

日本の標準ラウンドアバウト流入部における大型車の乗用車換算係数に関する分析

名古屋大学大学院 学生会員 ○真島君騎
東京理科大学 正会員 康 楠

名古屋大学大学院 正会員 後藤 梓
名古屋大学大学院 フェロー会員 中村英樹

1. はじめに

ラウンドアバウトの導入を検討する際は、交通需要を適切に処理可能か否かの判断をするため、流入交通容量の推定が非常に重要である。大型車は小型車と比べ、車体の大きさや性能の違いから流入交通容量に影響を及ぼすことが知られており、この影響を考慮する方法として、アメリカ¹⁾では乗用車換算係数2.0を用いて大型車台数を乗用車台数に換算する方法、オーストラリア²⁾では大型車混入時にギャップパラメータを補正する方法が存在する。しかし、運転者の挙動は各国で異なり、大型車の最大サイズにも違いがあるため、これらの乗用車換算係数や補正されたギャップパラメータの値をそのまま日本に適用することは困難であると考えられる。そこで本稿は、国内のラウンドアバウト流入部における大型車の乗用車換算係数の推定を行うことを目的とする。

2. シミュレーションによる流入交通容量の推定

国内のラウンドアバウト導入例はまだ多くないため、大型車混入率ごとの流入交通容量を実観測することは困難である。そこで本稿では、ミクロ交通流シミュレータVISSIM5.40³⁾を用いて流入交通容量を推定し、その結果をもとに流入部における大型車の乗用車換算係数の算定を行う。

シミュレーションを行うラウンドアバウトの幾何構造は、4枝1車線、外径はセミトレーラーを設計車両とした場合の最小値 $D=27\text{m}$ ⁴⁾とする。東西南北の各流入部をそれぞれE, W, S, Nと定義する。流入交通容量の観測は流入部Sを対象とし、S以外からの流入交通量の異なる条件についての演算を、各2時間(うち最初の1時間はウォームアップタイム)行なう。

流入交通量は流入部Sに正対する環道交通量が0, 160, 400, 640, 880, 1120, 1280 [pcu/h]と変化するよう設定を行なっている。流入部Sは飽和状態を保つため、 $Q^S=1600$ [veh/h]とした。その他の流入部についてはEW方向を主方向、NS方向を従方向と仮定し、比率を $Q^E:Q^N=8:2$, $Q^E=Q^W$ で一定となるようにした。シミュレーションは一つの想定環道交通量パターンにつ

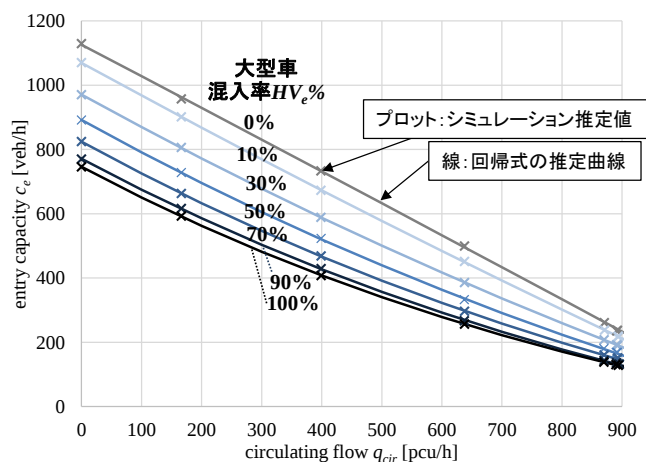


図-1 シミュレーションによる推定流入交通容量とその回帰曲線

き10回行い、推定流入交通容量の最大、最小値を除いた8回の平均を代表値としている。これを対象流入部Sにおける大型車混入率を10%ずつ変化させて行なった。なお、環道交通流は小型車のみで構成される。

車長はシミュレータのデフォルト値を用い、小型車を4.11-4.76[m]、大型車を10.21[m]としている。

シミュレータ上の車両挙動再現のため、ギャップアクセプタンス挙動を表すクリティカルギャップ t_c 、フォローアップタイム t_f 、最小環道車頭時間 τ が、小型車のみ車種構成の時それぞれ4.5秒、3.2秒、2.2秒に一致するようにキャリブレーションを行なった。これらの値は、国内のラウンドアバウトで外径が同程度の常陸多賀ラウンドアバウトにおけるKang and Nakamura⁵⁾の実観測値に基づいている。大型車を含む車種構成については、著者ら⁶⁾の常陸多賀ラウンドアバウトにおける車種構成別ギャップパラメータ補正値を、小型車の場合の値に乘じ便宜的に求めた値に合うよう、キャリブレーションを行なった。環道速度については、実観測値を参考に、大型車・小型車の速度の50%マイル値がそれぞれ17km/h、20km/hになるように設定した。

3. 流入交通容量の推定結果

対象流入部Sにおいて各シミュレーション時間帯における大型車混入率ごとの流入交通容量を観測した(図-1のプロット)。推定結果を見ると大型車混入率の増加に伴い、流入交通容量が低下することがわかる。

4. 回帰式を用いた乗用車換算係数の算出

環道交通量が等しく、大型車混入率が異なる条件下の流入交通容量を求めるため、シミュレーションから観測された流入交通容量とそれに対応するシミュレーション時間帯の環道交通量の値を用いて、HBS⁷⁾の式(1)をもとに最小二乗法による回帰式の推定を行った(表-1)。なお、環道交通量が800[pcu/h]以上の時には環道交通量が最も小さい時の値のみを用いた。

$$c_{cir} = \frac{3600}{t_f} (1 - \tau \frac{q_{cir}}{3600}) \exp[-\frac{q_{cir}}{3600} (t_c - \frac{t_f}{2} - \tau)] \quad \text{式(1)}$$

