

ニチアス 技術時報

2013

No.361

2号

自動車部品特集号

【巻頭言】 自動車部品特集号発刊にあたって

【特別企画】 環境にやさしく安全な車づくりに貢献する「音」「熱」「シール」部品

【製品紹介】 **排出ガス規制の動向とニチアスの自動車部品**

【新製品紹介】 触媒担体保持材

TOMBO No.5350「エコフレックス™ 高面圧品」

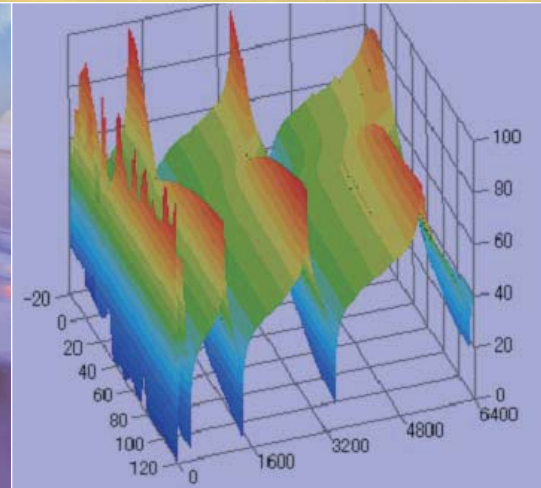
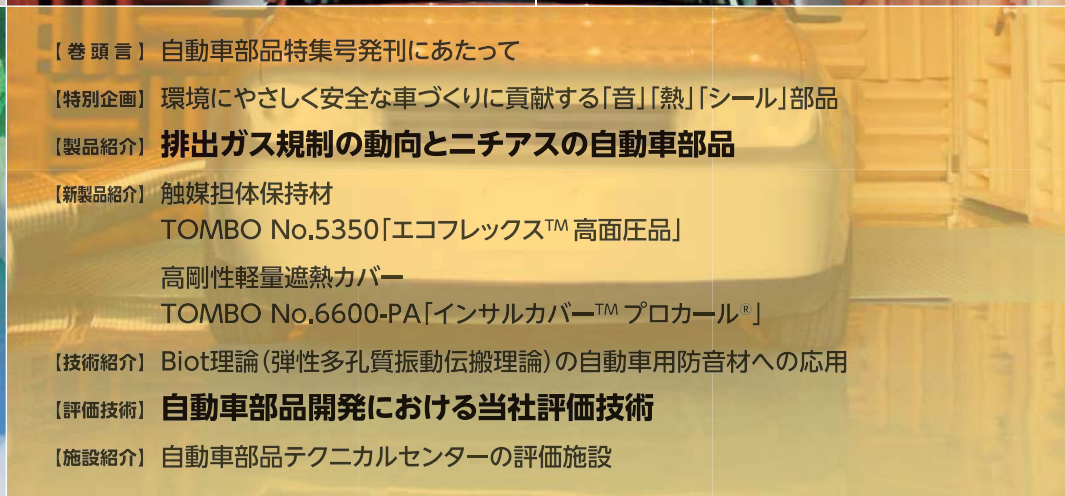
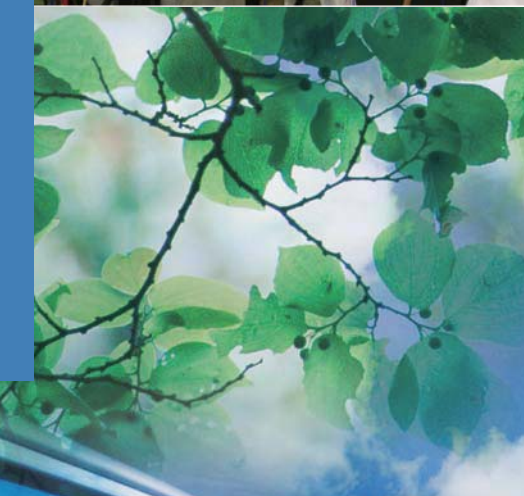
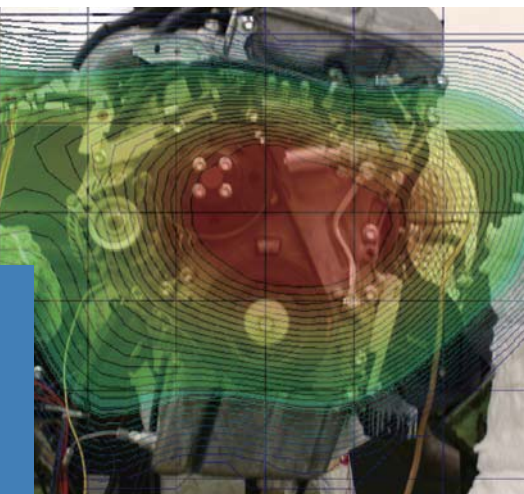
高剛性軽量遮熱カバー

TOMBO No.6600-PA「インサルカバー™ プロカール®」

【技術紹介】 Biot理論（弾性多孔質振動伝搬理論）の自動車用防音材への応用

【評価技術】 **自動車部品開発における当社評価技術**

【施設紹介】 自動車部品テクニカルセンターの評価施設



ニチアス

目次

【巻頭言】

- ◆自動車部品特集号発刊にあたって 1
自動車部品事業本部 技術開発部 部長 今中 博信

【特別企画】

- ◆環境にやさしく安全な車づくりに貢献する「音」「熱」「シール」部品 2

【製品紹介】

- ◆排出ガス規制の動向とニチアスの自動車部品 4
自動車部品事業本部 技術開発部 開発課
内容) 現在では先進国のみならず新興国においても自動車の排出ガス規制が強化されてきています。ここでは各国の排出ガス規制と排気ガス浄化処理技術の動向、それに対応する当社製品を紹介いたします。

【新製品紹介】

- ◆触媒担体保持材
TOMBO No.5350 「エコフレックス™ 高面圧品」 9

自動車部品事業本部 技術開発部 開発課
内容) エコフレックスは排気ガスを浄化する触媒コンバータの中核部品であるセラミックス製触媒担体を振動や衝撃から守り、保持する部品です。このたび、面圧・保持耐久性により優れた製品を開発しましたので紹介します。

- ◆高剛性軽量遮熱カバー
TOMBO No.6600-PA 「インサルカバー™ プロカール®」 12

自動車部品事業本部 技術開発部 音熱部品設計課
内容) 自動車の軽量化要求に応えるため、より軽量の基材を使った遮熱カバー「インサルカバー™ プロカール®」を開発しましたので紹介します。

【技術紹介】

- ◆Biot 理論（弾性多孔質振動伝搬理論）の自動車用防音材への応用 15

自動車部品事業本部 技術開発部 音熱部品設計課 森 正
内容) 自動車の防音材は、自動車の軽量化にともない高性能化が求められています。当社はBiot理論を応用し、より簡便に防音材の設計を可能にする手法を開発しました。ここでは本手法の概要と、本手法で開発された高性能防音カバー「エアトーン®」を紹介いたします。

【評価技術】

- ◆自動車部品開発における当社評価技術 19

自動車部品事業本部 技術開発部 実験技術課
内容) 自動車部品の開発は多面的な評価が必要です。当社自動車部品テクニカルセンターは独自に開発した分析・解析技術を提供しています。本稿では、いくつかの事例を交えて当社の評価技術を紹介いたします。

【施設紹介】

- ◆自動車部品テクニカルセンターの評価施設 22

自動車部品事業本部 技術開発部 実験技術課
内容) 当社の自動車部品テクニカルセンターは、開発研究棟とエンジンベンチ棟からなり材料開発から部品設計までの一貫した開発体制を支えています。本稿では、自動車部品テクニカルセンターが有する各種評価設備を紹介いたします。

※本誌の規格値以外の数値は参考値であり、保証値ではありません。

※本誌に記載された製品名はニチアス(株)の登録商標または商標です。TOMBOはニチアス(株)の登録商標です。

送り先ご住所の変更、送付の停止などにつきましては、下に記載の連絡先までご連絡ください。

なおその際は、宛て名シールに記載されている7桁のコードを必ずお知らせくださいますよう、お願いいたします。

〈連絡先および本誌に関するお問い合わせ先〉

ニチアス株式会社 経営企画部広報課
TEL : 03-3433-7244
E-mail : info@nichias.co.jp
FAX : 03-3438-0600

本誌の内容は当社のホームページでもご紹介しております。
当社ホームページでは、1999年1号から最新号までの内容をご覧いただけます。
<http://www.nichias.co.jp/>

〈巻頭言〉

自動車部品特集号発刊にあたって



自動車部品事業本部 技術開発部 部長 今中博信

自動車業界を取り巻く状況は、世界の自動車保有台数が2010年に10億台を突破し、さらに中国をはじめとした新興国を中心に自動車保有台数の増加が予測されており、エネルギー問題、地球環境問題の解決が今後も大きな課題になっております。

このような中、自動車業界では大気汚染（NO_x, PM）・地球温暖化（CO₂）防止策として、次世代自動車（電気自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車など）の開発、エンジンのダウンサイジングによる燃費向上、および高性能触媒システムによる排気ガス浄化など排出ガス削減に向けた取り組みが行われています。

また、次世代自動車など静かな自動車が普及することで、搭乗者が従来気にならなかった騒音、振動への対応が新たに必要となります。加えて車外騒音に対する規制も強化されています。このためエンジン、トランスミッションなどから出る騒音に対して、防振遮音技術の要求が高まっています。

弊社は、液体・気体の漏れを「断つ」シール材、熱を「断つ」断熱材、音を「断つ」防音材、振動を「断つ」制振材に対するお客さまの高度化する要求に迅速にお応えすべく、各所に分散していた開発資源を集中させ、自動車部品テクニカルセンターを弊社浜松研究所内に設立しました。これにより、材料から設計・評価・量産・品質保証までの一貫した開発体制で、製品を提供させていただいています。

今号は《自動車部品特集》とし、近年のエネルギー問題、地球環境問題改善に貢献するシール・断熱・防音部品をはじめ、これら部品の性能を得るための弊社評価技術および設備を紹介させていただきます。

