

제4회

EMI/EMC 시험법



김기채
영남대학교
전자정보공학부 교수

제작된 전기, 전자기 및 시스템으로부터 발생하는 불요전자파(장해전자파)의 크기를 측정하기 위해서는 전자파장해 규제 규격에 명시된 측정기기 및 측정시설을 사용하여야 한다는 것을 이미 기술하였다. 이러한 측정기기 및 측정시설을 사용한 장해전자파의 측정법 또한 전자파장해 규제 규격에 명시된 측정방법을 따라야 한다. 본 장에서는 장해전자파의 시험법(측정법)에 관하여 간략히 설명하기로 한다.

한계치

산업체에서 제작되는 전기, 전자기 및 시스템은 동일한 설계에 의해 같은 제조 공정을 거치지만 제품마다

장해전자파의 발생 레벨이 다를 뿐만 아니라 외부 장해 전자파에 대한 내성도 다르다. 제품의 장해전자파 발생 레벨 및 전자파내성은 그림 1과 같이 정규분포의 형태로 분포하게 된다. 따라서, 장해전자파의 한계치(limit) 설정에 있어서는 한계치 이하의 장해전자파 레벨을 갖는 제품이 전 제품의 몇 % 이상이어야 하는가를 규정하여야 하며, 또한 전자파내성의 한도치(immunity level)도 전 제품의 몇 % 이상이 이 레벨의 장해전자파를 받아도 오동작을 하지않고 정상동작을 할 수 있는가를 규정하여야 한다.

장해전자파의 발생원으로는 방송국이나 개인 휴대전화기와 같은 강력한 전자파를 발생시키는 것이 있으며 뇌방전과 같은 자연현상에 의한 잡음원이 있다. 이 뿐만 아니라, 전도성의 장해전자파를 발생시키는 장해원으로는 배전계통의 스위칭 동작에 의한 것과 정전기가 발생할 때 방사 되는 전자파 등이 있다.

이와 같이, 전기, 전자기기에는 장해전자파의 발생원이 많고, 또한 피해를 받는 기기의 종류도 다양할 뿐만 아니라 장해의 정도도 기기에 따라서 제각기 다르므로 모든 기기에 공통적으로 적용할 수 있는 전자파내성 한계치를 결정하기란 대단히 곤란하다.

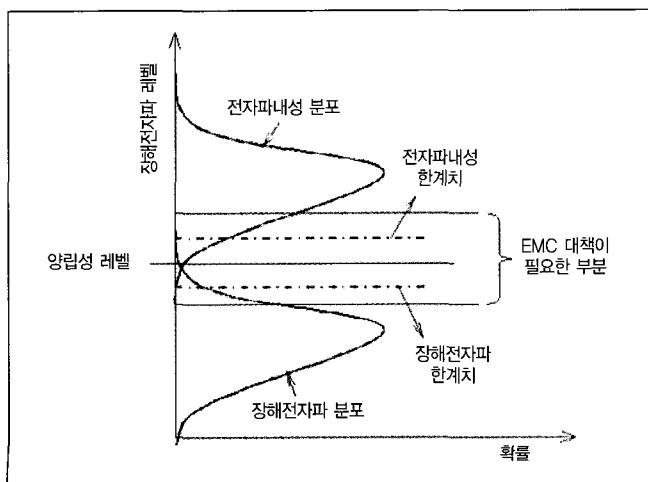


그림 1 장해전자파 및 전자파내성 레벨의 분포

전도성 EMI 측정법

30 MHz 이하의 주파수 대역에서는 파장에 비



하여 기기의 크기가 아주 작으므로 기기로부터의 장애 전자파는 전원선이나 신호선 등의 케이블을 통하여 전달된다. 이러한 장애전자파는 전압 또는 전력을 측정하여 평가한다.

