

電源線、通信線のノイズ測定方法（案）に関する解説

1. 測定装置

1) 電圧プローブ（ハイインピダンスプローブ）

供試機器の定格電力または設置条件により擬似電源回路網が使用できない場合または、測定箇所（電源装置の負荷端子、制御線などの電源端子以外の外部接続端子）によって特に規定されている場合の測定は、阻止コンデンサと、各電線とアース間の全抵

抗が 1500Ω になるような抵抗を使用し、各電線とアース間のノイズ電圧を測定する。

電圧プローブによる測定回路の構成を図 - 1.1 に示す。

図 - 1.1 のインダクタンスは、高電圧機器測定時の安全対策用であるが、広帯域にできないため、一般用としては省略されるか抵抗 R に置き換えたもの（VDE規格）が多い。

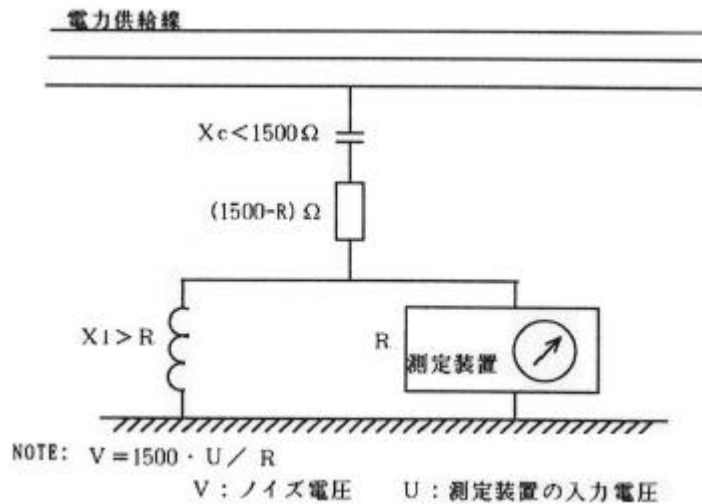


図 - 1.1 電圧プローブによるノイズ電圧測定回路

2) 擬似電源回路網

電源端子のノイズ電圧を測定する場合、電源端子に接続される電源の高周波に対するインピダンスがノイズ電圧の負荷となるため、この値を、電源インピダンスのいかなる状態においても一定にするために使用するのが、CISPR規格その他で規定している擬似電源回路網（Artificial Mains Network）で、アメリカの規格では電源インピダンス安定回路網（Line Impedance Stabilization Network、略してLISN）と呼ばれている。

CISPR 16 - 1では、周波数範囲、定格、測

定モード等によって、5種類の擬似電源回路網を規定している。この中で現在、最も多くの機器に適用されているのは、図 - 1.2および図 - 1.3に示す2種類である。

図 - 1.2の回路網は周波数範囲が $9 \text{ kHz} \sim 150 \text{ kHz}$ であるが、図 - 1.3のものと同等に $150 \text{ kHz} \sim 30 \text{ MHz}$ の範囲にも使用できる。

2線式の電源の各ラインとアースの間のノイズ電圧を測定するのがV形回路網であり、これに対してラインの平衡電圧並びに不平衡電圧を分離して測定するために構成されたのが擬似電源デルタ型回路網である。その実施例を図 - 1.4に示す。

