

自転車追い越し時の自動車走行速度に対向車および自転車までの距離が及ぼす影響

福岡大学工学部社会デザイン工学科 辰巳 浩, 吉城 秀治, 堤 香代子, 吉川 雄氣

1. はじめに

2012年11月の「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」の制定及び2013年12月の道路交通法の改正により近年、自転車走行環境は車道を基本として整備が行われており、中でも、空間的な制約もあって自転車道ではなく自転車専用通行帯(以下、自転車レーン)が設けられる場合が多くなっている¹⁾。通常、自転車走行速度よりも自動車走行速度の方が高いため、このような両交通が同一空間上を走行する道路環境では、自動車が自転車を追い越す挙動が頻繁に発生する。そのため、両交通が混在する道路空間の安全性を検討する上で追い越し挙動は重要な挙動の一つといえ、学術的にも自転車レーン上の自転車を追い越す自動車の挙動に着目した研究がなされてきた。例えば、近年では辰巳らによって交通状況の違いによる追い越し挙動への影響が明らかにされており、特に対向車の交通量による影響が大きいことが示されている²⁾。

その一方、この既存研究では対向車による影響については大まかな交通量の違いによる影響しか着目されておらず、具体的な対向車の接近状況による挙動への影響については明らかにされていない。そこで本研究では、**対向車の接近状況が自動車の追い越し速度に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。**

2. 実験概要

本研究では、自転車への追い越し挙動に影響を及ぼすものと考えられる要因として、「車道幅員」「対向車の走行速度(その道路の規制速度)」「自転車の走行位置」を取り上げた。これらの3要因を表1に示すように実験計画の4直交表を用いて4パターン(片側1車線、車道幅員2.75m、路肩幅員0.60m)の一部区間をベースとして走行空間を構築した。構築した4パターンの道路を図1~図4に示す。道路の作成およびドライビングシミュレーターにはFORUM8社製のUC-win/Road ver.13を用いている。なお、追い越しに関わる分析を行うため、十分な直線区間を有する仮想的自動車走行環境を構築している。

そして、様々なパターンでの追い越し挙動に関するデータを確保するため、被験者の車と同方向に15km/hで走行する自転車を計10台、100m間隔で配置した(分析に用いるのは最初の1台目を除いた9台分)。そして、対向車についてはランダムで発生させ、およそ0.1秒毎に被験者の運転する自動車走行速度、自転車までの距離、対向車までの距離等に関するログデータを収集している。図5に走行環境の概要を示す。

以上の前提のもと、運転免許を所有している福岡大学の学生30人(男性22人、女性8人)を対象にドライビングシミュレーターで4パターンの道路をランダムで走行させ、追い越し挙動に関するデータを得た。

表1 実験パターンの概要

パターン	車道幅員	対向車速度(規制速度)	自転車の走行位置
1	2.75m	40km/h(30km/h)	路肩内
2	2.75m	50km/h(40km/h)	路肩外
3	3.0m	40km/h(30km/h)	路肩外
4	3.0m	50km/h(40km/h)	路肩内

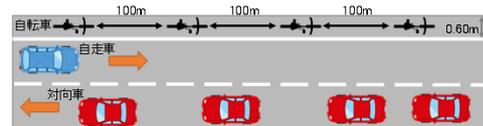


図5 走行環境の概要

3. ドライビングシミュレーターの再現性

まず、本実験で使用するドライビングシミュレーターの再現性を検証するため、本実験で再現対象とした荒江七隈線において追い越し挙動に関わる実走実験を行った結果と比較する。パターン1は実走行環境と同様の幅員構成としており、路肩内を走行する自転車を追い越す自動車の走行速度および離隔距離を現地にて計測した。図6に追い越し時の平均走行速度、図7に追い越し時の平均離隔距離を示す。図より、自動車走行速度については走行速度に大きな差はみられず、統計的な有意差は示されていない。よって、走行速度は再現されているといえる。

