

道路交通センサデータを用いた道路階層別交通性能照査法の提案^{*1}

Proposal of Traffic-performance Examination Method for Hierarchical Highway Classification by Using Road Traffic Census Data

内海泰輔^{*2}・下川澄雄^{*3}・中村英樹^{*4}・大口 敬^{*5}

By Taisuke UTSUMI^{*2}・Sumio SHIMOKAWA^{*3}・Hideki NAKAMURA^{*4}・Takashi OGUCHI^{*5}

1. はじめに

我が国の道路の整備水準は年々向上し、既になりの量的ストックが形成されてきているといえる。しかし依然として、旅行速度が低い「都市間幹線道路」や、通過交通・路上駐車・歩行者/自転車が入り乱れ、円滑性・安全性が十分とはいえない「都市内街路」等が存在しており、決して機能に応じた適切な道路交通サービスが提供できているとはいえない。

筆者らは、これらはいずれも、各道路の担うべき機能設定の曖昧さと、その機能に対応した明確な性能目標の不在によるところが大きいと考え、「機能に応じた道路階層区分」や「性能照査型道路計画設計」の必要性を示し、その考え方や手法論について議論してきた^{1)~3)}など。

本稿では、これらの考え方を実務上展開・導入していくことを目的に、取得可能な道路交通データを用いた交通性能の照査手法について提案する。また、ケーススタディにより本手法の適用イメージを紹介する。なお、ここでは都市間幹線道路を対象とし、本道路に求められる機能(トラフィック機能)をふまえ、交通性能を走行性能(旅行速度)と定義する。

2. 走行性能照査手法を実務上展開する上での課題

(1) 速度データの取得方法

高速道路や一般国道(直轄区間)といった主要な都市間道路では、車両感知器(以下、トラカン)による地点速度の観測やプローブ車両による旅行速度の収集が行われている。しかし、現状では主要地方道や都道府県道などでこのような速度データを取得することは容易ではない。

(2) 簡便な性能照査手法の確立

筆者らは、既往研究³⁾において速度を基準にした性能

目標を設定し、「性能目標達成率」という考え方により性能照査を行う手法を提案している。これは、年間8,760時間を対象にしたものであり、厳密な性能照査手法といえる。しかし、実務者が全ての道路に対して年間を通じた交通状況を把握し照査することは困難であり、簡便な照査手法の構築が必要である。また、既存の照査手法には、性能目標を下回った場合を一律に評価してしまう、速度分布を考慮しきれていない、といった課題もある。

3. 道路交通センサデータを用いた旅行速度推定手法

実務上広く利用されている道路交通センサスの方向別時間帯別交通量(q_p)と混雑時旅行速度(v_p)を用いて、各道路の平均的な1日における方向別時間帯別の旅行速度(v)を推定する。

交通量から旅行速度を推定する手法としては、汎用的なBPR関数から得られる単位旅行時間をもとに推定する手法と、各区間の特性に応じて簡易なQV式を設定し算出する手法とが考えられる(図-1参照)。ここでは、平成17年度道路交通センサスの静岡県・静岡市データ(以下、センサス値)を用い、それぞれの手法の特徴を確認し、本研究の目的に適した手法を選定する。

但し、センサス値が「渋滞流」のものであれば、交通量は対象区間の交通(需要)量ではなく下流のボトルネックの交通容量となり、速度は対象区間に存在する渋滞長およびその通過速度に依存したものとなる。このため、これらの手法では、「渋滞」現象について必ずしも十分に対応できない可能性がある。また、混雑時旅行速度(v_p)は、朝夕のラッシュ時間帯の中で最も混雑している時間帯に計測された旅行速度であり、ピーク時の交通量(q_p)が観測された時間帯とは必ずしも整合しない可能性がある点にも注意が必要である。

(1) BPR関数を用いた旅行速度推定

松井・山田⁴⁾は平成6年度道路交通センサスのピーク時交通量と混雑時旅行速度により、汎用的な時間BPR関数のパラメータを表-1のように設定し、提案している。このパラメータから求められる推定値とセンサス値とを比較したところ、都市間高速道路では差異が小さかったものの、幹線多車線道路(4車線以上の一般国道と主要地

