

諮問第 3 号

「国際無線障害特別委員会（C I S P R）の諸規格について」

のうち

「無線周波妨害波およびイミュニティ測定方法の技術的条件」

第 2 部 第 2 編

妨害波電力の測定法

答申（案）

目次

はじめに	4
1 適用範囲	4
2 引用規格	4
3 用語と定義	5
4 被測定妨害波の分類	8
4.1 妨害波の種類	8
4.2 検波器の機能	8
5 吸収クランプの接続	9
6 測定における一般的な必要事項および条件	9
6.1 供試装置以外からの妨害波	9
6.2 連続妨害波の測定	10
6.3 供試装置の動作条件	10
6.4 測定結果の記録	11
6.5 連続妨害波の測定時間及び走査速度	11
7 吸収クランプを用いる妨害波電力測定法	18
7.1 まえがき	18
7.2 妨害波電力測定法の適用	19
7.3 測定装置及び試験場に対する要求事項	19
7.4 周囲雑音に関する要求事項	22
7.5 供試装置に接続されている導線に関する要求事項	22
7.6 試験装置類の配置	22
7.7 供試装置の動作条件	26
7.8 測定手順	26
7.9 妨害波電力の決定	28
7.10 測定不確かさの評価	28
7.11 適合判定基準	28
8 妨害波電力の自動測定	29
8.1 自動測定の注意事項	29
8.2 一般測定手順	29
8.3 事前測定	29
8.4 測定データの絞り込み	30
8.5 本測定	31
8.6 後処理と報告書の作成	31

付則A (情報) スペクトラムアナライザおよび掃引受信機の使用.....	32
A.1 はじめに	32
A.2 過負荷	32
A.3 線形性のテスト	32
A.4 選択度	32
A.5 パルスに対する正常な応答	32
A.6 尖頭値検波.....	33
A.7 周波数掃引速度	33
A.8 信号の捕捉.....	33
A.9 平均値検波.....	33
A.10 感度.....	34
A.11 振幅の精確さ	34
付則B (情報) 平均値検波器を使用する場合の掃引速度と測定時間.....	35
B.1 一般	35
B.2 振幅変調成分の抑制	36
B.3 断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波の測定	36
B.4 自動測定または半自動測定のための推奨手順	39

はじめに

本編は、CISPR 規格 CISPR16-2-2(第 1.2 版 2005-09)に準拠し、「無線周波妨害波およびイミュニティの測定装置及び測定法」のうち、第 2 部第 2 編「妨害波電力の測定法」に関する技術的条件を定めたものである。平成 12 年度の電気通信技術審議会答申「無線妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」に記載されている妨害波電力の測定法に関する規定は、本編で置き換える。

本編は、第 1 章～8 章、及び付則 A～B(技術情報)から構成される。

1 適用範囲

本編は、30MHz～1000MHz の周波数範囲における妨害波電力の測定方法に関する基本的な技術条件を示す。

2 引用規格

次の引用規格は、この文書の適用に当たって不可欠である。発行年を示した規格については、記載された版だけを適用する。発行年がない規格については、その規格の最新版（修正すべてを含む）を適用する。

- (1) 情報通信審議会諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち、「音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法」（平成 19 年度答申）
- (2) CISPR 14-1:2000、電磁両立性—家庭用電気、電動工具および類似装置に対する要求事項—第 1 部：妨害波
- (3) 情報通信審議会諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第 1 部-第 1 編：測定用受信機」（平成 19 年度答申）
- (4) 情報通信審議会諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第 1 部—第 3 編：補助装置—妨害波電力」（平成 19 年度答申）

(5) CISPR 16-2-1:2003、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部-第1編：無線周波妨害波およびイミュニティ測定法—伝導妨害波測定法

(6) 情報通信審議会諮問第3号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第2部-第3編：放射妨害波測定法」（平成20年度答申）

(7) CISPR 16-2-4:2003、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部-第4編：無線周波妨害波およびイミュニティ測定法—イミュニティ測定法

(8) CISPR 16-3:2003、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3部：CISPR 技術報告

(9) CISPR 16-4-1:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置及び測定法に関する規格—第4部-第1編：不確かさ、統計および許容値のモデル—標準化されたEMC試験の不確かさ

(10) CISPR 16-4-2:2003、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4部-第2編：不確かさ、統計および許容値のモデル—測定装置の不確かさ

(11) CISPR 16-4-3:2003、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4部-第3編：不確かさ、統計および許容値のモデル—大量生産品のEMC適合性の判定における統計学的考察

3 用語と定義

本編に関する用語を以下のように定義する。併せて、JIS C 60050-161(1997)の定義を参照すること。

3.1 測定用補助装置

- 1) 測定用受信機あるいは試験信号発生器に接続する信号変換器（たとえば、プローブ、回路およびアンテナ）
- 2) 供試装置と測定装置、あるいは供試装置と（試験）信号発生器の間で、信号あるいは妨害波の伝送に使用する変換器（たとえば、プローブ、回路およびアンテナ）

3.2 供試装置 (EUT) : 妨害波適合性試験の対象装置 (機器、装置およびシステム)

3.3 製品規格 : 製品あるいは製品群の特殊事情を考慮して作られた、その製品あるいは製品群に関する EMC 要求事項を規定した規格

3.4 妨害波許容値 : 供試装置からの妨害波に関する許容最大値

3.5 基準接地 : 供試装置の周囲の浮遊容量を規定し、なおかつ基準電位を与える接続

注 JIS C 60050-161(1997)-04-36 も参照

3.6 コモンモード電圧 (非対称妨害波電圧) : 2 導体線の仮想中性点と基準接地との間の無線周波電圧 (各線に関する一線大地間電圧のベクトル和の $1/2$)。多導体線の場合は、基準接地に対する実効的無線周波電圧。

3.7 コモンモード電流 : 2 つ以上の導線において、これらと交差する特定の「数学的」平面を通過する電流のベクトル和

3.8 測定用受信機 : 妨害波測定のために複数の異なった検波器を備えた受信機

注 測定用受信機の特性は、引用規格 (3) に規定される。

3.9 試験配置 : 妨害波測定における供試装置の配置

3.10 測定時間 T_m : 単一周波数における測定結果を求めるための、有効かつ、ひとまとまりとみなせる時間 (場合によっては、滞留時間ともいう)

- 尖頭値検波器による測定では、信号包絡線の最大値を検出するための実質的な時間
- 準尖頭値検波器による測定では、重みづけされた包絡線の最大値を測定するための実質的な時間
- 平均値検波器による測定では、信号包絡線の平均値を測定するための実質的な時間
- 実効値検波器による測定では、信号包絡線の実効値を測定するための実質的な時間

3.11 周波数掃引 : 与えられた周波数範囲にわたる連続的な周波数変化

3.12 周波数走査 : 与えられた周波数範囲にわたる連続的または離散的な周波数変化

- 3.13 掃引時間または走査時間 T_s : 周波数掃引または走査における開始周波数から終了周波数までの時間
- 3.14 周波数掃引幅 (Δf) : 周波数掃引または走査の開始周波数と終了周波数との差
- 3.15 掃引速度または走査速度 : 周波数掃引幅を掃引時間または走査時間で割ったもの
- 3.16 単位時間当たり (例えば、秒当たり) の掃引数 n_s : $1 / (\text{掃引時間} + \text{再掃引までの処理時間})$
- 3.17 観測時間 T_o : 複数回の掃引の場合、ある周波数における測定時間 T_m の合計。掃引または走査の回数を n とすれば、 $T_o = n \times T_m$
- 3.18 総観測時間 T_{tot} : 妨害波のスペクトル全体を見るために必要な実効時間 (単一または複数回の掃引)。掃引または走査 1 回当たりのチャンネル数 (周波数掃引幅 / 分解能帯域幅) を c とすれば、 $T_{tot} = c \times n \times T_m$
- 3.19 被試験導線 : 供試装置に備わっている導線で、妨害波試験に供するもの
- 注 一般に、供試装置には供給電源又は他のネットワークとの相互接続、あるいは補助装置との相互接続のために使用される導線が 1 本以上備わっている場合がある。これらの導線は、一般的には電源ケーブル、同軸ケーブル、データバスケーブル等のケーブルである。
- 3.20 吸収クランプ測定法 (妨害波電力測定法) : 供試装置の導線の周りに吸収クランプ装置を取り付けて供試装置の妨害波電力を測定する方法
- 3.21 吸収クランプ試験場 (ACTS) : 妨害波電力測定に適していることが吸収クランプ測定法(妨害波電力測定法)を用いて確認された試験場
- 3.22 クランプ係数 CF : 供試装置の妨害波電力と吸収クランプの出力電圧との変換係数
- 3.23 クランプ基準点 (CRP) : 吸収クランプの外側に付けた標識で、クランプ内部の電流トランス先端の位置を示し、測定時においてクランプの位置を定義するために使用する
- 3.24 クランプ移動台基準点 (SRP) : クランプ移動台の供試装置側の端であり、測定にお

いて吸収クランプのクランプ基準点(CRP)との水平距離を定義するために使用する

4 被測定妨害波の分類

本章では、種々の妨害波を分類し、それらの測定に適切な検波器について述べる。

4.1 妨害波の種類

妨害波は、物理的および心理物理的理由により、スペクトル分布、測定用受信機の帯域幅、継続時間、生起率および心理的な影響の程度によって、以下のように区分する。

- a) 狭帯域連続妨害波すなわち離散周波数妨害波：たとえば、ISM 装置における無線周波エネルギーの意図的利用により発生する基本波および高調波のようなもの。それは、測定用受信機の帯域幅より広い間隔の独立した線スペクトルからなる周波数スペクトルを持つ。このため、b) とは異なり、測定中には帯域幅内に一本の線スペクトルのみが入り、これが観測される。
- b) 広帯域連続妨害波：整流子モーターからの妨害波のように、通常、繰り返しパルスによって非意図的に発生する妨害波。それは、測定用受信機の帯域幅よりも低い周波数の繰り返し周波数を持つため、測定中には、帯域内に複数の線スペクトルが観測される。
- c) 広帯域不連続妨害波：たとえばサーモスタットあるいは 1Hz より低い繰り返し率 (30 回/分より低いクリック率) のプログラム制御による機械的・電氣的スイッチング動作により非意図的に発生する妨害波。

b)と c)の周波数スペクトルは、孤立した 1 個のパルスの場合は連続スペクトルとなり、繰り返しインパルスの場合は不連続スペクトルとなる。双方のスペクトルは、引用規格 (3) に規定する測定用受信機の帯域幅よりも広い周波数範囲に広がっている。

