

공학석사 학위 논문

수색구조용 레이더 트랜스폰더(SART)의
표준측정방법에 관한 연구

*A Study on Standard Measurement of Search and Rescue
Radar Transponder(SART)*

지도교수 김 기 문

2007年 2月

한국해양대학교 해사산업대학원

전기·전자·제어공학과

김 미 정

本 論 文 을 金 美 貞 의 工 學 碩 士
學 位 論 文 으 로 認 准 함 .

위 원 장 : 梁 圭 植 (인)

위 원 : 林 宰 弘 (인)

위 원 : 金 基 文 (인)

2007 년 02월

한 국 해 양 대 학 교

해 사 산 업 대 학 원

목 차

ABSTRACT

제 1 장 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 목적 및 내용	3
제 2 장 SART의 개요	5
2.1 SART의 이론적 배경	5
2.2 SART 기본 구성도	10
제 3 장 국내외 기술기준 및 시험항목 비교·분석	13
3.1 국제기술 기준	13
3.2 국내기술 기준	16
3.3 국내외 시험항목 비교·분석	17
제 4 장 SART의 형식검정을 위한 표준측정방법	23
4.1 환경시험	23
4.2 전자파 적합성 시험	24
4.3 성능시험	29
제 5 장 결론	44
참고문헌	45

표 목차

표 2-1. 선상설비의 탑재요건	8
표 3-1. SART의 기술적 사양	14
표 3-2. 온도시험 비교	18
표 3-3. 습도시험 비교	19
표 3-4. 진동 시험 비교	19
표 3-5 방수 시험 비교	20
표 3-6. 수면 낙하 시험 비교	20
표 3-7. 국내와 유럽연합의 성능기준 비교	21
표 4-1. 전자파 방사	25
표 4-2. 전자기 전자파 내성	28
표 4-3. 계측기 사양	30
표 4-4. 보정치	35
표 4-5. 성능비교표	42

그림 목차

그림 2-1. 레이더 스크린 상에 보인 SART 신호형태	10
그림 2-2. SART 기본 구성도	11
그림 4-1. 시스템 구성도	29
그림 4-2. 주파수 대역폭 시험구성도	32
그림 4-3. 송신주파수 범위 측정 데이터	33
그림 4-4. 송신 출력 보정치 측정 데이터	35
그림 4-5. 실효송신 전력 측정 데이터	37
그림 4-6. 수신감도 측정	38
그림 4-7. 발사시간 측정 데이터	40
그림 4-8. 지연시간 측정 데이터	41
그림 4-9. EIRP 측정도	42

A Study on Standard Measurement of Search and Rescue
Radar Transponder(SART)

Mi-Joung, Kim

Department of Electrical, Electronic & Control Engineering,
Graduate School of Maritime Industrial Studies,
Korea Maritime University

ABSTRACT

According to SOLAS agreement from 1. Feb. 1992, the communication equipments which sated on GMDSS rule requirements is mounted in ships. One of them, the SART(Search And Rescue Radar Transponder) has a function to indicate its position. Thus, it is so much available to assist search and rescue operation when an emergency and casualty occur at any sea area.

The functional standard and electrical and technological standards of SART are provided in accordance with international organizations and agreement. Consequently, the supervising office enacts the proper domestic laws which is satisfying the international standards and regulate the test items of type approval.

Under WTO, the trade wall as a tariff wall is actually vanished, but technology wall is forming as a non-tariff barrier. For this reason, other countries's products have difficult to be imported due to protection of domestic industry, imported goods have get the type approval of exported country according to the different test rules and procedures.

In order to overcome those problems efficiently, each country makes an effort to

admit MRA which starts from the recognition of the test report.

In case of SART, the test items and procedures have some differences against EU or foreign countries so they have a necessary to be reform international standard. Also, the usage of exclusive measurement equipments are more effective for the electrical and technological test.

In the test of EIRP of SART, conventional method is that each power of transmitter, electric power supply, antenna is measured then, EIRP is calculated by formula. But instead of each power of SART, the EIRP measurement of all in one SART system is more effective at this equipment.

Therefore, in this thesis we introduce the standard measurement method and test items of SART in accordance with international standard.

ABSTRACT

1992년 2월 1일부터 전면 시행된 전 세계 해상 조난 및 안전제도(GMDSS)의 탑재 요건에 따라 신제도의 기술기준에 적합한 통신장비들이 선박에 탑재되고 있으며, 이 중 SART는 구조시스템에 이용되며 현장통신에 의하여 연락을 취하면서 레이더 수색 및 위치확인 수단이 된다.

국제기구 및 국제 협약에 따라 SART의 성능기준 및 전기적 기술기준들이 마련되었으며 각국의 관계 주관청에서는 이러한 기준을 만족하는 국내법을 제정하고, 형식인증(Type Approval)에 필요한 시험항목들을 규정하고 있다.

그러나, WTO 체제 하에서 관세장벽인 무역장벽이 사실상 없어지면서 비관세장벽으로써 기술 장벽을 형성하여 각국에서는 자국 산업을 보호하기 위하여 타국 제품의 국내 시장 진출을 제한하고 있으며, 타국 제품의 자국 진출시 새로이 형식인증을 받도록 할 뿐만 아니라, 형식인증을 위한 상이한 시험절차를 만들어 놓았다.

이러한 문제점을 효율적으로 극복하고자 각국은 국가간 상호 인정협정(MRA)을 위해 노력하고 있으며 이 상호인정협정의 기본은 시험성적서의 인정에서부터 시작된다. SART의 경우 국내 형식승인을 위한 시험항목 및 절차가 유럽연합이나 외국에 비해 다소의 차이가 있기 때문에 이를 국제 기준으로 개정할 필요성이 있다. 또한 전기적 기술시험에 있어 전용 계측기를 사용한 측정방법이 훨씬 더 효과적이며, 등가등방성전력 및 송신부, 급전선부, 안테나부가 하나의 몸체로 이루어진 SART에서는 각각을 측정하여 공식을 이용하는 방법보다는 직접 SART에서 방사하여 측정하는 방법이 훨씬 더 적합하다고 판단된다. 본 논문에서는 이러한 시험항목과 방법을 국제기준에 맞도록 표준 측정 방법을 제시하고자 한다.

제 1 장 서론

1.1 연구 배경

세계 해상 조난 및 안전제도(Global Maritime Distress and Safety System : GMDSS)의 기본개념은 선박의 조난시 그 사실을 전 세계적으로 알리고 육상의 수색 구조기관에 대하여 이들 기관이 될 수 있는 한 빨리 조정된 수색·구조 활동을 지원할 수 있도록 전달하는 것을 목적으로 하고 있다.

1999년 2월 1일부터 전면 적용된 GMDSS는 디지털선택호출(Digital Selective Calling : DSC) 전용 수신기, 디지털선택호출 장치, 협대역 직접 인쇄전신(Narrow Band Direct Printing : NBDP)장치, INMARSAT의 고기능 그룹호출(Enhanced Group Call : EGC), 항행안전정보수신기(NAVTEX Receiver), 위성 비상위치지시용 무선표지설비(Satellite Emergency Position Indicating Radio Beacon : 위성 EPIRB), 수색·구조용 레이더 트랜스폰더(Search And Rescue Radar Transponder : SART), 양방향무선전화장치(Two-way Radio Telephone) 등을 국제항해에 종사하는 300톤 이상의 모든 선박에 의무적으로 탑재하도록 규정하고 있다^{[1]~[3]}.

GMDSS에 있어서 무선통신 시스템은 지리적조건과 서비스내용 등에 관련하여 임의적으로 결정되지 않는 면도 있지만, 선박에 탑재되는 장치는 원칙적으로 그 선박의 항행구역에 의해 정해지는 것으로 되었다. 따라서 육상에서의 전파도달거리에 따라 A1, A2, A3 및 A4의 4개의 구역으로 나누어지며, 각각 초단파 무선설비, 중단파 무선설비, INMARSAT 선박지구국, 단파 무선설비를 조합하여 탑재하여야 한다^[1].

많은 국가에서 어선과 같은 국내법에 의해서만 규제를 받는 소형선에 있어서도 상기 장비들의 탑재를 확장해 나가고 있는 실정이다.

GMDSS의 장비들 중 SART는 조난자의 발견에 중요한 수단이 된다.

이 장비는 9GHz대의 레이더 신호에 의해 자동으로 동작하는 간단한 자동

마이크로파 송·수신기이며, 개정 국제해상인명안전협약(International Convention for the Safety of Life at Sea : SOLAS)에 의해 전 세계의 국제 항해에 종사하는 여객선 및 총톤수 500톤 미만의 화물선에는 적어도 1대의 트랜스폰더를 비치하도록 하고 있다. 현재 SART에 대한 국내 규정 및 검사규정은 정보통신부 고시의 해상이동업무 및 해상무선항행업무용 무선설비의 기술기준, 형식검정 및 형식등록 처리방법 등에서 규정하고 있다.

국제협약에서는 ITU의 전파통신규칙(RR)을 기본으로 하여 ITU-R권고, IMO의 총회결의 및 권고와 SOLAS협약 제4장(무선통신), 제5장(항해의 안전)을 중심으로 이루어지고 있으나, 국제협약에서는 최저 요건을 정하고 있고, 각 관계주관청에서 이를 중심으로 각국의 사정에 따라 세부기준을 마련하도록 하고 있다.

이처럼 선박에 의무적으로 탑재하여야 하는 인명과 재산에 관계된 중요한 장비의 경우, 자국 시장 유통을 위해서는 해당 정부기관에서 정한 기술기준에 따른 적법한 시험절차를 거쳐 형식인증을 받아야만 한다.

현재 GMDSS에서 요구되는 선박용 통신장비의 경우, 초기에는 전량 외국 수입에 의존하던 것이 국내 기업들의 기술개발로 인해 국산화되어 형식인증 과정을 거쳐 공급되고 있으며, 우리나라 부근 중국, 러시아 및 동남아 국가들에까지 수출이 되고 있는 실정이다.

또한 세계 제 1위의 조선대국인만큼 국외 선주를 둔 선박의 건조시 국내 생산된 GMDSS 관련 통신 장비를 탑재하여 간접 수출의 효과까지 보고 있다.

그러나, 수출의 경우 국내 시장 유통을 위해 정보통신부에서 발급받은 형식인증서(Type approval certificate)가 있음에도 불구하고, 수입하고자 하는 해당주관청에서 요구하는 시험절차에 따라 시험을 받아야 하며, 제품에 대한 형식인증서를 발급 받아야 하는 실정이다.

이러한 현상은 WTO 체제하에 사실상 무역관세가 없어서 무역장벽이 허물어진 대신 자국 산업 보호를 위해 취하고 있는 비관세 장벽인 기술장벽에서 그 원인을 찾을 수 있으며, 선진국 일수록 까다로운 규정을 적용하여 타국 제품의

자국 유입을 되도록 제한하는 형식으로 나타나고 있다.

이러한 기술장벽에 대한 효율적 해결책으로써 각국 정부는 타국과의 국가간 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement : MRA)을 체결하여 제품에 대한 시험 성적서 및 품질 인증서를 인정하는 방식을 취하고 있으며, 우리나라의 경우도 정보통신부에서 정보통신기기에 대하여 지난 1995년부터 캐나다, 일본, 유럽연합 등에 대하여 MRA를 체결·시행중이며 일부국가와는 추진하고 있는 실정이다.

