
해상이동업무용 디지털선택호출
VHF 송수신장치의 EMC 적용에 관한 연구

임종근^{*} · 이동식^{*} · 김기문^{*}

^{*}한국해양대학교

A Study on application of EMC to Digital Selective Calling
VHF Transceiver for Maritime mobile service

Jung-gyun Lim^{*} · Dong-sig Lee^{*} · Ki-mun Kim^{*}

^{*}Korea Maritime University

E-mail : chkym@saracom.net

요 약

범세계 해상 조난·안전 시스템(Global Maritime Distress & Safety System : GMDSS)에 따라 DSC(Digital Selective Calling) 전용 수신기, DSC 장치, VHF 송수신기 등이 국제항해에 종사하는 300GT 이상의 모든 선박에 의무적으로 탑재하도록 규정되었다. 또한, 최근에 국제해사기구(International Maritime Organization : IMO)는 GMDSS를 포함한 항해·통신 장비에 EMC 규정을 적용하도록 권고함에 따라 현재 선박에서 사용되는 대부분의 전자가 새로운 규정에 대응해야 하는 문제점에 직면하게 되었다.

본 연구에서는 채널 70 DSC 전용 수신기, DSC 장치, VHF 송수신장치가 집적된 장치에 대하여 예상되는 EMC 규정을 미리 적용 및 분석하여 보고 대처방안을 모색하였다.

시험은 도선 및 방사를 통한 불요파의 측정과 같은 전자파 간섭을 비롯하여 전압, 주파수 변위에 대한 내성과 정전기 방전에 대한 내성을 포함한 다양한 전자파 감응성 시험 등이 적용되었고 이에 따른 국내의 제품의 전원 및 접지에 대한 문제점을 파악할 수 있게 되었다.

ABSTRACT

It was recommended for all ship engaged in international voyages to carry the dedicated Digital Selective Calling receiver, DSC equipment, VHF transceiver, etc according to Global Maritime Distress & Safety System. Also International Maritime Organization recommended for navigation and communication equipments to applicate the EMC regulations, therefore most of electronic equipments using in the vessel to be faced with problems to cope with new regulations.

This study has applied and analyzed the EMC for an equipment integrated with Ch.70 dedicated DSC receiver, DSC equipment, VHF transceiver and groped for solutions to cope with.

The test has applied the electromagnetic interference such as the measurement for unwanted emissions from conductive & radio emission and the electromagnetic susceptibility such as the immunity from voltage, frequency variation and electro static discharge, hence comes to be understand the problems related with the power and the earth

키워드

GMDSS, EMC, DSC, VHF 송수신장치, 전자파 감응성

1. 서 론

최종적으로 1999년 2월 1일부터 전면 적용된 범세계 해상 조난·안전 시스템(Global Maritime Distress & Safety System : GMDSS)은 DSC(Digital Selective Calling) 전용 수신기, DSC 장치, NBDP(Narrow Band Direct Print) 장치, INMARSAT의 EGC(Enhanced Group Call), 항해 안전정보수신기, 위성비상위치지시용 무선표지설비, 수색·구조용 레이더 트랜스폰더, 양방향무선전화장치 등을 국제항해에 종사하는 300GT 이상의 모든 선박에 의무적으로 탑재하도록 규정하고 있다.

또한, 많은 국가에서 국내법에 의해서 GMDSS의 비 적용선에 있어서도 상기 장비들의 탑재를 점차 확장해 나가고 있다.

이와 함께, 최근에 국제해사기구(International Maritime Organization : IMO)는 하부기관인 해사안전위원회의 MSC 73, Regulation 17을 통해서 GMDSS를 포함한 항해·통신 장비에 EMC 규정을 적용하도록 권고함에 따라 현재 선박에서 사용되는 많은 통신장비가 새로운 규정에 대응해야 하는 문제점에 직면하게 되었다.

