

電子機器のイミュニティ向上に関する研究 (第1報)

—電波暗室を含む試験システムの評価—

橋田鉄雄・河西伸一・宮川和幸・丸山隆資*

Research on Improving Immunity of Electronic Apparatus (1st Report)

—Testing of Immunity Testing System with Radiofrequency Anechoic Chamber—

Tetsuo KITTA, Shinichi KASAI, Wako MIYAGAWA and Takashi MARUYAMA

要 約

床に部分的に電波吸収体を敷設した簡易電波暗室における、3メートル法によるイミュニティ試験の試験領域に発生する電界強度を、電磁放射アンテナを垂直・水平に設定し、80MHzから1GHzにわたって測定した。発生電界強度が最小値を示す周波数は垂直の場合500MHz、水平の場合540MHz近辺であること、発生電界強度が最小値を示す周波数では、垂直・水平ともに試験領域の上部で電界強度が低いことが判明した。また、設定電界値と発生電界強度はほぼ直線関係にあることが確認できた。

1. 緒 言

電子機器は、他の電子機器等から発生する電磁波による誤作動が大きな問題となっている。県内の機械・電子機器製造業界においても、電子機器製品の強電界耐性（イミュニティ）の向上を図ることが必要になってきた。このような業界の要請に応え、イミュニティ試験設備ならびに電磁放射シミュレーションシステムを導入して、既設の簡易電波暗室に付加設置した。

電子機器のイミュニティ向上を図ることを目的として、試験環境としての電波暗室の電界分布を調べる。

必要になる。

電波暗室に適応した電磁放射出力条件で高周波電力を被試験機器（EUT）に照射して、発生する電界による影響を観察することになるが、電波暗室の特性を概略知るために、試験周波数帯域の中間で、100MHzから500MHzまでの範囲で、100MHzごとに発生する電界強度を実測した。

電波暗室は簡易型の半無響室で縦7m、横3m、高さ3m、縦方向の壁の中央に幅0.9m、高さ2mの扉があり、電波暗室の中の平面配置を図1に示す。

2. 電界測定実験

2-1 規格および試験方法

イミュニティ試験は、高周波電力を放射するため、電波暗室の中で行わなければならないことと、試験領域に発生する電界強度が規定値を満たすように、高周波電力を設定しなければならない。

また、半無響室で、床に電波吸収体を敷設した状況では、電波伝播の等方性が保証されないため、垂直・水平の偏波による影響が異なることが予想されるので、放射アンテナを垂直・水平に設定して、それぞれの偏波を照射する。

