

高速追従時の車種配列と カップリングについて

A study on the characteristics of drivers' preferences for the type of proceeding cars and the combinations of the type of following cars on expressways

橋本 尚哲・田中 聖人・森 康男

By Hisaaki HASHIMOTO Seijin TANAKA Yasuo MORI

Car-following is often seen on expressways as traffic volume increases. It was assumed that there are psychological preferences of following drivers when they choose their preceding cars. Some observations and hearing studies were done on the expressways around Osaka in order to analyze the characteristics of drivers' preferences and the combinations of the type of following cars.

Having supplement these findings by some analyses of the accident data on the expressways, a way of usage of traffic lanes was tentatively proposed for the safer operations of expressway traffic.

1. はじめに

高速道路は自動車の高速交通の用に供する道路であり、政治上、経済上、文化上の重要な地域を連絡する道路として建設され、その役割を果たしてきたが、現在、名神、東名等の高速道路では、交通量の増加により高速度での追従走行が頻繁に行なわれ、また時間帯によっては渋滞が発生し、機能の低下が目立っている。安全性に関しては、供用当初に比べ事故率、事故件数ともに減少し、昭和57年からは

横ばい状態になっており、事故自体の発生率は一般道路に比べて小さいが、交通量の増大にともなって追突事故の多発が大きな問題となっている。このように、高速性、快適性、安全性を3本柱とした高速道路の社会機能は低下の傾向にあり、これらの改善対策が重要な問題となっている。

改善対策として、一つに道路構造の大幅な改変や新規高速道路の建設などのハードな対策と、二つに片側3車線以上の道路構造における車線運用といったソフトな対策とが考えられる。前者の対策として名神、東名高速道路の拡幅工事が行われており、将来的には、さらに高規格の高速道路が計画され、将来主要な高速道路は多車線化する傾向にある。その結果、車線利用方式の検討が今後必要になってくると考えられる。

ところで、後述のヒヤリング調査でドライバーの74.2%が追従走行よりも単独走行を好むとしており、ドライバーにとって追従走行は好まれる走行状態ではないが、交通量の増加によって追従走行を強い

キーワード：高速追従走行，車種配列，好感度，
運転不快度，カップリング

* 学生員 大阪大学大学院 工学部土木工学科
(〒565 吹田市山田丘 2-1)

** 正会員 工博 大阪大学講師 工学部土木工学科
(〒565 吹田市山田丘 2-1)

***正会員 工博 大阪大学教授 工学部土木工学科
(〒565 吹田市山田丘 2-1)

れることが多くなるといえる。今後、追従走行の快適性、安全性を高める方策が求められることになり、追従問題の新たな展開が必要といえる。その一つとして、どの車に追従したがるかというカップリングの問題がある。ドライバーが高速走行での追従時に、どの車に追従するかを決める時、前車の速度と車種を考慮することになるが、特に、安定した追従を行う場合には、前車の車種が強く意識されると考えられる。

本研究では、ドライバーの持っている前車車種に対する好みが見れている追従走行をカップリングの成立した追従走行と呼び、このようなドライバーの車種に対する好みに注目し、追従走行時のドライバーの運転行動と心理を解明していく。そのため、追従時において前車の車種選択が比較的自由にできる状況下で、ドライバーがどのような前車車種選好を持っているのかを明らかにする。この前車車種選好傾向を明らかにするために、ドライバーの持っている車種に対するイメージからの好感度、そして車間距離と関係づけた運転の不快適さの分析を行った。また、交通量の多い高速道路の快適性、安全性を高めるための車種混合のあり方、車線の使い分けについての考察を行った。

2. 研究の方法

(1) 車種分類

日本道路公団大阪管理局の事故処理票をもとに、後方からの大きさ、ドライバーの視点高さを考えて以下のような5車種に分類した。大型貨物後部箱型、大型貨物後部平型を大型貨物（5t以上）、普通貨物後部箱型、普通貨物後部平型を普通貨物（3t～5t）とし、この2車種に大型バスを加えて大型車種とした。さらに小型貨物後部箱型、小型貨物後部平型を小型貨物（1t～3t）とし、ONEBOX（ワンボックスタイプのバン、ワゴン）、普通乗車（普通乗用車タイプのバン、ワゴンを含む）、軽乗用車（軽貨物を含む）と分類した。

