



〈技術レポート〉

# 地球環境保護に貢献する「排気ガス規制対応製品」

自動車部品事業本部 技術開発部 製品開発チーム 田中真文  
真壁 弘

## 1. はじめに

自動車の排気ガス規制は、1970年に米国にてマスキー法（大気浄化法改正案第二章）が制定されて以来、地球環境保護を背景に、世界各国の規制が年々強化されている（表1-1, 1-2）。

これに伴い、各自動車メーカーは部品メーカーと共に自動車排気ガス低減技術の開発を活発に行っている。これに対応して当社では、長年培ってきた防熱技術を活かして排気ガス低減技術対応品を開発、提案してきた。

本稿では、排気ガスに関する規制動向と排気ガス後処理技術を中心に、当社が提案する製品、技術について紹介する。

## 2. 内燃機関の排気ガスと浄化の考え方

### 2.1 ガソリンエンジン

ガソリンエンジンから排出されるガスには、酸性雨や光化学スモッグの原因となる窒素酸化物（NOx）、一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）が含まれている。一酸化炭素と炭化水素はガソリンの不完全燃焼、窒素酸化物は高温燃焼によって発生する。

これら有害物質が直接大気に放出されないよう排気系の後処理装置で酸化還元反応により無害化し、クリーンな排気ガスとして大気中に排出することが、浄化の基本的な考え方である。

### 2.2 ディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンと同様に一酸化炭素、炭化水素および窒素酸化物が含

表1-1 ガソリンエンジンの排気ガス規制値

[単位：g/km]

試験モード	成分	現行規制	次期規制
		新長期規制 2005年～	ポスト新長期規制 2009年～
ガソリン車 乗用車	10・15M	NOx	0.05
		NMHC	0.05
	+11M	CO	1.15
		PM	—
			0.005*

\*リーマンバーン車のみ適用

表1-2 ディーゼルエンジンの排気ガス規制値

[単位：g/kWh]

試験モード	成分	現行規制	次期規制	
		新長期規制 2005年～	ポスト新長期規制 2009年～	
乗用車	10・15M	NOx	0.14	
		NMHC	0.024	
	+11M	CO	0.63	
		PM	0.013	
ディーゼル車	軽量車	10・15M	NOx	0.14
		NMHC	0.024	
	+11M	CO	0.63	
		PM	0.013	
	トラック・バス	10・15M	NOx	0.25
			NMHC	0.024
		+11M	CO	0.63
			PM	0.015
大型車	JE05M	NOx	2.0	
		NMHC	0.17	
		CO	2.22	
		PM	0.027	

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

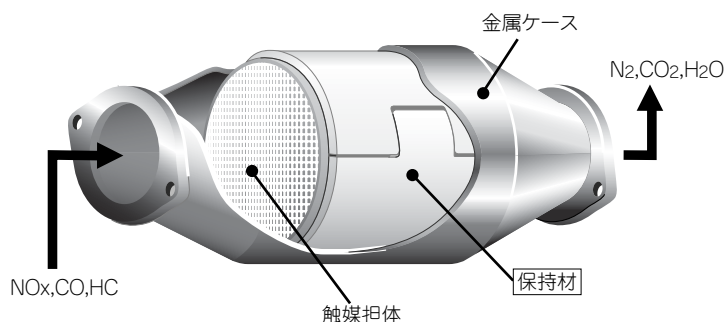


図1 触媒コンバータ

まれている。そのため、同様に酸化還元反応による無害化技術が有効である。しかしながら、ディーゼルエンジンで特徴的なのは、排気ガス中に発ガン性の恐れがある黒煙を主成分とする浮遊粒子状物質（PM；Particulate Matter）が多く含まれていることである。

これまで窒素酸化物と浮遊粒子状物質の低減はトレードオフの関係があり、両立が困難とされてきたものの、ディーゼルエンジンは燃費効率が高く、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量が少ないため、地球温暖化問題対策に有効であることから、国だけでなく東京都をはじめとする地方自治体が独自に環境基準の厳格化を図ったことで、排気ガス浄化後の処理技術の開発が促進されている。

