

〔報告〕

ポスト新長期排出ガス規制適合車の 排出ガス低減制御の不適切事例について

小谷野 真司 山崎 実 宮沢 佳隆 藤田 進

折原 岳朗* 竹内 真悠子* 小原 昌*

(*東京都環境局自動車公害対策部)

1 はじめに

当研究所では、昭和 51 年から今日まで継続して、使用過程車の排出ガス調査を実施し、自動車環境対策を進めるうえで必要な各種大気汚染物質の排出係数等のデータ収集と共に自動車排出ガス規制の効果検証等を行ってきた。

そして、本調査を通じて、自動車排出ガス規制の効果が十分に得られない事例が確認された場合は、国や自動車メーカー等に対して問題を提起してきた^{1),2),3),4),5)}。

現在、自動車の排出ガス低減対策は目覚ましく進展を遂げ、都内の大気環境は着実に改善が図られてきているものの、道路沿道では二酸化窒素 (NO₂) の環境基準を超える測定期が未だ存在し、更なる環境改善対策が必要とされている。そして、この対策の一つとして、主な発生源であるディーゼル重量車に対して、窒素酸化物 (NOx) の排出基準の厳しいポスト新長期排出ガス規制が平成 21 年 10 月から適用されたところである。

ここでは、当研究所で排出ガス調査を実施したポスト新長期排出ガス規制適合車の中に、排出ガス低減機能の制御が不適切と見られ、従来車と同等以上の NOx が排出される車両が確認されたことから、この車両の NOx および CO₂ の排出実態について報告する。

2 調査

(1) 調査車両

調査車両の車両諸元を表1に示す。これまで、ポスト新長期規制に適合させるためには、NOxを低減させる触媒装置の装着が不可欠と見られていた⁶⁾。しかし、本車両は、NOx低減触媒を用いずに、クールドEGR (Exhaust Gas Recirculation) と2段過給の採用等により燃焼過程でNOx低減を図っていることが特徴である。また、本車両は、平成27年度重量車燃費基準を達成している。

(2) 調査概要

本調査は、継続して実施している使用過程車の調査の一環として、当研究所大型自動車排出ガス計測システムを用い、シャシダイナモーテー上で、法定モード、東京都実走行パターン、定常走行等の運転を行い、大気汚染物質等を測定している。なお、多岐にわたる未規制物質等の測定を行う場合などは、同一走行モードを複数回走行させている。

本調査を進める中で、排出ガス低減制御に疑問を呈する事象が見られたため、適宜、追加調査を実施した。

(3) 測定手法等

排出ガス測定は、重量自動車排出ガス試験法⁷⁾に準じて実施している。本調査では、試験法に基づく希釈排出ガスの測定により、各物質の排出量を算定するとともに、排出挙動を確認するため、調査車両の排気出口部の直接排出ガス濃度の測定を行っている。また、この希釈・直接排出ガス分析計（堀場製作所製、MEXA-7400D）のほか、未規制物質等の多成分の排出状態を確認するため、FTIR方式分析計（堀場製作所製MEXA-6000FT）を用いて、直接排出ガス濃度の計測を実施している。

表 1 調査車両の諸元

車種	貨物／パン
車両重量	4,770kg
積載量	3,100kg
乗車定員	2人
原動機	型式
	排気量
	気筒数
	最大出力
変速機	機械式6AT
初度登録年月	平成22年7月
搬入時走行キロ	1,900km

各試験モード走行前の車両の調整運転や暖機運転については、法定モード（JE05モード）では試験法に準じて定常80km/hで20分間、東京都実走行パターン等では定常60km/hで10分間行うことを基本としている。

なお、調査車両は手動変速機能を備えた機械式自動変速機（機械式AT）を搭載しているが、試験走行時は、自動変速により車両を運転させた。

3 調査結果

(1) 暖機運転時等の定常運転時の排出挙動

試験モード走行の間の定常60km/hの暖機運転時のNOxおよびCO₂の排出濃度の推移を図1に示す。本結果は、FTIR方式分析計によるもので、NOx濃度は、NOとNO₂濃度の合計値である。通常、暖機運転中は、FTIR方式分析計を除く排出ガス分析計は、試験開始後の測定に備えて、計測前の準備作業等を行っている。

