

CISPR委員会報告

1 審議事項

情報通信審議会 情報通信技術分科会 CISPR委員会（以下委員会という）は、電気通信技術審議会諮問第3号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」に基づき、CISPR 13「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」、CISPR 16第1部「無線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」及びCISPR 22「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」を国内規格として採用する場合の技術的諸問題について審議を行った。

2 委員会の構成

委員会は、審議の促進を図るために委員会に設置されたAグループ及びIグループ並びに各グループの下に作業班を設けて審議を行った。

委員会、各グループの構成は、それぞれ別表のとおりである。

3 審議経過

審議経過は次のとおりである。

(1) CISPR 16関係（Aグループにおいて検討）

- CISPR規格「無線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」のうち、CISPR 16第1部第1編：測定用受信機（第2.1版2006-11）、CISPR 16第1部第2編：補助装置－伝導妨害波（第1版2003および改訂1版2004）、CISPR 16第1部第3編：補助装置－妨害波電力（第2版2004-06）、CISPR 16第1部第4編：補助装置－放射妨害波（第2版2007-02）、CISPR 16第1部第5編：30MHz～1,000MHzのアンテナ較正試験場（第1版2003-11）の5編について、平成17年4月、CISPR委員会Aグループ第7回会合において作業班の設置と審議の開始が決定された。
- AグループのCISPR 16作業班会議を平成17年7月7日から開始し、Aグループ会議を4回、作業班会議を13回、作業班アドホック会議を10回開催し、CISPR 16第1部「無線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1編から第5編について翻訳案、答申素案、国際規格との対照表案の検討を行い、結果を取りまとめた。

- (2) CISPR 13及びCISPR 22関係（Iグループにおいて検討）
- ・ CISPR規格「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」のうち、CISPR 13：（第4.2版2006）及び「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」のうち、CISPR 22：（第5.2版2006）について、平成18年7月、CISPR委員会Iグループ第8回会合において作業班の設置と審議の開始が決定された。
 - ・ IグループのCISPR 13作業班会議及びCISPR 22作業班会議を平成18年8月28日から開始し、CISPR 13作業班会議を2回、CISPR 22作業班会議を4回、Iグループ会議を3回開催し、CISPR 13「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に関する規格」及びCISPR 22「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法に関する規格」について翻訳案、答申素案、国際規格との対照表案の検討を行い、結果を取りまとめた。
- (3) 平成19年5月30日に情報通信審議会CISPR委員会第22回会合を開催し、Aグループ及びIグループ会合の報告をもとに、CISPR 13「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」、CISPR 16第1部「無線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」及びCISPR 22「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」に関する一部答申（素案）を取りまとめ、各関係者から意見聴取を行うこととしたが、意見陳述等の申し出はなかった。
- (4) 平成19年6月26日に情報通信審議会CISPR委員会第23回会合を開催し、CISPR13「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」、CISPR 16第1部「無線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」及びCISPR 22「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」に関する一部答申（案）を取りまとめた。

4 審議結果

「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」、「無線妨害波及びイミュニティ測定装置と測定法に関する規格」及び「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」について、審議の結果、別添のとおり一部答申（案）を取りまとめた。

CISPR委員会名簿

(敬称略 順不同)

役 職	氏 名	所 属
主 査	杉浦 行	東北大学名誉教授
主査代理	野島 俊雄	北海道大学大学院情報科学研究科 メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座教授
副主査	雨宮 不二雄	NTTアドバンステクノロジー(株) アクセスネットワーク事業本部 理事 EMCセンター主幹担当部長
副主査	篠塚 隆	(財) テレコムエンジニアリングセンター電磁環境試験部電磁 環境試験部担当部長
副主査	塚原 仁	日産自動車(株) 電子技術本部 電子システム開発部 電子信 頼性グループ主査
副主査	徳田 正満	武蔵工業大学知識工学部情報ネットワーク工学科教授
副主査	藤原 修	名古屋工業大学大学院 工学研究科おもひ領域 情報工学専攻 ／電気電子工学教育類教授
副主査	山中 幸雄	独立行政法人 情報通信研究機構電磁波計測研究センター EMCグループグループリーダー
	井上 正弘	(財) 電気安全環境研究所横浜事業所 EMC試験センター課長職
	市野 芳明	(財) テレコムエンジニアリングセンター電磁環境試験部理 事、電磁環境試験部長
	上林 真司	(株) NTTドコモワイヤレス研究所 生体EMC研究室室長
	大光明 宏和	日本放送協会技術局 視聴者技術センター統括担当部長
	岡本 和比古	三菱電機エンジニアリング(株) EMC安全事業センター センター長
	長部 邦廣	情報処理装置等電波障害自主規制協議会技術専門委員会副委員 長
	上 芳夫	電気通信大学電気通信学部情報通信工学科教授
	川崎 邦弘	(財) 鉄道総合技術研究所信号通信技術研究部信号主任研究員
	黒田 道子	東京工科大学コンピュータサイエンス学部教授
	後藤 博幸	経済産業省産業技術環境局 環境生活標準化推進室課長補佐
	田島 公博	日本電信電話(株) 環境エネルギー研究所 エネルギーシステ ムプロジェクト 電磁環境技術グループグループリーダー
	千代島 敏夫	(株) P F Uシステムプロダクト事業部 テクノロジー開発部主任 技術員
	富田 誠悦	(財) 電力中央研究所電力技術研究所領域リーダー・上席研究員
	長沢 晴美	情報処理装置等電波障害自主規制協議会常務理事
	野島 昭彦	トヨタ自動車(株) 第一電子技術部電子実験室第1グループ長
	野田 臣光	東芝家電製造(株) 家電機器開発部 要素技術第二担当参事
	羽田 隆晴	(財) 日本品質保証機構総合製品安全部門 品質・技術推進室 主幹
	平伴 喜光	松下電工(株) 照明事業本部 照明デバイス開発事業部 営 業企画グループ課長
	堀 和行	ソニー(株) 品質センター 品質コンプライアンス室 コンプ ライアンス推進グループ課長
	松本 泰	独立行政法人 情報通信研究機構電磁波計測研究センター EMC グループ研究マネージャ
	山口 高	日本アイ・ビー・エム(株) 開発製造スタッフオペレーション ズ 技術推進・EMC技術開発次長

CISPR委員会 Aグループ名簿

(敬称略 順不同)

役 職	氏 名	所 属
主 任	山中 幸雄	独立行政法人 情報通信研究機構電磁波計測研究センター EMC グループグループリーダー
幹 事	田島 公博	日本電信電話(株) 環境エネルギー研究所 エネルギーシステム プロジェクト 電磁環境技術グループグループリーダー
	雨宮 不二雄	NTTアドバンステクノロジー(株) アクセスネットワーク事業本部 理事 EMCセンター主幹担当部長
	市野 芳明	(財) テレコムエンジニアリングセンター電磁環境試験部理 事、電磁環境試験部長
	黒沼 弘	協立電子工業(株) EMC研究所所長
	小根森 章雄	(社) 日本電機工業会家電EMC技術専門委員会委員
	篠塚 隆	(財) テレコムエンジニアリングセンター電磁環境試験部電磁 環境試験部担当部長
	杉浦 行	東北大学名誉教授
	垂澤 芳明	(株) NTTドコモ総合研究所 ワイヤレスデバイス研究グル ープ主幹研究員
	野島 俊雄	北海道大学大学院情報科学研究科 メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座教授
	袴田 英則	(社) 電波産業会研究開発本部電磁環境グループ担当部長
	羽田 隆晴	(財) 日本品質保証機構総合製品安全部門 品質・技術推進室 主幹
	濱住 啓之	日本放送協会放送技術研究所 (システム) 主任研究員
	針谷 栄蔵	(社) 関西電子工業振興センター生駒試験所所長
	平田 真幸	富士ゼロックス(株) 国際認証センター 技術主席
星 綾太郎	情報処理装置等電波障害自主規制協議会技術専門委員会委員	
宮田 邦行	(社) 電子情報技術産業協会EMC測定法専門委員会委員長	
山下 洋治	(財) 電気安全環境研究所横浜事業所 EMC試験センターグ ループマネージャ	

CISPR委員会 Iグループ名簿

(敬称略 順不同)

役 職	氏 名	所 属
主 任	雨宮 不二雄	NTTアドバンステクノロジー(株) アクセスネットワーク事業本部 理事 EMCセンタ主幹担当部長
幹 事	山口 高	日本アイ・ビー・エム(株) 開発製造スタッフオペレーションズ 技術推進・EMC技術開発次長
	泉 誠一	(社)関西電子工業振興センター生駒試験所計測技術部 部長
	市野 芳明	(財)テレコムエンジニアリングセンター電磁環境試験部理事、 電磁環境試験部長
	長部 邦廣	情報処理装置等電波障害自主規制協議会技術専門委員会副委員長
	黒沼 弘	協立電子工業(株) EMC研究所所長
	小松崎 剛	パナソニック モバイルコミュニケーションズ(株) 技術渉外・ 情報管理グループ 技術法規・情報管理チーム主事
	水津 武	(財)電波技術協会企画部部長
	田路 明	カシオ計算機(株) 品質・環境技術センター安全技術室主事
	田中 信昭	情報通信ネットワーク産業協会電磁妨害対策技術委員会
	垂澤 芳明	(株)NTTドコモ総合研究所 ワイヤレスデバイス研究グループ 主幹研究員
	千代島 敏夫	(株)PFUSystemプロダクト事業部 テクノロジー開発部主任 技術員
	土田 健一	日本放送協会放送技術研究所 (システム) 主任研究員
	中野 美隆	(社)日本電機工業会家電部 技術第1課主任
	袴田 英則	(社)電波産業会研究開発本部電磁環境グループ担当部長
	羽田 隆晴	(財)日本品質保証機構総合製品安全部門 品質・技術推進室 主幹
	平田 真幸	富士ゼロックス(株) 国際認証センター 技術主席
	深澤 友良	(株)TBSテレビ技術本部技術局システム技術センター 送信 設備計画副主事
	堀 和行	ソニー(株) 品質センター 品質コンプライアンス室 コンプライ アンス推進グループ課長
	松田 与志夫	(社)電子情報技術産業協会マルチメディアEMC専門委員会副委員長
	山下 洋治	(財)電気安全環境研究所横浜事業所 EMC試験センターグ ループマネージャ
	山中 幸雄	独立行政法人 情報通信研究機構電磁波計測研究センター EMC グループグループリーダー

- 1 「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち「無線妨害波及びイミュニティ測定装置と測定法に関する規格」・・・・・・・・・・ 7

- 2 「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」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 305

- 3 「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」・・・・・・・・・・・・・・・・ 346

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

「無線妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」

無線妨害波及びイミュニティの測定装置

総論

本答申（第 1 部）は、「無線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 — 無線妨害波及びイミュニティの測定装置」という一般表題の下で、次の編からなる：

第 1 編：測定用受信機

第 2 編：補助装置 — 伝導妨害波

第 3 編：補助装置 — 妨害波電力

第 4 編：補助装置 — 放射妨害波

第 5 編：30MHz — 1000MHz のアンテナ較正試験場

無線妨害波およびイミュニティの測定装置

第1編 測定用受信機

目次

はじめに	1
1. 適用範囲	1
2. 引用規格	1
3. 用語及び定義	2
4. 周波数 9kHz から 1000MHz までの準尖頭値測定用受信機	4
5. 周波数 9kHz から 18 GHz までの尖頭値測定用受信機	1 4
6. 周波数 9kHz から 18 GHz までの平均値測定用受信機	1 8
7. 周波数 9kHz から 18 GHz までの実効値測定用受信機	2 3
8. 振幅確率分布(APD)測定機能を備えた周波数 1 GHz から 18 GHz までの測定用受信機	2 6
9. ディスターバンスアナライザ	2 7
付則 A (規定) 準尖頭値および実効値測定用受信機の繰り返しパルス応答の決定 (3.2, 4.4.2, 7.2.2 及び 7.4.1 項に関連)	3 6
付則 B (規定) パルス発生器のパルススペクトルの決定 (4.4, 5.4, 6.4 及び 7.4 節に関連)	4 2
付則 C (規定) ナノ秒パルス発生器出力の精密測定 (4.4, 5.4, 6.4 及び 7.4 節に関連)	4 4
付則 D (規定) パルス応答に対する準尖頭値測定用受信機特性の影響 (4.4.2 節に関連)	4 7
付則 E (規定) 平均値および尖頭値測定用受信機の応答 (6.2.1 節に関連)	4 8
付則 F (規定) CISPR 14-1 の 4.2.3 に基づくクリックの例外規定に関する性能試験	5 8
付則 G (情報) APD 測定機能の仕様に関する根拠	6 5
図 1 パルス応答曲線	5
図 2 総合選択度特性の限度値	9
図 3 相互変調効果の測定配置	1 1
図 4 総合選択度特性の限度値—通過帯域 (バンド E)	1 6
図 5 平均値検波器のブロック図	2 1
図 6 間歇的な狭帯域信号に対する指示計模擬回路の応答	2 2
図 7 ディスターバンスアナライザの例	2 9
図 8 クリックの定義に従ったアナライザの性能試験用信号 (表 1 4 関連)	3 0
図 E.1 他の形式の同調回路に関する B_{imp}/B_6 を推定するための補正係数	4 9
図 E.2 繰り返しパルスに対する検波効率 P	5 1

図 E.3	パルス幅 200ns のパルス変調信号のスペクトル例	5 3
図 E.4	測定用受信機に入力されるパルス変調無線周波信号	5 5
図 E.5	パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に狭い B_{imp} によるフィルタリング	5 5
図 E.6	パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に広い B_{imp} によるフィルタリング	5 5
図 E.7	インパルス帯域幅の計算	5 6
図 E.8	正規化された選択度特性の例 (1MHz の場合)	5 7
図 F.1	表 F. 1 に規定するアナライザの性能試験用信号の概念図	6 4
図 G.1	A/D 変換器を使用しない APD 測定回路の構成	6 6
図 G.2	A/D 変換器を使用する APD 測定回路の構成	6 6
図 G.3	APD 測定結果の表示例	6 7
表 1	準尖頭値測定用受信機の基本特性	4
表 2	準尖頭値測定用受信機の試験用パルスの特性	5
表 3	準尖頭値測定用受信機のパルス応答	8
表 4	準尖頭値測定用受信機の相互変調試験における帯域幅特性	1 2
表 5	受信機入力インピーダンスに関する VSWR 要求条件	1 4
表 6	帯域幅に関する要求事項	1 4
表 7	同一帯域幅における尖頭値および準尖頭値測定用受信機のパルス応答比 (周波数帯域 9 kHz から 1000 MHz)	1 6
表 8	帯域幅に関する要求事項	1 8
表 9	同一帯域幅における平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比 (周波数帯域 9 kHz から 1000 MHz)	1 9
表 10	パルス変調された正弦波入力に対する平均値検波器の最大指示値 (同じ振幅の連続正弦波入力との比較)	2 1
表 11	帯域幅に関する要求事項	2 3
表 12	同一帯域幅における実効値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比	2 4
表 13	実効値測定用受信機のパルス応答	2 5
表 14	ディスターバンスアナライザの性能試験	3 1
表 B.1	パルス発生器の特性	4 2
表 E.1	(インパルスエリア) 1.4 nVs のパルス変調信号の搬送波振幅	5 2
表 F.1	ディスターバンスアナライザの試験信号	5 9

はじめに

本編は、CISPR16-1-1（第 2.1 版 2006-11）に準拠し、無線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：無線妨害波およびイミュニティの測定装置、第 1 編：測定用受信機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、9つの章および付則から構成される。付則 A、B、C、D、E および F は拘束力を持つ規格である。また付則 G は技術情報である。

1. 適用範囲

本編は、周波数9kHzから18GHzまでの帯域における無線妨害波電圧、電流、および電磁界強度の測定装置の特性と機能に関して定めた基本的な規格である。さらに、非連続な妨害波を測定するための特殊な装置についての要求事項も規定している。これらの要求事項は、広帯域および狭帯域の無線妨害波測定に関するものを含んでいる。

本編の対象となる測定用受信機の種類を以下に示す。

- (a) 準尖頭値測定用受信機
- (b) 尖頭値測定用受信機
- (c) 平均値測定用受信機
- (d) 実効値測定用受信機

本編の要求事項は、測定器の有効指示範囲内において、あらゆる周波数及びあらゆるレベルの無線妨害波電圧、電流、電力または電磁界強度について、満足しなければならない。

2. 引用規格

以下の引用規格は、本編の利用に不可欠なものである。発行年が記された規格は、その年の規格を適用する。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] JIS C 60050-161 (1997) : 国際電気工学用語 (IEV) 161章 : 電磁両立性

[2] CISPR 11 (2003) : 工業、科学及び医療用、無線周波装置—電磁妨害波の特性— 許容値と測定方法

[3] CISPR 14-1 (2000) : 電磁両立性 — 家庭用機器、電動工具および類似機器に対する要求事項 — 第 1 部 : エミッション (放射)

[4] CISPR 16-3 (2003) : 無線妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法に関する規格 — 第 3 部 : CISPR 技術報告

[5] BIPM / IEC / IFCC / ISO / IUPAC / IUPAP / OIML (1993) : 計量における基本および一般的な国際用

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。あわせて引用規格[1],[5]を参照すること。

3.1 帯域幅 (B_n)

帯域幅とは、受信機の総合周波数選択曲線の帯域中央の周波数における応答特性より規定の減衰量だけ低いレベルの2点間の幅をいう。帯域幅は記号 B_n と記し、 n はデシベル表示された減衰量の規定値である。

3.2 インパルス帯域幅(B_{imp})

インパルス帯域幅は、次式に示す B_{imp} である。

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

ここで $A(t)_{max}$ は、受信機にインパルスエリアISのパルスを入力したときの中間周波出力の包絡線のピーク値である。 G_0 は、中心周波数における回路の利得である。

特に2段の臨界結合同調型変成器では、

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

ここで、 B_6 と B_3 は、それぞれ-6dBおよび-3dBにおける帯域幅である。(詳細は、付則AのA.2項参照)

3.3 インパルスエリア (IS)

インパルスエリア (インパルス強度ISと呼ばれることもある) は、次式で定義されるパルス電圧の時間積分値である。

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \quad \text{単位は}\mu\text{VsあるいはdB}(\mu\text{Vs}).$$

注：スペクトル密度 (D) はインパルスエリアと関係があり、単位は $\mu\text{V}/\text{MHz}$ 、もしくはdB ($\mu\text{V}/\text{MHz}$) で表す。

パルス継続時間T、周波数 $f \ll 1/T$ の矩形波インパルスの場合、DとISの関係は、 $D (\mu\text{V}/\text{MHz}) = \sqrt{2} \times 10^6 IS (\mu\text{Vs})$ である。

3.4 電氣的充電時定数 (T_c)

充電時定数とは、検波器入力直前の段に一定の正弦波電圧を瞬時に加えた後、その検波器の出力電圧がその最終値の63%にまで達する時間である。

注：時定数は、次のように定義する。中間周波増幅器の帯域中央の周波数に等しい周波数で一定振幅の正弦波信号を、検波器入力直前の段に加える。このとき検波器の動作に影響を与えないようにして、直流増幅器回路内の一点に接続された慣性の無い計器 (たとえば陰極線オシロスコープ) の指示値Dを記録する。信号レベルは、関係する段の応答が線形動作範囲内にあるような値でなければならない。次に、このレベルの正弦波信号をある制限された時間だけ加える。すなわち、包絡線が矩形波になるような正弦波信号を加える。このとき記録された振れが0.63Dになるようにした時の信号の継続時間が、検波器の充電時定数である。

3.5 電氣的放電時定数 (T_D)

放電時定数とは、検波器入力直前の段に加えられた定振幅正弦波電圧を瞬時に取り除いてから検波器の出力電圧が初期値の37%になるまでに要する時間である。

注：測定方法は、充電時定数の測定方法に準ずる。ただしこの場合は、信号を制限された時間だけ加えるのではなく、一定時間だけ中断する。振れが0.37Dまで下がるのに要する時間が、検波器の放電時定数である。

3.6 臨界制動型指示計器の機械的時定数 (T_M)

臨界制動型指示計器の機械的時定数は以下に示す T_M である。

$$T_M = T_L / 2\pi$$

ここで T_L は、すべての制動を取り除いたときの計器の自由振動の周期である。

注1. 臨界制動型指示計器に対して、系の運動方程式は、次式で表わされる。

$$T_M^2 (d^2 \alpha / dt^2) + 2T_M (d\alpha / dt) + \alpha = ki$$

ここで、 α は指針の振れ、 i は計器を流れる電流、 k は計器の定数である。

この関係より次のことが導かれる。すなわち、この時定数は、矩形パルスの振幅と同じ振幅を持った連続電流によって生ずる定常的な振れ α_{max} の35%に等しい振れを生ずる（一定振幅の）矩形パルスの継続時間に等しいと定義することもできる。

注2. 測定および調整方法は、以下のいずれかによって行える。

- a) 自由振動の周期を $2\pi T_M$ に調整し、 $\alpha_{TM} = 0.35 \alpha_{max}$ となる制動を加える。
- b) 振動の周期が測定できないときは、臨界制動の直前になるように制動を調節してオーバースイングが5%以下となるようにし、それから可動部の慣性モーメントを調節して、 $\alpha_{TM} = 0.35 \alpha_{max}$ となるようにする。

3.7 過負荷係数

過負荷係数は、回路（または回路群）の実用的線形動作範囲に相当する入力レベルと指示計器の最大目盛に相当する入力レベルの比である。

実用的直線動作範囲とは、その回路（または回路網）の定常状態応答が理想的な直線性から1dB以上離れない最大のレベルとして定義される。

3.8 平衡電圧

平衡電圧は、単相電源のような2本の導線の回路において、2本の導線間に現れる無線妨害波電圧のことである。この電圧は、ディファレンシャルモード電圧と呼ばれることもある。一方の電源端子と大地間の電位差をベクトル量 V_a 、他方の電源端子と大地間の電位差をベクトル量 V_b とした時、平衡電圧は、 V_a と V_b のベクトル差 ($V_a - V_b$) で表わされる。

3.9 有効指示範囲

有効指示範囲は、測定用受信機が本規格の要求事項を満足する最大指示値と最小指示値の間の範囲で、この範囲は測定器の製造元によって示される。

4. 周波数9kHzから1000MHzまでの準尖頭値測定用受信機

受信機の規格は、その動作周波数により、9kHzから150kHzまで（バンドA）、150kHzから30MHzまで（バンドB）、30MHzから300MHzまで（バンドC）、300MHzから1000MHzまで（バンドD）に分けて定められている。

4.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、RF減衰量が0dBであれば電圧定在波比は2.0を越えてはならない。また、RF減衰量が10dB以上であれば1.2以内でなければならない。

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んで良い。

4.2 基本特性

4.4節に規定されているパルスに対する応答は、表1の基本特性を持つ測定用受信機について算出したものである。

表1 準尖頭値測定用受信機の基本特性

特 性	周 波 数 帯 域		
	バンドA 9kHz から 150kHzまで	バンドB 0.15MHz から 30MHzまで	バンドC, D 30MHz から 1000MHzまで
-6dB点における帯域幅 B_6 (kHz)	0.22	9	120
検波器の充電時定数 (ms)	45	1	1
検波器の放電時定数 (ms)	500	160	550
臨界制動指示計器の機械的時定数 (ms)	160	160	100
検波器前段の回路の過負荷係数 (dB)	24	30	43.5
検波器と指示計器間の直流増幅器の過負荷係数 (dB)	6	12	6
注： 1 機械的時定数（3.6項参照）の定義は指示計器の特性が線形であること、すなわち電流の増加分が等しければ、それによる指針の振れの増加分も等しいものであることが前提である。電流と指針の振れの関係が異なる指示計器を用いる場合には、この節の必要事項を満たすものであれば使用が認められる。電子的な指示計器においては、機械的時定数は模擬回路を用いて実現する。 2 電氣的、機械的時定数には許容範囲を示していない。個々の受信機で用いられる実際の値は、4.4項に述べる要求事項を満たすよう設計段階において決定される。			

4.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される場合に、±2 dBより良くなければならない。

4.4 パルス応答

注：この項の要求事項を試験するために用いるパルス発生器の出力特性の測定方法は付則B、Cで述べる。

4.4.1 絶対値特性

測定用受信機に、インパルスエリアが表2の(a) $\mu\text{V s}$ (マイクロボルト秒) e.m.f. で、少なくとも (b) MHzまで一様なスペクトルを持ち、(c) Hzで繰り返すパルス列をインピーダンス50 Ω の信号源によって加えた場合、全ての同調周波数において、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV) e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、 ± 1.5 dBの相違を許容する。なお、パルス発生器と正弦波信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。

表2 準尖頭値測定用受信機の試験用パルスの特性

周波数範囲	(a) μVs	(b) MHz	(c) Hz
9kHzから150kHzまで	13.5	0.15	25
150kHzから30MHzまで	0.316	30	100
30MHzから300MHzまで	0.044	300	100
300MHzから1,000MHzまで	0.044	1,000	100

4.4.2 パルス繰り返し周波数変化に対する応答 (相対値特性)

繰り返しパルスに対する測定用受信機の応答は以下のとおりであること。すなわち、測定用受信機がある一定の指示値を示すとき、パルスの振幅と繰り返し周波数との関係は図1a、1b、1cに一致しなければならない。

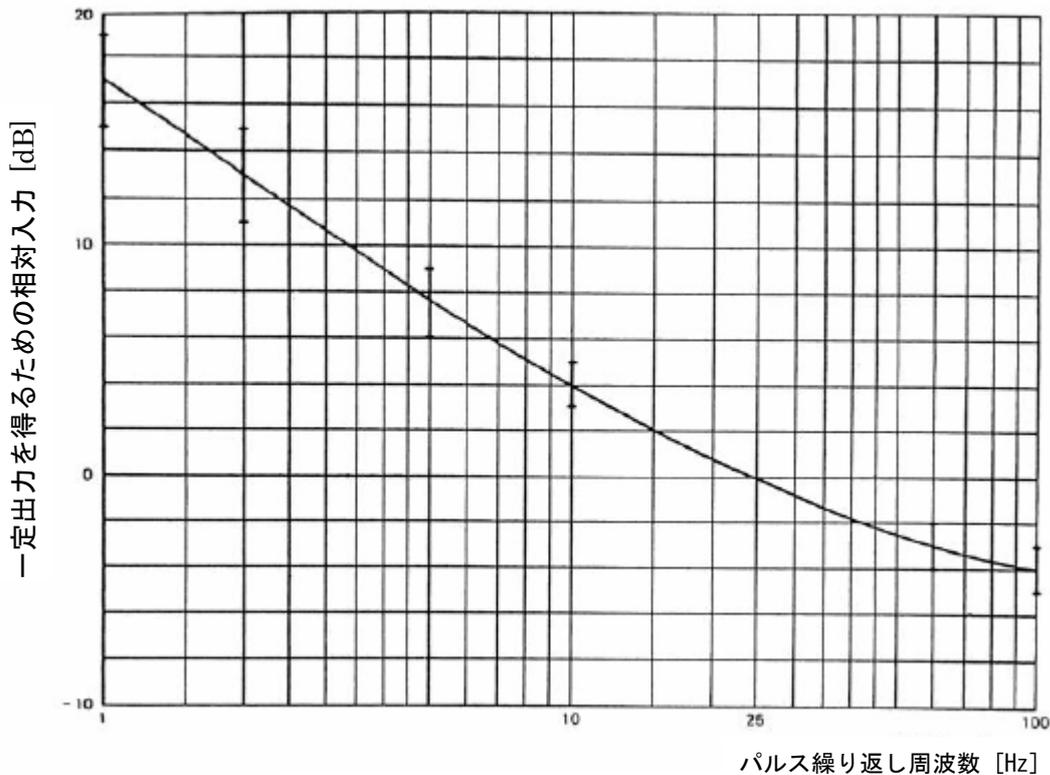


図 1a パルス応答曲線 (バンド A)

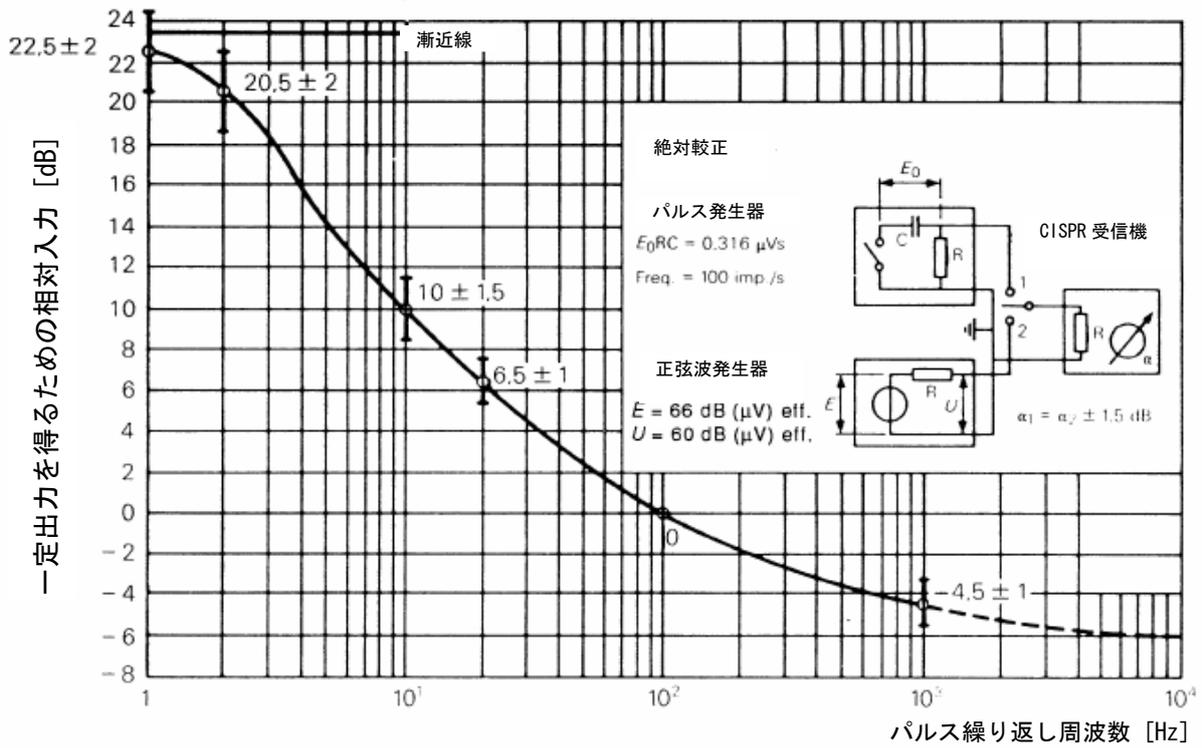


図 1b パルス応答曲線 (バンド B)

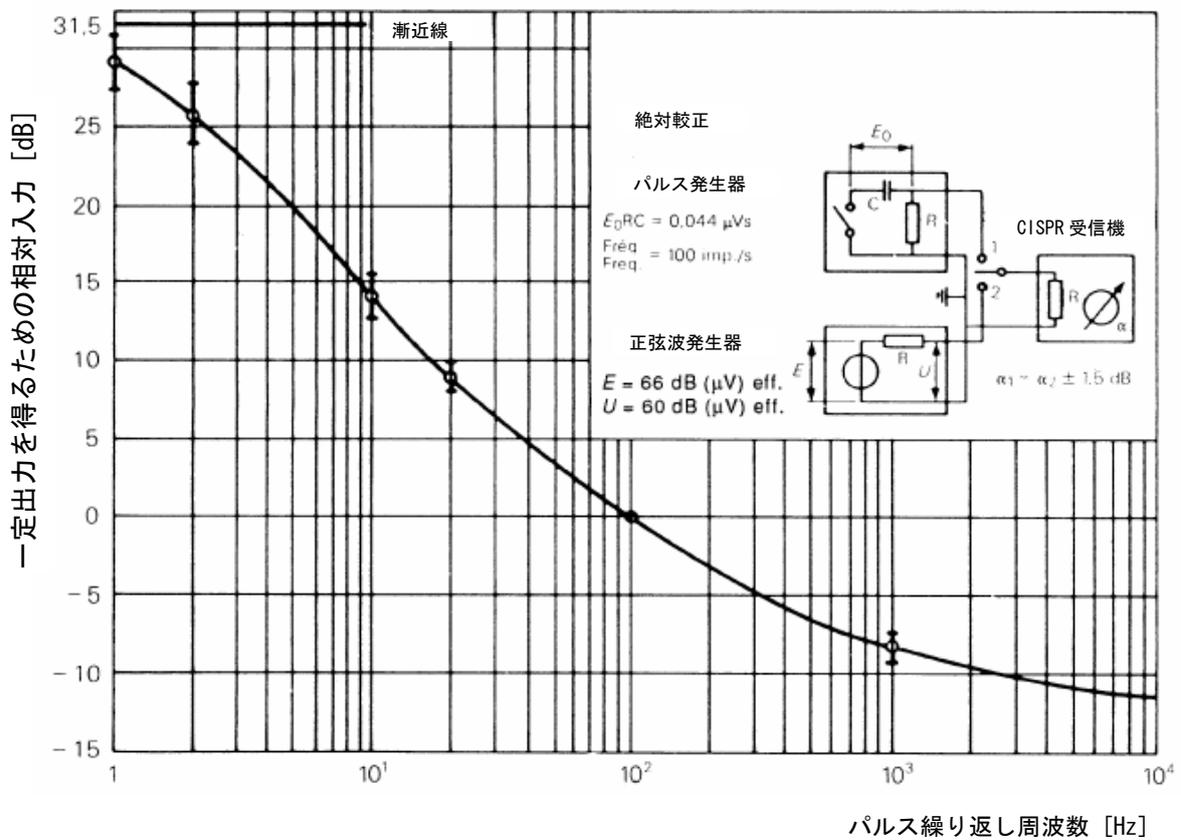


図 1c パルス応答曲線 (バンド G と D)

一定出力を得るための相対入力 [dB]

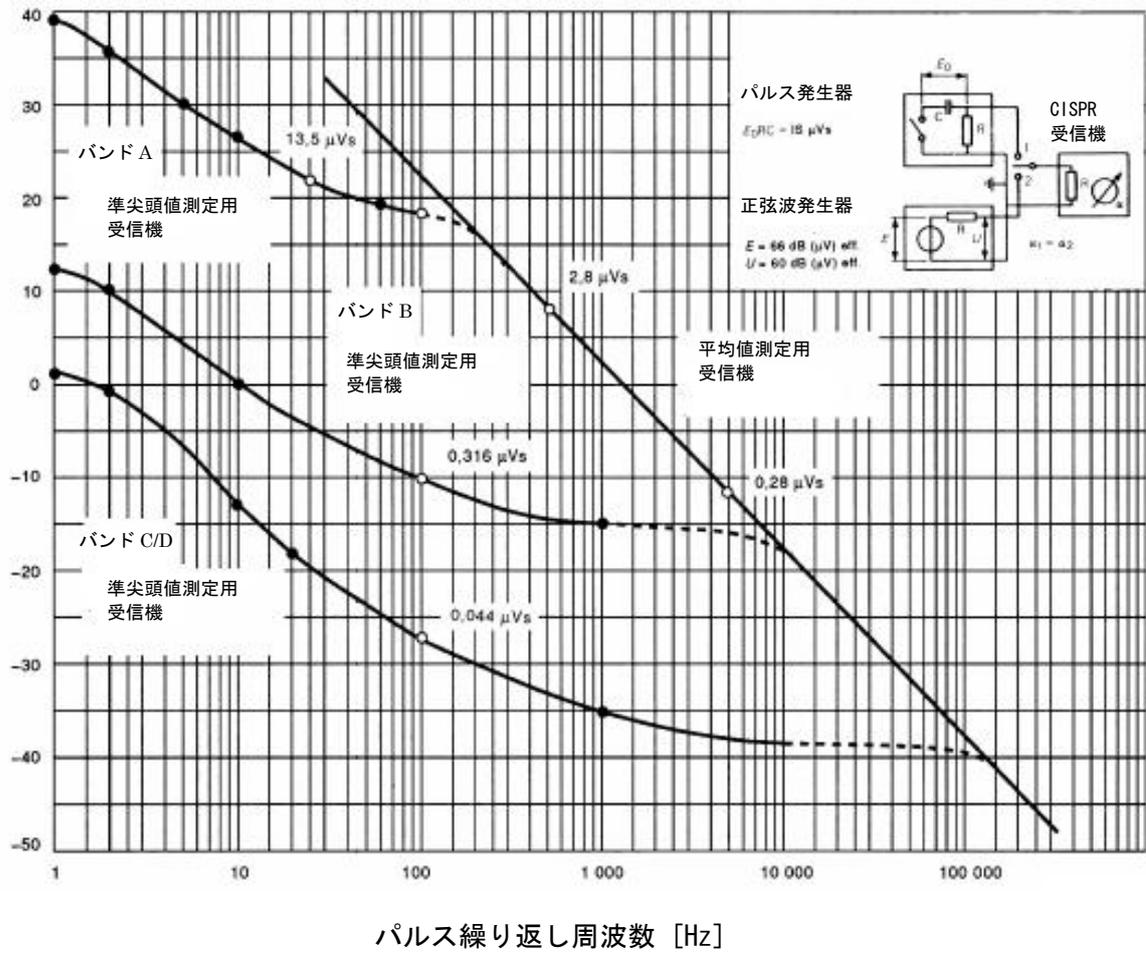


図 1d 準尖頭値および平均値測定用受信機の理論的パルス応答曲線 (6.4.2 項参照)

図 1 パルス応答曲線

個々の測定用受信機の応答曲線は、対応する図および表3に示した許容範囲内にあること。

表3 準尖頭値測定用受信機のパルス応答

繰り返し 周波数 Hz	各バンドにおけるパルス応答相対値(dB)			
	バンドA 9kHz から 150kHzまで	バンドB 0.15MHz から 30MHzまで	バンドC 30MHz から 300MHzまで	バンドD 300MHz から 1000MHzまで
1,000	注4	-4.5±1.0	-8.0±1.0	-8.0±1.0
100	-4.0±1.0	0 (基準)	0 (基準)	0 (基準)
60	-3.0±1.0	-	-	-
25	0 (基準)	-	-	-
20	-	+6.5±1.0	+9.0±1.0	+9.0±1.0
10	+4.0±1.0	+10.0±1.5	+14.0±1.5	+14.0±1.5
5	+7.5±1.5	-	-	-
2	+13.0±2.0	+20.5±2.0	+26.0±2.0	+26.0±2.0 *
1	+17.0±2.0	+22.5±2.0	+28.5±2.0	+28.5±2.0 *
孤立パルス	+19.0±2.0	+23.5±2.0	+31.5±2.0	+31.5±2.0 *

注：

- 1 受信機特性がそのパルス応答に及ぼす影響に関しては、付則Dで述べる。
- 2 準尖頭値測定用受信機とその他の検波器を持つ測定用受信機とのパルス応答の関係は、5.4, 6.4.1および7.4.1項に述べる。
- 3 準尖頭値測定用受信機と平均値測定用受信機のパルス応答理論曲線を併せて図1d に絶対値目盛で示す。図1d の縦軸は、開放端電圧の実効値が66dB μ Vの正弦波入力に対する指示値と等しくなる繰り返しパルス入力のインパルスエリアdB μ Vsを表し、その値は開放端電圧で示している。従って、測定用受信機の入力が較正用発振器と整合していれば、指示値は60dB μ Vとなる。測定器の帯域幅がパルスの繰り返し周波数より小さい場合には、入力信号の線スペクトルの周波数に受信機が同調している場合のみ、図1d の理論曲線は有効である。
- 4 9kHz から150kHzまでの周波数領域においては、中間周波増幅器における出力パルスが重なるため、繰り返し周波数100Hz以上での応答を定めることは不可能である。
- 5 付則A は、繰り返しパルス応答曲線の決め方について扱っている。
- 6 300MHz以上の周波数では、受信機入力での過負荷のために、パルス応答が制限される。上表でアスタリスク(*)のついた値は参考値で、絶対守らなければならない値ではない。

4.5 選択度

4.5.1 総合選択度 (通過帯域)

測定用受信機の総合選択度の曲線は、図2a、2b、2cに示す限度内にあること。

選択度は、測定用受信機の指示値を一定とするために必要な正弦波入力電圧の振幅の周波数に対する変化によって示すこと。

4.5.2 中間周波抑圧比

中間周波数の正弦波を測定用受信機に加えた場合の指示値が同調周波数の正弦波を加えた場合の指示値に等しくなる場合、その中間周波数の正弦波の入力電圧は同調周波数の正弦波の電圧に比べて40dB以上大きくなければならない。なお、2つ以上の中間周波数を使用している場合は、それぞれの中間周波数について、この要求事項を満足すること。

4.5.3 映像周波数抑圧比

映像周波数の正弦波を測定用受信機に加えた場合の指示値が同調周波数の正弦波を加えた場合の指示値に等しくなる場合、その映像周波数の正弦波の入力電圧は同調周波数の正弦波の電圧に比べて40dB以上大きくなければならない。なお、2つ以上の中間周波数を使用している場合には、それぞれの中間周波数に対応した映像周波数において、この要求事項を満足すること。

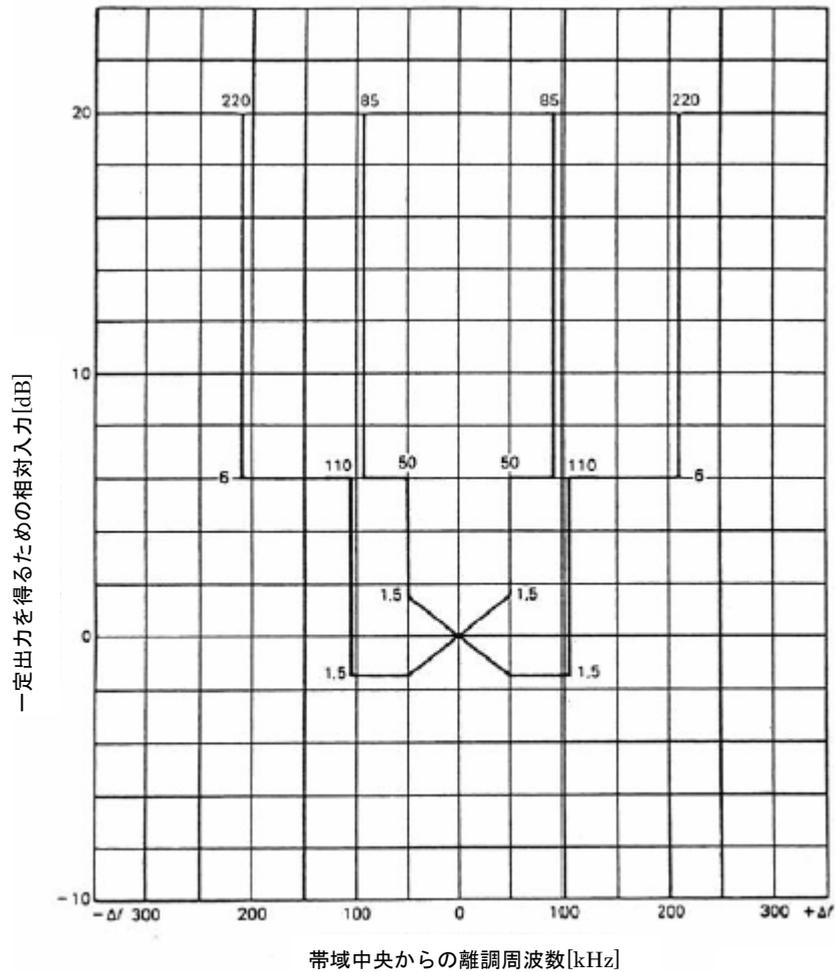


図 2a 総合選択度の限度値—通過帯域
(4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5 節参照) (バンド A)

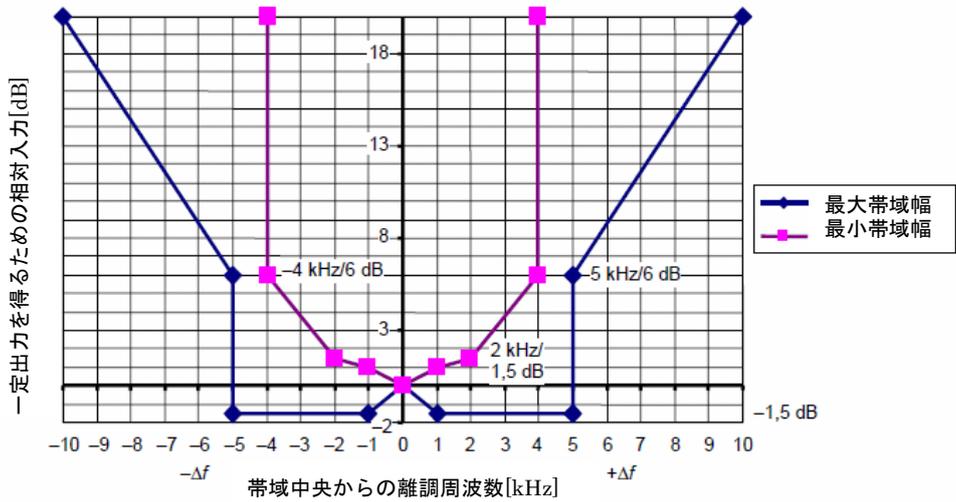


図 2b 総合選択度の限度値—通過帯域
(4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5 節参照) (バンド B)

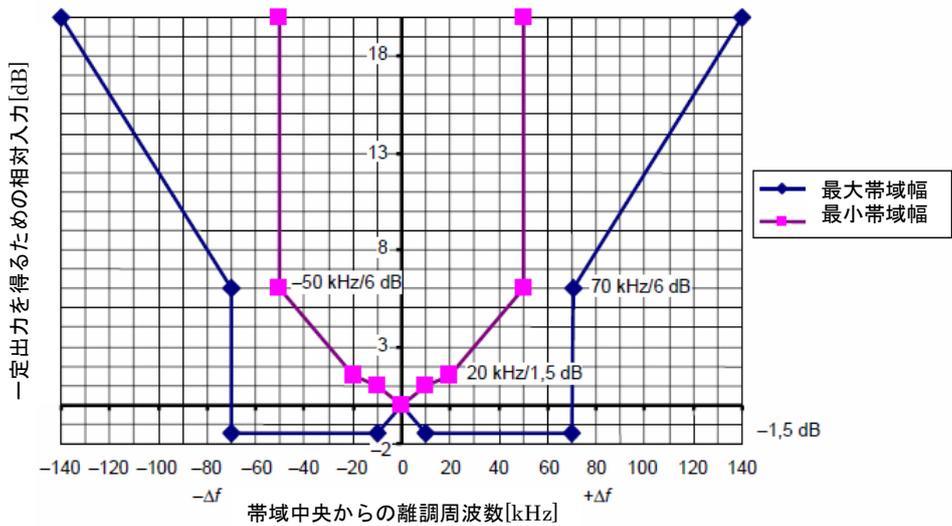


図 2c 総合選択度の限度値—通過帯域
(4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5 節参照) (バンド C 及び D)

4.5.4 その他のスプリアス応答

4.5.2および4.5.3項に規定した以外の周波数の正弦波を測定用受信機に加えた場合の指示値が同調周波数の正弦波を加えた場合の指示値に等しくなる場合、その周波数の正弦波の入力電圧は同調周波数の正弦波の電圧に比べて40 dB以上大きくななければならない。そのようなスプリアス応答が生じる可能性のある周波数の例を以下に示す。

$$(1/m)(n f_L \pm f_i) \quad \text{および} \quad (1/k)(f_0)$$

ここで、 m 、 n 、 k は整数であり、 f_L は局部発振周波数、 f_i は中間周波数、 f_0 は同調周波数である。

注：2つ以上の中間周波数を使用している場合、周波数 f_L および f_i は、それぞれの局部発振器周波数と中間周波数の組み合わせを表す。さらに、スプリアス応答は、測定用受信機に信号が加わらない場合でも起こりうる。例えば、2つ以上の局部発振器の高調波が、どれかの中間周波数だけ違った場合に起こる。そのため、ここで述べた要求事項はこれらの場合に適用できない。これらのスプリアス応答の影響については4.7.2で述べる。

4.6 相互変調効果の制限

測定用受信機の応答は、以下に示す試験において、相互変調効果の影響を受けてはならない。

機器の配置を図3に示す。パルス発生器の出力スペクトルは、表4の(3)の周波数までは本質的に一定で、(4)の周波数で少なくとも10dB減衰すること。帯域阻止フィルタの減衰量は、試験周波数において少なくとも40dBは必要である。そのフィルタの帯域幅 B_0 (フィルタの最大減衰量に対する)は、表4の(1)と(2)の周波数の間にななければならない。

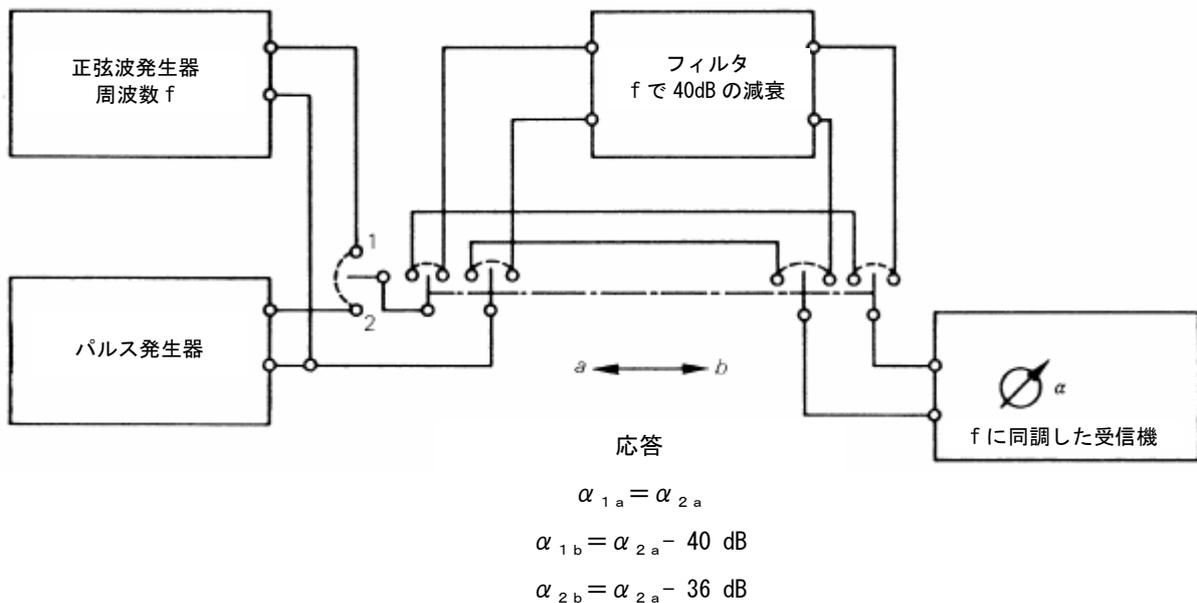


図3 相互変調効果の測定配置

表4 準尖頭値測定用受信機の相互変調試験における帯域幅特性

周波数範囲	(1) kHz	(2) kHz	(3) MHz	(4) MHz
9kHzから150kHzまで (バンドA)	0.4	4	0.15	0.3
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	20	200	30	60
30MHzから300MHzまで (バンドC)	500	2,000	300	600
300MHzから1,000MHzまで (バンドD)	500	6,000	1,000	2,000

まず正弦波発生器の出力を測定用受信機の入力に直接接続し、ある一定指示値になるよう正弦波出力を調節する。次に、正弦波発生器の代わりにパルス発生器を接続し、指示値が同じ値となるようにする。パルスの繰り返し周波数は、バンドAについては100 Hz、他のバンドについては1,000 Hzとする。

上記のようにパルス発生器を接続した場合、帯域阻止フィルタを挿入することによる指示値の減衰量は36dB以上でなければならない。

4.7 受信機雑音と内部で発生するスプリアス信号の制限

4.7.1 ランダムノイズ

受信機雑音は1dBを超える誤差をもたらしてはならない。

注：中間周波増幅器に減衰器を組み込んでいる測定用受信機の場合、受信機が下記の試験に合格していれば、この条件を満足したものとみなす。

測定用受信機の入力端子に正弦波信号を加え、その値 S_1 を調節して出力計器が基準の振れ θ を示すようにする。中間周波段で減衰量を10dB増す。出力計の振れが θ に回復するまで入力信号レベル S_2 を増加させる。この入力信号レベルの増加分($S_2 - S_1$)が10dBと11dBの間になければならない。

4.7.2 連続波

2つ以上の中間周波数が使用されている場合、測定用受信機のいかなる入力信号に対しても、4.5.4項の注で述べたスプリアス応答によって、1dBを越える測定誤差を生じないこと。中間周波増幅器に減衰器を組み込んでいる測定用受信機については、4.7.1項の方法で試験した場合に、その受信機が4.7.1項の基準に適合している場合は、本項の要求事項を満たすものと見なす。但し、この中間周波段の減衰器が最後の混合器段の後にある場合を除く。

4.8 遮蔽能力

遮蔽能力とは、測定用受信機が電磁界中におかれた場合、その性能が低下せずに動作することができる能力である。この要求事項は、3.9節の規定に従って測定用受信機の製造業者が指定する「有効指示範囲」以内で動作する受信機に適用する。

測定用受信機の遮蔽は、9 kHz から 1000 MHz までの任意の周波数の 3 V/m の電磁界（無変調）の中に受信機を置いたときに、受信機の製造業者が指定する有効指示範囲の上限および下限において、1 dB を超える測定誤差を発生しないようにしなければならない。測定用受信機がこの 3 V/m の要求性能

を満足しない場合、製造業者は誤差が 1 dB を超える電界強度値およびその周波数について明示しなければならない。下記に掲げる方法に従って試験を実施すること。

測定用受信機を遮蔽室の中に設置する。長さ 2 m の良く遮蔽されたケーブル（例えば、セミ・リジッド形）を用いて、遮蔽室壁面に設置した貫通端子を介して室外の信号発生器から受信機に信号を印加する。入力信号のレベルは、この受信機の製造業者が指定する有効指示範囲の最大値および最小値に設定する。この受信機の他の全ての同軸端子は、それらの特性インピーダンスによって終端しておくこと。

試験中、この測定用受信機に接続する線路は、最小限の機器接続（ヘッドフォンのようなオプションを付けない）で受信機を通常使用する際に必要なもの（例えば、電源線および入力信号ケーブル）のみを接続しておくこと。これらの線路の長さおよび配置は、典型的な使用例に倣うこと。

電磁界強度モニターを用いて、測定用受信機の近辺における周囲電磁界強度を測定すること。

周囲電磁界が有る場合と無い場合の測定用受信機の指示値の違いは、1 dB を越えないこと。

4.8.1 測定用受信機が発生する無線妨害波の制限

4.8.1.1 伝導妨害波

外付け線路のいかなる接続端子（電源端子に限らず）においても、無線妨害波電圧は CISPR 11 の 5.1 節に掲げるクラス B 装置の許容値を超えないこと。但し、無線妨害波電圧の測定は、遮蔽された装置との遮蔽接続用の端子の内部導体については行わない。測定用受信機の入力端子に現れる局部発振器信号の電力は、端子をその特性インピーダンスで終端した場合、34 dB(pW) を超えないこと。この値は 50 Ω の両端に 51 dB μV が加わった場合と等価である。

4.8.1.2 放射妨害波

測定用受信機から放射される無線周波放射妨害波の電磁界強度は、周波数 9 kHz から 1000 MHz までにわたって、規格 CISPR 11 の 5.2 節に掲げるクラス B 装置の許容値を超えないこと。また、この許容値は、同じ規格の表 1 に掲げる周波数帯（ISM 周波数帯域）においても適用する。1 GHz から 18GHz までの周波数帯では、許容値 45dB(pW) を適用する。

放射および伝導妨害波の測定を行う前に、試験装置（例えば、計算機制御）のノイズが測定値に影響しないことを確認しておくこと。

4.9 ディスターバンスアナライザへの接続装置

妨害波測定用受信機は、全周波数帯域において、不連続性妨害波測定のための中間周波出力端子と準尖頭値検波器出力端子の両方を備えていなければならない。これらの信号出力に伴う負荷によって、指示計は影響を受けてはならない。

5. 周波数 9kHzから18GHzまでの尖頭値測定用受信機

この章では、インパルス性妨害波の測定に用いられる尖頭値検波器使用の測定用受信機の要求事項について述べる。

5.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、電圧定在波比(VSWR)は表5の値を越えてはならない。

表5 受信機入力インピーダンスに関するVSWRの要求事項

周波数範囲	RF減衰量 dB	VSWR
9kHzから1GHzまで	0	2.0から1
9kHzから1GHzまで	≥ 10	1.2から1
1GHzから18GHzまで	0	3.0から1
1GHzから18GHzまで	≥ 10	2.0から1

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んでも良い。

5.2 基本特性

5.2.1 帯域幅

全ての広帯域妨害波について、その妨害波レベルを表すときには実際に使用した測定器の帯域幅を示すこと。6dB点における帯域幅は表6の値以内であること。

表6 帯域幅に関する要求事項

周波数範囲	帯域幅 B_6	基準帯域幅
9kHzから150kHzまで (バンドA)	100Hzから300Hzまで ^a	200Hz(B_6)
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	8kHzから10kHzまで ^a	9kHz(B_6)
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)	100kHzから500kHzまで ^a	120kHz(B_6)
1GHzから18GHzまで (バンドE)	300kHzから2MHzまで ^a	1MHz ^b (B_{imp})

a 重なり合っていないパルス妨害波に対する尖頭値測定用受信機の応答出力は、そのインパルス帯域幅に比例するので、測定結果に実際の帯域幅を結果に表記するか、その測定値をインパルス帯域幅 (MHz で表記) で除することによって“帯域幅1MHz当たり”として示してもよい (3.2参照)。他の種類の広帯域妨害波についてこの方法 (1MHz当たりの帯域幅) で示すと誤差を生ずる可能性がある。疑義がある場合は、基準帯域幅による測定結果を優先すること。

b 選択された帯域幅を測定用受信機のインパルス帯域幅で示すこと。ただし、許容偏差は±10%であること。

5.2.2 充電および放電時定数比

測定器の読みとり誤差を、1 Hz の繰り返し周波数において真の尖頭値の10%以内にするためには、充電時定数に対する放電時定数の比を下記の値以上としなくてはならない。

- a) 9kHzから150kHzまでの周波数帯域については、 1.89×10^4
- b) 150kHzから30MHzまでの周波数帯域については、 1.25×10^6
- c) 30MHzから1000MHzまでの周波数帯域については、 1.67×10^7
- d) 1GHzから18GHzまでの周波数帯域については、 1.34×10^8

尖頭値保持機能がある場合には、保持時間を30msから3sまでの値に設定できること。

注：尖頭値保持機能（及び保持時間後に強制放電）やデジタル的な尖頭値検出方法を備えた受信機に対しては、充電／放電時定数の比に対する要求条件は本質的なものではない。時間的に振幅が変動する信号に対して、表示部の最大値保持機能を用いても良い。

尖頭値測定にスペクトラムアナライザを使う場合、ビデオ帯域幅(B_{video})は、分解能帯域幅(B_{resol})以上に設定しなければならない。尖頭値測定においては、スペクトラムアナライザのリニア（真数）またはログ（対数）のいずれの表示モードによって測定値を得てもよい。

5.2.3 過負荷係数

尖頭値測定用受信機の過負荷係数は、他の種類の測定用受信機ほど大きい値を必要としない。ほとんどの直読型検波器の受信機では、過負荷係数は1より少し大きければ良い。なお、充放電検波器の受信機では、時定数に対応して、過負荷係数は適切な値でなければならない（5.2.2項参照）。

5.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される場合に、±2 dB（1 GHzを超える場合は±2.5 dB）より良くなければならない。

5.4 パルス応答

1000MHzまでは、測定用受信機に、インパルスエリア $1.4/B_{\text{imp}}$ mV s (B_{imp} はHzで表示) e.m.f.のパルスをインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、全ての同調周波数において、その応答は、実効値 2 mV(66dB μ V)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、±1.5dBの相違を許容する。パルス発生器と正弦波信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。パルスは表2に示す一様なスペクトルでなければならない。この要求事項は、中間周波増幅器の出力でパルスの重なりがない限り、全てのパルス繰り返し周波数に対して適用する。

- 注：1. この項の要求事項を試験するために用いるパルス発生器の出力特性の決定方法については付則B、Cに述べる。
2. パルス繰り返し周波数をバンドAでは25Hz、その他では100Hzとした時、推奨帯域幅の尖頭値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の指示値の関係を、表7に記載する。

表7 同一帯域幅における尖頭値および準尖頭値測定用受信機のパルス応答比
(周波数帯域 9 kHz から 1000 MHz)

周波数	I S mV s	B _{imp} Hz	パルス繰り返し周波数に対する 尖頭値／準尖頭値の比(dB)	
			25Hz	100Hz
バンドA	6.67×10^{-3}	0.21×10^{-3}	6.1	—
バンドB	0.148×10^{-3}	9.45×10^{-3}	—	6.6
バンドCとD	0.011×10^{-3}	126×10^{-3}	—	12.0

注 上記のパルス応答は、基準帯域幅（表6参照）を使用した場合である。

18 GHzまで一様なスペクトラムを持つパルス発生器が実現されていないため、1GHzを超える周波数におけるインパルスエリア(IS)は、パルス変調された試験周波数の搬送波に関して定義する。(E.6項参照)

5.5 選択度

尖頭値測定用受信機の帯域幅は、5.2.1項によって、図2a、2b、2cと異なることが認められているため、これらの図は選択曲線の定性的な形のみを示したもので、周波数目盛は適切にスケールすること。たとえば図2aで $B_6/2$ は100Hzに対応する。

4.5.2、4.5.3、4.5.4項の要求事項を適用する。

バンドEに関する測定用受信機の総合選択度は、図4の範囲内になければならない。

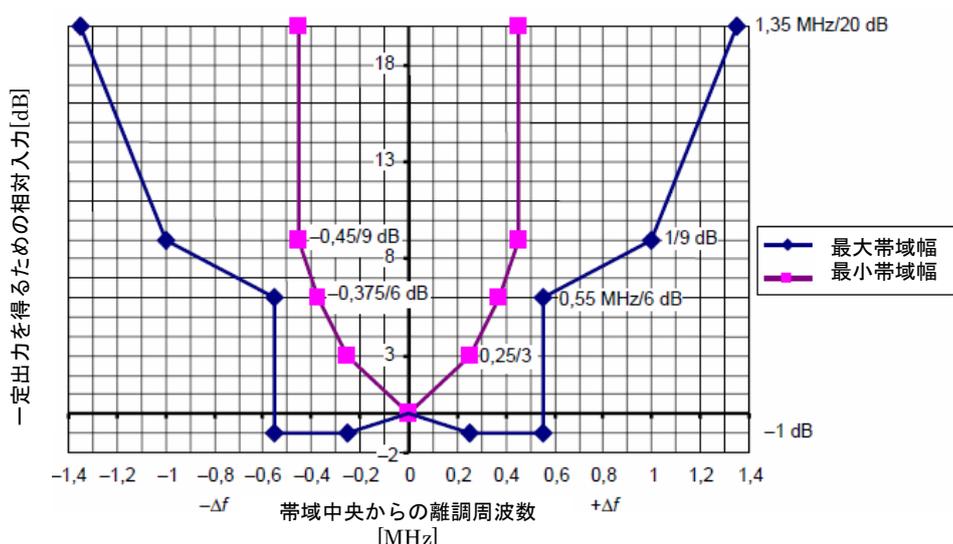


図4 総合選択度特性の限度値 — 通過帯域 (バンドE)

注1 インパルス帯域幅に関する限度値は、この図には表わすことができない。なぜなら、インパルス帯域幅はフィルタの型に依存するためである。従って、6 dB及び9 dB帯域幅に対する境界は、参考として示す。

注2 総合選択度特性の限度値は、本要求事項を定める際に一般に用いられていた装置を参考にしたものである。

5.6 相互変調効果、受信機雑音および遮蔽

1GHz以下の周波数では4.6、4.7および4.8章の要求事項を適用する。4.7および4.8.1項は、バンドEにも適用する。

バンドEに関しては、以下の事項も適用する。

ーバンドEに対するプリセレクタ：ある種の供試装置において、強い基本信号の存在下で弱いスプリアス信号を測定する時には、測定用受信機の入力（内部、あるいは外部）にフィルタを挿入すること。このフィルタは、基本周波数の入力を適切に減衰でき、入力回路の過負荷及び損傷を防ぎ、高調波や相互変調信号の発生を抑制することができるものであること。

注1 供試装置の基本周波数におけるフィルタ減衰量は、一般に30 dBが適切である。

注2 複数の基本周波数に対しては幾つかのフィルタが必要になることがある。

6. 周波数 9kHzから18GHzまでの平均値測定用受信機

平均値測定用受信機は、インパルス性妨害波の測定には通常使用しない。平均値測定用受信機は、検波器前段を通過した信号の包絡線の平均値を示すように設計された検波器を使用している。平均値検波器は、変調あるいは広帯域ノイズの存在による影響を排除して、狭帯域信号を測定する際に用いられている。

この節の要求条件を満たすスペクトラムアナライザは適合性試験に使用することができる。

6.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、電圧定在波比は表5の値を越えてはならない。

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んで良い。

6.2 基本特性

6.2.1 帯域幅

帯域幅 B_6 は表8に示した範囲にななければならない。

表8 帯域幅に関する要求事項

周波数範囲	帯域幅 B_6	基準帯域幅
9kHzから150kHzまで (バンドA)	100Hzから300Hzまで ^a	200Hz(B_6)
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	8kHzから10kHzまで ^a	9kHz(B_6)
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)	100kHzから500kHzまで ^a	120kHz(B_6)
1GHzから18GHzまで (バンドE)	300kHzから2MHzまで ^a	1MHz ^b (B_{imp})

a 帯域幅に関する事項については付則EのE. 1項に述べる。基準値以外の帯域幅を用いた場合には、妨害波レベルを示す時にその帯域幅を明示しなければならない。

b 選択された帯域幅に関しては表6の備考bに従うこと。

6.2.2 過負荷係数

検波器の前段の回路に必要なとされる過負荷係数は、パルス繰り返し周波数 n Hzの時、 B_{imp}/n でなければならない。ここで、 B_{imp} の単位はHzである。

測定用受信機は、バンドAにおいてパルス繰り返し周波数 25 Hz以上、バンドBにおいて500 Hz以上、バンドCおよびDにおいて 5000 Hz以上のパルス入力に対して、過負荷にならないこと。

注：一般に、この型の受信機は、十分な過負荷係数を確保することが不可能であるため、非常に低いパルス繰り返し周波数に対して、非線形動作を防止するのは困難である（このため、孤立パルスに対する応答は定めていない）。

6.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される時、±2dB（1GHzを超える場合は±2.5dB）より良くなければならない。

6.4 パルス応答

注：1GHz以下の周波数における本項の要求事項の試験に用いるパルス発生器の出力特性の測定方法は付則B、Cに記載する。

6.4.1 絶対値特性

測定用受信機に、繰り返し周波数 n Hz、インパルスエリア $1.4/n$ mVs e.m.f.のパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μ V)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、許容偏差は2.5dB/-0.5dBである。なお、パルス発生器と正弦波信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。但し、パルスは4.4.1項の表2に従って一様なスペクトルを持たなければならない。 n の値は、バンドAでは25、バンドBでは500、バンドCおよびDでは5,000とする。

注：帯域幅が同一で十分な過負荷係数を持つ平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機に、出力レベルが一定で、繰り返し周波数25、100、500、1,000Hz、および5,000Hzの繰り返しパルスが加わった場合、指示値の差異は表9に記載するとおりとなる。

表9 同一帯域幅における平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比
(周波数帯域 9 kHzから1000 MHz)

測定用受信機の周波数範囲	繰り返しパルス周波数に対する 準尖頭値／平均値の指示値の比(dB)				
	25 Hz	100 Hz	500 Hz	1,000 Hz	5,000 Hz
9kHzから150kHzまで (バンドA)	12.4				
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)		(32.9)	22.9	(17.4)	
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)				(38.1)	26.3

注1 上記のパルス応答は、基準帯域幅(表8参照)を使用した場合の応答に基いている。
注2 ()内の数値は単なる情報

1GHzを超える周波数(バンドE)においては、真数(リニア)及び対数(ログ)の2つのモードについて平均値(重み付け)検波器が定義される。

リニアモードの平均値検波器については、測定用受信機に、繰り返し周波数 n Hz、インパルスエリア $1.4/n$ mVs e.m.f.のパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μ V)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、許容偏差は±1.5dBとする。また、このパルスはパルス変調搬送波である。 n の値は、50,000とする。

対数モードの平均値検波器については、測定用受信機に、繰り返し周波数333kHz(周期3 μ sの逆

数)、インパルスエリア6.7 nVs e.m.f.のパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、許容偏差は±4.0dBとする（帯域幅の10%の許容偏差はほぼ±2.5 dBの変動を発生する可能性がある）。

詳細については、E.6項参照。

注1 平均値検波は、スペクトラムアナライザのビデオ帯域幅 B_{video} を分解能帯域幅 B_{resol} に比べて十分狭くし、測定信号の繰り返し周波数に応じた適切な帯域幅に設定することにより達成できる。ビデオ帯域幅を狭めることによる測定では、ビデオフィルタが正しく応答するために掃引時間が十分長いことを確かめること。

注2 リニアモードにおける平均（重み付け）検波の結果は測定信号の平均レベルに相当する。もし、対数モードを用いれば、その結果は測定信号の対数の平均値に相当する。従って、20 dB(μV)と60 dB(μV)の値を交互にとる方形波信号に対しては、対数モードで得られる値は40 dB(μV)であり、一方、リニアモードでは54.1 dB(μV)となり、リニアモードでの値が信号の正しい平均値となる。

6.4.2 パルス繰り返し周波数変化に対する応答（相対値特性）

繰り返しパルスに対する測定用受信機の応答は、以下のとおりであること。すなわち、測定用受信機の指示が一定となるためには、入力パルスの振幅と繰り返し周波数が下記の関係に従うこと。

振幅は繰り返し周波数の（-1）乗に比例する。

許容偏差は、繰り返し周波数が過負荷によって定まる繰り返し周波数の最低値と $B_3/2$ の間である場合、+3dB から -1dBである。

注：準尖頭値測定用受信機と平均値測定用受信機のパルス応答理論曲線を絶対値目盛で図1 dに示す。対数モードの平均検波器を備えた測定用受信機の繰り返しパルス応答（1GHz超）は、パルス間のノイズレベルによって影響を受ける。以下の値

L_{logAV} は対数モードでの平均検波器による指示レベル

T_p はパルス継続時間

L_p はパルスのレベル (dB μV)

T_N はノイズレベルの継続時間

L_N はノイズレベル (dB μV)

を用いて、以下の近似的な関係が成り立つ。

$$L_{\text{logAV}} = \left(\frac{T_p L_p + T_N L_N}{T_p + T_N} \right)$$

例：もし、パルスのレベル L_p が85 dB(μV)で、ノイズレベル L_N が8 dB(μV)、 $T_p = 1/B_{\text{imp}} = 1 \mu\text{s}$ 、パルス繰り返し周波数 n が100,000ならば、 $T_N \cong 9 \mu\text{s}$ となる。この方程式により $L_{\text{logAV}} = 15.7 \text{ dB}(\mu\text{V})$ となる。実際には、 T_p がもう少し大きいので、 L_{logAV} は、もう少し大きくなる。なぜなら、中間周波出力におけるパルス信号は1 μsの後で直ちにノイズレベルにまで下がることがないからである。

6.4.3 間歇的、非定常的な、漂動する狭帯域妨害波に対する応答

間歇的、非定常的な、漂動する狭帯域妨害波に対する応答は、以下ようになる。すなわち、図6に示すように、測定値が、バンドA及びBについては160 msの時定数を持つ指示計の最大指示値と等しいこと。バンドC及びDについては100 msの時定数を持つ指示計の最大指示値と等しいこと。時定数はA.3.1に定義されているものである。これは、受信機の包絡線検波器の後に指示計模擬回路を接続することにより実現できる。最大指示値は、例えば、図5に示すようにA/D変換器とマイクロプロセッサを用いて指示計出力値を連続的にモニタすることにより得られる。

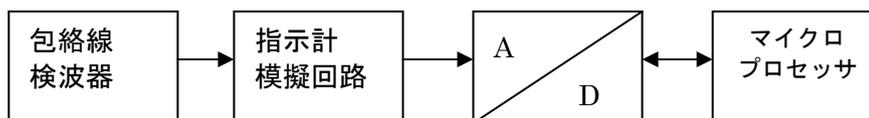


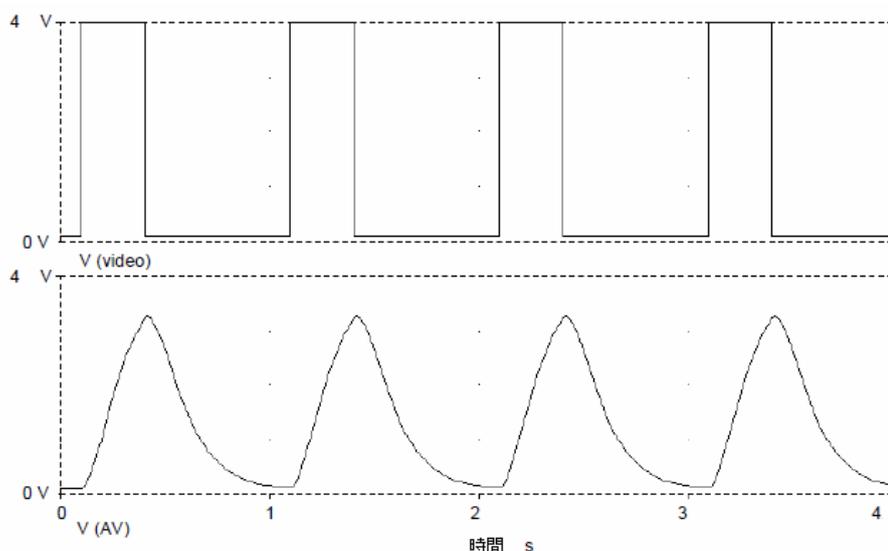
図5 平均値検波器のブロック図

バンドEについては、リニアモードの平均値検波器の指示計時定数は100msである。

上記の要求事項に従えば、平均値検波器は、表10に示すパルス幅と周期を持つ繰り返し方形パルスによって変調された無線周波正弦波入力信号に対して、同表に示す最大指示値を生じる。この要求事項に対しては±1.0 dBの偏差が許容される。

表10 パルス変調された正弦波入力に対する平均値検波器の最大指示値
(同じ振幅の連続正弦波入力に対する応答との比較)

変調に用いる 繰り返し方形パルス	バンド A/B 受信機 $T_M = 0.16 \text{ s}$	バンド C/D 受信機 $T_M = 0.1 \text{ s}$
パルス幅 = T_M 周期 = 1.6 s	0.353 (= -9.0 dB)	0.353 (= -9.0 dB)
注 バンドEにおいては、これはリニアモードの平均値検波器のみに適用する。		



注 間歇的な狭帯域信号に対する対数モードの平均値検波器の応答は、あるビデオ帯域幅、例えば10Hz、及びスペクトラム表示の最大保持機能を持つことを仮定すれば定義できるかもしれない。

注 ここに示す応答は、時定数100 msを用いた時に、パルス幅0.3 s、繰り返し周波数1 Hzの間歇的な狭帯域信号によって得られたものである。もし、時定数が160 msならば、指示計模擬回路の出力の最大値はこれより低くなる。

図6 間歇的な狭帯域信号に対する指示計模擬回路の応答

6.5 選択度

帯域幅 200Hz（周波数範囲 9kHzから150kHzまで）または帯域幅 9kHz（周波数範囲0.15MHzから30MHzまで）の測定用受信機の総合選択度は、それぞれ図2a、2bに示す範囲内になければならない。帯域幅 120kHz（周波数範囲 30MHzから1000MHzまで）の測定用受信機の総合選択度については図2cに示す範囲内になければならない。バンドEに関する測定用受信機の総合選択度は、図4の範囲内になければならない。

4.5.2、4.5.3および4.5.4項の要求事項を適用する。

6.6 相互変調効果、受信機雑音および遮蔽

5.6節に記述されている要求事項を適用する。

7. 周波数 9kHzから18 GHzまでの実効値測定用受信機

この章の要求条件を満たすスペクトラムアナライザは適合性試験に使用することができる。

7.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、電圧定在波比は表5の値を越えてはならない。

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んで良い。

7.2 基本特性

7.2.1 帯域幅

帯域幅は表11に示した範囲にななければならない。

表11 帯域幅に関する要求事項

周波数範囲	帯域幅 B_6	基準帯域幅
9kHzから150kHzまで（バンドA）	100Hzから300Hzまで ^a	200Hz(B_6)
0.15MHzから30MHzまで（バンドB）	8kHzから10kHzまで ^a	9kHz(B_6)
30MHzから1000MHzまで（バンドCとD）	100kHzから500kHzまで ^a	120kHz(B_6)
1GHzから18GHzまで（バンドE）	300kHzから2MHzまで ^a	1MHz ^b (B_{imp})

a 帯域幅に関する事項については付則EのE. 1項に述べる。基準値以外の帯域幅を用いた場合には、妨害波レベルを示す時にその帯域幅を明示しなければならない。
b 選択された帯域幅に関しては表6の備考bに従うこと。

7.2.2 過負荷係数

検波器前段の回路に必要なとされる過負荷係数は、パルス繰り返し周波数が n Hzの時、 $1.27(B_3/n)^{1/2}$ である。ここで B_3 の単位はHzである。

注1 一般に、この型の受信機は、十分な過負荷係数を確保することが不可能であるため、非常に低いパルス繰り返し周波数に対して、非線形動作を防止するのは困難である（このため、孤立パルスに対する応答は定めていない）。この検波器を用いる場合は、過負荷にならない最小パルス繰り返し周波数を定義しなければならない。

注2 過負荷係数の算出に関しては付則Aに記載する。

7.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される場合に、±2 dB（1GHzを超過の場合は±2.5 dB）より良くななければならない。

7.4 パルス応答

注：1GHz以下の周波数における本項の要求事項の試験に用いるパルス発生器の出力特性の測定方法は付則B、Cに記載する。

7.4.1 絶対値特性

1000MHzまでの実効値検波器は、以下のとおり定義される。

バンドAの測定用受信機に、インパルスエリアが $[278(B_3)^{-1/2}] \mu V s$ e.m.f. (B_3 の単位はHz)で、受信機の最高同調周波数まで一様なスペクトルを持ち、繰り返し周波数25Hzであるパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えた場合、全ての同調周波数において、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV) e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。

バンドB、バンドCおよびバンドD用の受信機については、対応する値は $[139(B_3)^{-1/2}] \mu V s$ (B_3 の単位はHz) および100Hzである。なお、パルス発生器と信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。ただし、許容偏差は±1.5dBである。

注 実効値検波器のパルス応答の測定方法に関しては、付則Aに記載する。同一帯域幅の実効値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の測定値の関係を、繰り返し周波数25および100Hzについて、表12に記載する。

表 1 2 同一帯域幅における実効値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比

測定用受信機の周波数範囲	パルス繰り返し周波数 (Hz)	準尖頭値／実効値 (dB)
9kHzから150kHzまで (バンドA)	25	4.2
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	100	14.3
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)	100	20.1

注 上記のパルス応答は、基準帯域幅(表11参照)を使用した場合の応答に基づいている。

1GHzを超える周波数(バンドE)では、繰り返し周波数1000Hzで、インパルスエリアが $[44(B_3)^{-1/2}] \mu V s$ e.m.f.であるパルス列をインピーダンス50Ωの信号源で測定用受信機に加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV) e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、このパルスはパルス変調搬送波である。詳細についてはE.6節参照。

7.4.2 繰り返し周波数変化に対する応答(相対値特性)

繰り返しパルスに対する測定用受信機の応答は、以下のとおりであること。すなわち、測定用受信機の指示が一定となるために、入力パルスの振幅と繰り返し周波数が下記の関係となること。

振幅は繰り返し周波数の(-1/2)乗に比例する。

測定用受信機のパルス応答曲線は表13に示す範囲内にななければならない。

表13 実効値測定用受信機のパルス応答

繰り返し周波数 Hz	パルス応答の相対値 (dB)			
	バンドA	バンドB	バンドC及びD	バンドE
100 k	—	—		-20±1.0
10 k	—		-20±1.0	-10±1.0
1,000	—	-10±1.0	-10±1.0	0(基準値)
100	-6±0.6	0(基準値)	0(基準値)	—
25	0(基準値)	+6±0.6	+6±0.6	—
20	+1±0.7	+7±0.7	+7±0.7	—
10	+4±1.0	+10±1.0	+10±1.0	—
2	+11±1.7	+17±1.7	—	—
1	+14±2.0	+20±2.0	—	—

7.5 選択度

実効値測定用受信機の帯域幅は、7.2.1によって、図2a、2b、2cと異なることが認められているため、これらの図は選択曲線の定性的な形のみを示したもので、周波数目盛は適切にスケーリングすること。例えば、図2aで $B_e/2$ は100Hzに対応する。バンドEに関する測定用受信機の総合選択度は、図4の範囲内になければならない。

4.5.2、4.5.3および4.5.4の要求事項を適用する。

7.6 相互変調効果、受信機雑音および遮蔽

5.6の要求事項を適用する。

8. 振幅確率分布(APD)測定機能を備えた周波数 1 GHz から 18 GHz までの測定用受信機

妨害波の振幅が特定の閾値を超える時間確率（累積分布）を、妨害波の APD と定義する。

APD は、無線周波測定用受信機あるいはスペクトラムアナライザの包絡線検波あるいはその後段回路の出力で測定することができる。妨害波の振幅は、受信機入力の電圧レベルもしくは対応する電界強度で表示されるべきである。通常、APD 測定は固定周波数で実施される。

APD 測定機能は測定装置の付加機能であり、測定装置に取り付けあるいは組み込まれる。

APD 測定機能は以下の方法で実現できる。1つの方法は、比較器と計数器を用いる（図 G.1）。その装置は、振幅（例えば電圧）が複数のあらかじめ指定されたレベルを超える確率を測定する。その振幅レベルの数は比較器の数と等しい。他の方法は、A/D 変換器、論理回路およびメモリを使ったものである（図 G.2）。この装置も、あらかじめ指定された複数の振幅レベルについての APD の図を示すことが可能である。そのレベルの数は A/D 変換器の分解能（8 ビットの場合、256 レベル）に依存する。

製品あるいは製品群に前述した機能を用いた APD 測定を適用すれば、デジタル通信への障害能力を評価することができる(CISPR16-3 改定 1 4.7 節 APD の仕様に関する背景資料参照)。

APD 測定機能は以下の要求事項を備えること。これらの仕様の根拠を付則 G に示す。

・ 要求仕様

- a) 振幅のダイナミックレンジは、60 dB を超えること。
- b) 振幅の設定誤差を含む振幅確度は、 ± 2.7 dB より良いこと。
- c) 妨害波の測定可能時間は 2 分以上であること。但し、測定できない時間が全測定時間の 1 %より少ない場合は、間欠的な測定を行っても良い。
- d) 最小測定可能確率は 10^{-7} であること。
- e) APD 測定機能は、少なくとも 2 つの振幅レベルを設定できること。設定した全ての振幅レベルに対応する時間率を同時に測定できること。振幅レベルの設定分解能は 0.25 dB 以下であること。
- f) サンプリング速度は、受信機の分解能帯域幅が 1 MHz の場合、10M サンプル毎秒以上であること。

・ 推奨仕様

- g) A/D 変換器を装備した APD 測定器の場合、APD 表示の振幅分解能は 0.25 dB より小さいことが望ましい。

注 APD測定は、1 GHz以下の周波数範囲においても適用可能。

9. ディスターバンスアナライザ

ディスターバンスアナライザは、不連続妨害波（クリック）の振幅、発生頻度、継続時間を自動評価するのに用いられる。

「クリック」は次の特性を持つ。

- a) 準尖頭値の振幅が連続妨害波の準尖頭値許容値を超える、かつ、
- b) 継続時間が 200ms を超えない、かつ、
- c) 先行するあるいは後続の妨害波との間隔が 200ms 以上。

一連の短いパルス列は、その最初のパルスから最後のパルスまでの時間が 200ms を超えず、a)、c) の条件が満たされるときには、ひとつのクリックとして扱う。

ここで云う時間とは、測定用受信機の間周波信号が（妨害波許容値相当の）基準レベルを超える時間で定義する。

注 1：クリックの定義と評価は CISPR 14-1:2005 に従う。

注 2：現在使用されているディスターバンスアナライザは、ある限られた内部信号レベルで動作する準尖頭値測定用受信機とともに用いるよう設計されている。従って、このようなアナライザがすべての受信機に正しく接続できるとは限らない。

9.1 基本特性

a) ディスターバンスアナライザは、妨害波の継続時間と発生間隔を測定するための測定系を備えていること。その測定系は測定用受信機の間周波出力に接続する。これらの測定では、受信機の間周波基準レベルを超えている妨害波のみを対象とする。継続時間測定の正確さは±5%より悪くないこと。

注 1：中間周波基準レベルとは、測定用受信機の間周波出力において、連続妨害波の許容値と等しい準尖頭値指示を発生させる無変調正弦波信号に対応した値である。

b) ディスターバンスアナライザは、妨害波の準尖頭値振幅を評価するための測定系を備えていること。

c) 準尖頭値測定系における振幅は、中間周波出力における最後の立下りから 250ms 経過した後に測定を行うこと。

d) 二つの測定系の組み合わせは全ての点で 4 の要求事項を満たすこと。

e) アナライザは以下の情報を表示すること。

- － 継続時間が 200ms 以下のクリックの数
- － 試験継続時間（分）
- － クリック率
- － 連続妨害波の準尖頭値許容値を超えるクリック以外の妨害波の発生

注 2：ディスタージアアナライザの例は、ブロックダイアグラムとして図 7 に示す。

f) アナライザの基本特性は、表 14 の全ての波形（試験パルス）を用いた性能試験に合格すること。

図 8 は、表 14 に列挙した試験信号の波形を示したものである。

図 F.1 は、表 F.1 に示した CISPR 14-1、4.2.3 のクリックの定義にはずれる試験信号波形で、性能試験に使用するためのものである。

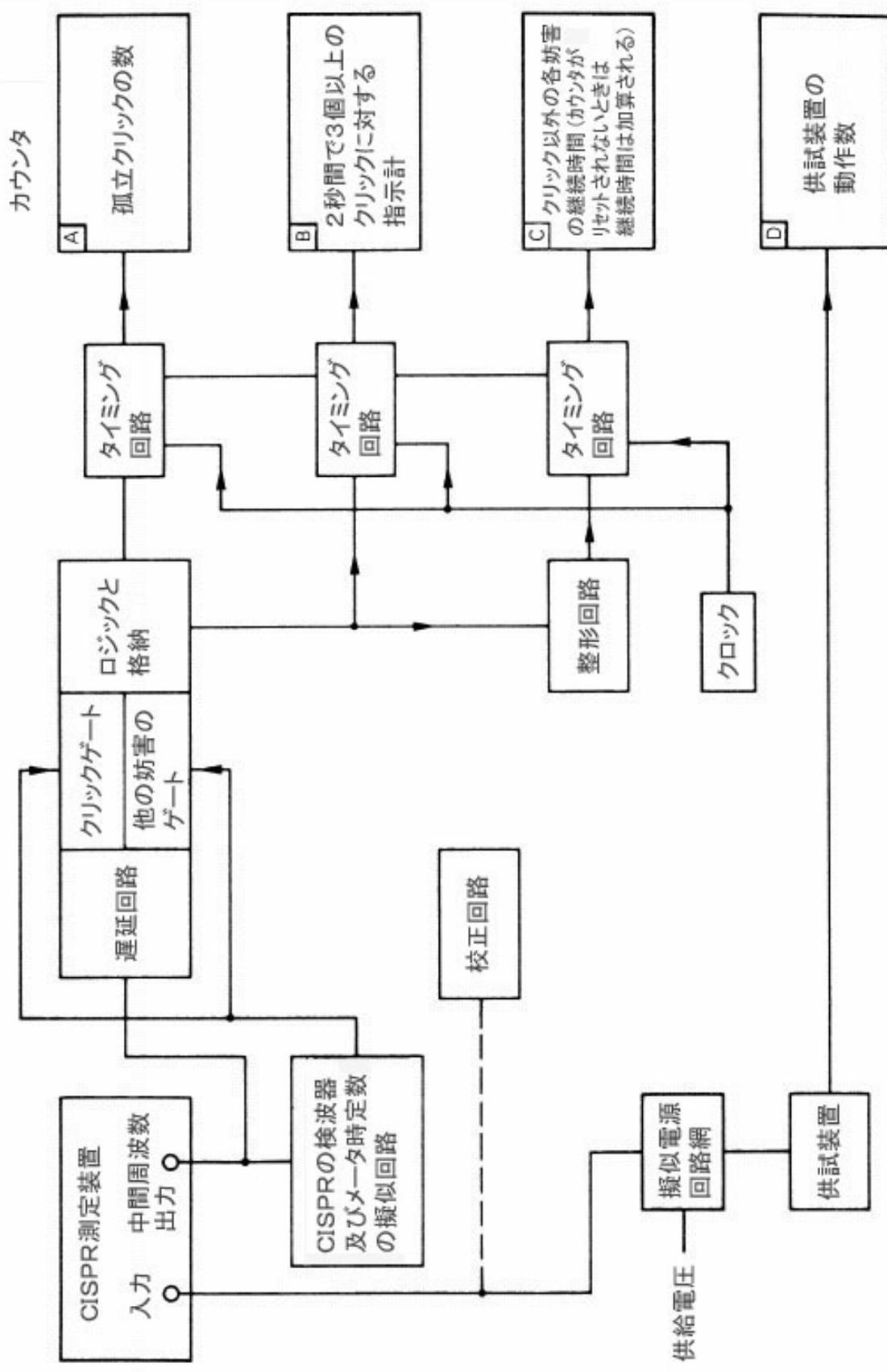


図7 ディスタンスアナライザの例

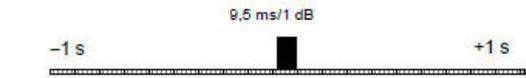
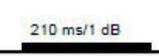
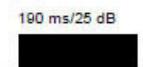
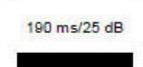
試験 No.	試験信号	アナライザによる評価結果
1	 0,11ms/1 dB	1クリック
2	 9,5 ms/1 dB -1 s +1 s	1クリック
3	背景 : 雑音 あるいは CISPRパルス、200Hz : -2.5 dB(QP)  190 ms/1 dB -1 s +1 s	1クリック
4	背景 : 雑音 あるいは CISPRパルス、200Hz : -2.5 dB(QP)  1 333 ms/1 dB	クリック以外
5	 210 ms/1 dB	クリック以外
6	 30 ms/5 dB 180 ms 30 ms/5 dB	クリック以外
7	 30 ms/5 dB 130 ms 30 ms/5 dB	1クリック
8	 30 ms/5 dB 210 ms 30 ms/5 dB	2クリック
9	 最小21パルス / 0.11ms / 周期 10ms/1dB	クリック以外
10	 30 ms/25 dB 265 ms 30 ms/-2,5 dB	1クリック
11	 190 ms/25 dB バンド B : 1034ms / バンド C : 検討中	2クリック
12	 190 ms/25 dB バンド B : 1166ms / バンド C : 検討中  30 ms/-2,5 dB/2 dB IF  30 ms/-2,5 dB/2 dB IF	1クリック

図8 クリックの定義に従ったアナライザの性能試験用信号 (表14 関連)

表 1 4 - ディスターバンスアナライザの性能試験 -

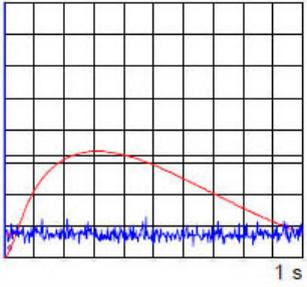
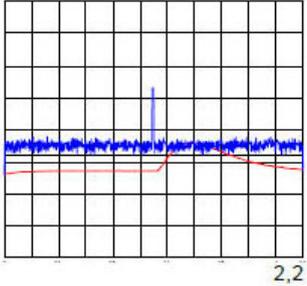
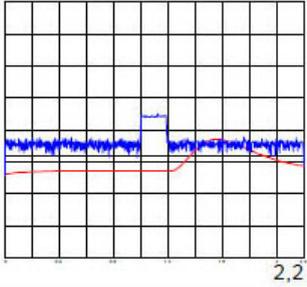
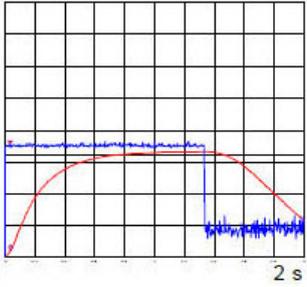
試験 No	試験信号パラメータ						
	1		2		3	4	5
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス ^f の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力)	アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	dB		ms		ms		
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
1	1		0,11			1 クリック	
2 ^a	1		9,5			1 クリック	
3 ^a	1		190			1 クリック	
4	1		1 333 ^b			クリック以外	

表 1 4 (続き)

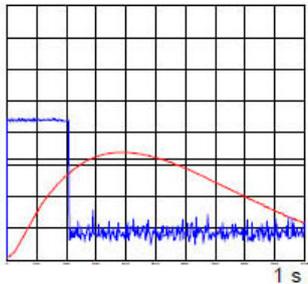
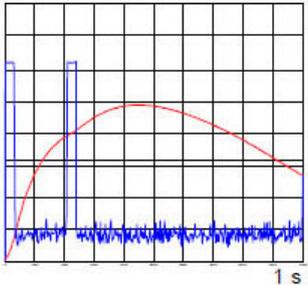
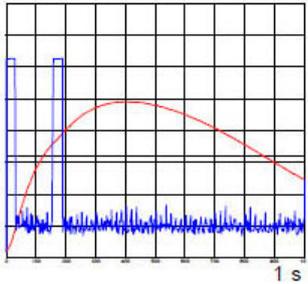
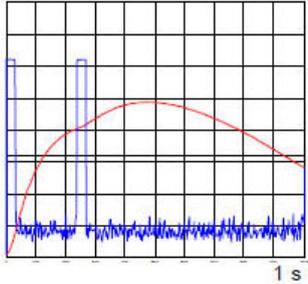
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値 dB		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス ^f の継続時間 ms		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
5	1		210			クリック以外 (210 ms)	
6	5	5	30	30	180	クリック以外 (240 ms)	
7	5	5	30	30	130	1 クリック	
8	5	5	30	30	210	2 クリック	

表 1 4 (続き)

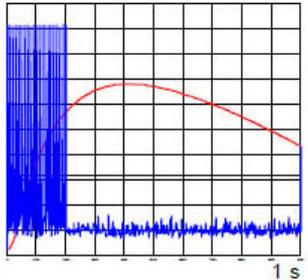
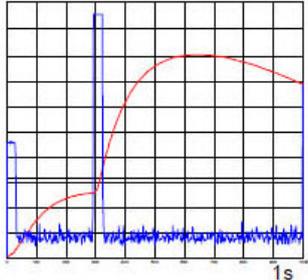
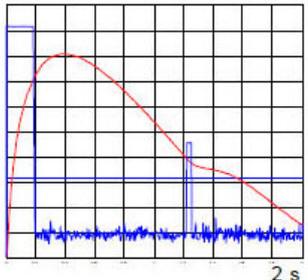
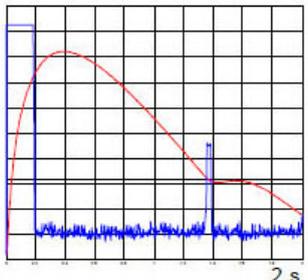
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス ^f の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力)		
	dB		ms		ms		
パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2				
9	1		0,11		周期 10 最小 21パルス	クリック以外	
10	-2,5	25	30	30	265	1 クリック	
11	25	-2,5 °	190	30	1 034 ^e	2 クリック ^d	
12	25	-2,5 °	190	30	1 166 ^e	1 クリック	

表 1 4 (続き)

<p>a 準尖頭値の許容値対応の基準レベルより少なくとも 2.5dB 低いレベルの 200Hz CISPR パルスで構成される背景雑音を加えて実行する。これらのパルスは、試験信号よりも少なくとも 1 秒早く始まり、試験信号の後少なくとも 1 秒間は継続することが望ましい。</p> <p>観測：</p> <p>1) グラフは、200Hz パルスを表示できるように、試験受信機を用いて非常に短いホールド時間 (<1ms) の尖頭値測定によって得られた。パルス変調された正弦波が加わっているとき、(グラフの試験 N03 に見られるように) 200Hz パルスを見ることはできないが、クリック妨害の期間にも存在する。</p> <p>2) グラフの原点における非常に狭いレスポンスはファームウェアの不完全による。</p> <p>b 1.333s インパルス試験によって、準尖頭値の許容値対応レベルより 1dB だけ高いインパルスに対するアナライザの表示をチェックする。</p> <p>c これらのより低いレベルは中間周波段では基準レベルを超えるが、準尖頭値表示では許容値レベルを超えないようにすること。</p> <p>d もし、これらの 2 つのパルスが別々の妨害波として測定されるなら、1 つのクリックのみが記録されるであろう。…… (これは誤判定である)</p> <p>e 30MHz を超える周波数範囲についての対応する値は検討中であり、さらなる調査の後に見直される。</p> <p>f パルスの立ち上がり時間は 40μs を超えてはならない。</p>

9.2 ディスターバンスアナライザの性能確認試験法

9.2.1 基本要件事項

ディスターバンスアナライザは、適当な周波数に同調した準尖頭値測定用受信機に接続する。

同調周波数における連続正弦波信号とパルス変調正弦波信号が必要となる。また、付則 B に規定する CISPR パルス発生器で発生した繰り返しパルスで、200Hz の繰り返し周波数を持ち、同調周波数において受信機の帯域幅より十分広いスペクトルのものも、試験 No.2 および 3 では必要である。

パルス変調正弦波信号源は、2 個の独立に可変なパルスを供給できること。パルスの立ち上がり時間は、40 μ s を超えてはならない。パルスの継続時間は、110 μ s から 1.3s まで変えることができ、振幅は 44dB の範囲にわたって変化できること。パルス変調正弦波信号の背景雑音は、受信機の準尖頭値指示計で測定して、試験のステップ a) で用いる基準レベルより少なくとも 20dB は低くなければならない。

試験方法を以下に示す。

- a) 正弦波信号をディスターバンスアナライザに接続した測定用受信機の入力端に加

える。正弦波信号の振幅は、受信機の指示計が連続妨害波の準尖頭値許容値に等しくなる（基準点：0dB）ように調整する。受信機の高周波感度(減衰器)調整は、正弦波信号が受信機ノイズより十分高く、中間周波段において連続妨害波の許容値に対応するレベル以下になるように調節する。このときの受信機の中間周波出力に現れる正弦波信号レベルが中間周波基準レベルとなる。

- b) パルス変調正弦波信号を測定用受信機の入力端子から入力する。試験 No.2 および 3 では、パルス変調正弦波信号と CISPR パルス発生器からの信号を同時に加える。信号のパラメータを表 14 に示す。表 14 の 1 列目に示したパルスの振幅は、中間周波段の閾値として使われた連続妨害波の許容値に対応するレベルに対して独立に調整できること。そのレベルは、前のパラグラフで決定した高周波および中間周波段の基準レベルに対応する値との相対値でなければならない。

9.2.2 追加の要求事項

試験方法は 9.2.1 項の a)で述べた方法と同一である。

信号のパラメータを表 F.1 に示す。

付 則 A

(規 定)

準尖頭値及び実効値測定用受信機の繰り返しパルス応答の決定

(3.2、4.4.2、7.2.2、7.4.1項)

A.1 概説

この付則では、繰り返しパルスに対する応答曲線を求める際、数値計算に用いるデータ及び計算方法について述べる。この方法固有の仮定も述べる。計算は連続する3段階に分かれている。

A.2 検波器前段での応答

これらの段のパルス応答は、一般に、受信機の総合選択度を決定する中間周波段のみによって決定される。

この選択度は、縦続接続された2つの臨界結合同調型変成器の組み合わせを用い、-6dB点における通過帯域幅を所要の値に設定することによって得られると一般に考えられる。他の等価的な構成も、計算上は、上記のような形に変形することができる。この通過帯域は実際に対称なので、パルス応答の包絡線を等価低域通過フィルタを用いて計算することができる。この近似から生じる誤差は、無視することができる。

パルス応答の包絡線は次式で表される。

$$A(t) = 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1a})$$

ここで、

G は同調周波数における総合利得、

ω_0 は角周波数で、その値は $(\pi/\sqrt{2})B_6$ である。

インパルスエリア $\nu \tau$ のインパルスに対する2段臨界結合同調型変成器の応答の包絡線は、上式より以下となる。

$$A(t) = (\nu \tau) 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1b})$$

これに対応する等価低域通過フィルタの選択度曲線は、 $\tau \ll 1/\omega_0$ として、以下のよう書ける。

$$F(f) = G \left[\frac{2\omega_0^2}{(\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2} \right]^2 \quad (\text{A.2})$$

ここで、 $\omega = 2\pi f$ である。

帯域幅 B_3 および B_6 は下記のとおりである。

$$B_3 = \left[\sqrt{2} \times \sqrt[4]{(\sqrt{2}-1)} \right] \omega_0 / \pi = 0.361 \omega_0 \quad (\text{A.3a})$$

$$B_6 = \sqrt{2} \times \omega_0 / \pi = 0.450 \omega_0 \quad (\text{A.3b})$$

実際の装置と実効値応答が同じになる理想的な方形フィルタで構成された受信機の等価帯域幅は、次に定義する電力帯域幅 Δf に等しい。

$$\Delta f = \left(1/F_0^2 \right) \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.4})$$

ここで、

$F(f)$ は選択度曲線、

F_0 は $F(f)$ の最大値である（ただし、単峰選択度曲線と仮定する）。

従って、電力帯域幅は $F_0 = 1$ の時、

$$\Delta f = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.5})$$

式 (A.2) の $F(f)$ を用い、 $G = 1$ と置くと次式が得られる。

$$\Delta f = \int_0^{+\infty} 2 \left\{ \frac{2\omega_0^2}{(\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2} \right\}^4 df \quad (\text{A.6})$$

これより

$$\Delta f = 0.265\sqrt{2} \times \omega_0 = 0.375\omega_0 \quad (\text{A.7})$$

従って、

$$B_3 = 0.963 \Delta f \quad (\text{A.8})$$

A.3 前段の出力に対する準尖頭値電圧検波器の応答

計算は、検波回路を中間周波最終段の出力に接続しても、それからの信号振幅または波形のいずれにも何の影響も与えないとの仮定に基づいて行われる。言い換えると、中間周波最終段の出カインピーダンスは、検波器の入カインピーダンスと比べて無視できるほど小さいと見なす。

いかなる検波器も、ある抵抗値（全順方向抵抗 S ）を持つ非線形素子（例えばダイオード）の後に、放電抵抗 R と容量 C の並列回路を接続した形に（実際に、または等価的に）変形できる。

充電時定数 T_C は積 SC と関連があり、一方、放電時定数 T_D は積 RC で与えられる。

T_C と積 SC の関係は、一定振幅の高周波信号を突然加えた後、 $t=T_C$ 経過したときに、指示電圧が最終定常値の0.63倍に達することにより定められる。

コンデンサの両端の電圧 U と検波器に加えられる高周波信号の振幅 A との関係は、次式となる。

$$dU/dt + U/(RC) = A(\sin\theta - \theta\cos\theta)/(\pi \times SC) \quad (\text{A.9})$$

ここで、 θ = 導通角 ($U = A\cos\theta$) である。

この式は直接積分することはできない。指定の時定数に関して上記の条件を満足する積 SC は、近似法により求められる。例を以下に示す。

バンドA	T_C	=	45	ms
	T_D	=	500	ms
	$2.81SC$	=	1	ms
バンドB	T_C	=	1	ms
	T_D	=	160	ms
	$3.95SC$	=	1	ms
バンドCおよびD	T_C	=	1	ms
	T_D	=	550	ms
	$4.07SC$	=	1	ms

このようにして得られた値を式 (A.9) に代入し、一定振幅 A の代わりに A.2 の式 (A.1) の関数 $A(t)$ を用いれば、この式は、孤立パルスに対しても、または繰り返しパルスに対しても（再び近似法を用いて）解くことができる。

繰り返しパルスの場合、以下のようにして実用的に解くことができる。まず、各パルスの立ち上がり時における検波器出力電圧のレベルを任意に仮定し、次に、パルスによって生じるこの電圧の増加分 ΔU を求め、さらに、仮定した初期条件が繰り返されるようにするために連続する2つのパルス間に存在しなければならない間隔を見つける。

A.3.1 検波器からの信号に対する指示計器の応答

解析を単純化するための、かつ全く合理的な唯一の仮定として、検波器出力電圧の立ち上がりが瞬間的であるとする。

この時、以下の特性方程式を解かなければならない。

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_M} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_M^2} \alpha = \frac{1}{T_M^2} \exp\left(\frac{-t}{T_D}\right) \quad (\text{A.10})$$

ここで

$\alpha(t)$ は指示計の振れ、

T_D は準尖頭値電圧計の放電時定数、

T_M は臨界制動型指示計器の機械的時定数である。

この問題の解は、応答曲線の両極端においては簡単である。一方はパルス間隔が十分に離れているため初期値がゼロで既知の場合、また他方は繰り返し周波数が十分大きく計器の慣性のために変動に対して忠実に追従できないような場合についてである。これらの中間の場合には、計算はさらに複雑なものとなる。各パルスの立ち上がり点では、機器の指示値が変化しているため、初期の位置と速度を考えて解を求める必要がある。

A.4 前段の出力電圧に対する実効値型検波器の応答

定義より、実効値型検波器の出力電圧は次式によって与えられる。

$$U_{rms} = \left[n \int_0^{+\infty} (A^2(t)/2) dt \right]^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

ここで n はパルス繰り返し周波数 (Hz) である。

出力は、周波数応答曲線から次のように導くことができる。

$$U_{rms} = \left[n \int_{-\infty}^{+\infty} (2v\tau \times F(f))^2 / 2 df \right]^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

ここで $v\tau$ は一様な周波数スペクトルをもつパルスの面積である。

これは以下のようになる。

$$U_{rms} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.13})$$

従って、式 (A.5) から、下記の式が得られる。

$$U_{rms} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \sqrt{\Delta f} \quad (\text{A.14})$$

式 (A.14) から、振幅の関係は、 $U_{rms}=2\text{mV}$ 、 $n=100\text{Hz}$ とおくと、

$$v\tau = (100\sqrt{2}) / \sqrt{\Delta f} \quad (\mu \text{Vs}) \quad (\text{A.15})$$

となる。あるいは、式 (8) より

$$v\tau = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu \text{Vs}) \quad (\text{A.16})$$

となる。

A.4.1 過負荷係数の計算

n Hzのパルス繰り返し周波数に対応する過負荷係数は、以下のように求められる。

式 (A.14) より

$$U_{rms} = (v\tau) \times (2n\Delta f)^{1/2}$$

式 (1) から、 $G=1$ の場合、次式となる。

$$A(t)_{peak} = 0.944 \times v\tau \times \omega_0$$

従って過負荷係数は、次式で与えられる。

$$A(t)_{peak} / \sqrt{2} \times U_{rms} = 1.28(B_3 / n)^{1/2} \quad (\text{A.17})$$

A.5 実効値型計器の指示値と準尖頭値型計器の指示値との関係

実効値型計器の場合の振幅関係、すなわち、 2mV の正弦波信号と等価な指示値を与える繰り返し周波数 100Hz のパルスの値 $(v\tau)_{rms}$ は、式 (A.16)から以下となる。

$$(v\tau)_{rms} = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu \text{Vs})$$

式 (2) に示されている選択度特性に対しては、6dB帯域幅を基準にとると、次式となる。

$$(\nu\tau)_{rms} = 155 / \sqrt{B_6} \quad (\mu Vs)$$

準尖頭値測定用受信機の場合、2mVの正弦波信号と等価なパルスの値 $(\nu\tau)_{qp}$ は次のようになる。

0.15MHzから30MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{qp} = 0.316 \mu Vs$$

30MHzから1000MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{qp} = 0.044 \mu Vs$$

従って、式 (A.2) に一致する帯域通過特性と、第1章に定められた公称帯域幅に等しい6dB帯域幅を持つ測定器の場合、 $(\nu\tau)_{rms} / (\nu\tau)_{qp}$ の関係は以下のようになる。

0.15MHzから30MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{rms} / (\nu\tau)_{qp} = 14.3 \text{ dB}$$

30MHzから1000MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{rms} / (\nu\tau)_{qp} = 20.1 \text{ dB}$$

これらの関係は、100Hzのパルス繰り返し周波数に対して成立する。他の繰り返し周波数では、それと対応するパルス応答曲線を使用する必要がある。

付 則 B
(規 定)

パルス発生器のパルススペクトルの決定
(4.4、5.4、6.4、7.4節)

B.1 パルス発生器

この規格の第1章の要求事項を満足しているかどうかを確認するためには、パルス発生器が必要である。4.4、4.6、5.4、6.4節、および7.4の要求事項への適合性は、パルス発生器を用いた方法に従って試験できる。

使用される発生器は、供試測定用受信機の周波数帯域に対して、表B.1に示すインパルスエリアを持ち、かつ同表に示す繰り返し周波数範囲のパルスを発生させることができなければならない。インパルスエリアは±0.5dB以内、繰り返し周波数は約1%以内で既知であること。

表B.1 パルス発生器の特性

供試測定用受信機の 周波数帯域	インパルスエリア $\mu V s$	繰り返し周波数 Hz
0.09から0.15MHzまで	13.5	1,2,5,10,25,60,100
0.15から30MHzまで	0.316	1,2,10,20,100,1000
30から300MHzまで	0.044	1,2,10,20,100,1000
300から1000MHzまで	(注を参照)	1,2,10,20,100,1000

注：発生器は、できる限り1000MHzまで均一なスペクトルを持つ適切なインパルスエリアのパルスを発生可能であること。

B.1.1 発生されたパルスのスペクトル

スペクトルは、供試測定用受信機と同調周波数に対する、一定の帯域幅を持つ測定装置の入力における等価電圧の変化を表す曲線として示される。

スペクトルは、供試測定用受信機の周波数帯域の上限周波数まで十分に一定でなければならない。対象周波数帯域内でのスペクトル振幅の変動が、その周波数帯域内の低周波における振幅に対して2dBをこえることがなければ、そのスペクトルは周波数帯域内で十分均一であると見なしてもよい。測定周波数におけるインパルスエリアは、±0.5dB以内で既知でなければならない。

2.6節の要求事項を満たしているかを確認するには、周波数帯域の上限以上のスペクトルは制限されなければならない（周波数上限の2倍の周波数で10dB低下すること）。このことは試験のきびしさの程度を標準化するために必要となる。なぜならスペクトルの全ての成分の相互変調積が応答に影響を与えるからである。

B.2 一般的測定方法

パルスのスペクトル振幅の絶対値を正確に決定する方法は、付則Cに示されている。

周波数に対するスペクトル振幅の変動を測定するためには、以下の方法を用いても良い。

パルス発生器をRF受信機の入力に接続し、受信機の出力に現れるRFパルスを観測できるようにオシロスコープを接続する。

受信機と同調可能な各周波数で以下の測定を行う。

- a) -6dB点における受信機の帯域幅 B_6 (Hz)
- b) パルス発生器と同一のインピーダンスを持つ標準信号発生器を受信機の中心帯域に同調させたときに、オシロスコープにRFパルスのピークと等しいふれを生じさせる標準信号発生器の出力の実効値 E_0

各周波数における相対スペクトル振幅は、次式で表される。

$$S_r(f) = E_0 / B_6$$

考えている帯域内の様々な試験周波数で同様の測定を繰り返す。

パルス発生器のスペクトルは、 $S_r(f)$ と測定周波数との関係を表す曲線で与えられる。

使用される受信機は、用いられる信号のピークレベルに対して線形でなければならない。

寄生応答の抑圧比、特にイメージ周波数及び中間周波数に対する応答の抑圧比は、少なくとも40dB以上でなければならない。

測定では、オシロスコープの代わりに、この規格を満足している準尖頭値指示の受信機を使用しても良いが、その場合は、一連の測定の間中、パルスの繰り返し周波数を一定に保つこと。

付 則 C
(規 定)

ナノ秒パルス発生器出力の精密測定
(4.4、5.4、6.4、7.4節)

C.1 インパルスエリア (IS) の測定

C.1.1 概説

理論的及び実験的検討によると、適度の注意を払って利用すれば、C.1.2項からC.1.5項までに述べる方法は精密な測定法である。

C.1.2 面積法

被測定パルスは、狭帯域（通過）フィルタを通して供給される。このフィルタの通過帯域は中心周波数 f で、対称な振幅特性と反対称の位相特性を持つこと（フィルタとともに増幅器を使用しても良いが、増幅器はその線形領域で動作すること）。

次の等式中の積分値を求めるために、帯域通過フィルタの出力の包絡線 $A(t, f)$ より下の全面積を（その各部分の符号も考慮して）測定する。

$$2(IS) = S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t, f) dt$$

ここで、 $S(f)$ はスペクトル強度、 $A(t, f)$ は孤立パルスによる包絡線の振幅（等価正弦波入力電圧で表したもの）である。

この式を適用する場合には、低周波受信機または妨害波測定用受信機の間周波増幅器を一連の周波数変換器とともに用いて、パルスのスペクトルの全域にわたって同調させるようにする。最後の中間周波増幅器の出力を直接オシロスコープで観測し面積を測定する。

この方法を周波数 f の周期よりきわめて短い継続時間を持つパルスの場合へ応用するには、適切なオシロスコープ（例えば、ナノ秒パルスでは、サンプリングオシロスコープが必要である）を用いて各部分の符号を考慮しながら積分を行って、直接面積を計測することでインパルスエリアを求めることができる。

C.1.3 標準伝送線法

伝搬時間 τ に対応する長さを持ち、電圧 V_0 に充電された伝送線を、その線の特性インピーダンスに等しい負荷抵抗へ放電させる。ここで、この伝送線は、実際の電線と、スイッチ用箱に収められた伝送線の充電部から構成されると考えられる。発生したパルスのスペクトル振幅が周波数に対して一定であるような低い周波数範囲においては、スペクトル振幅 $S(f)$ は $2V\tau$ となり、この振幅は、伝送線と負荷抵抗の間の浮遊インピーダンス（例えばインダクタンスや抵抗）の存在や有限なスイッチング時間には無関係である。

C.1.4 高調波測定

この方法は、繰り返し周波数が十分大きく安定なパルス列を発生するパルス発生器に対して用いることができる。

パルスの繰り返し周波数 F が測定用受信機の帯域幅の値を超えている場合、測定用受信機は、パルススペクトルの中から一本の線を選択することになる。この場合、インパルスエリアは次式で表される：

$$IS = V_k / 2F = V\sqrt{2} / 2F$$

ここで、 $V_k = V\sqrt{2}$ は k 次高調波のピーク値である。

測定用受信機の帯域幅が十分広く、この帯域内に多数の高調波成分（6dB帯域幅内に約10個以上）を包含できれば、このパルス発生器を用いて測定器のパルス応答特性を較正することができる。

C.1.5 エネルギー法

もう一つの方法に、熱源（抵抗器）によって発生する電力を、パルス発生器によって発生する電力と比較するエネルギー法がある。しかし、この方法で得られる精度は上記3つの方法の精度より幾分低い。この方法は1000MHzオーダの周波数において有効であると考えられる。

C.2 パルス発生器のスペクトル

C.2.1 4.4.1、5.4、6.4.1、および7.4.1項に対する適合性の判定には、インパルスエリアが誤差 ± 0.5 dB以下で知られていること。

C.2.2 パルス繰り返し周波数が誤差1%以内で知られていること。

C.2.3 4.4.2、5.4、6.4.2、および7.4.2項に対する適合性の判定には、インパルスエリアは繰り返し周波数に無関係であること。

C.2.4 4.4、5.4、6.4、および7.4節に対する適合性の判定には、パルス発生器の周波数スペクトルが、測定用受信機の通過周波数帯域内で一様であること。この要求事項は、以下の場合に満たされるものと考えられる。

- a) 周波数スペクトルの変動が、受信機の通過帯域内の周波数に対して本質的に線形であり、かつ、 -6dB 内の通過帯域内でそのスペクトルの変動が 0.5dB を超えない場合。
- b) 周波数スペクトルが、受信機と同調周波数の両側において滑らかに低下し、かつ -6dB 内のスペクトル幅が、受信機の -6dB 通過帯域幅の5倍以上である場合。

いずれの場合もインパルスエリアは、同調周波数での値に等しいものと仮定する。

付 則 D
(規 定)

パルス応答に対する準尖頭値測定用受信機特性の影響
(4.4.2項)

高い繰り返し周波数に対するパルス応答曲線のレベルは、本質的に帯域幅の値に依存している。一方、繰り返し周波数が低い場合には時定数がより重要となる。これらの時定数の許容偏差についての規定はないが、指針として20%という値が合理的であると考えられる。

繰り返し周波数が非常に低い場合には、さらに過負荷係数の不足の影響がもっとも大きく現れる。過負荷係数に要求される値は、規定の帯域幅と時定数を用いて孤立パルスを正確に測定するのに必要な値である。

指示計器の目盛り範囲の両端においてパルス応答曲線を調べることにより、検波器の非線形特性を調べることができる。この点に関して最も問題になる繰り返し周波数は、おおよそ20Hzから100Hzまでの範囲である。

付 則 E
(規 定)

平均値及び尖頭値測定用受信機の応答
(6.2.1項)

E.1 検波器前段の応答

対称的な周波数特性を有する狭帯域回路のインパルス応答波形の包絡線下の面積は、帯域幅には無関係であることが知られており*、次式で与えられる。

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t) dt = 2v\tau G_0 \quad (E.1)$$

ここで v と τ は、それぞれ方形パルスの振幅と幅であり、 $B_{\text{imp}}\tau \ll 1$ である。 G_0 は中心周波数における回路の利得である。

この定理は、非振動性の包絡線の場合に限り有効である。振動性の包絡線は、複同調回路に特有のもので、位相検波器を使用しない限り、振動性応答により生ずる誤差を較正によって補正する必要がある。臨界結合の場合には、包絡線の第2ピークは、第1ピークの約8.3%である。

注：A.2節で述べたように、検波器前段の応答は振動的である。従って、誤差は、6.4.1に示したように、偏りのある許容範囲+2.5dB/-0.5dB以内であること。

中間周波増幅器の出力でパルスが重なり合わない限り、平均値は、パルス繰り返し周波数 n に比例する。

したがって、平均電圧は、 $2v\tau G_0 n$ に等しい。

式(E.1)から、平均値測定用受信機の実効帯域幅を規定するのは、あまり意味がないと思われる。

* David B. Geselowitz "Response of ideal radio meter to continuous sine-wave, recurrent impulses, and random noise" IRE Trans. RFI, Vol. RFI-3, No.1, pp. 2-11, May 1961. また、次も参照 S.Sabaroff "Impulse excitation of a cascade of series tuned circuits", proc. IRE, Vol.32, pp. 758-760, Dec. 1944.

