

ETC (Electronic Toll Collection System) 進入時における事故の解析と進入速度に 関する考察

リスク工学専攻グループ演習3班
 伊藤聖太 小澤洋 邱安 篠後裕基
 2007年9月28日

発表の流れ

- ETCの概要
- 研究の背景・目的
- ETC進入時の事故の現状
- シミュレーションによる検証
 - 事故シミュレーション
 - 渋滞シミュレーション
- 結論

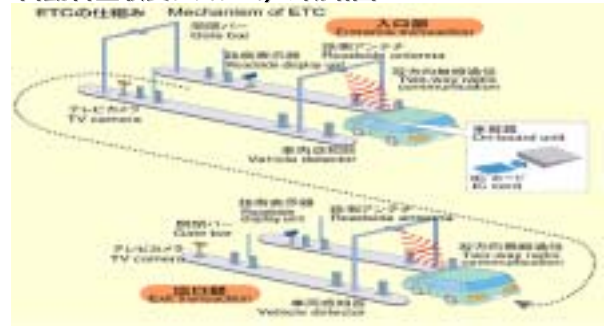
ETC (Electronic Toll Collection System: 自動料金収受システム)

ノンストップで高速道路料金の支払いが可能

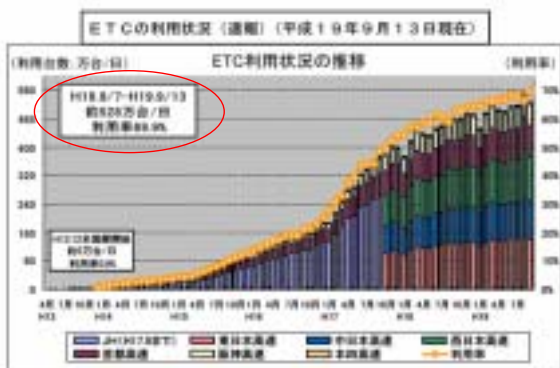
- 料金支払いの効率化
- 料金所通過時間の短縮
- 料金所における渋滞の削減

環境汚染の低減や交通需要管理の効率化など
 間接的な効果も

ETC (Electronic Toll Collection System: 自動料金収受システム)の概略図

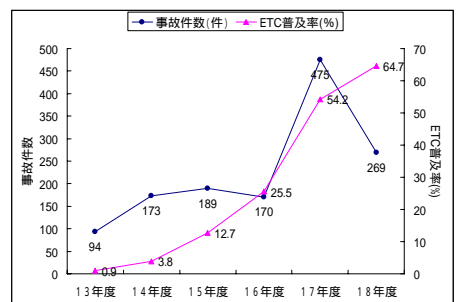


* 出典: 国土技術総合政策研究所
http://www.nilm.go.jp/japanese/its/Oframe/under/01etc/index_04.htm



出典: 国土交通省道路局 (<http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/riyou.pdf>)

ETC普及率と料金所での事故件数(首都高速調べ)



事故件数と普及率の相関は0.77

本線料金所での事故について

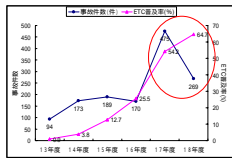


表1. 首都高速道路本線料金所内事故件数(首都高調べ)

	本線料金所内	ETCレーン内	割合(%)
平成17年度	475件	382件	80.4
平成18年度	269件	253件	94.1

ETCレーン内で起こる事故の割合が高い

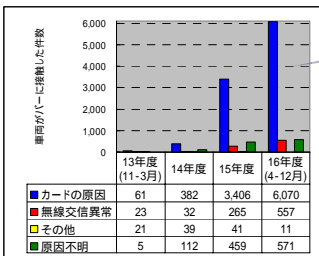
- ✓ETCバーの破損: 5,100本 / 年
- ✓ETC利用車: 1万台に17台がバー接触および直前停止

研究の目的

ETCレーン進入時における開閉バーへの接触及び直前停止の件数をとりあげる

- 当該事故の原因解明:
首都高速道路における事故データの分析
- 現行の対策の検証:
20km/h以下という速度設定に着目
シミュレーションによる妥当性の検証

開閉バー接触及び直前停止の件数について



年々、増加傾向にある

平成16年度集計値:
接触件数 + 直前停止件数 =
7,209 + 55,074 = 62,283 (件 / 年)

