

無信号交差点の交通容量の算出方法に関する米国との比較検証

Comparison Verification with the U.S. on the Calculation Method of the Capacity at Unsignalized Intersection

○遊佐風子¹, 吉岡慶祐², 下川澄雄²

Yusa Fuko¹, Yoshioka Keisuke², Shimokawa Sumio²

In this study, the differences between the methods of calculating the capacity of unsignalized intersections in the United States and Japan were summarized and their accuracies were verified from actual measurement results. As a result, it was found that the calculation method of the conflicting traffic volume has a strong influence on the results of the capacity calculation.

1. はじめに

わが国には、無信号交差点の交通容量に着目した研究が極めて少なく、「平面交差の計画と設計 基礎編^[1]」の中に記載されてい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)の一部のみを抜粋したものであり、実際の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、「平面交差の計画と設計 基礎編」の無信号交差点の交通容量の算出方法と、HCMの算出方法を整理するとともに、実測値との比較検証を行い、米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. 日米の算出方法の比較

2016年に発行された HCM^[2]の算出方法を米国、「平面交差の計画と設計 基礎編」の算出方法を日本の算出方法として、それぞれの考え方や計算方法について整理する。なお米国は右側通行であるが、本文では日本の左側通行に合わせた表記とし、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している。

歩行者を含めた交通流の方向の番号を Figure 1.に示す。

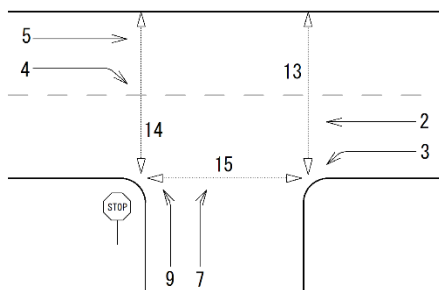


Figure 1. Number of Movements at a T-Intersection

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(補正率)、 $v_{c,x}$ ：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、直接交差する交通と合流する交通を混成して交錯交通と定義し、Table1.の通り計算している。さらに従道路の交通は、主道路からの左折交通により流入を妨げられることがあるため、経験的にその交通需要の半分を交錯交通として足し合わせている。また従道路からの右折においては、主道路からの右折交通の影響が大きいことから、経験的に2倍の交通量を足し合わせている。

Table 1. Conflicting Volumes

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	$v_{c,7} = (v_2 + 0.5v_3 + v_{15}) + (2v_4 + v_5 + v_{13})$

ここで、 v_x ：方向別交通需要[台/時]である。

臨界車頭時間と追従車頭時間は(2), (3)式で算出する。使用する基本車頭時間の値は、Table2.に示した。

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}P_{HV} + t_{c,G}G - t_{3,LT} \quad (2)$$

$$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV}P_{HV} \quad (3)$$

ここで、 $t_{c,base}$ ：基本臨界車頭時間[秒]、 $t_{c,HV}$ ：大型車の補正率[秒]、 P_{HV} ：大型車混入率、 $t_{c,G}$ ：勾配補正率[秒]、 G ：勾配、 $t_{3,LT}$ ：丁字路の補正率[秒]、 $t_{f,base}$ ：基本追従車頭時間[秒]、 $t_{f,HV}$ ：大型車の補正率[秒]である。

Table 2. Base Critical Headway and Follow-up Headway

方向	基本臨界車頭時間[秒] (2車線)	基本追従車頭時間[秒] (2車線)	
主道路からの右折 $v_{c,4}$	4.1	2.2	
従道路からの左折 $v_{c,9}$	6.2	3.3	
従道路からの右折 $v_{c,7}$	1段横断	3.5	
	2段横断		1段階通過時 (沿道側通過待ち)
	2段階通過時 (中分通過待ち)		

