

[별표 1-4]

KN 16-1-4

전자파장해 및 내성 측정기구와
방법에 대한 규정

1-4 : 전자파장해 및 내성 측정기구
- 방사성 장해측정용 보조장비 -

목 차

1. 적용범위	3
2. 참조규격	3
3. 용어의 정의	3
4. 방사 장애 측정용 안테나	5
5. 주파수 30 MHz ~ 1000 MHz 범위의 무선장애 세기 측정용 시험장	14
6. 총 방사전력 측정용 잔향실	27
7. 방사성 장애 측정에 대한 내성용 TEM 셀	30
8. 주파수 1 GHz ~ 18 GHz 범위의 무선장애 세기 측정용 시험장	30
부록 A(규격) 광대역 안테나의 파라미터	32
부록 B(규격) 모노폴 안테나(1 m 로드 안테나)의 성능방정식 및 안테나와 결합된 정합회로의 특성	36
부록 C(규격) 주파수 9 kHz ~ 30 MHz 범위의 자기장 유도전류 측정용 루프 안테나 시스템	41
부록 D(정보) 주파수 30 MHz ~ 1 000 MHz 범위의 야외시험장에 대한 설치 세부 구조	51
부록 E(규격) 주파수 30 MHz ~ 1 000 MHz 범위의 야외시험장의 유효성 검증 절차	55
부록 F(정보) 시험장의 4dB 적합성 판정기준에 대한 근거	63

1. 적용 범위

KN 16-1-4는 주파수 영역 9 kHz ~ 18 GHz 범위의 방사 장애의 측정 장비의 특성과 성능을 규정하는 기본 규격이다.

보조장비에 대한 것으로 안테나와 시험장, TEM셀, 잔향실에 관한 규격도 포함한다.

본 문서의 요건은 측정 장비의 KN 지시 범위 내의 모든 주파수와 방사 장애의 모든 레벨에서 본 규격에 따라야 한다.

측정 방법은 KN 16-2-3에서 언급하고 있으며, 이 외의 무선 장애에 대한 정보는 CISPR 16-3에서 다룬다. 불확도, 통계 및 제한치에 대한 모델링은 CISPR 16-4에서 취급한다.

2. 참조 규격

다음의 참고 문헌은 이 규격의 적용에 필수적이다. 날짜가 표기된 참조규격은 인용된 발행판만을 적용한다. 날짜가 표기되지 않은 참고규격은 해당 참조규격의 최신발행판을 적용한다.

KN 14-1 : 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 장애방지 시험방법

KN16-1-1 : 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-1: 전자파 장애 및 내성 측정기구- 측정기구

KN 16-1-5 : 전자파 장애 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-5 : 전자파 장애 및 내성 측정기기- 30 MHz ~ 1 000 MHz에 대한 안테나 교정 시험장

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

KN 16-2-3 : 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 측정기구와 측정방법에 관한 규정 3 : CISPR 기술보고서

CISPR 16-4-1 : 2003, 전자파 장애 및 내성 측정기구와 측정방법에 관한 규정 4-1 : 불확도, 통계 및 제한치 모델링 - 표준화된 EMC 시험의 불확도

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

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

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

3. 용어 정의

이 규격(KN 16)에서 용어의 정의는 다음과 같다. 또 IEC 60050(161)도 참고하라.

3.1 대역폭 (B_n)

중간주파수에서, 정해진 감쇠량의 두 지점 사이의 수신기의 전체 선택도 곡선 상의 폭. 이 대역폭은 기호 B_n 으로 나타내고, 여기서 n 은 데시벨로 나타내는 정해진 감쇠량이다.

3.2 KN 지시 범위

수신기가 KN 16의 요건을 충족하는 범위 내에서 제조사가 최대와 최소 판독치를 규정하는 범위이다.

3.3 교정 시험장 (CALTS)

금속성 접지면과 수평 및 수직 전기장 편파 분극내에서 엄격하게 규정된 현장감쇠성능을 만족하는 야외시험장

교정시험장은 안테나의 자유공간 인자를 결정하는데 사용된다.

교정시험장의 현장 감쇠 측정은 시험장의 성능을 평가하기 위해, 시험장에 부수되는 현장 감쇠 측정치를 비교하기 위해 사용된다.

3.4 적합 시험장 (COMTS)

적합 허용기준을 비교하기 위해서 시험 중에 장비에서 발생하는 전계강도의 측정결과에 대한 유효성 및 재현성을 보증하는 환경

3.5 안테나

특정한 방향에서 전자파를 송신하거나 수신하도록 설계된 송신시스템 또는 수신시스템의 부분

주1) 본 표준의 경우 발룬은 안테나의 일부분이다.

주2) "와이어 안테나" 용어를 참조하라.

3.6 발룬(balun)

평형 전송선로부터 불평형 전송선로나 장치로, 또는 그 반대로 변환하기 위한 수동 전기 회로망

3.7 자유공간 공진 다이폴 안테나

두 개의 쌍선형 직선도체가 약간의 간극을 유지하도록 만들어진 와이어 안테나이다. 각 도체는 그 다이폴 안테나를 자유공간에 두었을 때 두 도체사이의 간극에서 측정된 입력 임피던스가 순수저항성분이 되도록 하기 위해 그 길이를 규정된 주파수의 1/4 파장이 되도록 하였다.

주1) 이 규격에서는 발룬에 연결된 이 와이어 안테나를 "시험 안테나"라고도 한다.

주2) 이 와이어 안테나를 "동조 다이폴 안테나"이라고도 한다.

3.8 시험장 감쇠(량) (site attenuation)

시험장에서 규정된 두 지점의 현장 감쇠량이며, 2단자 측정으로 결정된 삽입손실이다. 이것은 발진기의 출력과 수신기의 입력 사이의 전기적 연결을 송수신안테나로 대응했을 때의 2단자 측정을 말한다.

3.9 시험 안테나

자유공간 공진 다이폴 안테나와 규정된 발룬의 결합체

주) 본 규격의 목적으로만 사용된다.

3.10 와이어 안테나

전자기파를 방사하거나 수신하기 위해 하나 이상의 와이어나 로드(Rod)로 구성된 규정 구조체.

주) 와이어 안테나는 발룬을 포함하지 않는다.

4. 방사 장애 측정용 안테나

안테나와 그 사이에 삽입된 회로 및 측정수신기는 측정수신기의 전체 특성에 영향을 주지 않아야한다. 안테나가 측정수신기에 접속되었을 때는 관련 주파수대역에 대한 KN 16-1-1의 대역폭 요건에 적합해야 한다.

안테나는 사실상 평면편파가 되어야 한다. 안테나는 방향을 맞추어 입사 방사선의 모든 편파를 측정할 수 있도록 해야 한다. 지상에서 안테나 중심 높이는 특정 시험절차에 맞도록 조절될 수 있어야 한다.

광대역 안테나의 파라미터에 대한 추가 정보는 부록 A를 참조하라.

4.1 전계강도 측정의 정밀도

본 규격의 부속조항에 대한 요건을 충족시키는 안테나가 KN 16-1-1의 요건을 충족하는 수신기와 같이 사용될 때, 정현파의 균일한 장의 측정치 정확도는 ± 3 dB 보다 좋아야 한다.

주) 이 요건은 시험장으로 인한 효과를 포함하지 않는다.

4.2 주파수 9 kHz - 150 kHz 범위

이 주파수 범위에서 관측되는 간섭은 경험상 자기장 성분에 의한 것이다.

4.2.1 자기장 세기 측정용 안테나

방사되는 자기장 세기 측정을 위해서 한 변의 길이가 60 cm인 정사각형으로 안테나를 완전히 둘러쌀 정도 크기의 루프 안테나 또는 적절한 페라이트 로드 안테나를 사용한다. 이 루프안테나는 전기적으로 차폐되어야 한다.

자기장 세기의 단위는 $\mu\text{A/m}$ 또는 로그눈금 단위로 $\text{dB}(= 20 \log(\mu\text{A/m})) = \text{dB}(\mu\text{A/m})$ 을 사용한다. 관련 방사 허용기준은 같은 단위로 표현해야 한다.

주) 모든 조건 즉 근거리장 및 원거리장에서 다 같이 방사장의 dB 또는 $\mu\text{A/m}$ 단위로 나타내는 자기성분의 세기로 직접 측정을 할 수 있다. 그러나 장의 세기를 측정하는 수신기는 $\text{dB}(\mu\text{V/m})$ 단위로 표시되는 등가 평면파 전장 세기의 향으로 보정하며, E와 H 성분의 비가 120π 나 377Ω 인 것으로 가정한다. 이 가정은 원으로부터의 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 $\text{dB}(\mu\text{A/m})$ 로 표시하고자 하면 $\text{dB}(\mu\text{V/m})$ 단위의 E 값에 51.5 dB를 빼주면 된다.

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

H($\mu\text{A/m}$) 단위의 값을 얻으려면 수신기가 읽은 E($\mu\text{V/m}$)의 값을 377Ω 으로 나누어주면 된다:

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

H $\text{dB}(\mu\text{A/m})$ 단위의 값을 얻으려면 수신기가 읽은 E $\text{dB}(\mu\text{V/m})$ 의 값에서 51.5 dB(Ω)을 빼주면 된다:

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

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

4.2.2 안테나의 평형

균일장에서 안테나를 회전하였을 때, 교차 편파(cross-polarization) 방향에서의 값이 평행 편파 방향에서의 값보다 적어도 20 dB 이하가 되도록 해야 한다.

4.3 주파수 150 kHz - 30 MHz 범위

4.3.1 전계 안테나

전계성분의 방사를 측정하기 위해서 불평형 안테나 또는 평형 안테나를 사용할 수 있다.

만약 불평형 안테나가 사용된다면 측정값은 수직 로드 안테나의 전장의 효과만을 참고한다. 측정결과와 함께 사용된 안테나의 형태가 지정되어야 한다.

1m 길이의 모노폴(로드) 안테나의 성능 특성과 정합망을 계산하기 위한 관련 정보는 부록 B에 규정되어 있다.

방사원과 안테나 사이의 거리가 10 m 이하이면 안테나의 전체 길이는 1 m가 되어야 한다. 10 m 이상의 거리에서는 선택한 안테나의 길이가 1 m일 때 어떠한 경우에도 거리의 10 %를 초과해서는 안 된다.

전계강도의 단위는 $\mu V/m$ 또는 로그 단위로 $20 \log(\mu V/m)$ 로 표시해야 한다. 관련 방사 허용 기준도 같은 단위로 표현해야 한다.

4.3.2 자계 안테나

방사의 자계성분 측정을 위해서는 4.2.1에 기술된 전기적으로 차폐된 루프가 사용되어야 한다.

낮은 전계강도를 측정할 때 비동조 전기적 스크린 루프안테나보다는 전기적 평형 루프안테나를 쓴다.

4.3.3 안테나의 평형

평형 전계 또는 자계 안테나를 사용할 때는 4.2.2의 요건을 충족해야 한다.

4.4 주파수 30 MHz ~ 300 MHz 범위

4.4.1 전계 안테나

기준 안테나는 평형 다이폴 안테나이어야 한다.

4.4.1.1 평형 다이폴 안테나

80 MHz 이상의 주파수에서 안테나는 길이에 따라 공진되어야 한다. 80 MHz 이하의 주파수에서 안테나의 길이는 80 MHz의 공진 길이와 같아야 하며 적절한 변환장치에 의해 피더에 정합되고 동조되어야 한다. 대칭-비대칭 변압배열을 통해 측정 장비의 입력에 연결한다.

4.4.1.2 단축 다이폴 안테나

아래와 같은 조건에서 반파장보다 짧은 다이폴 안테나를 쓸 수 있다.

- a) 전체 길이가 측정 주파수에서 파장의 10분의 1보다 크다.
- b) 2.0 : 1 미만의 케이블에서 전압정재파비(vswr)를 보장하기 위해서 이 안테나가 수신단에서 충분히 잘 정합이 이루어진 케이블과 연결되어 있다.; 교정은 전압정재파비에 의한다.
- c) 이 안테나는 동조 다이폴안테나의 편파 판별기능과 동일한 편파 판별기능이 있다 (4.4.2 참조). 이를 위해서는 발룬이 도움이 될 것이다.
- d) 측정된 전계강도를 결정하기 위해서 보정곡선(안테나 인자)을 측정거리(즉, 다이폴 안테나 길이의 3배 이상거리)에서 사용하여 측정한다.

주) 그렇게 얻어진 안테나 인자는 오차가 ± 3 dB를 초과하지 않는 정밀도로 균일측정오차를 충족하도록 해야 한다. 보정곡선의 예를 그림1에서 보여주고 있다. 그림 1은 50 Ω 의 수신기 입력 임피던스와 다양한 l/d 비에 대한 전계강도와 수신기의 입력 전압 사이의 이론적인 관계를 보여준다. 이들 그림에서, 발룬은 이상적인 1:1 변압기를 사용한다. 그러나 이 곡선은 발룬의 손실, 케이블 그리고 케이블과 수신기 사이의 부정합에 대하여는 고려하지 않았음을 유의해야 한다.

- e) 다이폴 안테나의 길이가 짧아져서 안테나 인자가 커지며, 이로 인해 전계강도 측정기의 민감도가 손실됨에도 불구하고(수신기의 노이즈와 다이폴 안테나의 변환인자에 의해 정해지는) 전계강도 측정기의 측정 한계는 측정 신호 크기보다 10 dB 이상 낮게 유지되어야 한다.

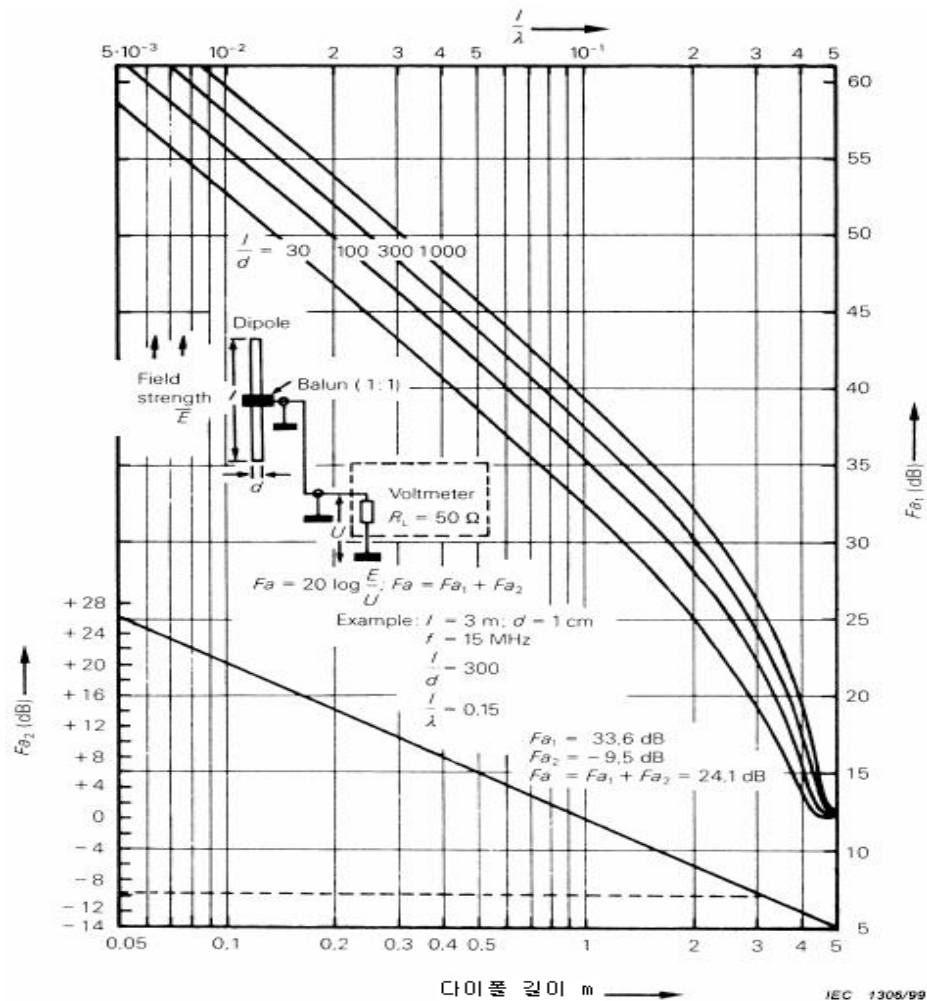


그림.1 $R_L = 50 \Omega$ 인 짧은 다이폴 안테나 인자

4.4.1.3 광대역 안테나

광대역안테나가 복합 안테나에 대한 4.5.2의 요건을 충족한다면, 이를 사용할 수 있다.

4.4.2 안테나의 평형

4.4.2.1 개요

방사 측정에서 공통모드(CM) 전류를 수신 안테나에 장착된 케이블(안테나 케이블)에 나타낼 수도 있다. 그리고 이들 공통모드 전류는 수신 안테나에 의해 수신될 수 있는 전자기장(EM field)을 형성하게 된다. 그리하여 결과적으로 방사 측정 결과에 영향을 미치게 된다.

안테나 케이블에 기여하는 공통모드 전류의 주요한 요인은 다음과 같다.

