

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| 선박탐재용 전기전자기기 EMC 규격 연구 | 조형래 · 정삼영* · 김희수** |
| | 한국해양대학교, *전파연구소, **산업기술시험원 |

I. 서론

최근의 전자통신기술의 발달은 인간의 생활을 윤택하게 해주는 반면, 전자파 발생요인의 증가와 함께 심화되고 있는 전자파환경에 대한 대책이 사회적으로 큰 관심을 끌고 있다. 이에 대책으로, 국제적으로 CISPR, 미국에서는 FCC, ANSI 등의 규제를 만들게 되었으며, 우리나라에서도 전자통신용 장비의 전자파장해(EMI: Electromagnetic Interference) / 전자파 양립성(EMC: Electromagnetic Compatibility) 규제를 만들어 수출에 대비하고 있다.

이에 관련하여 선박 탐재용에 대한 IMO(국제해사기구)의 결의에서 항해안전에 관한 SOLAS(국제해상인명안전협약) 제5장 7절의 전자파 양립성 개정 에 따라 선교에서 사용되는 전기 및 전자장비들은 서로 전자파 간섭으로 인하여 기기의 성능을 지장을 주지 않도록 EMC에 대하여 시험하도록 하는 규정이 새로이 신설되었다. 따라서 2002년 7월 1일 이후에 건조되는 선박은 EMC에 대하여 IMO resolution A.813(19)에 따라 시험하여야 한다.

따라서 국내에서도 2002년 7월 1일 이후 건조되는 선박에 대해 새로운 SOLAS의 무선통신, 항해 관련기기에 대한 전자파장해 방지에 만족하는 EMC 인증 국내규격을 개발하여야 하는 필요성이 제기된다.

본 고에서는 이러한 세계적 동향에 동조하여 선박탐재 전기전자기기 EMC 국내 규격 개발의 연구 내용에 대하여 기술하고자 한다.

II. 적용범위

본 기술기준은 전자파방사에 대한 허용기준, 내성 그리고 선박용 전기 전자 장비의 전자파 적합성 평가를 위한 기술기준이다.

본 기술기준에 따라 시험되어 적합성 평가를 받은 장비는 해당 IMO 요구를 만족하는 것으로 본다.

본 기술기준은 장비 그룹의 전자기 설비에 있어서, 전자파 적합성을 시험하는 방법에 대한 지침과 권고사항을 포함한다.

2-1 선박용 항해 및 무선통신기기 및 시스템에 대한 전자파 적합성 규격

- ① 그룹 A : 무선통신 및 항해 기기
- ② 그룹 C : 펄스 전력으로 동작되는 기기

2-2 선박에 설치되는 전기 전자기기에 대한 전자파 적합성 규격

- ① 그룹 B : 전력발생 및 변환 기기
- ② 그룹 D : 스위치기어 및 제어 시스템
- ③ 그룹 E : 내부통신 및 신호 처리기기
- ④ 그룹 F : 비 전기적인 기기
- ⑤ 그룹 G : 복합시스템

III. 전자파 적합성 시험계획

3-1 목적

본 기술기준에 있는 세부시험은 통상 형식시험으로 수행하며, 가능한 한 전자파 적합성 시험 기관에서 시행해야 한다. 전자파 적합성 시험절차로서는 IEC 표준을 참조한다. 그러나 형식시험 실행이 불가능한 경우(피시험체의 크기, 기능제어 등) 사전 작성된 시험절차에 따라 개별적인 시험을 시행할 수도 있다. 필요하다면 현장설치장소 시험도 적용할 수 있다.

3-2 판정기준

각 시험단자와 시험의 합격/불합격에 대한 판정 기준을 아래와 같이 한다.

| | |
|--------|---|
| 성능기준 A | 피시험체는 시험 중 및 시험 후에도 계속 정상 작동되어야 한다. 관련 장비 표준 및 제조업자가 발행한 기술규격에 규정한대로 성능의 저하나 기능이 상실되지 않아야 한다. |
| 성능기준 B | 피시험체는 시험 후에도 계속 정상 작동되어야 한다. 관련 장비 표준 및 제조업자가 기술규격에 규정한대로 성능이 저하되거나 기능이 상실되지 않아야 한다. 그러나 시험중에 자체복구가 가능한 기능의 상실이나 성능의 저하가 허용되며, 운용되고 있는 상태나 저장된 데이터의 변경은 허용되지 않는다. |
| 성능기준 C | 관련 장비 표준 및 제조업자가 발행한 기술규격에서 규정한대로 기능이 자체 복구될 수 있거나, 제어장치의 동작에 의해 복구되는 것을 전제로 시험 중이나 시험 후에 일시적인 기능 상실 및 성능 저하가 허용된다. |

IV. 전자파 방사

4-1 그룹 A와 C에 대한 방사

4-1-1 일반사항

정상적인 상태에서 전자파 방사를 측정하여야 하

며, 전도성 방사 또는 복사성 방사 레벨에 영향을 미칠 수 있는 피시험체의 설정은 최대 방출 레벨을 확인하기 위하여 가변할 수 있어야 한다. 피시험체가 예를 들어 운용, 대기 등 하나 이상의 기동상태인 경우, 최대방출 레벨의 상태를 확인하여 그 상태를 전부 시험하여야 한다. 피시험체의 안테나 연결은 필요한 경우 비복사형 의사안테나로 중단 처리한다.

복사성 방사 시험에서, 시험대역에서 운용하는 송신기가 포함된 장비는 운용상태여야 하고 송신상태는 아니어야 한다.

