

吸音機能付きモジュールワイヤーハーネス

Module Wire Harness with Sound Absorbing Function

園田 哲也*
Tetsuya Sonoda

鈴木 小次郎
Kojiro Suzuki

長谷 達也
Tatsuya Hase

高田 裕
Yutaka Takata

近年、環境への配慮、快適化などからハイブリッド自動車の普及や、自動車の高機能化により、搭載される電装機器の増加が急速に進んでいる。このような自動車では静粛性も求められており、車両の隅々まで吸音材が搭載され、特にハイブリッド車や高級車には高性能吸音材の採用事例が増えてきている。一方、電装機器の増加に伴い、自動車工場での管理部品点数は増加しており、部品点数削減としてモジュール化による機能統合が図られている。我々は自動車組立工場での管理部品点数削減、作業工程の削減を実現させるため、ワイヤーハーネスと吸音材とのモジュール化技術を開発し、大手自動車メーカーでの採用を実現した。

In accord with recent trends of environmental consideration and pursuit for comfortableness of hybrid vehicles have been popular. Simultaneously, higher functionality in vehicles requires increasing number of electrical components. Such vehicles mount sound absorbers in every corner in the vehicle for silence. These hybrid vehicles and luxury vehicles increasingly adopt high performance sound absorbers. On the other hand, as in-vehicle electrical components increase, the number of parts to manage are also increasing at car plants. Thereby, functional integration for reduction of parts is enhanced by modularization. We developed modularization technology with wire harness and sound absorber. The technology realized reduction in both components to manage and work process at plants, and has been adopted at major car manufactures.

キーワード：低圧ワイヤーハーネス、吸音材、不織布、モジュール化、自動車搭載技術

1. 緒言

近年、自動車の静粛性が求められる中、高性能な吸音材の開発と採用が活発化されている。また自動車の高機能化、安全性向上に伴って搭載される電装機器の数は年々増加の傾向にあり、機器間を接続するワイヤーハーネス^{*1}は自動車の狭小空間を人体の血管のように搭載されている。図1に自動車内に搭載されている吸音材とワイヤーハーネスを示す。

このようなユーザーニーズに対して自動車組立工場では、管理部品点数は増加の一途を辿り、作業量の増加と複雑化が課題とされている。そこで部品機能を統合し部品点数を削減するモジュール化が進められてきた。

当社グループの住友電装(株)及び、(株)オートネットワーク技術研究所の2社は、吸音材とワイヤーハーネスをモジュール化し、自動車メーカーとの協業により、車両搭載を実現した。この吸音機能を取込んだモジュールワイヤーハーネス(以下吸音材AssyWHと称す)は自動車組立工場での管理部品点数削減、作業工程の削減を実現できる。写真1に採用された製品を示す。

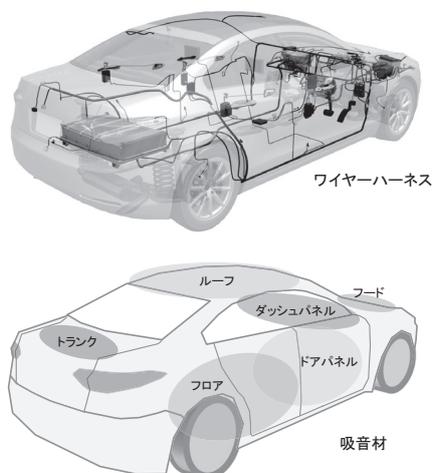


図1 自動車に搭載されるワイヤーハーネス、吸音材

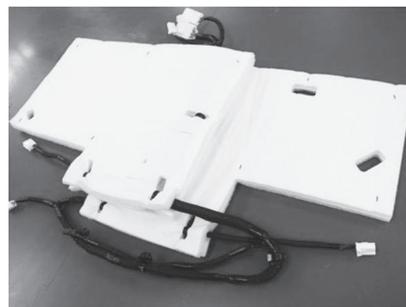


写真1 吸音材AssyWH

2. モジュール化仕様

自動車に搭載されるワイヤーハーネスには振動による周辺部品との干渉時の異音を防止するため、異音防止保護材が設定される。一方、吸音材も自動車の各所に搭載され、ワイヤーハーネスと隣接した位置関係となっている。我々は不織布が持つ緩衝性（異音防止機能）と吸音性能に着眼し、2枚の不織布でワイヤーハーネスを挟み込む構造を考案した。

