

大型車を考慮したラウンドアバウトの交通容量分析

大西宏樹・河本直志・安居秀政・瀬戸下伸介

1. はじめに

ラウンドアバウトは、交通量等が一定の条件下において安全かつ円滑な交通を確保できるものとして、欧米諸国では積極的な導入が進められている。ラウンドアバウトとは、円形の平面交差点のうち、環道を時計回り（右回り）に走行する車両に優先権があり、かつ環道交通が信号機や一時停止により中断されないものを指す。我が国においては、平成26年8月、国土交通省道路局により、ラウンドアバウトを計画及び設計するにあたっての適用条件と留意事項をまとめた通知「望ましいラウンドアバウトの構造について」¹⁾（以下「課長通知」という。）が示された。本課長通知では、諸外国におけるこれまでの知見を基に、ラウンドアバウトの適用範囲の目安として、一般的な条件での交通容量を示している。今後、大型車の割合が大きい場合も検討し、日本における車両の走行特性を踏まえて検証を進めていく必要がある。

本稿では、大型車の割合が大きい条件でのラウンドアバウトの交通容量に関する知見を得ることを目的として、実道の観測から得た車頭時間等をもとに交通流シミュレーション（以下「シミュレーション」という。）を行い、交通容量に与える大型車の影響について分析した。さらに、課長通知で示す交通容量推定式における環道を走行する車両の車頭時間（以下「環道車頭時間」という。）分布（理論値）が、日本における実際の車両の走行特性と整合しているかを確認することを目的として、観測値との比較を行った。

2. 実道観測の概要

JR常陸多賀駅前のラウンドアバウトにおいて、朝ピーク時に大型車3台を追加走行させ、一般車を含めた走行挙動を観測し、想定される車種（小型・大型）の組合せ別に、交通容量に影響する環道最小車頭時間等のパラメータを算出した（表-1

表-1 環道最小車頭時間及び流入時の追従車頭時間

組合せ	先行車	後続車	環道最小車頭時間	流入時の追従車頭時間 [※]
①	小型	小型	2.0秒	3.2秒
②	小型	大型	2.5秒	3.3秒
③	大型	小型	3.4秒	4.7秒
④	大型	大型	4.2秒	5.5秒

※環道に流入する際に追従走行する車両の平均車頭時間

表-2 臨界流入ギャップ

組合せ	流入車	環道車		臨界流入ギャップ [※]
		先行車	後続車	
①	小型	小型	小型	3.8秒
②	小型	小型	大型	6.2秒
③	小型	大型	小型	6.5秒
④	小型	大型	大型	10.3秒
⑤	大型	小型	小型	4.2秒
⑥	大型	小型	大型	6.7秒
⑦	大型	大型	小型	6.0秒
⑧	大型	大型	大型	11.1秒

※環道へ流入した車頭時間と流入を見送った車頭時間の累加曲線の交点

表-3 環道平均走行速度

車種	環道平均走行速度
小型	19.3km/h
大型	12.9km/h

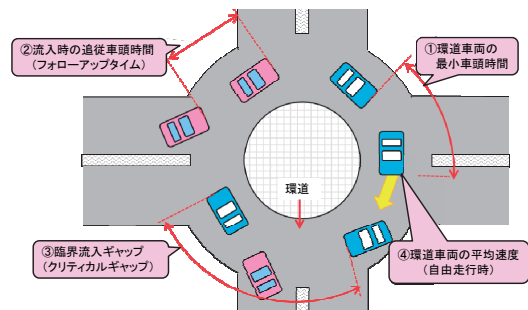


図-1 算出するパラメータ

～2)。また、車種別に環道平均走行速度を算出した（表-3）。これらの算出するパラメータの概念図は図-1のとおりである。なお、車種区分は、道路交通センサスの観測区分と同様に、小型車は軽乗用車・乗用車・軽貨物車及び小型貨物車、大型車はバス・普通貨物車及び特種車としている。

環道最小車頭時間（表-1）は、環道内を追従走行する車両の最小車頭時間である。その算出方法は、計測した環道車頭時間から、最頻値以下のものを追従走行するサンプルとして抽出し、特異値を除いた最小値を得るため、抽出したサンプルの15%タイル値によることとした。なお、最頻値より大きいものは先行車の影響を受けない自由走行状態として、ここでは除外している。

流入時の追従車頭時間（表-1）は、環道に流入

する際に追従走行する車両の平均車頭時間である。その算出方法は、計測した環道に流入する車両の車頭時間から、最頻値以下のものを追従走行するサンプルとして抽出し、特異値を除いた平均値を得るため、抽出したサンプルの15%タイル値以下を除去し、その平均値によることとした。

