

2.電磁波が奏でる北陸の伝統技術

2-1

伝統的な繊維産業における電波対策技術

EMC Technologies in Traditional Textile Industry



加賀友禪(花嫁のれん)

吉村慶之 打越伸一 林 豊
登坂俊英 西方敦博

1. ま え が き

加賀百万石として栄えた石川県は、加賀友禪、九谷焼、輪島塗等数多くの伝統工芸・伝統産業が根付いており地域独自の産業が成長してきた。中でも繊維工業は、1975年ころまで石川県の製造品出荷額の第1位を占める基幹産業として経済をけん引してきた。しかし、1973年の変動相場制導入以降、円の高騰により繊維製品の輸入が拡大した。これによって繊維工業は縮小化し、急速な電気電子技術の発展と相反するかのようになり、現在の出荷額は、一般機械、電気機械、食料品に次ぐ第4位となっている。このような情勢の中で、「繊維王国いしかわ」として全国的に知られている本県繊維産業界では生き残りをかけて、非衣料分野での繊維製品の開発を行っている。

石川県では企業、大学、研究所等との共同で、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)、ジオテキスタイル(土木資材用繊維シート)、そして、不要電波の対策用とした繊維等の開発を行っている。ここでは、電子情報通信技

術を影で支える電波シールド材やノイズ抑制シートの開発について産学官連携による共同研究開発事例を紹介する。

2. プラスチックの導電化

金属に代わって軽量かつ低価格で複雑形状への対応が可能なプラスチックが、電子機器のきょう体として広く利用されるようになった。一般によく利用されているプラスチックは絶縁体であるため、電波シールド性を有するきょう体として使用するには、導電性を付与しなければならない。プラスチック成形品を導電化するためには、導電性塗料の塗布、無電解めっき、イオンプレATING等が挙げられるが、これらは、成形後の二次加工となるためコストアップにつながっている。そこで、成形と同時に導電性を付与するため、極細のステンレス繊維や炭素繊維をプラスチックに充てんし、成形することが一部で行われている。しかし、これらの充てん材は剛硬であるため、成形機の金型にダメージを与えやすく、プラスチックのみの成形時に比べ金型の消耗が激しくなることや、成形時のせん断応力により充てん材が細かく裁断され、良好な導電性が得られない等の課題がある。

そこで、直径約15 μm のアラミド繊維に厚さ約0.1 μm の銅めっきを施しためっき繊維(導電性繊維)を開発し、これを充てん材として導電性の付与を行った。具体的には、図1に示すように細線状のめっき繊維を3,000本程度束にし、樹脂で固めて3~10mmに裁断することによってマスターバッチ化する。このマスターバッチを母材となる粒状の樹脂と混合(ドライブレンド)した後、熱を加えて溶融し射出成形する。このとき、マスターバッチは母材とともに溶融するが、めっきを施したアラミド繊維は母材となるプラスチック材に比

吉村慶之 正員 石川県工業試験場電子情報部

E-mail yyoshi@iriii.jp

打越伸一 ダイワボウノイ株式会社テクノステーション

E-mail s-uchikoshi@daiwabo.co.jp

林 豊 小松精練株式会社第2営業部門

E-mail y_hayashi@komatsuseiren.co.jp

登坂俊英 正員 独立行政法人情報通信研究機構電磁波計測研究センター

E-mail tosaka@nict.go.jp

西方敦博 正員 東京工業大学教育工学開発センター

E-mail nisikata@cradle.titech.ac.jp

Yoshiyuki YOSHIMURA, Member (Department of Electronics and Information, Industrial Research Institute of Ishikawa, Kanazawa-shi, 920-8203 Japan), Shinichi UCHIKOSHI, Nonmember (Technostation, Daiwabo Neu Co., Ltd., Hakusan-shi, 929-0201 Japan), Yutaka HAYASHI, Nonmember (The 2nd sales Section, Komatsu Seiren Co., Ltd., Nomi-shi, 929-0124 Japan), Toshihide TOSAKA, Member (Applied Electromagnetic Research Center, National Institute of Information and Communication Technology, Koganei-shi, 184-8795 Japan), and Atsuhiko NISHIKATA, Member (Center for Research and Development of Educational Technology, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 152-8552 Japan).

