

[별표 15]

## KN16-1-4

전자파장해 및 내성 측정 기구  
와 방법에 대한 규정

1-4 전자파장해 및 내성측정기구  
- 방사성 장해측정용 보조장비 -

## 목 차

1. 범위 및 목적 .....	1
2. 표준 참고 문헌 .....	1
3. 용어 정의 .....	2
4. 방사성 장애 측정용 안테나 .....	4
5. 주파수 30 MHz - 1000 MHz 범위의 무선장애 세기 측정용 시험장 .....	15
6. 총방사전력 측정용 잔향실 .....	32
7. 방사성 장애 측정에 대한 내성용 TEM 셀 .....	35
8. 주파수 1 GHz - 18 GHz 범위에 대한 무선장애세기 측정용 시험장 .....	35
부록	
A (기준) 광대역 안테나의 파라미터 .....	36
B (기준) 모노폴 안테나(1 m 막대형 안테나)의 성능방정식 및 안테나와 결합된 정합회로의 특성 .....	41
C (기준) 주파수 9 kHz - 30 MHz 범위의 자기장 유도전류 측정용 루프 안테나 시스템 .....	48
D (정보) 주파수 30 MHz - 1 000 MHz 범위의 야외시험장에 대한 세부 구조 (5절) .....	61
E (기준) 주파수 30 MHz - 1 000 MHz 범위의 야외시험장 유효성확인 절차 (5절) .....	65
F (정보) 4 dB 시험장 적합성 판정기준에 대한 근거 (5절) .....	75

## 1. 범위 및 목적

KN16의 이 부분은 9 kHz ~ 18 GHz의 주파수 범위에서 방사성 장애의 측정을 위한 장비의 특성과 성능을 규정하는 기본규격이다.

보조기구용 규격은 안테나 시험장, TEM셀, 잔향실에 관한 사항을 포함한다.

이 간행물의 요건은 측정 장비의 KN 지시 범위 내의 모든 주파수와 모든 레벨의 방사성 장애에 대해 적합해야 한다.

측정 방법은 KN2-3에서 다룬다. 장애에 대한 추가 정보는 KN16-3에서 다루며, 불확도, 통계 및 한계치 모델링은 KN16-4에서 다룬다.

## 2. 표준 참고 문헌

다음의 참고문헌은 이 규격의 적용에 반드시 필요하다. 날짜가 표기된 참고문헌에 대해서는, 인용된 판만을 적용한다. 날짜가 표기되지 않은 참고문헌에 대해서는, 해당 참고문헌의 최신판을 적용한다.

CISPR14-1:2000, 전자기 적합성- 가전제품, 전기 공구 및 이와 유사한 기구에 대한 요구사항 1 : 방출

CISPR16-1-1:2003, 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-1: 전자파 장애 및 내성 측정기구- 측정기구

CISPR16-1-5:2003, 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-5 : 전자파 장애 및 내성 측정기기- 보조장비- 30 MHz ~ 1 000 MHz에 대한 안테나 교정 시험 현장

CISPR 16-2-1:2003, 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방식에 대한 규정 2-1: 내성 및 장애 측정 방법- 전도성 장애 측정

CISPR 16-2-3:2003, 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 2-3 : 내성 및 장애 측정 방법- 방사성 장애 측정

CISPR 16-3:2003, 전자파장애 및 내성 측정기기와 측정방법에 관한 규정 3 : CISPR 기술보고서

CISPR 16-4-1:2003, 전자파장애 및 내성 측정기기와 측정방법에 관한 규정 4-1

: 불확도, 통계 및 한계치 모델링 - 표준 EMC 시험의 불확도

CISPR 16-4-2:2003, 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 4-2 : 불확도, 통계 및 제한치 모델링- 측정기기 사용에 있어서의 불확도

IEC 60050(161):1990, 국제전기기술용어집(IEV) - 제161장 : 전자파 적합성

측정학 기본 및 일반 용어 어휘집, 국제 표준화기구(ISO), 제네바, 제 2판, 1993

### 3. 용어 정의

CISPR 16의 본 편에서는 아래 정의가 적용된다. 또 IEC 60050(161)도 참조한다.

#### 3.1 대역폭 ( $B_n$ )

중간대역 응답 이하의 지정된 감쇠량에서 두 지점 사이에 놓인 수신기의 종합 선택도 곡선의 너비. 대역폭은  $B_n$ 이라는 기호로 표시되는데, 여기서  $n$ 은 데시벨로 나타낸 지정된 감쇠량이다.

#### 3.2 CISPR 지시범위

수신기가 CISPR 16 본 편의 요건을 충족시키는 범위 내에서 계측기의 최대와 최소 지시치를 주는, 제조자가 지정하는, 범위이다.

#### 3.3 교정 시험장 (CALTS)

금속성 접지면을 포함하며 수평 및 수직 전기장 편파 내에서 엄격하게 지정된 시험장 감쇠성능을 지닌 야외의 시험장.

교정 시험장은 안테나의 자유공간 안테나 인자를 결정하는데 사용된다.

교정시험장의 시험장감쇠 측정치는 적합성 시험장의 성능평가를 위해서 그 적합성 시험장의 대응되는 시험장감쇠 측정치와 비교하기 위해 사용된다.

#### 3.4 적합성 시험장 (COMTS)

적합성 한계와 비교하기 위한 시험 중에 장비에서 비롯되는 장애 세기의 측정 결과에 대한 유효성 및 재현성을 보증하는 환경

### 3.5 안테나

특정한 방식으로 전자기파를 내보내거나 받도록 고안된 송수신시스템의 송수신 부분.

주 1) 본 표준의 경우 발런은 안테나의 일부이다.

주 2) "와이어 안테나" 참조.

### 3.6 발런(balun)

평형 전송선로나 장치로부터 불평형 전송선로나 장치로, 혹은 그 반대로의 변환을 위한 수동적인 전기회로망.

### 3.7 자유공간 공진 다이폴안테나

끝과 끝이 어떤 작은 간격만큼 벌어진 동일한 길이의 두 공동선형 도체로 구성된 와이어안테나. 다이폴안테나가 자유공간에 존재할 때 지정된 주파수에서 전술한 간격 양단에서 측정된 와이어안테나의 입력임피던스가 순수한 실제값이 되도록 하기 위해 각 도선의 길이는 약 1/4 파장으로 한다.

주 1) 이 표준에서는 발런에 연결된 이 와이어안테나를 "시험 안테나"라고도 한다.

주 2) 이 와이어안테나를 "동조다이폴안테나"라고도 한다.

### 3.8 시험장(또는 시험장) 감쇠(량) (site attenuation)

시험장의 두 지정 위치 사이의 시험장 감쇠는 2단자 측정에 의해 결정되는 삽입손실이다. 이때 발생기 출력과 수신기 입력 사이의 직접 전기적 연결이 특정 지점에 위치하는 송수신 안테나에 의해 대체된다.

### 3.9 시험 안테나

자유공간 공명 다이폴안테나와 특정 발런의 결합체.

주) 본 표준에서만 사용된다.

### 3.10 와이어 안테나

전자파를 방사하거나 수신하기 위해 하나 이상의 전선이나 봉으로 구성된 특정 구조물.

주) 와이어안테나는 발런을 포함하지 않는다.

#### 4. 방사성 장애 측정을 위한 안테나

안테나와 측정 수신기 사이의 회로와 안테나는 측정 수신기의 전반적인 특성에 크게 영향을 주지는 않는다. 안테나가 측정 수신기에 연결되었을 때 측정 시스템은 관련 주파수 대역에 적절한 CISPR 16-1-1의 대역폭 요건에 적합해야 한다.

안테나는 사실상 평면편파가 된다. 안테나는 방향을 맞추게 되어 있어서 입사 방사선의 모든 편파를 측정할 수 있다. 지상에서 안테나 중심 높이는 특정 시험 절차에 적합하게 조정되어질 수 있다.

광대역 안테나의 파라미터에 대한 추가 정보를 얻으려면 부록 A를 참조하라.

##### 4.1 전계강도 세기 측정의 정확도

본 부속조항의 요건을 만족하는 안테나가 CISPR 16-1-1의 요구사항을 만족하는 수신기를 가지고 측정할 때 사인파의 균일한 장의 세기 측정치의 정확도는  $\pm 3\text{ dB}$  보다 좋아야 한다.

주) 이 요건에는 시험장에 인한 효과는 포함되지 않는다.

##### 4.2 주파수 범위 9 kHz - 150 kHz

이 주파수 범위에서 관측되는 무선장애의 주된 요인은 자기장 성분임이 경험적으로 알려져 있다.

###### 4.2.1 자계 측정용 안테나

방사의 자기성분 측정을 위해서 한 변의 길이가 60cm인 정사각형에 의해 안테나가 완전히 둘러싸일 정도 크기의 전기적으로 차폐된 루프 안테나 또는 페라이트봉 안테나가 사용된다.

자계 세기의 단위는  $\mu\text{A/m}$ , 또는 로그눈금 단위로  $\text{dB}(=20\log(\mu\text{A/m}))$ 을 사용한다. 관련 방사 한계치는 같은 단위로 표현된다.

주) 직접적인 측정은, 모든 조건, 즉, 근거리장 및 원거리장에서 다같이, 방사장의 dB 또는  $\mu\text{A/m}$  단위로 나타내는 자기성분의 세기로 수행될 수 있다. 그러나 장의 세기를 측정하는 수신기는  $\text{dB}(\mu\text{V/m})$  단위로 표시된 등가 평면파 전계 세기의 향으로 교정되어 지는데, 그것은 E와 H 성분의 비가  $120\pi$  나  $377\Omega$ 로 가정한다. 이 가정은 소스로부터의 거리가 파장( $\lambda/2\pi$ )의 6분의 1을 초과하는 원거리장 조건에 해당되며, 그러한 경우에 H

성분의 정확한 값은 수신기에 표시된 E 값을 377로 나누어 얻을 수 있고, H를 dB( $\mu$ A/m)로 표시하고자 하면 dB( $\mu$ V/m) 단위의 E 값에 51.5 dB을 빼주면 된다.

원거리장 조건에서만 위의 고정된 E와 H의 비가 적용될 수 있다는 것을 명심해야 한다.

H( $\mu$ A/m) 단위의 값을 얻기 위해서, 수신기가 읽은 E( $\mu$ V/m)의 값에서 377 $\Omega$ 으로 나누어 주면 된다:

$$H(\mu A/m) = E(\mu V/m)/377 \Omega \quad (1)$$

HdB( $\mu$ A/m) 단위의 값을 얻기 위해서, 수신기가 읽은 EdB( $\mu$ V/m)의 값에서 51.5 dB( $\Omega$ )을 빼주면 된다:

$$H \text{ dB}(\mu A/m) = E \text{ dB}(\mu V/m) - 51.5 \text{ dB}(\Omega) \quad (2)$$

위 변환에서 사용된 임피던스  $Z=377 \Omega$ ( $20\log Z=51.5\text{dB}(\Omega)$ )은  $\mu$ V/m(또는 dB( $\mu$ V/m))로 자기장을 표시하는 측정 장비의 교정에서 나온 값이다.

#### 4.2.2 안테나의 평형

안테나의 평형은 안테나가 단일장에서 회전하였을 때, 교차 편파(cross-polarization) 방향에서의 값이 평행 편파 방향에서의 값보다 최소 20 dB 아래가 되어야 한다.

### 4.3 주파수 범위 150 kHz - 30 MHz

#### 4.3.1 전계측정 안테나

방사의 전기적 성분을 측정하기 위해서는 불평형 안테나든 평형 안테나든 사용될 수 있다. 만약 불평형 안테나가 사용된다면 측정값은 수직 봉 안테나의 전기장의 효과만 관계된다. 측정결과와 함께, 사용된 안테나의 형식이 지정되어야 한다.

1m 길이의 모노폴(봉) 안테나의 동작 특성과 그것의 정합회로를 계산과 관련된 정보는 부록 B에 나와 있다.

방사원과 안테나 사이의 거리가 10m이거나 그 이하이면 안테나의 전체 길이는 1m가 되어야 한다. 10m 이상의 거리에서는 선택한 안테나의 길이가 1m이면 거리의 10%를 초과해서는 안 된다.

전기장 세기의 단위는  $\mu$ V/m 또는 로그 단위로 dB( $=20\log(\mu$ V/m))로 표시된다. 방사 한계값 역시 같은 단위로 표현된다.

#### 4.3.2 자계측정 안테나

방사의 자기성분 측정을 위해서는 4.2.1에 기술된 전기적으로 차폐된 루프가 사용된다.

전기적 평형 동조 루프안테나는 비동조 전기적 차폐 루프안테나보다 장의 세기를 측정하는데 사용된다.

#### 4.3.3 안테나의 안정

평형 전계측정 또는 자계측정 안테나가 사용될 경우 4.2.2의 요건을 만족해야 한다.

### 4.4 주파수 범위 30 MHz에서 300 MHz

#### 4.4.1 전계측정 안테나

기준 안테나는 평형 다이폴 안테나이어야 한다.

##### 4.4.1.1 평형 다이폴 안테나

80 MHz 이상의 주파수에서 안테나는 길이에 따라 공명해야 한다. 80 MHz 이하에서 안테나 길이는 80 MHz의 공명 길이와 같아야 하며 적절한 변환장치에 의해 피더와 동조 및 정합이 되어야 한다. 측정장비의 입력 연결은 대칭-비대칭 변압 설비를 통해 이루어진다.

##### 4.4.1.2 단축 다이폴안테나

반파장보다 짧은 다이폴안테나는 아래와 같은 조건으로 이용될 수 있다.

- a) 전체 길이는 측정 주파수에서 파장의 10분의 1보다 커야 한다.
- b) 2.0 : 1 미만의 케이블에서 전압정재파비(vswr)를 보장하기 위해서 이 안테나는 수신단에서 충분히 잘 정합이 이루어진 케이블과 연결되어야 한다.;
- c) 이 안테나는 동조 다이폴안테나의 편파 판별기능과 동일한 편파판별기능이 있어야 한다(4.4.2 참조). 이를 위해서는 발런이 도움이 될 것이다.
- d) 측정 장의 세기를 결정하기 위해서 교정곡선(안테나 인자)이 측정거리(즉, 다이폴 안테나 길이의 3배 이상 거리)에서 측정되고 사용된다.;



주) 그렇게 얻어진 안테나 인자는 단일 사인파를  $\pm 3 \text{ dB}$  보다 나쁘지 않는 정확성을 가지고 측정하도록 하는 요건을 충족하는 것이 가능하도록 해준다. 교정곡선의 예는 그림1에 나와 있다. 그림 1은  $50 \Omega$  수신기 입력 임피던스와 다양한 I/D 비에 대한 장의 세기와 수신기 입력 전압 사이의 이론적인 관계를 보여준다. 이들 그림에서, 발런은 이상적인 1:1 변압기로 여겨진다. 그러나 이 곡선은 발런의 손실, 케이블, 그리고 케이블과 수신기 사이의 부정합에 대하여는 고려되지 않은 것임을 유의해야 한다.

- e) 다이폴안테나의 짧은 길이에 의하여 높아진 안테나 인자로 인해, 전계세기 측정기의 민감도가 손실됨에도 불구하고 (수신기의 노이즈와 다이폴안테나의 변환인자에 의해 정해지는) 전계세기 측정기의 측정 한계는 측정 신호크기보다  $10 \text{ dB}$  이상 낮게 유지되어야한다.

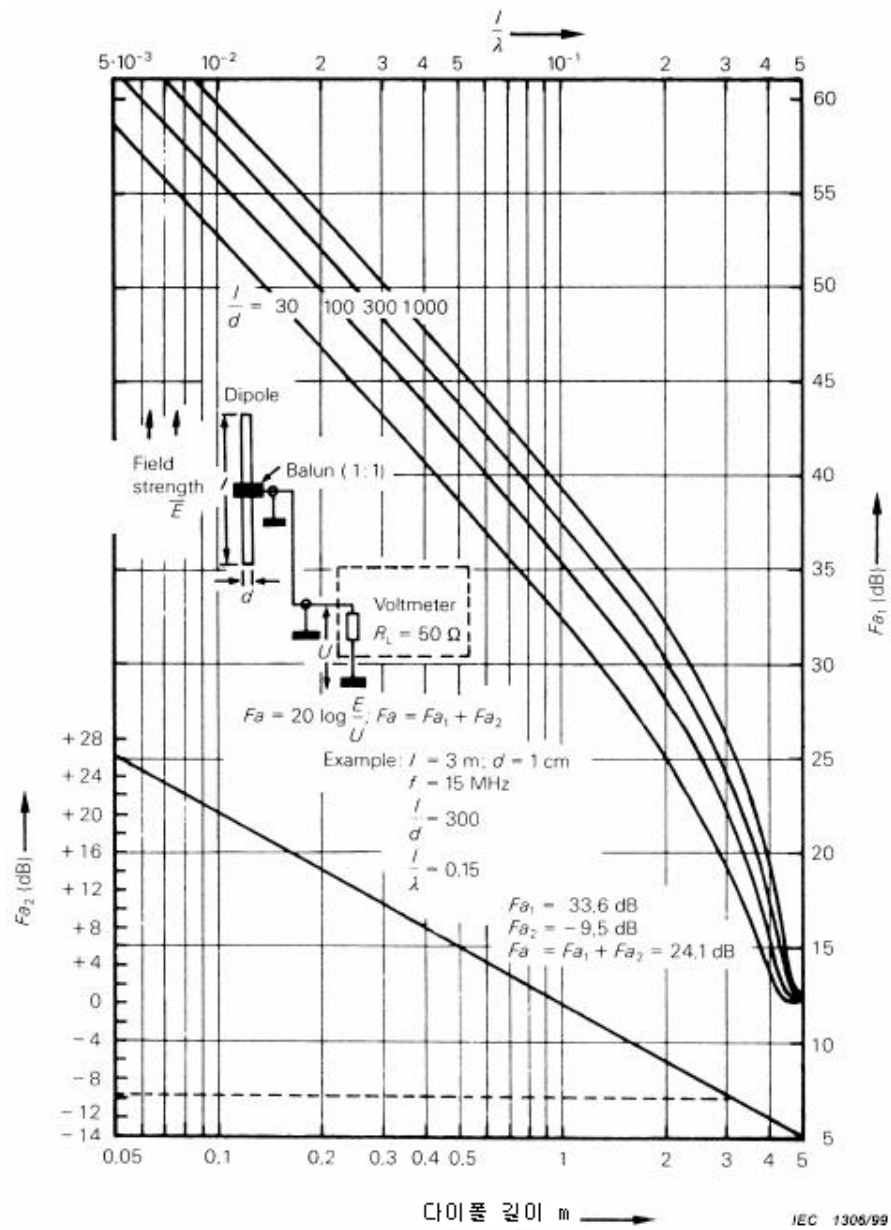


그림1  $R_L = 50 \Omega$ 의 짧은 다이폴 안테나 인자

#### 4.4.1.3 광대역 안테나

복합 안테나에 대한 4.5.2의 요건을 만족시킨다면 광대역 안테나가 사용될 수도 있다.

#### 4.4.2 안테나의 평형

##### 4.4.2.1 개요

방사 측정에 있어서 공통모드(CM) 전류는 수신 안테나에 붙은 케이블(안테나 케이블)에 나타날 수도 있다. 그리고 이들 공통모드 전류는 수신 안테나에 의해 수신될 수 있는 전자기장(EM field)을 형성하게 된다. 결과적으로 방사 측정 결과에 영향을 미치게 된다.

안테나 케이블이 기여하는 주요한 요인은 다음과 같다.

- a) 피시험기기에 의해 발생된 전기장 (장이 안테나 케이블에 평행한 성분을 포함하는 경우)
- b) 수신 안테나 발런의 불완전성에 의한, 차동모드(DM) 안테나 신호(원하는 신호)의 공통모드 신호로의 변환

본 부속조항은 발런의 기여를 고려한다. 기여 a)는 고려중이다. (4.4.2.2의 주 1의 마지막 문장 참조)

일반적으로 대수주기 다이폴배열 안테나는 의미있는 차동모드/공통모드 변환을 나타내지 않으며, 다이폴, 바이코니칼 안테나, 바이코니칼/대수 혼합 안테나에 대하여 다음과 같은 점검이 적용된다.

##### 4.4.2.2 발런 차동모드/공통모드 변환 점검

다음의 방법은 수신 안테나가 사용되는 주파수범위에서 두 전압  $U_1$ 과  $U_2$ 의 측정방법을 기술 한 것이다. 양쪽 모두 같은 단위(예를 들어,  $\text{dB}\mu\text{V}$ )로 표시된 이들 전압비는 차동모드/공통모드 변환척도이다.

- 1) 지면 위 1.5 m 높이에 중심이 놓이게 하고 시험중인 수신안테나가 수직으로 편파가 되게 맞춘다. 안테나의 뒷면에서부터  $1.5\text{m} \pm 0.1\text{m}$ 에 수평으로 케이블을 놓고 1.5 m 이상의 높이만큼 그것을 수직하방으로 떨어뜨린다.
- 2) 시험 중인 안테나의 중심으로부터 수평으로 10 m 거리에, 접지면 위로 0.1 m

에 끝부분이 위치하도록 수직으로 편파가 된 다른 (송신) 안테나를 설치한다. 만약 방출시험에 사용된 시험장의 범위가 3m라면, 3m의 거리를 이용하여 이 점검을 한다 (만약 변환점검이 이미 10m 거리에서 이루어져  $\pm 0.5$  dB 이하의 변화를 보이면 3m 거리에서 측정을 새로 할 필요는 없다). 송신 안테나에 대한 규격은 시험중인 안테나의 주파수 범위를 포함해야 한다.

