

無信号交差点の交通容量の算出方法に関する米国・ドイツとの比較検証

日本大学 学生会員 ○遊佐 風子

日本大学 正会員 吉岡 慶祐 日本大学 正会員 下川 澄雄

1. はじめに

近年、交通信号機の維持管理等の問題によりその整備方針の見直しが迫られており、交通信号機の設置判断において、無信号交差点の交通容量評価の重要性が増している。しかし、「平面交差の計画と設計 基礎編¹⁾」における無信号交差点の交通容量の算出方法は、米国の Highway Capacity Manual (以下、「HCM」とする)の一部を抜粋したものであり、交通容量を的確に推定できているか定かではない。

そこで本研究では、日本と米国、ドイツの算出方法を整理するとともに、実測値との比較検証を通して、各国の算出方法との精度の差異やその要因を実証的に把握することを目的とする。

2. 日米独の算出方法の比較

HCM²⁾の方法を米国、Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen³⁾(以下、「HBS」とする)の方法をドイツ、「平面交差の計画と設計 基礎編」の方法を日本の算出方法として、丁字路を例に、それぞれの考え方や計算方法について整理する。なお簡略のため、米国とドイツは右側通行であるが、本文では日本の左側通行に合わせることにし、本文中で用いる記号や式の一部は、原文から変更して表記する。

以降で説明する交通容量の算出において定義される交通流の方向の番号を、図-1に示す。

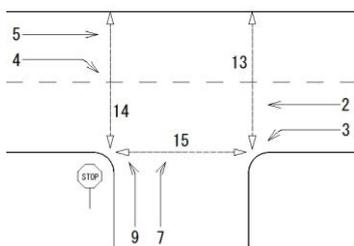


図-1 交通流の方向 (左側通行)

2. 1. 米国の算出方法

HCMでは、式(1)で方向別交通容量 c_x を算出する。

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

ここで、 $c_{p,x}$: 基本交通容量(台/時)、 f_x : 交錯交通の間隙を利用して通過できる確率、 $v_{c,x}$: 交錯交通量(台/時)、 $t_{c,x}$: 臨界車頭時間(秒)、 $t_{f,x}$: 追従車頭時間

(秒)である。

HCMでは交錯交通量の計算において流入車両に対する影響の程度を加味し、経験的に表-1に示すように、主道路からの右折交通量 v_4 の2倍を、さらに直接交錯しない主道路の左折交通量 v_3 の半分を交錯交通量に加えることとしている。

表-1 交錯交通量の計算方法 (HCM)

方向	計算式
主道路からの右折	$v_{c,4} = v_2 + v_3 + v_{15}$
従道路からの左折	$v_{c,9} = v_2 + 0.5v_3 + v_{14} + v_{15}$
従道路からの右折	$v_{c,7} = (v_2 + 0.5v_3 + v_{15}) + (2v_4 + v_5 + v_{13})$

臨界車頭時間と追従車頭時間は、表-2に示す基本車頭時間に大型車混入率や勾配等の影響を考慮して補正した値を用いる。

表-2 基本臨界車頭時間, 基本追従車頭時間 (HCM)

方向	基本臨界車頭時間[秒]	基本追従車頭時間[秒]
主道路からの右折	4.1	2.2
従道路からの左折	6.2	3.3
従道路からの右折	7.1	3.5

また、HCMでは方向ごとに優先順位が設けられており、例えば主道路右折(図-1の方向4)と従道路右折(図-1の方向7)が同一のギャップを利用しようとするとき、従道路右折はより優先関係が上位の主道路右折にギャップを譲るため、主道路右折に待機列が存在しない場合にのみ交差点に進入が可能であるという前提がある。このように、優先関係が上位の方向に待機列が生じない確率を式(2)の補正率 f_x として考慮し、基本交通容量に乗ずることで交通容量が補正される。

$$f_7 = 1 - \frac{v_4}{c_4} \quad (2)$$

2. 2. ドイツの算出方法

HBSでは、式(3)によって方向別交通容量を算出する。

$$c_{m,x} = c_{p,x} \times f_x = \frac{3600}{t_{f,x}} \cdot e^{-\frac{v_{c,x}}{3600} (t_{c,x} - \frac{t_{f,x}}{2})} \times f_x \quad (3)$$

交錯交通量 $v_{c,x}$ は、表-3により米国と同様に流入車両に対する影響の程度を加味して算出する。車頭時間は表-4の値を使用し、補正率はHCMの式(2)と同様に算出する。

キーワード 無信号交差点, 交通容量

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1-7111 TEL : 047-469-5503 E-mail : csfu18109@g.nihon-u.ac.jp

