

CISPR 20의 방사전기장 내성시험에서의 문제점 분석

장태헌 · 조원서 ·
조희곤*

산업기술시험원(KTL) ·
*(주)대우일렉트로닉스

I. 개 요

CISPR 20에서 오디오·비디오 방송수신기의 외부(주변) 전자기장에 대한 내성시험은 150 kHz~150 MHz 대역에서 Open Stripline을 이용하도록 규정하고 있다. 그러나 Open Stripline은 사용주파수의 한계가 있어 800 MHz~900 MHz 대역의 무선전화기에 대한 내성시험이 불가능하며, 제품의 크기(최대 높이가 0.7 m)에도 제한이 있다.

최근 개정된 CISPR 20(2002-02)에서는 Open Stripline을 이용한 시험과 IEC 61000-4-3에 의한 전자파 무반사실에서의 시험을 제품에 따라 선택 적용하도록 규정하고 있다. 최근 TV 수신기가 대형화되는 추세에 따라 대형 TV 수신기에 대하여는 외부 전자기장 내성 시험을 OSL에서 할 수 없게 된다. 이러한 경우 IEC 61000-4-3에 따른 시험방법으로 주파수 범위 80 MHz~150 MHz에서 동일한 시험레벨로 시험하도록 CISPR 20의 5.8.4항에 규정하고 있다. 이들 두 가지 방법에 있어서, CISPR 20에는 Open Stripline에 대한 특성, 특히 균일장 영역에 대한 정의가 언급되어 있지 않은 반면, IEC 61000-4-3에서 이 영역은 아주 중요하게 다루어지고 있다. 이에 대해 IEC 61000-4-3에 의한 전자파무반사실(챔버)에서의 내성 시험이 CISPR 20에 의한 OSL에서의 내성시험보다 가혹할 것이라고 문제를 제기하고 있다.

따라서, 본 고에서는 두 시험방법 간의 차이를 규명하고, CISPR 20에서 분명하게 언급되지 않은 Open Stripline의 균일장 영역을 모멘트 수치해석을 통하여

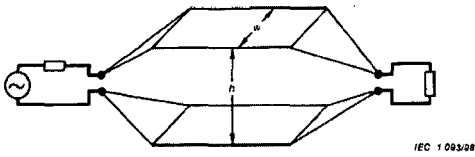
분석하였다. Open Stripline에서의 전자계 방정식은 준정적 근사법을 이용하여 유도하였고 수치해석 기법은 임의의 형상에 대한 전기적인 해석이 용이한 포인팅법을 적용하였다. 분석된 균일장 영역은 IEC 61000-4-3의 영역과 비교하였으며 두 방법 간의 균일장 영역에서의 시험레벨을 분석하였다.

II. Open Stripline의 특성분석

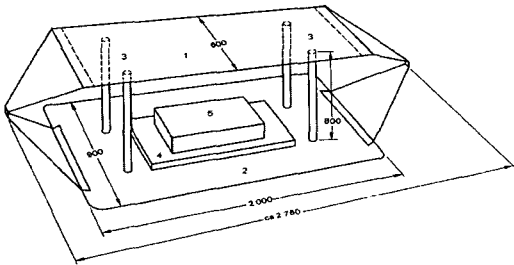
오디오·비디오 방송수신기를 제외한 대부분의 전기·전자기기에 대한 방사 전자기장 내성시험은 IEC 61000-4-3에 따라 전자파 무반사실에서 이루어지고 있다. 한편 오디오·비디오 방송수신기에 대한 전자파 내성 규격인 CISPR 20에서는 이 시험을 Open Stripline을 이용하도록 규정하고 있다. 그러나 CISPR 20에서 Open Stripline에 대한 기술적인 정보가 미미한 상태여서 균일장 영역과 전기장의 분포현황을 분석해 볼 필요가 있다. 이러한 분석을 근간으로 Open Stripline의 교정방법도 알 수 있기 때문이다.

2-1 CISPR 20에 규정된 Open Stripline의 구조

두 개의 평행 도체판 사이로 진행되는 TEM 모드 전자파로 자유공간 상태에서와 같은 균일한 전자파를 발생시킬 수 있다. 이 경우 전기장 성분은 평행 도체판에 수직이며 자기장은 평행하다. 이러한 전자기장을 발생시키는 Open TEM Stripline(OSL)의 구조는 [그림 1]과 같다. 이 OSL의 사용 주파수 범위는 150 MHz까지이고, 시험품의 높이는 0.7 m까지로 제



[그림 1] OSL의 기본 구조



1. 금속 상부판(2 m×0.6 m) 하부 판과 병렬구조
2. 금속 하부판(2 m×0.9 m)
3. 플라스틱 지지대(0.8 m)×4
4. 비금속 지지대
5. 시험품

[그림 2] OSL 장치의 개략도

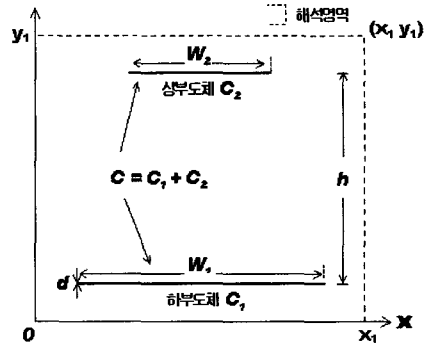
한된다. 특성 임피던스는 150 Ω이다. CISPR 20에 규정되어 있는 OSL의 도면을 [그림 2]에 나타내었다.

2-2 Open Stripline의 특성 분석

두께가 아주 얇은 내부 도체가 상하 좌우 대칭구조를 갖는 TEM Cell류에 대한 분석은 많은 논문을 통해 제시되고 있다. 본 고에서는 준정적 근사 해석으로 유도된 적분 방정식을 보다 더 확장하여 OSL 구조에 적합한 수식 유도를 통해 모멘트법으로 Stripline 내에 전자계를 구하고 관련된 특성을 분석해 본다.