4.2 検波器の機能

妨害波の種類に従って、以下の検波器を有する測定用受信機を用いることが可能である。

- a) 平均値検波器は、通常、狭帯域の妨害波および信号の測定に用いる。特に、狭帯域妨害波と広帯域妨害波との識別に用いる。
- b) 準尖頭値検波器は、ラジオ聴取に対する音声周波数妨害評価のために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。しかし、狭帯域妨害波の測定に関しても利用できる。

- c) 尖頭値検波器は、狭帯域あるいは広帯域妨害波測定のどちらにも使用できる。

これらの検波器を組み込んだ測定用受信機については引用規格（3）に規定する。

5 吸収クランプの接続

測定用受信機と吸収クランプの間の接続ケーブルは、同軸ケーブルであること。また、その特性インピーダンスは、測定用受信機の入力インピーダンスと整合すること。

6 測定における一般的な必要事項および条件

無線周波の妨害波測定は、以下のように行うこと。：

- a) 再現性があること、すなわち、測定場所および環境条件、特に周囲雑音に影響されないこと。
- b) 相互に影響をおよぼさないこと、すなわち、測定装置に供試装置を接続することによって、供試装置の機能や測定装置の精度に影響をおよぼさないこと。

これらの必要事項は以下の条件を遵守することによって満たされる。

- c) 所望の測定レベル、たとえば、対象とする妨害波許容値レベルに対して十分な信号対雑音比があること。
- d) 測定配置、供試装置の終端、供試装置の動作状態は、規定に従っていること。
- e) スペクトラムアナライザあるいは周波数掃引受信機を使用するときは、それらに特有の動作および校正条件に適切に配慮すること。

6.1 供試装置以外からの妨害波

測定時の周囲雑音に関する信号対雑音比は、以下の条件に合致すること。

試験場においては、供試装置からの妨害波を周囲雑音から区別できること。周囲雑音レベルは、許容値よりもなるべく **20dB**、少なくとも **6dB** は低いこと。 **6dB** の条件下では、供試装置からの妨害波の見かけのレベルは、最大 **3.5dB** 増加する。周囲雑音レベルに関する試験場の適性は、供試装置が非動作時に周囲雑音レベルを測定することによって判断できる。

適合性評価試験において、周囲雑音と被測定妨害波との合成レベルが規定の許容値を超えなければ、周囲雑音レベルは-6dBを超えても良い。この場合、供試装置は許容値を満足しているとみなす。

6.2 連続妨害波の測定

6.2.1 狭帯域連続妨害波

測定系は、被測定妨害波の周波数に同調しておき、その周波数に変動するならば、再同調が必要である。

6.2.2 広帯域連続妨害波

レベルが変動する広帯域連続妨害波を評価する際は、測定値のうち再現性のある最大値を見つけること。詳しくは、6.4項を参照。

6.2.3 スペクトラムアナライザと周波数掃引受信機の使用

スペクトラムアナライザと周波数掃引受信機は、妨害波測定、特に、測定時間短縮に有効である。しかし、以下のような測定器の特性については特別に配慮すること。過負荷特性、直線性、選択性、パルスに対する応答、周波数掃引速度、捕捉できる可能性、感度、振幅確度、および尖頭値、平均値、ならびに準尖頭値検波特性。これらの特性については付則Aで詳述する。

6.3 供試装置の動作条件

供試装置は、以下の条件で動作させること。

6.3.1 正規の負荷条件

供試装置の製品規格で規定された負荷条件、あるいは、その規定がなければ、製造業者の使用説明書に指示されている負荷条件とすること。

6.3.2 動作時間

定格動作時間が指定されている供試装置の場合は、その指示に従うこと。それ以外は、動作時間を制限しない。

6.3.3 動作のための準備時間

試験を行う前の動作準備時間は、これを定めない。しかし、供試装置は、典型的な動作モードと動作条件になるように、十分な時間にわたって動作させておくこと。ある種の供試装置については、関連する装置規格に特別な試験条件が規定されている。

6.3.4 電源

供試装置は、その供試装置の定格電圧を供給できる電源で動作させること。もし、妨害波レベルが電源電圧によって相当変化するならば、定格電圧の 0.9 から 1.1 倍の電圧範囲にわたって繰り返し測定しなければならない。複数の定格電圧で動作する供試装置は、最大妨害波を発生する定格電圧で試験すること。

6.3.5 動作モード

供試装置は、測定周波数において最大の妨害波を発生する実使用状態で、動作させること。

6.4 測定結果の記録

- a) もし、妨害波レベルが変動する場合には、各測定毎に少なくとも 15 秒間は測定用受信機の指示を観測し、無視すべき孤立クリックを除き、最も高い指示値を記録すること（引用規格（2）の 4.2 項参照）。
- b) もし妨害波レベルが全体として変動し、15 秒間に 2dB 以上の連続的増減がある場合は、妨害波電圧レベルを、それ以上の時間にわたって観測すること。なお、以下のように、そのレベルを供試装置の通常の使用条件に従って測定し記録すること。
 - 1) もし供試装置が頻繁にオン/オフ切り替え可能ならば、あるいは回転を逆転できるならば、各周波数における測定は、各測定の前に供試装置をオンにするか、逆転させること。また、各測定後に供試装置をオフにすること。測定の各周波数において最初の 1 分間に得られた最大レベルを記録すること。
 - 2) もし供試装置が、通常の使用状態において長時間動作するならば、試験完了まで動作させること。各周波数において指示値が安定した後に（a 項の規定に基づく）、その値を妨害波レベルとすること。
- c) もし、試験中に供試装置の妨害波の様子が安定状態からランダム状態に変わる場合、その供試装置は b) 項に従って試験すること。
- d) 測定は、関連する製品規格に従って、全ての周波数で行い、少なくとも最大指示値を示した周波数における値を記録すること。

6.5 連続妨害波の測定時間及び走査速度

手動測定、自動または半自動測定のいずれに対しても、測定用受信機及び走査型受信機の測定時間および走査速度は、最大妨害波を測定するように設定しなければならない。特に事前測定に尖頭値検波器を用いる場合、測定時間および周波数掃引速度は、試験時の妨

害波の発生時間を考慮しなければならない。自動測定の実施に関する、より詳細な指針を8章に示す。

6.5.1 最小測定時間

付則A.7項に、ある帯域を走査するのに要する最短時間あるいは許容できる最高走査速度を示す。それから導かれた帯域全体の測定に要する最短時間を周波数帯毎に下記に示す。

表1 各周波数帯域の全域を走査するのに要する検波器毎の最短時間

周波数帯域		尖頭値検波の 走査時間 T_s	準尖頭値検波の 走査時間 T_s
A	9 kHz～150 kHz	14.1 秒	2820 秒=47 分
B	0.15 MHz～30 MHz	2.985 秒	5970 秒=99.5 分=1 時間 39 分
C/D	30 MHz～1000 MHz	0.97 秒	19400 秒=323.3 分=5 時間 23 分

妨害波の種類によっては、実際の準尖頭値測定において、この走査時間を増加しなければならないことがある。極端な場合、すなわち測定すべき妨害波が定常的でない場合、1周波数における測定時間 T_m は、15秒に増加しなければならないこともある(6.4項参照)。

平均値検波器における走査速度と測定時間については、付則Bを参照すること。

多くの製品規格では準尖頭値測定を要求しているが、時間短縮手段(8章参照)を適用しない場合、これは非常に時間を要する。従って事前掃引によって妨害波を検出し、時間の短縮を図ること。自動掃引中に断続的な信号などを見落とさないように6.5.2項～6.5.4項を考慮する必要がある。

6.5.2 周波数掃引受信機及びスペクトラムアナライザの走査速度

周波数帯域を自動掃引する際に信号の見落としを防止するために、次の二つの条件のいずれかを満足する必要がある。

- 1) 単一扫引の場合:各周波数における観測時間は、断続信号のパルス間隔より長くない限りならない。
- 2) 複数回掃引(最大値保持)の場合:各周波数における複数回観測の全時間は、断続信号を検出できるよう十分に長くすることが望ましい。

周波数掃引速度は、測定器の分解能帯域幅及びビデオ帯域幅の設定によって制限される。

測定器の設定状態に対して過大な掃引速度を選択すると、誤った測定結果が得られる。したがって、選択された周波数掃引幅に対して十分長い掃引時間を選ぶ必要がある。断続的な信号は、各周波数における十分長い観測時間を持つ単一扫引か、最大値保持による複数回掃引によって検出できる。通常、未知の妨害波全体を観察するためには、後者が非常に効率的である。表示されたスペクトルが変化している限り、未発見の断続信号がまだ表示されていない可能性がある。観測時間は、妨害波が発生する周期に応じて選ばなくてはならない。時には、同期効果を避けるために、掃引時間を変化させる必要がある。

スペクトラムアナライザ又は周波数掃引受信機で尖頭値検波を用いる場合、測定のための最小掃引時間は、測定機器の設定条件によって、二つの異なる場合に分けて選択しなければならない。すなわちビデオ帯域幅を分解能帯域幅より広く設定した場合、周波数幅 Δf を掃引するのに要する最小時間 $T_{s \min}$ は次式で計算できる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

ここで

$T_{s \min}$ = 最小掃引時間

Δf = 周波数掃引幅

B_{res} = 分解能帯域幅

k = 分解能を規定するフィルタの形状に関する比例定数。多段同調による近似ガウシアンフィルタでは 2~3 の間の値をとる。スタガ同調による近似方形フィルタでは 10~15 の間の値をとる。

ビデオ帯域幅を分解能帯域幅以下にとった場合、最小掃引時間の計算は次式による。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

ここで、 B_{video} = ビデオ帯域幅

多くのスペクトラムアナライザ及び周波数掃引受信機は、選ばれた周波数掃引幅及び帯域幅設定に合わせて掃引時間を自動的に設定し、正しい表示値を維持する。但し、ゆっくり変化する信号を捕捉するためなど、より長い観測時間が必要になる場合は、この掃引時間の自動設定を解除することができる。

さらに、繰り返し掃引における1秒当たりの掃引回数は、掃引時間 $T_{s \min}$ 及び再掃引までの処理時間（局部発振器の再同調、測定結果の蓄積などに必要な時間）によって決まる。

6.5.3 離散周波数同調受信機の掃引時間

離散周波数同調受信機では、あらかじめ定めた間隔で、周波数は順次同調される。この場合、入力信号を正確に計測するためには、各周波数で最小限の滞留時間が必要となる。

実際の測定においては、周波数間隔が不適切であると狭帯域信号の測定不確かさが増すので、用いる分解能帯域幅の約50%以下（分解能フィルタの形状に依存する）の周波数間隔にすべきである。従って、離散周波数同調受信機の走査時間 $T_{s \min}$ は、次式によって計算できる。