したがって、イミュニティ試験装置の運転に先立って、加える高周波電力を全試験周波数帯域（80MHz～1GHz）にわたって垂直・水平の偏波について校正しておくことが

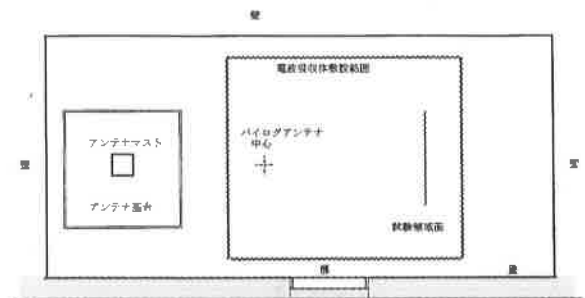


図1 電波暗室の中の平面配置

暗室の縦方向の中心軸上とアンテナの中心軸を一致させるとともに、同一軸上に試験領域の中心線を配置する。

暗室の床には、約40%の床面に電波吸収体を敷設してある。

試験領域（図2）は放射アンテナから3mの距離にあり、暗室床土0.8mから上に1.5m、中心線から両側に0.75mの幅でとった1.5m四方の垂直面の範囲である。

* 客員研究員（アイピーエス・コーポレーション）

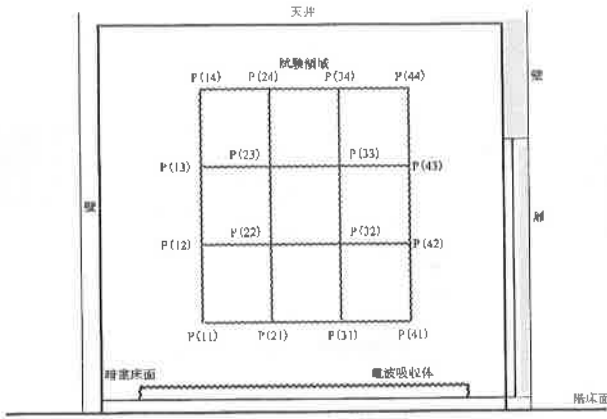


図2 試験領域

横方向、高さ方向にそれぞれ0.5mごとに間隔をとった16ヶ所が試験位置である。便宜上それぞれにP(11), P(12)等の符号を付けておく。

図2のP(23)の位置に電界センサーを置き、試験対象周波数帯域で規定の電界強度になるように、システムを自動制御運転する。

P(23)で得られた出力制御情報は、事前校正データファイルとしてシステムに格納する。つぎに、事前校正データに基づき、P(11)からP(44)までの16点の試験位置で電界強度を実測する。

ここで、P(23)の位置を指定した理由は、EUTを置く中心点に近く、床面および入り口扉から離れた位置であることである。

100MHzから500MHzまでの周波数帯域での概略特性が得られた後、全試験周波数帯域で垂直・水平偏波の周波数特性を実測する。

こうして得られた電界強度は、16点のうち12点以上が規定値を満たしていることを要求されている。この条件を満たすために、P(23)の位置の設定電界強度を逐次変化させる。そのたびに事前校正データファイルとして更新格納し、規格を満たした設定値のデータファイルを最終的に校正データとして使用する。

2-2 実験結果

アンテナを垂直に設定した場合の実測結果を図3に示す。試験位置P(11)が図のx1 y1に対応(以下同様)している。

電波吸収体の敷設効果を知るために、垂直・水平それぞれの偏波で、吸収体を敷設した場合と吸収体を除去した場合の電界強度を測定し、周波数100MHzにおける、試験位置16点の電界強度分布を図4に示す。

