

渋滞通過時間を適用した需要交通量推計による渋滞緩和効果の試算*

The restraint of the congestion relaxation effect using demand traffic quantity estimate which applied congestion passage time

粟井睦夫** 山根浩三*** 波多野吉紀****

By Mutuo Awai Kouzou Yamane Yoshinori Hatano

1. はじめに

道路交通渋滞は、自動車交通需要と道路整備量の不均衡に起因するが、これに対し従来からの交通容量の拡大に加え、最近では交通需要マネジメントやマルチモーダル施策などの取り組みが進められている。これらは、円滑な道路交通の確保により地域の社会経済に資することを目的としているため、施策導入後の道路交通状況をより正確に予測し、あるいは評価することが重要である。

そして、「道路交通渋滞は自動車交通需要が交通容量を超過した場合に生起する」という仕組みを考えるならば、交通容量と交通需要を正確に把握することが最も重要であり、渋滞改善の評価指標が容易に貨幣価値となり得ることも求められる。

道路交通渋滞に関する研究は、渋滞のメカニズムや渋滞時の交通容量等に関して現在までに数多くの事例¹⁾があるが、需要交通量については、1時間単位で取り扱われている場合がほとんどであり、通勤時間帯に発生するような継続時間が短い渋滞の場合には不十分である。あるいは、短い時間単位の需要交通量を設定する場合にも、渋滞長の変動量から設定する方法が文献²⁾において概念的に示されているだけである。また、一般道路の交通渋滞の最も大きな要因は「交差点のボトルネック」であり、実際に交差点改良等により渋滞状況が大きく改善されることも少なくない。しかしながら、交差点ミクロシミュレーション以外では、その効果を定量的に評価する手法も見受けられない。

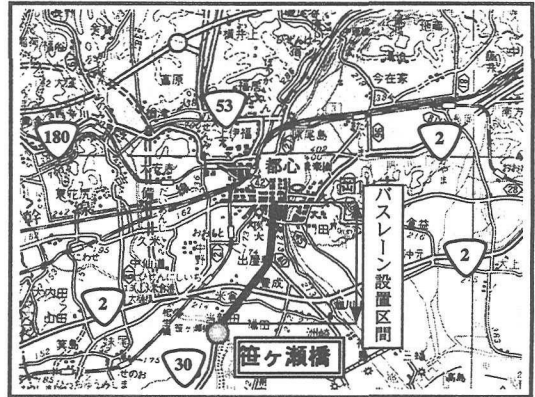


図1 ケーススタディ交差点

したがって、本研究では交差点渋滞に着目し、交差点流入部の需要交通量推計に用いる渋滞量評価として渋滞通過時間を適用した手法を提案し、従来から用いられている渋滞長適用手法との比較により、その優位性を検証する。また、その結果を用いて現在、岡山市で実験的に取り組まれているパーク・アンド・バスライドの効果について試算する。

なお、ケーススタディの対象としてパーク・アンド・バスライド実施路線上の主要渋滞ポイントである笹ヶ瀬橋交差点を取り上げた。

【笹ヶ瀬橋交差点の概要】

岡山市南部に位置する3枝交差点で、国道30号(4車線)と市道(2車線)との交差点である。当該交差点より都心方面に向けて、現在、7:00~9:00にバス専用レーンが設置されている。この区間は、沿道や取り付け道路への出入り交通が多く、河川横断部で交通が集中しやすいことも相まって、著しい交通混雑が生起している。これに対し、昨年より沿道の大規模店舗駐車場や空地を利用したパーク・アンド・バスライド実験が行われており、TDMによる渋滞緩和に向けての第一歩として期待されている。

*キーワード 自動車交通需要 道路交通渋滞

** 正会員 株式会社 エイトコンサルタント

*** 正会員 株式会社 エイトコンサルタント

****正会員 株式会社 エイトコンサルタント

(岡山市津島京町3丁目1-21 Tel 086-252-8917 Fax 086-252-7509)

2. 交通容量及び需要交通量の推計方法

交通容量, 需要交通量は, 10 分値を推計する。

(1) 交通容量の推計方法

交差点流入部の交通容量は, 過飽和状態における交差点通過台数と考え, 渋滞が継続している時間帯の平均的な交差点通過台数として設定した。

$$Q_c (\text{台}/10\text{min}) = \sum_{I=T}^{N-10\text{min}} q_i / \{(N-T)/10\} \quad (1)$$