송신기가 포함된 장비의 방사 시험에서, 시험 대역 내에 기본파를 중심으로 한 200 kHz의 배타(exclusion) 대역과 고조파가 존재하여야 한다.

고조파 송신기가 포함된 장비의 전도성 방사시험의 경우, 기본 주파수를 중심으로 200 kHz의 배타 대역과 고조파가 측정 대역내에 존재해야 한다.

외부전자기 환경의 특정 피시험체 인터페이스는 ([그림 1] 단자를 참조할 것) 전자기장을 통하여 복사되거나 투과될 수 있는 물리적인 피시험체의 경계는 합체 단자이다.

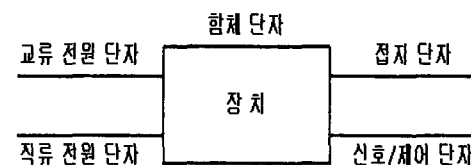
시험조건은 <표 1>과 같이 요약한다.

4-1-2 전도성 방사(휴대용을 제외한 모든 장비)

1) 목적

이 시험은 전원단자에서 발생하여 선박의 전원공급장치에 전도되어 다른 장비에 방해 가능성이 있는 장비에서 발생하는 모든 신호를 시험하는 것이다.

2) 시험 방법



[그림 1] 전자파 방사와 내성 시험에 관한

<표 1> 방사 허용기준

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

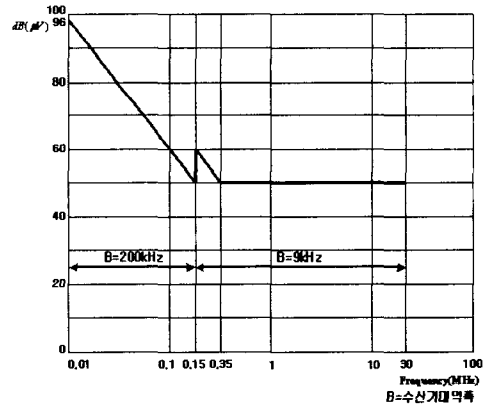
- (1) 10 kHz에서 30 MHz의 주파수 범위에서 피시험체의 전원 단자의 고주파 전압은 [그림 2]에 표시된 허용기준을 초과하여서는 아니된다.
- (2) 전자파 방사의 시험은 KN 16-1에 정한 준첨두치 검파기를 이용하여야 한다.
- (3) 피시험체 단말기의 규정된 고주파 임피던스를 정하고, 주전원의 불요 고주파신호로부터 시험회로를 분리하도록 KN 16-1에 따라 제작된 전원 안정화 장치 V회로망을 사용하여야 한다.
- (4) 분해능 대역폭 설정

| 주파수 범위 | 분해능 대역폭 |
|----------------|---------|
| 10 kHz~150 kHz | 200 Hz |
| 150 kHz~30 MHz | 9 kHz |

- (5) 피시험체의 교류/직류 전원 단자간 입력 케이블과 제작된 전원 안정화 장치 V회로망은 차폐 되어야 하며 길이 0.8 m를 넘지 않아야 한다.
- (6) 피시험체가 1개 이상의 개별 교류/직류 전원 단자로 구성되는 경우, 동일한 공칭 전원공급 전압의 전원단자는 전원 안정화 장치 V회로망에 병렬로 연결되어야 한다.
- (7) 접지면에 설치 고정된 모든 시험장비와 피시험체를 이용하여 시험하여야 한다.

- (8) 접지면의 설치가 불가능한 경우에는 철재나 피시험체의 함체를 이용하여 접지기준과 동등한 조치를 취하여야 한다.

3) 방사 허용기준



[그림 2] 전도성 방사 허용기준

4.1.3 함체 단자로부터의 복사성 방사(침수를 제외한 모든 장비류)

1) 목적

이 시험은 무선수신기 같은 기타의 선박탑재 장비에 장애를 일으킬 수 있는 장비(안테나를 통하는 것은 제외)에서 복사되는 모든 신호에 대해 시험하는 것이다.

2) 시험방법

(1) KN 16-1에 정한 준침두치 검파기를 이용하여야 한다.

(2) 분해능 대역폭 설정

| 주파수 범위 | 분해능 대역폭 |
|--------------------------------------|---------|
| 150 kHz~ 30 MHz 및 156 MHz~165 MHz | 9 kHz |
| 30 MHz~ 2 GHz | 120 kHz |

(3) 150 kHz ~ 30 MHz의 주파수에 대해서는 자계를 측정한다.

① 시험안테나는 변의 길이가 60 cm 인 정방향으로 완전히 차폐될 수 있는 크기의 전계 차단루프안테나 또는 KN 16-1 규격에 따른 적당한 패라이트 로드(rod)가 달린 안테나이어야 한다.

② 안테나 보정계수값에는 자계강도를 전계강도로 변환하는 값, + 51.5 dB를 포함하여야 한다.

(4) 30 MHz 이상의 주파수에 대해서는 전계를 측정한다.

① 시험 안테나는 KN 16-1에서 정한 반파장 공진 다이폴(dipole), 대체 단축 다이폴 또는 고이득의 안테나이어야 한다.

② 피시험체 방향에서 시험안테나의 크기는 피시험체로부터의 거리의 20 %를 넘지 못한다.

③ 80 MHz 이상의 주파수에서 시험안테나 중심의 높이를 지표면 위 1 m~4 m 범위에서 변환할 수 있어야 한다.

(5) 시험장소는 금속접지판과 3 m 시험거리를 감당한 크기를 사용하여, KN 16-1에 적합하여야 한다.

