

令和元年5月13日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04426

研究課題名(和文) ラウンドアバウトの幾何構造に応じた車両挙動と性能評価に関する研究

研究課題名(英文) Research on vehicle behaviors and performance evaluation according to the roundabout geometry

研究代表者

中村 英樹 (NAKAMURA, HIDEKI)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：10212101

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ラウンドアバウトの幾何構造に応じた流入交通容量、走行軌跡、走行速度の推定手法を開発し、設計に際しての安全性と円滑性に関わる性能照査手法を提案することを目的とする。

流入交通容量推定式とマイクロ交通シミュレータを用いて、幾何構造要素に応じた流入部交通容量とPCEを推定した結果、流入交通容量は幾何構造要素により変化し、ラウンドアバウトの外径および流入部幅員が有意に影響を与えることを明らかにした。安全性能評価指標として、事故の起きやすさを表す見落とし確率と、事故の重度を示す衝突強度の積で表されるリスク指標を提案した。そして、任意の幾何構造条件からリスク指標を算出するためのモデル化を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来一定値が用いられてきたラウンドアバウトにおける大型車の乗用車換算係数が幾何構造により変化することを明らかにしたことで、幾何構造条件に応じた大型車を考慮した交通容量の推定が可能となった。また、設計段階において幾何構造条件を入力することで、計画するラウンドアバウトの安全性能を定量評価することが可能となった。これらの成果は有用な手法を与えるものであり、実務上の意義も高く、社会に貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：The objective of this research is to develop an estimation method of entry capacity, vehicle trajectories and speeds according to the geometry of roundabout, and to propose a performance evaluation method related to safety and efficiency at the design stage. As a result of estimating the entry capacity and PCE according to the geometric element by using the entry capacity estimation formula and a micro traffic simulator, it was found that the entry capacity changes with the geometric element and the inscribed circle diameter and the entry width of the roundabout significantly affects it. As a safety performance evaluation index, a risk index was proposed, which is represented by the product of the oversight probability that indicates the likelihood of an accident and the collision intensity that indicates the severity of the accident. Then, its modeling was performed to calculate the risk index from any geometric conditions.

研究分野：交通工学

キーワード：ラウンドアバウト 幾何構造 交通容量 安全性 性能評価 リスク指標 乗用車換算係数

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

信号制御に頼らないラウンドアバウトの安全性と円滑性は、その幾何構造設計によって大きく左右される。特に、空間制約が厳しい中で変形交差点に適用することも想定される日本においては、幾何構造の各構成要素の設計が車種別車両挙動に与える影響を明らかにし、これを反映した安全で円滑なラウンドアバウト設計の評価手法を確立する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究は、ラウンドアバウトの幾何構造に応じた車種別のギャップアクセプタンスや走行特性を明らかにしたうえで、これに基づく流入交通容量、走行軌跡、走行速度の推定手法を開発し、設計に際しての安全性と円滑性に関わる性能照査手法を提案することを目的とする。

### 3. 研究の方法

まず、国内7箇所の幾何構造の異なるラウンドアバウトにおいて、走行車両の軌跡、速度、車頭時間パラメータなどのデータの収集を行った。これらのデータを用いて、車種構成別車頭時間パラメータの推定、走行軌跡推定モデル、走行速度推定モデルの開発をそれぞれ行った。そして、流入交通容量の推定式を用いて、幾何構造条件に応じた大型車の乗用車換算係数PCEの推定を行った。また、流入部における見落とし確率と衝突角度を用いて、安全性評価のためのリスク指標を開発し、これらを幾何構造条件から推定可能とするモデルを開発した。以上をもって、幾何構造条件に応じた大型車が交通容量に影響の考慮と、安全性能照査を可能とした。

