

平成 21 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「電磁波シールド機能を持ったリサイクル可能な反毛フェルトシートの開発」

成果報告書(概要版)

平成22年3月

委託者 中部経済産業局

委託先 財団法人科学技術交流財団

目次

第1章 研究開発の概要	
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2 研究体制	3
1-3 成果概要	6
1-4 当該研究開発の連絡窓	7
第2章 電磁波シールド性を反毛フェルトに付与する課題への対応	
2-1 反毛と電磁波シールド材との混紡技術の開発	8
2-2 低コスト化するための電磁波シールド材の開発	11
第3章 従来品と同等の防音性、難燃性に加え電磁波シールド性を付与する 課題への対応	
3-1 従来品と同等の防音性を確保する反毛フェルトシートの開発	13
3-2 従来品と同等の難燃性を確保する反毛フェルトシートの開発	15
第4章 製造中に発生する故繊維を再利用しても電磁波シールド性を 低下させない課題への対応	
4-1 リサイクル反毛原料内の電磁波シールド効果算定法の開発	16
4-2 リサイクル反毛原料を使用する場合の品質安定化技術の開発	16
第5章 全体総括	
5-1 成果の総括	18
5-2 工業所有権の取得状況及び対外発表等の状況	18
5-3 事業化に向けた今後の取組み	18

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

(1) 研究開発の背景

最近の自動車生産量の落ち込みに追従し、自動車の内装材として使われている反毛フェルトシートも同様に落ち込んでいる。しかし、ハイブリッド車、電気自動車などの地球温暖化防止に貢献するエコカーは注目を集めており、今後の伸びが大いに期待されている。一方、これらの自動車に搭載されているインバーターや大型モーターなどから発生する強い電磁波をシールドする機能が現在の反毛フェルトシートにはほとんど無いので、電子機器への影響(例えば、誤作動する可能性がある)をはじめとする電磁波による各種影響を防止するための対策が求められている。川下自動車業界のこのようなニーズに対応するために、現在の反毛に電磁波シールドなどの高機能性を付与した反毛フェルトシート製品の技術開発が急務となっている。

また、繊維廃棄物は年間 200 万tを超え、そのほとんどが埋立処分されており、地球資源の有効活用・地球環境の保護の観点から、埋立に代わる有効利用が社会的な緊急課題となっている。

(2) 研究目的及び目標

本研究では、リサイクル率 100%の反毛に電磁波シールド材を均一に混紡させシート加工することにより、電磁波シールド機能を有する低コストな反毛フェルトシートを開発する。また、更なるリサイクル及び低コスト化を目指し、型抜き工程後に発生する廃棄用反毛フェルトシートをリサイクル原料とする技術も研究する。このような電磁波シールド機能を持ったリサイクル可能な反毛フェルトシートを開発することで、川下自動車業界のニーズに応えるとともに、将来的には、建材分野などへの新用途開拓も期待できる。

電磁波シールド性を反毛フェルトシートに付与するため、電磁波シールド材をフェルトシート内に均一分散させるための混紡方法を研究し、電磁波シールド性を持つ反毛フェルトシートを試作、その電磁波シールド性を評価する。次に、電磁波シールド性を保持したまま、従来のシートと同等の防音性、難燃性を確保する研究を行う。

また、実機スケールでの反毛原料と電磁波シールド材を均一分散する技術を確立するため、大型フェルトシートの試作も行い、電磁波シールド性に加え、従来のシートと同等の防音性、難燃性が再現できることを検証する。

さらに、型抜き工程後に発生する廃棄用反毛フェルトシートをリサイクル原料として使用する研究も行い、厚み、目付(質量)、引張強さを評価する。

なお、本研究については、以下を目標とする。

[目標]

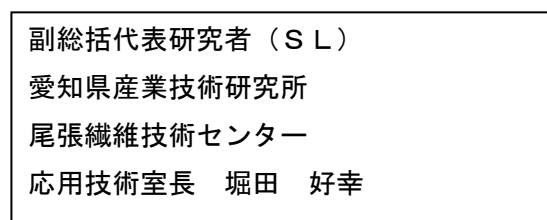
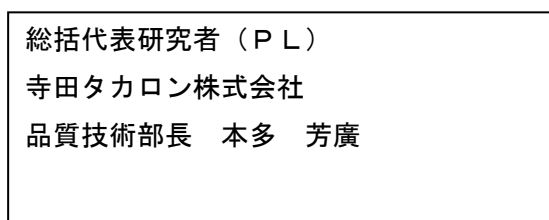
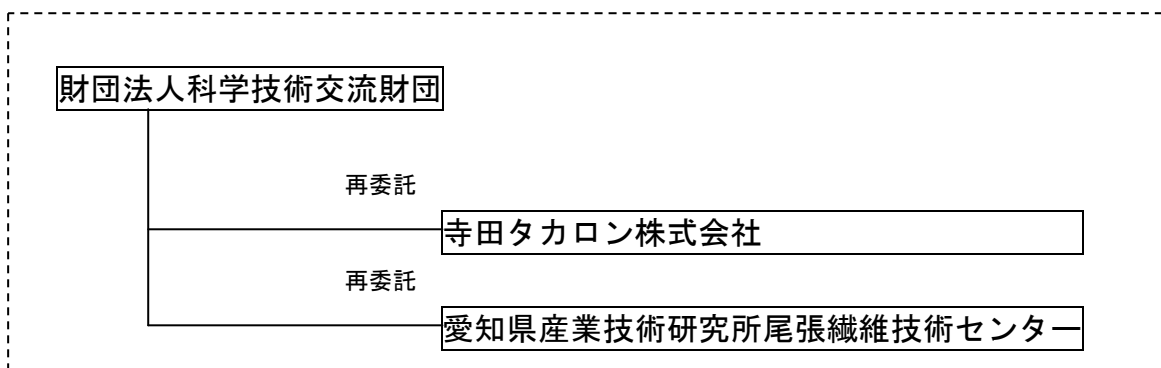
- ・電磁波シールド性: 周波数 10MHz~1GHz の範囲(通常発生する電磁波の周波数帯域)で減衰量 60dB 以上、電磁波シールド率 99.9%以上