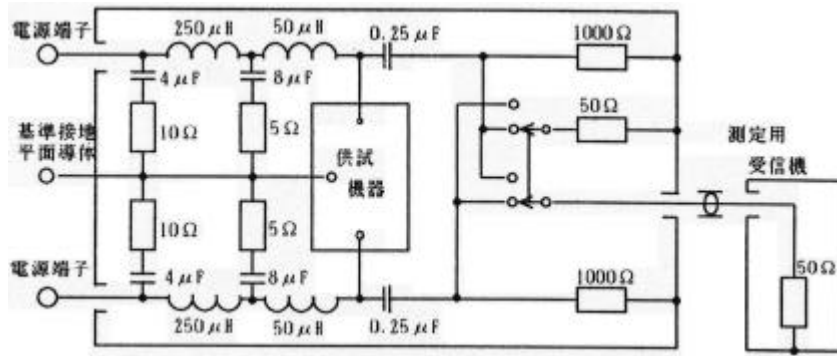


図 - 1.2 50 / 50 μH + 5 擬似電源V型回路網の例

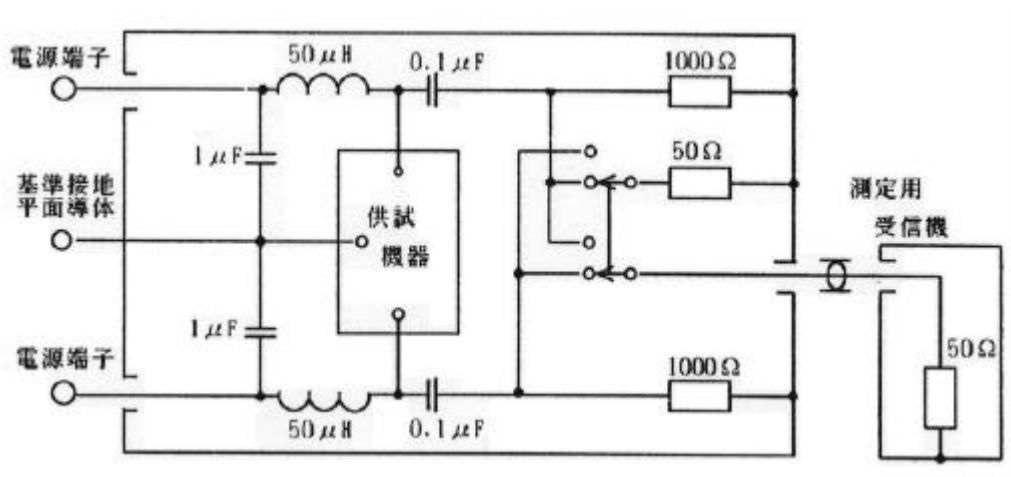
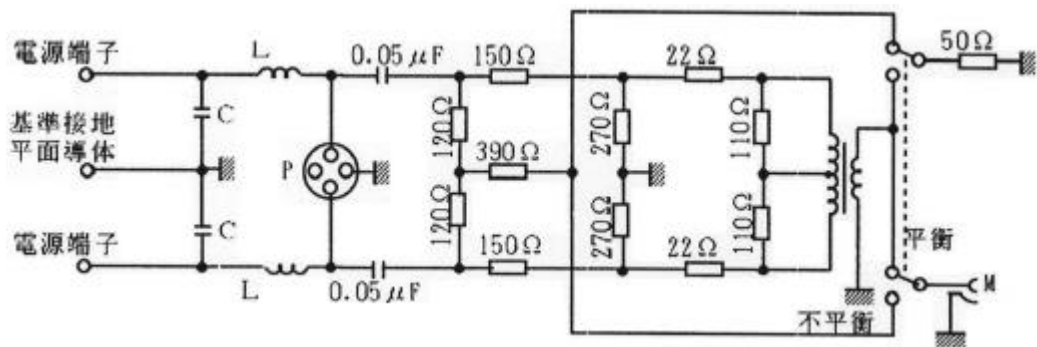


図 - 1.3 50 / 50 μH 擬似電源V型回路網の例



M接続端子：ノイズ測定用受信機（50 Ω）

P接続端子：供試機器

L、C：回路網インピーダンス（ $150 \pm 20 \Omega$ 位相角 20° 以下）に適合させる。（ $L=800 \mu\text{H}$ $C=1 \mu\text{F}$ ）

