

KCA연구2017-08

소형선박의 긴급상황 대처방안 연구

(최종보고서)

2018. 7. .

한국방송통신전파진흥원

연구수행기관 : 한국해양수산연수원

이 보고서는 한국방송통신전파진흥원의 재정지원으로
이루어졌습니다.

제출문

한국방송통신전파진흥원 귀하

본 보고서를 한국방송통신전파진흥원이 본 연수원에 연구 의뢰한 「소형선박의 긴급상황 대처방안 연구」 용역의 최종 보고서로 제출합니다.

2018년 7월

한국해양수산연수원
책임연구원 김 병 옥

참여연구진

책임연구원

김병옥(한국해양수산연수원 교수)

연구원

김재원(한국해양수산연수원 조교수)

임종근((주)SRC 대표이사)

이주한((주)SRC 과장)

연구보조원 주윤국(한국해양수산연수원 주임교관)

소형선박의 긴급상황 대처방안 연구

한국해양수산연수원

요 약

1. 연구개요

현존 5톤 미만의 소형어선에서 긴급상황에 대처할 수 있는 방안으로 어선법 제5조의2에 따른 총톤수 2톤 이상의 선박에 의무적으로 탑재하도록 요구된 초단파 무선전화설비의 디지털선택호출장치(DSC : Digital Selective Calling)를 이용한 경보신호 송신 및 해양경찰에서 어선에 보급한 선박패스(V-Pass)장치에 의한 조난신호 송신의 두 가지 수단이 운용 중이다. 그러나 이들 소형 어선들이 주로 1~2인의 승무원으로 운항되고 있으며 선교 외부에서의 작업이 많아 선교를 자주 이탈하게 됨으로써 비상상황 시 조난 신호를 송출하지 못하는 소형 어선의 운항 특성을 고려할 때, 선교 외부에서도 조난신호를 발신할 수 있는 시스템이 구축되면 전체 해양사고의 41.2%에 달하는 5톤 미만의 소형 어선에서의 해양사고 시 수색구조기관 및 주변 선박의 빠른 대처로 인한 인명 및 재산상의 피해를 줄이는데 도움이 될 수 있다. 또한, 소형 선박의 안전과 관련한 경보 신호 발신 장치의 국내시장은 미미하나 마arina 시설 확충 및 관련 제도 개선, 그리고 국민소득 증대 등에 따라 점진적으로 수요가 증가할 전망이다.

현재 다양한 형태의 개인 휴대용 비상 신호 발신기(MOB 무선장치 등)가 개발되어 외국에서 사용되고 있는 점과 소형선박이 많은 우리나라의 현황을 고려하여 소형 선박의 해양사고로 인한 인명 피해 저감을 위한 연구가 필요하다. 본 연구는 해상용 무선설비의 전파이용 현황을 분석하고, 기 설치된 선박의 초단파대 송수신 설비를 활용한 경보신호 발사 방안에 대하여 연구하며, 이를 기반으로 소형선박에서의 긴급상황 시 선교 외부에서도 경보신호를 발신할 수 있는 최적의 통신수단을 찾아 시제품을 개발하는 것을 목적으로 한다.

본 연구는 주관연구기관인 한국해양수산연수원을 중심으로 연구를 수행

하며, 선박용 무선설비 전문 제조업체인 공동연구기관에서 시제품을 제작하여 시험한다. 또한 시제품의 성능 점검 및 상용화를 위한 제도적 장치 초안 마련을 위하여 연구과제 발주기관인 한국방송통신전파진흥원과 관련 부처와의 협의·조정 등을 통해 기술표준을 분석하고 이를 통해 정부 정책 마련에 기여할 수 있도록 한다.

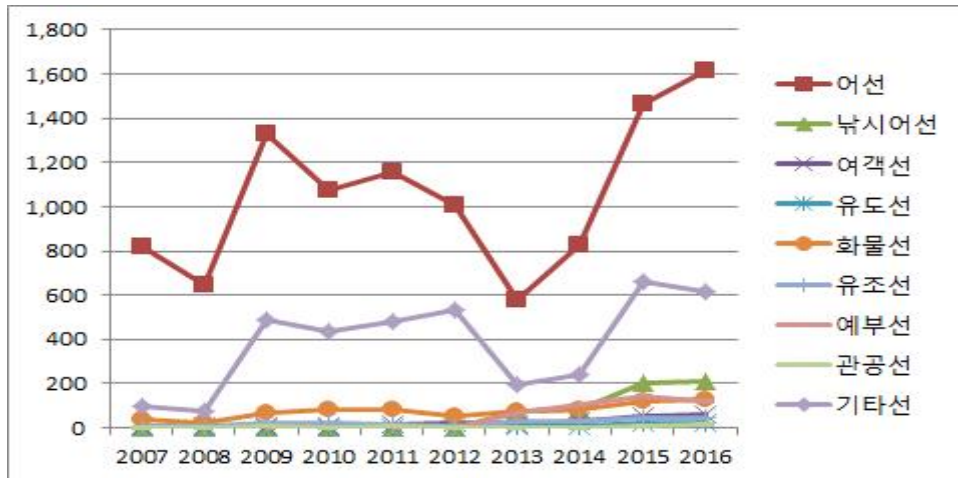
2. 소형어선의 무선설비 이용 현황

2016년 기준 국내 등록 어선의 수는 66,970척이며, 5톤 미만의 소형어선은 55,658척으로 전체 어선의 83.1%(해양수산부 통계)에 해당한다. 이들 중 99.7%가 연안어업 이내에 종사하며 단지 189척 만이 근해어업에 종사하고 있다. 5톤 미만 소형어선의 전국 비율은 전남(41.5%), 경남(23.2%), 충남(8.0%), 부산(5.0%) 순으로 남해안 및 서해안에 집중 분포되어 있으며 연안어업, 천해양식, 내수면어업, 구획어업에 종사하였다. 5톤 미만 동력어선의 비율은 전체 39,475척 중 32,977척(83.5%)이며, 이들 선박의 승무원 현황으로 1인이 승무하는 비율은 22.7%(7,500척), 2인이 승무하는 비율은 59.8%(19,724척)이다.

소형어선의 VHF 무선설비 보유 현황으로 어업정보통신국에서 집계한 자료를 참조하면 2017년 12월 기준으로 전체 어선 58,155척 중 5톤 미만 소형어선의 교신가입 현황은 7,578척(13%)이었으며, 한국방송통신전파진흥원의 2018년 2월 무선국 허가 현황에서 전체 24,444척의 선박국 중 5톤 미만 소형선박은 8,490척(34.7%)이 선박국 허가를 취득하였으며 이중 8,116척이 어선의 선박국이다.

2007년~2016년의 해양사고는 <그림 1>과 같이 어선에서 대부분 발생되고 있으며, 전체 해양사고에서 어선의 사고 비율은 2007년 83.9%에서 차츰 감소하여 2016년 56.9%로 전체 비율은 27% 감소하였으나, 해양사고 개별 건수는 약 2배 증가하였다.

2012년~2016년 해양사고 통계(해양경찰청)에서 5톤 미만 선박의 해양사고 유형은 기관손상(26.8%), 충돌(12.7%), 추진기손상(9.0%), 안전저해(8.6%), 침수(8.1%) 순으로 발생되었으며, 선박사고와 관련하여 발생한 인명 피해 현황에 대한 비율은 기관손상(33.5%), 충돌(15.3%), 안전저해(12.6%), 추진기손상(8.9%), 좌초(4.6%) 순이었다.



<그림 1>선종별 해양사고 현황

현재 5톤 미만 소형어선의 조난 통신망으로는 VHF 통신망과 V-Pass 통신망의 두 가지 방식을 사용하고 있다. 총톤수 2톤 이상 어선에 초단파 대 무선설비 설치의 의무화됨에 따라 어선의 안전운항 확보 및 해양사고 신속 대응을 위한 어업정보통신국의 VHF 디지털선택호출(DSC) 장치를 이용한 위치자동발신 시스템이 구축 운영되고 있다. 또한 어선법에 따른 해양사고 발생 시 신속한 대응을 위해 어선의 위치 및 긴급 구조신호를 발신하며, 어선의 출항·입항 신고를 자동으로 처리할 수 있는 장치로서 897MHz대역의 주파수를 사용하는 선박패스(V-Pass) 장치를 이용한 시스템을 해양경찰에서 운용 중이다.

3. 해상용 VHF 무선설비의 이용 현황 및 VHF 무선설비의 기술 표준

국내 제조사별 VHF 무선설비에 대하여 2006년~2017년의 국립전파연구원의 해상이동업무용 디지털선택호출장치 적합인증 현황을 조사한 결과 한국이 16개, 일본 22개, 중국 6개, 덴마크 3개, 호주 2개, 노르웨이 1개, 이탈리아 1개 모델의 총 51종 장비가 적합인증을 받았으며, 이중 해안국용은 8개(15.7%)에 해당하였다.

51개의 적합인증 VHF 장치에서 인지도 및 현장 점유율이 높은 20개의 VHF 장치에 대한 기능을 분석하였으며, 전체 장비의 공통점 및 개별 장

치의 특성을 종합하면 다음 [표 1]과 같다.

한국방송통신전파진흥원의 무선국 허가 통계를 분석하면, 국산 VHF 무선 설비는 삼영이엔씨의 STR-6000B 모델이 5톤 미만 소형선박에 67.6%의 비율로 가장 많이 탑재되어 있으며, 외국 제품으로는 영국 SIMRAD의 RS-12 모델이 19.69%로 가장 점유율이 높았다.

[표 1] 주요 적합인증 VHF 장치의 기능 특성 비교

| VHF 장비들의 공통점 | 장비별로 포함하는 기능 | AIS-SART & DSC 신호 발생 시 |
|--|--|--|
| 1) 위치 정보 획득을 위하여 NMEA 형식의 GPS 신호를 데이터로 받음(GLL, GGA, RMC, GNE) 2) 기본 내장형 스피커 외 External 스피커를 위하여 단자를 제공하고 있음. 경우에 따라서는 Fog Horn(or Amp)과 연결할 수 있는 단자까지 제공 3) VDR에 음성이 기록되어야 하므로 VDR로 입력될 수 있도록 음성 출력 포트를 제공 4) 수신된 DSC 메시지를 데이터로 외부로 Output, 플로터 등에서 확인 가능 | 1) 기본 마이크로폰 외에 핸드셋을 옵션으로 두어 원격에서 장비를 운용할 수 있음 2) 두 대 이상의 경우 Intercom 기능을 포함하는 장비 있음 3) AIS 데이터를 NMEA로 받는 장비 또는 직접 수신부를 포함하여 바로 수신하는 장비가 있음. 이 경우 AIS 타겟에서 직접 DSC 호출을 하는 기능을 포함함 4) AIS 데이터 및 GPS 데이터를 플로터 등 타 장비에 공급하는 기능이 있음 | 1) DSC 수신부는 VHF 장비들은 기본으로 탑재하고 있어 Alert 신호의 수신에 문제가 되지 않음 2) AIS-SART의 Alert 신호는 AIS 수신부 또는 AIS와 연동하는 기능이 있는 VHF는 Alert 신호를 수신할 수 있음 3) 이렇게 수신된 Alert 신호는 기본 스피커 외 External 스피커 등으로 Alert 수신을 가청신호로 가능 |

VHF 무선설비의 국제 규격 및 기술 기준은 ITU-R M.493-14에서 해상이동업무용 DSC 기술 표준을 나타내고 있으며 선외추락 경보장치에 대한 기술 표준 또한 포함되어 있다. 선외추락 경보장치의 공통 기술 표준은 다음과 같다.

- VHF DSC를 사용하는 선외추락 경보장치는 Open Loop/전 무선국 장

- 치 또는 Close Loop/지정 무선국 장치로만 작동할 수 있어야 한다.
- 전자측위장비가 내장되어야 하고, VHF DSC 채널 70에서 동작하는 송신기와 ITU-R M.1371(for MOB-devices)에 따른 AIS 송신기가 있어야 한다.
- 장치의 작동 및 DSC 응답 메시지의 수신을 지정하는 시각적 지시기가 있어야 한다.
- 수동 및 자동 작동, 수동 작동 중지가 가능해야 한다.
- ITU-R M.585에 따른 부호화된 식별 번호로 프로그램 되어야 하며, 사용자가 식별번호를 변경할 수 없어야 한다.
- 식별 번호는 장치 외부에 눈에 잘 보이게 영구적으로 표시해야 한다.

VHF 무선설비의 국내 규격은 해상업무용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2016-33호)에 따른 DSC 장치에 대한 기술 기준이 있으며, 924.645~924.655 MHz 및 924.695~924.705 MHz 주파수의 전파를 사용하는 해상 조난자위치발신용 무선설비의 기술기준 및 특정소출력무선국용 무선설비 기술기준이 규정되어 있으나 선외추락 경보장치의 국제기준과는 차이가 있다.

VHF 무선설비와 원격 송수신이 가능한 무선통신 방식은 블루투스, NFC, ISM, WiFi, Zigbee 등의 소출력무선국용 무선설비 등이 활용 가능한 것으로 검토되었다.

4. VHF 송수신 장비를 활용한 경보신호 발사 방안

긴급상황 시 활용 가능한 경보신호로서 활용되고 있는 경보장치는 다음과 같다.

- AIS 선외추락 경보장치(선박용 AIS 주파수(161.975, 162.025MHz) 기술 적용)
- DSC 선외추락 경보장치(선박용 DSC 주파수(156.525 MHz)를 이용한 기술 적용)
- 복합형 선외추락 경보장치(선박용 AIS와 DSC 기술을 복합하여 적용)
- 데이터형 선외추락 경보장치(900MHz 주파수를 이용하는 일반 데이터 통신 방식)
- Bluetooth(Zigbee) 선외추락 경보장치(915MHz 주파수 또는 2.4GHz 주파수를 이용하는 근거리 통신 방식)

이들 장치의 특성을 비교하면 [표 2]와 같다.

[표 2] 선외추락 경보장치 비교표

| 구 분 | | 전용 수신 기사 용 | 장거리 통신 (1Km 이상) | 모 선 앞 송신 | 주변 선박 앞 송신 | 조난 경보 송신 | 위 치 정 보 송신 | 착용 용이 | 국제/ 지역 표준 화 | 가 격 |
|--------------------------------------|-----------|---------------------|--------------------------|----------------|---------------------|----------------|------------------|----------|----------------------|-----|
| 선 외 추 락 경 보 장 치 | Bluetooth | ○ | × | ○ | × | × | △ | ○ | × | 낮음 |
| | AIS | × | ○ | ○ | ○ | × | ○ | × | ○ | 높음 |
| | DSC | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | 높음 |
| | 복합형 | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | 높음 |
| | 데이터형 | ○ | ○ | ○ | × | × | ○ | × | × | 높음 |

소형선박 내 송수신장비와 단말기간 원격 접속에 적합한 통신방식으로 다음의 두 가지 접속방식이 있다. 첫 번째는 Polling Type 선외추락 경보장치 방식으로 평상시 송수신장비와 단말기 간 주기적 송신을 통해 연결이 설정되어 있다가 신호가 끊어지면 경보를 발생하는 형태이며 Bluetooth/WiFi 통신방식이 주로 사용되어 밴드형(손목형)으로 구현되고 있다. 두 번째는 Standing-by Type 선외추락 경보장치 방식으로 송수신장비와 단말기 간에 아무런 통신이 없다가 위험에 처할 경우에만 경보신호를 송신하는 형태로서 AIS 기술을 적용하는 가장 일반적인 형태이며, VHF-DSC 기술을 적용하는 선외추락 경보장치에서도 사용되고 있다.

소형 선박의 경우에는 승무 인원이 주로 1~2인으로 구성되고 조타실 외에서의 작업으로 조타실이 비어있는 경우가 많은 운항특성을 가지고 있다. Polling Type 형태의 선외추락 경보장치는 자선으로만 경보 신호를 송신하므로 1인 선박의 경우에는 효율성이 떨어지는 단점이 있다. Standing-by Type은 기존 해상통신망을 이용하여 구조센터 및 주변의 타 선박에 경보신호를 송신하므로 1~2인으로 구성된 선박에서 효율적인 경보 방식으로 볼 수 있다. 국제 표준을 수용하기 위해서는 상기 기술한 두 가지 접속 방식을 복합하여 구성하는 것이 바람직하지만, 사용자 단말기의

크기와 작동 형태를 고려할 때 소형선박에는 적합하지 않다.

소형 선박에서 선외추락 형태는 주로 횡요 및 어로 작업 중 미끄러짐으로 인해 대부분 발생되고 이때의 추락 자세는 앞 또는 옆으로 추락하는 경우가 대부분이라는 전문가의 자문을 고려할 필요가 있다. 또한 선원들이 휴대하기 간편하고 선내 작업 시 불편함이 없는 착용 형태 및 크기가 우선적으로 고려되어야만 한다.

해상무선설비 제조사별 원격 수신장치 탑재 및 연동 방안으로서 5톤 미만 소형어선에 탑재되어 있는 VHF DSC 장치를 이용하는 방안과 선박자동식별장치(AIS)를 이용한 방안 및 선박패스(V-Pass) 장치를 이용한 방안을 생각할 수 있다. VHF DSC 장치에 연동하는 방안은 VHF DSC 송신기에서 직접 본선 또는 모든 무선국에 일괄 DSC 신호를 송신할 수 있으므로 별도 원격수신기가 불필요한 장점이 있다. VHF DSC 기술을 이용하지 않고 별도의 원격 수신 장치를 탑재하기 위해서는 VHF 무선설비의 제작사별로 제공하는 별도의 입력 포트(RS232 등)를 이용하여 Bluetooth 등의 단말기를 부착하여 VHF 무선설비에 접속할 수 있다. 그러나 경보의 발신을 위해서는 VHF DSC 소프트웨어의 일부 수정이 불가피한 단점이 있다.

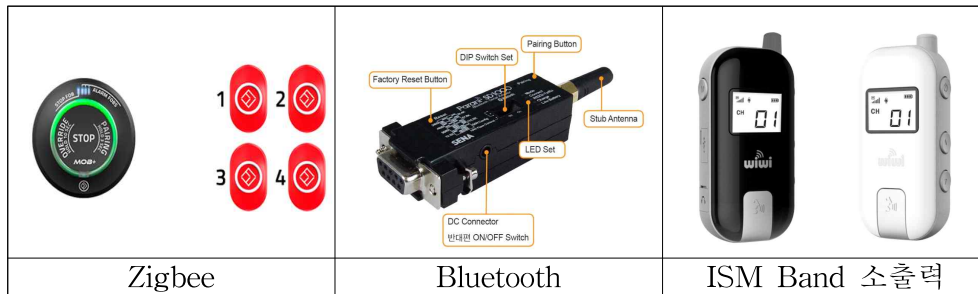
AIS 장치를 이용한 방안은 AIS 장치가 선박안전법 및 어선법의 규정에 따라 10톤 이상의 선박에만 의무화되어 있기 때문에 소형선박에는 적용하는 것이 바람직하지 않다. 또한 주변 선박으로 위치 정보의 송신은 가능한 장점이 있으나 주변 선박이 위치 정보만 수신할 뿐 경보를 발생하지는 못하는 문제점이 있고 또한 AIS SART와 동일한 심볼을 사용하고 있기 때문에 혼란이 발생할 가능성이 존재한다.

V-Pass 장치를 이용한 방안은 해양경찰에서 2016년에 모든 연근해 어선에 보급한 장치로 가장 활용성이 높으나, 해양경찰의 선박패스 전용망 사용 문제, 시스템상 표시되는 심볼 및 경보에 대한 사항이 검토되어야 하고, V-pass 시스템이 탑재된 어선 및 해양경찰로만 경보신호가 송신되는 한계가 있다.

5. 선외추락 경보장치의 전파환경 분석

선외추락 경보장치의 전파환경 분석을 위해 <그림 2>와 같이 Zigbee, Bluetooth, ISM Band 소출력 장치로서 구현된 시료를 이용하여 해상환경

에서의 실제 전파환경 분석 실험을 시행하였다.



<그림 2> 선외추락 경보장치 시료

Zigbee와 Bluetooth 형태의 시료는 부산시 영도구의 하리항에서 실시하였으며, 수신기를 영도 하리항에 위치한 영도 해양파출소 인근 부두가의 고정위치에 설치(수면 상 3m)하고, 송신기와 페어링한 이후에 송신기를 이동하면서 비상 신호 송신 및 페어링이 해제되는 거리를 측정하였다.

측정 결과, Zigbee 장치는 최대 100m 거리에서 페어링이 가능하나, 송수신장치 사이에 전파 방해물이 없는 조건에서 가능하므로 실제 선박에서는 여러 가지 구조물에 의해 최대 50m 이내에서 사용이 가능할 것으로 판단되며, 블루투스 장치는 class1의 통신거리는 100m이나 해상환경 통신 시험에서는 약 200m로 측정되었으며 송수신 장치 사이에 선박 등의 전파 방해 요소가 존재할 경우에는 수신율이 급격히 저하되거나 통신이 끊어지는 현상이 발생되었다. 이를 해결하기 위해서는 송수신장치 사이의 가시거리 확보를 위해 수신기의 높이를 높게 가져갈 필요가 있다고 판단된다.

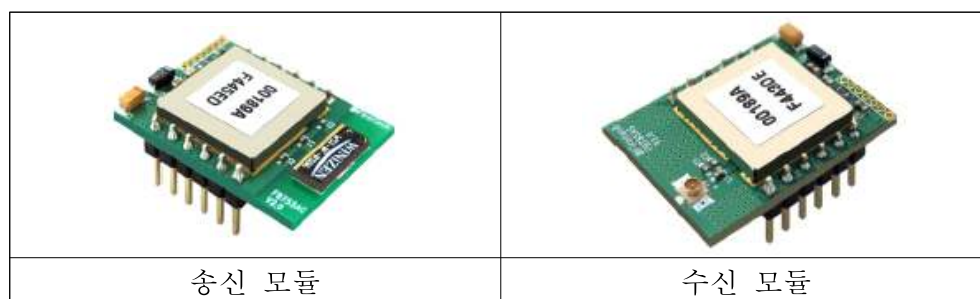
ISM Band 소출력 장치는 경상남도 거제시 일운면 와현해수욕장에서 수신 Master 장치를 수면 상 1m 위치에 설치하여 컴퓨터에 연결하고, 송신 Slave 장치가 거리 400m 및 200m에서 발사한 신호 수신 시에 그 정보를 컴퓨터에서 VHF-DSC 장치로 전달하여 VHF 장치에서 경보 발생 여부를 측정하였다. 시료는 900MHz 장치와 2.4GHz 장치를 이용하여 각각 측정하였고, 900 MHz 시료는 400m 거리의 수면 상 10 ~ 50cm에서 양호한 페어링 상태 표시 및 비상 신호 수신에 양호하나, 400m 거리에서 수면에 접촉한 상태에서는 페어링이 안정적이지 않았으며 비상 신호 송신 시 수신에 전혀 되지 않았다. 또한, 2.4 GHz 장치는 400m 거리의 수면 상 50cm에서 작동 시험한 결과 페어링 상태 불량하며, 비상 신호가 거의 수

신되지 않았으나, 수신 안테나의 높이에 따른 영향을 분석하기 위해 수신 안테나를 수면 상 1m에서 2.5m 높이로 변경하여 동일 실험을 한 결과 페어링 상태 및 비상 신호의 수신율이 양호하였다.

ISM Band 소출력 장치는 해상환경 통신 시험에서 수면 상에서 작동 시에는 송수신기의 높이에 따라 수신율의 급격한 변동을 보였으며, 선박 등의 송수신기 사이에 전파 방해요소가 존재하면 수신율이 급격히 저하되거나 통신이 끊어지는 현상이 발생하므로 안정적 통신을 위해서는 시야확보가 필수적일 것으로 판단된다.

6. 선외추락 경보장치 시제품 제작 및 시험 결과

선외추락 경보 장치의 시료에 대한 실험 결과를 바탕으로, 블루투스 기술을 이용한 선외추락 경보장치의 시제품을 제작하였다. 블루투스는 Master와 Slave인 주종의 역할(Role)로 동작하고, Inquiry(검색) 및 Page(연결요청)를 하는 쪽을 Master라고 하며, Inquiry Scan(검색대기) 및 Page Scan(연결대기)를 하는 쪽을 Slave로 구분한다. Master가 주변의 Slave를 찾으면(Inquiry), Slave는 자신의 정보를 Master에게 송신(Inquiry Response)하게 되며, Slave의 정보가 Master와 일치하면 상호 연결이 이루어지며, 데이터의 전송이 가능하다. 제작에 사용된 송수신 모듈은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 블루투스 송수신 모듈

송신기 모듈 FB775AC(Master)과 수신기 모듈 FB775AS(Slave)의 동작 조건은 다음과 같다.

- PIN CODE를 설정하여 Slave 1 : Master 3으로 구성되며 다른 하드웨어를 인식할 수 없도록 1:3 전용으로 설정
- Time Out : Master에서 연결을 위한 검색을 할 때 Slave의 응답을

기다리는 시간을 5초로 설정 즉, 5초 이내에 Slave로부터 응답 신호가 수신되지 않으면 Time Out에 의해 연결대기 종료

- Data Buff Size : 페이징만 사용하므로 Default 0으로 설정
- Operation Mode : Master 1 (최대 1:7연결 구성 설정)
- Connection Mode 1 : Mster의 경우 메모리에 미리 입력된 Remote Address가 해당되는 장치에게만 연결요청(Page)을 진행하고 PIN CODE가 일치하면 연결이 되는 방식, Slave의 경우 검색대기(Inquiry Scan) 및 연결대기(Page Scan)을 진행하면서 PIN CODE가 일치하는 경우 연결이 설정됨

- USART : Default Baud 9,600bps /Parity None/ Stop 1 / HW None
송수신기 모듈의 통신거리 확인을 위해 육상에서 수신기 안테나 높이를 1m로 고정하고, 송신기 안테나 높이 1.5m에서 전송 시험한 결과, Master (송신기)와 수신기의 거리가 약 530m에서도 양호한 송수신이 가능함을 확인하였고, 이는 수신기의 높이와 고이득의 안테나 사용 그리고 송신기의 칩 안테나 방향에 따라 거리 측정 시 통신 성공률에 차이가 있음을 확인하였다. 또한, 이론상 송수신기의 통신 연결 시간은 2.56초를 넘지 않는 것으로 되어 있으나 실제 전파환경 실험에서는 2~10초 정도의 연결 시간이 소요되는 것으로 확인되었다.

이를 바탕으로 선외추락경보장치를 제작하기 위해 송수신기의 디자인을 검토하였고, 손목시계 형태의 송신기와 선박에 설치되는 안테나와 일체형으로 제작할 수 있는 수신기의 형태로서 <그림 4>와 같이 구성하였다.



<그림 4> 선외추락경보장치 송수신기 시제품 형태

제작된 시제품의 성능을 검증하기 위하여 한국해양대학교 요트장에서 해상 환경에서의 실제 전파환경 실험을 <그림 5>와 같이 실시하였다.



<그림 4> 선외추락경보장치 시제품 해상환경 통신 실험

실험은 200m 거리에서 시료 2개를 각각 10회 송수신 여부를 측정하고 그 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] 선외추락 경보장치 시제품 측정 결과

| 측정 횟수 | 시료 A 작동시간 | 수신 결과 | 시료 B 작동시간 | 수신 결과 | 시료 상태 |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|---------------|
| 1 | 15:30:55 | X | 16:11:55 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 2 | 15:32:35 | X | 16:13:35 | O | 해수면 약 40cm 높이 |
| 3 | 15:34:05 | X | 16:15:05 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 4 | 15:35:40 | X | 16:17:40 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 5 | 15:37:10 | O | 16:18:10 | X | 해수면 약 60cm 높이 |
| 6 | 15:38:35 | O | 16:27:35 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 7 | 15:39:45 | X | 16:29:45 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 8 | 15:41:15 | O | 16:31:15 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 9 | 15:42:55 | X | 16:32:55 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 10 | 15:44:30 | O | 16:33:30 | O | 해수면 약 60cm 높이 |

측정 결과, 1차 40%, 2차 60%의 수신율을 보였으며 송신기의 안테나 방향에 따라 수신율의 차이를 보였다. 그리고, 송신기가 해수면에 가까울수록 수신율이 하락하였으므로, 수신기 안테나의 높이와 송신기 안테나의 높이가 중요한 것으로 판단된다.

시제품의 상용화 방안으로 제품 디자인 및 수신율 향상을 위한 기능 개선이 필요하고, 국제 및 국내 표준화 등의 제도적 개선도 이루어져야 할 것이다.

또한, 시장성을 판단하기 위해 제품 개발 비용을 대략 산정하였으며, 필요 최소한의 기능 구현으로서 제작을 위한 제품 단가는 1 Set 당 약 26.9만원이 소요되는 것으로 판단된다. 그리고, 시장성 확보 및 홍보 방안으로는 VHF DSC에 의한 경보 수신 등을 활용한 모니터링 시스템을 갖추고 어선의 위치 현황 등을 파악할 수 있으며, 장기간 어민 교육에 종사하고 있는 등의 이유로 어민들의 신뢰가 높은 장점이 있는 수협(어업정보통신국)의 제품 등록을 통한 보급 방안이 가장 적합할 것으로 사료되며, 수협을 통한 정부지원사업으로 보급하는 것이 가장 효과적일 것이다. 단기간 내에 효율적으로 시행하기 위해서는 해양경찰 및 한국방송통신전파진흥원 등을 통한 홍보가 필요할 것으로 판단된다. 그러나, 선외추락 경보장치가 소형 어선에 보급될 경우, 소유권은 각 개인이 가지되 장비의 운용성을 담보하기 위하여 수협과 해양경찰이 합동으로 장비의 정기 점검 등을 통한 사용 가능성 확보를 위한 노력이 필요하다.

마지막으로, 선외추락 경보장치에 대하여 실제 사용하게될 소형 어선의 어민들의 의견을 반영하여 추가적인 기능 및 디자인 구성의 변경이 필요하며, 상용화를 위해 “선외추락 경보장치의 수신 확률 제고를 위한 개선방안” 연구 및 “선외추락 경보장치의 표준화를 위한 기술적 세부 기준 연구”, “선외추락 경보장치의 하이브리드 방식 구현을 위한 연구” 등의 후속 연구가 반드시 뒤따라야 할 것이며, 그렇게 된다면 머지않은 미래에 관련 기술에 대한 선진국으로 발돋움할 수 있을 것이라 사료된다.

목 차

<제목 차례>

| | |
|---|----|
| 제1장 서론 | 1 |
| 1. 연구의 개요 | 1 |
| 2. 연구의 배경과 목적 | 1 |
| 3. 연구의 범위 및 방법 | 3 |
| 제2장 소형어선의 무선설비 이용 현황 | 6 |
| 1. 5톤 미만 소형어선의 톤수별 통계 | 6 |
| 2. 5톤 미만 소형어선의 운항지역 현황 | 8 |
| 3. 5톤 미만 소형어선의 유형별 조난사고 현황 | 13 |
| 4. VHF 무선설비를 이용한 어선관리체계 현황 | 18 |
| 제3장 해상용 VHF 무선설비의 이용 현황 | 26 |
| 1. 국내외 제조사별 VHF 무선설비의 종류 및 기능 | 26 |
| 2. VHF 무선설비의 규격 및 기술 적용 범위 | 40 |
| 3. VHF 무선설비와 원격 송수신이 가능한 무선통신 방식 현황 | 49 |
| 4. 국내외 해상무선설비 제도화 절차 및 현황 | 53 |
| 제4장 VHF 송수신 장비를 활용한 경보신호 발사 방안 | 67 |
| 1. 긴급상황 시 활용 가능한 경보신호 발사의 종류 | 67 |
| 2. 소형어선 내 송수신장비와 단말기간 원격 접속에 적합한 통신방식 .. | 74 |
| 3. 해상 운용조건에 적합한 송수신 단말기 형태와 기능 및 조건 | 76 |
| 4. 해상무선설비 제조사별 원격 수신장치 탑재 및 연동 방안 | 78 |
| 5. 단말기 오발신 방지 방안 | 79 |
| 6. VHF-DSC와 단말기의 활용 및 기타 장비로의 확장 방안 | 81 |
| 제5장 선외추락 경보장치의 전파환경 분석 | 85 |
| 1. Zigbee Type 경보장치의 전파환경 시험 결과 | 85 |
| 2. Buletooth Type 경보장치의 전파환경 시험 결과 | 90 |
| 3. ISM Band 소출력 장치의 전파환경 시험 결과 | 96 |

| | |
|---|------------|
| 제6장 선외추락 경보장치 시작품 제작 및 시험 결과 | 102 |
| 1. 선외추락 경보장치 시작품 모델링 및 검토 | 102 |
| 2. 선외추락 경보장치 시작품 설계 및 제작 | 115 |
| 3. 선외추락 경보장치 시작품 시험 결과 | 122 |
| 4. 선외추락 경보장치의 상용화 방안 | 127 |
| 7장 결론 | 134 |
| 1. 연구 결과 요약 | 134 |
| 2. 결론 및 제언 | 139 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| 표 2.1 등록어선 통계 | 6 |
| 표 2.2 등록어선의 업종별 통계 | 7 |
| 표 2.3 등록어선의 시도별 어선세력 통계 | 9 |
| 표 2.4 5톤 미만 어선의 시도별 어선 비율 | 10 |
| 표 2.5 시도별 운항 어선 비율 | 11 |
| 표 2.6 동력선 척수별 승선원수 | 11 |
| 표 2.7 5톤 미만 어선 현황 및 교신가입 현황 | 12 |
| 표 2.8 5톤 미만 어선 무선국 허가 현황 | 13 |
| 표 2.9 선종별 해양사고 현황 | 13 |
| 표 2.10 최근 5년간 톤수별 해양사고발생 현황 | 15 |
| 표 2.11 유형별 해양사고 발생현황 | 15 |
| 표 2.12 발생 해역별 해양사고 현황 | 17 |
| 표 2.13 발생 해역별 해양사고 발생 시간 | 18 |
| 표 3.1 국내 VHF 무선설비 적합인증 현황 | 26 |
| 표 3.2 주요 적합인증 VHF 장치의 기능 특성 비교 | 30 |
| 표 3.3 5톤 미만 소형 어선의 VHF 무선설비 허가 현황 | 31 |
| 표 3.4 주요 국내 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성 | 32 |
| 표 3.5 주요 국외 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성 | 34 |
| 표 3.6 조난경보중계 메시지의 VHF 장치 Class별 요건 | 41 |
| 표 3.7 ISM 무선통신 방식의 특징 | 49 |
| 표 3.8 블루투스 무선통신 방식의 특징 | 50 |
| 표 3.9 NFC 무선통신 방식의 특징 | 50 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 표 3.10 WIFI 무선통신 방식의 특징 | 51 |
| 표 3.11 Zigbee 무선통신 방식의 특징 | 52 |
| 표 3.12 국제전기통신연합의 간행물 종류 | 57 |
| 표 3.13 ITU-R 연구반의 업무 | 59 |
| 표 3.14 무선설비 기술기준 연관 업무 | 61 |
| 표 3.15 무선설비 기술기준 제·개정 절차 | 63 |
| 표 4.1 선외추락 경보장치 비교표 | 74 |
| 표 4.2 선종별 오발신 현황 | 80 |
| 표 4.3 EPIRB 오발신 현황 | 80 |
| 표 4.4 디지털선택호출장치(DSC) 오발신 현황 | 81 |
| 표 4.5 디지털선택호출장치(DSC) 조난통신 수신 현황 | 81 |
| 표 5.1 Zigbee 시료 해상환경 시험 결과 | 89 |
| 표 5.2 Bluetooth 시료 해상환경 시험 결과 | 93 |
| 표 5.3 ISM Band 시료 A 해상환경 시험 결과 | 99 |
| 표 5.4 ISM Band 시료 B 해상환경 시험 결과 | 99 |
| 표 6.1 블루투스 모듈 사양 | 104 |
| 표 6.2 블루투스 모듈 전력 소모량 | 105 |
| 표 6.3 육상환경 페어링 시도 및 연결 횟수 측정 | 113 |
| 표 6.4 시작품 1차 측정 결과 | 124 |
| 표 6.5 시작품 2차 측정 결과 | 125 |
| 표 6.6 선외추락경보장치 제작 예상 단가 | 130 |

그 립 목 차

| | |
|--|----|
| 그림 1.1 연구 추진 체계 | 4 |
| 그림 2.1 등록어선 통계 현황 | 7 |
| 그림 2.2 등록어선의 업종별 통계 현황 | 8 |
| 그림 2.3 등록어선의 시도별 현황 | 9 |
| 그림 2.4 동력선의 승무원수 현황 | 12 |
| 그림 2.5 선종별 해양사고 현황 | 14 |
| 그림 2.6 거리별 해양사고 현황 | 17 |
| 그림 2.7 어업정보통신국에 설치된 무선설비 | 19 |
| 그림 2.8 어업정보통신국 현황 | 20 |
| 그림 2.9 대한민국 배타적 경제수역(EEZ) | 21 |
| 그림 2.10 어업정보통신국의 VHF-DSC 시스템 구성도 | 22 |
| 그림 2.11 어업정보통신국의 VHF-DSC 시스템의 수신된 조난 메시지 | 22 |
| 그림 2.12 해양경찰 V-Pass 시스템 구성도 | 23 |
| 그림 2.13 해양경찰 V-Pass 시스템 전자해도 상의 조난신호 수신화면 | 24 |
| 그림 3.1 국가별, 용도별 VHF 무선설비의 인증 현황 | 26 |
| 그림 3.2 각 국의 협약가입 현황 | 56 |
| 그림 3.3 국제전기통신연합의 조직도 | 57 |
| 그림 3.4 ITU-R의 작업 흐름도 | 58 |
| 그림 3.5 ITU-R의 권고 승인 절차 | 60 |
| 그림 4.1 AIS 선외추락 경보장치 구현 형태 | 67 |
| 그림 4.2 AIS 선외추락 경보장치 작동 예시 | 68 |
| 그림 4.3 AIS 선외추락 경보장치 작동시 AIS 전자해도 상의 수신 화면 | 69 |
| 그림 4.4 DSC 선외추락 경보장치의 형태 | 69 |

| | |
|---|-----|
| 그림 4.5 DSC 선외추락 경보장치 신호의 VHF 무선설비 수신 화면 | 70 |
| 그림 4.6 복합형 선외추락 경보장치 | 71 |
| 그림 4.7 데이터형 선외추락 경보장치의 개요 | 72 |
| 그림 4.8 데이터형 선외추락 경보장치의 구조 | 72 |
| 그림 4.9 Bluetooth(Zigbee)형 선외추락 경보장치 형태 | 73 |
| 그림 4.10 AIS 선외추락 경보장치의 운용 체계 | 83 |
| 그림 5.1 Zigbee 시료 모델 | 85 |
| 그림 5.2 Zigbee 시료 수신 장치 | 86 |
| 그림 5.3 Zigbee 시료 송신 장치 | 87 |
| 그림 5.4 Zigbee 시료 해상환경 통신 거리 시험 | 88 |
| 그림 5.5 Bluetooth 시료 모델 | 90 |
| 그림 5.6 Bluetooth 시료 해상환경 통신 거리 시험 | 92 |
| 그림 5.7 블루투스 옥외용 패치 안테나 | 94 |
| 그림 5.8 블루투스 옥외용 패치 안테나 빔 패턴 | 94 |
| 그림 5.9 블루투스 옥외용 다이폴 안테나 | 95 |
| 그림 5.10 블루투스 옥외용 다이폴 안테나 빔 패턴 | 95 |
| 그림 5.11 ISM Band 소출력 장치 시료 모델 | 96 |
| 그림 5.12 ISM Band 소출력 장치 시료 해상환경 통신 거리 시험 | 98 |
| 그림 6.1 블루투스 동작 방식 | 103 |
| 그림 6.2 블루투스 송신모듈 Dimension | 103 |
| 그림 6.3 블루투스 수신모듈 Dimension | 104 |
| 그림 6.4 Interface Board를 이용한 블루투스 모듈 동작 확인 | 106 |
| 그림 6.5 Interface Board를 이용한 접속 및 접속 종료 확인 | 106 |
| 그림 6.6 Interface Board를 이용한 육상환경 통신 거리 확인 | 107 |
| 그림 6.7 Master의 Tx/Rx의 단일슬롯 사이클 | 108 |
| 그림 6.8 PAGE Mode의 Tx/Rx 전송 사이클 | 109 |

| | |
|---|-----|
| 그림 6.9 첫 번째 슬롯에서 성공적인 수신에 대한 응답패킷 타이밍 | 110 |
| 그림 6.10 후반 슬롯에서 성공적인 수신에 대한 응답패킷 타이밍 | 110 |
| 그림 6.11 처음 슬롯의 성공적인 검색응답 패킷 타이밍 | 111 |
| 그림 6.12 링크 제어의 상태 구성 | 112 |
| 그림 6.13 페이징 모드에 따른 검색 시간 | 112 |
| 그림 6.14 손목시계 타입 모델링 | 114 |
| 그림 6.15 수신기 알람 박스 케이블 연결 구성 설계 | 114 |
| 그림 6.16 송신기 모듈 회로 설계 | 115 |
| 그림 6.17 송신기 모듈 PCB Artwork | 116 |
| 그림 6.18 송신기 모듈 PCB 제작 | 116 |
| 그림 6.19 송신기 기구부 디자인 설계 | 117 |
| 그림 6.20 송신기 Mock-up 제작 | 117 |
| 그림 6.21 수신기 모듈 회로 설계 | 118 |
| 그림 6.22 수신기 모듈 PCB Artwork | 119 |
| 그림 6.23 수신기 모듈 PCB 제작 | 119 |
| 그림 6.24 수신기 기구부 디자인 설계 | 120 |
| 그림 6.25 수신기 Mock-up 제작 | 120 |
| 그림 6.26 선외추락 경보장치 시작품 회로 | 121 |
| 그림 6.27 완성된 선외추락 경보장치 시작품 | 121 |
| 그림 6.28 선외추락 경보장치 시작품 해상환경 통신시험 | 122 |
| 그림 6.29 선외추락 경보장치 시작품 송신동작 | 123 |
| 그림 6.30 선외추락 경보장치 시작품 수신동작 | 124 |
| 그림 6.31 선외추락 경보장치 시작품 송신 안테나 방향 | 126 |
| 그림 7.1 선외추락경보장치 시작품 형상 | 138 |