- ・低コスト化：従来品の1.5倍までの価格
- ・防音性及び難燃性：各川下自動車メーカーから指定された反毛フェルトシート規格（現在、寺田タカロン株式会社が生産している反毛フェルトシート）と同等の性能を確保
- ・リサイクル反毛原料を使用する場合の品質：一定の厚み、目付（質量）を確保。
従来品と同等の引張強さ（現在、寺田タカロン株式会社が生産している反毛フェルトシート）を確保

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

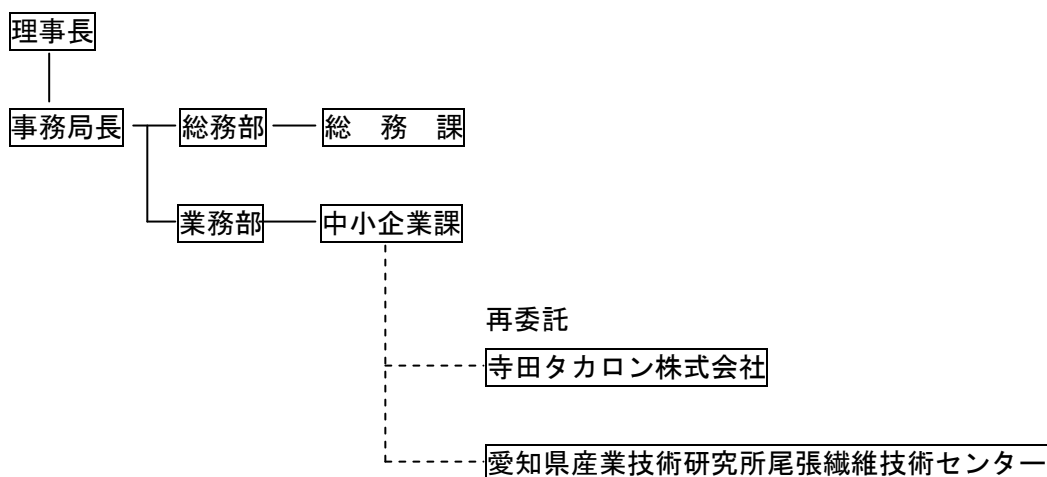
1) 研究組織(全体)



2) 管理体制

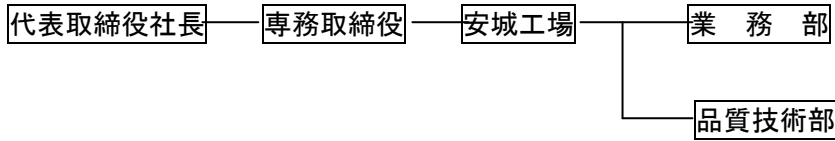
①事業管理者

[財団法人科学技術交流財団]

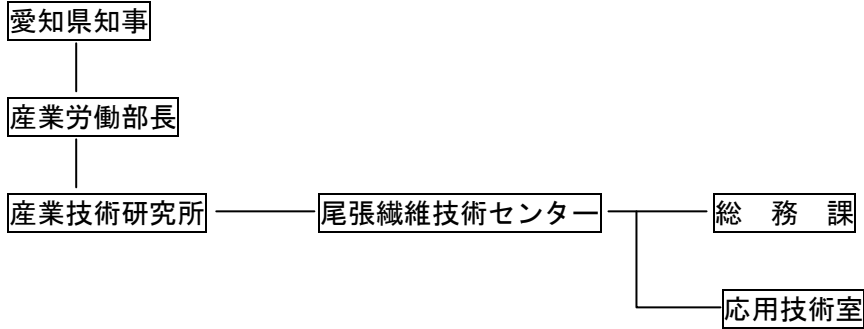


②再委託先

寺田タカロン株式会社



愛知県産業技術研究所尾張繊維技術センター



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】財団法人科学技術交流財団

①管理員

氏名	役職
本間 重満	専務理事兼事務局長
橋村 靖彦	業務部長
朝比奈 正	科学技術コーディネータ
相澤 久志	業務部中小企業課長
本多 康信	業務部中小企業課係長

【再委託先】

②研究員

寺田タカロン株式会社

氏名	役職
本多 芳廣	品質技術部長
安井 浩幸	品質技術部係長

愛知県産業技術研究所

氏名	役職
堀田 好幸	応用技術室長
藤田 浩文	応用技術室主任研究員
青井 昌子	応用技術室技師
中田 絵梨子	応用技術室技師
杉山 儀	応用技術室技師

(2) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

【事業管理者】

財団法人科学技術交流財団

(経理担当者)総務部総務課 係長 平野大輔

(業務管理者)業務部中小企業課 課長 相澤久志

【再委託先】

寺田タカロン株式会社

(経理担当者)業務部 係長 紅谷勝美

(業務管理者)専務取締役 寺田徳正

愛知県産業技術研究所尾張繊維技術センター

(経理担当者)総務課 主査 石井裕子、主任 山田恵美

(業務管理者)応用技術室 室長 堀田好幸

1-3 成果概要

各種電磁波シールド材の中で、反毛に混紡した場合、電磁波シールド効果が得られ、かつ低コストなものとして、炭素短繊維とアルミラメ糸が選定できた。電磁波シールド性能について、反毛中に炭素短繊維を30wt%混紡したフェルトシートでは、周波数200MHz～1GHzで電磁波シールド効果60dB(シールド率99.9%)以上の性能が得られる電磁波シールド反毛フェルトシートを開発することができた。反毛に炭素短繊維22wt%と炭素短繊維の1/3の価格であるアルミラメ糸とを5.8wt%混紡することで、周波数10MHz～1GHzの全域において50dB～70dBの電磁波シールド効果(シールド率99.7～99.9%以上)が得られる電磁波シールド反毛フェルトシートを開発でき、課題を解決することができた。