이러한 MRA의 가장 초기단계는 MRA 협정당사국간의 제품의 시험성적서를 검토하여 상호 인정하는 방식이며, 이후 품질 인증서까지 인정하는 방식으로 발전되어 나가게 된다.

그러나, 국내에서 제품 인증을 위해 실시되고 있는 시험 항목 및 방법 등에 대하여 외국과 다소 차이를 보이고 있으며, 현재 형식검정에 적용하고 있는 시험측정 방법만으로는 SART의 성능을 충분히 검증할 수 없고, 등가등방성 전력시험 부분에서의 측정에 문제점이 있다.

1.2 연구 목적 및 내용

SART를 위치확인 수단으로 하는 GMDSS는 선박이 지구상의 어느 위치를 향해하고 있어도 해난방지조치로서의 안전정보의 수신이나 선위통보를 할 수 있고, 해난이 발생한 경우에는 자동화된 위성 EPIRB 등을 사용하는 조난자로부터의 조난통보에 의하여 육상에 있는 구조조정본부(Rescue Coordination Center : RCC)가 통괄, 지휘하는 수색·구조 활동을 전개할 수 있다.

GMDSS는 평상시에는 조난을 미연에 방지하기 위한 “안전정보 시스템”, 해난발생시에는 조난자가 행하는 “조난통보시스템”, 구조조정본부와 수색지령을 받은 수색·구조측과의 사이에 교신하는 “수색·구조통신시스템” 및 구조자가 조난현장의 해상에서 조난자를 발견하기 위한 “구조항해시스템”으로 나누어 볼 수 있으며, SART는 구조선이 현장통신에 의하여 연락을 취하면서 레이더 수

색 및 위치확인 수단이다.

고감도의 레이더 수신기를 상대방으로 하는 SART는 저출력이고 저감도의 기능이라도 설치비, 유지비 등의 면에서 경제적인 장치라 할 수 있다.

또한 영국에서는 이미 500대의 SART가 EPIRB와 조합되어 북해의 유전개발에 관계하는 헬리콥터에 탑재되어 가동중에 있으며, SART와 레이더에 의한 위치확인 방식은 전파이용의 새로운 분야로서 육상, 해상, 공중 모든 분야에 적용할 수 있는 가능성이 있다.

이러한 SART에 대한 형식 인증시 유럽연합과 비교하여 볼 때 시험 항목 및 방법에 있어서 다소 차이를 보이고 있으며, 이러한 이유로 국가간 상호 인정협정 체결시 가장 기본적인 시험성적서에 대한 검토에서 다소 불리한 입장이 될 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 SART의 국내 기술기준과 국제 기술기준, 국내 시험 항목과 절차 및 외국의 시험 항목과 절차를 분석하여 국내 형식 인증을 위한 시험 항목 및 절차의 문제점을 지적하고 외국의 주관청에서 요구하는 적법한 시험 항목 및 절차에 맞는 새로운 표준측정법에 대해 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 제 2 장에서 SART의 이론적 배경과 기본 구성을 살펴보고, 제 3 장에서는 SART에 대한 국내 기술기준과 여러 국제기구에서 정하는 국제법상의 성능 및 전기적 기술기준을 분석하고 국내외 시험항목과 비교·분석하였다. 제 4 장에서 SART의 형식검정을 위한 표준측정방법을 제시하였으며, 제 5 장에서는 표준 시험 항목별 측정방법에 제시한 것을 바탕으로 SART에 대한 국내 시험평가 항목 및 측정방법의 개정이 필요한 부분을 제시하였다.

추후 연구에서는 선박에 탑재되고 있는 모든 장치들의 표준측정방법을 연구하여야 될것으로 사료된다.

제 2 장 SART의 개요

2.1 SART의 이론적 배경

(1) SART의 배경

해상에 있어 조난자를 구조해 주는 것은 옛부터 중요성이 인정되어 왔지만 1912년 타이타닉호가 빙산과 충돌하여 1500여명의 희생자가 발생한 사건이 계기가 되어 해상에서의 인명의 안전을 국제적으로 생각하는 기운이 높아지고, 국제인명안전회의가 열리고, 1915년에 SOLAS협약이 생겼다.

제2차 세계대전 후인 1948년에 국제연합의 하부기관으로서 IMCO (Intergovernmental Maritime Consultive Organization : 정부간 해사 협의기관)를 설치하기 위한 조약안이 채택되고, 1958년에 IMCO 조약이 발효되었다. 그리고 IMCO는 1983년 IMO(International Maritime Organization : 국제해사 기구)로 이름을 바꾸어 오늘에 이르고 있다. 이 기간 중 IMO는 SOLAS와 충돌 예방법의 개정, 해양 오염방지 조약의 채택, STCW 조약 등 놀랄만한 활동을 하였고, 세계의 해양 질서 유지와 항해의 안전에 기여해 왔다.

1968년 영국에서는 해난구조를 위하여 수색·구조 태세를 재평가해야 한다는 취지에서, 수색·구조용 지침을 선박을 위하여 작성해야 한다고 IMCO에 제안하였고, 1970년에 상선수색구조편람이 작성되어 각국으로 배포되었다. 그 다음 해인 1971년 9월의 IMCO 제24회 해상안전위원회에서 해상수색구조에 관한 국제조약제정의 방침이 결정되고, 1973년 5월 이래 1977년 5월까지 5회에 걸쳐 회의가 개최되고 초안이 검토되었다.

1974년 4월 이 조약의 채택회의가 함부르크에서 개최되고 51개국이 참가하고 심의한 끝에, SAR 조약(International Convention on Maritime Search and Rescue, 1979 : 1979년 해상에 있어서의 수색 및 구조에 관한 국제조약)이 채택되었다. 이 조약은 15개국이 체결국으로 체결된 날로부터 12개월이 경과되면

효력을 발생하는 것으로 되었으며, 1984년 6월 24일까지 가입한 프랑스, 영국, 미국, 아르헨티나, 칠레, 노르웨이, 서독, 캐나다, 네덜란드, 브라질, 스웨덴, 알제리아, 발바도스(Barbados), 오스트레일리아, 덴마크 등 15개국을 계약국으로 1985년 6월 22일에 발효된 것이다. 그리고 한국은 1985년 6월 10에 IMO에 가입서를 기탁하여 19번째의 계약국이 되었고, 조약계약국의 일원으로서 이 조약에 정해진 의무를 가짐과 동시에 선박은 이 조약에 의거하여 혜택을 받을 수가 있도록 되었다.

SAR 조약은 해상에 있어서 조난자를 신속히 효과적으로 구조하기 위하여, 연안국이 자국 주변의 일정 해역에 대해서 수색·구조의 책임을 분담하고 적절한 수색·구조 업무를 수행하기 위하여 국내제도를 확립함과 동시에 관계국 간에 해난 구조 활동의 조정 등의 협력을 행할 것을 결정하는 세계적인 수색·구조 체제의 창설을 목표로 하는 것이다.

1979년 SAR 조약 채택 회의에 있어서, SAR-Plan을 효과적으로 수행하기 위해서는 조난 및 안전을 위한 통신망을 확립, 정비하는 것이 필요하다고 인식되어, IMO에 대해서 FGMDSS(Future Global Maritime Distress and Safety System : 미래의 전 세계적인 해상조난 및 안전 시스템)의 개발 요청을 결의하였다. IMO는 이 결의를 받아들여 미래의 세계 해상에 있어서 조난 및 안전통신제도에 대하여 무선통신 위원회(COM)를 중심으로 행할 것과 통신기능과 대상선박, 통신장치, 운용조건 등에 관해서 상세하게 검토, 심의가 계속되어 왔다. 그리고 현재는 이미 미래의 시스템이 아니라고 하는 인식에서 FGMDSS의 F가 제외되어 GMDSS가 사용되고 있다.

조난·안전에 관한 통신은 국제조약에 근거하여 제도화되어 발전되어 왔지만, 일반통신에 있어서는 국내의 여러 사정이 가미된 형태로 발전하여 현재에 이르고 있다.

해상에서 무선통신 수단은 오랫동안 전통적인 모스(Morse) 통신을 주체로 하여 왔지만 전파통신기술의 현저한 발달에 힘입어 디지털 통신과 협대역 직접인쇄 전신, 위성통신 등이 도입되어 해상 무선 통신 시스템에 큰 개혁을 초래하

고, 현행 조난·안전 제도의 근본적인 재검토의 발단이 되었다.

GMDSS 구역에서 항해하는 선박에 대한 설비의 잠정적인 탑재요건을 요약하면 A1 해역 선박은 VHF설비, A2 해역선박은 VHF, MF설비, A3해역 선박은 VHF, MF 및 HF 통신설비를, 또한 A2, A3, A4해역의 모든 선박은 위성 EPIRB를 설치하여야 한다.

또한 A1 해역의 모든 선박은 위성 EPIRB 또는 VHF EPIRB를, NAVTEX 해역 내를 운항하는 모든 선박에는 NAVTEX 수신기, 모든 생존정에는 9GHz 대 레이더 트랜스폰더를 설비해야 하는데, 선상설비의 탑재요건을 정리하면 <표2-1>과 같다.

(2) SART의 기능

1993년 11월 런던에서 SOLAS 협약의 체약국 정부회의가 개최되고 GMDSS의 도입을 위해 동 협약이 개정되었으며, 이 시스템에서 조난자의 발견에 중요한 수단이 되는 SART의 탑재가 의무화 되었다.

국제적으로 채택된 SART는 9GHz대의 신호를 상대방으로 송출하는 자동 마이크로파 송·수신기이며, 개정 SOLAS 협약 제3장에 의하여 전 세계의 국제 항해에 종사하는 여객선 및 총톤수 500톤 이상의 화물선에는 각 현에 적어도 2대, 총톤수 300톤 이상 500톤 미만의 화물선에는 적어도 1대의 트랜스폰더를 비치하게 되었다.

조난이 발생할 경우 자동 또는 조난자에 의해 수동 작동된 SART는 수신대기 상태가 되고 선박의 9GHz 레이더나 항공기용 수색 레이더가 발사하는 펄스 신호를 수신하면 장치에 내장되어 있는 접근 모니터에 의하여 조난자에게 구조자의 접근을 알리며 자동적으로 레이더 전파에 대한 응답전파가 발사되고, 구조 선박 레이더의 지시기 브라운관의 영상 상에 IMO가 정한 등간격의 12점의 “SART 코드”가 표시되고 수색 측에서 조난자의 방위와 거리를 알 수 있다.

SART의 응답파는 레이더 펄스파의 수신에 동기해서 9GHz 레이더의 주파수대의 전대역을 고속으로 소인하는 방식을 취하고 있으며 9GHz 대를 사용하는

표 2-1. 선상설비의 탑재요건

무선설비		항행구역	A1해역	A2해역	A3해역 (주1)	A3,A4해역 (주2)
VHF설비	DSC TX, RX, 무선전화TX,RX DSC전용RX	조난안전통신+일반통신 일정선박의 설치면제(주3)	○	○	○	○
MF설비	"	조난안전통신+일반통신		○	○	
MF/HF설비	"	"				○
INMARSAT 선박지구국	표준 A형 또는 표준 C형	"			○	
NAVTEX수신기	NBDP방송의 자동수신	NAVTEX서비스의 제공해 역을 항행할 때	○	○	○	○
MSI수신기	INMARSAT EGC 수신기	NAVTEX서비스의 제공해 역 외의 해역을 항행할때, 면제규정이 있다(주4)	○	○	○	○
위성EPIRB	COSPAS-SARSA T 시스템의 것	406MHz, 자립부상-통상 조 선장소에서의 조작	○ (주5)	○ (주5)	○ (주5)	○ (주5)
	INMARSAT 시스템의 것	1.6GHz, 자립부상-통상 조 선장소에서의 조작				
VHF EPIRB	DSC+레이다 트랜스폰더	통상 조선장소에서의 조작	○ (주6)			
레이더트랜스폰더	선박용 9GHz대	생존정용의 것을 이에 충당 할 수 있다.	○	○	○	○
레이더트랜스폰더	생존정용 9GHz	각 현에 1대	○	○	○	○
VHF 휴대용설비	무선전화TX,RX	CH16+1주파수 3장치	○	○	○	○

* 1997년2월1일까지 무선전화조난주파수청취수신기 및 무선전화경보신호발생장치를 설치한다.