臨界流入ギャップ（表-2）は、環道への流入が可能となる環道車頭時間の閾値である。その算出方法は、流入した車頭時間（受入ギャップ）と流入を見送った車頭時間（棄却ギャップ）の累加曲線の交点によることとした。なお、平均的な交通挙動をとるサンプルを受入ギャップの対象とするため、先行車・後続車がともに大型車の場合は20秒以下、それ以外の場合は10秒以下の環道車頭時間を対象としている。また、観測では、流出部の横断歩行者の影響により、環道交通が停止又は低速で走行する状況が確認されており、この場合、環道車頭時間が大きくても車頭距離が小さく、環道への流入が不可能である。この影響を取り除くため、環道走行速度が小型車で10km/h以下、大型車で5km/h以下のサンプルを除外している。

環道平均走行速度（表-3）は、環道走行車両について、先行車の影響を受けない自由走行時の平均速度である。その算出方法は、環道最小車頭時間や臨界流入ギャップを算出した際の知見より、計測した環道車頭時間から、最頻値以下のサンプルを除外し、さらに、環道走行速度が小型車で10km/h以下、大型車で5km/h以下のサンプルを除外したものの平均速度によることとした。

3. 交通容量に与える大型車の影響

表-1～3のパラメータ値を用いてシミュレーションを行い、ラウンドアバウトの交通容量に与える大型車の影響について分析した。課長通知においては、交通量の面からラウンドアバウトの適用を判断する際の値として、全流入部の流入交通量の和である総流入交通量と各流入部の流入交通量が示されていることから、本稿では、全流入部を対象にした交通容量と、一流入部を対象にした交通容量（以下「流入部交通容量」という。）について分析を行った。

3.1 幾何構造とシミュレーションソフト

シミュレーションで用いる幾何構造として、両側2車線道路が4枝接続し、外径が27m（課長通

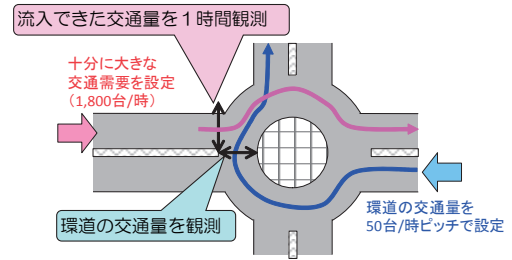


図-2 流入部交通容量の検出条件

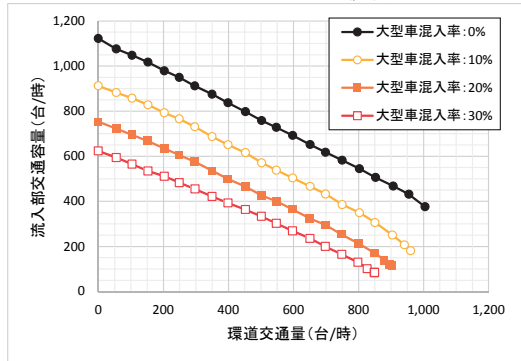


図-3 流入部交通容量の算出結果

知における最小値)のラウンドアバウトを設定した。シミュレーションソフトについては、ラウンドアバウトに関わる基本的な交通挙動の再現が可能なVISSIM（ドイツPTV社）を用いた。

3.2 流入部交通容量

流入部交通容量は、図-2のようにラウンドアバウトのある一流入部に、交通容量より十分に大きい交通需要を与え、1時間に環道内に流入できた交通量として算出した。環道交通量は50台/時ピッチで0～1,000台/時のケースを設定し、環道交通量に対する交通容量をそれぞれ算出した。

図-3に、流入部に与える交通、環道の交通ともに、大型車混入率を0%、10%、20%、30%とした場合の流入部交通容量の算出結果を示す。大型車混入率が増加するに従って、流入部交通容量が低減していることが確認された。

次に、交通容量に与える大型車の影響を簡易に算定可能にすることを目的に、ラウンドアバウトにおける大型車の乗用車換算係数を試算した。

試算は、複数の乗用車換算係数を用いて、式(1)に示す大型車補正係数 α_T を算出し、大型車が混入した場合の環道交通量及び流入交通量を補正し、大型車混入率0%の場合の交通容量に最も合致する乗用車換算係数を選定する手順で行った。

$$\alpha_T = \frac{100}{(100 - T) + E_T \cdot T} \quad \dots \text{式 (1)}$$

T : 大型車混入率[%]