本報が読者のお役に立つことを祈念させていただき、今後ともニチアス技術時報のご愛読と、ニチアス製品の一層のご愛顧を賜りますようお願い申し上げます。

環境にやさしく安全な車づくりに貢献する「音」「熱」「シール」部品

ニチアス自動車部品技術



音
関連部品



熱
関連部品



シール
関連部品

**超軽量防音カバー
エアートン[®]**

軽量かつ防音性に優れた新発想の防音カバーです。吸音するPETフェルト層と、遮音性を持つ特殊処理不織布を重ね合わせ一体成形することで優れた防音性を発揮します。



**筒状断熱材
Nフレチューブ[™]**

電装ケーブルやゴムホースなどをエンジンの熱害から守るフレキシブル性に優れた断熱チューブです。断熱マット材を付加するなど用途に合わせた組み合わせが可能です。



**エキゾーストマニホールドガasket
メタルガスケット**

ステンレス鋼板を積層した構造を有しています。高温の燃焼ガスにも優れたシール性を発揮するエンジン排気系ガスケットです。



**インタークマニホールドガasket
メタフォーム[®] 防振ガスケット**

エンジンの吸気部分に使用され、シール機能だけでなく、エンジンからの振動を絶縁するガスケットです。発泡ゴムを金属板にコーティングした構造です。



**触媒担体保持材
エコフレックス[™]**

排気ガスをクリーンにする触媒担体を排気管の振動から守る緩衝・保持材です。アルミナ系の超耐熱繊維からなり、高い保持耐久性を発揮します。



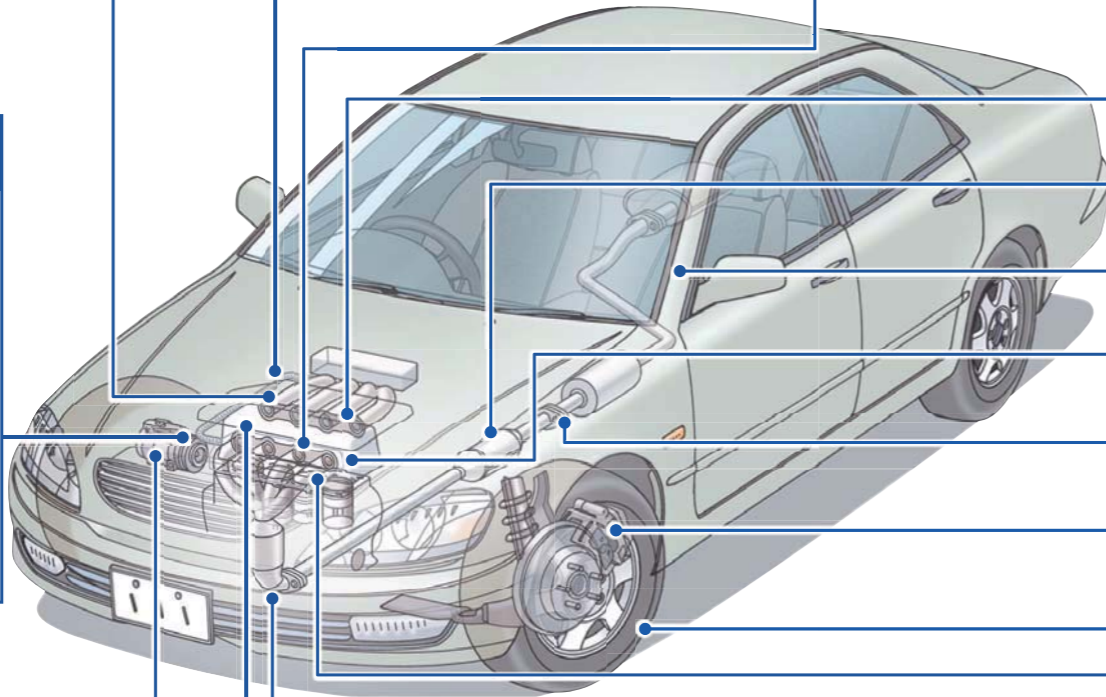
**ヒートインシュレーター
インサルカバー[™] プロカール[®]**

アルミニウム板を凹凸形状に加工した遮熱カバーです。主に排気管などの排気系部品からの熱を遮断する軽量カバーです。



**コンプレッサー用ガスケット
メタコート[®]**

エアコン用コンプレッサーに使用される耐冷媒性、耐冷凍機油性に優れた高性能ガスケットです。独自配合のNBRを金属板にコーティングしたラバーコートメタルが用いられています。


**シリンダーヘッドガスケット
メタコート[®]**

エンジンの心臓部であるシリンダーヘッドとブロック間に装着され、燃焼ガス、冷却水、潤滑油をシールするメタルガスケットです。ステンレス鋼板に高耐熱性ゴムをコーティングしたラバーコートメタルを用いており、環境負荷物質を含まず、高いシール性、耐久性を発揮します。



**エキゾーストパイプガスケット
ボルテックス[®] ガスケット**

ステンレス薄板と軟質耐熱ペーパーを交互に積層したうず巻状の排気管用ガスケットです。耐熱性となじみ性に優れており、排気ガスの漏れを防ぎます。



**摺動材
エクセライド[®]**

コンプレッサー、トランスミッション、ABSなどの機器の中で使用される高機能樹脂製摺動部品です。耐熱性・耐摩耗特性に優れており、主に摺動性とシール性の両方を必要とする部位に使用されます。



**ウォータージャケットスペーサー
ウォータージャケットスペーサー**

エンジンのウォータージャケット部に挿入することで、冷却水の流れを制御する部品です。シリンダー壁温度の均一化をはかり、ピストンとシリンダー間のフリクションを低減することで燃費向上に貢献します。



**センサー被覆材
ナフロン[®] チューブ加工品**

ふっ素樹脂を筒状に加工した、耐熱性・柔軟性・電気絶縁性に優れた、各種センサーリード線の保護部品です。



**ヒートインシュレーター
インサルカバー[™]**

エキゾーストマニホールドなど排気系部品からの熱を遮断する金属製カバーです。高性能断熱材、耐熱制振材を組み合わせることで、音・振動にも優れた効果を発揮します。



**バックアップリング
ナフロン[®] 切削加工品**

油圧機器などのシールに使用されるゴムOリングのみ出し防止を目的とした、ふっ素樹脂 (PTFE製) のリングです。耐油性・耐摩耗特性に優れた機能を発揮します。



**ブレーキシム
メタプラス[™] 積層シム**

ディスクブレーキのパッドへ装着することで、不快なブレーキ鳴きを抑制する防振部品です。ゴム・金属・特殊粘着材などを積層することで、振動減衰性、耐熱性、耐圧縮性に優れた効果を発揮します。



〈製品紹介〉

排出ガス規制の動向とニチアスの自動車部品

自動車部品事業本部 技術開発部 開発課

1. はじめに

自動車は現代の生活には不可欠な交通手段ですが、その一方では石油を大量に消費し、窒素酸化物（NOx）や粒子状物質（PM）などの大気汚染物質や地球温室効果ガスである二酸化炭素（CO₂）の主要な排出源となっています。

2011年度エネルギー白書によれば日本における石油消費量の約40%を、二酸化炭素排出量の約17%を自動車用途が占めています。

このような状況のもと、日本、米国、EUなどの先進国、さらに最近では中国をはじめとする新興国においても自動車の排出ガス規制が強化されてきています。

本稿では、各国における自動車排出ガス規制と排気ガス浄化処理技術動向、それに対応する弊社製品を紹介します。

2. 排出ガス規制動向

2.1 各国における排出ガス規制

日本では、1966年に「ガソリンを燃料とする普通自動車及び小型自動車の一酸化炭素濃度規制」という排出ガス規制が制定されて以来、規制のレベルは年々強化されています。2009年には「ポスト新長期規制」が国土交通省により告示され（表1）、世界でも厳しい規制となっています（表2）。

次に米国では、2004年から乗用車および軽量

表1 ポスト新長期規制

[単位：g/km]

自動車の種類		排出ガス規制値					
		試験モード \ 成分 ^{※3}	NMHC	CO	NOx	PM	
ガソリン・LPG車	乗用車	コンバインモード ^{※2}	0.05	1.15	0.05	0.005	
	トラック・バス	軽量車GVW ^{※1} ≤ 1.7t	コンバインモード	0.05	1.15	0.05	0.005
		中量車1.7t < GVW ≤ 3.5t	コンバインモード	0.05	2.55	0.07	0.007
		重量車3.5t < GVW	JE05モード	0.23	16.0	0.7	0.010
ディーゼル車	乗用車	コンバインモード	0.024	0.63	0.08	0.005	
	トラック・バス	軽量車GVW ≤ 1.7t	コンバインモード	0.024	0.63	0.08	0.005
		中量車1.7t < GVW ≤ 3.5t	コンバインモード	0.024	0.63	0.15	0.007
		重量車3.5t < GVW	JE05モード	0.17	2.22	0.7	0.010

※1：GVW：Gross Vehicle Weight（車両総重量）は、自動車などにおいて最大定員が乗車し、最大積載量の荷物を積んだ状態の自動車全体の総重量をいう。

※2：コンバインモード、

2008年からは、10・15モードの測定値に0.75を乗じた値とJC08Cモードの測定値に0.25を乗じた値との和で算出される値

2011年からは、JC08Hモードの測定値に0.75を乗じた値とJC08Cモードの測定値に0.25を乗じた値との和で算出される値

※3：NMHC：非メタン炭化水素、CO：一酸化炭素、NOx：窒素酸化物、PM：粒子状物質

表2 日米EUにおけるガソリン乗用車の排出ガス規制値
[単位：g/km]

規制		成分	THC*	NMHC	CO	NOx	PM
日本	ポスト新長期(2009)		—	0.050	1.15	0.05	0.005
米国	Tier2(2004)		—	0.056	2.62	0.044	0.006
EU	EURO4(2005)		0.1	—	1.00	0.08	—
	EURO5(2008)		0.1	0.068	1.00	0.06	0.005
	EURO6(2015)		0.1	0.068	1.00	0.06	0.005

※THC：全炭化水素

車を対象に、「ポスト新長期規制」とほぼ同レベルの「Tier2 規制」が施行されています。なおカルフォルニア州においては、「Tier2 規制」とは異なり「LEV2 規制 (Low emission vehicle)」が施行されており、より厳しい規制値となっています。

一方、EU 各国においては、2009 年から乗用車と軽商用車を対象に「EURO5 規制」と呼ばれる排出ガス規制が施行されています。さらに2014 年9月に「EURO6 規制」が施行される予定であり、EU 各国で主流であるディーゼル車を対象に排出ガス規制が強化され、特にNOxとPMの排出基準の引き下げに焦点が当てられています。

また新興国においては、先進国が長い時間をかけて導入してきた規制に短期間で追随する流れがあり、中国では既に小型車への「EURO4 規制」が発効され、今後規制はさらに強化されていくことが予想されます (表3)。

2.2 排気ガス浄化処理技術の動向

先述した各国の排出ガス規制強化に対して、自動車メーカーは、いくつかの対応策をとっていますが、その最たるものが排気ガス浄化処理技術 (触媒システム) によるものです。

2.2.1 ガソリンエンジン触媒システム

ガソリンエンジンから発生する有害成分 (CO, NOx, HC) の浄化処理方法には、白金 (Pt)・パラジウム (Pd)・ロジウム (Rh) などの白金族貴金属を耐熱性セラミックスからなる担体表面に担持させた三元触媒システムが主に用いられます。このシステムは高度な酸素センサー技術や電子式燃料噴射技術が確立できたことで初めて成立したシステムです。その浄化率は現在 99% 程度まで高められています。

本システムの課題として、①一時的に理論空燃比から外れた際に排気ガス浄化率が低下してしまうこと、②エンジン始動直後やアイドリングなどの低負荷時においては触媒活性温度以下となり、排気ガス浄化率が低下してしまうこと、③高温加熱による金属触媒の焼結 (シントリング) により性能劣化すること、④白金族貴金属の市場流通量が少なく価格変動が激しいことなどがあげられます。

