

선내 특별 전원 분배구역의 EMI에 관한 연구

박종성¹ · 최기도² · 김종우³ · 조형래[†]

(원고접수일 : 2014년 3월 24일, 원고수정일 : 2014년 5월 26일, 심사완료일 : 2014년 7월 14일)

A study on the EMI in special power distribution zone on ship

Park Jong-Sung¹ · Choi Gi-Do² · Kim Jong-Woo³ · Cho Hyung-Rae[†]

요약: 선박 운항에 필요한 전기 전자 장비에 대한 시험 규격은 IEC-60533 규격을 적용하고 있으나 선교 구역, 일반전원 분배구역에 대한 규제치만 제시하고 있으며 특별전원 분배구역에 대한 별도의 규제치가 정립되어 있지 않다. 이로 인하여 특별전원 분배구역에 설치되는 각종 장비 대하여 과도한 사양을 요구하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 실선에서 특별전원 분배구역에서의 전원 잡음을 측정하였고 일반전원 분배구역의 규격과 실선에서 측정된 값 들을 비교 분석 하였다. 실제 측정된 실선 한바다 호 에서는 저주파 대역 160kHz대역에서 6~8dB의 차이가 나타났고 고주파 1.97GHz대역에서 약 8.7dB의 차이를 보이고 있다 또한 한나라 호에서 측정된 측정값은 1MHz, 11MHz, 25MHz에서 4~5dB 정도 ICE-60533의 기준과 차이를 나타내고 있다. 따라서 더 많은 실험을 한 후 자료를 비교 분석하여 특별전원 분배구역의 규격이 지정 되어야 할 것이다.

주제어: 일반전원 분배구역, 특별전원 분배구역, 전원 잡음, EMI

Abstract: Test standards for electrical and electronic equipment required for ship operations is applying the IEC-60533 standard. However, although a test procedure and a specified regulation are clearly defined in the deck and bridge zone and general power distribution zone, they are not regulated in the special power distribution zone with ship propulsion system. For these reasons, the costs for additional research and development have been invested. In this paper, we was measured power noise in a special power distribution zone in ship and we were compared and analyzed values measured. The actual experiments are performed on the ship of Korea Maritime and Ocean University. As a result, the acquired data on Hanbada shows that loop antenna with low frequency band(160kHz) and ultra log antenna with high frequency band(1.97GHz)occur about 6-8dB differences and about 8.7 difference respectively. Also, the acquired data on Hannara shows that each loop antenna of 1MHz, 11MHz, and 25MHz occurs about 7dB difference about 4-5dB differences respectively. so standard of Special distribution zone must be specified by comparative analysis of data obtained by the experiment more.

Keywords: General Power Distribution Zone, Special Power Distribution Zone, Power line noise, EMI

[†]Corresponding Author: Radio Science and Engineering, Korea Maritime University, Dongsam-dong, E-mail: hrcho@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4421

1 Republic of Korea Navy, E-mail: jospark61@daum.net, Tel: 010-5077-3391.

2 Department of Radio Science and Engineering, Korea Maritime University, Dongsam-dong, E-mail: boastoker@nate.com, Tel: 010-9797-5289.

3 Department of Electromagnetic ,Korea Marine Equipment Research Institute, E-mail: kim0307@komeri.re.kr, Tel: 010-6771-4647.

1. 서론

선박운항에는 많은 전기전자 장비들이 서로 유기적으로 작동하면서 선박운항이 이루어지고 있다. 이들 장비들에 대한 시험규격은 IEC 60533의 규격을 적용하고 있다. IEC 60533 규격에서는 장비 배치구역에 따라 3가지 구역으로 구분하고 있으며 각 구역에 따라 시험 규제치를 분리하여 다음과 같이 적용하고 있다[1].

