

貨客車（ライトバン）の排出ガス低減に関する研究

— 53年排出ガス低減システムの適用 —

飯田 靖 雄 井上 浩 一 舟島 正直
 鈴木 正 次 梅原 秀 夫 福岡 三 郎
 布川 憲 満 吉田 真 杉浦 三 郎
（公害局自動車公害対策室）（公害局自動車公害対策室）（公害局自動車公害対策室）
 二瓶 久 雄
（公害局自動車公害対策室）

1 はじめに

わが国の自動車排出ガス規制は、昭和48年度規制で、重量規制を導入して以来、段階的に規制の強化がなされてきた。特にガソリン乗用車の窒素酸化物排出規制は、昭和53年度規制が施行された現在、未規制車の10分の1になっている。この昭和53年度規制は、技術的に達成が困難だとされ、2年遅れて実施された。しかし今日では、三元触媒方式をはじめとする各種の排出ガス低減システムが開発研究され、53年規制適合車として実用化されている。

乗用車の規制強化と排出ガス低減技術が進歩する中で、車両構造、使用形態等が乗用車に近い車種である貨客車

（以下ライトバン）に対する規制は、表1に示すように昭和50年度規制で軽量バス・トラックとして区分され、規制値は乗用車よりも比較的緩い数値（約5倍）が定められている。こうした車種区分は、乗用車とトラックとでは、エンジンの使用領域や、車両重量が異なるので、技術的に同一規制が無理とされたためである。しかし、商用車として広く利用されているライトバンの多くは、乗用車に近い車種であり、乗用車の53年排出ガス低減システムを適用すれば排出ガスレベルを乗用車程度にすることが可能だと考えられる。

本報告は、ライトバンに対する規制強化の技術的可能性を実証するため、53年排出ガス低減システムを搭載

表1 自動車排出ガス規制の推移
 規制平均値（ ）内 許容限度

{ 乗車定員10人以下の乗用車及び
 車両総重量2,500kg以下のトラック・バス（ガソリン車、LPG車）

規則	年度	50		51・52		53		54		56	
		10M	11M	10M	11M	10M	11M	10M	11M	10M	11M
乗用車	試験方法	10M	11M	10M	11M	10M	11M	10M	11M	10M	11M
	HC	0.25(839)	7.00(9.57)	←	←	←	←	←	←	←	←
	CO	2.10(270)	600(850)	←	←	←	←	←	←	←	←
	NOx	1.26(1.60)	9.00(11.0)	0.60(0.84)	6.00(8.00)	0.25(0.48)	4.40(6.00)	←	←	←	←
	0.30(0.50)	2.50(4.00)	(1) ←	← (2)							
トラック・バス	試験方法	10M	11M	10M	11M	10M	11M	10M	11M	10M	11M
	HC	2.10(270)	130(170)	←	←	←	←	←	←	←	←
	CO	12.0(15.0)	500(70.0)	(1) ←	←	←	←	←	←	←	←
	NOx	1.80(230)	150(20.0)	←	←	←	←	1.0(1.40)	8.0(10.0)	0.60()	←
	0.30(0.50)	2.50(4.00)	(1) ←	←	←	←	(3)	1.2(1.60)	9.0(11.0)	0.90()	

10M (g/km) 11M (g/Test)

(1) 2サイクル軽自動車。 (2) 等価慣性重量1,000kgを越える乗用車、4サイクル軽乗用車。

(3) 車両総重量1,700kgを越えるトラック・バス、4サイクル軽トラック。

した3台の実験車を30,000 kmまでの耐久走行試験を実施した結果である。なお、本実験より得られた排出係数から排出量削減の効果も推計し、検討を加えた。

2 実験内容および方法

(1) 実験内容

本実験内容と作業手順を図1に示す。まず始めに、当研究所が実施してきた53年規制適合車の排出ガス特性調査結果等を勘案し、本実験に供試する53年排出ガス低減システムおよび実験車を選定した。

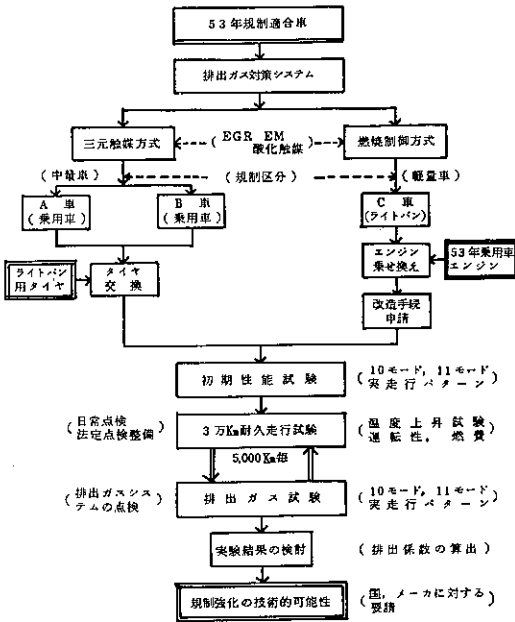


図1 実験内容と作業手順

次に、選定した実験車へ53年排出ガス低減システムの適用（エンジン乗せ換え等）を行った後、排出ガスの初期値（0 km）を求めた。次いで路上耐久走行試験を30,000 kmまで実施した。この試験ではライトバンに適用した53年排出ガス低減システムの安全性、耐久性等を調査するとともに、車両としての運転性、実用性についても合わせて検討した。この間、排出ガス試験は約5,000 km走行することに実験車を当所実験室へ持ち込み、排出ガス試験法に従い実施した。

(2) 53年排出ガス低減システムおよび実験車の選定

53年排出ガス低減システムは、自動車メーカー各社あるいは車種によって採用されている方式が異なるが、

大きく分ければ三元触媒方式と、燃焼制御方式とに分けられ、これらに、エンジンモディフィケーション（EM）排気再循環（EGR）、酸化触媒などを組合せた、7システム程度に分類できる。本実験では、これらのシステムのうちから三元触媒方式と、スワール流強化等特殊燃焼方式について検討することにした。

また、実験車の選定にあたり、車両総重量による区分（軽量バストラックの昭和54年度規制）を考慮して、中量車（2.5～1.5 t）を2台、軽量車（1.7 t以下）1台を実験に供することにした。表2に選定した、排出ガス低減システムと53年規制乗用車および同型ライトバンの主要諸元を示す。