これらの課題に対して、高耐熱性触媒、超低含有貴金属触媒などの開発が近年活発に行われており、順次採用されてきています。

2.2.2 ディーゼルエンジン触媒システム

ディーゼルエンジンの排気ガス浄化処理は、ガソリンエンジンと比べ、CO, HC はあまり含まれていないため、NOx と PM が主な対象とな

表3 各国におけるガソリン乗用車の排出ガス規制の推移

地域	年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
日本		新短期	新長期				ポスト新長期						
米国		Tier2											
米国 カルフォルニア		LEV1/ LEV2	LEV2										
EU		EURO3	EURO4				EURO5					EURO6	
中国		EURO2			EURO3			EURO4					
インド		EURO1	EURO2					EURO3					
南アフリカ		EURO1			EURO2								

ります。

現在使用されている代表的なディーゼルエンジン用触媒システムは、DOC (Diesel Oxidation Catalyst) とDPF (Diesel Particulate Filter) を組合せたもので、排気上流側のDOCでCO, NOxなどを酸化し、下流側のDPFで排気ガス中のPMを捕集・除去するものとなっています。この触媒システムの課題は燃費の悪化や低負荷時のNOx処理が不十分になることです。燃費の悪化はDPFで捕集したPM除去のために、強制再生処理で余分なディーゼル燃料を使うためです。

そこで、最近では尿素SCR (Urea Selective Catalytic Reduction) システムや多孔質セラミックフィルターにNOx吸蔵型触媒を担持することで、HC, COに加え微粒子とNOxを同時低減するDPNR (Diesel Particulate-NOx Reduction) システムなどが普及してきています。

3. 排出ガス規制と弊社製品

弊社は長年にわたり、超高温分野に関わる技術と材料を扱ってきた実績を活かして、排出ガス規制対応製品を開発してきました。各排気系部位と弊社技術を表4に、弊社製品を表5に示すとともに、その特長を以下に紹介します。

(製品外観は本報2・3ページを参照)

3.1 触媒担体保持材

触媒担体保持材エコフレックス™はアルミナもしくはムライト系繊維をマット状に成形した無膨張タイプの触媒担体保持材です。エコフレッ

クス™は、1,000℃の高温に耐え、繰り返し疲労に優れるため、安定した保持性能を有します。また、触媒の周りを覆うことで保温断熱性を付与しており、触媒活性温度の維持にも役立ちます。

弊社は世界的なアルミナ繊維製造メーカーであるサフィル社(英国)との業務提携により、繊維から保持材までの一貫した生産と技術開発を可能としています。

3.2 スペーサ

排気系耐熱スペーサは排気ガスの高温化などにより、耐熱性はもちろんのこと、配管やフランジなど金属部材の熱膨張、収縮に追従することが必要となります。ソフトメッシュ™は、インコネルもしくはステンレスの金属繊維をメリヤス編みし、所定の長さにカットしたものを圧縮成形した排気系耐熱スペーサです。弊社では金属繊維の材質、線径や成形密度などを要求仕様に合わせた設計が可能です。

これらはエキゾーストマニホールドやフロントチューブの保温、排気二重管のスペーサ、インサルカバー™と排気管の間のスペーサおよびマフラー可変バルブ用緩衝材などの排気系部品に幅広く使用されています。

3.3 吸音断熱材

ガラス繊維、セラミックス繊維、アルミナ繊維などの無機繊維をブランケット、クロス、シートなどに成形した製品です。低温から使用条件により1,000℃以上の高温までに耐えることができ、排気系の断熱・保温用途としても使用されます。

表4 各排気系部位と弊社対応技術

排気系部位	技術トレンド		弊社対応技術
エキゾーストマニホールド	排気ガス保温	<ul style="list-style-type: none"> ・二重管化 ・インシュレータによる保温 ・エキマニ後方レイアウト化 	超高温材料技術 保温技術 断熱技術
EGRシステム	燃焼温度低下によるNOx低減	<ul style="list-style-type: none"> ・排気ガスを吸気へ戻し再燃焼 ・インシュレータによる保温 	断熱技術 防音技術
フロントチューブ	排気ガス保温	<ul style="list-style-type: none"> ・二重管化 ・インシュレータによる保温 	保温技術
ガソリンエンジン触媒コンバータ	初期エミッション低減	<ul style="list-style-type: none"> ・モノリス担体薄壁化 ・触媒コンバータの直キャタ化 ・保持材有機成分低減 ・インシュレータによる保温 	保持技術 超高温材料技術 結合技術 保温技術
ディーゼルエンジン排気ガス後処理システム	NOx, PM低減	<ul style="list-style-type: none"> ・酸化触媒 (DOC) ・DPFシステム ・尿素SCRシステム ・インシュレータによる保温 	保持技術 排気ガス漏れ防止 保温技術

表5 弊社製品

製品群	TOMBO No.	製品名	構造	参考寸法	最高使用温度* (°C)	特長
保持材	5350	エコフレックス	アルミナ/ムライト系繊維を成形したマット状触媒担体保持材	厚さ； 7.5-9.5mm	1,000	・担体保持性が安定 ・高温耐久性に優れる ・低有機タイプ
スペーサー	6634	ソフトメッシュ	インコネルもしくはステンレス繊維をメリアス編みし、金型で任意の形状に成形したもの	線径； φ 0.15-.34mm	800	・任意形状に成形可 ・材質バリエーション豊富
断熱吸音材	4517	ガラスマット-GE	ガラス繊維をフェルト状にニードル加工したマット状断熱材	厚さ；4-15mm	700	・断熱性に優れる ・吸音性に優れる
	4518	シリカマット-GS	シリカリッチなガラス繊維をフェルト状にニードル加工したマット状断熱材	厚さ；4-15mm	800	・断熱性に優れる ・吸音性に優れる
	5120	ファインフレックス1300ブランケット	セラミック繊維を連続的に積層し、ブランケット状に成形後ニードル加工したマット状断熱材	厚さ； 6-12.5mm	1,300	・断熱性に優れる ・吸音性に優れる ・耐熱性が高い
	8982-100	アルミ加工クロス	ガラスクロスの片側にアルミ箔を熱融着加工したクロス	厚さ； 0.5-1.4mm	550	・高い熱反射率 ・柔軟性に優れる
	6750	パーモサルシート	繊維・鉱物・結合剤などを混合、抄造したシート状断熱材	厚さ；1-6mm	800	・断熱性能に優れる ・遮熱カバーの制振性向上
	6760	パーモフレックス	セラミック繊維・鉱物を結合剤を混合、抄造した加熱膨張性耐火シート	厚さ；2-6mm	800	・安定した膨張性 ・熱絶縁性に優れる
遮熱材	6600	インサルカバー	アルミメッキ銅板をプレス成型したカバー。断熱材、制振材との組み合わせも可能。	厚さ；1mm	—	・断熱性に優れる ・吸音性に優れる
	6600-G	インサルカバー（コートフレックス付き）	インサルカバーにセラミック繊維マットを貼り合わせ、繊維飛散防止加工したもの	厚さ；7mm	600	・断熱性に優れる ・吸音性に優れる ・繊維飛散しにくい
筒状断熱材	8700	N-フレチューブ	アルミ箔、ガラスクロス、断熱ペーパーを組み合わせ、らせん層状巻きにしたフレキシブルチューブ	内径；φ 13-65	200	・高フレキシブル性 ・高い熱反射率
	8710	N-フレチューブ HI	N-フレチューブの内径側に断熱材を貼り合わせ加工したもの	内径；φ 30-65	400	・高フレキシブル性 ・断熱性に優れる ・吸音性に優れる ・組み付け加工が容易
シール材	1804	ボルテックスガスケット	金属製波形薄板とペーパーを交互に重ねうす巻き状に巻いた円状ガスケット	厚さ；5mm	700	・組み付け易い
	1824	CRボルテックス				
	—	メタルガスケット	ステンレス板に金型にてビードをつけたシール材。要求特性に応じ、複数積層させることもある。	厚さ；0.25mm	500	・要求に併せたビード設計のチューニング可能

*最高使用温度は使用環境などにより変わることがあります。

また、パーモサル[®]シート、パーモフレックス[®]は繊維と鉱物、結合剤を混合し、抄造成形したシート状断熱材です。後述する遮熱材インサルカバー[™]の断熱・制振材としても使用されています。

3.4 遮熱材

インサルカバー[™]は、アルミメッキ銅板やアルミニウム板などの金属板を1層もしくは2層積層した遮熱板で、エキゾーストマニホールド、触媒コンバータをはじめ、排気系部品の遮熱カバーとして使用されます。

インサルカバー[™]は3次元設計により非常に複雑な深絞り形状に加工することができます。要求機能に応じた設計により、放射音を抑制し、振動による割れなどを最小化できます。さらに断熱材を2層の金属板間に挟み込んだ3層タイプや、排気管側に断熱吸音材を配置する仕様により、遮熱のみならず断熱・保温・吸音・制振効果を発揮します。

3.5 筒状断熱材

筒状断熱材 N-フレチューブ[™]、N-フレチューブ[™]HI は排気管やホース、ケーブルなどに挿入

もしくは被せることにより、優れた遮熱、断熱性能を発揮します。

N-フレチューブ™はアルミ箔、ガラスクロス、断熱ペーパーを組み合わせ、らせん状層巻きにしたプライアブルチューブで、ゴムホースやワイヤーケーブルの熱害防止、保護材として使用されています。

N-フレチューブ™の内径側に断熱材を貼り合わせ加工したN-フレチューブ™HIは、さらに高温となる部位であるEGRパイプやフロントチューブの断熱・防音材として使用されています。

3.6 シール材（ガスケット）

排気系シール材として、ステンレス板にビード加工を施したメタルガスケットや、V字型の薄い金属フープと特殊ペーパーとを重ね合わせてうず巻き状に巻いたボルテックス®ガスケット、CRボルテックス®があります。エキゾーストマニホールドから触媒コンバータおよび排気管部位の各種フランジや、メンテナンス性が考慮されたDPFのフランジに使用されています。

排気系ガスケットは、高温にさらされるため、熱影響によるフランジ変形への追従や、ビードへたり性などを考慮した設計が求められます。弊社では要求仕様に合ったガスケット設計・評価を提案し多数ご採用いただいています。

4. おわりに

弊社は「断つ・保つ」の技術で、省エネルギー、省資源、また快適、安全な環境作りなどに役立つ製品・技術の開発を進め、地球環境保全に貢献しております。今回は、排出ガス規制対応部品を中心に解説しましたが、他にも『騒音低減』『燃費向上』『環境負荷低減』をキーワードに開発された部品が、さまざまな部位で使用され、好評を博しています。今後ともお客さまのご要望にお応えできるよう、ますます製品の改良と開発に努力していく所存です。

なお、お問い合わせは自動車部品事業本部（TEL:03 - 3433 - 7240）までお願いいたします。

〈新製品紹介〉

触媒担体保持材

TOMBO No.5350 「エコフレックス™高面圧品」

自動車部品事業本部 技術開発部 開発課

1. はじめに

自動車の排出ガス規制はますます厳しくなっており、より高性能な排気ガス浄化システムの開発が求められています。

排気ガスを浄化する触媒コンバータ（図1）は中核部品であるセラミックス製触媒担体を振動や衝撃から守り、保持する必要があります。これに対応して弊社では触媒担体保持材であるエコフレックス™をラインアップしています。