*1 キーワーズ：性能照査，計画手法論，サービス水準

*2 正員，博(工)，(株)長大 社会計画事業本部

(大阪府大阪市西区新町 2-20-6，

TEL06-6541-5800、E-Mail:utsumi@genv.nagoya-u.ac.jp)

*3 正員，博(工)，(財)国土技術研究センター 研究第二部

*4 正員，工博，名古屋大学大学院工学研究科

*5 正員，博(工)，首都大学東京大学院都市環境科学研究科

方道)など一般道では、推定値とセンサス値との乖離が大きい区間が存在した。この原因の一つとして、松井・山田も課題として挙げているように、本パラメータが各地域圏(都市圏)の特性が含まれていない全国標準的なものであることが考えられる。

[時間BPR関数]

$$t_i = t_0 \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{q_i}{c} \right)^\beta \right\} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

- t_i : 時刻 t の単位旅行時間[分/km]
- t_0 : 自由旅行時間(交通量 0 のときの旅行時間) [分/km]
- q_i : 時刻 t の時間交通量[pcu/時]
- c : 時間交通容量[pcu/時]
- α, β : パラメータ

(2) 区間特性を考慮した簡易QV式による旅行速度推定

各区間の特性が考慮できるよう、図-1のような指定最高速度(v_0)と混雑時旅行速度(v_p)、ピーク時交通量(q_p)を用いた簡易なQV式を区間ごとに設定する。

センサス値から設定される簡易QV式と、同一区間内に設置されているトラカンの地点速度の傾向を比較したものを図-2に示す。これは旅行速度と地点速度との比較であり必ずしも傾きや切片は一致しないが、簡易QV式を用いることで交通量に応じて速度が低下するという傾向をある程度表現できることがわかる。

[簡易QV式]

i) $v_0 > v_p$

$$v_i = \frac{v_p - v_0}{q_p} \times q_i + v_0 \dots\dots\dots (2)$$

ii) $v_0 \leq v_p$

$$v_i = v_0 \dots\dots\dots (3)$$

ここに、

- v_i : 時刻 t の旅行速度[km/時]
- v_p : 混雑時旅行速度[km/時]
- v_0 : 指定最高速度(交通量0のときの旅行速度)[km/時]
- q_p : ピーク時間交通量[pcu/時]
- q_i : 時刻 t の時間交通量[pcu/時]

(3) 推定手法の選定

各区間の特性が考慮できる、推定式が単純で実務者にもわかりやすい、交通量と速度の傾向を捉えている、といった点より、ここでは簡易QV式により各時間帯の旅行速度を推定する手法を用いることとする。

道路交通センサスの時間交通量データは方向別に12

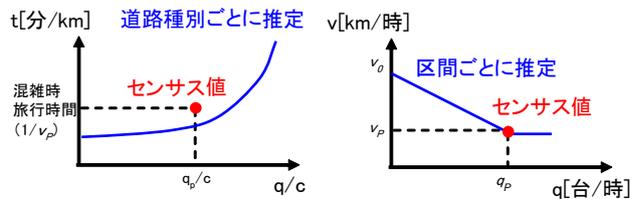


図-1 推定手法のイメージ
(左: BPR 関数, 右: 簡易 QV 式)

表-1 時間 BPR 関数の推定パラメータ⁴⁾

道路種別	t_0	α	β
都市間高速道路	0.72	0.54	3.3
都市高速道路	0.86	0.40	2.8
幹線多車線道路	1.84	0.54	2.4
幹線2車線道路	1.58	0.44	3.1
準幹線多車線道路	2.13	0.41	2.2
準幹線2車線道路	1.72	0.49	2.4

