

信号交差点における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 Pedestrians

指導教授 下川 澄雄 吉岡 慶祐

7007 石井 和成

1. はじめに

信号交差点において左折車が歩行者と交錯する場合、左折車は歩行者の間隙を利用して左折する。そのため、左折専用車線の交通容量は、このギャップアクセプタンス挙動に基づき求めた横断歩行者の間隙を利用して左折できる確率（以降、「左折車の通過確率」という） f_L を所与とし式(1)により算出される。

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

ここで、 c_L :左折専用車線の交通容量(台/h)、 s_L :左折車線の飽和交通流率(台/青1時間)、 f_L :左折車の通過確率、 G_P :歩行者用青時間(s)、 G :有効青時間(s)、 C :サイクル長(s)

「平面交差点の計画と設計¹⁾」では、この f_L について横断歩道長、サイクル長、歩行者交通量に応じた36通りの値が示されている。これは1978年の星埜らの研究²⁾が根拠になっている。これに対して川口ら³⁾は、模擬交差点を作製し実験を行ったところ、星埜らと比べて追従ギャップが低く見積もられ、交通容量を過大に評価している可能性があることを指摘した。しかし、川口らの値は模擬実験値であり実交差点での検証が必要である。

そこで本研究では、歩行者に対する左折車のギャップアクセプタンス挙動を実際の信号交差点において観測し、それをもとに左折車の通過確率 f_L を算出する。そして左折専用車線の交通容量を算出し、星埜らや川口らの研究結果と比較することを目的とする。

2. 調査概要

ギャップアクセプタンス挙動は、「臨界ギャップ」と「追従ギャップ」によって表現することができる。そこで、これらの値を取得するため、千葉県船橋市宮本交差点において調査を行った。交差点の形状は図-1のとおりであり、本研究では①、②の左折2方向を対象とした。調査はビデオカメラを用い2020年9月から12月の中から4日間、延べ14時間行い必要データを取得した。なお、この時の信号のサイクル長は130s、歩行者交通量は全観測時間帯平均で、①方向が75人/h、②方向

が453人/hであった。



図-1 調査地点

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・追従ギャップの算出

臨界ギャップは、車両が左折に利用した「利用ギャップ」と左折を断念した「棄却ギャップ」の累加値の交点であり、図-2のとおり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15sとし、それ以上のギャップは分析対象外とした。これによると、①方向の臨界ギャップは6.3sであり、②方向は5.4sとなった。この違いは②方向は歩行者交通量が多く、比較的短い間隙でも左折を行おうとする表れと考えられる。

一方、追従ギャップは、1つのギャップに対して2台以上通過するときの車頭時間の平均値である。今回の観測結果は①方向は3.0s、②方向は3.2sと歩行者交通量には関わらず同程度の値が得られた。

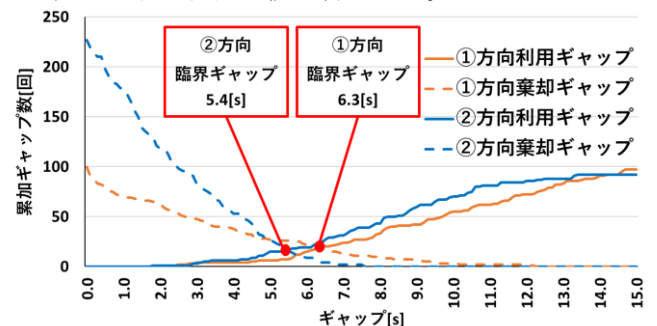


図-2 方向別臨界ギャップ

3.2 臨界ギャップ・追従ギャップの比較

表-1は3.1で得られた本研究の値(観測値)と星埜らの値(規定値)、川口らの値(実験値)とを比較したものである。まず、規定値と比較すると観測値は臨界ギャップ、追従ギャップとも大きな値となった。これは、近年の飽和交通流率の低下とその要因を見るまでもな

く、安全意識の高まりやゆとりをもったゆっくり発進といった運転行動が影響しているものと考えられる。

一方、実験値と比較すると、実験値の方が臨界ギャップは小さくなり、追従ギャップは大きくなった。実験時のビデオデータを確認すると、臨界ギャップは限られた被験者の中で実施しているため、左折可能なギャップがあればそれを逃さず積極的に左折を行っている傾向が見受けられた。また、これとは逆に追従時は反応遅れの大きなサンプルが多く含まれており、安全側の値となっていることが確認された。