(2) 実験調査

本研究で着目しているドライバーの車種に対する好みと、カップリングの成立した追従走行の存在を明らかにするために、現象面（追従流中の車種配列）と心理面（ドライバーの前車に対する好みと運転不

快度）からのアプローチを試みた。

a) オーバーブリッジからのビデオ撮影

比較的交通量の少ない中国自動車道（2車線区間1地点、3車線区間1地点）と、交通量の多い名神高速道路1地点の合計3地点で交通流の観測を行った。道路線形の影響をできるだけ排除できる地点を選定した。撮影は10時30分から16時30分の6時間行った。

解析用データとして、交通量が少なく、よりドライバーが好みを発揮できるような時間帯である12時55分から13時15分の20分間を抽出した。そして、画面上に図-1のように、40mの間隔の2本線I、IIを引き、最初の線Iに車両前部のバンパーが到着した時間A、車両の後部バンパーがIを通過する時間B、そして、前部バンパーが線IIに到着した時間Cを1/100秒のタイマーで読み取り、CとAからその車両の速度を計算し前車のBとその車のAを引き、速度をかけて、その車と前の車との車間距離を計算した。

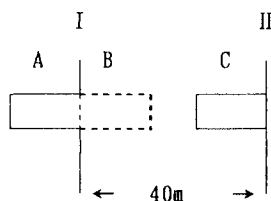


図-1 ビデオ解析方法

b) ドライバーの心理に関する調査

b-1) サービスエリアにおけるヒヤリング調査

名神高速道路の吹田サービスエリアにおいて、調査を実施した。

普通乗用車ドライバー97名、大型貨物ドライバー51名、小型貨物ドライバー43名、他11名の計202名のヒヤリングデータを得た。主たるヒヤリング内容は、ドライバーが日頃様々な車種に対して抱いているイメージからの車種に対する好みと、高速追従走行中の運転不快感であった。車種の好みについては、ドライバーの視点からみた前車後部を5車種（大型貨物車、小型貨物車、ONEBOX、普通乗用車、軽乗用車）について撮影した写真を被験者に提示し、順位法¹⁾による好みの解析を行った。運転不快感は普通乗用

車と大型貨物車の2車種について20m、30m、40mの3種類の車間距離から撮影した写真を用いて、「このような追従をしたい」から「このような追従はしたくない」までの5段階カテゴリでの評価を実施し、系列範疇法¹⁾による不快感の解析を行なった。
b-2) ビデオ実験

次に、再現性の高いビデオ映像を用いて、高速追従走行時の運転不快感が、前車の車種や車間距離によって、どのように変化するのかを明らかにする実験を行った。中国自動車道において、追従ドライバーの視点から見た前車の走行映像を5車種(大型貨物車、小型貨物車、ONEBOX、普通乗用車、軽乗用車)、5種類の車間距離(20m、30m、40m、50m、60m)について作成した。この25種類の映像をランダムに被験者に提示し、ヒヤリングで用いたのと同じ「このような追従をしたい」から「このような追従はしたくない」までの5段階カテゴリでの評価を実施し、系列範疇法での解析を行なった。

3. 車種配列

ドライバーの前車車種に対する好みの有無を現象面からみるために、中国自動車道、名神高速道路での観測結果から、車種配列になんらかの偏りがみられるかどうかの解析を行なった。

追従走行車列での車種配列を考える場合、まず、どの程度の車間距離での追従車を対象とするかを決めなければならない。そこで、中島ら²⁾の研究における60~70mの車間距離で前車の影響を受け始めるという成果を参考にして、ドライバーの車種に対する好みに着目している本研究では、50mの車間距離を区切りとし、これより短い車間距離での追従車列を対象として車種配列をみることにした。

高速道路上3地点において、25種類の車種組合せのうち、普通乗用車と大型車類に着目し、その組合せが追従流中で発生する割合について、実測値と理論値の比較を示したのが図-2である。理論値は前車と後車が独立であるという考えのもと確率的に計算した値である。 χ^2 検定を行なうと中国自動車道2車線区間では偏りがあるといえる結果となった。同一車種同志の組合せは実測値の方が大きく、異車種間の組合せは実測値の方が小さいということから、同一車種同志の組合せは発生頻度が高く、異車種間