一方、離隔距離については大きく異なっており、仮想空間の方がより近い位置を走行していることが示されており、統計的な有意差も示されている。これはシミュレーターは幅員間隔がつかみにくいという傾向が見られる。

これ以降は、パターン1に関して分析を進めた結果を示すが、特に離隔距離については実際よりもさらに近い距離を走行している結果になっていることに留意する必要がある。

表2 再現性の検証に用いたパターン

パターン	車道幅員	対向車速度(規制速度)	自転車の走行位置
1	2.75m	40km/h(30km/h)	路肩(0.60m)内

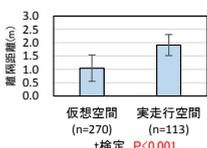
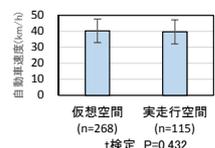


図6 追い越し時の平均走行速度 図7 追い越し時の平均離隔距離

4. 分析結果

(1) 自転車までの距離と自動車走行速度の関係

図8にパターン1の計270回(30人×9台)分の自転車までの距離と自動車の速度の平均値および標準偏差を算出した(今回の実験では100mの等間隔で自転車を配置しているため、横軸には自転車までの距離と自転車を追い越してからの距離を併記している)。図より、自転車との距離が65m手前で標準偏差が最も小さくなっており、60m手前で最高速度に達してから35~40m程度先で再加速を終え最高速度に達しているといえる。

そして、特に自転車との距離が10m手前付近で標準偏差が最も大きくなっていることがみてとれるが、対向車の状況に応じて加速しながら追い越す、あるいは対向車を待ってから追い越すなど、様々な追い越しパターンが存在するため、標準偏差が大きくなっているものと考えられる。

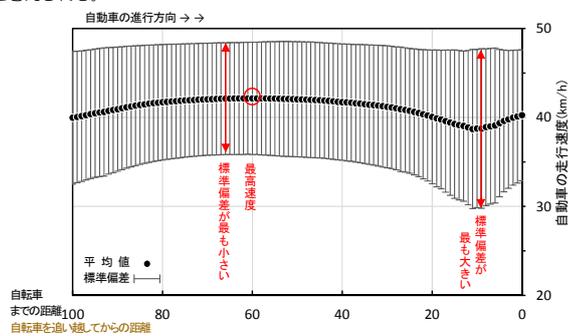


図8 自転車までの距離と自動車走行速度の関係

(2) 追い越しパターンの傾向

続いて本節では、自動車の様々な追い越しパターンを概観するため、追い越し挙動の実験映像を一台目見て確認した。主に、速度メーターの変化やブレーキランプの点灯等に注目してその挙動を分類した結果、「等速で追い越し」が最も多くみられており、次いで「対向車の通過を待ってから追い越し」や「減速しながら追い越し」がみられた(図9)。そして、割合は高くはないものの「加速しながら追い越し」も1割程度みられており、対向車までの距離如何では、ドライバーは必ずしも等速や減速、停止してから追い抜くとは限らないことが示されている。

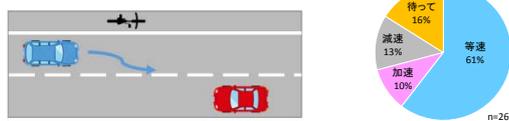


図9 追い越し時の概要と追い越し時の自動車の速度パターン

(3) 自転車および対向車までの距離と加減速の関係

前節からドライバーの追い越し挙動には対向車の接近状況が大きく関わり、加減速挙動に影響を及ぼす可能性が示されている。本節では、この自転車や対向車までの距離と加減速の関係について分析を進めることとし、そのためにまず各自動車の加減速について定義した。具体的には、多くのドライバーが自転車を追い越したのち最高速度に達している(「自転車を追い越してから40m先)次の自転車から60m手前の速度」を基準の加減速率を以下の式により算出した。

$$a_x = (V_x - V_{60}) / V_{60}$$

a_x : 次に追い越す自転車から X m 地点での加減速率(%)
 V_x : 次に追い越す自転車から X m 地点での走行速度(km/h)
 V_{60} : 次に追い越す自転車から 60 m 地点での走行速度(km/h)

