

使用過程車の窒素酸化物削減対策簡易チェックシステムの検討

舟島 正直 福岡 三郎 飯田 靖雄
横田 久司 中村 健 梅原 秀夫
朝来野 国彦

1 はじめに

大都市における窒素酸化物 (NO_x) 汚染は、幹線道路沿道を中心に改善が遅れている。発生源寄与の大きい自動車に対する固体制制は段階的に強化されて来た。しかし、一酸化炭素 (CO) や炭化水素 (HC) が、固体制制の強化に伴って環境濃度も低減しているのに対して、NO_xは横ばいないしは漸増傾向にある。この原因としては、排出量の多い大型ディーゼル車の増加、渋滞の増加、使用過程車の低減装置の劣化等が考えられる。

使用過程車に関する排ガス規制は、ガソリン・LPG車のCO、HC及びディーゼル車の黒煙に対しては法定整備時に測定によるアイドリング (ID) 規制の確認が義務づけられている。しかし、NO_xについては、低減装置の点検・整備は義務づけられているが、排出量の多い負荷運転が整備工場では設備的に困難なことから、測定は行われていない。我々は、自動車整備工場に設置されているスピードメータテスト (以下SMTと略す) を用いて、加速運転時のNO_x濃度を測定し、低減装置の機能低下を評価する方法を検討し、一般の整備工場においてその有効性を調査した。

2 調査方法

(1) ショッピングダイナモメータ (以下C/Dと略す) による基礎実験

SMTを用いてNO_x低減装置の作動確認の有効性を判断するための基礎的データを得るためにC/D上慣性重量、負荷 (走行抵抗、空気抵抗) 設定と運転条件特に加速度変化等とNO_xの排出濃度の関係を測定し、試験法を確立するために以下の条件で測定を行った。

① 無負荷 (ID状態) : 20km/h, 40km/h, 60km/h, 80km/h相当の回転数。

② 通常 (ギヤを入れて) : 20km/h (2d), 40

km/h (TOP), 60km/h (TOPもしくはOT), 80km/h (OT)。

③ 無負荷急加速度試験 : 20km/h → 40km/h, 20km/h → 60km/h, 20km/h → 80km/hの加速度。

④ 正規負荷設定と慣性重量のみによる加速度変化。

⑤ ④の実験にNO_x低減装置 (EGR装置) の正常稼働と装置を停止した状態。

試験車両を表1に示す。

表1 簡易チェックシステム 実験車一覧

	車名	規制年度	排気量 cc	車両重量 kg	主なNO _x 対策	備考
A	ライトバン	57	1812	1400	EGR	
B	乗用車	53	1809	1190	EGR,三元	
C	ライトバン	56	1486	1000	EGR	
D	ライトバン	56	1596	1250	EGR	図1図2
E	ライトバン	56	1468	930	EGR	
F	ディーゼル車	58	2700	1920		
G	ライトバン	56	1626	1120	EGR	
H	乗用車 LPG	53	1998	1320	EGR,三元	
I	ライトバン	56	1812	1150	EGR	図4

(2) SMTを用いた加速度試験によるNO_x低減装置のチェックシステムの検討。

実験車表1のI車でSMTでの加速度設定等実用試験法の検討。

(3) 一般整備工場に設置されたSMTによる使用過程車のNO_x低減装置の簡易チェックシステムの適用の有効性の検討。

① 6ヶ月整備点検、車検に持ち込まれた車両の整備前後ID時のCO、NO_x濃度測定。

② 整備点検前後の加速度試験：20km/h→80km/hを0.4Gで加速した状態のピークNOx濃度測定。この時のギヤ位置は、A/T車はドライブ、マニュアル車はトップギヤで加速3回以上測定し安定した状態で平均値評価。

③ ②の同様試験をEGR装置正常稼動, EGR装置カットを実施。

(4) 調査対象機器

ア. C/D 型式: BCD200E パンザイ製

イ. SMT 型式: SM-150-2 パンザイ製

ウ. ブレーキ・スピードメータ複合型テスタ
型式: BST 75 パンザイ製

エ. 分析計

1) MEXA-8120D (堀場製)

