

KC CISPR 16-1-5

(개정 : 2015-09-23)

CISPR Ed 10 2003

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

전기자기장해, 내성 측정장비 및 측정방법 제1부 : 전기자기장해, 내성 측정장비 제5절 : 30MHz - 1000MHz 의 안테나 교정 시험장

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Specifications and validation procedures for CALTS and REFTS from 30 MHz to 1 000 MHz

K/TTS' 국가기술표준원

http://www.kats.go.kr

목	차
목	차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황 ····································
1 적용범위 (Scope) ····································
2 연용표군 (Normalive references)
4 30 MHz~1 000 MHz 주파수 대역에서 안테나 교정에 사용되는 시험장의 표준과 확인 절치
frequency range from 30 MHz to 1 000 MHz)
분 속 서 A (Annex A)
무 속 서 B (Annex B) ···································
부 속 서 D (Annex D) ···································
두 녹 저 E (Annex E)
해 설 1 ··································

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2000 - 463호(2001.01.05) 개정 기술표준원 고시 제2003 - 1443호(2003.11.15) 개정 국가기술표준원 고시 제2014-0421호(2014.9.3) 개정 국가기술표준원 고시 제2015-383호(2015.9.23)

부 칙(고시 제2015-383호, 2015.9.23)

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

KC CISPR 16-1-5

전기용품안전기준

전기자기장해, 내성 측정장비 및 측정방법

제1부: 전기자기장해, 내성 측정장비 - 제5절: 30MHz - 1000MHz 의 안테나 교정 시험장

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Specifications and validation procedures for CALTS and REFTS from 30 MHz to 1 000 MHz

이 안전기준은 2003년 제10판으로 발행된 CISPR 16-1-5, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Specifications and validation procedures for CALTS and REFTS from 30 MHz to 1 000 MHz를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C CISPR 16-1-5(2009.11)을 인용 채택한다.

전기자기장해, 내성 측정장비 및 측정방법 -제1부 : 전자기장해, 내성 측정 장비 -제5절 : 30 MHz - 1000 MHz의 안테나 교정 시험장

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1–5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz

서 문

이 표준은 국제 표준 기술 변화에 신속히 대응하고, 현 KS 표준의 운영 및 표준 기술 발전을 위해 2003년 제1판으로 발행된 CISPR 16-1-5 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus-Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1000 MHz를 번역해서 원문 수정 없이 작성한 한국산업표준이다.

1 적용범위

이 표준은 9 kHz~18 GHz의 주파수 대역에서 무선 방해의 전압, 전류와 전계를 측정하기 위한 장비 의 특성과 성능을 규정하는 기본 표준을 뜻한다. 또한 불연속 방해파를 측정하기 위한 특수 장비의 요구 조건도 규정하고 있다. 이 요구 조건에는 무선 방해의 광대역 및 협대역 형태의 측정을 포함하 고 있다.

수신기의 종류는 다음과 같은 것이 포함된다.

a) 준첨두값(quasi-peak) 측정 수신기 b) 첨두값(peak) 측정 수신기 c) 평균값(average) 측정 수신기 d) 실효값(rms) 측정 수신기

또한 스펙트럼 분석기, 스캐닝 수신기와 음성 주파 전압계도 규정되어 있다. 보조 장치에 대한 규정 은 다음을 포함한다. 의사 전원 회로망(AMN), 전류 및 전압 프로브(probes), 흡수 클램프(Absorbing clamp), 안테나 및 시험장, 케이블에 전류를 주입하는 결합기, TEM 셀, 반사실(reverberating chamber).

이 표준에 규정된 요구 조건은 CISPR이 지시하는 측정 장비의 범위 내에서 무선 방해의 전압, 전류, 전력, 전계 강도의 모든 레벨과 주파수에 적용한다.

측정 방법은 제2부에서 규정하고, 무선 방해에 대한 추가 정보는 KS C CISPR 16-3에 있다.

2 인용표준

KS C IEC 60050-161 국제 전기 기술 용어-제161장 : 전기 자기 적합성, Amd 1, 2 KS C CISPR 14-1 전기 자기 적합성(EMC)-가정용 전기 기기, 전동 공구 및 유사 기기류의 요구 조건-제1부-전기 자기 장해 KS C CISPR 16-1-1 전기 자기 장해・내성 측정 장비 및 측정 방법-제1부 : 전기 자기 장해 및 내성 측정 장비-제1절 : 측정 장비 KS C CISPR 16-1-4 전기 자기 장해・내성 측정 장비 및 측정 방법-제1부 : 전자기 장해 및 내 성 측정 장비-제4절 : 복사 방해 CISPR 16-4-1 전기 자기 장해·내성 측정 장비 및 측정 방법-제4부 : 측정 불확도, 통계 및 한 계값 모델링-제1절 : 표준화된 EMC 시험의 불확도 CISPR 16-4-2 전기 자기 장해·내성 측정 장비 및 측정 방법-제4부 : 측정 불확도, 통계 및 한 계값 모델링-제2절 : 시험 장비의 불확도 측정

3 정 의

이 표준에서는 다음 정의를 적용한다. 또한 KS C IEC 60050-161을 참조한다.

3.1

대 역 폭(B_n) 수신기의 전체 선택도 곡선 중 미리 정해진 감쇠를 갖는 두 점 사이의 폭으로 정의되며 중역대역 응 답의 아랫부분에 존재한다. 대역폭은 B_n으로 나타내고, 여기에서 n은 미리 정해진 감쇠량의 데시벨 값이다.

3.2 임펄스 대역폭(*B*mp)

$$B_{\rm imp} = A(t)_{\rm max}/(2G_0 \times /S)$$

여기에서 $A(t)_{max}$ 는 수신기 입력에 임펄스 면적 *IS*의 신호가 들어왔을 때, 수신기 IF 출력에서 포락선 의 첨두값이며, *G*₀는 중심 주파수 회로 이득이다.

특히 임계적으로 결합된 동조 트랜스포머의 경우 임펄스 대역폭은 다음과 같다.

$$B_{\rm imp} = 1.05 \times B_6 = 1.31 \times B_3$$

여기에서 B₆와 B₃는 -6 dB와 -3 dB점에 대한 대역폭이다(자세한 사항은 부속서 A의 A.2 참조).

3.3

임펄스 면적(/S)

임펄스 면적(때때로 임펄스 세기로 불림, /S)은 다음 적분식으로 정의되는 펄스의 전압-시간 면적이다.

비고 스펙트럼 밀도 (*D*)는 임펄스 면적과 관련되며 μV/MHz 또는 dB(μV/MHz)로 표현된다. *f* ≪1/T의 주파수 범위에서 펄스 지속 시간 *T*의 구형 임펄스에 대하여, D(μV/MHz) = 2×10⁶/S(μVs)의 관계식이 성립된다.

3.4

전기적 충전 시정수(7。)

검파기의 바로 앞단에 일정한 정현파 전압을 순간적으로 공급한 후, 검파기의 출력 전압이 최종값의 63 %에 도달하는 데 걸리는 시간

비고 시정수는 다음과 같이 정해진다. 일정한 진폭과 중간 주파수 증폭기의 중역 주파수와 같 은 주파수를 가지는 정현파 신호가 검파기의 바로 앞단의 입력에 인가된다. 검파기에 어 떤 영향도 주지 않도록, 직류 증폭단에 연결된 관성을 갖지 않는 장비(예를 들어 음극선 오실로스코프)가 가리키는 값을 읽는다. 관계된 증폭기단이 선형 동작 범위를 넘지 않도 록 신호의 크기를 선택한다. 다음에는 같은 크기의 일련의 펄스 정현파 트레인을 공급한 다. 정현파 펄스 트레인의 포락선은 구형파이고 펄스 공급 시간은 지침이 0.63D로 올라 갈 때까지 지속한다. 이 신호의 지속 시간이 검파기의 충전 시간과 같다.

3.5

전기적 방전 시정수(石)

검파기의 바로 앞단에 일정한 정현파 전압을 순간적으로 제거한 후, 검파기의 출력 전압이 초기값의

37 %로 떨어지는 데 걸리는 시간

비고 측정 방법은 충전 시정수의 측정 방법과 유사하다. 신호가 제한된 시간 동안 인가되는 대신에 일정한 시간 동안 제거된다. 편차가 0.37D로 떨어지는 데 걸리는 시간이 검파기 의 방전 시정수이다.

3.6

임계 제동 시험 장비의 기계적 시정수(T_M)

$$T_{\rm M} = T_{\rm L}/2\pi$$

여기에서 7.은 모든 감쇠가 제거된 장비의 자유 진동 주기이다.

비고 1. 임계 제동된 장비에 대한 시스템의 운동 방정식은 다음과 같다. $T^2_{M}(d^2a/d^2) + 2T_{M}(da/dt) + a = ki$ 여기에서 a: 편차 i: 장비에 흐르는 전류k: 상수

이 관계로부터 시정수는 구형 펄스의 진폭과 같은 크기의 연속 전류에 의해 발생된 정상 편차의 35 %에 해당하는 편차를 발생시키는 (일정한 크기를 갖는) 구형 펄스의 간격과 같다는 것을 추론할 수 있다.

비고 2. 측정 방법과 조정은 아래에 제시된 것 중 한 가지로 한다.

a) 자유 진동의 주기는 2π7м으로 조정하고, aT=0.35amax가 되도록 감쇠시킨다.
 b) 진동의 주기를 측정할 수 없을 때 과진동이 5 %를 넘지 않도록, 그리고 운동의 관성 모멘트가 aT=0.35amax가 되도록, 감쇠를 임계값 바로 아래로 조정한다.

3.7

과부하 인자

한 회로(또는 한 회로군)의 실제 선형 함수의 범위에 해당하는 크기 대 시험 장비의 최대 편차에 해 당하는 크기의 비

한 회로(또는 한 회로군)의 정상 상태 응답이 한 회로(또는 한 회로군)의 실제 선형 함수의 범위를 제한하는 이상적 선형성으로부터 1 dB 이상 떨어지지 않는 최대 크기

3.8 대칭 전압

단상 전원 공급과 같은 두 전선 회로에서 대칭 전압은 두 전선 사이에 나타나는 무선 주파 방해 전 압이다. 때로는 이것을 차동 모드 전압이라 부른다. V₄가 한 주 단자와 접지 사이의 벡터 전압이고 V_b가 다른 주 단자와 접지 사이의 벡터 전압이라 하면, 대칭 전압은 벡터차 (V₄ – V_b)로 된다.

3.9

비대칭 전압

비대칭 전압은 주 전원 공급 단자의 전기적 중성점과 접지 사이에 나타나는 무선 주파 방해 전압이 다. 때로는 이것을 공통 모드 전압이라 하며 V₄와 V₆의 벡터합의 절반이다. 즉 (V₄+V₆)/2

3.10

대칭 전압

3.8과 **3.9**에 정의된 벡터 전압 V_a 또는 V_b의 크기. 이는 V형 의사 전원 회로망을 사용하여 측정된 전압이다.

3.11

CISPR 지시 범위

수신기가 CISPR 16-1의 요구 조건을 만족시키는 최소 미터 눈금과 최대 미터 눈금을 제시하는 범 위가 제조자에 의해 규정된다. 3.12

교정 시험장(calibration test site/CALTS)

금속 접지면과 엄격히 규정된 수평과 수직 전계 편파의 시험장 감쇠 성능을 가진 야외 시험장

CALTS는 안테나의 자유 공간 안테나 인자를 결정하는 데 사용된다.

CALTS의 시험장 감쇠 측정은 적합성 시험장의 성능을 평가하기 위한 적합성 시험장의 시험장 감쇠 측정에 상응하는 비교를 하기 위하여 사용된다.

3.13

적합성 시험장(compliance test site/COMTS)

적합성 한계값에 비교를 위한 시험품으로부터의 방해 전계 강도에 대해 유효성이 있고, 반복성이 있 는 측정 결과를 가진 환경

3.14

안 테 나

규정된 방식으로 전자파를 복사 또는 수신할 수 있도록 설계된 전송 또는 수신 시스템의 한 부분

비고 1. 이 표준의 본문에서는 발룬도 안테나의 한 부분이다.
 2. 또한 "선 안테나(wire antenna)"를 참조

3.15

발룬(balun)

평형에서 불평형 전송선 또는 장치로 또는 역으로의 변환을 위한 수동 전기 회로망

3.16

자유 공간 공진 다이폴(free-space-resonant dipole)

다이폴이 자유 공간에 위치할 때 간극 양단에서 측정한 선 안테나의 규정된 주파수에서 입력 임피던 스가 실제값이 되도록 각 도체가 1/4 파장 길이를 가진 동일한 길이, 끝과 끝이 붙어 있고, 작은 간 극으로 분리된 2개의 직선 공동 선형 도체로 구성된 안테나

3.17

시험장 감쇠(site attenuation)

시험장의 2개의 규정된 위치 사이에서의 시험장 감쇠는 발생기 출력과 수신기 입력 사이의 직접적인 전기적 접속이 규정된 위치에 있는 송신 및 수신 안테나에 의해 대체될 때, 2단자 측정에 의해 결정 된 삽입 손실이다.

3.18

시험 안테나(test antenna)

자유 공간 공진 다이폴과 규정된 발룬의 복합

비고 이 기준의 목적에 국한

3.19

선 안테나(wire antenna)

전자파의 복사 또는 수신을 위해 하나 또는 그 이상의 금속 선 또는 막대로 구성되도록 규정된 구조

비고 선 안테나는 발룬을 포함하지 않는다.

4 30 MHz~1 000 MHz 주파수 대역에서 안테나 교정에 사용되는 시험장의 표준과 확인 절차

이 표준의 5.6은 30~1000 MHz 주파수 대역에서 무선 방해 전계 강도의 측정을 위해 사용되는 시 험장의 요구 조건을 규정한다. 이러한 시험장은 교정 안테나를 위해서는 적절하지 않을 수 있다. 이 항은 30~1 000 MHz 주파수 대역에서 전도성으로 평편한 금속면상에서 안테나의 교정을 위한 요구 조건과 확인 절차를 규정한다. 이들의 엄격한 요구 조건을 만족하는 시험장은 5.6.6의 대체 확인 절 차의 목적 비교를 위해 기준 시험장으로 사용될 수 있다.

4.1 서 론

여기에서 CALTS로 언급된 안테나 교정의 수행을 위해 적합한 시험장은 안테나의 자유 공간 안테나 인자를 위한 안테나의 교정을 위해 적절한 환경을 갖고 있어야 한다. 이 교정은 흔히 수평 편파만 이용하여 반사면 위에서 이루어진다. 4.3~4.6은 CALTS의 특성, 산정 가능한 안테나의 특성, CALTS 확인 절차 및 성능 판단 기준에 대해 규정한다. 4.5에 주어진 CALTS 확인 절차는 4.4에서 규정된 산정 가능한 다이폴 안테나의 사용을 필요로 하고, CALTS의 성능을 측정하기 위한 이론적으 로 예견된 시험장 감쇠와의 비교를 가능하게 한다. CALTS 확인 성적서에 기록해야 할 사항은 4.7에 서 요약한다.

부속서 A는 4.6에서 규정한 확인 절차에 적합한 CALTS의 건설을 위한 지침을 제공한다.

CALTS는 5.6에 따른 시험장 성능의 확인을 위한 기준 시험장(REFSITE)으로 사용되고, 추가 요구 조건을 규정하는 것이 요구된다. 4.7은 추가 특성과 성능 판단 기준을 규정한다. 복사 방해파의 한 계값에 적합함을 확인하기 위해 사용되는 5.6에서 규정한 시험장은 여기에서 적합성 시험장 (COMTS)라고 이른다. COMTS의 확인은 5.6의 이론적인 시험장 감쇠와 비교하거나, 동일한 측정 배 치와 장비(안테나, 케이블, 신호 발생기, 수신기 등)를 사용하여 COMTS의 시험장 감쇠 측정에 상응 할 수 있는 REFSITE의 시험장 감쇠측정의 비교를 통해 얻을 수 있다.

이 표준의 부속서는 CALTS 및 CALTS의 확인 절차에 사용되는 산정 가능한 자유 공간 공진 다이폴 (동조 다이폴)에 대한 정보를 포함하고 있다. 아울러 이론적인 시험장 감쇠, 계산 예, 확인 절차를 위한 체크 리스트의 모델을 제시하고 있다.

4.2 안테나 교정 시험장(CALTS) 시방

4.2.1 서 론

CALTS는 다음과 같은 주요 요소로 구성되어 있다.