図1に示すとおり、車速60km/h到達後、240秒付近から、NOx濃度は120ppm程度から400ppm程度へ上昇し、CO₂濃度は11%程度から7%程度まで減少した。この走行は、DPFを装着している調査車両の排気温度（調査車両の排気出口部温度）が走行開始直後から150°Cに達していることからも示されるが、エンジンが冷間始動時等の特殊状態からの運転ではない。

この現象の発生前後の排出量を確認するため、希釈排出ガスの測定を実施した。排出ガス状態に変化が起こる前後の排出量は、NOxは6mg/秒から28mg/秒へ増加、CO₂は5.2g/秒から4.8g/秒への低減であった。

排出濃度と排出量の変化の関係より、排出ガス状態の変化は、EGR率を下げたことによりNOxが増大し、同時に燃焼状態の向上によりCO₂が低減したものと考えられ

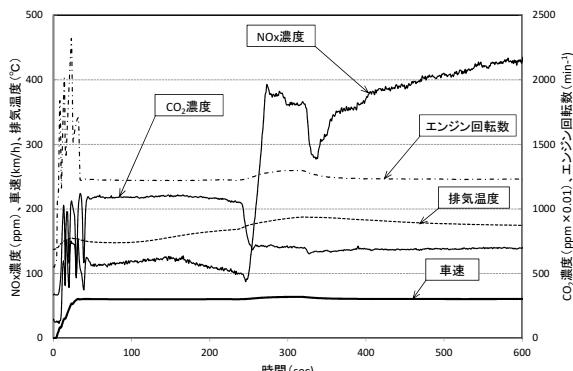


図1 定常60km/h暖機運転開始時からのNOx
およびCO₂排出挙動

た。定常80km/hや定常40km/hなどの走行でも、走行開始から概ね3~4分の時間経過後に、同様な制御が行われ、NOx排出量が増加し、CO₂排出量が低減する変化が確認された。

(2) 法定モード（JE05モード）

①測定値

JE05モードの測定結果を表2に示す。JE05モードは、調整運転(定常80km/h)、事前運転（測定運転と同じ運転を実施する。）を経て、測定運転を行うこととされている。本表は、事前運転を省いた測定運転の結果（測定結果I）と事前運転の測定結果（測定結果II）を含め、3回の結果を記載している。

本結果を見ると、ポスト新長期排出ガス規制のNOx排出量の規制値（許容限度値）は0.90g/kWhであり、規制値を超えた測定結果もある。しかし、新長期排出ガス規制適合車において、シャシダイナモーメータを用いた測定の場合では、認証時のエンジンダイナモーメータによる測定と運転条件が異なること等により、規制値（許容限度値）を超えた測定事例が多数あることを踏まえれば、この調査車両のNOx値を見る限りでは、ポスト新長期規制に適合するレベルと考えることもできる。

②NOx排出挙動

表2に記載した測定結果IおよびIIIのNOxの瞬時排出量（1秒値）の状況を図2に示す。

測定結果IIIでは、計測開始から約200秒を過ぎてから400秒付近の間のみ、高排出の状態が続き、その他の箇所では同等に排出されている。エンジン回転数の状況により、運転の違いの有無を確認すると、全体的に大きな違いが無かったが、図3に示すとおり160秒直後の発進加速部時には、発進ギア(2速)の到達回転数が測定結果Iでは1800min⁻¹であったのに対し、測定結果IIIでは2400min⁻¹まで達したことなど、NOxが高排出になる直前の発進時の運転に違いが生じていた。

表2 JE05モード測定結果

単位:g/kWh

	NOx	CO ₂	CO	NMHC	PM
測定結果I	0.88	812.1	0.035	0.005	0.0044
測定結果II	0.90	795.1	0.019	0.008	0.0028
測定結果III	1.41	782.1	0.018	0.002	0.0029
規制値	平均値 0.7	規制なし 2.22	0.17	0.010	
	上限値 0.9		2.95	0.23	0.013

