

料金所ゲートの通行制御方式に応じた 車両の走行特性

常田賢一¹・池野秀一²・榊原和成³

¹正会員 工修 独立行政法人土木研究所耐震研究グループ (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)
E-mail:tokida@pwri.go.jp

²日本道路公団中部支社保全全部交通技術課 (〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19)

³工修 日本道路公団静岡建設局静岡工事事務所 (〒420-0804 静岡県静岡市竜南 1-26-20)

日本では料金所での渋滞解消, 利用者サービスの向上および管理コストの節減を目的として, 自動料金収受システムの実用化が図られつつある. 本研究は料金所ゲートにおいて発進制御機を設置しない無人非制御方式に対する車両の通行特性を明らかにすることを目的として, 料金所ゲートでの通行速度を指定した「速度指定型走行実験」および運転者が任意の速度で通行する「速度フリー型走行実験」を実施した結果を報告する. 本研究の結果, 料金所ゲートにおける有人制御方式, 無人制御方式および無人非制御方式の3方式による通行車両の走行特性の差異および料金所ゲートの車線幅員等が無人非制御方式における通行車両に及ぼす影響を明らかにした.

Key Words: electronic toll collection system, toll gate control system, manned control system, unmanned control system, unmanned non-control system, track driving test, traffic capacity

1. はじめに

日本の有料道路では料金所が交通渋滞のボトルネックの一つとなっているため, 料金所での渋滞解消, 社会のキャッシュレス化に対応した利用者サービスの向上および料金収受に伴う管理コストの節減を目的として, 自動料金収受システム (Electronic Toll Collection System; 以下「ETC」という) の導入が図られつつある. ETCは料金所ゲートに設置したアンテナと通行車両に装着した通信用の車載器との間で, 無線通信を用いて自動的に料金収受を行うことにより, 車両を料金所で停止させることなく通行させるシステムである.

今後の ETC の展開過程を鑑みると, 料金収受方式は次のように分類できる.

- ①有人制御方式: 現在, 一般的に実施されている有人によるシングルレーン料金収受方式であり, 車両は料金所ゲートで停止するため, 発進制御機は無い.
- ②混在方式: 同一ゲートで, 非 ETC 車 (車載器を搭載していない車両, 以下同じ) は有人収受, ETC 車 (車載器を搭載している車両, 以下同じ) は自動収受とした①と③の併用方式であり, 有人であるため発進制御機を不要とする場合, あるいは ETC 車の自動制御であるため, 発進制御機 (常時閉, 通過時開) を必要とする場合がある.
- ③無人制御方式: ETC 車専用のゲートによる自動収受

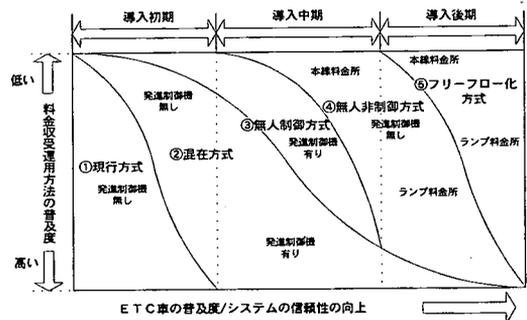


図-1 ETCの展開のイメージ

方式であり, 通行車両を制御する発進制御機 (常時閉, 通過時開) が有り, 車両は徐行して通過する.

- ④無人非制御方式: ③と同様に ETC 車専用のゲートによる自動収受方式であるが, 通行車両を制御する発進制御機が設置されていないので, 車両はフリー走行で通過する.
- ⑤フリーフロー方式: ④と同様に ETC 車のフリー走行による自動収受方式であるが, 料金所ゲートを設けなくて複数車線を一括して収受する.

ここで, 最も高度な ETC は⑤の方式であるが, ETC による新しい料金収受の運用方式の普及度は ETC 車の普及度およびシステムの信頼性向上に依存しており, 図-1のように段階的な展開を考えることができる.

現在, 海外では ETC の導入事例が数多くあり, シン

ガポールのように既にフリーフロー方式の導入を図っている事例¹⁾もあるが、日本では実用化に着手した段階にあり、建設省土木研究所、日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、本州四国連絡橋公団および民間企業による共同研究開発^{2), 3)}が行われている。これらの研究は、主として路側機器と車載器との通信の確実性や信頼性の検証に関する研究であり、かつ研究対象とする車両の通行制御方式が当面実用化を目指している発進制御機を設置した無人制御方式であるのが特徴である。

本研究では、将来のフリーフロー方式への ETC の進展を考慮して、発進制御機を設置しない無人非制御方式を対象として、料金所ゲートにおける車両の通行特性に関する走行実験を実施した。ここで、料金所ゲートにおける車両の通行方法については、通行速度を指定した「速度指定型走行実験」^{4), 5)} および任意の速度で通行する「速度フリー型走行実験」⁶⁾ の 2 種類の実験を実施した。

本研究の結果、料金所ゲートにおける料金収受の方式として、有人制御方式、無人制御方式および無人非制御方式の 3 方式を対象として、ゲートを通行する車両の走行特性の差異および無人非制御方式において料金所広場のゲートの幅員が車両の走行特性に及ぼす影響を明らかにした。

2. 速度指定型走行実験

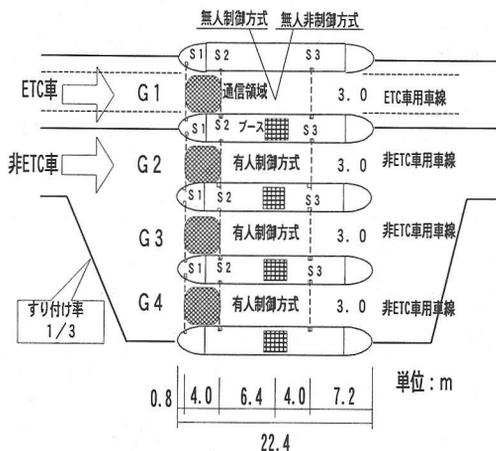
無人非制御方式において、料金所ゲートにおける速度規制の効果、規制速度の基準値を明らかにするために、料金所ゲートを通行する車両に対して通行速度を指定した「速度指定型走行実験」を実施した。本実験は、普通車および大型車の同数車両による混在走行の場合について、無人非制御方式による ETC 専用ゲートの処理能力を明らかにするための「平均車頭に関する実験 (実験 1)」および料金所ゲートの適正な車線幅員を明らかにするための「車線幅員の影響に関する実験 (実験 2)」とした。

(1) 実験方法

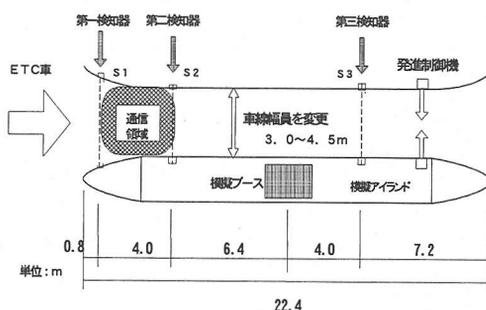
a) 平均車頭時間に関する実験 (実験 1)

料金所における ETC 専用ゲートの整備計画の策定あるいは整備効果の把握のためには、料金収受方式毎の処理能力の解明が必要であるが、本実験では有人制御方式、無人制御方式および無人非制御方式の 3 方式について、料金所ゲート通過時の走行速度および車頭時間の計測を行った。

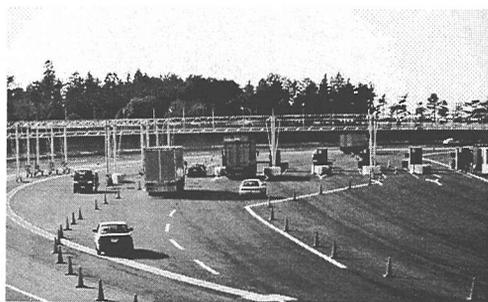
図一 2 は本実験において試験走路上に設置した模擬的な料金所広場およびゲートの平面図を、また図一 3 は個別のゲートの詳細を示す。ここで、模擬ブースは建築限界を考慮して模擬アイランドの端部から 0.25m に配



図一 2 模擬料金所の概要図



図一 3 模擬料金所ゲートの詳細図



写真一 1 走行実験の状況：中央の 4 ゲートを使用

置している。本実験では ETC 車を想定した車両と非 ETC 車を想定した車両を、それぞれ図中の ETC 専用ゲート (G1) および有人ゲート (G2, G3 および G4) を通行させた。実験の状況を写真一 1 に例示する。

