

ETC2.0 プローブ情報を利用した 幹線道路における道路交通性能把握の試み

橋本 浩良¹・末成 浩嗣²・田中 良寛³・瀬戸下 伸介⁴

¹正会員 国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail: hashimoto-h22ab@mlit.go.jp

²正会員 元国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室(株式会社福山コンサルタント東京支社)

(〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21) E-mail: k.suenari@fukuyamaconsul.co.jp

³正会員 国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail:tanaka-y92gf@mlit.go.jp

⁴正会員 国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail:setoshita-s2n9@mlit.go.jp

車線数、車線幅員などの道路構造は、旅行速度をはじめとする道路交通性能に大きな影響を与える。近年、ETC2.0 の普及により、幹線道路を走行する車両のプローブデータの取得が進み、道路交通性能を詳細に把握することが可能となってきた。

そこで本研究では、直轄国道における道路構造と速度の関係から、速度に着目した性能目標の設定と ETC2.0 プローブ情報を利用し、交通性能の把握を試みた。この結果より、交通量、旅行速度、traffic power という指標値の関係から目標性能設定の考え方を提案するとともに、道路構造と速度の関係から性能目標達成のための道路構造条件に関する知見を整理した。

Key Words: ETC2.0 probe data, quality of service, speed-flow relationship

1. はじめに

本研究は、研究蓄積が進む性能照査型道路計画設計手法について、幹線道路における道路交通性能把握を試み、その結果に基づいて、今後の実務へ向けた考察を行うものである。具体的には、近年、蓄積が進む ETC2.0 プローブ情報を利用し、直轄国道における道路構造と速度の関係から、速度に着目した性能目標の設定と交通性能の把握を試みる。

性能照査型道路計画設計手法については、中村ら¹⁾が性能照査型道路計画設計手法の全体コンセプトと体系化にあたって開発すべき技術的検討課題を述べている。性能照査型道路計画設計手法は、機能に対応した性能を実現するために必要な道路構造と交通運用の組み合わせを柔軟に採用するものとされ、性能照査型道路計画設計の概略フローは図-1 の通りである。技術的検討課題については、次の6点があげられている。

【技術的検討課題】

- ①道路階層区分の再検討
- ②性能指標と性能目標の設定
- ③各種条件で変化する交通性能の分析と推定技術
- ④変動する交通需要の考慮
- ⑤交通性能を確保するための道路構造と交通運用
- ⑥実務での適用性

これらの技術的検討課題に対して、性能指標を速度でとらえた多くの研究蓄積が進んでいる。本研究で着目する性能目標の設定という観点ではいくつかの課題が存在する。性能目標の設定にあたっては、道路利用者として、ドライバー、政策立案者、道路管理者の3つの視点があると考えられる。

ドライバー視点では、例えば、洪ら²⁾が多車線高速道路を対象に、内海ら³⁾が往復分離2車線自専道を対象に、85%tile 速度の推定を行っている。85%tile 速度は、実勢速度⇨ドライバー本位の速度とされており、この指標値

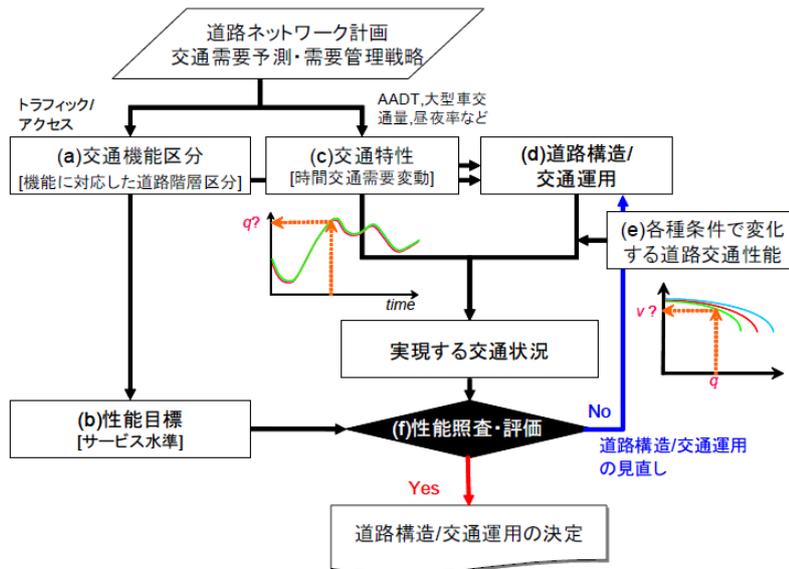


図-1 性能照査型道路計画設計の概略フロー¹⁾

を性能目標とすれば、ドライバーの満足度を評価することが可能と考えられる。一方で、自由走行に近い状態となるため、道路を有効活用したい政策立案者、道路管理者としては過大目標になるおそれがある。