E.2 過負荷係数

過負荷係数の計算、及び尖頭値測定用受信機への適用の際には、検波器前段回路の実効インパルス帯域幅として知られる量を次式で定義するのが有益である。

$$B_{imp} = A(t)_{max} / 2G_0 \quad (E.2)$$

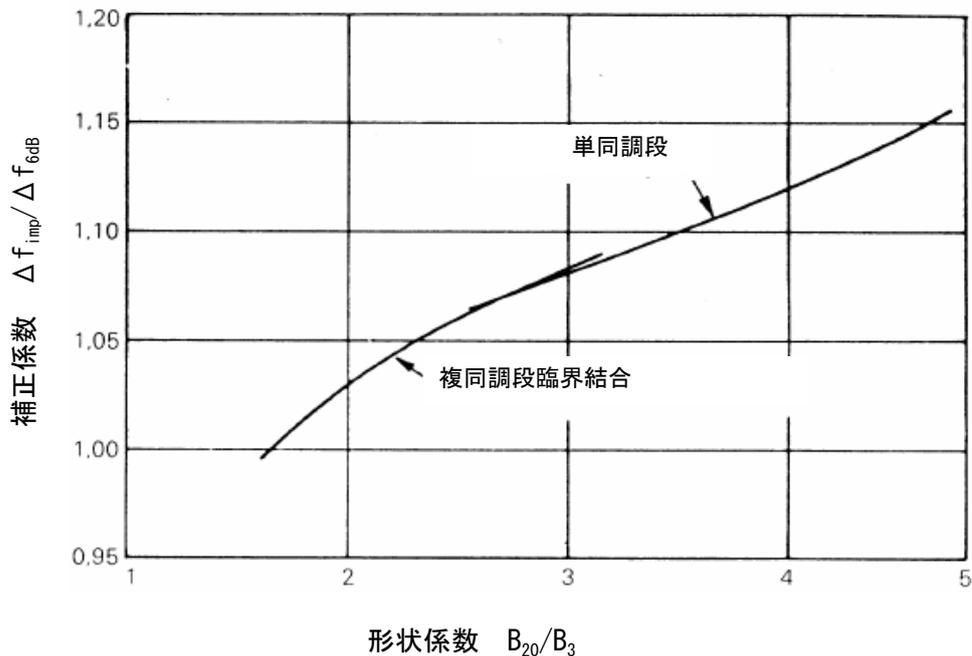
ここで $A(t)_{max}$ は、単位インパルスを入力したときの中間周波段出力の包絡線の最大値である。

式 (A.17) の導出 (付則A参照) から、以下の関係を得る。

$$B_{imp} = (0.944 / 2) \omega_0 = 1.05B_6 \quad \text{または} \quad 1.31B_3 \quad (E.3)$$

ここで、 B_6 と B_3 は、1.1で定義されている。

他の形式の同調回路については、20dB減の帯域幅を B_{20} とした場合に、 B_3 に対する B_{20} の比がわかっているならば、 B_{imp} 対 B_6 の比を図E. 1から推定できる。



図E.1 他の形式の同調回路に関する B_{imp}/B_6 を推定するための補正係数

E.3 平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の指示値の関係

繰り返し周波数 n Hzでインパルスを平均値測定用受信機に加えたとき、パルス発生器と同じ出力インピーダンスを持つ信号発生器から実効値 2mV の同調周波数の無変調正弦波信号を加えたときと同じ応答になるためには、必要とされるインパルスエリアは次式で表される。

$$\nu \tau = 1.4/n \quad (\text{mV s})$$

繰り返し周波数 100Hz では、これは $14 \mu\text{Vs}$ となる。

したがって、付則AのA.5より、同じ指示値を与える $(\nu \tau)_{\text{ave}}$ 対 $(\nu \tau)_{\text{qp}}$ の比は、以下ようになる。

0.15MHzから30MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu \tau)_{\text{ave}} / (\nu \tau)_{\text{qp}} = 32.9 \text{ dB}$$

30MHzから1000MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu \tau)_{\text{ave}} / (\nu \tau)_{\text{qp}} = 50.1 \text{ dB}$$

上記においては、この繰り返し周波数において過負荷係数は十分であると仮定し、また使用帯域幅は第1章の帯域幅に対応するものとしている。なお、繰り返し周波数 $1,000\text{Hz}$ においては、対応する比は、それぞれ 17.4dB と 38.1dB である。

E.4 尖頭値測定用受信機

受信機において直読式メータが用いられている場合、時定数に関する要求事項は図E.2の曲線から決定することができる。この図は、真のピーク値に対する指示値の百分率があるパラメータの関数として示され、これには時定数比、帯域幅 B_6 、およびパルス繰り返し周波数が含まれている。この曲線を用いる場合には、次の点に注意すること。

$$R_C / R_D = (1/4) (T_C / T_D) \quad (\text{E.4})$$

ここで、 T_C 、 T_D はそれぞれ充電及び放電時定数である。

例えば、 1Hz の繰り返し周波数において、真の尖頭値の少なくとも90%の値を指示させたい場合には、放電時定数対充電時定数の比を、次のようにする必要がある。

$$\begin{aligned} &0.15\text{MHzから}30\text{MHzまでの周波数帯では、} 1.25 \times 10^6 \\ &30\text{MHzから}1000\text{MHzまでの周波数帯では、} 1.67 \times 10^7 \end{aligned}$$

E.5 尖頭値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の指示値の関係

同調周波数での実効値2mVの無変調正弦波信号応答と同等の応答を、尖頭値測定用受信機で指示するために必要なインパルスエリア IS は次式で表される。

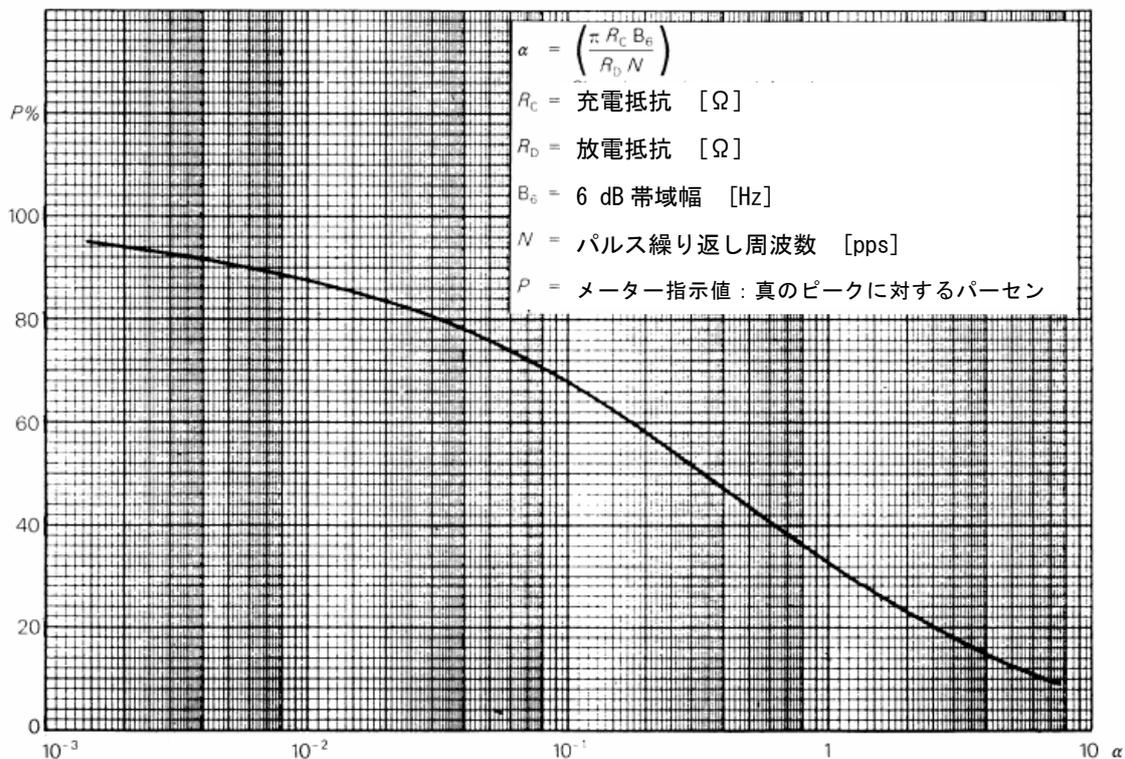
$$1.4/B_{\text{imp}} \text{ (mVs)} \quad (B_{\text{imp}} \text{の単位はHz}) \quad (\text{E.5})$$

表1 (4.2) に定める6dB帯域幅から、 B_{imp} は、 $1.05B_6$ となる (E.2)。尖頭値測定用受信機に必要なこれらの値および対応する IS の値は次のようになる。

周波数	IS_{peak} (mVs)	B_{imp} (Hz)
バンドA	6.67×10^{-3}	0.21×10^3
バンドB	0.148×10^{-3}	9.45×10^3
バンドC, D	0.011×10^{-3}	126×10^3

したがって表2 (4.4.1) の (a) の値を IS_{qp} として用いると、同一指示値を与えるために必要な IS_{qp} の IS_{peak} に対する比は次のようになる。

バンドA	6.1dB (パルス繰り返し周波数 25Hz において)
バンドB	6.6dB (パルス繰り返し周波数 100Hz において)
バンドC, D	12.0dB (パルス繰り返し周波数 1000Hz において)



図E.2 繰り返しパルスに対する検波効率 P

E.6 1GHzを超える周波数における測定用受信機のパルス応答試験

18GHzまで一様なスペクトラムを持つパルス発生器は実現できていない。1GHzを超える周波数におけるパルスに対する測定用受信機の応答を試験するために、また測定用受信機の様々なタイプの振幅関係を確認するために、その受信周波数に同調したパルス変調搬送波を用いるのが实际的である。パルス幅は、 $(1/3B_{imp})$ 以下であること。関連する項目において要求されているように、正確なインパルスエリアを有するパルスを発生するためには、インパルスの幅の精度が重要である。オシロスコープを用いたパルス幅の測定に加えて、方形パルスのパルス幅はスペクトラム表示の最小値間の距離によって確認することもできる。(波形のサンプルとして図E. 3を参照)

1MHzのバンド幅 B_{imp} の尖頭値検波器を持っている測定用受信機に対して、インパルスエリア(emf) $1.4/B_{imp}$ mV s、すなわち1.4 nVsが必要である。これに対する応答は、同調周波数において、実効値 2 mV[66dB(μ V)]e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなる。所定のインパルスエリアを持つパルス変調搬送波は、表E. 1に示すように様々なパルス幅を持って発生させることができる。

表E. 1 (インパルスエリア) 1.4 nVsのパルス変調信号の搬送波振幅

パルス幅 w_p / ns	搬送波振幅(e.m.f) $L_{carrier}$ / dB(\square V)
100	86
200	80

リニアの平均値検波器を持っている測定用受信機に対して、実効値 2 mV[66dB(μ V)]e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなるには、インパルスエリア(emf)は $1.4/n$ mVs e.m.f (nはパルス繰り返し周波数)が必要である。n=50,000に対しては、インパルスエリアは28 nVsとなり、すなわち1MHzのバンド幅 B_{imp} を持つ尖頭値測定用受信機の場合と比較して26 dB高い。

実効値検波器を持っている測定用受信機に対して、実効値 2 mV[66dB(μ V)]e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなるには、1 kHzのパルス繰り返し周波数に対しては、インパルスエリア(emf)は $[44(B_3)^{-1/2}] \mu$ Vs が必要である。1MHzのインパルス帯域幅 B_{imp} に対しては、対応する B_3 は700 kHzである。従って、要求されるインパルスエリアは52.6 nVsとなり、すなわち1MHzのバンド幅 B_{imp} を持つ尖頭値測定用受信機の場合と比較して31.5 dB高い。

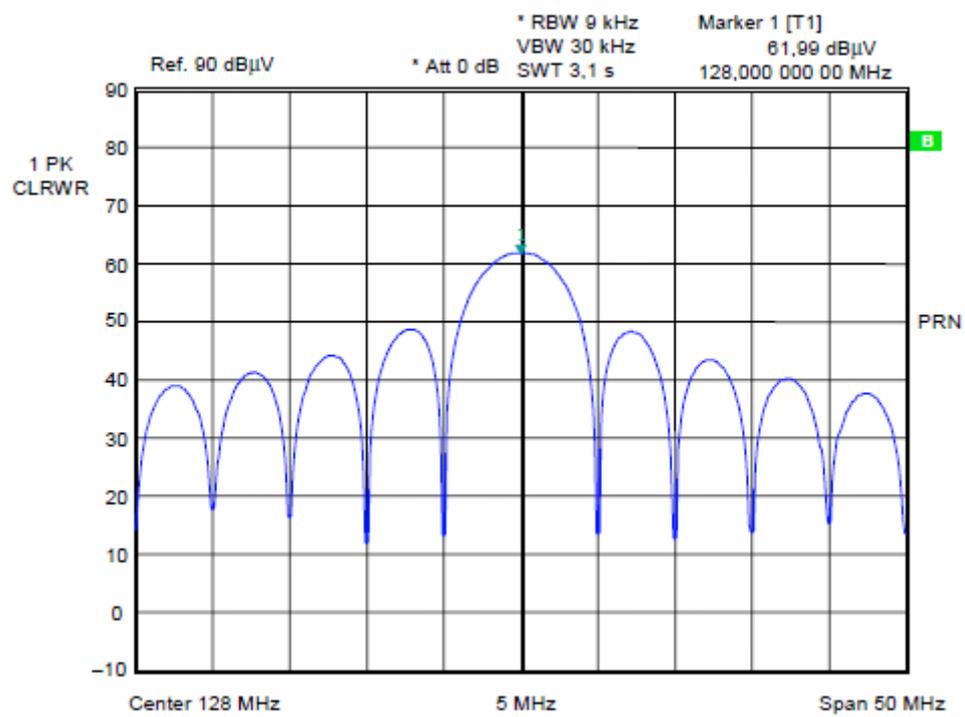


図 E.3 パルス幅200nsのパルス変調信号のスペクトル例

E.7 測定用受信機のインパルス帯域幅の測定

測定用受信機のインパルス帯域幅 B_{imp} は、ピーク値（受信機で測定した） U_p を試験パルスのスペクトル密度で割ったものとして定義される。

$$B_{imp} = U_p / D \quad (E.6)$$

もし、 U_p が μV 単位で測定され、 D が $\mu V/MHz$ 単位で与えられていれば、 B_{imp} はMHz単位で得ることができる。どちらの量、すなわち U_p 及び D は、変調しない正弦波信号の実効値で較正されていると仮定されており、これがCISPR測定用受信機の場合に相当する。

パルススペクトル密度 D は、いつも正確な参照量として得られるわけではない。インパルス帯域幅測定の不確かさを減ずるために、以下の測定法1と2では、各々2回の測定を行う。ある条件では、測定受信機を選択度もまた B_{imp} を計算するのに用いられる（方法3に示されているように）。というのは、 B_{imp} は測定用受信機の“電圧帯域幅”（電力帯域幅や等価雑音帯域幅と混同してはいけない。これらは、測定用受信機の実効値検波器を用いた時のガウス雑音の実効値を決定するものである）であるからである。 B_{imp} は中間周波フィルタの選択度曲線、フィルタの位相特性（非線形の可能性もある）及び受信機のビデオ帯域幅から決定される。それは、 B_6 より広いが、受信機の B_{imp} と B_6 や B_3 との関係に関して一般的な係数は存在しない。

測定法1：2つの同じ振幅と幅を持つパルスで、繰り返し周波数が低いものと高いものに対する B_{imp} の応答の比較による測定

この方法は、図E.4に示すように短いパルス継続時間を持ち、2つの異なるprf（パルス繰り返し周波数）のパルス変調RF信号に適用する（を用いる）。高いprf（ $fp \gg B_{imp}$ ）に対しては、受信機は図E.5に示すように、受信機は搬送波周波数に同調することができる。低いprf（ $fp \ll B_{imp}$ ）に対しては、スペクトラムは図E.6に示すように、広帯域信号として現れる。パルススペクトル密度は $D = U_1 * \tau$ となる。パルスの形状（振幅= U_1 と幅 τ ）は、prfと独立でなければならない。 $B_{imp}=1MHz$ に対しては、 $fp_1=30MHz$ 、 $fp_2=30kHz$ と選択できるであろう。

最初の測定では、実効値振幅 U_2 は $U_2 = U_1 * \tau * fp_1$ となる。高い信号対雑音比によって、低い測定不確かさが実現できる。しかしながら、過負荷とならないように注意しなければならない。2番目の測定では、ピークから遷移領域への値の実効値の最大応答は $U_p = U_1 * \tau * B_{imp}$ となる。もし、積 $U_1 * \tau$ が2つの測定で完全に一致していれば、 B_{imp} は2つの測定結果から、図E.7に示すように、式(E.7)を用いて計算することができる。

$$B_{imp} = fp_1 * (U_p / U_2) \quad (E.7)$$

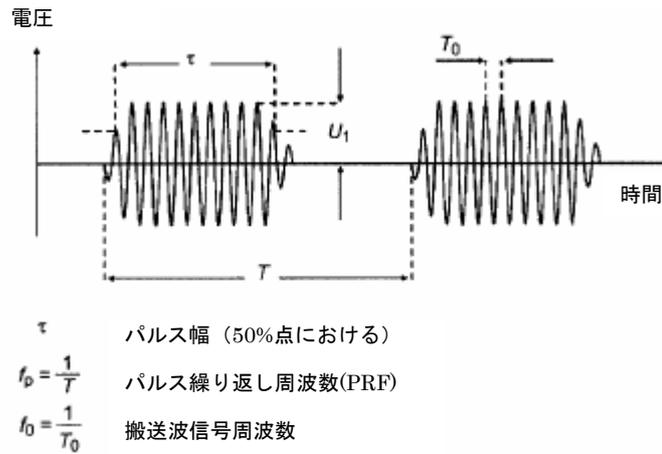


図 E.4 測定用受信器に入力されるパルス変調無線周波信号

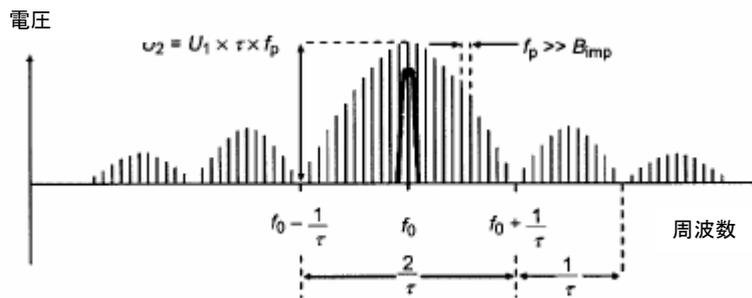


図 E.5 パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に狭い B_{imp} によるフィルタリング

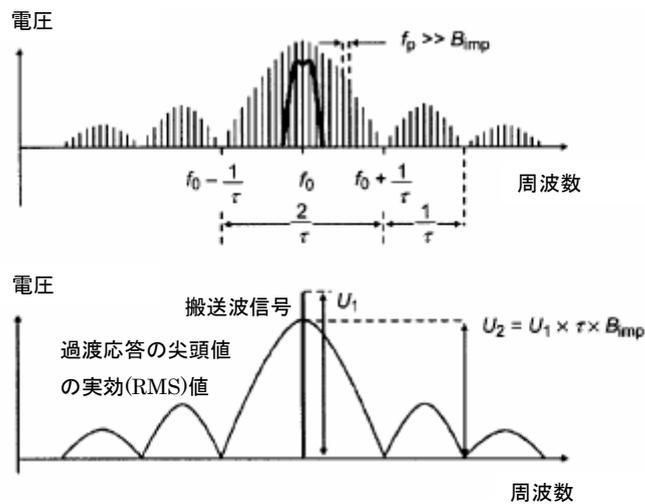
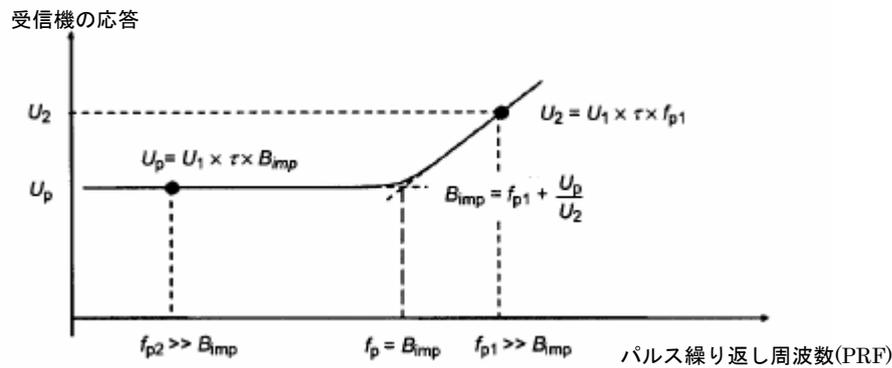


図 E.6 パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に広い B_{imp} によるフィルタリング



図E.7 インパルス帯域幅の計算

測定法2：インパルス（衝撃）性の信号に対する B_{imp} の応答と、同じ信号に対する狭い帯域幅の応答との比較による測定法

選択したprf（パルス繰り返し周波数）に関らず一定の振幅を保持できるパルス発生器を入手できない場合は、比較的低いprfにおいて測定方法2を適用できる。これは、測定方法1と同じ原理に基いている。しかし、2番目の測定では、高い繰り返し周波数の信号を使用する代わりに、prfより十分に狭いフィルタを用いて行う。この方法はC.1.5項sにも記述されている。

この方法では、パルススペクトル密度 D を、方程式 $D=U_k/f_p$ によって決定する。ここで、 U_k は一つの線スペクトルの測定値（即ち、もし信号がパルス変調搬送波である場合は搬送波、または受信周波数の中心線であり、その周波数で B_{imp} が測定される）、 f_p はprfである。言い換えれば、 f_p は狭帯域フィルタの帯域幅より十分高く、測定する B_{imp} より十分低くなければならない。即ち、 $B_{narrow} \ll f_p \ll B_{imp}$ であること。例えば、 $B_{narrow} = 9 \text{ kHz}$, $f_p = 100 \text{ kHz}$, $B_{imp} = 1 \text{ MHz}$ と設定する。この方法は、変調されていない正弦波信号を加えた時に、狭帯域フィルタの応答と、測定されるべきフィルタの応答とを比較し、 D の計算における補正係数 c ($c=U_2/U_1$, U_2 は広いほうのフィルタに対する値で、 U_1 は狭いほうのフィルタに対する値)を導出するものである。従って、 $D = c \cdot U_k / f_p$ である。 D が決定されたならば、 U_p を尖頭値検波器で測定し、 B_{imp} を、式(E.2)で計算する。

測定法3：正規化された線形選択度関数の積分

この方法は、高い精度を持つという特徴があり、完全に線形な選択度関数（例：デジタルフィルタ、または製造者の仕様に基く）をもつフィルタに対して適用できる。ビデオ帯

域幅は、インパルス帯域幅に比べ十分に広い（例えば10倍）必要がある。(B_{video} >> B_{imp})

この方法では、測定用受信機のインパルス帯域幅は正規化（正規化係数としての1/U_{max}を持つ）されたリニア選択度関数U(f)の面積として定義される。

$$B_{imp} = \frac{1}{U_{max}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(f) df$$

高分解能のデジタル周波数表示を持つ測定用受信機では、選択度特性U(fn)を測定するために、ΔfごとにNステップの周波数で同調することができる。60 dB点を100ステップ(N=101)で測定すれば、通常、正確な帯域幅測定をするためには十分である。同様に、掃引受信機は、そのスタート及びストップ周波数が、フィルタ曲線の60dB点に一致するように設定することができ、振幅特性が得られるように1回周波数掃引する。試験信号は、CW信号で供試フィルタのフィルタ形をトレースする。この時、インパルス帯域幅は測定でき、以下の式で計算される。

$$B_{imp} = \frac{1}{U_{max}} \sum_{n=1}^N (U(f_n) + U(f_{n+1})) \cdot \frac{\Delta f}{2}$$

図E.8は、正規化された選択度関数の1MHzの例（目盛は真数）を示している。

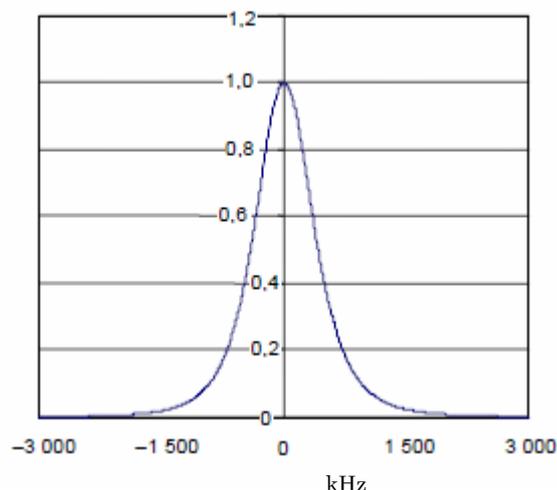


図 E. 8 正規化された選択度特性の例（1MHzの場合）

付 則 F
(規定)

CISPR 14-1 の 4.2.3 項に基づくクリックの例外規定に関する性能試験

CISPR 14-1:2005 の中で述べられている例外規定を適用するに当たって、アナライザは以下の付加的情報を提供すること。

- a) 継続時間が 10ms 以下のクリックの数
- b) 継続時間が 10ms を超え 20ms 以下のクリックの数
- c) 継続時間が 20ms を超え 200ms 以下のクリックの数
- d) 装置がクリックの定義に適合しないクリック以外の妨害波を発生し、いずれの例外規定も適用されないことが明確になったときの、その装置が試験に不合格であることの表示
- e) 試験の開始から d) で述べた妨害波の発生までの時間
- f) 準尖頭値レベルが連続妨害波の許容値を越える、クリック以外の妨害波の全継続時間
- g) クリック率

表 F.1 ディスタージャンスアナライザの試験信号^a

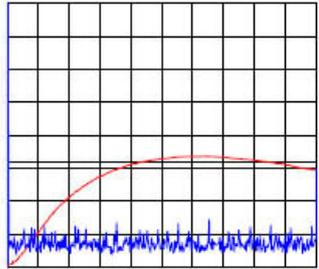
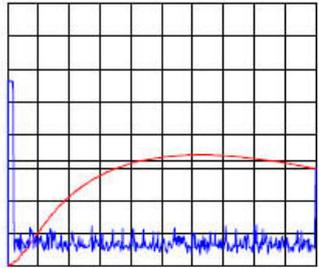
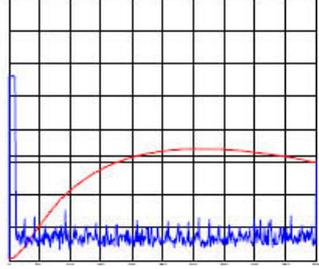
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	dB		ms				
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
1	1		0,11			1 クリック ≤10 ms	
2	1		9,5			1 クリック ≤10 ms	
3	1		10,5			1 クリック >10 ms, ≤20 ms	

表 F.1 (続き)

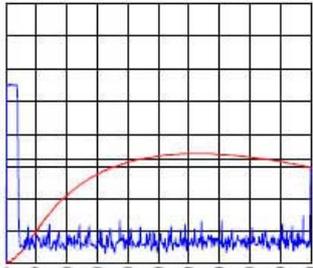
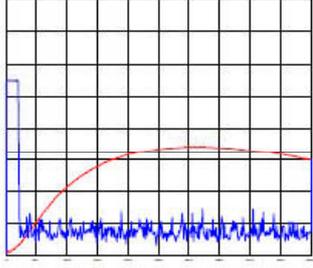
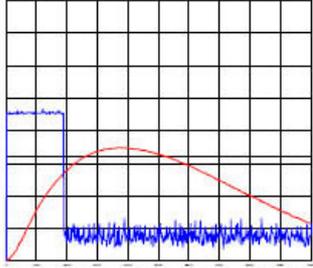
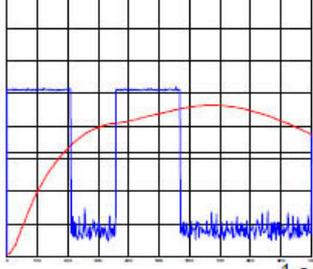
試験 No	試験信号パラメータ						
	1		2		3	4	5
	インパルスの準尖頭値振幅 : 測定用受信機のQP基準レベルに対する相対値		測定用受信機の中間周波出力におけるインパルスの継続時間		インパルスの間隔あるいは周期 (中間周波出力) ms	アナライザによる評価結果	中間周波出力における試験信号および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	dB		ms				
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
4	1		19			1 クリック >10 ms, ≤20 ms	 500 ms
5	1		21			1 クリック >20 ms	 500 ms
6	1		190			1 クリック >20 ms	 1 s
7	5	5	210	210	150	もしプログラムサイクルあるいは最小観測時間毎に1回のみであれば 1クリック > 20ms (注2、E2、600ms規定参照)	 1 s
						上記と異なる場合 : 連続妨害波 (570ms)	

表 F.1 (続き)

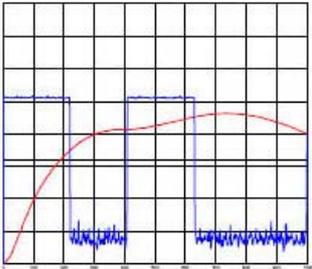
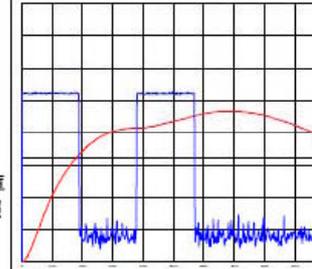
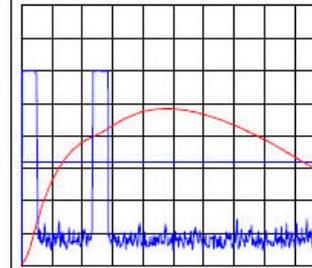
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	dB		ms		ms		
パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2				
8	5	5	220	220	190	<p>不合格</p> <p>連続妨害波</p> <p>(注 2、E2 参照： 全継続時間が 630ms > 600ms であるため 例外規定は 適用されない)</p>	 <p style="text-align: right;">1 s</p>
9	5	5	190	190	190	<p>もし 最終クリック率が 5より小さければ</p> <p>2クリック > 20ms (注 2、E4：冷蔵庫 に関する規定参照 注 3も参照)</p>	 <p style="text-align: right;">1 s</p>
						<p>上記以外の場合で もしプログラムサイクル毎に1回 あるいは 最小観測時間に1回のみならば、 1クリック > 20ms とカウントされる (注 2、E2 参照)</p> <p>その他の場合は、 不合格：連続妨害波 (570ms)</p>	
10	5	5	50	50	185	<p>もし 最終クリック率が 5より小さければ</p> <p>2クリック > 20ms (注 2、E4：参照 注 3も参照)</p>	 <p style="text-align: right;">1 s</p>

表 F.1 (続き)

試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)		
	1		2		3			4	5
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms				
	dB		ms						
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2					
						上記以外の場合で もしプログラムサイクル毎に あるいは 最小観測時間に1回のみならば、 1クリック > 600msとカウントされる (注 2、E2、2×285ms > 20ms 参照) その他の場合は、 不合格：連続妨害波(285ms)			
11	20	20	15	5	1×パルス1+ 9×パルス2 を、40クリックが 記録されるまで 繰り返す 各インパルスの 間隔は 13秒	36クリック < 10ms 4クリック > 10ms、≤ 20ms クリックの 90%以上が < 10ms 合格 (注 2、E3 参照：注 4も参照 クリック振幅の測定は要求されない)			
12	20	20	15	5	1×パルス1+ 8×パルス2 を、40クリックが 記録されるまで 繰り返す 各インパルスの 間隔は 13秒	35クリック < 10ms 5クリック > 10ms、≤ 20ms クリックの 90%以下が < 10ms (注 2、E3 参照：注 4も参照 例外規定は適用されない クリック振幅が非常に高いため、 上限4分位法の適用後の最終結果は「不合格」)			
<p>注1 CISPR 14-1：2005、4.2.3には下記の例外規定が含まれている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・E1 「個々のスイッチング動作」 この例外規定の評価は、ディスターバンスアナライザによる自動ではなく、操作者が行う。CISPR 16-1-1とCISPR 14-1の 使用者が、例外規定の番号によって混乱しないように、ここに記載する。 ・E2 「600msより短い時間フレームの組み合わせクリック」(「600ms規定」) プログラム制御された装置では、600msより短い時間フレームの中での組み合わせクリックが、選択されたプログラムサイクル 毎に1回許容される。他の装置については、そのような組み合わせクリックが、最小観測時間の間に1回許容される。これは各 相と中点との間で順次に妨害を発生するサーモスタット制御の三相スイッチにも有効である。 組み合わせクリックは、一つのクリックと見なす。 									

表 F.1 (続き)

<p>・E3 - 「瞬時スイッチング」 下記の条件を満たす機器は、クリックの信服に係わらず、許容値を満足しているものと見なす。</p> <ul style="list-style-type: none"> — クリック率が5以下 — 全ての発生クリックの継続時間が 20ms 以下 — 発生クリックの 90%の継続時間が 10ms 以下 <p>もし、これらの条件の1つでも満足しない場合には、連続妨害波の許容値が適用される。</p> <p>・E4 - 「発生間隔が 200ms より短いクリック」(冷蔵庫に関する規定) クリック率が5より小さい機器については、継続時間が最大 200ms の2つのクリックは、それらの発生間隔が 200ms より短くても、2つのクリックと評価する。この場合、たとえば冷蔵庫については、このような妨害は連続妨害波ではなく、2つのクリックと評価されるべきである。</p> <p>注 2 アナライザは、例外規定 E4 が適用されないときにのみ、E2を適用しなければならない。</p> <p>注 3 下記の計算が示すように、例外規定 E3 が適用できるときには、性能チェック波形11と12は実施しなくても良い。</p> <p>・性能チェック波形11と12で要求される40個のクリックがカウントされるのは、0秒におけるクリックを含んで $13 \text{ 秒} \times 39 = 507 \text{ 秒後}$、即ち、8.45分後である。クリック率は $40/8.45 = 4.734$ (クリック率は5より小さく、ここでは全て、90%が 10ms より短いかどうかには依存する)。</p> <p>注 4 CISPR 14-1 によるクリックのための許容値の緩和は、$20 \times \log(30/4.734) = 16.04(\text{dB})$ である。したがって、チェック用波形11と12(振幅が許容値を 20dB 超過)は、クリックの 25%がクリック許容値を超えることを許容した CISPR 14-1 : 2005 による上限四分位法では合格しない。</p>
<p>^a CISPR 14-1:2005、4.2.3 項のクリックの例外規定に関する性能チェックに使用される試験信号である。</p> <p>^b パルスの立ち上がり時間は $40 \mu\text{s}$ 以上であってはならない。</p>

試験 No	試験信号	アナライザによる評価
1		1 クリック ≤ 10 ms
2		1 クリック ≤ 10 ms
3		1 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms
4		1 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms
5		1 クリック > 20 ms
6		1 クリック > 20 ms
7		1 クリック ≤ 600 ms (プログラム制御されたDUT)
8		連続性妨害 ≥ 600 ms
9		1 クリック ≤ 600 ms (2クリックとしてカウントされる 冷蔵庫に関する規定)
10		N < 5であれば - 2クリック N ≥ 5であれば - 連続性妨害 プログラム制御されたDUTに ついては 1 クリック ≤ 600ms
11		クリックが40個カウントされるまで 繰り返し 36 クリック ≤ 10 ms 4 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms
12		クリックが40個カウントされるまで 繰り返し 35 クリック < 10 ms 5 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms

図 F.1 表 F.1 に規定するアナライザの性能試験用信号の概念図

付則 G (情報)

APD 測定機能の仕様に関する根拠

測定器の仕様は、以下の定義及び条件に基づいている。

a) 振幅のダイナミックレンジ

振幅のダイナミックレンジは、所定の精度で APD を測ることができる振幅範囲と定義する。ダイナミックレンジの上限は、被測定妨害波の尖頭レベルよりも高いこと。下限は製品規格作成にあたって決められる妨害波の許容値より 10 dB 以上低いこと。

CISPR 11, Group 2, class B, ISM 装置のピーク許容値は $110 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ 、重み付け許容値は $60 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ であるので、10 dB の余裕を取って、ダイナミックレンジは 60 dB とした。

b) サンプリング速度

守るべき無線業務の等価帯域幅で妨害波の APD を測定するのが理想である。しかし、スペクトラムアナライザの分解能帯域幅は、1GHz 以上では 1 MHz と指定されているので、サンプリング速度は 10M サンプル/秒より早いことにした。

c) 最大測定時間

CISPR 11 は、1GHz 以上の電子レンジ妨害波の尖頭値測定時間を 2 分と規定している。従って、APD 測定の測定時間を少なくとも 2 分とした。計数器あるいはメモリのサイズに制限があるので、長い測定時間は困難であることから、測定できない時間が、全測定時間の 1% よりも少なければ間欠測定も許容される。

d) 最小測定確率

確率測定において有意な結果を得るには、約 100 個の事象が必要である。従って、最小測定確率は以下のように計算される。

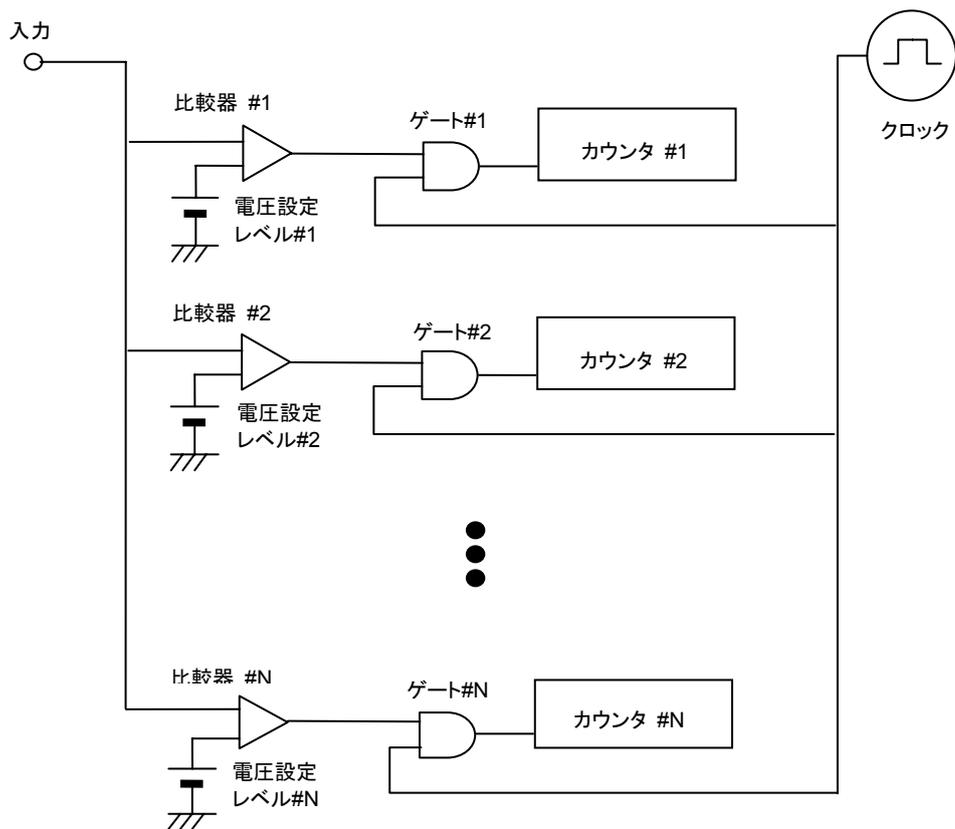
測定時間を 2 分、サンプリング速度を 10M 個/sec と仮定すると、確率は $100/(120 \times 10 \times 10^6) \sim 10^{-7}$ となる。

e) APD 測定データの表示

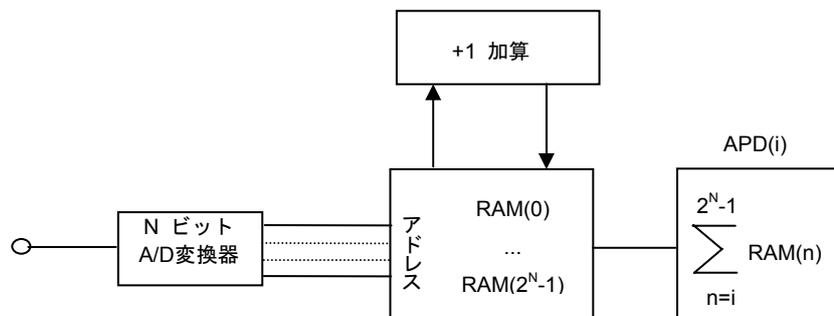
APD 測定結果の表示の振幅分解能は、ダイナミックレンジと A/D 変換器の分解能に依存する。例えば、60 dB のダイナミックレンジを有する場合、対数振幅に 8 bit A/D 変換器を適用すると、表示の分解能は、0.25 dB ($\sim 60/255 \text{ dB}$) 程度となる。

図 G.1 および図 G.2 に APD 測定機能を可能にするためのブロックダイアグラムを示す。

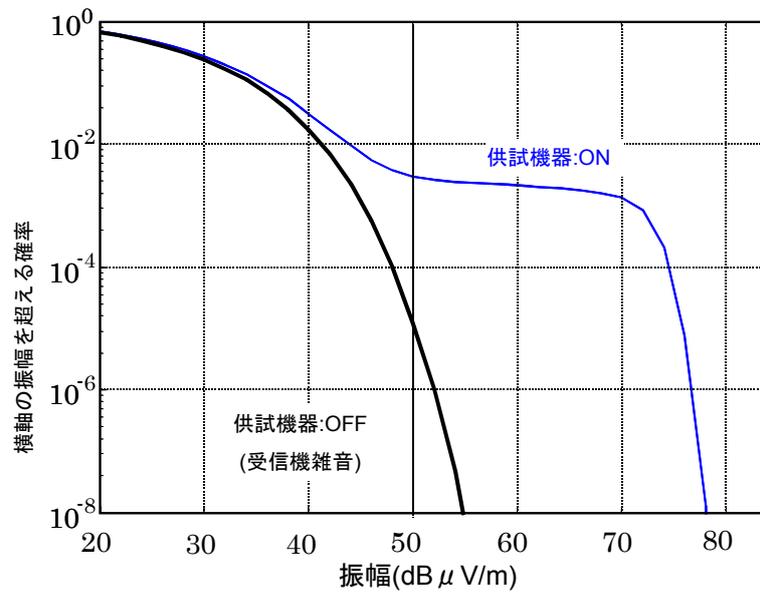
APD 測定結果の例を図 G.3 に示す。



図G.1 A/D変換器を使用しないAPD測定回路のブロックダイアグラム



図G.2 A/D変換器を使用するAPD測定回路のブロックダイアグラム



図G.3 APD測定結果の表示例

無線妨害波およびイミュニティの測定装置

第2編 補助装置 — 伝導妨害波

目 次

はじめに	1
1. 適用範囲	1
2. 引用規格	1
3. 定義	2
4. 擬似電源回路網	3
5. 電流および電圧プローブ	10
6. 伝導電流イミュニティ測定のための結合装置	15
7. 信号線路測定用結合機器	16
8. 擬似手および直列RC素子	21
付則A (規定) 擬似電源回路網 (4章に関連)	25
付則B (情報) 電流プローブの構造、周波数帯域および較正 (5章に関連)	34
付則C (情報) 周波数0.15MHzから30MHzの範囲で用いる電流注入用結合装置の構造 (6章に関連)	43
付則D (情報) 伝導電流イミュニティ測定用結合装置の動作原理と例 (6章に関連)	47
付則E (規定) 不平衡擬似回路網 (AAN) の例と各パラメータの測定	50
付則F (規定) 同軸ケーブルおよびその他のケーブル用のAN (擬似回路網) の例と 各パラメータの測定	55
付則G (情報) 容量性電圧プローブの構造および性能評価法 (5.2.2項に関連)	57
図1 a バンドAの擬似電源回路網インピーダンス	4
図1 b バンドBの擬似電源回路網インピーダンス	5
図2 バンドB、0.15MHz~30MHz またはバンドC30MHz~100MHzの 擬似電源回路網インピーダンス	6
図3 平衡電圧測定のための配置の平衡度をチェックする方法	7
図4 $50\Omega / 50\mu\text{H} + 5\Omega$ のV型擬似電源回路網の例	8
図5 $50\Omega / 50\mu\text{H}$ 、 $50\Omega / 50\mu\text{H} + 1\Omega$ あるいは 150Ω のV型擬似電源回路網の例	9
図6 電源の高周波電圧測定回路	12
図7 ケーブルと基準接地面間の電圧測定に使用する回路	13
図8 周波数30MHzから150MHzにおける結合装置の挿入損失を調べるための測定配置	15
図9 AANの基本回路とLCLに対する要求例	17

図 1 0	擬似手の適用	2 2
図 1 1	I T E に対する擬似手の適用例	2 3
図 A. 1	低インピーダンス電源を使用する装置のための 50 Ω / 5 μ H + 1 Ω 代替擬似電源回路網の例	2 7
図 A. 2	不平衡測定装置用の擬似電源回路網 (Δ) の例	2 8
図 A. 3	50 μ H インダクタの概要	2 9
図 A. 4	擬似電源回路網の外観	3 0
図 A. 5	擬似電源回路網フィルタの減衰	3 1
図 A. 6 a	ネットワークアナライザの基準化のための試験配置	3 2
図 A. 6 b	ネットワークアナライザを用いた電圧分配係数測定のための試験配置	3 2
図 B. 1	電流プローブの代表的な構造	3 5
図 B. 2	9 kHz のカットオフ周波数を有するハイパスフィルタ	3 6
図 B. 3	電流プローブの代表的な周波数応答特性 (B.4 項参照)	3 7
図 B. 4 a	妨害電流を測定する CISPR 試験回路	3 8
図 B. 4 b	コモン (不平衡) モードノイズとディファレンシャル (平衡) モードノイズとを 識別するための試験回路	3 9
図 B. 5	電流プローブに使用される遮蔽構造 (導電性の高い遮蔽材料を用いる。例 : 銅または黄銅)	3 9
図 B. 6	同軸アダプタと電流プローブによる、電流プローブの伝達アドミッタンス k を 測定するための回路構成図	4 1
図 B. 7	電流プローブの伝達アドミッタンス k の周波数特性	4 1
図 B. 8 a	リターンロスの周波数特性	4 2
図 B. 8 b	同軸アダプタの 2 つの治具の間に挿入する電流プローブ	4 2
図 C. 1	同軸入力用 A 型結合回路の例 概要図と構造の詳細 (付則 C の C.1 項および付則 D の D.2 項参照)	4 3
図 C. 2	M 型結合回路の例 概要図と構造の詳細 (付則 C の C.2 項および付則 D の D.2 項参照)	4 4
図 C. 3	ラウドスピーカ用 L 型結合回路の例 概要図と構造の詳細 (付則 D の D.2 項参照)	4 5
図 C. 4	オーディオ信号用 Sw 型結合回路の例 概要図と構造の詳細 (付則 D の D.2 項参照)	4 5
図 C. 5	オーディオ、ビデオ、制御信号用 Sw 型結合回路の例 概要図と構造の詳細 (付則 D の D.2 項参照)	4 6
図 D. 1	電流印加法の一般原理	4 8
図 D. 2	負荷抵抗のある Sr 型結合装置 概要図と簡易構成図 (付則 D の D.2 項参照)	4 9

図 E. 1	一対線の T 型回路網の例	5 1
図 E. 2	終端インピーダンス測定系の構成	5 1
図 E. 3 a	LCL プローブの特性確認方法	5 2
図 E. 3 b	LCL プローブの較正回路 (L 回路)	5 2
図 E. 3 c	AAN の LCL 測定回路	5 3
図 E. 4	AAN の A E 端子と E U T 端子間の不平衡信号についての 減結合減衰量 (分離度) $a_{decoup} = 20 \log \left \frac{V_1}{V_2} \right - a_{vdiv}$ の測定回路	5 3
図 E. 5	AAN の挿入損失 (平衡信号) の測定回路	5 4
図 E. 6	AAN の不平衡回路における電圧分割係数 $a_{vdiv} = 20 \log \left \frac{V_1}{V_2} \right $ の測定回路	5 4
図 F. 1	同軸ケーブル用 AN の例	5 5
図 F. 2	同軸および遮蔽ケーブル用 AN の電圧分割係数の測定法	5 6
図 G. 1	容量性電圧プローブの構成	6 0
図 G. 2	容量性電圧プローブの等価回路	6 1
図 G. 3	周波数応答較正の試験系	6 1
図 G. 4	静電結合モデルとその等価回路	6 2
図 G. 5	静電結合に起因する外部電界の影響に対する遮蔽効果による影響低減の測定系	6 3
図 G. 6	電圧分割係数のケーブル位置による偏差	6 3
図 G. 7	電圧分割係数のケーブル半径に対する依存性の検討結果	6 4
表 1	不平衡妨害波測定用擬似回路網 (AAN) の特性	1 8
表 2	同軸ケーブルおよびその他の遮蔽ケーブル用擬似回路網 (AN) の特性	2 0
表 A. 1	50 Ω / 50 μH + 5 Ω 回路網の構成部品の値	2 5
表 A. 2	50 Ω / 50 μH V 型回路網の構成部品の値	2 6
表 A. 3	50 Ω / 5 μH + 1 Ω 回路網の構成部品の値	2 7
表 A. 4	150 Ω V 型回路網の構成部品の値	2 8
表 A. 5	150 Ω Δ 回路網の構成部品	2 9

はじめに

本編は、CISPR16-1-2（第1.1版（2004-06））に準拠し、無線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：無線妨害波およびイミュニティの測定装置、第2編：補助装置－伝導妨害波－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、8つの章および7つの付則から構成される。付則A、E、およびFは拘束力を持つ規格である。また付則B、C、D、およびGは技術情報である。

1. 適用範囲

本編は、周波数9kHzから18GHzまでの帯域における無線妨害波電圧、電流、および電磁界強度の測定装置の特性と機能に関して定めた基本的な規格である。

本編の対象となる補助装置の仕様は、擬似電源回路網、電流および電圧プローブ、およびケーブルに電流を誘起するための結合装置などに関するものである。

本編の要求事項は、測定器の有効指示範囲内において、あらゆる周波数及びあらゆるレベルの無線妨害波電圧、電流について、満足しなければならない。

2. 引用規格

以下の引用規格は、本編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 14(1993)+amd1(1996)：電磁両立性－家庭用機器、電動工具および類似機器に対する要求事項
- [2] 本規格：無線妨害およびイミュニティ測定装置並びに測定法に関する規格
第1部：無線妨害およびイミュニティ測定装置、第1編－測定用受信機
- [3] CISPR 16-2-1 (2003)：無線妨害およびイミュニティ測定装置並びに測定法に関する規格
第2部：無線妨害およびイミュニティ測定法、第1編－伝導妨害波測定法
- [4] CISPR 16-3 (2003)：無線妨害およびイミュニティ測定装置並びに測定法に関する規格
第3部：C I S P R技術報告
- [5] CISPR 16-4-1 (2003)：無線妨害およびイミュニティ測定装置並びに測定法に関する規格
第4部：不確かさ、統計および許容値モデル、第1編－標準化されたEMC試験の不確かさ
- [6] CISPR 16-4-2 (2003)：無線妨害およびイミュニティ測定装置並びに測定法に関する規格

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

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。あわせて引用規格[7]を参照すること。

3.1 平衡電圧

平衡電圧は、単相電源のような2本の導線の回路において、2本の導線間に現われる無線妨害波電圧である。この電圧は、ディファレンシャルモード電圧と呼ばれることもある。一方の電源端子と大地間の電位差をベクトル量 V_a 、他方の電源端子と大地間の電位差をベクトル量 V_b とした時、平衡電圧は、 V_a と V_b のベクトル差（ $V_a - V_b$ ）で表される。

3.2 不平衡電圧

不平衡電圧は、電源端子の電氣的な中点と大地間に現れる無線妨害波電圧である。この電圧は、コモンモード電圧と呼ばれることもあり、 V_a と V_b のベクトル和の半分、すなわち、 $(V_a + V_b)/2$ である。

3.3 一線大地間電圧

一線大地間電圧は、3.1節で定義されたベクトル電圧 V_a または V_b の振幅である。この電圧はV型擬似電源回路網を使用して測定する。

3.4 不平衡擬似回路網(AAN)

不平衡擬似回路網は、非遮蔽平衡信号（たとえば通信）線路上の平衡（ディファレンシャルモード）信号電圧を除去しながら、不平衡（コモンモード）電圧を測定（または注入）するために使用する回路網である。

注：“Y型回路網”という単語はAANと同義語である。

3.5 インピーダンス安定化回路網(ISN)・擬似通信回路網

インピーダンス安定化回路網は、一般に、供試装置に安定なインピーダンスを与える回路網である。しばしば、AANの同義語として使用される。また、擬似通信回路網とも呼ばれる。

3.6 結合減結合回路網(CDN)

結合減結合回路網は、対象とする回路の信号を測定、あるいは回路に信号を注入するための回路網で、かつ対象外の回路からの信号を測定あるいは注入することを防ぐ回路網である。

3.7 縦電圧変換損（不平衡減衰量）（LCL）

縦電圧変換損とは、1あるいは2ポートの回路において、回路の端子の接続線に存在する縦方向(不平衡モード)信号によって、その端子に誘起する希望しない横方向(平衡モード)信号の程度を表す尺度(dB表示の比)である（ITU-T勧告O.9の定義）。

4. 擬似電源回路網

擬似電源回路網は、以下の要求事項を満足すること。供試装置の電源端子に無線周波数で規定のインピーダンスを与えること。電源に重畳する不要な無線周波信号から試験回路を分離すること。また妨害波電圧を測定用受信機に出力すること。

擬似電源回路網には、2つの基本的な回路網、すなわち、一線大地間電圧を出力するV型回路網と、平衡電圧および不平衡電圧を分離して出力する△型回路網がある。

擬似電源回路網には、3種類の端子がある。それらは、供給電源との接続用の電源端子、供試装置との接続用の装置端子、妨害波測定装置との接続用の妨害波出力端子である。

注：擬似電源回路網の回路例を付則Aに示す。

4.1 回路網インピーダンス

擬似電源回路網のインピーダンスとは、その妨害波出力端子を 50Ω で終端した場合に、装置端子で測定される基準接地点に対するインピーダンスである。

擬似電源回路網の装置端子のインピーダンスは、供試装置に対しては終端インピーダンスとなる。このため、測定用受信機が妨害波出力端子に接続されていないときは、その端子を 50Ω で終端しなくてはならない。

電源の各導線に関する回路網インピーダンスは、電源端子と基準接地点の間にどのような値の外部インピーダンスがあっても、4.2、4.3、4.4、4.5または4.6節に適合しなければならない。なお、この外部インピーダンスには、短絡の場合や、4.7節に述べる無線周波フィルタが接続されている場合を含む。この要求事項は、通常の状態において、最大定格値までの連続電流を流した時の回路網の温度全てにおいて満足すること。また、電流の尖頭値が最大定格値に達しても満足すること。

4.2 $50\Omega/50\mu\text{H}+5\Omega$ V型擬似電源回路網(9kHz から 150kHz まで)

この回路網は、規定の周波数範囲で、図 1a のインピーダンス—周波数特性を持つこと。±20%の許容偏差を認める。

注：この回路網は、本項および4.3節の両方の要求事項を満足するよう構成できる。

4.3 $50\Omega/50\mu\text{H}$ V型擬似電源回路網(0.15MHz から 30MHz まで)

この回路網は、規定の周波数範囲で、図 1b のインピーダンス—周波数特性を持つこと。±20%の許容偏差を認める。

注：4.2節の $50\Omega/50\mu\text{H}+5\Omega$ V型擬似電源回路網は、本項のインピーダンス要求事項も満足できる。

4.4 $50\Omega/5\mu\text{H}+1\Omega$ V型擬似電源回路網(150kHz から 100MHz まで)

この回路網は、図 2 のインピーダンス—周波数特性を持つこと。±20%の許容偏差を認める。

4.5 150Ω V型擬似電源回路網 (150kHz から 30MHz まで)

この回路網のインピーダンスは、大きさが $150\pm 20\Omega$ で、位相角は $\pm 20^\circ$ 以内であること。

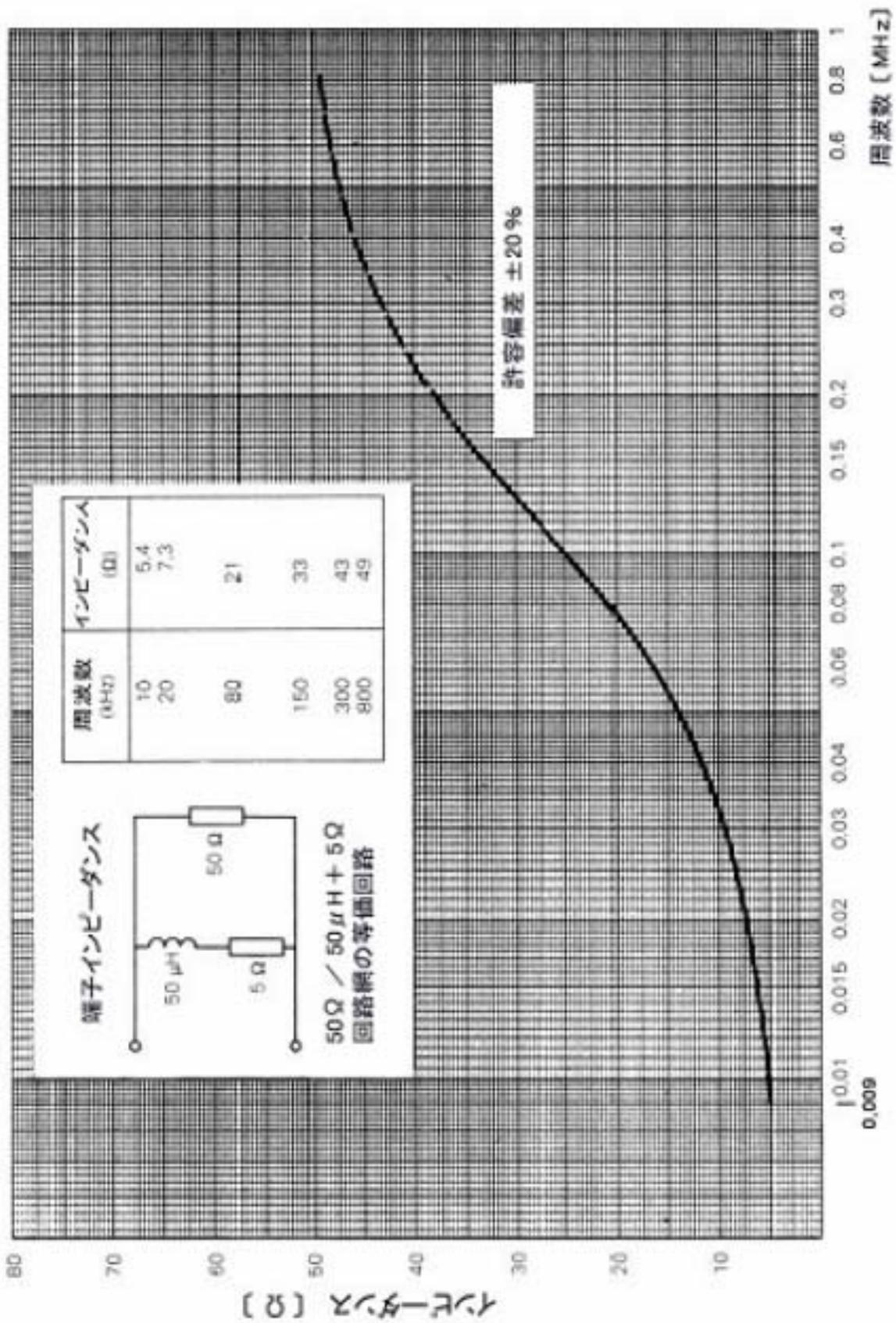


図1 a バンドAの擬似電源回路網インピーダンス (4.2節参照)

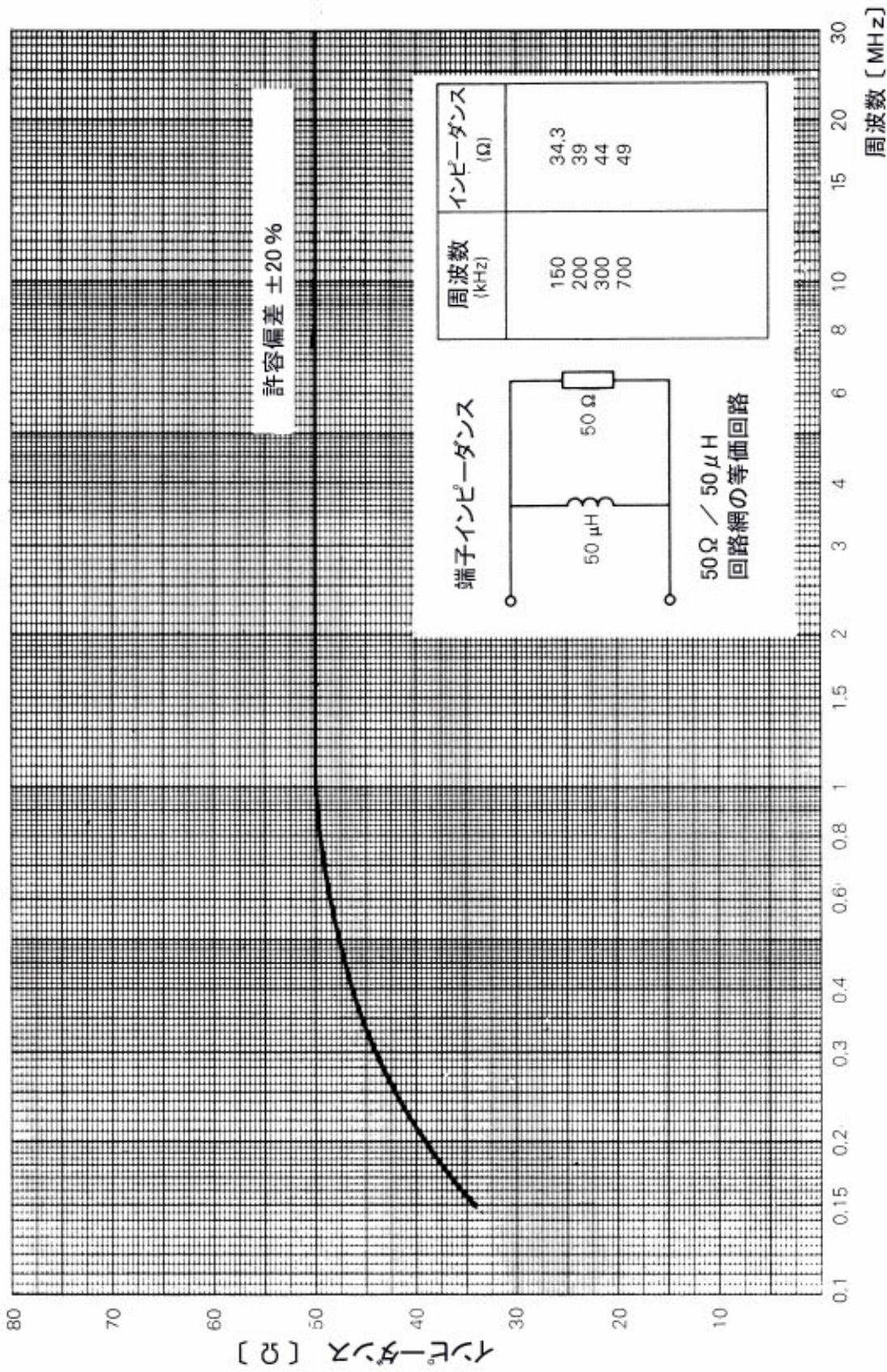


図 1 b バンド B の擬似電源回路網インピーダンス (4.3 節参照)

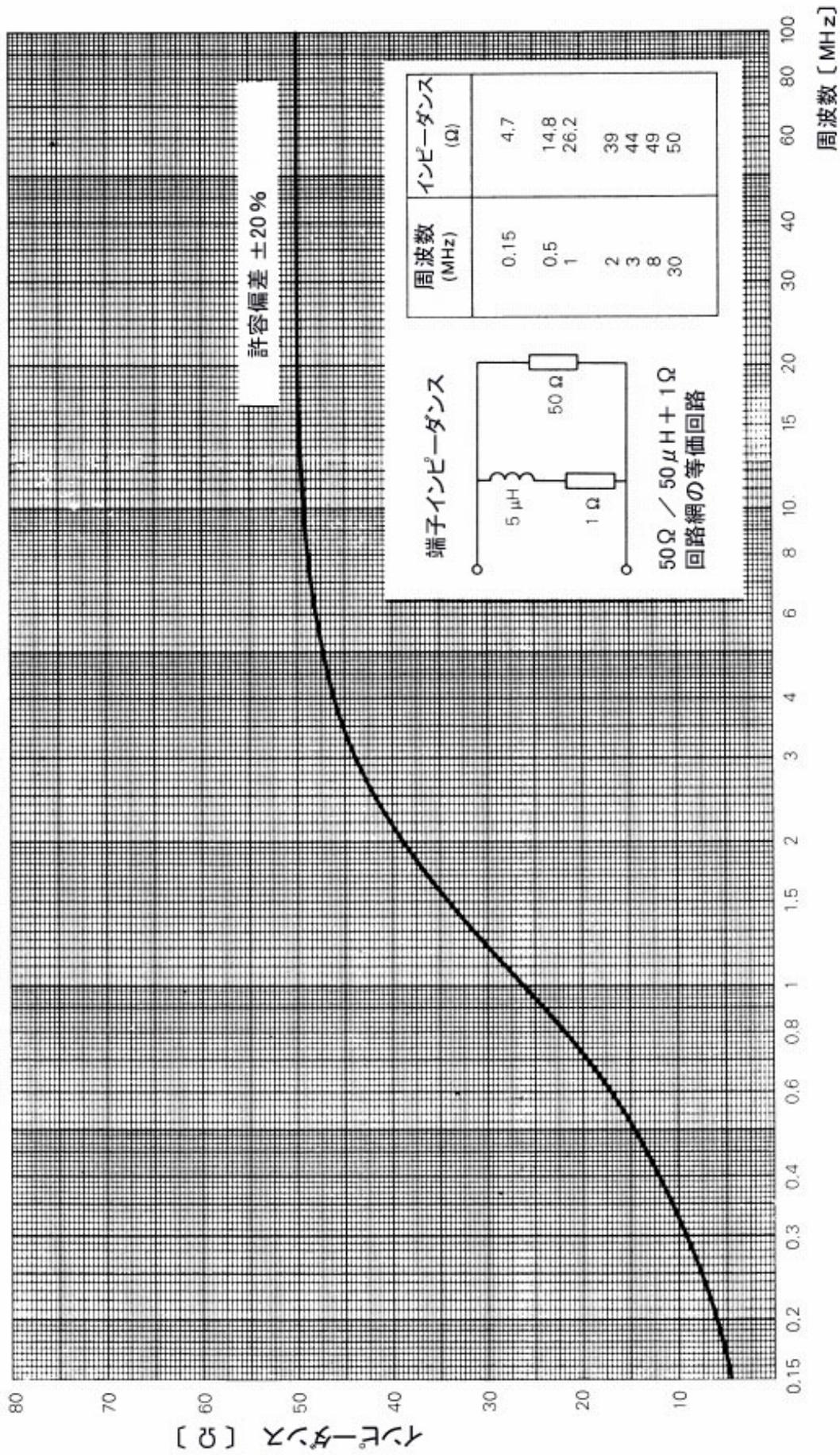


図2 バンドB、0.15MHz～30MHz またはバンドC、30MHz～100MHzの
擬似電源回路網インピーダンス（4.4節参照）

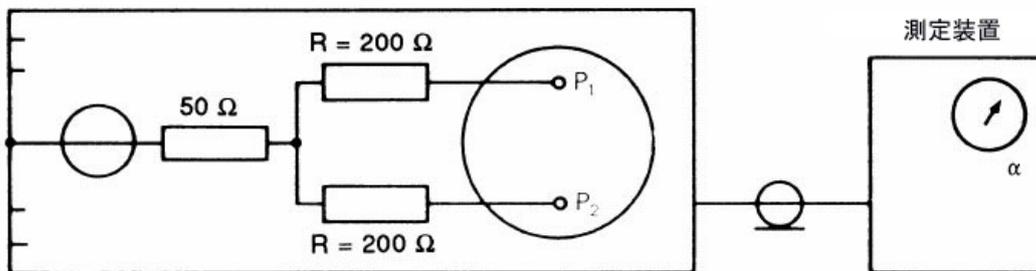
4.6 150Ω Δ型擬似電源回路網（150kHz から 30MHz まで）

この回路網のインピーダンスは、装置端子間、および互いに接続された2つの装置端子と基準接地点間の両方について、大きさが $150 \pm 20 \Omega$ で、位相角は $\pm 20^\circ$ 以内であること。

平衡電圧を測定するためには、遮蔽した平衡型トランスが必要である。擬似電源回路網のインピーダンスが大きく変化することをさけるために、トランスの入カインピーダンスは、対象周波数範囲内において 1000Ω 以上であること。測定用受信機で測定した電圧は、回路素子の定数と変圧比に依存する。回路網は較正すること。

4.6.1 150Ω Δ型擬似電源回路網の平衡度

擬似電源回路網および上述のトランスを介して回路網に接続した測定用受信機で構成されるシステム全体の平衡度は、不平衡電圧によって平衡電圧測定が実質上影響されない程度でなければならない。この平衡度は、図3に示す回路を用いて測定すること。



R : 1%以内でそれぞれ等しい 200Ω の抵抗
P₁ P₂ : 装置への接続回路網の端子

図3 Δ型擬似電源回路網の平衡度に関する測定法

50Ω の内部インピーダンスを持つ信号発生器から、 $200 \Omega \pm 1\%$ の2つの抵抗の接続点と基準接地点との間に電圧 U_s を印加する。これらの抵抗の他端は擬似電源回路網の装置端子に接続する。

電圧 U_s は平衡電圧測定点で測定する。電圧比 U_s / U_s は、 $20 : 1$ (26dB) より大きいこと。

4.7 分離

いかなる試験周波数においても、電源に重畳する不要信号が測定に影響を及ぼさないようにするには、擬似電源回路網と電源の間に追加の無線周波ローパスフィルタを挿入しなければならないかも知れない。このフィルタを挿入した場合にも、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6節のインピーダンス要求事項を満足すること。このフィルタを構成する素子は、測定システムの基準接地点に直接接続した金属遮蔽内に収納しなければならない。

4.8 電流容量と直列電圧降下

最大連続電流値と最大尖頭電流値を規定しなければならない。最大定格電流を連続して流している時に供試装置に加わる電圧は、擬似電源回路網の電源端子における電源電圧の95%以上でなければならない。

4.9 基準接地導体への接続の変更

ある種の供試装置の測定では、4.2 および 4.3 節の擬似電源回路網の基準接地導体に、その製品規格に応じてインピーダンスを追加挿入する必要がある。これは、それぞれ図 4 および 5 に示した基準接地線の X 点に挿入する。そのインピーダンスは、対象となる周波数範囲に応じて、1.6mH のインダクタンスもしくは 4.2 または 4.3 節のインピーダンスの要求事項に合致すること。

注：安全面から、4.2 節に述べた 5Ω の抵抗は除去する。

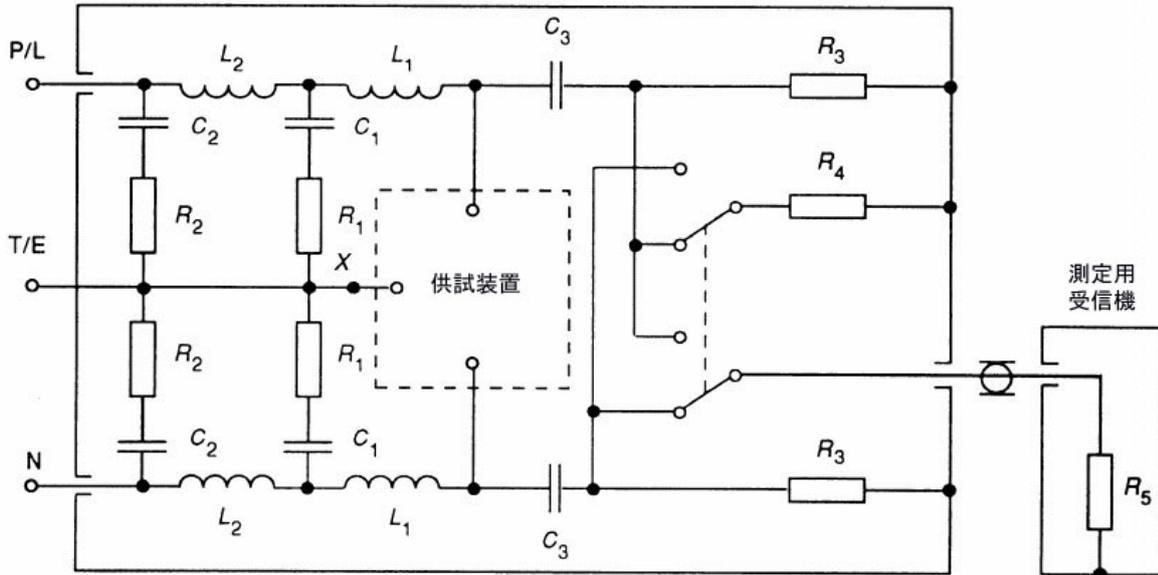


図 4 50Ω / 50μH + 5Ω の V 型擬似電源回路網の例
(4.2 および A.2 節参照)

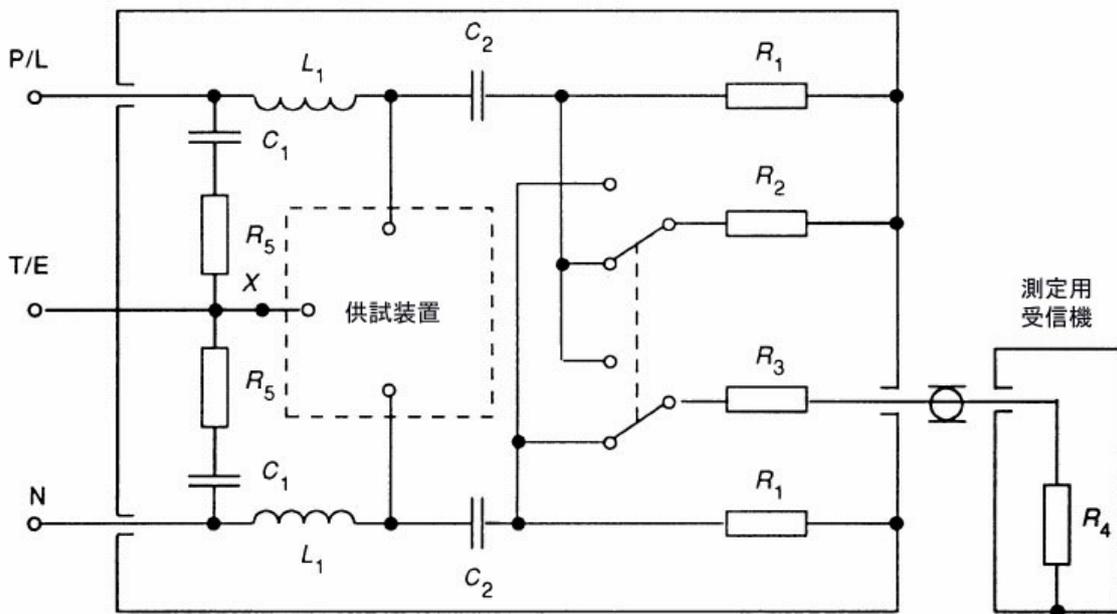


図5 $50\Omega/50\mu\text{H}$ 、 $50\Omega/5\mu\text{H} + 1\Omega$ あるいは 150Ω のV型擬似電源回路網の例
(4.3、4.4、4.5およびA.3、A.4、A.5節参照)

4.10 擬似電源回路網の電圧分配係数の較正

V型擬似電源回路網の装置端子と妨害波出力端子の間の電圧分配係数を測定し、妨害波電圧の測定時に考慮すべきである。電圧分配係数の測定手順はA.8節に述べられている。

5. 電流および電圧プローブ

5.1 電流プローブ

ケーブルに流れる不平衡妨害波電流は、特別に開発されたクランプ型の電流変成器を用いることにより、電源線の導体に直接接触することなく、また回路を変更することなく測定することができる。その有用性は、複雑な配線のシステムや電子回路等において、通常の動作あるいは配置構成を損なうことなく測定できることから自明である。電流プローブは、測定対象の導体に簡易にクランプできるような構造にする。被測定導体は1回巻きの1次側巻線に相当し、2次側の巻線は電流プローブに内蔵されている。

電流プローブは、本来、30Hz から 100MHz までの測定に用いられるが、30Hz から 1000MHz までの測定に使用できるものも作る事ができる。100MHz を越える場合には、一般の電源系では電流が定在波を生じるため、最大電流を検出するのに最適な位置にプローブを置く必要がある。

電流プローブは、全通過周波数帯域で平坦な周波数応答となるように設計する。この平坦な帯域より低い周波数でも、正確な測定は可能であるが、伝達インピーダンスが低下するため、感度が低下する。平坦な帯域より高い周波数については、電流プローブが共振するため、正確な測定はできない。

電流プローブは、これを遮蔽構造にすることによって不平衡電流（コモンモード）あるいは平衡電流（ディファレンシャルモード）のどちらかを測定するのに用いることができる。付則BのB.5節に構造の詳細例を示す。

5.1.1 構造

電流プローブは、被測定導線を切断することなく、電流を測定できるような構造でなければならない。付則Bにいくつかの代表的な電流プローブの構造を示す。

5.1.2 特性

挿入インピーダンス	最大 1 Ω
伝達インピーダンス *	周波数特性の平坦な線形領域では、0.1 から 5Ωの間、それより低い周波数領域では、0.001 から 0.1Ωの間（電流プローブを 50Ωで終端した場合）
シャント付加容量	電流プローブの覆いと被測定導体との間で 25pF より小さい値。
周波数応答	伝達インピーダンスを規定の周波数帯域で較正すること。プローブの代表的な周波数範囲は、100kHz から 100MHz まで、100MHz から 300MHz まで、200MHz から 1000MHz までである。

磁気飽和	測定誤差が 1dB 未満となる一次巻線の直流あるいは交流電源電流の最大値を示すこと。
外部磁界の影響	電流の流れている導線を、電流プローブの開口部から外して、プローブの近くに置いたとき、指示値は 40dB 低下すること。
電界の影響	10V/m 未満の電界によって影響を受けないこと。
向きの影響	任意の太さの導線を開口内の任意の場所に置いたとき、電流測定値の変化は 30MHz までは 1dB より小さいこと、30MHz から 1000MHz まででは 2.5dB より小さいこと。
電流プローブ開閉部間隔	最低 15mm

5.2 電圧プローブ

5.2.1 高インピーダンス電圧プローブ

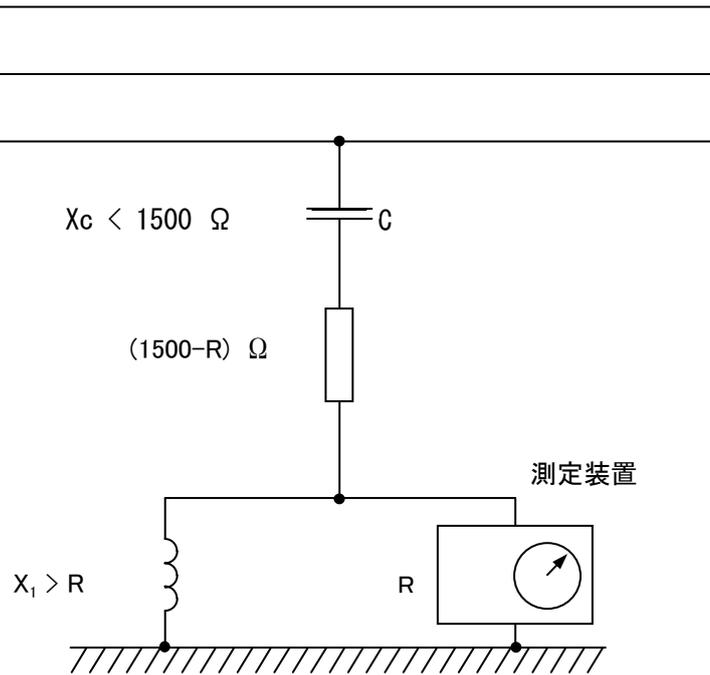
電源線と基準接地導体間の電圧測定に使用する回路を図 6 に示す。電圧プローブはブロッキング容量 C と抵抗からなり、電源線とアース間の全抵抗は 1500Ω とする。このプローブは、他の線路の電圧測定にも使用できるが、ある用途においては、高インピーダンス回路に過大な電圧が掛かることを避けるために、上記インピーダンスを増やす必要があるかも知れない。安全性の面から、測定装置の入力端子間にインダクタンスを接続しなければならない場合がある。その場合、誘導リアクタンス X_L は抵抗 R より十分大きいこと。

電圧プローブによる挿入損失を、9kHz から 30MHz までの周波数帯域で、50Ω 系で較正すること。保護素子による測定確度への影響は、1dB 未満か、または較正を行うこと。周囲ノイズがある場合は、注意して妨害波レベルを正確に測ること。

プローブの導線および被測定電源線と基準接地導体によって形成されるループは、強い磁界の影響を減らすために、できるだけ小さくすること。

* : 逆数の伝達アドミタンス (dB(S)) でも代用できる。dB 表現を用いた場合には、アドミタンスを測定用受信機の指示値に加える。伝達インピーダンスもしくはアドミタンスの較正には、その目的に応じて設計されたジグが必要である(付則 B 参照)。

電源線



注)
$$V = \frac{1500}{R} U$$

ここで、

V は妨害波電圧

U は測定装置入力電圧

図6 電源の高周波電圧測定回路 (5.2.1 項参照)

5.2.2 容量性電圧プローブ

ケーブルに流れる不平衡妨害波電流は、クランプ型の容量性結合装置を用いることにより、電源線の導体と直接接触したり、回路を変更することなく測定することができる。その有用性は、複雑な配線のシステムや電子回路等において、通常動作あるいは配置構成を損なうことなく測定できることから自明である。容量性電圧プローブは、測定対象の導線に簡易にクランプできるような構造とする。

容量性電圧プローブは周波数 150 kHz から 30 MHz の伝導妨害波測定に用いることができ、対象となる周波数範囲においてほぼ平坦な周波数応答特性を有する。ケーブル上の妨害波電圧と測定器に入力される電圧との比で定義される電圧分割係数は、ケーブルの種類に依存する。電圧分割係数は付則 G に記載されている方法に従って、規定された周波数範囲において、ケーブルの種類に応じて較正しなければならない。

被測定ケーブル周囲の不平衡（コモンモード）電界に対する十分な遮蔽を確保するために、容量性電圧プローブに付加的な電磁遮蔽が必要となる場合がある。（5.2.2.2 項「電界の影響」を参照）

容量性電圧プローブは通信ポートにおける妨害波測定に適用できる。測定可能な最小電圧の典型的な値は 44 dB μ V である。

5.2.2.1 構造

容量性電圧プローブは、被測定ケーブルを切断することなく、妨害波電圧を測定できるような構造でなければならない。ケーブルと基準接地面間の電圧測定に使用する回路を図 1 1 に示す。プローブはインピーダンス変換増幅器に接続された容量性結合クランプで構成されている。平坦な周波数応答特性を得るために、増幅器の入力抵抗 R_p はリアクタンス X_c に対して十分大きくなければならない。

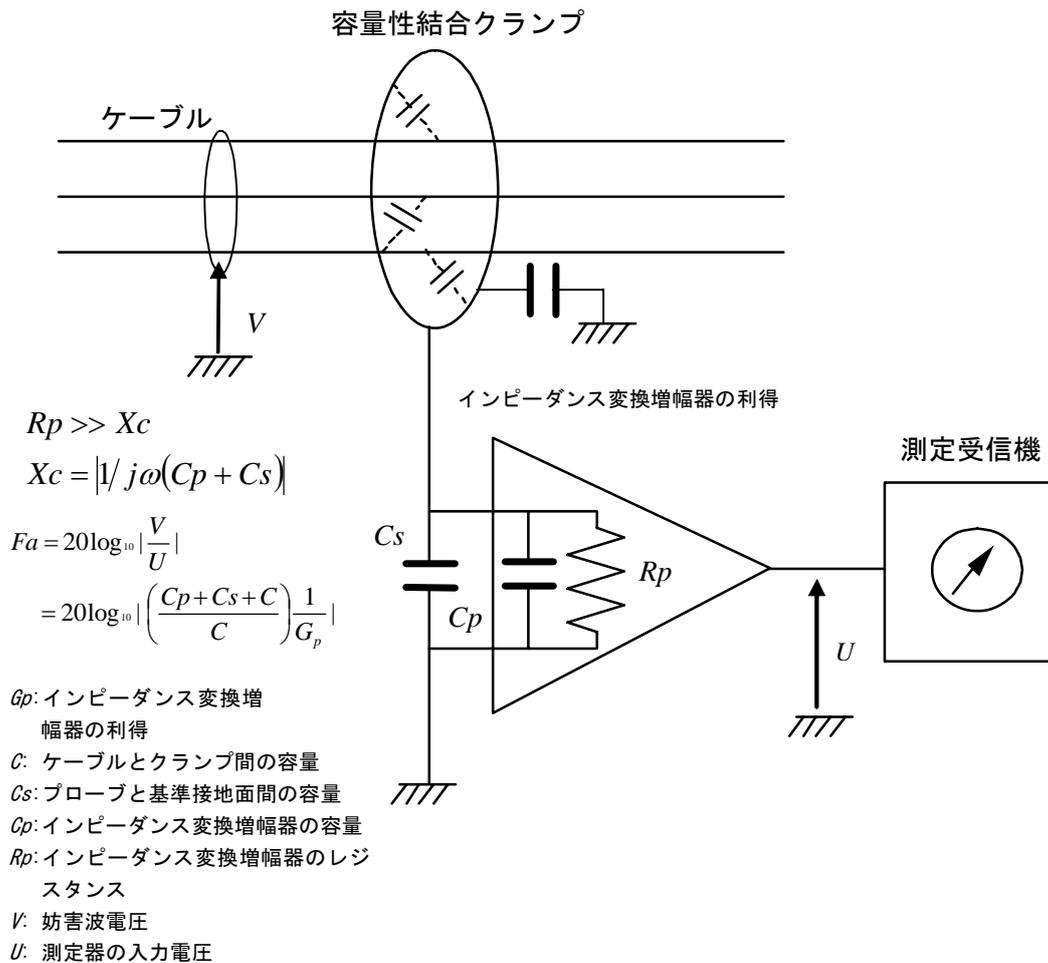


図 7 ケーブルと基準接地面間の電圧測定に使用する回路

付則 G に容量性電圧プローブの典型的な構造と性能評価法を示す。

5.2.2.2 要求事項

浮遊容量	容量性電圧プローブの接地端子と被測定導体との間の容量は 10 pF より小さいこと。
周波数応答	電圧分割係数 F_a [dB]= $20\log_{10} V/U $ (図 1 1 参照) は、規定の周波数範囲で較正されていること。
パルス応答	CISPR16-1-1 付則B及びCに規定されたバンドBのパルスに対して直線性が確保されていること。
電界の影響 (プローブ近傍にある被測定ケーブル以外のケーブルとの静電結合の影響)	被測定ケーブルを容量性電圧プローブから取り外したとき、指示値が 20 dB 以上低下すること。測定方法を付則Gに記述する。
容量性電圧プローブ開口 (二つの同軸電極を分割部で開いた時 (図 G.1 参照))	最低 30 mm

6. 伝導電流イミュニティ測定のための結合装置

結合装置は、供試導線に妨害波電流を注入し、かつ、他の導線や供試装置に接続されている機器を高周波的に絶縁して、注入電流が影響しないようにするためのものである。少なくとも 30MHz 以下の周波数帯では、実際の設置状況における無線妨害波電磁界強度と、これと同じ障害を生ずるために電流注入法で印加しなければならない信号源（インピーダンス 150Ω）の起電力の間には良い相関がある。機器に対するイミュニティは、この起電力値で表す。付則 C と D に動作原理と、結合装置の型式例とそれらの構造について述べる。

6.1 特性

結合装置の性能試験は、0.15MHz から 30MHz までの周波数帯域におけるインピーダンス、および 30MHz から 150MHz までの周波数帯域での挿入損失について行う。

6.1.1 インピーダンス

0.15MHz から 30MHz までの周波数帯における全体の不平衡インピーダンス（150Ω の抵抗型の妨害波源と無線周波チョークコイルが並列）は、妨害波信号を供試装置に注入する点と結合装置の基準接地の間で測定し、その大きさは $150\Omega \pm 20\Omega$ で、位相角が $\pm 20^\circ$ 未満であること（このインピーダンスは、CISPR 150Ω V 型擬似電源回路網と同一である。4.4 節参照）。

例として、A 型および S 型の結合装置については、注入点は出力コネクタの遮蔽導体であり、M 型および L 型の注入点は接続用出力端子である。

6.1.2 挿入損失

30MHz から 150MHz までの周波数帯では、縦列接続した 2 つの同一の結合装置の挿入損失は、図 8 に示す方法で測定して、9.6dB から 12.6dB までの範囲内であること。

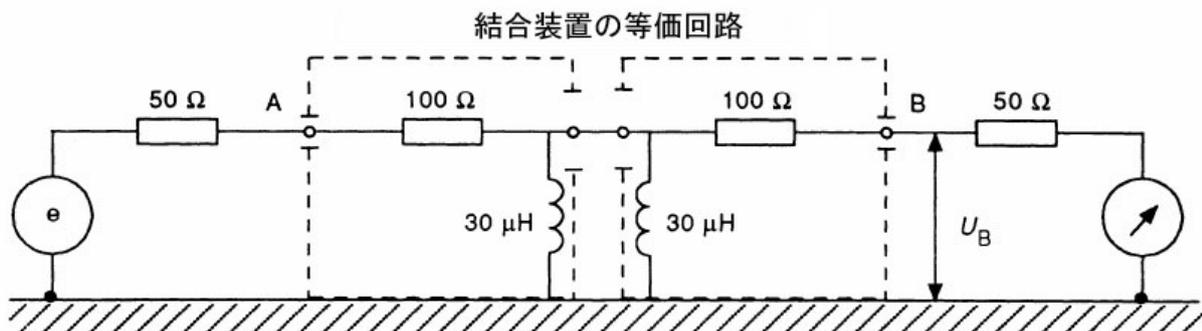


図 8 結合装置の挿入損失測定配置（周波数 30MHz～150MHz）

この図にしたがって測定される 2 つの同一結合装置の挿入損失 U_G/U_B は、30MHz から 150MHz までの周波数帯で 9.6dB から 12.6dB までの範囲内にあること。 U_G は発振器と受信機を直接接続したときの受信機の入力レベルである。

注 二つの装置は非常に短い線（ $\leq 1\text{cm}$ ）で接続すること。

7. 信号線路測定用結合機器

信号線路を介した障害の可能性（およびイミュニティ）については、線路上の伝導妨害波電圧または電流の測定（あるいは注入）によって評価することができる。この評価には、線路上の希望信号成分の影響を排除しながら、妨害波成分を測定するための結合機器が必要となる。これらの機器としては、電磁妨害波およびイミュニティ（コモンモードとディファレンシャルモード、電圧・電流）を測定するための機器があり、典型的なものは、電流プローブおよび擬似回路網（AAN または Y 型回路網）である。

注 1：信号線路の伝導イミュニティ試験用 AAN に対する要求条件は、JIS C 61000-4-6* に記載されている。（AAN は一般に「結合減結合回路」（CDN）と呼称されている機器の特別なものである。）妨害波測定のための要求条件を満足している AAN はイミュニティ試験のための要求条件も満足するであろう。

注 2：信号線路には、これらの線路に接続される装置の電気通信線路および端子類が含まれる。

注 3：「不平衡電圧」と「コモンモード電圧」、「平衡電圧」と「ディファレンシャルモード電圧」は 3 項で定義されているように同義語である。

注 4：「不平衡擬似回路網（AAN）」は「Y 型回路網」の同義語で、V 型回路網や Δ 型回路網とは異なる回路網である。T 型回路網は Y 回路網の一種である。

許容値が電圧で規定されている場合に電流プローブを使用する場合は、電流値に、測定手順の詳細に従って信号線路インピーダンスまたは終端インピーダンスを乗ずること。このインピーダンスは、詳細測定手順に従って、コモンモードまたはディファレンシャルモードの値とすること。

7.1 項に、不平衡（コモンモード）擬似回路網（AAN）の規格を示す。ディファレンシャルモードからコモンモードへの変換阻止能力（V_{dm}/V_{cm}）は、AAN の有用性を決める主たる要因である。このパラメータは、縦電圧変換損（LCL）と関連する。不平衡擬似回路網の一例と要求される試験および較正手順を付則 E に示す。

7.1 不平衡擬似回路網（AAN または Y 型回路網）に関する要求性能

不平衡擬似回路網（AAN）は、非遮蔽平衡線路（例：通信線路）において、平衡（ディファレンシャルモード）信号の影響を除去して、不平衡（コモンモード）電圧を測定（または注入）する際に用いる。

注：なお、CISPR 22 国内答申では、擬似通信回路網（ISN）と呼ばれる。

不平衡擬似回路網の一般的な回路図を図 9 a に示す。

*：JIS C 61000-4-6、電磁両立性—第 4 部：試験及び測定技術—第 6 節：無線周波電磁界によって誘導された伝導妨害に対するイミュニティ

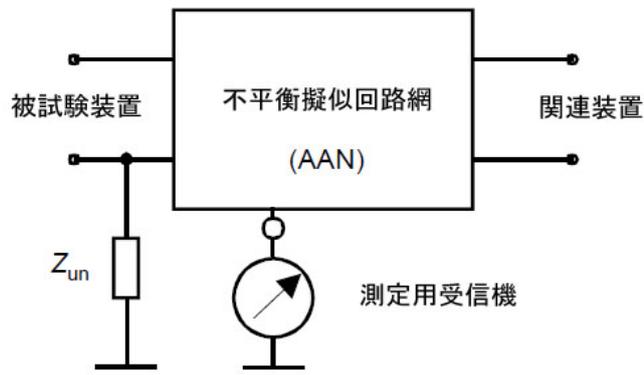
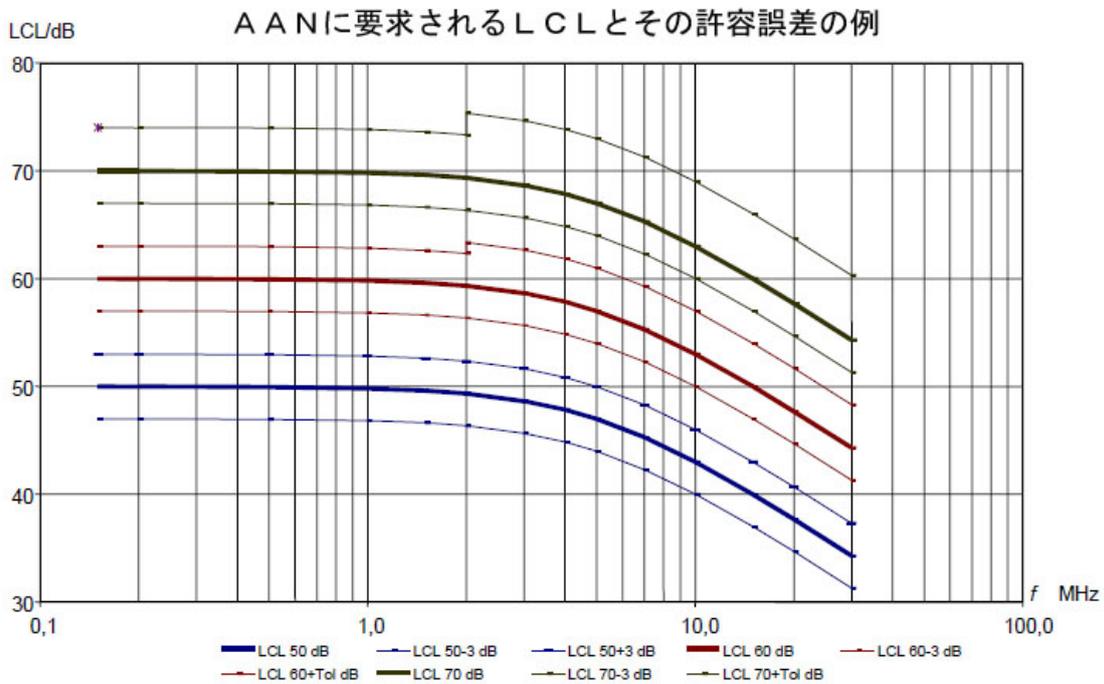


図9a 高平衡度の回路と（付加の）一線大地間回路 Z_{un} の組み合わせからなる不平衡疑似回路網（AAN またはY型回路網）とその端子の概念図



注1 定義式は例えば次のように示される。

$$LCL = LCL_{lf} - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{f_{corner}} \right)^2 \right] \pm Tol \text{ (in dB)}$$

ここで

LCL_{lf} は低周波でのLCL、例：50dB

f は周波数

f_{corner} はコーナー周波数、例：5MHz

Tol はLCLの許容誤差

注2 50dB、60dB、70dBの理想値を太線で、また、許容誤差を細線で示す。

図9b AAN（Y型回路網）の縦電圧変換損（LCL）に関する要求特性例

図9 AANの基本回路とLCLに関する要求特性例

不平衡（コモンモード）妨害波測定用の AAN の特性は、不平衡妨害波電圧の周波数帯域および希望信号の伝送周波数帯域内において必要な特性を満足すること。これらの特性を表 1 に示す。

表 1 不平衡妨害波測定用擬似回路網(AAN)の特性

a	不平衡妨害波電圧に対する基本回路網の終端インピーダンス(a) ・ 大きさ ・ 位相	150Ω ±20Ω 0° ±20°
b	回路網の EUT（供試装置）接続端子における縦電圧変換損（LCL）(b)	0.15MHz～30MHz：製品規格によって規定される。 例を図 8b に示す(c)
c	AE（関連装置）接続端子と、EUT 接続端子間の不平衡信号の減結合減衰量	0.15MHz で 35dB を超え、1.5MHz において 55dB、その間は周波数の対数に対して直線的に増加。 1.5MHz を超える周波数では 55dB を超えること。
d	EUT 接続端子と、AE 接続端子間の平衡信号に対する挿入損失	3dB 未満(d)
e	EUT 接続端子と測定用受信機の接続端子間に挿入される不平衡回路の電圧変換係数。この値は測定用受信機の指示値に加算される。	9.5dB（代表値）(e)
f	周波数範囲(f) 1) 妨害波に関して 2) イミュニティに関して	0.15MHz～30MHz JIS C 61000-4-6 参照

- a AANの不均衡インピーダンスは、図9aの不均衡回路Zunの付加によって一般に影響を受ける。この規格では基本回路網のインピーダンスの許容範囲を規定する。もし不均衡回路の付加による基本回路網のインピーダンスと位相の変化が無視できるならば、この規格で示した許容範囲は不均衡回路を含めて適用する。もしそうでない場合、例えば不均衡回路の付加によりインピーダンスが 10Ω 以上、または位相が 10° 以上変化するならば、この許容範囲はAANの製造業者に任せるべきものであり、製品規格はこの点を考慮してインピーダンスと位相の許容範囲を規定すべきである。
- b 装置の適合確認に用いるAANのLCL値については幾つかの概念がある：信号線のLCL値より高いLCL値、または実際の通信線のカテゴリーを模擬したLCL値。
- c 図9bのLCLは、CISPR22:1997に対する修正案に基づく。但し、許容範囲は変更したものである。将来、他のLCL値が製品規格で規定されるかも知れない。従って、本規格に示したLCLに関する要求条件は例にすぎない。一般にLCLの許容範囲の設定にあたっては、基本AANのLCLのバラつき、不均衡回路インピーダンスZunの定格値からの偏差、LCL測定における不確かさの3つの要素を考慮する必要がある。製品規格で許容範囲を決定する際は、実現可能な許容範囲が、LCLの要求値と周波数に応じて増大することを考慮すべきである。図9bは実現可能な許容範囲の例を示している。
- d 実際の要求条件は信号伝送システムの仕様に依存する。いくつかのシステムでは挿入損失を6dBまで許容している。AANに起因する挿入損失はAANの平衡回路全体に対する信号源及び負荷インピーダンスに依存する。AANの製造者は挿入損失の測定値を、インピーダンス（例えば 100Ω ）と共に示すべきである。さらに、製造者が平衡回路の位相特性を示すことは有益である。
- e AANの電圧変換係数は図E.6に示す試験回路で較正すること。
- f 全周波数帯を網羅するには、複数の回路網を使用するかも知れない。

7.2 同軸ケーブルとその他の遮蔽ケーブル用の擬似回路網(AN)

同軸ケーブル及びその他の遮蔽ケーブル用の擬似回路網は、通信または高周波信号の伝送状態において、ケーブルの遮へい外被の不均衡（コモンモード）電圧測定（または注入）に使用される。要求される特性を表2に示す。

注：また、CISPR 22 国内答申では、擬似通信回路網（ISN）と呼ばれる。

表2 同軸ケーブルおよびその他の遮蔽ケーブル用擬似回路網(AN)の特性

a	不平衡妨害波電圧に対する基本回路網の終端インピーダンス(a) ・ 大きさ ・ 位相	150Ω ± 20Ω 0° ± 20°
b	AE (関連装置) 接続端子と、EUT(供試装置)接続端子間の不平衡信号の減結合減衰量(b)	0.15MHz~30MHz : 40dB を超えること。
c	EUT 接続端子と AE 接続端子間の (通信または高周波) 信号に対する挿入損失と伝送帯域。これは特性インピーダンスに依存する。	システムの要求条件により 規定される(c)
d	EUT 接続端子と測定用受信機の接続端子間に挿入される不平衡回路の電圧変換係数。この値は測定用受信機の指示値に加算される。	9.5dB (代表値) (d)
e	周波数範囲 1) 妨害波に関して 2) イミュニティに関して	0.15MHz~30MHz JIS C 61000-4-6 参照
<p>a ANの不平衡インピーダンスは、150Ωの抵抗と、これに並列接続されたチョークコイルと大地間の容量及び同軸コネクタと大地間の容量とで決定される。 (注：同軸コネクタは図 F.1 の EUT 側のもの)</p> <p>b AE 接続端子において同軸ケーブルの外被は AN の金属筐体に直接接続されるため、AN 自体の減結合減衰量には影響しない。したがって妨害波 (またはイミュニティ) の試験配置は、減結合減衰量の最小値を保障すべきである。</p> <p>c EUT 接続端子と AE 接続端子間の (通信または高周波) 信号に対する挿入損失と伝送帯域ならびに、遮蔽外被と内部導体間の特性インピーダンスは、本規格では規定しない。これらはシステムの要求条件により規定されるものである。</p> <p>d AN は、図 F.2 に示す試験回路を用いて電圧変換係数を測定し較正すること。</p>		

8. 擬似手および直列 RC 素子

8.1 序

ある種の仕様の製品では、供試装置の金属部分に接続する接地端子を持たず、通常は手に持って使用するものが有るが、このような装置には擬似手を必要とする。導電処理を行ったプラスチック筐体にも同様に擬似手を必要とすることがある。150 kHz から 30 MHz まで（最も問題になる周波数は、5 MHz から 30 MHz まで）の周波数範囲において、使用者の手の影響を模擬するために、伝導妨害波試験に擬似手を使用する。擬似手を用いて評価する装置には、電動工具、手持ちのミキサー、電話の送受話器、ジョイスティック、キーボード等の家庭用電気機器等がある。

8.2 擬似手および RC 素子の構成

擬似手は、規定の寸法の金属箔（の帯）であり、規定の方法により、通常、使用者の手が触れる装置の部分に取り付けるか、その部分を包むものである。

この金属箔は、 $C = 220 \text{ pF} \pm 20\%$ のコンデンサと $R = 510 \text{ } \Omega \pm 10\%$ の抵抗を直列接続した RC 素子を介して、規定の方法で妨害波測定システムの基準点に接続する（図 10a 参照）。

使用者の手の影響を模擬するために、装置の取っ手または筐体に取り付ける金属箔の帯は、通常 60 mm の幅とすること。キーボードに使用する場合は、最大寸法 100 mm × 300 mm の金属箔、または、より実的なものとして金属板を、キーボードの上に置いてもよい。図 10 および図 11 に一例を示す。

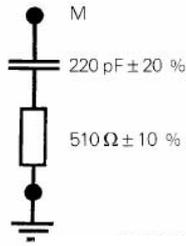


図 10a — RC 素子

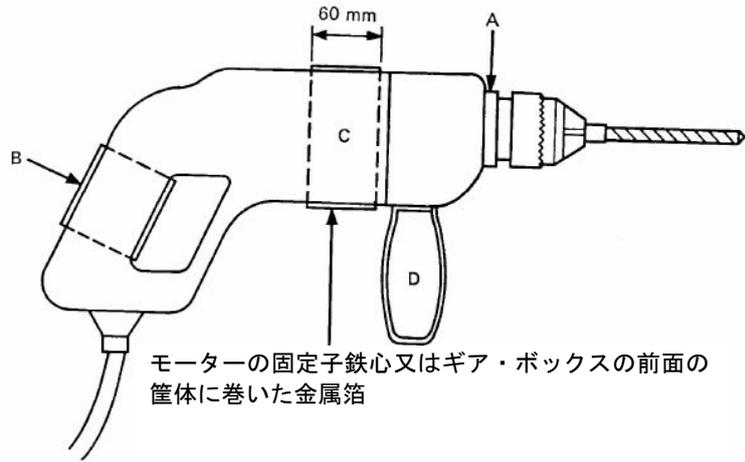


図 10b — 携帯型電気ドリル

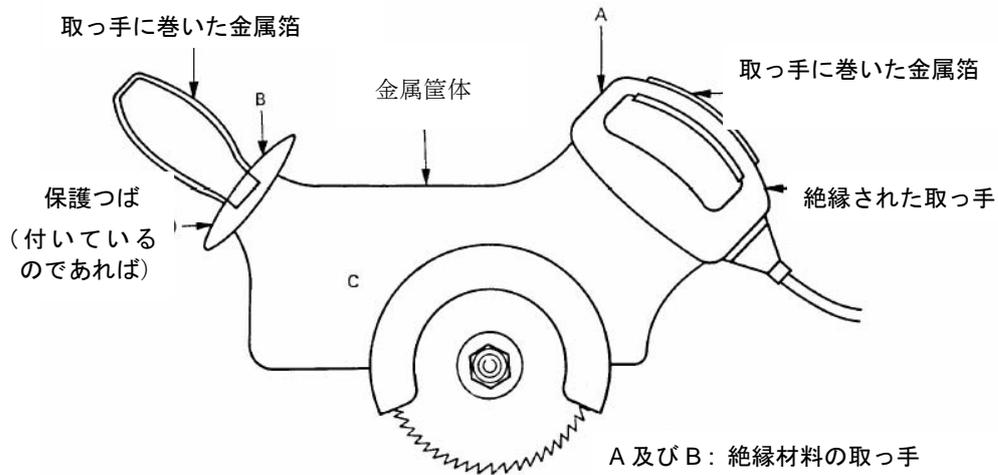


図 10c — 携帯型電気鋸

図 10 擬似手の適用

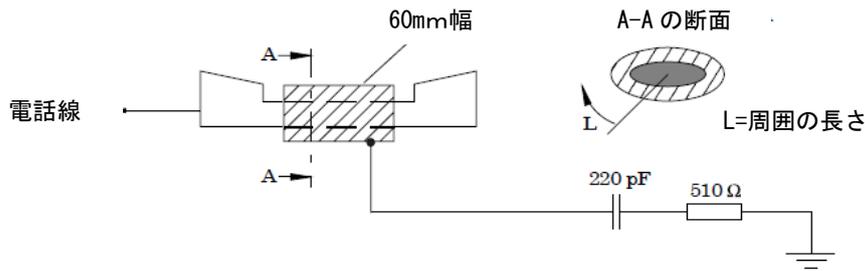


図 11a - 電話のハンドセットへの擬似手の適用

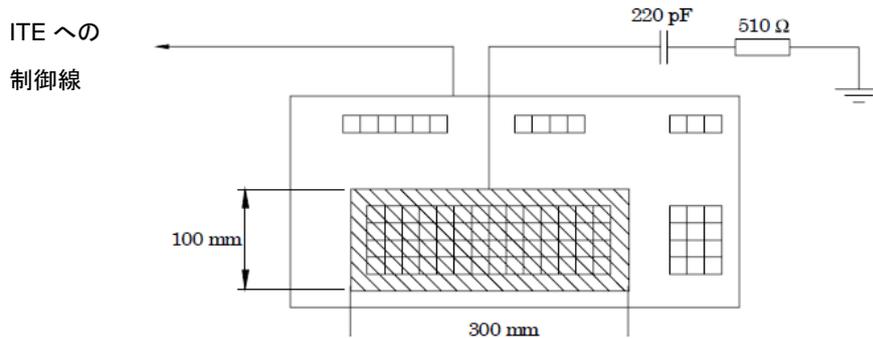


図 11b - 代表的なキーボードに対する擬似手の適用

擬似手には次の寸法の金属箔を含む。

a) 60mm 幅で長さは L より大きい	操作中に手で持つ装置の複数の部分に対して。最大 4箇所。
b) 300mm × 100mm	キーボードに対して。ここで金属箔はキーの全体を覆う大きさ、又はキーボードの寸法が金属箔より大きい場合は部分的に覆う大きさ。

図 1 1 I T E に対する擬似手の適用例

RC 素子と金属箔間の導線は、長さ 1 m であること。試験に際して、より長い導線を使用することが必要な場合は、測定周波数 30 MHz 近辺で導線の全インダクタンスが 1.4 μH 未満であること。

接続用の導線束全体を自由空間におかれた一本の導線とみなし、伝導妨害波試験の上限周波数が 30 MHz であれば、この導線のインダクタンス L は 1.4 μH より小さくしなければならない。これらの条件から、導線の長さが判っているなら、導線束の最小直径 d (m) は次式から計算することができる。

$$L = \frac{\mu I}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{4I}{d} \right) - 1 \right] (H)$$

ここにおいて、

$$\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

I は導線の長さ、m

d は導線の直径、m

注：インダクタンスが 1.4 μH 未満であれば、30 MHz でも RC 素子のインピーダンスが支配的となる。

8.3 擬似手の使用

導線の長さが1 mを超えなければ、一般にRC素子と基準大地面間の導線の最大長に関する要求事項を満足している。例えば、RC素子をできる限り金属箔の近くに置くか、できる限り基準点の近くに置くかのどちらかとすることができる。その適切な選択は、金属箔を付けた状態での妨害波源の内部コンモードインピーダンス（一般に未知）と、接続用導線とその周囲によって形成される伝送線路の特性インピーダンスに大いに依存する。妨害波測定の周波数範囲が30 MHzまでに限定されているならば、RC素子の位置は重要な問題ではなく、（また、再現性の観点から）実際のRC素子は擬似電源回路網または線路インピーダンス擬似回路網に内蔵される。

電源線伝導妨害波を測定する場合、基準点は擬似電源回路網（AMN）の基準接地点とする。また、伝導妨害波の測定を信号線または制御線で行う場合は、基準点は線路インピーダンス擬似回路網（LISN）の基準接地点とする。擬似手の使用に際しての原則は、RC素子の端子Mを、任意の回転しない露出金属部分および、機器付属の全ての固定および着脱可能な取っ手を包む金属箔に接続することである。ペンキまたはラッカーで覆われた金属部分は露出金属部と見なし、RC素子を直接的に接続する。

以下の各項に、擬似手の詳細な使用法を示す。

- a) 機器の筐体が全て金属であり、接地されている場合には、擬似手を必要としない。
- b) 機器の筐体が絶縁材料である場合、取っ手 B（図 10c）の周りを金属箔で包み、二番目の取っ手 D があれば、この周りも金属箔で包むこと。モータの固定子鉄心がある場所の筐体 C の周り、または、より高い妨害波レベルが観測されるのであれば、ギア・ボックスの周りを（図 10c 参照）60 mm 幅の金属箔で包むこと。これらの金属箔全てを、また金属リングあるいはブッシング A が有るなら、これも一緒に接続して、RC素子の端子 M に接続すること。
- c) 機器の筐体が部分的に金属及び絶縁材料でできており、かつ絶縁材料の取っ手が有る場合は、取っ手 B 及び D の周りを金属箔で包む（図 10c）。もし、モータの位置の筐体が非金属であれば、モータの固定子鉄心がある場所 C の周り、または、もしギア・ボックスが絶縁材料で、より高い妨害波レベルが観測されるのであれば、この周りを（図 10b 参照）60 mm 幅の金属箔で包むこと。筐体の金属部 A 点、取っ手 B 及び D の周りの金属箔、筐体 C の金属箔を一緒に接続して、RC素子の端子 M に接続すること。
- d) クラス II の機器（接地線なし）が、絶縁材料の2つの取っ手 A および B と金属筐体 C を有する場合、例えば、電気鋸のような場合（図 10c 参照）、金属箔でハンドル A および B の周りを包むこと。A および B 並びに金属筐体 C は一緒にして RC素子の端子 M に接続すること。
- e) 電話の送受話器およびキーボードの例を図 11 に示す。送受話器では、60 mm 幅の箔を多少重ね合わせて送受話器の周りに巻くこと。キーボードの場合には、箔または PCB によって可能な限り完全にキーボードを覆うこと。PCB を利用する場合、金属面側をキーボードの上に置くこと。ただし、300 mm X 100 mm の寸法を超える必要はない。

付 則 A
(規定)

擬似電源回路網
(4章に関連)

この付則は、9kHz から 100MHz までの周波数帯の無線妨害波電圧の測定に用いられる 500A までの通電容量をもつ擬似電源回路網に関する情報とデータを示したものである。これには、電源線の各導体と基準大地間の電圧測定用の V 回路網、および電源線の導体間（平衡）電圧と電源線導体の中間点と大地間（不平衡）電圧測定用の Δ 回路網が含まれる。

A.1 概説

擬似電源回路網はまず、動作周波数範囲全域で規定のインピーダンスを示さなければならない。また、電源側の不要信号を十分遮断しなければならない（一般に不要信号は、測定用受信機において測定レベルの 10dB 以下でなければならない）。また、電源電圧が測定用受信機に印加されることを防止しなければならない。回路網は、電源の各導体（単相式の 2 導線、および三相式の 4 導線）についてこれらの条件を満たし、電源線の被測定導線を測定用受信機に接続し、かつ、他の電源線導体を終端するためのスイッチを設けなければならない。以下に示す回路網は上記の機能を有している。ただし、単相二線式電源用回路を示す。三相 4 線式への拡張は容易に行うことができる。

A.2 50 Ω / 50 μ H + 5 Ω V 型擬似電源回路網の例

表 A.1 に示した部品で構成された回路網の例を図 4 に示す。L₁、C₁、R₁、R₄ および R₅ によりインピーダンスを決定し、L₂、C₂ および R₂ は電源の不要信号と電源インピーダンス変動を排除し、C₃ は測定用受信機を電源電圧から分離する。これは 100A までの電流で使えるように構成することができる。

表 A.1 50 Ω / 50 μ H + 5 Ω 回路網の構成部品の値

構成部品	値
R ₁	5 Ω
R ₂	10 Ω
R ₃	1000 Ω
R ₄	50 Ω
R ₅	50 Ω (測定用受信機の入カインピーダンス)
C ₁	8 μ F
C ₂	4 μ F
C ₃	0.25 μ F
L ₁	50 μ H
L ₂	250 μ H

9kHzから 150kHzまでの最も低い周波数帯では、 C_3 の容量 $0.25 \mu F$ は無視できないインピーダンスとなる。他に指定されていない限り、このインピーダンスに対する補正が必要である。

C_1 と C_2 はキャパシタンスが大きいので、安全性の面から、回路網のケースを基準接地導体に確実に接合するか、電源に絶縁トランスを用いなければならない。

インダクタンス L_2 は、9kHzから 150kHzまでの周波数帯において 10 以上のQ値をもつものとする。実用的には、活線および中性線に直列反方向結合したインダクタを用いるのが有効である（コモンコアのチョーク）。

A.7節にインダクタ L_1 の適切な構成を示している。25Aを超える電流を用いる機器については L_2 は作りにくい。この場合には、分離に用いる L_2 、 C_2 および R_2 は削除できる。その影響は、150kHzより低い周波数では4.2に定める許容範囲をはずれ、電源ノイズの分離は十分ではないかもしれない。

この回路は、4.3の $50 \Omega / 50 \mu H$ V型擬似電源回路網に関する要求事項も満たすことができる。

A.3 $50 \Omega / 50 \mu H$ V型擬似電源回路網の例

表A.2の構成部品でできた回路網を図5に示す。 L_1 、 C_1 、 R_2 、 R_3 および R_4 がインピーダンスを決定する。前述の例と異なり、インピーダンスに関する規定に適合しているため、分離する部分がない。しかしながら、周囲の電源ノイズが大きい場合には、不要信号除去のためのフィルタが必要となる。この回路網は100Aまでの電流で使えるように構成することができる。

表 A.2 $50 \Omega / 50 \mu H$ V型回路網の構成部品の値

構成部品	値
R_1	1000Ω
R_2	50Ω
R_3	0Ω
R_4	50Ω （測定用受信機の入カインピーダンス）
R_5	0Ω
C_1	$1 \mu F$
C_2	$0.1 \mu F$
L_1	$50 \mu H$

C_1 はキャパシタンスが大きいので、安全性の面から、回路網のケースを確実に基準接地導体に接合するか、電源側に絶縁トランスを用いる必要がある。

A.7に L_1 の適切な構成について述べている。

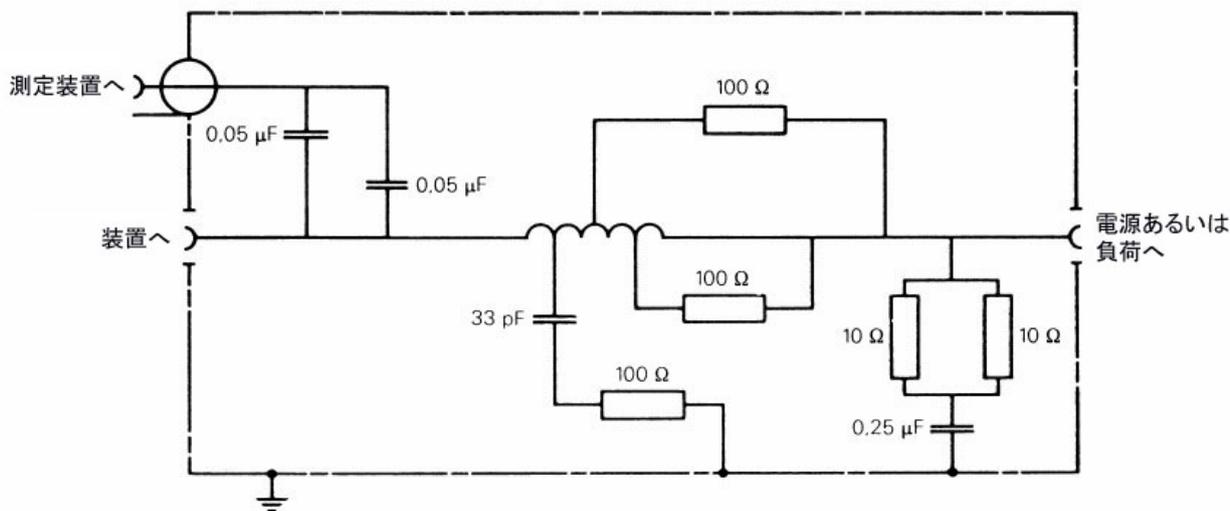
A.4 50Ω/5μH + 1Ω V型擬似電源回路網の例

表 A.3 の構成部品を用いた図 5 の回路は、150kHz から 30MHz までの帯域で 400A までの電流で適用するのに適している。

表 A.3 50Ω/5μH + 1Ω 回路網の構成部品の値

構成部品	値
R ₁	1000Ω
R ₂	50Ω
R ₃	0Ω
R ₄	50Ω (測定用受信機の入カインピーダンス)
R ₅	1Ω
C ₁	2μF (最小値)
C ₂	0.1μF
L ₁	5μH

図 A.1 に代替の構成部品の値による回路を示す。これは 150kHz から 100MHz までの帯域で 500A までの電流で使用するのに適している。



コイルの詳細 : 5 μ H、18ターン、直径 60mm の型に 6mm 径の巻線
3、5、9および13.5ターンの場所にタップ

図 A.1 低インピーダンス電源を使用する装置のための 50Ω/5μH + 1Ω 代替擬似電源回路網の例

A.5 150Ω V型擬似電源回路網の一例

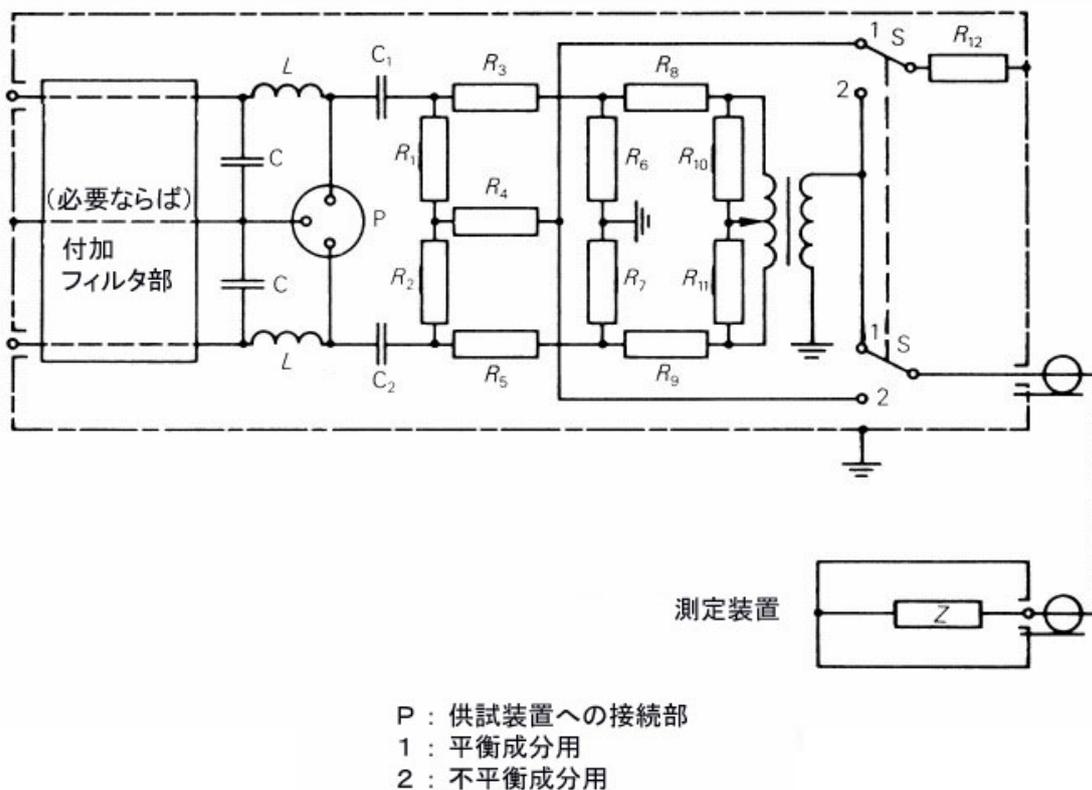
図5に適切な回路を示す。構成部品の値を表A.4に示す。

表A.4 150Ω V型回路網の構成部品の値

構成部品	値
R_1	1000Ω
R_2	150Ω
R_3	100Ω
R_4	50Ω (測定用受信機の入カインピーダンス)
R_5	0Ω
C_1	1μF
C_2	0.1μF
L_1	規定インピーダンスとなるような適切な値

A.6 150Ω Δ型擬似電源回路網の例

図A.2に適切な回路網を示す。構成部品の値を表A.5に示す。



図A.2 不平衡測定装置用の擬似電源回路網(Δ)の例

表 A.5 150Ω Δ回路網の構成部品

構成部品	値
R_1, R_2	118.7 (120) Ω
R_3, R_5	152.9 (150) Ω
R_4	390.7 (390) Ω
R_6, R_7	275.7 (270) Ω
R_8, R_9	22.8 (22) Ω
R_{10}, R_{11}	107.8 (110) Ω
R_{12}	50 Ω
C_1, C_2	0.1 μF
L, C	規定インピーダンスとなるような適切な値
注1 平衡／不平衡トランスの巻数比は、中央タップ付で 1 : 2.5と仮定する。	
注2 カッコ内の抵抗値は、推奨近似値 (±5%許容値)。	

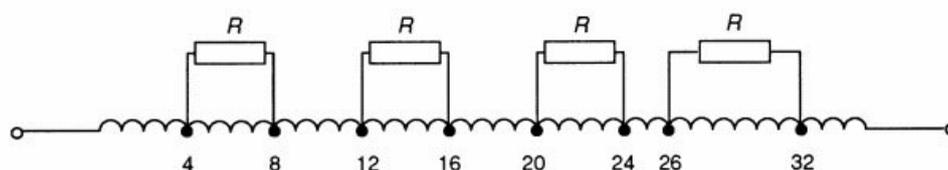
計算結果から以下の回路特性が得られる。カッコ内の値はカッコ内の抵抗値の場合である。

減衰 :	平衡	20 (20) dB
	不平衡	20 (19.9) dB
回路網インピーダンス :	平衡	150 (150) Ω
	不平衡	150 (148) Ω

A.7 50μH のインダクタを用いた擬似電源回路網の設計例

A.7.1 インダクタ

図 A.3 のインダクタのソレノイドコイルは、絶縁体製の巻芯に直径 6mm の銅線を 8mm ピッチで 35 ターンの一層巻きしたものである。このインダクタンスは、金属ケースの外では 50μH より大きく、金属ケースの内では 50μH である。



抵抗分R(430Ω±10%)は、巻数が4と8、12と16、20と24、26と32のタップ間に接続されている。インダクタンスは50μH±10%である。

図 A.3 50μH インダクタの概要

インダクタの直径は 130mm である。巻線の電気力学的安定性を改善するため、巻芯に 3mm の深い螺旋状の溝を刻み、その溝に巻線を取めるようにする。

巻線を分割することによりインダクタの高周波特性を改善できる。4 回巻ごとに分割し、一つ置き毎にこれを 430Ω の抵抗でシャントする。これらは、インダクタの内部共振を防止するもので、そうしないと入力インピーダンスがある周波数で規定値からはずれてしまうことがある。

A.7.2 インダクタのケース

インダクタやその他の回路網の部品は、金属製のふたで囲まれた金属製の箱に収められなければならない。底と横のふたは穴をミシン目のようにあけて放熱特性を良くしておく。寸法は、 $360 \times 300 \times 180\text{mm}$ とする。図 A.4 に概略図を示す。

注：回路網の負荷側端子は、できるだけ隅の角に配置した方がよい。そうすれば、2 つ以上の回路網のこれらの端子と、供試装置の付属ソケットを短い導線で接続できる。

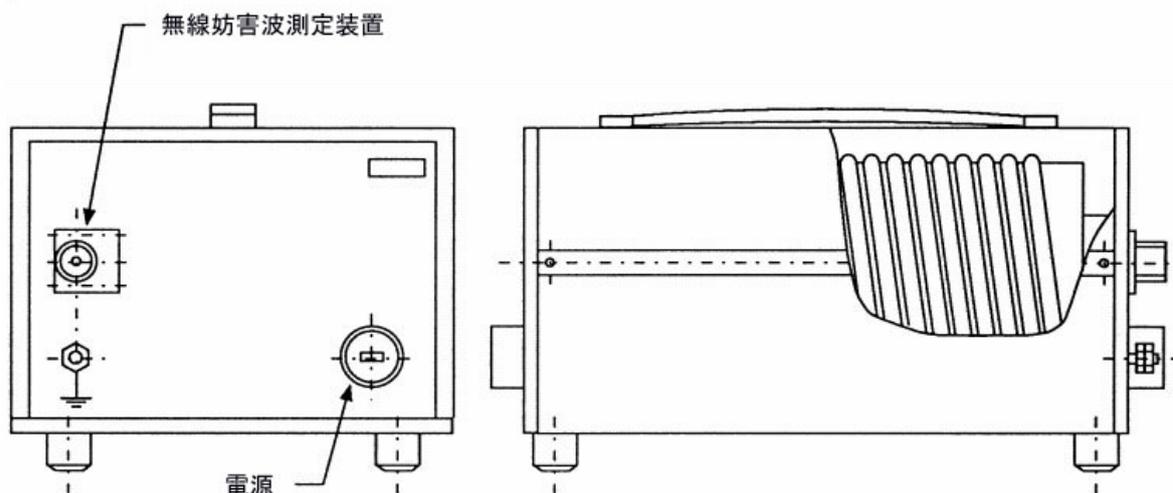
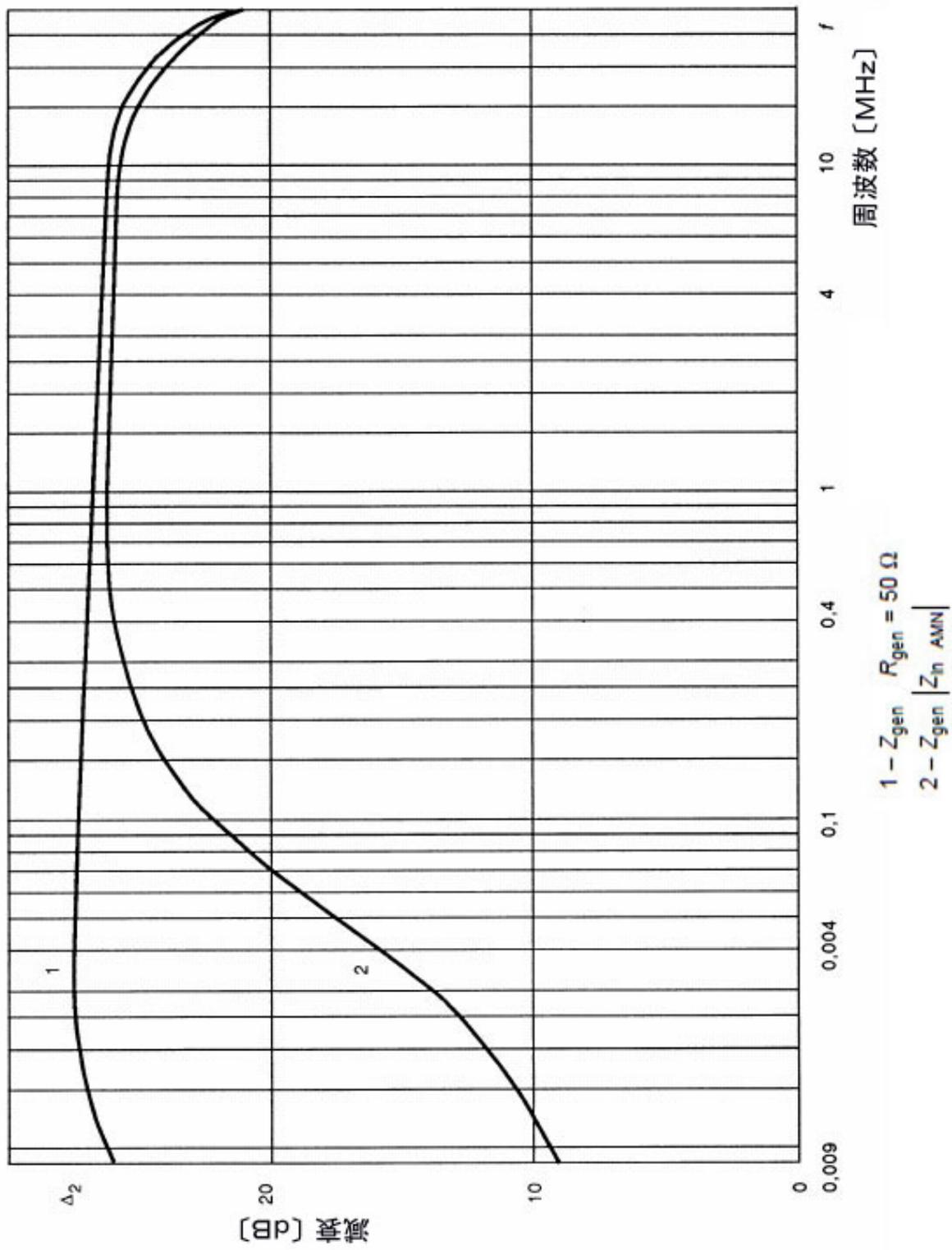


図 A.4 擬似電源回路網の外観

A.7.3 インダクタの分離

図 4 の回路で、分離部分 L_2 、 C_2 および R_2 の無い状態でインダクタを用いたときの電源線上の不要信号の減衰を図 A.5 に示す。減衰は、電源供給端子と無線妨害波測定用受信機端子間の値で決まる。曲線 1 の場合には、電源端子における信号発生器の内部インピーダンスは 50Ω の抵抗である。曲線 2 の場合は、発生器の内部インピーダンスは、図 A.5 に示すように擬似電源回路網の入力インピーダンスの大きさによって変化する。



図A.5 擬似電源回路網フィルタの減衰

A.8 V型擬似電源回路網の電圧分配係数の測定

電圧分配係数は、それぞれの擬似電源回路網の試験構成に対して、図 A.6a および A.6b の試験配列を用いて決定することが出来る。測定は、ネットワークアナライザを用いて、あるいは信号発生器と測定用受信機または高インピーダンス（低キャパシタンス）プローブを持った高周波電圧計を用いて、それぞれの内部接続の各ライン（たとえば、手動あるいはリモート切換え構成）で測定すべきである。高周波端子に接続されていないすべての EUT 端子は $50\ \Omega$ で終端しなければならない。

