

〈製品紹介〉

超軽量防音カバー

TOMBO™ No.6690-B 「エアトーン®」

自動車部品事業本部 技術開発部

1. はじめに

自動車メーカー各社は、車外騒音規制が今後強化されることと、車内静寂性向上へのユーザーニーズへの対応策として、車両全体を対象とした騒音対策に取り組んでいます。

また同時に、全世界的な環境意識の高まりから低燃費化の要求も非常に高く、そのために部品のさらなる軽量化が求められています。

以上のような状況の中、従来のTOMBO™ No.6690-S「エアトーン®」の『超軽量』という特長はそのままに、防音性能をさらに高めた高性能防音カバーTOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」を開発しました。これは既にトヨタ自動車株式会社様に採用いただいております、その固定方法も「エアトーン®」の軽量という特長を生かし、樹脂クリップ2点留めにて行っています（図1）。

以下TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」の詳細をご紹介します。



図1 ハリアー向けCVTケース用「エアトーン®」

2. 製品の概要

TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」は、TOMBO™ No.6690-S「エアトーン®」^{注1}の改良品です。

注1：ニチアス技術時報2011年1号で紹介

2.1 構造

高性能防音カバーTOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」は、TOMBO™ No.6690-S「エアトーン®」（図2）の遮音と吸音の2層構造を6層構造とし、制振機能を強化したものです（図3）。

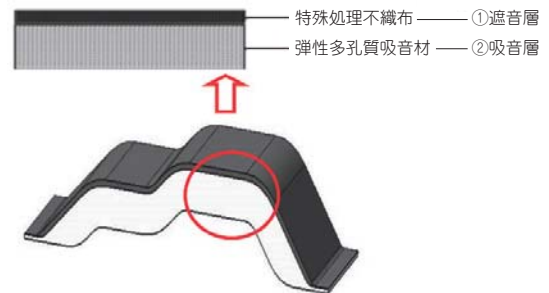


図2 TOMBO™ No.6690-S「エアトーン®」の構造

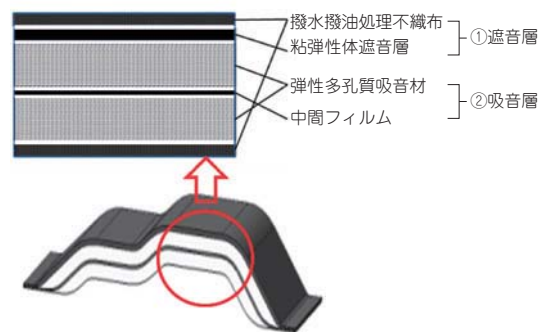


図3 TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」の構造

- ①遮音層…不織布（ポリエステル系）と粘弾性体遮音層を一体化することで、通気抵抗・ヤング率・損失係数・2次放射音^{注2}をコントロールし、高い遮音性と柔軟性を有します。

注2：粘弾性体遮音層の効果で、留点などから伝搬した振動（固体伝搬音）の影響によるカバー表面の放射音を低減します。

- ②吸音層…密度・通気抵抗を適正化したPET繊維フェルトなどの弾性多孔質吸音材で、高い吸音性と機械エネルギー減衰による遮音性（Biot理論）を有しています。また、中間フィルムは①遮音層と『空気バネ層』を形成し、遮音性能向上にも寄与します。

2.2 Biot 理論

Biot（ビオ：仏）は地震波伝達の研究から、物理的性格の異なる複数相が複雑に入り混じったマトリックスにおける振動伝搬を取り扱う際の基礎モデルとして、弾性波伝搬理論を提唱しました¹⁾。

この理論は、地震波解析、土木工学、人体模型および音響振動学など、幅広い分野で活用されています。しかし、本理論は直接測定するのが困難なパラメータが必要となるため、Allard（アラード：英）らは本理論の波動方程式と準静的仮説に基づいてこれらのパラメータを測定可能な物理量として表す式を導きました。これはJohnson-Champoux-Allardモデル（1993）²⁾として知られ、今日、音響振動学ではこの関係式を用いてエネルギー伝搬を算出することが一般的です。

図4にBiotモデルでの弾性多孔質材中のエネルギー伝搬の模式図を示します。

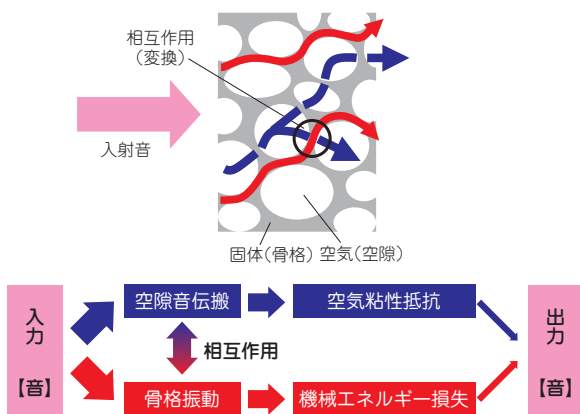


図4 Biotモデルのエネルギー伝搬の模式図

本理論によると、弾性多孔質（吸音材）中を伝搬する入射音は、従来理論での空隙音伝搬の空気粘性抵抗に起因する減衰に加えて、骨格振動の機械エネルギー損失に起因する大きな減衰も考慮することができ、加えて両者が互いに作用しあうことで、TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」の質量則を超える遮音性能を説明することができます。

