

使用過程車へのDPF適用性に関する研究

田原 茂樹 横田 久司 佐野 藤治 坂西 丕昌
舟島 正直* 泉川 碩雄** 坂口 敏章***

(*現自動車公害対策部 **現中外テクノス(株) *** (株)いすゞセラミックス研究所)

要 旨

浮遊粒子状物質による大気汚染を早期に改善するには、PM低減技術の一つであるDPFシステムを、使用過程車に装着することが有効である。

筆者らは、使用過程車への後付け装着を前提としたDPFシステムを大型ディーゼル車に搭載し、排出ガス測定及び路上走行試験を実施した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) DPFシステムにより、概ね60%以上のPMの除去効率が得られた。
- (2) 炭素成分の粒径別の除去効率は、粒径の違いによる大きな変化は見られなかった。
- (3) 有機炭素成分 (SOF) の除去効率はDPF単独では約30%であったが、DPFと酸化触媒の併用により約60%に向上した。
- (4) 路上走行時においては、DPF装着によるNOx排出量及び燃費への影響は無いと考えられる。

キーワード: PM、使用過程車、DPF

1 はじめに

ディーゼル車から排出される粒子状物質 (以下、「PM」と記す。) に関する規制は、平成元年の中公審答申¹⁾により、平成5、6年から開始された。平成10年12月の中央環境審議会答申²⁾を受け、新短期目標 (平成15~16年施行予定) 及び新長期目標 (平成19年頃施行予定) が設定され、さらに単体規制が強化される。しかし、これらは新車を対象としたものであり、規制による改善効果が現れるのは、新規制適合車がある程度普及するのを待たなければならない。したがって、浮遊粒子状物質による大気汚染を早期に改善するためには、現在使用中のディーゼル車 (以下、「使用過程車」と記す。) からのPM排出量低減が重要である。

PM低減技術の一つとして、ディーゼルパーティキュレートフィルター (Diesel Particulate Filter; 以下「DPF」と記す。) が有効であることについては、当研究所における路線バス及び大型トラックへの適用実験³⁾⁴⁾等でも確認されている。しかし実用化にあたっては、フィルターに捕集したPMの焼却除去 (以下「再生」と記す。) 時の燃費の改善やシステムの小型化等の課題も残され

ている。

このような中で、これまでの研究で明らかになったDPFシステムの課題と、使用過程車への早期装着を前提として、開発コンセプトを設定した (表1)。そして、この開発コンセプトに基づくDPFシステムを開発するために共同開発者を公募し、(株)いすゞセラミックス研究所との共同研究を実施した。

共同研究では、双方が役割を分担し、DPFシステムの設計及び製作、実験車への搭載は(株)いすゞセラミックス研究所が、排出ガス測定及び路上走行試験については東京都が担当した。また、DPFシステムの汎用性向上のための改良等は共同で実施した。

ここでは、同システムの排出ガス測定結果と路上走行試験の結果について報告する。

表1 使用過程車向けDPF開発コンセプト

- | |
|----------------------------|
| ① 排気マフラーに代替できる構造、大きさであること。 |
| ② PM除去効率が60~70%以上であること。 |
| ③ 二次的な汚染物質の排出がないこと。 |
| ④ 燃費の悪化が5%以内であること。 |
| ⑤ 使用過程車に後付け装着が可能なこと。 |
| ⑥ メンテナンスフリー型であること。 |

2 実験

研究にあたっては、実験車を1台製作し、排出ガス等の測定と路上走行試験を実施した。排出ガス等の測定は、実験車以外に、同システムを装着した車両2台についても実施した。

(1)DPFシステムの基本構造

実験では(株)いすゞセラミックス研究所製のDPFシステム⁵⁾を使用した。同システムの概要及び諸元を図1及び表2に示す。本システムは、ディーゼル車から排出されるPMを、マフラーに代替して排気管に取り付けたフィルターで捕集する装置である。

