

LPGごみ収集車の排出ガス性状

飯田 靖雄 横田 久司 舟島 正直 小谷野 眞司
坂西 丕昌 石井 康一郎 谷川 昇* (* 東京都清掃研究所)

要 旨

ディーゼルごみ収集車に代る低公害車として、1993年東京都清掃局に試験・導入された LPGごみ収集車のうちの1台について、走行距離6万kmまでの排出ガス性状などの調査を行った。その結果、同車のNO_x排出量は、6万km走行時点においても導入当初の排出レベルであり、その低公害性が確認された。しかし、採用されている三元触媒システムによる排出ガス低減機能の耐久性・信頼性については、エンジン燃焼用空気のエアクリーナの汚れなどが空燃比補償装置の制御・機能に影響を及ぼすことがわかったため、引き続きその原因、改善策などについて研究を進める。

キーワード：LPGごみ収集車、三元触媒システム、空燃比補償装置

Exhaust Gas Control in LPG Garbage Trucks

Yasuo Iida, Hisashi Yokota, Masanao Funeshima, Shinji Koyano,
Motomasa Sakanishi, Koichiro Ishii and Noboru Tanikawa*

*The Tokyo Metropolitan Research Institute for Waste Management

Summary

LPG-fueled vehicles, which are known to produce low level emission compared with diesel-fueled vehicles, were experimentally introduced as garbage trucks of Tokyo Metropolitan Bureau of Public Cleansing in 1993. Follow-up investigation of the effects of the running distance and the endurance of exhaust emission control system such as a three way catalyst converter was carried out using the in-use LPG garbage truck. As a result, the NO_x emission after 60,000km running was as low as that at early stage which was equipped with the pure air cleaner. In the case of contamination of the air cleaner, it is difficult to ensure the proper operation of a fuel-air equivalence ratio. Thus, it seemed that more precise control system of a fuel-air equivalence ratio and clearing of air cleaner were required in order to maintain low level emission of LPG vehicles.

Keywords : LPG garbage truck, three way catalyst converter, system of a fuel-air equivalence ratio

1 はじめに

当所では、1993年11月、ディーゼルごみ収集車に代わる低公害車として試験導入したLPG ごみ収集車（以下、「LPG 車」という。）の排出ガス性状などについて調査を行い、その低公害性について確認した^{1,2)}。本調査は導入された6 台のLPG車のうちの1 台について、走行距離 6 万km時点までの排出ガス性状について調査を行い三元触媒システムの耐久性・信頼性を確認した。

2 LPGごみ収集車と調査方法

(1) LPGごみ収集車

LPG車の主要諸元を表1に示す。LPG車は、同型の

表1 LPGごみ収集車の主要諸元

項目	LPGごみ収集車
排気量 cc	2,693
最大出力 ps/rpm	125/5200
最大トルク kgm/rpm	22.3/2000
エンジ種別	ガソリンを改造
燃料供給装置	LPG レギュレータ
車両重量(総重量)	3735(5900)Kg
登坂能力 tanθ	0.31
排出ガス対策	三元触媒

ディーゼルごみ収集車（以下、「ディーゼル車」という。）のエンジン部分に、新たに開発したLPGエンジンを搭載したものである。その主な変更箇所は次のとおりである。

ア. エンジン及びその周辺機器

LPGエンジンは、ガソリンエンジンをベースに燃料をLPG仕様に変更し、点火時期などの最適化を図った。また、燃料タンク及びその配管システムをLPGに変更し、燃料供給装置としてディーゼル燃料噴射装置に代わり、LPG気化器・減圧装置を搭載した。

イ. 排出ガス低減装置

排出ガス低減対策として、三元触媒システムを採用した。

LPG車に採用されている三元触媒システムの概要を図1に示す。このシステムはガソリン・LPG 乗用車に広く採用され耐久性・信頼性の高い三元触媒システムとほぼ同様のシステム（三元触媒+空燃比フィードバック補償装置）である。三元触媒システムは、排気系に装着された三元触媒がNOx、CO及びHCの三成分を同時に浄化するため、燃料と空気との混合気を理論空燃比近傍の狭い巾に制御している。図1の排出ガス低減システムの空燃比補償装置には、排気系に装着されているO₂セン