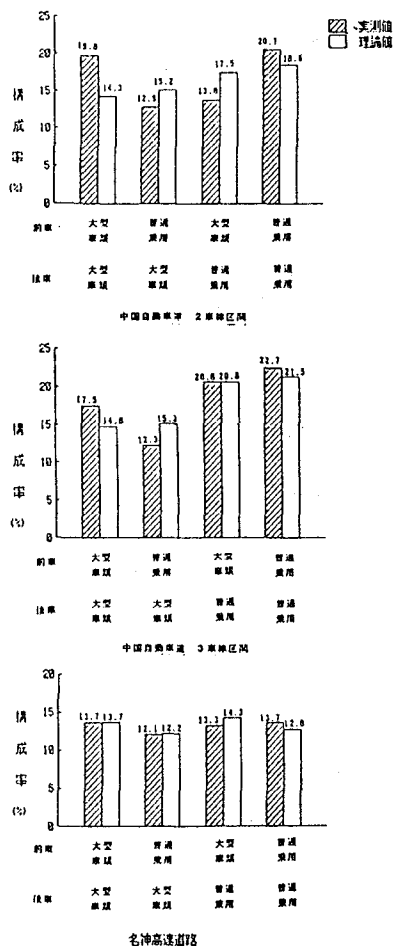


図-2 車種配列の実測値と理論値

の組合せは発生頻度が低いという偏りが明らかになった。他の2地点については、車種配列の偏りが生じていなかった。それは、名神高速道路は交通量が多いため、車線変更や追越しの自由度が低く前車の自由な選択が困難であり、一方中国自動車道3車線区間では交通量が少ないためにこれらの自由度が増し、前車を選択した追従状態を行う必要性が低いことによるものと考察される。

4. ドライバーの心理

ヒヤリング調査での「前車の車種によって追従するしないという気持ちが起きますか。」という設問では、70%のドライバーがそういう気持ちが起こ

ると答えている。このようにドライバーが持っていると考えられる車種に対する好みや、前車の車種と車間距離を変化させたときの運転不快度を明らかにする。

(1) 好感度

大型貨物車、小型貨物車、ONEBOX、普通乗用車、軽乗用車の5種類の車種について後方から撮影した写真を被験者に提示しながら、「この5車種の中で、追従する場合追従してもよいと思う順に順位を付けてください。」という形式の調査を実施した。その調査結果をもとに順位法を用いて解析した結果を示したのが図-3である。ただし、大型車種ドライバーに関しては順位付けが二つに分かれたため順位法による解析は行っていない。

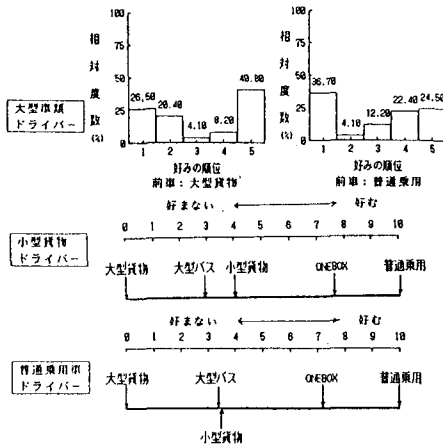


図-3 追従ドライバーの前車好感度

図から分かるように、ドライバーは、似た大きさの車を好み、異なった大きさの車を嫌う傾向がある。この結果は後に示す車間距離20mでの運転不快度(図-5参照)の順位においてもみられる。また、最も好む車種と最も嫌う車種との尺度値である加重平均の差は、普通乗用車ドライバーの方が小型貨物車ドライバーよりも大きく、好む好まないの度合は普通乗用車ドライバーの方が強いといえる。またヒヤリングでの「追従したくない車種とその理由」という設問で、嫌いな車種を大型貨物車としたドライバーの81%が、「前方が見えないから」という理由を選んでいる。このことから、ドライバーの好き嫌いには、前方の視界の善し悪しを決める車体の大きさが強く関係しているといえる。

(2) 運転不快度

車間距離20、30、40mの時の大型貨物車と普通乗用車の後方からの写真を提示し、「このような追従をしたい」から「このような追従はしたくない」までの5段階カテゴリーによる評価を実施した。系列範疇法を用いて解析した結果を縦軸に運転不快度(追従したいしたくないという感覚の度合を表わす)、横軸に車間距離をとり表わしたのが図-4である。