ア 中量実験車（A車、B車）

本実験では中量実験車として、53年規制適合車を、そのまま使用することにした。本来ならば、ライトバンへ53年排出ガス低減システムを乗せ換えるべきではあるが、本実験車は表2のとおり、車両重量が同型ライトバンより約65 kg軽いことを除けば排気量、変速比、および最終減速比等は同一条件である。したがって53年規制適合車を人員や軽貨物等を運搬する使用条件で、耐久走行した際の排出ガスを調査することにより、同型ライトバンの排出ガス低減システムを搭載した場合の調査と同一の検討結果が得られる。ここでは、車両重量差の補正と乗用車タイヤをライトバン用タイヤに交換することのみにとどめた。

イ 軽量実験車（C車）

50年規制適合ライトバンに53年規制適合乗用車のエンジンを乗せ換えた車両である。なおこの車両は東京陸運事務所へ車両改造届を提出し78都陸事務所第135号（S 53. 10. 28）により承認済である。

(3) 耐久走行試験

実験車3台について、排出ガス低減システムを主体とした耐久性、安全性等について確認するため、30,000 kmまでの実車耐久走行試験を実施した。実験車には乗車定員と最大積載量の和の2分の1に相当する鉄鍾を乗せて表3に示す走行コースを原則として1日1回走行させた。走行コースは新宿を起点とする1コース350 km前後になるように路線を定め、高速走行が20%以上になるよう考慮してある。なお、この実車耐久走行期間中、触媒および車体周辺部における温度上昇テスト、ならびに運転性能に関する調査を実施した。

表2 選定車両の諸元

排気対策種	三元触媒, O ₂ センサー, EGR		エンジン改造 酸化触媒 EGR		
	乗用車 (A, B車)	ライトバン	乗用車 (C同型車)	ライトバン (C車)	
エンジン	排気量 cc	1,988	1,988	1,597	1,597
	圧縮比	8.6	8.6	8.5	8.5
	最高出力	125 PS/6,000	110/5,600	86/5,000	92/5,400
	最大トルク	17.0/4,400	16.0/3,800	13.5/3,000	14.0/3,500
車量重量 kg	1,370	1,435	980	1,040	
乗車定員 (人)	5	5(2)	5	2(5)	
最大積載量 kg	—	400(500)	—	400(250)	
車両総重量 kg	1,645	2,100	1,255	1,565	
変速比	1 速	3,579	(同左)	3,525	(同左)
	2 速	2,081		2,173	
	3 速	1,397		1,442	
	4 速	1,000		1,000	
	最終減速比	4.556		3,909	
排出ガス試験時の等価性重量 kg	1,500	1,500	1,000	1,250	

表3 路上耐久走行コース

①	新宿 → 環八 → 東名入口 → 東名高速 → 大井松田 → 東名高速 → 清水 IC → 国道1号 → 小田原 → 小田原バイパス → 厚木 IC 東名高速 → 東名出口 → 環八 → 新宿 (コース距離 335 km)
②	新宿 → 明治通り → 東向島 → 国道6号 → 水戸 → 国道293号 → 天板 IC → 東北道 → 岩槻 IC → 国道122号 → 王子 → 明治通り → 新宿 (コース距離 338 km)
③	新宿 → 明治通り → 東松川 → 京葉国道 → 宮野原 → 新空港区 → 成田 → 国道51号 → 水戸 → 国道50号 → 小山 国道 → 佐野 IC → 東北道 → 岩槻 → 国道 → 王子 → 明治通り → 新宿 (コース距離 376 km)
④	新宿 → 環八 → 東名入口 → 東名高速 → 厚木 IC → 小田原バイパス → 小田原 → 国道1号 → 箱根 → 国道37・138号 → 甲府 国道20号 → 大月 IC → 中央高速 → 調布 IC → 国道20号 → 新宿 (コース距離 333 km)

(4) 排出ガス試験

排出ガス試験は、エンジン乗せ換え等の作業が終了した直後に、初期性能試験を、路上走行 5,000 km 毎に実験車を当所実験室に持ちこみ実施した。排出ガス試験内容は次のとおりである。

10 モード、11 モード、定速走行 (20km/h, 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h) および東京都内実走行パターン 10 本と高速道路パターン 1 本⁽²⁾ である。表4に排出ガス試験に使用した実験装置とその諸元を示す。

3 実験結果と考察

(1) 53年規制適合車の排出ガス特性と実験車の初期

排出量

ア 53年規制適合車の排出ガス特性

表4 実験装置の主要諸元

シャ-シダイナモメータ		
型 式	万才自動車 (株)	
動力吸収方式	渦電流式 (MCAD-200)	
最高吸収馬力	160 PS	
ドラム配列	2軸	
ドラム径及 ^ハ 軸間距離	370φ mm 450 mm	
フライホイール	125 kg ピッチ 500~3500 kg	
o 排出ガス分析装置		
O V S 装置	型 式	堀場製 CVS-31 型
	風量設定方式	ルーツブロー- 3.4.5.6.9 m ³ /min
	温度制御方式	熱交換方式
	サンプルドック	6ヶ (200 ℓ)
分 析 計	型 式	堀場製 MEXA-2300 型
	直接測定用	NO, HC, CO(H), CO(M), CO ₂ , NO ₂
計	CVS 測定用	NO _x , HC, CO _L , CO ₂ (CO _M)
データ処理装置	岩崎通信 (株) DEATAC-S ₁	

本実験で選定した、53年規制適合車、2車種の予備調査で得たNOx排出特性を、図2に示す。これは区間平均車速の異なる都内実走行パターン10本で得られたNOx排出量をその平均車速との関係で表わしたものである。図2で、1/2積載相当とあるのは、排出ガス試験時の特徴慣性重量(以下EIWとする)をライトバンに相当させた際の排出量と推定される。この排出特性からは、①低速から高速のどの走行パターンでもNOx排出量が少ない、②EIWが1ランク上ってもNOx排出量の増加はわずかである。すなわち、三元触媒方式およびスワール流強化特殊燃焼制御方式の排出ガス低減システムは、比較的広い運転条件の下で、NOx排出レベルを低くコントロールしており、ライトバンへ適用可能なことを示している。