제1장

서론

1. 연구의 개요
2. 연구의 배경과 목적
3. 연구의 범위 및 방법

제1장 서론

1. 연구의 개요

- 연구과제명 : 소형선박의 긴급상황 대처에 관한 연구
- 주관연구기관 : 한국해양수산연수원
- 연구책임자 : 김병욱 교수
- 공동연구기관 : (주) SRC
- 연구기간 : 2017. 11. 09 ~ 2018. 07. 8 (8개월간)

2. 연구의 배경과 목적

2.1 연구의 배경

- 선박안전법 제30조에서는 선박의 안전운항을 확보하고 해양 사고 발생시 신속한 대응을 위해 선박의 위치를 자동으로 발신하는 장치(선박 위치 발신 장치)를 갖추고 이를 작동하도록 하고 있으며, 그 대상으로는 총톤수 2톤 이상의 여객선 및 유선 등이 있음
- 어선법 제5조의2에서는 어선의 안전운항을 확보하기 위해 어선의 위치를 자동으로 발신하는 장치(어선위치발신장치)를 갖추고 작동하도록 하고 있으며, 2톤 이상의 어선에는 초단파대 무선설비의 디지털선택호출장치에 의한 위치발신장치를 갖추도록 어선설비기준으로 정하고 있음
- 5톤 미만의 어선 및 소형선박의 경우, 조난신호 발사장치 설치의 의무화로 위치발신장치 설비를 갖추고 있으나 소형어선의 운항 및 조업 여건상 조타실 외부에서 수행되는 작업이 많아 선교(Bridge)가 비어 있는 경우가 많아 비상시 해양경찰이나 어업정보통신국에 무선설비의 조난경보 버튼을 이용한 조난신호 송신이 현실적으로 어려운 상황임.
- 해양경찰청의 통계(2012년 ~ 2016년)상 5톤 미만의 소형 어선이 전체 해양사고의 41.2%를 차지하고 있으므로 이에 대한 대책 마련이 시급함

2.2 연구의 목적

- 현재 소형어선에서 긴급 상황에 대처할 수 있는 방안은 총톤수 2톤 이상의 선박에 탑재되어 있는 초단파 무선전화설비의 디지털선택호출장치(DSC : Digital Selective Calling)를 이용한 조난경보 송신 및 해양경찰에서 어선에 보급한 선박패스(V-Pass)장치에 의한 조난신호 송신의 두 가지 수단이 존재함
- 선교 외부의 작업이 많고 1 ~ 2인의 승무원으로 운항되는 소형 어선의 운항 특성을 고려하여, 선교 외부에서도 조난신호를 발신할 수 있는 시스템이 구축되면 현재 운용 중인 VHF DSC를 이용한 조난통신 시스템을 이용한 수색 및 구조에 빠른 대처가 가능하여 해양사고 시 인명 피해를 줄일 수 있을 것으로 예상됨
- 또한, 소형 선박의 안전에 관련한 조난신호 발신 장치의 국내시장은 미미하나 마리나 시설 확충 및 관련 제도 개선, 그리고 국민소득 증대 등에 따라 점진적으로 수요가 증가할 전망
 - 정부와 각 지자체의 해양레저산업에 대한 적극적 투자 및 유치 활성화로 전국적으로 43개 지역에 마리나 항만이 조성될 예정이며 이에 따른 수요가 급격히 증가할 것으로 기대
- 현재 다양한 형태의 개인 휴대용 비상 신호 발생기(MOB 무선장치 등)가 개발되어 외국에서는 시판되고 있으므로 외국의 표준 사례를 참조하여 국내표준을 제정하는 등의 법률적 검토 및 이를 바탕으로 한 무선설비의 시스템 구축으로 5톤 미만 소형어선의 해양사고의 인명 피해 저감을 위한 연구가 필요함
- 해상용 무선설비의 전파이용 현황 분석을 통한 초단파대 송수신 무선설비를 활용한 조난신호발사 방안에 대한 연구를 수행하여 5톤 미만의 어선 및 소형선박에서의 긴급 상황 시 선교 외부에서도 조난신호를 발신할 수 있는 최적의 통신수단을 발굴하여 시제품 개발 및 상용화 방안 마련을 목적으로 함

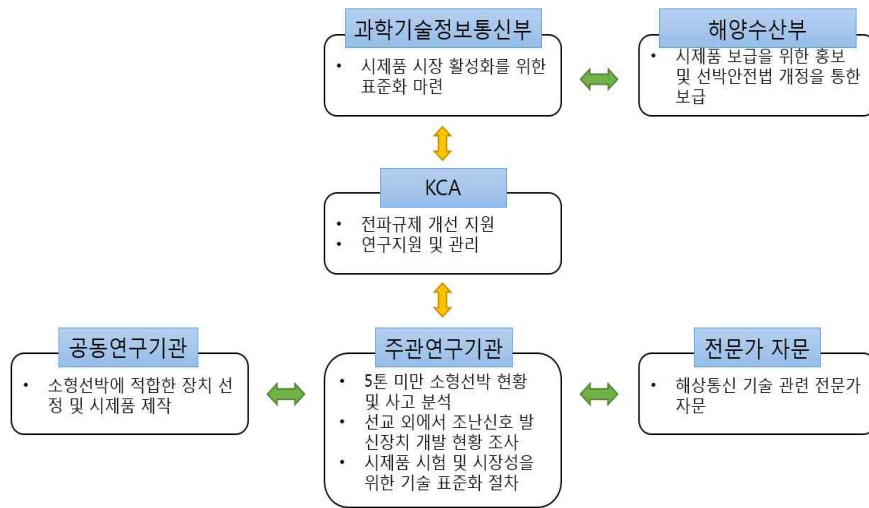
3. 연구의 범위 및 방법

3.1 연구의 범위

- 해상용 무선설비(초단파대)의 전파이용 현황 조사·분석
 - 국내외 제조사별 초단파대 장비 종류 및 기능 현황
 - ITU-R, GMDSS 등 초단파대 장비 규격 및 기술 적용 범위
 - 초단파대 무전기와 원격 송수신 가능한 Device 현황
 - 5톤 미만 소형어선의 톤수별 통계 및 운항 지역 현황
 - 5톤 미만 소형어선의 유형별 조난사고 현황
 - 국내외 해상무선설비 제도화 절차 등 현황
 - 초단파대 조난신호를 이용한 어선 관리 체계
- 초단파대 송수신 장비를 활용한 조난신호발사 방안 연구
 - 긴급 상황 시 활용 가능한 경보신호발사의 종류
 - 소형 어선의 송수신장비와 단말기 간 원격 접속에 적합한 통신방식
 - 해상 운용조건에 적합한 송수신 단말기 형태, 기능, 조건
 - 해상무선설비 제조사별 원격 수신 장치 탑재 및 연동 방안
 - 단말기 오발신 방지 방안
 - VHF-DSC와 단말기의 활용 및 기타장비로 확장 방안
- 초단파대 원격 경보신호 발사 장비의 상용화 방안 제시
 - 원격 송수신 단말기 시제품 개발 및 기능 구현
 - 국제 표준화 등 제품 상용화를 위한 제도적 개선 방안
 - 제품 개발 비용 산출 및 시장성 확보 방안
 - 제도 도입에 따른 사용자 공감대 형성 및 홍보 방안

3.2 연구의 방법

- 주관연구기관인 한국해양수산연수원을 중심으로 연구를 수행하며, 소형 선박 통신운용 관련 전문가 자문을 받아 시제품을 제작하여 성능 점검 및 제품화를 위한 제도적 장치 초안 마련을 위한 연구를 추진
- 연구과제 발주기관인 한국방송통신전파진흥원과 정부의 관련 기관과의 협의·조정 등을 통해 표준 기술을 분석하고 이를 통해 정부 정책 마련에 기여



<그림 1.1> 연구 추진 체계

○ 관련기관의 역할분담

- 한국해양수산연수원 : 연구사업 총괄 기획 및 수행계획 보고, 연구수행
- 공동연구기관 : 주관연구기관과 협동으로 시제품 제작에 대한 기술적 검토 및 시제품 제작, 시험 및 시장성 연구 수행
- 한국방송통신전파진흥원 : 연구수행기관의 연구수행 방향 및 업무 협조·논의
- 관련 전문가 자문 : 소형어선 통신 관련 사안별 자문 실시

소형어선의 제2장 무선설비 이용 현황

1. 5톤미만 소형어선의 톤수별 통계
2. 5톤미만 소형어선의 운항지역 현황
3. 5톤미만 소형어선의 유형별 조난사고 현황
4. VHF 무선설비를 이용한 어선관리체계 현황

제2장 소형어선의 무선설비 이용 현황

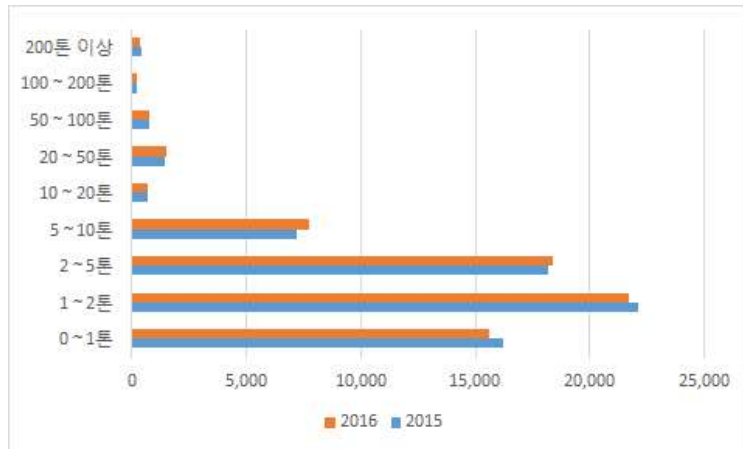
1. 5톤 미만 소형어선의 톤수별 통계

1.1 어선 통계

- 2016년 기준 국내 등록 어선의 수는 66,970척이며 이는 2015년 67,226척에 비해 256척 감소한 수치이다.
- 5톤 미만의 소형어선은 2016년 55,658척으로 전체 어선의 83.1%에 해당하며, 이는 2015년 56,542척 대비 884척 감소한 수치이다.

[표 2.1] 등록어선 통계 (2016년, 해양수산부)

| 구 분 | 총 척 수 | |
|------------|--------|--------|
| | 2015 | 2016 |
| 0 ~ 1톤 | 16,236 | 15,576 |
| 1 ~ 2톤 | 22,123 | 21,726 |
| 2 ~ 5톤 | 18,183 | 18,356 |
| 5 ~ 10톤 | 7,172 | 7,722 |
| 10 ~ 20톤 | 672 | 730 |
| 20 ~ 50톤 | 1,440 | 1,489 |
| 50 ~ 100톤 | 743 | 750 |
| 100 ~ 200톤 | 256 | 244 |
| 200톤 이상 | 401 | 377 |
| 합 계 | 67,226 | 66,970 |



<그림 2.1> 등록어선 통계 현황(2015~2016)

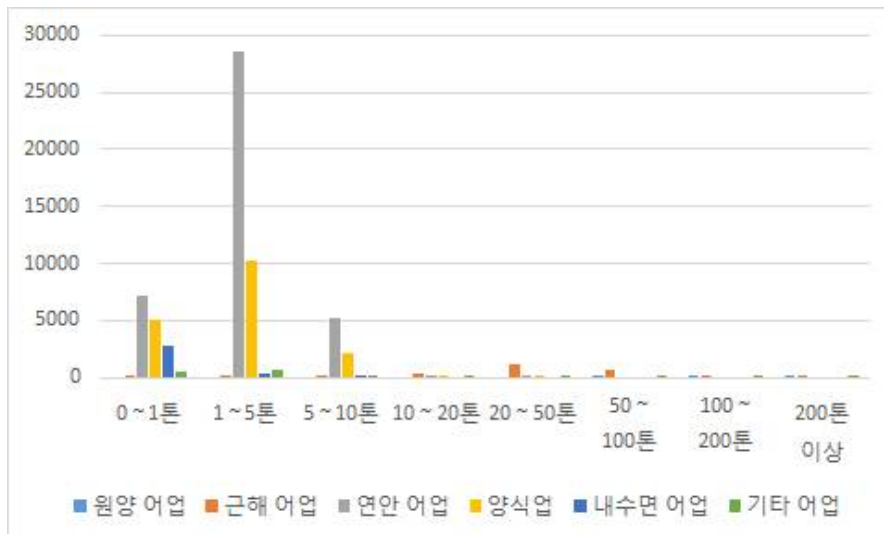
1.2 업종별 어선 통계

- 2016년 기준 국내 업종별 등록어선의 통계는 [표 2.2]와 같다.
- 5톤 미만의 소형 어선인 경우, 대부분이 연안어업 및 양식업에 종사하였으며 기타어업은 어획물운반선, 지도단속선, 시험 및 교습선을 의미한다.

[표 2.2] 등록어선의 업종별 통계 (2016년, 해양수산부)

| 구 분 | 총 척 수 | 업종별 척수 | | | | | |
|------------|--------|----------|----------|----------|--------|-----------|----------|
| | | 원양 어업 | 근해 어업 | 연안 어업 | 양식업 | 내수면 어업 | 기타 어업 |
| 0 ~ 1톤 | 15,576 | 0 | 8 | 7,108 | 5,127 | 2,769 | 564 |
| 1 ~ 2톤 | 21,726 | 0 | 181 | 28,570 | 10,263 | 303 | 765 |
| 2 ~ 5톤 | 18,356 | | 162 | 5,290 | 2,072 | 19 | 179 |
| 5 ~ 10톤 | 7,722 | | 285 | 96 | 210 | 0 | 139 |
| 10 ~ 20톤 | 730 | 0 | 1,135 | 102 | 44 | 0 | 208 |
| 20 ~ 50톤 | 1,489 | 9 | 637 | 0 | 0 | 0 | 104 |
| 50 ~ 100톤 | 750 | 15 | 186 | 0 | 0 | 0 | 43 |
| 100 ~ 200톤 | 244 | 234 | 46 | 0 | 0 | 0 | 97 |
| 200톤 이상 | 377 | 258 | 2,640 | 41,166 | 17,716 | 3,091 | 2,099 |
| 합 계 | 66,970 | | | | | | |

- 근해어업이란 총톤수 10톤 이상의 동력어선(動力漁船) 또는 수산자원을 보호하고 어업조정(漁業調整)을 하기 위하여 특히 필요하여 대통령령으로 정하는 총톤수 10톤 미만의 동력어선을 사용하는 어업을 말한다.(수산업법 제41조)
- 연안어업이란 무동력어선, 총톤수 10톤 미만의 동력어선을 사용하는 어업 및 구획어업(일정한 수역을 정하여 어구를 설치하거나 무동력어선 또는 총톤수 5톤 미만의 동력어선을 사용하여 하는 어업) 및 육상 해수양식어업(인공적으로 조성한 육상의 해수면에서 수산동식물을 양식하는 어업)을 제외한 것을 말한다.(수산업법 제41조)
- 내수면어업이란 내수면(하천, 댐, 호수, 늪, 저수지와 그 밖에 인공적으로 조성된 담수(淡水)나 기수(汽水: 바닷물과 민물이 섞인 물)의 물흐름 또는 수면)에서 수산동식물을 포획·채취하거나 양식하는 사업을 말한다.(내수면어업법 제2조)

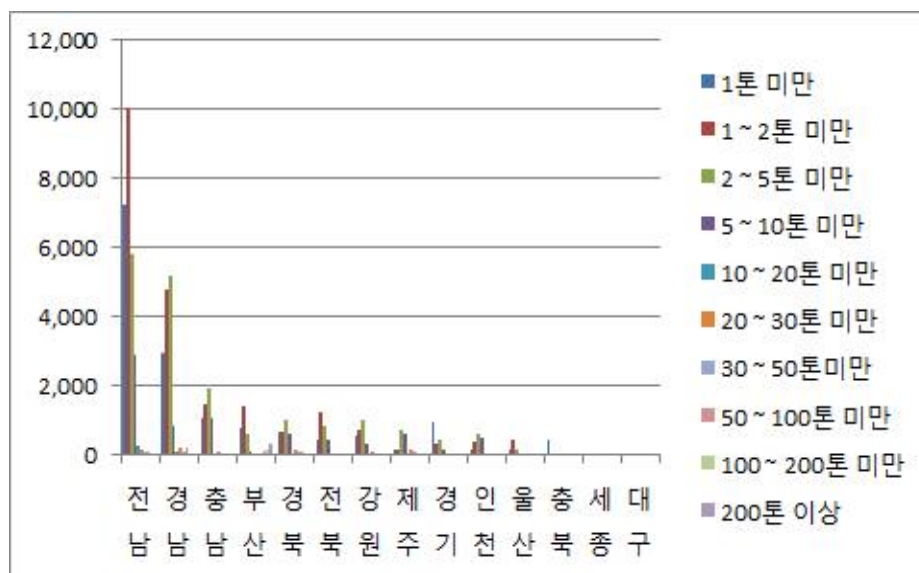


<그림 2.2> 등록어선의 업종별 통계 현황(2015~2016)

2. 5톤 미만 소형어선의 운항지역 현황

2.1 소형어선 등록 현황

- 5톤 미만 소형어선의 경우, 전체 55,658척 중 99.7%가 연안어업 이내에 종사하며 189척 만이 근해어업에 종사하는 것으로 조사되었다.
 - 근해어업은 주로 10톤 ~ 300톤급 대형 선박이 동·서·남해에서 조업
 - 연안어업은 주로 10톤 미만의 소규모·생계형 어업으로 해당 지자체 관리 수역에서 조업



<그림 2.3> 등록어선의 시도별 현황(2016)

[표 2.3] 등록어선의 시도별 어선세력 통계 (2016년, 해양수산부)

| 구분 | 2016 년도 | | | | | | | | | | |
|-----|---------|--------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|---------|
| | 계 | 1톤 미만 | 1~2톤 미만 | 2~5톤 미만 | 5~10톤 미만 | 10~20톤 미만 | 20~30톤 미만 | 30~50톤 미만 | 50~100톤 미만 | 100~200톤 미만 | 200톤 이상 |
| 합 계 | 66,970 | 15,576 | 21,726 | 18,356 | 7,722 | 730 | 1,016 | 473 | 750 | 244 | 377 |
| 전 남 | 26,709 | 7,245 | 10,073 | 5,799 | 2,921 | 267 | 157 | 87 | 101 | 44 | 15 |
| 경 남 | 14,469 | 2,962 | 4,763 | 5,182 | 856 | 121 | 215 | 105 | 228 | 34 | 3 |
| 충 남 | 5,833 | 1,052 | 1,484 | 1,943 | 1,098 | 58 | 114 | 55 | 28 | 0 | 1 |
| 부 산 | 3,570 | 783 | 1,394 | 597 | 114 | 9 | 47 | 17 | 114 | 150 | 345 |
| 경 북 | 3,401 | 656 | 676 | 1,031 | 587 | 67 | 172 | 84 | 120 | 2 | 6 |
| 전 북 | 3,143 | 444 | 1,252 | 865 | 468 | 60 | 27 | 4 | 22 | 0 | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|-----|-------|-----|----|-----|----|----|---|---|
| 강 원 | 2,843 | 558 | 717 | 1,016 | 325 | 68 | 88 | 18 | 51 | 2 | 0 |
| 제 주 | 1,942 | 154 | 168 | 725 | 587 | 44 | 155 | 82 | 23 | 2 | 2 |
| 경 기 | 1,921 | 957 | 351 | 426 | 180 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 인 천 | 1,819 | 179 | 414 | 604 | 518 | 13 | 21 | 12 | 45 | 9 | 4 |
| 울 산 | 873 | 145 | 429 | 167 | 68 | 21 | 18 | 9 | 16 | 0 | 0 |
| 충 북 | 434 | 428 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 세 종 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 대 구 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

- 5톤 미만 소형어선의 전국 비율은 전남(41.5%), 경남(23.2%), 충남(8.0%), 부산(5.0%) 순으로 등록되어 있으며, 지역별 5톤 미만 소형선 비율은 전남(86.6%), 경남(89.2%), 충남(76.8%), 부산(77.7%)로 이들 지역의 평균은 82.6%에 해당하였다.

- 5톤 미만 소형어선은 남해안 및 서해안에 집중 분포되어 연안 이내의 지역을 운항하는 것으로 조사되었다.

[표 2.4] 5톤 미만 어선의 시도별 어선 비율 (2016년, 해양수산부)

| 구분 | 전남 | 경남 | 충남 | 부산 | 전북 | 경북 | 강원 |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 비율(%) | 41.53 | 23.19 | 8.05 | 4.98 | 4.60 | 4.25 | 4.12 |
| 구분 | 경기 | 인천 | 제주 | 울산 | 충북 | 세종 | 대구 |
| 비율(%) | 3.12 | 2.15 | 1.88 | 1.33 | 0.78 | 0.01 | 0.01 |

2.2 소형어선 어업별 현황

- 각 시도별 어선의 어업별 종사 현황은 [표 2.5]와 같다.
- 5톤 미만의 어선이 많은 전남, 경남, 충남, 부산의 주 어업은 연안어업, 천해양식, 내수면어업, 구획어업 순으로 대부분 연안 수역 내의 어업 활동에 종사하고 있다.

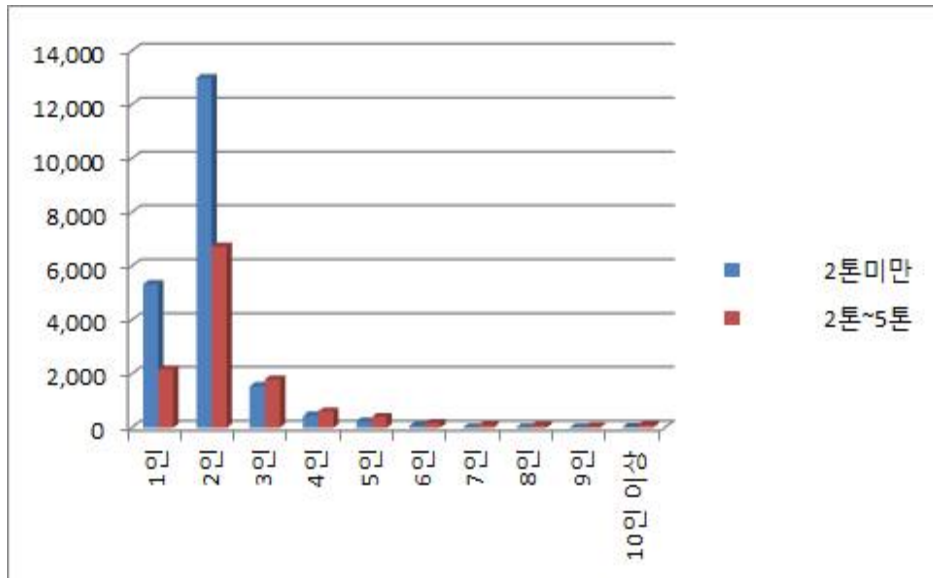
[표 2.5] 시도별 운항 어선 비율 (2016년, 해양수산부)

| 구분 | 2016 (단위:척) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|----|----|
| | 총계 | 전남 | 경남 | 충남 | 부산 | 경북 | 전북 | 강원 | 제주 | 경기 | 인천 | 울산 | 충북 | 세종 | 대구 |
| 총계 | 66,970 | 26,709 | 14,469 | 5,833 | 3,570 | 3,401 | 3,143 | 2,843 | 1,942 | 1,921 | 1,819 | 873 | 434 | 7 | 6 |
| 원양어업 | 258 | 0 | 1 | 0 | 242 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 근해어업 | 2,640 | 423 | 709 | 236 | 325 | 351 | 72 | 121 | 281 | 3 | 58 | 61 | 0 | 0 | 0 |
| 연안어업 | 38,338 | 10,171 | 11,502 | 3,967 | 2,166 | 2,322 | 1,770 | 1,985 | 1,533 | 719 | 1,391 | 742 | 0 | 0 | 0 |
| 구획어업 | 2,270 | 1,335 | 76 | 340 | 14 | 76 | 200 | 126 | 0 | 26 | 70 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 정치망어업 | 628 | 43 | 179 | 2 | 0 | 208 | 1 | 174 | 20 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 천해양식 | 17,716 | 13,316 | 1,419 | 858 | 394 | 221 | 956 | 94 | 48 | 255 | 138 | 17 | 0 | 0 | 0 |
| 내수면어업 | 3,091 | 216 | 390 | 306 | 271 | 184 | 61 | 320 | 0 | 876 | 0 | 23 | 431 | 7 | 6 |
| 기타 | 2,099 | 1,205 | 193 | 124 | 158 | 34 | 83 | 23 | 60 | 42 | 152 | 22 | 3 | 0 | 0 |

- 해수면어업(근해와 연안바다인 해수지역에서 종사하는 어업)의 종사 현황은 [표 2.6]과 같으며, 5톤 미만의 동력어선의 비율은 전체 39,475척 중 83.5%(32,977척)에 해당하였으며, 이중 1인이 승무하는 비율은 22.7%(7,500척), 2인이 승무하는 비율은 59.8%(19,724척)에 해당하였다.

[표 2.6] 동력선 척수별 승선원수 (농림어업총조사, 2015년, 통계청)

| 계 | 평균 승선원수별 동력선 척수 | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|
| | 동력선 척수 | 1인 | 2인 | 3인 | 4인 | 5인 | 6인 | 7인 | 8인 | 9인 | 10인 이상 |
| 계 | 39,475 | 7,885 | 21,231 | 4,505 | 1,856 | 1,405 | 633 | 409 | 344 | 233 | 974 |
| 2톤미만 | 20,742 | 5,339 | 12,995 | 1,550 | 453 | 242 | 82 | 19 | 14 | 9 | 39 |
| 2톤~5톤 | 12,235 | 2,161 | 6,729 | 1,796 | 608 | 395 | 181 | 107 | 89 | 54 | 115 |



<그림 2.4> 동력선의 승무원수 현황(2015)

2.3 소형어선 VHF 무선설비 보유 현황

- 소형어선의 VHF 무선설비는 해양수산부고시 제2015-18호에 의거, 2톤 이상의 어선에 강제 탑재하도록 규정(2017년 1월 1일 이후의 무선국 정기검사 시)까지 하고 있으며 그 현황은 [표 2.7]과 같다.
- 어업정보통신국에서 집계한 5톤 미만의 어선은 2017년 12월 기준으로 58,155척이나 교신가입 비율이 13%(7,578척)에 불과한 것은 전파법에 의한 40톤 미만의 어선은 2016년 12월 31일 까지 또는 2016년 12월 31일 이후의 정기검사 전까지 설치하면 되고, 2년마다 무선국 정기검사를 수검하므로 2018년 12월까지 많은 선박들의 교신가입이 이루어질 것으로 사료됨

[표 2.7] 5톤 미만 어선 현황 및 교신가입 현황 (2017년 12월, 어업정보통신국)

| 구 분 | 계(척) | 동 해(척) | 서 해(척) | 남 해(척) |
|-----------|--------|-------------|---------------|---------------|
| 5톤 미만 계 | 58,155 | 5,418(9.3%) | 29,186(50.2%) | 23,551(40.5%) |
| 1톤 미만 | 16,525 | 1,331 | 9,979 | 5,215 |
| 1 ~ 2톤 미만 | 22,719 | 1,846 | 11,500 | 9,373 |

| | | | | |
|-----------|----------|------------|-------|-------|
| 2 ~ 3톤 미만 | 8,060 | 999 | 3,236 | 3,825 |
| 3 ~ 5톤 미만 | 10,851 | 1,242 | 4,471 | 5,138 |
| 5톤 이상 | 12,111 | | | |
| 교신가입 | 5톤 미만(척) | 7,578(13%) | | |
| | 5톤 이상(척) | 8,132(67%) | | |

[표 2.8] 5톤 미만 어선 무선국 허가 현황 (2018년 2월. 한국방송통신전파진흥원)

| 구 분 | 계(척) | 어선 | 어선 외 |
|---------|--------|--------|-------|
| 2톤 미만 | 486 | 375 | 111 |
| 2톤 ~ 5톤 | 8,004 | 7,741 | 263 |
| 5톤 이상 | 15,954 | 11,501 | 4,453 |

3. 5톤 미만 소형어선의 유형별 조난사고 현황

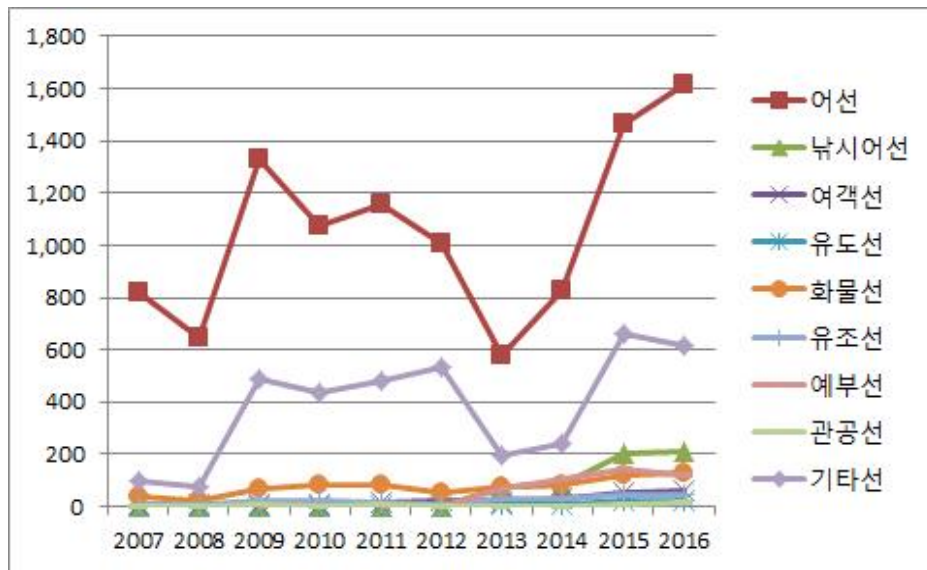
3.1 어선의 해양사고 현황

- 국내 선종별 해양사고 현황
 - 2007년~2016년의 10년간 해양경찰청에서 집계한 선종별 해양사고 현황은 [표 2.9]와 같다.
 - 전체 해양사고에서 어선의 사고 비율은 2007년 83.9%에서 차츰 감소하여 2016년 56.9%로 전체 비율은 27% 감소하였으나, 해양사고 개별 건수는 약 2배 증가하였다.

[표 2.9] 선종별 해양사고 현황 (2007~2016년. 해양경찰청)

| 구분 | 사고 선종별 척수 (단위:척) | | | | | | | | | |
|------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| 소 계 | 978 | 767 | 1,921 | 1,627 | 1,750 | 1,632 | 1,052 | 1,418 | 2,740 | 2,839 |
| 어선 (비율) | 821 (83.9%) | 646 (84.2%) | 1,331 (69.3%) | 1,075 (66.1%) | 1,156 (66.1%) | 1,005 (61.6%) | 577 (54.8%) | 824 (58.1%) | 1,467 (53.5%) | 1,615 (56.9%) |

| | | | | | | | | | | |
|------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 낚시어선 | - | - | - | - | - | - | 79 | 87 | 207 | 209 |
| 여객선 | 5 | 9 | 11 | 8 | 12 | 25 | 17 | 34 | 56 | 60 |
| 유도선 | - | - | - | - | - | - | 5 | 11 | 21 | 24 |
| 화물선 | 42 | 23 | 65 | 80 | 82 | 57 | 79 | 81 | 124 | 127 |
| 유조선 | 10 | 7 | 22 | 23 | 14 | 10 | 29 | 30 | 49 | 46 |
| 예부선 | - | - | - | - | - | - | 67 | 108 | 145 | 123 |
| 관공선 | 2 | 4 | 7 | 2 | 6 | 3 | 3 | 2 | 6 | 18 |
| 기타선 | 98 | 78 | 485 | 439 | 480 | 532 | 196 | 241 | 665 | 617 |



<그림 2.5> 선종별 해양사고 현황(2007~2016)

3.2 소형어선 최근 5년간 해양사고 발생 현황

- 최근 5년간 해양경찰에서 집계한 톤수별 해양사고 발생 현황은 [표 2.10]과 같다.
 - 5톤 미만의 선박은 5년 평균 41.2%의 해양사고 발생률을 보였다.

[표 2.10] 최근 5년간 톤수별 해양사고발생 현황 (해양경찰청)

| 구 분 | 2012년 | 2013년 | 2014년 | 2015년 | 2016년 |
|-------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| 계 | 1,632 척 | 1,052 척 | 1,418 척 | 2,740 척 | 2,839 척 |
| 5톤 미만(비율) | 732(44.9%) | 379(36.0%) | 531(37.4%) | 1,211(44.2%) | 1,234(43.5%) |
| 5톤 ~ 20톤 | 372 | 241 | 327 | 605 | 678 |
| 20톤 ~ 100톤 | 345 | 241 | 320 | 540 | 574 |
| 100톤 ~ 500톤 | 84 | 77 | 103 | 149 | 157 |
| 500톤 이상 | 99 | 114 | 137 | 235 | 196 |

- 최근 5년간 해양사고의 발생 유형은 [표 2.11]과 같다.
- 해양사고 유형은 5년 평균 기관손상(26.8%), 충돌(12.7%), 추진기손상(9.0%), 안전저해(8.6%), 침수(8.1%) 순이었으며, 선박사고와 관련하여 발생한 인명 피해 현황에 대한 비율은 기관손상(33.5%), 충돌(15.3%), 안전저해(12.6%), 추진기손상(8.9%), 좌초(4.6%) 순이었다.

[표 2.11] 유형별 해양사고 발생현황 (2012~2016년. 해양경찰청)

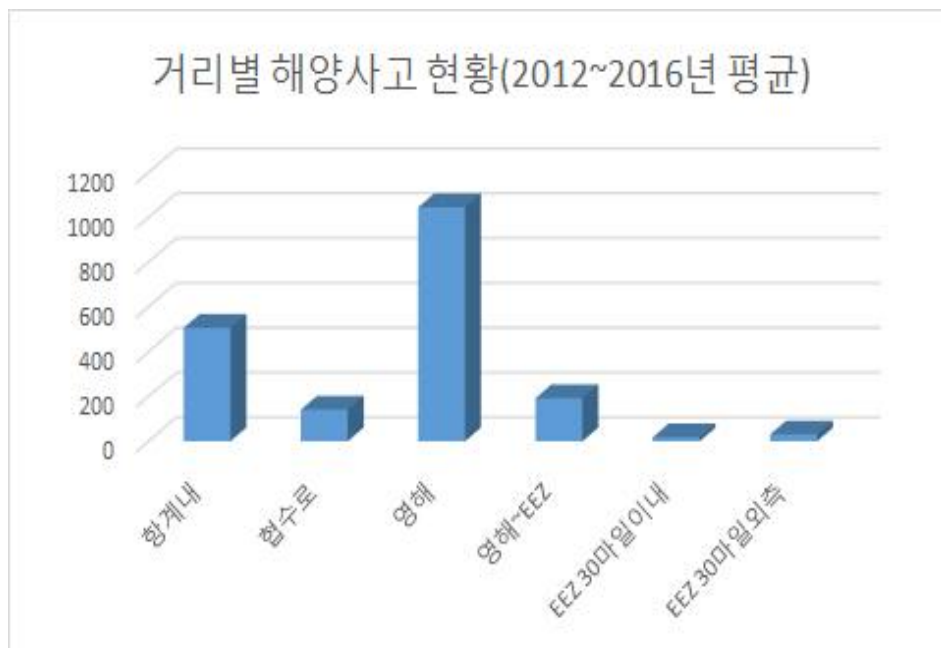
| 소 계 | 2012년 | | 2013년 | | 2014년 | | 2015년 | | 2016년 | |
|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 척수 | 인원 | 척수 | 인원 | 척수 | 인원 | 척수 | 인원 | 척수 | 인원 |
| 소 계 | 1,632 | 11,302 | 1,052 | 7,963 | 1,418 | 11,180 | 2,740 | 18,835 | 2,839 | 20,145 |
| 기관손상 | 499 | 4,069 | 256 | 1,826 | 330 | 3,344 | 751 | 5,991 | 759 | 8,027 |
| 충돌 | 167 | 1,541 | 225 | 1,819 | 230 | 2,178 | 298 | 2,361 | 311 | 2,729 |
| 추진기손상 | 171 | 1,960 | 115 | 1,381 | 62 | 373 | 240 | 1,437 | 282 | 1,046 |
| 안전저해 | - | - | - | - | 103 | 736 | 308 | 4,134 | 422 | 3,854 |
| 침수 | 222 | 450 | 77 | 210 | 85 | 175 | 193 | 351 | 204 | 408 |
| 기타 | 307 | 1,657 | 168 | 1,022 | 50 | 249 | 111 | 317 | 37 | 34 |
| 좌초 | 97 | 373 | 73 | 691 | 79 | 651 | 83 | 618 | 166 | 841 |
| 화재 | 87 | 908 | 77 | 670 | 96 | 407 | 122 | 514 | 109 | 311 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-------|
| 인명 사상 | - | - | - | - | 113 | 649 | 144 | 567 | 117 | 127 |
| 키손상 | 33 | 204 | 28 | 238 | 51 | 602 | 69 | 1,115 | 94 | 678 |
| 전복 | 49 | 140 | 33 | 106 | 43 | 80 | 45 | 88 | 67 | 86 |
| 운항 저해 | - | - | - | - | 57 | 614 | 89 | 464 | 118 | 377 |
| 접촉 | - | - | - | - | 50 | 375 | 76 | 492 | 50 | 1,343 |
| 해양 오염 | - | - | - | - | 26 | 61 | 105 | 0 | 35 | 0 |
| 침몰 | - | - | - | - | 22 | 576 | 38 | 93 | 43 | 51 |
| 조난 | - | - | - | - | 12 | 26 | 50 | 141 | 23 | 57 |
| 속구손 상 | - | - | - | - | 4 | 56 | 8 | 60 | 1 | 4 |
| 시설물 손상 | - | - | - | - | 5 | 28 | 4 | 73 | 1 | 172 |
| 폭발 | - | - | - | - | - | - | 6 | 19 | - | - |

- 2016년 해양경찰 통계에 의하면, 1명 이상의 사망사건은 총 48건이었으며, 어선에서 39건(5톤 미만 16건, 17명) 발생하였다.
- 5톤 미만의 어선 사고에서 5건(강릉, 서귀포, 포항, 속초, 평택)을 제외하고 11건이 남해안에서 발생하였으며 그 원인은 인명사상(10건), 충돌(2건), 침몰(2건), 좌초(1건), 전복(1건)이다.
- 5톤 미만의 어선 사고에서 실종사건은 총 30건이며, 5톤 미만은 8척 17명이었으며, 그 원인은 인명사상(6명), 충돌(1명), 침몰(10명)이었다.
- 최근 5년간 해양사고의 발생 해역별 현황은 [표 2.12]와 같다.
 - 5년간 해양사고 발생 해역은 영해(54.0%), 항계 내(26.2%), 영해~EEZ(9.9%), 협수로(7.3%)순으로 발생되었으며, 인명 발생은 영해(52.4%), 항계 내(20.1%), 영해~EEZ(14.7%), 협수로(7.8%) 순으로 조사되었다.