図 - 1.4 擬似電源デルタ型回路網

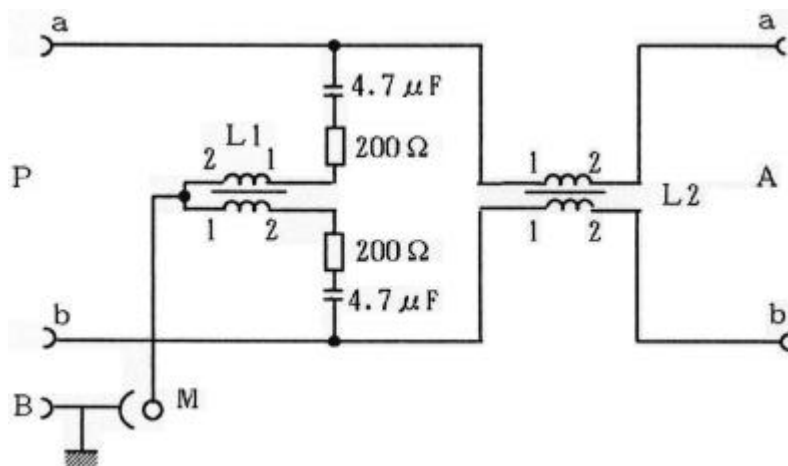
3) T型回路網

対称型通信線路の線間に、電気的中性点を引き出した対称形のコイルを接続する。電気的中性点にはノイズ測定用受信機を接続する。コイルは、そのリアクタンスが10kHz～30MHzの全測定周波数範囲内、または対称線路上で伝送すべき信号の周波数範囲内で、対称通信線路の終端抵抗よりも極めて高くなるような構造でなければならない。非常に周波数の低い信号、または直流を伝送しなければならない場合は、通信線に入っている対称型コイルの各接続点の前にコンデンサを接続すること。

回路網インピーダンスを150に保つために、入力インピーダンス50のノイズ測定用受信機の

前に100の抵抗を接続する。別の方法として、各結合コンデンサに200の抵抗を直列に接続してもよい。この場合は二つの抵抗は測定回路の中で並列に接続されることになり、結合コンデンサと対称コイルによる直列共振を減衰させることを優先させるものである。

減結合用に通信線路の各線にそれぞれ電流補償されたコイルの巻線を対称回路内における線路のインダクタンスが増加するように接続する。これによって希望信号の減衰は測定周波数範囲内において実用上発生せず、一方、減結合は大きくなる。この回路によって通信線路は動作可能な状態で閉路される。その実施例を図 - 1.5 に示す。



- A 端子：通信導線
- B 端子：基準接地平面導体
- M 端子：ノイズ測定用受信機
- P 端子：供試機器
- L 1：対称コイル 各巻線5～40mH
- L 2：減結合コイル（電流補償）
下限周波数100kHzの場合420μH
- 1：巻線の巻始め
- 2：巻線の巻終わり

図 - 1.5 通信線用のT型回路網

4) 基準接地導体

ドイツの規格 VDE0878「電気通信技術設備の無線妨害抑制」によれば、無線妨害電圧（ノイズ電圧）測定の場合の基準電位として高周波電位が均一な接地平面導体（図 - 1.6）を使用するように規定されている。

この様な設備がない場合は、アルミ、黄銅、鉄な

どの金属板を床や壁に敷き、高周波電位が均一な接地平面導体とし、これを接地して使用するほか、VD E0877 第1部「無線妨害電圧の測定法」の様に、建築物の金属構造部分で大地に接地されているもの、例えば、コンクリートの鉄筋、鋼柱、金属の配管などを使用することもできる。接地平面導体の大きさは、少なくとも2m×2mが必要である。

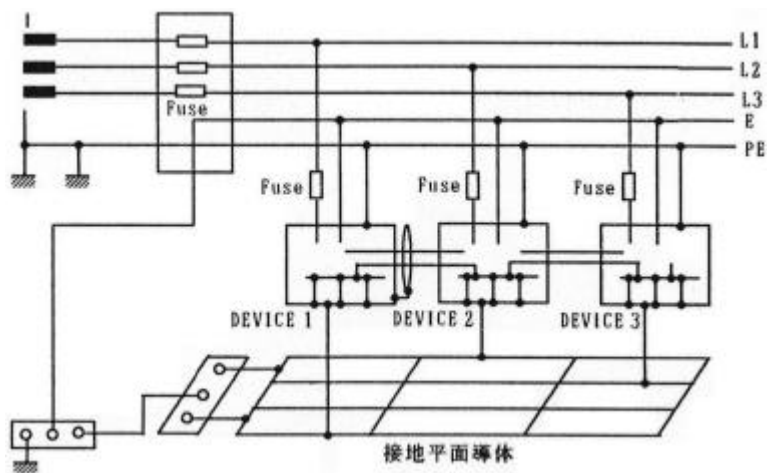


図 - 1.6 接地平面導体の例

5) 測定用受信機

無線周波ノイズは広い周波数帯にわたり分布しているものが多い。これを測定するには、測定用受信機を使用して規定された周波数帯幅のスペクトル成分だけを選択して受信し、検波して指示計に入力信号レベルを表示させる方法がとられ、測定結果は各測定周波数に対する信号レベルとして表される。

