

電磁波シールド・吸収材の開発 ～電磁波シールド・吸収材の電気的特性評価～

情報システム室 足達幹雄, 花澤明洋, 小倉宏之

Development of Electromagnetic Wave Shielding Material and Absorber ～ Evaluation of Test Method and Condition for Electromagnetic Wave ～

Mikio ADACHI, Akihiro HANAZAWA and Hiroyuki OGURA

電磁波シールド・吸収材の開発時に必要不可欠となる測定技術や評価法の確立を目的に、自由空間とほぼ同じ特性を持つ同軸管や近傍界装置を用いて測定を行い、各種サンプルの吸収特性データを比較検討した。その結果、各手法の特質に適合した評価条件が明確となり、手法間における測定データの相関についても把握することができた。さらに、材料の電気的特性を示す誘電率や誘電損失などの測定を行い、電磁波吸収効果との関連について調べた結果、主に誘電率の値は吸収効果の大きさに、誘電損失の変化は吸収効果の周波数特性に影響を及ぼすことがわかった。

1. はじめに

近年、電子機器の普及により、電磁波の影響に関する環境問題が発生し、電磁ノイズが要因と思われる事故なども多く報告されている。また、電子機器の多様化により使用される周波数が高くなってきていることから IEC などでは 1 GHz 以上の帯域においても規格化が行われ、これまでのノイズ対策や装置では適応できない部分がある。このため、特に 1 GHz 以上の帯域や近傍界まで適応できる電磁波対策やシールド・吸収材の開発が急務となっている。今年度は電磁波シールド・吸収材の開発時に必要不可欠となる、測定技術や評価法について重点的に検討した。最近の電磁波対策においてはシールド効果に加えて吸収効果も重要となってきたことから、電磁波吸収特性を中心に同軸管や近傍界装置を用いて測定を行い、各手法の適切な評価条件や相関などについて検討した。また、材料の電気的特性を示す誘電率などの測定を行い、電磁波吸収効果との関連についても調べた。

2. 電磁環境と評価手法

2.1 電磁波におけるシールド性と吸収性

電磁波は電界成分と磁界成分が直交する波であり、電磁界は発生源からの距離により近傍界と遠方界に分けられる。電磁波を試料に入射させた場合、入射量＝反射量＋吸収量＋透過量の関係があ

り、シールド材は透過量が、吸収材は透過量と反射量が小さいことが条件となる。

2.2 自由空間による電磁波特性評価

自由空間法ではアンテナを用いて試料に電磁波を送信させ、試料における透過波と反射波の受信データによりシールド特性や吸収特性を評価する。実際の使用環境に近い測定法であるが、電波暗室など高価な設備やスペースが必要となる。

2.3 伝送ラインによる電磁波特性評価

伝送ライン法では自由空間とほぼ同じ特性を持つ同軸管などを用いて、内部に試料を入れたときの高周波信号伝送係数によりシールド特性や吸収特性を評価する。小スペースでの材料選定などに適しているが、形状や周波数に応じた試料の加工精度が必要となる。

3. 方法

試料は製品化されている 3 タイプの回路基板用ノイズ対策材（シート状）を標準サンプルとした。（試料 a : 樹脂 試料 b : ゴム 試料 c : 塗料）

測定システムには高周波における伝送特性を解析するためのネットワークアナライザを用い、周波数範囲を 3 GHz までとした。

各手法用の形状に加工した試料に高周波信号を入射させたときの反射係数と透過係数の測定データから、吸収効果と材料定数などを調べた。

4. 実験

4. 1 同軸管反射法による電磁波吸収特性評価

同軸管反射法は主に材料の電氣的定数の測定に用いられ、試料は同心円状である。

同軸管の出力側に短絡板を取りつけて高周波信号を入射させた場合の試料なし・試料ありにおける反射量の差が吸収量を示し、反射損失が多いほど吸収効果が高いことになる。これは、自由空間法に近い評価手法である。

各試料の吸収特性測定結果を図1に示す。全ての試料において周波数帯域が高くなるにつれて反射損失量は増加し、吸収効果の大きさについては、試料c < 試料b < 試料aとなった。

次に同軸管の出力側を開放させた場合における各試料の吸収特性の測定を行い、短絡の場合と比較した。出力側を開放させた場合の吸収特性測定結果を図2に示す。周波数特性は図1とほぼ同じであるが、反射損失の値は短絡の場合に比べて小さくなった。出力側開放の場合は短絡板のように完全に反射させられず後方に透過するためであると考えられる。