3) 송신 안테나를 트래킹 발생기 같은 신호원에 연결한다. 원하는 주파수 범위에 대해 수신기에서 신호 대 주위 잡음비가 10 dB보다 크도록 발생기의 값을 맞춘다.

4) 관심 주파수 범위 전체에 걸쳐 수신기 전압  $U_1$ 을 기록한다.

5) 장치 내의 다른 것, 특히 수신 안테나 케이블을 변화시키지 않고 신호원의 설정도 변경하지 않은 채로 수신 안테나를 뒤집는다(안테나를  $180^\circ$  회전).

6) 주파수 전체 범위에 걸쳐 수신기 전압  $U_2$ 를 기록한다.

7)  $|20\log(U_1 / U_2)| < 1\text{dB}$ 이라면 차동모드/공통모드 변환은 충분히 낮은 것이다.

**주 1)** 만약 차동모드/공통모드가 변환 기준에 맞지 않는다면, 안테나 주위의 페라이트 링은 차동모드/공통모드 변환을 줄여줄 것이다. 안테나 케이블에 페라이트를 붙이는 것은 기여량  $a$ )가 무시할 수 없는 효과를 가지는지 입증하는 데 이용될 수도 있다. 약 20cm 떨어진 4개의 페라이트를 이용해서 시험을 반복한다. 만약 기준이 이 링들을 사용하여 만족된다면, 실제 방출측정에서도 이들이 존재할 것이다. 마찬가지로 케이블과의 상호작용은 케이블을 안테나 뒤 수 미터를 뺀게 하고 땅으로 떨어뜨려서 줄일 수 있다.

**주 2)** 만약 수신 안테나가 완전무향실에서 사용된다면, 차동모드/공통모드 점검은 수신 안테나가 보통 사용되는 지점에 있고 송신 안테나가 방의 시험 체적의 중심에 있는 그런 방에서 행해져야 한다. 방은  $\pm 4$  dB 기준에 적합해야 한다.

**주 3)** 접지면이 일부를 형성하거나 또는 완전무향실 같은 측정 시험장은 각각 NSA 요건에 적합해야 한다.

**주 4)** 안테나 중심 뒤 수평으로 뻗은 안테나 케이블의 거리 1.5 m는 실제 수직으로 편파가 된 방사방출 측정 동안 최소한으로 유지되어야 한다.

**주 5)** 시험 배치의 효과는, 안테나 소자들과 평행하게 놓인 입력 케이블과 안테나와의 상호작용으로 인한 것이기 때문에, 시험 배치를 엄격하게 정의할 필요는 없다. 완전무향실이나 또는 야외시험장에서의 정상적인 EMC 시험 배치에서 안테나로 입사되는 전계

강도의 균일성에 의존하는 훨씬 더 작은 효과가 존재한다.

**주 6)** 수신 케이블 컨넥터가 측면(안테나 붐에 대해  $90^\circ$  인)에 설치된 발런의 경우, 케이블의 움직임을 줄이기 위해서 직각 연결기가 사용되어야 한다.

#### 4.4.3 안테나의 교차편파 성능

안테나가 평면 편파 전자기장 내에 놓여 있을 경우, 안테나와 장이 교차편파가 되었을 때의 중단 전압은 이들이 같은 편파일 때의 중단전압보다 최소 20 dB 낮아야 한다. 이 시험은 각각의 다이폴안테나의 반쪽들이 사다리꼴 대형을 이루는 대수주기 다이폴 배열(LPDA) 안테나에 적용하기 위한 것이다. 그런 안테나로 수행되는 시험의 대부분은 200 MHz 이상에서 이루어지지만 요건은 200 MHz 이하의 요건에도 적용된다. 이 시험은 직렬 다이폴 및 바이코니칼 안테나에 대해서는 적용되지 않는데, 이는 20 dB를 초과하는 교차편파 제거비는 그안테나들의 대칭 설계에 대해 고유한 것이기 때문이다. 그러한 안테나와 혼안테나는 20 dB 이상의 교차편파 제거 기능을 지녀야 하며, 이는 제조자에 의한 형식 시험으로 확인되어야 한다.

준자유공간 조건을 얻기 위해서 양질의 무향실이나 또는 야외 시험장 지면 위 충분한 높이를 가진 탑이 사용될 수 있다. 지면의 반사를 최소화하기 위해 수직으로 편파된 안테나를 설치한다. 시험중인 안테나에서는 평면파가 나와야 한다. 시험중인 안테나의 중심과 소스 안테나 사이의 거리는 한 파장 이상이어야 한다.

**주** 평면파가 시험중인 안테나에 위치하도록 하기위해 양질의 시험장이 필요하다. 평면파로 인해 생기는 교차편파 판별기능은 한 쌍의 혼안테나나 개방된 도파관들 사이에 전송에 의하여 입증 될 수 있고, 하나의 혼안테나의 고유 교차편파 성능과 시험장 오차의 결합이 30 dB 이상으로써 수평 성분을 억제하는지 확인함으로써 입증될 수 있다. 만약 시험장 오차가 매우 작고 혼안테나들의 성능이 동일다면 한개의 혼안테나의 교차편파 성능은 한 쌍의 혼안테나 교차편파 결합보다 약 6 dB가 낮게 될 것이다.

원하는 신호레벨보다 20 dB이 낮은 간섭신호는 원하는 신호에 최대  $\pm 0.9$  dB의 오차를 준다. 최대 오차는 교차편파 신호가 동일 편파 신호와 동일 위상일 때 발생한다. 만약 LPDA의 교차편파 응답이 20 dB보다 더 나쁘다면, 운영자는 불확도를 계산하고 그것을 결과와 함께 밝혀야 한다. 예를 들어, 14 dB의 교차편파는 최대 불확도 +1.6 dB 내지 -1.9 dB를 수반한다. 표준 불확도를 계산할 때는 U형 분포를 가정하고 큰 값을 취하여야 한다.

0 dB의 신호에 다른 -14 dB의 신호를 더하기 위해서 먼저 20으로 나누고 역로그를 취함으로써 상대 전압으로 전환한다. 그런 다음, 단일신호(unity signal)에 더 작은 신호를 더한다. 로그를 취하고 20을 곱한다. 결과가 양의 데시벨 오차이다. 음의 데시벨 오차를 얻기 위해서 반복되 이번에는 단일신호에서 더 작은 신호를 뺀다.

방사 방출의 결과의 불확도를 계산할 때 하나의 편파에서 측정된 신호가 직교하는 편파에서 측정된 신호보다 6dB 이상만큼 초과할 경우 교차편파 판별능력이 14 dB뿐인 LPDA는 20 dB의 규격을 충족시킨 것으로 여겨진다. 만약 VP와 HP 신호 사이의 차이가 6 dB보다 작다면 이 차이와 교차편파의 합이 20 dB 미만인지 추가 불확도 계산이 있어야 한다.

#### 4.5 주파수 범위 300 MHz - 1 000 MHz

##### 4.5.1 전계측정 안테나

다이폴안테나가 사용된다면 4.4.1.1과 4.4.2의 요건을 충족시켜야 한다.

##### 4.5.2 복합 안테나

300 MHz - 1 000 MHz의 주파수 범위에서 단순 다이폴안테나의 민감도는 낮기 때문에 좀 더 복잡한 안테나가 사용될 수도 있다. 그러한 안테나는 다음과 같아야 한다.

- a) 안테나는 실제로 평면편파가 되어야 한다. 이것은 단순 다이폴안테나의 평형에 대한 것과 같은 방식으로 점검된다.
- b) 안테나의 방사패턴의 주 로브는 직접 파 및 지면의 반사파 방향에 대한 응답이 1 dB이상 차이가 나지 않아야 한다.

이 조건을 보증하기 위해, 안테나의 이득이 최대 1 dB 이내인, 측정 안테나의 수직 총 개구각  $2\varphi$ 는 다음과 같아야 한다.

- 1) 측정 안테나가 수평방향 위치를 유지할 경우

$$\varphi > \tan^{-1} [(h_1 + h_2)/d]$$

- 2) 측정 안테나가 최적 위치에서 지면 쪽으로 기울어져 있을 경우 (따라서 직접 파와 반사파는 개구각  $2\varphi$  이내에 포함됨).

$$2\varphi > \tan^{-1} [(h_1 + h_2)/d] - \tan^{-1} [(h_1 - h_2)/d]$$

여기서,

$h_1$ 은 측정 안테나의 높이

$h_2$ 는 시험 중인 장치의 높이

$d$  는 측정 안테나와 시험 중인 장치 사이의 수평거리

안테나의 패턴은 수직편파에 대하여 이의 방향을 조정하면서 수평면에서 점검되어야 한다. 특히 개구각  $2\varphi$ 와 패턴은 수직편파에 대해 측정했을 때와 수평편파에서 측정했을 때 같은 것으로 가정되어야 한다.

소스로부터 안테나까지의 유효거리 변화와 주파수에 대한 안테나의 이득이 고려되어야 함은 중요하다.

c) 안테나 피더가 연결되고 수신단으로부터 측정되는 정압정재파비는 2.0 :1을 초과해서는 안 된다.

d) 교정인자는 4.1의 요건을 충족시켜야 한다.

#### 4.6 주파수 범위 1 GHz - 18 GHz

1GHz 이상의 방사는 교정된, 선형 편파 안테나를 이용하여 측정되어야 한다. 이런 종류의 안테나로는 더블리지 가이드 혼안테나와 직사각형 도파관 혼안테나, 피라미드형 혼안테나, 최적 이득 혼안테나, 표준 이득 혼안테나가 있다. 사용되는 안테나 패턴의 주 로브나 "빔"은 측정거리에 놓았을 때 피시험기기를 둘러쌀 만큼 충분히 커야 한다. 그렇지 않으면 방사의 소스나 방향을 지정하기 위해서 피시험기기를 "스캔"할 수 있는 설비가 마련되어야 한다. 주 로브의 폭은 3 dB의 안테나 빔 폭으로써 정해진다. 이 요소를 결정할 수 있게 해주는 정보는 안테나관련 문서자료에서 주어진다. 혼안테나의 개구 치수는 아주 작아서  $m$  단위의 측정거리  $R_m$ 이 아래의 최소거리 이상이 될 정도이어야 한다.

$$R_m \geq D^2 / 2\lambda$$

여기서

$D$ 는 안테나의 가장 큰 개구 치수( $m$  단위)이다.;

$\lambda$ 는 측정 주파수에서 자유공간 파장( $m$  단위)이다.

논쟁이 있는 경우에는 표준 이득 혼안테나나 유사한 정밀도로 교정된 혼안테나

로 측정된 값이 우선한다.

주) 예를 들어, 대수주기 다이폴 배열 같이 교정된 선형 편파 안테나가 이러한 측정에 사용될 수 있다. 이 주파수 범위에서 혼안테나와의 다른 많은 안테나의 이득은 안테나가 스펙트럼 분석기나 구식의 무선 노이즈 측정기에 사용될 경우 부적절할 수도 있다. 시험 장치는 전반적인 측정 민감도가 사용중인 측정거리 적용한계보다 6dB 이상은 낮으며, 예를 들어, 전치증폭기 같이, 민감도를 개선하기 위해 사용되는 어떤 수단도 왜곡이나 가 잡신호나 다른 과부하 문제를 일으키지 않다는 것이 보장되어야 한다. 대수주기 다이폴 배열은 혼안테나보다 훨씬 넓은 빔 폭을 가지기 때문에 지면에서의 반사는 대수주기 다이폴 배열로 이루어지는 측정에서 심각한 오류의 원인이 될 수도 있다.

#### 4.7 특수 안테나 배열

##### 4.7.1 루프 안테나 시스템

9 kHz - 30 MHz 범위의 주파수에서 단일 (피시험기기) 방사의 자기장 성분의 전파장해능력은 특수 루프 안테나 시스템(LAS)을 사용하여 측정된다. LAS에서 이 능력은 LAS의 루프 안테나 자기장에서 유도된 전류에 관해서 측정된다. LAS는 실내의 측정을 가능하게 한다.

LAS는 지름 2m의 비금속 기초로 받쳐지는 3 개의 원형 상호수직 큰 루프 안테나(LLAS)로 되어있다. LAS에 대한 자세한 설명은 부록C에 나와 있다.

피시험기기는 LAS의 중심에 위치해 있다. 피시험기기의 최대 치수는 피시험기기와 LLAS사이의 거리가 0.2m 이상이 되도록 제한되어야 한다. 신호 케이블의 송신을 위한 지침은 조항 C.3, 주 2와 그림 C.6에 나와 있다. 케이블들은 동일한 경로를 함께 지나고 셀의 동일한 8분원 내에 루프를 남겨야 하며 어떤 LAS 루프에서든 0.4 m보다 더 근접해서는 안 된다.

3개의 서로 수직인 LLAS는 방사 장의 모든 편파에서 피시험기기의 회전이나 LLAS의 방향 전환 없이 지정된 정확도로 전파장해능력의 측정이 가능하게 해 준다.

3개 LLAS 각각은 절 C.5에 주어진 유효성확인 요건에 적합해야 한다.

주) 직경  $D \leq 4$  m이며 피시험기기와 LA의 거리가 0.1 m 이상이라면, 표준지름 2m와는 다른 지름을 가진 원형의 LLAS가 사용될 수도 있다. 비표준 지름에 대한 보정인자는 절 C.6에 나와 있다.



## 5. 30 MHz - 1 000 MHz 주파수 범위의 장해장 세기를 측정하기 위한 시험장

장비가 측정한 장해장 세기 측정결과의 유효성과 재현성을 보증할 환경이 요구된다. 사용시험장에서만 시험될 수 있는 장비에 대해서는 다른 조항들이 이용되어야 한다.

### 5.1 야외 시험장

장해장 세기 측정은 일상적으로 야외 시험장에서 수행된다. 야외 시험장은 막힘이 없는 특징을 갖는 지역이다. 그런 시험장은 시험중인 장비(피시험기기)의 전력 공급과 운용에 필요한 것을 제외한 건물, 전력선, 울타리, 나무 등, 그리고 지중 케이블과 배관 등을 피해야 한다. 30 MHz - 1 GHz 주파수범위에서 전자기장 시험에 대한 야외 시험장의 특정 구성 권고사항을 알고자 한다면 부록 D를 참조한다. 야외 시험장에 대한 확인 절차는 부록 E에 추가적인 세부 정보와 함께 주어져 있다. 부록 F에는 합격판정가능 기준이 포함된다.

### 5.2 내후성 보호시설

시험장이 일년 내내 사용된다면 날씨에 대한 보호가 있어야 한다. 내후성 구조는 피시험기기 및 전계강도 세기 측정 안테나를 포함하여 전체 시험장을 보호할 수도 있고, 피시험기기만을 보호할 수도 있다. 사용되는 재료는 피시험기기로부터 나오는 방사 전계의 불필요한 반사나 감쇠가 일어나지 않게 하기 위해 RF 투과성이어야 한다.

구조는 눈이나 얼음, 물이 쉽게 제거되는 형태이어야 한다. 더 자세한 내용은 부록 D를 참조한다.

### 5.3 장애물 없는 영역

야외 시험장은 피시험기기 및 전자기 세기 측정용 안테나를 둘러싸고 있는 장애물이 없는 영역이어야 한다. 장애물이 없는 영역은 전자기장의 큰 산란이 없어야 하며, 시험장이 충분히 커서 장애물이 없는 영역 밖의 산란체가 전계강도 세기 측정용 안테나에 의해 측정되는 전자기 세기에 거의 영향을 끼치지 말아야 한다. 이러한 영역이 타당한지를 결정하기 위해, 시험장 유효성확인 시험이 이루어져야한다.

어떤 물체로부터 산란하는 전계강도의 크기는 많은 인자(물체의 크기, 피시험기

기로부터의 거리, 피시험기기에 대한 방향, 사물의 전도성과 유전율, 주파수 등)에 의존하기 때문에 모든 지역에 필요하고 맞는 합리적인 장애물 없는 영역을 지정하는 것은 불가능하다. 장애물 없는 영역의 크기와 형태는 측정거리와 피시험기기의 회전 여부에 따라 달라진다. 만약 시험장에 회전반이 구비되어 있다면, 두개의 초점에 수신 안테나 및 피시험기기가 있고 측정거리의 두 배에 달하는 장축과 측정거리와 3의 제곱근의 곱과 같은 단축을 가진 타원형의 장애물 없는 영역이 권고된다 (그림 2 참조).

이 타원형에서 주변의 물체로부터 반사되는 불요한 파의 경로는 두 초점 사이의 직접파의 경로의 두 배이다. 만약 큰 피시험기기가 회전반 위에 설치되어 있다면, 피시험기기의 주변으로부터 장애 이격거리가 존재하도록 장애물 없는 영역을 확장해야 한다.

만약 시험장에 회전반이 없다면, 즉, 피시험기기가 고정되어 있다면, 피시험기기의 경계로부터 그 지역 경계까지의 반지름 거리가 측정거리의 1.5배인 원형의 장애물 없는 영역이 권고된다(그림 3참조). 이 경우에 안테나는 약간 떨어져서 피시험기기 주위에서 움직인다.

장애물 없는 영역 내의 지형은 평평해야 한다. 적절한 배수를 위해 필요한 기울기는 약간 허용 된다. 금속성 지면이 사용될 때의 평평함은 조항 D.2에서 논의된다. 측정 장비와 시험자는 장애물 없는 영역 밖에 위치해야 한다.

#### 5.4 시험장 주변의 무선주파수 환경

시험장 주변의 무선주파수 레벨은 수행된 측정 레벨에 비해서 충분히 낮아야 한다. 이러한 점에서 시험장의 품질은 약속되는 4개 카테고리로 평가된다. 아래는 이점의 순서에 따fms 목록이다.

- a) 주변 방사는 측정 레벨보다 6 dB 이하 이다.
- b) 일부 주변 방사는 측정 레벨의 6 dB 이내에 든다.
- c) 일부 주변 방사는 측정값보다 크지만 비주기적(즉, 측정을 허용하는 전송 사이의 시간이 충분히 긴)이거나 한정된 식별 가능한 주파수에서만 연속적이다.
- d) 주변 레벨은 측정 주파수 범위의 대부분에 걸쳐 측정값보다 크며 연속적으로 발생한다.

시험장을 선택할 때는 측정의 정확도가 주어진 환경과 이용 가능 기술 수준에서 유지된다는 것을 보증해야 한다.

주) 완벽한 결과를 얻기 위해서, 방사 레벨 보다 20 dB 작은 주변 레벨이 권고된다.

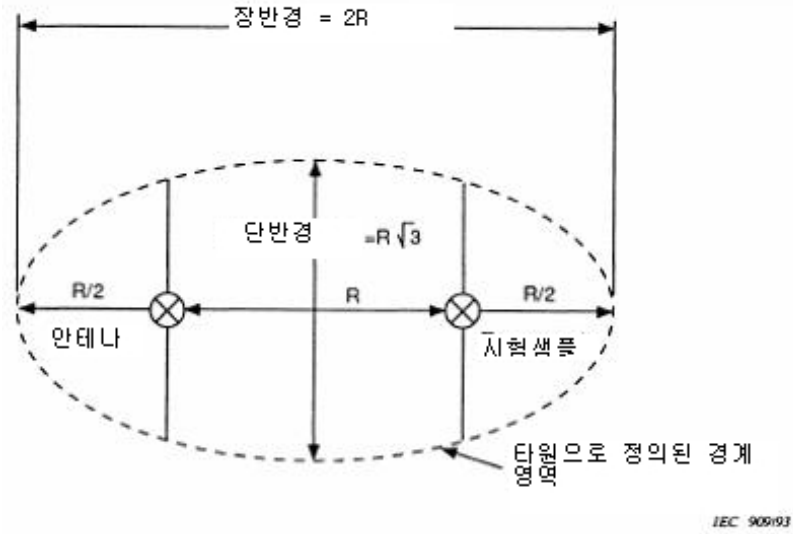


그림2 - 회전반이 있는 시험장의 장애물이 없는 지역 (그림 5.3 참조)

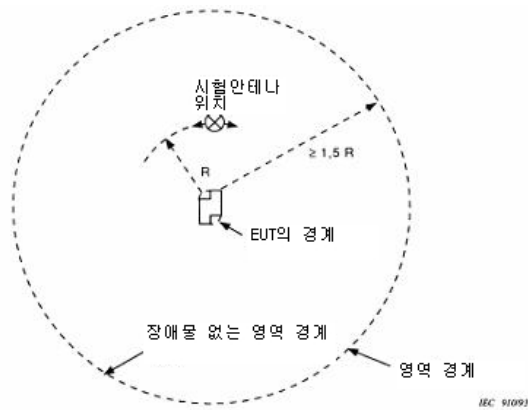


그림 3 - 고정된 피시험기기를 지닌 장애물 없는 지역 (그림 5.3 참조)

## 5.5 접지면

접지면은 흙에서부터 전도성이 큰 금속물질에 이르기까지 넓은 범위의 물질로 구성되어 있다. 접지면은 땅의 높이일 수도 있으며, 적절한 크기의 단이나 지붕에 위치할 수도 있다. 금속성 접지면이 더 선호되지만, 어떤 장비 및 적용에 대해서는 제품 간행물들에 의해서 금속성 접지면을 권장하지 않을 수도 있다. 금속성 접지면의 적합성은 시험장이 5.6의 시험장 적합성에 대한 요건을 충족시키는가 않는가에 달려있다. 금속물질이 사용되지 않는다면 시간에 대한 반사특성, 기후조건에 대한 반사특성이 배관이나 도관, 비균질 토양으로 인해 변화하지 않는 시험장을 선택하는데 주의가 요구된다. 일반적으로 그런 시험장은 금속성 표면으로 된 시험장과 비교해서 감쇠 특성이 다르다.

