

バンコクにおける VSP を用いた自動車燃料消費量の分析

Analysis on Fuel Consumption of vehicle by VSP in Bangkok

日本大学 学生会員 ○ 堀 聡史

日本大学 正会員 石坂 哲宏

1. はじめに

近年、東南アジア各国では、交通分野において低炭素社会実現に向けて取り組みが求められている。対策のひとつとして、自動車交通を円滑化させる施策の効果を定量的に評価するには、車両一台一台の走行挙動からの確に燃料消費量を推計できるモデルが必要である。このモデルの一つとして Vehicle Specific Power（以下、VSP）を用いた研究が米国や日本にて行われている。

これをタイ・バンコク（以下、バンコク）で適用するためには、バンコクの交通状況に合わせたパラメータ推計が必要である。そこで本研究では、バンコクにて VSP と燃料消費量との関係性を明らかにすることを目的とする。

2. 既存研究の整理

大口ら¹⁾は、東京都市部の道路において走行試験を行い、その燃費データの実証分析とエンジン熱機関と車両運動の理論モデルを通じて、交通混雑状態下における車両挙動と燃料消費量の関係について定式化を行った。福室ら²⁾は、日本においてコーストダウン試験及び燃料消費量測定装置を用いた長距離走行試験を行い、VSP モデルと燃料消費量の関係性を明らかにした。

しかし、これらは日本での適用が前提で、他国で適用可能か検証が必要である。

3. 研究方法

(1) VSP の特徴と算出方法

米国環境保護庁の MOVES³⁾では、VSP は自動車が行く際の 4 つの抵抗（転がり抵抗、回転抵抗、空気抵抗、勾配抵抗）を用いてエネルギー消費量を推計する指標として定義している。

VSP を用いて燃料消費量の推計を行うと、速度だけではなく路面状態、勾配の有無など、様々な要素を組み込めると考えられる。

これにより、既存の燃料消費量推計モデルよりも精緻になることが見込まれる。VSP を算出するため、後述するコーストダウン試験を行い、式（1）を算出する必要がある。

$$GTRL_{@50mph} = \frac{\left(\frac{0.5 \times ETW}{32.2}\right) \times (V_1^2 - V_2^2)}{550 \times ET} \cdots (1)$$

ここで、ETW：車両重量[lb.]、ET：コーストダウン試験における初期速度 55[mph]から最終速度 45[mph]までの惰性走行時間[s]、 V_1 ：初期速度[feet/sec]、 V_2 ：最終速度[feet/sec]とする。

VSP は式（2）により算出する。

$$VSP = \frac{A}{M} \times V + \frac{B}{M} \times V^2 + \frac{C}{M} \times V^3 + (a + g \times \sin \theta) \times V \cdots (2)$$

ここで、A, B, C：走行抵抗に関するパラメータ、M：車両重量[metric ton]、V：速度[m/s]、g：重力加速度、a：加速度[m/s²]、 θ ：道路勾配とする。

バンコクは平地が多いため、本研究では勾配は考慮しないこととする。

(2) コーストダウン試験

2017 年 9 月 18 日、トヨタ自動車 Camry ガソリン車を使用し、バンコク郊外にて安全に十分配慮した上でコーストダウン試験を実施した。コーストダウン試験は、図-1 のように平坦路において 60[mph]から 40[mph]まで惰性走行を実施し、初期速度 55[mph]から最終速度 45[mph]の時間 ET[s]を算出する。速度と位置のデータを GPS ロガーで収集し、コーストダウン試験条件に合致したデータは 13 サンプルあった。

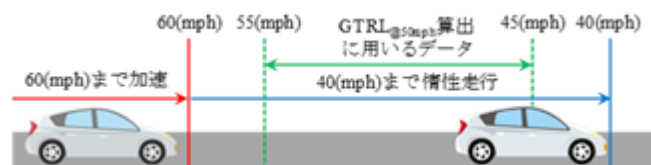


図-1 コーストダウン試験概要

キーワード VSP, 燃料消費量推計, コーストダウン試験, タイ, バンコク

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 交通システム研究室

TEL : 047-469-5355 Email : cssa14099@g.nihon-u.ac.jp

(3) 使用する長距離走行データ

本研究で用いるデータは、Srisakda ら⁴⁾ が 2016 年 6 月 11 日から 14 日にかけて、バンコクの高速度道路 A と市街地の幹線道路 B を表 1 の通り走行したデータである。実測した CAN データの速度[m/s]と瞬間燃費[(km/L)/s]を利用して分析を行う。瞬間燃費から燃料消費量を計算しているため、停車中(本研究では速度・加速度共に 0 と定義する)を除外とする。車種はコーストダウン試験と同じトヨタ Camry のガソリン車とする。

4. 分析と考察

表 1 走行データの詳細

日付	曜日	コース	累計時間[s]	合計	
				コース	累計時間[s]
6/11	木	A	7199	A	16231
6/12	金	B	5707	B	13783
6/13	土	A	9032	計	30014
6/14	日	B	8076		