- a) 전계가 안테나 케이블에 평행한 성분을 포함하는 경우에는 피시험기기에 의해 발생된 전계장
- b) 수신 안테나 발룬의 불완전성에 의해, 차동모드(DM) 안테나 신호(원하는 신호)의 공통모드 신호로의 변환

본 부가절은 발룬에 의한 것이다. a)는 검토중이다. (4.4.2.2의 주 1의 마지막 문장 참조)

일반적으로 로그피리어덕 안테나는 차동모드/공통모드 변환을 나타내지 않으며, 다이폴 안테나, 바이코니컬 안테나, 바이코니컬/로그피리어덕 하이브리드 안테나에 대하여 다음과 같은 점검을 한다.

4.4.2.2 발룬 차동모드/공통모드 변환 점검

다음의 방법은 수신 안테나가 사용되는 주파수 영역에서 두 전압 U_1 과 U_2 의 측정방법을 기술한 것이다. 양쪽 모두 같은 단위(예를 들어, $\text{dB}\mu\text{V}$)로 표시된 이들 전압비는 차동모드/공통모드 변환에 대한 측정치이다.

- 1) 접지면 위 1.5 m 높이에 안테나의 중심이 놓이게 하고 시험중인 수신안테나 가 수직 편파가 되도록 설정한다. 안테나의 뒷면에서부터 1.5 m \pm 0.1 m에 수평으로 케이블을 놓고 접지면에서 1.5 m 이상의 높이만큼 그것을 수직 아래로 떨어뜨린다.
- 2) 시험 중인 안테나의 중심으로부터 수평으로 10 m 거리에, 접지면 위로 0.1 m 높이에 끝부분이 위치하도록 안테나(송신)를 수직편파로 위치시킨다. 만약 방사시험에 사용된 시험장의 범위가 3 m 이면, 3 m의 거리를 이용하여 이 점검을 한다.(만약 변환 점검이 이미 10 m 거리에서 이루어져 ± 0.5 dB 이하의 변화를 보이면, 3 m 거리에서 측정을 새롭게 할 필요는 없다). 송신 안테나에 대한 규격은 시험중인 안테나의 주파수 영역을 포함해야 한다.
- 3) 송신 안테나를 트래킹 발생기 같은 신호원에 연결한다. 희망하는 주파수 영역에 대해 수신기에서 신호 대 주위 잡음비가 10 dB보다 크도록 발생기의 레벨값을 조정한다.
- 4) 관심 주파수 영역 전체에 걸쳐 수신기 전압 U_1 을 기록한다.
- 5) 장치 내의 다른 것, 특히 수신 안테나 케이블을 변화시키지 않고 신호원의 설정도 변경시키지 않은채로 수신 안테나를 뒤집는다.(안테나를 180° 회전).
- 6) 주파수 전체 영역에 걸쳐 수신기 전압 U_2 를 기록한다.
- 7) 만일 $|20\log(U_1/U_2)| < 1 \text{ dB}$ 이라면 차동모드/공통모드 변환은 충분히 낮은 것이다.

주 1) 차동모드/공통모드가 변환 기준에 맞지 않는다면, 안테나 주위의 페라이트링이 차동모드/공통모드 변환을 줄여줄 것이다. 안테나 케이블에 페라이트를 붙이는 것은 a)가 무시할 수 없는 효과를 갖는지 입증하는 데 이용될 수도 있다. 약 20 cm 떨어진 4개의 페라이트를 이용해서 시험을 반복한다. 이 링들을 사용하여 기준을 충족시키면, 실제 방사 측정에서도 이들을 나타내야 한다. 마찬가지로 케이블과의 상호작용은 케이블을 안테나 뒤로 수 미터를 뻗게 하고 접지면으로 떨어뜨려서 이를 줄일 수 있다.

주 2) 수신 안테나가 전자파무향실에서 사용된다면, 차동모드/공통모드 점검은 수신 안테나가 보통 사용되는 지점에 있고 송신 안테나가 무반사실의 시험 체적 중심에 있는 그런 무반사실에서 행해져

야 한다. 무반사실은 ± 4 dB 기준에 적합해야 한다.

주 3) 접지면이 일부를 형성하거나 또는 전자파무향실 같은 측정 시험장은 각각 감쇠량 요건에 적합해야 한다.

주 4) 안테나 중심 뒤 수평으로 뻗은 안테나 케이블의 거리 1.5 m는 실제 수직 편파로 방사 측정을 하는 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. 전자파무향실에서 또는 야외시험장의 정상적인 EMC 시험 배치에서 안테나로 입사되는 전계강도의 균일성에 의존하는 훨씬 더 작은 효과가 존재한다.

주 6) 수신 케이블 커넥터가 측면(안테나 몸체에 대해 90° 인)에 장착된 발룬의 경우, 케이블의 움직임 줄이기 위해서 직각 커넥터가 사용되어야 한다.

4.4.3 안테나의 교차편파 성능

안테나가 평면 편파 전자기장 내에 있을 경우, 안테나와 장이 교차편파가 되었을 때의 중단 전압은 이들이 같은 편파일 때의 중단전압보다 최소 20 dB 낮아야 한다. 이 시험은 각각의 다이폴 안테나의 두 개의 절반이 사다리꼴 대형을 이루는 로그피리어덕(LPDA) 안테나에 적용하기 위한 것이다. 그런 안테나 시험의 대부분은 200 MHz 이상에서 이루어지지만 200 MHz 이하의 요건에도 적용된다. 이 시험은 직렬 다이폴 안테나 및 바이코니컬 안테나에 대해서는 적용되지 않는다. 왜냐하면 20 dB를 초과하는 교차편파 제거비는 그 안테나의 대칭 설계에 대해 고유한 것이기 때문이다. 이와같은 안테나와 혼 안테나는 20 dB 이상의 교차편파 제거 기능을 지녀야 하며, 이는 제조자에 의한 형태시험으로 검증되어야 한다.

준자유공간 조건을 얻기 위해서 높은 품질의 무향실이나 또는 야외시험장 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 원 안테나 사이의 거리는 한 파장보다 커야 한다.

주) 시험중인 안테나에 평면파가 위치하도록 하기 위해 고품질의 시험장이 필요하다. 한 쌍의 혼 안테나나 개방된 도파관들 사이에 전송에 의하여 평면파로 인해 생기는 교차편파 판별기능을 입증할 수도 있고, 하나의 혼 안테나의 고유 교차편파 성능과 시험장 오차의 결합이 30 dB 이상으로 수평 성분을 억제하는지 검증하여 입증할 수도 있다. 시험장 오차가 매우 작고 혼 안테나의 성능이 동일하다면 하나의 혼 안테나 교차편파 성능은 한 쌍의 혼 안테나 교차편파 결합보다 약 6 dB가 낮게 될 것이다.

희망하는 신호 레벨보다 20 dB가 낮은 간섭신호는 희망하는 신호에 최대 ± 0.9 dB의 오차를 준다. 최대 오차는 교차편파 신호가 동일 편파 신호와 동일 위상일 때 발생한다. LPDA의 교차편파 응답이 20 dB보다 더 나쁘다면, 시험자는 불확도를 계산하고 그것을 결과와 함께 밝혀야 한다. 예를 들면, 14 dB의 교차편파는 최대 불확도 $+1.6$ dB ~ -1.9 dB를 수반한다. 표준 불확도를 계산할 때는 U형 분포를 가정하고 큰 값을 취하여야 한다.

0 dB의 신호를 다른 -14 dB의 신호에 추가하기 위해서 먼저 20으로 나누고 역로그를 취함으로써 상대 전압으로 변환한다. 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 결과의 불확도를 계산할 때 하나의 편파에서 측정된 신호가 직교하는 편파에서 측정된 신호보다 6 dB 이상 초과할 경우 교차편파 판별능력이 14 dB 뿐인 LPDA는 20 dB의 규격을 충족시킨 것으로 간주한다. 만약 수직편파(VP)와 수평편파(HP) 신호 사이의 차이가 6 dB보다 작다면 이 차이와 교차편파의 합이 20 dB 미만인지 추가 불확도 계산이 있어야 한다.

4.5 주파수 300 MHz ~ 1 000 MHz 범위

4.5.1 전계측정 안테나

다이폴안테나를 사용할 때는 4.4.1.1과 4.4.2의 요건을 충족시켜야 한다.

4.5.2 복합 안테나

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

- a) 안테나는 실제로 평면편파가 되어야 한다. 이것은 단일 다이폴안테나의 평형에 대한 것과 동일한 방식으로 점검해야 한다.
- b) 안테나의 방사패턴의 주 로브는 직접파 및 지면의 반사파 방향에 대한 응답이 1 dB 이상 차이가 발생하지 않도록 조치한다.

이 조건을 확증하기 위해 측정 안테나의 총 수직 개구각 2φ 는 안테나의 이득이 최대 1 dB 이내가 되도록 해야 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 직접파와 반사파는 개구각 2φ 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 피시험기기의 높이

d 는 측정 안테나와 피시험기기의 사이의 수평거리

안테나의 패턴은 수직편파를 지향하면서, 수평면상에서 점검해야 한다. 특히 개구각 2φ 와 패턴은 수직편파에 대해 측정했을 때와 수평편파에서 측정 했을 때 같아야 하는 것으로 가정해야 한다.

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

- c) 안테나 피더가 접속되어 수신단으로부터 측정될 때의 전압정재파비는 2.0 : 1을 초과하지 말아야 한다.
- d) 보정인자는 4.1의 요건을 충족시켜야 한다.

4.6 주파수 1 GHz ~ 18 GHz 범위

1 GHz 이상의 방사 측정인 경우는 보정된 선형 편파 안테나를 사용하여야 한다. 이런 종류의 안테나로는 더블리지 가이드 혼안테나와 직사각형 도파관 혼 안테나, 피라미드형 혼 안테나, 최적 이득 혼 안테나, 표준 이득 혼 안테나가 있다. 사용되는 안테나 패턴의 주 로브나 "빔"은 측정거리에 놓았을 때 피시험기기를 둘러쌀 만큼 충분히 커야 한다. 그렇지 않으면 방사원이나 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 문서자료에 의해야 한다. 혼 안테나의 개구 치수는 아주 작아서 m 단위의 측정거리 R_m 이 아래의 최소거리 이상이 될 정도이어야 한다.

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

여기서

D는 안테나의 가장 큰 개구 치수(m 단위)이다.

λ 는 측정 주파수에서 자유공간 파장(m 단위)이다.

분쟁이 발생할 경우 표준 이득 혼 안테나나 유사한 정밀도로 보정된 혼 안테나로 측정한 값이 다른 값에 우선한다.

주) 예를 들어, 측정을 하기 위해 로그피리어드 같이 보정된 선형 편파 안테나를 사용할 수 있다. 이 주파수 영역 범위 내에 있는 혼 안테나 외의 다른 많은 안테나의 이득은 안테나가 스펙트럼 분석기나 오래된 무선 노이즈 측정기에 사용될 경우 부정적할 수도 있다. 시험 장치는 전반적인 측정 민감도가 사용중인 측정거리 적용 한계보다 6 dB 이상 낮으며, 예를 들어 전치증폭기 같이 민감도를 개선하기 위해 사용되는 어떤 수단도 왜곡이나 의사신호나 다른 과부하 문제를 일으키지 않는다는 것이 보장되어야 한다. 로그피리어드는 혼 안테나보다 훨씬 넓은 빔 폭을 가지기 때문에 지면에서의 반사는 심각한 오류의 인이 될 수도 있다.

4.7 특수 안테나 배치

4.7.1 루프 안테나 시스템

9 kHz ~ 30 MHz 주파수 영역에서 단일 (피시험기기) 방사의 자기장 성분의 전파장해 능력은 특수 루프안테나시스템(루프안테나시스템)을 사용하여 측정한다. 루프안테나시스템에서 이 능력은 루프안테나시스템의 루프안테나에서 자기장이 유도된 전류로 측정한다. 루프안테나시스템은 실내의 측정을 가능하게 한다.

루프안테나시스템은 3개의 형으로 구성된 지름 2m의 비금속 지지대로 지지되고, 상호 수직인 큰 루프안테나(LLA)로 되어 있다. 루프안테나시스템에 대한 자세한 설명은 부록 C에 나와 있다.

피시험기기는 루프안테나시스템의 중심에 위치하도록 한다. 피시험기기의 최대 치수는 피시험기기와 LLA 사이의 거리가 최소 0.2 m 이상이 되도록 제한되어야 한다. 신호 케이블

의 송신을 위한 지침은 조항 C.3, 주 2와 그림 C.6에 나와 있다. 케이블들은 동일한 경로를 함께 지나고 셀의 동일한 8분 내에 루프를 남겨야 하며 어떤 루프안테나시스템 루프에서도 0.4 m보다 더 근접해서는 안된다.

3개의 서로 수직인 LLA는 방사 장의 모든 편파에서 피시험기기의 회전이나 LLA의 방향 전환 없이 지정된 정밀도로 전자파 장애 능력의 측정이 가능하게 해준다.

3개의 LLA 각각은 C.5에 주어진 유효성 검증 요건에 적합해야 한다.

주) 직경 $D \leq 4$ m이며 피시험기와 LA의 거리가 0.1 m 이상이라면, 표준지름 2 m와 다른 지름을 가진 형의 LLA가 사용될 수도 있다. 비표준 지름에 대한 보정인자는 C.6에 나와 있다.

5. 주파수 30 MHz ~ 1000 MHz 범위의 무선장애 세기 측정용 시험장

피시험기기에서 발생된 장애 전기장의 세기 측정결과와 유효성과 재현성을 보증할 환경이 요구된다. 사용된 시험장에서만 시험될 수 있는 피시험기기에 대해서는 다른 조항들을 이용해야 한다.

5.1 야외 시험장

통상적으로 야외 시험장에서 장애 전기장의 세기 측정을 한다. 야외 시험장은 지형적으로 막힘이 없는 특징을 갖고 있다. 그런 시험장은 시험중인 피시험기기의 전력 공급과 운용에 필요한 것을 제외한 건물, 전력선, 울타리, 나무 등, 그리고 지중 케이블과 배관 등을 피해야 한다. 주파수 영역 30 MHz ~ 1 GHz 에서 전자기장 시험에 대한 야외 시험장의 특정 구성 권장사항을 알고자 한다면 부록 D를 참조한다. 야외 시험장에 대한 검증 절차는 부록 E에 추가적인 세부 정보와 함께 주어져 있다. 부록 F에는 합격판정 가능 기준이 포함된다.

5.2 기후 보호 구조물

시험장을 연중 사용하는 경우에는 기후에 대한 보호가 있어야 한다. 기후 보호 구조물은 피시험기기 및 전계강도 세기 측정 안테나를 포함하여 전체 시험장을 보호할 수도 있고, 피시험기기만을 보호할 수도 있다. 사용되는 재료는 피시험기기로부터 방사되는 전자기장의 감쇠나 불필요한 반사가 발생하지 않도록 하기 위해 RF 투과성이어야 한다.

구조물은 눈이나 얼음, 물 등을 쉽게 제거할 수 있는 되는 형태이어야 한다. 더 자세한 내용은 부록 D를 참조한다.

5.3 장애물 없는 영역

야외 시험장으로서 피시험기기 및 전기장의 세기 측정용 안테나를 둘러싸고 있는 장애물이

없는 영역이 필요하다. 장애물이 없는 영역은 전자기장의 큰 산란이 없어야 하며, 시험장이 충분히 커서 장애물 없는 영역 밖의 산란체가 전계강도 측정용 안테나에 의해 측정되는 전계에 거의 영향을 주지 않아야 한다. 이러한 영역이 타당한지를 결정하기 위해, 시험장 검증 시험이 수행되어야 한다.

어떤 물체로부터 산란하는 전계강도의 크기는 많은 인자(물체의 크기, 피시험기기로부터의 거리, 피시험기기에 대한 방위, 사물의 도전성과 유전율, 주파수 등등)에 의존하기 때문에, 모든 지역에 필요하고 맞는 합리적인 장애물 없는 영역을 규정하는 것은 비현실적이다. 측정거리와 피시험기기의 회전 여부에 따라 장애물 없는 영역의 크기와 형태는 달라진다. 만약 시험장에 턴 테이블이 구비되어 있다면, 두개의 초점에 수신 안테나 및 피시험기기가 있고 측정거리의 두 배에 달하는 장축과 측정거리와 3의 제곱근의 곱과 같은 단축을 가진 타형의 장애물 없는 영역이 권장된다.(그림 2 참조).

이 타원형에서 주변의 물체로부터 반사되는 희망하지 않는 파의 경로는 두 초점 사이의 직접 경로와 경로의 두 배 길이이다. 만약 큰 피시험기기가 턴 테이블 위에 설치되어 있다면, 피시험기기의 주변으로부터 장애물이 없는 영역을 확장하여 장애물이 없도록 해야 한다.

만약 시험장에 턴 테이블이 없이 피시험기기가 고정되어 있다면, 피시험기기의 경계로부터 그 지역 경계까지의 반지름 거리가 측정거리의 1.5배인 형의 장애물 없는 영역이 권장된다.(그림 3참조). 이 경우에 안테나는 약간 떨어져서 피시험기기 주위에서 움직인다.

장애물 없는 영역 내의 지형은 평탄해야 한다. 적절한 배수(로)가 필요하므로 약간의 경사가 있어야 한다. 금속성 지면이 사용될 때의 평평함은 D.2에서 논의한다. 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 따른 목록이다.

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

시험장은 측정 정밀도를 확보하기 위한 환경이어야 하고, 가용한 엔지니어링 수준이 유지되어야 한다.

