

電波暗室内でのEMI測定計測法について

大力 賢次* 斎藤 和哉*

1. 緒 言

最近の電子機器の普及とその高速化・小型化等の進歩は目を見張るものがあるが、その陰には高周波回路やデジタル回路などの不要電磁波の発生源が存在し、これらの発生源自体もノイズに弱いという問題がある。これら機器の誤動作・受信障害等の電磁波による問題に対応すべく電磁波障害に関する規制・規格が各国で制定されている。我国においても昭和60年12月情報処理装置等電波障害自主規制協議会(略称VCCI)を設立し対策に乗り出している。そしてノイズ対策の第一歩として、それら電子機器から発生している電磁波を測定する(EMI測定)が必要となってきた。茨城県内企業においてもEMC技術に関心を持つ企業が増え、それに伴い機器が放射している電磁波の測定・試験、EMC対策等の技術支援に関するニーズが増加している。そこで、それらの技術提供・支援を実施する上で基礎となるEMI測定計測法についての基本的な知識、及び計測測定法、データの処理方法等の修得を目的とし「電波暗室内でのEMI測定計測法について」という研究テーマにより、光技術部光電波システム研究室・松井利己主任研究官の指導のもとで研修を実施したのでその報告を行う。

2. 研修内容

2.1 概 要

今回の研修においてはEMI測定計測法の理論・実際、それらの結果を基にしたアンテナの特性を表すアンテナ・ファクタ(AF)の求め方の理論と実験方法の修得を図るとともに、測定距離・高さ・周波数及びアンテナ種類等の測定の条件を変えることによるAFの値の変化から、測定における誤差要因・各壁面の影響等の問題点についての実験とその結果の検討等を行った。

2.2 測定システム

実験は、内寸が(15m*10m* 8 m)の6面体電波暗室にて行った。また測定システムは図1に示したシステムを使用した。測定系の測定装置は、全て暗室内の床下にある遠隔操作台上に設置されている。実験は送信側アンテナ(アンテナ1)を固定とし、受信側アンテナのみを、移動させて行った。

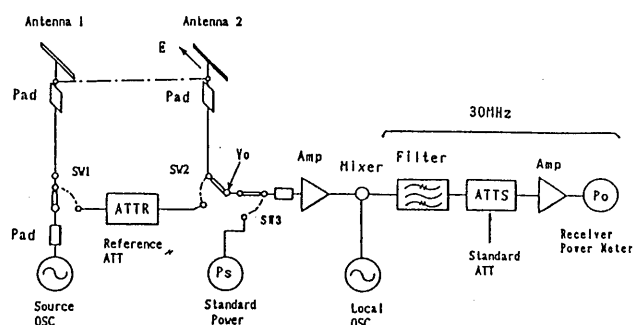


図1 測定システム

*機械金属部

3. 実験手順

3.1 EMI計測実験

研修の第一段階として、前記の6面体電波暗室内にて、図1に示す測定システムを使用し下記に示す方法によりEMI計測実験を行った。

- (1) 図中のスイッチをアンテナ側に接続し、一対のアンテナの片方から電磁波を送信し(アンテナに電圧をかける)、もう一方のアンテナでその電磁波を受信し、そのパワ- (P_{ij})を測定する。(2) 測定システム図中のATTR側を接続したときのパワ- (P_r)を測定するという実験を行った。

この2つの実験結果をもとに①式よりアンテナ間の伝搬損(L_{ij})を導き出した。

$$L_{ij} = ATR \cdot P_{ij} / P_r \quad ATR: \text{アンテナケーブル損を含んだATTRの値} \cdots \cdots \text{①式}$$

ここで上記①式のATRとは、計測実験を行う直前にケーブル損を含んだATTRの周波数特性を実験により測定し、その値から近似式を導き出し測定データの計算処理ソフトへ組み込むことにより決定した値であり、これにより実験における測定系を切り替えた際の誤差が相殺される。

