

路線バス用実走行パターンの試作

横田 久司 山崎 慎吾*
(東京都立大学工学部)

1 はじめに

東京都では、都内における自動車の走行状態の解析により、代表的な実走行パターン¹⁾を作成し、排出ガス対策のための基礎的な情報として活用してきた。特に、実走行パターンに基づいたシャーシダイナモメータ上での排出ガス計測により排出係数を設定し、地域全体からの排出ガス総量の算定に用いる方法は、東京都が最初に行い、排出量推定の方法として十分な精度を有し、時間的にも効率的であると考えられている。

しかし、近年になって、ディーゼル電気式や蓄圧式のハイブリッド車、低公害燃料を使用するLPG車、CNG車等のいわゆる低公害車が、初期の導入のターゲットを路線バスやごみ収集車、宅配便の様な特殊な走行をする車両に当てて開発されてきた。このような場合、実際の使用実態の中での低公害性の評価をするために、法定モードや既存の実走行パターンだけでなく、これらの特殊な走行を代表する実走行パターンが必要になってきた。

既に、ごみ収集車については、谷川らが都内におけるごみ収集車の追跡調査結果から、清掃走行パターンとして実走行パターンを作成し²⁾、低公害性の評価のために使用されているところである。

路線バスの走行についてみると、一般車との走行の違いは、①ダイヤによる運行②停留所での発着の存在の2点と考えられる。①については、時刻表と実際の運行とは必ずしも一致しているとは考えにくく、走行実態の調査が必要であろう。また、②についてみると、停留所での乗客の乗降に関わる停車時間は、当該道路の交通状況とは独立的に変動し、走行調査だけでは代表性を有し得ない可能性がある。そこで、別途統計データ等により平均的な乗降による停車時間を求め、走行調査の結果と合わせて実走行パターンを作成する方法が考えられる。ここでは、路線バスの走行状態の調査を行い、一般車との走行の相違点を明らかにするとともに、各種統計資料

から平均的な乗降客数等を求め、停留所付近の走行を独立的な停留所モデルとして検討した。更に、既存の東京都実走行パターンに停留所モデルを織り込むことにより、路線バス用の実走行パターン(以下、「路線バスパターン」という。)の作成を試みた。

2 調査及び結果

(1) 路線バスの走行解析

1) 路線バスの運行ダイヤ設定状況

路線バスの追跡調査の路線・時間帯を決定するため、東京都において運行されている1,313の全路線について、所要時間、路線距離及び運行本数のデータ(東京バス協会調査資料³⁾)を集計した。その結果、運行距離による重み付きの平均所要時間は21.6分、平均路線距離は5.84km、平均車速は17.1km/hであった。このうち、平均車速の頻度分布は、図1に示すようになっている。しかし、このデータはあくまでダイヤどおりに運行した場合の数値なので、実際にはもう少し小さめの値をとるものと思われる。