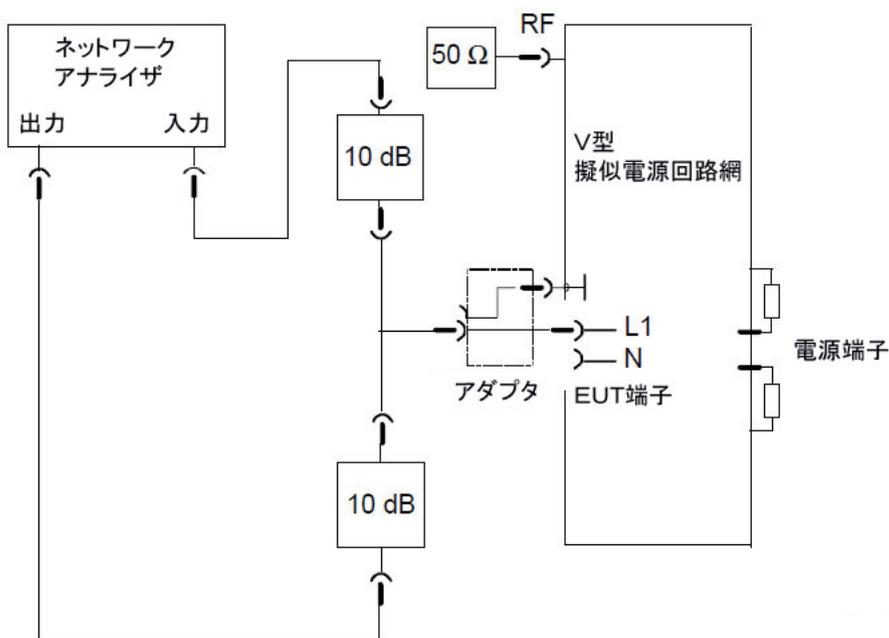


図 A.6 a ネットワークアナライザの基準化のための試験配置

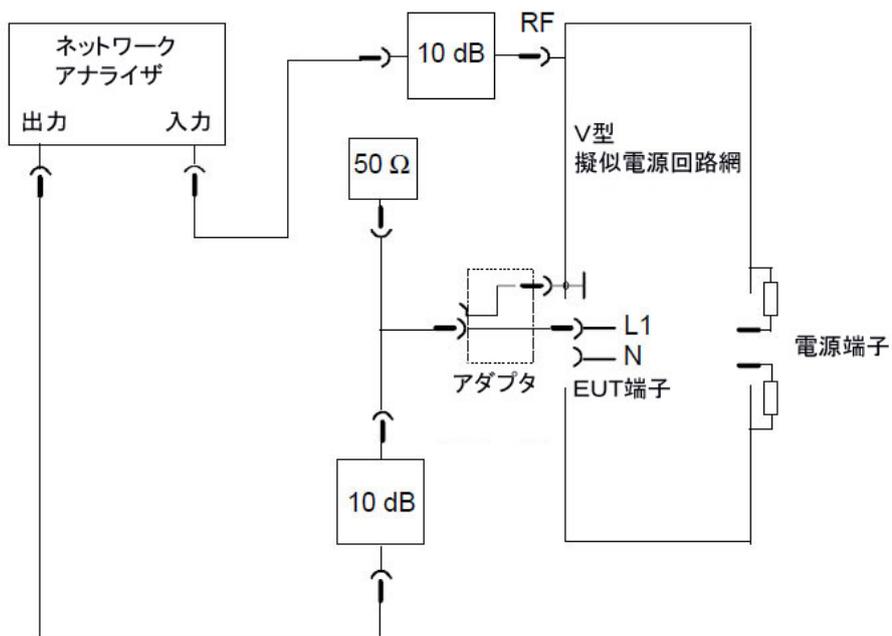


図 A.6 b ネットワークアナライザを用いた電圧分配係数測定の試験配置

EUT端子が周波数に依存した入力インピーダンスをもっているため、ネットワークアナライザはEUT端子の電圧レベルで基準化する必要がある。

信号発生器と高インピーダンスプローブを持った高周波電圧計を用いる場合には、EUT端子には50Ωパッドを経由して供給し、EUT端子と高周波端子の測定によって電圧分配係数を決定する間、高周波端子は50Ω負荷で終端する。

EUT端子で使用されるアダプタの構成は、較正がクリティカルである。その接続は低インピーダンスを与えTコネクタをEUT端子とアース端子に出来るだけ近く配置しなければならない。正確な測定のために正確な50Ωの信号源と負荷インピーダンスを実現するため、10dBパッドを使用する。

電源端子の各ラインをシャーシに対して50Ωで終端する。

150ΩV型擬似電源回路網については、EUT端子と測定用受信機端子の間の電圧分配、たとえば150Ω/50Ω、を考慮に入れなければならない。

付 則 B (情報)

電流プローブの構造、周波数帯域および較正 (5章に関連)

B.1 電流プローブの物理的及び電氣的考察

電流プローブの物理的寸法は、被測定ケーブルの最大寸法、ケーブルを流れる最大電源電流、および測定周波数範囲によって決まる。

通常、電流プローブは円環状で、被測定導体をその中央開口部に貫通させて用いる。現在の要求事項や製造元の仕様では、中央開口部の大きさは直径 2 mm から 30 mm まで様々である。2 次巻線は、プローブのクランプ機能が容易なように円環に取りつけられている。円環状コアと巻線は、静電的結合を防ぐために遮蔽材で包まれている。遮蔽材には間隙を設け、変成器を短絡しないようにする。

妨害波測定用の一般的な電流プローブは、7 から 8 回巻までの 2 次巻線を用いている。この巻数は、周波数特性が一定である範囲を最大にでき、挿入インピーダンスが $1\ \Omega$ 以下とするために最適である。100kHz より低い周波数帯域では、ラミネートシリコンステールのコアが用いられる。フェライトコアは 100kHz から 400MHz までに、空気コアは 200MHz から 1000MHz までに、平衡コイル-50 Ω 不平衡出力用の変成器と共に用いられる。図 B.1 に一般的な電流プローブの構成を示す。

電流プローブは、一般に妨害波測定の検出器として用いられる。したがって、それは妨害波電流を電圧に変換し、計器で測定できるように設計される。電流プローブの感度は、便宜上、伝達インピーダンスで表現される。伝達インピーダンスは、1 次電流に対する 2 次電圧（一般に 50 Ω 抵抗負荷の両端に関する）の比で定義される。伝達アドミッタンスを用いる場合もある。

電流プローブと妨害波測定用受信機をあわせた全体の感度は、受信機の感度に依存する。導体を流れる測定可能な最小の妨害波電流は、電流プローブの伝達インピーダンス (Ω) に対する受信機の感度 (V) の比となる。たとえば、感度 $1\ \mu\text{V}$ の受信機と伝達インピーダンス 10 Ω の電流プローブを使用した場合には、測定可能な最小妨害波電流は、 $0.1\ \mu\text{A}$ となる。一方、 $10\ \mu\text{V}$ 受信機と伝達インピーダンス 1 Ω の電流プローブでは、測定可能な最小妨害波電流は $10\ \mu\text{A}$ となる。最大測定感度を得るためには、伝達インピーダンスは、可能な限り高くすべきである。

伝達インピーダンス Z_T は、1 Ω に対する dB で表されることが多い。この表現は、 $1\ \mu\text{V}$ や $1\ \mu\text{A}$ に対する dB 表示をする妨害波の単位に関して便利である。(1 Ω に対するデシベル表示 Z_T は、 $20\log Z_T$ となる。)

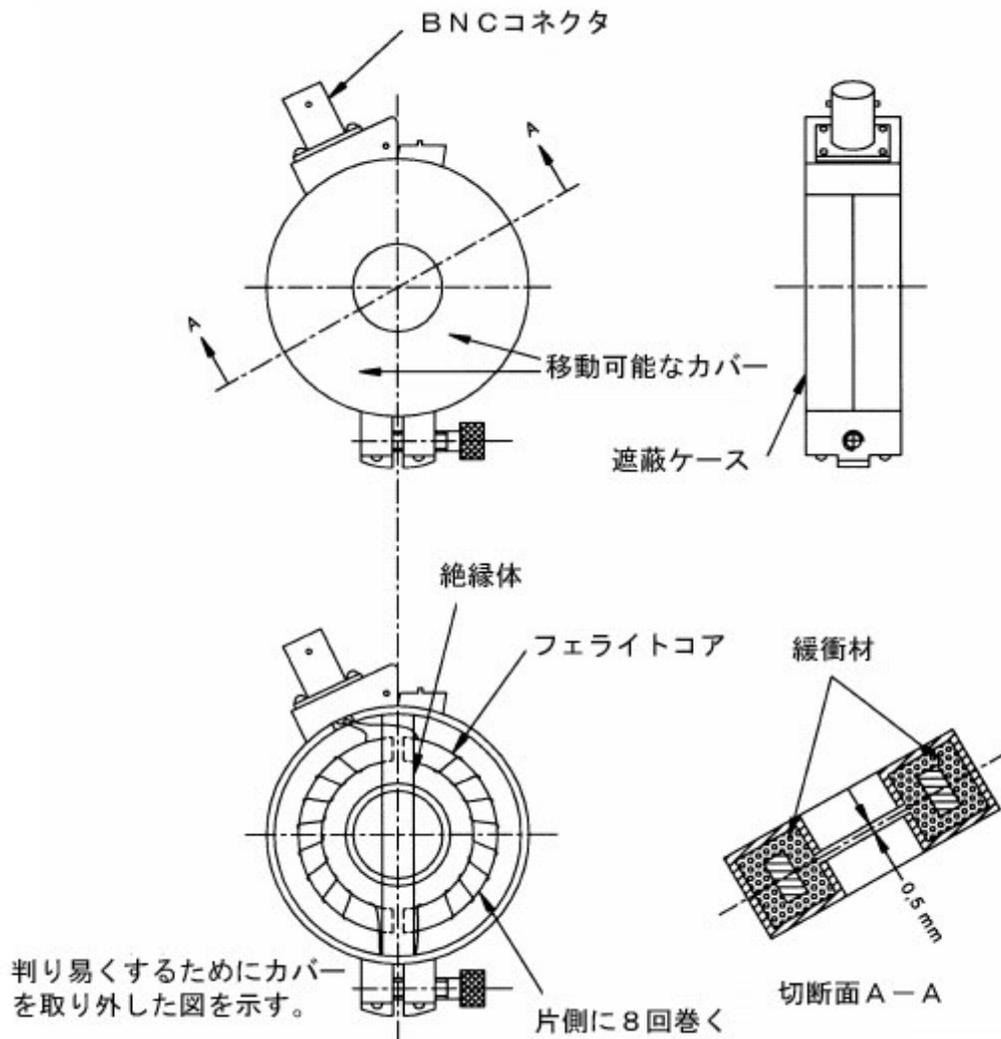


図 B.1 電流プローブの代表的な構造

B.2 電流プローブの電氣的等価回路

電流プローブは、一般的な変成器理論によって正確な等価回路で表現することができる。この点については、標準的な参考書が数多く出されているので、その回路をここで繰り返す必要は無い*。正確な等価回路と導かれる数式を相当簡単にすれば、下記の伝達インピーダンスの式が導かれる。

$$\text{高周波の場合} : Z_T = \frac{\omega M}{[(\omega L / R_L)^2 + (\omega^2 LC - 1)^2]^{1/2}}$$

$$\text{中間周波の場合} : Z_T = MR_L / L \quad (\omega^2 LC = 1)$$

$$\text{低周波の場合} : Z_T = \frac{\omega M}{[(\omega L / R_L)^2 + 1]^{1/2}}$$

ここで、
絶縁体

Z_T = 伝達インピーダンス
 M = 1次巻線と2次巻線の相互インダクタンス
 L = 2次巻線の自己インダクタンス
 R_L = 2次側の負荷インピーダンス (通常 50Ω)
 C = 2次側の浮遊容量
 ω = 角速度 (ラジアン/秒)

これらの式から次の結論が得られる。

- 1) 負荷のインピーダンスが一定の場合、中間周波数での伝達インピーダンスの最大値は、相互インダクタンスと2次側の自己インダクタンスの比に比例する。(RLが一定)
- 2) 2次側浮遊容量のリアクタンスが負荷抵抗と等しくなったとき、高周波半電力点になる。

* MIT Staff:

Magnetic Circuit and Transformers, John Wiley & Sons Inc. New York, N.Y. 1947

B.3 電流プローブ測定の悪影響

電流プローブは、本質的には環状変成器であるため、2次側インピーダンスが1次側に影響を与える。8回巻の2次巻線と 50Ω の負荷では、一般に挿入インピーダンスは約 1Ω となる。被測定回路の負荷インピーダンスと信号源インピーダンスを合わせても、 1Ω より大きい場合には、電流プローブを使用しても1次電流は余り変化しない。しかし、回路の信号源側と負荷インピーダンスの和が挿入インピーダンスより小さい場合には、電流プローブを使用することによって、1次電流は相当変化するかもしれない。

電流プローブの応用として、直流300Aまたは交流100Aまでの1次側電源線の妨害波電流の測定が可能である。また電流プローブは、強力な外部磁界を発生する装置の近傍でも使用できる。但し、電流プローブの伝達インピーダンスは、これらの電源線電流や磁束密度の影響を受けてはならない。したがって、磁気回路は飽和しないように設計しなければならない。交流電源電流の周波数帯域は20Hzから15kHzまでであるため、これらの周波数の電流プローブ出力が、使用する受信機の入力回路に損傷を与える可能性がある。可能な対策として、商用周波除去フィルタを電流プローブと受信機の間に入力する方法がある。図B.2に遮断周波数が9kHzのハイパスフィルタを示す。

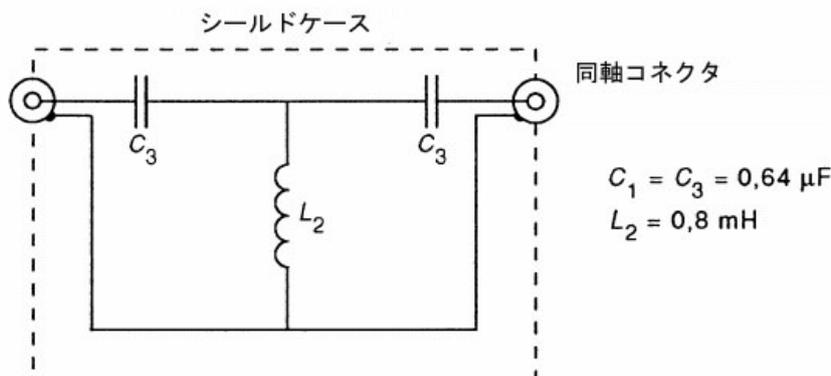


図 B.2 9 kHz のカットオフ周波数を有するハイパスフィルタ

B.4 電流プローブの代表的な周波数応答特性

図 B.3 に a) 100kHz から 100MHz まで、b) 30MHz から 300MHz まで、c) 200MHz から 1000MHz までで平坦な通過帯域を持つ各電流プローブの代表的な周波数応答特性を示す。

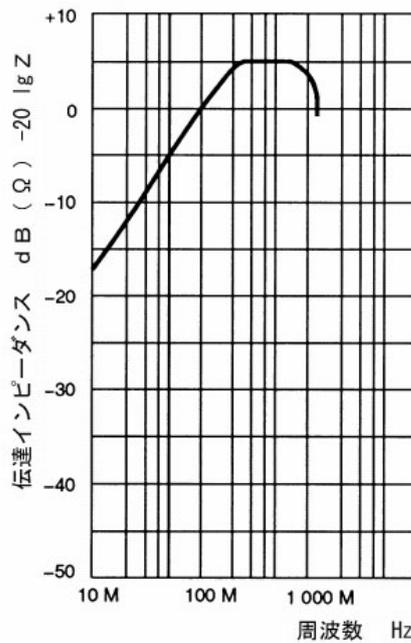
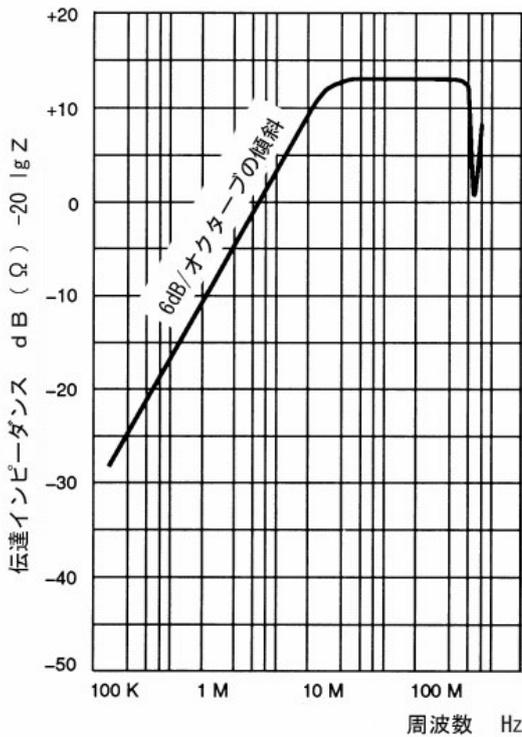
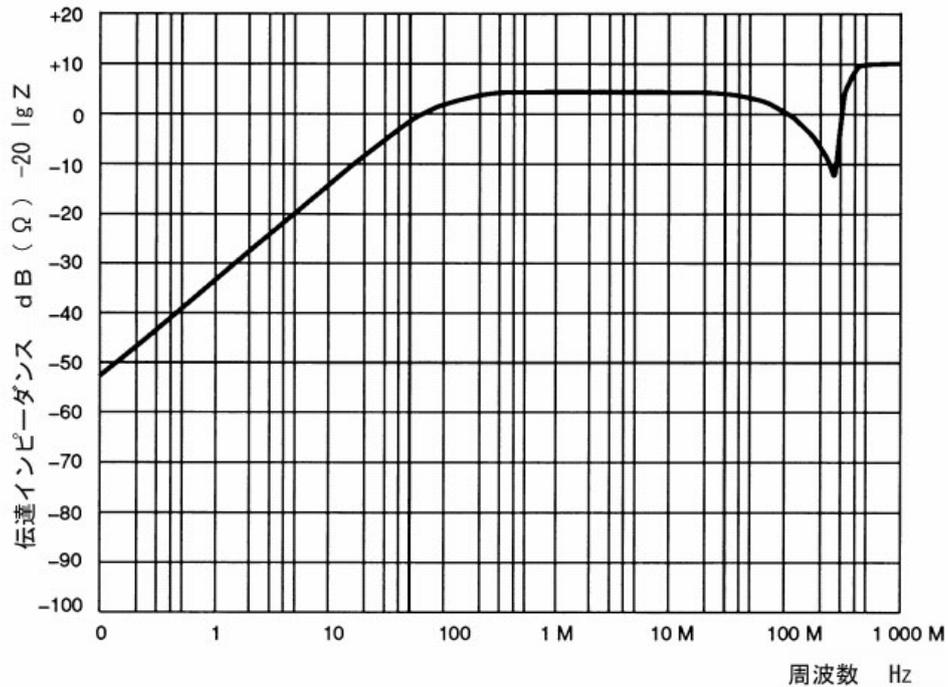


図 B.3 電流プローブの代表的な周波数応答特性 (B.4 項参照)

B.5 電流プローブに用いる遮蔽構造

導電性（銅、真鍮等）の遮蔽を備えた電流プローブは、不平衡（コモンモード）および平衡（ディファレンシャルモード）のどちらの妨害波電流の測定にも使用できる。この方法は、100kHz から 20MHz までで用いられる。この方法は、本質的には、ハイパスフィルタと組み合わせた無線周波電流プローブである。ハイパスフィルタは、電流プローブの出力側の商用周波電流を一層低減するために用いられる。試験方法については、CISPR16-2-1 に述べられている。

B.5.1 理論的モデル

擬似電源回路網を用いた電流測定回路を図 B.4 a に示す。妨害波電流の成分は：

- I_1 は電源の活線の電流
- I_2 は電源の中性線の電流
- I_c は不平衡電流
- I_D は平衡電流

である。

注： I_1 と I_2 の間の位相角はゼロと仮定する。これは周波数 30MHz 以下で、導線が 1m 以下の場合である。

図 B.4 a) と B.4 b) から、電流には以下の関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} I_1 &= I_c + I_D \\ I_2 &= I_c - I_D \\ 2I_c &= I_1 + I_2 \\ I_D &= I_1 - I_2 \end{aligned}$$

したがって、 I_1 と I_2 の和が得られるように導線に取り付けた電流プローブは不平衡電流のみに依存する出力を生じ、電流の差が得られるようにすれば、平衡電流のみに依存した出力が得られる。不平衡電流の式に係数 2 があるため、不平衡電流についてのみ、測定値に 6dB の補正が必要である（図 B.4 b 参照）。

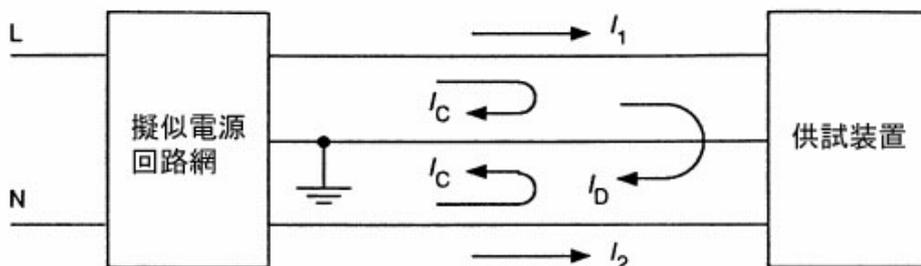


図 B.4a 妨害電流を測定する CISPR 試験回路

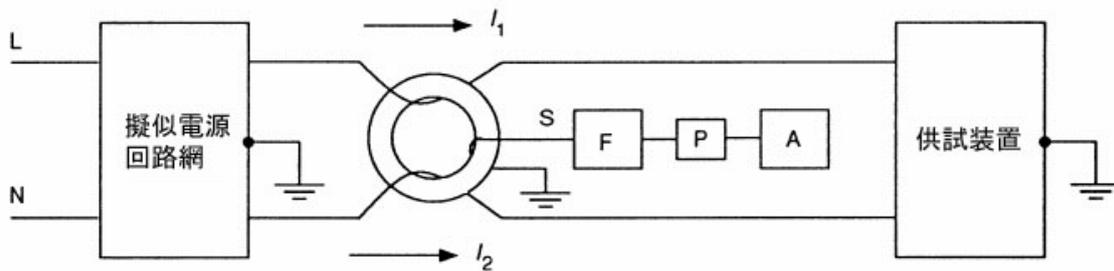


図 B.4b コモン（不平衡）モードノイズとディファレンシャル（平衡）モードノイズとを識別するための試験回路

B.5.2 遮蔽筐体の構造

図 B.5 に示すように追加の遮蔽筐体が必要である。表示した寸法は、中心コアの直径が 51 mm の電流プローブに関するものである。他の大きさの電流プローブについては、それに応じて寸法を換算する。

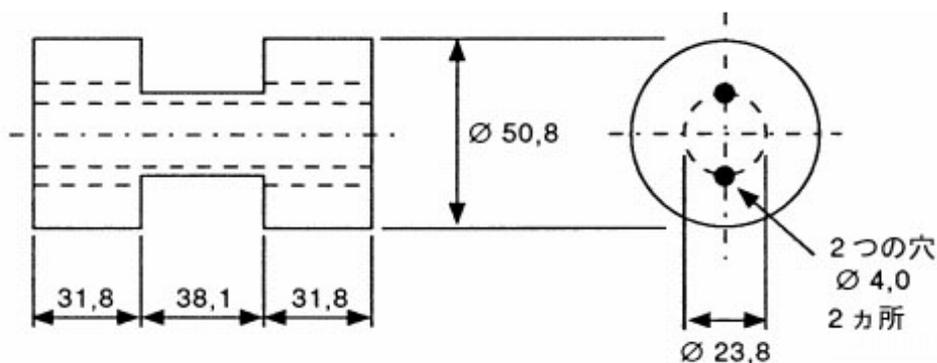


図 B.5 電流プローブに使用される遮蔽構造（導電性の高い遮蔽材料を用いる。例：銅または黄銅）

この構造により、電流プローブ内において非遮蔽導線の位置決めを可能にし、出力が片側接地されているときに外部との結合をさらに低減できる。絶縁された撚り線（ 0.75 mm^2 ）を穴に通し、その各端部を端子に取り付け、電源回路網及び供試装置からの遮蔽導線に接続できるようにしてある。遮蔽体の中央部の直径を絶縁テープで太くし、導線がしっかりとスロットに固定され、この部分が電流プローブを閉じた後もきちんと収まるようにする。

遮蔽筐体は、導線を含む面がプローブの各半コアの空隙の断面に垂直になるように、プローブ内に取り付ける。ここで重要なのは、図 B.5 に示した遮蔽筐体が電流プローブから絶縁されており、筐体の空隙を短絡しないことである。

B.5.3 ハイパスフィルタ

ハイパスフィルタは、必要に応じて電流プローブの出力と測定用受信機の間に入挿する。このフィルタは、受信機の一部となる（図 B.2、B.4b 参照）

B.6 電流プローブの較正

電流プローブの較正は、同軸アダプタの半分を 2 個用いたジグを用いて行う。電流プローブを設置すると、ジグは同軸ケーブルの形となり、その外部導体は電流プローブを包み込み、内部導体はプローブ開口部を貫通するようになる（図 B.8 参照）。

図 B.6 に等価的な較正回路を示す。同軸ケーブルが十分整合している場合、内部導体を通る電流 I_p は線上の電圧 V_1 を測定することで算出できる。ジグの設計に当たっては、適切な同軸構造になるように、金属のプローブ本体、あるいはプローブの遮蔽体を考慮しなければならない。電流プローブの出力電圧を V_2 とすると、伝達アドミッタンスは次式で算出される。

$$k = V_1 - V_2 - 34$$

ここで、

k = 伝達アドミッタンス : dB(S)

V_1 = 同軸線上の無線妨害波電圧 : dB(μ V)

V_2 = プローブの出力電圧 : dB(μ V)

34 は 50 Ω 負荷抵抗に関する係数である。

伝達アドミッタンス k を用いて次式より電流 I_p が算出できる。

$$I_p = V_2 + k$$

ここで、

I_p は dB(μ A) 表示、

V_2 は dB(μ V) 表示、

k は dB(S) 表示である。

図 B.7 に代表的な較正結果を示す。図 B.8a に反射損、および図 B.8b に同軸アダプタのジグを示す。

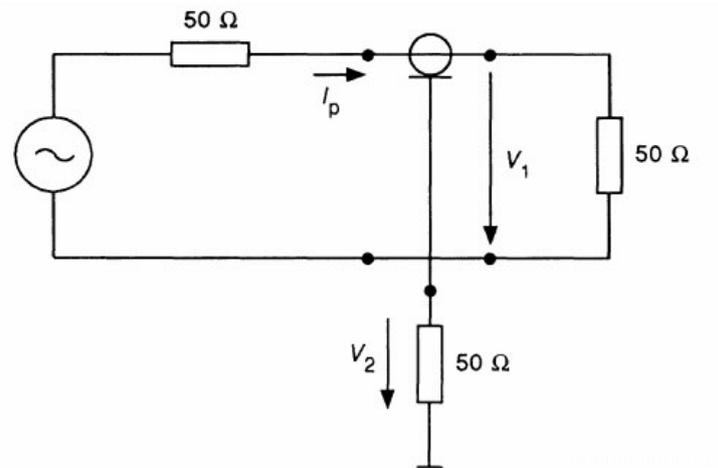


図 B.6 同軸アダプタと電流プローブによる、電流プローブの伝達アドミッタンス k を測定するための回路構成図

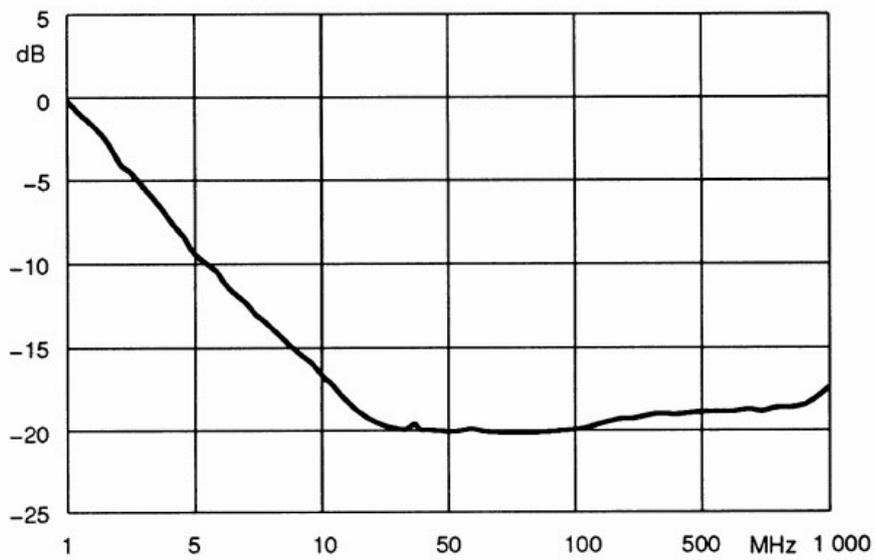


図 B.7 電流プローブの伝達アドミッタンス k の周波数特性

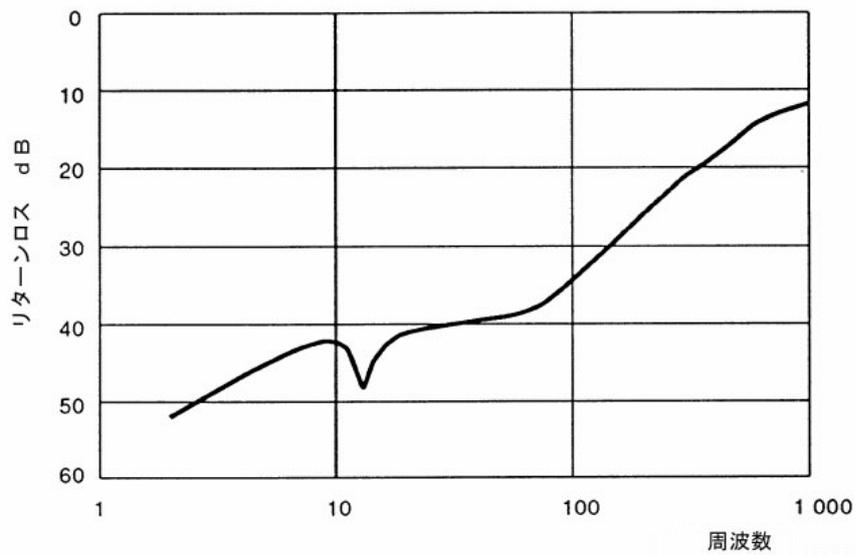


図 B.8a リターンロスの周波数特性

50Ω 終端され内部に電流プローブを有する同軸アダプタ（下図参照）のリターンロス。
電流プローブも 50Ω 終端。

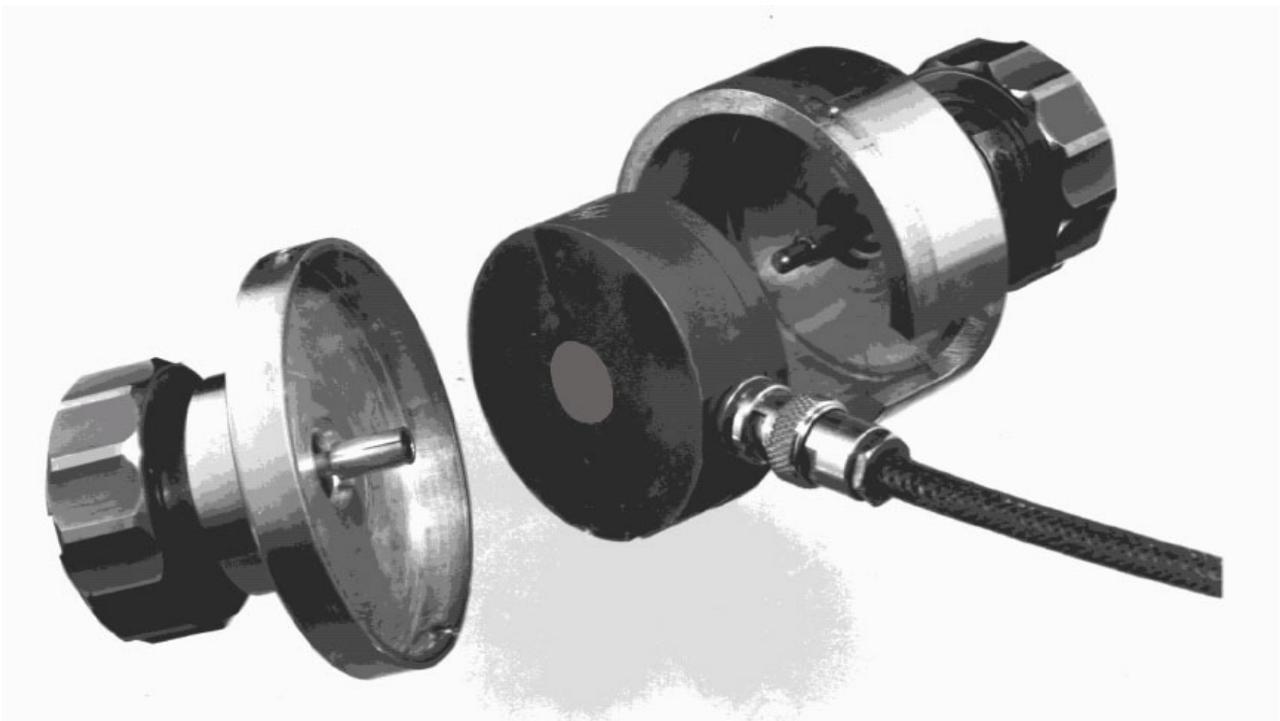


図 B.8b 同軸アダプタの2つの治具の間に挿入する電流プローブ

付 則 C
(情報)

周波数 0.15MHz から 30MHz の範囲で用いる電流注入用結合装置の構造
(6章に関連)

C.1 アンテナの同軸型入力端に用いる A 型結合装置

この回路図と構成は、インダクタンスの値が $280\mu\text{H}$ となることを除けば、図 C.1 に示した A 型装置と同様である。

280 μH のインダクタの構成：

コア：材料 4C6 もしくは同等の 2 つのフェライトリングをあわせて用い、その外径は 36 mm、内径は 23 mm、厚さは 30 mm とする。

巻線：UT-34 等の全体が遮蔽された細い同軸ケーブル 28 回巻とし、巻線の直径は 0.9 mm、プラスチック絶縁チューブの外径は 1.5 mm とする。

C.2 電源線に用いる M 型結合装置

この回路図と構成は、2 個のインダクタが各 $560\mu\text{H}$ 、C1 が $0.1\mu\text{F}$ 、C2 が $0.47\mu\text{F}$ であることを除けば、図 C.2 に示した M 型装置と同様である。

560 μH インダクタの構成：

コア：材料 4C6 もしくは同等の 2 つのフェライトリングをあわせて用い、その外径は 36 mm、内径は 23 mm、厚さは 30 mm とする。

巻線：絶縁した銅線 40 回巻きで、外径は 1.5 mm とする。

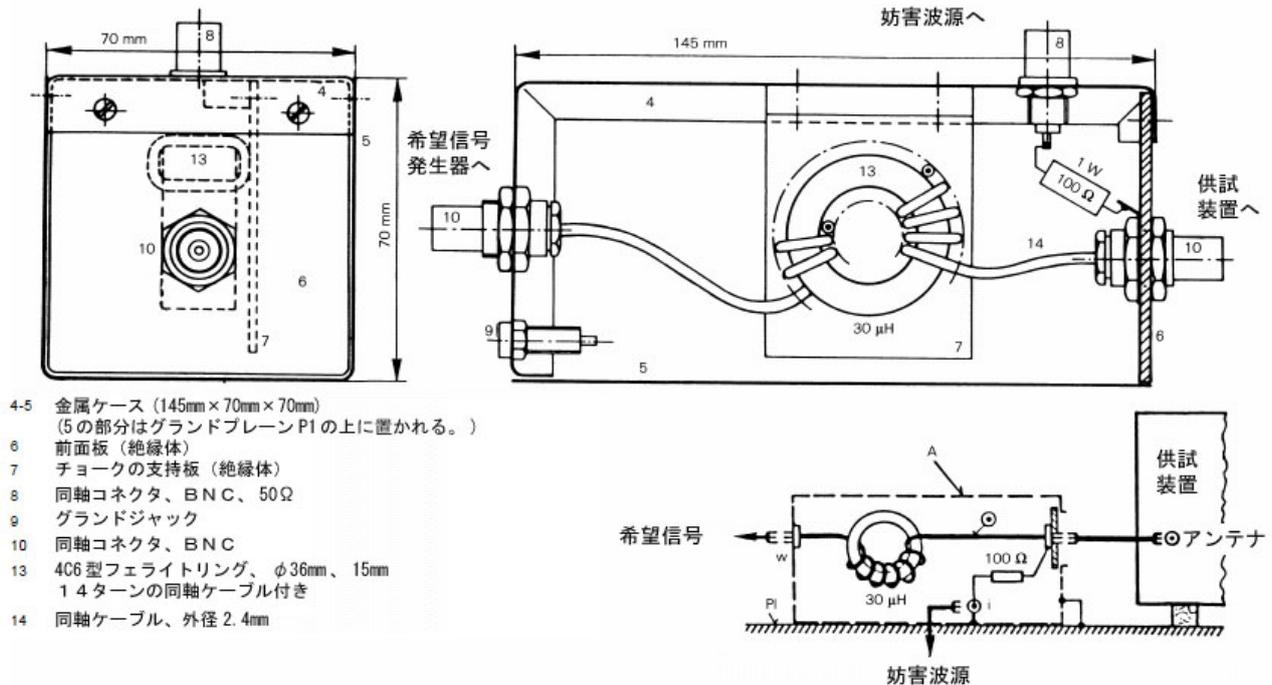
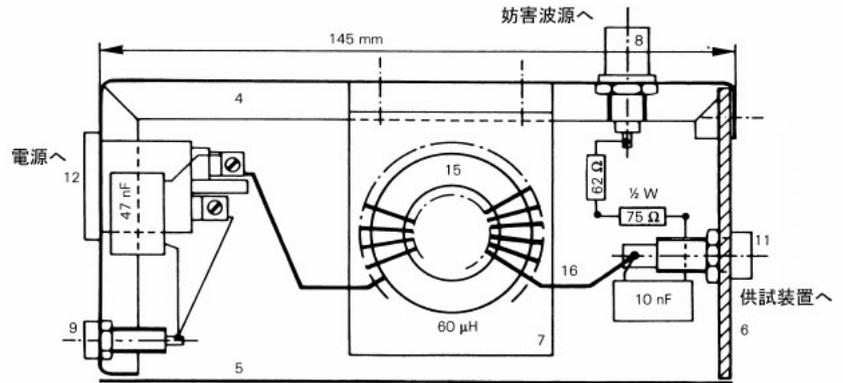
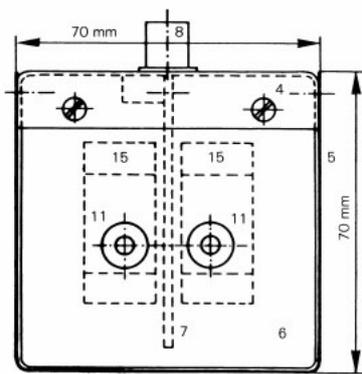


図 C.1 同軸入力用 A 型結合回路の例

概要図と構造の詳細 (付則 C の C.1 項および付則 D の D.2 項参照)



- 4-9 A型装置参照
- 11 供試装置用電源ソケット
(絶縁バナナジャック)
- 12 電源プラグ (2P+グランド)
- 15 4C6型フェライトリング2個 φ36mm×23mm×15mm
それぞれ20回巻き
- 16 外径0.8mmの絶縁銅線

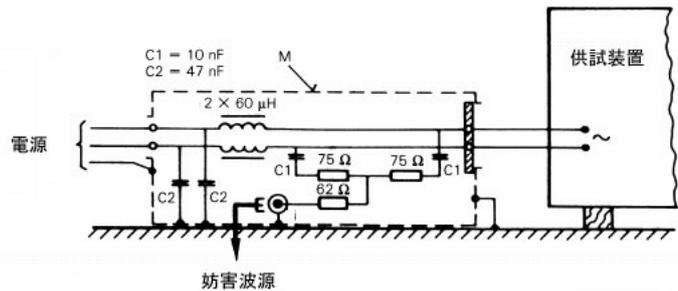


図 C.2 M型結合回路の例

概要図と構造の詳細 (付則 C の C.2 項および付則 D の D.2 項参照)

C.3 スピーカ用導線に用いる L 型結合装置

この回路図と構成は、2 個の分離したインダクタが各 $560 \mu\text{H}$ 、 C_1 が 47nF 、 C_2 が $0.22 \mu\text{F}$ であることを除けば、図 C.3 に示した L 型装置と同様である。

560 μH チョークコイルの構成：

コア：材料 4C6 もしくは同等の 1 つのフェライトリングで、その外径は 36 mm、内径は 23 mm、厚さは 15 mm。

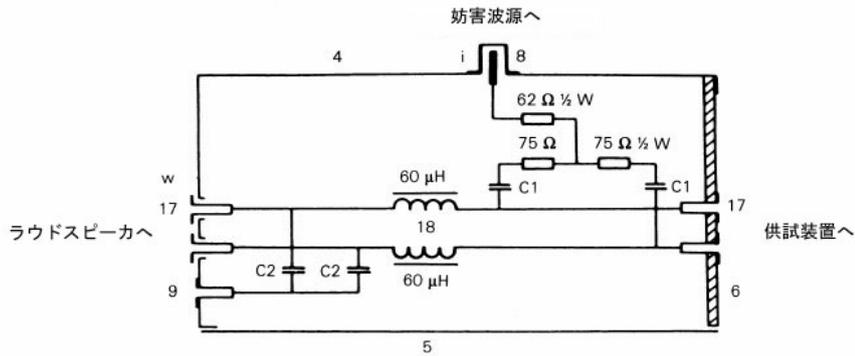
巻線：ワニス絶縁した銅線 56 回巻きで、直径は 0.4 mm。

注：4C6 型磁性フェライトの特性

比透磁率 $\mu_i = 120$

損失係数 2MHzにおいて $\text{tg } \delta / \mu_i < 40$ 、10MHzにおいて $\text{tg } \delta / \mu_i < 100$

抵抗率 $\rho = 10\text{k}\Omega\text{m}$



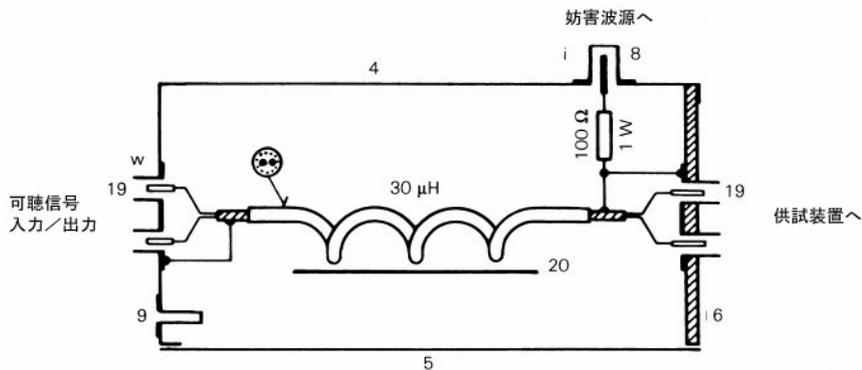
- 4-5-6-8-9 : A型装置参照
 17 絶縁バナナジャック
 18 それぞれ $60 \mu\text{H}$ の2個のインダクタンス
 コア : 4C6型フェライトリング $\phi 35\text{mm} \times \phi 23\text{mm} \times 15\text{mm}$
 巻き数 : 20ターン、外径1.2mmの絶縁導線
 インダクタンスの据え付け : M型装置参照
 C1 10 nF
 C2 47 nF

図 C.3 ラウドスピーカ用 L 型結合回路の例
 概要図と構造の詳細（付則 D の D.2 項参照）

C.4 オーディオ周波数信号用 Sw 型結合装置

この回路図と構成は、C.1で述べたインダクタンスが $280 \mu\text{H}$ であることを除けば、図 C.4 に示した Sw 型装置と同様である。遮蔽ケーブルはオーディオ周波数用で、直径は 2.1 mm 以下であること。

注 : C.1で述べた A 型の結合装置も、被測定機器の2つのステレオ信号ケーブルを一緒に接続する場合は使用できる。

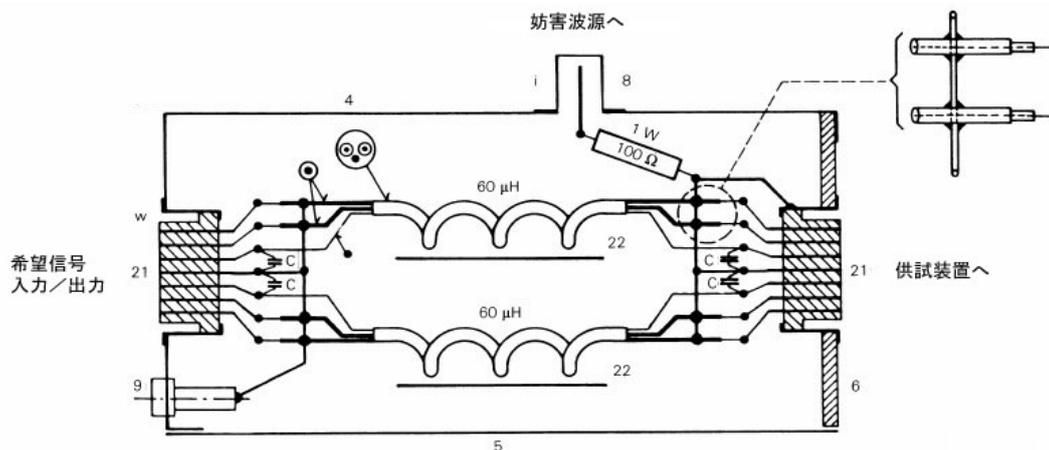


- 4-5-6-8-9 : A型装置参照
 19 CinchあるいはD I N ソケット
 20 インダクタンス、 $30 \mu\text{H}$
 コア : $\phi 36\text{mm} \times \phi 23\text{mm} \times 15\text{mm}$
 巻き数 : 遮蔽ツイストペアによる14ターン、ケーブル絶縁体の外径2.8mm
 インダクタンスの据え付け : A型装置参照

図 C.4 オーディオ信号用 Sw 型結合回路の例
 概要図と構造の詳細（付則 D の D.2 項参照）

C.5 オーディオ、ビデオ、制御信号用 Sw 型結合装置

この回路図と構成は、C.2 で述べた $560\mu\text{H}$ インダクタが 2 個であることを除けば、図 C.5 に示した Sw 型装置と同様である。3 導線用ケーブルは外径が 1.5mm 以下とする。これは、UT-20 (直径 0.6mm) の極細同軸ケーブル 2 本と、ワニス絶縁した直径 0.3mm の銅線を用いて構成する。



4-5-6-8-9 : A型装置参照

21 多ピンコネクタ (例えば 7ピンDINソケット)

22 それぞれ $60\mu\text{H}$ の 2 個のインダクタンス

コア : 406型フェライトリング $\phi 36\text{mm} \times \phi 23\text{mm} \times 15\text{mm}$

巻き数 : 3本の導線による 20ターン

ケーブル : 2本のマイクロ同軸ケーブル、UT-34、外径 0.9mm

+ 1本の導線、($\phi 0.4\text{mm}$ 、ワニス絶縁)

外部絶縁体 : 外径 2.4mm の管

インダクタンスの据え付け : M型装置参照

C = 1 nF (信号源で許容できれば、それ以上)

図 C.5 オーディオ、ビデオ、制御信号用 Sw 型結合回路の例
概要図と構造の詳細 (付則 D の D.2 項参照)

付 則 D
(情報)

伝導電流イミュニティ測定用結合装置の動作原理と例
(6章に関連)

D.1 動作原理

図 D.1 に動作原理を示す。インダクタンス L は、注入する妨害波電流に対して高いインピーダンスとなる。フィルタ $L/C2$ は、試験装置（信号発生器あるいは補助装置を備えたもの）を分離する。交流／直流の条件が許せば、 $C1$ と $C2$ を短絡回路に置き換えることができる。内部抵抗 50Ω の発生器からの妨害波信号は、 100Ω の抵抗 $R1$ と、必要ならばブロッキング容量 $C1$ を通して導線もしくは同軸ケーブルの遮蔽に注入される。

D.2 装置の型式と構成

下記の型式の結合装置を用いる。

- A 型： 無線周波数帯の希望信号を伝達する同軸線路に無線周波同軸装置を用いる。構造の詳細を図 C.1 に示す。 100Ω の抵抗（妨害波信号源の抵抗 50Ω を 150Ω を信号源インピーダンスとするため）を、装置内の同軸出力コネクタの遮蔽に接続する。
- M 型： これらは電源線に用いる。詳細構造を図 C.2 に示す。妨害波電流の注入は、両方の電線に等価抵抗 100Ω を通して不平衡に行われる。この装置は Δ 型擬似電源回路網と類似で、被測定機器用端子からみると、 150Ω の平衡および不平衡等価抵抗を呈する。
- L 型： これらはスピーカ用導線に用いる。詳細構造を図 C.3 に示す。妨害波源のインピーダンスは M 型装置と同様である。
- Sr および Sw 型： これらはオーディオ用、ビデオ用、その他の補助用導線に用いる。それらは下記に示すように、様々なピン数とコネクタ形式に適用できるようマルチピン装置となっている。
- Sw 型： この装置は、オーディオ、ビデオ、制御その他の信号に対してスルーパスとなっているが、妨害波信号に対しては供試装置へ導くことを確実にするためにフィルタとなっている。図 C.4 に示した詳細構造は、遮蔽ペア線を環状に巻いて、オーディオ信号用の簡単なフィルタになっている。多芯ケーブルの場合には、構造上の理由から、図 C.5 に示すように、環状に巻く前にケーブル導線を分離する必要がある。どちらの場合でも、妨害波電流は 100Ω の抵抗を通して、出力コネクタの遮蔽と接地ピンに、遮蔽された導線の遮蔽層に、さらに他の遮蔽されていない導線には、コンデンサーを通して注入する。
- Sr 型： 信号のスルーパスが必要ない場合に、これらを用いる。ケーブルの全てのリード線は整合負荷で終端する。詳細構造を図 D.2 に示す。妨害波電流は、 100Ω の抵抗を通して、遮蔽（接地）とコネクタの接地ピンに注入する。なお、その点に、全ての負荷抵抗（ R_1 から R_n まで）も接続する。図 C.4 と図 C.5 に示した型式の結合装置は、正しい負荷抵抗で終端されていれば、この目的のために使用することができる。

妨害波の信号源インピーダンスが 50Ω でない場合は、直列抵抗の値を必要とする 150Ω のインピーダンスとなるよう調節する。

図 C.1 から D.2 までに示した無線周波チョークコイルのインダクタンスは、 $30\mu\text{H}$ あるいは 2 個の $60\mu\text{H}$ を並列にして、 1.5MHz から 150MHz までの周波数範囲を満足したものとする。 0.15MHz から 30MHz までの周波数範囲では、インダクタンスの値は、 $280\mu\text{H}$ か 2 個の $560\mu\text{H}$ の並列とする。付則 C にそれらの構造を述べた。

素子のレイアウトの際、装置の出力端子の寄生容量を可能な限り小さくするよう注意しなくてはならない。装置の金属ケースは、塗装なしで、断面積の大きい銅の編組線で接地面に注意深く接続しなければならない。

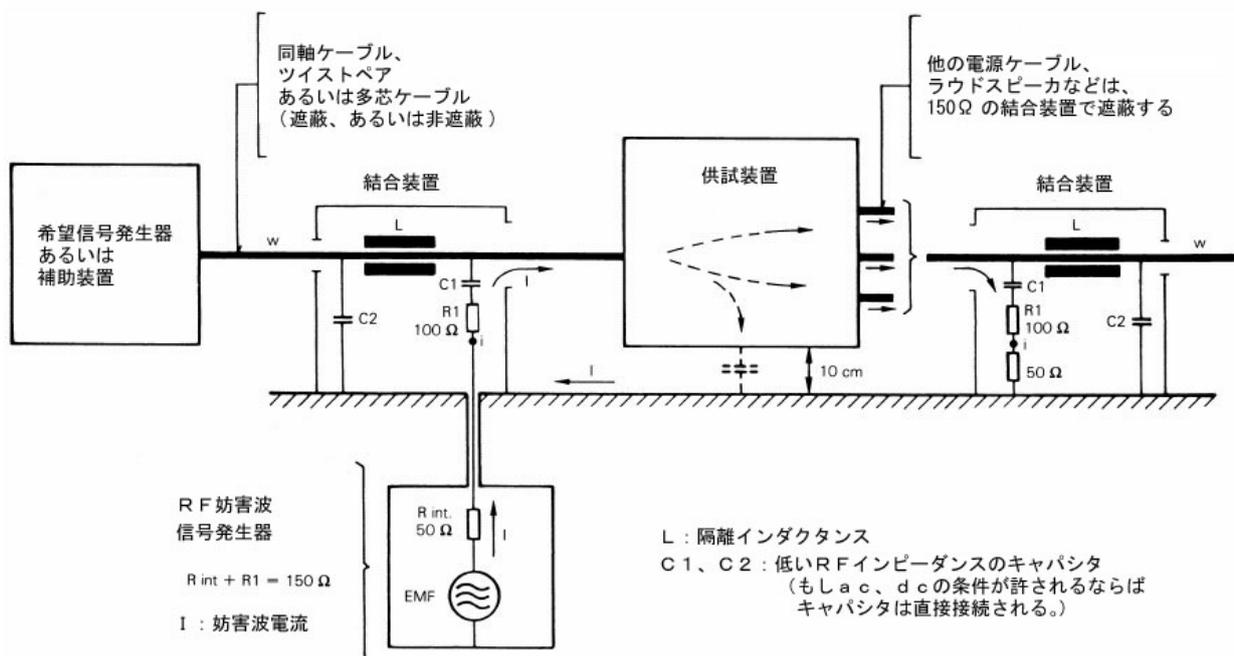
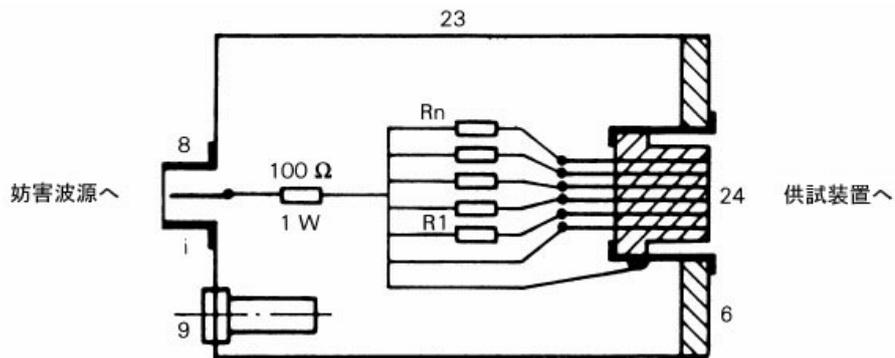


図 D.1 電流印加法の一般原理



- 6-8-9 : A型装置参照
 23 金属ケース 100mm×55mm×55mm
 24 多ピンコネクタあるいはD I Nソケット
 R 1からR n 整合負荷抵抗
 例 : オーディオ装置用結合装置 S r
 レコードプレーヤ マグネティック : 2×2.2kΩ
 クリスタル : 2×470kΩ
 マイクロフォン : 2×600Ω
 チューナ : 2×47kΩ
 テープレコーダ : 4×47kΩ
 オーディオ入力/出力 : 4×47kΩ

図 D.2 負荷抵抗のある Sr 型結合装置 概要図と簡易構造図 (付則 D の D.2 参照)

付則 E
(規定)

不平衡擬似回路網 (AAN) の例と各パラメータの測定

E.1 AAN の例の解説 : T 型回路網

図 E.1 に AAN (不平衡擬似回路網) の一例を示す。この T 型回路網は、EUT の信号ポートのペア導体と接続する a_1, b_1 端子と、グランドプレーン、さらに適用可能であれば、安全のためのアースか他の EUT の接地導体と接続する RG 端子を持っている。

EUT を正確に動作させるために必要な平衡信号は a_2 と b_2 に接続する。2 重チヨーク L_1 は妨害波の不平衡成分を分離して測定するために用いる。2 つの巻線は、平衡電流を高いインピーダンスで阻止するためのものであるが、このインピーダンスは RE を通過する不平衡電流に対しては無視できるものであること。

不平衡妨害波電圧回路の終端インピーダンス 150Ω は、不平衡電流に対して並列に入る 2 つの抵抗 R_T (200Ω) と、直列に入る抵抗 R_M (50Ω) で決定される。抵抗 R_M は通常、測定用受信機の入カインピーダンスである。この場合、メータの読みは、実際の EUT 端子での不平衡値より 9.5dB 低くなる。容量 C_T は直流電流を阻止するので、電源の直流電圧が抵抗器を破損したり、飽和によって L_1 の特性が影響されることはない。

通常、AAN は EUT とその関連装置との間に挿入する。

E.2 不平衡擬似回路網 (AAN) の各パラメータの測定

7.1 節の必要条件を全て満たすために、パラメータの測定手順は、下記の方法を使用する。

a) 終端インピーダンス

端子 a_1 と b_1 を接続した端子と RG 端子の間のインピーダンスは、終端回路を取り外した状態で、端子 a_2 と b_2 を接地端子 RG に対して交互に開放あるいは短絡して確認する (図 E.2 参照) こと。

b) 縦電圧変換損 (不平衡減衰量) (LCL)

この Y 型回路網の縦電圧変換損は図 E.3c に従って測定すること。ネットワークアナライザ (NWA) の出力信号を、AAN に要求される LCL よりも少なくとも 10dB 以上高い LCL 値を有する LCL プローブに加える。LCL プローブの性能確認は図 E.3a で、較正は図 E.3b を参照。

c) 減結合減衰量

減結合減衰量は、図 E.4 に従って測定すること。

d) 平衡回路の挿入損失

平衡回路の挿入損失は、図 E.5 に従って測定すること。

Y 型回路網の挿入損失には 2 つの LCL プローブを balan として使用することができる。2 つの同一の balan を直接接続することによりそれらの挿入損失が求められる。balan については、2 つの balan の結合損失が 0.15MHz から 30MHz の周波数帯域において 1dB 以下となるように設計することが可能である。

e) 不平衡回路の電圧変換係数 (Y型回路網の較正)

不平衡回路の電圧変換係数は図 E.6 に従って測定すること。

f) 平衡負荷インピーダンスと伝送帯域

このパラメータは信号伝送システムによって定められる。Y型回路網は伝送帯域に関するインピーダンスで最適化される。伝送帯域は、図 E.5 に示す試験回路において (適切な) 平衡負荷インピーダンスを接続した状態で測定される。

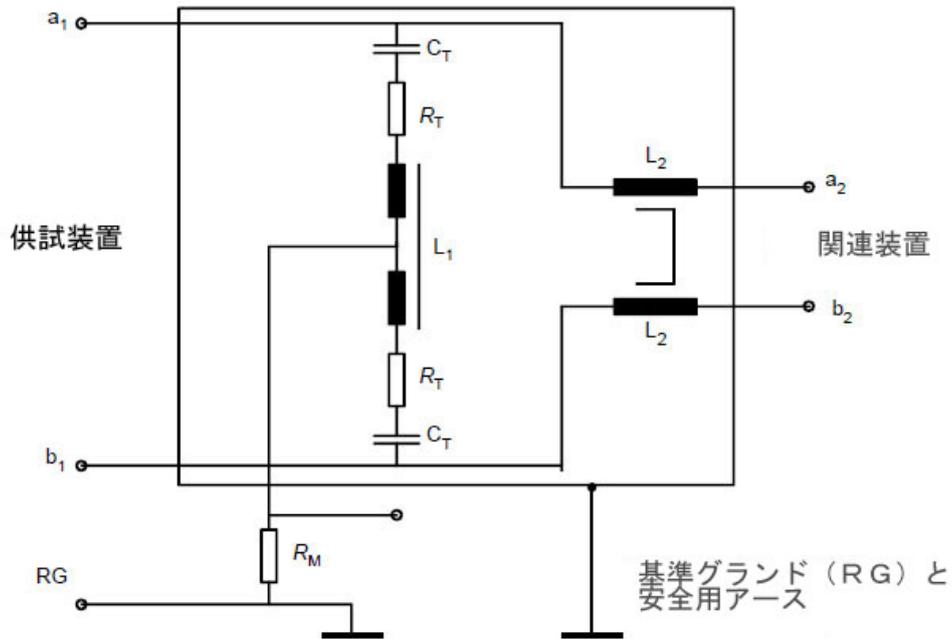
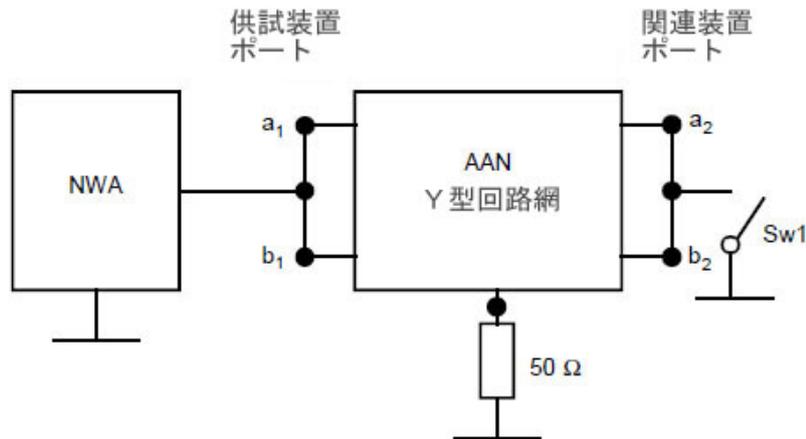
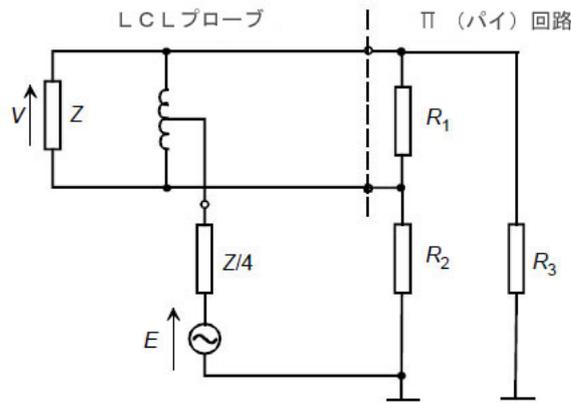


図 E.1 一対線の T 型回路網の例



注 もし AAN が一対線以上の多線用の場合、EUT ポートの全ての線と AE ポートの全ての線は、それぞれ一緒に接続する。

図 E.2 終端インピーダンス測定系の構成



注 抵抗 R_1 、 R_2 及び R_3 ($R_2=R_3$) で構成され、AAN の公称平衡インピーダンス $Z(=R_1 \cdot (R_2+R_3)/(R_1+R_2+R_3))$ と不平衡インピーダンス $150\Omega (=R_2 \cdot R_3/(R_2+R_3))$ を与える Π (パイ) 回路の LCL が最小値のとき、このプローブは、理想的には測定しようとする最も高い LCL よりも 20 dB 以上の余裕度を持つ必要がある。 $Z=100\Omega$ とすると $R_1=120\Omega$ 、 $R_2=R_3=300\Omega$ である。この LCL プローブは不平衡ソースインピーダンスを $Z/4$ として動作させる必要がある。 $Z=100\Omega$ の場合、 $Z/4=25\Omega$ である。

最適な測定再現性を得るため、LCL プローブを平衡終端する Π 回路の両極性についてプローブの LCL が最大となるようにする必要がある。

定義：縦電圧変換損 (LCL) = $20\log|E/V|$ (dB) (ITU-T 勧告 G.117 による)

LCL プローブは、通常のネットワークアナライザを用いて LCL の測定が可能であるように構成する必要がある。LCL プローブの例は文献[1] に示されている。

図 E.3a LCL プローブの特性確認方法

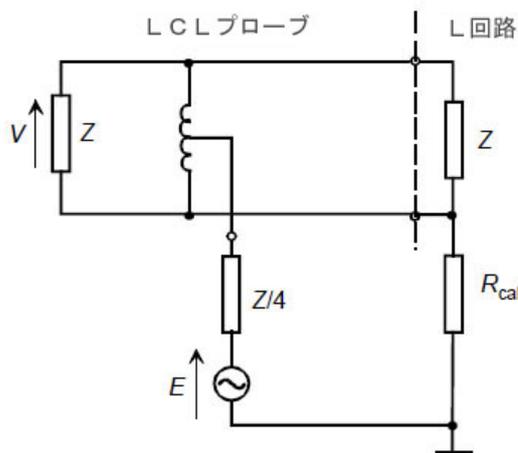
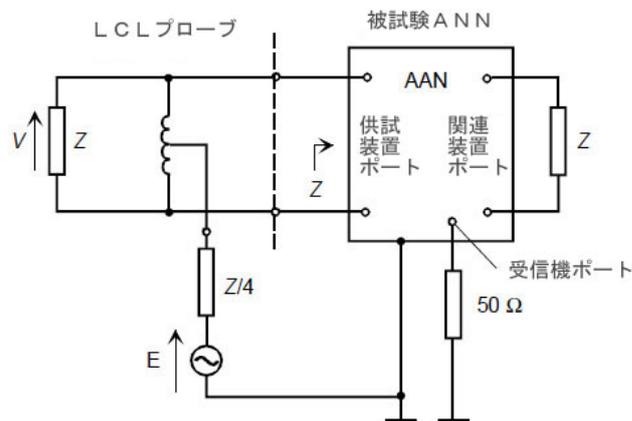


図 E.3b LCL プローブの較正回路 (L 回路)



注 1 : LCL の定義は図 E.3a 参照

注 2 : 測定する LCL 値とプローブの LCL 余裕度の差分に応じて、EUT 端子に接続する LCL プローブの極性を変えて測定を実施し、両者の測定結果の平均値でプローブの LCL を決定することにより、測定の正確度が向上するであろう。

注 3 もし AAN が一対線以上のものである場合、各対線の LCL を測定する。この場合、測定対象の対線への影響を考慮し、測定していない対線は平衡インピーダンス Z で終端する。

図 E.3c AAN の LCL 測定回路

図 E.3c に示す LCL 測定の不確かさは、L 回路の精度とプローブの LCL の余裕度に影響される。L 回路を LCL プローブに接続するとき、その極性を変えることにより、較正する際の測定の不確かさがわかるであろう。

L 回路の例 : $Z=100\Omega$ 、 $R_{sym}=100\Omega$ 、 $R_{cal}=750\Omega$ とすると、LCL は 29.97 dB (約 30 dB) となる。

図 E.3 LCL プローブの特性確認、較正法と LCL プローブを用いた LCL の測定法

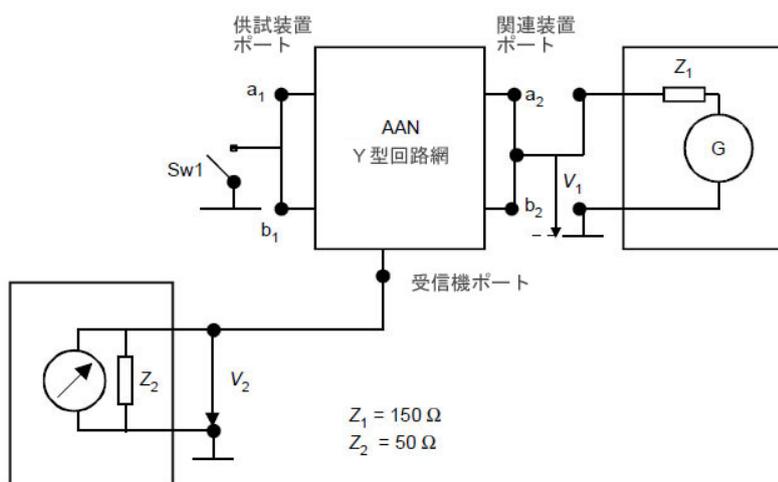
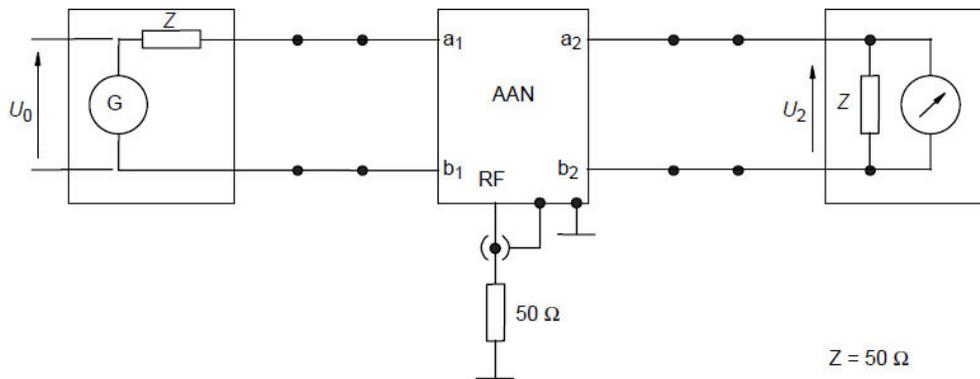


図 E.4 AAN の A E 端子と E U T 端子間の不平衡信号についての

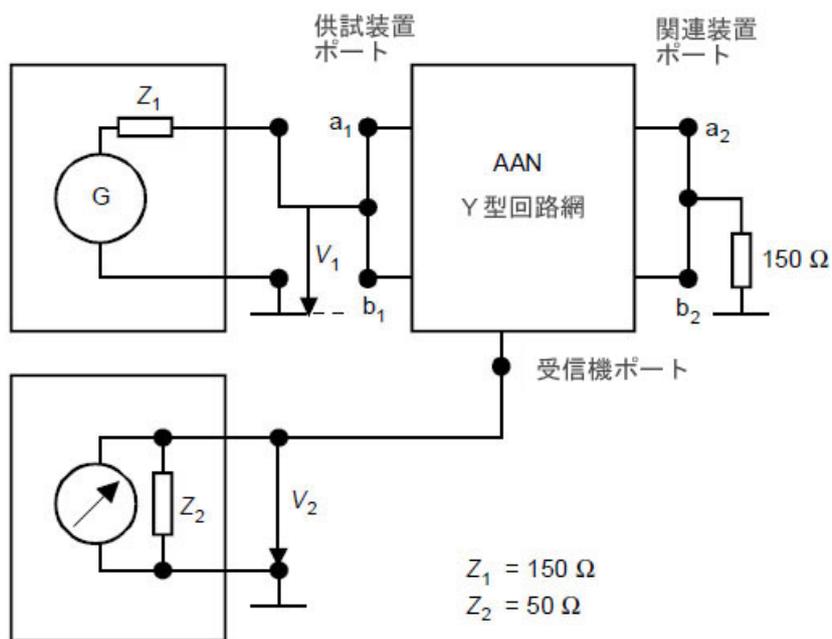
$$\text{減結合減衰量 (分離度)} \quad a_{decoupl} = 20 \log \left| \frac{V_1}{V_2} \right| - a_{vdiv} \text{ の測定回路}$$

Sw1 がオン、オフの両方の場合とも減結合減衰量の規定を満足すること。もし AAN が一対線以上のものである場合、EUT 端子の全ての線および AE 端子の全ての線はそれぞれ一緒に接続する。Avdiv は図 E.6 に従って測定される電圧分割係数である。



注：もし AAN が一対線以上のものである場合、挿入損失は対線ごとに測定する。

図 E.5 AAN の挿入損失（平衡信号）の測定回路



注：もし AAN が一対線以上のものである場合、EUT 端子の全ての線および AE 端子の全ての線はそれぞれ一緒に接続する。

図 E.6 AAN の不平衡回路における電圧分割係数 $a_{vdiv} = 20 \log \left| \frac{V_1}{V_2} \right|$ の測定回路

E. 3 参考文献

[1] MACFARLANE, J. P. "A Probe for the Measurement of Electrical Unbalance of Networks and Devices," IEEE Trans. EMC, Feb. 1999, Vol.41, No.1, p.3-14

付則 F
(規定)

同軸ケーブル及びその他のケーブル用の AN (擬似回路網) の例と各パラメータの測定

F.1 同軸ケーブルおよびその他のケーブル用の AN

図 F.1 に、同軸ケーブル用の AN の例を示す。この中では、フェライトコアにミニチュア同軸ケーブルを巻いたコモンモードチョークが用いられている。ここで、ミニチュア同軸ケーブルはセミリジッドな銅シールド、または二重網組シールドを用いている。

高い遮蔽効果が要求されない場合、コモンモードチョークは、絶縁された中心導体と絶縁された遮蔽導体 (外部導体) を同一の磁気コア (例: フェライトコア) に巻くことにより構成できる。

遮蔽された多線ケーブルの場合は、コモンモードチョークは、絶縁された信号線 (内部導体) と絶縁された遮蔽導体 (外部導体) を同一の磁気コアにバイファイラ巻きにするか、あるいは遮蔽外被のある多線ケーブルを磁気コアに巻くことにより構成できる。

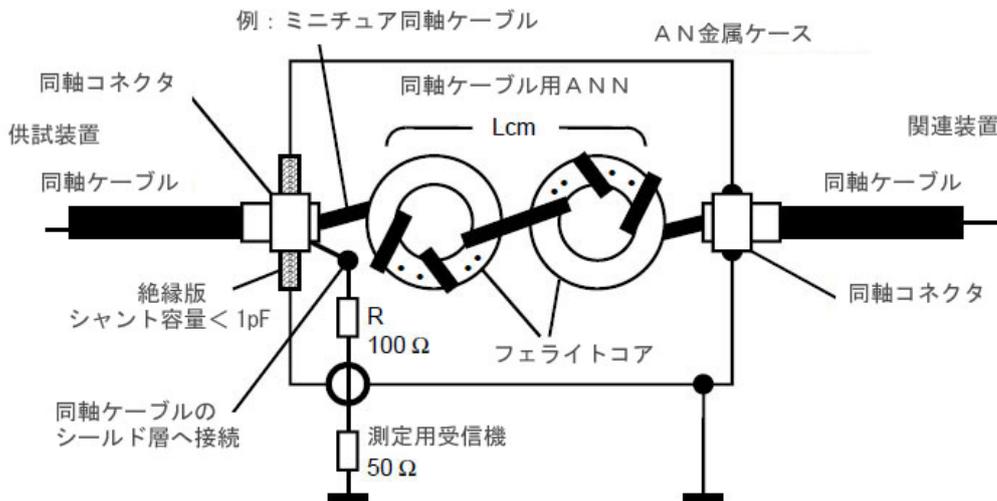
F.2 同軸ケーブルおよびその他のケーブル用の AN の各パラメータの測定

a) 終端インピーダンス

同軸コネクタの外部導体 (このとき EUT のケーブルは接続しない) と基準接地導体間のインピーダンスは、測定用受信機端子を 50Ω 終端して測定すること。

b) 電圧変換係数

AN の電圧変換係数は、図 F.2 に従って測定すること。



コモンモードチョーク $L_{cm} > 1.4\text{mH}$ 、トータル浮遊シャント容量 $C < 1\text{pF}$

図 F.1 同軸ケーブル用 AN の例

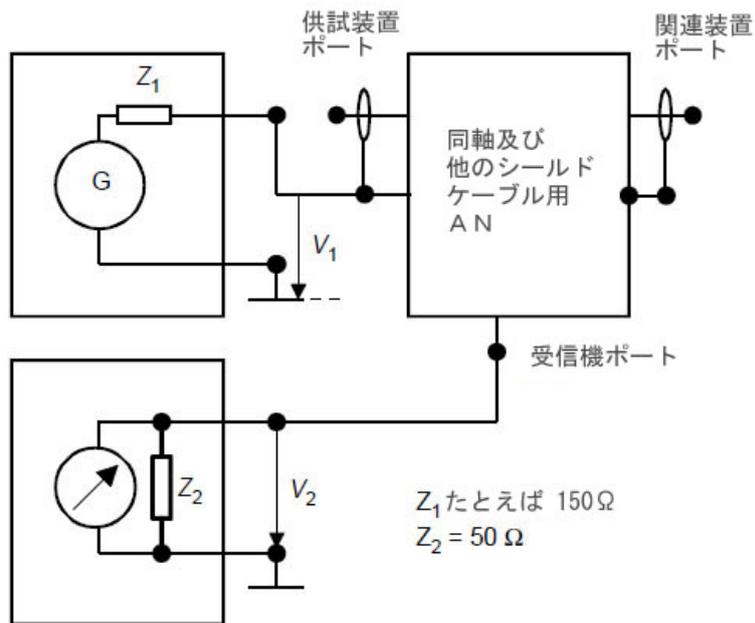


図 F.2 同軸および遮蔽ケーブル用 AN の電圧分割係数の測定法

$$\text{電圧分割係数 } a_{\text{vdiv}} = 20 \lg \left| \frac{V_1}{V_2} \right| \text{ in dB}$$

付 則 G
(情報)

容量性電圧プローブの構造および性能評価法
(5.2.2 項に関連)

G.0 はじめに

本付則は、容量性電圧プローブ(CVP)の較正方法の一例を示す。不確かさが本付則に示す方法と等しければ、別の較正方法を適用することができる。

G.1 容量性電圧プローブの構造的および電気的特徴

図 G.1 に容量性電圧プローブの構成を示す。容量性電圧プローブは2つ以下の同軸電極、接地端子、ケーブル固定材およびインピーダンス変換増幅器から成る。外部電極は、プローブ近傍のケーブルとの静電結合に起因する測定誤差を低減するための、静電遮蔽の役割も果たす。

図 G.2 に容量性電圧プローブの等価回路を示す。ケーブルと接地間に電圧が生じると、静電誘導により内部電極と外部電極間に電圧が発生する。この電圧は高インピーダンス入力増幅器で検出され、インピーダンス変換増幅器により低インピーダンス出力に変換される。プローブ出力は測定用受信機により測定される。

G.2 電圧分割係数の周波数特性の測定

図 G.3 に容量性電圧プローブの周波数特性を測定するための試験配置を示す。プローブは以下の手順によって性能を確認する。

- a) 供試装置(EUT)で用いられるものと同じ型式のケーブルを用意する。
注) 様々なケーブルが用いられる場合、代表的なケーブルの型式について較正を行ない、測定結果のバラツキを把握しておくこと。電圧分割係数(F_a)は式G.3により求めることができるが、それぞれのケーブルについて F_a を測定することを推奨する。
- b) 図 G.3 に示すように、較正用器具を基準大地面上に設置する。
- c) ケーブルの両端を較正用器具の内側の端子(ポート1, ポート2)に接続する(図 G.3 参照)。
- d) 較正用器具内にプローブを設置し、ケーブルがその中心軸を通るように配置する。
注) 較正用器具の端面が容量性電圧プローブの端面に近づきすぎると、浮遊容量が増加し、より高い周波数において較正に悪影響を及ぼす。較正用器具の端面がプローブ端面から離れすぎると、より高い周波数において較正用器具内に定在波が発生する。
- e) プローブの接地端子を較正用器具内側の接地端子に接続する。較正用器具外側の接地端子は基準大地面に接続する。接地端子接続用導線は、低インダクタンスでなければならず、かつ、できる限り短くし、プローブの開口部から離さなければならない。
- f) 出力インピーダンスが50Ωの信号発生器を、10dBの減衰器を介してポート1の外側の端子に接続する。
- g) 入力インピーダンスが50Ωの測定用受信機を、ポート2の外側の端子に接続し、プローブの出力端子を50Ωで終端する。規定の周波数範囲においてレベルVを測定する。
- h) 測定用受信機をプローブの出力端子に接続し、ポート2の外側の端子を50Ωで終端す

る。規定の周波数範囲においてレベル U を測定する。

i) 測定値から電圧分割係数 ($F_a[\text{dB}] = 20\log_{10}|V/U|$) を求める。

G.3 外部電界による影響の測定方法

G.3.1 外部電界の影響

外部電界の影響はプローブに近接したケーブルとの静電結合によって現れる。図G.4は静電結合モデルとその等価回路を示している。図G.4(a)に示すように、ケーブル#2上のコモンモード電圧 V_x 及びケーブル#1上のコモンモード電圧 V は、容量 C_x 及び C を介して高インピーダンス電圧プローブの入力端子に現れる。静電遮蔽は C_x による静電結合を低減するために用いられる。しかしながら、図G.4(b)に示すように、静電遮蔽の不完全性に起因して、外部電極とプローブ外部のケーブルとの間の静電結合(C_x')による外部電界の影響は依然として残っている。G.3.2項に外部電極とプローブ外部のケーブルとの間の静電結合による影響の評価方法が示されている。更に、 $|Z_s| \ll |1/(j\omega C_c)|$ でない限り、電圧 V は電圧 V_x によって影響を受けることに注意すべきである。

G.3.2 外部電界の影響の測定方法

静電遮蔽の限界に伴う外部電界による影響は、図G.5に示した試験配置で測定する。測定手順は以下の通りである。

- G.2節に従って電圧分割係数 ($F_a[\text{dB}] = 20\log_{10}|V/U|$) を測定する。
- 容量性電圧プローブをケーブル(の中心)から距離 s (1 cm) の場所に設置する(図G.5参照)。
- プローブの接地端子を較正用器具内側の接地端子に接続する。較正用器具外側の接地端子は基準大地面に接続する。
- 出力インピーダンスが $50\ \Omega$ の信号発生器を、10 dB の減衰器を介してポート1の外側の端子に接続する。
- 入力インピーダンスが $50\ \Omega$ の測定用受信機を、ポート2の外側の端子に接続し、プローブの出力端子を $50\ \Omega$ 終端する。規定の周波数範囲においてレベル V_s を測定する。
- 測定用受信機をプローブの出力端子に接続し、ポート2の外側の端子を $50\ \Omega$ 終端する。規定の周波数範囲においてレベル U_s を測定する。
- 外部電界の影響の低減効果は、 $F_s = F_a / (V_s / U_s)$ で定義される。

G.4 パルス応答

容量性電圧プローブは妨害波測定器を含む測定系の一部として構成される。容量性電圧プローブは4節で記述されている測定用受信機の動作に影響を及ぼさない。プローブは能動回路を有しているので、パルス応答を測定しなければならない。パルス応答はバンドBについて、本規格第1編の付則B及びCに規定されているパルス発生器を用いて測定する。

注) パルス発生器を用いてパルス応答を測定することは困難である。パルス応答性能は、パルスの尖頭値と等しい振幅の正弦波信号を用いて、応答の直線性を測定することで試験できる。プローブが検波器および帯域通過フィルタを有していないので、この方法でよいと考えられる。信号発生器と試験用器具との間に同軸ケーブルを使用することに起因する反射を最小限とするために、減衰器を用いてもよい。周波数特性を平滑にする必要がない場合は、減衰器は不要である。

本規格第1編の表B.1に示されているように、パルス発生器のインパルス面積は周波数0.15 MHz～30 MHzにおいて0.316(mVs)である。パルス発生器の信号の周波数スペクトラムは、実質的に30 MHzまで一定である。パルス幅 τ は、おおよそ以下の式で与えられる。

$$\tau = 1/(\pi f_m) \quad (G.1)$$

ここで、 f_m は30 MHzである。これより τ が0.0106 μ sとなる。

パルスの振幅Aは以下の式で与えられる。

$$A = 0.316/\tau = 29.8 \text{ V} \quad (G.2)$$

このことから、容量性電圧プローブは30 Vまで直線性を保証する必要がある。

直線性は、信号発生器の出力の振幅を30 Vまで変化させて、電圧分割係数 F_a を測定することで試験できる。

G.5 電圧分割係数の依存性

容量性電圧プローブの電圧分割係数は、被測定ケーブルの半径および内部電極内の位置に依存する。電圧分割係数は妨害波の測定に必要不可欠であるが、全ての型式のケーブルについて係数を計算することは困難であると考えられる。ここでは、電圧分割係数に対する、ケーブルの構造及び配置の影響について検討を行なう。

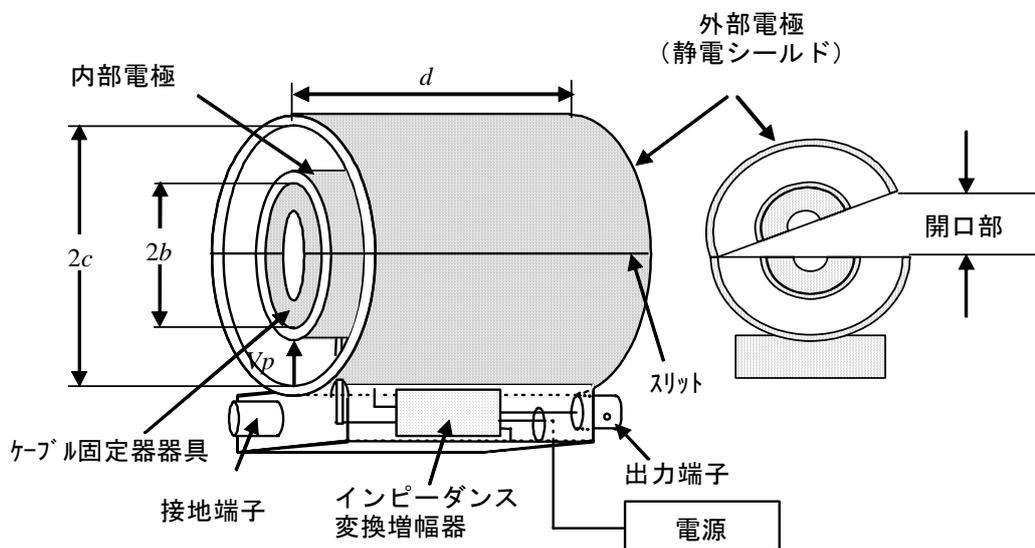
電圧分割係数の依存性については、測定および理論解析によって検討を行っている。図G.6は、電極内のケーブル位置による電圧分割係数の変化を示したものである。図G.6において、 a はケーブルの半径、 b は内部電極の内径、 c は外部電極（静電遮蔽）の内径、 g は内部電極の中心とケーブルの中心との距離である。実験ではケーブルを銅の棒に置き換えている。図の横軸は離心率($g/(b-a)$)である。実線は内部電極とケーブル間の容量の変化から求めた計算値、●印は測定値である。結果からわかるように、測定結果は計算結果によく一致している。離心率が0.8以下の場合、容量性電圧プローブの感度はケーブルの内部電極に対する位置によって変化しない。しかし、測定誤差を最小限とするために、被測定ケーブルはプローブの中心軸に合わせる必要がある。

図G.7に電圧分割係数のケーブル半径に対する依存性を示す。縦軸は電圧分割係数 F_a の偏差を示す。実線は以下の式から求めた計算結果である。

$$F_a = \frac{\left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi\epsilon}{\log_e \frac{a}{b}} d \right\}}{\left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi\epsilon}{\log_e \frac{b}{a_{ref}}} d \right\}} \quad (G.3)$$

ここで ϵ は誘電率、 a_{ref} は基準となるケーブル半径、他の定数は図G.1 に示すとおりである。 C_p はインピーダンス変換増幅器の静電容量で、測定により求める。

図 G.7 に様々なケーブルの測定結果を表示した。各ケーブルの等価半径は、ケーブルに含まれる導線の表面積の合計と等しい表面積を持つ銅の棒の半径としている。ケーブルに含まれる導線の数は、1 から 12 の間で変化させている。図からわかるように測定結果は、ケーブルを銅の棒に置き換えた計算結果と良く一致している。また、実際のケーブルによる測定結果と計算結果の差は 2 dB 以内である。このことから、電圧分割係数は導線表面積の合計から求めたケーブルの等価半径を用いて、式(G.3)で計算することができる。



注：

- 1) ケーブル固定材は被測定ケーブルをプローブ中心に通すために使用する。
これは被測定ケーブルと内部電極間の容量を増加させる誘電体として作用する。
- 2) 電源供給線とプローブ回路が結合しないように外部電界に対する遮蔽が必要である。

図 G.1 容量性電圧プローブの構成

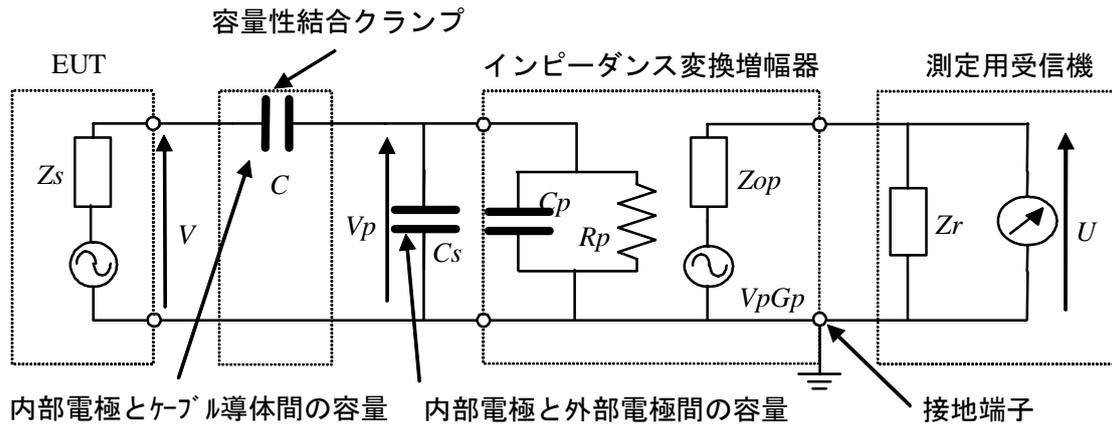


図 G.1 に示した構成における典型的な値

b : 25 mm	C_p : 5 pF
c : 55 mm	R_p : 1 M Ω
d : 100 mm	$ Z_s \ll 1/(j\omega C) $
C : 8 pF	$R_p \gg 1/(j\omega(C_s + C_p)) $
(ケーブルの直径 26 mm)	$Z_{op} = Z_r = 50 \Omega$
C_s : 7 pF	

これら典型的な値は要求値あるいは規定値ではない。5.1.2 項の“特性”を満足するあらゆる値の組み合わせが適用できる。

図 G.2 容量性電圧プローブの等価回路

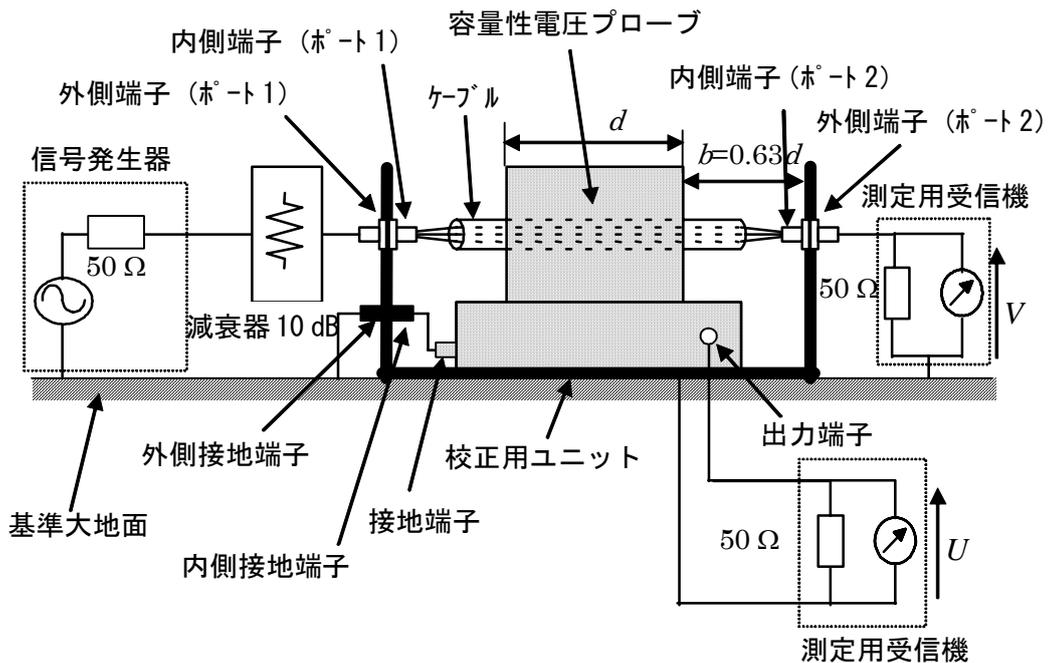
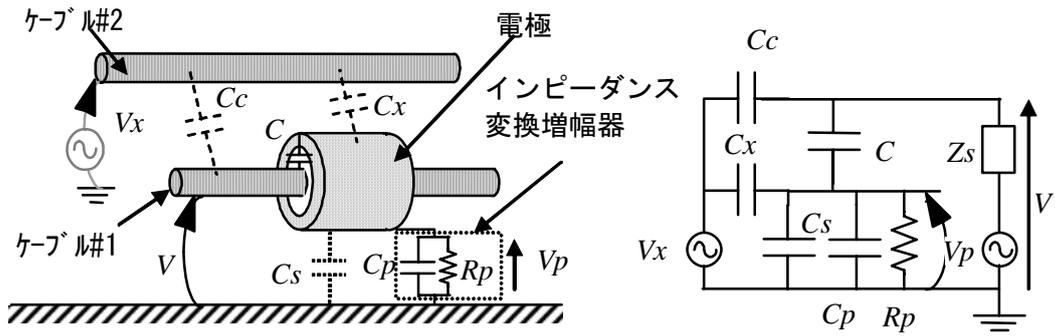
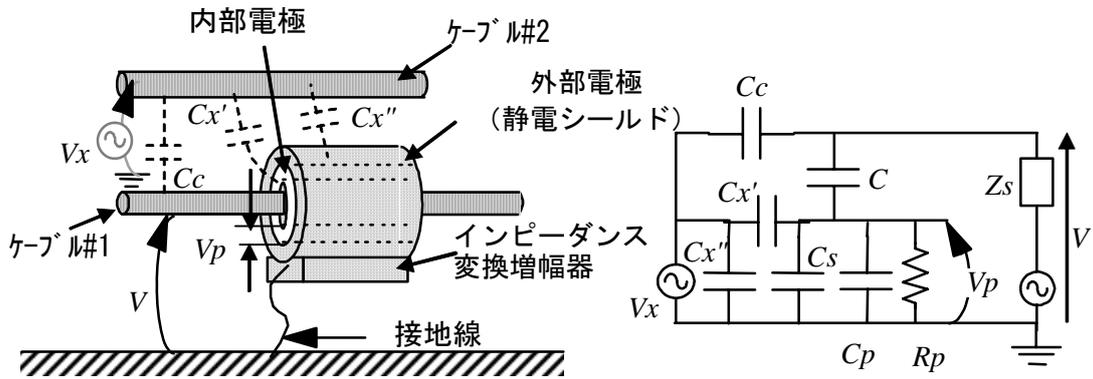


図 G.3 周波数応答校正の試験系



(a) 静電シールドの無い容量性電圧プローブ



(b) 静電シールド付き容量性電圧プローブ

図 G.4 静電結合モデルとその等価回路

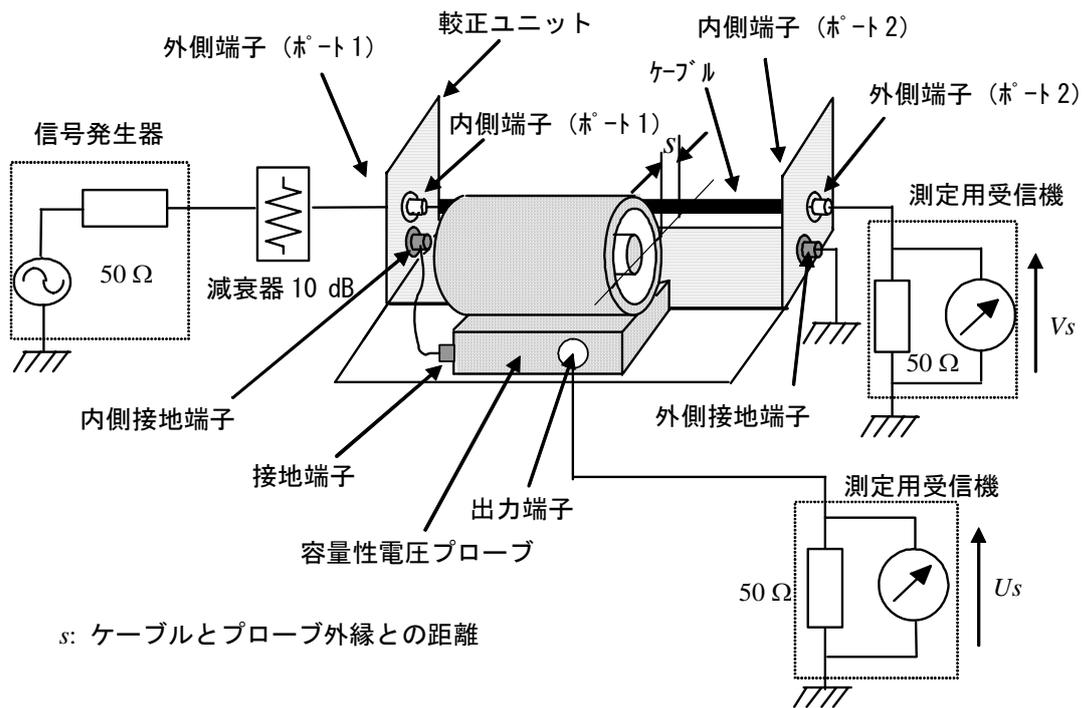


図 G.5 静電結合に起因する外部電界の影響に対する遮蔽効果による影響低減の測定系

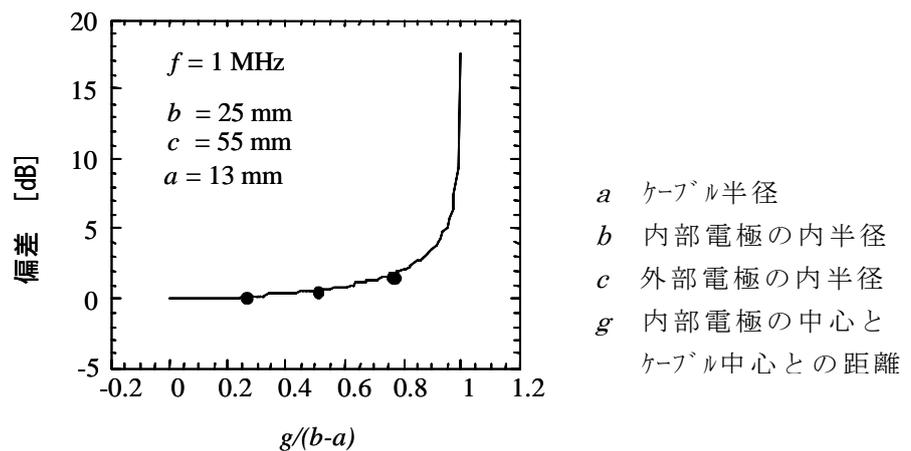


図 G.6 電圧分割係数のケーブル位置による偏差

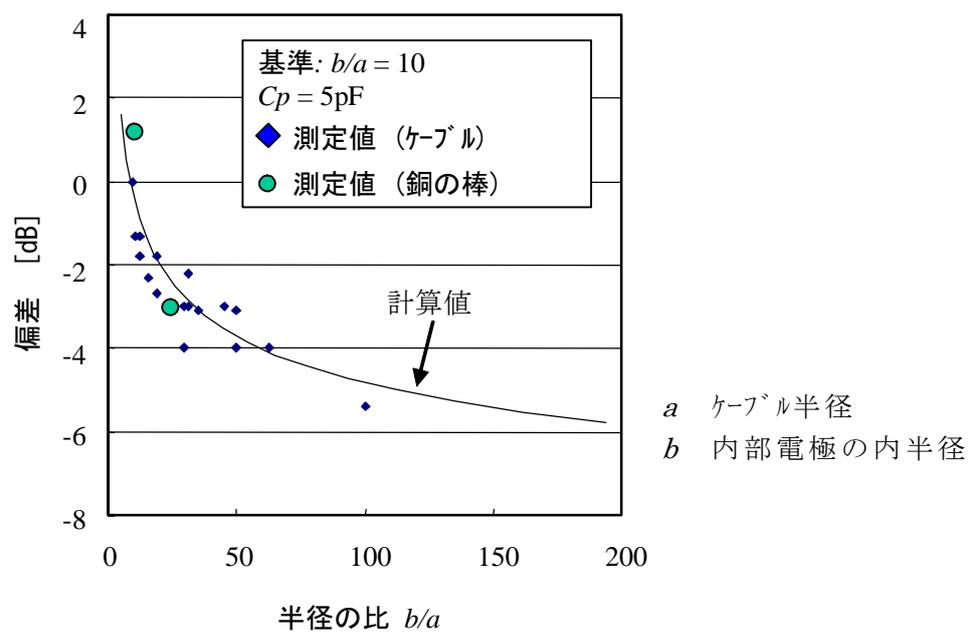


図 G.7 電圧分割係数のケーブル半径に対する依存性の検討結果

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、本編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 μ V)
- CF_{act} : 実際のクランプ係数 (dBpW/ μ 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_{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_{eut} と受信機で受信される電力 P_{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_{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_{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10m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。

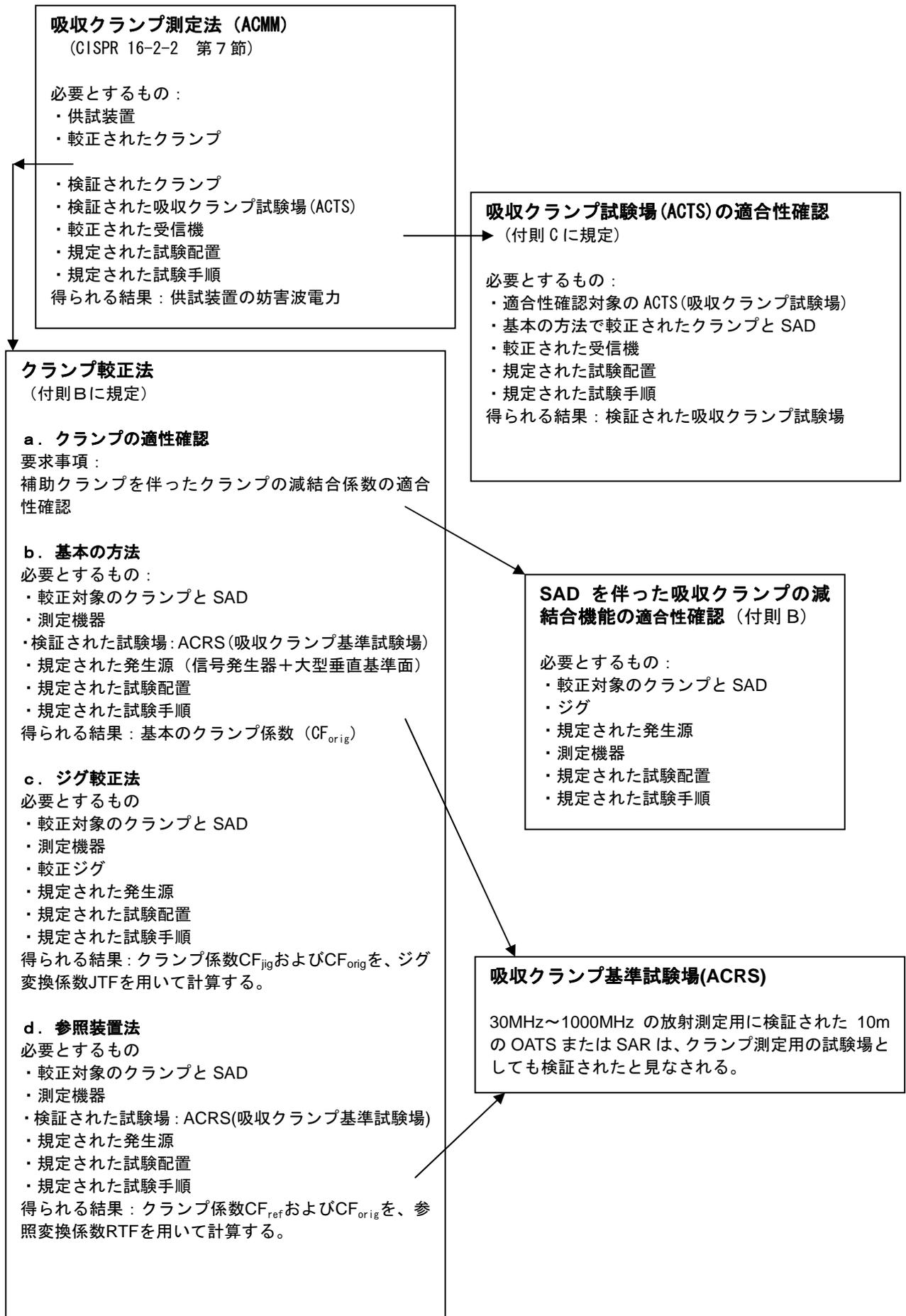
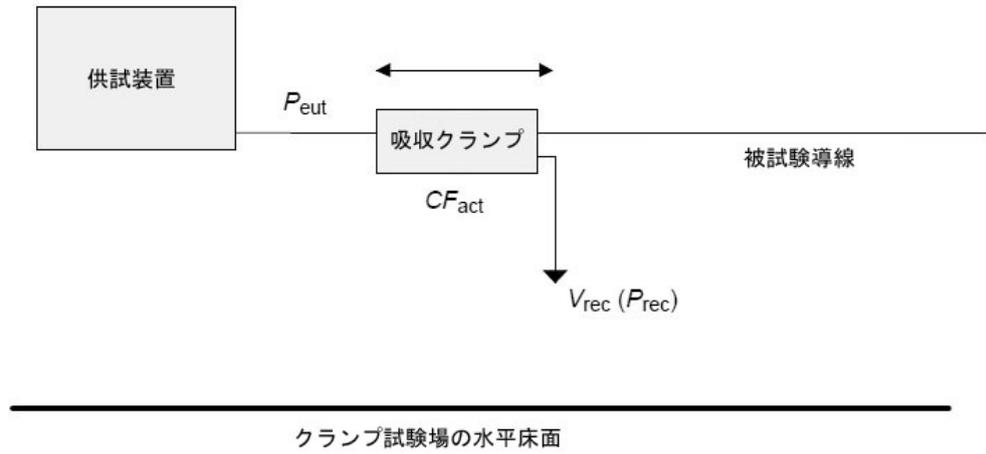


図 1 吸収クランプ測定法および関連の較正ならびに適合性確認手順の概要

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"> ・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 －大型垂直基準面の取り扱いに労力を必要とする －基準試験場(ACRS)が必要 +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。 	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"> －較正時の設定が実際の試験と類似していない +取り扱いが便利 +基準試験場(ACRS)を必要としない +再現性がよい －直接 CF が求められない。CF は JTF を用いて計算する 	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"> ・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 +取り扱いが容易である －基準試験場(ACRS)が必要 －直接 CF が求められない。CF は RTF を用いて計算する 	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 μ V)
- CF_{act} 実際のクランプ係数 (dBpW/ μ 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

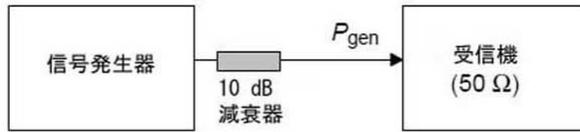


図 3 a

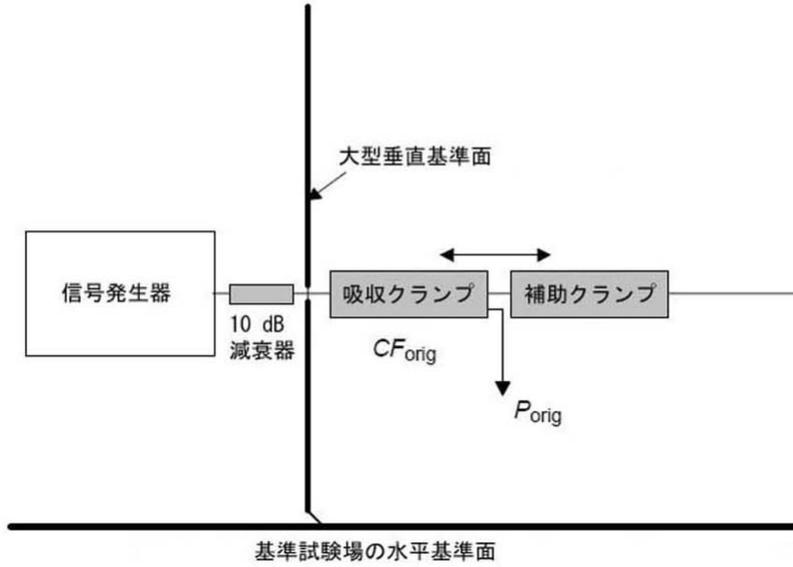


図 3 b

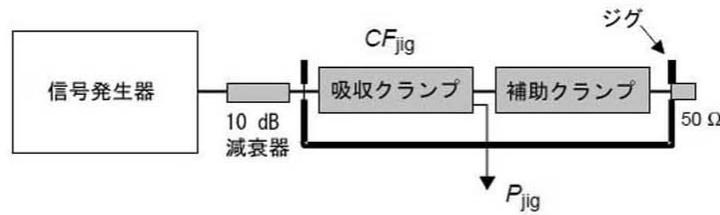


図 3 c

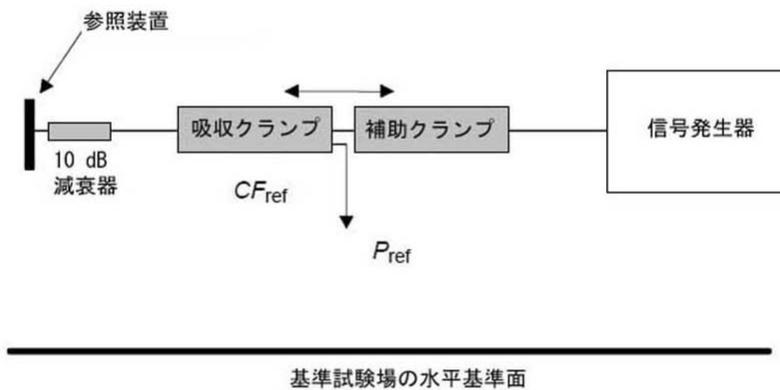


図 3 d

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)

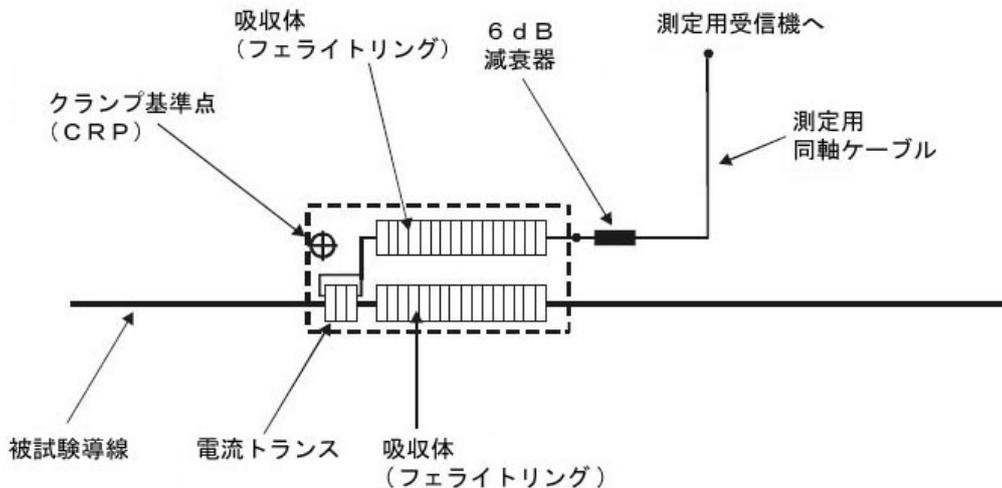
吸収クランプの構造
(4.2節参照)

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平衡電流を減衰させる働きをする。

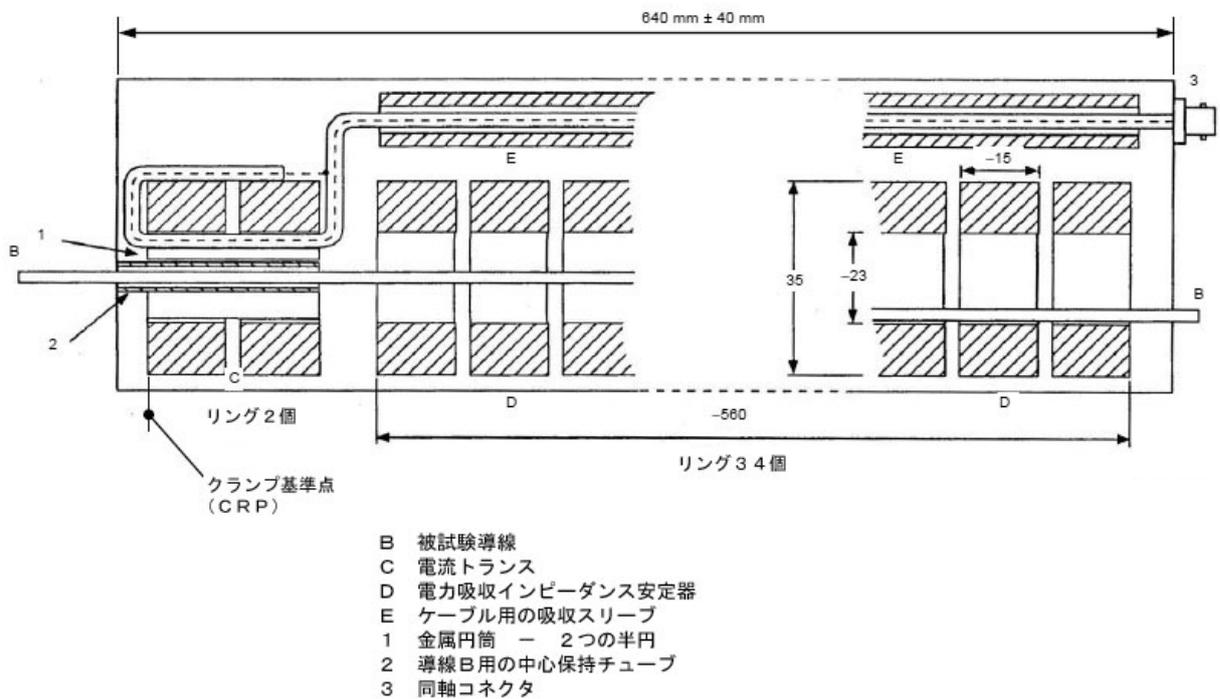
図A.2に示す例は、吸収クランプの性能を改善するためのいくつかの特徴を示している。金属円筒1は、トランスCのコアの内側に設置され、容量性シールドとして動作する。この円筒は、2つの半円部分に別れている。導線がトランスの中心を通るように絶縁チューブ2を使用する。このチューブは、トランスの入力端から吸収体Dの最初のリングまで伸びており、クランプの較正および小さな径の導線の測定に使用する。

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



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、50Ω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50Ω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50Ω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。

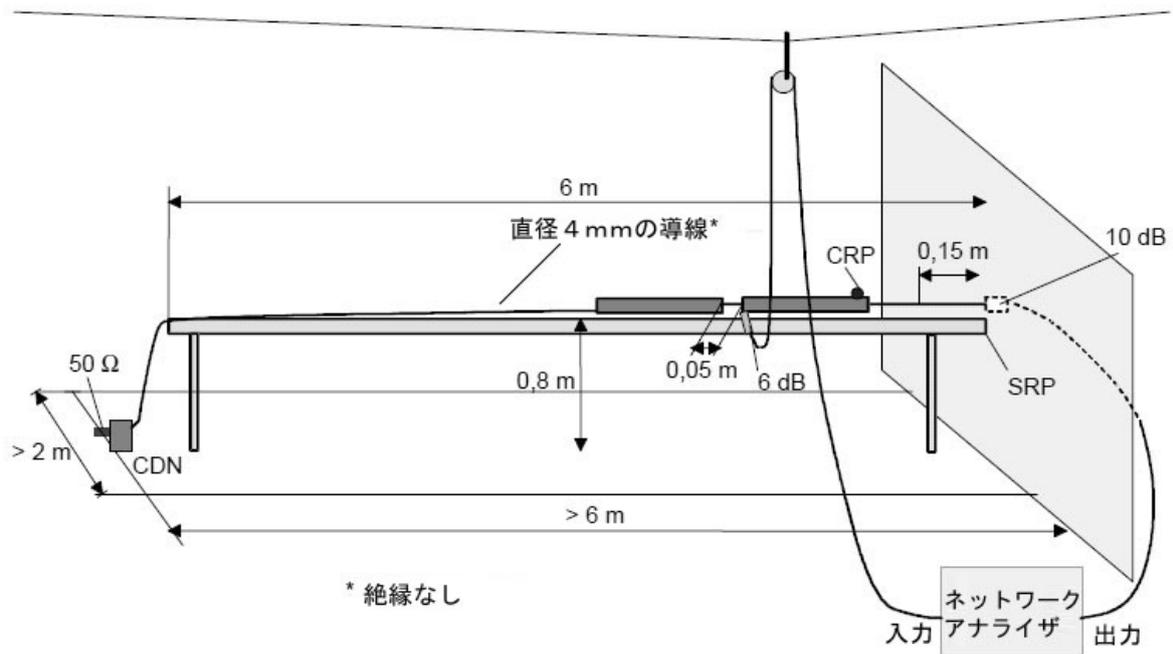
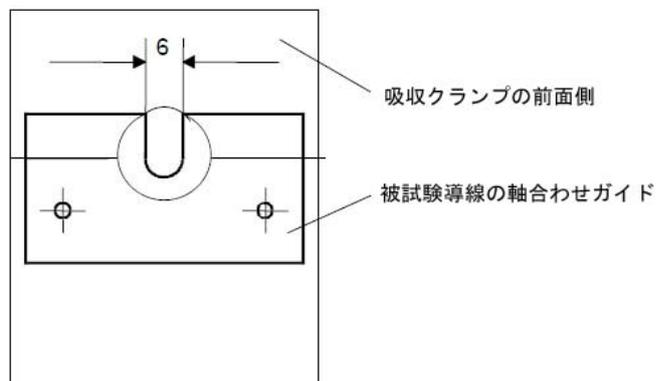


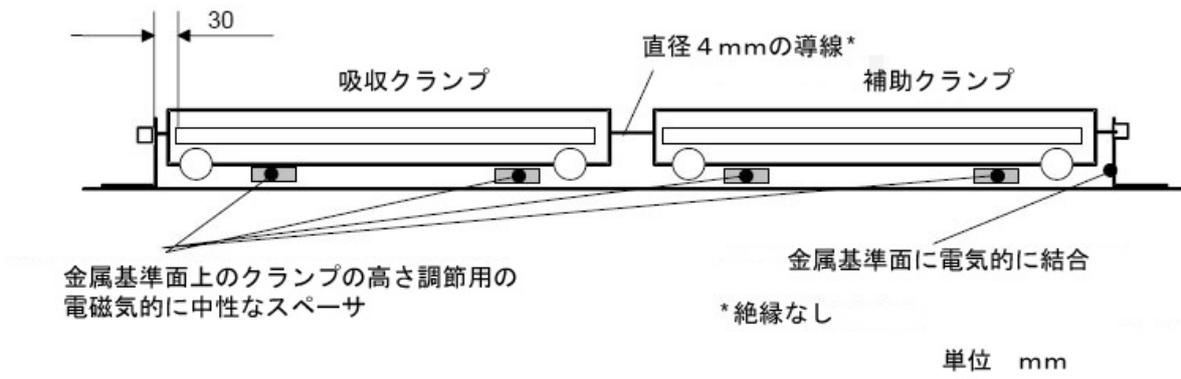
図 B.1 基本の較正試験場



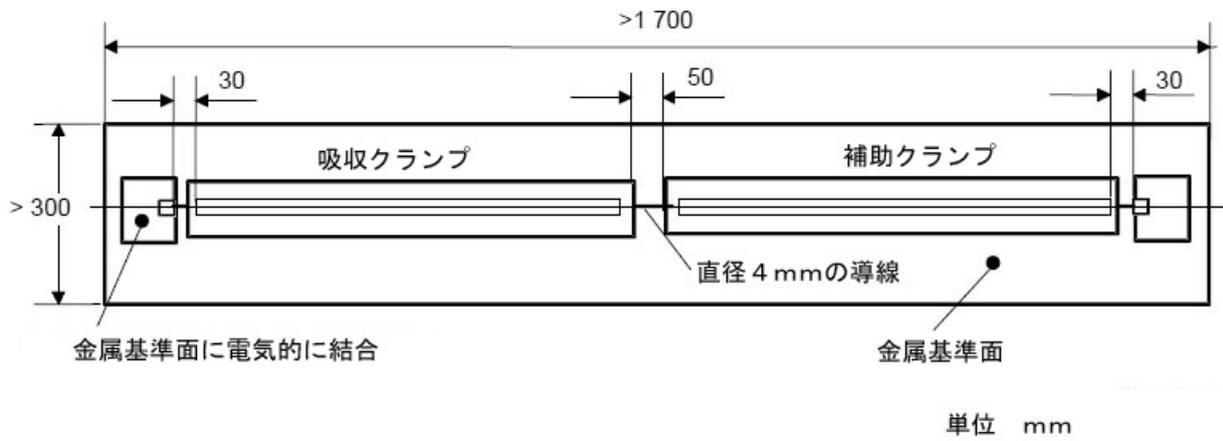
単位 mm

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。

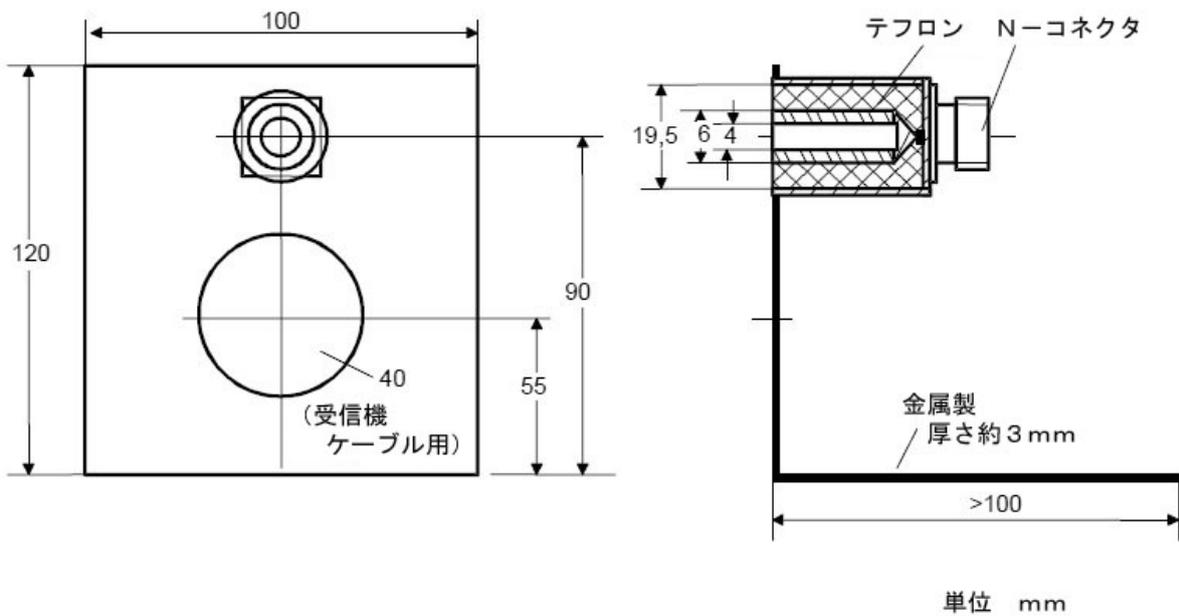
図 B.2 被試験導線の軸合わせガイドの位置



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

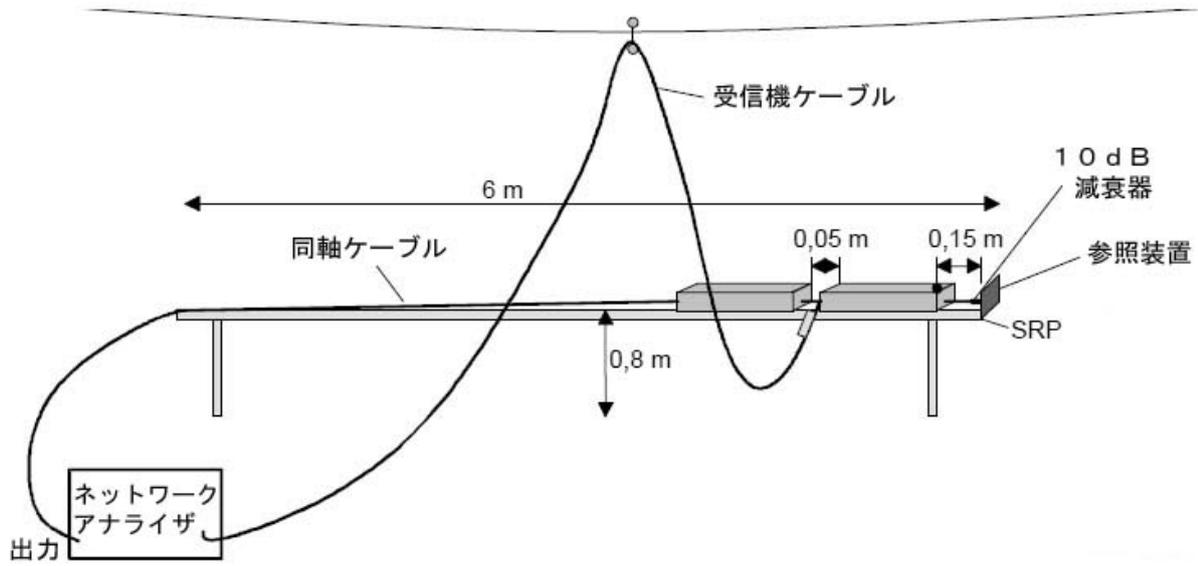


図 B.6 参照装置較正法の試験配置

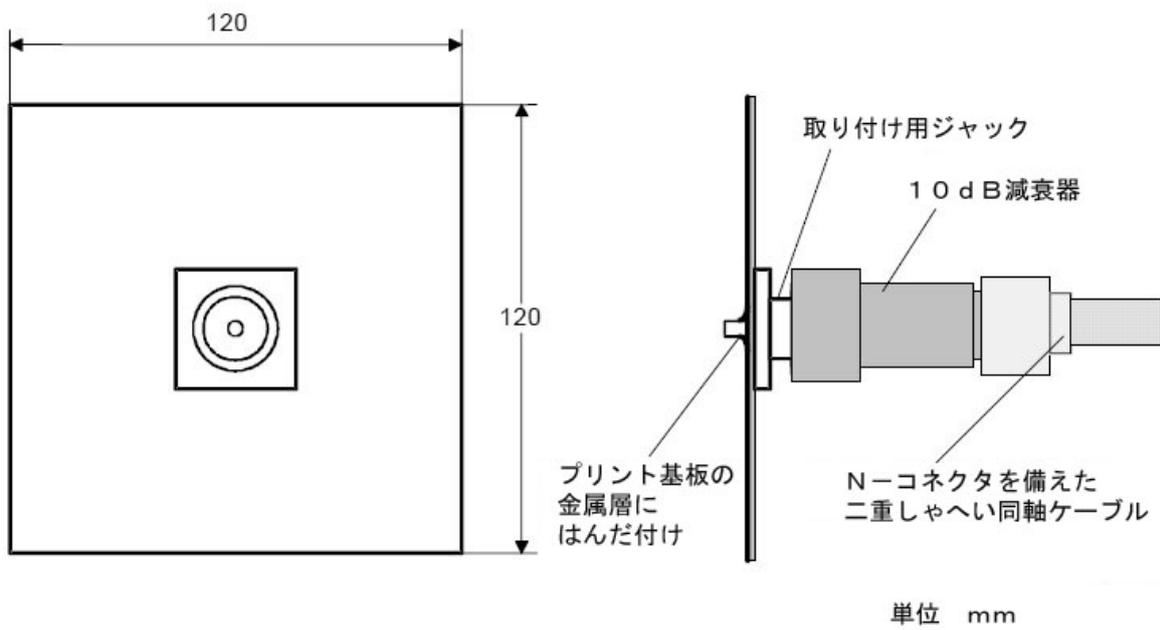
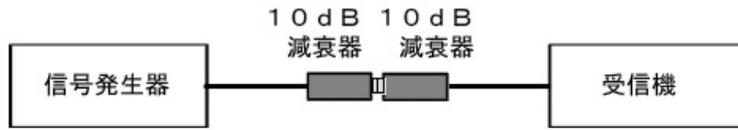
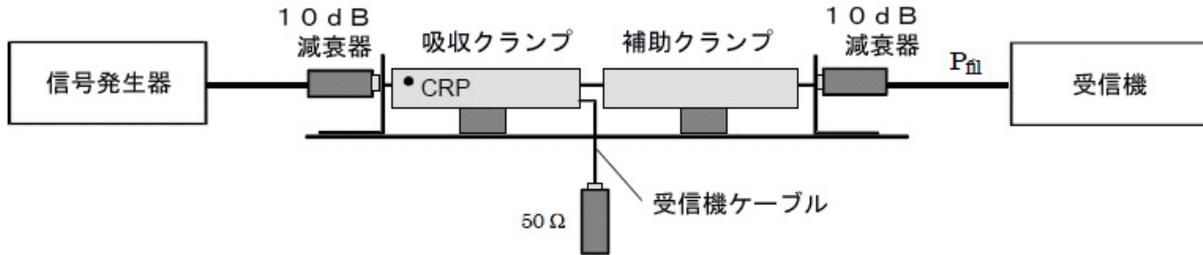