実験に用いた車両は、ETC 普通車 10 台、非 ETC 普通車 10 台、ETC 大型車 10 台および非 ETC 大型車 10 台の計 40 台である。ここで、運転者の属性について、普通車の 20 人は 20 才代から 60 才代の男性および女性を 10 人ずつとし、大型車の 20 人は 20 才代と 40 才代の男性のみとした。なお、実験は晴れた昼間での走行環

表一 実験1の条件 (ゲート車線幅員: 3.0m)

実験No.	ゲート制御方式	使用ゲート	ゲート通過指定速度(km/h)	走行車両数(台)	
				普通車	大型車
1-1-1	無人制御方式	G1	徐行	10	10
1-1-2	有人制御方式	G2, G3, G4	停止	10	10
1-2-1	無人非制御方式	G1	30	10	10
1-2-2	有人制御方式	G2, G3, G4	停止	10	10
1-3-1	無人非制御方式	G1	40	10	10
1-3-2	有人制御方式	G2, G3, G4	停止	10	10
1-4-1	無人非制御方式	G1	60	10	10
1-4-2	有人制御方式	G2, G3, G4	停止	10	10
1-5-1	無人非制御方式	G1	80	10	10
1-5-2	有人制御方式	G2, G3, G4	停止	10	10

境で実施した。料金所広場進入までの走行では、実道で運転者が走行の目安とする規制速度を意識させることとし、走行速度 80km/h、車間距離 80m で走行させている。また、ETC 車と非 ETC 車を 20 台ずつの車群として 2 列で並行走行させたが、それぞれの車群では普通車と大型車を交互に編成して追従走行により料金所広場に進入させた。

表一に実験条件を示すが、ゲート G1 では無人制御方式および無人非制御方式、ゲート G2, G3 および G4 では有人制御方式を想定した。ここで、無人制御方式では車両の進入に合わせて発信制御機を開閉させるので車両は徐行しながらゲートを通過する。また、無人非制御方式では ETC 車に対して指定速度 (30, 40, 60 および 80km/h) でゲートを通行するようにドライバーに指示した。さらに、有人制御方式では非 ETC 車はゲート内において 12 秒間の停止時間を取ることで模擬的な現金支払い動作を行ってから通行させた。ここで、停止時間は実道の設計におけるトールゲートでのサービス時間 (料金の収受にかかる時間) に相当するが、実験 1 では区間別料金制において出口で原則とされているサービス時間の 14 秒⁷⁾ よりやや低めの値を設定した。なお、ゲート位置での車線幅はすべて 3.0m である。

実験においては、車両の走行挙動を把握するため、料金所ゲートの進入時と退出時の通過時刻を各車両ごとに計測した。ここで、料金所進入時及び退出時とは、それぞれ図-3 で示した第一検知器 (S1) 通過時及び第三検知器 (S3) 通過時であり、各検知器位置での車両の通過時間と車長データから通過速度を、また連続する 2 車両の通過時刻から車頭時間を算定した。なお、計測結果の整理では、有人制御方式は進入時の車頭時間とし、無人制御方式では退出時の加速等の挙動が車両毎に変化するため進入時の通過速度および車頭時間とし、無人非制御方式は進入時および退出時の通過速度の差異が僅かであるため進入時の通過速度と車頭時間とした。

表二 実験2の条件

実験No.	ゲート車線幅員(m)	ゲート通過指定速度(km/h)	走行車両数(台)	
			普通車	大型車
2-1-1	3.0	30	20	20
2-1-2	3.0	40	20	20
2-1-3	3.0	60	20	20
2-1-4	3.0	80	20	20
2-2-1	3.5	30	20	20
2-2-2	3.5	40	20	20
2-2-3	3.5	60	20	20
2-2-4	3.5	80	20	20
2-3-1	4.0	30	20	20
2-3-2	4.0	40	20	20
2-3-3	4.0	60	20	20
2-3-4	4.0	80	20	20
2-4-1	4.5	30	20	20
2-4-2	4.5	40	20	20
2-4-3	4.5	60	20	20
2-4-4	4.5	80	20	20

b) 車線幅の影響に関する実験 (実験 2)

現在、料金所ゲートの車線幅員は最小幅で 3.0m である。しかし、発信制御機の無い無人非制御方式では、道路利用者は一般部と同様に高速度で ETC 車用ゲートに進入、通過することが予想されるので、本実験では ETC 車ゲートの車線幅員と車両の通行特性の関係を明らかにするものである。

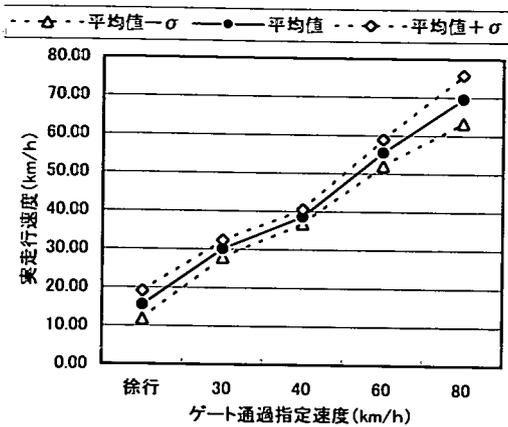
実験に用いた車両は、ETC 普通車 20 台、ETC 大型車 20 台の計 40 台である。料金所広場進入までの走行では、普通車および大型車を交互に編成して、走行速度 80km/h、車間距離 80m を保ち、40 台が 1 列で追従走行した状態で料金所広場に進入させた。

表二に実験条件を示すが、ETC 車用車線の幅員を 3.0m, 3.5m, 4.0m および 4.5m の 4 種類に変化させて、実験 1 と同様に 4 段階の通過速度を設定した。なお、ここで設定したゲート車線幅員は、実道の設計において「車線幅員+側方余裕」で定義⁸⁾ されているので、仮に車線幅員を 3.0m とした場合、ゲート車線幅員 3.0m, 3.5m, 4.0m および 4.5m において両側に設定される側方余裕 (片側の幅) はそれぞれ 0m, 0.25m, 0.5m および 0.75m に相当することになり、ゲート車線幅員の影響はゲート車線幅員における側方余裕の影響に読み替えることができる。車両の走行挙動の計測方法は実験 1 と同様である。また、各走行の終了後に運転者に対してアンケート調査を行い、車線幅員に対する意識を把握した。

(2) 実験結果

a) 制御方式毎の車頭時間 (実験 1)

無人制御方式および無人非制御方式の走行実験において、それぞれ徐行時および 4 種類のゲート通過指定速度に対して、車両が実際に走行した実走行速度の関係を

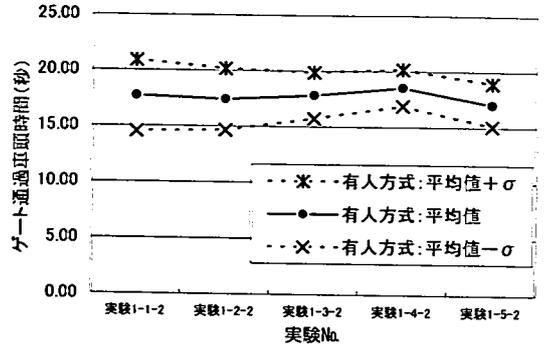


図一四 ゲートでの指定速度と実速度の関係

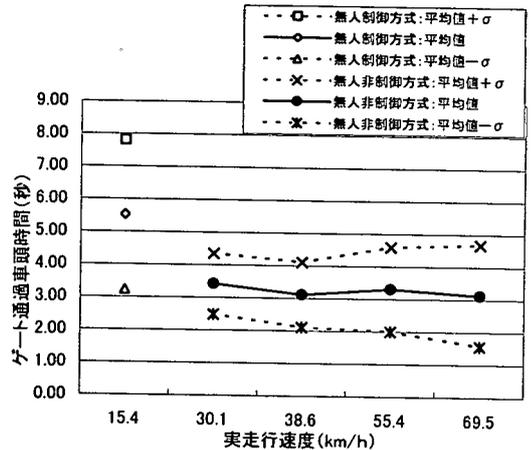
図一四に示す。同図には実走行速度の平均値に加えて、速度指定型走行実験における車両の走行速度の分布特性を把握するために標準偏差値(±σ)を併記した。同図によれば、無人制御方式の場合の実走行速度の平均値は15.4km/hであり、標準偏差値は±3.6km/hである。一方、無人非制御方式の場合、ゲート通過指定速度が高くなるに従って実走行速度は指定速度より低くなる傾向があるが、これは運転者が自己抑制するためと考えられる。ここで、実走行速度の平均値が30.1km/h、38.6km/hおよび55.4km/hの場合の標準偏差値が±1.9~±3.4km/hであるのに対して、69.5km/hの場合のそれは±6.3km/hであり、ややばらつきが大きくなるものの、指定速度あるいは実走行速度による比較において特に有意性は見られない。