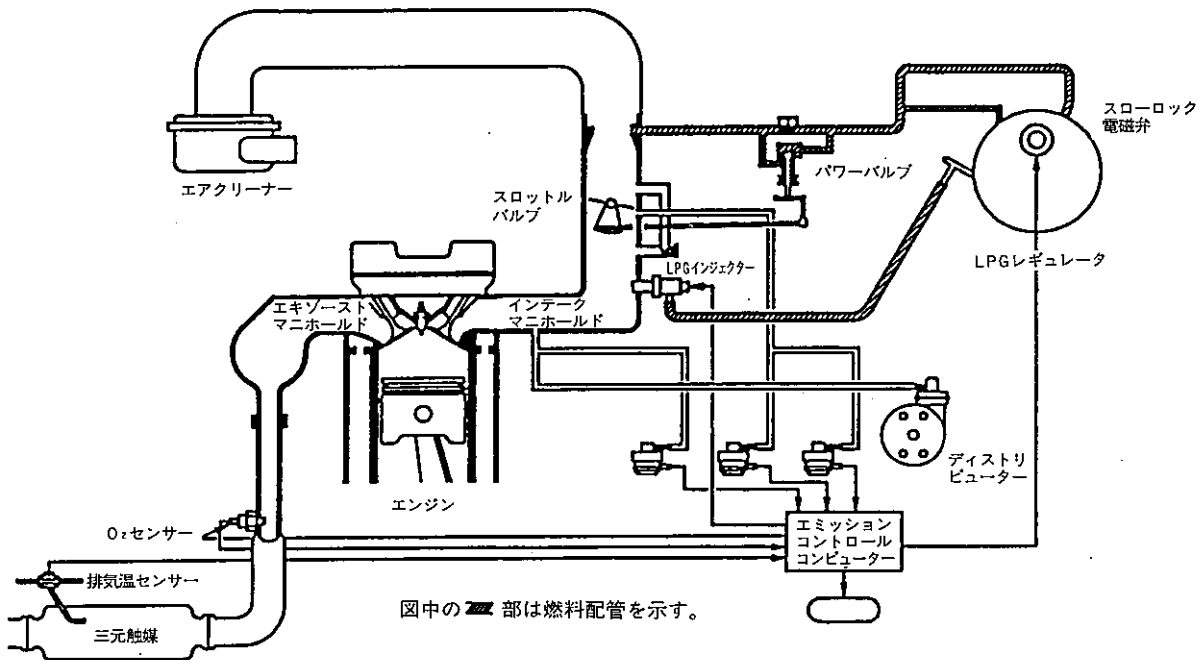


図1 LPGごみ集収車の排出ガス低減システム概略図

サ及びその出力信号により、補助燃料噴射量を制御するフィードバック機能が採用されている。

(2) 調査方法

LPG車の三元触媒システムによる排出ガス低減機能の耐久性・信頼性を調査するため、走行距離5千km及び6万kmの時点で排出ガス試験を実施した。

排出ガス試験は、当所の大型排出ガス測定システム³⁾を使用した。排出ガスの測定にあたっては、LPG車の日常使用時の三元触媒システムの作動状況を概略把握するため、排出ガスシステム等の点検・整備を行わない状態で、同車両を当所に持ち込んだ状態（以下、「持込み状態」という。）で、大型車用のM-15モード⁴⁾による排出ガス試験を行った。その後、一定の点検整備を行った後、排出ガス試験モードとして、法定モードのガソリン6モード（G6）及びガソリン13モード（G13）、東京都実走行パターン並びにごみ収集パターンを用いた。

なお、排出ガス試験は、LPG車導入時、延べ走行距離が5千km及び6万km時点、それぞれ1993年8月、1994年6月、1995年8月に実施した。

3 調査結果

LPG車は、試験導入以来、通常のごみ収集作業に使用されており、その使用時間は一日約6時間、走行距離は約50kmである。清掃現場のLPG車の使用上の評価は、ディーゼル車特有の騒音・振動や排出ガスの臭気が少なく、黒煙の排出が無いことなどから、使いやすい車であると評されている。