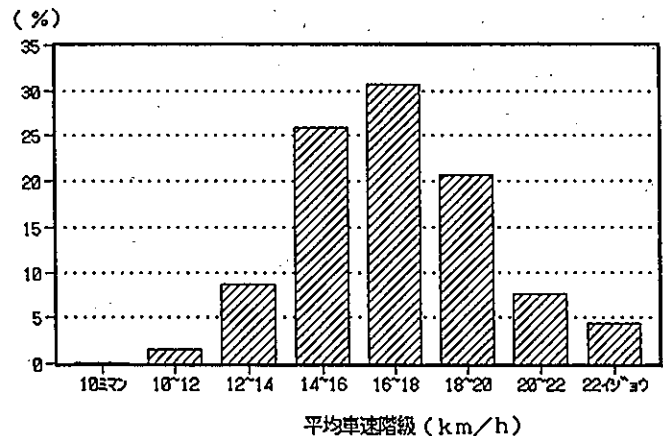


図1 都内全路線のダイヤ平均車速

2) 路線バスの追跡調査

ア 調査路線及び調査方法

表1 追跡調査路線

調査時刻	系統名	起点	終点	主要道路(通称名)
① 11月1日 10:00~12:00	都07	錦糸町駅	→ 門前仲町	明治通り、永代通り
② 11月1日 13:00~17:00	東22	錦糸町駅	→ 東京駅北口	永代通り、四ツ目通り
③ 11月2日 09:00~12:00	草39	浅草寿町	→ 金町駅	水戸街道
④ 11月2日 13:00~17:00	亀29	亀戸駅	→ なぎさニュータウン	明治通り、葛西橋通り
⑤ 11月4日 09:00~12:00	錦25	錦糸町駅	→ 葛西駅	京葉道路、船堀通り
⑥ 11月4日 13:00~17:00	門21	東大島	→ 門前仲町	葛西橋通り、永代通り
⑦ 11月5日 09:00~12:00	業10	業平橋駅	→ 新橋駅	三ツ目通り
⑧ 11月5日 13:00~17:00	門33	亀戸駅	→ 豊海水産埠頭	清澄通り

表2 路線バス追跡調査及び一般走行調査の走行データ

<路線バス走行>

系統名	平均車速 (km/h)	トリップ距離 ¹ (km)	トリップ頻度 ² (/km)	ID時間比率 (%)	加速度 (km/h/s)	減速度 (km/h/s)
① 都07	11.5	0.09	5.6	50.4	2.7	-2.8
② 東22	10.6	0.08	6.2	49.7	2.6	-2.5
③ 草39	14.1	0.10	4.5	42.2	2.7	-2.6
④ 亀29	14.6	0.12	4.3	40.2	2.4	-2.5
⑤ 錦25	15.1	0.13	4.0	41.2	2.4	-2.5
⑥ 門21	14.5	0.12	3.6	39.0	2.5	-2.4
⑦ 業10	13.2	0.12	4.5	42.7	2.5	-2.5
⑧ 門33	10.5	0.08	6.4	50.8	2.7	-2.6
平均	13.0	0.11	4.9	44.5	2.6	-2.6

<一般走行>

系統名	平均車速 (km/h)	トリップ距離 (km)	トリップ頻度 (/km)	ID時間比率 (%)	加速度 (km/h/s)	減速度 (km/h/s)
永代通り	18.0	0.21	2.2	36.2	2.3	-2.3
清澄通り	18.3	0.25	2.0	32.2	2.3	-1.9
新大橋通り	14.8	0.17	2.9	39.9	2.3	-1.8
東大島~日曹橋	19.5	0.30	1.9	29.4	2.2	-1.7
明治通り	18.3	0.24	2.3	38.2	2.0	-2.0
京葉道路	25.2	0.47	1.1	28.2	1.8	-1.7
環七通り	29.7	0.64	0.7	21.2	1.7	-1.7
水戸街道	26.7	0.43	1.0	24.0	1.8	-1.7
三ツ目通り	14.9	0.19	2.9	42.6	2.2	-2.0
平均	20.4	0.32	1.9	32.2	2.1	-1.8

注1) トリップ距離: 停止から次の停止までに走行するショートトリップの距離

注2) トリップ頻度: 走行距離1 km当たりのショートトリップの頻度

以上の解析結果を基に、代表的な路線として東京都交通局の8路線を選定し、追跡調査を行うこととした(表1)。調査は、運行中の路線バスを、車速計及びデータレコーダーを搭載した車(ライトバン)で追跡し、追跡車の走行データにより、路線バスの走行状態の解析を行うという方法をとった。データレコーダーに記録された車速変化から停留所付近での加速度及び減速度を求め、停車時間はストップウォッチで、乗降車人数は目視により計測した。

イ 調査結果

追跡調査を行った主要道路については一般の交通の流れに合わせた走行調査を別途行い、追跡調査との比較の走行状況データを表2に示した。表2における路線バス追跡調査の結果は停留所付近だけのものではなく、その路線を走行している間の全走行データである。その結果、路線走行全体について以下のようなことが分かった。

① 一般走行に比べて路線バス走行の方が、平均車速がかなり小さく、またアイドリング(以下、「ID」という。)

時間比率が大きくなった。

②平均ショートトリップ距離は、一般走行の場合、道路による差が大きいが、路線バス走行の場合、どの路線でも0.10 km前後でほぼ一定であった。

③一般走行に比べて路線バス走行の方が、加速度および減速度がかなり大きかった。

④路線バスの停留所付近を除いた停留所間の走行は、一般車の走行と差異は認められなかった。

以上の結果から、今回の調査の範囲では、路線バスと一般車との相違点は、停留所付近の走行のみであることが分かった。

また、停留所付近での走行等については、以下の事項が確認された。

①平均加速度及び減速度は、以下のとおり。

加速度=2.97 (km/h/s)