一般にノイズレベルは、ランダムノイズに対してはノイズ電力として実効値で測定され、時間領域で波形や繰り返し周期などととも測定される場合は尖頭値で取り扱われることが多い。しかし、無線周波ノイズの測定は、ノイズが放送や無線通信などに及ぼす受信妨害の程度を評価、判定することが主目的であるため、一義的に測定方式を決定することはできない。

CISPRでは、以前から無線周波ノイズによる受信妨害の評価と関連のある測定方法は、人体の聴覚または視覚に対する影響に対応する準尖頭値測定にあるという理由から、これを基に測定器の規格が規定されていた。近年、コンピュータおよび情報通信の発達によりノイズの種類も多様化する中で、そ

の評価方法も複雑となり、平均値測定の規格が追加規定され、わが国を始め、ヨーロッパ各国およびアメリカ等の国内規格に採用されている。

測定用受信機は、正弦波からパルス波までのあらゆる種類の無線周波ノイズを、擬似電源回路網、アンテナ、吸収クランプ等のトランスデューサを通して、電圧、電界強度、電力等として測定する無線周波ノイズ測定用の受信機であるが、周波数選択特性、検波特性、過負荷特性などノイズ測定に固有の特性が要求される。(表 - 1.1)

本「電源線、通信線ノイズの電圧レベル測定法」における測定では、特に国際規格との比較が必要な場合に、CISPR規格適合の測定器を使用することが必要となる。

(1) スペクトラムアナライザ

スペクトラムアナライザは、汎用測定器として、広い周波数範囲を連続的に掃引できる機能を有している。そのため、ノイズのレベルや周波数分布を効率よく観測し、測定することができる。

汎用の測定器であることからいろいろな

機能を有しているため、ノイズ測定の際には、通過帯域幅、検波方式、過負荷特性等に注意を払う必要がある。

標準的なスペクトラムアナライザにアダプタを付加したり、内蔵させたりしたCISPR規格適合のノイズ測定機能を有するスペクトラムアナライザも市販されている。

(2) ノイズ測定用受信機

ノイズ測定用受信機は、妨害波測定器、EMIテストレシーバー等と呼ばれている。それはCISPR規格にもとづいたス・パ・ヘテロダイン受信機で、受信機の利得を校正するための標準電圧発生器を内蔵している。信号入力回路は同軸構造とし、この端子の入力信号電圧を測定するようになっているも

のが多い。

減衰器は、被測定信号のレベルを、標準電圧発生器出力と比較測定するもので、入力回路と中間周波段に配置されているが、パルス性の広帯域雑音の場合、受信機の直線性保持の点から減衰量の配分が問題になる。

検波器は、準尖頭値(Q・PEAK)を指示するようになっているが、放送波などの狭帯域の信号を測定するために平均値(AVERAGE)指示に切り換えられるものが多く、汎用測定器として尖頭値検波器(PEAK)を備えたもの、更に、ノイズのスペクトル分布を観測できるようにCRTを備えたものもある。(図 - 1.7)