주) 완벽한 결과를 얻기 위해서 측정된 방사 레벨 보다 20 dB 작은 주변 레벨이 권장된다.

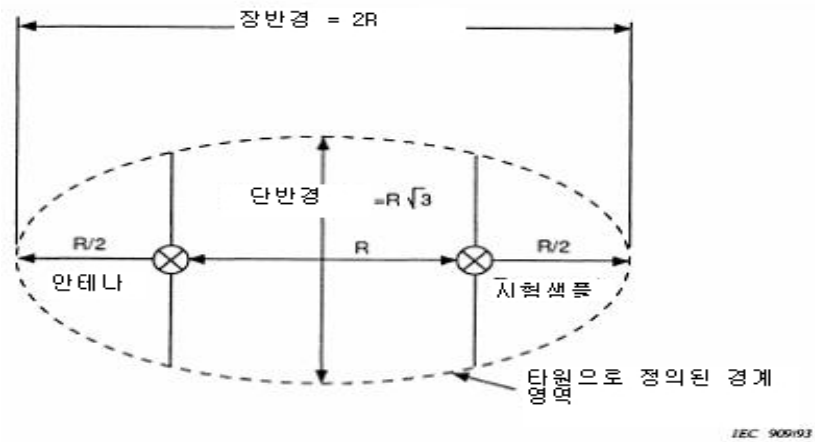


그림.2 턴 테이블이 있는 시험장의 장애물 없는 지역 (그림 5.3 참조)

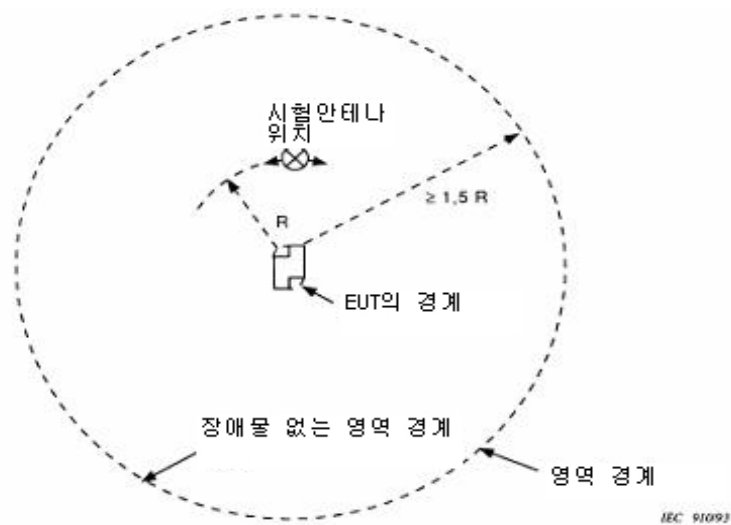


그림.3 고정된 피시험기기를 가진 장애물 없는 지역 (그림 5.3 참조)

5.5 접지면

접지면은 지면에서부터 도전성이 큰 금속물질에 이르기까지의 넓은 영역의 물질로 구성되어 있다. 접지면은 지면의 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 적절성은 시험장이 5.6의 시험장 적합성에 대한 요건을 충족시키는지 아닌가에 달려 있다. 금속물질이 사용되지 않는다면 시간대별 반사특성, 기후조건 또는 바닥에 묻힌 금속 배관이나 도관, 비균질 토양의

로 인해 변화하지 않는 시험장을 선택하는데 주의가 요구된다. 일반적으로 이러한 시험장은 금속성 표면으로 된 시험장과 비교해서 감쇠 특성이 다르다.

5.6 야외 시험장의 검증 절차

금속성 접지면이 지정될 경우 여기에서 주어지는 정규화 시험장 감쇠량에 대한 검증 절차 및 요건을 시험장의 품질 평가에 이용한다. 다른 시험장들의 경우 이러한 검증 절차는 정보 제공적 성격을 지니며, 일반적으로 이를 이용하여 조사되어야 할 시험장의 불규칙성을 식별할 수도 있다. 흡수체를 부착한 측정실에는 검증 절차를 적용하지 못한다. 그러한 절차는 더욱 상세한 사양이 요구되며, 국제기준이 제정된 후 검토를 거쳐 적용한다.

그림 4와 5에서 보는 것처럼 접지면에 대해 수평과 수직인 두개의 안테나로 야외 시험장 검증을 한다. 야외 시험장 감쇠량은 전송 안테나와 연결된 전압(V_i)과 수신 안테나 종단 부분에서 측정된 수신 전압(V_r)의 비로 구해진다. 50 Ω 의 시스템에서 전압 측정을 한다. V_r 과 V_i 가 각기 송수신 안테나의 입출력 부분에서 측정되지 않으면 케이블 손실에 대한 적절한 수정이 필요하다. 이러한 시험장 감쇠량비는 사용된 두 안테나에 대한 안테나 인자들의 곱으로 나눈다. 결과 값은 정규화 시험장 감쇠량이며 dB로 표현한다. 측정된 수직 수평 감쇠량의 값이 표 E.1, E.2, E.3에서 주어지는 값의 ± 4 dB 이내에 있으면 그 시험장은 적합하다고 본다.

만약 ± 4 dB의 기준을 초과한다면 시험장은 조항 E.4에 대한 조사가 이루어져야 한다.

주) 부록 F에 4 dB 시험장 적합성 기준에 대한 기준이 있다.

측정된 피시험기기의 전기장의 세기에 대한 보정값으로 측정된 감쇠량 값과 이론적 값 사이의 편차를 이용해서는 안된다. 이 절차는 단지 시험장의 유효성에 대해서만 이용되어야 한다.

표 E.1은 바이코니컬 및 로그피리어드와 같은 광대역 안테나가 접지면에 수평과 수직으로 배열되도록 하기 위해 사용된다. 표 E.2는 접지면에 수평으로 정렬된 반파장 동조 다이폴 안테나에 관한 것이다. 표 E.3은 접지면에 대해 수직으로 정렬된 반파장 동조 다이폴 안테나에 관한 것이다. 표 E.3에서 스캔 높이 h_2 에 제한이 있다는 것에 유의한다. 이것은 수신 다이폴안테나의 가장 아래 끝부분이 접지면에서 25 cm 이상 유지되어야 한다는 것을 고려한 것이다.

주) 표 E.1, E.2/E.3의 파라미터가 서로 다른 이유는 다른 기하학상의 인자가 광대역 안테나와 반파장 동조 다이폴 안테나에 대해 선택되기 때문이며 실질적으로는 후자에 대한 제한 때문이다.

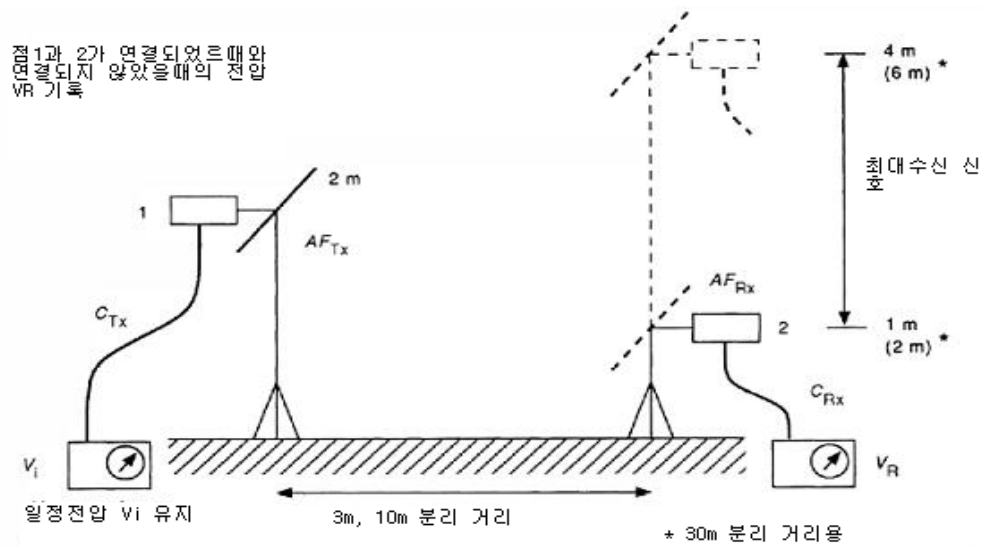


그림.4 시험장 감쇠량의 수평 편파 측정 장비의 구성
(그림 5.6 과 부록 E 참조)

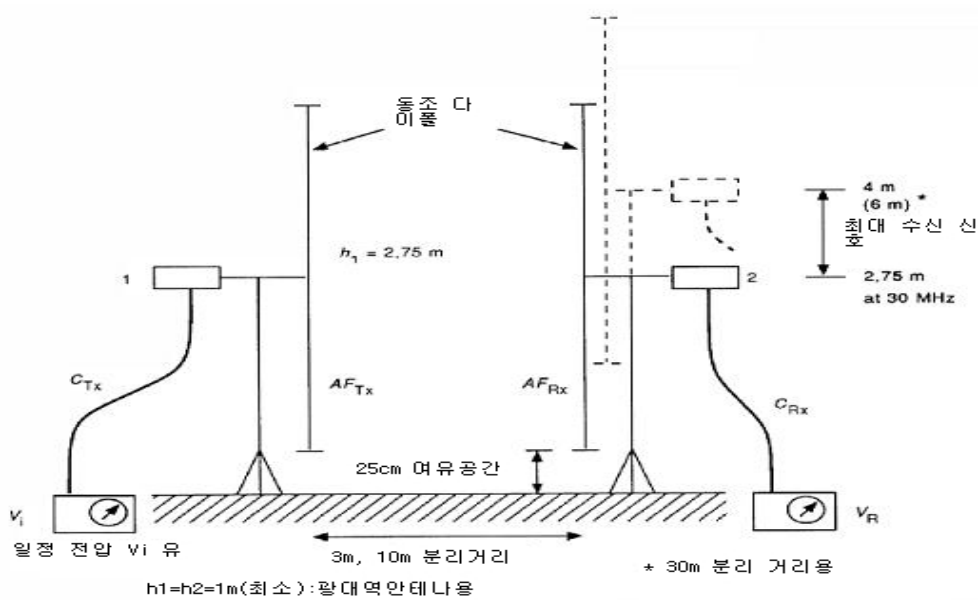


그림.5 동조 다이폴안테나를 이용한 수직편파의 시험장 감쇠량 측정 장비의 구성
(그림 5.6과 부록 E 참조)

표에 나오지 않는 주파수에 대한 감쇠량은 표에 나온 값 사이의 직선 보간법을 사용하여 나타냈다.

각 표의 범례는 다음을 따른다.

R 접지면의 송수신 안테나가 투영된 사이의 수평 거리(단위 m)

H₁ 접지면에서 송신 안테나의 중심까지의 거리(m)

H₂ 접지면에서 수신 안테나의 중심까지의 거리 영역(m). 이 높이의 스캔 범위에서 최대 수신신호가 감쇠량 측정에 사용된다.

f_m MHz 단위의 주파수

A_N 감쇠량 (아래 식 1 참조)

주) 로그피리어드 안테나 사이의 거리 R은 각 안테나의 세로축의 중간 지점에 있는 접지면의 투영에서 측정된다.

우선 먼저 수평 감쇠량 측정을 수행하는 것이 좋다. 수평 측정은 시험시 오차가 수직 편파에 비하여 덜 민감하기 때문에, 측정된 감쇠량은 표 E.1, E.2, E.3에서 보이는 것과 같이 쉽게 ± 4 dB 이내에서 구해진다. 만약 그렇지 않다면, 측정 기술, 기기의 특성변화, 안테나 인자 보정을 다시 검증한다. 그래도 ± 4 dB의 기준이 초과된다면, 시험장의 중대한 이상이 명백히 존재하는 것이며 수직 편파 감쇠량 측정을 시행하기 전에 보정을 해야 한다.

5.6.1 일반적인 감쇠량 측정

편파측정을 할 때마다 감쇠량 절차에서는 두 번의 다른 수신 전압 측정치 V_R을 필요로 한다. 두 개의 동축 케이블을 두 안테나와 연결하지 않고 어댑터를 통해 서로 연결한 채로 첫 번째 V_R 값을 읽는다. 두 번째 V_R은 동축 케이블을 각각의 안테나와 다시 연결한 후, 수신 안테나가 높은 곳(3 m와 10 m 거리에서는 (1 - 4) m, 30 m 거리에서는 (1 - 4) m나 (2 - 6) m)에서 스캔될 때 측정된 최대 신호를 읽는다. 이 두 번의 측정에서 신호의 전압 V_i는 상수이다. 처음 읽은 V_R은 V_{DIRECT}라 하고 두 번째는 V_{SITE}라 한다. 이들은 측정 감쇠량과 A_N에 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_T는 송신 안테나 인자

AF_R는 수신 안테나 인자이다

ΔAF_{TOT} 는 상호 임피던스 보정 인자이다.

첫 두 항은 시험장 감쇠량의 실제 측정값을 나타낸다. 즉 V_{DIRECT}와 V_{SITE}는 사용된 두개의 안테나의 성질을 포함하는 전달 경로의 삽입 손실에 의하여 구성된, 고전적 관점의 시험장 감쇠량과 같다. ΔAF_{TOT} 에 대한 이론적 값은 표 E.4에 주어져 있다. AF_T와 AF_R은 측정해야만 한다.

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 3 m 이격거리에 수평편파이며, 반파장 동조 다이폴 안테나를 이용하는 권장 시험장에서만 적용 가능하다.

정규화 시험장 감쇠량을 측정하기 위해, 사용 계측장치에 따라 광대역이 사용되느냐 동조 다이폴 안테나가 사용되느냐에 따라서 두 가지 기법이 사용될 수 있다. 두 방법이 부록 E에 나온 대로 정확하게 사용된다면 본질적으로 같은 결과를 보일 것이다. 요약해서 각각 방법은 아래와 같다.

a) 불연속 주파수 측정 방법

이 방법에 대해 표 E.1, E.2, E.3에 주어진 특정한 주파수가 차례로 측정되어야 한다. 각각의 주파수에서 수신 안테나는 수신 신호를 최대화하기 위하여 해당 표에서 주어지는 높이 범위에 걸쳐 스캔된다. 이들 측정 변수값을 식(1)에 대입하여 측정 감쇠량을 구한다. 부록 E는 데이터 기록과 감쇠량 계산 및 그것의 이론적 감쇠량과 비교하는 권장 절차를 포함한다.

b) 스위프 주파수 방법

이 방법에 대해 광대역 안테나를 사용하여 피크홀드(최대값 홀드), 저장능력, 트래킹 발생 기능을 갖는 자동측정 장비를 사용하여 측정할 수 있다. 이 방법에서 안테나의 높이와 주파수는 모두 요구되는 범위 전체에 걸쳐 스캔 또는 스위프 되어야한다. 주파수 스위프 속도는 안테나 높이에 따른 스캔속도보다 훨씬 커야 한다. 그렇지 않으면 절차는 a)와 같다. 세부 절차는 부록 E에 주어져 있다.

5.6.2 안테나 인자 결정

정확한 안테나 인자가 측정하려는 감쇠량에 필수적이다. 일반적으로 안테나와 함께 제공되는 안테나 인자들은 명확하게 또는 개별적으로 측정되지 않는다면 부적절하다. 선형적으로 편파된 안테나가 필요하다. 유용한 안테나 보정 방법이 부록 E에 포함되어 있다. 제조자의 안테나 인자는 다른 특징들 중에서도 발룬에 기인하는 손실을 고려해야 한다. 만약 별도의 발룬이나 완전히 결합된 케이블이 사용된다면, 그 영향이 반드시 고려되어야 한다. 반파장의 동조 다이폴 안테나에 대한 사용 공식은 부록 E에 포함되어 있다.

5.6.3 시험장의 감쇠 편차

감쇠량의 측정값이 ± 4 dB이상의 오차를 보인다면 먼저 몇몇 항목들을 재검증해야한다.

a) 측정 절차

b) 안테나 인자의 정확성

c) 신호원의 표류(Drift)나 수신기 또는 스펙트럼 분석기의 입력감쇠기와 판독값의 정확성

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

수직편파 측정이 일반적으로 더 민감하므로, 수평편파 결과보다는 더욱 민감한 측정을 하여 시험장의 이상을 조사해야 한다. 조사할 주된 항목은 아래와 같다.

- a) 접지면의 크기와 구조의 부적절함
- b) 불필요한 산란을 일으키는 시험장 주변의 물체
- c) 전천후 덮개
- d) 턴테이블 표면이 도전성이며 접지면과 같은 높이일 때 턴 테이블 원주에서의 접지면 불연속성
- e) 두꺼운 유전체 접지면 덮개
- f) 층계를 위한 접지면 개구부

5.7 대용 시험장의 적합성

방사 측정을 위한 여러 가지 시험장과 설비가 있다. 대부분은 날씨와 주변 무선주파수의 영향으로부터 보호된다. 이들 설비로는 전천후 보호 야외 시험장과 흡수체가 부착된 차폐실도 포함된다.

구조 물체가 시험장을 감싸고 있으면 5.6에 규정된 것처럼 단일 정규화 시험장 감쇠량측정 결과가 대용 시험장의 적합성에 맞지 않을 수도 있다.