PMの捕集は、排気管に設置された二つのフィルターの内、常時どちらか一方で行い、他方のフィルターは待機状態になっている。捕集量が所定の量に達すると、フィルター入口の排気切換バルブにより、待機状態のフィルター側に排気流路を切り換えて捕集する。その間に、これまで捕集を行っていたフィルターの再生を行い、再生が完了したフィルターは待機状態となる。この一連の動作を自動で繰り返し、PMの捕集を連続的に行っている。

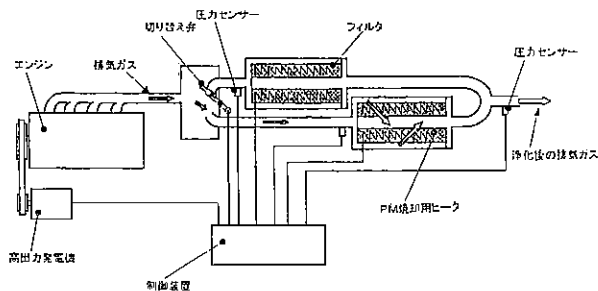


図1 システムの概要

表2 DPFシステム諸元

DPF	
外寸	Φ290×800mm(積載量4t車用)
フィルター材質	SiC系無機繊維
フィルター個数	2個
捕集方式	常時捕集
再生時期検知	圧力方式
再生方式	電気ヒーター着火(交互再生)
ACG	
外寸	Φ170×230mm(積載量4t車用)
発電方式	永久磁石式
出力	2.3kw
最大出力発生回転数	600rpm

ア フィルター構造

繊維径の異なる二枚の炭化珪素(SiC)系無機繊維を重ね合わせたフィルターを金網で挟み込み、蛇腹状に形成して、金属円筒に収納している(写真)。フィルターのサイズは車両の排気量によって異なるが、排気マフラーと同等の大きさである。

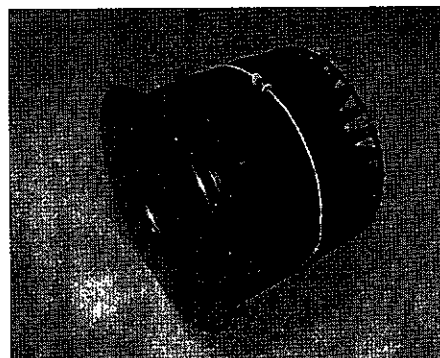


写真 DPFシステム (フィルター部)

イ フィルターの再生方式

再生は、フィルターを挟み込んでいる金網に通電してフィルターを加熱すると共に、エアープンプで空気を供給することによりPMを焼却する。

ウ 再生時期の判定

PMの捕集が進むと、目詰まりによってフィルター入口の排気圧力が変化するため、この排気圧力をセンサーで検知して再生時期を判断する。判定は入口側圧力と出口側圧力の比によって行い、圧力比が規定値以上になると捕集を行うフィルターを切り換えて再生を開始する。

圧力検知による方法と並行して、タイマーによる再生時期の判定も行っており、圧力センサーが故障した場合にも再生は可能である。

なお、メーカー側からは、圧力比等の設定方法の詳細について公開されていない。

エ 交流発電機 (Alternating Current Generator : ACG)

フィルター再生時には電力を消費するため、車両のエンジンに取り付けられているACGを車両標準品に比べて高出力タイプのものに交換している。ACGの外寸は、積載量4t車向けの場合、標準品に比べ直径が約20mm、長さが約40mm大きい。このため、ACGの取付スペースが確保できない一部の車両では、DPFシステムを装着できないことがある。

表3 車両諸元

	A車 貨物	B車 路線バス	C車 貨物
規制年次	平成6年規制		
車両重量(kg)	3,990	9,240	11,070
積載量(kg)	3,850	85人	13,800
車両総重量(kg)	7,950	13,665	24,980
エンジン仕様	6気筒直噴	8気筒直噴	6気筒直噴
総排気量(cc)	8,226	15,200	12,068
最高出力(ps/rpm)	210/2,850	240/2,300	360/2,000
最大トルク(kgm/rpm)	55/1,700	85/1,400	147/1,200