政策立案者視点では、例えば、下川ら⁴⁾がネットワークとしての性能目標として、起終点間の移動に着目し、国土形成計画で示されている「全国1日交流圏」や各都道府県が有する「時間交通圏構想」等の拠点間所要時間から目標旅行速度を設定することを述べている。この場合、性能目標の説明性は高いと考えられるものの、道路ネットワークは、階層の異なる路線・区間によって構成されているため、それぞれの階層に対する性能目標を設定する必要がある。

道路管理者視点では、道路を賢く使う観点から道路ネットワーク全体としてその機能を時間的・空間的に最大限に発揮させることが考えられる。しかしながら、道路の有効利用という観点からの性能目標に関する研究は見当たらない。そこで、本研究では、道路の機能を最大限に発揮させる観点から性能目標の設定と交通性能の把握を試みることにした。

以降の構成は以下の通りである。第2章では研究の考え方を述べる。第3章では、道路交通性能目標の設定方法と設定結果の考察を行う。第4章では、道路交通性能の把握と把握結果の考察を行う。第5章で、成果と今後の課題を整理する。

2. 研究の考え方

本研究は、まず、道路の機能として道路の利用効率に着目し、直轄国道に設置されたトラフィックカウンター

から得られる交通量と旅行速度を利用し、交通量、旅行速度、Traffic power という指標値の関係を作成する。ここで Traffic power とは、Werner Brilon⁵⁾の提案する指標で交通量と速度の積で表わされる。

高い速度で多くの交通量をさばいた時 Traffic power が大きくなるため、道路の利用効率を評価するのに適していると考えられる。交通量、旅行速度、Traffic power の関係は図-2 の通りとなる。Traffic power が最も大きくなる時の速度を性能目標とする。

$$E = q \cdot V_T \cdot T \quad (1)$$

ここで、

E : Traffic power (台・km/h)

q : 交通量(台/h)

V_T : 速度(km/h)

T : 集計時間(h)

3. 道路交通性能目標の設定

(1) 道路交通性能目標の設定手順と利用したデータ

道路交通性能目標の設定手順は以下の通りである。

手順1 全国の直轄国道のトラフィックカウンター(851箇所)を対象に、平成27年9月から11月の3か月間のデータを利用して、上下方向別に Q-V 図を作成する。

手順2 作成した Q-V 図を目視確認し、交通容量が表れているトラフィックカウンター・方向を目視で確認の上選定する。結果102の箇所・方向となった。

手順3 選定箇所について、交通量、旅行速度、Traffic power の関係を作図するとともに、図-2 に示す V₀, V_w, V_c, Q_w, Q_cを集計する。