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0.5) \quad (3)$$

ここで、 $T_{m \min}$ = 各周波数における最小測定（滞留）時間

上記の測定時間のほかに、測定器内のシンセサイザが次の周波数に切り替わる時間及びファームウェアが測定結果を蓄積する時間を考慮する必要がある。これらは多くの測定用受信機で自動的に行われるため、選択した測定時間は、その測定結果の実効的な時間となる。さらに、選択した検波器、例えば、尖頭値又は準尖頭値に依存してこの時間が決定される。

広帯域妨害波の測定では、周波数間隔を増加してもよい。この場合、妨害波スペクトルの最大値を見つけることが目的である。

6.5.4 尖頭値検波器によるスペクトルの全体像を得るための手法

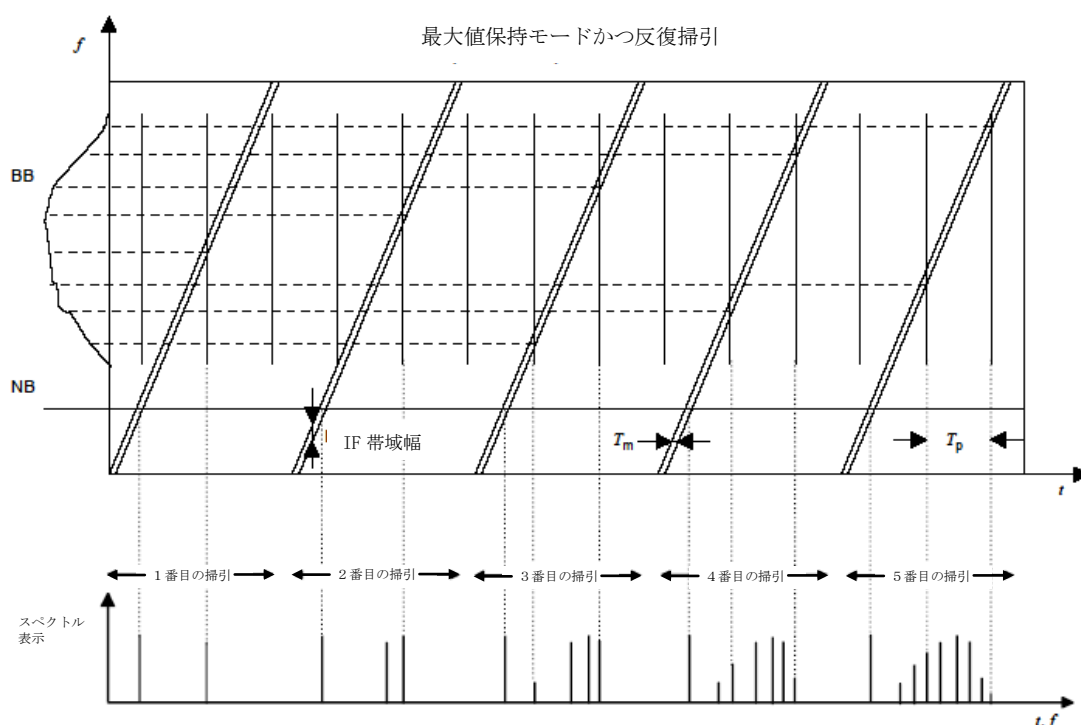
事前測定において、妨害波スペクトルのすべての重要な周波数成分を可能な限り捕捉しなければならない。このためには、測定用受信機の種類並びに妨害波の特性（狭帯域及び広帯域の周波数成分を含む）に応じて、以下の二つの一般的な周波数走査方法がある。

— 離散周波数走査：測定（滞留）時間は、各周波数において信号の尖頭値を測定できるよう十分長くなければならない。例えば、パルス信号の場合、測定（滞留）時間は、信号の繰り返し周波数の逆数より長いことが望ましい。

— 連続周波数走査：単一扫引の場合、各周波数における測定時間は断続信号の間隔より長

くなければならない。また、繰り返し掃引の場合、測定時間内の周波数掃引回数は、信号捕捉の確率を増大させるため、できるだけ多くすることが望ましい。

図1に、狭帯域連続妨害波と周期 T_p で発生する広帯域パルス性妨害波のスペクトルについて、受信機の観測周波数と表示されるスペクトルの関係を例示する。図の上半分は、受信機の観測周波数が妨害波スペクトルを掃引又は走査する際の受信帯域幅の位置を示している。



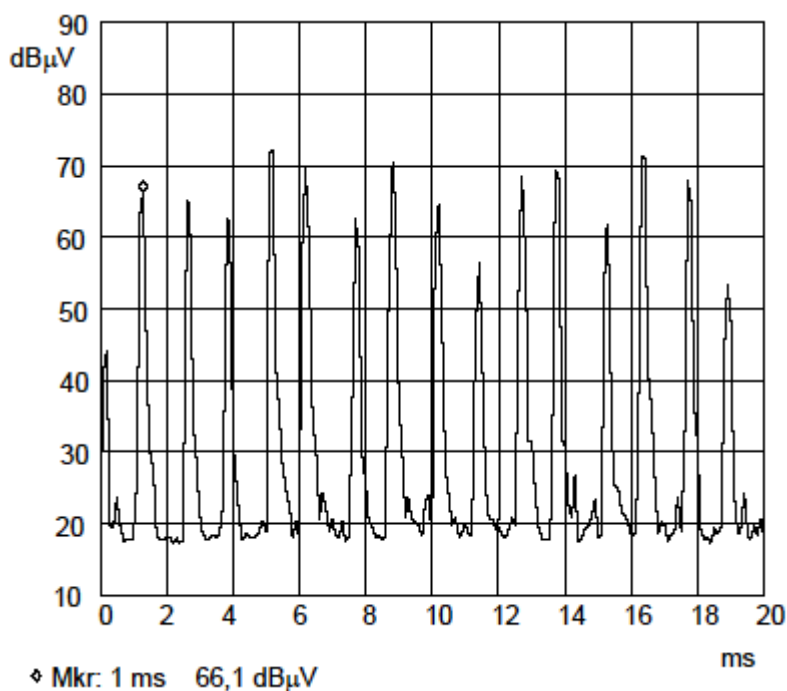
T_p は、パルス性妨害波の発生周期である。このパルスの発生時刻は、スペクトル-時間表示 (図の上半分) の各垂直線の位置で示す。

図1 狭帯域妨害波 (“NB”) とパルス性妨害波 (“BB”) の複合スペクトルの測定 (最大値保持、複数回掃引)

妨害波の種類が未知の場合、尖頭値検波で、可能な最短の掃引時間で複数回掃引することによってスペクトル包絡線を決定できる。連続的で狭帯域な妨害波成分のスペクトルを各周波数において測定するには、一回の短時間周波数掃引で十分である。断続的な広帯域妨害波成分については、“最大値保持”機能を用い、掃引速度を変化させて複数回の掃引を行うことによりスペクトル包絡線を決定することができる場合がある。低い繰り返し回数のパルス性妨害波に対しては、広帯域なスペクトル包絡線を決定するために、多数回の掃引が

必要になる。

測定時間の短縮には、測定すべき妨害波の時間的変化の情報が必要になる。この情報は、波形表示が可能な測定用受信機をゼロスパン（固定周波数表示）モードに設定して、又は、例えば図2に示すように、受信機の間周波出力又はビデオ出力に接続されたオシロスコープを用いて得られる。



直流整流子モーターからの妨害波の時間波形例：整流子の極数が多いためパルス繰り返し周波数は高く（約800Hz）、パルス振幅は大きく変動する。したがってこの例に対する尖頭値検波器の測定（滞留）時間として10ms以上は必要である。

図2 測定時間の決定例

図2のように、パルス持続時間及びパルス繰り返し周波数が求められれば、掃引速度又は滞留時間が次に従って選択される。

- 連続的な狭帯域妨害波には、測定用受信機で許容される最高速の掃引時間を用いてよい。
- 広帯域で連続的なスペクトルの妨害波、例えば、アーク溶接機、整流子モーターなどからの妨害波には、妨害波スペクトルの把握に離散周波数走査（尖頭値検波又は準尖頭値検波）を用いてもよい。この場合、表示されるスペクトル包絡線は折れ線となる（図3参照）。周波数間隔は、スペクトル包絡線の重要な変化を見落とさないように選ばな

なければならない。単一掃引の測定でも、十分に低速で行えば、スペクトル包絡線が得られる。

- 断続的な狭帯域妨害波で周波数が未知の場合には、最大値保持モードによる高速短時間掃引（図4参照）又は低速の単一掃引のいずれかを用いる。適切に信号を捕捉するため、実際の測定の前に測定時間を決定することが必要になる場合がある。