갑판 및 선교 구역 : 항해용 레이더에서부터 선박자동식별장치(AIS), 해상 기상 및 항해정보 등을 실시간으로 송수신하는 장비, 장거리 추적장비 등과 같은 무선 장비들이 위치해 있는 구역

일반전원 분배구역 : 일반적인 배전반이 위치해 있는 구역 및 추진계통이 있는 특별전원 분배구역을 제외한 대부분의 구역

특별전원 분배구역 : 추진체계, 트러스트 및 발전기들이 위치해 있는 구역

갑판 및 선교 구역, 일반전원 분배구역은 시험 규제치가 정립되어 있지만 특별전원 분배구역은 시험 규제치가 제시되어 있지 않다. 현재 특별전원 분배구역에 설치되는 제품의 경우 시험 규제치가 없기 때문에 기업들은 상위 규격인 일반전원 분배구역의 규제치를 적용하고 있어 이로 인해 제품의 적정스펙보다 과스펙으로 설계, 제작되어 연구비와 개발비가 많이 투자되고 있다. 따라서 본 논문은 특별전원 분배구역에서의 전원잡음과 일반전원 분배구역에서의 전원잡음을 비교분석 한다[2].

2. 실험 방법

2.1 측정 대상

Table 1: Hanbada Ship, Hannara ship

Shipping	Hanbada Ho	Hannara Ho
Structure	training ship	training ship
Tonnage	6,686 tons	3,640 tons
The length	117.20 m	102.70 m
Day of construction	2005.12	1993.12
capacity	246person	202person

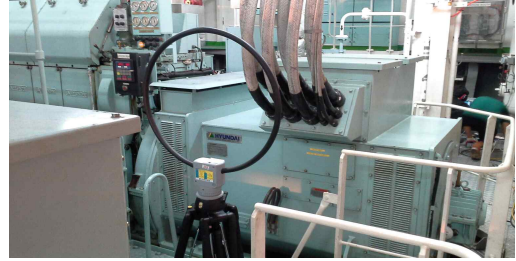


Figure 1: Test Area of Hanbada

본 시험에서는 선박의 전자과환경 측정을 위한 대상 선박으로는 한국해양대학교의 실습선인 한바다, 한나라 호에서 측정 하였다. 측정 방법으로는 IEC-60533 시험 측정 방법을 사용 하였다. Table 1은 측정대상선박인 한바다호의 주요제원을 보여 주고 있다.

2.2 시험 조건

측정용 안테나는 전기적으로 차폐된 루프 안테나를 사용해야 하며, 안테나는 측면 길이 60 cm의 정사각형으로 완전히 차폐될 수 있는 것이거나 CISPR 16-1에서 기술된 적절한 페라이트 막대 안테나를 사용해야 한다.

안테나 교정 계수에는 자계 강도를 동등한 전계 강도로 변환하는 계수 +51.5 dB를 포함하여야 한다. 30 MHz 이상의 주파수에 대한 측정은 전계(E)로 이루어져야 하며, 측정 안테나는 CISPR 16-1에서 규정한대로 공진 길이의 평형 다이폴(dipole), 대체 단축 다이폴 또는 보다 높은 이득의 안테나를 사용해야 한다. 안테나와 시험체는 시료로부터 거리의 20 %를 넘지 못하며 80 MHz 이상의 주파수에서는 측정 안테나 중심의 높이를 지표면 위 1 ~ 4 m 범위에서 가변 할 수 있어야 한다.

시험 장소는 금속 접지판과 3 m 측정 거리를 감안한 크기를 사용하여 CISPR 16-1에 적합하여야 한다. 시료가 하나 이상으로 구성될 경우, 주장치와 기타 모든 장치 간의 상호 연결 케이블(마이크로파는 제외)은 제조업자가 정하는 최대 길이거나 20 m보다 짧아야 한다. 필요한 입출력 포트는 제조업자가 정하는 최대 케이블 길이, 또는 20 m보다 짧게 연결하여야 하며, 정상적으로 연결된 보조 장비의 임피던스 모의실험을 위하여 차단되어야

한다. 이들 케이블의 과도한 길이는 연결된 포트에서 수평면으로 늘어뜨려 30 ~ 40 cm의 길이로 케이블의 중간에서 묶어야 한다. 케이블의 부피나 경직성 때문에 위와 같이 할 수 없는 경우에는 나머지 케이블의 배치는 필요에 따라 될 수 있는 대로 밀착시키고 시험 보고서에 상세하게 기술하여야 한다.

