

古紙を用いたウッドセラミックの試作

茨城職業能力開発短期大学校 柴田清孝

Prepare of the Woodceramics made from Waste Paper

Kiyotaka SHIBATA

要約 ウッドセラミックは、木材、おがくず等の木質原料に熱硬化性樹脂を含浸後、真空炉で焼成・炭化して作成されるエコマテリアルの多孔質炭素材料である。本報告では、木材・紙資源の有効利用の観点から、古紙を原料にしたウッドセラミック（古紙ウッドセラミック）の試作を行った。さらに、ウッドセラミックの導電性、多孔性を利用した電磁波シールド材料への応用のために、古紙ウッドセラミックの電磁波シールド特性を調べた。この結果、従来型のウッドセラミックと比較して良好なシールド性を確認した。

I はじめに

ウッドセラミックは、木材、おがくず等の木質原料に熱硬化性樹脂を含浸後、真空炉で焼成・炭化して作成されるエコマテリアルの多孔質炭素材料である⁽¹⁾。多孔質構造、軽量・硬質、耐熱性、低コスト、電気伝導性等の工業用材料として優れた特徴を有しており、構造材料、摩擦・摩耗材料、耐熱材料、ろ過材料、音響材料、ヒーター材料、電磁波シールド材料等多方面の利用が模索されているところでもある⁽²⁾。

一方、日本における紙・板紙の古紙利用率は1995年度で53.4%と世界の国々の中では高水準にある⁽³⁾。しかし、紙・板紙の古紙パルプ含有量が増加すると、引張り強度の低下、パルプ繊維の劣化に伴う強度低下がみられる。すでに、段ボールやパッケージ用板紙の古紙利用率は、90%近くに達し、新聞用紙についてもほぼ限界に近づいている。また、古紙混入率の高い用紙はコストが高くなることが多く、さらに白色度が劣るといわれており、高価格と低品質が民間への普及を妨げている。

他方、都市部でのゴミの増加は深刻な問題であり、特に1985年から1990年のバブル経済の頃に紙とプラスチック、特に紙のゴミが急増した。これを焼却処理をする場合、廃プラスチックの発熱量は6632kcal/kg、紙では3058kcal/kgと家庭ゴミの500kcal/kgと比較

して格段に高い⁽⁴⁾。このため、廃プラスチック、紙ゴミは、焼却炉を傷めるため焼却量を抑える必要があり、一度に処理できない。また、焼却にともない、猛毒のダイオキシンの発生も指摘されている⁽⁵⁾。さらに、輸入古紙量の増加もあいまって、国内で回収された古紙類を再利用する手段を早急に開発しなければならない。また、広告用紙などに使用されている樹脂コーティング用紙は、紙としての再生が困難であるが、この利用・消費が増加していることにより、製紙原料以外への用途開発も要求されている。

本報告では、古紙の製紙原料以外への用途開発を目的に、広告用紙および電話帳用紙を原料としたウッドセラミックを試作し、その電磁波シールド特性について検討を行う。

II 実験方法

1 古紙ウッドセラミックの作成

古紙を用いたウッドセラミックの製造手順を以下に述べる。原料の古紙をクロスカットシュレダにより10~20mmの小片に裁断し、これにフェノール樹脂を10%加えて150℃、2MPaで10分間熱圧縮しボード化する。図1は、熱圧縮時の圧縮時間と圧縮圧力の変化を示したものである。圧縮圧力は時間とともに低下させ、6分後に0.5MPaとした。図2は、このようにし

て樹脂コーティングした広告用紙より作成された古紙ボードである。この古紙ボードをウッドセラミックス化するために、さらに、超音波式樹脂含浸装置を用いてフェノール樹脂を含浸する。樹脂含浸量は重量比で約1:1である。これをウッドセラミックス製炭炉によってウッドセラミックス化する。図3は、樹脂含浸後の古紙ボードおよびそのウッドセラミックスである。製炭処理により1~2割の形状収縮が認められる。これは、従来のMDF(中質繊維板)から作成されるウッドセラミックス(MDFウッドセラミックス)と同様である⁽⁶⁾。