2-2-1 Open Stripline의 전자계 방정식 유도

[그림 2]에서 OSL의 구조를 해석을 위한 단면구조로 표현하면 [그림 3]과 같이 된다. 단면구조에 있어서 C_1 은 평행판 선로의 하부 도체판이고 C_2 는 상부 도체판이며 점선은 해석영역을 나타낸다.



[그림 3] OSL의 단면도 및 직각 좌표상에서의 위치

이러한 구조에 있어서 각 평행판 도체가 완전도체라고 하면 두 평행판에 의한 해석영역에서의 전자계는 다음과 같이 표현된다.

$$E(x, y) = -\nabla\phi(x, y) \tag{1}$$

상하부 도체에 전압 $V[V]$ 를 인가시 스칼라 포텐셜 ϕ 에 대한 경계조건은 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \phi(x, y) &= V \text{ (상부 도체 } C_2) \\ &= -V \text{ (하부 도체 } C_1) \end{aligned} \tag{2}$$

식 (1)의 스칼라 포텐셜은 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned} \phi(x, y) &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \int_{C_i} \rho(x', y') \\ &\quad \ln \left[\frac{1}{\sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2}} \right] dc_i \end{aligned} \tag{3}$$

식 (3)을 풀기 위해서 식 (2)의 경계조건과 함께 모멘트법을 적용하면 식 (3)은 다음과 같은 행렬식으로 간단히 표현된다.

$$[Z_{ij}][\rho_j] = [\phi_i] \tag{4}$$

여기서,

$$\begin{aligned} Z_{ij} &= \frac{\Delta C_i}{2\pi\epsilon_0} \ln \left[\frac{1}{\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}} \right] (i \neq j) \\ &= \frac{\Delta C_i}{2\pi\epsilon_0} \left[1 - \ln \left(\frac{\Delta C_i}{2} \right) \right] (i = j) \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned} \phi(x, y) &= V \text{ (관측점}(x_i, y_i)\text{이 } C_2\text{에 놓일 때)} \\ &= -V \text{ (관측점}(x_i, y_i)\text{이 } C_1\text{에 놓일 때)} \end{aligned} \quad (6)$$

식 (4)에 역행렬을 취하여 전하 분포를 해석하고 전하 분포를 이용하여 OSL 내의 전기장을 구할 수 있다.

$$E_x(x, y) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \rho_i \Delta C_i \frac{(x-x_i)}{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \quad (7)$$

$$E_y(x, y) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \rho_i \Delta C_i \frac{(y-y_i)}{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \quad (8)$$

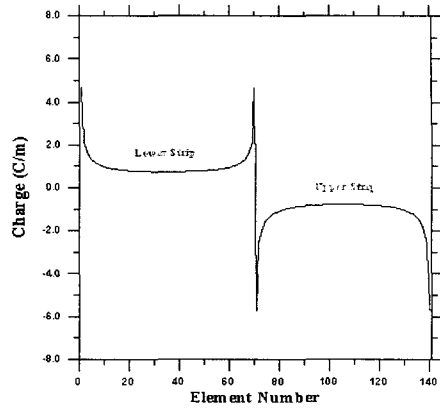
OSL내의 특성 임피던스는 식 (7)과 (8)에서 구해진 전계를 이용하여 구한다. OSL의 특성 임피던스는 OSL이 연결되는 외부장치, 주로 신호발생기 또는 증폭기 등의 임피던스와 정합이 되어야 한다.

2-2-2 수치해석을 통한 Open Stripline의 특성

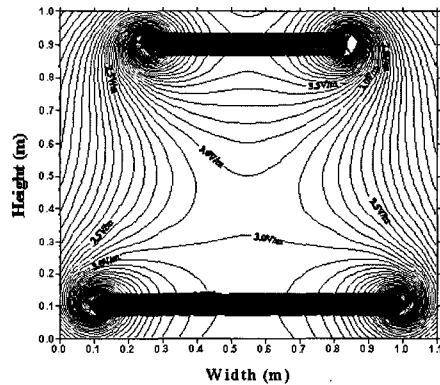
[그림 3]의 OSL 단면구조와 함께 OSL의 전기적 특성을 해석하기 위해 적용된 치수는 다음과 같다. 상부 도체 폭 W_1 : 0.9 m, 하부 도체 폭 W_2 : 0.6 m, 높이 h : 0.8 m, 해석영역 : $x_1 = 1.1$ m, $y_1 = 1.0$ m.

수치해석 동안에 상부 도체와 하부 도체의 두께는 전기적으로 매우 얇은 것으로 가정하였다. 또한 CISPR 20에서 사용 주파수 영역을 상한 150 MHz로 규정해 놓았기 때문에 테이퍼 영역으로 인해 발생하는 고차 모드와 관련된 차단 주파수의 해석은 제외하였다.

