

F-2 自転車と歩行者に対する左折車のギャップアクセプタンス挙動の分析 Analysis of the Gap Acceptance Behavior of the Left-turn Vehicles for Bicycles and Pedestrians

指導教授 下川 澄雄 森田 緯之

8801 川口 真穂

1. はじめに

わが国では歩行者との交錯が生じる場合の左折専用車線の交通容量は式(1)¹⁾によって算出される。

$$c_L = s_L \times \frac{G_p}{C} \times f_L + s_L \times \frac{G - G_p}{C} \quad (1)$$

ここで c_L ：左折専用車線の交通容量(台/時)， s_L ：左折専用車線の飽和交通流率(台/青1時間)， G_p ：歩行者青信号表示時間(秒)， f_L ：歩行者の間隙を利用して左折できる確率(以下、「左折車の通過確率」という)， G ：有効青時間(秒)， C ：サイクル長(秒)

このうち、左折車の通過確率 f_L の規定値は、横断歩道長、サイクル長、歩行者交通量の別にシミュレーションによって設定された値であり、2002年以降現在も同じ値が用いられている。これに加えて、式(2)は横断歩道内を歩行者と自転車が混在する状態を表現しており、自転車が車道上を走行する状態を想定していない。

そこで本研究では、模擬的に製作した交差点での実験データをもとに左折車の通過確率を算出し、規定値の根拠となっている星埜ら²⁾による値との比較評価を行うことを目的とする。

2. 実験概要

左折車の通過確率の算出に必要とする自転車・歩行者のギャップアクセプタンス挙動を明らかにするため、自転車・自動車並びに歩行者・自動車の実験(以下、それぞれ「自転車実験」、「歩行者実験」という)を日本大学理工学部船橋キャンパス内で行った。

自転車実験は、2019年6月2日に実施した。手順は自転車12台と自動車3台を交差点の停止線に待機させ、合図が出たら自転車は直進走行を開始し、自動車は自転車の間隙をぬって交差点を左折する。道路構造は車線幅員3m、自転車専用通行帯の幅員を1.5mとした。

歩行者実験は、2019年7月28日に実施した。手順は歩行者が横断歩道をNear-sideから流入する場合とFar-sideから流入する場合、そして両方向から流入する場合に分けて行った。歩行者は横断歩道前に16人、自動車は停止線前に5台待機させ、合図が出たら歩行者は横断を開始し、自動車は歩行者の間隙をぬって左折する。道路構造は車線幅員3m、路肩幅員0.5m、横断歩道幅員

4mとした。

3. 左折車のギャップアクセプタンス挙動

3.1 臨界ギャップの算出

観測された利用ギャップと棄却ギャップの累加曲線の交点から臨界ギャップの値を求めた。なお、本研究ではギャップの最大値を15秒とし、それ以上のギャップは分析対象外とした。

図-1は観測された利用ギャップ及び棄却ギャップの累加曲線を示している。自転車実験の臨界ギャップは4.9秒、歩行者実験の臨界ギャップは5.0秒となった。自転車と歩行者で0.1秒の差があるが、これは自転車の速度より歩行者の速度の方が遅いこと、歩行者横断は一行でないことなどが要因として考えられる。

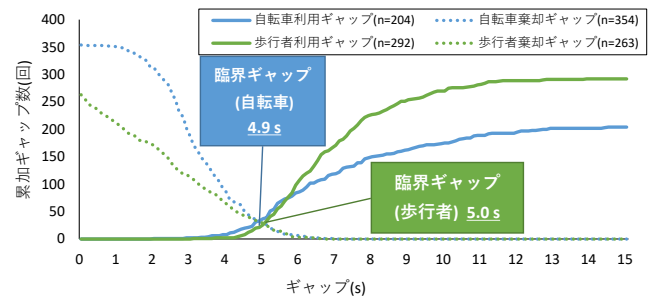


図-1 交差点での左折車の臨界ギャップ

3.2 追従ギャップの算出

追従ギャップは、一つのギャップに対して続けて2台以上通過するときの車頭時間であり、一般に観測された値の平均値を代表値として用いる。今回の実験結果では自転車実験の平均値は3.7秒、歩行者実験の平均値は3.8秒となったが、母平均の差の検定を行ったところ5%有意水準において統計的に有意な差は認められなかった。

3.3 臨界・追従ギャップの規定値との違い

現在用いられている左折車の通過確率¹⁾の算出にあたり根拠となった値は、星埜ら²⁾が示した臨界ギャップ5秒、追従ギャップ2秒である。今回の実験で得られた値と比較すると臨界ギャップは同程度であるものの、追従ギャップは1.7秒大きい。星埜ら²⁾の追従ギャップは右左折専用車線の飽和交通流率に相当する値であり、現在実現している飽和交通流率³⁾と比べて低く、歩行者

