

大型車を考慮したラウンドアバウトの交通容量に関する考察

河本 直志¹・今田 勝昭²・木村 泰³・上野 朋弥⁴・高宮 進⁵

¹正会員 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（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）
E-mail: kawamoto-n2x4@nilim.go.jp

²非会員 阪神高速道路株式会社（〒650-0041 兵庫県神戸市中央区新港町16-1）

³正会員 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（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

⁴正会員 株式会社日本海コンサルタント（〒921-8042 石川県金沢市泉本町2-126）

⁵正会員 国土交通省近畿地方整備局兵庫国道事務所（〒650-0042 兵庫県神戸市中央区波止場町3-11）

信号交差点については、交通量が多い場合であっても、信号制御により一定程度の交通処理が可能である。一方で、ラウンドアバウトについては、環道を走行する車両が増加した場合、環道交通流に優先権があることから、環道に流入する車両が流入困難となる状況が出現し、流入部において車両の滞留が生じる可能性がある。また、交差点の通過方向が偏った交通が多い場合は、こうした滞留が特定の流入部に集中することも想定される。さらに、大型車の通行が多い場合、その大きさや、車両性能、周囲の車両の走行挙動への影響等を考慮すると、ラウンドアバウトの交通容量を低下させることが考えられる。ラウンドアバウトの適用にあたっては、このような状況を踏まえた交通容量の評価が不可欠となる。

そこで、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交通流シミュレーションを行い、大型車の通行が交通容量に与える影響を分析した。

Key Words : roundabout, traffic capacity, traffic flow simulation, the effects of large vehicles

1. はじめに

道路の平面交差として、我が国に数多く存在する交差点は、出会い頭の事故や右折車対直進車の事故等、一旦交通事故が発生すれば死傷事故に至る可能性が高く、未だ安全性に問題を抱えるケースがある。また、交通量が少ない信号交差点においては、交差車両がない中での無駄な信号待ちをする車両の存在など、一部において円滑性に支障を来している状況も見られる。これらの課題に対し、欧米諸国ではラウンドアバウトの導入が積極的に進められている。

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。また、平成26年9月から、道路交通法に基づいた環状交差点の運用が開始されている。このように、ラウンドアバウトに関する取組は、一層高まっている状況にある。

ラウンドアバウトについては、環道交通流に優先権が

あることから、環道を走行する車両が増加した場合、環道に流入する車両が流入困難となる状況が出現し、流入部において車両の滞留が生じる可能性がある（図-1）。

また、大型車の通行が多い場合、その大きさや、車両性能、周囲の車両の走行挙動への影響等を考慮すると、ラウンドアバウトの交通容量を低下させることが考えられる。道路管理者がラウンドアバウトを適用するにあたっては、このような状況を踏まえた交通容量の目安が必要となる。

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交通流シミュレーション（以下、

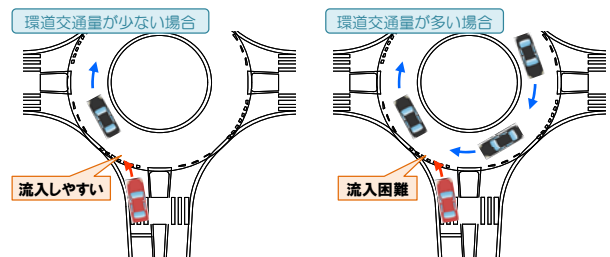


図-1 ラウンドアバウトにおける交通処理のイメージ

「シミュレーション」という。)を行い、大型車の通行がラウンドアバウトの交通容量に与える影響を分析した。

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、朝のピーク時に3台の大型車を追加走行させ(写真-1)、一般車を含めた走行挙動を観測し、想定される車種(小型車・大型車)の組合せ別に、交通容量に影響する車頭時間を整理した(表-1~3)。ここで、小型車・大型車の区分は、道路交通センサスにおける観測区分と同様としている。また、車種別に、環道平均走行速度を整理した(表-4)。

追加走行させた大型車は、道路構造令第4条の普通自動車を想定し、長さ12mの後2軸のトラックとした。走行方法は、当該ラウンドアバウトを含む約600mの周回コースを設定し、車種の組合せ毎に車頭時間のサンプルが取得できるよう、ラウンドアバウトに向かう一般車の列に入り込むタイミングや、ラウンドアバウトでの周回数数を調整しながら走行させた。

環道最小車頭時間(表-1)は、環道を追従走行する車両の最小車頭時間として算出した。具体には、環道を走行する車両の車頭時間について、最頻値以下のものを追従走行しているサンプルとして抽出し、最小車頭時間としては、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%タイル値を算出した。

流入時の追従車頭時間(表-2)は、環道に流入する際に追従走行している車両の平均車頭時間として算出した。具体には、環道に流入する車両の車頭時間について、最頻値以下のものを追従走行をしてい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、その平均値を算出した。