同軸管反射法での電磁波吸収特性評価においては、短絡法による測定が適切であることがわかった。

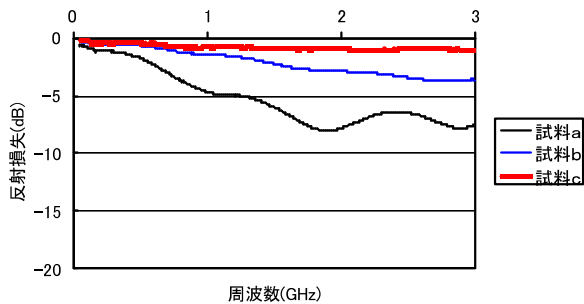


図1 同軸管反射法による電磁波吸収特性

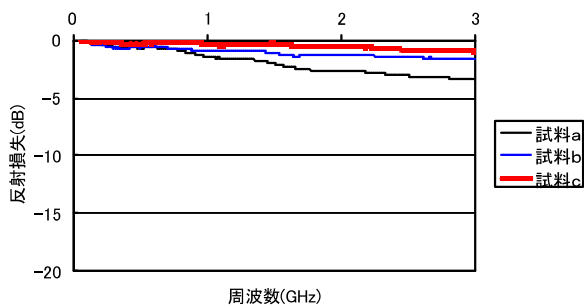


図2 同軸管反射法（出力側開放）

4. 2 同軸管透過法による電磁波吸収特性評価

同軸管透過法は主に材料の電磁波シールド特性の測定に用いられ、試料は同心円状であるが反射法の場合より大きい。

透過法では同軸管内に試料がある場合における入射量と反射量・透過量の差により吸収量は算出される。

各試料の吸収特性測定結果を図3に示す。吸収量のばらつきが大きく、周波数特性も安定していないという結果になった。これは、ケーブル損失などの影響により入射量が一定となっていないためであると思われる。

そこで、試料の後方にアルミシートを入れ、試料なし・試料ありにおける反射量の差から吸収特性を測定した。アルミシートを入れた場合の吸収特性測定結果を図4に示す。図1や図2とほぼ同じ吸収特性データが得られた。

同軸管透過法での電磁波吸収特性評価においては、アルミシートなどの導電性シートを付加した反射量の測定により適切なデータが得られることがわかった。

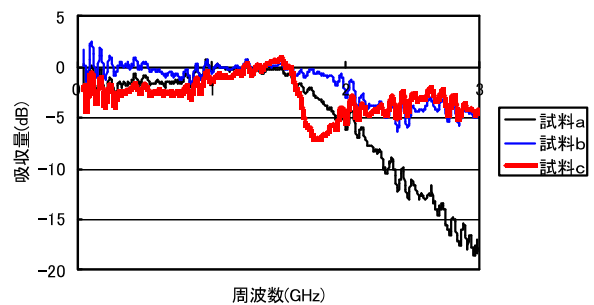


図3 同軸管透過法による電磁波吸収特性

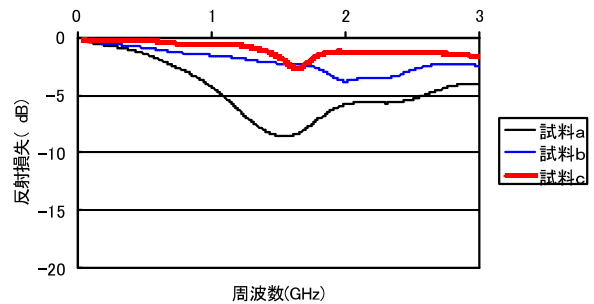


図4 同軸管透過法（導電性シート付加）

4. 3 近傍界装置による電磁波吸収特性評価

近傍界装置はノイズ源が近い場合における電磁

波吸収材の測定に用いられ、試料は平板状である。

伝送系の入力端から出力端まで50Ωに整合されているが、センサ部に試料を置いたときのインピーダンス変化により反射量と透過量を測定する。

同軸管透過法の場合と同じように試料の後方にアルミシートを入れ、試料なし・試料ありにおける反射量の差から吸収特性を測定した。各試料の吸収特性測定結果を図5に示す。特定の周波数帯域がピーク状の波形となった。これは、近傍界装置はセンサ部が金属のため、アルミとの接合により特定の周波数において共振が発生したことが要因であると思われる。

そこで、共振を防ぐためにセンサ部との間に絶縁板を入れ、吸収特性を測定した。絶縁板を入れた場合の吸収特性測定結果を図6に示す。近傍界装置の場合はアルミシートを用いても透過量が多かったため、反射損失の値が大きくなった。また、遠方界用である同軸管法による吸収特性測定結果(図1)との違いは大きいですが、各試料における吸収効果の順は同じになった。

