

해상 선박의 전자파환경에 대한 연구

A Study on Electromagnetic Environment of Marine Ship

김 동 식* 박 영 환** 조 형 래*** 민 경 식****
(Dong-Seek, Kim) (Young-Hwan Park) (Hyung-Rae, Cho) (Kyeong-Sik Min)

요 약

최근 해상을 통한 선박의 교통량 증가와 선박의 디지털화로 인한 오동작으로 인해 해상에서 발생하는 사고가 증가하고 있다. 이에 따라 항해 안전에 관련하여 선박탑재용 장비에 대한 IMO(국제해사기구)의 결의에서 2002년 7월 1일 이후 건조되는 선박 선교에 대해서 SOLAS 협약에 의해 무선통신, 항해 관련기기에 대한 전자파장해 방지 및 내성의 규격을 강제 적용하고 있다.

본 논문에서는 선박의 기초적인 EMC 환경 조사의 필요성을 인지하고 선박의 EMC 환경 조사를 위해 한국해양대학교 실습선인 한바다호를 대상으로 측정하였다. 측정 장소는 실습선의 Bridge와 Engine Control Room이고 Test Point를 설정하여 측정하였다. 측정주파수 대역은 30MHz~2GHz이고 편파 측정은 수평편파와 수직편파에 대해서 측정하였다. 측정된 결과값을 IEC에서 규정된 허용기준을 고려하여 선박의 EMC 환경을 분석하였다.

Abstract

Recently, the accidents on the sea have arisen due to the increase of the nautical traffic and the digitization of equipments for marine. Therefore, IMO(International Maritime Organization) have provided the recommendation of EMI and EMS for radio communication and equipments of marine from SOLAS convention at July 1st 2002.

In this paper, we measured EMC environment on the Hanbada, which is Korea Maritime University training ship, for basic EMC environment of ship.

The measuring point was Bridge and Engine Control Room of the ship, we measured at the test point that was set at random. Measured Band is from 30 MHz to 2 GHz, polarization measurement is processed both vertical and horizontal polarization. We analysed the results in consideration of permissible criteria.

Key Words : EMC, 전자파적합성, 전자파환경

1. 서 론

국가간의 경제적 무역 활동이 증가하면서 해상

을 통한 무역량이 급격히 증가하였다. 따라서 항해하는 선박의 교통량이 증가하고 이에 따른 해상에서 발생하는 선박충돌 및 조난사고 등 해상에서

* 회 원 : 한국해양대, 석사과정

** 회 원 : 한국해양대, 석사과정

*** 회 원 : 한국해양대, 부교수

**** 비회원 : 한국해양대, 부교수

† 논문접수일 : 2004년 9월 30일

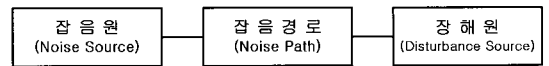
발생되는 사고도 증가하고 있는 추세이다. 특히 최근에는 LPG선이나 컨테이너선과 같은 대형 선박이 증가하고 WIG선과 삼동선과 같은 미래형 선박 및 현재 운항중인 선박의 항해장비 및 통신장비가 디지털화 되고 있다. 이와 같이 디지털화된 선박의 항해장비 및 통신장비가 외부 또는 장비간의 전자파의 영향으로 인하여 오동작을 일으킬 경우 대형 해난 사고를 유발시킬 수 있다.

또한 위와 같은 항해 안정에 관련하여 선박탑재용 장비에 대한 IMO(국제해사기구)의 결의에서 2002년 7월 1일 이후 건조되는 선박 선교에 대해서 SOLAS 제4장 및 제5장의 요구조건에 의해 무선통신, 항해 관련기기에 대한 전자파장해 방지 및 내성의 규격을 강제 적용하고 있다.

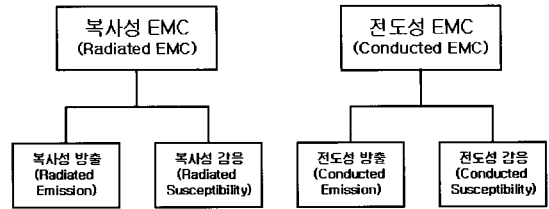
따라서 본 논문은 선박의 항해장비 및 통신장비의 디지털화 및 국제적인 추세를 고려할 때 선박의 EMC 환경에 대한 조사가 필요함을 인지하고 연구를 시행하였다. 본 논문에서는 해상 선박의 EMC 환경을 측정하기 위하여 한국해양대학교 실습선을 대상으로 측정 및 분석하였다.