### 3. 排気ガス浄化の後処理技術

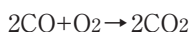
排気ガス浄化の後処理技術は、『排気ガス浄化技術』『吸排気系技術』『噴射系技術』の3つに大別される。『排気ガス浄化技術』の中核をなすのは触媒コンバータであり、その性能を最大限引き出すために周辺部品の役割も重要となっている。また、『吸排気系技術』として排気ガスの再燃焼技術があり、窒素酸化物の低減に大きく寄与するEGRシステムが広く普及している。なお、『噴射系技術』に関してはコモンレール噴射システム等の技術の導入が進んでいるが、本稿では割愛する。

#### 3.1 触媒の酸化還元反応による無害化技術<sup>1)</sup>

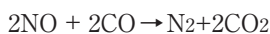
排気ガス中の一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化

物は、酸化還元反応を経て、二酸化炭素と水、窒素を生成し無害化される。

#### 【酸化反応】



#### 【還元反応】



1970年台は、一酸化炭素と炭化水素を浄化する酸化触媒、窒素酸化物を除去する二段触媒コンバータが開発され、使用されていたが、1980年前半に酸化還元反応を同時に実現する三元触媒（TWC；Three-Way Catalyst）や、エンジン内の空燃比（空気と燃料の割合）を制御出来る酸素センサーが開発されたことで、飛躍的に排気ガスの浄化性能が向上し、これらの技術は現在もなお広く使用されている。

#### 3.1.1 触媒コンバータ（ガソリンエンジン）<sup>2)</sup>

触媒コンバータは、排気ガス排出経路に配置し、排気ガスと触媒を接触させることで、酸化還元反応を引き出し、クリーンな排気ガスに変化させる装置である（図1）。エキゾーストマニホールド直下および車両床下の排気管内に、排気ガス浄化性能要求に合わせ、直列に複数配置される例が増えている。

排気ガスとの接触面積を増大する目的で、高気孔性セラミック（コーディエライト製ハニカム型担体が一般的）を触媒担体とし、これに触媒をコー

ティング、担持する方法が広く用いられている。触媒としては、主にプラチナ (Pt)、ロジウム (Rh)、パラジウム (Pd) の貴金属から成り、各種排気ガス成分の酸化還元反応を分担する。また金属製の排気管にセラミック製触媒担体を保持する目的で、クッション材として触媒担体用保持材が使用される。触媒担体用保持材は、超高温環境下で安定した担体保持力を発現する目的で、無機繊維製の成形マットが使用されている。

排気ガス浄化性能を向上させるためには、排気ガスの触媒との接触機会が増えること、温度に依存する触媒活性度 (約250℃以下では非活性) を早期に高めることが肝要で、各種の技術開発が進められている。

前者は、搭載スペース減、軽量化の流れの中で大型化は難しく、同じ容量でも表面積を増やす『触媒担体の薄壁化 (0.15mm→0.05mm)』が進み、また後者は早期に高い触媒活性度を引き出すため

