

義務化された減少装置の併用

井上 浩一 宇田川 満 飯田 靖雄
大平 俊男

1. はじめに

自動車から排出される排気ガス中には、主要汚染質として、光化学スモッグの原料物質である炭化水素(HC)、窒素酸化物(NO_x)、一次汚染物質として影響の大きい一酸化炭素(CO)などが存在しており、大気汚染に寄与する割合は大きい。また、都市における交通機関としての自動車の重要性は年々増す傾向にあり、必然的に、自動車の発生源としての寄与率は急速に高まってきている。

自動車から排出される汚染質の低減対策として新型車に対して、48年度規制が実施され、さらに50年度、51年度規制の実施が検討されている。一方、使用過程車についても、点火時期制御装置・触媒装置の選択的取付けが義務化された。

市販されている各種排気ガス減少装置の実験から、単一装置による排気ガス低減対策には有効な手段が少なく筆者らは浄化装置のシステム化を提唱してきた。本実験は、取付けが義務化された2装置を併用することにより

排気ガス低減対策としての有効性の把握、および実用化の可能性について検討を加えんとするものである。

2. 実験方法

(1) 排気ガス実験

実験に用いた使用過程車の主要諸元を表1に示す。実験車に装着した点火時期制御装置(以後制御装置と呼ぶ)はメーカー指定の装置であり、補助空気を流入させることにより真空度の低下を図り、バキューム進角量を減少させる機構である。

触媒装置は運輸省の認定を受けた装置の中から任意に選定した装置を、排気マニホールドから約1mの位置に取付けた。触媒の組成・構造はいずれもAl₂O₃をキャリアーとしたPt系で、A車・B車に取付けたものは球型ペレット状、C車は波板状である。二次空気の導入はベンチュリー方式を用いている。

実験車をジャシー・ダイナモ上で走行させ、そのとき排出される排気ガスの一部を直接、あるいはCVS装置

表1 実験車主要諸元

項目	実験No.	A	B*	C
型 式		230 (セドリック)	MS-60 (クラウン)	RT84 (コロナ)
登 録 年 度		47年	48年	46年
製 作 会 社		日産自動車	トヨタ自動車	トヨタ自動車
エ ン ジ ン 型 式		LZ O	M-C	6 R
シリンダー数配列		6気筒直列OHC	6気筒直列OHC	4気筒直列OHC
内 径 × 行 程		78.0mm×69.7mm	75.0mm×75.0mm	86.0mm×73.5mm
総 排 気 量		1998cc	1988cc	1707cc
圧 縮 比		8.6	8.5	8.5
気 化 器		2バレル、ストロンバーク型	2バレル、カータ型	2バレル、カータ型
変 速 機		前進3段	前進3段	前進3段
車 両 重 量		1285kg	1250kg	940kg
実験開始時走行距離		約29000km	約20000km	約35000km

* B車は48年度対策車である。

表 2 実験エンジン主要諸元

項目		実験 No.	A	B
型 式			M	6 R
製 造 会 社			トヨタ自動車工業(株)	トヨタ自動車工業(株)
サ イ ク ル			4	4
シ リ ン ダ ー	数, 配 置		6, 直	4, 直
	内 径 (mm)		75.0	86.0
	行 程 (mm)		75.0	73.5
	総 排 気 量 (cc)		1988	1707
圧 縮 比			8.8	8.5
気 化 器			2 バレル	2 バレル
変 速 機			3 段	3 段
実 車 で の 状 態			○延走行距離50,000~70,000km ○初期登録年月 昭和45年1月~12月	

を介して分析計に導入し、汚染質濃度を計測して、その結果を、CVS を用いた場合には重量換算、直接分析計にて計測した場合は濃度値としてコンピュータにより処理させた。

実験装置はジャシー・ダイナモメーター（クレイトン社製、水動式）、高濃度分析計（堀場製作所製、MEX A-18S）、CVS 装置（東芝・ベックマン社製、CONVO-3930）、低濃度分析計（東芝・ベックマン社製、CAREX-3000）である。

実験は併用の排気ガス減少効果を確認するため、装置を取付けない標準状態、制御装置のみの状態、触媒装置のみの状態、装置を併用した状態の4条件にて、10モード試験、4モード試験を行った。

