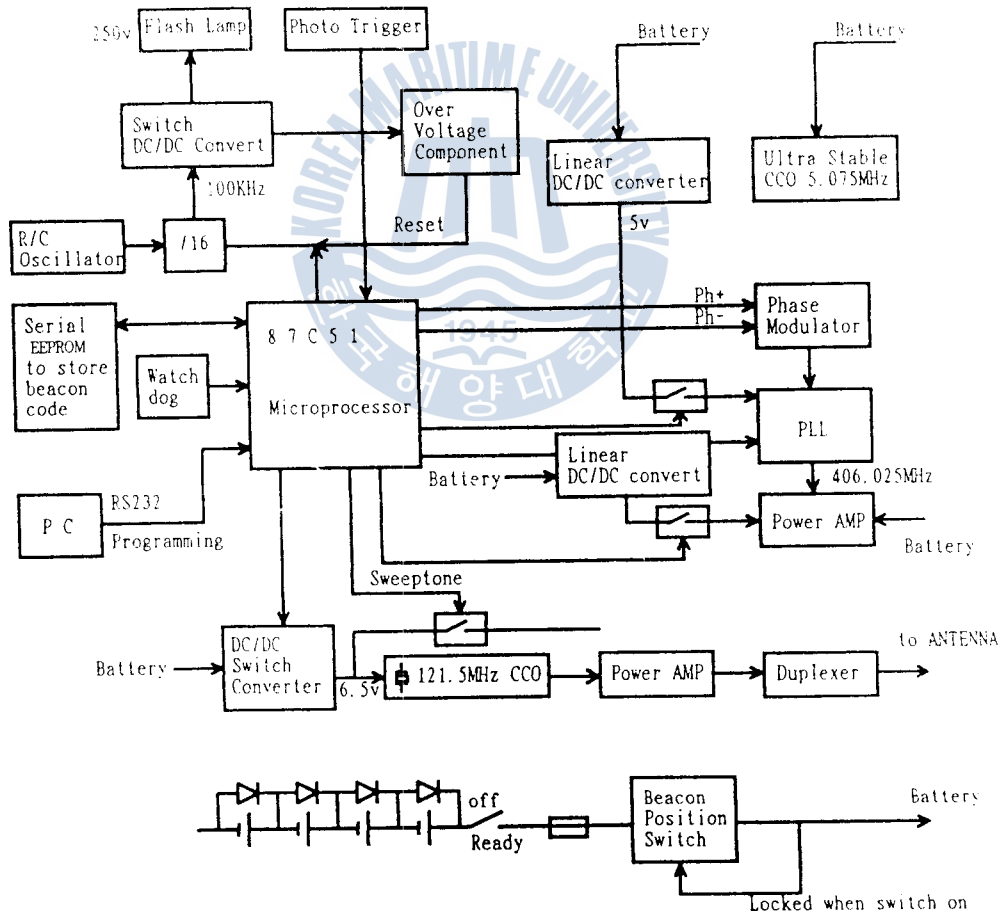


그림 3. 소프트웨어적 기능 구성도

3.2 시제품 제작

설계에 따라 부분별로 샘플을 제작하고 그림 4와 같이 시제품을 타사의 제품과 함께 비교하여 보았다. ①번은 프랑스의 KANNAD 제품이고, ②번은 본 연구로 만든 시제품, ③번은 미국 ACR 제품을 나타내고 있다. 크기는 ACR사 보다는 크지만 이는 EPIRB가 바다에 던져졌을 때 황천상태에서도 잘 동작될 수 있는 구조를 갖추기 위해 고려한 것이다.