[그림 4]는 OSL 상부 도체와 하부 도체 상에 전하 분포를 나타낸다. 해석을 위해 상부 도체에 전압 +1 V와 하부 도체에 -1 V를 인가하였다. [그림 4]에서 전하는 도체 중앙보다 모서리에서 높게 분포하는 것을 알 수 있다. 이러한 분포는 모서리 부분에서 높은 전기장을 발생시킬 것이다. [그림 5]는 OSL 내의 전기장 분포를 나타낸다. 상부 도체와 하부 도체 사이의 중앙에서 전기장의 세기는 3 V/m이다. 중앙으로 부



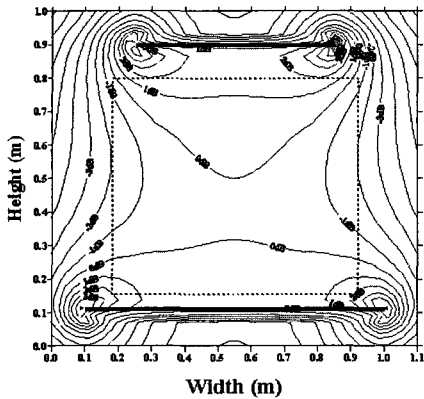
[그림 4] OSL 내 상하부 도체에서의 전하분포



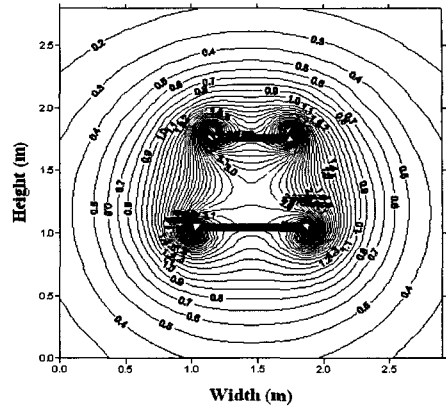
[그림 5] OSL 내의 전기장 분포(중심점에서 3 V/m 기준)

터 하부 도체에 이르기까지 3 V/m의 전기장 영역이 넓게 분포하는 반면, 상부 도체 쪽으로 가까이 가면 3.5 V/m까지 전기장의 세기가 증가한다. 이것은 상부 도체의 폭이 하부 도체의 폭보다 좁기 때문이다. 한편 도체판 모서리에 가까이 갈수록 전기장의 세기는 급격히 증가하는 것을 볼 수 있고 도체판의 외부에서 필드 세기는 급격히 낮아지는 것을 볼 수 있다.

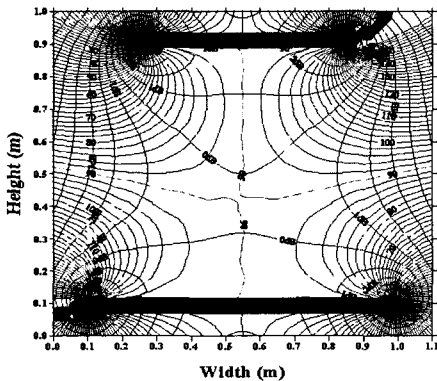
[그림 6]은 OSL내의 균일장 영역을 나타낸다. CISPR 20에서 균일장 평가를 할 때 전기장의 편차는 ± 2 dB로 하고 있다. 따라서 OSL이 이상적인 자유공간상에 놓여있다고 가정할 때 ± 2 dB 영역은 [그림 6]에서 사각형 점선과 같다. 해석 결과 균일장 영역은



[그림 6] OSL 내의 ± 2 dB 균일장 영역 (0.75 m×0.65 m)



[그림 8] OSL 주변에서의 전기장 분포도



[그림 7] OSL 내의 전기장 분극 분포도

0.75 m×0.65 m이다. 상부 도체로부터 약 0.1 m의 간격을 유지해야 하고 하부 도체로부터는 0.05 m이다. 그러나 CISPR 20에서는 하부 도체로부터 0.1 m의 비전도 테이블을 놓고 시험품을 설치하도록 규정하고 있어 실제 시험품의 높이는 0.6 m를 초과할 수 없다. 그러므로 CISPR 20에서 높이 0.7 m를 초과하는 시험품은 IEC 61000-4-3에 따르도록 한다면, OSL에서는 시험품과 상부 도체가 거의 맞는 정도까지 시험이 가능하다는 결론이다. 이런 경우 일반 TV는 상부 도체의 모서리 부분에서 높은 전기장에 노출되지만 대부분의 전기회로는 TV의 아래쪽에 두기 때문에 큰 영향이 없을 것으로 판단된다. 그러나 PDP 또는

LCD TV의 경우, 케이스 안쪽이 도체로 되어 있어 OSL의 상부 도체와의 전기적인 결합이 우려된다. [그림 9]는 전기장 분극도를 보여주고 있으며, 모서리로 갈수록 필드가 급격하게 휘는 것을 볼 수 있다.

OSL의 특성 임피던스에 있어서 CISPR 20은 150 Ω으로 규정되어 있지만, 본 해석은 166.8 Ω으로 OSL의 설계시에 유의해야 할 것으로 사료된다.

[그림 8]은 OSL에서 발생한 전기장의 세기가 OSL 주변에서 어느 정도로 분포되는지를 파악하기 위하여 OSL로부터 1 m 떨어진 곳까지 해석해 보았다. 실제로 OSL은 전자파 차폐실 내에 설치하여 사용하기 때문에 차폐실 벽면으로부터의 반사는 OSL 내에서 균일장 형성을 어렵게 만들 수 있다. 따라서 실제 사용할 때에는 OSL 주위에 흡수체를 설치하거나 차폐실 벽면에 흡수체를 부착하여 무반사실로 만드는 경우도 있다. 그림을 살펴보면 OSL 주위 반경 1.5 m 내에는 0.2~0.4 V/m의 전기장이 분포하는 것을 알 수 있으며, 이에 따라 차폐실 벽체로부터의 반사를 줄이기 위하여 적절하게 흡수체를 배열해야 할 것으로 보인다.