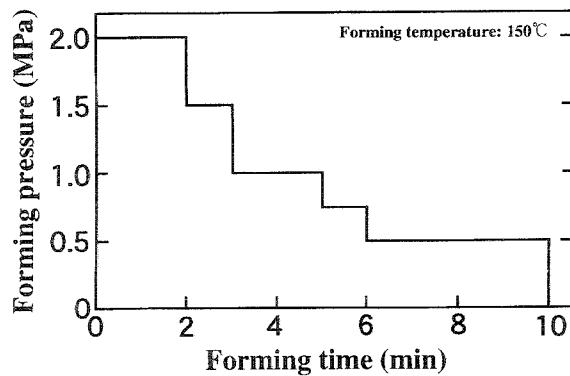


図1 古紙ボードの圧縮条件

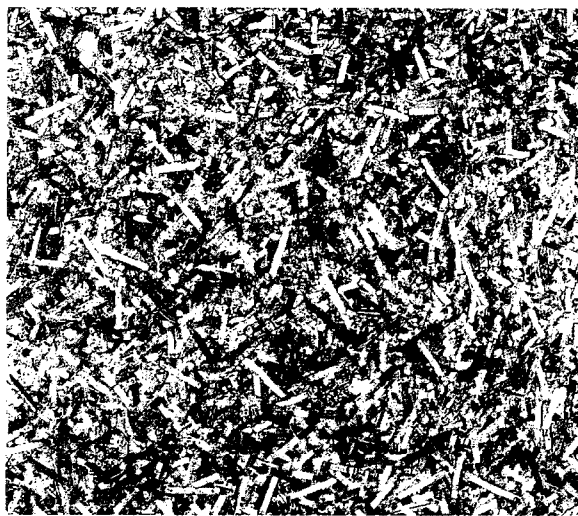


図2 古紙ボード(樹脂コーティング紙)



(a) Wastepaper board (b) Woodceramics

図3 古紙ボード(樹脂含浸後)とそのウッドセラミックス

2 電磁波シールド特性の測定

電磁波シールド効果の測定は、電磁シールド特性試験器(MA8602B、アンリツ)⁽⁷⁾により行った。本装置は、シールドボックス中の送信アンテナで電磁界を発生させ、受信アンテナからの信号をスペクトラムアナライザで検出するものである。シールド効果は、試料の有無による受信レベルの差、すなわち挿入損失レベルをシールド効果として測定した。試料が無い場合の受信レベルを E_1 、試料挿入時の受信レベルを E_2 とすると、シールド効果 SE は、

$$SE = -20 \log \left(\frac{E_2}{E_1} \right) \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

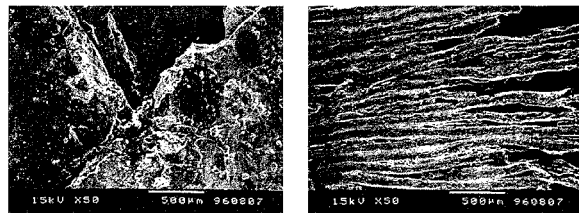
で与えられる。

平面波に対する電磁波シールド効果には、電界に対する電界シールド、磁界に対する磁界シールドがあるが、本測定系では、便宜上、送受信アンテナに微小ダイポールアンテナを用いて電界の振幅に比例する出力が得られる場合を電界シールド、同様に、微小ループアンテナを用いて磁界の振幅に比例する出力が得られる場合を磁界シールドとして記す。

III 結果および検討

1 古紙ウッドセラミックスの作成

図4に古紙ウッドセラミックスのSEM像を示す。同図(a)は表面であり、古紙チップの重なりにより断差が生じている。また、同図(b)は断面であり、古紙チップを圧縮する古紙ボードの製造方法を反映して、古紙が積層した層状構造を呈している。すなわち、古紙ウッドセラミックスは、古紙ボードの構造をそのまま保持した異方性の組織構造を有している。



(a) Surface (b) Cross section

図4 古紙ウッドセラミックスのSEM像

図5は、古紙ウッドセラミックスにおける電気抵抗率の温度依存性を示したものである。温度の上昇により電気抵抗率は低下し、半導体的傾向を示すのはMDFウッドセラミックスと同様である。しかし、断