臨界流入ギャップ(表-3)は、環道を走行する車両の車頭時間について、流入車が流入したもの(受入ギャップ)と流入しなかったもの(棄却ギャップ)に分け、それぞれの累加曲線の交点として算出した。ここで、環道



写真-1 大型車の走行の様子

を走行する車両の車頭時間は、先行車・後続車がともに大型車の場合は20秒以下を対象としており、それ以外の組合せの場合は10秒以下を対象としている。また、観測においては、流出部の横断歩行者の影響により、環道交通が停止または低速で走行する状況が確認されており、この場合、環道を走行する車両の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

表-1 環道最小車頭時間

車種組合せ	先行車	後続車	環道最小車頭時間*
①	小型	小型	2.0秒
②	小型	大型	2.5秒
③	大型	小型	3.4秒
④	大型	大型	4.2秒

※環道を走行する車両の車頭時間について、最頻値以下のものを抽出し、その15%タイル値を算定

表-2 流入時の追従車頭時間

車種組合せ	先行車	後続車	流入時の追従車頭時間*
①	小型	小型	3.2秒
②	小型	大型	3.3秒
③	大型	小型	4.7秒
④	大型	大型	5.5秒

※環道に流入する車両の車頭時間について、15%タイル値以上かつ最頻値以下のものを抽出し、その平均値を算定

表-3 臨界流入ギャップ

車種組合せ	流入車	環道車 ^{※1}		臨界流入ギャップ ^{※2}
		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

※1 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

※2 環道を走行する車両の車頭時間について、流入車が流入したものと流入しなかったものに分け、それぞれの累加曲線の交点を算定

表-4 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

※環道を走行する車両の走行速度について、小型車で10km/h以下、大型車で5km/h以下のサンプルを除外。また、環道を走行する車両の車頭時間について、最頻値以下のサンプルを除外。

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-4）は、環道を走行する車両について、先行車の影響を受けない自由走行時の平均速度を算出した。具体には、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から、環道を走行する車両の車頭時間について、最頻値以下のサンプルを除外し、さらに、環道を走行する車両の走行速度について、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、平均速度を算出した。

環道最小車頭時間（表-1）と流入時の追従車頭時間（表-2）について、車種組合せ間の大小関係は、想定される関係と合う結果となった。

臨界流入ギャップ（表-3）について、車種組合せ間の大小関係を見ると、車種組合せ③と⑦について、環道車の先行車と後続車の組合せは同じであるが、小型車よりも大型車が流入する方がギャップが小さくなっており、想定する大小関係と異なる結果となった。この車種組合せについて、受入・棄却ギャップの分布を図-2, 3に示す。車種組合せ⑦の場合、受入ギャップと棄却ギャップの交点が、高い累加確率の位置にあることから、臨界流入ギャップ（60秒）より小さい車頭時間で流入した車両と、臨界流入ギャップより大きい車頭時間で流入しなかった車両が多数存在しており、同一の車頭時間であっても流入判断結果に大きな差異があることが読み取れる。表-4

