

# 幹線道路に接続する従道路の 交通容量と遅れ時間に関する研究

茂田 健吾<sup>1</sup>・青山 恵里<sup>2</sup>・西岡 健太<sup>3</sup>・田中 良寛<sup>4</sup>・横地 和彦<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)  
E-mail: shigeta-k924a@mlit.go.jp

<sup>2</sup> 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)  
E-mail: aoyama-e92ta@mlit.go.jp

<sup>3</sup> 非会員 株式会社ウエスコ 都市整備部 (〒700-0033 岡山県岡山市北区島田本町 2-5-35)  
元国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

<sup>4</sup> 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 企画部 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)  
元国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

<sup>5</sup> 正会員 独立行政法人 都市再生機構 都市再生部 (〒231-8315 神奈川県横浜市中央区本町 6-50-1)  
元国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

無信号交差点において、従道路から主道路に流入する車両については、流入できる最大の交通量が従道路流入部の交通容量となり、一時停止行動に伴う遅れ時間と流入できる間隙を待つための遅れ時間が発生するが、我が国では無信号交差点における従道路側の交通容量や遅れ時間に関する知見は十分とはいえない。そこで本研究では、無信号交差点における従道路から主道路へ流入する従道路の交通容量と遅れ時間の推定モデルを構築するために、諸外国における知見を整理した。また、我が国の交通実態についても把握するため、臨界ギャップ及び追従ギャップや遅れ時間の観測を行った。その結果、我が国の基準等で示されている値と実測値に乖離があること等がわかり、今後も引き続き知見を蓄積していく必要がある。

**Key Words:** *gap acceptance, capacity, delay, unsignalized intersection, road hierarchy*

## 1. はじめに

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)を利用して交差・合流するように制御する交通運用方法であり、従道路から主道路へ流入する車両走行の優先順位は低い。そのため、一時停止制御による交通運用では、主道路交通は交差交通にほとんど無関係に走行でき、主道路の交通容量は右左折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し、遅れ時間も生じないとされている。一方、従道路側の交通容量は主道路の交通量、一時停止行動に伴う遅れ時間と流入できる間隙を待つための遅れ時間によって決まる。

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、高い階層の道路の旅行速度確保のためには、交差点集約化等が必要となる。このため、各交差点の交通容量を的確に把握することが重

要となってくる。後藤ら<sup>1)</sup>は、交差形式を考慮した機能階層型道路ネットワークの評価に交差点遅れを用いている。これらのことより、無信号交差点を含めた各交差形式の性能を把握することは重要だと考えられるが、我が国では、交通容量の不足が指摘される交差点については信号制御される場合が多く、無信号交差点における従道路の交通容量や遅れ時間についての知見は十分とは言えない。

そこで本研究では、幹線道路に接続する無信号交差点の従道路側の交通容量や遅れ時間の推定モデルを検討するために、諸外国も含めて無信号交差点に関する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ギャップアクセプタンス挙動(臨界ギャップ及び追従ギャップ)や遅れ時間の観測を行う。ここで言う臨界ギャップとは、主道路を走行する2台の車両が交差点を通過する時間差(ギャップ)において、従道路からの主道路流入に利用される確率と利用が断念される確率が等しくなる値とする。また、追従ギャップとは、従道路側から

連続して複数台同一のギャップに流入することのできた場合の追従車頭時間の期待値としている。なお、本研究では、中央帯のある幹線道路に接続する無信号交差点を想定しており、従道路からの流入は左折流入のみを想定している。

## 2. 無信号交差点における交通容量と遅れ時間に関する知見の整理

一時停止制御が行われる無信号交差点において、従道路の流入部の交通容量は、主道路の交通量を所与として、従道路側の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。

我が国では、「平面交差の計画と設計 基礎編<sup>2)</sup>」において無信号交差点の交通容量の算出方法が記載されている。その内容は米国の Highway Capacity Manual<sup>3)</sup> (以下、HCM という。)の一部を参考に簡素化したものが用いられているが、その理由として我が国では、交通容量の不足が懸念される交差点については、信号制御される場合が多く、無信号交差点における交通容量の知見が不足していることが考えられる。

