

# シミュレーションを用いた料金所 ETC 化による容量改善の検討

(株)熊谷組エンジニアリング本部 堀口 良太  
永田 尚人

## 1. はじめに

ITS 施策の一環として、料金所での渋滞緩和を目的とした自動料金収受(ETC)システムが実用化されつつある。ETC ゲートは誤進入がなければ、1 車線あたり 600~800 台/時の容量になるといわれており、都市間高速道路での通常ゲートの数倍の

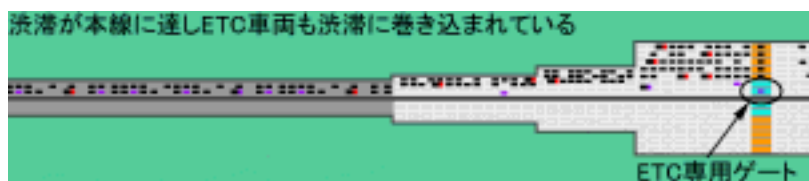


図 1: ETC 料金所の容量が各ゲート容量の総和よりも低下している状況

容量を持つ。しかしながら ETC ゲートが設置された料金所(以下単に ETC 料金所とよぶ)全体の容量を評価するには、単純に各ゲートの容量の総和をとるだけでは不十分である。これは図 1 のような、一般ゲートからの渋滞が本線に達し、ETC 車両も渋滞に巻き込まれているような状況を考えても明らかである。

堀口ら<sup>[1]</sup>はこれまでに ETC 料金所の容量を解析的に求める手法を提案している。これによると ETC 料金所のゲート構成が、(1)「ETC 混用  $\times m$  + 一般  $\times n$ 」の場合、「一般  $\times (m+n)$ 」との容量の改善割合は  $n, m$  に関わらず一般車両と ETC 車両それぞれのゲートでのサービス時間  $h, h_c$ 、および普及率  $p$  の関数として

$$g = h / ((1-p)h + ph_c) \quad \dots(\text{式 } 1)$$

と表され、(2)「ETC 専用  $\times m$  + 一般  $\times n$ 」では、料金所容量  $C^*$  は一般ゲート容量  $C^N$  と ETC 専用ゲート容量  $C^E$  より、

$$C^* = nC^N + mC^E \quad \dots(\text{式 } 2)$$

$$C^* = nC^N / (1-p) \quad \dots(\text{式 } 3)$$

となることが指摘されている。

本研究ではこの理論をふまえ、より実用的な ETC の評価ツールとして交通シミュレーションを開発したものについて報告する。すなわち既開発の交通流シミュレーション AVENUE<sup>[2]</sup>に ETC ゲートの機能を組み込み、さらにケーススタディを通して理論通りに ETC 料金所の容量が再現されるかどうかを検証している。

## 2. AVENUE での ETC 料金所のモデル化

AVENUE はハイブリッドブロック密度法を用いて交通流の計算を行っている。これは道路を車線ごとに 10~20m のブロックとよぶ区間に分割し、ブロック内の車両密度を用いて隣接するブロック間の流量を交通量-密度関数を用いて計算する手法で、これにより渋滞の延伸 / 解消の状況を厳密に再現することができるという特徴をもつ。

さらに AVENUE はオブジェクト指向プログラミングで開発されており、「AVENUE 基本クラス(AFC)」からユーザクラスを派生させることで、自由度の高いカスタマイズ能力を提供する。本研究では、車両を移動させるという基本機能をもつブロックのクラスから、一定時間が経過してからでないで車両を移動させない機能を追加した料金所ブロックや、ETC 車両のみ通過させる ETC ブロックなどを派生させ、ETC 料金所のシミュレーションを実現している。

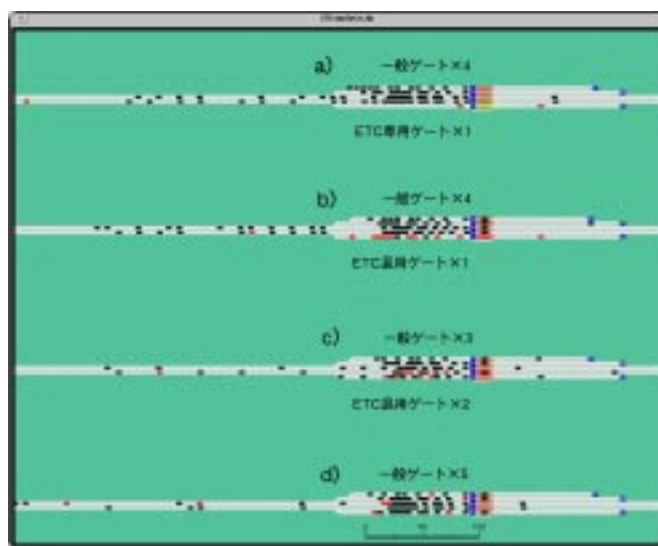


図 2: AVENUE での ETC 料金所シミュレーション画面

### 3. ケーススタディによるシミュレーションの検証

AVENUE による ETC 料金所のシミュレーション(図 2)が、理論通りに容量を再現しているかどうかを、ゲート構成が次の 4 通りの場合で検証した(図 3)。各ケースとも上流からの需要は 1800 台/時で、1 時間のシミュレーションを行っている。ETC 普及率は 10%とした。また一般車両のサービス時間は 20.5 秒、ETC 車両は 6.0 秒とした。これは一般ゲートの容量が 175 台/時、ETC 専用ゲートが 600 台/時に相当する。