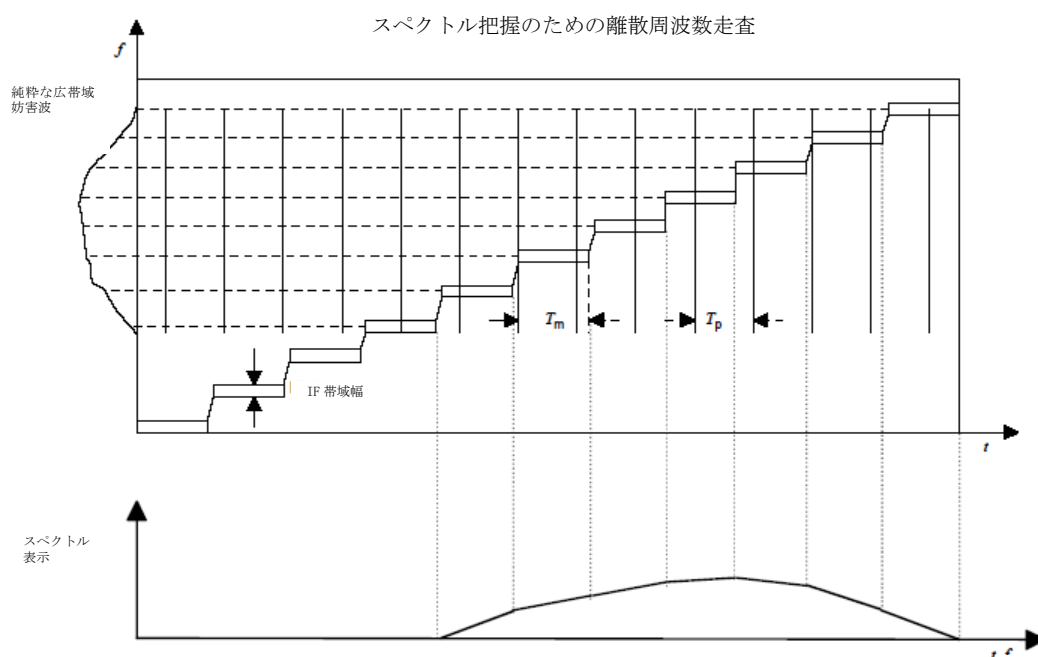


図3 離散周波数走査受信機で測定した広帯域スペクトル

測定（滞留）時間 T_m は、パルス繰り返し周波数の逆数であるパルス繰り返し間隔 T_p より長いことが望ましい。

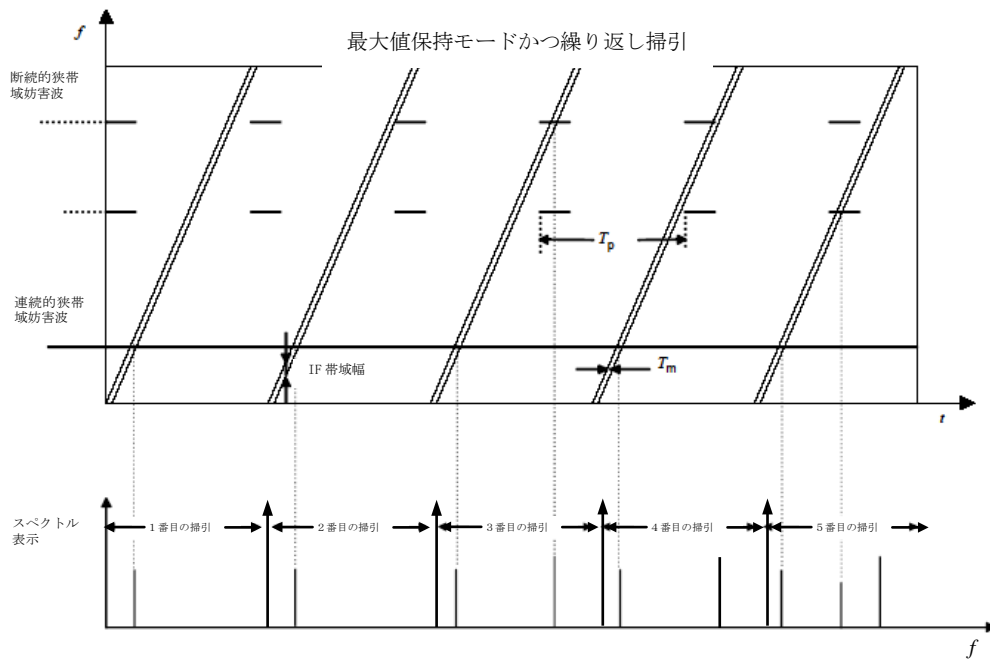


図4 断続的狭帯域妨害波に関する必要な掃引回数の例

注 上例では、すべてのスペクトル成分を捕捉するまでに5回の掃引が必要である。必要な掃引回数又は掃引時間は、パルス持続時間及びパルス繰り返し間隔によっては、増減しなければならない場合もある。

7 吸収クランプを用いる妨害波電力測定法

7.1 まえがき

1本の電源線、又はその他の形式の導線のみが接続された小型の供試装置(EUT)に対して、吸収クランプを用いる妨害波電力の測定法(ACMM、なお以下では妨害波電力測定法と呼ぶ)は放射妨害波測定法の代替法となる。放射妨害波測定法に対する妨害波電力測定法の利点は、主として測定時間の短縮及び試験場の費用低減にある。

妨害波電力測定法は、波長に比べて小さい装置(7.2.2項参照)から放射される妨害波が、装置に取り付けられた導線(例えば電源線)に流れるコモンモード電流に主として起因することを根拠としている。1本の外部導線を持つ供試装置からの妨害は、その導線が放射アンテナとして動作するので、これに供給される無線周波電力で評価できる。この無線周波電力は、被試験導線に吸収クランプを取り付け、これによって測定されるコモンモード電流の最大値から評価できるとみなしている。

この節は供試装置の導線に発生する妨害波電力の測定に関する一般的な要求事項につい

で定める。特定の製品については、さらに個別の測定手順や動作条件が必要となることがある。妨害波電力測定法の適用範囲は 7.2 項に述べる。妨害波電力測定法に関連する較正及び適合性確認方法は引用規格（4）の 4 章に示す。妨害波電力測定法に関する測定装置の不確かさの考察は引用規格（10）に記載されている。

7.2 妨害波電力測定法の適用

個々の製品区分に対する妨害波電力測定法の適用は、次の項で述べる制限事項を考慮に入れて製品委員会で決定すること。詳細な測定手順は、製品規格において製品区分ごとに規定しなければならない。

7.2.1 周波数範囲

この節に記載する妨害波電力測定法は、30MHz から 1000MHz までの周波数範囲に適用する。

7.2.2 供試装置本体の大きさ

供試装置本体とは、接続線を含まない供試装置の筐体を意味する。妨害波電力測定法は、供試装置本体の寸法が最高測定周波数の波長の 4 分の 1 程度より小さく、かつ、主な放射妨害源として 1 本以上の導線を持つ供試装置に対して最も適している。供試装置本体の大きさが最高測定周波数の波長の 4 分の 1 に近づくと、筐体からの直接放射が生じるため、妨害波電力測定法では、供試装置の放射妨害波の特性を十分に評価できないかもしれない。従って、この方法は小型の卓上型及び床置き型供試装置の両方に適しており、30MHz から 300MHz までの周波数範囲に最も有効である。

7.2.3 電源線以外の外部導線に対する要求事項

妨害波電力測定法は、基本的に単一の電源線を持つ供試装置に適用するものである。しかし、供試装置が電源線以外の外部導線（例えば、補助機器に接続されている導線）を持つ場合は、これらの導線もまた妨害波を放射することがあるため、妨害波電力測定法はこれらの外部導線にも適用できる。補助機器に接続された導線からも妨害波が放射されるため、外部導線の長さが最高測定周波数の波長の 2 分の 1 より長ければ、この導線も考慮して測定手順を作る。製品規格では、測定結果の再現性を確保するために、外部導線の取り扱い（導線の延長など）や、これらの外部導線及び補助機器の配置について詳細な情報を記載しなければならない。ただし、外部導線が機器本体及び補助機器に永久的に取り付けてあり、かつ、この導線の長さが最高測定周波数の波長の 2 分の 1 より短い場合は、これらの導線に関する妨害波電力の測定は不要である。

7.3 測定装置及び試験場に対する要求事項

妨害波電力測定法の概要図を図5に示す。測定に用いる機器類及び試験場には次の要求事項を適用する。

7.3.1 測定用受信機

測定用受信機は引用規格(3)の要求事項に適合しなければならない。スペクトラムアナライザや掃引型受信機を用いる場合は、付則Aを考慮すること。

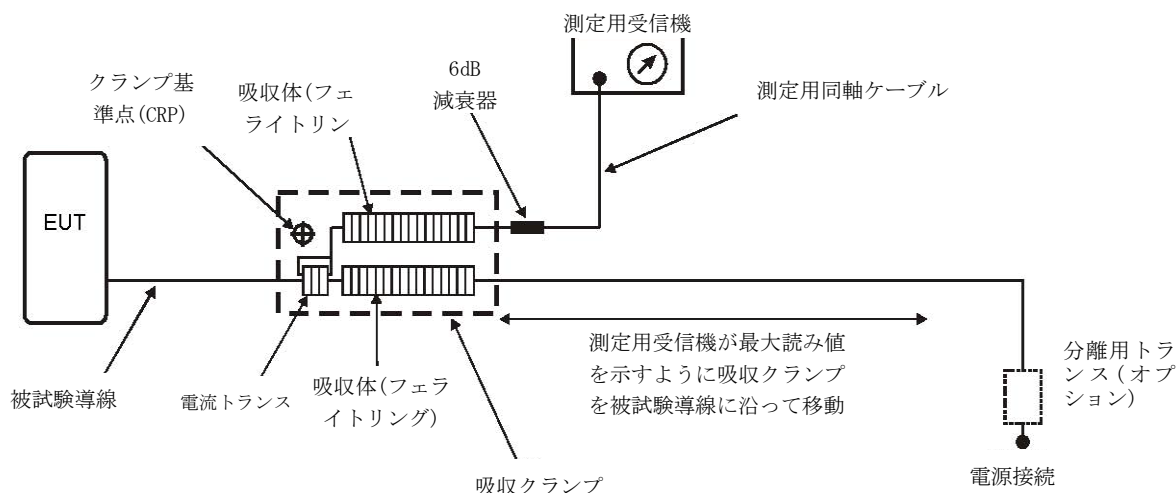
7.3.2 吸収クランプ装置

吸収クランプ装置は次の部分から構成される。

- a) 吸収クランプ (内蔵の電流トランス、及び被試験導線と測定ケーブルに沿ったフェライトリングを含む。図5参照)
- b) 6dB減衰器
- c) 測定用同軸ケーブル

吸収クランプ装置は引用規格(4)の4章の要求事項に適合しなければならない。この吸収クランプ装置のクランプ係数(CF)は引用規格(4)の4章に記載された測定手順に従って決定すること。吸収クランプ装置の減結合係数もまた引用規格(4)の4章に記載された測定手順に従って確認しなければならない。

クランプ基準点(CRP)はクランプ内の電流トランス先端の位置を示す。この基準点は測定時にクランプの位置を決定するために使用する。CRPマークは吸収クランプの筐体の外側に表示すること。



注1 6dB減衰器と測定用同軸ケーブルは、吸収クランプと一緒に較正すること。

注2 6dB減衰器は吸収クランプに内蔵されていることがある。

図5 吸収クランプ測定法の概要図

7.3.3 吸収クランプ試験場の要求事項

吸収クランプ試験場は妨害波電力測定法を適用するために用いられる試験場である。この試験場は引用規格（4）の4章に詳細に規定されており、その性能は引用規格（4）に記載された手順に従って適性を確認しなければならない。試験場は屋外又は屋内のいずれでも可能であり、次の設備を含む（図6）。

- ・ 供試装置を支持するための非金属の台
- ・ 被試験導線及び吸収クランプを搭載するためのクランプ移動台
- ・ 吸収クランプ測定用ケーブルを移動する際に使用する支持物又は懸垂器具
- ・ 吸収クランプを移動するためのロープのような補助具

上記の設備を考慮して吸収クランプ試験場の適性確認手順を定めること。

クランプ移動台の近端（供試装置側）を移動台の基準点（SRP、図6参照）とする。このSRPはCRPの水平距離を定義するのに用いる。試験場の上記の設備に関する要求事項の要点を以下に示す。

- a) クランプ移動台は、最低周波数 30MHz において最大の妨害波電力を測定するために、クランプの移動範囲を十分に確保しなければならない。すなわち、クランプ移動台の長さは $6\pm 0.05\text{m}$ でなければならない。

注1 クランプ移動台の長さは、理論上のクランプ最大移動距離（30MHzにおいて半波長=5m）、SRPとCRPとの間の距離（約0.1m）、及び吸収クランプの長さ（約0.7m）に移動台遠端の導線固定具（約0.1m）を加えたものの合計に等しい。従って、理論上、クランプ移動台の長さは約5.9mとなる。再現性の理由から、クランプ移動台の長さを6mに固定する。