(6) 피시험체가 하나 이상으로 구성될 경우, 주장치와 기타 모든 장치간의 상호연결 케이블(마이크로파는 제외)은 제조업자가 정하는 최대 길이와 20 m 중 짧은 것으로 한다.

(7) 필요한 입출력 신호단자는 제조업자가 정하는 최대 케이블길이와 20 m 중 짧은 것으로 연결하여야 하며, 정상적으로 연결된 보조장비의 임피던스 모의실험을 위하여 중단 처리되어야 한다.

(8) 케이블의 과도한 길이는 연결된 포트에서 수평면으로 늘어뜨려 30~40 cm의 길이로 케이블 중간지점에서 묶어야 한다. 케이블의 부피나 경직성 때문에 위와 같이 할 수 없는 경우에는, 나머지 케이블의 배치는 필요에 따라 될 수 있는 대로 밀착시키고 시험보고서에 상세하게 기술하여야 한다.

(9) 안테나는 피시험체로부터 3 m의 거리에 설치해야 한다.

(10) 안테나의 중심은 지표면 위에서 최소한 1.5 m에 두어야 한다.

(11) 전계 안테나에 한하여 높이가 조정되고, 최대 방출레벨을 결정하기 위하여 지표면에 평행으로 하여 수평편파 및 수직편파를 표시하기 위하여 회전되어야 한다. 결국 안테나는 피시험체를 중심으로 움직이고, 다시 최대 방출레벨을 결정하거나 또는 선택적으로 피시험체는 시험안테나 중간점에서 직교하는 면에 배치할 수 있으며 동일한 효과를 얻도록 회전할 수 있다.

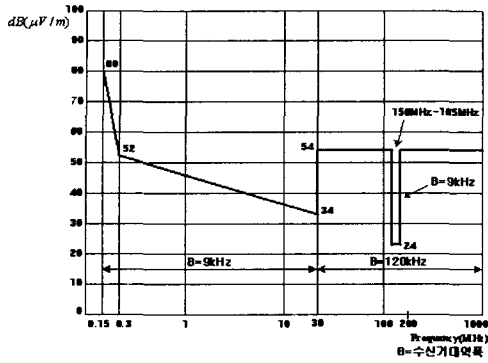
(12) 156 MHz~165 MHz의 주파수 대역에서, 시험은 9 kHz의 수신대역폭으로 반복적으로 수행되어야 한다.

(13) 선택적으로, 156 MHz~165 MHz의 주파수 대역에서, 제조업자와 시험기관간의 합의로 침두치 수신기나 주파수 분석기가 사용될 수 있다.

3) 방사 허용기준[그림 3]

4-2 그룹 B와 D, E, F, G에 대한 방사

4-2-1 일반사항



[그림 3] 복사성 방사 허용기준

시험 중인 주파수 대역에서 최고방사레벨이 나오는 피시험체의 동작조건으로 시험이 이루어져야 한다. 시험은 각 방사유형에 따라 명확하게 정의하고 재현할 수 있는 상황에서 수행되어야 한다. 시험설명서, 시험방법 및 시험장치는 <표 2> 및 <표 3>에 정한 기본표준에 수록되어 있다.

시험은 준점두치 검파기로 수행하여야 한다. 각 주파수 대역에 대한 분해능 대역폭은 아래와 같다.

| 주파수 범위 | 분해능 대역폭 |
|-------------------|-------------------|
| 10 kHz ~ 150 kHz | 200 Hz |
| 150 kHz ~ 30 MHz | 9 kHz |
| 30 MHz ~ 2 GHz | 120 kHz |
| 156 MHz ~ 165 MHz | 9 kHz (IEC 60945) |

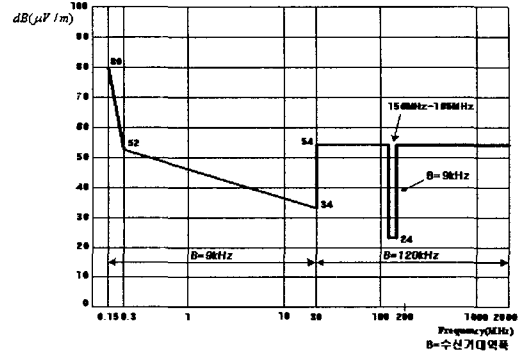
<표 2> 방사 허용기준

| 단자 | 주파수 범위 | 허용기준 | 기본표준 |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------|
| 합체 (복사성 방사) | 150 kHz ~ 300 kHz | 80 dB μ V/m ~ 52 dB μ V/m | KN 16-1* |
| | 300 kHz ~ 30 MHz | 52 dB μ V/m ~ 34 dB μ V/m | KN 16-2* |
| | 30 MHz ~ 2 GHz | 54 dB μ V/m | |
| | 예외: 156 ~ 165 MHz | 24 dB μ V/m | |
| 전원, 입출력 신호 및 제어 (전도성 방사) | 10 kHz ~ 150 kHz | 96 dB μ V ~ 50 dB μ V | KN 16-1 |
| | 150 kHz ~ 350 kHz | 60 dB μ V ~ 50 dB μ V | KN 16-2 |
| | 350 kHz ~ 30 MHz | 50 dB μ V | |