ゲート通過車頭時間について、有人制御方式の5実験の結果を図一五(a)に示す。同図ではゲート通過車頭時間の平均値および標準偏差値を併記した。同図から、車頭時間の平均値は17.0~18.5秒;また標準偏差値は±1.7~±3.2秒の範囲にあり、全体の平均値は17.9秒(σ:2.5秒)である。

また、ゲート通過車頭時間について、無人制御方式および無人非制御方式の結果を図一五(b)に示す。同図によると、無人非制御方式では実走行速度が増加すると車頭時間が短縮する(3.42秒→3.12秒)とともに、標準偏差値が大きくなる(0.93秒→1.56秒)傾向がある。また、ゲートを徐行で通過させた無人制御方式における車頭時間は5.52秒(σ:2.29秒)であるが、これに対する無人非制御方式の平均車頭時間の比は、実走行速度30.1~69.5km/hの範囲において、0.62~0.56倍であり、ゲート通過速度の高い無人非制御方式は無人制御方式よりも車頭時間が短縮されることが分かる。



(a) 有人制御方式



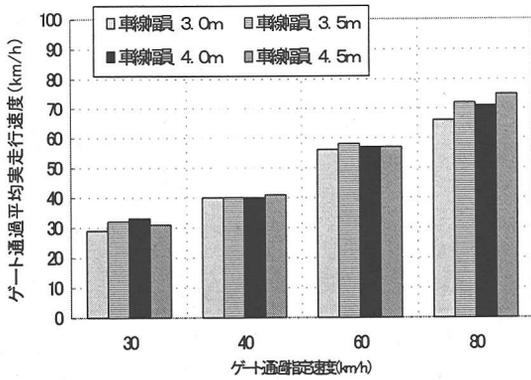
(b) 無人制御方式および無人非制御方式

図一五 制御方式別のゲート通過車頭時間

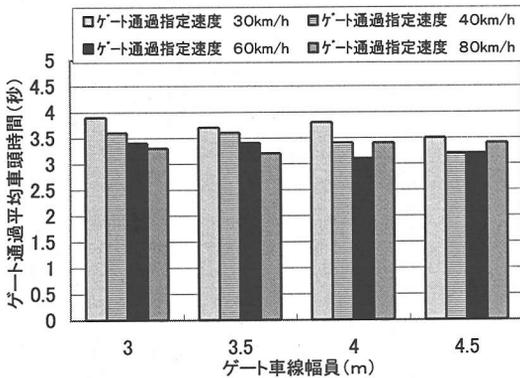
b) 車線幅の影響 (実験2)

図一六は40台の走行車両のうち、車頭時間が5秒以下の車両を車群とみなして選定した車両について、車線幅の条件毎にゲート通過指定速度と実走行速度(平均値)の関係を示す。同図によると、いずれの車線幅員においても通過指定速度が高い60~80km/hでは実走行速度は通過指定速度を下回っている。ただし、40km/h以下では、指定通過速度と実走行速度はほぼ同じである。さらに、車線幅が広くなると、実走行速度は若干高くなるものの、車線幅3.5m以上ではほぼ同じである。

図一七はゲート通過指定速度毎の車線幅員とゲート通過車頭時間(平均値)の関係を示す。同図によると、車線幅員の増加によりゲート通過車頭時間が低減する傾向にあるが、車線幅員4.0m以上においては実走行速度が39~55km/hの範囲を超えると車頭時間が長くなる。これは料金所の通過速度が高くなると車間距離が長くなるためであり、ゲート通過に際して車頭時間が最小となる通過速度があることを意味している。また、車線幅員3.5m以下では通過速度の上昇とともに車頭時間が短く



図一六 ゲート斜線幅員毎の指定通過速度と実走行速度



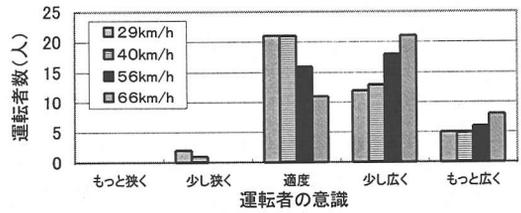
図一七 ゲート車線幅員とゲート通過平均車頭時間

なる傾向があり、車頭時間が最小となる通過速度が明確ではない。

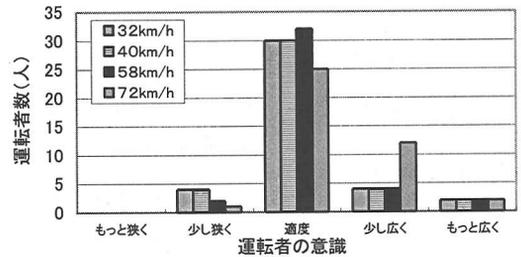
図一八 (a), (b), (c) および (d) は、アンケート調査の結果から車線幅の広狭に対する運転者 (40 人) の意識について、ゲート通過時の走行実速度別およびゲート幅員別に示す。同図によれば、いずれの車線幅員においても通過速度が速くなるほど広いゲート幅員への要望が多くなる傾向がある。車線幅員別に見ると、3.0m の場合は「適度」および「もう少し広くてよい」の評価が多いが、3.5m の場合は「適度」が大部分となり、4.0m では「適度」が多いものの、「もう少し狭くてよい」の意見も多くなり、さらに 4.5m の場合はほぼ半数以上が「もう少し狭くてよい」あるいは「もっと狭くてよい」と評価している。

3. 速度フリー型走行実験

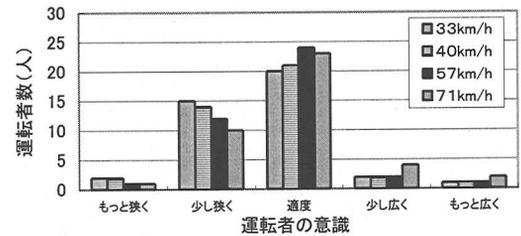
無人非制御方式において、料金所ゲートを任意の速度で通過させた場合の車両の通行特性を把握するために、



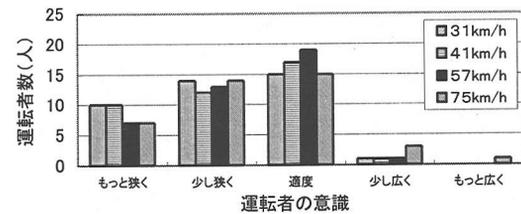
(a) ゲート車線幅員 3.0m



(b) ゲート車線幅員 3.5m



(c) ゲート車線幅員 4.0m



(d) ゲート車線幅員 4.5m

図一八 ゲート通過速度別の運転者の意識

ゲートの通行速度を指定しない「速度フリー型走行実験」を実施した。本実験では無人非制御方式による ETC 専用ゲートの ETC 車の処理能力を明らかにするための「平均車頭時間に関する実験 (実験 3)」および ETC 専用ゲートでの適正な車線幅員を明らかにするための「車線幅の影響に関する実験 (実験 4)」を実施した。また、本実験では普通車と大型車の同数車両による「混在走行」に加えて、普通車だけの「普通車走行」および大型車だけの「大型車走行」の 3 つの走行形態を想定した。

(1) 実験方法

a) 平均車頭時間に関する実験 (実験 3)

本実験では、有人制御方式、無人制御方式および無人非制御方式の3方式について、ゲート通過時の走行速度および車頭時間の計測を行った。図-9は「速度フリー型走行実験」において試験走路上に設置した模擬的な料金所広場およびゲートの平面図を示す。本実験では同図における料金所ゲートのうち、G1ゲート(車線幅員: 3.0m)を使用した。

表-3に実験条件を示すが、料金所ゲートで一旦停止させる有人制御方式、通行制御棒の開閉に合わせた徐行走行を想定して10km/hおよび20km/hの通過指定速度で走行させる無人制御方式および任意速度で走行させる無人非制御方式について、普通車走行、大型車走行および混在走行を行った。ここで、有人制御方式ではゲート内で16秒間停止させた模擬的な現金支払い動作を行ってから通行させた。ここで、実験1では停止時間を12秒としたが、実験3では実道の設計で原則の値とされている14秒のサービス時間よりやや高めの値を設定し、原則とされるサービス時間に関しては実験1および実験3の結果から推定することとした。