## 5.6 야외 시험장의 유효성 절차

여기에서 주어지는 정규와 시험장 감쇠량에 대한 유효성확인 절차 및 요건은 금속성 접지면이 지정될 경우 시험장의 적합성 평가에 이용된다. 다른 시험장들의 경우 이러한 유효성확인 절차는 정보 제공적 성격을 지니며, 일반적으로 이를 이용하여 조사되어야 할 시험장의 불규칙성을 식별할 수도 있다. 유효성확인 절차는 흡수체를 댄 방에는 적용이 안 된다. 그러한 절차는 더욱 상세한 설명서가 필요하며 현재 고려중이다.

야외 시험장에 대한 유효성은 각기 그림 4와 5에서 보는 것처럼 접지면에 대해 수평과 수직인 두개의 안테나로 수행된다. 야외 시험장 감쇠는 전송 안테나와 연결된 소스 전압( $V_i$ )과 수신 안테나 종단 부분에서 측정된 수신 전압( $V_r$ )의 비로 구해진다. 전압 측정은 50  $\Omega$ 의 시스템에서 수행된다.  $V_r$ 과  $V_i$ 가 각기 송수신 안테나의 입출력 부분에서 측정되지 않는다면 케이블 손실에 대한 적절한 수정이 필요하다. 이러한 시험장 감쇠비는 사용된 두 안테나 대한 안테나 인자들의 곱으로 나뉜다. 결과 값은 정규화 시험장 감쇠(NSA)이며 dB로 표현된다. 측정된 수직 수평 NSA의 값이 표 E.1, E.2, E.3에서 주어지는 값의  $\pm 4$  dB 이내에 있으면 그 시험장은 적합하다고 본다.

만약  $\pm 4$  dB의 기준이 초과된다면 시험장은 조항 E.4에 대한 조사가 이루어져야 한다.

주) 4 dB 시험장 적합성 기준에 대한 이론은 부록 F에 나와 있다.

측정된 NSA 값과 이론적 값 사이의 차이는 측정된 피시험기기의 전계강도 세

기에 대한 보정값으로 이용된다. NSA의 측정값과 이론값 사이의 차이는 측정 피시험기기의 전계강도 세기에 대한 보정값으로 사용되지 않는다. 이 절차는 단지 시험장을 정하는 데만 이용되어야 한다.

표 E.1은 접지면에 대해 수평과 수직으로 정렬된 바이코니칼 및 대수주기 배열 같은 그런 광대역 안테나에 사용된다. 표 E.2는 접지면에 수평으로 정렬된 반파장 동조 다이폴에 대한 것이다. 표 E.3은 접지면에 대해 수직으로 정렬된 반파장 동조 다이폴에 대한 것이다. 표 E.3에서 스캔 높이  $h_2$ 에 제한이 있다는 것에 유의한다. 이것은 수신 다이폴안테나의 가장 아래 끝부분이 접지면에서 25 cm 이상은 유지할 한다는 사실을 고려하는 것이다.

주) 표 E.1, E.2/E.3가 서로 다른 이유는 다른 기하학상의 인자가 광대역 안테나와 반파장 동조 다이폴에 대해 선택되어지기 때문이며 실질적으로는 후자에 대한 제한 때문이다.

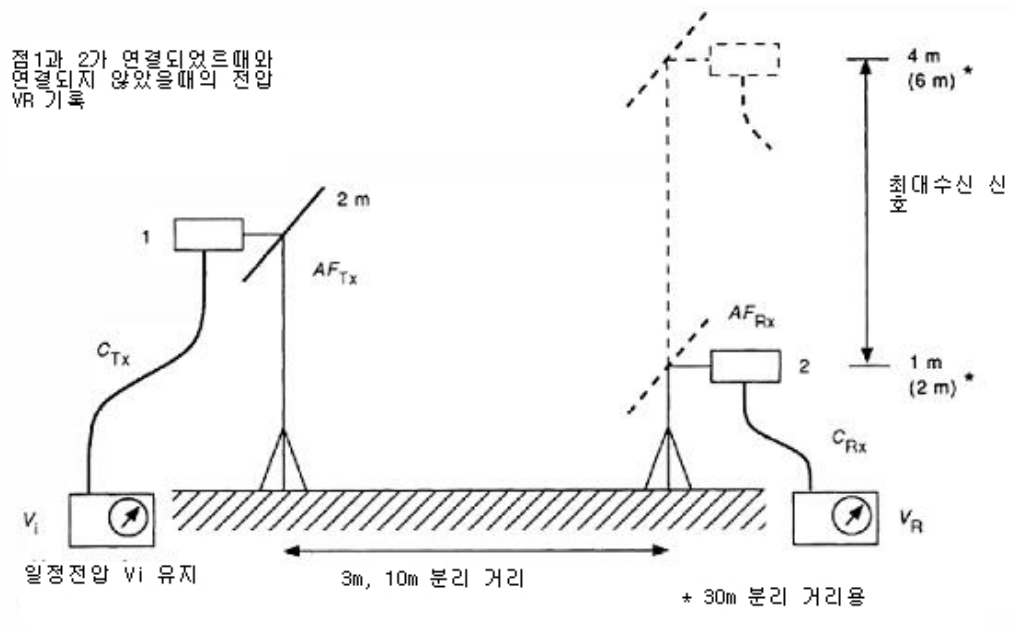


그림4 - 시험장 감쇠의 수평 편파 측정 장비의 구성 (그림 5.6 과 부록 E 참조)

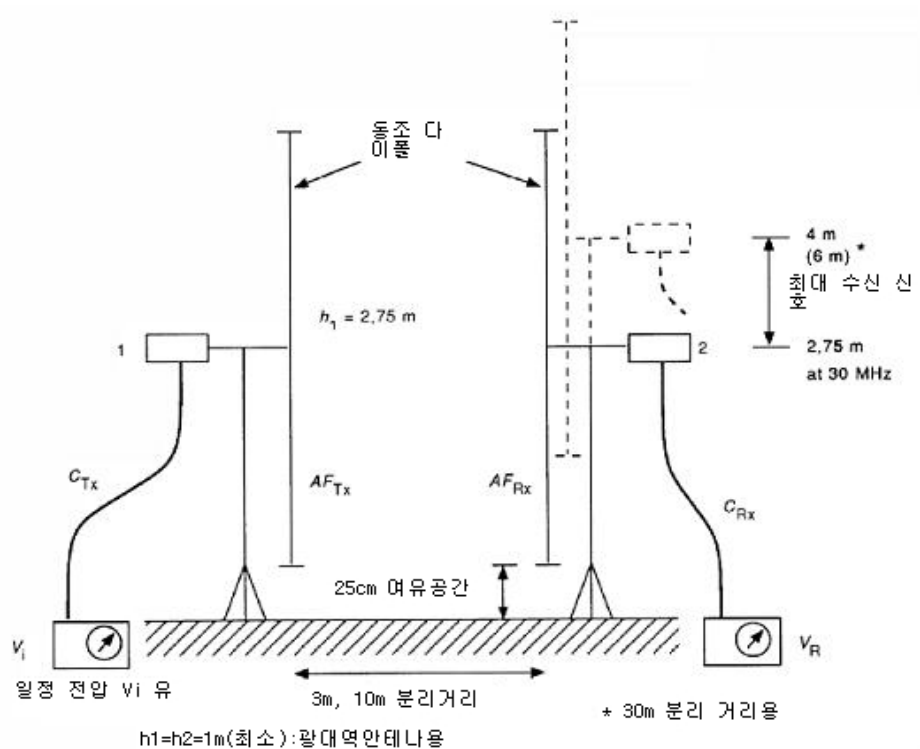


그림5 - 동조 다이폴안테나를 이용한 수직편파의 시험장 감쇠측정 장비의 구성(그림 5.6과 부록 E 참조)

표에 나오지 않은 주파수에 대한 NSA는 표에 나온 값 사이의 직선 보간법을 사용하여 나타내었다.

각 표의 범례는 다음을 따른다.:

R 접지면의 송수신 안테나의 돌출부 사이의 수평 거리(단위 m)

H<sub>1</sub> 접지면에서 송신 안테나의 중심까지의 거리(m)

H<sub>2</sub> 접지면에서 수신 안테나의 중심까지의 거리 범위(m). 이 높이의 스캔 범위에서

최대수신신호가 NSA 측정에 사용된다.

f<sub>m</sub> MHz 단위로 된 주파수

A<sub>N</sub> NSA (아래 식 1 참조)

주 대수주기 안테나 사이의 거리 R은 각 안테나의 세로축의 중간 지점에 있는 접지면의 돌출부에서 측정된다.

첫 번째로 수평 NSA 측정을 수행하는 것이 좋다. 수평 측정은 시험시 오차가 수직 편파에 비하여 덜 민감하기 때문에, 측정된 NSA는 표 E.1, E.2, E.3에서 보이는 것과 같이 쉽게  $\pm 4$  dB 이내에서 구해진다. 만약 그렇지 않다면, 측정 기술, 기기의 특성변화, 안테나 인자 교정을 다시 확인한다. 그래도  $\pm 4$  dB의 기준이 초과된다면, 시험장의 중대한 이상이 명백히 존재하는 것이며 수직 편파 NSA 측정을 시행하기 전에 교정을 해야 한다.

### 5.6.1 일반적인 NSA 측정

각각의 편파 측정에 대해 NSA 절차에는 두 번의 다른 수신 전압 측정치 V<sub>R</sub>이 필요하다. 두개의 동축 케이블을 두 안테나와는 연결하지 않고 어댑터를 통해서로 연결한 채로 첫 번째 V<sub>R</sub> 값을 읽는다. 두 번째 V<sub>R</sub>은 동축 케이블을 각각의 안테나와 다시 연결한 후, 수신 안테나가 높은 곳(3m와 10m 거리에서는 1-4m, 30m 거리에서는 1-4m나 2-6m)에서 스캔될 때 측정된 최대 신호를 읽는다. 이 두 번의 측정에서 신호의 소스 전압 V<sub>i</sub>는 상수이다. 처음 읽은 V<sub>R</sub>은 V<sub>DIRECT</sub>라 하고 두 번째는 V<sub>SITE</sub>라 한다. 이들은 측정 NSA와 A<sub>N</sub>에 대한 다음의 식(1)에 사용된다. 모든 항은 dB로 표현된다.

$$A_N = V_{DIRECT} - V_{SITE} - AF_T - AF_R - \Delta AF_{TOT}$$

여기서,

AF<sub>T</sub>는 송신 안테나 인자

$AF_R$ 는 수신 안테나 인자이다

$\Delta AF_{TOT}$ 는 상호 임피던스 보정 인자이다.

첫 두 항은 시험장 감쇠의 실제 측정값을 나타낸다. 즉  $V_{DIRECT}$  와  $V_{SITE}$  는 사용된 두개의 안테나의 성질을 포함하는 전달 경로의 삽입 손실에 의하여 구성된, 고전적 관점의 시험장 감쇠와 같다.  $\Delta F_{TOT}$  에 대한 이론적 값은 표 E.4에 나와 있다.  $AF_T$  와  $AF_R$  은 측정해야 하는 값이다.

유의:  $V_{DIRECT} = V_I - C_T - C_R$

여기서,

$C_T$ 와  $C_R$ 은 따로 측정할 필요가 없는 케이블 손실이다. 표 E.4에 나와 있는 상호 임피던스 보정인자는 3m 이격거리에 수평편파이며 반파장 동조 다이폴을 이용하는 권고되는 시험장에서만 적용 가능하다.

NSA 측정을 하기 위해, 사용 계측장치에 따라서, 그리고 광대역이 사용되느냐 동조 다이폴이 사용되느냐에 따라서 두 가지 기법이 사용될 수 있다. 두 방법이 부록 E에 나온 대로 정확하게 사용된다면 본질적으로 같은 결과를 보일 것이다. 요약해서 각 방법은 다음과 같다.

#### a) 불연속 주파수 방법

이 방법을 위해서 E.1, E.2, E.3에 주어지는 특정 주파수가 차례로 측정된다. 각각의 주파수에서 수신안테나는 수신 신호를 최대화하기 위하여 해당 표에서 주어지는 높이 범위에 걸쳐 스캔된다. 이들 측정 변수값을 식(1)에 대입하여 측정 NSA를 구한다. 부록 E는 데이터 기록과 NSA 계산 및 그것의 이론적 NSA와 비교하는 권고 절차를 포함한다.

#### b) 스위프 주파수 방법

이방법의 경우, 광대역 안테나를 이용하는 측정은 피크홀드(최대값 홀드), 저장 용량, 트래킹 발생기가 갖추어진 자동측정장비로 이루어질 수 있다. 이 방법에서 안테나의 높이 및 주파수는 모두 요구되는 범위 전체에 걸쳐 스캔 또는 스위프 되어야 한다. 주파수 스위프 속도는 안테나 높이에 따른 스캔속도보다 훨씬 커야 한다. 그렇지 않으면 절차는 a)와 같다. 세부 절차는 부록 E에 나와 있다.



### 5.6.2 안테나 인자 결정

NSA를 측정하는 데는 정확한 안테나 인자가 필요하다. 일반적으로 안테나와 함께 제공되는 안테나 인자들은 명확하게 또는 개별적으로 측정되지 않는다면 부적절하다. 선형 편파 안테나가 필요하다. 유용한 안테나 교정 방법이 부록 E에 포함되어 있다. 제조자의 안테나 인자는 다른 특징들 중에서도 발런에 기인하는 손실을 고려할 수도 있다. 만약 별도의 발런이나 완전히 결합된 케이블이 사용된다면, 그 영향이 고려되어야한다. 반파장의 동조 다이폴 안테나에 대한 사용 공식은 부록 E에 주어진다.

### 5.6.3 시험장 감쇠 편차

NSA의 측정값이  $\pm 4$  dB이상의 오차를 보인다면 몇몇 항목들을 우선 재확인해야 한다.

- a) 측정 절차
- b) 안테나 인자의 정확성
- c) 신호 소스의 편차나 수신기 또는 스펙트럼 분석기의 입력감쇠기 및 읽은 값의 정확성.

만약 a), b), c)에서 어떤 오류도 발견되지 않는다면 그때는 시험장에 문제가 있으며 시험장의 변화에 대한 가능한 원인을 자세히 조사해야 한다. 부록 F에는 NSA에서 발생할 수 있는 오류가 나와 있다.

수직편파가 일반적으로 더 중요한 측정치이므로, 시험장의 이상은 수평편파 결과보다는 더욱 민감한 측정치(수직편파 측정치)를 사용하여 조사되어야 한다. 조사할 중요한 항목은 아래와 같다.

- a) 접지면의 크기와 구조의 부적절함
- b) 불필요한 산란을 일으키는 시험장 주변의 물체
- c) 전천후 덮개
- d) 회전반 표면이 전도성이며 접지면과 같은 높이일 때 회전반 원주에서의 접지면 불연속성
- e) 두꺼운 유전체 접지면 덮개

f) 층계를 위한 접지면 개구부

## 5.7 접지면이 있는 시험장의 적합성

방사 방사 측정을 위하여 여러 가지 시험장과 설비가 있다. 대부분은 날씨와 주변 무선주파수의 악영향으로부터 보호된다. 이들 설비로는 전천후 보호 야외 시험장과 흡수체를 댄 차폐실이 있다.

구조 물체가 시험장을 감싸고 있으면 5.6에 설명한 것처럼 단일 정규화 시험장 감쇠(NSA) 측정결과로는 측정 시험장이 적합하다는 것을 입증하기에 적절하지 않을 수도 있다.

대체 시험장의 적합성 평가를 위해서 다음 절차가 권장된다. 이것은 피시험기가 차지하는 체적 전체에 걸쳐 수행되는 다수 NSA 측정에 기초한다. 이들 NSA 측정치는 모두 야외 시험장과 동등하게 적합하다고 판단되려면 모두  $\pm 4$  dB의 오차범위 이내에 들어야 한다.

이 장에서의 논의는 전도성 접지면을 가지는 대체 시험장에 관한 것이다.

### 5.7.1 대체 시험장의 정규화 시험장 감쇠

대체 시험장에 대한 단일 NSA 측정은 구조물로부터 일어날 수 있는 반사나 시설의 벽이나 천장에 붙여진 RF 흡수물질에서 일어날 수 있는 반사는 충분히 잡아내지 못한다. 이런 시험장에서 "시험 체적"은 시험할 가장 큰 장치 또는 시스템이 회전반 같은 것에 의해서 중심위치 주위로  $360^\circ$ 에 걸쳐 회전될 때 그것에 의해서 윤곽이 그려지는 부피로 정의된다. 그림 6a와 6b에서처럼 수평 및 수직 편파를 평가할 때 최대 20개, 즉, 두 편파(수평과 수직)와 두 높이 (1m와 2m의 수평과 1m와 1.5m의 수직)에 대해서 수평 접지면의 5개 지점(중심과 중심에서 측정 안테나의 위치까지 그려진 한 선분에 관해서 측정되는 중심, 왼쪽, 오른쪽, 앞쪽, 뒤쪽)의 별도 시험장 감쇠 측정치가 요구된다.

이러한 측정들은 광대역 안테나로 수행되며, 거리는 안테나의 중심에 대하여 측정된다. 송수신 안테나는 서로 평행하며 측정 축과 직교하는 안테나 요소들과 일렬을 이루어야 한다.

수직 편파에 대해서, 송신 안테나의 불균형(off-center) 위치는 시험 체적의 주변에 위치한다. 게다가 낮은 쪽의 안테나 끝부분은 바닥에서 25 cm 이상 커야

하는데, 그렇게 되려면 가장 낮은 높이 측정을 위해서 안테나의 중심이 1 m보다 약간 더 높아야 할 수도 있다.

왼쪽과 오른쪽의 수평 편파 측정에서 구조물 또는 벽의 흡수제와 피시험기기의 외면 사이의 거리가 1 m보다 가깝다면, 안테나의 중심은 중심 위치로 옮겨져서 안테나의 최단 끝부분이 외면에 있거나 외면에서 시험 체적 반지름의 10 % 이하의 거리에 있어야 한다. 앞과 뒤는 시험 체적의 주변에 위치한다.

요구되는 측정의 수는 다음의 상황에 따라 줄어들 수 있다.

- a) 구조물이나 흡수재료의 가장 가까운 지점이 시험 체적의 뒤쪽 경계에서 1m이상의 거리에 있다면 뒤쪽에서의 수직과 수평의 편파 측정은 생략 가능하다.

주유전체 계면 근처에 위치한 방사 방출 소스는 그 위치에 있는 소스의 방사 특성에 영향을 미칠 수 있는 전류분포 변화를 주는 것으로 입증되었다. 그러므로 피시험기기가 계면 근처에 놓일 경우 추가 시험장 감쇠 측정이 필요하다.

- b) 왼쪽과 오른쪽 지점을 연결하는 시험체적 지름을 따르는 수평편파 측정의 총수는 지름의 90%를 덮는 안테나 풋프린트에 필요한 최소한의 수까지 줄일 수 있다.
- c) 테이블 설치대를 포함하는 피시험기기 최상부까지 높이가 1.5m가 되지 않는다면 1.5m 높이에서의 수직편파 측정은 생략해도 된다.
- d) 시험 체적이, 테이블이 사용될 경우 그것도 포함하여, 1m 길이, 1.5m 넓이, 1.5m 높이 미만일 경우 수평편파는 중심, 앞, 뒤 위치에서만 측정되, 1m와 2m의 높이에서 할 필요가 있다. 만약 위의 항목 a)가 적용된다면 뒤의 위치는 생략되어도 된다. 그 결과 최소한 8번(한 높이에 대해 수직 편파(왼쪽, 중심, 오른쪽, 앞쪽) 4위치와 두 높이에 대해 수평 편파(중심과 앞쪽) 4 위치)의 측정이 요구된다 (그림 6c와 6d 참조).

NSA 측정은 표1과 2에 따라 송수신 안테나의 이격거리를 일정하게 유지한 상태에서 수행되어야 한다. 이들 표는 추가 송신 높이에 대한 값을 더함으로써 이들 NSA 값을 조정하며 30 m 스캔 높이를 1m - 4m 범위로 제한하기 위해서 수정되었다는 점에 유의한다. 수신 안테나를 옮겨서 회전반 중심쪽의 선에 따라

적절한 이격을 유지해야 한다 (그림 6a, 6b, 6c, 6d 참조). 대체 시험장은 위에서 지정한 NSA 측정이 5.7.2의 요건과 아래의 5.7.3의

접지면 요건을 충족시킬 때 방사 방출시험의 수행에 적합한 것으로 여겨진다.