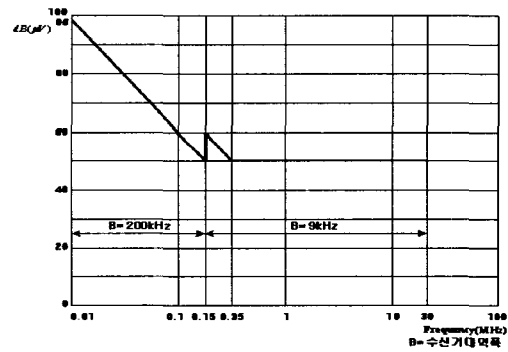
* 3 m 거리에서 시험

4-2-2 선교와 갑판구역에 설치한 장비에 대한 방사 허용기준

1) 방사 허용기준<표 2>, [그림 4], [그림 5]



[그림 4] 복사성 방사 허용기준



[그림 5] 복사성 방사 허용기준

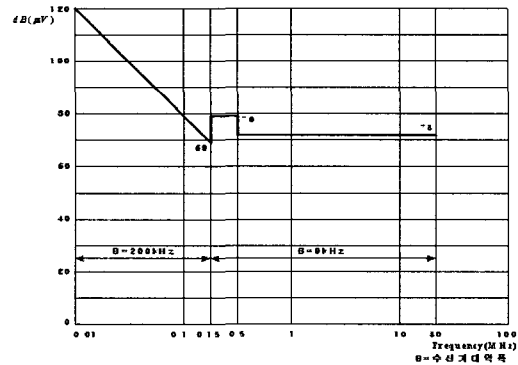
4-2-3 일반 전력분배구역에 설치한 장비에 대한
방사 허용기준

1) 방사 허용기준 <표 3>, [그림 6], [그림 7]

V. 전자파 내성

5-1 그룹 A와 C에 대한 내성

5-1-1 일반사항

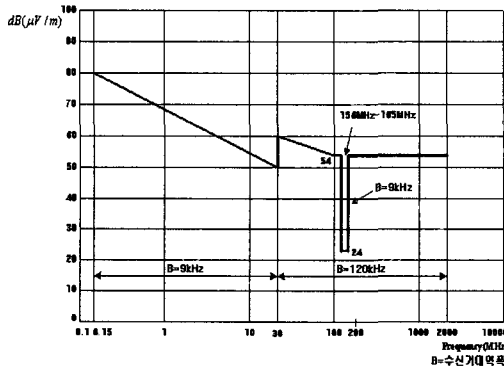


[그림 7] 전도성 방사 허용기준

시험을 위하여 별도로 언급하지 않는 한, 피시험체는 정상적인 운영을 위한 설치 및 배열을 따라야 하며, 정상적인 시험 조건에서 동작되어야 한다.

외부 전자기 환경에 노출된 피시험체의 특정 인터페이스는 단자로 간주된다. 전자기장을 통하여 복사되거나 투과될 수 있는 물리적인 피시험체의 경계는 합체 단자이다[그림 1].

차동모드 시험은 전원, 신호 및 제어선 간에 적용하는 것이다. 공통모드 시험은 선그룹과 접지로 공



[그림 6] 복사성 방사 허용기준

<표 3> 방사 허용기준

| 단자 | 주파수 범위 | 허용기준 | 기본표준 |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------|
| 합체 (복사성 방사) | 150 kHz~ 30 MHz | 80 dB μ V/m~50 dB μ V/m | KN 16-1* |
| | 30 MHz~100 MHz | 60 dB μ V/m~54 dB μ V/m | KN 16-2* |
| | 100 MHz~ 2 GHz | 54 dB μ V/m | |
| | 예외:156~165 MHz | 24 dB μ V/m | |
| 전원, 입출력 신호 및 제어 (전도성 방사) | 10 kHz~150 kHz | 120 dB μ V~69 dB μ V | KN 16-1 |
| | 150 kHz~500 kHz | 79 dB μ V | KN 16-2 |
| | 500 kHz~ 30 MHz | 73 dB μ V | |

* 3 m 거리에서 시험

주 1) 선교와 갑판구역 및 일반전력분배구역 간에 10 kHz~30 MHz에서 약 30 dB의 감결합을 할 수 있는 전원공급회로에 RFI 필터가 설치되어야 한다.

주 2) 일반전력분배구역과 특별전력분배구역 사이에서 일반전력분배구역의 허용기준과 특별전력분배구역에서 설치된 장비의 기존 방출간의 차이와 동등한 감결합이 될 수 있는 전원공급회로에 감결합 장치를 설치하여야 한다.

통기준 간에 적용되는 것이다.

피시험체 시험의 성능 기준에 관하여, 피시험체의 운용상태 및 기능적 사양에 관련된 성능기준을 평가한 결과는 2-2의 판정기준을 따른다.

조건과 시험은 <표 4>에 요약하며 또한 여기서는 이 표준의 범위 그룹 A 및 그룹 C에서 다루는 무선 통신장비와 항해장비에 필요한 성능기준을 정한다. 다른 장비에 대한 성능기준은 관련 장비 규격 및 제조자가 발행한 기술사양에서 규정될 것이나 최소한 피시험체는 성능기준 C에 적합하여야 한다.

5-1-2 무선 수신기기

무선 수신기기가 피시험체에 포함되는 경우, 제외 대역의 주파수와 협대역 수신 응답(스퓨리어스 응

답) 주파수는 전도 및 방사 내성 시험에서 제외한다.

1) 제외 대역

제외 대역 주파수는 제작자에 의해 명기된 수신기의 운영 주파수 대역에서 양단 5%가 확장된 대역으로 정의된다.

2) 수신응답 평가

허용 협대역 응답(불요파 응답)은 다음의 방법으로 확인된다.