(2) エンジン性能実験

表2に示す実験エンジンを標準状態、併用した状態でエンジンダイナモ（明電舎製、エディカーレント式）上に設定し、負荷条件1/4、4/4（絞り弁開度）、エンジン回転数1000~4000rpmの区間をトップギヤーを使用して運転し、回転数500rpmごとに軸トルク、燃料消費量を測定して、軸出力、燃料消費率を算出した。その結果をエンジン性能曲線としてまとめ、エンジン性能低下の判断資料とした。

軸トルクはエンジンダイナモメーターの吸収トルクを計測したものであり、したがって実際のエンジン軸トルクより、ミッション、およびダイナモメーター内での動

力損失分だけ少ない。

軸トルクと軸出力の関係式は

$$P = \frac{2\pi NT}{60 \times 75}$$

N : ダイナモメーター回転数 (rpm)

T : 吸収トルク (kgm)

P : 吸収出力 (ps)

燃料消費量の測定は10,000ccのメスシリンダーに実験燃料を入れ、1分間に消費する燃料の量を読み取った。

なおBエンジンについては、上記実験のほか、燃料消費量を10モード、定速走行20km/h、40km/h、60km/h、80km/hにて、使用ギヤー20km/h、セカンド、40km/h~80km/h、トップで計測した。

実験にあたっての負荷設定は、実験エンジンを搭載した自動車を路上走行させ、そのときの吸気管負圧を10~80km/hまで10km/h毎に計測し、計測値をエンジンダイナモ上で再現させることによって定めた。

3. 実験結果と考察

(1) 排気ガス実験

制御装置の遅延効果によりNOxが、触媒装置でCO、HCが低減・浄化されることは従来から指摘されているが、表3、4に示す4モード試験、10モード試験の結果から明らかのごとく、装置を併用することによってCO、NOx、HCはいずれも減少し、初期効果においては、そ

表 3 4モード試験結果

CO: % HC: ヘキサン換算 (NDIR) ppm NO: ppm

	走行距離	標準			点火時期制御			触媒			併用		
		CO	HC	NO	CO	HC	NO	CO	HC	NO	CO	HC	NO
A	0 km	2.03	813	1424	1.69	745	1315	0.24	209	1289	0.27	243	1032
	1万km	1.24	722	1728	1.77	762	973	0.23	318	1457	0.23	373	1185
B	0 km	1.57	277	1123				0.04	31	1003			
	1万km	1.22	307	1117				1.04	264	1002			
C	0 km	1.03	320	1378	1.06	293	858	0.14	75	1297	0.09	82	767
	1万km	0.84	296	1504	0.96	260	836	0.56	215	1420	0.50	192	824

表 4 10モード試験結果

CO, THC, NO_x: g/km

	走行距離	標準			点火時期制御			触媒			併用		
		CO	THC	NO _x	CO	THC	NO _x	CO	THC	NO _x	CO	THC	NO _x
A	0 km	15.11	3.98	2.27	18.72	3.76	1.85	3.56	1.93	2.42	5.27	2.34	1.82
	1万km	18.85	4.35	2.51	18.70	4.41	2.17	6.90	2.87	2.72	4.37	2.96	2.42
B	0 km	24.24	1.93	1.92				1.06	0.32	2.17			
	1万km	23.07	1.95	2.16				22.50	1.84	2.27			
C	0 km	10.90	1.99	2.43	9.51	1.87	1.62	0.64	0.47	2.14	0.52	0.32	1.44
	1万km	11.91	1.83	1.70	11.05	1.63	1.20	8.32	1.78	1.80	7.98	1.50	1.33

の減少効果は両装置の減少、浄化効果の和にほぼ等しい。

これは、制御装置が燃焼前における機械的作業によって燃焼状態を決定する主要因たる燃焼速度を制御することにより、他の生成物に大きな変化を与えることなくNO_xの生成を低減させ、触媒装置の浄化効果への影響をほとんど無くしていること、また、触媒装置は燃焼後の処理装置であり、シリンダー内燃焼条件への影響は、二次空気導入機構、および触媒自体の抵抗が、排気ガス抵抗として働きエンジンに対して負荷作用をなすが、排気ガスの実験の結果、エンジン性能実験から通常の走行状態では余り負荷作用が無いことが明らかである。