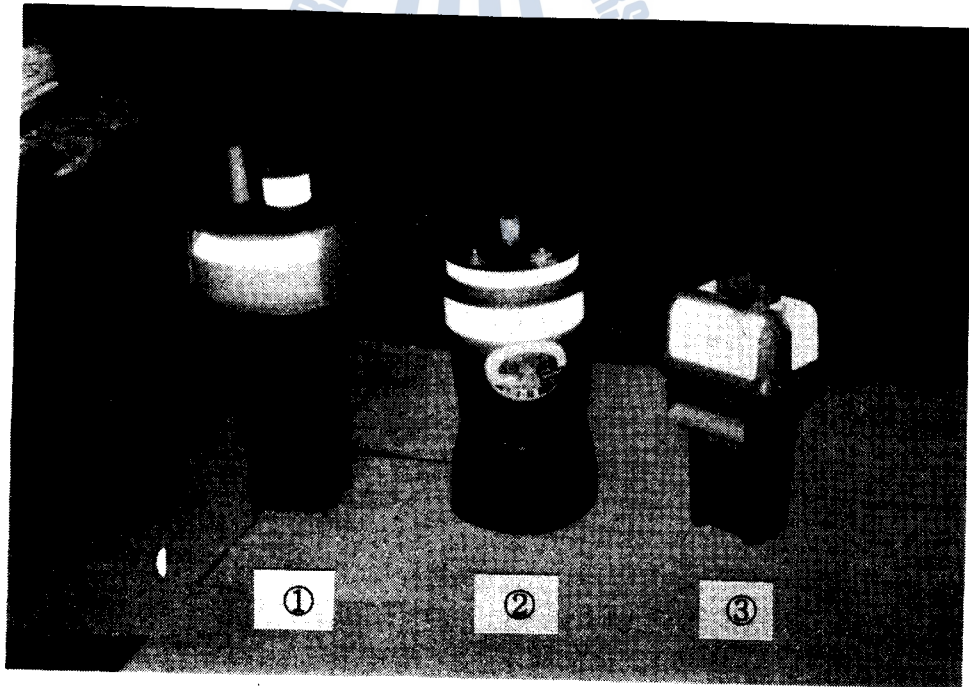


그림 4. 시제품 사진

4. SART의 개발

SART는 선박용 구난장비중 지상계 통신설비의 대표적인 장비로서 구조자가 조난자를 최종적으로 수색할 때 이용하는 것이다.

본장에서는 SART의 개발에 대해 논하고자 하는데, 먼저 SART의 개요, 기술 기준 검토 및 설계 사양 도출, 시제품 제작, 성능 평가 및 검토 순으로 기술하였다. 시제품의 성능 평가를 통하여 기술 기준 만족 여부를 검토하였으며, 상품화할 경우 가격측면에서도 경쟁력을 갖추도록 하였다.

4.1 개요^[6]

선박의 조난시 EPIRB라는 무선 설비가 자동적으로 자립 부상하여 선박의 조난 위치 및 선명을 포함한 정보를 발사하게 되는데, 이를 COSPAS-SARSAT 위성이 감지하여 조난 부근의 구조, 조정 본부로 통보하여 실제 구조 작업을 수행하게 된다.

그러나, 이 장비는 그 특성상 위치 정밀도가 4 해리로서 범위가 넓어 실제 구조활동에 있어서 파도, 안개, 폭우등의 기상조건에서는 수색 구조에 상당한 어려움이 따른다. 또한, 생존자가 조난선의 위치에서 멀리 떨어져 있을 경우에는 그 구조 가능성이 더욱 희박해진다. 이에 따라 국제 규정에서 선박의 조난시 EPIRB의 작동뿐만 아니라 휴대가 용이하며 작동이 간편한 SART는 GMDSS의 중요한 구성 요소로서 조난자를 구조하기 위한 선박이나 항공기에 대하여 조난자의 위치 발견을 용이하게 하는 필수적인 구명 설비로써 선박 탑재가 의무화되고 있는 추세이다.

SART는 선박의 조난시에 수동 또는 자동으로 작동하여 수신 상태로 된다. 이 상태로 9GHz대의 레이다 전파를 수신하면 9,200~9,500MHz 주파수로 20회 스위프되면서 송신하며, 이를 수신한 상대방의 레이다 화면에는 20개의 점으로 SART의 방향과 거리를 지시하는 점선이 나타난다. 이에 따라, GMDSS에서는 2대중 1대는 필히 X 밴드 레이다이어야 함이 명시되어 있다. 이 규정은 상기

SART 규정과 일치시키기 위한 것이다.

SART는 장치로서는 9GHz대의 레이다를 상대방으로 하는 간단한 자동 마이크로 송수신기이며, GMDSS 제 3 장에 의하여 전세계의 국제 항해에 종사하는 여객선 및 총톤수 500톤 이상의 화물선의 각현에는 적어도 1대, 총톤수 300톤 이상 500톤 미만의 화물선에는 적어도 1대의 SART를 비치하게 되었다.

4.2 시제품 평가 및 검토

표 1. 성능비교표

항목	형식검정기준치	시제품의 평가치
송신주파수	9.200 ~ 9.500GHz	9.108~9.546GHz
소인형식	1 μ s 이하	0.6 μ s
펄스발사시간	100 μ s \pm 20 μ s	94 μ s
등가방사전력	400mW (+26dBm)이상	26.69dBm
최소수신감도	-50dBm이상	-54dBm
회복시간	10 μ s 이내	6 μ s
응답지연	1.25 μ s 이하	0.6 μ s

표 1에서 보듯이 개발된 제품은 형식 검정 기준치 및 성능에 만족되어, 검사를 통과하였으며 선박에 300대 이상 공급한 결과 전혀 문제점 없이 잘 이용되고 있다. 성능 개선에 있어 핵심 부분인 정확한 스위프의 발생과 X-Band 초고주파 증폭부 등이 잘 설계되었음을 확인할 수 있었고, 특히 전 PCB를 SMD 부품으로 설계하여 크기 및 무게를 줄였으며, 타사에서 사용하는 전지 용량의 반으로 저전력 소모로 규정에서 요구하는 8시간 이상의 작동 시간을 갖도록 하였다.