시험 신호(원하지 않는 신호)가 이산 주파수에서 성능 저하를 발생시킨다면, 복조기 원단에 있는 수신 IF 필터가 대역폭의 두 배로 시험 신호 주파수를 증가시킨다. 생산자에 의해 표명된, IF 필터는 복조

<표 4> 전자파 내성 조건과 시험

| | 휴 대 | 보 호 | 노 출 | 침 수 |
|---------------------|-----|---|-----|-----|
| 전자파 전도 | * | 150 kHz~80 MHz : 3 V rms. emf 특정 주파수 : 10 V rms. emf. 교류 및 직류 전원단자, 신호와 제어단자, 공통모드 성능기준A | | |
| 전자파 방사 | | 80 MHz~2 GHz : 10 V/m, 합체 단자 성능기준 A | | * |
| 전기적 빠른과도현상 (버스트) | * | AC 전원단자 : 2 kV 차동, 신호 및 제어단자 : 1 kV 공통모드 성능기준 B | | |
| 서지 | * | 전선/접지 : 1 kV, 선간 : 0.5 kV 전선/접지, AC 전원단자 성능기준 B | | |
| 전압 변동 | * | ± 20 % 의 전압 변동 : 1.5 s, ± 10 % 주파수 변동 : 5 s AC 전원단자 성능기준 B | | |
| 순시 정전 | * | 60 s 정전 AC 및 DC 전원단자 성능기준 C | | |
| 정전기 방전 | | 6 kV 접촉방전, 8 kV 기중방전 성능기준 B | | * |

* 해당없음

기보다 선행한다. 시험신호는 같은 양에 의해 감소한다.

이러한 누설신호에 성능 감소가 없다면, 응답은 허용된 협대역 응답으로 고려되어진다. 감쇠가 존재한다면, 그것은 오프셋이 다른 협대역 응답의 주파수와 일치하는 시험 신호의 주파수를 만들기 때문이다. 이것은 1.5배나 2배의 대역폭으로 맞추어진 시험 신호 주파수의 증가와 감소에 의한 방법의 반복으로 확인되어진다.

감쇠가 여전히 남아 있다면 허용된 협대역 응답으로 고려할 수 없다.

5-1-3 전자파 전도 내성

1) 목적

이 시험은 주파수 80 MHz 이하에서 선박무선송신기로부터 기기의 전원선, 신호 및 제어선에 유도되는 장애효과를 모의 시험하는 것이다.

2) 시험방법

- (1) 피시험체는 접지기준면에서 0.1 m 높이의 절연지대에 설치해야 한다.
- (2) 피시험체의 정상적인 동작과 성능 적합성 시험에 요구되는 전원과 신호를 제공하기 위해 필요한 보조장비는 피시험체로부터 0.1 m에서 0.3 m 사이의 지점에 적절한 CDN(결합/감결합 회로망 : Coupling and decoupling)으로 구성된 케이블로 연결되어야 한다.
- (3) KN 61000-4-6은 CDN의 설계와 이 회로망의 사용이 불가능한 경우 대체할 삽입 클램프를 설명하는 것이다.
- (4) 시험은 각각 CDN에 연결된 무선 시험 발생기로 수행되어야 하며, 그 외 시험되지 않는 CDN의 RF 입력단자는 50 Ω으로 종단되어야 한다.
- (5) 무선 시험 발생기는 보조장비와 피시험체가

연결되지 않고 150 Ω으로 대체된 각각의 CDN에 설치되어야 한다.

- (6) 무선 시험 발생기 레벨은 피시험체 단자에 요구되는 무변조 기전력 레벨로 조정한다.
- (7) 시험은 다음의 시험레벨로 KN 61000-4-6에 따라 수행되어야 한다.
 - ① 3 V 실효치 진폭 소인 : 150 kHz~80 MHz (가혹도 레벨 2)
 - ② 10 V 실효치 진폭 : 특정 주파수(2 MHz / 3 MHz / 4 MHz / 6.2 MHz / 8.2 MHz / 12.6 MHz / 16.5 MHz / 18.8 MHz / 22 MHz / 25 MHz)
- (8) 시험중의 진폭 변조는 400 Hz±10 %에서 변조도 80 %±10 % 이어야 한다.
- (9) 주파수 소인비는 피시험체의 어떠한 오동작도 감지할 수 있도록 1.5×10^{-3} 디케이드(decade)/초를 넘지 않아야 한다.
- (10) 상기 신호는 피시험체의 전원, 신호 및 제어선에 인가되어야 한다.
- (11) 전자파 적합성 성능 점검은 시험 중이나 시험 후에 적용되어야 한다.

3) 요구결과

전자파 적합성 성능 점검의 요구사항은 시험 중이나 시험 후에 2-2에 서술된 성능기준 A에 적합해야 한다.

5-1-4 전자파 방사 내성(침수를 제외한 모든 장비류)

1) 목적

이 시험은 80 MHz 이상의 주파수에서 선박기기 부근에서 사용되는 VHF 송신기 및 휴대용 무전기 등과 같은 무선 송신기에 영향을 모의 시험하는 것이다.