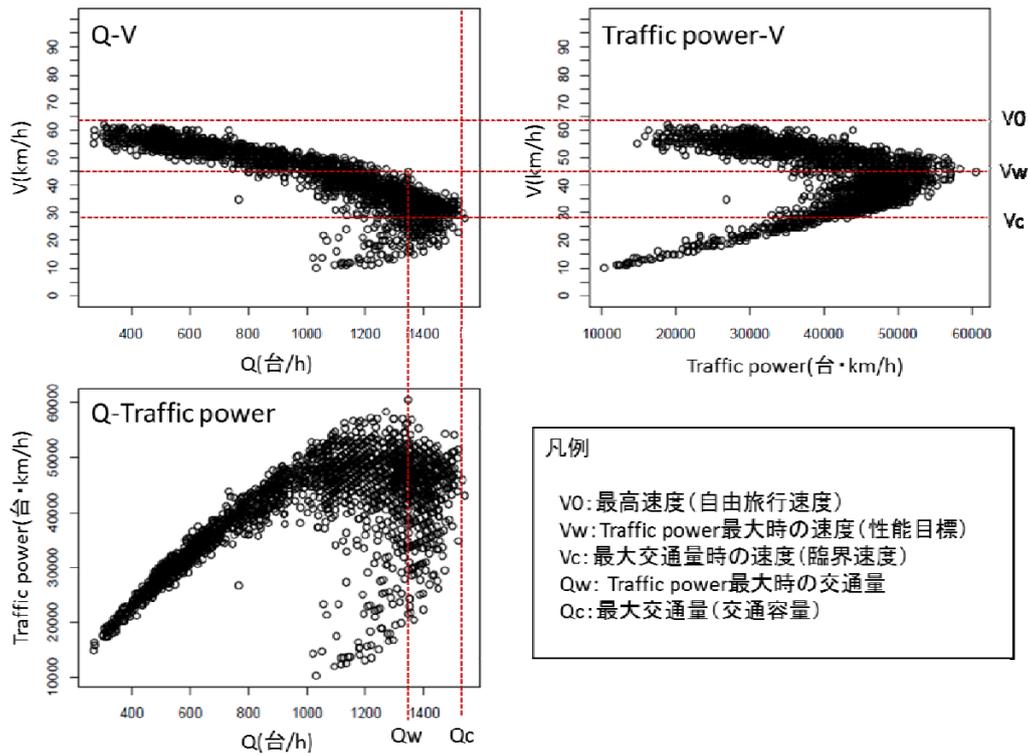


図-2 交通量，旅行速度，traffic power の関係の例

手順4 選定箇所について，表-1 に示す道路構造別に分類し，V0，Vw，Vc の 75%tile 値，中央値，25%tile 値を集計する。

(2) 道路交通性能目標の設定結果とその考察

道路交通性能目標の算定結果を表-1 に示す。非専道完全アクセスコントロールについては，サンプル数が2つと少ないため，参考値扱いとして考察する。

最高速度（自由旅行速度）V0 については，専道において 76.3～85.8km/h，専道以外で 56.0～65.0km/h となった。専道以外では，車線数が4車線以上の方が最高速度（自由旅行速度）V0 が高い結果となった。

Traffic power 最大時の速度 Vw については，専道において 56.5～64.5km/h，専道以外で 40.0～49.0km/h となった。最高速度（自由旅行速度）V0 同様，専道以外で，車線数が4車線以上の方が Traffic power 最大時の速度 Vw が高い結果となった。

最大交通量時の速度（臨界速度）Vc については，専道において 39.3～54.3km/h，専道以外で 28.0～37.3km/h となった。最高速度（自由旅行速度）V0，Traffic power 最大時の速度 Vw 同様，専道以外では，車線数が4車線以上の方が最大交通量時の速度（臨界速度）Vc が高い結果となった。

主観的考察となるものの，算定結果は，実感に整合するものである。道路構造分類については，任意に設定しているため，今後妥当性の検証が必要と考えられる。

以上の結果より，V0 を超えると自由走行状態より高速度となるため走行の安全性を担保する上限目標として，Vw を効率的な道路の利用状態を把握する目標値として，Vc を非効率的な道路の利用状態を避ける下限目標値として設定する。

表-1 V0，Vw，Vc の集計結果

V0	N	25%tile	中央値	75%tile
専道	8	76.3	78.5	85.8
非専道	94	56.0	62.0	65.8
完全アクセスコントロール	2	81.8	82.5	83.3
アクセスコントロール不完全	92	56.0	61.5	65.0
車線数2～3	37	53.0	60.0	64.0
車線数4～	55	57.5	62.0	66.0

Vw	N	25%tile	中央値	75%tile
専道	8	56.5	59.5	64.5
非専道	94	40.0	45.0	49.8
完全アクセスコントロール	2	62.5	63.0	63.5
アクセスコントロール不完全	92	40.0	45.0	49.0
車線数2～3	37	38.0	41.0	46.0
車線数4～	55	42.5	46.0	52.0

Vc	N	25%tile	中央値	75%tile
専道	8	39.3	48.5	54.3
非専道	94	28.0	32.0	38.0
完全アクセスコントロール	2	43.5	47.0	50.5
アクセスコントロール不完全	92	28.0	32.0	37.3
車線数2～3	37	23.0	29.0	33.0
車線数4～	55	29.0	35.0	38.0

4. 道路交通性能の把握

(1) 道路交通性能の把握手順と利用したデータ

道路交通性能の把握手順は以下の通りである。

手順1 表-1 に記載の V_0 , V_w , V_c の中央値を利用して表-2 の通り性能目標を設定する。設定した性能目標を Q - V 関係で示すと図-3 の通りとなる。

手順2 全国の直轄国道（有料道路は除く）の DRM リンクのうち本線リンクのみを対象に、平成 27 年 4 月から平成 28 年 3 月の 1 年間の ETC2.0 プローブ情報を利用して、昼間 12 時間（7 時台～18 時台）の走行サンプルの区間旅行速度の平均値、5%tile 間隔の%tile 旅行速度を算定する。