시험 안테나는 시료로부터 3 m의 거리에 배치해야 한다. 안테나의 중심은 지표면 위에서 최소한 1.5 m의 위치에 두어야 한다. 전계측정용 안테나에 한하여 높이가 조정되고, 최대 방출 레벨을 결정하기 위하여 지표면에 평행으로 하여 수평 편파 및 수직 편파를 표시하기 위하여 회전되어야 한다. 결국 안테나는 시료를 중심으로 움직이고, 다시 최대 방출 레벨을 결정하거나 또는 선택적으로 시료는 시험 안테나 중간점에서 직교하는 면에 배치할 수 있으며 동일한 효과를 얻도록 회전할 수 있다. 156 ~ 165 MHz의 주파수 대역에서의 측정은 9 kHz의 수신 대역폭으로 반복적으로 실행되어야 한다.

Figure 2는 시험의 시험 한계치를 나타내며 인증 시험 시 측정값이 이 한계치를 넘어서게 되면 제품을 개선하여야 한다. 시험 주파수대역은 150 kHz ~ 2 GHz까지 이다. 위 대역에서 필요로 하는 실험 장비는 Loop Antenna(150 kHz ~ 30 MHz)와 Ultra Log Antenna(30 MHz ~ 2 GHz)를 사용한다.

Figure 2는 시험 한계치를 표현하고 전 시험 주파수 대역 150 kHz ~ 2 GHz까지의 규격을 나타내었다[3].

2.3 실선 측정

전체적인 측정 조건은 IEC 60533의 복사방사(RE) 시험 방법으로 시험을 실시한다. 측정 위치는 각종 전자장비들이 가장 많이 탑재되어 있는 특별 전원 분배구역(Special Power Distribution one)에서 실시한다. 측정하고자 하는 주파수 범위는 선박에서 가장 중요시 되어지는 30 MHz ~ 2 GHz이며, 표준시료의 신호간격은 5 MHz로 하였다.

(1) 시험 규격은 선박 항해 및 통신장비의 국제 규격인 IEC 60533 : 2009를 적용하였다.

(2) 시험 장비는 Figure 3에서 보는 것과 같이, 크게 측정 장비와 측정안테나로 구성되어 있다.

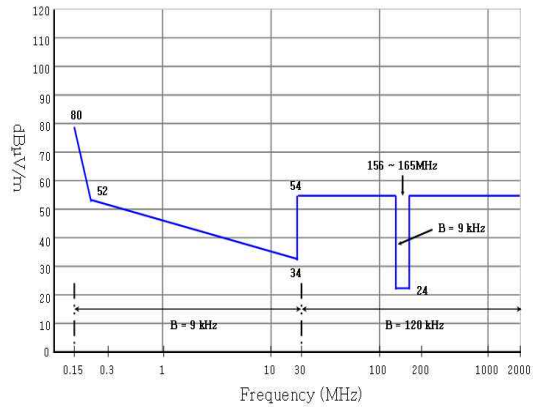


Figure 2: Test Limit Graph

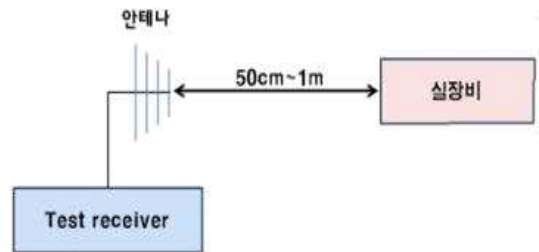


Figure 3: Measurement Method

Table 2: RE Test Equipments on the ship

Equipment	Marker	Model
EMI Test Receiver	R&S	ESCI
Loop Antenna	R&S	ESCI
Ultra Log Antenna	R&S	ESCI

(1) KS C CISPR 16-1에 규정된 준피크 계측 수신기가 사용되어야 한다.

