

〈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（NO_x）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	NO _x	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、NO_x：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, NO_x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NO_x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NO_x吸蔵型触媒を担持することで、HC, COに加え微粒子とNO_xを同時低減するDPNR (Diesel Particulate-NO_x 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	・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NO _x 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
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
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	NO _x , 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	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	金属製波形状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。