減速度=3.19 (km/h/s)

②停留所での乗降車一人当たりの平均停車時間は、図2に示すように、乗降客人数の増加とともに減少する傾向が認められた。

平均停車時間については、追跡調査は限定された範囲であるため、東京都交通局のOD調査結果⁹から、1停留所当たりの平均乗降車人数は3人であることを求め、図2から1停留所当たりの平均停車時間は10秒と設定した。

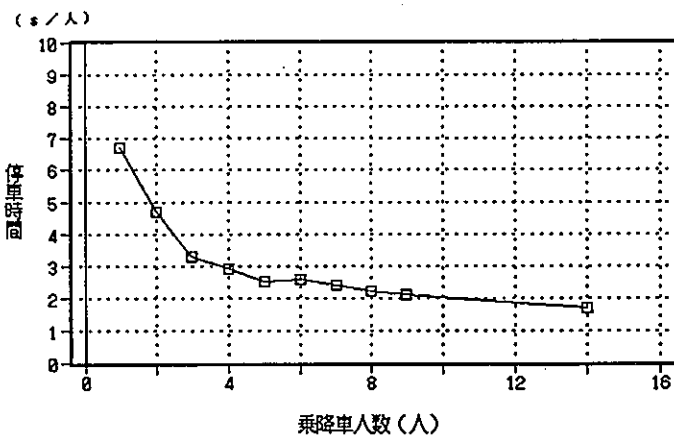


図2 乗降車人数別の1人当り停車時間

(2) 路線バスパターンの作成

1) 停留所走行モデル (以下「BSモデル」という。)