以下に吸音材AssyWHの要素技術である吸音性能とモジュール化構造について述べる。

3. 吸音材AssyWHの吸音性能

自動車における様々な騒音を吸音するためには、広域の周波数帯で高い吸音性能を有する必要がある、図2に示す吸音性能を目標とした。

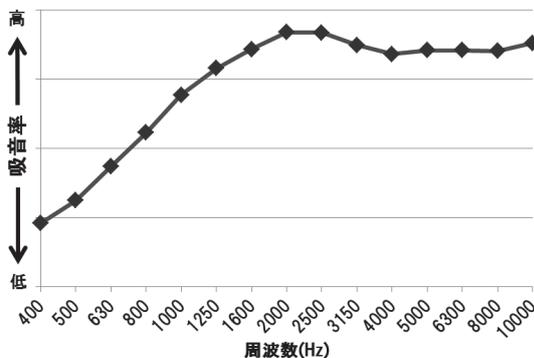


図2 目標吸音性能

吸音材の吸音性能を向上するために、吸音材の厚みを変化させることが知られている。吸音材厚みと吸音性能の関係は、(a)式で示される。音波が固体壁にて反射された時、定在波※2が形成され、固体壁から $\lambda/4$ (λ = 音の波長) の位置で音波エネルギーが最大を示す。そのため、式(a)に示す $\lambda/4$ の厚みを持った吸音材を置く事で効果的に吸音される⁽¹⁾。

$$\lambda/4 = C / (4f) \dots\dots\dots (a)$$

f : 音波の周波数 (Hz)
 C : 空気中における音波の速度
 340m/s at 15°C

また、不織布の面密度を高めて通気量を制御した「表皮材」と、不織布の面密度を低くして厚みを制御した「基材」の二種類をよりあわせて一枚にすることにより、全周波数帯域で吸音性能を向上できることが知られている。我々は、「表皮材」と「基材」をよりあわせた吸音材においても、吸音材厚み

と吸音性能に関係性があると考え、図3に示す厚みの異なる吸音材を調整した。

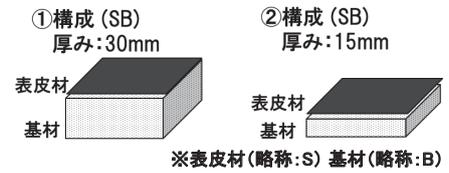


図3 厚み調整吸音材のサンプルイメージ図

厚みを調整した吸音材の吸音性能を測定し、目標吸音性能と比較した。その結果を図4に示す。

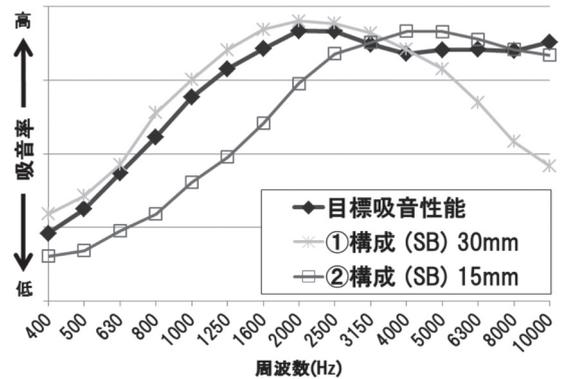


図4 吸音材厚み違いによる吸音性能比較

厚い①構成の吸音材は低周波域の吸音性能が高く、高周波域の吸音性能が低くなり、薄い②構成の吸音材は高周波域の吸音性能が高く、低周波域の吸音性能が低くなる傾向を示した。このことから、吸音材の厚み変化に伴って、吸音性能が変化することがわかった。しかし、吸音材の厚みと吸音性能の周波数特性にトレードオフの関係が見られ、目標吸音性能より吸音性能が劣っていた。

