

自動車の環境対策の評価に関する研究 (自動車排出ガス低減性能の「無効化機能」について)

調査研究科 山崎 実

1 はじめに

東京都環境科学研究所では、市場に出ている使用過程車を用いて、法定モードや東京都実走行パターン等による排出ガス調査を行い、最新規制車の排出ガスの実態把握や排出ガス低減対策の評価等を行ってきた。今回、調査を実施したポスト新長期排出ガス規制車の中に、排出ガス低減機能の制御が不適切（無効化機能）と見られ、従来車と同等以上の窒素酸化物（NO_x）が排出される車両が発見された。この車両のNO_x等の排出実態について紹介する。

2 無効化機能の実態調査

(1) 調査車両

調査車両の車両諸元を表1に示す。本大型ディーゼルトラックは、ポスト新長期規制適合車であり、NO_x低減触媒を用いず、クールドEGR（Exhaust Gas Recirculation）と2段階過給の採用等により燃焼過程でNO_x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。

表1 調査車両の諸元

車種	貨物/バン
車両重量	4,770kg
積載量	3,100kg
乗車定員	2人
排気量	5.193L
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
排出ガス規制	ポスト新長期
燃費基準	平成27年度燃費基準

(2) 調査方法

当研究所の大型シャシダイナモメータ及び大型自動車用排出ガス計測システムを用い、シャシダイナモメータ上で、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、自動車排出ガスの実態調査を行った。

3 調査結果

(1) 暖機運転時等の定常運転時の排出挙動

定常60km/hの暖機運転時のNO_xおよびCO₂の排出濃度の推移を図1に示す。

図1に示すとおり、車速60km/h到達後、240秒付近から、NO_x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。この濃度に対応する排出量を算出すると、NO_xは6mg/秒から28mg/秒へ増加、CO₂は5.2g/秒から4.8g/秒への低減となる。

この排出ガス状態の変化は、EGR率を下げたことによりNO_x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る。

(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（測定結果

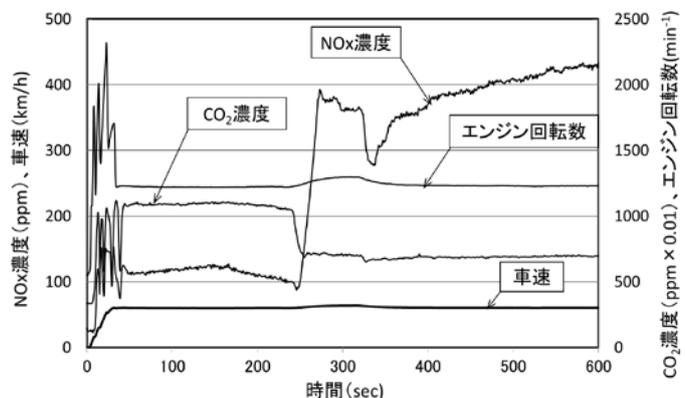


図1 定常60km/h暖機運転開始時からのNO_xおよびCO₂排出挙動

I) と事前運転（測定結果II）を経て、測定運転（測定結果III）の合計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

もあった。なお、新長期排出ガス規制適合車において、シャシダイナモ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あることを考慮して評価する必要がある。

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

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、図3に示すとおり160秒直後の発進加速時には、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。

(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・負荷が同等になっても、直ぐに低排出状態には戻らない。