-양호한 전도성 평면 금속판(반사판)

-반사판을 둘러싸고 있는 전기 자기적으로 방해물이 없는 지역

추가로 다음과 같은 보조 장비가 필요하다.

- -CALTS 확인 절차나 안테나 교정 절차에 사용되는 안테나를 이동하기 위한 2개의 안테나대
- 안테나의 연결을 위한 케이블

-RF 발생기 및 측정 수신기와 같은 전자 장비

CALTS를 위한 규범적인 설명이 4.2.2에 주어져 있고, 부속서 A에서는 확인 판단 기준이 만족될 수 있는 CALTS의 설치와 장소에 대한 많은 정보적인 설명이 지침으로 나와 있다.

4.2.2 표준의 시방

안테나의 교정에 대해 CALTS는 4.5.3에 주어진 확인 판단 기준에 적합해야 한다. 즉,

a) 고정된 안테나 높이에 대한 시험장 감쇠 및

- b) 최대 시험장 감쇠를 위한 안테나 높이, 또는 안테나를 교정해야 하는 모든 주파수의 최대 시험장 감쇠
 - 비고 1. CALTS 확인 절차에서 규범 규정에서 사용되는 장비가 사용되어야 한다(4.3 및 4.4 참 조).
 - 2. CALTS 확인 성적서(4.6)에서는 CALTS가 실제 사용 상태에서의 요구 조건에 적합하 도록 하기 위해 요구 조건의 유지에 대해 어떻게 적합성을 갖는지를 포함해야 한다.

4.3 시험 안테나의 시방

4.3.1 서 론

확인 절차에서 필요한 이론적인 시험장 감쇠 SAc를 계산하기 위하여 정확히 표준화된 안테나가 필요

하다. 시험 안테나는 선택된 성질의 발룬에 연결된 자유 공간 공진 다이폴이어야 한다. 규범적인 시 험 안테나의 시방은 4.3.2에 주어져 있다. 시험 안테나의 제작 예가 부속서 B에 주어져 있다.

시험 안테나는 발룬과 지름 *D_{we}*, 길이 *L_{we}*로 된 2개의 동일 선형 선(line) 소자(도체)로 구성되어 있다.

이들 소자는 발룬에서 2피드 단자(**그림 1**의 A와 B)에 연결된다. 이들 피드 단자 사이의 폭은 W_g 가 된다. 안테나의 팁과 팁의 길이 L_a 는 $L_a = 2L_{we} + W_g$ 에 의해 주어진다. 시험 안테나의 중심은 2개의 동일 선형 선 소자의 중심선상의 피드 단자 간격의 중간이다.

발룬은 2개의 피드 단자 A와 B에서 하나의 불평형 입력/출력(송신/수신 안테나) 단자와 하나의 평형 단자를 가진다. 예를 들면 **그림 1**의 발룬의 목적은 평형/불평형 트랜스포머를 도식적으로 표시하기 위한 것이다.

4.3.2 표준 시방

4.3.2.1 시험 안테나는 발룬 인자를 확인할 수 있도록 발룬으로부터 분리할 수 있는 길이 Lwe의 이 상적인 선 소자를 가져야 하고, 시험장 감쇠 측정에서 사용된 2개 안테나의 발룬 머리는 서로 연결 되도록 해야 한다.

4.3.2.2 약 λ/2인 선 안테나의 팁과 팁의 길이 *L_a(f, D_{we}*)는 규정된 주파수 *f*와 자유 공간에서의 조 건에서 검토되어야 하고, 피드 단자에서 입력 임피던스의 가상 단자의 절대값은 1Ω보다 작아야 한 다.

- **비고** 1. 일정한 지름과 *D_{we}* ≪ *L_a*를 가지는 선 소자의 경우, *L_a*(*f*, *D_{we}*)는 **부속서** C.1.1의 공식(C.2)으로부터 계산될 수 있다.
 - 2. 접이식 안테나를 사용할 때, 접이식 안테나는 가장 큰 지름의 소자가 처음으로 사용된 방법(그림 2 참조)으로 동조되어야 하고, 이러한 접근을 위해 수치 계산이 고려되어야 한다.



비고 시험 안테나의 중심은 2개의 선(wire) 소자의 중심선상 갭(gap)의 중간에 있다. 그림 1 시험 안테나의 개략도



그림 2 길이 Lwe에 대한 접이식 선 소자의 조정

고려 중: 30~80 MHz의 시험 주파수에서는 $L_a = L_a(80 \text{ MHz})$ 인 고정된 다이폴의 길이가 사용될 수 있다.

4.3.2.3 피드 단자의 갭은 W_g≤15 mm 또는 W_g≤ 0.03λ_{min} 중 작은 값이 되어야 한다.

여기에서 $\lambda_{\min} = c_0 / f_{\max}$, f_{\max} 는 사용된 시험 안테나에서의 가장 높은 시험 주파수, c_0 는 진공에서의 전기 자기파의 속도

4.3.2.4 실제 선 안테나의 팁과 팁의 길이 *L_a(f*)가 안테나(**표 2** 참조)의 규정된 길이 *L_a(f*)의 *DL_a* 내에 있을 경우, **4.3.2.3**에 적합한 피드 단자 갭의 폭이 **4.3.2.3**에 적합할 때 길이는 유효하다고 가 정한다.

4.3.2.5 발룬의 평형 단자는 다음을 가져야 한다.

- a) 불평형 단자가 외부 회로(안테나 피드 케이블)로 표시되는 임피던스 *Z*에 종단될 때, 규정된 최대 VSWR에 규정된 임피던스 *Z*AB
- b) 양 피드 단자가 발룬 기준점에 대해 임피던스 Z_{AB}/2에 종단될 때, 발룬 기준점에 대해 평형진 폭 이 △A_b보다 좋다(표 2 참조).

c) 양 피드 단자가 발룬 기준점에 대해 임피던스 Z_{AB}/2에 종단될 때, 180°±∅f b°의 평형 위상(**표 2** 참조)

- 비고 1. 발룬 단자의 커넥터는 3개의 발룬 단자에서 RF 측정이 가능해야 한다.
 - 2. 평형 단자 임피던스 Z_{AB}는 그림 1의 피드 단자 A와 B 사이의 임피던스이다. 이 임피던 스의 우선되는 값은 Z_{AB}=100 Ω(실제)
 - 3. 외부 회로로 표시되는 임피던스 *Ζ*의 우선되는 값은 통상 50 Ω이다.
 - 4. 진폭과 평형 위상은 피드 단자 A와 B에서 신호가 발룬 기준점에 대해 진폭이 거의 동 일하고 반대 위상이라는 것을 확실히 해야 한다. 평형 단자가 이들 요구 조건을 만족 할 때, 두 피드 단자 사이의 차폐는 불평형 단자가 임피던스 Z에 종단될 때 26 dB 이 상이 될 것이다.
 - 5. 실제에 관한 한, 발룬 구성은 선 안테나에 대해 최소 동극성 반사 표면을 나타나도록 맞추어야 한다.
 - 6. 발룬의 구성은 그들의(기생) 특성 주변에 의해 영향을 받지 않도록 전기적으로 차폐되 어야 한다. 발룬 기준점과 출/입력 단자의 접지 단자는 그 차폐에 연결되어야 한다.

4.3.2.6 4.3.2.5에서 필요로 하는 발룬의 특성은 측정 S 인자로부터 및 부분적으로 유입 측정으로부 터 검토될 수 있다.

- 비고 1. 4.4.4.2와 4.4.4.4에서 발룬의 머리와 머리의 연결은 신호 발생기와 수신기에 의 해 발룬에 제공되는 발룬의 S 인자 전체와 단자 임피던스가 알려져 있고 발룬의 특성이 *SA*。계산에 포함되어 있을 경우, 케이블과 케이블의 연결과 대체될 수 있 다.
 - 2. S 인자와 주입 측정은 부속서 B에 설명되어 있다.

4.3.2.7 CALTS 확인 절차에서 시험 안테나 및/또는 시험 장비가 우선되는 값 100 Ω과 50 Ω과 각 기 다른 Z_{AB} 및/또는 Z₄가 사용되었을 경우에는 확인 성적서(4.6)에 명확하게 언급하여야 한다.

4.4 안테나 교정 시험장 확인 절차

4.4.1 서 론

확인 절차에서 측정된 시험장 감쇠 *SA*m은 이론적으로 계산된 시험장 감쇠 *SA*c와 비교된다. 따라서 절차는 CALTS가 *SA* 계산에서 가정된 특성을 충분히 만족하는지를 검증한다. 즉,

a) 수평면은 완벽하게 평탄하고 무한히 크다.

b) 수평면의 반사 계수의 절대값 r=1 그리고

c) 수평면에서 입사 및 수평 반사 편향 EM파의 위상 편차 φ=π라디안

d) 보조 장비와 수평면의 주변의 영향은 무시한다.

특성을 증명하기 위해 2세트의 측정이 필요하다.

- 1) 특성 a), b) 및 d)는 측정된 SA와 계산된 SA를 비교한 후, 고정된 안테나 높이를 이용하여 (4.4.4 참조) SA 측정 절차에서 동시에 증명된다.
- 2) 특성 a), c) 및 d)는 최대값에 상응하는 측정 및 계산된 시험 안테나의 높이를 비교한 후, 시험 안테나의 한 높이가 최대 SA를 위해 소인되는 절차에서 동시에 증명된다. 대체안으로 특성의 후자 세트는 소인 주파수 측정 절차(4.4.6 참조)에서도 동시에 증명될 수 있다.

양 ±△X는 확인 절차에서 허용된 최대 허용 오차 인자값 X를 나타낸다. 허용 오차를 위한 양적 데 이터는 표 2에 요약되어 있다.

4.4.2 시험 배치

4.4.2.1 시험 안테나의 중심, 안테나 지지대와 안테나 동축 안테나 케이블은 반사면에 수직면이고 반사면의 중심에 위치해야 한다.

비고 시험 안테나의 중심은 4.3.1에 규정되어 있다.

4.4.2.2 동일선의 선 소자(wire elements)는 반사면(수평 편파에서 안테나)에 평행하게 위치하고, **4.4.2.1**에서 언급된 (수직)면에 수직면이 된다.

비고 주파수 대역의 아랫부분, 즉 30~40 MHz에서는 상대적으로 긴 선 소자가 밑으로 쳐 져서 측정 결과에 영향을 미친다. 이 영향은 선 소자를 물리적으로 받침으로써 제거 될 수 있고, 또는 이론적인 시험장 감쇠에서 설명될 수 있다(4.4.4.3 및 4.5.3.1 참 조).

4.4.2.3 시험 안테나 사이의 수평 거리는

d=10.00 m±*△d*m (**표 2** 참조)

4.4.2.4 반사면 위의 송신 안테나의 중심의 높이는

*h*_t=2.00 m±△*h*_tm (**표 2** 참조)

4.4.2.5 반사면 위의 수신 안테나의 중심의 높이는 **표 1**와 **표 2**에서 규정된 대로 높이 *h*,±△*h*,에 조 절되어야 하고 **4.4.5**와 같이 높이 범위 1.0 m≤*h*,≤4.0m에 걸쳐 소인하여야 한다.

4.4.2.6 송신 및 수신 안테나의 발룬에 연결된 동축 케이블은 선 소자에 수직이고 적어도 선 소자로 부터 1 m의 거리 위의 반사면에 평행해야 한다. 그러고 나서 케이블은 반사면 위로 떨어뜨리거나 (아마도) 반사면 밑 또는 선 소자에 수직인 면의 위에서 수평면의 끝에 이르도록 늘어뜨린다. 공통 모드 결합을 피하기 위하여 발룬에 연결된 동축 케이블의 페라이트 부하가 권고된다.

- **비고** 1. 케이블은 임피던스에 의한 유도 케이블 피복 전류의 측정값의 영향을 피하기 위 하여 낮은 전달 임피던스를 가져야 한다.
 - 2. 케이블이 주로 반사면 밑으로 늘어뜨릴 경우, 케이블의 외피는 수평면을 관통할 때 반사면에 접착(360°정도)해야 한다.

4.4.2.7 RF 발생기와 RF 수신기가 수평면으로부터 20m이내에 있다면 반사면의 레벨 위로 상승해서 는 안된다.

4.4.2.8 RF 발생기는 시험장 감쇠 측정을 하는 동안 좋은 주파수와 출력 레벨의 안정성을 가져야 한 다(4.4.4.5 참조).

비고 측정 절차에서 RF 발생기와 RF 수신기는 장시간의 충분한 안정성을 보증할 수 있도 록 예열 시간(통상 장비 제조자가 지시)이 필요할 수 있다. **4.4.2.9** RF 수신기는 적어도 50 dB의 동특성 범위에 걸쳐 교정된 선형성을 가져야 한다. 수신기의 선형성의 불확도는 △A₁(**4.5.2.2** 참조)로 표기된다. 적절한 수신기의 선형성 불확도는 0.2 dB이다.

비고 선형 동특성 범위가 50 dB보다 작다면 4.4.4.7에 기술된 교정된 정밀 감쇠기를 이 용한 대체 방법이 수행될 수 있다.

4.4.3 시험 주파수와 수신 안테나 높이

4.4.3.1 4.2.2의 준수로 인해 **4.4.4**에서 설명된 확인 측정은 적어도 해당 주파수와 표 1에 주어진 반사면위의 수신 안테나 $h_r(m)$ 의 중심의 관련된 고정 높이에서 수행되어야 한다.

- 비고 1. 중간 주파수에서 CALTS 성능에 관련한 정보는 A.2.2에 설명된 소인 주파수 측정 을 사용하여 얻을 수 있다.
 - 2. 높은 Q 응답의 경우 특히 300 MHz 이상의 주파수에 대해 주의가 필요하다. 소 인 주파수 절차의 경우 규정된 주파수 주위와 관련된 높이에서 수행되어야 한다.

4.4.3.2 4.4.4에 설명된 확인 측정에 추가하여, 4.4.5에 설명된 3개의 수신 안테나 높이-소인 (scan) 측정 또는 4.4.6의 3개 주파수 소인 측정이 수행되어야 한다.

- a) 수신 안테나, 높이 소인 측정의 수행을 선택할 경우, 이들 측정은 관련된 주파수 f_s에 동조된 시 험 안테나로 주파수 f_s: 300 MHz, 600 MHz 및 900 MHz에서 실시해야 한다.
- b) 주파수 소인 측정의 수행을 선택할 경우, 이들 측정은 수신 안테나의 높이 h_{rs}와 시험 안테나 동 조 주파수 f_s의 조합{h_{rs}, f_s}: {2.65 m, 300 MHz}, {1.30 m, 600 MHz} 및 {1.70 m, 900 MHz} 에서 실시한다.

				-	
주파수	hr	주파수	hr	주파수	h
MHz	m	MHz	m	MHz	m
30	4.00	90	4.00	300	1.50
35	4.00	100	4.00	400	1.20
40	4.00	120	4.00	500	2.30
45	4.00	140	2.00	600	2.00
50	4.00	160	2.00	700	1.70
60	4.00	180	2.00	800	1.50
70	4.00	200	2.00	900	1.30
80	4.00	250	1.50	1 000	1.20

표 1 *h*=2m, *d*=10 m에서 *SA* 측정을 위한 주파수와 고정된 수신 안테나 높이의 데이터(4.4.2.3과 4.4.2.4 참조)

4.4.3.3 방송 송신기로부터 생기는 광대역 잡신호가 4.4.3.1과 4.4.3.2에서 규정한 주파수에서의 정 확한 측정을 방해할 경우에는 규정된 주파수에 가장 가까운 유용한 시험 주파수를 선택해야 한다.

규정된 주파수에서 상이한 근거는 확인 보고서에 기록하여야 한다(4.6 참조)

4.4.3.4 송신 안테나를 위한 신호를 공급하기 위한 RF 발생기의 주파수는 표 1 또는 **4.4.3.2**에서 규정한 시험 주파수의 △*f*(표 2 참조) 내에 조정되어야 한다.

4.4.4 시험장 감쇠 측정

여기에서는 규정된 주파수에서 측정된 시험장 감쇠 SAm(4.5.3.1 참조)을 검토하기 위해 필요한 3개 의 측정을 설명한다. 이 시험장 감쇠는 송신 안테나의 피드 단자(그림 3과 4의 A와 B)와 수신 안테 나의 피드 단자(그림 3과 4의 C와 D) 사이에서의 SA로 간주된다.