また、HCMでは方向ごとに優先順位が設けられており、複数の方向からの交通が同一のギャップを利用しようとするとき、下位の方向の交通は上位の方向の

1：日大理工・学部・交通 2：日大理工・教員・交通

交通にギャップを譲るため、上位の方向の交錯交通流の待機列が存在しない場合にのみ交差点に進入するという前提がある。その前提を式(1)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下位の交通の交通容量が算出される。補正率は、 x 方向より優先順位の高い方向の交錯交通流 k の待機列が存在しない確率 $p_{0,k}$ の積によって求められる。

$$f_x = \prod_k p_{0,k} = \prod_k 1 - \frac{v_k}{c_k} \quad (4)$$

また、混用車線の交通容量 c_{SH} は(5)式で算出される。

$$c_{SH} = \frac{\sum_x v_x}{\sum_x c_{m,x}} \quad (5)$$

2. 2. 日本の算出方法

「平面交差の計画と設計 基礎編」では、以下の式によって方向別の交通容量と混用車線の交通容量を算出する。

$$Q_x = Q_x \frac{e^{-Q_x t_{c,base}/3600}}{1 - e^{-Q_x t_{f,base}/3600}} \quad (6)$$

$$c_{SH} = \frac{\sum_x W_x}{\sum_x \frac{W_x}{c_x}} \quad (7)$$

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。

このとき、 $t_{c,base}$ と $t_{f,base}$ は Table2.の値を使用する。また、 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である。

2. 3. 米国と日本の相違点

日本の交通容量の算出方法は、HCMの方法の一部を準用したものである。従って米国と日本の算出方法の相違点は主に、日本の算出方法では考慮されていない要素のことであり、それは以下の3つである。

- (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)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精度の差を検証するために、千葉県印西市内と四街道市内の2か所の無信号交差点(交差点A、B)において交通容量を実測し、日本と米国の算出方法で推定した従道路混用車線の交通容量と比較する。加えて、(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、または複数を考慮したケースも算出する。また交通容量の実測値は、従道路側に滞留が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。

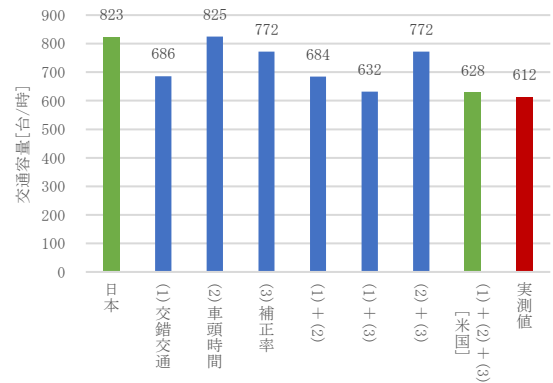


Figure 2. The capacity at intersection A

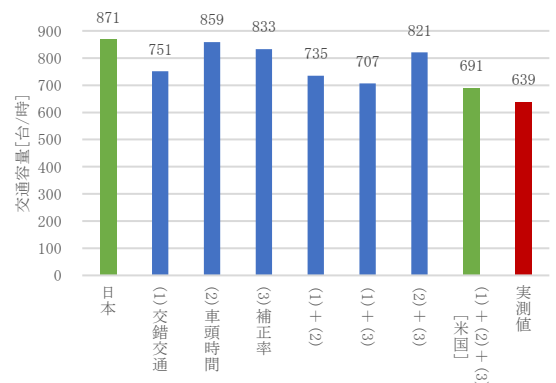


Figure 3. The capacity at intersection B

Figure2., Figure3. より、(1)から(3)を全て考慮した米国の算出方法による推定値が最も実測値に近い結果となった。また、(1)から(3)のうち、(1)の交錯交通量の計算方法を考慮した算出結果が最も実測値に近い値となっているため、交錯交通量の計算方法が最も両国の算出結果に差異を生じさせており、精度への影響が大きい要素であるものと推察される。

4. まとめ

日本と米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推定値の精度に大きく影響を与えていることが明らかになった。ただし検証が不十分であるため、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。

5. 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, p20, 2016