手順3 算定結果について、表-2 に示す道路構造別に分類し、道路構造別に道路交通性能を考察する。この際、道路構造別の分類には DRM データベースに含まれる道路構造データを利用したものの、アクセスコントロールの状態が判別不能であったため、アクセスコントロールの別は考慮しないこととした。

(2) 道路交通性能の把握結果とその考察

算定対象とした DRM リンク数、延べ延長、ETC2.0 プローブ情報のサンプル数の基本情報は、表-3、表-4 の通りである。昼間 12 時間を合算した算定であるため時間的なサンプルの偏りによる影響が含まれている可能性があるものの、サンプル数が非常に多く、区間旅行速度の平均値、%tile 値の精度は高いと考えられる。

区間旅行速度の平均値を基に、性能目標に応じて交通状態を分類した区間延長割合を図-4 に示す。自専道では、L2 の割合が高い、一方で速度抑制を検討すべき L1 の割合も高い。自専道以外を見ると車線数 4～の区分で L4 の割合が 45%と高くなっている。本来、高い交通性能が求められる車線数が 4 以上の道路で交通性能が低下していることがうかがえる。

次に自専道区間を対象に、速度抑制策を考える。図-5 は、自専道区間を対象に、DRM データベースの車道幅員を往復合計車線数で除して、車線幅員を算定し、2 車線区間、4 車線区間それぞれ、車線幅員別に実勢速度といわれる 85%tile 旅行速度の分布を箱ひげ図にて示したものである。なお、停車帯が設置されている場合、停車帯が車道幅員に含まれるため、上記の算定方法では、実際の車線幅員と整合しない。このため、本集計においては、車線幅員が 3m, 3.25m, 3.5m, 3.75m という実際の車線幅員と整合する区間のみを抽出している。

車線幅員が 3.25m の場合、4 車線区間の方が 2 車線区間よりも速度が低くなり、車線幅員が 3.5m の場合、4 車線区間の方が 2 車線区間よりも速度が高くなった。この理由として、車線幅員 3.25m の場合、隣接車線の存在

表-2 性能目標の設定値

	V_0	V_w	V_c
自専道	78.5	59.5	48.5
非自専道でない	62.0	45.0	32.0
完全アクセスコントロール	82.5	63.0	47.0
アクセスコントロール不完全	61.5	45.0	32.0
車線数2～3	60.0	41.0	29.0
車線数4～	62.0	46.0	35.0

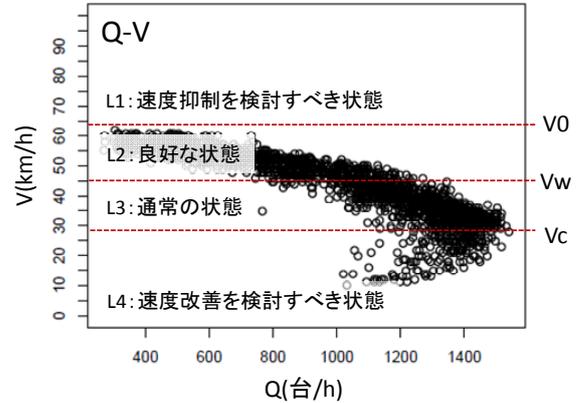


図-3 性能目標に応じた交通状態のイメージ

表-3 算定対象 DRM リンクのリンク数と延べ延長

	リンク数	延べ延長(km)
自専道	4,401	3,283
非自専道でない		
完全アクセスコントロール		
アクセスコントロール不完全		
車線数2～3	60,544	31,723
車線数4～	46,926	9,846

表-4 算定対象 DRM リンクのデータサンプル数

サンプル数	10 以上	20 以上	30 以上	40 以上	50 以上	100 以上	500 以上
自専道	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	0.7%	8.5%	90.0%
非自専道							
完全アクセスコントロール							
アクセスコントロール不完全							
車線数2～3	0.4%	0.4%	0.4%	0.5%	2.0%	14.6%	81.8%
車線数4～	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	1.6%	98.3%

