

# 高性能電磁波吸収材料の開発（第1報）

林 達郎、山本政男<sup>\*1)</sup>、植村 哲、足立茂寛<sup>\*2)</sup>

## A Study of Wave Absorber with Plastic Base.

HAYASHI Tatsuro , YAMAMOTO Masao<sup>\*1)</sup> , UEMURA Satoshi , ADACHI Shigehiro<sup>\*2)</sup>

Electromagnetic wave absorber is an effective material for stabilized operation of the electromagnetic radiation use system and the malfunction prevention of electronic equipments.

In this study, we examined electromagnetic wave absorber with a plastic base and evaluation system of electromagnetic wave absorption characteristic. Some materials mixed small carbon powder of the particle size has electromagnetic wave absorption characteristic.

### 1. 緒言

近年のエレクトロニクス分野における急激な技術革新は、電磁波利用形態の多様化を生み出し、携帯電話やICタグの普及、さらにはETCなど高度道路交通システムの利用拡大に至るまで我々の生活空間の隅々にまで浸透しつつある。電磁波の利用周波数帯もこれと同時に高周波化、広帯域化し、大量のデータ転送や特定用途への電磁波利用に応えるため、更なる技術革新が進められている。

一方、パソコンやデジタル家電などの普及により、電子機器から発生する予期せぬ不要電磁波が他の機器などに誤動作や故障の悪影響を与える電磁環境問題が懸念され、製品の品質保証項目として電磁環境性能の確保が求められる時代となった。

電磁波を遮る材料は、このような背景において電磁波利用システムの安定運用や電子機器の誤動作防止の対策として注目されており、来るべきユビキタス社会の到来に向けてその用途が拡大することが予想されている。

本研究では電磁波を遮る機能をもつ電磁波吸収材料に着目し、材料の電磁波吸収特性の評価環境の構築、高分子系母材に配合物を添加した試作材料の作製を行っており、その経過状況を報告する。

### 2. 電磁波を遮る材料

材料が電磁波を遮る現象のひとつに、電磁波の反射が挙げられる。Fig.1に示すように空間などの媒質中を伝搬する電磁波が電気特性の異なる物質に入射すると反射を起こす特徴が知られており、特に電磁波が金属系の物質に入射した際にその現象が顕著であることから、金属板や金属ネットなどを用いた電磁波反射材料が既に様々な用途に利用されている。

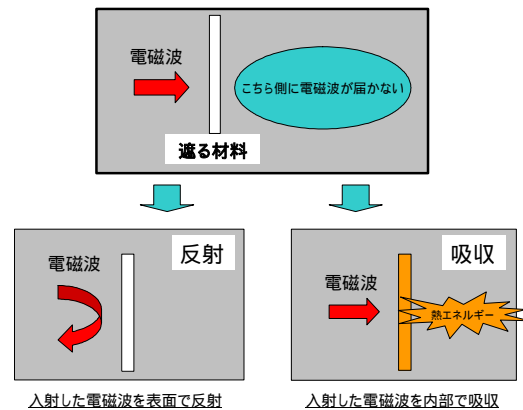


Fig.1 Reflection and Absorption.

一方、材料が電磁波を遮るもうひとつの現象として電磁波の吸収が挙げられる。電磁波の吸収とは電磁波のエネルギー、即ち媒質中を伝搬する電磁波によって運ばれるエネルギーが、ある物質（損失材）に入射する際に、その内部で熱エネルギーに変換される現象である。電磁波の吸収はエネルギー損失の形態によって導電損失、誘電損失、磁性損失に分けられ、材料がもついずれか或いは複数の損失機能が作用して電磁波の吸収が起こる。

電磁波を遮る材料は、その用途によって遮るべき電磁波の周波数や度合いなどが異なるが、最近では特に電磁波の反射干渉問題への対策として、吸収機能を持つ材料開発に関心が高まっている。

### 3. 電磁波吸収特性の評価

電磁波吸収材料の開発や利用においては、材料の電磁波吸収特性を的確に評価することが不可欠である。

材料の電磁波吸収特性の評価にはいくつかの方法<sup>1)</sup>が提案されているが、そのひとつに自由空間中を進行する電磁波を完全反射体である金属板に裏打ちされた試料に入射し、