II. EMC의 개념

EMC는 방사성과 감응성이라는 두 가지 측면이 있다. 전자파감응성(EMS : Electromagnetic Susceptibility)은 기기나 회로가 원하지 않는 전기적 에너지(잡음)에 대처하는 능력이다. 회로나 기기의 감응성 레벨은 잡음 환경에서 장비가 성능 저하 없이 뚜렷하고 안전한 이득으로 만족스럽게 동작할 수 있는가 하는 것이다. 전자파 감응성을 다른 말



<그림 1> EMI 및 EMS의 잡음경로



<그림 2> EMC의 결합경로에 따른 분류

로 전자파 내성이라고도 한다.

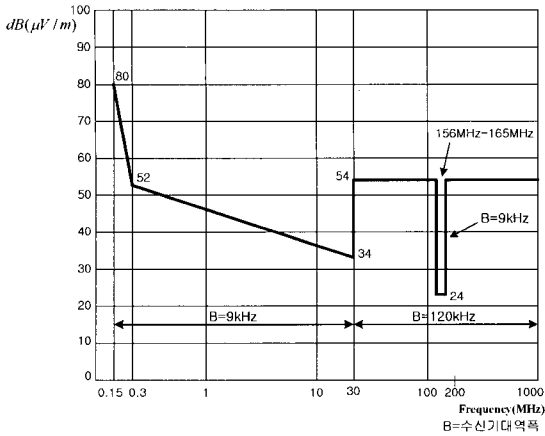
복사성 잡음, 즉 전자파 장해(EMI : Electromagnetic Interference)를 일으킬 가능성이 있는 기기와 관계가 있다. 방사를 조절하는 목적은 방사된 전자기 에너지를 제한하여 근처의 다른 기기들이 방사에 의한 장해를 억제하여 다른 기기에 장해를 일으키는 문제를 해결할 수 있다. EMI 및 EMS는 <그림 1>에 나타나는 경로에 의하여 이루어진다. 여기서, 잡음원은 이러한 전자파장해 현상을 보다 구체적으로 결합 경로의 형태에 따라 크게 분류하면 <그림 2>와 같다.

III. 허용 기준

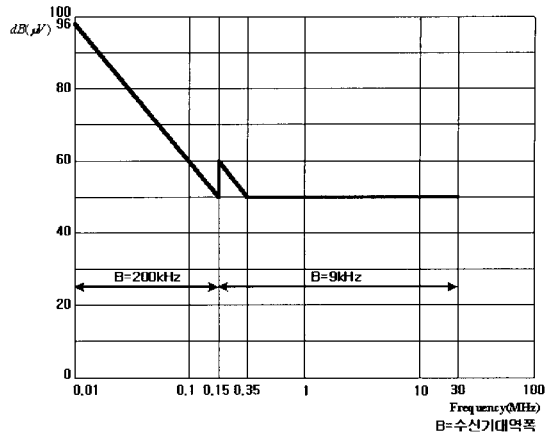
본 논문에서 선박의 전자파환경 측정에 적용한 허용 기준은 선박탑재용 IEC 규격을 적용하여 연구를 시행하였다. 선박탑재용 IEC 규격은 전자파 방사와 전자파내성으로 구분되어 있고 전자파 방사는 다시 복사성 방사와 전도성 방사로 구분된다.

<표 1> 방사 허용기준

	휴대	보호	노출	침수
전도성 방사		10kHz - 150kHz 150kHz - 350kHz 350kHz - 30MHz	63mV - 0.3mV(96dB μ V-50dB μ V) 1mV - 0.3mV(60dB μ V-50dB μ V) 0.3mV(50dB μ V)	
복사성 방사	150kHz - 300kHz 300kHz - 30MHz 30MHz - 2GHz 156MHz - 165MHz	10mV/m - 316V/m(80dB μ V/m-52dB μ V/m) 316V/m - 50V/m(52dB μ V/m-34dB μ V/m) 500V/m(54dB μ V/m) 아래 주파수는 별도 16V/m(24dB μ V/m) 준침두치 또는 32V/m(30dB μ V/m) 침두치		



〈그림 3〉 복사성방사 허용기준



〈그림 4〉 전도성방사 허용기준

이에 대한 전자파 방사에 대한 시험 조건과 허용 기준은 <표 1>과 같이 나타난다.