* TX : 송신기, RX : 수신기, MSI : 해상안전정보

주1) INMARSAT 선박지구국을 설치한 경우

주2) MF/HF을 설치한 경우

주3) 오로지 A1해역 이외의 해역을 항행하는 선박으로서 1995년 2월 1일 이전에 건조된 것은 DSC 면제

주4) HF의 MSI방송의 설치 해역을 항행하는 선박이 수신설비를 설치한 경우

주5) COSPAS-SARSAT 또는 INMARSAT의 어느 하나를 설치

주6) 위성 EPIRB의 대체로서 비치하는 경우에 한함.

모든 선박의 레이더는 개조할 필요없이 그대로 사용될 수 있다.

그러나 이 장비는 그 특성상 위치 정밀도가 4 해리로서 범위가 넓어 실제 구조 활동에 있어서 파도, 안개, 폭우 등의 기상조건에서는 수색 구조에 상당한 어려움이 따른다. 또한 생존자가 조난선의 위치에서 멀리 떨어져 있을 경우에는 그 구조 가능성이 더욱 희박해진다.

따라서 국제규정에서는 선박의 조난시 EPIRB의 작동뿐만 아니라 휴대가 용이하며 작동이 간편한 SART는 GMDSS의 중요한 구성 요소로서 조난자를 구조하기 위한 선박이나 항공기에 대하여 조난자의 위치발견을 용이하게 하는 필수적인 구명설비로써 선박 탑재가 의무화되고 있는 추세이다.

SART는 선박의 조난시에 수동 또는 자동으로 작동하여 수신상태로 된다. 이 상태로 9GHz대의 레이더 전파를 수신하면 9,200~9,500MHz 주파수로 12회 스위프하면서 송신하며, 이를 수신한 상대방의 레이더 화면에는 12개의 점으로 SART의 방향과 거리를 지시하는 점선이 나타난다.

SART의 응답파는 레이더 펄스파의 수신에 동기해서 9GHz 레이더의 주파수대의 전대역을 고속으로 소인하는 방식을 취하고 있으며 9GHz대를 사용하는 모든 선박의 레이더는 개조할 필요없이 그대로 사용될 수 있다.

그림 2-1은 SART 내부의 수신기가 수색·구조용 선박 및 항공기에 있는 9GHz 레이더 신호를 포착할 때, SART는 즉시 부호화된 응답 신호를 송신하는 것을 보여주고 있다. (일련의 12도트)

레이더 화면상에 표시되는 SART 코드는 트랜스폰더의 위치에서 바깥쪽으로 퍼져나가는 일련의 도트로 표시된다.

일련의 도트 신호는 약 10NM의 반경을 표시한다. 이러한 표시 방법은 수색·구조용으로 국제적으로 인증된 사항이다. 이에 부가하여 SART는 구조의 손길이 접근하고 있음을 생존자에게 알리기 위하여 큰 소리의 가청경보 및 가시경보를 제공하여 생존의 자신감을 가지도록 한다.

동작에 있어서, SART는 수신된 탐지 펄스에 동기하여 100 μ s의 펄스 방사 주기를 가진 9GHz 고속 주파수 소인 신호를 사용하여 자동적으로 응답한다.

SART의 응답 신호는 9GHz 레이더 대역의 모든 주파수를 포함한다.

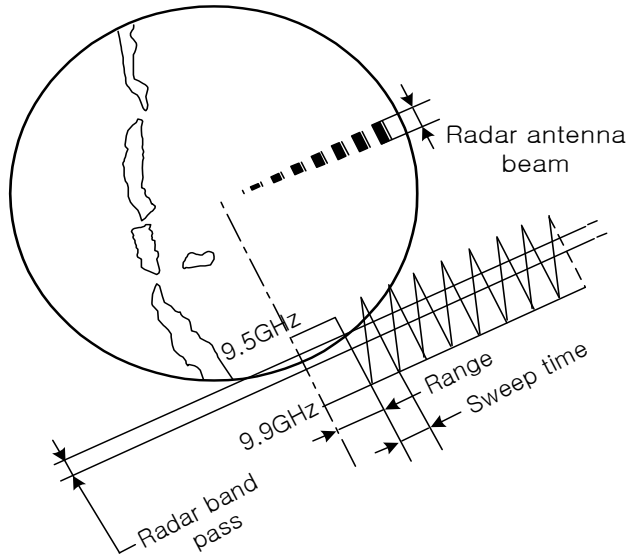


그림 2-1. 레이더 스크린 상에 보인 SART 신호형태

2.2 SART 기본 구성도

그림 2-2와 같이 SART는 수신부, 기타 회로부로 구성되어 있는데, 각 구성별 주요 기능을 요약하면 각각 다음과 같다^{[5]-[7]}.

(1) 수신부

1) 전치 증폭기 회로

안테나 스위치를 통과한 9.2~9.5GHz 대의 광대역 수신 레이더 신호는 FET 소자로 설계된 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier : LNA)회로를 통해 비디오 증폭기에서 처리 가능한 신호로 증폭된다.

수신신호의 초단 증폭기인 관계로 고이득과 저잡음 증폭이 가능하도록 설계되었다.

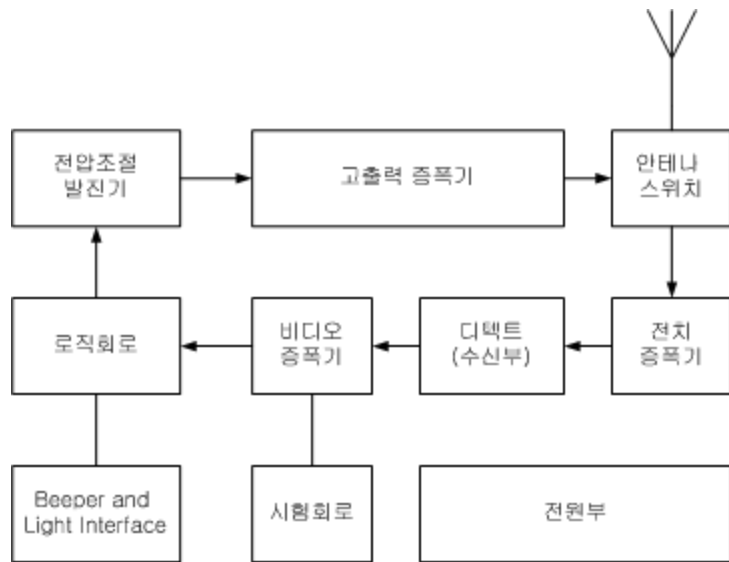


그림 2-2. SART 기본 구성도

2) 비디오 증폭기 회로

전치 증폭기를 거쳐 증폭되고, 검파 회로를 거쳐 DC 신호로 변환된 미약한 신호는 다시 비디오 증폭기를 통해 증폭된 후 수신 신호 유무를 최종 판별하는 비교기에 인가된다.

(2) 송신부

1) 고출력 증폭기, 전압조정 발진기 회로

로직회로에서 생성된 톱니파와 Rx/Tx의 구분신호는 전압조정 발진기 회로에 인가되어 송신신호의 생성과 함께 신호의 주파수를 소인하게 되고, 고출력 증폭기 (High Power Amplifier : HPA)는 이를 고출력으로 증폭하여 규정출력이 되도록 한다.

(3) 로직부

1) 로직회로

SART의 송신신호를 생성하는데 필요한 톱니파와 Rx/Tx 구분 신호를 발생하는 회로부이다. NOT 게이트와 범용 트랜지스터를 이용하여 간단하게 구성하였고, 톱니파의 크기를 조절 및 튜닝이 가능하도록 출력부 트랜지스터의 바이어스를 조정할 수 있게 하였다.

(4) 기타 회로부

1) 시험 회로

SART의 시험 기능 사용시 약 10초간 자체 발진된 송신신호를 출력하는 역할을 한다. 또한 555 Timer를 사용하여 발광다이오드의 깜빡임과 부저의 단속음을 생성한다.

2) 안테나 스위치

Rx/Tx 의 구분 신호에 따라 송, 수신 신호를 각각의 패스로 절체하는 역할을 하며 이러한 기능이 내장되어 있는 마이크로웨이브 모놀리식 집적회로 (Microwave Monolithic Integrated Circuit : MMIC)를 사용하여 구현하였다.

제 3 장 국내외 기술 기준 및 시험항목 비교·분석

3.1 국제기술 기준

기술적 특성은 IMO 결의 A.802(19), 수색 구조에 이용되는 생존정 SART의 성능 기준 및 ITU-R 권고 M.628-3, 수색 및 구조 SART에 대한 기술적 특성에 의해서 규정되어 있다. GMDSS 관련 장비의 국제규정은 ITU의 전파통신규칙(RR)을 기본으로 하고 있다. SOLAS협약 제4장(무선통신), 제5장(항해의 안전)을 중심으로 이루어지고 있으나, 국제협약에서는 최저요건을 정하고 있고, 각 관계 주관청에서 이를 중심으로 각국의 세부기준을 마련하도록 하고 있기 때문에 여기서는 ITU-R 권고, IMO 권고를 중심으로 분석하고자 한다.

(1) ITU-R 권고

1974년 해상에 있어서 인명의 안전에 대한 조약(SOLAS)에 관하여 국제회의에서 개정된 1988년 개정규칙은 선박이 바다에서 조난중이거나 구명선 일 때 그 선박의 위치를 확인하기 위한 9GHz 주파수 대역에서 동작하는 레이더 송수신기의 탑재를 필요로 한다.

ITU-R은 아래의 사항을 고려하여 만장일치로 아래 사항을 권고한다.

9,200~9,500MHz 주파수 범위에서 운용하는 수색 및 구조 레이더 송수신기에 대한 최소의 기술적 특성은 ITU-R 권고 M.628-3에 따라야 한다^[5].

(2) IMO 결의 및 권고

9GHz대 SART는 관련 ITU-R 권고(IMO가 채택한 미래의 GMDSS의 일부를 구성하는 선박용 무선설비와 전기 항해 보조 장치에 대한 일반요건에 관한 권고(결의 A.802(19))^[6]의 일반요건 이외에 다음 성능기준에 적합하여야 한다.

SART는 같은 간격의 점의 연속이 구조 레이더에 조난체의 위치를 표시할 수 있어야 한다. (결의 A.530(13)참조 : 수색 및 구조용 레이더 트랜스폰더의 사용)

표 3-1. SART의 기술적 사양

항 목	사양
송신주파수	9200~9500MHz 소인
편파면	수평편파
소인형태	순방향 스위프 시간 $7.5\mu s \pm 1\mu s$
	복귀 스위프 시간 $0.4\mu s \pm 1\mu s$
펄스 발사시간	$100\mu s \pm 20\mu s$
안테나 패턴	수직 25도 이상
	수평 $\pm 2\text{dB}$ 이내에서 무지향성
등가방사전력	400mW (+26dBm)이상
최소수신감도	-50dBm이하
회복시간	10 μs 이내
응답시간	1.25 μs 이하
온도조건	동작 -20℃ ~ +55℃
	보관 -30℃ ~ +65℃

1) SART는 다음의 조건에 적합하여야 한다.