吸音材厚みの変化は、「表皮材」と固体壁との距離が変わることとなり、厚み変化に伴って吸音性能も変化する。そこで、我々は、吸音材の「表皮材」と固体壁の位置関係に着眼した。

図5に示す模式図のように、「表皮材」が固体壁から近い位置にあると高周波を吸音し、遠い位置にあると低周波を吸音するため、両者の位置関係を併せ持つ構成にした場合、低周波と高周波の両方を吸音すると仮説を立てた。

そこで、図6に示す③構成のように、②構成の吸音材を二枚重ねあわせ、厚みを①構成と同等になる構成とした。

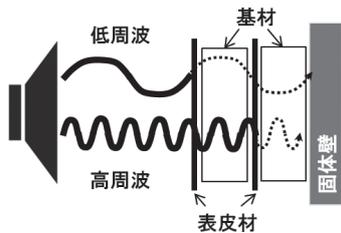


図5 表皮材効果の模式図

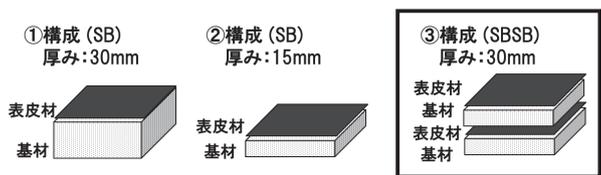


図6 吸音材構成の特徴イメージ図

図7に目標吸音性能と二層構成を有する③構成の吸音率を示す。③構成では目標吸音性能と同様に、広域周波数帯で高い吸音性能を達成することができた。

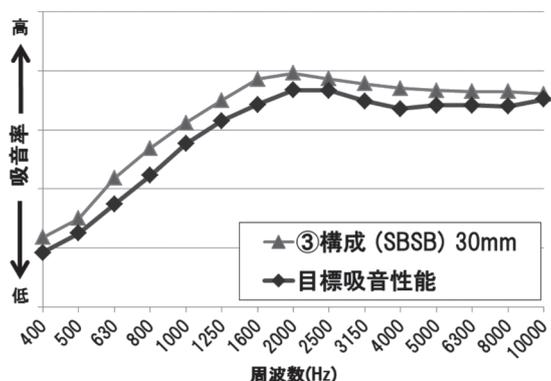


図7 ③構成(SBSB)の吸音性能

更に我々は、③構成の吸音メカニズムを検証するため、図8に示す吸音材構成の吸音率測定を行った。④構成は最表面に

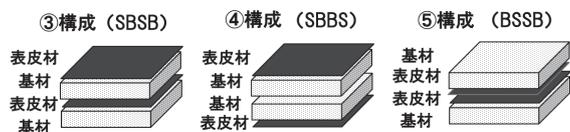


図8 吸音材構成イメージ図

「表皮材」があり、中間には「表皮材」がない構成とし、⑤構成は中間に「表皮材」があり、最表面には「表皮材」がない構成とした。

図9に構成③、④、⑤の吸音性能を示す。③構成の吸音性能と比較して、④構成では高周波域の吸音性能が低くなり、⑤構成では低周波域の吸音性能が低くなる傾向を示した。これより、③構成の吸音メカニズムとして、最表面の「表皮材」が厚い吸音材での特性を発現し、「基材」と「基材」に挟まれた中間の「表皮材」が薄い吸音材での特性を発現させることにより、広域周波数で高い吸音性能が発揮できると考えられる。