### 4. 研究成果

#### 4.1 幾何構造要素を考慮した大型車の乗用車換算係数に関する分析

##### (1) 大型車の影響の推定手法の検討

車種の影響を考慮するには、大型車の乗用車換算係数(PCE)を用いて交通容量を補正する方法が一般的であり、乗用車の場合に比べて流入交通容量が大型車混入率の増加とともに減少する。HCMおよび日本のラウンドアバウトマニュアルにおいては、PCE値として固定値の2.0が示されているものの、これらの値は幾何構造条件や車種の影響を必ずしも十分反映していない。日本ではラウンドアバウトの導入例が未だ少ないため、大型車に関する十分な実証データを得ることは容易ではない。このため、本研究では分析にデータが不足する車種構成の車頭時間のデータを補完する方法も検討する。さらに、本研究では大型車混入率による車種構成の組み合わせの確率を与えることで、幾何構造要素と車種が流入交通容量に与える影響を分析したうえで、

ラウンドアバウトの幾何構造を考慮した大型車のPCEの範囲を推定する。

##### (2) ラウンドアバウト流入交通容量推定手法

ラウンドアバウトの流入交通容量の推定手法は、幾何構造や交通量と実測交通容量の関係に回帰モデルを適用して推定したマクロモデルと、ギャップアクセプタンス理論に基づくマイクロモデルに大きく分けることができる。ラウンドアバウトの導入事例がまだ少ない日本において、横断歩行者交通量、横断方向、分離島の有無といった影響要因と流入交通容量の関係を実測データから把握することは困難である。このため、今回は式(1)に示すドイツで適用されているマイクロモデルを補正することで、横断歩行者などの影響を考慮した流入部*i*における交通容量*c<sub>i</sub>*を推定するモデルを検討する。

$$c_i = \frac{3600}{t_f} \left( 1 - \tau \frac{q_{ci}}{3600} \right) \exp \left\{ - \frac{q_{ci}}{3600} \left( t_c - \frac{t_f}{2} - \tau \right) \right\} \quad (1)$$

ここに、*q<sub>ci</sub>*: 流入部*i*正面の環道車両交通量[pcu/h]、*t<sub>c</sub>*: 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[sec]、*t<sub>f</sub>*: フォローアップタイム[sec]、*τ*: 最小環道車頭時間[sec]である。

##### (3) 車種構成別車頭時間パラメータデータ

式(1)のクリティカルギャップ*t<sub>c</sub>*、流入車両の追従車頭時間*t<sub>f</sub>*および環道交通流の最小車頭時間*τ*を、国内7箇所の幾何構造の異なるラウンドアバウトにおいて観測した。本研究では車長が6m以上の車両を大型車、6m未満を乗用車と定義した。ギャップ選択する際の大型車存在位置を考慮すると、*t<sub>c</sub>*の車種構成には8つの組み合わせがあり、*t<sub>f</sub>*と*τ*の場合にはそれぞれ4つの組み合わせがある。HとPはそれぞれ大型車と乗用車、*e1*、*e2*、*c1*と*c2*はそれぞれ流入先頭車両、流入追従車両、環道先頭車両および環道追従車両を表す。

車種構成の組み合わせのうち、1台の大型車を含む車両構成のサンプル数は限られており、2台以上の大型車を含む車両構成についてはほとんど観測データが得られなかった。このため、すべての車両構成に対して幾何構造の影響を分析するために、大型車を含んだ車種構成の車頭時間データに基づき、不足している車両構成の車頭時間データを推定して補完した。

##### (4) 車頭時間パラメータモデル

*t<sub>c</sub>*、*t<sub>f</sub>*、*τ*の代表値データベースを用いて、各車種構成の車頭時間パラメータと幾何構造要素の関係について、線形重回帰により3つの車頭時間パラメータのモデルを推定した。