[표 2.12] 발생 해역별 해양사고 현황 (2012~2016년, 해양경찰청)

| 거리별 | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 척수 (척) | 인원 (명) | 척수 (척) | 인원 (명) | 척수 (척) | 인원 (명) | 척수 (척) | 인원 (명) | 척수 (척) | 인원 (명) |
| 소계 | 1,632 | 11,302 | 1,052 | 7,963 | 1,418 | 11,180 | 2,740 | 18,835 | 2,839 | 20,145 |
| 항계내 | 523 | 2,376 | 204 | 1,573 | 341 | 1,233 | 650 | 3,354 | 816 | 5,396 |
| 협수로 | 92 | 521 | 134 | 751 | 232 | 2,800 | 139 | 778 | 113 | 551 |
| 영해 | 811 | 5,583 | 562 | 3,532 | 663 | 5,365 | 1,640 | 11,510 | 1,553 | 10,407 |
| 영해~ EEZ | 167 | 1,759 | 124 | 1,851 | 137 | 1,188 | 255 | 2,648 | 280 | 2,782 |
| EEZ 30마일 내 | 11 | 645 | 11 | 95 | 18 | 291 | 19 | 187 | 32 | 229 |
| EEZ 30마일 외 | 28 | 418 | 17 | 161 | 27 | 303 | 37 | 358 | 45 | 780 |



<그림 2.6> 거리별 해양사고 현황(2012~2016)

- 최근 5년간 해양사고의 발생 시간 현황은 [표 2.13]과 같다.

- 5년간 해양사고는 주로 4~20시에 집중되어 있음을 알 수 있다.

[표 2.13] 발생 해역별 해양사고 발생 시간 (2012~2016년. 해양수산부)

| 구 분 | 0시 ~ 4시 | 4시 ~ 8시 | 8시 ~ 12시 | 12시 ~ 16시 | 16시 ~ 20시 | 20시 ~ 24시 | 합 계 |
|------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 2012 | 136 | 281 | 401 | 361 | 264 | 130 | 1,573 |
| 2013 | 111 | 223 | 246 | 235 | 169 | 109 | 1,093 |
| 2014 | 129 | 240 | 316 | 285 | 234 | 126 | 1,330 |
| 2015 | 176 | 382 | 521 | 475 | 353 | 194 | 2,101 |
| 2016 | 190 | 370 | 618 | 528 | 400 | 201 | 2,307 |
| 비 율 | 8.8% | 17.8% | 25.0% | 22.4% | 16.9% | 9.0% | 100% |

4. VHF 무선설비를 이용한 어선관리체계 현황

4.1 VHF-DSC에 의한 위치 자동발신 시스템

- 총톤수 2톤 이상 어선에 초단파대무선설비(VHF-DSC : Very High Frequency - Digital Selective Calling) 설치 의무화와 내수면 어업에 종사하는 어선을 제외한 모든 어선(어업, 어획물운반업 또는 수산물가공업에 종사하는 선박 및 수산업에 관한 시험·조사·지도·단속 또는 교습에 종사하는 선박)에 어선위치발신장치 설치가 의무화됨에 따라 어선의 안전운항을 확보하고 해양사고 발생시 신속한 대응을 위하여 수협중앙회 소속의 어업정보통신국에서 VHF 무선설비의 디지털선택호출(DSC) 장치를 이용한 위치자동발신 시스템을 구축하여 어선관리체계를 구성하고 있다.
- 기존 어업통신은 SSB 무선전화에 의한 음성통신으로 침몰, 화재 등의 긴급 해난사고 발생 시 정확한 위치확인 어려움과 조업정보 자료의 수집·관리에 한계가 있었으나, 디지털통신방식을 이용한 위치발신시스템의 도입으로 자동 처리되어 긴급 상황 시 빠른 대처 가능해졌다.
- 선박안전조업규칙 제23조(어업정보통신국에의 가입 및 위치보고 등)

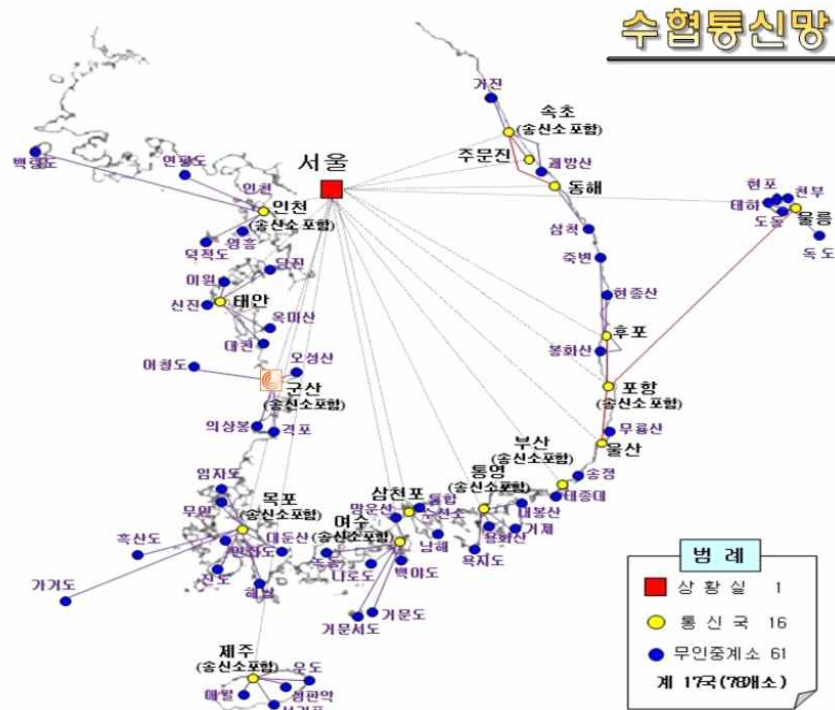
통신기가 설치된 어선은 선적항 또는 인근지역을 관할하는 어업정보통신국에 교신가입을 하여야 한다.



<그림 2.7> 어업정보통신국에 설치된 무선설비

4.2 어업정보통신국 현황

- 1960년 이전의 어선과 육상 간의 무선통신은 수산회사가 자사 소속 어선과의 업무연락을 위해 설치·운영되어 왔으나, 수산업협동조합(수협)의 발족과 더불어 어업통신 일원화 시책이 1962년 국무회의에서 결정되어 어업무선국을 수협중앙회에서 관장하도록 의결하였다. 1963년에 수협중앙회가 어업인의 해상 안전을 위해 서울, 주문진, 제주에 어업무선국을 개설하면서 시작된 어업통신사업은 2017년 현재 서울 상황실을 본부로, 전국 주요 16개 항구에 어업정보통신국이 설치되어 있으며 그 산하에 독도를 포함한 61개 중계소가 운영되고 있다.



<그림 2.8> 어업정보통신국 현황

- 어업정보통신국의 임무는 다음과 같다.
 - 출어선 안전조업지도 : 어선 동태파악, 월선·피랍 및 해양사고 예방지도, 조난 구조통신
 - 한일, 한중 EEZ 조업선 관리 : EEZ 일일조업위치 및 입·출역 관리, 어획실적보고에 관한 정보의 수집 및 통계관리, 상대국과의 정보 교환업무
 - 어선 긴급보고 통신 : 해상에서의 통합방위작전 지원통신
 - 방재업무 수행 : 기상특보에 따른 출어선 대피 지도, 수산시설 피해예방지도 및 현황파악
 - 수산데이터베이스 구축 운영 : 어선조업상황 DB 및 EEZ/TAC 시스템 운영
 - 어업인 소득증대 지원 통신 : 해황 어황 및 어선의 항정, 조업상 주의사항 전달, 조업관리에 관한 어선과 선주 간 의사 소통
 - 안전조업에 관한 어업인 교육 : 긴급보고요령, 무선통신운용, 통신보안 및 정부시책 등



<그림 2.9> 대한민국 배타적 경제수역(EEZ)

4.3 VHF-DSC 운영국 시스템

- 관할 중계소 시스템을 원격으로 제어하고 상태정보를 확인하도록 구성되어 있으며, 자동 수신되는 어선 조업정보 Data를 서버에 저장하여 전자해도 상에 표현하고 어선과의 음성통신 내용을 저장하는 기능을 가지고 있다.
- 안전조업상황실에 구축된 종합관제 시스템의 장애 발생 시 운영국 시스템이 종합관제 시스템의 각종 제어 기능을 독립적으로 수행한다.



<그림 2.10> 어업정보통신국의 VHF-DSC 시스템 구성도



<그림 2.11> 어업정보통신국의 VHF-DSC 시스템의 수신된 조난 메시지

4.4 어선위치발신장치 선박패스(V-Pass) 시스템

- 어선법 제5조의2제1항 단서에 따라 해양사고 발생 시 신속한 대응을 위해 어선의 위치 및 긴급 구조신호를 발신하며, 어선의 출항·입항 신고를 자동으로 처리할 수 있는 장치로서 897MHz대역의 주파수를 사용하는 선박패스(V-Pass) 장치를 해양경찰에서 2011년 ~ 2016년의 5년간에 걸쳐 어선(무동력선, 내수면어업 종사하는 어선, 원양어선 등 제외) 66,000척에 보급하였다.

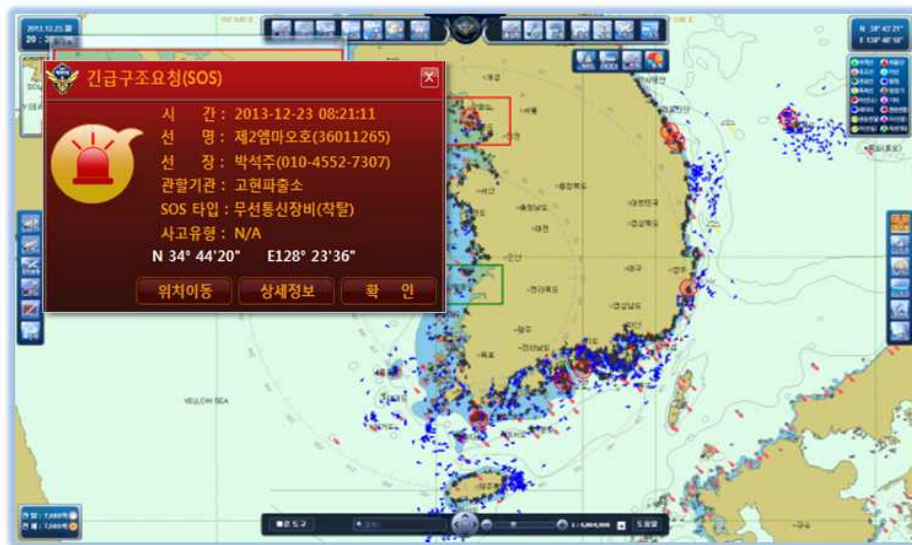
- 선박패스 장치의 시스템 구성은 다음과 같다.



<그림 2.12> 해양경찰 V-Pass 시스템 구성도

- 선박패스(V-Pass) 장치에서 발신되는 정보는 다음의 사항이 포함되어 있다.
 - 어선의 식별번호
 - 어선의 위치
 - 어선의 속력

- 어선의 침로
- 시각
- 어선의 소유자 또는 선장은 항·포구에 입항 또는 수리 등을 위하여 장기간 운항을 중단한 경우 외에 항해 또는 조업 중에는 선박패스(V-Pass)장치의 작동을 유지하도록 하여 비상시를 대비하고 있다.



<그림 2.13> 해양경찰 V-Pass 시스템 전자해도 상의 조난신호 수신화면

제3장 해상용 VHF 무선설비의 이용 현황

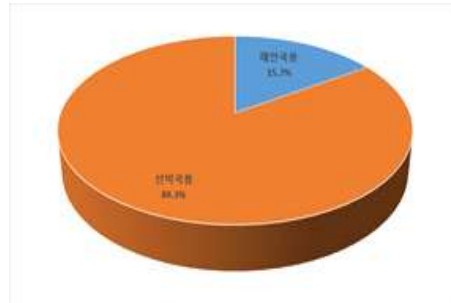
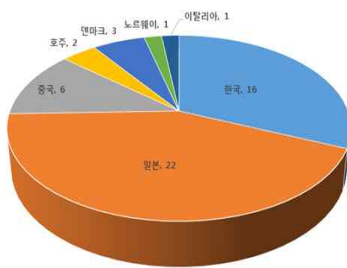
1. 국내외 제조사별 VHF 무선설비의 종류 및 기능
2. VHF 무선설비의 규격 및 기술 적용 범위
3. VHF 무선설비의 원격 송수신이 가능한 장치 현황
4. 국내외 해상무선설비 제도화 절차 및 현황

제3장 해상용 VHF 무선설비의 이용 현황

1. 국내외 제조사별 VHF 무선설비의 종류 및 기능

1.1 국내 제조사별 VHF 무선설비의 종류 및 기능

- 1) 해상이동업무용 디지털선택호출장치(VHF 송수신기) 적합인증 현황
 - 국립전파연구원의 적합인증 현황을 조사한 결과, 총 51종의 장비가 적합인증을 획득함 (2006.11 ~ 2017.10 기준)
 - 한국이 16개, 일본 22개, 중국 6개, 덴마크 3개, 호주 2개, 노르웨이 1개, 이탈리아 1개 모델에 대해 인증 받았으며, 전체 51개 중 해안국용은 8개(15.7%)에 해당함



<그림 3.1> 국가별, 용도별 VHF 무선설비의 인증 현황

- 국산 VHF 무선설비는 총 51종의 모델 중 9종(17.6%)으로 조사됨

[표 3.1] 국내 VHF 무선설비 적합인증 현황(2006.11~2017.10, 국립전파연구원)

| 순번 | 인증자 상호 | 제조사(국가) | 모델명 | 인증일자 | 비고 |
|----|------------|---------------------|----------|-------------|-----|
| 1 | (주)엠케이아이엔티 | Jotron AS (노르웨이) | TR-7740C | 2017.10.16. | 해안국 |
| 2 | 오앤티 | ICOM inc(일본) | GM600 | 2017.07.26. | |

| | | | | | |
|----|------------------------|------------------------------------|----------------|-------------|-----|
| 3 | 케이엠이(KME) | 한국 | NVR-1000 | 2017.03.24. | |
| 4 | 오애플 | ICOM inc(일본) | IC-M424G | 2016.12.20. | |
| 5 | 엠씨테크 | ICOM inc(일본) | IC-M504A | 2016.12.07. | |
| 6 | 메이즈텍 | GME(호주) | GX600DM | 2016.11.30. | |
| 7 | 마린전자상사 | ELMAN S.r.l.(이탈리아) | RTV-1124 | 2016.11.02. | 해안국 |
| 8 | (주)에스알씨 | 한국 | SVR100 | 2016.08.23. | 해안국 |
| 9 | (주)지엠티 | 한국 | EyeCom-VHF-CSD | 2016.08.19. | 해안국 |
| 10 | (주)지엠티 | 한국 | EyeCom-VHF DSC | 2016.08.18 | 해안국 |
| 11 | 오애플 | ICOM inc(일본) | IC-M506 | 2016.06.02. | |
| 12 | (주)지엠티 | ICOM inc(일본) | IC-M504A | 2016.04.18. | |
| 13 | 해전통상 | ICOM inc(일본) | IC-M424G | 2015.10.26. | |
| 14 | 금호마린테크(주) | Quanzhou Risen Electronics (중국) | mVHF-7050 | 2015.07.01. | |
| 15 | (주)연화애크 | GME(호주) | GX600D | 2015.05.29. | |
| 16 | 해전통상 | ICOM inc(일본) | IC-M424 | 2014.11.06. | |
| 17 | (주)지투아이씨티 | 한국 | VHFBASE25 | 2013.12.17. | 해안국 |
| 18 | Thrane & Thrane A/S | Thrane & Thrane(덴마크) | SAILOR 6222 | 2013.05.16. | |
| 19 | 오애플 | ICOM inc(일본) | IC-M504A | 2013.04.29. | |
| 20 | 오애플 | ICOM inc(일본) | IC-M424 | 2013.04.29. | |
| 21 | (주)신동디지털 | Furono (일본) | FM-8900S | 2013.03.15. | |

| | | | | | |
|----|----------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|-----|
| 22 | 보성선박전자장비(주) | Pony Electoric(일본) | MT-550 | 2012.12.24. | |
| 23 | 서울텔엔지니어링(주) | 한국 | ST-VHF-L25 | 2012.11.19. | 해안국 |
| 24 | 광인정보통신(주) | 한국 | KD-2500 VHF Transceiver | 2012.10.26. | 국산 |
| 25 | (주)에스알씨 | 한국 | CVH100 | 2012.06.28. | 국산 |
| 26 | 엘쓰리마린시스템코리아(주) | Thrane & Thrane(덴마크) | SAILOR 6222 VHF DSC | 2012.05.03. | |
| 27 | Yaesu Musen Co., Ltd | Yaesu Musen(일본) | GX-5500S | 2012.02.01. | |
| 28 | Yaesu Musen Co., Ltd | Yaesu Musen(중국) | GX-2100 | 2011.12.20. | |
| 29 | 블루오션이엔씨(주) | VERTEX Standard HK(중국) | GX-1100S | 2011.12.20. | |
| 30 | 해전통상 | ICOM inc(일본) | IC-M504 | 2011.06.03. | |
| 31 | (주)지씨에스씨 | 한국 | CSIT-1025BS | 2010.10.21. | 해안국 |
| 32 | 한빛전자 | 한국 | HVD-200R | 2010.07.30. | 국산 |
| 33 | 종합전자통신(주) | VERTEX Standard Co., Ltd. (일본) | GX1000S | 2010.07.21. | |
| 34 | 종합전자통신(주) | VERTEX Standard Co., Ltd. (일본) | GX5500S | 2010.07.13. | |
| 35 | 종합전자통신(주) | VERTEX Standard Co., Ltd. (일본) | GX1500S | 2010.02.17. | |
| 36 | 종합전자통신(주) | Garmin international(중국) | VHF100 | 2009.10.27. | |
| 37 | 보성선박전자장비(주) | Pony Electoric(일본) | MT-700 | 2009.04.06. | |
| 38 | 바르질라마린시스템즈코리아(주) | Thrane & Thrane(덴마크) | DEBEG RT5022 | 2008.10.22. | |

| | | | | | |
|----|-----------------|-----------------------------|------------------|-------------|----|
| 39 | 해전통상 | ICOM inc(일본) | IC-M411 | 2008.07.31. | |
| 40 | 보성선박전자장 비(주) | Pony Electoric(일본) | MT-500 | 2008.07.04. | |
| 41 | KJ무선(주) | JRC(일본) | JHS-770S | 2008.05.08. | |
| 42 | (주)사라콤 | 한국 | RH-60 | 2008.02.04. | 국산 |
| 43 | (주)사라콤 | 한국 | RH-32 | 2008.01.07. | 국산 |
| 44 | (주)지씨에스씨 | 한국 | CSIT-1025BR C | 2007.11.29. | 국산 |
| 45 | (주)신동디지텍 | Furuno(일본) | FM-8800D | 2007.08.31. | |
| 46 | (주)신동디지텍 | Furuno(일본) | FM-8800S | 2007.07.30. | |
| 47 | 종합전자통신(주) | Uniden USA (중국) | UM525 | 2007.06.04. | |
| 48 | 삼영이엔씨(주) | 한국 | STR-6000A | 2007.01.18. | 국산 |
| 49 | 삼영이엔씨(주) | 한국 | STR-600A | 2006.12.26. | 국산 |
| 50 | 삼영이엔씨(주) | 한국 | STR-6000B | 2006.12.26. | 국산 |
| 51 | 금호마린테크(주) | Navico Asia Pacific (중국) | VHF7100 | 2006.11.29. | |

2) 주요 적합인증 VHF 장치의 종류별 기능

- 51개의 적합인증 VHF 장치에서 인지도 및 현장 점유율이 높은 20개의 VHF 장치에 대한 기능을 분석하였으며, 전체 장비의 공통점 및 개별 장치의 특성을 종합하면 [표 3.2]와 같음

[표 3.2] 주요 적합인증 VHF 장치의 기능 특성 비교

| VHF 장비들의 공통점 | 장비별로 포함하는 기능 | AIS-SART & DSC 신호 발생 시 |
|--|--|---|
| 1) 위치 정보 획득을 위하여 NMEA 형식의 GPS 신호를 데이터로 받음 (GLL, GGA, RMC, GNE) 2) 기본 내장형 스피커 외 External 스피커를 위하여 단자를 제공하고있음. 경우에 따라서는 Fog Horn(or Amp)과 연결할 수 있는 단자까지 제공 3) VDR에 음성이 기록되어야 하므로 VDR로 입력될 수 있도록 음성 출력 포트를 제공 4) 수신된 DSC 메시지를 데이터로 외부로 Output, 플로터 등에서 확인 가능 | 1) 기본 마이크로폰 외에 핸드셋을 옵션으로 두어 원격에서 장비를 운용할 수 있음 2) 두 대 이상의 경우 Intercom 기능을 포함하는 장비 있음 3) AIS 데이터를 NMEA로 받는 장비 또는 직접 수신부를 포함하여 바로 수신하는 장비가 있음. 이 경우 AIS 타겟에서 직접 DSC 호출을 하는 기능을 포함함 4) AIS 데이터 및 GPS 데이터를 플로터 등 타 장비에 공급하는 기능이 있음 | 1) DSC 수신부는 VHF 장비들은 기본으로 탑재하고 있으므로 Alert 신호의 수신에 문제가 되지 않음 2) AIS-SART 의 Alert 신호는 AIS 수신부 또는 AIS와 연동하는 기능이 있는 VHF는 Alert 신호를 수신할 수 있음 3) 이렇게 수신된 Alert 신호는 기본 스피커 외 External 스피커 등으로 Alert 수신을 가청신호로 가능 |

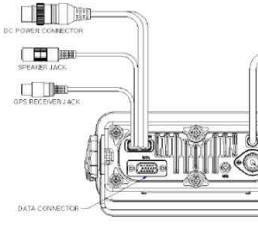

3) 주요 국내 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성

- 국내 적합인증 VHF 무선설비 중 국내 제조사에 의한 장비는 모두 9종이며, 이중 시장 점유율이 높은 무선설비에 대한 주요 특성을 [표 3.4]에 나타내었다.
- 한국방송통신전파진흥원의 무선국 허가 통계를 참조하면, 국산 VHF 무선 설비는 삼성이앤씨의 STR-6000B 모델이 5톤 미만 소형선박에 67.6%의 비율로 가장 많이 탑재되어 있음을 알 수 있다.

[표 3.3] 5톤 미만 소형 어선의 VHF 무선설비 허가 현황(2017.12, 전파진흥원)

| 순위 | 제조사 | 모델명 | 보유선박척수 | 점유율 |
|----|---------------------|-----------|--------|--------|
| 1 | 삼영이엔씨 | STR-6000B | 6,196 | 67.63% |
| 2 | SIMRAD | RS-12 | 1,804 | 19.69% |
| 3 | Navico Asia Pacific | VHF-7100 | 479 | 5.23% |
| 4 | ICOM inc | IC-M424G | 128 | 1.40% |
| 5 | GME | GX-600DM | 110 | 1.20% |

[표 3.4] 주요 국내 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성


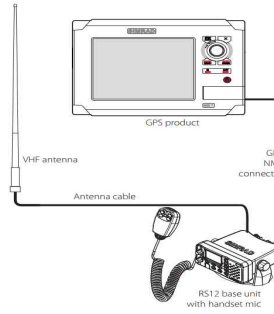

| 순 번 | 사 진 | 제 조 사 (모 델 명) | 제 조 국 (공 급 사) | 등 급 (Class) | 주 요 인 터 페 이 스 |
|--------|--|------------------------------|------------------------------|-------------------|--|
| 1 |  | 삼영이엔씨 (STR-6000A) | 한국 | Class A VHF | 1) GPS 신호 수신 케이블 (NMEA 0183) 2) Serial 9pin Data 커넥터 (VDR 데이터 연결, 프로그래밍, 프린트 연결, 원격 마이크 연결, 데이터 연결 등)  |
| 2 |  | 삼영이엔씨 (STR-6000B) | 한국 | Class D VHF | 1) GPS 신호 수신 케이블 (NMEA 0183) 2) Serial 9pin Data 커넥터 (VDR 데이터 연결, 리모트 인터페이스 제공)  |
| 3 |  | (주)에스알씨 (CVH100) | 한국 | Class A VHF | 1) NMEA 0183 (D-sub 9핀 Serial 포트)를 이용하여 데이터 입출력) 2) VDR 오디오 출력, 음성 통신 기록을 위한 VDR 포트 3) 외부 스피커 설치 가능  |
| 4 |  | (주)에스알씨 (CVH100D) | 한국 | Class D VHF | 1) NMEA 0183 (D-sub 9핀 Serial 포트)를 이용하여 데이터 입출력-외부 GPS 신호 수신가능) 2) VDR 오디오 출력, 음성 통신 기록을 위한 VDR 포트 3) 외부 스피커 설치 가능 4) GPS 내장 5) AIS 데이터 수신 및 표출 가능 6) 통신 기록 및 AIS, 채널, 볼륨, 스켈치, 동작 상태 등 선박교통관제 시행 규칙의 “제12조 관제통신 녹음 등”의 정보 기록  |


1.2 국외 제조사별 VHF 무선설비의 종류 및 기능



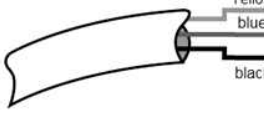

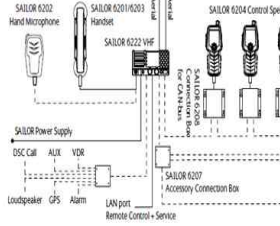
1) 주요 국외 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성

- 5톤 미만 소형어선에 탑재된 VHF 무선설비 중 가장 점유율이 높은 장비는 영국 SIMRAD 사의 RS-12 모델이며 19.6%의 점유율을 기록했으며, 중국의 Navico Asia Pacific에서 제작한 VHF-7100 모델은 5.2%의 점유율을 가졌다.
- 상기 모델 외의 VHF 무선설비는 1% 이하의 점유율을 기록하여 외국제품보다는 국산제품을 선호하는 것으로 나타났다.
- 주요 국외 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성을 분석하여 [표 3.5]에 나타내었다.





[표 3.5] 주요 국외 제조사의 VHF 무선설비 주요 특성




| 번 호 | 사 진 | 제 조 사 (모델명) | 제 조 국 (공급사) | 등 급 (Class) | 주요 인터페이스 | |
|--------|---|------------------------------------|------------------------|-------------------|--|---|
| 1 |  | SIMRAD (RS-12) | 영국 | Class D VHF | 1) NMEA 0183 Input : GLL, GGA, RMC, GNS Output : DSC, DSE 2) 외부 GPS 신호 수신가능 3) 외부 스피커 설치 가능 4) NMEA 2000 포트 제공 |  |
| 2 |  | Navico_ Simrad (VHF 7100) | 중국 (금호 마린 테크) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 I/O Baud rate 4,800bps GPS 용 시리얼 포 트 | - |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|-------------|-------------------|--|--|
| 3 |  | I-COM (GM600) | 일본 (오앤피) | Class A VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL, VTG 출력 : DSC, DSE |  |
| 4 |  | I-COM (IC-M506) | 일본 (오앤피) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL, VTG 출력 : DSC, DSE 2) AIS Receiver 포함 AIS 타겟 선박에 DSC 바로 전송 가능 3) 마지막 2분간의 통신 음성 기록 기능 4) GPS 정보(위치, COG, SOG , AIS 데이터, DSC 정보, 채널 정보 등을 NMEA로 전송 가능 5) Foghorn Signal | - |
| 5 |  | I-COM (IC-M504) | 일본 (오앤피) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL, VTG 출력 : DSC, DSE |  |

| | | | | | | |
|---|--|--|------------------|-------------------|---|--|
| 6 |  | I-COM (IC-M424) | 일본 (오앤피) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL, VTG 출력 : DSC, DSE 2) AIS 연동 시 DSC 호출기능 3) 원격 컨트롤 기능 마이크 HM-195B/SW 연동 시 어느 장소에서도 모든 기능 사용 가능 | - |
| 7 |  | GME (GX600 DM) | 호주 (연화 엠텍) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL 출력 : DSC, DSE 2) 원격 컨트롤 기능 RM600D 리모트 유닛 연동 시 어느 장소에서도 모든 기능 사용 가능 | NmEa WirING  |
| 8 |  | Thrane & Thrane (SAILOR 6222) | 덴마크 (T & T) | Class A VHF | 1) NMEA 0183 GPS, AIS 등 입력 2) 원격 컨트롤 기능 LAN 포트를 통한 서비스 3) GPS, VDR, Alarm 등 출력 |  |

| 9 |  | FURUNO (FM-8900S) | 일본 (신동 디지털) | Class D VHF | 1) Junction Box 연결 시 GNSS, VDR, Alarm, INS, AIS/ Plotter 연동 |  | | | | | | | | | | |
|-----------|--|---|------------------------------|-------------------|---|--|------|-------------|----------|-----------------------------------|--------|--|-----------|---|-----------|-------------------------------|
| 10 |  | M-Tech_ Pony electronic (MT-550) | 일본 (보성 선박 전자 장비) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL 출력 : DSC 2) AIS 수신부 내장 3) AIS Data Output | <table border="1"><thead><tr><th>Wire</th><th>Description</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Brown</td><td>NMEA Rx(+) 4800 tps for GPS input</td></tr><tr><td>2. Red</td><td>NMEA Tx(+) 38400 tps for AIS data output</td></tr><tr><td>3. Orange</td><td>NMEA Tx(+) 4800 tps for DSC data output</td></tr><tr><td>4. Shield</td><td>GND(NMEA Tx(-), Rx(-)) Common</td></tr></tbody></table> <p>Pins 2, 3 & 4 reserved for AIS / DSC / PC printer interface Pin 5-8 reserved for Flash programmer</p> | Wire | Description | 1. Brown | NMEA Rx(+) 4800 tps for GPS input | 2. Red | NMEA Tx(+) 38400 tps for AIS data output | 3. Orange | NMEA Tx(+) 4800 tps for DSC data output | 4. Shield | GND(NMEA Tx(-), Rx(-)) Common |
| Wire | Description | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Brown | NMEA Rx(+) 4800 tps for GPS input | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Red | NMEA Tx(+) 38400 tps for AIS data output | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Orange | NMEA Tx(+) 4800 tps for DSC data output | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Shield | GND(NMEA Tx(-), Rx(-)) Common | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 |  | M-Tech_ Pony electronic (MT-700) | 일본 (보성 선박 전자 장비) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA, GNS, GLL 출력 : DSC, 위치 정보 2) Fog Horn Signal 3) 리모트 마이크론 (10M) 4) Intercom 운용 가능 | - | | | | | | | | | | |

| 12 |  | M-Tech_Pony electronic (MT-500) | 일본 (보성 선박 전자 장비) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 입력 : RMC, GGA 출력 : DSC, 위치 정보 | <div><div>Data Connector (Rear Panel)</div><div><div>1 NMEA Rx (+) Brown</div><div>2 NMEA Rx (-) Red</div><div>3 NMEA Tx (+) Orange</div><div>4 Ground/Tx (-) Shield</div><div>5 Clock Green</div><div>6 Reset Blue</div><div>7 PDI Gray</div><div>8 PDO Purple</div></div><div></div></div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--|------------------------------|-------------------|---|---|------------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| 13 |  | Standard Horizon_ Yaesu Musen (GX-550 OS) | 일본 (Yaesu Musen) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 GPS 데이터 I/O 가능 DSC 데이터 Output 2) External Speaker 3) Power Amp Horn (30W) | <table><tr><th>Wire Color/Description</th><th>Connect</th></tr><tr><td>WHITE - External Speaker (+)</td><td>Connect to external 4 Ohm</td></tr><tr><td>SHIELD - External Speaker (-)</td><td>Connect to external 4 Ohm</td></tr><tr><td>RED - PA Speaker (+)</td><td>Connect to external 4 Ohm</td></tr><tr><td>SHIELD - PA Speaker (-)</td><td>Connect to external 4 Ohm</td></tr><tr><td>BLUE - NMEA GPS Input (+)</td><td>Connect to NMEA (+) out</td></tr><tr><td>GREEN - NMEA GPS Input (-)*</td><td>Connect to NMEA (-) out</td></tr><tr><td>GRAY - NMEA DSC Output (+)</td><td>Connect to NMEA (+) in</td></tr><tr><td>BROWN - NMEA GPS Output (-)*</td><td>Connect to NMEA (-) in</td></tr></table> | Wire Color/Description | Connect | WHITE - External Speaker (+) | Connect to external 4 Ohm | SHIELD - External Speaker (-) | Connect to external 4 Ohm | RED - PA Speaker (+) | Connect to external 4 Ohm | SHIELD - PA Speaker (-) | Connect to external 4 Ohm | BLUE - NMEA GPS Input (+) | Connect to NMEA (+) out | GREEN - NMEA GPS Input (-)* | Connect to NMEA (-) out | GRAY - NMEA DSC Output (+) | Connect to NMEA (+) in | BROWN - NMEA GPS Output (-)* | Connect to NMEA (-) in |
| Wire Color/Description | Connect | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WHITE - External Speaker (+) | Connect to external 4 Ohm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SHIELD - External Speaker (-) | Connect to external 4 Ohm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RED - PA Speaker (+) | Connect to external 4 Ohm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SHIELD - PA Speaker (-) | Connect to external 4 Ohm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLUE - NMEA GPS Input (+) | Connect to NMEA (+) out | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GREEN - NMEA GPS Input (-)* | Connect to NMEA (-) out | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAY - NMEA DSC Output (+) | Connect to NMEA (+) in | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BROWN - NMEA GPS Output (-)* | Connect to NMEA (-) in | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 |  | Standard Horizon_ Yaesu Musen (GX-550 OS) | 일본 (Yaesu Musen) | Class D VHF | 1)NMEA 0183 GPS 데이터 I/O 가능 DSC, AIS 데이터 Output 2) AIS 수신기 내장 3) 30W Power Amp 가능 4) 원격 제어 가능 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|----|--|--|------------------------|-------------------|---|---|
| 15 |  | VERTEX Standard Standard Horizon (GX-1100) | 일본 (종합 전자 통신) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 GPS 데이터 Input | - |
| 16 |  | VERTEX Standard_S standard Horizon (GX1500S) | 일본 (종합 전자 통신) | Class D VHF | 1) NMEA 0183 Input : GLL, GGA, RMC, GNS Output : DSC, DSE | - |
| 17 |  | JRC (JHS-770S) | 일본 (KJ무선) | Class A VHF | 1) NMEA 0183 Input : GLL, GGA, RMC, GNS Output : DSC, DSE 2) AIS 연동 가능 - AIS 타겟에 DSC 전송 3) Intercom 기능 포함 | - |

2. VHF 무선설비의 규격 및 기술 적용 범위

2.1 VHF 무선설비에 대한 국제 규격 및 적용 범위

1) 공통사항

- ITU-R M.493-14에서는 해상이동업무용 DSC 기술 표준을 나타내고 있으며 선외추락 경보장치에 대해 다음과 같이 권고하고 있다.
 - VHF DSC를 사용하는 선외추락 경보장치는 Open Loop(전 무선국 장치) 또는 Closed Loop(지정 무선국 장치)로 작동할 수 있어야 함
 - 전자측위장비가 내장되어야 하고, VHF DSC 채널 70에서 동작하는 송신기와 ITU-R M.1371에 따른 AIS 송신기가 있어야 한다.
 - 장치의 작동 및 DSC 응답 메시지의 수신을 지정하는 시각적 지시기가 있어야 함
 - 수동 및 자동 작동, 수동 작동 중지가 가능해야 함
 - ITU-R M.585에 따른 부호화된 식별 번호로 프로그램 되어야 하며, 사용자가 식별번호를 변경할 수 없어야 함
 - 식별 번호는 장치 외부에 눈에 잘 보이게 영구적으로 표시해야 함

2) 송·수신 특성

- 선외추락 경보장치의 오발신을 방지하기 위해 송신을 위해 간단하고 독립적인 두 가지 수단을 구현해야 함
 - 첫째 방법은 착탈식 커버에 의한 스위치의 보호 또는 자석의 접촉 기능과 같은 수동 동작에 의해서
 - 두 번째 방법은 물센서에 의해 자동 작동일수 있음
- 초기 전송은 사용자의 오작동을 중지할 수 있도록 30초를 초과하지 않는 시간 이내에 지연시간이 적용되어야 하며, 청각 및 시각적 표시가 제공되어야 함
- 선외추락 경보장치는 조난 취소 메시지를 송신할 수 있어야 함
- 조난 경보를 송신하였으나 응답을 받지 못한채로 선외추락 경보장치를 끄는 경우에는 선외추락 경보장치가 조난 경보 취소 메시지를 송신하게 해야 함
- DSC 조난경보 응답 메시지 또는 DSC 조난경보 중계 응답 메시지가 선외추락 경보장치에서 수신되면, DSC 송신기는 꺼져야함. 선외추락 경보장치는 응답 메시지의 수신을 지시해야 함
- VHF DSC를 사용하는 Open Loop 선외추락 경보장치는 조난의 종류로

“ManOverboard”를 설정해야하고 후속 통신 필드는 “No Information”으로 설정해야 하며, 초기 DSC 메시지의 위치와 시각 정보는 “9”와 “8”로 채워져야 함