この実験をアンテナ間距離及びアンテナ高さを測定周波数ごとに变化させて同様の手順で行った。周波数は30～1000MHzの11ポイントについて、それぞれ前後9ポイントの周波数、合計99ポイントの周波数にて測定を実施した。アンテナ高さは0.5mステップで床面から2～4mの範囲において測定を実施した。アンテナ間距離については0.25mステップで1～4 mの範囲にて、床下の遠隔操作台車により受信アンテナのみを移動させて実験を行った。

3.2 3アンテナ法によるAFの算出

上記のEMI計測実験においては、電総研製(ETL)の周波数帯域の異なる4種類の広帯域ダイポールアンテナ各2本、合計8本のアンテナとセンタ-所有の半波長ダイポールアンテナとを用いた。先ず周波数帯域ごとにETLアンテナ2本と当センタ-のアンテナの計3本を使用し3アンテナ法と呼ばれる方法を用いアンテナ間の伝搬損の測定を行った。次に、近傍界補正やアンテナ間のインピーダンス計算等を施す事により各アンテナのアンテナ・ファクタAF ($AF = E/V$: その場の電界/アンテナの終端抵抗に現れた電圧)を導き出した。同様の実験をアンテナ間距離・アンテナ高さ・周波数等を変化させて実施し、それぞれの実験条件によるAFの値を求めた。

3.3 測定における暗室壁面の影響

前記の実験及び計算結果を処理することにより、AFの高さ依存性、及び距離依存性についての解析を行い、それを基に暗室の各壁面の影響との関係を調べた。

これらの実験の際に測定のためのソフトウェアの組み方、測定系のロスの算出方法、信号の受信回路、増幅方法、及びより正確なアンテナのAF値の算出方法と測定データの処理プログラムについても学んだ。これらは実際の測定の際におけるさまざまな誤差要因についての認識を深める上で大いに役だった。

4. 実験結果

4.1 AFの周波数依存性

実験により求めた当センタ-所有の半波長ダイポールアンテナのアンテナ・ファクタを図2に示す。図中の○印は実験より得られた各周波数におけるAF値全てのアベレージ直である。このデータに関しては測定したアンテナ間距離・高さ等の詳細なデータ処理・考察を進めることにより,より信頼性の高いものにすることが可能であり改善して得られた結果は,実際の測定時のAFデータとして使用する予定である。

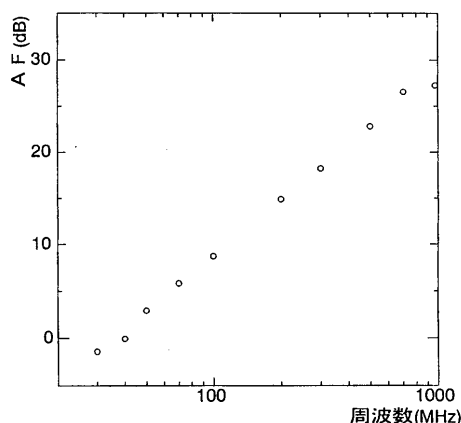


図2 ダイポールアンテナファクタ

4.2 AFの高さ依存性について

200MHzにおけるA Fの高さ依存性について図3に示す。ここで曲線Aは送信と受信のアンテナ間距離Dが狭い(1m)もので曲線Bは間距離が広い(3m)場合のデータである。アンテナ間距離が狭い場合にはAFの値の変動が少なく,その距離が広いと変動が大きい。また,AFの値の変動は周期的である。さらに双方のアベレージ直Aveはほぼ同じ値となる。