전도성 방사(휴대용을 제외한 모든 장비) 시험의 목적은 전원단자에서 발생하여 선박의 전원공급장치에 전도되어 다른 장비에 방해 가능성이 있는 장비에서 발생하는 모든 신호를 시험하는 것이다. 복사성 방사(침수를 제외한 모든 장비) 시험의 목적은 무선수신기 같은 기타의 선박탑재 장비에 장애를 일으킬 수 있는 장비(안테나를 통하는 것은 제외)에서 복사되는 모든 신호에 대해 시험하는 것이다.

<그림 3>과 <그림 4>는 각각 전자파방사 허용 기준에서 복사성방사 허용기준과 전도성방사 허용 기준을 보여주고 있다.

본 논문에서는 전자파 방사와 전자파 내성 중에서 전자파 방사에 대한 시험을 하였고, 또한 전자파 방사 내에서 복사성 방사 허용기준을 적용하여 측정결과에 대한 분석을 하였다.

IV. 측정조건 및 측정방법

1. 측정대상 선박

선박의 전자파환경 측정을 위한 대상 선박으로 한국해양대학교의 실습선인 한바다호에서 측정하였다. <표 2>는 측정대상선박인 한바다호의 제

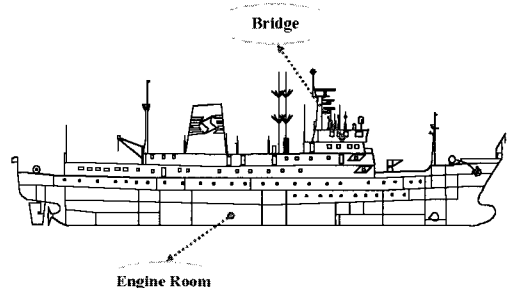
〈표 2〉 한바다호 제원

구 조	상선/여객선
총 톤 수	4280.35 tons
전 장	99.88 m
항해속도	15.0 knots
정 원	198 명

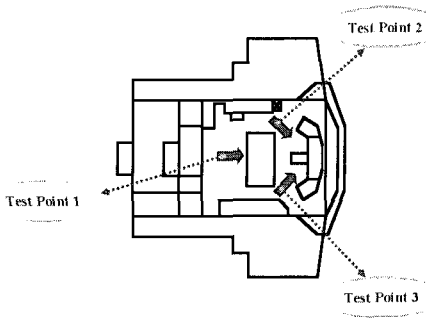
원을 보여주고 있다.

2. Test Point 설정

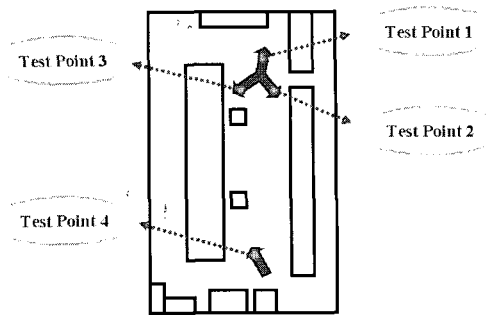
<그림 5>는 측정 대상 선박인 한바다호의 전체적인 구조와 설정된 Test Point를 보여주고 있다. <그림 5>에서 Test Point를 Bridge와 Engine Control Room으로 선택한 이유는 Bridge에 항해장비 및 통신장비의 대부분이 탑재되어 있으므로 선박의 전자파 환경에 가장 민감한 부분이며 Engine Control



〈그림 5〉 한바다호의 구조와 Test Point



〈그림 6〉 Bridge에서의 Test Point



〈그림 7〉 Engine Control Room에서의 Test Point

Room에는 선박의 Engine이 작동하면서 방사되는 전자파를 측정하기 위함이다. 또한 Bridge와 Engine Control Room에서 한 방향으로만 측정하지 않고 <그림 6>과 <그림 7>에서 보여주는 것과 같이 여러 방향으로 측정하여 그 결과를 분석하였다.

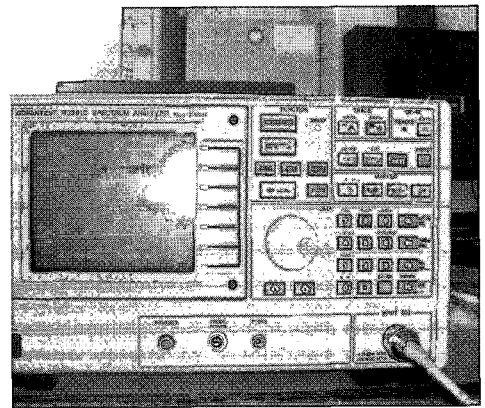
MHz~300MHz), Rohde & Schwarz사의 Logperiodic Antenna(HL223/200MHz~1300MHz)를 선박의 구조에 따라 변경하면서 측정하였다.