대용 시험장의 적합성 평가를 위해서 다음 절차를 권장한다. 이것은 피시험기기가 차지하는 체적 전체에 걸쳐 수행되는 다수 감쇠량 측정에 기초한다. 이들 감쇠량 측정치는 모두 야외 시험장과 동등하게 적합하다고 판단되려면 모두 ± 4 dB의 오차범위 이내에 있어야 한다.

이 장에서 논의한 것은 도전성 접지면을 가지는 대용 시험장에 관한 것이다.

5.7.1 대용 시험장의 정규화 시험장 감쇠량

단일 감쇠량측정으로는 구조체로부터 일어날 수 있는 반사나, 시설의 벽이나 천정에 부착된 RF 흡수물질에서 일어날 수 있는 반사를 충분히 잡아내지 못한다. 이런 시험장에서 "시험 체적"은 시험할 가장 큰 장치 또는 시스템이 턴테이블 같은 것에 의해서 중심위치 주위로 360°에 걸쳐 회전될 때 그것에 의해서 윤곽이 그리는 부피로 정의한다. 그림 6a와 6b에서처럼 수평 및 수직 편파를 평가할 때 최대 20개 즉, 두 편파(수평과 수직)와 두 높이(1 m와 2 m의 수평과 1 m와 1.5 m의 수직)에 대해서 수평 접지면의 5개 지점(중심과 중심에서 측정 안테나의 위치까지 그려진 한 선분에 관해서 측정되는 중심, 왼쪽, 오른쪽, 앞

쪽, 뒤쪽)의 별도 시험장 감쇠량 측정치가 요구된다.

이러한 측정들은 광대역 안테나로 수행되며, 거리는 안테나의 중심에 관하여 측정한다. 송수신 안테나는 서로 평행하며 측정축과 직교하는 안테나 요소들과 일렬을 이루어야 한다.

수직 편파에 대해서, 송신 안테나의 중심이탈(off-center) 위치는 시험 체적의 주변에 위치하도록 한다. 게다가 낮은 쪽의 안테나 끝부분은 바닥에서 25 cm 이상 높아야 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 측정 횟수는 다음의 상황에 따라 줄일 수 있다.

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

주) 유전체 접촉면 근처에 위치한 방사원은 그 위치에 있는 원의 방사 특성에 영향을 미칠 수 있는 전류분포 변화를 주는 것으로 입증되었다. 그러므로 피시험기기가 접촉면 근처에 놓일 경우 추가적인 시험장 감쇠 측정이 필요하다.

- b) 왼쪽과 오른쪽 지점을 연결하는 시험 체적 지름을 따르는 수평편파 측정의 총수는 지름의 90%를 덮는 안테나 풋 프린트(footprint)에 필요한 최소한의 수까지 줄일 수 있다.
- c) 테이블 설치대를 포함하는 피시험기기 최상부까지의 높이가 1.5 m가 되지 않는다면 1.5 m 높이에서의 수직편파 측정은 생략해도 된다.
- d) 시험 체적이 테이블이 사용될 경우 그것도 포함하여, 깊이 1 m, 넓이 1.5 m, 높이 1.5 m 미만일 경우 수평편파는 중심, 앞, 뒤 위치에서만 측정하되, 1 m와 2 m의 높이에서 할 필요가 있다. 만약 위의 항목 a)가 적용된다면 뒤의 위치는 생략해도 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).

표1과 2에 따라 송수신 안테나의 이격거리를 일정하게 유지한 상태에서 감쇠량 측정을 해야 한다. 이들 표는 추가 송신 높이에 대한 값을 더함으로써 감쇠량 값을 조정하며 30 m 스캔 높이를 1 m ~ 4 m 범위로 제한하기 위해서 수정되었다는 점에 유의한다. 수신 안테나를 옮겨서 턴테이블 중심쪽의 선에 따라 적절한 이격을 유지해야 한다.(그림 6a, 6b, 6c, 6d 참조)

대용 시험장은 위에서 지정한 감쇠량 측정이 5.7.2의 조건과 아래의 5.7.3의 접지면 조건을

충족시킬 때 방사 시험의 수행에 적합한 것으로 간주한다.

주) 대응 시험장의 적합성 입증에 추가 시험이 필요한지 결정하기 위한 국제규격이 제정된 후 검토를 거쳐 적용한다.

5.7.2 시험장 감쇠량

측정된 수평과 수직 감쇠량 값이 이상적인 시험장의 이론적 정규화 시험장 감쇠량에 대해 ± 4 dB 이내에 있다면 측정 시험장이 방사 전자기장 측정을 수용하도록 하여야 한다.

5.7.3 도전성 접지면

방사 시험장에서 도전성 접지면이 필요하다. 도전성 접지면은 피시험기기의 외관과 가장 큰 측정 안테나에서 1 m 이상 더 확장되어 있어야 하고 피시험기와 안테나 사이의 전 지역을 덮을 수 있어야 한다. 측정 최고 주파수에서 세로 치수가 파장의 10분의 1보다 더 큰 구멍이나 틈이 없는 금속으로 되어야 한다. 감쇠량 측정치가 ± 4 dB 기준을 충족시키지 못한다면 더 큰 크기의 도전성 접지면이 요구될 수도 있다.

주) 현재 진행중인 연구에 의하면 규정된 최소한의 도전성 접지면의 크기에 대한 필요성을 지적하고 있다.

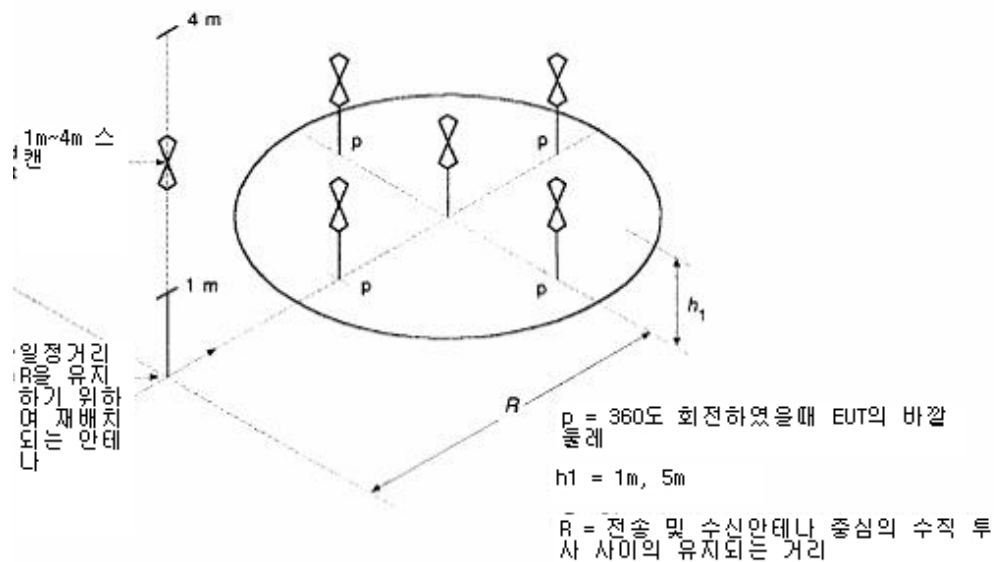


그림.6a 대응 시험장의 전형적인 안테나 위치 - 수직편파 감쇠량 측정

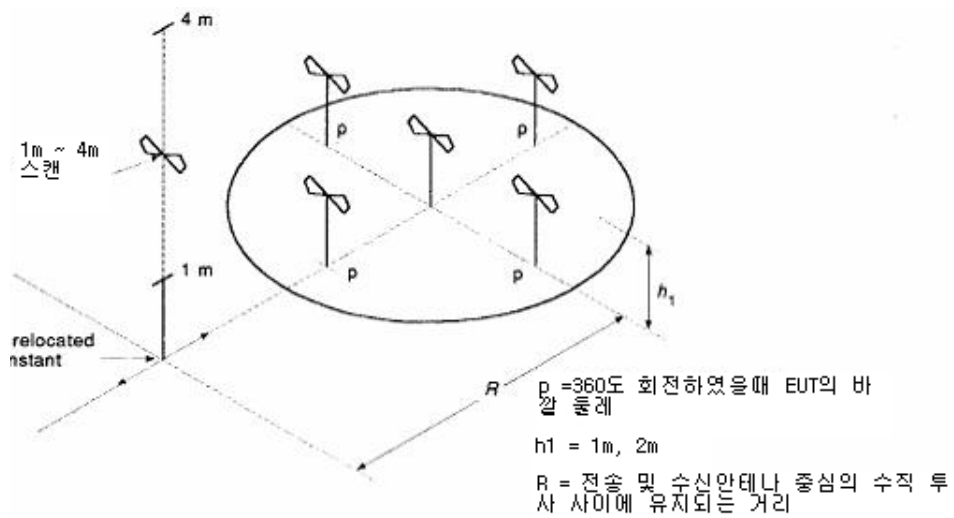
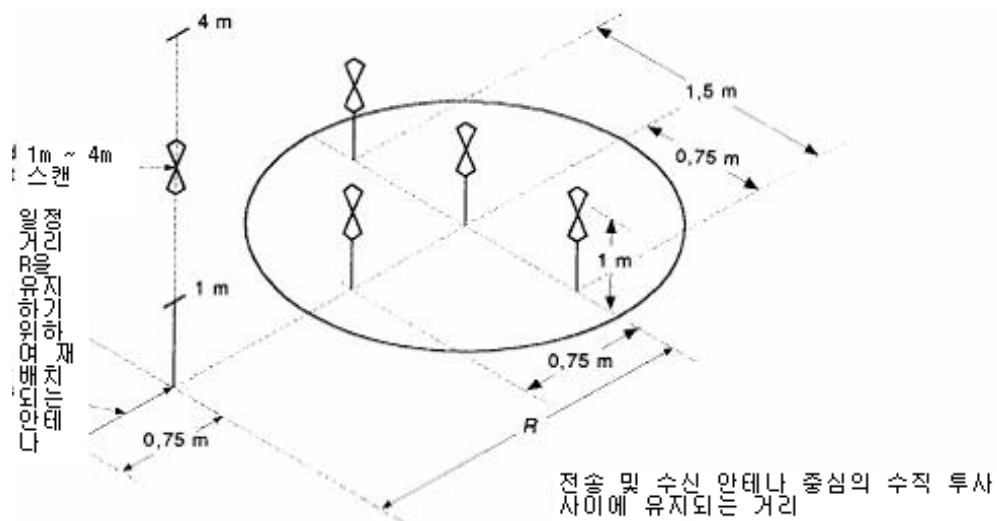
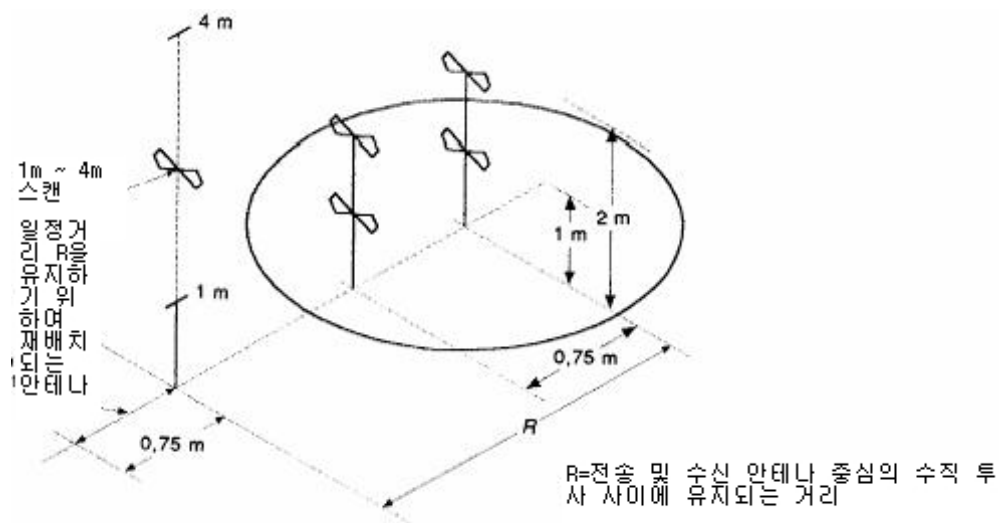


그림.6b 대응 시험장의 전형적인 안테나 위치 - 수평면과 감쇠량 측정



IEC 1304/93

그림.6c 대응 시험장의 전형적인 안테나 위치 - 1 m 깊이, 1.5 m 넓이, 1.5 m 높이를 초과하지 않으며 주변이 불필요한 반사를 일으키는 가장 가까운 물질에서 1 m 이상 떨어진 피시험기기에 대한 수직면과 감쇠량 측정



TEL: +305193

그림.6d 대용 시험장의 전형적인 안테나 위치 - 1 m 깊이, 1.5 m 넓이, 1.5 m 높이를 초과하지 않으며 주변이 불필요한 반사를 일으키는 가장 가까운 물질에서 1 m 이상 떨어진 피시험기기에 대한 수평편파 감쇠량 측정

그림.6 대용 시험장의 전형적인 안테나 위치

표.1 정규화 시험장 감쇠량
(수평편파의 반파장 동조 다이폴 안테나에 대한 권장 기하학적 구조)

편 파 R h ₁ h ₂	수평 3 m 2 m 1 m ~ 4 m	수평 10 m 2 m 1 m ~ 4 m	수평 30 m 2 m 1 m ~ 4 m
fm MHz	A _N 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 감쇠량
(광대역 안테나에 대해 권장되는 기하학적 구조)

편파 R	수평 3 m	수평 10 m	수평 30 m	수직 3 m	수직 3 m	수직 10 m	수직 30 m
h_1	1 m	1 m	1 m	1 m	1.5 m	1 m	1 m
h_2	1 m ~ 4 m	1 m ~ 4 m	1 m ~ 4 m	1 m ~ 4 m	1 m ~ 4 m	1 m ~ 4 m	1 m ~ 4 m
f_m MHz	A_N 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 측정용 잔향실

마이크로파 주파수 영역에서 작동되는 일부 제품은 동작조건과 환경에 민감한 3차원 복합 방사 패턴의 존재 때문에 총방사 전력의 측정치의 장애 역제가 매우 중요하다. 이 값은 금속벽으로 된 적합한 무반사실에 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 무반사실 내부의 에너지 밀도는 위상, 진폭 및

편파에 따라 일정한 통계분포법칙에 의하여 임의로 변한다.

6.1 챔버(Chamber)

6.1.1 크기와 모양

챔버의 치수에 대해서는 관련된 최저 주파수의 파장에 비해 상대적으로 커야 한다. 그 길이는 피시험기기, 교반기 및 측정 안테나를 수용할 만큼 충분히 커야 한다. 마이크로파 장비는 부피가 대략 0.2 m^3 인 작은 탁상용 오픈 치수에서부터 760 mm 베이스와 1.7 m 높이의 큰 장치에 이르기까지 크기가 다양하다. 챔버가 3차원의 동일한 차수라면 어떤 형상이든 관계없다. 가능한 3차원은 각각 달라야 한다. 최저주파수 1 GHz에서 내부 용적이 8 m^3 이상이어야 한다. 실제 치수는 챔버의 물질적 특성에 따라 달라진다. 챔버의 적합성 시험방법에 관해서는 6.1.4를 참조하도록 한다.

벽과 교반기는 금속성이어야 한다. 금속 부재간의 연결부분은 기계적으로 견고하고 전체 길이에 걸쳐 전기저항이 낮으며, 표면 부식이 없어야 한다. 챔버 내부에는 나무와 같은 흡수재질도 없어야 한다.

6.1.2 출입문, 벽의 개구부 및 설치 브래킷

밀폐실 출입문은 측정자와 장비가 출입하기에 충분히 커야 한다. 출입문은 바깥쪽으로 열려야 하며 에너지 손실을 최소화하기 위하여 기밀이 유지되도록 꼭 맞아야 한다. 설치를 편하게 하기 위해서 방 안쪽의 송수신 안테나 설치 브래킷을 벽에 고정시킬 수도 있다.

6.1.3 회전판(교반기)

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

6.1.3.1 회전 날개판

회전 날개판이 사용될 경우, 두 날개판은 벽에서부터 파장의 $1/4$ 이상 간격으로 방의 인접한 벽에 설치되며, 단단히 고정시킬 만큼 두께가 충분해야 한다. 날개판은 벽 치수가 허용하는 한 최대길이가 되어야 하며 폭은 길이의 약 $1/5$ 이 되어야 한다.

6.1.3.2 회전 패들

회전패들이 필요할 경우 2개 또는 3개의 패들을 방의 벽에 설치한다. 패들은 상호 직각이어야 한다. 패들은 그림 7에 보이는 모양이며, 이들의 길이에 평행한 축 주위로 회전할 수 있도록 한다. 회전 관형 공간의 직경은 최대 파장 이상이어야 하며, 길이는 벽 크기에 의해 허용된 최대치이어야 한다. 구조는 고정형이어야 한다.