電子情報通信学会誌 Vol.93 No.10 pp.835-838 2010年10月

©電子情報通信学会 2010

べ融点が高い。そのため、母材やマスターバッチを熔融した後もその細線形状は維持する。したがって、樹脂を成形する際、めっき繊維は導電性を保持したまま分散し、電波シールド材として機能する。

図2に近傍電界のシールド効果測定結果を示す。これより、充てん材の添加量を増やすことによってシールド効果が向上することが確認できる。ただし、めっき繊維と比べステンレス繊維では、同量の添加量であるにもかかわらず同等のシールド効果が得られておらず、めっき繊維の優位性が確認できる。これは、めっき繊維の心線であるアラミド繊維は母材と同程度の比重であるため、成形時に分散しやすく導電材の偏りが少なくなり、ま

た、ステンレス繊維に比べ、柔軟性があるので成形時のせん断応力による裁断が少ないため、導電性が得られやすく、シールド効果の優位に寄与したものと考えられる。

本めっき繊維適用の一例として、デジタルビデオカメラのきょう体、エンジン制御用コンピュータのきょう体等がある(図3)。また、添加量を制御することにより静電気対策用のトレイ等への応用も考えられる。現在は、あらかじめ母材樹脂にめっき繊維を充てんしたペレットを作製し、マスターバッチと母材とのドライブレンドの過程を省略できるよう開発を進めている。

3. 高周波帯用電波シールド織物

携帯電話や無線LANをはじめとする電子情報通信機器の高周波化が進んでおり、これに伴い電波シールド材も高周波用が求められている。小形試料を用いた簡便なシールド効果評価法として、波源近傍における電界・磁界のシールド効果を評価する方法があり、広く利用されている。この評価法ではギガヘルツ帯での測定に対応できておらず、高周波での評価は困難である。ギガヘルツ帯におけるシールド効果評価として、同軸導波管を用いる方法⁽¹⁾があるが、試料の切り出しや設置が困難であり測定の再現性を得ることが難しい。そこで、図4に示す2焦点型へん平空洞(DFFC: Dual Focus Flat Cavity)



