

## 無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置

## 第3編 補助装置 — 妨害波電力

## 目 次

はじめに .....	1
1. 適用範囲 .....	1
2. 引用規格 .....	1
3. 用語の定義と略語 .....	1
4. 吸収クランプ装置 .....	2
付則 A (情報) 吸収クランプの構造 (4.2 節参照) .....	1 5
付則 B (規定) 吸収クランプおよび補助クランプの較正および適合性確認方法 (4 章参照) ..	1 7
付則 C (規定) 吸収クランプ試験場の適合性確認 (4 章参照) .....	2 8
図 1 吸収クランプ測定法および関連の較正ならびに適合性確認手順の概要 .....	1 1
図 2 吸収クランプ試験方法の概略図 .....	1 3
図 3 クランプ較正法の概要図 .....	1 4
図 A.1 吸収クランプとその部品 .....	1 5
図 A.2 吸収クランプの構造例 .....	1 6
図 B.1 基本の較正試験場 .....	2 4
図 B.2 被試験導線の軸合わせガイドの位置 .....	2 4
図 B.3 較正ジグの側面図 .....	2 5
図 B.4 ジグの平面図 .....	2 5
図 B.5 ジグの垂直フランジの側面図 .....	2 5
図 B.6 参照装置較正法の試験配置 .....	2 6
図 B.7 参照装置の仕様 .....	2 6
図 B.8 減結合係数 D F の測定配置 .....	2 7
図 B.9 減結合係数 D R の測定配置 .....	2 7
図 C.1 クランプ試験場の適合性確認のための基本の較正法を用いたクランプ試験場 減衰量測定の試験配置 .....	3 0
表 1 3 種類のクランプ較正法の特徴およびそれらの関連の概要 .....	1 2

はじめに

本編は、CISPR16-1-3（第 2.0 版 2004-06）に準拠し、無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格のうち、第 1 部：無線周波妨害波およびイミュニティの測定装置、第 3 編：補助装置－妨害波電力－の技術的条件および性能評価法について定めたものである。

本編は、4 つの節および付則から構成される。付則 A は技術情報であり、付則 B および C は拘束力を持つ規格である。

## 1 適用範囲

本編は、周波数 30MHz から 1GHz までの帯域における無線周波妨害波電力測定のための吸収クランプの特性と較正法に関して定めた基本的な規格である。

## 2 引用規格

以下の引用規格は、本規格の利用に不可欠なものである。発行年が記された規格は、その規格を適用する。記されていない規格は最新の規格（あらゆる修正を含む）を適用する。

[1] CISPR 16-2-2 (2003)：無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格

－第 2 編：無線周波妨害波およびイミュニティ測定法－ 妨害波電力の測定

[2] CISPR 16-4-2：無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格

第 4 部－第 2 編：不確かさ、統計および許容値モデル－ EMC 測定の不確かさ

[3] JIS C 60050-161 (1997)：国際電気工学用語（IEV） 161 章：電磁両立性

## 3 用語の定義と略語

### 3.1 用語の定義

JIS C 60050-161 の適用すべき項目を参照すること。

### 3.2 略語

ACA	吸収クランプ
ACMM	吸収クランプ測定法
ACRS	吸収クランプ基準試験場
ACTS	吸収クランプ試験場
CF	クランプ係数
CRP	クランプ基準点
DF	減結合係数

DR	測定受信機の不平衡インピーダンスからの電流トランスの減結合を規定する減結合係数
JTF	ジグ変換係数
LUT	被試験導線
RTF	参照変換係数
SAD	補助クランプ
SAR	電波半無響室
SRP	移動基準点

## 4 吸収クランプ装置

### 4.1 まえがき

吸収クランプを使用する妨害波電力の測定は、30MHz を超える周波数範囲の放射妨害波レベルを評価するための方法である。この測定法は、放射妨害波試験場（OATS）における妨害波電界強度測定の代替手段である。吸収クランプを用いる妨害波測定法、すなわち吸収クランプ測定法（ACMM）を、CISPR16-2-2 (第2部—第2編)の7章に記載する。

ACMM は次の測定装置を使用する。

- 吸収クランプ
- 補助クランプ（第2の吸収装置）
- 吸収クランプ試験場

図1は、この方法に要求される装置、装置の較正と検証の方法を含めて、吸収クランプ測定法の全体像を示している。本章では ACMM に必要な装置の要求事項を規定する。吸収クランプ較正方法およびクランプ装置、補助クランプの諸特性に関する検証法の詳細については、付則Bに記載する。吸収クランプ試験場の適合性確認については、付則Cに記載する。吸収クランプを用いる妨害波測定は、構造および寸法に依存するが、ある種の機器に適している。正確な測定手順および適用性は、機器の種類に応じて規定すべきである。(接続線のない)供試装置自身の寸法が波長の  $1/4$  に近い場合、装置筐体からの直接放射が起こりうる。外部導線として電源線のみを有する装置の妨害能力は、この線が送信アンテナとして動作するため、電源線に供給できる妨害波電力によって評価できる。この妨害波電力は、電源線に装着した適切な電力吸収装置によって吸収される電力にほぼ等しい。但し、吸収装置は吸収電力が最大になる位置に置く。ここで、機器からの直接放射は考慮していない。電源線以外の外部導線を有する機器は、その導線の遮蔽の有無にかかわらず、電源線からの放射と同様に、その導線から妨害波エネルギーを放射しうる。したがって、吸収クランプを用いる妨害波測定は、この種の導線にも同様に適用することができる。

ACMM の適用法については、CISPR16-2-2 (第2部—第2編)の7.9節に、より詳細に規定する。

## 4.2 吸収クランプ

### 4.2.1 吸収クランプの説明

付則 A に、吸収クランプの構造とその典型的な例を示す。

吸収クランプは、次の 5 つの部分から構成されている。

- － 広帯域高周波電流プローブ
- － 被試験導線用の広帯域高周波電力吸収およびインピーダンス安定部
- － 電流プローブと測定用受信機間の同軸ケーブル表面上の高周波電流を減衰するために用いる吸収スリーブおよびフェライトリング
- － 吸収クランプの出力端子と測定用受信機の同軸ケーブルとの間に挿入される 6dB 減衰器
- － 測定用受信機の同軸ケーブル

クランプ内の電流プローブの前面（線路の長さ方向）の位置をクランプ基準点（CRP）とする。基準点は測定時のクランプの位置を決定するために使用する。CRP は吸収クランプの筐体の外側に表示しなければならない。

### 4.2.2 クランプ係数およびクランプ試験場減衰量

ACMM を実際の供試装置に適用する場合の概略を図 2 に示す。ACMM の詳細は CISPR16-2-2（第 2 部－第 2 編）の 7 章に記載する。

妨害波電力の測定では、吸収クランプの入力端で、供試装置から発生する不平衡電流を電流プローブを用いて測定する。被試験導線を取り囲むクランプのフェライト吸収体は、電流プローブに電源側からの妨害波が混入しないように防いでいる。導線を直線状に伸ばして伝送線路を形成し、これに沿って吸収クランプを移動して、最大電流を求める。吸収クランプの位置を変えることにより、供試装置から見た吸収クランプの入カインピーダンスは変化する。したがって、クランプの最適位置で、最大妨害波電流、すなわち受信機入力における最大妨害波電圧を測定することができる。

この状態において、対象測定量すなわち供試装置の妨害波電力 $P_{eut}$ は、クランプの出力信号 $V_{rec}$ と吸収クランプのクランプ係数 $CF_{act}$ を用いて次のように関連付けられる。

$$P_{eut} = CF_{act} + V_{rec} \quad (1)$$

ここで、

- $P_{eut}$  : 供試装置の妨害波電力 (dBpW)
- $V_{rec}$  : 測定された電圧(dB  $\mu$  V)
- $CF_{act}$  : 実際のクランプ係数 (dBpW/ $\mu$  V)

理論的には、受信機入力での受信電力レベル $P_{rec}$ (dBpW)は次の式を用いて計算できる。

$$P_{\text{rec}} = V_{\text{rec}} - 10 \cdot \log(Z_i) = V_{\text{rec}} - 17 \quad (2)$$

ここで、

$Z_i$  : 50Ω、測定受信機の入カインピーダンス

$V_{\text{rec}}$  : 測定された電圧レベル(dBμV)

式(1)および(2)を用いて、供試装置から放射される妨害波電力 $P_{\text{eut}}$ と受信機で受信される電力 $P_{\text{rec}}$ との関係が導ける。

$$P_{\text{eut}} - P_{\text{rec}} = CF_{\text{act}} + 17 \quad (3)$$

供試装置から放射される妨害波電力と、受信機で受信される電力との理論的な関係は、実際のクランプ試験場減衰量 $A_{\text{act}}$ (dB)として定義される。

$$A_{\text{act}} \equiv P_{\text{eut}} - P_{\text{rec}} = CF_{\text{act}} + 17 \quad (4)$$

この実際のクランプ試験場減衰量は、3つの特性に依存する。

- － クランプ応答特性
- － 試験場特性
- － 供試装置特性

#### 4.2.3 吸収クランプの減結合機能

吸収クランプの電流プローブは妨害波電力を測定するが、一方、被試験導線を取り囲むフェライトリングは、不平衡インピーダンスを高めて導線の遠端から伝搬してくる妨害波を低減し、これによって遠端と電流プローブを分離している。この分離によって、接続された電源ならびに遠方端インピーダンスが電流測定値に及ぼす影響を低減している。この減結合減衰量を、減結合係数(DF)と呼ぶ。

更に別の減結合機能が吸収クランプに必要である。すなわち、測定用受信機の接続ケーブルの不平衡(すなわちコモンモード)インピーダンスを高めることによって、電流プローブを受信機から分離することである。この分離は、電流プローブから受信機までのケーブルに装着したフェライトリングの吸収特性によって達成する。この減結合量を、測定用受信機に対する減結合係数(DR)と呼ぶ。

#### 4.2.4 吸収クランプ(ACA)に対する要求事項

妨害波電力測定用吸収クランプは、次の要求事項に適合しなければならない:

- a) 吸収クランプの実際のクランプ係数( $CF_{\text{act}}$ )は、4.2.2項で定義されており、付則Bの測定方法に従って決定すること。また、クランプ係数の不確かさも、付則Bに従って決定すること。
- b) 被試験導線用の広帯域高周波電力吸収およびインピーダンス安定部の減結合係数(DF)は、付則Bの測定手順に従って検証すること。この減結合係数は、全ての周波数範囲において21dB以上であること。(なお、補助クランプを追加して21dBを満足してもよい。)

- c) 電流プローブと吸収クランプ出力端子間の減結合係数(DR)は、付則Bの測定手順に従って決定すること。この減結合係数は、全ての周波数範囲において 30dB 以上であること。30dB には、吸収クランプの減衰 20.5dB および結合／減結合ネットワーク(CDN)の減衰 9.5dB が含まれている。
- d) クランプ筐体の長さは 600mm±40mm であること。
- e) 少なくとも 6dB の 50Ω 高周波減衰器を、クランプ出力端子に直接接続すること。

#### 4.3 複数の吸収クランプの較正法およびそれらの関係

クランプ較正の目的は、供試装置を用いた実際の測定にできる限り似た状況で、クランプ係数 CF を決定することである。しかし、4.2.2 項で述べたように、クランプ係数は供試装置、クランプ特性、試験場特性に依存する。このため、標準化(再現性)のために、較正は規定された再現性のある性能を備えた試験場において、再現性のある性能をもつ信号発生器ならびに受信機を用いて行うこと。これらの条件のもとでは、較正すべき吸収クランプの特性のみが変動要因である。

吸収クランプの較正方法として以下の3方法が開発されており、それぞれ独自の利点、欠点および適用性を有している(表1参照)。図3に、3種類の方法の概要を示す。

それぞれの較正方法は、以下のように2段階から構成されている。

第1は、基準値を得るために、(50Ωの出力インピーダンスをもつ)高周波信号発生器の出力端に 10dB の減衰器を接続して、その電力 $P_{gen}$ を受信機を用いて直接測定する(図3a参照)。第2に、次の3種類の方法のうちのどれかを用いて、第1と同様に高周波信号発生器の出力端に 10dB の減衰器を接続して、その妨害波電力をクランプを通して測定する。

##### a) 基本の方法

基本の吸収クランプの較正方法は、大型の垂直基準導体面を備えた基準試験場を使用する(図3b参照)。この方法は、定義に従ってCFを直接求めることができる。これは基本の較正方法であり、許容値の決定に使用されており、それゆえに基準の較正方法とみなせる。被試験導線を垂直面に取付けた貫通型コネクタの中心導体に接続する。この垂直面の後ろで、貫通型コネクタに(10dB減衰器を介して)信号発生器を接続する。この較正用装置を用いて、付則Bの手順にしたがい、被試験導線に沿ってクランプを移動し、各周波数に対して最大値 $P_{orig}$ を測定する。最小試験場減衰 $A_{orig}$ および吸収クランプ係数 $CF_{orig}$ を、次の式を用いて決定する。

$$A_{orig} = P_{gen} - P_{orig} \quad (5)$$

および

$$CF_{orig} = A_{orig} - 17 \quad (6)$$

試験場減衰量最小値 $A_{orig}$ は、約 13dB~22dBの範囲内である。

b) ジグ較正法

このジグ較正法は、被較正吸収クランプおよび補助クランプ(SAD)を収容できるジグを使用する。このジグは、吸収クランプの基準構造としての役割を果たす(図 3c参照)。この較正装置によって、クランプをジグ内に固定して $P_{jig}$ を周波数の関数として測定する。試験場減衰量 $A_{jig}$ および吸収クランプ係数 $CF_{jig}$ は、次の式を用いて決定できる。

$$A_{jig} = P_{gen} - P_{jig} \quad (7)$$

および

$$CF_{jig} = A_{jig} - 17 \quad (8)$$

c) 参照装置法

参照装置法は、(垂直基準面がない) 基準試験場およびこの目的に沿った同軸構造をもつ被試験導線によって給電される参照装置を使用する(図 3d 参照)。

この較正装置によって、付則Aに記述されている手順に従い、被試験導線に沿ってクランプを移動し、各周波数毎に最大値 $P_{ref}$ を測定する。クランプ試験場減衰量最小値 $A_{ref}$ および吸収クランプ係数 $CF_{ref}$ を、次の式を用いて決定する。

$$A_{ref} = P_{gen} - P_{ref} \quad (9)$$

および

$$CF_{ref} = A_{ref} - 17 \quad (10)$$

3種類の吸収クランプ較正法について、付則Bで、さらに詳細に記述する。3種類の吸収クランプ較正法の概要を図1に記載する。また同図に、クランプ測定法とクランプ較正法の関係、および基準試験場の役割を記載する。

注 較正はクランプ、減衰器、ケーブルに対して実施する。それらはまとめて取り扱うこと。

ジグ法および参照装置法を使用して得られる吸収クランプ係数( $CF_{jig}$ 、 $CF_{ref}$ )は、基本の吸収クランプ係数 $CF_{orig}$ と異なるものである。これらの異なるクランプ係数間の関連を、次のように求めることが必要である。

ジグ変換係数 JTF を次のように計算する。

$$JTF = CF_{jig} - CF_{orig} \quad (11)$$

dB 単位の JTF は、それぞれの形式の吸収クランプ毎に、クランプの製造業者が決定する。製造業者または委託された認定較正試験所は、製造シリーズの5個の装置に対して、少なくとも5回繰り返した較正の結果を平均することにより JTF を決定すること。同様に、参照変換係数 RTF を次のように計算する。

$$RTF = CF_{ref} - CF_{orig} \quad (12)$$

dB 単位の RTF もまた、それぞれの形式の吸収クランプに対してクランプの製造業者が決定する。製造業者または委託された認定較正試験所は、製造シリーズの 5 個の装置に対して、少なくとも 5 回繰り返した較正の結果を平均することにより RTF を決定すること。

要約すれば、基本の較正方法では直接的に  $CF_{orig}$  の値を求められる。ジグ法および参照装置法では、 $CF_{jig}$  および  $CF_{ref}$  をそれぞれ求め、それらから基本の吸収クランプ係数を式 (11) および (12) を用いて計算する。

#### 4.4 補助クランプ

測定の不確かさを低減するために、クランプの吸収部に加えて、吸収クランプ直後に補助クランプ (SAD) を使用すること。この SAD の機能は、吸収クランプの減結合による減衰に更なる減衰を与えるものである。この SAD は、較正および測定の間、吸収クランプと同様に移動させること。したがって、SAD は走行に適応した車輪を必要とする。SAD の寸法は、被試験導線が吸収クランプと同じ高さとなるようにすること。

SAD の減結合係数は、付則 B に記述する測定手段に従って検証すること。SAD の減結合係数は吸収クランプと一緒に測定すること。

注 SAD の機能を吸収クランプに組み入れることが可能になる新しい技術が生まれるかもしれない。その場合、吸収クランプ自体が減結合係数の仕様を満足するため、SAD は必要でない。

#### 4.5 吸収クランプ試験場 (ACTS)

##### 4.5.1 ACTS の説明

吸収クランプ試験場 (ACTS) は、ACMM を適用するのに使用される試験場である。ACTS は、屋外または屋内設備であって、次の要素を含む (付則 C、図 C.1 参照) :

- 供試装置を搭載する供試装置テーブル
- 供試装置に接続された導線 (すなわち被試験導線、LUT) および吸収クランプを搭載するクランプ移動台
- 吸収クランプの受信ケーブル用滑走支持器
- 吸収クランプを移動するためのロープのような補助手段

上述した全ての ACTS の要素 (供試装置テーブルを除く) は、ACTS 検証手順によって測定すること。

クランプ移動台の近い側の端 (供試装置側) を移動基準点とする (SRP、図 C.1 参照)。この SRP は、クランプの CRP の水平位置を定める際に使用する。



## 4.5.2 ACTS の機能

ACTS は次の機能をもつ。

- a) 物理的機能：定められた供試装置および被試験導線の配置を備える。
- b) 電氣的機能：供試装置およびクランプに対して(高周波において)理想的な試験場を提供し、吸収クランプの利用に対して十分に規定された測定環境を提供する(壁または供試装置テーブル、クランプ移動台、滑走支持器およびロープのような支持具は妨害波に影響しない)。

## 4.5.3 ACTS に対する要求事項

ACTS に対して次の要求事項を適用する：

- a) クランプ移動台は、吸収クランプが確実に 5m の距離を越えて移動できる長さであること。これはクランプ移動台が 6 m の長さでなければならないことを意味する。

注 再現性の理由から、クランプ移動台の長さおよびクランプの走行距離をそれぞれ少なくとも 6m および 5m に固定する。クランプ移動台の長さは、走行距離(5m)、SRP と CRP との間のマージン(0.15m)および吸収クランプの長さ(0.64m)に先端での導線固定具を置けるマージン(0.1m)を加えたものの合計によって決定する。この合計がクランプ移動台の長さ 6m となる。

- b) クランプ移動台の高さは、0.8m±0.05m であること。これは、吸収クランプおよび SAD 内の被試験導線の位置が基準面から数センチ高いことを意味する。
- c) 供試装置テーブルおよびクランプ移動台の材料は無反射形、非伝導性でなければならず、また、誘電特性は空気の誘電特性に近い方がよい。従って、供試装置テーブルは電磁的に透過性になる。
- d) クランプ移動台に沿ってクランプを移動するために使用するロープの材料もまた、電磁的に透過性であること。