2) MEXA-119 ⑤ CD/NOx (NDIR) 加熱
プローブ・NOxコンバータ付 (堀場製)

オ. ドライバーズエイド 型式: DA-120 (小野測器製)

カ. レコーダ

3 結果及び考察

(1) C/Dによる基礎実験

ア. 無負荷 (ID状態) で回転数を上げていく方法は、NOxの排出量が負荷時に多いことと、NOx排出ガス低減装置がこの状態では作動しないものが多いため、NOxの簡易測定チェックシステムとしては有効ではない。

イ. 通常運転 (ギヤを入れて) での定速走行試験は、慣性重量の差によって (負荷の多い, 少ない) NOxの排出濃度が変化すると、あまり慣性重量が軽いと安定した速度での運転がむずかしいためこの方法も有効ではない。

ウ. 無負荷急加速度試験による試験法でのNOx排出濃度 (ピーク値) は再現性も良く5回程度で平均値が得られることを確認した。ア. イ. ウ. の基礎実験の結果からSMTによるNOxの低減装置の簡易チェック測定システムについて、以下の検討を行った。(図1参照)

また、慣性重量 (500kg) のみで車のEGR装置の正常状態とEGR装置カットした状態での加速度を変えた時のNOxの排出状況の結果を図2に示す。図1, 図2の実験結果から、加速度が同じで慣性重量を変えた場合のNOx排出濃度は慣性重量が重いほどNOxの排出濃度が

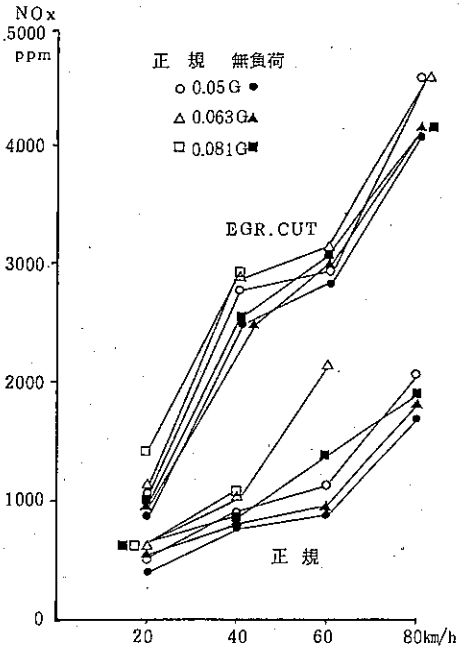


図1 正規負荷と慣性重量のみのNOx排出濃度 (1250kg)

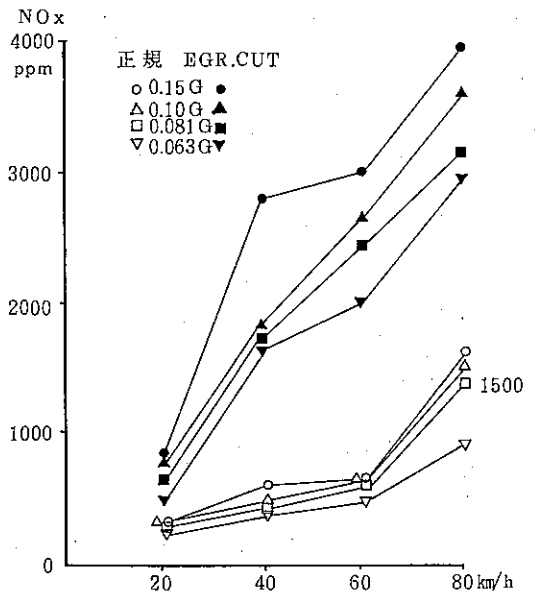


図2 慣性重量のみのNOx排出濃度 (500kg)