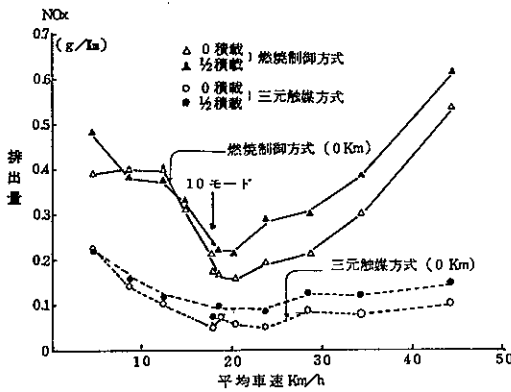


図2 53年規制適合車のNOx排出量

イ A車, B車の排出ガス特性

今回の実験では、A車、B車は53年規制適合車そのものであるが、規制適合エンジンをライトバンへ乗せ換えても、三元触媒システムにかかる負荷は車両重量65kgを除けば、排出量、変速比、最終減速比等の面からは乗用車と同一であることは先に述べた。またライトバンへエンジンを乗せ換えた場合の車両重量は、1,450kg程度であり、現行、排出ガス試験法で設定するEIWは乗用車と同じ1,500kgとなる。したがって、三元触媒システムをライトバンへ適用できるか否かは、乗用車であるA車、B車をライトバンとしての積載量の1/2約400kgの荷重をかけて走行した場合の排出ガス量の変化を調査し、耐久性を明らかにすれば良い。図3にA車、B車の10モード、および実走行パターンでの排出特性を

示した。初期値ではいずれの汚染物も10モード規制平均値を満足しており、実走行パターンでの排出量も低レベルであった。

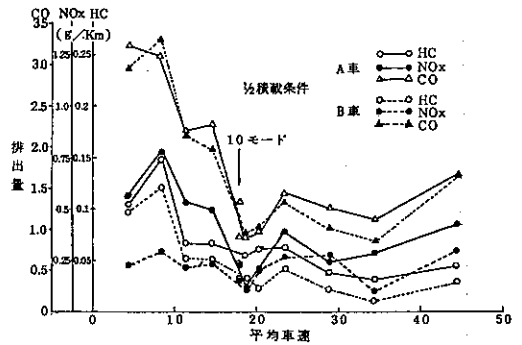


図3 実走行パターンにおける排出量

ウ O車の排出ガス特性

(ア) 10モード排出量

O車は50年規制ライトバンに53年規制適合乗用車用エンジンを乗せ換えた車両である。このO車の排出ガス低減システムに関しては、最終減速比の相違や車両重量の違いによる排出ガス試験時のEIW設定が乗用車より、1ランク上の1,250kgとなることから乗用車で使用される場合より負荷は大きくなり排出量に影響があると考えられた。

O車の10モード排出量を表5に示す。NOxおよびCO排出量は乗用車の53年規制平均値を上まわる結果を得た。

この原因として①等価慣性重量の相違、②エンジン使用領域の変化、③排出ガス低減システムの信頼性、④初期における機械的損失の増大などが考えられる。そこで表5に示したように、同型の乗用車2台(O₁, O₂)を用い、排出ガス対策システムの信頼性について若干の試験を行った。その結果はCOが平均値を超える車両と

表5 実験車(C車)と53年乗用車の10モード排出量

単位 g/km

車両汚染質	実験車(C車)	53年乗用車		記事
		C ₁	C ₂	
HC	0.20	0.18	0.15	C車 0 km C ₁ 約4,000 km 53.12 C ₂ 約3,000 km 54.12 (レンタカー持ち込み時)
NOx	0.35	0.21	0.36	
CO	2.39	2.15	0.82	
等価慣性重量	1,500 kg	1,000 kg		

NO_xが平均値を越える車両に分かれ、汚染物質排出量にバラツキがみられた。こうしたことから、FIWの増大と排出ガス低減システムの信頼性の欠陥が相乗して、前述のような結果を得たように思われる。

(i) EGR作動域の変更

次に、C車のNO_x排出特性を図4に示す。NO_x排出量は平均車速が20 km/h付近から上昇し、高速側では急増する傾向を示している。このような排出特性は、53年規制適合車として発売された当初の車両であるC₁車には認められない傾向であった。しかし、発売1年後の改良されたC₂車ではC車と同様の傾向が認められた。そこでC車と同型の50年および54年規制ライトバンの排出特性も合わせて検討したが、中高速域の走行パターンでは53規制適合システムを乗せたC車とほぼ同じ排出量を示している。

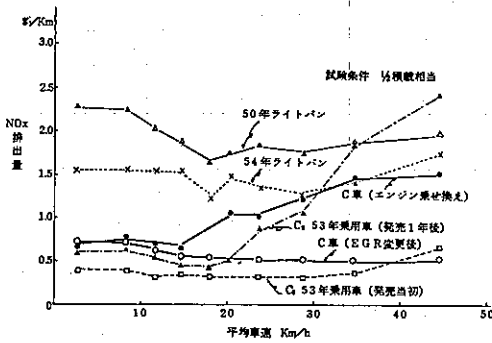


図4 C車および同型車のNO_x排出特性

C車の中高速域で、NO_x排出量の増加する原因は車速が、40 km/h以上で一定時間走行した場合や高速域の多い実走行パターンで走行した時にEGRが停止されることによる。そのEGRが停止された時の排出ガス挙動を図5に示す。このように、中高速域でのNO_x排出量が増加することは、排出ガス規制強化の実際上の効果を期待する上では望ましいことでない。そこで、C車のEGR作動域が中高速側でも作用するように変更し、NO_x排出量の低減を図った。その結果、図4で示すようなEGR変更時の排出特性が得られ、NO_x排出量が減少した。