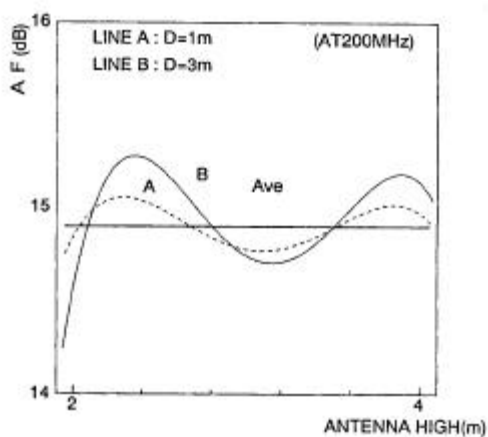


図3 IPDIP AF-H特性

4.3 AFの距離依存性について

100MHzにおけるA Fの距離依存性について図4に示す。ここで,それぞれの曲線はアンテナ高さHを床面から2~4mまで変化させて得た測定データである。曲線は複雑な変化を見せているが,アンテナ間距離が狭い領域ではその変化量は少なく,それぞれの曲線の平均値Aveに近い値を示している。

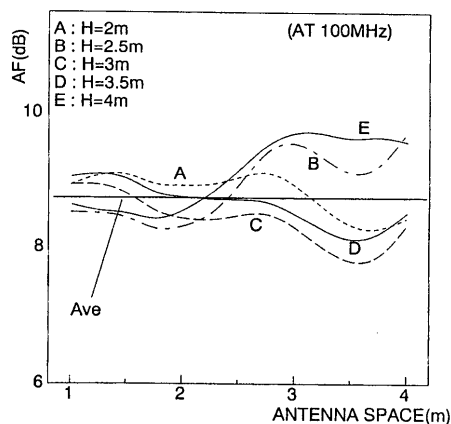


図4 IPDIP AF-D 特性

5. 考 察

以上のような実験を通し、測定のためのソフトウェアの組み方、測定系のロスの算出方法、信号の受信回路、増幅方法、3アンテナ法によるアンテナのAF値の算出方法と測定データの処理プログラム等の技術の修得ができた。また、電波暗室内のEMI測定に関する以下の結果を得た。

図3、及び図4のAFの高さ及び距離依存性の検討結果より、電波暗室内でのEMI測定においては、アンテナ高さを変化させたときのAFの値は、床面と天井面からの反射の影響により周期的な変動が現れることが確認できた。また、受信アンテナ側の壁面からの反射の影響からと考えられるアンテナ間距離を変化させたときの周期的なAFの変化、送信アンテナ側の壁面からの反射の影響と考えられるアンテナ間距離の増加にともなう上方または下方へのAFの変化についても確認できた。このように測定値には様々な壁面からの反射の影響があることが確認できたが、今回の結果はその一部についてだけであり、であり全ての壁面の影響を研究するにはこの他にも様々な実験方法による評価が必要である。

電波暗室内でのEMI測定計測において留意すべきこととして、暗室内壁面の影響が少なくなるようなアンテナ高さ・距離を十分検討し、また測定データに含まれている暗室壁面の反射の影響の考慮、各種の誤差要因について点検等をすることが重要である。

今回は壁面からの一次反射のみを考えたものであるが、今後は二次的な反射や1m以内の近傍界の補正方法、アンテナ種類を変えての同様の研究等についても進めていくつもりである。

6. 結 言

今回の研修により、電波暗室内でのEMI測定計測法についての理論、実際の測定計測法、誤差要因の探求法とその補正方法等の、より正確で信頼性の高い測定を行う技術と知識が修得できた。このことはEMC関連業務を実施していく上で実践的な技術でもあり実に有意義であった。

今後も、EMI測定計測法における誤差の改善、測定データの信頼性の向上、測定の簡素化等を目指し、電波暗室と小型暗室との相関、各種アンテナによる同様の実験・研究を継続していく予定である。

またそれらの研究成果を利用し、研修・講習会等の技術普及によるEMC関連技術者の育成とそのレベルの向上を目指すとともに、技術指導・依頼試験・各種研究を通し、関連中小企業における電磁障害によるトラブル対策や、ノイズに強い製品開発技術等の一助としたい。

最後にこの研修に関して、ご指導と数々のご助言をいただきました光電波システム研究室・主任研究官・松井殿に深く感謝の意を表します。