Ⅲ. 규격간의 방사 전자기장 내성 비교 분석

CISPR 20에서 규정하고 있는 방사 전기장 내성

시험과 IEC 61000-4-3에 따른 시험방법은 차이가 있을 수 있다. 특히, 제조업체 입장에서 볼 때 두 규격 간의 차이가 발생한다면, 시험적용 면에서 보다 덜 엄격한 규정으로 시험을 진행할 우려가 있다. 또한, 높이 0.7 m 경계에 있는 제품은 두 방법의 적용에 있어서 어느 방법을 택할 것인가에 대해서도 논란의 여지가 있다. 업체는 될 수 있으면 덜 엄격한 조건을 적용하려 할 것이고 시험자는 쉽고 편리한 방법을 선택할 수 있기 때문이다. 따라서 본 장에서는 두 시험조건상에 차이가 무엇인지를 규명하기 위해서 우선 규격상에서의 차이를 파악하고 실험을 통해 규명하여 그 차이를 없애기 위한 일치화를 제안한다.

3-1 규격간의 교정방법 비교

3-1-1 CISPR 20에서의 Open Stripline의 교정방법

두 평행 도체판의 높이가 h 인 OSL 입력에 전압 U_i 을 인가하면 전기장 E 가 발생한다.

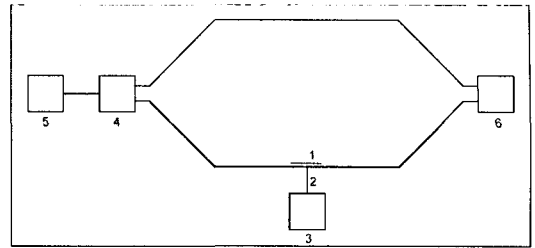
$$E = \frac{U_i}{h} \quad (9)$$

실제로 이 관계식에서 기구적인 오차, 재료의 손실, 그리고 정재파와 방사를 일으키는 내부 반사 등에 의해 편차가 발생될 수 있다. 이러한 편차들은 일반적으로 주파수 의존 함수이기 때문에 각 스트립라인에 대해 전달인자(Transfer Factor)를 교정할 필요가 있다.

$$T = E - U_i \quad (10)$$

여기서, T 는 전달인자(dBm^{-1})이고 U_i 는 입력전압(dBV)이다.

[그림 9]에 따라서 OSL 내부의 전기장의 세기를 시험하기 위하여 $200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ 크기의 금속판이 하부 도체 10 mm 위에 설치한다. 하부 도체와 관계된 이 측정판의 RF 전압은 RF 밀리볼트 미터 또는 적절한 측정기기를 사용하여 측정된다. 측정기기는 $\geq 100\text{ k}\Omega$ 에 병렬로 3 pF로 종단시킨다. 측정판의 콘덴

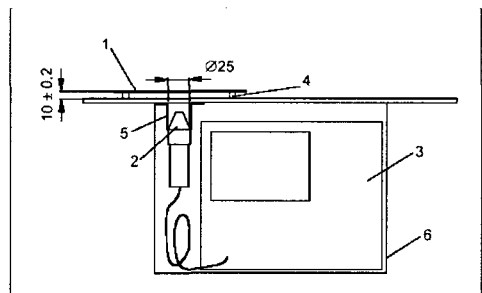


1. 금속 측정판(200 ± 0.5) $\text{m} \times (200 \pm 0.5)$ $\text{mm} \times 1$ mm
2. 측정 프로브
3. RF 밀리 전압계
4. 정합 회로망
5. 방해 신호 발생기
6. 150 Ω 종단저항

[그림 9] 교정을 위한 회로 배치도

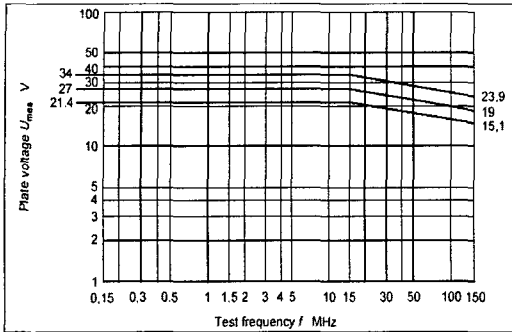
서는 35 pF로 한다. 10 MHz 이상에서 종단 저항값은 주파수에 따라서 감소될 수 있다(100 MHz에서 10 k Ω 까지).

[그림 10]에서는 측정기기의 배치 예를 보여주고 있다. 방해 신호발생기로부터 10 V(e.m.f)를 인가할 때 측정판에서의 전압은 [그림 11]과 같이 되어야 한다. 이때 OSL 내에서의 전기장의 세기는 3 V/m가 되



1. 금속 측정판(200 ± 0.5) $\text{m} \times (200 \pm 0.5)$ $\text{mm} \times 1$ mm
2. 측정 프로브
3. RF 밀리 전압계
4. 이격 플라스틱 조각
5. 스트립 라인의 바닥판, 25 mm 넓이
6. 금속박스(350 ± 1.2) $\text{mm} \times (250 \pm 1.2)$ mm , 뒤가 막히고 OSL 하부 도체와 견고한 구조

[그림 10] 교정을 위한 측정판의 배치도



[그림 11] 교정을 위한 측정판의 배치도

며, 이 시험은 측정하는 주파수 범위에서 실시되어야 한다. ± 2 dB의 제한된 편차보다 더 큰 편차들은 주파수에 의존하는 보정인자 (Correction Factor) K_1 로 보정한다.

$$K_1 = \frac{U_{mes}}{U_{nom}} \quad (11)$$

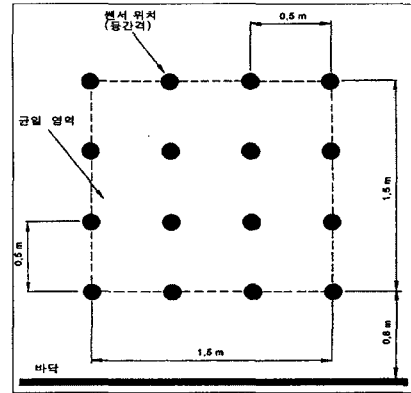
여기서, U_{mes} 은 측정판에서 측정된 전압이고 U_{nom} 은 기준 전압이다. 협대역 편차는 식 (20)의 상대 협대역 편차가 10%보다 낮은 레벨에서 시작된다.