(v) 酸化触媒の付加

C車の1/2積載および前項のEGR作動域の変更を行った後の実走行パターンにおける、CO、HC排出量

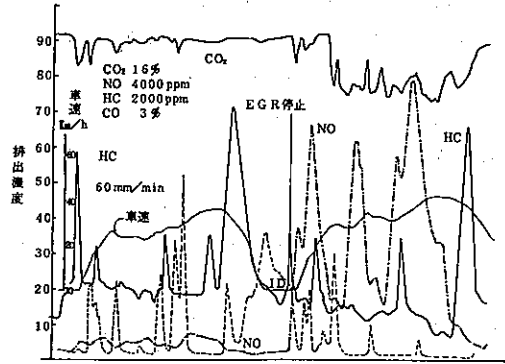


図5 C車のNO_x排出濃度の挙動

は0積載時よりも図6に示すようにCOで2~3倍、HCで約10倍程度増加した。この対策として酸化触媒をC車に付加することにした。

しかし、路上耐久走行では新たに車両改造届の申請をする必要があり、時間的制約があったので付加できなかったが、排出ガス試験時に付加した酸化触媒は使用過程車用に認定された製品であり、その安全性、耐久性等については確認済のものである。

なおC車のEGR変更後の1/2積載条件で排出されるCO、HCの排出量はCOで未規制車の約1/2、HCで1/10程度であり、付加する酸化触媒に対する熱的負荷と耐久性については問題にならないと思われる。

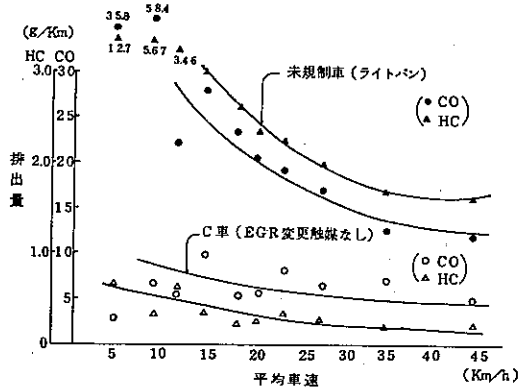


図6 C車のCO、HC排出レベル

(2) 路上耐久試験結果

実験車3台について、エンジン乗せ換え等排出ガス対策システムをライトバンに適用させ、初期(0 km)の排出ガス試験を実施した後、30,000 kmまでの耐久走行試験を実施した。実験車には乗員を含めA車、B車に393

kg, C車には263kgの荷重(1/2積載相当)になる鉄錘を積んで走行した。なお, C車の0~5,000kmまでは, 定積載量である525kgを積載して走行した。

この耐久走行期間中の車両の整備点検は, 日常点検, 法定点検以外, 特別な整備点検は行わなかった。排出ガ

ス試験は約5,000km走行ごとに実施した。試験実施にあたり車両の整備修理書に基づき排出ガス低減システムの機能点検により異常の発見に努めた。なお, 耐久走行試験における高速走行の割合はA, B, C車それぞれ, 33.4%, 32.5%, 32.6%であり自動車型式認定試験

表6 定速走行時の排出量

単位: g/km

実験車 条件	A 車						B 車					
	HC		NOx		CO		HC		NOx		CO	
	0 km	30,000km	0 km	30,000km	0 km	30,000km	0 km	30,000km	0 km	30,000km	0 km	30,000km
20	0.02	0.03	0.00	0.05	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.07	0.05	0.04
40	0.01	0.02	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.09	0.13	0.08
60	0.01	0.01	0.00	0.47	0.00	0.02	0.02	0.03	0.34	0.64	0.21	0.04
80	0.01	0.01	0.09	0.46	0.09	0.07	0.01	0.01	0.29	0.86	0.31	0.08

o C 車

単位: g/km

km/h	HC			NOx			CO		
	標準型	EGR+酸化触媒		標準型	EGR+酸化触媒		標準型	EGR+酸化触媒	
	0 km	0 km	30,000km	0 km	0 km	30,000km	0 km	0 km	30,000km
20	0.08	0.10	0.09	0.35	0.36	0.30	0.11	0.02	0.09
40	0.08	0.09	0.05	0.31	0.34	0.34	0.05	0.01	0.07
60	0.06	0.07	0.03	2.01	0.36	0.30	0.11	0.01	0.05
80	0.05	0.07	0.02	4.44	0.29	0.51	0.10	0.01	0.21

表7 10モード, 11モード排出量

実験車	走行距離 提出量等	0 km, 5,000 km, 10,000 km, 15,000 km, 20,000 km, 25,000 km, 30,000 km							
		0 km	5,000 km	10,000 km	15,000 km	20,000 km	25,000 km	30,000 km	
A 車	10モード	HC	0.06	0.04	0.10	0.09	0.17	0.09	0.12
		NOx	0.13	0.21	0.25	0.25	0.26	0.21	0.23
		CO	1.05	1.71	2.27	2.31	2.82	2.30	2.90
	11モード	F	6.2	7.4	7.8	8.4	7.9	8.1	7.7
		HC	4.20	6.87	10.51	9.70	8.67	8.15	6.04
		NOx	3.30	3.34	2.99	3.06	4.40	5.80	4.08
B 車	10モード	CO	2.90	4.14	7.20	5.94	7.38	7.01	3.75
		HC	0.02	0.05	0.0	0.08	0.08	0.12	0.11
		NOx	0.10	0.29	0.3	0.39	0.32	0.25	0.39
	11モード	CO	0.77	1.84	2.14	2.14	2.48	2.88	2.52
		F	7.3	7.7	8.2	8.1	8.1	7.8	7.6
		HC	3.52	5.47	8.06	9.96	9.47	5.93	7.10
C 車	10モード	NOx	2.23	3.91	4.17	4.21	6.03	4.67	4.42
		CO	2.46	5.38	5.69	6.51	9.71	5.30	5.56
		HC	0.07(0.20)	—(0.20)	0.14(0.34)	—(0.38)	0.19(0.44)	—(0.53)	0.22(0.60)
	11モード	NOx	0.34(0.36)	—(0.43)	0.30(0.37)	—(0.32)	0.40(0.40)	—(0.38)	0.30(0.32)
		CO	0.45(2.39)	—(1.04)	0.26(0.27)	—(1.69)	0.32(1.67)	—(1.86)	0.47(2.83)
		F	10.2(10.3)	—(11.7)	11.2(11.6)	—(11.6)	11.2(11.1)	—(10.8)	11.6(10.8)
11モード	HC	3.09	—	3.61	—	3.74	—	2.3	
	NOx	2.85	—	2.69	—	2.87	—	2.7	
	CO	9.8.8	—	11.4.9	—	9.2.6	—	7.3.9	