주) 대체 시험장의 적합성 입증에 추가 시험이 필요한지 결정하기 위한 연구가 진행 중이다.

### 5.7.2 시험장 감쇠

측정된 수평 수직 NSA 값이 이상적인 시험장의 이론적 정규화 시험장 감쇠에 대해  $\pm 4\text{dB}$ 이내에 있다면 측정 시험장이 방사 전자기장 측정에 적합한 것으로 여겨진다.

### 5.7.3 전도성 접지면

방사 방출 시험장에는 전도성 접지면이 필요하다. 전도성 접지면은 피시험기기의 외면과 가장 큰 측정 안테나에서 최소한 1m는 더 확장되어 있어야 하고 피시험기기와 안테나 사이의 전 지역을 덮을 수 있어야 한다. 측정 최고 주파수에서 세로 치수가 파장의 10분의 1보다 더 큰 구멍이나 틈이 없는 금속으로 되어야 한다. NSA 측정이  $\pm 4\text{dB}$  기준을 충족시키지 못한다면 더 큰 크기의 전도성 접지면이 요구될 수도 있다.

주 관련 연구가 계속되는 것을 보면 전도성 접지면의 최소 크기를 지정해야 할 필요가 있음을 지적해준다.

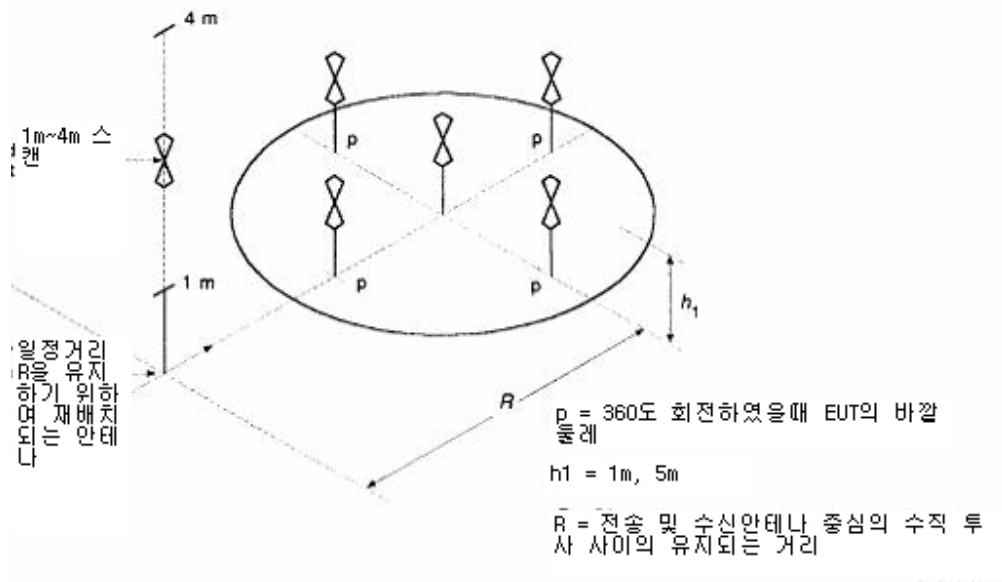
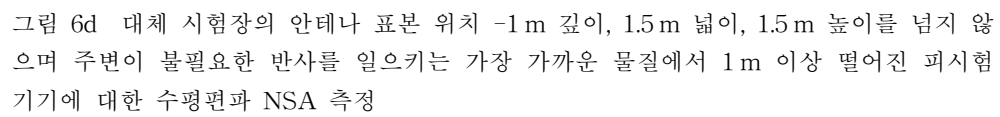


그림6a 대체 시험장의 안테나 표본 위치 - 수직편파 NSA 측정





- 29 -

표 1 - 정규화 시험장 감쇠  
(수평편파 반파장 동조 다이폴 안테나의 권고 기하구조)

편파 R h <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	수평 3m 2m 1m - 4m	수평 10m 2m 1m - 4m	수평 30m 2m 1m - 4m
fm MHz	A <sub>N</sub> dB		
30	11.0	24.1	41.7
35	8.8	21.6	39.1
40	7.0	19.4	36.8
45	5.5	17.5	34.7
50	4.2	15.9	32.9
60	2.2	13.1	29.8
70	0.6	10.9	27.2
80	-0.7	9.2	24.9
90	-1.8	7.8	23.0
100	-2.8	6.7	21.2
120	-4.4	5.0	18.2
140	-5.8	3.5	15.8
160	-6.7	2.3	13.8
180	-7.2	1.2	12.0
200	-8.4	0.3	10.6
250	-10.6	-1.7	7.8
300	-12.3	-3.3	6.1
400	-14.9	-5.8	3.5
500	-16.7	-7.6	1.6
600	-18.3	-9.3	0
700	-19.7	-10.6	-1.4
800	-20.8	-11.8	-2.5
900	-21.8	-12.9	-3.5
1000	-22.7	-13.8	-4.5



표 2 - 정규화 시험장 감쇠  
(광대역 안테나용 권고 기하구조)

편파	수평	수평	수평	수직	수직	수직	수직
R	3 m	10 m	30 m	3 m	3 m	10 m	30 m
h <sub>1</sub>	1 m	1 m	1 m	1 m	1.5 m	1 m	1 m
h <sub>2</sub>	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m
f <sub>m</sub> MHz	A <sub>N</sub> dB						
30	15.8	29.8	47.8	8.2	9.3	16.7	26.0
35	13.4	27.1	45.1	6.9	8.0	15.4	24.7
40	11.3	24.9	42.8	5.8	7.0	14.2	23.5
45	9.4	22.9	40.8	4.9	6.1	13.2	22.5
50	7.8	21.1	38.9	4.0	5.4	12.3	21.6
60	5.0	18.0	35.8	2.6	4.1	10.7	20
70	2.8	15.5	33.1	1.5	3.2	9.4	18.7
80	0.9	13.3	30.8	0.6	2.6	8.3	17.5
90	-0.7	11.4	28.8	-0.1	2.1	7.3	16.5
100	-2.0	9.7	27	-0.7	1.9	6.4	15.6
120	-4.2	7.0	23.9	-1.5	1.3	4.9	14.0
140	-6.0	4.8	21.2	-1.8	-1.5	3.7	12.7
160	-7.4	3.1	19	-1.7	-3.7	2.6	11.5
180	-8.6	1.7	17	-1.3	-5.3	1.8	10.5
200	-9.6	0.6	15.3	-3.6	-6.7	1.0	9.6
250	-11.7	-1.6	11.6	-7.7	-9.1	-0.5	7.7
300	-12.8	-3.3	8.8	-10.5	-10.9	-1.5	6.2
400	-14.8	-5.9	4.6	-14.0	-12.6	-4.1	3.9
500	-17.3	-7.9	1.8	-16.4	-15.1	-6.7	2.1
600	-19.1	-9.5	0	-16.3	-16.9	-8.7	0.8
700	-20.6	-10.8	-1.3	-18.4	-18.4	-10.2	-0.3
800	-21.3	-12.0	-2.5	-20.0	-19.3	-11.5	-1.1
900	-22.5	-12.8	-3.5	-21.3	-20.4	-12.6	-1.7
1 000	-23.5	-13.8	-4.4	-22.4	-21.4	-13.6	-3.5
* 이 데이터는 안테나의 중심이 접지면으로부터 1 m 일때 접지면으로부터 이격거리가 최소 25 cm 인 안테나에 적용된다.							

## 6 총방사전력 측정을 위한 잔향실

마이크로파 주파수 범위에서 작동되는 어떤 종류의 장비는 동작조건과 환경에 민감한 3차원 복합 방출패턴의 존재 때문에 총방사전력의 측정치가 장해 억제에 관한 주요한 요소로 여겨진다. 이 값은 금속벽으로 된 적합한 챔버에 장비를 두고 측정할 수 있다. 방의 위치에 따라 에너지 밀도 분포를 불균일하게 만들 수 있는 정재파의 영향을 방지하기 위해서 회전 교반기를 설치한다. 적당한 크기, 모양, 그리고 위치에서 챔버 안의 에너지 밀도는 위상, 진폭 및 편파에 따라 일정한 통계분포법칙에 의하여 임의로 변한다.

### 6.1 챔버(Chamber)

#### 6.1.1 크기와 모양

챔버의 길이는 가장 낮은 관심 주파수의 파장에 비해서 커야 한다. 또 그 길이는 시험중인 장치, 교반기 및 측정 안테나를 수용할 만큼 충분히 커야 한다. 마이크로파 장비는 부피가 대략  $0.2\text{ m}^3$ 인 작은 탁상용 오븐 치수에서부터 760 mm 베이스와 1.7 m 높이의 큰 장치에 이르기까지 크기가 다양하다. 챔버가 3 차원의 동일한 차수라면 어떤 형상이든 관계 없다. 3 차원은 가급적이면 각각 달라야 한다. 가장 낮은 주파수 1 GHz에서 방의 용적은  $8\text{ m}^3$  이상이라야 한다. 실제 치수는 챔버의 물질적 특성에 따라 달라진다. 챔버의 적합성 시험방법에 관해서는 6.1.4를 참조한다.

벽과 교반기는 금속이어야 한다. 금속 부재간의 접속부분은 기계적으로 견고하고 전체 길이에 걸쳐 전기저항이 낮으며, 표면 부식이 없어야 한다. 챔버 내부에는 나무 같은 흡수재도 없어야 한다.

#### 6.1.2 출입문, 벽의 개구부 및 설치 브래킷

밀폐실 출입문은 측정자와 장비의 출입을 허용하기에 충분히 커야 한다. 출입문은 바깥쪽으로 열려야 하며 에너지 손실을 최소화하기 위하여 기밀이 유지될 만큼 꼭 맞아야 한다. 설치를 편하게 하기 위해서 방 안쪽의 송수신 안테나 설치 브래킷을 벽에 고정시킬 수도 있다.

#### 6.1.3 회전판

다음은 회전판에 관한 2 가지 사례를 기술한다. 교반효율이 6.1.4의 기준을 충족시킨다면 다른 모양도 허용된다.

### 6.1.3.1 회전 베인

회전베인이 사용될 경우, 두 베인은 벽에서부터 사용 파장의 1/4 이상 간격으로 방의 인접한 벽에 설치되며 강체로 유지될 만큼 두께가 충분해야 한다. 베인은 벽 치수가 허용하는 한의 최대길이가 되어야 하며 폭은 길이의 대략 1/5이 되어야 한다.

### 6.1.3.2 회전 패들

회전패들이 사용될 경우 2개 또는 3개의 패들이 방의 벽에 설치된다. 패들은 상호 직각이어야 한다. 패들은 그림 7에 보이는 모양이고 이들의 길이에 평행한 축 주위로 회전한다. 회전 관형 공간의 직경은 사용되는 최대 파장 이상이어야 하며, 길이는 벽 크기에 의해 허용된 최대치이어야 한다. 구조는 강건해야 한다.

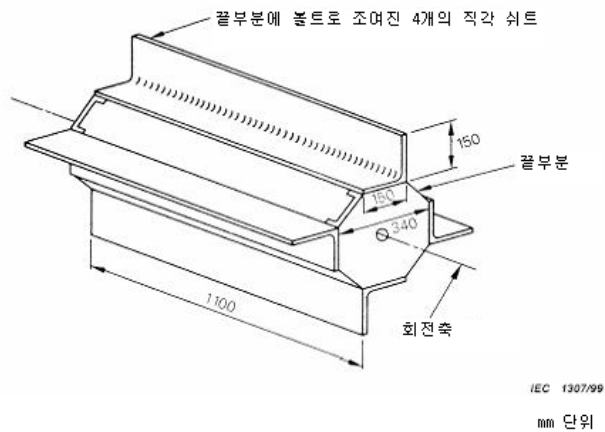


그림 7- 패들 회전판의 예

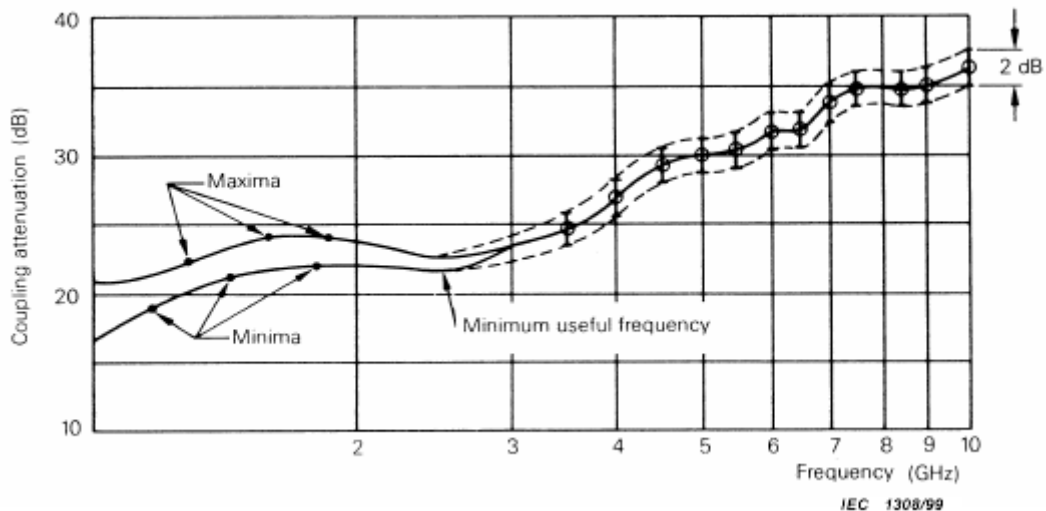
### 6.1.3.3 회전 속도

회전판의 회전 속도들은 서로 달라야 한다. 회전판의 한 회전의 최장시간은 측정기기 적산 시간의 1/5 미만이어야 한다. 6.1.5에 기술되는 측정장치의 경우, 적당한 속도는 50에서 200 rpm 사이이다. 회전판 회전에 사용되는 모터와 감속장치는 방 벽 밖에 있는 것이 바람직하다.

#### 6.1.4 회전판의 효율 시험

방 내부 에너지 분포의 균일성은 결합감쇠(6.1.5 참조) 주파수 변화의 원활함으로 입증된다. 낮은 주파수에서는 파장이 더 길기 때문에 이 균일성을 얻기가 더 어려우므로 뚜렷한 최소와 최대가 존재한다. 회전판의 효율이 좋을수록 이들 최대와 최소가 더 작아지며 따라서 이용 가능한 주파수는 더 낮다.

결합감쇠는 방의 이용 가능한 주파수 범위에 걸쳐 측정된다. 최대 및 최소가 관측 가능한 낮은 주파수에서 값들은 대략 100 MHz 간격에서 측정되어야 한다. 이때 수신 안테나는 고정 상태로 유지되고 송신 안테나는 45도 간격으로 회전되며 시험은 각 위치와 각 주파수에 대해서 반복된다. 수신 안테나를 90도 회전시킨 상태에서 전체 시험을 반복해야 한다. 회전판은 다음과 같은 경우 요건을 충족시키는 것으로 여겨진다. (1) 최대 및 최소 그래프의 포락선이 송신 안테나의 어떤 위치에서도 2 dB를 초과하지 않으며, (2) 4개 그래프의 평균은 2 dB 이하의 포락선 이내에 있다. 그림 8은 전형적인 결과를 보인다.



주 모든 측정점은 점선으로 표시되는 2 dB 포락선 이내에 놓여야 한다.

그림 8 - 그림 7 회전판을 사용하는 챔버의 경우 주파수 함수로서의 결합감쇠 범위

#### 6.1.5 결합감쇠 (Coupling attenuation)

어떤 챔버의 결합감쇠는 그 챔버 내의 송수신 안테나의 종단들 사이에서 측정되는 삽입손실이다. 챔버의 벽이나 챔버 내부에 위치하는 저손실 송신안테나(예를 들어, 혼안테나)로 송전하기 위해서 출력이 정확히 측정될 수 있는 교정된 신호발생기가 사용된다. 수신 안테나는 벽으로부터 1/4 파장 이상이며 송신안테나를 향하지 않고 가장 가까운 챔버의 벽을 향하거나 챔버의 어떠한 축과 일직선이 되는 조건으로 챔버 내에 어떤 지점에 설치될 수 있다.

저잡음 RF증폭기는 고역통과필터를 통해서 수신 안테나와 연결된다. 이의 출력은 대역통과필터를 통해서 다이오드 검파기로 연결된다. 대역통과필터는 관심 주파수와 동조상태가 되어야 하며 지정된 대역폭으로 되어야 한다. 검파기의 출력은 지정된 피크 홀드 시간(홀드 시간은 측정 장비에 따라 달라짐)이 있는 피크 지시 전압계와 연결된다. 이 측정에 스펙트럼 분석기가 이용될 수도 있다. 송신안테나로 흡수되는 전력  $P$ 를 기록한다. 이때 신호발생기는 저잡음 증폭기의 입력과 연결되고, 이의 전력출력  $p$ 는 동일한 전압계 지시치를 얻을 수 있게 조정된다. 저잡음 증폭기에 의해 흡수되는 전력을 기록한다. 결합감쇠는  $10 \lg(P/p)$ dB 이다.

## 7. 방사성 장애에 대한 내성 측정을 위한 TEM 셀

(고려 중)

## 8. 1GHz - 18GHz 주파수범위의 장애파 세기 측정을 위한 시험장

시험장은 무반사 조건을 갖추어야 한다. 이들 자유공간 조건을 얻기 위해서 흡수체를 사용하거나 피시험기기의 높이를 올릴 필요가 있을 경우도 있다.

주) 마루바닥에 설치된 장치를 시험할 경우에 지면 가까이는 무반사 조건을 얻지 못할 수도 있다.

### 8.1 기준 시험장

기준 시험장은 반사가 측정에 영향을 미치지 않을 것을 보장할 대책이 마련된 자유공간 야외 시험장이어야 한다.

### 8.2 시험장의 유효성확인

시험장의 유효성확인에 이용될 절차와 합격 판정될 어떤 시험장의 이상적인 자유공간 조건에 관한 허용공차(예를 들어, 1GHz 이하로 지정된 현재의 4 dB)는 현재 검토 중이다.

### 8.3 대체 시험장

자유공간 조건을 달성하면 어떤 측정 시험장이든 대체 시험장으로 가능하다.

## 부록 A

(기준용)

### 광대역 안테나의 각종 파라미터

#### A.1 개요

스캔 수신기와 스펙트럼 분석기를 이용하여 넓은 주파수 범위에 걸친 방사방출 및 내성을 측정하기 위해서 새로 개량된 안테나를 이용하므로 그런 광대역 안테나의 특성과 유용성을 비교하는데 사용될 수 있는 특정 파라미터들을 제공하는 것은 크게 도움이 된다. 각종 CISPR 출판물은 측정 시에 사용될 특정 안테나를 지정한다. 동조 반파장 다이폴 안테나는 80 MHz 이상에서 널리 사용된다. 지정된 안테나와 동등한 결과를 얻을 수 있다면 일반적으로 다른 종류의 안테나(대개 광대역)가 사용될 수 있다. 관련 파라미터들을 목록으로 정리해보면 지정된 안테나 또는 다른 광대역 안테나와 이들 광대역 안테나를 서로 비교하는데 도움이 될 것이다. 이들 파라미터는 새로운 안테나의 이용을 권장하는 CISPR 문서의 일부로서 기술된다. 안테나 제조자는 간섭을 측정할 때 사용되는 광대역 안테나의 가장 유용한 측면을 기술할 때 이 정보를 지침으로 이용할 수도 있다. 그러나 특정한 광대역 안테나가 동조 다이폴 안테나보다 우선함을 나타내려는 것은 CISPR의 취지가 아니다.

#### A.2 광대역 안테나 파라미터

CISPR 측정을 위해 사용되는 광대역 안테나는 선형 편파이며 넓은 주파수범위에 걸쳐 사용하기 위한 안테나이다. 그렇다고 하여 길이 조정이 제한되는 안테나의 이용이나 안테나 소자 부분들의 추가를 금하는 것은 아니다. 그런 안테나

의 임피던스는 대개 실제 임피던스와 가상 임피던스를 함께 포함한다. 지정할 수 있는 다른 파라미터들은 아래에 포함된다.

#### **A.2.1 안테나 형식**

다음의 파라미터들은 제공되어야 할 광대역 안테나의 물리적 파라미터들을 기술한다. 어떤 파라미터들은 각 안테나에 적용되지 않을 수도 있음에 유의 한다.

##### **A.2.1.1 고정 또는 가변 길이 또는 지름의 안테나 형식**

안테나에 가변길이가 포함될 경우, 기본 고정 길이를 가감하는 섹션의 수를 지정한다.

주) 완전 동조형 안테나는 광대역으로 여겨지지 않으므로 여기서는 구체적으로 언급되지 않는다. 루프 안테나의 직경은 일반적으로 가변형이 아니다.

##### **A.2.1.2 깊이 대 폭 비율 또는 루프 직경**

치수는 미터로 한다. 대수주기 배열에 대해서, 예를 들어, 측정축을 따르는 붐의 길이와 가장 큰 요소의 폭이 주어져야 한다.

