

大型ディーゼル車汚染物質排出実態について (2) 粒子状物質

竹永裕二 福岡三郎 横田久司
梅原秀夫 清宮隆治
(現環境管理部)

1 はじめに

大型ディーゼル車から排出される汚染物質について、平成3年度に引続き平成元年規制の使用過程車を大型自動車排出ガス計測システム¹⁾を用いて調査を行った。本報告では、平成4年度に調査した車両重量3.0~10tのディーゼル車10台について、粒子状物質(以下「PM」と記す)排出量及びその組成を分析した結果について述べる。

2 調査

調査対象のA~J車の車両諸元、実験条件、積載条件、測定項目については、前報²⁾に述べたものと同じである。また、調査車両の内、A、D、H、I、Jについては、熱分析計により無機炭素(Elemental Carbon、以下「EC」と記す)、有機炭素(Soluble Organic Fraction、以下「SOF」と記す)の分析を行った。

(1) PMサンプリング

PMは、排出ガスを希釈トンネルにより全量希釈後、ローボリュームエアサンプラー(DLS150)を用いて採取した。¹⁾

(2) 炭素分析

炭素成分の分析装置(理学測器製、熱分析計RF-8900)は、赤外熱処理炉に入れた試料の燃焼時のCO₂生成量を、非分散型赤外線吸収法により定量する装置である。熱分解温度350℃で生成されるCO₂量から求めた炭素量をSOFとし、900℃で生成された炭素量をECとした。³⁾

3 測定結果

(1) PM排出量

実走行パターンのPM測定結果について、平均車速をパラメータにPM排出量を比較した。等価慣性重量別に分け、図1に3.5~7.9tを、図2に8.0~20tの結果を

示す。PM排出量は、平均車速15km/h以下で増加している。

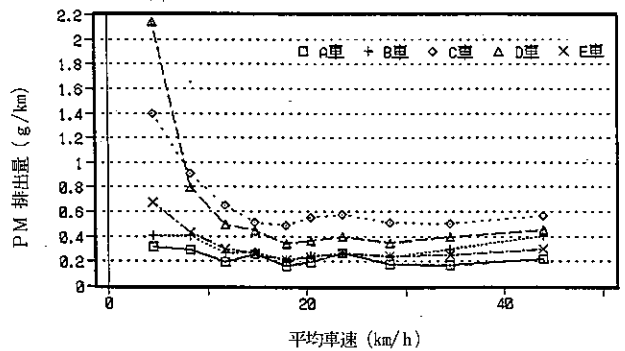


図1 等価慣性重量3.5~7.9t-PM排出量

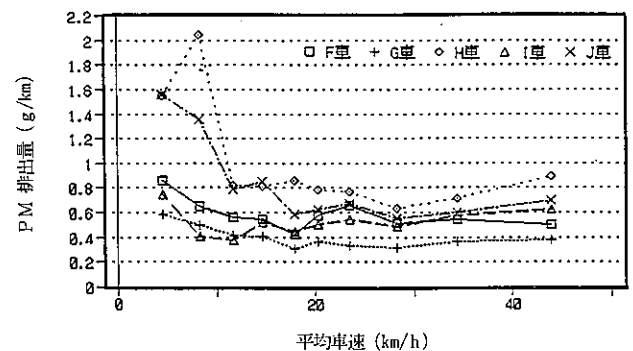


図2 等価慣性重量8.0~20t-PM排出量

表1に各走行パターン毎のPM排出量平均値、標準偏差、分散を示す。標準偏差、分散共に平均車速の増加に従って値が小さくなり、実走行パターンNO.8で最小値となった。平均車速の遅いNO.1、2では、標準偏差、分散が大きくなり、各車両毎のPM排出量に差異が大きかった。