하지만, 마이크로파 부품은 대부분 수입에 의존하였는데, Circulator 등의 국산화가 빨리 이루어지면 더욱 경쟁력 있는 제품이 되리라 본다.

또한, SART의 개발로 X-Band에서의 초고주파 신호 처리 기법 등은 선박용 레이다에 그대로 이용될 수 있을 것임으로 타 장비 개발을 위한 기본 기술로 응용될 것으로 기대된다.

5. 쌍방향 무선 전화 장치의 개발

5.1 장비의 개요^[7]

GMDSS에서 요구되는 많은 장비 중에서 쌍방향 무선 전화 장치는 구조자와 조난자 사이에 최종적으로 이루어지는 통신 업무를 담당하는 장치로서 이용된다. 일반적으로 조난 현장은 기상 상태가 나쁜 경우가 많으므로 전기적 특성뿐만 아니라 방수 성능 등 특수 상황에서도 이용할 수 있는 장비의 개발이 요구된다.

한편 전기적으로는, 우선 주파수는 156.80MHz(Ch.16)을 포함하여 2파 해상 이동 업무용 초단파대 주파수를 갖고, 실효 복사 전력은 0.25W 이상으로, 점유 주파수 대역폭은 16KHz로 제한한다. 수신 감도는 20dB 잡음 억압법으로 2 μ V 이하로 유지되도록 하고 있다.

특수한 환경에서 사용하는 장비이기 때문에 제품의 견고성 및 방수의 특성이 굉장히 강조되는데 국제 규정상 수심 1m의 물 속에서 5분 동안 담귀 둔 후에도 정상적인 동작이 가능해야 한다.

5.2. 시제품 제작

그림 5에서는 제작된 시제품을 보였다. 안테나는 기존 공급되는 것을 사용하였고, 몸체는 합성 수지 사출물에 특수 코팅 처리하여 충격 흡수 뿐만 아니라 취급 시 감촉도 좋도록 하였다.

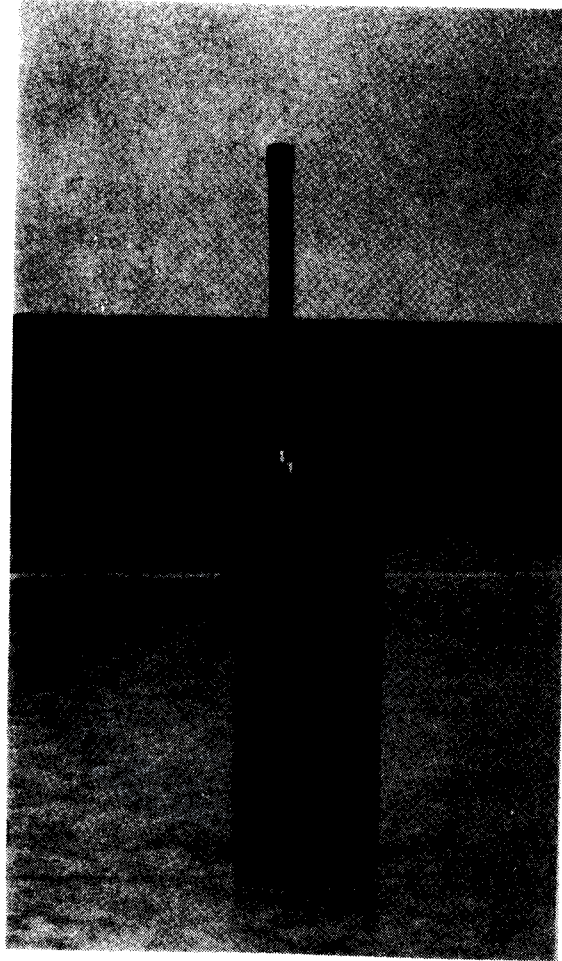


그림 5. 시제품 사진

6. 결론

산업이 발달하면서 해상 물동량의 증가로 선박 사고도 늘어나고 있다. 국제 해사 기구(IMO)에서는 선박 사고에 대비한 더욱 효율적인 조난 안전 제도를 갖추 고자 오랫동안 검토하여 전세계 해상 조난 안전 제도(GMDSS)라는 새로운 해상

이동 통신 방식을 도입하게 되었다. 이 제도는 평상시에는 안전 항해를 위한 정보를 제공해 주고, 사고 발생시 신속하고 정확한 구난이 이루어지도록 여러 가지 장비들을 비치하도록 하고 있다. 그러나, 우리나라는 지리적 여건과 경제의 발달로 조선, 해양 선진국임에도 불구하고, 해양 장비 개발에 관한 연구는 부족한 실정이었다.