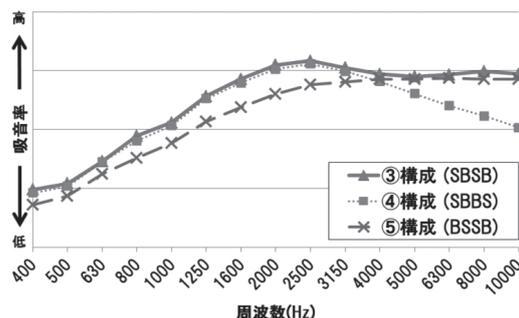


図9 吸音材構成違いによる吸音性能比較

本技術は、「表皮材」や「基材」の仕様や吸音材の構成を調整することによって、特定周波数帯や広域周波数帯の吸音性能を制御できる。これにより、発生する騒音に応じた吸音材を設計することができ、車室内の更なる静粛性向上が期待される。

4. 製品仕様

4-1 ワイヤハーネスと吸音材のモジュール化構造

一般的にワイヤーハーネスに設定される異音防止保護材はワイヤーハーネスに巻き付けることで、周辺部品に対し、全周方向からワイヤーハーネスを保護している。

吸音材にてワイヤーハーネスの異音防止保護材と同様にワイヤーハーネスの全周方向を保護させるため、我々は図10

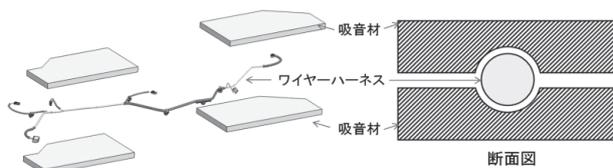


図10 ワイヤハーネスと吸音材のモジュール化構造

に示す2枚の吸音材でワイヤーハーネスを挟み込む構造を考案し、吸音性能についても問題ないことを確認した。

2枚の吸音材でワイヤーハーネスを挟み込むことで、異音防止機能と吸音性能の機能統合が可能となる。また、2枚の吸音材に挟まれるワイヤーハーネスは直線的に配線することが可能となるため、ワイヤーハーネス配線経路の自由度を向上させることができる。

4-2 吸音材同士の固定

2枚重ねた吸音材同士を固定する方法として、汎用品の樹脂製ピンを採用した。図11に樹脂製ピンによる吸音材同士の固定構造を示す。

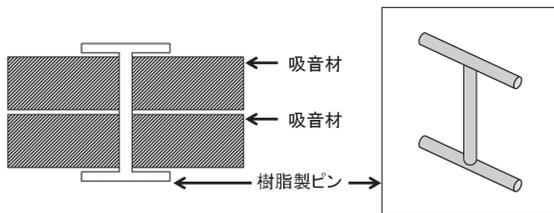


図11 樹脂製ピンによる固定 (断面図)

一般的に不織布同士の固定には溶着が用いられるが、加工の際、吸音材を溶融させる程の加熱および、溶着部を圧縮させる必要があるため、吸音性能の低下が想定される。

そのため、熱を伴わず、適切な長さを選定することができる樹脂製ピンを使用することで、吸音材を押し潰すことなく2枚の吸音材の固定を可能とした。また、樹脂製ピンは細径であるため、溶着に比べて小さい加工面積で吸音材同士を固定できることから、吸音性能への影響を最小限に抑えることができる。

4-3 ワイヤーハーネスと吸音材の固定

ワイヤーハーネスと吸音材の固定する方法として、一般的にワイヤーハーネスを自動車に固定させる部品であるクランプを選定した。その中でも、ワイヤーハーネスに巻き付けられる構造を持つベルトクランプによる固定方法を図12に示す。

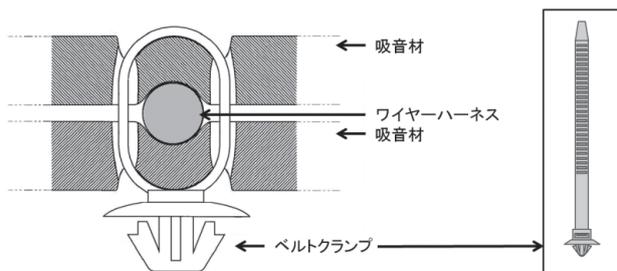


図12 吸音材とワイヤーハーネスの固定 (断面図)