먼저, 장애전자파 전압의 측정에 관하여 알아보자. 2개의 선로를 따라서 전달되는 장애전자파는 일반적으로 각 선로의 전압 및 전류파형이 다르다. 따라서, 전도성의 장애전자파는 그림2와 같이 차동모드(differential or normal mode, 또는 평형모드) 성분과 공통모드(common mode, 또는 불평형모드) 성분으로 분해할 수 있다. 전도성 장애전자파의 측정은 피측정기기의 전원단자에 유기되는 차동 및 공통모드 성분의 전압 또는 전류(준첨두치 및 평균치)를 각 도선에 대하여 그림 3과 같이 LISN을 사용하여 측정한다. 이와 같은 측정은 2 x 2 m 이상의 기준 접지판 위 또는 전자파차폐실에서 이루어지며, 그림 3에서 보는 것처럼 전원선의 길이가 1 m를 넘으면 40 cm이하로 다발을 만들어 배치시키도록 한다.

다음으로 장애전자파의 전력 측정에 관하여 설명한다. 주파수 대역이 비교적 높은 VHF대에서는 기기의 전원선, 신호선 등의 케이블이 파장 정도의 길이가 되므로 케이블에 장애전류가 흐르면 이들 선로가 안테나 역할을 하여 장애전자파가 공간으로 방사된다. 주파수

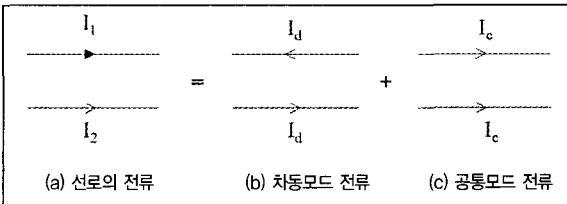


그림 2 전도성 장애전자파의 차동 및 공통모드 전류성분의 분해

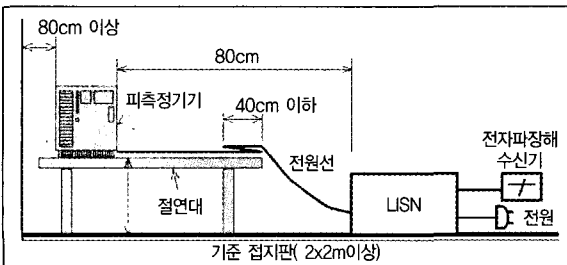


그림 3 전도성 장애전자파의 전압 측정

대역 30~300 MHz (또는 1 GHz) 에서는 복사성 장애 전자파의 전계를 측정하든가 또는 케이블로부터 방사 되는 장애전자파의 전력을 흡수클램프로 측정한다. 그림 4와 같이 피측정기기의 전원선에 흡수클램프를 끼우고 흡수클램프를 전원선을 따라서 반파장 정도 움직여 전자파장애 수신기의 지시치가 최대가 되는 위치에서 측정한다. 이 측정치에 흡수클램프의 변환계수를 고려하면 피측정기기의 전도성 장애전자파의 전력을 구할 수 있다.

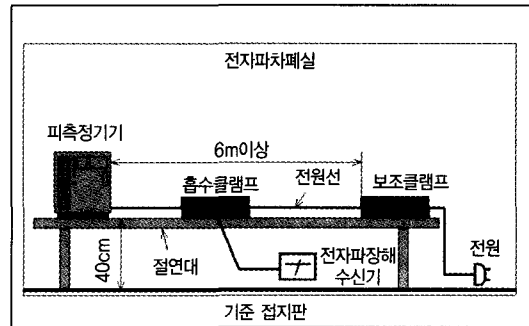


그림 4 전도성 장애전자파의 전력 측정

복사성 EMI 측정법

30~1000 MHz 대역의 복사성 장애전자파의 측정에서는 최대 전계의 세기를 측정한다. 앞장(제3회)에서 설명한 바와 같이 그림 5(a)와 같은 야외시험장에서 피측정기기를 높이가 0.8 m 인 절연회전대 위에 놓고 기기로부터 3 m, 10 m 또는 30 m 떨어진 위치에 측정용 안테나를 설치한다. 이 안테나의 단자에는 전자파장애 수신기가 연결된다. 측정용 안테나는 앞장에서 설명한 EMC 안테나를 사용한다. 피측정기기를 회전시키고, 측정거리가 3 m, 10 m인 경우는 수신 안테나의 높이를 1~4 m 사이에서 수신 전압이 최대가 되도록 조정하고, 측정거리가 30 m이면 수신 안테나의 높이를 2~6 m사이에서 수신 전압이 최대가 되도록 안테나의 높이를 조정한다. 이렇게 하여 측정된 최대 수신전압 측정치에 측정에 사용한 안테나의 안테나 인자를 더하면 장애전자파의 최대 전계를 구할 수 있다.