(1) 導入時の排出ガス低減効果

LPG車の導入時の排出ガス低減効果として、以下のことが確認されていた²⁾。

① NOx排出量は、ガソリン・LPG車（車両総重量2.5トン超）に適用される平成4年排出ガス規制値（5.5g/kWh）の約1/2のレベルであった。

② 同型のディーゼル車に比べNOx排出量は、東京都実走行パターンで約55～89%、ごみ収集パターンでは約96%低減されていた。

③ 黒煙濃度については、LPG車からの排出は全く認められなかった。また、粒子状物質（PM）排出量は現行測定法では検出限界以下であり、その排出量は極めて微量であった。なお、比較対照としたディーゼル車の黒煙濃度は12%（無負荷急加速試験、規制値50%）であ

った。

また、THC及びCO排出量については次のとおりであった。

THC排出量は、清掃モードではディーゼル車と同程度のレベルであったが、他のモードではディーゼル車の1/10程度と微量であった。

CO排出量については、ディーゼル車に比べ法定モードで概ね10～20倍、他のモードでは4倍程度であった。これは、排出ガス低減対策として三元触媒システムを採用しているガソリン・LPG乗用車では見られないCO排出レベルであり、この原因として空燃比がやや過濃側に設定されているためと考えられた。しかし、2.5トン超のガソリン・LPG車のCO排出基準は下回っていた。

(2) 排出ガス低減効果の耐久性・信頼性

LPG車の各走行距離毎の排出ガス試験結果を表2、表3に示す。

表2 M-15モード排出ガス試験結果 (g/km)

走行距離		NOx	THC	CO
ディーゼルごみ収集車		2.30	0.20	1.20
LPGごみ収集車	導入時	0.71	0.0	0.98
	5千km	0.40	0.0	1.20
6万km持込み時(1)		0.58	0.11	1.87
7リナ無し(2)		6.76	0.12	0.85
7リナ清掃(3)		0.27	0.11	7.99
同上、再清掃(4)		1.05	0.06	1.02

5千km走行時には、導入時と比較し、各測定モードともややNOx排出レベルが低下し、反面、CO排出量が増加していた。ここでは、排出ガス低減システムには異常は認められなかったが、空燃比が導入時よりもやや過濃

表3 走行距離別排出ガス試験結果

運転条件 (平均車速 km/h)	ディーゼル比較対照 2.000km走行時)				LPGごみ収集車								
	NOx	THC	CO	PM	0 Km			4.902 Km			62.116 Km		
					NOx	THC	CO	NOx	THC	CO	NOx	THC	CO
D.G 13t-F	4.3	0.7	2.0	0.36	2.5	0.0	37.0	1.1	4.1	31.5	1.4	0.28	25.5
D.G 6 t-F	246	161	178	—	370	0	2678	74	232	1.1%	88	249	8006
No.2 (8.2)	3.47	0.25	1.76	580	0.39	0.10	9.94	0.10	---	23.1	0.12	0.39	31.2
No.5 (17.9)	1.97	0.20	1.20	218	0.62	0.01	4.25	0.10	0.0	3.2	0.17	0.09	7.01
No.8 (28.1)	1.55	0.18	1.02	171	0.73	0.02	4.74	0.10	0.0	7.1	0.12	0.13	14.4
清掃(3.0)	10.8	0.36	3.89	690	0.37	0.38	15.3	0.10	0.3	21.5	0.62	0.36	16.2

単位 ; D.G 13t-F : g/KWh 、 D.G 6 t-F : ppm 実走行パターン:g/km 、 PM: mg/km
 (1) 持ち込み時 (2) エア クリーナ取り外し (3) エア クリーナ清掃 (4) エア クリーナ再清掃