2) 시험방법

- (1) 피시험체는 적절히 차폐된 공간이나 피시험체 크기를 수용할 수 있는 규모의 전자파 무반사실에 설치하여야 한다.
- (2) 피시험체는 바닥으로부터 절연된 균일장 영역에 비금속 지지대 위에 설치되어야 한다.
- (3) 균일장 영역 교정은 시험장의 빈 공간 상태에서 수행되어야 한다.
- (4) 피시험체와 구성 케이블의 배치는 시험보고서에 기록되어야 한다.
- (5) 피시험체에 입출력 케이블이 명시되지 않은 경우에는, 비차폐 평행 도선을 사용하며, 피시험체로부터 1 m 거리에 대해서 전자장에 노출되도록 하여야 한다.
- (6) 시험은 KN 61000-4.3에 따라 가혹도 레벨 3으로 피시험체의 4면에 대해 안테나로 수행되어야 한다. 기기가 다른 방향(수직이나 수평방향)에서 사용될 수 있는 경우에는, 시험은 모든 방향에서 수행되어야 한다.
- (7) 시험 시작시, 피시험체의 한 개의 면을 교정면과 일치하게 위치시켜야 한다.
- (8) 80 MHz~1 GHz 대역의 주파수 범위는 1.5×10^3 디케이드(decade)/초의 속도로, 1 GHz~2 GHz 대역의 주파수 범위는 0.5×10^{-3} 디케이드(decade)/초의 속도로 소인되어야 하며, 피시험체의 어떠한 오동작도 감지할 수 있는 저속이어야 한다.
- (9) 민감한 주파수나 관심있는 주파수들은 이산적으로 분석되어야 한다.
- (10) 변조는 $400 \text{ Hz} \pm 10 \%$ 에서 변조도 $80 \% \pm 10 \%$ 이어야 한다.
- (11) 피시험체는 80 MHz~2 GHz 대역에 변조된 10 V/m의 전계강도로 소인되는 곳에 위치되어야 한다.

3) 요구결과

전자파 적합성 성능 점검의 요구사항은 시험 중이나 시험 후에 2-2에 서술된 성능기준 A에 적합해야 한다.

5-1-5 AC전원, 신호 및 제어선로의 전기적 빠른 과도현상에 대한 내성(휴대용을 제외한 모든 기기)

1) 목적

이 시험은 접점에서 아크를 발생시키는 장비 스위치에 의해 생성되는 고속, 저 에너지의 과도현상을 모의 시험하는 것이다.

2) 시험방법

- (1) 시험은 KN 61000-4.4의 6.1.1항에 의한 시험발생기, KN 61000-4.4의 6.2항에 의한 결합/감결합 회로망 및 KN 61000-4.4의 6.3항에 따른 신호 및 제어선용 용량성 결합 클램프를 이용하여 KN 61000-4.4에 따라 시험 가혹도 레벨 3로 수행되어야 한다.
- (2) 다음 특성의 펄스가 전원회로, 제어회로 및 신호회로에 적용되는 경우이다.

| | |
|------|--|
| 상승시간 | 5 ns(10 % 및 90 % 사이의 값) |
| 폭 | 50 ns(50 % 값) |
| 진폭 | AC 전원선 : 2 kV 차동모드 신호 및 제어선 : 1 kV 공통모드 |
| 반복율 | 5 kHz(1 kV), 2.5 kHz(2kV) |
| 적용방식 | 300 ms 마다 15 ms 버스트 |
| 지속시간 | 음극 및 양극성 펄스에 대하여 3분~5분 |

3) 요구결과

전자파 적합성 성능 점검의 요구사항은 시험 중이나 시험 후에 2-2에 서술된 성능기준 B에 적합해

야 한다.

5-1-6 AC 전원선상의 서지에 대한 내성(휴대용을 제외한 모든 기기류)

1) 목적

이 시험은 AC 전원선 상에서 사이리스터 스위칭에 의해 생성되는 저속, 고에너지의 서지를 모의 시험하는 것이다.

2) 시험방법

(1) 시험은 IEC 61000-4-5의 6.3.1.1항에 따른 결합/감결합 회로망과 결합한 KN 61000-4-5의 7.1.1항에 따른 조합파형(하이브리드)발생기를 이용하여 KN 61000-4-5에 따라 시험 가혹도 레벨 2로 수행되어야 한다.

(2) 다음 특성의 펄스는 전원선에 적용되는 경우이다.

| | |
|------|---------------------------|
| 상승시간 | 1.2 s (10 % 및 90 % 사이의 값) |
| 폭 | 50 s (50 % 값) |
| 진폭 | 1 kV 선/접지, 0.5 kV 선/접지 |
| 반복율 | 1 펄스/분 |
| 적용방식 | 지속 |
| 지속시간 | 음극 및 양극성 펄스에 대하여 5분 |

3) 요구결과

전자파 적합성 성능 점검의 요구사항은 시험 중이나 시험 후에 2-2에 서술된 성능기준 B에 적합해야 한다.

5-1-7 전압변동에 대한 내성(휴대용을 제외한 모든 장비류)

1) 적용 제외 경우

이 시험은 DC 전원을 사용하는 기기에는 적용하지 않는다.

2) 목적

이 시험은 부하의 대량 변동으로 인한 전원공급의 변동을 모의 시험하는 것이다.

3) 시험방법

(1) 전압변동 시험은 프로그램화 할 수 있는 전원공급을 이용하여 적용하여야 한다.

(2) 피시험체에는 10분동안 1/분으로 공칭값에 관련된 다음의 전압변동에 가해져야 한다.

| | 전압 | 주파수 |
|--------|-------------------------------------|---|
| 그림 14a | 공칭 + (20 ± 1) %, 지속시간 1.5 s ± 0.2 s | 공칭 + (10 ± 0.5) %, 지속시간 5 초 ± 0.5 초, 중첩(superimposed) |
| 그림 14b | 공칭 - (20 ± 1) %, 지속시간 1.5 s ± 0.2 s | 공칭 - (10 ± 0.5) %, 지속시간 5 초 ± 0.5 초, 중첩 |

(3) 전압 및 주파수 변동의 상승 및 하강 시간은 0.2 s ± 0.1 s(10 %에서 90 %까지).

