自動車用途における高性能不織布

High Performance Nonwovens for Automotive Applications

田 中 茂 樹

1. 自動車用途における不織布の要求特性

地球温暖化に関する二酸化炭素排出規制など環境に対する関心が高まる中、自動車が環境に与える影響は大きく、今後も世界的な自動車の普及が進むことなどから、ますます自動車の環境負荷削減の要求が重要視されてくるものと考えられる。それを受けて様々な指針や規制が発行されるようになってきたが、特に欧州や米国カリフォルニア州では先進的な厳しい燃費規制があり、その対策として自動車の軽量化などエネルギー効率利用による燃費改善の必要性がでてきた。その中で軽量化技術はかなり検討されてきたが、今後はエアコン使用によるエネルギー負荷も大きいことから、このエネルギー削減も燃費改善の上で重要な意味合いを持ってくるものと考えられる。

軽量化を目的として、金属材料から樹脂材料や天然素材などの非金属材料への切り替えが進んできている。その中で不織布(繊維材料)は優れた意匠性、軽量性や高い機械特性を持つため、内装材などとしての使用量が増加してきている。また、繊維の持つ大きい比表面積や遮蔽性などの特性からフィルター材などとして車内外の環境対応としても広く用いられている。

不織布材料は、自動車の内装材において高い使用率を占め、天井材、フロア材、ダッシュサイレンサー、トランク周りなどに使用され、吸音材や断熱材としては、車のあらゆる開き空間に設置される場合がある。

1.1 不織布に課せられた課題

不織布材料に求められる、重要な課題として、(1)快適性、(2)安全性、(3)環境適化があげられる。快適性については、車内静粛性、空気浄化を含めた空調機能などがあげられ、吸音材や断熱材などの形で解決策を提示していく必要がある。安全性については、難燃化技術や耐久性向上技術の向上などが具体的な課題となる。環境適化につい

ては、環境汚染性物質や VOC 発生の可能性のある物質を使わないだけでなく、自動車の最大の命題であるエネルギー削減や二酸化炭素発生量削減に積極的に努めていく必要がある。本報では、環境適化技術を中心に不織布の高機能化について述べる。

1.2 環境適化の経緯

環境対策として最初に求められたことは、重金属類の排除であったが、染料、顔料、油剤やバインダー樹脂は、含有量が環境に与えないものへのシフトがすすんだ。今後の課題として、ポリエステル繊維の重合触媒残渣としてアンチモン(Sb)が含まれる場合があり、現状の規制を超えるものではないものの、アルミやチタン系の新触媒が使用される安全な繊維が開発されるようになってきている。

また、環境に関する側面として、二酸化炭素の増減に影響を与えないカーボンニュートラルというコンセプトも重要視されるようになってきており、ケナフやジュートなどの成長が速く、収穫できる繊維も多いため、木材パルプの代替資源として 2000 年頃から注目を浴びるようになった。「木材使用量を低減し、森林伐採が防止でき、環境によい」と評価され、モジュラスの高い靱皮繊維はコンポジット材料の補強材として用いることも検討されている。また、ポリ乳酸は、トウモロコシや芋などから製造され、本格的な自動車用途での使用が始まっている。DuPont 社が PTT の原料であるプロパンジオールをトウモロコシから発酵法により製造するバイオ技術を確立したことにより一躍有名となったが、PTT 繊維は、ポリエステルの形態安定性とナイロンの柔らかさを兼ね備えた繊維と言われており、今後の自動車用途への使用量拡大が期待される。

また、自動車内の環境快適性対策として、VOC など有害成分が外部環境からの浸入するのを防止するためにキャビンフィルターや空気清浄機がオプションなどで採用されるようになり、繊維フィルターや吸着繊維を用いたフィルターとしての不織布の使用量は増加している。また、繊維材料自体から VOC 成分が検出される場合があるが、この場合には比表面積が大きいことから放出速度が速いために、より厳しい管理が必要となる。