- ① 비숙련자에 의해 용이하게 작동시킬수 있을 것.
- ② 부주의한 작동을 보호하는 수단으로 갖출 것.
- ③ 정확한 운용을 표시하고 또 레이더가 SART를 가동시키고 있다는 것을 조난자에게 알리는 시각 및 청각수단을 갖출 것.
- ④ 수동의 작동 및 정지를 할 수 있을 것; 자동작동의 장치도 포함시킬 수 있다.
- ⑤ 대기상태의 표시기를 갖출 것
- ⑥ 20미터의 높이에서 수중에 하락시킨 때 손상없이 견딜 수 있을 것.
- ⑦ 최소한 5분동안 10미터의 수중에서 방수 될 수 있을 것.
- ⑧ 침수의 특수한 상태에서 45℃의 열영향을 받을때도 방수 될 것.

- ⑨ 구명정의 일부를 이루고 있지 않은 경우에는 부상될 수 있을 것
- ⑩ 부상형의 경우에는 밧줄로 사용하기에 적당한 부상줄을 갖출 것.
- ⑪ 해수나 기름에 의해 심하게 영향을 받지 않을 것
- ⑫ 햇빛에 오랫동안 노출되어 있어도 나빠지지 않도록 되어 있을 것.
- ⑬ 발견을 용이하게 하는 모든 부분에는 명료하게 볼 수 있는 오렌지색으로 되어 있을 것.
- ⑭ 구명정의 손상을 보호 하도록 외부는 부드럽게 되어 있을 것.

2) SART는 대기상태에서 96 시간 운용하고 또한 대기시간 후 1kHz의 펄스 반복주파수가 계속적으로 Inter-locating하고 있을 때 8시간 동안 트랜스폰더의 발사를 할 수 있는 충분한 축전용량을 가질 것.

3) SART는 $-20\sim+55^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 운용할 수 있도록 설계하여야 한다. 또, $-30\sim+65^{\circ}\text{C}$ 의 온도범위에서 방치해 두고도 손상되지 않아야 한다.

4) 설치된 SART의 안테나의 높이는 해면상 적어도 1 M 이상일 것.

5) 장치의 수직안테나, 편파성 및 유체특성은 심한 파도상태에서도 SART가 수색 레이더에 응답할 수 있어야 한다. 수평편파는 전송과 수신에 이용된다.

6) SART는 안테나 높이 15M로 결의 A.477(XII) 및 A.222(VII)에 따른 항행 레이더에 의하여 최소한 10해리까지의 거리에서 Inter-locating되어 있을 때 정확히 운용되어야 한다. 또한, 3000 피트의 높이로 최소한 30 해리 이상의 거리에서 최소한 10kW 출력으로 항공기상의 레이더에 Inter-locating되어 있을 때 정확히 운용되어야 한다.

7) SART의 기술특성은 관련 ITU-R권고 M.628-3(11/93)에 적합하여야 한다.

8) 표찰

결의 A.802(19)의 일반요건에 명기한 사항이외에 다음 사항을 기기의 외부에 표시하는 것으로 한다.

- ① 간단한 운용지침서 및
- ② 사용되는 일차전지의 유효기일

3.2 국내기술 기준

(1) SART의 성능기준

국내에서 정하는 SART의 성능기준은 전파연구소고시 제2005-22호 해상이동 업무 및 해상무선항행업무용 무선설비의 기술기준에서 정하고 있으며 다음과 같다.

- ① 작고 가벼울 것
- ② 쉽게 조작되고 휴대에 편리할 것
- ③ 방수되는 것으로서 해수·기름 및 태양광선의 영향을 가능한 한 받지 아니할 것
- ④ 황색 또는 주황색의 색채일 것
- ⑤ 본체의 보이는 곳에 기기의 작동방법 및 취급방법 등이 물에 지워지지 아니 하도록 명백하게 표시되어 있을 것
- ⑥ 구멍정에 손상을 줄 우려가 있는 예리한 모서리 등이 없을 것
- ⑦ 수동으로 작동을 중지시킬 수 있을 것
- ⑧ 오조작에 의한 작동을 방지하는 장치가 있을 것
- ⑨ 전파가 발사되고 있음을 표시하는 기능이 있을 것
- ⑩ 정상적으로 작동하고 있음을 쉽게 알 수 있는 기능이 있을 것
- ⑪ 구멍정에 고정시키지 아니하는 기기의 경우에는 물에 뜰 수 있는 끈을 갖추출 것
- ⑫ 해면에서 사용하는 기기의 경우에는 물에 던졌을 때 정상의 상태로 복원될 수 있을 것

(2) SART의 전기적 기술기준

국내전파법(무선설비 규칙)에서는 IMO 결의 및 권고와 ITU-R에서 규정하는 내용을 대체로 준용하므로, 국제규정과 상이한 부분만을 정리해 본다.

수색·구조용 레이더 트랜스폰더는 다음의 조건에 적합하여야 한다^[8].

- ① 주파수 소인의 시간은 $7.5\mu\text{s} \pm 1\mu\text{s}$ 이내일 것.
- ② 주파수 소인의 형식은 톱니파형이고 그 복귀시간은 $0.4\mu\text{s}$ 이내일 것
- ③ 1회의 응답으로 12회의 주파수 소인으로 지연시간은 $0.55\mu\text{s}$ 이내일 것.
- ④ 레이더 전파의 수신 후 응답개시까지의 지연시간은 $0.55\mu\text{s}$ 이내일 것.
- ⑤ 1회의 전파 발사 후 다음 응답이 가능할 때까지의 시간은 $10\mu\text{s}$ 이내일 것.
- ⑥ 등가 등방 복사전력은 400mW 이상일 것
- ⑦ 실효 수신감도(당해 설비의 수신감도에 당해 설비의 수신 공중선 이득을 가한 것을 말한다.)는 -50 dB (1mW 을 0 dB 로 함) 보다 높을 것.
- ⑧ 구명정에 부착한 상태에서의 공중선의 높이는 해면으로부터 1M 이상일 것
 - 공중선의 수평면은 $\pm 2\text{ dB}$ 이내의 무지향성일 것
 - 공중선의 수직면은 25 도 이상일 것
 - 공중선의 편파면은 수평일 것
- ⑨ 유효기간이 1년 이상인 전용 전지를 사용할 것.

3.3 국내외 시험항목 비교·분석

국제기구에서 결의되어 채택된 국제협약 및 각종 결의안은 하나의 장비에 대한 최소한의 규정이며, 이 최소한의 규정을 충족하는 수준에서 각 회원국은 자국에서의 기술기준, 시험항목 및 절차 등에 대해 규정하고 있다. 따라서 국제적 기준을 충족하고 있다하여도 형식인증을 위한 각국의 국내 기준은 다를 수 있다. 현재 국내의 설비에 대한 표준은 일반적으로 단체표준, 국내표준 및 국제표준으로 구성되어 있는데, 이 중 탑재설비는 국제표준에 적용시켜야 한다.

시험 항목은 환경시험, 전자기 적합성시험, 성능시험 등으로 구분되는데, 본 장에서는 앞에서 항목과 유럽연합(EU)에서 채택하고 있는 시험 항목 및 절차 등에 대해 서로 상이한 점에 관하여 비교·분석하고자 한다.

(1) 환경시험

환경시험에 있어서 국내에서는 정보통신기기 인증규칙 제6조 제4항에 따른 형식검정 및 형식등록 처리방법에서 이를 규정하고 있으며, 유럽연합의 경우 IEC 60945(Edition 4)의 시험 항목 및 절차를 따른다^[10].

1) 온도 시험

ITU-R 권고 M.628-3에 따르면 SART의 온도 특성을 동작온도조건 -20~+55℃와 보관온도조건 -30~+65℃로 나누어 권고하고 있다.

표 3-1에서 보면 알 수 있듯이 현재 국내규정에는 동작 온도 특성에 대한 규정만이 있으며 이 규정 역시 국제기준에서 권고하는 내용에 비해 최고온도 범위가 50℃로써 5℃ 낮은 값으로 규정되어 있다. 반면 유럽의 경우는 동작온도범위는 국제기준에 준하며, 저장 온도범위 중 최고온도가 +70℃로써 국제기준에 비해 5℃ 상회함을 알 수 있다.

표 3-2. 온도시험 비교

구 분	시험 절차
국 내	-20℃와 +50℃의 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 규정된 전원전압을 가하여 동작시켰을때 정상동작여부를 확인한다.
유럽연합	장비의 전원이 OFF인 상태로 +70℃(±3℃) 챔버에 10시간에서 16시간 동안 유지하고, 이 후 장비에 전원을 인가한 후 챔버 내의 온도를 30분 이내에 +55℃(±3℃)로 내린다. 전원을 인가한 후 장비는 계속적으로 동작하게 한 후 10시간에서 16시간 동안 유지한다. 장비의 성능에 이상이 없는지를 검사한다 장비의 전원이 OFF인 상태로 -30℃(±3℃) 챔버에 10시간에서 16시간 동안 유지하고, 이 후 장비에 전원을 인가한 후 챔버 내의 온도를 30분 이내에 -20℃(±3℃)로 내린다. 전원을 인가한 후 장비는 계속적으로 동작하게 한 후 10시간에서 16시간 동안 유지한다. 장비의 성능에 이상이 없는지를 검사한다.

2) 습도 시험

습도 시험에 있어서 상대습도는 93%로써 국내의 기준이 같지만, 온도와 방치 시간 면에서 유럽연합의 기준이 상회함을 알 수 있다.

표 3-3. 습도시험 비교

구 분	시험 절차
국 내	+35℃에 대한 상대습도 95%의 습도에 4시간 방치 후 상온·상습에 복귀시켜 규정된 전원전압을 가하여 동작시켰을 때 성능에 이상 유무를 검사한다.
유럽연합	시료를 챔버에 넣고 3시간 동안 서서히 챔버 내의 환경을 +40℃(±2℃), 93%(±3%)의 조건이 되도록 한다. 이 후 10시간에서 16시간 이내에 시료를 챔버 내에 둔 후 성능에 이상이 없는지를 검사한다.

3) 진동시험

진동시험에 있어서는 주파수와 전진폭에 있어서 유럽연합과 다소의 차이가 있으며, 유럽연합의 경우 공진점을 먼저 찾아 해당 공진주파수에서 좀더 정확한 내구성 테스트가 이루어지는 점이 국내 시험절차와 상이한 점임을 알 수 있다.

표 3-4. 진동 시험 비교

구 분	시험 절차
국 내	전진폭 3mm, 진동수 매분 0에서 500회까지의 진동 및 전진폭 1mm, 진동수 매분 500회에서 1,800회까지의 진동을 상하좌우 및 전후로 각각 30분간(10분간의 주기로 진동수를 저고저의 순서로 변동시킨다) 가한후 정격 전압을 가하여 동작시켰을때 동작 이상유무를 검사한다.
유럽연합	시료를 진동 시험기에 설치한 후 2~13.2Hz±1mm, 13.2~100Hz 0.7%를 통해 공진점(Resonance Frequency)을 찾아 그 주파수에서 2시간동안 내구성 시험을 3축에 대해 적용하여 성능에 이상이 없는지를 확인한다. 만일 공진점을 찾을 수 없을 때는 30Hz에서 2시간 동안 3축에 대하여 내구성 시험을 실시한다

4) 방수 시험

표 3-5에서 보는 바와 같이 방수 시험에 있어서는 국내 절차와 유럽연합의 기준이 동일함을 알 수 있다.

