

路肩幅員の縮小による原動機付自転車走行リスクへの影響分析*

Effects of Road Shoulder Narrowing on Risk of Motorcycles *

稲垣具志**・日野泰雄***・内田敬****・吉田長裕*****

By Tomoyuki Inagaki**・Yasuo Hino***・Takashi Uchida****・Nagahiro Yoshida*****

1. はじめに

わが国は先進国の中でも二輪車の保有率が高く、二輪車の混在する独特な混合交通を形成している。そのため、二輪車交通事故件数は全事故件数の約3割を占めており、二輪車を対象とした効果的な交通安全対策が求められている。二輪車の走行は不安定で、車線構成、幅員などの道路運用による影響を受けやすい。車線内の走行位置が変化するだけでも、周囲の交通に影響を及ぼし、特にすり抜けや追い越し、あるいは交差点や施設出入口付近における右左折直事故に二輪車が関与することが多い。そのため、二輪車の交通安全対策を検討するためには、このような二輪車特有の走行挙動を評価する必要がある。

既往研究においては、二輪車と同様に運動自由度が高い自転車に関するものが多く、鈴木ら¹⁾が、アンケート調査とドライビングシミュレータの利用により、自転車の車道走行の安全性について検討を行っており、また、歩道上での混合交通について、山中ら²⁾が路外におけるリスク感知実験によりニアミスモデルを構築し、サービス水準を評価する方法を提案し、押川ら³⁾は歩行者と自転車、自転車と自転車の錯綜現象にTTC指標を用いた分析を試みるなど、自転車を中心としたコンフリクトとそのリスクに関する研究がなされている。

一方、原動機付自転車(以後、「原付」と呼ぶ)を含む二輪車の走行挙動と道路や交通条件の関連を分析した研究は少なく、たとえば、小川ら⁴⁾による、幹線道路の路肩幅員と二輪車の走行特性(自動車との並走など)との関連分析など、その走行挙動の分析のみで終始しているものが中心である。これに対して稲垣ら⁵⁾は、路肩走行を含めた原付を中心とした二輪車の走行挙動分析を基に、その

走行リスクを定量化するポテンシャルモデルを構築・提案している。

本稿では、そのポテンシャルモデルを用いて、幅員の変化による原付走行挙動への影響を分析し、「路肩幅員の縮小」による走行挙動改善とリスク低減を試みることを目的とした。そのため、ポテンシャルモデルの基本的な考え方と、これに基づいてリスク評価をするために導入した指標値について概説した上で、「原付が他車両に追い越される現象」と「原付が左折車の後方を追従する現象」を対象に、実交通流からの走行軌跡を分析し、路肩幅員の変化によるリスクについて考察した。

2. ポテンシャルモデル

(1) 危険度ポテンシャル

二輪車、特に原付運転者は、走行中に周囲(障害物、走行車両など)から様々な影響を受けるため、これらの空間的抵抗を定量化する必要がある。この空間的抵抗は、各影響因子の(空間的)周辺に存在し、運転者はこれらの影響因子に近づくほど強い抵抗を感じる。そのため、本稿では、これを「危険度ポテンシャル」(以後「ポテンシャル」と呼ぶ)として定義することにした(図-1)。

例えば、図-1で示した d 軸断面内でのポテンシャル曲線は、図-2のグラフの第1象限に示すような形状として与えられ、他の断面内でも同様な曲線を描くことができるものとする。ポテンシャルのモデル式は、式(1)のような指数関数形として同定される⁶⁾。なお、この式は路上駐車車両を回避する挙動データに基づいて定式化したものである。