ここに、 c_{cir} : 流入交通容量[veh/h], q_{cir} : 環道交通量[pcu/h]である。

その結果、各パラメータのt値より全変数が有意であることが確認できた。また、RMSE値は最大で5.9と流入交通容量が800~1200[veh/h]程度であることをふまえると極めて小さく、決定係数 R^2 も1に非常に近いことから回帰式の適合度が高いといえる。

このパラメータ推定値(t_c , t_f , τ)を用いて流入交通容量の推定曲線を得た(図-1の曲線)。続いて、環道交通量が等しい条件下における流入交通容量の値を用いて、式(2)から大型車換算のための補正係数 f_{HVe} 、式(3)から乗用車換算係数 PCE_e を算出した(図-2)。

$$f_{HVe} = \frac{cap(HV_e\% = x)}{cap(HV_e\% = 0)} = \frac{1}{1 + HV_e\%(PCE_e - 1)} \quad \text{式(2)}$$

$$PCE_e = \frac{1 - f_{HV}}{f_{HV} \cdot HV_e\%} + 1 \quad \text{式(3)}$$

ここに、 $cap(HV_e\% = x)$: 対象流入部の大型車混入率がx%のときの流入交通容量, $cap(HV_e\% = 0)$: 対象流入部の大型車混入率が0のときの流入交通容量, $HV_e\%$: 対象流入部の大型車混入率, である。

その結果、環道交通量の増加に伴い、乗用車換算係数の値は大きくなり、環道交通量が700[pcu/h]、800[pcu/h]のとき、乗用車換算係数 PCE_e は1.95~2.05の範囲で最大値をとることがわかった。これは環道交通量の増加に伴い、小型車は流入できるが大型車では流入できないギャップが増加するためであると考えられる。国内のラウンドアバウトで想定される交通条件である環道交通量が600[pcu/h]程度未満のとき、 PCE_e の値は2.0以下であり、アメリカの値⁸⁾より小さくなった。

一方、環道交通量が800[pcu/h]を超えると、乗用車換算係数の値は小さくなる。これは小型車でも流入が困難なほど環道に発生するギャップが小さいためである。

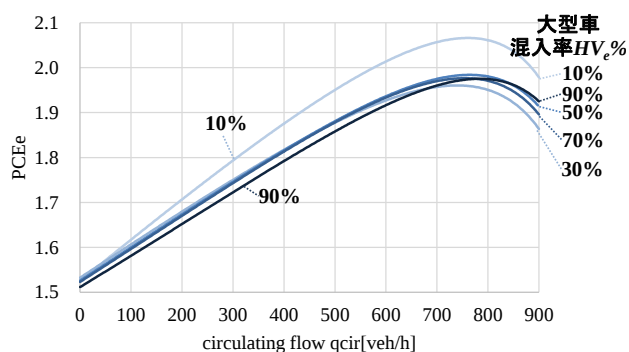


図-2 回帰式から算定した乗用車換算係数

表-1 パラメータ推定結果 *()内: t値

HVe%	RMSE	R ²	t_c	t_f	τ
0	5.9	0.9999	4.7 (63.2)	3.2 (233.5)	3.2 (84.9)
10	3.4	1.000	5.1 (187.1)	3.4 (657.3)	3.1 (215.8)
20	4.2	1.000	5.4 (114.5)	3.5 (388.8)	3.1 (122.6)
30	3.2	1.000	5.7 (280.3)	3.7 (924.4)	3.1 (262.3)
40	3.5	1.000	6.0 (178.5)	3.9 (571.7)	3.1 (153.2)
50	2.9	0.9999	6.2 (102.3)	4.0 (319.3)	3.0 (81.7)
60	4.7	1.000	6.4 (117.7)	4.2 (360.8)	3.0 (85.8)
70	4.6	1.000	6.7 (194.2)	4.4 (581.3)	3.0 (131.8)
80	3.1	0.9999	6.8 (88.8)	4.5 (261.5)	3.0 (59.8)
90	2.7	1.000	7.0 (123.2)	4.7 (355.3)	3.0 (79.0)
100	2.4	1.000	7.2 (205.9)	4.8 (587.0)	2.9 (116.7)

また、大型車混入率の増加に伴って、乗用車換算係数は全体的な傾向として小さくなっているものの、大型車混入率が30%以上で、環道交通量が約750[pcu/h]を上回るあたりから、その大小関係が逆転する部分が存在する。これは流入部での大型車混入率がある程度高くなると、車種を問わず流入挙動が均一化されることにより、大型車の影響が相対的に小さくなるためであると考えられる。

5. おわりに

今回得られた乗用車換算係数は、環道交通量によって変化する傾向が見られた。今後の課題として、環道を走行する大型車の乗用車換算係数についても算出する必要がある。これについては講演時に報告する。

参考文献

- 1) TRB: Highway Capacity Manual, 2010.
- 2) Akcelik and Associates: SIDRA INTERSECTION 5.1, Greythorn, Melbourne, VIC, Australia, 2011.
- 3) VISSIM Version 5.40 User Manual, 2012.
- 4) (公社)日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, pp.494-498, 2015.
- 5) Kang, N. and Nakamura, H., Estimation of Roundabout Entry Capacity Considering Conflict with Pedestrians, Transportation Research Board Annual Meeting, 2015.
- 6) 真島君騎・康楠・後藤梓・中村英樹: ラウンドアバウトにおける大型車挙動特性に関する分析, 土木計画学研究・講演集 No.51, 10ページ, 2015.
- 7) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen(FGSV): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Germany, 2005.