$$\Delta NB_r = \frac{2(f_2 - f_1)}{f_2 + f_1} \times 100 (\%) \quad (12)$$

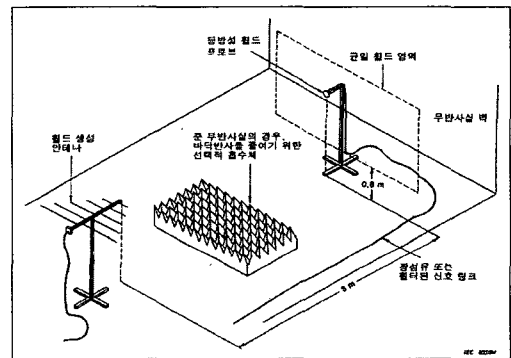
여기서, f_1 과 f_2 는 MHz 단위의 고려할 협대역의 차단 주파수(-3 dB)이다. 스퓨리어스 영향이 교정절차에 따라서 실시하는 동안에 측정 결과에 간섭을 주는지 입증해야 한다.

3-1-2 IEC 61000-4-3에서의 교정방법

IEC 61000-4-3에서의 필드 교정의 목적은 시험품에 필드의 균일성이 시험 결과에 검증을 확신할 수 있을 정도로 충분한가를 확인하는 것이다. 필드센서의 측정 값을 쉽게 하기 위하여 교정하는 동안에는 변조를 하지 않는다. 균일장 영역은 시험품과 주변 케이블이 최소 교정영역 내에 위치할 수 없다면, [그



[그림 12] 필드의 교정, 균일장 영역의 치수



[그림 13] 필드 교정을 위한 배치도

림 12)와 같이 1.5m×1.5m(16포인트 격자)이며, 최소영역은 0.5m×0.5m 이상(4포인트 격자)이어야 한다. 교정을 할 때 필드의 세기는 원하는 인가 필드의 최소 1.8배 높은 레벨로 하여 교정한다. 이것은 RF 전력 증폭기가 변조신호에 대해 포화되지 않고 충분히 발생시키기 위해서이다.

Constant Field Strength Calibration Method

- [그림 13]과 같이 교정을 위한 배치를 하고 격자의 16 포인트 중 한 포인트에 센서를 위치한다.
- 원하는 목표 필드의 세기를 얻기 위하여 전력 증폭기의 순방향 전력을 조절한다.

- c. 주파수를 증가시키면서 얻어진 순방향 전력 값을 기록한다.
- d. 남은 15개의 지점에서 위와 같은 방법을 수행하여 순방향 전력 값을 기록한다.
- e. 각 주파수별로 16 포인트의 순방향 전력 값을 내림차순으로 정리한다.
- f. 각 주파수에서 1 포인트씩 제거하면서 12 포인트가 6 dB 편차 이내에 있는지 확인한다.

3-2 측정결과에 대한 분석

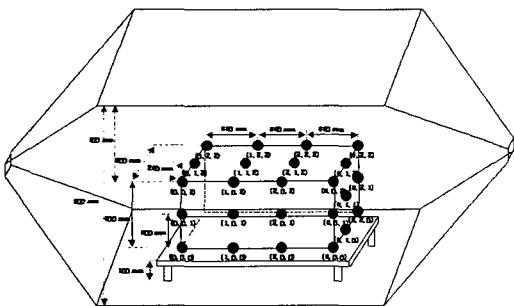
3-2-1 Open Stripline과 전자파 무반사실 간의 측정조건

두 방법 간에 전기장의 세기를 비교하기 위하여, 먼저 측정방법을 정할 필요가 있다. [그림 14]와 [그림 15]와 같이 동일한 체적을 규정하고 측정 포인트는 36개를 선정하여 수직편파에 대해서만 평가하였다. OSL에서 형성되는 전기장의 주요 편파성분은 수직이기 때문에 챔버에서도 안테나의 극성을 수직으로 동일하게 하였다.

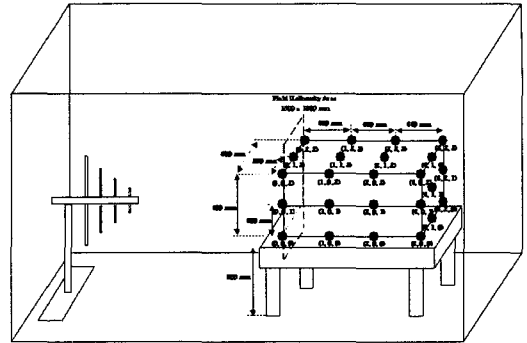
- 측정체적: 0.9 m(폭)×0.6 m(높이)×0.5 m(깊이)
- 측정 주파수: 80 MHz~150 MHz(5 MHz step)

3-2-2 Open Stripline 내의 필드 측정 결과

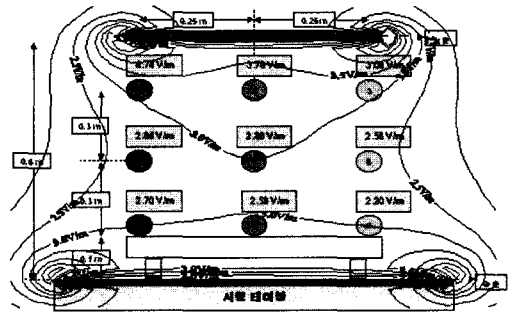
CISPR 20에서의 교정방법은 하부 도체 위에 측정판을 이용해 RF 전압을 측정하지만, IEC 61000-4-3에서는 필드 프로브를 이용하는 방식이다. 따라서 본



[그림 14] OSL 내부의 전기장 측정 위치



[그림 15] 챔버 내부의 전기장 측정 위치



[그림 16] OSL 내의 전기장 분포 측정 값(3 V/m 기준)

연구에서는 IEC 61000-4-3의 방법과의 비교를 위해 OSL 내의 필드 세기를 프로브를 이용하여 직접 측정하였다. 이 측정 값은 이론적 해석 결과와 비교되었다.