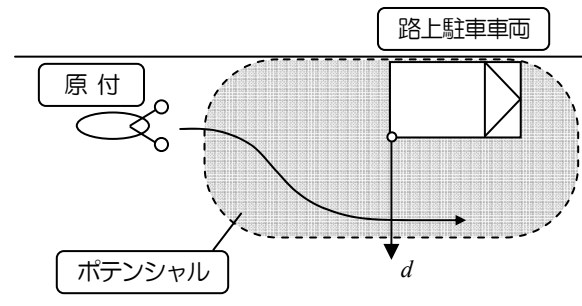


図-1 路上駐車車両からのポテンシャルの例

*Keywords : 交通流, 交通安全, 交通管理, 原動機付自転車

**学生員, 修(工), 大阪市立大学大学院工学研究科

〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138

大阪市立大学大学院工学研究科都市基盤計画分野

TEL : 06-6605-2731 FAX : 06-6605-3077

***正会員, 工博, 大阪市立大学大学院工学研究科

****正会員, 博(工), 大阪市立大学大学院工学研究科

*****正会員, 博(工), 大阪市立大学大学院工学研究科

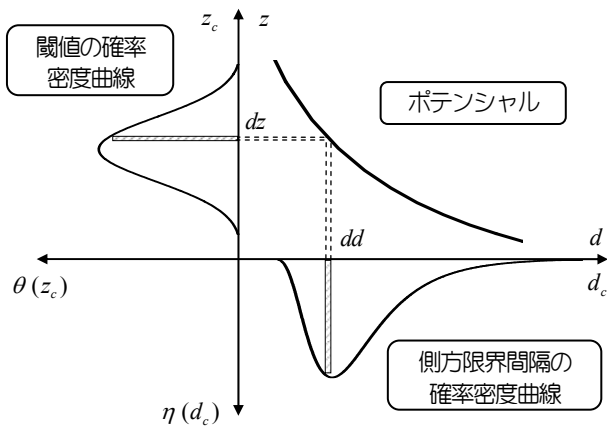


図-2 ポテンシャル閾値と側方限界間隔との関係

また、本稿では、パラメータ値を同定した際に推定された値を用いて、 $a = 50.0$ 、 $p = 0.37$ 、 $q = 0.07$ とした。

$$z = a \exp[-pd + q] \quad (1)$$

ただし、 z : ポテンシャル値、 d : 側方間隔
 a 、 p 、 q : モデルパラメータ

(2) ポテンシャル許容閾値と側方限界間隔

原付運転者が影響因子によって形成されるポテンシャルに対して、走行時に受け入れることのできる限界値（「ポテンシャル許容閾値 z_c 」）を、原付の車両属性や運転者属性などに依存して決定される確率変数として定義した(図-2のグラフの第2象限)。この閾値を用いることにより、図-2に示すように、ポテンシャルを介して、路上駐車車両等の障害物に対して空間的に受け入れることのできる側方限界間隔の分布 $\eta(d_c)$ を得ることができると考えられる。この側方限界間隔 d_c によって、通過時の側方間隔のみならず、個人のリスクテイキングの違いを分析結果に反映させることが可能になると考えられる。ちなみに、閾値の分布は観測不可能であるが、他の車両との間隔は速度に影響されることから、閾値の分布 $\theta(z_c)$ には、原付の速度 v の分布 $\varphi(v)$ を代用することとした。

3. 路肩幅員の縮小による影響分析

(1) 分析対象の概要

ここでは、二輪車のすり抜け防止を目的に、2006年に実施された路肩縮小区間(国道2号兵庫県内2カ所)を対象に、単路部では「原付が他車両に追い越される現象」、交差点流入部では「原付が左折車の後方を追従する現象」をそれぞれ取り上げ、対策実施前後のリスクを分析した。

(2) 原付が追い越される現象〔単路部〕

a) 対象地点と調査の概要

原付は周囲の走行車両に比べて走行速度が低く、車幅

が小さいことから、同一車線内で追い越される現象が多く見受けられる。特に片側1車線道路においては、追い越し車両は対向車との接近を意識し、原付との側方間隔を十分に保たないまま追い越すものと推察される。ここでは、原付が追い越される際のリスクについて分析する。対象地点と調査の概要は以下の通りである。

調査地点：神戸市垂水区国道2号

マリンピア神戸前交差点西 (写真-1)

〔路肩幅員：2.0m (対策前), 0.8m (対策後)〕

調査日時：

【事前】2006年2月14日(火)

10:00～12:00, 12:30～14:30, 15:00～17:00

(計6時間)

【事後】2007年1月25日(木)