エコフレックス™は、サフィル社（英国）と業務提携し、弊社で成形・加工した製品です。

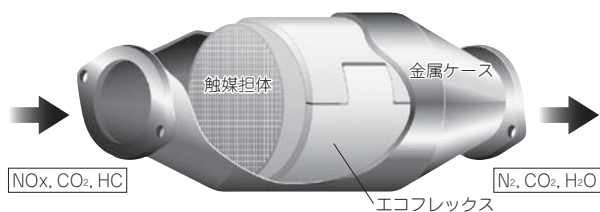


図1 触媒コンバータ

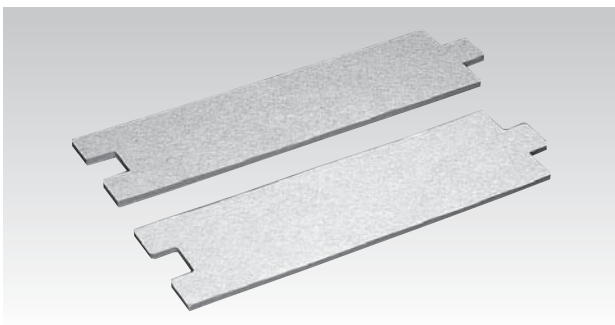


図2 エコフレックス高面圧品

これは耐熱性に優れる無機繊維に有機バインダーを添加して、マット状に成形し部品形状に打ち抜き加工した製品で、触媒担体に巻き付けてからコンバーターケースに納められて使用されます。高耐熱性が特長である200S系と、高面圧性が特長の200M系を取り揃えております。この度200M系よりもさらに高面圧化し、特に圧縮開放繰返しの面圧特性に優れたTOMBO No.5350-HLエコフレックス™高面圧品（以後、「高面圧品」と表記）を開発しましたので、以下に紹介いたします（図2）。

2. 製品内容

2.1 構成

「高面圧品」は、ムライト質繊維、無機バインダー、有機バインダーを原料としたマットを成形し、マット表面に不織布を貼り付けたものです（図3）。

「高面圧品」で使用している繊維は、サフィル社（英国）、電気化学工業(株)と共同で開発した高強度ムライト質繊維を用いています。また成形時に最適な繊維長さに調整することで、高面圧化を実現しました。

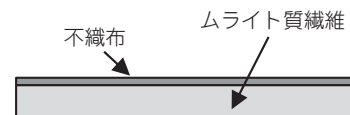


図3 エコフレックス高面圧品断面

2.2 仕様

「高面圧品」および従来品の仕様を表1に示します。

表1 エコフレックス製品仕様

高面圧品		200S		200S-LB		200M		200M-LB		200M-ULB	
BBW* (g/m ²)	厚さ (mm)	BBW (g/m ²)	厚さ (mm)	BBW (g/m ²)	厚さ (mm)	BBW (g/m ²)	厚さ (mm)	BBW (g/m ²)	厚さ (mm)	BBW (g/m ²)	厚さ (mm)
1364	8.8	1200	7.3	1159	7.5	1200	7.5	1159	7.7	1104	9.0
—	—	1240	7.5	1196	7.7	1240	7.5	1196	7.7	—	—
—	—	1320	8.0	1271	8.2	1320	7.5	1271	7.7	—	—
—	—	1450	8.8	1299	8.4	1450	7.5	1299	7.7	—	—
—	—	1540	9.3	1393	9.0	1540	7.5	1393	7.7	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1477	7.7	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	2507	14.9	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	2610	14.9	—	—
※BBW (Bonded Basis Weight) は、不織布や有機バインダーなどの有機成分を全て含んだ状態でのマット坪量を示します。 ※200Sと200Mは不織布を含まないBBWと厚さとなります。不織布有無の選択が可能です。 ※高面圧品、200S-LB、200M-LB、200M-ULBは、不織布付仕様となり、不織布を含むBBWと厚さとなります。								2713	14.9	—	—
								2919	15.0	—	—
								3125	16.0	—	—
								3434	17.6	—	—

2.3 特長

以下に「高面圧品」の特長を示します。

(1) 高保持耐久性

初期面圧が高く、さらに圧縮開放繰り返しにおいて面圧低下が少ないため保持耐久性に優れます。

(2) 高耐熱性

主成分がムライト質繊維であるため、高温に耐えます。

(3) 易キャニング性

片面に不織布を設定し、ケースへの保持材挿入時の抵抗を低くすることができるため、キャニング性（金属ケースへの保持材挿入性）に優れます。

2.4 主要物性

「高面圧品」の主な物性値を次に示します。

2.4.1 面圧

図4は加熱前における保持材の面圧曲線で、「高面圧品」は従来製品の「200S-LB」や「200M-LB」と比較して、高い面圧を示します。なお、図中BGBD (Bonded Gap Bulk Density) は、一定の隙間に挟まれた状態での有機バインダーを含んだ充填密度です。

図5は、加熱後における保持材の面圧曲線で、「高面圧品」は「200S-LB」や「200M-LB」と比較して、高い面圧を示します。またいずれの保持材においても、加熱後は有機バインダーで拘束されていない

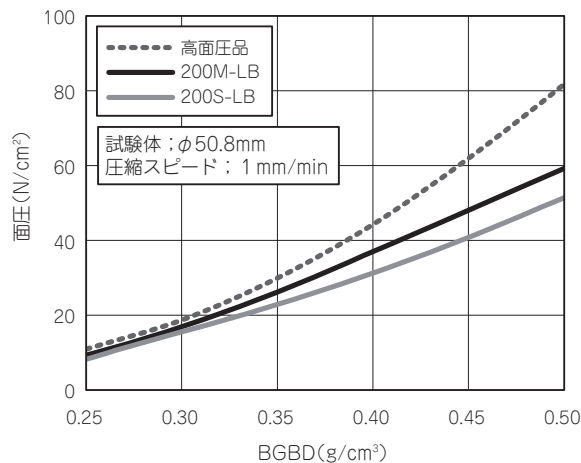


図4 初期状態の面圧

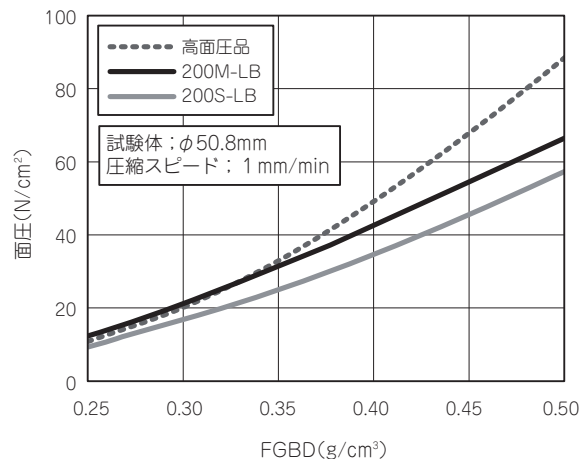


図5 加熱処理後の面圧

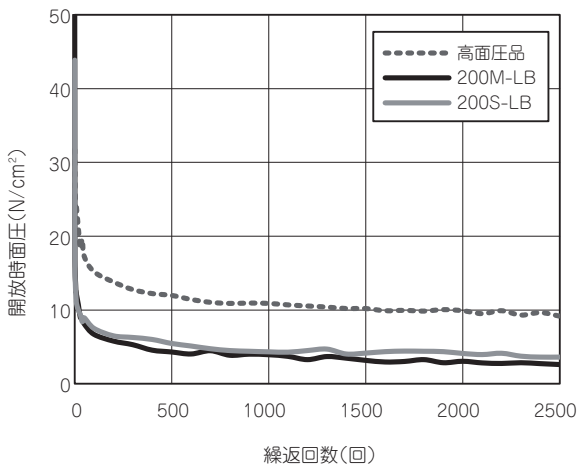


図6 圧縮開放繰り返し面圧（開放時）

ため、加熱前よりも高い面圧を示します。なお、図中FGBD (Fiber Gap Bulk Density) は、一定の隙間に挟まれた状態での有機バインダーを含まない充填密度です。

2.4.2 耐久性

圧縮開放を繰返し行った際の面圧特性を図6に示します。試験方法は、保持材をFGBDで $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ となるように設定したのち、圧縮した厚さからギャップを12%開放し、再び圧縮する操作 ($\text{FGBD}0.44\text{g}/\text{cm}^3 \leftrightarrow 0.5\text{g}/\text{cm}^3$) を2500回繰返しています。「高面圧品」は「200S-LB」や「200M-LB」に比較して、残存面圧が非常に高い値を示し、加熱冷却時のケース膨張収縮やエンジン振動など、実際の運転条件下においても、面圧低下が起こり難いことが予想されます。

2.4.3 風食

保持材の耐風食試験概要を図7に示します。耐風食特性は風食深さで評価します。風食深さとは、所定のFGBDに調整した保持材に300kPaの風圧をかけた後の風食深さを示しています。図8はFGBDの範囲が $0.25 \sim 0.40\text{g}/\text{cm}^3$ で「高面圧品」「200S-LB」「200M-LB」の試験体を測定した結果です。いずれも風食深さは1mm以下で、社内クライテリア (5mm以下) を満たしています。

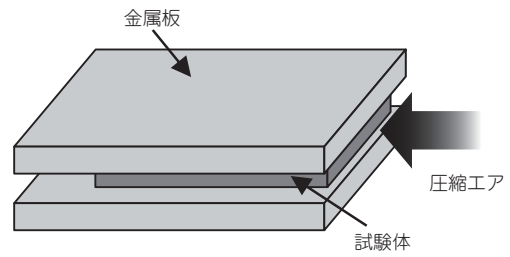


図7 耐風食試験概要図

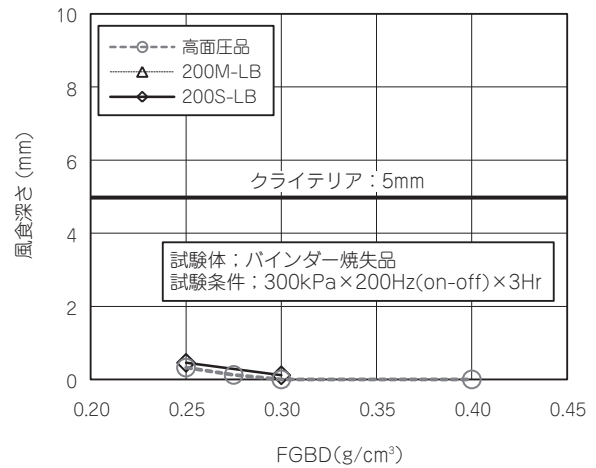


図8 風食深さ

2.5 用途

「高面圧品」の用途は次のとおりです。

- ・ガソリン車向け
排気ガス浄化触媒担体保持材
- ・ディーゼル車向け
酸化触媒担体 DOC (Diesel Oxidation Catalyst)
DPF (Diesel Particulate Filter)
尿素 SCR (Selective Catalytic Reduction) 用保持材