3. 特長

騒音発生源対策に使用される一般的な防音カバーは樹脂成形した硬質カバーと吸音材からなり、その遮音性能は硬質カバーの重量に比例します（従来構造：質量則）。

TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」は、軟質遮音層と弾性多孔質吸音層が一体となって動くことで大きな減衰が生じるため、素材の組み合わせにより質量則を超える遮音性能を持ちます。この結果約3倍の質量の硬質カバーよりも高い吸・遮音性能を発揮しますので、軽量化が可能です。

さらにカバー全体が柔軟性を有し、硬質カバーに見られがちな振動入力に伴うビビリ音（2次放射音）が無いためボルト部のフローティングが不要で、かつ対策面に密着させて使用することができます。そのため最小限の容積でコンパクトに使用することが可能であり、カバー内面の音反射による騒音悪化も抑制できます。

(1) 高い遮音性能と周波数特性最適化

質量則に従う従来カバーと比較して、ほぼ全周波数域で優れた遮音性能を示します。TOMBO™ No.6690-S「エアトーン®」からの主な改良点は、1kHz以下の比較的low周波数領域の遮音性能向上です（図5）。

また、TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」は図3の中間フィルムで分割される、『弾性多孔質（Biotモデル）』と、『空気ばね層』を連成した2自由度バネ-マス系の共振現象による減衰に起因する特徴的な遮音ピークを持ちます。そのためパラメータを最適化することで対策音源に合わせて周波数特性を変化させることができ、TOMBO™ No.6690-S「エアトーン®」では対策が困難な低周波数域についても遮音効果が期待できます（図6）。

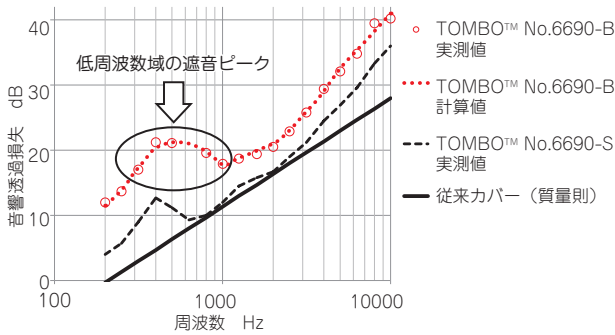


図5 エアトーン®の遮音性能

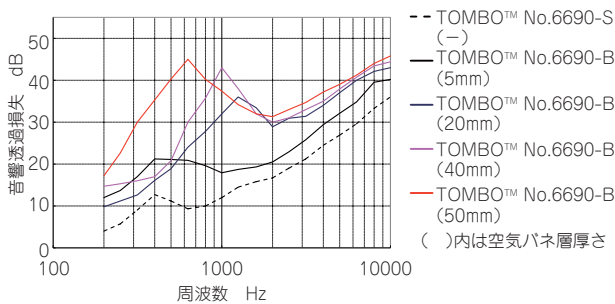


図6 遮音ピーク周波数設計例

※TOMBO™ No.6690-SとTOMBO™ No.6690-B (5mm) はともにトータル厚さは10mm

(2) 高い難燃性能

今回開発したTOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」の弾性多孔質吸音層部分は、高い難燃性能を有しています。吸音層は、PET繊維中に混練紡糸させた溶融滴下調整剤の配合量を最適化することで、垂直方向に接炎着火した炎に対しても、着火部分の繊維の溶融滴下物を消炎します。同時に速やかに炎から隔離することで車両火災の際でも、当該部分の延焼を防止します。この仕様は、UL94 V-0^{注3}相当の高い難燃性能を示し、自動車エンジンルーム用防音材としての使用に最適です。試験状況を図7に示します。

注3：Underwriters Laboratories, Inc (米国保険会社協会) が定めた延焼性試験規格。

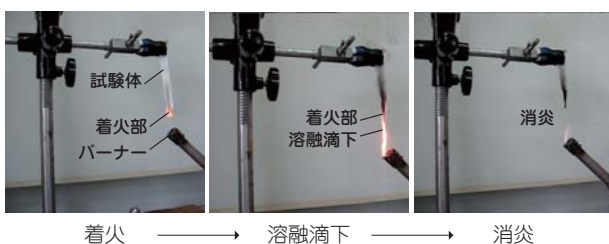


図7 TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」の燃焼試験状況

(3) 高い設計自由度

TOMBO™ No.6690-B「エアトーン®」は、任意の立体形状に一体成形可能ですので、複雑な表面形状部品への取り付けが可能です。また、成形カバー表面が柔軟性(制振性)を有することで2次放射音が小さいことから、エンジン、トランスミッションなどの振動を伴う騒音源に悪影響なく密着させて使用することができるため、限られたスペースを有効に活用できます。そのためボルト締結部のフローティング構造が不要となり、部品点数の削減が可能となります。

4. おわりに

車外騒音規制が今後ますます厳しくなる中、ユーザーニーズに即した製品開発を実践していく所存です。

なお、本製品に関するお問い合わせは、自動車部品事業本部までお願いいたします。

参考文献

- 1) Biot, M. A, Theory of Elasticity and Consolidation for a Porous Anisotropic Solid, J. Appl. Phys, Vol26, pp.182-185 (1995)
- 2) J. F. Allard, Propagation of Sound in Porous Media, Elsevier Applied Science, England (1993).

* 「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。
 * 「エアトーン」はニチアス(株)の登録商標です。
 * 本稿中の数値は測定値であり保証値ではありません。