表1 PMの平均値、標準偏差、分散

項目	PM 平均値 (g/km)	標準偏差 (g/km)	分散 (g/km) ²
NO. 1	1.02	0.571	0.326
NO. 2	0.78	0.518	0.269
NO. 3	0.49	0.204	0.042
NO. 4	0.49	0.200	0.040
NO. 5	0.40	0.199	0.040
NO. 6	0.45	0.186	0.034
NO. 7	0.48	0.182	0.033
NO. 8	0.40	0.148	0.022
NO. 9	0.44	0.166	0.027
NO. 10	0.50	0.190	0.036

(2) 定常試験

定常試験は、アイドリング状態と定速走行の20km/h、40km/h、60km/h、80km/hで測定を行った。

アイドリング時の時間当りのPM排出量 (g/hr) を図3に示す。この図より、実走行モードの低速域でPM排出量の大きいC、D、H、Jの車両は、アイドリング時のPM排出量が多いことが分かる。

定速でのPM排出量 (図4) は、C、F、J車を除いて、走行速度が変わっても大きな変化はなかった。C、

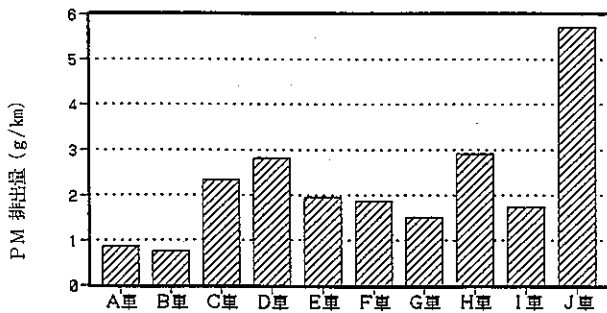


図3 アイドリング時におけるPM排出量

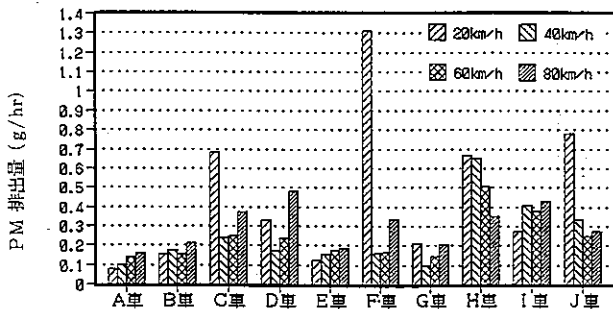


図4 定速走行時におけるPM排出量

F、J車については、いずれも20km/h定速での排出量が増加している。20km/h定速におけるエンジンの使用領域は中速回転低負荷である。この領域では、車両によってはECよりもSOFの排出量の増加によって、PM排出量が増加する場合がある。⁴⁾

(3) 排気煙濃度試験及び無負荷急加速試験

新型車に課されている黒煙の濃度規制は、排気煙濃度試験 (注1参照) による。使用過程車については、車検時に無負荷急加速試験 (注2参照) を行う。排気煙濃度試験及び無負荷急加速試験を、9台の車両について行った結果を表2に示す。排気煙濃度試験、無負荷急加速試験において許容限度値を超えていた車両は、それぞれ1台あった。また、6台の車両については平成6年の排気煙濃度試験許容限度値以下であった。

表2 排気煙濃度及び無負荷急加速試験結果

単位：%

	排気煙濃度試験			無負荷急加速試験
	40%	60%	100%	
A車	21.8	20.4	35.4	20.4
B車	29.7	43.8	44.8	34.0
D車	27.2	29.8	38.8	34.4
E車	32.0	18.5	27.5	53.7
F車	23.3	25.3	34.5	25.4
G車	29.0	7.7	6.0	41.4
H車	52.7	57.3	58.7	20.0
I車	24.8	27.0	22.0	10.0
J車	39.0	32.2	49.8	30.0