E_T : 乗用車換算係数

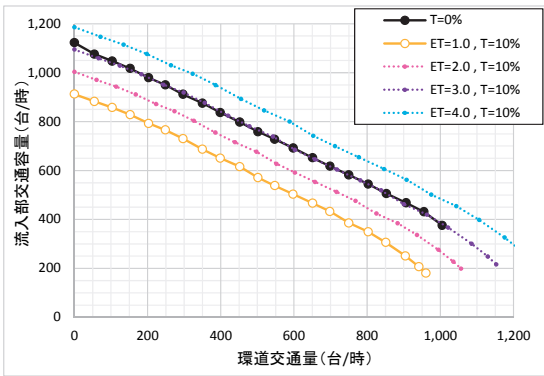


図-4 環道交通量に対応した流入部交通容量 (大型車混入率10%の場合)

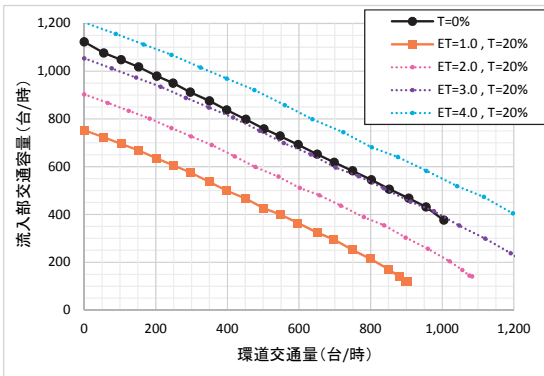


図-5 環道交通量に対応した流入部交通容量 (大型車混入率20%の場合)

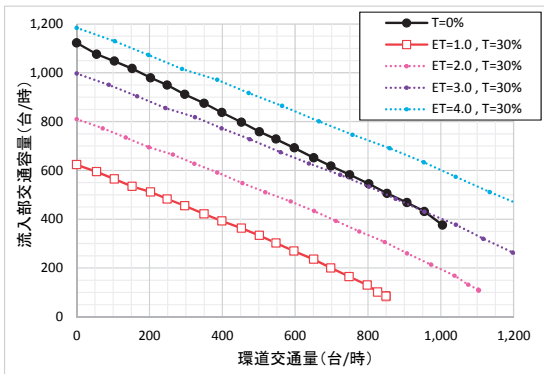


図-6 環道交通量に対応した流入部交通容量 (大型車混入率30%の場合)

図-4、5、6に、それぞれ大型車混入率が10%、20%、30%の場合の、複数の乗用車換算係数 ($E_T=1.0, 2.0, 3.0, 4.0$) に対応する交通容量を算出したものを示す。大型車混入率10%の場合には、乗用車換算係数を3.0とした場合に、大型車混入率0%の場合の交通容量に概ね整合した。大型車混入率20%、30%の場合には、乗用車換算係数を3.0、4.0とした場合の概ね中間に、大型車混入率0%の場合の交通容量が存在する結果となった。

3.3 全流入部の交通容量

総流入交通量が多くなるとラウンドアバウトの処理能力が限界に達し、流入できる交通量が制限される。流入しようとする総交通量と流入できた

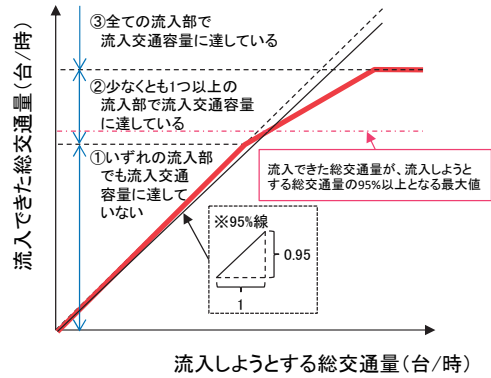


図-7 交通状況のイメージ

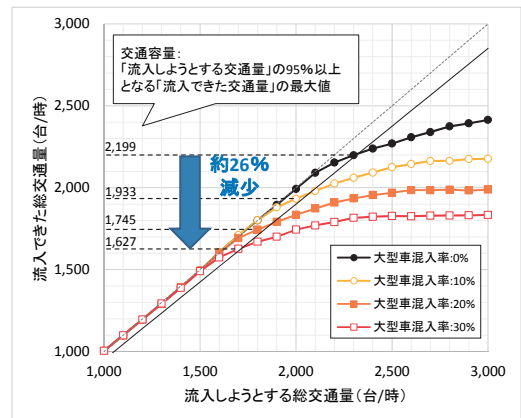


図-8 全流入部の交通容量の算出結果

総交通量の関係は図-7のとおりであり、流入しようとする総交通量が増えると、まず、いずれかの一流入部で交通容量に達し、その後、全流入部で交通容量に達する。ここでは、全流入部を対象に、流入しようとする総交通量と流入できた総交通量を整理した。さらに、流入できた総交通量が、流入しようとする総交通量の95%以上となる最大値を交通容量として算出した。