(2) 150 kHz ~ 30 MHz 및 156 ~ 165 MHz 주파수 범위 내의 수신 대역폭은 9 kHz 이어야 하고 30 MHz ~ 2 GHz의 주파수 범위 내에서는 120 kHz이어야 한다.

(3) 150 kHz ~ 30 MHz의 주파수에 대해서는 자계(H)에 의한 측정이어야 한다. 계측용 안테나는 전기적으로 차폐된 루프 안테나 형태이어야 하며, 그 안테나는 측면 길이 60cm의 정사각형으로 완전

히 폐위 될 수 있는 것이거나 KS CCISPR 16-1에서 기술된 적절한 페라이트 막대 안테나이여야 한다.

(4) 안테나 고정계수에는 자계 강도를 동등한 전계 강도로 전환하는 계수 +51.5dB를 포함하여야 한다.

(5) 30 MHz 이상의 주파수에 대한 측정은 전계 (E)로 이루어져야 한다. 측정 안테나는 KS C CISPR 16-1에 정한대로 공진 길이의 평형 다이폴 (dipole), 대체 단축 다이폴 또는 보다 높은 이득의 안테나이여야 한다. 피시험 장비 방향에서 측정 안테나의 크기는 EUT로부터의 거리의 20 %를 넘지 못한다. 80 MHz 이상의 주파수에서 측정안테나 중심의 높이를 지표면 위 1~4 m 범위에서 변환할 수 있어야 한다.

(6) 시험 장소는 금속 접지판과 측정거리를 감안하여 적절한 공간을 사용하여 KS C CISPR 16-1에 적합하여야 한다.

(7) EUT가 하나 이상으로 구성될 경우, 주장치와 기타 모든 장치 간의 상호 연결 케이블(마이크로파는 제외)은 제조업자가 정하는 최대 길이거나 20 m보다 짧아야 한다. 필요한 입출력 포트는 제조업자가정하는 최대 케이블 길이, 또는 20 m보다 짧게 연결하여야 하며, 정상적으로 연결된 보조 장비의 임피던스 모의실험을 위하여 차단되어야 한다. 이들 케이블의 과도한 길이는 연결된 포트에서 수평면으로 늘어뜨려 30 ~ 40 cm의 길이로 케이블의 대략 중간에서 묶어야 한다. 케이블의 부피나 경직성 때문에 위와 같이 할 수 없는 경우에는 될 수 있는 대로 밀착시키고 시험 보고서에 상세하게 기술하여야한다.

(8) 시험 안테나는 EUT로부터 적절한 거리에 배치해야 한다. 안테나의 중심은 지표면 위에서 최소한 1.5 m에 두어야 한다. 전계(E) 안테나에 한하여 높이가 조정되고, 최대 방사 레벨을 결정하기 위하여 지표면에 평행으로 하여 수평편파 및 수직 편파를 표시하기 위하여 회전되어야 한다. 결국 안테나는 EUT를 중심으로 움직이고, 다시 최대 방사 레벨을 결정하거나 또는 선택적으로 EUT는 시험 안테나 중간점에서 직교하는 면에 배치하여 동일한 효과를 얻도록 회전할 수 있다.

(9) 추가하여, 156 ~ 165 MHz의 주파수 대역에

서 측정은 9 kHz의 수신 대역폭으로 반복적으로 실행되어야 한다.

(10) 선택적으로, 156 ~ 165 MHz의 주파수 대역에서 제조업자와 시험 기관 간의 합의에 일치한 최고 수신기나 주파수 분석기가 사용될 수 있다[2]-[5].

3. 실험 결과

3.1 배전반 측정결과

Test Receiver에서 측정된 결과 값은 실선과 측정치로 표현되며 실선은 IEC-60533에서 기준한 기준치이다. 배전반에서 측정한 실제 측정값과 IEC-60533의 기준을 나타내면 Figure 4, Figure 5, Figure 6, Figure 7과 같다.

