

電磁波計測技術に関する研究

－放射電界強度測定データの信頼性向上について－

大力 賢次* 中嶋 勝也*
斎藤 和哉* 中山 勝**

1. 緒 言

最近の電子機器の普及にともない、電磁障害による機器の誤動作・受信障害等が問題となっている。この問題に対処すべく、電磁障害に関する規制・規格が各国で制定されている。その中で、電子機器から発生している放射電界強度測定についての設備、測定方法等が規定されている。

しかしその一方では、電磁波障害を評価するための、認定された測定サイトであっても、放射電界強度の測定データの再現性が悪いといわれている。さらに、測定設備により、データが異なるなど、測定設備による供試装置の計測データの違いが指摘されている。

そこで、当センターが所有する小型電波暗室内での、放射電界強度測定における、信頼性向上に関する研究を実施した。

研究に先立ち、実験用供試装置を製作し、この供試装置により、以降の実験データを得た。計測安定化のための手段としては、供給電源のインピーダンスの安定化、及びサイトアッテネーションの補正、という手法を用いた。この結果、実機による良好な計測結果が得られたので、報告する。

2. 実験用供試装置の試作

一般に市販されている電子機器を、本研究で使用する供試装置とすると、発生している妨害電磁波の周波数帯や、そのノイズの種類（狭帯域ノイズ、広帯域ノイズ）、ノイズレベル等が限られる。そこで、広範囲に渡って放射妨害波を出力する、供試装置を製作した。

また、実際の電子機器から発生する妨害電磁波は、機器の筐体やケーブルなどから放射されるとともに、AC ケーブルを介して公共電力網に侵入する。したがって、ノイズ発生のメカニズムをシミュレートするために、自作供試装置には、放射源となる FG 線や AC ケーブルも必要となる。さらに、放射電界強度の抑制においては、水平偏波と垂直偏波双方の規制があるため、この両者を発生する装置でなくてはならない。そこで以下の研究ステップにおいて使用する、これらの条件を満たすための供試装置として、電源部、金属筐体、AC ケーブル、及び単純なロジック部から構成される、実験用供試装置を作成した。

図1に試作した供試装置のブロック図を示す。また、図2にその外観を示す。

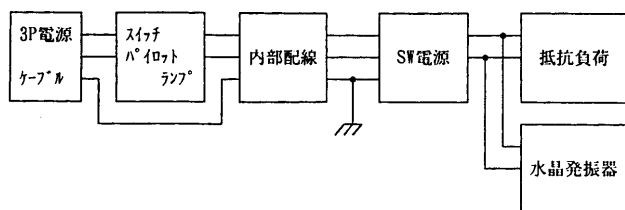


図1 供試装置のブロック図

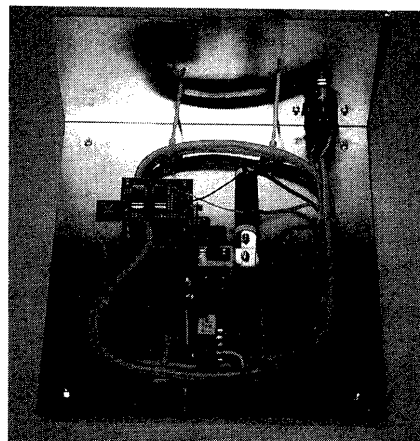


図2 供試装置の外観

3. 計測安定化のための実験内容

同一の供試装置でも、異なる測定設備において測定すると、異なった計測データが得られることが多い。特に放射電界強度の測定において、その傾向は顕著である。この原因としては、測定設備のサイトアッテネーションの差や、測定設備の供給電源系等の影響⁽¹⁾が確認されている。

そこで、それら誤差要因の除去のための研究を実施した。

3.1 電源インピーダンスの安定化

放射電界強度の測定時には、規格によっては、電源に雑音端子電圧測定用の疑似電源回路網（以下、LISN）を設置することを推奨している場合がある。しかし、規定されている、LISNのインピーダンス特性の周波数範囲は、放射電界強度測定のそれとは異なっている。また測定設備によっては、設置していない場合も多いようである。

このようなことから、放射電界強度の測定においては、電源インピーダンスを安定化させることが、測定値の安定性向上や、他の測定設備との測定結果の差を小さくする上で、重要な点であると考えられる。