Q_c : 交通容量

q_i : 時刻 $I \sim I+10\text{min}$ の交差点通過台数

T : 渋滞が観測された最初の時刻

N : 時刻 T から継続している渋滞の最終観測時刻

(2) 需要交通量の設定

1) 渋滞長適用モデル

従来から用いられている渋滞長を用いた需要交通量の推計は, 文献²⁾を参考に, 式(2)を用いて交差点の通過台数と渋滞長の変化量から計算する。

$$Q_{LdI} (\text{台}/10\text{min}) = q_i + (L_{I+10\text{min}} - L_I) / l \quad (2)$$

Q_{LdI} : 時刻 $I \sim I+10\text{min}$ の需要交通量

q_i : 時刻 $I \sim I+10\text{min}$ の交差点通過台数

L_I : 時刻 I の渋滞長 (m)

l : 渋滞区間の平均車頭間隔

2) 渋滞通過時間適用モデル

渋滞長適用モデルでは, 交差点通過台数に渋滞量の増減分を加え需要交通量を設定した。そのため, 渋滞列途中の交差道路からの流入交通がある場合に, より正確な需要交通量を出すためには, 交差道路の渋滞長の変化についても考慮する必要がある。しかしながら, 現実にそのような調査を行うことは非常に困難であり, 主方向渋滞長の変化により決定されることがほとんどで, 交差道路数やその流入交通が多いほど誤差が大きくなる。さらに渋滞時の交通流は, 空間的に一様な密度となっていないことは過去の調査³⁾からも知られており, それは渋滞箇所, 渋滞長, 渋滞発生からの経過時間などにより変化するため, 平均的な車頭間隔を便宜的に決定せざるを得ない。この問題に対しては, 車両追従理論等を用いたマイクロシミュレーション等⁴⁾により概ねは解決されるものの, 需要交通量自体に誤差を多く含んでいれば, シミュレーションの信頼性が低下することとなる。

本研究で提案する渋滞通過時間適用モデルは「あ

る時間帯に発生した需要交通が渋滞等による遅れにより実際に交差点を通過する時間帯を設定し, その交差点通過時間帯の通過交通量を需要交通量とする」ため交差点通過台数から直接的に需要交通量を計算する点で, 従来の渋滞長適用モデルとの大きな違いがある。

これによれば, 先に述べた渋滞長適用モデルの持つ問題を簡単に解決することが可能となる。図2はこれを概念的に示したものであり, 時刻 I に発生した需要交通が実際に交差点を通過した時刻 T_I を渋滞通過時間 t_I から想定すれば, 図2の左側破線位置の時刻となり式(3)により表現される。

$$T_I = I + t_I \quad (3)$$

T_I : 時刻 I に渋滞末尾に到着した(時刻 I に発生した)車両が実際に交差点を通過する時刻

t_I : 時刻 I における渋滞通過時間

同様に時刻 $I+10\text{min}$ に発生した需要交通が実際に交差点を通過した時刻 $T_{I+10\text{min}}$ は, 図2の右側破線位置の時刻となる。したがって, $I \sim I+10\text{min}$ の需要交通が, 実際に交差点を通過する時間帯は, 破線間の時間帯 $T_I \sim T_{I+10\text{min}}$ で, その時間帯の交差点通過台数 $q_{T_I \sim T_{I+10\text{min}}}$ を $I \sim I+10\text{min}$ の需要交通量 Q_{TdI} として設定する。

なお, 交通量集計単位時間以下の交通量(図2の破線矢印)は, その時間幅の集計単位時間幅(ここでは10分)に対する割合から計算する。

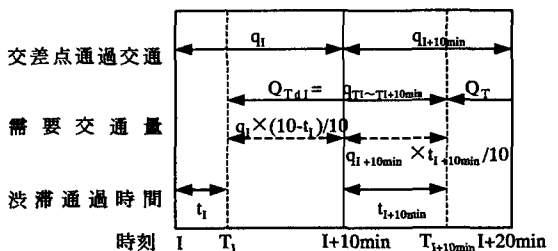


図2 通過時間適用モデルによる
需要交通量推計の概念図

3. 交差点交通状況のモデル化

(1) 渋滞長適用モデル

渋滞長適用モデルによる需要交通量が交通容量を超過した台数を渋滞台数とし, 各時刻の渋滞台数と平均車頭間隔より渋滞長を推計する。また, 現況の渋滞長と渋滞通過時間との関係より, 渋滞長を説