표 3-5. 방수 시험 비교

구 분	시험 절차
국 내	깊이10M의 수중에 5분간 침수시킨 후 정격전압을 가하여 동작시켰을 때 이상유무를 검사한다.
유럽연합	수심 10M의 수압에 시료를 5분 이상동안 유지한 후 장비에 이상이 없는지를 검사한다.

5) 수면 낙하 시험

이 테스트는 20M 이상의 선박 갑판에서 해수로의 장비 자유 낙하 효과를 가정한 것으로 휴대형 VHF 무선 장비를 제외한 휴대형 장비에 적용된다.

표 3-5에서 알 수 있듯이 수면 낙하 시험의 횟수는 3회로 동일하나 그 높이가 국내는 5M, 유럽연합은 20M로 국내 기준에 비해 상회함을 알 수 있다.

표 3-6. 수면 낙하 시험 비교

구 분	시험 절차
국 내	5M의 높이에서 수면에 3회 투하한 후 정격전압을 가하여 동작시켰을 때 장비의 이상 유무를 검사한다.
유럽연합	연속된 3회의 낙하가 수행되어야 하며, 각 낙하는 이전에 행한 위치와 다른 위치에서 행하게 된다. 낙하 시 수면과 장비 최저부의 높이는 20M ± 1M가 되어야 한다. 테스트 마지막에 시료는 성능 체크를 행하며, 손상이나 누수에 대한 시험이 행해진다.

(2) 전자파 적합성 시험

전자파 적합성(Electro-Magnetic Compatibility : EMC) 시험은 아직 국내에서는 선박분야의 해상장비에 적용되고 있지 않지만, 이미 외국에서는 적용되고 있는 실정이다. 현재 유럽연합에서는 IEC60945의 시험 절차에 따른 전자기 적합성 시험을 하도록 하고 있다.

전자파 적합성은 크게 전자파 장애(Electro-Magnetic Interference : EMI)와 전자파 내성(Electro-Magnetic Susceptibility : EMS)으로 나눌 수 있다.

전자파 장애란 해당 장비에서 외부 기기 동작 등에 영향을 줄만한 전자파가 방사되는지에 대한 시험을 의미하며, 전자파 내성은 반대로 외부에서 발생하는 전자파에 대해 해당 장비가 어느 정도의 내성을 가지며 정상동작을 할 수 있는지를 의미한다.

자세한 세부 시험 항목 및 절차와 기준에 대해서는 제 4 장에서 제시하기로 한다.

(3) 성능 시험

수색·구조용 레이더 트랜스폰더의 기술기준에 대하여는 국내에서는 해상이동 업무 및 해상무선항행업무용 무선설비의 기술기준에서 정하고 있으며, 유럽 연합의 경우 EN61097-1에서 그 기술기준이나 시험항목에 대하여 규정하고 있다.

표 3-7. 국내와 유럽연합의 성능기준 비교

항 목	국내 기준	유럽연합의 기준
송신주파수	9,200~9,500MHz	9,200~9,500MHz
순방향 소인 시간	7.5 μ s \pm 1 μ s	7.5 μ s \pm 1 μ s
복귀 소인 시간	0.4 μ s \pm 0.1 μ s	0.4 μ s \pm 0.1 μ s
응답신호	12회의 주파수 소인으로 형성	12회의 주파수 소인
응답시간	0.55 μ s 이내	0.5 μ s 이내
펄스 발사시간	-	100 μ s
EIRP	400mW 이상	400mW 이상
실효 수신감도	-50dBm 이하	-50dBm 이하
회복시간	10 μ s 이내	10 μ s 이내

표 3-7에서 보는 바와 같이 대부분 국내기준과 유럽연합의 기준은 국제 기준을 준용하므로 대부분 같지만, 몇 가지 부분에서 상이한 점을 가진다.

첫째, 응답시간이 국내가 $0.55\mu s$ 이내 이지만 유럽연합의 경우 $0.5\mu s$ 이내 이다. 이는 ITU-R M.628-3에서 권고 하는 기준인 $0.5\mu s$ 이내에 대해 국내 기준이 미치지 못하고 있는 현상이며, 적어도 국제기준에 맞춰서 개정이 시급한 항목이다.

둘째, 유럽기준과 ITU-R 권고에는 펄스 발사시간을 $100\mu s$ 로 규정하고 있지만, 국내 규정에서는 이러한 부분이 누락되어 있다.

이러한 점을 보완하여 다음 장에서는 국제기준 및 유럽기준에 적합한 성능기준을 제시하며 그 기준에 맞는 표준 측정 방법을 새로이 제시하고자 한다.

제 4 장 SART의 형식검정을 위한 표준측정방법

4.1 환경시험

이 환경시험은 IEC 60945(Edition 4)의 규격을 따른다^[10].

설비를 실용화하기 위해서는 국내 전파법상 무선설비의 형식검정을 행하여야 한다. 설비의 시험에는 환경시험과 성능시험으로 대별된다. 환경시험에는 아래와 같은 시험방법을 시행한다.

(1) 고온 시험

장비의 전원이 OFF인 상태로 $+70^{\circ}\text{C}(\pm 3^{\circ}\text{C})$ 챔버에 10시간에서 16시간 동안 유지하고, 이 후 장비에 전원을 인가한 후 챔버 내의 온도를 30분 이내에 $+5^{\circ}\text{C}(\pm 3^{\circ}\text{C})$ 로 내린다. 전원을 인가한 후 장비는 계속적으로 동작하게 한 후 10시간에서 16시간 동안 유지한다. 장비의 성능에 이상이 없는지를 검사한다.

(2) 습도 시험

시료를 챔버에 넣고 3시간 동안 서서히 챔버 내의 환경을 $+40^{\circ}\text{C}(\pm 2^{\circ}\text{C})$, $93\%(\pm 3\%)$ 의 조건이 되도록 한다. 이 후 10시간에서 16시간 이내에 시료를 챔버 내에 둔 후 성능에 이상이 없는지를 검사한다.

(3) 저온 시험

장비의 전원이 OFF인 상태로 $-30^{\circ}\text{C}(\pm 3^{\circ}\text{C})$ 챔버에 10시간에서 16시간 동안 유지하고, 이 후 장비에 전원을 인가한 후 챔버 내의 온도를 30분 이내에 $-20^{\circ}\text{C}(\pm 3^{\circ}\text{C})$ 로 내린다. 전원을 인가한 후 장비는 계속적으로 동작하게 한 후 10시간에서 16시간 동안 유지한다. 장비의 성능에 이상이 없는지를 검사한다.

(4) 진동 시험

시료를 진동 시험기에 설치한 후 2~13.2Hz까지는 $\pm 1\text{mm}\pm 10\%$ 의 진폭을, 13.2~100Hz까지는 지속적인 최대가속도 7m/s^2 을 통해 공진점(Resonance Frequency)을 찾아 그 주파수에서 2시간동안 내구성 시험을 3축에 대해 적용하여 성능에 이상이 없는지를 확인한다. 만일 공진점을 찾을 수 없을 때는 30Hz에서 2시간 동안 3축에 대하여 내구성 시험을 실시한다.

(5) 방수 시험

수심 10M의 수압에 시료를 5분 이상동안 유지한 후 장비에 이상이 없는지를 검사한다.

(6) 수면 낙하 시험

이 낙하시험 테스트는 20m 이상의 선박 갑판에서 해수로의 장비 자유 낙하 효과를 가정한 것으로 휴대형 VHF 무선 장비를 제외한 휴대형 장비에 적용된다.

연속된 3회의 낙하가 수행되어야 하며, 각 낙하는 이전에 행한 위치와 다른 위치에서 행하게 된다. 낙하시 수면과 장비 최저부의 높이는 $20\text{M}\pm 1\text{M}$ 가 되어야 한다. 테스트 마지막에 시료는 성능 체크를 행하며, 손상이나 누수에 대한 시험이 행해진다.

4.2 전자파 적합성 시험

(1) 전자파 장애

1) 개요

전자파 장애를 측정하는 동안, 장비는 정상 시험 조건하에서 동작되어야 하며, 최대 방사 레벨의 조사를 위하여 도전체 레벨이나 무선 방사체 레벨에 영

향을 줄 수 있는 제어부 설정을 다양하게 변경하여야 한다.

장비가 하나 이상의 전원모드(예를 들어 동작, stand-by 등)를 가진다면, 최대 방사 레벨이 얻어지는 상태에서 조사되어야 하며, 그 상태에서 전체 측정이 이루어져야 한다. 만일 장비에 안테나 연결부가 있다면 비방사 인공 안테나에 연결되어야 한다.

측정 주파수대역내에서 동작하는 송신기를 포함한 장비는 동작 상태에 있어야 하지만 무선 방사 시험을 위해서 송신 상태에 있지 않아야 한다.

표 4-1은 시험환경과 그에 따른 전자파 방사를 요약한 것이다.

표 4-1. 전자파 방사

구 분	시험 자원	비 고
Radiated emissions	150kHz-300kHz 10mV/m-316 μ N/m (80dB μ N/m-52dB μ N/m)	
	300kHz- 30MHz 316 μ N/m-50 μ N/m (52dB μ N/m-34dB μ N/m)	
	30MHz- 2GHz 500 μ N/m(54dB μ N/m) except for	
	156MHz-165MHz 16 μ N/m (24dB μ N/m)	

2) 시험절차 및 한계값

국제무선장해특별위원회 (International Special Committee on Radio Interference : CISPR) 16-1에 지정된 Quasi-peak 측정 수신기가 사용된다. 주파수 범위 150kHz에서 30MHz와 156MHz에서 165MHz의 수신기 대역폭은 9kHz이며, 30MHz에서 156MHz와 165MHz와 2GHz는 120kHz가 되어야 한다.

150kHz에서 30MHz 주파수에서는 측정은 자기 H Field에서 행한다. 측정 안테나는 60cm 길이의 사이드를 가지는 거의 사각형의 안테나가 되기 위해 넓이가 전기적으로 차폐된 루프 안테나를 사용하거나, CISPR 16-1에 설명한 적절한 Ferrite-rod 안테나를 사용하여야 한다.

안테나에 대한 정정 팩터는 자기장 강도와 동등한 전기장 강도로 변환하기

위해 Factor +51.5dB를 포함한다.

30MHz 이상의 주파수에 있어 측정은 전자 E-Field에서 행한다. 측정 안테나는 공진 길이의 평형 다이폴 또는 CISPR 16-1에 설명한 단축 다이폴이나 고이득 안테나를 사용하여야 한다. 장비 방향에서 측정 안테나의 Dimension은 장비로부터의 거리에서 20%를 초과해서는 안 된다. 80MHz 이상의 주파수는 지면에서 1M에서 4M 범위의 측정 안테나의 중심 높이를 다양하게 할 수 있다. 시험 위치는 금속 그라운드 평면과 3M 측정 거리의 Dimension으로 구성되는 CISPR 16-1에 따라야 한다.

장비는 관련 내부연결 케이블을 모두 연결하여 통상 동작상태로 되어야 한다.