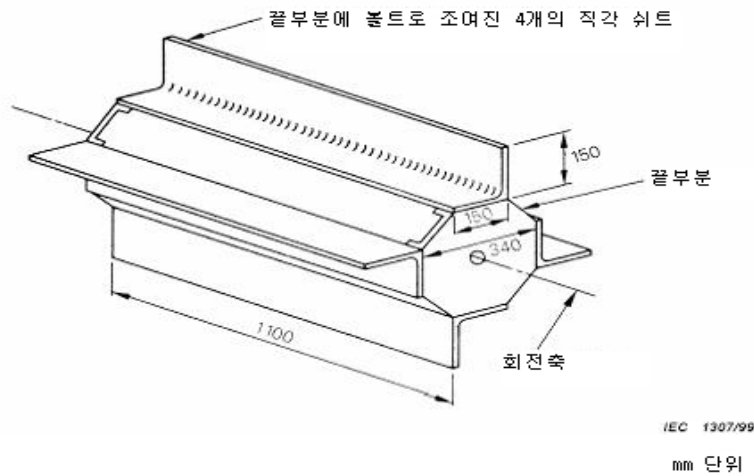


그림.7 전형적인 패들 회전판의 예

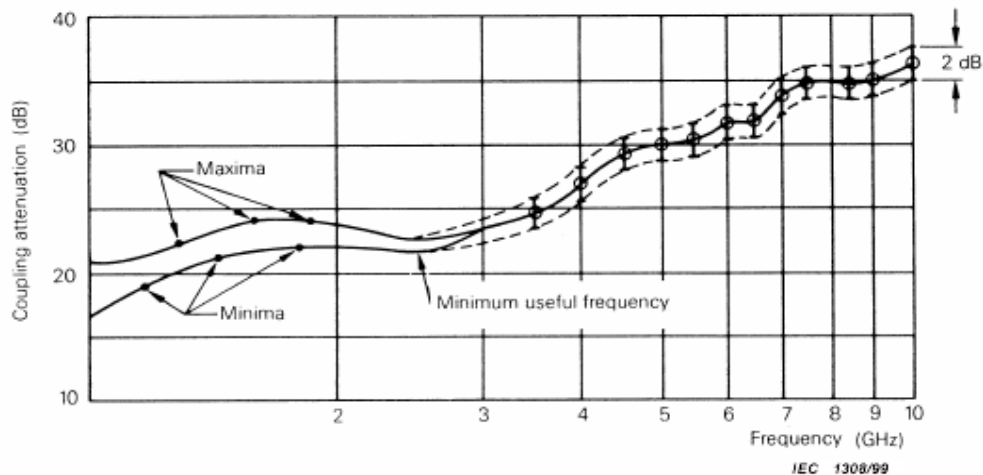
6.1.3.3 회전 속도

각 회전판의 회전 속도는 서로 달라야 한다. 회전판의 한 회전의 최장시간은 측정기기 적산 시간의 1/5 미만이어야 한다. 6.1.5에 기술하는 측정 장치의 경우, 적당한 속도는 50에서 200 rpm 사이이다. 회전판 회전에 사용되는 모터와 감속장치는 무반사실의 벽 외부에 있는 것이 바람직하다.

6.1.4 회전판의 효율 시험

챔버 내부 에너지 분포의 균일성은 결합감쇠(6.1.5 참조) 주파수 변화가 얼마나 원활한가 하는 것으로 표현한다. 주파수가 낮으면 파장이 더 길기 때문에 이 균일성을 얻기가 더 어려워 최소치와 최대치가 뚜렷이 존재한다. 회전판의 효율이 좋을수록 이들 최대치와 최소치가 더 작아져서 이용 가능한 주파수는 더 낮다.

방의 가능 주파수 영역에 걸쳐 결합감쇠를 측정된다. 최대 및 관측 가능한 최저 주파수에서 대략 100 MHz 간격으로 이 값을 측정해야 한다. 이때 수신 안테나는 고정 상태로 유지하고 송신 안테나는 45° 간격으로 회전시킨다. 각 위치와 각 주파수에 대해서 시험을 반복한다. 수신 안테나를 90° 회전시킨 상태에서 전체 시험을 반복해야 한다. 회전판은 다음과 같은 경우 요건을 충족시키는 것으로 간주한다. (1) 송신 안테나의 어떤 위치에서도 그래프의 포락선이 최대 및 최소 2 dB을 초과하지 않으며, (2) 4개 그래프의 평균은 2 dB 이하의 포락선 이내에 있다. 그림 8은 전형적인 결과를 보인다.



주) 모든 측정 점은 점선으로 표시되는 2 dB 포락선 이내에 놓여야 한다.

그림.8 그림 7에서 회전판을 사용하는 챔버에 대한 주파수 함수로서의 결합감쇠 영역

6.1.5 결합감쇠 (Coupling attenuation)

무반사실의 결합감쇠는 챔버 내의 송수신 안테나 단자 사이에서 측정되는 삽입손실이다. 챔버의 벽이나 챔버 내부에 위치하는 저손실 송신안테나(예를 들어, 혼안테나)로 급전되는 전력을 정밀하게 측정하기 위해서 출력 전력을 정확히 측정할 수 있는 보정된 신호발생기를 사용한다. 수신 안테나는 벽으로부터 1/4 파장 이상이며, 송신안테나가 아닌 가장 가까운 챔버의 벽을 향하거나, 챔버의 어떠한 축과 일직선이 되는 조건으로 챔버내에 어떤 지점에 설치될 수 있다.

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

7. 방사성 장애 측정에 대한 내성용 TEM 셀

국제규격이 제정된 후 검토를 거쳐 적용한다.

8. 주파수 1 GHz ~ 18 GHz 범위의 무선장애 세기 측정용 시험장

시험장은 무반사 조건을 갖추어야 한다. 자유공간 조건을 위해서 흡수체를 사용하거나 피 시험기기의 높이를 올릴 필요가 있을 수도 있다.

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

8.1 기준 시험장

기준 시험장은 반사가 측정에 영향을 미치지 않을 것을 보장할 대비책이 마련된 자유공간의 야외 시험장이어야 한다.

8.2 시험장의 검증

시험장의 검증에 이용될 절차와 합격 판정될 어떤 시험장의 이상적인 자유공간 조건에 관한 허용공차(예를 들어, 1 GHz 이하로 지정된 현재의 4 dB)는 국제규격이 제정된 후 검토를 거쳐 적용한다.

8.3 대용 시험장

자유공간 조건을 달성하면 어떤 측정 시험장이든 대용 시험장으로 가능하다.

부록 A (규격) 광대역 안테나의 파라미터

A.1 개요

스캔 수신기와 스펙트럼 분석기를 이용하여 넓은 주파수 영역에 걸쳐 방사 및 내성을 측정하기 위해서 새로 개량된 안테나를 이용한다. 광대역 안테나의 특성과 유용성을 비교하는데 사용될 수 있는 특정 파라미터들을 제공하는 일이 크게 도움이 된다. 각종 KN규격은 측정시에 사용될 특정 안테나를 지정한다. 동조 반파장 다이폴 안테나는 80 MHz 이상에서 널리 사용된다. 지정된 안테나와 동등한 결과를 낼 수 있다면 일반적으로 다른 종류의 안테나(대개 광대역)를 사용할 수도 있다. 관련 파라미터들을 목록으로 정리해보면 지정된 안테나 또는 다른 광대역 안테나와 이들 광대역 안테나를 서로 비교하는 데 도움이 될 것이다. 이들 파라미터는 새로운 안테나 이용을 권장하는 KN규격의 일부이다. 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 우선한다는 것을 보여주는 것이 KN규격의 의도는 아니다.

A.2 광대역 안테나 파라미터

측정에서 사용되는 광대역 안테나는 선형 편파이며 넓은 주파수영역에 걸쳐 사용하기 위한 안테나이다. 그렇다고 하여 길이 조정이 제한되는 안테나의 이용이나 안테나 소자 부분들의 추가를 금하는 것은 아니다. 그런 안테나의 임피던스는 대개 실제 임피던스와 가상 임피던스를 함께 포함한다. 지정할 수 있는 다른 파라미터들은 아래에 포함된다.

A.2.1 안테나 형태

아래의 파라미터들이 광대역 안테나의 물리적 파라미터들을 기술해준다. 어떤 파라미터들은 각 안테나에 적용되지 않을 수도 있음에 유의한다.

A.2.1.1 고정 또는 가변 길이 또는 직경의 안테나 형태

안테나의 길이가 가변일 경우, 기본 고정 길이를 가감하는 섹션의 수가 규정되어야 한다.

주) 완전한 동조형 안테나는 광대역으로 간주하지 않으므로 여기서는 구체적으로 언급하지 않는다. 루프 안테나의 직경은 일반적으로 가변형이 아니다.

A.2.1.2 폭 대 깊이 비율 또는 루프 직경

치수는 미터로 한다. 로그피리어딕에 대해서, 예를 들어, 측정축을 따르는 붐(Boom)의 길이

와 가장 큰 요소의 폭이 주어져야 한다.

A.2.1.3 능동 또는 수동 안테나

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

A.2.1.4 장착 배치

전형적인 삼각대 또는 안테나 위치 조정기에 의해 수용될 수 있는 특수 설치 요건을 제공한다.

A.2.1.5 커넥터 타입

BNC, N, SMA 등 필요시 적절하게 규정해야 한다.

A.2.1.6 발룬 형태

발룬이 불연속, 분포, 동조, 기타 등등의 것인지 규정되어야 한다.

A.2.2 안테나 사양

A.2.2.1 주파수 영역

안테나가 그의 특성 이내에서 동작하는 경우 MHz나 kHz 단위의 주파수 영역을 지정한다. 영역의 어느 쪽 끝에서든 옥타브당 데시벨 단위의 정의된 감소(fall-off)특성이 있을 경우 그것을 명기한다.

A.2.2.2 이득 및 안테나 인자

A.2.2.2.1 이득

등방성 방사체(dBi)에 상대적인 데시벨 단위의 전형적인 또는 실제적인 이득이 규정되어야 한다.

A.2.2.2.2 안테나 인자

전형적 또는 실제적 안테나 인자는 미터당 데시벨 단위로 규정되어야 한다.

이득과 안테나 인자는 A.2.3.1에 나와 있는 보정 절차를 사용하여 측정하여야 한다.

A.2.2.3 선형성 편파에 대한 지향성 및 패턴

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

A.2.2.4 VSWR과 임피던스

최대 VSWR과 ohm 단위의 공칭 입력 임피던스를 표시한다.

A.2.2.5 능동안테나 성능

능동 증폭률을 가진 안테나의 경우 상호변조 제품(intermodulation product)레벨, 외부 장해에 대한 전기장 및 자기장 세기 내성 레벨, 그리고 과부하 또는 부적절한 동작을 측정하기 위한 관련 점검을 지정한다.

A.2.2.6 전력 취급

내성에 대해서 규정된 최대 및 과도 전력취급 능력(와트 단위)을 사용한다.

A.2.2.7 기타 조건들

만약 기후에 노출된 비보호 구역에서 사용한다면, 안테나가 작동해야 하는 온도 및 습도 범위 그리고 예방책이 규정되어야 한다.

A.2.3 안테나 보정

A.2.3.1 방사 측정을 위한 보정법

아래와 같이 보정에 사용된 방법을 식별한다.

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

주) 내성 측정을 위해서, 일반적으로 방사를 받게 될 전기용품 위치에 놓인 이차보정 안테나를 이용하여 전계의 세기를 보정한다. 따라서, 송신안테나는 보정이 필요 없다.

A.2.3.2 주파수 간격

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

A.2.3.3 교정의 정밀도

교정의 공칭 정밀도는 \pm 데시벨 단위로 규정되어 있다. 최악 사례의 정밀도와 그것이 발생하는 주파수 대역 부분을 나타낸다.

A.2.3.4 선호 또는 규정된 안테나의 상관관계

안테나가 KN 규격에 인용된 선호 또는 지정된 안테나로 대응할 경우, 광대역 안테나의 결과를 선호 또는 지정된 안테나로 대신할 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 전계강도 측정에 필요한 교정단위가 규정되어야 한다.

A.2.4 안테나 사용자 정보

A.2.4.1 안테나 사용법

안테나의 사용에 관하여 설명한다. 어떠한 특별 주의사항이나 제한사항을 두어 안테나를 잘못 사용하지 않도록 인용되었는지를 확인한다.

A.2.4.2 물리적인 제한

다음과 같은 안테나 사용에 있어서 어떤 물리적인 제약이 있는지를 표시한다.

- a) 접지면 위의 최소 높이
- b) 접지면에 관한 선호되는 편파
- c) 특수한 사용, 즉, 수신 안테나 또는 송신 안테나 단일 용도 사용. 대개 이것은 수동안테나 발문의 전력처리 능력이나 능동안테나의 양방향성이 아닌 특성으로 제한된다.
- d) 안테나의 연속성의 완전함을 결정하기 위한 단순한 저항 점검
- e) 측정되는 제품과 가장 가까운 안테나 요소의 최소 이격거리

부록 B

(규격)

모노폴 안테나(1 m 로드안테나)의 성능 방정식 및 안테나와 결합된 정합회로의 특성

B.1 설명

B.1.1 모노폴(1 m 로드) 안테나 시스템 개요

모노폴(로드)안테나는 대개 30 MHz 이하의 주파수에서 사용되거나 가끔씩 더 높은 주파수에서 사용되기도 한다. 낮은 주파수 영역이기 때문에 높은 주파수로 안테나를 보정하거나 특징짓는 방법들은 적용하지 않는다. 이 부록에서 정의된 기법은 30 MHz 이하의 주파수에 적용될 수 있다. 이 방법은 작은 오류(1 dB 미만)를 나타내며 그동안 상업적으로 사용되어 왔다.

안테나 인자를 국가표준으로 추적하기 위한 일차적인 방법은 모든 안테나를 평면파에 의해 조명하는 것이다. 모노폴 소자의 캐패시터 대치라는 대응 방법이 본 부록에 있다. 캐패시터 대치 방법으로 안테나 인자를 결정할 수 있지만, 실제 보정 과정에서 안테나 인자를 ± 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 대응 방법을 사용할 때는 특별한 주의가 필요하다.

B.1.2 모노폴(로드)안테나 성능 방정식

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

이 공식들은 $\lambda/8$ [8]²보다 짧은 원통형 로드 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 로드 소자의 실제 높이

λ 는 미터단위의 파장

C_a 는 피코패럿 단위의 로드안테나 자체 정전용량

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

2) 정사각 브래킷 그림은 B.5절에 인용된 참고문헌을 참조한다.

a 는 미터단위의 로드안테나의 반경

C_h 는 dB(m) 단위의 높이 보정인자.

B.2 정합망 특성화 방법

등가 정전용량 대응 방법의 경우, 실제 로드안테나 소자를 대신해서 더미(dummy) 안테나가 사용된다. 더미 안테나의 주된 성분은 로드나 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(μ V) 단위.

V_L 은 정합회로의 측정 출력, dB(μ V) 단위.

C_h 는 (실효높이에 대한) 높이 보정인자, dB(m) 단위.

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

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

두 절차 즉, B.2.1의 회로망 분석기 방법 또는 B.2.2의 신호발생기와 전파잡음 측정기 방법을 사용해야 한다. 같은 더미 안테나를 두 절차 모두에 적용한다. 더미 안테나의 제조에 대한 지침은 B.3을 참조한다. 안테나의 작동범위 또는 9 kHz ~ 30 MHz 영역 중에서 어느 것이든 더 작은 영역에 걸쳐 안테나 인자 대 주파수의 원만한 곡선을 얻기 위해서는 여러 주파수에서 측정을 해야 한다.

B.2.1 회로망 분석기 절차

a) 측정에 사용될 케이블과 함께 회로망 분석기를 보정한다.

b) 그림 B.1에 나타난 것과 같은 측정장비와 정합회로를 구성한다.

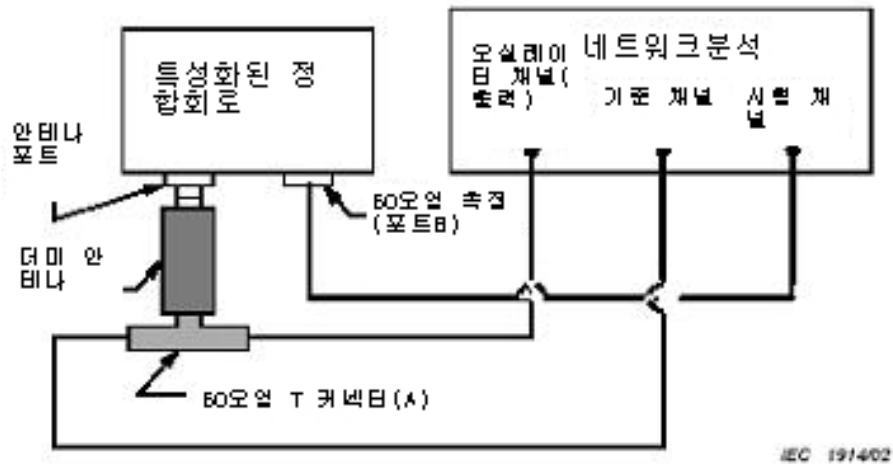
c) 기준채널의 신호 레벨(dB μ V)에서 시험 채널의 신호 레벨(dB μ V)을 뺀 다음에 안테나의 인자(dB(1/m))를 얻기 위하여 C_h (1 m 로드에 대해서 6 dB)를 뺀다.

주) 회로망 분석기에서 감쇠기 패드는 필요하지 않다. 왜냐하면 회로망 분석기의 채널 임피던스가 50

Ω 에 거의 가까우며 오차가 회로망 분석기 보정 중에 보정되기 때문이다. 필요하다면 감쇠기 패드가 사용될 수도 있다. 그러나, 그것들을 포함하면 회로망 분석기 보정이 복잡해진다.

