

ETC 導入による CO₂ 排出量削減効果

東京理科大学大学院	学生会員	○阿部 聡二
(株)道路計画	正会会員	野中 康弘
東京理科大学大学院	学生会員	葛西 誠
東京理科大学	7I0-会員	内山 久雄

1. はじめに

2005年2月16日に京都議定書が発効され、日本は1990年を基準に2008年から2012年までの期間にCO₂排出量を6%削減することが義務づけられた。このようななか、全体の2割の排出量を占める運輸部門においても早急な対策が求められている。自動車技術の面ではエンジンの燃焼効率の向上などにより、一定の成果を得ているものの、交通管理技術の面では、未だ不十分であると言わざるを得ない。したがって、交通管理技術の改善により、CO₂排出量削減に向けた有効かつ現実的な施策の必要性が高まっている。

その有効な施策としてETC(Electronic Toll Collection System：有料道路自動車収受システム)の普及促進が挙げられる。ETCは料金所渋滞の軽減が可能であることより、また渋滞が起きない場合においてもノンストップで通行することにより、CO₂排出量削減効果が期待される。しかし、ETCによりどの程度削減効果があるのか明らかになっておらず、普及促進のための説得力を欠いているのが現状である。その原因として、ETCが全国展開されて間もないということもあるが、ETC車の実走行の車両挙動を十分に把握できていないことが挙げられる。ここで、料金所広場を料金支払い待ち行列が形成される流入部、ゲート部、加速走行する流出部に3分割すると異なる車両挙動であることは容易に想像できる。特にゲート部の車両挙動が流入、流出部での挙動にも支配的な影響を与えていると考えられ、最も注目すべき部分であると考えられる。しかし、現状ではETC車と一般車の車両挙動の差異が十分に押えられていない。

そこで本研究ではETCによるCO₂排出量削減効果を算定するために、ゲート部におけるETC車と一般車の車両挙動データを取得した上で、既往の算定モデルを用いて、ETC車と一般車のCO₂排出量を算出する。また、車一台がゲート部通過時に排出するCO₂量を原単位とし、ゲート部におけるETC車と一般車のCO₂排出量原単位[g-CO₂/台]を定義し、算定する。

2. 車両挙動分析

本研究では、料金所ゲート部の車両挙動データを取得す

るために、2004年10月14日(木)、10時30分から16時30分の6時間、首都高速道路神奈川3号狩場線狩場本線料金所において、ビデオ撮影を行なった。撮影されたビデオ映像より走行車の測地座標データを0.5[s]間隔で取得し、2レーンのTime-space図を描いている。そのうち、例として50[s]間のTime-space図を図1、2で示す。料金支払い所を0[m]とし、上流方向を[-]、下流方向を[+]で表している。分析時間は14:30~14:35の5分間であり、分析時間の交通状態は非渋滞である。また、分析対象範囲は料金支払所から上流30[m]、下流10[m]の40[m]区間とする。まずETC車と一般車の車両挙動を(1)速度変動、(2)平均通行時間の2点で比較する。

1) 速度変動

ETC車は料金所ゲート部でほとんど速度変化が見られないことが図1より、また、一般車は料金支払い所で停車することから、速度変動がETC車と比べ大きいことが図2より示されている。

2) 平均通行時間

ETC車が5.1[s]であるのに対し、一般車は19.9[s]も要しており、ETC車の約4倍の時間を要している。また、一般車の料金支払い時の平均停止時間は6.3[s]である。以上のことから、ETC車の時間節約効果が改めて確認される。

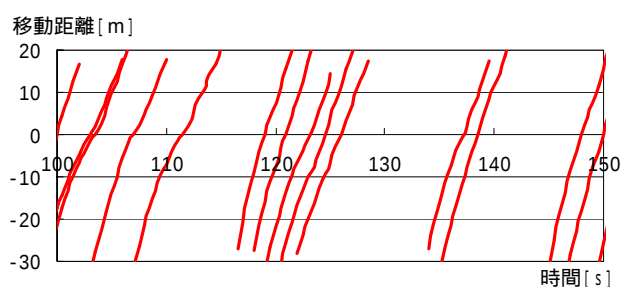


図1 ETC車の車両挙動

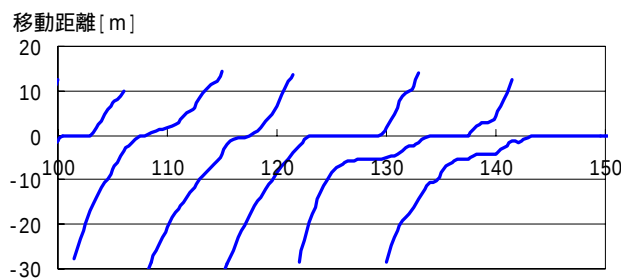


図2 一般車の車両挙動

Keywords：二酸化炭素 ETC 料金所 車両挙動

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL:04-7124-1501(内線 4058) FAX:04-7123-9766

3. 二酸化炭素排出量の算出

本研究では、短区間で車両の速度変動の大きい料金所ゲート部を対象に CO_2 の排出量を算出することから、速度変動による CO_2 排出量の影響を考慮可能な大口¹⁾のモデルを用いて、(1)レーン単位、(2)個別車両単位のそれぞれの単位で CO_2 の排出量を算出、比較する。なお当該モデルは式(1)のように表現される。これより、それぞれのレーンの分析対象区間 40m 内から排出される CO_2 を時系列で示したものが図3および図4である。また CO_2 排出量を4階級に分類し、各階級に属する車両台数を示したものが図5である。

$$E = 0.3K_{\text{CO}_2}T + 0.028K_{\text{CO}_2}D + 0.056K_{\text{CO}_2} \sum_{k=1}^K \delta_k (v_k^2 - v_{k-1}^2) \quad (1)$$