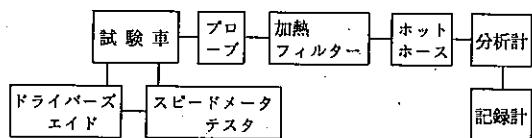


図3 簡易チェック測定システム構成図

分析計: MEXA-119S CD/NO_x (NDIR) コンバーター付
加熱プロブ 2m

高くなり、また慣性重量が同じで加速度を変えた時も加速度を上げることによりNO_xの排出濃度が高くなることを確認した。これらの結果から慣性重量と加速度を組合せればNO_x低減装置の作動状態の確認が可能ながわかった。

(3) 簡易チェック測定システムの検討 (図3参照)

C/Dの基礎実験及びC/Dによる慣性重量と加速度の組合せによりNO_x低減装置の作動状況のチェックが可能であるとの結果から、SMT (ローラ重量115kg) を用いて簡易チェック測定システムの検討を行った。図2の結果から、慣性重量500kg、加速度0.063Gで20km/hから80km/hまでの加速度運転時の駆動力(F)は〔ローラ重量(w)/重力加速度(g)×加速度(a)〕式よりF=31.5kgfである。駆動力が31.5kgf程度であればNO_x低減装置の動作不良が確認できることがわかった。

以上の実験からSMT上で20km/hから80km/hへの加速度試験を実験車I車(A/T車)にて行った。この

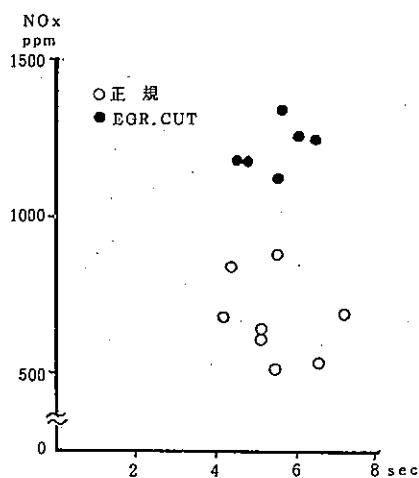


図4 スピードメータテストによるNO_x排出濃度

実験は20km/hから80km/hの到達時間を4秒 (F=48.9kgf) から7.12秒 (F=27.5kgf) 間でEGR装置の正常状態及びEGR装置を人為的にカットした状態でのNO_x排出量の変動を確認するための実験である。その結果を図4に示す。

この実験結果から駆動力27.5kgf以上の走行状態ではEGR装置の動作不良の確認が出来ることがわかった。簡易チェック測定システム等でNO_x排出濃度の測定値のバラツキに最も大きな影響を与えられているのが、運転操作のバラツキであると従来から指摘されている。この運転操作のバラツキを取り除くためドライバーズエイドを使用し、加速度をグラフ化しておき運転者はそのグラフ線上を追跡してバラツキをなくした。また、A/T車及びマニュアル車とも加速度試験のスタートを20km/hとし、マニュアル車は原則的にトップギヤでスタートとしてギヤチェンジは行わないでアクセル操作で80km/hまで加速する単純走行パターンとした。SMTを用いた簡易チェック測定システムの加速度は、C/D実験等からSMTの慣性重量を勘案して0.4Gで行うこととした。

(4) NO_x排出量の評価方法

新型自動車から排出されるNO_xの評価²⁾は、自動車の重量を等価慣性重量に合わせ、C/Dの負荷設定を行って排出量をg/kmで評価している。しかし、一般に考える簡易評価法は排気管NO_x濃度を測定する方法で①ピーク値法、②濃度平均法、③瞬間値法の3つが考えられる。我々は、車に搭載されているNO_x低減装置の作動状況を自動車整備工場等に設置されているSMTを用いて安価で簡単にチェックできる簡易チェック測定システムを考えているため、なるべく簡単な操作で安定した評価方法を取り入れなくてはならない。C/Dの基礎実験等から、数値の取り扱いの単純さと5回程度の繰り返し測定で平均的な数値が得られたことからピーク値法を評価の対象とした。次項での有効性の検討では、運転者の差によるNO_x排出濃度のバラツキ等を考慮して、同一運転者により調査を実施した。