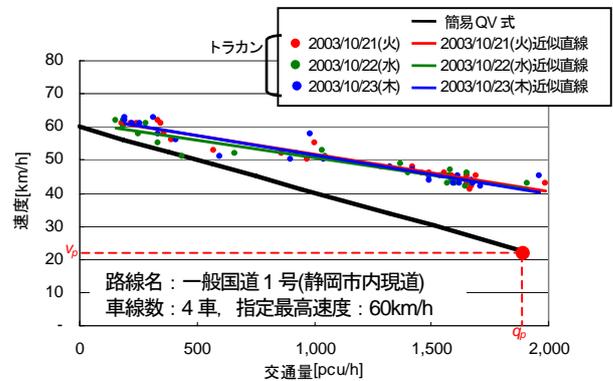


図-2 旅行速度と地点速度の傾向比較

時間分存在する。このため、本推定手法を用いることで全ての道路において旅行速度データを24サンプル(2方向×12時間)取得することが可能となる。

4. 既存データを活用した走行性能の照査手法

(1) 評価指標

都市間幹線道路では、然るべき旅行速度で走行でき、かつそれが安定して利用者に提供されなければならない。そこで速達性と安定性の2つの観点から、走行性能を照査することとする。

a) 速達性 [I_A]

速達性を「道路が如何に速く走れる能力を有しているかを示すもの」と定義し、目標速度(V)に対する実際の旅行速度の達成状況により評価する。このとき、目標速度(V)と比較する速度を、3.の手法で推定される24サンプルの旅行速度データの最高値(V_{max})と最低値(V_{min})とする。この2つを組み合わせることで速達性の状況を図-3のような3つのパターンに分類することができる。

最高値(V_{max})の速達性 $I_{A[Max]}=V_{max}/V_t$
 最低値(V_{min})の速達性 $I_{A[Min]}=V_{min}/V_t$
 ※いずれも、Max : 1.0, 大きいほど速達性大

なお、目標速度(V_t)や速達性(I_A)の性能照査基準は、上位の広域道路ネットワーク計画や交通機能、地域の実情等に応じて政策決定者が設定すべきものである。

b) 安定性 [I_B]

安定性を「1日を通してどの程度、現状の最も走りやすい環境 (V_{max}) に近い状態で走行できているか示すもの」と定義し、時間帯別旅行速度(v_t)の分布状況(中央値(V_{med})の分布)により評価する。

安定性 $I_B = (V_{max} - V_{med}) / (V_{max} - V_{min})$
 ※0.5未満の場合中央値が最高値側に分布していることを意味する。すなわち、この値が小さいほど速度が高い領域で安定性している。

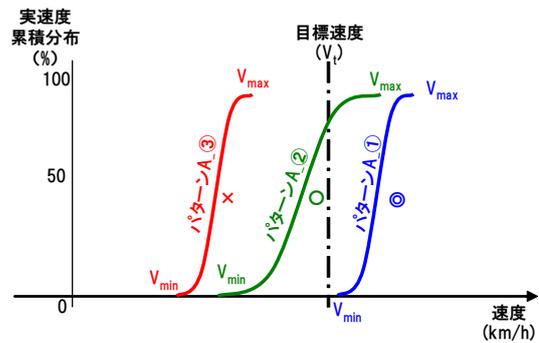
なお、既往研究などでは信頼性により交通性能の評価が行われている。両指標とも旅行速度の分布形状に着目している点では同じであるが、安定性が分布の偏りを評価するのに対し、信頼性は通常時(平均値)と異常時(95percentile値)との乖離の大きさを評価する点で異なる。

(2) 性能照査の考え方

速達性(I_A)と安定性(I_B)の2つを評価指標として用いるが、基本的には速達性(I_A)だけでは十分な評価が行えない場合に安定性(I_B)を用いて性能を照査する。

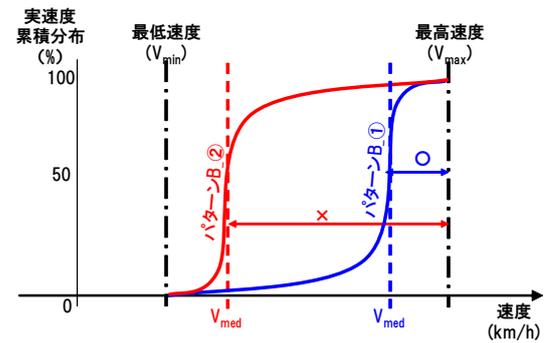
まず、速達性(I_A)により性能を照査する。この際、パターンA_①のように、1日の全時間帯で目標速度(V_t)を達成しているような道路では、安定性(I_B)の良し悪しに関わらず、特に道路構造や交通運用を見直す必要はない。また、パターンA_③のように1日中で目標速度(V_t)を達成しない道路は、安定性(I_B)を照査するまでもなく道路構造や交通運用を根本から再検討しなければならない。しかし、パターンA_②のように一部の時間帯で目標速度(V_t)を達成している場合には、旅行速度の分布状況(安定性(I_B))に応じて対策の重要度が異なるはずである。たとえば、1日のうちわずか数時間しか目標速度(V_t)を達成していないならば早期の対策が必要であるし、逆に1日のほとんどの時間が目標速度(V_t)を達成しているならば対策の優先度は低いであろう。