09:30～18:00 (計8.5時間)

b) リスク指標

空間的なリスクの評価にあたっては、追い越し時の側方間隔に対する原付運転者の余裕度(の小ささ)として表現することが考えられる。そこで、先述の側方限界間隔 d_c に着目し、側方間隔 d から側方限界間隔 d_c を引いた ($d - d_c$) をその指標として用いることとした。側方限界間隔 d_c は、閾値の分布に速度の分布を代用することで、図-2のようにポテンシャルを介して求められる。これにより、ポテンシャルを受容するという観点での原付運転者の属性(つまりリスク受容許容値)を考慮に入れることができる。



a) 対策前



b) 対策後

写真-1 マリンピア神戸前交差点西(神戸市垂水区)

c) 空間的なリスクへの影響

側方間隔 d の分布をみると、全体的に路肩の狭い方がより側方間隔の狭い状態で追い越されていることが分かる(図-3)。また、側方間隔と側方限界間隔の差 ($d - d_c$) の分布では、路肩が狭い場合に半数が ($d - d_c$) が負値をとっている(図-4)。これは、原付の運転者の受け入れられる側方間隔よりも狭い状態で追い越しをされているこ

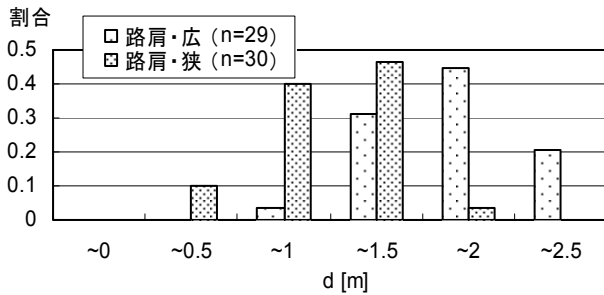


図-3 側方間隔 d の分布

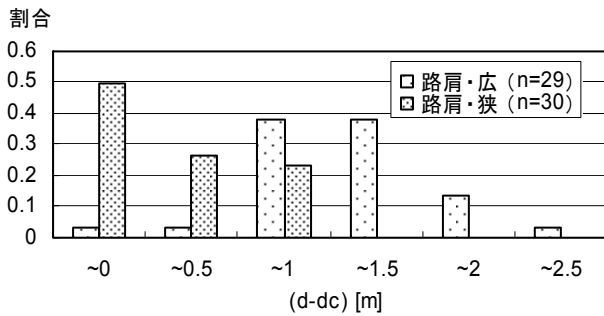


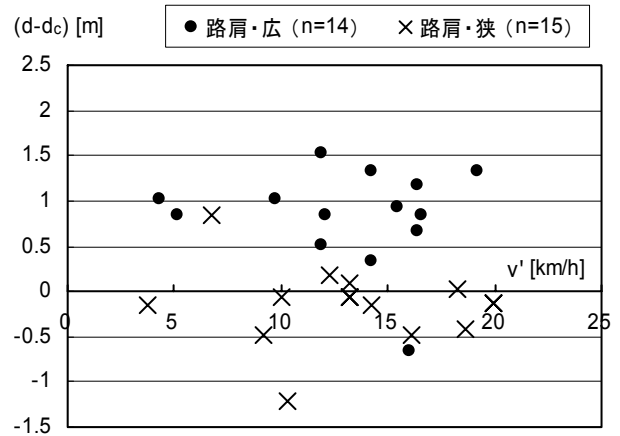
図-4 側方間隔と側方限界間隔の差(d-dc)の分布

とを示しており、原付運転者に対するポテンシャル値が閾値を超えた危険な状態と言える。

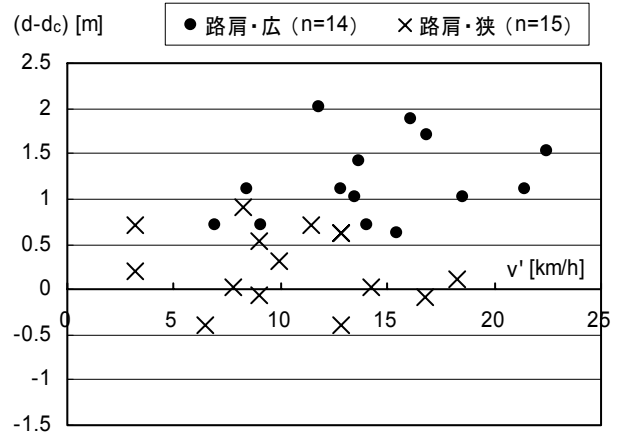
d) 相対速度を考慮に入れたリスクの考察

ここでは空間的なリスクに加えて、相対速度（[追い越し車両速度]－[原付速度]）を新たな指標として追加し、3次元的（空間軸と速度軸とリスク軸）なリスク評価を試みる。空間軸においては側方間隔と側方限界間隔との差（ $d-d_c$ ）が小さくなるほど、速度軸では相対速度 v' が大きくなるほど、リスクが増大すると考える。すなわち、**図-5**において、グラフの右下側にプロットされるほどリスクは高く、その逆（グラフの左上側）はリスクが低くなる。ただし、相対速度が同じであっても、原付速度によって原付運転者の感知するリスクの程度が変化することを考慮し、あらかじめサンプルを原付が高速の場合（**図-5a**）と低速の場合（**図-5b**）とに分類した。分類の際の基準値は事前事後それぞれの速度分布におけるメディアンとした（事前 38.6 [km/h]、事後 35.4 [km/h]）。