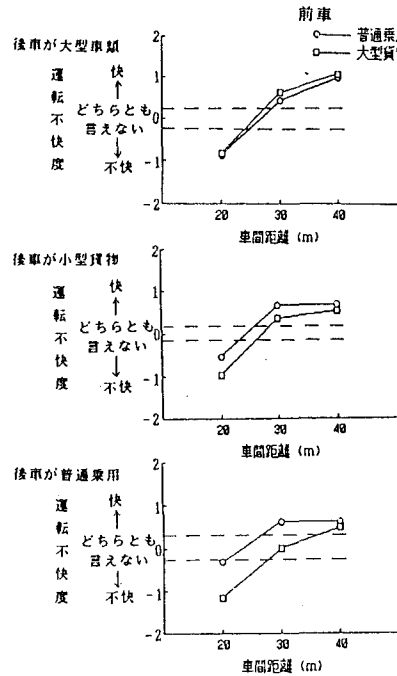


図-4 ヒヤリング調査での追従ドライバーの前車に対する不快度

これから、車間距離が長くなるにつれて不快度は弱まっていき、30m以上になると追従することが不快ではなくなる。前車車種による不快度の差も、好みの傾向と同様に車体の小さい車を運転するドライバーほどはっきりとした差がみられるが、車間距離が長くなるにつれてその差は縮まる傾向にある。

学生(普通乗用車ドライバー)を対象としたビデオ実験の結果も同様の形式で図-5に示した。これを見ると不快度は車間距離が長くなるにつれて弱くなり、50mでは大型貨物車以外は「どちらとも言えない」という領域内に入る。また前車の車種による不快度の差も縮まる傾向にある。ヒヤリングの場合と比較して、ビデオの方が不快の方へシフトしているが、全体的な傾向は似たものとなっている。

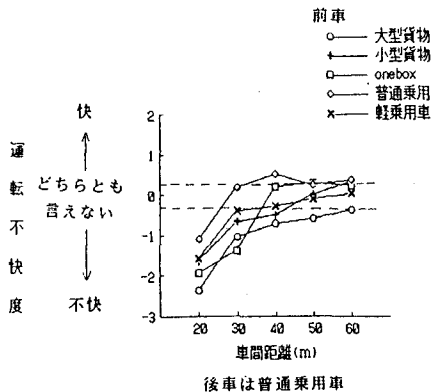


図-5 ビデオ実験での
追従ドライバーの前車に対する不快度

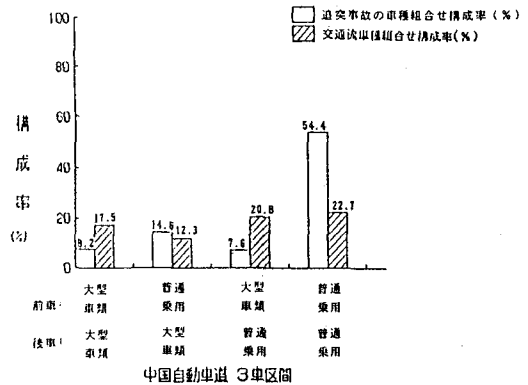


図-6 追突事故発生の際の難易

5. 追突事故の車種組合せ

前章では追従走行時の快適性に焦点をあてたが、ここでは、追従走行時の事故危険性について検討する。日本道路公団大阪管理局の事故処理票から、昭和62年、63年、平成元年の3年間に中国自動車道吹田I.Cから佐用I.Cまでの区間で発生した追突事故を抽出した。

昼間の非渋滞時の本線内追突事故を対象に、車種組合せ構成率を示したのが表-1である。

表-1 車種組合せ別追突事故件数と構成率

前車	上段：車種組合せ別追突事故件数 下段：車種組合せ別追突事故構成率(%)					
	大型車種	小型貨物	one box	普通乗用	軽乗用	計
大型車種	51 19.4	3 1.1	3 1.1	46 17.5	10 3.8	113 43.0
小型貨物	2 0.8	0 0.0	0 0.0	7 2.7	1 0.4	10 3.8
one box	4 1.5	1 0.4	1 0.4	2 0.8	0 0.0	8 3.0
普通乗用	20 7.8	4 1.5	3 1.1	96 38.5	3 1.1	126 47.9
軽乗用	0 0.0	0 0.0	1 0.4	5 1.9	0 0.0	6 2.3
計	77 29.3	8 3.0	8 3.0	156 59.3	14 5.3	263 100

これをみると特に普通乗用車同志の追突事故の全体に占める割合が高い。しかし、いずれの車種組合せにおいて追突事故が起こりやすいかは分からないので、次にこのことをみることにする。