복사성 장애전자파는 야외시험장에서 측정하는 것이

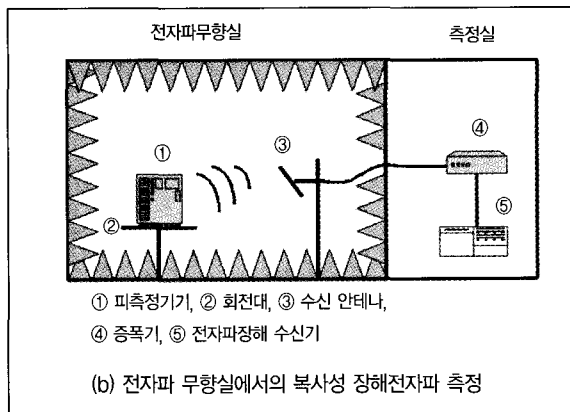
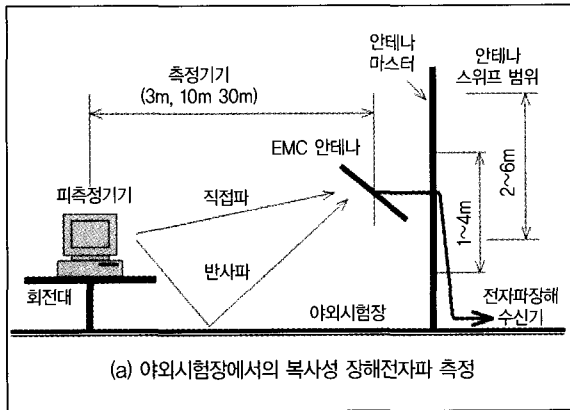


그림 5 복사성 장애전자파의 측정

기본이지만 야외시험장에서의 측정치와 상관관계를 알 수 있다면 그림 5(b)와 같이 전자파무향실을 이용하여 측정할 수도 있다. 전자파무향실에서의 측정법은 야외 시험장에서의 측정법과 동일하다.

30 MHz 이하 대역의 복사성 장애전자파는 피측정기기로부터 수평방향으로 방출되는 최대 자계의 세기를 측정한다. 야외시험장에서 피측정기기를 절연회전대 위에 설치하고 피측정기기로부터 10 m, 30 m 떨어진 위치에 루프 안테나를 설치하고 전자파장해 수신기를 접속시킨다. 루프 안테나의 루프 면을 수직으로 하여 기기 및 안테나를 회전시키면서 수신전압의 최대치를 측정한다. 이 측정치에 루프 안테나의 안테나 인자를 더하면 최대 자계를 구할 수 있다.

1 GHz 이상의 대역에서는 피측정기기로부터 방출되는 장애전자파의 실효 복사전력(effective radiated

power)을 측정한다. 즉 피측정기기를 전자파무향실에서 회전대 위에 놓고 이로부터 방출되는 장애전자파를 혼 안테나를 사용하여 수신하고 스펙트럼분석기로 수신 전력을 측정한다. 혼 안테나는 기기와 같은 높이로 원역장 영역에 설치하고 기기를 수평면내에서 회전시켜 수신전력의 최대치를 측정한다. 그 후에 피측정기기의 위치에 반파장 공진 다이폴 안테나를 설치하고 신호 발생기를 접속하여 앞에서 측정한 최대 수신전력과 같은 값이 수신되도록 신호 발생기의 출력을 조정한다. 이 때 안테나에 공급되는 전력이 실효 복사 전력의 측정치가 된다.

전도성 전자파내성 시험장치와 시험법

전도성 전자파내성 시험에는 높은 레벨의 의사 장애전자파를 피측정기기의 선로에 인가하기 때문에 의사 장애전자파 발생기 및 결합회로망(coupling network)을 사용한다. 또한, 강력한 장애전자파가 기기에 영향을 미치지 않도록 하여야 하므로 모든 선로에 설치할 분리회로망(decoupling network)이 필요하다. 의사 장애전자파 발생기에는 여러 가지의 특성이 있으나, 여기서는 펄스 장애전자파 발생기 및 연속 장애전자파 발생기에 대하여 설명한다.