注 供試装置テーブルおよびクランプ移動台の材料の影響は、300MHz を超える周波数において重要となる。

- e) 試験場の適合性(ACTSの電氣的機能参照)は、基本の較正方法(付則C参照)を用いて現場で測定するACTSのクランプ係数( $CF_{in-situ}$ )と、吸収クランプ基準試験場(ACRS)で測定するクランプ係数( $CF_{orig}$ )とを比較して検証する。双方のクランプ係数間の違いの絶対値は、次の要求事項に適合すること：

$$\Delta ACTS = |CF_{orig} - CF_{in-situ}| \quad (13)$$

が次の値であること

30MHz～150MHz	<2.5dB
150MHz～300MHz	2.5dB～2dB に減少
300MHz～1000MHz	<2dB

次の項で、この試験場の適合性確認手順を更に詳細に規定する。

#### 4.5.4 ACTS の適合性確認方法

ACTS の特性は、次のように検証する。

- 物理的要求事項 4.5.3 a) および 4.5.3 b) は、検査によって検証できる。
- ACTSの電氣的機能(要求事項 4.5.3 e)は、“基本の較正方法” にしたがって較正したクランプのクランプ係数CFを、現場で測定したクランプ係数 $CF_{in-situ}$ と比較することによって検証すること(付則 C 参照)。

放射測定のために検証された 10 m の OATS または SAR は、ACMM を実施する理想的な試験場であるということが、調査研究により判明している。したがって、検証された 10m の OATS または SAR は、ACTS の電氣的適合性確認の基準試験場として適用できる。結論として、検証された 10m の OATS または SAR がクランプの試験場に使用される場合、この試験場の電氣的機能をさらに検証する必要はない。

クランプ試験場の電氣的機能に対する適合性確認の手順は、付則 C に詳細が記述されている。

#### 4.6 吸収クランプ装置の品質保証手順

##### 4.6.1 概要

吸収クランプおよび補助クランプの性能は、使用や経年変化または欠陥によって時間的な変化をする可能性がある。同様に、ACTS の性能も構造の変更または経年変化によって変わる可能性がある。

ジグクランプ係数および参照装置クランプ係数があらかじめ分かっているならば、ジグ較正法および参照装置較正法を品質保証手順として使用することができる。

##### 4.6.2 ACTS の品質保証確認

試験場が検証された時点で決定したACTSの吸収クランプ試験場減衰量  $A_{ref}$  を基準値として使用できる。

ある時間間隔あるいは試験場改修後、この試験場の減衰測定を繰り返し、結果を基準データと比較することができる。

この方法の利点は、ACMM の全ての要素を同時に評価できることである。

#### 4.6.3 吸収クランプの品質保証確認

クランプが検証された時点で決定した減結合機能およびクランプ係数の性能を基準性能データとして使用することができる。

ある時間間隔あるいは試験場改修後、これらの性能パラメータを、減結合係数の測定およびジグ法を用いたクランプ係数の測定によって再度、検証することができる(付則 B)。

#### 4.6.4 品質保証の合格／不合格基準

品質保証試験の合格／不合格基準は、対象とする測定パラメータの測定の不確かさに関連する。対象とするパラメータの変化が測定の不確かさ未満であれば、この変化を許容できることを意味している。

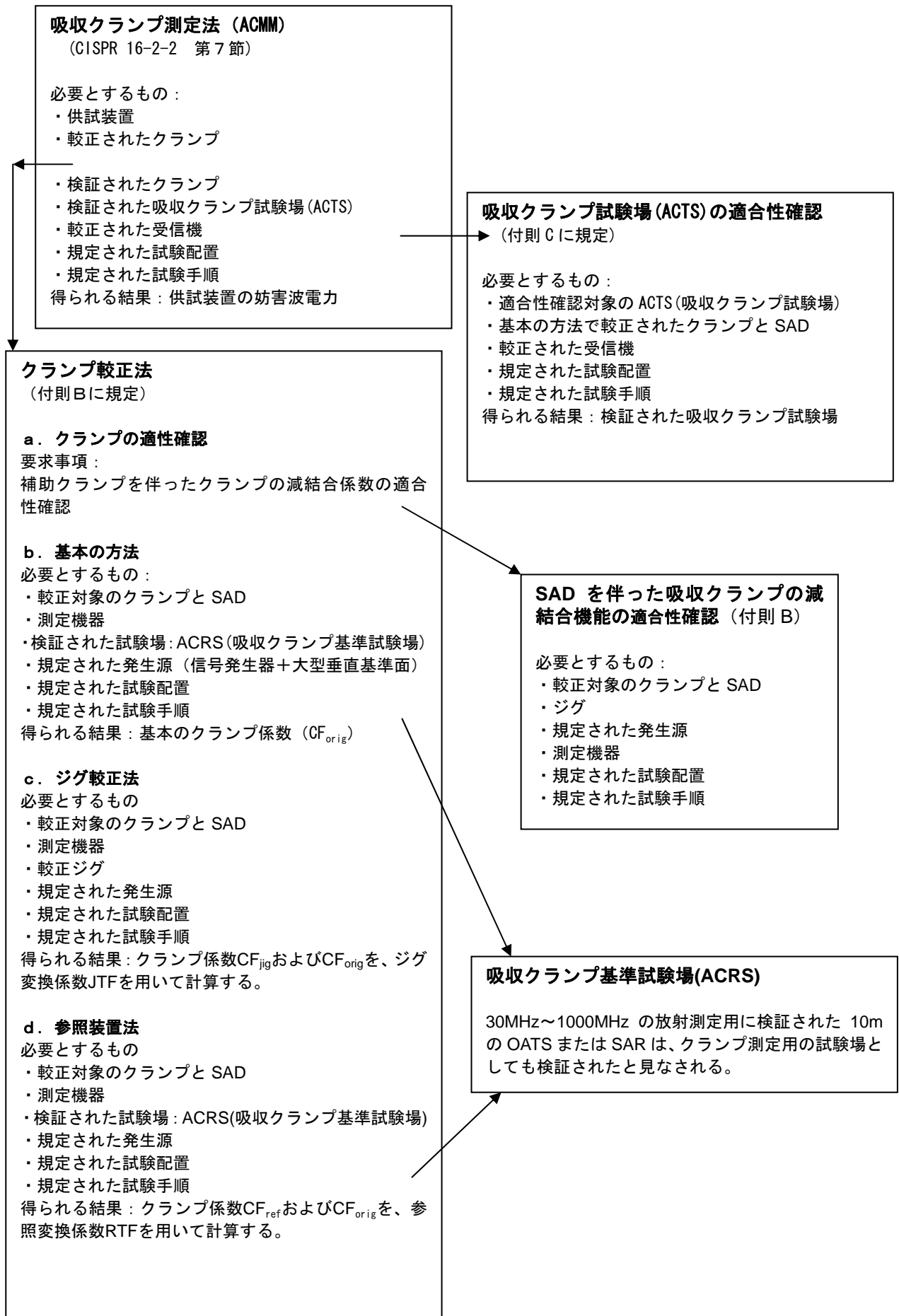
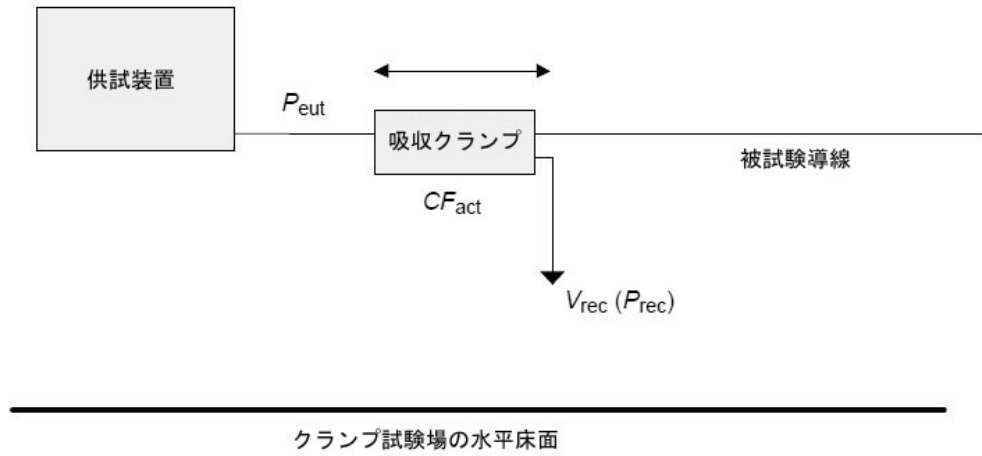


図 1 吸収クランプ測定法および関連の較正ならびに適合性確認手順の概要

表1 3種類のクランプ較正法の特徴およびそれらの関連の概要

較正法の名称	使用する試験場	模擬供試装置	利点 (+)、欠点 (-)、注 (・)	適用
基本の方法	吸収クランプ基準試験場 (ACRS)	大型垂直基準面と、この基準面の背後から信号発生器による給電	<ul style="list-style-type: none"> <li>・較正時の設定は大型供試装置の実際の測定に類似している</li> <li>－大型垂直基準面の取り扱いに労力を必要とする</li> <li>－基準試験場(ACRS)が必要</li> <li>＋定義に従って CF を直接求めることができる。これは基本の較正方法であり、基準の較正方法とみなせる。</li> </ul>	吸収クランプの直接の較正
ジグ較正法	吸収クランプ較正ジグ	ジグの垂直フランジの1つの背後から信号発生器による給電	<ul style="list-style-type: none"> <li>－較正時の設定が実際の試験と類似していない</li> <li>＋取り扱いが便利</li> <li>＋基準試験場(ACRS)を必要としない</li> <li>＋再現性がよい</li> <li>－直接 CF が求められない。CF は JTF を用いて計算する</li> </ul>	吸収クランプの間接的な較正  クランプの品質保証確認
参照装置法	吸収クランプ基準試験場 (ACRS)	遠端から信号発生器によって給電される小型参照装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・較正時の設定は大型供試装置の実際の測定に類似している</li> <li>＋取り扱いが容易である</li> <li>－基準試験場(ACRS)が必要</li> <li>－直接 CF が求められない。CF は RTF を用いて計算する</li> </ul>	吸収クランプの間接的な較正  ACTS の適合性確認  クランプ測定の設定全体の品質保証確認