相対速度を事前事後で比較すると、高速原付においては全体的に範囲が低速側へシフトしており、追い越し時の速度抑制の面において安全性が向上したと言える。一方、空間軸については先述の通り、事後の方が高リスク側にあり、その傾向は低速原付に顕著である。 $(d-d_c) < 0$ のサンプル数をもても、低速側の方がその割合が大きく、その中には相対速度が高いものも存在する。すなわち、低速原付に対しては、路肩縮小により、たとえ相対速度が低くなったとしても、被追い越し時の側方からのリスクが増加していることが分かる。



a) 低速度原付



b) 高速原付

図-5 相対速度 v' と $(d-d_c)$ との関係

e) 対策評価

当該区間では、路肩縮小によって生ずる余剰空間を中央線付近ゼブラの設置に利用している（**写真-1**）ため、車道全体の幅員は変化しておらず、すり抜け行動は抑制されるものの、リスクの高い追い越しが誘発されているものと思われる。つまり、原付の運転者の道路利用に対する安心度の水準が低下している可能性がある。したがって、片側1車線かつ車道全体の幅員が広い場合には、例えば歩道の拡幅等によって車両通行帯の幅員を抑えるといった対策を併せて導入する必要があるといえる。

また、**図-5a**にも示されるように、特に低速原付に対しては $(d-d_c)$ が小さく、運転者の限界間隔を超えた追い越し現象が生じているが、それらの原付と追い越し車の速度を $v' \geq 15$ [km/h] と $v' \leq 10$ [km/h] で比較すると、原付は 29.3 [km/h]、31.9 [km/h]、追い越し車は 47.5 [km/h]、39.5 [km/h] と、主に追い越し車の速度が高くなることで相対速度が高められており、リスクがより増大していることが分かる。したがって、このようなリスクを低減するためには、追い越し車の速度抑制策が必要とも考えられる。

(3) 左折車に原付が追従する現象〔交差点部〕

a) 現象着目の必要性

原付の関連する事故の多くは交差点で発生しており、その典型的な類型は、直進原付と対向右折車の事故（右折直進）及び、直進原付と左折車の事故（左折直進）である。これらは、渋滞時の原付のすり抜け挙動が大きな事故要因として考えられるため、すり抜けや並走状況を抑制するために交差点流入部の路肩縮小対策が実施されている。しかし、路肩縮小によって左折車による車線内道路横断方向の空間占有率が高まり、右折車側からの後続原付の認知に影響が生じることも懸念される。また、萩田ら⁷⁾は右折直進事故の原因を探るために右折車の直進二輪車に対するギャップの利用特性について考察をしているが、ギャップ利用と二輪車の視認性は二輪車が車線内のどの位置を走行するか依存すると考えられるため、路肩幅員の相違による原付の左折車追い越し挙動の変化を考察することは、効果的な安全対策を検討する上で重要である。ここでは、左折車に原付が追従する現象を取り上げ、原付走行挙動を説明する挙動要因としての走行リスクを検討する。