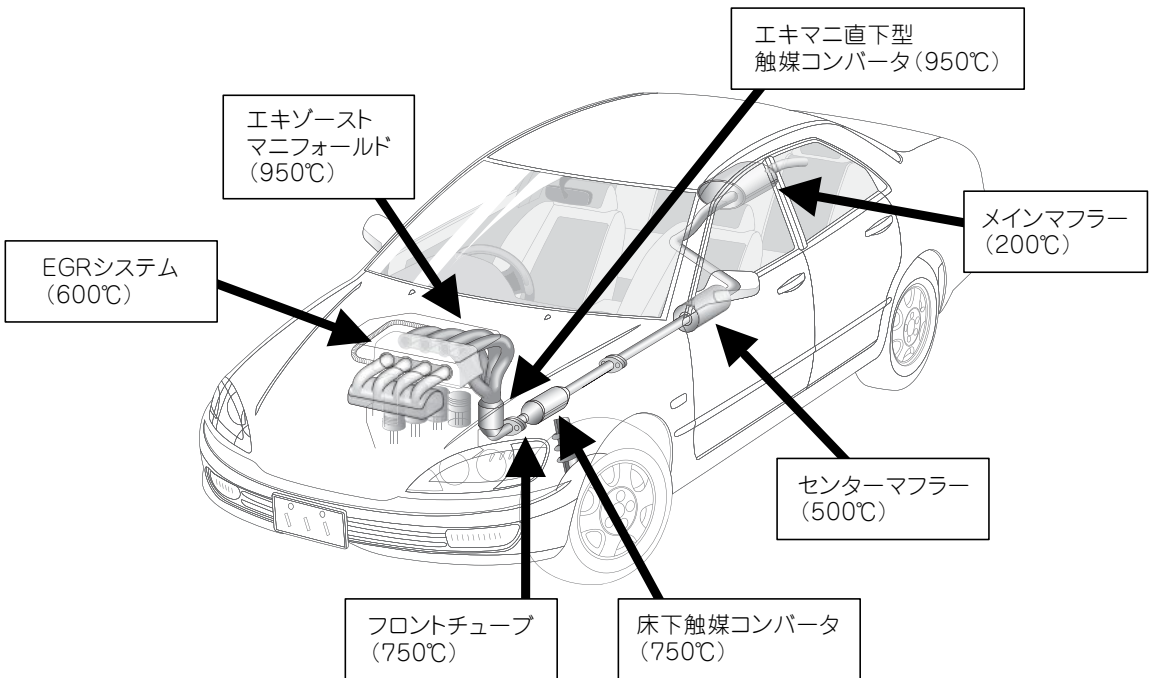
に高温排気ガス (950℃) を利用できる『エキゾーストマニホールド直下部位への配置』が一般化してきている。

### 3.1.2 エキゾーストマニホールド (エキマニ)

自動車用エンジンには4気筒や6気筒など複数の気筒があり、その複数の気筒から排出される高温ガスを1ヶ所にまとめ、排気管へ送るための部品である (図2)。

排気ガス浄化の目的で見たエキマニの役割は、前項で説明したとおり、エキマニ直下型触媒コンバータの触媒活性度を上げることであり、そのためにはエキマニの超高温排気ガス熱を放熱、冷却することなく、触媒コンバータに送り出せることが必要となる。

そのため、エキマニ自身を断熱構造化する『エキマニ二重管化』、放熱を抑制する『金属製遮熱カバーによる保温』、排気ガス放熱抑制、経路短縮化のためにエンジン前部から後方に配置してい



\* ( ) 中は、排気ガス最高温度

図2 ガソリンエンジンの排気系システム

た排気レイアウトを変更，エンジン後部から後方に配置する『エキマニ後方レイアウト化』の手法が取り入れられ，効果を上げている。

### 3.1.3 フロントチューブ

エキマニから触媒コンバータを経由し，マフラー（消音器）に排気ガスを導く金属製パイプ部品である（図2）。

エキマニ同様の発想で，『フロントチューブ二重管化』『金属製遮熱カバーによる保温』の手法が取り入れられている。

## 3.2 ディーゼルエンジン用後処理浄化システム<sup>3)</sup>

ディーゼルエンジンの排気ガス浄化技術はこの10年の間に飛躍的に技術が進歩してきた。1994年（短期規制）では一酸化炭素（CO）および炭化水素（HC）の除去を目的とした『酸化触媒（DOC；Diesel Oxidation Catalyst）』，2003年には酸化触媒と共に，黒煙中に含まれるPM（浮遊粒子状物質）を捕集・除去する『ディーゼルパーティキュレートフィルター（DPF；Diesel Particulate Filter）システム』，2005年にはNO<sub>x</sub>を浄化する『尿素選択型触媒還元（SCR；Selective Catalytic Reduction）システム』が採用された。今後は，2009－2010年規制（ポスト新長期規制）に向けて，『NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒（LNT；Lean NO<sub>x</sub> Trap）』など最新技術が実用化されつつある。

### 3.2.1 DPFシステム

DPFシステムは，排気ガス排出経路に配置しディーゼルエンジンの排気ガスに含まれるPMを捕集・除去するフィルターとNO<sub>x</sub>浄化用酸化触媒が直列に配置されたシステムである（図3）。