防音性能を吸音性で評価した場合では、炭素短繊維とアルミラメ糸を反毛に混紡した厚さ5mm、目付500g/m²のフェルトシートでは、従来品よりも吸音性に優れ、さらにアルミ箔ポリマーシートをこの炭素短繊維・アルミラメ糸混紡反毛フェルトシートに貼り付け、ニードルパンチ方式で穴を空けたものでは、音波域700～5,000Hz全域でさらに吸音性が良く、従来品よりも優れた性能が得られた。

難燃性については、炭素短繊維を反毛に8.7wt%混紡することで不燃性の性能が得られ、従来品の難燃性よりも優れた性能が得られるフェルトシートが開発できた。

炭素短繊維あるいはアルミラメ糸の使用量と電磁波シールド効果との関連を明らかにしたことで、反毛内の未知の混紡率が推定できるようになった。これにより、自動車内装部材打ち抜き後の残渣リサイクル材中の電磁波シールド材の量が算定できるようになった。この結果から、残渣リサイクル材を利用した場合でも、品質の安定した電磁波シールド効果が得られる反毛フェルトシートの製造が可能となった。

上述した成果を列挙すると以下のようになる。

(1) 電磁波シールド性を反毛フェルトに付与する課題への対応

従来の反毛フェルトに、炭素繊維、ラメ糸、アルミ箔を複合することで電磁波シールド性を付与することができた。

(2) 従来品と同等の防音性、難燃性に加え電磁波シールド性を付与する課題への対応

電磁波シールド材を複合したフェルトシートは、従来品と同等の防音性、難燃性を有していたことが確認できた

(3) 製造中に発生する故繊維を再利用しても電磁波シールド性を低下させない課題への対応

自動車用内装部材打ち抜き後の残渣リサイクル材中の電磁波シールド材の量が算定できるようになった。この結果から、残渣リサイクル材を利用した場合でも、品質の安定した電磁波シールド効果が得られる反毛フェルトシートの製造が可能となった。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

財団法人科学技術交流財団 担当:本多康信

〒460-0002

名古屋市中区丸の内二丁目4-7 愛知県産業貿易館西館内

電話 052-231-1477

FAX 052-231-5658

第2章 電磁波シールド性を反毛フェルトに付与する課題への対応

2-1 反毛と電磁波シールド材との混紡技術の開発

(1) 研究目的及び目標

反毛フェルトシートは、同質の均一な材料であることが望まれる。原料綿中に、異質で不均質な材料が存在した場合、その材料は製造工程中のサンプルカード機工程で除去される量が多くなる。そのために、原料綿に混紡する材料には、均一さ、同質性が求められる。

電磁波シールド材は、反毛原料とは異なり、金属、幅広繊維、剛直繊維など異質な材料であるため、混合時に異物となり、フェルトシート中に混紡できない可能性がある。

加えて、当該フェルトシートは、製品化を考え、既存工程中で、製造可能であることが望まれる。そこで、反毛原料綿中に、電磁波シールド材を均一に混紡する技術、またフェルトシート化する技術の確立を目的とする。

また、従来の電磁波シールド性のないフェルトシートに付加価値を高めるために電磁波シールド材混紡フェルトシートには、優れた電磁波シールド性の付与が必要である。そのため、電磁波の周波数や電磁波シールド材のシールド効果との関連データの収集及び当該データ分析から高い電磁波シールド性を有する高性能な反毛フェルトシートの開発を実施することを目的とする。

目標値：現状の反毛フェルトシートには電磁波シールド性がほとんどない。本研究開発品の目標を、周波数 10MHz～1GHz の範囲で減衰率 60dB 以上、電磁波シールド率では 99.9%以上(約 100%)とする。

(2) 実施内容及び結果

① 電磁波シールド材の均一分散

均一分散の方法として、表 1 に挙げた材料のうち捲縮のない繊維について、開繊方法を検討した結果、開繊工程が十分繊維をほぐす機能を果たしていることが確認できた。さらに、表 1 に挙げた材料の落綿量測定を行った結果、どれも大きな差が無かったため表 1 に挙げた全ての材料を用いて試作した。

表 1 電磁波シールド材の候補一覧

本研究で使用した電磁波シールド材
炭素短繊維(トレカ®カットファイバー)
アルミラメ糸(KO-1 尾池テック製)
銀ラメ糸(J-1 尾池テック製)
銅繊維(カプロン®)
ステンレス繊維(ナスロン®)
導電性繊維(サンダーロン®)

② フェルトシート化技術の検討

既存設備の生産条件を考慮しつつ、ニードルパンチ試験機で作製条件を変えた試料のフェ

ルトシート化試験を行い、シートの引張強さを測定することで作製条件の最適化を行った。以上から均一分散のための作製条件を得ることができた。

③電磁波シールド材の分散性評価

A.電子顕微鏡観察

電磁波シールド材の分散性を確認するため電子顕微鏡により観察した。最もシールド材の、鑑別が容易であった炭素短繊維による分散性評価を行った結果、フェルトシート内の炭素短繊維は、ある程度分散されていることが分かった。

④電磁波シールド性能評価

電磁波シールド材料における性能を示す電磁波シールドの効果は、シールド材を挟んだ両側の電磁界強度比率のデシベル(dB)で表す。電界強度で表した時のシールド効果は、次式より求められる。¹⁾

$$\text{シールド効果 } SE = 20 \log(E_0/E_1)$$

(E_0 :シールド材が無いときの電界強度(V/m)、 E_1 :シールド材を透過した電界強度(V/m))

また、本開発において目標としているシールド効果60dBの性能は、平均のレベルである。測定には、電磁波シールド特性評価システム(写真2)を用いて、KEC法により測定した。