料金所広場進入までの走行は、実験1と同様に走行速度80km/h、車間距離80mでの走行とし、普通車走行および大型車走行ではそれぞれ20台、混在走行では普通車および大型車を交互に編成した40台を1列で追従させて料金所広場に進入させ、ゲートを通行させた。なお、車両の走行挙動の計測方法は速度指定型走行実験と同様であるが、実験結果の整理において無人非制御方式による車頭時間は退出時の計測結果を用いた。

なお、運転者の属性は、普通車の20人を20才代から60才代の男性および女性の10人ずつとし、大型車の20人を20才代から50才代の男性18人および女性の2人とした。また、実験は晴れた昼間の走行環境で実施した。

b) 車線幅員の影響に関する実験 (実験 4)

本実験では実験3と同様に図-9におけるG1ゲートを使用した。表-4に実験条件を示すが、ゲート幅員を実験2と同様に3.0m、3.5m、4.0mおよび4.5mの4種類に変化させ、任意速度で通行させた。車両の走行方法は実験3と同様であるが、本実験では実験条件毎に各車両を2回ずつ走行させたので、実験条件毎の走行車両は40台あるいは80台である。また、車両の走行挙動の計測方法も実験3と同様であるが、実験2と同様に各走行の終了後に運転者に対してアンケート調査を行い、運転者の意識を把握した。

(2) 実験結果

a) 制御方式毎の通過速度および車頭時間

ゲート進入時の走行車両(20台あるいは40台)の通

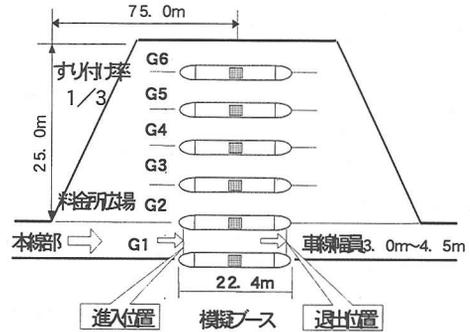


図-9 模擬料金所およびゲート配置図

表-3 実験3の条件(ゲート車線幅員: 3.0m)

実験No.	ゲート制御方式	走行形態	走行車両数(台)	
			普通車	大型車
3-1-1	有人制御方式	普通車走行	20	—
3-1-2	有人制御方式	大型車走行	—	20
3-1-3	有人制御方式	混在走行	20	20
3-2-1	無人制御方式(10km/h)	普通車走行	20	—
3-2-2	無人制御方式(10km/h)	大型車走行	—	20
3-2-3	無人制御方式(10km/h)	混在走行	20	20
3-3-1	無人制御方式(20km/h)	普通車走行	20	—
3-3-2	無人制御方式(20km/h)	大型車走行	—	20
3-3-3	無人制御方式(20km/h)	混在走行	20	20
3-4-1	無人非制御方式	普通車走行	20	—
3-4-2	無人非制御方式	大型車走行	—	20
3-4-3	無人非制御方式	混在走行	20	20

表-4 実験4の条件

実験No.	ゲート車線幅員(m)	走行形態	走行車両数(台)	
			普通車	大型車
4-1-1	3.0	普通車走行	20	—
4-1-2	3.0	大型車走行	—	20
4-1-3	3.0	混在走行	20	20
4-2-1	3.5	普通車走行	20	—
4-2-2	3.5	大型車走行	—	20
4-2-3	3.5	混在走行	20	20
4-3-1	4.0	普通車走行	20	—
4-3-2	4.0	大型車走行	—	20
4-3-3	4.0	混在走行	20	20
4-4-1	4.5	普通車走行	20	—
4-4-2	4.5	大型車走行	—	20
4-4-3	4.5	混在走行	20	20

過速度について、制御方式別に比較した結果を図-10

(a)に示す。同図には実走行速度の平均値に加えて、速度フリー型走行実験における車両の走行速度の分布特性を把握するために標準偏差値(±σ)を併記した。同図によれば、無人制御方式では通過指定速度10km/hおよび20km/hに対する実走行速度は、それぞれ12.1~15.4km/hおよび22.1~22.9km/hであり、指定通過速度よりも2~5km/h高い速度で走行している。一方、任意

速度とした無人非制御方式では普通車走行で50.1km/h、混在走行で41.2km/h、大型車走行で39.6km/hであり、普通車走行による通過速度は大型車走行の通過速度よりも10km/h程度高く、混在走行では大型車に左右された速度となっている。

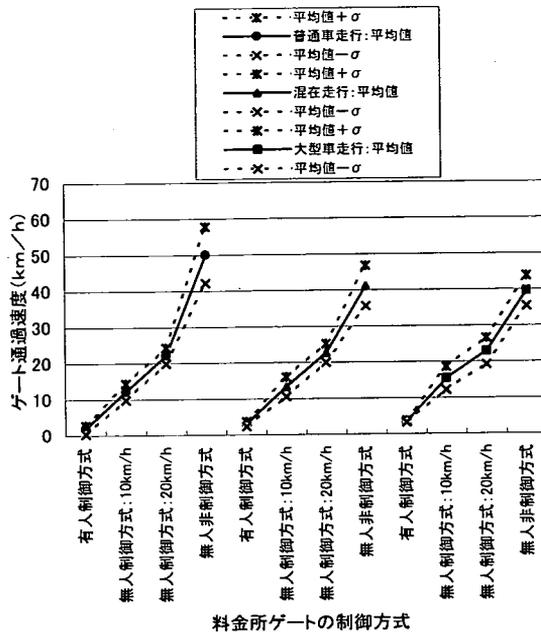
また、図-10 (b) にはゲート通過車頭時間の平均値および標準偏差値 ($\pm \sigma$) を制御方式および走行形態別に示す。同図から、ゲート退出時の車頭時間 (平均値) は、普通車走行、混在走行、大型車走行の順に増加している。つまり、普通車走行、混在走行および大型車走行における車頭時間はそれぞれ有人制御方式では18.8秒、21.1秒および23.8秒、無人制御方式における指定速度10km/hでは5.30秒、5.59秒および6.19秒、同指定速度20km/hでは2.69秒、3.97秒および5.22秒であり、無人制御方式では有人制御方式よりも車頭時間が短縮されている。さらに、無人非制御方式の普通車走行、混在走行および大型車走行の車頭時間は、それぞれ2.35秒、3.13秒および3.96秒であり、無人非制御方式では無人制御方式よりも車頭時間が短縮されている。

なお、無人制御方式について、混在走行である実験1でのゲート通過速度は15.4km/h (図-5 (b) 参照) であり、実験3の混在走行においてこれに対応する通過速度は通過指定速度10km/h (実通過速度13.3km/h) の場合であるが、車頭時間は実験1で5.5秒、実験3で5.6秒であり、ほぼ類似の結果となっている。また、無人非制御方式についても、実験3の混在走行におけるゲート通過速度は41.2km/hであり、混在走行の実験1においてこれに対応する通過速度は指定速度40km/h (実通過速度38.6km/h : 図-5 (b) 参照) の場合であるが、車頭時間はいずれも3.1秒であり、類似の結果が得られている。

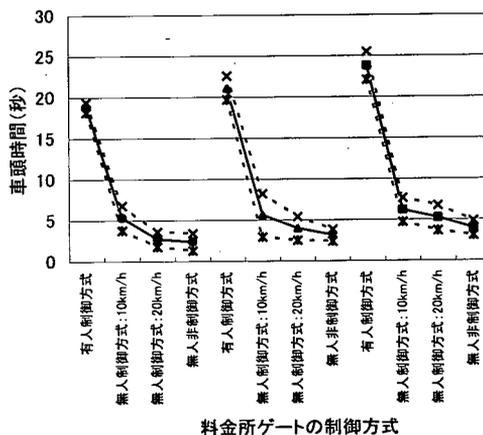
b) 車線幅員の影響

ゲートへの進入時の走行車両の通過速度 (平均値) および車頭時間 (平均値) について、走行形態別に比較した結果を図-11に示す。図-11 (a) から、いずれの走行形態においても、車線幅員の増加に伴い進入速度が上昇する傾向があるが、車線幅員が3.0mの場合、普通車走行による速度は混在走行のそれよりも7km/hほど高いのに対して、3.5m、4.0m および4.5mの場合には、それぞれ41~44km/h、46~48km/h および49~51km/hであり、走行形態間の通過速度の差異は2~3km/h以内と小さい。