##### (5) 流入交通容量およびPCEの推定

流入交通容量を推定するには、3つの車頭時間パラメータに基づいて式(1)が用いられる。各車種構成の生起確率は、式(2)により求められる。

$$P_{dc1dc2-de1} = P_{dc1} \times P_{dc2} \times P_{de1}$$

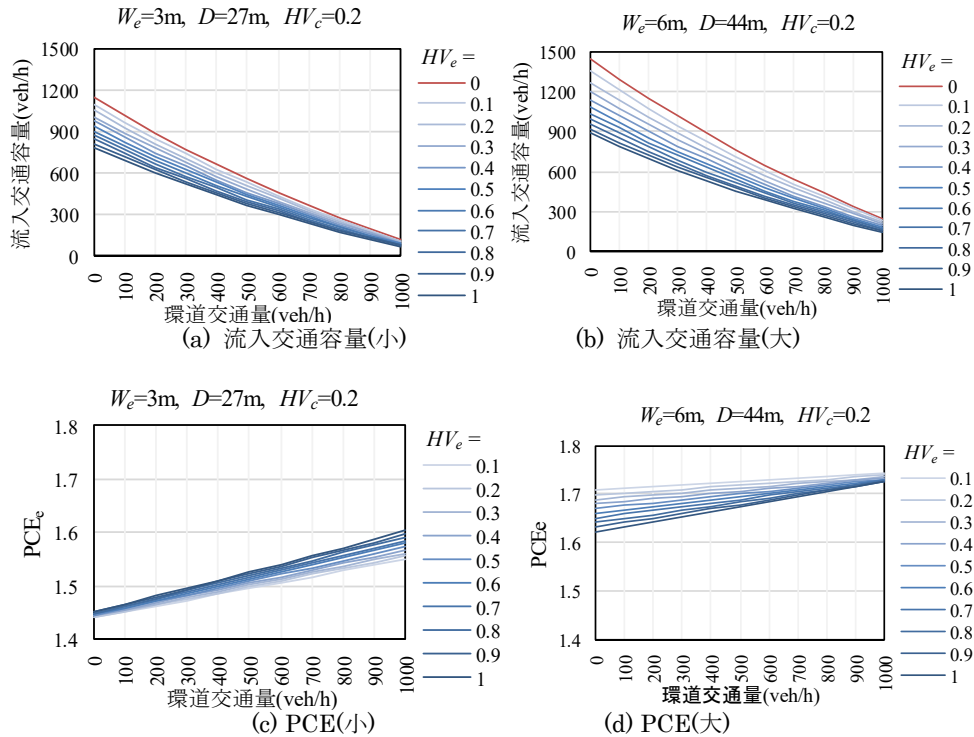


図-1 回帰モデルによる流入交通容量およびPCE<sub>e</sub>の推定結果

$$\begin{aligned} \text{if} \quad & d_i = HV, P_i = HV_i; \\ \text{otherwise} \quad & d_i = PC, P_i = 1 - HV_i \end{aligned} \quad (2)$$

流入交通容量推定に際して大型車が及ぼす影響を評価するため、式(3)に示すPCEを用いて交通量を乗用車換算する。

$$PCE_e = \frac{1}{HV_e} \left( \frac{c_e(0, Q_r)}{c_e(HV_e, Q_r)} - 1 \right) + 1 \quad (3)$$

ここに、 $c_e(0, Q_r)$ ,  $c_e(HV_e, Q_r)$ は、それぞれ流入部の大型車混入率が0および $HV_e$ で、環道車両交通量 $Q_r$ の場合の流入交通容量である。

流入交通容量に影響する幾何構造要素の外径と流入部幅員を考慮し、異なる幾何構造の2つのケーススタディを行う。1つはコンパクトラウンドアバウト(D=27m, We=3m)であり、もう一つは日本に現在する最も外径の大きなラウンドアバウト(D=44m, We=6m)である。これら小・大のラウンドアバウトにおいて、それぞれ推定したモデルにより流入交通容量 $c_e$ とPCE<sub>e</sub>を計算する。その際、環道部の大型車混入率 $HV_c$ を0.2とする。その結果、図-1(a)と(b)に示すように、 $HV_e$ が増加するとともに $c_e$ が減少しており、同じ $HV_e$ の場合大きいラウンドアバウトの $c_e$ が小さい場合より高いことがわかる。図-1(c)と(d)にあるPCE<sub>e</sub>の結果に関しては、1.4~1.8の間で $HV_e$ の増加とともに急激に増加することが見られ、いずれのPCE<sub>e</sub>範囲も日本のラウンドアバウトマニュアルに示されている値の2.0よりも小さいという結果が得られた。