図 B.7 参照装置の仕様

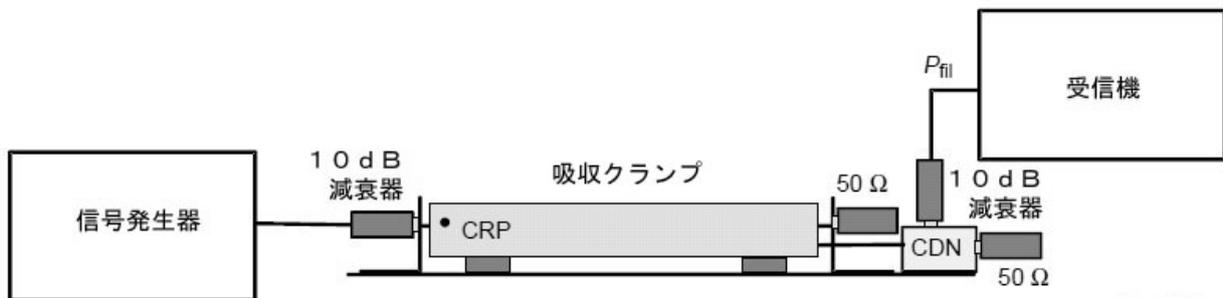


図B. 8 a - 基準測定



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、校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(校正試験所)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校正手順(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。

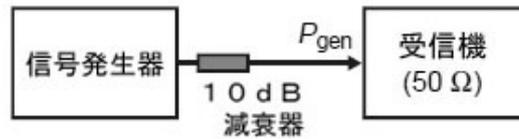


図 C. 1 a - 信号発生器の電力測定

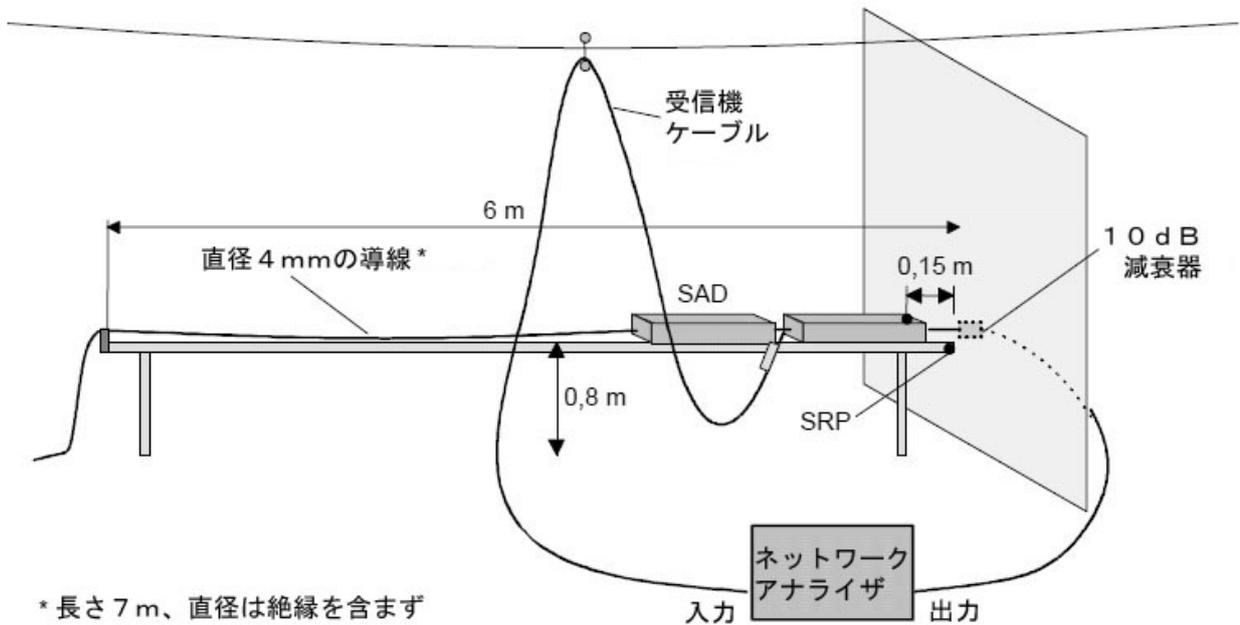


図 C. 1 b - ACTSあるいはACRSにおける電力測定の配置

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

無線妨害波およびイミュニティ測定装置

第4編 補助装置 - 放射妨害波

目次

はじめに.....	1
1 適用範囲.....	1
2 引用規格.....	1
3 定義.....	2
4 無線周波放射妨害波測定用アンテナ.....	4
5 周波数 30 MHz から 1000 MHz までの無線周波電界強度測定用試験場.....	1 2
6 全放射電力測定用反射箱.....	3 8
7 欠番.....	4 0
8 周波数範囲 1GHz-18GHz における無線妨害波の電界強度測定用試験場.....	4 0
付則 A(規定) 広帯域アンテナのパラメータ.....	5 5
付則 B(規定) モノポール(1m ロッドアンテナ)の性能評価式と付属のアンテナ整合回路の特性.....	5 9
付則 C(規定) 周波数範囲 9 kHz-30 MHz の磁界誘導電流測定用ループアンテナシステム.....	6 4
付則 D(情報) 周波数 30 MHz から 1000 MHz までの野外試験場の詳細構造(第 5 節).....	7 3
付則 E(規定) 周波数 30 MHz から 1000 MHz までの野外試験場の適合性確認試験手順(第 5 節).....	7 6
付則 F(情報) 試験場の適合判断基準 ± 4 dB の根拠(第 5 節).....	8 3
図 1 $R_L=50\Omega$ の短縮ダイポールのアンテナ係数.....	6
図 2 ターンテーブルのあるテストサイトにおける障害物のない領域.....	1 3
図 3 据え置き供試装置における障害物の無い領域.....	1 3
図 4 水平偏波サイトアッテネーション測定における機器配置構成(5.6 および付則 E).....	1 6
図 5 同調ダイポールを使った垂直偏波サイトアッテネーション測定における機器配置構成 (5.6 および付則 E).....	1 6
図 6 代替試験場の代表的なアンテナ配置.....	2 1 - 2 2
図 7 異なる測定距離に対する周波数の関数としての自由空間サイトアッテネーションの理論値.....	2 6
図 8 試験場の適合性確認手続きにおける測定配置.....	2 9
図 9 試験場の適合性確認手順のための 1 つの測定位置及びアンテナ傾斜の例.....	3 0
図 10 自由空間参照サイトアッテネーション測定の典型的な配置.....	3 4
図 11 長方形試験台の角からのアンテナ配置.....	3 7
図 12 試験台上のアンテナ配置.....	3 7
図 13 回転パドルの代表例(6.1.3.2).....	3 9
図 14 図 13 の回転パドルを使った反射箱に関しての結合減衰範囲の周波数特性(6.1.4).....	4 0
図 15 送信アンテナ E 面放射パターンの例(単なる情報).....	4 3
図 16 送信アンテナ H 面放射パターンの例(単なる情報).....	4 4

図1.7	水平面内における S_{VSWR} 測定位置 - 詳細は 8.2.2.2.1 項を参照	4 6
図1.8	S_{VSWR} 測定位置(高さに対する要求条件)	4 8
図1.9	追加試験位置に対する要求	5 3
図B.1	ネットワークアナライザを使用する方法	6 1
図B.2	無線周波測定用受信機および信号発生器を使用する方法	6 1
図B.3	ダミーアンテナ内のキャパシタの取り付け例	6 2
図C.1	ループアンテナシステム、3つの相互に直交するラージループアンテナで構成される	6 5
図C.2	電流プローブと対称に配置された2つの向かい合うスリットを持つラージループアンテナ	6 6
図C.3	アンテナスリットの構造	6 7
図C.4	頑丈な構造を得るためにプリント回路板に取り付けたアンテナスリット構造の例	6 7
図C.5	電流プローブを内蔵する金属箱の構造	6 8
図C.6	ループの導線からの浮遊容量をなくすために、供試装置からのケーブル配線の例	6 8
図C.7	ラージループアンテナを検証する際のバラン付きダイポールの8カ所の配置場所	6 9
図C.8	直径2mのラージループアンテナの特性係数	6 9
図C.9	バラン付きダイポールの構造	7 1
図C.10	2つの測定距離dに関する変換係数 C_{dA} (dB(μ A/m)への変換)と C_{dV} (dB(μ V/m)への変換)	7 2
図C.11	直径2mのラージループアンテナに対する直径Dのラージループアンテナの感度SD	7 2
図D.1	グランド面の粗さに関するレイレー基準	7 4
表1	正規化サイトアッテネーション (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用)	2 3
表2	正規化サイトアッテネーション (80MHz 同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いる場合に適用)	2 5
表3	試験距離に対する試験空間の最大寸法	2 8
表4	周波数範囲及び周波数間隔	3 1
表5	S_{VSWR} 測定位置	4 8
表6	S_{VSWR} の報告に対する要求条件	5 4
表E.1	同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定に使用する 相互インピーダンス補正係数	7 9
表E.2	80MHz 同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いた正規化サイトアッテネーション測定に 使用する相互インピーダンス補正係数	8 2
表F.1	誤差見積もり	8 3

はじめに

本編は、CISPR16-1-4（2.0版、2007-02）に準拠し、無線妨害波およびイミュニティ測定装置のうち、補助装置-放射妨害波に関する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。

本規格は、8つの節および付則から構成される。付則A、B、C、Eは、拘束力を持つ規格である。付則D、Fは、技術情報である。

1 適用範囲

本編は、9kHzから18GHz間での周波数範囲での放射妨害波を測定するための機器の特性および性能を定めた基本規格である。

補助装置の仕様として含まれているものは、次のアンテナおよび試験サイト、TEMセル、並びに反射箱である。

本編の要求事項は、すべての周波数で、測定装置の有効指示範囲内の放射妨害波の全レベルについて満足されなければならない。

2 引用規格

以下の引用規格は、本編で引用することにより、本編の規定となる条項を含んでいる。以下に示した規格の発行年を付記してある引用文書については、引用された版だけを適用する。発行年を付記していない引用文書については、その引用文書の最新版(修正版のすべてを含む)を適用する。

CISPR 14-1:2000、電磁両立性 - 家庭用機器、電動工具および類似機器に対する要求事項
- 第1部：放射

CISPR 16-2-1:2003、無線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：イミュニティと妨害波の測定法 - 伝導妨害波測定

CISPR 16-2-3:2003、無線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3編：イミュニティと妨害波の測定法 - 放射妨害波測定

CISPR 16-3:2003、無線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：C I S P R技術報告

CISPR 16-4-1:2003、無線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1編：不確かさ、統計および許容値モデル
- 標準化されたE M C試験の不確かさ

CISPR 16-4-2:2003、無線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 - 測定装置の不確かさ

JIS 60050(161)：1990、国際電気工学用語（IEV）161章：電磁両立性、改定1:1997、改定2:1998
計量における基本および一般的な国際用語、ISO、ジュネーブ、第2版、1993

3 定義

本編に関する用語を以下のように定義する。本編にない用語に関しては、JIS C 60050 161 「1997 EMCに関するIEV 用語」を参照すること。

3.1 帯域幅 (B_n)

帯域幅とは、受信機の総合選択曲線の帯域中央の周波数における応答特性より規定の減衰量だけ低いレベルの2点間の幅をいう。帯域幅は記号 B_n と記し、 n はデシベル表示された減衰量の規定値である。

3.2 有効指示範囲

有効指示範囲は、測定用受信機が第1編の要求事項を満足する条件での最大指示値と最小指示値の間の範囲で、この範囲は測定器の製造元によって示される。

3.3 較正用試験場(CALTS)

CALTSは、金属大地面上で水平および垂直偏波面について厳密に指定されたサイトアッテネーション特性を備えた較正用試験場である。

CALTSは、アンテナの自由空間アンテナ係数を決定するために用いられる。

CALTSにおけるサイトアッテネーション測定値は、適合性確認用試験場の性能を評価するために、対応する適合性確認用試験場のサイトアッテネーション測定値と比較するのに使用される。

3.4 適合性確認用試験場(COMTS)

供試装置からの妨害波の放射電界強度を、許容値と比較して適合性を確認するための、有効かつ再現性のある測定結果を保証する環境。

3.5 アンテナ

指定された方法で電磁波を放射又は受信するように設計された送信又は受信システムの1部分。

注1：この規格では、バランはアンテナの一部とする。

注2：線状アンテナの用語も参照すること。

3.6 バラン

平衡伝送線又は平衡伝送装置から不平衡伝送線又は不平衡伝送装置へ、もしくはその反対に、変換するための受動電気回路網。

3.7 自由空間共振ダイポール

一直線に並べた2個の同じ長さの導線を小さな隙間で分離し対称に配置した線状アンテナ。各導線が当該周波数の約1/4波長の長さで、自由空間に設置されたダイポールの場合には、そのアンテナの隙間で測定した入力インピーダンスは実数値のみである。

注1：この規格では、バランに接続された線状アンテナも試験アンテナと称す。

注2：この線状アンテナは同調ダイポールとも呼ばれる。

3.8 サイトアッテネーション

送信器出力および受信器入力を電氣的に直接接続したときを基準として、特定の位置に設置した送信および受信アンテナ間の2端子測定によって決定された挿入損失を、試験場におけるその2か所間のサイトアッテネーションという。

3.9 試験アンテナ

自由空間共振ダイポールと指定されたバランを組み合わせたもの。

注：この規格だけの目的のためとする。

3.10 線状アンテナ

線状アンテナとは、電磁波を放射又は受信するために一つ以上の金属線又は金属棒からなる特定の構造を持つ。

注：線状アンテナに、バランは含まれない。

3.11 6面電波暗室 FAR

6面電波暗室とは、その内部表面に電波吸収体（RF吸収体）が貼り付けられた遮蔽空間である。その吸収体は目的とする周波数範囲における電磁波エネルギーを吸収する。

3.12 準自由空間試験場

FAR特性評価用アンテナの較正に用いる試験場である。垂直偏波の同調ダイポールで測定されたサイトアッテネーションが、全ての周波数において自由空間サイトアッテネーションの計算値から ± 1 dB以内の偏差の試験場。

3.13 FARの試験体積

供試装置が置かれる6面電波暗室内の空間。

注：この空間内では準自由空間条件を満足する。この空間は、通常6面電波暗室の吸収体から0.5m以上離れている。

4 無線周波放射妨害波測定用アンテナ

アンテナおよび、アンテナと測定用受信機との間に挿入される回路は、測定用受信機の総合特性に顕著な影響を与えてはならない。アンテナが測定用受信機に接続されている場合でも、測定システムは、第1編で規定した各周波数帯に対応する帯域幅に関する要求事項を満足すること。

アンテナは、本質的に直線偏波であること。アンテナは、あらゆる偏波の入射波を測定できるように、向きが変えられること。地面からアンテナ中心までの高さは、試験方法の規定にしたがって調節可能であること。

広帯域アンテナのパラメータに関する追加の情報については、付則Aを参照。

4.1 電磁界強度測定の精確さ

均一な正弦波電磁界の電磁界強度測定の精確さは、この節の要求事項を満たすアンテナと第1編の要求事項を満たす測定用受信機を用いた場合に、 $\pm 3\text{dB}$ より良いこと。

注：この要求事項は試験場の影響を含んでいない。

4.2 9 kHzから150 kHzの周波数帯

経験的に、この周波数帯の電磁障害は、主として磁界成分によって引き起こされる。

4.2.1 磁界アンテナ

放射波の磁界成分測定には、60 cm四方の正方形で完全に囲まれる大きさの電氣的に遮蔽されたループアンテナを使用することができる。あるいは、適切なフェライトロード・アンテナも使用可能である。

磁界強度の単位は $\mu\text{A}/\text{m}$ 、または対数で表して、 $20\log(\mu\text{A}/\text{m})=\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ とする。関連する放射波の許容値も、同じ単位で表すこと。

注：全ての条件、即ち、近傍界および遠方界のいずれにあっても、放射電磁界の磁界成分の $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ または $\mu\text{A}/\text{m}$ で表される強度を直接測定することができる。しかしながら、多くの電磁界強度測定用受信機は、等価平面波の電界強度、即ち、 $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ 単位で目盛り付けされている。この場合、電界成分と磁界成分の強度比を 120π すなわち 377Ω と仮定している。この仮定は、波源から6分の1波長($\lambda/2\pi$)以上離れた遠方界で成立するもので、このような場合、測定用受信機の指示値を377で割ることによって正しい磁界強度が得られる。あるいは、 $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ 単位で表された電界強度指示値から $51.5\text{ dB}(\Omega)$ を引くことによって、 $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ 単位の磁界強度を求めることができる。

上記の電界および磁界の一定比は、遠方界条件のみに適用できることを明確に理解すべきである。

磁界強度の指示値($\mu\text{A}/\text{m}$)を得るためには、電界強度の指示値($\mu\text{V}/\text{m}$)を 377Ω で割る。

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

磁界強度の指示値 $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ を得るためには、電界強度の指示値 $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ から 51.5 dB を引く。

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

上記の変換に用いたインピーダンス $Z=377\Omega$ あるいは $20\log_{10}Z=51.5\text{ dB}(\Omega)$ は、磁界強度を指示する測定器を $\mu\text{V}/\text{m}$ 単位(あるいは $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ 単位)で値付けしたために生ずる定数である。

4.2.2 アンテナの平衡度

アンテナの平衡度は、均一電磁界内でアンテナを回転したとき、交叉偏波方向のレベルが平行偏波方向のレベルより少なくとも 20 dB 以上低くなければならない。

4.3 150 kHzから30 MHzまでの周波数帯

4.3.1 電界アンテナ

放射波の電界成分を測定する場合、平衡型あるいは不平衡型のどちらのアンテナを使用してもよい。不平衡型アンテナの場合、垂直ロッドアンテナに及ぼす電界効果のみを測定している。使用したアンテナの型式は、測定結果とともに記載しなければならない。

長さ1 mのモノポール(ロッド)アンテナの性能特性と整合回路特性の算出に関する情報は付則Bに記されている。

放射源とアンテナの距離が10 m以下である場合には、アンテナの全長は1 mとする。距離が10 m以上であれば、アンテナの長さは1 mであることが望ましいが、いかなる場合も、距離の10 %を超えてはならない。

電界強度の単位は $\mu\text{V}/\text{m}$ 、または対数表示を用いて、 $20\log(\mu\text{V}/\text{m})=\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ とすること。関連する放射波の許容値も、同じ単位で表すこと。

4.3.2 磁界アンテナ

放射波の磁界成分の測定には、4.2.1に示した電氣的に遮蔽されたループアンテナを使用すること。

4.3.3 アンテナの平衡度

平衡型電界アンテナまたは平衡型磁界アンテナを用いる場合、そのアンテナの平衡度は、4.2.2の要求事項を満たさなければならない。

4.4 30 MHzから300 MHzまでの周波数帯

4.4.1 電界アンテナ

基準アンテナは、平衡型ダイポールアンテナとする。

4.4.1.1 平衡型ダイポールアンテナ

80 MHz以上の周波数帯では、アンテナは共振長アンテナであること。80 MHz未満の周波数帯では、アンテナ長は80 MHz共振長に等しく、適切な変換素子によって給電線に同調し、かつ整合したものであること。測定装置の入力端子との接続は、平衡-不平衡変換器を介して行うこと。

4.4.1.2 短縮ダイポールアンテナ

以下の場合には、半波長より短いダイポールアンテナを使用することができる：

- (a)測定周波数において、アンテナ全長が波長の1/10より長いこと。
- (b)アンテナは、受信機端においてケーブル上の電圧定在波比(VSWR)が2未満となるように、十分よく整合したケーブルに接続されていること。較正にはVSWRの値を考慮しなければならない。
- (c)アンテナは、同調型ダイポールアンテナ(4.4.2参照)と同等な偏波識別能力を持っていること。そのためには balan が有効な場合がある。
- (d)電界強度の値を決定するには、(アンテナ係数の)較正曲線を測定距離に応じて決定し、使用すること(例えば、ダイポールアンテナの長さの少なくとも3倍以上の距離において)。
注：このようにアンテナ係数を求めれば、均一の正弦波電磁界を精度 $\pm 3\text{dB}$ 以内で測定する

ことを定めた要求事項を満足するであろう。図1に、受信機の入力インピーダンス50Ωで l/d 比が異なる場合について、電界強度と受信機入力電圧との理論的關係を与える較正曲線の例を示した。この図では、バランを理想的な1:1の変成器として扱っている。なお、これらの曲線がバランの損失、ケーブルおよびケーブルと受信機間のいかなる不整合も含んでいないことに注意すること。

- (e)ダイポールの長さが短いためにアンテナ係数が大きくなることによる電界強度測定器の感度が下がっても、(例えば、測定用受信機の雑音およびダイポールの伝送係数によって決まる)測定器の測定限界が測定しようとする信号レベルより少なくとも10dB低いこと。

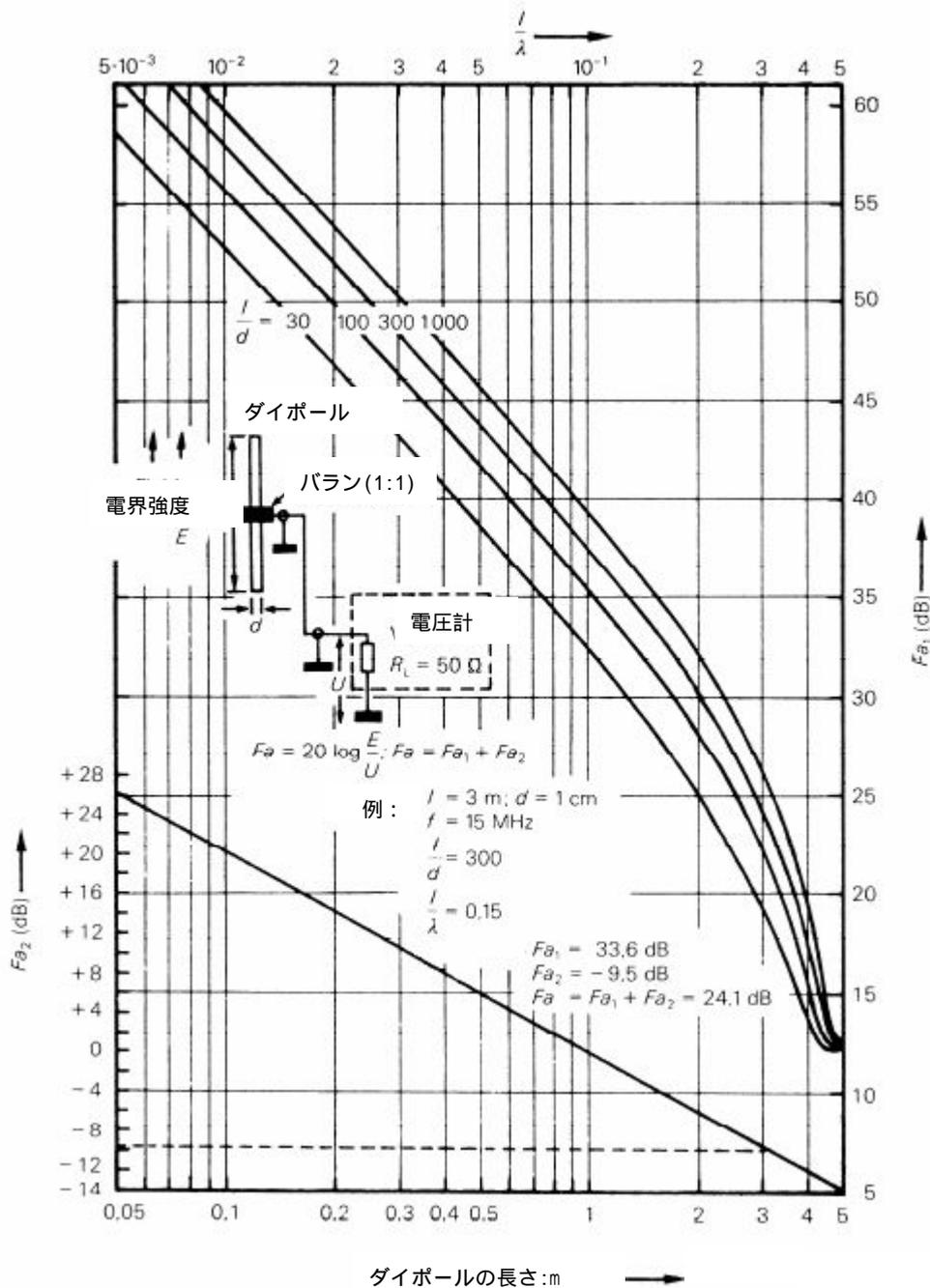


図1 $R_L=50\Omega$ の短縮ダイポールのアンテナ係数

4.4.1.3 広帯域アンテナ

広帯域アンテナは、複雑なアンテナ（多導体アンテナ）に関する4.5.2に示した要求事項を満足する場合には使用することができる。

4.4.2 アンテナの平衡度

4.4.2.1 序

放射妨害波測定において、受信アンテナ(アンテナケーブル)に接続されたケーブル上に不平衡(CM)電流が存在することもある。従って、これらのCM電流は受信アンテナが受信する可能性のある電磁界を作り出す。このため、放射妨害波測定の結果に影響を及ぼすこともある。

以下の主な影響により、アンテナケーブル上にCM電流が生じる。

- a) 供試装置によって作り出された電界で、その電界がアンテナケーブルに平行な成分を持つ場合、および、
- b) 受信アンテナのバランの不完全性による平衡モード(DM)アンテナ信号(希望信号)からCM信号への変換。

この節は、バランによる影響を考慮している。a)による影響は、検討中である(4.4.2.2の注1の最後の文章を参照)。

一般に、ログペリオディックダイポールアレイアンテナ（対数周期ダイポールアレイアンテナ、LPDA）のDM/CM変換比は大きくない。従って、ダイポールアンテナ、バイコニカルアンテナおよびハイブリッド（バイコニカル/LPDA）アンテナに次の検査項目が適用される。

4.4.2.2 バランのDM/CM変換比の検査

使用される受信アンテナの周波数範囲において、二つの電圧 U_1 および U_2 の測定方法を以下に示す。ともに同一の単位(例えば、dB μ V)で表される電圧の比率は、DM/CM変換比の指標である。

- 1) 垂直偏波に設定した被試験受信アンテナを、その中心が大地面上1.5 mの高さになるように設置する。ケーブルは、最後部のアンテナ素子から水平に1.5 m \pm 0.1 m後ろに配線する。そして少なくとも1.5 mの高さから大地面に垂直に降ろす。
- 2) 垂直偏波に設定した第2(送信)アンテナを、被試験アンテナの中心から水平距離10 mのところに、大地面からその先端を0.10 m離して配置する。放射試験のために使用されるサイトの距離が3 mである場合、距離を3 mとしてこの試験を行う(既に、試験が距離10 mで実施され、その結果が \pm 0.5 dB未満である場合には、3 mでの測定を実施する必要はない)。
送信アンテナの仕様には、被試験アンテナの周波数範囲が含まれること。
- 3) 送信アンテナを信号源（例えばトラッキングジェネレータ）に接続し、受信機での信号対周囲雑音の比が所定の周波数範囲にわたって10dBを超えるように信号発生器のレベルを調整する。

- 4) 所定の周波数範囲全体にわたって、受信機の電圧 U_1 を記録する。
- 5) 設定、特に受信アンテナケーブルの設定また信号源の設定を一切変更せずに、受信アンテナを反転する(アンテナを180度回転する)。
- 6) 周波数範囲全体にわたって、受信機の電圧 U_2 を記録する。
- 7) $|20\log(U_1/U_2)| < 1$ dBである場合、DM/CM変換比は十分低い。

注1 DM/CM変換比基準が満足されない場合、アンテナケーブルの周りに施したフェライトリングがDM/CM変換比を減少させることもある。アンテナケーブルへのフェライトの追加は、a)で示した原因が無視できない影響を与えるかどうかを検証するためにも使用して差し支えない。約20 cm間隔で4つのフェライトを設置して試験を繰り返す。これらのリングを使用して基準に適合した場合、実際の放射測定においても、それらを使用すること。同様に、ケーブルによる相互作用は、ケーブルを大地面に落とす前にアンテナの後方に数メートル延長することによって低減することができる。

注2 受信アンテナが6面電波暗室で使用されるならば、DM/CM変換比検査は受信アンテナを通常の設置場所に置き、かつ、送信アンテナを電波暗室の試験体積の中央に置いて測定を実施してもよい。その6面電波暗室は、 ± 4 dB基準に適合しなければならない。

注3 一部が大地面である測定場または6面電波暗室の測定場は、それぞれのNSA要求事項に適合すべきである。

注4 実際の垂直偏波放射妨害波測定の際、アンテナ中央から後方へ水平に配線するアンテナケーブルの水平距離は、最小でも1.5 mを確保すること。

注5 この影響はアンテナとアンテナ素子に平行に配線された接続ケーブル部分との相互作用に起因する部分が大きいため、試験設定を厳密に定義する必要はない。OATS又は6面電波暗室における一般的なEMC測定環境では、アンテナへ入射する電界の不均一性に依存する影響があるが、それはさらに小さい。

注6 バランの側面に受信ケーブル接続用コネクタがついている場合(アンテナを取り付けた腕木に対して90°に取り付けられている場合)は、ケーブルの移動を少なくするために直角コネクタを使用すべきである。

4.4.3 アンテナの交差偏波性能

アンテナが平面波電磁界に配置されている場合、アンテナの偏波面と電界の偏波が交差している時の出力電圧は、同一偏波の時の出力電圧を少なくとも20 dB下回ること。

この試験は、半波長ダイポールの片側エレメントが互い違いの構造をしているLPDAアンテナに適用することを意図している。このようなアンテナの試験の大部分は200 MHzを超える周波数帯で行うが、200 MHz未満にも適用すること。この試験は通常のダイポールおよびバイコニカルアンテナを対象とすることを意図していない。なぜならば、それらのアンテナは対称的なデザイン構造のため20 dBを

超える交差偏波除去能力を本質的に持つからである。ダイポール、バイコニカルアンテナおよびホーンアンテナは、20 dBを超える交差偏波除去能力を備えている必要があり、また製造業者の型式試験によってこれを確認することが望ましい。

準自由空間条件を達成するため、高品質電波暗室又は屋外で地上から十分な高さにあるタワーを使用することが可能である。大地面反射を最小限にするために、アンテナを垂直偏波に設置し、平面波を被試験アンテナに照射すること。被試験アンテナ中心と送信アンテナ中心の距離は、1波長を超えること。

注 被試験アンテナに平面波を照射するためには高品質な試験場が必要とされる。平面波により得られる交差偏波識別度に関するその試験場の検出能力は、1対のホーンアンテナ又は切り離し導波管型アンテナ間の伝送によって検証できる。その場合、受信される水平偏波成分は、垂直偏波成分に比べて、測定誤差を含めて30 dB以上低いこと。サイト誤差が大変小さくても、送受ホーンアンテナが同一性能を備えている場合には、一つのホーンアンテナの交差偏波性能は、両ホーンアンテナ全体の交差偏波性能より約6 dB良くなる。

希望信号よりレベルが20 dB低い妨害信号は、希望信号に対して最大誤差 ± 0.9 dBをもたらす。最大誤差は、交差偏波信号が同偏波信号と位相が一致しているときに発生する。LPDAの交差偏波性能が20 dB未満の場合に、使用者はこれによる不確かさを算出し、測定結果と共にそれを公表しなければならない。例えば、14 dBの交差偏波レベルの場合、+1.6 dBから-1.9 dBの不確かさになる。標準不確かさを算出する場合は、大きい方の値を使いU型分布を想定すること。

0 dBの信号に-14 dBの別の信号が加わる場合、初めに電圧(-14dB)を20で割って逆対数を求めて相対電圧(0.2)に変換する。次に、この値を単位信号(1)に加える。さらに、この値(1.2)の対数をとり20を掛ける。この結果が、プラス側の誤差(+1.6dB)である。マイナス側の誤差(デシベル)を得るには、相対電圧(0.2)を単位信号(1)から引き上記の計算を繰り返す(-1.9dB)。

放射妨害波の試験結果の不確かさを算出するために、一方の偏波で測定した信号レベルが直交した偏波で測定した信号を6 dB以上超える場合、交差偏波識別度が14 dBより劣るLPDAは20dBの仕様に適合していると判断される。もし垂直偏波と水平偏波の信号レベルとの差が6dB未満の場合、この差と交差偏波の合計が20 dB未満であれば、追加の不確かさを算出しなければならない。

4.5 300 MHzから1000 MHzの周波数範囲

4.5.1 電界アンテナ

ダイポールアンテナを使用する場合、4.4.1.1および4.4.2の要求事項を満たすこと。

4.5.2 複雑なアンテナ

300 MHz-1000 MHzの周波数範囲においては、単純ダイポールアンテナの感度が低いために、より複雑なアンテナが用いられることもある。そのようなアンテナは、次の条件を満たすこと：

- a) アンテナは、本質的に直線偏波であること。これは単純なダイポールアンテナの交差偏波と同じ方法で調べること。
- b) アンテナの放射パターンの主ローブは、直接波の方向と大地面からの反射波の方向に対する利得が1 dB以上変わらないようなものであること。この条件を確保するには、測定アンテナの利得が最大値の1 dB以内であるような垂直面内角度範囲 2φ が下記の通りであること。：

1)測定用アンテナを水平方向に保持している場合

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

2)測定アンテナを（直接波および反射波が角度範囲 2φ 内に含まれるように）最適位置で大地面に向けて傾けている場合：

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

ここで

h_1 は、測定アンテナの高さ；

h_2 は、被試験機器の高さ；

d は、測定アンテナと被試験機器の水平距離。

アンテナの放射パターンは、垂直偏波用に配置した状態において水平面内で調べること。ただし、アンテナパターンは、特に角度範囲 2φ の範囲内で、垂直偏波で測定した場合と、水平偏波の場合で同一であるとみなす。アンテナと送信源間の実効的な距離 d の変化およびその利得の周波数特性を考慮すべきである。

- (c) フィーダを接続したアンテナの測定用受信機端で測定した電圧定在波比は、2.0より小さいこと。
- (d) 4.1の要求事項を満足させるために較正係数を与えること。

4.6 1 GHzから18 GHzの周波数範囲

1 GHzを超える放射妨害波測定は、較正済みの直線偏波アンテナを用いて行うこと。これらには、ダブルリッジガイドホーン、矩形導波管ホーン、角錐ホーン、最適ゲインホーン、および標準ゲインホーンなどが含まれる。使用するいかなるアンテナも、そのビームすなわち主ローブは十分広く、測定距離に設置された供試装置全体を包含できること。もしくは、放射源またはその方向を見つけるために、アンテナを掃引して供試装置全体を走査できるようにすること。主ローブの幅は、アンテナの3 dBビーム幅と定義する。なお、アンテナの資料にこの値の決定法について記載することが望ましい。これらのホーンアンテナの開口面寸法 D は、測定距離 R_m が次式を満足するように十分に小さいこと。

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

D は、アンテナの開口面の最大寸法、単位はメートル；

λ は、測定周波数における自由空間波長、単位はメートル。

疑義がある場合には、標準ゲインホーンアンテナ又は正確に較正された同等なホーンアンテナを用いた測定値を優先させること。

注 較正されたどのような直線偏波アンテナ（たとえば、対数周期ダイポールアレイ）をこの測定に用いてもよい。この周波数範囲では、スペクトラムアナライザおよび妨害波測定器の感度が低いため、ホーンアンテナ以外のアンテナを用いた場合、利得が不十分な場合が多い。測定者は、適用すべき許容値より少なくとも6 dB低い値を測定できる感度を、測定系が持っていることを確認すること。また、測定において例えばプリアンプのような何らかの感度改善手段を用いる場合、それによって発生する歪、スプリアス信号又は過負荷が問題無いことを確認すること。LPDAは、ホーンアンテナよりかなり広いビーム幅を持っているため、これを用いた測定においては大地面からの反射が重大な誤差を生じることもある。

4.7 特殊なアンテナ装置

4.7.1 ループアンテナシステム

9 kHzから30 MHzまでの周波数範囲では、単一供試装置から放射される磁界成分の妨害能力を、特殊なループアンテナシステム（LAS）を用いて決定する。すなわち、LASにおいては、磁界によってLASの各ループアンテナ内の誘起した電流によって、妨害能力を測定する。LASを用いれば、室内測定が可能である。

LASは、互いに直交した直径2 mの3つの円形ラージループアンテナで構成され、非金属性の支柱で支えられている。LASに関する完全な解説は付則Cに記載する。

供試装置は、LASの中心に配置する。供試装置とラージループアンテナ間の距離は0.2 m以上に保つ必要があり、このため供試装置の最大寸法は制限される。付則C.3、注2および図C.6に、信号ケーブルの配置に関するガイドラインを示す。ケーブルは一緒にして引き回し、ラージループアンテナの球空間の同一八分儀の区画から出入りし、どのループアンテナに対しても0.4 m以内に近づかないように配置しなければならない。

互いに直交する3つのラージループアンテナを用いれば、供試装置を回転させたりラージループアンテナの方向を変えることなく、すべての偏波の放射磁界の妨害能力を規定の精確さで測定できる。

注 標準の直径2 m以外の円形ラージループアンテナを使用してもよいが、直径は $D \leq 4$ mで、かつ供試装置と一つのラージループアンテナ間の距離は少なくとも $0.10 \times D$ mであること。非標準直径の場合の補正係数を、C.6に示す。

5 周波数30 MHzから1000 MHzまでの無線妨害波測定用試験場

供試装置から発生する妨害波の電磁界強度の測定において、有効で再現性のある結果を得るには、それに適した環境が必要である。使用場所においてしか測定できない装置に関しては、異なった規定を適用すべきである。

5.1 野外試験場

妨害波の電磁界強度測定は、通常、野外試験場（オープンサイト）において行う。オープンサイトは、地形的に開けた平坦な場所である。また、このようなオープンサイトには、建築物、電力線、柵、樹木などがあってはならず、また、供試装置（EUT）に対する電力の供給や供試装置を動作させるために必要なものを除いて、地下にはケーブルやパイプラインなどがあってはならない。

周波数30 MHzから1 GHzにおける電磁界強度測定用のオープンサイトの推奨する構造については、付則Dを参照すること。オープンサイトの適合性確認試験手順については5.6項に、さらにその詳細については付則Eに示す。付則Fは適合性の基準を示す。

5.2 全天候型設備

オープンサイトが年間を通して使用される場合には、そのサイトを全天候型とすることが望ましい。全天候型設備の構造は、供試装置や測定用アンテナを含むサイト全体に対するもの、あるいは供試装置に対してだけの場合もある。この設備に使用する材料は、高周波において等価的に透明なものであり、供試装置から放射される電磁波に対して不要な反射や減衰を生じるものであってはならない。

この設備の形状は、雪、氷、または雨などが容易に排除できることが必要である。詳細については付則Dを参照すること。

5.3 電波無反射領域

オープンサイトでは、供試装置と電界強度測定用アンテナを取り囲む無反射領域が必要である。この電波の無反射領域には、顕著な電磁波の散乱体があってはならないし、また、この領域は十分に広く、電界強度測定用アンテナが受信する電磁界成分に、領域外の物体による散乱波の影響がほとんど無いようにしなければならない。この領域の適性を判断するには、サイト適合性確認試験を行わなければならない。

反射物体からの散乱波の強さは、多くの要素（物体の大きさ、供試装置からの距離、供試装置に対する方位、物体の導電率や誘電率、周波数など）に依存するので、全ての用途に対して必要かつ十分に妥当な電波無反射領域を規定することは、実際的には不可能である。この領域の大きさおよび形状は、測定距離に依存し、また供試装置を回転するか否かにも依存する。オープンサイトにターンテーブルが設置されている場合に必要とされる電波無反射領域は、受信アンテナと供試装置を2つの焦点とする楕円の範囲内で、その長軸が測定距離の2倍、短軸が測定距離の $\sqrt{3}$ 倍であることが必要である（図2参照）。

この楕円の境界線上にある物体によって反射する非希望波の伝搬路の長さは、2つの焦点間を結ぶ直接伝搬路の長さの2倍となる。大型の供試装置をターンテーブル上に設置した場合には、供試装置の外周線から反射物までの距離が上記の条件を満足するように、電波無反射領域の大きさを広げなければならない。

オープンサイトにターンテーブルの設備がなく、供試装置の置き方が固定している場合は、推奨する電波無反射領域は、供試装置の外周線からその領域の境界線までの距離が測定距離の1.5倍となるような円形の区域である（図3参照）。この場合、測定アンテナは、測定距離を保ちつつ、供試装置の周

囲を回って移動させる。

電波無反射領域内の地形は平坦でなければならない。しかし、排水のための緩やかな傾斜は差し支えない。金属大地面を使用する場合には、その平坦度は、付則DのD.2項を参照すること。測定装置や試験要員は、電波無反射領域の外側に位置すること。

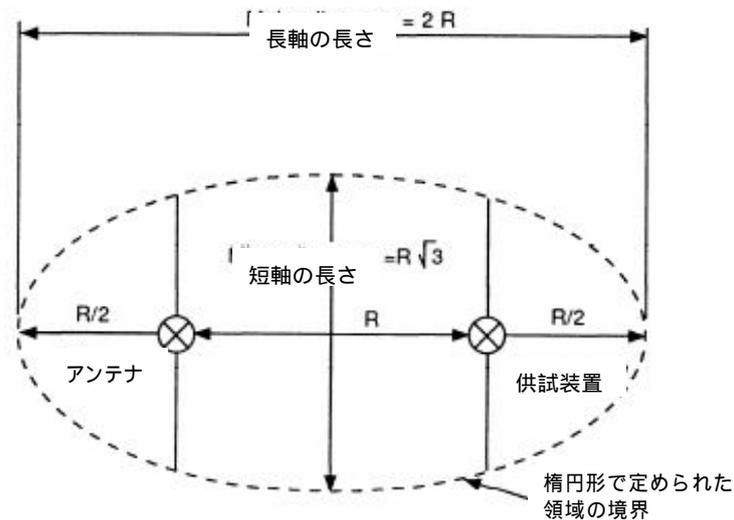


図2 ターンテーブルのあるテストサイトにおける障害物のない領域

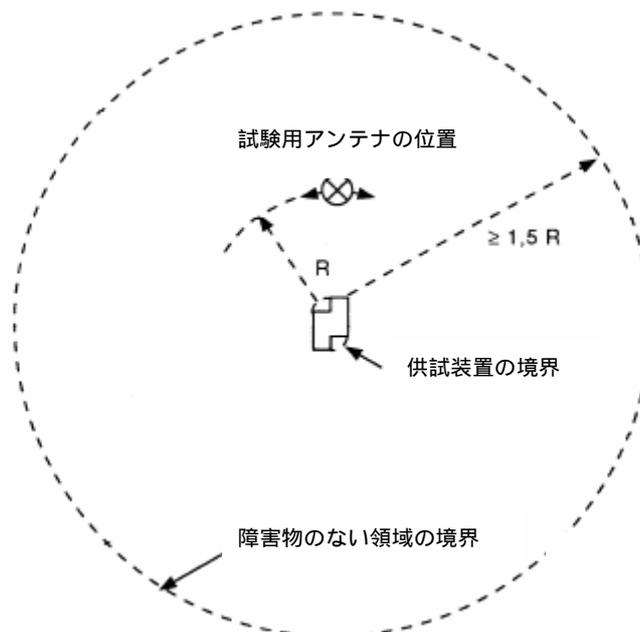


図3 据え置き供試装置における障害物の無い領域

5.4 オープンサイトにおける無線周波電磁環境

オープンサイトにおける無線周波数帯の電磁環境レベルは、測定しようとするレベルより十分に低くなければならない。このような観点から見たオープンサイトの特性は、品質の良さの順に列記した以下の4つの分類によって評価することができる。

- (a) 電磁環境レベルは、測定レベルよりも6 dBまたはそれ以上低い。
- (b) 幾つかの周囲電磁波レベルは、測定レベルに対して6 dB以内にある。
- (c) 幾つかの周囲電磁波レベルは測定レベルよりも高いが、それが不規則（例えば、測定が行えるほど、周囲電磁波の発射間隔が十分に長い）であるか、連続的であるがある限られた周波数についてのみ存在する。
- (d) 電磁環境レベルが測定周波数範囲の大部分にわたって測定レベルより高く、かつ、連続的に存在する。

オープンサイトを選択する場合は、周囲環境および測定技術者の熟練度によって、測定の精確さが確保できることを確認しなければならない。

注：十分良い測定結果を得るには、測定する放射レベルより、周囲電磁環境レベルは20 dB以上低いことが望ましい。

5.5 大地面

オープンサイトの大地面は、自然の大地面から、高い導電性をもつ金属材料の大地面など、広い範囲の材料によって構成することができる。この平面は、自然大地面と同じレベル、あるいは適切な大きさを有する床上げ式プラットフォーム上または屋上に設けてもよい。金属大地面がより望ましいが、ある種の機器や用途に対しては、製品規格でそれを推奨しないことがある。金属大地面が適切かどうかは、そのサイトが5.6項に述べる適合性確認条件を満たすかどうか依存する。大地面が金属材料でない場合には、そのサイトの大地面反射特性が、時間、天候、またはパイプ、導管のような埋設金属物により、または不均質土壌の影響を受けて変化しないようなサイトを選択することが必要である。このようなサイトは、金属面のサイトに比較して、一般に異なるサイトアッテネーション特性を示す。

5.6 オープンサイトの適合性確認試験手順

ここに示す適合性確認試験手順および正規化サイトアッテネーションに関する要求事項は、金属大地面が要求されている場合に、サイトの品質を評価するのに用いる。他の構造のサイトに対しては、この適合性確認試験手順は技術情動的なものであり、調査すべきサイトの特異性を調べるのに使うことができる。なお、この適合性確認試験手順は、電波吸収体を貼付した測定室には適用できない。このような場合には、さらに詳細な規定が必要であり、第5.7節で規定する。

オープンサイトの適合性の確認は、図4および図5にそれぞれ示すように、大地面に対して水平および垂直に向けた2個のアンテナを用いて行う。オープンサイトのサイトアッテネーションは、送信アンテナに接続した信号源の電圧(V_I)と、受信アンテナ端子において測定された受信電圧(V_R)の比から求める。これらの電圧測定は、50 Ω 系で行う。もし、 V_I や V_R を、それぞれ送信アンテナおよび受信アンテナのアンテナ端子で測定できない場合は、ケーブルの損失に対する適切な補正を行うこと。次に、このサイトアッテネーションの値を、使用した2個のアンテナのアンテナ係数の積で除す。この結果、得られた値が正規化サイトアッテネーション(NSA)の値であって、dBで表示する。水平および垂直偏波に対するNSAの測定値が、表1(a)、表1(b)あるいは表2に与えられている値に対し ± 4 dB以内にあるときは、そのサイトは適正であると判断する。表2は、5.7節の代替試験場において、

80MHz以下の適合性確認試験を80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いて行う場合に適用するもので、一般のオープンサイトの適合性確認試験には表1を適用する。

もし、 ± 4 dBの基準を超える場合は、そのサイトは、付則EのE.4項に基づいて調査しなければならない。

± 4 dBのサイト適合判断基準の根拠を付則Fに示す。

NSAの測定値と理論値の差を、供試装置の電界強度測定値に対する補正值として使用してはならない。この手順は、サイトの適合性確認試験に対してのみに使用するものである。

表1(a)は、大地面に対し水平に配列した半波長同調ダイポールアンテナを使用する場合に、また表1(b)は、垂直に配列した半波長同調ダイポールアンテナの場合に、それぞれ適用する。なお、表1(b)においては、受信アンテナ高 h_2 の掃引範囲に制限があることに注意すること。これは、受信ダイポールアンテナのエレメントの下端の高さを大地面から25cm以上離すためである。表2は、代替試験場の適合性確認試験において、大地面に対し水平および垂直に配列した80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を使用する場合に適用する。

表1(a)、(b)と表2が異なるのは、半波長同調ダイポールアンテナと80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）において、アンテナ設定条件がそれぞれ異なるためであり、その原因は、低周波数帯では半波長同調ダイポールアンテナのエレメントが長くなるためである。

各表に記載された周波数以外の周波数に対するNSAの値は、表に記載された値から直線的に内挿して求めることができる。

各表における用語の意味は、以下の通りである。

R : 送信アンテナおよび受信アンテナの大地面に対する投影の水平間隔 (m)

h_1 : 送信アンテナ中心の大地面からの高さ (m)

h_2 : 受信アンテナ中心の大地面からの高さの範囲 (m)

NSA 測定ではこの範囲内における受信信号レベルの最大値を測定する。

f_m : MHz で表した周波数

A_N : 正規化サイトアッテネーションNSA (下記の式(1)参照)

水平偏波に関するNSAを最初に測定することを推奨する。それは、水平偏波の測定の方が垂直偏波の測定より、試験結果に特異性が現れ難いためである。この場合、NSAの測定結果は、表1(a)や表2の規定値の ± 4 dB 範囲内に容易に入るはずである。もし、そうでない場合は、測定技術、測定装置の変化、アンテナ係数の較正について再チェックをすること。それでもなお、 ± 4 dB の適合基準を超える場合は、そのサイトには簡単に見つけられる明らかな異常があり、垂直偏波に関するNSA 測定を行う前にそれを直す必要がある。

端子 1 と 2 を直結した時と
アンテナを経由した時の
 V_R を記録する

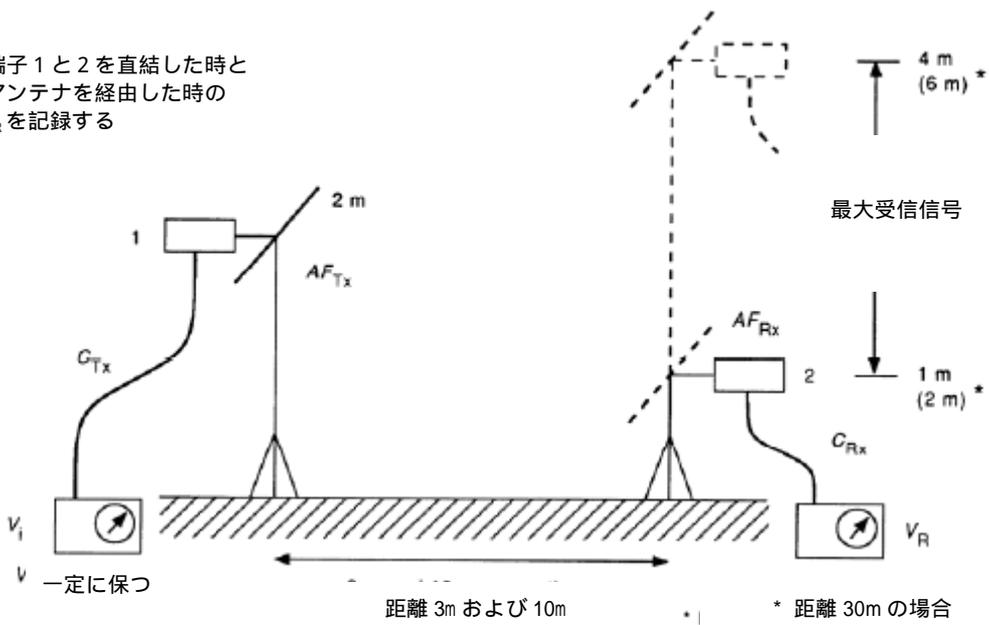


図 4 水平偏波サイトアッテネーション測定における機器配置構成(5.6 および付則 E)

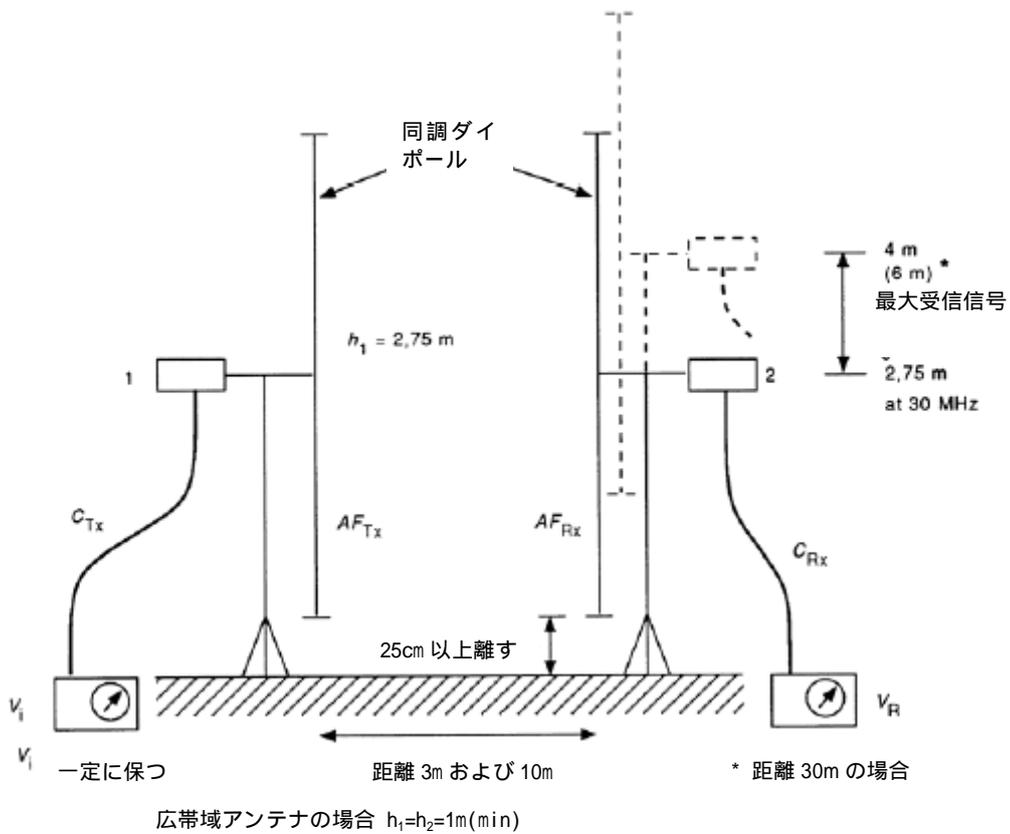


図 5 同調ダイポールを使った垂直偏波サイトアッテネーション測定における機器配置構成 (5.6 および付則 E)

5.6.1 NSAの一般的測定法

それぞれの偏波に関するNSA 測定では、受信電圧 V_R に関して2種類の異なる測定を行う。第1の V_R は、同軸ケーブルを2つのアンテナから取り外し、それらを接続用アダプタを介して相互に接続して測定する。第2の V_R は、2本の同軸ケーブルをそれぞれのアンテナに接続し、受信アンテナの高さを規定の範囲内で変化させて、最大の信号電圧を測定する（この高さの範囲は、測定距離3m および10m では1 から4m、測定距離30m では1 から4m または2 から6mである）。これらの2つの測定において、信号源の電圧 V_i は一定に保持すること。 V_R の第1の測定値を V_{DIRECT} 、第2の測定値を V_{SITE} と呼ぶ。これらの値は、次の式(1)においてNSA の測定値 A_N を求めるときに使用する。なお、全ての項をdB で表す。

$$A_N = V_{DIRECT} - V_{SITE} - AF_T - AF_R - \Delta AF_{TOT} \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

ここで、

- AF_T = 送信アンテナのアンテナ係数
- AF_R = 受信アンテナのアンテナ係数
- ΔAF_{TOT} = 相互インピーダンス補正係数

である。

式(1)の最初の2つの項は、サイトアッテネーションの実測値を表す。すなわち、($V_{DIRECT} - V_{SITE}$) は従来のサイトアッテネーションに等しいものであって、これは、使用した2個のアンテナの特性を含んだ伝搬路の挿入損失である。 AF_T および AF_R は較正によって正確に求めなければならない。表1(a)、表1(b)、表2 の測定に適用する ΔAF_{TOT} の理論値を、アンテナ較正時におけるアンテナの地上高に応じて、それぞれ表E.1、E.2に示す。

なお、次式に注目すること。

$$V_{DIRECT} = V_i - C_T - C_R \quad (\text{dB})$$

ここで C_T および C_R はケーブル損失であり、別々に測定する必要はない。表E.1に示す相互インピーダンス補正係数は、半波長同調ダイポールアンテナを使用する場合に、また表E.2は、周波数30MHzから80MHz において、80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を使用する場合に適用する。

これらのNSA 測定において、周波数毎にエレメント長の調節が必要な半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合は、以下の離散周波数法を用いる。但し、30MHz から80MHz までの周波数帯において、80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を利用する場合は、周波数掃引法を用いることができる。どちらの測定法でも、それが付則Eに示されているように正しく行われれば、本質的には同じ結果が得られる。各測定法の概要は、次の通りである。

a) 離散周波数法

この方法では、表1(a)、表1(b)、表2 に示す特定の周波数において、順次、測定を行う。各周波数において、受信アンテナは該当する表の地上高範囲にわたって上下し、受信信号の最大値を求める。これらの測定値を式(1)に代入して NSA の測定値を求める。付則Eには、データの記録方法、NSA 測定値の計算方法、およびNSA 理論値との比較についての手順を述べる。

b) 周波数掃引法

この方法では、ピーク保持（最大値保持）とデータ蓄積機能を持つ周波数掃引型測定用受信機およびトラッキングジェネレータを使用し、広帯域アンテナを用いて測定を行う。この測定法においては、アンテナ高と周波数を共に所要の全範囲にわたって連続的に掃引する。周波数の掃引速度は、アンテナ高の変化速度よりも十分に速くなければならない。その他の手順は、(a)に述べたものと同じであり、詳細については付則 E に述べる。

5.6.2 アンテナ係数の決定

NSA の測定では、直線偏波のアンテナが必要であり、これらのアンテナのアンテナ係数は正確でなければならない。一般に、アンテナに添付されているアンテナ係数は、本目的のために特別にあるいは個々に較正されたものでなければ、適切なものとは言えない。

5.6.3 サイトアッテネーションの偏差

NSA の測定において $\pm 4\text{dB}$ 以上の偏差が生じたときには、最初に、いくつかの項目についてチェックし直さなければならない。

- (a) 測定の手順
- (b) アンテナ係数の精確さ
- (c) 信号源のドリフト、測定用受信機またはスペクトラムアナライザの入力減衰器および測定値の読みとり精度

上記(a)、(b)、(c)に誤りがないにもかかわらず、なおサイトが適合しない場合には、サイト特性を劣化させる可能性のある原因について、さらに詳しく調査しなければならない。NSA 測定において発生する誤差については、付則 M で述べる。

垂直偏波による測定は一般に影響を受け易いので、サイトの特異性を調べる場合は、水平偏波よりも、垂直偏波の測定を用いることが望ましい。調査すべき主な事項は、次の通り：

- (a) 大地面の大きさおよび構造の不適切性
- (b) 不要な散乱波を生じる可能性のあるサイト周辺の反射物
- (c) 全天候用サイトの覆い
- (d) ターンテーブル面が導電性で、周囲の大地面と同じ平面にあるときは、そのターンテーブル外周における大地面との不連続性
- (e) 大地面を覆っている厚い誘電体材料
- (f) 階段のために大地面に設けた開口部

5.7 代替試験場の適合性

放射妨害波測定のための試験場や施設には、様々なものがある。それらの多くは、天候や無線周波帯周囲ノイズの悪影響を防止するためのものである。これらには、全天候型試験場や電波吸収体を敷設した遮蔽室が含まれる。

試験場が構造材料で囲まれると、5.6 に定めた 1 回の NSA 測定のみでは、適合性判断には十分でない可能性がある。但し、電波透過特性が良い覆いを設備する全天候型試験場については、測定を 1 回に省略してもよい。

代替試験場の適合性を評価するために、以下の手順を推奨する。その方法は、供試装置が占める空間にわたって複数回の NSA 測定を行うことを基本とする。野外試験場と同等で、妨害波試験に適する

と判断するには、NSA 測定値が許容偏差 $\pm 4\text{dB}$ 以内でなければならない。

ここでは、導電性大地面を持つ代替試験場について述べる。

5.7.1 代替試験場の正規化サイトアッテネーション

代替試験場においては、その設備の天井や壁を構成する構造材または電波吸収材からの反射波の影響を見付けるのに、1回のNSA 測定だけでは不十分である。このようなサイトでは、例えばターンテーブルを用いて、最大寸法の被測定装置あるいは被測定システムをその中心の周りに 360° 回転させた軌跡によって作られる体積を“試験体積”と定義する。

代替試験場の適合性確認試験は、原則として、表1 に従って半波長同調ダイポールアンテナを用いて水平偏波および垂直偏波で NSA を測定する。この場合、図6 a、図6 b に示されている水平面内で5箇所（中央、および中央から測定アンテナを結ぶ直線に関して前後左右）、2種類の偏波（水平および垂直）、1種類の高さ（水平偏波に関して2m、垂直偏波に関して2.75m）で行う必要がある。なお、この測定に使用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} を、アンテナ較正時のアンテナ高に対応して表E.1 に示す。

但し、代替試験場の大きさの制約から、80MHz 以下の周波数帯において半波長同調ダイポールアンテナを使用できない場合は、表2 に従って80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を使用して、水平偏波および垂直偏波で NSAを測定する。この場合は、図6 a、図6 bに示すように、最大で20回の独立したサイトアッテネーション測定、すなわち、水平面内で5箇所（中央、および中央から測定アンテナを結ぶ直線に関して前後左右）、2種類の偏波（水平および垂直）、2種類の高さ（水平偏波に関して1m 及び2m、垂直偏波に関して1m及び1.5m）で行う必要がある。なお、この測定に適用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} を、アンテナ較正時のアンテナ高に対応して表E.2 に示す。

80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）の特性は、周波数が80MHz より低くなればなるほど、アンテナエレメント長によって大きく変化する。従って、NSA測定時およびアンテナ較正時にエレメント長が変化しないように、十分注意すること。また、このアンテナは同軸ケーブルとの整合状態も余り良くないため、測定結果の再現性が低下しやすい。従って、アンテナのバランに整合用減衰器が内蔵されていない場合は、アンテナに6dB 以上の減衰器を接続し、減衰器を付加した状態で一つのアンテナとして取り扱い、較正を行うこと。

送信および受信アンテナは、アンテナ素子を互いに平行に、かつ測定軸と直交させて並べること。垂直偏波に関しては、中心以外の送信アンテナの水平面内位置は、試験体積の境界上である。水平偏波に関しては、左右の位置での測定において、横壁の構造物または吸収体と供試装置の境界との距離が1m以下であれば、アンテナの中心を中央へ移動させ、アンテナの先端が試験体積の境界上か、あるいは試験体積直径の10%以上境界から離れない位置とする。前後の位置は、試験体積の境界上とする。

なお、80MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いて周波数30MHzから80MHz の範囲で測定を行う場合、下記の条件を満たすならば、測定回数を減らしてもよい。

- (a) 試験体積の後部境界から構造物または吸収材の最も近い点までの距離が1mより大きい場合は、後部位置での垂直および水平偏波の測定を省略できる。放射源が誘電体の境界近くに置かれると電流分布が変化するため、その場所における放射源の放射特性に影響が出ることが知られている。供試装置がその境界近くに置かれる場合、追加のサイトアッテネーション測定が必要である。
- (b) 左右の位置をつなぐ試験体積の直径に沿って行う水平偏波の測定回数は、アンテナの投影が直径の90%を覆うのに十分な数まで減らすことができる。
- (c) 80MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いる測定では、供試装置の最上部の高さが、テ

ブルを含んで1.5mを越えなければ、送信高1.5mの高さにおける垂直偏波の測定は省略してもよい。

(d) テーブルを使用する場合は、それも含めた試験体積が、奥行き1m×幅1.5m×高さ1.5m以内であれば、水平偏波測定は、中心、前方、後方の位置でのみ行うこととする。上記の項目(a)を適用する場合、後部位置は省略できる。この場合、最小の8箇所での測定でよい。すなわち図6c、図6dに示すように、垂直偏波では1つの高さで位置(左、中心、右、前方)の4配置で、水平偏波の測定では、2つの高さで位置(中心と前方)の4配置で測定する。

NSAの測定に当たっては、送信アンテナと受信アンテナの距離を表1あるいは表2に従って離すこと。図6a、6b、6c、6dに示すように、受信アンテナは規定の距離を維持しながら、ターンテーブル中心線に沿って動かさなければならない。代替試験場は、上記のNSA測定の結果が5.7.2の要求事項と5.7.3の大地面の要求事項を満足するならば、放射妨害波測定を行うのに適していると判断できる。

5.7.2 サイトアッテネーション

代替試験場における水平および垂直偏波のNSA測定値が、理想サイトの正規化サイトアッテネーションの理論値の $\pm 4\text{dB}$ 以内であれば、その代替試験場は放射妨害波測定に使用できると判断できる。

5.7.3 導電性大地面

放射妨害波試験場には、導電性大地面が必要である。導電性大地面は、供試装置の外周および最大測定アンテナを少なくとも1mは超えて拡がり、供試装置とアンテナの間の全域を覆っていなければならない。その大地面は金属製で、長径が最高測定周波数に対応する波長の1/10より大きな穴や空隙があってはならない。NSA測定値が $\pm 4\text{dB}$ の適合基準を満足しない場合には、さらに大きな導電性大地面が必要となる。

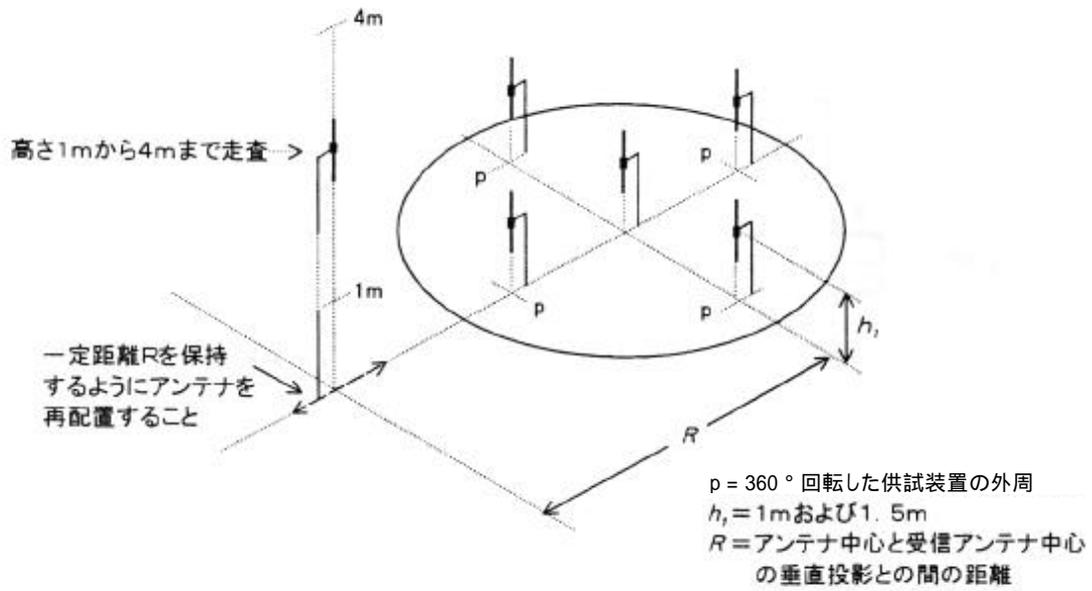


図 6 a 代替試験場の代表的なアンテナ配置—垂直偏波の NSA 測定

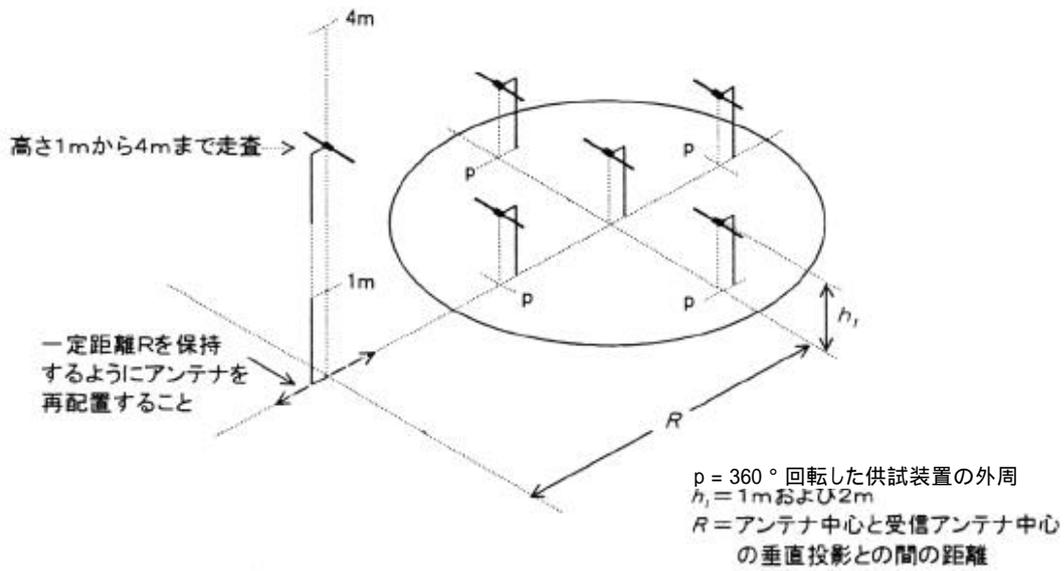


図 6 b 代替試験場の代表的なアンテナ配置—水平偏波の NSA 測定

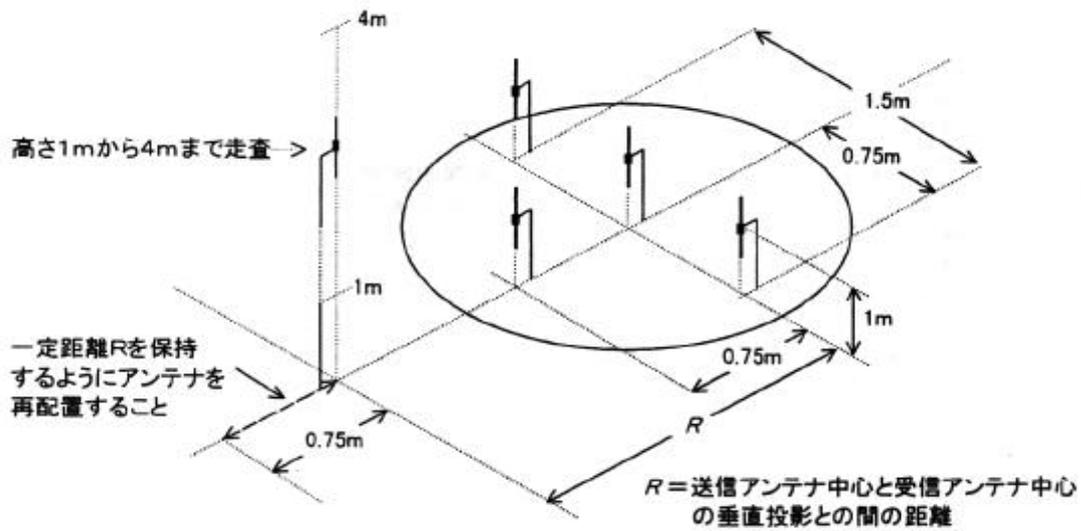


図 6 c 代替試験場の代表的なアンテナ配置—供試装置の容積が奥行き 1m、幅 1.5m、高さ 1.5m の容積を超えないで、不要な反射を引き起こす最も近い距離が 1m より大きい外周を持つ場合の垂直偏波の NSA 測定

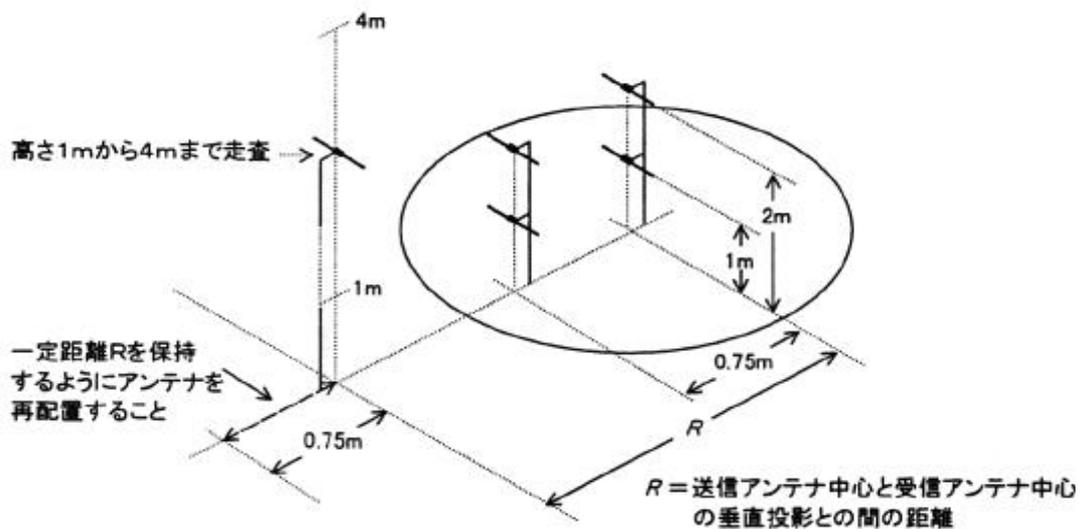


図 6 d 代替試験場の代表的なアンテナ配置—供試装置の容積が奥行き 1m、幅 1.5m、高さ 1.5m の容積を超えないで、不要な反射を引き起こす最も近い距離が 1m より大きい外周を持つ場合の水平偏波の NSA 測定

図 6 代替試験場の代表的なアンテナ配置

表 1 (a) - 正規化サイトアッテネーション
 (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用)

偏波面	水平偏波		
	3m	10m	30m
R	3m	10m	30m
h_1	2m	2m	2m
h_2	1m ~ 4m	1m ~ 4m	2m ~ 6m
f_m (MHz)	A_N (dB)		
30	11.0	24.1	38.4
35	8.8	21.6	35.8
40	7.0	19.4	33.5
45	5.5	17.5	31.5
50	4.2	15.9	29.7
60	2.2	13.1	26.7
70	0.6	10.9	24.1
80	-0.7	9.2	21.9
90	-1.8	7.8	20.1
100	-2.8	6.7	18.4
120	-4.4	5.0	15.7
140	-5.8	3.5	13.6
160	-6.7	2.3	11.9
180	-7.2	1.2	10.6
200	-8.4	0.3	9.7
250	-10.6	-1.7	7.7
300	-12.3	-3.3	6.1
400	-14.9	-5.8	3.5
500	-16.7	-7.6	1.6
600	-18.3	-9.3	0
700	-19.7	-10.6	-1.3
800	-20.8	-11.8	-2.4
900	-21.8	-12.9	-3.5
1000	-22.7	-13.8	-4.4

本表の測定に適用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} は表 E. 1 を参照。

表 1 (b) 正規化サイトアッテネーション
 (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用)

偏波面 f_m (MHz)	垂直偏波					
	R=3m $h_1=2.75m$		R=10m $h_1=2.75m$		R=30m $h_1=2.75m$	
	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (dB)
30	2.75 ~ 4	12.4	2.75 ~ 4	18.8	2.75 ~ 6	26.3
35	2.39 ~ 4	11.3	2.39 ~ 4	17.4	2.39 ~ 6	24.9
40	2.13 ~ 4	10.4	2.13 ~ 4	16.2	2.13 ~ 6	23.8
45	1.92 ~ 4	9.5	1.92 ~ 4	15.1	2 ~ 6	22.8
50	1.75 ~ 4	8.4	1.75 ~ 4	14.2	2 ~ 6	21.9
60	1.50 ~ 4	6.3	1.50 ~ 4	12.6	2 ~ 6	20.4
70	1.32 ~ 4	4.4	1.32 ~ 4	11.3	2 ~ 6	19.1
80	1.19 ~ 4	2.8	1.19 ~ 4	10.2	2 ~ 6	18.0
90	1.08 ~ 4	1.5	1.08 ~ 4	9.2	2 ~ 6	17.1
100	1 ~ 4	0.6	1 ~ 4	8.4	2 ~ 6	16.3
120	1 ~ 4	-0.7	1 ~ 4	7.5	2 ~ 6	15.0
140	1 ~ 4	-1.5	1 ~ 4	5.5	2 ~ 6	14.1
160	1 ~ 4	-3.1	1 ~ 4	3.9	2 ~ 6	13.3
180	1 ~ 4	-4.5	1 ~ 4	2.7	2 ~ 6	12.8
200	1 ~ 4	-5.4	1 ~ 4	1.6	2 ~ 6	12.5
250	1 ~ 4	-7.0	1 ~ 4	-0.6	2 ~ 6	8.6
300	1 ~ 4	-8.9	1 ~ 4	-2.3	2 ~ 6	6.5
400	1 ~ 4	-11.4	1 ~ 4	-4.9	2 ~ 6	3.8
500	1 ~ 4	-13.4	1 ~ 4	-6.9	2 ~ 6	1.8
600	1 ~ 4	-14.9	1 ~ 4	-8.4	2 ~ 6	0.2
700	1 ~ 4	-16.3	1 ~ 4	-9.7	2 ~ 6	-1.0
800	1 ~ 4	-17.4	1 ~ 4	-10.9	2 ~ 6	-2.4
900	1 ~ 4	-18.5	1 ~ 4	-12.0	2 ~ 6	-3.3
1000	1 ~ 4	-19.4	1 ~ 4	-13.0	2 ~ 6	-4.2

受信アンテナ高 h_2 の下限値は周波数によって異なるが、これは、アンテナの下端が大地面から25cm以上離れるようにするためである。
 本表の測定に適用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} は表 E. 1 を参照。

表2 正規化サイトアッテネーション
(80MHz同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いる場合に適用)

R	3m				10m			
偏波面	水平偏波		垂直偏波		水平偏波		垂直偏波	
h_1	1m	2m	1m	1.5m	1m	2m	1m	1.5m
h_2	1m~4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m
f_m (MHz)	A_N (dB)							
30	15.8	11.0	8.2	9.3	29.8	24.1	16.7	16.9
35	13.4	8.8	6.9	8.0	27.1	21.6	15.4	15.6
40	11.3	7.0	5.8	7.0	24.9	19.4	14.2	14.4
45	9.4	5.5	4.9	6.1	22.9	17.5	13.2	13.4
50	7.8	4.2	4.0	5.4	21.1	15.9	12.3	12.5
60	5.0	2.2	2.6	4.1	18.0	13.1	10.7	11.0
70	2.8	0.6	1.5	3.2	15.5	10.9	9.4	9.7
80	0.9	-0.7	0.6	2.6	13.3	9.2	8.3	8.6

本表の測定に適用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} は表E.2を参照。

5.8 大地面のない試験場の適合性

30 MHzから1000 MHz帯の周波数範囲に用いる大地面のない試験場の適合性確認手順について以下に示す。

5.8.1 6面に電波吸収体を貼付した遮蔽空間からなる自由空間試験場の測定で考慮すべき事項

6面を電波吸収体で覆った遮蔽空間は、6面電波暗室(Fully Anechoic Chamber:FAC又は Fully Anechoic Room:FAR)として知られており、放射妨害波測定に使用してもよい。FAR法を使用する場合、適切な放射妨害波許容値を関連する規格(一般規格または製品・製品群規格)で規定しなければならない。野外試験場における試験と同様な方法で、無線業務を保護するための要求事項(許容値)への適合性確認をFARにおいて行わなければならない。

FARは、送信アンテナ又はEUTからの放射だけが直接的に受信アンテナに到達するように、自由空間環境を模擬している。その他の間接波及び反射波は、FARの全壁面、天井及び床に敷かれた適切な電波吸収材を使用してできるだけ低減すること。

5.8.2 試験場の性能

試験場は、以下に記述する二つの方法(サイト参照法及びNSA法)のいずれかで適合性を確認すること。

5.8.2.1 正規化サイトアッテネーションの理論値

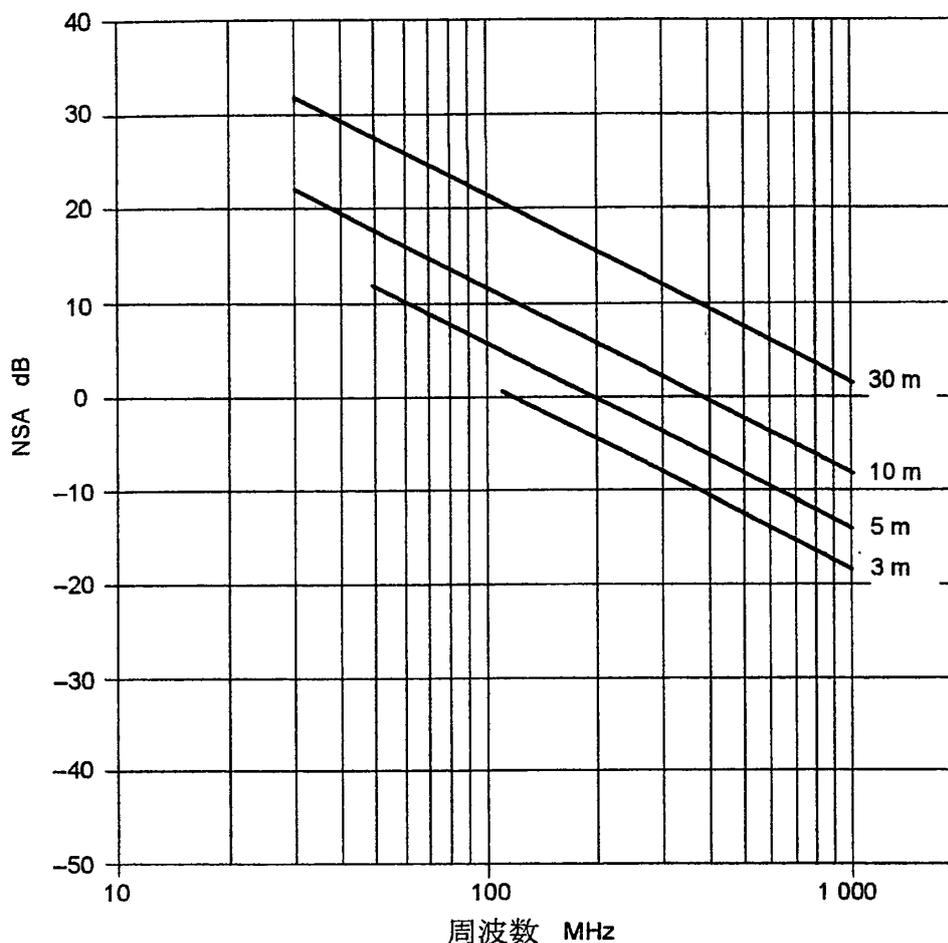


図7 異なる測定距離に対する周波数の関数としての自由空間サイトアッテネーションの理論値(式4参照)

注 測定距離3 mにおける110 MHz未満の周波数及び測定距離5 mにおける60 MHz未満の周波数において、NSAは近傍界の影響を含む。従って、これらは個別の試験場ごとに計算すること。

以下では、微小アンテナに対するNSA理論を述べている。

サイトアッテネーション(SA)は、試験場において2つのアンテナ端子間で測定した伝送損失である。自由空間環境におけるSA (dB単位)は式(2)によって近似的に計算できる¹⁾。

1)参考文献: GARBE, H. New EMC Test facilities for radiation measurements, Review of Radio Science 1999-2003. John Willy & Sons, New York, 2002

$$SA = 20 \log_{10} \left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi} \right) \left(\frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) \right] - 20 \log_{10} f_m + AF_R + AF_T \quad (2)$$

ここで、

AF_R, AF_T は、dB/m 単位で表した受信及び送信アンテナのアンテナ係数

d は、メートル単位で表した両アンテナの位相中心間の距離

Z_0 は、基準インピーダンス(すなわち、50Ω)

β は、 $2\pi/\lambda$

f_m は、MHz単位で表した周波数

である。

dB単位で表した正規化サイトアッテネーション(NSA)の理論値は、使用するアンテナのアンテナ係数を減じたサイト減衰量として定義される。従って:

$$NSA_{calc} = 20 \log_{10} \left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi} \right) \left(\frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) \right] - 20 \log_{10} f_m \quad (3)$$

5 mの距離における60 MHz未満又は3 mの距離における110 MHz未満では、表3のそれぞれの試験配置に対して、図7のNSA理論値と式(2)を比較して近傍界補正係数を適用しなければならない。近傍界補正係数は、アンテナ、試験距離及び使用する試験体積に対して特有のものであるので、NECのような数値計算法により求めなければならない。代替法である5・8・2・2・1のサイト参照法では、同じアンテナを参照サイトにおける測定及びFARにおける測定の両方に使用するので、近傍界の影響を相殺することができる。

距離10 m及び30 mの測定については、式(3)の近傍界項は無視することができるので、次のように簡略化される。

$$NSA_{calc} = 20 \log_{10} \left[\frac{5Z_0 d}{2\pi} \right] - 20 \log_{10} f_m \quad (4)$$

簡略化された式(4)を式(2)に代えて使用する場合、それによる誤差は距離5 mで60 MHzを超える周波数および距離3 mで110 MHzを超える周波数において、0.1 dB未満となる。これらの周波数より低いところでは、近傍界の影響による誤差は0.1 dBを超える。距離3 mの場合、30 MHzでの最大誤差は1 dBである。この誤差を減少させるためには式(2)を使用すべきである。

5.8.2.2 サイトの適合性確認手順

ターンテーブル上の供試装置の回転によって作り出される円筒形の試験空間にわたって5.8.3のNSAに関する要求事項を満たすこと。ここで、供試装置はそれを構成する全ての要素及び相互接続ケーブルを含む。表3に試験空間の最大高さ及び最大直径($h_{\max} = d_{\max}$)を試験距離ごとに示す。表3に示す直径と試験距離との比率を満足すれば、放射試験における不確かさを許容範囲に収めることができる。

表3 試験距離に対する試験空間の最大寸法

試験空間の最大直径 d_{\max} 及び 最大高さ h_{\max} (m)	試験距離 D_{nominal} (m)
1.5	3.0
2.5	5.0
5.0	10.0

1点におけるSA(サイトアッテネーション)測定のみでは、FARの構造体及び/又は壁、床、天井並びにターンテーブルに敷かれた吸収材からの潜在的な反射を検出するのに十分ではないことがある。

従って、6面電波暗室のSA測定及び適合性確認は、送信アンテナを試験空間内の15か所に設置し、水平及び垂直偏波の両方に対して実施しなければならない(図8参照)。

- 試験空間の3つの高さ：底部、中央部及び頂部
- 上記高さの水平面における5か所：中心、左、右、前方及び後方位置。

後方位置と吸収材との距離が0.5 mを超える場合、後方位置における測定は省略してもよい。供試装置の試験では、ターンテーブルの回転によって後方位置が前方位置に来るため、後方からの反射波の寄与は最大受信レベルに影響しない。

SA測定においては、2個の広帯域アンテナを使用すること。送信アンテナの基準点を試験空間内の規定された位置に設置し、受信アンテナを試験空間の外側の指定された方向及び位置に設置する。送信アンテナは、ほぼ無指向性のH面パターンを備えていること。(試験距離3 mの場合、送信アンテナの最大寸法は40 cmを超えてはならない。より遠い試験距離においては、アンテナ寸法はそれに応じて定めることができる)。

30 MHz-1000 MHzの範囲では、一般的な受信アンテナとして、ハイブリッドアンテナ(バイコニカルアンテナ/LPDAの組合せ)か、又は周波数ごとに、30 MHz-200 MHzにおいてバイコニカルアンテナ及び200 MHz-1000 MHzにおいてLPDAを用いる。

注 ハイブリッドアンテナ(バイコニカルアンテナ/LPDAの組合せ)は、アンテナ寸法が物理的に大きいため、このアンテナを距離3mにおける放射試験および電波暗室の適合性確認の測定に使用することは望ましくない。

準自由空間試験場における参照サイトアッテネーションの測定(5.8.2.2.2)には、FARにおけるSA測定

に使用したのと同じアンテナ、ケーブル、フェライト、減衰器、増幅器、信号発生器及び受信機を使用すること。FARの適合性確認に使用する受信アンテナは、供試装置の放射試験に使用するアンテナと同じ形式のものでなければならない。

試験空間内のすべての送信アンテナ位置に対する水平及び垂直偏波に関する適合性確認において、FAR内の受信アンテナ高は、図8及び9に示すように試験空間の中央レベルに設定すること。両方のアンテナを対向させるために、アンテナを傾斜させることが必要である。アンテナ基準点(アンテナ較正で定義されている)と試験空間の前方位置との間の距離が $d_{nominal}$ である。送信アンテナを試験空間内の他の位置に移動する場合、受信アンテナも $d_{nominal}$ を維持するため受信アンテナ移動軸に沿って移動させること。受信アンテナ移動軸は試験空間中心に置いた送信アンテナと受信アンテナを結ぶ線である。すべての位置及び偏波について、送受信アンテナの要素を互いに平行になるように対向させなければならない(傾斜については図9参照)。適合性確認の測定中は、全てのアンテナマスト及びその支持台の位置を変えてはならない。

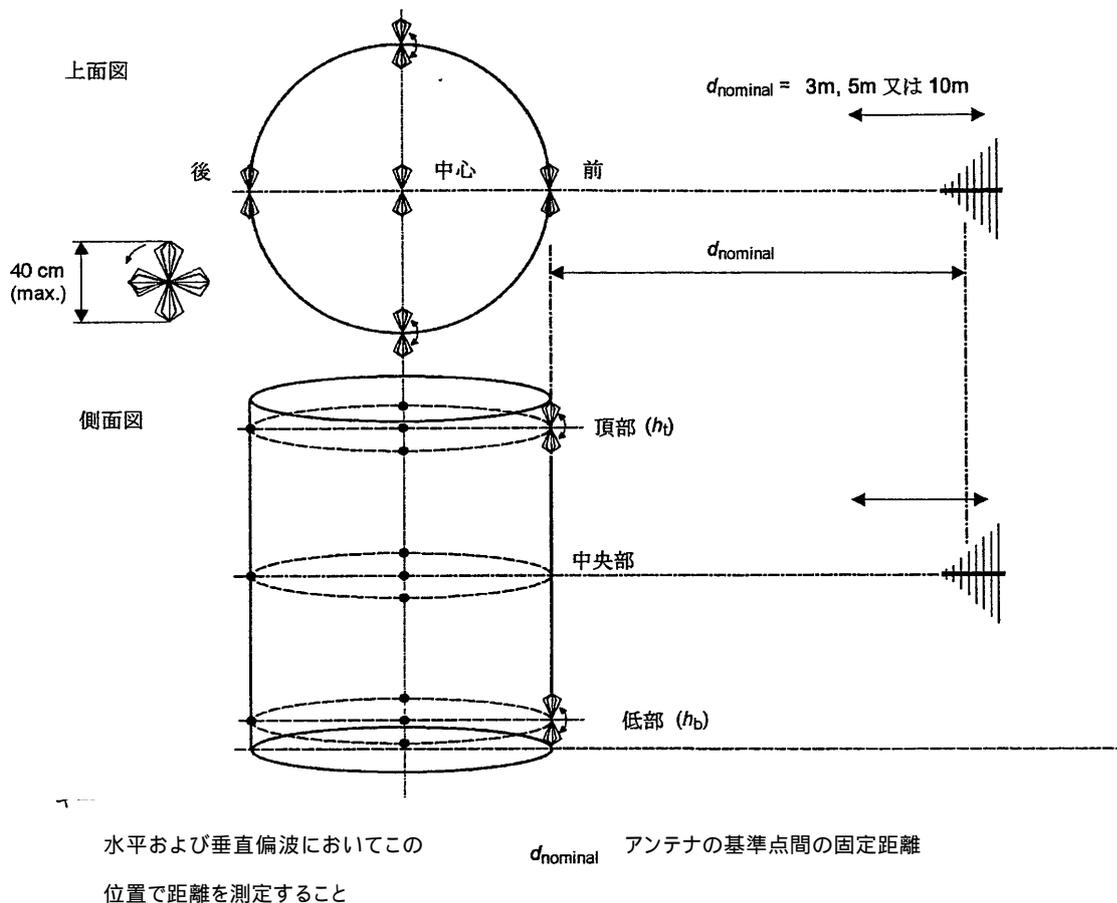


図8 試験場の適合性確認手続きにおける測定配置

水平偏波及び垂直偏波において、送信アンテナを試験空間内のどの位置に配置しても、受信アンテナは測定軸上に設置すること。

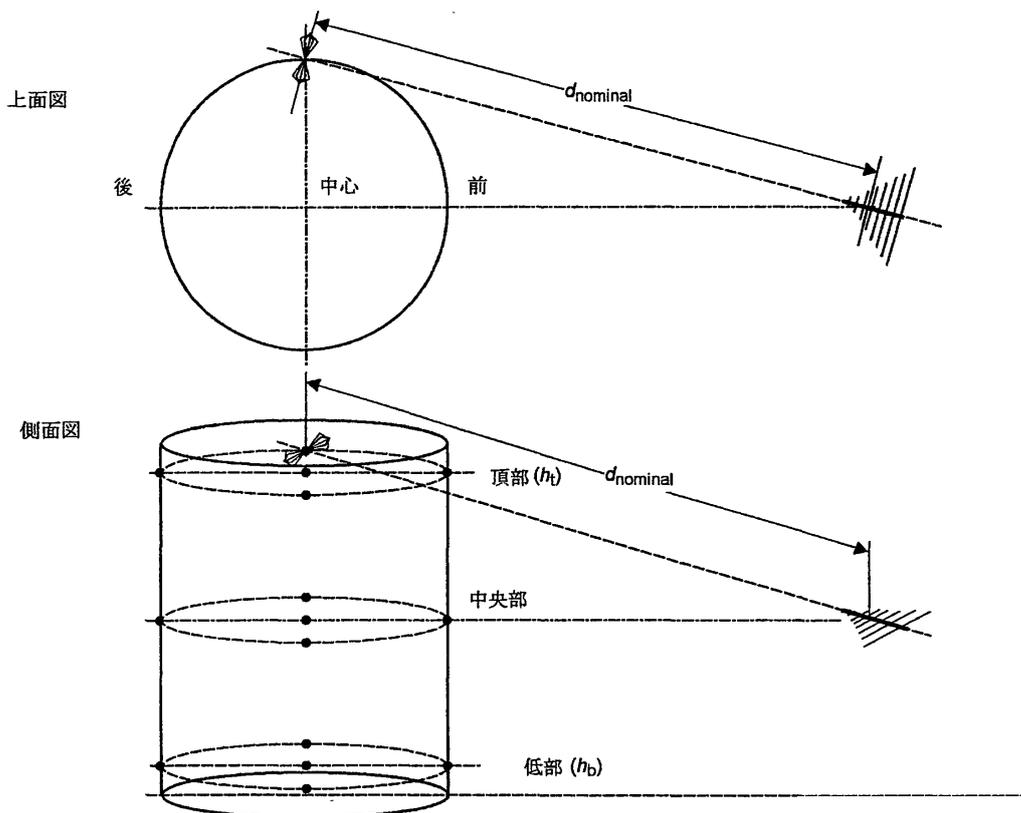
ある位置では、この要求事項を満たすためにアンテナを傾斜させることが必要である(図9参照)。

d_{nominal} は、許容値を適用する際の試験距離、適合性確認手順における固定のアンテナ距離、およびアンテナ較正手順におけるアンテナ間距離である。

試験空間内の送信アンテナ高は、次のように決定すること。

- “中央部”は、可能な限り、FARの高さの中心及び幅の中心における仮想軸に合わせる。
- “頂部(h_t)”及び“底部(h_b)”は、 h_{max} (表3参照)の半分から送信アンテナ寸法の半分の半分を減じて得る(例えば、バイコンカルアンテナでは20 cm以下)。

これらの位置を水平及び垂直偏波の両方に使用すること。頂面と天井吸収体及び底面と床面吸収体との間の距離は、試験空間に関するNSA試験によって決定される吸収体の特性によってそれぞれ与えられるが、EUTの吸収体との結合を防ぐため少なくとも0.5 mとする。



備考：アンテナ偏波は水平、送信アンテナ位置は頂部の右側

図9 試験場の適合性確認手順のための1つの測定位置及びアンテナ傾斜の例

離散周波数測定における最大周波数間隔は、表4に従うこと。

表4 周波数範囲及び周波数間隔

周波数範囲 MHz	最大周波数間隔 MHz
30 -100	1
100 - 500	5
500 - 1000	10

以下の2つの方法で、試験場の適合性確認を行うこと。

- a) サイト参照法：試験距離が5 m未満の場合にはこの方法を適用すること。
- b) NSA法：試験距離が5 m以上の場合に適用することが望ましい。

サイトアッテネーション測定法は、理想的な試験場で実施した場合、偏差値が0 dBとなる。測定不確かさを減らすために、いかなる方法も使ってよい。ただし、これらの方法は規定された試験配置及び試験手順に反してはならない。又、例えば、共振を平滑化することによってサイトの欠陥を隠してはならない。

次のような手段で、試験場の適合性確認測定の不確かさを減らすことができる。

- 垂直偏波アンテナにおいては、遮蔽の良いケーブルをケーブルが大地面に到達する前に少なくとも各アンテナの後方2 mまで延長しなければならない。可能ならば、ケーブルはFARの壁に取り付けられたコネクタに対し真直ぐ後方に延長すること。更に可能ならば、ケーブルにクリップ止めフェライトを使用すること。ケーブルの影響を減少させるその他の代替方法としては、光学リンクを使用する方法もある。
- アンテナコネクタに接続した減衰器(例えば、6 dB又は10 dB)は、アンテナ端におけるどのような大きなインピーダンス不整合でもその影響を減少させることができる。
- 平衡度の良いバランを持つアンテナを使用すること(アンテナの照準軸に関してアンテナを180度回転させた場合、受信機の読みの変化が±0.5 dB未満であること。アンテナ平衡度の確認方法は、4.4.2に記述されている)。
- 供試装置の試験にバイコニカルアンテナとLPDAを別々に使用する(アンテナは200 MHzで変更する)場合、FARの評価にもこれらのアンテナを使用してもよい。ハイブリッドアンテナ(バイコニカルアンテナとLPDAの組合せ)は、これら2つの形式の組合せであり、機械的寸法が測定距離に対して十分に小さい場合、同様に使用してもよい。

FARの適合性確認手順は、暗室特性の経年変化を検出するために、定期的を実施すること。また、FARで電磁波送信特性に影響するような変化が起きた場合も実施すること。

5.8.2.2.1 サイト参照法

準自由空間試験場における一対のアンテナ(送信及び受信アンテナ)を用いたサイトアッテネーション測定結果が、参照値として必要である。この参照値 (SA_{ref})を決定するための手順は、5.8.2.2.2に記述されている。この参照値には、距離3 mの試験において重要な影響を及ぼす可能性があるアンテナ間相互結合と近傍界の影響が含まれている。また、参照値 $SA_{ref}(d)$ の測定においては、送信アンテナと受信アンテナを規定の距離 $d_{nominal}$ に設定する。

試験空間のそれぞれの位置についての試験場適合性確認手順は、以下の3つの手順で実施する。

- 1) M_0 は、送信アンテナ用および受信アンテナ用接続ケーブルを互いに直接接続したときの受信機によってdB μ V単位で測定された基準レベルであり、通常、試験空間にわたる一連の測定の前に一度実施する。
- 2) M_1 は、アンテナを取り付けたときに、受信機によってdB μ V単位で測定されたレベルである。適合性確認対象の試験場のサイトアッテネーション SA_{val} は、次により計算できる

$$SA_{val} = M_0 - M_1 \quad \text{dB} \quad (5)$$

- 3) 測定されたサイトアッテネーションの参照値 $SA_{ref}(d)$ からの偏差(ΔSA)は、式(6)を使用して計算する。

$$\Delta SA = SA_{ref}(d) - SA_{val} \quad \text{dB} \quad (6)$$

5.8.2.2.2 参照値の決定

5 m未満の距離における正確な適合性確認については、参照値を決定するため一対の(送信及び受信アンテナ)専用アンテナの使用を推奨する。準自由空間試験サイトが必要となる。そこには、2つの非金属製アンテナマスト(木又はプラスチック製で、 ϵ_r 2.5、低損失、機械的強度を保持したできるだけ小さな直径を持つもの)があり、これによって大地面上の特定の高さにアンテナを設置することができる(図10)。参照値を ± 1 dBで決定する方法の一つは、アンテナの高さ(h)を次のようにすることである。

$$h \geq d \times \frac{8}{3} \quad (7)$$

ここで、 d は、アンテナ間距離である。

大地面の影響を抑圧するために、 $h = d \times \frac{8}{3}$ の高さが推奨される。又は30 MHzまで効果のある電波吸収体を大地面上に設置する必要がある。

参照値を得るときの距離 d は、FAR内で使用されるアンテナ間の実際の距離 $d_{nominal}$ に等しくすること。アンテナは垂直偏波とすること(水平偏波は、大地面からの反射信号による強い干渉があるため使用してはならない)。それによって、より良い自由空間状態が得られる。垂直偏波アンテナでは、建築物、木、その他などからの影響があるため、それらから十分に離すこと。

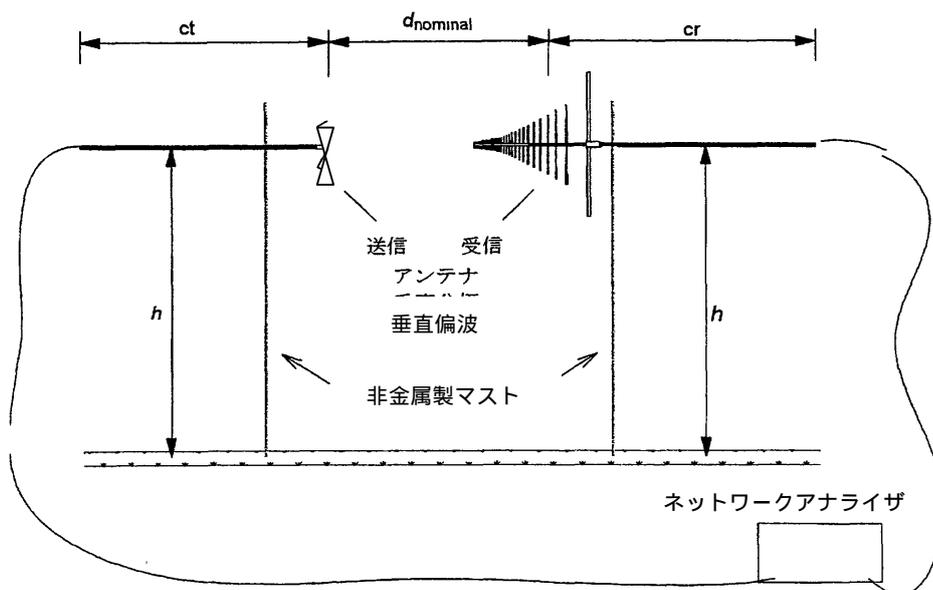
アンテナ接続ケーブルの影響が試験結果に及ばないように注意を払うこと。これは、図10に示すようなケーブル配置又は光ファイバを使用することが最も望ましい。

サイトアッテネーション参照値(SA_{ref})は、以下の3つの手順で決定する。

- 1) $M0_{RS}$ は、送信アンテナ用および受信アンテナ用接続ケーブルを互いに直接接続したときの受信機によってdB μ V単位で測定された基準レベル。
- 2) $M1_{RS}(d)$ は、規定の距離 $d_{nominal}$ にアンテナを設置したときに、受信機によってdB μ V単位で測定されたレベル。
- 3) $SA_{ref}(d)$ は式(8)に従って計算される。

$$SA_{ref}(d) = M0_{RS} - M1_{RS}(d) \quad \text{dB} \quad (8)$$

3 mの試験場の適合性確認については、少なくとも4 mの高さを使用しなければならない。この高さは、妨害波測定用に使用される遠隔操作式アンテナマスのによって一般的に実現可能である。この場合、アンテナ間の大地面上に電波吸収体を設置すること。さらに、双方のアンテナ周囲のすべての方向に対しても吸収体を設置して、5.8.1に規定されている準自由空間状態が実現されていること。 $d > 3$ mのサイト適合性確認については、式 $h > d \times \frac{8}{3}$ を使用する。又は、サイトアッテネーション参照値を ± 1 dBで測定可能な代替のアンテナ配置を使用する。



$d_{nominal}$ 適合性確認距離

h 大地面からのアンテナ高

ct, cr 送信および受信アンテナの同軸ケーブルは、物理的に可能な限り 2m に近い距離にアンテナ後方に水平に配置する。FAR 内では、ケーブルの経路はできるだけ水平に保ち、FAR 壁面の管を通してまっすぐに伸ばす。あるいはアンテナ出力の RF 光学リンクに接続した光ファイバを使用するのがよい。

備考 図 10 の全ての配置についてサイト基準を別々に取得する。

図10 自由空間参照サイトアッテネーション測定の典型的な配置

5.8.2.2.3 NSA法

送信及び受信アンテナの自由空間アンテナ係数が、この手順のために必要である。各測定位置に対する試験場適合性確認を、以下の4段階で実施する。

- 1) M_0 は、送信アンテナ用および受信アンテナ用接続ケーブルを互いに直接接続したときの受信機によって測定された基準レベル。
- 2) M_1 は、ケーブルをアンテナに接続したときに受信機によって測定されたレベル。
- 3) 測定されたNSA(NSA_m)は、式(9)に従ってdB単位で計算される。

$$NSA_m = M_0 - M_1 - AF_T - AF_R \quad \text{dB} \quad (9)$$

ここで AF_T 及び AF_R は、dB/m単位の自由空間アンテナ係数である。

4) 偏差 ΔNSA は、式(10)に従ってdB単位で計算される。

$$\Delta NSA = NSA_m - NSA_{calc} \quad (10)$$

ここで、 NSA_{calc} は式(4)を用いて計算し、 ΔNSA は該当するNSA判定基準と比較する。例えば、5.8.3に規定された ± 4 dBと比較する。

注 送信及び受信アンテナの基準点(アンテナ較正によって定義されている)間の距離 d は、 $d_{nominal}$ を使用しなければならない。アンテナ間の実効距離は、位相中心が移動するため周波数によって変動する。伝送損失は、 $d_{nominal}$ に対する実効距離の比率によって補正すること。

5.8.3 試験場の適合性確認基準

測定試験場は、次の要求事項に適合すること。

- SA又はNSAの偏差(式(6)又は式(10))は、水平と垂直偏波の両方、及び各測定位置と測定周波数に関して、 ± 4 dB未満であること。
- CISPR 16-4-2の勧告に基づいて測定場適性評価の不確かさを報告すること。ただし、評価項目は、大地面をもつ代替試験サイト上での電界強度測定に対して要求されるものと同じであること。

5.9 供試装置台とアンテナ昇降装置の評価

5.9.1 序文

一般的な電界強度測定では、D.5節で指定する試験台に供試装置を配置する。この試験台の形状、構造および材料の誘電率は、電界強度測定結果に影響を与える。次の5.9.2項では、30MHzから1000MHzの周波数範囲における試験台の影響を調べ、そして、電界強度測定値に関連する不確かさの寄与を見積るための手順を解説する。

アンテナ昇降装置については、あらゆる影響がNSA測定に含まれていると考えられるので、追加の評価を必要としない。

5.9.2 試験台の影響に関する評価手順(卓上装置)

試験台の影響を評価するために、指定の送信アンテナを指定の場所に置いて、試験台の有無による2つの伝送特性の測定を行う。測定手順は、次の通りである。

試験台は、試験場の通常位置に配置し、かつ、その最大寸法を受信アンテナに対向させて配置する(図11参照)(すなわち、四角形の試験台の対角線または、円形試験台の半径)。上限周波数1000MHzまでの周波数範囲に関して、全長が0.40 m未満の小さいバイコニカルアンテナを、水平偏波の状態です試験台上に設置する。試験台上面とアンテナバラン中心間の距離は、0.1mとする(図12参照)。試験台は、その対角線を受信アンテナの方向に向けて設置し、小型バイコニカルアンテナは、試験台の中心と角を結ぶ直線上の中心に設置しする(図11参照)。標準信号発生器の信号を試験台上の送信アンテナ(小型バイコニカルアンテナ)に供給する。試験周波数ステップは、利用される最高周波数の0.5%

と同じか、または、それ以下にしなければならない。受信アンテナで観測される電圧は、測定装置のノイズレベルよりも、少なくとも20dB以上であること。その給電ケーブルは、アンテナと同じ高さにして、およそ2m後方まで水平に配置する。さらに、ケーブルが測定値に影響するのを防ぐために、適当な間隔でフェライトコアを設置すべきである。

試験台の有り無しの2回について、送信アンテナの位置を変更せずに、受信アンテナ高を走査して最大受信電圧 V_r を測定すること。1GHz以下の周波数に関しては、少なくとも200MHzから1GHzの周波数範囲で測定を実施する。この場合、オープンサイトまたは電波暗室においては、受信アンテナを1mから4mの高さで走査し、FAR（全無響暗室）では受信アンテナ高を固定する。

2つの測定結果の差異 $\Delta(f)$ は、dB μ Vで測定された電圧から式(11)を用いて計算する。

$$\Delta(f) = |V_{r/with} - V_{r/without}| \quad (11)$$

ここで、

$V_{r/without}$ は、試験台が無い場合の任意の周波数における電圧測定値

$V_{r/with}$ は、 $V_{r/without}$ の測定周波数における試験台がある場合の電圧測定値

周波数帯域200MHzから1000MHzにおける最大値 Δ_{max} を、最大偏差とする。

$$\Delta_{max} = \max |V_{r/with} - V_{r/without}|_{200MHz-1000MHz} \quad (12)$$

試験台に起因する標準不確かさ u_{table} は、差異が一様分布すると仮定し、その最大値を Δ_{max} として計算すること。したがって、 $u_{table}(dB)$ は式(13)を用いて計算できる。

$$u_{table} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \Delta_{max} \quad (13)$$

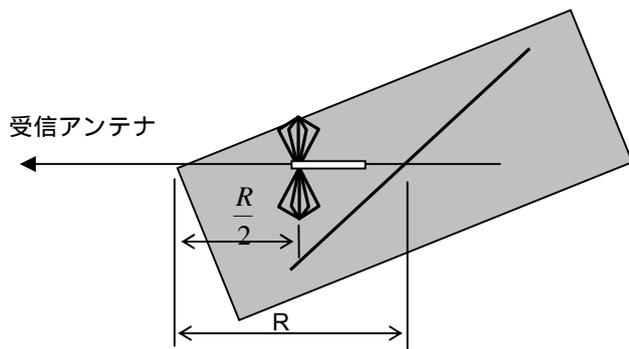


図11 長方形試験台の角からのアンテナ配置
(平面図)

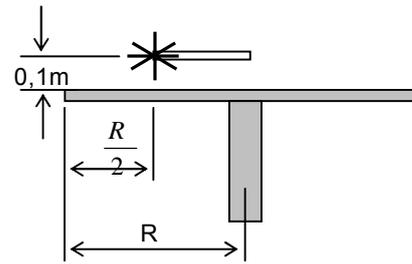


図12 試験台上のアンテナ配置
(側面図)

5.9.3 床置型装置用試験台の影響に関する評価手順

床置型装置用試験台は、非導電性で低誘電率の材料を使って作成されなければならない。
試験台が装置の底面の投影（またはその射影）面よりも小さければ、試験台の評価は必要としない。

6 全放射電力測定用反射箱

マイクロ波周波数領域で動作するある種の装置では、3次元放射パターンが装置の動作条件と環境に依存して複雑であるため、妨害規制にとって、全放射電力の測定は重要なパラメータであると考えられる。

これは、装置を金属壁の適当な密閉箱に置くことにより測定可能である。何も対策しないと定在波によって箱内のエネルギー密度分布が場所によって不均一になるため、それを避けるために回転する攪拌装置を取り付ける。攪拌装置を適当な寸法、形状、配置にすれば、箱内の任意の位置におけるエネルギー密度を不規則に変化させることができ、そのとき、位相、振幅および偏波は一定の統計的分布則に従う。

6.1 反射箱

6.1.1 寸法と形状

反射箱の寸法は対象とする最低周波数の波長に比べて大きく、また供試装置、攪拌装置、および測定アンテナを収納するのに十分大きくなければならない。マイクロ波装置は体積が 0.2m^3 の小型卓上オープンから、高さが 1.7m で底面の幅が 760mm の大型ユニットまで様々な大きさのものがある。反射箱は、その三方の寸法が同じオーダーであればどのような形状でもよい。さらに、三方の寸法が異なるようにすることが好ましい。最低周波数が 1GHz であれば、反射箱の容積は少なくとも 8m^3 以上なければならない。

実際の寸法は反射箱の物理的特性によって定まる。反射箱の適性評価試験法は、6.4.1に述べる。壁と攪拌装置は金属製でなければならない。金属材料間の接合は機械的に堅固で、全長にわたって電気抵抗が低く、かつ表面腐食があってはならない。箱内には、木材のような吸収体を置いてはならない。

6.1.2 扉、壁面の開口部および取り付けブラケット

反射箱の扉は、測定者と機器が通れるように十分大きいものとする。それらは外開きとし、エネルギー損失を最小にするために密閉できること。送信および受信アンテナを箱内に設置するのに便利のように、取り付けブラケットを壁に固定してもよい。

6.1.3 攪拌装置

攪拌装置の2例を下記に示す。その他の形状も、攪拌効率が6.1.4の基準を満足していれば認められる。

6.1.3.1 回転羽根

回転羽根を使用する場合には、2枚の羽根を隣接する壁面に据え付け、壁から使用最大波長の少なくとも $1/4$ 以上離し、また堅牢にするため十分な厚さとする。羽根は、壁の大きさが許す限り最大とし、その幅は、長さの約 $1/5$ とする。

6.1.3.2 回転パドル

回転パドルを使用する場合には、2または3枚のパドルを反射箱の壁面に据え付ける。パドルは互いに直角をなすよう配置する。パドルの形状は図13に示すようなもので、その長さ方向に平行な軸の

回りに回転する。攪拌円筒形空間の直径は、少なくとも使用する最大波長に等しくなければならず、また長さは壁の大きさが許す限り最大とする。構造は堅牢なものであること。

6.1.3.3 回転速度

それぞれの攪拌装置の回転速度は等しくないこと。1回転に要する時間で最長のものは、測定計器の積分時間の1/5未満であること。6.1.5に述べる測定機器の場合、50回/分から200回/分までが適当である。攪拌装置を回転させるのに用いるモータおよび減速ギアはなるべく反射箱の壁の外に置くこと。

6.1.4 攪拌装置の効果に関する試験

反射箱内におけるエネルギー分布が所期の均一さになっているか否かは、結合減衰量の周波数変化の滑らかさからわかる(6.1.5参照)。低い周波数では波長が長いので、この均一性を得ることが困難であり、顕著な最大値と最小値が存在する。攪拌装置の効果が大きければ、これらの最大、最小値は小さくなるため、使用可能周波数は低くなる。

結合減衰量は、反射箱の使用可能周波数全域にわたって測定する。最大値と最小値が観測される低い周波数では、減衰量を100MHz間隔で測定する。但し、受信アンテナを固定し、送信アンテナを45°間隔で回転し、各位置で各周波数について試験を繰り返す。この試験全体を、受信アンテナを90°間隔で回転しながら繰り返すこと。以下の条件を満たせば、攪拌装置の効果は十分とみなせる。

- (1) 最大値と最小値のグラフの包絡線は、送信アンテナの任意の位置においても2dBを超えないこと。
- (2) 4つのグラフの平均が2dB以下の包絡線の内側にあること。代表的な例を図14に示す。

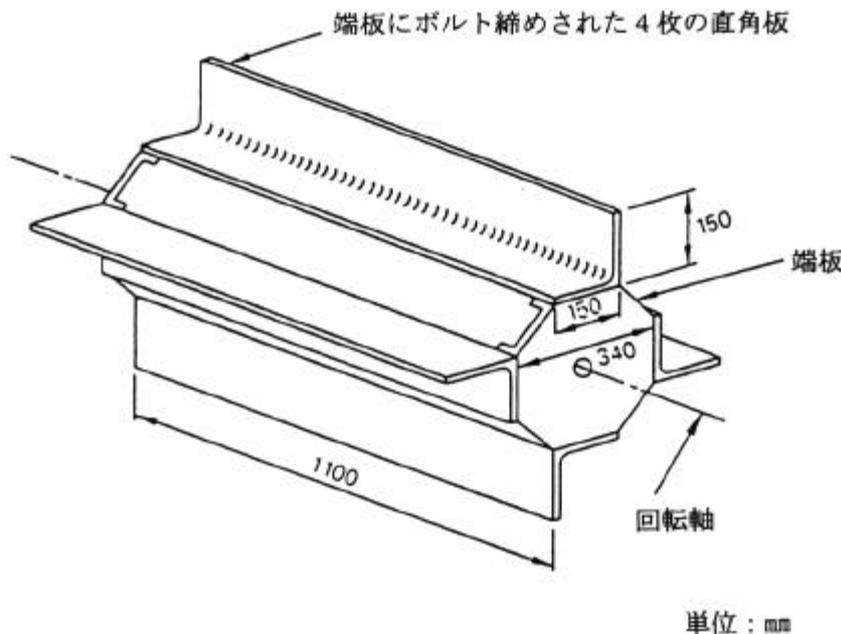
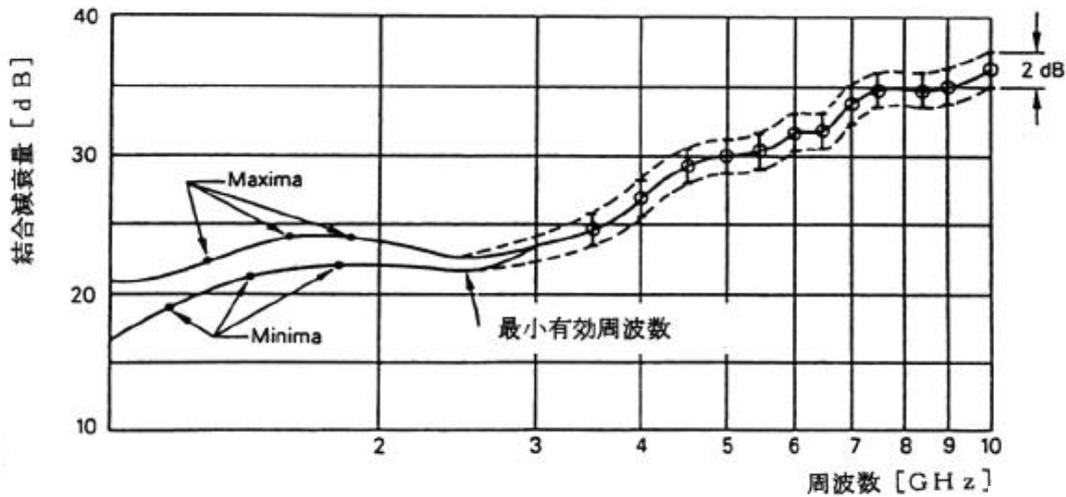


図 13 回転パドルの代表例 (6.1.3.2)



注：全ての測定点は点線で示された2 dB枠内に入っていないなければならない。

図 14 図 13 の回転パドルを使った反射箱に関する結合減衰範囲の周波数特性(6.1.4)

6.1.5 結合減衰量

反射箱の結合減衰量は、箱内の送信アンテナと受信アンテナの端子間で測定した挿入損失である。出力電力を正確に測定できる較正済みの信号発生器を用いて、箱内または箱の壁面に置かれた、低損失送信アンテナ（例えばホーンアンテナ）に電力を供給する。受信アンテナは、箱内の任意の点に置けるが、壁から少なくとも波長の 1/4 以上離し、その向きは、送信アンテナの方向や最も近い壁面の方向を避け、また箱のどの軸にも沿わないようにすること。

低雑音無線周波増幅器はハイパスフィルタを介して受信アンテナに接続する。増幅器出力はバンドパスフィルタを通してダイオード検波器に接続する。バンドパスフィルタは対象とする周波数に同調させ、指定された帯域幅をもつものとする。検波器の出力は、規定の尖頭値保持時間をもつ尖頭値型電圧計に接続する（保持時間は被測定機器に依存する）。この測定にはスペクトラムアナライザを使用してもよい。送信アンテナへの入力電力 P を記録する。次に信号発生器を低雑音増幅器の入力端子に接続し、電圧計の読みが同一となるように低雑音増幅器への入力電力を調節しその時の信号発生器の出力電力 p を記録する。結合減衰量は $10 \log(P/p)$ dB である。

7 (欠番)

8 周波数範囲1 GHz-18 GHzにおける無線妨害波の電界強度測定用試験場

試験場は、無反射（自由空間）条件をできるだけ満たすこと。これらの条件を満たすためには、電波吸収体を使用するか、および/又は供試装置の高さを上げる必要がある。

注：床置型の機器を試験する場合には、大地面付近で無反射条件を満たすことはできないであろう。

8.1 参照試験場

参照試験場は、測定結果に反射の影響がないように十分留意した自由空間野外試験場(FSOATS)であること。

8.2 試験場の適合性確認

8.2.1 の基準を満たした場合、その試験場は、1GHz から 18 GHz における放射電磁界測定に適合していると判断する。試験場の適合性確認の手続きを 8.2.2 に示す。CISPR 規格に関する測定のためには、適合性確認の測定は、1GHz からその施設で使う最高周波数まで行わなければならない、その最高周波数は、少なくとも 2 GHz 以上であること。

1GHz から 18 GHz における試験場は、たとえば電波暗室のように、受信信号に対する反射の影響を最小化するように設計しなければならない。もし、試験場が完全な無反射条件を提供するように設計されていない場合、たとえば 5 面暗室の場合には以下に示すように、金属大地面の一部に吸収体を敷く必要がある。

試験体積が、装置の伝導性床から EUT の上まで伸びている場合、これは床置き装置の試験の時は、典型的なものであるが、評価の際には、吸収体を敷かなければならない。金属大地面の上に置くことのできない床置き装置の試験の時は、金属大地面の上に置いた吸収体によって 30cm の高さまで試験体積の照射ができなくてもよい。

床置き装置の妨害波測定の際は、試験場評価の時に敷いた吸収体を、供試装置のすぐそば（射影）およびそれから+10cm 分だけは取り外してもよい。

サイトの評価は、いわゆるサイト電圧定在波比 (S_{VSWR}) によって行なう。試験場適性評価方法では、下記の特定の組み合わせに対して、与えられた試験体積を評価する。すなわち、試験場、受信アンテナ、試験距離 (CISPR16-2-3 の 7.3.6.1 項に記載) 及び、もし 8.2.1 項の基準を満たすのに必要であれば大地面に置いた電波吸収体、の組み合わせである。試験場適性評価において用いられる受信アンテナマストの影響や、試験体積中に永久に固定された物体 (たとえば、永久的に設置されたターンテーブル) は、この評価手順において一緒に評価される。取り除くことができる物体、たとえば可搬型のターンテーブルは、もし、これらがこの規格の 5 . 8 項の追加的な手続きによってその影響が別に評価されるならば、試験場適性評価試験の間は設置する必要はない。

CISPR16-2-3 は 1GHz から 18 GHz における EUT の測定法を規定している。 S_{VSWR} 手順の目的は、本手続きによって評価された試験空間内にある任意の大きさ・形状の EUT に到来する反射波の影響をチェックすることである。

S_{VSWR} は、直接波 (目的の波) と反射波の干渉によって生じる最大受信信号と最小受信信号の比である。すなわち、

$$S_{VSWR} = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (14)$$

ここで、 E_{\max} と E_{\min} は、最大受信信号と最小受信信号であり、 V_{\max} と V_{\min} は、受信に受信機やスペクトラムアナライザを使用したときの、それぞれ対応する受信電圧である。

以下に示す手続きでは、デシベル (dB) が、通常の測定及び計算に用いられる。この場合、 S_{VSWR} は、

$$S_{VSWR,dB} = 20 \log\left(\frac{V_{\max}}{V_{\min}}\right) = 20 \log\left(\frac{E_{\max}}{E_{\min}}\right) = V_{\max,dB} - V_{\min,dB} = E_{\max,dB} - E_{\min,dB} \quad (15)$$

となる。

注 1 : デシベルが用いられる時は、 $S_{VSWR,dB}$ は、dBm, dB μ または dB μ V/m 単位で受信された最大信号に対する最小信号の差で求めてもよい。

注 2 : S_{VSWR} や、 $S_{VSWR,dB}$ の値は、6 個の測定場所に対して、周波数ごと、偏波ごとの最大レベルと最小レベルから個々に評価する。

8.2.1 判定基準：サイト VSWR 法

S_{VSWR} は、直接的に不要な反射の影響に関連している。1GHz から 18 GHz における試験場適性評価において、許容される基準は、8.2.2 項の手順で S_{VSWR} を測定したとき、以下のとおり：

S_{VSWR} は、2 : 1 以下、すなわち $S_{VSWR,dB}$ は 6dB 以下であること。

8.2.2 確認手順

この項は S_{VSWR} を評価するときの、要求される手順を示す。

8.2.2.1 アンテナの要求条件

この試験の際に、すべての反射面を照射できるように、かつ、多くの実際の EUT の低指向性アンテナ利得を模擬するために、この項は S_{VSWR} の測定に用いる機器の特性を規定する。試験機器の要求条件を満足するかを評価するために、製造者が供給するデータを用いてもよい。

8.2.2.1.1 標準的な S_{VSWR} の手続きに用いる試験機器アンテナの要求条件

受信アンテナは直線偏波で、EUT の妨害波測定に用いるものと同じタイプでなければならない。送信アンテナのパターン条件に対する 0° 基準角は、アンテナが受信アンテナと正対する角であり (開口面が平行)、これをボアサイト方向 B とする。

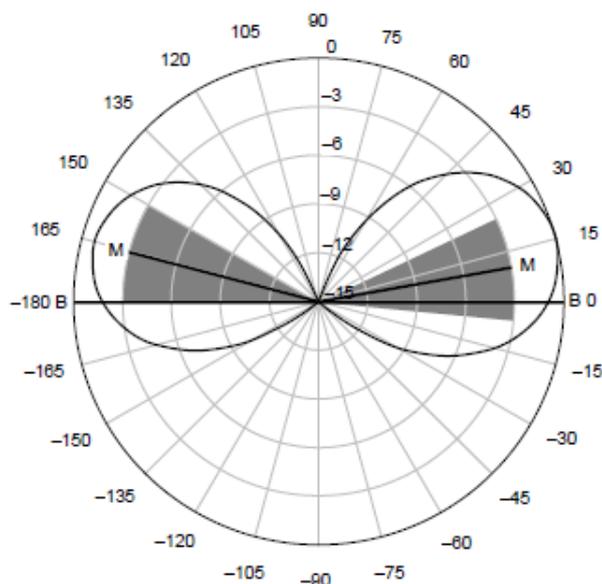
送信源とみなすアンテナは、直線偏波で以下に述べるダイポール状の放射パターンでなければならない。放射パターンデータは、1GHz以下の周波数ステップ幅²⁾で入手できること。

