

高速道路流入部における避走誘導方策の有効性に関する研究

鳥取大学大学院

学生会員

塩谷直文

鳥取大学工学部

正会員

喜多秀行

(株)名鉄システム開発

伊勢田 充

1. はじめに

ITS(Intelligent Transport Systems, 高度道路交通システム)技術の1つであるETC(Electronic Toll Collection System, ノンストップ自動料金収受システム)は、有料道路の料金所で車両を一旦停止させることなく利用料金の収受を可能とするため、料金所渋滞の解消など様々な効果が期待されている。しかしその反面、高速道路流入部に車両が比較的高密度な車群を形成したまま流れ込むため、そこでETCの導入前と比べ多数の交錯が発生し、かえって悪影響を及ぼすことが懸念される¹⁾。

このような交錯発生程度の加速車線に隣接する走行車線の交通量と強く関連しているため、当該車線の交通量を追い越し車線に誘導することにより、悪影響の程度を低下させられる可能性がある。とりわけITS技術の進歩と装備率の上昇は、従来のランプメータリングで行われてきた流入車のタイミング調整のみならず本線車の追い越し車線への先行避走を誘導することを期待させる。しかし現時点ではその効果の有無は定かでない。

そこで本研究では走行環境に対するドライバーの認識を走行判断部に組み込んだシミュレーションモデル²⁾を援用して、本線の車線利用率がETC導入後の道路のサービス水準に及ぼす影響を分析する。

2. 評価方法

本研究では時々刻々のドライバーの行動選択結果から推定される効用の集計値(平均走行効用)をサービス水準の評価指標としている。また本研究で開発したシミュレーションモデルは、周辺車両の状況などによりそれぞれのドライバーが感じる効用を算出するものであり、ドライバーは最大の効用が得られる行動を選択するものとしている。このシミュレーションモデルにETC通過後の車頭時間間隔、あるいは流入部の車線利用率をインプットすることにより、高速道路流入部で各ドライバーが感じる効用を算出することができる。

3. ETC導入による交通流の変化

従来型料金所(以下料金所)では通行料金支払いのため一旦停止が必要であるのに対し、ETCシステムを導入した料金所(以下ETC)では減速のみですむため、料金ブース通過後の車頭時間間隔に差異が生じる。こ

の車頭時間間隔の違いが高速道路流入部においてドライバーが感じるサービス水準に変化をもたらす本質的要因であると考えられる。したがって高速道路流入部に及ぼす影響を分析するためには、料金ブース通過後の車頭時間間隔の変化を求める必要がある。

料金ブース通過後の交通流では、最小車頭時間間隔(すなわち料金ブースでのサービス時間)で走行している車両とそれ以上車頭時間間隔が開いている車両(自由走行車両)が混在している。このような交通流の車頭時間間隔分布はCowanのM3モデル³⁾

$$F(t) = \begin{cases} 0 & t < \delta \\ 1 - \alpha e^{-\lambda_1(t-\delta)} & t \geq \delta \end{cases}$$

で適切に表現することができる。ただし、 α :自由走行車両の比率($=1-\delta q$)、 δ :最小車頭時間間隔、 t :車頭時間間隔、 $\lambda_1 = \frac{\alpha q}{1-\delta q}$ 、 q :単位時間交通量である。また、料金ブースの待ちにより感じる不効用の値は $M/D/1$ 待ち行列系で費やす平均滞在時間を用いて計算する。

4. シミュレーション分析

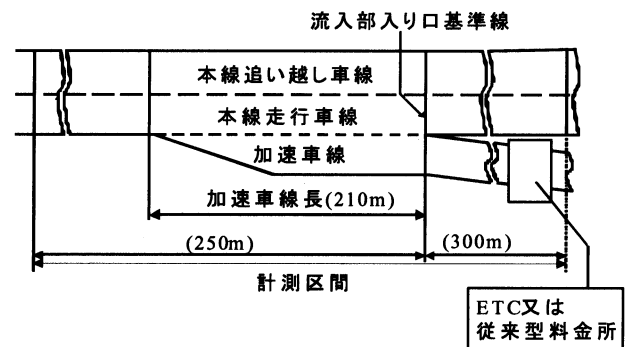


図1: 本研究で想定している高速道路流入部

(1) 設定条件

以下では図1のように加速車線、本線走行車線、本線追い越し車線が各1車線で構成される高速道路流入部、及び1車線の料金ブースを想定する。加速車線長は210m、シミュレーション区間は流入部入り口より上流側300m、下流側250mとした。ETCにおけるサービス時間はETCの通過速度 v でそれに対応する最小車頭距離を通過するのに要する時間と定義する。ETCの通過速度は20km/h、対応する最小車頭距離は9mと設定し、従来型料金所におけるサービス時間は8秒と設定した。