また、図-11 (b) によると、普通車走行、混在走行および大型車走行の順に車頭時間が増加するが、車線幅員が3.0mから4.5mへ増加するのに伴い、各走行形態における車頭時間はそれぞれ2.7秒→2.3秒、3.2秒→3.1秒および4.5→3.8秒へ変化しており、車線幅員の増加に伴って車頭時間は減少する傾向がある。



(a) ゲート通過速度



(b) ゲート通過車頭時間

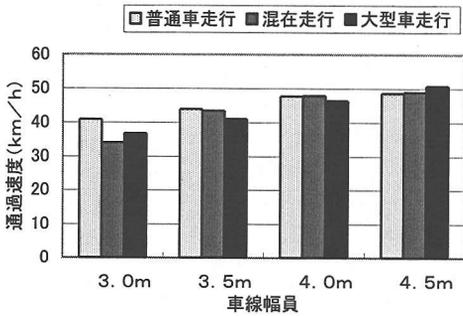
図-10 走行形態別のゲート通過速度およびゲート通過車頭時間

図-12は車線幅員が3.5mの場合で普通車と大型車の40台の混在走行時において、ゲートの車線幅員に対する運転者の意識をアンケート (無回答1人) した結果である。同表に示すように、アンケートの評価項目は「もっと狭くてよい」、「もう少し狭くてよい」、「適度」、「もう少し広い方がよい」、「もっと広い方がよい」の5項目であり、これらの項目から運転者の意識に該当する項目を選定させた。

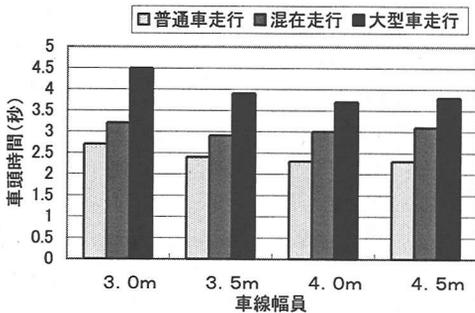
ここで、運転者の意識について、車線幅員および走行形態の条件の差異を考慮した相互比較を行うために、当

表—5 ゲート車線幅員の変化に対する個々の運転者の評価結果の対応

運転者の分類	ゲート車線幅員の変化						合計		
	3.0m	①	3.5m	②	4.0m	③	4.5m	①+②+③	①+③
同一評価者		14人		20人		19人		53人	33人
適合評価者		21人		16人		20人		57人	41人
不適合評価者		4人		3人		1人		8人	5人
無回答者		1人		1人		0人		2人	1人
合計		40人		40人		40人		120人	80人



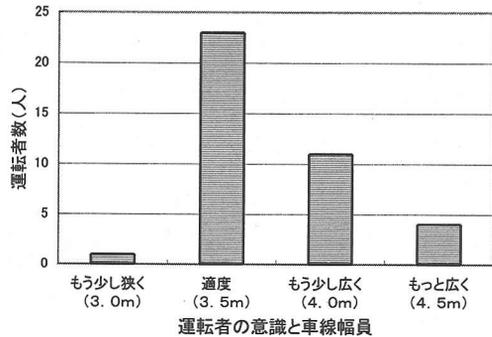
(a) 通過速度



(b) 車頭時間

図—1 1 走行形態別、車線幅員別の通過速度と車頭時間

該幅員 (図—1 2 では 3.5m) に対する幅員の増減量により、5 つの定性的なアンケート項目の差異を定量的に評価することを試みた。表—5 はゲート車線幅員の変化 (増加) に対する個々の運転者の意識の変化を整理した結果である。同表における「同一評価者」とは、例えば 3.0m の車線幅員の走行で「適度」と評価したにも拘わらず、3.5m の車線幅員の走行でも「適度」と評価した場合のように、車線幅員が変化したにも拘わらず同一の評価項目を選択した運転者である。また、「適合評価者」とは、例えば 3.0m の車線幅員の走行で「もう少し広く」と評価し、3.5m の車線幅員の走行では「適度」と評価した場合のように、車線幅員の変化に対応した評価項目を選択した運転者である。さらに、これら以外の運転者、例えば 3.0m の車線幅員の走行で「もう少し広いほうがよい」と評価し、3.5m の車線幅員の走行では



図—1 2 運転者の意識 (車線幅員 : 3.5m)

「もっと広いほうがよい」と評価した場合のように、車線幅員の変化に対して矛盾した評価項目を選択した運転者は「不適合評価者」とした。

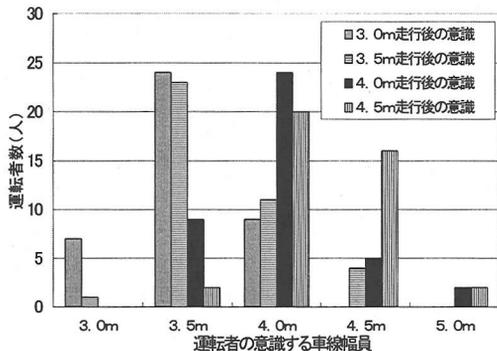
表—5 において、3.0m から 4.5m までの 3 段階の車線幅員の変化に対する評価者の合計 (①+②+③) を見ると、「適合評価者」が最も多いものの「同一評価者」も僅かの差で多い結果となっている。ここで、車線幅員が 3.5m および 4.0m の場合について見ると、いずれも「適度」と評価する運転者が多い (図—1 3 参照) ことから、3.5m→4.0m で車線幅員が変化する場合は運転者の意識の差異が明確になりにくいと考えられる。そこで、運転者の意識の変化がより明確に現れると考えられる 3.0m→3.5m および 4.0m→4.5m の 2 段階について評価者の合計 (①+③) を見ると、「適合評価者」と「同一評価者」の差異が明確になる。

以上の結果から、本文では 5 つの定性的なアンケート項目について、表—6 のようにアンケート項目の差異を車線幅員の増減量 (±0.5m、±1.0m) で対応付けられると見なして、運転者の意識の差異を定量的に評価することとした。表—6 によると、例えば車線幅員が 3.5m の場合は図—1 2 のように運転者の意識と車線幅員を対応付けることができる。

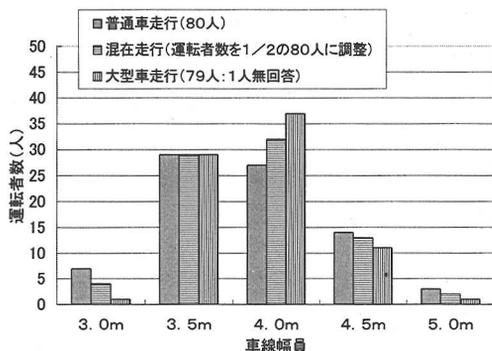
図—1 3 は 3.5m 以外の 3 種類の車線幅員についても図—1 2 と同様な整理を行い、混合走行の場合の 4 種類の車線幅員に対する運転者の意識調査の結果 (合計 159 人: 無回答 1 人) を集約した総括図である。同図におい

表一六 運転者の意識の差異の定量化

運転者の意識	車線幅員の増減量
もっと狭くてよい	-1.0m
もう少し狭くてよい	-0.5m
適度(設定した車線幅員)	±0.0m
もう少し広い方がよい	+0.5m
もっと広い方がよい	+1.0m



図一13 車線幅員に対する運転者の意識 (混在走行)



図一14 走行形態別の運転者の意識

て、走行車線幅員毎に見ると、車線幅員 3.0m では「もう少し広い方がよい」および「もっと広い方がよい」とする運転者が約 8 割である。また、車線幅員 4.5m では「もう少し狭くてよい」および「もっと狭い方がよい」とする運転者が約 5.5 割である。また、車線幅員 3.5m および 4.0m では「適度」とする運転者が約 6 割であり、最も多い。

一方、図一13を総括的に見ると、車線幅員に対して「適度」とする運転者の割合は、車線幅員 3.0m で 5%、3.5m で 36%、4.0m で 40%、4.5m で 16%となるので、任意走行で料金所ゲートを通行する場合、運転者の約 3/4 は 3.5~4.0m を適度と意識している。

次に、車線幅員に対する運転者の意識と走行形態との差異の有無を明らかにするために、図一13の混在走行の結果において車線幅員毎に運転者数を集計するとともに、普通車走行および大型車走行に対しても図一13と