본 연구에서는 GMDSS에 의한 해역구별에 따라 연안에 해당되는 A1해역에서뿐만 아니라 극지방과 같은 A4해역에 이르기까지 전해역에 걸쳐 사용되며 전자파 간섭에 대해 가장 엄격한 제한선을 두고 있는 해상이동업무용 디지털 선택 호출 VHF 송수신장치를 시료로 두었다. 이러한 해상이동업무용 디지털 선택 호출 VHF DSC 송수신장치는 국제적으로 채널 70 DSC 전용 수신기, DSC 장치, VHF 송수신장치가 하나의 장비로 집적화된 것이 일반적이므로 하나의 시료에 대한 시험을 통해 GMDSS에서 규정하는 3가지의 장치에 대한 분석 결과를 가질 수 있게 한다.

따라서 본 연구를 통해 해상이동업무용 디지털 선택 호출 VHF DSC 송수신장치에 대하여 예상되는 EMC 규정을 미리 적용 및 분석하여 보고 대처방안을 모색하였다.

시험 내용은 도선 및 방사를 통한 불요파의 측정과 같은 전자파 간섭을 비롯하여 전압, 주파수 변위에 대한 내성과 정전기 방전에 대한 내성을 포함한 다양한 전자파 감응성 시험 등이었고 이에 따른 국내외 제품의 전원 및 접지에 대한 문제점을 파악할 수 있게 되었다.

II. 해상 항해·통신 장비의 EMC 시험방법

국제전기표준회의(International Electrotechnical Commission : IEC)의 945 규격은 1996년 12월 9일에 CENELEC(European committee for Electrotechnical Standardization)에 의해 영국표준 및 유럽표준 EN60945로 승인되었으며 이는 이제 국제표준으로 해상에서의 인명의 안전에 관한 국제

협정(International Convention for Safety of life at Sea : SOLAS)의 요구사항과 부합되어 이를 지원하게 되었다.

또한 각국의 주관청이 선박용품에 대한 형식승인 업무를 수행함에 있어 성능표준으로써 사용되도록 국제해사기구(International Maritime Organization : IMO)의 결의안 A.694에 의해 선박에 탑재하는 무선장비 및 전자 항해 보조 장치에 대한 일반적인 요구사항의 성능표준으로써 활용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 IEC945의 일반적인 요구사항 중에서 전자파 양립성(Electromagnetic compatibility : EMC)에 관련된 사항만을 분석하고 국내외에서 사용되는 가장 보편적으로 사용되는 해상이동업무용 디지털선택호출 VHF 송수신장치에 대해 적용시켜 보았다.

1. 불요 전자파 방사

불요 전자파 방사에 대한 시험이 이루어지는 동안 시료는 일반적인 시험조건하에서 동작되어야 하며 동작상태, 대기상태 또는 하나 이상의 장치에 전원을 인가하여 도선을 통하거나 무선으로 방사되는 최대 레벨의 방사량이 예상되는 특정상태로 두어야 한다. 안테나가 연결되는 시료의 경우에는 필요하다면, 비방사용 인위의 안테나(Dummy Load)로 중단시켜야 한다. 또한 측정대역 내에서 운용되는 송신기를 포함하는 장비는 운용상태로 두어야 하지만 무선 방사시험에서 송신되지 않도록 하여야 한다.

다음 표1은 장비의 분류에 따른 전자파 방사 시험의 범위와 주파수를 요약하였다.

표 1. 불요방사에 대한 시험 요약

	휴대형 장비	내부탑재 장비	외부탑재 장비	침수장비
도전체 방사		10kHz ~ 150kHz 150kHz ~ 350kHz 350kHz ~ 30MHz	63mV ~ 0.3mV 1mV ~ 0.3mV 0.3mV	
무선 방사	150kHz ~ 300kHz	10nV/m ~ 316µV/m	300kHz ~ 30MHz 30MHz ~ 1GHz 156MHz ~ 165MHz	316nV/m ~ 50µV/m 500µV/m 16µV/m

먼저, 도전체 방사의 경우, 별도의 전원선이나 신호선을 가지지 않는 휴대형 장비를 제외한 모든 장비에 적용되며 시험은 선박 전원으로 유도시킬 수 있는 시료의 전원 단자에서 나타날 수 있는 장비에 의해 생성된 어떤 신호를 측정하는 것이다.

측정은 10kHz에서 30MHz 사이의 주파수 범위를 측정하여 특정 주파수의 전압이 다음 그림 1의 제한선을 초과하지 않는지를 확인한다.

