



## 1. 背景と目的

高速道路では、高速走行が安全かつスムーズに行えるよう平面・縦断線形が緩やか設計されている。しかし、起伏に富む山岳地帯では経済的な理由から縦断勾配を大きくせざるを得ない場合が生じる。縦断勾配が大きいと大型貨物車のような車重の重い車両の高速走行は難しくなることから、3%以上の上り勾配区間には登坂車線が設置されている。また、平地部にあっても主に片側3車線区間において大型車両の通行区分の道路標識が設置されている場合、大型車は第一通行帯を走行することが道路交通法によって定められている。

一方、近年では高速道路を利用する軽自動車も増加傾向にあるが(図1)、軽自動車に対する交通運用上の意識はそれほど高くない。高速走行サービスを確保するうえで、乗用車に比べて性能の低い軽自動車への対処方法を考えることは重要である。

そこで本研究は、自動車諸元から軽自動車の登坂性能の検討、速度勾配図を作成し、実測データと比較検証することで、登坂部における軽自動車の走行性能を評価することを目的とする。

## 2. 分析方法

「道路構造令の解説と運用」(2015年版)に記載されている計算手法に基づき、軽自動車の走行性能曲線を作成する。この際、走行性能曲線の計算に必要な軽自動車の諸元は各自動車メーカーのホームページに掲載されている諸元表、取扱説明書の記載を採用する。

次に、上記で作成した走行性能曲線に基づいて、軽自動車の速度勾配図を作成し、実測データと比較検証することでその妥当性を検証する。比較対象区間は中央道(下り線)多治見IC~小牧東ICの上り勾配6%を含む329.46kp-334.31kpとし、対象日時は2014年10月10日10時50分~13時10分とする。実測データはビデオカメラ映像から縦断勾配の異なる6断面における車両速度について、軽自動車、乗用車、普通トラック別に判読し取得した。軽自動車のサンプル数は21台を得た。



図1 軽自動車、大型車の高速道路流入率<sup>1)</sup>

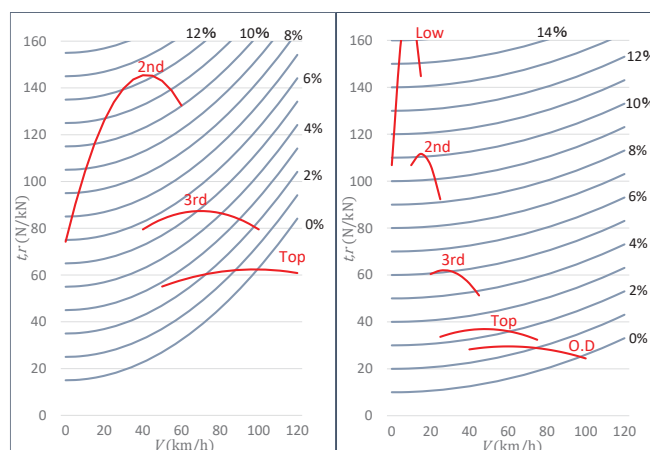


図2 軽自動車と普通トラックの速度勾配図の一例

## 3. 軽自動車の走行性能曲線・速度勾配図

### 3-1. 走行性能曲線

「道路構造令の解説と運用」(2015年版)に記載されている式(1)、(2)に基づき、軽自動車の諸元を用いて走行性能曲線を作成した結果を、普通トラックの走行性能曲線と比較して図2に示す。

$$t = \frac{3600}{V_m} h \eta \left\{ 1.1 - 1.1 \left( \frac{V}{V_m} - 0.7 \right)^2 \right\} \quad (1)$$

ここで、 $t$ : 駆動力(N/kN)  $h$ : 出力重量比(W/N)

$\eta$ : 効率  $V$ : 速度(km/h)

$V_m$ : 最大回転時速度(km/h)

$$r = 1000 \mu + 10i + \frac{1000}{W} \lambda S V^2 \quad (2)$$

ここで、 $r$ : 走行抵抗力(N/kN)  $W$ : 車両総重量(N)

$\mu$ : 転がり抵抗係数  $\lambda$ : 空気抵抗係数

$S$ : 車両前面投影面積( $m^2$ )  $i$ : 勾配(%)