フィルターは，高気孔性セラミック（コーディ

エライトもしくは炭化珪素（SiC）製が一般的）からなり，排気ガスの入り口側と出口側では互い違いに目封じされ，PMを含んだ排気ガスが完全に壁内を通過するようになっている。触媒およびフィルターの保持材は，ガソリンエンジン用触媒コンバータと同様に金属製の排気管に保持し，フィルター外からPMが漏れないよう，クッション兼シール材として無機繊維製マットが使用されている。

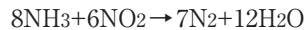
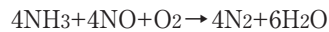
### 3.2.2 尿素SCRシステム

還元剤である無害・無臭の尿素水を圧縮空気とともに排気ガス中に噴射することにより尿素水は加水分解されアンモニアとなる。このアンモニアが排気ガス中のNO<sub>x</sub>と還元反応され，窒素と水に分解する仕組みである。

【尿素水からアンモニア生成（加水分解）】



【アンモニアでNO<sub>x</sub>を還元（選択還元反応）】



尿素SCRシステムは排気ガス排出経路に配置し，ゼオライト系触媒がコーティングされたコーディエライト製ハニカム型担体（SCR触媒）を無機繊維からなる保持材を介して金属製排気管内に搭載されている（図3）。またNO<sub>x</sub>浄化用酸化触媒（DOC）と併用され，また未反応のアンモニア排出防止のためSCR触媒後方にアンモニアを処理する酸化触媒を配置することが一般的である。なお，このシステムは，エンジンで燃焼効率を高めることが出来，燃費が良くなるため主に大型トラックで採用されている。

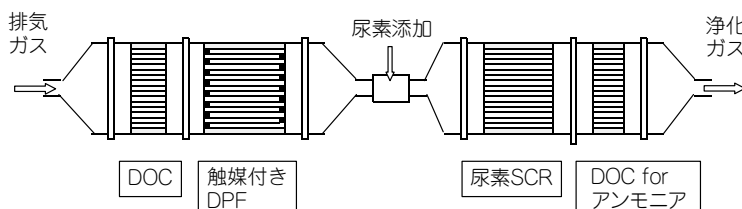


図3 ディーゼルエンジン後処理装置（例）  
触媒付きDPF&尿素SCRシステム

表2 排気ガス低減技術動向とニチアスの対応技術・製品

環境動向	排気系部位	技術動向	ニチアスのコア技術「断つ・保つ」		
			対応策	製品	
排気ガス規制強化	エキゾーストマニホールド	排気ガス保温	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	ソフトメッシュ インサルカバー 各種繊維質断熱材
	EGRシステム	燃焼温度低下によるNOx低減	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	N-フレチューブHI インサルテックスチューブ-T アルミ加工クロス
	フロントチューブ	排気ガス保温	二重管化 インシュレータによる保温	保温技術	ソフトメッシュ N-フレチューブHI インサルカバー
	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	モノリス担体薄壁化 触媒コンバータの直キョータ化 保持材有機成分低減 インシュレータによる保温	安定した保持技術 超高温材料技術 結合技術 保温技術	エコフレックス 各種繊維質断熱材
	ディーゼルエンジン 排気ガス後処理システム	NOx, PM低減	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	安定した保持技術 シール技術 保温技術	エコフレックス ボルテックスガスケット メタルガスケット 各種繊維質断熱材

### 3.3 EGRシステムによる排気ガスの再燃焼技術

EGR (Exhaust Gas Recirculation) システムは、排気ガスを吸気側に環流することで、燃焼温度を下げ、高温下で生成し易い窒素酸化物 (NOx) を抑制するシステムである (図2)。酸素濃度を下げるとゆるやかに燃え、二酸化炭素の濃度が高くなる傾向にあるため、燃焼温度が上がりにくくなる。反面、還流量の増加により黒煙が発生し易くなるため、コントロールバルブ等で環流量を調整する。

EGRパイプ回りは、高温部位となり、エンジンまわりには樹脂製部品など耐熱性の低い部品が多く、近接部品との距離が非常に短いことから、『EGRパイプの断熱』が必要であり、排気ガスの流れによる放射音抑制に、『EGRパイプの防音技術』が求められることもある。

