

〔報告〕

最新の大型ディーゼル車からの微小粒子の排出実態について

木下 輝昭 小谷野真司 山崎 実 横田 久司 岡村 整

1 はじめに

自動車排出ガス規制が段階的に強化されるに従って、エンジンの新燃焼技術や触媒技術及びDPF等の排出ガス後処理技術の開発、燃料の改良が進み、自動車から排出される粒子状物質（PM）は減少傾向にある。また、都が2003年10月より実施したディーゼル車走行規制の効果もあり、浮遊粒子状物質（SPM）について、平成17年度自動車排出ガス測定局では、昭和48年度に観測を開始して以来初めて全34局で環境基準を達成した¹⁾。一方、排出ガス対策が高度になるにつれて、排出されるPMが微細化され、粒子の重量は低減するものの、個数は増加することが知られている。欧州国際連合²⁾では、従来の重量基準だけでなく、粒子の個数基準による規制も検討されている。

現在、粒子個数の計測法の原理としては、レーザー光散乱、電気移動度による分級（DMS、SMPS、EEPS）、核凝縮を利用した粒子計数（CPC）、慣性衝突（ELPI）などがある。当研究所では、平成13年2月よりELPIを用いて、大型ディーゼル自動車からの微小粒子（粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子とする）の排出実態の調査を行っている。ここでは、規制年次別による大型ディーゼル車からの微小粒子の排出実態について報告する。

2 実験

(1) 調査車両

調査車両としたディーゼル車15台の諸元を

表1に示した。長期規制（平成10、11年）適合車が3台（D-1車～D-3車）、新短期規制（平成15、16年）適合車が2台（D-4車、D-5車）、新短期規制・低PM公害車（低排出ガス認定）が7台（D-6車～D-12車）、新長期規制（平成17年）適合車が3台（D-13車～D-15車）である。排出ガス対策としては、長期規制適合車は排出ガス再循環装置（Exhaust Gas Recirculation：EGR）、新短期規制適合車は酸化触媒、新短期規制・低PM公害車及び新長期規制適合車は連続再生式の排気微粒子除去装置（Diesel Particulate Filter：DPF）を装着している（D-14車は尿素SCR触媒を装着）。

(2) 調査方法

当研究所の大型シャシダイナモメータ（以下C/D）と自動車排出ガス計測システムを用いて、東京都実走行パターンNo.2（平均車速8.4km/h）、No.5（平均車速17.9km/h）、No.8（平均車速28.5km/h）、No.10（平均車速44.4km/h）で調査を行った。なお、等価慣性重量は1/2積載条件とした。

(3) 測定方法

既報の方法³⁾により、排出ガスは、全量希釈した後、電子式低圧インパクター（ELPI）（型式：10LPM Dekati社製）を用いて、粒径別の個数濃度を1秒毎に測定した（粒径測定範囲：29～2450nm）。希釈排出ガスの採取系統図は既報⁴⁾のとおりである。データ処理は、既報の方法³⁾により、実走行パターンにおける粒径別の排出個数（個/km）を求めた。

表 1 調査車両の諸元

	D-1車	D-2車	D-3車	D-4車	D-5車	D-6車	D-7車
用途/形状	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン	貨物/ キャブオーバー	貨物/バン	貨物/バン	特殊/バン
車両形式	KK-MK26A	KK-FK61FK	KK-NPR72LV	KR-NPR81LR	KR-NPR72PAV	PB-FC7JKFA	PA-FE82DEV
総排気量(L)	9.20	7.54	4.98	4.77	4.98	6.40	4.89
等価慣性重量(kg)	6,585	6,615	4,870	4,830	5,670	6,580	5,140
車両総重量(kg)	7,960	7,990	5,925	6,385	7,475	7,980	6,195
排出ガス対策	EGR	EGR、 コモンレール	EGR	酸化触媒等	酸化触媒等	DPF等	DPF等
規制年次	H10年	H10年	H10年	H15年	H15年	H15年	H15年
備考						低排出 ガス認定	低排出 ガス認定

	D-8車	D-9車	D-10車	D-11車	D-12車	D-13車	D-14車	D-15車
用途/形状	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン	貨物/バン
車両形式	PB-NKR81N	PA-FE83DEY	PK-FW1EXWG	PJ-CYL77V6	PA-FE70BB	ADG-FW1EXYG	ADG-CG4ZA	BKG-NMR85AN
総排気量(L)	4.77	4.89	12.91	9.84	2.98	12.91	13.07	2.99
等価慣性重量(kg)	5,000	6,335	18,080	17,850	3,260	18,390	18,500	4,220
車両総重量(kg)	7,055	7,965	24,930	24,950	4,315	24,990	24,950	5,275
排出ガス対策	DPF等	DPF等	DPF等	DPF等	DPF等	DPF等	尿素SCR	DPF等
規制年次	H15年	H15年	H16年	H16年	H15年	H17年	H17年	H17年
備考	低排出 ガス認定	低排出 ガス認定	低排出 ガス認定	低排出 ガス認定	低排出 ガス認定			低排出 ガス認定