このように、速達性(I_A)と安定性(I_B)を同等の指標として扱うのではなく、速達性(I_A)を主要な指標、安定性(I_B)を補足的な指標とし走行性能を照査する。この最終的な照査イメージを整理したものを表-2に示す。照査結果がAからDになるにしたがい走行性能上の問題が大きくなり、根本的かつ早急な対応が必要な道路、区間といえる。



パターン	概要	評価
パターンA_①	1日の全時間帯で目標速度(V_t)を達成	◎
パターンA_②	1日の一部の時間帯で目標速度(V_t)を達成	○
パターンA_③	1日の中で目標速度(V_t)を達成する時間帯無	×

図-3 速達性 評価イメージ



パターン	概要	評価
パターンB_①	多くの時間帯が最高速度(V_{max})側に分布	○
パターンB_②	多くの時間帯が最低速度(V_{min})側に分布	×

図-4 安定性 評価イメージ

表-2 性能照査イメージの整理

速達性(I_A)	速達性(I_B)	評価ランク
パターンA_①	—	ランクA
パターンA_②	パターンB_①	ランクB
	パターンB_②	ランクC
パターンA_③	—	ランクD

5. ケーススタディ

センサス値の方向別時間帯別交通量、混雑時旅行速度を用い、既存の道路の走行性能照査を実施する。

(1) 道路階層区分を考慮した性能目標の設定

中村ら¹⁾は、連絡スケールと交通機能の関係に基づき道路の階層区分試案を示している。これを既存道路に適用させるため、筆者ら²⁾は一般国道の指定要件から階層区分試案を対応づける方法を提案している。ここではこれらの考え方を参考に、静岡県内の既存道路を交通機能に応じた4つの階層区分に割り振るとともに、機能に応じた目標速度(V_t)を仮に表-3のように設定する。

(2) 性能照査基準

先述したように、本来ならば性能照査の基準は上位

の広域道路ネットワーク計画や交通機能等より政策決定者が設定すべきである。ここでは1日の全時間帯で目標速度(V)を達成できる道路交通サービスを提供することを目標に、速達性(I_A)を仮に1.0とする。安定性(I_B)は0.5とする。性能照査基準と評価ランクの関係を表-4に示す。

但し、ケーススタディには目標速度(V)が指定最高速度(V₀)を上回る区間が存在する(表-5赤枠部分)。本研究で設定した簡易QV式では $V_{max} \leq V_0$ ($< V_0$)となり、これらの区間ではたとえ交通量が0であっても速達性($V_{max} < V_0$)を達成できないことに注意が必要である。

(3) 性能照査結果

本手法により走行性能を照査した結果を図-5に示す。

十分な速達性が確保されているランクAは、目標速度(V)の低い階層(B-III)や地方部などでみられる。

一般国道の指定要件によりA-IIに該当する国道1号は、自専道区間周辺(藤枝BP, 浜名BPなど)で速達性が確保されているが、それ以外では目標速度(V)に達していない(ランクD以下)。このように同一の階層区分であっても区間によって走行性能がバラついている。このような場合、ネットワークとして均一な走行性能が保たれるよう道路構造や交通運用を適宜見直すことが必要であろう。

なお、ここでは各階層区分の求められる交通機能をふまえて目標速度(V)を設定したこともあり、全体的にランクDが占める割合が高い結果となった。

5. おわりに

本稿では、道路交通センサデータを用いて既存の都市間幹線道路の交通性能を照査する手法を提案し、ケーススタディを実施した。これにより、取得可能なデータを用いて実務上簡便に交通性能を照査することが可能となる。また、本稿では区間を対象とした照査手法を示したが、これらを連続的に捉えることで同様な手法によりネットワークの走行性能を照査することもできる。