同様なアンケート結果の集計を行うと、図一14のように要約できる。ここで、混在走行におけるアンケートの対象運転者は 159 人であるが、普通車走行および大型車走行の運転者総数 (80 人) に合わせるために運転者総数が 1/2 になるように調整した。同図によると、大型車混入率が大きい方が同 4.0m に対する要望がやや多くなる傾向があるが、全体としては走行形態による顕著な差異は見られない。3つの走行形態の結果を総計すると、3.0m (12人)、3.5m (87人)、4.0m (96人) および 4.5m (38人) であり、約 3/4 の運転者は車線幅員 3.5~4.0m を適度と意識している。

4. 大型車混入率と車両の走行特性に関する考察

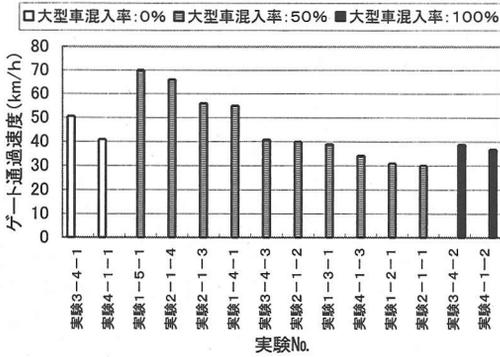
「速度指定型走行実験」および「速度フリー型走行実験」の両実験の結果を比較することにより、料金所ゲートにおける車両の走行特性およびゲートの車線幅員に関して考察する。比較に当たっては、普通車走行、混在走行および大型車走行の走行形態の区別を、それぞれ大型車混入率 0%、同 50% および同 100% と位置付けて、走行条件の一つである大型車混入率に着目した。

なお、無人非制御方式での車頭時間について、「速度指定型走行実験」ではゲート進入時で、「速度フリー型走行実験」ではゲート退出時で整理したが、ゲート内の検知位置による車頭時間の差異は僅かであるので、ゲート通過速度として同一の扱いとした。また、これ以外のゲート進入時の通過速度および車頭時間についても、それぞれゲート通過速度およびゲート通過車頭時間とした。

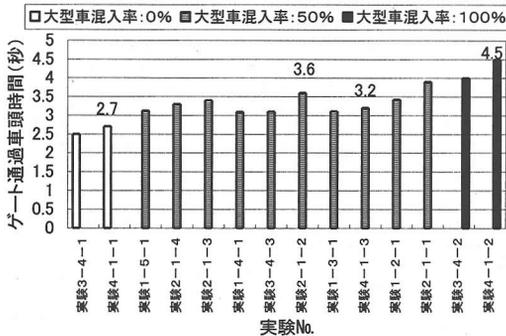
(1) 「無人非制御方式」における大型車混入率とゲートの通過速度、車頭時間の関係

実験 1、実験 2 の結果および実験 3、実験 4 のうち実験条件 (車線幅員 3.0m) が同じ実験の結果を比較することにより、「無人非制御方式」において大型車混入率が料金所ゲートでの車両の通行速度および車頭時間に及ぼす影響について検討する。図一15 (a) および (b) は、大型車混入率 0% の場合の 2 実験 (実験 3-4-1, 4-1-1)、50% の場合の 10 実験 (実験 1-2-1, 1-3-1, 1-4-1, 1-5-1, 3-4-3, 2-1-1, 2-1-2, 2-1-3, 2-1-4, 4-1-3) および同 100% の場合の 2 実験 (実験 3-4-2, 4-1-2) について、それぞれゲート通過速度およびゲート通過車頭時間を対比した結果である。なお、各大型車混入率においては通過速度の大きい順に整理した。

同図から、大型車混入率を変化させた実験 3 および実験 4 では、大型車混入率の増加に従って通過速度が低下し、他方車頭時間は増加する傾向にある。また、大型車混入率が 50% の場合、通過速度が 70~30km/h に対し



(a) 大型車混入率とゲート通過速度の関係



(b) 大型車混入率とゲート通過車頭時間の関係

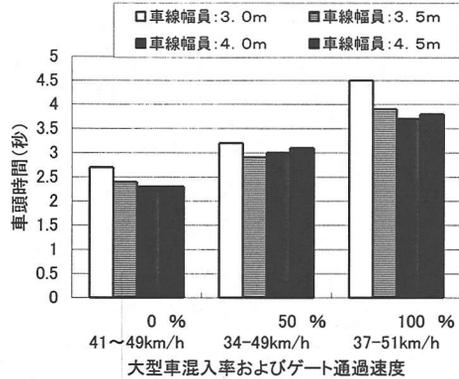
図一15 大型車混入率と車両のゲート通過特性

て、車頭時間は3.1~3.9秒の範囲にあり、通過速度の変動の度合いと比較して車頭時間のそれは小さいが、通過速度の増加に従って車頭時間が低減する傾向にある。

(2) 「無人非制御方式」における大型車混入率と車線幅員、ゲートの通過速度、車頭時間の関係

図一16は実験4について大型車混入率毎に車線幅員をパラメータとしたゲート通過車頭時間を示す。同図ではゲート通過速度を併記しているが、ゲートの車線幅員3.0~4.5mにおけるゲート通過速度および車頭時間は、大型車混入率が0%、50%および100%の場合において、それぞれ41~49km/hおよび2.7~2.3秒、34~49km/hおよび3.2~2.9秒、37~51km/hおよび4.5~3.7秒であり、大型車混入率の増加に伴うゲート通過速度の差異は小さいのに対して、車頭時間は増加する傾向がある。

なお、混在走行の実験2において、実験4での大型車混入率が50%、車線幅員が3.0~4.5mの場合の通過速度34~49km/hに対応するのは通過指定速度40km/h(実走行速度40~41km/h:図一6参照)の場合であるが、車頭時間は実験4で3.2~2.9秒、実験2で3.6~3.2



図一16 大型車混入率とゲート通過車頭時間(実験4)

表一7 ゲート通過速度、車線幅員に応じた車頭時間(実験2:大型車混入率50%)

ゲート通過速度 V (km/h)	車頭時間 (秒)			
	車線幅員			
	3.0m	3.5m	4.0m	4.5m
30~31	3.9	3.7	3.8	3.5
40~41	3.6	3.6	3.4	3.2
56~58	3.4	3.4	3.1	3.2
66~75	3.3	3.2	3.4	3.4

表一8 車頭時間の代表値の設定

区分	車頭時間の範囲 (秒)			代表車頭時間 (秒)
1	3.9	3.8	3.7	3.9
2	3.6	3.5		3.6
3	3.4	3.3		3.4
4	3.2	3.1		3.2

秒であり、実験2の方がやや大きい。

一方、大型車混入率が50%である実験2の結果(図一6および図一7参照)から、指定速度が30、40、60および80km/hに対するゲート通過速度29~33km/h、40~41km/h、56~58km/hおよび66~75km/hについて、車線幅員毎の車頭時間は表一7として整理できる。同表において、通過速度29~33km/hおよび車線幅員3.0mを基準として見ると、通過速度の増加あるいは車線幅員の増加に従って車頭時間が低減する傾向があるが、通過速度66~75km/hおよび車線幅員4.0~4.5mではやや増加に転じている。

表一7の結果に基づいて、任意のゲート通過速度および車線幅員に対する車頭時間を推算する方法について、以下のように検討した。

まず、表一7における車頭時間の分布特性を明確にするために、±0.1秒程度の精度を考慮して車頭時間の分布を集約化することとしたが、本文では表一8の区分に

従って車頭時間をグループ化し、それぞれ車頭時間の代表値を設定した。また、表一七では通過速度と車線幅員の区分は離散量であるので、車頭時間が大きい方をとるように連続的な区分とし、表一七を表一〇のように標準化した。表一〇によれば、大型車混入率50%に対して無人非制御方式でゲート一つを設定する場合に、想定する通過速度および車線幅員に応じた車頭時間を設定できる。

さらに、大型車混入率が0%あるいは100%の場合の車頭時間の標準値については、大型車混入率50%、車線幅員3.0mを代表条件として、ゲート通過速度がほぼ類似と見なした実験4-1-3 (V=34km/h) および実験2-1-2 (V=40km/h) の結果を基に、以下の手順で表一〇の車頭時間を補正することにより推算した (図一15, 図一17参照)。

① 実験4-1-3 (車頭時間3.2秒) と実験2-1-2 (同3.6秒) では車頭時間に差異があるので、大きい方の車頭時間3.6秒を基準とし、実験4で大型車混入率が0%および100%の結果に対する補正係数として1.125 (=3.6秒/3.2秒) を算出。