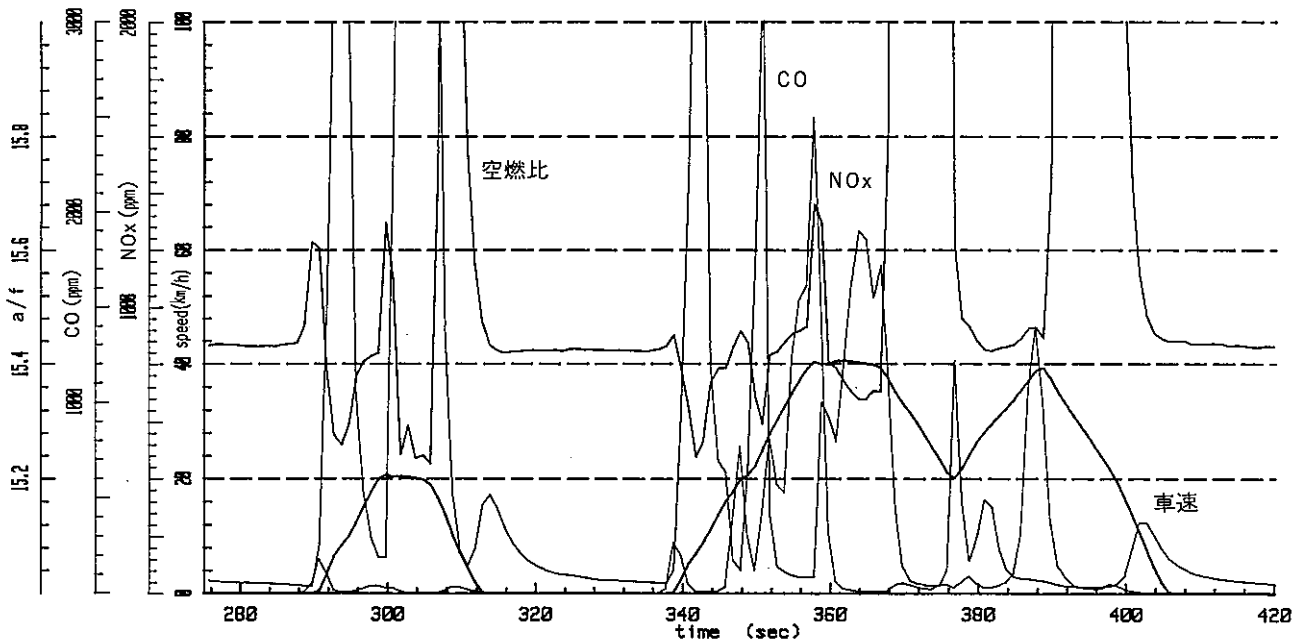


図2 NOx, CO, 空燃比の挙動 (6万km持込時)