(2) 分析結果

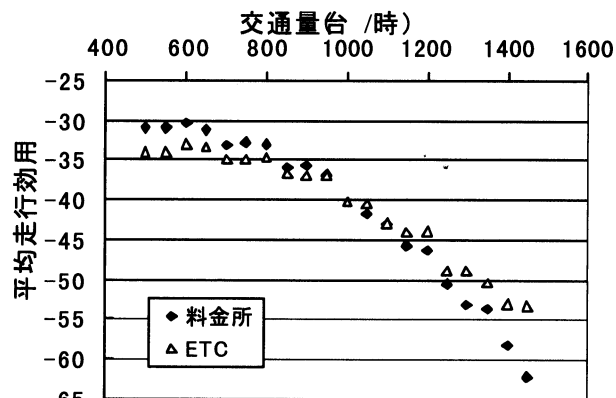
はじめに各車線を走行する車両台数の割合を本線車70%, 流入車30%, 本線車のうち走行車線車35%, 追い越し車線車65%と設定し, 総交通量を1時間当たり500台~1450台と変化させた場合にETC, 料金所それぞれを備えた流入部で各ドライバーが感じる走行効用の平均値を算出した. 図2より, 交通量が少ないときは料金所の方が, 交通量が多いときはETCの方がそれぞれ効用が高くなっていることがわかる. これは交通量が多くなるにつれて指数的に増加する料金所での待ち行列の影響が卓越するが, 交通量が少ないときはETCを通過した流入車が車群を形成したまま流入部で本線車に遭遇することによる悪影響の方が卓越するためと考えられる. これより, 交通量が多い場合はETCの導入がサービス水準の改善をもたらすが, 交通量が少ない場合はETCを導入してもサービス水準の改善は必ずしも期待できないと思われる.

次に総交通量を1000台に固定し, 本線の車線利用率を変化させて各ドライバーが感じる走行効用の平均値を算出した. 本線車60%, 流入車40%と設定した場合の分析結果を図3に, 本線車80%, 流入車20%と設定した場合の分析結果を図4に示す. 流入車比率が20%と小さい場合, 最適な走行車線の利用率はETC, 料金所ともに40%~50%であるのに対し, 流入車比率が40%と高い場合最適な走行車線の利用率は35%~45%と比較的低い値になっていることが分かる. これは流入車の比率が高いと走行車線車との錯綜が多くなり道路のサービス水準の低下をもたらすため, 走行車線利用率は低いほうが効用が高くなっているものと考えられる. また, 流入車比率が高い場合, 走行車線利用率の変化によりわずかながらETCと料金所において逆転現象が見られる. これはETCの導入により流入する車群が高密度化になり, 走行車線車との錯綜による効用低下がより顕著に現れたためと推察される.

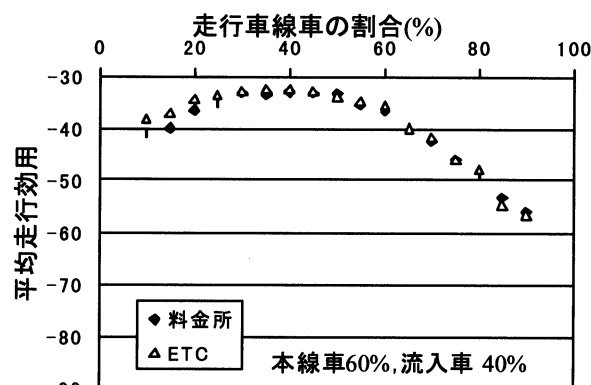
以上の結果は本線車への避走誘導方策の有効性を示唆するものであると考えられる. 設定した条件下では流入車比率が高くなるほど, 走行車線を走行中の車両を追い越し車線へ誘導することがサービス水準の改善をもたらすといえる. また従来型料金所に比べETC導入後の方が避走誘導方策がより高いサービス水準の改善をもたらすことも明らかとなった.

5. おわりに

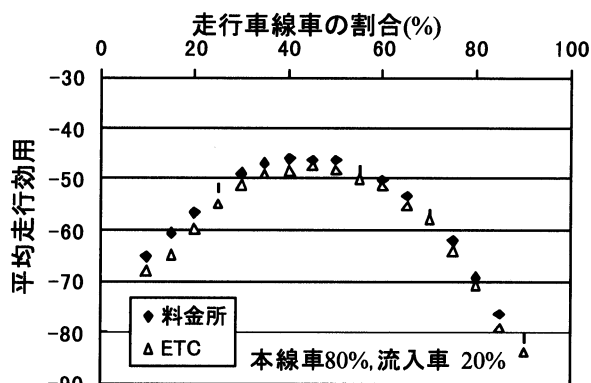
本研究ではシミュレーションモデルを構築し, 走行車線車に対する追い越し車線への避走誘導方策が流入部における交通錯綜を低下させるうえで有効であること



図一 2: 交通量と平均走行効用の関係



図一 3: 走行車線車の割合と平均走行効用



図一 4: 走行車線車の割合と平均走行効用

を示した. この改善効果はETCの導入がかえって悪影響をもたらす場合に特に顕著であり, 複数のITS技術の組合せが効果的である1つの実証例といえる. 今後は料金ブースの数を増やすなど実際の流入部に近づけたモデルの構築が望まれる. また, ETCのサービス時間調整が有する交通制御機能によるサービス水準の改善も期待されるため, さらに分析を進めていきたい.

1) 塩谷直文, 喜多秀行, 伊勢田 充:ETCの導入が道路のサービス水準に及ぼす影響評価, 土木学会中国支部研究発表会発表概要集(印刷中), 2000

2) 伊勢田 充:ドライバーの認識に基づいたサービス水準指標の比較分析, 鳥取大学大学院工学研究科社会開発システム工学専攻・修士論文, 2000

3) Cowan, R.J.: Useful Headway Models, Transp. Res., vol.9, No.6, pp.371-375, 1975