B.2.2 전파잡음 측정기와 신호발생기 절차

- 그림 B.2에 나타난 측정장치와 정합회로를 구성한다.
- T-커넥터(A)의 $50\ \Omega$ 종단에, 보이는 바와 같이 장비를 연결하고 RF 포트 (B)의 수신 신호 전압 V_L (dB μ V)을 측정한다.
- 신호발생기의 RF 출력을 고정한 상태에서, $50\ \Omega$ 종단을 RF 포트(B)로 전환하고, 수신기 입력 케이블을 T-커넥터(A)로 전환한다. 구동신호전압 V_D (dB μ V)을 측정한다.
- V_D 에서 V_L 을 뺀 후 안테나의 안테나 인자(dB(1/m))를 얻기 위하여 C_h (1 m 로드의 6 dB)를 뺀다.



주1) 더미 안테나를 피시험기기 포트에 가능한 가깝게 둔다. T-커넥터를 더미 안테나에 최대한 가까이 놓는다. T-커넥터와 $50\ \Omega$ 측정 포트의 시험 채널 사이와 T-커넥터와 기준채널 입력 사이에 같은 길이와 같은 형태의 케이블을 사용한다.

주2) 감쇠기 패드는 회로망 분석기에 필요하지 않으므로 권장하지 않는다.

그림.B.1 회로망 분석기를 이용하는 방법

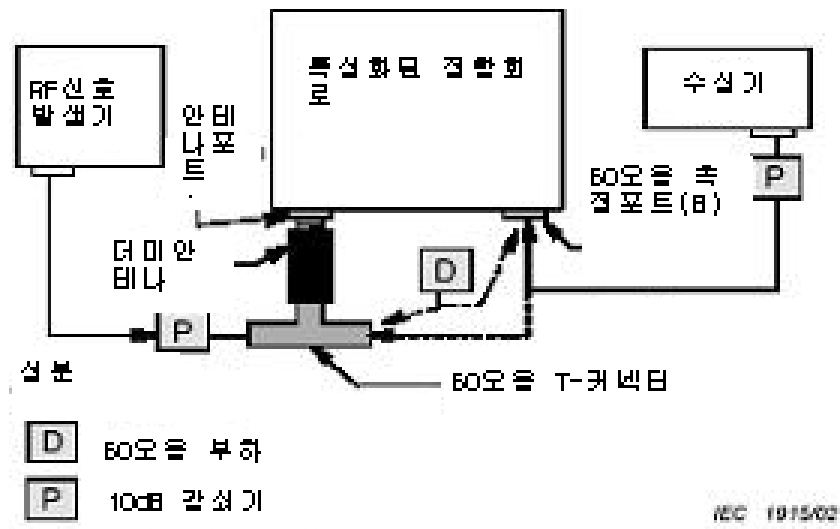


그림.B.2 전파잡음 측정기와 신호발생기를 사용하는 방법

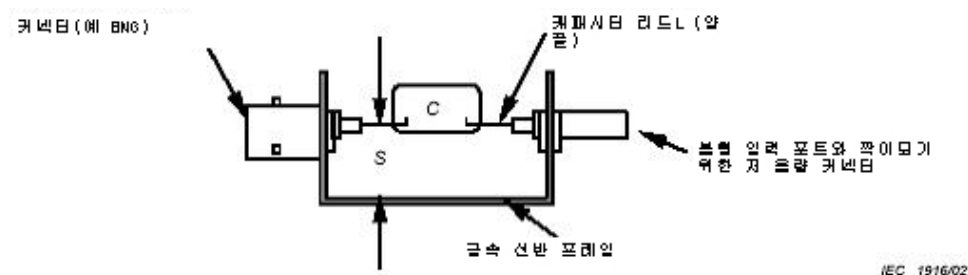
50 Ω 종단은 정재파비가 아주 낮아야 한다(1.05 : 1 미만). 전자파 잡음 측정기는 보정되어야 하며, 정재파비(SWR)는 매우 낮아야 한다(2 : 1 미만). 신호발생기의 출력의 주파수와 진폭이 안정되어야 한다.

주) 신호발생기는 보정이 필요하지 않다. 전달 표준기(transfer standard)로서 사용되기 때문이다.

B.3 더미 안테나 고려사항

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

안테나 인자 측정 장치에 사용되는 T-커넥터는 더미 안테나 박스에 내장할 수도 있다. 발생기와 임피던스 정합을 제공하기 위한 저항패드도 더미 안테나 박스 안에 내장할 수 있다.



구성품

C : 5 % 허용오차, 마이카 은(silver mica), 식(B.2)에 의해 계산된 안테나 정전용량(Ca)

S : 5 mm ~ 10 mm 리드간격(박스내부에 밀봉 되었을 경우 모든 표면으로부터 10 mm)

L : 리드 길이. 8 mm보다는 길지 않고 가능한 짧게 한다(캐패시터 리드와 로드 포트 커넥터의 길이를 포함하여 총 리드길이는 40 mm를 초과하지 않는다).

그림.B.3 더미 안테나 캐패시터 설치 예

B.4 모노폴(로드) 안테나의 적용

모노폴 로드 안테나는 대개 카운터포이즈(Counterpoise)와 함께 사용되거나 접지면 위에 설치하도록 설계한다. 정확한 전계강도 값을 얻기 위하여 카운터포이즈나 접지면의 이용에 관한 제조자의 지침이나 권장을 따라야 한다.

안테나가 끼워 넣어지는 로드 소자를 사용할 경우 그의 소자는 제조자의 지침에 명시된 길이까지 연장되어야 한다.

일반적인 표준규격에서는 모노폴(로드) 안테나의 카운터포이즈를 접지면이나 시험대 접지면에 결합할 것을 명시하고 있다. 측정 표준규격의 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

(규격)

주파수 9 kHz ~ 30 MHz 범위의
자기장 유도전류 측정용 루프 안테나시스템

C.1 개요

이 부록은 9 kHz ~ 30 MHz 주파수 영역에서 루프 안테나 시스템에 관한 정보와 자료를 설명한다. 이는 루프안테나 시스템의 중앙에 놓인 단일 피시험기기가 방사하는 자기장에 의해 루프안테나시스템에 유도되는 전류를 측정하기 위한 것이다. 이 간행물의 부속조항 4.7과 CISPR 16-2-3은 이 루프안테나시스템에 관한 내용을 언급한다.

루프안테나시스템 안테나의 검증 방법과 함께, 루프안테나시스템에 관한 설명을 한다. 변환 인자는 같은 피시험기기가 그 피시험기기로부터 특정한 거리에 위치한 단일 루프 자기장 안테나를 사용하여 측정할 때에 얻어진 자기장 데이터에 자기장 유도전류 데이터를 합친다.

C.2 루프 안테나 시스템의 구조

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

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

모든 커넥터의 표면전달 임피던스는 동축케이블의 표면전달 임피던스와 비교될 만큼 되어야 한다. 예를 들어, 양질의 BNC 콜릿-락(Collet-lock) 타입의 커넥터를 사용하면 이 요건이 충족된다.(IEC 60169-9* 참조)

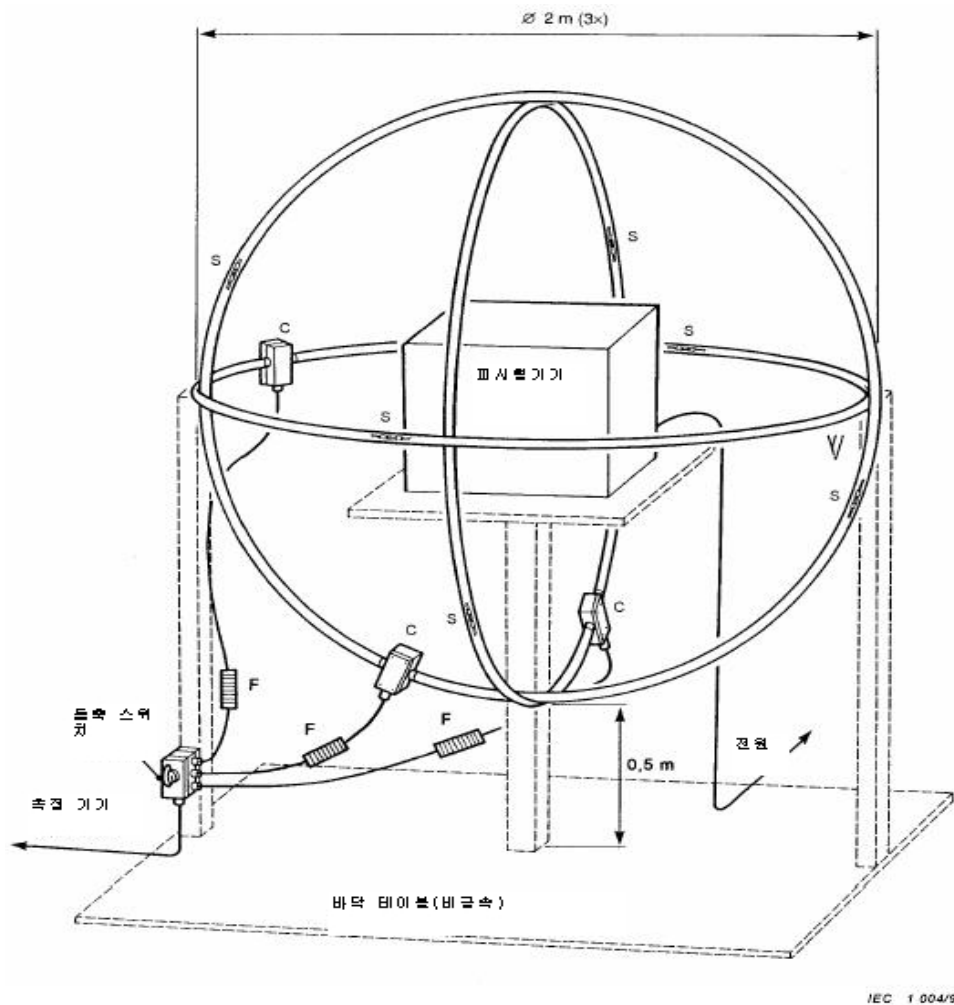
모든 케이블은 10 MHz에서 $R_s > 100 \Omega$ 의 공통모드 직렬저항을 제공하는 그림 C.1의 F에 나타낸 페라이트 흡수체를 갖추어야 한다. 예를 들어, 페록스큐브(Ferroxcube) (밀리미터 단위의 최소크기: 29 O.D. \times 19 I.D. \times 7,5 Ht)에서 나온 3E1형의 12 링으로 페라이트 토로이드를 만들면 이 요건이 충족된다.

C.3 대형 루프 안테나(LLA)의 설치

루프안테나시스템의 대형 루프 안테나(LLA)는 C.2에서 명기된 표면전달 임피던스를 가지

는 동축케이블로부터 만들어진다. 추가적으로, LLA의 내부 도체의 저항은 충분히 낮다(주1 참조). 예를 들어, 이중 편복선 실드 RG 223/U 동축 케이블을 사용하면 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 상호 직교하는 세 개의 큰 루프 안테나로 구성되는 루프 안테나 시스템

지름이 25mm인 비금속 튜브(얇은 벽)

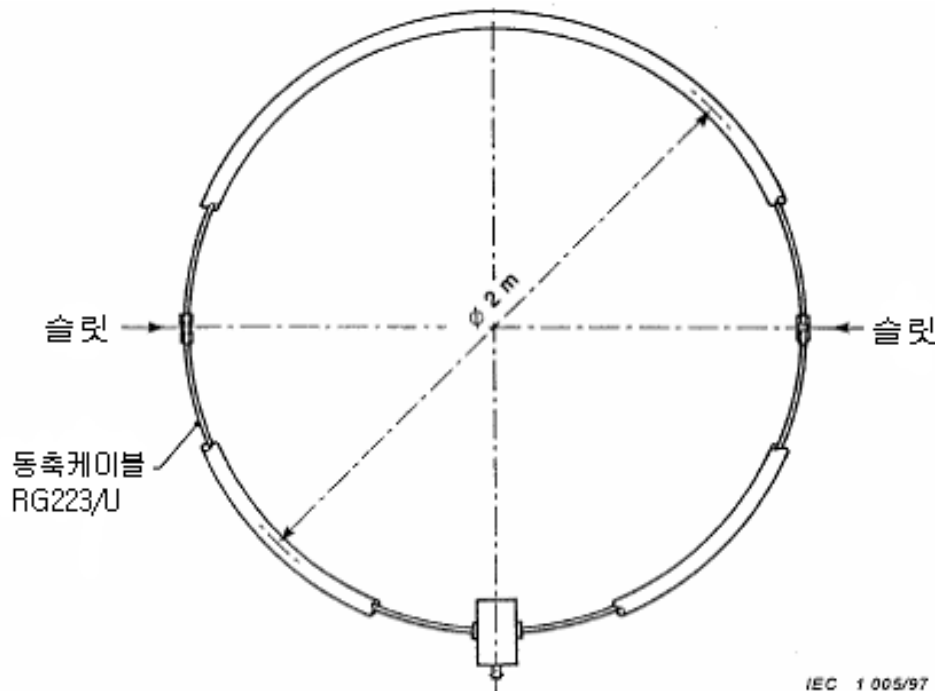


그림.C.2 전류 프로브 C에 대해 위치적 대칭이며 두 슬릿이 마주보는 구조의 대형 루프 안테나

루프 지름은 $D = 2 \text{ m}$ 로 표준화 되었다. 필요시 큰 피시험기기의 경우 D 를 증가시킬 수도 있다. 그러나 30 MHz까지의 주파수 영역에서 최대허용 지름은 4 m이다. 지름을 더 증가시키면 측정범위의 고주파수단에서 루프안테나시스템 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.

LLA에는 그의 전류 프로브(그림 C.2 참조)에 대하여 두 개의 대칭인 슬릿이 있다. 그림 C.3에서 보듯 동축 안테나 케이블의 외부 도체에 만들어진 슬릿은 폭이 7 mm미만이어야 한다. 슬릿은 직렬로 연결된 평행 100 Ω 저항 세트에 의해 연결된다. 각 직렬 회로의 중앙은 동축 안테나 케이블의 내부 도체에 연결한다.

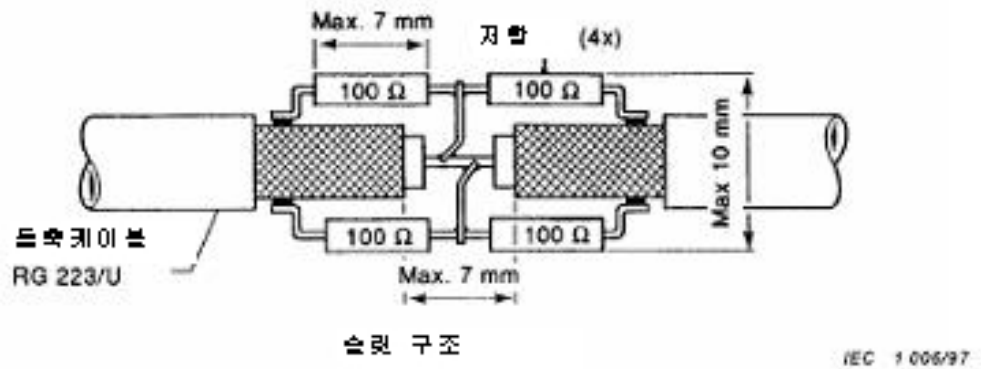


그림.C.3 안테나 슬릿의 구조

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

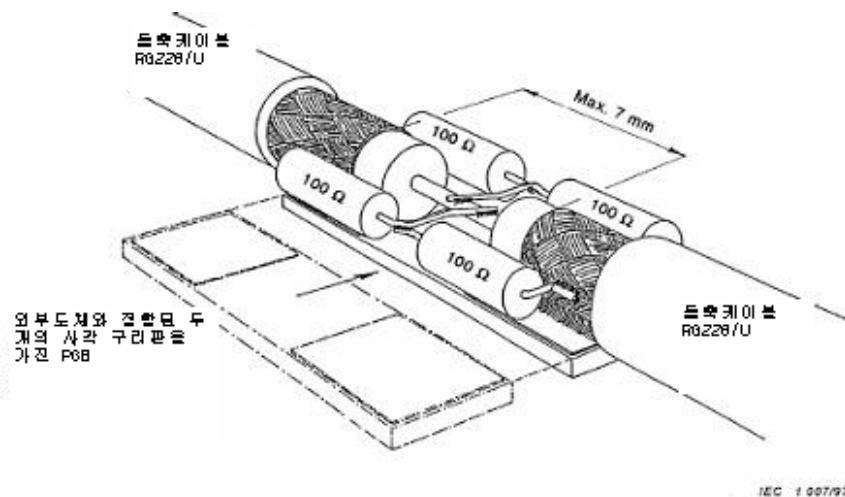


그림.C.4 견고한 구조를 얻기 위해 인쇄회로판의 띠를 사용한 안테나-슬릿 구조의 예

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

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

주1) 주파수 9 kHz ~ 30 MHz 영역의 낮은 끝쪽에서 균일한 LLA 주파수 응답을 얻기 위하여 전류 프로브의 삽입 손실 R_c 가 $f = 9 \text{ kHz}$ 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 도체

의 인덕턴스를 의미하고, L 은 루프의 인덕턴스이다. 이 인덕턴스는 약 $1.5 \mu\text{H}/\text{m}$ 의 원주를 가지고 있다. 따라서, $f = 9 \text{ kHz}$ 에서 표준화된 LLA에 대한 $X_L = 0.5 \Omega$ 이다.