図5～8に各車両毎の排気煙濃度試験と無負荷急加速試験の黒煙濃度と平均PM排出量 (NO.1～10の平均値) を示す。無負荷急加速試験の結果は、平均PM排出量との相関性は悪い。排気煙濃度試験の結果については、60%、100%に比較して40%は、若干、平均PM排出量との相関性が良くなっている。無負荷急加速試験は使用過程車の黒煙規制試験であるが、この試験結果から実走行時のPM排出規制には適していないと考えられる。また、一般に過給機付きのエンジンは、過給領域で黒煙の生成を抑える。E、G車は過給機付きであり、60、100%全負荷時は、過給領域に入るため排煙濃度が下がると

推測された。しかし、E車については、G車のように排気煙濃度は下がらなかった。過給機付きのエンジンの排気煙評価については、今後さらに検討を要する。

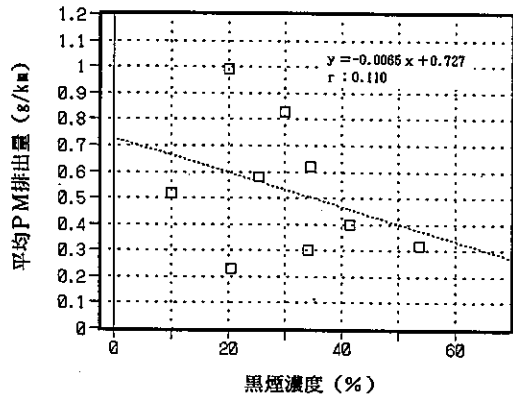


図5 無負荷急加速試験における黒煙濃度と平均PM排出量

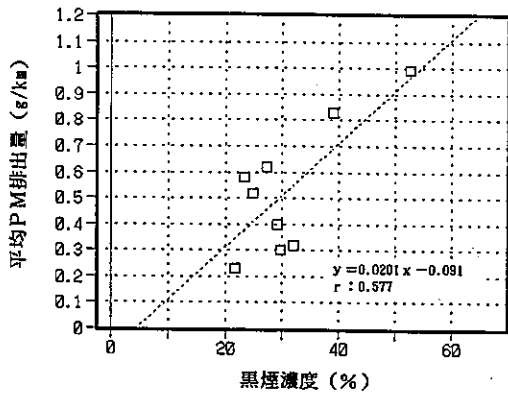


図6 排気煙濃度試験(40%)における黒煙濃度と平均PM排出量

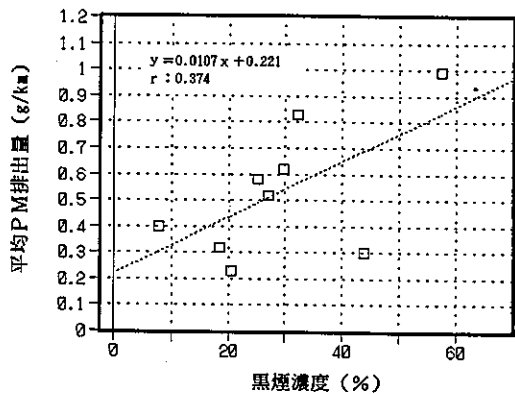


図7 排気煙濃度(60%)における黒煙濃度と平均PM排出量

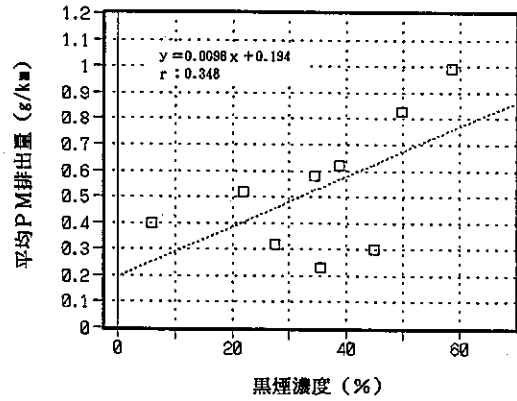


図8 排気煙濃度試験(100%)における黒煙濃度と平均PM排出量

注1) 排気煙濃度試験

最大出力時の回転数に対して、40%、60%、100%の回転数の3条件で全負荷運転を行い、排気煙の濃度測定を行う。許容限度値は濃度50%（平成6年より40%に強化される。）。

