

車線数と交通量が所要時間に及ぼす影響に関する実証的研究*

The positive study about the influence that traffic-lane and traffic-volume cause to travel-time*

吉岡伸也**・橋本浩良***・上坂克巳****

By Nobuya YOSHIOKA**・Hiroyoshi HASHIMOTO***・Katsumi UESAKA****

1. はじめに

近年、道路事業評価における費用便益分析の厳格な適用が求められている。しかし、その評価は貨幣換算精度の高い時間短縮効果、費用減少効果、事故減少効果の3便益のみから決定されるため、道路のもつ効果の一部しか評価されていないのが実情といえる。

また、道路3便益の中で最も支配的である「走行時間短縮効果」は平均旅行時間または平均旅行速度をもとに算出されるが、実際の走行性は交通状況によって刻々と変動しており、このような交通状況に対し、目的地へ遅れずに到着する「時間信頼性(定時性)」の担保もサービス水準の向上に大きく寄与することが期待されることから、効果指標の一つと捉えるべきである(図-1)。

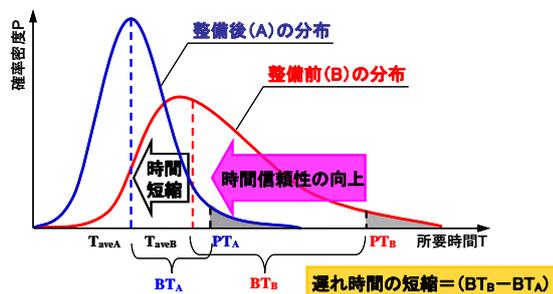


図-1 走行時間の向上効果イメージ

とりわけ、交通状況の変動に伴う走行時間の信頼性が損なわれるのは、追越し困難等により追従走行を強いられる「往復2車線道路」が代表的であり、平均所要時間の増大はもとより、車両個々の所要時間が大きくばらつき、不安定となる。本研究では、特に2車線道路に着目し、車線数と交通量の違いによって所要時間がどのように変化するか、「実測データ」を用いて分析し、その関係を明らかにすることを目的とする。

*キーワード: 時間信頼性、2車線道路、ETC

**正員、国土交通省国土技術政策総合研究所
(茨城県つくば市旭1番地、

TEL029-864-7213、FAX029-864-3784)

***正員、国土交通省国土技術政策総合研究所

****正員、国土交通省国土技術政策総合研究所

2. 研究方法

(1) 分析データの概要

一般道路の走行環境においては、交差点での信号待ち、沿道出入や駐車車両による走行阻害といった別の低下要因が混在してしまうため、純粋な交通変動に伴う所要時間分析を行うには問題がある。そこで本研究では、立体交差を基本とし、かつ沿道出入制限された「高速道路の走行車両」を対象に分析を行うこととした。

当分析にあたっては、高速道路(NEXCO西日本管内)の「ETC明細データ」及び「交通量常時観測データ(以下、トラカンデータと称す)」を活用し、ETC明細データのIC流入・流出時刻情報より車両の走行所要時間(T)を、トラカンデータより方向別・車種別(大型・小型)・時間帯別に、対応する交通量(Q)を集計・算出した(表-1)。

表-1 分析データの概要

アウトプット	データの種類	算出・集計方法
交通量(Q)	トラカンデータ	方向別・車種別(大型or小型)に1時間単位で集計
所要時間(T)	ETC明細データ	ICの流入・流出情報により、所要時間(差分)を算出・集計

※対象路線: NEXCO西日本管内の14路線(186ICペア間)

※対象期間: 平成19年9月1日~10月31日(61日間)

(2) データの処理方法

a) 所要時間の正規化

高速道路の利用距離は各走行車両で異なるため、所要時間(T)は10km当りに正規化した「単位所要時間(分/10km)」を適用した。

b) 異常所要時間データの処理

高速道路には休憩施設(SA・PA)があり、立ち寄りによる駐車時間ロスも含まれ、走行性を正しく把握する妨げとなることから、原則として「途中にSA・PAがないIC間」の利用車両データのみをサンプリングした。

また、所要時間が通常の走行状態では起こり得ない極端に長いデータも含まれており、これらは事故や故障等に起因するものと考えられるが、本研究ではこれら要因を識別して考えるため、「60分/10km未満」のデータ