E : 二酸化炭素排出量[g- CO_2]

K_{CO_2} : 二酸化炭素変換係数[g- CO_2 /cc-gasoline]

T : 時間[s]

D : 移動距離[m]

δ_k : ダミー変数 $\begin{cases} \delta_k \geq 0 \text{ 加速時 } \delta_k = 1 \\ \text{その他の場合 } \delta_k = 0 \end{cases}$

v_k : 速度[m/s]

1) レーン単位

ETC 専用レーンと混在レーンの5分間での CO_2 排出量を比較する。ETC 専用レーンにおけるレーン総排出量は 618.0[g- CO_2]、一方、混在レーンにおけるレーン総排出量

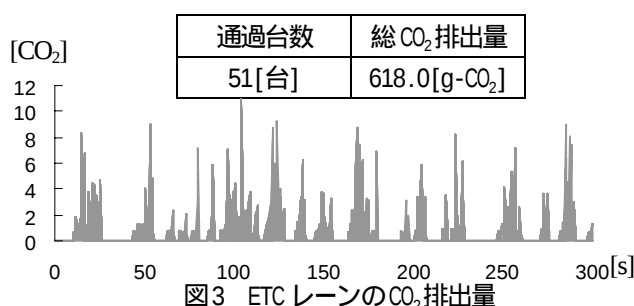


図3 ETCレーンの CO_2 排出量

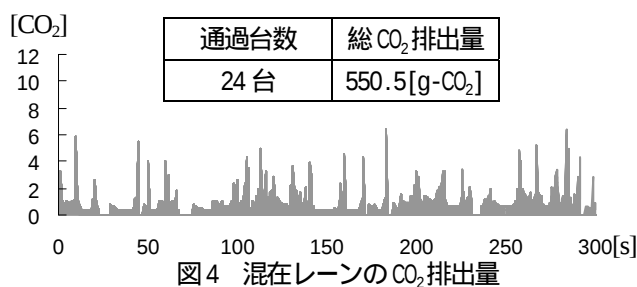


図4 混在レーンの CO_2 排出量

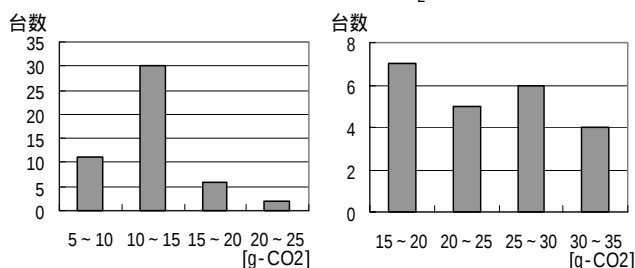


図5 各ETC車(左)と各一般車(右)の CO_2 排出量

は 550.5[g- CO_2]であった。ETC 専用レーンでの通行台数が 51 台、混在レーンにおいては 24 台と、ETC 専用レーンの通過台数が混在レーンの 2.1 倍であるのにも関わらず、 CO_2 の排出量は 1.1 倍に留まるという結果を得ており、ETC の優位性が示されている。

2) 個別車両単位

本研究では、ETC 車と一般車の料金所ゲート部においての CO_2 排出量原単位を次のように定義し、算出する。ETC 車は、自由走行状態である車両と追従走行状態である車両との間に速度変動に顕著な違いがみられないことから、 CO_2 排出量に大きな変化がみられない。このことは図5からも裏付けられる。よって、全車両を対象とし、平均排出量を算出し、ETC 車の原単位とする。一方、一般車においては、料金支払い待ち行列中を進行していく車両と料金所支払い時のみ停車する車両とでは、速度変動の様子が異なり(図2)、よって CO_2 排出量にばらつきがあることが図5に示されている。本研究では試行的に、料金支払い待ち行列中を進行している車両を除いて平均排出量を算出し、一般車の原単位とする。その結果、ETC 車においては 12.53[g- CO_2 /台]、一般車においては 20.81[g- CO_2 /台]と料金所通過時の原単位が算出されている。これらの比較より、料金支払い待ち行列が発生しない場合でさえも ETC が CO_2 排出量を 40%削減する効果を持つことが示されている。よって、常時待ち行列が形成されている渋滞時の削減効果は更に大きくなるものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、今まで明らかになっていなかった料金所ゲート部における ETC 車の車両挙動を分析し、ETC の時間節約効果を改めて示している。また、得られた車両挙動より、非渋滞時の ETC 車と一般車の料金所ゲート部における排出量原単位を算定し、ETC 車と一般車を比較して CO_2 排出量が 40%少ないことを示し、ETC が CO_2 削減に一定の効果を持つことを明らかにしている。

本研究で分析を行なっているのは、料金所ゲート部のみであり、ETC による CO_2 排出量削減効果を示すには流入部、流出部を含め、料金所部全体での分析が今後必要である。しかし、料金所ゲート部に限定しても上述のように一定の効果が見られることが示されていることは注目に値する。将来は、待ち行列理論等を応用することで、交通量から料金所における排出量を算出することを可能とし、ETC の CO_2 削減効果をより実際に近い値で算出することを目指す。

参考文献

- 1) 大口敬, 片倉正彦, 谷口正明: 都市部交通における自動車の二酸化炭素排出量推定モデル, 土木学会論文集, No.695/IV-54, pp.125-136.