

# 無信号交差点における従道路側流入部の 交通容量算出方法の改善に向けた研究

茂田健吾・青山恵里・河本直志・松本幸司

## 1. はじめに

国土技術政策総合研究所道路研究室では、近年の交通実態を反映した道路の設計手法の構築を目的として、交差点等における正確な交通容量の把握に関する研究を行っている。

我が国の無信号交差点で多く用いられている一時停止制御による交通運用は、従道路交通が主道路交通の間隙（ギャップ）を利用して流入するように制御する方法である。この運用における無信号交差点部の交通容量は、主道路側では、主道路から従道路に右左折して流出する車の影響が存在しなければ、単路部の交通容量とほとんど同一とみなすことができるが、従道路側では、主道路交通に対する従道路車両の流入判断の状況などによって異なってくる。

我が国では、道路ネットワーク計画において、拠点間を連絡する道路の目標旅行速度を設定するといった性能照査の仕組みが検討されており、主道路の旅行速度確保のためには、交差点集約化が一つの方策として考えられる。無信号交差点の集約化の際、集約後に従道路交通が捌けるかどうかの検討が必要となる。このため、従道路側の交通容量を的確に把握することが重要となってくるが、無信号交差点における従道路側の交通容量に関する知見は十分蓄積されてこなかった。

そこで本研究では、無信号交差点における従道路側流入部の交通容量をより正確に算出するための知見を得ることを目的に、無信号交差点の交通容量に関する国内外の知見を整理するとともに、実際に国内の無信号交差点において従道路車両の流入挙動の観測を行い、その結果等を用いて算出した交通容量について比較検討するものである。

## 2. 無信号交差点における従道路側流入部の交通容量に関する国内外の知見の整理

無信号交差点における従道路側流入部の交通容量は、主道路の交通量を所与として、従道路側流入部から流入できる最大交通量として求めることができる。我が国<sup>1)</sup>で示されている従道路側流入部の交通容量算出式(1)は、米国の Highway Capacity Manual<sup>2)</sup>を参考にしており、さらに米国は従来から無信号交差点の研究を行っているドイツの考え方を参考に行っていることから、日米独の基本的な考え方は同じと言える。

$$c = Q \frac{\exp(-QT_1)}{1 - \exp(-QT_2)} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $c$ ：従道路側流入部の交通容量（台/秒）、 $Q$ ：主道路の交通量（台/秒）、 $T_1$ ：臨界ギャップ（秒）、 $T_2$ ：追従ギャップ（秒）

臨界ギャップ及び追従ギャップのイメージを図-1に示す。臨界ギャップは、従道路車両が主道路へ流入可能と判断する主道路車両の最小の車頭時間であり、追従ギャップは、従道路側から連続して複数台が同一のギャップに流入する場合の従道路車両の平均の車頭時間とされる。

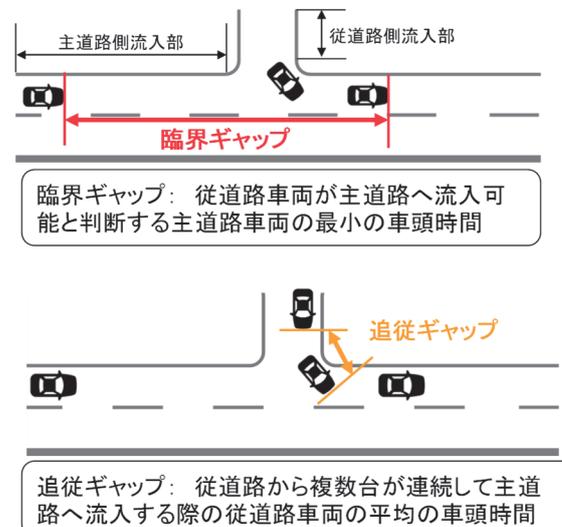


図-1 臨界ギャップ及び追従ギャップのイメージ図

表-1 国別の臨界ギャップ及び追従ギャップ値

国名	臨界ギャップ (秒)	追従ギャップ (秒)
米国	6.9	3.3
ドイツ	5.9	3.9
オーストラリア	5.0	2.0~3.0
日本 (主道路及び従道路が往復2車線)	9.2	5.2