表－1 臨界ギャップ・追従ギャップの比較

ギャップ	臨界ギャップ[s]	追従ギャップ[s]
観測値①方向	6.3	3.0
観測値②方向	5.4	3.2
規定値	5.0	2.0
実験値	5.0	3.8

4. 歩行者に対する左折車の通過確率 f_L の算出

4. 1 左折車の通過確率

左折車の通過確率 f_L は式(2)によって算出される。

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

ここで、 v_0 : サイクル当たりの到着需要(人/h)、 t_{cg} : 臨界ギャップ(s)、 t_{fh} : 追従ギャップ(s)

式(2)によって算出された左折車の通過確率 f_L を規定値、実験値とともに表－2に示す。なお、ここで用いたサイクル長は、調査地点に合わせ130sとしている。

左折車の通過確率は、臨界ギャップが大きくなると低くなり、追従ギャップが大きくなると高くなる。①方向が規定値・実験値よりも低いのは臨界ギャップの値が大きいためであり、②方向が規定値・実験値の間にあるのは臨界ギャップの値が①方向と比べて小さいためである。

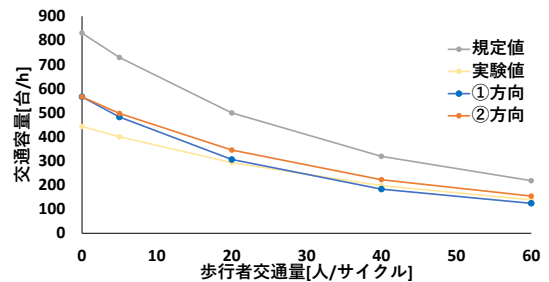
表－2 左折車の通過確率 f_L

f値	サイクル長[s]	歩行者交通量(往復合計)[人/サイクル]				
		0	5	20	40	60
観測値①方向	130	1.00	0.83	0.47	0.22	0.10
観測値②方向	130	1.00	0.86	0.55	0.30	0.16
規定値	130	1.00	0.86	0.54	0.29	0.15
実験値	130	1.00	0.89	0.61	0.36	0.21

4. 2 左折専用車線の交通容量

4. 1で得られた f_L を用い式(2)より左折専用車線の交通容量を算出し、その結果を図－3に示した。交通容量の算出に当たり、歩行者用青時間を60s、有効青時間を52s、サイクル長を130sとした。また、左折車線の

飽和交通流率 s_L は追従ギャップの逆数として設定した。これによれば、方向①、方向②の交通容量は歩行者交通量によっても違いは見られないことがわかる。さらに、この図は観測値に加えて規定値と実験値についても示している。これらと比較すると、交通容量は規定値と比べて小さな値となり、実験値と比べて大きな値となった。例えば、歩行者交通量0人/サイクルの場合と比較すると、観測値から得られる交通容量は、実験値と比べ20%程度高いものの、規定値と比較すると30%程度低くその差は大きい。このことから、規定値は交通容量を過大評価している可能性が高い。



図－3 交通容量の比較

5. まとめ

本研究では、横断歩行者に対する左折車のギャップアクセプタンス挙動を実際の信号交差点において観測し、左折車の通過確率と交通容量を算出した。その結果、本研究で得られた交通容量は、実験値と比べると高いものの、規定値と比較して大きく下回ることが確認され、現在の設計値は過大に評価している可能性があることが明らかとなった。

なお、今回の観測は歩行者交通量の異なる2流入部で行ったが、横断歩道長や交差角度など交差点の幾何構造の違いによるギャップアクセプタンスと交通容量への影響についても検討が必要である。さらに、現在の交通容量の算出方法は車道を通行する自転車については考慮されていないため、歩行者に自転車の横断を含めた交通容量の算出についても検討が必要である。

参考文献

- 1) (一社) 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一, 2018.
- 2) 星埜和: 交差点及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) 川口真穂, 下川澄雄, 森田緯之: 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, 第47回土木学会関東支部技術研究発表会, 2020.