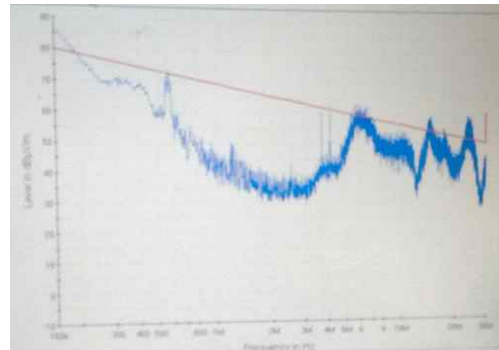


Figure 4: Switchboard Measurement Results on Hanbada (Loop Antenna)

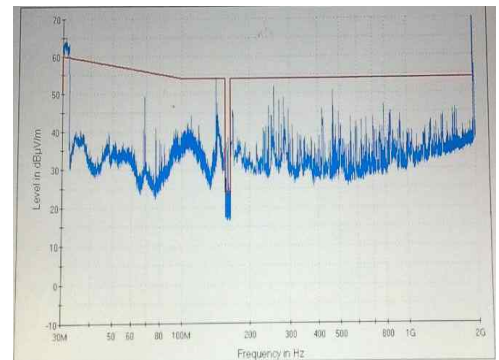


Figure 5: Switchboard Measurement Results on Hanbada (Ultra Log Antenna)

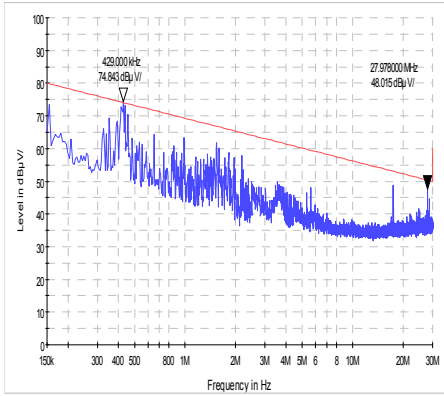


Figure 6: Switchboard Measurement Results on Hanara (Loop Antenna)

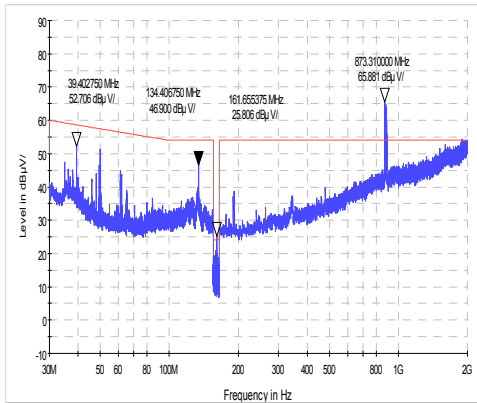


Figure 7: Switchboard Measurement Results on Hanara (Ultra Log Antenna)

Figure 4는 Loop Antenna를 이용하여 측정한 결과를 비교 분석 한 것이다. 기존의 일반전원 분배구역과 특별전원 분배구역을 보았을 때 저주파 150kHz 대역에서 기준치 보다 약 7.3 dB 초과 하는 것을 볼 수 있다. 또한 3.5MHz ~ 6MHz 대역에서 실제 측정값과 IEC-60533의 규격의 차이를 볼 수 있다. 저주파 150 kHz ~ 180kHz 대역에서 기존 일반전원 분배구역의 규격치보다 특별전원 분배구역의 측정값이 최대 약 7 dB 정도 초과됨을 볼 수 있다. 또한, 5MHz ~ 7MHz 대역에서 실제 측정값과 IEC-60533 규격치와의 차이를 볼 수 있다. 대체적으로 측정치 값이 기존 규격치 보다는 낮은 수준

으로 나타나고 있다.

Figure 5는 결과를 분석해보면 기존의 일반전원 분배구역 규격치와 특별 전원 분배구역 측정치를 보았을 때 저주파 30MHz 대역에서 규격치 보다 측정치가 약 4.8dB 초과 하는 것을 볼 수 있다. 또한 160 ~ 170MHz대역에서 실제 측정값이 IEC-60533의 규격보다 초과함을 볼 수 있다.