a) 「一般×4+ETC 専用×1」...理論値では一般ゲートからの渋滞が本線に延伸する 4 分前後を境に、異なる容量が算出される。すなわち(式 2)および(式 3)より

$$C^* = 175 * 4 + 600 = 1300 \text{ [台/時]} \quad (4 \text{ 分まで})$$

$$C^* = 175 * 4 / (1 - 0.1) = 778 \text{ [台/時]} \quad (4 \text{ 分以降})$$

シミュレーションでは本線に渋滞が延伸してから 748[台/時]の容量が観測されている。

b) 「一般×4+ETC 混用×1」...理論値では(式 1)より

$$C^* = 175 * 5 * 20.5 / ((1 - 0.1) * 20.5 + 0.1 * 6.0) = 942 \text{ [台/時]}$$

となる。シミュレーションでは 932[台/時]の容量が観測されている。

c) 「一般×3+ETC 混用×2」...理論値では b)と同じ 942[台/時]と求められる。シミュレーションでは 917[台/時]の容量が観測されている。

d) 「一般×5」(参考ケース)...容量は  $175 * 5 = 875$ [台/時]と求められる。シミュレーションでは 877[台/時]の容量が観測されている。

a)~c)のシミュレーション結果は理論値よりも若干小さい値を示している。これは理論では考慮されていない車線変更や車線利用率の偏りなどの様々な要因が影響しているものと考えられる。しかしながらおおむね良好な再現結果を得ているといえる。

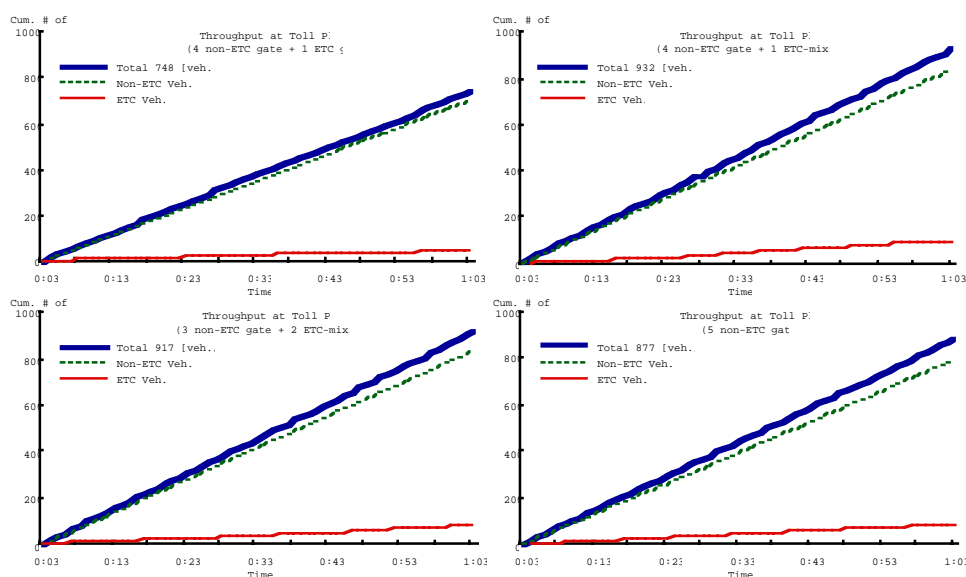


図 3：シミュレーション結果～左上...a), 右上...b), 左下...c), 右下...d)

### 4. まとめ

以上において、AVENUE に ETC ゲートの機能を組み込んだシミュレーションが、理論値を十分な精度で再現していることを示した。このようなシミュレーションは理論では扱いきれない、信号交差点が隣接する ETC 料金所の評価や、誤進入車両の復旧に要する時間と容量との関係などの、さまざまなケースの分析に有効性を発揮する。

### 【参考文献】

- [1] 堀口良太, 桑原雅夫, “ETC ゲートが設置された料金所の容量に関する理論的解法”, 土木計画学研究・講演集, No.22, 1999 年 11 月(掲載予定)
- [2] 堀口良太, “交通運用策評価のための街路網交通シミュレーションモデルの開発”, 東京大学学位論文, 1996