平成19年度推測値:
(日平均)1,446件 × 365日 =
527,790 (件 / 年)

車両によるバー接触事故の年度別件数 (道路公園民営化委員会資料)

ETCカード未挿入	専用レーンへの誤進入	カード有効期限切れ	車載器不具合	無線発信エラー	スピード出し過ぎ	合計
825	437	103	78	3	3	1,446
57.1%	30.2%	7.3%	5.4%	0.2%	0.2%	100%

原因別開閉バーおよび直前停止件数 (平成19年6月の日平均)

増加傾向が続いている
可能性がある

ETC進入時のリスクに対する 現行の対策は？

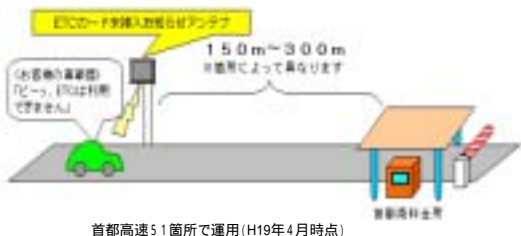
ETCの普及と共に増加する事故やトラブルに対して・・・

- 各種看板や掲示による“進入速度20km/h以下”の呼びかけ
- 通信機器の改善, 処理時間の短縮
- ETC未挿入お知らせアンテナの設置

など

カード未挿入お知らせアンテナ

* 出典: 首都高速株式会社HPより転載



首都高速51箇所運用 (H19年4月時点)

音声OFF状態のときや聞き逃したときなど万全な対策とは言えない

進入速度の周知 - 道路以外

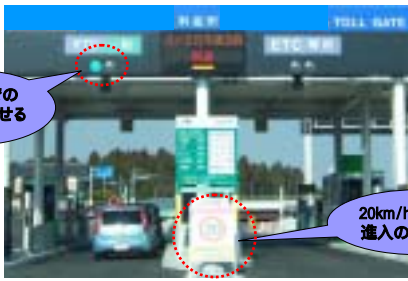
20km/h以下での進入の呼びかけ

ETC情報ポータルサイトではトップページでこのように促している



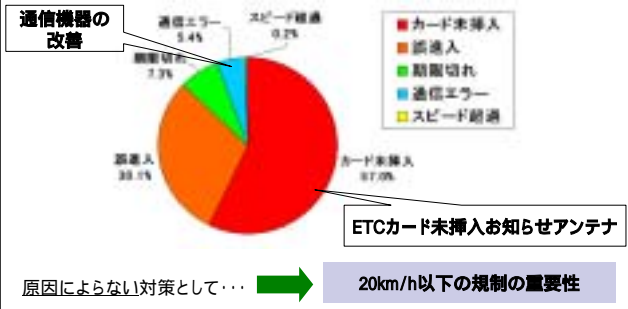
他にも雑誌や冊子などにも記載している

進入速度の周知 - ETCレーン



他にも電光掲示板やパーキングエリアの掲示など

現行の対策 - まとめ



(参考) 原因別開閉パーゲージ及び直前停止件数(平成19年6月の日平均 首都高)

設定経緯の調査

「ETCシステム利用規定」

- ◆ 20km/h以下に減速して進入すること
- ◆ ETC車線内は徐行して通行すること

「ヒアリング、メールによる調査」

- 首都高速道路株式会社... 徐行, すぐ止まれる速度
- ORSE(道路システム高度化推進機構)... 詳細は不明
- NEXCO東日本... 未回答

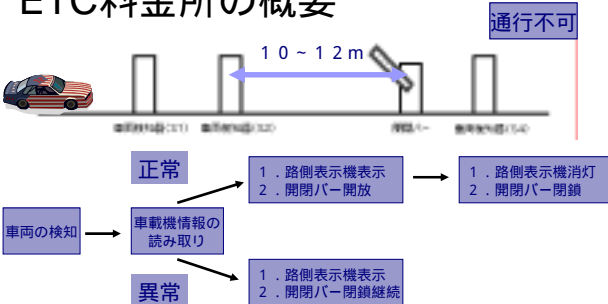
認識が統一されていない・速度設定の経緯があいまい

速度設定の妥当性について

原因によらない対策として... **20km/h以下の規制の重要性**

ETCの安全性向上には進入速度を抑えることが最も効果的ではないかと仮定し、シミュレーションを用いて、この速度設定の妥当性を検証する。また、それにより利便性を損なうことがないということも合わせて検証する。

ETC料金所の概要



トラブル発生時は車両検知器(S2)と開閉パーの間で停止しなければならない!!