② 算出した補正係数により車線幅員3.0mで大型車混入率0%および100%の場合の実験4-1-1 (車頭時間2.7秒) および実験4-1-2 (同4.5秒) の車頭時間を補正し、それぞれ3.04秒 (=2.7×1.125) および5.06秒 (=4.5×1.125) として車頭時間を算出。

③ 大型車混入率50%の車頭時間に対する大型車混入率0%および100%の車頭時間の比率として、それぞれ0.844 (=3.04秒/3.6秒) および1.406 (=5.06秒/3.6秒) を算出。

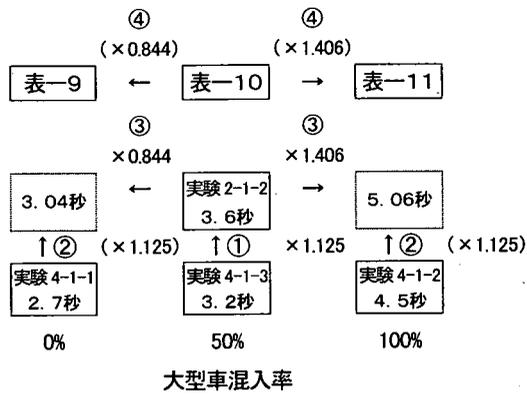
④ 表一八におけるゲート通過速度およびゲート車線幅員の区分とこれらの区分間の車頭時間の分布特性は、大型車混入率50%の場合以外でも類似と見なし、表一〇の車頭時間に③の比率を掛けることにより、大型車混入率が0%および100%における車頭時間を、それぞれ表一九および表一一を推算。

以上のように設定した表一九～表一一を基本とすることにより、大型車混入率に応じて車頭時間を比例配分すると、無人非制御方式において大型車混入率が0～100%、車線幅員が3.0～4.5m、ゲート通過速度が30～75km/hの条件に対する車頭時間を算定できる。

(3) 「有人制御方式」、「無人制御方式」および「無人非制御方式」の処理能力の関係

本文では大型車混入率が0%、50%および100%の場合を例として、ゲートの制御方式別の処理能力を比較する。

まず、有人制御方式における車頭時間であるが、停止時間を12秒に設定した実験1および16秒に設定した実



図一17 表一〇から表一九、表一一の推算手順

表一〇 車頭時間の推定値 (大型車混入率0%)

ゲート通過速度V (km/h)	ゲート車線幅員B(m:上段)/車頭時間(秒:下段)		備考
30 ≤ V < 40	3.0 ≤ B < 4.5		太枠部分での速度Vの範囲
	3.3	B=4.5 3.0	
40 ≤ V < 55	3.0 ≤ B < 4.0	4.0 ≤ B < 4.5	B=4.5 2.7
	3.0	2.9	
55 ≤ V < 65	3.0 ≤ B < 4.0	4.0 ≤ B ≤ 4.5	55 ≤ V < 60 2.7
	2.9	2.7	
65 ≤ V ≤ 75	3.0 ≤ B < 3.5	B=3.5	60 ≤ V ≤ 75 2.9
	2.9	2.7	

表一〇 車頭時間の推定値 (大型車混入率50%)

ゲート通過速度V (km/h)	ゲート車線幅員B(m:上段)/車頭時間(秒:下段)		備考
30 ≤ V < 40	3.0 ≤ B < 4.5		太枠部分での速度Vの範囲
	3.9	B=4.5 3.6	
40 ≤ V < 55	3.0 ≤ B < 4.0	4.0 ≤ B < 4.5	B=4.5 3.2
	3.6	3.4	
55 ≤ V < 65	3.0 ≤ B < 4.0	4.0 ≤ B ≤ 4.5	55 ≤ V < 60 3.2
	3.4	3.2	
65 ≤ V ≤ 75	3.0 ≤ B < 3.5	B=3.5	60 ≤ V ≤ 75 3.4
	3.4	3.2	

表一一 車頭時間の推定値 (大型車混入率100%)

ゲート通過速度V (km/h)	ゲート車線幅員B(m:上段)/車頭時間(秒:下段)		備考
30 ≤ V < 40	3.0 ≤ B < 4.5		太枠部分での速度Vの範囲
	5.5	B=4.5 5.1	
40 ≤ V < 55	3.0 ≤ B < 4.0	4.0 ≤ B < 4.5	B=4.5 4.5
	5.1	4.8	
55 ≤ V < 65	3.0 ≤ B < 4.0	4.0 ≤ B ≤ 4.5	55 ≤ V < 60 4.5
	4.8	4.5	
65 ≤ V ≤ 75	3.0 ≤ B < 3.5	B=3.5	60 ≤ V ≤ 75 4.8
	4.8	4.5	

表一 12 有人制御方式におけるサービス時間（停止時間）に対するゲート通過車頭時間

サービス時間 (停止時間)	ゲート通過車頭時間(秒)		
	大型車混入率		
	0%	50%	100%
12秒	(15.9)	17.9	(20.2)
14秒	(17.4)	(19.5)	(22.0)
16秒	18.8	21.1	23.8

():外挿値

験3の結果に基づいて、実道でのトールゲートの設計で原則とされているサービス時間（=停止時間）が14秒の場合も対象として、大型車混入率に応じたゲート通過車頭時間を表一12のように整理した。つまり、実測値の得られていないサービス時間12秒における大型車混入率が0%および100%の車頭時間は、サービス時間が16秒の場合の大小比率を適用して、大型車混入率50%の実測値（17.9秒：図一5（a）参照）から外挿して算出した。また、サービス時間14秒についての実測値はないが、サービス時間12秒および16秒の結果から比例配分して算出した。その結果、サービス時間14秒の場合のゲート通過車頭時間は、大型車混入率が0%、50%および100%に対して、それぞれ17.4秒、19.5秒および22.0秒となる。

次に、無人制御方式ではゲート通過速度が30km/hより小さいが、大型車混入率間の車頭時間の大小関係が表一9～11における通過速度30km/hおよび車線幅員3.0mの場合と同様と見なして、指定速度10km/hおよび20km/hで大型車混入率50%の場合の車頭時間（それぞれ5.6秒および4.0秒：図一10（b）参照）を、大型車混入率50%の結果に対する0%および100%の場合の比率（前述、それぞれ0.844および1.406）で補正した。その結果、大型車混入率が0%および100%のそれぞれについて、ゲートの通過速度が12～15km/hおよび22～23km/hに対する車頭時間は、それぞれ4.7秒および3.4秒、7.9秒および5.6秒となる。

以上の算定結果を表一13に示す。同表において、有人制御方式および無人制御方式の車頭時間は車線幅員に拘わらず表中の数値となるが、無人非制御方式の車頭時間は想定するゲート通過速度およびゲートの車線幅員により変化する。従って、ここでは表一9～11に基づいて、V=40km/hおよびB=3.0mの場合、つまり、大型車混入率が0%、50%および100%に対する車頭時間としてそれぞれ3.0秒、3.6秒および5.1秒を例示している。なお、同表では有人制御方式において12秒、14秒および16秒のサービス時間毎の車頭時間を併記し、これらに対する無人制御方式あるいは無人非制御方式の車頭時間の比率の逆数を処理能力の倍率として対比した。

表一 13 制御方式別のゲートの処理能力の比較例

大型車混入率 (%)	車頭時間(秒) (×有人方式に対する処理能力の倍率)				
	有人制御方式		無人制御方式		
	上段:サービス時間12秒	中段:サービス時間14秒	無人制御方式(表9～11より)		
	下段:サービス時間16秒		12～15km/h	22～23km/h	B=3.0m V=40km/h
0	15.9 (×1.0) 17.4 (×1.0) 18.8 (×1.0)	4.7 (×3.4) (×3.7) (×4.0)	3.4 (×4.7) (×5.1) (×5.5)	3.0 (×5.3) (×5.8) (×6.3)	
50	17.9 (×1.0) 19.5 (×1.0) 21.1 (×1.0)	5.6 (×3.2) (×3.5) (×3.8)	4.0 (×4.5) (×4.9) (×5.3)	3.6 (×5.0) (×5.4) (×5.9)	
100	20.2 (×1.0) 22.0 (×1.0) 23.8 (×1.0)	7.9 (×2.6) (×2.8) (×3.0)	5.6 (×3.6) (×3.9) (×4.3)	5.1 (×4.0) (×4.3) (×4.7)	