明変数とした単回帰式を求め、それにより渋滞通過時間を推計する。

$$L_{LI} = \Sigma (Q_{Ldi-10min} - Q_c) \times I \quad (4)$$

$$t_{LI} = A_L \times L_{LI} + B_L \quad (5)$$

L_{LI} : 時刻 I の渋滞長推計値 (m)

t_{LI} : 時刻 I の渋滞通過時間推計値 (min)

$Q_{Ldi-10min}$: 時刻 I - 10min ~ I の需要交通量

A_L, B_L : 現況調査から推定する単回帰係数, 切片値

2) 渋滞通過時間適用モデル

渋滞通過時間から推計した需要交通量が交通容量を超過した台数を渋滞台数とし、各時刻の渋滞台数と交通容量より渋滞通過時間を推計する。また、現況の渋滞長-渋滞通過時間との関係より、渋滞通過時間を説明変数とした単回帰式を求め、それにより渋滞長を推計する。

$$t_{TI} = \Sigma (Q_{Tdi-10min} - Q_c) / Q_c \times 10 \quad (6)$$

$$L_{TI} = A_T \times t_{TI} + B_T \quad (7)$$

t_{TI} : 時刻 I の渋滞通過時間推計値 (min)

L_{TI} : 時刻 I の渋滞長推計値 (m)

$Q_{Tdi-10min}$: 時刻 I - 10min ~ I の需要交通量

A_T, B_T : 現況調査から推定する単回帰係数, 切片値

4. モデルの検証

(1) 交通容量・需要交通量の設定

岡山市内の渋滞ポイントである笹ヶ瀬橋交差点の現況交通渋滞調査結果より、交通容量および渋滞長適用モデル、渋滞通過時間適用モデルそれぞれによる需要交通量を図3に示す。

(2) 交差点交通状況

笹ヶ瀬橋交差点の渋滞長、渋滞通過時間についてモデルによる推計値と現況調査結果との比較を図4、5及び表1に示す。

表1をみると、それぞれのモデルと実測値との誤差は渋滞長モデルに比べて渋滞通過時間適用モデルの方が非常に小さく、その大きさは渋滞長、通過時間とも前者の1/3程度と再現性が高いことが分かる。また、図4、図5を見ると渋滞長モデルの渋滞長、通過時間いずれも完全に波形の位相がずれており、逆に渋滞長通過時間モデルでは、ほぼ完全に一

致している。

なお、渋滞長適用モデルの渋滞通過時間、渋滞通過時間適用モデルの渋滞長は、現況調査の渋滞長と渋滞通過時間より単回帰係数と切片値を推定し、次式により決定した。

渋滞長適用モデルの渋滞通過時間推定式

$$t_{LI} = 0.0111 L_{LI} - 0.2 \quad R^2 = 0.416$$

渋滞通過時間適用モデルの渋滞通過時間推定式

$$L_{TI} = 37.40 t_{TI} + 960 \quad R^2 = 0.416$$

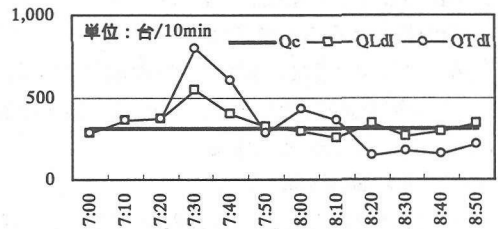


図3 交通容量・需要交通量図

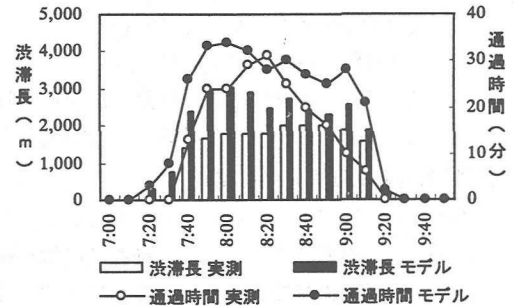


図4 渋滞長適用モデル

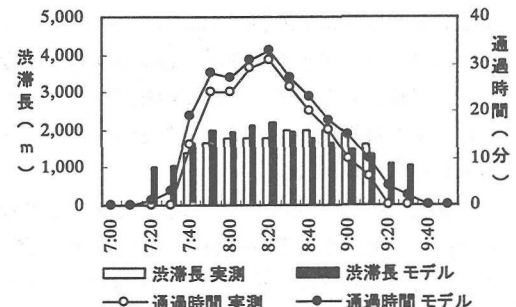


図5 渋滞通過時間適用モデル

表1 実測と予測値の相関係数

種別	現況調査		渋滞長モデル		通過時間モデル	
	渋滞長	時間	渋滞長	時間	渋滞長	時間
平均値	1,800	20	2,600	28	1,800	26
誤差	-	-	50.5%	106.3%	16.5%	35.4%