- 내부의 위치측위장치가 내장된 경우, Open Loop 선외추락 경보장치는 메시지에 위치 및 시각 정보를 자동 삽입하여 추가 조난 경보를 전송해야 함. AIS 송신기는 이 시점에서 선외추락 경보메시지를 송신하기 시작하며, 선외추락 경보장치를 수동으로 끄거나 배터리가 모두 소진될 때까지 지속되어야 함
- 송신 후, Open Loop 선외추락 경보장치의 DSC 수신기는 30분간 수신 응답 메시지를 모니터링 해야 하며, 조난경보 수신응답 메시지가 수신되지 않을시 30분 동안 5분마다 적어도 하나의 메시지를 송신해야 하며 그 시간은 4.9분~5.1분 사이의 랜덤 시간이어야 함
- 수신 응답 메시지가 수신되지 않고 30분이 경과하면, 선외추락 경보장치는 10분 단위로 메시지를 송신하며 9.9분~10.1분의 랜덤 시간이어야 하고, 수신 응답 메시지를 수신하거나 배터리를 모두 소진할 때까지 지속되어야 함.
- Close Loop 선외추락 경보장치는 메시지 초기 송신 시, 조난 종류를 “MOB”로 설정 및 후속 통신 필드를 “No Information”으로 설정해야 하며 개별 무선국이거나 그룹으로 송신할 수 있으며, 위치와 시각에 대한 정보는 “9”와 “8”의 숫자로 구성되어야 함.
- Close Loop 선외추락 경보장치는 30분간 매 5분마다 DSC 메시지를 송신하며, 12분 후 DSC 조난경보 중계응답 메시지를 수신하지 못하면 모든 선박으로 DSC 메시지를 송신하여 Open Loop로 전환해야 함

[표 3.6] 조난경보중계 메시지의 VHF 장치 Class별 요건(ITU-R M.493-14)

| Distress alert relays | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Rec. ITU-R M.821 expansion sequence* (9) |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------|----|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------|----------|---|------------|-----|------------|----------------------|---|---|---|---|--|
| Frequency band | Type | Applicable to | | | | | | | | | | | | Technical format of call sequence | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tx | Rx | Ship station Class A/B | Ship station Class D | Ship station Class E | Hand- held Class H | Class M Closed Loop | Coast station | Format specifier (2 identical) | Address (5) | Category (1) | Self-ID (5) | Tele- command (1) | Message | | | | | | | EOS (1) | EOS (2 identical) | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Distress ID (5) | Nature of distress (1) | Distress coordinate s (5) | Time (2) | Subse- quent comm- unica- tion (1) | ECC (1) | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VHF | Individual (RT) | ● | ● | — | ● | — | — | — | — | ● | 120 | ID | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 100 - 110 | Pos1 | UTC | 100 | 117 | ECC | 117 | | | | | expan2 |
| | Individual (EPIRB) | ● | ● | — | ● | — | — | — | — | ● | 120 | ID | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 112 | Pos1 | UTC | 126 | 117 | ECC | 117 | | | | | expan2 |
| | Individual (Man Overboard Beacon) | — | ● | — | ● | — | — | — | — | ● | 120 | ID | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 110 | Pos1 | UTC | 126 | 117 | ECC | 117 | | | | | expan2 |
| | Group (Man Overboard Beacon) | — | ● | — | ● | — | — | — | — | ● | 114 | ID | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 110 | Pos1 | UTC | 126 | 127 | ECC | 127 | | | | | expan1 |
| | Geographic area (RT) | — | ■ | — | ■ | — | — | — | — | ■ | 102 | Area | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 100 - 110 | Pos1 | UTC | 100 | 127 | ECC | 127 | | | | | expan1 |
| | Geographic area (EPIRB) | — | ■ | — | ■ | — | — | — | — | ■ | 102 | Area | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 112 | Pos1 | UTC | 126 | 127 | ECC | 127 | | | | | expan1 |
| | All ships (RT) | ● | ● | — | ● | — | — | — | — | ● | 116 | n/a | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 100 - 110 | Pos1 | UTC | 100 | 127 | ECC | 127 | | | | | expan1 |
| | All ships (EPIRB) | ● | ● | — | ● | — | — | — | — | ● | 116 | n/a | 112 | Self-ID | 112 | Distress ID | 112 | Pos1 | UTC | 126 | 127 | ECC | 127 | | | | | expan1 |

2.2 VHF 무선설비에 대한 국내 규격 및 적용 범위

- 1) 디지털선택호출장치 및 전용수신기의 공통사항
 - 해상업무용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2016-33호)에 따른 DSC 장치에 대한 기술 기준에 대한 공통사항은 다음과 같다.
 - 가. 점검 및 보수를 쉽게 할 수 있을 것
 - 나. 자국식별번호를 쉽게 변경할 수 없을 것
 - 다. 정상으로 작동하고 있음을 쉽게 알 수 있는 기능이 있을 것
 - 라. 기계적 잡음이 적을 것
 - 마. 과전류·과전압·전원의 과도변동 및 전원 극성의 우발적인 반전으로부터 보호수단이 있을 것
 - 바. 노출한 금속부분은 접지 할 수 있을 것
 - 사. 전원단자는 접지 되어 있지 않을 것
 - 아. 전원 55V를 초과하는 전기(고주파의 것을 제외한다)를 통하는 도전부는 쉽게 노출되지 않도록 다음의 조건에 적합한 차폐체를 갖고 있을 것
 - (1)차폐체를 개방한 때에는 자동으로 전원이 차단되는 구조일 것
 - (2)차폐체를 개방하기 위해서는 공구를 필요로 하는 구조이고, 또한 고전압에 대한 주의사항이 표시되어 있을 것
 - 자. 통상의 설치된 상태에서 제조자명, 형식명 및 제조번호가 명확하게 판독 가능하도록 외부에 표시되어 있을 것
 - 차. 취급이 쉬울 것
 - 카. 송신하는 통신의 내용을 표시할 수 있을 것
 - 타. 조난경보를 쉽게 송출할 수 있고, 오조작에 의한 송출을 방지하는 장치가 있을 것
 - 파. 조난의 경우에는 조난경보를 자동으로 5회 반복하여 송신할 것 이 경우 경보의 간격은 3.5분에서 4.5분 이내이어야 한다.
 - 하. 조난경보는 전용조난버튼을 사용하여야만 송출할 수 있을 것 (이 버튼은 국제전기통신연합 권고에 의한 디지털 입력패널 혹은 장비와 함께 제공되는 국제표준화기구 키보드의 자판에 있어서는 아니 된다)
 - 거. 전용조난버튼은 명확히 표시되고, 부주의한 조작으로부터 보호될 것
 - 너. 적어도 두 개의 독립된 제어동작으로 조난경보의 송출을 시작할 수 있을 것

- 다. 조난 정보의 송신상태를 표시할 수 있을 것
- 러. 조난정보의 시작 및 중단이 항상 가능할 것
- 머. 메시지의 작성이 가능할 것
- 버. 메시지의 전송 전에 전송할 메시지를 확인할 수 있을 것
- 서. 전자위치측위장치가 내장되어 있는 경우, 자동으로 선박의 위치 및 시간을 갱신할 수 있고, 전자위치측위장치가 내장되어 있지 않은 선박의 경우에는 관련 국제전기기술위원회 표준(IEC61162)에 부합하는 인터페이스를 가지고 있어야 하며, 외부의 전자위치측위장치와 접속하여 선박의 위치와 정보를 갱신할 수 있을 것
- 어. 위치정보의 표시 정밀도는 도-분-초 이상 이어야 하며, 위치 및 시간의 수동입력이 가능할 것
- 저. 위성항행시스템(GNSS) 등으로부터 위치정보를 수신하지 못하거나 수동으로 입력한 위치정보가 4시간이 경과할 경우에는 정보를 발생하고, 자동 혹은 수동으로 입력된 위치정보는 23.5시간이 경과할 때까지 갱신되지 않으면 삭제될 것
- 쳐. 조난호출의 송출은 다른 어떤 기능보다 우선할 것
- 커. 신호를 송출하지 않고 일상시험이 가능할 것. 다만, 종별(class) D의 장치는 제외한다.
- 터. 0에서 9까지 숫자의 입력 자판이 있는 경우 국제전기통신연합의 권고 E.161에 의한 것일 것
- 퍼. 선박의 위치 및 위치를 결정한 시각의 자동입력 기능을 갖는 경우에는 동 기능의 고장이 장치의 다른 기능에 영향을 주지 않을 것
- 허. 통신을 수신하는 경우에는 통신의 수신기능 외에 통신의 내용을 볼 수 있는 기능이 있을 것
- 고. 조난통신 또는 긴급통신을 수신한 경우에는 수동으로만 정지시킬 수 있는 특별경보 기능이 있을 것
- 노. 수신한 메시지의 내용을 즉시 인쇄할 수 없는 경우, 최근 수신된 20개 이상의 조난통신 메시지를 저장할 수 있을 것
- 도. 조난통신에 대한 응답을 수동으로만 할 수 있을 것
- 로. 수신메세지는 정보를 읽기 전까지 저장되고, 수신 후 최소 48시간까지 저장할 수 있을 것
- 모. 통신을 수신하는 경우에 수신된 내용을 2줄 이상으로 최소 160자

이상을 동시에 표시할 수 있는 장치를 갖출 것. 다만, 종별(class)D의 장치인 경우에는 수신된 내용을 표시할 수 있을 것

- 초단파대 해상이동업무용 전파를 사용하는 무선설비에 장치하는 디지털선택호출장치의 선택호출신호

가. 마크주파수는 1,300Hz이고 스페이스주파수는 2,100Hz일 것. 이 경우 허용편차는 각각 10Hz로 한다.

나. 신호전송속도는 1,200bps일 것. 이 경우 허용편차는 30×10^{-6} 으로 한다.

다. 시간다이버시티의 시간간격은 33.33ms일 것

라. 채널 16(156.8MHz)과 채널 70(156.525MHz)은 다른 채널과 명확하게 구별할 수 있도록 표시하는 것일 것. 다만, 종별(class)D의 장치인 경우에는 채널 16에 한한다.

마. 스quelch(squelch) 제어를 할 수 있을 것

바. 채널 16의 음성출력은 선상에서 통상 예상되는 주위의 잡음 속에서도 청취하기에 충분할 것

2) 송신 특성

가. 선택호출신호(도트부호 및 오류정정부호를 제외한다)의 송출은 최초의 송출과 반복송출과의 사이에 4개의 코드가 배열된 시간다이버시티 방식일 것

나. 선택호출신호의 반복송출은 다음과 같을 것

(1)조난경보를 연속하여 송출하는 경우에는 하나의 조난경보를 최후의 신호와 다음에 송출되는 조난경보의 도트 신호와의 사이를 간격 없이 송출 가능할 것

(2)디지털선택호출통신만을 위한 주파수 이외의 주파수의 전파를 사용하는 호출 또는 응답의 선택호출신호의 경우는 별표 8에 따라서 4회를 초과하지 않는 회수를 반복하여 송출 가능할 것

(3)(1)과 (2)이외의 경우는 반복하여 송출이 가능하지 않을 것

3) 수신 특성

가. 종별(class)A의 장치는 제3호에 규정한 선택호출신호를 수신하고 그 내용을 읽어냄이 가능할 것

나. 종별(class)B의 장치는 다음의 선택호출신호를 수신하고 그 내용을 표시하는 것이 가능할 것

(1)제3호에 규정하는 선택호출신호 중 종별(class)B의 장치로부터 송출되는 것

- (2)포맷(format)신호가 해역호출인 조난경보의 중계를 위한 것
- (3)제1 텔레코맨드(telecommand)가 수신되지 아니할 것
- 다. 종별(class)D의 장치는 제3호에 규정한 선택호출신호를 수신하고 그 내용을 읽어냄이 가능할 것
- 라. 해안국의 장치는 제2호에 규정하는 선택호출신호(해안국의 장치의 것을 제외한다)를 수신하고 그 내용을 읽어냄이 가능할 것

2.3 해상 조난자위치발신용 무선설비 기술 기준

924.645~924.655 MHz 및 924.695~924.705 MHz 주파수의 전파를 사용하는 해상 조난자위치발신용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 전파형식은 F(G)1D, F(G)2D, F(G)1E, F(G)2E, F(G)7W중 하나 이상을 사용하는 것일 것
2. 안테나공급전력은 5 W 이하일 것
3. 주파수의 허용편차는 지정주파수의 $\pm 1 \times 10^{-6}$ 이내일 것
4. 점유주파수대역폭의 허용치는 10 kHz 이하일 것
5. 송신장치에서 방사되는 전력은 무변조 기본파의 평균전력보다 다음 값 이상 감쇠될 것(Fd는 점유주파수대역폭의 중심주파수로 부터 측정주파수 간의 간격만큼 떨어진 변위 주파수로 단위는 kHz이고, P는 반송파전력으로 단위는 W임)
 - 가. 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 2.5kHz 이상 6.25kHz 미만 떨어진 주파수에서 300 Hz 분해대역폭으로 측정한 경우 $53\log_{10}(Fd/2.5)dB$
 - 나. 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 6.25kHz 이상 9.5kHz 미만 떨어진 주파수에서 300 Hz 분해대역폭으로 측정한 경우 $103\log_{10}(Fd/3.9)dB$
 - 다. 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 9.5kHz 이상 50 kHz 미만 떨어진 주파수에서 300 Hz 분해대역폭으로 측정한 경우 $157\log_{10}(Fd/5.3)dB$, $50+10\log_{10}(P)dB$ 또는 70dB 중 작은 값
 - 라. 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 50 kHz 이상 떨어진 주파수에서 $43+10\log_{10}(P)dB$. 다만, 1 GHz 미만에서는 100 kHz 분해대역폭을, 1 GHz 이상에서는 1 MHz 분해대역폭을 적용함

2.4 특정소출력무선국용 무선설비 기술 기준

신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 (과학기술정보통신부 고시 제2018-4호)의 특정소출력무선국용 무선설비의 기술기준은 다음과 같다.

1) 무선데이터통신시스템용 특정소출력무선기기

가. 주파수, 전파형식

| 주파수(MHz) | 전파형식 |
|--------------------------|--|
| 2400~2483.5 5725~5825 | F(G,D)1(2,7)C(D,E,F,W) A2(7,9)F(W) F9W |

나. 직접시퀀스 확산스펙트럼방식(DSSS), 칩 확산스펙트럼방식(CSS)을 사용하는 것(주파수도약 확산스펙트럼(FHSS)방식과 복합적으로 이용하는 것 포함) 또는 직교주파수분할 다중(OFDM)방식을 사용하는 것

(1) 점유주파수대폭, 전력밀도, 공중선 절대이득 등

| 점유주파수대폭 | 전력밀도 | 공중선 절대이득 | 비고 |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------------|---|
| 0.5 MHz 이상 26 MHz 이하 | 10 mW/MHz 이하 | 6 dBi 이하 | ※ 전력밀도는 평균치이며, 안테나 절대이득이 기준치를 초과한 경우에 초과한 값만큼 전력밀도가 저감할 것 |
| 26 MHz 초과 40 MHz 이하 | 5 mW/MHz 이하 | (다만, 고정형 점대점 통신용 무선설비는 | |
| 40 MHz 초과 80 MHz 이하 | 2.5 mW/MHz 이하 | 20 dBi 이하일 것 ^{주2)}) | |
| 40 MHz 초과 60 MHz 이하 ^{주1)} | 0.1 mW/MHz 이하 | 6 dBi 이하 | |

주1) 2400 ~ 2483.5 MHz를 사용하는 기기에 한함

주2) 다음의 문구를 기기의 사용자 설명서에 명시할 것

“법에 의해 전방향 전파발사 및 동일한 정보를 동시에 여러 곳으로 송신하는 점-대-다지점 서비스의 사용은 금지되어 있습니다.”

(2) 주파수허용편차는 $\pm 50 \times 10^{-6}$ 이하일 것

(3) 불요발사는 제1호에 의한 주파수대역 밖의 주파수에서 100 kHz 분해대역폭으로 측정하였을 때 -30 dBm 이하일 것

(4) 5725~5850 MHz대역을 무선랜으로 사용하는 경우에는 제5항 제2호에 적합할 것

다. 주파수도약확산스펙트럼방식을 사용하는 것

- (1) 안테나 절대이득, 주파수허용편차, 불요발사는 제2호 가목, 나목, 다목의 조건에 적합할 것
- (2) 송신안테나계에 급전선에 공급되는 전력을 주파수호핑 대역(단위는 MHz로 한다)으로 나눈 값이 3 mW 이하일 것
- (3) 호핑채널당 점유주파수대역폭은 5 MHz 이하일 것
- (4) 호핑채널은 중첩되지 않는 15개 이상일 것. 다만, 접속용 채널은 예외로 한다.
- (5) 호핑순서는 의사랜덤이고 전체 호핑채널에 대하여 균등하게 호핑하는 것일 것. 다만, 반송파감지 기능을 부가한 설비로서 반송파감지에 의해 호핑하지 않은 채널에 대하여는 예외로 한다.
- (6) 하나의 호핑채널에서의 체류시간(Dwell Time)은 0.4초 이내 일 것

라. 2400~2483.5 MHz 주파수대역에서 스펙트럼 확산방식을 사용하지 않는 것

- (1) 실효복사전력은 10 mW 이하일 것
- (2) 안테나는 무선기기 합체와 일체형일 것
- (3) 주파수허용편차는 $\pm 50 \times 10^{-6}$ 이하일 것
- (4) 점유주파수대역폭은 26 MHz 이하일 것
- (5) 불요발사는 주파수대역 밖의 주파수에서 100 kHz 분해대역폭으로 측정하였을 때 -30 dBm 이하일 것
- (6) 식별 코드를 사용할 것

마. 5725~5825 MHz 주파수대역에서 스펙트럼 확산방식을 사용하지 않는 것

- (1) 중심주파수는 5775 MHz일 것
- (2) 안테나는 무선기기 합체와 일체형일 것
- (3) 주파수허용편차는 $\pm 100 \times 10^{-6}$ 이하일 것
- (4) 점유주파수대역폭은 70 MHz 이하일 것
- (5) 실효복사전력은 10 mW 이하일 것
- (6) 스푸리어스영역에서의 불요발사는 기본주파수의 평균전력보다 43 dB 이상 낮은 값일 것

바. 5795~5815 MHz 주파수 대역에서 진폭변조를 사용하는 것

- (1) 공통조건

- ① 중심주파수는 5800 MHz 또는 5810 MHz 일 것
 - ② 안테나공급전력은 10 mW이하일 것
 - ③ 통신방식은 복신방식·반복신방식 또는 단신방식일 것
 - ④ 점유주파수대역폭은 8 MHz이내일 것
 - ⑤ 불요발사는 다음 조건에 적합할 것
 - (가) 기본파로부터 10 MHz 이격된 주파수에서 8 MHz 대역내에 누설되는 전력이 기본파 전력에 비하여 40 dB 이상 낮을 것
 - (나) 스퓨리어스영역에서의 불요발사는 1 MHz(측정하는 주파수가 1 GHz 미만인 경우에는 100 kHz) 분해대역폭으로 측정하였을 때 -26 dBm 이하일 것
 - ⑥ 식별 코드를 사용할 것
- (2) 노변장치(RSE : Road Side Equipment)의 조건
- ① 주파수허용편차는 반송파주파수의 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것
 - ② 안테나 절대이득은 22dBi 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 기준치를 초과한 경우에는 초과한 값만큼 안테나공급전력을 저감할 것
- (3) 이동체탑재장치(OBE : On Board Equipment)의 조건
- ① 주파수허용편차는 반송파주파수의 $\pm 100 \times 10^{-6}$ 이내일 것
 - ② 안테나 절대이득은 8dBi 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 기준치를 초과한 경우에는 초과한 값만큼 안테나공급전력을 저감할 것
 - ③ 노변장치로부터 미리 정하여진 신호를 수신한 경우에 한하여 전파를 발사하는 것일 것
- 사. 2400~2483.5 MHz 주파수 대역에서 아날로그 변조를 사용하는 것
- (1) 중심주파수는 2410 MHz, 2430 MHz, 2450 MHz 또는 2470 MHz 일 것
 - (2) 안테나공급전력은 10 mW이하일 것
 - (3) 점유주파수대역폭은 16 MHz 이하일 것
 - (4) 주파수허용편차는 반송파주파수의 $\pm 50 \times 10^{-6}$ 이내일 것
 - (5) 스퓨리어스영역에서의 불요발사는 기본주파수의 평균전력 보다 40 dB 이상 낮은 값일 것
 - (6) 캐비닛은 쉽게 개봉할 수 없을 것
 - (7) 안테나 절대이득은 6 dBi 이하일 것. 다만, 지향성 안테나를 사용하는 경우에는 20 dBi 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 기준치를 초과한 경우에는 초과한 값만큼 안테나공급전력을 저감할 것

3. VHF 무선설비와 원격 송수신이 가능한 무선통신 방식 현황

3.1 ISM : Industrial Scientific and Medical equipment

- 공업용, 과학용, 의료용 등으로 사용하는 고주파 설비
- ISM 설비는 발사되는 기본파와 스퓨리어스 방사의 전계 강도의 허용치만이 규정됨
- 사용 주파수는 전파 규칙(RR)의 주파수 분배표에는 ISM 주파수 지정 (우리나라는 433MHz와 902MHz 대역은 ISM 대역이 아님)

[표 3.7] ISM 무선통신 방식의 특징

| 구 분 | 내 용 |
|-------|--|
| 사용주파수 | 13.553~13.567MHz, 26.975~27.283MHz, 40.66~40.70MHz, 433.05~433.79MHz, 902~928MHz, 2.4~2.48GHz, .725~5.875GHz, 24~24.25GHz, 61~61.5GHz, 122~123GHz, 244~246GHz |
| 주요 특징 | 1. 100mW이하 (미국 FCC 사례) 2. 디지털기술 사용 3. 6dBi 안테나 이득에서 유효 출력이 1W이하 4. ISM 주파수 대역 중 통신 분야에서 주로 많이 사용되는 주파수영역(900MHz, 2.4GHz, 5GHz 등)으로 소출력 무선기기가 이용 - 한국 : 917~923.5MHz (RFID 이용대역) - 한국,북미,유럽 : 2.4 ~ 2.4835 GHz |
| 통신거리 | 가시권 300M 이내 |
| 장점 | 주파수 허가가 불필요 (제품인증 필요) |
| 단점 | 2.4GHz 대역은 WLAN, Bluetooth, RFID와 혼신가능성 존재 |

3.2 Bluetooth

- 휴대폰, 노트북, 이어폰·헤드폰 등의 휴대기기를 서로 연결해 정보를 교환하는 근거리 무선 기술 표준임

- 주로 10미터 안팎의 초단거리에서 저전력 무선 연결이 필요할 때 사용함
- 주요 특징은 [표 3.8]과 같다.

[표 3.8] 블루투스 무선통신 방식의 특징

| 구 분 | 내 용 |
|-------|--|
| 사용주파수 | 2,400 ~ 2,483.5MHz(ISM 주파수 대역). 하단 2MHz, 상단부 3.5MHz를 제외한 2,402 ~ 2,480MHz를 총 79개 채널로 사용 |
| 주요 특징 | 1. 주파수 호핑 방식으로 79개의 채널을 빠르게 이동하며 패킷(데이터)을 조금씩 전송하는 기법 사용. 2. 초당 1,600번 호핑 3. 마스터와 슬레이브로 나뉘며, 하나의 마스터에는 최대 7개의 슬레이브 연결 가능. 호핑 패턴으로 기기 간의 동기화 확인 |
| 통신거리 | 10M (클래스3), 25M (클래스2), 100M(클래스1) |
| 장점 | 1. 소비 전력이 비교적 낮다. 2. 최대 속도 24Mbps |
| 단점 | 1. 보안에 약함. 2. 고가격 |

3.3 NFC: Near Field Communication

- 13.56MHz 대역의 주파수를 사용하여 약 10cm 이내의 근거리에서 데이터를 교환할 수 있는 비접촉식 무선통신 기술임
- 스마트폰 등에 내장되어 교통카드, 신용카드, 멤버십카드, 쿠폰, 신분증 등 다양한 분야에서 활용될 수 있는 성장 잠재력이 큰 기술임
- NFC의 짧은 통신 거리는 단점이지만, 짧은 거리이기 때문에 기존 유통 위주의 RFID 기술보다 보안성이 높으며 데이터를 교환을 위해 통신 대상 기기에 이용자가 직접 접촉하는 과정이 필요함

[표 3.9] NFC 무선통신 방식의 특징

| 구 분 | 내 용 |
|-------|-------------------------------|
| 사용주파수 | 13.56MHz주파수 대역 사용(ISM 주파수 대역) |

| | |
|-------|---|
| 주요 특징 | 1. NFC 태그를 접촉하는 것만으로 암호입력 없이 지정된 동작을 하게 할 수 있음 2. 휴대폰에서 주로 결제 등에 사용 |
| 통신거리 | 10cm 이내의 비접촉식 통신기술 |
| 장점 | 1. 상대적 보안 우수 2. 가격 저렴 3. 읽기 외 쓰기 가능 4. 424kbps 속도 5. 설정시간 짧음(0.1초) 6. 양방향통신(RFID는 단방향통신) |
| 단점 | 통신거리 짧음 |

3.4 WiFi : Wireless Fidelity

- 거리, 공항, 공원, 해변 등 어디에서나 인터넷에 연결하는 기술임
- 무선 인터넷 장치와 이 장치에서 나오는 전파를 잡을 수 있는 기계만 있으면 이용할 수 있음
- 와이파이 기술은 무선으로 인터넷에 접속할 수 있는 장치인 '라우터(router)'에 기반
- WiFi 통신권은 약 100m 이내, 고이득 안테나를 사용하면 통신권은 넓어질 수 있음

[표 3.10] WIFI 무선통신 방식의 특징

| 구 분 | 내 용 |
|-------|--|
| 사용주파수 | 1. 2.4GHz 대역(20MHz 대역폭) 2. 5GHz 대역(20/40/80/160MHz 대역폭) |
| 주요 특징 | 1. IEEE 802.11 표준 방식. 2. 2.4GHz는 13개 채널(채널 폭이 인접채널과 겹쳐 간섭현상 발생함. 이를 피하기 위해, 1, 6, 13 혹은 1, 5, 9, 13 채널 사용 권장) |
| 통신거리 | 200M 이내 |
| 장점 | 최대 6.9Gbps (802.11ac) |
| 단점 | 전력소비 높음 |

3.5 Zigbee : Zigzag + Bee

- 근거리 통신을 지원하는 IEEE 802.15.4 표준 중 하나로서, 가정·사무실 등의 무선 네트워킹 분야에서 10~20m 내외의 근거리 통신과 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 기술임
- 휴대전화나 무선LAN의 개념으로, 기존의 기술과 다른 특징은 전력소모를 최소화하는 대신 소량의 정보를 소통시키는 데 있음
- 250Kbps 이하의 저속 국제 표준인 IEEE 802.15.4 물리계층 기반의 무선 네트워킹 기술로 저전력, 저비용, 저속이 특징임
- 반경 30m 내에서 20~250kbps의 속도로 데이터를 전송하며 하나의 무선 네트워크에 최대 255대의 기기를 연결할 수 있음

[표 3.11] Zigbee 무선통신 방식의 특징

| 구 분 | 내 용 |
|-------|---|
| 사용주파수 | 1. 전세계 공용 2.4GHz 대역 사용 2. 유럽 868MHz 사용 3. 미국/호주 915MHz 사용 |
| 주요 특징 | 1. IEEE 802.15.4 표준 중 하나 2. 버튼 하나의 동작으로 전등 제어 및 홈 보안 시스템 제어관리 3. 홈 네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 4. 하나의 무선 네트워크에 최대 255대 연결가능 5. 변조방식 DSSS |
| 통신거리 | 30M이내 |
| 장점 | 1. 크기가 작음 2. 전력소모량이 낮음 3. 가격이 저렴 |
| 단점 | 속도가 낮음(20 ~ 250kbps) |

4. 국내외 해상무선설비 제도화 절차 및 현황

4.1 국제 해상무선설비 제도화 절차 및 현황

1) 국제해사기구(IMO)의 해상무선설비 제도화 절차 및 현황

- IMO 해사협약의 세계해사인명안전협약(SOLAS : International Convention for the Safety of Life at Sea) 제4장에서는 세계 해상 조난 및 안전 제도(GMDSS : Global Maritime Distress and Safety System)가 채택되어 있으며, 여기에는 여러 가지 해상무선설비의 성능기준을 채택하고 있다.
- IMO 해사협약의 일반 체결 절차는 1969년 채택된 조약법에 관한 빈협약(Vienna Convention on the Law of Treaties)에 따라 다음과 같이 4단계로 구분할 수 있다.
 - ① 협약문의 작성과 확정(authentication)
 - ② 협약의 구속을 받겠다는 동의결정(Consent to be bound by a treaty) 및 이 결정의 국제적 통보(notification)
 - ③ 협약의 효력발생(entry into force)
 - ④ 협약의 등록(registration) 및 공고(publication)
- IMO 관련 협약의 제·개정, 발효 절차

가. 협약의 제정

IMO의 각 회원국은 새로운 협약의 채택을 요구할 수 있으며, 일반적으로 새로운 협약의 채택 제안은 통상 위원회나 전문위원회에서부터 이루어지고, 위원회에서 합의가 이루어진 안건은 이사회 또는 필요에 따라서는 총회에 상정된다.

총회 또는 이사회는 사안에 따라 해당 작업을 진행하도록 다시 위원회에 위임(Authorization)하고, 위원회는 제기된 사안에 대하여 심의한다. 위원회는 세부사항에 대하여 상세한 심의를 할 수 있도록 분야별 소위원회에 필요한 작업의 내용을 재위임할 수도 있다.

위원회 및 소위원회의 작업은 각 회원국의 대표들에 의해 이루어지며, 심의대상이 되는 사안에 대하여 전문적 지식과 실제 경험을 가진 정부간 국제기구 및 국제민간기구들이 작업에 참여하기도 한다. 위원회는 작업이 완료되어 합의가 이루어진 협약 초안을 다시 이사회와 총회에 보고하고 동시에 그 초안을 정식으로 채택하기 위한 국제회의(외교회의:Diplomatic Conference)의 소집을 권고하게 되며, 이에 따라 IMO는 IMO의 모든 회원국

및 UN 또는 UN산하 전문기구의 회원국인 모든 나라에 국제회의 참가 초청을 한다. 또한, IMO는 국제회의가 개최되기 전에 초청장이 발송되는 모든 정부와 기구에 대하여 협약의 초안을 회람시켜 그들이 충분한 검토를 거쳐 의견을 개진할 수 있도록 하고 있으며, 회의장에서는 각 정부 및 관련기구로부터 제출된 의견과 함께 협약초안에 대한 세밀한 검토를 거쳐서 출석한 정부의 만장일치 또는 과반수가 찬성할 수 있는 내용이 되도록 필요에 따라 수정을 하게 된다. 이러한 과정을 거친 다음 협약을 정식으로 채택하게 되며, 채택된 협약은 사무총장에게 기탁된다. 사무총장은 채택된 협약의 사본을 회원국정부에 회람하여 통상 12개월의 기간 내에 각 국 정부가 서명할 수 있도록 개방하여 두며, 서명한 나라는 동 협약에 대하여 비준(ratification) 또는 수락(acceptance)함으로써 협약당사국이 되며, 서명하지 않은 국가는 가입(accession)이라는 절차를 거쳐 협약당사국이 될 수 있다.

나. 협약의 개정

협약의 개정 및 발효에 대한 절차는 해당 협약의 조문(Article)에 상세하게 나타나 있다. 협약 당사국은 기존 협약의 개정을 요구할 수 있으나(협약 비 당사국이나 IMO observer 자격의 단체는 제안할 수 없다) 일반적으로 기존 협약의 개정에 대한 제안은 통상 위원회나 전문위원회에서부터 이루어지며 위원회에서 합의가 이루어진 안건은 다음의 2가지 방법으로 채택된다.

① 위원회 결의서(Resolution)에 의한 채택

각 협약별 조문에는 협약당사국 정부로부터 개정안이 제출되면 IMO 사무총장은 채택 전에 최소 6개월 동안 회람(IMO 모든 회원국 및 모든 당사국 정부)해야 한다. 통상적으로 당사국에서 제출한 개정안은 전문위원회나 위원회의 심의를 거친 후 위원회의 승인 절차를 거친다. 위원회의 승인을 거친 개정안을 채택하기 전에 IMO 사무총장에 의해 모든 IMO 회원국들 및 당사국들에게 최소 6개월 동안 회람된다. 개정 SOLAS 협약은 해사안전위원회 결의로 채택된다. SOLAS에 연관되어 강제화된 결의서(각종 Code, 결의서 등)는 총회결의나 위원회 결의서로 채택되어 개정된다. 개정안의 기술적 내용에 대한 검토는 위원회의 승인 시점까지 마무리되며 채택시점에서는 보통 시행일과 같은 정책적인 부분과 기타 협약 시행의 절차적인 문제 등을 주로 다룬다. 위원회의 승인을 마친 개정안은 아무런 법적 효력이 없으며 채택을 마친 개정안은 개정을 위한 IMO 내에서의 행정적인 절차가 마무리되었음을 의미한다.

개정안의 심의는 확대해사안전위원회(Expanded MSC: IMO 회원국 여부에 관계없이 모든 협약 당사국이 참가하는 회의)에서 심의되며 출석한 당사국의 3분의 2 이상의 찬성에 의해 채택(SOLAS의 경우 당사국의 3분의 1이상이 참석해야 함)된다.

② 당사국회의(Conference)에 의한 채택

협약당사국의 3분의 1이상 동의를 얻은 요청이 있을 경우 당사국회의가 소집되며 당사국 3분의 2의 출석과 찬성에 의해 채택된다. 당사국회의에 의해 채택할 예정인 경우에는 6개월 사전 회람요건은 적용되지 않는다.

다. 수락

협약의 교섭국이 협약내용에 관한 합의의 성립을 최종적으로 확인하는 행위로서 "구속받겠다는 동의"를 하며 이 행위로서 협약규정은 법규범으로 확정된다.

① 서명(signature): 이 행위는 전권위원 만이 행사하는 것이 보통이다. 이와 같이 협약에 의해 구속되는데 대한 동의가 서명만으로 성립되는 협약을 약식협약(Treaty in simplified form)이라고 한다. 통상의 협약은 성립에 있어서 전권위원의 서명 외에 협약체결권자의 비준을 필요로 한다. SOLAS의 경우는 협약당사자가 되는 것은 "비준, 수락 또는 승인에 관한 유보 없이 서명"하거나 "비준, 수락 또는 승인을 조건으로 서명한 후에 비준, 수락 또는 승인"하거나 "가입"을 함으로써 이루어진다.

② 비준(ratification): 전권위원이 서명한 협약을 교섭국의 협약체결권자가 재검토 하고 조약내용에 관한 합의를 최종적으로 확인하는 행위이다. 비준의 필요성은 협약 성립 전에 교섭국에게 전권위원이 권한내에서 조약을 체결하였는가의 여부를 심사하게 하고 협약내용을 세부적으로 검토할 기회를 주며, 협약체결은 국내법상 의회의 동의를 필요로 하는 경우가 많으므로 동의를 얻을 여유를 교섭국에게 주자는데 있다. 비준은 비준서(instrument of ratification)를 기탁 또는 당사자 간에 교환함으로써 이루어지며 비준하면 교섭국의 협약체결의사는 확정적으로 표시된다.

③ 수락(acceptance), 승인(approval): 교섭국이나 가입국의 협약체결권자가 협약내용에 관한 합의의 성립을 최종적으로 확인하는 행위이다. 수락과 승인은 제 2차 세계대전 후에 도입된 새로운 절차로서 국제관행상 확립되었으며 이 절차는 실질적으로 비준과 차이가 없다. 법률적으로 수락은 서명 뒤에 당사자의 최종서약이 된다는 점 및 조약관련 정식절차라는 점에서 비준과 같다. 따라서 조약문 확정을 위한 서명을 하거나 전권위임

을 할 경우 "수락의 조건 하에서(subject to acceptance)" 또는 "승인의 조건 하에서(subject to approval)"라는 형식을 사용한다. 결국 명칭상의 차이일 뿐 국제법상으로는 아무런 차이가 없다. 1969년 Vienna 협약 제14조 제2항에서도 수락이나 승인을 비준의 경우와 같이 취급하고 있다.

- ④ 가입(accession): 이미 성립된 협약에 교섭국이 아닌 국가가 참가하는 행위로서 해당국가가 참가하려는 협약의 내용에 관한 합의를 하는 행위이다.

라. 발효

SOLAS 등 주요 IMO 협약들은 이미 발효하였으며 이러한 협약의 발효일 이후에 비준서, 수락서, 승인서 또는 가입서도 기탁일로부터 3개월 후에 발효한다. 협약의 개정 사항에 대한 발효는 협약개정의 수락일로부터 6개월 후에 발효하나, 새로운 규정의 시행준비 등을 고려하여 발효일이 수락 후 6개월 보다 늦게 지정되는 경우도 있다. 수락일 및 발효일은 통상 해당 결의서의 서문에 명기된다. 특이한 경우로서 협약의 조기시행(Early Implementation)을 유도하기 위해 발효일 전의 적용 날짜를 협약에 정할 경우도 있다. 이러한 경우에는 협약이 정식으로 발효하기 전까지는 해당협약에 대한 항만국통제 등의 권한은 행사할 수 없다.

- IMO 관련 각 나라의 협약가입현황은 [그림 3.2]와 같다.

[x:가입, d:폐기]

| As at 8/11/2017 | IMO Convention 48 | SOLAS Convention 74 | SOLAS Protocol 78 | SOLAS Protocol 88 | SOLAS Agreement 96 | LOAD LINES Convention 66 | LOAD LINES Protocol 88 | TONNAGE Convention 69 | COLREG Convention 72 | CSC Convention 72 | CSC amendments 93 | SFV Protocol 93 | Cape Town Agreement 2012 | STCW Convention 78 | STCW-F Convention 95 | SAR Convention 79 | STP Agreement 71 | Space STP Protocol 73 | IMSO Convention 76 | INMARSAT OA 76 | IMSO amendments 2006 | IMSO amendments 2008 | FACILITATION Convention 65 | MARPOL 73/78 (Annex I/II) | MARPOL 73/78 (Annex III) | MARPOL 73/78 (Annex IV) | MARPOL 73/78 (Annex V) | MARPOL Protocol 97 (Annex VI) | London Convention 72 |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----------------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Republic of Korea | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | x | | x | | | x | x | | | x | x | x | x | x | x | x |
| Republic of Moldova | x | x | | x | | x | x | x | x | | | | | x | | | | | | | | | | x | x | x | x | | |
| Romania | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | | | | x | | x | | | x | x | | | x | x | x | x | x | x | |
| Russian Federation | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | | | | x | x | x | | | x | x | | | x | x | x | x | x | x | x |
| Rwanda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

<그림 3.2> 각 국의 협약가입 현황(2017.11, IMO Korea 홈페이지)

2) ITU 해상무선설비 제도화 절차 및 현황

- 국제전기통신연합(ITU :International Telecommunication Union)은 UN 산하 전문기구로서 유·무선 통신, 전파, 방송, 위성 주파수 등에 대한 규칙 (Regulation) 및 표준(Recommendation)의 개발·보급과 국제적인 조정·협력이라는 역할을 수행하고 있다.
- ITU의 조직은 [그림 3.3]과 같다.