3 結果

(1) 規制年次別による PM 排出量
排出ガス規制強化による影響を調べるため、規制年次別による PM 排出量の測定結果を図 1 に示した。試験モードは東京都実走行パターン No.5 を用いた。

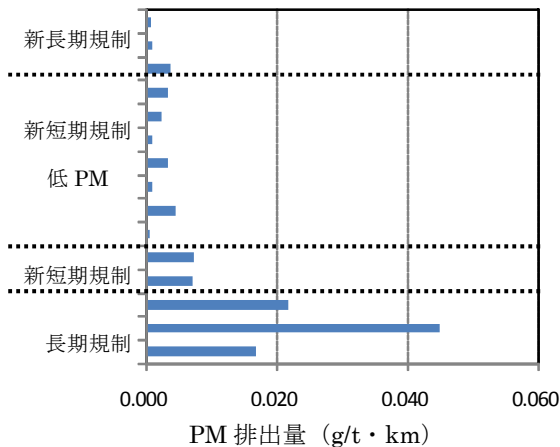


図 1 調査車両の PM 排出量 (実走行パターン No.5)

長期規制適合車両である D-1 車～D-3 車の PM 平均排出量は 0.028g/t・km、新短期規制適合車両である D-4 車、D-5 車では、0.007g/t・km、新長期規制適合車両である D-13 車～D-15 車では 0.002g/t・km であった。低減率をみると、新短期規制では長期規

制に対して 74.1%、新長期規制では新短期規制に対して 75.0%低減しており、排出ガス規制強化による効果が見られた。

(2) 規制年次別による粒子個数の排出実態
調査したディーゼル車 15 台を規制年次別に分け、実走行パターン No.5 の粒径別の平均排出個数を求め、図 2-1～4 に示した。