Figure 6은 Loop Antenna를 이용하여 측정한 결과를 비교 분석 한 것이다. 기존의 일반전원 분배구역과 특별전원 분배구역을 보았을 때 저주파 160 kHz 대역에서 기준치 보다 약 7.08 dB 초과 하는 것을 볼 수 있다. 그 이외의 구간에서는 규격을 초과 하지 않는다.

Figure 7 Ultra Log Antenna를 이용하여 측정한 결과를 비교 분석 한 것이다. 위 안테나의 대역폭은 30MHz ~ 2GHz 이지만 아래 150 MHz아래 저주파는 기존 규격을 초과 하지 않아 생략 하였다. 1.97GHz 지역에서 기준치 보다 약 8.7dB 초과 하는 것을 볼 수 있다. 그 이외의 구간에서는 규격을 초과 하지 않는다.

3.2 발전실 측정 결과

Figure 8의 결과를 비교 분석해보면 기존의 일반전원 분배구역과 특별전원 분배구역(Ultra Log Antenna)을 비교해 보았을 때 많은 차이를 나타내고 있다. 특히 160MHz ~ 170MHz 구간을 보면 많은 차이를 나타내고 또한 그래프를 보면 여기 저기서 기준치를 초과 하는 것을 볼 수 있다. 이는 선령이 오래된 한나라호가 최근 건조된 한바다 호보다 잡음이 더 많이 나온다고 볼 수 있기 때문이다.

Figure 9에서 보면 배전반에서 나오는 잡음과, 직접적으로 발전기에서 나오는 잡음을 비교해 보니 측정값들의 차이가 많음을 알 수 있다. 배전반에서는 주로 규격치를 넘지 않았으나 발전실의 발전기를 직접 측정해보면 실제 규격과 많은 차이를 나타내고 있다. 400kHz에서는 74.2 dB가 측정되어 규격과의 차이가 거의 없었으나 1MHz에서는 75.83dB가 측정되어 7dB이상의 차이를 나타내고 있으며, 11MHz에서는 4 ~ 5 dB정도의 차이를 나타내고 있다.

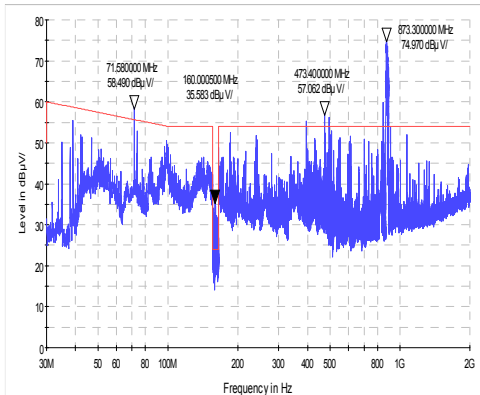


Figure 8: Generator Measurement Results on Hanbada (Ultra log Antenna)

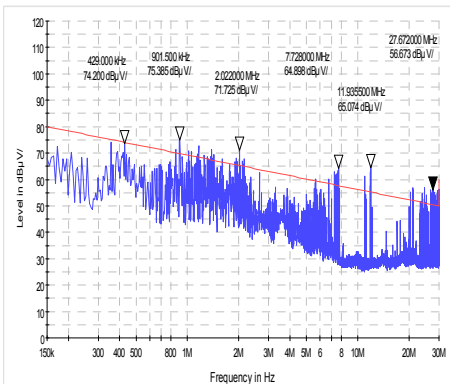


Figure 9: Generator Measurement Results on Hanara (Loop Antenna)

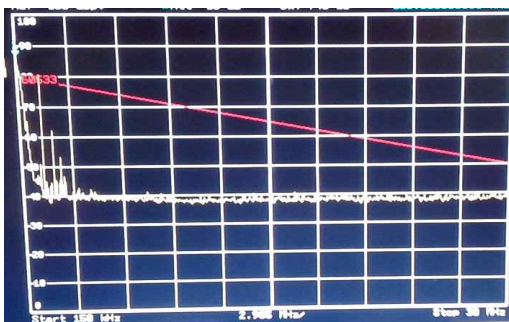


Figure 10: Generator Measurement Results on Hanbada (Loop Antenna)