3. おわりに

今後ともユーザー各位の声を製品の改良と開発に反映させていく所存ですので、ご意見、ご要望をお聞かせいただければ幸いです。

本製品に関するお問い合わせは、自動車部品事業本部 (TEL: 03 - 3433 - 7240) までお願いいたします。

〈新製品紹介〉

高剛性軽量遮熱カバー TOMBO No.6600-PA 「インサルカバー™プロカール®」

自動車部品事業本部 技術開発部 音熱部品設計課

1. はじめに

自動車メーカー各社は、化石燃料の消費抑制や地球温暖化防止など環境問題への観点から燃費改善を目的とした自動車の軽量化を推進しています。

軽量化は、シャシーやエンジンなどの重量部品だけでなく、あらゆる部品に求められています。そのため弊社では遮熱カバー TOMBO No.6600 「インサルカバー™」シリーズに、新たに軽量化した TOMBO No.6600-PA 「インサルカバー™プロカール®」(以下、プロカール)をラインアップしたので紹介します。

2. 製品の概要

遮熱カバーは、エキゾーストマニホールドからマフラーまで導く排気管など、エンジンから出る排気ガスによって高い温度で使用される部位に取り付けられます。

主に求められる機能は、熱源から放出される輻射熱を遮る「遮熱性」、受けた熱を外側へ伝えにくくする「断熱性」、遮熱カバーそのものが熱変化を起こさない「耐熱性」です。

そのほかの要求機能として、車の振動や石跳ねに耐える「剛性」、塩害に耐える「耐久性」、排気管から放出される音を抑制する「吸・遮音性」、カバー自体の共振を抑える「制振性」、また加工においては任意の形に設計できる「成形性」などが求められます。

このような機能を有するためインサルカバー™

の基材はこれまで主にメッキ鋼板が用いられてきました(図1)。しかし弊社では軽量化の要求に応えるためアルミニウム板を基材としたプロカールを開発しました(図2)。

プロカールは、平面アルミニウム板材を碁盤目状にコルゲート加工したもので、基材平板(厚



図1 インサルカバー(メッキ鋼板製)

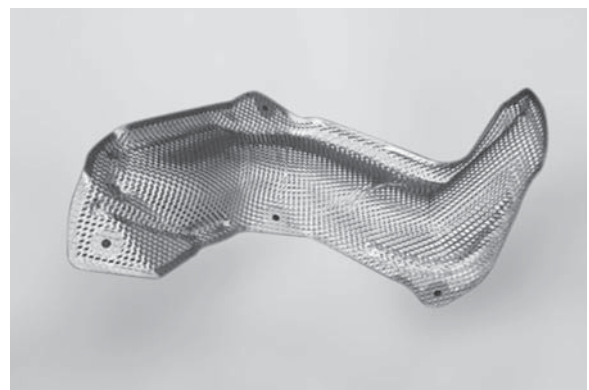


図2 プロカール

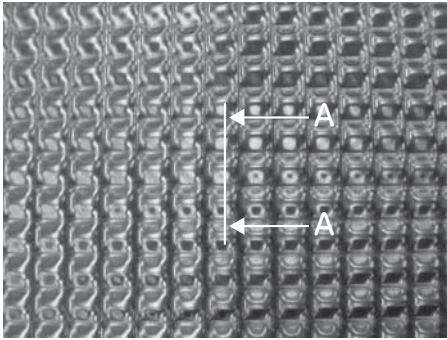


図3 プロカール表面

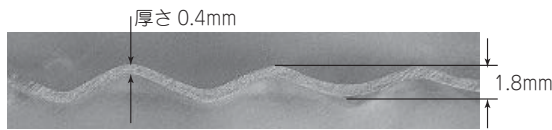


図4 断面A-A

さ0.4mm)をみかけ板厚1.8mmの波型に成形したものです(図3)。図4にその断面(図3中のA-A)を示します。

3. 特長

3.1 軽量

アルミニウム板材の弱点は強度にあります。一般的に金属板の強度を高めるためには板厚を厚くすることが有効です。

しかしながらプロカールは、コルゲート形状によりアルミニウム板材の板厚(0.4mm)を増加させることなく、みかけ板厚を1.8mmにすることで強度を確保しています。これは厚さ0.7mmアルミニウム板材と等価な強度を有しています。これにより排気管部分の車両振動に対する強度を持ち、部品としての形状保持、石跳ね保護など求められる要求性能を満足しています。

プロカールはアルミニウム素材のためメッキ鋼板製に比べて、コルゲート形状による表面積増加分がありますが重量が約3分の1になります。図5に図2に示したプロカールと同型のインサルカバー™(メッキ鋼板製)との重量比較を示します。

重量(質量)が低下することにより、慣性質

量も小さくなり、車両振動による亀裂、破壊を低減できます。さらに、このことにより組み付けボルト締結点の必要強度を低減ないしボルト本数を減らすことができます。

3.2 高い成形性

アルミニウム板材のもう一つの弱点として、材料の伸び(展性)が小さいことが挙げられます。特に絞り加工のような場合は亀裂が発生し易く、成形における難しさがあります。

プロカールは、プレス機でカバー形状に絞り成形する際、コルゲート形状一つ一つの凹凸が広がることで任意の形に成形することができます(図6参照)。このため、アルミニウム板材そのものが伸ばされ薄くなることはありません。また、端部を平板状に押しつぶし精度を上げるコイニング加工、ボルト穴を開けるピアス加工などにも対応できます。

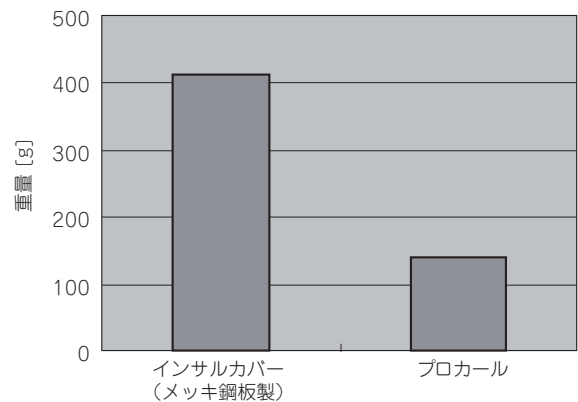


図5 インサルカバーとプロカールの重量比較

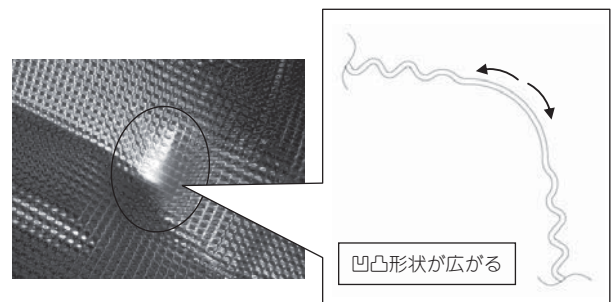


図6 成形性(プロカール)

4. 用途

プロカールは主にアンダーボディに設置され、排気管やマフラーの輻射熱からケーブルや燃料タンクなどの周辺部品を保護します。

なお、エンジン直下のエキゾーストマニホールド部分などには異なる特性が要求されることから、弊社別製品を推奨します。ご使用を検討する際には、適合可否を含め十分な検証が必要になりますので弊社へお問い合わせください。

5. おわりに

このたび開発いたしましたプロカールは軽量かつ高い成形性を特長とする遮熱カバーで、アンダーボディへの用途に最適です。今後とも自動車の進化と共に高度化するニーズに対応した開発に積極的に取り組んでいく所存です。皆さまのご意見・ご要望をいただければ幸いです。

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（TEL：03 - 3433 - 7240）までお願いいたします。

〈技術紹介〉

Biot理論（弾性多孔質振動伝搬理論）の 自動車用防音材への応用

自動車部品事業本部 技術開発部 音熱部品設計課 森 正

1. はじめに

地球温暖化対策に関わる低燃費化の社会的要求を背景として、自動車メーカーの新規車両開発はより軽量・コンパクトな方向にシフトしている。それに伴い新たな騒音・振動への対応が必要になってきている。

一般に騒音対策には対策部品の重量・厚みを増すことが有効であるが、「軽量化」・「コンパクト化」の要求とは背反する方向である。これらの背反する要求を満たす新しい防音材が上市されているが、防音性能と理論計算値との整合性が取れていない。

当社では弾性多孔質材料の音・振動伝搬特性を取り扱うことが可能な Biot 理論を適用し、簡易的に防音シミュレーション計算できることを確認したので紹介する。

2. 防音理論

自動車用防音カバーに対する従来の防音理論と Biot 理論について示す。

2.1 従来理論

従来理論は次に説明する 2つの理論から構成されている。

2.1.1 多孔質吸音材の理論

一般に防音カバーは音源側に配置される吸音材としての多孔質材と、その外側に剛性遮音材としての樹脂成形品が配置された積層構造を持つ。

内側に配置された吸音材は、「Equivalent fluid モデル」¹⁾ と呼ばれる理論が適用される。多孔

質材はエネルギー伝搬には寄与しない固体の骨格と空気の空隙からなり、この空気層を伝搬する入射音波は、狭い隙間の壁との摩擦による粘性抵抗によって熱エネルギーに変換され減衰を受ける。図 1 に多孔質材中のエネルギー伝搬の模式図を示す。

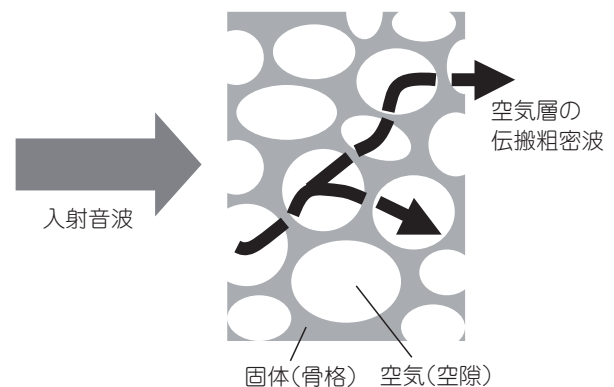


図1 Equivalent fluid理論の模式図

2.1.2 剛性遮音材の理論

外側に配置された剛性の高い樹脂成形品は、多孔質材側から透過した音波を反射することで遮断して、エンジンルーム、運転席などへの音の透過を抑制する。この反射性能は、遮音材の振動変形のしにくさに依存し、十分剛性が高い材料ではその質量に比例し、一般に質量則と呼ばれている。

2.2 Biot 理論

Biot 氏は、圧縮性粘性流体の詰まった弾性多

孔媒質中の地震波伝達の研究で、弾性多孔質（土壌）と圧縮性粘性流体（水）間の相互作用によるエネルギー減衰の概念を導入した弾性波伝搬理論の式を提唱した²⁾。図2にBiot理論での多孔質材中のエネルギー伝搬の模式図を示す。