追跡調査の結果から、停留所に止まるための減速、平均停車時間及び交通の流れに乗るまでの加速を組み合わせ、停留所付近での路線バスの走行モデルを作成した

(図3)。追跡調査の結果に対して、発進加速時には変速操作のための修正を加えた。

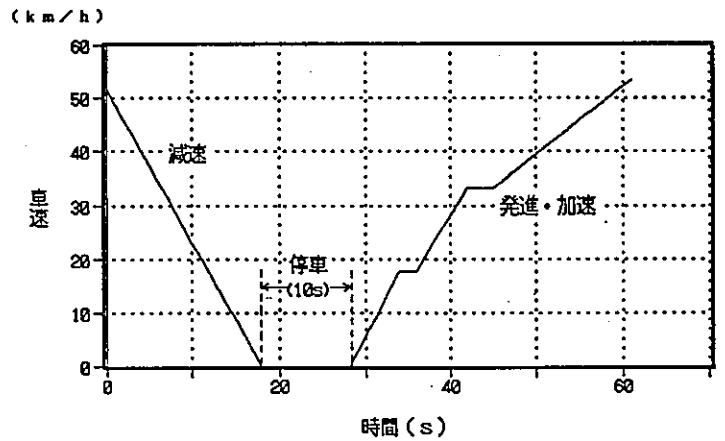


図3 BSモデル

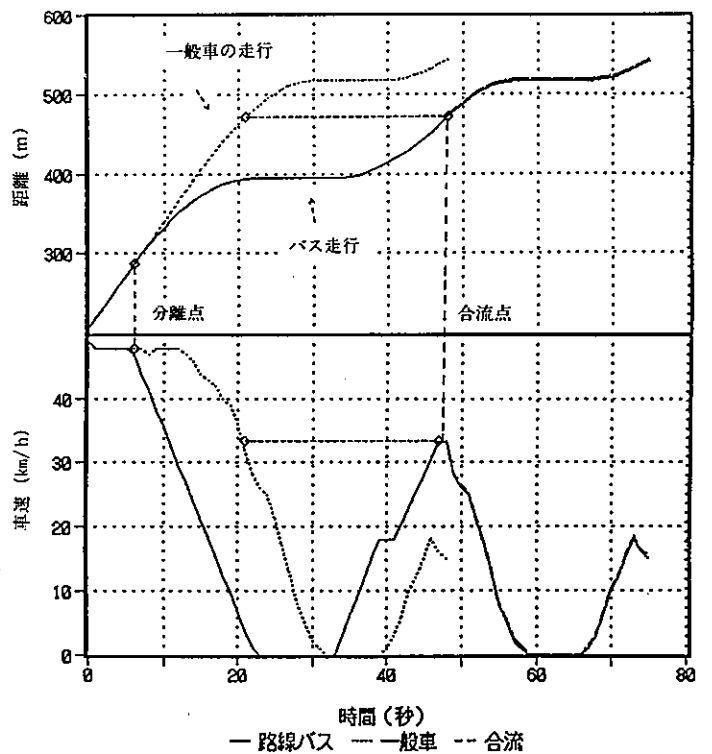


図4 BSモデルの織り込み例

2) BSモデルの織り込み方法

BSモデルを織り込んだ停留所付近の走行例を、図4に示した。一般車が点線のように走行する場合、路線バス(実線)は、運転者の判断で必要な地点(以下「分離点」という。)から一般車の走行と分離し、停留所で停止するために減速を開始し、停留所での停車を経て発進加速し、一般車の速度と一致した地点(以下「合流点」という。)で一般車の交通の流れに乗るものと仮定した。分離点や合流点での車速は、当該停留所付近での一般の交

表3 路線バスパターンと一般実走行パターンとの比較

	停留所 (ヶ所)	平均車速 (km/h)	時間 (s)	アイリング時間		ショートトリップ	
				(s)	比率(%)	頻度(/km)	平均距離(m)
路線バスNo.1	5	7.6	972	505	52.0	9.3	107
一般No.2	0	8.4	878	450	51.3	6.9	146
変化率	+14	0.90	1.11	1.12	1.01	1.36	0.74
路線バスNo.2	14	14.2	1,489	491	33.0	4.8	210
一般No.5	0	18.0	1,177	337	28.6	2.4	419
変化率	+14	0.79	1.27	1.46	1.15	2.00	0.50
路線バスNo.3	23	18.8	1,793	449	25.0	3.4	292
一般No.8	0	28.5	1,179	196	16.6	1.0	1,038
変化率	+23	0.66	1.52	2.29	1.51	3.56	0.28

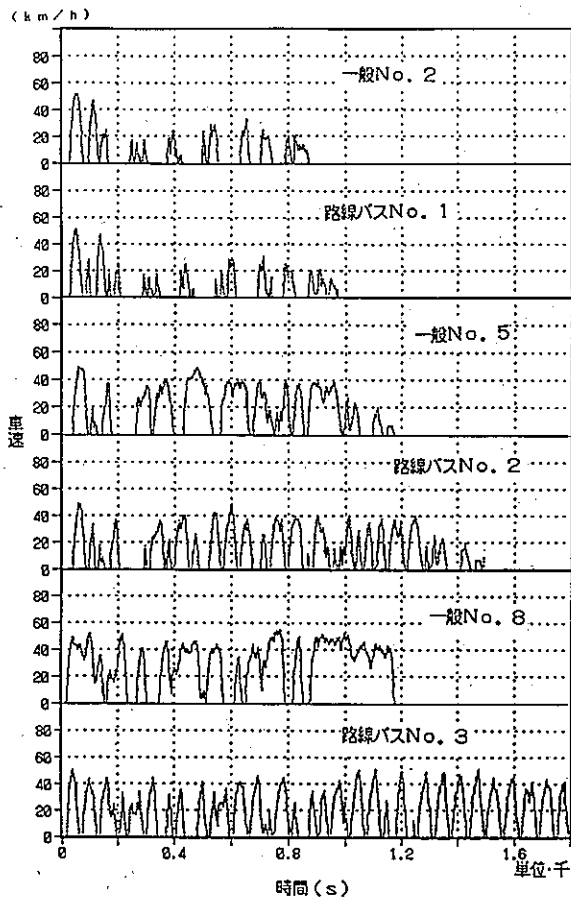


図5 路線バスパターンと対応する一般実走行パターン

通の流れの状況によって決定されるものとしたため、一定の速度ではなく変動する。

3) 路線バスパターン

路線バスは、395mの平均停留所間隔(都交通局資料⁵⁾)毎に必ず停止することを仮定した。既存の実走行パターンの中から平均車速の異なるNo.2、No.5、No.8に、走行開始地点から395m毎にBSモデルを織り込むこ