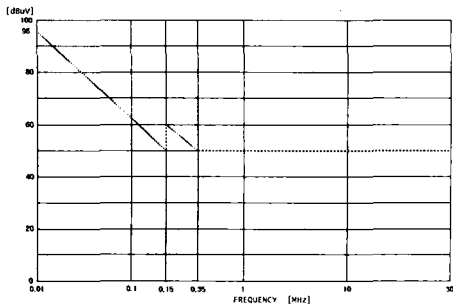


그림 1. 도전체 방사에 대한 제한

다음으로 밀폐된 단자로부터의 무선 방사의 경우, 침수장비를 제외한 모든 장비에 적용되며 시험은 시료에 의해 무선으로 방사된 어떤 주파수를 측정하여 무선 수신기와 같은 선박내의 타 장비에 영향을 미치지 않는지를 확인하는 것이다.

측정은 시료의 밀폐된 단자로부터 3m의 거리에서 이루어져야 하며 다음 그림2에서 보여지는 것과 같이 150kHz에서 1GHz의 주파수 범위에서 특정 주파수 전압이 제한선을 초과하지 않는지를 확인한다.

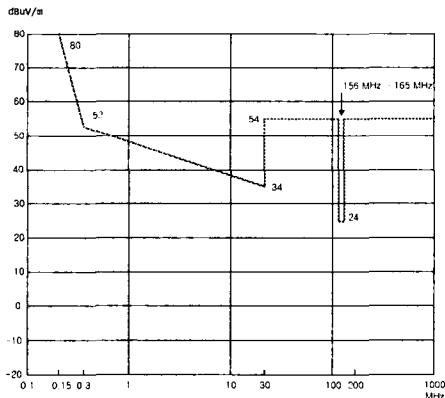


그림 2. 무선방사에 대한 제한

2. 전자파 환경에 대한 내성 시험

전자파 환경에 대한 내성 시험이 이루어지는 동안 시료는 일반적인 운용을 위한 구성, 설치, 접지 등이 이루어져야 한다. 그리고 전원선, 신호선, 제어선에는 실제 각기 다른 시험이 적용되어야 한다.

그러나, 본 연구에서는 일반적인 모드 시험이 적용되어 Earth선과 기타 케이블 그룹 사이에 적용시켰고 결과는 시료의 운용조건과 기능적인 사양에 관련된 성능 판정을 기준으로 평가하였다.

다음은 판정 A, B, C 등급에 따른 평가기준을 나열하였다.

- 성능판정 A : 제작자의 사양에서 기재된 성

능의 저하 및 기능의 손실이 없는 상태로 시험중 또는 이후에도 계속해서 추구하고자 하는 운용을 계속할 수 있다.

- 성능판정 B : 시험 중에 제작자의 사양에 기재된 성능의 저하 및 기능의 손실이 있었으나 자체적으로 복원될 수 있는 것이고 이후에도 계속해서 추구하고자 하는 운용을 할 수 있다. 다만, 실제 운용상태 또는 데이터의 변형은 허용되지 않는다.
- 성능판정 C : 시험 중에 일시적인 성능 또는 기능의 저하와 손실이 있었으나 제공되는 기능으로 복원될 수 있거나 제어를 통해 복구될 수 있다.

만약, 시료가 무선 수신기를 포함한다면, 장비의 운용 주파수 및 알려진 수신 스펙트럼 응답 주파수는 도전체 방사 및 무선 방사로 부터의 내성 시험에서 제외된다.

다음 표 2는 장비의 분류에 따른 전자파 환경에서의 내성 시험 범위와 시험방법을 요약하였다.