10モード... g/km 11モード... g/test F(燃料消費率)... km/l
 等価慣性重量 A車・B車... 1,500kg C車... 1,250kg

における高速走行20%以上を満足していた。

ア 定速走行時の排出ガス量

表6に実験車3台の初期(0km)と30,000km走行時の定速走行条件下における排出ガス量を示す。

車のEGR+酸化触媒はEGRの作動域の変更と排出ガス試験時に酸化触媒を付加したことを示す。

定常走行では三元触媒システムのA車, B車のCO, HC排出量は低く, 初期値と30,000km時では, ほとんど変化はなく, ここではCO, HCに対する触媒の活性低下は認められない。しかしNOxについては, A車の初期値は非常に低いが30,000km時では60,80km/hで約0.4g/kmの排出量を示した。またB車では初期値, 60,80km/hで0.3g/km前後の値を示し, A車の排出量は0.1g/km以下でその排出傾向が異なっていた。しかし30,000km時ではA車約0.45g/km, B車0.64-0.86g/kmの排出量を示した。したがって, 60,80km/hでのNOx排出量の増加から三元触媒のNOxに対する活性の低下が伺われる。

イ 10モード・11モード排出量

表7に0kmから30,000kmまでの10モード・11モード排出ガス試験結果を示す。C車の()内の数値は酸化触媒を付加している状態での排出量である。

(ア) A車・B車の排出量

図7に排出量の推移を示す。A車, B車とも, いずれの汚染質も初期値が少なく, 15,000kmまでは, ゆるやかに排出量が増加し, それ以降は若干減少が横ばいの傾向を示している。また, 10モード燃費は, 15,000kmまでやや良くなる傾向を示している。こうした傾向は三元触媒の初期活性が10,000kmまで徐々に失われ, それ以降は, 比較的安定した状態になることによるものと思われる。30,000km走行時点での各汚染質排出量は表7のとおりであり, いずれも53年乗用車の排出規制許容限度内である。A車のNOx排出量は, 0~30,000kmまでほぼ安定しており, 排出規制平均値0.25g/kmを満足する結果を得た。11モード排出量についても10モード排出量とほぼ同様の傾向が認められた。

三元触媒システムの劣化状況を知るため30,000km走行終了後のA車についてO₂センサー及び三元触媒を未使用品と交換して, 10モード排出量を求めた。その結果を表8に示す。図8に0km, 30,000kmおよび未使用触媒と交換した際の排出ガス濃度の挙動を示す。0km

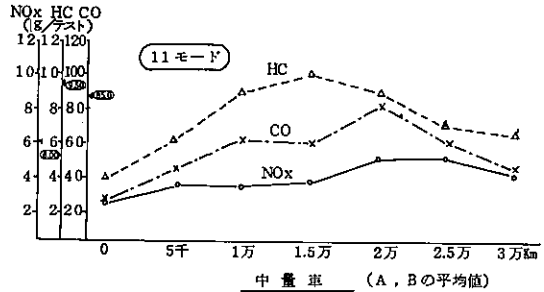
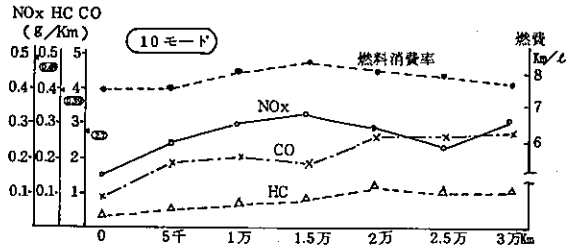


図7 排出量の推移

表8 三元触媒システムに関する10モード試験結果

実験	排気対策		(g/km) (km/l)				燃費
	触媒	O ₂ センサ	HC	NOx	CO	CO ₂	
1	3万km触媒	ON	0.12	0.23	2.90	305	7.6
2	3万km触媒	OFF	0.12	1.32	1.41	324	7.2
3	未使用触媒	ON	0.02	0.21	0.67	320	7.3
4	未使用触媒	OFF	0.03	1.25	0.36	313	7.5
5	なし	ON	1.92	1.50	8.30	295	7.5
6	なし	OFF	1.71	1.52	6.27	295	7.6

3万km触媒(触媒の使用歴)
ON・OFF O₂センサー回路を切断

と新触媒では, 各汚染質の挙動はほぼ同じである。しかし, 30,000kmでは, 加速運転域でHC, CO, NOxのピークが強く現われている。したがって, 耐久走行による各汚染質排出量の増加傾向はO₂センサーの劣化による三元触媒の浄化性能の低下によるものではなく, 三元触媒, そのものの活性低下に起因するものと考えられる。

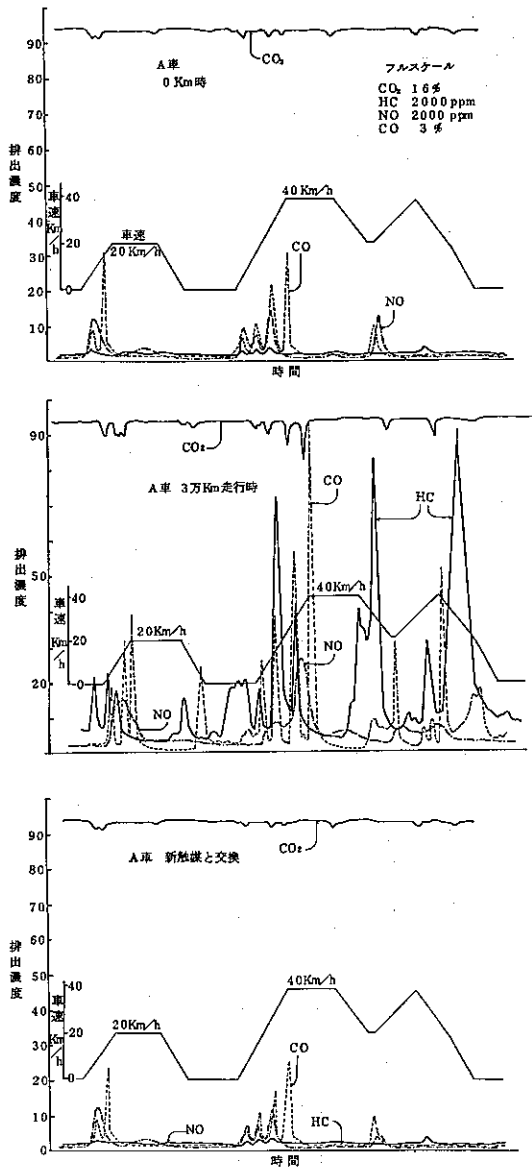


図8 10モード排出濃度の挙動

(イ) C車の排出量

A, B車と同様に, 図9に排出量の推移を示す。走行距離とNO_x排出量との関係に, 三元触媒システムのような明瞭な関係は, 認められない。

またHC, CO排出量は, わずかではあるが, 走行距離の伸びとともに若干増加する傾向が認められる。

このシステムに酸化触媒を付加しなかった場合は, HCは20,000 km, COは30,000 kmの時点で, 10モードの排出許容限度 (HC: 0.39g/km, CO: 2.70g/km)