とによって路線バスパターンを作成した。走行距離は、対応する既存の実走行パターンと同一となるよう作成した。

3 考察

(1) 路線バスパターンと一般実走行パターンの比較

作成した路線バスパターンと対応する一般実走行パターンの走行データの比較を表3に、車速変化の比較を図5に示した。路線バスパターンは、対応する一般実走行パターンと走行距離を等しくしたため、その分、各路線バスパターンの試験時間が長くなった。走行距離の増加に従い、BSモデルを織り込む数が増えるため停止回数が増加し、ID時間、ショートトリップ頻度等の走行データの変化率が大きくなっている。

(2) 排出ガスに対する影響

排出ガス実験の一例を図6、7に示す。NO_x、PMともに、一般走行パターンに比べて、路線バスパターンの場合、平均車速が低速側に移行したことによる排出量の増加より、大きな増加率を示している。これは停留所で停止することによって、発進加速の回数が増加したことが大きな影響を及ぼしたものと考えられる。

4 おわりに

路線バスに導入される各種の低公害車について、実用上の効果を評価するために、路線バスの特殊な走行を代表する実走行パターンの作成を試みた。追跡調査及び停留所付近の走行特性(加減速度、乗客の乗降車時間の分布等)に着目した解析を行い、停留所付近の走行を停留所モデルとして確立し、更に、既存の東京都実走行パターンに停留所モデルを織り込むことにより、路線バス用の

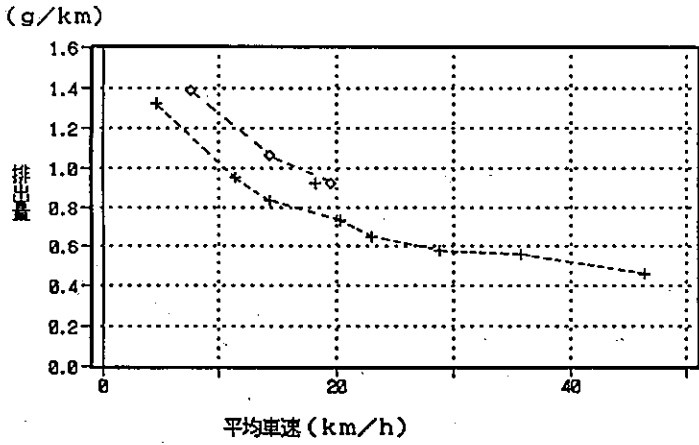


図6 排出ガスに対する影響 (NOx)
(10tトラック)

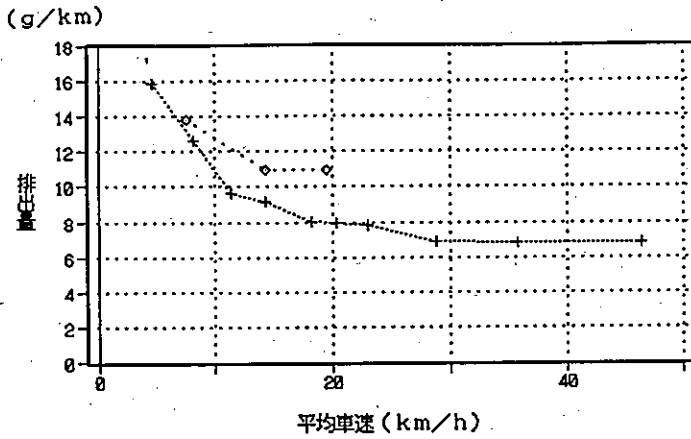


図7 排出ガスに対する影響 (PM)
(10tトラック)

実走行パターンを作成した。

今回作成した路線バスパターンは、路線バスの走行実態をある程度再現していると考えられるが、種々の仮定を前提にしているため、今後の検証が必要である。

本研究の実施には都交通局に便宜を図って頂いた。紙上を借りて感謝します。

参考文献

- 1) 芳住邦雄ら：東京都内走行パターンの解析、自動車排出ガスに関する調査研究、東京都公害研究所(1977)、p.1 ~14.
- 2) 谷川昇ら：清掃車収集走行モードの設定、第29回大気汚染学会講演要旨集 (1988).
- 3) 東京バス協会、平成4年度乗合バス輸送実績報告書より作成.

4) 東京都交通局、平成2年度OD調査より推定.

5) 東京都交通局、「運輸統計年報」平成4年、p.12 (1992).