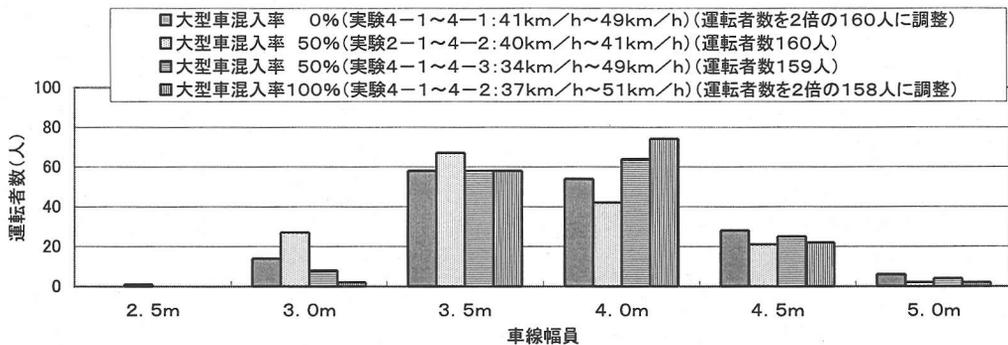
(4) ゲートの車線幅員に対する運転者の意識

実験4の混在走行では車線幅員3.0～4.5mにおけるゲートへの進入速度が34～49km/hの範囲にある。また、実験2の混在走行では車線幅員が3.0～4.5mにおけるゲート通過時の指定速度が40km/hの場合、実走行速度が40～41km/hの範囲にある。従って、これらの2実験がほぼ類似のゲート通過速度であることから、両実験の結果からゲートの車線幅員に対する運転者の意識を比較した。

まず、図一8（a）～（d）において指定速度40km/hの場合の実験2-1-2、実験2-2-2、実験2-3-3および実験2-4-2の結果を図一13と同様な方法で総括的に整理し、図一13の実験4の結果と合わせて、車線幅員毎の運転者の総数として整理することにより、図一18において大型車混入率50%の場合の結果として集約できる。また、同図には大型車混入率が50%以外の場合、つまり普通車走行および大型車走行についても、図一14の実験4の結果において運転者数を混在走行の160人に合わせるように調整した結果を併記した。

図一18の結果によれば、大型車混入率が50%でゲート進入速度が34～49km/h程度の場合、実験2と実験4の運転者の総数319人において、車線幅員を「適度」とする運転者数の割合は、車線幅員3.0mで11%、同3.5mで39%、同4.0mで33%、同4.5mで14%、その他3%であり、運転者の約4割は車線幅員3.5mを、また約3割は4.0mを適度とし、約3/4の運転者が3.5～4.0mを適度と認識している。

また、大型車混入率の影響について見ると、大型車混入率が0～50%ではほぼ類似の傾向を示すのに対して、同100%での運転者数の割合は3.5mで37%であるのに対して、4.0mでは47%であり約半数の運転者が4.0m



図一 8 大型車混入率別のゲート車線幅員に対する運転者の意識

を適度としているが、3.5~4.0mでは約85%の運転者が適度と認識している。

5. 結論

本研究の結果から、本線を走行速度80km/hで走行する車両が料金所広場に進入して料金所ゲートを通行する場合、有人制御方式、無人制御方式および無人非制御方式の3種の通行制御方式について、主として一つのゲートを通行する車両の走行特性は以下のようにまとめることができる。

- 1) 無人制御方式において、走行車両のゲート通過速度が12~23km/hにおける車頭時間は通過速度が大きいほど小さくなる。また、大型車混入率が0%、50%および100%の場合、車頭時間はそれぞれ5.3~2.7秒、5.6~4.0秒および6.2~5.2秒であり、大型車混入率が増加するのに従って車頭時間が増加する。
- 2) 無人非制御方式において、走行車両の大型車混入率が0%、50%および100%の場合、ゲート車線幅員が3.0~4.5mにおけるゲート通過速度および車頭時間はそれぞれ41~49km/hおよび2.7~2.3秒、34~49km/hおよび3.6~2.9秒、37~51km/hおよび4.5~3.7秒であり、大型車混入率の増加に伴うゲート通過速度の差異は小さいのに対して、車頭時間は増加する傾向がある。
- 3) ゲート進入時の車線幅に対する運転者の意識は、ゲートの通過速度が34~51km/hの場合、大型車混入率が0%および50%ではほぼ類似の傾向を示し、車線幅員の3.5mを適度とする運転者の割合が大きく、車線幅員の3.5~4.0mを適度とする運転者は約3/4である。一方、大型車混入率が100%では車線幅員の4.0mを適度とする運転者の割合が大きくなるが、車線幅員3.5~4.0mを適度とする運転者は約85%である。
- 4) 有人制御方式の場合、サービス時間12秒、14秒お

よび16秒に対する車頭時間は表一12のように推定できる。

- 5) 有人制御方式に対する無人制御方式の処理能力の倍率は大型車混入率の増加により低下するが、大型車混入率が0~100%の範囲において、サービス時間が14秒の場合、ゲートの通過速度が12~15km/hおよび22~23km/hのそれぞれに対して、2.8~3.7倍および3.9~5.1倍となる。
- 6) 無人非制御方式によるゲート1箇所当たりの車頭時間は大型車混入率の増加に伴って低下するが、大型車混入率が0%、50%および100%の場合、ゲート通過速度が30~75km/h、ゲートの車線幅員が3.0~4.5mに対して、それぞれ表一9、表一10および表一11により推定できる。これによると、有人制御方式に対する無人非制御方式の処理能力の倍率は、サービス時間14秒、ゲート車線幅員3.0mの場合、大型車混入率0~100%の範囲において、4.3~5.8倍となる。
- 7) 無人制御方式に対する無人非制御方式の処理能力は、サービス時間が14秒、ゲート車線幅員3.0mの場合、大型車混入率0~100%の範囲において、無人制御方式のゲート通過速度が12~15km/hおよび22~23km/hに対して、それぞれ1.55~1.57倍および1.10~1.13倍となる。

6. おわりに

本研究では、模擬料金所における走行実験により、料金所ゲートでの処理能力について、有人制御方式ではサービス時間および大型車混入率を考慮した車頭時間を、また無人制御方式では徐行速度および大型車混入率を考慮した車頭時間を明らかにするとともに、無人非制御方式ではゲート車線幅員、ゲート通過速度および大型車混入率を考慮した車頭時間の算定法を提案した。また、これらの結果に基づいて、有人制御方式に対する無人制御

方式および無人非制御方式の処理能力の倍率を明らかにした。

本研究は自動料金収受システムが実道で導入される場合、第一段階として考えられる単一ゲートの運用を対象としたが、今後は次の段階として考えられる複数ゲートの運用について車両の通行特性を明らかにするとともに、処理能力を定量的に評価することが課題として考えられる。

参考文献

- 1) 村越英之, 浜名通夫, 宮本一正: ノンストップ料金収受システムの開発, 三菱重工技報, Vol.34, No.6, pp.410-413, 1997.11.
- 2) Iwata, T. and Karino, Y.: Development of the Communication System for the ETC System of Japan, CD-ROM Subject: Electronic Toll Collection, Third Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, Orlando, 1996.10.
- 3) Togawa, N., Okudaira, K., Usami, J. and Yamamura, Y.: Examination of Traffic Management in the ETC System, CD-ROM Subject: Electronic Toll Collection, Fourth Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, Berlin, 1997.10.
- 4) Sakakibara, K. and Tokida, K.: An Experimental Study on Electronic Toll Collection System, CD-ROM Subject: Electronic Toll Collection, Fourth Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, Berlin, 1997.10.
- 5) 池野秀一, 榎原和成, 常田賢一: 自動料金収受システムの開発, 土木技術資料, 第40巻, 第1号, pp.20-25, 1998.1.
- 6) 常田賢一, 池野秀一: 無人非制御方式による料金所ゲートでの車両の走行特性に関する実験, 土木技術資料, 第42巻, 第2号, pp.62-67, 2000.2.
- 7) 日本道路公団: 設計要領 第四集, 1987.4.
- 8) (社) 日本道路協会: 料金徴収施設設置基準 (案)・同解説, 1999.9.

(2000.12.22受付)。

AN EXPERIMENTAL STUDY ON TRAFFIC CAPACITY FOR THREE TYPES OF TOLL GATE CONTROL SYSTEM

Ken-ichi TOKIDA, Syuichi IKENO and Kazunari SAKAKIBARA

Track driving tests for toll gate models have been conducted to investigate the traffic capacities for three types of toll gate control system i.e., a manned control system, an unmanned control system and an unmanned non-control system.

The difference of traffic capacities between three types of toll gates is clarified and a method to estimate the traffic capacity of an unmanned non-control system is proposed for the design of toll gates.