ここでは、まずこれらの問題点に関して、当センターの測定設備⁽²⁾での確認を行った。

次に、供試装置に対する電源のインピーダンスを安定化させる手段として、放射電界強度測定用のインピーダンスボックスを試作した。試作に際しては、簡単かつ安価に作成でき、現状の設備を変更することなく使用できることを目標とした。

また、このインピーダンスボックスの有効性を確認するために、インピーダンスの周波数特性が、1GHz付近まで比較的安定しているインピーダンスボックスとの、比較測定を行った。

3.2 サイト・アッテネーションの補正

規格によると、オープンサイトの認定に必要なサイトアッテネーションの条件は、理論値に対して3dB以内となっている。そして、小型暗室に関しては、その

認定オープンサイトに対し $\pm 3 \sim \pm 4$ dB程度が一般的である。そのため、基準とするサイトの異なった小型暗室での測定データは、最悪値で14dBも異なる可能性がある。サイトアッテネーションは、設備に固有のものであるため、測定データに差が生じる原因となっていると考えられる。

そこで、このような差を生じさせないために、サイトアッテネーションの補正を実施することとした。

実験は、認定されたオープンサイト、FCC認定の3m暗室、及び小型暗室2件の、合計4箇所の測定設備において行った。アンテナ、測定機器、測定方法(3m法)、供試装置及びその配置、ACケーブルの余長の束ね等の条件は、全て統一した。

実験では、当センターのサイトアッテネーション値を測定し、簡易的にその値を基準として用いた。まず、持参した測定機器およびアンテナにより、各測定設備のアッテネーションを測定した。次に、当センターのアッテネーション値から各測定設備のそれを減算した。そして、供試装置の測定データにその値を加算することにより、補正を行った。

サイトアッテネーション測定時の送信高は、ほぼ供試装置の位置と同じ、基準面より80cmとした。受信高は、1mからアンテナの可変可能な高さまでとした。ただし送信位置については、ターンテーブルの中じ点のみとした。

4. 結果及び考察

4.1 インピーダンスボックスの効果

(1) 放射電界強度測定における電源インピーダンスの影響

図3は、当センターの測定設備における、試作した供試装置の放射電界強度測定結果である。また図4は、LISN

図3 放射電界強度の測定結果(通常状態)

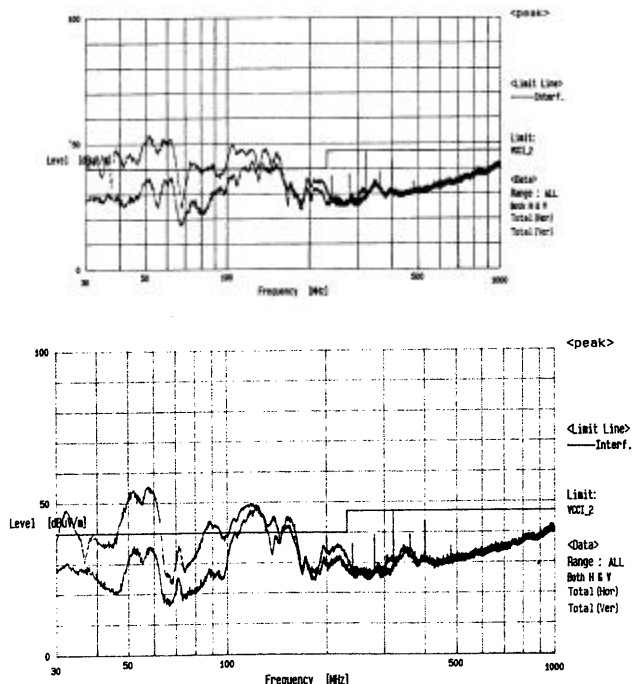


図4 放射電界強度の測定結果(LISNを使用)

を介して電源を供給した場合の測定結果である。両図から、当センターの測定設備においても、電源インピーダンスの違いによって、放射電界強度の測定データが異なることが確認できた。

さらに、LISNの種類や、LISNから供試装置までのケーブル布線、LISNの接地状況等を変えて実験を行った。その結果、LISNの違い、その接地状況、LISNと供試装置間の配線等によっても、放射電界強度の測定データに、差違を生じることが確認された。