シミュレーションでは、総流入交通量を100台/時ピッチで1,000~3,000台/時のケースを設定し、各ケースで1時間に環道に流入できた交通量を算出した。交通条件は、主従比率（主・従道路の合計の交通量に対する主道路の交通量の割合）50%、重方向率（道路の往復合計の交通量に対する上り、下りの交通量のうち大きいものの交通量の割合）60%、右折率15%、左折率15%とした。

大型車混入率を0%、10%、20%、30%として、シミュレーションを行った結果を図-8に示す。大型車混入率が0%の場合の交通容量は、約2,200台/時と算出された。交通容量は大型車混入率が大きくなるにつれて低下し、大型車混入率が30%の場合には約1,600台/時となり、26%程度交通容量が低下する結果となった。

4. 環道車頭時間分布の観測値と理論値の比較

課長通知における交通容量推定式では、「環道交通流がランダム到着」²⁾であり、「比較的交通量が少ない状況下では、車両は車群を形成して走行する傾向がある」²⁾ことを仮定した環道車頭時間分布を用いている。ここでは、流入交通量及び環道交通量が大きい組合せとなる交通状況において、実道で観測した環道車頭時間分布（観測値）と交通容量推定式における環道車頭時間分布（理論値）との比較を行った。

なお、観測時間は平日朝ピークの2時間（7時～9時）であり、観測値は追加走行させた3台の大型車を含む全ての車両を対象とした。

4.1 理論値の設定

環道車頭時間 t の分布を示す確率密度関数 $h(t)$ の理論値には、ラウンドアバウトの交通流によく適合するといわれ、課長通知にも利用されている以下のCowan M3式を用いた。

$$h(t) = \frac{q_c}{3600} \left(1 - \tau \frac{q_c}{3600}\right) \exp\left\{-\frac{q_c}{3600}(t - \tau)\right\} \quad \cdots \text{式 (2)}$$

q_c : 環道交通量[台/時]

τ : 環道最小車頭時間[秒]

4.2 環道車頭時間分布の観測値と理論値

環道車頭時間分布の観測値と理論値を比較すると図-9のとおりとなる。観測値と理論値の分布形は多少の相違はあるものの、概ね整合していることが確認された。

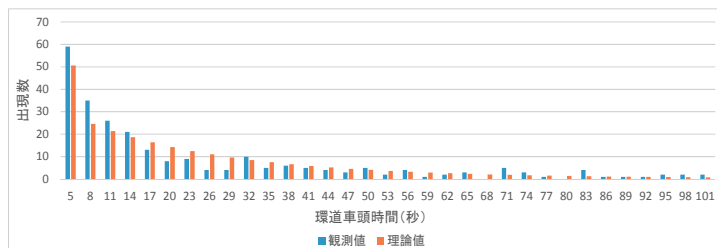


図-9 環道車頭時間分布の観測値と理論値

5. まとめ

本稿では、実道のラウンドアバウトにおける観測から得た車頭時間等をもとにシミュレーションを行い、交通容量に係る分析を行った。

ラウンドアバウトの交通容量に与える大型車の影響について、シミュレーションにより、流入部の交通容量を算出した上でラウンドアバウトにおける大型車の乗用車換算係数を試算した。さらに、全流入部を対象にラウンドアバウトの交通容量を算出し、大型車の混入による交通容量の低減の程度を示した。また、環道車頭時間分布について、観測値と理論値の比較を行った。

本研究で得られた知見は、大型車の交通量が多い交差点へのラウンドアバウトの導入を検討している道路管理者等において、活用されることが期待できる。今後は、個別箇所での適用に向け、今回シミュレーションした交通条件と異なる場合についても検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局課長通知：望ましいラウンドアバウトの構造について、平成26年8月、<http://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/20140901tuuti.pdf>
- 2) 公益財団法人 国際交通安全学会：平成21年度研究調査プロジェクト「安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究」報告書、p.48、平成22年3月、<http://www.iatss.or.jp/common/pdf/research/h188.pdf>

大西宏樹



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部道路研究室 交流研究員
Hiroki ONISHI

河本直志



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部道路研究室 研究官
Naoyuki KAWAMOTO

安居秀政



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部道路研究室 研究官
Shusei YASUI

瀬戸下伸介



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部道路研究室長
Shinsuke SETOSHITA