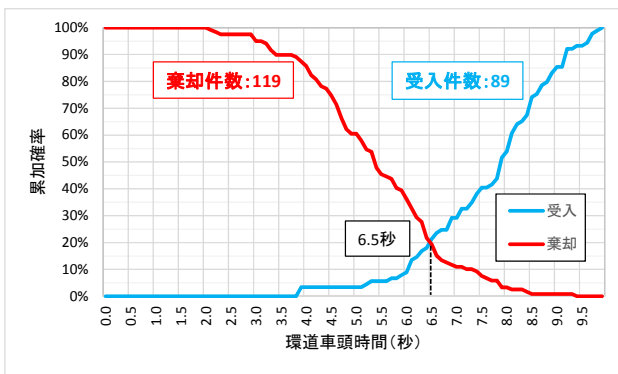


図-2 受入・棄却ギャップの分布（車種組合せ③）

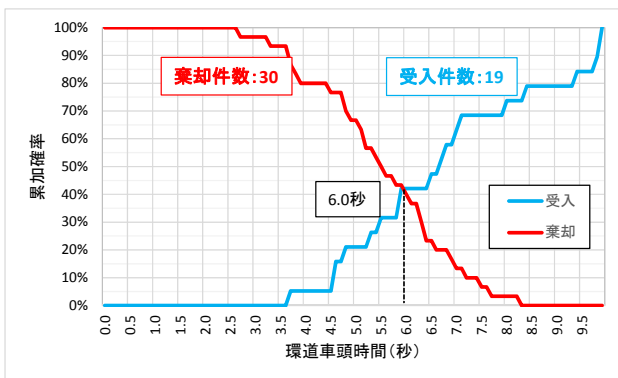


図-3 受入・棄却ギャップの分布（車種組合せ⑦）

より、環道平均走行速度は小型車の方が大型車よりも大きいため、環道車が「先行車：大型－後続車：小型」の場合には、同一の車頭時間であっても、後続車となる小型車が「小さな車頭距離で大型車と同じ速度で走行する場合」と「大きな車頭距離で大型車よりも大きな速度で走行する場合」がある。そのため、車長の長い大型車が流入する場合に、環道を走行する車両の車頭時間以外に、物理的に流入可能な車頭距離が確保されているかについても、流入可否の判断に影響を与えていた可能性が考えられ、小さな車頭時間であっても、大きな車頭距離が確保されていれば流入していた可能性が考えられる。

3. シミュレーションの概要

表-1～4の車頭時間及び走行速度を用いてシミュレーションを行い、大型車の通行によるラウンドアバウトの交通容量の低減状況を分析した。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、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、本稿においては、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について分析を行った。

(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。

(2) 流入部交通容量

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。）は、図-4のようにラウンドアバウトのある一つの流入部に、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。環道の交通量は50台/時ピッチで0～1,000台/時のケースを設定し、環道の交通量に対する交通容量をそれぞれ算出した。

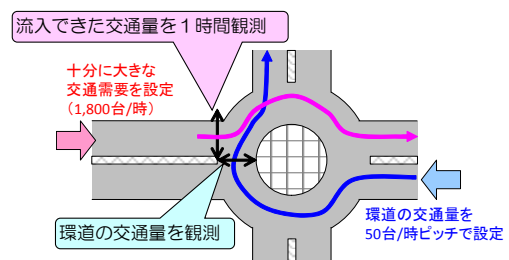


図-4 流入部の交通容量の検討条件

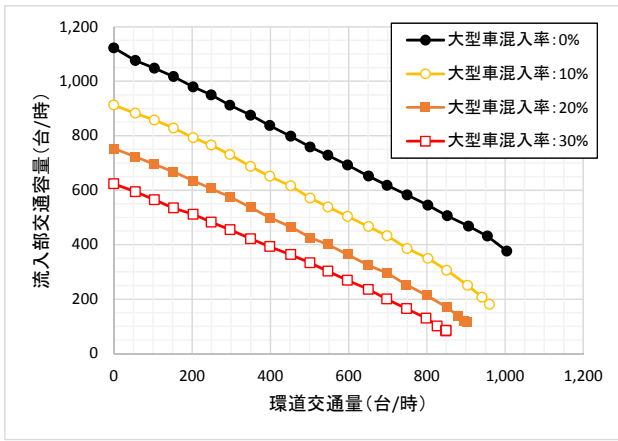


図-5 流入部交通容量の算出結果

図-5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、流入部の交通容量が低減していることが確認された。

次に、交通容量への大型車の影響を簡易に算定できるようにすることを想定し、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。

分析手順は、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、大型車の混入がない場合（大型車混入率0%）の交通容量に最も合致する乗用車換算係数を選定した。

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

T : 大型車混入率 (%)

E_T : 乗用車換算係数

図-6, 7, 8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) 全流入部の交通容量

ラウンドアバウトに流入する自動車の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、実際に流入できる交通量が制限される。これを、流入しようとする総交通量と、流入できた総交通量でイメージを整理すると、図-9のとおりとなる。流入しようとする

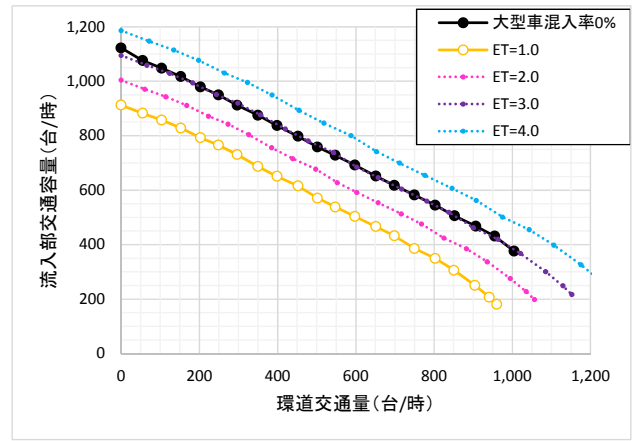


図-6 乗用車換算係数ごとの交通容量
(大型車混入率10%の場合)