を越えてしまう。しかし, 付加する酸化触媒の効果により規制平均値内に抑えられることがわかる。また, 11モード排出量については, HC, NO_x排出量は, 規制平均値内であるが, CO排出量は, 30,000 km時点のみ許容限度を越えていた。

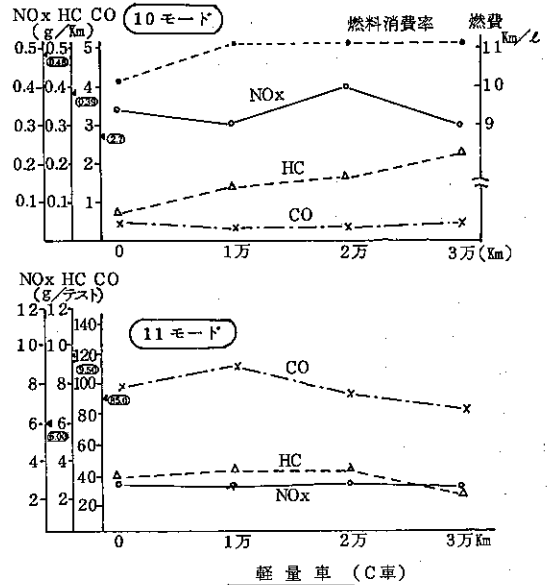


図9 排出量の推移 (0~30,000 Km)

ウ 10モード排出量の比較

30,000 km走行時の本実験車3台と, 50年規制, 54年規制ライトバンおよび53年規制乗用車の10モード排出量を比較するため, 図10に示す。実験車以外の車両は, 走行距離等は, 必ずしも実験車と同条件ではないが, 妥当な排出レベルにあると思われる。

総じて言えることは, ①NO_x排出量は, 各実験車とも乗用車の53年規制許容限度内にあり, A車は平均値を下回っている。②同車種のライトバンと比較すると, 中量車まで50年ライトバンに比べ65%, 軽量車では, 54年規制ライトバンに比べ67%の削減となる。③CO, HC排出量は, ライトバンの50年規制値を大幅に下回り, COは, 53年乗用車の許容限度内, HCも同規制平均値を下回っている等である。

エ 運転性に関する所見

路上耐久走行にあたり, 実験車1台につき約20名の運転者が交互に前述(表3)した4コースを偏りなく運

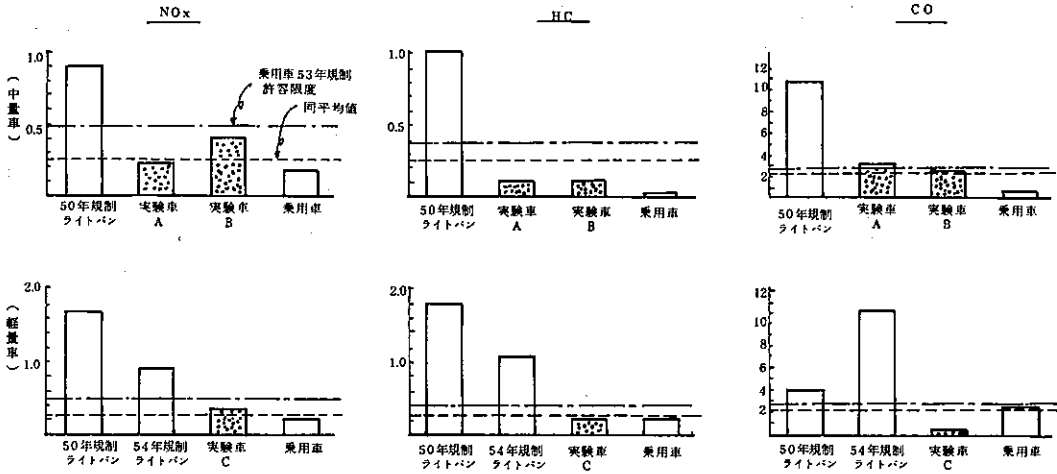


図10 10モード排出量の比較

転した。この全走行期間中、実験車の運転性について、表9に示す操縦フィーリング(5項目)、および乗り心地フィーリング(8項目)について調査した。運転者のドライバビリティに関する所見を総合すると次のとおりである。

(ア) A車, B車

乗用車に定員を超える荷重が搭載されているので、加速性、登坂性能等の低下があると心配したが、同クラスの排気量の乗用車に比べ変化は感じられなかった。また荷重は、平均的にかかけられていたのでタイヤの片べり・ハンドルの切れ具合等に特に問題はなかった。

(イ) C車

ライトバンに乗用車のエンジンを乗せ換えた車両であったが、1/2積載あるいは、0~5,000kmまでの定積載でも、余力があり、運転性能上は、同型ライトバンと比較し、特別な異和感はなかった。

以上の運転フィーリングの調査とは別に、シャーシダイナモ上で追い越し加速性(40km/h~80km/h)について調査した。その結果を表10に示す。なおA・B車については、比較するライトバンが用意出来ず、計測はしていない。A・B車の試験では積載条件を変化させて加

表9 ドライバビリティ

	ドライバーによるチェック項目
操縦フィーリング	① ハンドルの操作
	② 良い道を直進した時の性能
	③ 悪い道を直進した時の性能
	④ 旋回性能
	⑤ スラロームテスト
乗り心地フィーリング	① ステアリング関係
	② 良い道を直進した時の性能
	③ 悪い道を直進した時の性能
	④ 良い道での乗り心地
	⑤ 悪い道での乗り心地
	⑥ 旋回中のパワーのON, OFF
	⑦ ブレーキのきき具合
	⑧ 騒音