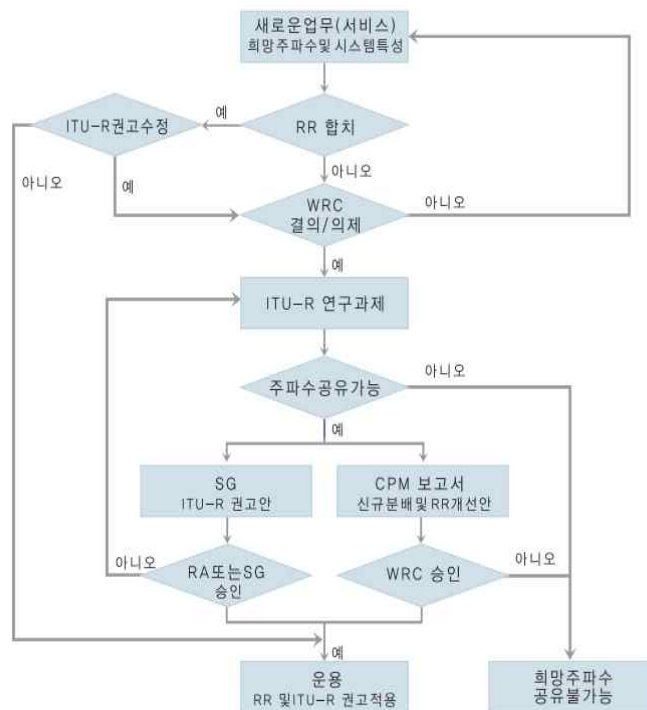
<그림 3.3> 국제전기통신연합의 조직도

- ITU의 간행물로는 [표 3.12]와 같다.

[표 3.12] 국제전기통신연합의 간행물 종류

| 구분 | 규범 | 표준 | 핸드북 |
|----|--|--|---|
| 종류 | <ul style="list-style-type: none"> - 헌장·협약 - 전파규칙(RR) - 국제전기통신규칙(ITR) | <ul style="list-style-type: none"> - Recommendation · ITU-R : 1,200여건 · ITU-T : 4,000여건 | <ul style="list-style-type: none"> - 연구반에서 발간하는 기술의 수준·운용·사례(전파감시 핸드북 등) |

- ITU-R에서의 작업은 기존 혹은 새로운 전파통신 업무를 위하여 주파수를 분배하고 이들 서비스의 제공과 운용에 필요한 권고를 준비하는 것으로 [그림 3.4]와 같은 전체적인 작업 흐름을 가진다.
- 전파통신 기술의 발전에 따라 새로운 서비스를 도입하고자 할 때 먼저 희망하는 주파수가 RR 및 ITU-R 권고와 공유가 가능한지를 판단하고, 이에 따라 ITU-R의 SG, WP, TG 등 의 작업반에서 필요한 연구를 수행하게 된다. 작업반의 권고안이 SG에서 채택되면, RA에서 또는 회원국과의 협의(Consultation)를 통해 권고로 승인된다.



<그림 3.4> ITU-R의 작업 흐름도

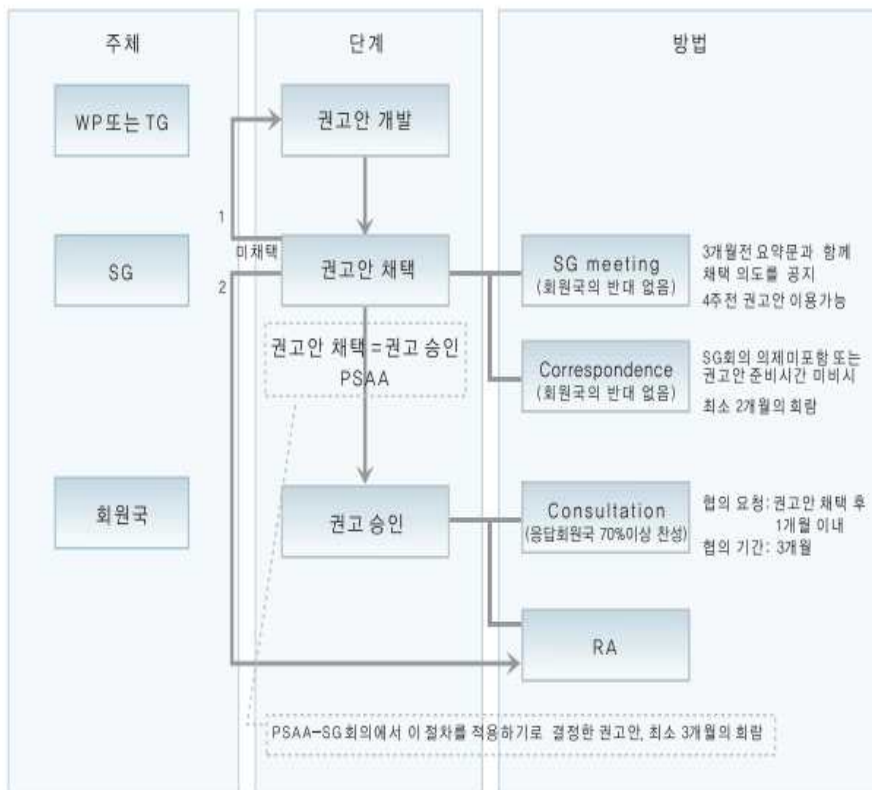
- 전파통신과 관련된 권고안을 개발하는 조직으로 전파통신총회(RA)에서 결정한 절차에 따라 연구과제를 수행하여 실질적인 표준화 활동을 수행하는 것은 전파통신연구반(SG:Study Group)이다. 전파통신연구반에서 개발된 권고는 강제조항은 아니지만, 전파규칙 관련 권고를 포함하여

세계의 전파 관련 전문가들에 의해 개발되어 범세계적으로 구현되고 있어 그 응용에 있어 국제표준으로 활용하고 있으며 그 상세는 [표 3.13]과 같다.

[표 3.13] ITU-R 연구반의 업무

| 연구반 | 주요 업무 |
|---------------|---|
| SG1 (전파관리) | 국가 간 스펙트럼 관리에 대한 연구수행 및 국가 전파관리 정책 지원, 주파수 할당 및 이용 연구, 전파감시 연구 및 기술기준 연구 등 |
| SG3 (전파전파) | 전파통신시스템을 개선하기 위하여 전파(propagation) 원리 및 전리층의 전파특성과 점-대-지역 통신특성 및 전파전파 예측 방법 등에 관한 연구 |
| SG4 (위성업무) | 고정, 이동 및 방송 위성서비스 및 위성 간 상호접속을 위한 위성 간 링크 및 시스템과 네트워크에 관한 연구 수행 |
| SG5 (지상업무) | 아마추어, 아마추어 위성, GMDSS(Global Maritime Distress Safety System, 해상이동통신), 항공이동, 무선 측위, IMT-2000 및 차세대 이동통신서비스, Wireless Access Systems 등 지상 이동업무 연구 및 지상고정통신업무와 시스템 및 망에 관련된 연구 |

- SG에서 연구과제에 대한 연구가 성숙한 단계에 이르게 되면, 권고안이 마련되어 기존의 권고를 개정하거나 새로운 권고를 제정하게 된다. 권고 승인은 다음의 2단계 과정을 거치게 되며, 안정성의 측면에서 통상 2년 이내에는 이루어질 수 없다.
 - ① 회의 또는 회람에 의한 SG의 권고안 채택
 - ② 연구회기 중 회원국과의 협의 또는 RA에서의 권고 승인



<그림 3.5> ITU-R의 권고 승인 절차

4.2 국내 해상무선설비 제도화 절차 및 현황

1) 전파법령

- 전파법 제45조 규정에 따라, 무선설비는 과학기술정보통신부령이 정하는 기술기준에 적합하여야 하므로 무선설비규칙 및 해상이동업무 무선설비의 기술기준 등의 고시를 제·개정하여야 한다.

< 무선설비 기술기준의 체계 >

전파법 제45조(무선설비는 과학기술정보통신부령이 정하는 기술기준에 적합하여야 함)



무선설비규칙(무선설비·전파응용설비의 기술기준, 안전시설기준 등)



< 무선설비규칙 제24조에 의한 세부기준 고시 >

- 해상이동업무 및 해상무선항행업무용 무선설비의 기술기준
 - 항공이동업무 및 항공무선항행업무용 무선설비의 기술기준
 - 전기통신사업용 무선설비의 기술기준
 - 방송·해상·항공·전기통신사업용 외 기타업무용 무선설비의 기술기준
 - 방송표준방식및방송업무용무선설비의기술기준
- 무선설비규칙에서는 무선설비가 갖추어야 할 공통적인 사항에 대한 기술기준을 규정하고 있으며, 무선설비별 세부 기술기준은 무선설비규칙 제24조에 의해 장관이 정하여 고시함.
- 무선설비기술기준은 전파연구원의 무선설비 인증(적합성 평가), 전파진흥원·전파관리소의 무선국 허가·검사 및 사후관리 등에 적용됨

[표 3.14] 무선설비 기술기준 연관 업무

| 전파관리업무 | 관련 법령 | 법령 규정 요지 |
|--------------|--|--|
| 적합성 인증·등록 | 전파법제58조의2 방송통신기자재 등의 적합성평가에 관한 고시 제6조 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 무선설비를 제작·수입하고자 하는 자는 적합인증·등록을 받아야함 ○ 전파연구원장은 적합인증·등록의 신청을 받은 경우 기술기준에 적합한지의 여부 심사 |
| 무선국 허가 | 전파법 제21조 | ○ 장관은 설치 운용할 무선설비가 기술기준에 적합한지의 여부 심사 |
| 무선국 검사 | 전파법 제24조 | ○ 장관은 준공된 무선설비가 기술기준에 적합한지의 여부 검사 |

- 무선설비규칙(과학기술정보통신부령)의 제·개정 절차는 행정절차법

및 행정규제기본법, 법제업무운영규정에 따름

※ 부령 제·개정 절차

부령안 입안 → 부처간 협의 → 입법예고(20일 이상 의견수렴) →
규제개혁위원회 심사 → 법제처 심사 → 관보 게재

- 세부 기술기준(고시)은 부령 제·개정 절차보다 간소하며 규제심사·법제처 심사 등을 생략할 수 있음.

가. 1단계 : 기술기준 제·개정 작업 착수

- ① 과학기술정보통신부의 기술기준 제·개정 수요파악
 - 신규 주파수의 분배·할당계획 수립, 전파관련 국제기준·국제표준 및 선진국 기술기준의 제·개정, 주요 전파 신기술 개발 동향을 분석하여 기술기준 수요를 파악하고 제·개정 작업에 착수
- ② 산업체의 기술기준 제·개정 요청
 - 신기술·제품 개발, 신규 서비스 도입, 제품 수입 등의 사유로 기술기준의 제·개정을 원하는 자는 과학기술정보통신부에 기술기준의 제·개정을 요청
 - 과학기술정보통신부는 산업체의 기술기준 제·개정 요청을 검토한 후 타당성이 인정되는 경우에는 관련 기술기준의 제·개정 추진계획을 수립하고 이를 공지하며, 타당성이 인정되지 않는 경우에는 제·개정 미 추진 사유를 통보
- ③ 과학기술정보통신부의 기술기준 제·개정 추진계획 수립 및 공지
 - 정부의 수요파악, 산업체의 요청 등의 사유로 기술기준 제·개정 작업에 착수하는 경우 기술기준 제·개정 추진계획을 수립하여 인터넷, 관련 협회·단체 등을 통해 공지

나. 2단계 : 무선설비 기술기준 제·개정안 마련

- ① 전파연구원은 과학기술정보통신부의 요청 또는 자체 판단에 따라 무선설비 기술기준 연구를 추진하여 과학기술정보통신부에 연구보고서를 제출
- ② 기술기준 제·개정에 따라 새로운 시험·검사방법이 필요한 경우 전파연구원·청·사업단을 통해 시험·검사방법의 연구를 병행
- ③ 기술기준 제·개정안 마련 과정에서 현장 실험·측정이 필요한 경우 실험국 운용, 전파환경 측정 등을 통해 그 결과를 기술기준 제·개정안에 반영
- ④ 과학기술정보통신부는 전파연구소의 연구보고서를 토대로 기술기준 제·개정안을 확정
 - 규제 완화의 원칙에 따라 전파의 질(주파수허용편차, 주파수대폭,

스프리어스발사) 관리에 중점

- 해상·항공분야, 공공분야, 인명안전·재난구조분야의 경우 세부적인 동작, 기능, 규격 등을 포함

다. 3단계 : 무선설비 기술기준 제·개정안에 대한 의견 수렴 및 검토

- ① 과학기술정보통신부는 행정절차법에 따라 특별한 사정이 없는 한 20일 이상의 기간동안 기술기준 제·개정안(연구보고서 첨부)에 대한 의견수렴을 실시
- ② 과학기술정보통신부는 의견수렴과정에서 제기된 의견 및 반론을 검토하기 위한 회의를 개최

라. 4단계 : 무선설비 기술기준 제·개정 확정·고시

- ① 과학기술정보통신부는 연구보고서, 의견수렴 및 검토회의 결과 등을 종합적으로 고려하여 기술기준 제·개정을 확정하고 관보에 고시

[표 3.15] 무선설비 기술기준 제·개정 절차

| | |
|---|--|
| 정부의 제·개정 수요파악 산업체의 제·개정 요청 연구소의 기술기준기반연구 | 과학기술정보통신부 산업체 전파연구원, ETRI 등 |
| ↓ | |
| 기술기준 제·개정 추진계획 수립·공지 | 과학기술정보통신부 |
| ↓ | |
| 무선설비 기술기준 연구 (연구위원회 구성·운영) (연구보고서 작성) 시험방법, 검사방법 연구(필요시) 실험국 운영, 전파환경 측정(필요시) | 전파연구원 (한국전파진흥협회) (ETRI) 전파연구원·청·사업단 관련기관 |
| ↓ | |
| 연구보고서 제출 | 전파연구원 |
| ↓ | |
| 기술기준 제·개정안 확정 | 과학기술정보통신부 |
| ↓ | |
| 의견수렴(20일 이상) | 과학기술정보통신부 |
| ↓ | |
| 검토회의 개최 | 과학기술정보통신부 |
| ↓ | |
| 기술기준 확정, 관보 고시 | 과학기술정보통신부 |

2) 선박안전법

- 선박안전법 제29조(무선설비)에 의하여, 국제항해에 취항하는 여객선 및 300톤 이상의 국제화물선에는 SOLAS IV장 GMDSS 규정에 따른 무선설비를 갖추어야 하고, 무선설비는 전파법에 따른 성능과 기준에 적합하도록 하고 있다.
- 상기 선박 외에 해양수산부령이 정하는 선박에 대하여는 전파법에 따른 성능과 기준에 적합한 해양수산부령이 정하는 기준에 따른 무선설비를 갖추도록 하고 있다.
- 선박안전법은 전파법 규정에 따른 무선설비의 강제 탑재를 요구하는 법률로서 이에 대한 개정 절차는 무선설비규칙의 개정과 동일한 행정절차법 및 행정규제기본법, 법제업무운영규정에 따른다.

※ 부령 제·개정 절차

부령안 입안 → 부처간 협의 → 입법예고(20일 이상 의견수렴) →
규제개혁위원회 심사 → 법제처 심사 → 관보 게재

3) 어선설비기준

- 어선법 제5조에 따라 해양수산부장관이 고시하는 어선설비기준의 제348조(무선설비 종류) 및 제349조(무선설비 적용대상)에 의하여, 어선은 관련 무선설비를 갖추어야 하도록 하고 있다.
- 어선법 제5조의2(어선위치발신장치)에 따라 어선설비기준 제191조에서는 어선의 위치를 자동으로 발신하는 기능을 가진 협약에 따른 선박자동식별장치(AIS), 초단파대 무선설비(VHF), 휴대전화장치 등의 장치를 갖추도록 하고 있으며, 전파법에 따른 성능과 기준에 적합할 것을 요구하고 있다.
- 또한, 총톤수 10톤 미만 소형어선의 구조 및 설비기준 제72조(무선설비)에서 총톤수 2톤이상 어선은 초단파대 무선설비(무선전화 및 디지털선택호출장치)를 갖추도록 하고 있으며, 5톤 이상 어선에는 중단파대 무선전화 또는 27MHz대 무선전화를 추가로 갖추 것을 요구하고 있다.
- 어선설비기준은 어선법 규정에 따른 무선설비의 강제 탑재를 요구하는 해양수산부고시로서 이에 대한 개정 절차는 무선설비규칙의 개정과 동일한 행정절차법 및 행정규제기본법, 법제업무운영규정에 따른다.

4) 해상업무용 무선설비의 기술기준

- 해상업무용 무선설비의 기술기준은 국립전파연구원고시로서 제정되며, 해상업무용(위성업무용 포함) 무선설비의 기술기준을 규정함을 목적으로 한다.

- 선박안전법 및 어선법에 따라 선박 및 어선에 설치하여야 하는 무선설비, 그 통신상대 무선국의 무선설비 및 기타 해상업무용 무선설비에 대하여 이를 적용하고 있다.

제4장 VHF 송수신 장비를 활용한 경보신호 발사 방안

1. 긴급상황시 활용 가능한 경보신호 발사의 종류
2. 소형어선내 송수신장비와 단말기간 원격 접속에 적합한 통신방식
3. 해상 운용조건에 적합한 송수신 단말기 형태와 기능 및 조건
4. 해상무선설비 제조사별 원격 수신장치 탑재 및 연동 방안
5. 단말기 오발신 방지 방안
6. VHF-DSC와 단말기의 활용 및 기타 장비로의 확장 방안

제4장 VHF 송수신 장비를 활용한 경보신호 발사 방안

1. 긴급상황 시 활용 가능한 경보신호 발사의 종류

1.1 AIS 선외추락 경보장치

1) AIS 선외추락 경보장치의 동작 방식

- 선박용 AIS 주파수(161.975, 162.025MHz) 기술을 적용하여 수난자의 위치정보를 포함한 긴급정보를 AIS 장치에 알려 주는 장치
 - AIS(Automatic Identification System) : 선박의 안전운항을 위해 선박위치, 속력, 방위 등의 항행정보를 선박 간 또는 해안기지국에 자동으로 송수신하는 장치
- 본선 AIS 수신기의 화면에 수난자의 정보를 시각 및 청각적으로 표시하여 해상 수난자의 구조 지원 및 본선 이외의 AIS 수신기 탑재 선박, 구조헬기 및 구조선에서도 해상 수난자의 위치를 수신하여 구조를 지원할 수 있음

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| <KANNAD, 프랑스> | <McMurdo, 프랑스> | <Wamblee, 이태리> | <Weatherdock, 독일> |

<그림 4.1> AIS 선외추락 경보장치 구현 형태

2) AIS 선외추락 경보장치의 주요 특성

- 수면 상에서 작동하여 조난신호를 송신하므로 구멍조끼에 부착되는 형태를 가짐
- GPS 기능 탑재로 수난자의 위치 데이터를 AIS Message 1번에 포함시켜

- 발송하며, AIS Message 14번을 이용하여 “MOB ACTIVE”라는 문구 표시
(분당 2초 간격의 8회 1번 메시지 송신, 4분당 1회 14번 메시지 2회 송신)
- 전송 시 식별부호는 “972”로 시작하는 9자리 숫자로 구성된 MMSI(해상 이동업무식별부호)를 사용하며, MMSI는 제품 제작 시 프로그래밍 됨
- 10M 이내의 방수 기능을 제공하며, 작동 시 LED 램프의 점등에 의한 확인 가능
- 모션에는 별도의 전용 장치 대신에 기존의 선박용 AIS로 수신함
- 국제 시장에서 가장 주류를 이루는 방식이며, 지역 표준 개발 완료된 상태
- 호주, 뉴질랜드, 미국 등 다수 국가에서 사용 중(가장 일반적 형태)



<그림 4.2> AIS 선외추락 경보장치 작동 예시

- 자동/수동 동작으로 경보신호 송신되며, 연속 작동시간은 24시간 이상임
 - 평상시에는 송수신되는 신호가 없음
 - 사고 발생 시에만 자동 또는 수동으로 신호 송신
 - GPS 내장, 위치정보 및 식별부호 송신
- 장점
 - 주변 모든 선박/육상으로 동시에 신호 전송 가능
 - 통신권 내 AIS 설치 선박 및 해안국은 모두 수신 가능
 - 출력 1W 기준 통신거리 최소 1해리(1.85km) 이상
- 단점
 - AIS 미설치 선박은 수신 불가, 구명동의 부착형이 일반적



<그림 4.3> AIS 선외추락 경보장치 작동 시 AIS 전자해도 상의 수신 화면

1.2 DSC 선외추락 경보장치

1) DSC 선외추락 경보장치의 동작 방식

- 선박용 DSC 주파수(156.525 MHz)를 이용한 기술을 적용하여 GPS 위치정보, 식별부호 및 조난 종류를 선박의 VHF 무선설비로 경보신호 전송하는 장치
- Close Loop(본선 경보) 및 Open Loop(모든 무선국 경보)의 2가지 작동 모드
- DSC 선외추락 경보장치 작동 시, 본선의 VHF 무선설비에 조난 중계 경보 알람을 발생시키며, 화면상에 조난종류(ManOverboard), 식별부호(MMSI) 및 위치정보(GPS)가 표시됨



<그림 4.4> DSC 선외추락 경보장치의 형태

2) DSC 선외추락 경보장치의 주요 특성

- 미국, 일본 등 일부 사용되고 있음
- 통신거리는 약 2~10km임
- 양방향 VHF 무선설비에 Class D DSC 장치가 부가된 형태로 주로 구현
- 출력은 음성 5W/ DSC 1W 이하임
- 모션에는 별도의 전용 장치 대신에 기존의 선박용 VHF DSC로 수신
- 경보신호를 송신할 수 있는 특징이 있음
- 익수 사고 발생 시 자동/수동으로 경보신호 송신
 - 평상시에는 송수신되는 신호가 없음
 - 사고 발생 시에만 자동 또는 수동으로 신호 송신
 - GPS 내장, 위치정보 및 식별부호 송신
- 장점
 - 주변 모든 선박/육상으로 동시에 신호 전송 가능(음성통신 가능)
 - 통신권 내 VHF 설치 선박 및 해안국은 모두 수신 가능
 - 출력 1W 기준 통신거리 최소 1해리(1.85km) 이상
- 단점
 - VHF 미설치 선박은 수신 불가



<그림 4.5> DSC 선외추락 경보장치 신호의 VHF 무선설비 수신 화면

1.3 복합형 선외추락 경보장치

1) 복합형 선외추락 경보장치의 동작 방식

- 선박용 AIS와 DSC 기술을 복합하여 적용하는 선외추락 경보장치 (국제표준 선외추락 경보장치)
- 선박의 VHF DSC로 경보 신호 전송 및 AIS로 위치정보 송신

2) 복합형 선외추락 경보장치의 주요 특성

- 동작 특성
 - 초기 약 10분 동안은 모선으로만 VHF DSC 경보신호 송신 (5분 주기)
 - 이후에는 주변 모든 선박국/해안국 앞으로 VHF DSC로 경보신호 송신
 - 주변 모든 선박국/해안국 앞으로 AIS 위치 및 식별부호 송신
- 익수 사고 발생 시 자동/수동으로 경보신호 송신
 - 평상시에는 송수신되는 신호가 없고, 사고 발생 시에만 신호 송신
 - GPS 내장, 경보신호와 위치정보 등을 모두 송신할 수 있음
- 장점
 - 국제표준, 주변 모든 선박/육상으로 동시에 신호 전송 가능
 - 경보신호와 위치정보 등 송신 가능
 - 출력 1W 기준 통신거리 최소 1해리(1.85km)
- 단점
 - VHF/AIS 미설치 선박은 수신 불가



<그림 4.6> 복합형 선외추락 경보장치(AIS/DSC 복합)

1.4 데이터형 선외추락 경보장치

1) 데이터형 선외추락 경보장치의 동작 방식

- 900MHz 주파수를 이용하는 일반 데이터 통신 방식 선외추락 경보장치
- 익수 사고 발생 시 자동/수동으로 경보신호를 모선 또는 위성을 통해 송신하여 수색구조를 돕기 위한 장치



<그림 4.7> 데이터형 선외추락 경보장치의 개요

2) 데이터형 MOB의 주요 특성

- 전용의 수신기와 송신기의 세트로 구성
 - 한국의 해군/해경에서 사용 중이며 유효 통신거리는 약 15km 임
 - 사고 발생 시에만 자동 또는 수동으로 신호 송신



<그림 4.8> 데이터형 선외추락 경보장치의 구조

1.5 Bluetooth(Zigbee) 선외추락 경보장치

1) Bluetooth(Zigbee)형 선외추락 경보장치의 동작 방식

- 915MHz 주파수를 이용하는 근거리 통신 방식의 선외추락 경보장치
- 노르웨이 등의 북미와 유럽 지역에서 소형어선 및 레저 보트 등에서 사용
- 모선에 전용 수신기를 설치하여 MOB 장치와 지속적인 정상신호를 주기적으로 송수신하다가 정상신호가 끊어지면 사고 상황으로 인식하여 경보를 발생하는 방식(Polling Type)



<그림 4.9> Bluetooth(Zigbee)형 선외추락 경보장치 형태

2) Bluetooth/Zigbee형 선외추락 경보장치의 주요 특성

- 모선용 선박장치와 개인용 선외추락 경보장치의 세트로 구성
 - 모선에는 모선전용장치(블루투스 송수신 장치) 설치
 - 개인용 선외추락 경보장치는 주로 밴드형(손목형) 사용
 - 전용 모선장치 대신에 스마트폰 어플을 사용하는 경우도 있음
- 신호가 끊길 경우에는 경보 발생 및 필요시 엔진 전원 차단 (모선장치와 엔진전원 연결 시)
- 장점
 - 소형의 손목 밴드형으로 착용 용이, 소형선박에 적용 용이, 저가형
- 단점
 - 통신거리가 짧고 전용의 모선장치 설치 필요
 - 1인 운항 선박의 경우 주변선박으로 신호전송 불가

1.6 선외추락 경보장치 비교

- 상기 5종류의 선외추락 경보장치의 형태 및 특성을 분석하여 [표 4.1]에 정리하였다.
- 가장 착용이 용이한 것은 Bluetooth 기능을 활용한 것이나 전용수신기가 있어야 하고 표준화 과정을 거쳐야 하는 단점이 있으나 가격이 낮은 장점이 있다. 또한, LTE 통신권 내에서만 사용할 경우에는 가장 효율적인 것으로 판단된다.
- 가장 많이 개발되고 있는 복합형 선외추락 경보장치는 대부분 구명조끼에 부착하는 형태로서 착용이 편리하지 않고 가격이 비교적 높다는 단점에도 국제표준화가 이루어져 있고 기존 해상통신시스템을 이용할 수 있다는 장점이 있다. LTE 통신권 이외에서 사용할 경우 가장 효율적인 것으로 판단된다.

[표 4.1] 선외추락 경보장치 비교표

| 구 분 | | 전용 수신기 사용 | 장거리 통신 (1Km 이상) | 모선 앞 송신 | 주변 선박앞 송신 | 조난 경보 송신 | 위치 정보 송신 | 착용 용이 | 국제/ 지역 표준화 | 가격 |
|--------------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------|------------------|----|
| 선 외 추 락 경 보 장 치 | Bluetooth | ○ | × | ○ | × | × | △ | ○ | × | 낮음 |
| | AIS | × | ○ | ○ | ○ | × | ○ | × | ○ | 높음 |
| | DSC | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | 높음 |
| | 복합형 | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | 높음 |
| | 데이터형 | ○ | ○ | ○ | × | × | ○ | × | × | 높음 |

2. 소형어선 내 송수신장비와 단말기간 원격 접속에 적합한 통신방식

2.1 접속 방식의 종류

- 1) Polling Type 선외추락 경보장치 방식
 - 평상시 송수신장비와 단말기간 주기적 송신을 통해 연결이 설정되어 있다가 신호가 끊어지면 경보를 발생하는 형태
 - Bluetooth/WiFi 통신방식이 주로 사용되며, 밴드형(손목형)으로 주로 구현되어 착용 편리하나 기술 표준이 마련되지 않은 문제 있음
 - 저궤도 위성을 사용한 위성통신 방식을 이용하는 장치도 개발되어 출시된 사례가 있으나 통신비 문제로 단종됨

- 2) Standing-by Type 선외추락 경보장치 방식
 - 송수신장비와 단말기 간에 아무런 통신이 없다가 위험에 처할 경우에만 경보신호를 송신하는 형태
 - AIS 기술을 적용하는 가장 일반적인 형태로서 AIS 선외추락 경보장치가 개발되어 시장에 출시되고 있으며 기술 표준으로 지역표준이 있음
 - VHF-DSC 기술을 적용하는 선외추락 경보장치로 역시 시장에 다수 출시되고 있으며 지역표준이 있음
 - AIS와 VHF-DSC를 복합 적용한 선외추락 경보장치가 유럽과 북미 지역을 중심으로 활발하게 개발되어 시장에 출시되고 있으며 이제 대한 기술 표준은 국제표준이 마련되어 있음
 - Cospas-Sarsat 중궤도 위성을 사용하는 위성 PLB(Personal Locator Beacon, 개인위치발신장치)형 선외추락 경보장치가 일부 국가에서 출시되어 있으나 허가가 제한됨
 - 일반 데이터 통신 방식의 27MHz/900MHz 주파수를 사용하는 데이터형 선외추락 경보장치로 기술 표준은 없음

2.2 원격접속 방식의 적합성

- 1) Polling Type 선외추락 경보장치 방식
 - 소형 선박의 승무 인원이 주로 1~2인으로 구성되고, 조타실 외에서의 작업으로 조타실이 비어있는 경우가 많은 운항특성을 고려할 때, Polling Type 형태의 선외추락 경보장치는 자선으로만 경보 신호를 송신하므로 1인 선박의 경우에는 효용성이 떨어짐
 - Polling Type은 지속적인 통신 유지 상태가 끊어지면 경보신호를 발신

하므로 선체 구조상 전파의 송·수신에 방해되는 구조물 등에 의한 통신 일시 두절시 오작동 되는 사례가 많을 것으로 판단됨

- 또한, 이 방식은 기존 VHF 무선설비 등을 이용할 수 없고, 만약 이용하려고 한다면 기존 장비의 개조 또는 소프트웨어 변경을 통해 기술적으로는 가능하나, 개조/변경 시 적합성 인증을 다시 거쳐야 하는 문제 발생
- Bluetooth/WiFi 기술은 현재 활발히 개발되어 많은 소형화된 장치가 출시되고 있고 가격도 저렴하여 소형화 및 저렴한 장치 제작 가능
- 국제/지역적 기술 표준이 현재 전무하므로 기술 표준 마련 필요

2) Standing-by Type 선외추락 경보장치 방식

- 소형 선박의 운항 특성 상, 1~2인으로 구성된 선박에서 가장 효율적인 경보 방식은 기존 해상통신망을 이용하여 구조센터 및 주변의 타 선박에 경보신호를 송신하는 것임
- Standing-by Type 형태로 구성된 방식은 대부분 해상통신망 또는 다른 통신망을 이용하여 자선을 포함한 자선 이외의 무선국에도 경보를 발신하는 형태를 가짐
- 비상 시에만 경보신호를 송신하므로 허위에 의한 경보를 줄일 수 있을 것으로 기대
- 현재 해상통신망에서 사용되는 AIS/VHF DSC 기술을 이용하므로 기존 장비를 개조/변경하지 않고 적용이 가능한 장점
- 관련 국제/지역적 기술 표준이 마련되어 있는 등의 유럽 및 북미 지역을 중심으로 활발한 연구 개발이 진행 중

3. 해상 운용조건에 적합한 송수신 단말기 형태와 기능 및 조건

3.1 익수자의 자세

1) 소형 선박에서의 선외 추락 형태

- 소형 선박은 선체가 작아 낮은 파도 등의 외력에 영향에 크게 받아 선체의 중회 방향으로 흔들리는 Pitching(종요) 및 Rolling(횡요)이 중·대형선에 비해 크게 발생하는 특성이 있다

- 또한, 소형 어선들은 어로 작업 특성 상 갑판 상에는 해수에 의한 미끄러운 상태가 유지된다.
- 이러한 특성들로 인해 소형 선박에서는 주로 횡요 및 어로 작업 중 미끄러짐으로 인한 선외 추락 형태가 가장 일반적이며, 이때의 자세는 앞 또는 옆으로 추락하는 경우가 대부분일 것으로 사료된다.

2) 익수자의 자세

- 구명조끼를 착용하지 않고 선외로 추락한 익수자는 일반적으로 호흡을 위해 머리를 위로 두고 팔을 벌려 수면상에 머리를 유지하려고 한다.
- 이때, 수면상에 드러난 부분은 머리 및 어깨와 양팔이다.
- 구명조끼를 착용한 상태에서는 구명조끼의 부력으로 인해 익수자는 머리와 상체의 가슴이 수면상에 유지되며, 호흡을 위한 입의 높이는 대략 수면으로부터 10cm 이상이 유지되고, 안면각도는 수면상 약 45° 이상 유지¹⁾되므로 양 팔이 모두 자유롭게 수면 상에 유지될 수 있다.

3.2 단말기의 위치와 형태

1) 단말기의 부착 위치

- 단말기는 소형 선박에서 근무하는 선원들이 휴대하기 간편하고 선내 작업 시 불편함이 없는 위치 및 크기를 우선 고려해야 한다.
- 실제 소형어선의 어민들 및 관련 장비 업체의 구두 설문에 의하면 목에 걸 수 있는 목걸이형을 가장 선호하는 것으로 조사되었다.
- 외국에서는 주로 손목 밴드형을 선호하고 그 외에 목걸이형도 판매되는 것으로 나타났다.(레저보트 위주)
- Bluetooth 기술을 사용하는 단말기는 소형화된 제품이 많이 출시되고 있으며, 작업복 부착형 또는 모자 부착형 등도 출시되고 있다.
- 단말기의 크기는 현재 출시되는 선외추락 경보장치를 보면 높은 주파수를 사용하는 WIFI 또는 Bluetooth 계열은 2 ~ 5cm의 소형화가 가능하여 휴대하기 편리한 장점이 있으나, 기존해상통신망을 사용하는 AIS/VHF

1) 상시착용형 구명동의 착용성능 파악을 위한 실험적 고찰에 관한 연구(선박안전기술공단, 2012년 8월)

DSC 기술을 이용하는 선외추락 경보장치는 대부분 10cm~15cm의 크기로 제작되며, 추가로 10cm 안팎의 안테나가 자동으로 펼쳐져야만 송신할 수 있으므로 소형화에는 큰 어려움이 있어 대부분 구멍조끼 부착형으로 출시되어 휴대성이 떨어지는 단점이 있다.

2) 단말기의 형태 및 특성

- 전파의 특성 상 수면하에서는 감쇠가 강하므로 수면상에 전파를 발사하는 것이 정보 신호를 먼 거리까지 충분히 송신할 수 있다.
- 소형 선박에서 선호하는 목걸이 형태는 소형으로 제작되어 선내 작업 시 불편함이 없도록 해야 하며 방수 및 부력을 가지도록 할 필요가 있다.
- 구멍조끼 부착 형태는 현실상 주로 구멍조끼를 착용하지 않고 작업에 임하는 사례가 많으므로 보조 사항으로 고려되어야 한다.
- 작업복 부착 형태도 가능하나, 작업복의 특성 및 소재가 각기 다르므로 표준화된 부착 위치 및 방법을 찾기가 사실상 불가능하다.

4. 해상무선설비 제조사별 원격 수신장치 탑재 및 연동 방안

4.1 소형선박의 원격 수신장치 탑재 및 연동 방안

1) VHF DSC 장치

- 디지털선택호출 초단파 송수신장치는 어선법 개정에 따라 2톤 이상의 어선에 탑재 의무화된 장치이다.
- 디지털선택호출 초단파 송수신장치의 Class A는 디지털선택호출 전용 수신기를 내장하고 있다.
- 디지털선택호출 초단파 송수신장치의 Class D도 듀얼 수신기 기능으로 디지털선택호출에 대한 외부 신호 수신이 가능하다.
- 2~5톤 선박은 의무적으로 VHF DSC 장치(주로 Class D)를 보유하고 있으므로 VHF DSC 장치를 이용하기 위한 기술을 사용하면 본선의 별도 원격수신기를 설치할 필요가 없다.
- VHF DSC 기술을 이용하지 않고 별도의 원격 수신 장치를 탑재하기 위해서는 VHF 무선설비의 제작사별로 제공하는 별도의 입력 포트

(RS232 등)를 이용하여 Bluetooth 등의 단말기를 부착하여 VHF 무선설비에 접속할 수 있으나, 본선 경보 또는 모든 무선국 경보의 기능을 위해서는 소프트웨어의 수정이 불가피하다.

2) AIS 장치

- 선박자동식별장치는 Class A와 Class B 장비 대부분 Ch.87B와 Ch.88B에 대해 각각의 전용 수신기를 내장하고 있다.
- AIS 장치는 선박안전법 및 어선법의 규정에 따라 10톤 이상의 선박에만 의무화되어 있고 소형 선박에는 강제 설치되어 있지 않으므로 본선으로 경보 메시지 송신 불가하나 주변 선박으로 경보 메시지 송신은 가능하다.
- 이 경우에도, 주변 선박이 조난 메시지만 수신할 뿐 경보를 발생하지는 않는 문제 발생 및 AIS SART와 동일 심볼을 사용함으로 인한 혼란 가능성 존재한다.

3) 선박패스(V-Pass) 장치

- 해양경찰에 의해 2011년부터 원양어선을 제외한 모든 어선에 탑재되기 시작하여 현재까지 약 6만 여척에 설치가 완료되었다.
- 2톤 미만의 소형어선들은 VHF 무선설비가 의무사항이 아니며, 무선국 허가 통계상 극히 제한적으로 사용되고 있으므로, 이동통신 서비스를 제외하면 V-Pass 시스템을 이용한 통신 수단이 해상통신의 전부이다
- 선박패스 시스템을 이용하기 위해서는 해양경찰과의 협의가 필요하며, 선박패스 시스템상 표시되는 심볼 및 경보 등에 대한 사항 신설이 필요하다.
- 본선 및 선박패스 시스템이 설치된 무선국에 대해서만 경보 신호를 송·수신할 수 있는 한계가 존재한다.

5. 단말기 오발신 방지 방안

5.1 단말기의 오발신 현황, 원인 분석 및 방지 방안

1) 현행 해양통신망의 조난신호 오발신 현황

- 우리나라의 수색구조책임기관인 해양경찰에 접수되는 DSC, EPIRB에 의한 조난신호의 오발신율이 95%이상 발생되고 있으며 [표 4.2]와 같다.