側へ移行したためと考えられた。

また、6万km走行時でも、持ち込時のNOx排出量は

初期値と程度であったが、HC排出量及びCO排出量は
 やや増加していた。この原因として、三元触媒がやや劣

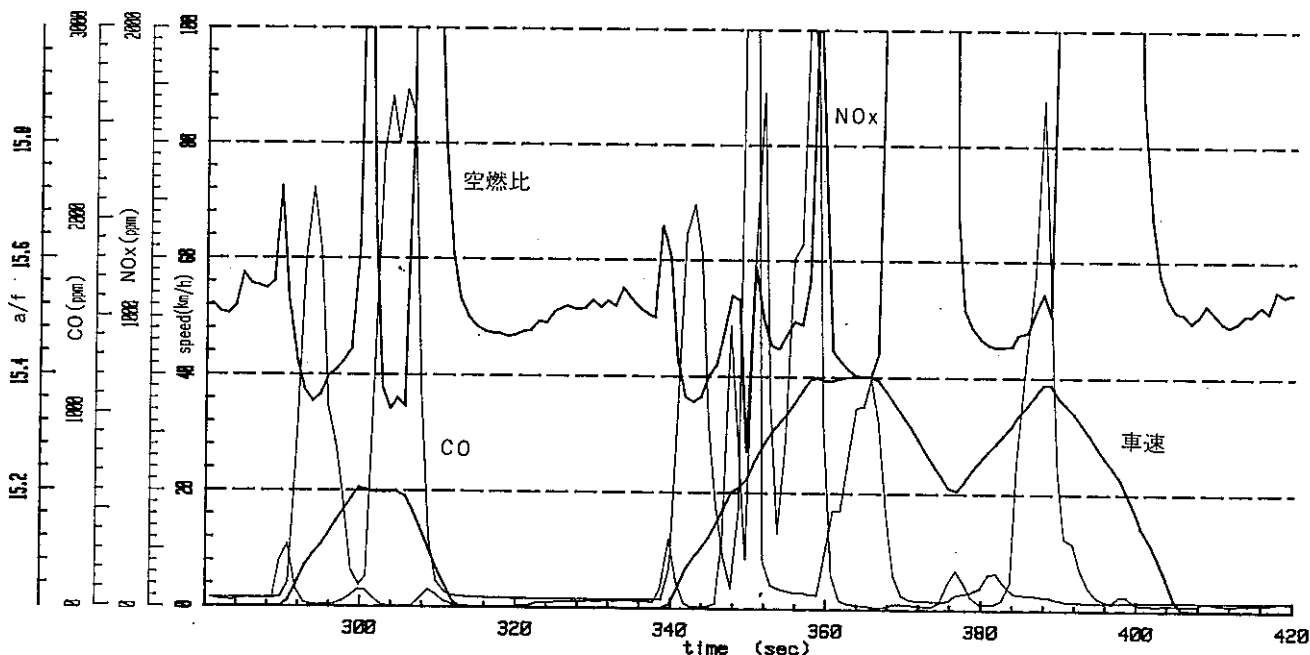


図3 NOx, CO, 空燃比の挙動 (6万kmエアクリーナ再清掃時)

化したこと及び空燃比が初期設定よりもやや過濃側になったことが考えられた。このため、空燃比補償装置のフィードバック系の機能に不具合が発生しているかどうかを調べるため、エンジンの吸入空気側の条件変化させた以下の条件で排出ガス試験を実施した。なお、排出ガス試験は表2に示したM15モードである。

- ①エアクリーナを取り外した場合
- ②エアクリーナを高圧空気のみで清掃した場合
- ③エアクリーナを再清掃した場合

このように吸気側の条件を変えることにより、NOx排出量は6.76～0.27g/km、CO排出量は0.85～7.99g/kmと大きく変化した。NOxが増えるとCOが減少するトレードオフの関係が認められ、吸気側の条件がNOx及びCO排出量に大きな影響を及ぼしていることがわかった。①の条件を除いても、LPG車のNOx排出量については、エアクリーナの汚れ等が空燃比補償装置の機能に影響を及ぼし、持ち込み時の0.58g/kmから清掃時の0.27g/km及び再清掃時の1.05g/kmと3倍程度変化した。

6万km走行の持ち込み時及びエアクリーナ再清掃時のM-15モードの運転条件における空燃比(A/F)、NOx及

びCO濃度の挙動の例を図2、図3に示した。再清掃時のNOx排出挙動を見ると、加速時に高濃度が出現していることが判る。逆に、CO濃度は持ち込み時の加速状態ピークが現れていた。また、持ち込み時の空燃比を見るとアイドリング時及び定速時には15.2～15.6程度であるが加速時には15.8程度であり、やや過濃側になっていることが伺える。エアクリーナ再清掃時には、加速時のNOx濃度のピークが高くなり、その反面、CO濃度が低くなっていることが示されている。この時の空燃比は持ち込み時に比べやや希薄側になっていたことがわかる。

以上のように、LPG車のNOx排出量は、エアクリーナの汚れ等に伴う空燃比の僅かな変化に大きく影響されることが判った。なお、LPG車は自動車メーカーの整備・点検要領により整備・点検が行われており、持ち込み時のエアクリーナは3ヶ月前に交換されたものであった。

4 おわりに

今回の調査結果からは、LPG車の三元触媒システムはエンジン吸気用エアクリーナの汚れ等がその空燃比補償装置の制御・機能に影響を及ぼすことがわかった。このため、その原因をさらに追求するとともに、空燃比補

償装置の信頼性を向上させる方法について、引き続き研究する。

引用文献

- 1) 東京都環境保全局資料：LPGごみ収集車の排出ガス等調査結果について、平成5年11月16日
- 2) 舟島正直ら：低公害車（CNG・LPG車）の汚染物質排出特性について、東京都環境科学研究所年報1994、p.110-115
- 3) 横田久司ら：大型車排出ガス実験システムに係る基礎的検討（その2）東京都環境科学研究所年報1992、p.22-26
- 4) 舟島正直ら：三元触媒システムの耐久性について、東京都環境科学研究所年報1997、p.110-115
- 5) 中央公害対策審議会大気部会自動車公害専門委員会「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について」に関する説明資料、p200、昭和52年12月

編集担当者より

本研究論文の筆頭著者である飯田靖雄主任研究員は、最終原稿提出後の平成9年9月27日急逝されました。謹んでご冥福をお祈り致します。