(4) 추가 자료는 KN 61000-4-11을 참조할 것.

4) 요구결과

전자파 적합성 성능 점검의 요구사항은 시험 중이나 시험 후에 2-2에 서술된 성능기준 B에 적합해야 한다.

5-1-8 순시정전 내성(휴대용을 제외한 모든 장비류)

1) 적용 제외 경우

본 시험은 피시험체의 동작이 배터리 전원으로 운용되거나 또는 예비 배터리에 연결 또는 맞추어져 동작되는 피시험체에 적용되지 않는다.

2) 목적

본 시험은 전원공급의 전환 및 차단으로 인한 선박의 전원공급에 일시 차단을 모의 시험하는 것이다. 이것은 IMO 해상인명안전 (SOLAS)협약에 의해

주 전원과 비상 전원간의 전환에서 허용되는 전원 차단에 대해 적용된다.

3) 시험방법

피시험체에 60초의 전원공급 시간동안 3회 전원 차단을 적용한다. 그 외 사항은 KN 61000-4-11을 참조한다.

4) 요구 결과

전자파 적합성을 위해 시험 후 요구되는 성능기준은 2-2의 성능기준 C를 만족해야 하며 운용 소프트웨어의 손상이나 중요한 데이터의 손실이 없어야 한다.

5-1-9 정전기 방전 내성(침수용을 제외한 모든 장비에 적용)

1) 목적

이 시험은 인체가 인조섬유 카펫이나 비닐 의복에 접촉하여 대전된 상태에서 발생 가능한 정전기방전 효과를 모의시험하기 위한 것이다.

2) 시험방법

- (1) 시험은 150 pF의 에너지저장 콘덴서와 330 Ω의 방전저항이 연결된 방전막대의 정전기방전 발생기를 사용하여 KN 61000-4-2 규격에 따라 수행한다.
- (2) 피시험체는 금속 접지면 위에 절연된 상태로 설치되어야 하며, 피시험체의 모든 면에 대해 외곽으로 최소한 0.5 m 투영될 수 있도록 한다.
- (3) 방전은 정상 사용 중에 인체가 접촉할 수 있는 지점과 표면에 적용되어야 한다.
- (4) 정전기 방전 발생기는 적용 표면에 수직으로 두어야 하며, 방전은 초당 20회 방전을 고려하여 선정된 위치에 적용된다. 각 위치에서 10

회의 양과 음극에 대한 방전으로 시험을 실시하며 방전간의 시간은 최소 1초 이상이 되도록 하여 피시험체의 오동작을 확인할 수 있도록 한다.

- (5) 접촉방전이 우선되는 방법이나, 피시험체의 제작자가 절연을 위해 제품 표면을 페인팅한 경우 기중 방전이 사용된다.
- (6) 피시험체 가까이 배치 또는 설치된 물체에 대한 방전 모의시험을 위하여, 10회의 양·음극 단일 접촉방전을 피시험체의 각 측면으로부터 0.1 m 떨어진 위치에서 접지면에 인가한다.
- (7) 피시험체의 각각 4면에 대해 수직결합판을 이용하여 결합판 한쪽 끝 중앙의 위치에 10회의 추가 방전을 인가한다.
- (8) 시험 레벨은 접촉 방전의 경우 6 kV이며, 기중 방전의 경우 8 kV를 인가한다.

3) 요구결과

전자파 적합성을 위해 시험 후 요구되는 성능기준은 2-2의 성능기준 C를 만족해야 한다.

5-2 그룹 B 및 D, E, F, G에 대한 내성

5-2-1 내성 시험 중의 조건

시험에 대한 반작용이 승인에 필요한 성능 기준을 허용하면서 운용하는 피시험체로 시험이 이루어져야 한다.

내성 시험 중의 구성 및 운용 모드는 시험보고서에 상세하게 기재하여야 한다.

시험은 <표 5>에 따라 관련 단자에 적용하여야 한다.

시험은 기본 표준에 따라 수행하여야 한다.

5-2-2 최소 내성 요건

최소 내성 요건과 시험은 <표 5>에 정한다.