8.2.2.1.1.1 送信アンテナのE面放射パターン

単純な直線偏波のアンテナのE面放射パターンは、放射球の周りにある、たくさんのカット面のうちのひとつ（方位角が一定）の面で測定が可能である。パターン測定に関するカット面は、アンテナ製造者によって決定され、アンテナ特性レポートに記述されなければならない。簡便な選択の一つは、コネクタとケーブルを含む面をカット面とすることである。

- a) 右及び左の側の各々のパターンに対して、Mで示される主ローブ方向を選ぶ。Mは、それぞれ $0^\circ \pm 15^\circ$ および $180^\circ \pm 15^\circ$ の間にあること。
- b) パターン³⁾の両側の主ローブ方向を対象に、いわゆる禁止帯を書く。ここでは、振幅が $\pm 15^\circ$ の-3 dB以下である。
- c) E面放射パターンは、禁止帯に入らないこと。

図15は、このE面要求条件を満足している、放射パターンの例である。



注 このプロット例は、8.2.2.1.1.1のE面要求条件を満足するアンテナに対するものである。右および左側の放射パターンの主ローブ方向Mは、それぞれ、 $0^\circ \pm 15^\circ$ および $180^\circ \pm 15^\circ$ の間にある影つきの領域は禁止帯を表し、ここでは、各々のローブに対して振幅が $\pm 15^\circ$ の-3 dB以下である。アンテナパターンは、禁止帯に入っていない。

図15 送信アンテナE面放射パターンの例（単なる情報）

²⁾アンテナは S_{VSWR} の測定に用いる他の周波数においても要求条件を満足していると仮定している。

³⁾この基準は、ポアサイト領域における連続的なパターン、および許容可能な無指向性パターンを保障する。

8.2.2.1.1.2 送信アンテナの H 面放射パターン

ダイポールアンテナの H 面パターンを図るための可能な面は一つだけであり、これはダイポールの中心を横切る、ダイポール軸に直交する面である。この面は、 balan、入力コネクタ、入力ケーブル（金属あるいは光ファイバが使用される）を含む。アンテナの製造業者は放射パターンを測定する際の配置を、アンテナ試験報告書の最初にケーブルの配置、コネクタの位置について記載すること。

- a) 放射パターンデータ (dB) を $\pm 135^\circ$ (0° はボアサイト方向) にわたって平均する。最大のステップサイズは 1GHz から 6 GHz は 5° 、6 GHz から 18 GHz は 1° である。
- b) 放射パターンは $\pm 135^\circ$ 平均値から以下の偏差を越えないこと。

角度の範囲	1 GHz から 6 GHz	6 GHz から 18 GHz
-60° から 60°	± 2 dB	± 3 dB
-60° から -135° , 60° から 135°	± 3 dB	± 4 dB
-135° から -180° , 135° から 180°	$< +3$ dB	$< +4$ dB

注 $\pm 135^\circ$ 以外の H 面パターンの下限は規定してはいないが、H 面パターンが $\pm 180^\circ$ においてヌルを示さず、できる限り無指向性であることが望ましい。アンテナ製造メーカーによって提供される給電線とアンテナマストに関するガイドラインが可能なら、 $\pm 135^\circ$ 以外の H 面パターンへの影響を最小にするために、それに従うこと。

図 16 は、この H 面要求条件を満足している、放射パターンの例である。

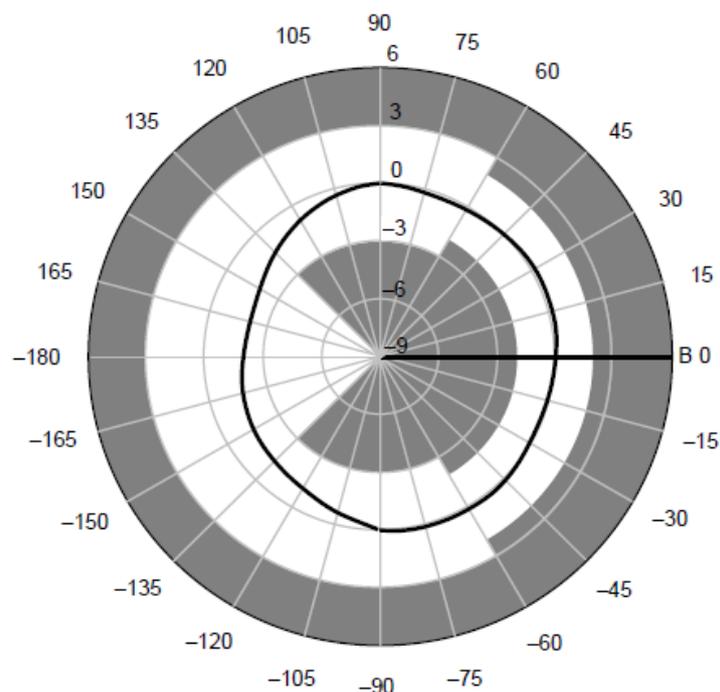


図 16-a 1 GHz から 6 GHz の放射パターンの例

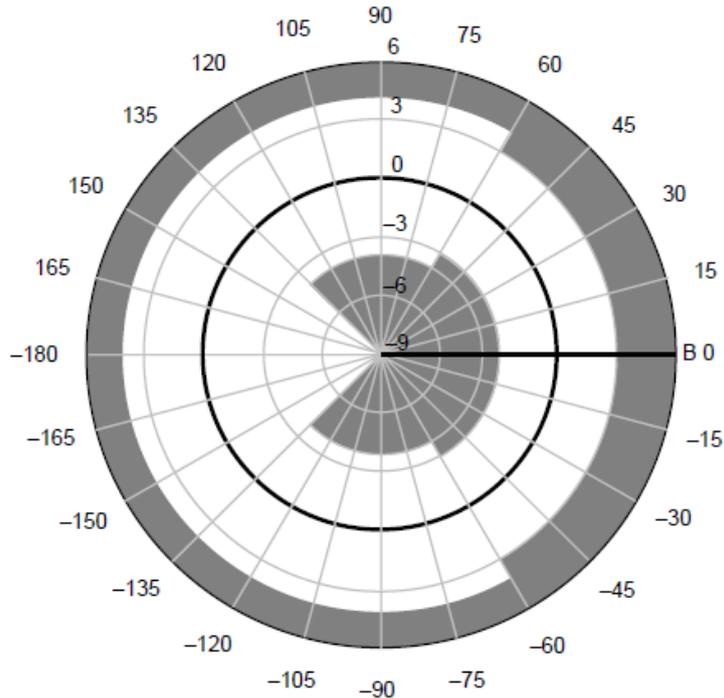


図 16-b 6 GHz から 18 GHz の放射パターンの例

注 このプロット例は、H 面要求条件を満足するアンテナに対するものである。影つきの領域は 8.2.2.1.1.2 で規定した最大許容偏差を示している。この例のアンテナはそのアンテナパターンが禁止帯に入っていないので要求条件を満足している。

図 16 送信アンテナ H 面放射パターンの例（単なる情報）

8.2.2.1.2 相反的な S_{VSWR} の手順のための試験機器

試験空間からの送信に使用されるアンテナは、放射妨害波測定に用いるものと同じタイプでなければならない。等方性プローブは 3 dB よりも良い等方性を持つものであること。

8.2.2.2 測定場試験のために要求される位置

測定場適合試験は、円柱の形も持つある体積に対して行われなければならない。円柱の底面は EUT を支持するために用いられる表面によって決められる。試験円柱の上面は、EUT とその上方に向けて延びるケーブルが占める最大の高さとする。円柱の直径は、ケーブルを含む EUT を収容するのに必要な最大径である。試験体積から出て行くケーブルについては、これらのケーブルのうちの 30cm は体積の大きさを決めるのに（EUT の一部であると）仮定すること。支持台の上に上げられない床置形の装置については、試験体積のうち底面から 30cm までの高さに対する部分からの放射は金属大地上においた吸収体によって遮られても構わない。8.2.2.3 項の手続きに従い、受信アンテナを評価されるべき体積に対応する位置に置き、送信源の位置を決められた位置に沿って移動することによって S_{VSWR} を評価する。代替法として、8.2.2.4 項の相反 S_{VSWR} 手続きに従い、この項において記述された位置は、試験体積中の電界プローブの位置として用いる。

S_{VSWR} 測定を行うための決められた位置は、試験体積の大きさに依存する。条件付きの試験位置の詳細は 8.2.2.5 項に記載する。 S_{VSWR} は要求された位置および偏波のおののに対して評価され、それは受信アンテナの参照点に向けてのある直線に沿った 6 個の一連の測定によって得られる。要求される可能性のあるすべての位置は、8.2.2.5 項に記載されている条件付きの測定位置も含めて、図 1 7 および図 1 8 に図示する。受信アンテナに対する直線に沿った 6 個の一連の測定はこれらの図中の点で示す。

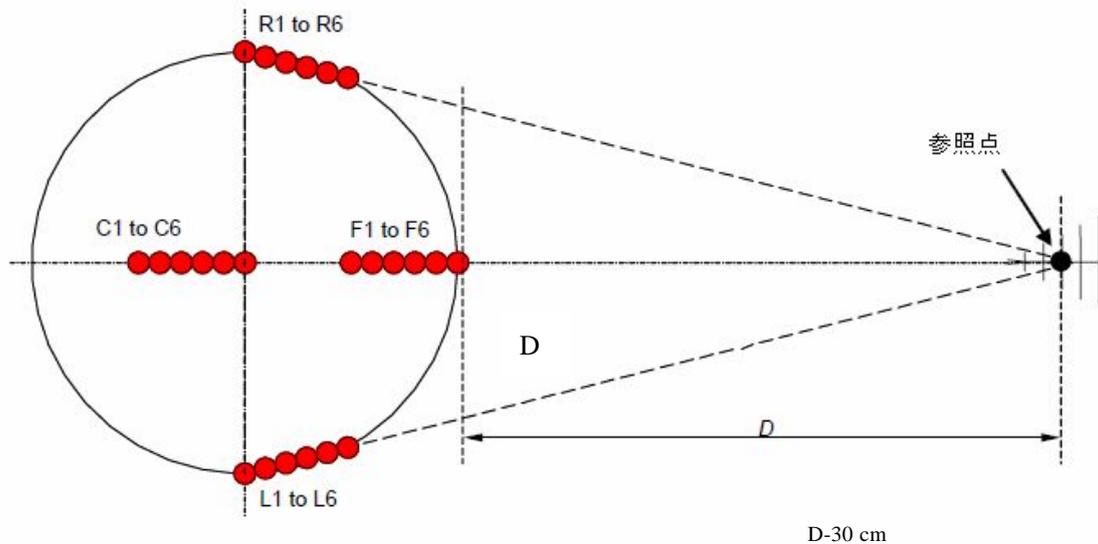


図 1 7 水平面内における S_{VSWR} 測定位置 - 詳細は 8.2.2.2.1 項を参照

8.2.2.2.1 水平面内における S_{VSWR} 測定位置の記述 (図 1 7)

a) 前面位置 1-6 (F1 から F6): 前面の位置は、試験体積の中心から受信アンテナの参照点に向かう直線上にある。これらの点の位置を決めるには、まず、試験体積の前面で、受信アンテナの参照点から測定距離 D だけ離れた測定軸の上に、F6 を置く。

F5 から F1 は、F6 に対して以下のように受信アンテナから離すことにより決定される。

- 1) F5 = F6 + 2 cm 受信アンテナから離す。
- 2) F4 = F6 + 10 cm 受信アンテナから離す。
- 3) F3 = F6 + 18 cm 受信アンテナから離す。
- 4) F2 = F6 + 30 cm 受信アンテナから離す。
- 5) F1 = F6 + 40 cm 受信アンテナから離す。

b) 右側位置 1-6 (R1 から R6): これらの点は、位置 R6 に対して決められる。R6 は、試験体積の右側の最も遠い点 (位置 R1) を決定し、そこから受信アンテナに向かう直線上で 40 cm ほど動かすことにより決定される (図 1 7 参照)。

R5 から R1 は、R6 に対して以下のように受信アンテナから離すことにより決定される。

- 1) $R5 = R6 + 2 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 2) $R4 = R6 + 10 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 3) $R3 = R6 + 18 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 4) $R2 = R6 + 30 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 5) $R1 = R6 + 40 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。

c) 左側位置 1-6 (L1 から L6): これらの点は、位置 L6 に対して決められる。L6 は、試験体積の左側の最も遠い点 (位置 L1) を決定し、そこから受信アンテナに向かう直線上で 40 cm ほど動かすことにより決定される (図 1 7 参照)。

L5 から L1 は、L6 に対して以下のように受信アンテナから離すことにより決定される。

- 1) $L5 = L6 + 2 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 2) $L4 = L6 + 10 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 3) $L3 = L6 + 18 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 4) $L2 = L6 + 30 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 5) $L1 = L6 + 40 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。

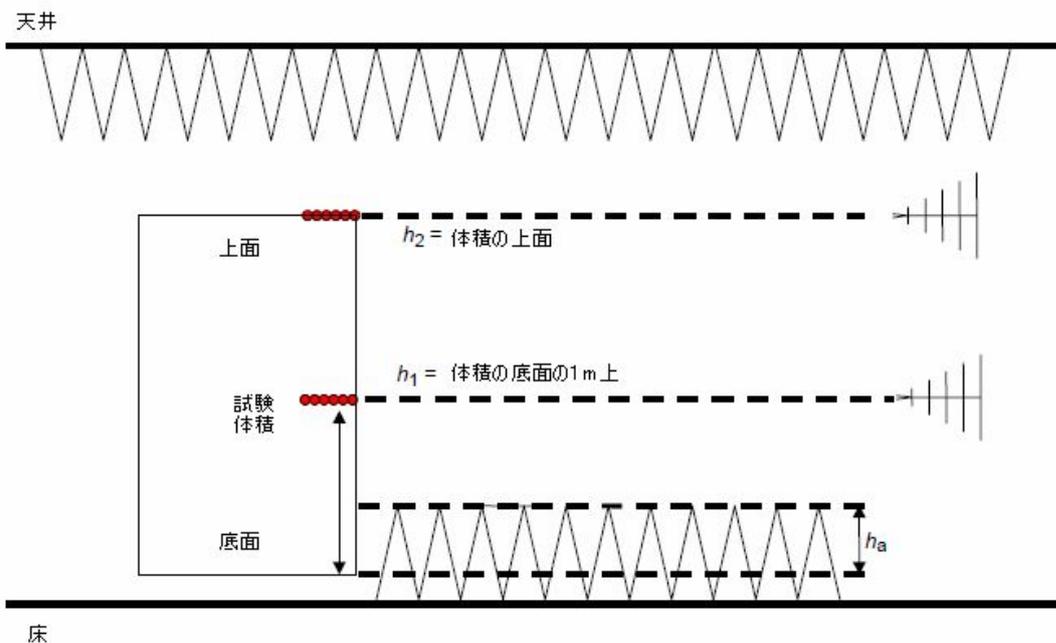
d) 中心位置 1-6 (C1 から C6): これらの点は、位置 C6 に対して決められる。C6 は、試験体積の中心位置である。位置 C1 から C6 は、試験体積の直径が 1.5 m を超えた場合に試験する必要がある。

C5 から C1 は、C6 に対して以下のように受信アンテナから離すことにより決定される。

- 1) $C5 = C6 + 2 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 2) $C4 = C6 + 10 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 3) $C3 = C6 + 18 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 4) $C2 = C6 + 30 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。
- 5) $C1 = C6 + 40 \text{ cm}$ 受信アンテナから離す。

8.2.2.2.2 追加的な S_{VSWR} 測定位置の記述 (図 1 8)

図 1 7 に示す位置に加え、試験体積の高さに依存して、追加的な S_{VSWR} 測定平面が必要となる場合がある。図 1 8 は、 S_{VSWR} 測定に対する追加的な高さの要求を示している。2 番目の高さに対する試験は、前面の位置のみにおいて測定すること。



- h_a 床上の吸収体でさえぎられる試験体積の部分（最大 30 cm）
- h_1 試験空間中間の高さ、あるいは地上高 1 m のいずれか低い方
- h_2 試験体積の上面にあり、 h_2 が h_1 より少なくとも 0.5 m 離れているときに測定すべき高さ（詳細は 8.2.2.5 項）

図 18 S_{VSWR} 測定位置(高さに対する要求条件)

表 5 は試験位置の要約を示したものである。表 5 において、位置は高さ (h_1 , h_2) および位置 (前、左、右、中心) によってグループ分けされている。それぞれの位置に対して、式(16)によって要求される計算に用いるようにある参照点が指定されている。

表 5 S_{VSWR} 測定位置

点の名前	位置	高さ	偏波	D_{ref} のための参照点 式(16)参照	参照点に対する位置
最初の高さの前の位置 (前、 h_1)					
F1h1H	前	h_1	水平	F6h1	受信アンテナから +40 cm 遠方
F1h1V	前	h_1	垂直	F6h1	受信アンテナから +40 cm 遠方
F2h1H	前	h_1	水平	F6h1	受信アンテナから +30 cm 遠方
F2h1V	前	h_1	垂直	F6h1	受信アンテナから +30 cm 遠方
F3h1H	前	h_1	水平	F6h1	受信アンテナから +18 cm 遠方
F3h1V	前	h_1	垂直	F6h1	受信アンテナから +18 cm 遠方
F4h1H	前	h_1	水平	F6h1	受信アンテナから +10 cm 遠方
F4h1V	前	h_1	垂直	F6h1	受信アンテナから +10 cm 遠方

F5h1H	前	h_1	水平	F6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
F5h1V	前	h_1	垂直	F6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
F6h1H	前	h_1	水平	F6h1	= 参照点 (前、 h_1)
F6h1V	前	h_1	垂直	F6h1	= 参照点 (前、 h_1)
最初の高さの中心の位置 (中心、 h_1) (必要な場合、8.2.2.5 参照)					
C1h1H	中心	h_1	水平	C6h1	受信アンテナから+40 cm 遠方
C1h1V	中心	h_1	垂直	C6h1	受信アンテナから+40 cm 遠方
C2h1H	中心	h_1	水平	C6h1	受信アンテナから+30 cm 遠方
C2h1V	中心	h_1	垂直	C6h1	受信アンテナから+30 cm 遠方
C3h1H	中心	h_1	水平	C6h1	受信アンテナから+18 cm 遠方
C3h1V	中心	h_1	垂直	C6h1	受信アンテナから+18 cm 遠方
C4h1H	中心	h_1	水平	C6h1	受信アンテナから+10 cm 遠方
C4h1V	中心	h_1	垂直	C6h1	受信アンテナから+10 cm 遠方
C5h1H	中心	h_1	水平	C6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
C5h1V	中心	h_1	垂直	C6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
C6h1H	中心	h_1	水平	C6h1	= 参照点 (中心、 h_1)
C6h1V	中心	h_1	垂直	C6h1	= 参照点 (中心、 h_1)
最初の高さの右の位置 (右、 h_1)					
R1h1H	右	h_1	水平	R6h1	受信アンテナから+40 cm 遠方
R1h1V	右	h_1	垂直	R6h1	受信アンテナから+40 cm 遠方
R2h1H	右	h_1	水平	R6h1	受信アンテナから+30 cm 遠方
R2h1V	右	h_1	垂直	R6h1	受信アンテナから+30 cm 遠方
R3h1H	右	h_1	水平	R6h1	受信アンテナから+18 cm 遠方
R3h1V	右	h_1	垂直	R6h1	受信アンテナから+18 cm 遠方
R4h1H	右	h_1	水平	R6h1	受信アンテナから+10 cm 遠方
R4h1V	右	h_1	垂直	R6h1	受信アンテナから+10 cm 遠方
R5h1H	右	h_1	水平	R6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
R5h1V	右	h_1	垂直	R6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
R6h1H	右	h_1	水平	R6h1	= 参照点 (右、 h_1)
R6h1V	右	h_1	垂直	R6h1	= 参照点 (右、 h_1)
最初の高さの左の位置 (左、 h_1)					
L1h1H	左	h_1	水平	L6h1	受信アンテナから+40 cm 遠方
L1h1V	左	h_1	垂直	L6h1	受信アンテナから+40 cm 遠方
L2h1H	左	h_1	水平	L6h1	受信アンテナから+30 cm 遠方
L2h1V	左	h_1	垂直	L6h1	受信アンテナから+30 cm 遠方
L3h1H	左	h_1	水平	L6h1	受信アンテナから+18 cm 遠方
L3h1V	左	h_1	垂直	L6h1	受信アンテナから+18 cm 遠方
L4h1H	左	h_1	水平	L6h1	受信アンテナから+10 cm 遠方

L4h1V	左	h_1	垂直	L6h1	受信アンテナから+10 cm 遠方
L5h1H	左	h_1	水平	L6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
L5h1V	左	h_1	垂直	L6h1	受信アンテナから+2 cm 遠方
L6h1H	左	h_1	水平	L6h1	= 参照点 (左, h_1)
L6h1V	左	h_1	垂直	L6h1	= 参照点 (左, h_1)
2 番目の高さの前の位置 (前, h_2) (必要な場合、8.2.2.5 参照)					
F1h2H	前	h_2	水平	F6h2	受信アンテナから+40 cm 遠方
F1h2V	前	h_2	垂直	F6h2	受信アンテナから+40 cm 遠方
F2h2H	前	h_2	水平	F6h2	受信アンテナから+30 cm 遠方
F2h2V	前	h_2	垂直	F6h2	受信アンテナから+30 cm 遠方
F3h2H	前	h_2	水平	F6h2	受信アンテナから+18 cm 遠方
F3h2V	前	h_2	垂直	F6h2	受信アンテナから+18 cm 遠方
F4h2H	前	h_2	水平	F6h2	受信アンテナから+10 cm 遠方
F4h2V	前	h_2	垂直	F6h2	受信アンテナから+10 cm 遠方
F5h2H	前	h_2	水平	F6h2	受信アンテナから+2 cm 遠方
F5h2V	前	h_2	垂直	F6h2	受信アンテナから+2 cm 遠方
F6h2H	前	h_2	水平	F6h2	= 参照点 (前, h_2)
F6h2V	前	h_2	垂直	F6h2	= 参照点 (前, h_2)
注 これらの S_{VSWR} 測定はどのような順番で行ってもよい。					

8.2.2.3 S_{VSWR} による試験場の確認 - 標準的な試験手順

以下の手続きにおいて、位置は P_{mnopq} と記す。ここで、添字は表 5 の最初の列に示されている位置の名前に対応している。測定された信号 M は、おのおのの位置における、受信された電界あるいは受信電圧であり、上と同様に、 P_{mnopq} のように添字で表す。例えば、 P_{F1h1H} は位置は F1、高さは 1、水平偏波で、その測定信号 (dB) は、 M_{F1h1H} で表す。

- 送信源を参照点である前面 6 の位置に、高さ 1、水平偏波の状態で置く (P_{F6h1H})。受信アンテナを同じく水平偏波にし、受信アンテナの参照点から送信源までの距離を、試験距離 D とする。受信アンテナ高は、送信源の全ての測定位置に対して同じ高さにすること。
- すべての測定周波数範囲にわたり、表示された受信信号が周囲雑音や測定用受信機あるいはスペクトラムアナライザの表示雑音から少なくとも 20 dB は高いこと。そうでない場合は、表示された背景雑音よりも 20 dB よりも高いレベルを適切に維持するために、異なる機器(送受アンテナ、ケーブル、信号源、プリアンプ)か、および/または分割した周波数範囲を使う必要がある。
- 各々の周波数に対して、測定信号レベル M_{F6h1H} を記録すること。連続的な周波数掃引測定やステップ的な周波数の増加を用いてもよい。ステップ的な測定を行う場合はその増加幅は 50 MHz 以下とすること。
- 送信源を表 5 (8.2.2.2 項) に示す前面の他の 5 個の位置に、高さ 1、水平偏波の状態にして置き、手順 a) から c) を繰り返す。前面、高さ 1、水平偏波に対して、受信アンテナからの離隔距離を表 5 に示すように変化させながら、全部で 6 個の測定 (M_{F1h1H} から M_{F6h1H}) を行う。

- e) 送信源および受信アンテナの偏波を垂直に変えて、前述の測定を位置 P_{F1h1V} から P_{F6h1V} に対して行い、指示値 M_{F1h1V} から M_{F6h1V} を得る。
- f) 全ての測定に対して、測定された電界あるいは電圧のデータを式(16)を用いて、表5の参照点の距離に対して規格化する：

$$M'_{mnopq} = M_{mnopq} + 20 \log \left(\frac{D_{mnopq}}{D_{ref}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (16)$$

ここで、 D_{mnopq} は測定位置に対する実際の距離、 D_{ref} は参照点に対する離隔距離、 M_{mnopq} はデシベル単位で表した測定信号(電界あるいは受信機電圧)である。各々の測定位置は異なる参照点、すなわち表5の P_{mnopq} に対しては位置6に相当する点を持つことに注意する必要がある。

- g) 式(14)または式(15)を用いて、水平偏波に対して S_{VSWR} を計算する。式(15)を用いれば、 $S_{VSWR, \text{dB}}$ は、6つの測定点に対して位置補正(ステップf)を行った後で、最高受信レベル $M_{\text{max, dB}}$ から最低受信レベル $M_{\text{min, dB}}$ を引くことによって得られる。垂直偏波に対して得られた指示値に対しても同じ計算を繰り返す。
- h) 各々の偏波に対して、 S_{VSWR} は8.2.1項の判定基準を満足しなければならない。
- i) a)からh)までのステップを、試験体積の左と右の位置に対しても行う。送信源を左または右に移動した場合、送信源アンテナのボアサイト方向が受信アンテナを向くように注意すること。一方、受信アンテナは中心位置を向いている(両側の位置を向かない)ようにすること。これは、EUTの測定を行う際に向いているのと同じ方向である。
- j) もし、8.2.2.5項によって要求されるのであれば、上記の前面での測定手順を、2番目の高さに対して要求される測定に対しても繰り返す。2番目の高さにおいて測定を行う際は、受信アンテナは送信アンテナと同じ高さとなるようにすること。

8.2.2.4 S_{VSWR} による試験場の確認 - 等方性電界プローブを用いた相反的な試験手順

遮蔽された室(例えば6面電波暗室や5面電波暗室)の評価では、表5の要求される位置に等方性電界プローブを置き、放射妨害波測定に用いる受信アンテナを用いて、試験体積を照射することによって S_{VSWR} の評価を行ってもよい。この規格の目的のために、この方法を“相反的な” S_{VSWR} の評価法と呼ぶ。この相反的な S_{VSWR} の評価法においては、EUTの測定に用いる受信アンテナは、試験体積中の電界プローブを照射するのに用いられるので“送信アンテナ”と呼ばれる。等方性電界プローブは、8.2.2.1項で規定される放射パターンの仕様を満足しなければならない。プローブは、送信アンテナの偏波と同一、すなわちプローブ内の受信エレメントの位置や向きが既知でなければならない。

等方性電界プローブを用いた相反的な S_{VSWR} の評価法の試験手順は以下のとおりである。

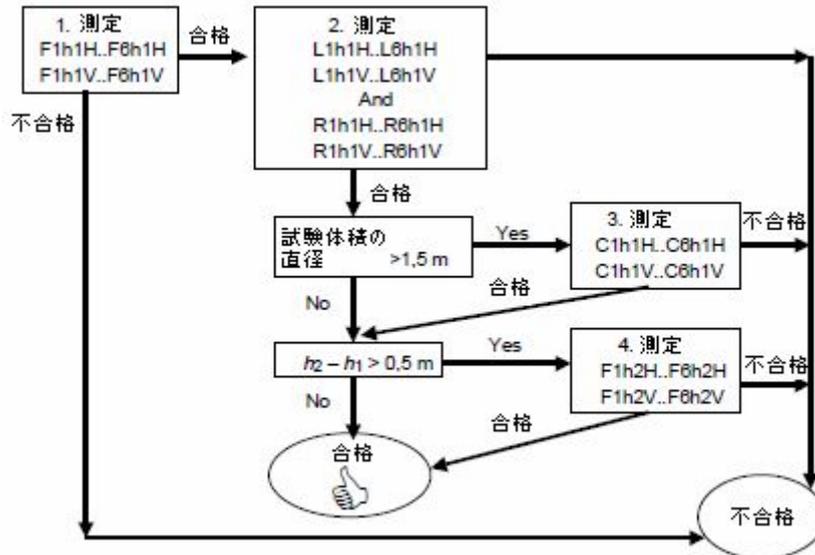
- a) 電界プローブを参照点である前面6の位置に、高さ1、水平偏波の状態で置く(P_{F6h1H})。送信アンテナを、試験体積の縁からそのアンテナの参照点までの距離を、試験距離 D とする。送信アンテナ高は、電界プローブの全ての位置に対して同じ高さにする。
- b) 電界強度の大きさが、そのプローブの正常な機能を満足するために十分であることを確認するこ

と。適切な電界強度を設定するための装置と手順のガイダンスについては、そのプローブの仕様（適切な感度と測定不確かさ）を扱っている製造者に確認すること。また、送信システムとプローブシステムの直線性は確認することが望ましい。また、高調波については基本信号の少なくとも 15 dB 以下のレベルに抑制すること。送信電力の変動は試験結果における変動を生じさせるので、試験中の進行波電力をモニタするための方向性結合器の使用を推奨する。信号源の不安定性による変動（例えば、悪いケーブルの接続、プリアンプの余熱時間に関連する変動、等々）は測定結果の付加的な変動の原因（すなわち、擬似的に高い S_{VSWR} の値）となるので安定した送信信号を準備することは重要である。

- c) 各々の周波数に対して、測定信号レベル M_{F6h1H} を記録すること。連続的な周波数掃引測定やステップ的な周波数の増加を用いてもよい。ステップ的な測定を行う場合はその増加幅は 50 MHz 以下とすること。
- d) 電界プローブを表 5（8.2.2.2 項）に示す前面の他の 5 個の位置に、高さ 1、水平偏波の状態にして置き、手順 c) を繰り返す。前面、高さ 1、水平偏波に対して、受信アンテナからの離隔距離を表 5 に示すように変化させながら、全部で 6 個の測定（ M_{F1h1H} から M_{F6h1H} ）を行う。
- e) 電界プローブおよびアンテナの偏波を垂直に変えて、前述の測定を位置 P_{F1h1V} から P_{F6h1V} に対して行い、指示値 M_{F1h1V} から M_{F6h1V} を得る。
- f) 全ての測定に対して、測定されたデータを式(16)を用いて規格化する。
- g) 式(14)または式(15)を用いて、水平偏波に対して S_{VSWR} を計算する。式(15)を用いれば、 $S_{VSWR, dB}$ は、6 つの測定点に対して位置補正（ステップ f））を行った後で、最高受信レベル $M_{max, dB}$ から最低受信レベル $M_{min, dB}$ を引くことによって得られる。垂直偏波に対して得られた指示値に対しても同じ計算を繰り返す。
- h) 各々の偏波に対して、 S_{VSWR} は 8.2.1 項の判定基準を満足しなければならない。
- i) 上記の手順を、試験体積の左と右の位置に対しても行う。この相反的な S_{VSWR} の評価法に対しては、プローブが送信アンテナの参照点を向くように方向を調節してもよい。一方、送信アンテナは中心位置を向いている（両側の位置を向かない）ようにすること。これは、EUT の測定を行う際に向いているのと同じ方向である。
- j) もし、8.2.2.5 項によって要求されるのであれば、上記の前面での測定手順を、2 番目の高さに対して要求される測定に対しても繰り返す。2 番目の高さにおいて測定を行う際は、プローブは送信アンテナと同じ高さとなるようにすること。

8.2.2.5 条件付試験位置に関する要求条件

図17、図18、表5に示すように、試験体積の大きさに依存して、追加的な試験位置が要求される。図19は、いつこの追加的な測定が必要となるかを規定しているフローチャートである。



注 測定は、必ずしも図の順番に行う必要はなく、全ての測定データが得られるように任意の順番に行ってもよい。

図19 追加試験位置に対する要求

追加試験位置が必要とされる場合、 S_{VSWR} は8.2.2.3 項あるいは8.2.2.4 項の手順に従い、各々の周波数において、水平および垂直偏波に対して独立に6回の測定の各グループから、決定されなければならない。

8.2.2.6 S_{VSWR} 法による試験場適合性試験レポート

表 6 は、基本的な要求位置および 8.2.2.5 項の条件付位置での測定結果を含めて、すべての要求される可能性のある S_{VSWR} の測定と計算の概要を表にしたものである。

表 6 S_{VSWR} の報告に対する要求条件

場所	高さ	偏波	型	S_{VSWR} dB
前	h_1	水平	標準	$= \text{Max} (S'_{F1h1H} \dots S'_{F6h1H}) - \text{Min} (S'_{F1h1H} \dots S'_{F6h1H})$
前	h_1	垂直	標準	$= \text{Max} (S'_{F1h1V} \dots S'_{F6h1V}) - \text{Min} (S'_{F1h1V} \dots S'_{F6h1V})$
右	h_1	水平	標準	$= \text{Max} (S'_{R1h1H} \dots S'_{R6h1H}) - \text{Min} (S'_{R1h1H} \dots S'_{R6h1H})$
右	h_1	垂直	標準	$= \text{Max} (S'_{R1h1V} \dots S'_{R6h1V}) - \text{Min} (S'_{R1h1V} \dots S'_{R6h1V})$
左	h_1	水平	標準	$= \text{Max} (S'_{L1h1H} \dots S'_{L6h1H}) - \text{Min} (S'_{L1h1H} \dots S'_{L6h1H})$
左	h_1	垂直	標準	$= \text{Max} (S'_{L1h1V} \dots S'_{L6h1V}) - \text{Min} (S'_{L1h1V} \dots S'_{L6h1V})$
中心	h_1	水平	追加	$= \text{Max} (S'_{C1h1H} \dots S'_{C6h1H}) - \text{Min} (S'_{C1h1H} \dots S'_{C6h1H})$
中心	h_1	垂直	追加	$= \text{Max} (S'_{C1h1V} \dots S'_{C6h1V}) - \text{Min} (S'_{C1h1V} \dots S'_{C6h1V})$
前	h_2	水平	追加	$= \text{Max} (S'_{F1h2H} \dots S'_{F6h2H}) - \text{Min} (S'_{F1h2H} \dots S'_{F6h2H})$
前	h_2	垂直	追加	$= \text{Max} (S'_{F1h2V} \dots S'_{F6h2V}) - \text{Min} (S'_{F1h2V} \dots S'_{F6h2V})$

前記の S_{VSWR} の計算と報告の要求条件は、全ての試験周波数に適用される。

8.2.2.7 S_{VSWR} による試験場適合性試験法の制限

8.2.2.2 項で選択され、前述の手続きに含まれている測定ポイントは、1 GHz から 18 GHz の周波数にわたる試験場の S_{VSWR} の全ての測定を意図したものである。しかしながら、8.2.2.3 項や 8.2.2.4 項の手続きを使って特定の周波数 f の最大 S_{VSWR} は、いつも得られるわけではないことに注意する必要がある。従って、単一周波数の測定に基づく S_{VSWR} はの適合性の表明は避けるべきである。しかし、周囲のオクターブ (0.5 f から 2 f) 内において、前記の手続きによって得られた最大値は、その周波数帯内の全ての周波数に対する S_{VSWR} の最悪値の典型的な代表値である。

単一周波数の詳細な S_{VSWR} の結果を必要とするときは、図 17 や図 18 に示す直線に沿って、6 点以上の測定点で測定することによって、上記の方法を改良することができる。付加的なデータの測定点を評価したいときは、非等間隔で、送信アンテナ (相反的な S_{VSWR} の評価法においては電界プローブ) の距離移動に基づいて、対象周波数の 4 分の 1 波長間隔となるように選択することが望ましい。

8.3 代替試験場

どのような試験場も、自由空間条件を満たしていれば、試験に用いることができる。

付則 A
(規定)
広帯域アンテナのパラメータ

A.1 まえがき

新しい改良されたアンテナが、掃引型受信機やスペクトラムアナライザを用いた広い周波数範囲にわたる放射妨害波測定およびイミュニティ測定の両方に使われているので、これらの広帯域アンテナの特性や有効性を比較するのに用いる特性パラメータを定めることは、非常に有益である。

様々なCISPR文書は、測定に用いる特定のアンテナを定めている。80 MHz以上の周波数帯では、半波長同調ダイポールアンテナが最も顕著に記載されている。一般的に、他のアンテナ、通常は広帯域アンテナも使用できるが、その結果が指定されたアンテナで得られるものと等価でなければならない。これらの広帯域アンテナを指定のアンテナと、または他の広帯域アンテナと比較する場合、適切なパラメータを表にすれば容易に行える。新しいアンテナの使用を推奨するCISPR寄与文書には、これらのパラメータが記載されなければならない。アンテナ製造者は、妨害波測定に用いられる広帯域アンテナの最も有益な情報を規定する際に、この情報をガイドとして参照しなければならない。ただし、CISPRの意図は、これによって特定の広帯域アンテナが同調ダイポールより優れていることを示すことではない。

A.2 広帯域アンテナパラメータ

CISPR測定に用いる広帯域アンテナは、直線偏波であり、広い周波数範囲にわたって用いることを意図したアンテナである。このことは、エレメント長を限られた範囲で調整したり、エレメントを追加するようなアンテナの使用を妨げるものではない。このようなアンテナのインピーダンスは、通常、実数部と虚数部の両方を含んでいる。規定することができる他のパラメータを以下に示す。

A.2.1 アンテナの型式

下記の項目は、規定されるべき広帯域アンテナの物理的なパラメータに関するものである。アンテナによっては、適用できないものもあることに注意すること。

A.2.1.1 長さまたは直径が固定あるいは可変のアンテナ形状

アンテナの長さを変えられる場合には、基本の固定長を変えるために追加あるいは削除するセクションの数を明示すること。

注：完全な同調アンテナは広帯域とは考えないので、ここでは取り上げない。通常、ループアンテナの直径は変化できない。

A.2.1.2 奥行きと幅の比もしくはループ直径

寸法はm単位で規定すること。LPDAに関しては、例えば、測定軸に沿ったブームの長さで最大アンテナ素子幅を明示する。

A.2.1.3 能動アンテナ又は受動アンテナ

増幅器、前置増幅器、あるいは信号を増幅したり周波数応答に影響するような非線形能動素子を含

む広帯域アンテナは、能動アンテナと見なされる。

A.2.1.4 取り付け器具

典型的な三脚あるいはアンテナポジションに取り付けられないものは、特に取り付けに関する要求事項を規定すること。

A.2.1.5 コネクタの型式

BNC 型、N 型、SMA 型などの適したものを明示すること。

A.2.1.6 バランの型式

バランが分離型か、分布型か、同調型かなどを明示すること。

A.2.2 アンテナの仕様

A.2.2.1 周波数範囲

アンテナがその特性を維持して動作する周波数範囲を、MHzあるいはkHzで明示すること。周波数範囲のどちらかの端で、オクターブ当たりのdB量で減衰特性が定義できるなら、それを明示すること。

A.2.2.2 利得およびアンテナ係数

A.2.2.2.1 利得

等方性の放射源に対する代表的なあるいは実際の利得(dBi)を、dB値で明示すること。

A.2.2.2.2 アンテナ係数

代表的なあるいは実際のアンテナ係数を、dB/mで明示すること。

利得とアンテナ係数は、両者ともQ.2.3.1の較正方法に従って、測定すること。

A.2.2.3 直線偏波の指向性とパターン

E, H偏波面の両方について、極座標上に角度ごとのアンテナパターンと指向性を明示すること。指向性が鋭くないアンテナについては、前方 - 後方比をdBで明示すること。無指向性アンテナであれば、そのように明記すること。

A.2.2.4 電圧定在波比(VSWR)とインピーダンス

最大VSWRと Ω 単位の定格入力インピーダンスを示すこと。

A.2.2.5 能動アンテナの性能

増幅器付きのアンテナについては、相互変調積のレベル、外来妨害波の電界および磁界強度に対するイミュニティレベル、さらに過負荷や誤動作のチェック方法等を明示すること。

A.2.2.6 取り扱える電力

イミュニティ測定では、watts単位で規定した最大電力容量と過渡的電力容量を考慮すること。

A.2.2.7 その他の条件

アンテナが動作する温度と湿度の範囲および、アンテナが天候に対する防護のない場所で用いられる場合の注意事項を規定すること。

A.2.3 アンテナの較正

A.2.3.1 妨害波測定に関する較正方法

較正方法を示すこと。たとえば、

a)計算によるもの（用いた公式を示すこと）

b)測定によるもの（使用した較正法または規格、あるいは国家較正機関とのトレーサビリティ、さらに、アンテナが個々に較正されたかどうかを明示すること）

注：イミュニティの測定における電磁界強度の較正は、一般に放射に曝される被測定機器の位置に置かれた2次較正済みアンテナを用いて行う。従って、送信アンテナに較正は必要でない。

A.2.3.2 周波数間隔

較正時に用いた周波数をMHzかkHzで明示すること。周波数掃引法を用いた場合には、その旨を述べること。

A.2.3.3 較正の精確さ

較正の公称精確さを \pm -dBで明示すること。最悪値とその周波数帯域を示すこと。

A.2.3.4 推奨あるいは指定アンテナとの相関

CISPR文書で推奨あるいは指定するアンテナの代わりとして広帯域アンテナが用いられるならば、推奨あるいは指定アンテナによる測定結果と等価な結果が得られるために、全ての相関係数をdBで示すこと。さらに、磁界強度から変換するための変換係数、あるいはその逆、または電磁界強度とは違う他の測定単位への変換についても示すこと。

A.2.3.5 単位

磁界あるいは電界強度に関する妨害波測定に必要な単位で較正值を明示すること。

A.2.4 アンテナ使用者への情報

A.2.4.1 アンテナの使用法

アンテナの使用法に関して、全て説明すること。誤用防止のため、如何なる注意事項や制限条件も確実に示すこと。

A.2.4.2 物理的な制限

アンテナを使用する際に物理的な制限条件がある場合には、それを示すこと。例えば以下のようなもの。

- a) 大地面からの最低アンテナ高
- b) 大地面に対する推奨される偏波
- c) 受信アンテナあるいは送信アンテナとしてのみに使われるなどの特別な使用法。通常は、受動アンテナに関してはバランの取り扱い電力容量、能動アンテナに関しては非双方向性特性などで限定される。
- d) アンテナの電氣的接続の完璧さを調べるための簡単な抵抗値検査。
- e) 被測定機器とこれに最も近いアンテナ素子との最小間隔。

付則 B
(規定)

モノポール(1 mロッドアンテナ)の性能評価式と付属のアンテナ整合回路の特性⁴⁾

B.1 解説

B.1.1 モノポール(1 mロッド)アンテナシステム

モノポール(ロッド)アンテナは、通常、30 MHz以下で使用されるが、時には、それより高い周波数で使われることもある。低い周波数では波長が長いため、高い周波数で使われているアンテナの較正方法や特性を測る方法は適用できない。この付則で規定する方法は、30 MHzまでの周波数に適用可能である。この方法は、注意深く行えば、わずかな誤差(1 dB未満)しか生じないので、広く使用されている。

国家標準に対してトレーサビリティのあるアンテナ係数を得る基本的な方法は、アンテナ全体に平面波を照射する方法である。モノポール素子をコンデンサに置き換える代替法がこの付則に述べられている。コンデンサ置換法によってアンテナ係数を決定することは可能であるが、実際の較正において誤差1 dB以内でアンテナ係数を得るには、専門的知識が必要である。モノポール素子を着脱可能でないアンテナタイプ用のジグを作る際に特に必要である。なお、10MHzを超える周波数帯や、能動アンテナの場合にコンデンサ置換法を使用する場合、特に注意を要する。

B.1.2 モノポール(ロッド)アンテナの性能評価式

次の式は、一般的な寸法のロッドアンテナまたはモノポールアンテナの実効高、自己キャパシタンスおよび高さ補正係数を決定するために使用する。

これらは、 $\lambda/8$ より短い円柱状アンテナにのみ有効である。[8]⁵⁾

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

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

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

ここで、

h_e は、メートルで表したアンテナの実効高

h は、メートルで表したロッドアンテナの実際の長さ

λ は、メートルで表した波長

C_a は、ピコファラッドで表したロッドアンテナの自己キャパシタンス

a は、メートルで表したロッドアンテナ素子の半径

C_h は、dB(m) で表した高さ補正係数

である。

4) この付則はIEEE291-1991に基づく(本付則B.5節を参照)。

5) 角括弧内の数字は本付則B.5節の参考文献を示す。

B.2 整合回路網の特性評価

等価容量置換法は、実際のロッドアンテナ素子の代わりにダミーアンテナを使用する。ダミーアンテナの主要構成要素は、ロッド又はモノポール自己キャパシタンスに等しいコンデンサである。ダミーアンテナは、信号発生器によって給電され、アンテナの整合回路網又はアンテナ素子取り付け筐体からの出力は、図B.1に示す回路を用いて測定される。dB(1/m)の単位で示すアンテナ係数(AF)は、次の式(B.4)で得られる。

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

ここで、

V_D は、dB(μ V)を単位とする信号発生器出力の測定値

V_L は、dB(μ V)を単位とする整合回路網出力の測定値

C_h は、dB(m)を単位とする(実効高用の)高さ補正係数である。

EMC測定において通常使用されるモノポール(1 mロッド)アンテナに関して、実効高(h_e)は0.5 mであり、高さ補正係数(C_h)は、-6 dB(m)および自己キャパシタンス(C_a)は、10 pFである。

注 上記以外の一般的な寸法のロッドアンテナの実効高、高さ補正係数および自己キャパシタンスの計算は、B.1.2を参照すること。

2つの方法、B.2.1のネットワークアナライザを用いる方法、又はB.2.2の信号発生器および測定用受信機を用いる方法、のいずれかを使用すること。

どちらの方法においても同じダミーアンテナが使用される。ダミーアンテナを作成するためのガイドは、B.3を参照すること。アンテナ係数の連続的な曲線を得るためには、アンテナの動作範囲または9 kHz-30 MHzのどちらか狭い範囲内で、数多くの周波数について測定を実施すること。

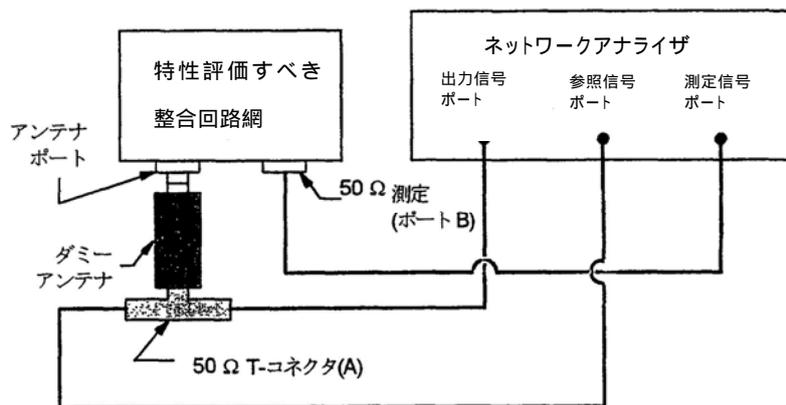
B.2.1 ネットワークアナライザを用いる方法

- ネットワークアナライザを測定に使用するケーブルと共に較正する。
- 特性評価すべき整合回路網および測定機器を、図B.1に示すとおりを設定する。
- 参照チャネルの信号レベル(dB(μ V)単位)から試験チャネルの信号レベル(dB(μ V)単位)を引き、さらに C_h (1 mロッドアンテナの場合、-6dB)を引くことによって、アンテナのアンテナ係数(dB(1/m)単位)を得る。

注 ネットワークアナライザの入出力ポートのインピーダンスは極めて50 Ω に近く、また較正中に全ての誤差が補正されるため、ネットワークアナライザに減衰器を付加する必要はない。必要ならば減衰器を使用しても差し支えないが、それらを含めると、ネットワークアナライザの較正が複雑になる。

B.2.2 無線周波測定用受信機および信号発生器を用いる方法

- 特性評価すべき整合回路網および測定機器を、図B.2に示すとおりを設定する。
- 図のように機器を接続し、T-コネクタ(A)を50 Ωで終端して、測定ポート(B)において受信信号電圧 V_L (dB(μ V)単位)を測定する。
- 信号発生器の無線周波出力をそのままにし、50 Ω終端器を測定ポート(B)に、および測定用受信機の入力ケーブルをT-コネクタ(A)に移す。印加信号電圧 V_D (dB (μ V)単位)を測定する。
- V_D から V_L および C_h (1 mロッドアンテナの場合、-6dB)を引き、アンテナのアンテナ係数(dB(1/m)単位)を得る。

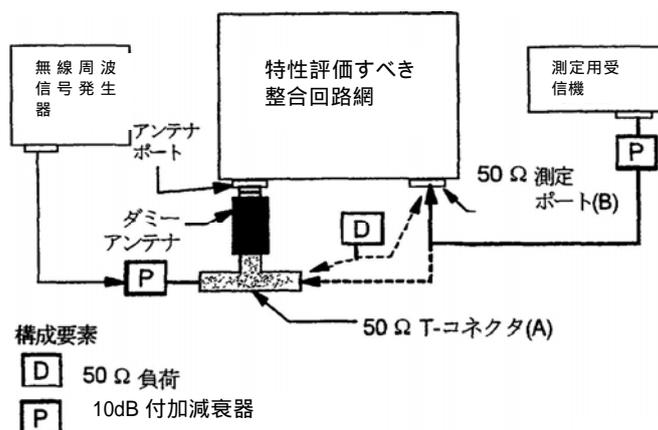


402

図B.1 ネットワークアナライザを使用する方法

注1：ダミーアンテナは、アンテナポートに極力近づけて配置すること。T-コネクタをダミーアンテナに極力近づけて配置すること。T-コネクタと参照信号ポート間のケーブル、および50Ω測定ポートと測定信号ポート間のケーブルは、同じ型式および同じ長さのものを使用すること。

注2：減衰器の付加は、ネットワークアナライザには不要であり、推奨されない。



図B.2 無線周波測定用受信機および信号発生器を使用する方法

注1：ダミーアンテナは、アンテナポートに極力近づけて配置すること。T-コネクタをダミーアンテナに極力近づけて配置すること。

注2：受信機および信号発生器のVSWRが小さい場合は、減衰器を付加しなくてもよいが、または6 dBもしくは3 dBを使用しても差し支えない。

注3：ダミーアンテナは、その入力点でVSWRを制御するため、また測定ポートにおいて信号レベルを制御するために、他の整合器を組込んで差し支えない。

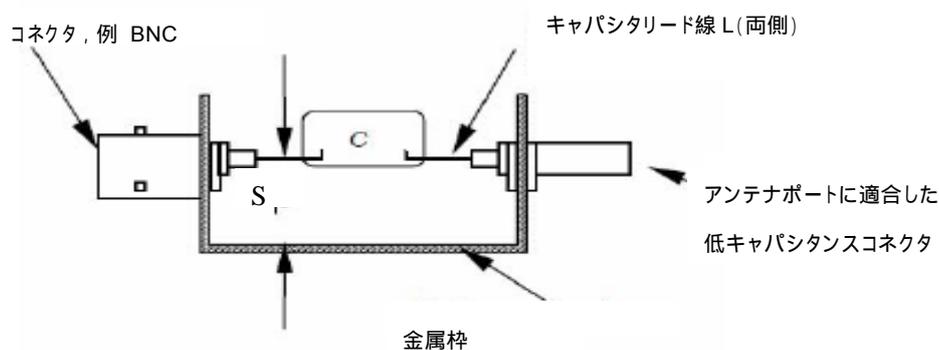
50 Ω 終端は、極めて低い定在波比(SWR) (1.05:1未満)を有すること。無線周波測定用受信機は較正され、かつ、SWRが低い(2:1未満)こと。信号発生器の出力は、周波数および振幅が安定していること。

注：信号発生器は共通に使用されるので、較正は不要である。

B.3 ダミーアンテナ

ダミーアンテナに使用されるキャパシタは、小型金属容器内または小型金属棒に実装すること。リード線は、長さ8 mm未満でできるだけ短いものとし、また、金属容器又は金属棒の表面から5 mmから10 mm離さなければならない。図B.3を参照すること。

アンテナ係数測定に使用されるT-コネクタは、ダミーアンテナ容器内に組み込んでよい。信号発生器のインピーダンス整合用付加減衰器もダミーアンテナ容器内に組み込んで差し支えない。



構成要素

C 式(B.2)から算出したアンテナキャパシタンス(C_a)、誤差5%、銀-雲母積層キャパシタ
S 5mmから10mmのリード線間隔 (容器に収納されている場合は、全ての表面から10mm)
L リード線長さ、8mm未満の極力短いもの (全リード線長はキャパシタリード線およびアンテナポートコネクタの長さも含め40mm未満)

図B.3 ダミーアンテナ内のキャパシタの取り付け例

B.4 モノポール(ロッド)アンテナの使用

モノポールロッドアンテナは、通常、カウンターポイズと共に使用するか又は大地面上に設置するように設計されている。電界強度の正確な値を得るため、カウンターポイズ又は大地面の使用に関する製造業者の指示書もしくは推奨に従うことが望ましい。

アンテナが伸縮式ロッドエレメントを使用している場合、そのエレメントは、製造業者の指示書に指定されている長さに伸長すること。

多くの測定規格は、モノポール(ロッド)アンテナのカウンターポイズを金属大地面又は試験台金属面に取り付けることを規定している。測定に関する規格の要求事項に適合すること。

B.5 参考文献

- [1] IEEE 291-1991、IEEE Standard Method for Measurement Electromagnetic Field Strength of Sinusoidal Continuous Waves, 30 Hz to 30 GHz, Inc., 445 Hoes Lane, PO Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331 USA, p. 28-29
- [2] GREENE, FM. NBS field-Strength Standards and Measurement (30 Hz-1000 MHz) Proc. IEEE, No. 6, June 1967, vol. 55, p.974-981
- [3] SCHELKUNOFF, SA. and FRIIS, HT. Antenna: Theory and Practice, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1952, p. 302-331
- [4] SCHELKUNOFF, SA. Theory of Antennas of Arbitrary Size and Shape. Proc of the IRE, Sept. 1941, vol. 29, p. 493-592
- [5] WOLFF, EA. Antenna Analysis. New York John Wiley and Sons, Inc., 1966, p.61
- [6] HALLEN, E. Theoretical Investigation into the Transmitting and Receiving Qualities of Antenna. Nova Acta Soc. Sci. Upsaliensis, Ser. IV,11, No. 4, 1938, p. 1-44
- [7] KING, RWP., Theory of Linear Antennas, harvard University Press, Cambridge, MA 1956, p.16-17, 71, 184 and 487
- [8] The Radio Frequency Interference Meter NAVSHIPS 94810, by The Staff of the Moor School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, 1962, p. 36-38.

付則 C (規定)

周波数範囲9 kHz-30 MHzの磁界誘導電流測定用のループアンテナシステム

C.1 序

この付則は、ループアンテナシステム (LAS) に関する情報およびデータを示す。LASは、その中心に置かれた1台の供試装置から発生した磁界によって誘導された電流を測定する装置である。周波数9 kHz-30 MHzの範囲で使用する。本規格の4.7節およびCISPR 16-2-3はLASについて記載している。

LASの詳細およびそのアンテナの適合性試験方法について以下に述べる。変換係数は、磁界の強度とそれによって誘導された電流の関係を結びつける。ただし、その磁界強度とは、屋外測定場で同じ供試装置から指定距離だけ離れておかれた単一ループアンテナで測定した値である。

C.2 LASの構造

図C.1に示したループアンテナシステム (LAS) は、C.3節で述べるように、3つの互いに直交したラージループアンテナ(LLA)で構成されている。LAS全体は、非金属性の支柱で支えられている。

ラージループアンテナの電流プローブと同軸スイッチ間、およびそのスイッチと測定装置間の50Ω同軸ケーブルは、表面伝達インピーダンスが、100 kHzで10mΩ/m、10 MHzで1mΩ/mより小さくなければならない。この要求事項は、たとえば、2重編みシールド同軸ケーブルRG223/Uを用いれば満たすことができる。

全てのコネクタの表面伝達インピーダンスは、同軸ケーブルと同程度でなければならない。この要求事項は、例えば良品のBNCコレットロック型コネクタを用いれば、満たすことができる (IEC 601690-8 参照*)。

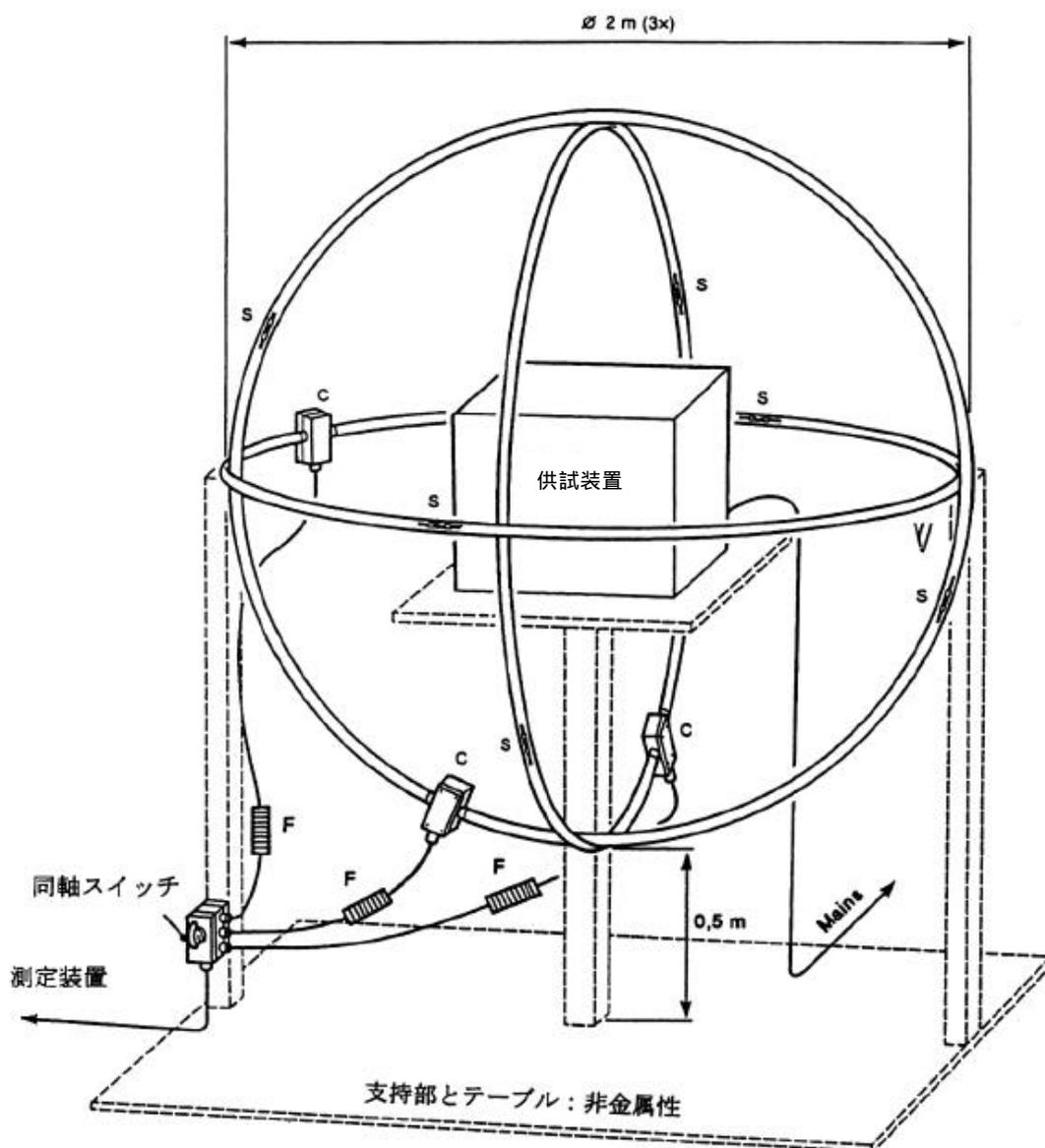
全てのケーブルには、図C.1のFで示したフェライト吸収リングを取り付け、コモンモード直列抵抗が10 MHzで100 Ωを越えるようにしなければならない。この要求事項は、環状フェライト、例えば、Ferroxcubeの3E1型(最小サイズ: 外径29 mm x内径19.1 mm x高さ7.5 mm)を12個使えば、満たすことができる。

IEC6016&-8:1978, Radio-Frequency Connectors – Parts 8: RF coaxial connectors
with inner diameter of outer conductor 6.5 mm(0.256 in) with bayonet lock – Characteristic
impedance 50 ohms (Type BNC)

C.3 ラージループアンテナ(LLA)の構造

LASのラージループアンテナは同軸ケーブルでできており、その表面伝達インピーダンスはC.2節で規定する。さらにLLAの内部導体抵抗は、十分小さいこと(注1)。両方の要求事項は、例えば、2重編みシールド同軸ケーブルRG223/Uを用いれば、満たすことができる。

同軸ケーブルは、図C.2で示すように、その形状を円形に保つと共にスリット部を保護するために、内径約25 mmの厚みの薄い非金属被覆管に入れられている。同様の目的に、他の非金属構造物も使用できる。



S=アンテナスリット
 C=電流プローブ
 F=フェライト吸収体

図 C.1 ループアンテナシステム、3つの相互に直交する
 ラージループアンテナで構成される

ループの標準直径Dは2 mである。しかし、必要であれば、例えば大きい機器の試験などでは、Dは大きくてもよい。ただし、30 MHzまでの周波数範囲では、許される最大直径は4 mである。それ以上の直径になると、測定周波数範囲の高周波端で、LASの応答は再現性のない共振状態になる可能性がある。

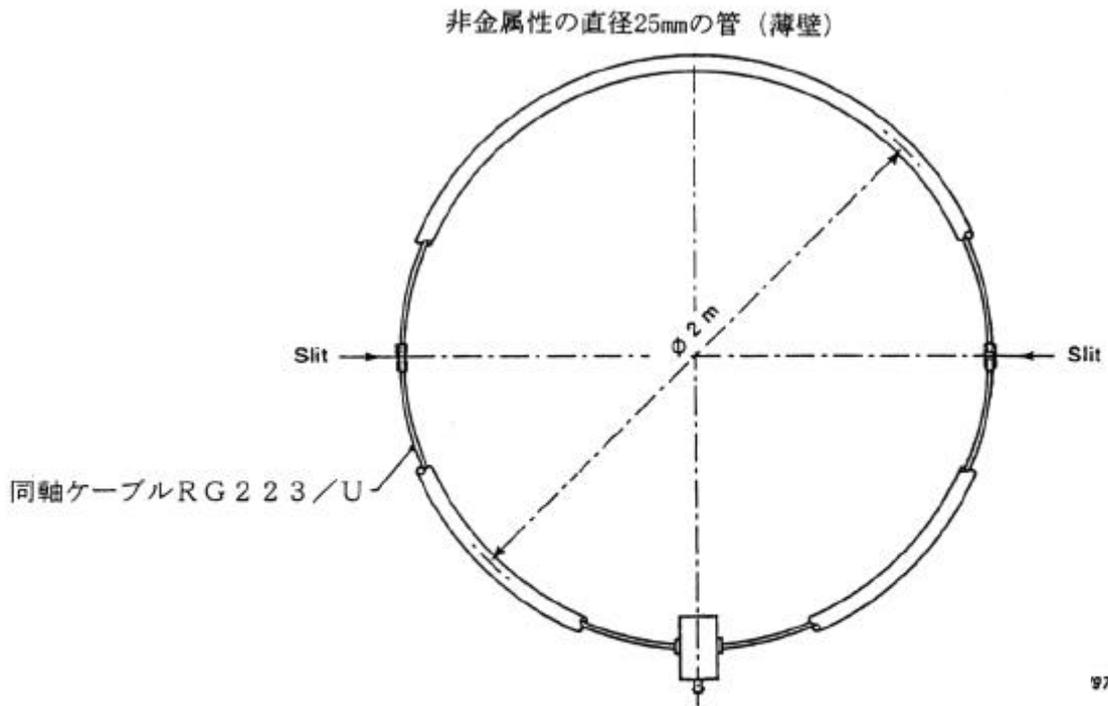


図 C.2 電流プローブと対称に配置された2つの向かい合うスリットを持つラージループアンテナ

LLAの直径Dが増大すると、周囲ノイズに対する感度はDに比例して増加し、希望信号に対する感度は、Dの2乗に反比例して減少することに注意しなければならない。

LLAは、反対方向に向かい合う2つのスリットを持つ。それは、C.2に示すように、LLAの電流プローブと対称に配置される。このようなスリットは、図C.3に示すように、同軸アンテナケーブルの外部導体に切っており、幅は7mmより狭くなければならない。そのスリットは、2つの100Ω抵抗の並列回路で直列に接続される。各直列回路の中央部は同軸アンテナケーブルの内部導体に接続する。

スリットの両端において、スリット部を頑丈にするために、少なくとも5mmは離れている2つの長方形銅板を介して、同軸アンテナケーブルの外部導体をプリント回路板に固定してもよい(図C.4参照)。

同軸アンテナケーブルの内部導体に取りつけた電流プローブは、9kHzから30MHzまでの周波数範囲で、1V/Aの感度はあること。電流プローブによる挿入損失は十分低くなければならない(注1)。

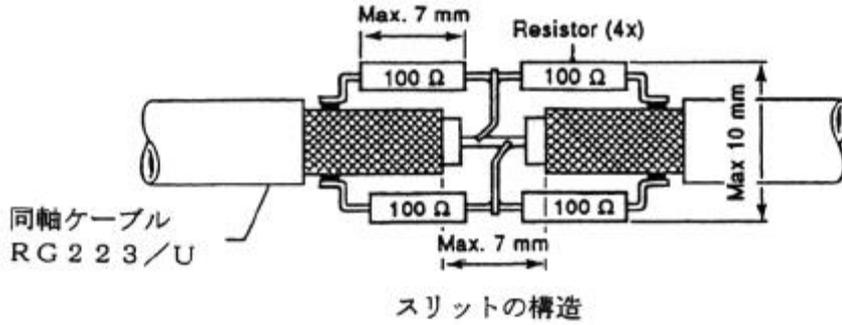


図 C.3 アンテナスリットの構造

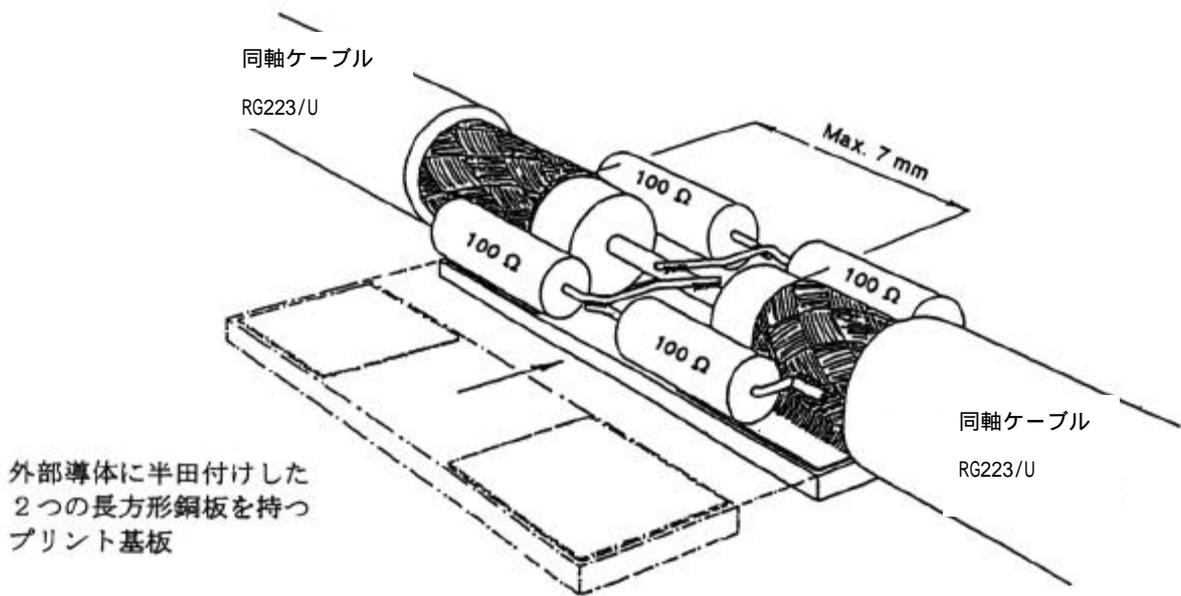


図 C.4 頑丈な構造を得るためにプリント回路板に取り付けたアンテナスリット構造の例

この同軸ケーブルの外部導体は、電流プローブを内蔵する金属箱に取り付けなければならない（図 C.5 参照）。この箱の最大寸法は、幅80 mm、長さ120 mm、高さ80 mmである。

注1： 9 kHzから30 MHzまでの周波数範囲の最低周波数で、LLAの平坦な周波数特性を得るためには、電流プローブの挿入損失 R_c が、9 kHzで $2 \cdot f L_c$ より十分小さくしなければならない。ここで、 L_c は、電流プローブのインダクタンスである。さらに、9 kHzで $(R_c + R_i) \ll X_i = 2 \cdot f L$ でなければならない。ここで R_i は、ループの内部導体の抵抗。Lは、ループのインダクタンスである。このインダクタンスは、全周にわたり約 $1.5 \mu\text{H/m}$ である。従って、標準LLAでは、9 kHzで $X_i = 0.5$ である。

注2： 供試装置とLASの間の不要な静電容量結合をなくすためには、供試装置とLLA構成部分との距離は、少なくともループ直径の0.1倍はなくてはならない。供試装置の導線には、特別の注意を払わなければなら

ない。ケーブル類は一緒にして引き回し、ラージループアンテナが占める球空間の同一八分儀区画から引き出し、どのループアンテナに対しても0.4 m以内に近づかないように配置されなければならない(図 C.6 参照)。

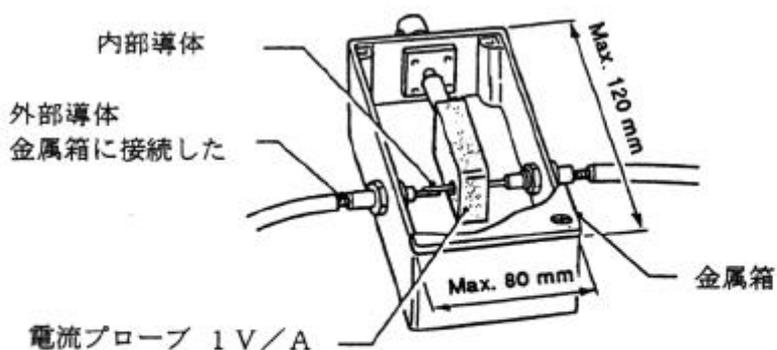


図 C.5 電流プローブを内蔵する金属箱の構造

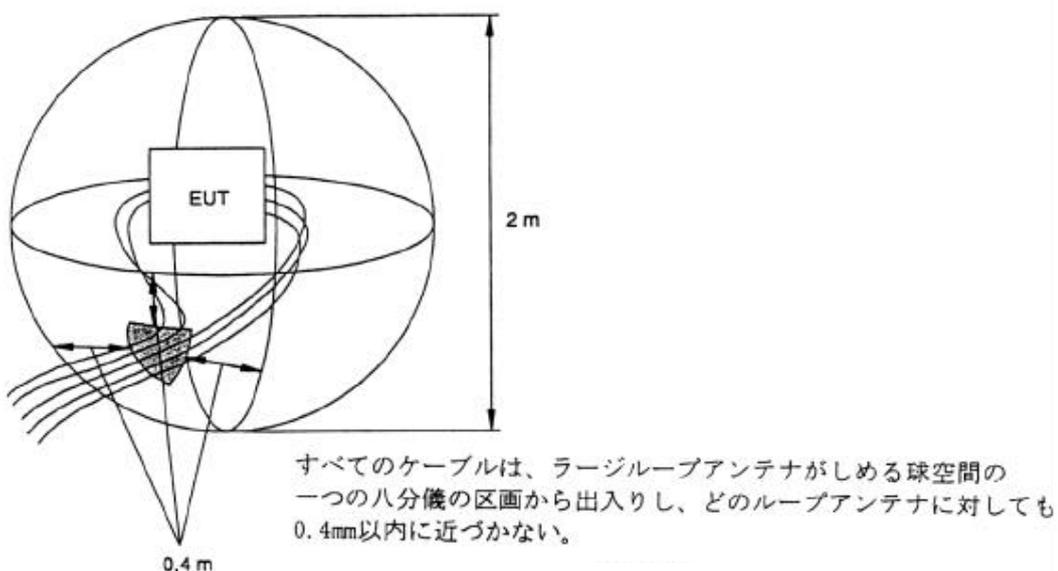


図 C.6 ループの導線からの浮遊容量をなくすために、供試装置からのケーブル配線の例

C.4 ラージループアンテナの特性確認

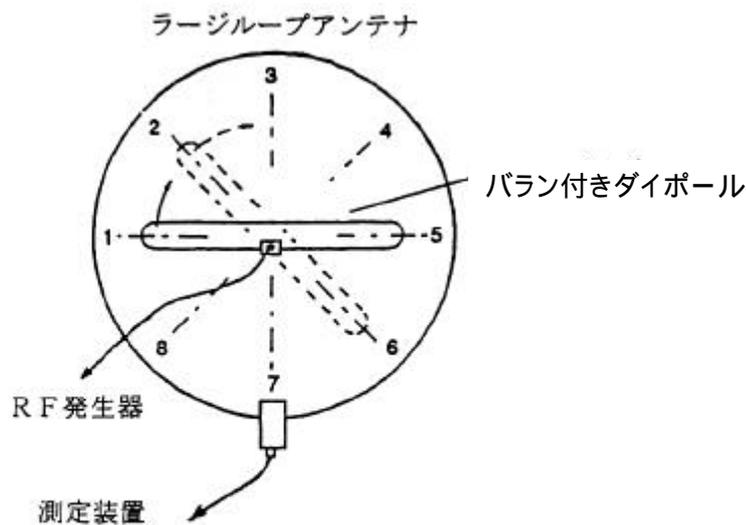
ループアンテナシステム(LAS)のラージループアンテナの特性確認と較正は、C.5 節に示すように、50ΩのRF発生器に接続したバラン付きダイポールによってLLAに誘導される電流を測定することにより行われる。そのダイポールが発生する磁界により、LLAの磁界に関する感度を検証できる。また、

ダイポールが発生する電界によって、LLAの電界に対する感度は十分に低いことがわかる。

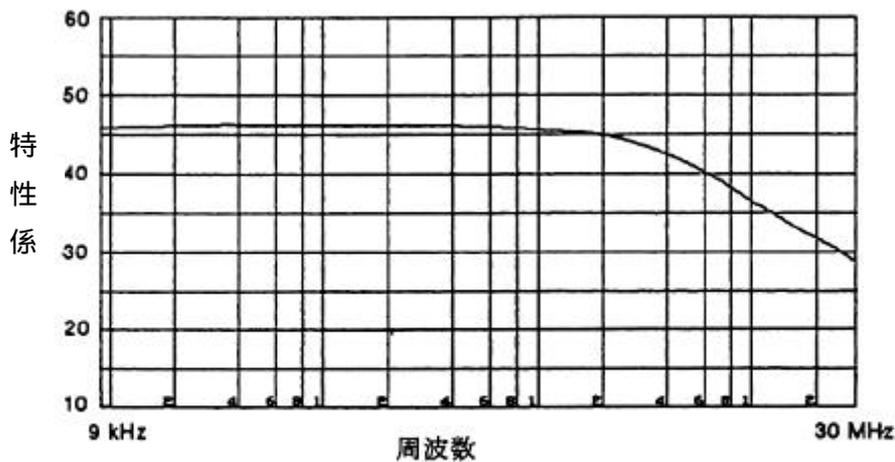
図C.7に示す8カ所の位置にバラン付きダイポールを置いて、9 kHzから30 MHzまでの範囲で、誘導電流を周波数の関数として測定すること。この測定を行う間は、バラン - 付きダイポールは、供試LLAと同一平面内にあること。

8カ所の各々において、RF発生器の開放端電圧と電流測定値の比(dB表示)は、図C.8に示した特性係数から ± 2 dB以上離れてはならない。

図C.8に示した特性係数は、標準直径である $D = 2$ mの円形LLAに関するものである。円形LLAの直径が $D = 2$ mでなければ、その非標準LLAの特性係数は、図C.8、C.11(C.6節)に示すデータに基づいて算出する。



図C.7 ラージループアンテナを検証する際のバラン付きダイポールの8カ所の配置場所



図C.8 直径2mのラージループアンテナの特性係数

C.8 に示す特性係数は、標準直径D=2 mの円形LLAに関し有効である。D=2 m以外の非標準LLAの特性係数は、図C.8及びC.11(C.6節)のデータから得ることができる。

C.5 バラン付きダイポールの構造

図C.9のバラン付きダイポールは、LLAで測定されるべき磁界を発生し、かつ同時に、測定されてはならない電界も発生するように設計すること。

バラン付きダイポールは同軸ケーブルRG223/Uで作る。図C.9に示すように、それは幅W = 150 cmで、高さH = 10 cm(ケーブル中心間の距離)とする。

同軸ケーブルの外部導体のスリットによって、ダイポールは半分に分割される。このダイポールの片側半分、例えば図C.9では右半分は、スリット付近とコネクタ付近で短絡されている。ここで短絡とは、同軸ケーブルの内部導体と外部導体を電氣的に接続することである。そして、この半分はコネクタ(BNC型)の基準接地側に接続される。同軸ケーブルの内部導体、図C.9ではダイポールの左半部分を形成するが、これはBNCコネクタの中心ピンに、またその外部導体は、BNCコネクタの接地側に接続される。

ダイポール付近で接続部を遮蔽するため、小さな金属箱を用いる。同軸ダイポールのケーブルの両半分の外部導体は、BNCコネクタの接地点であるこの金属箱に接続される。

ダイポールは、頑丈にするため、非金属支柱で支える。

C.6 変換係数

この節は、供試装置によってLLAに誘起する電流値を、供試装置から規定の距離における磁界強度Hに換算するための係数について述べる(図C.10参照)。また、非標準直径のLLAで測定される電流値から、標準直径2 mのLLAによって得られると予想される電流値に換算する係数についても述べる(図C.11参照)。

図C.10の変換係数は、LLAの中心に置かれた磁界発生源で、そのダイポールモーメントがLLA面に垂直な場合に適用される。4.2節に規定したループアンテナでは、ループアンテナは常に垂直におかれ、供試装置はその垂直軸の周りに回転するのみである。この場合は、水平ダイポールモーメント、すなわち大地面に平行なダイポールモーメントのみが測定される。従って、両測定法を比較するのに、垂直ダイポールモーメントについては変換係数を適用することはできない。しかし、磁界測定において、ループアンテナを水平面内に置くか、供試装置を90°傾けて、対象とする垂直ダイポールモーメントを水平ダイポールモーメントにすれば、変換係数を用いることができる。

供試装置内の実際の妨害波源の位置が標準LASの中心から0.5 m以内にある場合、その測定結果は、その妨害波源がLAS中心にあるときの値と比較して3 dB以下の違いである。

距離dで測定される磁界強度H(dB μ A/m)とLASで測定される電流I(dB μ A)との関係は、次式で表される：

$$H [\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})] = I [\text{dB}(\mu\text{A})] + C_{dA}(\text{dBm}^{-1})$$

ここで C_{dA} は、HをdB(μ A/m)で表したときに、ある距離dでの電流 - 磁界換算係数である(次式の注も参照せよ)。

一般に、変換係数は、周波数に依存する。図C.10は、標準の測定距離3 mおよび10 mに関するC

d_A を示したものである。標準の距離 $d = 30$ mに関する変換係数は検討中である。

直径 D (m)のLLAによる電流測定値と、標準直径 $D = 2$ (m)のLLAによる電流測定値との比 S_D (dB)を、いくつかの D について、図C.11に示す。この比を用いると、上式は次のように表される：

$$H \text{ [dB}(\mu\text{A/m)}] = I \text{ [dB}(\mu\text{A)}] - S_D \text{ (dB)} + C_{dA} \text{ (dBm}^{-1}\text{)}$$

注意：妨害波の計算に関して、CISPRでは、磁界強度 H を(dB μ V/m)で表すよりも、(dB μ A/m)で表すこととした。この場合、(dB μ V/m)と(dB μ A/m)の各々で表した H には、次式の関係がある：

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

便宜上、 I (dB μ A)を H (dB μ V/m)に換算する係数 C_{dV} も図C.10に示した。

下記の例は、上記の3式及び図C.10、図C.11の使い方を示している。

a)測定周波数 $f = 100$ kHz、ループ直径 $D = 2$ m、ループ電流 $I = X$ dB(μ A)の場合：

最初の式および図C.10より、

$$d = 3 \text{ m} : H \text{ [dB}(\mu\text{A/m)}] = X \text{ [dB}(\mu\text{A)}] + C_{3A} \text{ (dBm}^{-1}\text{)} = (X - 19.5) \text{ dB}(\mu\text{A/m)}$$

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

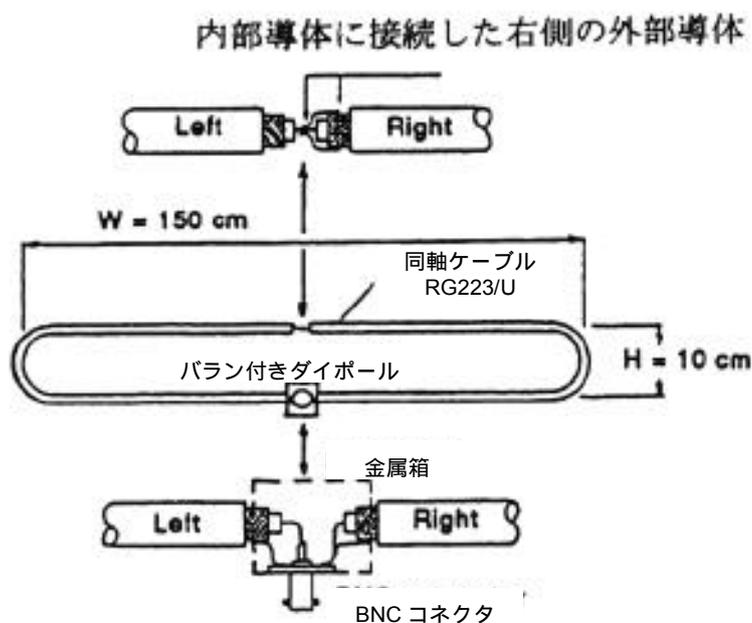
b) 測定周波数 $f = 100$ kHz、ループ直径 $D = 4$ m、ループ電流 $I = X$ dB(μ A)の場合

図C.11より、同じ供試装置は、標準直径 $D = 2$ mのLLAに次式の電流を生じる。

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

c) $D = 3$ mのLLAの特性確認

$D = 3$ mの時の較正係数は、図C.11に示す各周波数 S_3 を図C.8に示された較正係数に加算することによって求められる。従って、測定周波数が100 kHzならば、 $D = 3$ mのLLAの較正係数は、 $86 - 7 = 79$ dB(Ω)となる。



図C.9 バラン付きダイポールの構造

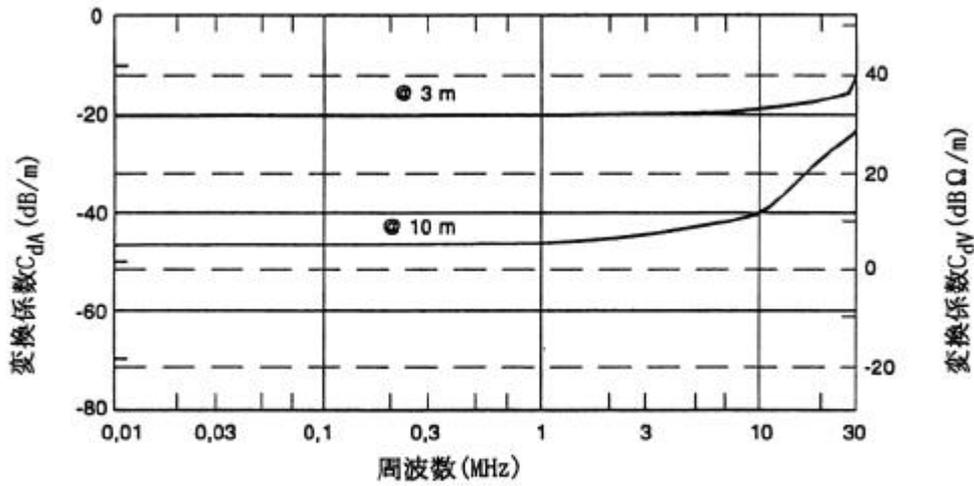


図 C.10 2つの測定距離 d に関する変換係数 C_{dA} (dB (μ A/m) への変換) と C_{dV} (dB (μ V/m) への変換)

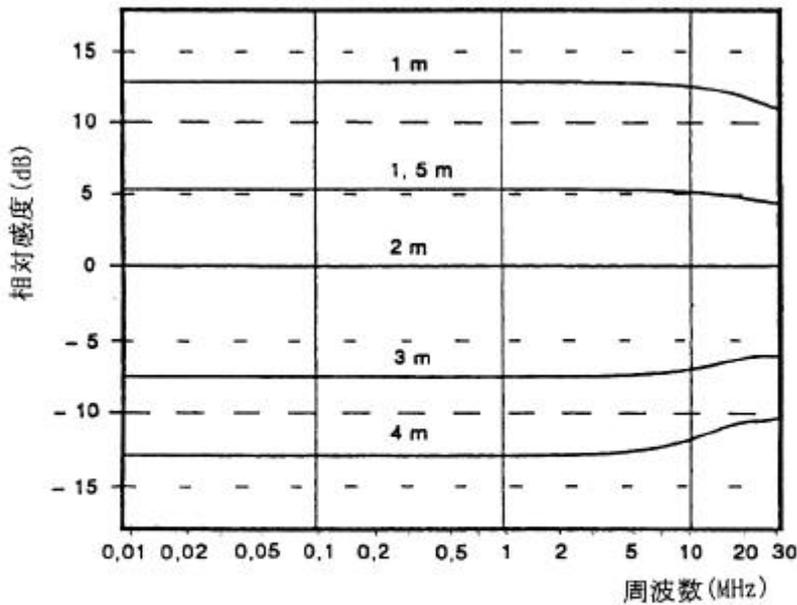


図 C.11 直径 2 m のラージループアンテナに対する直径 D のラージループアンテナの感度 $S D$

C.7 参考文献：

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

付則 D

(情報)

周波数30 MHzから1000 MHzまでの野外試験場の詳細構造

(第5節)

D.1 概説

5.1項から5.5項で、野外試験場の主な構造に関する概念を述べた。この付則では、良好な特性の野外測定場や全天候型設備を確保するのに役立つ付加的な事項について述べる。これらを実施した結果が適切であったか否かの確認法は、5.6項で述べるNSAの測定を行うことである。

D.2 大地面の構造

D.2.1 構成材料

電磁界強度測定用の試験場では、大地面を構成する材料として推奨できるものは金属材料である。しかし、実際的な理由から、全ての機器の測定に金属大地面を規定するものではない。金属製大地面の例としては、金属板、金属箔、穴あきメタル、伸展メタル、金属繊維の布、金属網、金属製格子などがある。大地面には、最高測定周波数の波長の何分の1かになるような径の裂け目や隙間があってはならない。金属製スクリーン、穴あきメタル、格子状メタルまたは伸展メタルの大地面には、測定する最高周波数の波長の1/10(1000 MHzで3 cm)以上の隙間や裂け目が無いようにする。大地面材料が個々の金属板、ロール板または小片からなる場合は、各継ぎ目をなるべく連続的に半田づけや溶接し、測定する最高周波数の波長の1/10以上の隙間を作らないようにすべきである。金属大地面の上面を砂、アスファルト、木材などのような厚い誘電体で覆うと、サイトアッテネーション特性に許容できない結果を与えることがある。

D.2.2 平坦性

レイレーの粗さの基準は、大地面の凹凸の実効値について、許容最大値の有益な推定値を与える(図D.1参照)。ほとんどの実際のサイト、特に測定距離3 mのサイトの場合では、4.5 cmまでの凹凸は測定に対して顕著な影響を与えない。10 mおよび30 mサイトでは、さらに大きな凹凸があっても差し支えない。このサイトの凹凸が許容できるものかどうかを決定するには、5.6項のサイト適合性試験を実施しなければならない。

D.3 供試装置への電力供給

供試装置に対する電気設備、すなわち電源配線は、できる限り大地面の下を通し、なるべく測定軸に直角になるように配置する。供試装置用のターンテーブルや支持台に対する配線、ケーブルおよび配管もまた、大地面下を通すべきである。地下を通せない場合は、供試装置に対する設備は、大地面の上に平坦に配置し、かつ大地面に電氣的に接合すべきである。

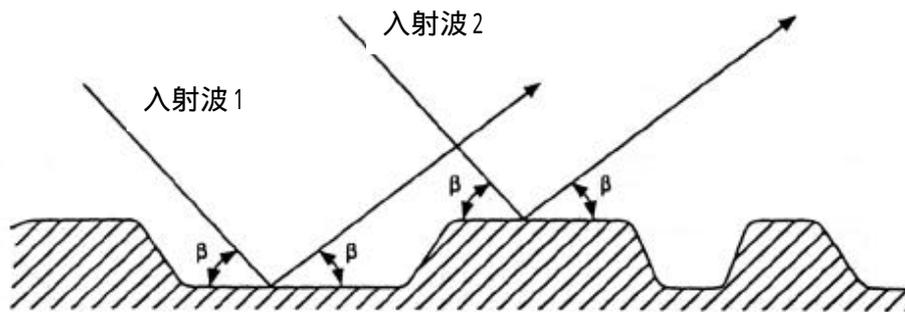


図 D.1 グランド面の粗さに関するレイレー基準

測定距離 R m	信号源の地上高 h ₁ m	受信アンテナ高 の最大値 h ₂ m	凹凸の最大値 2乗平均平方根 b	
			波長	1000MHzにおい てcm
3	1	4	0.15	4.5
10	1	4	0.28	8.4
30	2	6	0.49	14.7

bの値は、次の式によって計算される：

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

D.4 耐天候設備の構造

D.4.1 構成材料およびファスナの構造

1000 MHzまでの周波数では、グラスファイバやほとんどのプラスチックの薄板、特殊加工した木材、織物等の材料は、供試装置からの放射に対し大きな減衰を生じない。しかしながら、材質（例えば、木材、ナイロン）によっては、吸収した水分が伝搬損失を生じることがあり、特に、構成材を通して妨害波を測定する場合に顕著である。空气中に導電性粒子の沈積や、水や氷の溜りなどが、構造物の上や材料内部に無いように注意を払うこと。構造物の上に測定誤差を生じるような他の物質が留まらないように、定期的に検査を行うべきである。

大地面の上における金属の使用は、最小限に抑える。プラスチックや繊維材の留め具の使用は大いに推奨できる。杭やパイリングまたは同様な基礎構造物は、測定に影響を与えないように、試験場所から十分に遠く離すことが望ましい。

D.4.2 内部の配置

全ての構造物は電波を反射しないものであること。冷暖房や換気用のブローヤダクトは、試験場所の外側、もしくは建築物の外側に設置することが望ましい。但し、それらが非導電性材料で作られ

ているか、金属大地面の下で動作させるか、または非金属大地面の下に十分深く配置されているならば、問題無い。供試装置の動作に、温度や湿度の制御が必要になることがある。また、すべての隔壁や窓は、金属の裏打ちや金属枠などを用いないこと。安全用手摺や階段もそれらを大地面の上に置く場合には、非導電性のものであること。

D.4.3 耐天候設備の大きさ

耐天候用の覆いの大きさは、供試装置の寸法および測定に使用するアンテナ全体を中に入れるの可否か、供試装置の周りだけを入れるのか、測定装置の周りも考えるか、さらに受信アンテナの昇降設備と垂直偏波測定時の受信アンテナの最大高までも考えるかによって決まる。

D.4.4 時間および天候に対する性能の一定性

周期的に正規化アッテネーションの測定を行って、天候（例えば水分の吸収等）による耐天候用覆いの劣化や、覆いの付着物に起因する異常を調べることが望ましい。この測定は、高周波ケーブルや試験用測定設備の較正結果の確かめるのにも役立つ。この試験は、一般的に6カ月毎に行うのが適切である。ただし、覆いの材料が空中の浮遊物の付着によって変色するなど材質の劣化を示すような変化があった場合には、さらに早く行う必要がある。

D.5 回転台

回転台は、供試装置のすべての側面からの電磁放射を測定するのに役立つので推奨する。床上設置機器に対する試験に用いる回転台は、金属で覆われ、大地面と同一平面上にあって、それと導電的に接続されていること。卓上型機器の試験には、大地面上に置かれた非金属性の回転台、または金属性回転台とその上に置かれた非金属台の組み合わせを使用できる。また、大地面からの高さがわずかな非金属性回転台は、床上設置機器の試験に使用してもよい。

D.6 受信アンテナ昇降設備

受信アンテナは、非金属性材質の支持機構によって保持され、測定距離が10 m以下の場合には高さ1 mから4 mまでの範囲を、10 mを超える距離の場合には1 mから4 mまで、または2 mから6 mまでの範囲を昇降できるものであること。水平偏波の場合、ケーブルは、すべてのアンテナ高において大地に対して平衡を維持するように、アンテナ素子の軸に対して直角に配置して、アンテナのバランに接続しなければならない。受信アンテナのバランからのケーブル配線は、アンテナの後方1 mまたはそれ以上のところから垂直に大地面に下げる。ケーブルはその点から、測定を妨げないように、大地面上または大地面の下に配置する。アンテナと妨害波測定器間のケーブルは、1000 MHzにおいて十分な受信レベルが得られるように、できるだけ短い長さとする。

垂直偏波時のダイポールアンテナについては、妨害波測定器へのケーブル配線は、大地面に下げるまでは受信アンテナの後方（供試装置から離れる方）約1 mまたはそれ以上の距離まで水平に、すなわち大地面に平行に保つことが望ましい。測定器までのケーブルの引き回しは、水平偏波の場合と同様とする。

どちらの場合においても、アンテナ係数の較正結果は、アンテナ昇降装置やアンテナに接続される同軸ケーブルの配置によって影響を受けることがないようにすること。

付 則 E

(規 定)

周波数30MHzから1,000MHzまでの野外試験場の適合性確認試験手順

(第 5 節)

E.1 概説

5.6 は、正規化サイトアッテネーション(NSA)測定を用いてサイトの適合性を決定するための一般的な要求事項およびその手順を示しており、この付則では、NSA測定の実施に関する各手順を示す。

E.2 離散周波数法

E.2.1 測定のための設備構成

個々の試験設備の詳細な構成については、図4および図5を参照すること。信号発生器は、適当な長さの伝送ケーブルを介して送信アンテナに接続し、送信アンテナは、所要の場所に設置する。このアンテナの地上高を h_1 に設定し(h_1 の値については表E.1および表E.2を参照)、所要の偏波面に合わせる。同調ダイポールアンテナを使用するときは、その長さを周波数に応じて調節する。

受信アンテナは、送信アンテナから距離Rの地点に設置し、このアンテナを高さ h_1 から h_2 の最小値から最大値まで上下できるアンテナ昇降マストに取り付け、適当な長さのケーブルを介して妨害波測定器またはスペクトラムアナライザに接続する。偏波面は送信アンテナと同じに設定する。同調ダイポールアンテナを使用する場合は、アンテナの長さを周波数に応じて調節する。

同調ダイポールアンテナを使用する表1のNSA測定では、アンテナエレメント長を測定周波数に応じて調節することを前提としている。なお、代替試験場の測定において、周波数30MHzから80MHzでは80MHz同調ダイポール(固定長)を使用してもよい。

E.2.2 測定の手順

表1および表2に示した各周波数に対し、次の手順に従って測定を行う。測定は、高さ h_1 に設定された送信アンテナを用いて、最初は水平偏波について行い、次に垂直偏波について実施する。

- (1) 信号発生器の出力レベルを調整し、受信電圧の表示が周囲雑音や妨害波測定器またはスペクトラムアナライザの内部雑音より十分高くなるように設定する。
- (2) アンテナ昇降マストによって受信アンテナを上昇させ、表1または表2に示されたアンテナ高範囲 h_2 を掃引する。
- (3) アンテナ高掃引時の最大信号レベルを測定し記録する。この値が、5.6.1の式(1)の V_{SITE} である。
- (4) 送信および受信用のケーブルを各アンテナから外し、これらのケーブルを接続用アダプタを介して直接接続する。
- (5) 送信および受信用のケーブルを接続したままで、信号レベルを測定し記録する。この値が5.6.1の式(1)の V_{DIRECT} である。
- (6) これらの測定値を5.6.1の式(1)に代入する。
- (7) 各測定周波数における送信および受信アンテナのアンテナ係数を式(1)に代入する。
- (8) さらに、表E.1、または表E.2の相互インピーダンス補正係数 ΔA_{TOT} を代入する。これらの

表 ΔAF_{TOT} の数値が記載されていない場合は、 ΔAF_{TOT} を零とする。

- (9) 式(1)から A_N を求めると、使用した偏波及び測定周波数における正規化サイトアッテネーション測定値が求まる。
- (10) ステップ(9)で得られた値を、表1または表2の該当するNSAの値から差し引く。
- (11) ステップ(10)で得られた値が ± 4 dBより小さいときは、そのサイトはその周波数及び偏波で適合していると判断できる。
- (12) ステップ(1)から(11)までの操作を、次の周波数および偏波の組み合わせに関して繰り返して行う。

E.3 周波数掃引法

E.3.1 測定のための設備構成

測定の設備構成は、80MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）のような広帯域アンテナを使用することを除いて、E.2.1に記載されているものと同様である。

E.3.2 測定の手順

この測定では、ピーク保持（最大値保持）とデータ蓄積機能を持つ周波数掃引型測定用受信機およびトラッキングジェネレータを使用して、次のようなステップで測定を進める。受信アンテナ高 h_2 と周波数は、共に所要の範囲にわたって掃引する。この周波数範囲は、使用する広帯域アンテナの型によって決まる。周波数掃引速度は、アンテナ高の掃引速度より十分速くしなければならない。まず、送信アンテナ高を h_1 に設定する。

- (1) トラッキングジェネレータの出力レベルを、外部雑音、掃引受信機またはスペクトラムアナライザの雑音よりも十分高くなるように調整する。
- (2) 受信アンテナを、表2に示すアンテナ掃引範囲の最大高まで上げる。
- (3) スペクトラムアナライザの周波数掃引範囲を所要の値に設定する。そして、スペクトラムアナライザを調節して、60dB以上大きな信号も同じ振幅表示面に表示できるようにする。もし、十分な振幅範囲を表示できない場合は、測定周波数範囲を幾つかに分割し、各周波数範囲毎に周波数掃引を行うこと。また、必要ならば、正確な固定減衰器を測定用受信機入力端子に付加してもよい。これは、ステップ(5)において記録すべきレベルを読み取ることができるようにするものである。
- (4) 受信アンテナを、表の当該配置に対するアンテナ掃引範囲の最下点まで、徐々に下げる。dB(μ V)で表された受信電圧の最大表示値(V_R)を測定器に取り込むかまたは記録すること。(アンテナを下げるのに要する時間は、スペクトラムアナライザの掃引時間より十分長くなければならない。)
- (5) 送信用および受信用ケーブルを（それぞれのアンテナから）切り離し、それらを接続用アダプタによって直接接続する。周波数を掃引して、その結果得られた電圧表示値 dB(μ V)を測定器に取り込むかまたは記録する。
- (6) 各周波数において、ステップ(4)で得られた電圧をステップ(5)で得られた電圧から差し引く。さらに送信および受信アンテナのアンテナ係数 AF_T (dB/m)および AF_R (dB/m)を差し引く（連続的な周波数に対するアンテナ係数は、離散的な周波数に対するアンテナ係数から直線的な内挿法を用いて計算できる。）。さらに、表E.2の相互インピーダンス補正係数を差し引く。この結果は測定周波数範囲にわたるNSAの測定値である。
- (7) NSAの測定値と表2の差は、 ± 4 dBの基準以内でなければならない。

注：どちらの方法においても、信号発生器の出力、妨害波測定器やスペクトラムアナライザの入力におけるインピーダンスの不整合は、反射を生じ、誤差の原因となり得る。この反射は、10dBのパッド用の減衰器を送信アンテナおよび受信アンテナの各ケーブルの出力端に1個接続することによって、避けることができる。

E.4 サイト適合判断基準を超える原因

NSAの偏差が ± 4 dBの適合判断基準を超える場合は、次のようにして原因の調査を行う。まず最初に、測定システムの特性について調査する。信号発生器および測定システムが測定時間中にドリフトを生じていない場合に、最も疑わしいのはアンテナ係数である。アンテナに欠陥がある場合もある。これらをすべて調べて、測定を繰り返す。そして、偏差が依然として ± 4 dBより大きい場合は、そのサイトおよびその周囲の影響が原因と考えられる。垂直偏波のサイトアッテネーションは、一般にサイトの特異性に最も敏感である。従って、問題点を追求するには、この垂直偏波の測定を行う。可能性のある原因としては、大地面の構造や大きさの不適切性、近すぎる反射物(柵、建物、照明塔など)、不適切な構造や維持技術によって生じる全天候用設備の性能劣化、なお、空中に浮遊する導電性付着物の長時間にわたる浸透によっても全天候用設備は劣化する。

E.5 アンテナの較正

サイトアッテネーション測定に使用するアンテナのアンテナ係数は、較正によって精確に求めておくこと。サイトアッテネーションの実測値と理論値の良好一致を得るには、製造業者によって供給されるアンテナ係数は正確さが不十分かも知れない。通常、アンテナ係数にはバランによる損失を含んでいる。分離可能なバランが使用されているときは、その影響について考慮すること。

表E.1(a) 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定
 に使用する相互インピーダンス補正係数
 (自由空間におけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 ΔAF_{TOT} (dB)						
測定距離	R=3m		R=10m		R=30m	
周波数 f_m (MHz)	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$
30	3.9	3.4	1.8	2.6	-1.0	1.5
35	4.1	2.5	1.5	1.5	0.4	0.9
40	3.6	1.6	0.8	1.3	1.8	0.3
45	2.8	1.1	0.7	1.0	2.1	0.0
50	2.2	0.9	1.0	0.6	1.5	-0.2
60	0.7	1.4	1.5	0.8	0.9	-0.3
70	-0.7	1.5	0.8	1.0	0.7	0.2
80	-1.1	1.3	-1.1	0.9	-1.0	-0.1
90	-0.8	1.0	-1.4	0.9	-0.8	0.0
100	-0.7	0.7	-1.1	0.7	-0.7	0.1
120	-0.1	0.1	0.2	0.1	0.8	0.1
140	0.3	0.4	0.0	0.6	0.4	0.0
160	-1.2	0.6	-0.9	0.4	-0.6	0.0
180	-0.9	0.4	-0.6	0.4	-0.4	0.1
200	0.3	0.4	0.0	0.4	0.2	0.1
250	-0.2	0.5	-0.7	0.3	-0.5	0.2
300	0.2	0.3	-0.4	0.3	-0.2	0.1

垂直偏波の測定では、受信アンテナの下端を大地面から25cm以上離すこと。
 なお、本表は電気通信技術審議会諮問第3号の一部答申(平成4年5月)と同じものである。

表E.1(b) 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定
 に使用する相互インピーダンス補正係数
 (地上高2mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 ΔAF_{TOT} (dB)						
測定距離	R=3m		R=10m		R=30m	
周波数 f_m (MHz)	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim4m$
30	4.0	3.5	1.8	2.6	-0.9	1.6
35	2.7	1.1	0.1	0.2	-1.0	-0.5
40	1.3	-0.7	-1.6	-1.0	-0.6	-2.0
45	0.0	-1.8	-2.1	-1.9	-0.8	-2.9
50	-0.8	-2.1	-2.0	-2.4	-1.5	-3.2
60	-1.5	-0.9	-0.8	-1.5	-1.4	-2.6
70	-1.3	0.9	0.2	0.4	0.1	-0.8
80	0.2	2.5	0.2	2.2	0.3	1.2
90	1.3	3.1	0.7	2.9	1.3	2.1
100	0.7	2.0	0.3	2.1	0.7	1.5
120	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9	-0.3	-0.9
140	-0.5	-0.4	-0.8	-0.3	-0.4	-0.8
160	-0.3	1.5	0.1	1.3	0.3	0.9
180	-0.4	0.9	-0.1	0.9	0.1	0.6
200	-0.5	-0.4	-0.8	-0.5	-0.6	-0.7
250	0.4	1.1	-0.1	0.9	0.2	0.8
300	0.3	0.4	-0.4	0.3	-0.1	0.2

垂直偏波の測定では、受信アンテナの下端を大地面から25cm以上離すこと。
 なお、本表は電気通信技術審議会諮問第3号の一部答申(平成4年5月)と同じものである。

表E.1(c) 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定
 に使用する相互インピーダンス補正係数
 (地上高3mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 ΔAF_{TOT} (dB)						
測定距離	R=3m		R=10m		R=30m	
	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$
周波数 f_m (MHz)						
30	1.0	0.5	-1.1	-0.3	-3.9	-1.4
35	1.1	-0.5	-1.5	-1.4	-2.6	-2.1
40	1.3	-0.6	-1.5	-0.9	-0.5	-1.9
45	1.7	0.0	-0.4	-0.1	1.0	-1.1
50	2.6	1.3	1.4	1.0	1.9	0.1
60	2.8	3.4	3.6	2.9	3.0	1.8
70	0.1	2.2	1.5	1.7	1.4	0.5
80	-2.1	0.2	-2.1	-0.1	-2.0	-1.1
90	-2.0	-0.2	-2.6	-0.3	-2.0	-1.1
100	-0.6	0.8	-1.0	0.8	-0.6	0.2
120	0.4	0.6	0.7	0.6	1.3	0.6
140	-0.5	-0.3	-0.8	-0.2	-0.3	-0.7
160	-0.5	1.3	-0.1	1.2	0.2	0.7
180	-1.4	0.0	-1.1	0.0	-0.8	-0.4
200	0.3	0.5	0.0	0.4	0.3	0.1
250	-0.2	0.5	-0.7	0.3	-0.4	0.2
300	0.2	0.4	-0.4	0.3	-0.2	0.2

垂直偏波の測定では、受信アンテナの下端を大地面から25cm以上離すこと。
 なお、本表は電気通信技術審議会諮問第3号の一部答申(平成4年5月)と同じものである。

表E.2(a) 80MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いた
 正規化サイトアッテネーション測定に使用する相互インピーダンス補正係数
 (地上高2mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 ΔAF_{TOT} (dB)								
測定距離	R=3m				R=10m			
	水平偏波		垂直偏波		水平偏波		垂直偏波	
周波数 f_m (MHz)	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=2m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1.5m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=2m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1.5m$ $h_2=1 \sim$ 4m
30	1.7	1.1	0.2	-0.1	0.3	0.4	-0.6	-0.3
35	0.6	1.4	-0.1	-0.3	0.3	0.3	-0.7	-0.4
40	0.6	1.1	-0.4	-0.5	0.1	0.2	-0.8	-0.4
45	0.9	0.8	-0.7	-0.7	-0.2	0.1	-0.9	-0.5
50	0.4	0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.2	-1.0	-0.5
60	-0.9	0.5	-0.8	-0.9	-1.4	-0.4	-1.2	-0.7
70	-2.1	-0.3	0.0	-0.8	-1.5	-0.2	-0.1	-0.3
80	2.3	0.2	4.1	2.1	2.2	0.2	3.0	1.8

表E.2(b) 80MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いた
 正規化サイトアッテネーション測定に使用する相互インピーダンス補正係数
 (地上高3mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 ΔAF_{TOT} (dB)								
測定距離	R=3m				R=10m			
	水平偏波		垂直偏波		水平偏波		垂直偏波	
周波数 f_m (MHz)	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=2m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1.5m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=2m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1m$ $h_2=1 \sim$ 4m	$h_1=1.5m$ $h_2=1 \sim$ 4m
30	1.7	1.1	0.2	-0.1	0.3	0.4	-0.6	-0.3
35	0.6	1.4	-0.1	-0.3	0.3	0.3	-0.7	-0.4
40	0.6	1.1	-0.4	-0.5	0.1	0.2	-0.8	-0.4
45	0.9	0.8	-0.7	-0.7	-0.2	0.1	-0.9	-0.5
50	0.4	0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.2	-1.0	-0.5
60	-0.1	1.3	0.0	-0.1	-0.6	0.4	-0.4	0.1
70	0.2	1.9	2.2	1.5	0.8	2.1	2.2	2.0
80	-0.3	-2.1	1.6	-0.4	-0.3	-2.1	0.5	-0.7

付則 F

(情報)

試験場の適合判断基準 ± 4 dB の根拠

(第5節)

F.1 概説

この付則は、5.6項において要求される正規化アッテネーション測定に関する ± 4 dBの許容基準の根拠について、述べたものである。

F.2 誤差の分析

表F.1に示す誤差分析は、5.6項による正規化アッテネーションの測定に適用する。推定誤差全体が ± 4 dBの適合判断基準の根拠であり、これは測定における不確定性の約 3 dB と、サイトの不完全性として許容する 1 dB の和からなる。

表F.1に示した誤差見積もりには、信号発生器、トラッキングジェネレータ、その他使用される増幅器の振幅の安定度に関する不確かさを含まないし、また測定技術上の潜在的な誤差も含まない。ほとんどの信号発生器やトラッキングジェネレータの出力レベルは時間や温度にともなって変化し、また、多くの増幅器の利得は温度によって変化する。これらの誤差要因は、測定に影響のない程度まで小さくするか補正することが必要である。そうでないと、測定上の問題だけによってでも、サイトは適合判断基準に合致しないことがある。

表 F.1 誤差見積もり

誤差項目	測定法	
	離散周波数法(dB)	周波数掃引法(dB)
アンテナ係数(T_x)	± 1	± 1
アンテナ係数(R_x)	± 1	± 1
電圧計	0	± 1.6
減衰器	± 1	0
サイトの不完全性	± 1	± 1
総和	± 4	± 4.6
周波数800 MHz以上では、アンテナ係数の誤差は ± 1.5 dBに近づく。 取扱説明書による。		

スペクトラムアナライザの取り扱い説明書によると、潜在的な誤差の全てを出来る限り除去あるいは補正すれば、例えば、残った振幅誤差は下記ようになる：

- 1) ± 0.2 dBの較正器の不確かさ
- 2) ± 1.0 dBの周波数応答の平坦さ
- 3) ± 1.0 dBの入力減衰器のスイッチング
- 4) ± 0.4 dBのRFおよびIF利得の不確かさ

これで誤差は、全体で ± 2.6 dBとなる。これには、温度ドリフト ± 0.05 dB/Kを含んでいない。実際、置換法による測定を行うときには、周波数応答の平坦さと入力減衰器のスイッチングに起因する誤差は、通常1dB小さくなる。したがって、2端子電圧計としてのスペクトラムアナライザの全誤差範囲は、表F . 1で用いたように、 ± 1.6 dBか、それ以下になる。

減衰器には絶対値の正確さが劣っているものも多いが、良いものもある。そのため、離散周波数法における全誤差は、増加もし、減少もする。掃引周波数法でスペクトラムアナライザに外付け減衰器を用いた場合にも、誤差見積もりは大きくなる。

これらの誤差見積もりには、時間、温度変化に伴う試験装置の利得、出力レベル、増幅特性の変動は含まれていない。これらの誤差は存在する可能性があり、測定をできる限り迅速に行うことによって誤差を排除するように対処すべきである。

実用上は、上記による誤差が同一方向に起こることは極めて希である。うまく構築、配置されたサイトでは、理想状態に比べて ± 1 dB以上の異常がサイトにあっても、適合判断基準 ± 4 dBを満足するであろう。

第5編 30 MHz～1,000 MHz のアンテナ較正試験場

目次

はじめに	1
1. 適用範囲	1
2. 引用規格	1
3. 定義	2
4. 周波数範囲 30MHz～1000MHz においてアンテナの較正に使用される試験場の仕様 および適合性確認手順	3
4. 1 序文	3
4. 2 アンテナ較正試験場(CALTS)の仕様	4
4. 3 試験アンテナの仕様	4
4. 4 アンテナ較正試験場の適合性確認手順	7
4. 5 アンテナ較正試験場の適合基準	13
4. 6 妥当性確認報告書	17
付則A (情報) CALTS の要求事項	19
付則B (情報) 試験アンテナについて	22
付則C (情報) アンテナおよびサイトアッテネーション理論	28
付則D (情報) 適合性確認手順のチェックリスト	39
図 1 試験アンテナの概略図	5
図 2 伸縮型線状エレメントの長さを L_{we} に調整する方法	5
図 3 $U_{r1}(f)$ および $U_{r2}(f)$ の決定	10
図 4 規定された位置における線状アンテナの $U_s(f)$ の決定	10
図 5 SA 適合性判断基準に用いる量の関係	16
図 B. 1 試験アンテナの例	23
図 B. 2 S_{11} 、 S_{21} の測定図	23
図 B. 3 挿入損失 $A_1(f)$ 測定法の概略図	26
図 B. 4 挿入損失 $A_2(f)$ 測定法の概略図	26
図 C. 1 SA 計算用の回路網モデル	30
図 C. 2 図 C.1 の回路網の等価回路	30
図 C. 3 反射面上のアンテナ及びそれらの鏡像アンテナ間の相互結合、給電端子電圧並びに アンテナ電流の定義	30

表 1	SA 測定を行うべき周波数および受信アンテナ固定高	9
表 2	d=10 m 測定に関する最大許容範囲	13
表 A.1	ダイポールアンテナの同調周波数、掃引周波数範囲および受信アンテナ高の組合せ ..	20
表 C.1	数値計算例、La、SAc の計算	34
表 C.2	ΔSAt の数値計算例	35
表 C.3	hrc 及び Δhrt の数値計算例	36
表 C.4	fc 及び Δft の数値計算例	36
表 D.1	CALTS 妥当性確認報告書に記載すべき項目	39

はじめに

本編は、CISPR16-1-5（第1版2003-11）に準拠し、無線妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格 第1部－第5編 無線妨害波およびイミュニティの測定装置 30 MHz～1,000MHzのアンテナ較正試験場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、B、C、およびDは、技術情報である。

1 適用範囲

本編は、アンテナ較正を実施するために使用する較正試験場、試験アンテナの特性、較正試験場の適合性確認手順、およびサイト適合性規準に関する要求事項を定めた基本規格である。較正試験場要求事項、試験アンテナ、およびアンテナとサイトアッテネーション理論に関する詳細情報を付則（情報）に記載する。

測定装置の仕様は、本規格第1編および第4編に記載されている。一般的な不確かさに関する詳細情報および背景は、CISPR 16-4-1に記載され、それは、アンテナの較正手順の不確かさ評価を確立するのに有用である。

2 引用規格

以下の引用規格は、本編の利用に不可欠なものである。年号が記された規格は、その版を適用すること。年号が記されていない規格は最新の版（あらゆる修正を含む）を適用すること。

CISPR 14-1:2000 電磁両立性 — 家庭用機器、電動工具および類似機器に対する要求事項 —
第1部：エミッション（放射）

本規格：無線妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格

第1部：無線妨害波およびイミュニティの測定装置 第1編：測定用受信機

本規格：無線妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格

第1部：無線妨害波およびイミュニティの測定装置 第4編：補助装置－放射妨害波

CISPR 16-4-1:2003 無線妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格

第4部－第1編 — 不確かさ、統計および許容値モデル－標準化されたEMC試験の不確かさ

CISPR 16-4-2:2003 無線妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格

第4部－第2編 — 不確かさ、統計および許容値モデル－測定装置の不確かさ

JIS C 60050(161):1997 EMCに関するIEV用語

計量における基本および一般的な国際用語、ISO、ジュネーブ、第2版、1993

3 定義

本編に関する用語を以下のように定義する。あわせてIEC 60050(161)を参照すること。

3.1 較正試験場(CALTS)

金属大地面を持ち、厳密に規定された水平および垂直偏波のサイトアッテネーション特性を満足する野外試験場。

CALTSは、アンテナの自由空間アンテナ係数を決定するために用いられる。

CALTSのサイトアッテネーション測定値は、適合性確認用試験場の性能を評価するために、その試験場のサイトアッテネーション測定値との比較に用いられる。

3.2 適合性確認用試験場(COMTS)

適合性許容値との比較をするために使用される、供試装置からの妨害波電界強度の有効かつ再現性のある測定結果を保証する場所。

3.3 アンテナ

送信又は受信システムの一部であり、規定されたとおりに電磁波を放射又は受信するように設計されたもの。

注1 この規格においては、バランはアンテナの一部である。

注2 "線状アンテナ"の用語も参照。

3.4 バラン

平衡伝送線・装置から不平衡伝送線・装置へ、あるいはその逆に変換するための受動電気回路網

3.5 自由空間共振長ダイポール

一直線に並べた二個の同じ長さの導線、各導線は約1/4波長の長さ、を小さな間隙で分離し対称に配置した線状アンテナ。自由空間に設置されたダイポールの場合には、指定された周波数において線状アンテナ間隙で測定した入力インピーダンスの値は実数のみとなる。

注1 この規格においては、バランに接続されたこの線状アンテナを“試験アンテナ”と呼ぶ。

注2 この線状アンテナは、“同調ダイポール”とも呼ばれる。

3.6 サイトアッテネーション

試験場において規定された二か所間のサイトアッテネーションは、発生器出力および受信器入力を直接接続を、規定の位置に設置した送信および受信アンテナに置き換えた時の2端子対測定によって決定される挿入損失である。

3.7 試験アンテナ

自由空間共振長ダイポールと規定されたバランを組合せたもの。

注 この規格だけの定義である。

3.8 線状アンテナ

電磁波を放射又は受信するために設計された構造物で、一つ以上の金属の線又は棒で構成される。

注 線状アンテナはバランを含まない。

4 周波数範囲30 MHz～1000 MHzにおいてアンテナの較正に使用される試験場の仕様および適合性確認手順

周波数範囲30 MHzから1000 MHzにおいて無線妨害波電界強度測定を実施するための試験場の条件に関しては、本規格第1部—第4編（CISPR16-1-4）の5章に定められている。この試験場は、アンテナの較正には適さないことがある。周波数範囲30 MHz から 1000 MHzにおける、平坦な導電性金属面上で行うアンテナ較正に適した試験場の要求事項および適合性確認手順を本章で規定する。これらの厳密な要求事項を満たす試験場は、本規格第1部—第4編（CISPR16-1-4）の5.6節の適合性確認手順の代わりに用いる確認法（注：本規格第1部—第4編（CISPR16-1-4）の5.6節には未だ規定されていない）において、比較のための基準試験場として使用しても良い。

4.1 序文

アンテナ較正に適した試験場、ここではCALTSと呼んでいるものは、自由空間アンテナ係数を求めるためのアンテナ較正に適した場所を提供するものである。アンテナ較正は、水平偏波だけを使用し、金属大地上で行うのが最も容易である。CALTSの特性、計算可能な試験アンテナの特性、CALTSの検証(適合性確認)手順および判定基準を4.3節 から4.6節に示す。4.5節に示すCALTS適合性確認手順では、4.4節で規定する計算可能なダイポールアンテナの使用が必要であり、これによりサイトアッテネーションの理論的予測値と測定されたCALTS性能値との比較が可能になる。CALTS適合性確認報告書に記載すべき項目を4.7節にまとめる。4.6節に指定した適合性確認基準に合致するCALTSの指針を付則Aに示す。

本規格第1部—第4編（CISPR16-1-4）の第5章に従い、試験場の性能を確認するための基準試験場(REFSITE)としてCALTSを使うためには、幾つかの要求事項を追加する必要がある。4.7節に追加の特性および基準性能を指定する。本規格第1部—第4編（CISPR16-1-4）の第5章に定める試験場、即ち、放射妨害波許容値の適合確認に使用する試験場を、適合確認試験場(COMTS)と名付ける。COMTSの性能は、本規格第1部—第4編（CISPR16-1-4）の第5節に規定したサイトアッテネーションの理論値と測定値を比較することによって判定できる。なお、同じ測定配置および機器(アンテナ、ケーブル、信号発生器、測定用受信機など)を使用して、REFSITEおよび当該試験場のサイトアッテネーション測定値を比較することによって判定しても良い。

この規格の付則には、CALTSおよびCALTS適合性確認手順に用いられる計算可能な自由空間共振

ダイポール(同調ダイポール)の仕様(情報)を示す。さらに、理論的サイトアッテネーション計算式、数値例および適合性確認手順のチェックリストも示す。

4.2 アンテナ較正試験場(CALTS)の仕様

4.2.1 序文

CALTSは、次の主要部分で構成されている。

- 導電性の良い平坦な金属面(反射面)
- 反射面周囲に電磁的妨害物(訳注:反射物)がない環境

さらに、次の補助機器が必要である。

- CALTS適合性確認手順又はアンテナ較正手順に使用するアンテナを支えるマスト2本
- これらのアンテナの接続ケーブル
- 無線周波信号発生器および測定用受信機などの電子機器

CALTSに対する要求仕様を、4.2.2項に示す。また、適合性確認基準を一般に満たすCALTSの製作および設置に関するガイドとして、多数の情報を付則Aに示す。

4.2.2 要求仕様

アンテナの較正のためには、CALTSは、4.5.3項に示す適合性確認基準を満足しなければならない。すなわち

- a)固定されたアンテナ地上高でのサイトアッテネーション、および
- b)アンテナが較正されるべきすべての周波数における最大サイトアッテネーションを示すアンテナ地上高、又は最大サイトアッテネーションを示す周波数

注1 CALTS適合性確認手順において使用する機器は、要求仕様(4.3節および4.4節参照)を満足すること。

注2 CALTS適合性確認報告書(4.6節)には、CALTSが実際の使用中に要求事項に合致していることを示すため、要求事項への適合性をどのように維持しているのかに関し情報を記載することが望ましい。

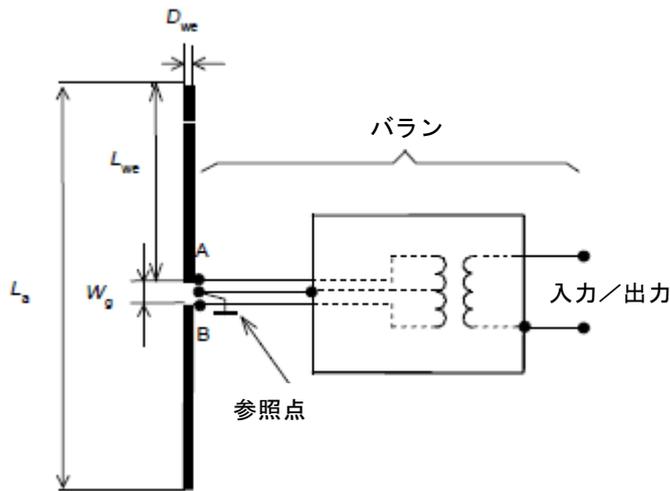
4.3 試験アンテナの仕様

4.3.1 序文

適合性確認手順に必要な理論的サイトアッテネーション S_{Ac} の計算を行うには、正確にモデル化できるアンテナが必要である。したがって、試験アンテナは、指定された特性を持つバルンに接続された自由空間共振ダイポールとする。この試験アンテナの要求仕様を4.3.2項に示す。また、試験アンテナの構造例を付則Bに示す。

試験アンテナは、バルンおよび直線配列の二本の線状導体エレメント(直径 D_{we} および長さ L_{we})で構成される。これらのエレメントは、バルンの2か所の給電端子(図1のAおよびB)に接続する。これらの給電端子間の隙間の幅を W_g とする。アンテナの先端と先端の長さを L_a とすれば、 $L_a = 2 L_{we} + W_g$ になる。試験アンテナの中心は、直線配列線状導体エレメント中心線上において給電端子間隙の中央である。

バランは、1個の不均衡入/出力(送/受信アンテナ)ポートおよび2つの給電端子AおよびBによって構成される1個の平衡ポートを有する。例として、バランの機能の概略を平衡/不平衡変成器を用いて図1に示す。



注 試験アンテナの中心は、2本の線状導体エレメント中心線上における間隙の中央である

図1 試験アンテナの概略図

4.3.2 要求仕様

4.3.2.1 試験アンテナは同一の長さ L_{we} の線状導体エレメントで構成され、エレメントはバランから取り外すことができること。これによって、バランの特性を確認でき、またサイトアッテネーション測定では、2本のアンテナのバランの平衡ポートを相互に接続できるようになる。

4.3.2.2 約半波長の線状アンテナの先端間の長さ $L_a(f, D_{we})$ は、自由空間における給電端子（訳注：端子AおよびB）の入力インピーダンスの虚数部の大きさが、指定周波数 f において 1Ω 未満になるように決定される。

注1 線状エレメントの直径が一定で、 $D_{we} \ll L_a$ ならば、 $L_a(f, D_{we})$ は、C.1.1項の式(C.2)によって計算できる。直径が一定でない場合、例えば、伸縮型ロッドアンテナの場合は、数値計算のみによって $L_a(f)$ を計算できる。C.2.2参照。

注2 伸縮型ロッドアンテナを用いたときは、直径の太い方のエレメントから順に伸ばし(図2参照)、ロッドアンテナ素子を同調することが望ましい。また、このようなアンテナの伸ばし方に対応して数値計算を行うこと。

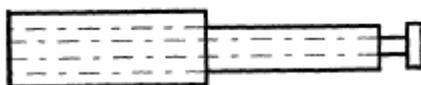


図2a 正しい

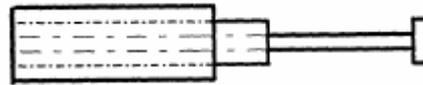


図2b 誤り

図2 伸縮型線状エレメントの長さを L_{we} に調整する方法

4.3.2.3 給電端子間隙は、 $Wg \leq 15 \text{ mm}$ 、又は $Wg \leq 0.03 \lambda_{\min}$ のいずれか小さい方とする。

ここで

$$\lambda_{\min} = c_0 / f_{\max}$$

f_{\max} は試験アンテナ使用時の最高試験周波数

c_0 は真空状態における電磁波の速度

4.3.2.4 実際の線状アンテナの先端間の長さ $L_a(f)$ が、そのアンテナの指定長 $L_a(f)$ の ΔL_a (表2参照)以内であり、給電端子間隙が4.3.2.3項を満たしている時、その長さは適切とみなされる。

4.3.2.5 バランの平衡ポートは、次の項目を満足しなければならない

- a) 規定された最大VSWRに対応するインピーダンス Z_{AB} (表2参照)。但し、不平衡ポートを外部回路(アンテナ給電ケーブル)によって、インピーダンス Z_e で終端した時。
- b) バラン基準点における振幅の平衡度は ΔA_b dB以内であること (表2参照)。但し、両給電端子をバラン基準点に対してインピーダンス $Z_{AB}/2$ で終端した場合。
- c) 位相の平衡度は $180^\circ \pm \Delta \Phi_b^\circ$ であること (表2参照)。両給電端子をバラン基準点に対してインピーダンス $Z_{AB}/2$ で終端した場合。