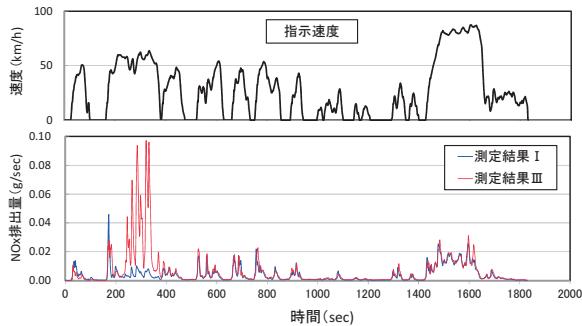
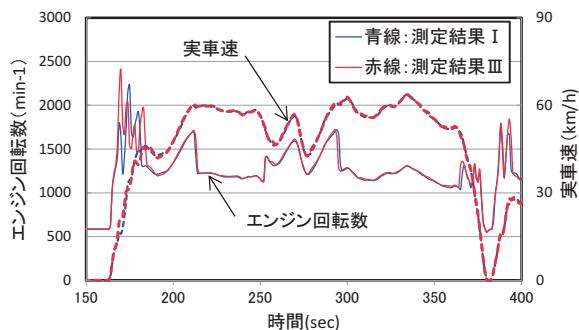


図2 JE05モードにおけるNOx瞬時排出量

図3 JE05モード運転時のエンジン回転数の状況
(開始から150秒から400秒の区間)

(3) 東京都実走行パターン

複数回の測定を実施した東京都実走行パターンのNOx排出量を表3に示す。渋滞走行であるNo.2（平均車速8.4km/h）以外では、値に大きな違いがある。

ここで、No.8（平均車速28.6km/h）の3回の測定について、NOx瞬時排出量の状況を図4に示す。いずれの測定でも、NOxの高排出状態が確認されたが、測定毎にNOxが高排出となった箇所が異なる。同じパターンの走行でも、指示車速に追随するためのアクセル操作の僅かな違いに起因して、NOxが高排出な状態になることが確認された。また、JE05モード同様に、一度高排出状態になると、低排出時の運転とエンジン回転・負荷が同等になつても、直ぐに低排出状態には戻らない。

表3 東京都実走行パターンのNOx排出量

単位:g/km

種類 (平均車速)	測定結果		
	1回目	2回目	3回目
No.2(8.4km/h)	2.92	2.90	2.85
No.5(18.0km/h)	0.81	1.08	0.97
No.8(28.6km/h)	1.36	1.70	1.83
No.10(44.4km/h)	1.17	1.91	1.38

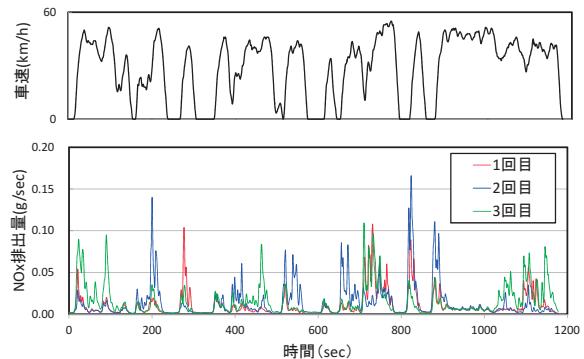


図4 都走行パターンNo.8のNOx瞬時排出量

(4) 追加調査

NOxが高排出な制御に切り替わることが想定される条件の一つとして、規定通りにエンジンダイナモーター上でJE05モードをプログラム運転させる場合には出現しないエンジン回転数と負荷条件を意図的に発生させる運転を行い排出状況の確認を行った。この運転は、JE05モード走行において、発進時のJE05モードの規定を超えた急加速となるように発進のタイミングを指示より2秒遅らせ(±1秒の範囲は規定内)、その後は速やかに指示速度に追随させる運転とした(方法を図5に示す)。また、この運転におけるNOx瞬時排出量の状況を図6に示す。図6では、比較のため、測定結果Iを再掲するとともに、過去に調査を行った新長期排出ガス規制(平成17年規制)適合車、JE05モード法適用以前の新短期排出ガス規制(平成15年規制)適合車の中で同等の試験自動車重量の車両のJE05モード走行時の排出量を加えた。

