

二輪車の混入を考慮した ラウンドアバウト導入の評価に関する研究

小島 拓也¹・福田 敦²・石坂 哲宏³・Thaned SATIENNAM⁴

¹学生非会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻

(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:csta14010@g.nihon-u.ac.jp

²正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp

³正会員 日本大学准教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:ishizaka.tetsuhiro@nihon-u.ac.jp

⁴Assistant Professor, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

E-mail:sthaned@kku.ac.th

ラウンドアバウトは、信号を必要とせず安全に車両を通行させることができる交通制御方式として、途上国でも導入が進んでいる。しかし、途上国では、二輪車の車種構成割合が高く、それが流入交通容量や速度抑制効果に影響を及ぼしていると考えられるが、その現象及び評価方法は確立していない。そこで本研究では、二輪車の混入率を考慮した際の流入交通容量、速度抑制効果の変化を明らかにすることを目的として、タイ・コンケン大学のラウンドアバウトにて走行実験を行い、二輪車が流入交通容量や速度抑制効果に与える影響について整理した。また、それらを現況再現したモデルをマイクロ交通シミュレーションVISSIMを用いて構築し、二輪車混入における速度抑制効果の評価を行い、課題を整理した。

Key Words : roundabout, two-wheel vehicles, micro traffic simulation, velocity suppression

1. はじめに

ラウンドアバウトは、比較的交通量の少ない交差点において信号機を設置することなく、安全かつ円滑に交通を処理できることから、近年、東南アジアにおいても、導入が検討されている。しかし、これらの国では四輪車と走行挙動が大きく異なる二輪車の混入率が高く、ラウンドアバウトの設計とその評価には、二輪車の走行の影響を考慮する必要があるが、これまで二輪車の走行を考慮した設計指針や評価方法は見られない。特に、これらの国々で問題となっている交差点事故削減の観点からラウンドアバウト設置による速度抑制効果の検証が必要不可欠となっている。

そこで、本研究では、タイのコンケン大学構内に速度抑制を目的に設置されたラウンドアバウトを対象に調査を行い、設置による交差点周辺での速度抑制効果の有無を明らかにするとともに、二輪車が走行している場合のクリティカルギャップを求めマイクロ交通シミュレーションを行うことで、二輪車が存在する場合のラウンドアバウトの交通容量の評価を行うことを目的とする。

2. 既存研究の整理

ラウンドアバウトの導入評価において、その性能面から流入交通容量が算出され、また、安全面からは流入部における速度抑制効果等が検証されている。流入交通容量の評価において、アメリカやドイツで採用されている推定式は、環道交通流に対する流入車両のギャップアクセプタンスで定義されている。ギャップアクセプタンスから得られる流入交通容量の推定式において、車種の違いは乗用車換算係数(PCU)を用いて考慮されることが多い。しかしながら、これらの研究では乗用車(加えて、大型車)に焦点が当てられており、小型の自動二輪車(以下、二輪車)の考慮した流入交通容量の算出方法の構築や速度抑制効果の検証は十分になされていないのが現状である。例えば、HCM2010には自転車 considering 際にPCUを0.5として扱うと記述されているのみである。二輪車の走行特性を明示的に組み込み、分析をした例はあまり見られない。また、二輪車を対象とした論文ではないが、乗用車と異なる特性を持つ横断歩行者の影響を康ら²⁾が考慮している。この論文では、4枝のラウンドアバウトを用いたシミュ

レーションにより、横断歩行者の交通量と流入交通容量の関係性を分析した。また、シミュレーション結果に基づき、ラウンドアバウトの流入交通容量を指数関数によって表し、その係数を影響要因の線形関数で表現するモデルを構築した。

一方、流入部及び環道部における速度抑制効果はこれまでの既存研究により明らかにされている。例えばLiら⁵⁾の研究では、流入部を4区間に分類して、その速度抑制効果を定量的に明らかにしている。