#### 4.2 リスク指標を用いたラウンドアバウト幾

#### 何構造の安全性能評価手法の開発

##### (1)安全性能代理指標

安全性能を評価する最も一般的でわかりやすい方法は、事故件数や事故率などのように、事故として顕在化した危険事象の発生回数や発生割合で評価することである。しかし、事故の発生は稀な事象であり、信頼性のある評価モデルを構築するためには、多くの箇所かつ長い期間の事故データが必要となる。しかしわが国では、ラウンドアバウトの導入経験は未だ少なく事故に関するデータはほとんど蓄積されていないため、海外のような事故率を予測するようなモデルを構築することは極めて困難である。これに対して、顕在化した事故そのものを予測するのではなく、事故に繋がりにかぬ潜在的な危険事象の発生頻度などを代理指標(SSM)として予測することで、安全性能を評価しようとする手法も考えられる。本研究では、事故データが十分に得られていない実情を考慮して、SSMとして以下の式(4)で与えられるリスク指標を定義する。

$$RI = P_{miss} \times I_{crs} \quad (4)$$

ここに、 $RI$ : リスク指標(Risk Index),  $P_{miss}$ : 見落とし確率,  $I_{crs}$ : 衝突強度である。

リスク指標の要素である見落とし確率と衝突強度を算出するためには、与えられた幾何構造条件から流入車両と環道車両が交錯する位置(交錯位置)を推定し、さらに交錯位置を通過する際の速度と交錯位置に至るまでの軌跡を推定することが必要となる。そこで次に、各種幾何構造条件を説明変数とした走行挙動推定モデルを検討し、リスク指標を算出する

までの方法について述べる。

## (2) 見落とし確率の算出

流入車両が環道車両を見落とすことで出合い頭に衝突する事象は、流入車両と環道車両が同時に交錯位置を通過する条件のもと、流入車両が全く回避行動をとらずに流入した場合に発生し得る。ここで、流入車両と環道車両が同じ時刻( $t=0$ )に交錯位置を通過する状況を考える。衝突時より $t$ 秒前に遡った時刻 $t$ において流入車両が環道車両を視認できない条件は、流入車両から見た環道車両の存在する方向角 $\theta_{cft}$ に対して、流入車両ドライバーの有効視野角 $\theta_{fov}$ が小さい場合、すなわち以下の式(5)に示す条件が成り立つ場合である。

$$\theta_{fov} < \theta_{cft}(t) \quad (5)$$

ここに、 $\theta_{fov}$ : 流入車両ドライバーの有効視野角[deg]、 $\theta_{cft}$ : 流入車両から見た環道車両の存在する方向角[deg]である。運転時の有効視野角については多くの既往研究において調査されているが、本研究では既往研究の中においても様々な被験者属性での実験を実施している森島らの研究成果を参照するものとし、有効視野角は個人差を考慮した正規分布を仮定し、平均値は38deg、標準偏差は10degと設定することとした。

以上の仮説より、有効視野角について正規分布を仮定した場合の、ある時刻 $t$ における環道車両を視認できない確率 $P(t)$ は以下の式(6)となる。

$$P(t) = \int_{\theta_{cft}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(\theta_{fov} - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} d\theta \quad (6)$$

ここに、 $\mu$ : 有効視野角の平均値(=38[deg])、 $\sigma$ : 有効視野角の標準偏差(=10[deg])である。

ここまでは、衝突前のある瞬間の時刻について考えたが、実際にはある一定区間(または時間)の中で安全確認を行い、この中で環道車両を認識できれば衝突を回避できる。言い換えれば、最終的に見落としが発生するのは、流入車両が安全確認を開始する時刻 $t_{st}$ から衝突に至るまでの限界反応時刻 $t_{re}$ の間に、流入車両が環道車両を一度も視認できない状態が続いた場合である。従って、ある車両 $i$ の見落とし確率 $P_{miss}$ は、 $P(t)$ の $t_{st}$ から $t_{re}$ までの同時生起確率であり、式(7)のように算出される。

$$P_{miss} = \prod_{t_{st}}^{t_{re}} P(t) \quad (7)$$

ここに、 $P_{miss}$ : 見落とし確率、 $t_{st}$ : 流入車両の安全確認の開始時刻[sec]、 $t_{re}$ : 衝突を回避するための限界反応時間( $t_{re}$ ) (=0.7[sec])である。安全確認の開始時刻は、環道に流入する手前10mに到達した時間とした。これは、流入部に横断歩道が設置される場合の停止線位置に相当し、他の流入部に対する視認性の確保が必