このことから、LISNを使用しても、電源のインピーダンスを安定化させることには、必ずしもならないと考えられる。

(2) 放射電界強度測定用インピーダンスボックスの試作

LISNは、供試装置への電源供給部であるコンセントの、電源ラインとGND間のインピーダンスを50Ωとする構造になっている。試作するインピーダンスボックスのインピーダンスについても、この値に準ずることとした。

図5に、試作したインピーダンスボックスの回路構成を示す。本体には、金属製のコンセントボックスを使用した。また本体下部には、グランドプレーンに対するインピーダンスを小さくするために、金属製のプレート配置している。

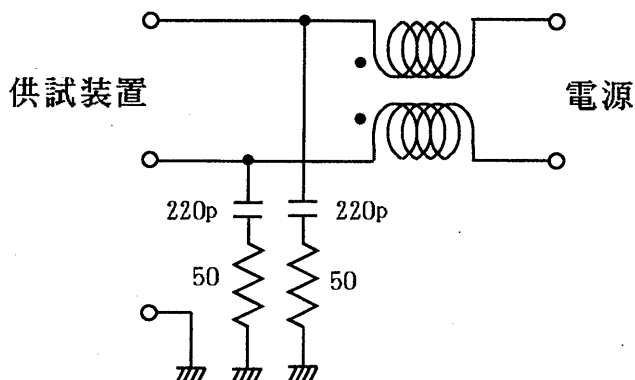


図5 インピーダンスボックスの回路構成

(3) インピーダンスボックスによる測定結果

図6に、試作したインピーダンスボックスを使用した場合の、放射電界強度の測定結果を示す。また図7は、より高精度なインピーダンスボックスを使用した場合の測定結果である。

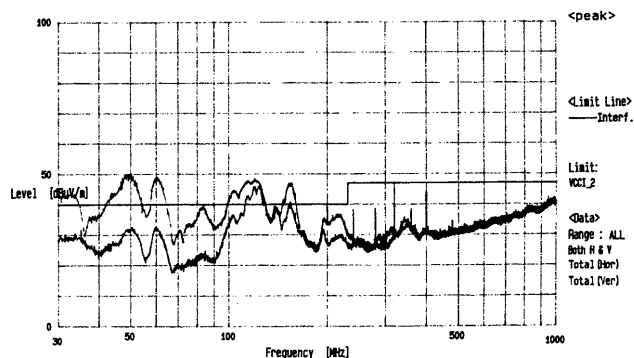
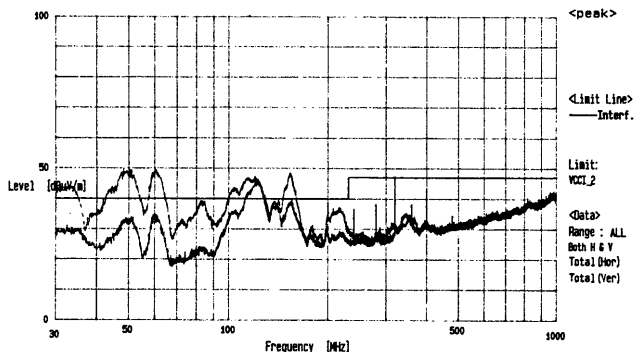


図6 放射電界強度の測定結果(1)

電源インピーダンスの差異は、特に広帯域ノイズに対して影響が大きいことが報告されている(1)。測定に使用した供試装置は、非常に広い範囲で広帯域ノイズを発生しているが、図6と図7の測定結果は、ほぼ等しいものとなった。

このことから、試作したインピーダンスボックスは、電源インピーダンスを安定化させる上で有効であると考えられる

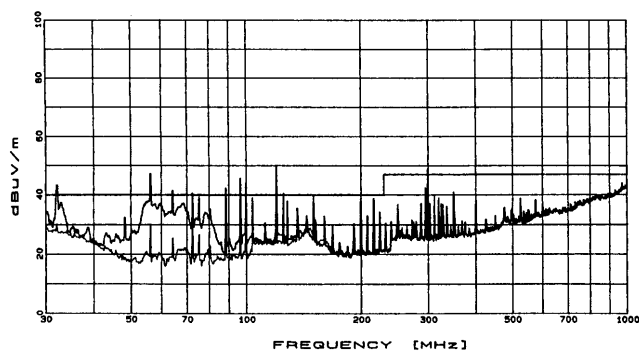


。 図7 放射電界強度の測定結果(2)