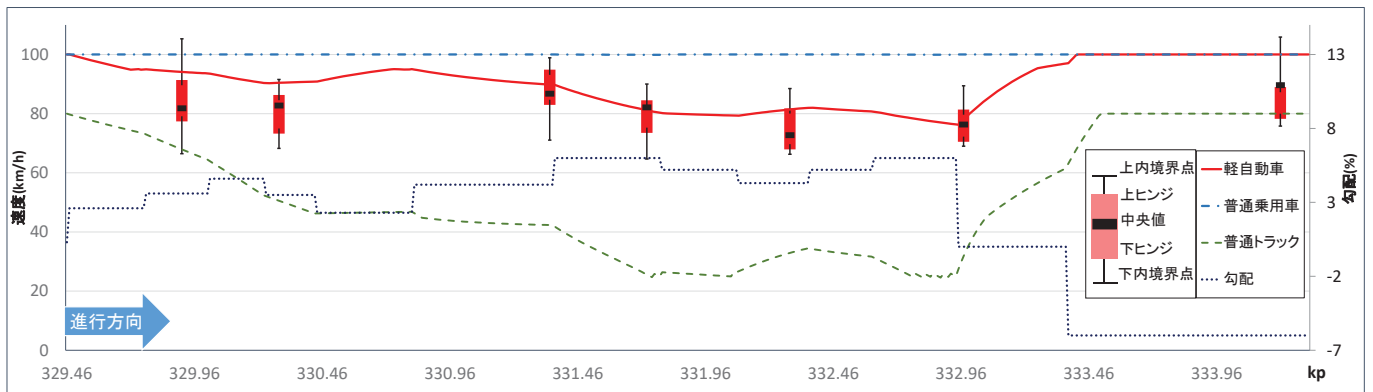


図3 軽自動車，乗用車，普通トラックの速度勾配図と実測データとの比較

この計算に用いる係数のうち、軽自動車の諸元表から把握できなかった転がり抵抗係数 $\mu$ および空気抵抗係数 $\lambda$ については「道路構造令の解説と運用」に記載されている乗用車の値を準用した

また、計算に必要となる最大回転時速度 $V_m$ は、諸元表に記載されていなかったため、取扱説明書に記載されている各シフト位置での上限速度を利用した。ただし、AT車等、取扱説明書にも各シフト位置での上限速度が記載されていない場合、「道路構造令の解説と運用」に記載されている式(3)を用いて各ギヤ・各回転数時の速度を求め、7000回転を最大回転数と設定し最大回転時速度 $V_m$ を設定した。

$$V = 2\pi D \frac{1}{1000 \gamma} 60n \quad (3)$$

ここで、 $V$ : 速度(km/h)  $\gamma$ : 総減速比

$D$ : タイヤ半径(m)

$n$ : エンジン回転数(rpm)

### 3-2. 速度勾配図

各地点での速度 $V$ の算出にあたり、まず前地点での速度と各地点での縦断勾配から算出される $V$ と最大回転時速度 $V_m$ との比較から、適切なギヤを選択し、駆動力を算出する。そして走行抵抗力との差分から各地点の速度を計算するシステムを開発した。

このシステムに中央道(下り線)多治見 IC~小牧東 ICの上り勾配6%を含む329.46kp-334.31kp区間の縦断勾配を10mピッチでセットし、軽自動車、乗用車、普通トラックの速度勾配図を作成した。

### 4. 速度勾配図と実測データとの比較検証

作成した軽自動車、乗用車、普通トラックの速度勾配図と軽自動車の実測データを比較して図3に示す。このとき、軽自動車は複数車種のうち、出力重量比の小さい車種を選び記載した。

高速道路の縦断勾配は、乗用車がほぼ平均走行速度で登坂できるよう設計されているため、乗用車の速度低下はほとんど見られないが、普通トラックと軽自動車は速度が低下していることが見てとれる。

軽自動車と普通トラックの速度勾配を比較すると、軽自動車の制限速度(100km/h)に対して、普通トラックは80km/hのため軽自動車の方が相対的に速度は高いが、勾配が大きくなると軽自動車も普通トラックと同じように速度が低下している様子が見てとれる。

図3では、軽自動車の実績データを箱ひげ図で表しているが、6地点すべてにおいて上内境界点と下内境界点の間に速度勾配図が通っていることが読み取れる。また特に、大きな勾配が連続する331kp付近から333kp付近にかけては、ほぼ上ヒンジと下ヒンジの間を通過しており、おおむね良好な結果であると考えられる。

### 5. 考察

本分析によって、登坂部における軽自動車の登坂性能は乗用車に比べて劣ることが明らかになった。

速度勾配図は、その車が持つ走行性能を十分に発揮した場合の登坂性能を表しており、ドライバーが上り勾配を認識して意識的に加速操作を行わなければ本来達成される速度が確保されない。このことも性能面以外の側面として、実績データの走行速度が低くなった要因の一つではないかと考える。

軽自動車が今回の分析結果のように速度低下をする場合、乗用車の高速走行の妨げにもなりかねず全体の速度を低下させることで、高速道路のサービス水準を下げる可能性を示唆した。今後、高速道路における軽自動車への規制等が必要であると考えられる。

### 参考文献

- 1) NEXCO 東日本: 車種別通行台数(年度計・日平均)(H22~27年度)

謝辞: 本研究を行うにあたって、多大なるご協力を頂いた株式会社道路計画の野中様に厚く御礼申し上げます。