## 4. ニチアスの排気ガス規制対応製品

前述してきたように排気ガス規制への対応には、高温がつきものである。そのため、ここで使用される材料、部品には高温下での性能発揮、耐久性が要求され、信頼性の高い設計のためには同時に優れた防熱技術が求められる。当社は長年に渡り、超高温分野、材料を扱ってきた実績を活かして、排気ガス規制対応製品を開発してきた。代

表的な製品を表2, 3に示すとともに、その特長を以下に紹介する。

### 4.1 触媒担体用保持材

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保持材『エコフレックス』<sup>4)</sup>は、1,000℃の高温に耐え、耐繰り返し疲労に優れるため、安定した触媒担体の保持性能を有する。特にハニカムの薄壁化で担体の破壊強度 (アイソスタティック強度) が1/4以下に低下する傾向にある中、適正な反発力での保持を可能にする。

世界最大手の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、アルミナ繊維からマット製造までの一貫した生産体制と、繊維から保持材・技術に至る幅広い範囲での技術開発を可能としている。

### 4.2 スペーサー

『ソフトメッシュ』<sup>5)</sup>は、インコネルもしくはステンレスの金属繊維をメリアス編みし、所定の長さにカットしたものを成型型にて圧縮成型した排気系耐熱スペーサーである。排気ガスの高温化等により、耐熱性はもちろんのこと、金属の熱膨張、収縮に追従すべく、金属繊維の材質、線径や成型密度等を要求仕様に合わせた設計が可能である。これによりエキマニやフロントチューブの二重管用スペーサーや、インサルカバーと排気管の



表3 ニチアスの各種防熱製品

製品群	TOMBO No.	製品名	構造	参考寸法	最高使用温度 (°C)	主特性および特長
保持材	5350	エコフレックス (写真1)	アルミナ/ムライト系繊維を成形したマット状触媒担体用保持材。	厚さ； 7.3-9.5mm	1,000	・担体保持が安定 ・高温耐久性に優れる ・低有機タイプ
スパーサー	6634	ソフトメッシュ (写真2)	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型されたもの。	線径； φ0.15-0.34mm	800 (SUS310S)	・任意形状に成型可 ・材質バリエーション豊富
断熱吸音材	4517	ガラスマット-GE (写真3)	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 ・安価
	4518	シリカマット-GS (写真3)	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； 6-50mm	1,300	・断熱性に優れる ・吸音性に優れる ・耐熱性に優れる
	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・結合剤等を混合、抄造したシート状断熱材。	厚さ； 1-6mm	800	・断熱性に優れる ・高温下での制振性に優れる
	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 (写真4)	アルミメッキ鋼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	—	・2層構造、断熱シートを挟みこみ断熱性/制振性制御可能
	6600-G	コートフレックス付き インサルカバー	インサルカバーにセラミック繊維マットを貼り合わせ、繊維飛散防止加工されたもの。	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	8403-T	インサルテックス チューブ-T	ガラス繊維を円筒状に編組したスリーブ状断熱材。	内径； φ 25-30mm	550	・断熱チューニング可 ・無煙/無臭
	8700	N-フレチューブ (写真5)	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 ・安価
	8710	N-フレチューブHI (写真5)	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の。	N-フレチューブ内径； φ 30-65	400 (EHGA、 ガラスマット 6t)	・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渦巻き状に巻いた円状ガスケット。	厚さ； 5mm	700	・組み付け易い ・安価
	1824 —	CRボルテックス(写真6) 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 (SUS301H)	・ビード設計を要求に併せてチューニング可能

注) 最高使用温度は使用環境等により変わることがあります。

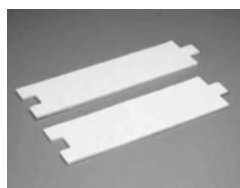


写真1 エコフレックス



写真2 ソフトメッシュ



写真3 ガラス/シリカマット



写真4 インサルカバー



写真5 N-フレチューブ/HI



写真6 CRボルテックス

スパーサー、マフラー可変バルブ用緩衝材等、幅広い用途に使用されている。

#### 4.3 吸音断熱材

ガラス繊維、セラミック繊維、アルミナ繊維等の無機繊維をブランケット、クロス、シート状等に成形された製品である。使用条件により500℃から1,000℃以上の超高温まで耐えることができ、排気系の断熱・保温用途だけでなく、マフラー用吸音材としても使用される。