従道路側車両の流入の可否は、従道路側車両のギャップアクセプタンス挙動に基づく。従道路側の最大交通量は、主道路側交通のギャップの中で、従道路側車両が合流できると判断するギャップ数の期待値を推定することで得られるが、理論上は従道路側の待ち時間(遅れ時間)は無量大を許容することとなっている。

本研究では、ギャップアクセプタンス挙動についての知見を整理した上で、無信号交差点の従道路側の交通容量と遅れ時間について知見を整理する。

### (1) 臨界ギャップ及び追従ギャップ

我が国をはじめ、諸外国で用いられている臨界ギャップ及び追従ギャップの値について整理する。諸外国については、片側2車線の主道路に対して、従道路から右折(我が国でいう左折)で主道路に流入する際の値を示す。

我が国では、主道路及び従道路が片側1車線の一時停止制御交差点の値であるが、【「信号機設置の指針」の制定について(警察庁通達<sup>4)</sup>】において、臨界ギャップ及び追従ギャップの値が示されている。我が国の値に加え、米国の HCM<sup>3)</sup>、ドイツの Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen<sup>5)</sup> (以下、「HBS」という。)、オーストラリアの SIDRA INTERSECTION User Guid<sup>6)</sup>、フィンランドの R. Tapio Luttinen<sup>7)</sup>に示されている値について表-1 に整理した。フィンランドにおいては、主道路の規制速度によって値が区分されているが、規制速度 50、60km/h のみを整理している。

表-1 諸外国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)
日本	9.2	5.2
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
フィンランド (50km/h)	5.5	3.3
フィンランド (60km/h)	6.0	3.6

我が国では、臨界ギャップ：9.2(秒)、追従ギャップ：5.2(秒)が示されている。この値は、諸外国と比べると大きな値であるが、これは、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等が考慮されているものと思われる。

また、米国の HCM<sup>3)</sup>では大型車による影響を反映するために式(1)、(2)が示されている。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。

$$t_c = t_{cb} + t_{CHV} \times P_{HV} \quad (1)$$

$$t_f = t_{fb} + t_{fHV} \times P_{HV} \quad (2)$$

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)

大型車は車長の違いや運転のし易さなどから、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、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る。

### (2) 交通容量

従道路の交通容量は、主道路の交通量と、従道路の臨界ギャップ及び追従ギャップから算出される。「平面交差の計画と設計 基礎編<sup>2)</sup>」において、従道路の交通容量算出式は示されているが、その式は米国の HCM<sup>3)</sup>を参考にしている。さらに HCM<sup>3)</sup>はドイツの HBS<sup>5)</sup>を参考にしていることから、日米独について整理を行う。

我が国では「平面交差の計画と設計 基礎編<sup>2)</sup>」で、HCM<sup>3)</sup>を参考とした式(3)が示されている。

$$c = Q \frac{\exp(-QT_1)}{1 - \exp(-QT_2)} \quad (3)$$

ここで、 $c$ ：従道路の交通容量(台/秒)、 $Q$ ：主道路の往復交通需要(台/秒)、 $T_1$ ：臨界ギャップ(秒)、 $T_2$ ：追従ギャップ(秒)

米国の HCM<sup>3)</sup>では、従道路から主道路への流入部(以

下、従道路流入部という。)の交通流を方向別(直進・左折・右折)に分離し、それぞれの交通流別に最大流入交通量を求め、これに基づいて従道路流入部の交通容量を算出する式(4)を示している。

$$c_{p,x} = v_{c,x} \frac{e^{-v_{c,x}t_{c,x}/3600}}{1 - e^{-v_{c,x}t_{f,x}/3600}} \quad (4)$$

ここで、 $c_{p,x}$ : 従道路流入部の方向別交通流( $x$ は本研究では左折)(台/時)、 $v_{c,x}$ : 交差交通量(本研究では主道路)(台/時)、 $t_{c,x}$ : 臨界ギャップ(秒)、 $t_{f,x}$ : 追従ギャップ(秒)

ドイツのHBS<sup>9</sup>では、式(5)のように、従道路の交通容量を算出する。

$$G_{pE,i} = \frac{3600}{t_f} \times e^{-\frac{q_p}{3600} \times (t_g - \frac{t_f}{2})} \quad (5)$$