##### **A.2.1.3 능동 또는 수동 안테나**

광대역 안테나가 증폭기, 전치 증폭기, 그리고 신호를 증폭하거나 주파수 응답을 만드는 기타 비선형 능동 장치를 포함할 경우 그 광대역 안테나는 능동 안테나로 여겨진다.

##### **A.2.1.4 설치 장치**

표본적인 삼각대 또는 안테나 위치 조정기에 의해 수용될 수 있는 어떤 특별한 설치 요건을 제공한다.

##### **A.2.1.5 커넥터 형식**

BNC, N, SMA 등 적절한 것.

##### **A.2.1.6 발런 형식**

발런이 이산, 분포, 동조 등인지 명기한다.

#### **A.2.2 안테나 규격**

#### A.2.2.1 주파수 범위

안테나가 이의 특성 이내에서 동작하는 경우 메가헤르츠 또는 킬로헤르츠 단위의 주파수 범위를 지정한다. 범위의 어느 쪽 끝에서든 옥타브당 데시벨 단위의 정의된 감소(fall-off) 특성이 있을 경우 그렇게 명기한다.

#### A.2.2.2 이득 및 안테나 인자

##### A.2.2.2.1 이득

등방성 방사(dBi)에 상대적인 데시벨 단위의 전형적인 또는 실제의 이득을 지정한다.

##### A.2.2.2.2 안테나 인자

전형적 또는 실질적 안테나 인자를 미터당 데시벨 단위로 지정한다.

이득과 안테나 인자는 A.2.3.1에 나와 있는 측정 절차를 사용하여 측정한다.

#### A.2.2.3 선형성 편파에 대한 지향성 및 패턴

E와 H면에 극좌표 구성으로 안테나 패턴과 방향성을 지정한다. 지향성이 비교적 적은 안테나의 경우 데시벨 단위의 전후비 (front-to-back ratio)를 지정한다. 전방향성(omnidirectional) 일 경우 그렇게 언급하다.

#### A.2.2.4 VSWR과 임피던스

최대 VSWR과 ohm 단위의 명목 입력 임피던스를 표시한다.

#### A.2.2.5 능동안테나 성능

능동증폭 이득을 포함하는 안테나의 경우, 상호변조곱(intermodulation product) 레벨, 외부 장애에 대한 전계 및 자계 세기 내성 레벨, 그리고 과부하 또는 부적절한 동작을 측정하기 위한 관련점검을 지정한다.

#### A.2.2.6 전력 처리

내성에 대해서, 지정된 최대 및 과도 전력처리 능력(와트 단위)을 이용한다.

#### A.2.2.7 기타 조건들

기후에 노출되는 비보호 구역에서 사용될 경우 안테나가 작동해야 하는 온도



및 습도 범위 그리고 예방책을 명시한다.

### **A.2.3 안테나 교정**

#### **A.2.3.1 방사 측정을 위한 교정방법**

아래와 같이 교정에 사용된 방법을 식별한다.

- a) 계산 (사용된 공식을 표시한다.)
- b) 측정 (사용된 방법 또는 표준, 혹은 국가교정시험소에 대한 소급성, 그리고 안테나의 개별적 교정 여부를 명기한다.)

주) 내성 측정을 위해서, 장의 세기 교정은 일반적으로 방사를 받게 될 전기용품 위치에 놓인 이차교정 안테나를 이용하여 이루어진다. 따라서, 송신안테나는 교정이 필요 없다.

#### **A.2.3.2 주파수 간격**

교정 진행 중에 사용되는 주파수는 MHz나 kHz 단위로 나타낸다. 만약 스위프 주파수 절차가 사용될 경우 그 사실을 기술한다.

#### **A.2.3.3 교정의 정확도**

교정의 명목 정밀도를  $\pm$  데시벨 단위로 명기한다. 최악 사례의 정밀도와 그것이 발생하는 주파수 대역 부분을 나타낸다.

#### **A.2.3.4 선호되는 또는 지정된 안테나들의 상관관계**

안테나가 CISPR 출판물에 인용된 선호된 또는 지정된 안테나를 대체할 경우, 광대역 안테나의 결과를 선호된 또는 지정된 안테나에 갈음할 모든 상관인자를 데시벨 단위로 나타낸다. 또한, 자기장 밀도에서 변환하거나 그 반대로 변환하기 위해서 사용되거나 장의 세기가 아닌 측정단위로 어떤 다른 변환을 위해서 사용되는 변환인자들도 나타낸다.

#### **A.2.3.5 단위**

방사 전자기장 세기 측정에 필요한 교정단위를 지정한다.

### **A.2.4 안테나 사용자 정보**

#### **A.2.4.1 안테나 사용법**

안테나의 사용에 관한 설명을 제공한다. 어떠한 특별 주의사항이나 제한이 오용

의 가능성을 줄이기 위해 인용되었는지를 확실히 한다.

#### **A.2.4.2 물리적인 제한**

다음과 같은 안테나 사용에 있어서 어떤 물리적인 제약이 있는지를 표시한다.

- a) 접지면 위의 최소 높이
- b) 접지면에 관한 기준 편파
- c) 특수한 사용, 즉, 수신 안테나 또는 전송 안테나 단일 용도 사용. 대개 이것은 수동안테나 발런의 전력처리 능력이나 능동안테나의 비쌍방향 특성에 제한된다.
- d) 안테나의 연속성의 완전함을 측정하기 위한 단순한 저항 점검
- e) 측정되는 전기용품과 가장 가까운 안테나 요소의 최소 이격거리

## 부록 B (기준용)

### 모노폴 (1 m 봉안테나) 성능방정식과 관련 안테나 정합회로의 특성부여<sup>1)</sup>

#### B.1 설명

##### B.1.1 모노폴 (1 m 봉) 안테나 시스템 개요

모노폴(봉)안테나는 대개 30 MHz 이하의 주파수에서 사용되나, 가끔씩 더 높은 주파수에서 사용되기도 한다. 낮은 주파수 범위와 관련한 긴 파장 때문에 더 높은 주파수로 안테나를 교정하거나 특징짓는 방법들은 적용되지 않는다. 이 부록에서 정의된 기법은 30 MHz 이하의 주파수에 적용될 수 있다. 이 방법은, 주의를 기울여서, 작은 오차(1 dB 미만)로 상업적으로 사용되어왔다.

안테나 인자를 국가표준으로 소급하는 일차적인 방법은 모든 안테나를 평면파에 의해 조명하는 것이다. 모노폴 소자(element)의 캐패시터 대용이라는 대체 방법이 본 부록에서 다뤄진다. 캐패시터 대체 방법으로 안테나 인자를 결정할 수 있지만, 실제 교정 과정에 진정한 안테나 인자를  $\pm 1$  dB 범위 안으로 얻으려면 전문적인 지식이 필요하다. 모노폴 소자가 동축 커넥터에 부착될 수 없는 여러 종류의 안테나의 지그를 설계할 때는 특별히 그러하다. 마지막으로, 10 MHz 이상의 주파수에서 능동안테나에 캐패시터 대체 방법을 사용할 때는 특별한 주의가 필요하다.

##### B.1.2 모노폴(봉)안테나 성능방정식

다음의 공식은 유효높이, 자체 정전용량, 그리고 흔히 쓰이지 않는 치수의 봉 또는 모노폴 안테나의 높이 보정인자 결정에 사용된다.

이 공식들은  $\lambda/8$  [8]<sup>3</sup>보다 짧은 원통형 봉 안테나에서만 유효하다.

$$h_e = \frac{\lambda}{2\pi} \tan \frac{\pi h}{\lambda} \quad [1], [2], [3] \quad (B.1)$$

$$C_a = \frac{55.6h}{\left(\ln \frac{h}{a}\right) - 1} \frac{\tan \frac{2\pi h}{\lambda}}{\frac{2\pi h}{\lambda}} \quad [3], [4], [5], [6], [7], [8] \quad (B.2)$$

$$C_h = 20 \log h_e \quad (B.3)$$

여기서,

$h_e$ 는 안테나의 미터단위의 실효높이

$h$ 는 미터단위의 봉 소자의 실제 높이

$\lambda$ 는 미터단위의 파장

$C_a$ 는 피코패럿 단위의 봉안테나 자체 정전용량

1) 이 부록은 IEEE 291-1991에 기초한다(B.5절 참조).

2) 정사각 브래킷 그림은 B.5절에 인용된 참고문헌을 참조한다.

$a$ 는 미터단위의 봉안테나의 반경

$C_h$ 는 데시벨단위의 높이 보정인자.

## B.2 정합회로(Matching network) 특성부여 방법

등가 정전용량 대체 방법의 경우, 실제 봉안테나 소자를 대신해서 더미(dummy) 안테나가 사용된다. 더미 안테나의 주된 성분은 봉이나 모노폴의 자체 정전용량과 동일한 캐패시터이다. 이 더미 안테나는 신호원에서 공급되며 정합회로나 안테나 기본장치는 그림 B.1과 같은 시험 구성을 이용하여 측정된다. 데시벨 단위의 안테나 인자는 공식(B.4)로 주어진다.

$$AF = V_D - V_L - C_h \quad (B.4)$$

여기서,

$V_D$ 는 신호발생기의 측정 출력, dB( $\mu$ V) 단위.

$V_L$ 은 정합회로의 측정 출력, dB( $\mu$ V) 단위.

$C_h$ 는 (실효높이에 대한) 높이 보정인자, dB(m) 단위.

EMC 측정에 널리 이용되는 모노폴(1m 봉) 안테나의 경우, 실효높이( $h_e$ )는 0.5m, 높이 보정인자 ( $C_h$ )는 6 dB(m), 자체 정전용량 ( $C_a$ )는 10 pF이다.

주) 보통과 다른 치수의 봉안테나의 실효높이, 높이 보정인자 및 자체 정전용량을 계산하려면 B.1.2를 참고한다.

두 절차, 즉, B.2.1의 네트워크 분석기 방법 또는 B.2.2의 신호발생기와 전파잡음 측정기 방법이 사용되어야 한다. 같은 더미안테나가 두 절차 모두에 쓰인다. 더미안테나의 제조에 대한 지침은 B.3절을 참조한다. 안테나의 작동범위 혹은 9 kHz - 30 MHz 범위 중에서 어느 것이든 더 작은 범위에 걸쳐 안테나 인자 대 주파수의 원만한 곡선을 얻기 위해서는 측정은 충분한 수의 주파수에서 이루어져야 한다.

### B.2.1 네트워크 분석기 절차

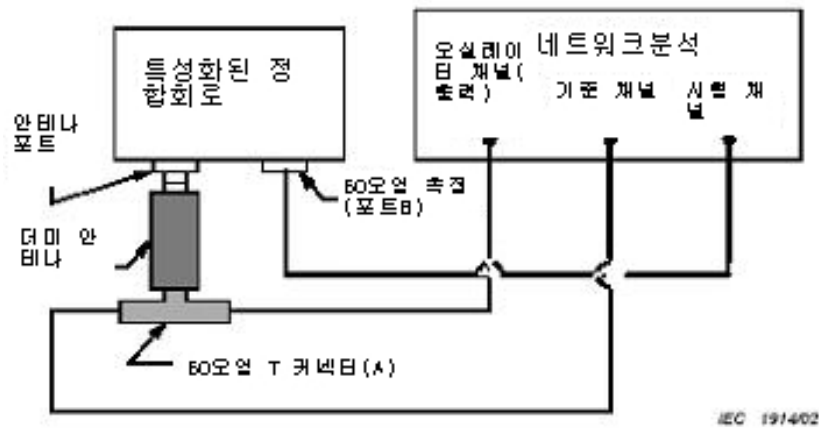
- 측정에 사용될 케이블과 함께 네트워크 분석기를 교정한다.
- 그림 B.1에 나타난 것과 같은 측정장비와 특징지어질 정합회로를 구성한다.
- 기준채널의 신호 레벨(dB $\mu$ V)에서 시험 채널의 신호 레벨(dB $\mu$ V)을 뺀 다음에 안테나의 안테나 인자(dB(1/m))를 얻기 위하여  $C_h$  (1m 봉에 대해서 6 dB)를 뺀다.

주) 네트워크 분석기에서 감쇠기 패드는 필요하지 않다. 왜냐하면 네트워크 분석기의 채널 임피던스가 50 $\Omega$ 에 거의 가까우며 오차가 네트워크 분석기 교정 중에 보정되기 때문이다. 필요하다면 감쇠기 패드가 사용될 수도 있다. 그러나, 그것들을 포함하면 네트워크 분석기 교정이 복잡해진다.

### B.2.2 전파잡음 측정기와 신호발생기 절차

- 특징지어질 정합회로와 그림 B.2에 나타난 측정장치를 구성한다.
- T-커넥터(A)의 50 $\Omega$  종단에, 보이는 바와 같이 장비를 연결하고 RF 포트 (B)의 수신 신호 전압  $V_L$  (dB $\mu$ V)을 측정한다.

- c) 신호발생기의 RF 출력을 고정된 상태에서,  $50\Omega$  종단을 RF 포트(B)로 전환하고, 수신기 입력 케이블을 T-커넥터(A)로 전환한다. 구동신호전압  $V_D$  (dB $\mu$ V)을 측정한다.
- d)  $V_D$ 에서  $V_L$  을 뺀 후 안테나의 안테나 인자(dB(1/m))를 얻기 위하여  $C_h$  (1m봉의 6 dB)를 뺀다.



주 1) 더미 안테나를 피시험기기 포트에 가능한 가깝게 위치시킨다. T-커넥터를 더미 안테나에 최대한 가까이 놓는다. T-커넥터와  $50\Omega$  측정 포트의 시험 채널 사이와 T-커넥터와 기준채널 입력 사이에 같은 길이와 형식의 케이블을 사용한다.

주 2) 감쇠기 패드는 네트워크 분석기에 필요하지 않으므로 권장되지 않는다.

그림 B.1 네트워크 분석기를 이용하는 방법

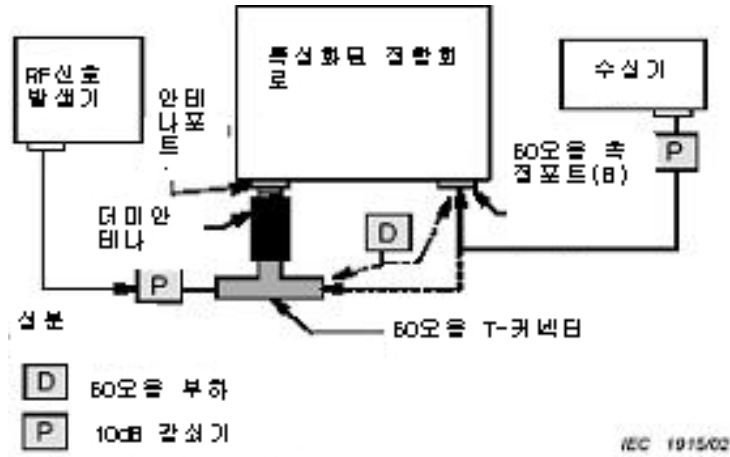


그림 B.2 전파잡음 측정기와 신호발생기를 사용하는 방법

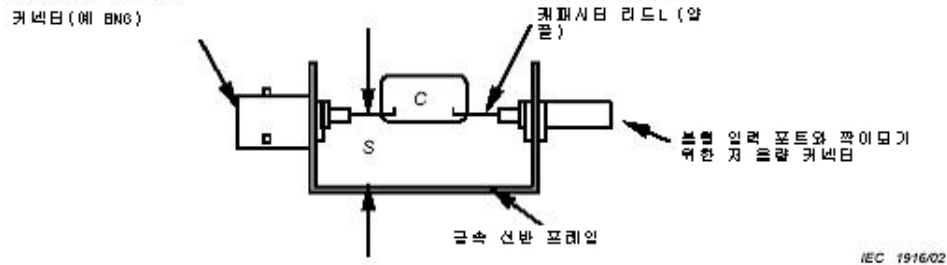
50Ω 종단은 정재파비(1.05:1 미만)가 아주 낮아야 한다. 전파잡음 측정기는 교정되어야 하며, SWR이 낮아야(2:1 미만) 한다. 신호발생기의 출력은 주파수와 진폭이 안정되어야 한다.

주) 신호발생기는 교정이 필요하지 않다. 전달표준기(transfer standard)로서 사용되기 때문이다.

### B.3 더미 안테나 고려사항

더미 안테나로써 사용되는 캐패시터는 작은 금속 박스나 작은 금속 프레임에 장착되어야 한다. 리드는 가능한 짧게 유지되어야 하나, 8mm보다는 길지 않으며, 금속 박스나 프레임의 표면으로부터 5mm - 10mm 간격으로 배치되어야 한다(그림B.3 참조).

안테나 인자 측정장치에 사용되는 T-커넥터는 더미 안테나 박스에 내장될 수도 있다. 발생기와의 임피던스 정합을 제공하기 위한 저항패드도 더미 안테나 박스 안에 내장될 수 있다.



#### 구성품

C : 5%공차, 마이카 은(silver mica), 식(B.2)에의해 계산된 안테나 정전용량(Ca)

S : 5mm - 10mm 리드 간격 (박스안에 밀봉되었을 경우 모든 표면으로부터 10mm)

L : 리드 길이. 8mm보다는 길지않고 가능한 짧게 한다(캐패시터 리드와 봉 포트 커넥터의 길이를 포함하여 총 리드길이는 40mm를 넘지 않는다).

그림B.3 더미 안테나 캐패시터 설치 예

#### B.4 모노폴(봉) 안테나의 적용

모노폴 봉안테나는 대개 카운터포이즈 함께 사용하거나 접지면 위에 설치하도록 설계된다. 정확한 장의 세기 값을 얻기 위하여 카운터포이즈이나 접지면의 이용에 관한 제조자의 지침이나 권고를 따라야 한다.

안테나가 끼워 넣어지는 봉 소자를 사용할 경우 소자는 제조자의 지침에 명기된 길이까지 연장되어야 한다 .

다수의 특정 표준에는 모노폴(봉) 안테나의 카운터포이즈를 접지면이나 시험대 접지면에 결합할 것을 명기하고 있다. 측정 표준의 요건을 충족시켜야 한다.

#### B.5 참고 문서

[1] IEEE 291-1991, IEEE Standard Methods for Measuring Electromagnetic Field Strength of Sinusoidal Continuous Waves 30 Hz to 30 GHz. IEEE, Inc., 445 Hoes Lane, PO Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331 USA, p. 28-29.



- [2] GREENE, FM. NBS Field-Strength Standards and Measurement (30 Hz to 1000 MHz). Proc. IEEE, No. 6, June 1967, vol. 55, p. 974-981.
- [3] SCHELKUNOFF, SA. and FRIIS, HT. Antennas: Theory and Practice. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1952, p. 302-331.
- [4] SCHELKUNOFF, SA. Theory of Antennas of Arbitrary Size and Shape. Proc of the IRE, Sept. 1941, vol. 29, p. 493-592.
- [5] WOLFF, EA. Antenna Analysis. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1966, p. 61.
- [6] HALLÉN, E. Theoretical Investigation into the Transmitting and Receiving Qualities of Antennas . Nova Acta Soc. Sci. Upsaliensis, Ser. IV, 11, No. 4, 1938, p. 1-44.
- [7] KING, RWP., Theory of Antennas, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1956, p.16-17, 71, 184 and 487.
- [8] The Radio Frequency Interference Meter. NAVSHIPS 94810, by The Staff of the Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, 1962, p. 36-38.

## 부록 C (기준용)

### 주파수 범위 9kHz - 30 MHz에서 자기장 유도전류 측정을 위한 루프 안테나 시스템

#### C.1 개요

이 부록은 9 kHz - 30 MHz 주파수범위 내에서 루프안테나 시스템(LAS)의 중앙에 놓인 단일 피시험기기가 방사하는 자기장에 의해 LAS에 유도되는 전류를 측정하기 위한 루프 안테나 시스템(LAS)에 관한 정보와 자료를 설명한다. 이 간행물의 부속조항 4.7과 CISPR 16-2-3은 이 LAS에 관한 내용을 언급한다.

LAS 안테나의 유효성확인 방법과 함께, LAS에 관한 설명이 주어진다. 변환인자는 같은 피시험기기가 그 피시험기로부터 특정한 거리에 위치한 단일 루프 자기장 안테나를 사용하여 측정된 때에 얻어진 자기장 데이터에 자기장 유도전류 데이터에 관련시켜서 주어진다.

#### C.2 루프 안테나 시스템의 구조

그림 C.1의 LAS는 절 C.3에 소개된 세 개의 상호수직 대형 루프 안테나(LLA)로 이루어진다. 전체 LAS는 비금속 지지대에 의해 지지된다.

LLA의 전류 프로브와 동축 스위치 사이, 그리고, 이 스위치와 측정장비 사이의 50Ω 동축케이블은 표면전달 임피던스가 100 kHz에서의 10 mΩ/m와 10 MHz에서의 1 mΩ/m보다 작아야 한다. 예를 들어, 이 요건은 이중 편복선 차폐 RG 223/U 동축 케이블을 사용할 때 충족된다.