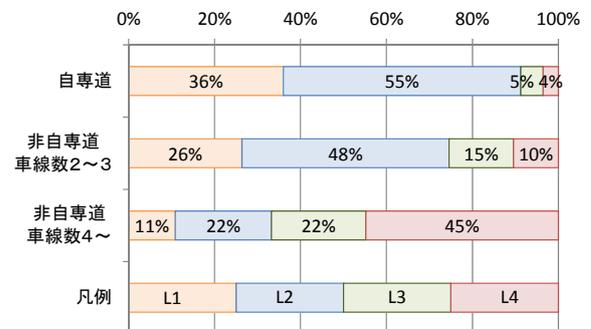


図-4 区間旅行速度の平均値による交通性能評価結果 (交通状態別の区間延長割合 (%))

により、必要な側方余裕が確保できていないものと考えられる。一方で、車線幅員 3.5m の場合、隣接車線が存在していても、必要な側方余裕が確保できているため、85%tile 速度が高くなったものと考えられる。実際、2 車線区間では、車線幅員 3.25m, 3.5m で大きな変化は生じていない。幅員構成により自由走行状態の速度をコントロールできる可能性がうかがえる。

5. おわりに

本研究では、直轄国道における道路構造と速度の関係から、速度に着目した性能目標の設定方法と ETC2.0 プローブ情報を利用し、交通性能の把握を試みた。その結果、得られた知見は以下の通りである。

- ①交通量、旅行速度、traffic power という指標値の関係から性能目標設定の考え方を提案した。
- ②提案した性能目標設定の考え方にもとづき、性能目標に応じた道路の交通状態を区分した。
- ③直轄国道を対象とした交通性能の把握結果から、自専道においては速度抑制を検討すべき区間割合が高いこと、自専道以外の車線数が 4 以上の道路で交通性能が低下していることがわかった。
- ⑤幅員構成により自由走行状態の速度をコントロールできる可能性があることがわかった。

今後の課題は以下の通りである。

- ・本稿の分析における道路構造別の分類は、筆者が任意に分類しているため、その妥当性の検証が必要である
- ・信号交差点数、信号交差点密度など本稿で考慮していないものの、道路交通性能に大きな影響を与えると考えられる道路条件を考慮する必要がある。

性能目標の設定にあたっては、高い説明性が求められる。引き続き、ETC2.0 プローブ情報やトラフィックカ

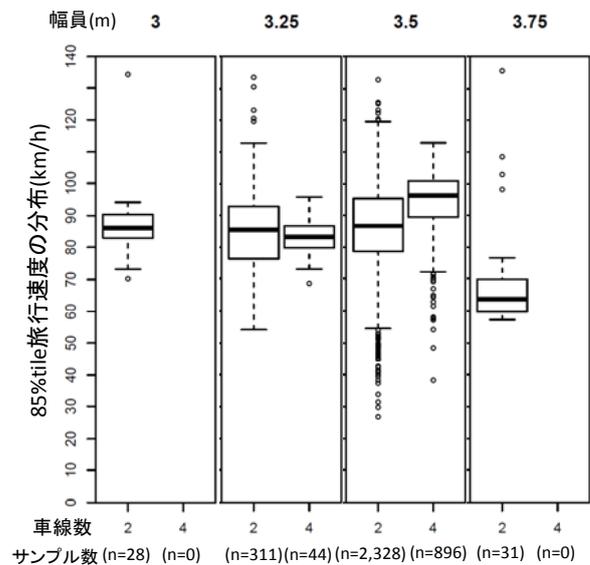


図-5 自専道区間における車線幅員別の 85%tile 旅行速度

ウンターデータ、道路構造データを活用しながら、より説明性の高い性能目標の設定方法について研究を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 中村英樹, 大口敬: 性能照査型道路計画設計の導入に向けて, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.3,195-202,2011.
- 2) 洪性俊, 大口敬: 多車線道路における統合型速度推定モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.3,244-260,2011.
- 3) 内海泰輔, 浜岡秀勝, 中村英樹: 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.3,261-269,2011.
- 4) 下川澄雄, 内海泰輔, 中村英樹, 大口敬: 道路の階層区分を考慮した交通性能照査手法の提案, 土木計画学研究・講演集 No.43, 2011.
- 5) WERNER BRILON: Traffic Flow Analysis Beyond Traditional Methods, 4th International Symposium on Highway Capacity, Maui, Hawaii, 2000.

(2017. 4. 28 受付)

ATTEMPT OF MEASUREMENT OF ROAD TRAFFIC PERFORMANCE USING ETC2.0 PROBE-DATA

Hiroyoshi HASHIMOTO, Koji SUENARI, Yoshihiro TANAKA and Shinsuke SETOSHITA