また、繊維と鋳物、結合剤を混合し、抄造成形されたシート状断熱材『バーモサルシート』『バーモフレックス』<sup>6)</sup>は後述する遮熱材『インサルカバー』の断熱・制振材として幅広く使用されている。

#### 4.4 遮熱材

『インサルカバー』<sup>7)</sup>は、アルミめっき鋼板やアルミ板等の金属板を金型でプレス成型した遮熱板で、エキマニ、触媒コンバータをはじめ、排気系部品のカバーとして使用されている。

インサルカバーは要求機能に応じて金属板を1層もしくは2層積層し、高い断熱・遮音性能を発揮する。通常、非常に複雑かつ深絞り形状となるため3次元設計が不可欠で、そのデータを活かして有限要素法(FEM; Finite Element Method)を活用した最適防音・耐久設計を行っている。これにより、インサルカバーから発生する放射音を抑制し、振動による割れ等を最小化でき、さらに高性能を要求される場合は、断熱材を鋼板間に挟み込んだ仕様(3層タイプ)や、排気管側に断熱吸音材を配置することにより遮音のみならず、断熱・保温・吸音・制振効果の両立を可能とする。<sup>8)</sup>

#### 4.5 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』<sup>9)</sup>『インサルテックスチューブ-T』<sup>10)</sup>は排気管やホース、ケーブル等に挿入もしくは被せることにより、優れた断熱、断熱性能を発揮する。

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、螺旋層状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る。

N-フレチューブの内径側に断熱材を貼り合わせ加工を施した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、フロントチューブ用断熱・防音材として使用されている。

インサルテックスチューブ-Tは、ガラス長繊維を円筒状に編組したスリーブ状で、無煙無臭かつ伸縮性に優れており、ガソリン車用EGRパイプに幅広く使用されている。

#### 4.6 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渦巻き状に巻かれた『ボルテックスガスケット』『CRボルテックス』<sup>11)</sup>があり、エキマニ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、メンテナンス性を考慮されたDPFのフランジに使用されている。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、ビードへたり性等を考慮したガスケット設計を求められ、当社では要求仕様合ったガスケット設計・評価を提案し多数採用されている。

### 5. 評価技術

当社は、素材から部品まで一貫して製品の研究開発、設計評価、製造を行っている。排気ガス規制対応部品としては基礎物性だけでなく、分析や耐久性評価まで一貫して実施してきた。代表的な評価設備について概要を紹介する。

#### 5.1 異温度面圧測定装置

万能試験機の定盤を最大1,000℃まで加熱急冷することが可能であり、かつ上下の定盤の温度を任意に設定できる装置である。これにより、内外で温度差のある触媒コンバータ用保持材等でより実機に近い条件での物性把握が可能である。

#### 5.2 大型加熱加振機

大型加熱加振機は、大型バーナーが併置された加振機で、ワークに最大1,000℃の熱風を流しながら垂直/水平加振試験が可能となっている(写真7)。熱および振動による経時疲労試験が、実機評価に近く、また短時間かつ安価に評価が可能である。

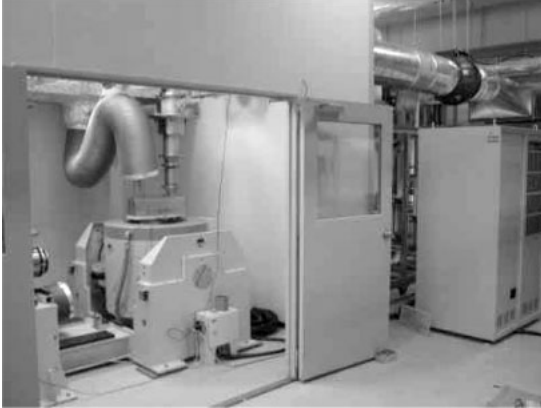


写真7 大型加熱加振機



写真8 エンジン台上試験機

### 5.3 エンジン実機台上試験機

エンジン実機台上試験用にベンチ試験室を有し、燃料はガソリンおよび軽油に対応している（写真8）。エンジン本体の評価のみならず、 $-40^{\circ}\text{C}$ の冷却水（LLC；Long Life Coolant）をエンジン循環させるサーマルショック試験や、排気温度・圧力を制御する排気系部品の耐久評価まで対応可能である。