모든 커넥터의 표면전달 임피던스는 동축케이블의 표면전달 임피던스와 비교될 만큼 되어야 한다. 예를 들어, 이 요건은 양질의 BNC 콜릿-락 타입의 커넥터를 사용할 때 충족된다. (IEC 60169-9\* 참조)

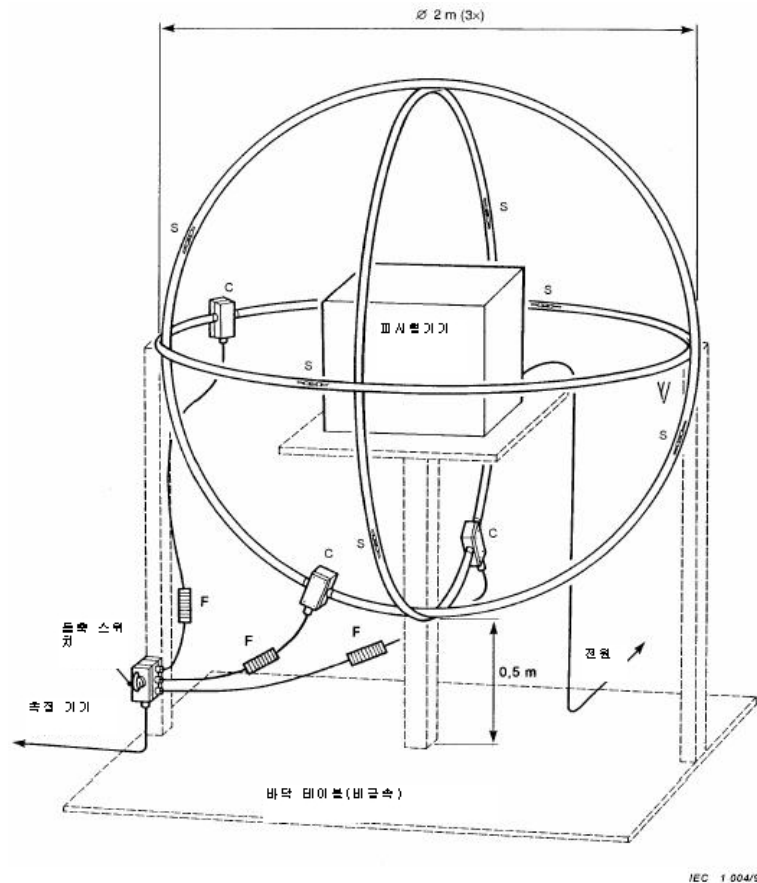
모든 케이블은 10 MHz에서  $R_s > 100 \Omega$ 의 공통모드 직렬저항을 제공하는 그림 C.1의 F에 나타난 페라이트 흡수체가 구비되어야한다. 예를 들어, 이 요건은 페록스큐브 (밀리미터 단위의 최소크기: 29 O.D. × 19 I.D. × 7,5 Ht)에서 나온

3E1형의 12 링으로 페라이트 토로이드를 만들 때 충족된다.

### C.3 대형 루프 안테나(LLA)의 구조

LAS의 큰 루프 안테나(LLA)는 C.2 절에서 명기된 표면전달 임피던스를 가지는 동축케이블로부터 만들어 진다. 추가적으로, LLA의 내부 도체의 저항은 충분히 낮다(주1 참조). 예를 들어, 이중 편복선 실드 RG 223/U 동축 케이블을 사용할 경우 두 가지 요건이 충족된다.

\* IEC 60169-8: 1978, Radio-frequency connectors with inner diameter of outer conductor 6.6 mm (0.256 in) with bayonet lock Characteristic impedance 50 ohms(Type BNC).



S = 안테나 슬릿  
C = 전류 프로브  
F = 페라이트 흡수체

그림 C.1 직교하는 세 개의 큰 루프 안테나로 구성되는 루프 안테나 시스템

지름이 25mm인 비금속 튜브(얇은 벽)

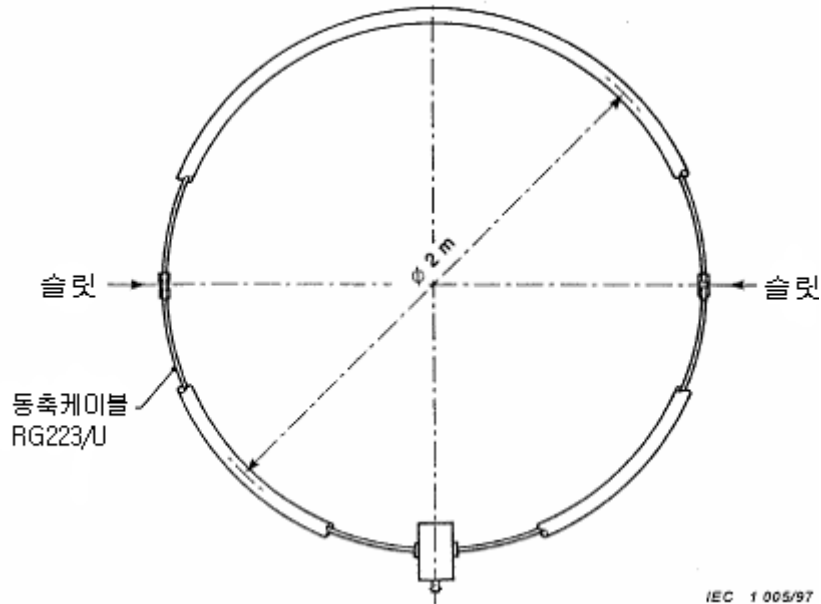


그림 C.2 전류 프로브 C에 관해서 대칭이며 두 슬릿이 마주보는 구조의 큰 루프 안테나

루프 지름은  $D = 2\text{m}$ 로 표준화되었다. 필요하다면, 큰 피시험기기의 경우  $D$ 를 증가시킬 수도 있다. 그러나, 30 MHz까지의 주파수 범위에서 최대허용지름은 4 m이다. 지름을 더 증가시키면 측정범위의 고주파수단에서 LAS 응답의 비재현성 공명이 발생할 수도 있다.

지름을 증가시키면, 주위 잡음에 대한 감도가 직경에 비례해서 증가하며, 구하고자 하는 신호에 대한 감도는 직경의 제곱에 반비례한다는 점에 유의해야 한다.

LLA는 LLA의 전류 프로브(그림 C.2 참조)에 대하여 대칭인 두 개의 마주보는 슬릿이 있다. 그림 C.3에 보듯이 동축 안테나 케이블의 외부 도체에 만들어진 슬릿은 폭이 7 mm미만이어야 한다. 슬릿은 직렬로 연결된 평행 100  $\Omega$  저항 세트에 의해 연결된다. 각 직렬 회로의 중앙은 동축 안테나 케이블의 내부 도체에 연결된다.

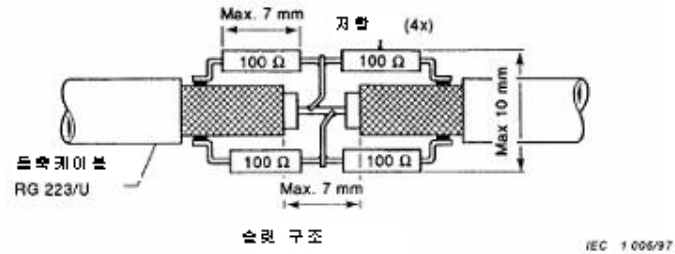


그림 C.3 안테나 슬릿의 구조

강성 슬릿 구조를 얻기 위하여 슬릿의 각 측면에 동축 안테나 케이블의 외부 도체를 5mm이상 떨어진 두 개의 직사각형 구리로 된 인쇄 회로판의 띠에 결합시킬 수도 있다(그림 C.4 참조).

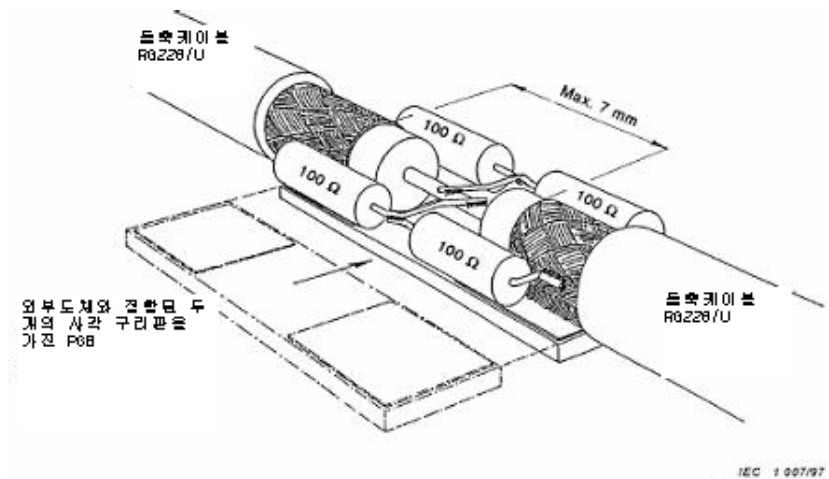


그림 C.4 강성 구조를 얻기 위해 인쇄회로판의 띠를 사용한 안테나-슬릿 구조의 예

동축 안테나 케이블 내부 도체 주위의 전류 프로브는 주파수 9 kHz - 30 MHz 범위에 걸쳐 감도가 1V/A이어야 한다. 전류 프로브의 삽입 손실은 충분히 낮아야 한다 (주1 참조).

그 케이블의 외부 도체는 전류 프로브를 담고 있는 금속박스에 결합되어야 한다 (그림 C.5참조). 이 박스의 최대 치수는 다음과 같다: 폭 80 mm, 길이 120

mm, 높이 80 mm.

주 1) 주파수 9kHz - 30MHz 범위의 낮은 끝쪽에서 LLA의 평탄한 주파수 응답을 얻기 위하여 전류 프로브의 삽입 손실  $R_c$ 는  $f = 9 \text{ kHz}$  일 때  $2\pi f L_c$  보다 훨씬 작아야 한다. 여기서,  $L_c$ 는 전류 프로브의 인덕턴스를 의미한다. 또 9 kHz는  $(R_c + R_i) \ll X_i = 2\pi f L$  이다. 여기서,  $R_i$ 는 루프의 내부 도체의 인덕턴스를 의미하고,  $L$ 은 루프의 인덕턴스이다. 이 인덕턴스는 약  $1.5 \mu\text{H/m}$ 의 원주를 가지고 있다. 따라서,  $f = 9 \text{ kHz}$ 에서 표준화된 LLA에 대한  $X_i = 0.5 \Omega$  이다.

주 2) 피시험기기와 LAS사이의 불필요한 캐패시터의 결합을 피하기 위해서 피시험기기와 LLA의 구성품 사이에는 최소한 루프 지름의 0.1배의 거리가 필요하다. 피시험기기의 리드에는 특별한 주의가 필요하다. 케이블은 같은 경로를 따라서 셀의 동일한 팔분원 안의 루프 부피를 벗어나야 한다. LAS 루프의 어느 것에도 0.4 m 이상 가까워서는 안 된다. (그림 C.6참조)[그림설명]

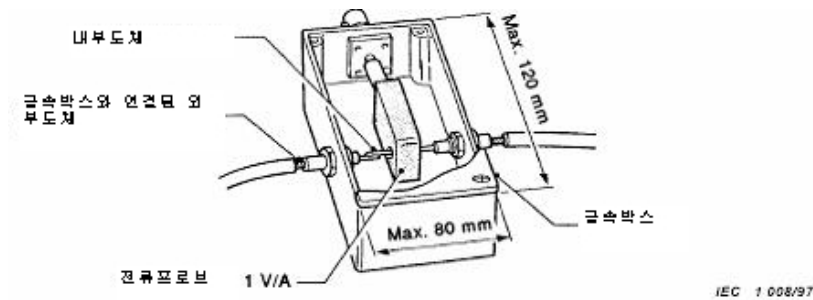


그림 C.5 전류 프로브를 포함하는 금속박스의 구조

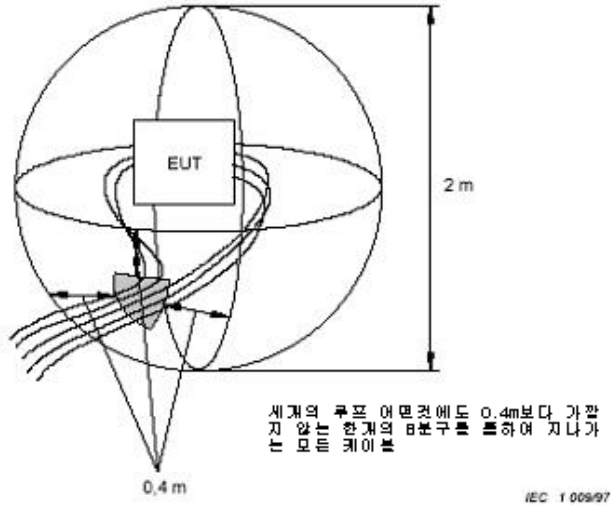


그림 C.6 리드에서 루프까지 정전결합이 존재하지 않는다는 것을 보증하기 위해 피시험기기 케이블들의 경로를 보여주는 예

#### C.4 대형 루프 안테나(LLA)의 유효성확인

루프 안테나 시스템에서 대형 루프 안테나의 유효성확인 및 교정은 C.5 절에 기술된 50Ω RF 발생기에 연결되는 발런 다이폴 안테나에 의해 LLA로 유입되는 전류를 측정함으로써 수행된다. 그 다이폴 안테나에 의해서 방출되는 자기장은 LLA의 자기장 감도의 검증을 가능하게 한다. 발런 다이폴 안테나에 의해서 방출되는 전기장은 LLA의 전기장 감도가 충분히 낮음을 나타낸다.

유도전류는 그림 C.7의 발런 다이폴 안테나의 8개 위치에서 9 kHz - 30 MHz 범위의 주파수 함수로서 측정된다. 이 측정 동안에 발런 다이폴 안테나는 시험 중인 LLA 평면 내에 존재한다.

8개 위치의 각각에서 RF 발생기의 개방회로 전압과 측정된 전류의 비[ $\text{dB}(\Omega) = 20 \log (R_1/R_2)$ ]로 표현]는 그림 C.8에 주어진 유효성확인 인자에서  $\pm 2 \text{ dB}$  이상 벗



어나지는 않아야 한다.

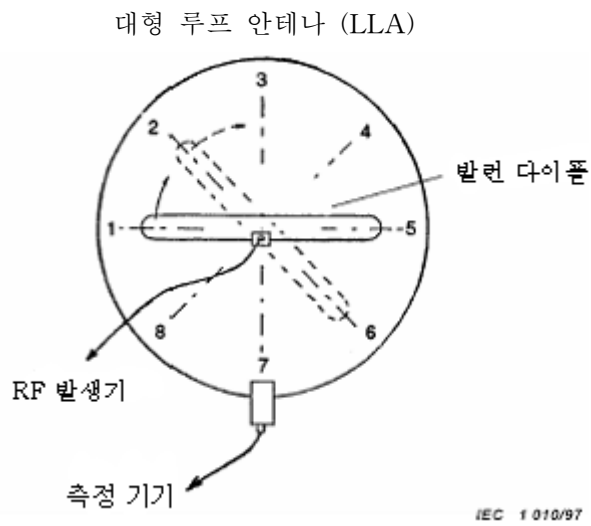


그림 C.7 대형 루프 안테나 유효성확인 중 발런 다이폴 안테나의 8개 위치

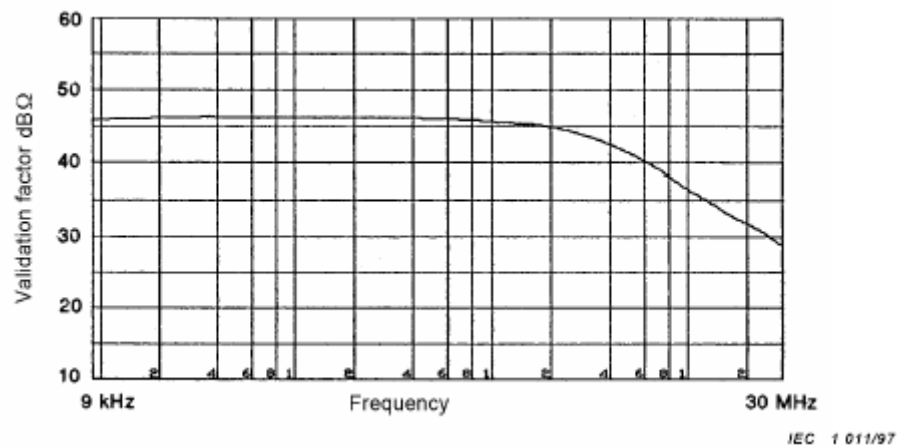


그림 C.8 2m 직경의 대형 루프 안테나 유효성확인 인자

그림 C.8에 주어진 유효성확인인자는 표준화된 직경  $D = 2\text{ m}$ 인 원형 LLA에서

유효하다. 만약 원형 LLA의 직경이  $D = 2\text{m}$ 가 아니라면 비표준 LLA 유효성확인 인자를 그림 C.8과 C.11에 주어진 데이터로 유도할 수 있다(C.6절 참조).

### C.5 발런 다이폴 안테나의 구조

그림 C.9의 발런 다이폴 안테나는 LLA에 의해서 측정되어야 하는 자기장과 LLA에 의해서 거부되어야 하는 전기장을 동시에 방출하도록 설계되었다.

발런 다이폴 안테나는 RG 223/U 동축케이블로 만들어진 다. 이 안테나는 그림 C.9에서 보이는 것처럼 두께  $W = 150\text{ cm}$ 이고 높이  $H = 10\text{ cm}$ (케이블 중심간 거리)이다.

동축케이블 외부의 도체의 슬릿은 다이폴 안테나를 반으로 나눈다. 이 다이폴 안테나의 한쪽 반은 그림 C.9에 나온 것처럼 오른쪽 반인데, 이것은 커넥터에 가까운 것처럼 슬릿에도 가까운 짧은 회로이다. 짧은 회로라는 말은 동축케이블의 내부 및 외부 도체가 전기적으로 결합되어있다는 말이다. 이 반은 BNC 커넥터의 기준 접지면에 연결되어 있다. 그림 C.9의 다이폴 안테나의 왼쪽 반을 이루는 동축케이블의 내부 도체는 BNC 커넥터의 중앙 핀에 연결되고, 외부 도체는 BNC 커넥터의 기준 접지면의 중앙 핀에 연결된다.

작은 금속박스는 다이폴 안테나 커넥터 근처의 연결부를 차폐하기 위해 사용된다. 동축케이블의 두 반쪽 중 외부 도체는 BNC 커넥터의 기준 접지면이 되는 이 박스에 붙어있다.

강성 구조를 얻기 위해서 다이폴 안테나는 부도체 지지대에 의해 지지되어야 한다.

### C.6 변환인자

이 절은 피시험기기에 의해 LLA에서 유도된 전류( $I$ )를 피시험기로부터 지정 거리에 있는 자기장 세기  $H$ 로 바꾸는 인자를 다룬다(그림 C.10 참조). 또한, 비표준 직경의 LLA에서 측정된 전류를  $D = 2\text{m}$ 로 표준화된 LLA를 사용하여 측정된 전류로 바꾸는 인자에 대하여도 다룬다(그림 C.11 참조).

그림 C.10의 변환인자는 다이폴 안테나 모멘트가 LLA의 평면에 직각으로 작용하는 LLA의 중심에 위치한 자기장의 소스에 적용된다. 4.2에 기술된 루프 안테나들을포함하여, 루프 안테나는 언제나 수직면에 위치하며, 피시험기기는 그 수직축 주위로만 회전한다. 그러므로, 그 경우에는 평면 다이폴 안테나 모멘트만이, 예를 들어, 바닥평면에 평행한 다이폴 안테나 모멘트만이 측정된다. 그러므로, 수직 다이폴 안테나 모멘트의 경우 변환인자는 두 측정법의 결과 비교에는 사용될 수 없다. 그러나 이 변환인자로, 자기장 측정방법에서 루프안테나를 수평면에 놓을 때나 그 방법에서 피시험기기를 90도 만큼 기울일 때에 사용되어 관련 수직 다이폴 안테나 모멘트를 수평 다이폴 안테나 모멘트로 변환할 수는 있다.

피시험기기 안의 장애 소스의 실제 위치가 표준 LAS의 중심으로부터 0.5m보다 작은 거리에 있다면, 측정 결과는 중심에 소스가 있는 경우의 결과와는 3 dB 미만의 차이가 난다.