電界強度の均一性を示すめやすとして、16点の電界強度の分散値を計算した結果を図5に示す。

これらの実測結果から、測定周波数帯域では、試験領域の周辺部、特に上部の発生電界強度が低い傾向があること

がわかった。

また、電波吸収体を敷設しない状態では、発生電界強度の不均一性が強く現れ、分散値も大きいことがわかった。

つぎに、各試験位置について、全試験周波数帯域にわた

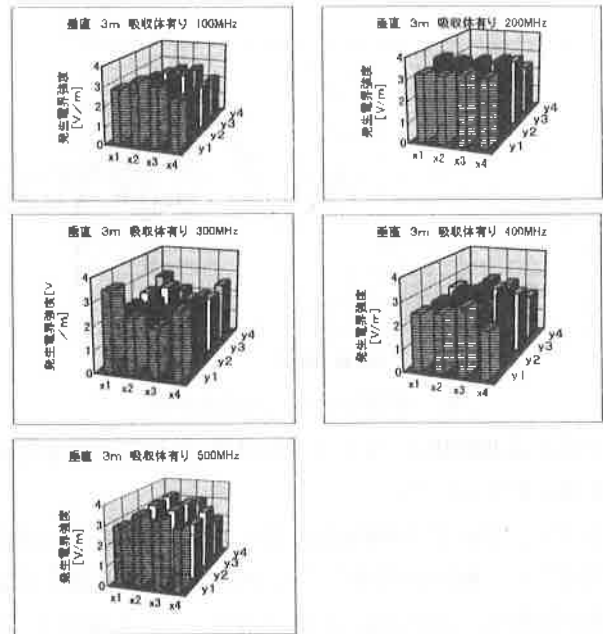


図3 アンテナが垂直の場合の実測結果

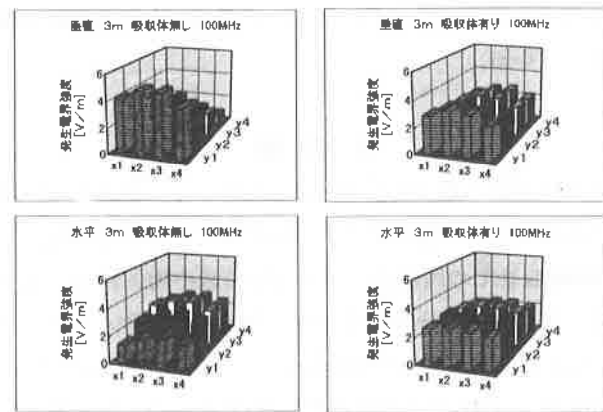


図4 アンテナ姿勢と電波吸収体の有無による電界強度

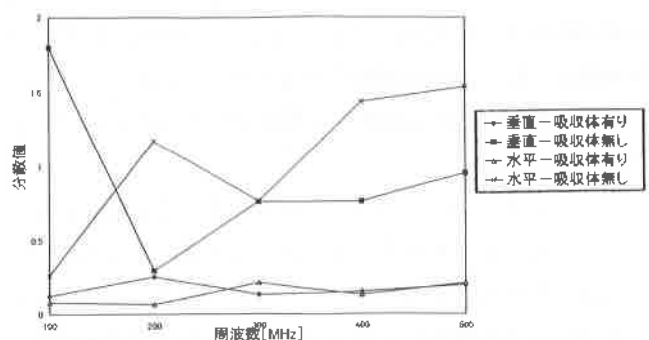


図5 電界均一性の比較

って発生電界強度を実測した。

試験領域の上部で電界強度が低い傾向は、先の結果と同様であり、入り口扉のある壁面側の上部 (P(44): 右上) での測定値が低かった。P(44)位置の周波数特性を例として図6に示す。

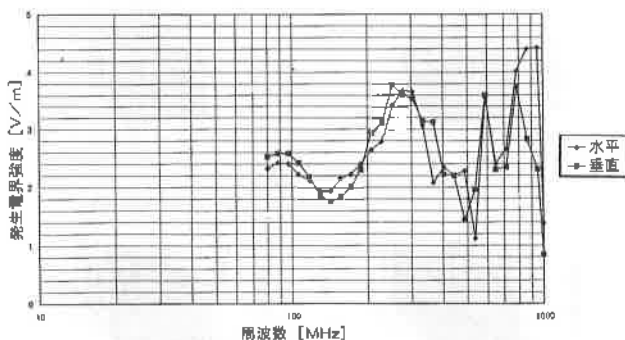


図6 電波暗室の周波数特性例

垂直では498MHz, 水平では536MHz近辺で発生電界強度が極小値を示した。

そこで、垂直では498MHz, 水平では536MHzに周波数を固定して、P(23)を基準として設定電界強度と発生電界強度の関係を、試験領域の四隅で実測して結果を図7, 8に示す。

図7では右側(扉側)の発生電界強度が左側より高く、また、左側の上部が低い値を示している。図8では上側の発生電界強度が左右ともに低く、下側が左右ともに高い値となっている。

3. 考察

電波吸収体の敷設効果は図4のとおりで、敷設しない場合に比較して均一性が向上していることが確認できる。

500MHzまでの周波数による試験領域の均一性は、試験位置の電界強度の分散値を比較した図5に示すとおりであり、約0.2以下で均一性が良好であると言える。80MHzから1GHzまでの周波数特性は図6のとおりで、低周波側では垂直・水平ともに同様な傾向であるが、高周波側では異なっている。

水平では300MHz, 600MHz近辺でピークを示し、800MHz以上では突出した状態を示しており、垂直では498MHz, 水平では536MHzで極小となっている。

なお、1GHzは測定範囲の限界値であるために採用しなかった。

図7に示す垂直の場合では、4隅の発生電界強度が交差したり、あるいは直線性の乱れが大きく現れている。ことに右側で発生電界強度が高いことから、図2に示したように電波暗室の右壁面にある扉部分が壁面より約10cm凹んでいることによる左右の非対称性が現れているのではない