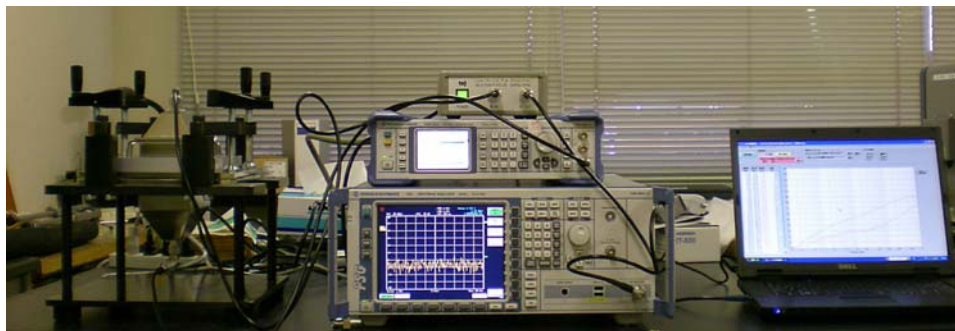


写真1 電磁波シールド特性評価装置

【実施結果】

反毛への仕込率40%の電磁波シールドフェルトシートの測定結果を図1に示す。図1から、炭素短繊維を混紡した反毛フェルトシートのシールド効果が200MHz以上で、目標の60dBを達成した。これは、他の電磁波シールド材とは違い炭素繊維に電磁波を反射するだけでなく吸収することによるものと考えられる。²⁾ほかの電磁波シールド材を混紡した反毛フェルトシートの試料は、最小限度のシールド効果しかなかった。

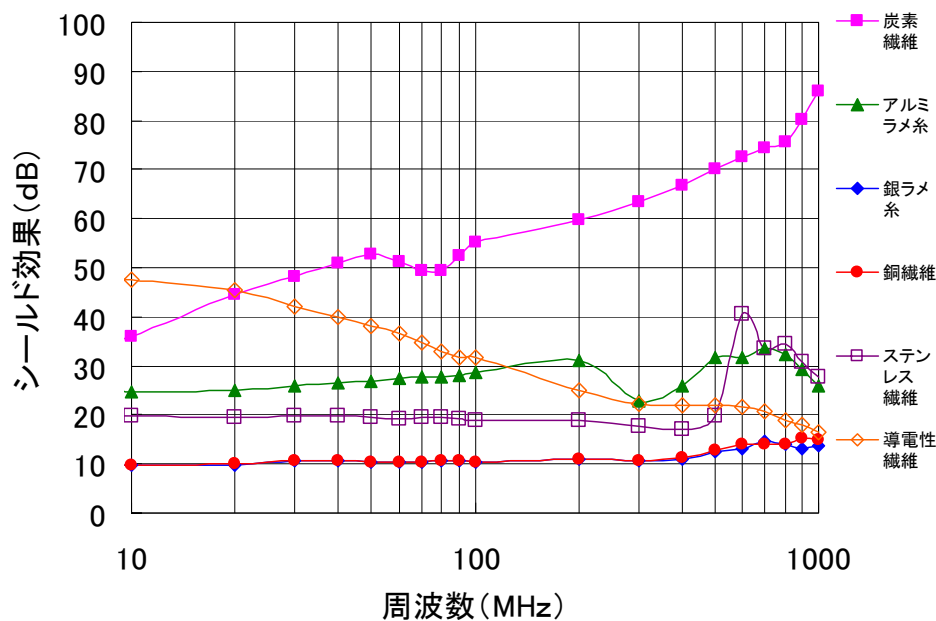


図 1 各電磁波フェルトシートのシールド効果(電界)(仕込量 40%)

⑤大型フェルトシートの試作

実機にもっとも近い大型のフェルトシートを試作するため、計量機付混綿機を用いて、反毛原料と電磁波シールド材を混紡し、①および②で検討した項目を参考にサンプル試作を行った。そのサンプルで、電磁波シールド性能を測定した。

炭素短繊維を混紡したときの大型フェルトシートの電磁波シールド性能は、900MHz 以上で、シールド効果60dB の性能が得られた。アルミラメ糸を混紡したときの大型フェルトシートの電磁波シールド性能は、全周波数範囲でシールド効果は、20dB 前後であり、目標としている性能は得られなかったが、小型のサンプルカード機により作製した試料による、測定結果を大差なかった。

(3) 研究成果

・ 製造条件

開繊回数:1 回

針番手:オルガン針 25 番

パンチング回数(針密度、ペネトレーション数ともいう):40 本/cm²

これら条件は、既存製造条件とほぼ同じである。そのため、試験機レベルでの試作を生産レベルまで、比較的容易に移行できるものと考えられる。

・ 電磁波シールド材

炭素繊維を混紡したフェルトシートが、シールド効果の目標である60dB を達成できた。また、大型フェルトシートにおいても、小型サンプルカード機により作製した試料と同様に目標とする60dB を達成できた。

2-2 低コスト化するための電磁波シールド材の開発

(1) 研究目的及び目標

10MHz～1GHz の周波数帯域で電磁波シールド効果60dB が達成でき、かつ、最も低コストとなる電磁波シールド材の組み合わせ及び混紡率を研究する。得られたデータを踏まえ、大型反毛フェルトシートも試作し同様に検証する。目標の価格は、従来品の1.5倍までとした。

(2) 実施内容及び結果

2-1における電磁波シールド性能の結果と電磁波シールド材の価格から、材料を選んだ結果、炭素短繊維、アルミラメ糸、アルミ箔ポリマーシートの3つに絞ることができた。

まず、炭素短繊維を混紡した反毛フェルトシートの測定結果(図2)と混紡率測定結果から、混紡率22.3%以上で目標であるシールド効果60dBを周波数400MHz以上クリアできることがわかった。また、3種類を組み合わせ材料は、最もシールド効果がよくなった(図3)。

低コスト化と電磁波シールド効果から選定したこれら三つの材料は、1kgの価格が1万円以下で、他の材料に比べるとかなり安価ではあるが、コストを計算すると、目標値を大きく上回っており、これは今後検討しなければならない課題である。