速時間を計測した。A・B車とも0積より1/2積載条件の方が2.5秒程度悪化する。A車とB車との間では、加速性について約2秒の差が認められた。C車では、ライトバンに53年エンジンを乗せ換えた方が、同型ライトバンに比べ約1秒加速性は良くなっている。酸化触媒を付加し、EGRを変更した際は、54年ライトバンよりも0.5秒悪化していた。

表10 加速試験

車両	0積載	1/2積載	4/4積載	40 km/h → 80 km/h (フルスロットル) (秒)		
				1/2積載		
A車	13.0	15.9	17.6	54年ライトバン	C車(53年エンジン)	C車+EGR変更+触媒
B車	11.5	14.0	16.3	17.0	15.9	17.5

表11-1 温度測定結果 (A車)

測定日 S 53.10.26 ℃

測定 箇所	測定 時点 新宿 → 東名入口 (都市内)	東名高速		高速走行後 ID 10分		箱根 登坂	登坂後 ID 10分		降坂御殿場 ID 10分		笹坂峠登坂後 ID 10分		甲府→ 新宿 (一般路)
		始点	最高温度	始点	最高温度		始点	最高温度	始点	最高温度	始点	最高温度	
1	290	225	295(10)	275	330(4)	390	355	390(4)	195	235(3)	350	375(2)	330
2	240	200	225(10)	205	260(5)	290	280	315(3)	145	195(6)	280	300(2)	255
3	290	225	320(23)	315	360(6)	360	350	360(4)	230	265(6)	340	370(5)	320
4	105	85	同左	70	135(10)	105	90	160(10)	55	105(8)	85	150(10)	105
5	100	70	75(21)	70	115(5)	125	100	145(7)	50	100	90	170(6)	120
6	90	70	95(21)	90	110(5)	160	150	同左	65	90(6)	130	145(2)	125
7	125	85	190(19)	220	同左	240	240	同左	105	同左	240	同左	170
8	45	45	50(28)	45	同左	45	55	同左	45	同左	50	55(7)	50
9	25	25	25	30	30	25	25	25	25	30	25	25	25
10	35	35	40(28)	35	同左	35	40	同左	35	同左	40	45(7)	45

測定箇所

1. 排気マニホールド表面
2. キャタライザ入口パイプ面
3. キャタライザ表面
4. キャタライザシールド下面
5. サブマフラー下面
6. メンマフラー下面
7. テールパイプ端部
8. キャタライザ上部の床温度
9. 車内温度
10. サブマフラー上部の床温度

都市内、箱根登坂、一般路は最高温度を記す。()内は始点からの経過分

表11-2 温度測定結果 (C車)

測定日 S 53.11.30 ℃

測定 箇所	測定 時点 新宿 → 東名入口 (都市内)	東名高速		高速走行後 ID 10分		箱根 登坂	登坂後 ID 10分		降坂御殿場 ID 10分		笹坂峠登坂後 ID 10分		甲府→ 新宿 (一般路)
		始点	最高温度	始点	最高温度		始点	最高温度	始点	最高温度	始点	最高温度	
1	20	25	25	25	25	25	25	30	25	25	25	25	25
2	300	240	280(10)	260	320(4)	340	330	400(3)	200	280(4)	325	360(3)	310
3	280	220	260(10)	235	270(4)	260	260	310(3)	165	195(4)	250	260(3)	285
4	280	240	295(10)	260	310(4)	350	340	400(3)	240	295(4)	320	355(1.5)	300
5	115	75	95(10)	75	115(3.5)	120	120	180(3)	50	80(4)	125	135(2)	125
6	165	140	160(10)	145	145(0)	240	240	260(3)	80	115(4)	200	215(2)	160
7	160	130	250(20)	170	180(1)	340	340	同左	85	95(4)	210	同左	260
8	100	85	110(20)	90	110(3)	200	215	240(1)	50	70(4)	175	同左	130
9	100	80	105(20)	85	105(3)	180	210	230(1)	45	65(4)	170	同左	120
10	30	25	30(20)	30	30(0)	30	330	30	25	25	25	25	25

測定箇所

1. 車内温度
2. キャタライザ面
3. キャタライザカバー面
4. キャタライザ出口面
5. サブマフラー入口シールド面
6. サブマフラー面
7. メンマフラー入口面
8. メンマフラー面
9. テール端部パイプ下面
10. サブマフラー上部の床温度

都市内、箱根登坂、一般路は最高温度を記す。()内は始点からの経過分

オ 温度上昇試験

路上耐久走行の初期に触媒装置およびその周辺部における温度上昇試験（10ヶ所）を実施した。測定は、市街地高速道路、登坂および降坂走行中の各部温度を、クロメル・アルメル（C・A）熱電対で検出し、連続記録した。なお高速・登坂などの苛酷な走行条件で走行終了後・10分間のアイドリング運転を行ない温度の変化を追跡した。

各実験車の測温結果を表11-1, -2, に示す。

これらの表からは、最も温度上昇が懸念された、登坂・降坂走行終了後のアイドリング放置でも、安全上問題になるような異常温度上昇は、認められていない。また、実験車に装着されている触媒装置の過熱警報機構の作動も、実車耐久試験期間中一度もなく、熱的に危険な状況は生じなかった。

カ 燃料経済性

燃費は、排出ガス対策上からいっても無視できない要因である。表12に実験車3台の燃費を示す。表中実走行燃費は、ガソリン補給量と実験車の距離計から算出したもので、10モード燃費は、排出ガス中のカーボンバランスから計算したものである。燃料消費率について比較検討するデータが少ないが、実走行燃費、10モード燃費とも50年、54年規制のライトバンと比較してほとんど変わらない。

表12 路上耐久走行中と10モードの燃費
単位 km/l

走行距離	実験車		A車		B車		C車	
	R	F	R ₁	F ₁	R ₂	F ₂	R ₃	F ₃
0~5,000km	8.2	7.4	8.6	7.3	11.3	11.7		
5,000~10,000	8.8	7.8	8.9	7.7	11.7	11.6		
10,000~15,000	8.6	8.4	8.8	8.2	10.9	11.6		
15,000~20,000	8.3	7.9	8.6	8.1	11.0	11.1		
20,000~25,000	8.6	8.1	8.4	8.1	11.3	10.8		
25,000~30,000	8.6	7.7	8.1	7.8	11.9	10.9		
平均	8.5	7.9	8.6	7.9	11.4	11.3		