したがって、両装置は互いに干渉せず、減少性能を減ずることなく作用すると考える。

併用することによる装置の耐久性については、取付け時と1万km走行時に排気ガスを計測したが、制御装置

の減少効果は3種共ほとんど変化がなく、またその構造から推定し、効果が徐々に低下することは考えられない。

触媒装置の浄化効果、耐久性は、A車のごとく初期性能が継続される、またB車・C車のごとく1万km走行時に浄化性能が大きく劣化する、などバラツキが大きく、明らかな傾向を把握することはできなかった。

触媒の耐久性を決定する因子として、排気ガス中のHC濃度、排気ガス量、水分量、排気ガス温度などがあるが、制御装置を装着することにより、HC濃度は減る傾向にあり、また排気ガス量は増加し、排気温度は上昇する。しかし、通常の都市走行ではいずれもごくわずかであり、触媒の耐久性を大きく悪化させる要因となることは考えにくい。

(2) エンジン性能実験

エンジン性能実験の結果を図1～4に示す。

負荷条件に関わりなく、併用することによってすべてのエンジン回転数で軸トルク、軸出力は低下し、燃料消費率は増加した。1/4 負荷での性能低下はエンジン回転数に関係なくほぼ一定である。4/4 負荷ではエンジン回

転数2000~2500rpmを境として高回転領域で軸トルク、軸出力の低下、燃料消費率の増加が顕著であり、エンジン性能は大きく低下する。

全負荷での軸トルクの低下は実走行での加速性の悪化

図 1

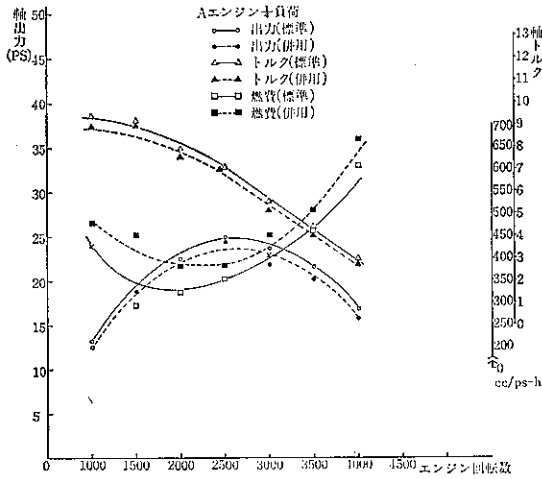


図 2

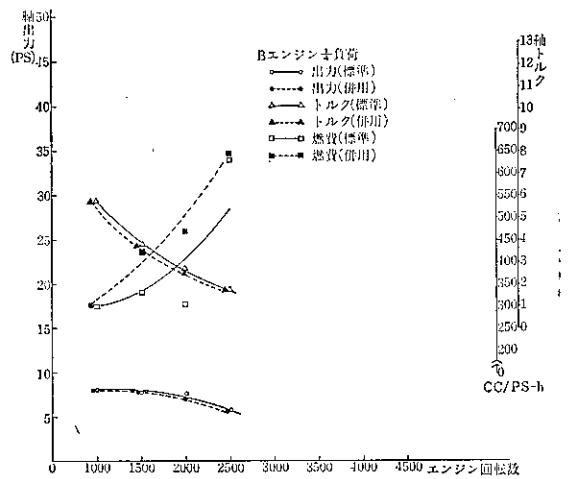


図 3

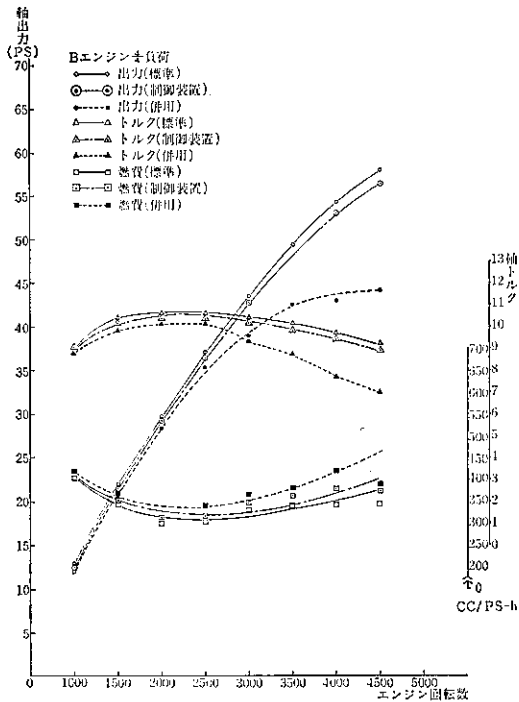
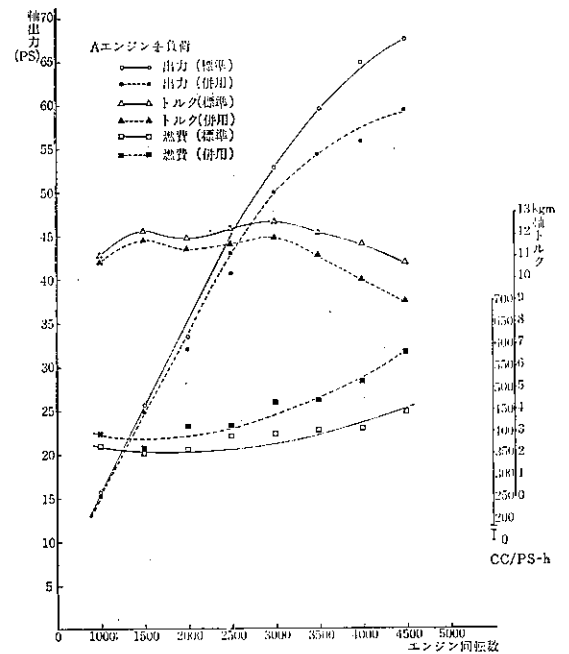


図 4



を意味し、併用することにより高速走行での悪化が大きくなることが考えられる。

例えばBエンジン搭載車について80~110 km/h までフルスロットル（全負荷）で加速していった場合、エンジン性能曲線と走行抵抗曲線から加速時間を算出すれば、標準状態で14.1 sec、併用することにより18.5 sec となり、加速性は31%、また40~80km/h までの加速時