を分析対象とした。

c) 交通量と所要時間のデータ対応

高速道路のトラカンは、概ね各 IC 間で方向別に 1 ヶ所ずつ設置されている。このことから、隣接 IC 間のみを利用する車両の所要時間は当該時間帯の IC 間通過交通量 (Qi) と対応させることとした。また、複数 IC 間を横断利用する車両の所要時間は当該時間帯の各 IC 間通過交通量と IC 間距離 (Li) との加重平均値 ($= \sum (Qi \cdot Li) / \sum Li$) と対応させることとした。

d) 大型車交通の処理

本研究では、交通量 (Q) を「時間交通量」で取り扱うが、分析対象路線には大型車両が多く混入する区間もあり、その影響を除外するために大型車交通量を乗用車相当に換算 (換算係数 $E_T=1.7$) した「乗用車換算台数 (pcu/時・方向)」を適用した。

3. 研究成果

(1) 走行車両の所要時間分布形態

走行車両の所要時間 (T) を縦軸に、そのときの交通量 (Q) を横軸にとり、各車両の分布形態を往復4車線、同2車線の車線構成別に示す (図-2及び図-3)。

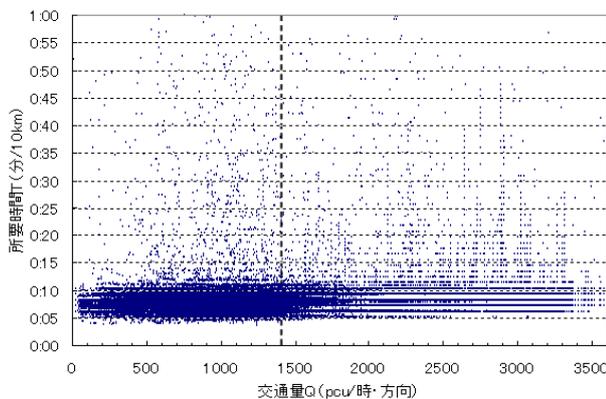


図-2 交通量と所要時間の分布形態 (4車線道路)

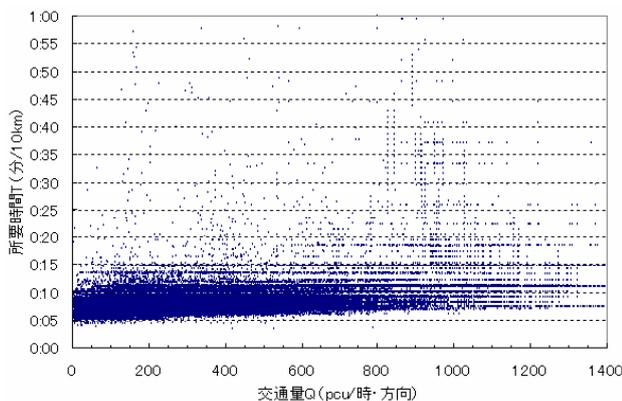
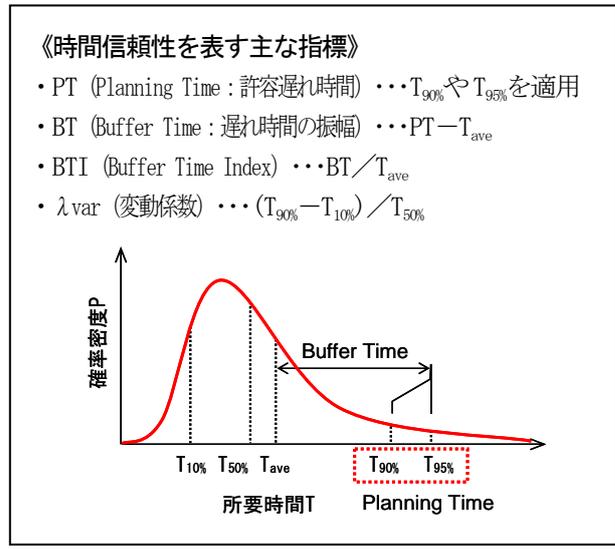


図-3 交通量と所要時間の分布形態 (2車線道路)

交通容量が大きい分、往復4車線道路では交通量が 3,600pcu/時・方向まで広く分布しているのに対し、同2車線道路では概ね1,400pcu/時・方向がその上限となっている。所要時間について、4車線道路ではいずれの交通量でも単位所要時間が5~10分に分布が集中する。一方、2車線道路では交通量の少ない状態では5~10分に分布が集中するが、交通量の増加とともに、それより遅い時間に分布が集中する。