<그림 9>부터 <그림 12>는 측정 장비의 모습을 나타내고 있다.

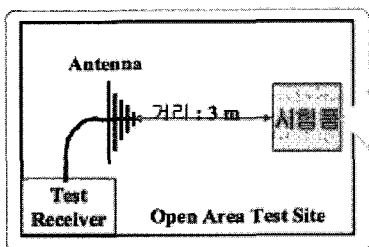
3. 측정방법

측정은 아래의 <그림 8>과 같은 구성으로 측정을 시행하였다. 측정하고자 하는 시험품으로부터 3m 거리를 유지하여 측정을 하였고 시험품에는 선박 주엔진부, 선박 부엔진부, 무선통신기기, 항해기기, 선실내장비가 위치하고 있으며 차폐된 공간이 아닌 자유공간 상에서 측정을 시행하였다. 안테나 파형은 수평편파, 수직편파의 두 가지 경우로 측정을 하였고 측정주파수대역은 30 MHz~2 GHz 이다.

측정 장비는 Rohde & Schwarz사의 EMI TEST RECEIVER(ESIB26/20Hz~26.5GHz)를 이용하여 수신된 전자파를 측정하였고 수신 안테나는 Schaffner사의 Bilog Antenna(CBL6140/20MHz~2000MHz), Rohde & Schwarz사의 Biconical Antenna(HK116/20

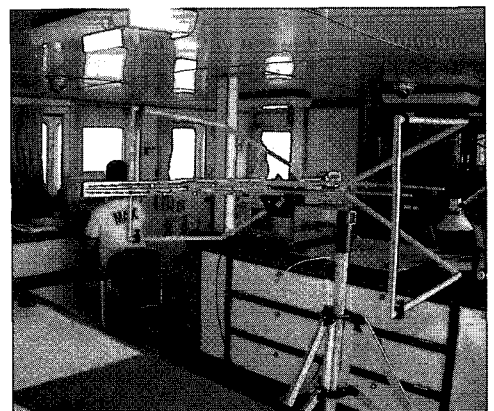


〈그림 9〉 EMI Test Receiver

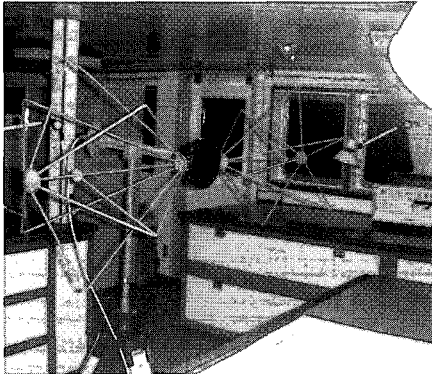


〈그림 8〉 측정방법

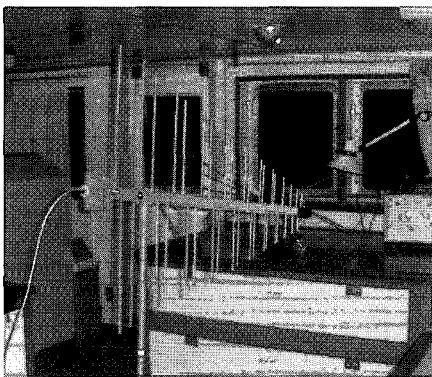
- Source
- 선박 주엔진부
 - 선박 부엔진부
 - 무선통신기기
 - 항해기기
 - 선실내장비



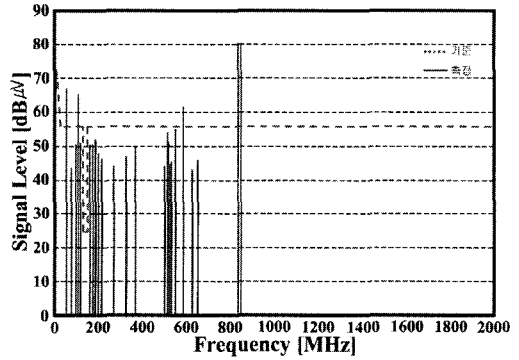
〈그림 10〉 Bilog Antenna



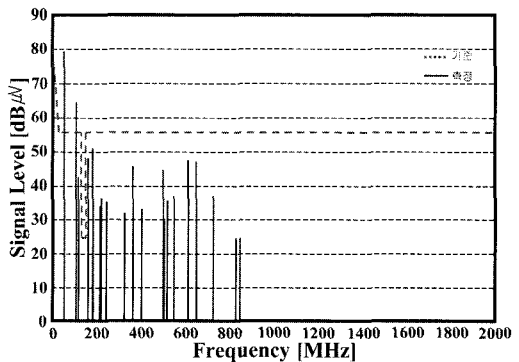
〈그림 11〉 Biconical Antenna



〈그림 12〉 Logperiodic Antenna



〈그림 14〉 측정결과(수평편파)