주2) 피시험기와 루프안테나시스템 사이의 불필요한 캐패시터의 결합을 피하기 위해서 피시험기와 LLA의 구성품 사이에는 최소한 루프 지름의 0.1배의 거리가 필요하다. 피시험기의 리드에는 특별한 주의가 필요하다. 케이블은 같은 경로를 따라서 셀의 동일한 팔분원 안의 루프 부피를 벗어나야 한다. 루프안테나시스템 루프의 어느 것에도 0.4 m 이상 가까워서는 안된다(그림 C.6참조).[그림설명]

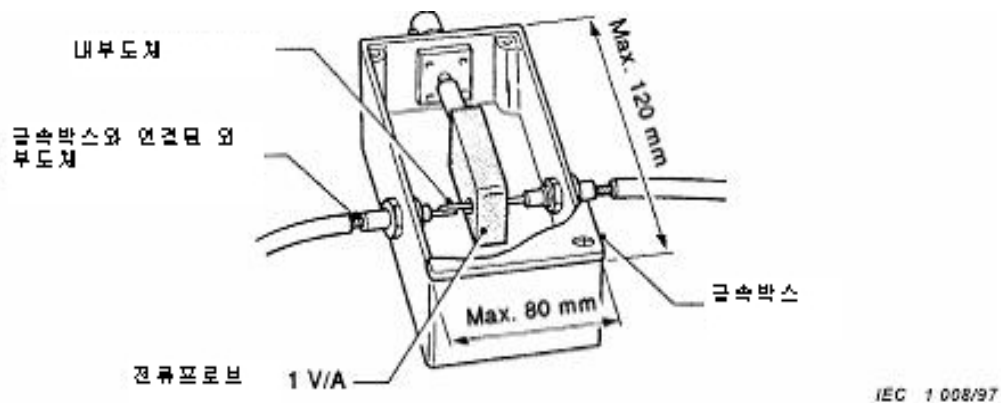


그림.C.5 전류 프로브를 포함하는 금속박스의 구조

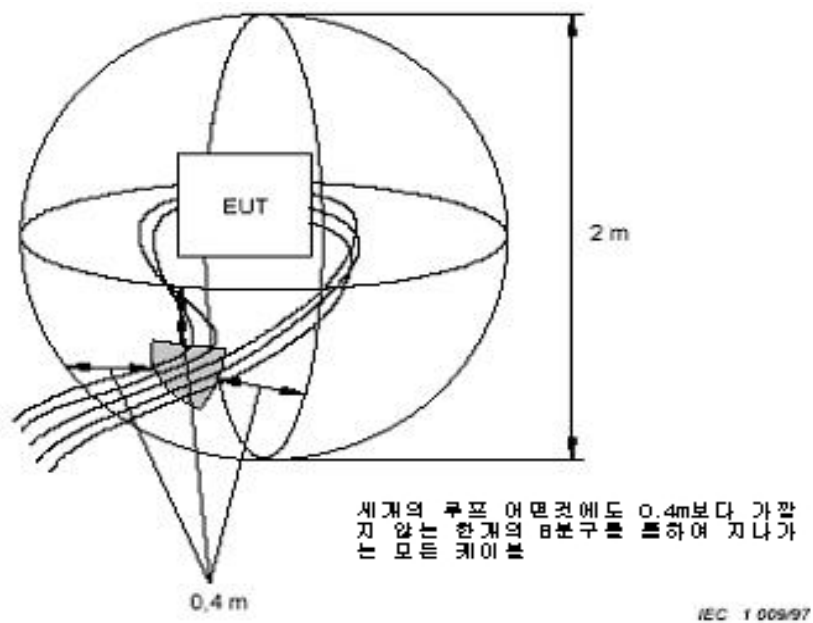


그림.C.6 리드에서 루프까지 정전결합이 존재하지 않는다는 것을 확인하기 위해 피시험기 케이블들의 경로를 보여주는 예

C.4 대형 루프 안테나(LLA)의 유효성 검증

루프 안테나 시스템에서 C.5 절에 기술된 50 Ω RF 발생기에 연결되는 발룬 다이폴 안테나에 의해 LLA로 유입되는 전류를 측정하면 대형 루프 안테나의 검증 및 보정을 할 수 있다. 다이폴 안테나에 의해서 방출되는 자기장에 의해 LLA의 자기장 감도의 검증이 가능하게 된다. 발룬 다이폴 안테나에 의해서 방출되는 전기장은 LLA의 전기장 감도가 충분히 낮음을 나타낸다.

유도전류는 그림 C.7의 발룬 다이폴 안테나의 8개 위치에서 9 kHz ~ 30 MHz 영역의 주파수 함수로서 측정된다. 이 측정 동안에 발룬 다이폴 안테나는 시험중인 LLA 평면 내에 존재한다.

8개 각각의 위치에서 RF 발생기의 개방회로 전압과 측정된 전류의 비[$\text{dB}(\Omega) = 20 \log(R_1/R_2)$]로 표현]는 그림 C.8에 주어진 검증 인자에서 ± 2 dB 이상 편차가 없어야 한다.

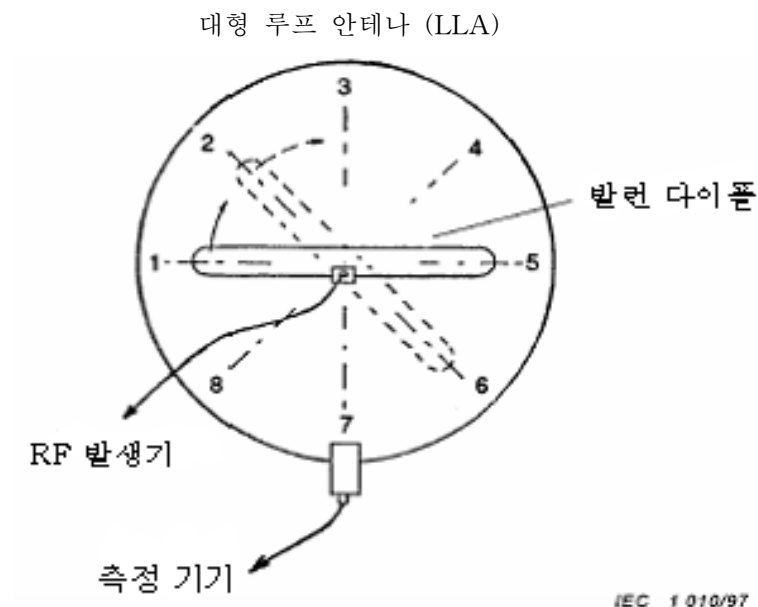


그림.C.7 대형 루프 안테나의 유효성 검증 중 발룬 다이폴 안테나의 8개 위치

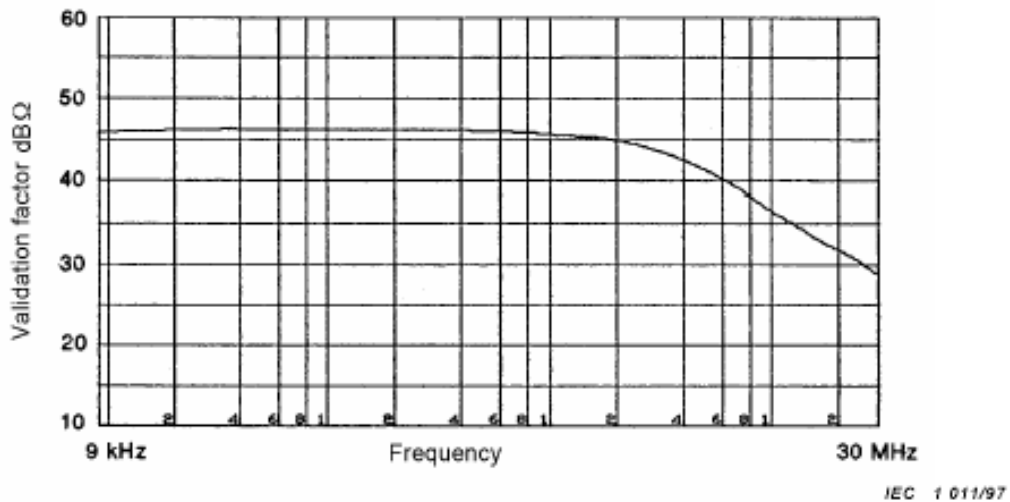


그림.C.8 2 m 직경의 대형 루프 안테나 유효성검증 인자

그림 C.8에 주어진 검증인자는 표준화된 직경 $D=2$ m인 원형 LLA에서 유효하다. 원형 LLA의 직경이 $D=2$ m가 아니면 그림 C.8과 C.11에 주어진 데이터로부터 비표준 LLA 유효성검증 인자를 유도할 수 있다(C.6절 참조).

C.5 발룬 다이폴 안테나의 구조

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

발룬 다이폴 안테나는 RG 223/U 동축케이블로 만들어진다. 이 안테나는 그림 C.9에서 보이는 것처럼 두께 $W=150$ cm이고 높이 $H=10$ cm(케이블 중심간 거리)이다.

동축케이블 외부의 도체의 슬릿은 다이폴 안테나를 반으로 나눈다. 이 다이폴 안테나의 한 쪽 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 결합되어 있다는 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 붙어 있다.

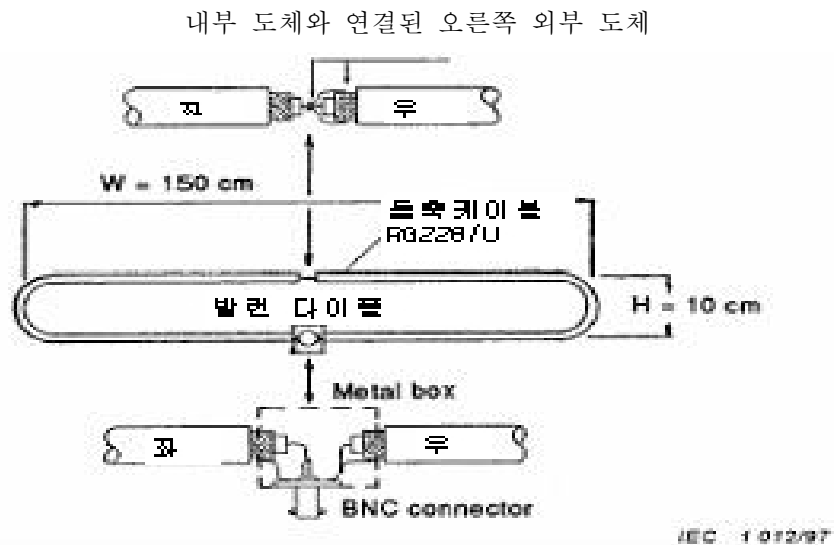
견고한 구조를 얻기 위해서 다이폴 안테나는 부도체 지지대에 의해 지지되어야 한다.

C.6 변환인자

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

그림 C.10의 변환인자는 다이폴 안테나 모멘트가 LLA의 평면에 직각으로 작용하는 LLA의 중심에 위치한 자기장원에 적용된다. 4.2에 기술된 루프 안테나를 포함하여, 루프 안테나는 언제나 수직면에 위치하며, 피시험기기는 그 수직축 주위로만 회전한다. 그러므로, 그 경우에는 예를 들어 평면 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 90° 만큼 기울일 때에 사용되어 관련 수직 다이폴 안테나 모멘트를 수평 다이폴 안테나 모멘트로 변환할 수는 있다.

피시험기기 안의 장애원의 실제 위치가 표준 루프안테나시스템의 중심으로부터 0.5 m 보다 작은 거리에 있다면, 측정 결과는 중심에 원이 있는 경우의 결과와는 3 dB 미만의 차이가 난다.



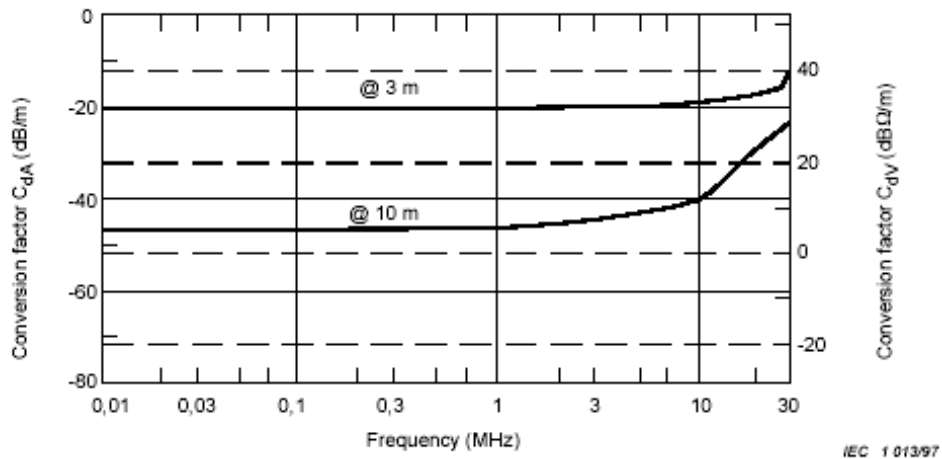


그림.C.10 두 표준 측정거리 d의 변환인자 C_{dA} ($\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ 로 변환)와 C_{dV} ($\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 변환)

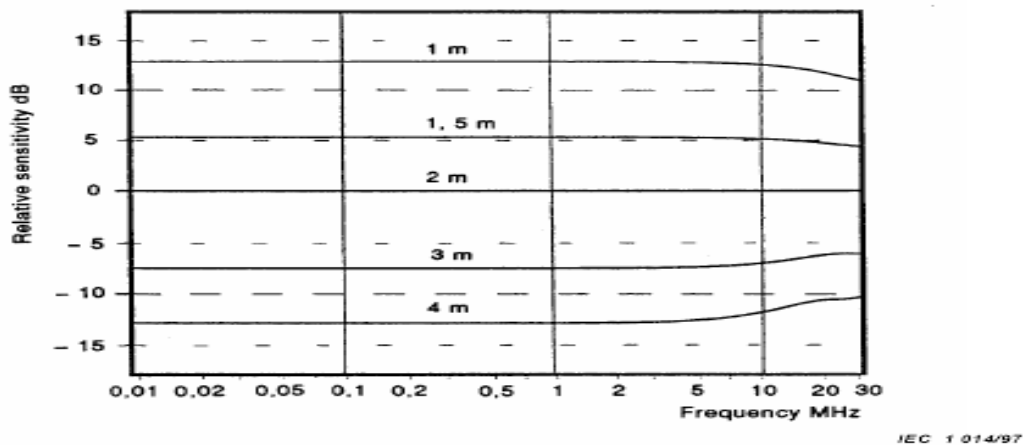


그림.C.11 직경 2 m인 대형 루프 안테나에 관한 직경 D인 대형 루프 안테나의 감도 S_D

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.

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

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

일반적으로 변환인자는 주파수에 독립적이다. 그림 C.10은 3 m와 10 m 표준 거리에 대한 C_{dA} 를 나타낸다. 표준 거리 $d = 30 \text{ m}$ 에서 변환인자는 국제규격이 제정된 후 검토를 거쳐 적용한다.

직경(m 단위)이 D인 LLA에서 측정된 전류와 $D = 2 \text{ m}$ 표준 직경의 LLA에서 데시벨 단위

로 측정된 전류의 비 S_D 가, 여러 D 값에 대해서, 그림 C.11에 주어진다. 이 비를 사용하여, 위에 주어진 공식은 다음과 같이 표현된다.

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

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

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

편의를 위해서 그림 C.10에 용이한 변환을 위하여 $I[\text{dB}\mu\text{A}]$ 를 $H[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}]$ 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.
 $d = 3 \text{ m}$ 에서, $H[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = X [\text{dB}\mu\text{A}] + C_{3V} (\text{dB}/\text{m}) = (X - 19.5) \text{ dB}\mu\text{A}/\text{m}$
 $d = 3 \text{ m}$ 에서, $H[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = X [\text{dB}\mu\text{A}] + C_{3V}[\text{dB}(\Omega)] = [X + (51.5 - 19.5)] \text{ dB}\mu\text{A}/\text{m}$
- 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 검증할 경우, 유효성검증 인자는 그림 C.11에 주어진 각 주파수 S_3 에서 그림 C.8에 주어진 유효성검증 인자에 더하여 구할 수 있다. 그러므로 측정된 주파수가 100 kHz 이면, $D = 3 \text{ m}$ 인 LLA의 유효성검증 인자는 $(86 - 7) = 79 \text{ dB}\Omega$ 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

(정보)

주파수 30 MHz ~ 1 000 MHz 범위의 야외시험장에 대한 설치 세부구조 (제5절)

D.1 일반사항

야외 시험장용 부속조항 5.1 내지 5.5까지에 대한 설치를 검토한다. 본 부록에서는 시험장을 잘 설치할 수 있도록 하고, 울타리를 진천후로 하기 위한 세부사항을 수록한다. 이러한 기준들의 적합성을 검증하는 적극적인 방법은 5.6에 기술되어 있는 감쇠량 측정을 수행하는 것이다.