諸外国と我が国の基準等で示されている臨界ギャップ及び追従ギャップの値を国別に表-1に整理した。

本研究では、往復4車線の主道路に対して、従道路から左折で主道路に流入する場合を対象としており、米国<sup>2)</sup>、ドイツ<sup>3)</sup>、オーストラリア<sup>4)</sup>については、それに対応する値を示した。

これに対し我が国では、上記に対応する値が示されていないため、主道路及び従道路が往復2車線の一時停止制御交差点の値を示した<sup>5)</sup>。この数値は、我が国の無信号交差点は諸外国と比べて見通しが悪い交差点が多いことや、今後、高齢の運転者が増加することを考慮し、米国の2010年版 Highway Capacity Manual<sup>6)</sup>の主道路及び従道路が往復2車線道路である信号機が設置されていない一時停止制御交差点の臨界ギャップ及び追従ギャップの最大値に30%の余裕を加えた数値が設定されている。

また、米国<sup>2)</sup>では大型車による影響を反映した臨界ギャップと追従ギャップを算出するために式(2)及び(3)が示されており、小型車・大型車別の臨界ギャップと追従ギャップを用いる。なお、算出する際に、大型車のデータを取得できない箇所では、大型車臨界ギャップは「小型車臨界ギャップ+2.0秒」、大型車追従ギャップは「小型車追従ギャップ+1.0秒」としている。

$$t_c = t_{cb} + t_{cHV} \times P_{HV} \text{ ----- (2)}$$

$$t_f = t_{fb} + t_{fHV} \times P_{HV} \text{ ----- (3)}$$

ここで、 $t_c$ ：臨界ギャップ (秒)、 $t_{cb}$ ：小型車臨界ギャップ (秒)、 $t_{cHV}$ ：大型車臨界ギャップ (秒)、 $P_{HV}$ ：大型車混入率、 $t_f$ ：追従ギャップ (秒)、 $t_{fb}$ ：小型車追従ギャップ (秒)、 $t_{fHV}$ ：大型車追従ギャップ (秒)

このように、大型車は車長の違いや運転のし難さなどから、臨界ギャップ及び追従ギャップに大きな影響を与えることが考えられる。このため、我が国においても臨界ギャップ及び追従ギャップ

のより精緻な値を取得するためには、車種構成による影響を考慮する必要があると考えられ、小型車・大型車別の流入挙動に関する知見の蓄積が求められる。

以上のとおり、交通容量の算出の基本的な考え方は共通しているものの、臨界ギャップ及び追従ギャップの値は国によって異なる。特に我が国で示されている値は、主道路及び従道路が往復2車線の一時停止制御交差点の値であり条件が異なるものの、諸外国と比べて大きな値であった。

### 3. 観測結果に基づく無信号交差点における流入挙動分析

#### 3.1 観測概要

我が国では往復4車線の主道路に接続する無信号交差点において、従道路から左折で主道路に流入する際の臨界ギャップ及び追従ギャップの値は示されていないため、これらの臨界ギャップ及び追従ギャップについて実態を把握するために現地観測を行う。

従道路から主道路への流入車両の挙動を把握するため、主道路上に、従道路及び主道路の交通状況を確認できるようビデオカメラを設置した。ビデオカメラの画角は、大型車・小型車の別が判断できるように設定している。

なお、今回は、車両の走行のみに着目した分析を行うため、歩行者や自転車の通行が車両の挙動に影響したと判断された場合は分析対象から除外している。

#### 3.2 観測地点

観測地点を表-2に示す。観測地点は国道17号に接続する無信号交差点4箇所であり、各地点とも11時間観測を実施した。いずれの地点も往復4車線で中央帯があるため、右折で主道路へ流入する車両は存在しない。なお、無信号交差点の上流側・下流側の直近に信号交差点はない。

表-2 観測地点

地点 No.	所在地	方向	日付
1	埼玉県上尾市日の出	下り	2021年8月4日(水)
2	埼玉県上尾市久保	上り	2021年8月4日(水)
3	埼玉県北本市中丸	上り	2021年8月11日(水)
4	群馬県渋川市中村	上り	2021年8月2日(月)