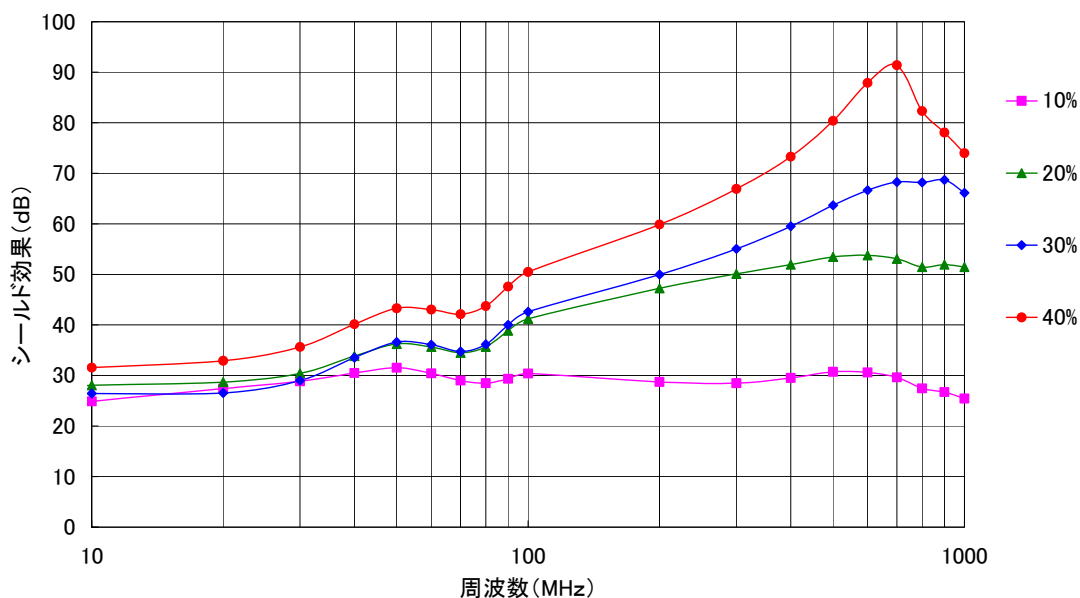


図 2 炭素短繊維を混紡した反毛フェルトシートの電磁波シールド効果

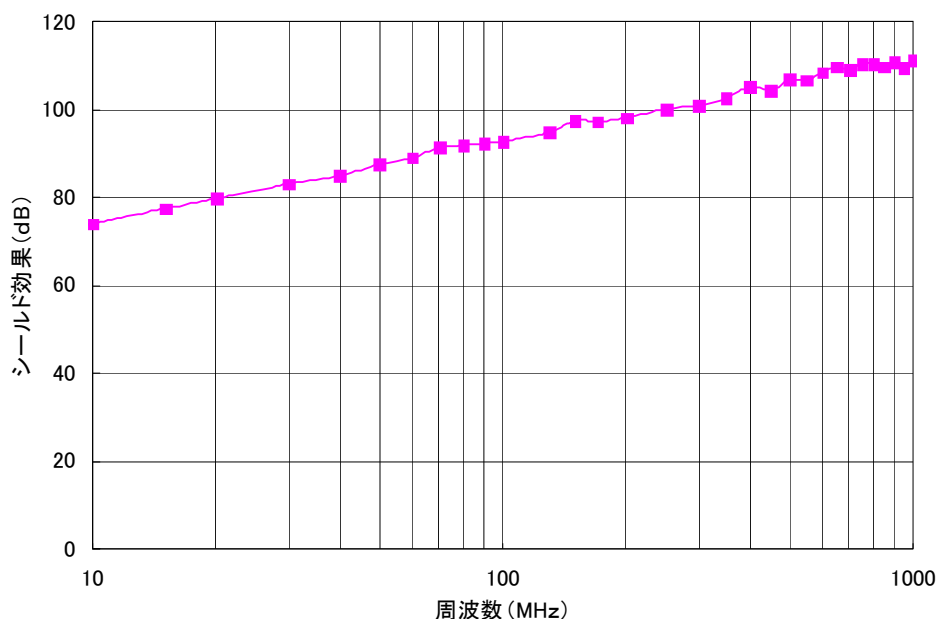


図3 ラメ糸・炭素短繊維混紡フェルトにアルミ箔ポリマーシートを貼り付けたフェルトシートの電磁波シールド効果(仕込率:炭素繊維 30%、ラメ 10%)

(3) 研究成果

炭素短繊維とアルミラメ糸を反毛わたに混紡することで、優れた電磁波シールド性の得られる反毛フェルトシートが開発できた。炭素短繊維30%の仕込率、アルミラメ糸10%の仕込率(実際には炭素短繊維22.3%、アルミラメ糸5.8%の混紡率)で作製したフェルトシートでは、10MHz~1GHzの全域にわたり、50dB以上、30MHzでは70dBの電磁波シールド効果が得られる反毛フェルトシートの作製が可能であり、目標値60dB以上、電磁波シールド率では99.9%以上(約100%)を達成することができた。また、この反毛フェルトシートにアルミ箔ポリマーシートを貼り付けることで、70dB以上の電磁波シールド効果が10MHz~1GHzの全域にわたり得られるフェルトシートが開発でき、目標値を大きく超えて達成することができた。

しかしながら、価格については、自動車内装材打ち抜き後の残渣フェルトシート内の炭素短繊維及びアルミラメ糸を再利用(全体の30%程度の量)するとしても、コスト計算した結果、約1.1倍のコストとなり、従来品反毛フェルトシートの価格の1.5倍については達成することができなかった。

しかしながら、本研究の結果から、目標とする60dBの電磁波シールド効果が得られ、かつコスト低減化するためには、反毛中の炭素短繊維の使用量の削減を考え、アルミラメ糸の適用、及びアルミ箔ポリマーシートの併用が最良と考えられる。