ここで、 $G_{pE,i}$ : 従道路*i*の交通容量(台/時)、 $q_p$ : 主道路*p*の交通量(台/時)、 $t_f$ : 従道路の追従ギャップ(秒)、 $t_g$ : 従道路の臨界ギャップ(秒)

日米独の推定式はいずれも、主道路の交通量、臨界ギャップ及び追従ギャップを基に従道路の交通容量を算出するという基本的な考え方は同じである。そのため、各国の値を用いて従道路の交通容量を算出する場合、主道路の交通量が同じでも、臨界ギャップ及び追従ギャップの値が米国と比べて大きいことから、米国に比べて我が国の交通容量は小さな値となる。

### (3) 遅れ時間

無信号交差点の従道路から主道路へ流入する車両は、一時停止行動に伴う遅れ時間に加えて、短いギャップでは通行できないため、これに伴う遅れ時間も発生する。無信号交差点の従道路から主道路へ流入する車両走行の優先順位は低く、遅れ時間が発生することから、諸外国では、従方向一時停止交差点について、従道路から主道路へ流入する車両の遅れ時間推定式が提案されている。

一時停止制御の無信号交差点における米独の遅れ時間推定式を以下に示す。米国のHCM<sup>9</sup>では式(6)、ドイツのHBS<sup>9</sup>では、式(7)が推定式として示されている。なお、我が国においては、従道路の遅れ時間についての知見はなく、遅れ時間の推定式も提案されていない。

$$d_i = \frac{3600}{c_i} + 900T \left[ \frac{q_i}{c_i} - 1 + \sqrt{\left(\frac{q_i}{c_i} - 1\right)^2 + \frac{(3600)(q_i)}{450T c_i}} \right] + 5 \quad (6)$$

$$d_i = \frac{3600}{c_i} + 900 \left[ \left(\frac{q_i}{c_i} - 1\right) + \sqrt{\left(\frac{q_i}{c_i} - 1\right)^2 + \frac{8q_i}{c_i^2}} \right] \quad (7)$$

ここで、 $d_i$ : 従道路*i*における車両1台当たりの平均遅れ時間(秒/台)、 $T$ : 解析時間(15分とする)、 $c_i$ : 従道路*i*の交通容量(台/時)、 $q_i$ : 従道路*i*の交通量(台/時)

また、HCM<sup>9</sup>及びHBS<sup>9</sup>で示されている無信号交差点におけるサービス水準毎の平均遅れ時間を表-2に示す。米国のHCM<sup>9</sup>ではサービス水準について、Aは自由交通流を表す最も良好な状態、B、C、Dの順にサービス水準が低下し、Eは交通容量に近い限界状態、Fは渋滞状態を示すとされている。

表-2 無信号交差点におけるサービス水準毎の平均遅れ時間

サービス水準	米国 (HCM) 平均遅れ時間 (秒)	ドイツ (HBS) 平均遅れ時間 (秒)
A	0~10	0~10
B	10~15	10~20
C	15~25	20~30
D	25~35	30~45
E	35~50	45以上
F	50以上	—

※ドイツは交通量が交通容量を超過するとFとなる

米独の推定式はともにほぼ同一の算出方法が用いられているが、HCM<sup>9</sup>の式(6)は末項に5が加れていることから、式(6)を用いる場合の方がHBS<sup>9</sup>の式(7)よりも5秒程度推定値が大きくなる。

### (4) 無信号交差点における交通容量と遅れ時間に関する知見の整理のまとめ

本章にて従道路の臨界ギャップ及び追従ギャップの各国の値、交通容量の推定式、遅れ時間の推定式について整理を行った。我が国では臨界ギャップや追従ギャップの値及び交通容量の推定式が基準等で示されているが、我が国の交通実態を反映できているかどうかは定かではない。さらに我が国における遅れ時間についての推定式がないことなどを踏まえると、我が国の無信号交差点における従道路側の交通容量や遅れ時間の知見は不足しているといえる。