비고 발룬 S 인자 전체 세트가 이용 가능한 곳에서, 이것은 발룬 특성이 이론적인 SA의 계

산에 포함되어 있는 두 케이블/발룬 접속 사이의 *SA*로 간주할 수 있다. 다음에 주어 진 설명에서, 적절할 경우 후자의 가능성은 비고로 지시될 것이다.



그림 4 규정된 위치에서 선 안테나를 가진 U_s(f)의 결정

4.4.4.1 측정 1 : 규정된 주파수 *f*에서 기준 전압 *U*₁(*f*)가 결정된다. 이 전압은 RF 발생기 출력 단 자와 송신 선(wire) 안테나의 피드 단자 사이, 유사하게 수신 선 안테나의 피드 단자와 수신기의 입 력 단자 사이에서의 신호의 감쇠를 계산 가능하게 한다.

Un(*i*)는 다음에 따라 결정된다(**그림 3** 참조). 시험 안테나의 선 소자는 그들의 발룬으로부터 분리되 고 두 발룬은 가능한 한 짧게, 되도록 **4.3.2.3**에서 규정한 λ_{min}를 가지는 <λ_{min}/10의 연결로 머리 대 머리에 연결한다.

RF 발생기의 레벨은 수신기 지시가 수신기의 잡신호 레벨보다 60 dB 위를 읽을 수 있도록 조정한다 (다음의 비고 2. 참조). 수신기 지시는 U₁(*f*)로 기록한다.

- 비고 1. 복사장의 레벨은 지역 송신 허용 레벨을 초과해서는 안 된다.
 - 2. 이 조항에서 RF 수신기는 4.4.2.9에 적합하다는 것을 가정하였다. 4.4.2.9가 적 용되는 비고에서는 4.4.4.7의 방법을 적용하여야 한다.
 - 3. 수신기의 잡신호 레벨은 수신기의 대역폭을 감소시킴으로써 감소될 수 있다. 그 러나 RF 발생기와 RF 수신기가 트래킹 발생기와 스펙트럼 분석기와 같이 주파수 잠금(frequency-locked)이 아닐 경우, 수신기 대역폭은 RF 발생기 신호가 측정 결과에 영향을 미치지 않게 충분히 커야 한다.
 - **4 4.4.4**의 **비고**에서 주어진 방법이 뒤따를 경우, **4.4.4.4**의 *U*₁(*f*)과 *U*₂(*f*)를 계 산할 때 완전한 시험 안테나는 분리하고 2개의 안테나 케이블은 상호 연결한다.

4.4.4.2 특정 주파수에서 4.4.4.1에서 사용된 RF 발생기의 진폭 설정은 4.4.4.3과 4.4.4.4에 관련한 측정동안 내내 바뀌지 않고 유지해야 한다.

4.4.4.3 측정 2: 발룬은 서로 서로 분리하고 그들 발룬에 연결된 선 소자(그림 4 참조)는 규정된 길 이 $L_a(\hbar)$ 로 조정한다. 시험 안테나를 4.4.2와 4.4.3에서 규정한 위치로 이르게 한다. 시험 배치의 다 른모든 소자는 4.4.4.1과 같다(4.4.2.2와 4.4.4.5의 비고 참조).

규정된 시험 주파수 f, 규정된 위치에서 그 안테나를 가진 수신기의 지시값은 U_s(f)로 기록한다.

4.4.4.4 측정 3:기준 전압(**4.4.4.1** 참조)의 측정은 동일한 규정 주파수에서 반복한다. 그 값은 *U*₁₂(*f*)로 기록된다.

4.4.4.5 $U_{r1}(f)$ 와 $U_{r2}(f)$ 가 대수 단위로 표현된다면 0.2 dB 이상 차이가 난다면, 시험 배치의 안정성 이 개선되어야 하고 **측정 1**, 2와 **3**이 반복된다.

비고 불안정의 원인은 동축 케이블 감쇠의 온도 의존성에 영향을 미칠 수 있고, 특히 직사 태양 광선 출하에서는 영향을 받을 수 있다.

4.4.4.6 측정된 시험장 감쇠 SAm(f)는 다음 식으로 주어진다.

 $SA_{m}(f) = 20 \log_{10} \{ \frac{U_{ra}(f)}{U_{s}(f)} \} (dB) \dots (1)$

여기에서 $U_{ra}(f) : U_{r1}(f) 와 U_{r2}(f) 의 평균값$

비고 낮은 주파수 30 MHz, 35 MHz와 40 MHz에서 양 시험 안테나의 선(wire) 소자의 늘 어짐을 피하기 위한 규정이 없다면 측정된 시험장 감쇠 *SA*m(**4.5.3.1** 참조)은 수정이 필요할 수 있다.

4.4.4.7 RF 수신기의 동적 범위가 4.4.2.9에 적합하지 않은 곳에서, 발룬의 S 인자의 전체분이 이용 가능하고 발룬의 특성이 이론적인 *SA*의 계산에 포함된다면 다음과 같은 대체 방법이 사용될 수 있 다.

a) 4.4.4.3에 따라 수신기 지시값 U_s(f)를 결정하고 기록

- b) 시험 안테나를 교정된 정밀 감쇠기에 의해 대체하고 양 안테나 케이블을 이 감쇠기에 연결한다. 감쇠기에 의한 삽입 손실을 a)에 따라 동일한 수신기의 지시값 U_s(f)가 나타나도록 A₁₁(f)을 조 정한다. A₁₁(f)와 이와 관련된 측정 불확도 DA₁(f)를 기록한다.
- c) 4.4.2.8에서 언급한 시험 배치의 안정성을 나타내기 위하여 a)의 U_s(f)와 b)의 A_{i1}(f)의 지시값 사이의 전체 시간에 근접한 시간의 주기 이후에 A_{i2}(f)를 결정하도록 b)를 반복한다.

d) 시험 배치가 충분히 안정되었다면 측정된 시험장 감쇠는 다음과 같이 주어진다.

 SAm(f) = 20 log10{Aia}(dB)
 (2)

 여기에서
 Aia(f) : 선형 단위에서의 Ai1(f)와 Ai2(f)의 평균값

4.4.5 안테나 높이 소인 측정

여기에서는 측정된 시험장 감쇠가 예리한 최대값을 나타내는 곳에서 수신 안테나 높이 $h_{r,max}$ 를 결정 하기에 필요한 3개의 안테나 높이 소인 측정을 설명한다[4.4.3.2의 a)와 4.5.3.2 참조]. 예리한 최 대값은 간접파에 의해 수신 안테나에 도달하는 직접파, 즉 반사면으로부터의 반사파를(거의 전체) 소 거함으로써 일어난다.

4.4.5.1 4.4.3.2의 **a**)에서 규정한 주파수 f_s 와 **4.4.2**에서 기술한 시험 배치에서 수신 시험 안테나(주 파수 f_s 에 동조된)의 높이는 첫 번째 예리한 최대값의 *SA*, 즉 수신기 지시값의 첫 번째 예리한 최소 값에 대응하도록 $h_r=1$ m에서 $h_{r,max}(f_s)$ 까지 증가시킨다.

비고 수신기 지시값에서 최소값은 관심사가 아니다. 이 지시값는 $h_{r,max}(f_s)$ 를 찾기 위한 하나의 지시기일 뿐이다.

4.4.5.2 높이 $h_{r,max}(f_s)$ 는 이와 관련된 측정 불확도 $\Delta h_{r,max}(f_s)$ 와 함께 측정, 기록되어야 한다.

비고 측정된 $h_{r,max}(f_s)$ 는 $h_{r,max}(f_s)$ 가 실제 안테나의 특성에 상당히 의존하기 때문에 4.4.3.2 의 b)에 주어진 대로 $h_{rs}(f_s)$ 와 동일하지 않을 수 있다.

4.4.6 주파수 소인 측정

여기에서는 측정된 시험장 감쇠가 예리한 최대값을 나타내는 곳에서 주파수 fmax를 결정하기에 필요

한 3개의 소인 주파수 측정을 설명한다[4.4.3.2의 b)와 4.5.3.3 참조]. 예리한 최대값은 간접파에 의해 수신 안테나에 도달하는 직접파, 즉 반사면으로부터의 반사파를(거의 전체) 소거함으로써 일어 난다.

4.4.6.1 4.4.3.2의 b)에서 규정한 고정된 수신 시험 안테나 높이 $h_{rs}(f_s)$ 와 **4.4.3.2**의 b)에 주어진 시 험 배치에서 RF 발생기의 주파수는 완전하게 예리한 최대값의 *SA*, 즉 수신기 지시값의 최소값에 대 응하도록 f_s 아래의 한 주파수 즉 f_s 보다 낮은 100 MHz에서 $f_{max}(h_s)$ 까지 소인한다.

비고 수신기 지시값에서 최소값은 관심사가 아니다. 이 지시값은 f_{max}(h_{rs})를 찾기 위한 하나의 지시기일 뿐이다.

4.4.6.2 주파수 $f_{max}(h_{rs})$ 는 이와 관련된 측정 불확도 $Df_{max}(h_{rs})$ 와 함께 기록되어야 한다.

비고 측정된 f_{max}(h_s)는 f_{max}(h_s)가 실제 안테나의 특성에 상당히 의존하기 때문에 4.4.3.2 의 a)에 주어진 대로 f_s(h_s)와 동일하지 않을 수 있다.

4.5 안테나 교정 시험장의 적합성 판단 기준

4.5.1 서 론

CALTS는 안테나 교정을 필요로 하는 CALTS에서 모든 주파수에서 수행되어 측정된 시험장 감쇠 (4.4.3.1)와 측정된 안테나 높이 또는 측정된 주파수(4.4.3.2)가 계산된 이론값(4.5.3)의 확실한 여유 (margin) 내에 있을 때 만족스럽다고 생각된다. 또한 다양한 측정 데이터의 불확도와는 별도로 이 여유는 측정 배치에서 허용되는 오차를 고려한다.

4.5.2에서 설명된 대로 불확실도 여유는 이론적인 모델을 사용하여 계산되는 한 부분과 측정된 시험 장 감쇠가 결정될 때의 그 전압 측정에서의 불확실도와 소인된 높이 또는 소인 주파수 측정에서의 불확실도에 직접 결합되는 부분으로 구성된다.

4.5.2 허용 오차와 측정 불확도

4.5.2.1 다양한 인자에 대한 최대 허용 오차는 표 2에 주어져 있다.

변 수	최대 허용 오차	부 속 절						
1.	±0,0025 /= 또는	4324						
23	∠₄<0,400(m)일 경우±0,001(m)	1,0,2,1						
Zab	VSWR ≤ 1.10	4.3.2.5 a)						
Аь	±0.4 dB 4.3							
фь	±2°	4.3.2.5 c)						
d	d ±0.04 m							
ht	<i>h</i> t ± 0.01 m							
hr	± 0.01 m	4.4.2.5						
f	± 0.001 f	4.4.3.4						
비고 선소자의 변	반지름과 선 안테나의 정렬에 관련한 불확!	도에서 허용 오차						
⊿Dw∈를 고려	⊿Dw∈를 고려할 필요성은 심의 중이다.							

표 2 d=10 m에 대해 최대 허용 오차

4.5.2.2 4.4.4.6의 식 (3)에서 정의된 측정된 시험장 감쇠 SAm에서의 측정 불확도 DSAm은 다음과 같이 주어진다.

$$\Delta SA_{\rm m}({\rm dB}) = \sqrt{\{\Delta SA_r(dB)\}^2 + \{\Delta SA_r(dB)\}^2} \qquad (3)$$

여기에서 D*SA*,은 해당 부속절이 적용 가능할 경우 **4.4.2.9**의 D*A*, 또는 **4.4.4.7**의 D*A*_i(*t*)로 주어진다. D*SA*_t는 인자 허용 오차(최대값은 **표 2**에 주어져 있다)에 대한 시험장 감쇠의 감도를 고려해야 한다. D *SA*,과 D*SA*_i의 95 % 신뢰 수준값이 식 (5)에 사용되었다.

4.5.2.3 인자의 허용 오차가 **표 2**에 따를 경우, Δ*SA*t(95%)=0.2 dB가 30 MHz에서 1 000 MHz 전 체 주파수 대역에 사용될 수 있다.

비고 △*SA*_t(95%)=0.2 dB의 이론적인 근거는 C.1.3.2에 주어져 있다.

4.5.2.4 4.4.5에서 정의된 수신 안테나의 측정 높이 *h_{r,max}에서의 측정* 불확도 Δ*h_m*은 다음과 같이 주어진다.

여기에서 Δ*h*_{r,max}: **4.4.5.2**에서 정의 Δ*h*_{rt}: 인자 허용 오차(최대값은 **표** 2에 주어져 있다)에 대한 *h*_{r,max}의 감도를 고려해야 한다.

비 고 Δh_{tt}는 C.1.3.3에 주어진 모델을 사용하여 계산할 수 있다.

4.5.2.5 인자의 허용 오차가 **표 2**에 따를 경우, Δh_{tt}(95%)=0.025 m가 3개의 규정된 주파수에 사용 될 수 있다. 그 경우 Δh_{tt}계산을 수행할 필요가 없고 또 CALTS 확인 보고서에서도 그 계산 결과를 기록할 필요가 없다.

비고 △*h*_t(95%)=0.025 m의 이론적인 근거는 **C.1.3.3**에 주어져 있다.

4.5.2.6 4.4.6에서 정의된 수신 안테나의 측정 주파수 *f*_{max}에서의 측정 불확도 ∆*f*_m은 다음과 같이 주 어진다.

여기에서 △ f_{max} : **4.4.6.2**에서 정의 △ f_t : 인자 허용 오차(최대값은 **표 2**에 주어져 있다)에 대한 f_{max}의 감도를 고려해야 한다.

비 고 △f는 C.1.3.4에 주어진 모델을 사용하여 계산할 수 있다.

4.5.2.7 인자의 허용 오차가 **표 2**에 따를 경우, Δ*f*_t(95%)/*f*_c=0.015가 3개의 규정된 수신 안테나 높 이에 사용될 수 있다. 그 경우 Δ*f*_t계산을 수행할 필요가 없고, 또 CALTS 확인 보고서에서도 그 계산 결과를 기록할 필요가 없다.

비고 △f_t(95%)/f_c=0.015의 이론적인 근거는 C.1.3.4에 주어져 있다.

4.5.3 적합성 판단 기준

이 항에서 계산에 사용된 인자값은 측정에서 실현된 실제값이다. 이 실제 인자값은 인자값이 **표 2**에 주어진 최대 허용 오차 범위 내에 있다는 결론이 인정될 수 있도록 충분히 작은 측정 불확도를 가지 고 검토된 것을 가정한다.

보 기 안테나 중심 사이의 규정된 거리 *d*=10 m(**4.4.2.3**)이고 실제 *SA* 측정 동안의 거리 *d*_a =10.01 m일 경우, 후자의 값이 계산에 사용된다. 그러나 (*d*−*d*_a)는 항상 0.04 m보다 작아야 하고(**표 2** 참조), 반면에 *d*_a는 |*d*−*d*_a|< 0.04 m가 인정될 수 있도록 작은 측 정 불확도를 가지고 검토되어야 한다. **4.5.3.1** CALTS가 시험장 감쇠 확인 판단 기준에 적합할 경우, 안테나 교정을 위해 모든 주파수에서 사용된다(**그림 5**).

 $|SA_{c}(dB) - SA_{m}(dB)| < T_{SA}(dB) - DSA_{m}(dB)$ (6)

여기에서 $SA_{c}(f)$: 규정된 주파수에서 이론적인 SA이고, **4.3.2.6**의 적용 후에 따르는 시험 안테나 데이터와 실제 기하학상의 인자값 L_{a} , d, h및 h을 사 용하여 **부속서 C**에서 나타낸 대로 계산된다. $SA_{m}(f)$: 식 (1) 또는 식 (2)에 따라서 측정된 SA이다(또한 **비고** 참조). D $SA_{m}(f)$: **4.5.2.2**에서 유도된 SA 측정 불확도이다(95 % 신뢰 수준). $T_{SA}(f)$: SA에서 허용된 허용 오차이다.

CALTS의 사용을 필요로 하는 안테나 교정 표준에서 별도로 언급하지 않는 한, 허용된 허용 오차 *T*_{SA}(*f*)=1.0 dB가 30~1 000 MHz 전체 주파수 대역에 적용된다.