ベルトクランプでワイヤーハーネスと吸音材を共締し、両者の固定部品を兼用させるため、吸音材AssyWHを従来のワイヤーハーネス同様に自動車へ組付けられることができる。そのため、吸音材の位置決め作業が容易となり、取付け精度を向上させることが可能となる。

4-4 吸音材AssyWHの車両搭載

吸音材AssyWHを車両搭載させる方法として、4-3で述べたクランプの活用に加え、吸音材に開口部を設け、車両固定部品に設けたフック状の突起に引掛ける構造を自動車メーカーと協業により考案した。図13に吸音材AssyWHの引掛け構造を示す。

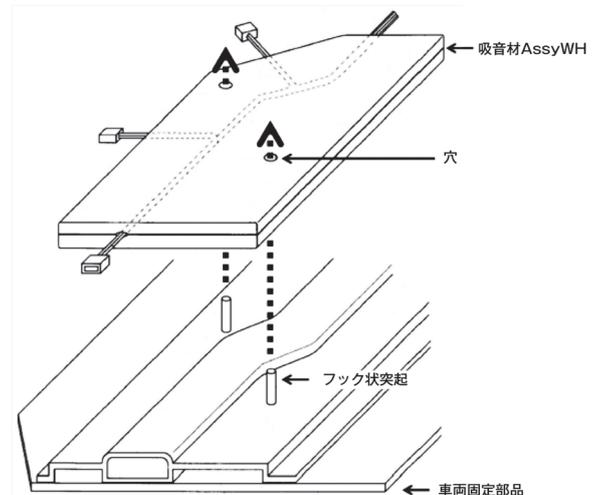


図13 吸音材AssyWHの引掛け構造

この構造により、車両上でクランプが設定できない位置においても、自動車工場でのワイヤーハーネス組付け工程で吸音材AssyWHを一括搭載させることが可能となる。また、従来、自動車工場における吸音材の組付けに必要とされていた、溶着やタッカー※3、両面テープなどの専用部品や設備を使用せず、吸音材組付け工程を削減させることが可能となる。

7. 結 言

以下の特長を持つ吸音材AssyWHの開発に成功した。

- (1) 自動車組立工場内の管理部品点数、作業工程の削減
- (2) 特定周波数や広域周波数の吸音ニーズに対応
- (3) ワイヤーハーネス配線経路の自由度を向上
- (4) 吸音材の取付け精度を向上

機能部品統合による部品点数削減や組付作業性の向上活動は急速に進んでおり、今後もモジュール化活動に貢献していくため、適用拡大に向け技術開発を推進していく。

用語集

※1 ワイヤーハーネス

自動車や複写機・プリンタなどに搭載された電子部品や電装品を電氣的に接続し、相互の電力や情報の伝送を中継する組み電線のこと。電線と保護材・クランプなどで構成されている。ワイヤーハーネスを構成する電線の1本1本の役割としては、電源をとるもの・信号を伝達するものなどがある。

※2 定在波

終端を閉じた管にもう一方の端から音を放射して進行波を生じさせると、終端で反射して後退波が生じる。その際、両者の波が緩衝し、定在して振幅しているように観測できる現象のこと。

※3 タッカー

鋸打機とも呼ばれ、布状や網状のものを「コ」の字型の針を突き刺して固定する工具。

参考文献

- (1) A. Nakano, "Low Noise technology," Gijyutsushoin, Tokyo, P91 (2003)
-

執筆者

園田 哲也* : 住友電装(株) 西部事業本部
グループ長



鈴木小次郎 : 住友電装(株) 西部事業本部



長谷 達也 : (株)オートネットワーク技術研究所
電線・材料研究部 グループ長



高田 裕 : (株)オートネットワーク技術研究所
電線・材料研究部



*主執筆者