장비가 하나 이상의 장치로 구성된다면, Main Unit과 다른 Unit간의 내부연결 케이블(마이크로파 제외)은 제조자에 의해 정해진 최대 길이이어야 한다. 이용 가능한 입출력 포트는 제조자에 의해 정해진 최대 케이블 길이로 연결되어야 하며, 통상 접속되는 부속 장치의 임피던스로 정해진다.

이러한 케이블의 과도한 길이는 연결되는 포트로부터의 수평면에 있어 30cm에서 40cm 길이의 케이블의 중간정도에서 묶어져야 한다. 케이블이 단단하여 묶기 어려운 경우에는 과도한 케이블의 처리는 가능한 요건에 가깝게 해야 하며, 시험 성적서에 정확히 기재되어야 한다.

시험 안테나는 장비로부터 3M 거리에 위치하여야 한다. 안테나의 중심은 적어도 지평면에서 1.5M 높이이어야 한다. E-Field 안테나는 최대 방사 레벨을 위하여 높이만이 조정되어야 하며, 수평이나 수직 자극을 주기 위해서만 지면에 평행으로 회전되어야 한다. 마지막으로 안테나는 다시한번 최대 방사 레벨을 위하여 장비 부근에서 이동되거나, 장비는 중간지점에서 시험 안테나의 직각으로 위치할 수 있으며, 같은 효과를 얻기 위하여 회전될 수 있다.

(2) 전자파 환경에서의 전자파 내성

테스트를 위하여 장비는 통상 동작시의 구성, 설치, 접지 장치를 가져야 하며, 통상 시험 조건하에서 동작하여야 한다.

차별적인 시험이 전기적 전원, 신호, 제어 라인간에 적용된다. 공통 모드 시험은 라인 그룹, 공통 참조, 통상 접지간에 적용된다. 이러한 하부조항의 시험에 있어서, 결과는 장비의 동작 조건과 기능적 특징에 관련된 성능 기준에 대하여 평가되며 다음과 같이 정의된다.

1) 성능 기준 A : 장비는 시험 중이나 시험 후에 의도된 대로 동작이 지속되어야 한다. 제조자에 의해 발행된 기술사양이나 관련 장비 기준에 정의된 것처럼 수행능력의 저하나 기능의 저하가 없어야 한다.

2) 성능 기준 B : 장비는 시험 후 의도된 대로 동작이 지속되어야 한다. 제조자에 의해 발행된 기술사양이나 관련 장비 기준에 정의된 것처럼 수행능력의 저하나 기능의 저하가 없어야 한다. 테스트 동안, 자체적으로 수정할 수 있는 수행능력의 저하나 기능의 저하는 허용되지만, 실제 동작 상태나 저장된 데이터의 변화가 없어야 한다.

조건과 테스트들은 아래 표 4-2에 요약하였으며, 무선장비와 항해 장비에서 요구하는 수행 평가 등급도 나타내었다.

장비가 무선 수신기를 포함한다면, 알려진 수신된 스프리어스 반응과 함께 의도된 동작하에서의 장비 주파수는 도전체 또는 방사체 간섭을 위한 전자파 내성테스트에서 제외된다.

표 4-2. 전자기 전자파 내성

구 분	시험 재원	비 고
Radiated interferences	10V/m 80MHz-1GHz Enclosure port Performance criterion A	
Electrostatic discharge	6kV contact 8kV air Performance criterion B	

(3) 방사체 고주파수에서 전자파 내성

장비는 적절한 크기의 알맞게 차폐된 방이나 전파 무향실에 설치되어야 한다. 장비는 균일한 필드의 장소에 설치되어야 하며, 비금속재에 의해 바닥으로부터 절연되어야 한다. Uniform area는 Enclosure empty 상태에서 캘리브레이션된다. 장비의 구성과 관련 케이블은 시험 성적서에 기록되어야 한다.

장비와의 배선이 지정되지 않는다면, 차폐되지 않은 병렬 도전체가 사용되며, 장비로부터 1M 거리에 대한 전자기장에 노출된다.

테스트는 Severity level 3에서 장비의 4개의 방향으로 향하는 Generating 안테나와 함께 IEC 1000-4-3에 설명된 것처럼 수행되어야 한다. 장비를 다른 방향에서 사용될 수 있으면,(수직 또는 수평) 테스트는 모든 측면에서 수행되어야 한다. 장비는 최초에 캘리브레이션 평면과 일치한 방향에 위치된다. 주파수 범위는 1.5×10^{-3} decades/s를 얻기 위한 Rate로 Sweep 되어야 하며, 장비의 기능 불량의 검출을 위하여 충분히 느려야 한다. 민감한 주파수 또는 가장 우세한 주파수가 이산적으로 분석되어야 한다. 변조는 $80\% \pm 10\%$ Depth에 $400\text{Hz} \pm 10\%$ 가 되어야 한다.

(4) 정전기 방사에 의한 전자파 내성

테스트는 150pF의 에너지 저장용량과 방전 Tip에 연결된 330 ohm 방전 저항의 정전기 방전(ElectroStatic Discharge : ESD) 발진기를 사용하여 IEC

1000-4-2에 설명된 것과 같이 수행되어야 한다.

장비는 모든 측면에서 장비위 적어도 0.5M에 계획된 금속 그라운드 평면으로부터 절연되어 위치된다. 발진기로부터의 방전은 정상 개인에 의해 액세스할 수 있는 포인트와 표면에 적용되어야 한다. ESD 발진기는 표면에 직각을 유지하여야 하며, 방전이 적용될 수 있는 지점은 초당 20회의 방전으로 실험하여 선택된다. 각 위치는 장비의 오작동을 관찰하기 위하여 방전간 적어도 1초의 간격으로 각 10회 정 방전과 부 방전으로 테스트되어야 한다. 접촉식 방전 방법을 이용하며, 이를 적용할 수 없을 경우에는 제조자에 의해 절연된 페인트 표면과 같은 곳에서는 공기식 방전이 사용된다.

장비 부근에 위치 또는 설치된 물체의 방전 측정을 위해서 정(+)과 부(-) 10단일 접촉 방전은 장비로부터 각 측면에 0.1M지점에서 그라운드 면에 적용되어야 한다. 나머지 10회 방전은 장비의 4개면이 완벽히 발광되기 위하여 충분히 다른 위치에 위치하는 수직결합(Vertical Coupling Plane : VCP)의 하나의 모서리의 중심에 적용되어야 한다. 테스트 레벨이 6kV일 때 접촉 방전과 8kV일 때 공기 방전이 일어난다.

4.3 성능시험

(1) 시스템 구성

그림 4-1은 SART의 성능 시험을 위한 시스템 구성도이다.

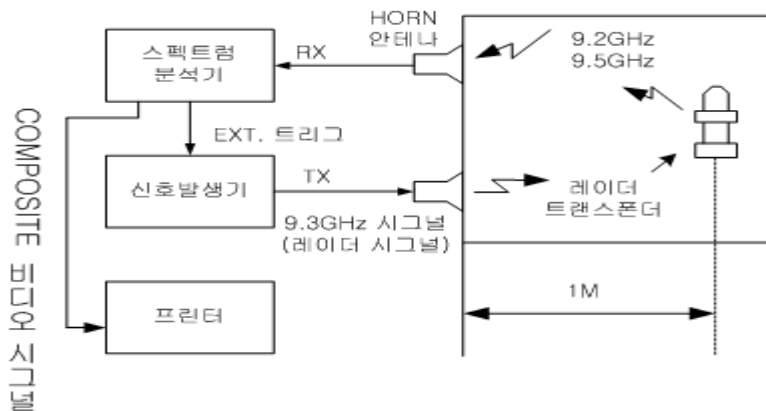


그림 4-1. 시스템 구성도

(2) 측정기기의 제원

표 4-3에는 성능 시험에 이용한 측정기의 사양을 보였다. 각 장비는 본 시험을 위해 사용한 것으로, 일본 Advantest사에서 R3271MS 스펙트럼 분석기를 이용하여 대부분의 GMDSS장비를 측정할 수 있는 다양한 응용의 예를 제공해 주고 있다^[10].

측정기의 사양은 표 4-3과 같다.

표 4-3. 계측기 사양

계측기명	제작사 및 모델명	사양
스펙트럼 분석기 (Spectrum Analyzer)	Advantest, R3271MS	주파수 범위: 100Hz~26.5GHz 분해능: 10Hz 입력범위: 0dBm~+30dBm
신호 발생기 (Signal Generator)	SPC electronics 7S016AD	주파수 범위: 9.3GHz~9.4GHz 내장감쇠기: -45.5~-90.5dBm
Horn 안테나 (Horn Antenna)	Advantest, HRM-554S	0GHz~12.4GHz
Anechoic Chamber	-	3GHz~26GHz

(3) 각 측정기기의 기능

1) 스펙트럼 분석기

레이더 트랜스폰더의 송신출력 및 수신감도, 송신 주파수 대역폭, 송신주파수 범위, 중심주파수, 송신 시간, 지연 시간을 측정한다.

2) 신호 발생기

레이더의 송신출력 파형과 동일한 RF 신호를 발생하는 9.3~9.4GHz의 극초단파 신호 발생 장치

3) Horn 안테나

신호 발생기로부터의 신호를 전파로 방사해 주는 안테나이며, 공중으로부터

의 전자파를 수신할 수 있는 Horn형 안테나이다.

4) Anechoic Chamber

레이더 트랜스폰더로부터 발사되는 전자파를 차단하여 외부로 누출되지 않도록 하여 주는 전파 차폐 장치.

(4) 측정기의 조건

모든 측정기와 측정시스템은 측정 전에 표준신호 발생기를 이용하여, 보정계수를 구하여, 측정값에 대해 보정해야 한다.

스펙트럼분석기의 측정 모드로 단일소인을 이용하는 경우에는 3~10회 정하여 큰 값을 이용한다.

음성정보를 전송하는 기기의 변조도를 측정하여야 하는 경우에는 측정기의 설정을 다음과 같이 한다.

- ① 변조분석기를 변조도계로 사용하는 경우에는 저역필터를 15kHz로 설정한다.
- ② 직선검파기를 변조도계로 사용하는 경우에는 저역필터를 20kHz로 설정한다.
- ③ 주파수측정기를 이용할 경우에는 주파수설정 정도 및 주파수분해능이 해당 대상기기의 기술기준보다 1자리 이상 높은 값을 가진 것을 이용한다. 또한, 모든 측정 장비는 수검기기보다 정도가 높아야 하고, 수검기기의 출력과 주파수를 측정하는데 충분한 동작범위를 가지고 있어야 한다.

(5) SART의 튜닝과 테스트 절차

SART는 검사 전 다음 단계를 준비한 후에 성능을 측정한다.

- ① 7S016AD 신호발생기의 Power Switch를 ON시킨다.
- ② 7S016AD의 신호출력을 0dBm으로 맞추고 MOD Switch를 ON시킨다.
- ③ 대상기기 SART를 ON시켜 그림 4-2와 같이 Anechoic Chamber 내부에 SART을 위치시킨다.

1) 주파수 대역폭

- 시험 목적 : 대상기기의 주파수 대역폭을 측정하는 것을 목적으로 한다.
- 시험 절차
 - R3271MS 스펙트럼 아날라이저의 설정을 다음과 같이 한다.