誤差はRMSパーセント誤差を表示している

(3) パーク・アンド・バスライド実施による渋滞緩和効果の試算

ここでは、渋滞通過時間適用モデルを利用してパーク・アンド・バスライド実施による渋滞改善効果を試算する。試算は、交差点通過時の渋滞長・通過時間の変化及び総損失時間、走行時間短縮便益を評価指標とした。なお、計算条件として、パーク・アンド・バスライドによる自動車交通量削減台数を300台と設定し、7:30~8:30の間に均等(50台/10min)(以下「対策後」という)を想定した。

1) 渋滞長・渋滞通過時間の変化

図6に示すように、300台の自動車交通削減により、最大渋滞長は2000m⇒1,900mに、最大通過時間は31分⇒25分に短縮する。

2) 総損失時間の計算方法

総損失時間は現況調査結果とモデルより、それぞれ次式により計算する。

$$LST_r (\text{台分}) = \sum (Q_{Tdi} \times t_i) \quad (8)$$

$$LST_m (\text{台分}) = \sum (Q_{Tdi} \times t_{Li}) \quad (9)$$

LST_r : 現況調査より計算した総損失時間

LST_m : モデルより計算した総損失時間

2) 対策後の総損失時間の変化

パーク・アンド・バスライドの導入により最大渋滞長、最大通過時間は1割~2割程度の渋滞緩和であるが、総損失時間を見ると、非常に大きい効果があることが分かる。一般に渋滞評価は最大渋滞長や最大通過時間により行われることが多いが、トータルの改善効果を判断するには総損失時間のように、渋滞量、需要交通量、渋滞継続時間などの総合的に評価する指標が必要であることを示している。

3) 走行時間短縮便益

渋滞改善効果としての走行時間短縮便益を総損失時間減少便益と考えれば表3の通りである。なお、表3では全車種加重平均として設定されている時間価値により算出しているが、道路交通センサスの車種別割合を用いる等すれば、車種別便益の算出も可能である。

5. おわりに

本研究の結果より、提案を行った渋滞通過時間適用モデルは、従来の渋滞長適用モデルよりも渋滞

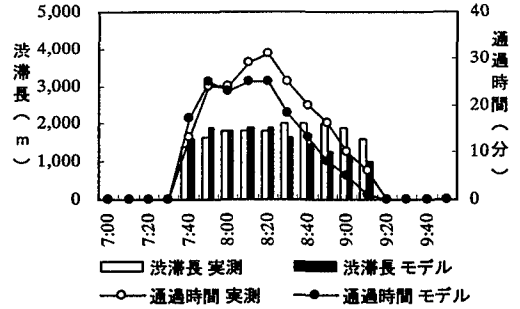


図6 渋滞長・渋滞通過時間の変化

表2 総損失時間の変化

集計項目		現況 (A)	対策後 (B)	B/A
総損失時間		63,888	41,636	0.65
渋滞長	最大	2,000	1,900	0.95
	延べ	17,950	15,600	0.87
通過時間	最大	31	25	0.81
	延べ	198	160	0.81

延べ: 各時刻の渋滞長・通過時間の単純合計

表3 走行時間短縮便益

総損失時間		時間短縮 (台分)	時間価値 (円/台分)	便益 (千円/年)
現況 (台分)	対策後 (台分)			
63,888	41,636	22,252	76.88	624,418

特性を正確に表現でき、渋滞通過時間推定値の誤差が小さいことから精度の高い渋滞改善効果の定量化が可能なものとして有効である。ただし、今回のモデルでは交通容量が交差点毎に一定値として設定されているため、交差点流出方向の先詰まり等により大きく変化する場合には、その再現性が低くなると考えられ、今後、交通容量設定手法について更に改善していく必要がある。

<参考文献>

- 1) 赤羽弘和; “道路交通の渋滞対策 2.渋滞のメカニズムと診断” 交通工学 Vol.25 No.2, 1990
- 2) (社)交通工学研究会; “平面交差の計画と設計 -応用編-” 1989
- 3) 越正毅他; “渋滞時の交通流現象に関する研究” 土木学会論文報告集, 第306号, 1981
- 4) 羽藤英二他; “交通情報提供下における信号制御評価に着目したマイクロシミュレーション” 第15回交通工学研究発表会論文報告集, 1995