面すなわち古紙の積層方向での電気抵抗率は、表面すなわち古紙の表面に沿った方向にくらべて約6倍大きく、異方性の組織構造を反映していると思われる。

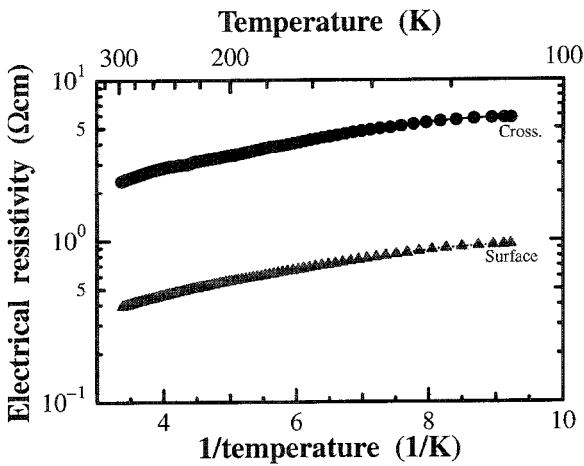
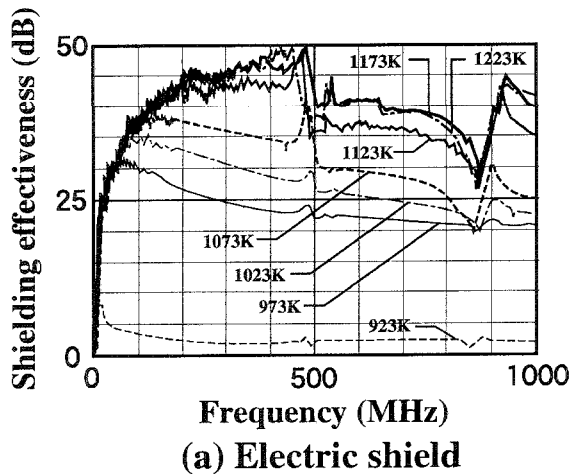
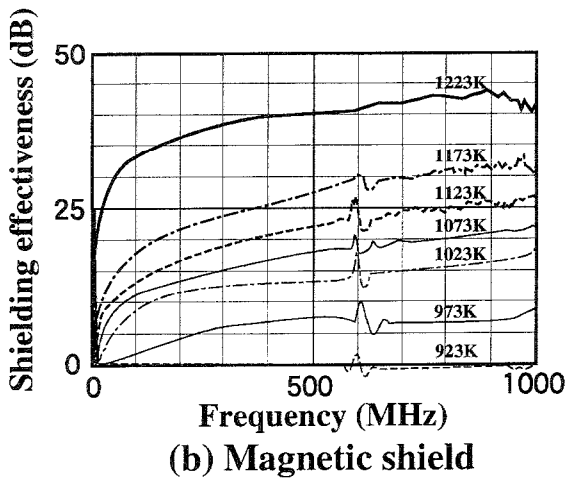


図5 古紙ウッドセラミックスにおける電気抵抗率の温度依存性



(a) Electric shield

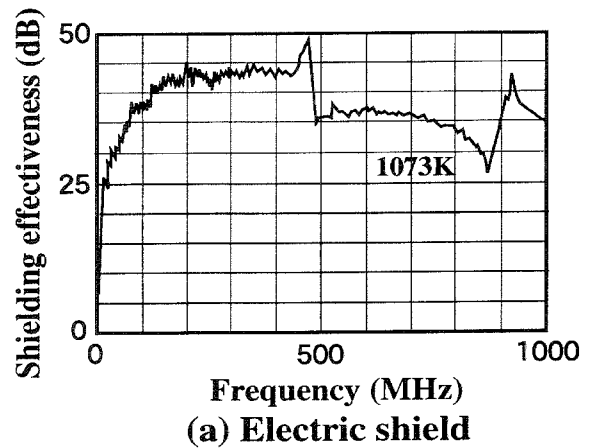


(b) Magnetic shield

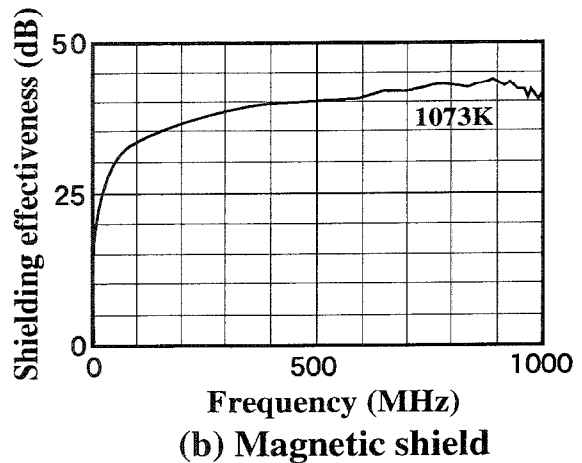
図6 MDFウッドセラミックスの電磁波シールド特性

2 電磁波シールド特性

ウッドセラミックスは電磁波シールド効果を有し、軽量、安価な電磁波シールド材料として有望視されている⁽⁸⁾。ウッドセラミックスの電気抵抗率は、焼成温度により広範囲に制御可能である⁽⁹⁾ため、反射型あるいは吸収型どちらの電磁波シールド材としても利用可能と考えられる。図6にMDFを原料に作成されたウッドセラミックス(厚さ約14mm)の電磁波シールド特性を比較のために示す。焼成温度923Kより現われ始める電磁波シールド効果は、焼成温度の上昇とともに増加している。電界シールドでは、500MHz付近までは周波数の増加でシールド効果は増加しているが、それ以上の周波数では低下する傾向が見られる。また、500および900MHz付近の共振と思われる異常は、シールドボックス内の反射波の影響と考えられる。磁界シールドでは、周波数の増加でシールド効果は増加する傾向が見られる。また、600MHz付近に反射の影響と思われる異常が見られる。シールド効果の最大値は、電界シールドでは450MHz付近で50dB、磁界シールドでは850MHz付近で44dBであった。