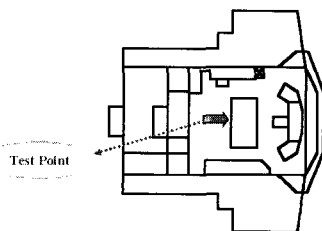
〈그림 15〉 측정결과(수직편파)

V. 측정결과

1. Bridge 측정결과

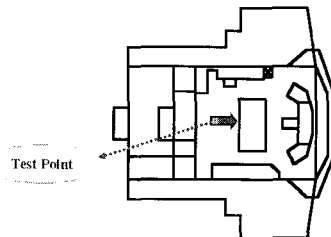
한바다호의 Bridge에서 측정결과로 총 3개의 Test Point에서 각각 측정하였다. 수평편파와 수직 편파 두 가지 경우에 대하여 측정을 하였고 측정 주파수 대역은 30MHz~2GHz이다.

1) Test Point 1

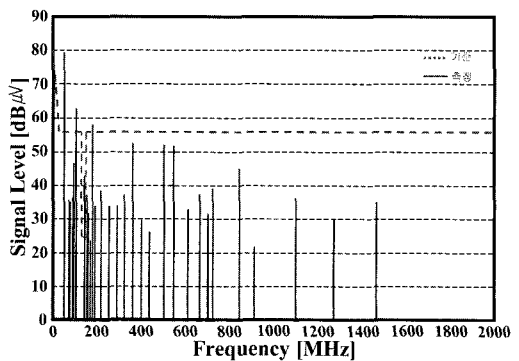


〈그림 13〉 Bridge에서의 Test Point 1

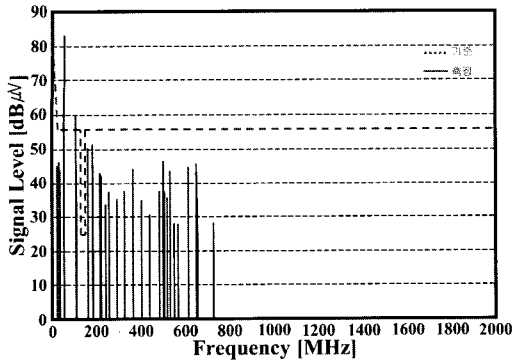
2) Test Point 2



〈그림 16〉 Bridge에서의 Test Point 2

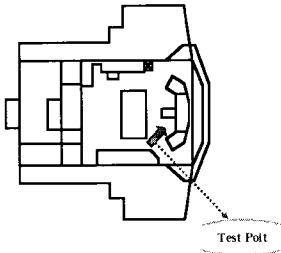


〈그림 17〉 측정결과(수평편파)

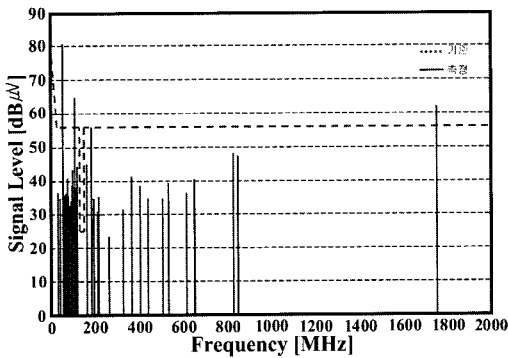


〈그림 18〉 측정결과(수직편파)

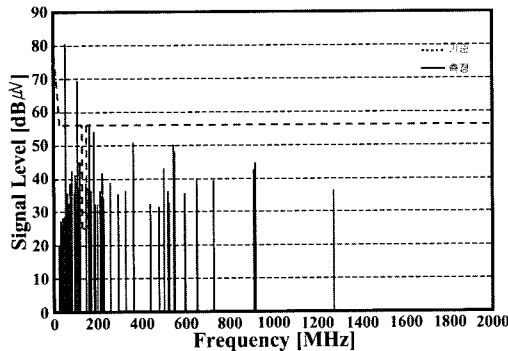
3) Test Point 3



〈그림 19〉 Bridge에서의 Test Point 3



〈그림 20〉 측정결과(수평편파)