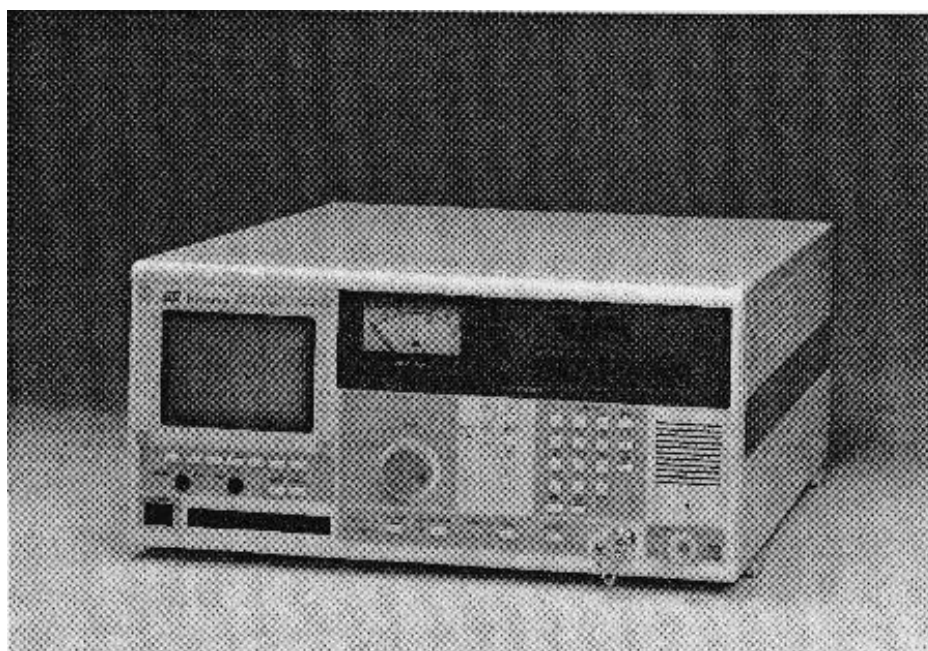


図 - 1.7 スペクトル分布を観測するノイズ測定用受信機

表 - 1.1 C I S P R 1 6 - 1 妨害波測定器の主要規格
(準尖頭値における特性)

基本特性	周波数帯		A:9 ~ 150KHz	B:0.15 ~ 30MHz	
	帯域幅 (6dB以下)		220Hz	9kHz	
	検波器	充電時定数	45mS	1mS	
		放電時定数	500mS	160mS	
	指示計の機械定時定数		160mS	160mS	
	過負荷係数	検波器以前	24dB	30dB	
		検波器以後	6dB		
パルス応答特性	振幅特性		25Hz, 13.5 μ Vs のパルスと2mVの 正弦波に対する 指示が同一 許容値 ± 1.5 dB	100Hz, 0.316 μ Vs のパルスと2mVの 正弦波に対する 指示が同一 許容値 ± 1.5 dB	
	繰返しに対する 応答変化	繰返し 周波数	1000Hz	-	-4.5 \pm 1dB
			100Hz	-4 \pm 1dB	0 (基準値)
			60Hz	-3 \pm 1dB	-
			25Hz	0 (基準値)	-
			20Hz	-	6.5 \pm 1dB
			10Hz	4 \pm 1dB	10 \pm 1.5dB
			5Hz	7.5 \pm 1.5dB	-
			2Hz	13 \pm 2dB	20.5 \pm 2dB
			1Hz	17 \pm 2dB	22.5 \pm 2dB
			孤立パルス	19 \pm 2dB	23.5 \pm 2dB
選 択 度	中間周波数妨害比		>40db		
	映像妨害比		>40db		
	スプリアス		>40db		
精 度	電圧測定		± 2 dB		
	電界強度測定		± 3 dB		

2. 測定条件と測定方法

1) 建築物内部に流入するノイズの測定

(1) 測定は建築物の外部より内部に流入するノイズの測定に適切な測定点を設定して実施する。

(2) 線路の負荷条件

a. 無負荷電圧の測定

測定点から先の室内配線を切り離す。

電圧プローブ(ハイインピーダンスプローブ)で各測定点のノイズ電圧を測定する。

b. 線路に高周波負荷(公称値50 または150)を接続した電圧の測定

測定点からの先の室内配線を切り離す。

測定する線路に対応した擬似電源回路網またはT型回路網を測定点の近くに設置する。

回路網の供試機器端子と測定点の該当する端子を導線で接続して測定を行う。

c. 実負荷時の電圧の測定

測定する線路に対応した擬似電源回路網またはT型回路網を測定点の近くに設置する。

測定点から先の室内配線を各回路網の線路端子に接続する。

回路網の供試機器端子と測定点の該当する端子を導線で接続して測定を行う。

[注意1] 電圧プローブ(ハイインピーダンスプローブ)は1500 のインピーダンスであり高周波的には無負荷と見なされる。これに対して擬似電源V型回路網は50、擬似電源デルタ型回路網およびT型回路網は150 の高周波負荷を有している。