(5) 簡易チェック測定システムの適用の有効性の検討

一般の自動車整備工場に車検及び6ヶ月点検で持ち込まれた69台の車の整備点検前後のID時のCO、NO_xの測定及び加速度試験によるNO_xの排出状況の調査を実施した。あわせてNO_x低減をEGR装置主体に行っている

表2 調査車の排気ガス対策システム

排気ガス システム	台車	乗用車
EM. AS. 三元. その他 EM. 三元. その他 28台 AS. 三元. 7台	35台	7台
EM. EGR. 三元. その他	11台	10台
EM. EGR	15台	1台
EM. AS. EGR. 酸化 EM. AS. EGR. 酸化 5台 EM. EGR. 酸化 1台	6台	3台
EM. AS	2台	
計	69台	21台

※ 乗用車21台 ライトバン48台

EM: エンジン本体改良 三元: 三元触媒
AS: 二次空気導入 酸化: 酸化触媒
EGR: 排出ガス再循環

表3 アイドリング時のNO_x 排出濃度

	入車時NO _x 平均濃度	整備点検後NO _x 平均濃度	整備点検後のNO _x 濃度ppm	
			増加	減少
乗用車 (21台)	42ppm (0~100)	39ppm (10~100)	8台 (10~80)	13台 (0~40)
ライトバン (48台)	85ppm (20~500)	76ppm (20~150)	14台 (10~130)	34台 (0~400)
計 (69台)			22台	47台

車両のEGR 正常状態と人為的にEGR をカットした状態における加速度試験を行った。69台の車両の内訳は、ライトバン48台、乗用車21台である。調査車の排気ガス対策システムの内訳を表2に示す。自動車整備工場に整備点検で持ち込まれた車のうち3台がCDのID規制値(4.5%)を超えていた。整備点検後は全てが規制値内であった。IDでCOを調整する前後のNO_x排出濃度の変化を表3に示す。乗用車は、入車時のNO_x濃度平均値は42ppmでCOを調査することによって39ppmとさがり21台中13台がNO_x濃度が減少した。ライトバンは、入車時乗用車の約2倍の85ppmであった。ライトバンもID時のNO_x排出濃度は、COを調査することにより減少する傾向があった。

車の整備点検前後の加速度試験によるNO_x濃度を表4に示す。入車時のNO_x排出濃度の平均は、乗用車が618ppm、ライトバンが660ppmであった。整備点検後の

表4 加速度試験のNO_x排出濃度

	入車時NO _x 平均濃度	整備点検後NO _x 平均濃度	整備点検後のNO _x 濃度ppm		
			増加	減少	
乗用車 (21台)	正規 (21台)	618ppm (120~1740)	538ppm (120~1160)	10台 (10~360)	11台 (30~600)
	EGR.CUT (12台)	872ppm (310~2000)	715ppm (210~2000)	4台 (110~490)	8台 (20~1350)
ライトバン (48台)	正規 (48台)	660ppm (60~2000)	548ppm (80~1170)	25台 (20~370)	23台 (0~1390)
	EGR.CUT (18台)	1077ppm (640~2000)	1005ppm (690~1360)	7台 (90~450)	11台 (30~740)
計	正規		35台	34台	
	EGR.CUT		11台	19台	

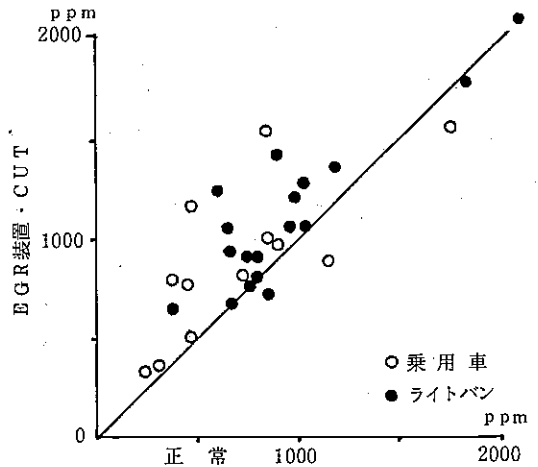


図5 加速度試験によるNO_x排出濃度 (EGR装置正常・CUT)