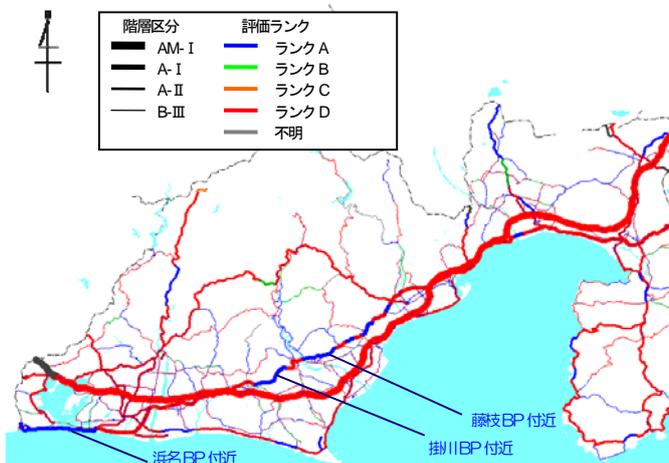


図-5 ケーススタディ結果

表-3 道路の階層区分試案と目標速度(Vt)(仮)

連絡スケール	階層区分	道路の種類	目標速度(Vt)
大都市圏連絡	AM- I	高速道路/自専道	100km/h
	A- I		60km/h
都市間連絡	A- II	一般道	50km/h
市町村間連絡	B- III		40km/h

表-4 本ケーススタディにおける性能照査基準

速達性(I _A)	安定性(I _B)	評価ランク
$I_{A[Max]} / I_{A[Min]} = 1.0$	—	ランク A
$I_{A[Max]} = 1.0$	$I_B \leq 0.5$	ランク B
$I_{A[Min]} < 1.0$	$I_B > 0.5$	ランク C
$I_{A[Max]} / I_{A[Min]} < 1.0$	—	ランク D

表-5 目標速度(Vt)と指定最高速度(V0)との差[Vt- V0]

階層区分	延長(km)	延長比率(%)				
		-20km/h	-10km/h	0km/h	10km/h	20km/h
AM- I	185.3	0.0	0.0	94.3	0.0	5.7
A- I	178.5	7.2	0.0	77.6	15.2	0.0
A- II	810.6	0.0	12.9	47.4	38.9	0.9
B- III	3,476.4	3.0	19.6	62.1	13.5	1.8
総計	4,650.8	2.5	16.9	61.4	17.4	1.7

なお、本手法には「渋滞」現象に対して必ずしも対応できない可能性があるといった課題がある。また、上位の広域道路ネットワーク計画や交通機能等に応じて目標速度(V)や性能照査基準を設定する適切な手法・考え方を構築していくことが今後必要である。

謝辞：本研究を進めるに際して貴重なご意見を提供していただいた、(社)交通工学研究会 HCQSGのメンバーに深謝します。

参考文献

- 1) 中村英樹, 大口 敬, 森田緯之, 桑原雅夫, 尾崎晴男: 機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案, 土木計画学研究・講演集, vol.31, 4ページ, CD-ROM, 2005.6.
- 2) 下川澄雄, 内海泰輔, 中村英樹, 大口 敬: 階層型道路ネットワークへの再編に向けて, 土木計画学研究・講演集, vol.39, 4ページ, CD-ROM, 2009.6.
- 3) 内海泰輔, 中村英樹: 時間交通需要変動特性を考慮した交通性能照査型道路計画設計法, 土木計画学研究・論文集Vol.25, pp.67-76, 2008.9.
- 4) 松井寛, 山田周治: 道路交通センサデータに基づくBPR関数の設定, 交通工学, Vol.33, No.6, pp.9-16, 1998.11.

表-6 階層区分別評価結果

階層区分	延長(km)	評価ランクの延長比率(%)				不明
		A	B	C	D	
AM- I	185.3	0.0	0.0	0.0	96.0	4.0
A- I	178.5	26.9	0.0	0.0	73.1	0.0
A- II	810.6	11.1	1.8	0.4	84.9	1.8
B- III	3,476.4	21.3	8.9	1.4	62.0	6.4
総計	4,650.8	18.9	7.0	1.1	67.8	5.3