10モード燃費の比較

単位 km/l

車種区分	実験車	50年規制 ライトバン	54年規制 ライトバン
中量車	A 7.7	6.3	—
	B 7.6		
軽量車	C 11.1	10.6	11.0

4 都内実走行パターンにおける排出係数

図11は区間平均車速の異なる都内実走行パターン10本と高速道路パターン1本におけるNOx排出量を平均車速との関係式で表わしたものである。この図では本実験で得られた、実験車3台の30,000km走行後の排出量と同型ライトバンの排出量を使用した。なお、排出ガス試験条件はいずれも2分の1積載量とした。

この図から、実験車の排出量は同型ライトバンに比較し、全体的に低レベルであることがわかる。

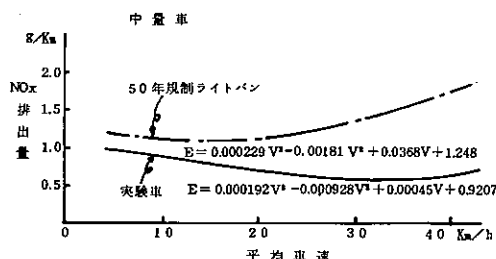


図11 1 実走行パターンにおける排出係数
(A, B車平均)

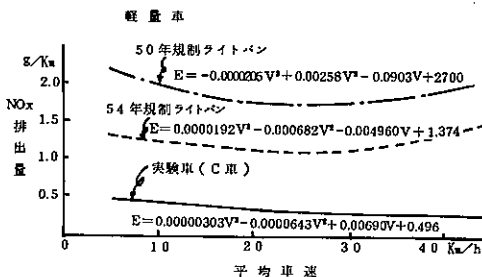


図11 2 実走行パターンにおける排出係数
(C車)

表13に、昭和51年度の都内平均車速24km/hでの排出係数を示す。この表から、CO, HCについても50年ライトバンに比べ低減効果があること、NOxについては50年規制ライトバンに比較し、軽量車で80%、中量車で46%の削減効果が認められる。

また、ライトバンに実験車で得られた数値を規制値とした場合と、昭和56年規制が実施された場合とで、昭和60年度におけるNOx排出量は前者の方が後者より、約1.5千トン/年少なく、移動発生源（自動車）全体のNOx排出量を3.5%削減すると推定される。

表 13 実走行パターンにおける排出係数の比較
(平均車速 24 km/h)

		g/km		
車種	排出物質	NO _x	HC	CO
軽量車	実験車	0.34(20)	0.15(10)	2.58(68)
	54 年 規制車	1.13(65)	1.22(82)	12.64(332)
	50 年度 規制車	1.73(100)	1.49(100)	3.80(100)
中量車	実験車	0.67(54)	0.29(26)	5.08(50)
	50 年度 規制車	1.23(100)	1.13(100)	10.21(100)

()内は 50 年度規制車の排出係数を 100 とした場合の指数。

5 まとめ

ライトバンの排出ガス規制強化の可能性を実証するため、乗用車の 53 年排出ガス低減システムを搭載した実験車 3 台を 30,000 km まで走行させ、運転性、燃費等について調査した。5,000 km 走行毎に排出ガス試験を実施し、排出ガス量の推移とシステムの耐久性、信頼性について検討した。その結果、つぎのことが明らかになった。

① 苛酷な登坂等の運転条件下でも、触媒装置の異常温度上昇や、車体各部の安全上、問題になる温度上昇は認められなかった。

② 実験車の車両としてのドライバビリティには、何んら問題はなかった。

③ 耐久走行中、排出ガス低減システムの作動状況はトラブルも無く正常に機能した。

④ 実走行燃費、10 モード燃費からみて、実験車の燃料経済性は、同型ライトバンと比較し、ほとんど変わらない。

⑤ NO_x 排出量は 30,000 km 走行後で、3 台の実験車も、乗用車の 53 年規制許容限度内であり、A 車については、規制平均値内であった。

⑥ HC、CO 排出量はライトバンの 50 年規制値を大巾に下廻った。乗用車の 53 年規制値に対しても、HC は規制平均値内であり、CO は許容限度に近い値である。

⑦ 50 年規制ライトバンと実験車の NO_x 排出量とでは中量車で 5 割、軽量車で 8 割の低減が認められた。

⑧ 昭和 60 年度の都内、NO_x 排出量を推計すると、昭和 56 年度規制が実施された場合よりも、本実験車並みの規制値が導入された方が 1.5 千トン/年削減される。これは、自動車から排出される NO_x 排出量の 3.5% に相当する。

6 おわりに

軽量バス・トラックの中公審の第 II 目標値が昭和 56 年規制として実施される。しかし、今回、我々は、使用形態、車両構造の面から乗用車に近い車両であるライトバンについては、乗用車と同程度の規制が、実用化された技術を導入することにより、可能であることを実証し得たと考えている。この結果から判断して、排出ガス規制上、ライトバンは、乗用車と同程度の規制をすることが望ましいと考える。

本実験結果は、経費や時間的・技術的制約の中で、最大限の努力をして得られたものであるが、自動車メーカーが自動車を社会に出すまでに実施する実験や、開発段階に行う研究内容と比較し得るものではない。しかし、3 台の実験車を用い、30,000 km までの耐久走行試験を行い、ライトバンが乗用車に近い排出レベルであること、ならびに運転性についても特に問題がないことを実証したこともまた事実である。

本研究がささやかではあるが、自動車排出ガス規制及び排出ガス低減技術を進めるにあたり、多少なりとも役立つことを願っている。

終りに、本実験に御協力を頂いた、旧東京都財務局自動車工場の職員の方々ならびに実車走行を担当していただいた日本車両検査協会の方々に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 東京都公害研究所、自動車排出ガスに関する調査研究(昭和 52 年)
- 2) 東京都公害研究所、自動車排出ガスに関する調査研究(II)(昭和 53 年 3 月)
- 3) 産構審、今後の NO_x 汚染防止対策(移動源分科会報告)