[그림 16]은 OSL 내의 전기장 강도의 측정 값에 대한 예를 나타낸다. 측정은 OSL 내의 9개 포인트에 대해 주파수 110 MHz에서 실시되었다. 그림에서 알 수 있듯이 상부 도체 부근에서의 전기장 세기는 이론치보다 더 높게 측정된 반면, 그 외의 지점에서는 훨씬 낮게 측정되었다. 이것은 CISPR 20에서 측정판을 이용한 교정방법이 정확하지 않거나, 측정과정에서 프로브의 방향성 때문일 수 있다. 스트립의 모서리 부분에서는 필드의 방향이 급격하게 변하기 때문에 좀더 세밀한 측정과 주의가 요구된다.

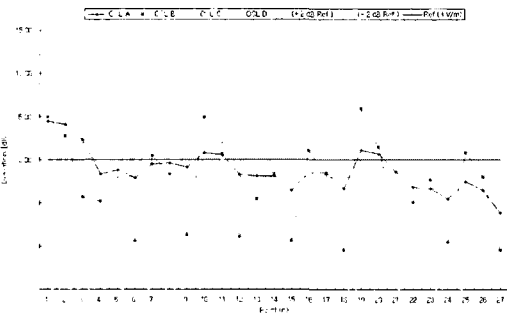
3-2-3 시험소간 Open Stripline의 필드 측정 결과 비교

CISPR 20에서의 교정방법에 대한 좀더 세밀한 조사를 위하여 시험소들의 교정 결과치를 가지고 비교 분석하여 보았다. 비교대상 시험소는 국내에 CISPR 20시험 규정에 적합한 장비를 보유하고 있는 4곳(A, B, C, D)을 선별하여 [그림 14]에서 명시된 측정 포인트에 대해 프로브를 이용하여 측정을 실시하였다. 사용된 OSL은 모두 CISPR 20의 교정방법에 따라 교정 결과가 ± 2 dB를 만족한다.

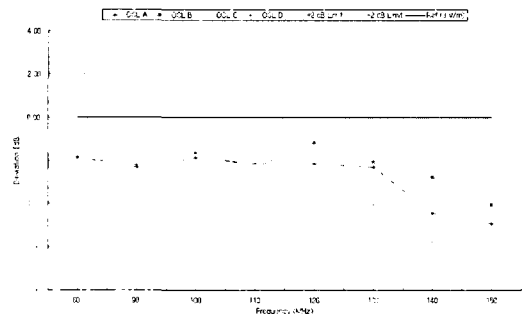
[그림 17]과 [그림 18]은 각각 주파수 100 MHz와 150 MHz에서의 측정 포인트별 편차를 나타낸다. 측정결과를 살펴보면 알 수 있듯이 프로브를 이용한 측정 결과는 대부분 CISPR 20에서 명시한 ± 2 dB 내의 편차 영역을 벗어나고 있다. 100 MHz의 측정 결과에 있어서 시험소 D의 경우는 -2 dB 영역을 모두 벗어나 필드의 세기는 가장 약하게 인가되는 것으로

확인되었으며, 시험소 B인 경우에는 포인트에 따라 필드 세기의 변화가 가장 많은 것으로 확인되었다. 필드 세기의 변화는 최저 -13 dB 정도이고 최고 $+7$ dB까지 측정되었다. 반면, 시험소 A의 교정 결과는 비교적 안정된 상태로 변화하고 있는 것을 볼 수 있다. 150 MHz의 측정 결과는 더욱 심각하여 시험소 B의 경우 최저 -20 dB도 측정되었으며, 100 MHz의 측정 결과보다 모든 시험소의 측정 결과가 더 낮게 측정되었다. 측정 결과를 종합하여 분석해 보면 상부 도체 근처의 몇몇 측정 포인트를 제외하고는 CISPR 20에서 명시한 ± 2 dB 교정편차보다 훨씬 낮은 값으로 측정되었으며, 이것은 실제 시험품이 OSL의 아래쪽에 위치하는 것을 고려해 볼 때 인가되는 필드의 세기는 훨씬 낮게 인가되고 있는 것을 보여준다.

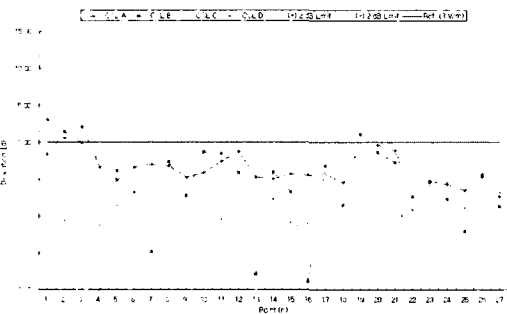
[그림 19]에서는 OSL의 중심에서 3 V/m가 인가된다



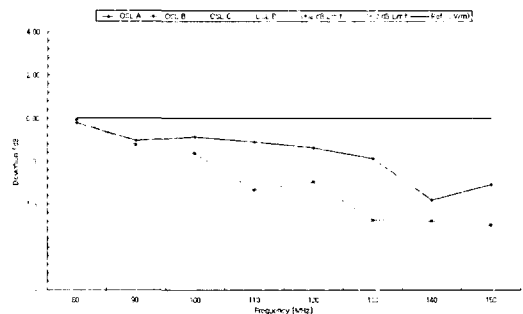
[그림 17] 100 MHz에서의 측정 포인트별 편차



[그림 19] OSL 중심에서의 시험소간 편차



[그림 18] 150 MHz에서의 측정 포인트별 편차



[그림 20] OSL 측정치 전체의 평균 값에 대한 편차

는 CISPR 20의 교정방법을 토대로 중심에서 프로브로 측정된 필드의 세기를 시험소간에 비교하였고 [그림 20]은 OSL 측정치 전체에 대한 평균 값에 대한 시험소간 편차를 보여준다. 시험소 D의 경우 다른 시험소에 비해 가장 낮은 값이 인가되고 있음을 보여 주고 있으며, 프로브로 측정한 결과는 CISPR 20에서 명시한 값과는 달리 모두 낮게 측정되었다.