[표 4.2] 선종별 오발신 현황(2017년, 해양경찰청)

| 구 분 | 어 선 | 화 물 선 | 항 공 기 | 기 타 | 미 상 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EPIRB | 36.6% | 17.3% | 16.1% | 16.8% | 13.2% |
| DSC | 19.9% | 7.6% | - | 2.5% | 70% |

2) 오발신 원인 분석

- 오발신의 원인은 조난통신설비에 대한 운용자의 취급부주의와 같은 인적요인에 기인한 사례가 대부분이며 [표 4.3] 및 [표 4.4]와 같이 어선에서 대부분 발생하고 있음
- 현행 선박안전 조업규칙 제29조에 따라, 수협에서 주관하는 의무교육을 매년 4시간 실시하고 있으나 조난통신설비에 대한 운용 교육이 미흡한 것으로 판단됨
- 조난통신설비에 대한 중요성 인식 결여로 인해 [표 4.5]에서와 같이 DSC를 이용한 조난통신보다 음성통신을 이용한 비중이 더 높음

[표 4.3] EPIRB 오발신 현황(2017년 6월, 해양경찰청)

| 구분 | 총계 | 실제 조난 | 오 발 신 원 인 | | | | | 오발신 확인 | |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | 소계 | 취급 부주의 | 기상 요인 | 장비 결합 | 원인 미상 | 출동 확인 | 통신 확인 |
| 계 | 1,129 | 32 | 1,097 | 231 | 76 | 138 | 652 | 106 | 991 |
| 비율 | 100% | 2.8% | 97.2% | 20.5% | 6.7% | 12.2% | 57.8% | 9.7% | 90.3% |
| ‘17년 6월 | 142 | 6 (4.2%) | 136 (95.8%) | 44 | 4 | 11 | 77 | 16 | 120 |
| ‘16년 | 338 | 10 (3.0%) | 328 (97.0%) | 53 | 24 | 37 | 214 | 31 | 297 |
| ‘15년 | 342 | 8 (2.3%) | 334 (97.7%) | 74 | 35 | 36 | 189 | 26 | 308 |
| ‘14년 | 307 | 8 (2.6%) | 299 (97.4%) | 60 | 13 | 54 | 172 | 33 | 266 |

[표 4.4] 디지털선택호출장치(DSC) 오발신 현황(2017년 6월, 해양경찰청)

| 구분 | 총계 | 실제 조난 | 오 발 신 원 인 | | | | | 오발신 확인 | |
|---------------|-------|-----------|---------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | 소계 | 취급 부주의 | 기상 요인 | 장비 결함 | 원인 미상 | 출동 확인 | 통신 확인 |
| 계 | 5,646 | 47 | 5,599 | 142 | 2 | 69 | 5,386 | 452 | 5,147 |
| 비율 | 100% | 0.8% | 99.2% | 2.5% | 0.0% | 1.2% | 95.4% | 8.1% | 91.9% |
| ‘17년 6월 | 1,836 | 23 (1.3%) | 1,813 (98.7%) | 110 | - | 11 | 1692 | 185 | 1,628 |
| ‘16년 6-12월 | 3,810 | 24 (0.6%) | 3,786 (99.4%) | 32 | 2 | 58 | 3694 | 267 | 3,519 |

[표 4.5] 디지털선택호출장치(DSC) 조난통신 수신 현황(2017년, 해양경찰청)

| 구 분 | 총 계 | 음 성 | DSC(디지털선택호출장치) |
|------|-----|-----|----------------|
| ‘17년 | 26건 | 22건 | 4건 |
| ‘16년 | 25건 | 19건 | 6건 |

3) 오발신 방지 방안

- 조난통신설비의 취급 부주의에 의한 오발신을 감소하기 위해 선박종사자 대상 탑재된 통신장비 사용 및 관리법에 대한 교육/홍보 필요하다.
- 장비 결함으로 발생하는 오발신을 줄이기 위해 관련 무선통신설비의 기술기준 개정 필요하다.

6. VHF-DSC와 단말기의 활용 및 기타 장비로의 확장 방안

6.1 VHF-DSC 단말기의 활용방안

1) 선내 VHF-DSC 장치 활용 방안

- 2톤 이상의 선박에는 VHF-DSC 장치가 탑재된 무선설비가 의무적으로 탑재되므로 이를 이용하여 경보 신호를 송신하는 것이 가장 합리적인 방안이다.
- 그러나, 2톤 미만의 선박에서는 VHF-DSC 장치가 의무탑재 무선설비가 아닌 관계로 극히 제한적으로 사용되고 있고, 대부분의 사고는 이들

선박에서 발생되므로 VHF-DSC 단말기를 이용한 경보신호 시스템을 구축하기 위해서는 모든 선박에 VHF-DSC 단말기의 의무 탑재를 법으로 규제해야할 필요성 존재한다.

- VHF-DSC 통신망을 이용하게 되면 3개 타입의 통신 방식을 적용할 수 있다.
 - Open Loop(전 무선국으로 송신) 방식
 - Close Loop(본선으로 송신) 방식
 - 복합(본선으로 송신 후 일정시간 후에 전 무선국으로 송신) 방식
- VHF-DSC 장치를 이용하게 되면 156.525MHz의 주파수를 사용하게 되므로 안테나 구현 및 소형화에 제약을 받는 단점이 있으나, 기존 해상통신망을 그대로 이용하므로 도입에 대한 추가 비용 저감의 장점이 있다
- 또한, DSC에 의한 오신호 비율이 비약적으로 증가할 가능성 높으므로 해양경찰 등과의 긴밀한 협조 필요하다.
- 필요시, 다른 통신 기술과의 접목(RS232 포트를 이용한 블루투스 기능 등)이 가능하나 추가 송수신기 탑재로 인한 장비 개조 및 소프트웨어 변경 등의 문제가 발생한다.

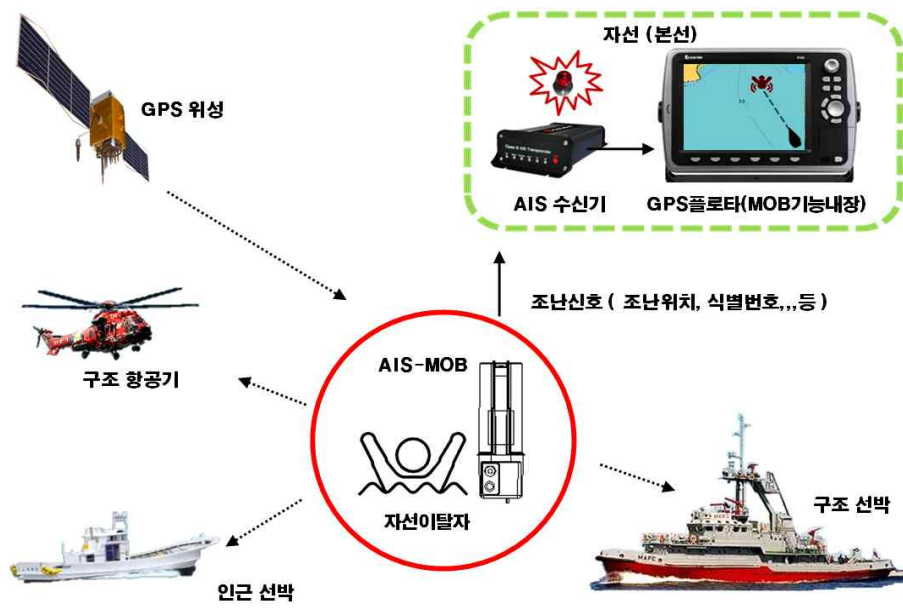
6.2 기타 장비로의 확장 방안

1) 선박패스(V-Pass) 장치 활용 방안

- 선박패스 장치는 모든 연·근해 어선에 보급되어 운용되고 있으므로 이를 이용하여 경보신호를 송신하면 시스템 구축비용이 적게 드는 장점이 있다.
- 이 기술은 표준화된 기술이 아니므로 기술표준 구축 필요하다
- 선박패스 장치를 갖춘 경우에만 송수신 가능하여 제한적 운용만 가능하다.

2) AIS 장치 활용 방안

- 선박자동식별장치를 이용하여 위치정보를 포함한 조난 메시지를 보내어 수색구조 활동에 용이한 장점이 있으나, AIS 표시장치에 나타나는 심볼 및 경보 발생에 대한 문제점 해결 필요하다.
- 소형 선박에는 선박자동식별장치가 탑재되어 있지 않아 자선으로 경보신호 송신이 불가능하다.



<그림 4.10> AIS 선외추락 경보장치의 운용 체계

제5장 선외추락 경보장치의 전파환경 분석

1. Zigbee Type 경보장치의 전파환경 시험 결과
2. Bluetooth Type 경보장치의 전파환경 시험 결과
3. ISM Band 소출력 장치의 전파환경 시험 결과

제5장 선외추락 정보장치의 전파환경 분석

1. Zigbee Type 정보장치의 전파환경 시험 결과

1.1 Zigbee Type 정보장치의 형태 및 특성 분석

1) Zigbee Model

가. Zigbee 모델 선정



<그림 5.1> Zigbee 시료 모델

○ Zigbee 수신 장치

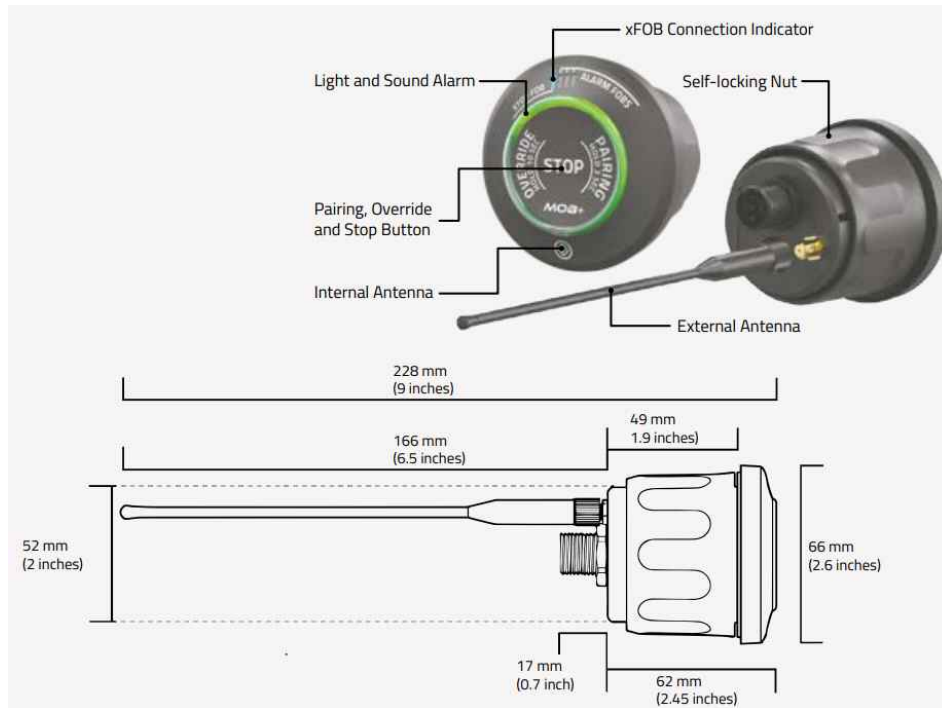
- 모델명 : xHUB

- Weight : 164g / 5.8oz.
- Housing material : ASA / TPU / PBT / POM - RoHS
- Temperature range : From -15°C / 5°F to 55°C / 131°F
- Voltage Source : 10-32Vdc
- Power consumption
 - Active Mode: 180mA (2.5W max. at 13.8Vdc),
 - Standby: <30mA, <0.4W max. at 13.8V

- 동작 환경

- Frequency area : 868 MHz(EU), 915 MHz(US)
- RF signal : (in) 10 dBm max.

- RF signal : (out) 10 dBm max.



<그림 5.2> Zigbee 시료 수신 장치

○ Zigbee 송신 장치

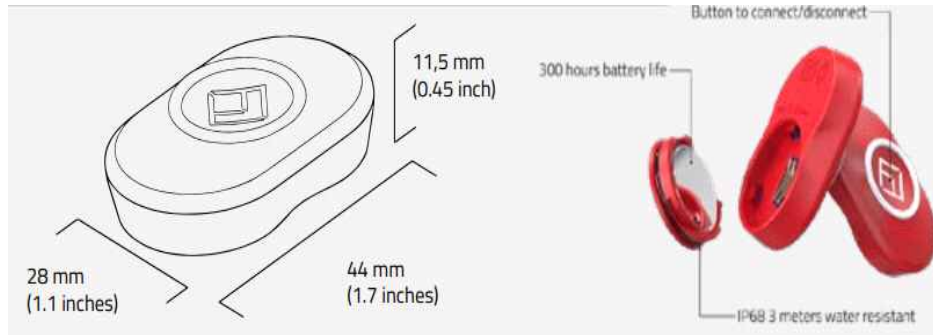
– 모델명 : xFOB

- Weight : 10g / 0.35oz.
- Housing material : ASA / TPU / POM
- Temperature range : From -15°C / 5°F to 55°C / 131°F
- Voltage Source : Coin Cell Battery - 3V nominal
- Power consumption
 - $0.3\ \mu\text{A}$ in sleep (0.00033 W)
 - 30 mA in active mode (0.098W)
- Battery life : 300 hours continuous usage

– 동작 환경

- Frequency area : 868 MHz(EU), 915 MHz(US)
- RF signal (in) : 10 dBm max.

- RF signal (out) : 10 dBm max.
- Battery type : CR2032
- Battery voltage : 3V lithium battery



<그림 5.3> Zigbee 시료 송신 장치

○ Zigbee 장치 작동 방식

- ① 송신장치(xFOB)의 중앙에 위치한 비상 버튼을 눌러 수신장치(xHUB)와 페어링하여 접속(최대 4인까지 가능)하는 방식이다.
- ② 송신장치의 비상버튼을 누르거나, 수신장치의 범위를 벗어나면 또는 송신장치가 10cm 이상 물에 잠길 경우 수신장치는 선외추락으로 인식하여 즉시 엔진을 정지시키게 되며, 6초 이후에 다시 시동을 걸 수 있도록 수신장치를 자동으로 Reset 한다.

2) 통신 거리 분석

○ Zigbee 장치 시험 장소 및 방법

- 시험 장소 : 부산시 영도구 동삼동 하리항
- 시험 일자 : 2018년 2월 9일 오전 10시 ~ 오후 1시
- 측정 장비 : Fell社 MOB+ 송수신기
- Zigbee 모델의 통신 거리는 선박의 구조 및 환경에 따라 달라지므로 제조사에서 제공하는 제품의 특성에 통신 거리는 제시되어 있지 않음
- Zigbee 수신기를 영도 하리항에 위치한 영도 해양파출소 인근 부두가의 고정위치에 설치(수면 상 3m)하고, 송신기와 페어링한 이후에 송신기를 이동하면서 비상 신호 송신 및 페어링이 해제되는 거리를 측정



Zigbee 장치 통신 거리 장소



수신기 설치위치 및 설정



송신기 비상 버튼 작동

<그림 5.4> Zigbee 시료 해상환경 통신 거리 시험

- Zigbee 장치 거리 시험 결과
 - Zigbee 장치의 거리 시험 결과는 [표 5.1]과 같다
 - Zigbee는 약 50m 이내의 거리에서는 페어링이 양호하게 유지되었으며, 송수신장치 사이에 구조물이 있는 경우에는 접속이 끊어지는 경우가 많았다.
 - 50m 이상의 거리에서는 송수신 장치 사이에 장애물이 없는 상태에서도 페어링이 안정적이지 않았으며, 100m 거리를 초과하면 페어링이 되지 않았다.
 - Zigbee 기술을 사용하는 장치는 최대 100m 거리에서도 페어링을 할 수는 있으나, 송수신장치 사이에 구조물이 없어야 하는 최적의 조건에서 가능하므로 실제 선박에서는 여러 가지 구조물에 의한 제약으로 최대 50m 이내에서 안정적인 사용이 가능할 것으로 판단된다.

[표 5.1] Zigbee 시료 해상환경 시험 결과

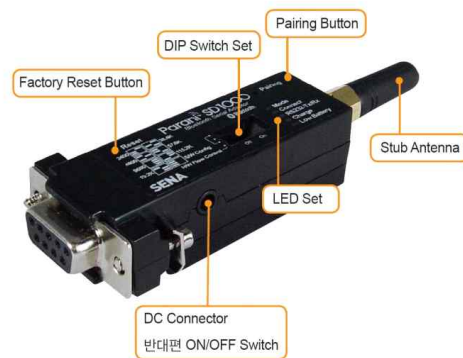
| 통신거리 | 비상 신호 수신 여부 | 페어링 상태 |
|------|-------------|--------|
| 50m | 수신 | 안정 |
| 70m | 수신 | 불안정 |
| 100m | 수신 | 불안정 |
| 150m | 미수신 | 접속 해제 |
| 200m | 미수신 | 접속 해제 |
| 220m | 미수신 | 접속 해제 |
| 300m | 미수신 | 접속 해제 |
| 400m | 미수신 | 접속 해제 |

2. Bluetooth Type 정보장치의 전파환경 시험 결과

2.1 Bluetooth Type 정보장치의 형태 및 특성 분석

1) Bluetooth Model

가. Bluetooth 송수신 장치 모델 선정



<그림 5.5> Bluetooth 시료 모델

○ Bluetooth 무선 송신기

- Model : Parani-SD1000

- Serial Interface : 921.6kbps Speed, CTS/RTS/DTR/DSR
- Model : Bluetooth V2.0 + EDR (Class1), Profile-SPP
- Dimension(LxWxH) : 76x31x19.5(mm)
- Weight : 30g
- Power : +18dBm
- Sensitivity : -88dBm
- Input DC Power : 5 ~ 12VDC / Low Battery

- 동작 환경

- Battery life : App. 4.5 hours
- Temperature : -20°C~70°C~(Oper.), -40°C~85°C(Storage)
- Humidity : 90% Nom-Condensing

- 안테나 조건

- SAT-G01R : +1dBi Stub

- DAT-G01R : +3dBi Dipole
- DAT5-G01R : +5dBi Dipole
- PAT-G01R : +9dBi patch
- 통신가능 거리
 - Stub Antenna - Stub Antenna 100 meters
 - Stub Antenna - Dipole Antenna 150 meters
 - Dipole Antenna - Dipole Antenna 200 meters
 - Dipole Antenna - Dipole Antenna 300 meters
 - Dipole Antenna - Patch Antenna 500 meters
 - Dipole Antenna - Dipole Antenna 400 meters
 - Dipole Antenna - Patch Antenna 600 meters
 - Patch Antenna - Patch Antenna 1,000 meters

○ Bluetooth 장치 작동 방식

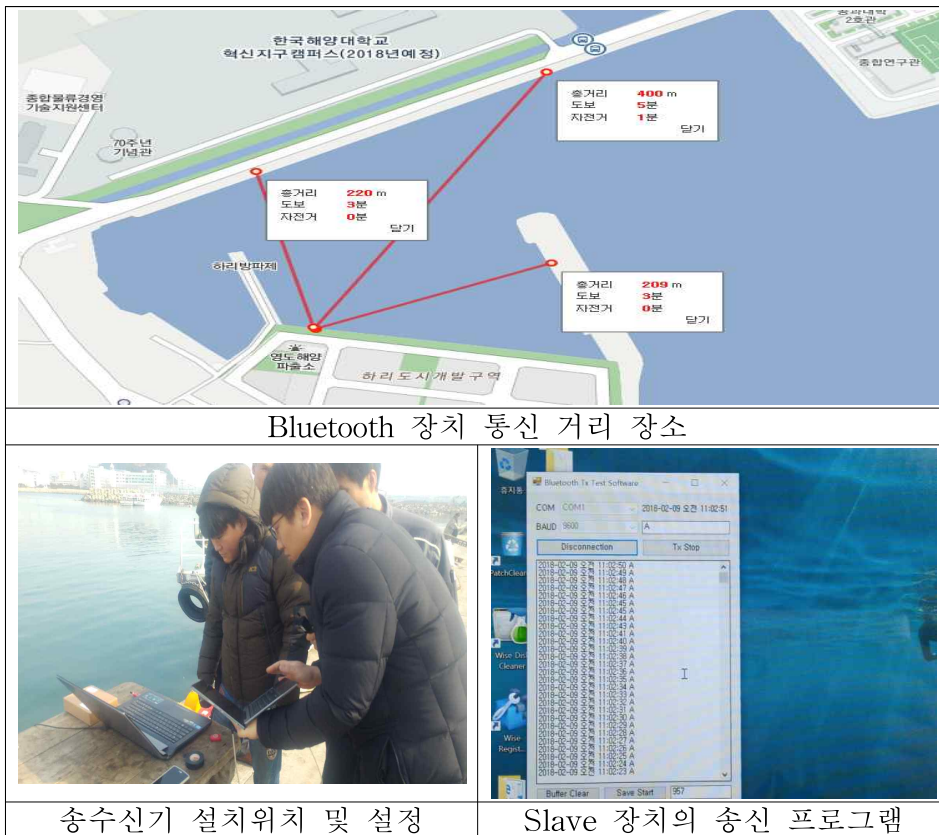
- ① Parani-SD1000 모델은 Master 혹은 Slave로 동작 가능하며, Master 장치는 다른 Bluetooth 장치에 접속을 시도하고 Slave 장치는 접속을 대기한다.
- ② Bluetooth 연결은 항상 Master와 Slave의 쌍으로 이루어지며, Master 장치와 Slave 장치의 페어링 버튼을 2초 이상 눌러 페어링 준비를 한뒤, Slave 장치의 페어링 버튼을 다시 2초간 눌러 페어링 완료한다. 페어링이 완료되면 Master와 Slave 장치의 Mode LED가 작동하여 완료 여부를 확인할 수 있다.

2) 통신 거리 분석

○ Bluetooth 장치 시험 장소 및 방법

- 시험 장소 : 부산시 영도구 동삼동 하리항
- 시험 일자 : 2018년 2월 9일 오전 10시 ~ 오후 1시
- 측정 장비 : 송신기 Parani-SD1000
- 제작사가 제시한 Parani-SD1000 모델의 통신 가능 거리는 송수신 안테나의 이득에 따라 최소 100m에서 최대 1km까지이다.
- 기본으로 제공되는 안테나는 Stub 안테나로서 최대 100m 통신 가능 거리를 가진다.

- Master 장치는 영도구 하리항의 해양파출소 인근에 수면 상 3m의 높이로서 설치하고, 동일 높이에서 Slave 장치를 작동시켜 측정하였다.
- Slave 장치는 PC에 연결하여 데이터 전송 소프트웨어를 이용하여 매초마다 단일 메시지를 송신하고, Master 장치는 Slave 장치로부터 수신된 데이터를 PC를 통해 실시간 확인 할 수 있도록 프로그램을 제작하여 실험하였다.
- Slave 장치는 Master 장치와 근접 거리에서부터 400m 거리까지 이동하며 데이터를 전송하고, Master 장치는 이를 모니터링 하면서 데이터가 미수신되는 지점을 통해 거리를 확인할 수 있는 Polling 시험을 진행하였다.
- 통신 가능 거리 확장을 위해서 수신측에 Dipole 안테나 또는 패치 안테나를 사용하면 200m 이상의 통신거리 확보가 가능할 것으로 예상된다.



<그림 5.6> Bluetooth 시료 해상환경 통신 거리 시험

- 블루투스 송수신 시험 결과
 - 실내에서 기본 제공되는 Stub 안테나를 이용하여 측정 결과, 100m에서 안정적인 통신이 가능한 것을 확인하였으나, 100m를 초과할 시에는 데이터 수신 상태가 불안정하였다.
 - 이를 바탕으로 해상 환경에서의 송수신 시험을 실시하였고, 그 결과는 [표 6.1]과 같다.
 - Bluetooth 장치의 수면 표면 작동 및 수면 하 작동 시, 페어링이 끊어지고 데이터 수신이 전혀 이루어지지 않았다.

[표 5.2] Bluetooth 시료 해상환경 시험 결과

| 송수신 거리 | 데이터 수신 여부 | 페어링 상태 |
|--------|-----------|--------|
| 50m | 수신 | 양호 |
| 70m | 수신 | 양호 |
| 100m | 수신 | 양호 |
| 150m | 수신 | 양호 |
| 200m | 수신 | 양호 |
| 220m | 미수신 | 불량 |
| 300m | 미수신 | 불량 |
| 400m | 미수신 | 불량 |

- 제작사 사양에 따른 Bluetooth class1의 통신거리는 100m이지만, 해상 환경 통신 시험에서는 약 200m로 측정되었다.
- 그러나, 송수신 장치 사이에 선박 등의 물체에 의한 전파 방해 요소가 존재할 경우에는 수신율이 급격히 저하되거나 통신이 끊어지는 현상이 발생되었다.
- 이는 2.4GHz의 주파수를 가지는 Bluetooth 장치의 전파가 가지는 강한 직진성에 따른 현상으로 사료되며, 이를 해결하기 위해서는 송수신장치 사이의 가시거리 확보를 위해 수신기의 높이를 높게 가져갈 필요가 있다고 판단된다.
- 또한, 수신 Master 장치의 안테나를 Dipole 또는 Patch 안테나로 사용하게 된다면 더욱 안정적인 통신 환경 구축이 가능할 것이다.
- 안정적인 해상 통신 환경 구축을 위해서는, 수면 표면 위에서 전파를

발사해야하는 단점을 보였다.

3) 안테나 선정 고려사항

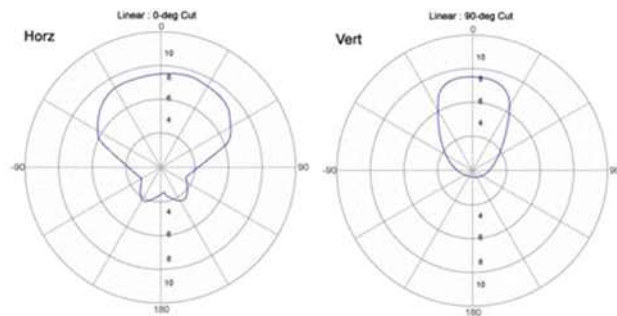
○ Bluetooth 장치의 통신 거리 확장을 위한 안테나

① 패치 안테나 (+10dBi) (통신거리 : 약 1km)



<그림 5.7> 블루투스 옥외용 패치 안테나

- Frequency : 2400 ~ 2483MHz
- Gain : 10dBi
- Polarization : Vertical
- Beamwidth deg : Horz.75°/Vert.38°
- WSWR : $\leq 1.5:1$
- Beam Pattern



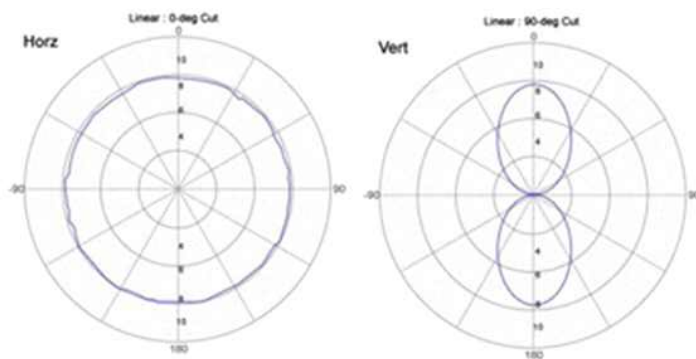
<그림 5.8> 블루투스 옥외용 패치 안테나 빔 패턴

② Dipole 안테나 (+8dBi) (통신거리 : 약 900m)



<그림 5.9> 블루투스 옥외용 다이폴 안테나

- Frequency : 2400 ~ 2483MHz
- Gain : 8dBi
- Polarization : Vertical
- Beamwidth deg : Horz.360°/Vert.15°
- WSWR : $\leq 1.5:1$
- Impedance : 50ohm
- Beam Pattern



<그림 5.10> 블루투스 옥외용 다이폴 안테나 빔 패턴

3. ISM Band 소출력 장치의 전파환경 시험 결과

3.1 ISM Band 소출력 장치의 형태 및 특성 분석

가. ISM Band 소출력 장치 모델 선정



<그림 5.11> ISM Band 소출력 장치 시료 모델

- ISM Band 소출력 송수신 장치
 - 모델명 : SH-350 (세영정보통신)
 - Weight : 70g
 - Size : 38 X 78 X 19 mm
 - 사용시간 : 10시간 이상(충전 4시간)
 - 배터리 용량 : 리튬 폴리머 3.7V 1,400mA
 - Temperature range : From -20°C to 45°C
 - TX Power
 - 2.4 GHz : 100mW
 - 900 MHz : 10mW(Max 100mW)
 - 동작 환경
 - Frequency area : 2.403 ~ 2.481GHz, 925 ~ 937.5MHz
 - 통신 채널 : 40개 (2.4GHz), 35개 (900MHz)
 - 서비스 거리 : 500m (2.4GHz), 300m (900MHz)

○ ISM Band 소출력 장치 작동 방식

- ① SH-350 모델은 송수신장치로서 각각 이용가능하며, 하나의 Master에 최대 5개의 Slave가 접속 가능함
- ② 하나의 SH-350 장치를 Master로 설정하고, 나머지 모델은 전원만 켜면 자동으로 Slave로서 작동하여 접속됨
- ③ 접속이 완료되면, Master와 Slave 간의 음성 등의 정보 교환 가능

2) 통신 거리 분석

○ ISM Band 소출력 장치 시험 장소 및 방법

- 시험 장소 : 경상남도 거제시 일운면 와현해수욕장
- 시험 일자 : 2018년 4월 26일 오후 13시 ~ 오후 17시
- 측정 장비 : 세영정보통신 SH-350 송수신기
- ISM Band 소출력 장치 모델의 제작사에서 제공하는 규격에서의 통신 가능 거리는 주파수에 따라 2.4GHz 사용 시 최대 500m 및 900MHz 사용 시 최대 300m를 제시하고 있으나, 이는 해상 조건에서의 결과값이 아니며 선박의 구조 및 환경에 따라 달라질 수 있으므로 적절히 파악 필요
- ISM Band 송수신기의 해상 조건에서의 실제 통신 거리 분석을 위해 기상조건이 양호하며 가시거리 내에서 장애물이 존재하지 않는 경남 거제시 소재의 와현해수욕장을 최적지로 판단하여 실험 시행
- 수신 Master 장치를 와현 해수욕장 가장자리 위치에 수면 상 1m 위치에 설치하여 컴퓨터에 연결하고, 신호 수신 시에 그 정보를 컴퓨터에서 VHF-DSC 장치로 전달하여 VHF 장치에서 신호 수신 시에 경보 발생 여부를 측정
- 송신 Slave 장치는 최대 400m 거리 및 200m 이내의 거리에서 해수 표면, 수면상 10cm, 30cm, 50cm에서 각각 10회씩 작동시켜 페어링 상태 측정 및 수동 비상 신호 발신을 수행
- 시료는 주파수에 따라 분류하여 900MHz를 사용하는 장치를 시료 A로 하고, 2.4GHz를 사용하는 장치를 시료 B로 구분하여 각각 동일 조건에서 시험하여 기록



ISM Band 소출력 장치 통신 거리 시험 장소



Master 설치위치 및 설정



Slave 비상 버튼 작동

<그림 5.12> ISM Band 소출력 장치 시료 해상환경 통신 거리 시험

- 시료 A 900MHz 장치 거리 시험 결과
 - 900 MHz 장치는 제작사가 제공한 자료에 의하면 300m 이내에서 연결 가능하나, 400m 거리의 수면 상 10 ~ 50cm에서 작동 시험한 결과 양호한 페어링 상태 표시 및 비상 신호 수신에 양호
 - 400m 거리에서 수면에 접촉한 상태에서 작동시킨 결과, 송수신 장치 사이에 장애물이 없는 상태에서도 페어링이 안정적이지 않았으며 비상 신호 송신 시 수신이 전혀 되지 않음

[표 5.3] ISM Band 시료 A 해상환경 시험 결과

| 송수신 거리 | 수신기 높이 | 송신기 높이 | 비상 신호 수신 | | 페어링 상태 |
|-----------|----------------|-----------|----------|--------|-----------|
| | | | 수신 횟수 | 수신율 | |
| 400 m | 수면 상 100 cm | 수면 상 50cm | 8 | 80 % | 양호 |
| | | 수면 상 30cm | 9 | 90 % | 양호 |
| | | 수면 상 10cm | 9 | 90 % | 양호 |
| | | 수면 표면 | 0 | 0 % | 불량 |
| 200 m | | 수면 상 50cm | 10 | 1000 % | 양호 |
| | | 수면 상 30cm | 10 | 100 % | 양호 |
| | | 수면 상 10cm | 9 | 90 % | 양호 |
| | | 수면 표면 | 1 | 10% | 불량 |

○ 시료 B 2.4GHz 장치 거리 시험 결과

- 2.4 GHz 장치는 제작사가 제공한 자료에 의하면 500m 이내에서 연결 가능하나, 400m 거리의 수면 상 50cm에서 작동 시험한 결과 페어링 상태 불량하며, 비상 신호 수신에 거의 어려움
- 수신 안테나의 높이에 따른 영향을 분석하기 위해 수신안테나를 수면 상 1m에서 2.5m 높이로 변경하여 동일 실험을 한 결과 페어링 상태 및 비상 신호의 수신율이 양호하였음

[표 5.4] ISM Band 시료 B 해상환경 시험 결과

| 송수신 거리 | 수신기 높이 | 송신기 높이 | 비상 신호 수신 | | 페어링 상태 |
|-----------|----------------|-----------|----------|-------|-----------|
| | | | 수신 횟수 | 수신율 | |
| 400 m | 수면 상 100 cm | 수면 상 50cm | 1 | 10 % | 불량 |
| | | 수면 상 30cm | 0 | 0 % | 불량 |
| | | 수면 상 10cm | 0 | 0 % | 불량 |
| | | 수면 표면 | 0 | 0 % | 불량 |
| | 수면 상 250 cm | 수면 상 50cm | 10 | 100 % | 양호 |

- ISM Band 소출력 장치의 거리 시험 결과
 - 시료 제작사의 사양에 따른 통신거리는 300 ~ 500m이지만 해상환경 통신 시험에서 수면 상에서 작동 시에는 송수신기의 높이에 따라 수신율의 급격한 변동을 보임
 - 또한, 선박 등 송수신기 사이에 물체에 의한 전파 방해요소가 나타나면 수신율이 급격히 저하되거나 통신이 끊어지는 현상이 발생함
 - 고주파 전파의 특성이 직진성이 강하여 나타나는 현상으로 예측되며, 안정적 통신을 위해서는 시야확보가 필수적일 것으로 판단됨

제6장 선외추락 경보장치 시작품 제작 및 시험 결과

1. 선외추락 경보장치 시작품 모델링 및 검토
2. 선외추락 경보장치 시작품 설계 및 제작
3. 선외추락 경보장치 시작품 시험 결과
4. 선외추락 경보장치의 상용화 방안

제6장 선외추락 경보장치의 시제품 제작 및 시험 결과

1. 선외추락 경보장치 시제품 모델링 및 검토

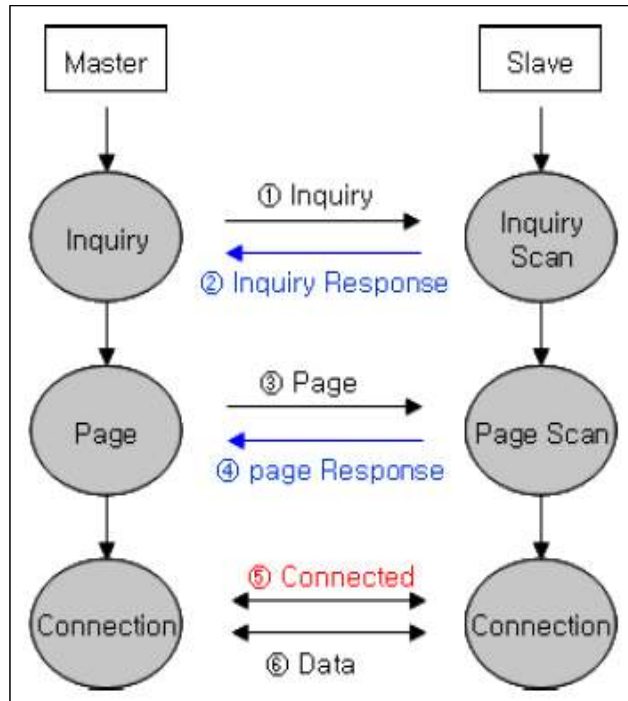
1.1 하드웨어 선정 및 특성 분석

1) Bluetooth 특징

- Bluetooth 목적 : 저전력, 단거리, 고 신뢰성, 저가의 무선통신 구현
- 사용 주파수 : 허가 없이 사용할 수 있는 ISM(Industrial, Scientific, Medical)대역 사용
 - 2.400 ~ 2.4835 GHz, 79 Channels
- 전송속도 : 1Mbps ~ 3Mbps
- 송출출력 : 100mW(100m Class1)
- 네트워크 구성 : Master, Slave 형태의 주종 관계로 구성되며, 한 대의 블루투스 장치에 동시접속이 가능한 최대 장치의 수는 7대
- 신뢰성 : 주파수 호핑(FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum) 기법을 사용하여 Noise가 많은 환경에서도 안정된 무선 연결을 보장

2) Bluetooth 동작

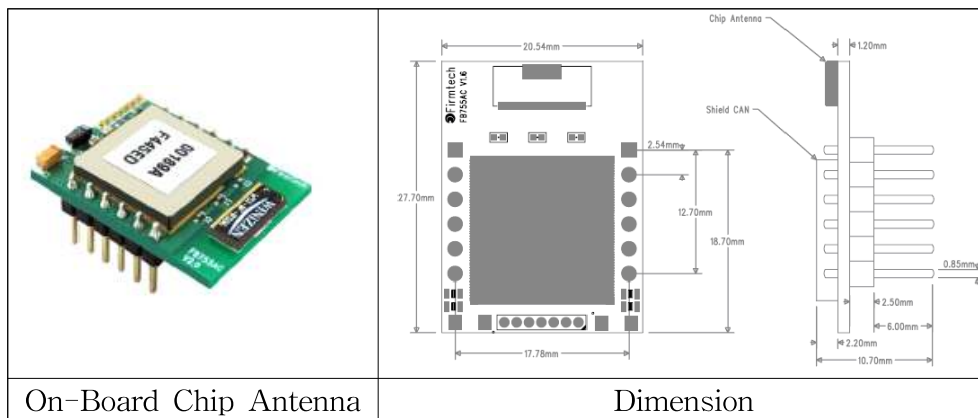
- 블루투스는 기본적으로 Master와 Slave인 주종의 역할(Role)로 동작함
- 통상적으로 Inquiry(검색) 및 Page(연결요청)을 하는 쪽을 Master라고 하며, Inquiry Scan(검색대기) 및 Page Scan(연결대기)를 하는 쪽을 Slave로 구분
- Master가 주변의 Slave를 찾으려면(Inquiry), Slave는 자신의 정보를 Master에게 송신(Inquiry Response) 함
- Slave의 정보가 Master와 일치하면 상호 연결이 이루어지며, 데이터의 전송이 가능



<그림 6.1> 블루투스 동작 방식

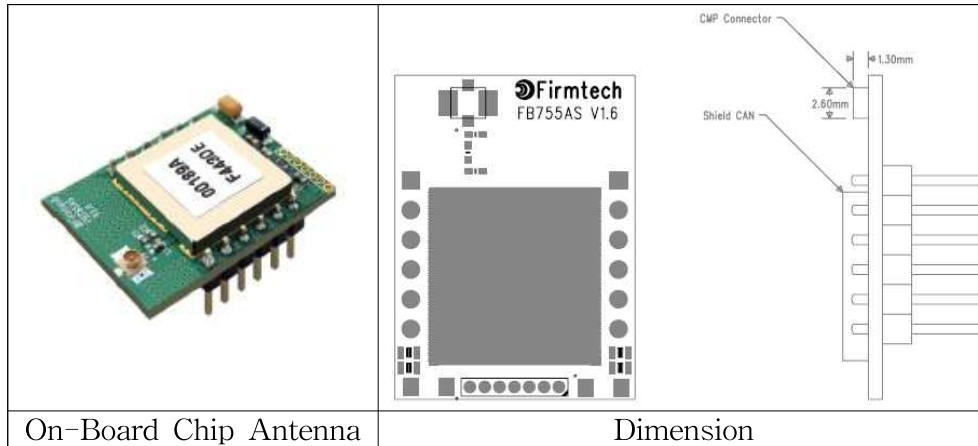
3) 블루투스 모듈 사양

○ 송신 모듈 Dimension



<그림 6.2> 블루투스 송신모듈 Dimension

○ 수신 모듈 Dimension



<그림 6.3> 블루투스 수신모듈 Dimension

○ 모듈의 사양은 [표 6.1]과 같다.