*A車は共同研究用実験車

(2) 車両諸元

実験に使用した車両の諸元を表3に示す。いずれも平成6年規制適合の使用過程車で、A車については路上走行試験時のデータ収集用に車載計測機（株）小野測器製：VARTS DL-1x00）を搭載した。

(3) 排出ガス等の測定

当研究所の大型自動車排出ガス実験システム（以下「大型C/D」と記す。）を使用して測定を行い、DPFシステムによるPM及び黒煙の除去効果、NO_x、燃費への影響について検討した。

ア 測定項目

NO_x、PM、炭素成分、黒煙濃度、燃費

イ 分析機器等

(ア) NO_x 及び燃費

大型C/Dを構成する自動車排出ガス分析装置（MEXA-9400F：（株）堀場製作所製）を使用した。燃費については、排出ガス測定値から炭素バランス法によって燃料消費量を算出した。

(イ) PM

サンプリングには大型C/Dの構成装置である、ロウボリュウムサンプラーを使用し、秤量法によって排出量を算出した。

(ウ) 炭素成分の測定

ディーゼル排出粒子測定装置（R&P Model-5100：司測研製）を使用して、PMをCO₂に変換する方法（以下「CO₂変換法」と記す。）で有機炭素成分（以下「SOF」と記す。）と全炭素成分をそれぞれ測定した。そして、全炭素成分からSOFを除いた分を、無機炭素成分（以下「Soot」と記す。）とした。

(エ) 炭素成分の粒径分布測定

アンダーセンロウボリュウムサンプラーを使用してサンプリングを行った。炭素成分の分析はCO₂変換法によって行った。

(オ) 黒煙濃度

スモークメータにより測定を行った。

ウ 測定条件

DPFシステム装着時及び未装着時、DPFシステムと酸化触媒の併用時について、以下の条件で排出ガス測定を行った。また、DPF装着時の測定では、フィルターの再生が排出ガス及び燃費に及ぼす影響を調査するため、排出ガスサンプリング中に再生を起動させた状態での測定を実施した。

(ア) フィルター再生時期の制御

本DPFシステムは、自動再生機能を有しているが、排出ガス測定時には希釈トンネルの影響で、PM捕集量の検知に使用するフィルター出口の排気圧力が路上走行時より低くなり、規定捕集量での再生を行うことができない。そのため、圧力確認及びフィルターの再生を手動で行った。

(イ) 等価慣性重量

東京都実走行パターンでは、1/2積載とした。

(ウ) 走行パターン

① 東京都実走行パターン

No. 2、No. 5、No. 8、No. 10

② 法定モード

ディーゼル13モード（D13）、排気煙濃度試験、無負荷急加速試験

(4) 路上走行試験

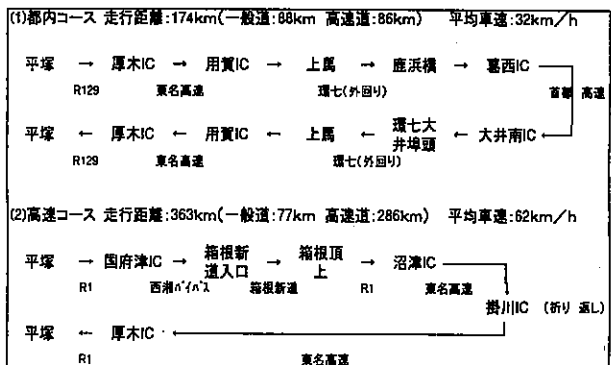
DPFシステムの耐久性、車両の運転性への影響等を調査するため、A車を使用して約10,000kmの路上走行調査を実施した。

ア 走行条件

(ア) 走行コース

渋滞により平均車速が低くなる都心を走行する場合と、都市郊外的高速道路や山間部を走行する場合を想定し、都内コースと高速コースの2つを設定した（表4）。都内コースは環七通りと首都高速道路を中心に走行する、平均車速が約32km/hのコースである。高速コースは、箱根新道等の郊外の山間部と東名高速道路を中心に走行する、平均車速が62km/hのコースである。