### 3.3 臨界ギャップ及び追従ギャップの算出方法

ビデオカメラの観測映像により、図-2に示すように主道路の縁石ラインを従道路車両の計測断面とし、映像から従道路車両の計測断面通過時刻、主道路車両の交差点（任意の位置）通過時刻を読み取り、ギャップを算出する。なお、本研究では、フィンランドの研究<sup>7)</sup>を参考に11秒以上のギャップは分析の対象外とした。

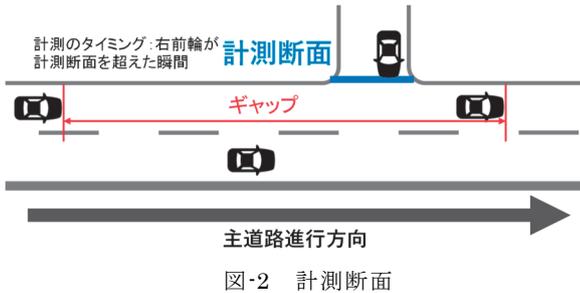


図-2 計測断面

臨界ギャップは、主道路車両のギャップを従道路からの流入に利用された「利用ギャップ」と、流入を断念した「棄却ギャップ」に分類し、Logit model<sup>8)</sup>による回帰分析により利用ギャップと棄却ギャップが発生する確率が等しくなるギャップとして求めた。追従ギャップは、主道路車両の1つのギャップ内に従道路車両が2台以上続けて流入した際に従道路車両のギャップを計測し、その平均として求めた。なお、今回分析対象とする流入車両は小型車に限定し、大型車は対象外としている。

### 3.4 臨界ギャップの算出

各地点における臨界ギャップを表-3に示す。臨界ギャップは5.2～6.5秒となり表-1に示す諸外国の値と同程度と言える。なお、今回はサンプル数が限られているため、今後は他の地点での観測結果も含めてサンプル数を拡充した上で、我が国における臨界ギャップの値として検討する必要がある。

表-3 臨界ギャップ算出結果

地点 No.	サンプル数			臨界ギャップ (秒)
	全体	利用ギャップ	棄却ギャップ	
1	77	23	54	5.8
2	150	46	104	5.2
3	148	28	120	6.5
4	30	5	25	5.5

### 3.5 追従ギャップの算出

各地点における追従ギャップを表-4に示す。サンプル数が少ないが、追従ギャップは4.7～6.2秒

と、いずれの値も諸外国で示されている値以上のものとなった。

表-4 追従ギャップ算出結果

地点No.	サンプル数	追従ギャップ(秒)
1	10	6.1
2	5	6.1
3	10	4.7
4	5	6.2

追従ギャップの値が諸外国で示されている値と比べて大きな値となった理由としては、我が国の交差点付近の建築物密集度が諸外国と比べて高く、従道路側の追従挙動を行う2台目以降の車両から主道路走行車両を認識するための視認性が悪いことが考えられる。2台目以降の停止位置からの視認性を向上させることで、追従ギャップの値を小さくできる可能性があると考えられる。地点によってもばらつきがみられ、また、サンプル数も限られていることから、我が国における知見の蓄積が必要である。

## 4. 無信号交差点における従道路側流入部の交通容量算出結果の比較

本章では、日米独の基準等で示されている臨界ギャップ及び追従ギャップの値（表-1）（以下「基準値」と言う。）と前章で取得した実測値を用いて、従道路の交通容量を式(1)にて算出し比較する。主道路の交通量は観測にて、従道路の走行車両ピーク2時間における主道路平均交通量（pcu/時・車線）とし算出した。各地点の交通容量を表-5に示す。

我が国の臨界ギャップ及び追従ギャップの基準値は米独の基準値と比べて大きいため、交通容量は小さな値となる。また、実測値による交通容量は、我が国の基準値による交通容量より大きい、米独の基準値による交通容量よりは小さくなる。