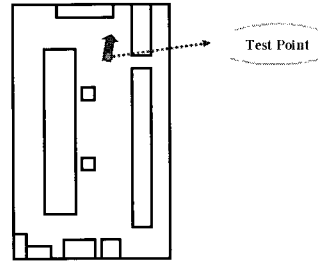


〈그림 21〉 측정결과(수직편파)

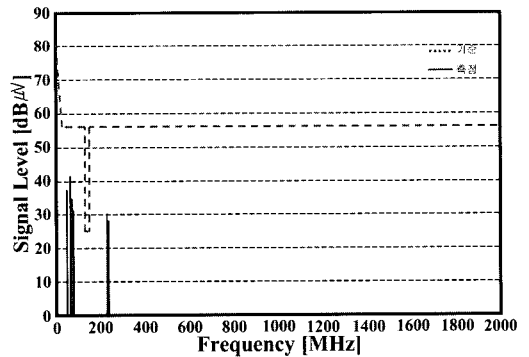
2. Engine Control Room 측정결과

한바다호의 Engine Control Room에서 측정결과로 총 4개의 Test Point에서 각각 측정하였다. 수평편파와 수직편파 두가지 경우에 대하여 측정을 하였고 측정 주파수 대역은 30 MHz ~ 2 GHz 이다. Engine Control Room은 Bridge와 달리 차폐되어 있는 구조로 이루어져 있으며, Engine이 가동되고 있는 상태에서 측정을 하였다.

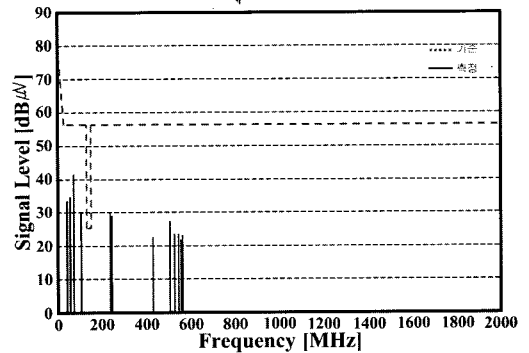
1) Test Point 1



〈그림 22〉 Engine Room Test Point 1

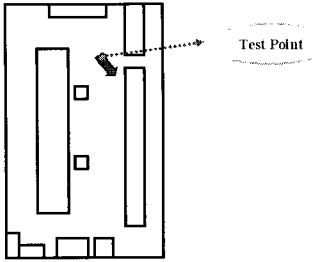


〈그림 23〉 측정결과(수평편파)

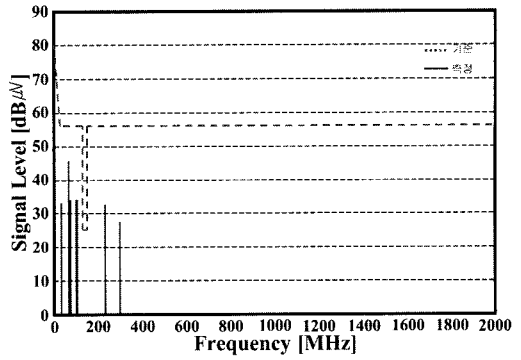


〈그림 24〉 측정결과(수직편파)

