

新型式のディーゼル・電気ハイブリッドバスの 低公害性の確認

小谷野 眞 司 横 田 久 司 飯 田 靖 雄 坂 西 丕 昌

要 旨

新たに開発された6年規制適合エンジンを搭載した新型の電気・ディーゼルハイブリッドバスの排出ガス測定を行った。その結果、次のことが確認された。

- ①当該自動車は、現時点でも排出ガス長期規制に適合するレベルにある車両であった。
- ②東京都実走行パターンにおける測定では、同等クラスのディーゼルバスに比べると、NO_xで25%程度、PMで28%程度低減し、旧型のハイブリッドと比較するとNO_xで15%程度低減し、PMは同等であった。
- ③軽油消費量は、旧型のハイブリッドと比較すると若干減少している。

キーワード：ハイブリッドバス、ディーゼル・電気式、低公害車、排出ガス

Evaluation of the Exhaust Emission Level from New Diesel Electric Hybrid System Bus

Shinji Koyano, Hisashi Yokota, Iida Yasuo and Motomasa Sakanishi

Summary

We measured exhaust emission from new diesel electric hybrid system bus with the engine conforming to the 1995 exhaust emission regulation. The result of evaluation is as follows.

- ① It is regarded that this vehicle conforms even to the long term exhaust emission regulations.
- ② In comparison with diesel bus, NO_x discharge level is about 25% lesser and PM is about 28% lesser under typical travelling patterns in Tokyo. In comparison with old hybrid system bus, NO_x is about 15% less and PM is equal level.
- ③ Fuel consumption is somewhat lesser in comparison with old hybrid system bus

Keywords : hybrid system bus, diesel electric type, low emission vehicle, exhaust emission levels

1 はじめに

東京都環境科学研究所では、これまで、メタノール自動車、CNG自動車、ハイブリッド自動車等のいわゆる低公害車の性能を評価するため、排出ガスの調査を行ってきた。この測定は、東京都が、低公害車の指定を行うための基礎資料を得ること、或いは、これらの低公害車の普及促進による効果の推計等に活用することを目的としている。また、開発段階にあるこれらの自動車に改善点等が認められる場合は、それを指摘し、今後、より低公害性の高い自動車の開発を促すことも本調査の役割としている。

首都圏等の大都市におけるNOxやPMによる大気汚染を改善するためには、排出寄与の大きい現在の大型ディーゼル車を代替する低公害性、実用性を兼ね備えた低公害車の開発が望まれ、CNG車やハイブリッド自動車等に対しては、更なる開発が求められている。

電気・ディーゼルハイブリッド自動車は、減速時に放出されるエネルギーを三相交流機により回収発電し、電気エネルギーとしてバッテリーに蓄え、発進・加速時にその電気エネルギーを利用して三相交流機をモータとして駆動し、エンジンからの駆動力を軽減して排出ガスを抑える仕組みの自動車である。ハイブリッド自動車には、エネルギー回生の仕方が異なる蓄圧方式も存在するが、こうした特徴から、CNG車などとは異なり新たな燃料供給施設を必要としない低公害車であり、平成8年度末現在で、都内に122台が普及している¹⁾。

本報では、新たに開発された平成6年排出ガス規制に適合したエンジンを搭載する電気・ディーゼル式ハイブリッドバスの排出ガス測定を行い、同クラスのディーゼルバスと比較を行うとともに、旧型の同方式のハイブリッドバスからの低公害性の向上度合いについて比較した。この結果について、報告を行う。

2 調査等

当研究所の大型自動車排出ガス測定システム²⁾を用いて、大型シャーシダイナモメータ上で、車両を法定モード及び東京都実走行パターンに従い運転し、調査を行った。

(1) 調査車両

都交通局が平成7年度末に導入した新型の電気・ディーゼルハイブリッドバス（以下「新型ハイブリッド」と言う。）1台、比較対照車両として路線バスとして同等の仕様のディーゼルバス（以下「比較対照ディーゼル」と言う。）1台を調査対象とした。

これらの車両の主要諸元を表1に示す。また、表1には、新型ハイブリッドの改善項目の比較のため、平成5年度に調査した電気・ディーゼルハイブリッド車（以下「旧型ハイブリッド」と言う。）³⁾の諸元も記載した。

新型ハイブリッドは、旧型ハイブリッドが総排気量9,880ccのエンジンを搭載していたのに対し、総排気量7,961ccのインタークーラー付きターボエンジンを搭載すること等により、エンジンの小型化を図り乗車人員を増