표 2. 전자파 내성에 대한 시험 요약

	휴대형 장비	내부탑재 장비	외부탑재 장비	침수장비
도전된 저주파 간섭		10% AC공급전압 50Hz~900Hz 10%~1%AC공급전압 900Hz~6kHz 1% AC공급전압 6kHz~10kHz 10% DC 공급전압 50Hz~10kHz		
도전된 무선 주파간섭		3V r.m.s. e.m.f. 10kHz~80kHz 10V r.m.s. e.m.f 지정 주파수		
방사 간섭	10V/m 80kHz~1GHz			
고속 과도전압 버스트		AC단자에 2kV 신호, 제어선 1kV		
저속 과도전압 서지		line/Earth 1kV line/line 0.5kV		
단기 전원변화	1.5초동안 ±20% 전압			
전원오류	5초동안 +10% 주파수			
정전기 방전	60초 전원 간섭			
	6kV 접촉			
	8kV 공기중 방전			

III. 실험내용 및 결과

앞장에서 기술된 내용과 같이 불요 전자파 방사(Unwanted electromagnetic emission)와 전자파

내성(Electromagnetic immunity)으로 분류하여 해상이동업무용 디지털선택호출 VHF 송수신장치에 대해 적용한 결과는 다음과 같이 나타났다.

1. 불요 전자파방사 결과

도전체 방사를 통해 얻어진 결과를 살펴보면 다음과 같다.

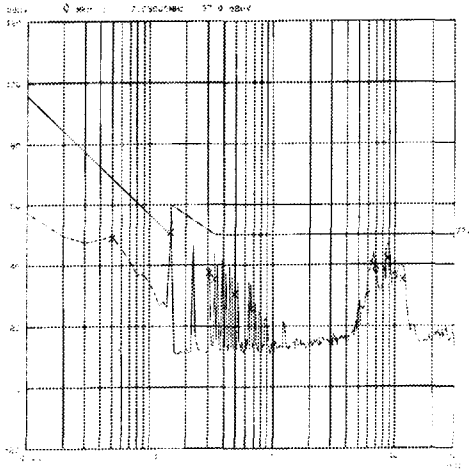
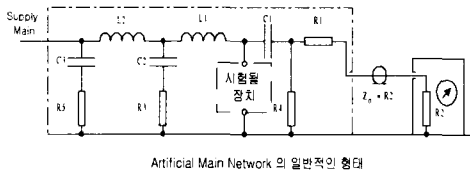
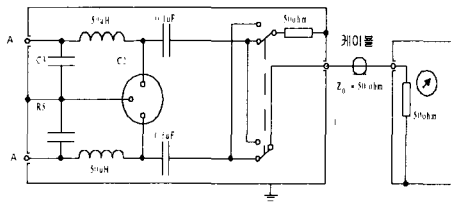


그림 3. 도전 방사 시험 결과

도전체 방사시험은 CISPR 16-1에 규정된 quasi-peak를 측정하는 수신기로 측정되었으며 시료의 단자에서 고주파수의 규정된 임피던스를 제공하기 위하여 다음 그림 4와 같은 메인 Network 및 V-network가 사용되었다.



Artificial Main Network의 일반적인 형태



2차역 공급선에 대한 Artificial Main Network의 예

그림 4. 도전방사 시험을 위한 Artificial Main Network

2. 밀폐단자의 무선방사 시험 결과

도전체 방사를 통해 얻어진 결과를 살펴보면 다음과 같다.

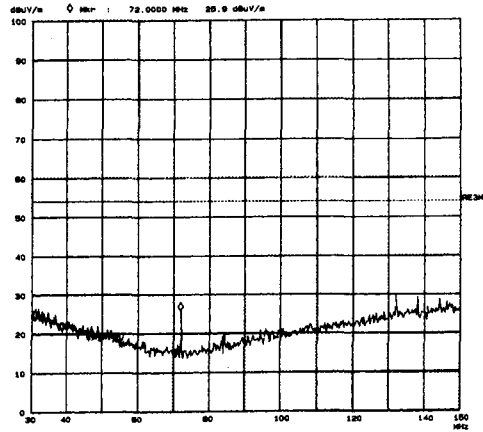


그림 5. 무선 방사 시험 결과 (30~150MHz)

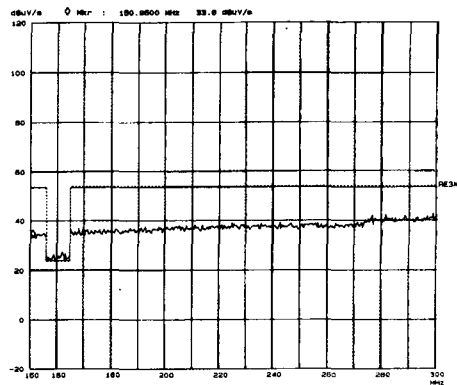


그림 6. 무선 방사 시험 결과 (150~300MHz)