表 5 B車燃料消費量試験結果（10モード）

	標 準	制御装置	併 用
燃料消費量 cc	372	375	376
走行距離 km	3.32	3.32	3.32
単位消費量 cc/km	112.0	113.0	113.0

10 mode 5 cycle の合計消費量

表 6 B車燃料消費量試験結果（定速）

車速	標 準		制 御 装 置		併 用	
	測定消費量	単位消費量	測定消費量	単位消費量	測定消費量	単位消費量
20km/h	93 cc	93.0 cc/km	96 cc	96.0 cc/km	95 cc	95.0 cc/km
40km/h	128	64.0	127	63.5	130	65.0
60km/h	209	69.6	209	69.6	215	71.7
80km/h	316	79.0	318	79.5	324	81.0

3分間計測

間は標準状態で14.6 sec、併用状態で16.1 sec であり、加速性は10%悪化することになる。

Bエンジンで制御装置のみを装着し、エンジン性能曲線を描くと、負荷、エンジン回転数に関係なく性能低下はあまりないことから、高速、高負荷時にエンジン性能が低下する原因は、排気ガス量の増加によって触媒装置への流入抵抗が増し、エンジンへの負荷として作用するためと思われる。

10モードおよび定速走行での燃料消費量の試験結果を表5、6に示すが、併用することにより1~3%程度の増加がみられた。

4. おわりに

制御装置と触媒装置を併用することにより、自動車から排出される主要汚染質であるCO、NOx、HCを減少させることができ、その効果は互いに装置の効果を減ずることなく、ほぼその和に等しい。したがって、使用過程車の排気ガス低減対策として有効である。

エンジン性能実験から、併用することによってエンジン性能はすべての走行条件で低下するが、都市走行で用いるエンジン使用条件では使用上問題が生じるほどではない。

しかし、高速走行での加速性、登坂時などの苛酷な条件での燃料消費量がかかなり悪化することは考慮しなければならぬ。