- b) 吸収クランプの走行距離は5mとする。したがって、CRPはSRPからの距離0.1mから5.1mの間で移動すること。
- c) クランプ移動台の高さは、卓上型及び床置き型供試装置の両方に対して $0.8\text{m}\pm 0.05\text{m}$ であること。したがって被試験導線の高さは試験場の床上約0.8mとなる。ただし、吸収クランプ内部では更に数cm高くなる。
- d) 供試装置台、クランプ移動台及び補助具（ロープ）の材料は反射を低減するために非導電性でなければならない。また、誘電特性は空気の特徴に近いこと。材料の電気的特性に加えて材料の寸法（厚さや構造）も重要である。例えば、乾燥した木材は30MHzから300MHzの間では供試装置台やクランプ移動台に適切な材料である。

注 2 供試装置台、クランプ移動台の材料及び構造による影響は 300MHz を超える周波数では無視できなくなることもある。

7.4 周囲雑音に関する要求事項

吸収クランプ試験場に存在する周囲雑音レベルは 6.1 項に示す要求事項に適合しなければならない。

周囲雑音の混入によって発生する妨害波電力は 7.8.1 項に従って評価すること。このレベルは、適用する許容値より少なくとも 6dB 低くなければならない。

7.5 供試装置に接続されている導線に関する要求事項

妨害波電力は、各々の導線に関してそれぞれ測定すること（7.2.3 項も参照）。測定手順を 7.8 項に記載する。導線に関する要求事項は次の通りである。

7.5.1 被試験導線

被試験導線の長さは、最低測定周波数における半波長に加えて、床上の電源に導線を接続するために十分な長さであること。典型的な場合、少なくとも 7.5 m となる。

注 1 この導線の最短の長さは、クランプ移動台の長さ 6m + 被試験導線から床への降下部分 1m + マージン 0.5 m = 7.5 m から得られる。供試装置とクランプ移動台基準点との間の被試験導線部分に、更に長さが必要となる場合がある。

注 2 一般的には供試装置付属の導線の長さは 7.5m よりはるかに短いので、この付属の導線と同じ型式および同じ構造の導線で延長するか、又は、完全に置き換えなければならない。ただし、プラグが吸収クランプを通過しないので、導線の延長は現実的ではない。

7.5.2 試験対象でない導線

供試装置に 2 本以上の導線がある場合（7.2.3 項参照）、測定に供しない導線（接続された補助機器の導線を含む）は、機器の動作に影響がなければ取り外さなければならない。取り外すことができない導線はコモンモード吸収器具（CMAD）によって高周波的に分離しなければならない。CMAD は損失の大きい多数のフェライトリング又は他の吸収装置で構成し、これらは供試装置の筐体直近において導線を囲むこと。分離された導線は供試装置台上で供試装置の近くに置くこと。

7.6 試験装置類の配置

7.6.1 一般要求事項

試験装置類の配置には次の一般要求事項を適用する。

- a) 吸収クランプ試験場における供試装置および被試験導線の配置を図6および図7に示す。
- b) 供試装置、被試験導線及び吸収クランプから、その他の物体（人体、壁、天井を含むが、床は除く）は少なくとも0.8 m離さなければならない。
- c) 吸収クランプ試験場に設置されている試験装置類の配置は、吸収クランプ試験場の適性確認の時と同じでなければならない。

7.6.2 供試装置の配置

供試装置の配置は次の要求事項を満たさなければならない。

- a) 供試装置は供試装置台上に置く。台の高さは卓上型供試装置に対しては $0.8\text{ m}\pm 0.05\text{ m}$ でなければならない。本来、床上で用いるように設計された供試装置の台については $0.1\text{ m}\pm 0.01\text{ m}$ でなければならない。
- b) 供試装置は供試装置台上でできる限り通常動作の配置にすること。被試験導線はクランプ移動台の基準点に向かってまっすぐに伸ばすこと。通常の配置が決まっていない場合は、被試験導線が移動台に向かってまっすぐ伸びるように供試装置を置くこと。供試装置と基準点との距離はできる限り短くすること。

注 洗濯機やコーヒーメーカーのような機器では、通常の動作配置は明らかである。しかし、ヘアドライヤーやドリルのような機器については、これはあまり明確ではないが、卓上装置用供試装置台上に置くのが妥当である。重要なのは、試験の再現性を高めることである。供試装置の配置の再現性を高めるために、製品規格を作る際は具体的な手引きを示してもよい。

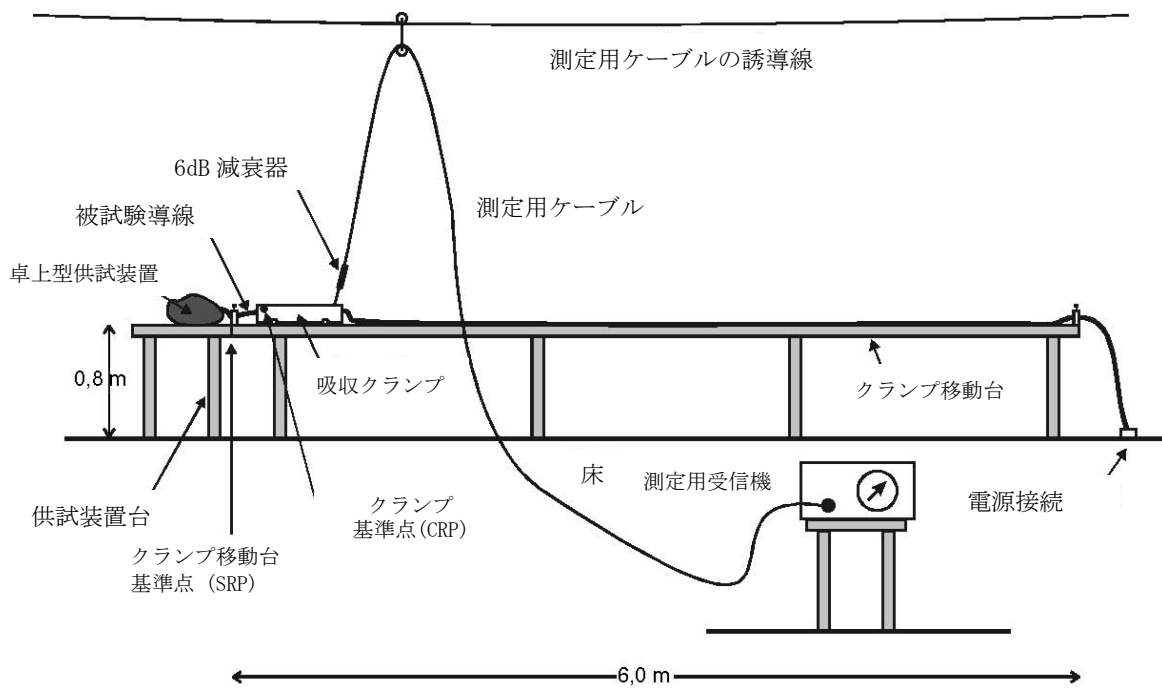


図6 卓上型供試装置に関する吸収クランプの試験配置

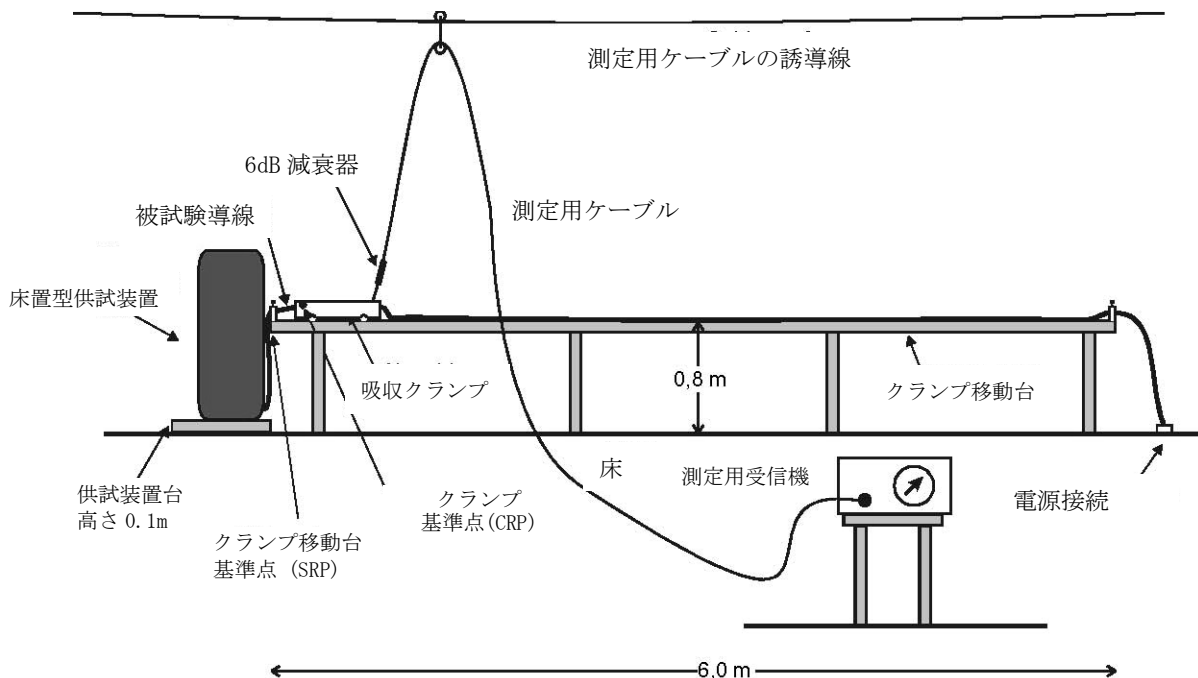


図7 床置き型供試装置に関する吸収クランプ試験配置

7.6.3 被試験導線の配置

吸収クランプを被試験導線に沿って移動し最大指示値を得ることができるように、被試験導線は移動台上に水平に伸張する。吸収クランプに覆われていない被試験導線の部分は、できる限り床上 0.8 m の高さに設置すること。クランプを移動している間、被試験導線を適切に配置するために、容易に外せる固定具を用いて被試験導線をクランプ移動台の両端で固定するとよい。

7.6.4 吸収クランプ

吸収クランプの配置に関して次の要求事項を適用する。

- 図6に示すように被試験導線を吸収クランプに通す。吸収クランプはクランプ移動台の上でクランプ基準点 (CRP) を供試装置に向けて置かなければならない。
- クランプの移動において、クランプ基準点 とクランプ移動台基準点 (SRP) 間の最小水平距離は $10\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$ でなければならない。試験結果はこの初期位置に大いに依存する。したがって再現性の確保には、すべての初期位置を同一にする必要があるため、この規定は極めて重要である。
- 被試験導線は、クランプ基準点において吸収クランプ断面の中心に保持しなければならない。多くのクランプはこのための中心保持用具を備えている。