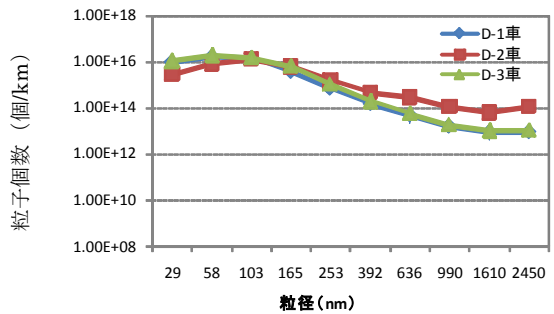


図 2-1 長期規制車両における粒径別個数

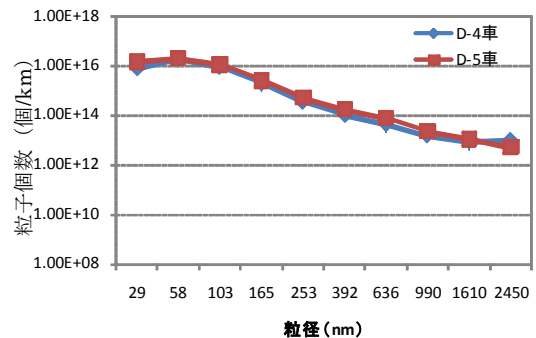


図 2-2 新短期規制車両における粒径別個数

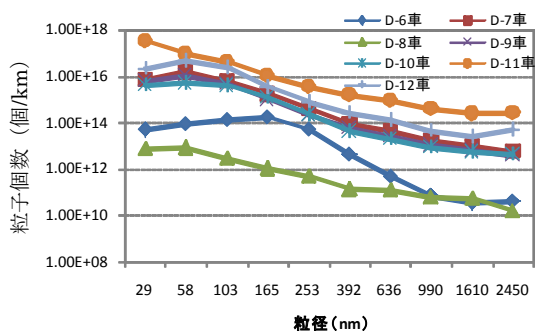


図 2-3 新短期・低 PM 車両における粒径別個数

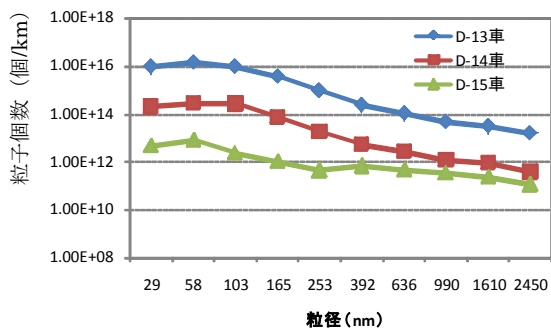


図 2-4 新長期規制車両における粒径別個数

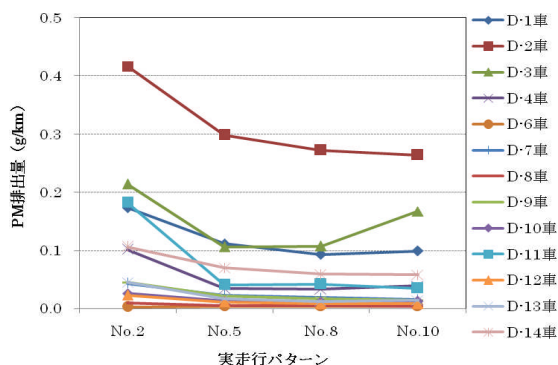
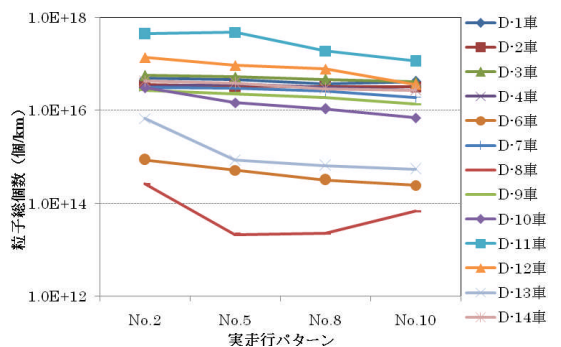


図 3 実走行パターンと粒子総個数

(3) 走行パターンと粒子個数及び PM 排出量

総個数を見てみると、長期規制車両 (D-1 車～D-3 車) では $3.3\sim 5.3\times 10^{16}$ 個/km、新短期規制車両 (D-4 車、D-5 車) では $3.8\sim 4.9\times 10^{16}$ 個/km、新短期規制・低 PM 公害車 (D-6 車～D-12 車) では $2.1\times 10^{13}\sim 4.8\times 10^{17}$ 個/km、新長期規制車両 (D-13 車～D-15 車) では $1.9\times 10^{13}\sim 3.9\times 10^{16}$ 個/km であった。岡山⁵⁾や佐々木ら⁶⁾は、酸化触媒や DPF、尿素 SCR 触媒の装着により、微小粒子の個数が低減することを報告している。しかし、今回の結果では、長期規制車両と酸化触媒を装着している新短期規制車両から排出されている微小粒子の数はほぼ同レベルであった。一方、新長期規制車両においては、測定台数が少ないものの、排出ガス低減技術の違いによる差が見られた。今後は、測定台数を増やし、排出ガス低減技術別等の傾向を調査していく。

調査したディーゼル車 13 台 (D-5 車、D-15 車を除く) において、走行パターン毎 (No.2、5、8、10) に各車両の粒子総個数及び PM 排出量を比較した結果を図 3、図 4 に示した。

既報⁴⁾では、平均速度の遅い実走行パターン No.2 において排出個数が多くなるものの、平均速度が速くなるほど排出個数が少なくなるとは限らず、PM 排出量と概ね同じ傾向を示すと報告している。

今回の結果をみると、ほとんどの車両において No.2 の排出個数が一番多く、既報と同様の結果が見られた。一方、平均速度が速いほど、排出個数が少なくなる傾向が見られた。

PM 排出量についても、ほとんどの車両で、No.2 の排出量が一番高く、平均速度が速いほど PM 排出量が少なくなっており、粒子排出と同様の傾向が見られた。

当研究所では、昨年度から **EEPS** を用いて自動車排ガス中の粒子個数の計測を実施している。

粒子個数の計測は数多く研究されているものの、測定環境などが粒子形成に大きく影響するため、十分な測定方法が確立されていない。今後は、最新の計測方法の動向などに注視しながら、微小粒子の排出実態についての調査を行っていく予定である。

参考文献

- 1)東京都環境局：平成 17 年度大気汚染状況の測定結果について（2006 年 9 月）
- 2)欧州：自動車技術基準国際フォーラムにおける計測プログラム（PMP、Particle Measurement Programme）
- 3)木下輝昭ら：ガソリン車からのナノ粒子の排出について、東京都環境科学研究所年報 2005、p82-90
- 4)秋山薫ら：ディーゼル排出粒子の粒径特性について、東京都環境科学研究所年報 2002、p153-160
- 5)岡山紳一郎：自動車から排出される未規制物質に対する取り組み 第 46 回大気環境学会年会 特別集会 2005
- 6)佐々木左宇介ら：最新の後処理装置搭載ディーゼル車から排出される超微小粒子の特性、自動車研究 第 28 巻第 12 号 2006 年 p15-18