表1 電気ハイブリッドバスと比較対照ディーゼルバスの諸元

車種	新型ハイブリッド	旧型ハイブリッド	比較対照ディーゼル
用途	乗合	←	←
型式	KC-RU1JLCH	U-HU2MLA改	KC-HT2MLCA
エンジン型式	J08C (ターボ・インタークーラー付)	M10U	M10U
燃焼室形式	直接噴射式	←	←
最大出力	240ps/2500rpm	235ps/2500rpm	240ps/2500rpm
最大トルク	75kgm/1500rpm	73kgm/1500rpm	75kgm/1500rpm
総排気量	7,961cc	9,880cc	9,880cc
車両重量	10,090kg	10,750kg	9,450kg
車両総重量	14,485kg	15,545kg	13,630kg
乗車人員	73人	69人	76人
燃料	軽油・電気	←	軽油
規制年次	6年	元年	6年
初度登録	8年2月	5年2月	8年6月

大きせながら、車両総重量が約1t軽減されている。

(2) 調査内容

ア 運転条件

以下のモード等において測定を行った。

(ア) 法定モード

①ディーゼル13モード（以下「D13」と言う。）

②排気煙濃度試験法（黒煙）

③無負荷急加速試験法（黒煙）

(イ) 東京都実走行パターン（No.2、No.5、No.8）

1/2積載条件で行っている。

イ 測定項目

(ア) 排出ガス等

NOx、THC、PM、黒煙、燃費

(イ) 充放電状況

バッテリー電圧、バッテリー電流（+/-）

3 結果及び考察

(1) 排出ガス等の状況

ア 新型ハイブリッドの性能

(ア) 法定モード等

D13における排出ガス測定結果を表2に、黒煙濃度測

表2 法定モード（D13）における排出ガス測定結果

	NOx	THC	CO	PM
測定値	4.45	0.80	2.01	0.28
6年規制値	6.00	2.90	7.80	0.70
長期規制値	4.50	2.90	7.80	0.25

注) 規制値は平均値規制 単位：g/kWh

表3 黒煙濃度測定結果

試験条件	車両種類	黒煙濃度 (%)	
排気煙濃度試験法	新型ハイブリッド*	1000rpm	2
		1500rpm	1
		2500rpm	9
		平均	4
	比較対照ディーゼル	1000rpm	24
		1500rpm	16
		2500rpm	33
		平均	24
平均低減率		83%	
無負荷急加速試験法	新型ハイブリッド*	4	
	比較対照ディーゼル	29	
	低減率	86%	

定結果を表3に示す。NOxは4.45g/kWh、PMは0.28g/kWhであり、長期規制に適合するレベルにあると考えられる。

黒煙は、排気煙試験法で最大値9%であり、長期規制値の25%を達成していた。また、比較対照ディーゼルと

平均値を比較すると83%の低減であった。

(イ) 東京都実走行パターン

実走行パターンによる排出ガス等の測定結果を表4に示す。NOxの排出量は、平均車速8.1km/hの渋滞に近い

表4 実走行パターンにおける排出ガス等測定結果

試験条件 (平均車速)	車種	測定項目		
		NOx	PM	燃費
NO. 2 (8.1km/h)	新型ハイブリッド*	7.7g/km	0.50g/km	2.34km/l
	比較対照ディーゼル	10.2g/km	0.96g/km	2.28km/l
	低減率 (%)	-25%	-48%	-3%
NO. 5 (18.2km/h)	新型ハイブリッド*	4.8g/km	0.40g/km	3.48km/l
	比較対照ディーゼル	6.7g/km	0.62g/km	3.46km/l
	低減率 (%)	-29%	-35%	-1%
NO. 8 (28.8km/h)	新型ハイブリッド*	4.0g/km	0.36g/km	4.02km/l
	比較対照ディーゼル	5.9g/km	0.50g/km	3.81km/l
	低減率 (%)	-32%	-28%	-6%

走行パターン（No.2）では7.7g/km、平均車速28.8km/hの走行パターン（No.8）では4.0g/kmであり、比較対照ディーゼルに比べて25~32%低減している。PMの排出量はNo.2で0.50g/km、No.8で0.36g/kmであり、NOxと同様に比較すると28~48%の低減が確認された。また、平均車速が増加するに従い、NOxの低減率は大きく、PMの低減率は少なくなる傾向が認められる。

