

# 1 GHz 超の電磁波シールド効果の評価方法

電子技術部 電子システムチーム 原 孝 彦  
白 井 亮

これまで 1 GHz 以下における電磁波シールド効果について、実際の測定値と電磁界シミュレーションの比較を行ってきた。近年、1 GHz 超の周波数域についての要求も高まってきていることから、本研究では 1 GHz 超の周波数域について検討するため、多数の孔を開けた銅箔プリント基板のシールド効果をホーンアンテナ法により測定し、電磁界シミュレーションとの比較を行った。その結果、1 GHz～10 GHz の範囲において傾向は一致したが、7～8 dB 程度の差が見られた。

キーワード：電磁波、ノイズ、シールド効果、ホーンアンテナ法、電磁界シミュレーション

## 1 はじめに

近年、情報通信機器から発生する高周波ノイズや、太陽光発電用のインバータ・電気自動車等から発生する低周波ノイズが問題になっており、これに対応する電磁波シールド効果の評価技術が不可欠となってきている<sup>1,2)</sup>。標準的なシールド効果測定方法としてはアメリカの MIL-STD-285 があるが、シールド室とメートル単位の大きなサンプルサイズが必要になる。より手軽な評価方法として、周波数 1 GHz 以下で利用可能な KEC 法やアドバンテスト法があるが、それらと同じ 150 mm×150 mm 程度のサンプルサイズで 1 GHz 超の周波数域についても測定を行いたいというニーズが増加してきている。そこで、当センターでは、材料の誘電率測定のために用いられているホーンアンテナ法（自由空間法）<sup>3)</sup> を応用した 1 GHz 超のシールド効果測定を行っている。この方法により、シールド室や電波暗室を使用せずに一般の実験室内で簡単に測定を行うことができる。また、実際にシールド材を開発しても測定のための十分なサンプルサイズを確保するのが難しい場合があり、このような場合は電磁界シミュレーションによる評価が有効と考えられる。そこで、本研究では多数の円孔を開けた銅箔プリント基板についてホーンアンテナ法により測定した値と電磁界シミュレーションによる解析結果との比較・検討を行った。

## 2 実験方法

本研究では、パソコン等の筐体で使用されることの多い通気口の開いたシールド材の評価を想定し、図 1 に示すような多数の円孔を開けた 150 mm×150 mm の銅箔プリント基板（円孔の直径 6.0 mm、ピッチ 10 mm、銅箔

厚さ 0.035 mm）を評価対象とした。

シールド効果の測定方法としては、1 GHz 超の周波数域に対応可能なホーンアンテナ法を採用し、今回使用したアンテナの指向性が良好な 1 GHz～10 GHz までのシールド効果を測定した。図 2 にホーンアンテナ法の測定原理図を示す。図のように、向かい合わせて配置された送信用アンテナと受信用アンテナ間の壁（電波吸収体にスチール製シートを貼り合わせ、80 mm×80 mm の開口部を開けたもの）に測定サンプルを挟みこみ、ネットワークアナライザの Port 1 からの出力信号がサンプルを透過（減衰）し、Port 2 に入力される。このとき、サンプルがない状態を基準とした信号の減衰量がシールド効果（dB）となる。ここで、アンテナとサンプル間の距離は 300 mm とした。また、送信アンテナから放射された電波の壁からの回り込みや実験室の床・天井・壁からの反射波の影響を抑制するため、ネットワークアナライザのタイムゲート機能により、開口部の透過波のみで評価した。なお、測定時には測定システムのダイナミックレンジ内（35～45 dB 程度）で測定できていることを確認している。