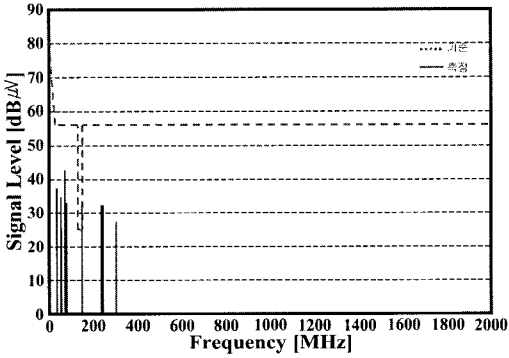
2) Test Point 2



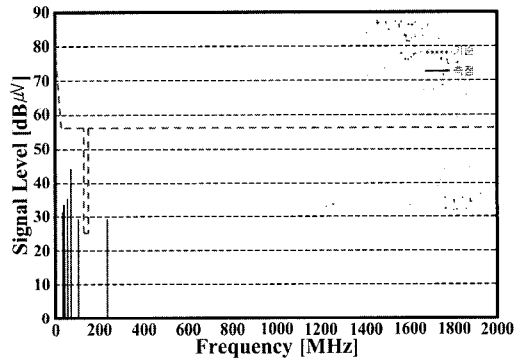
〈그림 25〉 Engine Room Test Point 2



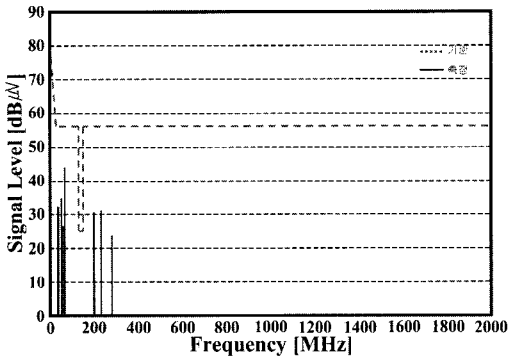
〈그림 29〉 측정결과(수평편파)



〈그림 26〉 측정결과(수평편파)

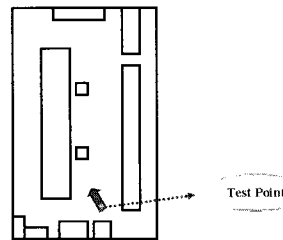


〈그림 30〉 측정결과(수직편파)

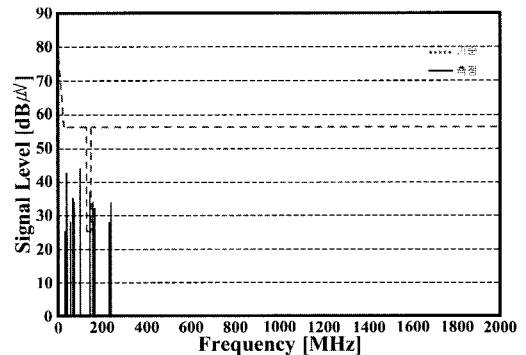


〈그림 27〉 측정결과(수직편파)

4) Test Point 4

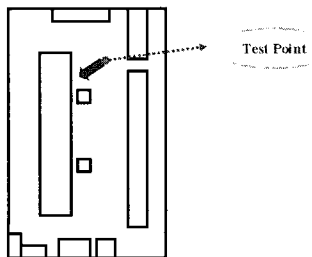


〈그림 31〉 Engine Room Test Point 4



〈그림 32〉 측정결과(수평편파)

3) Test Point 3



〈그림 28〉 Engine Room Test Point 3

<표 3> 한바다호의 측정결과

장소	Test Point	안테나과형	측정주파수대역	검토 및 결과(기준치 초과)	비고
Bridge	1	수평	30MHz-2GHz	88.1MHz~107MHz (FM 방송) 800MHz 대역 (이동전화)	
		수직	30MHz-2GHz	88.1MHz~107MHz (FM 방송)	
	2	수평	30MHz-2GHz	88.1MHz~107MHz (FM 방송)	
		수직	30MHz-2GHz	88.1MHz~107MHz (FM 방송)	
	3	수평	30MHz-2GHz	88.1MHz~107MHz (FM 방송) 1.8GHz 대역 (개인휴대전화)	
		수직	30MHz-2GHz	88MHz~107MHz (FM 방송)	
Engine Control Room	1	수평	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
		수직	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
	2	수평	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
		수직	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
	3	수평	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
		수직	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
	4	수평	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	
		수직	30MHz-1.3GHz	전 측정대역에서 기준이하	

VI. 측정결과 분석

<표 3>은 앞에서 측정한 결과를 선박탑재용 IEC 규격의 허용기준치에 적용하였을 경우 방사 허용기준을 초과한 주파수 대역에 대한 내용을 정리한 것이다.

<표 3>에서 Bridge에서의 측정결과를 살펴보면 일부 주파수대역에서 전자파방사 허용기준치를 초과한다. 전자파방사 허용기준치를 초과하는 주파수 대역을 분석해 보면 88 MHz~107 MHz 사이의 FM 방송주파수대역과 800 MHz대의 이동전화주파수대역, 1.8 GHz대의 개인휴대전화 주파수대역임을 알 수 있다. 이는 Bridge의 위치가 선박의 최상부에 있고 구조상 개방되어 있으므로 주위의 방송이나 통신 주파수 대역의 영향을 받는 것으로 해석된다.

Engine Control Room에서의 측정결과를 살펴보면 모든 Test Point에서 전자파방사 허용기준치 이하임을 알 수 있다. 이것은 Bridge와는 달리 선박의 구조상 Engine Control Room의 위치가 선박의 최하위부에 차지하고 있고 Engine Control Room의 모든 부분이 금속으로 이루어져 있기 때문에 주위는 물론 Engine 기관부에서의 전자파에 대하여 차

폐효과를 가지기 때문으로 해석된다.