<표 5> 선박장비에 대한 최초 내성 요건과 시험

| 포 트 | 시 험 대 상 | 기 본 표 준 | 성능 기준 | 시 험 값 |
|----------------|-------------------|----------------|-------|---|
| AC 전원 | 전도성 공통모드 방해 내성 | KN 61000-4-16 | A | 10 % AC 공급전압 50 Hz~900 Hz; 10 %~1 % 900 Hz~6000 Hz; 1 % 6 kHz~10 kHz |
| | 전압 강하 | KN 61000-4-11 | A | 전압 : 1.5초 동안 ±20 % 주파수 : 5초동안 ±10 % |
| | 순시 정전 | KN 61000-4-11 | C | 60초 중단 |
| | 전기적 빠른 과도현상 (버스트) | KN 61000-4-4 | B | 2 kV ³⁾ |
| | 서지 | KN 61000-4-5 | B | 0.5 kV ¹⁾ / 1 kV ²⁾ |
| | 전자파 전도 | KN 61000-4-6 | A | 3 Vrms ³⁾ ; (10 kHz) ⁶⁾ 150 kHz~80 MHz 스위프속도 ≤ 1.5×10 ⁻³ 디케이드/초 ⁷⁾ 변조도 80 % AM(1 kHz) |
| DC 전원 | 전도 전자파 장애 | IEC 61000-4-16 | A | 10 % DC전원 전압 50 Hz~10 kHz |
| | 전압 강하 | IEC 61000-4-11 | A | 전압 +20 % / -25 % 배터리에 미연결된 장비 |
| | 순시 정전 | IEC 61000-4-11 | C | 60초 중단 |
| | 전기적 빠른 과도현상 (버스트) | IEC 61000-4-4 | B | 2 kV ³⁾ |
| | 서지 | IEC 61000-4-5 | B | 0.5 kV ¹⁾ / 1 kV ²⁾ |
| | 전자파 전도 | IEC 61000-4-6 | A | 3 Vrms ³⁾ ; (10 kHz) ⁶⁾ 150 kHz~80 MHz 스위프속도 ≤ 1.5×10 ⁻³ 디케이드/초 ⁷⁾ 변조도 80 % AM(1 kHz) |
| 입출력 신호 / 제어 단자 | 전기적 빠른 과도현상 (버스트) | IEC 61000-4-4 | B | 1 kV ⁴⁾ |
| | 전자파 전도 | IEC 61000-4-6 | A | 3 Vrms ³⁾ ; (10 kHz) ⁶⁾ 150 kHz~80 MHz 스위프속도 ≤ 1.5×10 ⁻³ 디케이드/초 ⁷⁾ 변조도 80 % AM(1 kHz) |
| 함체 단자 | 정전기 방전 | IEC 61000-4-2 | B | 6 kV 접촉 / 8 kV 기중 |
| | 전자파 방사 | IEC 61000-4-3 | A | 10 V/m ⁵⁾ 80 MHz~2 GHz 스위프속도 ≤ 1.5×10 ⁻³ 디케이드/초 ⁷⁾ 변조도 80 % AM (1 kHz) |

주 1) 여객수용구역에서 운용할 목적으로 영구적으로 설치하지 않은 장비는 어떠한 내성요건에도 따를 필요가 없다.

주 2) 다른 모든 구역에서 여객수용구역을 충분히 감결합하도록 주의하여야 한다.

- 1) 선 - 선간, 2) 선 - 접지간, 3) 용량 결합, 4) 결합 클램프, 5) 특별한 상황 분석, 6) 시험보고서에 시험절차 서명,
- 7) 선교와 갑판 구역에 설치된 장비에 있어서 2/3/4/6.2/8.2/12.6/16.5/18.8/22/25 MHz에서 IEC60945에 따라 스팟 주파수에 대하여 시험레벨은 10Vr.ms 이어야 한다. 차폐케이블에 있어서 차폐된 케이블로 결합할 수 있도록 특별한 시험장치를 사용해야 한다.

5-2-3 시스템 측면

특수 시스템측면에서 고위레벨이나 다른 대상의

시험이 필요한 경우(예를 들면, 송신안테나에 아주 근접한 장비) 내성을 증가하거나 설비의 완화 조치를 적용하여야 한다.

VI. 결 론

본 고에서는 전기 항해와 무선장비 등의 선박용 전기, 전자 장비들의 방해의 허용기준을 정하고, 측정방법을 설명하며, 동작조건과 결과 해석을 표준화하기 위해, 이 범위에 포함된 설비의 전파 방해 준위에 대한 요구조건을 기술하였다.

2002년 7월 1일 이후 건조되는 선박에 대해 새로운 SOLAS의 무선 통신, 항해 관련기기에 대한 전자파방해 방지에 만족하는 EMC 인증 국내규격을 개발은 국외 발주되어 국내에서 건조되는 선박을 포함한 모든 국내 건조 선박에 적용이 가능할 것이며, 이에 따라 국내의 선박 장비 및 전자장비들의 새로운 개발이 활발히 진행될 것이다. 또한 국내 선박 건조에 있어서 외화획득에도 기여하리라 여겨진다.

향후 본 고에서 기술한 기술기준을 바탕으로 실제 선박 환경에서의 적용과 국내규격의 법제화 추진이 필요하다.

≡ 필자소개 ≡

조 형 래



1993년 2월: 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
1984년 1월~1990년 6월: LG전자(주) 연구소 선임연구원
2002년 6월~현재: 정보통신부 EMC기준 전문위원회 소위원장

1996년 4월~현재: 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 교수

[주 관심분야] 이동통신, 대역확산통신, EMC 국제표준

참 고 문 헌

- [1] C. R. Paul, *Introduction to Electromagnetic Compatibility*, John Wiley & Sons, New York, 1997.
- [2] W. Ott, II, *Noise Reduction Techniques in Electronic Systems*, Wiley, New York, 1976.
- [3] IEC 60533:1999(E).
- [4] CEI/IEC 60945:2002.
- [5] CEI/IEC 61000-4-2:2001.
- [6] CEI/IEC 61000-4-3:2002.
- [7] CEI/IEC 61000-4-4:2001.
- [8] CEI/IEC 61000-4-5:2001.
- [9] CEI/IEC 61000-4-6:2001.
- [10] CEI/IEC 61000-4-8:2001.
- [11] CEI/IEC 61000-4-11:2001.
- [12] CEI/IEC 61000-4-16:2001.

정 삼 영



2001년: 한양대학교 전자통신전파공학과 (공학박사)
현재: 전파연구소 전자파기준담당
[주 관심분야] 전자파 측정기술, EMC 국제표준, 전자파 수치해석

김 희 수



1982년 2월: 성균관대학교 전자공학과 (공학사)
1994년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1986년 12월~현재: 산업기술시험원 정보통신팀
[주 관심분야] EMI/EMC, 안테나 및 전파전파