

IV-346

都市内高速道路における燃料消費量の試算

日産自動車（株）交通研究所 ○正会員 大口 敬
 日産自動車（株）交通研究所 正会員 谷口正明
 首都高速道路公団 正会員 森田 緯之

1. はじめに

近年の環境、エネルギー問題への社会的な関心の増大と共に、自動車の燃費、排出ガスへの規制も厳しくなっている。一方自動車単体としての燃費向上技術開発は、1970年代の石油ショック以来鋭意進められてきており、今以上の大幅な燃費向上はかなり困難な状況にある。

翻って特に都市内の交通の現状は、慢性的な交通混雑が日常化し、その損失は膨大である。またこの交通混雑により実際の交通状況における実用燃費は相当悪化しているものと考えられる。

本研究は、実際の交通流における燃費、排出ガスが交通流条件や道路構造条件によって受ける影響を実証的に明らかにし、燃費、排出ガスの側面から見て有効な交通改善策を検討することを目的としている。

筆者らは、首都高速道路において走行実験と車両感知器データの収集を行い、交通流状況に応じた燃費推定モデルを開発し、これから交通流全体の燃料消費総量の推定試算を行ったので、ここに報告する。

2. 対象区間と観測、測定

表-1に分析対象区間を示す。ここでは、平日、朝の通勤交通により主に都心環状線への合流部を頭に渋滞が発生し、夕刻まで継続することが日常化している。

表-2、表-3に車両感知器及び走行実験によるデータ収集の概要を示す。これにより、1km区間の旅行速度、燃費消費量などが10区間×17回=170データ分得られ、また5分間交通量、平均速度が10箇所×5日間(120時間)にわたって収集された。

3. 車種構成と各車種の燃費モデル

交通流を構成する車種として、表-4に示す7車種で代表するものとする。実際に観測を行った場所、時期における交通状況の車種構成は不明であるので、首都高速道路公団による起終点調査や文献¹⁾をもとに、表-4に示す各比率であるものと仮定した。

また2,000cc乗用車の走行実験データから燃費と走行状態量との関係を検討した結果、渋滞状態においては旅行時間(T [h/km])と燃費(F [l/km])に線形関係が見いだ

表-1 対象路線

路線	首都高速道路4号線
区間	上り線：10kp→0kp (永福料金所→三宅坂IC)
区間長	10km

表-2 車両感知器データ

地点	対象10km区間中 (1箇所/1km) × 10箇所
観測項目	2車線合計5分間交通量 5分間平均速度
収集期間	1993年7月12日0:00 ～7月16日23:55

表-3 走行実験データ

車両	2,000cc 乗用車AT
測定項目	速度[km/h]、加速度[m/s ²]、 燃費[cc/sec]、イベント信号 etc.
測定方法	1.47secデジタルサンプリング
集計単位	1km区間毎 × 10区間
実施日	1993年7月12日～16日
測定区間	永福料金所→代官町ランプ (対象10km区間含む)
測定回数	17回

された。また非渋滞流状態では、旅行時間(T [h/km])、加速度データの平均(a [m/s²])と標準偏差(σ [m/s²])の3変数を用いた線形モデルにより燃費消費量(F [l/km])が説明できることが明らかとなった。

他の6車種についても、各車種の燃費特性²⁾を用いて走行実験の走行パターンでシミュレーションを行い、これにもとづいて2,000cc乗用車と同じ構造のモデル化を行い、燃費推定モデルを求めた。表-4にこのモデル式とその相関係数(R)を示す。なお非渋滞流においては、旅行時間が有意な説明変数として選ばれない車種も存在した。

ここで渋滞/非渋滞状態は、文献³⁾の方法にもとづいて、10区間の1km区間毎に渋滞/非渋滞状態を区別する閾値速度を算出し、これを用いて渋滞/非渋滞状態を区別している。表-5にこの閾値を示す。

4. 改善された交通流状況の設定

車両感知器データにもとづいて、非渋滞流状態におけるQ—V関係を各1km区間毎に表-5に示すように仮

表-4 各車種構成比率、及び燃費推定モデル

車種	比率	燃費推定モデル	R
乗用車	1,300cc (MT) 26.4 %	渋: $F = 0.0440 + 0.5062 \cdot T$ 非: $F = 0.0418 + 0.0708 \cdot a + 0.0261 \cdot \sigma$	0.995 0.890
	1,800cc (AT) 17.5 %	渋: $F = 0.0575 + 0.572 \cdot T$ 非: $F = 0.0445 + 0.1139 \cdot a + 0.0515 \cdot \sigma$	0.992 0.965
	2,000cc (AT) 26.8 %	渋: $F = 0.0618 + 1.1088 \cdot T$ 非: $F = 0.0439 + 0.0584 \cdot a + 0.0221 \cdot \sigma + 1.139 \cdot T$	0.998 0.936
貨物車	2トン 10.4 %	渋: $F = 0.0640 + 1.058 \cdot T$ 非: $F = 0.0701 + 0.1326 \cdot a + 0.0488 \cdot \sigma$	0.995 0.887
	4トン 11.8 %	渋: $F = 0.1961 + 1.926 \cdot T$ 非: $F = 0.1561 + 0.2541 \cdot a + 0.0861 \cdot \sigma$	0.988 0.800
	10トン (7-7') 3.6 %	渋: $F = 0.2805 + 2.762 \cdot T$ 非: $F = 0.1472 + 0.4741 \cdot a + 0.2153 \cdot \sigma + 2.357 \cdot T$	0.899 0.956
	10トン (7-7'') 3.5 %	渋: $F = 0.3467 + 4.987 \cdot T$ 非: $F = 0.1545 + 0.4452 \cdot a + 0.1747 \cdot \sigma + 6.787 \cdot T$	0.946 0.944