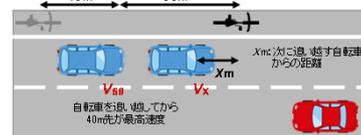


図10 加減速率の定義の概要

あわせて、被験者の自動車に最も接近している対向車までの距離についても整理し、各自動車について自転車までの距離別にその地点での加減速率および対向車までの距離に関する情報が得られている。そして対向車、自転車までの距離別に加減速率を算出した結果を表3に示す。まず標準偏差に着目すると、「対向車までの距離が50~26m」で「自転車までの距離が10~6m」のときに標準偏差が25%と最も高くなっていることがわかる。自転車との距離が10m手前付近で標準偏差が高いことは図8でも示されていたが、加えて対向車まであと50~26mにまで接近しているときにドライバーの判断が最も分かれるといえる。そして同じく「対向車までの距離が50~26m」のときの「自転車までの距離が5~1m」の平均値をみてみると加減速率が正の値になっていることがわかる。対向車までの距離があと50~26mと接近しているものの自転車までの距離があと5~1mと僅かである場合にのみ、多くのドライバーは加速しながら自転車を追い越していくことが示されている。

表3 対向車および自転車までの距離と加減速率の関係

上段 平均値	対向車までの距離				合計	
	100~76m	75~51m	50~26m	25~1m		
下段 標準偏差	-4.1%	-5.4%	-6.7%	-7.3%	-5.3%	
自転車までの距離	30~26m	7.6%	10.9%	9.8%	10.3%	9.8%
	25~21m	-6.3%	-5.2%	-11.1%	-11.6%	-7.9%
	20~16m	14.2%	8.0%	14.2%	15.3%	12.9%
	15~11m	-6.5%	-11.3%	-9.8%	-18.4%	-11.0%
	10~6m	14.5%	19.1%	14.3%	16.5%	16.4%
5~1m	-6.9%	-9.5%	-15.2%	-14.2%	-11.6%	
	14.2%	21.6%	16.7%	18.0%	17.8%	
	-6.0%	-7.3%	-14.8%	-15.1%	-10.5%	
	14.9%	19.1%	25.0%	19.1%	19.4%	
	-2.7%	-4.0%	1.2%	-10.9%	-4.0%	
	15.5%	11.1%	19.0%	15.0%	14.8%	
合計	-5.5%	-6.7%	-10.6%	-14.2%	-8.7%	
	13.9%	15.0%	17.2%	17.5%	16.1%	

4. まとめ

本研究では対向車および自転車までの距離に着目し、これらが自動車の追い越し速度に及ぼす影響を明らかにしてきた。その結果、次のことが明らかとなった。

- 自転車までの距離10m手前付近で、対向車の状況に応じて走行挙動が変化することが多い。
- 自転車までの距離10m手前付近で、かつ対向車まであと50~26mまで接近している時に、ドライバーの判断が最も分かれる。

本研究では表1で示した実験パターン1について分析を進めたものであり、他のパターンについても分析を進め、幅員構成や自転車の走行位置の違いによる影響も加味した分析を行う必要がある。その上で、比較検討を行い、自転車走行空間の安全性を検証することで、整備すべき道路の判断に繋がるであろう。

参考文献

- 国土交通省: 自転車の活用の推進に関する現状の取り組みについて。 <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/bicycle-up/01pdf/05.pdf>
- 辰巳 他: 車道走行する自転車が自動車の走行挙動に及ぼす影響に関する研究, 第38回交通工学研究発表会論文集, 2018.



図11 自動車が加速あるいは減速する距離帯



図12 自動車が加速する距離帯