との間隙をぬって通行する追従ギャップとしては過小な値であると考えられる。

4. 左折車の通過確率の算出と規定値との比較

4. 1 自転車と歩行者に対する左折車の通過確率

自転車または歩行者交通量が v_0 のときの左折車の通過確率 f_L （自転車あるいは歩行者交通量に対して左折可能な確率）は、歩行者または自転車交通量が0のときの通過可能台数 $s(0)$ と v_0 のときの通過可能台数 $s(v_0)$ の比率と考えると式(2)によって算出できる。

$$f_L = \frac{s(v_0)}{s(0)} = \frac{t_{fh} \cdot v_0 e^{-v_0 t_{cg}/3600}}{3600(1 - e^{-v_0 t_{fh}/3600})} \quad (2)$$

ここで、 f_L ：左折車の通過確率、 v_0 ：自転車または歩行者の到着需要(台 or 人/時)、 t_{cg} ：臨界ギャップ(秒)、 t_{fh} ：追従ギャップ(秒)

表-1は本実験で得られた臨界ギャップと追従ギャップを用いて算出した自転車①と歩行者②に対する左折車の通過確率（それぞれ f_{Lb} , f_{Lp} ）、星埜ら²⁾が示した値を用いて算出した左折車の通過確率 f_L ③を示している。なお、ここでは到着需要をサイクル長120秒とし、サイクルあたりの交通量として表現している。追従ギャップから求められる左折の飽和交通流率が異なることから単純に比較することはできないが、星埜ら²⁾が示した値による規定値相当の左折車の通過確率と比べると高い値が得られた。

表-1 左折車の通過確率の算出結果

| | 自転車または歩行者交通量(往復合計)(台or人/サイクル) | | | | |
|----------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 20 | 40 | 60 |
| ①自転車実験値 (f_{Lb}) | 1.00 | 0.88 | 0.59 | 0.34 | 0.19 |
| ②歩行者実験値 (f_{Lp}) | 1.00 | 0.88 | 0.59 | 0.33 | 0.18 |
| ③星埜らによる値 (f_L) | 1.00 | 0.85 | 0.51 | 0.26 | 0.13 |

4. 2 交通容量に与える影響の感度分析

式(1)は横断歩道上を自転車や歩行者が通行する際の左折専用車線の交通容量である。これに対して、自転車が車道を走行する場合、歩行者による交通容量への影響と自転車による交通容量への影響は互いに独立であると考えられる。つまり、式(1)の第1項と第2項に自転車に対する左折車の通過確率を乗じた式(3)によって交通容量を算出することができる。ちなみに、自転車交通量が0台/時の場合、左折車の通過確率は1.0となり、左折専用車線の交通容量の一般式となる。

$$C_L = s_L \times \frac{G_p}{C} \times f_{Lp} \times f_{Lb} + s_L \times \frac{G - G_p}{C} \times f_{Lb} \quad (3)$$

ここで、 f_{Lp} ：歩行者に対する左折車の通過確率、 f_{Lb} ：自転車に対する左折車の通過確率

図-2は、式(3)の G_p を51秒、 C を120秒、 G を54秒とし

た際の左折専用車線の交通容量を歩行者および自転車交通量の別に示している。なお、飽和交通流率 s_L は追従ギャップの逆数として与えられるが、ここでは実験値を960台/時（自転車実験、歩行者実験の平均）、星埜ら²⁾による値を1,800台/時とした。表-1、式(3)からも明らかのように、交通容量は左折車線の飽和交通流率に依存する。そのため、星埜ら²⁾による交通容量に対して本実験の自転車交通量が0台/サイクルのときの交通容量は半分程度となる。また、自転車交通量が増加すると自転車に対する左折車の通過確率 f_{Lb} によって交通容量が低下し自転車交通量が20台/サイクルでは交通容量が半減することが確認された。

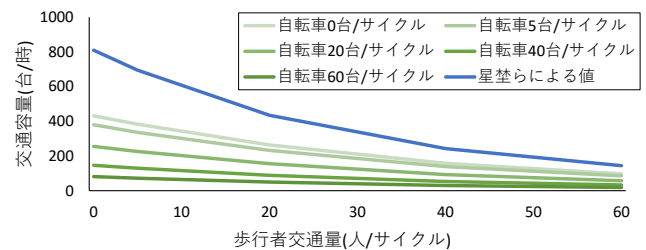


図-2 交通容量の感度分析

5. まとめ

本研究では、実験により歩行者と自転車それぞれに対する左折車のギャップアクセプタンス挙動を示すことができた。さらに、歩行者および自転車に対する左折車の通過確率 f_L を算出し、交通容量への影響を試算した。その結果、交通容量は規定値相当と比べて50%程度となり、現状の値は過大に評価している可能性があることが示された。

しかし、本研究は模擬交差点での走行実験で得られた結果にもとづくものであり、今後は実交差点での検証、さらには自転車と歩行者の位置など走行条件の違いを考慮した分析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 一般社団法人 交通工学研究会：平面交差の計画と設計 基礎編 - 計画・設計・交通信号制御の手引き, pp.140-142, 2018.
- 2) 星埜和：交差点および織り込み区間の交通容量の研究, 昭和 52 年度トヨタ財団法人研究助成研究報告書, 1978.
- 3) 三串知広, 青山恵里, 下川澄雄, 吉岡慶祐, 森田紳之：飽和交通流率の変動と占有時間・車間時間の関係に関する分析, 第 46 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2019.