自動車用途でもっとも重要な課題である軽量化については、吸音材や断熱材を中心に集中的に検討が進められてきたが、詳細は 2.2 項で詳しく述べる。

SHIGEKI TANAKA

東洋紡績(株) スパンボンド事業部

マネジャー 工学博士

〒530-8230 大阪市北区堂島浜二丁目
2 番 8 号

Tel: 06-6348-3363 Fax: 06-6348-3400

E-mail: shigeki_tanaka@toyobo.jp

〈専門〉成形加工、不織布設計、フィル
トレーション

2. 環境適合理化技術

2.1 汚染物質使用削減

不織布繊維材料に汚染物質を含む可能性がある主なものとしては以下のものがあげられる。

- (1) ポリマー触媒(Sb など重金属を触媒残渣として含む場合あり)
- (2) ポリマー着色剤(染料、顔料など)
- (3) ポリマー劣化物(アセトアルデヒドなど)
- (4) 油剤(揮発成分)
- (5) バインダー樹脂(特に架橋剤から発生するホルムアルデヒドなど)
- (6) 粘着剤(揮発成分)
- (7) 後加工剤(難燃性の付与)

しかしながら、これらの大半は、事前に検討を行うことでその混入を防止することが可能である。ポリマー劣化物は、製造条件の適正化によりその発生を防止することが可能であり、少量の発生があっても不織布の熱処理などで除去することが可能であり経時的にもその量は低下させることが可能である。形態安定性や耐熱性を改善するためにバインダーなどを使用する際も架橋剤を適切に選ぶことにより有害成分を大幅に減らすことが可能である。一般に繊維集合体は空隙率が大きいため、環境からの移染により汚染の可能性がある、製造場の周りの環境や保管場所、運送時の包装などにも注意を払う必要がある。バインダー剤の使用を防止する目的で、熱接着性繊維を用いることでこの問題を回避するケースが増加しているように見受けられる。

2.2 軽量化

不織布は90%前後の高い空隙率があり、適切な接点をもたせることで形態安定性をコントロールすることで幅広く用いられている。自動車燃費向上の対策として、自動車の軽量化が進められており吸音・遮音材としての利用が特に増えている。後述するように、吸音材は設計思想に変化が現れ、従来の重量則による遮音重視をやめて、低周波数の音や振動は車体のフレーム剛性で抑制し、それで足りない部分は吸音材の面積を増やすという方策がとられることが多く、最も注目を浴びている用途のひとつとなっている。

2.3 リサイクル・リユース

自動車リサイクル法の成立により、自動車の内装用樹脂材料のリサイクルやリユースも注目を浴びている。従来は、カーペットなどを反毛化してリサイクル化が行われてきた。

最近、さらにリサイクル率をあげるための対策のひとつとして、素材を統一することで、リサイクルやリユースを容易にする試みもなされている。自動車の内装材は、インパネ周りはPP系に、内装材は意匠性を高めやすいポリエステル系樹脂を用いられる場合が多いために、リサイクル時に素材を分離する必要がないようにすることでリサイクルコストを削減する狙いでの素材統一がなされている。使用済み製品を分離することなく再溶融させることでリサイ

クルやリユースされる。

また、PET ボトルなどのリサイクル原料を再溶融させて繊維化したリサイクル繊維材料も広く用いられている。

2.4 生物由来繊維

カーボンニュートラルの観点から、生育の早い植物を用いた繊維材料や、樹脂を用いることも広く行われるようになってきた。従来は、粘着テープ基布や電池セパレータなどにジュートなどの繊維が使用される程度であったが、昨今はプラスチック原料としてトウモロコシ、イモやサトウキビなどを使用する動きが活発である。また、ガラス繊維が使用環境や廃棄の問題から使用量削減の要望が強まっており、靱皮繊維などを補強材として用いる試みが行われている。

2.4.1 靱皮繊維

ジュート、ケナフ、麻などの靱皮繊維は、弾性率が高いことからFRPの補強繊維として用いられるようになってきた。自動車の天井材やトノボードなどは高い曲げ剛性が要求されるため、ガラス繊維補強が行われてきたが、その代替品として靱皮繊維の使用が検討されている。

2.4.2 生物由来プラスチック材料(ポリ乳酸、PTT 繊維、PHB 繊維など)

トウモロコシ、サトウキビやサツマイモを原料として、ポリ乳酸やポリテトラメチレン(PTT)、ポリヒドロキシブチレート(PHB)樹脂などがつくられ、その繊維も作られるようになってきた。ポリ乳酸繊維は、繊維の耐熱性や耐久性が低く脆い繊維となっているため、使用量は多くないが、スペアタイヤケースやカーペットなどの一部にプラスチック材料として用いられていることから、耐久性などの問題が解決できれば更に普及が進むものと期待される。現在の使用量では、従来の汎用樹脂にくらべて高価格であるが、今後市場の拡大とともにこの問題も解決されるものと思われる。