(2) 交通量と所要時間の関係

本研究においては、所要時間を平均値 (T_{ave})、中央値 ($T_{50\%}$)、%タイル値 ($T_{X\%}$) の各統計値で表す。また、時間信頼性はPT値、BT値、BTI、 λ_{var} などの指標を用いて表現している。



前節の交通量と所要時間の分布形態に対し、交通量を「50pcu 単位」で分割した階級毎に所要時間の統計値を算出し、交通量と所要時間 (各統計値) の関係を車線構成別に示す。

往復4車線道路について、図-4より所要時間 (T) の中心指標 (平均値及び中央値) は交通量の増加に対していずれも微増の傾向を示しているが、中央値の方がその傾向がより安定しており、交通量 (Q) と中央所要時間 ($T_{50\%}$) との関係において、下式に示す「正の相関性」を有している。

$$T_{50\%} = 7.12 + 0.0004 \cdot Q \quad (0 < Q \leq 3600)$$

また、時間信頼性の指標を「ある確率までの遅れを許容する所要時間 (PT)」と捉えたとき、交通量が 2,600pcu を超えた辺りから $T_{90\%}$ の分布に不規則な乱れが表われるのに対し、 $T_{90\%}$ の分布には大きな変動が見られない。これは所要時間分布の下位 5%内に、交通量の増加もその遠因である接触や追突事故など突発事象の煽りを受けた後続車両の遅れを表しているものと推測される

が、日常の交通流に対する道路の時間信頼性を評価する場合、それらの影響要因が含まれにくい「 $T_{90\%}$ を時間信頼性指標とすることが望ましい」と考える。

以上より、往復4車線道路を走行するとき、いずれの交通状態においても $T_{90\%}$ の $T_{50\%}$ に対する遅れが僅か1~2分程度で安定しており、「需要変動に対する走行所要時間の信頼性が高い」と考える。

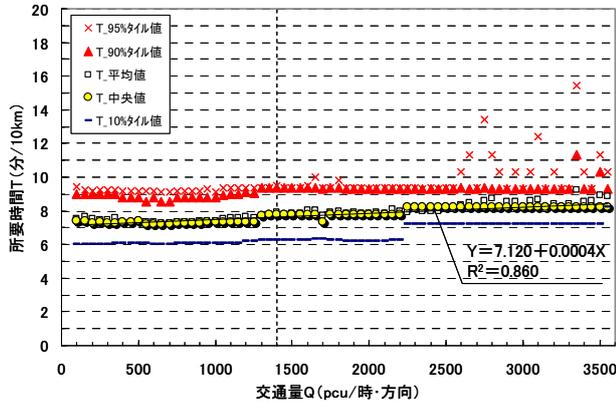


図4 交通量と所要時間の関係 (4車線道路)

次に、往復2車線道路について、図-5より所要時間(T)の中心指標(平均値及び中央値)は交通量の増加に対していずれも単調増加の傾向を示すが、往復4車線と同様、中央値の方がその傾向がより安定的であり、交通量(Q)と中央所要時間($T_{50\%}$)との関係において、下式に示す「正の相関性」を有している。

$$T_{50\%} = 7.00 + 0.0024 \cdot Q \quad (0 < Q \leq 1400)$$

また、許容遅れ時間(PT値)について、 $T_{95\%}$ の分布が900pcuを超えた交通状態から不規則に乱れるのに対し、 $T_{90\%}$ の分布は変動が大きいものの、何らかの規則性が見いだせる。これは4車線道路と同様、所要時間分布の下位5%内に突発事象に伴う後続車両の遅れと推測されるが、日常の交通流に対する道路の時間信頼性を評価する場合、それらの影響要因が含まれにくい「 $T_{90\%}$ を時間信頼性指標とすることが望ましい」と考える。そこで、交通量(Q)と許容遅れ時間($T_{90\%}$)との関係を精査した結果、下式が導かれ、「指数関数的な相関性」が高いことが分かった。

$$T_{90\%} = 8.18 \cdot e^{0.0004 \cdot Q} \quad (0 < Q \leq 1100)$$

以上より、往復2車線道路を走行するとき、交通量が少ない状態(約900pcu未満)では $T_{90\%}$ の $T_{50\%}$ に対する遅れは僅か1~2分程度であるのに対し、交通量が多い状態(約900pcu以上)になると、両者間での遅れ時間がより拡大し、「需要変動に対する走行所要時間の信頼性が低下する」と考える。

