

国際比較に基づくラウンドアバウトの交通容量推計手法に関する考察

名古屋大学大学院 学生会員 ○馬淵 太樹
 名古屋大学大学院 正会員 中村 英樹
 名古屋工業大学 正会員 鈴木 弘司

1. はじめに

近年、欧米において交差点の制御方法としてラウンドアバウト(roundabout)が積極的に導入されてきている。ラウンドアバウトとは円形をした交差点の形式の一つで、交差点に流入してくる車両が、環道側の車両に対して進路をゆずる「ゆずれ制御」を行うことが特徴である。わが国においても交通量の少ない交差点においては必要以上の遅れや停止を強いられる信号交差点の代替としてラウンドアバウトの設置が期待される。このため、筆者らは日本でのラウンドアバウトの適用性について検討を進めている¹⁾。本稿の目的は、各国で提案されている交通容量、遅れの推計式を比較検討しそれぞれの特徴を明らかにすることを通じて、今後わが国に適した形の容量、遅れの式を導出し、信号とラウンドアバウトを比較することによりラウンドアバウトの適用できる条件を明らかにする際の足がかりとすることである。

2. 各国の交通容量推計式

(1)オーストラリア

a)交通容量

ラウンドアバウトの交通容量推計には、オーストラリアの道路設計指針である AUSTROADS に紹介されているモデルが広く用いられている。このモデルはギャップアクセプタンス理論に基づいた推計式である。

ギャップアクセプタンス理論を用いる際に必要なパラメータとして、フォローアップタイムとクリティカルギャップがある。ここで、環道の車両の車頭間隔が十分に長い場合には流入車両は連続して環道に入ることができるが、フォローアップタイムとは、そのときの車頭時間を指す。

この推計式では交通流率、交差点形状、車両間の相互作用といった、流入を妨げる要因などによって流入交通容量が決定される²⁾(式(1))。

$$C = \frac{\alpha q_c e^{-\lambda(t_a - \tau)}}{1 - e^{-\lambda t_f}} \quad (1)$$

C :流入交通容量 α :環道内車両の自由走行確率

q_c :環道交通流率 t_a :クリティカルギャップ

t_f :フォローアップタイム τ :最小車頭時間

$\lambda = \alpha q_c / (1 - \tau q_c)$

ギャップアクセプタンス理論のような、個々の車両挙動に基づいたアプローチを適用することは、必ずしも多くのラウンドアバウトでのデータを必要としないため、わが国のように導入事例のないような場合には有効である。その一方で、ラウンドアバウトの幾何構造による影響をモデルに取り込むには別

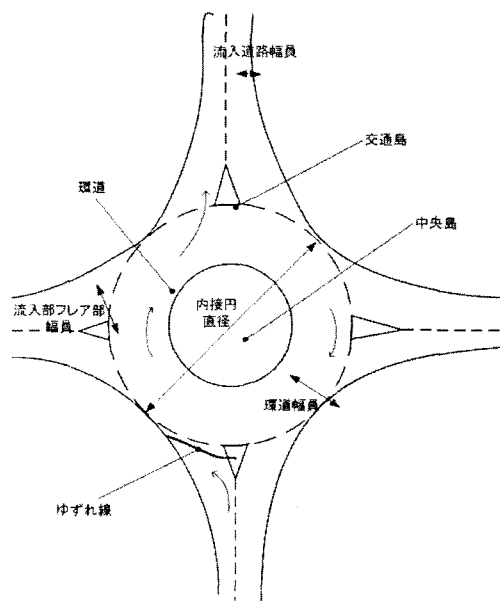


図1 ラウンドアバウトの各部分の名称

途考慮する必要がある。

b)遅れ

ラウンドアバウトの遅れには2種類の定義があり、一つに待ち行列による遅れ(queueing delay) D_q がある。これは、流入車が環道内にギャップを見つけるために停止や減速の挙動をとるために生じる遅れを表す(式(2))。

$$D_q = D_m + 900T[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + D_m x / 450T}] \quad (2)$$

D_m :最小遅れ T :ピーク時間長さ x :飽和度

$$D_m = \frac{e^{\lambda(t_a - \tau)}}{\alpha q_c} - t_a - \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda \tau^2 - 2\tau(1 - \alpha)}{2(\lambda \tau + \alpha)} \quad (3)$$

$$x = q_c / C$$

もう一つの遅れは、ラウンドアバウトの幾何構造による遅れ(geometric delay) D_g である。これは環道に流入する車両が、環道に入る為に停止する割合 P_s とその時の遅れ d_s 、そのまま流入する割合 P_n とその時の遅れ d_n の加重平均によって求めることができる(式(4))。

$$D_g = P_s d_s + P_n d_n \quad (4)$$

(2)アメリカ

アメリカのラウンドアバウトの交通容量は、2000年版の HCM で提案されている。アメリカではラウンドアバウトの研究が遅れてスタートしたため、十

分な実測データが得られていない．そこで理論的に導出する手法が用いられ、オーストラリアと同様にギャップアクセプタンス理論に基づいて算出する方法を採用している³⁾(式(5))．

$$C = \frac{v_c e^{-v_c t_a / 3600}}{1 - e^{-v_c t_f / 3600}} \quad (5)$$

v_c :環道内の追従状態の車両台数

このモデルでは、フォローアップタイムと、クリティカルギャップの効果しか含まれていないため、幾何構造による影響を表現できない．また、アメリカには環道が複数車線を持ったラウンドアバウトの例が十分に存在しないため、このモデルをそのような箇所に適用することは推奨されていない．