7.6.5 測定用ケーブル

吸収クランプの測定用ケーブルは次の要求事項を満たさなければならない。

- a) 6dB 減衰器が吸収クランプ装置に内蔵されていない場合は、外付けの 6dB 減衰器をクランプの測定端子の近くに接続すること。
- b) 測定用ケーブルを測定用受信機又はスペクトラムアナライザに接続する。
- c) 吸収クランプの移動の際は、滑車などを使って測定用ケーブルがクランプに対してほぼ直角となるようにし、かつ、床に触れないようにすること。

7.7 供試装置の動作条件

妨害波電力の測定を行うとき、供試装置は待機モード及び通常の動作モードで動作させること。妨害波が最大になる動作モードを決定するために、事前測定（7.8.2 a）項）を行うこと。一般的な動作条件として、6 章を満たすこと。製品特有の条件が追加的に必要になることがあるので、それらを製品規格において規定すること。

7.8 測定手順

7.8.1 周囲雑音レベルに関する測定手順

供試装置の実際の試験に先立って、被試験導線（電源線、又は、それが無ければ他の被試験導線）を用いて周囲雑音レベルを測定しなければならない。周囲雑音による妨害波電力は、供試装置の電源をオフにして測定する。7.8.2 b）項 に記載された本測定手順に従って吸収クランプを移動し、周囲雑音レベルを測定すること。式（4）を用いて計算した周囲雑音による妨害波電力は、適用する許容値より少なくとも 6dB 低くなければならない。

7.8.2 供試装置の測定手順

供試装置に接続された各々の導線に対して（7.5 項参照）次の測定手順を適用すること。

a) 固定位置での事前測定

クランプ基準点（CRP）をクランプ移動台基準点（SRP）から水平距離 0.1 m の点に置く。供試装置の電源を入れ、7.7 項で規定した動作条件にすること。この固定位置で、妨害波が最大になる動作モードを見出すために、供試装置の妨害波に影響する動作モードのそれぞれに対して、周波数掃引により妨害波レベルを観測する。妨害波が最大になる動作モードに対して本測定を行うこと。この事前測定においては尖頭値検波器を使用してもよい。また、事前測定によって妨害波の特性（狭帯域、広帯域）に関する情報が得られることがある。

b) 本測定

本測定の手順は、事前測定時にわかった妨害波の特性に依存する。狭帯域、広帯域、連続性、不連続性妨害波に関する測定手順の指針は 6.2 項、6.4 項ならびに引用規格（2）に記載されている。妨害波の特性によって次の 2 つのいずれかの手順を本測定に適用する。

1) 周波数を固定し、クランプを連続的に移動する測定

各周波数において、吸収クランプの基準点の位置を、測定している周波数の少なくとも半波長に相当する距離まで導線に沿って連続的に移動し、吸収クランプに接続した測定用受信機で得られる最大指示値を測定すること。各々の周波数において、測定点の間隔は 1/15 波長より狭いこと。

2) クランプの位置を固定し、測定用受信機の周波数を掃引する測定

吸収クランプをクランプ台に沿って多数の測定点に固定し、各々の点において測定用受信機の周波数を掃引し、各周波数における最大の読み値を記録する方法である。ただし測定点の間隔は測定すべき上限周波数に依存する。例えば、最高周波数が 1000 MHz の場合、測定点の間隔は 0.02 m (1/15 波長) で十分である。全ての測定位置における測定データから、各周波数における最大の読み値を記録すること。測定点を被測定導線全体にわたって一定間隔とすると、測定時間が相当増加するため、供試装置と吸収クランプとの距離が増加するに伴い、漸次移動間隔を大きくしてもよい。このことで測定点の数をかなり少なくすることができる。表 2 及び表 3 に、測定周波数の上限によって適用できる測定点間隔を例示する。さらなる測定時間の短縮には、最大値が半波長の範囲内に存在することから、クランプが供試装置から離れるに従って掃引する上限周波数を低下すればよい。

表 2 上限周波数 300MHz に関する測定点の間隔 (例)

吸収クランプの位置 (CRP の位置)	測定点の間隔 (m)	測定点の数
SRP + 0.1m から SRP + 0.40m まで	0.06	5
SRP + 0.40m から SRP + 0.90m まで	0.10	5
SRP + 0.90m から SRP + 1.8m まで	0.15	6
SRP + 1.8m から SRP + 3.0m まで	0.20	6
SRP + 3.0m から SRP + 5.1m まで	0.30	8 (終点を含む)
測定点の総数		30

表3 上限周波数 1000MHz に関する測定点の間隔 (例)

吸収クランプの位置 (CRP の位置)	測定点の間隔 (m)	測定点の数
SRP + 0.1m から SRP + 0.2m まで	0.02	5
SRP + 0.2m から SRP + 0.4m まで	0.04	5
SRP + 0.4m から SRP + 0.8m まで	0.05	8
SRP + 0.8m から SRP + 1.4m まで	0.10	6
SRP + 1.4m から SRP + 3.0m まで	0.20	8
SRP + 3.0m から SRP + 5.1m まで	0.30	8 (終点を含む)
測定点の総数		40

7.9 妨害波電力の決定

妨害波電力は、各測定周波数において、最大測定電圧と引用規格 (4) の 4 章に記載された妨害波電力校正手順から得られたクランプ係数から、式(4)を用いて計算すること。

$$P = V + CF \quad (4)$$

ここで

P = 妨害波電力 dB(pW)

V = 最大測定電圧 dB(μ V)

CF = クランプ係数 dB(pW/ μ V)

注 クランプ係数は 6dB 減衰器の影響を含む。(7.3.2 項参照)

7.10 測定不確かさの評価

吸収クランプ試験場および測定装置に関して、不確かさの値 U_{ab} を引用規格 (10) に示す指針を用いて評価すること。

7.11 適合判定基準

それぞれの周波数において、各被試験導線について得られた妨害波電力 P は、適用できる許容値 R に対して適合性を照合しなければならない。

8 妨害波電力の自動測定

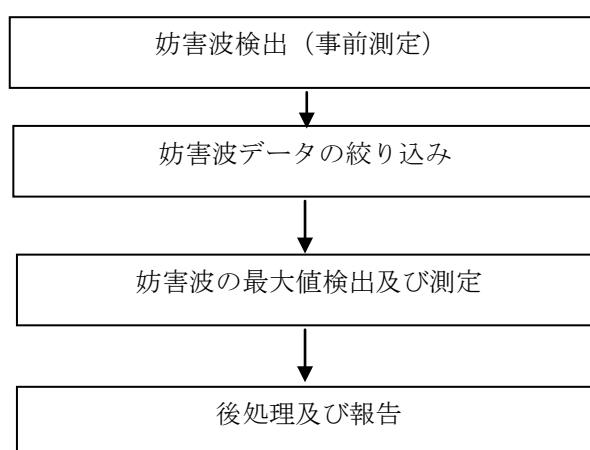
8.1 自動測定の注意事項

自動化により、測定者による測定値の読み違いや記録の間違いは最小限となるが、新しい誤差を発生する可能性がある。例えば、実際の測定環境が自動測定のソフトウェアが想定したものと異なる場合には、誤差を生じる可能性がある。また、自動測定において、供試装置の妨害波の周波数が高レベルの周囲雑音に隣接する場合、正確に測定されないことがある。しかし、この場合、実際の妨害波を測定する前に、供試装置の電源を切って吸収クランプ試験場の周囲雑音を記録し、適切な信号認識アルゴリズムを適用することによって、特定の周波数に周囲雑音が存在することを測定者に警告できる。なお、供試装置の妨害波がゆっくり変化する場合、低い繰り返し周波数で断続する場合、または過渡的な周囲雑音が発生する可能性のある場合には、測定者が関与することが望ましい。

8.2 一般測定手順

妨害波の最大値を測定する前に、尖頭値検波器の測定用受信機を用いて妨害波信号を探索する必要がある。測定対象の全周波数範囲において、準尖頭値検波器を用いて妨害波の最大値を探索すると、試験時間が極端に長くなる（6.5.1 項参照）。従って、妨害波の尖頭値が妨害波許容値を超えるか許容値付近になる周波数のみに準尖頭値検波器を用いる測定を適用する。この場合、そのような周波数の妨害波について吸収クランプの位置を走査して最大値を測定すること。

次の一般的な測定手順に従えば、測定時間を短縮できる：



8.3 事前測定

事前測定の目的は、これ以後の試験または走査に必要なパラメータを決めるための最小限の情報を集めることである。従って、事前測定は妨害波スペクトルがほとんど未知の新

製品を試験する際に用いられる。一般的に事前測定は、対象となる周波数範囲のどこに妨害波があるかを調べるためのデータ収集作業である。事前測定において、供試装置の未知の妨害波スペクトルに関する情報を短時間に得るには、周波数走査について 6.5 項を考慮すること。

妨害波の断続的な特性が、測定される妨害波スペクトルの尖頭値に特に影響する。従って、供試装置の妨害波スペクトルおよび特にパルス繰り返し最大間隔 T_p が未知の場合、 T_p を調べて測定時間 T_m を T_p 以上であるように設定すること。最初にどの周波数で妨害波の振幅が変動するかを調べるとよい。これは測定器またはソフトウェアの最大保持機能による測定値と、最小保持若しくは消去／書込み機能による測定値を 15 秒間観測し、比較することによって行うことができる。この間、測定系の設定は一切変更しないことが望ましい（吸収クランプを動かさない）。最大保持結果と最小保持結果の差が、例えば、2dB を超える妨害波は、断続的妨害波と見なす（周囲雑音を断続的妨害波と混同しないこと）。

妨害波のパルス繰り返し間隔 T_p は、測定用受信機をゼロスパンに設定するか、または測定受信機の IF 出力に接続したオシロスコープを用いることによって測定することができる。または、最大保持による表示値と消去／書込み表示値の差が、例えば、2dB 未満になるまで測定時間を長くすることによって、正しい測定時間を求めることができる。なお、事前測定後の本測定では、測定周波数において測定時間 T_m がパルス繰り返し間隔 T_p 以上であること。

事前測定は吸収クランプを供試装置に近づけて実施してもよい。

吸収クランプで測定する妨害波については、準尖頭値及び平均値検波器の 2 つの許容値を必要とすることがある。この場合、尖頭値のデータが平均値の許容値を超えれば、データの絞り込みを行う前に、平均値測定による事前測定を行うこと。なぜなら、平均値の許容値を超える狭帯域妨害波が準尖頭値の許容値以下の広帯域妨害波に隠れている場合、不適合状態を検出することができないからである。狭帯域妨害波に対する応答は必ずしも広帯域妨害波のピークとは一致しないことに注意すること。