밀폐단자의 무선방사시험은 CISPR 16-1에 규정된 quasi-peak를 측정하는 수신기로 측정되었으며 수신기 대역은 150kHz~30MHz 및 156MHz~165MHz의 주파수 범위에서 9kHz이고 30MHz~156MHz 및 165MHz~1GHz의 주파수 범위에서 120kHz를 사용하였다.

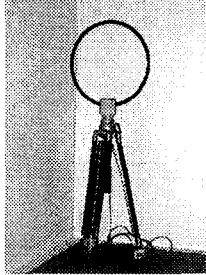
그림 6에서 보여지는 것과 같이 156MHz~165MHz의 주파수 범위에서 대부분의 장비가 제한선을 넘어서는 것으로 분석되었다. 이러한 주파수 범위는 VHF 송수신장치의 송수신 주파수 범위에 해당되고 일반 송수신 시험의 스퓨리어스 방사 및 불요파 방사에 대한 성능이 영향을 미치는 것으로 파악되었다.

다음 그림 7은 실제 측정에 사용된 150kHz~30MHz 주파수 범위를 위한 스크린된 Loop 안테나와 30MHz 이상의 주파수를 위한 Balance 다이

폴 안테나 및 실험환경을 보여주고 있다.



Balance 다이폴 안테나



Loop 안테나

그림 7. 측정에 사용된 안테나

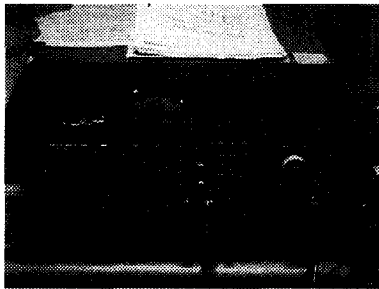


그림 8. 측정용 스펙트럼 분석기

3. 전자파 내성에 대한 시험 결과
전자파 내성에 대한 시험 중

첫째, 도전된 저주파 간섭에 대한 내성시험은 AC전원과 DC 전원에 대하여 각각 다음과 같은 시험조건이 적용되었다.

- AC 전원 : 50Hz~900Hz 주파수 범위에서는 일반적인 전원전압의 10% Sweep를 인가하고 6kHz까지 1% Sweep로 줄인 후 10kHz까지는 1%의 sweep를 유지한다.
- DC 전원 : 50Hz~10kHz 주파수 전 범위에 대해 일반적인 전원전압의 10% Sweep를 인가하였다.

이상의 조건하에서 시험한 결과 대부분의 장비에서 이상을 발견할 수 없었다.

둘째, 도전된 무선주파수 간섭에 대한 내성시험은 표 2에서 보여지는 것과 같은 3V r.m.s. e.m.f. 10kHz~80MHz 및 2MHz, 3MHz, 4MHz, 6.2MHz, 8.2MHz, 12.6MHz, 16.5MHz, 18.8MHz, 22MHz, 25MHz의 지정 주파수에 대해서는 10V r.m.s. e.m.f를 인가하였다. 시험을 위해 IEC 1000-4-6에서 규정하고 있는 CDN과 시험 발생기를 연결하여 수행되었으며 시험에서 대부분의 장비에서 이상을 발견할 수 없었다.

셋째, 방사 무선주파수에 대한 내성 시험은 시험

장비의 전체면 각각에 대하여 80MHz~1GHz의 주파수 범위에서 10V/m의 변조된 전계 강도를 가지는 안테나로부터의 간섭신호를 방사하고 이에 대한 내성을 모니터를 통해 관찰하였다. 대부분의 장비에서 이상을 발견할 수 없었다.