### 5.4 その他分析・解析技術

高温下での挙動や劣化状態を調査する目的で、蛍光X線分析装置や高温X線回折装置、走査型電子顕微鏡等、各種分析装置を有している。特に熱伝導率測定装置<sup>12) 13)</sup>は、ニチアス独自開発の周期加熱法ほか数種類の測定装置を有し、 $-170^{\circ}\text{C}$ ～ $1,500^{\circ}\text{C}$ までの熱伝導率測定が可能であり、

適切な物性把握や各種新素材開発に活用されている。

また、CAE（Computer Aided Engineering）技術は<sup>14)</sup>、近年のコンピュータの飛躍的な発展と共に、機能の大幅な充実が進んだことで、自動車の開発期間短縮要求には不可欠なツールとなった。刻一刻と変化する非定常な熱流体解析による設計も試みており、製品の信頼性向上に大きな役割を果たしている。

## 6. おわりに

当社は「断つ・保つ」をコア技術に、省エネルギー、省資源、また快適、安全な環境作りなどに貢献できる製品・技術の開発を進め、地球環境保全に貢献してきた。今回は、排気ガス規制対応製品を中心に解説したが、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製品が、様々な部位で使用され、好評を博している。今後ともやさしい地球環境作りに貢献出来るよう、ますます製品の改良と開発に努力していく所存である。ご要望等お聞かせ頂ければ幸いである。

なお、問い合わせは自動車部品事業本部技術開発部製品開発チーム（TEL：03-3433-7240）までお願いしたい。

## 7. 参考文献

- 1) バリー-J. クーパー博士、自動車排気の触媒による浄化 本田財団レポートNo.102 第23回本田賞授与式 記念講演（2002年11月15日）
- 2) 社団法人自動車技術会 自動車技術ハンドブック②設計編 第3章 3.13排気浄化機構
- 3) 自動車技術 第60巻 第1号（2006年1月号）、第8号（2006年8月号）、第9号（2006年9月号）
- 4) ニチアス技術時報No.328（2001年6号）触媒担体用保持材「エコフレックス200M」
- 5) ニチアス技術時報No.339（2003年5号）金属繊維成型品「ソフトメッシュ」
- 6) ニチアス技術時報No.316（1999年6号）熱膨張性耐火シート「パーモフレックス」
- 7) 石和修一ほか、ニチアス技術時報No.348（2006年2号）自動車排気系部品用遮熱カバー「インサルカバーの防音設計手法」
- 8) ニチアス技術時報No.340（2004年1号）耐飛散性断熱吸音材「コートフレックス付きインサルカバー」
- 9) ニチアス技術時報No.326（2001年4号）高温配管用



チューブ状防音断熱材「N-フレチューブHI」

- 10) ニチアス技術時報No.316 (1999年6号) 高温配管用チューブ状断熱材「インサルテックスチューブ-T」
- 11) ニチアス技術時報No.317 (2000年1号) 自動車用排気系ガスケット「CRボルテックス」
- 12) 坪井幹憲ほか, ニチアス技術時報No.343 (2004年4号) 超高温用熱伝導率測定装置
- 13) 大村高弘, ニチアス技術時報No.338 (2003年4号) 非定常熱線法, 周期加熱法及びホットディスク法による熱伝導率測定に関する研究
- 14) 川崎美宏ほか, ニチアス技術時報No.340 (2004年1号) 自動車部品設計におけるCAEシミュレーション技術とニチアスにおける応用事例

## 筆者紹介



**田中真文**

自動車部品事業本部 技術開発部  
製品開発チーム



**真壁 弘**

自動車部品事業本部 技術開発部  
製品開発チーム