近傍界装置での電磁波吸収特性評価においては、絶縁板を付加した反射量の測定により試料間の吸収効果の大小関係は確認できることがわかった。

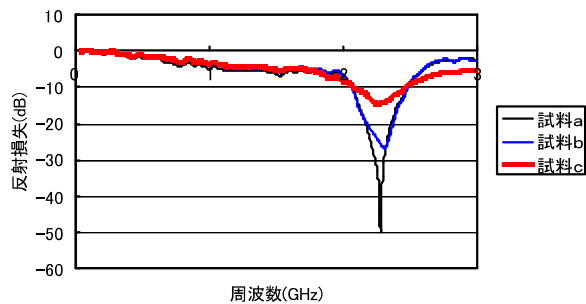


図5 近傍界装置による電磁波吸収特性

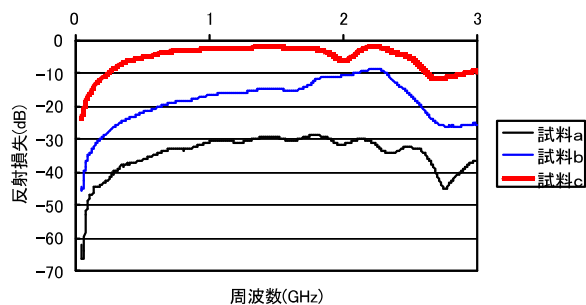


図6 近傍界装置(絶縁板付加)

4. 4 材料の電氣的定数測定

同軸管を用いたSパラメータ法により各試料について材料定数の測定を行い、電磁波吸収特性の測定データと比較した。

各試料の誘電率(ϵ_r)と誘電損失($\tan \delta$)の測定結果を図7に示す。

全体的に誘電率は低周波域に、誘電損失は高周波域において大きくなった。また、吸収特性の測定結果(図1)と比較すると、主に誘電率の値は吸収効果の大きさに、誘電損失の変化は吸収効果の周波数特性に影響を及ぼすことがわかった。

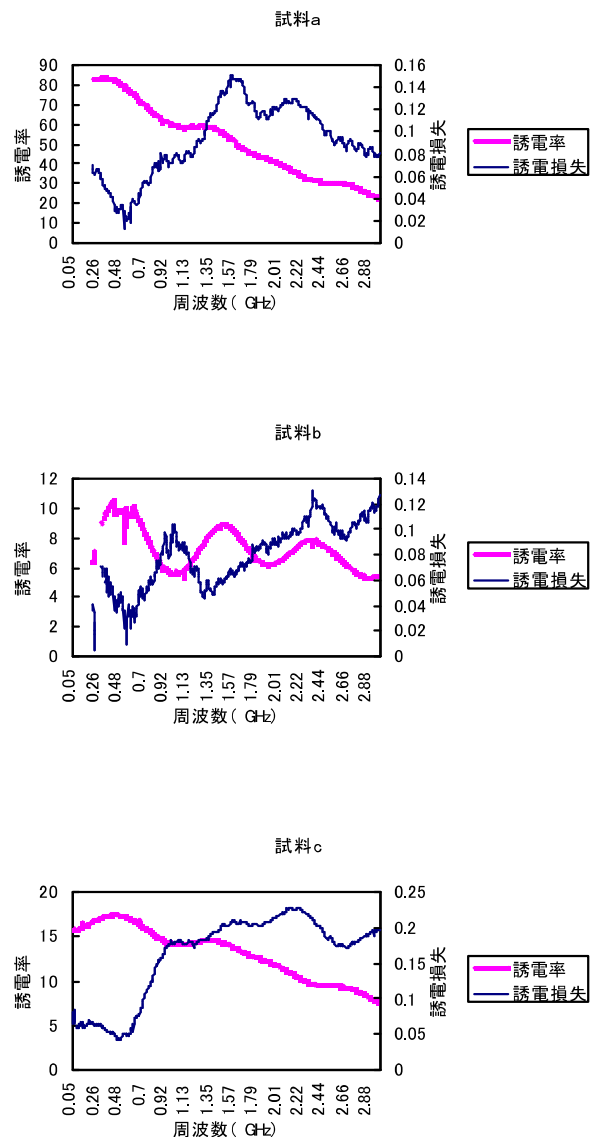


図7 各試料の電氣的材料定数

5. まとめ

各種サンプルを用いて、同軸管反射法、同軸管

透過法，近傍界装置により測定を行い，電磁波吸収特性について比較検討した。

その結果，各手法の特質に適合した評価条件が明確となり，手法間における測定データの相関についても把握することができた。特に，導電性シートや絶縁板などの活用により，試料形状の変更

なしに吸収特性の評価が可能となったことは有用である。また，試料の電气的材料定数を調べた結果，誘電率や誘電損失と吸収効果の関係がわかった。この結果をふまえて，誘電率値の損失項（虚数部）の大きな材料を選定すれば，高吸収材の開発が実現できると考えられる。