第3章 従来品と同等の防音性、難燃性に加え電磁波シールド性を付与する課題への対応

3-1 従来品と同等の防音性を確保する反毛フェルトシートの開発

(1) 研究目的及び目標

電磁波シールド材を混紡した場合でも、従来品と同等の防音性を示すフェルトシートの構造を研究することで、防音性・電磁波シールド性のどちらも確保する反毛フェルトシートを開発する。目標は、各川下ユーザー指定の反毛フェルトシートと同等の吸音性を有することである。

(2) 実施内容及び結果

①フェルトシートの試作

A.原料の組成割合

第2章までの実施結果を参考に、電磁波シールド材として炭素繊維、ラメ糸、アルミ箔の3種類を用いることとした。また、第2章2-1において検討した事項を参考に、試料を作製した。

2-2と同様であり、①の組成割合の試料について、反毛フェルトシートを作製した。

②性能評価

A.垂直入射吸音率による



写真2 吸音測定評価装置

試験方法: JIS A 1405-2 伝達関数法 (垂直入射吸音率測定)

使用機器: 音響管 (WinzaxMTX、日東紡音響エンジニアリング製)

⑥吸音・遮音率の測定

各試料について、吸音性を測定した結果、電磁波シールド材を反毛フェルトシートに混紡させると、音波域全域にわたって、吸音性が向上することが明らかとなった。(図4)

図5に示したように、アルミ箔ポリマーシートを電磁波シールド反毛フェルトに貼り付けると吸音性が従来品(ブランク)よりもよくなる。この場合、孔が無い場合には、2500Hzで吸音率が最大になるが、2500Hz以上の高音域では吸音率が低下し、従来品(ブランク)の電磁波シールド材が無い反毛フェルトと同じ吸音性能しか示さなくなる性能を示した。これを改善するために、パンチ数で10(本/cm²)の孔を空けると、高音域で吸音性が向上し、音波域全域で従来品よりも優れた吸音性能が得られるフェルトシートが作製できた。

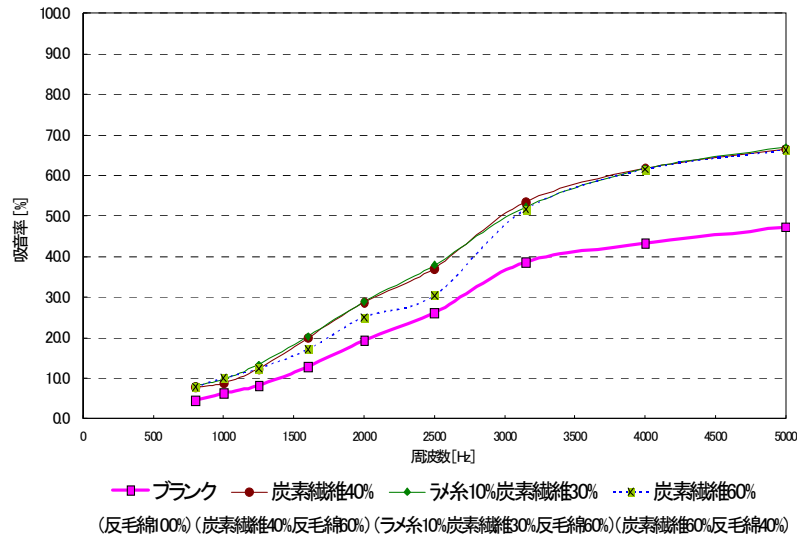


図4 炭素繊維アルミラメ系混紡フェルトシートの吸音性能
 (炭素繊維、アルミラメ系混紡反毛フェルトシート 厚み5mm、目付 500g/m²)
 炭素繊維、アルミラメ系、アルミ箔(孔有、無)混合 厚み5mm、目付 500g/m²
 ニードルパンチ数(10本/cm²)

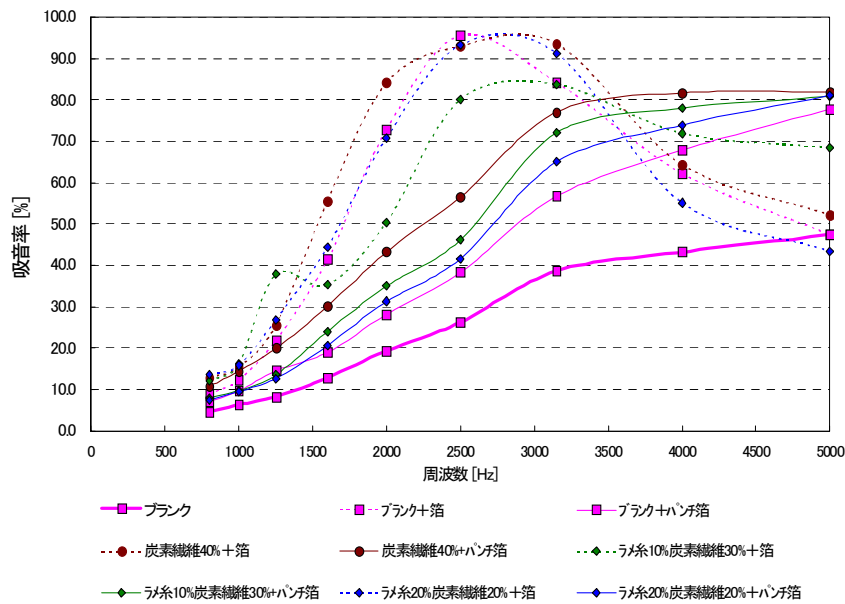


図5 アルミ箔ポリマーシートを炭素短繊維アルミラメ系混紡フェルトシートに貼り付け
 細孔した吸音性能

(3) 研究成果

これらの結果から、最も、電磁波シールド性に優れ吸音性に優れた反毛フェルトシートは、アルミ箔ポリマーシートを炭素短繊維とアルミラメ系を混紡したフェルトシートに貼り付け、ニードルパンチでアルミ箔表面に10(本/cm²)の孔を空けたものであった。