燃費についても、新型ハイブリッドの車両重量は比較対照ディーゼルよりも1/2積載条件で585kg増加しているが、最大で6%の低減が認められた。

イ 旧型ハイブリッドとの比較

旧型ハイブリッドの実走行パターンによるNOx排出量は、既報³⁾のとおり、No.2：9.1g/km、No.5：5.9g/km、No.8で5.3g/kmである。新型ハイブリッドは、旧型ハイブリッドに対して、15~25%低減している。低減の理由は、搭載するエンジンの出力と三相交流誘導機のアシストする出力のバランスの改善によるものと考えられる。同様にPMについて比較する。旧型ハイブリッドの排出量は、No.2：0.52g/km、No.5：0.38g/km、No.8：0.32g/kmであり、新型ハイブリッドは、旧型ハイブリッドとほぼ同程度の排出量である。

(2) 充放電状況

前述のとおり、電気・ディーゼルハイブリッドは回収するエネルギーをバッテリーに充電し、アシストするエネルギーをバッテリーから放電するものである。東京都実走行パターン走行時のバッテリーの充放電状況を表5に示す。表5の値は、既報³⁾と同様に測定したバッテリー電圧及び三相交流機とバッテリー間の電流から次式によりエネルギーとして算出したものである。

表5 バッテリー充放電の比較

走行モード	アシストエネルギー (A) kWh	充電・回生エネルギー (B) kWh	充放電比 (B/A)
NO.2	0.42	0.31	0.73
	0.66	0.59	0.90
NO.5	0.81	0.74	0.91
	1.29	1.53	1.18
NO.8	1.16	0.98	0.85
	2.11	1.99	0.94

上段：新型ハイブリッド 下段：旧型ハイブリッド

$$Qa = -0.85 \cdot \sum_i (Vi \cdot Ei) / (3.6 \cdot 106)$$

$$Qb = 0.85 \cdot \sum_i (Vi \cdot Ei) / (3.6 \cdot 106)$$

Qa：アシストエネルギーの1走行当たりの合計 (kWh)

Qb：発電回生エネルギーの1走行当たりの合計 (kWh)

Vi：1秒毎のバッテリー電圧 (単位：V)

Ei：1秒毎のバッテリー電流 (単位：A)

0.85は変換効率

新型ハイブリッドの3種パターンの測定は、開始前のバッテリー充電状態を均一化するための調整を行わず実施している。いずれのモードにおいてもアシストエネルギーが充電・回生エネルギーを上回っていた。走行を重ねるに従いバッテリー内に蓄えられているエネルギーは減少していくため、バッテリーの残容量が一定の値を下回った時点では、走行時の充放電比を1以上に変更すること、或いは車庫等で充電を行うことが必要とされる。また、走行時の充放電比を変更した場合は、前述の排出ガス値にも変化が生じると考えられる。既報では、バッテリーに蓄えられている電力量により、充放電比が異なる結果が得られている。なお、測定の過程で、長時間のアイドリング中でも充電を行うことが確認されている。

4 まとめ

新型ハイブリッドの排出ガス等の測定を行ったところ、次のことが確認された。

①現在、長期排出ガス規制を達成する大型ディーゼル車が存在しない中で、新型ハイブリッドは、長期排出ガス規制に適合するレベルにある。

②東京都実走行パターンでは、ディーゼルバスに比べ、NOxは25%以上、PMは28%以上低減していた。NOxは、旧型ハイブリッドに比べ15%以上低減していた。

③実走行パターンにおける燃費は、ディーゼル車に比べ若干向上していた。

なお、電気・ディーゼル式ハイブリッド車の排出ガスをより正確に評価するためには、路上走行状態でのバッテリーの状態を把握し、充放電比の変化と排出ガスの特性を確認する必要がある。

また、定期的なバッテリーの補充電等のメンテナンス度合いやそれらを含めたランニングコスト等の問題点を明らかにしていくことにより、ハイブリッド車の一層の改善を図ることができると考えられる。

今回の測定は、日野自動車工業株式会社及び東京都交通局の協力を得て行われた。ここに、感謝の意を表すものである。

本研究を共にし、多大なご指導をいただいた飯田靖雄主任研究員が志半ばにして逝去されました。残された我々一同、深く哀悼の意を捧げ、ご冥福をお祈り致します。

引用文献

- 1) 東京都環境保全局：東京都自動車公害防止計画（平成9年6月）
- 2) 横田久司ら：大型自動車排出ガス実験システムについて、東京都環境科学研究所年報1991-2, p.39-45
- 3) 横田久司ら：電気ハイブリッドバスの汚染物質排出実態、東京都環境科学研究所年報1993, p.162-168