NO_x排出濃度は、乗用車が538ppm、ライトバンが548ppmと両者ともID同様NO_xの排出平均濃度は低くなった。しかし、各車のNO_x排出濃度の増減の割合は、増加した車が35台、減少した車が34台とほぼ同率であった。車を整備点検することにより、NO_x排出平均濃度が低くなったのは、NO_x排出濃度が増加した車の最高値は370ppmに対して、減少した車は1390ppm以上と大幅に減少した車があったためと考えられる。次にNO_x低減

をEGR装置主体に行っている車30台のEGR正常状態と人為的にEGRをカットした状態における加速度試験の結果を図5（入車時）に示す。車両重量が1000kg程度の車の10モード走行モード0→40km/h（M-6）の加速モードでの駆動力（F）は80kgfである。また今回使用した整備工場のブレーキ・スピードメータテスト（ローラ重量98kg）での加速度試験は、20km/hから80km/hまでを加速度0.4Gで行ったので駆動力は39.2kgfである。この値は、10モード試験のM-6の加速モードの約半分の負荷である。今回の加速度試験でEGR装置の動作状況の判断基準として、過去の10モードの試験等のNOx排出量及び車への負荷のかかり方等を考慮して次の3つの仮定を定めた。①NOxの排出濃度が2000ppm以上の車両はNOxの低減システムの異常かもしくは、車両自体の異常が考えられる。②NOxの排出濃度が1000ppmから2000ppmの車両については、EGR装置の正常時とEGR装置カット時のNOx排出濃度に差が生じないものは、NOx低減システムが正常とはいえないと考えられる。③NOxの排出濃度が1000ppm以下の車両は、正常又は正常に近い状態と考えられる。以上の考え方で判断した場合、異常と認められる車両は30台中7台であった。

また、整備点検後の加速度試験の結果を図6に示す。車検及び定期点検で整備工場に持ち込まれ、通常の法定整備を行うことによりNOx排出濃度は1500ppmを越える車両はなくなり、前述した仮定に基づいた判断によるとEGR装置の動作不良等で異常と考えられる車両は30台中5台となった。

4 まとめ

ガソリン車に搭載されたNOx低減システムのうち、主にEGR装置によるものは、一般自動車整備工場等に設置されたスピードメータテストを用いる簡易チェックシステムでEGR装置の作動の異状のチェックは可能である。

①法定整備をすることによりID時のNOx濃度は低くなる。

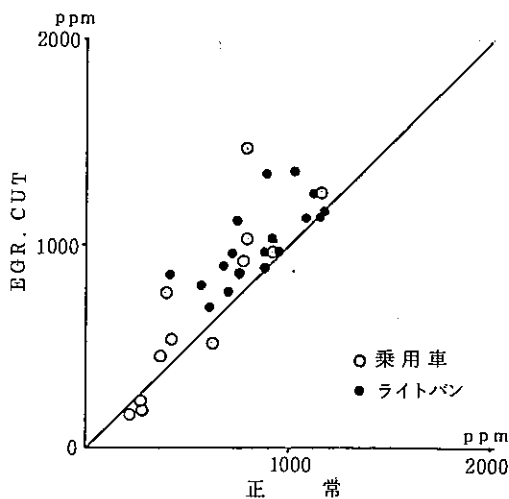


図6 加速度試験によるNOx排出濃度
（EGR装置正常・CUT）

②入車時の加速度試験では、EGR装置作動不良が7台あったが、整備点検することにより排出NOx濃度も低くなり、EGR装置作動不良車と思われる車両は5台であった。

5 おわりに

なお、EGRの動作状況の判断基準として仮定した数値の妥当性については、なお多くの検証事例から検討することが望ましい。また、当システムのチェック結果と10モード基準との定量関係については、今後の課題である。

参考文献

- 1) 阿部次雄他：慣性負荷方式によるNOx排出簡易判定法の研究 交通公害安全研究所交通公害部昭和57年
- 2) ガソリン自動車10モード及びアイドリング排出ガス試験方法：TRIAS23-1980 光文社