내부 도체와 연결된 오른쪽 외부 도체

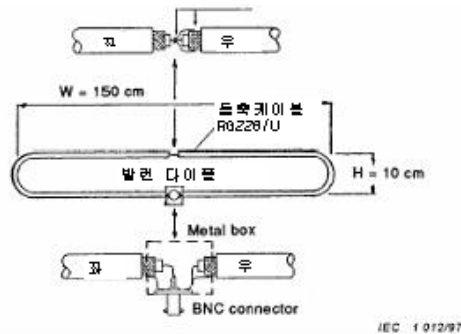


그림 C.9 발런 다이폴 안테나의 구조

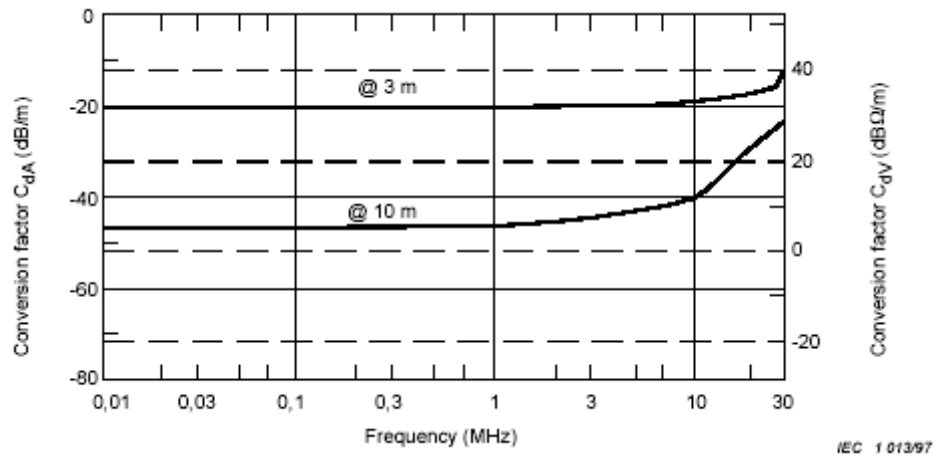
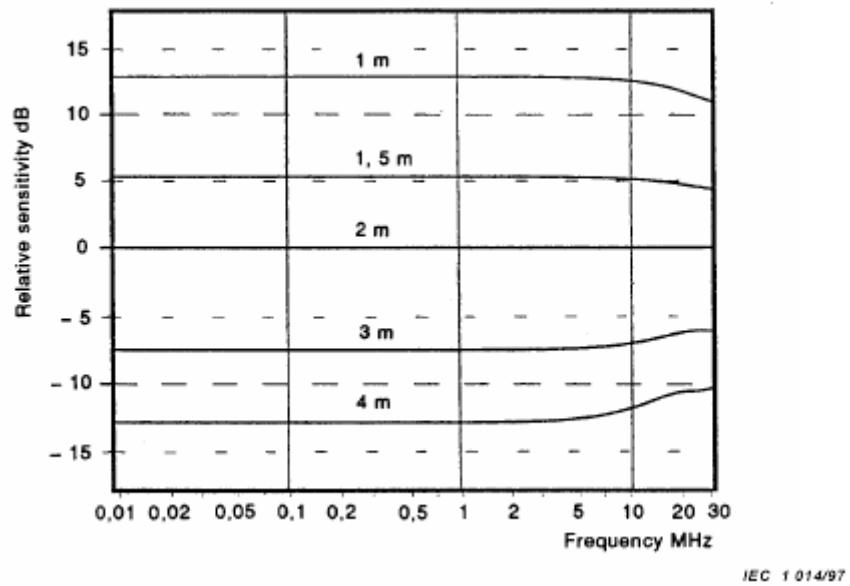


그림 C.10 - 두 표준 측정거리 d의 변환인자  $C_{dA}$  ( $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ 로 변환)와  $C_{dV}$  ( $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 변환)



그림C.11 - 직경 2m인 대형 루프 안테나에 관한 직경 D인 대형 루프 안테나의 감도  $S_D$

거리 d 에서 측정된 자기장 세기 H [ $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$  단위]와 전류 I [ $\text{dB}\mu\text{A}$  단위] 사이의

관계는 아래 식으로 표현된다.

$$H[\text{dB}\mu\text{A/m}] = I[\text{dB}\mu\text{A}] + C_{dA} (\text{dB/m})$$

여기서,  $C_{dA}$ 는  $H$ 를  $\text{dB}\mu\text{A/m}$  단위로 나타낼 때의 일정한 거리  $d$  에서의 전류를 장의 세기로 변환하는 변환인자이다. 아래 방정식 주 참조.

일반적으로 변환인자는 주파수 종속적이다. 그림 C.10은 3 m와 10 m 표준 거리에 대한  $C_{dA}$ 를 나타낸다. 표준 거리  $d = 30 \text{ m}$ 에서 변환인자는 현재 고려 중이다.

직경( $m$  단위)이  $D$ 인 LLA에서 측정된 전류와  $D = 2 \text{ m}$  표준 직경의 LLA에서 데시벨 단위로 측정된 전류의 비  $S_D$ 가, 여러  $D$  값에 대해서, 그림 C.11에 주어진다. 이 비를 사용하여, 위에 주어진 공식은 다음과 같이 표현된다.

$$H[\text{dB}\mu\text{A/m}] = I[\text{dB}\mu\text{A}] - S_D(\text{dB}) + C_{dA} (\text{dB/m})$$

주 장애파 계산을 위해서, CISPR는 자기장 세기  $H$ 의 단위를  $\text{dB}\mu\text{V/m}$  대신에  $\text{dB}\mu\text{A/m}$ 를 사용한다. 이와 관련해서,  $\text{dB}\mu\text{A/m}$ 로 표현되는  $H$ 와  $\text{dB}\mu\text{V/m}$ 로 표현되는  $H$ 의 관계가 아래에 주어진다.

$$H[\text{dB}\mu\text{V/m}] = H[\text{dB}\mu\text{A/m}] + 51.5 [\text{dB}\Omega]$$

편의를 위해서 그림 C.10에 용이한 변환을 위하여  $I[\text{dB}\mu\text{A}]$ 를  $H[\text{dB}\mu\text{A/m}]$ 로 변환하는 변환인자  $C_{dV}$ 가 주어진다.

다음 예는 위의 세 공식과 그림 C.10 및 C.11의 이용방법을 설명하기 위한 것이다.

- a) 측정 주파수  $f = 100 \text{ kHz}$ , 루프 직경  $D = 2 \text{ m}$ , 루프의 전류  $I = X \text{ dB}\mu\text{A}$ 일 경우, 첫 방정식과 그림 C.10을 이용하면, 다음과 같이 된다.

$$d = 3 \text{ m에서, } H[\text{dB}\mu\text{A/m}] = X [\text{dB}\mu\text{A}] + C_{3V} (\text{dB/m}) = (X - 19.5) \text{ dB}\mu\text{A/m}$$

$$d = 3 \text{ m에서, } H[\text{dB}\mu\text{A/m}] = X [\text{dB}\mu\text{A}] + C_{3V}[\text{dB}(\Omega)] = [X + (51.5 - 19.5)] \text{ dB}\mu\text{A/m}$$

- b) 측정 주파수  $f = 100 \text{ kHz}$ , 루프 직경  $D = 4 \text{ m}$ , 루프의 전류  $I = X \text{ dB}\mu\text{A}$ 일 경우, 그림 C.11을 이용하면, 동일한 피시험기기가 어떤 전류를 유도한 것으로 추정된다.

표준 직경  $D = 2 \text{ m}$ 인 LLA에서,

$$I[\text{dB}\mu\text{A}] = X - S_3(\text{dB}) = (X + 13) \text{ dB}\mu\text{A}$$

- c) 직경  $D = 3 \text{ m}$ 인 LLA의 유효성을 확인할 경우, 유효성확인 인자는 그림 C.11에 주어진 각 주파수  $S_3$ 에서 그림 C.8에 주어진 유효성확인 인자에 더하여 구할 수 있다. 그러므로 측정한 주파수가  $100 \text{ kHz}$ 이면,  $D = 3 \text{ m}$ 인 LLA의 유효성확인 인자는  $(86 - 7) = 79 \text{ dB}\mu\text{A}$ 이다.

### C.7 참고문헌

A Large-Loop Antenna for Magnetic Field Measurement, J.R. Bergervoet and H. Van Veen, Proceedings of the 8th International Zürich Symposium on EMC, pp 29-34, March 1989, ETH Zentrum - IKT, 8092 Zürich, Switzerland.

**부록 D**  
(정보용)  
**주파수 30 MHz - 1 000 MHz 범위의**  
**야외 시험장의 세부 구조**  
(제 5절)

**D.1 일반사항**

부속조항 5.1에서 5.5까지는 야외 시험장의 제작 시에 고려해야 할 주요사항을 담고 있다. 우수한 구조의 시험장과 전천후 구조물의 보증에 도움이 될 추가적인 세부사항이 본 부록에 수록된다. 이러한 기준들의 적합성을 확인하는 긍정적인 방법은 5.6에 기술되어 있는 NSA 측정을 수행하는 것이다.

**D.2 접지면 구조**

**D.2.1 재료**

장의 세기 시험장용 접지면 재료는 금속이 적합하다. 그러나, 현실적인 이유로 모든 장비의 계측에 금속 접지면이 지정될 수는 없다. 몇몇 금속 접지면의 예로, 금속박판, 금속호일, 다공금속판, 인장철망판, 와이어 클로스, 철망, 금속격자 등이 있다. 접지면은 최대 측정주파수에서 파장의 상당한 분율이 될 정도의 치수를 갖는 공백이나 간격이 있어서는 안 된다. 권장되는 철망, 다공금속판, 금속격자, 또는 인장철망판형의 접지면 최대 개방 크기는 가장 높은 측정주파수에서 파장의 1/10 이다(1 000 MHz에서 약 3 cm). 개별 시트, 롤, 또는 피스들로 이루어지는 재료는 이음부분이 가급적이면 연속적으로, 그러나 어떠한 경우라도 파장의 1/10을 넘는 간격이 없게 납땜이나 용접이 되어야 한다. 금속 접지면의 위에 모래, 아스팔트 혹은 나무와 같은 두꺼운 유전체 코팅은 허용될 수 없는 시험장 감쇠를 야기한다.

**D.2.2. 시험장면 거칠기**

레이leigh(Rayleigh)의 표면 거칠기 기준은 최대 허용 r.m.s 접지면 거칠기에 대한 유용한 평가 방법을 제공한다(그림 D.1참고). 대부분의 실질적인 시험장에서는 특히 3 m 이격거리 적용의 경우, 4.5 cm까지의 거칠기는 측정 목적에 큰 영

향을 미치지 않는다. 10 m와 30 m 시험장에서는 더 큰 거칠기도 허용된다. 5.6의 시험장 유효성확인 절차는 거칠기가 합격판정 여부를 결정하는 데에 사용되어야 한다.

### D.3 피시험기기로의 공급

피시험기기로의 전력공급이나 주전원 배선은 가능한 최대 한도로 접지면 아래에서 가설되어야 하며 측정축과 직각을 이루는 것이 좋다. 모든 와이어, 케이블, 회전반의 가설 혹은, 피시험기에 장착 하는 것 역시 접지면 밑에서 이루어져야 한다. 그라운드 밑으로 경로를 잡기가 불가능 하다면, 피시험기기로의 공급은 접지면 위로 하되 접지면과 높이가 같게 하여 접지면에 붙어야 한다.

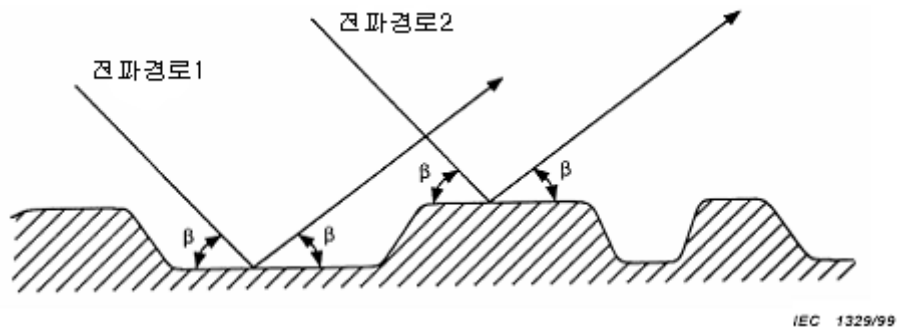


그림 D.1 접지면의 레일레이 표면 거칠기 기준

측정거리 R m	소스 높이 $h_1$ m	수신안테나 최대높이 $h_2$ m	최대 RMS 거칠기 b	
			파장	1 000 MHz에서 cm
3	1	4	0.15	4.5
10	1	4		
30	2	6		

b 값은 다음과 같은 공식에 의해 계산된다:

$$b = \frac{\lambda}{8 \sin \beta}$$



## D.4 기후 보호용 시설 구조

### D.4.1 재료 및 파스너

1 000 MHz까지는 얇은 단면의 유리섬유와 대부분 플라스틱, 특히 가공된 나무와 식물재료는 피시험기기 방사의 감쇠를 크게 유발하지는 않는다. 하지만, 몇몇 재료(나무나 나일론과 같은)에 수분이 흡수된 상태로 이들을 통해 피시험기기의 방사를 측정할 경우 특히 치명적일 수 있는 전송 손실을 야기할 수 있다. 공기중의 전도성 물질과 물 그리고 얼음이 구조물을 구성하거나 구조물내의 재료에 들어가지 않도록 유의해야 한다. 구조물에 머무르면서 측정 오차를 야기할 만한 외부 물질에 대한 주기적인 조사가 행해져야 한다.

접지면 위에서의 금속 사용은 최소한으로 해야 한다. 플라스틱이나 섬유질 파스너를 사용할 것이 적극 권장된다. 측정에 영향을 주지 않도록 고정장치나 파일링, 혹은 유사한 기반시설은 시험지역으로부터 충분히 떨어져 있어야 한다.

### D.4.2 내부 배열

모든 구조의 부재는 반사가 안 되는 성질이어야 한다. 가열, 냉각 혹은 공기주입을 위한 송풍기나 덕트는 시험지역 밖이나 구조물 밖에 있어야 한다. 송풍기나 덕트가 비전도 물질로 이루어져 있거나, 금속 접지면 밑으로 가설되거나, 혹은 비금속 접지면 밑에 있지 않는 한 위의 조건을 유지해야 한다. 장비의 작동을 위해서 온도와 습도의 제어는 필요할 수도 있다. 창문이나 절연체는 금속을 뒤에 대거나 구조물로 사용해서는 안된다. 접지면에 놓일 경우, 안전 레일이나 계단 역시 비전도성이어야 한다.

### D.4.3 치수

기후 보호용 시설의 치수는 피시험기기의 치수에 따라서 달라지며, 또 수직편과 측정을 할 때 전체 안테나 범위가 밀폐되는가, 피시험기기를 덮는 부분까지 혹은 측정세트를 덮는 부분까지 혹은 수신안테나 포지셔너와 수신안테나의 가장 높은 부분까지만 밀폐되는가에 따라서 달라진다.

### D.4.4 시간과 기상변화에 따른 일정성

기상 조건(예를 들어 수분흡수)에 기인하는 전천후 보호기능의 성능저하 또는 밀폐실 재료의 오염 때문에 생기는 이상을 검출하기 위해 주기적인 정규화 시험장 감쇠 측정을 실시할 것이 권장된다. 이 측정은 RF 케이블과 시험기구의

교정상태도 검사한다. 예를 들어, 공기오염에 기인한 재료의 색깔변화 같은 물리적인 징후로 보아 재료의 열화가 더 빨리 진행될 것으로 보이지 않는다면, 일반적으로 6개월 주기가 적당하다.

#### D.5 회전반

회전반은 피시험기기의 모든 면으로부터 전자기적 방사를 측정할 수 있다는 편리성 때문에 권장된다. 바닥에 서있는 피시험기기를 실험하는 경우, 회전반은 금속으로 덮여야 하며, 접지면과 같은 높이를 유지하고, 전도 가능하게 연결되어야 한다. 접지면 위의 비금속 회전반이나 회전반 위에 위치한 비금속 테이블과 금속 회전반의 조합은 테이블 위의 피시험기기를 시험하는 데에 쓰일 수 있다. 높이를 약간 높인 비금속 회전반 역시 바닥면에 설치된 피시험기기에 적합할 수도 있다.

#### D.6 수신안테나 마스트 설치

수신안테나는 반드시 10 m 미만의 측정거리에서 안테나가 1 m와 4 m 사이에 그리고, 10 m 이상의 거리일 경우 1 m와 4 m 사이 혹은 2 m와 6 m 사이에서 올릴 수 있는 부도체 지지대 위에 설치되어야 한다. 수평편파 안테나의 경우 케이블은 지면에 관해서 평형을 유지하기 위해서 모든 안테나 높이에서 안테나 소자의 축과 직교하도록 안테나 발런에 연결되어야 한다. 케이블은 수신안테나의 발런으로부터 1 m 이상 수신안테나의 뒤까지 접지면에 수직하게 떨어져야만 한다. 그 지점에서 측정을 방해하지 않도록 하는 방법으로 접지면 바로 위나 아래를 유지하면서 포설되게 해야 한다. 안테나와 장애 분석기와의 거리는 실질적으로 1 000 MHz에서 허용 수신 신호레벨을 보증하기 위해 가급적 짧아야 한다.

수직편파 다이폴 안테나의 경우, 측정 수신기까지의 케이블은 수평으로 유지되어야 한다. 즉, 예를 들어, 접지면에 떨어지기 전에 수신안테나의 뒤쪽으로(피시험기기로부터 멀리) 약 1 m 혹은 그 이상의 거리에서 접지면에 평행하게 유지되어야 한다. 안테나 묶은 약 1 m 길이이면 충분하다. 분석기까지의 나머지 케이블의 경로는 수평편파의 경우와 같이 한다.

두 가지 경우 모두, 안테나 인자 교정은 안테나 포지셔너의 존재와 안테나에 붙어있는 동축케이블의 배치에 영향을 받아서는 안 된다.

**부록 E**  
(기준용)  
**주파수 30 MHz - 1 000 MHz 범위의**  
**야외 시험장의 유효성확인 절차**  
(제 5절)

**E.1 일반사항**

부속조항 5.6은 정규화 시험장 감쇠 측정을 이용하여 시험장 유효성확인을 하는 일반요건과 절차를 포함한다. 이 부록은 NSA 측정을 실행하기 위한 단계적인 절차를 제공한다.

**E.2 이산 주파수 방법**

**E.2.1 측정 장치**

특정시험장치의 세부사항에 관해서는 그림 4과 5를 참조한다. 신호발생기는 적절한 길이의 전송선과 함께 송신 안테나에 연결된다. 송신안테나는 원하는 위치에 둔다. 송신 안테나의 높이는  $h_1$ 에 설정하고 ( $h_1$  값은 표 E.1, E.2 및 E.3에서 참조) 원하는 편파를 선정된다. 동조형 다이폴 안테나가 사용될 경우 길이는 요구 주파수에 맞게 조정된다.

수신안테나는 높이 범위는 최소  $h_2$ 에서 최대  $h_2$ 에 걸쳐 스캔을 가능하게 하는 마스트에 설치되며, 송신 안테나에서 거리  $R$ 을 두고 적절한 케이블 길이를 경유하여 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기와 연결된다. 송신 안테나의 경우와 동일한 편파를 선정하며, 동조형 다이폴 안테나가 사용될 경우, 안테나는 요구 주파수에 따라 조정된다. 수직으로 향하는 동조 다이폴 안테나의 경우 25 cm 지면 이격거리를 유지한다 (표 E.3 참조).

동조형 다이폴 안테나를 사용하는 모든 NSA 측정에서, 이들 안테나는 30 MHz - 80 MHz 범위의 각 주파수에 동조하는 것으로 추정된다.

**E.2.2 측정 절차**

다음순서는 표 E.1, E.2, E.3에 나타난 각 주파수에 이용된다. 송신안테나 높이

를  $h_1$ 에 맞춘 상태에서 수평으로 정렬된 안테나를 먼저 측정하고 이어서 수직으로 정렬된 안테나를 측정한다.

- 1) 수신되는 전압 디스플레이가 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기 잡음보다 훨씬 높게 나오도록 신호발생기의 출력레벨을 조정한다.
- 2) 해당되는 대로, 표 E.1, E.2, E.3에 나타난 바와 같이 스캔이  $h_2$  전체에 걸쳐도록 마스트에 수신안테나를 올린다.
- 3) 최대 신호레벨을 기록한다. 이 값은 5.6.1의 방정식(1)의  $V_{site}$ 이다.
- 4) 안테나에서 송수신 케이블들을 분리한다. 이 케이블들을 어댑터를 통해 직선으로 바로 연결한다.
- 5) 송수신 케이블들이 연결된 채로 신호레벨을 기록한다. 이 값은 5.6.1의 방정식 (1)의  $V_{direct}$ 이다.
- 6) 각 주파수와 각 편파에서 5.6.1에 있는 방정식(1)의 순서 3과 5의 값을 입력한다.
- 7) 방정식(1)에서처럼 측정 주파수에서 송수신 안테나 인자를 삽입한다.
- 8) 3m 이격거리의 동조형 다이폴 안테나를 사용하여 수평 편파의 지정된 형상에만 적용되는 표 E.4의 상호 임피던스 보정인자인  $\Delta AF_{TOT}$ 를 삽입한다. 다른 모든 형상의 경우  $\Delta AF_{TOT} = 0$  이다.
- 9) 사용되는 측정 주파수와 편파에 맞는 NSA인  $A_N$ 을 위해 방정식 (1)을 푼다.
- 10) 표 E.1, E.2, E.3에 포함된 해당 NSA에서 순서 9에서 얻은 값을 뺀다.
- 11) 순서 10의 값이  $\pm 4$  dB 이만이면, 그 시험장은 그 주파수와 편파에서 유효성확인이 된 것으로 여겨진다.
- 12) 다음 주파수 및 편파 조합을 위해 순서 1에서 11까지를 반복한다.

### E.3 스위프 주파수 방법

#### E.3.1 측정 설치

측정설치는 E.2.1에 포함되는 것과 유사하지만 광대역 안테나가 사용된다. 수직 편파 안테나 이동이 제한되어서는 안 되는데, 그러한 광대역 안테나는 물리적

치수가 작기 때문이다.