최소한 표 1에 주어진 주파수에서 CALTS가 SA 판단 기준에 적합해야 한다는 것이 증명되어야 한다.

- 비고 1. 30~40 MHz 주파수에서 SAm 값은 선 안테나의 팁에서 상당히 처질 경우 보정이 필요하다.
 - a) 30 MHz에서 4.8 m 길이의 다이폴은 팁에서 16 cm 처진다. *SA*m은 *SA*m과 *SA*c를 비교하기 위하여 다이폴의 높이 1 m, 2 m 및 4 m에서 각각 0.27 dB, 0.13 dB 및 0.08 dB 증가되어야 한다.
 - b) 팁에서의 처짐이 20 cm보다 클 경우, *SA*_m(*t*)는 수치로 계산되어야 한다(C.2 참조).

비고 2.보기

△ SA₁(95 %)=0.2 dB(**4.5.2.3**의 적용)이고 △ SA₇(95 %)=0.2 dB일 경우, △ SA_m(95 %)=0.3 dB이다. 따라서 계산된 시험장 감쇠와 측정된 시험장 감쇠 사이 의 최대 허용 차이는 0.7 dB가 된다. 최대 허용 차이는 낮은 값의 △ SA₇(95 %)을 가진 수신기를 사용함으로써 증가될 수 있고, 다양한 인자의 허용 오차로 인해 감 소될 수 있으며 △ SA₇(95 %)의 실제 값을 고려하여야 한다.





그림 5 SA 적합성 평가 기준에 사용된 값 사이의 관계

4.5.3.2 CALTS가 **4.4.3.2 a)**에 주어진 *f*_s에서 *SA*의 최대를 위한 수신 안테나 높이 판단 기준에 적 합하다.

$$|h_{rc}(\mathbf{m}) - h_{r,max}(\mathbf{m})| < T_{hr}(\mathbf{m}) - \Delta h_{rm}(\mathbf{m}) \cdots$$
 (7)

- 여기에서 h_{rc}(m): SA에서 최대가 발생되는 수신 안테나의 이론적인 높 이로, 즉 신호 변환기에서 최소값으로 4.3.2.7의 적용 후에 따르는 시험 안테나 데이터와 실제 기하학상의 인자값 L_a, d, h및 실제 주파수 f_s를 사용하여 **부속서** C에서 나타낸 대로 계산된다.
 - h_{r,max}(m): 4.4.5에 약술된 절차에 따른 측정된 수신 안테나 높

 이이다(또한 비고 참조).

△h_{rm}(m): **4.5.2.4**에서 유도된 수신 안테나 높이 측정 불확도 이다(95 % 신뢰 수준).
T_{hr}(m): h_{r,max}의 허용된 허용 오차이다.

CALTS의 사용을 필요로 하는 안테나 교정 표준에서 별도로 언급하지 않는 한, 허용된 허용 오차 T_{hr} = 0.05 m이다.

비고 4.5.3.2 또는 4.5.3.3 둘 다 적용 가능하다(또한 4.4.3.2 참조).

4.5.3.3 CALTS가 **4.4.3.2 b)**에 주어진 관련 주파수 f_s 에 동조된 안테나를 가진 수신 안테나 높이 h_s 에서 *SA*의 최대를 위한 주파수 판단 기준에 적합할 경우

 $|f_{c}(MHz) - f_{max}(MHz)| < T_{f} - \bigtriangleup f_{m}(MHz)$ (8)

- 여기에서 f_c(MHz): SA에서 최대가 발생되는 이론적인 주파수, 즉 신호 변환기에서 최소값으로 4.3.2.7의 적용 후에 따르는 시험 안테나 데이터와 실제 기하학상의 인자값 L_a, d, h및 h_s를 사용하여 **부속서 C**에서 나타낸 대로 계산된다.
 - fmax(MHz): **4.4.6**에 약술된 절차에 따른 측정된 주파수이다.
 - △f_m(MHz): 4.5.2.6에서 유도된 주파수 측정 불확도이다(95 % 신뢰 수준).
 - T_f: f_{max}의 허용된 허용 오차이다.

CALTS의 사용을 필요로 하는 안테나 교정 표준에서 별도로 언급하지 않는 한, 허용된 허용 오차 T_f = 0.03 f_c이다.

비고 4.5.3.2 또는 4.5.3.3 둘 다 적용 가능하다(또한 4.4.3.2 참조).

4.6 확인 보고서(validation report)

4.6.1 서 론

이 기준은 CALTS를 위한 요구 조건, 확인 절차 및 적합성 판단 기준(criteria)을 규정한다. 이 확인 절차는 이른바 "CALTS 확인 보고서"로 불리는 보고서의 편집과 승인으로 완결된다.

이 확인 보고서는 이 표준에서 설명된 CALTS 요구 조건에 적합하다는 것을 추적하고 보증하는 수단 이다.

CALTS 소유자나 다른 관계자는 CALTS의 유효성을 실제로 입증하기 위한 책임이 있을 수 있다.

CALTS 확인 보고서는 4.6.2에 주어진 요구 조건에 적합해야 한다.

4.6.2 확인 보고서 요구 조건

CALTS 확인 보고서는 CALTS의 확인 측면을 다루는 모든 항목에 대해 기술하여야 한다. 확인 보고 서에 포함되는 각 항목과 정당한 이유에 대해서는 다음에 기술한다. 해당 항목을 위한 요약된 체크 리스트는 **부속서 F**에서 설명하였다.

a) 일반적인 정보

CALTS의 위치, 책임 있는 소유자 등과 같은 일반적인 정보가 주어져야 한다. 시험장 확인이 다른 관계자/기관에서 수행되었을 경우, 이들 관계자/기관을 표시하여야 한다. CALTS의 구조와 보조 구성품에 대해 그림, 사진, 부품 번호 등을 이용하여 설명하여야 한다. 추가로 확인 조치의 일자와 확인 보고서의 발행 일자가 표시되어야 한다. 확인 보고서의 편집과 승인한 책임자의 이름과 서명이 표지의 보이는 곳에 있어야 한다.

b) 유효성 평가 주기와 제한적인 조건 안테나의 교정에 앞서 유효성을 입증하는 것을 기술하여야 한다[4.2.2 a)].

따라서 심의중인 CALTS의 기대되는 유효성의 주기를 표시하는 것이 중요하다. CALTS는 실내 또는 실외 시설이 될 수 있기 때문에 CALTS의 기대되는 유효성은 다를 수도 있고 환경적인 변 화, 케이블 또는 흡수체의 노화에 따른 상이한 인자에 의해 영향을 받을 수도 있다. CALTS 확인 의 유효성 주기에 대해 평가하고 분명히 하는 것은 시설 소유자의 책임이다.

이 유효성 평가에 관련하여 시설의 사용 중에 변화될 수 있는 항목과 양상에 대해 확인해야 한 다. 예를 들어 실외로 분류되는 환경, 나무, 눈, 지면 습도 등. 일반적으로 케이블, 장비, 안테나 와 안테나 지지대의 성능 안정성이 중요하다. 또한 환경적인 조건, 계측 장비나 흡수체의 노화 및 장비 교정의 유효성이 CALTS 유효성의 주기를 결정할 수 있다.

신속한 측정 보조 기구 또는 목시 검사 절차가 CALTS 성능의 유효성/유사성을 연속적으로 평가 하기 위해 조합될 수 있다.

특별한 환경 또는 구조적인 조건 또는 제한에 대해서도 명쾌하게 기술하여야 한다.

c) 시험 안테나 설명과 확인 확인 보고서의 이 항목은 안테나 요구 조건에 대한 적합성을 입증하는 것을 다룬다.

시험 안테나(소자와 발룬)는 4.3.2에 주어진 규범적인 기준과 표 2에 주어진 적용 가능한 값에 적합해야 한다.

규범적인 기준의 각 항목은 검사와 측정에 의해 적합성을 확인하여야 한다. 적합성 입증 결과는 부속서나 분리된 문서에서 확인 가능해야 한다(사진, 측정 결과, 교정 결과, 공급자 설명 등).

d) 시험 배치 확인 보고서의 이 항목은 시험 배치의 증명을 다룬다. 시험 배치는 4.4.2에 주어진 규범적인 기준과 표 2에 주어진 적용 가능한 값에 적합해야 한다.

규범적인 기준의 각 항목은 검사와 측정에 의해 적합성을 확인하여야 한다. 적합성 입증 결과는 부속서나 분리된 문서에서 확인 가능해야 한다.

- e) 확인 측정 4.4.4에 따라 수행된 시험장 감쇠 확인 측정의 결과와 표 1에 주어진 시험 주파수와 안테나 높이에 대해 확인 보고서의 이 항목에 기술되어야 한다. 추가로 안테나 높이 소인 측정 (4.4.5) 또는 주파수 소인 측정(4.4.6)의 결과에 대해 이 항목에서 기술되어야 한다.
- f) 시험장 안테나 감쇠와 허용 오차의 계산 확인 보고서의 이 항목은 안테나 길이를 부속서 C로부 터의 절차를 사용하여 계산하였는지 아니면 다른 수치적인 절차를 사용하여 계산되었는지를 기록 하여야 한다. 시험장 감쇠 계산의 결과와 전체 측정 불확도의 결과에 대해 강제적인 값을 사용하 거나 표 2와 상이한 경우의 계산값을 사용하여 이 항목에 표시해야 한다.
- g) 적합성 판단 기준의 계산 확인 보고서의 이 항목은 SA의 계산 및 측정된 값의 결과와 상응하는 허용오차와 불확도가 적합성을 결정하기 위하여 주파수의 함수로서 식 (8)에 사용된다. 유사하게 높이 판단 기준[식 (9)]에 적합한지 아니면 주파수 소인 판단 기준[식 (10)]에 적합한지 결정하여 야 한다.
- h) 적합성의 최종 기술 측정된 시험장 감쇠가 모든 주파수에 대해 식 (8)에 적합하고 높이 또는 주 파수 소인 판단 기준의 조건을 만족할 경우, 심의 중인 CALTS는 항목 b)에 주어진 유효성 주기, 기술된 제한 조건과 구조를 고려하여 CALTS 요구 조건에 적합하다고 선언할 수 있다.

4.7 수직 편파를 위한 CALTS의 확인

심의 중

- 4.7.1 서 론
- 4.7.2 시험장 시방
- 4.7.3 확인 절차
- 4.7.4 적합성 판단 기준
- 4.7.5 확인 보고서

부속서 A(참고) CALTS 요구 조건(4.)

A.1 서 론

일반적으로 표준의 시방에서는 CALTS는 하나의 야외 시험장(OATS)을 의미한다. 그러나 표준의 시 방은 CALTS는 항상 OATS가 되는 것은 아니다. 그 결과로 모든 표준의 시방이 만족하는 한 CALTS 는 기후에 보호되어야 하고 염전 지역에 위치할 수 있다.

시험장의 상세 내용은 5.6에서 알 수 있고, 추가 정보는 아래에 주어져 있다. 특히 이 기준의 사용 자에게 기준 명세서를 제공하는 데 유의해야 한다(A.4 참조)

A.2 반 사 면

A.2.1 반사면의 구성

수평면 재료는 견고한 금속판 또는 와이어 메시가 될 수 있다. 금속판과 와이어 메시는 이음매를 연 속적으로 용접해야 하고, 이음매 사이의 거리는 < λ_{min}/10이 되어야 하며, 여기에서 λ_{min}은 고려해야 할 가장 큰 주파수에 관련된 파장이다. 와이어 메시를 선택했다면, 교차하는 와이어가 서로 서로 좋 은 도전 접촉을 갖도록 주의가 필요하다. 메시 폭은 < λ_{min}/10가 되어야 한다.

재료의 두께는 기계적 강도와 안정성 요구 조건에 의해 결정된다. 철과 동일하거나 좋은 도전율이면 충분히 높다. 수평면의 형상은 수평면이 타원형이 아닌 한 중요하지는 않다(A.2.2 참조). 반사면은 보호막이 반사파의 위상을 변화시키기 때문에 즉, 4.4.1의 ¢가 π라디안[A.4]^{*}으로부터 다르게 하기 때문에 상당한 두께의 보호막으로 덮여서는 안 된다. 수평면의 편평도와 거칠기에 대한 정보는 5.6 과 [A.3]을 참조한다. 통상 ±10 mm의 편평도가 1 000 MHz까지 측정하는 데 충분하다.

평면의 수평 치수는 안테나 교정에 관계된 불확도 여유에서 한정된 평면의 영향이 충분히 낮도록 커 야 한다. 불행히도 안테나 교정 결과로서 규정된 최대 불확도 여유에 대한 최소 수평면의 치수에 관 련한 이상적인 모델은 아직 없다. 가능한 판단 기준으로 첫 번째 Fresnel zone이 반사면에 결합되어 야 한다는 것이다([A.1], [A.2] 및 [A.3]). 이는 20 m(길이)×15 m(폭)의 최소 치수를 가진 평면에 이르게 한다. 그러나 작은 면도 CALTS의 요구 조건을 만족할 수 있다. 가장 낮은 주파수(30 MHz)에 서 시험 안테나 ∠a의 길이는 약 5 m이다. 따라서 20 m×15 m인 경우에 평면상에 확인 배치의 투영도 와 평면의 모서리 사이에서의 거리는 30~1000 MHz 대역의 모든 주파수에서 적어도 ∠a가 된다.

주* A.4의 관련 문서를 참조한다.

A.2.2 평면-모서리 효과와 평면 주변

반사면의 치수를 제한할 경우, 전자파가 그런 모서리에서 산란되고 측정 결과에 원하지 않는 영향을 미치므로 평면의 모서리는 자동적으로 다른 반사 성질을 가진 매체로의 전환을 의미한다. 모서리 회 절은 보통 수직 편파 결과에 영향을 미치나 수평 편파 결과에는 무시될 수 있다[A.7].

다른 것 사이에서 산란량은 반사면이 주변 토양(젖거나 마른 토양은 차이를 가져올 수 있다[A.5])과 같은 면인지 반사면이 높은지, 즉 지붕 위에 위치한다에 의존한다. 연구 결과는 [A.6]에서 알 수 있 고, 이것은 모서리에서 산란량이 축적될 수 있기 때문에 불확도에 영향을 미쳐 반사면은 첫 번째 Fresnel 타원형을 가져서는 안 된다는 것을 보여 준다.

반사면의 모서리는 주변 토양에 다지점 접지가 될 수 있고, 토양이 좋은 도전율을 가졌을 경우, 즉 젖었을 때, 이것은 금속 반사면에 좋은 확장을 만들어 낸다[A.7].

잠재적인 반사 장애물이 반사면의 경계로부터 40 m 이내에 있을 경우, 이들 장애물의 영향이 무시될 수 있다는 것을 증명하여야 한다. 이 증명은 고정된 길이의 다이폴을 사용한 소인 주파수 측정을 하 여 수행할 수 있다. 그러한 측정은 4.4.6에 설명된 방법과 유사하다. h=2 m에서 송신 안테나의 경 우에 수신 안테나의 고정 높이 h, 관련된 소인 주파수 범위, 고정된 길이 안테나(주파수 *f*에 동조) 의 가능한 선택은 **표** A.1에 주어져 있다. 광대역 접근은 NEC와 같은 수치 기술을 이용하여 계산할 수 있다(C.3 참조, [C.5]).

표 A.1 고정 길이 다이폴 안테나, 소인 주파수 대역과 수신 안테나 높이의 결합

fr	B₅	hr
MHz	MHz	m
60	30~100	4.0
180	100~300	1.8
400	300~600	1.2
700	600~1000	1.4

편차가 없을 때 응답은 평탄하게 변화될 것이다. 편차가 있을 경우에는 상대적으로 협대역 공진이 이 응답에 덧붙을 것이다. 이들 공진은 장애물로부터 반사가 나쁜 곳에서 정확한 주파수를 구분한다.

의심스러운 장애물의 위치는 최대의 영향을 주는 각도로 향한 장애물 앞의 위치에 대형 금속면에 의해 약화되는 것에 의해 이들 주파수에서 입증될 수 있다.

A.3 보조 장비

CALTS가 COMTS로 사용되기 위해서는 측정 결과에 영향을 미치지 않도록 안테나 지지대 재료, 어 댑터, 로프, 지지대의 습기의 영향과 로프, 케이블 유도, 커넥터, 회전 시험대의 가능한 형태에 대해 주의가 필요하다. 또한 이들의 경우, A.2에서 언급된 대로 소인 주파수 측정은 문제의 가능성을 나 타낼 수 있다.