図1 めっき繊維のマスターバッチ化 銅めっきした細線状繊維を樹脂で固め3~10mmで裁断したもの(マスターバッチ)。

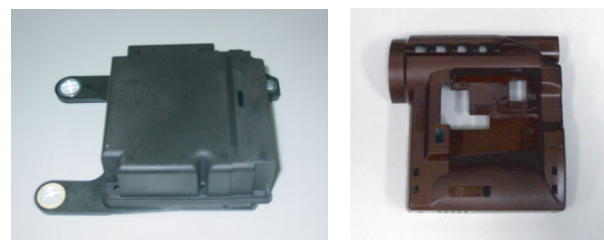


図3 めっき繊維を用いたきょう体成形例 成形品にめっき等の二次加工を必要とせず、このままでシールド性が得られる。

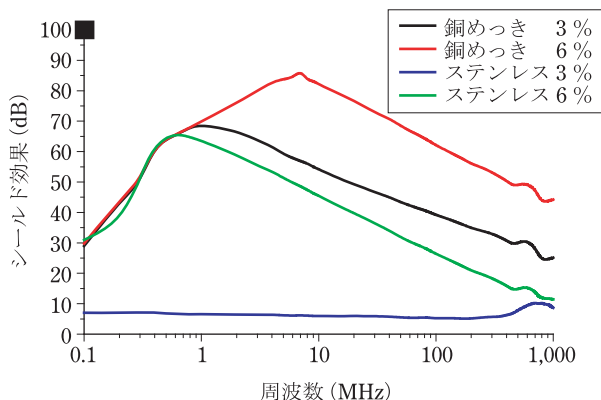


図2 射出成形品のシールド効果の比較 近傍界の電界シールド効果を測定したもので、同じ添加量でも銅めっき繊維の方が優れている。

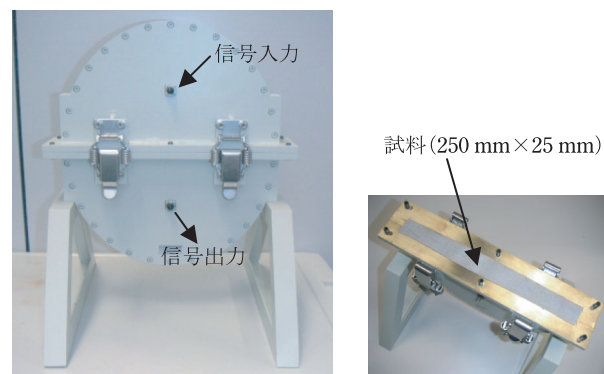


図4 2焦点型へん平空洞(DFFC) 入力された信号がDFFC出力端で収束するため、ダイナミックレンジを稼ぐことができる。

を用いた非常に簡便かつ再現性が良い方法⁽²⁾により、ギガヘルツ帯における電波シールド織物の評価を行っている。

電波シールド材として金属はくや金属メッシュ等の安価な材料が挙げられる。しかし、これらは屈曲、ねじれ等により金属疲労が生じやすく破損する可能性があるため、ドア等のシールドガasketや稼動するケーブルへの用途としては向いていない。そこで、PET、アクリル等の有機繊維に銅、ニッケル等のめっきを施した糸を製織することによって柔軟性のある電波シールド繊維を開発し、シールド効果を評価することで高周波対応製品への適用を図っている。図5に各種電波シールド繊維のシールド効果測定結果を示す。表皮厚さでも分かるように一般に金属はく等の無垢材料は周波数が高くなると材料に電波が入り込み難くなり、シールド効果は良くなる。しかし、繊維織物では微視的に見ると糸同士にすき間が生じてしまうため、周波数が高くなるに従ってシールド効果の劣化は避けられない。ただし、前述したような用途がある以上、時代の要求を見据えたシールド材を開発していかなければならないと考えている。

4. 繊維加工技術を応用したノイズ抑制シート

機能性薄膜とファブリックを組み合わせた高機能テキスタイル素材によりスポーツ衣料を中心とした展開を行い、繊維複合機能薄膜加工技術を培ってきた。最近では、薄膜加工技術を応用してテキスタイル分野のみならず、非衣料分野にも材料を提供しており、毎年、その割合は増えつつある。そこで、この繊維複合機能薄膜加工技術をEMC対策製品へ適用した。

近年、携帯電話等をはじめとした電子機器がますます高性能化するに伴い、電磁雑音による電子回路の誤作動が多くなっており、その対策が様々な分野から脚光を浴びている。ここでは、電磁雑音を抑制するEMC対策シート開発の一例を紹介する。

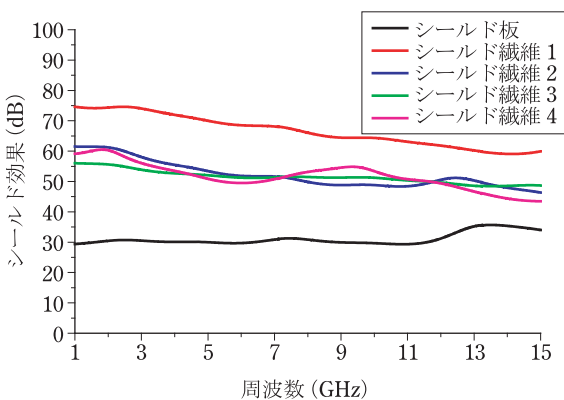


図5 DFFCによるシールド効果測定結果 容易にGHz帯のシールド効果が測定でき、また、再現性も高い。

電子機器きょう体内部で発生した電磁雑音は、きょう体内で内部共振を起こし、機器の異常停止や異常動作等の誤作動を引き起こす。この現象は機器の高速度化、小形化に伴って、より一層発生しやすくなっている。従来、雑音抑制対策としてフェライトコアが主に用いられているが、かさ高で重くなっている。そのため、雑音抑制効果があると想定される個所を限定して取り付ける必要がある。また、かさ高であることから、取り付ける場所に制約が生じる。

そこで、雑音抑制効果のある材料を高充てんして薄膜コーティングしたノイズ抑制シート (60 μm ±15 μm :通常タイプ, 150 μm ±15 μm :難燃性 (VTM-0相当)タイプ)を開発した。図6に開発したノイズ抑制シート (8400:通常タイプ)の抑制効果 (キーコム社製測定装置による結果)を示す。シートを取り付けることにより、雑音抑制効果が確認できる。これらは、ベースがウレタンフィルム素材で、柔軟性があり作業性が良いだけでなく、厚みが薄い構成体でもある。そのため、通信ケーブルに付けてもかさ高となることはなく、更に、発じんすることなく打抜き性にも優れている。また、フェライトコアではかさ高であるため、電磁雑音の発生源に取り付けることは難しい。しかし、同シートは薄膜シート状で提供できるため、発生源に取り付けることが可能であり、発生源からじかに対策処置できることで歩留まりを向上させる効果が期待できる。