3-2 従来品と同等の難燃性を確保する反毛フェルトシートの開発

(1) 研究目的及び目標

電磁波シールド材を混紡した場合でも、従来品と同等の難燃性を示すフェルトシートの構造を研究することで、防音性・電磁波シールド性のどちらも確保する反毛フェルトシートを開発する。目標は、各川下ユーザー指定の反毛フェルトシートと同等の難燃性を有することである。

(3) 施内容及び結果

①電磁波シールド材を混紡したフェルトシートの試作

試作は、2-2で作製手順と同様であり、同じ試料を使用した。

②燃焼性能の評価

[試験方法]

試験方法: JIS D 1201 自動車、及び農林用のトラクタ・機械装置一内装材料の燃焼性試験方法

使用機器: スガ試験機社製、MVSS-3 型試験機

基準: 燃焼速度 60mm/min 以下 従来品の燃焼速度は、32.4mm/min である。

[試験結果]

炭素短繊維混紡試料の燃焼性試験結果を表2に示す。

表2 炭素短繊維混紡試料の燃焼性試験結果

仕込率(%)	0	10	20	30	40
燃焼速度 (mm/min)	32.4	0	0	0	0

炭素繊維の場合……10%混紡で不燃性の性能が得られる。

アルミラメ系混紡試料の燃焼性試験結果を表3に示す。

表3 アルミラメ系混紡試料の燃焼性試験結果

仕込率(%)	0	10	20	30	40
燃焼速度 (mm/min)	32.4	39.3	38.5	43.5	50.8

アルミラメ系の場合……混紡率が多くなるほど難燃性が低下する。

研究成果

電磁波シールド材として炭素短繊維を反毛わたに混紡することで不燃性の性能が得られた。

第4章 製造中に発生する故繊維を再利用しても電磁波シールド性を低下させない 課題への対応

4-1 リサイクル反毛原料内の電磁波シールド効果算定法の開発

(1) 研究目的及び目標

型抜き後の廃棄用反毛フェルトシートを、開繊機を用いて反毛にして、リサイクル用の反毛原料とする。目標は、電磁波シールド測定結果から、反毛中の電磁波シールド材の混紡率が推定できることである。

(2) 実施内容及び結果

①電子顕微鏡による反毛フェルト内の電磁波シールド材の観察

電子顕微鏡観察から、開繊回数 1～3までの繊維の分散状態および形状を確認した結果、繊維の損傷などの形状変化は見られなかった。

②リサイクル材中の電磁波シールド材の混紡率算定方法の開発

炭素短繊維あるいはアルミラメ系については、仕込率を変えた試料のシールド効果の測定結果から各々近似式である2変数関数式をつくることができた。この式によって、反毛中の電磁波シールド効果を測定することで混紡率を予測することが可能となった。ただし、炭素短繊維とアルミラメ系が同時に配合された反毛中の各々の混紡率を関数式からは推定できなかったが、反毛を開繊してリサイクル原料としても電磁波シールド性は損なわれないことを検証した。新品同様の混紡率として加算することができる。

(3) 研究成果

反毛中の電磁波シールド材の仕込率から、電磁波シールド効果を測定し、グラフ化することで、電磁波シールド効果と仕込率(混紡率)及び周波数との関連を関数式としてもとめることができるようになった。これにより、反毛中の電磁波シールド材の量の数値データ化が可能となった。また、この関係式を用いれば、自動車用内装材を打ち抜いた残渣をリサイクルする場合の電磁波シールド材のシールド効果を求めることで、反毛中の電磁波シールド材の量すなわち混紡率を算出できるようになる。これは、生産工程の品質安定化に寄与できるようになる。

4-2 リサイクル反毛原料を使用する場合の品質安定化技術の開発

(1) 研究目的及び目標

リサイクル原料に、電磁波シールド材を電磁波シールド効果の過不足分だけ混紡し、大型フェルトシートを試作する。目標は、99.9%以上の電磁波シールド性を付与するとともに、フェルトシートの厚み、目付(質量)、引張強さが一定となる品質を維持することである。

(2) 実施内容及び結果

①リサイクル品の電磁波シールド性能

これまでの研究により、①開繊を行っても電磁波シールド材の破損はほとんどなく、②炭素短繊維あるいはアルミラメ系の仕込率すなわち混紡率からリサイクル反毛中の電磁波シールド材の量を算出できる関連式から、実際の生産工程に電磁波シールド材入りのリサイクル材を混入させても、品質の安定した電磁波シールド反毛フェルトシートの製品化は可能になるものと考えている。本研究課題では、混用率計算式により算出できない炭素短繊維とア

ルミラメ糸を同時に混紡した反毛フェルトシート表面にアルミ箔ポリマーシートを貼り付けた反毛フェルトシートを再度、開織し、その中の30%をリサイクル反毛として、新品に混紡し製作したアルミ箔ポリマーシート付反毛フェルトシートが新品と同じ性能を示すかどうかの試験を行った。

新品とリサイクル品との電磁波シールド性能を調べた結果は、周波数域10MHz～1GHzまで、リサイクル品と新品との性能差はほとんど無かった。実際の生産工程では、自動車用部品打ち抜き後の残差フェルトは約30%排出されるので、この残差を全て、リサイクル原料として再利用した場合においても、これらの結果は、適用できるものと考えている。廃残品を開織しても、電磁波シールド材の性能低下はほとんど発生しないことが、試験結果から明らかとなった。炭素短繊維とアルミラメ糸を配合した場合は、開織後、新しい電磁波反毛綿に混合する方法をとれば、新品と同等な製品を製造することができる。