A.4 참고 문헌

- [A.1] ANSI Standard C63.4, 1992, Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the range of 9kHz to 40 GHz, 1992
- [A.2] Microwave Antenna Measurements, Hollis, J.S., Lion T. J. and Clayton L.(Editors), Scientific Atlanta, GA, U.S.A., 1986.
- [A.3] Transmission and Propagation of Electromagnetic Waves, Sander K.F. and Reed G.A.L., CambridgeUniversityPress,Cambridge,UK,1987.
- [A.4] Note on the Open-Field Site Characterization, Livshits B. and Harpell K., IEEE EMC Symposium, Denver, pp. 352~355, 1992
- [A.5] Site Attenuation for Various Ground Conditions, Sugiura A., ShimizuY.andYamanakyY.,Trans.IEICE,E73,9,pp.1517~1523,September1990.
- [A.6] Ground-Plane Size and Shape experiments for Radiated Electromagnetic Emission Measurements, Berquist A.P. and Bennett W.S., EMC/ESD Symposium, Denver,U.S.A.,pp.211~217,1992.
- [A.7] EMC Antenna Calibration and the Design of an Open-Field Site, Salter M.J. and Alexander M.J., Meas.Sci. Technol., 2, pp. 510~519, 1991.
- [A.8] Calibration of Antennas used for Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference(EMI) Control, ANSI Standard C63.5, 1988.

부속서 B(참고) 시험 안테나의 고려 사항

시험 안테나의 예가 B.1에 주어져 있고, B.2에서는 S 인자 측정으로부터, 및/또는 4.3.2.6에서 언급 한 주입(injection) 측정으로부터 발룬의 성질의 결정을 검토한다.

B.1 시험 안테나의 예

[B.1]*에 기초한 시험 안테나의 예가 **그림 B.1**에 주어져 있다. 안테나의 발룬은 다음과 같이 구성되 어 있다.

- a) sum port(Σ)는 항상 특성 부하 임피던스(50 Ω이라고 가정)에 종단되고 difference port(△)는 시 험 안테나의 입력/출력 단자인 180°3 dB 합성 결합기
- b) 반지름화 동축 케이블은 합성 결합기의 평형 A, B 단자에 고품질의 커넥터, 즉 SMA 커넥터를 거 쳐 연결된다. 약 1 m의 길이를 가지는 케이블이 지지대와 결합기 반사로부터 선 안테나 사이에 사용된다.
- c) 반지름화 케이블 주위의 페라이트 비드(F)가 발룬상의 공통 모드 전류를 제한하고 안테나 케이블 에 연결한다.
- d) SMA 커넥터를 거쳐 선 안테나가 부착된 반지름화 케이블 출력 끝단의 3 dB 감쇠기는 임피던스 안정화 또는 정합 패드로 동작한다. A와 B 단자(또는 C와 D 단자)를 형성하는 이들 커넥터는 4.4.4와 부속서 C에 언급되어 있다. 이들 커넥터의 외부 도체는 선 안테나에 전기적인 접점이 되어야 한다. 이 접점은 S 인자를 측정할 때 발룬의 기준점이 된다.

앞서 언급한 발룬은 유용한 발룬의 한 가지 예라는 것에 주의해야 한다. 다른 형태의 발룬 또한 사용될 수 있다. 사실 4.3.2의 요구 조건이 만족된다면 모든 형태가 허용된다.

선 소자는 선 안테나가 부착된 후 **4.3.2.2**의 *L*_a(*f*) 요구 조건을 만족하도록 특정 길이를 가져야 한다 [*L*_a(*f*)의 계산을 위한 **C.1.1** 참조]. **표 C.1**에서 *f* < 180 MHz일 경우 선 소자의 지름은 10 mm라는 것을 가정하면 상대적으로 긴 선 안테나는 좋은 기계적 강도를 가진다. 또한 **표 C.1**에서는 *f* ≥180 MHz의 주파수에서 소자의 지름은 3 mm이면 충분하다고 가정한다. *f* < 60 MHz의 주파수에서는 소자는 접이식(telescopic)이 될 수 있고, 또 고정된 길이 다이폴 안테나로 만들어진 것을 사용할 수 있다(**부속서 D** 참조).

주* B.3의 참고 문헌 참조

B.2 발룬 특성의 결정

B.2.1 이상적인 저손실 발룬

이상적인 저손실 발룬은 모든 3개(**그림 B.2** 참조)의 단자가 자신의 특성 임피던스에 종단되는 경우 정확히 동일한 진폭과 180°이상의 위상인 A와 B 단자에서의 신호에 의해 특성화된다. 동일한 조건 하에서 어느 하나의 단자도 인입 신호를 반사하지 않고 단자 2에서의 인입 신호도 단자 3으로(및 역 으로) 전달되지 않는다.



F:페라이트 비드

M : 정합 패드

비고 발룬은 동축 합성 접합을 사용한다.

그림 B.1 시험 안테나의 예



그림 B.2 발생기와 부하가 서로 교체되었을 때의 S₁₁, S₁₂및 S₂₂와 S₂₁의 측정을 위한 도면

S 인자를 측정하기 위한 기본적인 배치는 **그림 B.2**에 주어져 있다. 발룬의 불평형 입력/출력 단자는 "1"의 번호가 부여되고, 평형 단자는 "2"와 "3"으로 번호가 부여된다.

이들 각 3개의 단자의 특성 임피던스는 50 Ω이라고 가정한다(**4.3.2.5** 참조). **그림 B.1**에 비교하여, 완전한 발룬(결합기, 케이블 등)은 **그림 B.2**에서 "발룬"으로 표시된 신호함으로 표현된다. **그림 B.1** 의 합성 결합기의 Σ 단자는 항상 자신의 특성 임피던스에 종단되고 하나의 부분으로 동작되지 않는 다.

S 인자는 **그림 B.2**에서 *a*₁ 또는 *a*₂로 표현되는 인입파와 *b*₁과 *b*₂로 표현되는 산란파 사이의 관계를 제공한다. 인입 및 산란 신호는 직접 결합기(D)를 거쳐 분석기(analyzer)에 의해 측정된다. 인자 *S*₁₁ = *b*₁/*a*₁과 *S*₂₁ = *b*₂/*a*₁(*a*₁ = 0 조건하에서)는 50Ω으로 종단된 단자 3에서 측정된다. 발생기와 부하의 교체(양 스위치의 변화에 의해)로 *S*₂₂ = *b*₂/*a*₂과 *S*₁₂ = *b*₁/*a*₂(*a*₁ = 0 조건하에서)가 측정된다. 유사하게 50 Ω에 대해 단자 2의 종단과 단자 1과 3에서 이득(yield) *S*₁₁과 *S*₁₃, *S*₃₁ 및 *S*₃₃이 측정된다. 마지막으로 50 Ω에 대해 단자 1의 종단과 단자 2와 3에서 이득(again) *S*₂₂과 *S*₃₃, *S*₂₃ 및 *S*₃₂가 측정된다.

이상적인 저손실 발룬의 S인자 행렬(matrix)은 다음 식으로 주어진다.

$$\begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$
 (B.1)

이 S 행렬에서, 단자에서 반사가 없기 때문에 $S_{11} = S_{22} = S_{33} = 0$. 평형이 완전하기 때문에(이 발룬은 저손실이기 때문에 절대값은 동일) $S_{12} = S_{21} = 1$ 과 $S_{13} = S_{31} = -1$ 이고 위상 변환은 정확히 180°가 된다[음(minus)부호로 표시됨]. 결국 단자 2와 단자 3 사이의 분리는 완전하기 때문에 $S_{23} = S_{32} = 0$ 가 된다.

B.2.2 발룬 특성과 S 인자 사이의 관계

S 행렬은 발룬의 입력/출력 전류와 전압의 임피던스 행렬로 변환될 수 있다. 단자 1의 특성 임피던 스에서 종단과 단 2와 3만 고려하여 다음을 보여 줄 수 있다([B.2 참조]).

$$\begin{pmatrix} Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{32} & Z_{33} \end{pmatrix} = \frac{50}{(1 - S_{22})(1 - S_{33}) - S_{23}S_{32}} \cdot \\ \begin{pmatrix} [(1 + S_{22})(1 - S_{33}) + S_{23}S_{32} & 2S_{32} \\ 2S_{23} & [(1 - S_{22})(1 + S_{33}) + S_{23}S_{32}] \end{pmatrix}$$
 (B.2)

그래서 임피던스 ZAB[4.3.2.5 a) 참조]는 다음 식으로 주어진다.

ZAB의 측정값은 SAc(**부속서 C** 참조)의 계산에 필요하다. 계산에 필요한 다른 발룬을 위한 임피던스 ZCD도 유사하게 결정된다.

관련 VSWR는 다음의 경우 4.3.2.5 a)와 표 2에 적합하다.

$$\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} < 1.10, \quad \Gamma = \frac{Z_{AB} - 100}{Z_{AB} + 100} \quad 일 경우 \dots (B.4)$$

비고 합성 결합기 자신이 (B.4)의 공식에 적합하지 않을 경우, VSWR는 매우 낮은 VSWR를 가진 정합된 감쇠기(B.1의 M)를 사용하여 낮출 수 있다.

실제 발룬의 평형 및 위상 변환은 다음에 의해 입증된다.

$$\frac{S_{12}}{S_{13}} = \frac{S_{21}}{S_{31}} = r_{\rm b} \ {\rm e}^{{\rm j}f_{\rm b}}$$
(B.5)

진폭 평형은 다음일 경우, 4.3.2.5 b)와 표 2에 적합하다.

 $0.95 < r_{\rm b} < 1.05$ (B.6)

그리고 위상 평형은 다음일 경우, 4.3.2.5 c)와 표 2에 적합하다.

178°<
$$\left|\frac{180\phi_b}{\pi}\right|$$
 <182°(B.7)

실제 발룬의 분리는 S₂₃과 S₃₂의 실제값을 고려하여 입증된다. 이것은 다음일 경우, **4.3.2.5 비고 4.** 에 적합하다. $|S_{23}| = |S_{32}| < 0.05$ (B.8)

실제 발룬의 가능한 손실은 CALTS 확인 절차에서 기준 전압 *U*, 측정시 설명된다. 예에 사용되고 **그 림 B.1**에서 표현된 발룬은 3 dB 정합 패드로부터 손실 계통에 중요한 원인이 된다.

B.2.3 삽입 손실의 측정

4.3.2.5 b)와 4.3.2.5 c)에 설명된 발룬의 시방은 그림 B.3과 B.4에 표현된 삽입 손실 측정을 수행 함으로써 입증된다. 이 결과로부터 이른바 발룬 불평형 제거(*BUR*)라는 것이 결정될 수 있다.



그림 B.3 삽입 손실 A1(f)의 결정을 위한 개략도



그림 B.4 삽입 손실 A2(f)의 결정을 위한 개략도

측정은 **4.4.4.1**과 같이 머리 대 머리로 연결된 2개의 동일한 발룬의 삽입 손실 A₁(*†*)의 결정과 평형 단자 2와 3이(**그림 B.4** 참조) 평행하게 연결되었을 때 하나의 발룬을 위한 삽입 손실 A₂(*†*)의 결정으 로 구성된다. A₁계통은 2개 발룬의 동일한 원인임을 가정하여, 발룬 평형 제거 또한 공통 모드 제거 는 다음에 주어진 dB로 표현된다.

$$BUR(f) = A_2(f) - \frac{A_1(f)}{2}$$
 (dB)(B.9)

이것은 발룬이 앞 절 및 BUR > 28일 때, 표 2에 주어진 것과 같은 관련된 허용 오차의 수치값에 적합하다는 것을 보여 준다.

첫 번째의 삽입 손실 측정에서 첫째로 기준 전압 $U_1(f)$ 은 발룬의 규정된 주파수 대역에 걸쳐 주파수 의 함수로서 결정되어야 한다. 2개 발룬이 없을시 측정 회로는 **그림 B.3**에 있으나 발룬의 1과 3 및 2와 4의 연결점의 사이는 단락 회로이다. 다음으로 전압 $U_1(f)$ 은 2개 발룬을 머리 대 머리로 삽입 한 후에 측정한다(**그림 B.3** 참조). 따라서 $A_1(f)$ 는 다음 식에 의해 dB로 표현된다.

 $A_1(f) = 20 \log_{10} \left(\frac{U_r 1(f)}{U_1(f)} \right)$ (dB)(B.10)

두 번째의 삽입 손실 측정에서 첫째로 기준 전압 Ur2(f)은 발룬의 규정된 주파수 대역에 걸쳐 주파수

의 함수로서 결정되어야 한다. T-접합이 없을 때 측정 회로는 **그림 B.3**에 있으나 발룬의 1과 3 및 2와 4의 연결점의 사이는 단락 회로이다. 다음으로 전압 *U*_{2a}(*f*)은 T-접합을 삽입한 후에 측정하고 발룬을 입증한다(**그림 B.4** 참조). 이 측정에서 단자 2와 3은(**그림 B.2** 참조) 동축 대칭 T-접합 반 지름화(semi-rigid) 케이블을 거쳐 연결되고 T(완전히 기계적으로 대칭)의 c-d와 c-e 부분의 동일 한 전기적 길이를 가진다. 이 측정에서 d는 단자 2에 연결되고 e는 단자 3에 연결된다. **그림 B.4**에 지시된 6dB 정합 감쇠기 패드가 정재파 영향을 피하기 위하여 추가된다.

기생 효과에 의한 오차를 피하기 위하여 후자의 측정은 발룬과 T-접합 사이의 연결을 반대로 하여 재측정한다 즉 d는 단자 3에 연결되고 e는 단자 2에 연결된다. 이 측정은 전압 U_{2b}(f)를 산출한다. 따라서 A₂(f)는 다음 식에 의해 dB로 표현된다.

$$A_2(f) = 20 \log_{10} \left(\frac{U_{r_2}}{\max\{U_{2a}(f), U_{2b}(f)\}} \right)$$
(B.11)

이상적인 발룬에 대해, 모든 주파수에서 A₂(f)=∞dB

비고 T-접합 +6 dB 감쇠기 대신에 교정된 6 dB 전력 분배기가 사용될 수 있다. 이 경우, 전 력 분배기에 의한 감쇠는 *BUR*의 계산에 고려하여야 한다.

B.3 참고 문헌

- [B.1] Standard Linear Antennas, 30~1 000 MHz,FitzGerellR.G.,IEEETrans.onAntennasandPropagation,AP-34,12,pp.1425~1429,Decemb er1986.
- [B.2] Microwave Impedance Measurement, Somlo P.I., Hunter J.D., published by Peter Peregrinus Ltd., London, UK, 1985.
- [B.3] Low Measurement Uncertainties in the Frequency Range 30MHz to 1GHz using Calculable Standard Dipole Antenna and Reference Ground Plane, Alexander M.J. and Salter M.J., IEE Proc.Sci.Meas.Technol., Vol. 143, no. 4, pp. 221~228, July 1996.

부속서 C(참고) 안테나와 시험장 감쇠 이론

C.1 분석 관계(Analytical relations)

이 절은 선 안테나의 전체 길이 $L_a(f)$ 의 계산(C.1.1)과 시험장 감쇠 SA_c (C.1.2)의 계산에 대한 분석 적인 접근을 제공한다. 이 모델은 전송 안테나와 수신 안테나 사이의 상호결합과 반사면에서의 그들 의 상을 고려한다. 또한 수신 안테나 사이의 실제 전자계 분포를 고려해야 한다 즉 수신 안테나에 도착하는 전자계는 평면파가 아닌 것으로 가정한다. 이 접근에서는 오직 선 안테나에 걸친 전류 분 포는 정현파이다.

분석 관계로부터 계산된 *SA*c의 값은 분석적인 접근에 이용된 충분히 얇은 선 안테나의 *L*a값을 가지 고 정확히 계산된 것으로부터 얻어진 *SA*c의 값의 ±0.01 dB에 있다. 이 기준의 본문에서, 충분히 얇 은 의미는 선 안테나의 반지름 *R*we가 다음 조건을 만족하는 것을 의미한다[C.1]^{*}

a=2
$$\ln\left(\frac{L_a}{R_{we}}\right)$$
, a≥ 30일 때

반파장 다이폴 안테나 (La=I0/2)에 대해 이 조건은 다음의 식으로 주어진다.

$$R_{\rm we} = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{e^{\alpha}}}, \quad a \ge 30일$$
 때(C.1)

측정 불확도 고려 사항을 포함하여 완전한 수치 예는 C.1.3에 주어져 있다. 부속서 E는 다양한 양을 계산하기 위한 컴퓨터 프로그램의 예이다.