定した。このQ—V関係式を用いると、ある交通量(Q)に対して非渋滞速度(V)が得られる。そこで現状で渋滞状態のとき、その交通量と同じ交通量で非渋滞速度が実現した場合を仮想的な改善された交通状況として設定する。全区間、全時間帯において渋滞状態をこの方法で非渋滞状態に置き換えることにより、一定の総交通量に対して渋滞／非渋滞の違いによる消費燃料総量の差を比較することができる。

5. 燃料消費量の推定試算

対象区間全域で各車両感知器による5分間交通量を7車種に分配し、これが1kmの区間長を5分間平均速度で全て一様に走行するものと考え、各車種の燃料消費量を計算する。またこの試算では、平均加速度(a)及びその標準偏差(σ)はその平均値で一定と仮定する。

試算によれば、5日間(120時間)の10km区間における総交通量は186万台キロとなり、そのうちの約3割強の63万台キロが渋滞状態を走行している。一方で渋滞中に消費される燃料の全消費燃料に占める割合は、約5割弱となり、渋滞状態で燃料が多く消費されていることが分かる。

ここで渋滞に巻き込まれている車両に着目し、その1台キロ当たり平均で現状と渋滞が解消した場合を比較すると、渋滞中の走行台キロ当たり燃料消費量は熱量換算で1,520kcalとなるが、この渋滞が解消されると672kcalと計算され約45%の削減となる。

6. 結果と今後の課題

以上の試算は、交通流、燃費モデルにかなり単純な

表-5 渋滞／非渋滞閾値及びQ-V関係式

区間 [kp]	閾値 [km/h]	非渋滞域Q-V関係式 (Q[台/h], V[km/h])
10-9	61	$V = (18500 - Q)/200$ [4000 > Q > 1500] V = 85 [1500 > Q]
9-8	65	$V = (10500 - Q)/100$ [4000 > Q > 1000] V = 95 [1000 > Q]
8-7	54	$V = (10500 - Q)/100$ [4000 > Q > 1500] V = 90 [1500 > Q]
7-6	53	$V = (10000 - Q)/100$ [4000 > Q > 2000] V = 80 [2000 > Q]
6-5	53	$V = (16000 - Q)/200$ [4000 > Q > 2000] V = 70 [2000 > Q]
5-4	44	$V = (14000 - Q)/200$ [4000 > Q > 2000] V = 60 [2000 > Q]
4-3	46	$V = (9500 - Q)/100$ [4000 > Q > 2000] V = 75 [2000 > Q]
3-2	41	$V = (10000 - Q)/100$ [4000 > Q > 2000] V = 80 [2000 > Q]
2-1	34	$V = (9000 - Q)/100$ [4000 > Q > 2000] V = 70 [2000 > Q]
1-0	28	$V = (13000 - Q)/200$ [2000 > Q]

表-6 交通流改善による効果

渋滞巻込まれ車両1台キロ当たり平均	
旅行時間 [/10km]	約80% 減少 [約41分→約9分]
燃費 [cc/km]	約40% 減少 [1520kcal → 672kcal]
燃費率 [km/l]	約70% 向上

仮定をおいた概算ではあるが、表-6に示すように渋滞が解消すれば燃費[cc/km]は約4割削減される、または燃費率[km/l]で言えば約7割改善されることが明らかになった。これだけの改善代を自動車単体技術で実現することはほとんど不可能と思われる。

今後は、a)ドライバーの運転挙動と交通条件、道路条件の関係にもとづいた燃費モデルの検討、b)仮想的な交通流状況の表現手法にシミュレーション的方法の導入、c)一般街路における燃費についての検討、d)排出ガスについて同様な検討を行うこと、などが課題であると考えている。

参考文献

- 1) 財団法人自動車検査登録協会の排気量別、積載量別自動車保有車両数(運輸省地域交通局監修), 平成2年3月。
- 2) 片山硬他: 交通流と燃料消費率に関する研究、その2・実交通流における燃料消費量の予測, 自動車研究, Vol.15, No.3, 平成5年3月。
- 3) 赤羽弘和他: 渋滞検出閾値のオンライン設定法, 土木学会第42回年次学術講演会概要集, 昭和62年9月。