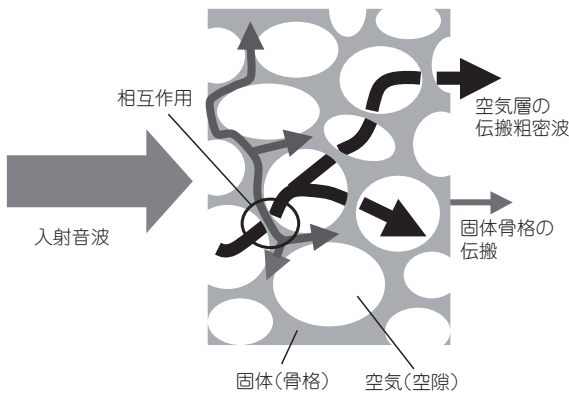


図2 Biot理論の模式図

この理論は、異なる材料が複雑に入り混じったマトリクス中の振動伝搬を取り扱う際の基礎モデルとして、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る。本モデルパラメータは表1に示す6つのパラメータを使用する。この内，流体部の実効密度 ρ_f と実効体積弾性率 K_f は直接測定するのが困難なため，Allard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いた。これはJohnson-Champoux-Allardモデル(1993)³⁾として知られ，音響振動学ではこの関係式と表2のパラメータを用いてエネルギー伝搬を算出することが多い。近年，自動車技術会，制振工学研究会，日本音響学会にもJohnson-Champoux-

表1 Biot理論で使用するパラメータ

ρ_f	流体部の実効密度
K_f	流体部の実効体積弾性率
E	固体部のヤング率
η	固体部の損失係数
ν	固体部のポアソン比
ϕ	気孔率(固体部および流体部)

表2 Johnson-Champoux-Allard理論で使用するパラメータ

パラメータ	備考
a_∞	迷路度
Λ	粘性特性長
Λ'	熱的特性長

測定の難易度高
(超音波，ヘリウムガスなどを使用する専用装置が必要)

Allardモデルをベースとした論文が多数報告されている。

Johnson-Champoux-Allardモデルにより初めてBiot理論を応用した弾性多孔質体のエネルギー伝搬特性を計算することが可能となり，現在の音響振動学でこの種の問題を取り扱う際の定番の解析手法となっている⁴⁾。

当社は，弾性多孔質材料の定義を固体骨格と空気相流体から成る系に限定し，Johnson-Champoux-Allardモデルを拡張することで，より簡便な手法で積層構造防音材料の伝達を設計できる手法を開発した。

本手法により10層までの積層構造をシミュレーション可能なソフトウェアとしてまとめ，図3に示すような結果が得られ，その有効性が確認されている。

3. 超軽量防音カバー「TOMBO No.6690-S エアトーン[®]」の特性

次に当社のシミュレーションソフトを用いて

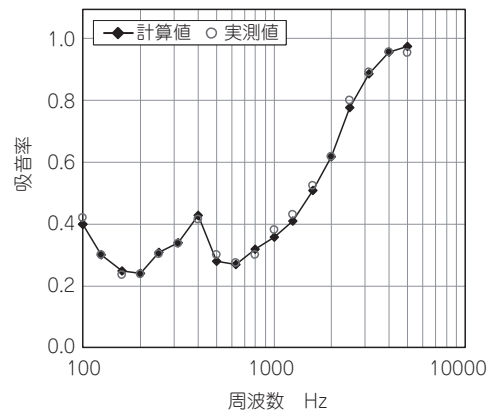


図3 吸音率のシミュレーション結果と実測値の比較

開発された、超軽量防音カバーエアトーン®の特性について述べる。

3.1 構造

エアトーン®は図4に示すように音源側から①弾性多孔質材、②軟質遮音材、③化学処理（撥水撥油処理など）を施した不織布を積層したものを基本構造として、熱プレスで立体形状に成形した防音カバーである。また外観を図5に示す。

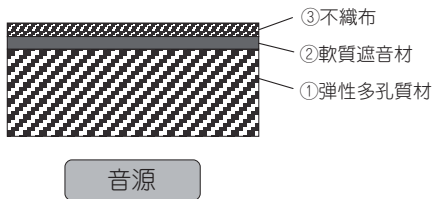


図4 エアトーンの構造



図5 エアトーンの外観

3.2 特長

エアトーン®は次のように、従来の防音カバーと異なる特長を持つ。

- ①従来カバーの約 1/3 - 1/4 と超軽量
従来防音カバーよりも高い吸・遮音性能を持ち、軽量化が可能である。
- ②振動絶縁構造が不要
振動入力に対する2次放射がないため、高い剛性樹脂成形品を使う必要がない。

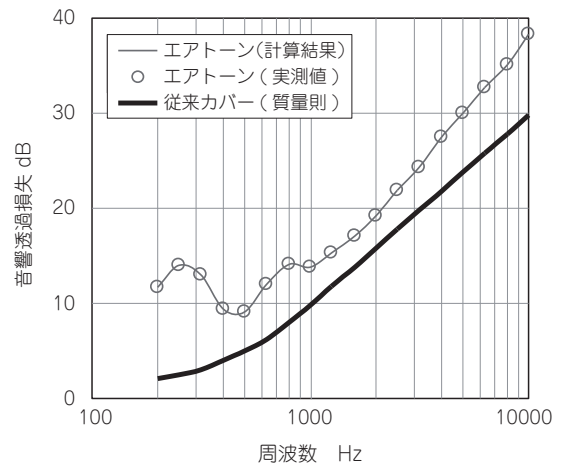


図6 音響透過損失のシミュレーション結果と実測値の比較

③質量則を超える遮音性能

エアトーン®の遮音性能は、従来の防音カバーにはない低周波数域で遮音ピークを示すこと、また高周波数域の音響透過損失増加率が質量則を超えることなど、全周波数域で優れた性能を示す。

エアトーン®に特徴的な低周波数域の遮音ピークは、自社開発のシミュレーションソフトにより計算予測可能で、結果を図6に示す。対策音源の周波数特性に対応した最適構造を提案できる。

なお今回開発したエアトーン®の弾性多孔質吸音層には、UL94 V-0※相当の高い難燃性能を有した仕様も用意され、自動車エンジンルーム用防音材として最適である。

※ Underwriters Laboratories, Inc (米国保険会社協会) が定めた延焼性試験規格で、試験体に対し垂直に接炎するため有機物について最も厳しい試験の一つ。

4. おわりに

これからも音・振動を「断つ」をキーワードに、引き続きユーザーニーズに直結した製品開発を実践していく所存である。

参考文献

- 1) 多田寛子ら：空気伝搬音と固体伝搬音低減フロアーカーペットの開発，自動車技術会シンポジウム，No.08-09, 20094780, P40-44
- 2) Biot, M. A, Theory of Elasticity and Consolidation for a Porous Anisotropic Solid, J. Appl. Phys, Vol26, pp.182-185 (1995)

Biot式

$$\left. \begin{aligned} &((1-\phi)\rho_s + \rho_a) \frac{\partial^2 \vec{u}^s}{\partial t^2} - \rho_a \frac{\partial^2 \vec{u}^f}{\partial t^2} \\ &= (P-N) \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^s) + Q \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^f) \\ &+ N \vec{\nabla}^2 \vec{u}^s - \sigma \phi^2 G(\omega) \frac{\partial}{\partial t} (\vec{u}^s - \vec{u}^f) \end{aligned} \right\} (1-1)$$

$$\left. \begin{aligned} &(\phi \rho_f + \rho_a) \frac{\partial^2 \vec{u}^f}{\partial t^2} - \rho_a \frac{\partial^2 \vec{u}^s}{\partial t^2} \\ &= R \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^f) + Q \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^s) \\ &+ \sigma \phi^2 G(\omega) \frac{\partial}{\partial t} (\vec{u}^s - \vec{u}^f) \end{aligned} \right\} (1-2)$$

$$\left. \begin{aligned} N &= \frac{E(1+j\eta)}{2(1+\nu)} \\ P &= \frac{4}{3}N + K_b + \frac{(1-\phi)^2}{\phi} K_f \\ Q &= (1-\phi)K_f \\ R &= \phi K_f \end{aligned} \right\} (1-3)$$

ただし， ρ_s ：多孔質骨格の密度， ρ_a ：流体の密度， \vec{u}^s ：骨格の粒子速度， \vec{u}^f ：流体の粒子速度， K_f ：流体の体積弾性率（振動周波数依存）， K_b ：骨格の体積弾性率（真空中）， N ：骨格のせん断弾性率（真空中）

- 3) J. F. Allard, Propagation of Sound in Porous Media, Elsevier Applied Science, England (1993)

Johnson-Champoux-Allard式

$$\rho_f = \frac{a_\infty \rho_0}{\phi} \left[1 + \frac{\sigma \phi}{j \omega \rho_0 a_\infty} \sqrt{1 + j \frac{4 a_\infty^2 \eta \rho_0 \omega}{\sigma^2 \Lambda^2 \phi^2}} \right] \quad (2-1)$$

$$K_f = \frac{\gamma P_0 / \phi}{\gamma - (\gamma - 1) \left[1 - j \frac{8 \kappa}{\Lambda^2 C_p \rho_0 \omega} \sqrt{1 + j \frac{\Lambda'^2 C_p \rho_0 \omega}{16 \kappa}} \right]^{-1}} \quad (2-2)$$

ただし， ρ_0 ：平行時の圧力， ϕ ：気孔率， ω ：角振動数（周波数）， η ：骨格の損失係数， C_p ：定圧モル比熱， γ ：比熱比， κ ：温度拡散率， j ：虚数単位 等物理定数
このうち a_∞ ：迷路度， Λ ：粘性特性長， Λ' ：熱的特性長

- 4) 中川 博：音響材料について（その2），日東紡音響エンジニアリング株式会社，技術ニュース，第21号（2004）

筆者紹介



森 正

自動車部品事業本部

技術開発部 音熱部品設計課

〈評価技術〉

自動車部品開発における当社評価技術

自動車部品事業本部 技術開発部 実験技術課

1. はじめに

当社の自動車部品は「断つ・保つ」のコア技術に磨きをかけ、漏れを「断つ」シール材、熱を「断つ」防熱材、音を「断つ」制振材などを幅広く展開し、多くのお客さまにご使用いただいている。

本稿では材料開発・設計・評価解析までの評価技術を紹介する。

2. エンジンヘッド面動的挙動測定例

現在開発されるガソリンエンジンは低燃費化、高効率化などの目的でダウンサイジングが図られており、より高い要求性能がガスケットに求められている（従来は180℃～200℃であったデッキ面温度が最近では230℃～260℃とも言われている）。

そのためガスケットの実使用環境を把握することが重要となってきている。当社ではオリジナルの測定方法を用いてエンジンヘッドとガスケットの温度測定を行っている。

動的な測定手法としては従来種々検討が重ねられていたが、当社ではエンジンヘッドとブロックの間に温度計測用プレートを1枚挿入する方法で実現している。

一例として、ヘッドガスケットの多くは2層もしくは3層の積層構造をもったメタルヘッドガスケットであり、測定にはその中間層にエンジンごとに製作するシース型熱電対を埋設した温度計測用プレートを挿入する。従来はフラン