넷째, 고속 과도전압 버스트, 저속 과도전압 서지, 단기적인 전원의 주파수 및 전압변화, 전원오류에 대한 내성시험은 대부분 전원장치에 사용된 소자의 허용범위가 충분하기 때문에 최근의 장비들은 별다른 문제점이 없을 뿐 아니라 형식승인제도 및 형식검정 제도하에서도 기본적인 시험은 이미 이루어진 것으로 파악되었다.

다섯째, 정전기 방전에 대한 내성 시험에 대한 결과는 다음 표 3과 같이 나타났다.

표 3. 정전기 방전시험에 대한 시험결과

시험점	Discharge Voltage		+	-	판정
	접점	공기			
Distress On button		8	X	X	A
Reset button		8	X	X	A
Front pannel	6		X	X	A
Rear pannel	6		X	X	A
Housing	6		X	X	A
Signal Connector	6		X	X	A
Power switch		8	X	X	A
Dim control switch		8	X	X	A

V. 결 론

본 연구에서는 해상이동업무용 디지털선택호출 VHF 송수신장치에 대한 EMC 규정을 미리 적용시켜 향후 선박용 항해·통신 장비 전반에 걸쳐 예상되는 문제점을 예측해 보고자 하였다.

실험은 경기도 이천 소재 전파연구소 이천 본소의 설비를 이용하였으며 관계자들의 적극적인 노력이 이루어진다면, 이러한 시설은 외국기관 또는 국제기구의 공인시험기관으로 인증받기에 충분할 것으로 판단되며 가까운 시일내에 인증받기를 기대해 본다.

실험을 통해 얻어진 결과는 국내외 몇 개의 제품을 샘플링하여 그 중 가장 양호한 결과를 토대로 분석하였고 실험중에 전자파 방사를 억제하기 위한 다양한 시도도 함께 이루어짐으로써 몇 가지 방법을 확인할 수 있었다.

첫째, 급전선, 전원선, 신호선 등에 Screen된 규

격 케이블의 사용이 불요파 방사를 억제할 수 있다.

둘째, 장비 몸체의 접지와 함께 케이스와 PCB의 접지면을 최대한 확보하는 것이 바람직하다. 이를 위해 가능하다면, 도전체 Painting, Shield판, 도전용 가스켓 등이 사용될 수 있다.

셋째, 신호선, 제어선 등은 전원선으로부터 분리시키는 것이 바람직하다.

넷째, 별도의 독립적인 전원부를 사용할 경우, Switching Power의 사용을 억제해야 한다.

다섯째, 일반적인 전파의 특성 실험에서도 마찬가지로인 스푸리어스 및 불요파에 노출이 되는 트랜스포머, 고주파 회로(발진부, 체배부 등), 변조기 등을 차폐제로 분리시켜야 한다.

이상에서 제안된 방법 외에도 EMC를 고려한 PCB 설계기법, EMC 클립의 사용, 각종 케이블 길이를 줄이는 설계 등 다양한 방법이 있을 수 있다.

본 연구를 통해 선박용 항해·통신 장비 전반에 걸쳐 EMC 규격의 적용은 그 동안 공급된 많은 장비가 대체로 EMC 환경에 대응하지 못하고 있고 특히, 불요파 방사를 억제할 수 있는 노력이 절실히 필요함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 이상설 외, "전파장해 측정방법에 관한 연구", 전파연구소, 1997
- [2] Standard Board, EN60945, IEC, 1997
- [3] L. Totley 외, "Understanding GMDSS", Edward Arnold, 1994
- [4] 유형열, "디지털 선택 호출 장치의 조난신호 처리 기술에 관한 연구" 한국해양대학교 대학원, pp 1-13, 1996.
- [5] Graham D. Lees외, "Handbook for Maritime Radio Communication", LLP, pp109-126, 1996
- [6] IMO, "Handbook on the Global Maritime Distress and Safety System", IMO Publication, pp 3-38, 1995
- [7] 김기문 외, "DSC용 MF/HF대 송수신장치 개발을 위한 제규정 연구", 한국해양대학교 부설조선·해양기자재 연구센터, pp 178-230, 1995
- [8] 김기문 외, "MF/HF용 DSC의 형식검정을 위한 성능측정방법에 관한 연구", 한국해양대학교 부설 조선·해양기자재 연구센터, pp 107-137, 1996