中国自動車道3車線区間における、追突事故と追従流の車種配列について、普通乗用車と大型車種の車種組合せの構成率を対比したのが図-6である。大型車種同志の事故構成率は8.2%で、追従流中の構

成率17.5%と比べて小さく、事故は発生しにくいといえる。普通乗用車同志の事故構成率は54.4%と、追従流構成率22.7%に比べて大きくなっており乗用車同志は追突事故が発生しやすい組合せとなっている。

6. 車線運用の提案と課題

追従走行時の車種組合せを現象面と心理面から分析した。得られた結果をまとめると以下のようになる。

①普通乗用車と大型車種に着目して高速追従走行時の車種配列を分析したところ、中国自動車道2車線区間において車種配列に偏りがみられ、同一車種同志の組合せの発生頻度は高く、異車種間での組合せの発生頻度は低くなっている。

②追従走行において70%近いドライバーが車種によって追従するかしんないかの判断を下している。前車に対する好みの特徴は、同一車種を好み自分と大きさの異なる車種を嫌っており、車体の小さな車を運転するドライバーほどこの傾向が強くなる。大型車種のドライバーは、同一車種を好むものと異車種を好むものの二つに分かれる。

③運転不快度に関するヒヤリング調査によれば、車間距離が長くなるにつれて不快度は弱まっていき、30m以上になると追従することが不快ではなくなる。前車車種による不快度の差も、好みの傾向と同様に車体の小さい車を運転するドライバーほどはっきり

とした差がみられるが、車間距離が長くなるにつれてその差は減少する。ビデオ実験によれば、ビデオの結果の方がヒヤリングの結果より不快の方へシフトしており、50m以上にならないと「どちらも言えない」という領域に入ってこない結果となっているが、両結果は比較的似た結果となっている。

以上のことより、追従走行において、ドライバーはカップリングを志向する性質を持っているといえる。このことより、車種によって車線を使い分けるやり方の方が、混合利用よりも優れているといえる。

次に、安全性について考える。

多車線高速道路での事故の特徴を見ると

①追突事故と追従流における車種組合せ構成率を対比した結果、大型車同志は追突事故が発生しにくく、普通乗用車同志は発生しやすいといえる。

このことより、車種による車線の使い分けは、普通乗用車同志の追突事故を助長させることになると一見みえる。しかし、普通乗用車だけの流れにした場合には、大型車の混合した流れと比較して、道路線形や構造の影響の少ないスムーズな流れが形成され、追突事故の誘因である速度低下の発生が減少すると予想され、安全性向上につながるものと推察される。

さらに、図-7の中国自動車道における車線利用率をみると、現状でも中国自動車道2車線区間では、大型車類は走行車線を、普通乗用車は追越車線を走行するという傾向がみられ、中国自動車道3車線区間では、大型車類は第2走行車線を、普通乗用車は追越車線を他の車線に比べてよく利用する傾向がみられることから、将来この傾向を強める車線の使い分けは、ドライバーに受け入れられやすいものと考えられる。

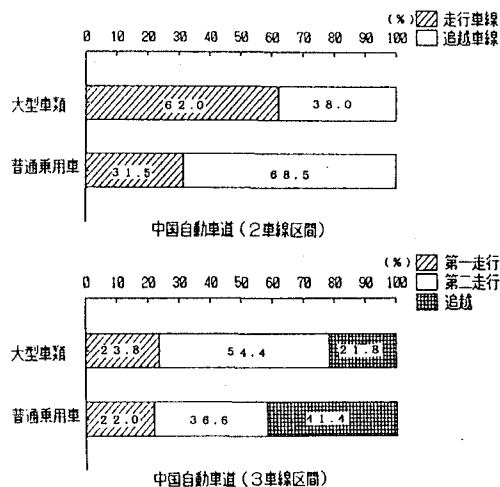


図-7 車種別車線利用率

以上、車種による車線の使い分けの合理性について考察したが、安全性に関しては推察の域を脱していない。今後は、車線の使い分けが追突事故の発生頻度にどのように影響するかを明らかにすることが、車線運用の是非を判断する上での重要な課題と言える。

最後に、データの提供ならびに調査の便宜をおはかりいただきました日本道路公団大阪管理局交通技術課の方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 武藤真介：計量心理学，朝倉書店，1982。
- 2) 中島源雄：交通安全の研究，九州大学出版会，1987。