(a) Electric shield



(b) Magnetic shield

図7 古紙ウッドセラミックス(樹脂コーティング紙)の電磁波シールド特性

図7に広告紙を原料に焼成温度1073Kで作成された古紙ウッドセラミックス（広告紙ウッドセラミックス）の電磁波シールド特性を示す。電界シールドおよび磁界シールドともに、従来の同焼成温度のMDFウッドセラミックスと同様のシールド特性を有している。シールド効果は、20～30dBであり、シールド材としての利用可能性を確認した。また、図8は電話帳古紙を原料に作成したウッドセラミックスの電磁波シールド効果である。電界、磁界シールドともにMDFウッドセラミックスおよび広告紙ウッドセラミックスよりも平坦な特性を示し、200～1000MHzまでの広範囲の周波数で良好なシールド効果を示している。

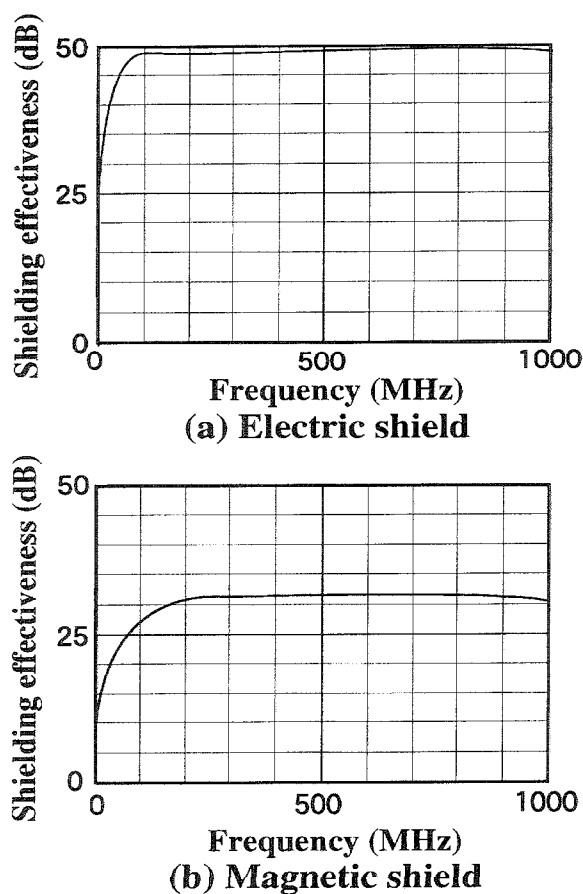


図8 古紙ウッドセラミックス(電話帳古紙)の電磁波シールド特性

ウッドセラミックスは、任意の導電率を指定可能な低密度材料であり、従来の電磁波シールド材料が高導電率、高密度化をはかり、高性能化を行ってきたものとは性格を異にする。しかし、低密度性が空間との波動インピーダンスの整合に有力であり、また、エコマテリアルという特徴を活かして、電磁波シールド材料としての新たな可能性を広げるものと考えられる。

IV まとめ

古紙の製紙原料以外の用途開発から、古紙を原料にウッドセラミックスを試作した。古紙ウッドセラミックスは、古紙ボードの組織構造をそのまま保持した積層構造を有しており、電気抵抗率の異方性の要因と考えられた。また、古紙ウッドセラミックスの電磁波シールド効果を測定し、従来のMDFウッドセラミックスと同様に良好な電磁波シールド効果を確認した。

高品質、高純度化の材料開発の風潮の中にあり、木質材料、古紙等から作成され、エコマテリアルの特徴を有するウッドセラミックスは、リサイクル、廃棄をも考慮した材料のライフサイクルを考える上での一指針を与えるものと思われる。

謝辞

本研究を行うに当たり、御指導、御協力を賜りました青森県工業試験場 岡部敏弘氏、齋藤幸司氏に深く感謝致します。また、有益な御助言をいただきました山形大学工学部 堀切川一男助教授に感謝致します。

[参考文献]

- (1) 岡部敏弘、齋藤幸司：公開特許公報、平4-164806。
- (2) 岡部敏弘監修：“ウッドセラミックス”、内田老鶴園(1996)。
- (3) 日本製紙連合会：紙・パルプ、564(1996)13。
- (4) 東京都清掃局：東京ごみ白書、(平成7年) 17。
- (5) 山本良一：エコマテリアルのすべて、日本実業出版(1994)94。
- (6) T.Okabe, K.Saito and K.Hokkirigawa: J. Porous Materials, 2(1996) 207.
- (7) E.Hariya and M.Umano: 1984 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (IEEE, Newyork), 18PA7(1984)800.
- (8) T.Okabe: Japanese Patent, No.2005388.
- (9) K.Shibata, K.Kasai, T.Okabe and K.Saito: J. Porous Materials, 2 (1996) 287.