自動車停止のプロセス (司法研究報告書より)

1. 危険物を認知しブレーキを踏もうとする
反射時間(0.4~0.5秒)
2. 足をアクセルからブレーキを踏みかえる
踏替時間(0.2秒)
3. ブレーキに足を乗せブレーキが効きはじめる
踏込時間(0.1~0.3秒)
4. ブレーキの力が最大になる
過渡時間(0.1~0.3秒)
5. 路面にスキッドマークを残しながら停止する
主要制動時間

空走時間

制動時間

ETCでのケース...判断に要する時間が必要

判断時間の実験

画面に計算式と模擬の路側表示機の表示が映し出される。路側表示機に「通行可」と表示されたときは「GO」のボタンを、「STOP 停止」と表示されたときは「STOP」のボタンを押す。計算の解答を行う。マウスを黄色い丸の中に戻す。



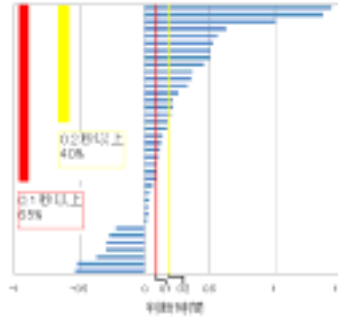
「GO」ボタンを押すまでの時間 = 認知 + マウスの移動時間

「STOP」ボタンを押すまでの時間 = 認知 + 判断 + マウスの移動時間

「GO」 - 「STOP」 = 判断

実験画面

実験結果



サンプル：20歳代男女41人

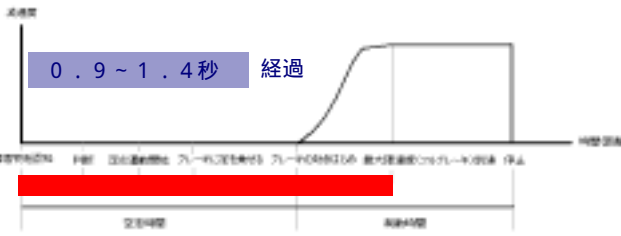
被験者の判断時間 = 「STOP」の記録の中央値 - 「GO」の記録の中央値

結果
平均：0.177秒
分散：0.15

サンプルの65%が
判断時間0.1秒以上

0.1秒は最短水準

ETCレーンにおける制動経過



この間、等速で走行し続けている

開閉バー衝突までの猶予

判断時間

速度時	バーまでの距離 20m 空走時間 + 減速時間 1.4s	バーまでの距離 12m 空走時間 + 減速時間 0.6s
40 km/h	-1.8m Lowed	-0.4m Lowed
30 km/h	-0.4m Lowed	-0.2m Lowed
20 km/h	0.2m 0.0秒	0.3m 0.3秒
10 km/h	0.6m 0.0秒	0.9m 0.2秒

運転時の状況

反射時間

速度時	バーまでの距離 20m 空走時間 + 減速時間 1.4s	バーまでの距離 12m 空走時間 + 減速時間 0.6s
40 km/h	-1.8m Lowed	-1.0m Lowed
30 km/h	-0.4m Lowed	-0.4m Lowed
20 km/h	-0.4m Lowed	0.3m 0.4秒
10 km/h	0.3m 0.3秒	0.7m 0.4秒

タイヤの状態

空走時間を伸ばす要素はいくつもある

20km/hは妥当であると言えない

渋滞シミュレーション

シミュレーションの目的

ETCレーン20km/h進入の危険性

カード未挿入や通信エラーなどによるバー未開閉時の接触事故



事故シミュレーション

進入速度10km/hの方がより安全

しかし、進入速度10km/hでは20km/hと比べ料金所容量が減少するため料金所での新たな渋滞が起きる可能性

渋滞が生じないようなレーン構成を新たに考える必要がある

渋滞シミュレーションの仕様

使用言語: Visual C++

実装環境: Visual Studio 2005

入力: ETCレーンの数[レーン]