注1 バランの3ポートのコネクタは、無線周波測定が行えるようなものであること。

注2 平衡ポートインピーダンス Z_{AB} は、図1の給電端子A-B間のインピーダンスである。このインピーダンスの望ましい値は $Z_{AB} = 100 \Omega$ (実部)。

注3 外部回路によって提供されるインピーダンス Z_e は通常 50Ω で、この値を推奨する。

注4 振幅および位相の平衡度に関する要求事項は、給電端子AおよびBにおける信号がバラン基準点に関して同振幅・逆位相であることを保証するものである。平衡ポートがこの要求事項を満たしている場合、不平衡ポートがインピーダンス Z_e で終端された時、二つの給電端子間の分離度(isolation)は26 dBを超える。

注5 バランは、できるだけ反射を最小にするために、線状アンテナと同一偏波にならないように向けることが望ましい。

注6 バランの構成部品は、それらの浮遊的な特性が周囲の影響を受けないように、電氣的に遮へいされていなければならない。バラン基準点および出力/入力ポートの接地端子は、その遮へい体に接続すること。

4.3.2.6 4.3.2.5項で要求されているバランの特性は、Sパラメータ測定、および一部は注入測定によって決定できる。

注1 4.4.4.2項および4.4.4.4項に示す2つのバランの平衡ポートの直接的な相互接続は、ケーブルとケーブルの接続に置き換えてもよい。但し、バラン特性が S_{Ac} の計算値に包含されており、バランの全Sパラメータ、バランから見た信号発生器および測定用受信機のインピーダンスが分っていること。

4.3.2.7 CALTS適合性確認手順において、試験アンテナおよび/又は試験機器に推奨値 100Ω および 50Ω と異なる Z_{AB} および/又は Z_e をそれぞれ用いるならば、その旨を適合性確認報告書(4.6節)に明確に記載すべきである。

4.4 アンテナ較正試験場の適合性確認手順

4.4.1 序文

適合性確認手順において、サイトアッテネーション測定値 S_{Am} と理論的なサイトアッテネーション計算値 S_{Ac} を比較する。従って、この手順によって、CALTSがSAの計算において仮定した特性を十分に満足しているかどうかを検証する。すなわち、

- a) その面は完全に平坦で、無限に大きい
- b) その面の反射係数の絶対値は $r=1$
- c) その面における水平偏波の電磁波の入射波および反射波の位相差は、 $\Phi=\pi$ ラジアン
- d) 補助機器およびその面の周囲の反射物からの影響は無視できる

その特性の検証には、二通りの測定が要求される。

- 1) 固定アンテナ高を用いるSA測定を行い(4.4.4参照)、SAの測定値および計算値とを比較することによって、特性a)、b)およびd)を同時に検証する。
- 2) SA最大値を求めるために試験アンテナの一方の高さを走査し(4.4.5参照)、最大値を示す高さの測定値と計算値とを比較することによって、特性a)、c)およびd)を同時に検証する。

代替りの方法として、周波数掃引測定によっても(4.4.6参照)、後者の組み合わせの特性を同時に検証できる。

以下に示す物理量 $\pm \Delta X$ は、適合性確認において許容されるパラメータ値 X の最大偏差を表す。許容偏差の定量的データを表2にまとめて示す。

4.4.2 試験装置類

4.4.2.1 2本の試験アンテナの中心、それを支えるアンテナマストおよびアンテナ用同軸ケーブルは、反射面（金属大地面）に垂直な1平面内に設置し、かつ反射面の中央付近に置く。

注 試験アンテナの中心は、4.3.1項で定義されている。

4.4.2.2 (水平偏波のアンテナの)直線配列の線状エレメントは、反射面に対して常に平行に、かつ、4.4.2.1項に述べる(垂直)面に対して直角になるように設置する。

注 周波数範囲の低限、例えば30 MHz-40 MHzでは、比較的長い線状エレメントが垂れ下がるため、測定結果に影響する。この影響は、物理的に導線を引き上げるか、又は理論的なサイトアッテネーションの計算において考慮することで除くことが可能である(4.4.4.3項および4.5.3.1項参照)。

4.4.2.3 試験アンテナの中心間の水平距離は

$$d=10.00 \text{ m} \pm \Delta d \text{ m} \quad (\text{表 2 参照})$$

4.4.2.4 反射面上の送信アンテナの中心高は

$$h_t = 2.00 \text{ m} \pm \Delta h_t \text{ m}$$

4.4.2.5 反射面上の受信アンテナ中心は、表 1 および表 2 に指定されている高さ $hr \pm \Delta hr$ に設置できること。また4.4.5で要求しているとおり、高さ範囲 $1.0m \leq h \leq 4.0m$ にわたって、走査可能であること。

4.4.2.6 送信および受信アンテナのバルンに接続する同軸ケーブルは、線状エレメントに直角に、かつ線状エレメントから、少なくとも1 mの距離まで反射面に平行に引き伸ばす。その後、ケーブルを反射面に垂れ下げ、(できれば)続けて反射面の下又はその面の上を線状エレメントに対して直角に、反射面の隅にいたるまで配線する。コモンモードの結合を避けるためには、バルンに接続する同軸ケーブルにフェライト・コアを装荷することが推奨される。

注1 ケーブル表面に流れる誘導電流が伝達インピーダンスを介して測定結果に及ぼす影響を低減するために、その伝達インピーダンスは低くすべきである。

注2 ケーブルを反射面より下に降ろす場合、その面を貫通する際に、ケーブルシース(外被)は反射面に確実に接合(360° 周囲を)すべきである。

4.4.2.7 無線周波信号発生器および無線周波測定用受信機は、それらが反射面から20 m以内にある場合は、反射面を超える高さに設置してはならない。

4.4.2.8 無線周波信号発生器は、サイトアッテネーションの測定中、高い周波数安定度と出力レベル安定度を持たねばならない。 4.4.4.5も参照すること。

注 測定においては、十分な長時間安定度を保証するために、無線周波発生器および無線周波測定用受信機にはウォームアップ時間(それは、一般的に機器製造者によって示される)を確保することが必要である。

4.4.2.9 無線周波測定用受信機は、少なくともダイナミックレンジ50 dBにわたって直線性を持っていなければならない。受信機の直線性不確かさを ΔAr で表す(4.5.2.2参照)。受信機の直線性不確かさの妥当な値は、0.2 dBである。

注 直線性ダイナミックレンジが50 dB未満の場合には、4.4.4.7項に記述されているように、較正された正確な減衰器による置換法を用いても良い。

4.4.3 試験周波数および受信アンテナ高

4.4.3.1 4.2.2項を遵守して、4.4.4項の適合性確認測定は、少なくとも表 1 に示す周波数で、それに対応する受信アンテナの固定高(反射面上のアンテナ中心の高さ) $hr(m)$ において実施すること。

注1 規定の周波数以外の周波数におけるCALTS性能に関する情報は、A.2.2項に示す周波数掃引測定を用いることで得られる。

注2 アンテナが高いQ値の特性を有する場合、特に周波数300 MHzを超えるときは、注意を払わなければならない。その場合、指定周波数付近および対応する地上高で、周波数掃引測定を実施すべきである。

4.4.3.2 4.4.4項に示す適合性確認測定に加え、4.4.5項に記載の三つの受信アンテナ高走査測定又は4.4.6項に示す三つの周波数掃引測定のいずれかを実施しなければならない。

- a)受信アンテナ高走査測定を選択する場合は、周波数 f_s : 300 MHz、600 MHzおよび900 MHzで、対応する周波数 f_s に同調させた試験アンテナを使って、測定を実施しなければならない。
- b)周波数掃引測定を選択する場合は、受信アンテナ高 h_{rs} および試験アンテナ同調周波数 f_s の組合せ{ h_{rs} , f_s }: {2.65m、300MHz}、{1.30m、600MHz}および{1.70m、900MHz}で測定を実施しなければならない。

表 1 SA測定を行うべき周波数および受信アンテナ固定高
ht=2mおよびd= 10m (4.4.2.3および4.4.2.4)の場合

周波数 MHz	hr m	周波数 MHz	hr m	周波数 MHz	hr 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	1000	1.20

4.4.3.3 4.4.3.1項および4.4.3.2項に指定する周波数において、放送局から生ずるような狭帯域雑音
が正確な測定を妨げる場合は、指定周波数にできる限り近い使用可能な試験周波数を選択しなければ
ならない。

指定周波数からの周波数偏差に関する根拠を、適合性確認報告書に記録すること(4.6参照)。

4.4.3.4 送信アンテナに信号を供給する無線周波信号発生器の周波数は、表 1 又は4.4.3.2に指定さ
れている試験周波数に Δf (表 2 参照)以内で合うように調節しなければならない。

4.4.4 サイトアッテネーション測定

この項では、指定の周波数におけるサイトアッテネーション測定値 S_{Am} を決定するための、三つ
の測定手順を説明する。対象とするサイトアッテネーションとは、送信アンテナ給電端子(図 3 中お
よび図 4 中のAおよびB)および受信アンテナ給電端子(図 3 中および図 4 中のCおよびD)間のSA (サ
イトアッテネーション) のことである。

注 バランの全Sパラメータが得られており(4.3.2.6項を参照)、これを理論上のSAの計算に考慮することができるな
らば、二つのケーブル/バランのインターフェース間のSAも使用することが可能である。以下の説明では、後者の
可能性について、それが可能な場合には、注に示す。

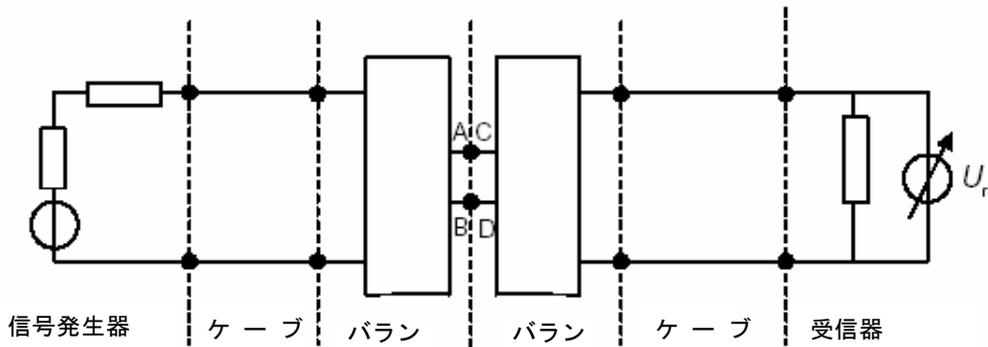


図3 $U_{r1}(f)$ および $U_{r2}(f)$ の決定

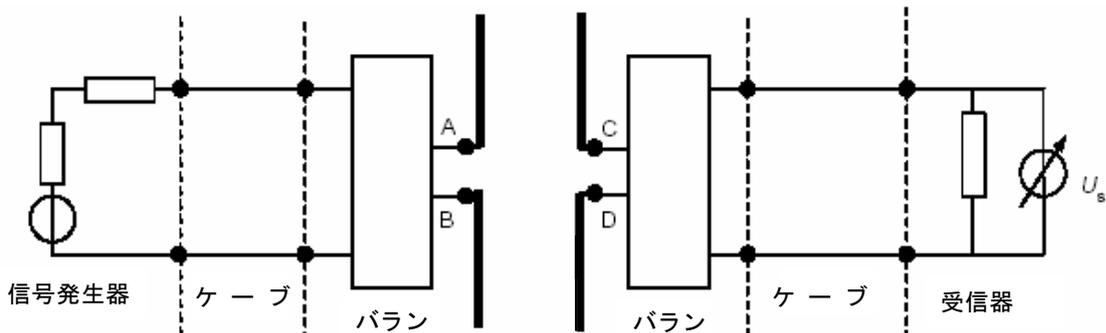


図4 規定された位置における線状アンテナの $U_s(f)$ の決定

4.4.4.1 測定1: 指定周波数 f で、基準電圧 $U_{r1}(f)$ を決定する。この電圧によって、無線周波信号発生器出力ポートから送信用線状アンテナ給電端子までの信号の減衰、および同様に、受信用線状アンテナ給電端子から受信機入力ポートまでの信号の減衰を評価することができる。

$U_{r1}(f)$ は、次のように決定される(図3参照)。試験アンテナの線状エレメントを、それらのバランから取り外し、二つのバランの平衡ポート同士を接続する(次の注4も参照)。接続は、できる限り短く、 $\lambda \min / 10$ 以下であることが望ましい。なお、 $\lambda \min$ は4.3.2.3項で定義した。

受信機の指示値が受信機の雑音レベルから少なくとも60 dB高くなるように、無線周波信号発生器のレベルを設定する(次の注2を参照)。この時の受信機指示値を $U_{r1}(f)$ として記録する。

注1 放射電磁界のレベルは、我国の許可された送信レベルを超えるべきではない。

注2 この項では、無線周波受信機は4.4.2.9項の規定に合致しているものとする。4.4.2.9項の注が適用される場合には、4.4.4.7の方法を用いるべきである。

注3 受信機の雑音レベルは、受信帯域幅を下げることによって、減らすことができる。しかし、無線周波発生器および受信機の周波数が自動同期していなければ、受信帯域幅を十分に広くし、無線周波信号発生器の周波数ドリフトが測定結果に影響を与えないようにすることが望ましい。

注4 4.4.4項に示す方法に従うならば、試験アンテナ全体をケーブルから外し、2本のアンテナケーブルを相互に接続して、 $U_{r1}(f)$ と4.4.4.4項の $U_{r2}(f)$ を決定する。

4.4.4.2 個々の周波数において、4.4.4.1項で用いた無線周波発生器の振幅設定は、4.4.4.3項および4.4.4.4項に関連する測定全般にわたって、一定にすること。

4.4.4.3 測定2:2つのバランを分離し、線状エレメントをそれぞれのバランに接続して規定の長さ $L_a(f)$ に調節する(図4参照)。これらの試験アンテナを4.4.2項および4.4.3項に指定されている位置に配置する。試験に必要なその他のすべての装置類(elements)は、4.4.4.1項と同じものであること。4.4.2.2項および4.4.4.5項の注も参照すること。

指定試験周波数 f について、指定位置のアンテナにおいて受信機の読みを $U_s(f)$ として記録する。

4.4.4.4 測定3:基準電圧の測定(4.4.4.1参照)を、同じ指定周波数で再度行う。測定値を $U_{r2}(f)$ として記録する。

4.4.4.5 対数表示の $U_{r1}(f)$ および $U_{r2}(f)$ が0.2dBを超えて異なる場合は、試験に用いる装置の安定性を改善し、前述の測定法1、2および3を繰り返し行わなければならない。

注 不安定性の原因の一つとして、特に直射日光の下では同軸ケーブル減衰量の温度依存性がある。

4.4.4.6 サイトアッテネーション測定値 $SAm(f)$ を、次の式で示す:

$$SAm(f) = 20 \log_{10} \{ U_{ra}(f) / U_s(f) \} \quad (\text{dB})$$

ここで $U_{ra}(f)$ は $U_{r1}(f)$ と $U_{r2}(f)$ の平均値である。

注 30 MHz、35 MHzおよび40 MHzの低周波数において、両試験アンテナの線状エレメントのたるみを避ける方法を講じない場合には、サイトアッテネーション測定値 SAm に対する補正が必要かもしれない(4.5.3.1項参照)。

4.4.4.7 無線周波受信機のダイナミックレンジが4.4.2.9項を満足しないときは、バランの全Sパラメータが利用可能で、それらをSAの理論値の計算に含むことができるならば、次の置換測定法を使用してもよい。

a)4.4.4.3項に示す受信機読み $U_s(f)$ を測定し、記録する。

b)試験アンテナを較正済みの精密減衰器と入れ替え、両アンテナケーブルを減衰器に接続する。a)で決定した $U_s(f)$ と同じ受信機の読みになるように、減衰器の挿入損失をレベル $A_{i1}(f)$ に調節する。 $A_{i1}(f)$ およびその測定不確かさ $\Delta A_{i1}(f)$ を記録する。

c)4.4.2.8項に記述した試験装置類の安定性を立証するために、ステップa)の $U_s(f)$ とステップb)の $A_{i1}(f)$ の測定時間の和にほぼ等しい時間経過後に、ステップb)を繰り返して $A_{i2}(f)$ を測定する。もし、 $A_{i2}(f)$ が $A_{i1}(f)$ と0.2 dBを超えて異なる場合は、試験装置類の安定性を改善し、ステップa)、b)およびc)を繰り返さなければならない。

d)試験装置類が十分に安定していれば、次の式でサイトアッテネーション測定値が得られる。

$$SA_m(f) = 20 \log_{10} \{A_{i_a}(f)\} \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

ここで $A_{i_a}(f)$ は、 $A_{i_1}(f)$ と $A_{i_2}(f)$ を真値で表した場合の平均値。

4.4.5 アンテナ高掃引測定

この項では、サイトアッテネーション測定値が鋭い最大値を示す受信アンテナ高 $h_{r,max}$ を決定するために必要な、アンテナ地上高掃引測定法の3回の測定手順を説明する(4.4.3.2 a)および4.5.3.2参照。なお、この鋭い最大値は、間接波、すなわち、反射面からの反射波によって、受信アンテナに到来する直接波が(ほぼすべて)打ち消されることに起因する。

4.4.5.1 4.4.3.2 項a)で指定される周波数 f_s において、4.4.2項に記載されている試験装置類を用いて、アンテナを高さ $h_r=1.0\text{m}$ からSAの最初の鋭い最大値が得られる高さ $h_{r,max}(f_s)$ まで上昇させる。なお、この最初の鋭い最大値は受信機の指示値の最初の鋭い最小値に対応する。

注 受信機指示値の最小値は重要ではない。この読みは、単に $h_{r,max}(f_s)$ を見つけるためのものである。

4.4.5.2 高さ $h_{r,max}(f_s)$ を測定し、その測定不確かさ $\Delta h_{r,max}(f_s)$ とともに記録する。

注 測定値 $h_{r,max}(f_s)$ は、必ずしも4.4.3.2項 b)に示す $h_{rs}(f_s)$ と等しくない。なぜなら、 $h_{r,max}(f_s)$ は実際の試験アンテナの特性にも依存するからである。

4.4.6 周波数掃引測定

この項では、周波数掃引測定法において、サイトアッテネーション測定値が鋭い最大値を示す周波数 f_{max} を決定するための必要な3回の測定手順を説明する。4.4.3.2項 b)および4.5.3.3項参照。なお、この鋭い最大値は、間接波、すなわち、反射面からの反射波によって、受信アンテナに到来する直接波が(ほぼすべて)打ち消されることに起因する。

4.4.6.1 4.4.3.2項 b)に指定されている試験アンテナの固定高 $h_{rs}(f_s)$ において、4.4.3.2項 b)に示す対応する周波数 f_s に同調させた試験アンテナを用いて、 f_s より十分に低い、例えば f_s より100 MHz低い周波数から、SAの鋭い最大値、すなわち、受信機指示値の最小値に対応する $f_{max}(h_{rs})$ 値まで、無線周波信号発生器の周波数を掃引する。

注 受信機指示値の最小値は重要ではない。この読みは、単に $f_{max}(h_{rs})$ を見つけるためのものである。

4.4.6.2 周波数 $f_{max}(h_{rs})$ を、その測定不確かさ $\Delta h_{r,max}(f_s)$ とともに記録する。

注 測定値 $f_{max}(h_{rs})$ は、必ずしも4.4.3.2項 a)に示す $f_s(h_{rs})$ と等しくない。なぜなら、 $f_{max}(h_{rs})$ は実際の試験アンテナの特性にも依存するからである。

4.5 アンテナ較正試験場の適合基準

4.5.1 序文

CALTSは以下の場合に、基準を満足しているものとみなせる。すなわち、CALTSを使用するアンテナ較正のすべての周波数で、サイトアッテネーション測定値(4.4.3.1)およびアンテナ地上高測定値又は周波数測定値(4.4.3.2)が、理論的計算値(4.5.3)から許容範囲内にある場合、基準を満足しているものとみなせる。この許容範囲には、各種測定データの不確かさの他に、測定配置の許容偏差も考慮されている。

4.5.2で説明しているとおり、不確かさの許容範囲は次の要素から構成される。すなわち、理論的なモデルから計算すべき値と、サイトアッテネーション測定における電圧測定、およびアンテナ高走査測定又は周波数掃引測定の不確かさに直接関連する値である。

4.5.2 許容範囲および測定の不確かさ

4.5.2.1 それぞれのパラメータの最大許容範囲を表2に示す。

表2 d=10 m 測定に関する最大許容範囲

パラメータ	最大許容範囲	項
La	±0.0025La又は もしLa<0.400(m)ならば±0.001(m)	4.3.2.4
Z _{AB}	VSWR ≤ 1.10	4.3.2.5 a
A _b	±0.4 dB	4.3.2.5 b
Φ _b	±2°	4.3.2.5 c
d	±0.04 m	4.4.2.3
h _t	±0.01 m	4.4.2.4
h _r	±0.01 m	4.4.2.5
f	±0.001f	4.4.3.4

注 アンテナエレメントの半径に関する許容偏差ΔD_{we}および2つのアンテナの軸合わせに関連する不確かさについては検討中である。

4.5.2.2 4.4.4.6 項の式(1)で定義したサイトアッテネーションの測定値 SAm における不確かさ ΔSA_m は、次の式で与えられる。

$$\Delta SA_m (dB) = \sqrt{\{\Delta SA_r (dB)\}^2 + \{\Delta SA_t (dB)\}^2} \quad (3)$$

ここで、ΔSA_r としては、4.4.2.9 項の ΔA_r 又は 4.4.4.7 項の ΔA_i(f)のいずれか適用可能な値を用いる。ΔSA_t は、上記パラメータの許容範囲(表2に示す最大値)内の変動に伴うサイトアッテネーションの不確かさである。ΔSA_r および ΔSA_t としては、95%信頼レベルの値を式(3)に代入すること。

注 ΔSA_t (95%)は、付則 C に示すモデルを使用して計算できる。

4.5.2.3 パラメータが表 2 の許容範囲内である場合、 $\Delta \text{SA}t$ (95 %) = 0.2 dB を 30 MHz ~ 1,000 MHz の全周波数に使用してもよい。その場合、 $\Delta \text{SA}t$ を計算する必要はなく、また CALTS 適合性確認報告書に計算結果を記す必要はない。

注 $\Delta \text{SA}t$ (95 %) = 0.2 dB の根拠を、C.1.3.2 項に示す。

4.5.2.4 4.4.5 項で定義されている受信アンテナ高の測定値 $h_{r,\max}$ における不確かさ Δh_m は、次の式で得られる。

$$\Delta h_m (m) = \sqrt{\{\Delta h_{r,\max} (m)\}^2 + \{\Delta h_{rt} (m)\}^2} \quad (4)$$

ここで、 $\Delta h_{r,\max}$ は、4.4.5.2 項で定義される。また、 Δh_{rt} は、パラメータの許容範囲(表 2 に示す最大値)内の変動に伴う測定値 $h_{r,\max}$ の不確かさである。

注 Δh_{rt} は、C.1.3.3 項に示すモデルを使用し計算することができる。

4.5.2.5 パラメータが表 2 の許容範囲内である場合、 Δh_{rt} (95 %) = 0.025 m を指定の 3 周波数に使用してもよい。その場合、 Δh_{rt} を計算する必要はなく、また CALTS 適合性確認報告書に計算結果を記す必要はない。

注 Δh_{rt} (95 %) = 0.025 m の根拠を、C.1.3.3 に示す。

4.5.2.6 4.4.6 項で定義されている周波数の測定値 f_{\max} における不確かさ Δf_m は、次の式で得られる。

$$\Delta f_m (MHz) = \sqrt{\{\Delta f_{\max} (MHz)\}^2 + \{\Delta f_t (MHz)\}^2} \quad (5)$$

ここで

Δf_{\max} は、4.4.6.2 項に定義されている。

Δf_t はパラメータの許容範囲(表 2 に示す最大値)内の変動に伴う測定値 f_{\max} の不確かさである。

注 Δf_t は、C.1.3.4 項に示すモデルで計算することができる。

4.5.2.7 パラメータが表 2 の許容範囲内である場合、 Δf_t (95 %) / $f_c = 0.015$ を指定された 3 つの受信アンテナ高に使用してもよい。その場合、 Δf_t を計算する必要はなく、また CALTS 適合性確認報告書に計算結果を記す必要はない。

注 Δf_t (95 %) / $f_c = 0.015$ の根拠を、C.1.3.4 項に示す。

4.5.3 適合性判断基準

この項では、計算に用いるパラメータ値は、測定における実際の値を使用すること。実際のパラメータ測定は十分に小さな不確かさで行い、そのパラメータ値が表 2 に示す最大許容偏差内にあることを確かめることができること。

例 アンテナ中心間の指定距離が、 $d=10.00$ m (4.4.2.3)で、実際のSA測定中の距離が、 $d_a=10.01$ mの場合、後者の値を計算に使用する。しかし、 $(d-d_a)$ は、常に 0.04 m (表2参照)未満でなければならない。但し、 d_a は $|d-d_a|<0.04$ mが確かめられるような小さな不確かさで測定されていること。

4.5.3.1 アンテナ較正に用いるすべての周波数において、次の式が成り立てば、CALTSはサイトアッテネーションの適合性判断基準に合致している(図5)。

$$|SA_c(dB) - SA_m(dB)| < T_{SA}(dB) - \Delta SA_m(dB) \quad (6)$$

ここで、

$SA_c(f)$ は、指定周波数におけるSAの理論値であり、付則Cに記載のとおり計算された値である。その際、4.3.2.6項を適用して得られた試験アンテナデータ (バランのロス)、および実際のアンテナパラメータ値 L_a 、 d 、 h_t 、 h_r を使う。

$SA_m(f)$ は、式(1)又は(2)から得られるSA測定値である(注も参照)。

$\Delta SA_m(f)$ は、4.5.2.2項から導出されたSA測定の不確かさ(95 %信頼レベル)である。

$T_{SA}(f)$ は、SAの許容範囲である。

CALTSの使用を指定するアンテナ較正規格に特に記載のない限り、30 MHzから1,000 MHzの周波数全体にわたって $T_{SA}(f)=1.0$ dBとする。

少なくとも、表1に記載の周波数においてCALTSがSAの判断基準に合致していることを立証しなければならない。

注1 30MHz-40MHzの周波数では、線状アンテナの先端に大きなたるみが生じるため、 SA_m 値を修正する必要がある。

a)30MHzで、4.8m長のダイポール先端は16cmまで垂れ下がることもある。その場合、 SA_m と SA_c を正しく比較するために、ダイポール高さが1 m、2 mおよび4 mに対して、 SA_m をそれぞれ0.27 dB、0.13 dBおよび0.08 dBだけ増加すること。

b)もし先端のたるみが20cm以上であれば、 $SA_m(f)$ の増加分を数値計算することが望ましい(C.2参照)。

注2 例

もし、 $\Delta SA_t(95\%)=0.2$ dB (4.5.2.3の適用)および $\Delta SA_r(95\%)=0.2$ dBならば、 $\Delta SA_m(95\%)=0.3$ dBとなる。結果として、0.7 dBがサイトアッテネーションの計算値と測定値の最大許容偏差である。低い $\Delta SA_r(95\%)$ の受信機を使用すること、各種パラメータの誤差を減少させること、また $\Delta SA_t(95\%)$ の実際値を考慮することによって、最大許容偏差を増加できる。

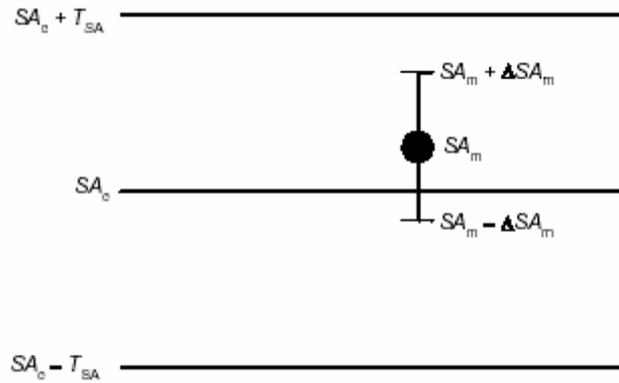


図5 SA適合性判断基準に用いる量の関係

4.5.3.2 4.4.3.2 a)に示す周波数 f_s において、SA最大値に対応する受信アンテナ高が下記の条件を満足するならば、CALTSは受信アンテナ高に関する判断基準に合致するものとする。

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

ここで、

$h_{rc}(m)$ は、SAが最大値（信号伝送の最小）になる受信アンテナ高の理論値であり、付則Cによって計算できる。その際、4.3.2.7項を適用して得られた試験アンテナデータ（バランのロス）、および実際のアンテナパラメータ値 L_a 、 d 、 h_t と実周波数 f_s を使う。

$h_{r,max}(m)$ は、4.4.5項で述べた手順による受信アンテナ地上高の測定値である。

$\Delta h_{rm}(m)$ は、4.5.2.4項によって導出された受信アンテナ地上高測定の不確かさ(95%の信頼度)である。

$T_{hr}(m)$ は、 $h_{r,max}$ の許容範囲である。

CALTSの使用を指定するアンテナ較正規格に特に記載のない限り、 $T_{hr} = 0.05m$ が許容される範囲である。

注 4.5.3.2項か4.5.3.3項のいずれかを適用する。4.4.3.2項参照。

4.5.3.3 4.4.3.2 b) に示す周波数 f_s にアンテナ長を同調させ、受信アンテナを対応する高さ h_{rs} に設置した時、SAが最大値になる周波数が下記の条件を満足するならば、CALTSは周波数に関する判断基準に合致するものとする。

$$\left| f_c(MHz) - f_{max}(m) \right| < T_f - \Delta f_{rm}(MHz) \quad (8)$$

ここで

$f_c(MHz)$ は、SAが最大値（信号伝送の最小）になる理論上の周波数で、付則Cにより計算する。

この時、4.3.2.7項を適用して得られた試験アンテナデータ（バランのロス）、および実際のアンテナパラメータ値 L_a 、 d 、 h_t 、 h_{rs} を使う。

$f_{max}(MHz)$ は、4.4.6で述べた手順による測定周波数である。

$\Delta f_{rm}(MHz)$ は、4.5.2.6から導出された周波数測定の不確かさ(95 %信頼度)である。

T_f は、 f_{max} の許容範囲である。

CALTSの使用を指定するアンテナ較正規格に特に記載のない限り、 $T_f = 0.03 f_c$ が許容される範囲である。

注 4.5.3.2項又は4.5.3.3項のいずれかを適用する。4.4.3.2参照。

4.6 適合性確認報告書

4.6.1 序文

この規格は、CALTSに関する要求事項、適合性確認手順および適合性基準を規定している。この適合性確認作業は、いわゆる"CALTS適合性確認報告書"を作成し、承認をもって完了とする。

この適合性確認報告書は、この規格に定められているCALTSの要求事項に合致していることを調べ、保証するための方法である。

CALTSの所有者か、他の関係者のいずれかが、CALTSの適合性を実証する責任がある。

CALTS適合性確認報告書は、4.6.2項に示す要求事項を満たさなければならない。

4.6.2 適合性確認報告書の要求事項

適合性確認報告書は多くの項目を扱い、それぞれは、CALTSの適合性確認に関するものである。各項目およびそれを報告書に含める理由を次に示す。記載すべき項目の一覧チェックリストを付則Dに示す。

a)一般情報

CALTSの場所、責任ある所有者などの一般情報を記載しなければならない。

サイトの適合性確認を他の団体/機関によって実施する場合には、それらを記載しなければならない。

CALTSの構造を記載し、かつ、付属装置を図面、写真、部品番号などを使って記載しなければならない。

さらに、適合性確認実施の日付および適合性確認報告書の発行日を記載する。適合性確認報告書の作成責任者および承認者の氏名は、それらのサインも含めて表紙にわかるように記載しなければならない。

b)有効期限および制約条件の評価

アンテナの較正前に、CALTSが適合していることを示さなければならない (4.2.2 a 参照)。

したがって、そのCALTSの予測される有効期限を提示することが重要である。CALTSは、恐らく室内か屋外設備のいずれかなので、CALTSの予測される有効期限は異なる。また、環境変化、ケーブルの経時変化又は吸収材の経時変化などの異なる要因によって影響される。CALTSの適合性確認の有効期限を評価および申告することは設備所有者の責任である。

この有効性の評価にあたっては、設備の使用過程で変化する項目、状況を明らかにしなければならない。例えば、屋外の施設では、環境、木々、雪、地面の含水率などである。一般的に、ケーブ

ル、機器、アンテナおよびアンテナマストの性能安定性は重要なものである。また、環境条件、機器又は吸収体の経時変化、および機器の較正の有効性によりCALTSの有効期限を決定することができる。

CALTSの性能の有効性/類似性を日常的に評価するための簡単な測定手段又は目視検査法を含めてもよい。

環境又は構造について特別の条件又は制約がある場合は、それらを明記すること。

c)試験アンテナの記述および適合性確認

適合性確認報告書のこの項目は、アンテナの要求事項に対する適合性を示すものである。

試験アンテナ(エレメントおよびバラン)は、4.3.2項の仕様および表2の該当項目の値に合致しなければならない。

各々の仕様項目について、検査又は測定の何れかによって適合性を確認しなければならない。適合性の確認結果については、付録又は別紙資料(写真、測定結果、較正結果、供給元資料など)に記載しなければならない。

d)試験装置

適合性確認報告書のこの項目は、試験装置の有効性を示すものである。試験装置は、4.4.2の仕様および表2の該当項目の値に合致しなければならない。

各々の仕様項目について、検査又は測定の何れかによって適合性を確認しなければならない。適合性の確認結果については、付録又は別紙資料に記載すること。

e)適合性確認測定

サイトアッテネーションの適合性確認測定は、4.4.4項に示す手順および表1に示す試験周波数とアンテナ地上高に従って実施し、その結果を適合性確認報告書のこの項に記載すること。さらに、アンテナ地上高走査測定(4.4.5項)又は周波数掃引測定(4.4.6項)の何れかの結果を、この項に記載すること。

f)サイトアッテネーションおよび許容範囲の計算

適合性確認報告書のこの項目には、アンテナの長さを、付則Cの手順か、又は別の数値計算法によって計算したかを明示すること。サイトアッテネーションの計算および測定の不確かさの計算結果については、表2の許容偏差の場合、規定された値又は計算値を用いて示すこと。

g)適合性判断基準の計算

適合性確認報告書のこの項において、SAの計算値と測定値の結果、また、それに対応する許容範囲と不確かさを式(6)を代入して、周波数ごとに適合性を判断すること。同様に、アンテナ高の基準(式(7))、又は周波数の基準(式(8))のいずれかについて適合性を判断すること。

h)適合性の最終判定

すべての周波数でサイトアッテネーションの測定値が式(6)を満足し、さらにアンテナ高走査又は周波数掃引の何れかの判断基準を満足していれば、b)の有効期限、記載の制約条件および構造条件の下で、当該のCALTSは要求事項に適合していることを宣言することができる。

付則 A
(情報)

CALTSの要求事項

A.1 序文

仕様は、一般的に、CALTSが屋外試験場(OATS)であることを想定している。但し、CALTSが必ずしもOATSであることを要求するものではない。したがって、すべての仕様を満足するならば、CALTSは全天候性のものや大きな岩塩抗の中などでもよい。

本規格第1部—第4編(CISPR16-1-4)の第5節に試験場の詳細を示している。さらに、追加の情報を次に示す。特に、この規格の利用者に参考文献のリスト(A.4参照)を提供するものである。

A.2 金属反射面

A.2.1 金属反射面の構造

反射面の材料は、金属板か導線網とする。金属板又は網は、つなぎ目が連続的に溶接されていることが望ましい。さもなくば、つなぎ目に沿って $\lambda_{\min}/10$ 未満の間隔で溶接すること(λ_{\min} :使用する最大周波数の波長)。導線網を使用する場合には、交差する金属線が互いに良好な導電接触をするように配慮すること。網目の幅は、 $\lambda_{\min}/10$ 未満にすること。

反射面の材料の厚さは、機械的な強度および安定性に関する要求事項によって決めるべきである。導電性は鉄と同等かそれ以上であれば十分である。反射面の形状は、楕円以外であれば、それほど問題にはならない(A.2.2参照)。ごく厚めの保護層は反射波の位相を変えるかも知れないので、反射面を厚い保護層で覆わないほうがよい。すなわち4.4.1項の Φ が π ラジアンと異なる原因になる[A.4]*。反射面の平坦度および粗さに関しては、本規格第1部—第4編(CISPR16-1-4)の第5節および[A.3]を参照。1000 MHzまでの測定には、通常は、平坦度 ± 10 mmで充分である。

反射面の水平寸法は充分に大きく、それがアンテナ較正の不確かさに及ぼす影響が、充分に小さくなければならない。残念ながら、今のところ、アンテナ較正において、規定の最大不確かさと、これを満足する水平反射面の最小寸法との関係に関する理論は存在しない。基準としては、反射面が第1フレネルゾーンより大きいことが考えられる([A.1]、[A.2]および[A.3])。これにより、最小平面寸法20 m (長) \times 15 m (幅)が得られるが、より小さな反射面でもCALTS要求事項を満たすことがある。最低周波数(30MHz)において、アンテナの長さ L_a は約5mである。したがって、反射面20 m \times 15 mの場合、30 MHz – 1000 MHzの範囲の全周波数において、適合性確認におけるアンテナから反射面の周辺までの距離が少なくとも L_a になる。

A.2.2 反射面縁端の影響およびその周辺

反射面の寸法が有限の場合、反射面縁端で反射特性が変わるため、電磁波がその縁端で散乱し、測定結果に悪影響を及ぼすことがある。通常、縁端における散乱の影響は、垂直偏波に関する測定結果に顕著に現れ、水平偏波に関しては無視できる[A.7]。

特に、散乱の程度は、反射面が周囲の地面(土が湿っているか、乾燥しているかに依存する [A.5])

* 鍵括弧内は、A.4の参考文献を示す。

と同じ平面にあるか、又は高くなっているか（例えば、屋根の上）に依存する。これらに関する調査結果は[A.6]に記載されており、それには、反射面の形状が第 1 フレネル楕円であってはならないと記載されている。その理由は、反射面縁端における散乱波によって生じる不確かさが増大するためである。

反射面の縁端を周囲の地面に多点接地すれば、地面の導電性がよい場合、例えば湿っていれば、金属反射面が広がることになる[A.7]。

反射を生じる可能性のある物体が、反射面の縁端からある距離、例えば 40 m 以内にある場合には、その影響を無視できるか否かを検証すべきである。この適合性確認には、固定長ダイポールアンテナを用いて、周波数掃引によるサイトアッテネーション測定を行っても良い。その測定方法は、4.4.6 に記載のものと同様である。送信アンテナ高さ h_t が 2 m の場合、掃引周波数範囲に対応するアンテナの固定長(周波数 f_r に同調している)と受信アンテナ高 h_r の組合せとして、表 A.1 を利用しても良い。このような広い周波数範囲にわたる測定値の理論値は、NEC のような数値計算法によって求められる(C.3 参照) [C.5]。

表A.1 ダイポールアンテナの同調周波数、掃引周波数範囲および受信アンテナ高の組合せ

f_r MHz	B_s MHz	h_r m
60	30-100	4.0
180	100-300	1.8
400	300-600	1.2
700	600-1000	1.4

反射物がなければ、測定結果は周波数に対して滑らかに変化する。反射物がある場合には、その結果に狭帯域な共振が重畳する。この共振によって、顕著な反射が存在している周波数が分かる。その疑わしい反射物の位置は、その前に大きな金属板を置き、金属板の反射波が最大になるように向けて、その共振が無くなれば、決定することができる。

A.3 補助機器

CALTSをCOMTSとしても使用するならば、アンテナの支柱、アンテナホルダ、支柱支持用ロープ、測定用ケーブルのガイド、ケーブルコネクタ、回転台が測定結果に影響のないように注意を払うことが望ましい。その場合、A.2 に述べたように周波数掃引測定を行えば、問題点を明らかにできることがある。

A.4 参考文献

- [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 9 kHz to 40 GHz, 1992.
- [A.2] Microwave Antenna Measurements, Hollis, J.S., Lion T.J. and Clayton L. (Editors), Scientific Atlanta Inc., Atlanta, GA, U.S.A., 1986.
- [A.3] Transmission and Propagation of Electromagnetic Waves, Sander K.F. and Reed G.A.L., Cambridge University Press, 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., Shimizu Y. and Yamanaka Y., Trans. IEICE, E73, 9, pp 1517-1523, September 1990.
- [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.

付則 B
(情報)

試験アンテナ

B.1に試験アンテナの例を提示する。また、B.2では、バラン特性の決定方法として、Sパラメータ測定法と注入測定法（4.3.2.6に記載）について述べる。

B.1 試験アンテナの例

[B.1]^{*}に記載されている試験アンテナの例を図 B.1に示す。アンテナのバランは、次のとおり構成する。

- a) 180° 3dBハイブリッド・カプラの和ポート(Σ)は、常時、特性負荷インピーダンス(50Ωと仮定する)で終端する。また、差ポート(Δ)は、アンテナの入出力ポートである。
- b) セミリジッド同軸ケーブルを、高品質コネクタ、例えばSMAコネクタを介して、ハイブリッド・カプラの平衡ポートAおよびBに接続する。そのケーブル長は約 1 mで、この長さは、アンテナエレメントにおける支柱やカプラからの反射波の影響を低減するのに役立つ。
- c) セミリジッド同軸ケーブルについているフェライトビーズ(F)は、バランおよび接続アンテナケーブルに誘導するコモンモード電流を抑制する。
- d) セミリジッド同軸ケーブルの出力端にある 3 dB減衰器は、インピーダンス安定器や整合用パッド(M)として機能しており、SMAコネクタを介してアンテナエレメントに接続されている。これらのコネクタは、4.4.4および付則Cに示すAおよびBポート(CおよびDポート)に対応する。これらのコネクタの外部導体は、アンテナエレメント付近で電氣的に接続する。この接続点は、Sパラメータ測定の際にバランの基準点となる。

上述のバランは、有用なバランの一例である。別の形式のバランも同様に使用しても良い。但し、どのバランも、4.3.2の要求事項を満足すること。

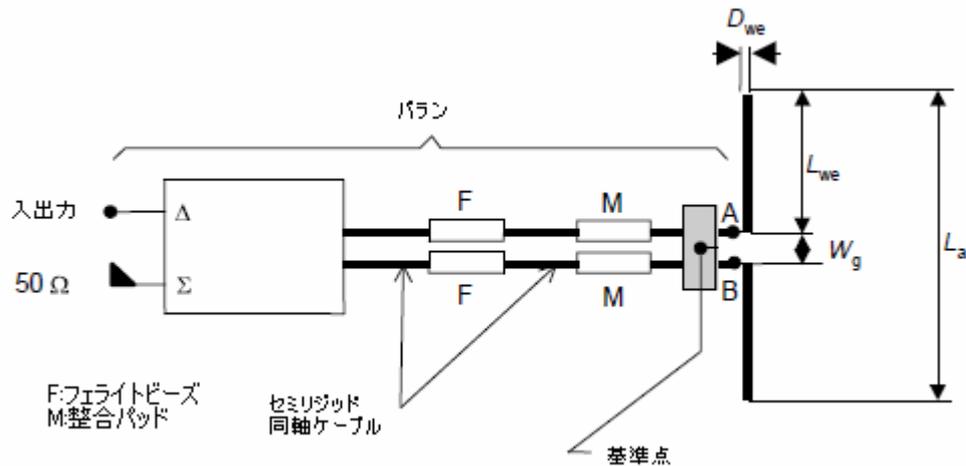
アンテナエレメントの長さは、バランに取り付た状態で、4.3.2.2に示す試験アンテナの長さ $L_a(f)$ を満たすこと($L_a(f)$ の計算については C.1.1を参照)。表C.1では、周波数180MHz未満において、アンテナエレメントの直径を 10 mmとしている。これによって、比較的長いアンテナでも良好な機械的強度を保つことができる。周波数180MHz以上では、直径は 3mmで充分である。周波数60MHz未満では、エレメントは伸縮型でも、固定長型でもよい。(付則D参照)。

* 鍵括弧内は、B.3の参考文献を示す。

B.2 バラン特性の決定

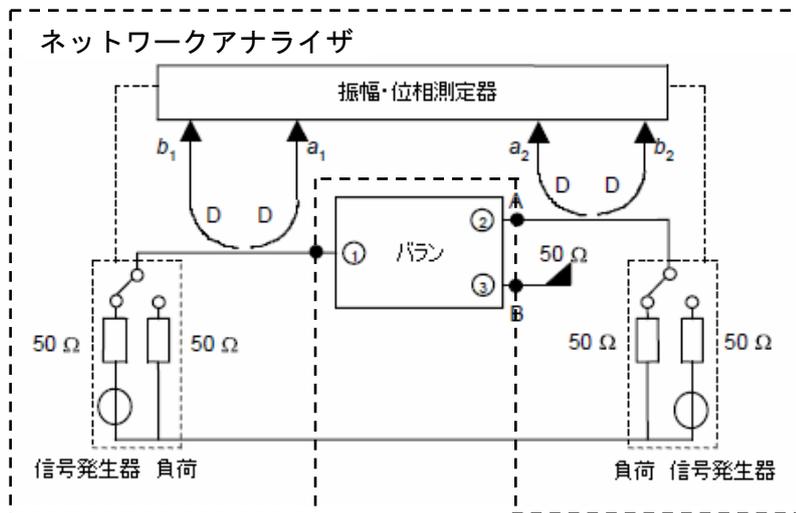
B.2.1 理想的な無損失バラン

無損失の理想的なバランは、三つのポートがそれぞれ特性インピーダンスで終端されている場合(図B.2参照)、AおよびBポートの信号は、同振幅で正確に 180° の位相差を持つ。この場合、いずれのポートも入力信号に対して無反射で、かつポート2の入力信号はポート3に出力されない(逆も同様)。



注 バランはハイブリッド回路(同軸端子付き)

図B.1 試験アンテナの例



図B.2 S11、S21の測定図 (S22およびS12の測定では、発生器および負荷を置き換える。この図では、代わりにスイッチを用いている)

Sパラメータを測定するための基本設定を、図B.2に示す。バランの不均衡ポートを"1"とし、平衡ポートを"2"および"3"とする。

三つのポートの特性インピーダンスは、それぞれ50Ωとする(4.3.2.5参照)。図B.1に対して、図B.2の四角い箱"バラン"には、図B.1のカプラ、ケーブル他を含む。図B.1のハイブリッド・カプラのΣポートは、特性インピーダンスで常に終端しておくこと。

Sパラメータは、図B.2のa1又はa2で示す入射波と、b1およびb2で示す散乱波の関係を示す。入射信号および散乱信号は、方向性結合器(D)を有するネットワークアナライザで測定する。変数 $S_{11}=b1/a1$ および $S_{21}=b2/a1$ (条件 $a2=0$)は、ポート3を50Ωで終端して測定する。信号発生器および負荷を交換(両スイッチの位置を変えて)すると、測定値は、 $S_{22}=b2/a2$ および $S_{12}=b1/a2$ (条件 $a1=0$)が得られる。同様に、ポート2に50Ω負荷を接続し、ポート1および3の間を測定すると、 S_{11} および S_{31} 、 S_{13} および S_{33} が得られる。最後に、50Ω負荷をポート1に接続し、ポート2および3の間を測定すると S_{22} および S_{32} 、 S_{23} および S_{33} が得られる。

理想的なバランのSパラメータ・マトリックスを次の式で示す。

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

各ポートでの反射がないので、このSマトリックスにおいて、 $S_{11}=S_{22}=S_{33}=0$ となる。完全に平衡であるため $S_{12}=S_{21}=1/\sqrt{2}$ 、および $S_{13}=S_{31}=-1/\sqrt{2}$ となる(このバランは無損失のため、絶対値は $1/\sqrt{2}$ に等しい)。また、位相差は正確に180°である(マイナス記号で表示した)。さらに、ポート2および3の間は完全に分離されているので、 $S_{23}=S_{32}=0$ となる。

B.2.2 バラン特性およびSパラメータの関係

Sマトリックスを、インピーダンス・マトリックスに変換でき、これによって、バランの入出力電流と電圧の関係が得られる。ポート1を特性インピーダンスで終端し、かつ、ポート2および3だけを考慮すれば、次の式となる([B.2]参照)。

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

よって、インピーダンス Z_{AB} (4.3.2.5a参照)は、次の式で示される。

$$Z_{AB} = \frac{1-S_{22}S_{33}+S_{23}S_{32}-S_{23}-S_{32}}{(1-S_{22})(1-S_{33})-S_{23}S_{32}} 100 = R_{AB} + jX_{AB} \quad (B.3)$$

なお、測定値 Z_{AB} は、SACの計算に必要な(付則C参照)。同様に、計算に必要な別のバランのインピーダンス Z_{CD} を求める。

次の式が成り立てば、VSWRは4.3.2.5 a)および表2を満足する

$$\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} < 1.10 \quad \text{ここで、} \Gamma = \frac{Z_{AB}-100}{Z_{AB}+100} \quad (\text{B.4})$$

注 ハイブリッド・カプラ自体が(B.4)の式を満足しない場合、非常に低いVSWRの整合減衰器を使えば、VSWRを下げるができる。

実際のバランの平衡度および位相差は、以下の式を用いて、検証する

$$\frac{S_{12}}{S_{13}} = \frac{S_{21}}{S_{31}} = r_b e^{j\theta_b} \quad (\text{B.5})$$

次の式が成り立てば、振幅平衡度は、4.3.2.5 b)および表2を満足する。

$$0.95 < r_b < 1.05 \quad (\text{B.6})$$

次の式が成り立てば、位相差は、4.3.2.5c)および表2を満足する。

$$178^\circ < \frac{180^\circ \theta_b}{\pi} < 182^\circ \quad (\text{B.7})$$

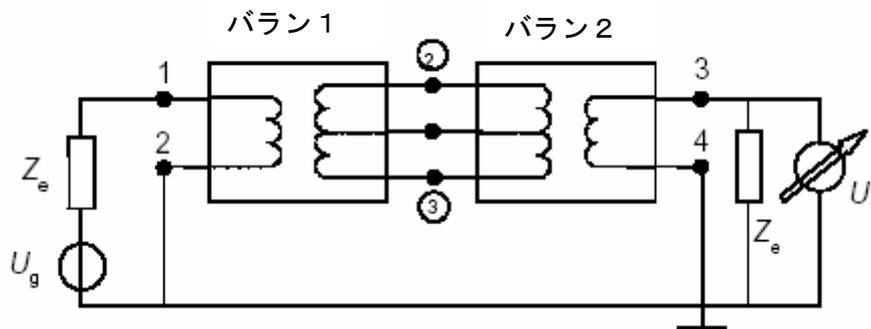
実際のバランの分離度は、S23およびS32の実測値を用いて検証する。次の式が成り立てば、4.3.2.5の注4を満足する。

$$|S_{23}| = |S_{32}| < 0.05 \quad (\text{B.8})$$

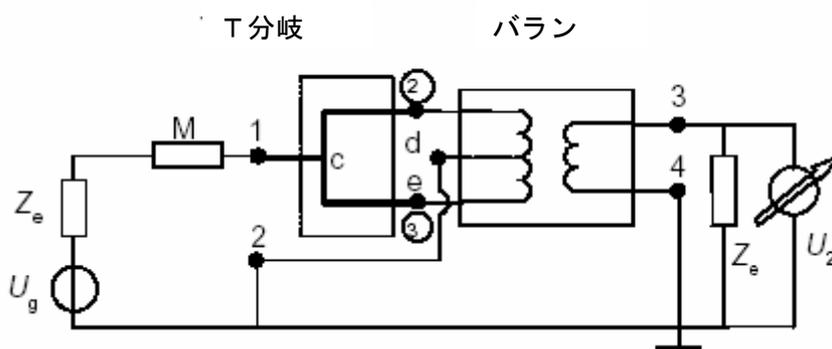
実際のバラン損失の影響は、CALTS適合性確認手順の基準電圧 U_r の測定によって相殺される。図B.1のバラン例では、バラン損失は主として3dB整合パッドに起因する。

B.2.3 挿入損失の測定

図B.3および図B.4に示した挿入損失測定を実施することにより、4.3.2.5 b)および4.3.2.5 c)のバラン仕様に関する検証を行うことができる。その結果から、いわゆるバランの不均衡除去特性(BUR)を決定できる。



図B.3 挿入損失 $A_1(f)$ 測定法の概略図



図B.4 挿入損失 $A_2(f)$ 測定法の概略図

この測定では、4.4.4.1のとおり、平衡ポート同士を接続した二つの同一バランの挿入損失 $A_1(f)$ の測定、および一つのバランの平衡ポート2および3 (図B.4も参照)を並列接続した場合の挿入損失 $A_2(f)$ の測定を行う。バランの不均衡除去特性は、コモンモード除去特性とも呼ばれるが、 A_1 に及ぼす二つのバランの影響が等しいと仮定すると、デシベル表示で以下の式で表される。

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

$BUR > 28 \text{ dB}$ であれば、バランは、前述の節および表2に示す許容範囲を満足していることになる。

初めの挿入損失測定では、まず、バランの周波数帯域にわたって周波数ごとに基準電圧 $U_{11}(f)$ を測定する。すなわち、二つのバランが無い状態で、図B.3に示す接続端子1、3と2、4の間を短絡させ、回路の電圧を測定する。次に、平衡ポートを互いに接続した二つのバランを挿入し、電圧 $U_1(f)$ を測

定する(図B.3参照)。これらの測定によって、 $A_1(f)$ は次式で得られる。

$$A_1(f) = 20 \log_{10} \left(\frac{U_{r1}(f)}{U_1(f)} \right) \quad (\text{dB}) \quad (\text{B.10})$$

2番目の挿入損失測定では、まず、バランの周波数帯域にわたって周波数ごとに基準電圧 $U_{r2}(f)$ を測定する。すなわち、Tコネクタとバランが無い状態で、図B.4に示す接続端子1、3と2、4の間を短絡させ、回路の電圧を測定する。次に、Tコネクタおよび被測定バランを回路に挿入して電圧 $U_{2a}(f)$ を測定する。この場合、ポート2、3は同軸型平衡Tコネクタで接続する。但し、このTコネクタはセミリジッドケーブルで構成され、そのc-dおよびc-e間の電気長は等しくする(完全に機械的に対称)。この測定では、dをポート2に、eをポート3に接続する。図B.4にMで示す6dB減衰整合パッドは、定在波の影響を低減するために付加されている。

測定系の非対称性等によって生じる誤差を低減するために、バランおよびT接合器の接続を逆にし、後者の測定を繰り返す。すなわち、dをポート3に、eをポート2に接続する。この測定で電圧 $U_{2b}(f)$ を得る。これより、 $A_2(f)$ は次式で得られる。

$$A_2(f) = 20 \log_{10} \left(\frac{U_{r2}}{\max\{U_{2a}(f), U_{2b}(f)\}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (\text{B.10})$$

理想的なバランでは、すべての周波数において $A_2(f) = \infty$ dBとなる。

注 このTコネクタおよび6dB減衰器の代わりに、較正済みの6dB電力分配器を使用してもよい。その場合、分配器による減衰をBURの計算で考慮すること。

B.3 参考文献

- [B.1] Standard Linear Antennas, 30-1,000 MHz, FitzGerrell R.G., IEEE Trans. on Antennas and Propagation, AP-34, 12, pp 1425-1429, December 1986.
- [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 30 MHz to 1 GHz using Calculable Standard Dipole Antenna and National Reference Ground Plane, Alexander M.J. and Salter M.J., IEE Proc. Sci. Meas. Technol., Vol. 143, no. 4, pp 221 228, July 1996.

付則C
(情報)

アンテナ及びサイトアッテネーションの理論

C.1 理論式

この節では、線状アンテナ(図C.1.1)の全長 $L_a(f)$ 及びサイトアッテネーション S_{Ac} (C.1.2)の計算法について述べる。解析モデルでは、送信アンテナと受信アンテナ、さらに反射面によるそれらの鏡像間の相互結合を考慮に入れている。また、受信アンテナに沿った実際の電磁界分布を考慮し、受信アンテナに入射する電磁波は平面波であるとは仮定しない。但し、線状アンテナの電流分布は正弦波状であるということのみを仮定する。

ここで示す理論式によって計算される S_{Ac} 値は、長さ L_a で、十分に細い線状アンテナについて正確に数値計算した S_{Ac} 値の ± 0.01 dB以内に収まっている。この規格において、十分に細いとは、ワイヤアンテナの半径 R_{we} が、次の条件を満たすことである[C.1]*。

$$\alpha \geq 30 \quad \text{但し} \quad \alpha = 2 \ln \left(\frac{L_a}{R_{we}} \right)$$

半波長ダイポールアンテナ($L_a = \lambda_0/2$)については、この条件式は、次式となる。

$$\alpha \geq 30 \quad \text{但し} \quad R_{we} = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{e^\alpha}} \quad (\text{C.1})$$

数値計算例と測定不確かさの考察をC.1.3に示す。

C.1.1 試験アンテナの全長

定義により、試験アンテナ、すなわち自由空間共振ダイポールアンテナの周波数 f における全長 $L_a(f)$ は、次式を解くことにより求まる。

$$X_a(f, R_{we}) = 0 \quad (\text{C.2})$$

ここで

$X_a(f, R_{we})$ は、境界のない媒体、すなわち自由空間において電波を放射しているダイポールアンテナのインピーダンスの虚数部である。

R_{we} は線状エレメントの半径であり、その値は長さ方向に一定で(非伸縮型のエレメント)、 L_a より十分に小さいと仮定する。

* 鍵括弧内の文字は、C.3の参考文献を示す。

給電点の間隙Wgは、無限小と仮定する。Xaは、次の式から得られる([C.2]参照)。

$$X_a = \frac{\eta}{4\pi} \times \left[2 \operatorname{Si}(kL_a) + \cos(kL_a) \times \{ 2 \operatorname{Si}(kL_a) - \operatorname{Si}(2kL_a) \} - \right. \\ \left. \sin(kL_a) \{ 2 \operatorname{Ci}(kL_a) - \operatorname{Ci}(kL_a) - \operatorname{Ci}(2kR_{we}^2/L_a) \} \right] \times \sin^{-2}(kL_a/2) \quad (C.3)$$

ここで、 $\eta = 377 \Omega$ 、 $k = 2\pi/\lambda_0$ 、 λ_0 は真空中の波長である。

Si(x)、Ci(x)は以下の式で与えられる。

$$\operatorname{Si}(x) = \int_0^x \frac{\sin(\tau)}{\tau} d\tau \quad (C.4a)$$

$$\operatorname{Ci}(x) = \int_{-\infty}^x \frac{\cos(\tau)}{\tau} d\tau \quad (C.4a)$$

$$\operatorname{Si}(x) = \frac{\pi}{2} - f(x) \cos x - g(x) \sin x \quad (x \geq 1) \\ \operatorname{Si}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} \quad (x < 1) \quad (C.5a)$$

これらの値は、以下の式によって十分正確に計算できる[C.3]。

$$\operatorname{Ci}(x) = f(x) \sin x - g(x) \cos x \quad (x \geq 1) \\ \operatorname{Ci}(x) = \gamma + \ln x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{2n (2n)!} \quad (x < 1) \quad (C.5b)$$

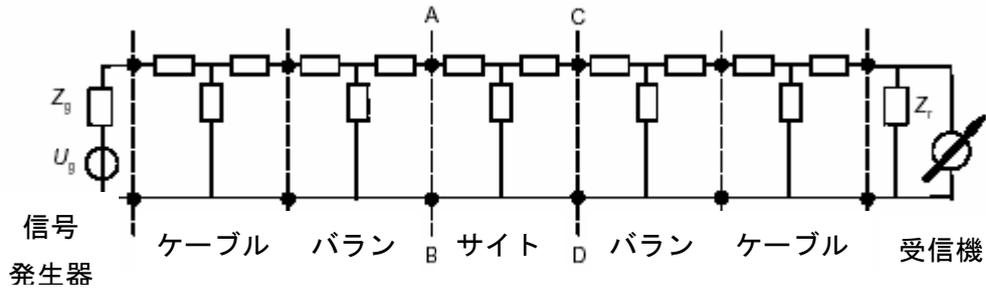
$$f(x) = \frac{1}{x} \left(\frac{x^4 + a_1 x^2 + a_2}{x^4 + b_1 x^2 + b_2} \right), g(x) = \frac{1}{x^2} \left(\frac{x^4 + c_1 x^2 + c_2}{x^4 + d_1 x^2 + d_2} \right) \quad (C.5c)$$

但し、 $a_1=7.241163$ $b_1=9.068580$ $c_1=7.547478$ $d_1=12.723684$
 $a_2=2.463936$ $b_2=7.157433$ $c_2=1.564072$ $d_2=15.723606$

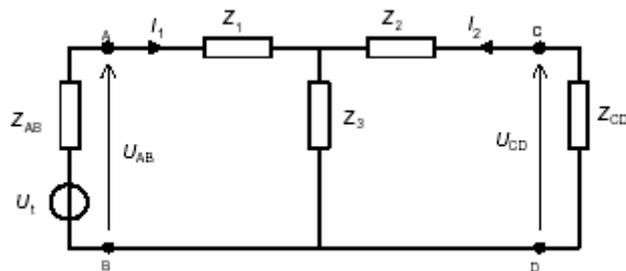
表C.1に示すLa(f)の値は、式(C.3)から(C.5)を用いて式(C.2)によって得られたものである。

C.1.2 サイトアッテネーションの理論値

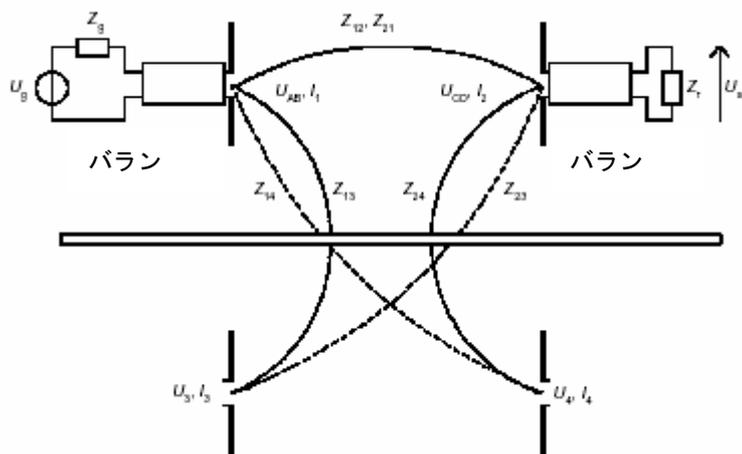
サイトアッテネーション(SA)は、回路網モデルを用いて計算する[C.4] (図C.1参照)。無線周波信号発生器は、送信アンテナのバランにある給電端子A及びBに信号を供給する。受信アンテナの給電端子C及びDに発生する信号は、測定用受信機のインピーダンスZrの両端で測定する。ケーブル及びバランは、T型回路網により表示される。



図C.1 SA計算用の回路網モデル



図C.2 図C.1の回路網の等価回路



図C.3 反射面上のアンテナ及びそれらの鏡像アンテナ間の相互結合、給電端子電圧並びにアンテナ電流の定義

基準電圧 $U_{r1}(f)$ 及び $U_{r2}(f)$ (4.4.4.1及び4.4.4.4参照)を測定する際は、給電端子A及びCを、無視できるくらいのインピーダンスを持つ短い導体で相互に接続する。同様に、B及びDも相互に接続する。線状エレメントを給電端子(ABまたはCD)に接続し、指定の位置に設置して行う $U_s(f)$ (4.4.4.3参照)の測定に関しては、信号伝送に与える試験場の影響を、図C.1に示すポートAB及びCDを持つT回路網によって表すことができる。

図C.1の回路を簡略化したものが図C.2である。但し、 Z_{AB} 及び Z_{CD} は平衡ポートインピーダンスの測定値である(付則B参照)。図C.2の回路から、基準電圧 $U_{CD,r}$ (従って、 $Z_1=Z_2=0$ 及び $Z_3 = \infty$)は次式で与えられる。

$$U_{CD} = U_{CD,r} = \frac{Z_{CD}}{Z_{AB} + Z_{CD}} U_t \quad (C.6)$$

また、 $U_{CD,s}$ は次式で与えられる。

$$U_{CD} = U_{CD,s} = \frac{Z_{CD} Z_3}{(Z_{AB} + Z_1 + Z_3)(Z_{CD} + Z_2 + Z_3) - Z_3^2} U_t \quad (C.7)$$

従って、サイトアッテネーション SA_c は、次の式で計算される。

$$SA_c = \frac{U_{CD,r}}{U_{CD,s}} = \frac{(Z_{AB} + Z_1 + Z_3)(Z_{CD} + Z_2 + Z_3) - Z_3^2}{Z_3(Z_{AB} + Z_{CD})} \quad (C.8)$$

次の段階は、インピーダンス Z_1 、 Z_2 及び Z_3 を図C.3に描いた実際の状況、すなわち、反射面上に2本の試験アンテナがある状況と関連づけることである。

送信ポート1(給電端子A及びB)と受信ポート2(給電端子C及びD)の間の信号伝送は、アンテナとその鏡像アンテナ間の種々の結合の影響を受ける。図C.3では、この影響を伝達インピーダンス Z_{nm} ($n, m: 1$ から 4 の値、 $n \neq m$)で示す。

端子電圧 U_{AB} 及び U_{CD} は、形式的に、図C.3の4本のアンテナのアンテナ電流 I_1 から I_4 を用いて次の式で得られる。

$$\begin{aligned} U_{AB} &= Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2 + Z_{13} I_3 + Z_{14} I_4 \\ U_{CD} &= Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 + Z_{23} I_3 + Z_{24} I_4 \end{aligned} \quad (C.9)$$

理想的な反射面で、アンテナが水平かつ互いに平行に配置された場合、 $I_3 = \rho I_1$ 及び $I_4 = \rho I_2$ となる。ここで、 $\rho = r \cdot \exp(i\Phi)$ は、導電面の複素反射係数である。ここで $\rho = -1$ である。さらに、相反定理により、 $Z_{12} = Z_{21}$ 及び $Z_{23} = Z_{14}$ である。したがって、式(C.9)は、次のように変形できる。

$$\begin{aligned} U_{AB} &= (Z_{11} + \rho Z_{13}) I_1 + (Z_{12} + \rho Z_{14}) I_2 \\ U_{CD} &= (Z_{12} + \rho Z_{14}) I_1 + (Z_{22} + \rho Z_{24}) I_2 \end{aligned} \quad (C.10)$$

図C.2の回路から、次の式になる。

$$\begin{aligned} U_{AB} &= (Z_1 + Z_3) I_1 + Z_3 I_2 \\ U_{CD} &= Z_3 I_1 + (Z_2 + Z_3) I_2 \end{aligned} \quad (C.11)$$

さらに、式(C.10)と比較すれば、次の式が得られる。

$$Z_1 + Z_3 = Z_{11} + \rho Z_{13}, \quad Z_2 + Z_3 = Z_{22} + \rho Z_{24} \quad \text{and } Z_3 = Z_{12} + \rho Z_{14}$$

よって、式(C.8)は次のように表せる。

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

式(C.9)の Z_{11} 及び Z_{22} は、自由空間に放射するワイヤアンテナの入力インピーダンスであり、したがって反射面はない状況のものである。これらのインピーダンスの虚数部は、 $X_{11}=X_{22}=X_a$ として、(C.3)式から計算できる。実数部は、 $R_{11}=R_{22}=R_a$ として、次の式から求められる。

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{\eta}{2\pi} \{ \gamma + \ln(kL_a) - Ci(kL_a) \\ &\quad + \frac{1}{2} \sin(kL_a) \times [Si(2kL_a) - 2Si(kL_a)] \\ &\quad + \frac{1}{2} \cos(kL_a) \times [\gamma + \ln(kL_a/2) + Ci(2kL_a) - 2Ci(kL_a)] \} \times \sin^{-2}(kL_a/2) \end{aligned} \quad (C.13)$$

相互インピーダンス Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 、及び Z_{24} は、ローレンツの相反定理[C.1, C.2]を利用して計算できる。この計算法では、線状アンテナに沿った実際の電磁界を考慮している。従って、受信アンテナに到来する電磁波を平面波と仮定する必要はない。唯一の仮定は、線状エレメント上の電流分布が、正弦波状であることである。この仮定は、 $La(f) \approx \lambda_0/2$ 、かつ、 R_{we} が式(C.1)の条件を満たすなら、妥当なものである。

$Z_{nm}=R_{nm} + jX_{nm}$ ($n=1, \dots, 4$ $m=1, \dots, 4$, $n \neq m$)と置くと、実数部分 R_{nm} は以下のように表される。

$$\begin{aligned} R_{nm} &= \frac{\eta}{4\pi} \times \{ 2[2Ci(kr_{nm}) - Ci(ks_3) - Ci(ks_4)] \\ &\quad + \cos(kL_a) \times [2Ci(kr_{nm}) + Ci(ks_1) + Ci(ks_2) - Ci(ks_3) - 2Ci(ks_4)] + \sin(kL_a) \\ &\quad + \sin(kL_a) \times [Si(ks_1) - Si(ks_2) - 2Si(ks_3) + 2Si(ks_4)] \} \times \sin^{-2}(kL_a/2) \end{aligned} \quad (C.14)$$

かつ、虚数部分は次式によって得られる。

$$\begin{aligned} X_{nm} &= \frac{-\eta}{4\pi} \times \{ 2[2Si(kr_{nm}) - Si(ks_3) - Si(ks_4)] \\ &\quad + \cos(kL_a) \times [2Si(kr_{nm}) + Si(ks_1) + Si(ks_2) - 2Si(ks_3) - 2Si(ks_4)] \\ &\quad - \sin(kL_a) \times [Si(ks_1) - Ci(ks_2) - 2Ci(ks_3) + 2Ci(ks_4)] \} \times \sin^{-2}(kL_a/2) \end{aligned} \quad (C.15)$$

ここで r_{nm} は、アンテナ n と m 間の距離である。

$$\begin{aligned}
 s_1 &= \sqrt{r_{nm}^2 + L_a^2} + L_a \\
 s_2 &= \sqrt{r_{nm}^2 + L_a^2} - L_a \\
 s_3 &= \sqrt{r_{nm}^2 + (L_a / 2)^2} + L_a / 2 \\
 s_4 &= \sqrt{r_{nm}^2 + (L_a / 2)^2} - L_a / 2
 \end{aligned}
 \tag{C.16}$$

式(C.12)の中の全てのインピーダンスが分かっているので、4.5.3.1項で要求されるSACは、この式によって計算することができる。すなわち、 Z_{AB} 及び Z_{CD} は実測値(付則B参照)、その他のインピーダンスは式(C.3)及び(C.13)から(C.16)によって得られる計算値。同じ式が、任意の周波数でのSAC(hr)の計算に使用できるので、4.5.3.2項で必要とされる $h_{r,max}(fs)$ を決定することや、4.5.2.2項及び4.5.3.2項で必要な測定不確かさ ΔSA_t 及び $\Delta h_{r,max}$ を計算することができる。

C.1.3 数値計算の例

数値計算結果の例として、表C.1に L_a 及びSAC、表C.2に ΔSA_c 、表C.3に h_{rc} 及び Δht 、表C.4に fc 及び Δft の計算結果を示す。

すべての計算において、受信アンテナ及び送信アンテナの地上高、アンテナ中心間の水平距離及び周波数については、4.4項で規定した値を用いている。測定不確かさの計算では4.5.2.1項に示した許容偏差を用いている。

線状アンテナの半径は、周波数 $30\text{MHz} \leq f < 180\text{MHz}$ において $R_{we}=5.0\text{mm}$ 、 $180\text{MHz} \leq f \leq 1000\text{MHz}$ において、 $R_{we}=1.5\text{mm}$ と仮定した。

C.1.3.1 L_a 及びSACの計算(表C.1)

アンテナ長 $L_a(f)$ は、式(C.2)を用いて計算した。SAC(f)の値は(C.13)から(C.16)を用いて計算した。但し、平衡ポートインピーダンス $(100 + j0) \Omega$ を持つ理想的なバランと、理想的な反射面、すなわち $\rho = -1$ を仮定した。

C.1.3.2 ΔSA_t の計算(表C.2)

95%信頼度の測定不確かさ ΔSA_t (4.5.2.2)は、次の式を用いて計算した([C.6]参照)。

$$\Delta SA_t = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\sum_{i=1}^9 \Delta SA_c^2(i)}
 \tag{C.17}$$

但し、変数 ΔSAc は一様確率分布に従うと仮定し、かつ、($p=$) 9個の変数 : hr 、 ht 、 d 、 f 、 Z_{AB} 、 Z_{CD} 、 La 、 Ab 、及び Φb に関する不確かさを考慮した(表2も参照)。

初めの6個の変数について ΔSAc は次の式から計算できる。

$$SA_c(i) = \text{Max}[\text{Abs}\{SA_c - SA(pi \pm \Delta pi)\}] \quad (i = 1, 2, \dots, 6) \quad (C.18)$$

ここで、 SA_c は、C.1.3.1で計算したサイトアッテネーションの公称値である。

$SA(pi + \Delta pi)$ 及び $SA(pi - \Delta pi)$ は、それぞれ変数 p から許容偏差 Δp だけ加減して計算したサイトアッテネーションの値である。

表2に示した Δhr 、 Δht 、 Δd 及び Δf によって生じる ΔSAc の計算結果を、表C.2の列3から列6に示す。

注 Δf の影響を計算する場合、アンテナ長 La は一定とし、公称周波数における La に等しいとした。

表C.1 数値計算例、 La 、 SA_c の計算(C.1.3.1項 参照)

f MHz	h_r m	R_{we} mm	L_a m	SA_c dB	f MHz	h_r m	R_{we} mm	L_a m	SA_c 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	1000	1.20	1.50	0.140	42.71

インピーダンス Z_{AB} 及び Z_{CD} に関しては、表2に最大 $VSWR=1.10$ が規定されている。従って、この計算例では、これら2つのインピーダンスは、インピーダンス平面において、円形(中心は $p=(100 \pm j0 \Omega)$ 、半径 $\Delta p = 9.5 \Omega$)の境界線を描くことを意味している。検討結果によれば、 $p=(100 \pm \Delta p + j0)$ 及び $p=(100 \pm j \Delta p)$ を単に計算するだけで充分である。 ΔSAc の計算結果を、表C.2の列7及び列8に示す。列7及び列8の ΔSAc 値は、 $hr = ht$ のとき、等しくなる。

La 、 Ab 、 Φb の不確かさによる ΔSAc の値は、C.2に示した数値計算によって見積ることができる。その結果、 $\Delta SAc(La) < 0.03$ dB 及び $\Delta SAc(Ab, \Phi b) < 0.03$ dB となることが分かる。

表C.2の列9に、その前6つの列の ΔSA_c 値の二乗和平方根(RSS)値 $\Delta SA_\Sigma = \sqrt{[\sum\{\Delta SA(i)\}]}$ を示す。列10の95%信頼度の値は、列9のデータの $2/\sqrt{3}$ 倍である(式(C.17)参照)。 ΔSA_t の95%信頼度の値は、次式で表される。

$$\Delta SA_t(CL = 95\%) = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^6 \Delta SA_c^2(i) \right\} + \Delta SA_c^2(La) + \Delta SA_c^2(Ab, \phi b)} \quad (C.19)$$

$\Delta SA_c(La) = 0.03$ dB及び $\Delta SA_c(Ab, \Phi b) = 0.03$ dBと仮定すると、列11の ΔSA_t が得られる。この例では、最大値は $\Delta SA_t = 0.19$ dB (80 MHzのとき)となる。これが、4.5.3.1に記載の値 $\Delta SA_t = 0.20$ dBの根拠である。

表C.2 ΔSA_t の数値計算例(C.1.3.2参照)

周波数 MHz	SAC dB	Δh_r ΔSA_c dB	Δh_r ΔSA_c dB	Δd ΔSA_c dB	Δf ΔSA_c dB	ΔZ_{AB} ΔSA_c dB	ΔZ_{CD} ΔSA_c dB	RSS ΔSA_Σ dB	95% ΔSA_Σ dB	95% ΔSA_t dB
30	21.03	0.023	0.018	0.056	0.03	0.110	0.026	0.13	0.15	0.16
35	20.95	0.028	0.020	0.05	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
ΔSA (dB) 最大値		0.043	0.062	0.056	0.039	0.121	0.121	0.16	0.18	0.19

注 この表の最終行に各列の最大値を示す。列3から列8の小数点以下3桁目は実質的な意味を持たないが、比較のために示したものである。

C.1.3.3 hrc及びhrtの計算(表C.3)

この項では、4.4.3.2 a)項及び4.4.5項に規定された $h_{r,max}(fs)$ について述べる。この値は、hr を1 mから増加させてSAを求め、最初のシャープな最大値を捜すことにより得られる。シャープな最大値は、受信アンテナでの直接波及び反射波が相殺することによって得られるので、注意して探すこと。4.4.3.2 a)項に規定された周波数でのhrc(4.5.3.2参照)の結果を、表C.3に示す。

また、表C.3には測定不確かさの計算結果 $\Delta h_{r,max}$ を示しており、これは、C.1.3.2と同様な手法で、表2に示す許容偏差を用いて計算したものである。 $h_{r,max}$ については、許容偏差 Δht 、 Δd 及び Δf だけが顕著な影響を与える。 Δhrt の最大値(CL=95%)は0.02mである。これが、4.5.2.5項に記載した値0.025mの根拠である。

表C.3 hrc及び Δhrt の数値計算例(C.1.3.3参照)

周波数 MHz 4.4.3.2a)	hrc m	Δht Δhrc m	Δd Δhrc m	Δf Δhrc m	RSS Δhrc_{Σ} m	95% Δhrt 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
最大値	-	0.014	0.010	0.005	0.017	0.020

C.1.3.4 fc及び Δft の計算(表C.4)

この項では、4.4.3.2 b)項及び4.4.6項に指定されている $f_{max}(hr, fs)$ について述べる。この値は、(hr, fs)の規定値に関してSAの最大値を捜すことによって得られる。シャープな最大値は、受信アンテナでの直接波及び反射波が相殺することによって得られるので、注意して探すこと。4.4.3.2 b)項に規定する組合せに関するfcの結果(4.5.3.3項 参照)を、表C.4に示す。

表C.4 fc及び Δft の数値計算例(C.1.3.4参照)

周波数/ 地上高 MHz/m 4.4.3.2 b)	fc MHz	Δhr $\Delta fc/fc$	Δht $\Delta fc/fc$	Δd $\Delta fc/fc$	RSS $\Delta fc_{\Sigma}/fc$	95% $\Delta ft/fc$
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
最大値	-	0.008	0.006	0.005	0.010	0.012

また、表C.4には測定不確かさ計算結果 $\Delta ft/fc$ を示しており、これは、C.1.3.2と同様な手法で、表2に示す許容偏差を用いて計算したものである。 f_{max} については、許容偏差 Δhr 、 Δht 、及び Δd だけが顕著な影響を与える。 Δft の最大値(CL = 95 %)は0.012fcである。これが、4.5.2.7項に記載した値0.015 fcの根拠である。

C.2 数値の計算

この項では、アンテナインピーダンス、全アンテナ長及びサイトアッテネーションの最小値に関する代替計算手法を提供する。この手法は、モーメント法に基づく入手可能な計算プログラムを用いるものであり、PCで利用することができる。そのプログラムの例としては、MININEC[C.6、C.7]がある。この方法では、線状エレメントの電流に関して、正弦波状の分布を仮定しない。

このプログラムにおいては、アンテナは、解析のためにセグメントに分割された複数の直線導体で表される。正確な結果を得るためには、セグメントは波長に対して長すぎたり短すぎたりしないことが重要である。また、セグメント長は、セグメントの直径を超える長さであることが重要である。半波長につき約30セグメントが良い結果を与える。

セグメントの分割が適切であることを確認するために、セグメント数を増加してインピーダンス及び電流の計算値の収束性を調べるのが望ましい。このプログラムでは、計算モデルに、無限大の完全金属基準面を含むことができる。また、導体の1点に電圧を印加したり、導体の1点に集中負荷インピーダンスを装荷したりすることができる。

C.2.1 アンテナ入力インピーダンス

給電点におけるアンテナ入力インピーダンス Z_a は、プログラム出力から読み取ることができる。

C.2.2 試験アンテナの全長

アンテナの長さは、開放空間において共振する(すなわち、入力リアクタンスがゼロとなる)ように、反復手法によって定めること。まず、長さを半波長としてプログラムを動作させ入力リアクタンスを求める。もし、入力リアクタンスが正であれば、アンテナ長を短くし、負であれば、逆にアンテナ長を長くして、プログラムを再度動作させ、そのアンテナの入力リアクタンスを求める。

このように、アンテナ長を変更し、アンテナ入力リアクタンスを求める計算は、入力リアクタンスの大きさが 1Ω 未満になるまで繰り返す。その結果、アンテナ長は正確な値になる。

C.2.3 サイトアッテネーションの理論値

モーメント法のプログラムには、無限大の完全導体面上の二つの線状導体の配置や寸法が入力される。二つの導体は、正確な高さ及び間隔に配置する。送信アンテナを表す導体の中心に電圧 $U_f = 1 + j0$ [V]を給電し、かつ、受信アンテナの導体には Z_{CD} (受信機及び受信アンテナのケーブル及びバランを縦続接続したものの入力インピーダンス。図C.2参照) に等しい負荷を接続する。プログラム出力の求めるべきパラメータは、送信アンテナの入力インピーダンス及び負荷電流の振幅である。

サイトアッテネーションは次の式で示される。

$$SA_c = 20 \log_{10} \left\{ \frac{U_f}{|I_2|} \left| \frac{Z_a + Z_{AB}}{Z_a (Z_{AB} + Z_{CD})} \right| \right\} \quad (C.20)$$

ここで、

I_2 は、負荷電流(図C.2参照)

Z_a は、送信アンテナの入カインピーダンス(図C.2.1参照)

Z_{AB} は、バラン、送信アンテナのケーブル及び信号発生器を縦続接続したものの入カインピーダンス

Z_{CD} は、バラン、受信アンテナのケーブル及び受信機を縦続接続したものの入カインピーダンス(図C.2参照)。

上記の式によってサイトアッテネーションの最小値を求めることができる。但し、この式は、基準電圧を求める際に、2つのバランの平衡ポートを直接的に相互接続する場合にのみ適用できる。その代わりに、信号発生器及び受信機のケーブルを直接的に相互接続する場合には、バランのSパラメータの測定値をサイトアッテネーションの計算に入力すること。

C.3 参考文献

- [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., New York, 1982. (Other textbooks on antenna theory may provide an expression for the antenna impedance 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 30 MHz to 1 GHz Using a Calculable 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.

付則 D
(情報)

妥当性確認手順のチェックリスト

表D.1 CALTS妥当性確認報告書に記載すべき項目

4.6.2 参照	項目	備考
a	一般情報	
a1	CALTS場所の住所。	
a2	CALTS所有者の住所、電話/ファックス番号。	
a3	CALTS妥当性確認報告書に責任がある者/組織の住所、電話/ファックス番号	a2に同じこともある。
a4	CALTS妥当性確認を実施した者/組織の住所、電話/ファックス番号。	a2および又はa3に同じこともある。
a5	a2、a3およびa4に記載の者/組織の署名。	
a6	CALTS適合性に用いるCALTS構成および補助部分の一般的な内容。	写真、図面、部品番号を使い、説明を容易にする。
a7	CALTS妥当性確認の完了日および妥当性確認報告書の発行日の日付。	
b	適合評価	
b1	適合評価の結果。	
b2	現行CALTS妥当性確認の有効期間の決定。	
b3	制約条件および構成の記載。	
c	試験アンテナ	
c1	計算可能なアンテナの記載。	型名、部品番号。
c2	使用する規定仕様への適合性の確認。	4.3.2および表2の値との比較。
c3	使用する特性インピーダンスの記載。	4.3.2.7参照。
d	試験設定	
d1	試験配置の詳細説明。	
d2	使用する規定仕様への適合性の確認。	4.4.2および表2の値との比較。
e	測定	
e1	可能ならば指定周波数からの偏差の理由を記載。	4.4.3.3参照。
e2	4.4.4および表1に従ったSA測定結果、並びにSA不確かさの決定。	4.4.3.1および4.4.4参照。
e3	アンテナ地上高走査測定又は周波数走査測定および不確かさのいずれかの結果。	4.4.3.2および4.4.5又は4.4.6参照。

4.6.2 参照	項目	備考
f	サイトアッテネーションおよび許容偏差の計算	4.5.2参照。
f1	SA基準、および最大SAのための地上高基準又は周波数基準のいずれかの計算方法の詳細。	参照：付則C又は数値手法。
f2	理論上のSA基準、および地上高基準又は周波数基準のいずれかを決定する。	
f3	すべての測定不確かさを、表2のデフォルト値を用い決定する。表2と異なる場合はその計算値を決定する。	式(3)および(4)又は(5)。
g	適合性基準計算方法	4.5.3参照。
g1	SAおよびアンテナ地上高又は周波数のいずれかの計算値および測定値の絶対値を決定する。	
g2	SAおよびアンテナ地上高又は周波数のいずれかの許容偏差と測定不確かさとの差を決定する。	
g3	式(6)および(7)又は(8)を使い、適合性を確認する。	
h	適合性の最終申告	
h1	結果、有効期間を考慮した適合宣言、制約条件および構成に関しまとめる。	b を引用する。

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」

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

目 次

総論	1
1. 適用範囲および目的	1
2. 引用規格等	2
3. 定義及び略語	2
3.1 定義	2
3.2 略語	3
4. 妨害波許容値	4
4.1 一般事項	4
4.2 電源端子妨害波電圧	4
4.3 アンテナ端子妨害波電圧	5
4.4 RF 映像変調器を搭載又は付属した機器の RF 出力における希望信号及び妨害波電圧	6
4.5 妨害波電力	6
4.6 放射妨害波	7
4.7 放射電力	8
5. 測定手順	9
5.1 一般事項	9
5.2 試験信号	9
5.3 150 kHz～30 MHz の周波数範囲における電源端子妨害波電圧	10
5.4 30 MHz～2.15 GHz の周波数範囲における放送受信機及び RF 入力を有する関連機器の アンテナ端子妨害波電圧測定	13
5.5 30 MHz～2.15 GHz の周波数範囲における RF 映像変調器を有する関連機器の RF 出力端子での希望信号及び妨害波電圧の測定	14
5.6 30～300 MHz の周波数範囲における関連機器（チューナをもつビデオレコーダを除く） の妨害波電力測定	14
5.7 30 MHz～1 GHz の周波数範囲における距離 3 m での放射測定	16
5.8 1～18 GHz の周波数範囲における放射測定	20
5.9 屋外ユニットの入力端子における局部発振器電力の測定	22
6. 無線妨害波の許容値の解釈	22
6.1 許容値の意義	22
6.2 統計的処理に基づく許容値との適合判定	22
付則 A	31
付則 B	36

図 1	ITU-R 勧告 BT471-1 に従ったカラーバー信号レベル (“赤” 信号)	24
図 2	文字放送の画面	24
図 2a	文字放送試験パターン画面 (5.2 項参照)	25
図 3	50 Ω - 50 μH の擬似電源回路網の例 (5.3.1 項参照)	26
図 4	50 Ω - 50 μH - 5 Ω の擬似電源回路網の例 (5.3.1 項参照)	26
図 5	電源端子伝導妨害波電圧測定	27
図 6	電源端子伝導妨害波電圧測定 (配置-平面図)	27
図 7	同軸アンテナ端子における妨害波電圧測定のための回路構成	28
図 8	平衡アンテナ接続をもつ受信機のための回路構成	28
図 9	ビデオレコーダの RF 出力端における希望信号と妨害波電圧測定のための回路構成	28
図 10	関連機器 (チューナをもつビデオレコーダを除く) の妨害波電力測定のための回路構成	29
図 11	測定サイト	29
図 12	サイトの適性の確認	29
図 13	80 MHz ~ 1 GHz の周波数範囲に対するサイトアッテネーションの理論曲線	30
図 14	3 m の距離における屋外電界測定	30
図 A.1	150 kHz から 30 MHz の電源線伝導妨害波電圧測定 (参照 5.1.3 及び 5.1.4) (側面図)	33
図 A.2	46 MHz ~ 1.5 GHz のアイソレーショントランスフォーマの例	34
図 A.3	46 MHz ~ 1.5 GHz のアイソレーショントランスフォーマの代表的大きさ	35
図 A.4	46 MHz ~ 1.5 GHz のアイソレーショントランスフォーマの代表特性	35
表 1	電源端子妨害波電圧の許容値	4
表 2	アンテナ端子妨害波電圧の許容値	5
表 3	RF 映像変調器をもつ機器の RF 出力端子における希望信号と妨害波電圧の許容値	6
表 4	妨害波電力の許容値	6
表 5	3 m の距離における放射妨害波の許容値	7
表 6	家庭用衛星放送受信機のチューナユニットの放射電力許容値	8
表 7	家庭用衛星放送受信機の屋外ユニットの放射電力許容値	8
表 8	CS デジタル放送受信用及び BS・110 度 CS 放送受信用の屋外ユニットの 局部発振出力漏洩許容値	8

総論

この規格は、2006年に第4.2版として発行された CISPR 13「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」に準拠するものである。

1. 適用範囲及び目的

この規格は、放送波及び類似の伝送波を受信するための音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器からの電磁エネルギーの発生に対して適用する。対象となる周波数範囲は、150 kHz～18 GHzである。

許容値を規定していない周波数における測定は、必要としない。

共同受信用の受信システム、特に：

- － ケーブル伝送ヘッドエンド（共用アンテナテレビジョン、CATV）；
 - － 共用受信システム（マスターアンテナテレビジョン、MATV）
- については、IEC 60728-2を適用する。

デジタル信号を使用する放送受信機は、付則 A 及び付則 B でカバーする。

情報技術装置(ITE)は、たとえテレビジョン放送受信機に接続することを意図しているとしても、除外される。

通信ネットワークへの接続を意図する放送受信機の通信ポートには、2項(3)の規格を適用する。

更に、通信ポートにおける測定は、測定中、通信機能から独立する放送受信機能を無効にして行う。

PC チューナカードは、この規格の関連条項に従い測定する。

この規格は、音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器に適用する測定法を規定し、これら機器からの妨害波を抑制するための許容値を示す。

この規格の異なる項及び／又は他の規格に同時に対象となる複合機能機器については、4.1 項に詳細を示す。

2. 引用規格等

次の規格等は、この規格で引用することにより、この規格の規定となる条項を含んでいる。これら規格等は、改訂されることがあるため、最新版が適用できるか否かを検討することが必要である。

- (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、「無線妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件」について（平成19年度答申）
 - 第1部：無線妨害波及びイミュニティ測定装置
 - 第1編：測定用受信機（CISPR 16-1-1 第2.1版：2006）
 - 第2編：補助機器 — 伝導妨害波（CISPR 16-1-2 第1版：2003、修正1：2004）
 - 第3編：補助機器 — 妨害波電力（CISPR 16-1-3 第2.0版：2004）
 - 第4編：補助機器 — 放射妨害波（CISPR 16-1-4 第2.0版：2007）
 - 第5編：30 MHz — 1000 MHz の放射妨害波（CISPR 16-1-5 第1版：2003）
- (2) 電気通信技術審議会諮問第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、「無線妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」について（平成12年度答申）
「無線妨害波及びイミュニティ測定装置と測定法に関する規格、
 - 第2部：無線妨害波及びイミュニティ測定法（CISPR 16-2：1996、修正1：1999）
- (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、「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法」について（平成19年度答申）
「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値と測定法（CISPR 22 第5.2版：2006）」
- (4) JIS C 60050-161：1997 EMCに関するIEV用語
- (5) IEC 60728-2：テレビジョン及び音声信号のケーブル伝送システム —
 - 第2部：機器の電磁両立性
- (6) ITU-R 勧告 BT471-1：カラーバー信号の術語と解説

3. 定義及び略語

3.1 定義

この規格のために、次の定義及び2項(4)に規定する定義を適用する。

3.1.1 音声放送受信機

入力信号がデジタル又はアナログの何れかにかかわらず、地上、ケーブル及び人工衛星を用いた音声その他の音響を送る放送及び類似の無線業務を受信するための装置

3.1.2 テレビジョン放送受信機

入力信号がデジタル又はアナログの何れかにかかわらず、地上、ケーブル及び人工衛星からのテレビジョン放送波及び類似の無線業務を受信するための装置。

3.1.3 関連機器

音声又はテレビジョン放送受信機に直接接続されるか、音声又は映像情報を発生若しくは再生することを意図する機器。

なお、

- (1) チューナは、衛星放送受信段及び復調器、デコーダ、デマルチプレクサ、D/A コンバータ、エンコーダなどを備えていてもよい。
- (2) 周波数変換器は、衛星放送受信段及び信号を他の周波数帯域に変換する装置を備えていてもよい。
- (3) 受信機、チューナ又は周波数変換器は、受信周波数同調方式又は固定方式であってもよい。

3.1.4 PC チューナカード

パーソナルコンピュータに挿入又はそれらに恒久的に組み込まれる音声放送受信カード及びテレビジョン放送受信カード。

3.1.5 個別受信向け家庭用衛星放送受信システムの屋外ユニット

アンテナ、フィーディングネットワーク及びダウンコンバータ付き低雑音増幅器から構成されるユニット。中間周波増幅器及び復調器は含まれない。

3.1.6 複合機能機器

例えばテレビジョン放送受信、音声放送受信、デジタル時計、テープレコーダ又はディスクプレーヤ、などの二つ以上の機能を同じユニット内に備えている機器。

3.2 略語

AM	振幅変調
CATV	共用アンテナテレビジョン
CD	コンパクトディスク
FM	周波数変調
ITE	情報技術装置
ITU-R	国際電気通信連合 - 無線通信部門
LW, MW and SW	長波、中波及び短波
MATV	マスターアンテナテレビジョン
PC	パーソナルコンピュータ
RF	無線周波数

4. 妨害波許容値

4.1 一般事項

RF 妨害波レベルは、第 5 項で示す方法を用いて測定したとき、4.2 項から 4.7 項で示す許容値を超えてはならない。隣り合う二つの周波数範囲の境界では、低い方の許容値を適用しなければならない。量産品の少なくとも 80 %が、80 %の信頼度でこの許容値に適合することが要求される（第 6 項参照）。

この規格の異なる項及び／又は他の規格に同時に対象となる複合機能機器は、機器内部の改造なしで行うことができるならば、各機能毎に個別に動作させて試験しなければならない。従って、各機能が関連する条項／規格の要求を満たした場合に、被試験機器が、すべての条項／規格の要求に適合していると見なさなければならない。

各機能毎に個別に動作して試験することが実用的でない又は特定の機能の分離がその機器の主機能を満たすことができなくなる機器においては、必要な機能を動作して関連する条項／規格の規定にその機器が合致する場合は、その機器が、適合していると見なさなければならない。

4.2 電源端子妨害波電圧

5.3 項に従って、測定を行わなければならない。

表 1 電源端子妨害波電圧の許容値

機器の型式	周波数範囲 MHz	許容値 dB(μV)	
		準尖頭値	平均値
テレビジョン及び音声放送受信機 並びに関連機器	0.15 ~ 0.5	66 ~ 56 ¹⁾	56 ~ 46 ¹⁾
	0.5 ~ 5	56	46
	5 ~ 30	60	50

¹⁾ 周波数の対数とともに直線的に減少

- (1) 準尖頭値検波器を用いて測定したとき平均値検波器に対する許容値を満足するならば、平均値検波器を用いる測定は許容値を満足しているものと見なす。
- (2) アンテナ入力の外側遮へい導体をアースに接続した状態及び接続しない状態で測定し、高い方の値を採用する。
- (3) 文字放送受信機能を備えているテレビジョン放送受信機については、文字放送画像を用いて文字放送受信状態で試験すべきである。

4.3 アンテナ端子妨害波電圧

5.4 項に従って、アンテナ端子電圧の測定を行わなければならない。

表 2 に示す許容値は、75 Ω の公称インピーダンスに対応するものである。

75 Ω 以外の公称インピーダンスをもつ受信機に対する許容値については、次の式に従って計算しなくてはならない。

$$L_Z = L_{75} + 10 \log(Z/75) \text{ dB}(\mu\text{V})$$

表 2 アンテナ端子妨害波電圧の許容値

機器の型式	発生源	周波数 MHz	許容値 dB(μV) 75 Ω 準尖頭値 ¹⁾
30 MHz から 1 GHz のチャンネルで動作するテレビジョン放送受信機、ビデオレコーダ及び P C チューナカード	局部発振器	≤ 1000	基本波 46
		30 ~ 950	高調波 46
	その他	950 ~ 2150	高調波 54
		30 ~ 2150	46
放送衛星局の行うテレビジョン放送受信機及びチューナユニット ²⁾	局部発振器	950 ~ 2150	基本波 54
		950 ~ 2150	高調波 54
	その他	30 ~ 2150	46
周波数変調方式による音声放送受信機及び P C チューナカード	局部発振器	≤ 1000	基本波 54
		30 ~ 300	高調波 50
		300 ~ 1000	高調波 52
	その他	30 ~ 1000	46
周波数変調方式による音声放送受信機(車載用)	局部発振器	≤ 1000	基本波 66
		30 ~ 300	高調波 59
		300 ~ 1000	高調波 52
	その他	30 ~ 1000	46
RF 入力端子をもつ関連機器	その他	300 ~ 2150	46

¹⁾ 1 GHz を超える周波数では、尖頭値検波器を使用する。
²⁾ チューナユニットの場合、「アンテナ端子」は「第 1 中間周波数入力端子」を意味する。

長波、中波及び短波用の振幅変調方式による放送受信機には、許容値を適用しない。

4.4 RF 映像変調器を搭載又は付属した機器の RF 出力における希望信号及び妨害波電圧

5.5 項に従って、ビデオレコーダ及びデコーダのように RF 映像変調器を搭載又は付属した機器の、RF 出力端子における希望信号及び妨害波電圧の測定を行わなければならない。RF 出力の公称インピーダンスが 75 Ω と異なる場合、4.3 項に示した式によって、許容値を計算しなければならない。

表 3 RF 映像変調器をもつ機器の RF 出力端子における希望信号と妨害波電圧の許容値

機器の型式	発生源	周波数 MHz	許容値 dB(μV) 75 Ω 準尖頭値 ¹⁾
RF 変調器をもつ機器(例:ビデオレコーダ、カムコーダ及びデコーダ)	希望信号	30 ~ 950	音声並びに映像の搬送波周波数及び 両側波帯 76
		950 ~ 2150	高調波 46
		950 ~ 2150	高調波 54
	その他	30 ~ 2150	46
1) 1GHzを超える周波数では、尖頭値検波器を使用する。			

4.5 妨害波電力

5.6 項に従って、測定を行わなければならない。

表 4 妨害波電力の許容値

機器の型式	周波数範囲 MHz	許容値 dB(pW)	
		準尖頭値	平均値
関連機器(チューナをもつビデオレコーダは除く)	30 ~ 300	45 ~ 55 ¹⁾	35 ~ 45 ¹⁾
1) 周波数とともに直線的に増加			

準尖頭値検波器を用いて測定したとき平均値検波器に対する許容値を満足するならば、平均値検波器を用いる測定は許容値を満足しているものと見なす。

4.6 放射妨害波

5.7 項に従って、局部発振器の基本波及び高調波並びにその他の発生源による妨害波電界強度の測定を行わなければならない。

表5 3 m の距離における放射妨害波の許容値

機器の型式	発生源	周波数 MHz	許容値 dB(μV/m) 準尖頭値
テレビジョン放送受信機、ビデオレコーダ及びPCチューナカード	局部発振器	≤ 1000	基本波 57 ¹⁾
		30 ~ 300	高調波 52
		300 ~ 1000	高調波 56
	その他	30 ~ 230	40
		230 ~ 1000	47
放送衛星局の行うテレビジョン放送受信機及び放送衛星局の行う超短波受信機(屋外ユニットを除く) 赤外線リモートコントロールユニット及び赤外線ヘッドフォンシステム	その他	30 ~ 230	40
		230 ~ 1000	47
周波数変調方式による音声放送受信機及びPCチューナカード	局部発振器	≤ 1000	基本波 60
		30 ~ 300	高調波 52
		300 ~ 1000	高調波 56
	その他	30 ~ 230	40
		230 ~ 1000	47
¹⁾ 中間周波数（アナログ放送用映像中間周波数；58.75 MHz、デジタル放送用中心周波数、57 MHz）を使用するもので、受信周波数が300 MHzを超えるものについては70 dB(μV/m)、受信周波数が90 MHz以上300 MHz以下のものについては、200 MHz以上の周波数において66 dB(μV/m)を適用する。			

車載用の音声放送受信機並びに長波、中波及び短波用の振幅変調による音声放送受信機には、放射妨害波の許容値を適用しない。

テレビジョン放送の音声を受信できるものにあつては、その機能で動作するとき、“周波数変調方式による音声放送受信機”として許容値を満足すること。

4.7 放射電力

5.8 項に従って、局部発振器の基本波及び高調波周波数の放射電力測定を行わなければならない。

表 6 家庭用衛星放送受信機のチューナユニットの放射電力許容値

機器の型式	発生源	周波数 GHz	許容値 dB(pW)
放送衛星局の行うテレビジョン放送受信機及び 放送衛星局の行う超短波放送受信機:チューナユ ニット	局部発振器	1 ~ 3	基本波 57
		1 ~ 3	高調波 57

表 7 家庭用衛星放送受信機の屋外ユニットの放射電力許容値

機器の型式	発生源	周波数 GHz	許容値 dB(pW)
家庭用衛星放送受信機の屋外 ユニット	メインビーム軸±7°内における アンテナからの局部発振器の漏 洩電力 ¹⁾	0.9 ~ 18	基本波 30
	局部発振器の漏洩電力を含む屋 外ユニットからの等価放射電力 ²⁾	1 ~ 2.5 2.5 ~ 18	43 57

¹⁾ 5.9項に従って、直接測定法を行う。パラボラアンテナの反射板が取外せない場合は、5.8項に従って、間接測定法を行う。その場合には、アンテナゲインを考慮しなければならない。

²⁾ 5.8 項に従って、等価放射電力の測定を行わなければならない。アンテナのメインビーム軸の ±7°内は、要求はない。

CS デジタル放送受信用屋外ユニット及び BS・110 度 CS 放送受信用の屋外ユニットにおいて、この 2012 年 3 月末日までは、表 7 の許容値に代えて表 8 の許容値を適用してもよい。

表 8 CS デジタル放送受信用及び BS・110 度 CS 放送受信用の屋外ユニットの
局部発振出力漏洩許容値

機器の型式	許容値 dB(pW)	測定法
CS デジタル放送受信用の屋外ユニット	35	5.9 項
BS・110 度 CS 放送受信用の屋外ユニット	60	5.9 項

5. 測定手順

5.1 一般事項

この項では、標準測定手順及び測定器について述べる。

測定結果が標準法を用いて得られた結果と同等であり、かつ差異が試験報告書に記載されていれば、この規格と異なる測定手順も認める（例えば、広帯域アンテナの使用、シールドルームの寸法など）。

疑義がある場合は、この規格で規定した手順を優先しなければならない。

5.2 試験信号

テレビジョン放送受信機並びにビデオ信号の入出力端子及び／又はRF変調器をもったその他の機器のための標準試験信号は、2項(6)に従った標準テレビジョンカラーバー信号（図1参照）である。ビデオ及びオーディオ信号によるRF搬送波の変調は、機器が意図しているシステムに従わねばならない。

テレビジョン放送受信機の場合、希望信号は、カラーバーストを含んだ完全なビデオ波形で変調した映像搬送波と、正しい相対振幅及び周波数の無変調音声搬送波が一緒になったものでなければならない。

文字放送画像は、できれば図2に示す完全に画面を埋め尽くす数字の列を含むものでなければならない。この画像が利用できない場合、文字放送サービスの主索引ページ又は図2 aに示す画像を用いて測定を行わなければならない。図2以外の画像を使用した場合、その画像を測定報告書に記載しなければならない。

音声放送受信機の標準試験信号は、次のものとする。

- a) 周波数変調方式による放送帯：1 kHzのモノラル信号を37.5 kHz 偏移で周波数変調したRF信号
- b) 長波／中波／短波：1 kHzの信号で50%で振幅変調したRF信号

関連機器の標準試験信号は、次のものとする。

- a) オーディオアンプ及び赤外線ヘッドフォン：1 kHzの正弦波
- b) オーディオ関連機器、例えばオーディオテープレコーダ、レコードプレーヤ、CDプレーヤ：供試機器の製造者によって指定された標準音声レベルの1 kHzの音声信号
- c) ビデオ関連機器、例えばビデオテーププレーヤ、カムコーダ、レーザーディスクプレーヤ：供試機器の製造者によって指定された標準音声レベルの1 kHzの音声信号をもった標準テレビジョンカラーバー信号
- d) 電子オルガン：高い方のC音（約523Hz）を押すことにより得られる信号

e) 赤外線リモートコントローラ: 典型的な制御機能の永続送信

この規格の中で希望信号について明確に記述されていない機器については、製造者によって指定された公称信号を試験中使用しなければならない(例えばデジタル放送受信機、デコーダなどの場合)。製造業者はその技術報告書の中で、試験中どの入力信号を使用したかを明記しなければならない。

赤外線リモートコントローラをメインユニットの一部と考え、一緒に試験する。別々に販売するリモートコントローラについては、放射妨害のみを試験する(表 5)。

5.3 150 kHz~30 MHz の周波数範囲における電源端子妨害波電圧

5.3.1 一般事項

電圧測定の対象には、水平偏向回路及び映像回路からの狭帯域妨害波並びに半導体整流器によって発生するような広帯域妨害波を含む。

V型擬似電源回路網は、供試機器の電源端子と基準接地との間に、規定の高周波インピーダンスを与えるために必要である。この回路網は、電源線を伝搬する不要な RF 電圧が供試機器に加わらないようにするために適切なフィルタも備えている。

0.15 MHz~30 MHz の範囲の周波数において、供試機器の各電源端子と基準接地との間の妨害波電圧の測定に適した、2 項(1)に従った擬似電源回路網(図 3 及び図 4 をも参照)を使用しなければならない。

図 5 及び図 6 で示したシールドルームの中で、妨害波電圧測定を行うべきである。

床置型機器については、機器を直接床の上に置くべきである。供試機器のきょう体が導電材で、絶縁された脚又は車輪を備えていないならば、そのきょう体が接触する個所は、厚さ 12 mm 以下の絶縁材料によって金属接地面から離すべきである。

5.3.2 テレビジョン放送受信機

5.2 項に規定する標準試験信号に、テレビジョン放送受信機を同調させなくてはならない。この目的のために、小型受信アンテナ(図 5 及び図 6 参照)を受信機に接続する。もし受信機が内蔵アンテナを備えているならば、このアンテナを使用しなければならない(小型受信アンテナの接続を外さなくてはならない)。

モニターテレビの場合、5.2 項に規定する標準テレビジョン信号を発生するビデオ信号発生器を、絶縁トランスを介してそのモニターテレビのビデオ入力端子に接続しなければならない。

絶縁は、0.15 MHz ~ 30 MHz の周波数範囲内で、アースへのコモンモードインピーダンスを 75 Ω にしたアイソレーショントランスフォーマで与えることができる。代りに、ビデオ信号は、非常に短い

リード線によりビデオ入力端子に接続された 60 μH のトロイダル RF チョーク（各導体に 1 個）に対して直列に加えることができる。

入力信号は、ノイズのない画像を得るために十分に強くなければならない。

通常の写真となるように、供試機器のコントラスト、輝度及び色飽和の設定を行わなければならない。

通常の写真は、次の明度で得られる。

- ・試験パターンの黒色部 : 2 cd/m^2 ;
- ・試験パターンのマゼンタ色部 : 30 cd/m^2 ;
- ・試験パターンの白色部 : 80 cd/m^2 ;

試験パターンのマゼンタ色部の明度を 30 cd/m^2 に設定すべきである。この値に達しない場合、可能な最大値に明度を設定すべきである。30 cd/m^2 と異なる値を使用した場合は、その値を測定報告書に記載しなければならない。

文字放送受信機能を備えているテレビジョン放送受信機については、上記の調整を行った後で、文字放送画像を用いて文字放送受信状態で試験しなければならない。

5.3.3 音声放送受信機

音声放送受信機の標準試験信号は、5.2 項に従わなければならない。

フェライトアンテナ又はロッドアンテナを備えた振幅変調方式音声放送受信機の場合は、図 5 及び図 6 の放射アンテナを放射ループアンテナ又は放射ロッドアンテナに置換えなければならない。

定格音声出力電力の 8 分の 1 になるように、供試受信機の音量調整器を調整しなければならない。その他の調整器は、中央又は中立の動作位置でなければならない。定格負荷インピーダンスと等しい抵抗性負荷で出力端子を終端しなければならない。

定格負荷インピーダンスがある範囲をもつ場合、供試機器が最大出力になる定格負荷の値を使用しなければならない。

振幅変調方式による音声放送及び周波数変調方式による音声放送のための受信機は、周波数変調の動作モードで試験しなければならない。

5.3.4 関連機器

関連機器の標準試験信号を 5.2 項に規定する。

RF 入力をもつ関連機器は、テレビジョン又は音声放送受信機と同じように測定することができる。

音声又はテレビジョン放送受信機の特有な機能の一部として動作するモジュラーユニット（チューナ、周波数変換器、RF アンプ、RF イコライザ、モニターなど）を、それぞれ音声又はテレビジョン放送受信機と同様に測定する。

放送受信器及び関連機器のリモートコントローラは、メインユニットの一部であると考える。

5.3.5 オーディオアンプ

絶縁トランスを介して供試機器の入力端子にオーディオ信号発生器を接続しなければならない。

絶縁は、0.15 MHz ～ 30 MHz の周波数範囲内で、アースへのコモンモードインピーダンスを少なくとも 500 Ω にした絶縁トランスで与えることができる。代わりに、オーディオ信号は、非常に短いリード線によりオーディオ入力端子に接続された 60 μH のトロイダル RF チョーク（各導体に 1 個）に対して直列に加えることができる。

定格負荷インピーダンスと等しい抵抗性負荷でアンプの出力端子を終端しなければならない。

定格負荷インピーダンスがある範囲をもつ場合、供試機器が最大出力になる定格負荷の値を使用しなければならない。

各出力に対して定格出力の 8 分の 1 になるよう音量調整器でオーディオ出力信号のレベルを調整しなければならない。

その他の調整器の設定は、中央又は中立の位置でなければならない。

5.3.6 電源端子妨害波電圧測定

図 5 及び図 6 に示すように供試受信機又は関連機器及び擬似電源回路網を配置する。擬似電源回路網は、5.3.1 項に示すとおりでなければならない。2 項(1)に従った広帯域測定用の準尖頭値検波器及び狭帯域測定用の平均値検波器をもつ選択性電圧計を用いて測定を行わなければならない。

受信機と金属接地面上の擬似電源回路網との間で、可能な限り最短距離になるよう電源線を配置しなければならない。供試機器と擬似電源回路網を隔てている距離 0.8 m を超える電源線については、0.3 ～ 0.4 m の長さの束になるよう、電源線に対し前後平行に折りたたまなければならない。

安全接地が備えられている場合、可能な限り短い線を用いて、擬似電源回路網に備えられた接地端子に供試機器の接地を行わなければならない。

供試機器が同軸 RF 入力端子をもつ場合、同軸 RF 入力端子の外側遮へい導体を接地した状態及び接地しない状態で試験を行わなければならない。これらの試験を行うとき、いかなる追加の接地端子に対しても、これ以外の接地を行ってはならない。

供試機器が同軸 RF 入力端子をもっていないが、接地端子をもっているならば、この端子を接地して試験を行わなければならない。

5.4 30 MHz ～ 2.15 GHz の周波数範囲における放送受信機及び RF 入力を有する関連機器のアンテナ端子妨害波電圧測定

5.4.1 一般事項

供試機器のアンテナ端子において測定が行われるとき、放送受信機又は関連機器の同調周波数において放送受信機の入力に RF 信号を供給する補助信号発生器を使用しなければならない(5.2 項参照)。

75 Ω のインピーダンスで、周波数変調方式による音声放送の受信機のアンテナ入力端子においては 60 dB(μV)及びテレビジョン放送受信機のアンテナ入力端子においては 70 dB(μV)となるよう補助信号発生器の出力レベルを設定しなければならない。

周波数変調方式による音声放送の受信機の場合、補助信号は、無変調搬送波でなければならない。

5.4.2 同軸アンテナ接続部をもつ放送受信機又は関連機器の測定

放送受信機又は関連機器のアンテナ端子及び補助信号発生器を、同軸ケーブル及び最低 6 dB の減衰量をもつ抵抗型結合回路網を用いて測定器に接続する (図 7 参照)。

放送受信機又は関連機器から見たインピーダンスは、放送受信機が設計されている公称アンテナ入力インピーダンスに等しくなければならない。

供試機器を希望信号に同調しなければならない。

測定器を当該放射周波数に同調し、放送受信機アンテナ端子と測定器入力との間の減衰を考慮に入れて妨害レベルを測定する。

同軸システムに侵入して誤った測定結果を引き起こさないように、例えばフェライトチューブを用いて、放送受信機のきょう体から同軸ケーブルの遮へい部の表面に流れる無線周波電流を防止すべきである。

注) 補助発生器の出力信号により測定器の入力段が過負荷となる可能性のあることに注意しなければならない。

5.4.3 平衡アンテナコネクタをもつ受信機又は関連機器の測定

測定法は、5.4.2 項に規定した方法に類似している。測定の配置を、図 8 に示す。

必要な場合、放送受信機又は関連機器と選択性電圧計間の放送受信機から 0.5 m 離れた位置に、不平衡電流を減衰させ平衡・不平衡変換器と放送受信機間に正しい整合を与える整合回路網を挿入し、

非遮へい平衡フィーダで放送受信機に接続しなければならない。不平衡電流は、放送受信機のアンテナ端子において、平衡フィーダを逆に接続することにより確かめることができるが、不平衡電流が問題となる場合、それらを適切な装置、例えばフェライトチューブ又は阻止フィルタにより抑制しなければならない。

5.4.4 結果の表示

結果は、妨害波電圧を $\text{dB}(\mu\text{V})$ で表さなければならない。放送受信機又は関連機器の規定入力インピーダンスを測定報告書に記載しなければならない。

5.5 30 MHz～2.15 GHz の周波数範囲における RF 映像変調器をもつ関連機器の RF 出力端子での希望信号及び妨害波電圧の測定

5.5.1 はじめに

高すぎるレベルの RF 出力信号又はその高調波が、RF 出力をもつ機器（例えばビデオレコーダ、カムコーダ、デコーダ）及びテレビジョン放送受信機の組み合わせから放射され、近隣に妨害をもたらすことがあるため、テレビジョン放送受信機のアンテナ端子への接続を意図している RF 出力をもつ機器の場合、その RF 出力端子における希望信号レベル及び妨害波電圧の追加測定を行わなければならない。

5.5.2 測定法

図 9 に示すように、同軸ケーブル及び整合回路網（必要な場合）を用いて測定器の入力に供試機器の RF 出力を接続する。ケーブルの特性インピーダンスは、供試機器の公称出力インピーダンスに等しくなければならない。

供試機器は、垂直カラーバービデオ信号（図 1 参照）により変調された RF 搬送波を発生しなければならない。

RF 出力レベルは、測定器又はスペクトラムアナライザの指示値（映像搬送波周波数及びその高調波に同調）に整合回路網の挿入損を加えることにより求めることができる。

5.6 30 MHz ～ 300 MHz の周波数範囲 における関連機器（チューナをもつビデオレコーダを除く）の妨害波電力測定

5.6.1 一般事項

一般に、30 MHz を超える周波数では、装置が発生した妨害波エネルギーは、放射により妨害波を受ける放送受信機へ伝播すると考えられる。

経験により、妨害エネルギーは、大部分が電源線及び装置近傍のその他接続線の部分から放射されることが明らかになっている。従って、装置の妨害レベルを、電源線及びその他の接続線に供給できる電力で規定することが合意されている。

この電力は、吸収電力が最大になる位置で、これらの線に結合させた適切な吸収クランプに機器が供給する電力とほぼ等しい。

5.6.2 測定法

規定した方法は、30 MHz ~ 300 MHz の周波数範囲において関連機器の端子に発生する有効電力として表される妨害波電力の測定に適用できる。

供試関連機器の標準試験信号及び動作条件を 5.2 項に示す。測定法、測定配置及び吸収クランプは、2 項(1)及び(2)に従わなくてはならない。

5.6.3 測定手順

床から高さ 0.8 m の非金属台の上に供試関連機器を置き、他の金属物及び人から少なくとも 0.8 m 離す。吸収クランプを用いて同調のために必要な位置調整ができるよう、被測定リード線を十分な長さでまっすぐ水平に引き伸ばさなくてはならない。被測定リード線上の妨害波電力に比例した量を測定するために、吸収クランプの電流トランスを供試機器に向け被測定リードの周りに吸収クランプを配置する（図 10 参照）。

被測定リード線以外のリード線については、機械的及び機能的に可能ならば接続を外すか、測定結果に影響を及ぼすかもしれない RF 電流を減衰するフェライトリングを取り付けなくてはならない。そのようなリード線については、被測定リード線の方向に対し直角の方向に、接続されたユニットから離して伸ばさなくてはならない。

使用していない全ての端子は、終端しないままにしておかなくてはならない。使用を代表する方法でリード線が接続されている全ての端子を終端しなくてはならない。リード線が遮へいされ、遮へいされたユニットの中で通常終端される場合、終端を遮へいしなければならない。

吸収クランプ測定は、供試機器の個々のユニットに接続されるであろう 25 cm 以上の長さの全ての遮へい・非遮へいリード線（例えば、電源線又は電源供給線、信号線、制御線など）に対し、順次適用する。

同一供試機器に属するユニット間の相互接続リード線については、吸収クランプの電流トランスをリード線の両端にある二つのユニットのうち、まず一方のユニットに向け測定、次ぎに他方のユニットに向けて 2 回の測定を行わなければならない。

各試験周波数において、吸収クランプを、供試機器に隣接する位置と半波長に対する距離との間で最大値が見つかるまで、リード線に沿って動かさなくてはならない。必要な場合、30 MHz における半波長の長さ（即ち 5 m）に吸収クランプの 2 倍の長さを加えた長さになるよう接続リード線を延長しなくてはならない。

しかしながら、先端が外部リード線をもたないユニットに接続されており本来の長さが下限周波数における半波長より短い相互接続リード線については、この同じユニットからの吸収クランプの移動を、リード線本来の長さと同じ距離までに制限する。

製造者の仕様に従って、吸収クランプより長い相互接続リード線のみ、試験を行う。

注) 最初の測定においては、妨害が特に強い周波数を見つけるために、吸収クランプを固定の位置にして測定することができる。

5.6.4 結果の表示

最大指示値及び吸収クランプの較正曲線から測定電力を求め dB(pW)で表す (2 項(1)に示す規格も参照)。

電源線又はその他の接続リード線に対し各測定周波数において記録した各最大値のうち、最も高い値がその機器の妨害波電力レベルである。

5.7 30 MHz ~ 1 GHz の周波数範囲における距離 3 m での放射波測定

5.7.1 はじめに

ここで規定する方法は、周波数変調方式による音声放送の受信機、テレビジョン放送受信機、ビデオレコーダなど (表 5 参照) からの妨害波電界強度の測定に対し使用する。屋外又は特別に用意された屋内でこの測定法を使用すべきである。

5.7.2 項に適合しているならば、無反射処理された広い室内あるいはレドーム又はプラスチックドームのような適切な非金属の覆いを用いた全天候型の屋外サイトで、ここで規定した方法による測定を行ってもよい。

全天候型屋外測定サイトは、雨又は雪の天候条件下で無線周波測定条件に著しい変化のないことがサイトアッテネーション試験によって立証されるまでは、雨又は雪の間は使用すべきではない。

プラスチックドームで覆われたサイトの場合、大気汚染によって測定条件が著しく変化していないことを、サイトアッテネーション試験を適切な間隔で繰り返すことによって確認すべきである。

2 項(1)又は 2 項(3)に規定された測定法及び試験サイトの有効性評価法を代りに用いて、測定を行ってもよい。

5.7.2 測定サイト要求事項

測定サイトは、平坦でかつ反射物があってはならない。供試受信機、関連機器又は電界強度計のアンテナの近くに、寸法 50 mm を超える不要な金属物があってはならない。図 11 に示すように寸法 6 m × 9 m の大きさの金属大地面上に供試受信機及び電界強度計用アンテナを配置しなければなら

ない。

大地面が理想的導体面からはずれている又は測定サイトが囲まれている場合には、結果に著しい影響がないことを立証すべきである。

電界強度計用アンテナと、信号発生器に接続されたダイポールアンテナ又は供試受信機あるいは関連機器の中心との水平距離は、3 m でなければならない（図 1 2 及び 1 4 参照）。

図 1 2 に示す配置で、80 MHz～1 GHz の周波数範囲に対する測定サイト及び測定器の適性を確認しなければならない。その場合、供試受信機を標準信号発生器に置換えなければならない。この信号発生器の出力は、両端が正しく終端され、かつ十分に遮へいされた伝送線を用いて、水平に配置した送信同調ダイポールアンテナに接続しなければならない。送信同調ダイポールアンテナの高さは、4 m でなければならない。電界強度計用アンテナは、まず 4 m の高さに設置し、それよりアンテナを降下させて、最初に電界強度計の指示値が極大値になる高さに設定する。

サイトアッテネーション A は、dB で、次のとおりに表される。

$$A = P_t - P_r$$

ここで、

P_t は、dB(pW) で、送信同調ダイポールアンテナに供給される電力である。

P_r は、dB(pW) で、受信同調ダイポールアンテナ端子における有効電力である。

信号発生器、電界強度計及び伝送線が同じインピーダンスをもつ場合、サイトアッテネーション A は、次のように求めることができる。

$$A = |V_a - V_b| - a_t - a_r \quad (\text{dB})$$

ここで、

$|V_a - V_b|$ は、信号発生器の出力をある一定レベル V_g に固定して、以下の 2 種の測定を実施したときの電界強度計入力レベル (dB 表示) の差。(または電界強度計の指示値をある一定値 V_r に固定する場合は、信号発生器の出力レベルの差)

a) 図 1 2 のように、送信アンテナと受信アンテナのそれぞれに伝送線が接続されている状態

b) これら 2 本の伝送線をアンテナから取り外して、伝送線を直結した状態

a_t 及び a_r は、送信側及び受信側それぞれのバランと任意の整合パッドの測定周波数における減衰を dB で表したものであり、その影響は測定 a) には含まれ、測定 b) には含まれない。

サイトアッテネーションの測定値が図 1 3 に示す理論曲線の ± 3 dB 以内に収まっているならば、その測定サイトは放射波測定に適格であると判断してよい。

電界強度計の感度が高い場合、電界強度計の入力端子における不整合、内部で発生したノイズ又は外来信号によって誤差を生じることがある。送信同調ダイポールアンテナからの放射電力は、電界強度計の指示値の誤差が±1.5 dBを超えないように、十分高くすべきである。

5.7.3 供試受信機の配置

図 1 4 に示したように、大地面から高さ 0.8 m の非金属製の支持台の上に供試受信機を配置しなければならない。供試機器は、水平面で回転できなければならない。

測定アンテナの中心及び供試受信機の中心は、同一垂直面になければならない。

図 1 4 に示したように同一平面内に電源線を配置し、余分な長さについては、電源プラグ端において 0.3 m ~ 0.4 m の水平の束になるよう、電源線に対し前後平行に折りたたまなければならない。

測定の正確さが影響を受けないよう、適切なフィルタを電源に組み込まなければならない。

供試受信機の下の大地面に置いた信号発生器と供試受信機を可能な限り短いケーブルで垂直に接続し、規定の試験信号（5.2 項参照）を供給する。

高品質の同軸ケーブルで信号発生器と供試受信機を接続しなければならない。同軸ケーブルの遮へい部は、グラウンドレベルで接地しなければならない（図 1 4 参照）。

内蔵アンテナをもつが外部アンテナをもたない供試受信機については、内蔵アンテナを使用しなければならない。試験信号（5.2 項参照）は、信号発生器に接続した垂直送信アンテナから得なければならない。このアンテナは、供試受信機アンテナから水平距離で 3 m より近くしてはならず、電界強度計用アンテナから水平距離で 6 m 以上離さなければならない。

最大の長さまで伸縮アンテナを引き出し、1 本のロッドアンテナの場合は垂直位置に固定し、2 本のロッドアンテナがある場合は、おおよそ V の字になるように垂直位置から 45 度の位置に固定しなければならない。

試験信号を供試受信機のアンテナ入力に加えずに妨害波電界強度を測定してもよい。この場合、供試受信機のアンテナ端子は、供試受信機が設計されている特性インピーダンスに等しい値の非放射抵抗で供試受信機のアンテナ端子を終端すべきである。

様々なホストユニット（例えば PC）に組み込むために個別に市販される PC チューナカードの場合、製造者の選んだ少なくとも 1 つの適切な代表的ホストユニットでそのカードを試験しなければならない。

PC チューナカードをパーソナルコンピュータに挿入し、電源を入れ、アンテナ入力端子を非放射ダミー負荷で終端して測定を実施する。

5.7.4 電界強度計の配置

5.7.4.1 電界強度計用アンテナ

このアンテナは、ダイポールアンテナでかつ測定サイトの軸に対し直角に垂直平面内で回転できなければならない（図 1 1 参照）、アンテナの中心の高さは 1 m ～ 4 m の範囲で変えられなければならない（図 1 4 参照）。

80 MHz ～ 1 GHz 間では、測定周波数の $\lambda/2$ の長さのダイポールアンテナを用いて妨害波電界強度測定を行わなければならない。

30 MHz～80 MHz 間では、80 MHz で $\lambda/2$ に相当する長さの固定長ダイポールアンテナを用いて妨害波電界強度測定を行わなければならない。この 30 MHz～80 MHz の範囲における電界強度計の較正は、電界強度計にこの固定長ダイポールアンテナを接続し、アンテナを地上 4 m の高さに設置して基準電界法により行うこと。

5.7.4.2 アンテナケーブル

図 1 4 に示すように、適切なアンテナケーブルを、ダイポールアンテナとアンテナケーブルの垂直部分との間を 1 m 以上隔てて取り付けなければならない。

5.7.4.3 電界強度計

適切な電界強度計を、都合のよい高さに設置しなければならない。

5.7.5 測定手順

最初に供試受信機の正面を測定アンテナに向け、測定アンテナを水平偏波測定用に調整し、その高さを電界強度計の指示値が最大になるように 1 ～ 4 m の間で変化させる。

次に、供試受信機を指示値が最大になるまでその中心を軸に回転させ、その後、測定アンテナの高さを再び 1 ～ 4 m の間で変え、最大値を記録する。

この手順を、測定アンテナを垂直偏波にして繰り返すが、この場合、高さは 2 ～ 4 m の間で変化させる。

この手順に従って得た最高値を、この供試受信機の放射値と定める。

もしも、ある周波数における周辺雑音電界強度が、受信アンテナの位置で高いならば、供試機器の適合性を示すのに下記の方法を用いてもよい。

高い周辺雑音がある狭い周波数帯に対して、隣接した値から妨害波の値を補間してもよい。補間した値は、周辺雑音に隣接する妨害波の値の連続関数を描写している曲線による。

5.8 1 ～ 18 GHz の周波数範囲における放射波測定

5.8.1 測定配置

大地面より 1 m の高さの非金属製回転台の上に供試機器を置かなくてはならない。

入力信号が必要な機器については、「十分に遮へいされている」ケーブルで適切な信号発生器に接続しなければならない。

注) ケーブルが整合された負荷で終端されているときに、その放射レベルが供試機器の予期される放射レベルよりも少なくとも 10 dB 低く、そのケーブル及び機器に同じ入力信号レベルが供給されているならば、「十分に遮へいされている」と見なすことができる。