<sup>\*1)</sup>電子・情報・デザイン技術チーム（現：機械・電子・情報技術チーム） <sup>\*2)</sup>繊維・高分子技術チーム

その反射成分を測定、分析する方法がある。Fig.2はこの方法による評価環境であり、垂直入射のみならず、斜め入射時の特性評価が行えるよう、アーチ型の支持台に送信、受信アンテナを取り付けたものである。

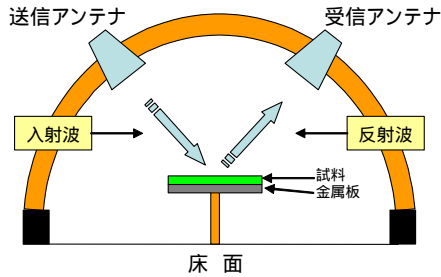


Fig.2 Measurement setup for electromagnetic wave absorption characteristic.

この方法は、実用環境に近い状態で材料の特性評価が行えるため、開発プロセスの最終評価に用いられることが多い。

しかし、試料の寸法が測定電磁波の波長に比して数倍程度必要となることや、送信アンテナから受信アンテナに直接伝搬する電磁波の成分のほか床面などからの反射成分を除去する誤差補正も考慮しなければならない。

#### 4. 実験方法

##### 4.1 材料の試作

電磁波吸収材料の開発においては、材料の利用環境や用途を考慮した母材の選定を行う必要がある。ここでは電子、機械装置の筐体などへの適用性が高く、広い分野で工業、生活用品に利用されている高分子材料を母材とし、これに配合物を添加することで電磁波吸収特性の付与を試みた。

Table 1 Sample details.

種類	配合率(重量比)		
汎用カーボン (粒径約25 μm)	2%	20%	40%
カーボンブラック (粒径約30nm)	1%	2%	5%

Table 1 に作製した材料の配合物種類と配合率を示す。作製に際しては、まず母材に選んだポリプロピレンと配合カーボンを混練し、次に材料を小型の射出成形装置で板状に成形する手順で行った。

##### 4.2 小型試料向けの簡易評価環境

電磁波吸収材料の開発プロセスにおける初期段階では、大型の試料を作製することが困難な場合が多い。

本研究ではこのような場合に適した、小型の試料で材料の電磁波吸収特性を簡易評価する環境 Fig.3 を構築し、実験に使用した。

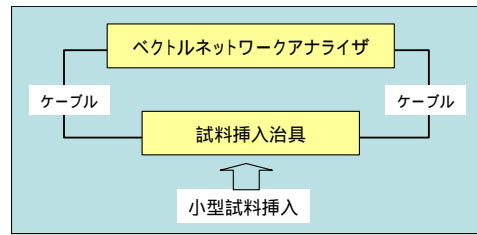


Fig.3 Measurement configuration for small sample.

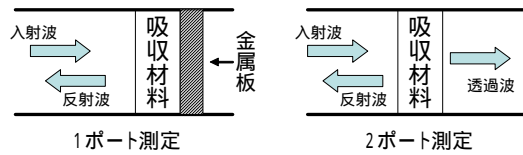


Fig.4 Measurement method.

この場合にも Fig.4 に示すように材料の特性評価は、材料への入射波に対する反射波の測定と分析により行う。ベクトルネットワークアナライザの1ポート測定の場合は、試料を金属板で裏打ちして透過波を無くした状態で、ネットワークアナライザの1つの測定ポートだけで入射波と反射波を測定、分析する。

ネットワークアナライザにより測定されたSパラメータのうち、S11は入射波に対する反射波の比(反射係数)を表し、S21は入射波に対する透過波の比(透過係数)を表す。Sパラメータはベクトル量であるため、大きさと位相をもつ。このため、反射特性については、反射係数S11と、この絶対値から規定される反射損失により特性が評価される。反射係数と反射損失については次の関係で規定される。

$$\text{反射係数} : S11 \quad \text{反射損失} : -20 \cdot \log_{10} |S11|$$

反射係数が小さいほど、即ち反射損失が多いほど、材料の電磁波吸収効果が大いといえる。

#### 5. 結果及び考察

試作した材料を 4.2 で構築した小型の試料向けの電磁波吸収特性評価環境で評価できるよう Fig.5 のように加工したうえ Fig.6 に示すように試料挿入治具に挿入し、反射損失を測定した結果から、吸収効果が確認できたものを Fig.7 に示す。汎用のカーボンを配合した材料の場合、配合率が40%に至ってもわずかの吸収特性しかみられないが、粒径の小さなカーボンブラックを配合した材料においては5%配合のもので高周波領域において吸収効果が確認できた。