본 논문에서는 신뢰성 있고 경제적인 선박 구난 통신 시스템을 개발하고자 하였다. 먼저, GMDSS를 분석하여 각각 장비의 역할과 기능을 정리하였으며, 선박 사고시 먼저, 자동으로 조난 경보를 위성으로 송출하는 4해리 이내의 오차 정도를 갖는 406MHz 위성 EPIRB, 조난 통보에 따라 조난선을 수색할 때 구조선에 조난 위치를 알려주기 위한 수색 구조용 레이더 트랜스폰더(SART), 최종적으로 현장 통신에 이용되는 쌍방향 무선 전화 장치 개발에 관해 집중적으로 논하였다.

406MHz 위성 EPIRB 개발에서는 선박 사고시 자동적으로 조난 통보를 행하는 장비로서 상용화되어 있는 타회사 장비보다 저소비 전력화, 소프트웨어의 소용량화 및 장비 자체를 분리하지 않아도 본선에서 직접 프로그램할 수 있는 설비 등을 갖추도록 설계하였다. 시제품을 평가해 본 결과, 평균 소비 전력이 1.064w로서 현재 시판되고 있는 타 회사 제품의 1.288w보다 상당히 개선되었으며, 한편 소프트웨어 크기는 1Kbyte이하로서 상용화되어 있는 타사 제품이 4~5Kbyte인데 비해 현저하게 소용량화하였다. 또한 자동 스위치 작동 방법에 있어 기존 제품보다 더욱 신뢰성이 확보된 위치 감시 스위치 방식을 채택하였다. 실제 위성을 이용하여 시험한 결과 평균 위치 오차 1해리 이내로 측정됨을 확인하였다. 특히 설계시 양산될 때의 경제성을 충분히 고려하였으므로, SOLAS에 적용되지 않는 국내 소형선에도 적용하여 사고시 더욱 효율적인 구조가 이루어질 것임을 기대한다.

SART의 개발에 있어서는 소형화, 저전력화, 저가격화에 초점을 맞추어 개발하였는데 현재 상용화되어 있는 타사 제품에 비하여 크기는 삼분의 일 이하, 전력 소모량은 반 이하인 장비를 제작할 수 있었다. 특히 비디오 증폭부에는 모토롤라 제품을 이용하여 수신 감도 -50dBm보다 4dBm 향상된 -54dBm을 얻을 수 있었으며, 출력부는 효율이 좋은 후지쯔 제품의 트랜지스터를 이용하여 등가 방사 전

력 26.69 dBm인 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

또한 쌍방향 무선 전화 장치의 개발은 구난 현장에서 최종적으로 구조선과 조난자 사이에 이용되는 통신 설비로서 신뢰성이 특히 요구되는 것으로 개발 시제품을 성능 평가해 본 결과 국내 형식 검정 규칙에서 요구하는 성능보다 더 나은 0.18 μ V를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

이상과 같은 연구 결과, 선박용 구난 통신 시스템 구축을 위한 장비를 개발하고 상품화하였다. 또, 이러한 기술적인 개발 성과는 물론 이를 통해 얻은 기반 기술을 이용하여 선박뿐만 아니라 타 이동체의 구난 통신에도 응용할 수 있으리라 본다. 따라서, 조선기자재의 국산화율을 높혀 조선 및 해운 산업의 국제 경쟁력 제고에도 크게 이바지할 것으로 생각된다. 앞으로 지속적인 연구가 진행되어, 핵심 부품이 국내에서 개발된다면, 더욱 저가격화가 이루어질 수 있고, 앞으로는 핵심 부품의 국산화가 진행되지 않고는 부품 수입에 의한 원가 상승으로 국제 경쟁력 확보가 갈수록 어려워질 것으로 본다.

참 고 문 헌

1. GMDSS Handbook, International Maritime Organization, 1992.
2. 조선기자재, 1993, 한국 조선기자재 공업협동조합.
3. 庄司和民외, “GMDSS의 解説”, 成山學 書店.
4. 郵政省航空海上課編, “海上遭難安全システムハンドブック”, 電氣通信振興會.
5. 홍창희외, “406MHz 위성EPIRB 개발”, 최종보고서, 과기처, 1993.
6. 정경렬외, “수색구조용 레이더 트랜스폰더 개발”, 중간보고서, 국민은행, 1995.
7. IMO, “1988 SOLAS”, 1988.