供試機器に使用しない出力端子がある場合、それら端子の公称インピーダンスの非放射負荷で終端しなくてはならない。

電源線がある場合、垂直に配置し、適切なフィルタを通して電源アウトレットに接続しなくてはならない。電源線の余分の長さは、0.3 m ～ 0.4 m の長さの整った垂直の束にまとめなくてはならない。

測定誤差を避けるため、電源線及び信号発生器の同軸ケーブルには、供試機器の近くに適切な吸収装置（例えばフェライトリング）を備えなければならない。

放射電界の垂直及び水平成分を分けて測定できる小開口指向性アンテナを用いて、測定を行わなければならない。アンテナ中心線の大地面からの高さは、供試機器の放射中心の高さと同じでなければならない。

結果に対する地上反射の影響を避けるために、適切なホーンアンテナを使用することを推奨する。その場合には、非金属大地面を必要とする。「フラウンホーファ条件」を満足するためには、測定距離 d は、以下の式による。

$$d \geq 2b^2/\lambda$$

ここで、

b は、ホーン開口面の広い方の寸法である。

λ は、試験周波数に対応する波長である。

測定高 ($h=1$ m) に対する測定距離 d の比が大きい場合、5.8.2 項で述べたサイト有効性判定基準を満足できるよう、無反射材で大地面を覆わなくてはならないかもしれない。

この周波数範囲のための測定器として、通常、スペクトラムアナライザを使用する。放射レベルが低い場合には、低雑音プリアンプを必要とすることがある。

5.8.2 測定サイトの適性評価

測定サイトが放射波測定に適しているか否かは、次のように判定しなければならない。供試機器のほぼ放射の中心（通常は容積の中心）を置こうとする位置に送信アンテナを取り付けなければならない。送信アンテナは、半波長ダイポールアンテナと同じ放射特性をもつものでなければならない。実際の測定のために選んだ位置と同じ位置に受信アンテナを配置しなければならない。二つのアンテナは同じ偏波面をもち、それらのアンテナ間の仮想線に対して直角に配置しなければならない。水平及び垂直偏波面で試験を行わなければならない。

送信アンテナの中心を最初の位置からどの方向に 0 cm ~ 15 cm 移動させても、測定器上の指示値が ± 1.5 dB 以上変わらなければ、このサイトを、試験周波数での測定の目的に対して、適切であると見なす。

1 GHz ~ 4 GHz の間の測定には、送信アンテナとして半波長ダイポールアンテナ又はホーンアンテナのいずれかを使用することができる。4 GHz を超える測定には、ホーンアンテナを使用すべきである。ホーンアンテナを使用するときには、半波長ダイポールアンテナに対するゲインを考慮すべきである。

5.8.3 測定手順

水平及び垂直の両方の偏波をもつアンテナを用いて置換法により測定を行わなければならない。供試機器と共にターンテーブルを回転しなければならない。各測定周波数において測定した最大放射レベルを記録しなければならない。

供試機器を、標準信号発生器から供給され、受信アンテナと同一特性をもつ送信アンテナ（半波長ダイポールアンテナ又はホーンアンテナ）に置換える。機器中心の最初の位置と同じ位置に送信アンテナの中心を置かなければならない。

各測定周波数において、測定器が同じ基準指示値となるように信号発生器の出力レベルを調整する。信号発生器の出力レベルに半波長ダイポールアンテナに対する放射アンテナのゲインを加えた値を、検討周波数における供試機器の放射電力レベルとする。

読値が著しく影響されることがないように、供試機器の電源を切ったときに、周囲ノイズレベルが当該許容値よりも少なくとも 10 dB 低いことを確かめなければならない。

ダイポールアンテナの代わりにホーンアンテナを使用したときは、半波長ダイポールアンテナと比較した実効放射電力で測定結果を表さなければならない。

5.8.4 結果の表示

供試機器の放射レベルを等価置換電力 dB(pW)で表さなければならない。

5.9 屋外ユニットの入力端子における局部発振器電力の測定

屋外ユニットの入力における適切なインターフェース(例、R120、C120)が利用できるならば、放射測定の代わりに、局部発振器電力は、対応するアダプタで結合し、電力計又はスペクトラムアナライザによって直接測定することができる。利用可能なインターフェースとアンテナのフランジとの間の供給損失に対して、適切な補正を行わなければならない。

6. 無線妨害波の許容値の解釈

6.1 許容値の意義

この規格に規定する許容値は、国際規格としての勧告に則り、国内の関連法規及び公的規格に取り込まれるように検討され決定されたものである。

この規格で規定する許容値の趣旨は、統計的に、量産品の少なくとも 80 %が、80 %の信頼度で許容値に適合しなくてはならないことである。

試験は、次のように行うことができる。

- a) 6.2 項に従った統計的評価法を用いて、その型式装置の抽出サンプルの試験を行う。又は、
- b) 簡略化のために、1 台の装置の試験を行う。

特に上記 b)項の場合には、量産品からランダムに抜き取った製品についてその後の試験が、時々、必要である。

販売の禁止等の可能性を伴う議論の場合、上記 a)項に従った適切な抽出サンプルの試験の後にのみ、販売の禁止等を考慮しなければならない。

6.2 統計的処理に基づく許容値との適合判定

その型式の 5 台以上の抽出サンプルに対し非心 t-分布に基づく試験を行わなくてはならないが、特別な事情で 5 台が入手できない場合、3 台の抽出サンプルを用いなければならない。

次の関係から適合を判定する。

$$\bar{X}_n + kS_n \leq L$$

ここで、

S_n は、次の式に従った、抽出サンプル n 台の標準偏差である。

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x}_n)^2$$

ここで

\bar{x}_n は、抽出サンプルn台のレベルの算術平均値である。

x_i は、個々の抽出サンプルのレベルである。

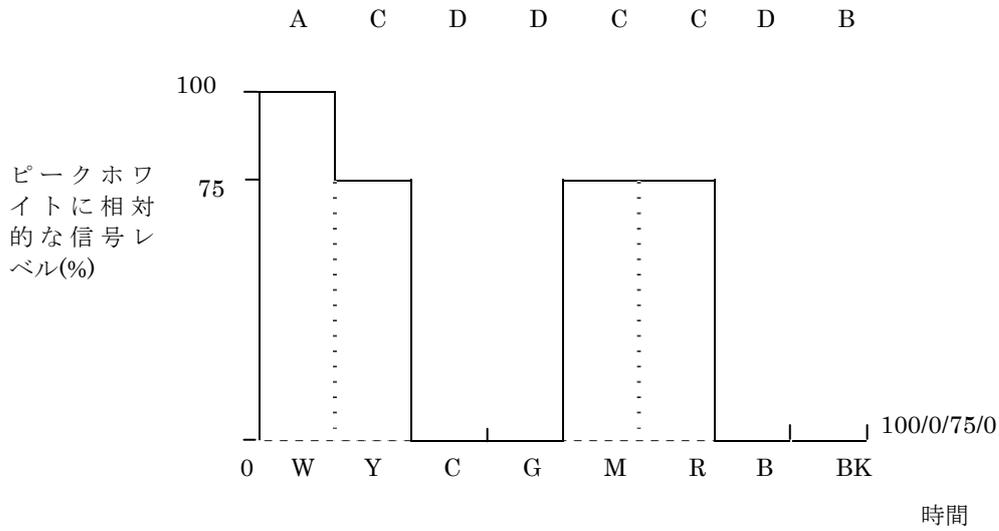
k は、型式の 80 %が許容値未満であることを 80 %の信頼度をもつ非心 t-分布表から得られた係数である。k の値は、抽出サンプルの大きさ n に依存し、以下に示す。

L は、許容値である。

数量x、 \bar{x}_n 、 S_n 及びLを対数的に、即ちdB(μ V)、dB(μ V/m)又はdB(pW) で表す。

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2.04	1.69	1.52	1.42	1.35	1.30	1.27	1.24	1.21	1.20

もし抽出サンプル試験結果が、6.2項の要求事項を満足しない場合は、次に2番目の抽出サンプルを試験し、その結果を最初の抽出サンプルから得た結果と組み合わせ、より大きい抽出サンプルで適合を判定してもよい。



W	白	A: “白” カラーバー送信中の一次カラー信号レベル
Y	黄	B: “黒” カラーバー送信中の一次カラー信号レベル
C	シアン	
G	緑	C: “有色” カラーバー送信中の一次カラー信号の最大レベル
M	マゼンタ	D: “有色” カラーバー送信中の一次カラー信号の最小レベル
R	赤	
B	青	
BK	黒	

図1 ITU-R 勧告 BT471-1 に従ったカラーバー信号レベル (5.2 項参照) (“赤” 信号)

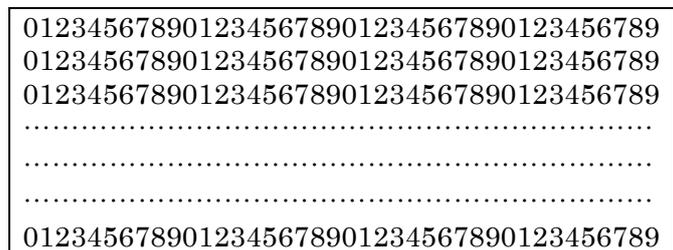


図2 文字放送の画面 (5.2 項参照)

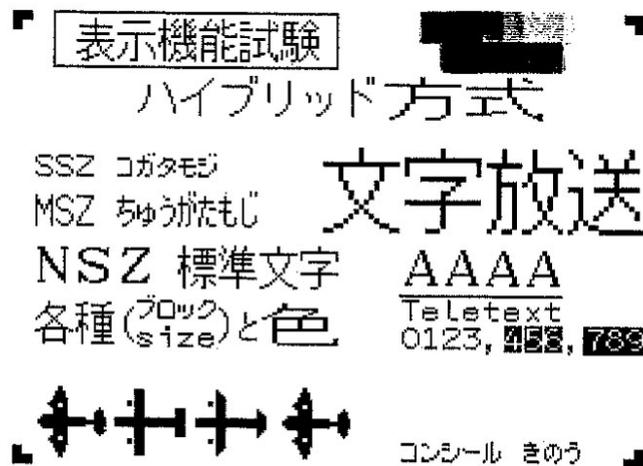


図 2 a 文字放送試験パターンの画面 (5.2 項参照)

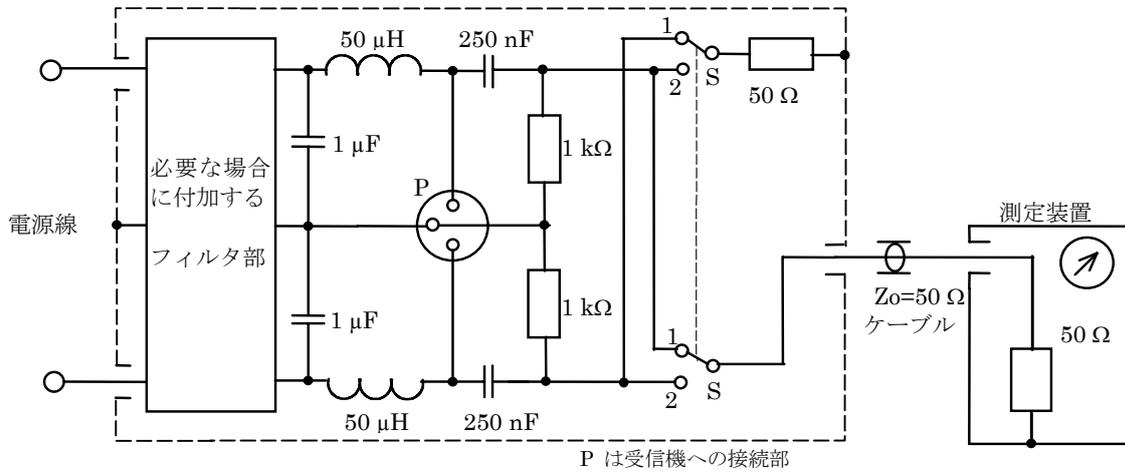


図3 $50\ \Omega - 50\ \mu\text{H}$ の擬似電源回路網の例
(5.3.1 項参照)

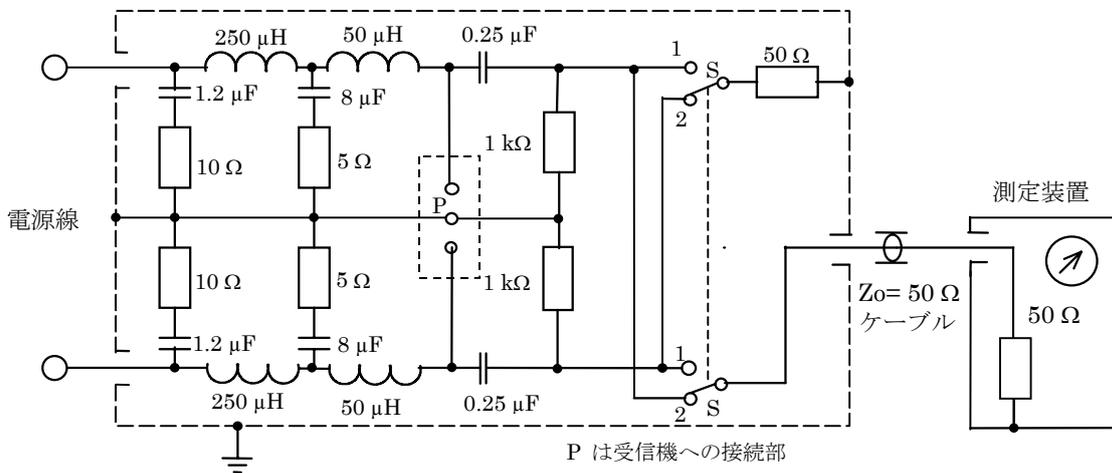


図4 $50\ \Omega - 50\ \mu\text{H} - 5\ \Omega$ の擬似電源回路網の例
(5.3.1 項参照)

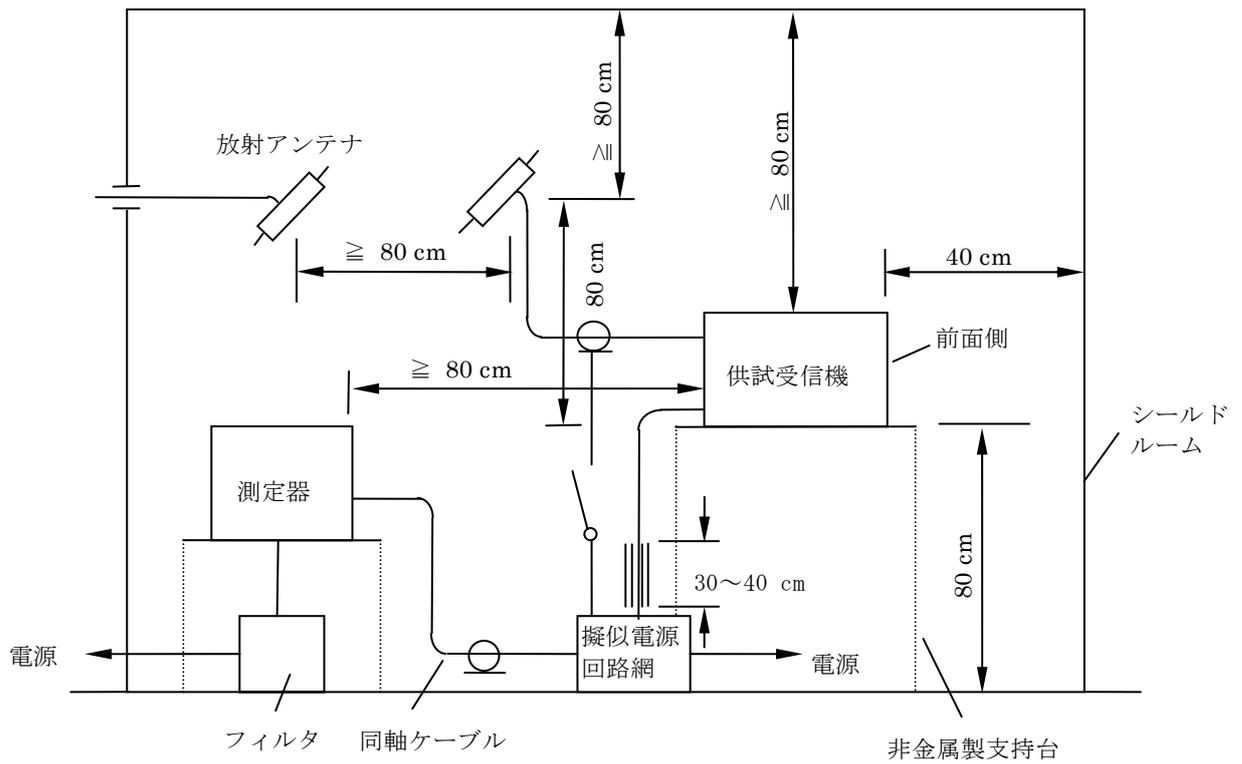


図5 電源端子伝導妨害波電圧測定 (5.3.1 項参照)

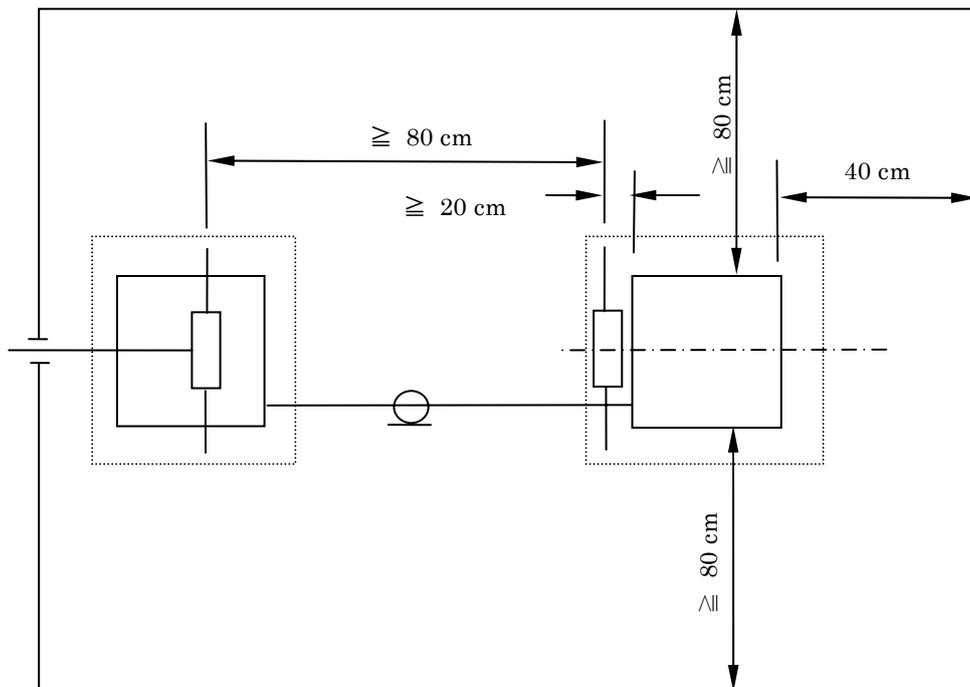


図6 電源端子伝導妨害波電圧測定 (配置-平面図)
(5.3.1 項参照)

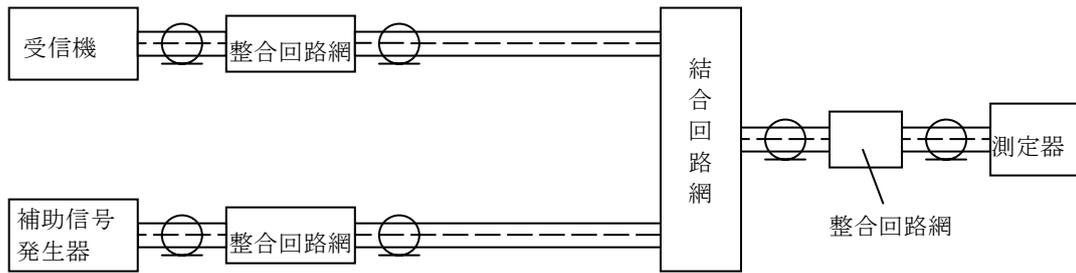
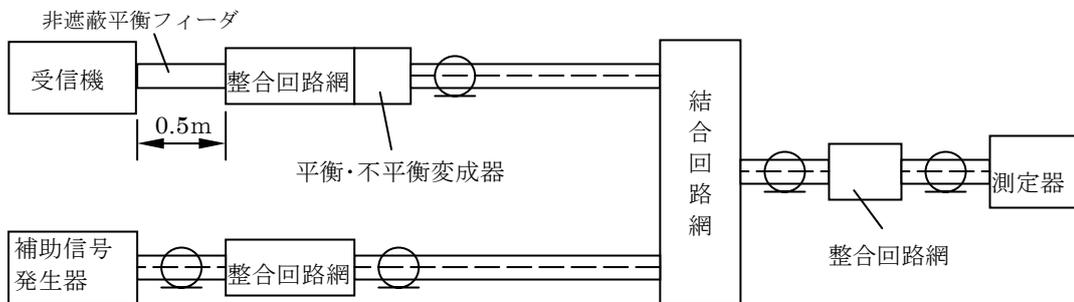


図7 同軸アンテナ端子における妨害波電圧測定のための回路構成
(5.4.2 項参照)



注： バランは、どんな非対称電流も抑える装置を含んでいてもよい。

図8 平衡アンテナ接続をもつ受信機のための回路構成
(5.4.3 項参照)

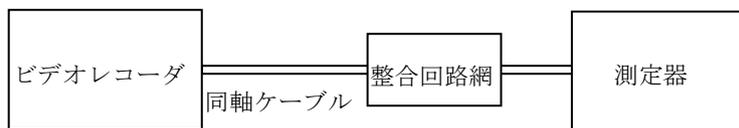


図9 ビデオレコーダのRF出力端における希望信号と妨害波電圧測定のための回路構成
(5.5.2 項参照)

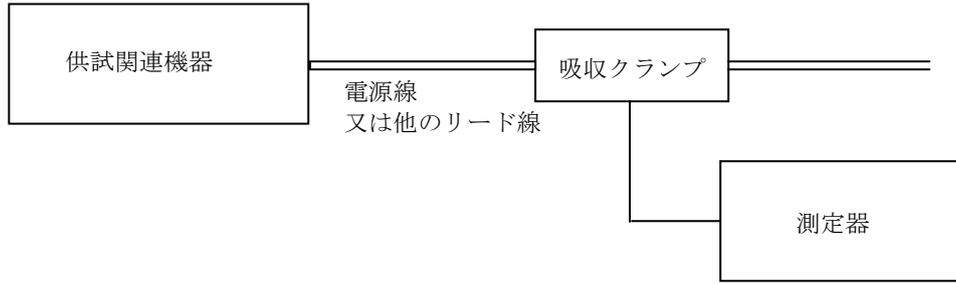


図 10 関連機器（チューナーをもつビデオレコーダを除く）の妨害波電力測定のための回路構成（5.6.3 項参照）

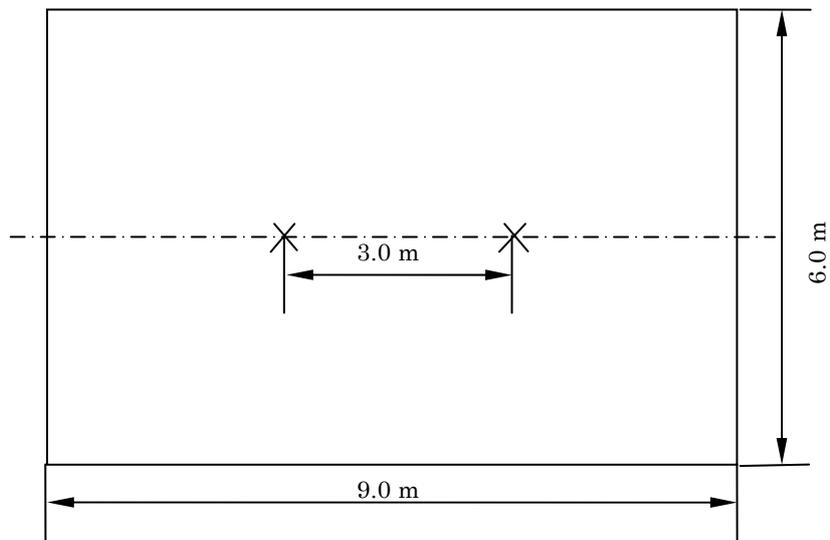


図 11 測定サイト（5.7.2 項参照）

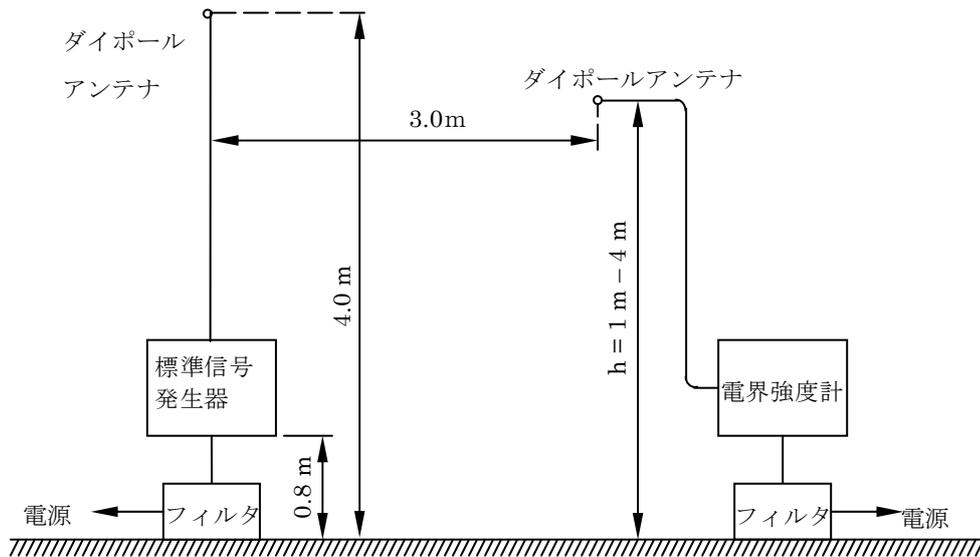


図 12 サイトの適性の確認（5.7.2 項参照）

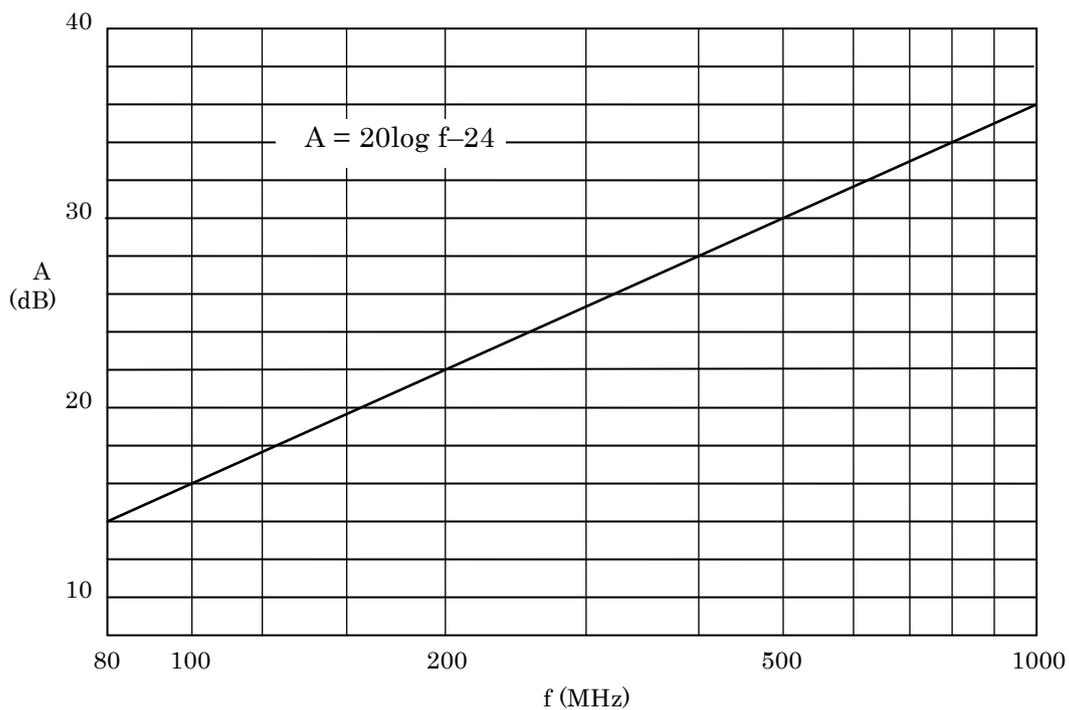


図 13 80 MHz～1 GHz の周波数範囲に対するサイトアッテネーションの理論曲線 (5.7.2 項参照)

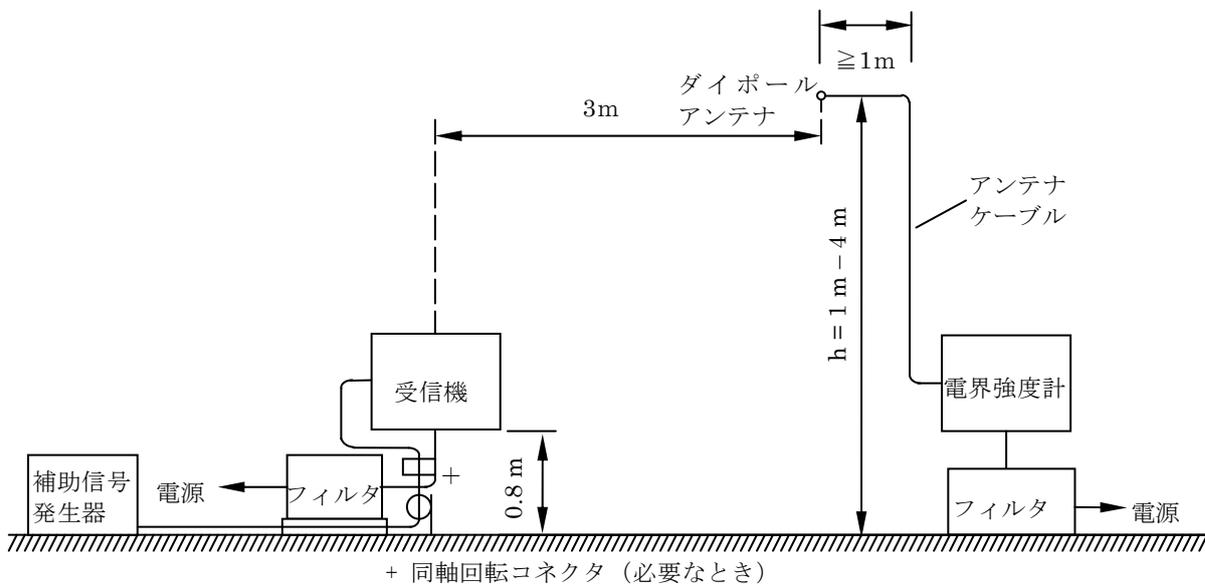


図 14 3 m の距離における屋外電界測定 (5.7.3 項参照)

付則 A
(規定)

デジタル信号を使用する放送受信機

A.1 まえがき

この付則に、デジタル信号を使用する放送受信機の測定法に関する追加情報を示す。

受信機は、電話及び通信端子を装備することができ、記憶及びリターンチャンネル装置を含んでよい。

電話及びLANポートなどの放送に関連しない端子の測定において、参照規格は、例えば 2 項(3)などの関連規格である。

A.2 引用規格

2 項を参照のこと

A.3 定義

この付則の目的のために、次の定義を適用する。

A.3.1 デジタル音声放送受信機

地上波、ケーブル、放送衛星からデジタル伝送される音声放送、関連するデータ及び同種のサービスの受信を意図した機器である。

A.3.2 デジタルテレビジョン放送受信機

地上波、ケーブル、放送衛星からデジタル伝送されるテレビジョン放送、関連するデータ及び同種のサービスの受信を意図した機器である。受信機は、ディスプレイを装備することが出来る。ディスプレイを持たない受信機は、一般にセットトップボックスにあてはまる。

A.3.3 デジタル音声信号

音声情報を含んだデジタルデータストリームで変調された RF 信号である。付加的サービスおよびアプリケーションに依存するサービス・プロバイダーに関するデータを、データストリームに含んでよい。

A.3.4 デジタルテレビジョン信号

映像と付随する音声情報を含んだデジタルデータストリームで変調された RF 信号である。付加的サービスおよびアプリケーションに依存するサービス・プロバイダーに関する EPG (電子番組表)のような情報を、データストリームに含んでよい。

注 付則 B に、地上波、ケーブル及び放送衛星システムに対する信号の情報を示す。

A.4 妨害波許容値

4 項の関連する許容値を適用する。

A.5 測定手順

A.5.1 一般事項

5 項を参照のこと

A.5.2 デジタル信号の衛星放送受信機の電源端子妨害波電圧測定

デジタル信号の衛星放送受信機において、希望信号を供給するために、5.3.2 項による小型受信アンテナの代わりにアイソレーショントランスフォーマーを使用しなければならない（図 A.1 参照）。

トランスフォーマーの最大クロスオーバー容量は 7.5 pF である。これは、30 MHz における 700 Ω のアイソレーショントランスフォーマーの最小コモンモードインピーダンスを導く。アイソレーショントランスフォーマーの例及びその特性を、図 A.2、A.3 及び A.4 に示す。

このトランスフォーマーは、例えば地上波放送受信機などの、他の方式の放送受信機にも使用することが出来る。

A.5.3 希望信号

A.5.3.1 一般事項

デジタルのテレビ信号又は音声信号のレベルは、75 Ω の定格インピーダンスで、dB(μV) で表現される。それは、熱電力センサーで測定したものと同等の選択信号の平均電力として定義する信号電力に関係する。

測定の制限は、信号の帯域幅に注意すべきである。スペクトラムアナライザ又は較正されたレシーバーを使用する場合、信号の定格帯域幅内で信号電力を取り込むべきである。

A.5.3.2 デジタル音声の希望信号

デジタル音声の希望信号レベルは 50 dB(μV) である。

全音声チャンネルの基準レベルは、1 kHz でフルレンジより 6 dB 低いレベルである。

A.5.3.3 デジタルテレビジョンの希望信号

試験中のデジタルテレビジョンの希望信号レベルは

- － 地上波方式： 54 dB(μV)
- － ケーブル方式： 60 dB(μV)
- － 放送衛星方式： 60 dB(μV)

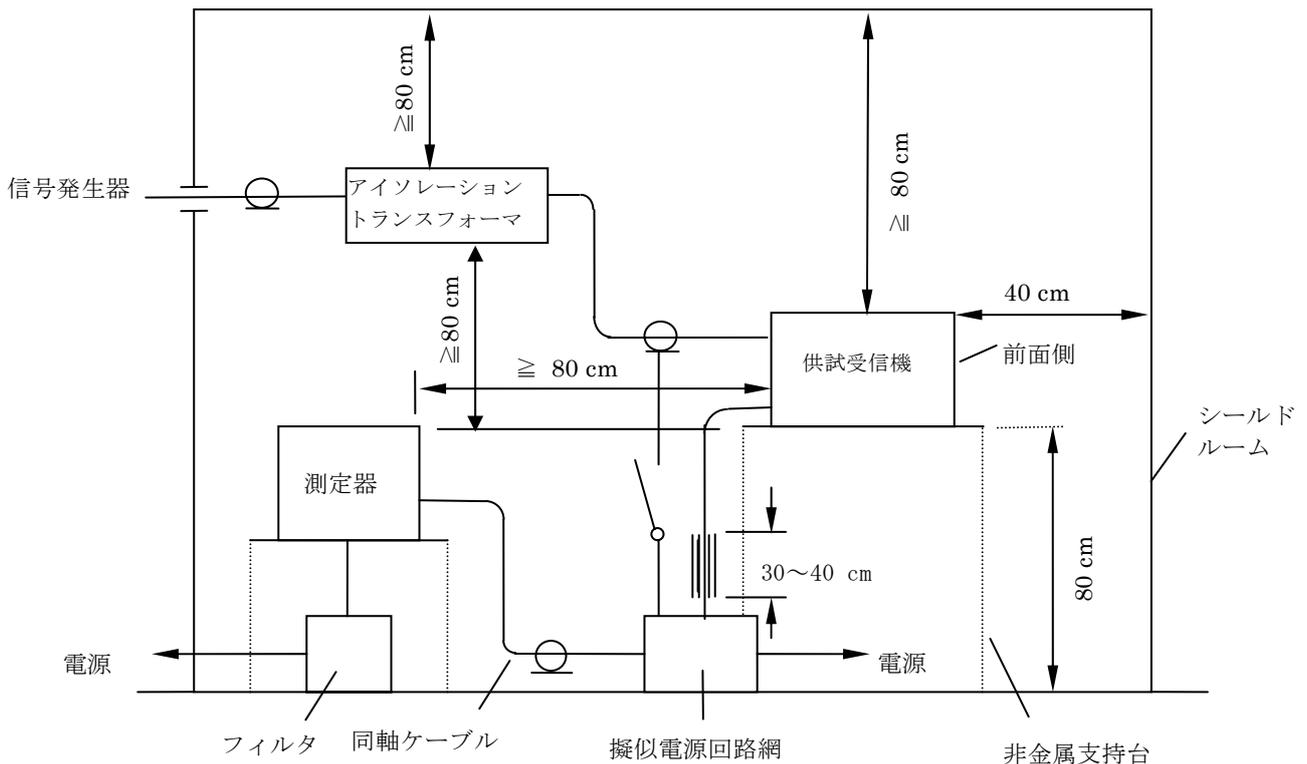
標準画像は、2 項 (6) の規定による垂直カラーバー信号にスモールムービングエレメントを含み、6 Mbit/s で符号化したものである。

全音声チャンネルの基準レベルは、1 kHz でフルレンジより 6 dB 低いレベルである。

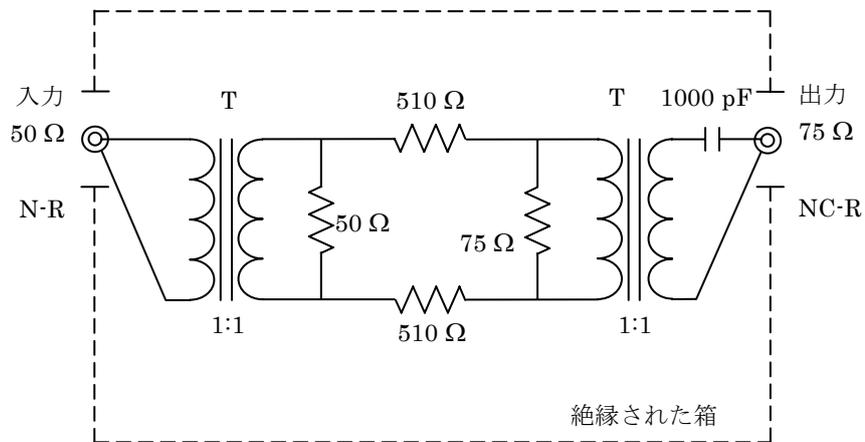
詳細は付則 B を参照

A.5.4 デジタルとアナログ信号の受信機

デジタルモードで、全ての測定を行わなければならない。デジタル機能とアナログ機能とで分離したチューナを使用している場合、アナログモードで、局部発振及びその高調波の放射測定を、追加して行わなければならない。



図A.1 150 kHz ~ 30 MHzの電源端子妨害波電圧測定 (側面図)



周波数帯域： 46 MHz ～ 1.5 GHz

挿入損失： 30 dB

入力インピーダンス： 50 Ω

入力コネクタ： N-R

出力インピーダンス： 5 Ω

出力コネクタ： NC-R

シャーシ： 絶縁材料

図 A.2 46 MHz ～ 1.5 GHz のアイソレーショントランスフォーマーの例

注： 上限周波数は、供試装置に対し適切のように、拡張するべきである。

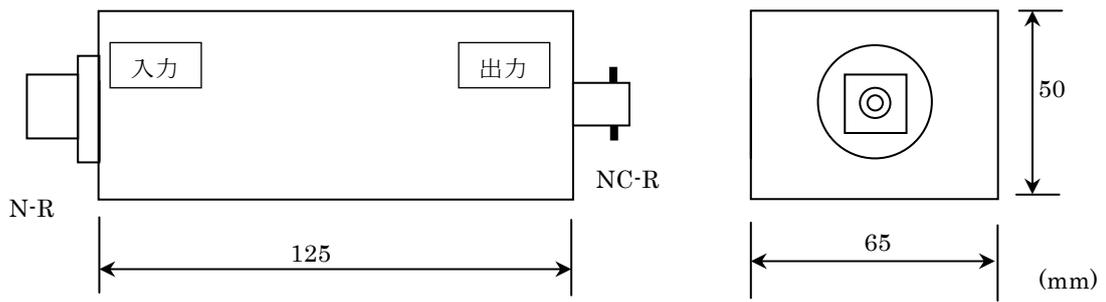


図 A.3 46 MHz ~ 1.5 GHz のアイソレーショントランスフォーマの代表的大きさ

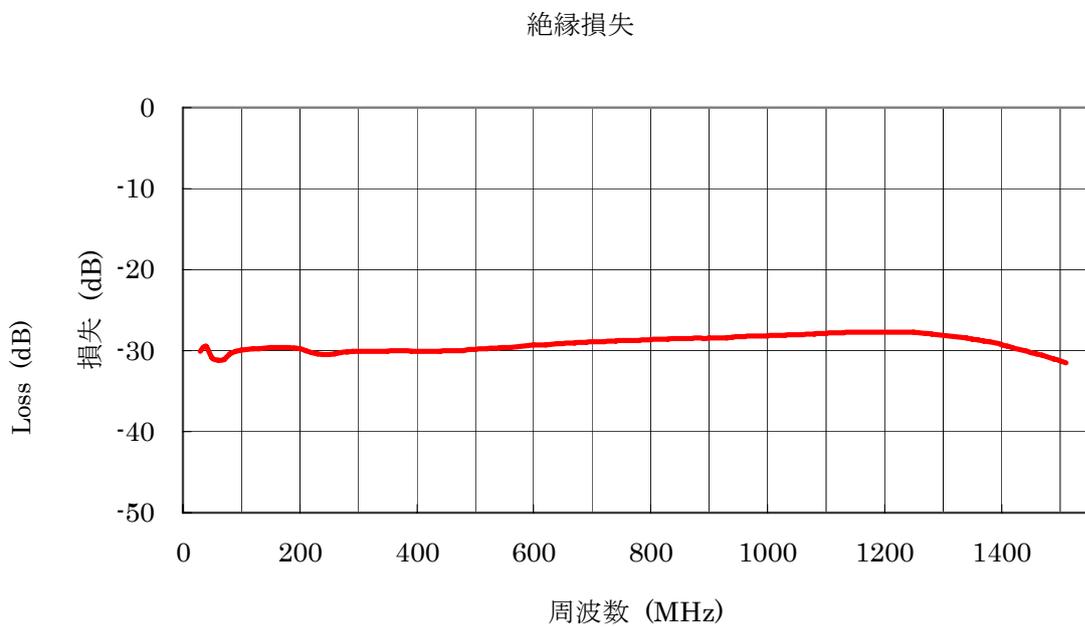


図 A.4 46 MHz ~ 1.5 GHz のアイソレーショントランスフォーマの代表特性

付則B
(情報)

(デジタル) 希望信号の仕様

B.1 一般事項

ソースコード	MPEG-2 ビデオ MPEG-2 オーディオ
データコード	オプション
ビデオエレメントストリーム	カラーバー、スモールムービングエレメント付き
ビデオビットレート	6 Mbit/s
基準測定用オーディオエレメントストリーム	1 kHz/フルレンジ -6 dB
雑音測定用オーディオエレメントストリーム	1 kHz/無音
オーディオビットレート	192 kbit/s

B.2 地上波 TV

	ARIB STD-B21 ARIB STD-B31
レベル	34 dB(μ V) から 89 dB(μ V) / 75 Ω
周波数	470 MHz から 770 MHz, 5.7 MHz 帯域幅
変調方式	OFDM
モード (キャリア スペース)	4 k, 2 k, 1 k
キャリア 変調方式	QPSK, DQPSK, 16 QAM, 64 QAM
ガードインターバル	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
コードレート	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
情報ビットレート : 最大	23.234 Mbit/s

B.3 衛星TV

通信衛星	ARIB STD-B1
レベル	48 dB(μ V) から 81 dB(μ V) / 75 Ω
第1 IF 周波数	1000 MHz から 1550 MHz, 27 MHz 帯域幅
C S デジタル放送のパラメータ	
伝送周波数	12.5 GHz から 12.75 GHz
変調方式	QPSK
コードレート	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
情報ビットレート	34.0 Mbit/s

放送衛星	ARIB STD-B20 ARIB STD-B21
レベル	48 dB(μ V) から 81 dB(μ V) / 75 Ω
第1 IF 周波数	1032 MHz から 1489 MHz, 34.5 MHz 帯域幅
B S デジタル放送のパラメータ	
伝送周波数	11.7 GHz から 12.2 GHz
変調方式	TC8PSK, QPSK, BPSK
コードレート	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
情報ビットレート : 最大	52.0 Mbit/s

B.4 ケーブル TV

	JCTEA STD-002 (デジタル有線テレビジョン放送/多重化装置) JCTEA STD-004 (デジタル有線テレビジョン放送受信装置)
レベル	53 dB(μ V) から 85 dB(μ V) / 75 Ω
周波数	90 MHz から 770 MHz, 6 MHz 帯域幅
C A T V デジタル放送のパラメータ	
変調方式	64 QAM
伝送ビットレート	31.644 Mbit/s
情報ビットレート	29.162 Mbit/s

B.5 参考文書

ARIB STD-B1	CSデジタル放送用受信装置 「CSデジタル放送用受信装置標準規格」望ましい仕様
ARIB STD-B20	衛星デジタル放送の伝送方式 「衛星デジタル放送の伝送方式標準規格」
ARIB STD-B21	デジタル放送用受信装置標準規格(望ましい仕様) 「デジタル放送用受信装置の基本的な機能、定格及び望ましい性能」
ARIB STD-B31	地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式 「地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式標準規格」
JCTEA STD-002	デジタル有線テレビジョン放送 多重化装置
JCTEA STD-004	デジタル有線テレビジョン放送 受信装置

参照文献

CISPR 11, Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement

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

「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値及び測定法」

目 次

総論	1
1. 適用範囲および目的	1
2. 引用規格	1
3. 定義	2
4. 情報技術装置 (ITE) の区分	5
4.1 クラスB情報技術装置	5
4.2 クラスA情報技術装置	5
5. 電源ポートおよび通信ポートの伝導妨害波の許容値	6
5.1 電源ポートの伝導妨害波電圧の許容値	6
5.2 通信ポートの伝導コモンモード妨害波の許容値	7
6. 放射妨害波の許容値	8
6.1 1GHz以下の許容値	8
6.2 1GHz以上の許容値	9
7. CISPR無線妨害波許容値の解釈	10
7.1 CISPR許容値の意義	10
7.2 量産装置の適合試験での許容値の適用	10
8. 一般測定条件	12
8.1 周囲雑音	12
8.2 一般試験配置	12
8.3 供試装置 (EUT) の配置	15
8.4 供試装置 (EUT) の動作	18
9. 電源ポートおよび通信ポートにおける伝導妨害波の測定法	19
9.1 測定用検波器	19
9.2 測定用受信機	19
9.3 擬似電源回路網 (AMN)	20
9.4 大地面	20
9.5 供試装置の試験配置	20
9.6 通信ポートにおける伝導妨害波の測定法	23
9.7 測定の記録	23
10. 放射妨害波の測定法	28
10.1 測定用検波器	28
10.2 1GHz以下の測定用受信機	28
10.3 1GHz以下のアンテナ	29
10.4 1GHz以下の放射妨害波測定用の測定サイト	29
10.5 1GHz以下の供試装置の試験配置	30
10.6 1GHz以上の放射妨害波の測定法	31
10.7 放射妨害波測定値の記録	31

10.8	高レベルの周囲雑音の存在下での測定	32
10.9	ユーザ設置場所でのテスト	33
11.	測定の不確かさ	33
付則A(規定)	代替テストサイトでのサイトアッテネーション測定法	45
付則B(規定)	尖頭値測定の判定ツリー	57
付則C(規定)	コモンモード妨害波測定のための可能な試験配置	59
付則D(情報)	擬似通信回路網 (I S N) の構成例	67
付則E(情報)	通信ポートにおける信号のパラメータ	76
付則F(情報)	通信ポートの妨害波測定方法の妥当性	80
付則G(情報)	数種類の I T E に対する動作モード	88
参照文献		89
図1	テストサイト	34
図2	代替テストサイトの最小寸法	34
図3	金属大地面の最小寸法	35
図4	卓上型装置の試験配置例(伝導および放射妨害波測定)(平面図)	36
図5	卓上型装置の試験配置例(伝導妨害波測定 - 試験配置1 a)	37
図6	卓上型装置の試験配置例(伝導妨害波測定 - 試験配置1 b)	37
図7	卓上型装置の試験配置例(伝導妨害波測定 - 試験配置2)	38
図8	床置型装置の試験配置例(伝導妨害波測定)	39
図9	卓上型装置と床置型装置との組み合わせの試験配置例(伝導妨害波測定)	40
図10	卓上型装置の試験配置例(放射妨害波測定)	41
図11	床置型装置の試験配置例(放射妨害波測定)	42
図12	床置型装置(架上配線)の試験配置例(伝導および放射妨害波測定)	43
図13	試験配置例 卓上型装置と床置型装置との組み合わせ(放射妨害波測定)	44
図A.1	代替テストサイトでのNSA測定のための代表的なアンテナ配置	53
図A.2	推奨の最小領域での代替テストサイトのためのアンテナ配置	55
図B.1	尖頭値測定の判定ツリー	58
図C.1	IEC 61000-4-6に示されたCDNをCDNまたはISNとして使用する測定法	60
図C.2	150Ω負荷をシールドの外側表面に接続する方法(設置場所でのCDNまたはISN)	61
図C.3	電流プローブと容量性電圧プローブの組合せによる方法	62
図C.4	シールドと大地面との接続がなくISNもない方法	63

図C.5	—較正方法	65
図C.6	—試験方法を選択するためのフローチャート	66
図D.1	—シールドのない平衡1対線用のI S N	67
図D.2	—シールドのない1対および2対の平衡線に使用できるL C Lの高いI S N	68
図D.3	—シールドのない1対, 2対, 3対および4対の平衡線用のL C Lの高いI S N	69
図D.4	—電圧測定ポートに50Ωの整合回路を有するシールドのない平衡2対線用のI S N	70
図D.5	—シールドのない平衡2対線用のI S N	71
図D.6	—電圧測定ポートに50Ωの整合回路を有するシールドのない平衡4対線用のI S N	72
図D.7	—シールドのない平衡4対線用I S N	73
図D.8	—中心導体と外部導体を例えばフェライトコアにバイファイラー巻きした コモンモードチョークコイルを内部に有する同軸ケーブル用I S N	74
図D.9	—内部にミニチュア同軸ケーブルとフェライトコアで構成した コモンモードチョークコイルを有する同軸ケーブル用のI S N	74
図D.10	—中心導体と外部導体を例えばフェライトコアにバイファイラー巻きした コモンモードチョークコイルを内部に有するシールドのある多線ケーブル用のI S N	75
図D.11	—内部にミニチュア同軸ケーブルとフェライトコアで構成した コモンモードチョークコイルを有するシールドのある多線ケーブル用のI S N	75
図F.1	—TCMインピーダンス150Ωで定義された許容値を考えるための基本回路	83
図F.2	—未知のTCMインピーダンスにおける測定の基本回路	83
図F.3	—図C.2の構成要素のインピーダンス配置	85
図F.4	—150Ωとフェライトによる合成インピーダンスの基本試験配置	87
表1	—クラスA情報技術装置の電源ポート伝導妨害波電圧の許容値	6
表2	—クラスB情報技術装置の電源ポート伝導妨害波電圧の許容値	6
表3	—クラスA機器の周波数範囲0.15MHz～30MHzにおける通信ポートの 伝導コモンモード（非対称モード）妨害波許容値	7
表4	—クラスB機器の周波数範囲0.15MHz～30MHzにおける通信ポートの 伝導コモンモード（非対称モード）妨害波許容値	7
表5	—測定距離10mでのクラスA情報技術装置の放射妨害波の許容値	8
表6	—測定距離10mでのクラスB情報技術装置の放射妨害波の許容値	8
表7	—測定距離3mでのクラスA情報技術装置の放射妨害波の許容値	9
表8	—測定距離3mでのクラスB情報技術装置の放射妨害波の許容値	9
表9	—平衡対ケーブルのカテゴリ	24
表10	—図中に用いた頭字語	33

表 A. 1	— 正規化サイトアッテネーション (A_N) (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用) (水平偏波) ……………	47
表 A. 2	— 正規化サイトアッテネーション (A_N) (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用) (垂直偏波) ……………	48
表 A. 3	— 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定に使用する 相互インピーダンス補正係数 ($\Delta A F_{TOT}$) (自由空間におけるアンテナ係数を用いる場合) ……………	49
表 A. 4	— 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定に使用する 相互インピーダンス補正係数 ($\Delta A F_{TOT}$) (地上高 2 m におけるアンテナ係数を用いる場合) ……………	50
表 A. 5	— 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定に使用する 相互インピーダンス補正係数 ($\Delta A F_{TOT}$) (地上高 3 m におけるアンテナ係数を用いる場合) ……………	51
表 A. 6	— 正規化サイトアッテネーション (A_N) (80MHz 同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いる場合に適用) ……………	52
表 A. 7	— 80 MHz 同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いた正規化サイトアッテネーション 測定に使用する相互インピーダンス補正係数 ($\Delta A F_{TOT}$) (地上高 2 m におけるアンテナ係数を用いる場合) ……………	53
表 A. 8	— 80 MHz 同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いた正規化サイトアッテネーション 測定に使用する相互インピーダンス補正係数 ($\Delta A F_{TOT}$) (地上高 3 m におけるアンテナ係数を用いる場合) ……………	53
表 F. 1	— 付則 C に記載されている測定法の利点と欠点 ……………	81

総 論

本規格は、国際電気通信標準会議(IEC)／国際無線障害特別委員会(C I S P R)より勧告された国際規格C I S P R 2 2 第5.2版(2 0 0 6 - 0 3)「情報技術装置 (I T E) からの無線妨害波特性の許容値と測定法」に準拠するものである。

なお、付則A、BおよびCは、この規格の一部であり、付則D、E、FおよびGは情報である。

本規格を適用する無線周波数の範囲は、9 k H z ~ 4 0 0 G H z であるが、許容値は、無線放送および通信サービスを保護し、適切な距離で他の機器が意図するよう動作するために装置が十分に低い放射レベルに抑制されるよう検討され、限られた周波数範囲についてのみ定められている。

1. 適用範囲および目的

本規格は、3.1項で定義する情報技術装置 (I T E) に適用する。I T E が発生するスプリアス信号レベルの測定法、および9 k H z ~ 4 0 0 G H z の周波数範囲におけるクラスA情報技術装置およびクラスB情報技術装置の両方の許容値を規定している。許容値が規定されていない周波数範囲では、測定の必要はない。

本規格の目的は、適用範囲に含まれる装置の無線妨害波レベルに対して統一的な要求条件を確立すること、妨害波の許容値を定めること、測定法を明確にすること、動作条件および結果の解釈を標準化することである。

2. 引用規格

次に示す引用規格は、本規格を適用する上で不可欠なものである。発行年月が記された引用規格は、その版のみを適用する。発行年月が無い引用規格については、修正文書も含めて引用規格の最新版を適用する。

- (1) J I S C 8 3 0 3 : 1 9 9 3 配線用差込接続器
- (2) J I S C 6 1 0 0 0 - 4 - 6 : 2 0 0 6 電磁両立性 (E M C) - 試験および測定方法
- 無線周波数電磁界によって誘導される伝導妨害波イミュニティ
- (3) C I S P R 1 1 : 2 0 0 3 工業、科学および医療用 (I S M) 高周波利用設備
- 電磁妨害波特性 - 許容値および測定方法
- (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、「無線妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」について (平成19年度答申)
「音声およ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と測定法 (CISPR 13 第4版 : 2001、修正1:2003、修正2:2006)」
- (5) 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、「無線妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」について (平成19年度答申)
「第1部 : 無線妨害波及びイミュニティ測定装置
第1編 : 測定用受信機 (CISPR 16-1-1 第2.1版 : 2006)」

- (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、「無線妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」について(平成19年度答申)
「第1部:無線妨害波及びイミュニティ測定装置
第2編:補助機器 — 伝導妨害波 (CISPR 16-1-2 第1版:2003、修正1:2004)」
- (7) 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、「無線妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」について(平成19年度答申)
「第1部:無線妨害波及びイミュニティ測定装置
第4編:補助機器 — 放射妨害波 (CISPR 16-1-4 第2.0版:2007)」
- (8) CISPR 16-2-3:2003 無線妨害波およびイミュニティの測定装置特性および測定法—無線妨害波およびイミュニティの測定方法—放射妨害波測定 修正1(2005)
- (9) CISPR 16-4-2:2003 無線妨害波およびイミュニティの測定装置特性および測定法—測定の不確かさ、統計および許容値モデル—EMC測定における不確かさ
- (10) JISX 5150:2004 構内情報配線システム(ISO/IEC 11801:2002)

¹⁾上記CISPR 16-1-2:2003には、第1版と修正1を合わせた第1.1版(2004)がある。

3. 定義

本規格の目的のために、次の定義を適用する。

3.1 情報技術装置(ITE)

次のような全ての装置、

- a) データ又は通信メッセージの入力、蓄積、表示、変換、転送、処理、スイッチング、又は制御のいずれか(又は、それらを組み合わせたもの)の主機能を持つもので、通常、情報の転送を行わせるために一つ以上の端末ポートを持つこともある。
- b) 定格供給電圧が600Vを超えないもの。

例えば、これには、情報処理装置、事務用機器、電子事務用装置、および電気通信装置が含まれる。

国際電気通信連合(ITU)の無線規則(RR)に規定される無線伝送および/または受信を主機能とする全ての装置(または情報技術装置(ITE)の部分)は、本規格の適用範囲から除外する。

注) いかなる装置であっても、国際電気通信連合(ITU)の無線規則(RR)で規定される無線伝送および/または受信機能を有するものは、本答申が有効であるか否かにかかわらず、国の無線規則に従う。

この周波数範囲におけるすべての妨害要求条件が、明らかに国内法令に規格化されている装置および機器、並びに他の国際電気標準会議(IEC)規格または国際無線障害特別委員会(CISPR)規格の適用を受ける装置については、本規格の適用範囲から除外する。

また、次のものについても適用を除外する。

- (1) 情報技術機能が二次的な動作となっている装置（例えば工業用プラント制御装置）。
- (2) 電気通信事業者が管理する建物内でのみ使用される電気通信施設用物品。

3.2 供試装置（EUT）

代表的な1台の情報技術装置（ITE）、または1台以上のホスト装置を含み機能的に相互作用のある情報技術装置（ITE）のグループ（システム）で、評価に供されるもの。

3.3 ホスト装置

情報技術装置（ITE）システムの一部またはモジュールのための機械的収納部を有するユニットで、無線周波発信源を有することもあり、または他の情報技術装置（ITE）に電源を分配することもある。ホスト装置とモジュール、または他の情報技術装置（ITE）との間の電源分配は交流、直流又はその両方の場合がある。

3.4 モジュール

機能を実行する情報技術装置（ITE）の一部であって、無線周波発信源を有することがある。

3.5 同一モジュールおよび情報技術装置（ITE）

量産されたモジュールおよび情報技術装置（ITE）で、指定の製造仕様に対して通常の製造誤差の許容範囲内に入っているもの。

3.6 通信／ネットワークポート

複数利用者に直接接続する広域電気通信ネットワーク（例：公衆電気通信ネットワーク（PSTN）、ISDN、xDSL他）、ローカルエリアネットワーク（例：イーサネット、トークンリング他）および類似のネットワークに接続することを意図して音声、データ、信号伝送を行うための接続ポイント。

注：試験中のITEシステムにおいて各機器間を相互接続するポート（例：RS232、IEEE規格1284（パラレルプリンター）、USB、IEEE規格1394（FireWire）、他）は、本項の通信／ネットワークポートに該当しない。

3.7 多機能装置

本規格および他規格に該当する二つまたはそれ以上の機能が同一ユニット内に含まれる情報処理装置。

注：この例としては、

- －通信機能または放送受信機能付きパーソナルコンピュータ、
- －計測機能付きパーソナルコンピュータ等がある。

3.8 トータルコモンモードインピーダンス (TCMインピーダンス)

試験中のEUTポートに接続されたケーブルと基準大地面間のインピーダンス。

注：ケーブル全体が回路の一線路と見なされ、大地面がもう一つの線路として見なされる。

TCM波は電気エネルギーの伝送モードであり、そのケーブルが実際に布線された状態では、電磁エネルギーを放射する原因となりうる。逆に、外部電磁界の中にそのケーブルを曝した場合には、ケーブル上に電気エネルギーを発生する結果となる。

3.9 試験配置(アレンジメント)

試験エリア内に接続されている周辺機器および関連装置を含むEUTの物理的な配置。

3.10 試験設定(コンフィギュレーション)

EUTの動作モードおよびその他動作上の条件。

3.11 関連装置 (AE)

EUTの動作を助けるために必要とされる機器。関連装置は物理的に試験エリア外に設置される場合もある。

4. 情報技術装置（I T E）の区分

I T EをクラスA情報技術装置、およびクラスB情報技術装置の二つに区分する。

4.1 クラスB情報技術装置

クラスB情報技術装置は、クラスB情報技術装置の妨害波の許容値を満足する機器である。

クラスB情報技術装置は、主に住宅環境^{注)}において使用するよう意図されており、例えば、次のものが含まれる。

- ー固定した場所で使用しない装置、例えば、内蔵電池から給電される携帯用装置
- ー電気通信回線網から給電される電気通信端末装置
- ーパーソナルコンピュータおよび補助的に接続される装置

注) 住宅環境とは、当該機器から10m以内の範囲において、放送用受信機およびテレビジョン受信機を使用することが予想される環境を意味している。

4.2 クラスA情報技術装置

クラスA情報技術装置は、クラスA情報技術装置の許容値を満足するが、クラスB情報技術装置の許容値は満足しない全てのI T Eである。このような種類の装置については、販売に際して制限を加えるべきではないが、次のような注意書きを取扱説明書に記載しておかなければならない。

注意書きの例

注 意

この製品はクラスA情報技術装置です。住宅環境で使用する場合は、電波障害を発生させる恐れがあります。その際、この製品の利用者は、適切な手段を講ずることが必要とされることがあります。

5. 電源ポートおよび通信ポートの伝導妨害波の許容値

供試装置（EUT）は、第9項に記述される測定法に従って平均値測定用受信機および準尖頭値測定用受信機を使用し、それぞれの測定値が表1と表3または表2と表4の許容値を満たすこと。表3または表4の電圧許容値と電流許容値は、いずれか一方を満たすこと。ただし、付則C.1.3に示す測定では電圧許容値と電流許容値の両者を満たすこと。準尖頭値測定用受信機を使用した測定値が平均値許容値を満たす場合、EUTは両方の許容値を満たしていると思われ、平均値測定用受信機による測定を必要としない。

測定用受信機の指示値が許容値に近いところで変動する場合、それぞれの測定周波数について、少なくとも15秒間指示値を観察しなければならない。瞬時の孤立した高い値は無視し、それ以外の最も高い指示値を記録すること。

5.1 電源ポートの伝導妨害波電圧の許容値

表1 クラスA情報技術装置の電源ポート伝導妨害波電圧の許容値

周波数範囲 MHz	許容値 dB (μV)	
	準尖頭値	平均値
0.15~0.50	79	66
0.50~30	73	60

注) 周波数の境界では低い方の許容値を適用する。

表2 クラスB情報技術装置の電源ポート伝導妨害波電圧の許容値

周波数範囲 MHz	許容値 dB (μV)	
	準尖頭値	平均値
0.15~0.50	66~56	56~46
0.50~5	56	46
5~30	60	50

注1) 周波数の境界では低い方の許容値を適用する。
注2) 0.15MHz~0.50MHzの範囲での許容値は周波数の対数値に対して直線的に減少する。

5.2 通信ポートの伝導コモンモード（非対称モード）妨害波の許容値²⁾

表3 クラスA機器の周波数範囲0.15MHz～30MHzにおける通信ポートの伝導コモンモード（非対称モード）妨害波許容値

周波数範囲 (MHz)	電圧許容値 dB(μV)		電流許容値 dB(μA)	
	準尖頭値	平均値	準尖頭値	平均値
0.15～0.5	97～87	84～74	53～43	40～30
0.5～30	87	74	43	30

注1：許容値は、0.15～0.5MHzの範囲で周波数の対数に対して直線的に減少する
 注2：電圧許容値と電流許容値の変換係数は $20 \log_{10} 150 = 44$ dBである。
 注3：但し、本規格を適用する時期については、2010年4月1日とする。

表4 クラスB機器の周波数範囲0.15MHz～30MHzにおける通信ポートの伝導コモンモード（非対称モード）妨害波許容値

周波数範囲 (MHz)	電圧許容値 dB(μV)		電流許容値 dB(μA)	
	準尖頭値	平均値	準尖頭値	平均値
0.15～0.5	84～74	74～64	40～30	30～20
0.5～30	74	64	30	20

注1：許容値は、0.15～0.5MHzの範囲で周波数の対数に対して直線的に減少する
 注2：電圧許容値と電流許容値の変換係数は $20 \log_{10} 150 = 44$ dBである。
 注3：但し、本規格を適用する時期については、2010年4月1日とする。

²⁾ 3.6項参照

6. 放射妨害波の許容値

6.1 1 GHz 以下の許容値

第10項に記述される方法に従って測定距離Rで測定した場合、供試装置（EUT）は表5又は表6の許容値を満たさなければならない。測定用受信機の指示値が許容値に近いところで変動する場合、それぞれの測定周波数について、少なくとも15秒間指示値を観察しなければならない。瞬時の孤立した高い値は無視し、それ以外の最も高い指示値を記録すること。

表5－測定距離10mでのクラスA情報技術装置の放射妨害波の許容値

周波数範囲 MHz	準尖頭値許容値 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)
30～230	40
230～1000	47

注1) 周波数の境界では低い方の許容値を適用する。
注2) 妨害が発生した場合は、追加の保護手段が要求されることがある。

表6－測定距離10mでのクラスB情報技術装置の放射妨害波の許容値

周波数範囲 MHz	準尖頭値許容値 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)
30～230	30
230～1000	37

注1) 周波数の境界では低い方の許容値を適用する。
注2) 妨害が発生した場合は、追加の保護手段が要求されることがある。

6.2 1 GHz 以上の許容値

第10項に記述される方法および下記に記述された条件付き試験手順に従って測定した場合、供試装置（EUT）は表7または表8の許容値を満たさなければならない。

表7－測定距離3 mでのクラスA情報技術装置の放射妨害波の許容値

周波数範囲 GHz	平均値許容値 dB (μV/m)	尖頭値許容値 dB (μV/m)
1～3	56	76
3～6	60	80

注1) 周波数の境界では低い方の許容値を適用する。
注2) 但し、本規格を適用する時期については、2010年4月1日とする。

表8－測定距離3 mでのクラスB情報技術装置の放射妨害波の許容値

周波数範囲 GHz	平均値許容値 dB (μV/m)	尖頭値許容値 dB (μV/m)
1～3	50	70
3～6	54	74

注1) 周波数の境界では低い方の許容値を適用する。
注2) 但し、本規格を適用する時期については、2010年4月1日とする。

- 条件付き試験手順

EUTの最も高い内部使用周波数は、EUT内部で発生または使用されるか、EUTを作動または調整する最高周波数として規定される。

EUT内部使用周波数の最高周波数が108MHz未満であれば、測定は1GHzまで実施する。

EUT内部使用周波数の最高周波数が108MHzから500MHz未満の間であれば、測定は2GHzまで実施する。

EUT内部使用周波数の最高周波数が500MHzから1GHz未満の間であれば、測定は5GHzまで実施する。

EUT内部使用周波数の最高周波数が1GHz以上であれば、測定は最高周波数の5倍の周波数または6GHzのどちらか低い周波数まで実施する。

7. CISPR無線妨害波許容値の解釈

7.1 CISPR許容値の意義

7.1.1 CISPR許容値は、国内規格、関連する法規および公的規定に取り込むように各国の主管庁に勧告している許容値である。国際機関にもこれらの許容値を使用するよう勧告している。

7.1.2 装置に対する許容値の意義は、統計的に、量産品の少なくとも80%が、少なくとも80%の信頼度で許容値に適合していることである。

7.2 量産装置の適合試験での許容値の適用

7.2.1 試験は、次のいずれかに対して行うこと。

7.2.1.1 7.2.3項に規定する統計的な評価法を用いる当該型式の装置の複数台のサンプル。

7.2.1.2 または、簡略化のために、1台の装置。

7.2.2 特に、7.2.1.2項による場合は、生産品から無作為に選ばれた装置に対して、随時、その後の試験が必要である。

7.2.3 統計的な適合評価は、次のように行うこと。

この試験は、最低5台以上12台以下のサンプルに対して行うこと。しかし、例外的な場合として、5台が入手できない場合、3台又は4台のサンプルに試験を行うこと。適合の可否は、次の関係から判断する。

$$\bar{X} + kS_n \leq L$$

ここで、

\bar{X} はサンプル n 台の測定値の算術平均値である。

$$S_n^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum (X_n - \bar{X})^2$$

X_n は、個々の装置の測定値である。

L は、適用する許容値。

k は、当該装置の80%が許容値を満足することを、80%の信頼度で保証する非心 t 分布の表から導かれている。

k の値は、サンプル台数 n によって決まり、下表に示す。

X_n 、 \bar{X} 、 S_n および L の値は、dB (μV)、又はdB ($\mu\text{V}/\text{m}$) のように対数的に表される。

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2.04	1.69	1.52	1.42	1.35	1.30	1.27	1.24	1.21	1.20

7.2.4 適合可否に対する審理の結果として、販売の禁止又は型式認定の取り消しは、7.2.1.1項に従って統計的評価法を利用して試験が行われた後にのみ、検討されること。

8. 一般測定条件

8.1 周囲雑音

測定サイトでは、EUTからの妨害波と周囲雑音が識別できなければならない。この観点から、サイトの適性は、EUTを停止して（注：EUTからの妨害波が出ない状態にして）周囲雑音を測定し、それらが5項および6項に規定される許容値より少なくとも6 dB低いことを確認することによって決定する。

ある周波数帯域で周囲雑音が規定の許容値より6 dB下回っていない場合、10.8項に示す方法を規定の許容値に対するEUTの適合を示すために使用してもよい。

放射源からの放射妨害波および周囲雑音の合成値が規定の許容値を超えない場合には、周囲雑音レベルを規定の許容値から6 dB低い値に減少させる必要はない。この場合、妨害源からの放射妨害波は規定の許容値を満足していると見なす。

妨害源からの放射妨害波および周囲雑音の合成値が規定の許容値を超える場合でも、当該測定周波数において、次の二つの条件を満足しない限り、EUTが規定の許容値を満たしていないと判断してはならない。

- a) 周囲雑音レベルが妨害源からの放射妨害波と周囲雑音レベルの合成値より少なくとも6 dB低いこと。
- b) 周囲雑音レベルが規定の許容値より少なくとも4.8 dB低いこと。

8.2 一般試験配置

ここに規定されない場合は、代表的な使用例に従ってEUTを構成し、組み合わせ、配置して動作させること。可能であれば製造業者が指定または推奨する設置方法を試験配置に適用すること。この配置は通常の代表的な設置方法であること。EUTのインタフェースポートの各タイプごとに最低一つのインタフェースケーブル/負荷/装置を接続しておくこと。装置の実際の代表的な使用法に従って、各ケーブルは終端すること。

同一タイプの複数のインタフェースポートがある場合、追加の接続ケーブル/負荷/装置は事前確認測定の結果に基づいてEUTに加えられなければならない。追加するケーブルまたはワイヤの数は、ケーブルまたはワイヤの追加が放射レベルに大きく影響しない条件（例えば2 dB以下の変動でEUTが適合し続けている）に制限してもよい。装置の配置およびポートの負荷の選択の根拠をテストレポートに記述すること。

相互接続ケーブルは、個々の装置の要求条件に規定された形式および長さが望ましい。種々の長さのケーブルが用意されている場合は、最大妨害波を発生する長さにする。

適合性を得るために、シールド・ケーブルまたは特別なケーブルを使用した場合は、このようなケーブルを使う必要があることを示す注意書きを取扱説明書に記述すること。

余分な長さのケーブルは、0.3m から 0.4m の長さでケーブルのほぼ中央で束ねておくこと。ケーブルの大きさや固さのため、またはユーザ設置場所での試験のため、束ねることが出来ない場合には、余分なケーブルの処理を試験報告書に詳細に記録しておくこと。

同じ形式のインタフェースポートが複数ある場合、その当該形式の一つのポートにのみケーブルを接続してもよい。ただし、同じ形式の他のポートにケーブルを追加しても、測定結果に重要な影響を与えないことを確認しておくこと。

測定結果が再現できるように、ケーブルおよび装置の配置や向きの詳細な説明を測定結果に添付しなければならない。許容値に適合するために使用上の特別な条件がある場合は、それらの条件、例えば、ケーブルの長さ、ケーブルの形式、シールドおよび接地などを規定し、文書化すること。これらの条件は、使用者用の説明書に記載しなければならない。

複数のモジュール（ドロア、プラグイン・カード、ボード等）を使用するようになっている装置は、通常の使用例に従って複数組み合わせ、代表的な状態で試験すること。追加するボードまたはプラグイン・カードの数は、ボードまたはプラグイン・カードの追加が放射レベルに大きく影響しない条件（例えば 2 dB 以下の変動で、EUT が適合し続けている）に制限してもよい。モジュールのタイプおよび数について選択の根拠をテストレポートに記述すること。

多くの独立したユニットからなるシステムは、最小の代表的な構成例となるように配置すること。この試験配置に含まれる複数の組み合わせのユニットは、通常の使用状態を代表するものであること。ユニットを選択した根拠をテストレポートに記述すること。

代表的な最小構成のシステムを次に示す。

パーソナルコンピュータまたはパーソナルコンピュータの周辺装置の場合、最小構成のシステムは、次に分類される装置から構成され、一緒に試験される。

- a) パーソナルコンピュータ
- b) キーボード
- c) 画像表示装置
- d) 使用可能な二つの異なったタイプの I/O プロトコル（例えば、シリアル、パラレル等）の各々に対する外部周辺装置
- e) EUT が特別な目的を持つ装置、例えばマウス、ジョイスティック等のための専用ポートを持つ場合、その装置は最小構成の一部であること。

注) あるシステムの場合、a)、b)および/またはc)は、同じシャーシに組み立てられている。

a)、b)、c)、マウスまたはジョイスティックコントロールが、d)の代わりに使用されることはない。

POS 端末の場合、最小構成（適切な程度に）のシステムは、次に分類される装置から構成され、一緒に試験される。

- a) アクティブプロセッサ
- b) 現金引き出し機
- c) キーボード類
- d) ディスプレイユニット（操作者および顧客用）
- e) 代表的な周辺装置（バーコード読み取り機）
- f) 手持ち機器（バーコード読み取り機）

EUTとして評価されるITEの内部のモジュールは、それぞれのタイプごとに一つのモジュールを動作させること。EUTがシステムの場合、システムを構成することができるITEは、それぞれのタイプごとに一つのITEをEUTの中に含むこと。

広い場所に分散されたシステムの部分を構成する装置のユニット（例えば、情報端末装置、ワークステーション、PBX等）およびそれ自体がサブシステムとなる装置のユニットは、ホストまたはシステムから独立して試験してもよい。分散型ネットワーク、例えば、LANは、テストサイト上で、ある長さのケーブルと、実際の周辺装置あるいは遠隔ネットワーク通信シミュレータを用いてシミュレートしてもよい。ただし、それらは測定値に影響を与えないことを保証するのに十分な距離に設置する必要がある。

各型式のモジュールまたはITEを一つずつもつEUTの評価の結果は、二つ以上のモジュールまたはITEをもつ構成に適用できる。この適用が認められる理由は、複数の同一のモジュールまたはITE（3.5項参照）からの放射妨害波は、現実には加算的ではないことが一般に知られているからである。

電源インタフェースがホスト装置に依存する任意のITEも含めて、機能的に他のITEと相互に影響しあうEUTの場合、代表的な動作状態を得るため、実際にインタフェース機能をもつITEまたはシミュレータのいずれかを使用することができる。ただし、シミュレータを使用する場合、シミュレータの影響を分離できるかまたは確認できることが必要である。もしITEが他のITEに対してホスト装置になるように設計されている場合、ホストとなるITEは、通常の場合の下でホスト装置として動作するように接続しなければならない。

インタフェース機能を持つ実際のITEのかわりに使用されるシミュレータは、当該ITEの電気的特性、特にRF信号およびインピーダンス、場合によっては機械的特性を適切に持つことが重要である。この手順に従うことによって個々のITEの測定結果は、異なった製造業者によって製造および測定されたITEを含めて、他の同様に試験されたITEのシステムの一体化や応用にも有効となる。

ホスト装置の様々な拡張のために別売りされるプリント配線板アセンブリ（PWBA、例：ISDNインタフェース・ボード、CPUボード、アダプタ・カード等）の適合性を確認するためには、

プリント配線板アッセンブリ（PWBA）が搭載されることを意図するホスト装置群から製造業者が選択した少なくとも1台の代表的なホスト装置に搭載して試験しなければならない。

ホスト装置は、代表的な製造サンプルであること。

クラスB情報技術装置に搭載することを意図するPWBAは、クラスA情報技術装置に属するホスト装置に搭載して試験をしてはならない。

PWBAに添付する説明書には、PWBAを搭載して試験・評価したホスト装置についての情報、およびPWBAがいずれの区分（クラスA情報技術装置またはクラスB情報技術装置）のホスト装置に適合しているか判別できるような情報を記載しておくこと。

8.2.1 最大放射配置の決定

事前確認測定は、許容値に対する最大妨害波の発生周波数を確認するものである。EUTの設置方法を代表する配置において、典型的な動作モード、ケーブル配置でEUTを動作させながら確認すること。

多くの有意な周波数の妨害波を調べることによって、許容値に対応する最大妨害波の周波数を確認すること。最大妨害波を発生すると予想される周波数、付属ケーブル、EUTの配置および動作モードを見極めることが可能となる。

事前確認測定は、図4から図13に従ってEUTを適切に配置すること。

最終測定は、伝導妨害波および放射妨害波の各々について、9項および10項に定める方法を用いて実施すること。

8.3 EUT配置

基準大地面に対するEUTの位置は、使用時の状態と同等とすること。すなわち、床置型装置は基準大地面上に絶縁した状態で設置し、卓上型の装置は非導電性テーブルに設置する。

壁掛け装置は卓上型EUTとして試験を実施すること。装置の置き方（向き）は通常の設定方法に合わせる。

上記タイプのEUTの組み合わせ型装置は、通常の設定方法で配置すること。卓上型および床置型の両方の型として設計された装置は、通常の設定方法が床置きである場合を除き卓上型装置として試験を実施すること。

他ユニット、ISNまたは関連装置に接続しないEUT付属の信号線の末端は、必要であれば、適切な終端インピーダンスで終端すること。

試験領域外（注：テストサイトの外あるいは基準大地面の下等）に置かれた関連装置への通信線もしくは接続線は、床に垂らし、そしてテストサイトの出口まで引き回すこと。

関連装置は通常の設置方法で設置すること。関連装置がテストサイト上に置かれる場合は、EUTに対して適用される条件で配置すること（例、大地面からの距離、床置きの場合の大地面からの絶縁、ケーブルの配置、等々）。

注）特別な大地面の要求事項は、伝導妨害波測定については9.4項、放射妨害波測定については10.4.4項、特別な試験配置については9.5項および10.5項で規定する。

図4から図13は試験配置例と手引きのみである。文中で記述された要求事項が優先する。

8.3.1 卓上型装置の配置

一般条件は8.3項を適用する。

卓上型装置は非導電性テーブルに配置すること。テーブル寸法は通常1.5m×1.0mとするが、最終的にはEUTの水平方向の寸法に依存する。

EUTシステムを構成する全ての装置ユニット（EUT並びに接続された周辺装置および関連装置または機器）は、隣接するユニットとの間隔を通常0.1mとして配置すること（図4を参照）。ユニットが通常積み重ねて置かれる場合、そのユニットは他ユニットの上に直接配置すること（例、モニタとデスクトップPC）、そしてEUT配列の後ろ側に配置すること（図4に示された周辺機器の位置1または2）。

配置の後ろ側は、可能な場合もしくは通常の使用状態であるならば、テーブルの後面に沿って配列することが望ましい。このことは、テーブルの拡張を必要とする場合もある。後面に沿った配置ができない場合、追加のユニットは図4に示すようにテーブルの両サイドの周りに配置する。位置1および位置2は、図4のように二つまでのユニットに使用すること。二つを越えるユニットで、各々が通常近接配置しない場合、試験配置におけるユニットの間隔は實際上可能な限り0.1mという距離を維持すること。

ユニット間のケーブルはテーブルの後面で垂れ下げること。ケーブルが水平大地面（または床面）に0.4mより近づく場合、ケーブルの余長を中心付近で0.4m以内に束ね、束ねたケーブルの高さは水平基準大地面上で少なくとも0.4mとなること。

キーボード、マウス、マイクロフォン等のような機器のケーブルは、通常使用するように配置すること。

外部電源供給ユニットの配置は下記に従うこと：

- a) 外部電源供給ユニットの電源入力線の長さが 0.8m を超える場合、外部電源供給ユニットをホストユニットから通常 0.1m 離して卓上に配置すること。
- b) 外部電源供給ユニットの電源入力線の長さが 0.8m より短い場合、外部電源供給ユニットを入力電源コードが大地面上で垂直方向に十分に伸ばしきるような高さに配置すること。
- c) 電源プラグが外部電源供給ユニットに組み込まれている場合、そのユニットを卓上に配置すること。外部電源供給ユニットと電源（テストサイトの EUT 用電源）の間に延長コードを使用すること。延長コードは、外部電源供給ユニットと電源の間で最短の経路になるように接続すること。

上記の配置で、EUT と外部電源供給ユニット間のケーブルは、EUT の各機器を接続するケーブルと同様に配置すること。

8.3.2 床置型装置の配置

一般条件は 8.3 項を適用する。

EUT は水平基準大地面に通常使用される置き方で、また、15cm 以下の絶縁材で基準大地面の金属面との接触を分離して配置すること。

ケーブルは水平基準大地面から絶縁すること（15cm 以内で）。装置の接地が指定されている場合、水平大地面にボンディングすること。

ユニット間のケーブル（EUT を構成するユニット間、EUT と関連装置間）は、水平基準金属面から絶縁された状態で水平基準金属面に垂れ下げる。ケーブルの余長を中心付近で 0.4m 以内に束ねるか、または蛇行させて配置すること。

ユニット間のケーブルが水平基準面に垂れ下げる程の十分な長さではないが水平基準面に 0.4m より近づく場合、ケーブルの余長を中心付近で 0.4m 以内に束ねること。束ねたケーブルは、水平基準大地面上 0.4m、または、水平基準大地面に 0.4m より近づく場合はケーブルコネクタの位置の高さに配置すること（図 8 および図 11 を参照）。

ケーブルラックを有する装置の場合、ケーブルラックの数は代表的な設置方法とすること。ケーブルラックは非導電性で、装置の最も近い部分と最も近接する垂直ケーブルの間隔を 0.2m に維持すること。ケーブルラック構造物が導電性の場合、装置の最も近い部分とケーブルラックの間隔を少なくとも 0.2m とすること。

8.3.3 卓上型装置と床置型装置との組み合わせの配置

8.3.1項および8.3.2項に加えて下記の要求事項を適用すること。

卓上型装置と床置型装置の間を接続するケーブルは、ケーブルの余長を 0.4m 以内に束ねること。束ねたケーブルは、水平基準大地面上 0.4m、または、水平基準大地面に 0.4m より近づく場合はケーブル入力／接続位置の高さに配置すること（図9を参照）。

8.4 EUTの動作

EUTの動作条件は、最も高い放射レベルとなるであろうEUTの代表的な使用例に従って製造者が決定すること。決定された動作モードと、その条件の根拠をテストレポートに記載すること。数種類のITEに関する推奨動作モードを付則Gに示している。

EUTについては、設計された定格（定常）動作電圧、および規定の負荷条件（機械的、電氣的またはその両方）で動作させなければならない。可能な場合、通常、実負荷を使用すること。シミュレータを使用する場合には、シミュレータは無線周波特性および機能特性が実負荷と同等であること。

装置を動作させる試験プログラムやその他の手段は、全てのシステムからの妨害波を測定できるようにシステムの各部を動作させるものであること。例えば、コンピュータシステムのテープおよびディスク装置は、読み取り／書き込み／消去の一連の動作手順を用意しておき、記憶装置はアドレッシングを行い、機械的動作を行う装置は的確な動作を実施させること。画像表示装置は、付則Gに従って動作させること。EUTが他の装置と機能的に相互に関連するものである場合には、実際のインタフェース装置の利用が望ましい。

8.4.1 多機能装置の動作

本規格の異なる項目、および／または他規格が同時に適用される多機能装置は、装置内に手を加えること無くそれぞれの機能を分離して動作させることができるのであれば、それぞれの機能毎に分離して試験すること。このように試験された装置は、各機能が関連の項目／規格の要求事項を満たしているならば、全ての項目／規格の要求事項に適合していると判断できる。例えば、放送受信機能付のパーソナルコンピュータは、装置が通常動作で各機能を分離して動作できる場合、放送受信機能を停止して本答申案に従って試験を実施し、更に、放送受信機能を動作させて「情報通信技術審議会答申CISPR13国内規格」に従った試験を実施すること。

各機能を分離動作させて試験を実施することが現実的でない装置の場合、または特定機能を分離してしまうとその主要機能を果たすことが出来なくなる場合、もしくは、いくつかの機能の同時動作が測定時間の節約となる場合、その装置は必要な機能を動作させた状態で関連する項目／規格に関する規定を満たすならば適合していると判断できる。例えば、放送受信機能付のパーソナルコンピュータがコンピュータ機能から放送受信機能を分離して動作できない場合、そのパーソナルコンピュータは

本答申案および「情報通信技術審議会答申CISPR13国内規格」の要求事項に従ってコンピュータ機能と放送受信機能を共に動作させて試験を実施してもよい。

ある規格において、特定のポートまたは周波数を除くことを許容する場合、多機能装置の関連機能が異なった規格に対して試験される場合でも、同じく除くことを許容してもよい（例えば、放送受信機能を含む装置を本答申案に従って試験する際に局発の基本波と高調波の周波数を除く）。同様に、特別の終端が必要な場合がある、例えば、本答申案に従った測定で、放送受信機のアンテナポートはそのポートに対する設計インピーダンスに等しい無誘導抵抗で終端する必要がある。

注) 局発から発生する妨害は、同調受信周波数／チャンネルを変化することで他妨害源と区別することができる。

上記の処置方法にかかわらず、

- 「情報通信技術審議会答申CISPR13国内規格」による電源ポートの妨害電圧測定は、EUTが本答申案の関連する許容値に適合しているならば除外してもよい。
- 「情報通信技術審議会答申CISPR13国内規格」による妨害電力測定は、EUTが本答申案の放射妨害波の電界強度許容値に適合しているならば除外してもよい。
- 「情報通信技術審議会答申CISPR13国内規格」による放射妨害波の電界強度測定は、EUTからのすべての放射妨害波が本答申案の関連する許容値に適合しているならば除外してもよい。

9. 電源ポートおよび通信ポートにおける伝導妨害波の測定法

9.1 測定用検波器

測定には、9.2項に記述される準尖頭値検波器および平均値検波器を使用すること。2種類の検波器を一つの受信機に組み込み、準尖頭値および平均値検波器を交互に使用して測定してもよい。

注) 伝導妨害波の測定はシールド室内で行うことが望ましい。

試験時間を短縮するために、尖頭値検波器を準尖頭値検波受信機または平均値検波受信機の代わりに使用してもよい。疑義が生じた場合には、準尖頭値許容値の測定には、準尖頭値検波受信機が優先され、平均値許容値の測定には、平均値検波受信機が優先される。（付則B、参照）

9.2 測定用受信機

準尖頭値検波器付き受信機は、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第1編4項に従ったものでなければならない。

平均値検波器付き受信機は、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1」第1編6項に従い、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1」第1編4項の規定に従った6 dBの帯域幅を持つものでなければならない。

尖頭値検波器付き受信機は、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1」第1編5項に従い、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1」第1編4項の規定に従った6 dBの帯域幅を持つものでなければならない。

9.3 擬似電源回路網 (AMN)

伝導妨害波電圧測定点において、電源供給線と大地間の高周波での規定されたインピーダンスを得るため、および電源供給線側からの外来雑音から供試回路を分離するために擬似電源回路網 (AMN) が必要である。

AMNには「情報通信技術審議会答申CISPR16-1」第2編4.2項、4.3項に規定される公称インピーダンス ($50\ \Omega / 50\ \mu\text{H}$ または $50\ \Omega / 50\ \mu\text{H} + 5\ \Omega$) を持ったネットワークを使用すること。

伝導妨害波は、基準大地面とそれぞれの電線(電圧側電線、接地側電線、中性線など)の間で測定すること。両方の測定値は、適用する許容値の範囲内であること。

放送波が伝導性周囲雑音として侵入してくるため、周波数によっては測定が不可能な場合がある。このような場合、適切な無線周波フィルタをAMNと供給電源の間に挿入するか、電磁シールド室で測定を行うこと。無線周波フィルタを構成する部品は測定システムの基準接地点に直接接続した金属ケースに収納しておくこと。追加の無線周波フィルタを接続した場合でも、測定周波数におけるAMNのインピーダンス要求条件を満足すること。

9.4 基準大地面

垂直または水平の基準大地面はEUTの境界から少なくとも0.5m外側に広げておき、その最小寸法を2m×2mとすること。

AMNおよび擬似通信回路網 (ISN) の基準接地点は、できる限り短い導線を用いて基準大地面に接続しておくこと。

9.5 EUTの試験配置

9.5.1 概要

測定する装置の電源コードは擬似電源回路網 (AMN) に接続すること。EUTがシステムの場合、即ち1台以上のホスト装置を持つITEの集合体であって、ITEが各々電源コードを持つ場合、AMNの接続先は次の規定によって決定される。

- a) 標準設計の電源プラグ (例えばJISC8303) で端末処理してある各電源コードは、個別に試験すること。
- b) 製造業者によってホスト装置を経由して接続するように規定されていない電源コードまたは端子は、個別に試験すること。

- c) 製造業者によってホスト装置または他の電力供給装置を経由して接続するように規定されている電源コードまたは現場配線端子は、当該ホスト装置または他の電力供給装置に接続すること。さらに、当該ホスト装置または他の電力供給装置の電源コードもしくは電源ポートをAMNへ接続し、試験すること。
- d) 特別な接続が規定されている場合、製造業者は、接続を効果的にするために必要な治具を、この試験のために用意すること。

AMNは、供試装置の境界から 0.8m になるように離しておき、基準大地面の上に配置されたAMNに対する基準大地面にボンディングすること。この距離はAMNとEUTとのもっとも近接した間隔である。他のEUTや関連装置はAMNから少なくとも、0.8m 以上離しておくこと。

代替法として、AMNを基準大地面の下に配置して、電源コードをAMNに直接接続するか、または基準大地面の上に搭載したテーブルタップに接続してもよい。基準大地面の下に配置したAMNに電源コードを接続する場合は、AMNの上に位置する基準大地面とEUTとのもっとも近い間隔が0.8m になるように離しておくこと。AMNに接続したテーブルタップを使用するときは、AMNに対するインピーダンス要求はテーブルタップを接続した状態で適合すること。また、EUTの電源コードをテーブルタップに接続した点とEUTとのもっとも近い間隔が 0.8m になるように離しておくこと。

電源コードが製造業者によって用意されている場合、この電源コードは 1m の長さとするか、または 1m を超える長さのときは、できる限り余分な電源コードを、0.4m を超えない長さで前後に折って束ねること。電源コードが製造業者によって規定されていない場合または用意されていない場合は、1m のケーブルをEUTとAMNの間に接続すること。

供試装置の中の他の装置の電源コードはすべて第二のAMNに接続すること。測定する装置のAMNを基準大地面に対して接続するのと同じ方法で、第二のAMNも基準大地面にボンディングする。AMNの定格を超えないかぎり、複数のコンセントを持つテーブルタップを使用して、複数の電源コードを1台のAMNに接続してもよい。またはAMNを追加して使用してもよいが、この場合、いずれのAMNといずれのユニットとのもっとも近い間隔はどこでも 0.8m 以上であること。

電源ポートの伝導妨害波を測定するとき、通信ポートや信号ポートは適切な関連装置または代表的な終端器を使用して正しく終端すること。電源ポートの伝導妨害波を測定するとき、ISNを通信ポートに接続する場合には、ISNの受信機との接続ポートは50Ωで終端し、そのLCLはそのポートが接続される通信網の代表的な値であること。(例えばカテゴリ5)

ISNを使用して通信ポートを測定するときは、ISNはEUTから 0.8m 離して基準大地面にボンディングすること。EUTの他の装置も、ISNから少なくとも 0.8m 以上離しておくこと。

安全のために接地接続が要求されている場合、接地はAMNの基準接地点で接続すること。接地線が製造業者によって規定されていない場合または用意されていない場合は、接地線は 1m の長さで、0.1m 以下の間隔で電源供給線と平行に配線すること。

他の接地接続（例えばEMCを目的とする）が、安全接地接続用と同じ端子に接続するように製造業者によって規定されまたは供給されている場合は、それらを同様にAMNの基準接地点に接続すること。

9.5.2 卓上型装置の配置

8.3.1、および9.5.1の一般条件を適用する。

二種類の試験配置がある。

(1) 試験配置 1：垂直基準大地面を使用して試験する。

EUTは水平基準大地面から 0.8m の高さの非導電性テーブル上に設置すること。EUTの裏面は垂直基準大地面から 0.4m 離して設置すること。垂直基準大地面は水平基準大地面にボンディングすること。したがって、使用するAMNやISNは垂直基準大地面または基準大地面とみなされる他の金属面のいずれか一方にボンディングしてよい。配置例を図5(試験配置1a)、図6(試験配置1b)に示す。

(2) 試験配置 2：水平基準大地面を使用して試験する。（例えばオープンテストサイト（OATS）やシールド室）

EUTは水平基準大地面から高さ 0.4m の非導電性テーブル上に設置すること。配置例を図7に示す。

いずれの場合も、EUTは、当該EUTや関連装置の一部ではない他の金属面や大地面から少なくとも0.8m離しておくこと。

どちらの試験方法を測定に使用したかを、テストレポートに記載すること。

さらに、

- AMNをEUTから 0.8m 離しておくことという基準に合わせるため、卓上型装置の試験中、AMNをテーブルの横に配置しなければならないことがある。
- 信号ケーブルは、できるだけ、全長にわたって基準大地面から 0.4m 離して配置すること。（必要なら非導電性の支持台を使用して）

さらに、試験配置 2 に対して

- インタフェースケーブルをテーブルの裏側に垂らす場合、超過する部分は中心部で束にして 0.4m

以下に折り込んで、その束がテーブル上にくるようにすること。

配置例を図4～図7に示す。

9.5.3 床置型装置の配置

8.3.2および、9.5.1の一般条件を適用する。

配置例を図8と図12に示す。

9.5.4 卓上型装置と床置型装置の組み合わせの配置

卓上型装置の試験配置は9.5.2によること。

床置型装置の試験配置は9.5.3によること。

配置例を図9に示す。

9.6 通信ポートにおける伝導妨害波の測定法

この試験の目的は、EUTの通信ポートから放射されるコモンモード妨害波を測定することである。希望信号がコモンモード妨害波の一因となる場合もある。希望信号から生成されるコモンモード妨害波は、付則Eに述べられている要因を適切に考慮することにより、(通信の) インタフェース技術の設計段階で制御することができる。

9.6.1 適合確認方法

測定は、通信ポートにおいて、対地不平衡減衰量(LCL)が9.6.2項で定められたISNを用いて実施すること。

製造業者は、ユーザに提供する装置説明書に定めたケーブル分類に従ったISNを用いて試験した際に、装置が表3および表4の許容値を超えないことを示さなければならない。

議論が生じた場合、適切なISNを使用する9.6.2項の適合確認方法を優先する。

注) 平衡対ケーブルのカテゴリは、低速から高速までの通信システムにどのような平衡対ケーブルを適用すればよいのかを明確にするため、各種の平衡対ケーブルが有する電気的特性に基づいてケーブルを分類したものである。

一般的に使用されている通信ケーブルのカテゴリを表9に示す。

表9 平衡対ケーブルのカテゴリ

区 分	内 容
カテゴリ 1 および 2	<ul style="list-style-type: none"> ・音声や低速のデータ伝送に使用される。 ・一般にLANでは使用されない。 例) 通常の電話線など。
カテゴリ 3	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル特性：16 MHzまでの信号伝送。 ・10 Mbpsまでのデータ伝送に使用される。 例) IEEE 802.3 10BASE-T、IEEE 802.5 トークンリングの4MbpsのUTP*)版、25 MbpsのATM-LAN/100VG-Any LAN。 *)UTP: Unshielded twist-pair cable
カテゴリ 4	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル特性：20 MHzまでの信号伝送。 ・16 Mbpsまでのデータ伝送に使用される。 例) IEEE 802.5 トークンリングの16 MbpsのUTP版
カテゴリ 5	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル特性：100 MHzまでの信号伝送。 ・100 Mbpsまでのデータ伝送に使用される。 例) CDDI*)、100BASE-TX、156 MbpsのATM-LAN、1000BASE-T *)CCDI: Copper Distributed Data Interface
カテゴリ 6	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル特性：250 MHzまでの信号伝送。 ・1 Gbpsまでのデータ伝送に使用される。 例) 1000BASE-TX、1.2 GbpsのATM-LAN

参照) J I S X 5 1 5 0 : 2 0 0 4

9.6.2 擬似通信回路網 (I S N)

通信ポートの伝導妨害波を測定する際は、9.3項に基づくAMNを経由して電源電圧をEUTに供給すること。

シールドのない平衡2対線のコモンモード(非対称モード)電流または電圧の妨害波の評価は、通信ポートにケーブルを介してISNを接続した状態で実施すること。このISNは、妨害波測定中に通信ポート側から見たコモンモード終端インピーダンスを定めるものであること。ISNは、EUTとEUTの動作に必要な補助装置/関連装置(AE)または負荷との間の信号ケーブルに挿入し、EUTの通常の動作に影響を与えないこと。

ISNの構造は試験対象の通信ポートの構成に依存するため、汎用的に使用可能なISNを規定することはこれまでのところ不可能である。不平衡ケーブルに適したISNが明確になるまでの間、このようなケーブルにはISNの代わりにAEや擬似装置を接続することを許容する。(測定に使用した)実際の負荷ならびにコモンモードインピーダンスを測定した結果を試験報告書に記載すること。どのような場合でも、EUTは表3および表4の許容値に適合していること。

電流プローブを使用する場合、当該ケーブルを接続部分から取り外すことなく、測定するケーブルにそれを装着できること。電流プローブには共振のない均一な周波数特性を有し、一次巻線を通れる動作電流によって飽和することなく機能するものでなければならない。

電流プローブを使用する場合、I S Nから 0.1m 以内で離してケーブルに装着すること。電流プローブの挿入インピーダンスは1 Ω以下でなければならない（「情報通信技術審議会答申CISPR16-1」第2編5.1項参照）。

I S Nは以下のような特性をもつこと。I S Nは、E U TやA Eを接続するために必要なあらゆるアダプタを含めて校正する。

- a) 周波数範囲 0.15～30MHzのコモンモード終端インピーダンスは150Ω±20Ω、位相角は0°±20°であること。
- b) I S Nは供試通信ポートに接続されたA Eまたは負荷からの妨害波を分離できること。I S Nにおける、A Eから発生するコモンモード妨害波電流または電圧の減衰は、測定用受信機の入力において、これらの妨害波の測定レベルが、少なくとも許容値より10dB以上低いものであること。

A Eから発生するコモンモード妨害波電流または電圧の望ましい分離度は、

- 150kHz～1.5MHzの範囲では35～55dB以上(周波数の対数に対して直線的に増加)
- 1.5MHz～30MHzの範囲では、55dB以上

注) 分離度とは、結果的にI S Nの供試ポートに現れるA Eから発生するコモンモード妨害波の減衰の度合である。

- c)1) カテゴリ6(またはこれ以上)のシールドのない平衡対線ケーブルに接続するポートでの測定に使用するI S N

不平衡減衰量(LCL)の周波数f(MHz)に対する変動は下記の方程式によって規定すること。

$$LCL(dB) = 75 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

150kHzから2MHzの範囲では、±3dB

2MHz から 30MHzの範囲では、-3dB/+6dB

- c)2) カテゴリ5(またはこれ以上)のシールドのない平衡対線ケーブルに接続するポートでの測定に使用するI S N

不平衡減衰量 (LCL) の周波数f (MHz)に対する変動は下記の方程式によって規定すること。

$$LCL(dB) = 65 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

150kHzから2MHzの範囲では、±3 dB

2 MHz から 30 MHzの範囲では、-3dB/+4.5 dB

c)3) カテゴリ 3 (またはこれ以上)のシールドのない平衡対線ケーブルに接続するポートでの測定に使用する I S N

不平衡減衰量 (LCL) の周波数 f (MHz)に対する変動は下記の方程式によって規定すること。

$$LCL(dB) = 55 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

150kHzから30MHzの範囲で、±3 dB

c)4) 平衡度の悪いケーブルに接続するポートでの測定に使用する I S N

カテゴリ 1 およびカテゴリ 2 のケーブル接続を意図した通信ポートの場合は、カテゴリ 3 の I S N を使用すること。議論が生じた場合、付則C.1.3の適合確認方法を優先する。

注1) 上記の不平衡減衰量 (LCL) と周波数 f (MHz)に対する仕様は、代表的な環境に設置される典型的なシールドのない平衡ケーブルのLCLの近似値である。カテゴリ 3 ケーブル(9.6.2 c)3)項)は代表的な通信アクセス網のLCLの代表値とみなされる。これらは継続して検討中であり、将来の修正がありうる。

注2) 関連する不確かさについては検討中であり、その作業後にC I S P R 1 6 - 3 ³⁾の参照が追加されることになる。

d) I S Nの存在によって発生する、希望信号周波数帯域における減衰ひずみや信号品質の劣化は、EUTの正常な動作に大きな影響を与えないこと。

e) 電圧変換係数は下記のように定義する。

定義：電圧測定点に与えられる I S Nの電圧変換係数は

$$\text{電圧変換係数} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{cm}}{V_{mp}} \right| \text{ dB}$$

ここで、 V_{cm} は、 $I S N$ によりEUTに提供されるコモンモードインピーダンスに現れるコモンモード電圧であり、 V_{mp} は、電圧測定点で直接測定される受信電圧である。

電圧変換係数は、電圧測定ポートで直接測定された受信機電圧に加算されるものであり、その結果を表3または表4の許容値と比較する。電圧変換係数の精度は ± 1 dBであること。

³⁾ CISPR 16-3 無線妨害とイミュニティの測定装置および方法の仕様、第3部CISPR技術報告書

9.6.3 通信ポートでの測定

EUTは、図4～図9に示す卓上型装置、床置型装置、および卓上型と床置型の組み合わせの配置に従って配置すること。

LANとして使用する頻度が高い場合に信頼性のある伝導妨害波測定を行うため、LANとして使用する場合にのみ10%を超えるLAN利用条件を、最低 250ms 維持することが必要である。試験トラフィックの内容は、実際のデータ伝送（例、ランダム：圧縮または暗号化したファイル、周期的：圧縮していない画像ファイル、メモリーダンプ、スクリーン更新、ディスクイメージ）を模擬するため、周期的メッセージと擬似ランダムメッセージの両者を含む必要がある。もしLANがアイドル時間中も送信を続けている場合には、その時間についても測定を行うこと（E.3項、[7]参照）。

9.6.3.1 シールドのない平衡対線の接続を意図する平衡通信ポートの電圧測定

妨害波電圧の測定を行う場合、測定用受信機への接続に適した電圧測定ポートを備え、通信ポートのコモンモード終端インピーダンスの要求条件を満たす $I S N$ を使用すること。

シールドのない平衡1対線の妨害波電圧を測定する場合は、適切な2線用の $I S N$ を使用すること。シールドのない平衡2対線を測定する場合は、適切な4線用の $I S N$ を使用すること。平衡4対を収納するシールドのないケーブルを測定する場合は、適切な8線用の $I S N$ を使用すること。（付則Dを参照）

C.1.1項の測定方法を用いること。

5対以上の平衡線を収納するケーブルについては、9.6.3.5項を参照。

9.6.3.2 シールドのない平衡対線の接続を意図する平衡通信ポートの電流測定

シールドのない平衡1対線または平衡2対線、または平衡4対線の妨害波電流測定を行う場合、ケーブルは妨害波電圧測定と同様に終端すること。

C.1.1項の測定方法を用いること。

5対以上の平衡線を収納するケーブルについては、9.6.3.5項を参照。

9.6.3.3 シールドケーブルまたは同軸ケーブルの接続を意図する通信ポートの電圧測定

C.1.1項またはC.1.2項の測定方法を用いること。

9.6.3.4 シールドケーブルまたは同軸ケーブルの接続を意図する通信ポートの電流測定

C.1.1項またはC.1.2項の測定方法を用いること。

9.6.3.5 5対以上の平衡対線または不平衡線の接続を意図する通信ポートの測定

C.1.3項の測定方法を用いること。各周波数において、C.1.3項の方法を使用して、要求条件に適合すること。(C.1.4項は適用しない)

9.7 測定の記録

測定された妨害波について、供試装置の通信ポートおよび電源ポートの各々について、許容値に対して最大妨害波を発生する異なった周波数を少なくとも6点を記録すること。許容値より20 dB以上低いレベルの測定値は、記録する必要はない。電源ポートにおいては、測定された妨害波の記録に被測定導体を記述すること。

さらに、試験報告書には妨害波測定に使用した測定器とその関連する接続部を含めた測定の不確かさを含めること。11項を参照。

10. 放射妨害波の測定法

10.1 測定用検波器

周波数範囲30 MHz～1000 MHzでは、測定は準尖頭値測定用受信機で行うこと。

試験時間を短縮するために、準尖頭値測定用受信機の代わりに尖頭値測定用受信機を使用してもよい。疑義が生じた場合には、準尖頭値検波受信機が優先される。

10.2 1 GHz以下の測定用受信機

準尖頭値測定用受信機は「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第1編4項の要求条件に従うこと。尖頭値測定用受信機は、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第1編5項に従い「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第1編4項の規定に従った6 dBの帯域幅を持つものでなければならない。

10.3 1 GHz以下のアンテナ

アンテナは平衡型ダイポールであること。周波数が80 MHz以上の場合、アンテナは共振長とし、80 MHz未満の場合は、アンテナは80 MHz共振長と同じ長さとする。詳細については、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第4編4項を参照のこと。

注) 測定結果が許容できる精度で平衡型ダイポールアンテナと相関がとれる場合には、他のアンテナを利用してもよい。

10.3.1 アンテナと供試装置 (EUT) の距離

放射妨害波の測定は、EUTの外周線からの水平距離が6項の規定に等しくなるようにアンテナを配置して行うこと。EUTの外周線とは、EUTを取り囲んだ仮想の直線で囲まれた単純な幾何学図形で定義される。全てのITEシステム内のケーブル及び接続されているITEは、この仮想直線内に含まれること。(図2参照)

注) 高い周囲雑音、又は他の理由で、10 mでの電界強度測定ができない場合は、より近い距離、例えば3 mで、ITEのEUTの測定を行なってもよい。適合性の検討のために、測定されたデータを規定された距離に変換する場合、距離の10倍当たり20 dBの反比例係数を用いること。30 MHzに近い周波数では、近傍電界の影響のため、大きなEUTを3 mで測定する場合は注意すること。

10.3.2 アンテナと大地面の距離

アンテナは、大地面より1 mから4 mの高さの間で、各試験周波数で最大の値が得られるように調整すること。

10.3.3 アンテナと供試装置(EUT)の相対方向

最大の電界強度指示値を見つけるために、測定の間、EUTに対するアンテナの相対方向を変化させること。測定の目的のためにEUTを回転させてもよい。これが実施できない場合、EUTを固定し、EUTの周囲にアンテナを移動して測定を行う。

10.3.4 アンテナの偏波面

最大の電界強度指示値を見つけるために、測定の間、EUTに対するアンテナ偏波面を水平及び垂直に変えること。

10.4 1 GHz以下の放射妨害波測定用の測定サイト

10.4.1 共通

テストサイトは、周波数範囲30 MHz～1000 MHzにおいて、水平および垂直偏波の電界強度のサイトアッテネーション測定を実施することにより、その有効性を確認しておくこと。

送受信アンテナ間の距離は、EUTの放射妨害波測定に使用する距離と同じものであること。

10.4.2 サイトアッテネーション測定

水平及び垂直サイトアッテネーションの測定結果が理想サイト（「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第4編参照）の理論的サイトアッテネーション値の±4 dB以内である場合には、その測定サイトを適切なサイトとする。

10.4.3 オープンテストサイト

オープンテストサイトは、平坦であり、架空電線及び近接した反射物がなく、規定の距離においてアンテナの設置ができるように十分に広く、アンテナ及びEUTと反射物との間隔が十分に広いこと。反射物とは、その構成物質が導電性を持つものと定義される。テストサイトは、10.4.4項に定める水平金属大地面を備えること。図1及び図2に、これら二つのテストサイトの概要を示す。

テストサイトは、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第4編のオープンテストサイトのサイトアッテネーション要求条件を満足するものであること。

10.4.4 導電性大地面

導電性大地面は、EUTの外周線及び一番大きい測定アンテナから少なくとも1 mは外側に広がっており、EUTとアンテナ間の全面積を覆っているものであること。この大地面は、一番高い測定周波数の波長の1/10以上の大きい寸法を有する穴、又はすきまがないこと。もし測定用テストサイトのサイトアッテネーション要求条件を満足しないのであれば、更に大きい導電性大地面を必要とすることもある。

10.4.5 代替テストサイト

10.4.3項(オープンテストサイト)に述べる物理的特性をもたない他の他のテストサイトにおいて試験を実施してもよい。このような場合には、そのような代替サイトでの測定によって正当な結果が得られることを明らかにしておくこと。付則Aの規定によるサイトアッテネーション測定値が10.4.2項のサイトアッテネーション条件と10.4.4項の導電性大地面の条件を満足する場合、その代替サイトは、妨害波の試験を実施するために適していると言える。

代替サイトの一つの例は、電波吸収体を貼付した電磁シールド室である。

注) この測定法が「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第1編4項に規定された場合、付則Aは対応する手順で置き換えられる。

10.5 1 GHz以下の供試装置の試験配置

10.5.1 共通

電源ケーブルは基準大地面に垂らさなければならない。そして、電源コンセントに接続すること。

電源コンセントは基準大地面に、その基準面から飛び出さないように取り付けなければならない。AMNを使用する場合は基準大地面より下に設置すること。

10.5.2 卓上型装置の配置

8.3.1項と10.5.1項の共通条件を適用すること。

水平基準大地面（10.4.4項参照）より高さ 0.8m の非導電性テーブル上にEUTを置くこと。

配置例を図10に示す。

10.5.3 床置型装置の配置

8.3.2項と10.5.1項の共通条件を適用すること。

試験配置例を図11と図12に示す。

10.5.4 卓上型装置と床置型装置が組み合わされた装置の配置

EUTの卓上部分の配置は、10.5.2項に従うこと。EUTの床置部分の配置は、10.5.3項に従うこと。

試験配置例を図13に示す。

10.6 1GHz以上の放射妨害波の測定法

測定機器は「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第1編5項、6項の仕様に従う。

測定用アンテナは「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第4編4.6項の仕様に従う。

測定用サイトは「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第4編8項の記載内容に従う。

測定方法はCISPR16-2-3の7.3項の規定に従う。

高電圧放電現象である、アークやスパークで発生する妨害波には尖頭値許容値を適用してはならない。このような妨害は、インダクタンス内の電流を制御するスイッチ、または静電気を発生するサブシステム(例えば紙を扱う装置)をITEが持っているか、あるいは制御する場合に発生する。アークやスパークによる妨害波には、平均値許容値を適用し、ITEから発生するその他の妨害波には尖頭値許容値と平均値許容値の両方を適用する。

10.7 放射妨害波測定値の記録

測定された妨害波について、許容値に対して最大妨害波を発生する異なった周波数を少なくとも6点を記録すること。許容値より20dB以上低いレベルの測定値を記録する必要はない。測定された妨害波の記録にはアンテナの偏波面を記述すること。

さらに、試験報告書には妨害波測定に使用した測定器とその関連する接続部を含めた測定の不確か

さを含めること。11項を参照。

10.8 高レベルの周囲雑音の存在下での測定

一般的に、周囲雑音は許容値を超えてはならない。しかし、周波数によっては、放送波、人工および自然の放射源から発生する周囲雑音によって、測定点でのEUTからの放射妨害波の測定が不可能な場合がある。

規定の測定距離での周囲雑音が高い場合（第8項参照）、EUTの適合性検証のために以下の方法を用いることができる。

- a) 短い距離 d_2 で測定を行い、次の関係式を用いて規定の距離 d_1 での換算された測定値 M_1 を決定する。

$$M_1 = M_2(d_2/d_1)$$

ただし、 M_2 は短い距離 d_2 での測定値（ $\mu\text{V}/\text{m}$ ）とする。

規定の距離 d_1 における換算された測定値 M_1 を用い、第8項に規定される適合試験条件および環境条件を満たすかを調べること。

- b) 第8項に規定する周囲雑音レベルを超える（周囲雑音の測定レベルが、許容値より6dB低い値を超える）周波数帯域においては、近接する妨害波レベルから補間法を用いることでEUTの妨害波レベルを得ることができる。補間法による値は、周囲雑音に近接する妨害波が連続性を示すと見なした曲線上にあるとしている。
- c) もう一つの可能な方法として、無線送信機からの信号が存在する状態での放射妨害波の測定では、次の規定を用いてもよい（CISPR11の付則C、参照）。

準尖頭値測定用受信機の指示値の変化が、測定時に $\pm 0.5\text{dB}$ を超えないような安定した動作周波数を持ったEUTにおいては、以下の式を用いて十分な精度で放射妨害波の電界強度を計算することができる。

$$E_g^{1.1} = E_t^{1.1} - E_s^{1.1}$$

ここで、

E_g は、計算されたEUTからの放射妨害波の電界強度（ $\mu\text{V}/\text{m}$ ）

E_t は、測定された放射妨害波の電界強度（ $\mu\text{V}/\text{m}$ ）

（周囲無線送信信号との合成電界強度）

E_s は、周囲無線送信信号の電界強度（ $\mu\text{V}/\text{m}$ ）

周囲無線送信信号が、測定しようとする放射妨害波の振幅の2倍までの全振幅を有するA

M、FM音声送信機またはTV送信機からの信号である場合は、この式が有効であることが明らかになっている。

放射妨害波の周波数、振幅レベルが安定していないEUTの場合や移動無線機等、振幅レベルが変動する無線送信機からの信号を避けることができない場合には、この式の利用は制限を受ける。このような場合の放射妨害波測定にあたっては、掃引受信機またはスペクトラムアナライザを使用すべきであり、上記の式の利用は適切ではない。

10.9 ユーザ設置場所でのテスト

場合によっては、ユーザ設置場所でクラスA ITEの測定が必要である。この場合、ユーザの敷地の境界で測定を行うのが好ましい。もし、EUTから敷地の境界までの距離が10m未満の場合、測定はEUTから10mの距離で行うこと。

この適合性の検証法は、設置場所の特性が測定に影響を与えるので、設置場所固有なものとなる。すでにタイプ試験で適合しているITEをシステムに追加しても、この設置場所の適合状態の評価は無効とはならない。

この測定法は物理的に大きなITE（例えば、通信センタ装置）の適合評価に使用できないことがある。このような装置の測定法及び許容値は検討中である。

11. 測定の不確かさ

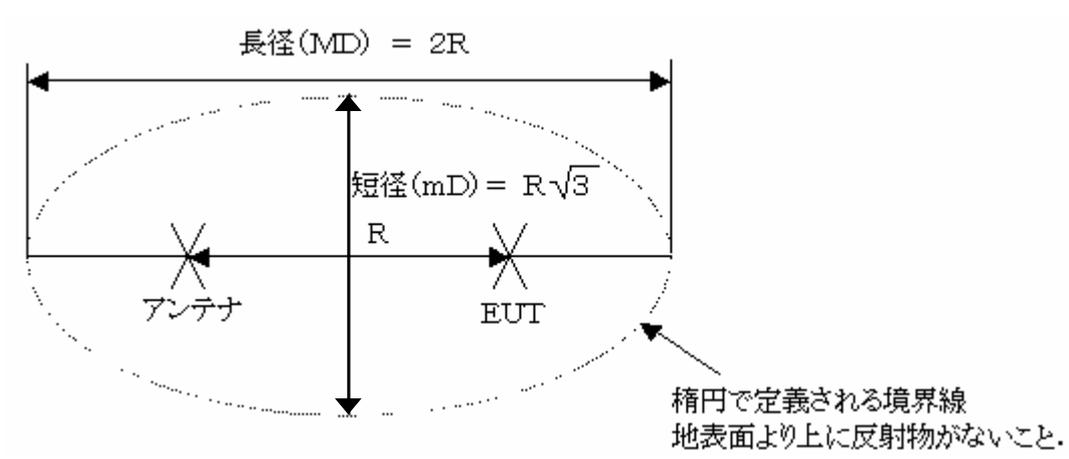
ITEからの放射妨害波測定結果は、CISPR16-4-2の測定装置の不確かさに対する事項を参照しなければならない。

この規格の許容値に適合していることの決定は、適合性評価測定結果に基づいて行われること。測定装置の不確かさは考慮しないこと。しかしながら、測定装置および測定系に関連する様々な不確かさを計算し、測定結果と不確かさの計算結果の両方を試験報告書に記載すること。

注) 設置場所試験においては、測定場所に係わる不確かさの要因は不確かさの計算から除く。

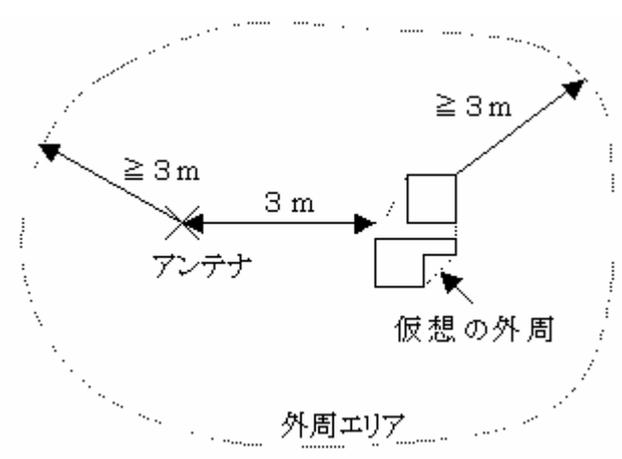
表10 図中に用いた頭字語

AE	関連装置
AMN	擬似電源回路網
EUT	供試装置
ISN	擬似通信回路網



注) テストサイトの特性については10.4項を、測定距離Rの値については第6項も参照のこと。

図1 テストサイト

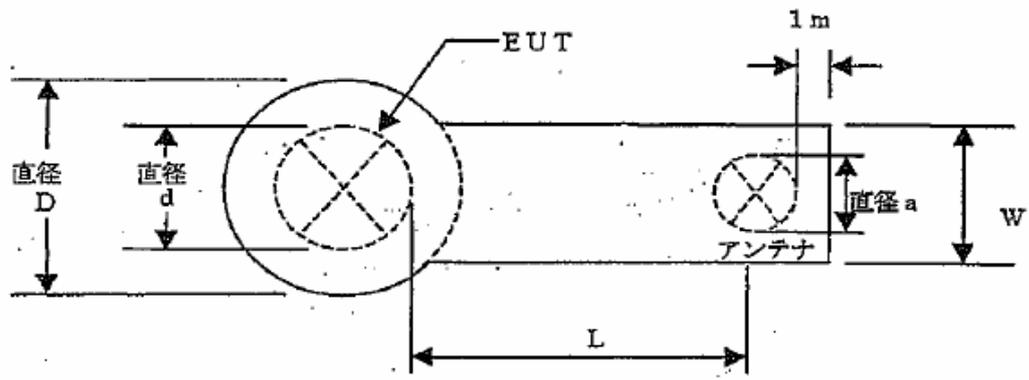


この図に従った外周エリアによって大地面上に定義され、EUTまたはアンテナのいずれか高い方から3m以上の高さにある水平面によって定義される空間の内部に、反射物があってはならない。

注) 標準テストサイト（測定距離10m）に代わるテストサイトの適用については、10.4.3項を参照。

また、供試装置（EUT）の仮想の外周線については、10.3.1項を参照のこと

図2 代替テストサイトの最小寸法



$D = d + 2\text{m}$: d はEUTの最大寸法
 $W = a + 2\text{m}$: a はアンテナの最大寸法
 $L = 3\text{m}$ または 10m

図3 金属大地面の最小寸法

垂直規準大地面(伝導のみ一試験配置1)

注:

1. 伝導妨害波測定では、電源はAMNを通して供給される。
2. 一部のケーブルは、簡単化のため省略されている。

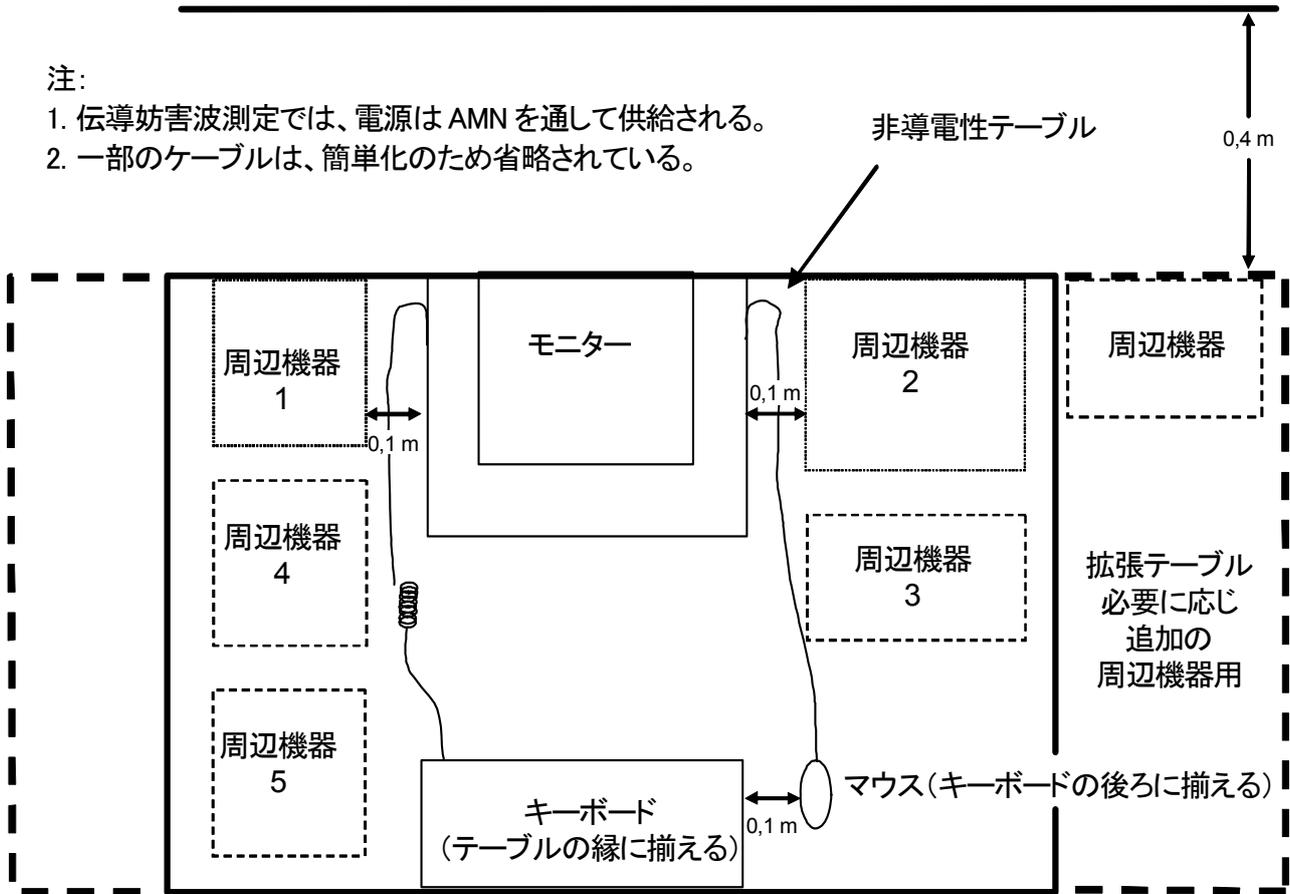


図4-卓上型装置の試験配置例
(伝導および放射妨害波測定)(平面図)

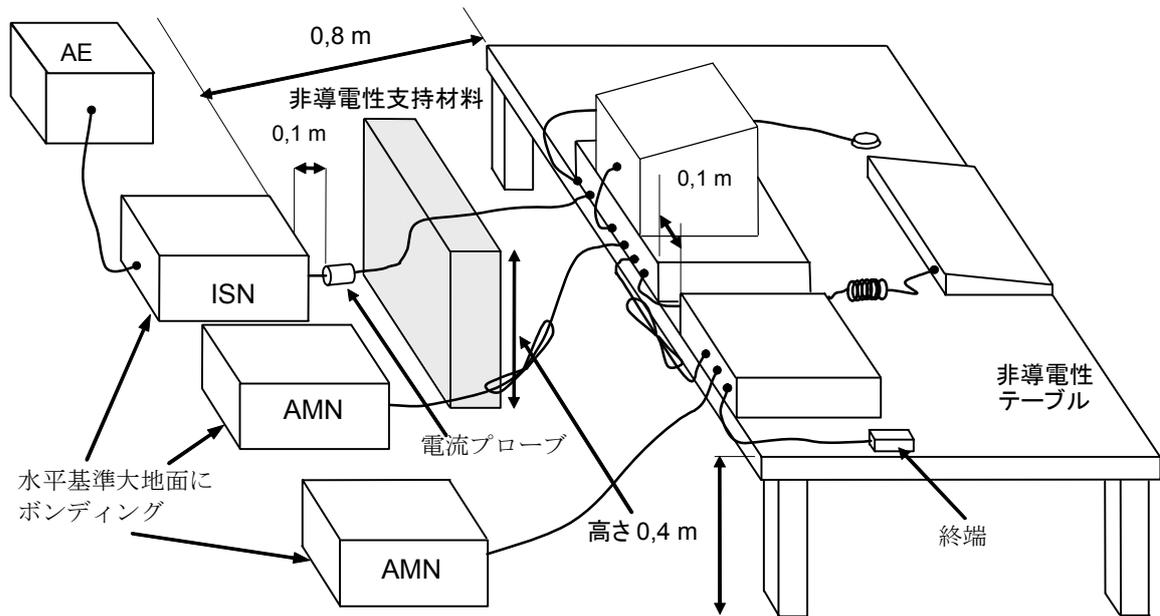


図7-卓上型装置の試験配置例
(伝導妨害波測定 - 試験配置2)