D.2 접지면 구조

D.2.1 재료

전계강도 시험장용 접지면 재료로서 금속을 권장한다. 그러나, 현실적인 이유로 모든 장비의 계측에 금속 접지면이 규정될 수는 없다. 몇몇 금속 접지면의 예로서 금속박판, 금속호일, 다공금속판, 인장철망판, 와이어 클로스, 철망, 금속격자 등이 있다. 접지면은 최대 측정 주파수에서 파장의 분율에 영향을 미칠 정도의 치수를 갖는 공백이나 간격이 있어서는 안 된다. 권장되는 철망, 다공금속판, 금속격자, 또는 인장철망판형의 접지면 최대 개방크기는 최고 측정주파수에서 파장의 1/10이다.(1 000 MHz에서 약 3 cm) 개별 시트, 롤, 또는 나사로 이루어지는 재료는 이음부분이 가급적이면 연속적이며, 어떠한 경우라도 파장의 1/10을 초과하는 간격이 없게 납땜이나 용접이 되어야 한다. 금속 접지면의 위에 모래, 아스팔트 또는 나무와 같은 두꺼운 유전체 코팅을 할 수 없다. 이것이 시험장 감쇠량을 야기시킬 수 있기 때문이다.

D.2.2. 시험장면 회전교반기

레이레이(Rayleigh)의 표면 회전교반기 기준에서 최대 허용 r.m.s 접지면 회전교반기에 대한 최적의 평가 방법을 제공한다(그림 D.1참고). 대부분의 실질적인 시험장에서는 특히 3 m 이격거리 적용의 경우, 4.5 cm까지의 회전교반기는 측정 목적에 큰 영향을 미치지 않는다. 10 m와 30 m 시험장에서는 더 큰 회전교반기도 허용된다. 5.6의 시험장 검증 절차에서는 회전교반기가 합격판정 여부를 결정하는 데에 사용되어야 한다.

D.3 피시험기기의 서비스

피시험기기로의 전력공급이나 주전원 배선은 최대한도로 접지면 아래에서 가설되어야 하며

측정축과 직각을 이루는 것이 좋다. 모든 와이어, 케이블, 튜테이블의 가설 또는 피시험기에 장착 하는 것 역시 접지면 밑에서 이루어져야 한다. 접지면 밑으로 경로를 잡기가 불가능하다면, 피시험기기로의 공급을 접지면 위로 하되 접지면과 높이가 같게 하여 접지면에 붙어야 한다.

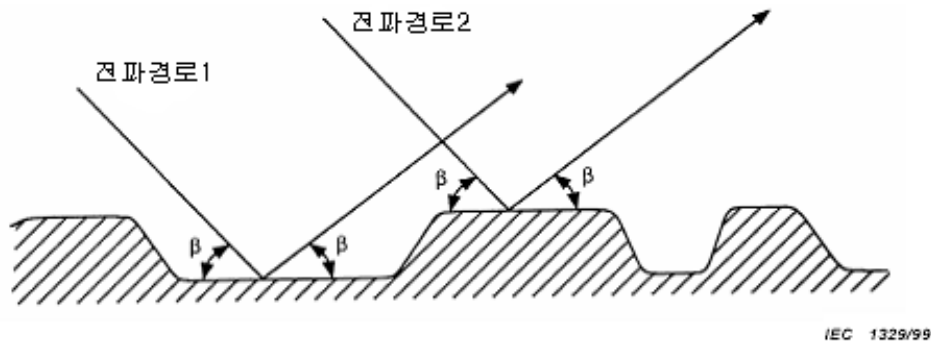


그림.D.1 접지면의 레일레이 표면 회전교반기 기준

측정거리 R m	소스 높이 h ₁ m	수신안테나 최대높이 h ₂ m	최대 실효치(rms) 회전교반기 b	
			과장	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 기후가 잘 보호되는 엔클로저 설치

D.4.1 재료 및 조임쇠

1 000 MHz까지는 얇은 단면의 유리섬유, 대부분 플라스틱, 특히 가공된 나무와 직물 재료는 피시험기기 방사 감쇠를 크게 유발하지 않는다. 하지만, 몇몇 재료(나무나 나일론과 같은)에 수분이 흡수된 상태로 이들을 통해 피시험기기의 방사를 측정할 경우, 치명적인 전송 손실을 야기할 수 있다. 공기중의 도전성 물질과 물 그리고 얼음이 설치물을 구성하거나 설치물내의 재료에 들어가지 않도록 유의해야 한다. 설치물에 머무르면서 측정 오차를 일으킬 만한 외부 물질에 대한 주기적인 조사가 행해져야 한다.

접지면 위에서의 금속 사용은 최소한으로 해야 한다. 플라스틱이나 섬유질 조임쇠를 사용할 것이 적극 권장된다. 측정에 영향을 주지 않도록 고정 장치나 파일링, 또는 유사한 기반 시설은 시험지역으로부터 충분히 떨어져 있어야 한다.

D.4.2 내부 배열

모든 구조 재료는 비반사체 성질이어야 한다. 가열, 냉각 또는 공기주입을 위한 송풍기나 덕트는 시험지역 밖이나 구조물 밖에 있어야 한다. 송풍기나 덕트가 비전도 물질로 이루어져 있거나, 금속 접지면 밑으로 가설되거나, 또는 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 비도전성이어야 한다.

D.4.3 치수

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

D.4.4 시간과 기상변화에 따른 균일성

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

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

D.6 수신 안테나 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 또는 2 m와 6 m 사이에서 올릴 수 있는 부도체 지지대 위에 설치되어야 한다. 수평편파 안테나의 경우 케이블은 지면에 관해서 평형을

유지하기 위해 모든 안테나 높이에서 안테나 소자의 축과 직교하도록 안테나 발룬에 연결해야 한다. 케이블은 수신안테나의 발룬으로부터 1 m 이상 수신안테나의 뒤까지 접지면에 수직하게 떨어져야 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 또는 그 이상의 거리에서 접지면에 평행하게 유지되어야 한다. 안테나 붐은 약 1 m 길이이면 충분하다. 분석기까지의 나머지 케이블의 경로는 수평편파의 경우와 같이 한다.

두 가지 경우 모두 안테나 인자 보정은 안테나 포지셔너의 존재와 안테나에 붙어있는 동축 케이블의 배치에 영향을 받아서는 안 된다.

부록 E

(규격)

주파수 30 MHz - 1 000 MHz 범위의 야외시험장의 유효성 검증 절차
(제 5절)

E.1 일반사항

부속조항 5.6은 정규화 시험장 감쇠량 측정으로 시험장 검증을 하는 일반 조건과 절차를 포함한다. 이 부록은 감쇠량 측정을 실행하기 위한 단계적인 절차를 제공한다.

E.2 구분된 주파수 측정법

E.2.1 측정 배치

특정 시험장치의 세부사항에 관해서는 그림 4와 5를 참조한다. 신호발생기는 적절한 길이의 전송선과 함께 송신 안테나에 연결한다. 송신안테나는 적절한 위치에 둔다. 송신 안테나의 높이는 h_1 에 설정하고 (h_1 값은 표 E.1, E.2 및 E.3에서 참조) 원하는 편파를 선정한다. 동조형 다이폴 안테나가 사용될 경우의 길이는 요구 주파수에 맞게 조정한다.

수신 안테나는 높이 영역이 최소 h_2 에서 최대 h_2 에 걸쳐 스캔을 가능하게 하는 마스트에 설치하며, 송신 안테나에서 거리 R을 두고 적절한 케이블 길이를 경유하여 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기와 연결한다. 송신 안테나의 경우와 동일한 편파를 선정하며, 동조형 다이폴 안테나가 사용될 경우, 안테나는 요구 주파수에 따라 조정한다. 수직으로 향하는 동조 다이폴 안테나의 경우 25 cm 지면 이격거리를 유지한다 (표 E.3 참조).

동조형 다이폴 안테나를 사용하는 모든 감쇠량 측정에서, 이들 안테나는 30 MHz ~ 80 MHz 영역의 각 주파수에 동조하는 것으로 추정한다.

E.2.2 측정 절차

다음 순서는 표 E.1, E.2, E.3에 나타난 각 주파수에 적용한다. 송신안테나 높이를 h_1 에 맞춘 상태에서 수평으로 정렬된 안테나를 먼저 측정하고, 그 다음 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) 3 m 이격거리의 동조형 다이폴 안테나를 사용하여 수평 편파의 지정된 형상에만 적용되는 표 E.4의 상호 임피던스 보정인자인 ΔAF_{TOT} 를 삽입한다. 다른 모든 형상의 경우 $\Delta AF_{\text{TOT}} = 0$ 이다.
- 9) 사용되는 측정 주파수와 편파에 맞는 감쇠량인 A_N 을 위해 방정식 (1)을 푼다.
- 10) 표 E.1, E.2, E.3에 포함된 해당 감쇠량에서 순서 9에서 얻은 값을 뺀다.
- 11) 순서 10의 값이 ± 4 dB 적다면, 그 시험장은 그 주파수와 편파에서 유효성검증이 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

아래의 순서는 피크 홀드, 저장용량 및 트래킹 발생기를 가지고 있는 자동측정장치를 사용해서 이루어져야 한다. 이 방법에서, 수신안테나 높이 h_2 와 주파수는 요구된 주파수 영역 전체에 걸쳐 스캔 또는 스위프된다. 주파수 영역은 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 주파수영역의 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(μ 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 영역에 걸쳐 측정되는 감쇠량이며, 이는 도표에 표시되어야 한다. 또 표 E.1에 나타난 이상적인 시험장을 위한 이론적 정규화 시험장 감쇠량도 도표에 표시한다.
- 7) 이론 감쇠량과 측정 감쇠량 사이에서 얻어지는 차이들은 $\pm 4 \text{ dB}$ 기준 이내에 들어야 한다.

주) 두 감쇠량 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 감쇠량의 전체 측정 중에 케이블 안에 남아 있어야 한다.

E.4 시험장 적합성 한계를 초과하게 하는 가능 요인

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

첫째로 측정시스템 보정상태를 검사한다. 신호발생기 및 측정 장치가 측정동안에 표류(drift)하지 않을 경우, 안테나 인자에 주된 문제가 있다. 안테나 또한 결함이 있을지 모른다. 이 모두가 검사되었으면, 측정을 반복한다. 편차가 아직도 $\pm 4 \text{ dB}$ 보다 크다면, 시험장과 주변지역을 의심해볼 필요가 있다. 수직 시험장 감쇠량은 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 도전성 오염물질의 잔류물 침투와 같은 장기적인 영향 등이 있다.

E.5 안테나 교정

시험장 감쇠량 측정에 사용되는 광대역 안테나의 안테나 인자는 국가 기준으로 소급되어야 한다. 제작자의 안테나 인자는 측정된 정규화 시험장 감쇠량값과 계산된 값 사이에 잘 일치될 만큼 충분히 정확하지 않을 수도 있다. 안테나 인자는 대개 발룬에 기인하는 손실을 설명한다. 별도의 발룬이 이용될 경우, 그것의 영향이 밝혀져야 한다. 송신안테나가 접지면보다 1 m 이상 높은 위치에 있는 한, 기하학적 형상과 편파에 따른 안테나 인자의 변화는 일반적으로 1 GHz 미만의 EMC 측정에 널리 사용되는 각종 광대역 안테나(예를 들어, 바이코니컬, 두꺼운 다이폴 안테나 및 로그피리어드안테나)에 대해서는 무시될 수 있다. 특이한 안테나의 이용이나 또는 측정상의 기하구조 때문에, 또는 상호결합과 같은 영향이나 수

직편과 안테나(특히 3 m 측정 거리에서)의 전송선 산란 때문에, 안테나 인자 변화가 의심스럽다면, 안테나 인자는 이들 기하구조에서 우선 측정되어야 한다.

정상적으로 시험장 감쇠량은 50 Ω 시스템에서 측정한다. 다시 말해서, 신호발생기와 측정 수신기의 임피던스는 50 Ω이며 송수신 안테나의 방사 임피던스는 발룬을 통해서 평형이 이루어지고 정합이 되어야 한다.

* 교정절차는 국제규격이 제정된 후 검토를 거쳐 적용한다.

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

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

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

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

여기서,

f 는 MHz 단위이다.

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

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

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

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

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

100 MHz 미만에서, 발룬의 기능은 소자들을 제거한 후에 소자 설치블록의 단말 양단에

하나의 70 Ω 저항을 설치하며 중단시킨 발룬의 VSWR을 측정하여 검사될 수도 있다. VSWR은 1.5대 1 미만이어야 한다.

표.E.1 정규화 시험장 감쇠량^{주)}(광대역 안테나용 권장 기하 구조)

편파 R h ₁ h ₂	수평 3 m 1 m 1 ~ 4 m	수평 10 m 1 m 1 ~ 4 m	수평 30 m 1 m 1 ~ 4 m	수직 3 m 1 m 1 ~ 4 m	수직 3 m 1.5 m 1 ~ 4 m	수직 10 m 1 m 1 ~ 4 m	수직 30 m 1 m 1 ~ 4 m
f _m MHz	A _N 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
주) 이 데이터는 안테나의 중심이 접지면으로부터 1 m 일때 접지면으로부터 이격거리가 최소 25 cm 인 안테나에 적용된다.							

표.E.2 정규화 시험장 감쇠량(수평편파 반파장 동조 다이폴 안테나의 권장 기하구조)

편파 R h ₁ h ₂	수평 3 m ^{*)} 2 m 1 m ~ 4 m	수평 10 m 2 m 1 m ~ 4 m	수평 30 m 2 m 2 m ~ 6 m
fm MHz	A _N 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

주) 이 표에 주어진 이상적인 시험장을 위해 이론 정규화 시험장 감쇠량 값을 비교하기 위해
서 측정된 정규화 시험장 감쇠량 데이터에서 3 m 간격으로 떨어진 수평편파 동조 반파 다
이폴 안테나를 위한 상호 임피던스 보정인자 (표E.4 참조)를 빼 주어야 한다

표.E.3 정규화 시험장 감쇠량
(수직편파 반파장 동조 다이폴 안테나의 권장 기하구조)

f_m MHz	R = 3 m $h_1 = 2.75$ m		R = 10 m $h_1 = 2.75$ m		R = 30 m $h_1 = 2.75$ m	
	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (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 공명 다이폴 안테나 사용시 상호결합보정인자

ΔAF_{TOT} - 데시벨 단위의 총 보정인자		
f_m MHz	수평 편파 $R = 3 \text{ m}$ $h_1 = 2 \text{ m}$ $h_2 = 1 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$	수직 편파 $R = 3 \text{ m}$ $h_1 = 2.75 \text{ m}$ $h_2 = (\text{표 E.3 참조})$
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) 공명 다이폴 안테나에 관한 값은 모멘트와 수치해석 전자기 코드(NEC) 또는 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.

주2) 0.5 dB 발룬 손실이 일어나는(각각의 안테나에서) 이상적인 공명 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.

주4) 일부 반파장 다이폴 안테나들이나 특이한 발룬을 가진 안테나는 E.5의 안테나들과는 다른 특성을 보일 수 있다는 점에 유의해야 한다.

주5) 10 m와 30 m의 상호결합 보정인자는 현재 고려 중이다. 임시 절차로서, 시험장 적합성은 이러한 보정인자들이 0 이 되는지 검토하여 평가될 수 있다

부록 F

(정보)

시험장의 4 dB 적합성 판정기준에 대한 근거

(제 5절)

F.1 개요

이 부록은 5.6에서 요구되는 정규화 시험장 감쇠량 측정에 대한 ± 4 dB 적합성 기준의 근거를 제시한다.

F.2 오차 분석

표 F.1에 나타난 오차 분석은 5.6에 주어진 정규화 시험장 감쇠량 측정방법에 적용한다. 총 평가오차는 약 3 dB 측정 불확도 및 시험장의 결함에 의한 추가 허용값 1 dB로 구성되며 ± 4 dB 시험장 적합성 기준의 근거가 된다.

표 F.1에 나타난 오차는 신호발생기, 트래킹 발생기 또는 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 적합성 기준을 충족시키지 못할 수도 있다.

표.F.1 오차표

오차 항목	측정방법	
	이산 측정법 dB	스위프 주파수법 dB
안테나 인자(Tx) ^{주1)}	± 1	± 1
안테나 인자(Rx) ^{주1)}	± 1	± 1
전압계	0	$\pm 1.6^{\text{주2)}$
감쇠기	± 1	0
시험장 결함	± 1	± 1
총계	± 4	± 4.6
주1) 800 MHz 이상의 주파수에서, AF의 오차는 1.5 dB에 근접할 수도 있다.		
주2) 운용지침에 따름		

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

1) ± 0.2 dB 교정기의 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 대용 형태측정을 수행할 때에는 주파수 응답 평탄도와 입력 감쇠기 스위칭에 관계되는 오차들은 보통 1 dB 미만이다. 그래서 표 F.1에 사용되는 두 단자 전압계와 같이 스펙트럼 분석기의 총 오차대역은 ± 1.6 dB 이하이다.

감쇠기는 절대적인 정밀도가 크게 떨어지는 것이 많지만, 일부는 좋은 것도 있다. 그러므로 이산측정 방식에서는 총 오차가 증가하거나 감소될 수 있다. 스위프 주파수 측정시에 외부 감쇠기가 자동 스펙트럼분석기와 함께 사용될 경우 이 오차도 증가된다.

여기에 시험장비의 이득, 출력레벨, 또는 진폭응답의 시간 및 온도에 따른 표류에서 발생되는 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 ± 4 dB 기준을 충족시키면 이상적인 값으로부터 실제로 ± 1 dB 이상의 시험장 이상 편차를 허용할 수도 있다.