注 ACRS を 10m の OATS あるいは SAR 設備で検証する。



- $P_{eut}$  供試装置の妨害波電力 (dBpW)
- $V_{rec}$  測定された電圧 (dB $\mu$ V)
- $CF_{act}$  実際のクランプ係数 (dBpW/ $\mu$ V)
- $P_{rec}$  受信電力レベル (dBpW)

図2 吸収クランプ試験方法の概略図

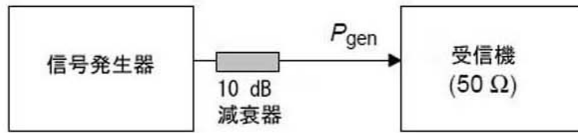


図 3 a

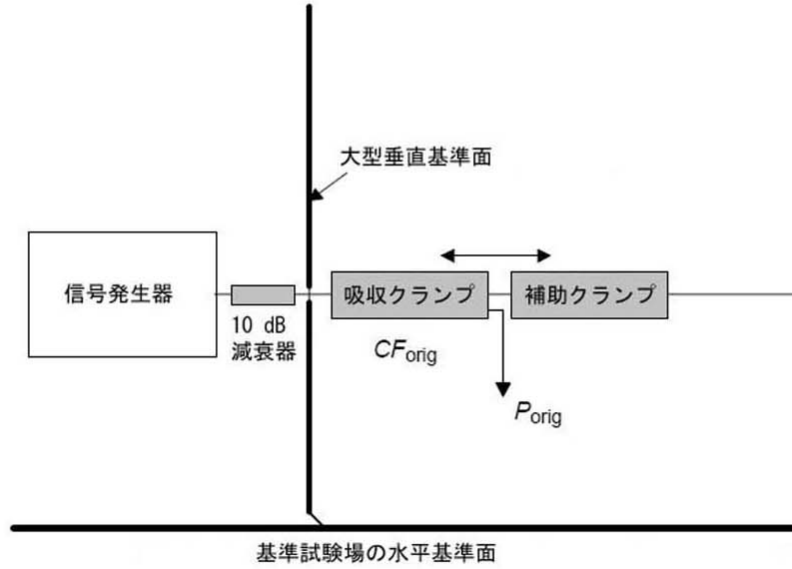


図 3 b

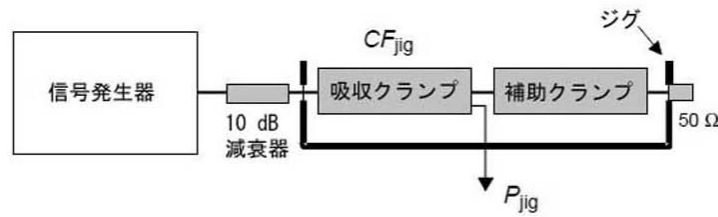


図 3 c

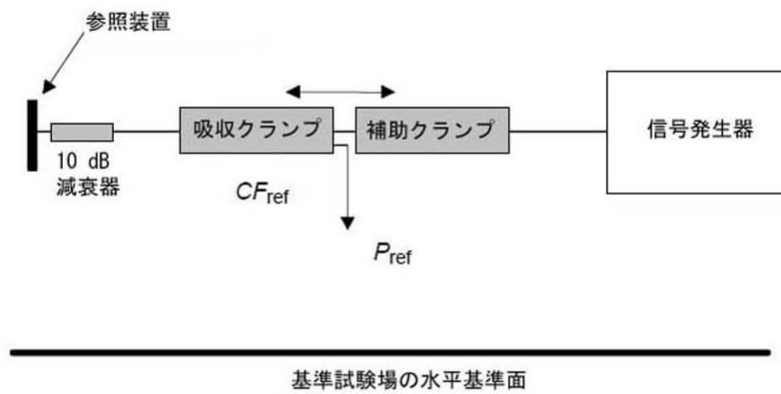


図 3 d

$CF_{orig}$ ,  $CF_{jig}$ ,  $CF_{ref}$  吸収クランプ係数  
 $P_{orig}$ ,  $P_{ref}$ ,  $P_{jig}$  使用した妥当性確認法にもとづく P の測定値  
 $P_{gen}$  10 dB 減衰器を介した信号発生器の出力電力

注 : 図 3 b、3 c、3 d は、それぞれ図 1 の 3 種類の方法に対応している。

図 3 クランプ較正法の概要図

付 則 A  
(情報)

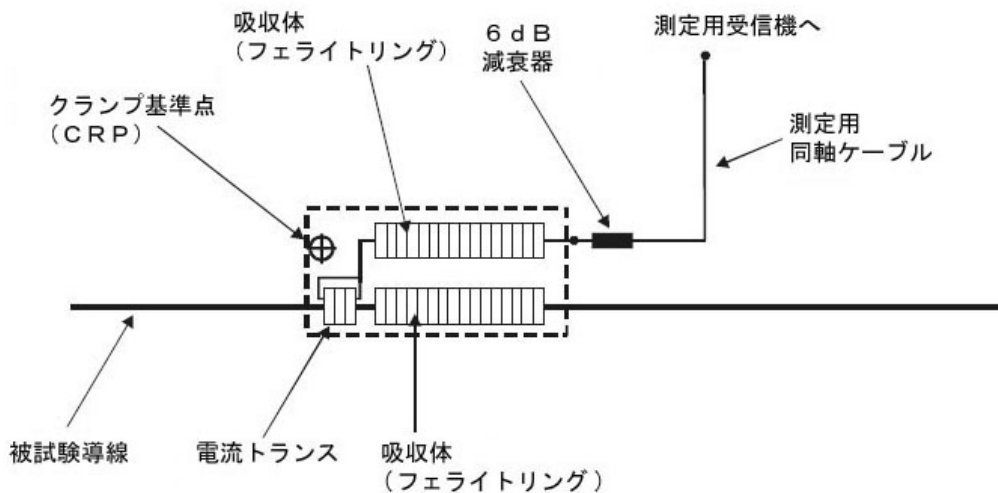
吸収クランプの構造  
(4.2節参照)

A.1 吸収クランプ構造の例

図A.1および図A.2にクランプの基本的構造を示す。第4.2項で述べた吸収クランプの3つの主要部分は、電流トランスC、電力吸収インピーダンス安定器D、および吸収スリーブEである。Dはいくつものフェライトリングで構成され、Eは、フェライトリングまたはチューブで構成される。電流トランスCのコアには、Dに用いたフェライトリングが2個または3個使用される。電流トランスの2次巻線は、極細同軸ケーブルをフェライトリングに1回巻いたもので、図に示したように接続されている。ケーブルは、スリーブEの中をクランプの同軸端子まで通過する(場合によっては6dBの減衰器を経由する)。C及びDは、被試験導線Bに沿って動かすことができるように、お互いに近づけて配置し同一軸上になるように調整する。スリーブEは通常、実用上の理由で吸収体Dと並べて配置する。DおよびEの両者は、その中を通る導線上の不均衡電流を減衰させる働きをする。

図A.2に示す例は、吸収クランプの性能を改善するためのいくつかの特徴を示している。金属円筒1は、トランスCのコアの内側に設置され、容量性シールドとして動作する。この円筒は、2つの半円部分に別れている。導線がトランスの中心を通るように絶縁チューブ2を使用する。このチューブは、トランスの入力端から吸収体Dの最初のリングまで伸びており、クランプの較正および小さな径の導線の測定に使用する。

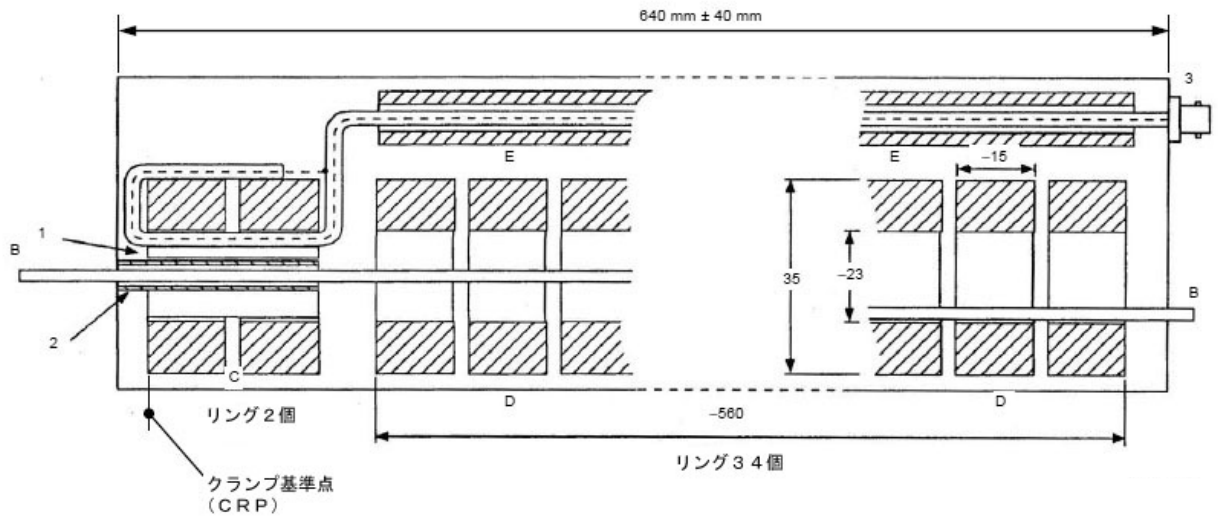
吸収クランプは、適切なフェライトリングを用いて、30MHz~1000MHz までの周波数範囲を扱えるように製作することも可能である。



注 測定に使用する6dB減衰器とケーブルはクランプ装置の一部とみなす。

図A.1 吸収クランプ装置とその部品





- B 被試験導線
- C 電流トランス
- D 電力吸収インピーダンス安定器
- E ケーブル用の吸収スリーブ
- 1 金属円筒 - 2つの半円
- 2 導線B用の中心保持チューブ
- 3 同軸コネクタ