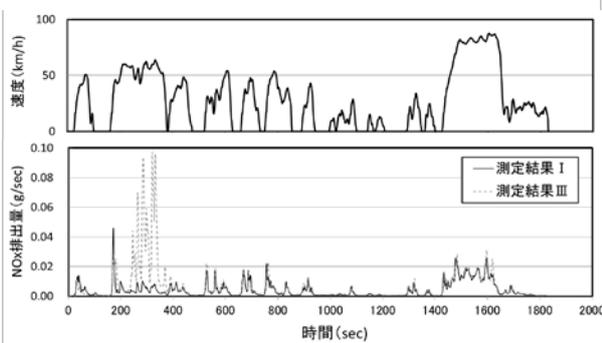


図2 JE05モードにおけるNOx瞬時排出量

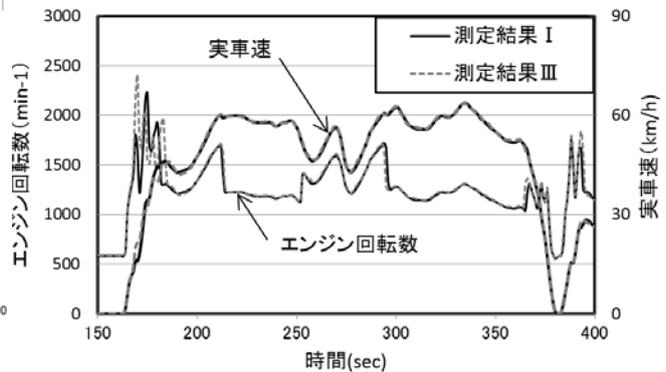


図3 JE05モード運転時のエンジン回転数の状況（開始から150秒から400秒の区間）

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

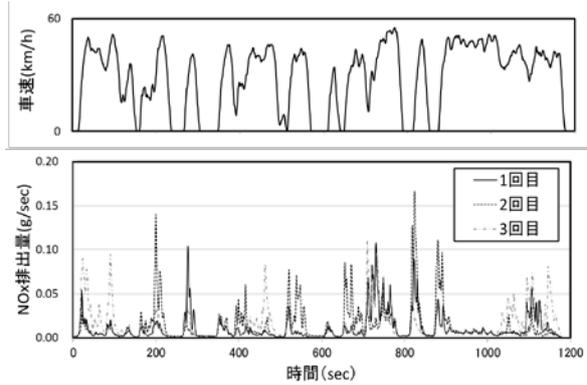


図4 都走行パターン No.8 のNOx 瞬時排出量

(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メータ上で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、発進時のみJE05モードの規定を超えた急加速を行い（毎回）、その後は速やかに指示速度に追従させる運転とした。この運転におけるNOx瞬時排出量の状況を図5に示す。

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

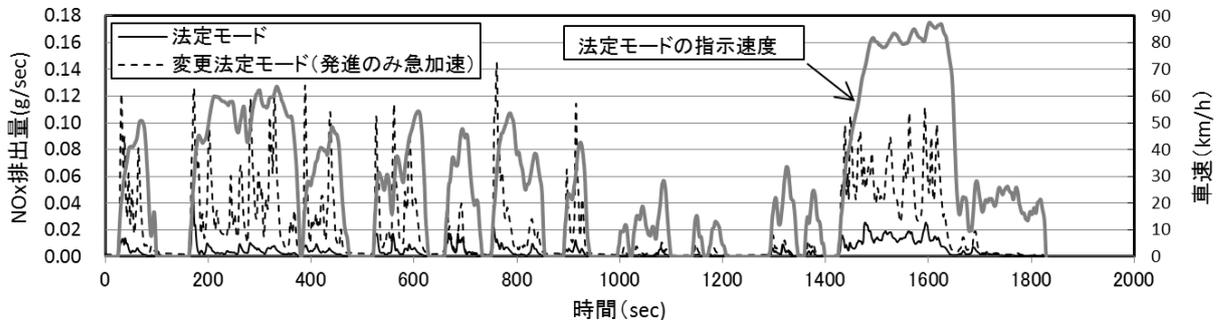


図5 JE05モードの2秒遅れ発進時のNOx瞬時排出量

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。

5 おわりに

実際の路上走行では、追越し加速や立体交差の登坂など、測定時の急加速に近いエンジン状態は発生する。急加速時に瞬時的にNOxが多くなることは止むを得ないとして、このようにNOx高排出状態が継続する不適切制御（無効化機能）が採用されると、排出ガス規制強化による大気環境の改善効果は、著しく失われると言える。

この不適切な排出ガス低減制御の調査報告を受けた東京都の対応により、現在は以下の状況にある。

- ① 該当メーカーは、全車両、エンジン本体の交換および制御プログラムを書き換える等の改善対策を実施した。
- ② 国は、公定モードを外れた走行状態（オフサイクル状態）における排出ガスの低減対策に、無効化機能の事例が確認されたことを踏まえ、オフサイクル状態での排出ガスの実態把握およびあり方を検討する検討会を設置した。
- ③ 日本自動車工業会は、無効化機能の禁止を自主的に取組むこととした。
- ④ 都は、東京都環境確保条例における低公害・低燃費車の規定に関し、「無効化機能」が付加された自動車は指定の対象から除外することとした。

用 語 説 明

無効化機能：自動車の排出ガス規制に適合させるために動作する排出ガス低減装置・機構の一部又は全部を、実際の走行状況にあって「無効化」する又は「無効化」とみなされる機能。

ポスト新長期規制：平成21年10月からの排出ガス規制であり、新車のトラック・バス及び乗用車から排出される窒素酸化物（NOx）及び粒子状物質（PM）の更なる低減を図るための世界最高水準の厳しい規制。

EGR：自動車の内燃機関において燃焼後の排気ガスの一部を取り出し、吸気側へ導く装置。主として排出ガス中の窒素酸化物（NOx）低減を目的として用いられる。

シャシダイナモメータ：自動車道路を走っている状態を実験室内で再現させることのできる機械装置。

暖機運転：冷間始動の直後などにエンジン回転数や負荷を抑えた運転状態を一定時間維持して、エンジン等の各部の温度をある程度まで上昇させること。

JE05モード：重量車（3.5t超）の走行モードであり、新長期規制（平成17年10月）より、定常運転での排出ガス試験であるD13モードに代わって導入された過渡走行モード。

東京都実走行パターン：都内の走行実態調査に基づいて設定した走行パターンであり、渋滞からスムーズな流れまで平均速度の違う10パターン、及び高速道走行の2パターンの計12パターンがある。