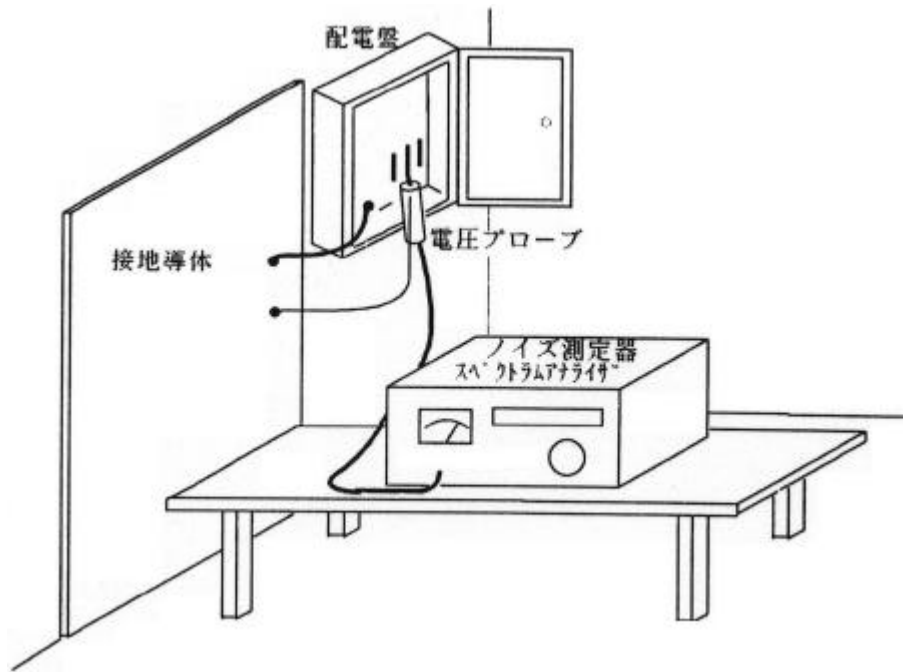
[注意2] 電源線路の実負荷時の測定の場合は、実負荷に対して余裕のある定格電力の擬似電源回路網を使用する必要がある。

[注意3] 実負荷側に大きな伝導ノイズがある場合には減結合用のフィルタ、または擬似電源回路網をさらに1台追加を要する場合がある。

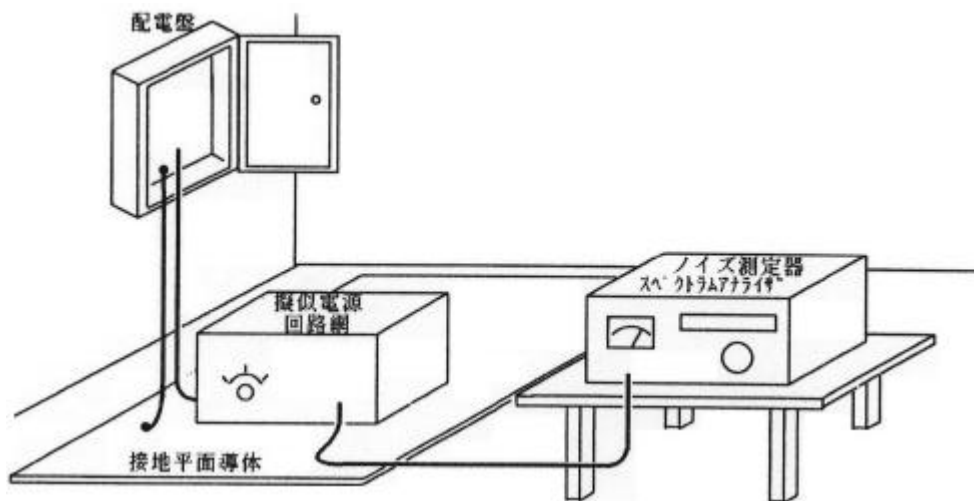
[注意4] 建築物の中に流入するノイズを測定する場合には、擬似電源回路網の供試機器端子を配電盤に、電源端子を実負荷に接続することになり、通常の測定とは逆の接続となるので注意を要する。