JE05モードの発進を2秒遅らせた走行では、NOxは終始高排出状態となり、NOx排出量は全体で4.32 g/kWhと測定結果Iの約5倍の排出量となった。また、

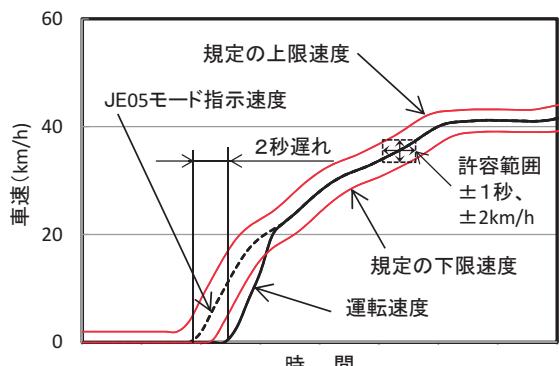


図5 JE05モードの2秒遅れ発進の方法

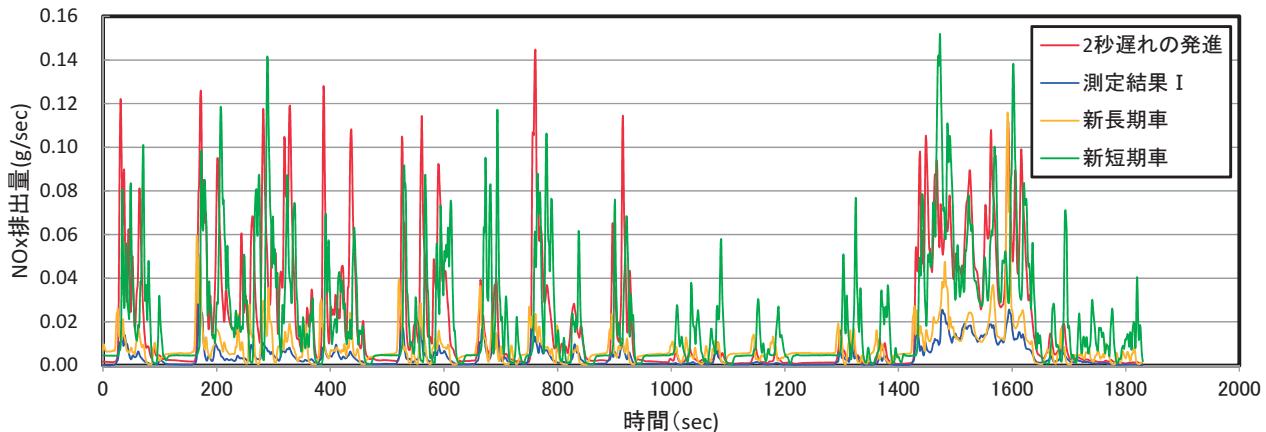


図 6 JE05 モードの 2 秒遅れ発進時の NOx 瞬時排出量

NOx瞬時排出量を見ると、アイドリングや低速走行時以外では常に新長期排出ガス規制適合車より高く、新短期排出ガス規制車と同程度と見られた。そして、発進を2秒遅らせた後、許容速度以内の車速で運転がなされている場合でも、NOxの高排出状態は、車両がほぼ停止するまで継続した。