表4 路上走行試験走行コース



(イ) 積載条件

積載条件によって、車両からのPM排出量は変化するため、空積載と定積載の2条件を設定した。

イ 計測データ

前述の車載計測機を使用して、以下に示すデータを計測した。

- (ア)車速
- (イ)燃料消費量
- (ウ)積算距離
- (エ)DPF入口圧力
- (オ)DPF入口排気温度
- (カ)DPF出口排気温度
- (キ)フィルター温度

3 結果及び考察

(1)排出ガス等の性状

ア PM及び黒煙の除去効率

PM及び黒煙の除去効率を表5に示す。PMは東京都実走行パターンにおいて、A車が26~51%、B車が68~72%、C車が75~90%であった。D13では、A車が52%、B車が84%であった。A車の除去効率は他車に比べて低かった。

黒煙については、C車を除き100%の除去効率が得られた。C車については排気煙濃度試験の回転数80%において、除去効率17%となった。原因については調査中である。

表5 PM及び黒煙の除去効率

測定モード	平均車速 km/h	A車			B車			C車			
		with DPF	without DPF	除去効率	with DPF	without DPF	除去効率	with DPF	without DPF	除去効率	
PM排出量	No. 2	8.2	0.49	0.99	50%	0.20	0.72	72%	0.25	2.51	90%
	No. 5	17.9	0.33	0.66	51%	0.13	0.42	70%	0.13	0.51	75%
	No. 8	28.1	0.37	0.50	26%	0.11	0.35	68%	0.09	0.42	79%
	No. 10	42.9	0.27	0.38	29%	-	-	-	-	-	-
量D13	-	0.34	0.72	52%	0.06	0.37	84%	-	-	-	
黒煙濃度試験	40%rpm	0%	12%	100%	0%	6%	100%	1%	15%	93%	
	60%rpm	0%	20%	100%	0%	6%	100%	0%	7%	100%	
	80%rpm	0%	26%	100%	0%	7%	100%	5%	6%	17%	
度無負荷急加速試験		0%	22%	100%	0%	11%	100%	0%	17%	100%	

排出量単位 実走行パターン: g/km, D13: g/kwh
除去効率: 1-(With DPF/Without DPF)

イ 炭素成分別の排出量と除去効率

DPFの特性として、SOFの捕集効率が低いことが報告されており⁶⁾、A車のPM除去効率が低い原因として、PM中のSOF及びSootの割合がPM除去効率に影響することが考えられる。そのため、各車両のDPF未装着状態で

の炭素成分別の排出量の比較を行った。DPF未装着時の炭素成分別の排出量を図2に示す。A車の全炭素成分に占めるSOFの排出割合は約60~70%であり、B車の約10~20%、C車の20%前後に対して高い排出割合となった。

さらに、A車についてDPFシステムによる炭素成分別の除去効率の比較を行った(表6)。Sootの除去効率が73~84%であるのに対し、SOFは0~44%となっており、前述の報告結果と一致している。

以上から、A車については、車両自体のSOF排出割合が高いことにより、PM除去効率が低くなったと考えられる。また、A車のSOF排出割合が高い原因として、車両インジェクションノズルからの燃料の後垂れや、コンプレッションの低下等について検討中である。

表6 A車の炭素成分の排出量と除去効率

測定モード	平均車速 km/h	SOF			Soot			Total			SOF/Total	
		with	without	除去効率	with	without	除去効率	with	without	除去効率	with	without
No. 2	8.2	0.25	0.34	27%	0.03	0.16	84%	0.27	0.50	45%	90%	67%
No. 5	17.9	0.13	0.23	44%	0.01	0.08	83%	0.14	0.31	54%	91%	75%
No. 8	28.1	0.11	0.16	33%	0.01	0.06	78%	0.12	0.23	46%	88%	72%
No. 10	42.9	0.11	0.10	0%	0.02	0.06	73%	0.13	0.17	24%	87%	62%

SOF:有機炭素成分 Soot:無機炭素成分 Total:全炭素成分
with:DPF装着 without:DPF未装着
排出量単位:g/km 除去効率: 1-(With DPF/Without DPF)