これらの生物由来プラスチックに用いられる原料は、エタノールの原料としても着目を浴びており、燃料としての使用量が増えるに従い価格も上昇基調にある。また、これらの植物の育成のために南米などの原生林が大きく切り開かれて、新たな環境問題を起こしているとも言われ、今後の動向が注目される。

3. 不織布の高機能化事例

3.1 素材特化

3.1.1 難燃樹脂繊維

自動車は、難燃規格FMVSS-302などの規格に合格することを義務付けられているが、エンジン周りやエアーバッグ周りなどではさらに高い難燃性を要求される場合がある。2.1節でも述べたように、難燃性バインダー樹脂を用いるとVOCなどの発生の危険性が高まる問題もある。また、

後加工により難燃樹脂を付与すると、空気との暴露の関係で比表面積の高い目付の低いところほど樹脂付着量が低く、難燃効果が小さいという問題がある。難燃効果が高い臭素系などハロゲン系の難燃剤は、欧州を中心にオゾンホールの問題から使用が中止され、リン系難燃剤や主に用いられている。ポリオレフィン系樹脂ではHALSなどラジカルトラップ剤材による難燃化も検討されている。難燃性官能基をポリマー骨格に含んだ材料として、VOCの問題や異物脱落の恐れのない繊維として東洋紡績株式会社の「ハイム」樹脂が不織布材料として用いられている。難燃機構としては、表面に炭化皮膜層を形成することによる酸素遮断と断熱効果および熱分解により発生したラジカルトラップがあげられる。

3.1.2 PBT 繊維

天井材、フロア材やダッシュサイレンサーなどは深絞りの成型性が要求される場合が多い。これらは意匠性の要求が高いことから後加工修飾のしやすいポリエチレンテレフタレート(PET)繊維が用いられている。しかしながら、PET繊維は耐熱性や機械的特性に優れたものの成形性は必ずしもよいとはいえないために、異素材であるが難燃性の高いナイロン繊維が用いられることがあった。ポリブチレンテレフタレート(PBT)は、優れた成形性があるポリエステル繊維であり、リサイクル性も高いことから今後その使用量が増えていくものと期待される。

3.1.3 PPS 繊維

金属材料の代替軽量化のため、樹脂材料の使用が増えている。金属材料は従来、耐熱性、耐薬品性や耐久性が要求されところに用いられていたが、それらの特性に優れたポリフェニレンスルフィド(PPS)樹脂の使用量が増えてきている。PPS繊維は、断熱性にもすぐれており、PPS樹脂が使われる回りに断熱材や吸音材などとしての使用が検討されている。

3.2 複合化

不織布の機能を高めるために複合化の検討が広く実施されている。特に、吸音材では複合構造をとることで飛躍的な性能改善を行い、車の軽量化による燃費向上に大きな役割を果たすようになってきた。

3.2.1 超軽量吸音・断熱材

先述のとおり、自動車用繊維材料に最も強く要求される特性のひとつに吸音・断熱がある。自動車のエンジンが低ノイズ化、ハイブリッドカーや燃料電池など非エンジンが駆動力となる車の増加、オーディオ機器の性能向上に関する静粛性の要求、住宅地でのアイドリング音の抑制による環境調和などにより吸音性能の向上要求が高まっている。2000年頃から極細繊維を用いた軽量で高性能の吸音材が広く使用されるようになり。住友スリーエム社の「シンサ

レート」や東洋紡績株式会社の「サウンドブロック」などの採用が広がっている。これらの高性能吸音材の特長は、極細繊維を用いることで薄くて軽量でも、きわめて高い吸音性能を有し、たとえば従来の6種フェルトなどとよばれる反毛フェルトと比較すると、約1/2の厚みで目付けも約1/3にしても同等以上の吸音性能を有する。極細繊維は、繊維表面積を大きくすると同時に繊維間の距離を小さくすることが可能であり、音波が吸音材を透過する際の空気と繊維表面の粘性空気摩擦抵抗を上げるのに寄与している。その他の音のエネルギー吸収手段としては、素材自身のエネルギー透過損失や吸音材層自身の膜振動などがあげられ、メーカー毎に工夫された試みがなされている。吸音材は、天井やフロア、フード、インパネ周り、フェンダー周り以外に、エンジンカバー材やエアコンダクトなどに使われるほか、高級車では、ピラー内部など空き空間にできるだけ多くの吸音材を取り込んで、車全体の静粛性を高めようとしている。