펄스 장애전자파로서는 전력설비의 스위치 개폐와 뇌방전에 동반하는 수십 μs 의 펄스폭을 갖는 서지(surge) 장애전자파나 릴레이 등이 발생하는 수십 ns 의 폭을 갖는 좁은 펄스의 집합인 버스트(burst) 장애전자파가 있다. 버스트 장애전자파를 발생하는 의사 장애전자파 발생기의 기본구조를 그림 6에 나타내었다. 즉 충전용 콘덴서에 수십 kV의 고전압 전원을 접속하여 전

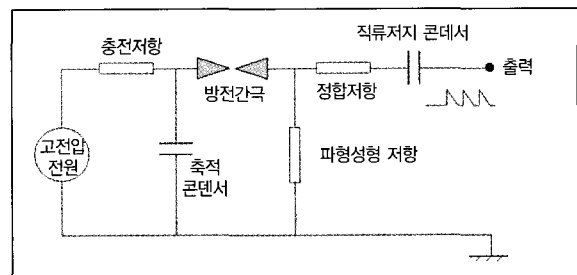


그림 6 버스트 장애전자파 발생기

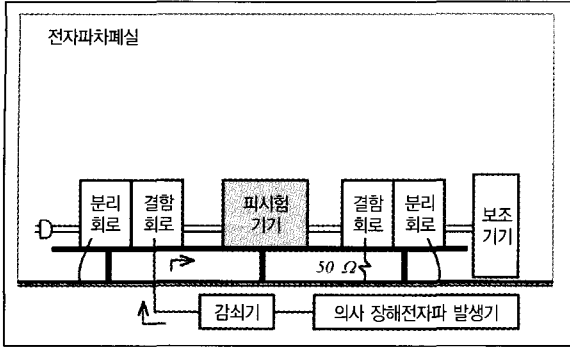


그림 7 전도성 전자파내성 시험장치 및 시험법

하를 추적하고 이 전하를 방전간극 등의 스위치를 통하여 순간적으로 방전시켜 파형 성형회로를 거쳐서 규정의 펄스 파형을 만들어 낸다.

방송이나 통신 등과 같은 강한 전파는 기기 등에 영향을 줄 수 있다. 이 때문에 무변조 또는 1 kHz의 신호로 AM변조(80% 변조도)한 높은 레벨의 정현파를 기기에 인가하여 내성시험을 한다. 일반적인 신호발생기의 출력은 아주 작기 때문에 전력증폭기를 이용하여 증폭하여야 한다.

주로 30 MHz이하에서는 장해전자파가 전원선이나 신호선을 따라서 전파한다. 이와 같은 도선을 따라서 전달되는 장해전자파에 대한 내성을 조사하기 위한 시험이 전도성 전자파내성 시험이다. 이 시험에서는 그림 7과 같이 시험신호를 의사 장해전자파 발생기로 발생시키고 이것을 결합회로망을 통하여 피측정기기의 선로에 인가한다. 이 때 분리회로망을 다른 모든 선로에 장착하여 강력한 인가 장해파가 다른 기기에 전달되지 않도록 한다. 이 시험은 인가 전자파가 외부에 누설되지 않도록 전자파차폐실 내에서 실시한다.

복사성 전자파내성 시험장치와 시험법

복사성 전자파내성 시험장치로서는 의사 장해전자파 발생기와 전자파 발생장치가 있다. 내성시험에 사용하는 의사 장해전자파 발생기로는 앞에서 설명한 연속 장해전자파 발생기를 이용하면 된다. 전자파 발생장치에는 전계를 발생시키는 것과 자계를 발생시키는 장치로 구분할 수 있다. 자계 발생장치는 헬름홀츠 코일이 있

으며, 중심에 피측정기기를 놓고 자계에 대한 내성시험을 할 때 사용된다. 평행평판 선로와 TEM셀, GTEM셀도 내성시험에 이용되며 이들을 모두 전자파 발생장치라 한다. 이에 대해서는 앞장(제3회)에서 이미 설명하였다.