ウ 炭素成分の粒径別除去効率

炭素成分の粒径別除去効率を図3に示す。SOFは20~50%、Sootは概ね80%の除去効率であった。粒径別の除去効率の変化は、SOFの粒径0.43~0.65 μmが、他の粒径と比較してやや低くなっている。しかしこの部分を除くと、SOF、Soot共に、粒径の違いによる効率の大きな変化は見られなかった。

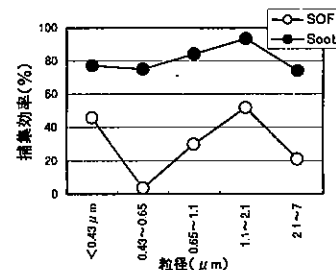


図3 炭素成分の粒径別除去効率

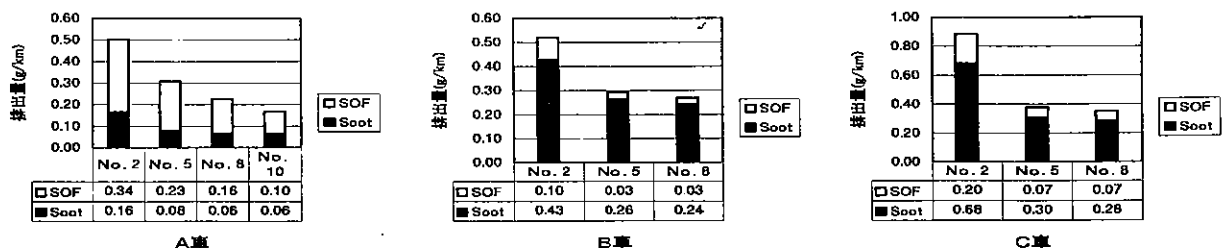


図2 DPF未装着時の炭素成分別排出量

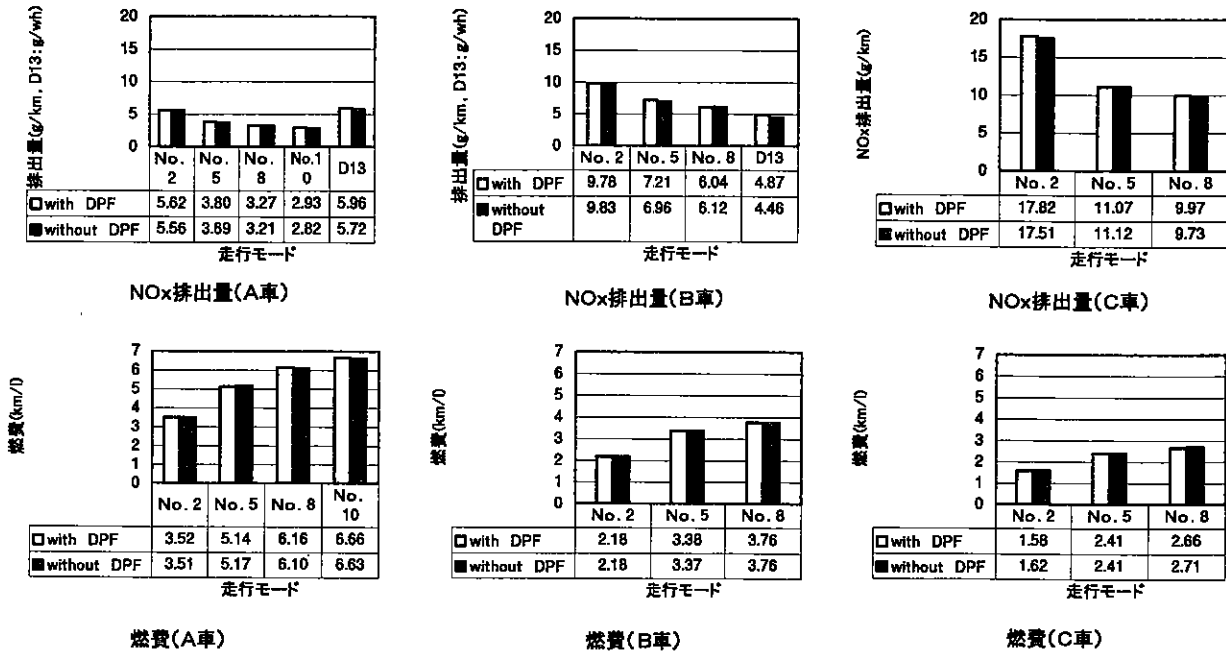


図4 NOx排出量及び燃費への影響

エ NOx排出量及び燃費への影響

排出ガス測定中にフィルターの再生が行われない場合(以下「非再生時」と記す。)、各車共にDPF装着時と未装着時でのNOx排出量及び燃費に大きな違いは見られなかった(図4)。

オ 再生1回における燃料消費量等の増加分

A車を用い、フィルター再生が行われている状態での排出ガス測定を、東京都実走行パターンNo.5にて実施した。再生時間は約15分であり、東京都実走行パターンNo.5による排出ガスサンプリング時間(約19.7分)の中で再生開始から終了までの期間をすべて含めて測定することができた。その結果から、再生1回におけるNOx排出量及び燃料消費量の増加分を次式より求めた。なお、添え字のアルファベットは、wはDPF装着状態における非再生時の測定値、rは再生時を含む測定値を表す。数字は東京都実走行パターンのパターン番号を表している。

$$q_e = E5r \times d5r - E5w \times d5w$$

$$q_f = d5r / F5r - d5w / F5w$$

q_e: 再生1回におけるNOx排出量の増加分(g)

q_f: 再生1回における燃料消費量の増加分(ℓ)

E: NOx単位排出量(g/km)