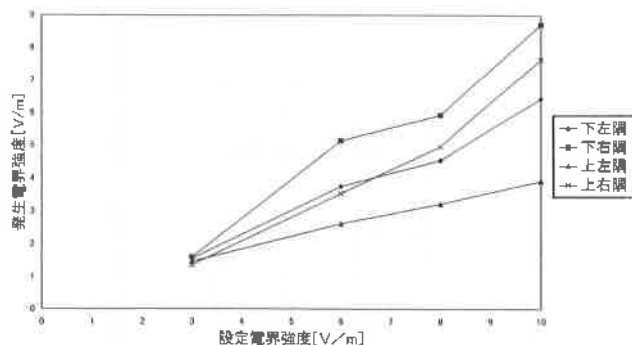


図7 試験領域4隅の発生電界強度(垂直)

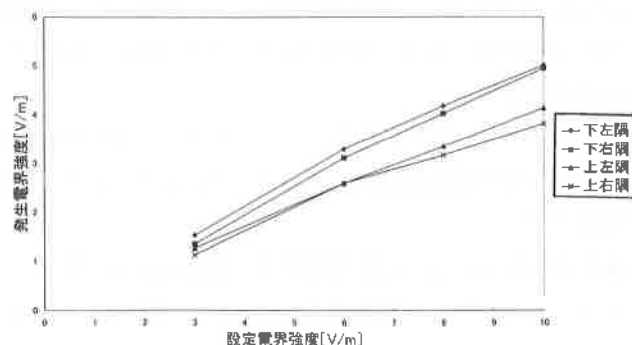


図8 試験領域4隅の発生電界強度(水平)

かと思われる。発生電界強度の目標値を3V/mとすると、4隅の中で最低を示す上左隅の試験位置で約8V/mに設定すれば、他の試験位置では目標値以上の強度になることがわかる。

図8では水平のアンテナに対して発生する電界強度が、床面側(下側)で高く天井側(上側)では低く、上下の相違が明瞭に現れている。上記と同様に、3V/mの発生電界強度を実現するために、設定電界強度は上右隅で約8V/mにすればよいことがわかる。

図7, 8ともに下側で発生電界強度が高いのは、床面の未敷設部分による影響ではないと思われる。

この実験は、図1に示す位置で、約40%の面積に格子型電波吸収体を敷設した状態で実施した結果であるが吸収体の敷設面積を増減した場合や、暗室内で敷設範囲を移動させた場合等についての実測結果を比較することにより壁面と床面の反射の影響をさらに明らかにすることができる。本稿では、主に500MHzまでの周波数について検討したが、500MHzより高い周波数では、波長が60cmより短くなり、試験位置の間隔(50cm)に近づくため、均一性との関係で問題が生じることも考えられる。

また、放射アンテナの周波数と放射パターンとの関係については、周波数の上昇とともに直進性が増し、ビームが先鋭化することが予想される。したがって、中心部と周辺

部の電界強度の差が大きくなることも懸念されるので、周波数の変化幅をさらに密にして行うことと試験位置を細分化して多数の点について実測することで厳密な校正が可能になる。

4. 結 言

当センターの簡易電波暗室において、イミュニティ試験を実施するために、暗室内の電界強度を実測した。

その結果、発生電界強度が最小値を示す周波数は垂直の場合は500MHz、水平の場合は540MHz近辺であること、発生電界強度が最小値を示す周波数では、垂直・水平ともに試験領域の上部で電界強度が低いことが判明した。

また、設定電界値と発生電界強度はほぼ直線関係にあることが確認できた。

これらの結果から、イミュニティ試験に際して事前に行う設定電界強度の校正に当たって、垂直・水平ともに試験領域の上部両端における試験位置で、発生電界強度が極小を示す498MHzから536MHzを含む周波数帯域（490MHzから540MHzの帯域）で基準値を満たすように留意して調整すればよいことがわかった。

なお、本研究で使用したイミュニティ試験設備および電磁放射シミュレーションシステムは平成8年度日本小型自動車振興会の補助で設置したものである。