측정시의 오차요인으로는 선박이 항해 중이었으므로 선박 주위의 전자파환경이 시간과 장소에 따라 변화하였고 측정 시간에 따른 해상 기상의 변화가 오차 발생 요인으로 발생하였다. 또한 측정시 선박의 내부구조상 Test Point에서 선박 장비까지 정확한 측정거리를 구성하지 못한 부분도 있다.

VII. 결론 및 향후과제

본 논문은 IMO(국제해사기구)의 전자파장해 방지 및 내성의 규격을 강제 적용하는 선박관련 규제에 대한 대책의 필요성을 인지하고 한국해양대학교의 실습선을 대상으로 선박의 전자파환경에 대한 측정을 시행하였고 측정 결과에 대하여 분석하였다. 아직은 선박에 대한 전자파환경 조사가 미흡한 현실이고 이에 대한 자료도 부족한 실정이다. 향후 전자파 복사성 방사뿐만 아니라 전자파 전도성방사에 대한 연구 및 전자파 내성에 대한 추가적인 연구가 요구되어 진다. 그리고 국내실정에 적합한 선박 관련 전자파환경에 대한 규격 정립도 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김기채 외 4명 공저, “전자파환경공학”, 대영사, 2001
- [2] 민경찬, “전자파(EMC) 환경공학”, 양대서점, 2003
- [3] 한국전자통신연구원, “선박 탑재용 전자기기 EMC 규격 개발에 관한 연구 최종보고서”, 2003
- [4] C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, John WILEY & Sons, New York, 1997
- [5] Ott, H. W., Noise Reduction Techniques in Electronic Systems, Wiley, New York, 1976
- [6] IEC 60533 : 1999(E)
- [7] CEI/IEC 60945 : 2002
- [8] CEI/IEC 61000-4-2 : 2001
- [9] CEI/IEC 61000-4-3 : 2002
- [10] CEI/IEC 61000-4-4 : 2001
- [11] CEI/IEC 61000-4-5 : 2001
- [12] CEI/IEC 61000-4-6 : 2001
- [13] CEI/IEC 61000-4-8 : 2001
- [14] CEI/IEC 61000-4-11 : 2001
- [15] CEI/IEC 61000-4-16 : 2001

〈저자소개〉



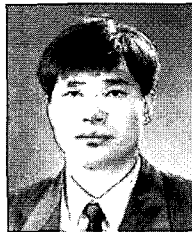
김 동 식 (Dong-Seek, Kim)
2003년 2월 : 한국해양대학교 전파공학과(공학사)
2003년 3월~현재 : 한국해양대학교 전파공학과 석사과정
관심분야 : OFDM 시스템, GPS 시스템, EMC 등



박 영 환 (Young-Hwan Park)
2003년 2월 : 한국해양대학교 전파공학과 (공학사)
2003년 3월 : 한국해양대학교 전파공학과 석사과정
관심분야 : Antenna, EMC 등



조 형 래 (Hyung-Rae, Cho)
1978년 3월~1982년 2월 : 광운대학교 응용전자공학과(공학사)
1982년 3월~1984년 2월 : 연세대학교 전자공학과(공학석사)
1989년 3월~1993년 2월 : 연세대학교 전자공학과(공학박사)
1996년 4월~현재 : 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 부교수
1997년 7월~2000년 12월 : 한국해양정보통신학회 상임이사
2002년 1월~2003년 12월 : 한국전자과학회 영남지부 지부장
2002년 6월~현재 : 정보통신부 EMC 기준전문위원회 소위원장
2004년 4월~현재 : (사)조선기자재연구원 원장
관심분야 : 차세대 이동통신, 디지털 홈 네트워크 등



민 경 식 (Kyeong-Sik Min)
1989년 2월 : 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학사)
1991년 2월 : 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
1993년 1월~1993년 9월 : 고등기술연구원 정보통신연구실 근무
1993년 10월~1996년 2월 : 일본동경공업대학교 전기전자공학과 (공학박사)
1997년 3월~1999년 3월 : 한국해양대학교 전파공학과 전임강사
1999년 4월~2003년 4월 : 한국해양대학교 전파공학과 조교수
2001년 2월~2002년 2월 : 일본 요코하마국립대학교 객원교수
2003년 5월~현재 : 한국해양대학교 전파공학과 부교수
관심분야 : 위성방송 및 이동통신용 평면안테나 설계, RF 및 초고주파 회로 설계, 스마트 안테나 시스템