### E.3.2 측정 절차

아래 순서는 피크 홀드, 저장용량 및 트래킹 발생기를 가지고 있는 자동측정장치를 사용해서 이루어져야 한다. 이 방법에서, 수신안테나 높이  $h_2$ 와 주파수는 요구된 주파수 범위 전체에 걸쳐 스캔 또는 스위프 된다. 주파수 범위는 대개 이용하는 광대역 안테나의 유형에 의해서 결정된다. 주파수 스위프 속도는 안테나 높이 스캔 속도에 비해 훨씬 커야 한다. 송신안테나 높이를  $h_1$ 에 설정한다.

- 1) 수신되는 전압 디스플레이가 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기 잡음보다 훨씬 높게 나오도록 트래킹 발생기의 출력레벨을 조정한다.
- 2) 해당 표 E.1에 나타난 것과 같이 스캔범위의 최대 높이까지 수신안테나를 마스트에 수신안테나를 올린다.
- 3) 원하는 주파수범위의 스위프를 위하여 스펙트럼 분석기를 설정한다. 동일한 진폭눈금에 60 dB까지 더 높은 유사한 신호가 표시될 수 있을 만큼 스펙트럼 분석기가 확실히 조정될 수 있게 한다. 이것으로 순서 5에서 기록될 레벨들을 조정하게 될 것이다.
- 4) 적절한 시험장 기하구조를 위해서 표에 나타난 바와 같이 스캔 범위의 최소 높이까지 수신안테나를 천천히 낮춘다. dB( $\mu$ V) 단위의 최대 수신전압  $V_R$ 을 기록한다. (안테나를 낮추는 데 걸리는 시간은 스펙트럼 분석기 스위프 시간보다 훨씬 더 길어야 한다.)
- 5) 송수신케이블들을 분리하여 이들을 어댑터를 통해서 직선으로 직접 연결한다. 그 결과로 나타난 전압을 기록한다.
- 6) 각 주파수에서, 순서 4에서 측정된 전압을 순서 5에서 측정된 전압에서 뺀다. 또한 송수신 안테나의 안테나 인자  $AF_T(\text{dB/m})$  및  $AF_R(\text{dB/m})$ 을 각각 뺀다. (주파수의 연속함수로서의 안테나 인자는 이산 안테나 인자 값들의 집합에 적합한 단순한 선형도표를 이용하여 구해진다.) 결과는 사용되는 주파수 범위에 걸쳐 측정되는 NSA이며, 이는 도표에 표시되어야 한다. 또 표 E.1에 나타난 이상적인 시험장을 위한 이론적 정규화 시험장 감쇠도 도표에 표시한다.
- 7) 이론 NSA과 측정 NSA 사이에서 얻어지는 차이들은  $\pm 4 \text{ dB}$  기준 이내에 들어야 한다.

주) 두 NSA 측정방법의 경우, 신호원의 출력이나 측정수신기 또는 스펙트럼 분석기의 입력에서의 임피던스 부정합은 오차 원인이 될 수 있는 반사를 초래할 수도 있다. 이는 10 dB의 감쇠기를 이용하여 방지할 수 있다. 감쇠기는 각 송수신 안테나 케이블의 출력단에 하나씩 설치한다. 이들 감쇠기는 NSA의 전체 측정 중에 케이블 안에 남아 있어야 한다.

#### E.4 시험장 적합성 한계를 초과하게 하는 가능 요인

편차가  $\pm 4$  dB 기준을 초과할 경우 아래와 같이 조사한다.

첫째로 측정시스템 교정상태를 검사한다. 신호발생기 및 측정장치가 측정동안에 표류(drift)하지 않을 경우, 안테나 인자에 주된 문제가 있다. 안테나 또한 결함이 있을지 모른다. 이 모두가 검사되었으면, 측정을 반복한다. 편차가 아직도  $\pm 4$  dB보다 크다면, 시험장과 주변지역을 의심해볼 필요가 있다. 수직 시험장 감쇠는 일반적으로 시험장 이상에 가장 민감하다. 만약 그렇다면, 문제의 추적을 위해 그 측정치를 근거로 이용한다. 가능한 문제로는 부적절한 접지면 구조와 치수, 너무 인접한 반사 물체 (담, 건물, 등대, 등등), 부적절한 시공과 유지기술에 기인하는 전천후 시설의 성능저하, 그리고 공기 전도성 오염물질의 잔류물 침투와 같은 장기적인 영향 등이 있다.

#### E.5 안테나 교정

시험장 감쇠 측정에 사용되는 광대역 안테나의 안테나 인자는 국가기준\*으로 소급되어야 한다. 제작자의 안테나 인자는 측정된 정규화 시험장 감쇠 값과 계산된 값 사이에 잘 일치될 만큼 충분히 정확하지 않을 수도 있다. 안테나 인자는 대개 발런에 기인하는 손실을 설명한다. 별도의 발런이 이용될 경우, 그것의 영향이 밝혀져야 한다. 송신안테나가 접지면 보다 1m 이상 높은 위치에 있는 한, 기하학적 형상과 편파에 따른 안테나 인자의 변화는 일반적으로 1GHz 미만의 EMC 측정에 널리 사용되는 각종 광대역 안테나(예를 들어, 바이코니칼, 두꺼운 다이폴 및 대수주기 안테나)에 대해서는 무시될 수 있다. 특이한 안테나의 이용이나 또는 측정 기하 구조 때문에, 혹은 상호결합과 같은 영향이나 수직편파 안테나(특히 3m 측정거리에서)의 전송선 산란 때문에, 안테나 인자 변화가 의심스럽다면, 안테나 인자는 이들 기하구조에서 우선 측정되어야 한다.

정상적으로 시험장 감쇠는 50 Ω 시스템에서 측정된다. 다시 말해서, 신호발생기와 측정수신기의 임피던스는 50 Ω이며 송수신 안테나의 방사 임피던스는 발란을 통해서 평형이 이루어 지고 정합이 되어야 한다.

\* 교정 절차는 고려 중이다.

제작자의 안테나 인자는 보통 50 Ω의 임피던스, 즉, 50 Ω 임피던스에서 안테나 방사 임피던스로의 정합 손실이 없는 변환인자로 지정된다. 그리고, 해당될 경우, 사용되는 발란의 손실은 주어진 안테나 인자에 포함된다.

동조 반파 다이폴 안테나가 이용될 경우, 아래 방정식을 이용하여 이들의 자유 공간 안테나 인자를 사용할 수 있다.

$$AF = 20 \log (2\pi/\lambda) + 10 \log (73/50) \quad (\text{dB}) \quad (\text{E.1})$$

$$= 20 \log f - 31.9 \quad (\text{dB}) \quad (\text{E.2})$$

여기서,

f 는 MHz 단위이다.

주) 실제로, 안테나 인자는 다이폴 안테나의 상호 임피던스와 접지면에 대한 영상 때문에 접지면 위 다이폴 안테나의 높이에 의해 영향을 받게 된다.

잘 설계된 동조 반파 다이폴 안테나에 대한 평균 발란 손실은 대략 0.5 dB이다. 그러므로, 방정식 (E.2)는 다음과 같이 된다.

$$AF = 20 \log f - 31.4 \quad (\text{dB}) \quad (\text{E.3})$$

이 발란 손실은 송신 및 수신 다이폴 안테나의 등을 맞대서(back to back)\* 연결하여 이들의 하우징을 설치하기 전에 측정되어야 한다. 양쪽 발란이 똑같다고 가정하면 발란당 손실은 측정되는 총 손실의 1/2이다.

이들 계산 값은 NSA 측정에 사용하는 특정한 동조 다이폴 안테나의 값들을 대표하는지 확인하는 일이 중요하다. 가장 간단한 점검 방법은 안테나를 조립하여 이들의 요소들을 공진과 동조하게 한 상태에서 VSWR을 측정하는 것이다. 안테나는 안테나와 접지면과의 결합을 최소로 하기 위해서 지반 위 4 m 이상으로, 가급적이면 더 높게, 그리고 표E.3에 나타낸 측정치를 이용하여 이들 요소들을 공진과 동조하게 하여 설치되어야 한다. 이들 주파수범위의 하단, 중간 및 상단 주파수에서 안테나의 VSWR을 검사하는 것으로 충분하다.

100 MHz 미만에서, 발런의 기능은 소자들을 제거한 후에 소자 설치블록의 단말 양단에 하나의 70  $\Omega$  저항을 설치하며 종단시킨 발런의 VSWR을 측정하여 검사될 수도 있다. VSWR은 1.5대 1 미만이어야 한다.



표 E.1 정규화 시험장 감쇠\*  
(광대역 안테나용 권고 기하 구조)

편파	수평	수평	수평	수직	수직	수직	수직
R	3 m	10 m	30 m	3 m	3 m	10 m	30 m
h <sub>1</sub>	1 m	1 m	1 m	1 m	1.5 m	1 m	1 m
h <sub>2</sub>	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m	1 - 4 m
f <sub>m</sub> MHz	A <sub>N</sub> dB						
30	15.8	29.8	47.8	8.2	9.3	16.7	26.0
35	13.4	27.1	45.1	6.9	8.0	15.4	24.7
40	11.3	24.9	42.8	5.8	7.0	14.2	23.5
45	9.4	22.9	40.8	4.9	6.1	13.2	22.5
50	7.8	21.1	38.9	4.0	5.4	12.3	21.6
60	5.0	18.0	35.8	2.6	4.1	10.7	20
70	2.8	15.5	33.1	1.5	3.2	9.4	18.7
80	0.9	13.3	30.8	0.6	2.6	8.3	17.5
90	-0.7	11.4	28.8	-0.1	2.1	7.3	16.5
100	-2.0	9.7	27	-0.7	1.9	6.4	15.6
120	-4.2	7.0	23.9	-1.5	1.3	4.9	14.0
140	-6.0	4.8	21.2	-1.8	-1.5	3.7	12.7
160	-7.4	3.1	19	-1.7	-3.7	2.6	11.5
180	-8.6	1.7	17	-1.3	-5.3	1.8	10.5
200	-9.6	0.6	15.3	-3.6	-6.7	1.0	9.6
250	-11.7	-1.6	11.6	-7.7	-9.1	-0.5	7.7
300	-12.8	-3.3	8.8	-10.5	-10.9	-1.5	6.2
400	-14.8	-5.9	4.6	-14.0	-12.6	-4.1	3.9
500	-17.3	-7.9	1.8	-16.4	-15.1	-6.7	2.1
600	-19.1	-9.5	0	-16.3	-16.9	-8.7	0.8
700	-20.6	-10.8	-1.3	-18.4	-18.4	-10.2	-0.3
800	-21.3	-12.0	-2.5	-20.0	-19.3	-11.5	-1.1
900	-22.5	-12.8	-3.5	-21.3	-20.4	-12.6	-1.7
1 000	-23.5	-13.8	-4.4	-22.4	-21.4	-13.6	-3.5
* 이 데이터는 안테나의 중심이 접지면으로부터 1 m 일때 접지면으로부터 이격거리가 최소 25 cm 인 안테나에 적용된다.							

## 표 E.2- 정규화 시험장 감쇠

(수평편파 반파장 동조 다이폴 안테나의 권고 기하구조)

편파 R h <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	수평 3m 2m 1m - 4m	수평 10m 2m 1m - 4m	수평 30m 2m 2m - 6m
fm MHz	A <sub>N</sub> dB		
30	11.0	24.1	38.4
35	8.8	21.6	35.8
40	7.0	19.4	33.5
45	5.5	17.5	31.5
50	4.2	15.9	29.7
60	2.2	13.1	26.7
70	0.6	10.9	24.1
80	-0.7	9.2	21.9
90	-1.8	7.8	20.1
100	-2.8	6.7	18.4
120	-4.4	5.0	15.7
140	-5.8	3.5	13.6
160	-6.7	2.3	11.9
180	-7.2	1.2	10.6
200	-8.4	0.3	9.7
250	-10.6	-1.7	7.7
300	-12.3	-3.3	6.1
400	-14.9	-5.8	3.5
500	-16.7	-7.6	1.6
600	-18.3	-9.3	0
700	-19.7	-10.6	-1.3
800	-20.8	-11.8	-2.4
900	-21.8	-12.9	-3.5
1000	-22.7	-13.8	-4.4

\*\* 이 표에 주어진 이상적인 시험장을 위해 이론 정규화 시험장 감쇠 값을 비교하기 위해서 측정된 정규화 시험장 감쇠 데이터에서 3m 간격으로 떨어진 수평편파 동조 반파 다이폴 안테나를 위한 상호 임피던스 보정인자 (표E.4 참조)를 빼어야 한다

## 표 E.3 - 정규화 시험장 감쇠

(수직편파 반파장 동조 다이폴 안테나의 권고 기하구조)

f <sub>m</sub> MHz	R = 3 m h <sub>1</sub> = 2.75 m		R = 10 m h <sub>1</sub> = 2.75 m		R = 30 m h <sub>1</sub> = 2.75 m	
	h <sub>2</sub> (m)	A <sub>N</sub> (dB)	h <sub>2</sub> (m)	A <sub>N</sub> (dB)	h <sub>2</sub> (m)	A <sub>N</sub> (dB)
30	2.75~4	12.4	2.75~4	18.8	2.75~6	26.3
35	2.39~4	11.3	2.39~4	17.4	2.39~6	24.9
40	2.13~4	10.4	2.13~4	16.2	2.13~6	23.8
45	1.92~4	9.5	1.92~4	15.1	2~6	22.8
50	1.75~4	8.4	1.75~4	14.2	2~6	21.9
60	1.50~4	6.3	1.50~4	12.6	2~6	20.4
70	1.32~4	4.4	1.32~4	11.3	2~6	19.1
80	1.19~4	2.8	1.19~4	10.2	2~6	18.0
90	1.08~4	1.5	1.08~4	9.2	2~6	17.1
100	1~4	0.6	1~4	8.4	2~6	16.3
120	1~4	-0.7	1~4	7.5	2~6	15.0
140	1~4	-1.5	1~4	5.5	2~6	14.1
160	1~4	-3.1	1~4	3.9	2~6	13.3
180	1~4	-4.5	1~4	2.7	2~6	12.8
200	1~4	-5.4	1~4	1.6	2~6	12.5
250	1~4	-7.0	1~4	-0.6	2~6	8.6
300	1~4	-8.9	1~4	-2.3	2~6	6.5
400	1~4	-11.4	1~4	-4.9	2~6	3.8
500	1~4	-13.4	1~4	-6.9	2~6	1.8
600	1~4	-14.9	1~4	-8.4	2~6	0.2
700	1~4	-16.3	1~4	-9.7	2~6	-1.0
800	1~4	-17.4	1~4	-10.9	2~6	-2.4
900	1~4	-18.5	1~4	-12.0	2~6	-3.3
1 000	1~4	-19.4	1~4	-13.0	2~6	-4.2

표 E.4 - 3 m 간격의 공진 다이폴 안테나 사용시 상호결합보정인자

$\Delta AF_{TOT}$ - 데시벨 단위의 총 보정인자		
$f_m$ MHz	수평 편파 R = 3 m $h_1 = 2$ m $h_2 = 1$ m ~ 4 m	수직 편파 R = 3 m $h_1 = 2.75$ m $h_2 =$ (표 E.3 참조)
30	3.1	2.9
35	4.0	2.6
40	4.1	2.1
45	3.3	1.6
50	2.8	1.5
60	1.0	2.0
70	-0.4	1.5
80	-1.0	0.9
90	-1.0	0.7
100	-1.2	0.1
120	-0.4	-0.2
125	-0.2	-0.2
140	-0.1	0.2
150	-0.9	0.4
160	-1.5	0.5
175	-1.8	-0.2
180	-1.0	-0.4

주1 - 공진 다이폴 안테나에 관한 값은 모멘트와 수치해석 전자기 코드(NEC) 혹은 MININEC 컴퓨터 시스템을 이용한 방법으로 계산되었다.

G.J. Burke and A.J. Poggio, Numerical Electromagnetic Code-Method of Moments, Lawrence, Livermore Laboratory, California, January, 1981.

J.W. Rockway, J.C. Logan, D.W.S. Tam, S.T. Li, MININEC System : Analysis of Wire Antennas , Artech House, Boston, 1988.

Berry, J.; Pate, B.; Knight: "Variations in Mutual Coupling Correction Factors for Resonant Dipoles Used in Site Attenuation Measurement", Proc IEEE Sym on EMC, Washington, DC, 1990.

주 2 - 0.5 dB 발린 손실이 일어나는(각각의 안테나에서) 이상적인 공진 다이폴 안테나를 위한 이론적 자유공간 안테나 인자가 가정되었다.

주3 이 보정인자들은, 예를 들어, 3 또는 4 m 높이의 접지면 위에서 측정한 안테나 인자를 완벽하게 설명하지는 못한다. 왜냐하면 이 안테나 인자들은 낮은 주파수에서 자유공간 안테나 인자와는 다르기 때문이다. 그러나, 표 M에 나온 오차범위 내에서 시험장 이상을 나타내기에는 적절한 값이다.

주 4 - 일부 반파장 다이폴 안테나들이나 특이한 발린을 가진 안테나는 E.5의 안테나들과는 다른 특성을 보일 수 있다는 점에 유의해야 한다.

주 5 - 10 m와 30 m의 상호결합 보정인자는 현재 고려 중이다. 임시 절차로서, 시험장 적합성은 이러한 보정인자들이 0 이 되는지 검토하여 평가될 수 있다

**부록 F**  
**(정보용)**  
**4 dB 시험장 합격판정기준의 근거**  
**(제 5절)**

**F.1 개요**

이 부록은 5.6에서 요구되는 정규화 시험장 감쇠 측정에 대한  $\pm 4$  dB 합격판정 기준의 근거를 제시한다.

**F.2 오차 분석**

표 F.1에 나타낸 오차 분석은 5.6에 주어진 정규화 시험장 감쇠 측정방법에 적용된다. 총 평가 오차는 약 3 dB 측정 불확도 및 시험장의 결함에 의한 추가 허용값 1 dB로 구성되며  $\pm 4$  dB 시험장 합격판정 기준의 근거가 된다.

표 F.1에 나타난 오차는 신호발생기, 트래킹 발생기 혹은 사용될 경우도 있는 증폭기의 진폭 안정성에 대한 불확도는 포함하지 않으며 측정기법의 잠재적인 오류도 포함하지 않는다. 대부분의 신호발생기와 트래킹 발생기의 출력 레벨은 시간과 온도에 따라서 서서히 변동하며 증폭기의 이득도 온도변화에 따라서 변동하는 경우가 많다. 측정할 때는 이들 오차의 근원을 무시할 정도의 양으로 억제하거나 보정되어 하며, 그렇지 않으면 시험장은 계측장치 문제만으로도 합격판정기준을 충족시키지 못할 수도 있다.

표 F.1 - 오차표

오차 항목	측정방법	
	이산 측정법 dB	스윙프 주파수법 dB
안테나 인자(Tx)*	±1	±1
안테나 인자(Rx)*	±1	±1
전압계	0	±1.6**
감쇠기	±1	0
시험장 결함	±1	±1
총계	±4	±4.6
* 800 MHz 이상의 주파수에서, AF의 오차는 1.5 dB에 근접할 수도 있다.		
** 운용지침에 따름		

-어떤 자동 스펙트럼 분석기의 운용지침으로부터 모든 불완전함이 제거되고 모든 잠재적인 오차를 가능한 최대한으로 보정한다면, 나머지 진폭 오차는 아래와 같다.

- 1) ±0.2 dB 캘리브레이터 불확도
- 2) ±1.0 dB 주파수 반응 평탄도
- 3) ±1.0 dB 입력 감쇠기 스위칭
- 4) ±0.4 dB RF와 IF 이득 불확도

이것이 ±2.6 dB의 총 잠재오차가 된다. 이는 ±0.05 dB/K의 온도 표류를 포함하지 않는다. 실제로 대체 형식측정을 수행할 때에는 주파수 응답 평탄도와 입력 감쇠기 스위칭에 관계되는 오차들은 보통 1 dB 미만이다. 그래서 표F.1에 사용되는 두 단자 전압계와 같이 스펙트럼 분석기의 총 오차대역은 ±1.6 dB 이하이다.

감쇠기는 절대적인 정확도가 크게 떨어지는 것들이 많지만, 일부는 그나마 좀 낫다. 그러므로 이산측정방식에서는 총오차가 늘어날 수도 줄어들 수도 있다. 스윙프 주파수 측정 시에 외부 감쇠기가 자동 스펙트럼분석기와 함께 사용될 경우 이 오차도 늘어난다.

이들 오차는 시험장비의 이득, 출력레벨, 또는 진폭응답의 시간 및 온도에 따른 표류에서 생기는 오차는 포함하지 않는다. 그러한 오차들은 존재할 수 있으며, 가능한 빨리 측정함으로써 이들을 피하기 위한 조치들이 취해져야 한다.

실질적으로, 위에서 설명된 오차들이 모두 같은 방향에서 존재하는 경우는 좀처럼 없다. 잘 제작되어 제 위치에 설치된 시험장의  $\pm 4$  dB 기준을 충족시키면 이상적인 값으로부터 실제로  $\pm 1$  dB 이상의 시험장 이상 편차를 허용할 수도 있다.