8.4 測定データの絞り込み

一連の測定における第二手順として、全体の測定時間を短縮するために、事前測定で収集した測定ポイントを絞り込む作業を行う。例えば、全体の測定スペクトルからの有意な成分の選び出しや、供試装置の妨害波と外来の放送波などの周囲雑音や補助機器からの影響との区別、測定値と許容値の比較や、定められた基準に基づく測定データの絞り込みなどを行う。

手順の最後は文書化に関するものである。測定値リストに記載する分類や比較の手順を自動または手動で明確にできる機能は、測定者が必要な報告書や文書を編集する場面で助けとなる。補正後の尖頭値、準尖頭値、平均値の各振幅値は、分類や選択の判定基準として利用できるようにしておくこと。これらの処理の結果は、別の出力リストとして保存するか、あるいは統合してひとつのリストとして文書化や次のステップの処理が行われる。

8.5 本測定

本測定では、吸収クランプの位置を導線に沿って変化させて妨害波測定値の最大化を図る。最大化の後、準尖頭値検波を用いて適切な時間（測定値が許容値付近で変動する場合、少なくとも 15 秒間）測定し、妨害波の振幅を決定する。

8.6 後処理と報告書の作成

試験報告書には、測定結果を図表形式で示すこと。さらに、使用した測定装置および測定用設備等の情報、さらに製品規格の要求に従う供試装置の試験配置および試験条件に関する情報なども試験報告書に含めるべきである。

付則A (情報) スペクトラムアナライザおよび掃引受信機の使用

(6章参照)

A.1 はじめに

スペクトラムアナライザと掃引型受信機を用いる場合には、以下の特性について配慮すること。

A.2 過負荷

ほとんどのスペクトラムアナライザは2000MHzまでの周波数範囲でRFプリセクタを内蔵していない。すなわち、入力信号は直接広帯域ミキサに加わる。過負荷を避け、損傷を防ぎ、スペクトラムアナライザを線形領域で使用するためには、ミキサでの信号振幅の一般的な値としては150mV（ピーク値）以下とすべきである。このレベルまで入力信号を減ずるために、RF減衰器や外付けのRFプリセクタが必要になる場合もある。

A.3 線形性のテスト

線形性は、以下のようにして測定できる。評価しようとする対象信号のレベルを測り、次に、測定器の入力端、あるいはプリアンプを使用している場合は、その前にX dB減衰器 ($X \geq 6$ dB)を挿入した後、このレベル測定を繰り返す。測定器表示部の新しい指示値が、最初の指示値から低下が $X \text{ dB} \pm 0.5 \text{ dB}$ であれば、測定システムは線形であると判断できる。

A.4 選択度

スペクトラムアナライザ及び掃引型受信機は、広帯域およびインパルス信号、並びに規定の帯域幅内に幾つかのスペクトル成分を持つ狭帯域妨害波を正確に測定するために、その帯域幅は引用規格(3)の規定を満足していること。

A.5 パルスに対する正常な応答

準尖頭値検波器を持つスペクトラムアナライザと掃引型受信機の応答は、引用規格(3)に規定されている較正試験パルスを用いて性能を確認することができる。較正試験パルスは通常大きな尖頭値電圧を持つので、線形性の要求を満たすためには40 dBあるいはそれ以上のRF減衰器を必要とする。この減衰器の挿入によって感度が低下し、バンドB、C、Dにおける低い繰り返し周波数や孤立の較正試験パルスに対する測定が不可能になる。但し、測定器の前にプリセレクトングフィルタを用いることにより、RF減衰器の減衰量を小さくすることができる。このフィルタはミキサから見た較正試験パルスのスペクトル幅を制限する。

A.6 尖頭値検波

スペクトラムアナライザの通常の（尖頭値）検波モードは、原理的に、準尖頭値の指示値より小さい値を示すことはない。妨害波測定において尖頭値検波を用いれば、準尖頭値検波より速い周波数掃引が可能になるので便利である。但し、尖頭値検波によって得られる妨害波レベルが許容値に近い場合は、準尖頭値検波を用いて再測定すること。

A.7 周波数掃引速度

スペクトラムアナライザ及び掃引型受信機の掃引速度は、周波数バンドおよび検波モードに対して、適切に設定されるべきである。周波数当たりの最小掃引時間、すなわち最も速い掃引速度を以下の表に示す。

バンド	尖頭値検波	準尖頭値検波
A	100 ms/kHz	20 s/kHz
B	100 ms/ MHz	200 s/ MHz
C 及び D	1 ms/MHz	20 s/MHz

スペクトラムアナライザ及び掃引型受信機を固定周波数において非掃引モードで使用する場合は、表示掃引時間は検波モードとは無関係に設定でき、妨害波を観測する特性によって選択することができる。妨害レベルが安定していない場合には、その最大値を決定するために、測定器の指示値を少なくとも 15 秒観測しなければならない。（6.4.1 項参照）

A.8 信号の捕捉

尖頭値検波と、用意されているのであればデジタル蓄積表示機能を用いて、間欠的妨害波のスペクトルを求めることができる。一回の遅い周波数掃引より、複数回の速い周波数掃引によって妨害波を捕捉するための時間を短くすることができる場合もある。掃引開始時間を変化させ、妨害波との同期によってスペクトルが隠れてしまうのを防ぐこと。ある周波数範囲における全観測時間は、妨害波発生間隔より長くしなければならない。測定する妨害波の種類によっては、必要とする準尖頭値検波測定の一部あるいは全部を尖頭値検波による測定で代行できる。その後、妨害波の極大値が得られた周波数において、準尖頭値検波を用いて再測定を行うこと。

A.9 平均値検波

スペクトラムアナライザの平均値検波に対応する表示値は、表示される信号がそれ以上滑らかにならないところまでビデオ帯域幅を狭めることによって得られる。振幅確度を維持するためにビデオ帯域幅を狭くする場合は、掃引時間を長くすること。そのような測定においては、測定器を線形検波モードで使用しなければならない。線形検波した後、その

信号レベルを対数に変換して表示できる。その場合、その値は線形検波された信号の対数値であるが、それは正しい値である。

対数検波モードも、例えば狭帯域信号と広帯域信号をより簡単に区別するためなどに用いることができる。表示される値は、IF 信号の包絡線を対数的に圧縮したものの平均値である。それは線形検波モードに比べて、広帯域信号に対しては大きな減衰を与えるが、狭帯域信号の表示値に関しては影響を与えない。従って、対数検波モードにおけるビデオフィルタの利用は、広帯域/狭帯域の両方の成分を含むスペクトルの中から、狭帯域成分を推定するのに特に有用である。

A.10 感度

感度はスペクトラムアナライザの前段に低雑音の RF 前置増幅器を用いることにより向上させることができる。増幅器の入力信号レベルは、被試験信号に対してシステム全体の線形性を確保するために減衰器を用いて調節すること。

システムの線形性を確保するために、大きな RF 減衰量を必要とする極端に広帯域な妨害波に関して、スペクトラムアナライザの前段に RF プリセレクトングフィルタを接続することによって、感度をより向上することができる。このフィルタは広帯域妨害波の尖頭値振幅を減少させ、より小さな減衰量の RF 減衰器を用いることができるようになる。そのようなフィルタは、強力な帯域外信号や、それらによって生じる相互変調積を除去あるいは減衰させるためにも必要である。フィルタを用いる時は、広い周波数帯域にわたってフィルタの較正を実施しておくこと。

A.11 振幅の精確さ

スペクトラムアナライザ及び掃引型受信機の振幅の精確さは、信号発生器、パワーメータ、精密な減衰器を用いて確認できる。これらの装置とケーブルの特性及び不整合損失を解析し、性能確認試験における誤差を推定すること。

付則B（情報） 平均値検波器を使用する場合の掃引速度と測定時間

B.1 一般

この付則では、インパルス性の妨害波を平均値検波器で測定する場合において、掃引速度と測定時間を選択するための指針を述べる。

9kHz から 1GHz の周波数帯域における平均値検波測定器の定義は、引用規格（3）の第6章に記載する。

平均値検波器は以下の特徴を有している。

- a) インパルス性妨害波の影響を抑制し、測定されるべき妨害波の連続波（CW）成分を強調する
- b) 振幅変調信号の搬送波レベルを測定するために、振幅変調成分を抑制する
- c) 断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波に対しては、規定の時定数を持つ指示計を用いることにより、重み付けされた尖頭値を示す。

適切なビデオ帯域幅とそれに対応する掃引速度または測定時間を選択するために、以下のことを考慮すべきである。

B.1.1 インパルス性妨害波に関する平均値表示

インパルス性妨害波のパルス幅 T_p は、多くの場合、中間周波帯域幅 B_{res} を用いて、 $T_p=1/B_{res}$ で表される。このような妨害波の表示値の変動をビデオフィルタで抑制する場合、パルス抑制係数 a は、中間周波帯域幅とビデオ帯域幅 B_{video} の比で表され、 $a = 20 \log (B_{res}/B_{video})$ となる。 B_{video} は包絡線検波器の後の低域通過フィルタの帯域幅により決定される。 T_p より長いパルスに対しては、パルス抑制係数は a より小さくなると思われる。最小の掃引時間 $T_{s \min}$ （および最大の周波数掃引速度 $R_{s \max}$ ）は次式により求められる。

$$T_{s \min} = (k \cdot \Delta f) / (B_{res} \cdot B_{video}) \quad (B.1)$$

$$R_{s \max} = \Delta f / T_{s \min} = (B_{res} \cdot B_{video}) / k \quad (B.2)$$

ここで、 Δf は周波数掃引幅、 k は妨害波測定器またはスペクトラムアナライザの速度に依存する比例定数である。

掃引時間が長い場合、 k は 1 に近づく。ビデオ帯域幅 100Hz の場合、表 B.1 に示す最大掃引速度とパルス抑制係数が適用できると思われる。

表 B.1 ビデオ帯域幅 100Hz に関するパルス抑制係数と掃引速度

	バンドA	バンドB	バンドCおよびD
周波数範囲	9kHz～150kHz	150kHz～30MHz	30MHz～1000MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200Hz	9kHz	120kHz
ビデオ帯域幅 B_{video}	100Hz	100Hz	100Hz
最大周波数掃引速度	17.4kHz/s	0.9MHz/s	12MHz/s
最大抑制係数	6dB	39dB	61.5dB

この表は、妨害波に短いパルスが含まれる場合、バンドB/Cの準尖頭値および平均値の許容値を規定する製品規格に適用することができる。両方の許容値に対して供試装置の適合性を示されなければならない。もし、インパルス性妨害波に関して、パルス繰り返し周波数が 100Hz より大きく、準尖頭値許容値を越えないならば、インパルスは、ビデオ帯域幅 100Hz の平均値検出機能により十分に抑制される。