일반적으로는 그림 8과 같이 전자파무향실 내에서 송신 안테나를 이용하여 기기에 전자파를 조사하여 내성시험을 하는 경우가 많다. 방사성 전자파내성 시험에 전자파무향실을 사용함으로써 피측정기기에 조사되는 전자파의 외부 누설을 방지할 수 있다. 야외시험장을 복사성 전자파내성 시험에 사용할 경우에는 피측정기기에 조사되는 전자파의 전자계의 세기가 전파법규에 규정되어 있는 한계치를 넘지 않아야 한다. 따라서, 복사성 전자파내성 시험에는 전자파무향실을 사용하는 것이 바람직하다

기기가 받는 높은 레벨의 전자파는 방송파 또는 휴대용 무선기로부터 나오는 전자파이다. 이 중에서 휴대전화기 등의 근역장 전자파에 대해서는 MIL규격을 제외하고는 일반적인 내성 시험법이 없다. 그러므로 실제의 무선기기를 이용하여 피측정기에 전자파를 방사시켜서 시험을 하기도 한다.

원역장 전자계 즉, 평면파에 대한 내성시험은 IEC규격 등에 자세히 규정되어 있다. 이 시험은 주로 30 MHz이상의 주파수 대역에서 이루어지며 연속으로 발생하는 장해전자파 발생기를 평행평판 선로 또는 TEM

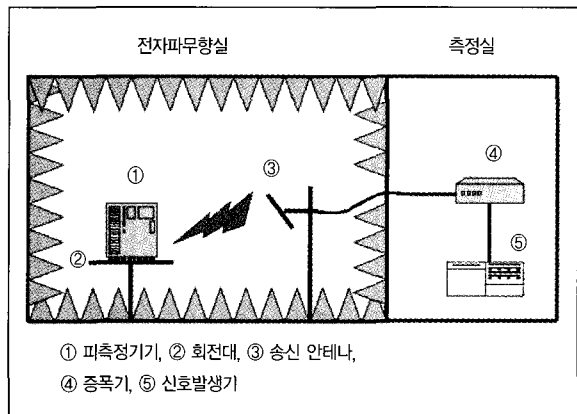


그림 8 복사성 전자파내성 시험



셀 등에 접속하여 그 내부에 발생하는 강력한 전자계 속에 피측정기기를 놓고 실시한다. 단, 좁은 공간내에 피측정기기를 설치하기 때문에 기기의 주위 전자계는 실제 사용시의 전자계와 일반적으로 다르다. 이 때문에 시험시에 발생하는 장애는 통상 사용할 때의 장애와는 다른 경우가 있다.

평행평판 선로나 TEM셀의 사용주파수는 장치의 치수에 의존하며 일반적으로 100~200 MHz 이하이다. 따라서 약 100 MHz 이상에서는 전자파무향실 내에서 송신 안테나로 피측정기기에 전자파를 조사하여 방사성 내성 시험을 하는 경우가 많다. 80 MHz 이하의 주파수 대역에서는 앞에서 설명한 전도성 전자파내성 시험을 실시한다.

정전기에 의해서 대전된 인체나 물체가 기기에 접촉하면 극히 짧은 시간에 방전하며 펄스형태의 방전전류

가 발생한다. 이러한 정전기 방전에 의해 기기가 영향을 받는 정도를 조사하는 것이 정전기방전 내성시험이다. 정전기방전 내성 시험장치는 펄스 장해전자파 발생기와 본질적으로 동일하지만 인체의 정전용량을 모의하는 콘덴서의 구체적인 구조 등에 의해서 콘덴서 방식과 날개방식의 시험장치로 구분된다. 이에 대한 구체적인 내용은 문헌을 참고하기 바란다.

[참고문헌]

- (1) 김기채, 김동일, 명노훈, 박동철, 이영훈, 전자파환경공학, 대영사, 2001.
- (2) Y. Shimizu and A. Sugiura, 전자방해파의 기본과 대책, 코로나사, 1997.
- (3) Reinaldo Perez, Handbook of Electromagnetic Compatibility, Academic Press, 1994.