(3)イギリス

イギリスのラウンドアバウトの交通容量の推計には、回帰式を用いて算出する手法が用いられている．式(6)に Kimber の式を示す⁴⁾．

$$C = k(F - f_c q_c) \quad (6)$$

式(6)中の k は流入部の角度、半径で、 F はフレア形状、流入部幅員で、 f_c は内接円直径、フレア形状で、それぞれ決まる係数である．回帰式を用いた推計式であれば、ラウンドアバウトの幾何構造などさまざまな変数を比較的容易に取り入れることができる．しかしながら、膨大なデータを必要とするため、わが国のようにラウンドアバウトの導入がなされていないような国には不向きな方法である．

(4)ドイツ

ドイツでは交通容量算出の為、ギャップアクセプタンス理論によって説明するモデルが研究されたが、信頼性のある結果が得られず、回帰分析による手法が採られた．1973 年には指数の回帰曲線のモデル⁴⁾が作られた(式(7))．

$$C = A * e^{-B / 10000 * q_c} \quad (7)$$

その後、環道交通量、流入部・環道部の車線数のみを考慮した、線形の推計式が提案された(式(8))．

$$C = A + B * q_c \quad (8)$$

A, B :流入部、環道車線数により決まる係数

この式は、流入部の車線数、環道部の車線数をパラメータとする一次式によって交通容量を推定するシンプルなものである．

3.各国の容量推計の比較

図 2 に各国の容量推計式に基づき算出した、流入交通容量の推計結果を示す．使用したパラメータ値は、筆者らが飯田市のラウンドアバウト型交差点の分析を行った際に用いた値¹⁾を使用しており、ある 1 流入部の流入交通容量の推計を行っている．フレア長など実際の交差点には設けられていないものも

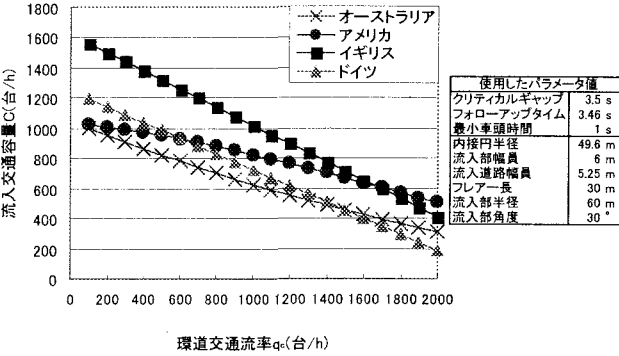


図 2 各国の推計式に基づく流入容量

表 1 各推計手法の利点、欠点

	ギャップアクセプタンス理論	回帰に基づく容量推定式
長所	・理論的に明快である ・パラメータ推定に必要な定数の入手が容易	・幾何構造など容量に影響を与えるパラメータを必要に応じて取り込むことができる
短所	・他の幾何構造等を取り込もうとすると別途考慮する必要がある	・パラメータ推定の為に膨大なデータ収集が必要
採用国	オーストラリア、アメリカ	イギリス、ドイツ、フランス、スイス

あるが、そのような構造に改良した場合を想定して値を設定している．

推計結果を見ると、ギャップアクセプタンス理論により推計したオーストラリアとアメリカを比較しても、環道交通流率が大きくなるほど、アメリカの方が流入交通量は高めに推計されている．また、幾何構造条件を推計に考慮しているイギリスでは、全体的に高めに推計されている．これは、飯田市のラウンドアバウト型交差点の内接円直径が比較的大きいということの影響が加味されたためであると考えられる．

4.まとめ

以上、各国の交通容量推計式の特徴について整理をしてきた．表 1 に、それぞれの推計方法の特徴についてまとめておく．今後、我が国においてラウンドアバウトの導入を検討していくためには、まずは多くの経験値を必要としない、ギャップアクセプタンスによる方法を採用ことになるであろう．そのためには、車両挙動と幾何構造条件との関係についての詳細な分析を行っていく必要がある．その際に、幾何構造条件について考慮した既往の推計式も、幾何構造条件に応じた推定値への感度を確認する上で参考となるであろう．

参考文献

- Shyamalee MANAGE, 鈴木弘司, 中村英樹:交通特性分析に基づくラウンドアバウト制御の適用性に関する検討, 土木計画学研究講演集 vol.28, 2003.
- R.J.Troutbeck: Capacity and design of Traffic Circle in Australia, TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1398, pp68-74, 1993.
- Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, 2000.
- TRB National Research Council: NCHRP Synthesis 264: Modern Roundabout Practice in the United States, pp30-38,1998.