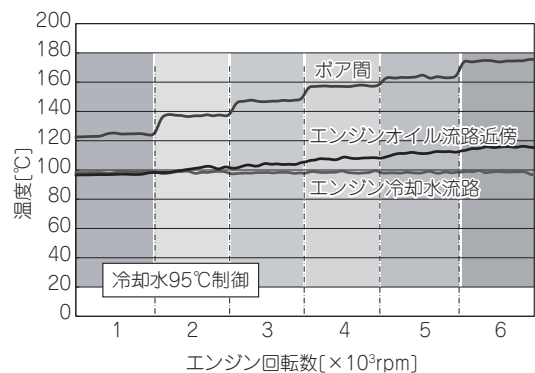


図1 ヘッドガスケット動的温度測定例

ジ面温度しか測定できなかったが、この方法を用いることでヘッドガスケットの温度が測定可能となった。

図1はヘッドガスケット動的温度測定例である。エンジン回転数ごとにヘッドガスケットのボア間温度、エンジンオイル流路、エンジン冷却水路の温度変化が確認できる。

また、エンジンのチューニングやエンジン運転条件を調整することにより水温、排気温、圧縮比、空燃比、出力特性を自在にコントロールすることができ、目的にあわせた測定を可能にしている。

3. 制振性測定例

当社では、ブレーキの鳴きを低減するための制振材であるブレーキシムを製造販売している。

当社の制振材はゴムや粘着材を使用しているが、制振性能は温度による影響を受けることが

知られている。そのため寒冷地での始動時からフェード状態の高温域まで、各使用温度域で安定した制振性能を発揮することが必要となる。

この性能を判断するための一つの指標として、損失係数^{*1}を採用している。

図2はブレーキ向けの制振材の制振性を、温度、振動の周波数ごとに加速度で図示したものである。

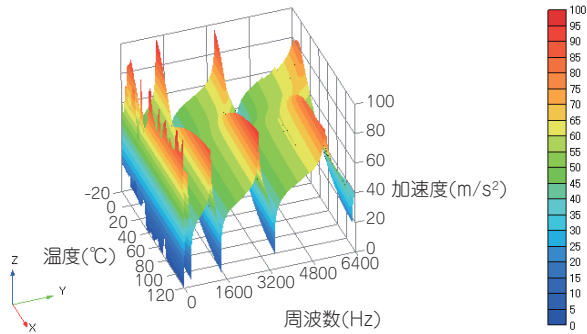


図2 制振性測定例

この測定例ではX軸（奥行き方向）が温度を表す軸であり、手前側が高温となっており、約20℃の地点で1.2kHz付近の振動加速度のピークが低減している。これは損失係数が大きいことにより振動応答が低減した結果であり、制振材の制振特性がこの温度域で効果を発現していることが判る。

図2の制振性測定結果で効果の大きかった1.2kHzの加速度から変換した損失係数の温度依存性を図3に示す。

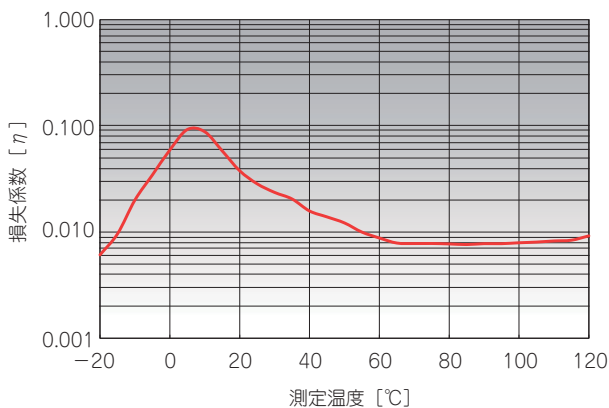


図3 損失係数の温度依存性

※1：振動減衰特性の評価指標の一つでどのくらいエネルギーを吸収するかを示す。

4. エンジン放射音の音源探査測定例

図4は、「音響インテンシティー法」^{*2}を用いて、音の強さの2次元分布を測定した例である。中心周波数1.6kHzの領域で、エンジン横のプーリーが主音源となっていることがわかる（図4の赤色部分）。

この測定例では、トラバース装置^{*3}で、エンジン中心から1mの平面を走査させ、縦8列×横6列、100mm間隔の方眼の交点上で音の強さを測定している（図5）。

なお、計器類のケーブルを保持するアームや、エンジンをマウントする支柱については、反響音の影響を極力低減するために、吸音材を用いて対策したり、ダクトの風切り音や、オイルポンプの防音など、エンジン以外からの暗騒音を極力低減する工夫を施すことで、エンジンをアイドリング運転した時の騒音との差を1/3オク

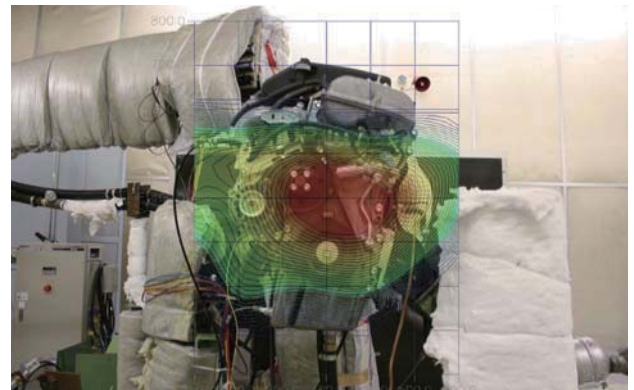


図4 音響インテンシティー法測定例



図5 トラバース装置

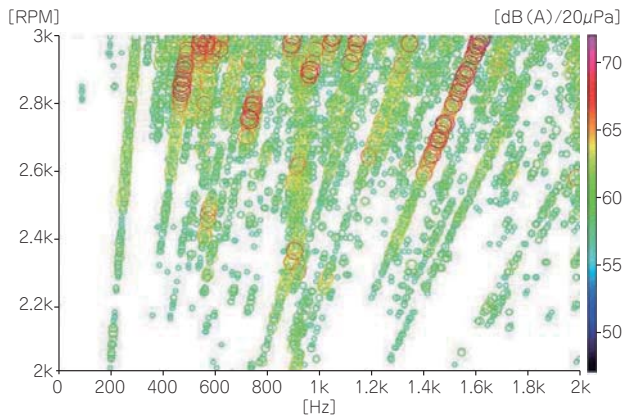


図6 回転次数比解析測定例

ターブバンド周波数全域で 10dB 以上を確保することが可能となる。

図6は、「回転次数比解析」※4の測定例であり、エンジンの回転数をアイドリングから 6000rpm までスイープした時の、エキゾーストマニホールド側の騒音を測定したものである。この例では、横軸は周波数、縦軸は回転数を示し、音圧は色と円の大きさに示している。

斜めに円の連なりが幾筋も見られるが、これは音圧のピークとなる周波数がエンジン回転数に比例し高周波側にシフトしていることを示している。回転次数比はギアなどのエンジン回転に応じて回転数が決まる部品に特有なものである。

構造共振※5はエンジンの回転数に関わらず、450、900Hz 付近に音圧のピークが表われているが、これはエンジンからの振動を受けたエキマニカバーやその他構造体が共振したことで発生した放射音と考えられる。

このグラフを利用することで、主音源が、エンジンの回転に起因するものなのか、何らかの回転部品の共振に起因するものなのか、さらにエンジン回転に起因する場合、エンジン一回転毎に何回の周期性がある音なのかを調べ、前述した音源探査方法を併用することで詳細な音源の特定が可能になる。



図7 音響管外観

- ※2：インテンシティマイクを使用し音の大きさ、周波数、波形、方向をベクトル量で測る手法
- ※3：二次元平面を自由分割した X-Y 座標に対して、インテンシティマイクを指定の座標へ正確に早く自動で移動させる装置。実車やエンジンベンチでの音源探査や防音対策効果の程度を見るために使用する。
- ※4：1 回転 = 1 周期で 1 回発生する振動成分を回転 1 次成分として、その n 倍を回転 n 次成分とし X 軸を次数に、Y 軸を振動騒音の大きさとしてあらわす解析方法
- ※5：①機械構造物による共振、②エンジン部品の材質、形状、取り付け方法、相対位置関係などの組み合わせによる共振、③物質や物体のつくりやメカニズム、システムの様式、形式の組み合わせによる共振

5. 音響管による垂直入射吸音率測定

当社は音響管を使用して、防音材料の性能評価（垂直入射吸音率）を行っている。音響管はこのほか、試作品や量産品の品質管理や確性試験に使用している（図7）。

4. おわりに

当社は、実験・計測評価技術を開発・活用して動的挙動の計測・可視化、騒音・振動に関わる分析・解析技術などを提供させていただいている。今後も次世代自動車開発に向けたイノベーションに貢献できるよう、高性能かつ高機能な製品を開発してゆく所存である。

〈施設紹介〉

自動車部品テクニカルセンターの評価施設

自動車部品事業本部 技術開発部 実験技術課

1. はじめに

短納期での材料開発から部品設計まで一貫した開発体制を構築するため、弊社は2007年に弊社浜松研究所内に開発研究棟とエンジンベンチ棟の2棟からなる自動車部品テクニカルセンターを設立しました。

本稿では自動車部品テクニカルセンターにおける遮音、吸音、防振、制振に関わる材料特性評価、および製品をエンジンや実車に組み込んで行う耐久評価や音響評価を行う設備を紹介します。

2. エンジンベンチ室

エンジンベンチ棟には、エンジン耐久評価用の常温エンジンベンチ室2室、低温エンジンベン

チ室2室のほかに、計測エンジンベンチ室がありエンジン耐久評価、音響測定が可能です。

いずれのエンジンベンチ室も無負荷から全負荷までの全域でスロットル開度、回転数、トルク、吸気圧力など各種パラメーターの制御が可能です。また、お客様の要望に応じたパターンプログラムでの評価が可能です。表1にエンジンベンチ室概要を示します。

2.1 常温エンジンベンチ室

常温エンジンベンチ室は一番使用頻度が高い設備であり動力計は渦電流式を採用しています。能力は吸気出力で230kWを有し総排気量3000ccクラスまでのパワートレインの評価が可能です。

2.2 低温エンジンベンチ室

低温エンジンベンチ室は寒冷地を想定した評価設備で、冷却水およびオイルの流体温度を0℃

表1 エンジンベンチ室概要

		計測エンジンベンチ室	常温エンジンベンチ室		低温エンジンベンチ室	
			A	B	A	B
動力計	型式	交流式	渦電流式			
	出力	330kW	230kW		130kW	230kW
	最高回転数	10,000rpm		7,000rpm	10,000rpm	7,000rpm
燃料	ガソリン	可				
	軽油	可	不可			可
温度調節	冷却水	室温~100℃			-35~100℃	
	オイル	室温~150℃			-20~150℃	
室内環境	室温(湿度)	25℃(55%)	室温			
	半無響仕様	○	-			
評価項目		音響測定 温度測定 モータリングなど	各種パターン耐久性		低温冷熱下での 各種パターン耐久性	

以下にコントロールできます。冷却水温度は - 35℃ ~ 100℃，オイル温度は - 20℃ ~ 150℃ の範囲で制御が可能です。

動力計は常温エンジンベンチ室と同様の渦電流式を採用し，能力は 130kW と 230kW の 2 種類を設置しています。

2.3 計測（半無響）エンジンベンチ室

計測エンジンベンチ室は騒音規制に対応する製品を開発するための音響計測が可能な半無響室となっています（図 1）。

このエンジンベンチ室の最大の特徴は動力計に交流式を採用している点です。通常のエンジン耐久評価もさることながら，交流式動力計はモータリング（エンジンファイヤリングしないで，モーター駆動によりエンジンを駆動すること）ができるためエンジンの燃焼に起因するメカニカルノイズをキャンセルした，各種メカニカルノイズやミッションギアノイズなどの音響計測ができます。