図A.2 吸収クランプの構造例

## 付 則 B (規定)

### 吸収クランプおよび補助クランプの較正および適合性確認方法 (4章参照)

#### B.1 まえがき

この付則は、吸収クランプおよび補助クランプに対する各種の較正および適合性確認方法に関する詳細を記載する。

吸収クランプのクランプ係数の較正法（第4.3項も参照）は、B.2項に記載する。

減結合係数 DF および DR の適合性確認方法については、B.3項に記載する。

#### B.2 吸収クランプの較正方法

以下の3種類の方法は、測定に用いる減衰器および受信機ケーブルを含めて吸収クランプのクランプ係数(CF)を決定する。クランプの減結合は完全ではないため、クランプはケーブルと相互作用をおこし、ケーブルの種類と長さが結果的に不確かさに影響する可能性がある。したがって、較正は受信機ケーブルを含めて実施しなければならない。

##### B.2.1 基本の較正方法

###### B.2.1.1 較正配置および機器

図B.1は較正の配置を示す。較正配置は、近い周囲物の影響を防ぐためACRSに配置しなければならない。ACRSが基準金属面を備えていない場合は、6×2mの水平基準金属面が一般的に要求される。

この較正手順に対して適正なACRSは、CISPRのNSAの要求事項に適合した測定距離10mのOATSまたはSARである。

較正配置は、次の要素から構成されている：

- クランプ移動台：被試験導線を確実にグラウンド上  $0.8 \pm 0.05\text{m}$  の高さに位置させるための、長さ約6mの非反射材料で作られる。これは、吸収クランプ内および補助クランプ内では、基準面上の被試験導線の高さが何センチか高くなるということを意味する。
- 垂直基準金属面：水平基準金属面に接続され、0.87mの高さで垂直な中心軸に取付けたN型ジャックを備え、 $2.0 \times 2.0\text{m}$  よりも広いこと。この垂直基準金属面はクランプ移動台の先端の近くに配置さ

れており、吸収クランプ試験場基準点(SRP)と呼ばれる。

- 試験のための絶縁導線：7.0±0.05mの長さで、絶縁を含めずに直径4mmの導線で作られ、一端が取付け用ジャックに接続(例えば、はんだ付け)されている。導線の他端は、(水平)基準金属面に接続されたタイプMのCDN(CISPR 16-1-2 図C.2参照)のラインおよび中性点に接続されている。CDNの測定出力は50Ωで終端する(安全性の理由からCDNは電源には接続しない!)。このCDNは、40MHz~50MHzまでの周波数範囲で被試験導線の先端において要求される安定した不平衡インピーダンスを提供する。
- 非金属製引っ張り器具：クランプ移動台の他端に設置し、被試験導線をわずかに引き伸ばすためのもの。
- 補助クランプ(SAD)：被校正クランプから50mm離してクランプ移動台上に設置する。補助クランプは第4節で規定された値以上の減結合係数DFをもつ(滑走式)フェライトクランプであってもよい。
- 緩衝器：CRPが垂直基準金属面から150mm未満にならないようにするためのもので、電磁的に透過性の材料でできたもの。

信号発生器出力およびクランプ出力を測定するために、受信機またはネットワークアナライザを使用する。測定された信号レベルは、信号発生器を停止している場合に吸収クランプの出力端子で測定した背景信号より40dB高くなければならない。この場合、測定システムの誤差は0.1dB未満となる。

基準測定として、受信機のトラッキング信号発生器の出力またはネットワークアナライザ(NA)の出力を、10dBの減衰器をとおして同軸ケーブルにより受信機入力またはNA入力へ接続する。

#### B.2.1.2 校正手順

被試験導線の非金属ガイドは、導線が電流プローブの中心を通過するように、被試験吸収クランプの外側に取付ける(図B.2)。

両方のクランプ — 被試験クランプおよび補助クランプ(SAD) — を、図B.1に示すようにクランプ移動台上に配置する。被試験クランプの電流プローブを垂直基準金属面に向けて配置する。電流プローブの先端は、クランプ基準点(CRP)であり、製造業者によって表示されなければならない。CRPと垂直基準金属面との間に150mmの距離を維持してクランプを配置する。被試験導線を両方のクランプを通過させ、クランプ移動台の遠端で適切な非金属製引っ張り器具を用いて、わずかに引き伸ばすことが望ましい。被試験導線をCDNに接続する前に基準金属面に接触させてはならない。

NAの出力を同軸ケーブルおよび10dBの減衰器を経由して取付け用ジャックに接続する。吸収クランプの受信機ケーブルをNAの入力に接続する。

クランプ試験場減衰量を、少なくとも 60MHz まで 1MHz ステップで、120MHz まで 2MHz ステップで、300MHz まで 5MHz ステップで、また、300MHz より上は 10MHz ステップで測定する。

2 個のクランプ(吸収クランプおよび SAD)と一緒にクランプ移動台に沿って適度な速度で移動している間に、クランプ試験場減衰量最小値を測定する。クランプは非金属のロープによって引いてもよい。クランプが移動する速度は、各周波数のクランプ試験場減衰量を 10mm 未満の間隔で測定できるように調節しなければならない。

吸収クランプのクランプ係数 $CF_{orig}$ を、クランプ試験場減衰量から第 4.3 項の式 (5) を用いて計算する。

## B.2.2 ジグ較正法

### B.2.2.1 吸収クランプ較正用ジグの仕様

第 4 節に記述されているように、吸収クランプ較正用ジグは、吸収クランプの較正に使用することができる。ジグは、50Ω 測定システムで、SAD を含めた吸収クランプの挿入損失を測定するために使用される。空のジグの特性インピーダンスが 50Ω ではないことに注意が必要である。ジグを用いた測定は、周囲の影響を含まない挿入損失を与える。ジグの寸法およびクランプの配置を図 B.3 から B.5 に示す。

### B.2.2.2 較正手順

被試験導線の非金属ガイドを、導線が電流プローブの中心を通過するように、被試験吸収クランプの前面側に取り付ける(図 B.2)。その後、図 B.3 および B.4 に示すように、吸収クランプのクランプ基準点(CRP) が垂直フランジから 30mm になるように、吸収クランプをジグ内に配置する。他の垂直フランジに対して、同じ 30mm の距離を SAD の遠端に適用する。バナナプラグによって、被試験導線を垂直フランジのソケットに接続する。

NA を用いて挿入損失を測定する。測定した信号レベルは、吸収クランプの出力で測定した背景信号より 40dB 高くなければならない。この場合、背景雑音による測定システムの誤差は 0.1dB 以下であること。

測定用配置を較正するため、NA の出力を、同軸ケーブルおよび 10dB の減衰器を経由して NA の入力に接続する。

測定用配置を較正した後、NA の出力を同軸ケーブルおよび 10dB の減衰器を経由して、ジグのクランプの CRP が配置されている側にある取付け用ジャックに接続する。CRP の反対側にある取付け用ジャックを 50Ω で終端する。吸収クランプの出力を 6dB の減衰器及び受信機ケーブルを経由して NA の入力に接続する。

挿入損失を、少なくとも 60MHz まで 1MHz ステップで、120 MHz まで 2MHz ステップで、300MHz まで 5MHz ステップで、また、300MHz より上は 10 MHz ステップで測定する。

クランプ係数 $CF_{jig}$ は、挿入損失から式(7)を用いて計算する。製造業者は、少なくとも第4.3項の式(11)で定義されたジグ変換係数JTFを決定しなければならない。これは、この形式の吸収クランプにおける $CF_{org}$ の算出を可能にする。

### B.2.3 参照装置較正法

#### B.2.3.1 参照装置及び試験場の仕様および使用法

参照装置は、いかなる環境、供給電圧および測定機器にも影響されずに、規定された電流を容量結合によって被試験導線上に誘起できなければならない。これは、RF電圧を10dBの減衰器経由で同軸ケーブルをとおして参照装置に加えて確認する。参照装置は片面プリント基板と同じ材料で構成されている。基板の中央部には、中心ピンだけが銅はくに接続された同軸コネクタがある。同軸コネクタは10dBの減衰器に接続されている(図B.7参照)。被試験導線上に誘起される不平衡電流が、参照装置によって生じたもので、ケーブルからの直接的な漏洩によるものではなくするため、この参照装置を接続するのに二重遮へいケーブルを使用しなければならない。

参照装置は、ACRSでの基本の較正手順における大型垂直基準金属面に置き代わるものである。較正配置を図B.6に示す。この較正方法に適切な試験場はACRSである。この較正手順に対して適正なACRSの1つが、CISPR規格のNSAの要求事項に適合する測定距離10mのOATSまたはSARである。

#### B.2.3.2 較正手順

被試験導線のための非金属ガイドは被試験吸収クランプの外側に取付け、導線が電流プローブの中心を通過できるようにする(図B.2)。

両方のクランプ — 被試験クランプおよび補助クランプ(SAD) — を、図B.6に示すようにクランプ移動台上に置く。被試験クランプの電流プローブを、クランプ移動台のSRPに置いた参照装置に向けて置く。電流プローブの先端はクランプ基準点(CRP)であり、製造業者によってクランプ筐体上に表示されなければならない。CRPと参照装置との間に150mmの距離を維持してクランプを置く。被試験導線(ネットワークアナライザからの同軸ケーブル)を両方のクランプを通過させ、クランプ移動台の両端で適切な非金属製引張り器具を用いて、僅かに引き伸ばすことが望ましい。

10dBの減衰器を備えた同軸ケーブル(被試験導線)をNAの出力に接続する。吸収クランプの受信機用ケーブルをNAの入力に接続する。

クランプ試験場減衰量を、少なくとも60MHzまで1MHzステップで、120MHzまで2MHzステップで、300MHzまで5MHzステップで、また、300MHzより上は10MHzステップで測定する。

2個のクランプが参照装置の150mmから約4.5mまで適度な速度で移動している間に、クランプ試験場減衰量最小値を測定する。クランプは非金属のロープによって引いてもよい。クランプが移動する速度は、各周波数の挿入損失を10mm未満の間隔で測定できるようにしなければならない。