これらの交通現象をモデリングし、マイクロ交通シミュレーションに組み込み、多様な構造や交通状態におけるラウンドアバウトの評価が行われている。代表的な研究として、Gallelliら¹⁾は交通シミュレーションVISSIMを用い、幾何構造（中央島外径、環道幅員、導流島）、交通特性（接近速度、環道内速度及び減速域等）、運転挙動（優先ルール、最少ギャップ、最少車間距離）等の変数を用いてラウンドアバウトでの運転挙動の検証を行った。

また、Liら⁵⁾は交通シミュレーションVISSIMのラウンドアバウトについてのモデルは、ラウンドアバウトの運用上の性能評価の分析を容易にするために適用されていると述べており、正確な現況を再現し、性能評価を行うためには、調査データに基づいたパラメータ値の分析が必要となる。この研究では、レーダーセンサーを用いた調査によって、ラウンドアバウト流入部へのアプローチは、4段階の速度域に分類できるとしている。また、ラウンドアバウトの適切な表現に必要なパラメータはケーススタディによって検証を行っている。

自動車と比較して、加速度や操舵性能などの走行性能が大きく異なる二輪車を考慮するには、実際のラウンドアバウトにおける二輪車と自動車の組み合わせで生じるギャップアクセプタンスの違いや速度抑制効果を、走行調査を実施して明らかにする必要があるといえる。また、二輪車の走行特性を考慮したマイクロ交通シミュレーションを構築する必要があるといえる。

3. 二輪車混入時の問題点の整理

流入交通容量の算出において、ギャップアクセプタンスに影響する二輪車特有の要因として、下記が想定できる。

- 二輪車の操舵性が高いことにより、流入部と環道部で二輪車の速度低下があまり起こらず、速度低下する乗用車との速度差が生じてしまうことによるギャップアクセプタンスへの影響
- 環道部の車両の有無によらず、二輪車の占有空間の狭さから、二輪車が流入してしまうこと
- 流入部の二輪車の走行位置によっては、後続の車両の流入に影響を与えず、容量上より実際の交通量が上回ってしまうことが想定されること
- 環道幅員が広いことで、走行速度の抑制があまり期待できなくなること
- 二輪車の操舵性が高いことにより、車両の追い

越しや並走が発生する等の問題が発生しやすくなること

これらの想定される要因は、既存の研究で用いられてきたPCUによる容量分析や速度低下に不確実性を与えると考えられる。

4. 研究方法

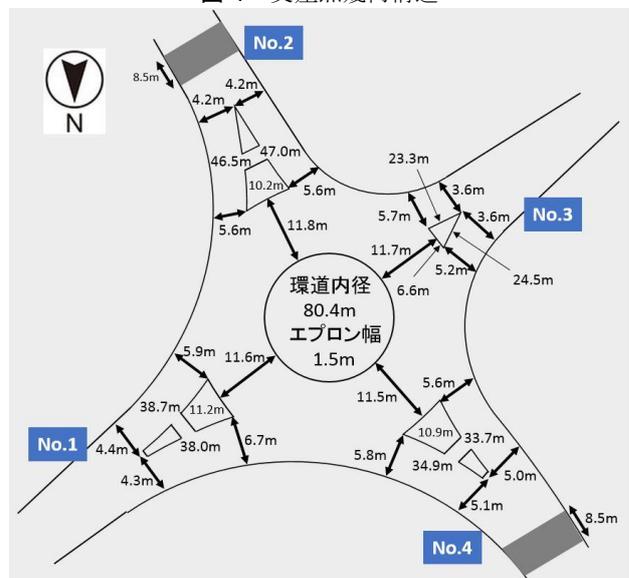
本章では、既存研究の整理を基に二輪車混入時のラウンドアバウトの評価を行うための研究方法を記述する。