また通常の騒音測定のほか，エンジン回転スweep時の回転次数比解析^{*1}による主音源の推定や，定常状態での音響インテンシティー法を使用した，周波数帯域ごとの音源探査が可能です。さらにリアルタイム音響計測システムとして，多方向同時計測ができる多点騒音測定も可能です（表 2）。

特にエンジン回りの防音部品について，その効果幅の評価や，騒音レベルの可視化（合成コンター図の作成）をすることができます。

動力計の能力は吸収出力で 300kW，駆動出力で 250kW を有し総排気量 5000cc クラスまでの

パワートレインに対応が可能となっています。

※ 1:1 回転 = 1 周期で 1 回発生する振動成分を回転 1 次成分として，その n 倍を回転 n 次成分とし X 軸にその次数を，Y 軸に振動騒音の大きさとしてあらわす解析方法

3. 音響試験室

開発研究棟には，全無響室 1 室，車両の計測ができる半無響室 1 室があります。さらに前述の計測エンジンベンチ室は半無響室としての機能も備えています（表 3）。

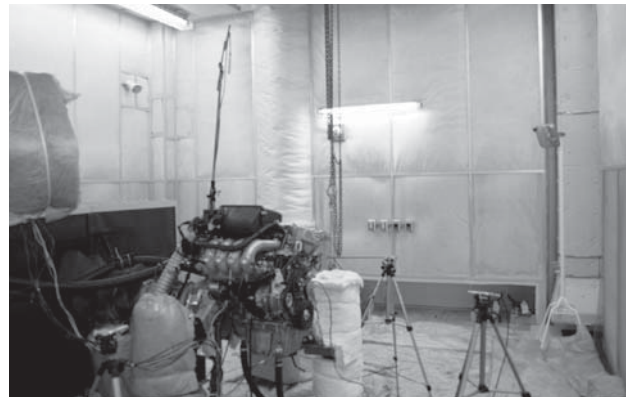


図 1 計測エンジンベンチ室

表 2 計測エンジンベンチ室で可能な測定項目

項目	測定方法	評価範囲
固有音源探査	音響インテンシティー法 (音響パワー/コンター/ ベクトルマップ)	100Hz~10kHz
回転次数比解析	サンプリング最大 5ch, 回転情報 2ch (次数比コンター/ オーダーアナライザ/ パーシャルオーバーオール)	0~20kHz
多点騒音測定	最大 16ch リアルタイム計測	20Hz~20kHz

表 3 音響試験室概要

	全無響室	実車半無響室	計測エンジンベンチ室 (半無響室)
吸音構造	床面を含めた壁面全面を吸音材で施工	床面以外を楔形の吸音材で施工，実車を搬入可	床面以外の全面を吸音材で施工
寸法	4.7m × 5.3m × 4.9m	5.2m × 10.1m × 4.3m	8m × 5.5m × 3.9m
暗騒音	NC15	NC35 (空調，排気稼働)	NC60 (吸排気全稼働)
測定可能な特性	FFT, (1~1/24) オクターブ分析 音響インテンシティー 他	近接騒音，音源探査， 回転次数比解析	近接騒音，音源探査， 回転次数比解析
用途	小型残響箱測定モデル実験	実車を使用した音響性能評価 (無負荷)	エンジン単体に対する 防音部品などの性能評価
開発段階	材料~量産品	実機試作~量産品	実機試作~量産品

3.1 全無響室

全無響室では防音部品の材料や開発品の音響性能評価を行います。この部屋は床面を含めた壁面全面を吸音材で施工した全無響構造であり、建屋本体から振動絶縁され建物の振動が試験に影響しにくい構造になっています。音源はホワイトノイズ、ピンクノイズのほか、超低周波音から超音波まで発生可能なジェネレーターを備え、さまざまなモデル実験に柔軟に対応できる仕様になっています。

また、小型加振器を使用しての固体伝播音測定、振動加速度伝達率の測定なども可能となっています（表4）。

表4 全無響室で可能な測定項目

項目	測定方法	評価範囲
音響透過損失	(小型) 残響箱—無響室 音響インテンシティ法	800Hz~10kHz
	インピーダンスチューブ(大) 垂直入射透過損失	100Hz~1.25kHz
	インピーダンスチューブ(小) 垂直入射透過損失	500Hz~5kHz
吸音率	(小型) 残響箱 遮断残響時間法	800Hz~10kHz
	剛体密着型 垂直入射吸音率	100Hz~6.3kHz
固有音源 探査	音響インテンシティ法 (音響パワー/コンター/ ベクトルマップ)	100Hz~10kHz
多点騒音 測定	最大16CHリアルタイム計測	20Hz~20kHz

3.2 実車半無響室

本室は床面以外の5面を楔型吸音材で覆い実車計測に対応させた構造になっています。

アイドリング状態、定回転でのエンジンルーム内の主要音源探査、防音部品による効果の測定と結果の可視化が可能となっています（図2）。



図2 実車半無響室

4. 振動試験室

振動試験室は開発研究棟に設置され材料や部品の疲労耐久評価や遮音・吸音などの音響評価をするため、振動周波数、加速度、変位量などパラメーターを任意に設定し単軸方向に加振力を与える装置を備えています。

3台の加振機のうち1台は、-40℃から200℃の恒温槽内で加振試験ができ（図3）、他2台は常温下での試験が可能です。



図3 加振機

5. おわりに

当テクニカルセンターでは、材料評価のための計測システム開発から実機エンジン耐久評価による動的計測まで対応でき、自動車部品開発を行ううえで最適な装置、設備を所有しています。

本稿の紹介内容に関わらず、自動車部品開発においてはお客様のニーズに応じた評価、計測を提供させていただきます。

お問合せに関しては、自動車部品事業本部（TEL:03 - 3433 - 7240）までお願いいたします。

「ニチアス技術時報」《2013 年度目次総録》

2013/1 号 通巻 No. 360

- 〈巻頭言〉 建材特集号発刊にあたって …… 取締役執行役員 建材事業本部長 武井俊之 … (1)
- 〈News〉 エコラックス®の製造技術で平成24年度資源循環技術・システム表彰「経済産業省産業技術環境局長賞」を受賞しました
… (2)
- 〈特別企画〉 建築物の安全・省エネ・快適性に貢献するニチアスの建材 …… (4)
- 〈解説〉 省エネルギー基準の変遷と今後の法制化の動き
… 建材事業本部 技術開発部 建材製品開発課 遠山 仁 … (6)
- 〈製品紹介〉 住宅用ロックウール断熱材「ホームマット®」「ホームマット® NEO」
… 建材事業本部 技術開発部 建材製品開発課 … (10)
- けい酸カルシウム板 TOMBO No.6458「エコラックス®」
… 建材事業本部 技術開発部 建材製品開発課 … (13)
- 化粧けい酸カルシウム板 TOMBO No.6462「アスラックス®」シリーズ
… 建材事業本部 技術開発部 建材製品開発課 … (15)
- 巻き付け耐火被覆材 TOMBO No.5520「マキベエ®」
… 建材事業本部 技術開発部 建材工法開発課 … (18)
- 芯材付繊維積層煙突ライニング材 TOMBO No.6491「カポスタック® スーパー」
耐熱性ゾノトライト系煙突ライニング材 TOMBO No.6496「セラスタック®」
… 建材事業本部 技術開発部 建材製品開発課 … (23)
- ニチアスのフリーアクセスフロアシステム
… 建材事業本部 技術開発部 建材工法開発課 … (26)
- 免震構造の耐火材 TOMBO No.5540「メンシンガード®」 TOMBO No.5550「メンシンメジ®」
… 建材事業本部 技術開発部 建材工法開発課 … (31)
- 折板屋根用断熱材 TOMBO No.4513「スーパーフェルトン® II, III」
… 建材事業本部 技術開発部 建材製品開発課 … (35)

次号 2013/3 号 通巻 No. 362 (2013 年 6 月発行予定) は半導体関連技術特集号です。

ニチアス株式会社

<http://www.nichias.co.jp/>

お問合せは最寄りの営業拠点までお願いします。

【東日本地区】

札幌支店	TEL (011) 261-3506
苫小牧営業所	TEL (0144) 38-7550
仙台支店	TEL (022) 374-7141
福島営業所	TEL (0246) 38-6173
日立営業所	TEL (0294) 22-4321
鹿島支店	TEL (0479) 46-1313
前橋営業所	TEL (027) 224-3809
大宮営業所	TEL (048) 658-2112
千葉支店	TEL (0436) 21-6341
東京支社	TEL (03) 3438-9711
横浜支店	TEL (045) 508-2531
山梨営業所	TEL (055) 260-6780
新潟営業所	TEL (025) 247-7710

【中部地区】

富山営業所	TEL (076) 424-2688
若狭支店	TEL (0770) 24-2474
静岡支店	TEL (054) 283-7321
浜松営業所	TEL (053) 450-2200
名古屋支社	TEL (052) 611-9200
豊田支店	TEL (0565) 28-0519
四日市支店	TEL (059) 347-6230

【西日本地区】

京滋支店	TEL (0749) 26-0618
大阪支社	TEL (06) 6252-1371
堺営業所	TEL (072) 225-5801
姫路支店	TEL (0792) 89-3241
岡山支店	TEL (086) 424-8011
広島支店	TEL (082) 506-2202
宇部営業所	TEL (0836) 21-0111
徳山支店	TEL (0834) 31-4411
四国営業所	TEL (0897) 34-6111
北九州営業所	TEL (093) 621-8820
九州支社	TEL (092) 739-3639
長崎支店	TEL (095) 801-8722
大分営業所	TEL (097) 551-0237
熊本支店	TEL (096) 292-4035
鹿児島営業所	TEL (099) 257-8769

本 社 〒105-8555 東京都港区芝大門1-1-26

- ・基幹産業事業本部
基幹製品事業部 TEL (03) 3433-7200
- ・工業製品事業本部
海外営業部 TEL (03) 3433-7261
- ・高機能製品事業本部 TEL (03) 3433-7204

〒105-0011 東京都港区芝公園1-3-1

- ・自動車部品事業本部 TEL (03) 3433-7240
- 海外営業課 TEL (03) 3433-7247

〒105-0012 東京都港区芝大門1-10-11

- ・基幹産業事業本部
工事事業部 TEL (03) 3433-7201
プラント営業部 TEL (03) 3433-7825
- ・建材事業本部
設計開発課 TEL (03) 3433-7256
TEL (03) 3433-7207

研 究 所

- ・浜松 ・鶴見

工 場

- ・鶴見 ・王寺 ・羽島 ・袋井 ・結城

海外拠点

- ・インドネシア ・マレーシア ・シンガポール ・ベトナム
- ・タイ ・中国 ・インド ・カタール ・チェコ ・メキシコ