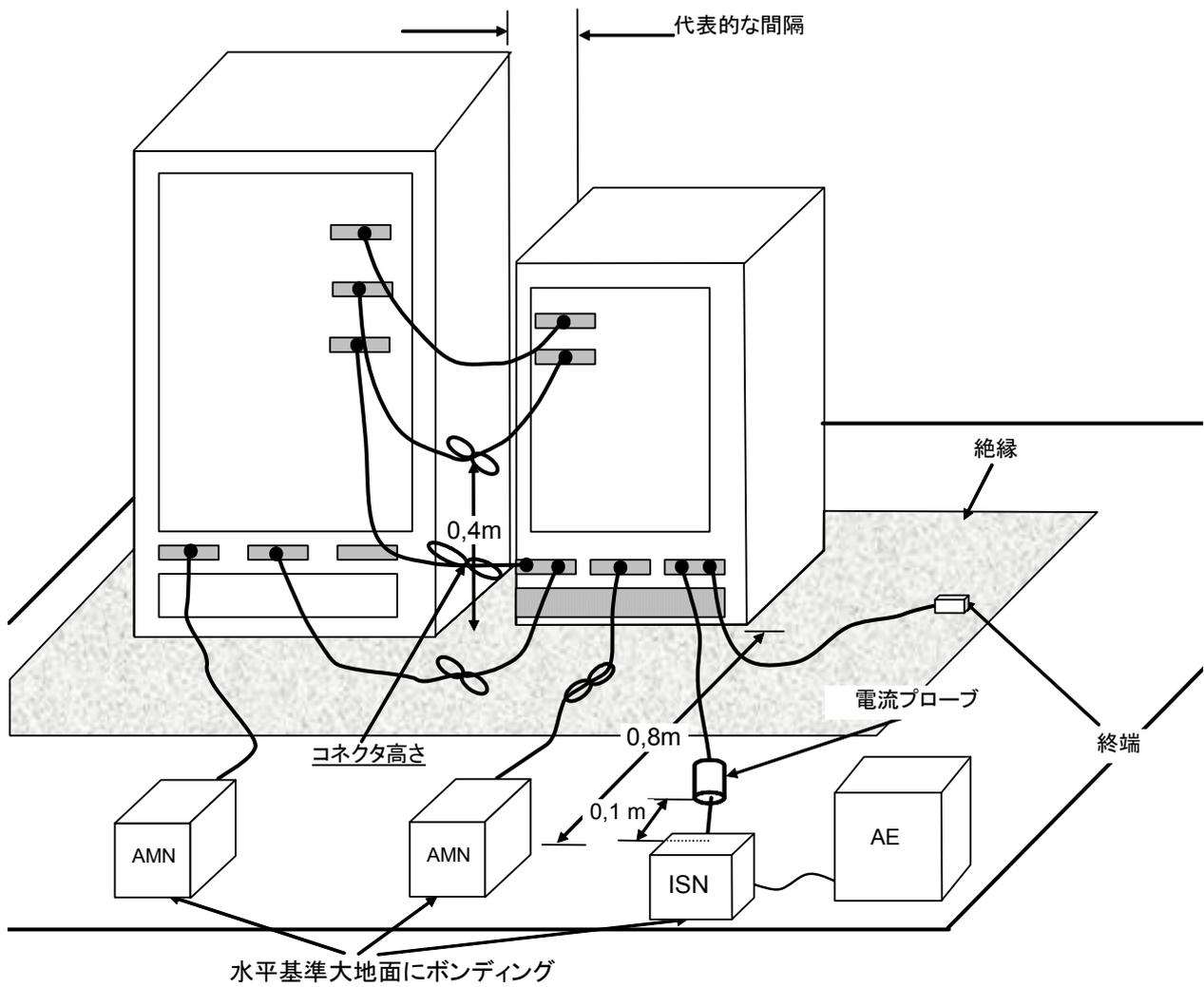


図 8 - 床置型装置の試験配置例
(伝導妨害波測定)

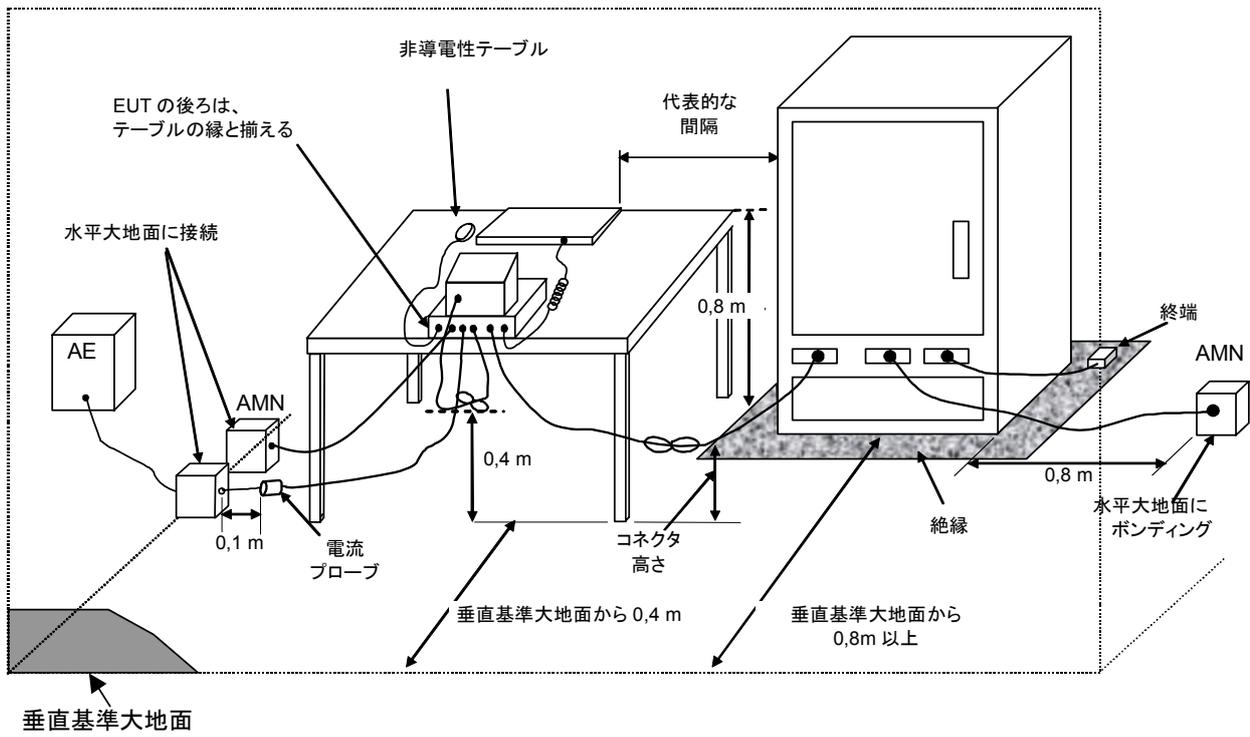


図9-卓上型装置と床置型装置との組み合わせの試験配置例
(伝導妨害波測定)

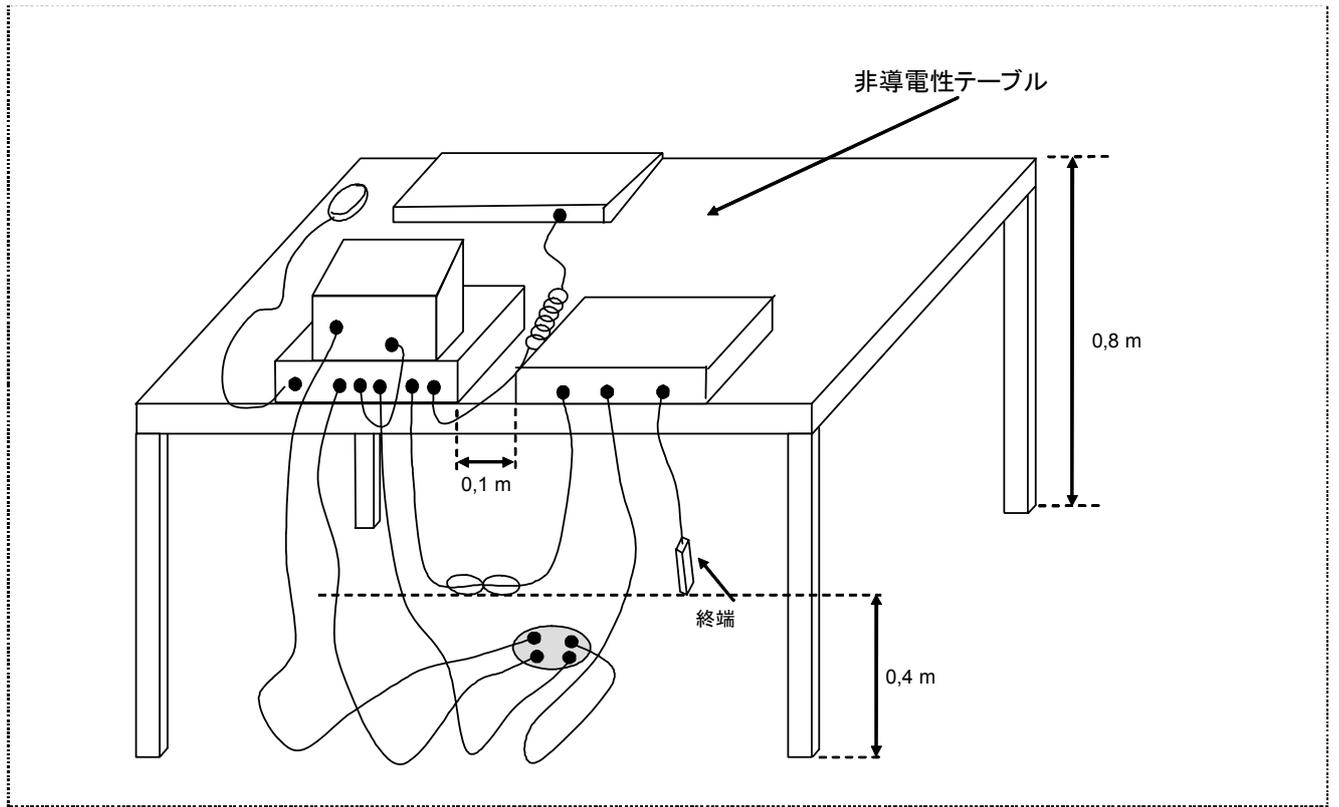


図 10- 卓上型装置の試験配置例
(放射妨害波測定)

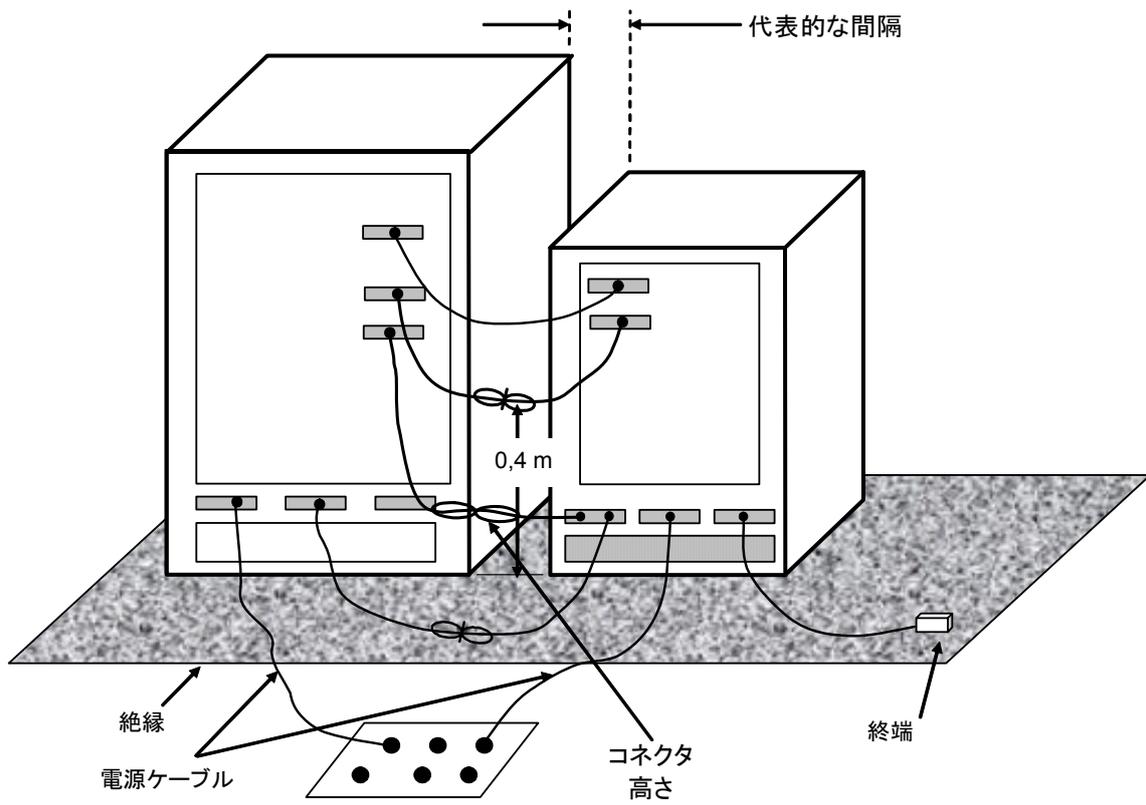
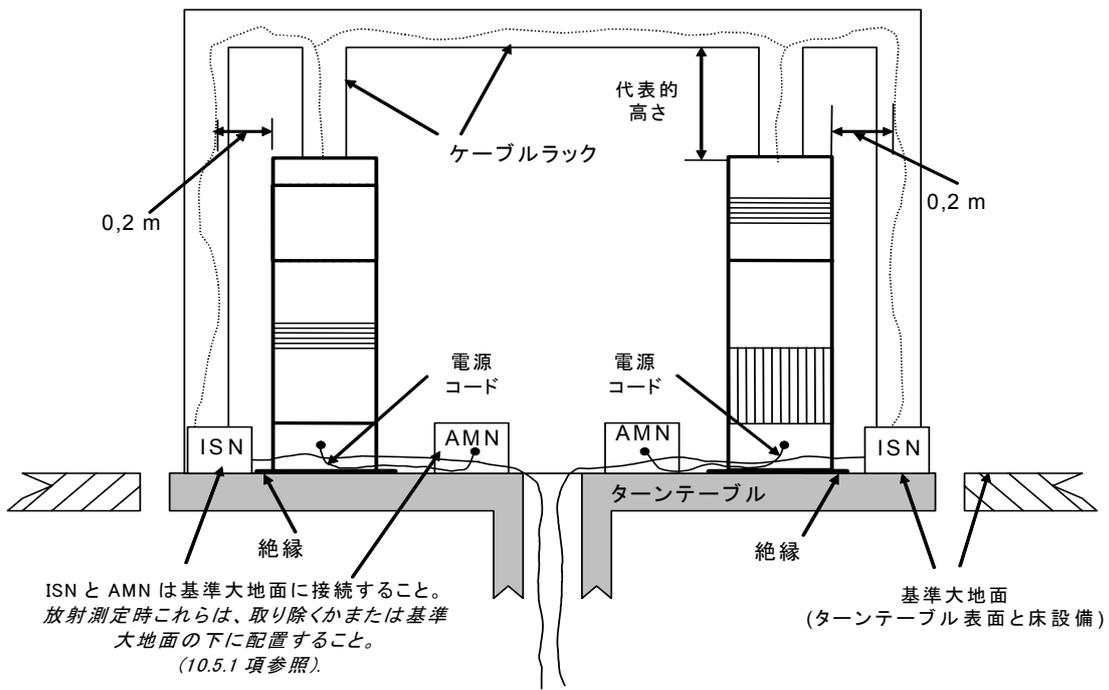
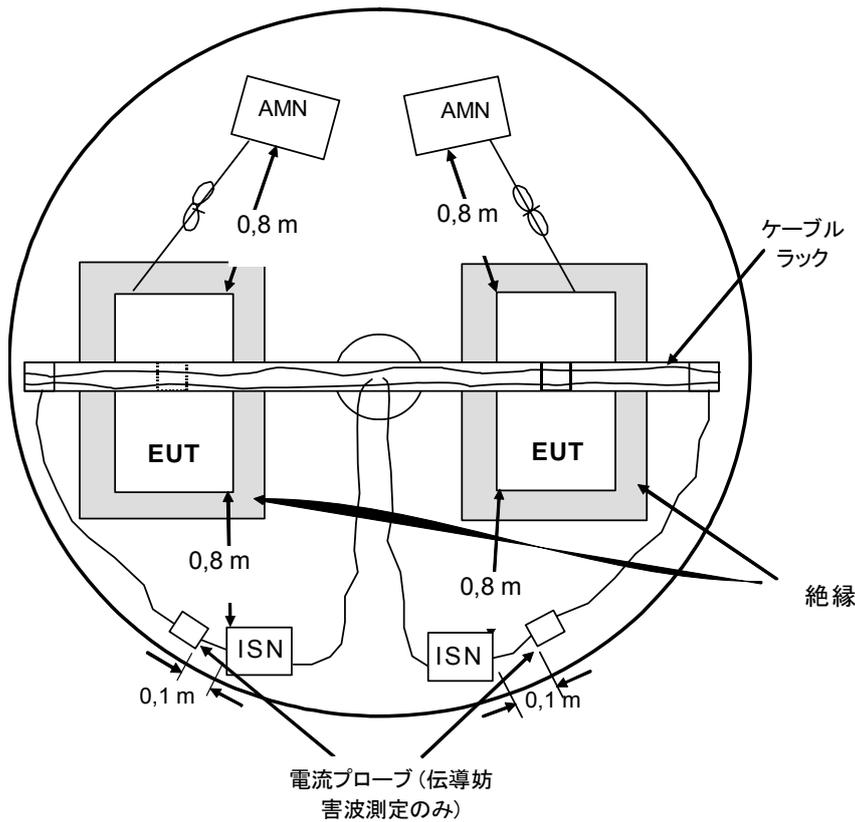


図 1 1 - 床置型装置の試験配置例
(放射妨害波測定)



遠隔周辺装置や補助装置への I/O 信号ケーブル。
 要求されている場合、適切なインピーダンスで終端することができる。

側面図



平面図

図 1 2-床置型装置 (架上配線) の試験配置例
 (伝導および放射妨害波測定)

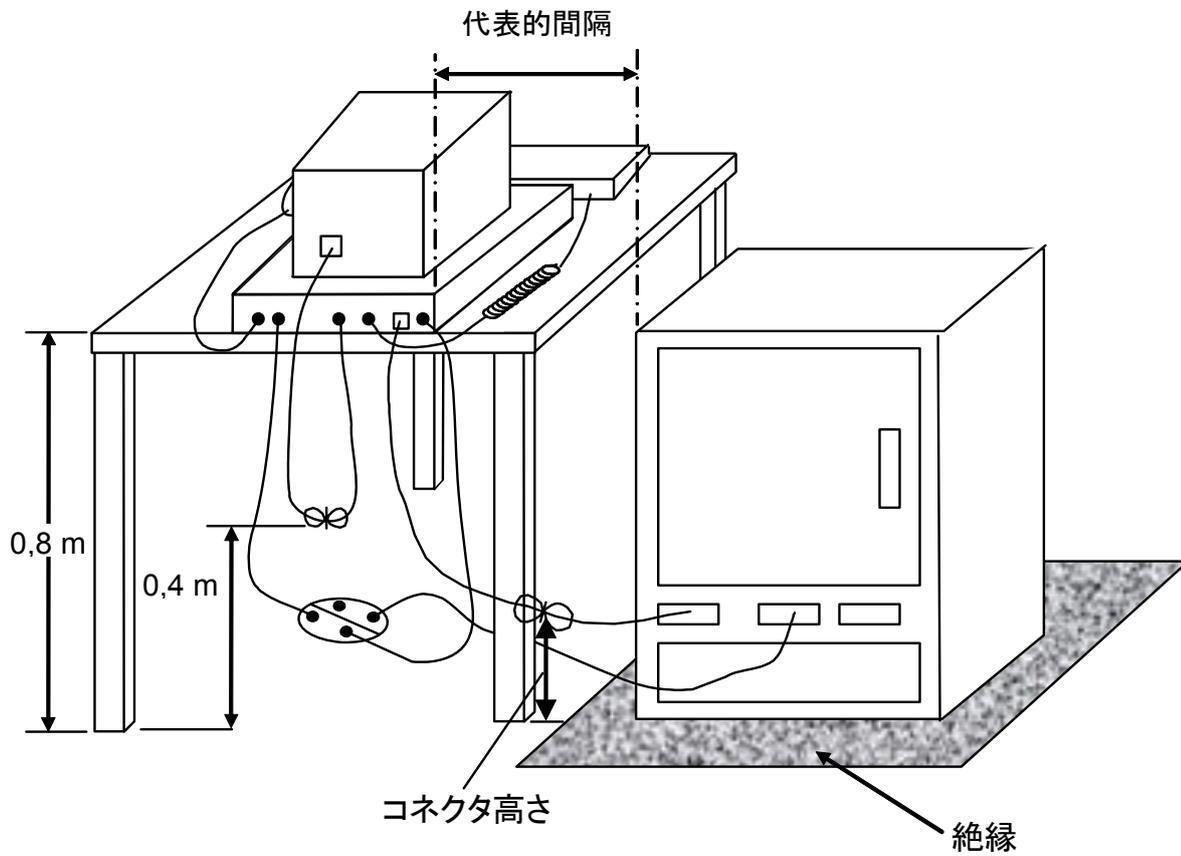


図 1 3 - 試験配置例 卓上型装置と床置型装置との組み合わせ
(放射妨害波測定)

付則A（規定）

代替テストサイトの正規化サイトアッテネーション測定法

代替テストサイトにおいては、その設備の天井や壁を構成する構造材または電波吸収材からの反射波の影響を見付けるのに、1回のNSA測定だけでは不十分である。このようなサイトでは、例えばターンテーブルを用いて、最大寸法の被測定装置あるいは被測定システムをその中心の周りに360°回転させた軌跡によって作られる体積を“試験体積”と定義する。

代替テストサイトの適合性確認試験は、原則として、表A.1および表A.2に従って半波長同調ダイポールアンテナを用いて水平偏波および垂直偏波でNSAを測定する。この場合、図A.1 a、図A.1 bに示されている水平面内で5箇所（中央、および中央から測定アンテナを結ぶ直線に関して前後左右）、2種類の偏波（水平および垂直）、1種類の高さ（水平偏波に関して2 m、垂直偏波に関して2.75 m）で行う必要がある。なお、この測定に使用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} を、アンテナ較正時のアンテナ高に対応して表A.3～表A.5に示す。

但し、代替テストサイトの大きさの制約から、80 MHz以下の周波数帯において半波長同調ダイポールアンテナを使用できない場合は、表A.6に従って80 MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を使用して、水平偏波および垂直偏波でNSAを測定する。この場合は、図A.1 aおよび図A.1 bに示すように、最大で20回の独立したサイトアッテネーション測定、すなわち、水平面内で5箇所（中央、および中央から測定アンテナを結ぶ直線に関して前後左右）、2種類の偏波（水平および垂直）、2種類の高さ（水平偏波に関して1 m及び2 m、垂直偏波に関して1 m及び1.5 m）で行う必要がある。なお、この測定に適用する相互インピーダンス補正係数 ΔAF_{TOT} を、アンテナ較正時のアンテナ高に対応して表A.7および表A.8に示す。

80 MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）の特性は、周波数が80 MHzより低くなればなるほど、アンテナエレメント長によって大きく変化する。従って、NSA測定時およびアンテナ較正時にエレメント長が変化しないように、十分注意すること。また、このアンテナは同軸ケーブルとの整合状態も余り良くないため、測定結果の再現性が低下しやすい。従って、アンテナの balan に整合用減衰器が内蔵されていない場合は、アンテナに6 dB以上の減衰器を接続し、減衰器を付加した状態で一個のアンテナとして取り扱い、較正を行うこと。

送信および受信アンテナは、アンテナ素子を互いに平行に、かつ測定軸と直交させて並べること。

垂直偏波に関しては、中心以外の送信アンテナの水平面内位置は、試験体積の境界上である。水平偏波に関しては、左右の位置での測定において、横壁の構造物または吸収体と供試装置の境界との距離が1 m以下であれば、アンテナの中心を中央へ移動させ、アンテナの先端が試験体積の境界上か、あるいは試験体積直径の10%以上境界から離れない位置とする。前後の位置は、試験体積の境界上とする。

なお、80 MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いて周波数30 MHzから80 MHzの

範囲で測定を行う場合、下記の条件を満たすならば、測定回数を減らしてもよい。

(a) 試験体積の後部境界から構造物または吸収材の最も近い点までの距離が1 mより大きい場合は、後部位置での垂直および水平偏波の測定を省略できる。

放射源が誘電体の境界近くに置かれると電流分布が変化するため、その場所における放射源の放射特性に影響が出ることが知られている。供試装置がその境界近くに置かれる場合、追加のサイトアッテネーション測定が必要である。

(b) 左右の位置をつなぐ試験体積の直径に沿って行う水平偏波の測定回数は、アンテナの投影が直径の90%を覆うのに十分な数まで減らすことができる。

(c) 80 MHz 同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いる測定では、供試装置の最上部の高さが、テーブルを含んで1.5 mを越えなければ、送信高1.5 mの高さにおける垂直偏波の測定は省略してもよい。

(d) テーブルを使用する場合は、それも含めた試験体積が、奥行き1 m×幅1.5 m×高さ1.5 m以内であれば、水平偏波測定は、中心、前方、後方の位置でのみ行うこととする。上記の項目 (a)を適用する場合、後部位置は省略できる。この場合、最小の8箇所での測定でよい。すなわち図A.3および図A.4に示すように、垂直偏波では一つの高さで位置（左、中心、右、前方）の4配置で、水平偏波の測定では、二つの高さで位置（中心と前方）の4配置で測定する。

NSAの測定に当たっては、送信アンテナと受信アンテナの距離を表A.1および表A.2若しくは表A.6に従って離すこと。図A.1～図A.4に示すように、受信アンテナは規定の距離を維持しながら、ターンテーブル中心線に沿って動かさなければならない。

表A.1 正規化サイトアッテネーション(A_N)
 (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用)

偏波面	水平偏波	
	3m 2m 1m~4m	10m 2m 1m~4m
R h ₁ h ₂	A _N (dB)	
f _m (MHz)		
30	11.0	24.1
35	8.8	21.6
40	7.0	19.4
45	5.5	17.5
50	4.2	15.9
60	2.2	13.1
70	0.6	10.9
80	-0.7	9.2
90	-1.8	7.8
100	-2.8	6.7
120	-4.4	5.0
140	-5.8	3.5
160	-6.7	2.3
180	-7.2	1.2
200	-8.4	0.3
250	-10.6	-1.7
300	-12.3	-3.3
400	-14.9	-5.8
500	-16.7	-7.6
600	-18.3	-9.3
700	-19.7	-10.6
800	-20.8	-11.8
900	-21.8	-12.9
1000	-22.7	-13.8
注) 本表の測定に適用する相互インピーダンス補正係数 $\Delta A_{F_{TOT}}$ は表A.3~A.5を参照。		

表A.2 正規化サイトアッテネーション(A_N)
 (半波長同調ダイポールアンテナを用いる場合に適用)

偏波面	垂直偏波			
	R=3m $h_1=2.75m$		R=10m $h_1=2.75m$	
	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (dB)
30	2.75~4	12.4	2.75~4	18.8
35	2.39~4	11.3	2.39~4	17.4
40	2.13~4	10.4	2.13~4	16.2
45	1.92~4	9.5	1.92~4	15.1
50	1.75~4	8.4	1.75~4	14.2
60	1.50~4	6.3	1.50~4	12.6
70	1.32~4	4.4	1.32~4	11.3
80	1.19~4	2.8	1.19~4	10.2
90	1.08~4	1.5	1.08~4	9.2
100	1~4	0.6	1~4	8.4
120	1~4	-0.7	1~4	7.5
140	1~4	-1.5	1~4	5.5
160	1~4	-3.1	1~4	3.9
180	1~4	-4.5	1~4	2.7
200	1~4	-5.4	1~4	1.6
250	1~4	-7.0	1~4	-0.6
300	1~4	-8.9	1~4	-2.3
400	1~4	11.4	1~4	-4.9
500	1~4	-13.4	1~4	-6.9
600	1~4	-14.9	1~4	-8.4
700	1~4	-16.3	1~4	-9.7
800	1~4	-17.4	1~4	-10.9
900	1~4	-18.5	1~4	-12.0
1000	1~4	-19.4	1~4	-13.0
注) 受信アンテナ高 h_2 の下限値は周波数によって異なるが、これは、 アンテナの下端が大地面から25cm以上離れるようにするためである。 本表の測定に適用する相互インピーダンス補正係数 $\Delta A_{F\text{TOT}}$ は、 表A.3~A.5を参照。				

表A.3 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定
 に使用する相互インピーダンス補正係数($\Delta A F_{TOT}$)
 (自由空間におけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 $\Delta A F_{TOT}$ (dB)				
測定距離	R=3m		R=10m	
周波数 f_m (MHz)	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$
30	3.9	3.4	1.8	2.6
35	4.1	2.5	1.5	1.5
40	3.6	1.6	0.8	1.3
45	2.8	1.1	0.7	1.0
50	2.2	0.9	1.0	0.6
60	0.7	1.4	1.5	0.8
70	-0.7	1.5	0.8	1.0
80	-1.1	1.3	-1.1	0.9
90	-0.8	1.0	-1.4	0.9
100	-0.7	0.7	-1.1	0.7
120	-0.1	0.1	0.2	0.1
140	0.3	0.4	0.0	0.6
160	-1.2	0.6	-0.9	0.4
180	-0.9	0.4	-0.6	0.4
200	0.3	0.4	0.0	0.4
250	-0.2	0.5	-0.7	0.3
300	0.2	0.3	-0.4	0.3

注) 垂直偏波の測定では、受信アンテナの下端を大地面から25cm以上
 離すこと。

表A.4 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定
 に使用する相互インピーダンス補正係数($\Delta A F_{TOT}$)
 (地上高2mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 $\Delta A F_{TOT}$ (dB)				
測定距離	R=3m		R=10m	
周波数 f_m (MHz)	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$
30	4.0	3.5	1.8	2.6
35	2.7	1.1	0.1	0.2
40	1.3	-0.7	-1.6	-1.0
45	0.0	-1.8	-2.1	-1.9
50	-0.8	-2.1	-2.0	-2.4
60	-1.5	-0.9	-0.8	-1.5
70	-1.3	0.9	0.2	0.4
80	0.2	2.5	0.2	2.2
90	1.3	3.1	0.7	2.9
100	0.7	2.0	0.3	2.1
120	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9
140	-0.5	-0.4	-0.8	-0.3
160	-0.3	1.5	0.1	1.3
180	-0.4	0.9	-0.1	0.9
200	-0.5	-0.4	-0.8	-0.5
250	0.4	1.1	-0.1	0.9
300	0.3	0.4	-0.4	0.3

注) 垂直偏波の測定では、受信アンテナの下端を大地面から25cm以上
 離すこと。

表A.5 同調ダイポールアンテナを用いた正規化サイトアッテネーション測定
 に使用する相互インピーダンス補正係数($\Delta A F_{TOT}$)
 (地上高3mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 $\Delta A F_{TOT}$ (dB)				
測定距離	R=3m		R=10m	
周波数 f_m (MHz)	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$	水平偏波 $h_1=2m$ $h_2=1\sim 4m$	垂直偏波 $h_1=2.75m$ $h_2=1\sim 4m$
30	1.0	0.5	-1.1	-0.3
35	1.1	-0.5	-1.5	-1.4
40	1.3	-0.6	-1.5	-0.9
45	1.7	0.0	-0.4	-0.1
50	2.6	1.3	1.4	1.0
60	2.8	3.4	3.6	2.9
70	0.1	2.2	1.5	1.7
80	-2.1	0.2	-2.1	-0.1
90	-2.0	-0.2	-2.6	-0.3
100	-0.6	0.8	-1.0	0.8
120	0.4	0.6	0.7	0.6
140	-0.5	-0.3	-0.8	-0.2
160	-0.5	1.3	-0.1	1.2
180	-1.4	0.0	-1.1	0.0
200	0.3	0.5	0.0	0.4
250	-0.2	0.5	-0.7	0.3
300	0.2	0.4	-0.4	0.3

注) 垂直偏波の測定では、受信アンテナの下端を大地面から25cm以上
 離すこと。

表A.6 正規化サイトアッテネーション(A_N)
 (80MHz同調ダイポールアンテナ(固定長)を用いる場合に適用)

R	3m				10m			
偏波面	水平偏波		垂直偏波		水平偏波		垂直偏波	
h_1	1m	2m	1m	1.5m	1m	2m	1m	1.5m
h_2	1m~4m	1m~4m	1m~ 4m	1m~ 4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m	1m~4m
f_m (MHz)	A_N (dB)							
30	15.8	11.0	8.2	9.3	29.8	24.1	16.7	16.9
35	13.4	8.8	6.9	8.0	27.1	21.6	15.4	15.6
40	11.3	7.0	5.8	7.0	24.9	19.4	14.2	14.4
45	9.4	5.5	4.9	6.1	22.9	17.5	13.2	13.4
50	7.8	4.2	4.0	5.4	21.1	15.9	12.3	12.5
60	5.0	2.2	2.6	4.1	18.0	13.1	10.7	11.0
70	2.8	0.6	1.5	3.2	15.5	10.9	9.4	9.7
80	0.9	-0.7	0.6	2.6	13.3	9.2	8.3	8.6

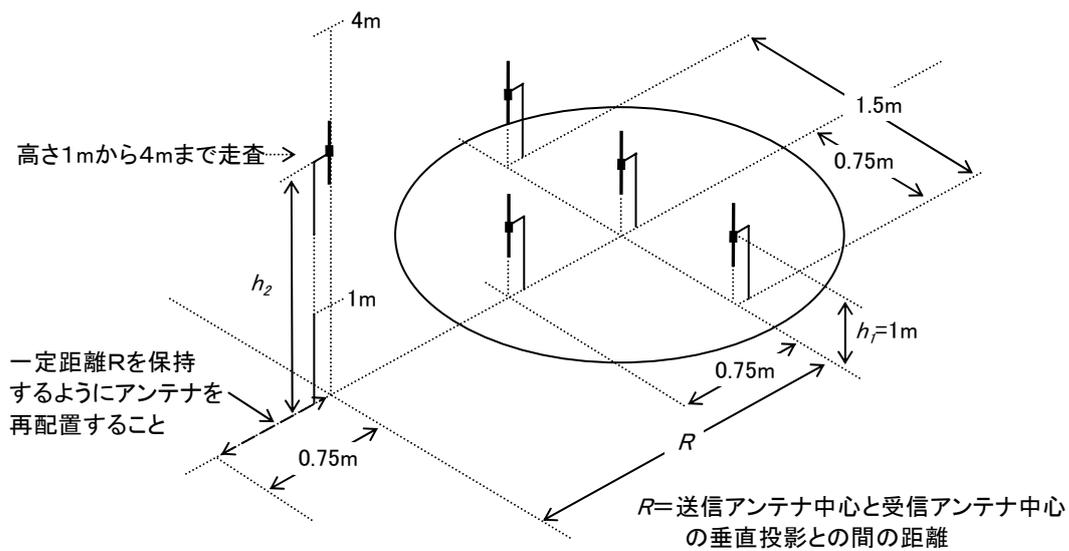
注) 本表の測定に適用する相互インピーダンス補正係数 $\Delta A_{F\text{TOT}}$ は表A.7および表A.8を用いること。

表A.7 80MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いた
 正規化サイトアッテネーション測定に使用する相互インピーダンス補正係数($\Delta A F_{TOT}$)
 (地上高2mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

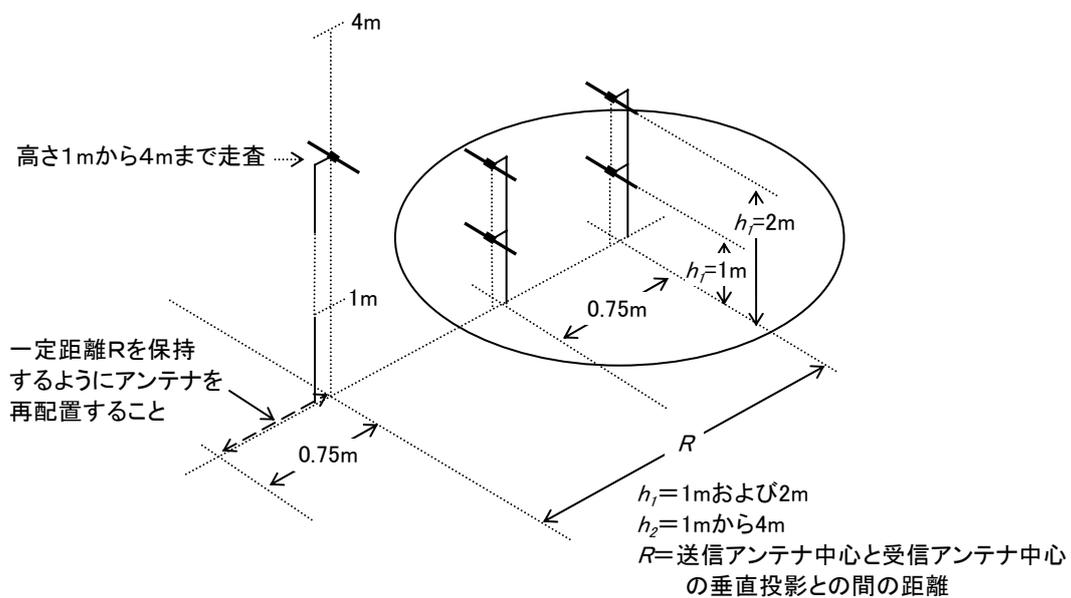
補正係数 $\Delta A F_{TOT}$ (dB)								
測定距離	R=3m				R=10m			
	水平偏波		垂直偏波		水平偏波		垂直偏波	
周波数 f_m (MHz)	$h_1=1m$	$h_1=2m$	$h_1=1m$	$h_1=1.5m$	$h_1=1m$	$h_1=2m$	$h_1=1m$	$h_1=1.5m$
	$h_2=1\sim 4m$							
30	1.7	1.1	0.2	-0.1	0.3	0.4	-0.6	-0.3
35	0.6	1.4	-0.1	-0.3	0.3	0.3	-0.7	-0.4
40	0.6	1.1	-0.4	-0.5	0.1	0.2	-0.8	-0.4
45	0.9	0.8	-0.7	-0.7	-0.2	0.1	-0.9	-0.5
50	0.4	0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.2	-1.0	-0.5
60	-0.9	0.5	-0.8	-0.9	-1.4	-0.4	-1.2	-0.7
70	-2.1	-0.3	0.0	-0.8	-1.5	-0.2	-0.1	-0.3
80	2.3	0.2	4.1	2.1	2.2	0.2	3.0	1.8

表A.8 80MHz同調ダイポールアンテナ（固定長）を用いた
 正規化サイトアッテネーション測定に使用する相互インピーダンス補正係数($\Delta A F_{TOT}$)
 (地上高3mにおけるアンテナ係数を用いる場合)

補正係数 $\Delta A F_{TOT}$ (dB)								
測定距離	R=3m				R=10m			
	水平偏波		垂直偏波		水平偏波		垂直偏波	
周波数 f_m (MHz)	$h_1=1m$	$h_1=2m$	$h_1=1m$	$h_1=1.5m$	$h_1=1m$	$h_1=2m$	$h_1=1m$	$h_1=1.5m$
	$h_2=1\sim 4m$							
30	1.7	1.1	0.2	-0.1	0.3	0.4	-0.6	-0.3
35	0.6	1.4	-0.1	-0.3	0.3	0.3	-0.7	-0.4
40	0.6	1.1	-0.4	-0.5	0.1	0.2	-0.8	-0.4
45	0.9	0.8	-0.7	-0.7	-0.2	0.1	-0.9	-0.5
50	0.4	0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.2	-1.0	-0.5
60	-0.1	1.3	0.0	-0.1	-0.6	0.4	-0.4	0.1
70	0.2	1.9	2.2	1.5	0.8	2.1	2.2	2.0
80	-0.3	-2.1	1.6	-0.4	-0.3	-2.1	0.5	-0.7



図A.2 a) 代替テストサイトでのNSA測定のための代表的なアンテナ配置
 EUTの大きさが1m（奥行き）×1.5m（幅）×1.5m（高さ）以内で、その外周が望ましくない反射を生じさせる最も近い物質から1m以上離れている場合（垂直偏波）



図A.2 b) 代替テストサイトでのNSA測定のための代表的なアンテナ配置
 EUTの大きさが1m（奥行き）×1.5m（幅）×1.5m（高さ）以内で、その外周が望ましくない反射を生じさせる最も近い物質から1m以上離れている場合（水平偏波）

A.2 参考

- [1] Smith, A.A., German, R.F., Pate, J.B., "Calculation of site attenuation from antenna factors", IEEE Transactions on EMC, Vol EMC-24, 1982.
- [2] German, R.F., "Comparison of semi-anechoic chamber and open-field site attenuation measurements", 1982 IEEE International Symposium Record on Electromagnetic Compatibility, pp260-265.
- [3] Pate, J.B., "Potential measurement errors due to mutual coupling between dipole antenna and radio frequency absorbing material in close proximity", 1984 IEEE National Symposium Record on Electromagnetic Compatibility.

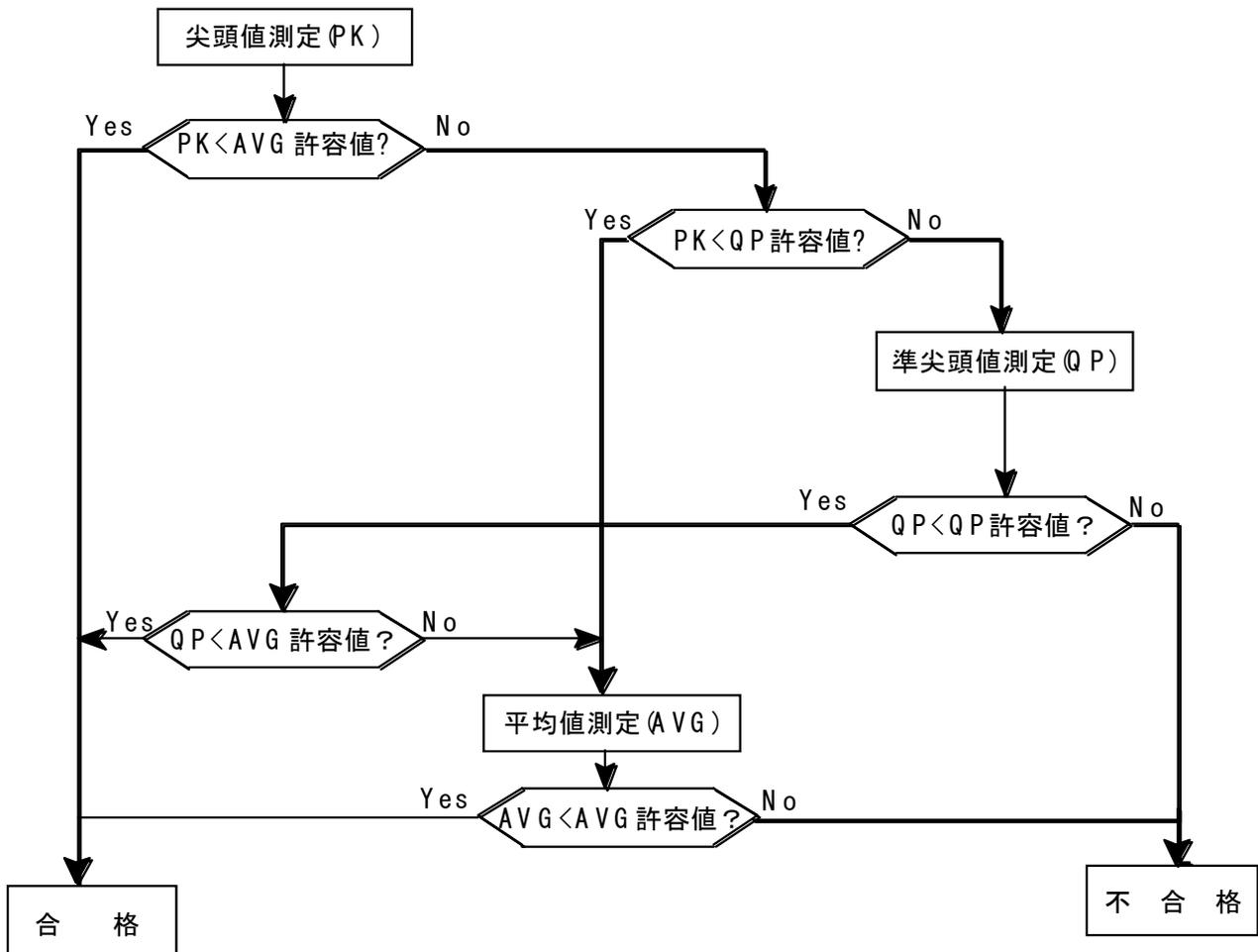
付則B (規定)

尖頭値測定の判定ツリー

周波数: 150 kHz ~ 30 MHz までの電源線ポート及び通信ポートの伝導妨害波測定の測定時間を節約するために尖頭値検波器付き受信機を用いる場合、合否判定は図B.1に示す判定ツリーを用いて実施すること。

測定周波数に連れて自動的に変わるRFプリセクタ付きのスペクトラムアナライザを用いる場合は、十分に長い掃引時間をかけ、増幅器の飽和エラーを生じないように行うこと。

さらに、測定結果に影響しないように、スペクトラムアナライザのビデオ帯域幅(VBW)は分解能(RBW、測定帯域幅)に等しいか広くしておくこと。



PK 尖頭値
 QP 準尖頭値
 AVG 平均値

図B.1 尖頭値測定の判定ツリー

付則C（規定）

コモンモード妨害波測定のための可能な試験配置

C.1 はじめに

付則Cは、本規格が要求している通信線の（トータルコモンモード：TCM）伝導妨害波の測定に使用可能な測定法を述べている。ケーブルのタイプにより、それぞれ利点と欠点（詳細は付則Fを参照）を有する異なる測定法を使用することが可能である。

C.1.1 JISC 61000-4-6に記載されているCDNをCDNまたはISNとして用いる方法

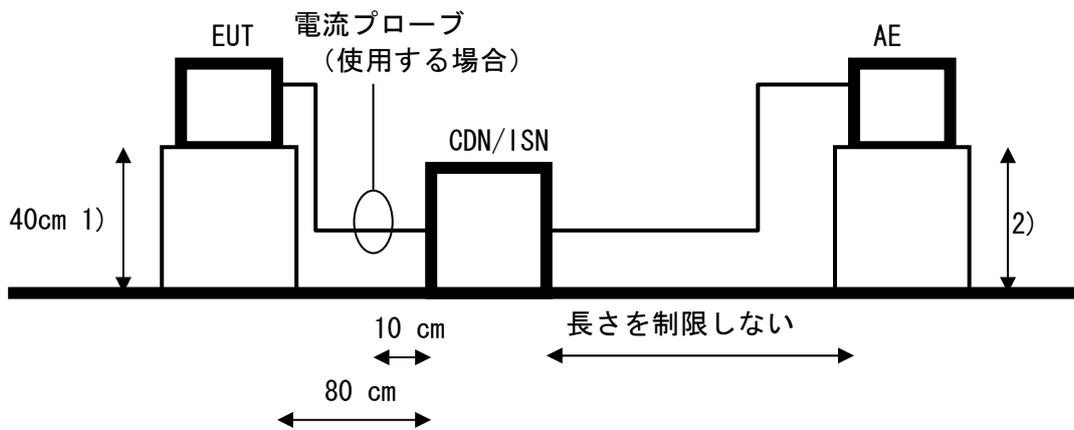
シールドのない平衡1対線または平衡2対線の測定には、9.6.2項に従うISNを使用する。他のタイプのケーブル（シールドのあるケーブル、シールドのないケーブル）については、入手が可能であり、EUTを接続するケーブルに挿入した時EUTの通常動作を確保することが可能である場合は、JISC 61000-4-6に記載されているCDNを使用することができる。CDNのLCLは、9.6.2項に示されているEUTに接続されるケーブルのカテゴリに適切なISNの低い側の偏差の値を超えてはならない。

本測定法の適用が可能な場合、付則C.1.1の測定法は、測定の不確かさが最小となる最良な測定結果を提供する。

場合によっては、適切なCDNまたはISNが入手不能であったり、システムの動作がCDNまたはISNの挿入により影響を受けたりする。このため専用のCDNまたはISNを使用しない別の測定法が必要である。付則C.1.2～付則C.1.4はこのような場合に適用可能な代替案を示している。

JISC 61000-4-6に基づくCDNを用いて本規格に基づく伝導妨害波測定を実施する場合、当該のCDNのLCLが、本規格に示されたISNに対する（LCLの）要求条件を上回らないように較正されている必要がある。

- CDNまたはISNを直接、基準大地面に接続する。
- 電圧測定を行う場合は、CDNまたはISNの測定ポートで電圧を測定し、当該CDNまたはISNの電圧変換係数（9.6.2e）項で定義）で補正を行って電圧許容値と比較する。
- 電流測定を行う場合は、電流プローブで電流を測定し、電流許容値と比較する。
- CDNまたはISNを用いた測定の場合は、電圧許容値と電流許容値の両者を適用する必要はない。電流測定の場合は、CDNまたはISNの測定端子に50Ωの負荷を接続すること。



AE：関連装置 EUT：供試装置

1) 垂直または水平基準金属面までの距離

2) 基準金属面までの距離は厳密でなくてよい。

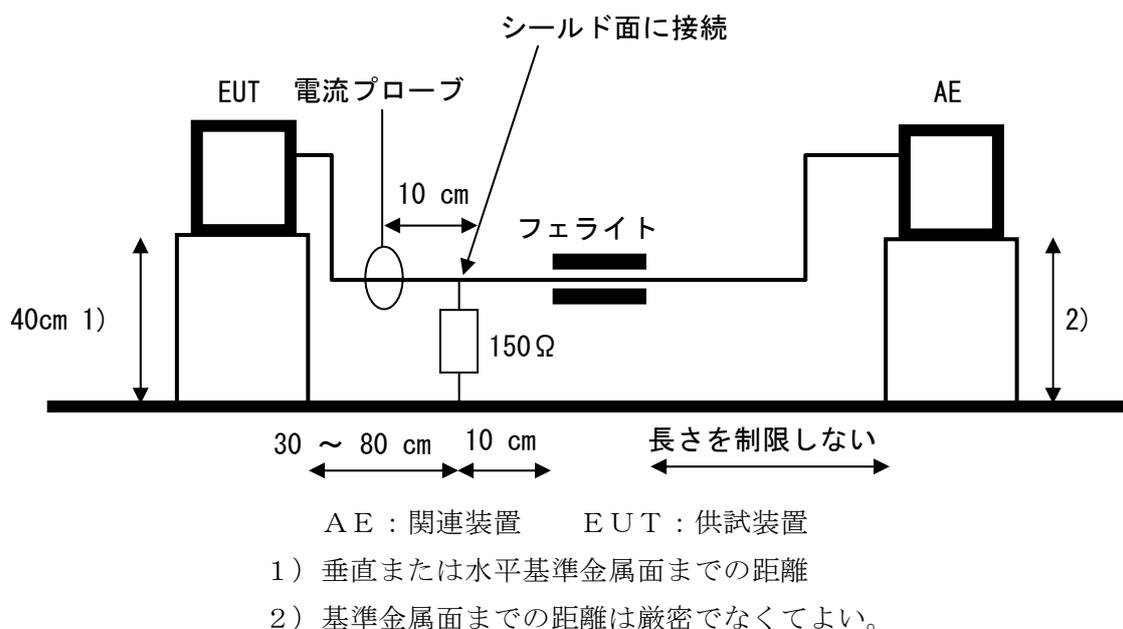
図C.1 JISC61000-4-6に示されたCDNをCDNまたはISNとして使用する測定法

C.1.2 150Ω負荷をシールドの外側表面に接続する方法（設置場所でのCDNまたはISN）

C.1.2 に示された測定法は、全ての同軸ケーブルまたはシールドのある多対ケーブルの測定に適用可能である。

（本測定法は）C.1.1 に示した測定法のようにEUTの被測定ポートに接続されたケーブルを切断する必要はない。しかしながら、ケーブルのシールド面を露出するためケーブルの外皮を剥く必要がある。

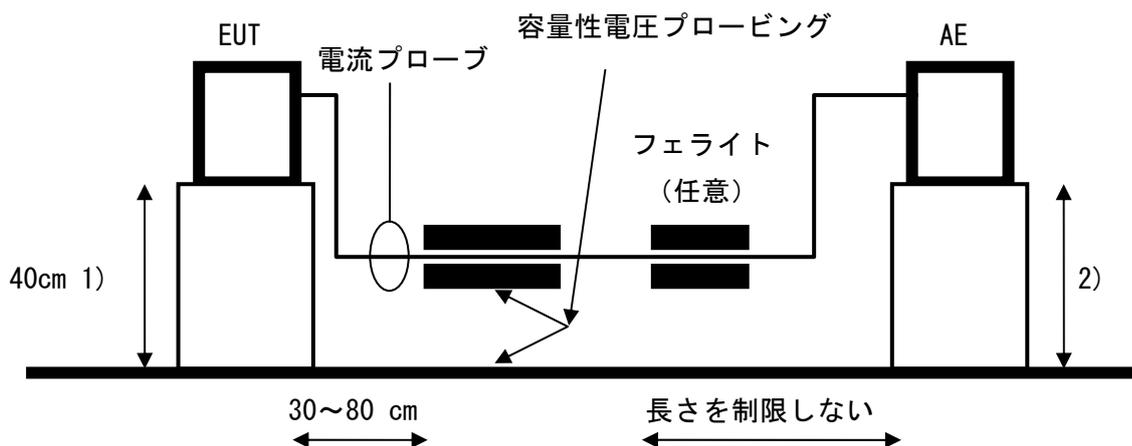
- ・絶縁外被を破り150Ωの抵抗をシールドの外側表面と大地面の上に接続する。
- ・フェライトチューブまたはクランプを、接続した150ΩとAEとの間に装着する。
- ・電流プローブで電流を測定し、電流許容値と比較する。150Ωの抵抗から右側（AE側）をみたコモンモードインピーダンスは、測定に影響を与えないように十分大きいこと。EUTからの妨害波周波数の測定に影響を与えないように、このインピーダンスは150Ωより十分に大きい必要があり、このインピーダンスの測定はC.2項の方法を使用すること。
- ・150Ωの抵抗に高インピーダンスのプローブを並列接続することにより、またはJISC 61000-4-6に記載されている「50Ω/150Ωのアダプタ」を150Ω負荷として使用し適切な補正（50Ω/150Ωのアダプタの場合は9.6dB）を行うことにより、電圧測定を行うことも可能である。



図C.2 150Ω負荷をシールドの外側表面に接続する方法（設置場所でのCDNまたはISN）

C.1.3 電流プローブと容量性電圧プローブの組合せによる方法

- ・電流プローブで電流を測定する。
- ・「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第2編5.2.2項で規定された容量性電圧プローブで電圧を測定する。
- ・測定された電圧を電圧許容値と比較する。
- ・測定された電流を電流許容値と比較する。
- ・EUTは電圧許容値と電流許容値の両者を満足すること。



AE：関連装置 EUT：供試装置

1) 垂直または水平基準金属面までの距離

2) 基準金属面までの距離は厳密でなくてよい。

図C.3 電流プローブと容量性電圧プローブの組合せによる方法

C.1.4 シールドと大地面との接続がなくISNもない方法

もしC.1.4に示された方法とC.1.3に示された方法とを組み合わせる場合、両測定法の短所に煩わされることなく、両測定法の長所を活用できる。

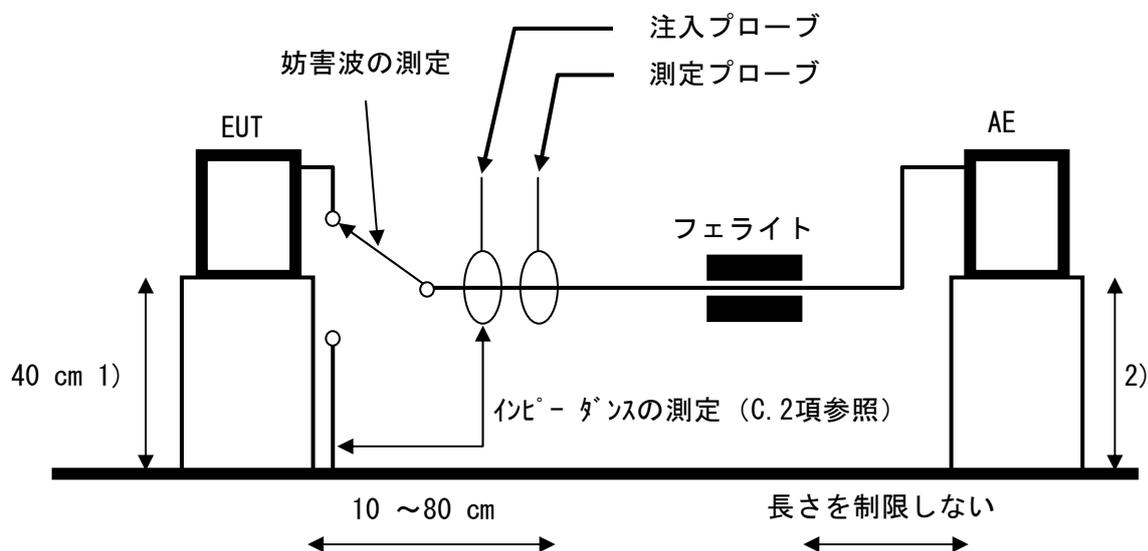
最初にC.1.3に示された方法でEUTを測定する。もし測定結果が許容値以下であった場合、EUTは許容値に適合しているとみなせる。もしC.1.3に示された方法でEUTを測定し、一つ以上の周波数の妨害波レベルが許容値を上回っている場合、これらの周波数についてのみC.1.4に示された方法を用いて測定することができる。この組み合わせ測定法において、C.1.3に示された方法は、測定に時間がかかるがより精度の高い測定法であるC.1.4に示された方法を用いて、より詳細な測定を必要とする周波数を選定するための方法として使用される。

- ・フェライト材を使用する。
- ・初期測定においてEUTからの妨害波周波数を決定する。

- EUTからの妨害波周波数についてC.2項に示した手順を用いて、ケーブル、フェライトおよびAE（で構成される系）のコモンモードインピーダンスを記録する。このコモンモードインピーダンスは $150\ \Omega \pm 20\ \Omega$ であること。較正を行った時のフェライトの装着位置を記録しておき、適合のための測定を実施する際はその位置に装着すること。

注) $150\ \Omega \pm 20\ \Omega$ を実現するためには、異なる周波数に対して異なるタイプのフェライトが要求されるかもしれない。

- 電流プローブで電流を測定する。図における第2番目のプローブは、C.2項に示した較正を行う際に用いる注入プローブである。このプローブは、コモンモードインピーダンスを確認する時に使用するものであって、適合のための測定を実施する際は使用しないこと。
- 測定された電流を電流許容値と比較する。



AE：関連装置 EUT：供試装置

1) 垂直または水平基準金属面までの距離

2) 基準金属面までの距離は厳密でなくてよい。

図C.4 シールドと大地面との接続がなく I S N もない方法

C.1.5 測定方法を選定するためのフローチャート

様々なポート（シールドのない対より線、シールドのある対より線、同軸ケーブル、AC電源線等）に適用する測定法を選定するためのフローチャート（図C.6参照）を採用する。たとえばシールドのある（STP）ケーブル、シールドのない（UTP）ケーブルのように、異なる型のケーブルへの適用が可能な場合は、両者について測定を行って本規格に対する適合を確認すること。

シールドケーブルまたは同軸ケーブルの妨害波測定において、適切なISNが存在しない場合はC.1.3項の測定方法で測定し適合を確認すること。C.1.3項の測定方法を用いて測定する場合、C.1.4項及びC.2項に示された測定方法は適用しないこと。

C.2 ケーブル、フェライトおよびAE（で構成される系）のコモンモードインピーダンスの測定

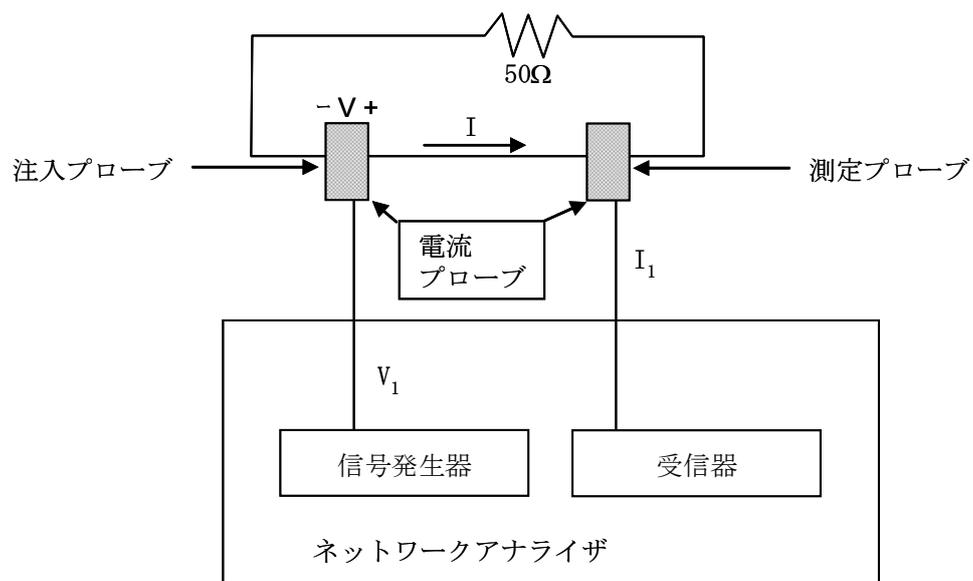
- ・注入プローブおよび測定プローブを $50\ \Omega$ のシステム（図C.5参照）で較正する。
注入電圧（ V_1 ）を発振器から注入プローブに入力し、測定プローブの電流（ I_1 ）を記録する。
- ・ケーブルをEUTから外し、外したケーブルをEUTの端で大地面に短絡する（図C.5参照）。
- ・同一の注入プローブを用いて注入電圧（ V_1 ）をケーブルに印加する。
- ・同一の測定プローブを用いて電流を測定し、測定された電流値（ I_2 ）と、最初に測定した電流値（ I_1 ）とを比較することにより、ケーブル、フェライトおよびAE（で構成される系）のコモンモードインピーダンスを計算する。（コモンモードインピーダンスは、 $50 \times I_1 / I_2$ ）
例えば、 I_1 が I_2 の半分であるとすると、コモンモードインピーダンスは $100\ \Omega$ である。

このTCMインピーダンスの測定技術は以下の条件のもとでのみ使用する。

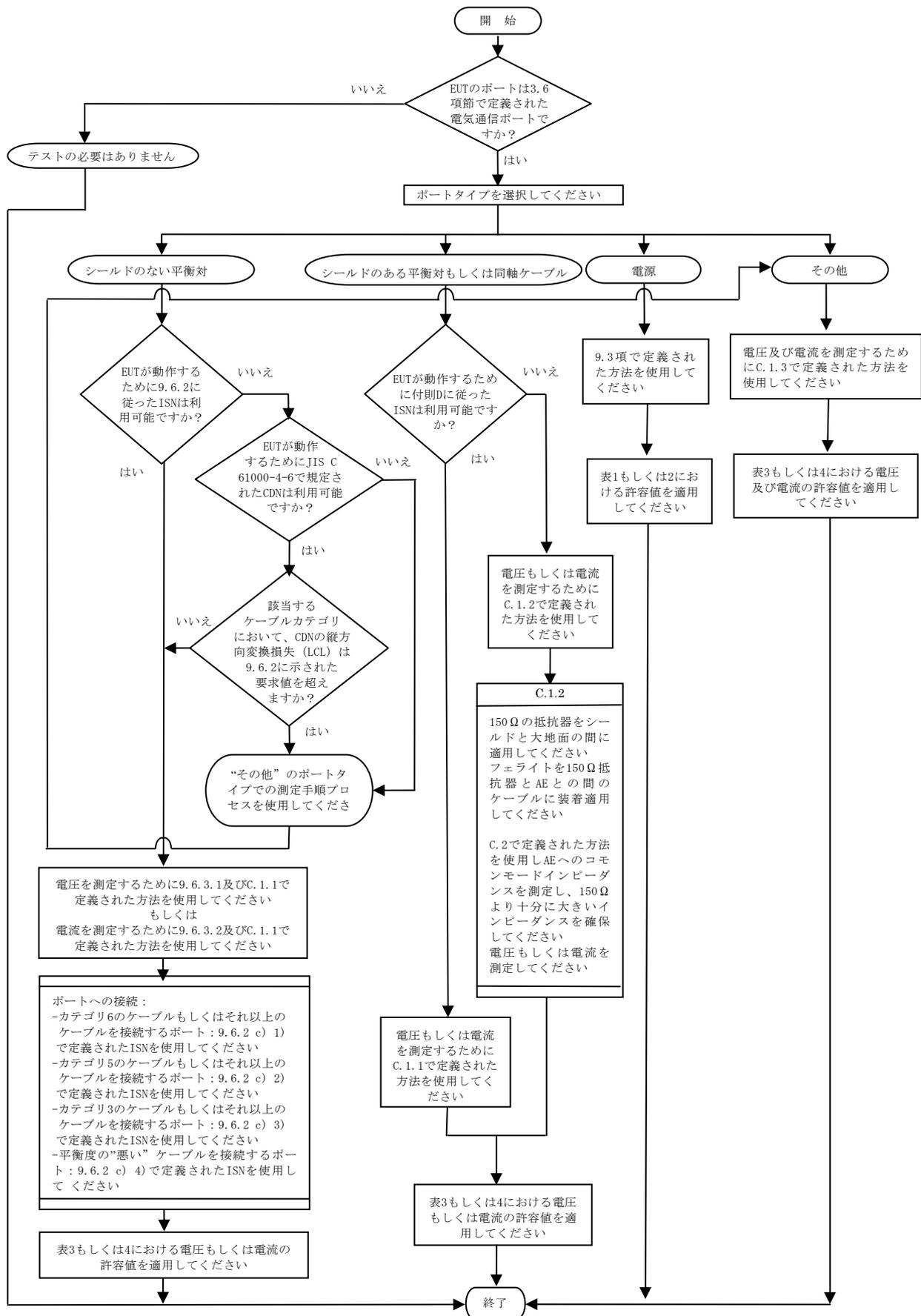
図C.5における $50\ \Omega$ の較正治具のループ長（円周）は、図C.4の総ループ長の $\pm 10\%$ であること、および両者のループ長は $1.25\ \text{m}$ 以下であること。これらの条件は、インピーダンス測定に影響を与え測定の不確かさを増加させるループの共振現象を最小限に抑えるために必要である。以下に示す二つの方法のいずれかをTCMインピーダンスの測定に使用する。

方法1：インピーダンスアナライザを、図C.4に示すスイッチの点でEUTの被測定ポートのケーブルに接続する。インピーダンスアナライザをEUTの被測定ポートのケーブルと基準大地面との間に接続する。EUTはこの測定のために接続を取り外し、EUTの被測定ポートに接続されている全てのワイヤをインピーダンスアナライザに接続されている点に接続する。本測定には上述したケーブル長に関する条件を適用する必要がある。この測定法における測定配置は図F.4と同様である。

方法2：ネットワークアナライザ、電流プローブ、容量性電圧プローブを用いてコモンモード電圧および電流を測定する。ネットワークアナライザで測定された、EUTの被測定ポートに接続されているケーブルの電圧と電流の比でTCMインピーダンスを求める。この測定法における測定配置は図F.4と同様である。



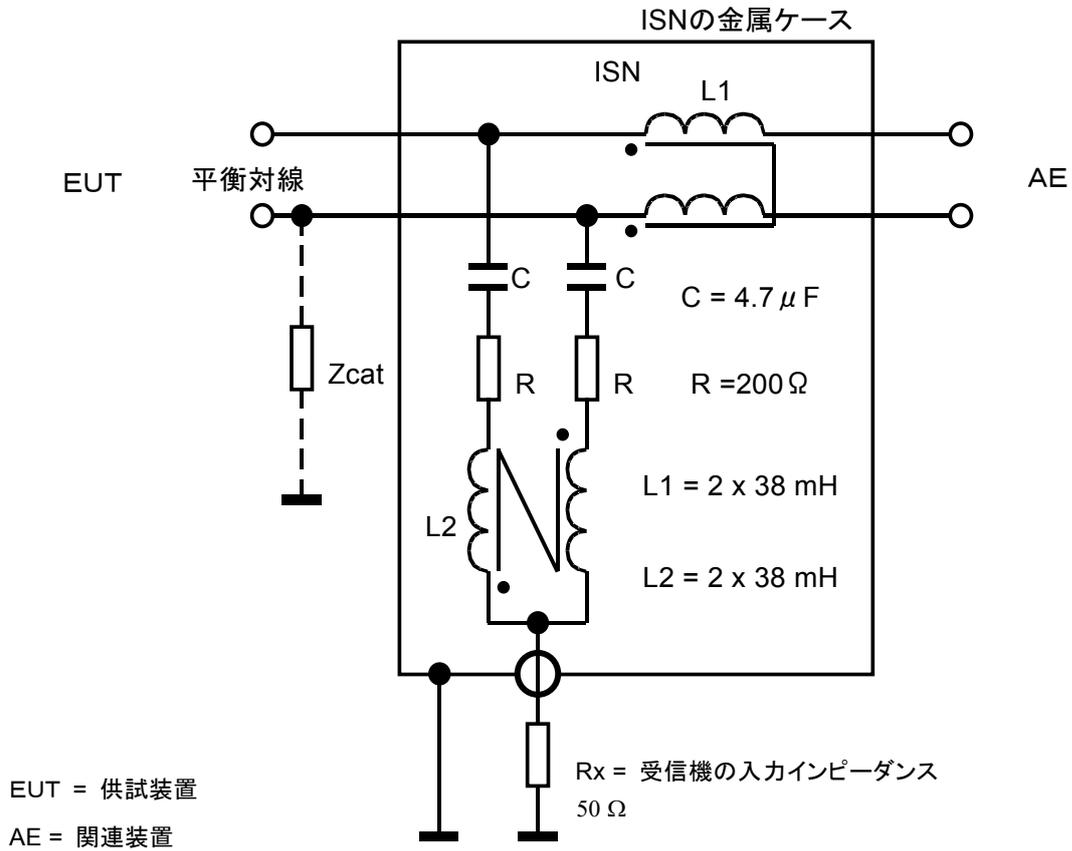
図C.5 較正方法



図C.6 試験方法を選定するためのフローチャート

付則D (情報)

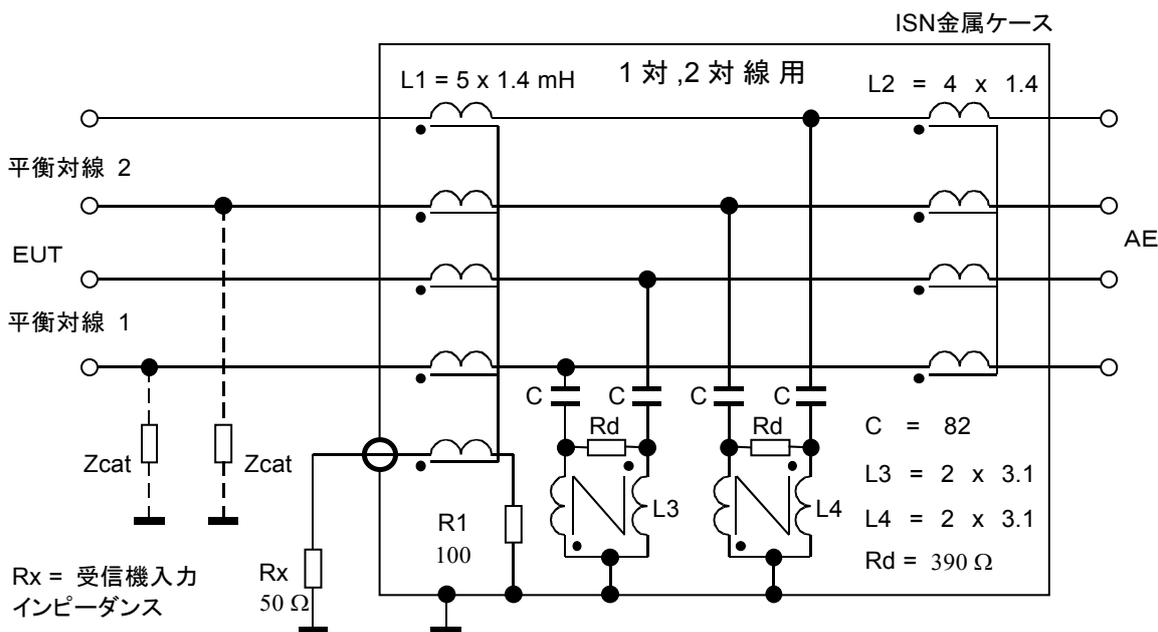
擬似通信回路網 (I S N) の回路構成例



注 1: 9.5.2 e) 項で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

注 2: Zcat はISNの平衡度(LCL)をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c)項で規定される値を有するインピーダンス

図D.1 シールドのない平衡1対線用のISN



$L3$ および $L4$ (各対線の線間インダクタンス) = $4 \times 3.1 \text{ mH} = 12.4 \text{ mH}$

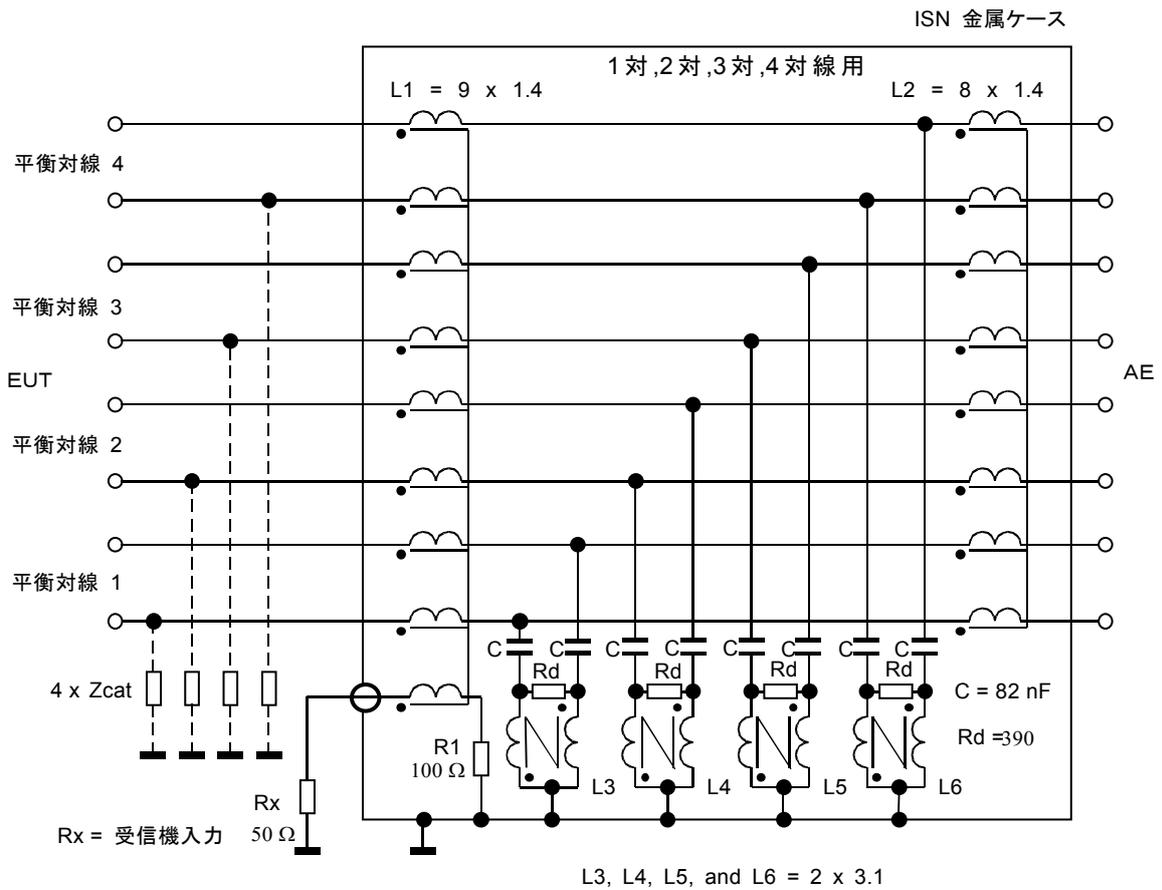
EUT = 供試装置 AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e) 項で定義される電圧変換係数 = 9.5 dB (公称値)

注 2: Z_{cat} は ISN の平衡度 (LCL) をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c) 項で規定される値を有するインピーダンス

注 3: この ISN はシールドのない 1 対および 2 対の平衡対線のコモンモード妨害波測定に使用できる。

図 D.2 シールドのない 1 対および 2 対の平衡対線に使用できる LCL の高い ISN



L3, L4, L5およびL6(各対線の線間インダクタンス) = $4 \times 3.1 \text{ mH} = 12.4 \text{ mH}$

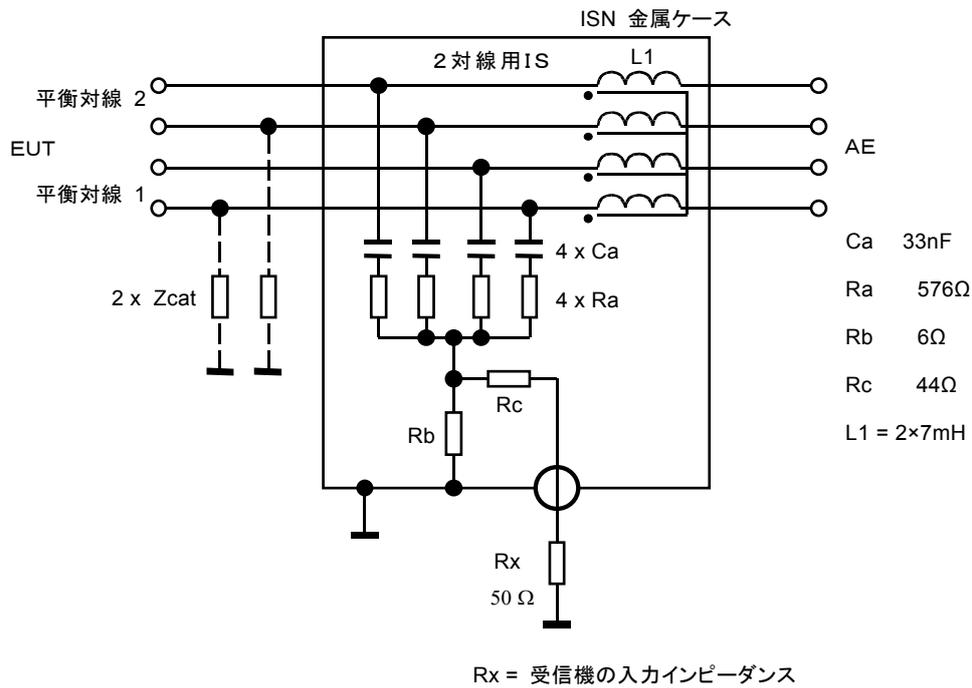
EUT = 供試装置 AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e) 項で定義される電圧変換係数 = 9.5 dB (公称値)

注 2: Zcat はISNの平衡度(LCL)をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c)項で規定される値を有するインピーダンス

注 3: このISNはシールドのない1対、2対、3対および4対の平衡対線のコモンモード妨害波測定に使用できる。

図D.3 シールドのない1対、2対、3対および4対の平衡線用のLCLの高いISN



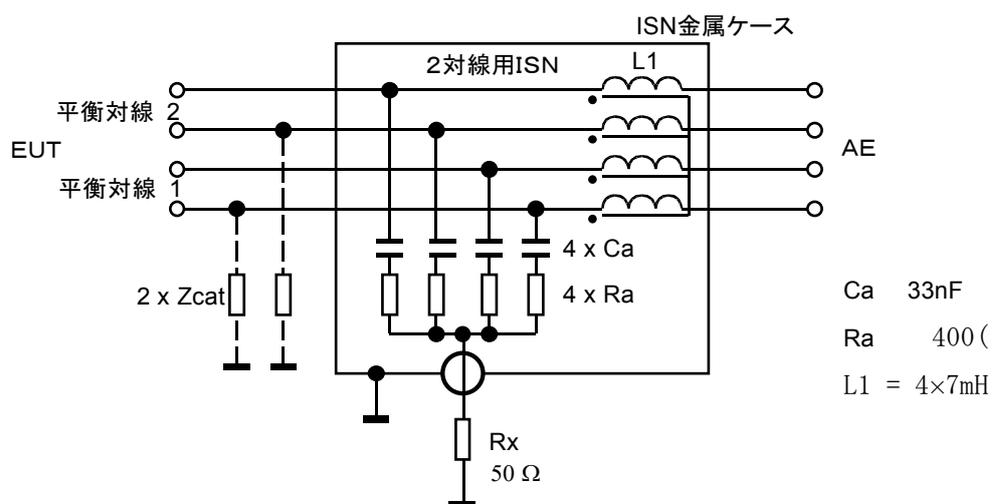
EUT = 供試装置 AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e) 項で定義される電圧変換係数= 34 dB(公称値)

注 2: Zcat はISNの平衡度(LCL)をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c)項で規定される値を有するインピーダンス

警告: このISNは平衡2対線のみを使用すること

図D.4 電圧測定ポートに50Ωの整合回路を有するシールドのない平衡2対線用のISN



Ca 33nF
 Ra 400(Ω)
 L1 = 4×7mH

Rx = 受信機の入カインピーダンス

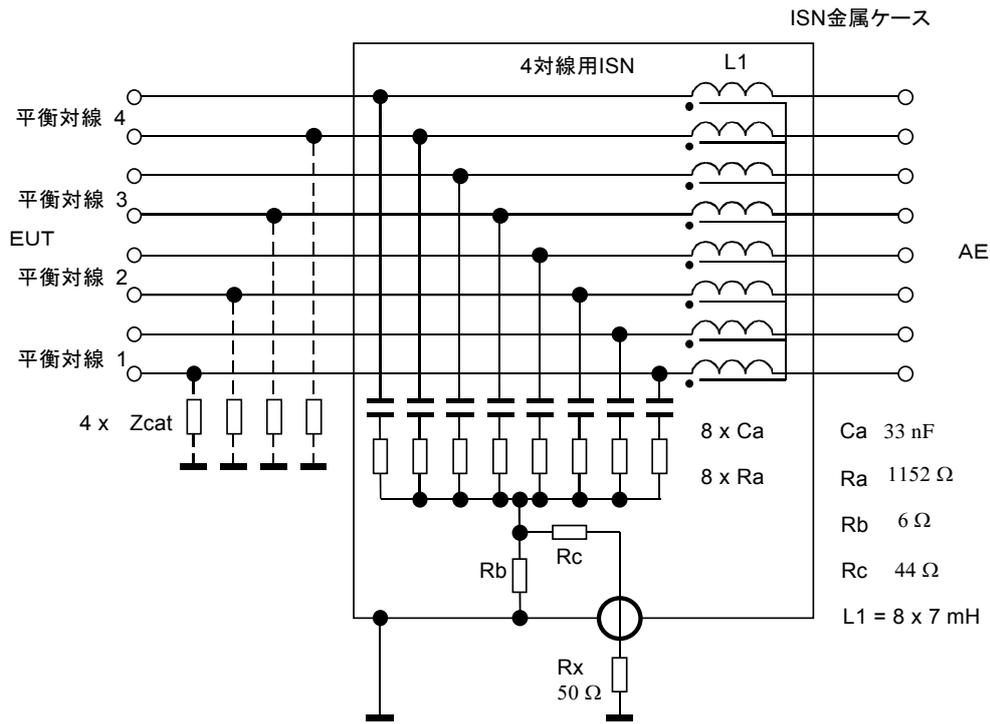
EUT = 供試装置 AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e)項 で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

注 2: Zcat はISNの平衡度(LCL)をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c)項で規定される値を有するインピーダンス

警告: このISNは平衡2対線のみを使用すること

図D.5 シールドのない平衡2対線用のISN



Rx = 受信機の入カインピーダンス

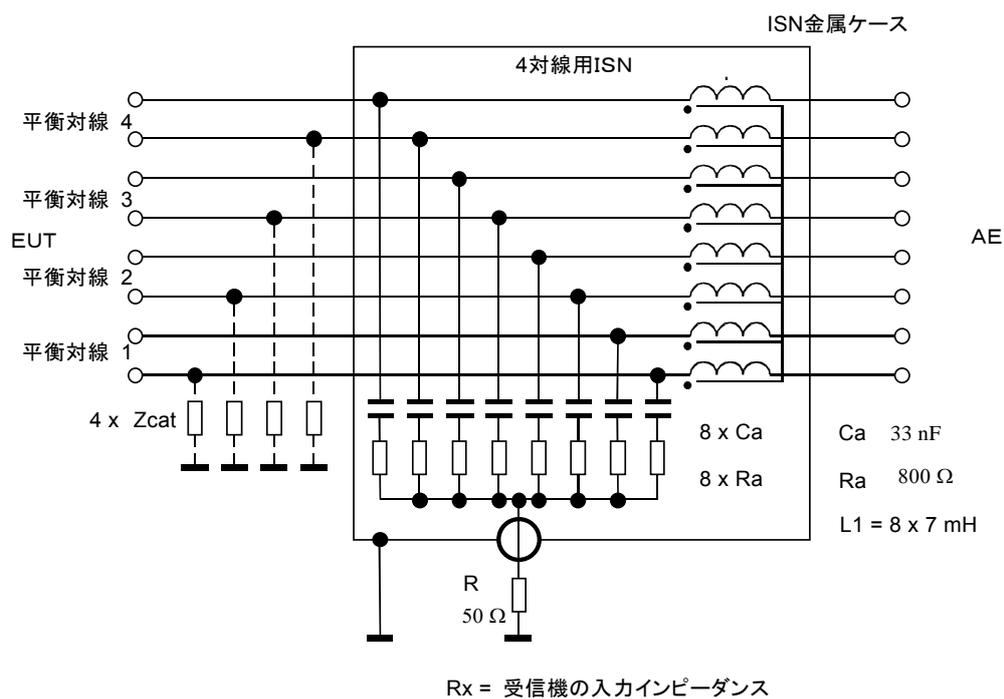
EUT = 供試装置 AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e)項 で定義される電圧変換係数= 34 dB(公称値)

注 2: Zcat はISNの平衡度(LCL)をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c)項で規定される値を有するインピーダンス

警告: このISNは平衡4対線のみを使用すること

図D.6 電圧測定ポートに50Ωの整合回路を有するシールドのない
平衡4対線用のISN



EUT = 供試装置

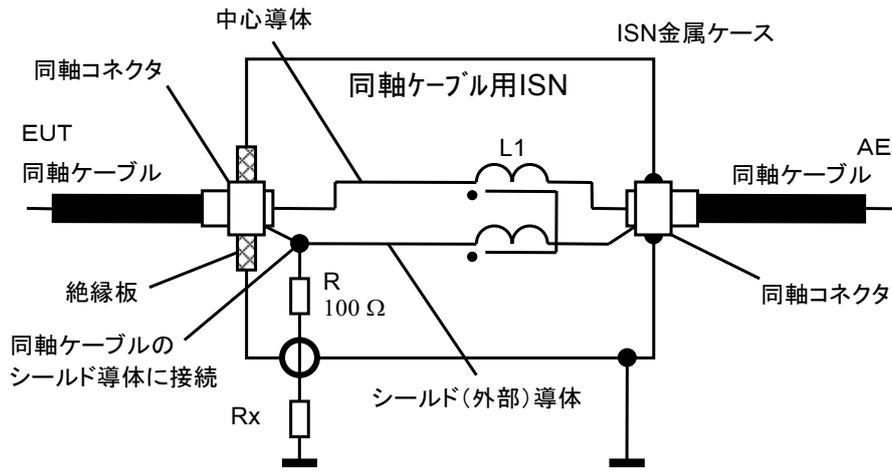
AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e) 項で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

注 2: Z_{cat} はISNの平衡度(LCL)をネットワークの平衡度に合わせるため、9.5.2 c)項で規定される値を有するインピーダンス

警告: このISNは平衡4対線のみを使用すること

図D.7 シールドのない平衡4対線用ISN



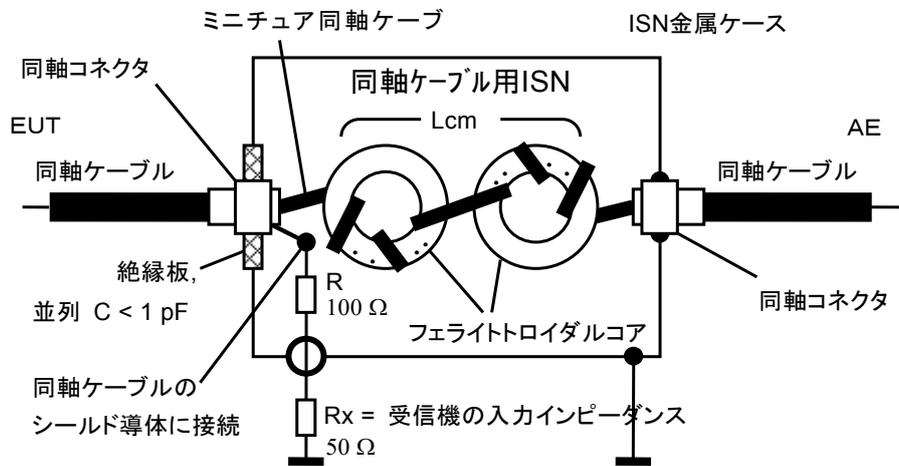
Rx = 受信機の入カインピーダンス コモンモードチョーク L1 = 2 x 7 mH

EUT = 供試装置

AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e)項で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

図D.8 中心導体と外部導体を例えばフェライトコアにバイファイラー巻きしたコモンモードチョークコイルを内部に有する同軸ケーブル用 I S N



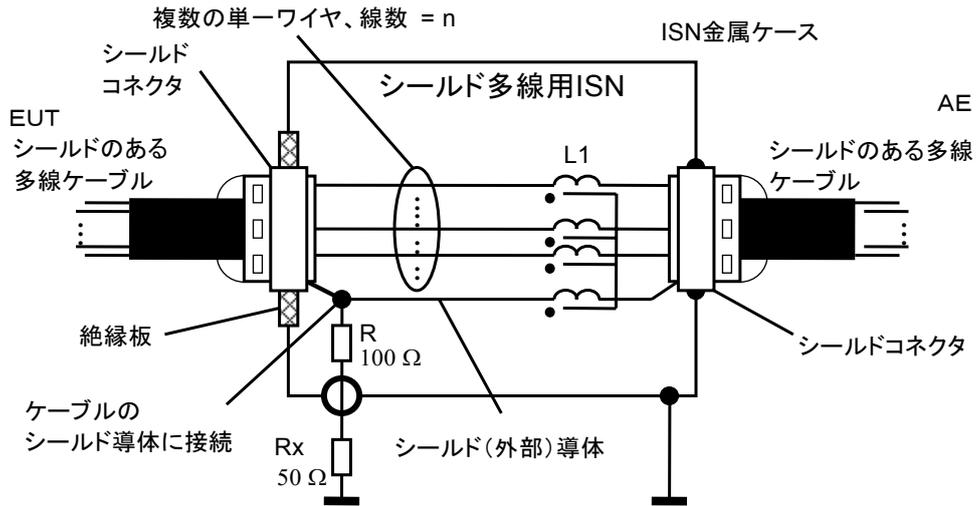
コモンモードチョーク Lcm > 9 mH, トータル寄生容量 C < 1 pF

EUT = 供試装置

AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e)項で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

図D.9 内部にミニチュア同軸ケーブルとフェライトコアで構成したコモンモードチョークコイルを有する同軸ケーブル用の I S N



Rx = 受信機の入カインピーダンス

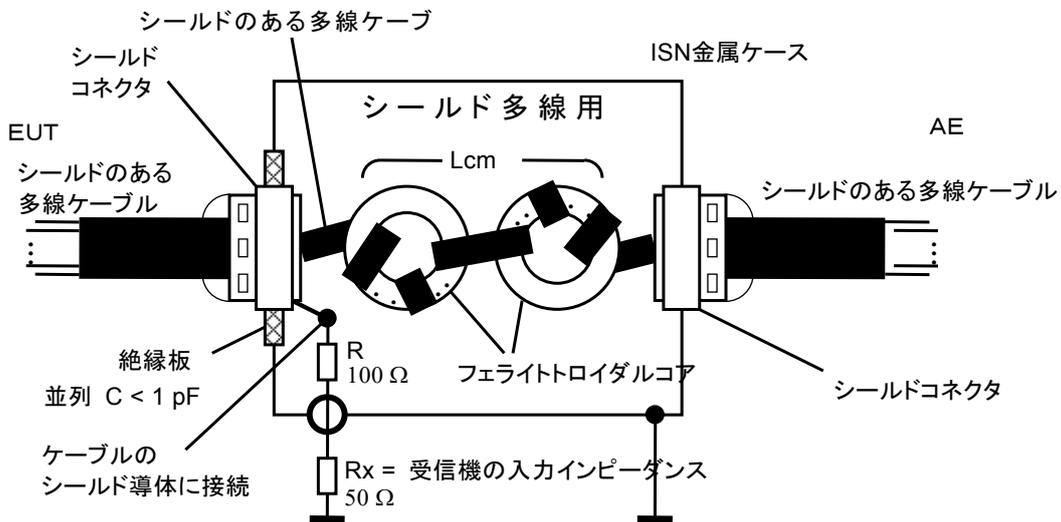
コモンモードチョーク $L1 = (n + 1) \times 7 \text{ mH}$, ここで $n = \text{線数}$

EUT = 供試装置

AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e)項で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

図D.10 中心導体と外部導体を例えばフェライトコアにバイファイラー巻きしたコモンモードチョークコイルを内部に有するシールドのある多線ケーブル用の ISN



コモンモードチョーク $L_{cm} > 9 \text{ mH}$, トータル寄生容量 $C < 1 \text{ pF}$

EUT = 供試装置

AE = 関連装置

注 1: 9.5.2 e)項で定義される電圧変換係数= 9.5 dB(公称値)

図D.11 内部にミニチュア同軸ケーブルとフェライトコアで構成したコモンモードチョークコイルを有するシールドのある多線ケーブル用の ISN

通信ポートにおける信号のパラメータ

E.1 概要

本規格では、ディファレンシャル電流または電圧信号レベルに対する許容値は定めない。

しかしながら、通信ポートのディファレンシャルモードの最大信号レベルは、仮に希望信号がグラウンドに対するコモンモードインピーダンス上で、許容することができない妨害波として現れないようにするのであれば、通信ポートおよびケーブル、またはこれらが接続することを意図しているネットワークの電氣的な平衡または不平衡減衰量 (LCL) [1、2] に依存し、かつ制限される。

信号ポート、ケーブルまたはネットワークのLCLによっては、これらの端子、ケーブル、またはネットワーク上のディファレンシャル信号の一部が、本規格で許容値を定めたコモンモード妨害波に変換される[3]、[4]、[5]。コモンモード妨害波（この環境ではこれが放射妨害波の原因となるので、アンテナモード妨害波とも呼ばれる）は、全ての種類の無線信号を受けて起こる障害を最小限とするのであれば、限定されなければならない。平衡な信号ポートまたは、例えば撚った銅の対線のような伝達媒体で生成されるコモンモード妨害波は、これらのポートや伝達媒体の全体がシールドされているかどうかにかかわらず、コントロールされ制限されなければならない。シールドされた媒体を使用する場合、シールドコネクタ内だけでなくシールド自体の欠陥によって発生する重大な電氣的不連続性により、シールド環境内で生成されシールド外に現れるコモンモード妨害波となるであろう。

多くのネットワークで想定される平衡性およびLCLの最悪値は、ネットワークが望む信号の伝送特性と漏話特性に依存し、本規格で考えているコモンモード妨害波のコントロールについては必ずしも注意を払う必要はない。

通信ネットワークの物理レイヤー仕様により、許容できない電磁妨害波が偶発的に発生しないようにするために、ネットワーク規格を検討する初期の段階で、いくつかのクリティカルなパラメータに対しては電磁両立性 (EMC) を考慮した仕様を考えることが不可欠である。

撚り対線を用いた通信ネットワークのEMCを達成するために考慮すべき最も重要なパラメータを以下に示す。

- ・希望線間またはディファレンシャルモード電気信号の規定レベル
- ・希望ディファレンシャル信号用に規定されたラインコード (AMI、CMI、NRZ等の伝送符号形式) のスペクトル特性
- ・希望ディファレンシャル信号のプロトコルのデザイン
- ・(システムの) 設置場所において、希望電気信号が伝送される物理的な銅の媒体に予測される電氣的平衡度、またはLCL
- ・物理的媒体に接続するユニットの通信ポートの電氣的平衡度、またはLCL
- ・希望ディファレンシャル信号が伝送される物理的媒体に予測されるディファレンシャル

モードおよびコモンモードインピーダンス

- ・（物理的媒体に接続する）ユニットの希望ディファレンシャル信号が現われる通信ポートに対して規定された、ディファレンシャルモードおよびコモンモードインピーダンス
- ・シールドした媒体が使われる場合は、コネクタおよびシールドに期待されるシールド効果

結果として生じたコモンモード妨害波レベルに対する希望ディファレンシャル信号の絶対レベルの影響を精査する必要はない。非線形がない場合は、通信端子や物理的媒体の電氣的不平衡に起因するディファレンシャルモードからコモンモードへの変換によって生じたコモンモード妨害波のレベルは、希望ディファレンシャル信号のレベルに正比例する。

希望ディファレンシャル信号に規定されたスペクトル特性およびプロトコルも、物理的媒体に現れるコモンモード妨害波のレベルに大きな影響を与える。

データ速度が与えられた場合、信号の持つパワーを広い周波数範囲に広がるよう設計されたラインコーディングを使用するディファレンシャル信号は、信号の持つパワーを狭い周波数範囲内に集中するよう設計されたラインコーディングを使用する場合よりも、許容できないコモンモード妨害波を発生させる可能性が低い。

信号のプロトコルの選定はディファレンシャル信号のスペクトル特性に大きな影響を与える。はじめと終わりを示すデリミッター（区分信号）、フレーミングおよび同期ビットパターン、トークンのビットパターン、そして最終的にはアクセスコントロールプロトコルが、通信ネットワークの様々な作動状態（高トラフィック時、低トラフィック時、アイドル時）で、ディファレンシャル信号の持つパワーを狭い周波数範囲にどれくらい集中するかに大きな影響を与える。

ネットワーク上のディファレンシャル信号から生成されるコモンモード妨害波のレベルを最小限にするのであれば、周期性の高い波形が長時間持続して発生することを避ける必要がある。

E.2 コモンモード妨害波レベルの評価

重要な電気パラメータとスペクトルパラメータとの関係がわかれば、希望ディファレンシャル信号の、ディファレンシャルモードからコモンモードへの変換により発生するコモンモードレベルの評価を行うことができる。特に、ディファレンシャル信号から変換されたコモンモード妨害波がコモンモード妨害波許容値を越えない場合は、ディファレンシャル信号の最高許容レベルの評価を行うことができる。

LAN内で互いに接続されている二つの項目、例えば、特性インピーダンスで終端したシールドのない平衡な捩り対線に接続される平衡な通信ポート、を考える。2項目の組み合わせの電氣的不平衡は、最悪（最低）LCLを生じる項目の電氣的不平衡に左右されると仮定する。その（最悪LCLを有する）項目のLCLに起因した、ディファレンシャルモードからコモンモードへの変換により発生するコモンモード妨害波のおおよその強さは、以下のように求められる。

$$I_{cm} (dB\mu A) \approx U_T (dB\mu V) - LCL (dB) - 20 \log_{10} \left| 2 Z_0 \cdot \frac{Z_{cm} + Z_{ct}}{Z_0 + 4Z_{cm}} \right| \quad (E. 1)$$

ディファレンシャル信号電圧 U_T によって発生するコモンモード電流 I_{cm} を求める時、
 および

$$U_{cm} (dB\mu V) \approx U_T (dB\mu V) - LCL (dB) - 20 \log_{10} \left| \frac{2 Z_0}{Z_{cm}} \cdot \frac{Z_{cm} + Z_{ct}}{Z_0 + 4Z_{cm}} \right| \quad (E. 2)$$

ディファレンシャル信号電圧 U_T によって発生するコモンモード電圧 U_{cm} を求めるとき、
 ここで、

Z_{cm} は、最悪（最低）の LCL をもった項目により与えられるコモンモードインピーダンス。

Z_{ct} は、より高い LCL のある項目により与えられるコモンモードインピーダンス。

Z_0 は、通信ポートでの線間またはディファレンシャルモードインピーダンス。

上記の式は、[6] で詳しく説明した関係から引き出され、組み合わせた両方の項目が線間またはディファレンシャルインピーダンス Z_0 を与えることを想定している。

等式内のコモンモード妨害波レベルをコモンモード妨害波許容値と等しくすることにより、許容できる最大の線間またはディファレンシャル信号レベルを求めることができる。

上記の等式を使用する場合、コモンモード妨害波許容値は定められた帯域幅（例えば9kHz）で規定された検波機能（準尖頭値あるいは平均値）によって測定される量であることに注意する必要がある。それゆえ、与えられた LCL において上記の方法で評価される許容可能な最大ディファレンシャル信号レベルは、同一の検波機能で測定された場合に同一の帯域幅内に発生することが許されるものである。

E.3 参照文献

- [1] ITU-T Recommendation G.117: 1996, Transmission aspects of unbalance about earth
- [2] ITU-T Recommendation O.9: 1988, Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth
- [3] Danffel, H.R. and Ryser, H., "Problem on the ISDN subscriber S and U interface," ISSLS 86, pp.145-149, 1986
- [4] Davies, W.S., Macfarlane, I.P. and Ben-Meir, D., "Potential EMI from ISDN basic access systems," Electronic Letters, Vol.24, No.9, pp.533-534, April 1988
- [5] Kuwabara, N., Amemiya, F. and Ideguchi, T., "Interference field emission due to unbalance in telecommunication lines," IEEE Int. Symp. on EMC, Nagoya, pp.487-492, Sept. 1989
- [6] van Maurik, R.M., "Potential Common Mode Currents on the ISDN S and T-interface Caused by Cable Unbalance," IEE Eighth International Conference on EMC, Edinburgh, 21-24, September, 1992, IEE Conference Publication No, 362, pp.202-206
- [7] Haas, Lee & Christensen, Ken, LAN Traffic Conditions for EMI Compliance Testing, IBM Corporation, Research Triangle Park, NC.

付則F（情報）

通信ポート妨害波測定及び測定法に関する妥当性

F.1 許容値

妨害波電圧（あるいは電流）の許容値は、 150Ω のトータルコモンモード（TCM）負荷インピーダンス（測定中にEUTによってAEポートからみえる）に対して決められている。このことは、AE及びEUTの未知のTCMインピーダンスによらず、再現性のある測定を行うために必要である。

一般的にAEポートにおいてEUTによってみえるTCMインピーダンスは、ISNやCDNを使用しない限り決まらない。仮にAEがシールド室の外に設置される場合、AEポートにおいてEUTによってみえるTCMインピーダンスは、試験系とシールド室外部との間にあるフィルタのTCMインピーダンスによって決まる。 π 型のフィルタはTCMインピーダンスが低く、その一方でT型のフィルタはTCMインピーダンスが高い。

ITEが使用する全てのケーブルに対して、CDNやISNが存在するわけではない。したがって、CDNやISNを使用しない代替測定法（ノンインベシブ測定法）が必要である。

付則CではEUTの測定対象ポートに接続されたケーブルのみが図示されている。通常、EUTには他に幾つかのケーブル（もしくはポート）がある。多くの場合、少なくとも電源への接続がある。測定対象以外の接続（接地を含む）のTCMインピーダンスや、測定におけるこれら接続の有無は、特に小型EUTの場合に測定結果に重大な影響を与えうる。したがって、小型EUTについて、測定を行っていない接続のTCMインピーダンスを決める必要がある。測定対象のポートに加え少なくとも二つのポートについて、 150Ω のTCMインピーダンスに接続すれば（通常、測定端子を 50Ω 終端したISNもしくはCDNが用いられる。）、この影響を無視できる程度に軽減することができる。

非シールド平衡対に適用される結合装置は、測定する通信ポートの仕様に基づいて最も低いケーブルカテゴリの典型的な不平衡減衰量（LCLの最悪値）を模擬しなければならない。この要求条件は、平衡信号が不平衡信号に変換され、EUTが実際に運用される時に放射に寄与するであろうことを考慮するためである。ISNの不平衡度は規定のLCLを得るために設定されている。この不平衡度はEUTの不平衡度を強めたり弱めたりする。最大放射条件を決定するため、及び測定の再現性を最大限とするために、9.6.2項に定義された適切なISNを用いて、それぞれの線の不平衡状態を変えて測定を繰り返すべきである。

それぞれの平衡対の不平衡度はコモンモード伝導エミッションに寄与するので、全ての平衡対に関するあらゆる不平衡の組み合わせについて考慮すべきである。平衡1対線の場合、2本の線が逆向きになっているため、測定に及ぼす影響は小さい。しかしながら平衡2対線の場合、LCL負荷の組み合わせ（例えば試験構成）は4である。平衡4対線の場合、LCL負荷の組み合わせは16に膨らむ。こうした数は測定時間及び測定記録に、重大な影響を与える。こうした測定は注意して行う必要があ

り、もしここに記載された内容を実施した場合には、適切に記録する必要がある。

I S N及びC D Nの測定端子は、測定器に接続されていない場合は50Ω終端すること。

表F.1は付則Cに記載されている測定法の利点と欠点を示している。

表F.1 付則Cに記載されている測定法の利点と欠点

	測定法C.1.1	測定法C.1.2	測定法C.1.3	測定法C.1.4
利点	<p>測定の不確かさが最小である。 (適切な伝送特性のISN及びCDNが適用可能な場合のみ)</p> <p>LCLを考慮すべきである。CDNは被測定ケーブルの種類に対して最小のLCLを満足すること。</p>	<p>ノンインペイシブである。 (シールドケーブルの絶縁層を取り除くこと以外)</p> <p>シールドケーブルに常時適用可能である。</p> <p>高い周波数では測定の不確かさが小さい。</p>	<p>ノンインペイシブである。</p> <p>常時適用可能である。</p> <p>過小評価にならない。(最悪評価)</p>	<p>ノンインペイシブである。</p> <p>測定の不確かさが小さい。</p> <p>(図F.1及びF.2のZ₂が150±20Ωに調整できる場合のみ)</p>
欠点	<p>全ての場合に適用できるわけではない。(適切なISN/CDNが必要である。)</p> <p>インペイシブ(適切なケーブル接続が必要である。)</p> <p>ケーブルの種類毎に(結果としてかなりの数の異なる)ISN/CDNが必要である。</p> <p>AEからの平衡信号を絶縁するISNが無い</p>	<p>低周波(<1MHz)で測定の不確かさが増加する。</p> <p>ケーブルの絶縁体を破壊する必要がある。</p> <p>AE側からの妨害波に対する絶縁が(C.1.1と比較して)小さくなる。</p>	<p>Z₂が150Ωと大きく異なる場合に、過大評価となる可能性がある。</p> <p>極端な周波数及びインピーダンス条件において、不確かさが増大する。</p> <p>AE側からの妨害波が絶縁できない。(C.1.1と比較して)</p> <p>EUTに接続されるケーブル網のLCLによって、平衡信号から変換された妨害波を評価することができない。</p>	<p>全ての場合に適用できるわけではない。</p> <p>多くの時間を浪費する。(測定周波数毎にフェライトの調整が必要である。)</p> <p>AE側からの妨害波に対する絶縁が(C.1.1と比較して)小さくなる。</p> <p>EUTに接続されるケーブル網のLCLによって、平衡信号から変換された妨害波を評価することができない。</p>

F.2 電流プローブと容量性電圧プローブの併用

C.1.3項に示す測定法は、全てのケーブルに対してノンインペイシブの測定が行えるという利点がある。しかしながら、EUTからAE側をみたインピーダンスが150Ωでないかぎり、測定結果は過小評価にはならないものの過大評価(妨害波の最悪評価)となる。

F.3 容量性電圧プローブの原理

図C.3は容量性電圧プローブをコモンモード妨害波の測定に適用した場合である。容量性電圧プローブには二つの構成がある。いずれの場合も、TCMインピーダンスが 150Ω の場合、容量性電圧プローブとEUTの被測定ポートに接続されたケーブルとの間の容量は、TCMインピーダンス 150Ω に対する並列負荷として表される。

TCMインピーダンスの公差は、周波数 0.15MHz から 30MHz において $\pm 20\Omega$ である。仮に容量性電圧プローブに負荷が接続されたことによって、TCMインピーダンス 150Ω がせいぜい 120Ω にしか低下しないようにするためには、容量性電圧プローブとEUTの被測定ポートに接続されたケーブルとの間の容量は、 30MHz （最悪条件の周波数）で 5pF 未満でなければならない。 30MHz において 5pF はほぼ $-j\ 1.062\ \Omega$ であり、 150Ω との並列によるTCMインピーダンスはほぼ 148Ω となる。

一つ目の容量性電圧プローブの構造は、EUTの被測定ポートに接続されたケーブルとの距離によって容量が 5pF 未満となることを見込んだ単一構造のプローブである。この形態の容量性電圧プローブは、「情報通信技術審議会答申CISPR16-1国内規格」第2編5.2.2項に記述されている。

二つ目の構造はEUTの被測定ポートに接続されたケーブルに対して、非常に近接した容量性結合装置を用いたものである。（容量性結合装置は実際には、EUTの被測定ポートに接続されたケーブルの絶縁体に物理的に接触している。）容量 5pF 未満でインピーダンスが $10\text{M}\Omega$ より大きい標準的なオシロスコープのプローブは、容量性結合装置と直列に接続される。容量性結合装置に直列に接続されたプローブの容量は、原理的にEUTの被測定ポートに接続されたケーブルに対するプローブの容量として表される。実際には、容量性結合装置の物理的な大きさによって、プローブ容量に大きな浮遊容量が並列に接続されると考えられる。こうした場合、最終的な容量負荷はプローブそのものの容量よりも大きくなり、 5pF 未満という要求条件を満足できない。この技術を適用する場合、容量負荷を理論によることなく測定により確認しなければならない。

この容量の測定は、周波数 150kHz から 30MHz で使用可能な、あらゆる容量測定器により実施することができる。容量は、EUTの被測定ポートに接続されたケーブル（ケーブル内の全ての導線を一まとめにして測定器に接続する）と基準大地面との間について測定する。容量の測定には、伝導妨害波測定に用いるものと同じものを使用しなければならない。

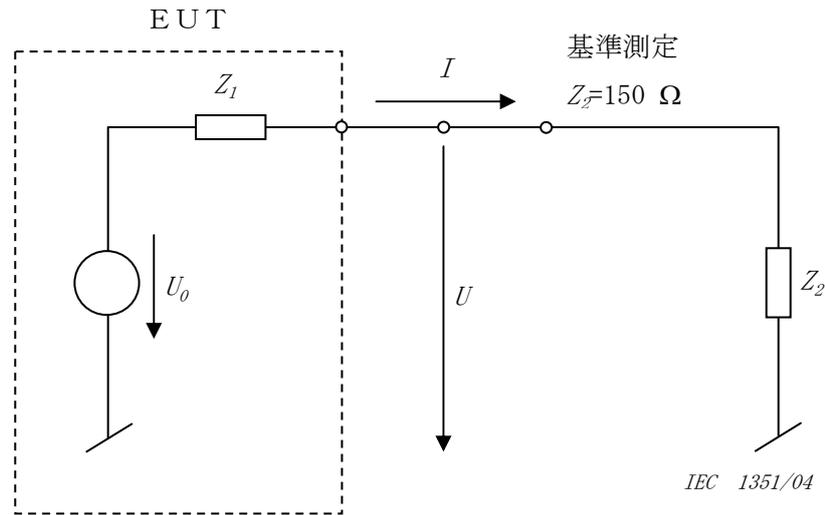
注) この測定法は、EUTとAE間のケーブル長が 1.25m 未満のときに、不確かさが最小となる。十分に長いケーブルの場合定在波が発生して、反対に電圧や電流の測定に影響を及ぼす。ケーブル長が長く、電圧及び電流許容値ともに満足しない場合は、C.1.5項の電力測定法の適用を推奨する（現在検討中の方法である）。

F.4 電流及び電圧許容値の併用

TCMインピーダンスが 150Ω ではない場合、電圧もしくは電流単独の測定は容認できない。これ

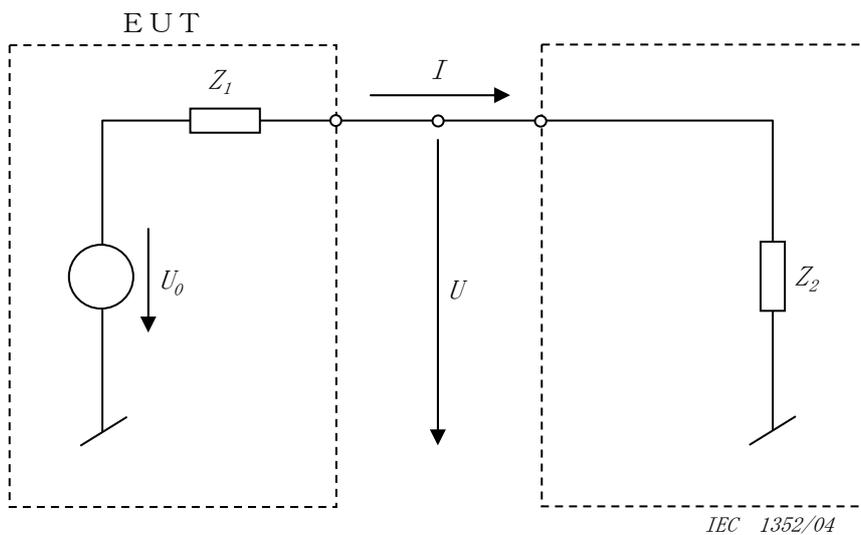
は、不定かつ未知のTCMインピーダンスによって測定の不確かさが非常に大きくなるためである。しかしながら電圧及び電流測定の双方を行い、電圧及び電流許容値を同時に適用するのであれば、以下に示すように結果は妨害波の最悪条件の評価となる。

許容値を定義する基本回路を図F.1に示す。この回路は電流許容値と電圧許容値の派生についても参照される。他のあらゆる測定法は、この基本回路と比較しなければならない。 Z_1 はEUTの未知のパラメータである。 Z_2 は基準測定において 150Ω である。



図F.1 TCMインピーダンス 150Ω で定義された許容値を考えるための基本回路

仮にEUTからみたTCMインピーダンスを決めずに測定を行った場合、回路構成は図F.2で示される。このときEUTからみたTCMインピーダンス Z_2 は、AEによって決まりかつあらゆる値となり得る。したがって Z_1 同様 Z_2 も測定における未知のパラメータとなる。



図F.2 未知のTCMインピーダンスにおける測定の基本回路

図F.1の回路に基づいて測定が行われた場合、電流許容値と電圧許容値は等価となる。電流と電圧の関係は常に 150Ω であり、どちらも許容値に対する適合確認に用いることができる。このことは Z_2 が 150Ω ではない場合にはあてはまらない。(図F.2参照)

許容値に対する適合確認を行うのは電圧源 U_0 ではないことに気づくことが重要である。妨害波電圧は Z_2 が 150Ω を標準として測定される必要があり、 Z_1 、 Z_2 及び U_0 に依存する。EUTが高インピーダンス Z_1 で高い電圧源 U_0 を持つ場合、もしくは低インピーダンス Z_1 に接続された低い電圧源 U_0 を持つ場合に、妨害波が許容値近くのレベルになると考えられる。

より一般的である Z_2 が決まっていない図F.2のケースの場合、正確な妨害波電圧を測定することは不可能である。 Z_1 及び U_0 が未知であるため、たとえ Z_2 が既知(測定もしくは I 及び U から算出)であったとしても妨害波電圧を導出することはできない。例えば仮に許容値をこえるエミッションを持つEUTについて、AE側の Z_2 が低い(150Ω 未満の)測定系において電圧のみを測定した場合、このEUTは許容値に適合しているようにみえると考えられる。また、もし同じEUTについて、高いインピーダンス Z_2 (例えばフェライトの付加による)で電流のみを測定した場合、EUTはやはり許容値に適合しているようにみえると考えられる。

しかしながら、このことから言えるのは、電流許容値と電圧許容値を同時に適用すれば、電流許容値を超えていること(Z_2 が 150Ω 未満の場合)、もしくは電圧許容値を超えていること(Z_2 が 150Ω より大きい場合)のいずれかによって、常に許容値を超えていることがわかる。

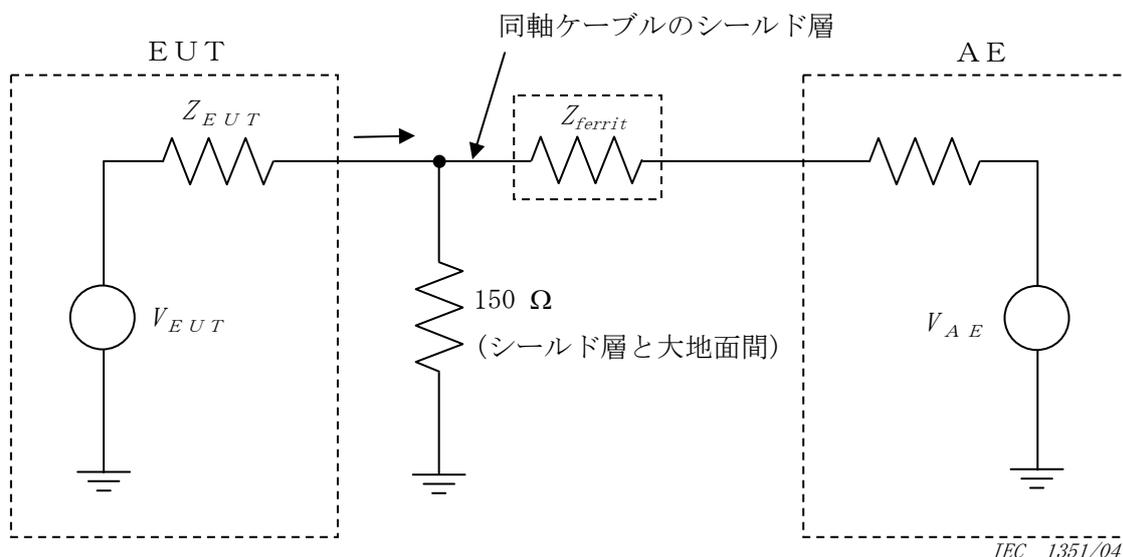
仮にAEのTCMインピーダンス(Z_2)が 150Ω にほど遠い場合、 Z_2 が 150Ω の状態ですべて許容値に適合したEUTであっても、許容値に適合しない可能性がある。しかしながら、許容値に適合していないEUTが Z_2 の条件によって許容値に適合することは起こりえない。ゆえにC.1.3に基づく測定はエミッションの最悪評価であるといえる。この測定法によって許容値に適合していないEUTが、 Z_2 が 150Ω の状態ですべて測定した場合に許容値に適合する可能性はある。この方法で測定された妨害波について、電流及び電圧許容値から導出された電力許容値と比較することで、 150Ω 条件での妨害の潜在力をより正確に測定することができる。伝導電力測定の方法に関してはCISPR/Iで検討中である。

F.5 フェライトによるTCMインピーダンスの調整

幾つかの場合(仮にAE側のTCMインピーダンスがもともと 150Ω よりも小さい場合)、EUTの被測定ポートに接続されたケーブルにフェライトを付加することで、TCMインピーダンスを調整することができる。C.1.4項では、各測定周波数においてTCMインピーダンスが $150\Omega \pm 20\Omega$ となるようTCMインピーダンスの測定とフェライトによる調整を要求している。したがって、この方法は全ての周波数スペクトルに適用した場合、非常に煩雑で時間を浪費するものである。仮にAE側のTCMインピーダンスがもともと 150Ω より高い場合、フェライトを付加したり、その設置場所を変えることで、 30MHz 以下の周波数においてTCMインピーダンスを 150Ω に調整する方法は無い。(特定の周波数においてTCMインピーダンスを調整する別の方法が考案されれば別であるが。)

F.6 付則Cにおいてフェライトを使用する場合の要求条件

C.1.2項では同軸ケーブルのシールド層上の伝導エミッションについて測定系が定義されている。図C.2に示したように同軸ケーブルのシールド層と基準大地面間を接続する150Ω負荷が規定されている。フェライトが150Ω負荷とAEとの間の同軸ケーブルのシールド層の上に設置されている。以下は、C.1.2の要求条件を満足するために必要な、フェライトの機能要求について述べている。



- V_{EUTcm} EUTにより発生したコモンモード電圧
- Z_{EUTcm} EUTのコモンモードソースインピーダンス
- V_{AEcm} AEにより発生したコモンモード電圧
- Z_{AEcm} AEのコモンモードソースインピーダンス
- $Z_{ferrite}$ フェライトのインピーダンス
- Z 150Ω, $Z_{ferrite}$ 及び Z_{AEcm} による合成インピーダンス

図F.3 図C.2の構成要素のインピーダンス配置

図F.3は図C.2に含まれる全ての基本的なインピーダンスを示している。C.1.2で規定されているフェライトは高いインピーダンスを提供している。その結果「150Ω抵抗から右側のTCMインピーダンスは測定に影響を及ぼさないよう十分に高くなければならない」状態となっている。このインピーダンスは図F.3はZで表されている。

上記のC.1.2から引用された事項は、 $Z_{ferrite}$ 及び Z_{AEcm} の直列インピーダンスが、150Ω抵抗の負荷としてみえないことを結論づけている。コモンモード負荷150Ωの公差の本答申における一般的な値は、周波数0.15MHzから30MHzにおいて±20Ωである。これら二つの考えを合わせると、150Ω抵抗に並列となる $Z_{ferrite}$ 及び Z_{AEcm} の直列インピーダンス(図F.3のZ)は、130Ωより高くなければならない。このことはまた逆に、 Z_{AEcm} の値を考慮しなくてよいためにはこの関係を維持しなければならないことを証明している。

フェライトのインピーダンス特性を確立するために、 Z_{AECM} が開放回路の場合と Z_{AECM} が短絡回路の場合の二つのケースについてのみ考慮すればよい。条件を満足したフェライトを選択すれば、あらゆる値の Z_{AECM} が適用できる。

・ケース 1 : Z_{AECM} が開放回路の場合

$Z_{ferrite}$ 及び Z_{AECM} の直列インピーダンスも開放回路となる。150Ω抵抗に開放回路が並列に接続されても負荷は150Ωである。 $Z_{ferrite}$ は任意の値でよい。

・ケース 2 : Z_{AECM} が短絡回路の場合

$Z_{ferrite}$ 及び Z_{AECM} の直列インピーダンスは $Z_{ferrite}$ と等しくなる。150Ωと並列に接続される $Z_{ferrite}$ は下記関係式より130Ωより高くなければならない。

$$\left[150 \cdot (Z_{ferrite}) \right] / (150 + Z_{ferrite}) \geq 130 \Omega$$

上記式より $Z_{ferrite}$ は1000Ωと求められる。これは、この方法に適用されるフェライトは、周波数0.15MHzから30MHzの範囲において、最低1000Ωのインピーダンスでなければならないことを意味している。フェライトの場合、最小インピーダンス ($j\omega L$) は最低周波数0.15MHzでの値となる。

上記二点を鑑みると、ケース 2における0.15MHzでの値がフェライトのインピーダンスの最小値となる。この値以上の任意の値がフェライトのインピーダンスとして容認される。

選択したフェライトが意図した機能を果たしているかどうかを明らかにするために、図F.4に示した測定系が示唆されている。従前のインピーダンスメータ及びインピーダンスアナライザが、Z点と基準大地面間のインピーダンス測定に用いることができる。別の方法として、Z点の電流と電圧（図F.4のI及びV）を個々に測定し、インピーダンスを算出するものがある。最低限インピーダンスの測定は0.15MHzで実施されなければならない。しかしながら、フェライトと同軸ケーブル間の浮遊容量によって、フェライトのインピーダンスが劣化していないことを確認するために、全ての周波数0.15MHzから30MHzにわたって測定することを推奨する。このことは、フェライトを通る1本の同軸ケーブルの場合、要求されるインピーダンスが実現できそうにないという実験データに関係している。フェライトを通る複数の経路が必要である。これは浮遊容量がフェライトのインピーダンスに影響を及ぼす機会を増やすものである。要求されるインピーダンスの周波数特性を実現する可能性については、実験室レベルで実証されている。

付則G（情報）

数種類の I T E に対する動作モード

G.1 画像表示装置の動作

EUTに画像表示装置またはモニタが含まれている場合には、次の動作条件を適用すること。

- ・コントラストの調整を最大とすること。
- ・輝度調整を最大とするか、ラストの見えなくなる状態が最大輝度より少し下の場合には、ラストの見えなくなる状態に調整すること。
- ・ポジティブ表示またはネガティブ表示の両方を利用できる場合には、いずれか最悪条件を選択すること。
- ・画面上で代表的な最大数の文字が表示できるように1行あたりの文字の寸法及び数を選択すること。
- ・グラフィックス機能を有するモニタの場合は、全て"H"から構成されるパターンを表示させること。テキストのみの機能を有する供試装置では、無作為テキストから構成されるパターンを表示させること。もし、上記のいずれの方法も適用することができない場合には、代表的な表示を採用すること。

EUTは、上記の動作規定を満たしつつ、最大放射レベルを発生させる動作モードで動作させること。

G.2 ファクシミリ装置の動作

ファクシミリ装置は供試装置の最も精細なイメージモードで、ITU-Tの規定するファクシミリ受信テストチャートを用いて、待機状態、受信および送信モードで試験すること。

注) ファクシミリ装置の最大妨害レベルを得るためにテストパターンを何度も繰り返すことが必要なこともある。

G.3 電話機の動作

デジタル信号で音声情報の伝送が可能な電話機は、ITU-Tの規定する標準音声の受信状態で、待機状態、受信および送信モードで試験すること。

参照文献

CISPR16-2 (all parts), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and method –Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity

CISPR16-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and method – Part 3: CISPR technical reports

IEEE Standard 1284-1, IEEE Standard for Information Technology & Transport Independent Printer/System Interface (TIP/SI)

IEEE Standard 1394, IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Firewire

ISO/IEC11801, Information technology – Generic cabling for customer premises