②リサイクル品の目付、厚み、引張強さの検討

リサイクル品のモデル試験として、計量付混綿機を用いて大型の電磁波シールド反毛フェルトシートを作製した。作製条件は、アルミ箔ポリマーシートを炭素短繊維・アルミラメ糸混紡反毛フェルトシートに貼り付けたフェルトシートの反毛部分を開織し、再度フェルト化し、アルミ箔ポリマーシートを貼り付け、フェルトシート化した。通常は、30%がリサイクル率であるが、厳しい条件のモデル試験として、本試験では100%リサイクルを行った。

その結果、3回リサイクルした電磁波シールド反毛フェルトシートの目付、厚み、引張強度を調べたが、リサイクル回数を1～3回まで、増やしても、厚み、引張強度については大きな差はなく、目付に関しても10%程度の変動で、従来品の変動と大差なく、品質に関して、リサイクルしても何ら問題がないと考えられる。

(3) 研究成果

電磁波シールド材を混紡した反毛を、計量機付混綿機を用いて、再度、開織、混綿して、新しくフェルトシートを作製したモデル試験を行った結果、リサイクル原料を用いて、反毛フェルトシートを製造しても、品質に関して及び電磁波シールド性能について、新品と性能的には何ら問題が無かった。これは、リサイクル反毛原料を使用する場合の品質安定化に関しては重要なものである。

今回の研究の成果は、十分に現場で活用できると考えている。

(4) 外部評価について

今回、アドバイザーを通して、大型のアルミ箔ポリマーシートを貼り付けた電磁波シールド反毛フェルトシートの電磁波シールド効果について、自動車メーカーでの試験を依頼した。その結果から、本研究で目標とした周波数域の電磁波シールド効果については、好評とのものであったが、自動車メーカーからの要望として、低コスト化及び低周波域についての性能がどうかを強く求められてきた。この要望が、課題として残された。

第5章 全体総括

5-1 成果の総括

本研究開発により、各種電磁波シールド材の中で、反毛に混紡した場合、電磁波シールド効果が得られ、かつ低コストなものとして、炭素短繊維とアルミラメ糸が最も適切なものであることを明らかにできた。電磁波シールド性能については、反毛中に炭素短繊維を 30wt%混紡したフェルトシートでは、電磁波シールド効果 60dB(シールド率 99.9%)以上の性能が得られる電磁波シールド反毛フェルトシートを開発することができた。また、反毛に炭素短繊維 22.3wt%と炭素短繊維の1/3の価格であるアルミラメ糸を 5.8wt%混紡することで、周波数 10MHz~1GHz の全域において 50dB~70dB のシールド効果(シールド率 99.7~99.9%以上)が得られた。さらに、この反毛フェルトにアルミ箔ポリマーシートを貼り付けることで、周波数 10MHz~1GHz の全域において 70dB 以上の優れた電磁波シールド効果が得られる反毛フェルトシートを開発でき、課題を解決することができた。

特に、電磁波シールド材を反毛に混紡させると、吸音性が向上し、さらにアルミ箔ポリマーシートをこの炭素短繊維・アルミラメ糸混紡反毛フェルトシートに貼り付け、ニードルパンチ方式で孔を空けたものでは、さらに優れた吸音性と電磁波シールド性の得られる反毛フェルトシートを開発することができた。ただ、低コスト化の面で、まだ、課題は、残されている。

本研究開発成果を基盤とすれば、反毛フェルトシートの薄地化を行っても電磁波シールド性及び防音性並びに不燃性の得られる反毛フェルトシートの開発が可能となろう。

また、炭素短繊維あるいはアルミラメ糸の使用量と電磁波シールド効果との関連を関数化したことで、反毛内の未知の混紡率が推定できるようになった。これにより、自動車内装部材打ち抜き後の残渣リサイクル材中の電磁波シールド材の量あるいは、リサイクル品の電磁波シールド材の量が算定できるようになった。この結果から、残渣リサイクル材を利用した場合でも、品質の安定した電磁波シールド効果が得られる反毛フェルトシートの製造が可能となった。

5-2 工業所有権の取得状況及び対外発表等の状況

平成 22 年 3 月 2 日付けで特許庁に特許願いを提出した。

出願番号:特願2010-044932

発明の名称:電磁波シールドシート及びその製造方法

5-3 事業化に向けた今後の取組み

本研究の結果から、事業化に向けての課題あるいは取り組みについて以下に列挙する。

① 低コスト化

ラメ糸、炭素短繊維混紡フェルトにアルミ箔ポリマーシートを貼り付けたフェルトシートは、電磁波シールド効果として10MHz~1GHzの全域で70dB以上の極めて優れた性能が得られている。しかしながら、炭素短繊維の市販価格が高いので、今後の方向として炭素繊維の残糸を使用することで、本研究のコスト試算価格の15倍から5倍に低コスト化できる。この炭素繊維の残糸の入手方法を検討し、さらに低価格になるように取り組む必要がある。実状は、廃残品の炭素繊維の再利用方法が検討されているので、これをうまく活用することが事業化のカギを握っているものと考えている。

② 環境対策

炭素繊維を使用する際、人体の皮膚に接触すると、ガラス繊維同様に、かゆみが発生し、また、人によっては目の痛み、嘆息を引き起こすと考えられる。従って、事業化の際には、炭素繊維の粉塵対策及び工場内の環境対策をいかに講じるかが重要であり、この対策を十分に行う。

③ 低周波域の電磁波シールド対策

電磁波シールドの周波数域を10MHz～1GHzと目標設定し、70dBの優れたシールド性能が得られる電磁波反毛フェルトシートを本研究で開発できたが、外部求評の結果、低周波域における電磁波シールド効果が発揮できなかった。今後、本研究の成果を基に、次年度の補完研究では、低周波域の電磁波シールド効果についても合わせて検討し、周波数帯を広げて、なお、優れたシールド効果を発揮する電磁波シールドフェルトシートを作製・評価することを目指す必要があると思われる。

【参考文献】

- 1 東レリサーチセンター：電磁波シールド・電磁波吸収技術、東レリサーチセンター（2008）
- 2 大谷杉郎、木村 真：炭素繊維、(株)近代編集社（1972）