항목	설정
CENTER FREQ.	9350MHz
SPAN	500MHz
RBW	1MHz
RF ATT	10dB
SWEEP TIME	2s
TRACE DET	POSI
SWEEP TRIG	FREE RUN

- R3271MS의 User Key를 누르고 OBW(Occupied Band Width) 항목을 선택하여 Key를 누른다.
 - 화면 우측 상단에 나타나는 OBW와 FC(Center Frequency)를 읽어 아래의 식에 대입하여 송신주파수범위를 측정한다.
- * 송신주파수범위(GHz) = $F_c - (OBW/2) \sim F_c + (OBW/2)$

· 시험 구성도

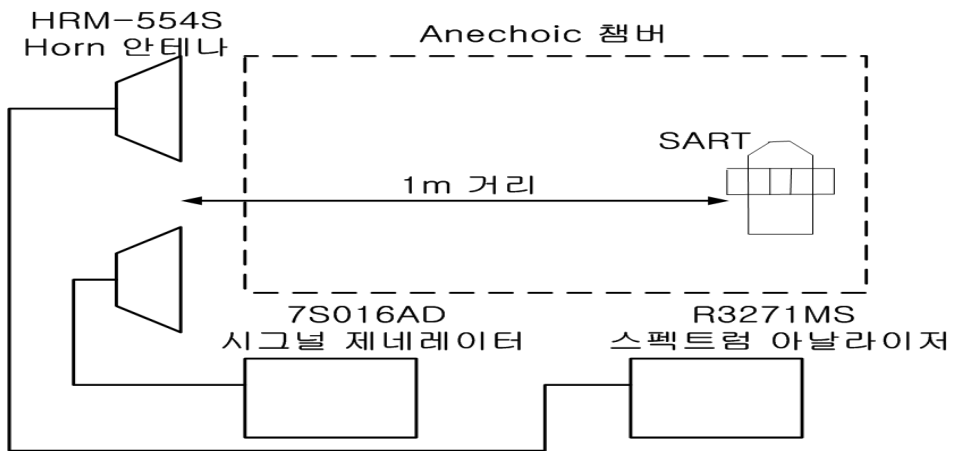


그림 4-2. 주파수 대역폭 시험구성도

- 평가 기준

주파수 대역폭의 범위는 최대 9.5GHz이상이고, 최소 9.2GHz이하이어야 한다.

- 실제 송신주파수 범위측정

그림 4-3은 실제 측정 데이터를 보이고 있는데, 그림 4-3에서 보듯이 대역폭은 414.2MHz, 중심 주파수 9.3414GHz가 측정되었으며, 시험절차 3항의 식에 대입하여 보면 $9.3414 - (0.4142/2)\text{GHz} \sim 9.3414 + (0.4142/2)\text{GHz}$ 로 계산되어 주파수 대역폭은 9.1343 ~ 9.5486GHz가 된다.

이는 평가기준인 9.2이하 ~9.5GHz이상을 만족함을 알 수 있다.



그림 4-3. 송신주파수 범위 측정 데이터

2) 송신전력 보정치

- 시험 목적 : 대상기기에서 송신되는 출력이 R3271MS 스펙트럼아날라이저의 내부회로 및 Horn안테나와 연결되는 케이블을 통과함에 따라 지연되는 시간에 따른 송신 출력 손실을 보정함을 목적으로 한다.
- 시험 구성도 : 주파수 대역폭 측정의 시험 구성도와 동일하게 구성한다.
- 시험 절차
 - R3271MS 스펙트럼 아날라이저를 아래와 같이 설정한다.

항목	설정
CENTER FREQ.	9200MHz
SPAN	ZERO
RBW	3MHz
RF ATT	10dB
SWEEP TIME	50 μ s
TRACE DET	SAMPLE
SWEEP TRIG	EXT

- R3271MS의 Marker ON Key를 누르고 노브로 Marker를 왼쪽보다 레벨이 큰 파형에 맞춘 후, Δ MKR Key를 누른다.
- R3271MS의 CENTER누르고 9.5GHz를 설정하고 1회 소인 후, R3271MS의 A Key를 누르고 VIEW A 항목을 선택하여 Key를 누른다.
- Marker ON Key를 누르고 노브로 Marker를 Marker의 위치에서 첫 번째로 오는 레벨의 높은 파형의 피크에 맞춘다.
- 이 때의 Marker 값(μ s)을 읽어 소수점 2번째를 사사오입하여 아래의 표 4-4 보정치표에서 맞는 보정치(dB)를 구한다.

· 실제 송신출력 보정치 측정

그림 4-4은 실제로 측정한 데이터를 보이고 있는데 측정값 -5.786μ s를 시험 절차 5항의 식에 대입하여 소수점 둘째자리에서 반올림하면 -5.8μ s되고 이를

표 4-4의 보정치표에 맞는 보정치로 환산해 보면 +1.4dB가 되는 것을 알 수 있다. 이 측정된 송신출력 보정치 +1.4dB는 실효송신출력에 더한다.



그림 4-4. 송신 출력 보정치 측정 데이터

표 4-4. 보정치

Δ MKR	보정치	Δ MKR	보정치	Δ MKR	보정치	Δ MKR	보정치
± 4.5	+2.6	± 5.8	+1.4	± 7.1	+0.3	± 8.4	-0.6
± 4.6	+2.5	± 5.9	+1.3	± 7.2	+0.2	± 8.5	-0.7
± 4.7	+2.4	± 6.0	+1.2	± 7.3	+0.2	± 8.6	-0.8
± 4.8	+2.3	± 6.1	+1.1	± 7.4	+0.1	± 8.7	-0.8
± 4.9	+2.2	± 6.2	+1.0	± 7.5	0	± 8.8	-0.9
± 5.0	+2.1	± 6.3	+1.0	± 7.6	-0.1	± 8.9	-1.0
± 5.1	+2.0	± 6.4	+0.9	± 7.7	-0.1	± 9.0	-1.0
± 5.2	+1.9	± 6.5	+0.8	± 7.8	-0.2	± 9.1	-1.1
± 5.3	+1.8	± 6.6	+0.7	± 7.9	-0.3	± 9.2	-1.1
± 5.4	+1.7	± 6.7	+0.6	± 8.0	-0.4	± 9.3	-1.2
± 5.5	+1.6	± 6.8	+0.5	± 8.1	-0.4	± 9.4	-1.3
± 5.6	+1.6	± 6.9	+0.5	± 8.2	-0.5	± 9.5	-1.3
± 5.7	+1.5	± 7.0	+0.4	± 8.3	-0.6		

3) 실험 송신 전력

- 시험 목적 : 대상기기의 실험 송신 출력 측정함을 목적으로 한다.
- 시험 구성도 : 주파수 대역폭 측정의 시험 구성도와 동일하게 구성한다.
- 시험 절차
 - R3271MS 스펙트럼 아날라이저를 아래와 같이 설정한다.

항목	설정
CENTER FREQ.	9350MHz
SPAN	500MHz
REF	+ 44.1dBm
RBW	1MHz
RF ATT	10dB
SWEEP TIME	2s
TRACE DET	POSI
SWEEP TRIG	FREE RUN
OFFSET	59.1dB
WINDOW	ON

- 1회 소인 후, R3271MS의 A Key를 누르고 VIEW A 항목을 선택하여 Key를 누른다.
- USER Key를 누르고 AVG POWER 항목을 선택하여 Key를 눌러 ON 이 되도록 한다.
- R3271MS 화면 상단의 AVG 횟수에서 5회가 되면 Marker값을 읽어 아래 식에 대입하여 실험 송신 전력을 구한다.

* 실험송신전력(dBm) = Marker값 + 보정치

- 평가 기준 : 실험 송신 출력이 +26dBm(+400mW) 이상이어야 한다.
- 실제 실험송신출력 측정 : 그림 4-5는 실제로 측정한 데이터를 보이고 있는데 윈도우 화면(9.2GHz~9.5GHz)의 송신출력을 평균하면 +32.3dBm이 측정 되는 것을 알 수 있으며 여기에 시험절차 4항의 식에 대입해 보면 송신출력 보

정치 +1.4dB가 더해진 실효송신출력이 측정됨을 알 수 있다. 즉 대상기기의 실효송신출력은 +32.3dBm + (+1.4dB)인 +33.7dBm(+2.3W)가 측정됨으로 평가기준인 +26dBm(+400mW)을 만족함을 알 수 있으며 이 실효송신출력은 안테나의 이득이 포함된 유효등방성복사전력(Effective Isotropically Radiated Power : EIRP)이다.



그림 4-5. 실효송신 전력 측정 데이터

4) 실효 수신 감도 (Effective Receiving Strength)

- 시험 목적 : 대상기기의 실효 수신 감도 측정함을 목적으로 한다.
- 시험 구성도 : 주파수 대역폭 측정의 시험 구성도와 동일하게 구성한다.
- 시험 절차
 - R3271MS 스펙트럼 분석기를 아래와 같이 설정한다.

항목	설정
CENTER FREQ.	9350MHz
SPAN	ZERO
RBW	3MHz
RF ATT	10dB
SWEEP TIME	50 μ s
SWEEP TRIG	200 μ s

- 7S016AD 시그널 제네레이터의 신호출력레벨을 서서히 낮추어 R3271MS의 화면에 표시된 출력파형이 불규칙적으로 되기 직전의 출력레벨을 읽어 아래식에 대입하여 실효수신감도를 구한다.

* 실효수신감도(dBm) = 출력레벨 + (-44.5dB)

여기서, 출력레벨에 (-44.5dB)를 더하는 이유는 7S016AD의 레벨이 0dBm 일 때 -44.5dBm이므로 이를 보정하기 위함임.

- 평가 기준 : 실효 수신 감도가 -50dBm 이하이어야 한다.
- 실제 실효송신출력 측정 : 그림 4-6은 실제로 측정한 데이터를 보이고 있는데 이는 R3271MS의 화면에 표시되는 그림 4-7의 출력파형이 불규칙적으로 되기 직전의 7S016AD의 출력레벨 값을 표시한 것으로 시험절차 2의 식에 대입해 보면 측정된 출력레벨 -9dBm + (-44.5dB)로 계산되어 실효수신감도는 -53.5dBm으로 평가기준인 -50dBm이하를 만족함을 알 수 있다.

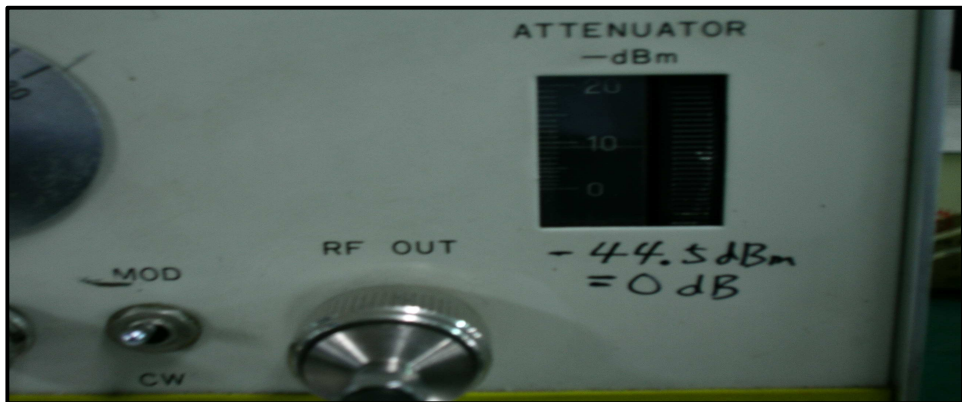


그림 4-6. 수신감도 측정

5) 발사 시간

- 시험 목적 : 대상기기의 발사 시간 측정함을 목적으로 한다.
- 시험 구성도 : 실효수신감도의 시험 구성도와 동일하게 구성한다.
- 시험 절차
 - R3271MS 스펙트럼 아날라이저의 설정을 4)실효수신감도와 동일하게 설정한다.
 - 7S016AD의 출력레벨을 0dBm으로 맞춘다..
 - 1회 소인 후, R3271MS의 A Key를 누르고 VIEW A 항목을 선택하여 Key를 누른다.
 - Marker ON Key를 누르고 노브로 좌측에서 두 번째의 펄스에 Marker를 맞춘다.
 - USER Key를 누르고 ΔMKR Key를 눌러 노브로 좌측에서 24번째의 펄스에 Marker를 맞춘다.
 - Marker의 읽은 값을 아래 식에 대입하여 발사시간을 구한다.
 - * 발사시간(μs) = Marker값 + (+7.9 μs)

여기서, Marker값에 +7.9 μs 를 더하는 이유는 R3271MS 내부회로 및 Horn 안테나와 연결되는 케이블을 통과함에 따라 지연되는 시간을 보정하기 위함이다.