F: 燃料消費率(km/ℓ)

d: 排出ガス測定時の走行距離(km)

計算の結果、それぞれの増加分は $q_e = 2.27(g)$ 、 $q_f = 0.13(\ell)$ となった(表7)。再生時を含むデータ計測が1回であったため、数値に変動はあると考えられるが、フル・フロー・軽油・バーナー再生型DPF⁶⁾⁷⁾と比較すると、NOxの増加分は同等であるが、燃料消費量はフル・フロー・軽油・バーナー型が1.10(ℓ)であったのに比べ、小さかった。

実用時における、フィルター再生の影響については、路上走行時の再生間隔を含めた検討が必要であり、その結果については後述する。

表7 再生1回におけるNOx及び燃料消費量の増加

NOx排出量	NOx単位排出量(No.5) (g/km)		走行距離(km)		再生1回でのNOx増加量(g) $E5r \times dr - E5w \times dw$
	E5r	E5w	dr	dw	q _e
	4.19	3.80	5.86	5.86	2.27
燃料消費量	燃料消費率(No.5) (km/L)		走行距離(km)		再生1回での消費燃料増加(L) $dr/F5r - dw/F5w$
	F5r	F5w	dr	dw	q _f
	4.62	5.17	5.86	5.86	0.13

オ DPFと酸化触媒の併用

SOFの排出割合の高い車両について、PM除去効率を向上させることを目的に、DPFシステムと酸化触媒の併用について検討を行った。測定にはA車を使用して、DPF装着時及び未装着時、DPFと酸化触媒の併用時の3条件で実施した。酸化触媒による炭素成分の低減効果を図5に示す。SOFの除去効率はDPFのみでは約30%で

あったのに対し、酸化触媒との併用により約60%に向上しており、酸化触媒が機能していることが確認された。よって、排気温度が高くなる走行領域での硫酸根（サルフェート）の生成が抑制できれば、A車のようなSOFの排出割合が高い車両のPM除去効率の向上に、DPFシステムと酸化触媒の併用が適用できると考えられる。