そこで、実際に観測を行い、従道路の臨界ギャップ、追従ギャップ、交通容量、遅れ時間について分析を行う。

## 3. 調査概要

### (1) 調査概要

本研究では、従道路の臨界ギャップ及び追従ギャップ、主道路の交通量、従道路の遅れ時間を実測し分析を行う。

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、従道路の交通状況、主道路の交通状況が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走行に影響があると判断された場合は分析対象から除外している。

## (2) 調査地点

調査地点を表-3 に示す。調査地点は国道 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。いずれの地点も片側 2 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-3 調査地点

調査 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)

## 4. 流入車両のギャップアクセプタンス挙動分析

### (1) 臨界ギャップ及び追従ギャップの観測方法

ビデオカメラの観測映像により、従道路側の車両の計測断面（主道路の縁石ライン）到着時刻、その通過時刻、主道路側車両の交差点通過時刻を取得し、ギャップを算出する。なお、本研究では、Zongzhong Tian らの研究<sup>8)</sup>を参考にギャップの閾値を 11 秒と設定し分析を行うこととした。

### (2) 分析方法

従道路からの主道路流入に利用された「利用ギャップ」と、流入を断念した「棄却ギャップ」に分類し、回帰分析により「臨界ギャップ（秒）」を求める。流入車両のギャップは 1 つのギャップ内で 2 台以上続けて流入した際に計測し、その平均を求める。これを「追従ギャップ（秒）」とする。なお、分析対象とする流入車両は、小型車に限定し、今回は大型車は対象外としている。

### (3) 臨界ギャップの算出

各地点における臨界ギャップを表-4 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であり、我が国で示されている値と比べると小さな値といえる。なお、今回はサンプル数が限られているため、他の地点での調査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-4 臨界ギャップ算出結果

調査 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

### (4) 追従ギャップの算出

各地点で観測した追従ギャップの平均値を、各地点における追従ギャップの値として表-5 に示す。臨界ギャップと比べてサンプル数は少ないが、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。

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、我が国の建築物の密集度が諸外国と比べて高く、従道路側から主道路を走行する車両の存在を認識するための視認性が悪く、追従挙動を行うための視距が十分でないことが考えられる。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を蓄積することが必要である。

表-5 追従ギャップ算出結果

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

## 5. 無信号交差点の従道路側の交通容量の算出

従道路の交通容量を算出するために、前章で算出した臨界ギャップ及び追従ギャップに加えて、主道路の交通容量が必要であるため、観測により主道路の交通容量を算出した。本研究では日米独の推定式(3)、(4)、(5)を基に従道路の交通容量を算出し比較した。

### (1) 無信号交差点の従道路の交通容量

本研究の主道路の交通量は、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) とした。各地点の臨界ギャップ、追従ギャップ及び主道路交通量の実測値を用いて、算出した従道路の交通容量を表-6 に示す。我が国と米国の HCM<sup>9)</sup>の推定式はほぼ同じため、我が国の推定値と米国の HCM<sup>9)</sup>の推定値は同じ値となる。また、ドイツの HBS<sup>9)</sup>の推定値と比べても、大きな差はない。

表-6 従道路の交通容量算出結果

地点No.	臨界ギャップ (秒)	追従ギャップ (秒)	主道路交通量 (pcu/時・車線)	従道路の交通容量 (台/時)		
				日本	米国 (HCM)	ドイツ (HBS)
1	5.8	6.1	502	392	392	404
2	5.2	6.1	683	372	372	393
3	6.5	4.7	646	357	357	368
4	5.5	6.2	764	329	329	353

## 6. 流入車両の遅れ時間の分析

従道路からの流入車両の遅れ時間を分析するために、遅れ時間実測値と、米独の遅れ時間推定式を用いた遅れ時間推定値とを比較する。

### (1) 遅れ時間の観測方法

ビデオカメラの観測映像により、図-1 に示すように、計測断面 2 (地点毎に任意の位置) 通過時刻と計測断面 1 (主道路の縁石ライン) 通過時刻から実旅行時間を算出する。それに対して、従道路の旅行速度を 30km/h (規制速度を設ける場合の生活道路の最高速度) と仮定し、計測断面 1 と計測断面 2 の距離から地点毎に旅行時間を算出する。これを基準旅行時間として、実旅行時間との差分を従道路の遅れ時間実測値とした。図-2 に本研究の遅れ時間観測方法の考え方をグラフ化したものを示す。