b) 対象地点と調査の概要

対象地点と調査の概要は以下の通りである。

調査地点：尼崎市国道2号

十間交差点東向き流入路（片側3車線）
〔路肩幅員：1.5m（対策前）、0.5m（対策後）〕
〔第一通行帯幅員：3.0m（対策前後とも）〕

調査日時：

【事前】2006年2月14日（火）

10:00～12:00, 12:30～14:30, 15:00～17:00（計6時間）

【事後】2007年1月25日（木）

09:30～18:00（計8.5時間）

c) 左折車交差点進入時の原付の相対位置

左折車に対する原付走行挙動を空間的に捉えるために、左折車後端の停止線通過時の原付の位置を、左折車右後端の原点とした相対座標として図-6に示した（事後のサ

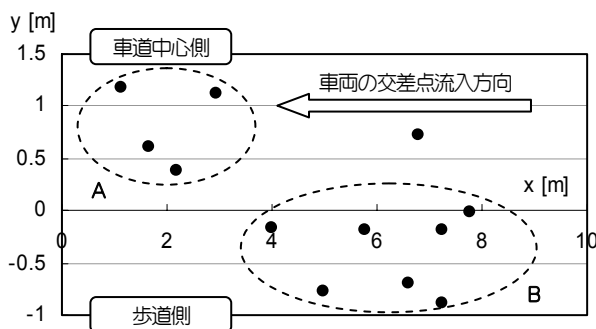


図-6 左折車交差点進入時の原付の相対座標
（事後・原点は左折車右後端）

ンプルのみ）。原付挙動には、左折車追い越しのために車道中心側へ進路変更しているもの（A）と、左折車後方で追従挙動を示しているもの（B）との2種類のパターンがあることが分かる。

d) リスク指標を取り入れた考え方

原付は周囲の走行車両に比べて走行速度が低く、停止線近傍において車線を変更することにはある程度の抵抗感があると推察されるため、左折車後方より接近する原付は、左折車の追い越しに十分な側方間隔が車線内に残されているか否かによって走行挙動を選択する（図-6のAあるいはB）ものと考えられる。本稿では、側方限界間隔 d_c を用いたリスク指標を導入することで、走行挙動の選択決定要因とそのプロセスの解明を試みるべく、原付の相対位置に基づいた走行リスクを順次算出中であり、その事前事後比較の考察は指標の考え方に関する具体的内容と併せて講演時に発表する予定である。

【謝辞】

本研究は、交通科学研究会（事務局：兵庫県警察本部交通部交通企画課、代表者：日野泰雄）の活動の一環として実施したものである。研究会メンバーをはじめ、関係者各位には多大なるご協力を頂いた。記して感謝の意を表したい。

【参考文献】

- 1) 鈴木美緒, 屋井鉄雄: 幅員と分離方法に着目した自転車の車道上走行空間の安全性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, (CD-ROM)4pp., 2006.
- 2) 山中英生, 半田佳孝, 宮城祐貴: ニアミス指標による自転車歩行者混合交通の評価法とサービスレベルの提案, 土木学会論文集, No.730, IV-59, pp.27-37, 2003.
- 3) 押川智亮, 小川圭一: 自転車の錯綜現象に対する交通コンフリクト指標の適用可能性に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.29, (CD-ROM)4pp., 2004.
- 4) 小川圭一, 小山翔太, 遠山大樹: 幹線道路における自動二輪車の路肩走行挙動と路肩幅員との関連分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, (CD-ROM)4pp., 2006.
- 5) 稲垣具志, 内田敬, 日野泰雄, 吉田長裕: 原動機付自転車の走行挙動を表現するポテンシャルモデルの概念構築, 土木計画学研究・論文集, No.22, pp.831-838, 2005.
- 6) 稲垣具志, 内田敬, 日野泰雄, 吉田長裕: 原動機付自転車の走行挙動表現のためのポテンシャルモデル—路上駐車車両回避挙動の記述とモデル推定—, 土木計画学研究・論文集, No.24, 6pp., 2007. (掲載予定)
- 7) 萩田賢司, 松浦常夫, 西田泰: 直進二輪車に対向する右折車運転者の認知判断及びギャップ利用特性, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.917-922, 1997.