주* C.3에 주어진 참고 문헌 참조

C.1.1 시험 안테나의 전체 길이

정의에 의해, 시험 안테나의 전체 길이 $L_{a}(f)$ 즉 주파수 *f*에서 자유 공간 공진 다이폴은 다음 식에 따른다.

 X_a(f, R_{we}) = 0
 (C.2)

 여기에서
 X_a(f, R_{we}) : 자유로운 환경, 즉 자유 공간으로 복사되는 다이폴 의 임피던스 가상 성분

 R_{we} : 길이에 따라 일정하고 L_a보다 작은 것을 가정한 선 소자의 반지름

급전점 갭(feed-point gap) Wa는 무한히 작다는 것을 가정한다. Xa는 다음 식에 의해 주어진다 ([C.2 참조])

$$X_{a} = \frac{\eta}{4\pi} \times [2S_{1}(kL_{a}) + \cos(kL_{a}) \times \{2S_{1}(kL_{a}) - S_{1}(2kL_{a})\} - S_{1}(2kL_{a})] - S_{1}(2kL_{a}) + S_{$$

 $\sin(kL_{a})\{2G(kL_{a}) - G(kL_{a}) - G(2 kR^{2}_{we}/L_{a})\}\} \times \sin^{-2}(kL_{a}/2) \dots (C.3)$

여기에서
$$h=377\Omega$$

 $k=2\pi/\lambda_{\circ}$
 $\lambda_{\circ}:$ 진공에서의 파장 길이

Si(x)와 Ci(x)는 다음 식에 의해 주어진다.

$$SI(x) = \int_{0}^{x} \frac{\sin(\tau)}{\tau} d\tau \dots (C.4a)$$

$$CI(x) = \int_{\infty}^{x} \frac{\cos(\tau)}{\tau} d\tau \dots (C.4b)$$

$$SI(x) = \frac{\pi}{2} - f(x)\cos x - g(x)\sin x (x \ge 1)$$

$$SI(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n} x^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} (x < 1) \dots (C.5a)$$

그리고 [C.3]으로부터 충분히 정확히 계산될 수 있다

$$C_{n}(x) = f(x)\sin x - g(x)\cos x \ (x \ge 1)$$

$$C_{n}(x) = g + \ln x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n} x^{2n}}{2n(2n)!} (x < 1) \dots (C.5b)$$

$$f(x) = \frac{1}{x} \left(\frac{x^{4} + a_{1}x^{2} + a_{2}}{x^{4} + b_{1}x^{2} + b_{2}} \right), \ g(x) = \frac{1}{x^{2}} \left(\frac{x^{4} + c_{1}x^{2} + c_{2}}{x^{4} + d_{1}x^{2} + d_{2}} \right) \dots (C.5c)$$

$$a_1 = 7.241$$
163 $b_1 = 9.068$ 580 $c_1 = 7.547$ 478 $d_1 = 12.723$ 684 $a_2 = 2.463$ 936 $b_2 = 7.157$ 433 $c_2 = 1.564$ 072 $d_2 = 15.723$ 606

표 C.1에서 L_a(f)는 공식 (C.3)에서 (C.5)를 사용하여 공식 (C.2)에서 유도된다.

C.1.2 이론적인 시험장 감쇠

시험장 감쇠(*SA*)는 회로망 모델[C.4]을 사용하여 계산된다(**그림 C.1** 참조). RF 발생기는 송신 안테 나의 발룬에서 급전 단자 A와 B에 신호를 공급한다. 수신 안테나의 급전 단자 C와 D에 도달하는 신 호는 수신기 임피던스 *Z* 양단에서 측정된다. 케이블과 발룬은 T-회로망으로 표현된다.





그림 C.3 반사면과 그들 상(images) 위의 상호 결합, 급전 단자 전압과 안테나 전류의 결정

기준 전압 $U_{r1}(f)$ 와 $U_{r2}(f)$ (4.4.4.1과 4.4.4 참조)를 측정할 때, 급전 단자 A와 C는 무시할 만한 임피던스를 가지는 짧은 도체에 의해 상호 연결된다. 유사하게 B와 D도 상호 연결된다. 선 안테나를 급전 단자에 연결하고 시험 안테나가 규정된 위치에 있는 상태로 $U_s(f)$ 를 측정할 때, 신호 전달상의 시험장의 영향은 그림 C.1에 보인 단자 AB와 CD를 가진 T형 회로망으로 표현된다.

그림 C.1의 회로는 Z_{AB}와 Z_{CD}가 측정된 평형 단자 임피던스(**부속서 B** 참조)일 때 **그림 C.2** 회로에 대해 단순화될 수 있다. **그림 C.2** 회로로부터 기준 전압 U₁가 측정된다(Z₁=Z₂=0 및 Z₃=∞가 되도 록).

$$U_{\rm CD} = U_{\rm CD,r} = \frac{Z_{\rm CD}}{Z_{\rm AB} + Z_{\rm CD}} U_r \qquad (C.6)$$

또한 Us를 측정할 때 다음이 수반된다.

다음과 같이 주어진 계산된 시험장 감쇠 SAc가 되도록

다음 단계는 임피던스 Z, Z및 Z를 그림 C.3과 같이 표현된 실제 상황, 즉 반사면 위의 2개의 시 험 안테나에 연결시키는 것이다.

송신 단자 1(급전 단자 A와 B)과 수신 단자 2 사이의 신호 변환은 안테나와 그들의 상 사이의 다양 한 결합에 의해 영향을 받는다. **그림 C.3**에서 이것은 전달 임피던스 Znm(n,m : 1에서 4, n≠m)에 의 해 표시된다.

단자 전압 UAB와 UCD는 명목적으로 그림 C.3의 4개 안테나의 안테나 전류 A에서 A를 거쳐 관련된다.

$$U_{AB} = Z_{11}h + Z_{12}h + Z_{13}h + Z_{14}h + Z_{14}h + Z_{22}h + Z_{23}h + Z_{24}h + \dots + Z_{26}h + Z$$

p=re^{if}인 곳에서 ½=p/A과 ¼=p/2에 서로 평행으로 배열된 수평으로 편향된 안테나인 경우에 이론적 인 반사면은 전도면의 복합 반사 계수가 된다. 이상적인 경우 현재 구조에서 p=-1이 된다. 더욱이 Z₁₂=Z₂₁과 Z₂₃=Z₁₄의 상호 관계 때문에 (C.9) 식은 다음과 감소된다.

$$U_{AB} = (Z_{11} + rZ_{13})h + (Z_{12} + rZ_{14})h_2$$

$$U_{CD} = (Z_{12} + rZ_{14})h + (Z_{22} + rZ_{24})h_2$$
(C.10)

그림 C.2의 회로로부터 이것은 다음과 같이 된다.

$$U_{AB} = (Z_1 + Z_3) I_1 + Z_3 I_2$$

$$U_{CD} = Z_3 I_1 + (Z_2 + Z_3) I_2$$
(C.11)

그리고 식 (C.10)에 비교하여 다음을 산출한다

$$Z_1 + Z_3 = Z_{11} + rZ_{13}$$
 $Z_2 + Z_3 = Z_{22} + rZ_{24}$ 및 $Z_3 = Z_{12} + rZ_{14}$

그래서 식 (C.8)은 다음과 같이 재작성된다

$$SAC = \frac{(Z_{AB} + Z_{11} + \rho Z_{13})(Z_{CD} + Z_{22} + \rho Z_{24}) - (Z_{12} + \rho Z_{14})^2}{(Z_{12} + \rho Z_{14})(Z_{AB} + Z_{CD})}$$
(C.12)

식 (C.9)로부터 Z₁₁과 Z₂₂는 반사면이 없을 경우 자유 공간에 복사되는 선 안테나의 입력이 된다. 이 들 임피던스의 가상 부분은 다음으로부터 실제 부분 R₁₁=R₂₂=R_a인 식 (C.3)에 따라 X₁₁=X₂₂=X_a로 부터 계산될 수 있다.

$$R_{a} = \frac{\eta}{2\pi} \{ \gamma + \ln(kL_{a}) - Ci(kL_{a}) + \frac{1}{2} \sin(kL_{a}) \times [Si(2kL_{a}) - 2Si(kL_{a})] + \frac{1}{2} \cos(kL_{a}) \times [\gamma + \ln(kL_{a}/2) + Ci(2kL_{a}) - 2Ci(kL_{a})] \} \times \sin^{-2}(kL_{a}/2) \quad \dots \quad (C.13)$$

상호 임피던스 Z₁₂, Z₁₃,Z₁₄와 Z₂₄는 로렌츠(Lorentz) 상호 관계 정리[C.1, C.2]의 도움으로 계산될 수 있다. 이 계산에서 선 안테나에 대한 실제 전자계를 고려할 수 있고, 평면파가 수신 안테나에 도 달한다는 가정을 할 필요가 없다. L_a(f)≈b/2와 R_{we}가 식 (C.1)의 조건을 만족한다면, 오직 선 안테 나 상의 전류 분포가 정현파라는 것만 가정한다.

Z_{nm} = R_{nm} + jX_{nm}(n = 1,...,4, m = 1, ..., 4, n≠m)일 경우, 실제 부분은 다음 식으로 주어진다[C.1].

$$R_{\rm nm} = \frac{\eta}{4\pi} \{ 2[2Ci(kr_{\rm nm}) - Ci(ks_3) - Ci(ks_4)] \}$$

 $+\cos(kL_{a}) \times [2Ci(kr_{nm}) + Ci(ks_{1}) + Ci(ks_{2}) - Ci(ks_{3}) - 2Ci(ks_{4})] + \sin(kL_{a}) \\ -\sin(kL_{a}) \times [Si(ks_{1}) - Si(ks_{2}) - 2Si(ks_{3}) + 2Si(ks_{4})] \times \sin^{-2}(kL_{a}/2) \dots (C.14)$

그리고 가상 부분(imaginary part)은 다음으로 주어진다.

 r_{nm} 은 안테나 n과 m의 중심 사이의 거리이고, $s_1 = \sqrt{r^2_{nm} + L_a^2} + L_a$ $s_2 = \sqrt{r^2_{nm} + L_a^2} - L_a$ (C.16) $s_3 = \sqrt{r^2_{nm} + (L_a/2)^2} + L_a/2$ $s_4 = \sqrt{r^2_{nm} + (L_a/2)^2} - L_a/2$

4.5.3.1에 요구된 것처럼, *SA*c는 실험적인 테이터(**부속서 B** 참조)로부터 식의 *Z*AB와 *Z*CD의 임피던스 를 알 수 있음에 따라 (C.12)의 식으로부터 계산될 수 있다. 그리고 다른 임피던스는 (C.3)과 (C.13)에서 (C.16)의 식에 의해 계산된 것으로 한다. 같은 식이 주어진 주파수에서 4.5.3.2에 필요 한 것처럼 *h*_{r,max}(*fs*)를 결정하기 위해 그리고 4.5.2.2와 4.5.3.2에 필요한 측정 불확도 △*SA*t와 Δ *h*_{r,max}를 계산하기 위해, *SA*c를 계산하는 데 사용될 수 있다.

C.1.3 계산 예

계산 예의 결과가 다음과 같이 주어져 있다. 표 C.1 : *L*_a와 *SA*_c의 계산 ; 표 C.2 : △*SA*_t의 계산 ; 표 C.3 : *h*_{rc}와 △*h*_t의 계산; 그리고 표 C.4 : *f*_c와 △*f*_t의 계산. 이들 데이터의 계산을 위한 컴퓨터 프로그 램의 예가 **부속서 E**에 주어져 있다.

모든 계산에서 수신 안테나의 높이와 송신 안테나의 높이, 안테나 중심 사이의 수평 거리, 주파수는 4.4에 규정된 값을 가진다. 측정 불확도 계산을 수행할 때 허용 오차는 4.5.2.1에 주어진 것을 사용 한다.

주파수 대역 30 MHz ≤ *f* <180 MHz에서의 선 안테나의 반지름 *R*_{we}=5.0 mm이고, 180 MHz≤ *f* ≤ 1 000 MHz에서 *R*_{we}=1.5 mm를 가정한다.

C.1.3.1 La와 SAc의 계산(표 C.1)

안테나 길이 *L*_a(*f*)는 식 (C.2)로부터 계산된다. *SA*_c(*f*)의 값은 평형 단자를 가진 이상적인 발룬의 임 피던스는 적절한 값 (100+j0)Ω을 가지고, 이상적인 반사면, 즉 *ρ*=-1이라는 가정을 가지고 식 (C.13)~(C.16)으로 계산된다.

C.1.3.2 △*SA*의 계산(표 C.2)

95 % 신뢰도를 가지는 측정 불확도 △SAt는 다음에 의해 계산될 수 있다([C.6] 참조)

$$DSA_{t} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\sum_{i=1}^{9} \Delta SA_{c}^{2}(i)} \quad \dots \qquad (C.17)$$

변수 Δ*SA*_c(i)의 직각 확률 분포를 가정하였고 변수 *p*=9:*h*_t, *h*_t,*d*, *f*, *Z*_{AB},*Z*_{CD},*L*_a, *A*_b와 *φ*_b를 고려하 였다(**표 2** 참조).

첫 번째 6개 변수에 대해, 다음으로부터 △SA。를 계산할 수 있다.

표 2에서 규정된 Δh_r,Δh_r,Δd²와 Δt^M 의한 ΔSA_c의 결과가 표 C.2의 3~6열에 주어져 있다.

비고 △/의 영향을 계산할 때 안테나 길이 ∠a는 공칭 주파수에서 ∠a와 동일한 상수로 남는 다. 부속서 E에 주어진 컴퓨터 프로그램의 "절차 SA"에서 변수 "尨"는 주파수로 표 현되는 변수 "f"가 변화할 때 ∠a 상수를 유지한다.

표 C.1 La와 SAc의 계산을 위한 계산 예(C.1.3.1 참조)

f	hr	Rwe	La	SAc	f	hr	Rwe	La	SAc
MHz	m	mm	m	dB	MHz	m	mm	m	dB
30	4.00	5.00	4.803	21.03	160	2.00	5.00	0.885	26.44
35	4.00	5.00	4.112	20.95	180	2.00	1.50	0.797	27.52
40	4.00	5.00	3.594	20.60	200	2.00	1.50	0.716	29.37
45	4.00	5.00	3.192	20.70	250	1.50	1.50	0.572	30.43
50	4.00	5.00	2.870	21.12	300	1.50	1.50	0.476	32.47
60	4.00	5.00	2.388	22.13	400	1.20	1.50	0.355	34.90
70	4.00	5.00	2.043	21.76	500	2.30	1.50	0.283	37.02
80	4.00	5.00	1.785	20.93	600	2.00	1.50	0.236	38.35
90	4.00	5.00	1.585	21.49	700	1.70	1.50	0.201	39.59
100	4.00	5.00	1.425	22.97	800	1.50	1.50	0.176	40.91
120	4.00	5.00	1.185	25.16	900	1.30	1.50	0.156	41.84
140	2.00	5.00	1.013	27.20	1 000	1.20	1.50	0.140	42.71

Z_{AB}와 Z_{CD}에 대해 **표 2**는 최대 1.10의 VSWR를 규정한다. 지금 여기에 있는 계산 예는 양(both) 임 피던스가 평면에서 경계로서 원(*p*=100+j0Ω에서 중심, 반지름 Δ*p*=9.5Ω)을 가지는 것을 의미한다.

P=(100±Δp+j0)와 p=(100±jΔp)에 대한 계산을 수행하는 것만으로도 충분하다는 조사가 있었다. 계산 결과는 7과 8열에 주어져 있다. **표 C.2**의 7과 8열에 주어진 Δ*SA*c의 값은 h=h,일 때만 동일 하다.

L_a, A_b와 f_b에 관련된 Δ*SA*_c는 **C.2**에 검토된 것처럼 계산 기술을 거쳐야만 평가될 수 있다. 이 기술 을 사용하여 Δ*SA*_c(*L*a) < 0.03dB와 Δ*SA*_c(A_b, φ_b) < 0.03dB라는 것을 알게 되었다.