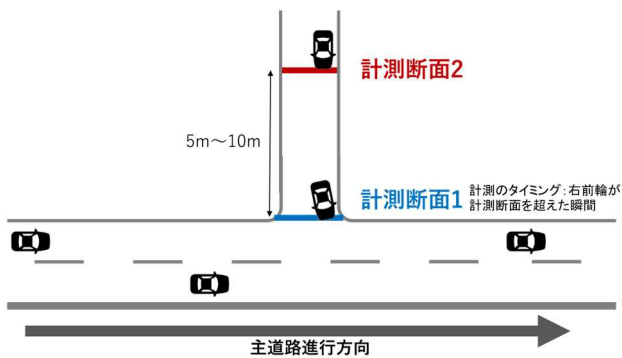


図-1 観測断面

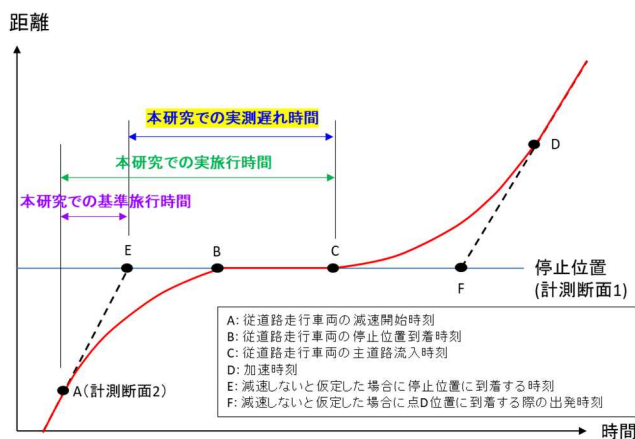


図-2 本研究の遅れ時間の観測方法

### (2) 実測遅れ時間

算出した遅れ時間を表-7 に示す。地点毎の従道路交通量ピーク 2 時間における平均遅れ時間である。

表-7 実測遅れ時間算出結果

地点 No.	流出小型車数 (台/時)	主道路交通量 (pcu/時・車線)	追従 ギャップ (秒)	臨界 ギャップ (秒)	遅れ時間 実測値 (秒/台)
1	35	502	6.1	5.8	10.1
2	23	683	6.1	5.2	7.6
3	24	646	4.7	6.5	18.8
4	5	764	6.2	5.5	5.2

表-2 に示した米独のサービス水準別の平均遅れ時間を基に判断すると、本調査地点の遅れ時間は HCM<sup>3)</sup>や HBS<sup>3)</sup>における A~C サービス水準の値に相当する。

### (3) 諸外国の推定式による推定値と実測値の比較

各地点の従道路の交通容量、従道路の交通量を用いて算出した従道路の遅れ時間を表-8 に示す。HCM<sup>3)</sup>の推定値は HBS<sup>3)</sup>の推定値と比べて大きな値を示している。これは 2 章で述べたように HCM<sup>3)</sup>の遅れ時間推定式の末項の 5 が加えられていることの起因するものであると考える。また、図-3 に示すように実測値と推定値を比較しても、乖離が生じていると判断できる。

表-8 諸外国の推定式による推定値と実測値の比較

地点 No.	流出小型車数 (台/時)	主道路交通量 (pcu/時・車線)	追従 ギャップ (秒)	臨界 ギャップ (秒)	遅れ時間 実測値 (秒/台)	HBS 推定値	HCM 推定値
1	35	502	6.1	5.8	10.1	9.8	15.4
2	23	683	6.1	5.2	7.6	9.7	15.5
3	24	646	4.7	6.5	18.8	10.5	16.1
4	5	764	6.2	5.5	5.2	10.4	16.6