- 평가 기준 : 발사 시간이 100 μs 이하이어야 한다.
- 실제 발사시간 측정 : 그림 4-7은 실제로 측정한 데이터를 보이고 있는데 그림 4-7에서 보듯이 출력과형 2번째 펄스와 24번째 펄스사이의 시간을 측정해 보면 88.29 μs 가 측정됨을 알 수 있으며 시험절차 6항의 식에 대입해 보면 측정된 발사시간 88.29 μs + (+7.9 μs)로 계산되어 발사시간은 96.19 μs 으로 평가기준인 100 μs 이하를 만족함을 알 수 있다.



그림 4-7. 발사시간 측정 데이터

6) 지연 시간

- 시험 목적 : 대상기기의 발사 지연 시간 측정함을 목적으로 한다.
- 시험 구성도 : 주파수 대역폭 측정의 시험 구성도와 동일하게 구성한다.
- 시험 절차
 - R3271MS 스펙트럼 아날라이저의 아래와 같이 설정한다.

항목	설정
CENTER FREQ.	9350MHz
SPAN	ZERO
REF	+44.1dBm
RBW	3MHz
RF ATT	10dB
SWEEP TIME	50 μ s
SWEEP TRIG	200 μ s

- R3271MS의 Marker ON Key를 누르고 노브로 좌측의 펄스에 Marker를 맞춘다.

- Marker의 읽은 값을 아래 식에 대입하여 지연시간을 구한다.

$$* \text{지연시간}(\mu\text{s}) = \text{Marker값} - (+1.1\mu\text{s})$$

여기서, Marker값에 $+1.1\mu\text{s}$ 를 빼는 이유는 R3271MS 내부회로 및 Horn안테나와 연결되는 케이블을 통과함에 따라 지연되는 시간을 보정하기 위함이다.

- 평가 기준 : 지연 시간이 $0.5\mu\text{s}$ 이하이어야 한다.
- 실제 발사시간 측정 : 그림 4-8은 실제로 측정한 데이터를 보이고 있는데 그림 4-8에서 보듯이 출력파형 1번째 펄스의 시간을 측정해 보면 $1.429\mu\text{s}$ 가 측정됨을 알 수 있으며 시험절차 3항의 식에 대입해 보면 측정된 지연시간 $1.429\mu\text{s} - (+1.1)$ 로 계산되어 지연시간은 $0.329\mu\text{s}$ 으로 평가기준인 $0.5\mu\text{s}$ 이하를 만족함을 알 수 있다.



그림 4-8. 지연시간 측정 데이터

7) 자가 진단

- 시험 목적 : 대상기기의 자가 진단 기능이 정상적으로 동작하는지 확인함을 목적으로 한다.

- 시험 절차
 - 대상기기를 “ON”시켜 10초간 삐~삐~ 하는 음향과 함께 동작표시LED가 깜박이고 10초 후 동작표시 LED만 깜박이는 Standby 상태로 전환하는지 확인한다.
- 평가 기준 : 자가 진단이 정상적으로 되는지 확인한다. 형식검정에 있어 형식검정 기준치와 대상기기의 평가치를 비교하여 표 4-5에 나타내었다.

표 4-5. 성능비교표

항 목	형식검정기준치	대상기기의 평가치
송신주파수대역	9.200이하~9.500GHz이상	9.1343GHz~9.5486GHz
실효송신출력	+26dBm(+400mW)이상	+33.7dBm(+2.3W)
실효수신감도	-50dBm이하	-53.5dBm
발사시간	100 μ s 이하	96.19 μ s
지연시간	0.5 μ s 이하	0.329 μ s

(6) 유효등가방사 전력의 측정

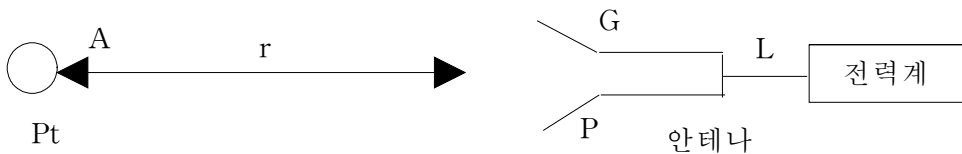


그림 4-9. EIRP 측정도

송신전력 P_t 가 점 A로부터 복사되는 경우, 거리 r (m) 떨어진 점에서의 전력 밀도 P 는 식 (1)과 같다.

$$P = \frac{P_t}{4\pi r^2} \quad \text{식 (1)}$$

이것을 안테나 이득 Gr로 수신하면, 수신전력 Pr은 전력밀도에 안테나의 수신 면적 Ar(m²)을 곱하면 구해진다.

$$A_r = \frac{G_r \lambda^2}{4\pi} \quad \text{식 (2)}$$

따라서,

$$P_r = P_t \cdot G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 \quad \text{식 (3)}$$

이 된다. 이 때에 전력계의 지시 Pi는 케이블 손실을 포함하며,

$$P_i = P_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 \cdot L \quad \text{식 (4)}$$

이 된다. 따라서, 실효송신전력 EIRP은 식 (5)와 같다.

$$EIRP = \frac{P_t}{G_r} \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 \cdot L \quad \text{식 (5)}$$

식 (5)에서 양변을 dB로 표현하면 식 (6)과 같이 된다.

$$EIRP(dBm) = 10 \log P_t - 10 \log G_r + 10 \log \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 + 10 \log L \quad \text{식 (6)}$$

P_t: 송신전력, G_r: 안테나 이득, P_r: 수신전력, A_r: 수신면적, λ: 파장

제 5 장 결론

본 논문에서는 1999년 2월 1일부터 전면 시행된 GMDSS에서 요구하는 SART에 대한 국제적·국내적 기술기준에 적합한 시험항목 분석과 유럽연합에서 형식인증(Type approval)시 적용되는 시험 항목을 분석함으로써 세계 기준에 맞는 표준 시험 항목별 측정방법을 다음과 같이 제시하였다.

- (1) 방수시험을 제외한 기타 시험 항목에서는 국제규격이 상회하였다. 예를 들면, 환경시험 중 수면 낙하 시험에서 국내의 경우 5M, EU의 경우 20M로 요구기준이 EU를 상회하였다. 이에 상세기준에 대해서는 IEC60945상에 요구하는 기준을 제시하였다.
- (2) 국내에 적용되지 않는 전자파 적합성(EMC)에 대한 시험 항목과 시험 방법을 제시하였다.
- (3) 전기적 성능에 대한 시험에 관하여는 전용 계측기를 사용한 일괄적이고 간편한 테스트 방법을 제시하였으며, 특히 실효 등방성복사전력의 측정에 대해서는 SART 장비의 구조상 송신부, 급전선부 및 안테나부가 휴대용의 한몸체로 이루어져 있으므로 송신부, 안테나부를 분리하여 측정하고, 기타 팩터를 이용한 공식에 의한 방식이 아닌 전체 장비에서 방사되는 값을 측정하는 측정방법을 제시하였다.

이를 바탕으로 국가간 상호인정 협정(MRA)의 가장 기초가 되는 시험 방법에 있어서 그 수준을 국제 기준에 일치시키기 위하여 SART에 대한 국내 시험 평가항목 및 측정방법의 개정이 필요한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] IMO, GMDSS Handbook, London : IMO, pp.1-2, 1992.
- [2] 김기문, “전파 통신 관리 체제와 인력 운용에 관한 연구”. 박사학위 논문, 경남대학교, p. 87, 1993.
- [3] 임종근, “위성 EPIRB의 표준성능측정을 위한 시험용 Bench의 설계 및 구현에 관한 연구”, 박사학위논문, 한국해양대학교, p. 1, 2003.
- [4] 임종근, “조난·구조용 Radar Transponder 개발에 관한 연구”. 석사학위 논문, 한국해양대학교 p. 17, 1995.
- [5] ITU-R M.628-3, “Technical Characteristics for Search and Rescue Radar Transponders,” 1992.
- [6] IMO, Resolution A.802(19), “Performance standard for survival craft radar transponders,” 1992.
- [7] 전파연구소, “형식검정시험방법,” 1993.
- [8] 전파관계법령집. “무선설비 규칙 제69조,” 한국 무선국 관리 사업단. pp. 464-9~464-10, 1995.
- [9] Serpe-Iesm, “Technical Description,” 1992.
- [10] IEC 60945(4.0 Edition). p. 67, 2002.

감사의 글

석사과정에서 많은 학문적인 가르침뿐만 아니라 사회생활에 대한 깊은 조언까지 아끼지 않으셨던 지도교수님인 김기문교수님께 가장 먼저 깊은 감사를 드립니다. 그리고 직장생활을 병행하면서 학업을 수행하는 상황을 이해해주시고 배려를 해주신 양규식 교수님, 임재홍 교수님, 박동국 교수님, 손경락 교수님, 심준환 교수님 및 기타 학과 교수님들께 감사의 말씀을 드립니다.

그리고 직장생활과 학교생활을 원만하게 할 수 있도록 배려해주신 (주)사라콤 임 건 사장님과 저의 입학과 학업에 신경을 써 주시고, 이 논문이 있기까지 조언을 아끼지 않으셨던 저의 멘토와 같으신 (주)사라콤 임종근 전무님께 감사의 말씀을 드립니다.

항상 여기까지 올 수 있도록 힘과 용기를 주신, 시아버님, 시어머님, 어머니, 아버지, 동생들에게도 감사드립니다.

어려울 때 힘과 용기를 주시고 아낌없는 사랑을 주신 강정환 사모님께도 감사드립니다.

이 논문이 있기까지 측정과 함께 도움을 준 (주)사라콤 Q/A 부서 직장동료인 전성호 차장님, 정주원 과장님, 박정남 계장님, 석근태씨, 정주민씨, (주)사라콤 김재관 이사님, (주)사라콤 이영섭 부장님께도 감사의 말씀을 드립니다. 또한 조언을 아끼지 않았던 썬테크의 조배석 과장님께도 감사의 말씀을 드립니다.

범사에 감사하며, 옆에서 용기를 준 친구 혜진, 인선, 영심, 화진, 민정, 현경, 미현이에게도 감사드립니다. 끝으로, 옆에서 변함없는 사랑으로 그리고 힘과 용기를 아낌없이 준 남편 김정호씨에게 깊은 감사와 사랑을 느낍니다.