

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 on the gap acceptance behavior of the left-turning vehicles for bicycles and pedestrians

○川口 真穂¹, 青山 恵里², 下川 澄雄³, 吉岡 慶祐³

*Maho Kawaguchi¹, Eri Aoyama², Sumio Shimokawa³, Keisuke Yoshioka³

In this study, we conducted experiments on the gap acceptance behavior of the left-turning vehicles for crossing pedestrians, and bicycles which cycle on the roadway in the intersection. We then determined the critical gaps and following gaps, and calculated the probability of left-turn. In addition, based on this when we calculated the capacity of the left-turn lane, we found that there is a possibility that the specified value in Japan may be overestimated.

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車線の交通容量は式(1)によって算出される.¹⁾

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

ここで c_L :左折交通容量[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+青点滅信号表示時間[秒], f_L :歩行者の間隙を利用して左折できる確率(以下、「左折車可能確率」という), G :有効青時間[秒], C :サイクル長[秒]

このうち, f_L は横断歩道長, サイクル長, 歩行者交通量の別に設定した補正率であるが, 左折車に対する横断歩行者による停止確率を種々の条件でシミュレーションした結果にもとづくものである²⁾. しかし, この補正率の中には近年増加している車道上を走行する自転車は考慮されていない.

そこで本研究では, 横断歩行者と車道を走行する自転車に対する左折自動車のギャップアクセプタンス挙動を, 模擬的に製作した交差点での実験から取得し, その結果をもとに左折車の左折確率と交通容量を算出し, 規定値との比較評価を行うことを目的とする.

2. 実験概要

自転車・自動車の実験を日本大学理工学部船橋キャンパスの9号館前通路で行った. 実験日時は2019年6月2日の13:00~16:00である. 手順として自転車12台と自動車3台を停止線前に待機させ合図が出たら自転車は車道における直進走行を開始し, 自動車は自転車の間隙をぬって左折する. 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.

次に, 歩行者・自動車の実験を日本大学理工学部船橋キャンパス社会基盤実験室前で行った. 実験日時は2019年7月28日の13:00~17:00である. 手順として

Near-side から歩行者が流入する場合と Far-side から歩行者が流入する場合, そして両方向から歩行者が流入する場合に分けて行った. 歩行者16人は横断歩道前に, 自動車5台は停止線前に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の分析

3.1 臨界ギャップの算出

臨界ギャップの値は, 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求めることができる. 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.

Figure1.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たものである. 自転車に対する臨界ギャップは約4.9秒, 歩行者に対する臨界ギャップは約5.1秒となった. 自転車と歩行者で約0.2秒の差があるが, 自転車の速度より歩行者の歩行速度の方が遅いこと, 歩行者横断は一行でないことなどから歩行者の臨界ギャップが大きくなったものと考えられる.

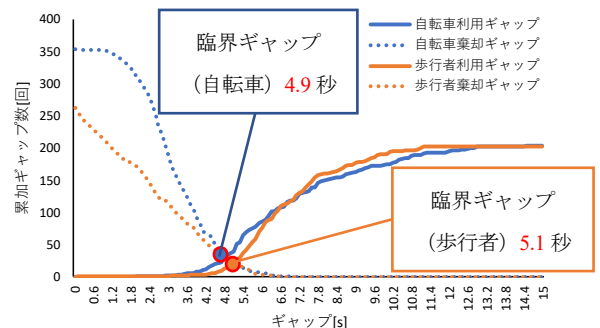


Figure 1. Relation between accept gap and reject gap

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

1: 日大理工・学部・交通, 2: 日大理工・院(後)・交通, 3: 日大理工・教員・交通

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の平均値は約 3.7 秒、歩行者の平均値は約 3.8 秒となり、自転車と歩行者で約 0.1 秒の差が生じた。これは歩行者の移動にバラツキがあり自動車運転者が判断しにくい（判断が遅れがちになる）ことが要因として考えられるが、この差は必ずしも大きいとは言えない。ちなみに、「平面交差の計画と設計」¹⁾の規定値は越らのシミュレーションにもとづくものであり、その根拠となった値は星埜らの研究²⁾において示された臨界ギャップ 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が、追従ギャップは 1.7 秒程度大きな値である。星埜ら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⁾や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と考えられる。