(1) 対象ラウンドアバウトの選定

二輪車の混入を考慮したラウンドアバウトの速度抑制効果に関する評価は、日本では導入事例が少ないこと、二輪車の混入率が高くないことため評価を行うことは困難と考える。そのため本研究では、二輪車の混入が多数確認できるタイ・コンケン大学構内のラウンドアバウトを選定した。

表-1に示す通り、4枝の交差点であり、流入部1では速度抑制のためランプが2か所に設置されている。

図-1 交差点幾何構造



(2) ギャップパラメータに関する推計

交通容量の推定を行う際、ギャップパラメータが推定される交通容量に大きな影響を及ぼすと考えられている。このギャップパラメータを設定することで、ラウンドアバウト流入時の車両の走行挙動や、幾何構造などが交通容量に与える影響の表現が可能になる。しかし、これまでの研究では二輪車が考慮されていないので、次に示す通り二輪車を反映する。

a) クリティカルギャップの推定

クリティカルギャップの定義は、「流入車両が流入し得る、最小の環道車両間の車頭間隔」である。環道内の先頭車両と後続車両の車種の組み合わせによって、クリティカルギャップが異なってくると仮

定した。また、流入車両が乗用車か二輪車でもクリティカルギャップが異なってくると仮定したので、先頭車両、後続車両、流入車両の車種によって異なるギャップの受入れ確率から算出した。計算式は以下に示す。

$$P_{i,j,m,n} = \frac{n \text{秒以下の受入れギャップ数}}{n \text{秒の受入れ} + \text{見送ったギャップ数}} \quad (n = 1, 2, \dots, 10)$$

$P_{i,j,m,n}$ = n秒におけるギャップ受入れ確率

i: 先頭車両の車種 (乗用車もしくは二輪車)

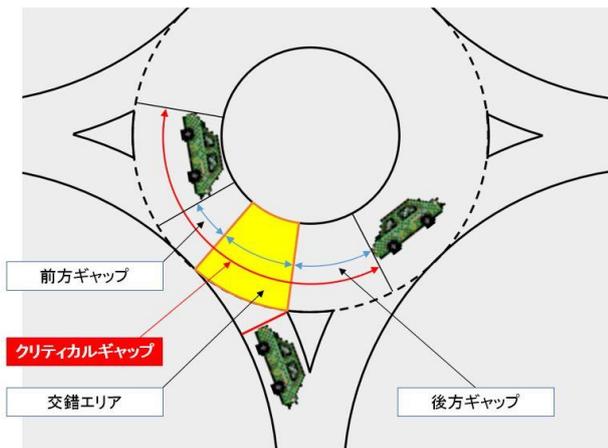
j: 後続車両の車種 (乗用車もしくは二輪車)

m: 流入車両の車種 (乗用車もしくは二輪車)

b) 前方・後方ギャップの推定

VISSIMではクリティカルギャップを直接パラメータとして設定することが不可能であるが、前方ギャップ、後方ギャップを設定することができる。調査では、クリティカルギャップを算出するが、前方ギャップは交錯点を通過した環道内の車両に対して、流入する車両が合流できる最小のタイムラグと定義し、算出する。また、後方ギャップは交錯点に達していない環道内車両に対してのタイムラグと定義されるので、クリティカルギャップとの差分で算出する。

図-2 ギャップの定義



c) 流入車両の最小追従車頭間隔の推定

流入車両の最小追従車頭時間の推定は、ラウンドアバウト流入部において車両が環道内に流入しうる環道内の前方を走行する車両と環道へ流入する車両の最小の車頭間隔である。この最小間隔も、前方車両と後続車両の車種の組み合わせを考慮して、算出することとする。なお、前後で追従していないような走行状態の場合は、分析に含めないこととする。

d) 環道内車両の最小車頭間隔の推定

環道内における最小車頭時間は、環道を走行する車両の車頭間隔の最小値である。同様に前方車両と後続車両の車種の組み合わせを考慮し、算出する

(3) 交通容量の推定

ラウンドアバウトの交通容量は、1時間あたりの最大流入可能交通量として定義され、各流入部について定義される。通常は需要に基づく各流入路の計画交通容量から設計時間交通量を算出し、それぞれを流入部交通容量と比較することが必要である。交通容量の推定方法は流入時のギャップアクセプタンス挙動から理論的に推定する方法と、観測値より回帰式を推定する方法を用いる。