B.1.2 算術平均によるインパルス性妨害波の平均値表示

平均値検波機能は、包絡線検波後の信号振幅値の算術平均を取ることによっても実現できる。もし、平均化時間がビデオ帯域幅の逆数であるならば、ビデオフィルタと等価なパルス抑制効果を得ることができる。この場合、パルス抑制係数は、 $a = 20 \log (T_{av} \times B_{res})$ である。ここで、 T_{av} はある周波数における平均化（測定）時間である。従って、10ms の平均化時間はビデオ帯域幅 100Hz と同じパルス抑制係数を得られる。この算術平均操作は、測定周波数がある周波数から別の周波数に変えた場合、遅延時間がゼロである利点を持っている。一方、繰り返し周波数 f_p のパルスの平均化に対して、その結果は、 n 番目までのパルスが平均化されたか又は $n+1$ 番目までのパルスが平均化されたかにより変化する。この効果は、もし、 $T_{av} \times f_p > 10$ であるならば、1dB 以下である。

B.2 振幅変調成分の抑制

変調された信号の搬送波を測定するためには、十分長い時間の信号平均化、もしくは最低変調周波数において十分な減衰特性を持つビデオフィルタにより、振幅変調成分を抑制しなければならない。 f_m が変調された信号の最低周波数であり、100%変調に対する最大測定誤差を 1dB 以内にするには、測定時間 T_m は、 $T_m = 10 / f_m$ とすべきである。

B.3 断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波の測定

引用規格（3）の 6.4.3 項において、断続的で、不安定で、ゆっくり変化する狭帯域妨害波のレベルは、バンドAとバンドBについては 160ms の、バンドCとバンドDについては 100ms の時定数を持つ指示計を用いて測定した最大値により定義される。これらの時定数

は帯域幅がそれぞれ 0.64Hz および 1Hz の二次遅れビデオフィルタを用いたものと等価である。正確な測定を行うためには、これらの帯域幅においては、表 B.2 に示すように非常に長い測定時間を必要とする。

表 B.2 指示計の時定数、それに対応するビデオ帯域幅、最大周波数掃引速度

	バンドA	バンドB	バンドCおよびD
周波数範囲	9kHz～150kHz	150kHz～30MHz	30MHz～1000MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200Hz	9kHz	120kHz
指示計時定数	160ms	160ms	100ms
ビデオ帯域幅 B_{video}	0.64Hz	0.64Hz	1Hz
最大周波数掃引速度	8.9s/kHz	172s/MHz	8.3s/MHz

しかしながら、この表は、パルスの繰り返し周波数が 5Hz 以下の場合についてのみ適用できる。より短いパルス幅やより高い変調周波数に対しては、B.1.1 に記載するような、より広帯域のビデオフィルタを使用できる。図 B.1 と図 B.2 は、それぞれ、指示計の時定数が 160ms と 100ms の場合について、10ms のパルス幅のパルスに対して、横軸をパルスの繰り返し周波数 f_p として、平均値の最大値の読み(“CISPR AV”)と真の平均値(“AV”)をパラメータとしたパルスの重み関数を示している。

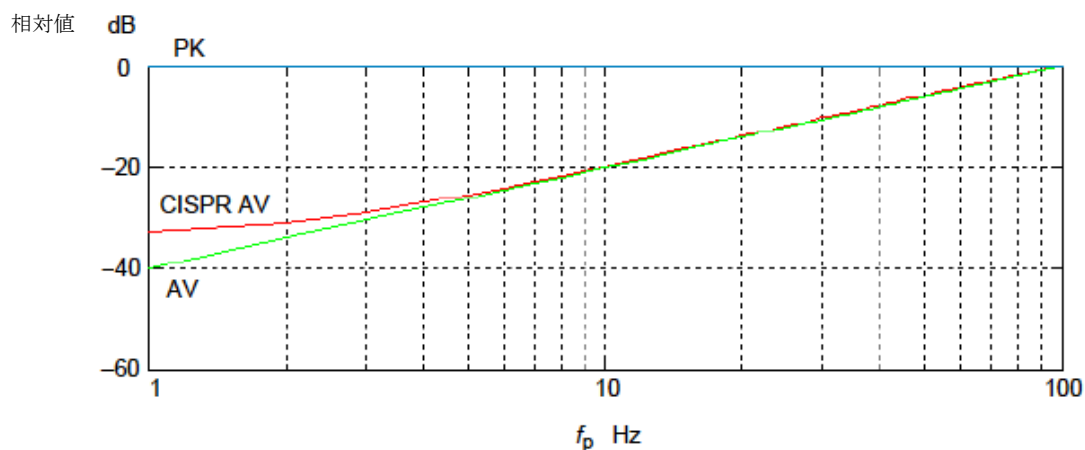


図 B.1 幅 10ms のパルスに関する指示計の重み関数

(時定数 160ms : 尖頭値"PK"、平均値の尖頭値"CISPR AV"、真の平均値"AV")

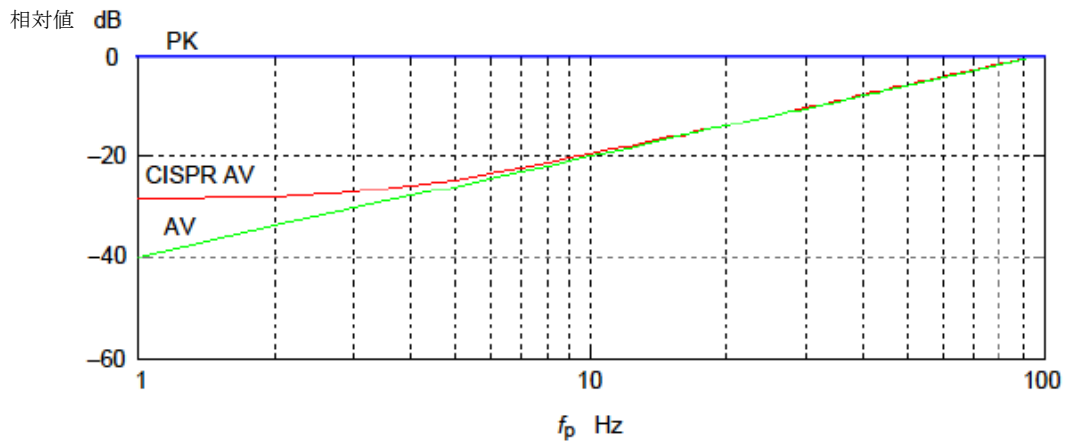


図 B.2 幅 10ms のパルスに関する指示計の重み関数

(時定数 100ms : 尖頭値"PK"、平均値の尖頭値"CISPR AV"、真の平均値"AV")

図 B.1 と B.2 において、平均値の尖頭値を読む"CISPR AV"と尖頭値を読まない"AV"の差は、パルスの繰り返し周波数が小さくなるに従って増加することを示している。図 B.3 と B.4 はパルス幅を関数として、 $f_p = 1\text{Hz}$ の場合における"CISPR AV"と"AV"の差を示している。

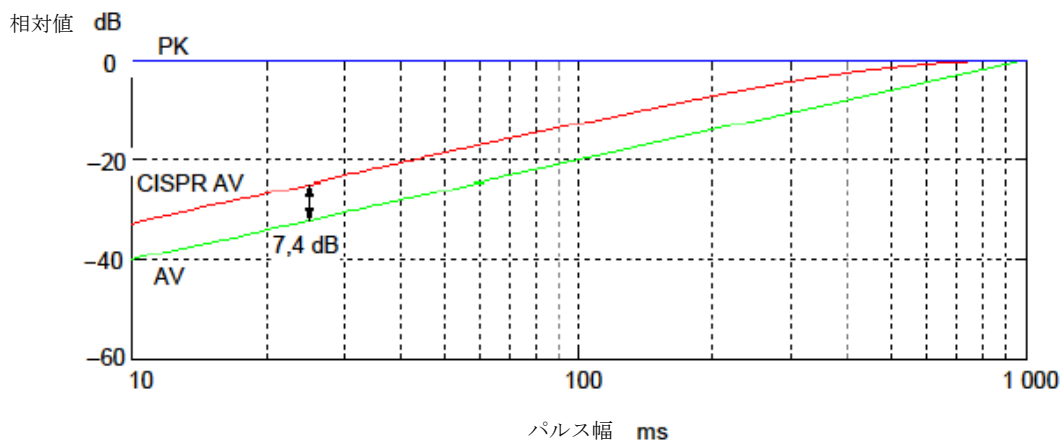


図 B.3 パルス幅を横軸とした尖頭値"PK"と平均値に関する重み関数の計算例
(繰り返し周波数 1Hz、指示計の機械的時定数 160ms)

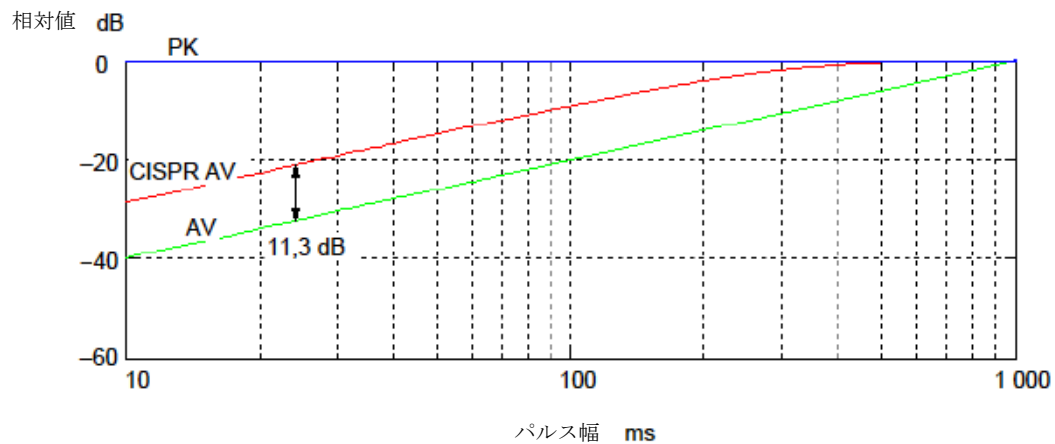


図 B.4 パルス幅を横軸とした尖頭値"PK"と平均値に対する重み関数の計算例
(繰り返し周波数 1Hz、指示計の機械的時定数 100ms)

B.4 自動測定または半自動測定のための推奨手順

断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波を発生しない供試装置の測定を行う場合は、事前測定において、ビデオフィルタの帯域幅を例えば 100Hz とし、短い平均時間の平均値検波器で測定することを推奨する。妨害波レベルが平均値許容値に近い周波数においては、狭いビデオフィルタ帯域幅を用いて、すなわち長い平均時間で、本測定を行うことを推奨する。(事前測定と本測定に関する手順は本編第 8 章に記載されている。)

断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波については、手動測定が推奨される。