[표 6.1] 블루투스 모듈 사양

| No | 항 목 | | 사 양 |
|----|---------------------------|---------|---------------------------|
| 1 | Bluetooth Spec. | | V2.1 + EDR |
| 2 | Communication distance | | 100M |
| 3 | Frequency Range | | 2,402 ~ 4,280MHz ISM Band |
| 4 | Sensitivity | | -83dBm (Typical) |
| 5 | Transmit Power | | 12dBm (Typical) |
| 6 | Size | | 27.7 x 20.6 mm |
| 7 | Support Bluetooth Profile | | SPP (Serial Port Profile) |
| 8 | Input Power | | 3.3V |
| 9 | Current Consumption | | 100mA (Max) |
| 10 | Operation Temperature | | -20°C ~ 50°C |
| 11 | Communication Speed | | 1,200bps ~ 230,400bps |
| 12 | Antenna | FB755AC | Chip Antenna |
| | | GB755AS | Helical Antenna |
| 13 | Interface | | UART (TTL Level) |
| 14 | Flow Contrl | | RTS, CTS, DTR, DSR |

4) 블루투스 모듈 전력 소모량 측정

- 블루투스 모듈의 전력 소모량은 [표 6.2]와 같다.

[표 6.2] 블루투스 모듈 전력 소모량

| 상태 | | 소모전류(mA) | | |
|---------------|--------|----------|----|----|
| | | 최소 | 최대 | 평균 |
| 대기 | | 3 | 12 | 8 |
| 연결대기 및 검색대기 | Slave | 6 | 51 | 28 |
| 연결대기 | Slave | 6 | 21 | 9 |
| 검색 | Master | 66 | 69 | 67 |
| 연결되었을 때 | Slave | 27 | 39 | 29 |
| | Master | 9 | 21 | 12 |
| 데이터 송신할 때 | Slave | 33 | 42 | 37 |
| | Master | 30 | 39 | 36 |
| 데이터 수신할 때 | Slave | 27 | 42 | 35 |
| | Master | 30 | 42 | 37 |
| 데이터 송수신할 때 | Slave | 36 | 42 | 39 |
| | Master | 36 | 45 | 40 |
| 저전력 모드를 사용할 때 | Slave | 6 | 18 | 10 |
| | Master | 5 | 18 | 10 |

* 테스트 조건 : Baud Rate 9600bps, Input Voltage DC5V

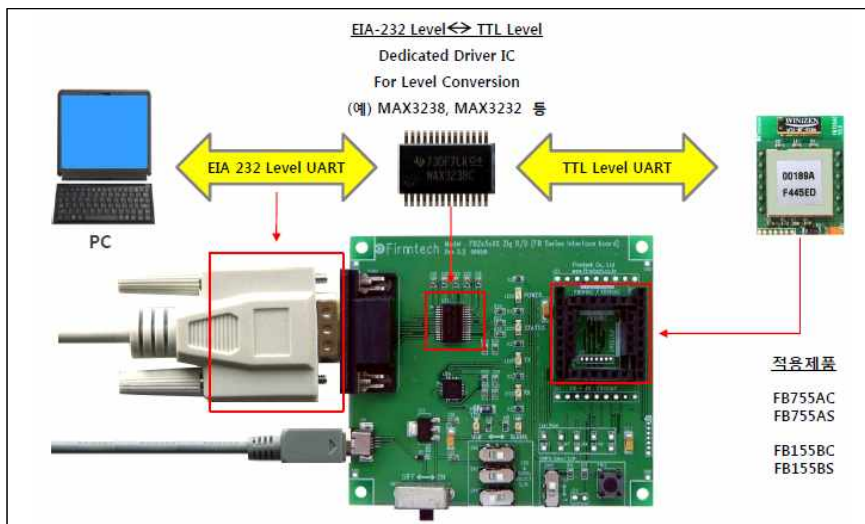
1.2 블루투스 모듈 동작 조건

1) FB775AC, FB775AS 설정

- 송신기 FB775AC(Master), 수신기 FB775AS(Slave)
 - PIN CODE를 설정하여 Slave 1 : Master 3으로 구성되며 다른 하드웨어를 인식할 수 없도록 1:3 전용으로 설정
 - Time Out : Master에서 연결을 위한 검색을 할 때 Slave의 응답을 기다리는 시간을 5초로 설정 즉, 5초 이내에 Slave로부터 응답 신호가 수신되지 않으면 Time Out에 의해 연결대기 종료됨

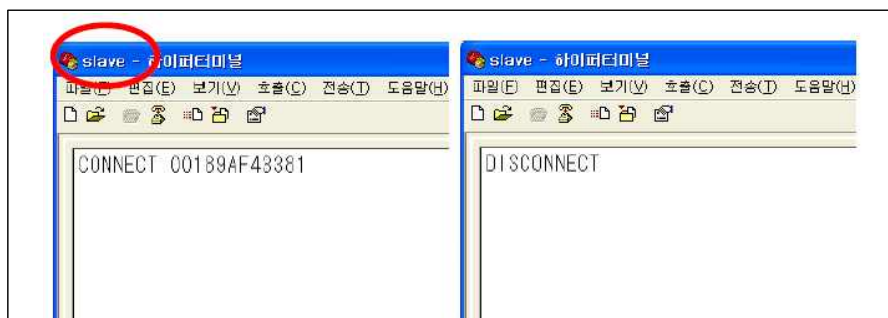
- Data Buff Size : 페어링만 사용하므로 Default 0으로 설정
- Operation Mode : Master 1 (최대 1:7연결 구성 설정)
- Connection Mode 1 : Mster의 경우 메모리에 미리 입력된 Remote Address가 해당되는 장치에게만 연결요청(Page)을 진행하고 PIN CODE가 일치하면 연결이 되는 방식, Slave의 경우 검색대기(Inquiry Scan) 및 연결대기(Page Scan)을 진행하면서 PIN CODE가 일치하는 경우 연결이 설정됨
- USART : Default Baud 9,600bps /Parity None/ Stop 1 / HW None

2) FB775AC, FB775AS 동작 확인



<그림 6.4> Interface Board를 이용한 블루투스 모듈 동작 확인

- 송수신기를 Interface Board에 연결하여 PC에서 페어링 확인

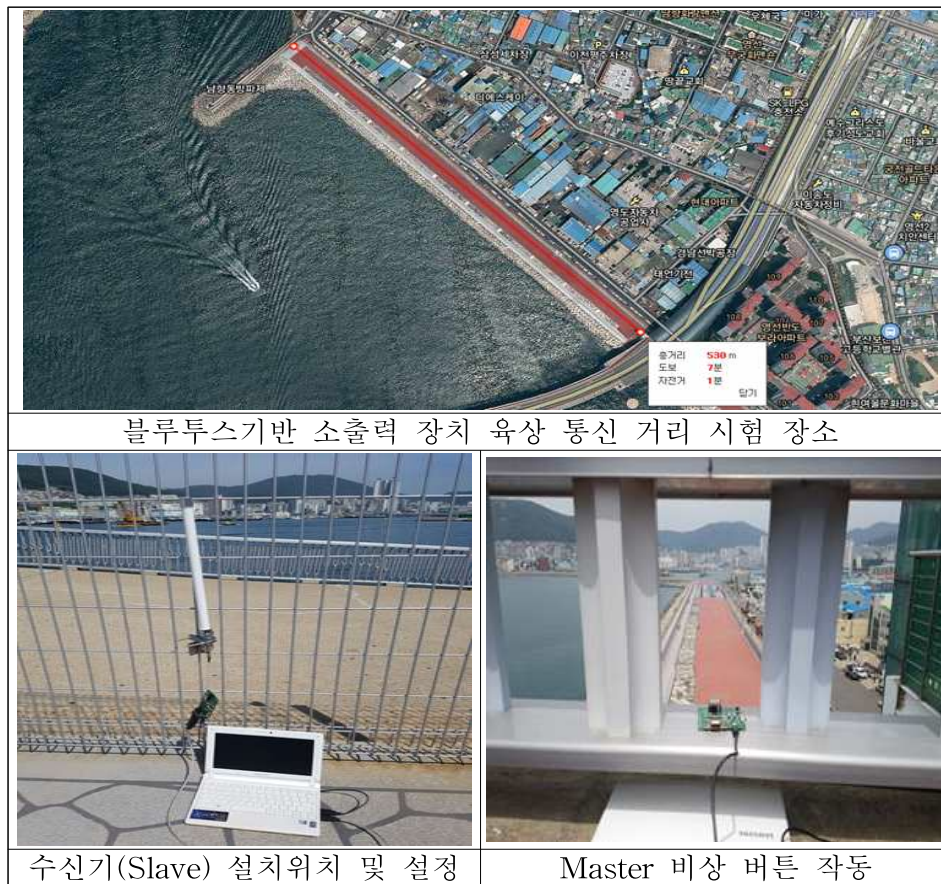


<그림 6.5> Interface Board를 이용한 접속 및 접속 종료 확인

- <그림 6.4>와 같이 인터페이스 보드를 PC와 연결하여 하이퍼터미널을 통한 접속과 접속 종료 상태 확인
- 인터페이스 모듈의 구성을 기반으로 송신기 메인회로 및 수신기 메인회로 설계에 참조
- Master의 Inquiry와 Page가 완료되면 Slave에 <그림 6.5>와 같이 "CONNECTION"과 "DISCONNECTION"의 메시지가 출력되는 것을 확인
- 수신기 설계 시 출력 메시지를 구분하여 알람 및 접속 상태 체크

1.3 블루투스 모듈 동작 검토

1) 송수신기 모듈의 통신 거리 시험(육상)

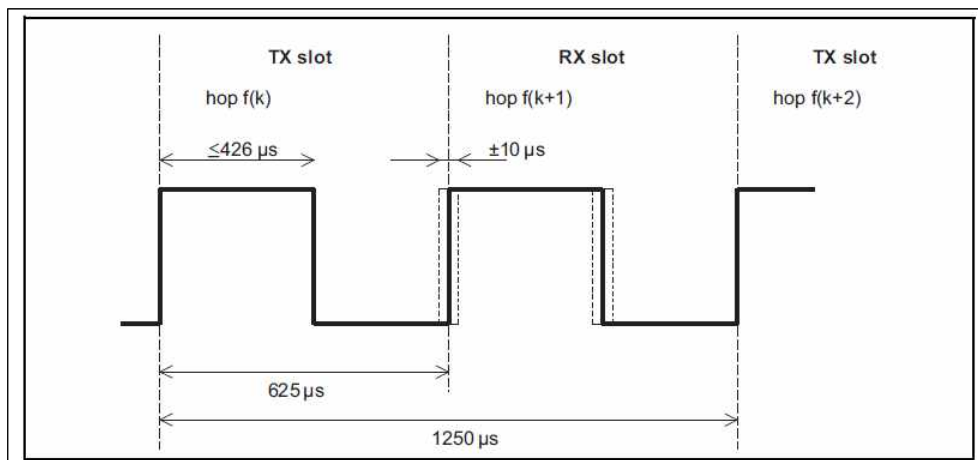


<그림 6.6> Interface Board를 이용한 육상환경 통신 거리 확인

- 시험 환경 설정
 - 수신기 안테나 높이 1m 고정
 - 송신기 안테나 높이 1.5m (가슴높이에서 버튼 누름)
- 육상 환경 통신거리 측정 결과
 - <그림 6.6>의 거리 시험은 약 50m 단위로 진행되었으며 Master(송신기)와 수신기의 거리가 약 530m에서도 양호한 송수신이 가능
 - 사용된 모듈은 Class1 송수신기의 사양인 100m 통신거리가 최대이나, 약 530m에서 통신이 이루어진 것은 수신기의 높이와 고이득의 안테나 사용, 그리고 송신기의 칩 안테나 방향에 따라 거리 측정 시 통신 성공률에 차이가 있음을 확인함

2) 송수신기 통신연결 시간 검토

- 채널 호핑을 위한 물리적 시간²⁾



<그림 6.7> Master의 Tx/Rx의 단일슬롯 사이클

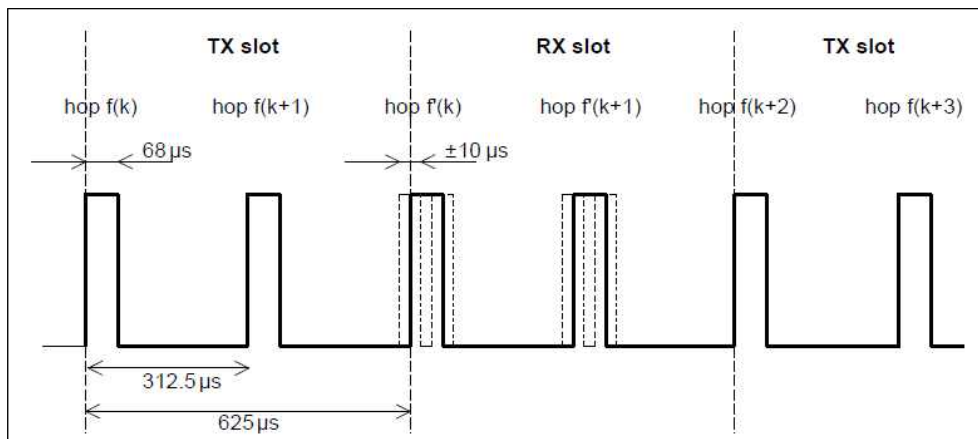
- 채널 호핑 주파수는 HOP $f(k)$ 로 표시되며, k 는 타임 슬롯 번호
- 각 주기는 정상동작의 범위를 $\pm 10 \mu s$ 로 지정하여 약간의 지연시간을 허용하여 타이밍에 대한 불확실성을 보정하고 Slave는 Master의 전송

2) 참고문헌 : Bluetooth SIG, Bluetooth Core Specification Version5.0, Vol2, Part B pp354 ~ 493, 2016

신호가 250ms가 넘지 않도록 가변 크기 타임 슬롯을 구성

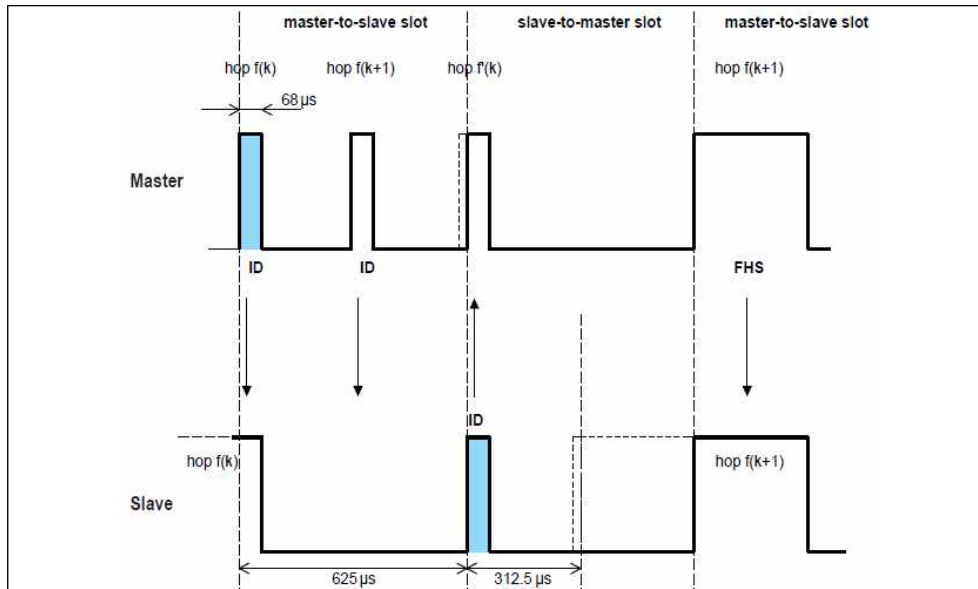
- Slave에는 기본 타이밍 Offset을 추가하여 Master의 기본 클럭 주기를 추정하고, 패킷이 수신될 때마다 Offset을 갱신하여 동기화를 진행
- Slave를 동기화 하기 위한 채널 액세스 코드는 Master-Slave 전송 슬롯에서 전송된 모든 패킷으로 Rx 타이밍을 수정 가능
- 채널 호핑은 매회 새로운 동기화를 찾는 것과 이전 동기화 기록을 사용하는 2가지 모드를 지원하며 전체 79개의 채널 주파수를 탐색하는데 각각 상이한 시간을 가짐

○ 연결대기(Page Scan) 및 응답(Page Response) 타이밍

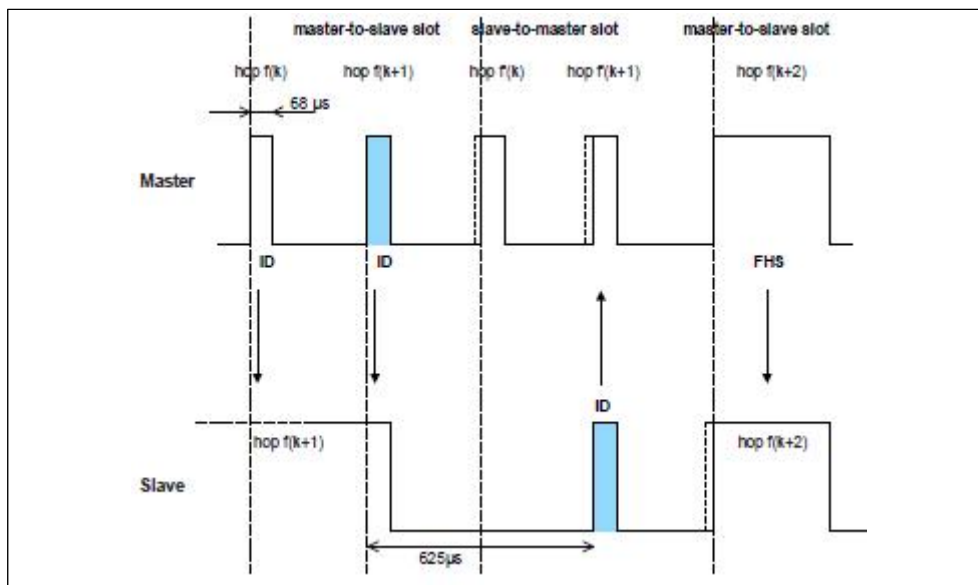


<그림 6.8> PAGE Mode의 Tx/Rx 전송 사이클

- 연결설정에서 Master에서 Slave로 페이지 응답 패킷이 전송되며 패킷은 타이밍 및 주파수를 동기화 설정
- Slave는 페이지 메시지를 수신한 후 응답 패킷으로 구성된 메시지를 $625\mu s(\pm 10\mu s)$ 이내에 전송
- Master 페이지 응답 패킷의 타이밍은 선행 Master-Slave 슬롯에서 첫 번째로 전송된 페이지 메시지의 타이밍을 기반으로 동기화를 하고 첫 번째 페이지 메시지와 마스터 페이지 응답 패킷 사이에는 정확히 $1250\mu s$ 의 지연이 있게 되며 패킷은 페이지 메시지가 수신된 HOP 주파수 $f(k)$ 다음의 HOP 주파수 $f(k+1)$ 로 전송



<그림 6.9> 첫 번째 슬롯에서 성공적인 수신에 대한 응답패킷 타이밍

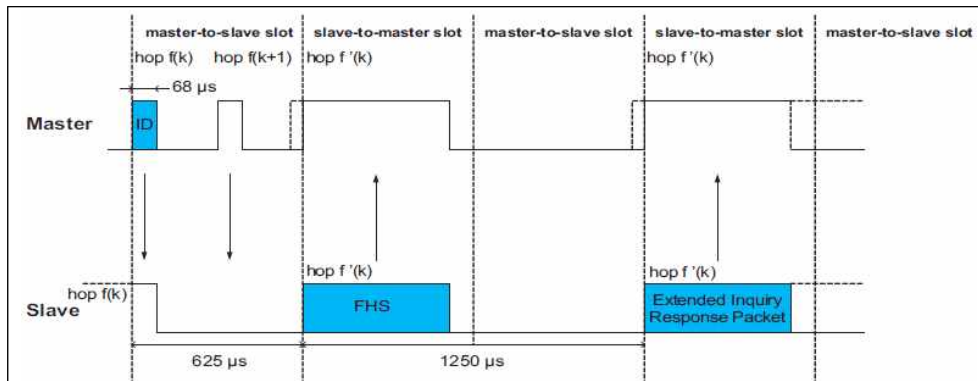


<그림 6.10> 후반 슬롯에서 성공적인 수신에 대한 응답패킷 타이밍

- Slave는 Master로부터 선행된 타이밍을 기반으로 페이지 메시지를 수신 후 정확히 625us 후에 응답패킷을 전송

- 첫 번째 메시지와 두 번째 메시지 사이에는 정확히 1250us의 지연이 있으며 페이지 메시지가 수신된 HOP 주파수 $f(k+1)$ 다음의 HOP 주파수 $f(k+2)$ 로 전송
- Slave는 Master의 페이지 응답 패킷의 수신에 따라 Rx/Tx 타이밍을 조정 즉, 마스터 페이지 응답 패킷의 수신을 응답하는 제2 슬레이브 페이지 응답 메시지는 마스터 페이지 응답 패킷의 시작 후 625us 이후에 전송

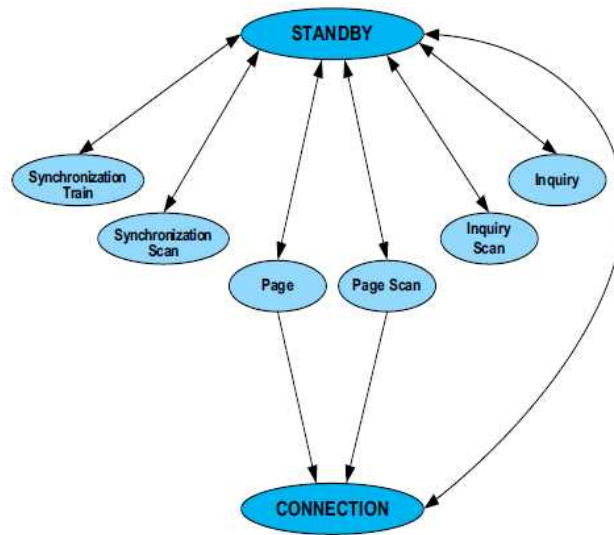
○ 검색대기(Inquiry Scan) 및 검색응답(Inquiry Response) 타이밍



<그림 6.11> 처음 슬롯의 성공적인 검색응답 패킷 타이밍

- Inquiry Scan의 채널은 물리 채널보다 느린 호핑 패턴이며 RF 채널을 통한 짧은 의사 랜덤 호핑 시퀀스
- Inquiry Scan의 타이밍은 스캐닝 장치의 클럭에 의해 결정되는 반면 주파수 호핑 시퀀스는 일반적인 액세스 코드에 의해 결정
- Inquiry Scan의 시간적 타이밍은 PAGE 타이밍과 동일
- Inquiry Response 패킷은 Slave의 메시지 조치가 끝난 후 Slave에서 Master로 전송
- 패킷은 Master가 Slave를 페이징 하는데 필요한 정보를 포함하고 Inquiry 메시지를 받은 후 625us 후에 전송
- Slave가 확장된 Inquiry Response 패킷을 전송하는 경우, Inquiry Response 패킷의 시작 후 1250us 후에 전송

○ 링크 제어 운용



<그림 6.12> 링크 제어의 상태 구성

- 링크 제어에는 "STANDBY"와 "CONNECTION"으로 상태를 표시
- Master의 연결요청(Page), 연결대기(Page Scan), 검색요청(Inquiry), 검색대기(Inquiry Scan)과 Slave의 연결응답(Page Response) 및 검색 응답(Inquiry Response)

| SR mode | $T_{\text{page_scan}}$ |
|---------|---|
| R0 | $\leq 1.28\text{s}$ and $= T_{w_page_scan}$ |
| R1 | $\leq 1.28\text{s}$ |
| R2 | $\leq 2.56\text{s}$ |

<그림 6.13> 페이징 모드에 따른 검색 시간

- 스캔 간격 $T_{\text{page_scan}}$ 은 두 번의 연속된 스캔의 시작 사이의 간격으로 정의
- 스캔 간격이 스캔 윈도우 $T_{w_page_scan}$ (연속스캔)과 동일한 경우 1.28s 또는 2.56s로 결정됨

- 송수신의 전파환경을 고려하지 않을 경우 최대 2.56s를 넘지 않음
- 3) 송수신기 통신연결 시간 측정
- 이론상 송수신기의 통신 연결 시간은 2.56초를 넘지 않는 것으로 되어 있으나 실제 전파환경에 따라서 2~10초 정도의 연결 시간이 확인 됨

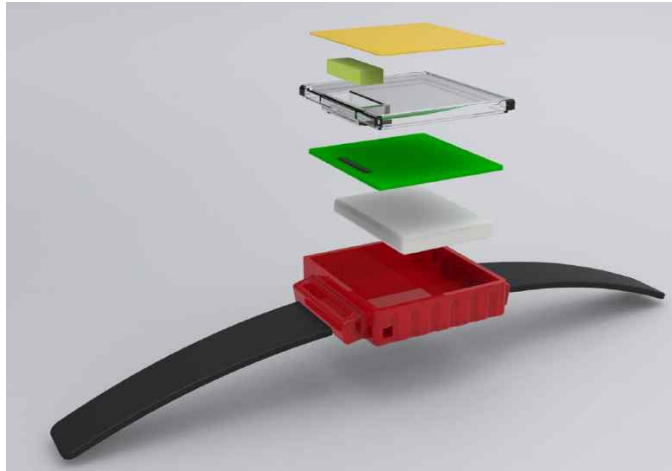
[표 6.3] 육상환경 페어링 시도 및 연결 횟수 측정

| 측정거리 | 페어링 시도횟수 | 연결횟수 | 연결시간 |
|------|----------|------|------|
| 50m | 1 | 1 | 2s |
| 100m | 1 | 1 | 2s |
| 150m | 3 | 1 | 2s |
| 200m | 5 | 1 | 10s |
| 250m | 10 | 1 | 2s |
| 300m | 7 | 1 | 10s |
| 350m | 2 | 1 | 10s |
| 400m | 7 | 1 | 10s |
| 450m | 2 | 1 | 2s |
| 500m | 5 | 1 | 10s |
| 530m | 2 | 1 | 2s |

- 직선 거리 육상 환경에서 측정한 페어링 시도 횟수와 연결 시간을 기록한 것으로 530m거리에서도 연결되는 것을 확인하였으나 같은 자리에서 여러번 페어링을 시도를 해도 연결이 되지 않거나 아주 빠른 시간에 연결되는 랜덤한 기록이 측정 됨

1.4 선외추락경보장치 디자인 검토

- 1) 송신기 디자인
- 착용이 용이하고 사용에 불편함이 없는 크기
 - 손목 밴드 타입
 - 목걸이 타입
 - 하나의 타입으로 제작하여 여러 용도로 사용할 수 있도록 디자인 설계

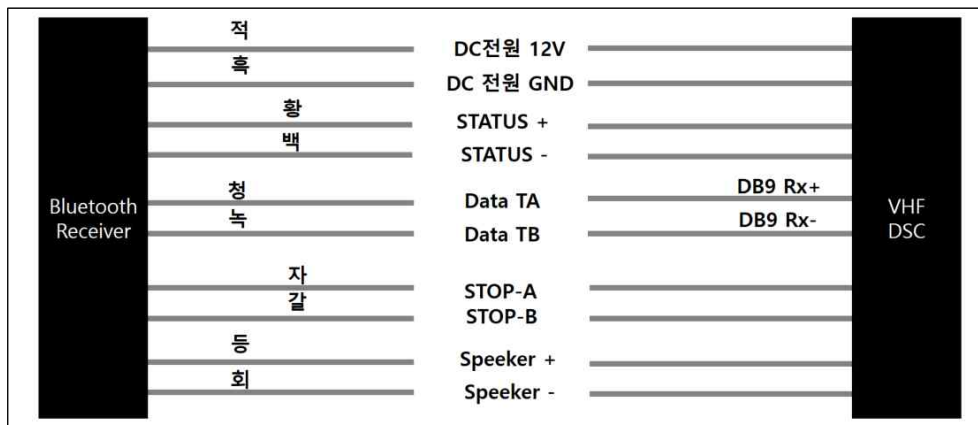


<그림 6.14> 손목시계 타입 모델링

- 방수 기능을 위한 Read Switch 내장에 따른 자석을 이용한 전원 분리 및 동작 메커니즘 설계 반영

2) 수신기 디자인

- 선박에 설치되는 것으로 안테나와 일체형으로 제작
 - 선박 주변 모든 방향 수신을 위한 원편파 다이폴 안테나 적용 및 안테나 일체형 수신 모듈 개발
 - 전원, 상태 LED, VHF연동 데이터(RS422) 라인, STOP 버튼, 알람 스피커를 위한 10p 전용 케이블 제작



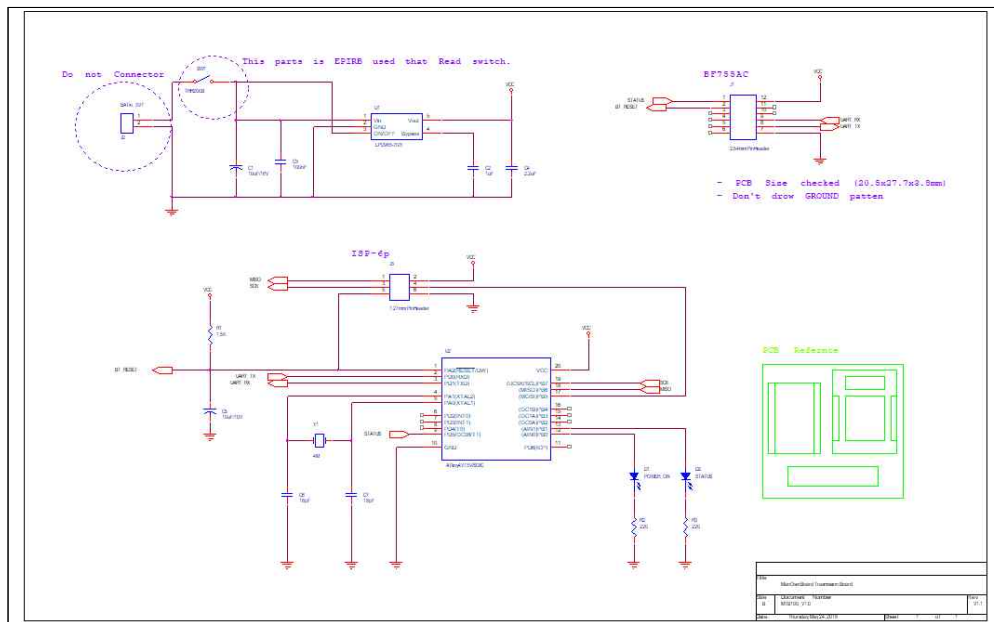
<그림 6.15> 수신기 알람 박스 케이블 연결 구성 설계

2. 선외추락 정보장치 시작품 설계 및 제작

2.1 송신기 설계 및 제작

1) 송신기 모듈 회로 설계

- ATtiny2313/SOIC Micro Controller Unit
 - 4Mhz Clock Perse를 이용한 9600bps 통신속도의 2.4GHz Bluetooth Module과 제어 통신 구현
 - 연결/연결해지를 위한 LED Indicate x 1ea 사용
 - 방수를 고려한 Magnatic Read 동작 스위치 적용
 - Runtime 8시간 이상 사용을 위한 3.7V/450mAh Battery 적용



<그림 6.16> 송신기 모듈 회로 설계

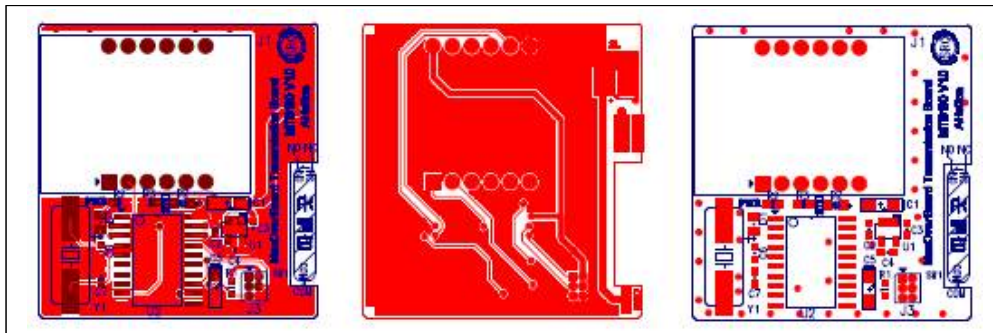
- FB775AC Firmtech Bluetooth Module
 - Bluetooth 2.1 + EDR Class1 100mW(통신거리 100m)
 - 사용 주파수 : 2.400 ~ 2.4835GHz, 79Channels
 - 2.4GHz On-Board Chip Antenna

- 송신기(Master) Setup x 3 (ACL기준 7대까지 연결가능)
- 전송속도 : 1Mbps ~ 3Mbps
- 신뢰성 : 주파수 호핑(FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum) 기법을 사용하여 Noise가 많은 환경에서도 안정된 무선연결 보장

2) 송신기 회로 PCB 제작

○ FB775AC On-Board Main PCB

- 인증된 블루투스 모듈을 이용하여 기능의 수정없이 그 모듈을 그대로 사용하여 제품을 개발하는 경우 별도의 인증을 받지 않아도 됨.



<그림 6.17> 송신기 모듈 PCB Artwork

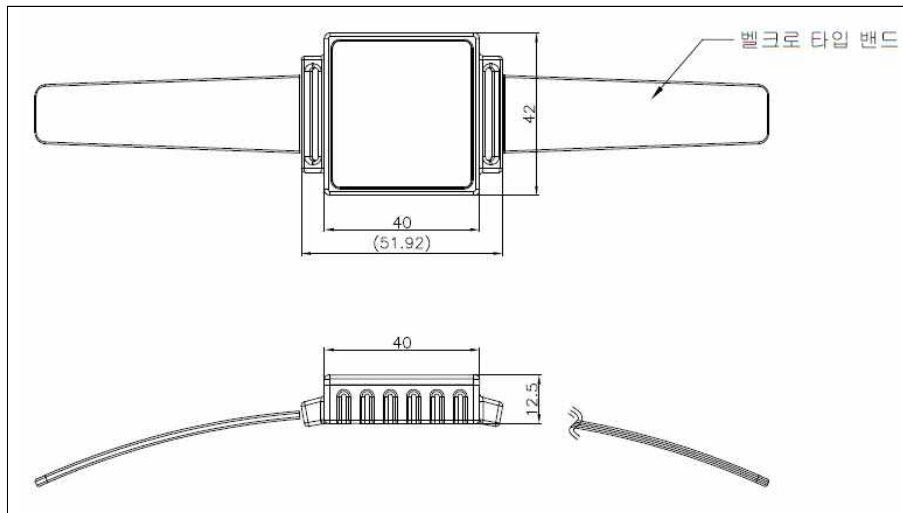
- PCB설계는 OrCAD Allegro v16.6 2Layer로 설계.
- ATtiny2313 Micro Controller를 이용한 데이터 및 I/O 제어 설계



<그림 6.18> 송신기 모듈 PCB 제작

3) 송신기 기구 디자인 및 설계

- 손목밴드 타입을 우선 고려하여 디자인 하였으며 40 x 42 사이즈로서 클립 줄을 이용하여 목걸이 타입으로 사용할 수 있을 것으로 사료
- 배터리, 메인모듈, 블루투스 모듈, 리드스위치를 적층한 구조
- 블루투스 모듈의 칩 안테나 부분이 배터리와 중첩되지 않도록 배터리 장착 공간 적용



<그림 6.19> 송신기 기구부 디자인 설계

4) 송신기 Mock-up 제작

- 1차 3D프린팅 제품을 통해 요구사항을 분석하고 디자인에 반영
- LED의 표시 및 시험에 용이한 ON/OFF 스위치 설계 반영
- 최종 색상 검토 후 제작 (Body-Black, Cover-Yellow)

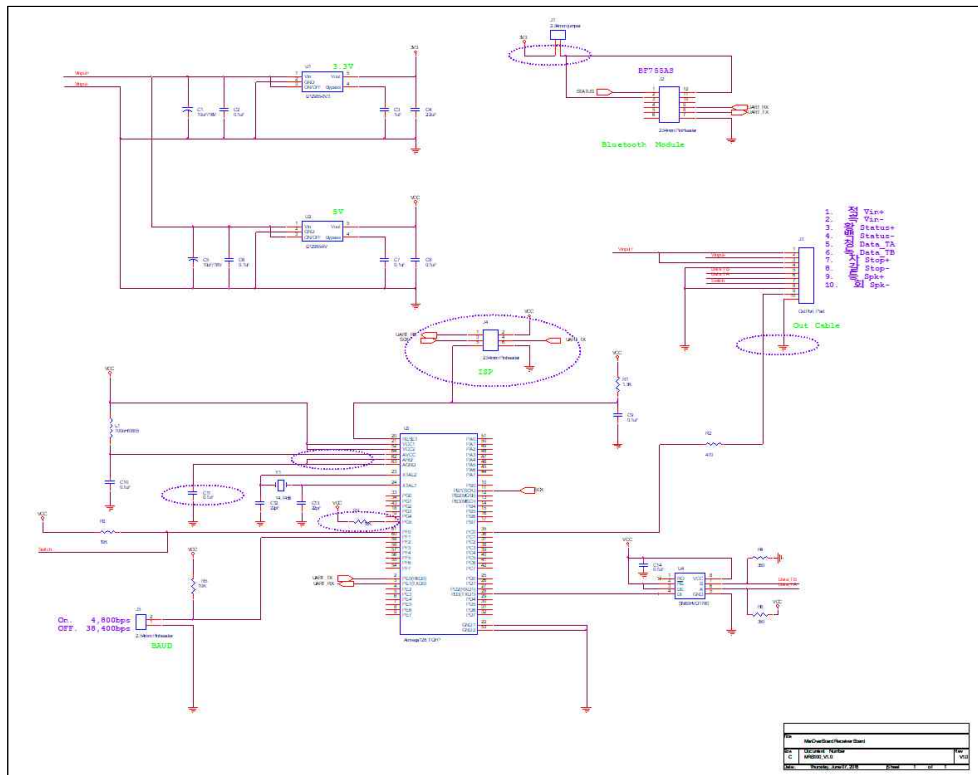


<그림 6.20> 송신기 Mock-up 제작

2.2 수신기 설계 및 제작

1) 수신기 모듈 회로 설계

- ATmega128/SOIC Micro Controller Unit
 - 14.7456 Mhz Clock Perse를 이용하여 VHF연동을 위한 통신 출력을 구현하고 RS422 통신 컨트롤러를 적용
 - 10p케이블을 이용한 알람박스 연동(부저, 버튼, LED, 데이터, 전원)
 - 안테나 일체형 디자인 기구에 적합한 PCB 사이즈 설계
 - MCU를 위한 DC5V와 블루투스를 위한 DC3.3V 전원 설계 반영



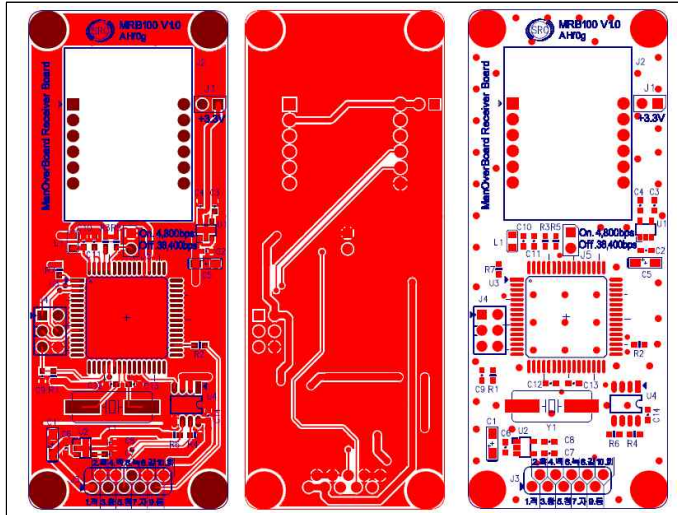
<그림 6.21> 수신기 모듈 회로 설계

- FB775AS Firmtech Bluetooth Module
 - Bluetooth 2.1 + EDR Class1 100mW(통신거리 100m)
 - 사용 주파수 : 2.400 ~ 2.4835GHz, 79Channels
 - 2.4GHz Helical Antenna 적용

2) 수신기 회로 PCB 제작

○ FB775AS On-Board Main PCB

- 인증된 블루투스 모듈을 이용하여 기능의 변경 없이 그대로 사용하여 제품을 개발하는 경우 별도의 인증을 받지 않아도 됨.