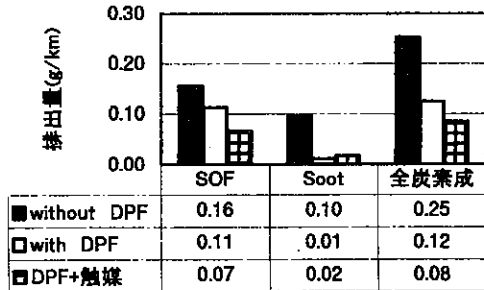


図5 酸化触媒による低減効果 (A車, 走行モード: No.5)

(2) 路上走行試験

ア システムの作動状況

路上走行試験では、合計10,126kmの走行を行い、153回の再生が行われた(表8)。その間いずれの走行コース、積載条件においてもDPFシステムの不具合は発生しなかった。

表8 路上走行時の再生状況

走行ルート	積載条件	走行距離 (km)	再生回数 (回)	再生間隔 (km/回)
都内コース	空積載	1,775	21	85
	定積載	697	6	116
高速コース	空積載	3,630	56	65
	定積載	4,024	70	57
総計		10,126	153	66

再生間隔: 走行距離 / 再生回数

イ 路上走行時のDPF装着による影響

フィルターの再生1回あたりでの、NOx排出量の増加分 $q_e=2.27$ (g)、燃料消費量の増加分 $q_r=0.13$ (l)となることは既に述べた。実用時におけるNOx排出量及び燃費への影響は、再生を行う間隔の長短により異なってくる。

ここではDPF装着による影響を、再生時のNOx及び燃料消費量の増加と、路上走行時の再生の間隔を加味して、都内コースをモデルに以下の手順で評価した。

(ア) 路上走行におけるNOx総排出量及び総燃料消費量

路上走行において再生がスタートしてから、次の再生が開始するまでを1再生間隔と定義した。そして、その間を走行した場合のNOx総排出量及び総燃料消費量を、非再生時とDPF未装着状態について排出ガス測定結果と

以下の式から求めた。添え字のwoはDPF未装着状態での測定値を表す。

$$Q_w, w_o = E_8 w, w_o \times D$$

$$T_w, w_o = D / F_8 w, w_o$$

Q: 1再生間隔を走行した時のNOx総排出量(g)

T: 1再生間隔を走行した時の総燃料消費量(g)

E: NOxの単位排出量 (g/km)

F: 燃料消費率 (km/l)

D: 1再生間隔あたりの走行距離 (km)

ここで、NOx単位排出量($E_8 w, w_o$)及び燃料消費率($F_8 w, w_o$)は、都内コースにおける平均車速が約32km/hであるため、平均車速に近い東京都実走行パターンNo.8 (平均車速28.1km/h)の測定値を使用した。また、路上走行試験の結果から都内コースでの1再生間隔あたりの走行距離(D)は、空積載及び定積載での総走行距離2,472kmにおいて、再生が27回行われているため、

$$D = 2,472 / 27 = 91.6 \text{ (km/回)}$$

とした。

その結果、 $Q_{w_o} = 294.0$ (g)、 $Q_w = 299.5$ (g)、 $T_{w_o} = 15.0$ (l)、 $T_w = 14.9$ (l)となった。

(イ) 再生による排出量及び燃料消費量の増加率

再生による排出量の増加率(ΔR_e)及び燃料消費量の増加率(ΔR_f)を次式により求めた。

$$\Delta R_e = \{ (q_e + Q_w) / Q_{w_o} - 1 \} \times 100$$

$$\Delta R_f = \{ (q_f + T_w) / T_{w_o} - 1 \} \times 100$$

以上から試算したところ、都内コースにおけるNOx排出量の増加は約3%、燃料消費量の増加は0%であり、DPF装着による影響は無いものと考えられる(表9)。

表9 フィルター再生によるNOx及び燃料消費量の増加率

NOx排出量	再生1回でのNOx増加量 (g)	NOx単位排出量 (No.8) (g/km)		再生間隔 (km)	1再生間隔のNOx総排出量 (g)		増加率
	q_e	$E_{8w/o}$	E_{8w}	D	$Q_{w/o}$	Q_w	$\{ (q_e + Q_w) / Q_{w_o} - 1 \} \times 100$ ΔR_e
	2.27	3.21	3.27	91.6	294.0	299.5	3%
燃料消費量	再生1回での消費燃料増加 (L)	燃料消費率 (No.8) (km/L)		再生間隔 (km)	1再生間隔の燃料総消費量 (L)		増加率
	q_f	$F_{8w/o}$	F_{8w}	D	$T_{w/o}$	T_w	$\{ (q_f + T_w) / T_{w_o} - 1 \} \times 100$ ΔR_f
	0.13	6.10	6.16	91.6	15.0	14.9	0%