3-2-4 Open Stripline과 전자파 무반사실에서의 교정 결과 비교

CISPR 20과 IEC 61000-4-3의 두 교정 방법간에 전기장의 세기를 측정하여 비교하였다. 교정을 위한 조건은 3-2-1에 기술되어 있는 방법으로 동일하게 적용하였으며, 비교 결과는 ± 2 dB 편차를 기준으로 백분율로 환산하였다. OSL의 경우 먼저 CISPR 20에 따라 교정을 하고 다시 프로브로 측정 포인트에 따라 측정하였다.

<표 1>은 OSL에서의 프로브를 이용한 측정 결과를 보여주고 있다. CISPR 20의 교정 허용편차인 ± 2 dB 이내를 만족하는 것은 31.5%이고 68.5%는 허용 편차를 벗어나고 있다. 특히, -2 dB 미만이 66.1%로서 CISPR 20의 교정조건을 만족한다 할지라도 실제 인가되는 필드의 세기는 규정 세기보다 더 약하

<표 1> OSL에서 측정된 전기장 분포 통계

Freq. MHz	평균 (V/m)	최대값 (최소값)	+편차 (dB)	-편차 (dB)	-2 dB 미만	2 dB 초과	± 2 dB 이내
80	2.1	3.2(1.4)	1.0	-6.4	27	0	9
90	2.0	2.8(1.4)	-0.2	-6.6	28	0	8
100	2.2	4.3(1.8)	-0.2	-5.5	23	0	13
110	2.7	4.0(1.7)	4.5	-4.6	15	5	16
120	2.7	4.1(1.4)	3.2	-4.7	13	3	20
130	2.2	2.6(1.2)	1.1	-7.0	24	0	12
140	1.7	2.5(1.3)	-2.5	-7.5	36	0	0
150	1.8	3.6(2.3)	-0.6	-7.3	34	0	2
평균	2.17				66.1%	2.4%	31.5%

<표 2> IEC 61000-4-3 챔버에서 측정된 전기장 분포 통계

Freq. MHz	평균 (V/m)	최대값 (최소값)	+ 편차 (dB)	- 편차 (dB)	-2 dB 미만	2 dB 초과	± 2 dB 이내
80	3.9	5.5(2.9)	5.2	-0.4	0	20	16
90	3.7	5.2(2.7)	4.8	-0.8	0	19	17
100	2.7	3.8(1.6)	2.0	-5.7	13	1	22
110	2.5	3.5(1.2)	1.4	-7.8	18	0	18
120	2.6	3.5(1.6)	1.2	-5.2	14	0	22
130	2.8	3.3(2.0)	0.8	-3.4	8	0	28
140	3.0	3.7(2.4)	1.8	-2.0	1	0	35
150	2.9	3.6(2.3)	1.5	-2.3	3	0	33
평균	3.01				19.6%	11.7%	68.7%

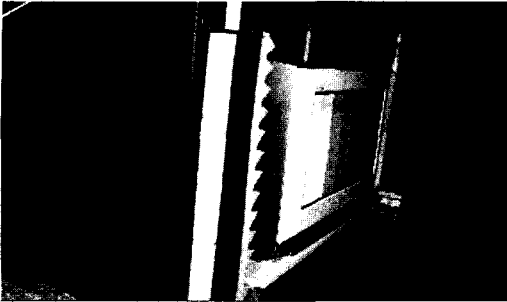
게 인가되고 있음을 보여준다. <표 2>에서는 OSL과 달리 68.7%가 허용편차인 ± 2 dB를 만족하고 있어 두 방법 간의 큰 편차가 있음을 보여주고 있다. 따라서 현재 CISPR 20에서 명시한 것처럼 두 방법을 선택적으로 사용하기 위해서는 두 교정 방법 간에 상호 보완이 필요하다.

3-2-5 두 방법 간의 실제 실험 결과 차이

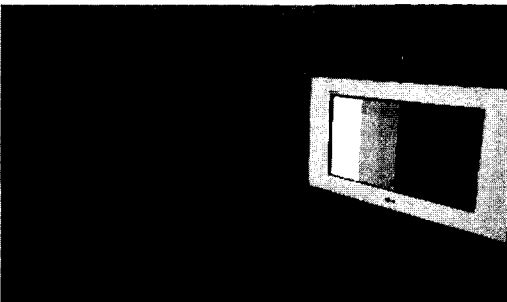
이번에는 실제 TV를 놓고 OSL과 전자파 무반사실에서 전자기장 방사 내성시험을 실시하였다. 시험품의 위치는 3-2-1항에서 명시된 영역 내에 있도록 했으며, 교정은 CISPR 20과 IEC 61000-4-3에 의한 결과를 모두 만족시키는 상태에서 실시되었다. <표 3>

<표 3> 두 방법의 시험조건 및 측정결과

주요사항	Open stripline	Anechoic chamber
주파수	80 MHz ~ 150 MHz	80 MHz ~ 150 MHz
교정결과	CISPR 20 만족	IEC 61000-4-3 만족
최대 허용레벨	130 dBuV/m (107.8 MHz)	130 dBuV/m (107.8 MHz)
Margin	5 dB (Limit: 125 dBuV/m)	0 dB (Limit: 125 dBuV/m)



[그림 21] OSL 내에서의 방사 전자기장 내성 측정장면



[그림 22] 무반사실 내에서의 방사 전자기장 내성 측정 장면

은 측정 조건과 측정 결과를 보여준다.