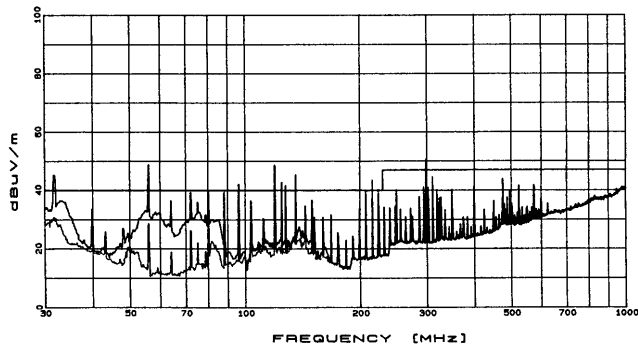
4.2 計測データの信頼性評価

(1) 測定設備の差による計測データの違い

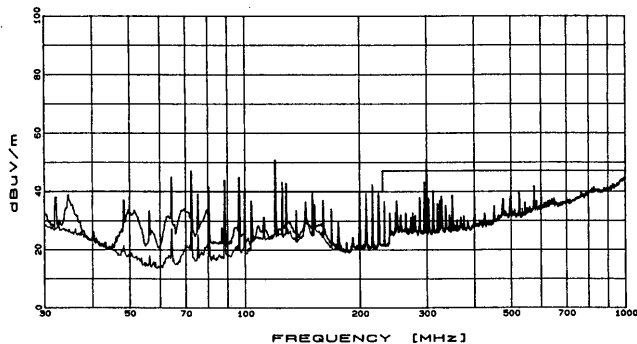
実験を行った各測定設備での、放射電界強度の測定結果を、図8の(a)から(d)に示す。(a)及び(b)は小型電波暗室、(c)は3 m法の暗室、(d)はオープンサイトである。なお、(d)はオープンサイトであるため、外来ノイズを含んだ結果となっている。



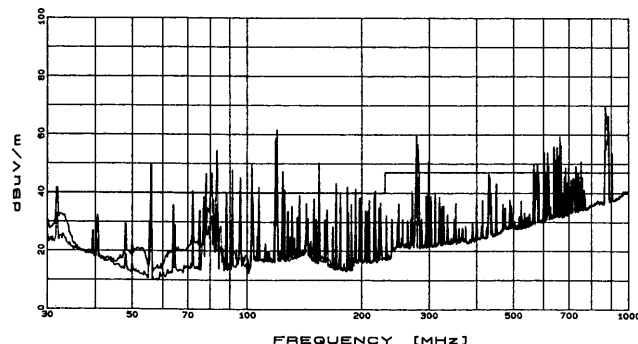
(a)小型電波暗室1



(c) 3 m 法電波暗室



(b)小型電波暗室2



(d)オープンサイト

図8 測定設備によるデータの違い

これらの結果から、広帯域ノイズについては、200MHz付近までに明らかな違いが確認できる。特に100MHz以下のデータについては、20dB近くの違いが確認された。

これに対して、計測安定化のために、4.1で述べた放射電界強度測定用インピーダンスボックスを使用し、さらに、サイトアッテネーションの補正を実施した結果を、図9の(a)から(d)に示す。(a)から(d)の順序は、前データと同一である。

各測定設備のデータとも、良く類似している。最悪でも5dB以内の再現性が得られた。したがって、このようなインピーダンスボックスを各測定設備に取り付けること、またサイトアッテネーションに関する補正を行うことにより、再現性の悪さが指摘されている放射電界強度測定の、データの安定性が向上することが期待できる。さらに、測定設備による測定結果の差異の問題についても、ある程度解消できると考えられる。

またこれらの対策を行うことにより、小型暗室における放射電界強度の測定データについても、オープンサイト等に、より近いデータが得られ、信頼性が増すと考えられる。

5. 結 言

放射電界強度測定においても、測定設備にLISNを設置することが推奨されている。しかし、実際に使用されているLISNは雑音端子電圧測定用である。これは、インピーダンス特性や、その大きさ、グラウンドプレーン上突起の高さ制限等、多くの問題があり、実際に使用することは疑問である。また、実験結果からも

測定データの安定性は得られなかった。

そこで、電源インピーダンスを安定化させるためのインピーダンスボックスを作成した。これを放射電界強度測定に使用するとともに、各設備のサイトアッテネーションを補正することで、どの測定設備においてもかなり互換性のある測定データが得られた。