吸収クランプのクランプ係数CFを、クランプ試験場減衰量最小値から第4.3項の式(9)を用いて計算する。

製造業者は、少なくとも、第4.3項の式(12)を用いて参照装置変換係数RTFを決定しなければならない。これは、この形式の吸収クランプに対して $CF_{orig}$ の算出を可能にする。

#### B.2.4 吸収クランプ較正の測定不確かさ

較正の不確かさは、それぞれの較正報告書に記述しなければならない。較正報告書は次の不確かさ要因を考慮しなければならない。

##### ー 基本の較正法：

- ・ 測定機器の不確かさ
- ・ (6dBの減衰器および受信機ケーブルを備えた)吸収クランプの出力と測定機器との間の不整合
- ・ 較正の再現性。これには被試験導線の電流プローブ中心からのずれ、およびネットワークアナライザへの受信機ケーブルの引き回し、のような要因を含む

吸収クランプは、減結合係数DFおよびDRに関する最小限の要求事項を満たさなければならない。

##### ー ジグ較正法：

- ・ クランプ係数CFの不確かさ
- ・ 測定機器の不確かさ
- ・ (6dBの減衰器及び受信機ケーブルを備えた)吸収クランプの出力と測定機器との間の不整合
- ・ 較正の再現性。これには被試験導線の電流プローブ中心からのずれ、のような要因を含む

吸収クランプは、減結合係数DFおよびDRに関する最小限の要求事項を満たさなければならない。

##### ー 参照装置較正法：

- ・ クランプ係数CFの不確かさ
- ・ 測定機器の不確かさ
- ・ (6dBの減衰器及び受信機ケーブルを備えた)吸収クランプの出力と測定機器との間の不整合
- ・ 較正の再現性。これには、被試験導線の電流プローブ中心からのずれ、およびネットワークアナ

ライザへの受信機ケーブルの誘導、のような要因を含む

吸収クランプは、減結合係数 DF および DR に関する最小限の要求事項を満たさなければならない。

クランプ較正法の不確かさ量の決定に関する詳細なガイドは CISPR 16-4-2 に記載されている。

### B.3 減結合機能の適合性確認方法

#### B.3.1 補助クランプを付加した吸収クランプの減結合係数 DF

減結合係数の測定方法を、クランプ製造業者に対する要求事項および品質管理のオプションとして、補助クランプを備えた吸収クランプに適用する。

減結合係数 DF はクランプ較正ジグを用いて測定する(図 B.3、B.4 および B.5 参照)。減結合係数 DF の測定は、基準測定および被試験装置の測定の両方について、50Ω の測定システムを使用する。基準として空のジグを用いると、クランプをジグに挿入しているときにはジグのインピーダンスが変化することから、非現実的な測定値を与えることがある。空のジグは 50Ω システムではないことに注意しなければならない。したがって、減結合係数 DF の測定手順は次のとおりである。

図 B.8 はスペクトラムアナライザを使用する場合に必要な 2 つの測定ステップを示す。初めに基準測定を実施する。信号発生器の出力を 2 個の 10dB の減衰器をとおして、出力  $P_{ref}$  を測定する。次に、SAD を備えた吸収クランプを B.2.2.2 に述べたように置く。ジグの両方のコネクタに 10dB の減衰器を使用する。ジグの垂直フランジと被試験装置(クランプの場合は CRP) との間の距離およびクランプ先端の距離は、30mm としなければならない。そして出力  $P_{fil}$  を測定する。減結合係数 DF を次のように決定する。

$$DF = P_{ref} - P_{fil} \quad (B.1)$$

SAD を付加した吸収クランプの減結合係数は、対象の周波数範囲にわたって少なくとも 21dB でなければならない。

備考 参考までに、単独で測定した SAD の DF は約 15dB である。

測定は NA を用いて実施してもよい。この場合、NA の較正をジグに接続されているインタフェースで実施するときには、減衰器の使用を省略してもよい。

#### B.3.2 吸収クランプの減結合係数 DR

クランプ製造業者に対する要求事項及び品質管理のオプションとして、減結合係数 DR をクランプ較正用ジグを使用して測定する(図 B.3、B.4 および B.5 参照)。

減結合係数 DR の測定手順は次のとおりである(図 B.8 および B.9 参照)。電流プローブからの同軸ケ

ケーブル上の不平衡電圧の測定については、SAD なしの吸収クランプを B.2.2.2 に記述したようにジグの中に置く。短い同軸ケーブルを経由して、測定出力をタイプ A の CDN (CISPR 16-1-2、図 C.1 参照) に接続する。CDN は基準金属面に置く。クランプ CRP の反対側でジグの接続を終端させるために、50 Ω の負荷を使用しなければならない。

図 B.8 のステップ 1 は、スペクトラムアナライザを使用するときに必要な基準測定を示す。信号発生器の出力  $P_{ref}$  を、2 個の 10dB 減衰器をとおして測定する。

次に、吸収クランプを図 B.9 に示すようにセットする。信号発生器は 10dB 減衰器をとおしてジグ(クランプの CRP に近い側)に接続し、ジグの他端は 50 Ω 負荷で終端する。クランプの出力を CDN に接続する。CDN の測定出力は 10dB 減衰器をとおして受信機に接続する。CDN の出力を 50 Ω で終端し、出力  $P_{fil}$  を測定する。減結合係数 DR を次のように決定する。

$$DR = P_{ref} - P_{fil} \quad (B.2)$$

吸収クランプの減結合係数は、対象の周波数範囲にわたって少なくとも 30dB でなければならない。30dB には、吸収クランプの減衰 20.5dB および CDN の減衰 9.5dB を含んでいる。

測定は NA を用いて実施してもよい。この場合、NA の較正をジグおよび CDN に接続されているインタフェースで実施するときには、減衰器の使用を省略してもよい。



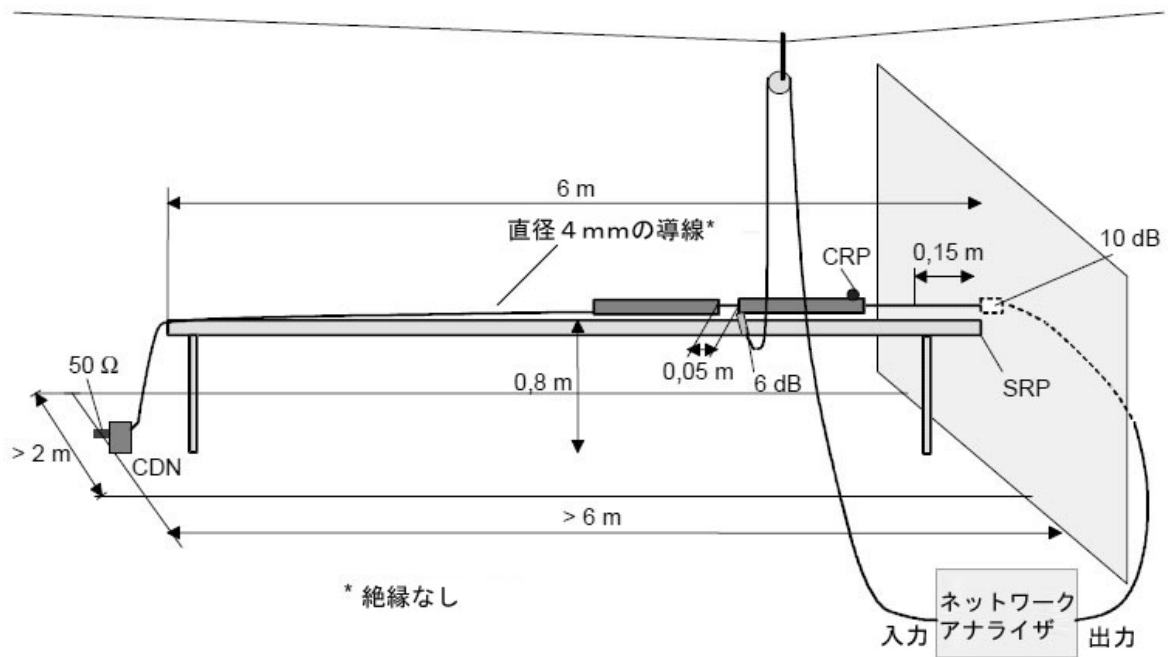
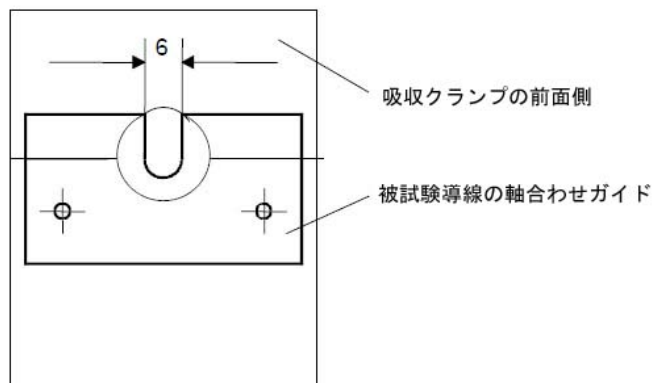