측정 결과의 비교에서 보면 OSL의 시험이 무반사실에서의 시험보다 약 5 dB 완화된 조건임을 확인하였다. 결국 OSL은 챔버에서의 시험보다 낮은 필드가 인가되며 TV의 크기 경계에서 OSL에서 시험을 할 것인가 또는 챔버에서 시행할 것인가에 대한 논란이 예상된다. [그림 21]과 [그림 22]는 각각 측정 장면을 보여준다.

IV. 결 론

최근 개정된 CISPR 20(2002-02)에서는 OSL을 이용한 시험과 IEC 61000-4-3에 의한 전자파 무반사실에서의 시험을 제품에 따라 선택 적용하도록 규정하고 있다. 이들 두 가지 방법에 있어서, CISPR 20에는

OSL에 대한 특성, 특히 균일장 영역에 대한 정의가 언급되어 있지 않은 반면, IEC 61000-4-3에서는 아주 중요하게 다루어지고 있다.

본 고에서는 두 시험방법 간의 차이를 규명하기 위해 먼저, 규격에서 분명하게 언급되지 않은 Open Stripline의 균일장 영역을 모멘트 수치해석을 통하여 분석하였다. 해석 결과를 토대로 프로브를 이용하여 OSL내의 전기장을 측정하였고, 동일한 조건에서 전자파 무반사실에서 측정한 결과와 비교하였다. 먼저 측정대상인 OSL은 CISPR 20의 교정절차에 따라 교정 허용치를 만족했음에도 프로브를 이용한 측정에서는 대부분 허용치보다 아주 낮은 값으로 측정되었고 CISPR 20의 교정 허용편차인 ± 2 dB 이내를 만족하는 것은 31.5 %이고 68.5 %는 허용편차를 벗어났다. 반면, 전자파 무반사실에서는 68.7 %가 허용편차인 ± 2 dB를 만족하고 있어 두 방법 간의 큰 편차가 있음을 보여주었다. 이것은 OSL이 CISPR 20의 교정 조건을 만족한다 할지라도 실제 인가되는 필드의 세기는 규정 세기보다 더 약하게 인가되고 있음을 보여주고 있으며, 현재 CISPR 20에서 명시한 것처럼 두 방법을 선택적으로 사용하기 위해서는 두 교정 방법 간에 상호 보완이 필요하다는 것을 확인하였다.

본 연구 결과는 2004년 9월 중국 상해에서 개최된 CISPR 국제회의의 I 소위원회에서 발표되어 많은 국가로부터 호응을 받았으며, 두 방법 간의 보다 정확한 상호 보완 팩터를 구하기 위해 시험소 간의 Round Robin Test를 거쳐 더 많은 데이터를 제시할 것을 요구받았다. 실제 시험품을 이용한 비교에서도 두 방법 간의 측정 결과가 OSL의 시험이 무반사실에서의 시험보다 약 5 dB 완화된 조건임을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] Jae-Hoon Yun, Jin-Suck Kim, Won-Seo Cho, and

- Jung-Ki Kim, "Performance of coupled transmission line cell for generating standard EM-fields", *Electron. Lett.*, 34(12), pp. 1210-1211, 1998.
- [2] CISPR 20: 2002-10, Sound and television broadcast receivers and associated equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
- [3] IEC 61000-4-3, Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-3 : Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test(Amendment 1).
- [4] IEC 1000-4-20, Testing and measurement techniques - Section 20 : Immunity and emission in TEM cells, 1995.
- [5] CISPR1/WG1(W. S. Cho & T. H. Jang), "Comparison between open stripline and anechoic chamber in field level for measurement of immunity from radiated fields", Aug. 2004.
- [6] 장태헌, 조원서, 조희곤, "CISPR 20의 외부내성에서 개방형 스트립라인과 전자파 무반사실 간의 시험레벨 비교", 한국전자과학회 추계 마이크로파 및 전파 학술대회 논문집, 2004년 9월.

≡ 필자소개 ≡

장 태 헌



1996년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
 2002년 2월: 아주대학교 산업대학원 정보전자공학과 (공학석사)
 1996년 5월~현재: 산업기술시험원 전자파팀
 2002년~현재: CISPR I 소위원회 국내간

사

[주 관심분야] EMI/EMC 측정 표준화, EMI/EMC 대책기술

조 희 곤

1988년 2월: 원광대학교 전자공학과 (공학사)
 1998년 8월: 연세대학교 산업대학원 전자공학과 (공학석사)
 1988년 1월~현재: (주)대우일렉트로닉스
 [주 관심분야] EMI/EMC 대책기술, EMI/EMC Simulation

조 원 서



2000년 8월: 중앙대학교 전자공학과 (공학박사)
 1991년 8월~1999년 3월: 생산기술연구원 선임연구원
 2000년 12월~2004년 6월: 산업기술시험원 전자파팀장
 2001년 3월~현재: CISPR 국내전문위원회

회 간사

2002년 10월~현재: Asia Network Forum, EMC Group Leader
 2004년 7월~현재: 산업기술시험원 정보통신팀장
 2004년 9월~현재: CISPR/B 국제위원회, Project Leader
 [주 관심분야] EMI/EMC 측정 표준화, 안테나, 수치해석