4 まとめ

使用過程車向けDPFシステムの排出ガス測定及び路上走行試験から次のことがわかった。

(1) PMの除去効率は、A車を除き60%以上の効率が得られた。A車は、他車に比べSOFの排出割合が高く、26~52%の除去効率となった。黒煙の除去効率はC車を除き

100%であった。

(2)炭素成分の粒径別の除去効率は、粒径の違いによる大きな変化は見られなかった。

(3)SOFの除去効率はDPF単独では約30%であったが、DPFと酸化触媒の併用により約60%に向上した。

(4)路上走行時にはDPF装着によるNOx排出量及び燃費への影響は無いと考えられる。

(5)路上走行試験では合計10,126kmの走行を行い、153回の再生が行われた。その間DPFシステムの不具合、車両操縦性への影響は見られなかった。

以上の結果から本DPFシステムは、当初設定した開発コンセプトを満足していると判断される。また、路上走行試験におけるシステムの耐久性、信頼性についても問題は見られず、実用レベルにあると判断される。

なお、本DPFシステムを全ての車種に適用可能とするには、高出力ACGの取付スペースが確保できない車両についてのシステム装着が課題となる。

(参考文献)

- 1) 環境庁大気保全局：自動車排出ガス低減対策のあり方について（答申）平成元年12月
- 2) 環境庁大気保全局：今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第3次答申）平成10年12月
- 3) 福岡三郎ら：黒煙除去装置(DPF)の大型ディーゼルトラックへの適用、東京都環境化学研究所年報1993、p.143-147(1993)
- 4) 竹永祐二ら：路上走行時におけるDPFの挙動について、東京都環境化学研究所年報1994、p.116-120(1994)
- 5) 坂本隆行ら：炭化珪素繊維を用いたDPFの開発－炭化珪素繊維を用いたディーゼル排気ガス中微粒子除去装置の耐久性能－、自動車技術会 学術講演会前刷集 No.70-00、p.5-8(2000春)
- 6) 横田久司ら：DPFの大型ディーゼルトラックへの適用実験(2)－排出ガスへの影響－、大気環境学会誌 第34巻 第4号、p.310-320(1999)
- 7) 横田久司ら：DPFの大型ディーゼルトラックへの適用実験(1)－DPFの耐久性の検討－、大気環境学会誌 第34巻 第4号、p.299-309(1999)

Application of the DPF System for In-Use Diesel Vehicles

Shigeki Tahara, Hisashi Yokota, Fujiharu Sano, Motomasa Sakanishi,
Masanao Funeshima*, Sekio Izumikawa** and Toshiaki Sakaguchi***

*Automotive Pollution Countermeasures Department.

**Chugai Technos CO., LTD.

***Isuzu Ceramics Research Institute CO., LTD.

Summary

Application of the Diesel Particulate Filter (DPF) system for in-use diesel vehicles is an effective method to reduce air pollution of suspended particulate matter. The authors investigated the emission of trucks equipped with a DPF system designed for in-use heavy-duty diesel vehicles. From measurements using our chassis dynamometer as well as on-road tests, we obtained the following results:

- (1) Removal efficiency of PM (Particulate Matter) by the DPF system was more than 60%.
- (2) There was little difference in the removal efficiency of carbon particles in exhaust by size.
- (3) Removal efficiency of SOF (Soluble Organic Factor) by the DPF system was about 30%, but increased to about 60% when an oxidation catalytic converter was added.
- (4) On-road tests revealed that the DPF system did not affect emission of NOx or mileage.

Keywords: PM, in-use diesel vehicles, DPF