(3) 測定例

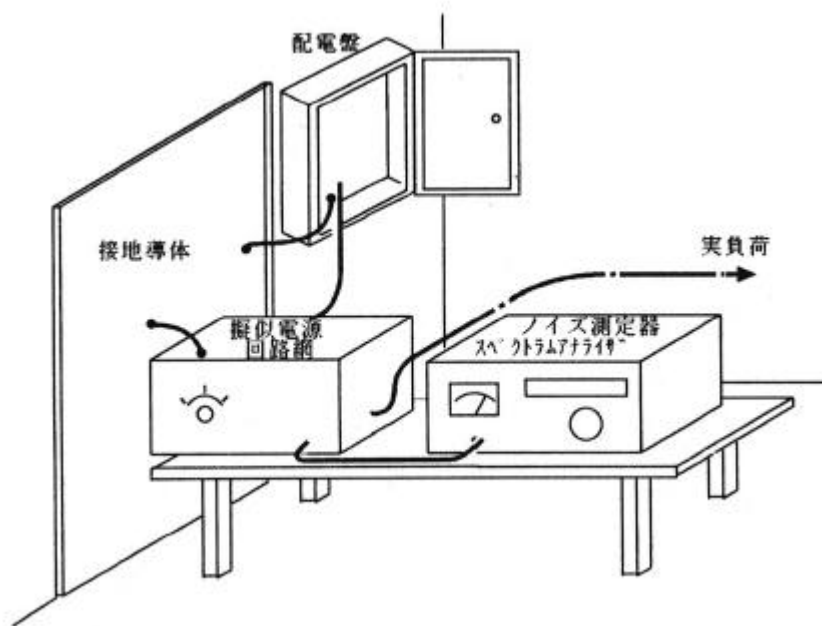
図 - 2.1 に示す。



a . 測定例 - 1 (無負荷時の電圧プローブによる測定)



b . 測定例 - 2 (無負荷時の擬似電源回路網による測定)



c . 測定例 - 3 (実負荷時の擬似電源回路網による測定)

図 - 2 . 1 建築物内部に流入するノイズ測定例

2) 建築物外部に流出するノイズの測定

(1) 測定は、建築物の外部に測定点を設定して実施する。

(2) 線路の条件

室内で使用する測定対象の機器、設備を実働状態にする。

測定する線路に対応した擬似電源回路網またはT型回路網を測定点近くに設置する。

回路網の供試機器端子と測定点の該当する端子を導線で接続する。

測定点から先の外部配線を各回路網の線路端子に接続し通電状態にして測定を行う。

[注意] 電源線路の測定の場合は、実負荷に対して余裕のある定格電力の擬似電源回路網を使用する必要がある。

(3) 測定例

図 - 2 . 2 に示す。

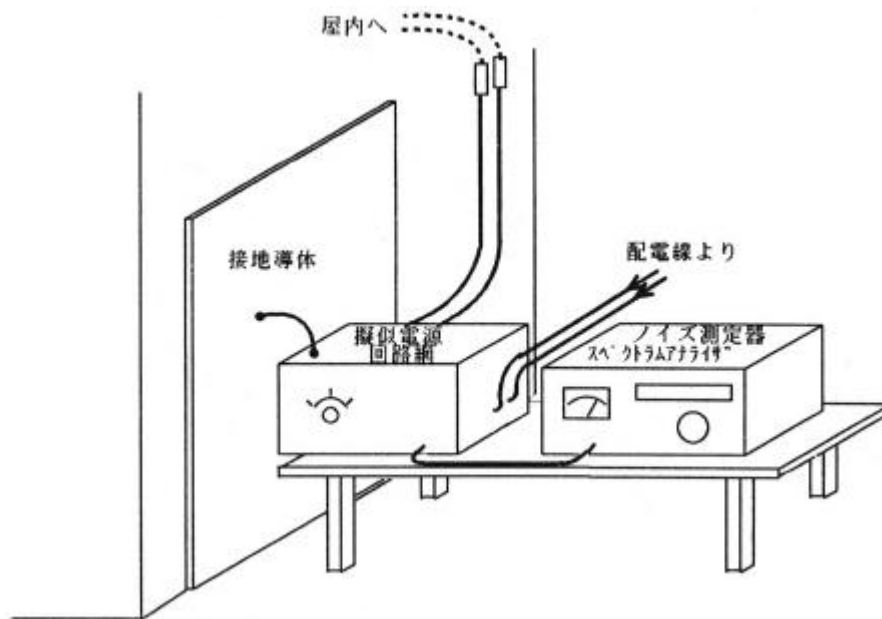


図 - 2.2 建築物外部に流出するノイズの測定例

3) 建築物内部設備により発生するノイズの測定

4) 回路網の分類

建築物内部設備により発生するノイズの測定は、
2) 項の測定法の測定点を室内の配電盤の配線に変更すれば、その配線に関わる室内の設備より発生するノイズを測定することができる。