注2) 無負荷急加速試験

アイドリング状態から加速ペダルを急速に一杯踏み込み始めてからディーゼル黒煙の採取を開始し、踏み込み始めてから4秒間持続した後、加速ペダルを離す。許容限度値は濃度50%。

(4) PM中の炭素成分

図9に、1/2積載と定積載及び過積載の実走行パターン毎の、PM中のSOF及びECの平均重量比率を示す。

SOF排出量は、平均車速の低下に従い増加する傾向にあるが、PM同様に車両による差異が大きい。図9のSOF重量比率は、6台の平均で見ると3~25%であり、全体的に平均車速が上がるに従い、比率は下がる傾向になった。アイドリング時のSOF排出比率は、A、H、Iの車両が25~30%であるのに対してD、Jは10~15%

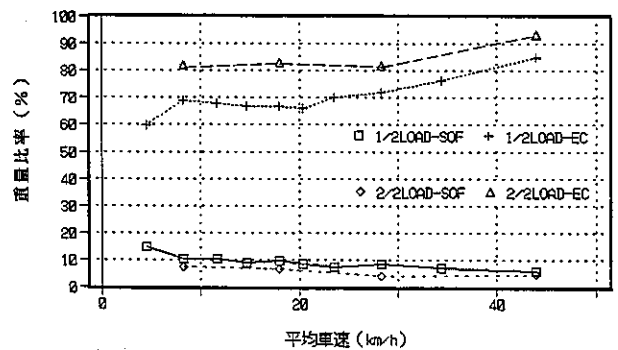


図9 量比率パターンにおけるPM中のSOFとECの平均重

であった。また、ECの重量比率は平均的には60～85%程度であり、SOFとは逆に平均車速とともに増加する傾向になった。

D、H、I、J車については、定積載及び過積載の条件についても分析を行った。図9で4台の炭素成分の重量比率の平均を、1/2積載条件の重量比率と比較すると、SOFの重量比率は、1～4%比率が低下した。EC重量比率は、逆に8～16%増加した。定積載及び過積載時のPM排出量の増加は、EC排出量の増加による。

4 おわりに

筆者らは平成3年から大型自動車排出ガス測定システムを用いて、PMの重量測定を行いエミッション・ファクターの基礎データである実走行時の排出量を求めている。今回の測定結果により以下のことが分かった。

- ① 実走行パターンにおけるPM排出量は、平均車速の低い時に車両毎の排出量の差異が大きくなる。
- ② 無負荷急加速試験の黒煙濃度と、PM排出量の間に関係は見られない。
- ③ 平均車速の低下に従いSOF成分は増加し、逆にEC成分は平均車速とともに増加した。
- ④ PM中の炭素成分比率は、等価慣性重量の増加にともないEC成分が増加する。

東京都における浮遊粒子状物質 (SPM) へのディーゼル車の寄与率は、道路沿道におけるリセプターモデルの推定例では40%を占めることもある⁵⁾。SPMと自動車から排出されるPMの関係を明らかにする上で、実走行時に排出されるPM中の炭素成分構成比に着目し、その生成機構ならびに排出量について今後検討をしていきたい。

参考文献

- 1) 横田久司ら：大型自動車排出ガス実験システムについて、東京都環境科学研究所年報1991-2(1991)、p39.
- 2) 横田久司ら：大型ディーゼル車汚染物質排出実態について(1)排出ガス、東京都環境科学研究所年報1993(1993).
- 3) 秋山 薫ら：東京都における浮遊粒子状物質中の炭素成分の粒径分布と発生源寄与の推定、東京都環境科学研究所年報1991(1990)、p71.

4) 竹永裕二ら：直噴式ディーゼルエンジンへのEGRシステムの適用 その2 粒子状物質 東京都環境科学研究所年報1991-2(1991)、p24.

5) 芳住邦雄ら：東京都における浮遊粒子状物質へのリセプターモデルによる発生源寄与の評価、東京都環境科学研究所年報1989(1988)、p3