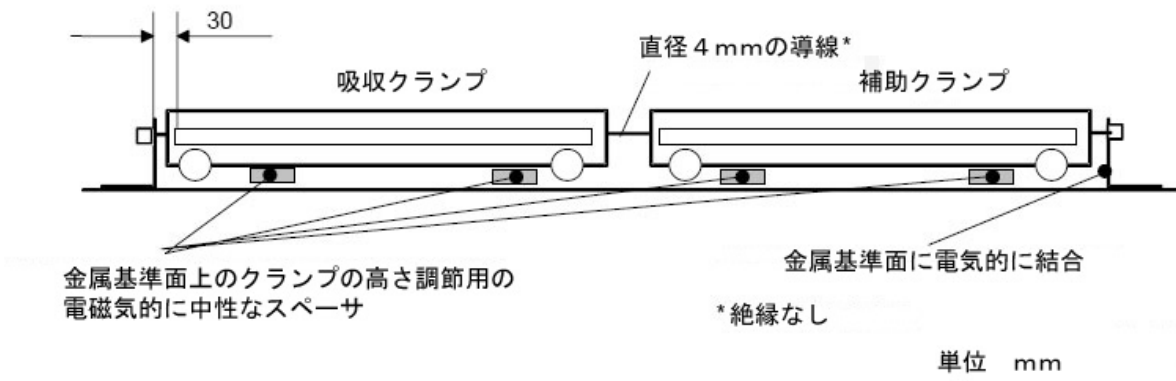
図 B.1 基本の較正試験場



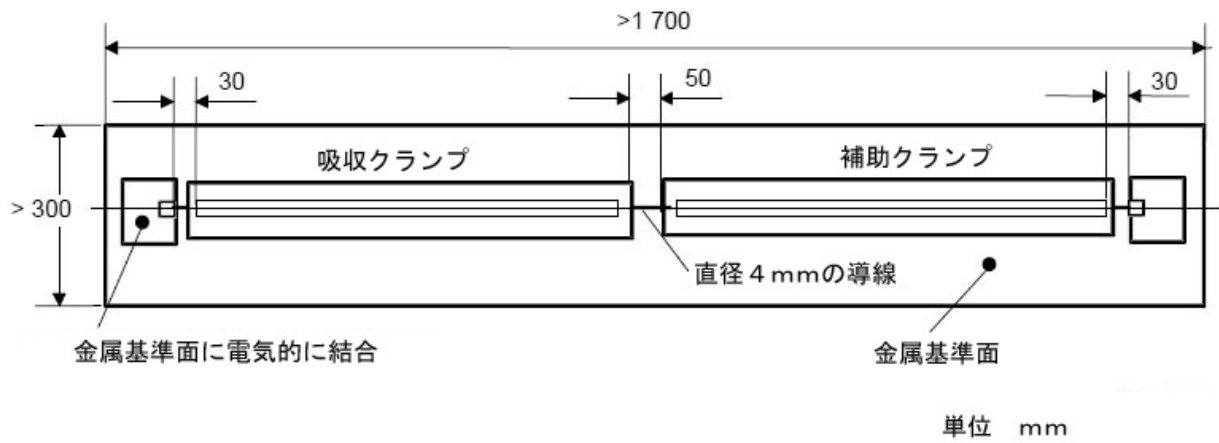
単位 mm

参照装置用の同軸ケーブルを使用するときは、スロットは同軸ケーブルの直径に合わせなければならない。

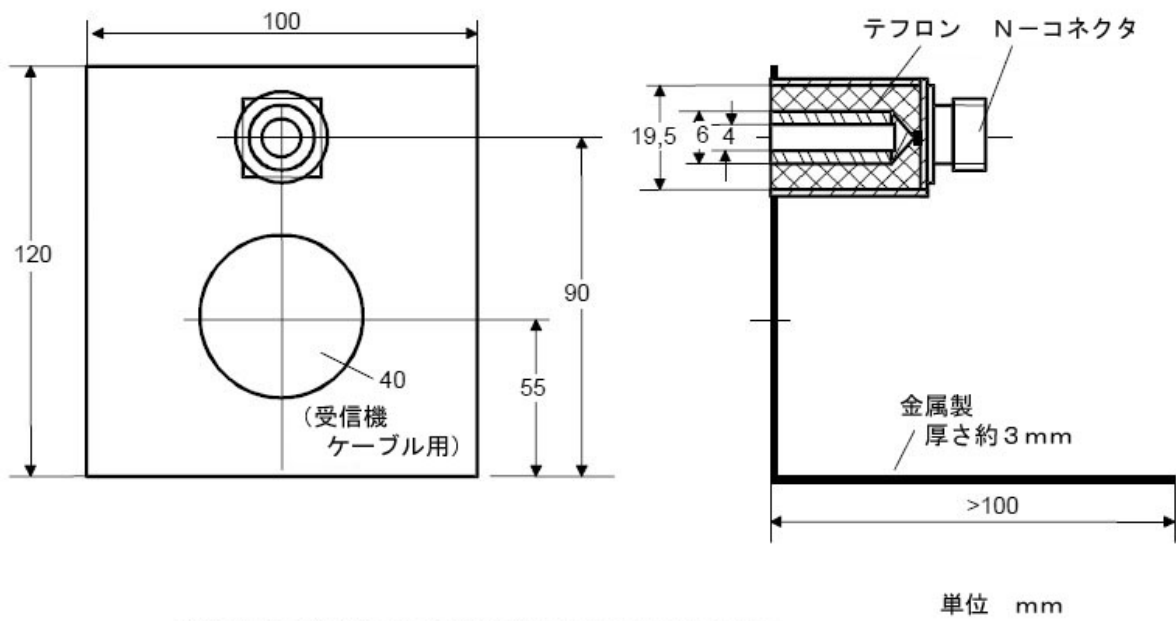
図 B.2 被試験導線の軸合わせガイドの位置



図B.3 較正ジグの側面図



図B.4 ジグの平面図



床面を金属基準面に電氣的に結合しなければならない。

図B.5 ジグの垂直フランジの側面図

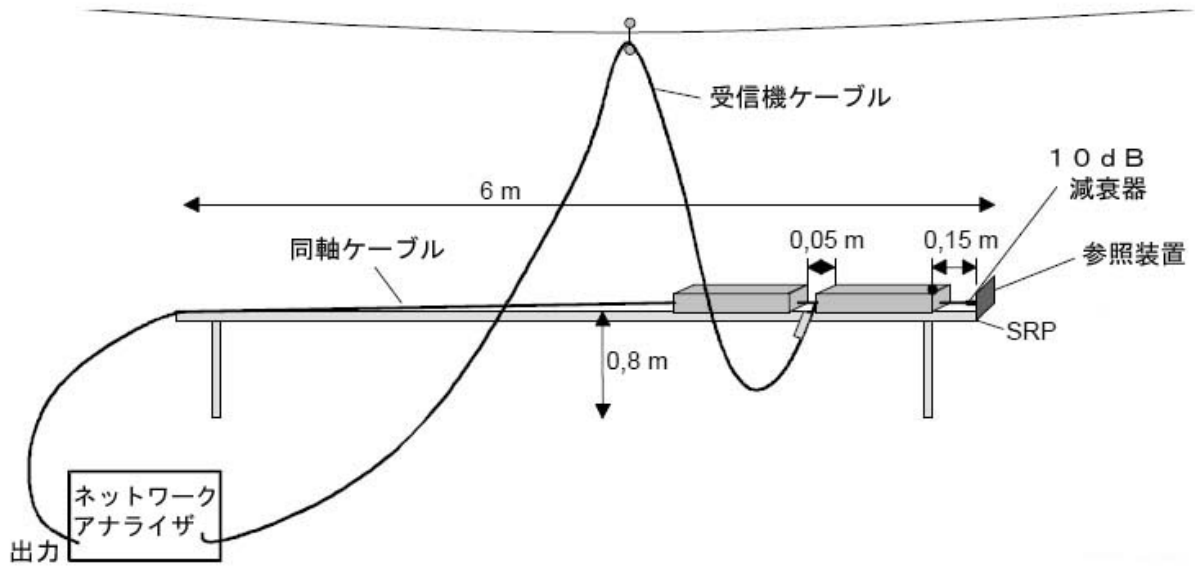


図 B.6 参照装置較正法の試験配置

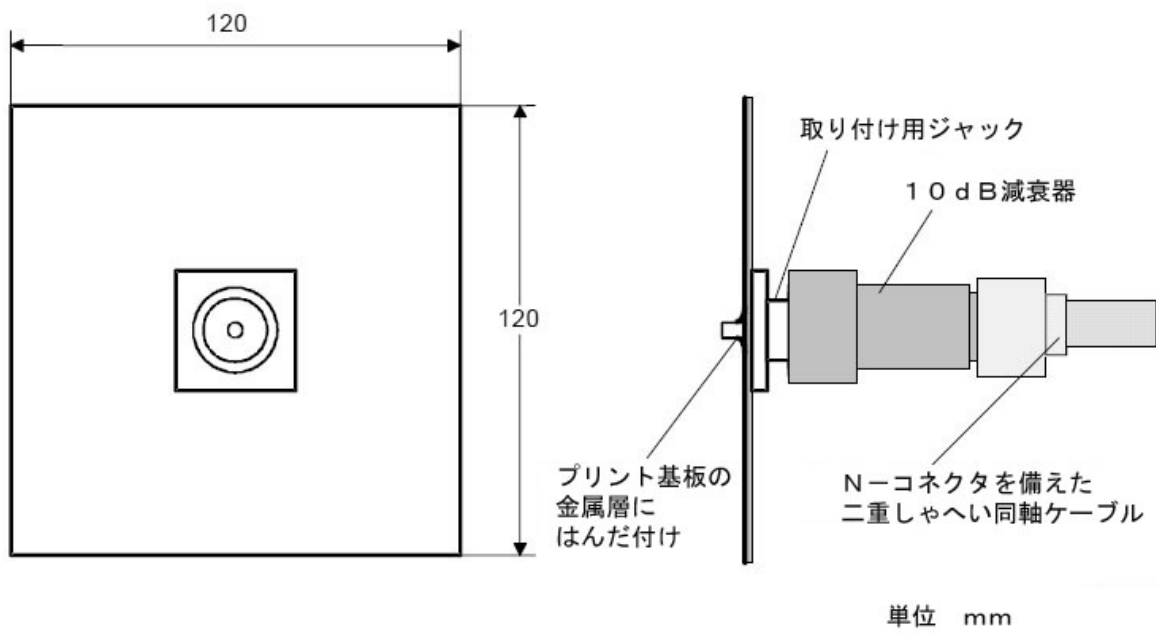
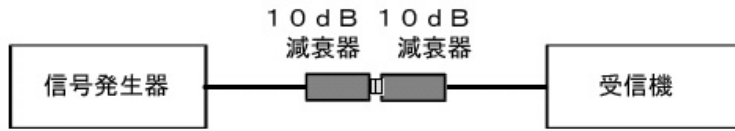
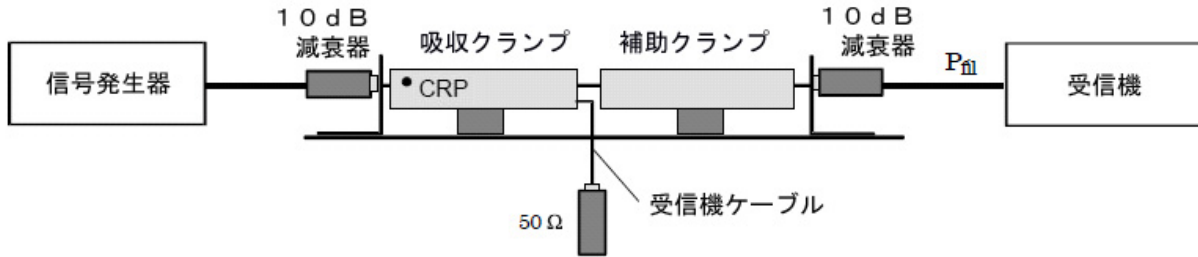