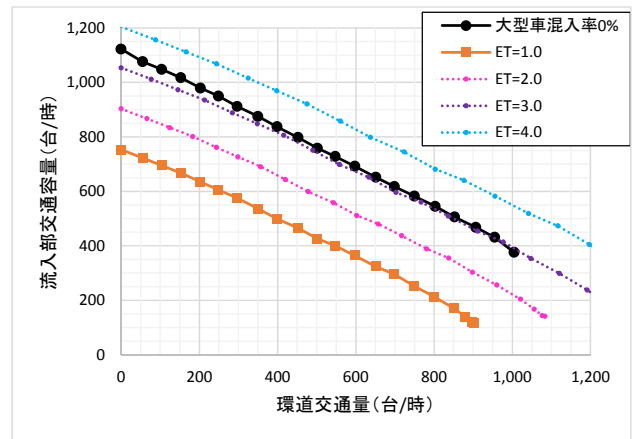


図-7 乗用車換算係数ごとの交通容量
(大型車混入率20%の場合)

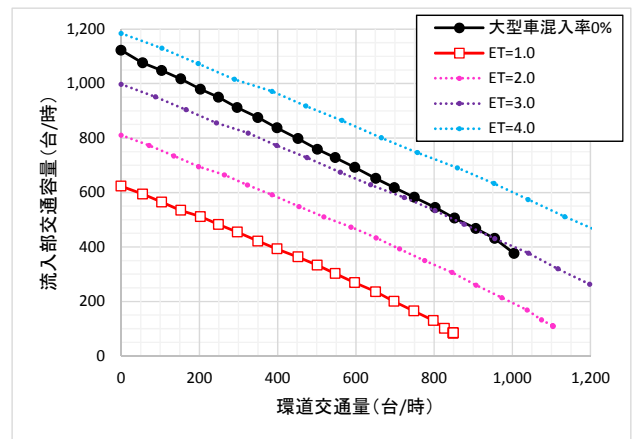


図-8 乗用車換算係数ごとの交通容量
(大型車混入率30%の場合)

総交通量が増えると、まずはいずれか1つの流入部で交通容量に達し、その後、全ての流入部で交通容量に達する状況となる。ここでは、ラウンドアバウトの全流入部を対象に、流入しようとする総交通量と、実際に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

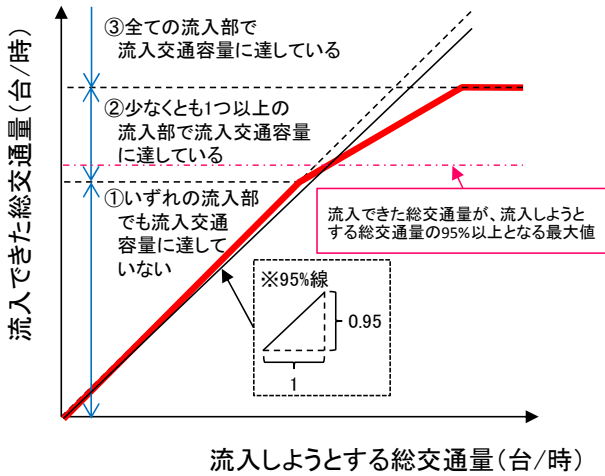


図-9 交通状況のイメージ

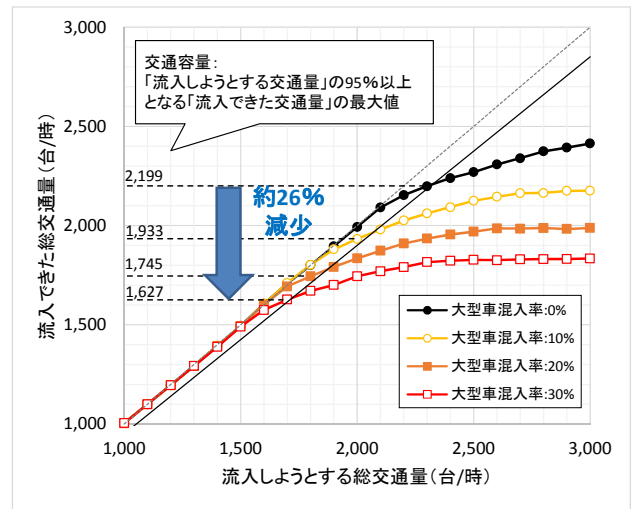


図-10 全流入部の交通容量の算出結果

を交通容量として算出した。

シミュレーションにおいては、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（十字交差点の主・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-10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. 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、大型車の通行がラウンドアバウトの交通容量に与える影響を分析した。シミュレーションでは、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。

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。ただし、個別箇所においては、今回シミュレーションした交通条件と異なることに留意し、適用を検討する必要がある。

今後、引き続き、ラウンドアバウトにおける交通容量の評価について、詳細な分析を進めて参りたい。

参考文献

- 1) 「望ましいラウンドアバウトの構造について（道路局企画課長、国道・防災課長、環境安全課長、高速道路課長通知）」（平成 26 年 8 月 8 日）、<http://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/20140901tuuti.pdf>

(2016. 4. 22 受付)