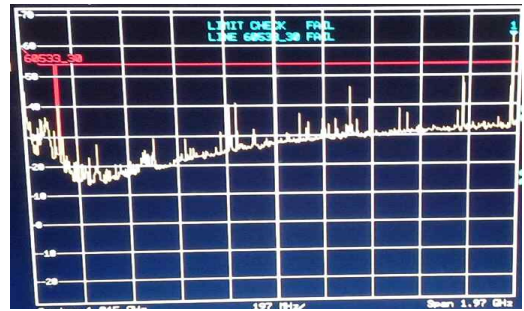


Figure 11: Generator Measurement Results on Hanara (Ultra Log Antenna)

Figure 9, Figure 10의 그림이 다른이유는 시험 도중 컴퓨터 고장으로 인한 Receiver기에서 나온 측정 결과를 표현한 것이다. dB의 단위는 -20 dB ~ 70 dB까지 표현 되어있고 간격은 10 dB이다. 또한 Hz단위는 30M ~ 2G 까지 표현되어 있다.

Figure 10은 1.97 GHz 지역에서 기준치 보다 약 8.7 dB 초과 하는 것을 볼 수 있다. 그 이외의 구간에서는 규격을 초과 하지 않는다.

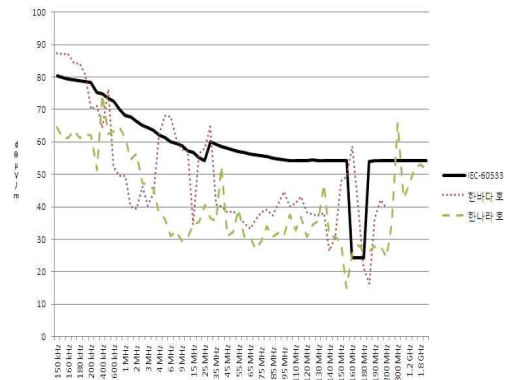


Figure 12: Comparison of EMI Limits

3.3 한바다 호, 한나라 호 와 IEC-60533의 상관관계

Figure 12는 IEC-60533의 규격과 한바다,한나라 호에서 측정한 결과값들을 EXCEL로 표현하여 그 래프화 한 것이다. IEC-60533에 비해 측정값이 낮

은 것은 실제 규격이 과도한 사양을 요구한다는 것이고, 측정값이 높다는 것은 실제 규격에 비해 방사되는 잡음이 초과한다는 점이다.

4. 결 론

본 실험에서는 안테나를 이용한 발전기, 배전반의 시험을 통해 실선과 실제 규격간의 차이를 나타내었다. 실제 측정된 실선 한바다 호에서는 저주파 대역 160kHz대역에서 6-8dB의 차이가 나타났고 고주파 1.97GHz대역에서 약 8.7dB의 차이를 보이고 있다 또한 한나라 호에서 측정된 측정값은 1MHz, 11MHz, 25MHz에서 4-5dB 정도 ICE-60533의 기준과 차이를 나타내고 있다. 따라서 더 많은 실험을 한 후 자료를 비교 분석하여 특별전원 분배구역의 규격이 지정 되어야 할 것이다.

후 기

이 논문은 2013학년도 한국해양대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

- [1] J. W. Kim, Marine Electrical and Electronic Equipment for Optimum EMI Measurement Study, Yeungnam University Press, pp. 1-10, 2012.
- [2] Wikipedia, 1967 USS Forrestal fire. <http://en.wikipedia.org>, p. 56, Accessed May 14, 2012.
- [3] Comitato Elettrotecnico Italiano/International Electro-technical Commission, 61000-4-2, 61000-4-3, 61000-4-4, 61000-4-5, 61000-4-6, 61000-4-8, 61000-4-11, 61000-4-16, 2001.
- [4] Radio Research Agency, KN16-1-2, Radio Disturbance and Immunity Measuring Regulations on How to Phrase, 2012.
- [5] Korea Electronics and Telecommunications Research Institute, Ship-mounted Electronic Devices Final Report on the Development of EMC Standards, 2003.