(4) 流入部における車両挙動の分析

速度抑制効果に関して、ラウンドアバウトが存在することによる速度低下と環道内を走行する車両を視認した際の走行低下と流入判断に伴う環道直近の速度低下を3つに分類できると仮定して分析した。

5. 現地調査

調査を行うにあたり、現地にて車両走行実験及びビデオカメラによる定点観測を行った。調査対象車にはGPSロガーを搭載し、地点速度、走行位置を記録した。また、ビデオカメラはラウンドアバウトの全景が確認できる位置に1台、各流入部に1台の計5台設置し、流入部別、方向別の交通量を記録した。

(1) 調査概要

表に示す日時と実験車両で実験を行った。

表-1 現地調査概要

調査日時	GPS搭載実験車両
2014年10月24日	・乗用車 5台
2014年11月18, 19日	・小型二輪 6台
2015年3月2日	コンケン大の学生 計15人



図-3 調査を行ったラウンドアバウト

(2) 調査対象としたルート

本研究では実験車両計11台にGPSロガーを搭載して走行し、交差点流入部・流出部・環道内の地点速度、走行軌跡を記録する。その際のGPSロガー搭載車の走行ルートは最も多くの交通量が観測された流入部2と流入部4の2箇所を起点にルートを設定した。

(3) ギャップタイムの算出方法

本研究では、ギャップタイムの測定をビデオカメラの映像からストップウォッチを用いて手動で計測した。計測は0.1秒単位で計測を行った。

6. ギャップパラメータの推定

ラウンドアバウト流入時の車両挙動を明らかにするためビデオカメラの映像から流入部におけるギャップを計測し、クリティカルギャップ、前方・後方ギャップ、流入車両の最小追従車頭間隔、環道車両の最小車頭間隔の検証を行った。また、ギャップアクセプタンスの計測は、流入車両が停止した際に計測を行うが、今回の計測では車両が完全に停止せず、緩やかに環道へ流入する挙動が多く確認された。得られた結果に関しては、発表時に報告する。

7. 二輪車混入による速度抑制効果の検証

二輪車混入時の速度抑制効果の検証を行うため、現地調査時に車両に搭載したGPSロガーのデータを二輪車、乗用車で分類して集計し、流入部、環道内、流出部での地点速度を検証した。さらに、方向別での速度抑制効果についても車種別で検証した。

8. おわりに

本研究では、現地調査により入手したデータより、二輪車の混入を考慮した際、ラウンドアバウトがもつ速度抑制効果への影響の評価を試みた。

参考文献

- 1) Vincenzo Gallelli, Rosolino Vaiana: ROUNDABOUT INTERSECTIONS: EVALUATION OF GEOMETRIC AND BEHAVIOURAL FEATURES WITH VISSIM, Transportation Research Board National Roundabout Conference 2008, 2008.
- 2) 康楠, 中村英樹: 横断歩行者を考慮したラウンドアバウト流入交通容量のシミュレーション分析, 国際交通安全学会誌, Vol.39, pp.56-64, 2014.
- 3) 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, 国際交通安全学会報告書, 2010.
- 4) ラウンドアバウトの計画・設計ガイド(案), 交通工学研究会, 2009.
- 5) Zhixia Li, Michael DeAmico, Madhav V. Chitturi, Andrea R. Bill and David A. Noyce: Calibration of VISSIM Roundabout Model: A Critical Gap and Follow-up Headway Approach, Transportation Research Board, 2013.