6. 今後の課題

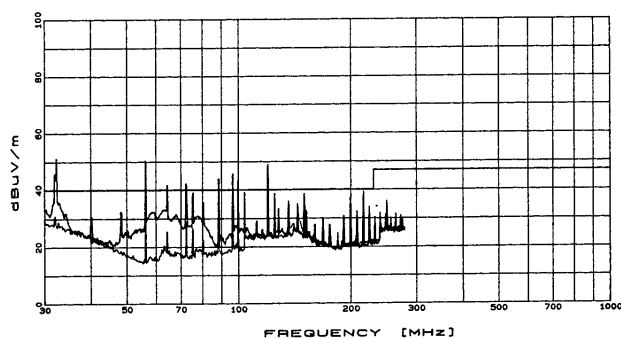
放射電界強度測定においては、それぞれの測定設備によってターンテーブル上の電源コンセントの位置が異なり、供試装置のACケーブルの長さや配置が若干異なる。これらの要因は測定結果に影響を及ぼすため、さらに測定データを一致させるためには、インピーダンスボックスの改良等が必要である。

また、どの測定設備においても差異の少ない測定結果を得るためには、サイトアッテネーションに対する

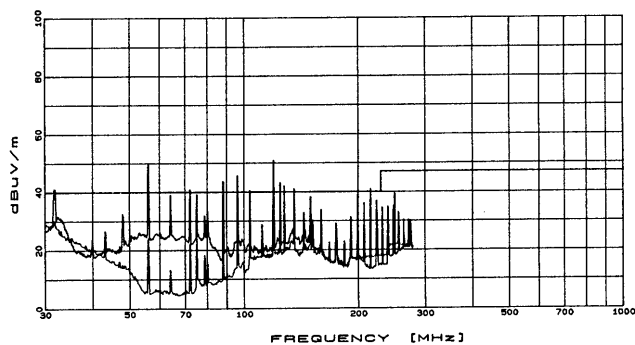
補正が有効と考えられる。この補正に関しては、どの測定設備でも採用可能な基準を、規格等で定めることが望ましいと思われる。

7. 参考文献

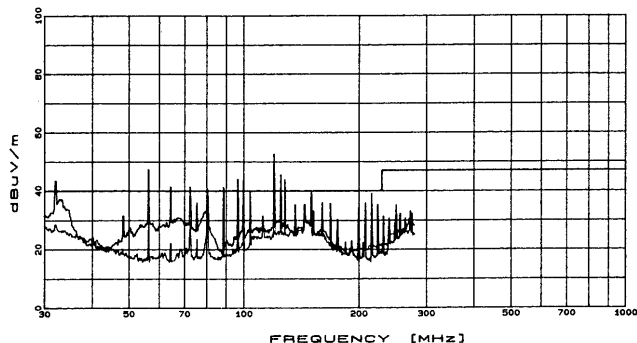
- (1) 宮下ほか：「電磁雑音測定に及ぼす電源の影響」
長野県精密工業試験場研究報告 No.5, P56～60
 - (2) 中嶋ほか：「小型電波暗室の諸特性」茨城県工業技術センター-研究報告 No.21, P83～86
- その他、規格に関しては、
- ・「C.I.S.P.R.公報集'90年版」(株)関西電子工業振興センター-電波障害分科会
 - ・「情報処理装置等電波障害自主規制協議会規約・規定類」情報処理装置等電波障害自主規制協議会など
 - ・を参考とした。



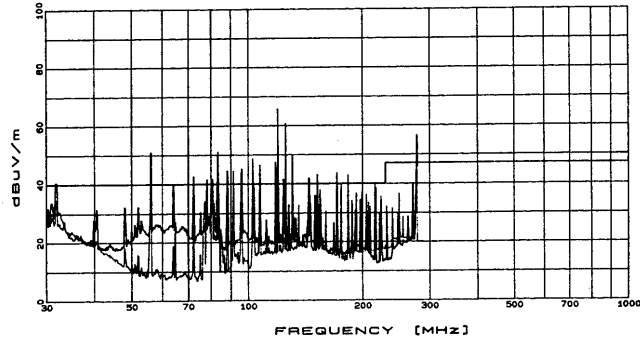
(a) 小型電波暗室1



(c) 3 m法電波暗室



(b) 小型電波暗室2



(d) オープンサイト

9 誤差要因を改善した各測定設備での測定データ