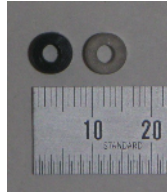


Fig.5 Specimen configuration.

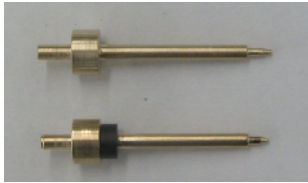


Fig.6 Inserted specimen.

このことから、配合材の粒径が材料の電磁波吸収特性に影響を与えるひとつの因子であることが推定される。

配合物の比率を低く抑えることは、高分子材料の成形性を確保するために非常に重要な要素であることから、配合物の粒径と材料の電磁波吸収特性の相関については今後も引き続き検討を行う必要がある。

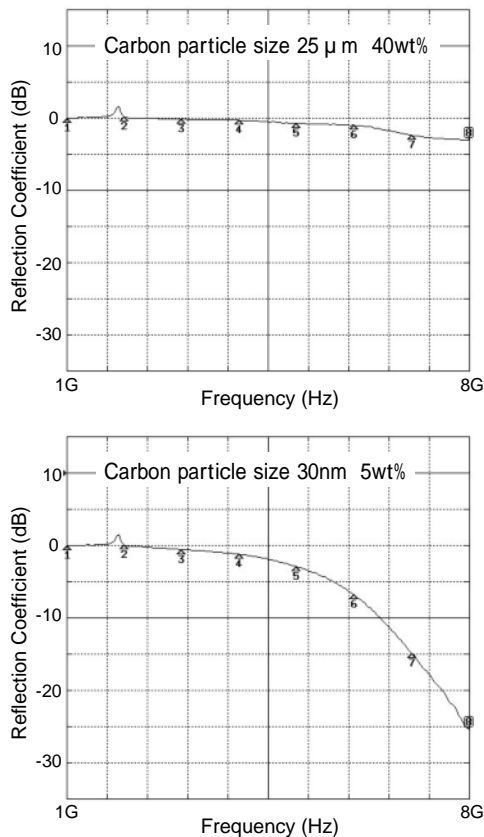


Fig.7 Frequency dependence of reflection coefficient for carbon powder mixed polypropylene.(t=3mm)

#### 4. 結言

電磁波吸収材料の開発に不可欠な、材料の電磁波吸収特性評価環境の構築と、試作したいくつかの試料から得られた特徴的なデータを紹介した。

配合物として使用したカーボンについては、その機能性が既知の技術によりある程度示されており、本研究では粒径や形状の異なるカーボンの配合や、二次配合物を加える方法について検討を進める必要がある。

また、電磁波吸収材料の特性を試作前に予測するために、理論式のパラメータとして、材料の複素誘電率や複素透磁率を獲得する必要があり、これらについてできるだけ簡易的な方法で導出するシステムを構築したい。

さらに、電磁波吸収材料の製品化に向けて、配合物を添加した高分子材料で想定される機械的強度の劣化などについても検討課題となる。

なお、本研究で使用した設備機器は、日本自転車振興会の自転車等機械工業振興事業に関する補助金により導入、設置したものである。

#### 参考文献

- 1) 清水康敬、杉浦行ほか：最新電磁波の吸収と遮蔽、日系技術図書（1999）
- 2) 橋本修：電波吸収体入門、森北出版（1997）
- 3) 島山賢一：電磁波の吸収・遮蔽技術、エレクトロニクス実装学会誌 Vol.3 No.1(2000)
- 4) 小塚洋司：新しい電波吸収体技術、電子情報通信学会誌 Vol.88 No.12(2005)
- 5) 後藤尚久：EMC 技術者のための電磁気学、三松、(2005)

KEIRIN