表－3 交錯交通量の計算方法

方向	計算式
主道路からの右折	$v_{c,A} = v_2 + v_3$
従道路からの左折	$v_{c,9} = v_2 + 0.5v_3$
従道路からの右折	$v_{c,7} = v_2 + 0.5v_3 + v_4 + v_5$

表－4 臨界車頭時間, 追従車頭時間 (HBS)

方向	臨界車頭時間[秒]	追従車頭時間[秒]
主道路からの右折	5.5	2.8
従道路からの左折	5.9	3.9
従道路からの右折	6.5	3.8

2. 3. 日本の算出方法

「平面交差の計画と設計 基礎編」には、式(4)の交通容量の算出式が記載されており、これは式(1)のHCMの式の基本交通量に相当する。

$$C_x = Q_x \frac{e^{-Q_x t_{c,base}/3600}}{1 - e^{-Q_x t_{f,base}/3600}} \quad (4)$$

ここで、 Q_x : 交錯する交通需要の総和[台/時],

W_x : 従道路の各方向別の交通需要[台/時]である。

臨界車頭時間と追従車頭時間の設定方法について明確な記載がないものの、表－2の米国の基本値が掲載されており、これを参照できるようになっている。また、交錯交通量 Q_x は直接交差する交通と合流する交通の交通需要の単純な総和としている。

2. 4. 各国の算出方法の相違点

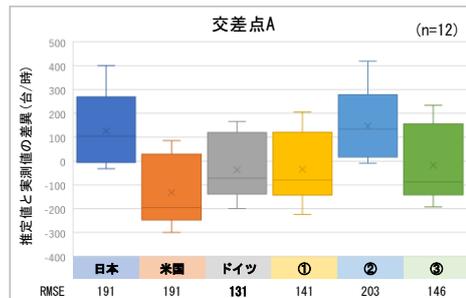
日本と米国とドイツの算出方法を比較すると、日本の方法は、HCMの方法の一部を準用したものであり、米国やドイツの方法に対して以下の3つの点が大きな相違点となる。

- ①交錯交通量の計算方法
- ②車頭時間パラメータの設定方法
- ③優先関係が上位の方向の待機列による補正率

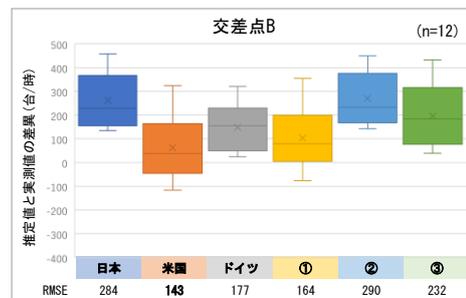
3. 実測調査による検証

前述の相違点による交通容量の推定精度を検証するために、千葉県内の2か所の丁字路の無信号交差点(交差点A, B)において交通容量を実測し、日本と米国とドイツのそれぞれの算出方法で算出した交通容量の推定値と比較する。加えて、日米の①から③の相違点による影響を把握するため、日本の算出方法に対して、①, ②, ③のいずれかを考慮した算出値も併せて比較する。なお、交通容量の実測値は、従道路側に1分以上の滞留が継続して発生している時間における捌け交通量の1時間換算値とした。

図－2, 図－3はそれぞれ交差点A, 交差点Bにおける交通容量の実測値と各国の算出方法による推定値との差異(実測値－推定値)を比較したものである。



図－2 交通容量の実測値と推定値の差異(交差点A)



図－3 交通容量の実測値と推定値の差異(交差点B)

交差点Aではドイツの算出方法による推定値が、交差点Bでは米国の方法による推定値が最も実測値に近い結果となったが、日本の推定方法では交通容量を過大に推定していることに変わりはない。

また、①から③の結果を比較すると、どちらの交差点でも①の交錯交通量の算出方法のみを米国の方法とした結果が最も実測値に近い値となっている。ただし、交差点Aでは①のみでも実測値を下回っており、米国の方法は交錯交通量を過大に計算している可能性も考えられる。いずれにせよ、交錯交通量の計算方法が交通容量の算出結果に対して影響が大きく、交通容量の推定結果を左右する重要な要素である。

4. まとめ

各国の無信号交差点の交通容量の算出方法にはいくつかの相違点があり、このうち、交錯交通量の設定方法が交通容量の推定精度に大きく影響を与えていることが明らかになった。今後さらに調査データを蓄積して引き続き検証する予定である。

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, 2020
- 2) Transportation Research Board Publications : Highway Capacity Manual 6th Edition, 2016
- 3) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen : Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, 2015