表-5 従道路の交通容量算出結果

地点 No.	臨界ギャップ 実測値	追従ギャップ 実測値	日本 基準値 (秒)	米国 基準値 (秒)	ドイツ 基準値 (秒)	主道路交通量 (pcu/時・車線)	従道路の交通容量 (pcu/時)			
							実測値	日本 基準値	米国 基準値	ドイツ 基準値
1	5.8	6.1	臨界ギャップ 9.2	臨界ギャップ 6.9	臨界ギャップ 5.9	502	392	270	520	526
2	5.2	6.1	追従ギャップ 5.2	追従ギャップ 3.3	追従ギャップ 3.9	683	372	190	396	426
3	6.5	4.7				646	357	205	419	445
4	5.5	6.2				764	329	162	351	388

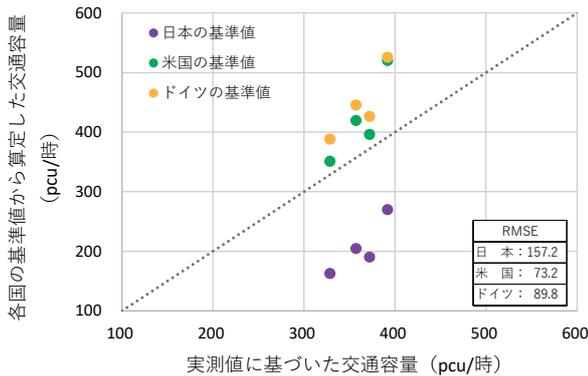


図-3 従道路の交通容量算出結果の比較

図-3に示すように本研究では、条件が異なるものの、我が国の基準値による交通容量が実測値による交通容量より小さく、最も乖離が大きい結果となった。

交通容量を算出する基本的な考え方が同じでも、臨界ギャップ及び追従ギャップの値によって、交通容量の値が変化することから、無信号交差点における従道路側流入部の交通容量を把握するためには、臨界ギャップ及び追従ギャップの値をより正確に設定することが重要であると言える。

なお、本研究では、各国の文献に示されている値をもとに比較分析を行っているが、諸外国と我が国の運転者の意識やマナー等の違いまでは考慮できていないことには留意が必要である。

## 5. まとめ

無信号交差点における従道路側流入部の交通容量に着目し、国内外の基準等の知見を整理するとともに、実際に国内の無信号交差点で流入挙動の観測を行い、その結果や各国の基準値を用いて算出した交通容量の比較検討を行った。

臨界ギャップ及び追従ギャップの基準値について

では、前提とする車線数等の条件が異なるものの、我が国では諸外国と比べて大きい値が設定されていた。また、我が国における臨界ギャップ及び追従ギャップの実測値と日米独で示されている基準値を用いて交通容量を算出し比較すると、我が国の基準値による交通容量が実測値による交通容量と最も乖離が大きく、交通容量を過小に評価している可能性が示唆された。

本研究では、往復4車線の主道路に対して、従道路から左折で主道路に流入する際の小型車の値を対象としているため、今後は、車種、主道路の規制速度、幾何構造などの違いも想定しながら引き続き知見を蓄積していくことで、我が国の無信号交差点の交通容量算出方法の改善に繋がると考える。

## 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-、2018
- 2) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual 6th Edition, 2016
- 3) Forschungsgesellschaft für Straßenund Verkehrswesen: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, 2015
- 4) SIDRA INTERSECTION 8 User Guide, Table 5.10.6.p.296, 2018
- 5) 警察庁通達：「信号機設置の指針」の制定について、警察庁丙規発第7号、2021年3月24日
- 6) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual HCM2010, 2010
- 7) R. Tapio Luttinen.: Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections, Finnish Road Administration, 2004
- 8) 後藤梓、中村英樹：ラウンドアバウトにおけるクリティカルギャップ推定方法に関する考察、土木学会論文集D3、Vol.73、No.5、pp.I\_1243-I\_1250、2017

茂田健吾



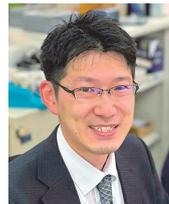
研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 交流研究員、現 復建調査設計(株)  
SHIGETA Kengo

青山恵里



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 研究官、現 日本大学理工学部交通システム工学科 助手、博士(工学)  
Dr. AOYAMA Eri

河本直志



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 主任研究官  
KAWAMOTO Naoyuki

松本幸司



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部 道路研究室長、現 道路交通研究部 道路防災研究官  
MATSUMOTO Koji