표 C.2의 9열은 앞 열의 6개 Δ*SA*_c값의 root-sum-square(RSS) 값 Δ*SA*_Σ =√[∑{Δ*SA*_c(i)}]을 제공하 고 있다. 10열에 있는 95 % 신뢰도 값은 9열의 데이터에 2/√3 을 곱함으로써 이루어진다[식 (C.17) 참조]. Δ*SA*_t의 95 % 신뢰도 값은 다음에 의한다.

$$DSA_{t}(CL = 95\%) = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\left\{\sum_{i=1}^{6} \Delta SA_{c}^{2}(i)\right\} + \Delta SA_{c}^{2}(L_{a}) + \Delta SA_{c}^{2}(A_{b},\phi_{b})} \dots (C.19)$$

△*SA*_c(*L_a*)=0.03 dB와 △*SA*_c(*A*_b,*f*_b)=0.03 dB를 가정하여 *SA*_t값이 11열에 뒤따른다. 이 예에서 최대 값은 △*SA*_t=0.19 dB(80 MHz에서)와 같다. △*SA*_t=0.20 dB이라는 값은 **4.5.3.1**에 언급되어 있다.

표 C.2	∆ <i>SA</i> t의	계산을	위한 계신	난 예(C.1.3.2	참조)
-------	----------------	-----	-------	-------------	-----

주파수	SAc	Δhr	Δbt	٨d	Λf	ΛΖΑΒ	AZcp	RSS	95%	95%
MHz		∆SAc	ΔSAc	ΔSAc	ΔSAc	ΔSAc	ΔSAc	ΔSAS	ΔSA ₅	ΔSAt
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
30	21.03	0.023	0.018	0.056	0.031	0.110	0.026	0.13	0.15	0.16
35	20.95	0.028	0.020	0.051	0.007	0.080	0.057	0.12	0.13	0.14
40	20.60	0.025	0.024	0.054	0.005	0.059	0.105	0.14	0.16	0.16
45	20.70	0.013	0.028	0.055	0.013	0.036	0.121	0.14	0.16	0.17
50	21.12	0.001	0.033	0.048	0.016	0.010	0.106	0.12	0.14	0.15
60	22.13	0.002	0.044	0.051	0.005	0.027	0.049	0.09	0.10	0.11
70	21.76	0.019	0.050	0.050	0.038	0.061	0.058	0.12	0.14	0.14
80	20.93	0.014	0.041	0.038	0.039	0.104	0.098	0.16	0.18	0.19
90	21.49	0.011	0.012	0.035	0.011	0.121	0.084	0.15	0.18	0.18
100	22.97	0.007	0.021	0.036	0.027	0.106	0.056	0.13	0.15	0.15
120	25.16	0.008	0.039	0.012	0.018	0.051	0.092	0.12	0.13	0.14
140	27.20	0.043	0.043	0.047	0.029	0.055	0.055	0.11	0.13	0.14
160	26.44	0.030	0.032	0.046	0.023	0.097	0.097	0.15	0.18	0.18
180	27.52	0.021	0.021	0.039	0.029	0.086	0.086	0.13	0.16	0.16
200	29.37	0.015	0.015	0.029	0.017	0.057	0.057	0.09	0.10	0.11
250	30.43	0.035	0.019	0.038	0.027	0.089	0.072	0.13	0.15	0.15
300	32.47	0.010	0.008	0.016	0.020	0.075	0.076	0.11	0.13	0.13
400	34.90	0.042	0.054	0.008	0.016	0.084	0.092	0.14	0.16	0.17
500	37.02	0.005	0.006	0.047	0.009	0.068	0.069	0.11	0.12	0.13
600	38.35	0.000	0.004	0.013	0.012	0.075	0.075	0.11	0.12	0.13
700	39.59	0.002	0.046	0.017	0.008	0.080	0.072	0.12	0.14	0.14
800	40.91	0.004	0.051	0.008	0.009	0.071	0.075	0.12	0.13	0.14
900	41.84	0.005	0.018	0.025	0.009	0.075	0.068	0.11	0.12	0.13
1000	42.71	0.011	0.062	0.004	0.010	0.079	0.075	0.13	0.15	0.15
∆SA	(dB)	0.043	0.062	0.056	0.039	0.121	0.121	0.16	0.18	0.19
	네 네 주의	71.0401	치대가운 이			코미니티아		- 지폐권이		 어그 게사
비꼬미	r시믹 굴근 티 겨고이	·석 걸의 비교를 이행	의네값글 : 레니마 조이	의미안다. 1여대	아파 8걸의	무미 키고	이제 사다는	- 일세익법	그 ㅋ미근	ᆹ끄 계산
된 열파리 미교를 취해서만 구여졌다.										

C.1.3.3 hrc와 hrt의 계산(표 C.3)

이 조항에서는 4.4.3.2 a)와 4.4.5에서 규정된 대로 $h_{r,max}(f_s)$ 에 대해 고려한다. 값은 *SA*에서 $h_r > 1$ m에 대해 첫 번째 예리한 최대값을 위한 조사 절차에서 발견될 수 있었다. 예리한 최대값, 즉 수신 안테나에서의 직접파와 간접파의 상쇄에 관련된 최대값이 발견될 때 주의가 필요하다. 4.4.3.2 a)에 규정된 주파수 f_s 에서 h_c (4.5.3.2 참조)의 결과는 표 C.3에 주어져 있다.

또한 **표 C.3**에 측정 불확도 계산의 결과가 주어져 있고, 이득 Δ*h*_{r,max}는 **표 2**에 주어진 허용 오차를 사용하여 **C.1.3.2**에 유사하게 주어져 있다. *h*_{r,max}의 경우에 Δ*h*_t,Δ*d*와 Δ*f* 만이 주목할 만한 부분의 역할을 한다.

△*h*_{tt}(CL=95 %)의 최대값은 0.02 m이다. 0.025 m의 값에 대한 것은 **4.5.2.5**에 언급되어 있다.

주파수	hrc	Δh_t	Δd	Δf	RSS	95%
MHz		$\Delta h_{\rm rc}$	$\Delta h_{\rm rc}$	$\Delta h_{\rm rc}$	$\Delta h_{rc\Sigma}$	$\Delta h_{r,t}$
4.4.3.2 a)	m	m	m	m	m	m
300	2.630	0.014	0.010	0.004	0.017	0.020
600	1.284	0.006	0.005	0.005	0.010	0.011
900	1.723	0.008	0.009	0.002	0.013	0.015
최 대	-	0.014	0.010	0.005	0.017	0.020

표 C.3 h_c와 △h_t의 계산을 위한 수치 예(C.1.3.3 참조)

C.1.3.4 *f*_c와 △*f*_i의 계산(표 C.4)

이 조항은 4.4.3.2 b)와 4.4.6에 규정된 대로 $f_{max}(h, f_s)$ 을 고려한다. 그 값은 규정된 조합{ h, f_s }에 대한 *SA*의 최대값을 위한 조사 절차에 의해 알 수 있다. 예리한 최대값, 즉 수신 안테나에서의 직접 파와 간접파의 상쇄에 관련된 최대값이 발견될 때 주의가 필요하다. 4.4.3.2 b)에 규정된 조합에서 $f_c(4.5.3.3 \text{ 참조})$ 의 결과는 표 C.4에 주어져 있다.

주파수/높이	fc	Δh_r	Δ <i>h</i> t	∆d	RSS	95 %
MHz/m		∆f₀∕fc	∆f₀∕fc	∆f₀∕fc	∆fc∑/fc	∆ft/fc
4.4.3.2b)	MHz					
300/2.65	297.4	0.004	0.006	0.005	0.009	0.010
600/1.30	592.6	0.008	0.005	0.004	0.010	0.012
900/1,70	912.1	0.006	0.005	0.004	0.009	0.010
최 대		0.008	0.006	0.005	0.010	0.012

표 C.4 fc와 △fc의 계산을 위한 수치 예(C.1.3.4 참조)

또한 **표** C.4에 측정 불확도 계산의 결과가 주어져 있고, 이득 Δ*ħ*/*ħ*는 **표** 2에 주어진 허용 오차를 사용하여 C.1.3.2에 유사하게 주어져 있다. *f*_{max}의 경우에 Δ*h*,Δ*h*,Δ*d* 만이 주목할 만한 부분의 역할 을 한다. Δ*ħ*(CL=95 %)의 최대값은 0.012*ħ*이다. 0.015*ħ*의 값에 대한 것은 **4.5.2.7**에 언급되어 있다.

C.2 수치 계산

이 조항은 안테나 임피던스, 전체 안테나 길이와 최소 시험장 감쇠의 계산을 위한 대체의 접근을 제 시한다. 이 접근은 PC상에서 동작될 수 있는 모멘트 방법을 기초로 한 상업적으로 이용 가능한 컴퓨 터 프로그램을 이용한다. 이러한 프로그램의 예가 MININEC이다[C.6, C.7]. 이 방법은 선 안테나상 의 정현파 전류 분배를 가정하지는 않는다.

이 프로그램에서 안테나는 분석 목적을 위해 마디로 분할한다. 정확한 결과를 얻기 위해 마디는 파 장에 비교하여 너무 길지도 너무 짧지도 않아야 하고 마디의 길이는 마디의 직결보다는 커야 한다. 약 30마디/반파장이 좋은 결과를 준다.

선택된 마디가 적절한지를 확인하기 위하여, 마디의 수가 증가함에 따라 한 마디의 계산된 임피던스 와 전류의 집합점을 조사할 수 있다. 프로그램은 무한히, 완벽하게 도전되는 접지면이 이 모델에 포 함되는 것을 허용한다. 또한 프로그램은 하나의 선(wire)상에 적용된 전압과 총괄적인 부하 임피던스 가 선상의 한 지점에 연결되는 것을 허용한다.

C.2.1 안테나 입력 임피던스

급전 지점의 안테나 입력 임피던스 Za는 프로그램의 출력으로부터 읽을 수 있다.

C.2.2 시험 안테나의 전체 길이

안테나의 길이는 안테나가 자유 공간에서 공진하도록[즉 0(zero) 입력 리액턴스를 가지도록] 선택되 어야 한다. 길이는 반복적으로 선택된다. 반파장에 동일한 안테나 길이로 시작하여 프로그램은 입력 리액턴스를 결정하도록 동작된다. 입력 리액턴스가 양(positive)이면, 안테나 길이는 감소하고, 음 (negative)이면 안테나 길이는 증가한다. 프로그램은 새로운 안테나 입력 리액턴스를 결정하도록 새 로운 안테나 길이에 대해 다시 동작된다.

안테나 길이의 변화와 결과적인 안테나 입력 리액턴스의 계산 과정은 입력 리액턴스의 계수가 1Ω보 다 작을 때까지 반복된다. 이 단계에서 안테나는 정확한 길이를 갖는다.

C.2.3 이론적인 시험장 감쇠

모멘트 프로그램에 도입되는 기하학은 무한하고, 완벽한 전도 접지면 위의 2개의 선으로 구성되어 있다. 2개의 선은 정확한 높이와 분리를 가진다. 송신 안테나로 표현되는 선은 중심에서에 *U*₄=1+ /0V의 전압으로 급전되고 수신 안테나로 표현되는 선은 *Z_{CD}*(수신 안테나와 수신기의 발룬과 케이블 의 직렬 결합의 입력 임피던스, **그림 C.2** 참조)와 동일한 임피던스를 가진 부하로 된다. 프로그램 출력에서 중요 인자는 송신 안테나의 입력 임피던스와 부하 전류의 진폭이다.

시험장 감쇠는 다음 식으로 주어진다. $SA_{c} = 20 \log_{10} \left\{ \frac{U_{f}}{|I_{2}|} \left| \frac{Z_{a} + Z_{AB}}{Z_{a}(Z_{AB} + Z_{CD})} \right| \right\}$(C.20)

여기에서 l_2 : 부하 전류(**그림 C.2** 참조).

Z_a : 송신 안테나의 입력 임피던스(**C.2.1** 참조).

 ZAB: 송신 안테나와 발생기의 발룬과 케이블의 직렬 결합의 입력 임피던스

 ZCD: 수신 안테나와 수신기의 발룬과 케이블의 직렬 결합의 입력 임피던

 스(그림 C.2 참조)

위의 공식은 발룬 머리가 서로 연결되어 있을 경우에 적절한 최소의 시험장 감쇠를 제공한다. 대신 에 발생기와 수신기로부터의 케이블이 서로 연결되어 있을 경우, 측정된 S 인자를 시험장 감쇠의 계 산에 도입한다.

C.3 참고 문헌

- [C.1] High-Frequency Models in Antenna Investigations, Brown & King, Proc. IRE, vol. 22, No. 4, pp 457 - 480, April 1934.
- [C.2] Antenna Theory, Analysis and Design, Balanis C.A., Harper&Row, Section 7.3.2., NewYork, 1982. (Othertextbooksonantennatheorymayprovidean expression for the antennaim pedance as well.)
- [C.3] Handbook of Mathematical Functions, Abramowitz M. and Stegun I.A., Dover, Section 5.2., New York, 1972.
- [C.4] Formulation of Normalized Site Attenuation in terms of Antenna Impedances, Sigiura A., Trans. IEEE on EMC, EMC-32, 4, pp 257-263, 1990.
- [C.5] NIST Technical Note 1297, Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results, 1994 Edition.
- [C.6] The MININEC system: Microcomputer Analysis of Wire Antennas, Rockway J.W., Logan J.C., Daniel W.S.T. and Li S.T., Artech House, London, 1988.
- [C.7] Low Measurement Uncertainties in the frequency Range 30MHz to 1GHz Using a Calcuable Standard Dipole Antenna and a National Reference Ground Plane, Alexander M.J. and Salter M.J., IEE Proc. Sci. Meas. Technol., vol 143, No.4, July 1996.

부속서 D(참고) 고정 길이 다이폴(30 MHz ≤ f ≤ 80 MHz)의 적용 심의 중(4.3.2.2 참조)

부속서 E(참고) C.1.3에 사용된 파스칼 프로그램

이 부속서의 목적은 필요한 계산에 쉽게 접근할 수 있도록 만드는 것이다. 다음 파스칼 프로그램 (Turbo Pascal 7.0)은 **C.1.3**에 주어진 결과의 계산을 위해 사용된다. 이 프로그램을 최적화하기 위 한 시도는 없었다.

프로그래밍은 쉽게 확인할 수 있도록 **C.1**에 주어진 식을 밀접하게 따른다. PROCEDURE의 끝의 *{comment}* 부분은 상응하는 식을 참고로 한다. *{Calculation}* 뒤의 "실제 프로그램(actual program)"은 계산된 *L*a와 *SA*c의 2개 선(lines)으로만 구성된다. 그 부분은 *{Input Data}* 부분에 선행 하고 *{Output}*에 후속이 된다. 후자의 2개 부분은 실제 계산이 수행될 때 쉽게 적용된다.