3. 3 左折確率の算出と規定値との比較

左折確率 f_L は、ある自転車交通量あるいは歩行者交通量に対して左折可能な確率であり、式（2）により算出される。

$$f_L = \frac{t_{fh} v_o e^{-v_o t_{cg}/3600}}{3600(1 - e^{-v_o t_{fh}/3600})} \dots (2)$$

ここで、 f_L ：左折確率、 v_o ：到着需要[bic/h]あるいは[ped/h]、 t_{cg} ：臨界ギャップ[s]、 t_{fh} ：追従ギャップ[s]

Table1.は本実験で得られた値から自転車（①）と歩行者（②）に対する左折確率 f_L を算出し、これに加えて星埜らが示した値を基に計算した左折確率 f_L （③）を示したものである。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、星埜らの左折確率と比べて高い値を示している。

Table 1. Comparison results of left-turn probability f_L

自転車・歩行者の交通流率(台/時)	0	5	20	40	60
①自転車実験値(970台/時)	1.00	0.88	0.59	0.34	0.19
②歩行者実験値(950台/時)	1.00	0.88	0.59	0.33	0.18
③星埜らによる値(1,800台/時)	1.00	0.85	0.51	0.26	0.13

※括弧内は追従ギャップから求められる左折の飽和交通流率を示す。

3. 4 交通容量の算出と規定値との比較

左折車線の交通容量を算出する。その際、本研究では左折車が左折する際に車道走行する自転車と横断歩行者の間には停車する空間がないことを想定し、式（3）を用いて算出する。また、左折車線の飽和交通流率 s_L は基本値である 1800[台/青 1 時間]、歩行者青信号表示時間+青点滅表示時間 G_P は 51[s]、サイクル長 C は 120[s]、

有効青時間 G は 54[s]を一律に用い、自転車に対する左折可能確率 f_{Lb} と歩行者に対する左折可能確率 f_{Lp} は 3.3 にもとづいた。

$$c_L = s_L \times \frac{G_P}{C} \times f_{Lb} \times f_{Lp} + s_L \times \frac{G - G_P}{C} \dots (3)$$

Figure2.は上記にもとづき算出した本実験による交通容量（①）と星埜らの値を用いた交通容量（②）を自転車交通量と歩行者交通量を横軸にとって比較したものである。

算出された交通容量は実験値に比べて星埜らの値（②）の方が大きい。例えば、歩行者交通量と歩行者交通量がそれぞれ 40[人/サイクル]において交通容量に 113[台/サイクル]の差がみられるなど、実際の交通流に対して大きな乖離が生じている可能性が示された。

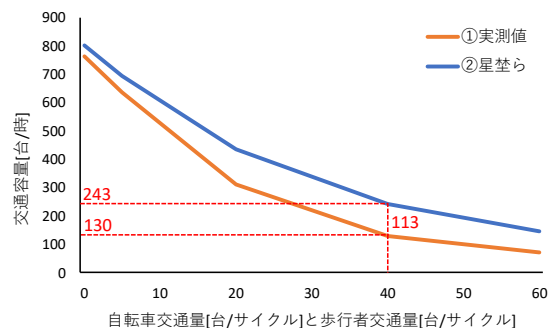


Figure 2. Comparison results of capacity

4. まとめ

本研究では、交差点を車道走行する自転車と横断歩行者に対する左折自動車のギャップアクセプタンス挙動実験を行い、左折可能確率 f_L を算出した。また、これをもとに左折専用現示のない左折専用車線の交通容量を算出したところ、自転車交通量を考慮するとわが国の規定値との間には大きな乖離が生じる可能性があることが示された。今後は自転車と歩行者の位置など走行条件の違いによる感度分析や実フィールドでの検証などを試みたい。

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 一計画・設計・交通信号制御の手引き，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，1978.11.
- [3]三串知広，青山恵里，下川澄雄，吉岡慶祐，森田緯之：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，2019.3.