CO₂排出量は737.2g/kWhで、発進時に急加速を行っているものの、測定結果Ⅰと比べて少ない結果であった。

その他、NOx排出量が高排出の制御に切り替わる、あるいは低排出の制御に戻る条件等の詳細を確認する追加調査も試みたが、把握には至らなかった。

4 まとめ

(1) 調査結果のまとめ

本調査車両のNOxおよびCO₂の排出実態を整理すると以下の①から③のとおりである。

- ①調査車両は、エンジン回転数と負荷が同一の運転条件下において2種の排出ガス低減制御が存在し、定常運転時は、3~4分程度の時間が経過すると、NOx排出量は増加し、CO₂排出量は低減する制御に切り替わる。
- ②この制御の切り替えは、排出濃度と排出量の関係から、EGR率を変えることにより行われる。
- ③過渡走行においても、急加速などのエンジンが高回転や高負荷な条件等を満たすと、NOxが高排出となる制御に切り替わる。また、一度、NOxが高排出状態になると、車両がほぼ停止する（車速が下がる）まで、その制御が継続すると見られた。

(2) 2つの制御の採用理由

前記(1)に記す2つの制御を用いる理由については、排出

ガス規制に適合させる必要がある一方で、実路走行では、EGR率を過度に高めた走行は、PM排出量の増大によるDPF装置への負担増大、エンジン耐久性や出力の低下、並びに燃費悪化を引き起こすため、その状態を避ける目的があると考えられる。

(3) 認証と排出実態に係る疑問

現在の燃費基準の適否は、エンジン回転数と負荷の異なる31条件以上の定常運転時の燃料消費率(CO₂排出量に換算可能)の実測結果を基に、JE05モードと都市間走行モードの燃費をシミュレーションにより算出した値⁸⁾で判定される。調査車両は、ポスト新長期排出ガス規制に適合し、かつ、平成27年度燃費基準を達成した車両であるが、NOxが高排出時の燃料消費率の実測値を基にして、燃費基準を達成したものであれば、実際の走行において、認証時の低公害(低NOx)と低燃費の性能が同時に発揮されることはない。

5 おわりに

JE05モードは、重量貨物車の路上走行の実態を踏まえて作成されたものであるが、通常の路上走行においては、追い越しや合流での加速、立体交差等の登坂走行など、JE05モード走行では現れないエンジン回転や負荷が発生する場面がある。現在の技術水準を踏まえると、こうした場面で一時的にNOx等を多く排出することはやむを得ない。しかし、調査車両のように、NOx高排出状態を継続して走行するものであれば、排出ガス規制強化の効果は著しく失われると言える。

東京都環境局では、この不適切な排出ガス低減制御の調査報告を受け、国土交通省への通報を行うとともに、

欧米では反社会的な規制逃れの対応とされる無効化機能(Defeat Device)の可能性があるものとして、①製造者に対して、リコールなどの速やかな措置、②国に対して、排出ガス規制に明文化されていない「無効化機能」の禁止について規定の整備を求めた⁹⁾。

自動車排出ガス規制は、ポスト新長期排出ガス規制以降も更なる強化が予定されている。一方、自動車の排出ガス対策の制御技術は高度化し、開発関係者以外がその詳細を確認することは難しい。今後の排出ガス規制強化の効果が、実際の路上走行の中で最大限に発揮されることを望むとともに、今後も監視的な視点を持って、排出ガス調査を継続していく予定である。

参考文献

- 1) 舟島ら、乗用LPG車のNOx排出実態について 東京都環境科学研究所年報1989、pp.63-70
- 2) 小谷野ら、大型ディーゼル車の平成6年排出ガス規制によるNOx等の低減効果（速報） 東京都環境科学研究所年報1997、 pp.165-169
- 3) 東京都環境局 東京都環境白書2000、P29-P30
- 4) 田原ら、長期規制適合車による排出ガス低減効果（速報） 東京都環境科学研究所年報2001、 pp.175-180
- 5) 折原ら、長期規制適合車における排出ガス低減効果 東京都環境科学年報2005、 pp.64-71
- 6) 今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第8次答申） 中央環境審議会 2005年4月8日
- 7) 「シャシダイナモメータによるJE05モード排出ガス測定方法」について 国土交通省自動車交通局、国自環第280号：平成19年3月16日(2007)
- 8) 重量車燃料消費率試験方法 (TRIAS 5-8-2010)
国土交通省自動車交通局 2010
- 9) 最新排出ガス規制適合車における、排出ガス低減性能の「無効化機能」について 東京都報道発表資料、
2011年6月3日