国内のみならず、新興国での電子機器の需要、性能要求が更に大きくなりつつある今、電磁雑音対策への要求も高まりつつある。日々刻々、要求は変遷をしていくことから、時代の要求に見合った材料を提供していくために、ユーザーの意見を真摯に受け止めつつ開発に臨みたいと考えている。

5. む す び

繊維王国いしかわにおいて、産業界では従来の衣料用

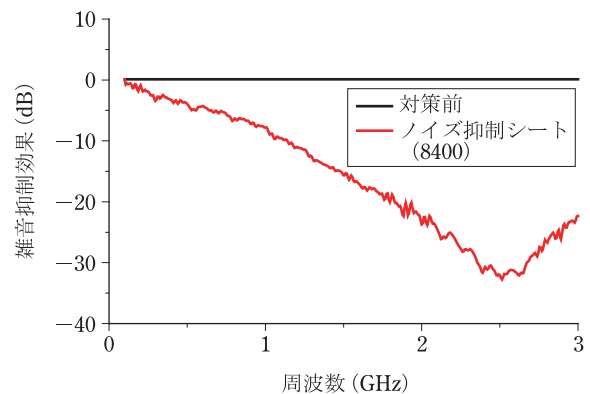


図6 近傍界における雑音抑制効果測定結果 シートを取り付けることにより雑音抑制効果が得られている。

繊維の開発だけでは生き残っていけないという危機感を持っており、産学官連携による新たな開発を進め、高付加価値化や非衣料分野への応用展開を図っている。今回は、その一部を紹介したものであり、今後も更なる連携強化、あるいは異業種交流を推進していき、産業の発展を担っていきたいと考えている。

謝辞 DFFC によるギガヘルツ帯のシールド効果測定にあたり、御指導頂いた独立行政法人情報通信研究機構 福永香主任研究員、山中幸雄グループリーダーに深く感謝致します。

文 献

- (1) P.F. Wilson, M.T. Ma, and J.W. Adams, "Techniques for measuring the electromagnetic shielding effectiveness of materials. I. -Far-field source simulation," IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 30, no. 3, pp. 239-250, Aug. 1988.
- (2) 西方敦博, 登坂俊英, 福永 香, 山中幸雄, "2 焦点型扁平空洞を用いたマイクロ波帯におけるシールド効果測定," 信学論 (B), vol. J91-B, no. 1, pp. 88-94, Jan. 2008.

(平成 22 年 4 月 16 日受付 平成 22 年 5 月 17 日最終受付)



よしむら よしゆき
吉村 慶之 (正員)

昭 63 長岡技科大・工・創造設計卒。平 2 同大学院修士課程了。同年石川県工業試験場勤務。平 22 研究主幹。現在、環境電磁工学、特に電波の遮へいと吸収に関する研究に従事。博士 (工学)。



うちよし しんいち
打越 伸一

昭 49 福井大・工・電気卒。昭 58(株)高瀬染工場にて、導電性繊維の開発に取り組む。平 16 大和紡績株式会社にて、めっき繊維を用いた導電性プラスチックの開発に取り組む。現在、ダイワボウノイ株式会社所属。



はやし ともゆき
林 豊

昭 53 富山大・工・工業化学卒。昭 55 同大学院修士課程了。同年小松精練株式会社入社。機能性薄膜加工技術開発に取り組む。現在、セールスエンジニアとして、第 2 営業部門資材開発部に所属。



とうさか としひで
登坂 俊英 (正員)

平 12 日大・工・情報卒。平 14 同大学院修士課程了。平 17 金沢同大学院博士課程了。同年独立行政法人情報通信研究機構勤務。環境電磁工学、電磁波セキュリティの研究に従事。博士 (工学)。IEEE 会員。



にしきた あつひろ
西方 敦博 (正員)

昭 59 東工大・理・物理卒。昭 61 同大学院修士課程了。平元同大学院博士課程了。同年郵政省通信総合研究所入所。平 5 東工大助手、助教授を経て平 19 准教授。平 16~21 独立行政法人情報通信研究機構短期専攻研究員・短時間研究員を兼務。工博。環境電磁工学 (主に電波吸収体や電磁シールド)、教育工学の研究に従事。IEEE、日本教育工学会、情報処理学会各会員。