図 B.7 参照装置の仕様

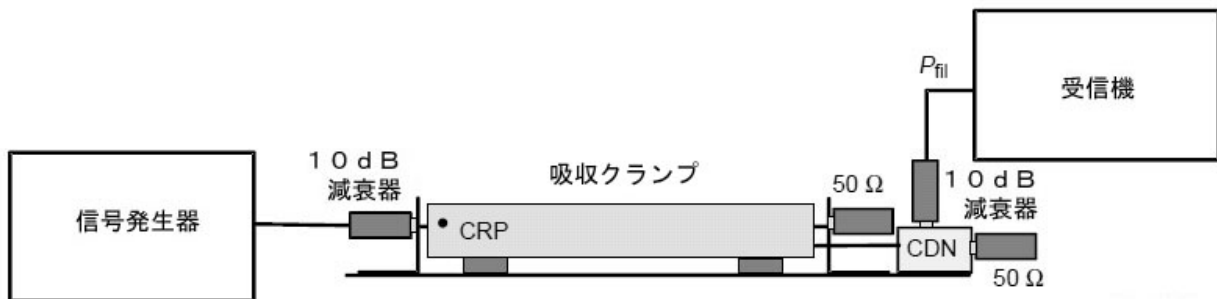


図B. 8 a - 基準測定



図B. 8 b - ジグ内に置かれた吸収クランプおよび補助クランプの測定

図B.8 減結合係数 DF の測定配置



$P_{fil}$  は、吸収フィルタによって減衰し測定された電力

図B.9 減結合係数 DR の測定配置

## 付 則 C (規定)

### 吸収クランプ試験場の適合性確認 (4章参照)

#### C.1 まえがき

この付則は吸収クランプ試験場の適合性確認方法に関する詳細を記載している。

吸収クランプ試験場(ACTS)の適合性は、較正したクランプのクランプ係数CFと、基本の較正法(第4.3項および付則B参照)を用いてACTSの現場で測定したクランプ係数 $CF_{in-situ}$ と比較して検証すること。

#### C.2 適合性確認に対する機器への要求事項

垂直金属基準面および被試験導線を用いた基本の較正方法(付則B.2.1参照)によって、この導線に規定の不均衡電流を発生させること。この不均衡電流がACTSの環境によって影響され、それによりACRSの値からはずれる可能性がある。

#### C.3 適合性確認の手順

次の較正手順を、検証するACTSで実施する。

##### △ クランプ試験場減衰量測定手順

##### ■ ステップ1 — 信号発生器電力の基準測定

最初に、基準として、信号発生器の出力電力 $P_{gen}$ を、使用されるケーブルおよび10dB減衰器をとおして、受信機を用いて直接測定する(図C.1 a)。

##### ■ ステップ2 — ACTSでのクランプ係数の測定

第2に、同じ設定の信号発生器と10dB減衰器、および図C.1 bに示すセットアップを用いて、被試験導線上の最大妨害電力 $P_{ref}$ を測定する。

2個のクランプ — 吸収クランプおよび補助クランプ(SAD) — を、図C.1 bに示すようにクランプ移動台上に置く。被試験クランプのクランプ基準点を垂直金属基準面の方向にする。垂直金属基準面をクランプ移動台のSRPに配置する。被試験導線のための非金属ガイドを、導線が電流プローブの中心を通過するように被試験吸収クランプの外側に取付ける(図B.2)。CRPと垂直金属基準面との間が150mmの距離になるようにクランプを置く。被試験導線が両方のクランプを通るようにし、クランプ

移動台の両端で適切な非金属製引っ張り器具を用いて、わずかに引き伸ばすことが望ましい。被試験導線を垂直金属基準面上で取付け用ジャックに接続する。

NA の出力端子を 10dB 減衰器を経由して垂直金属基準面で取付け用ジャックに接続する。吸収クランプの受信機ケーブルを NA の入力端子に接続する。

この信号を、少なくとも 60MHz まで 1MHz ステップで、120MHz まで 2MHz ステップで、300MHz まで 5MHz ステップで、また、300MHz より上は 10MHz ステップで測定する。

クランプが垂直グランド面の 150mm から約 4.5m までを適切な速度で移動している間に、最大妨害電力を測定する。クランプは非金属のロープによって引いてもよい。クランプが移動する速度は、各周波数の挿入損失を 10mm 未満の間隔で測定できるようにすること。

### ■ ステップ 3 - クランプ係数の計算

検討対象の試験場(ACTS)のクランプ係数(dB)は、次の式を使用して求めることができる。

$$CF_{in-situ} = (P_{gen} - P_{ref}) - 17 \quad (C.1)$$

この $CF_{orig}$ および $CF_{in-situ}$ の決定は、試験所または第三者(較正試験所)によって実施することができる。

#### C.4 ACTS の適合性確認

基本のクランプ係数 $CF_{orig}$ を、ACTSにおけるクランプ係数 $CF_{in-situ}$ と比較しなければならない。適合性確認測定および較正手順(C.3節およびB.2.1項)が試験所自体によって実施され、C.5節に記載された不確かさの要求事項が満たされるならば、ACTSの適合性確認の認証基準は式(13)(第4.5.3項参照)で与えられる。

クランプ係数が第三者によって決定される場合、適合性確認の認証基準を次のように変更する：

30MHz~150MHz	<3dB
150MHz~300MHz	3dB~2.5dB に減少
300MHz~1000MHz	<2dB

#### C.5 ACTS の適合性確認方法の不確かさ

ACTS の適合性確認測定の不確かさは次に依存する。

- 測定機器の測定不確かさ
- (6dB の減衰器を備えた)吸収クランプの出力と測定機器との間の不整合

- 測定の実現性。これには、電流プローブと被試験導線の中心軸のずれ、およびネットワークアナライザへの受信機ケーブルの引き回し、のような不確かさが含まれる。

クランプ試験場の適合性確認手順については、上に述べた不確かさの要求事項を考慮しなければならない。

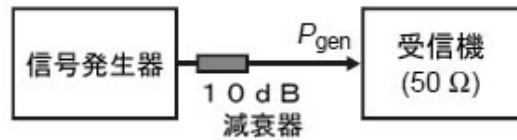


図 C. 1 a - 信号発生器の電力測定

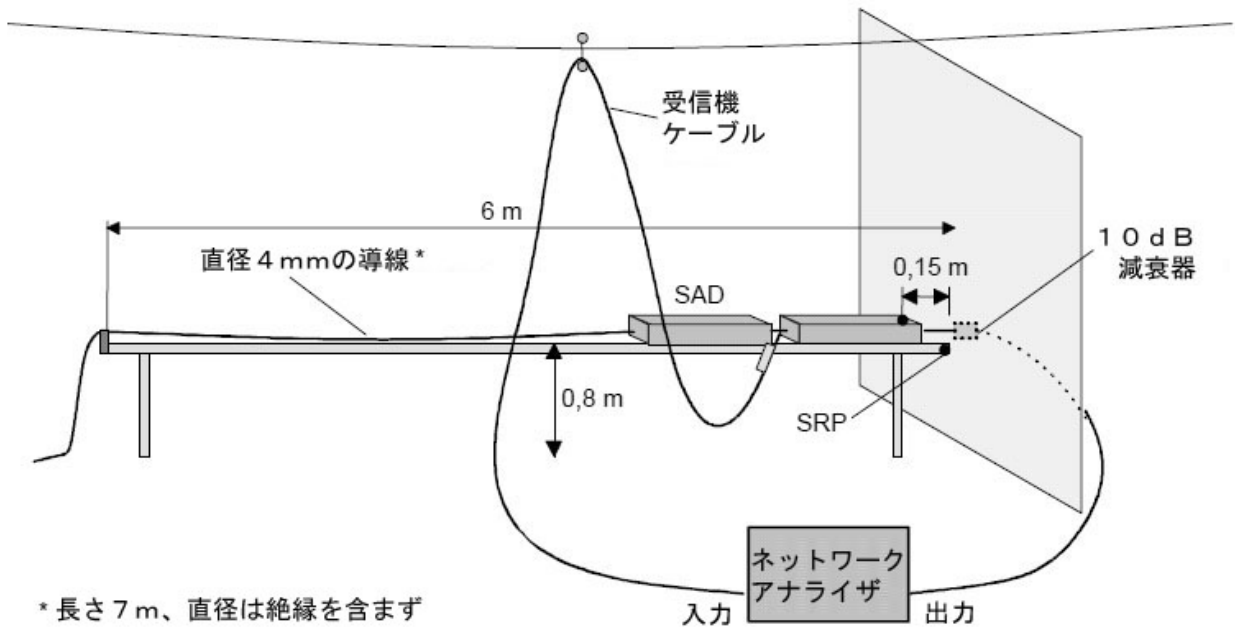


図 C. 1 b - ACTSあるいはACRSにおける電力測定の配置

図 C. 1 クランプ試験場の適合性確認のための基本の較正法を用いたクランプ試験場減衰量測定の試験配置