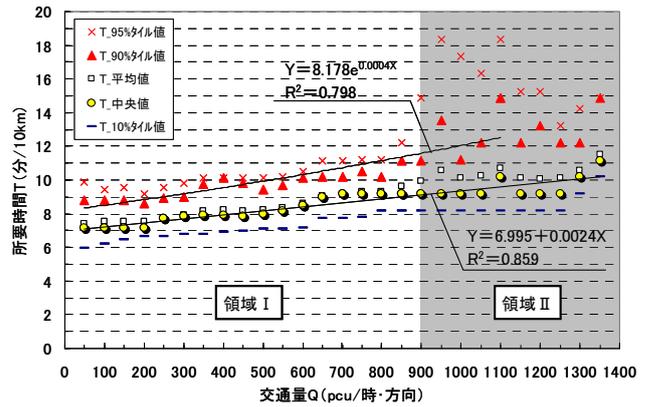


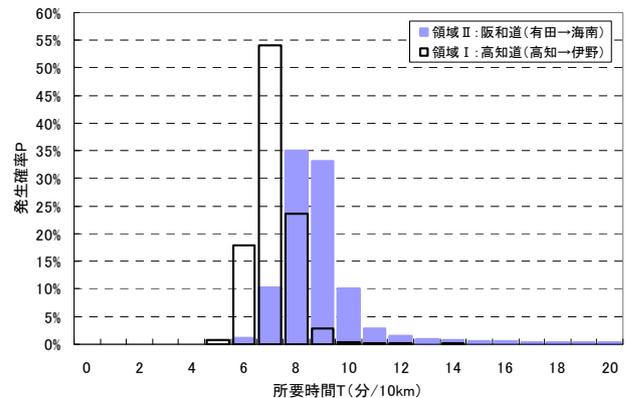
図-5 交通量と所要時間の関係 (2車線道路)

(3) 交通状態の領域別にみた所要時間分布

前節の通り、往復2車線道路では概ね「900pcu/時・方向(車頭間隔4秒に相当)」を境に、所要時間分布の様相が大きく異なることが確認された。そこで、それ未満の状態を「領域I(自由走行域)」、それ以上の状態を「領域II(追従走行域)」とし、各領域に属する代表路線を抽出し、所要時間の発生確率分布を比較した。領域Iは高知自動車道(高知→伊野)、領域IIは阪和自動車道(有田→海南)を代表路線として選定した。

領域I路線の発生確率分布は、所要時間が7~8分に特化した尖度の高い、かつ概ね左右対称の形状を示している。これに対し、領域II路線の発生確率分布は、領域I路線より1~2分遅れて尖度の低い集中があり、かつ右すその長い非対称形状が特徴的である(図-6)。

また、所要時間(T)の各統計値について、領域II路線は領域I路線よりどの値も遅く、変動指標BT、BTI、 λ varのいずれについても領域I路線に劣っており、「時間信頼性評価が低い」結果となった。



領域	代表路線 (走行区間)	データ数	交通量Q		所要時間T(分/10km)					変動指標		
			Qave	Qmax	Tave	T10%	T50%	T90%	T95%	BT	BTI	λ var
I	高知自動車道 (高知→伊野)	32,349	337	589	7.97	6.86	7.84	8.82	8.82	0.84	0.11	0.25
II	阪和自動車道 (有田→海南)	126,746	884	1,374	9.39	7.13	9.17	11.21	13.24	3.86	0.41	0.44

※変動指標の算出・・・①BT=T95%-Tave ②BTI=BT/Tave ③ λ var=(T90%-T10%)/T50%

図-6 領域別にみた所要時間の発生確率分布

(4) 追越区間付き2車線道路の効用

前節より、往復2車線道路は同4車線道路に比べ、交通量変動(増加)に伴う所要時間の信頼性が大きく低下する可能性の高いことが分かった。これは交通量が多いとき、走行途中に追越しの機会がなく、前方車両への追従を強いられることが主な原因と考えられる。

このような中、道路構造令が改正(H15)され、道路整備のコストや工期の縮減、地域の実情に応じた事業実施に向け、高規格幹線道路等における「追越区間付き2車線構造」の導入条項が盛り込まれた。同条項では片側1車線区間での追越機会を確保するため、必要に応じた付加追越車線の設置が定められている(図-7)。