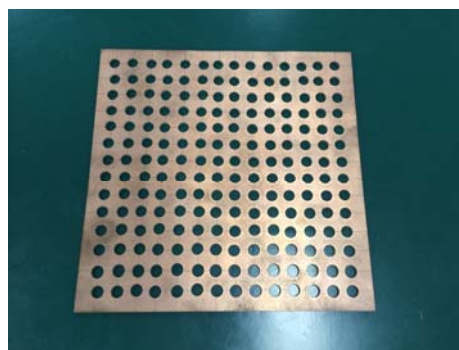


図 1 孔の開いた銅箔プリント基板

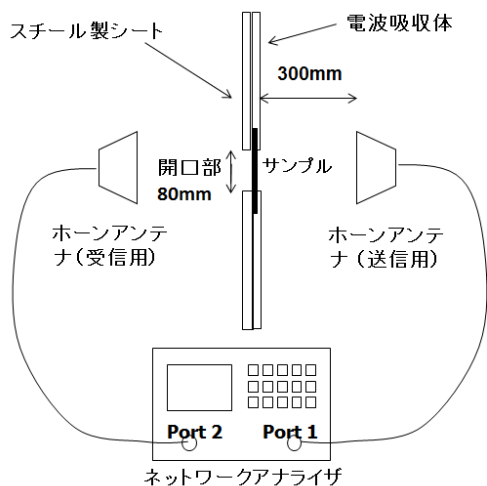


図2 ホーンアンテナ法の測定原理図

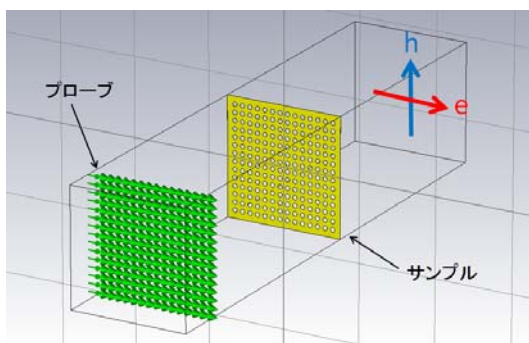


図3 シミュレーションモデル

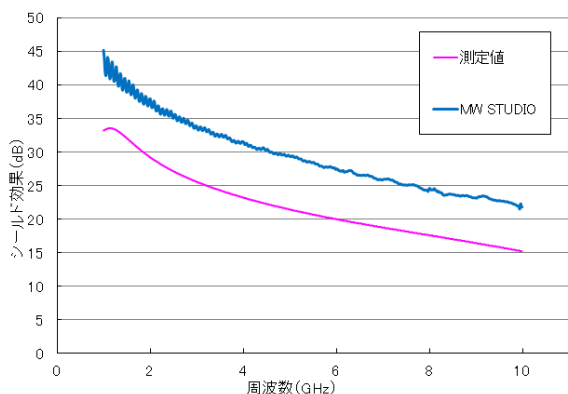


図4 比較結果

シミュレーションには、有限積分法を用いたドイツ CST 社の MW STUDIO 2013<sup>4)</sup> を使用した。解析にはトランジェント（時間解析）ソルバーを用い、周波数範囲は 1 GHz～10 GHz とした。

今回の解析モデル作成に際し、図 3 のように直方体の空間の中央にサンプルを配置して空間の奥側から平面波を

入射した。また、実際のホーンアンテナの開口面で信号を受信するのと同様の条件にするため、サンプルから手前側 300 mm 離れたところに多数の電界プローブ（15×15=225 個、10 mm 間隔）を配置し、周波数ごとに全プローブの平均値を算出した。ここで、空間の境界条件としては、平面波の電界方向（e）に垂直な左右の壁を電気壁、磁界方向（h）に垂直な上下の壁を磁気壁とした。なお、サンプル部分については現実の銅箔厚さ（0.035 mm）のモデルに実際の大きさの孔を開けたモデルとした。

### 3 結果

ホーンアンテナ法による測定値と MW STUDIO による電磁界シミュレーションの結果を図 4 に示す。全周波数域において同様の傾向になったが、7～8 dB 程度の差が見られた。この原因として、アンテナとサンプルとの距離が 300 mm と近いこと、シミュレーション時のサンプルサイズ（150 mm×150 mm）よりも測定時の壁の開口部（80 mm×80 mm）が小さいこと等が影響している可能性が考えられる。

### 4 おわりに

本研究では、1 GHz 超における電磁波シールド効果について検討するため、ホーンアンテナ法による測定値と MW STUDIO のトランジェントソルバーによる電磁界シミュレーションとの比較を行った。

今後は、シミュレーションを行う際のサンプルサイズや境界条件についてさらに検討を行う。また、メモリ消費が少なく粗いメッシュでも解析できる TLM（Transmission Line Matrix）ソルバーの利用も視野に入れてホーンアンテナ法による測定値との比較・検討を行う予定である。

### 文献

- 1) 原孝彦, 白井亮, 菅間秀晃, 日高直美; 神奈川県産業技術センター研究報告, No.19, 62～64, (2013).
- 2) 清水 康敬, 杉浦 行, “電磁波妨害の基本と対策”, 電子情報通信学会, 118～122, (1995).
- 3) 橋本 修, “高周波領域における材料定数測定法”, 森北出版株式会社, 115～152, (2003).
- 4) 株式会社エーイーティー, “三次元電磁界解析ソフトウェア”, CST - Computer Simulation Technology, [http://www.aeti-japan.com/software/CST\\_Overview.php](http://www.aeti-japan.com/software/CST_Overview.php), (参照 2014-07-02).