(1) パラメータ推計結果

コーストダウン試験の結果を図 1 に示す。得られた 13 サンプルから中央値を算出した結果、 $ET_{Me}=11.4[s]$ となった。そこから VSP の計算に必要なパラメータの算出を行った結果、 $A=0.2775[kw\cdot s/mph]$ 、 $B=0.0034[kw\cdot s^2/mph^2]$ 、 $C=-1.9E-05[kw\cdot s^3/mph^3]$ となった。

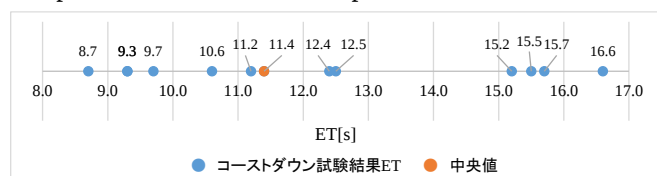


図 2 コーストダウン試験 ET の分布

(2) 長距離走行データ分析

VSP を 1 ごとに分けて、累計時間[s]と、燃料消費量の中央値、5 パーセンタイル値、95 パーセンタイル値を比較したグラフを図 3 に示す。

既存の研究と同様に、一般的に VSP が正の領域では VSP の増加とともに燃料消費量の増加を推定できることを図 3 は示しているといえる。よって、バンコクにおいて速度や加速度をモニタリングすることによって、走行状態を反映した燃料消費量を逐次推計できるといえる。しかし、課題として VSP が大きくなるにつれて、各パーセンタイル値の幅は広がっており、VSP だけでは説明できない要因が増えたと推測できる。

これまでの研究の傾向と異なる部分を考察する。累計時間を見ると、VSP が 0~1 部分の値が大きくなっている。ここで、図 4 にて 0 近辺を詳細に示す。図 3 と同じような傾向が表れているが、VSP=0~0.3 のように幅が広いものも見受けられる。この部分を詳細に分

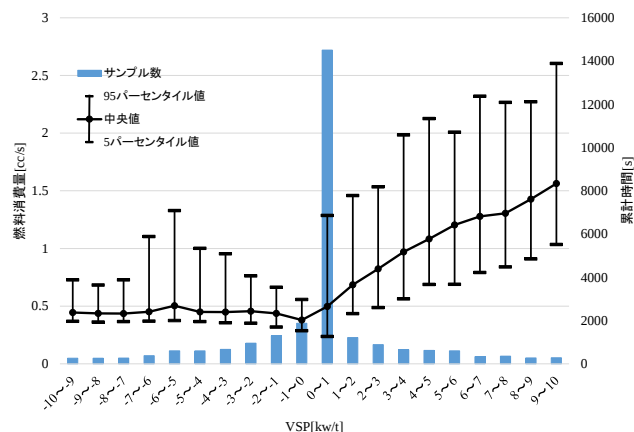


図 3 VSP 別燃料消費量分析

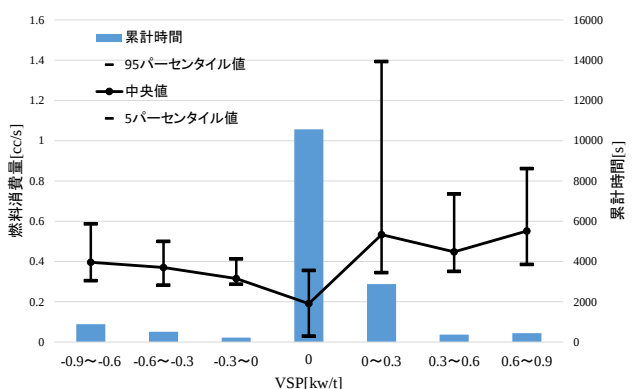


図 4 VSP-0.9~0.9 における燃料消費量分析

析すると、加速度は変化がなく、速度の微妙な変化で VSP が変化していることがわかった。

燃料消費量を見ると、VSP<0 の時の 5 パーセンタイル値がほぼ同じ値を示している。これは自動車が走行するために必要な最低限の燃料消費量であると推測した。今回計算が出来なかった停車中に関しても、この値で補うことが可能と考えられる。

5. おわりに

バンコクの走行データを用いて VSP と燃料消費量の関係性は明らかにすることができた。VSP のみでは説明できない燃料消費量の変動も見受けられたので、今後データの蓄積を行い、更なる分析を進めていくことが必要であるといえる。

参考文献

- 1) 大口敬, 片倉正彦, 谷口正明: 都市部道路交通における自動車の二酸化炭素排出量推定モデル, 土木学会論文集, No.695, Vol4-54, pp.125-136, 2001
- 2) 福室恵子, 石坂哲宏, 福田敦: コーストダウン試験により推計した VSP と燃料消費量の関係性に関する分析, 交通工学論文集 第 2 巻第 2 号(特集号 A), pp.A_199-A_204, 2016.2
- 3) U.S. Environmental Protection Agency, MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator) 2010 Highway Vehicle Population and Activity Data, EPA-420-R-10-026, 2011.11.
- 4) Srisakda Napon: Development of Method to Estimate Fuel Consumption Reduction Based on Time Sharing of Driving Models, Doctor's dissertation, 2017