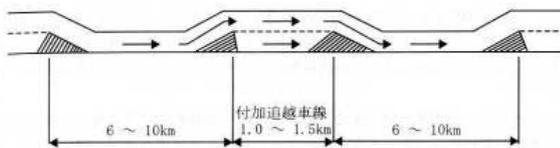


図-7 付加追越車線の設置延長及び設置間隔の目安

なお、本研究の分析対象路線には暫定2車線供用の高速道路も含まれるが、追越車線が設置されている区間も多くあり、これを「追越区間付き2車線道路」と見なし、走行途中に追越機会が全く存在しない純粋な「2車線道路」と区別し、追越区間の有無による交通量と所要時間の関係について分析を行った。

図-8に示す通り、交通量が少ない状態では、追越2車線道路の方が2車線道路より走行性に優れ、追越区間での追従走行の回避・緩和効果に伴う所要時間の信頼性が確保されると考える。一方、追従が強いられる交通量の多い状態では、中央所要時間($T_{50\%}$)は両者ほぼ等しいものの、許容遅れ時間($T_{90\%}$)は前者のばらつきが大きく、後者の値を上回っている。この段階になると、移動を急ぐ車両は追越区間での低速車の追い越し等により所要時間が安定している反面、移動を急がない車両は追い越される分だけ、前方車群への追従を強いられるために所要時間分布がばらつくものとする。また、追越区間終点部の車線減少が「ボトルネック」となった渋滞の発生も十分予想される。このように、交通量が多い追越区間付き2車線道路では、「所要時間の二極化」が顕著となる可能性が高い。ただし、交通量が多い状態のサンプルが少ないなどの問題もあるため、本分析についてはさらに精査が必要であると考える。

4. おわりに

本研究は、道路事業評価における新たな指標の適用可能性として「所要時間の信頼性」を主題とし、交通量

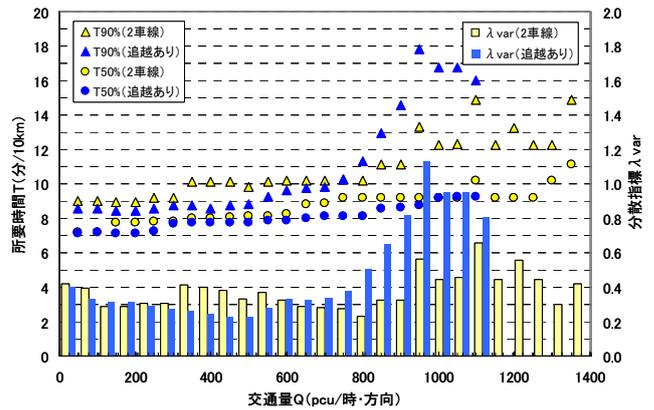


図-8 追越区間の有無による交通量と所要時間の関係

の変動に伴う走行所要時間への影響について、道路の車線構成に着目し、分析を行ったものである。おわりに、本研究のまとめを以下に示す。

- ①交通量 Q との相関性から考えると、道路(日常の交通流)の所要時間信頼性を評価するときの統計値として、中心指標には「 $T_{50\%}$ 」、遅れ許容時間指標には「 $T_{90\%}$ 」を適用することが有効と考える。
- ②2車線道路は交通容量が大きいいため、交通量 Q の増加に対する所要時間 T の変動は小さく、走行所要時間の信頼性が安定して高い。
- ③2車線道路は交通量 Q の増加に対し、 $T_{50\%}$ が直線的に、 $T_{90\%}$ が指数関数的にそれぞれ増加するため、そのばらつきが拡大し、走行所要時間の信頼性が低下する。特に、約900pcu/時・方向を境として、所要時間発生確率分布の様相が大きく異なる。
- ④追越区間付き2車線道路は2車線道路に対し、交通量が比較的少ない状態では走行所要時間が短く、その信頼性も高い。一方、交通量が多い状態では「所要時間の二極化」が生じ、時間信頼性が劣るため、その向上には「4車線化」が必要と考える。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、分析に供するデータをご提供いただいた(株)西日本高速道路様に深く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 飯田恭敬：交通計画のための新パラダイム，技術書院，2008。
- 2) 若林拓史：高速道路交通サービスの信頼性評価のための連結信頼性と旅行時間変動の分析，土木計画学研究・講演集，Vol.35，No.214，2007。
- 3) 宇野伸宏，倉内文孝 他：ETCデータを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性分析，土木計画学研究・講演集，Vol.35，No.218，2007。