吸音材のなかで、もっとも重量が多いのはインパネまわりに設置されるダッシュサイレンサーであり、3kg/m²前後の重量のものが広く用いられていた。最近、高性能の薄型吸音材を組み込んだ新しいハイブリッドタイプの使用が検討されている。これは、先述の吸音メカニズムの相乗効果を狙ったものといえる。

フロアやトランクなどのその他の吸音材には、リサイクル繊維材料である反毛フェルトが用いられていたが、VOCの問題から自動車の内装用途に限っては、その使用部位は制限される方向にある。

また、今後の不織布材料に強く要望される特性として断熱性がある。車の燃費に閉めるエアコンの動力費も大きく、今後欧州や米国カリフォルニア州で発行される厳しい規制に合格するためには、断熱性を高めることが重要となる。特に車の天井部からの伝熱量は、社内空間の温度を左右すると考えられることから、天板と車内天井の間の空間に高性能の断熱材を使用することが予測されている。断熱性能は、断熱材内部での空気の対流拡散を小さくすることで改善が可能であり、吸音材と同様に吸音材を透過する際の空気と繊維表面の粘性空気摩擦抵抗が大きな寄与をするため、吸音材と断熱材では類似の構造をとることが多い。すなわち、高性能吸音材が高性能断熱材になる場合が多いと考えられる。

3.2.2 脱塩ビ合成皮革

車の内装材として、高級感が求められる場合には皮革調の不織布が用いられる場合も多い。シート部材に関しては、東レ株式会社製の「アルカンターラ」がその代表としてあげられ、本物の皮革と同様の複雑な3次元構造をとることにより高い機能を発現させている。また、RVカーなどのトノカバーとしては、耐候性やコストなどの問題から塩ビ系のレザーが用いられてきたが、欧州の脱塩ビ化の流れを受けて、アクリル皮膜合成皮革やTPO合成皮革が用いら

れるようになってきた。特にアクリル皮膜系合成皮革(例えば東洋紡績株式会社製「カテナ」など)は、塩ビと同等のコストで重量が約1/2減少させることが可能であり、省エネ効果の観点からその使用量が伸びている。

3.2.3 VOC 対策カーペット基布

カーペットの1次基布として、不織布材料が用いられている。耐引裂性などが要求されるためアクリル樹脂をメラミン架橋したタイプが用いられてきたが、架橋反応でホルマリンがでることから VOC 対策として非メラミン系の樹脂が用いられるようになった。

3.3 リサイクルシステムの取り組み

リサイクルには、回収、分離、リユースなどのシステムの構築が重要である。不織布では、早くから反毛フェルトの製造が行われており、リサイクルシステムが構築されている。最近では、他の素材を含めたリサイクル化が行われており、自動車の使用済ウレタン材料をチップ化したものを熱接着性繊維で接着したダッシュサイレンサーなどを製造する技術も確立されている。

4. グローバル対応

自動車メーカーの海外進出に伴い、同一品質品の現地調達の要求が強くなってきている。また、中越沖地震の教訓として、複数拠点での供給体制を確保しておくことが重要であり、災害対策の意味でもその対応が重要であると考えられる。

5. まとめ

①昨今問題となっている VOC やその他の汚染物質は、使用材料を適切に選んだり、適切な加工条件を選んだりすることでその問題のほとんどを解決できるようになっている。

②熱接着性繊維を用いた不織布は、バインダー材を用いたものと比較して VOC の発生の可能性が低く、乾燥などに伴うエネルギー使用がないために今後ますます使用量が増加するものと考えられる。

③二酸化炭素削減や省エネルギー対策としては、吸音材や断熱材を中心にした開発が一定の効果をあげてきている。

④自動車メーカーの海外進出が進むなか、グローバル供給対応を進めていく必要がある。