電圧プローブおよび各種回路網は測定条件に応じて表 - 2.1 の様に分類される。

表 - 2.1 電圧プローブおよび各種回路網の種類と測定条件

	線路 : 無負荷 高周波負荷 : 1500
50 / 50 μ H + 5 擬似電源 V 型回路網	線路 : 無負荷または実負荷 高周波負荷 : 50
50 / 50 μ H 擬似電源 V 型回路網	線路 : 無負荷または実負荷 高周波負荷 : 50
擬似電源デルタ型回路網	線路 : 無負荷または実負荷 高周波負荷 : 150 平衡及び不平衡電圧
T 型回路網 〔通信線路用〕	線路 : 無負荷または実負荷 高周波負荷 : 150 不平衡電圧

また現在、一般に市販されている電圧プローブおよび各種回路網の周波数範囲は表 - 2.2 の通りである。

表 - 2.2 一般に市販されている電圧プローブおよび各種回路網の周波数範囲

	周波数				備考
	.009	.1	.15	30 MHz	
電圧プローブ					
50 / 50 μ H + 5 擬似電源 V 型回路網					
50 / 50 μ H 擬似電源 V 型回路網					
擬似電源デルタ型回路網					
T 型回路網					

5) 測定時間帯に対する留意事項

天候、季節等により測定結果が変動することが考えられるためそれらに対する配慮が必要である。

外部の配電線、通信線等から建築物に流入するノイズの要因として考えられるものは、雷、送配電線

の放電、放送電波などによる誘導等々があげられる。これらの要因の中には、温湿度、天候、季節等の影響をうけて、測定結果に変動をもたらすことがあるため留意する必要がある。

参考資料

- 1) CISPR16-1
- 2) DIN VDE 0878 第1部、第2部
- 3) DIN VDE 0800 第2部
- 4) 電気用品の技術基準の解説

付録 A
吸収クランプ

30～1000MHzの周波数における電源ラインの伝導ノイズの測定には吸収クランプが用いられるので、参考として掲載する。

一般に、30MHz以上の周波数の場合、電気機器から発生するノイズエネルギーは、放射によって伝搬し、妨害を受ける受信機などに到来すると考えられている。

CISPRにおいては、経験によって、このノイズエネルギーは大部分が電源線の機器に近い部分から放射されるとして、機器のノイズ妨害能力とは、機器が電源線に供給することのできるノイズ電力である、と定義している。この電力は、適切な吸収装置を電源線を取り囲むようにして、その吸収電力が最大になるように設置したとき、その装置に吸収される電力にほぼ等しくなる、という原理にもとづいている。

吸収クランプの構造は、図 - A. 1 に示すとおりである。吸収クランプは、フェライトリングによる吸収器Dと電流変成器Cで構成され、供試機器Aからの電源線Bを取り囲むように設置される。吸収器Dは電源線を通るノイズ電流に対して負荷抵抗として作用してする。

このノイズ電流は電流変成器Cによって、電流に比例した電圧に変換され、ノイズ測定器で測定される。同軸ケーブルHを取り囲むフェライトリングEは、ケーブルHの表面を通して漏洩するノイズ電流を減衰させるためのものである。CおよびDのフェライトリングは半円形に割ってあり、電源線Bを通すため開閉できる構造(クランプ式)になっている。

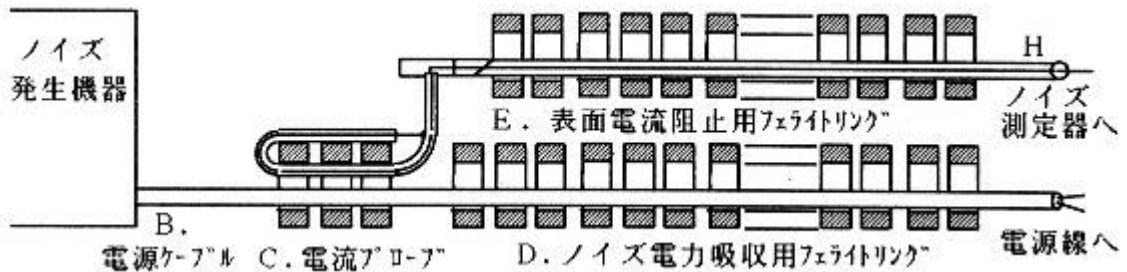


図 - A. 1 吸収クランプの構造