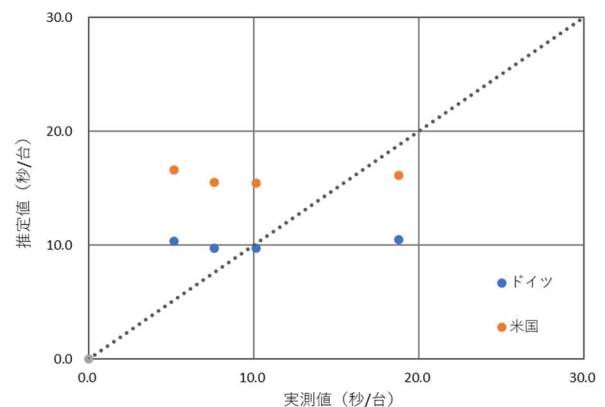


図-3 遅れ時間の推定値と実測値の比較

## 7. おわりに

本研究では、幹線道路に接続する無信号交差点の従道路側の交通容量と遅れ時間について知見を整理し、さらに我が国における実態を把握するための観測調査を行った。これらを踏まえると、我が国の従道路の交通容量や遅れ時間の算出にあたっては、以下の検討課題が挙げられる。

### ① 臨界ギャップおよび追従ギャップ

我が国で示されている臨界ギャップの値は諸外国の値と比べて大きな値であったが、実際に観測を行うと諸外国と同程度の値であった。今後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を検討する必要がある。追従ギャップについては、実際に観測を行っても諸外国と比べて大きな値となった。我が国では建築物の密集度が諸外国と比べて高く、追従挙動を行うための視認性が十分確保されていないことなどが考えられ、我が国における知見の蓄積が必要であると考えられる。また、我が国では、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みを対象としており、多車線道路などのケースも想定する必要があると考える。

### ② 交通容量

日米独それぞれの交通容量推定式を用いて、各地点の臨界ギャップ、追従ギャップ及び主道路交通量の実測値から、従道路の交通容量を算出した。我が国と米国の HCM<sup>9)</sup>の推定式はほぼ同じであるため、我が国の推定値と米国の HCM<sup>9)</sup>の推定値は同じ値となり、ドイツの HBS<sup>9)</sup>の推定値と比べても、値に大きな差はない。

### ③ 遅れ時間

我が国では無信号交差点の従道路の遅れ時間の知見がなく、遅れ時間の推定式も提案されていない。我が国の交通実態を踏まえた検討が望まれる。

また、遅れ時間の実測についても試みたところ、米独の推定式を用いた推定値との間に乖離が生じた。遅れ時間の推定方法についても検討する必要がある。

今後は以上の検討課題について引き続き知見を整理するとともに、我が国における実態の把握も行い、従道路のギャップアクセプタンス挙動や交通容量及び遅れ時間の算出方法についての知見を蓄積していくことで、従道路側の交通容量や遅れ時間推定モデル構築に寄与すると考えている。

**謝辞：**本研究の遂行にあたって、終始ご協力頂きました株式会社オリエンタルコンサルタンツ様に感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 後藤梓, 中村英樹, 浅野美帆: 交差形式を考慮した機能的階層型道路ネットワークの評価, 土木学会論文誌 D3, Vol.68, No.5, pp.1\_751-1\_764, 2012.
- 2) 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.
- 3) Transportation Research Board Publications: Highway Capacity Manual 6th Edition, 2017.
- 4) 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, 令和 3 年 3 月 24 日.
- 5) Forschungsgesellschaft für Straßenund Verkehrswesen: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, 2015.
- 6) SIDRA INTERSECTION User Guide, Table 5.10.6.P269.
- 7) R. Tapio Luttinen.: Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections, Finnish Road Administration, 2004.
- 8) Zongzhong Tian, Mark Vandehey, Bruce W. Robinson, Wayne Kittelson, Michael Kyte, Rod Troutbeck, Werner Brilon, Ning Wu.: Implementing the maximum likelihood methodology to measure a driver's critical gap, Transportation Research Part A, Vol.33, pp.187-197, 1999.

(???? ?? ?? 受付)

## A STUDY ON CAPACITY AND DELAY FOR MINOR STREETS CONNECTING TO ARTERIAL ROADS

Kengo SHIGETA, Eri AOYAMA, Kenta NISHIOKA, Yoshihiro TANAKA and  
Kazuhiko YOKOCHI