<그림 6.22> 수신기 모듈 PCB Artwork

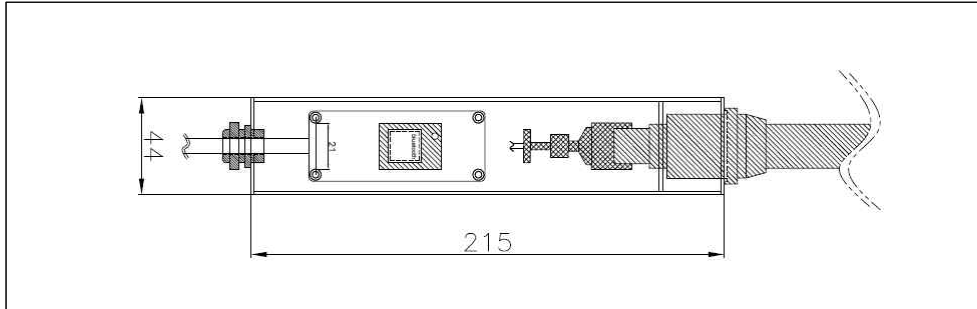
- PCB설계는 OrCAD Allegro v16.6 2Layer로 설계
- ATmega128 Micro Controller를 이용한 데이터 및 I/O 제어 설계



<그림 6.23> 수신기 모듈 PCB 제작

3) 수신기 기구 디자인 및 설계

- 8dBm Helical Antenna 일체형 기구 설계
 - 그림 6.24와 같이 안테나에 마운트될 수 있도록 일체형으로 제작
 - PCB를 내부에 장착하고 10p 케이블링을 할 수 있도록 사각 타입으로 설계 반영



<그림 6.24> 수신기 기구부 디자인 설계

4) 수신기 Mock-Up 제작

- 해상환경에서의 부식 방지를 위한 알루미늄 판금 제작
 - 알루미늄 제질의 케이스 제작 및 선내 설치용 알람박스 조립



<그림 6.25> 수신기 Mock-up 제작

2.3 Bluetooth기반 선외추락 경보장치 시제품

1) 완성된 송수신기 PCB



<그림 6.26> 선외추락 경보장치 시작품 회로

2) 완성된 송수신기



<그림 6.27> 완성된 선외추락 경보장치 시작품

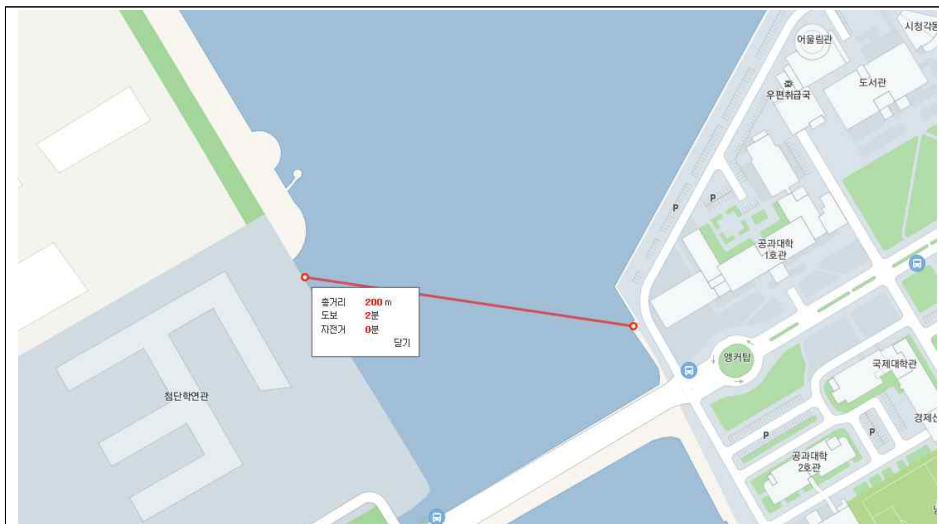
3. 선외추락 경보장치 시작품 시험 결과

3.1 시작품 해상환경 시험

1) 시험 위치 및 설치

○ 시작품 시험 장소 및 방법

- 시험 장소 : 한국해양대학교 요트장
- 시험 일자 : 2018년 6월 15일 오후 13시 ~ 오후 18시
- 측정 장비 : VHF 연동 송신기 및 타사 VHF Radio



시작품 해상환경 통신시험 장소

| | |
|----------------------|-----------------|
| | |
| 수신기(Slave) 설치위치 및 설정 | Master 비상 버튼 작동 |

<그림 6.28> 선외추락 경보장치 시작품 해상환경 통신시험

2) 시험 방법

- 피 실험자는 시작품 송신기를 착용하고 해수에 입수하여 일정시간 송신기를 작동시키며, 피 실험자는 프레넬 존³⁾(Fresnel Zone)의 내부 장애 요소에 의한 오류 발생 확률을 최소화하고, 수신 감도 향상을 도모하기 위해 송신기를 수면 상 50cm 부근에 위치하도록 하여 30초간 유지
- 200m 거리 떨어진 곳에 수신기를 설치하고 수신여부 확인
 - 알람 박스의 경보 확인
 - 블루투스 위험 신호 수신 시 VHF 연동 송신기의 송신 확인
 - 타사 VHF Radio의 DSC 메시지 수신 확인
- 근거리 송수신 시험

3.2 시작품 해상환경 시험 결과

1) 시험 측정

- 피 실험자의 MOB 동작
 - 입수 상태에서 MOB 스위치 조작
 - 생존 수영 자세로 송신 상태 유지



<그림 6.29> 선외추락 경보장치 시작품 송신동작

- 3) 전계 강도가 장애물 영향(즉, 회절, 반사 등 영향)을 받아 변화하게 되는 영향을 받지 않도록 타원형의 어떤 영역 안에 반사 또는 회절과 영향을 주는 장애물이 없도록 설정하는 영역으로, 프레넬 존 내부에 장애요소가 있는 경우 수신 전계 강도가 약화될 수 있어 오류가 발생할 확률이 증가한다.

○ 수신기의 동작

- 블루투스 알람 수신 시 알람박스의 비프음 발생
- 알람박스의 비프음과 동시에 VHF연동 송신기의 DSC(Safety Call) 송신시작
- 타사 VHF의 DSC수신 및 메시지 표시
- 알람박스의 Reset 버튼을 이용하여 대기상태 전환 가능
- 대기상태에서 송신기 재작동 가능



<그림 6.30> 선외추락 경보장치 시작품 수신동작

2) 시험 기록

○ 1차 시험(시료 A)

- 200m 거리에서 10회 송수신 측정
- 송신기 작동 시간으로부터 일정 시간 이내 측정된 결과만 취함

[표 6.4] 시작품 1차 측정 결과

| 측정 횟수 | 송신기 작동시간 | 수신결과 | 송신기 상태 |
|-------|----------|------|---------------|
| 1 | 15:30:55 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 2 | 15:32:35 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 3 | 15:34:05 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 4 | 15:35:40 | X | 해수면 약 40cm 높이 |
| 5 | 15:37:10 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 6 | 15:38:35 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 7 | 15:39:45 | X | 해수면 약 60cm 높이 |

| | | | |
|----|----------|---|---------------|
| 8 | 15:41:15 | O | 해수면 약 60cm 높이 |
| 9 | 15:42:55 | X | 해수면 약 60cm 높이 |
| 10 | 15:44:30 | O | 해수면 약 60cm 높이 |

○ 2차 시험(시료 B)

- 200m 거리에서 10회 송수신 측정
- 송신기 작동 시간으로부터 일정 시간 이내 측정된 결과만 취합

[표 6.5] 시작품 2차 측정 결과

| 측정 횟수 | 송신기 작동시간 | 수신결과 | 송신기 상태 |
|-------|----------|------|-------------|
| 1 | 16:11:55 | X | 해수면 약 30cm |
| 2 | 16:13:35 | O | 해수면 약 50cm |
| 3 | 16:15:05 | X | 해수면 약 50cm |
| 4 | 16:17:40 | X | 해수면 약 50cm |
| 5 | 16:18:10 | X | 해수면 약 100cm |
| 6 | 16:27:35 | O | 해수면 약 60cm |
| 7 | 16:29:45 | O | 해수면 약 60cm |
| 8 | 16:31:15 | O | 해수면 약 60cm |
| 9 | 16:32:55 | O | 해수면 약 60cm |
| 10 | 16:33:30 | O | 해수면 약 60cm |

3) 시험 결과

- 1차 수신율 40%, 2차 수신율 60% 측정
 - 송신기의 안테나 방향에 따라 수신율의 차이를 보임
 - 송신기가 해수면에 가까울수록 수신율이 떨어짐
 - 수신기 안테나의 높이와 송신기 안테나의 높이가 중요한 것으로 판단



<그림 6.31> 선외추락 경보장치 시작품 송신 안테나 방향

- 수신율에 영향을 미친 요인 분석
 - 수신기의 Time Out 설정이 너무 짧음(5초 이내 미수신시 종료)
 - 칩안테나의 방향성을 고려하지 않음

4. 선외추락 정보장치의 상용화 방안

4.1 시작품의 상용화를 위한 성능 개선 방안

- 1) 제품 디자인 개선
 - 송신기 사이즈 개선 방안
 - 기존 모듈을 사용하지 않고 직접 PCB를 설계할 경우 현 제작된 시작품의 1/3사이즈로 크기 개선 가능
 - 현 적용된 460mA 용량의 상용 배터리를 디자인에 적합하도록 주문 제작할 경우, 소형화 구현 및 적합한 용량 설계 가능
- 2) 제품 기능 개선
 - 수신율 개선을 위한 안테나 선정
 - 0 또는 1dBm 사양의 Helical Antenna를 제품 내(외) 장착 검토
 - 상용 블루투스 Class 1 송신기는 1 dBm Helical 안테나(1cm) 사용
- 3) 블루투스 대체 모듈 개발 방안
 - 페어링 기능이 없는 송수신기 개발
 - 페어링 과정이 필요 없는 ISM Band를 이용한 데이터 송수신 전용 모듈 개발을 통하여 신호 수신시 바로 경보를 발생하는 형태가 더욱 수신율을 높일 수 있을 것으로 판단됨

4.2 국내 표준화 및 제도적 개선 방안

- 1) 특정소출력무선국용 해상조난자위치발신장치 기술 기준 개정 방안
 - 블루투스 장치 및 MOB 시제품의 시험 결과를 바탕으로 장치는 다음의 기술 기준을 갖출 것을 제안함
 - 장치의 원활한 시장 보급을 위하여 무선국 허가 대상이 아닌 소출력무선 장치로 개발하는 것이 상용화에 유리함
 - 2400 ~ 2483.5 MHz 주파수의 전파를 사용하는 해상 선외추락 정보장치용 무선설비의 기술기준은 다음과 같다.

1. 공통조건

- 가. 쉽게 조작할 수 있고 휴대하기 편리할 것
- 나. 인체나 장비에 손상을 줄 우려가 있는 예리한 모서리 등이 없을 것

- 다. 본체는 황색 또는 주황색 계통의 색채일 것
 - 라. 구멍조끼 또는 신체에 부착하거나 연결하는 기능이 있을 것
 - 마. 해수, 기름 및 태양광선의 영향을 가능한 받지 않을 것
 - 바. 고유 식별부호를 저장하고 있어야 하며, 쉽게 변경할 수 없을 것
 - 사. 수동으로만 작동할 수 있고, 작동 후 1분 이내에 정상적인 송신이 시작될 것
 - 아. 자체 시험기능을 가지고 있을 것
 - 자. 작동을 개시하는 버튼(이하 “ON 버튼”이라 한다)과 작동을 중단하는 버튼(이하 “OFF 버튼”이라 한다)은 각각 독립적으로 제공되어야 하며, 각각의 기능이 명확히 표시되어 있을 것
 - 차. ON 버튼은 봉인되어 있어야 하며, 봉인은 재사용할 수 없도록 할 것
 - 카. 작동이 시작되면 정상적으로 작동하고 있음을 명확히 식별할 수 있는 시각 또는 청각 신호가 제공되어야 하며 작동이 중단될 때까지 계속하여 유지할 것.
 - 타. 본체의 보이는 곳에 작동방법, 시험방법의 식별이 용이하고 지워지지 않도록 표시되어 있을 것
 - 파. 수심 1m 깊이에서 최소 5분간 방수되어야 하며, 45°C의 급격한 온도변화에도 방수 기능이 유지될 것
 - 하. -20°C에서 +55°C까지의 온도환경에서 안정적으로 동작할 수 있을 것
2. 전원의 조건
- 가. 독립된 전지를 갖추고 전지의 유효기간이 표시되어 있을 것
 - 나. 전지의 용량은 해당 장치를 연속하여 24시간 이상 작동할 수 있을 것
 - 다. 전지를 쉽게 교체할 수 있어야 하며, 전원극성의 반전에 대한 보호 수단을 가질 것
3. 2400 ~ 2483.5 MHz 주파수의 전파를 사용하는 해상 선외추락 경보장치의 기술기준은 다음과 같다.
- 가. 전파형식은 F(G)1D, F(G)2D, F(G)1E, F(G)2E, F(G)7W중 하나 이상을 사용하는 것일 것
 - 나. 안테나공급전력은 10mW 이하일 것
 - 다. 주파수의 허용편차는 지정주파수의 $\pm 1 \times 10^{-6}$ 이내일 것
 - 라. 점유주파수대역폭의 허용치는 10 kHz 이하일 것

마. 송신장치에서 방사되는 전력은 무변조 기본파의 평균전력보다 다음 값 이상 감쇠될 것(F_d 는 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 측정주파수 간의 간격만큼 떨어진 변위 주파수로 단위는 kHz이고, P 는 반송파전력으로 단위는 W임)

- ① 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 2.5kHz 이상 6.25kHz 미만 떨어진 주파수에서 300 Hz 분해대역폭으로 측정한 경우 $53\log_{10}(F_d/2.5)dB$
- ② 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 6.25kHz 이상 9.5kHz 미만 떨어진 주파수에서 300 Hz 분해대역폭으로 측정한 경우 $103\log_{10}(F_d/3.9)dB$
- ③ 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 9.5kHz 이상 50 kHz 미만 떨어진 주파수에서 300 Hz 분해대역폭으로 측정한 경우 $157\log_{10}(F_d/5.3)dB$, $50 + 10\log_{10}(P)dB$ 또는 $70dB$ 중 작은 값
- ④ 점유주파수대역폭의 중심주파수로부터 50 kHz 이상 떨어진 주파수에서 $43 + 10\log_{10}(P)dB$. 다만, 1 GHz 미만에서는 100 kHz 분해대역폭을, 1 GHz 이상에서는 1 MHz 분해대역폭을 적용함

4.3 제품 개발 비용 산정

1) 제품 개발 비용 산출 고려 사항

- 선외추락 경보장치의 시장성을 판단하기 위해서는 높은 신뢰성의 고기능 단말기의 기능성도 중요하나 제품의 단가를 고려하지 않을 수 없다.
- 소형 어선의 경우, 어획량 감소 및 인건비 상승, 높은 유류비 등으로 인한 사업 자금에 여유가 없어 안전장비에 투자할 여력이 부족하므로 필수 기능을 포함한 최소 기능의 장치를 구현하여 제품의 단가를 낮추는 것이 좋을 것으로 판단된다.

2) 제품 개발 비용 산출

- 블루투스 송수신기를 이용한 경보신호를 본선에 탑재된 VHF DSC

장치에 연결하여 경보를 발생하고, 경보를 Reset 하는 장치 및 송신기에
서의 신호 전달 여부 확인을 위한 시각적 효과 등의 필요 최소한의
기능 구현을 기본으로 단일 제품 예상 단가를 [표 6.6]과 같이 산출하였다.

- 이는 대략적인 비용으로, 현재 각 부품의 온라인 마켓 단가를 기준으로 산출하였으며 향후 추가 기능 부가 등에 따라서 제품 개발 비용은 더욱 상승될 것으로 판단된다.
- 제품의 상용화를 위해서는 사용자의 시제품에 대한 의견을 수렴하여 시장성이 높은 장치로서의 성능 및 디자인 업그레이드가 필요하며, 이에 대한 후속 연구가 필요하다.

[표 6.6] 선외추락경보장치 제작 예상 단가

| 구분 | 항목 | 내용 | 단가 | 수량 | 가격 |
|-------------|--------|-------------|--------|----|---------|
| 송 신 기 | 블루투스모듈 | FB755AS | 48,000 | 1 | 48,000 |
| | PCB | Custom | 3,000 | 1 | 3,000 |
| | PARTS | MCU 외 | 6,000 | 1 | 6,000 |
| | 악세서리 | 벨크로 밴드 | 3,000 | 1 | 3,000 |
| | 기구 | Custom | 20,000 | 1 | 20,000 |
| 수 신 기 | 블루투스모듈 | FB755AC | 55,000 | 1 | 55,000 |
| | 안테나 | 8dBm Dipole | 55,000 | 1 | 55,000 |
| | PCB | Custom | 3,000 | 1 | 3,000 |
| | PARTS | MCU외 | 5,000 | 1 | 5,000 |
| | 알람박스 | Custom | 30,000 | 1 | 30,000 |
| | 케이블 | 10p/0.5sc | 1,200 | 5 | 6,000 |
| | 기구 | Custom | 30,000 | 1 | 30,000 |
| 기타 | 기타조립부품 | 볼트/너트 등 | 5,000 | 1 | 5,000 |
| 합 계 | | | | | 269,000 |

4.4 시장성 확보 및 홍보 방안

1) 시장성 확보 방안

- 수협(어업정보통신국)의 제품 등록을 통한 보급 방안

- 수협은 어선의 위치보고를 통한 어획량 파악, 비상시 조난신호 중계 등의 역할을 수행하고 있으므로 소형 어선에서 발생하는 선외추락 등의 비상 상황 시에 VHF DSC 장치에 의한 경보신호를 수신할 경우, 신속하게 해양경찰로의 연락을 통한 비상 대응을 수행하고 있음
- 또한, 수협은 VHF DSC를 활용한 모니터링 시스템을 갖추고 있으므로 DSC에 의한 경보 수신 및 수신 현황 등을 파악할 수 있으며, 장기간 어민 교육에 종사하고 있는 등의 이유로 어민들의 신뢰가 높은 장점이 있음
- 이러한 장점을 가진 수협을 통한 소형어선에 선외추락 경보장치의 공급은 짧은 기간 내에 수협에 교신가입 된 선박에 보급이 가능할 것으로 판단되나, 수협의 제품등록 기준을 만족할 필요가 있음
- 만약, 수협을 통해 선외추락 경보장치를 보급할 경우, 개인별 필요에 의한 자발적 구매보다는 정부지원사업 형태가 적절할 것으로 판단되며, 지원금 비율에 대한 사항은 추후 검토되어야 할 필요가 있음
- 그리고, 장치의 유지보수 등의 관리 주체는 각 개인으로 하되, 수협에서의 정기적 작동 시험을 수행하는 등의 중앙 통합 관리를 통한 장치의 사용 가능성을 확보할 필요성 있음

2) 홍보 방안

- 해양경찰청에 의한 홍보 방안
 - 해양경찰청은 2016년부터 선박의 입출항 신고 간소화 및 비상 상황 대응을 위하여 약 6만 여척의 연근해 어선에 선박패스(V-Pass) 장치를 무상 보급하여 운용 중임
 - 우리나라의 수색구조 책임 기관으로서 소형 어선의 선외추락에 대한 대응에 공감대를 가지고 있으나, 선박패스 장치가 운용 중인 상황에서 추가로 어민들에 선외추락 경보장치의 설치를 권고 또는 강제하기가 쉽지 않을 것으로 판단됨
 - 따라서, 해양경찰은 장치 보급에 대한 직접적인 역할을 하는 것보다는 보급에 대한 필요성을 홍보하는 역할에 매진하는 것이 제품의 상용화에 도움이 될 것임
 - 해양경찰에서도 선외추락 경보장치가 소형 어선에 보급될 경우, 수협과 협동으로 장치의 사용 가능성 확보를 위한 관리 감독을 할 필요성 있음
- 한국방송통신전파진흥원에 의한 홍보 방안

- 40톤 미만 어선들은 2년마다 선박국의 정기검사를 수검해야 하므로 어민들과의 직접적인 무선설비 관련 교감을 가질 수 있는 장점이 존재함
- 정기 검사를 통한 무선국 검사 시에 실제 선외추락 경보장치의 사례집 등을 통한 홍보를 통해 적극 제품에 대한 설치를 권유하고 시연을 통한 제품 필요성을 제시한다면, 높은 신뢰성을 가지는 무선국 검사관의 권고를 통한 제품 홍보 효과가 상당할 것으로 판단됨

제7장

결론

1. 연구 결과 요약

2. 결론 및 제언

제7장 결론

1. 연구 결과 요약

- 소형어선에서의 선외추락 등의 긴급 상황에 대처하기 위한 방안을 마련하기 위하여 현행 소형어선에서 사용하는 대처 방법을 조사하였다.
- 현행의 비상시 대처 방법으로는 두 가지 수단을 병행하여 운용하고 있다. 첫째는 선박안전법의 규정에 따라 총톤수 2톤 이상의 선박에 강제 탑재하도록 요구된 초단파대 디지털선택호출(VHF-DSC) 장치에 의한 전 무선국으로 송신하는 조난신호에 의한 방법이다. 두 번째는 선박의 입출항 신고의 간소화 및 비상 상황 발생 시에 대처하기 위하여 해양경찰에서 연근해 어선에 무상 보급한 선박패스(V-Pass) 장치에 의한 방법이다.
- 그러나, 현재의 방법은 다음의 이유로 소형어선에 적용하기에 곤란하다.
 - 연근해에 주로 종사하는 5톤 미만의 소형어선에서는 주로 1~2인의 승조원으로 구성되어 있어 승조원이 모두 선외 추락한 경우에 선박에 탑재된 장치를 직접 조작하여 송신할 수 있는 정보 신호를 전송할 수 없다.
 - VHF-DSC 장치는 2톤 이상의 선박에만 의무 설치하도록 선박안전법에 규정되어 있으므로 2톤 미만의 선박에서는 활용할 수 없다.
 - 연근해 소형어선에 무상 보급한 V-Pass 장치는 우리나라 해양경찰에서만 사용하는 시스템으로 해양경찰의 기지국에서만 정보 신호를 수신할 수 있어 근처 선박국에 의한 초기 대응이 어렵고, 오작동에 의한 허위의 조난 정보 발생 문제가 심각한 수준이며 장치의 유지보수가 적절하게 이루어지지 않아 작동하지 않는 문제 등이 발생하고 있다.
- 이러한 현실을 반영하여 5톤 미만의 소형어선에서 선외추락 등의 경우에 적절하게 대처하기 위한 방안을 모색하기 위하여 다음의 사항을 분석하였다.
 - 소형어선의 무선설비 이용 현황을 파악하기 위하여 해양수산부와 통계청, 해양경찰청, 한국방송통신전파진흥원의 통계자료를 이용하여 분석하였다.
 - 등록 어선의 통계상으로 5톤 미만 소형어선은 2016년 12월 기준 55,658척으로 대부분이 연안어업 및 양식업에 종사하였다. 또한, 등록지 기준 전국 비율은 전남(41.5%), 경남(23.2%), 충남(8.0%), 부산(5.0%) 순으로

- 등록되어 있었다.
- 5톤 미만 동력어선에서 1인이 승무하는 비율은 22.7%(7,500척), 2인이 승무하는 비율은 59.8%(19,724척)로서 대부분 1 ~ 2인으로 구성되어 있음을 알 수 있었다.
 - 2007년 ~ 2016년의 10년간 해양사고 현황을 해양경찰청 통계로서 살펴본 결과, 어선의 사고 비율은 2007년 83.9%에서 차츰 감소하여 2016년 56.9%로 전체 비율은 27% 감소하였으나 해양사고 개별 건수는 2007년 821건에서 2016년 1,615건으로 약 2배 증가하였다.
 - 5톤 미만의 선박의 해양사고 유형은 5년 평균 기관손상(26.8%), 충돌(12.7%), 추진기손상(9.0%), 안전저해(8.6%), 침수(8.1%) 순이었으며, 선박사고와 관련하여 발생한 인명 피해 현황에 대한 비율은 기관손상(33.5%), 충돌(15.3%), 안전저해(12.6%), 추진기손상(8.9%), 좌초(4.6%) 순이었다.
 - 5년간 해양사고 발생 해역은 영해(54.0%), 항계 내(26.2%), 영해 ~ EEZ(9.9%), 협수로(7.3%)순으로 발생되었으며, 인명 발생은 영해(52.4%), 항계 내(20.1%), 영해 ~ EEZ(14.7%), 협수로(7.8%) 순으로 조사되었다.
 - VHF 무선설비를 이용한 어선관리체계 현황을 파악하기 위해 VHF-DSC에 의한 위치 자동발신 시스템을 이용하고 있는 어업정보통신국과 어선 위치발신장치 선박패스(V-Pass) 시스템을 조사하였다.
 - 해상용 VHF 무선설비의 이용 현황을 파악하기 위해 2006년 11월부터 2017년 10월까지 10년 간 국립전파연구원의 적합인증 현황을 조사한 결과, 총 51종의 장비가 적합인증을 획득하였으며, 국산 VHF 무선설비는 9종(17.6%)으로 삼성이엔씨의 STR-6000B 모델이 5톤 미만 소형선박에 67.6%의 비율로 가장 많이 탑재되어 있었다.
 - 5톤 미만 소형어선에 탑재된 VHF 무선설비 중 가장 점유율이 높은 장비는 영국 SIMRAD 사의 RS-12 모델이며 19.6%의 점유율을 기록했으나 외국제품보다는 국산제품을 선호하였다.
 - VHF 무선설비의 국제 규격 및 적용 범위 파악을 위해, ITU-R M.493-14의 해상이동업무용 DSC 기술 표준 내용 중의 선외추락 경보장치에 대해 조사하였다.

- VHF DSC를 사용하는 선외추락 경보장치는 Open Loop(전 무선국 장치) 또는 Closed Loop(지정 무선국 장치)로 작동할 수 있어야 하는 등의 여러 가지 기능 요건 및 기술 요건이 기술되어 있다.
- VHF 무선설비의 국내 규격 및 적용 범위 파악을 위해, 해상업무용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2016-33호)에 따른 DSC 장치에 대한 기술 기준과 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 (과학기술정보통신부 고시 제2018-4호)의 특정소출력무선국용 무선설비의 기술기준을 검토하였다.
- VHF 무선설비와 원격 송수신이 가능한 무선통신 방식 현황을 파악하기 위하여 ISM 무선통신 방식과 Bluetooth, NFC, WiFi, Zigbee 무선통신 방식의 특징 및 장단점을 검토하였다.
- 검토 결과를 바탕으로 선외추락 경보장치로 해상에서 활용하기 적합한 기술로서 Bluetooth 무선통신 방식이 적합하여 이에 대한 시료를 선정하여 Field Test를 시행하였다.
- VHF 송수신 장비를 활용한 경보신호 발사 방안에 대한 검토를 위해 긴급상황 시 활용 가능한 경보신호 발사의 종류를 조사하였고, AIS 선외추락 경보장치와 DSC 선외추락 경보장치, 복합형 선외추락 경보장치, 데이터형 선외추락 경보장치, Bluetooth(Zigbee)형 선외추락 경보장치의 5개 종류가 현재 개발되어 있는 것으로 파악하였다.
- 해상 운용조건에 적합한 단말기 형태와 기능 및 조건을 파악하기 위해 실제 테스트 및 어민에 대한 구두 설문으로서 조사한 결과, 목에 거는 목걸이형을 가장 선호하였으며 손목 시계형도 적합한 것으로 판단된다.
- 소형선박의 원격 수신장치 탑재 및 연동 방안 마련을 위해 VHF DSC 장치와 AIS 장치 및 V-Pass 장치를 검토하였으나, 국제 표준기술을 활용할 수 있는 VHF DSC 장치와 연동하는 것이 소형 어선에서는 가장 적합할 것으로 판단된다.
- 소형 어선의 단말기에 의한 오발신 방지 방안 마련을 위해, 현행 해양통신망의 조난신호 오발신 현황을 조사하였고 해양경찰에 접수되는 DSC, EPIRB에 의한 조난신호의 오발신율이 95%이상 발생하는 것을 확인하였으며, 어선에 의한 비율이 약 28%에 해당하였다. 이에 대한 영향을 줄이기 위해 경보신호를 본선으로 송신하는 형태를 기본적으로 구성하고 본선에서 대처하지 못한다면 모든 무선국으로 송신하는

형태를 가지는 것이 가장 적합한 것으로 판단된다.

- 선외추락 경보장치의 전파환경 분석을 위해, Zigbee Type 경보장치와 Bluetooth Type 경보장치, ISM Band 소출력 장치의 시료를 이용하여 해상 환경에서의 실제 전파 환경 실험을 실시하였다.
- Zigbee 기술을 사용하는 시료는 최대 100m 거리에서도 페어링을 할 수는 있으나, 송수신장치 사이의 구조물에 의한 제약으로 최대 50m 이내에서 안정적인 사용이 가능할 것으로 판단된다.
- Bluetooth 기술을 사용하는 Class 1 시료는 해상환경 통신 시험에서 약 200m의 통신 거리에서 연결되었으며, 송수신 장치 사이에 전파 방해 요소가 존재할 경우에는 수신율이 급격히 저하되거나 통신이 끊어지는 현상이 발생되었으며, 안정적인 해상 통신 환경 구축을 위해서는 수면 표면 위에서 전파를 발사해야 하고 수신기의 설치 높이를 높이면 향상될 수 있다.
- ISM Band 소출력 장치의 900 MHz 대역 시료는 400m 거리의 수면 상 10 ~ 50cm에서 작동 시험한 결과 양호한 페어링 상태 표시 및 비상 신호 수신이 양호하였으나, 수면에 접촉한 상태에서는 송수신 장치 사이에 장애물이 없는 상태에서도 페어링이 안정적이지 않았으며 비상 신호 송신 시 수신이 전혀 되지 않았다. 또한, 2.4 GHz 대역 시료는 400m 거리의 수면 상 50cm에서 작동 시험한 결과 페어링 상태 불량하며, 비상 신호 수신이 거의 어려웠으나, 수신 안테나의 높이에 따른 영향을 분석하기 위해 수신안테나를 수면 상 1m에서 2.5m 높이로 변경하여 동일 실험을 한 결과 페어링 상태 및 비상 신호의 수신율이 양호함을 확인하였다.
- 선외추락 경보장치에 이용할 기술로서 블루투스 기술이 가장 적합한 것으로 판단되어 블루투스 기술을 이용한 시제품을 제작하였고, 이를 실제 해상환경에서 테스트하였다. 시제품은 손목에 착용하는 손목시계 타입으로 구현하였으며 완성된 송수신기의 모양은 <그림 7.1>와 같다.
- 선외추락 경보장치의 실험에서, 피 실험자는 시제품 송신기를 착용하고 해수에 입수하여 일정시간 송신기를 작동하고, 200m 거리 떨어진 곳에 수신기를 설치하여 신호 수신여부 확인하는 방식으로 진행하였으며, 매 30초 간격으로 10회 시험을 1, 2차로 구분하여 2회 실시하여 신호의 수신 여부를 기록하였다.



<그림 7.1> 선외추락경보장치 시작품 형상

- 선외추락 경보장치는 1차 40%, 2차 60%의 수신율을 보였으며, 수신율의 차이는 송수신기의 안테나 방향에 따른 영향과 송신기의 해수면에서의 높이에 따라 수신율이 변화하는 현상이 발견되었다. 즉, 송수신기 안테나의 해수면 상의 높이가 수신율을 결정하는 중요 사항으로 판단된다.
- 선외추락 경보장치의 상용화 방안으로 송신기 사이즈 개선 등의 디자인 개선과 제품의 수신율 향상을 위한 기능 개선 또한 필요할 것으로 판단된다.
- 선외추락 경보장치의 국내 표준화 및 제도적 개선 방안으로, 현재 미비된 특정소출력무선국용 해상조난자위치발신장치 기술 기준 제정이 필요하여 신설할 필요성이 있으며, 허가 대상이 아닌 소출력 장치로 개발하는 것이 상용화에 유리할 것이다.
- 선외추락 경보장치의 상용화 방안으로, 대략적인 제품 개발 비용 산출을 통해 시장성을 판단하고, 시장성 확보 방안으로 수협(어업정보통신국)의 제품 등록을 통한 정부지원사업 형태의 보급 방안이 가장 효과적일 것이며 해양경찰, 한국방송통신전파진흥원과의 협업을 통한 홍보 방안 등을 검토하였다.

2. 결론 및 제언

- 소형어선에서의 선외추락 등의 긴급 상황에 대처하기 위한 방안을 마련하기 위한 연구를 수행하면서 각종 법률적 규정 및 기술 기준, 상용화된 제품의 기술 현황 등을 조사하였다.
- 연구에서 가장 중요하게 판단했던 사항은 다음과 같다.
 - 소형 어선에서 선외추락 시에 실제 도움이 될 수 있는 장치이어야 한다.
 - 소형 어선의 근무 환경에 방해되지 않도록 소형화되어야 하고 착용에 불편함이 있어서는 안된다.
 - 1인 또는 2인 승무원으로 구성된 소형 어선에서 주로 필요하다.
 - 허위의 경보신호로 인한 수색구조 당국의 혼란을 피하기 위한 방안을 강구해야 하며, 이를 위하여 직접적으로 VHF DSC 경보신호를 송신하는 형태보다는 VHF DSC 장치와 연동할 수 있는 장치를 추가하는 것이 안전할 것으로 판단된다.
 - VHF DSC 장치를 통해 기본적으로 본선에 경보하는 것을 원칙으로 하고, 본선에서 경보를 처리하지 못할 경우에는 VHF DSC 장치가 모든 무선국으로 경보할 수 있도록 하는 것이 가장 적합하다.
 - 소형 어선에서 항해 중이거나 어로 작업 중에 선외추락 발생 시 선박으로부터 빠른 속도로 떨어질 가능성이 있으므로 통신거리는 적어도 100M 이상이어야 한다.
- 이러한 사항을 고려하여 VHF DSC 장치와 연결할 수 있는 최적의 통신방식으로 여러 가지 기술을 검토한 결과, 가장 최적의 기술인 블루투스 방식을 선정하고, 블루투스 기술이 가지는 특성이 해상에서도 동일하게 적용될 수 있는지를 판단하기 위하여 실제 시료를 선정하여 Field Test를 시행하였다.
- 해상 환경 시험 결과, 송수신기기 간의 200m 거리에서 전파 방해 장애물이 없을 경우 수면 표면 상에서는 안정적인 통신 연결 및 통신이 가능하였고 이 실험을 바탕으로 블루투스 시제품을 제작하였다.
- 시제품은 블루투스 송수신 모듈로서 구성되고 송신기가 수신기와 페어링 절차를 거치게 되면 즉시 경보를 울리는 방식으로 구현하는 것이 블루투스의 특성을 보존하면서 구현할 수 있는 최선의 방법으로 실제 약 200m 거리에서 송수신 실험 측정 시 5초 이내 페어링이 되는 비율은 약 50%에

해당하였다.

- 수신율 향상을 위한 방안으로 5초 이내 페어링의 시간 설정을 1분 이내로 하면 더욱 수신율이 향상될 것이고, 송수신 거리를 100m 이내로 설정하면 거의 모든 신호를 수신할 수 있을 것으로 판단된다.
- 블루투스 기능을 활용하여 송수신기기 간의 해상환경 전파특성을 파악한 결과, 소형 어선에서 선외추락 경보장치로 충분히 활용 가능함을 실험을 통해 확인할 수 있었으며, 더욱 안정적인 장치의 동작을 보장하기 위해서는 수신 안테나의 위치를 높은 곳으로 이동시켜 수신율을 향상하는 방법도 고려할 만하다.
- 소형 어선에서의 선외추락 경보장치 상용화를 위해서는 국내 선외추락 경보장치의 기술 기준이 제정이 필요하다. 또한, 시장성 확보를 위해 제품의 가격은 저렴해야 하므로 필요최소한의 기능만을 구현한다고 가정할 경우 제품 1 Set당 단가는 약 27만원 정도로 시장에서 외면 받을 정도로 우려할 가격대는 아닌 것으로 판단되며 사용자의 요구에 따른 기능 추가 시에는 단가의 상승이 예상된다.
- 소형 어선에서의 선외추락 경보장치의 상용화를 위해서는 수협을 통한 정부지원사업의 형태가 가장 적합할 것이며, 수협의 어업정보통신국의 정기 점검 등을 통한 중앙집중식 관리가 이루어져야 원활한 장비의 운용 가능성을 담보할 수 있을 것으로 판단된다. 정부지원사업을 위한 지원금 비율에 대해서는 후속 연구를 통한 추가적 검토가 필요하다.
- 정부지원사업의 형태를 가지고 보급되나, 각 개인이 장치의 소유권을 가지는 것이 합당하다고 보여지며, 유지보수에 대한 의무는 각 개인에게 부여되어야 할 것이다.
- 소형 어선에서 활용하기 위한 선외추락 경보장치에 대한 연구를 하면서 가장 아쉬웠던 부분은 시제품에 대한 국제표준 반영 여부 및 기능 구현에 관한 것이었다. 국제표준을 반영하기 위해서는 VHF DSC 및 AIS 기술을 사용하는 별도의 단말기로 구성되어야 하나, 이는 허위의 경보신호를 증가시키는 주요 요인이 될 것으로 판단되었고 이를 해소하기 위해 블루투스 기술을 이용하여 직접적으로 VHF DSC 장치와 연결하는 방식이 최적일 것으로 판단되어 시제품을 구성하였다. 시제품의 기능도 소형 어선에서의 작업 시에 오작동하는 사례가 많을 것으로 판단되어 2중 요건으로 경보 스위치를 구성하는 것이 좋을 것이나 소형화 및 통신

가능 거리에 우선 순위를 두고 개발하였으므로 이런 부분들은 반영되지 못하였다.

- 시제품에 대한 연구 개발자들의 견해가 아닌 실제 선외추락 경보장치를 활용할 소형 어선의 어민들에 의한 실제 장비 시연 및 평가 결과를 토대로 추가적인 기능 및 디자인 구성의 변경이 필요할 것으로 판단되며, 이에 관한 후속 연구도 꼭 필요하다.
- 또한, 시제품이 짧은 연구 기간으로 인해 50% 정도의 수신율을 보였으나, 상용화를 위해서는 “선외추락 경보장치의 수신 확률 제고를 위한 개선방안” 연구가 추가적으로 필요하다.
- 선외추락 경보장치에 대한 기술 기준이 미흡하므로 이를 명확히 하기 위해서는 “선외추락 경보장치의 표준화를 위한 기술적 세부 기준 연구”가 후속적으로 이루어져야 할 것이며, 블루투스 기술과 ISM Band 소출력 장치의 기술이 복합적으로 구현되는 “선외추락 경보장치의 하이브리드 방식 구현을 위한 연구” 등이 지속적으로 연계된다면, 머지않은 미래에 관련 기술에 대한 선진국으로 발돋움 할 수 있을 것이라 사료된다.