PROGRAM analytical_calculation_SA_OATS; USES crt,dos; LABEL impedance, calculate; VAR f,f0,laf,la0,wr,ht,hr,d,rab,xab,rcd,xcd,saf,arc,fir: real; yn : char;

PROCEDURE cprod(r1,i1,r2,i2:real; var rz,iz:real); begin rz:= r1*r2-i1*i2; iz:= i1*r2+r1*i2; end; {cprod, complex product}

PROCEDURE fsc(x:real; var fx: real); var a1,a2,b1,b2,nom,denom:real; begin a1:= 7.241163; a2:= 2.463936; b1:= 9.068580; b2:= 7.157433; nom:= x*x*x*a1*x*x+a2; denom:= x*x*x*a1*x*x+a2; fx:= nom/denom/x; end; {fsc, equation (C.5c)}

PROCEDURE gsc(x:real; var gx: real); var c1,c2,d1,d2,nom,denom:real; begin c1:= 7.547478; c2:= 1.564072; d1:=12.723684; d2:=15.723606; nom:= x*x*x+c1*x*x+c2; denom:= x*x*x+c1*x*x+d2; gx:= nom/denom/x/x; end; {gsc, equation (C.5c)}

PROCEDURE Si(x:real; var six:real); var fx,gx:real; begin if x>=1 then begin fsc(x,fx); gsc(x,gx); six:= Pi/2-fx*cos(x)-gx*sin(x); end; if x<1 then six:= x-x*x*x/18+x*x*x*x/600-x*x*x*x*x*x/35280; end; {Si, equation (C.5a)}

var fx,gx,sum: real; begin if x>=1 then begin $fsc(x,fx); gsc(x,gx); cix:= fx^sin(x)-gx^ccos(x);$ end; if x<1 then cix:= 0.577+ln(x)-x*x/4+x*x*x/96-x*x*x*x*x/4320+x*x*x*x*x*x/322560; end; {Ci, equation (C.5b)} PROCEDURE Ra(f,laf:real; var raf:real); var kx0,g,k,x,cix,ci2x,six,si2x,ssi,sci:real; begin kx0:= 377/2/Pi; g:= 0.577; k:= 2*Pi*f/3E8; Si(k*laf,six); Ci(k*laf,cix); Si(2*k*laf,si2x); Ci(2*k*laf,ci2x); ssi:= si2x-2*six; sci:= g+ln(k*laf/2)+ci2x-2*cix; x:= k*laf; raf:= $kx0^{(g+ln(x)-cix+sin(x)*ssi/2+cos(x)*sci/2)/sin(x/2)/sin(x/2);$ end; {Ra, free space, equation (C.13)} PROCEDURE Xa(f,laf,wr:real; var xaf:real); var kx0,k,x,cix,ci2x,cixa,six,si2x,ssi,sci:real; begin kx0:= 377/4/Pi; k:= 2*Pi*f/3E8; Si(k*laf,six); Ci(k*laf,cix); Si(2*k*laf,si2x); Ci(2*k*laf,ci2x); Ci(2*k*wr*wr/laf,cixa); ssi:= 2*six+cos(k*laf)*(2*six-si2x); sci:= sin(k*laf)*(2*cix-ci2x-cixa); x:= k*laf/2; xaf:= kx0*(ssi-sci)/sin(x)/sin(x); end; {Xa, equation (C.3)} PROCEDURE la(f,wr:real; var laf:real); label again; var del,lat,lao,xat:real; begin del:= 0.1; lat:= 3E8/f/2; lao:= lat; again: Xa(f,lat,wr,xat); lat:= lat-del*lat; if xat>0 then begin lao:= lat; goto again; end; lat:= lao+1.1*del*lao; Xa(f,lat,wr,xat); if abs(xat)>0.00001 then begin del:= del/10; goto again; end; laf:= lat; end; {la, length antenna (f), equation (C.2)}

PROCEDURE Ci(x:real; var cix:real);

PROCEDURE Rm(r,f,laf,s1,s2,s3,s4:real; var rmf:real); var k,fac,kcr,kc1,kc2,kc3,kc4,ks1,ks2,ks3,ks4,t1,t2,t3:real; begin k:= 2*Pi*f/3E8; fac:= 377/4/Pi/sin(k*laf/2)/sin(k*laf/2); Ci(k*r,kcr); Ci(k*s1,kc1); Ci(k*s2,kc2); Ci(k*s3,kc3); Ci(k*s4,kc4); Si(k*s1,ks1); Si(k*s2,ks2); Si(k*s3,ks3); Si(k*s4,ks4); t1:= 2*(2*kcr-kc3-kc4); t2:= cos(k*laf)*(2*kcr+kc1+kc2-2*kc3-2*kc4);

t3:= sin(k*laf)*(ks1-ks2-2*ks3+2*ks4);

rmf:= fac*(t1+t2+t3);

end; {R-mutual, equation (C.14)}

```
PROCEDURE Xm(r,f,laf,s1,s2,s3,s4:real; var xmf:real);
var k,fac,ksr,kc1,kc2,kc3,kc4,ks1,ks2,ks3,ks4,t1,t2,t3:real;
begin
k:= 2*Pi*f/3E8; fac:= 377/4/Pi/sin(k*laf/2)/sin(k*laf/2);
```

Si(k*r,ksr); Si(k*s1,ks1); Si(k*s2,ks2); Si(k*s3,ks3); Si(k*s4,ks4); Ci(k*s1,kc1); Ci(k*s2,kc2); Ci(k*s3,kc3); Ci(k*s4,kc4); t1:= 2*(2*ksr-ks3-ks4); t2:= cos(k*laf)*(2*ksr+ks1+ks2-2*ks3-2*ks4); t3:= sin(k*laf)*(kc1-kc2-2*kc3+2*kc4); xmf:= -fac*(t1+t2-t3);

end; {X-mutual, equation (C.15)}

PROCEDURE Dist(r,laf:real; var s1,s2,s3,s4:real); var sqr1,sqr2:real; begin sqr1:= sqrt(r*r+laf*laf); sqr2:= sqrt(r*r+laf*laf/4); s1:= sqr1+laf; s2:= sqr1-laf; s3:= sqr2+laf/2; s4:= sqr2-laf/2; end; {Distances, equation (C.16)}

```
PROCEDURE SA(f,f0,d,ht,hr,arc,fir,rab,xab,rcd,xcd:real; var saf:real);
var r,r11,x11,r12,x12,r13,x13,r14,x14,r22,x22,r24,x24,rrc,irc,
  rd,xd,rna,xna,rnb,xnb,rn,xn,s1,s2,s3,s4,wr0,la0,alpha :real;
begin
 rrc:= arc*cos(fir); irc:= arc*sin(fir); alpha:= 40;
 wr0:= 1.5E8/f0/sqrt(exp(alpha)); la(f0,wr0,la0);
 Ra(f,la0,r11); Xa(f,la0,wr0,x11); r22:= r11; x22:= x11;
 r:= sqrt(d*d+(ht-hr)*(ht-hr)); Dist(r,la0,s1,s2,s3,s4);
 Rm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,r12); Xm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,x12);
 r:= 2*ht; Dist(r,la0,s1,s2,s3,s4);
 Rm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,rd); Xm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,xd);
 cprod(rrc,irc,rd,xd,r13,x13);
 r:= sqrt(d*d+(ht+hr)*(ht+hr)); Dist(r,la0,s1,s2,s3,s4);
 Rm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,rd); Xm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,xd);
 cprod(rrc,irc,rd,xd,r14,x14);
 r:= 2*hr; Dist(r,la0,s1,s2,s3,s4);
 Rm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,rd); Xm(r,f,la0,s1,s2,s3,s4,xd);
 cprod(rrc,irc,rd,xd,r24,x24);
 cprod(r12+r14,x12+x14,rab+rcd,xab+xcd,rd,xd);
 cprod(rab+r11+r13,xab+x11+x13,rcd+r22+r24,xcd+x22+x24,rna,xna);
 cprod(r12+r14,x12+x14,r12+r14,x12+x14,rnb,xnb);
 rn:= rna-rnb; xn:= xna-xnb;
 saf:= sqrt((rn*rn+xn*xn)/(rd*rd+xd*xd));
 saf:= 20*ln(saf)/ln(10);
```

```
end; {SA, Eqs.(C.6) and (C.12)}
```

PROCEDURE YesNo(var rk: char); begin repeat rk:= readkey; rk:= upcase(rk); until (rk= 'Y') or (rk= 'N'); writeln(rk); end; {Yes/No}

BEGIN

writeln; END.

```
{Input Data}
clrscr;
 write('Frequency
                            (MHz)= '); read(f ); f:= f*1E6;
 write('Radius Wire Antenna
                                  (mm)= '); read(wr ); wr:= wr*1E-3;
 write('Height Transmitting Antenna (m)= '); read(ht );
 write('Height Receiving Antenna (m)='); read(hr );
 write('Horizontal Antenna Distance (m)='); read(d );
 write('Ideal Plane Reflection? (Y/N)='); YesNo(yn); if yn='Y' then
 begin arc:=1; fir:= Pi; goto impedance; end;
 write('Modulus Reflection Coefficient = '); read(arc);
 write('Phase Refl. Coef. (Degrees)='); read(fir); fir:= fir*Pi/180;
impedance:
 write('Ideal Antenna Impedance (Y/N)='); YesNo(yn); if yn='Y' then
 begin rab:= 100; xab:= 0; rcd:= 100; xcd:= 0; goto calculate; end;
 write('R-AB (transmit)
                              (Ohm)='); read(rab);
                              (Ohm)='); read(xab);
 write('X-AB (transmit)
 write('R-CD (receive)
                              (Ohm)= '); read(rcd);
 write('X-CD (receive)
                              (Ohm)= '); read(xcd);
 {Calculations}
calculate:
 f0:=f
 la(f0,wr,laf);
 SA(f,f0,d,ht,hr,arc,fir,rab,xab,rcd,xcd,saf);
 {Output Data}
 writeln:
 writeln('f(MHz)= ',f/1E6:3:0,' La(m)= ',laf:3:3,' SAc(dB)= ',saf:3:3);
```

부속서 F(참고) 확인 절차 체크 리스트(4.)

표 F.1 CALTS 확인 보고서에 표현해야 할 항목

참조 4.6.2	항 목	주 의
а	일반 정보(General inform ation)	
a1	주소, CALTS 위치	
a2	주소, CALTS 소유자의 전화/팩스 번호	
a3	주소, CALTS 확인 보고서에 책임이 있는 인원/조직의 전화/팩스 번호	a2와 동일할 수 있음.
-1	주소, CALTS 확인을 수행한 인원/조직의 전화/팩스 번호	a2 및/또는 a3과 동일
a4		할 수 있음.
a5	a2,a3과 a4에 관련된 인원/조직의 서명	
	 CALTS 구조의 일반적이 성명과 CALTS 화이 돌아에 사용되 보조 부	설명을 위해 사진, 도면,
a6		부품 번호가 사용될 수 있
		다.
a7	CALTS 확인 종결 일자와 확인 보고서의 발행 일자	
b	유효성 평가(Validity assessment)	
b1	유효성 평가 결과	
b2	당면한 CALTS 확인의 유효성 검토 주기	
b3	제한 조건과 구조의 식별	
с	시험 안테나(Test antennas)	
c1	계산 가능한 안테나의 식별	형식, 부품 번호
c2	적용 가능한 규범적 규정에 대한 적합성 확인	4.3.2 참조 및 표 2의 값
c3	사용된 특성 임피던스의 확인	4.3.2.7 참조
d	시험 배치(Test set-up)	
d1	시험 배치의 상세 설명	
d2	적용 가능한 규범적 규정에 대한 적합성 확인	4.4.2 참조 및 표 2의 값
е	측정(Measurements)	
e1	규정 주파수와의 차이에 대한 적용 가능한 이론적인 근거	4.4.3.3 참조
e2	4.4.4와 표 1에 의한 SA 측정 결과와 SA 불확도의 검토	4.4.3.1 및 4.4.4 참조
e3	안테나 높이 소인 측정 또는 주파수 소인 측정의 결과 및 불확도	4.4.3.2 및 4.4.5 또는
		4.4.6 참조
f	시험장 감쇠의 계산과 허용 오차	4.5.2 참조
f1	SA를 위해 사용된 계산 방법의 설명 및 최대 SA를 위한 높이 또는	참조 부속서 C 또는 계산
	주파수 판단 기준	설자
f2	이론적인 SA 및 높이 또는 주파수 판단 기준의 결정	
f3	표 2와 차이가 있는 경우 기설정값 또는 계산값을 사용한 전체 측정 ■ N= 0, 202	식 (5)와 (6) 또는 (7)
	물확도의 결정	
g	색합성 판단 기준 계산 	4.5.3 참소
g1	계산과 측정된 SA값의 설대값 및 안테나 높이 또는 수파주의 결정	
g2	SA의 허용된 허용 오자와 측성 물확도 사이의 자이 및 안테나 높이 	
	또는 주파주의 결정	
g3	식 (8)과 (9) 또는 (10)을 사용한 석합성 확인 과학님에 리는 한동 지수(1,1,1,1)	
h	석합성에 대한 죄송 신울(statement)	
h1	유효성 수기를 고려한 결과의 요약, 석합성 선언 및 제한적인 조건과 구제	D 삼소

해설 1 전기용품안전기준의 한국산업표준과 단일화의 취지

1. 개요

이 기준은 전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 안전관리를 수행함에 있어 국가표준 인 한국산업표준(KS)을 최대한 인용하여 단일화한 전기용품안전기준이다.

2. 배경 및 목적

전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 인증을 위한 시험의 기준은 2000년부터 국제표 준을 기반으로 안전성 규격을 도입·인용하여 운영해 왔으며 또한 한국산업표준도 2000년부터 국제표 준에 바탕을 두고 있으므로 규격의 내용은 양자가 거의 동일하다.

따라서 전기용품안전관리법에 따른 안전기준과 한국산업표준의 중복인증이 발생하였으며, 기준의 단 일화가 필요하게 되었다.

전기용품 안전인증기준의 단일화는 기업의 인증대상제품의 인증시 시간과 비용을 줄이기 위한 목적 이며, 국가표준인 한국산업표준과 IEC 국제표준을 기반으로 단일화를 추진이 필요하다.

또한 전기용품 안전인증기준을 한국산업표준을 기반으로 단일화 함으로써 한국산업표준의 위상을 강화하고, 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국 산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 하였다.

3. 단일화 방향

전기용품안전관리법에서 적용하기 위한 안전기준을 동일한 한국산업표준으로 간단히 전기용품안전 기준으로 채택하면 되겠지만, 전기용품안전기준은 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 국내기업의 여건에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 기준을 여러번의 개정을 통해 변경함으로써 한국 산업표준과의 차이를 보이게 되었다.

한국산업표준과 전기용품안전기준의 단일화 방향을 두 기준 모두 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 전기용품안전기준에서 한국산업표준과 중복되는 부분은 그 내용을 그대로 인용하는 방식으로 구성하 고자 한다.

안전기준에서 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 개정된 시험항목과 시험방법, 변경된 기준은 별도의 항을 추가하도록 하였다.

한국산업표준과 전기용품안전기준을 비교하여 한국산업표준의 최신판일 경우는 한국산업표준의 내 용을 기준으로 전기용품안전기준의 내용을 개정키로 하며, 이 경우 전기용품안전기준의 구판은 병행 적용함으로서 그간의 인증받은 제품들이 개정기준에 맞추어 개선할 시간적 여유를 줌으로서 기업의 혼란을 방지하고자 한다.

그리고 국제표준이 개정되어 판번이 변경되었을 경우는 그 최신판을 한국산업표준으로 개정 요청을 하고 그리고 전기용품안전기준으로 그 내용을 채택함으로써 전기용품안전기준을 국제표준에 신속하 게 대응하고자 한다.

그리고 전기용품안전기준에서만 규정되어 있는 고유기준은 한국산업표준에도 제정요청하고, 아울러 필요시 국제표준에도 제안하여 우리기술을 국제표준에 반영하고자 한다.

4. 향후

한국산업표준과 전기용품안전기준의 중복시험 항목을 없애고 단일화 함으로써 표준과 기준의 이원화 에 따른 중복인증의 기업부담을 경감시키고, KS표준의 위상을 강화하고자 한다.

아울러 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산 업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 한다.

또한 국제인증기구는 국제표준 인증체계를 확대하는 추세에 있으며, 표준을 활용하여 자국 기업의 경쟁력을 강화하는 추세에 있다. 이에 대응하여 국가표준과 안전기준이 국제표준에 신속히 대응함으 로서 우리나라의 수출기업이 인증에 애로사항을 감소하도록 한다.

해설 2 전기용품안전기준의 추가대체항목 해설

이 해설은 전기용품안전기준으로 한국산업표준을 채택함에 있어 추가대체하는 항목을 적용하는 데 이해를 돕고자 주요사항을 기술한 것으로 규격의 일부가 아니며, 참고자료 또는 보충자료로만 사용 된다.
 구 분 성명 근무치
 직 위

 (위 원 장)

 (위 원)

 (기 원)

 (기 원)

 원)

 (인-지역임자)

전기용품안전기준의 열람은 국가기술표준원 홈페이지(<u>http://www.kats.go.kr</u>), 및 제품안전정 보센터(<u>http://www.safety.korea.kr</u>)를 이용하여 주시고, 이 전기용품안전기준에 대한 의견 또는 질문은 산업통상자원부 국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과(☎ 043-870-5441~9)으로 연락하여 주십시오.

(참여연구원)

이 안전기준은 전기용품안전관리법 제3조의 규정에 따라 매 5년마다 안전기준전문위원회에 서 심의되어 제정, 개정 또는 폐지됩니다.

KC CISPR 16-1-5 : 2015-09-23

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Specifications and validation procedures for CALTS and REFTS from 30 MHz to 1 000 MHz

ICS 33.120.10;33.120.30

Korean Agency for Technology and Standards http://www.kats.go.kr

C



산업통상자원부 국가기술표준원 Korean Agency for Technology and Standards Ministry of Trade, Industry & Energy 주소 : (우) 369-811 충북 음성군 맹동면 이수로 93 TEL : 043-870-5441~9 <u>http://www.kats.go.kr</u>