一般レーンの数[レーン]

ETC普及率[%]

料金所流入量[台/時]

出力: 渋滞の有無



作成したアプリケーション図

渋滞シミュレーションの概要(1/2)

- シミュレーション内部で用いられるパラメーター
 - 1.ETCレーンの数[レーン]
 - 2.一般レーンの数[レーン]
 - 3.ETC1レーン当たりの容量[台/時]
 - 4.一般1レーン当たりの容量[台/時]
 - 5.ETC普及率[%]
 - 6.料金所流入量[台/時]

渋滞シミュレーションの概要(2/2)

■ 計算手順

ETC普及率と料金所流入量からETCレーン及び一般レーン各々への流入量を計算
 $ETC\text{レーンへの流入量} = ETC\text{普及率} / 100 \times \text{料金所流入量}$
 $一般\text{レーンへの流入量} = (1 - ETC\text{普及率}) / 100 \times \text{料金所流入量}$
 ETC及び一般レーン全体の容量を計算
 $ETC\text{レーン全体の容量} = ETC\text{レーンの数} \times ETC1\text{レーン当たりの容量}$
 $一般\text{レーン全体の容量} = 一般\text{レーンの数} \times 一般1\text{レーン当たりの容量}$
 $ETC\text{レーン全体の容量} \geq ETC\text{レーンへの流入量かつ}$
 $一般\text{レーン全体の容量} \geq 一般\text{レーンへの流入量}$
 を満たす最小のETC及び一般レーン数が見つかるまで を行う

渋滞シミュレーションの結果

料金所流入量	進入速度20km/h		進入速度10km/h	
	ETCゲート	一般レーン	ETCレーン	一般レーン
1500台/時	2	2	3	2
2000台/時	2	3	4	3
2500台/時	3	3	5	3
3000台/時	3	4	6	4

上記のようなレーン構成が実現可能であれば
進入速度10km/hでも料金所での渋滞は生じない

渋滞シミュレーションのまとめ

- 各流入量とそれに対して必要なレーン数の関係が示された
- 進入速度を20km/hから10km/hに変えることにより同じ流入量に対して必要なレーン数は増加
- 1500台/時及び2000台/時の流入量に対しては総レーン数7台以下に収まるレーン構成なので首都高速料金所への適用が可能
- 2500台/時及び3000台/時の流入量が予想される料金所に対してはさらなるETCの普及が必要

結論

- 進入速度に関する対策は全ての事故件数を減らすのに効果的である
- 進入速度20km/h以下は安全性の面から妥当とは言いきれない
- 安全性と利便性の両面からETCの進入速度10km/hの可能性を示した

現実の施設においての再現性を考慮することが今後の課題であるが、ETC進入時におけるリスクの低減について一つの方向性が示されたのではない

ご清聴ありがとうございました



参考文献

- 倉沢鉄也(2000年)『テクノ図解ITS』
- (株)日刊自動車新聞社(2004年)『自動車年鑑2004』
- 森地茂,川嶋弘尚,奥野卓司(2000年)『ITSとは何か』
- 財団法人道路システム高度化推進機構(2006年)
- 高木典雄(1970年)『司法研究報告書21巻2号 自動車による業務上(重)過失致死傷害事件における過失の認定について』
- 堀口良太,桑原雅夫『ETC導入による料金所容量への影響に関する理論的解法と考察』土木学会論文集
No. 653/IV-48,29-38,2000.7

参考ホームページ

- 国土交通省道路局ITSホームページ
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/>
- 財団法人 道路システム高度化推進機構 (ORSE)
<http://www.orse.or.jp/>
- ETC総合情報ポータルサイト
<http://www.go-etc.jp/index.html>
- 東日本高速道路株式会社 (NEXCO東日本)
<http://www.e-nexco.co.jp/>
- 首都高速道路株式会社
<http://www.shutoko.jp/>