要となる位置である。また限界反応時間は一般的に知られる0.7secとし、ブレーキが間に合わなくても何らかの回避行動により出合い頭に衝突することを回避するための限界値と考えた。また、時刻 $t$ の刻み幅(スキャン時間)については、人間の認知、判断プロセスの周期と考えられる0.1秒間隔とした。

## (3) 衝突強度の算出

流入車両と環道車両が衝突する際のエネルギー損失量として算出する衝突強度は、衝突前後における運動量の保存則および運動エネルギーの保存則から求める。衝突後の運動状態は両車両の速度と進行方向の合わせて4つの未知数となるが、衝突後は両車両が一体となって動く完全非弾性衝突を仮定すれば未知数は2つとなり、運動エネルギー保存則および運動量保存則より、エネルギーの損失分が算出可能となる。衝突強度は幾何構造の評価を目的とすることから、車両重量の影響を除いた単位重量あたりの強度とする。さらに、進行方向角 $\theta$ は道路中心線に対する方向角で定義しているが、交錯時の流入車両の進行方向を基準とした角度で考えると $\theta_{own}=0$ 、 $\theta_{cft}=\theta_{crs}$ (交錯角度)と置き換えられることから、最終的に衝突強度 $I_{crs}$ は次の式(8)で得られる。

$$I_{crs} = \Delta Ke = \frac{1}{4}v_{own}^2 + \frac{1}{4}v_{cft}^2 - \frac{v_{own} \cdot v_{cft} \cdot \cos\theta_{crs}}{2} \quad (8)$$

ここに、 $\theta_{crs}$ : 交錯時の車両間の交錯角度[deg]である。上式より、衝突強度はそれぞれの流入車両、環道車両の速度の2乗項と、両車両の速度と交錯角度の積からなる項で構成され、速度が高いほど、さらには交錯角度が180degに近いほど衝突強度が高くなることを表している。

## (4) リスク指標推定モデルの構築

上記の見落とし確率や衝突強度は、様々な幾何構造要素の条件を変更することでその算出結果は複雑に変化する。そこで、数値シミュレーションにより様々な幾何構造条件におけるリスク指標を算出し、この結果から幾何構造との関係を回帰モデルとして表現する。

数値シミュレーションの結果を踏まえて、幾何構造条件から直接リスク値を算出するためのモデル化を検討する。リスク値の要素である見落とし確率と衝突強度には相関性は認められないため、見落とし確率と衝突強度の積であるリスク値を直接モデル化しようとする、各幾何構造要素との関係性が埋没してしまう。そうすると、例えばリスク値が高く不適切な幾何構造であると判断される場合、見落とし確率を低減させるべきか、あるいは衝突強度を低減させるべきか判断できない。そのため、見落とし確率と衝突強度のそ

れぞれに対してモデル化する。幾何構造から決定される評価関数 $V(x)$ に応じて、見落とし確率は、0から1の範囲の成長曲線、衝突強度は累乗曲線を仮定した以下の式(9), (10)によりそれぞれモデル化する。

$$P_{miss} = \frac{1 - \exp\{b_2 \cdot V(x)\}}{1 + b_1 \cdot \exp\{b_2 \cdot V(x)\}} \quad (9)$$

$$= \frac{1 - \exp\{b_2 \cdot (\sum_i^n a_i \cdot x_i + const)\}}{1 + b_1 \cdot \exp\{b_2 \cdot (\sum_i^n a_i \cdot x_i + const)\}}$$

$$I_{crash} = V(x)^{b_1} = \left( \sum_i^n a_i \cdot x_i + const \right)^{b_1} \quad (10)$$

ここに、 $V(x)$ : 評価関数、 $x_i$ : 幾何構造要素 $i$ の諸元値、 $a_i$ : 幾何構造要素 $i$ の係数パラメータ、 $b_1, b_2$ : 形状パラメータ、 $const$ : 定数パラメータである。

評価関数 $V(x)$ は、式(11)により与えられるものとする。

$$V(x) = a_1(\theta_{up} - 90) + a_2(\theta_{down} - 90) + a_3\alpha_{in} + a_4\alpha_{cft} + a_5\theta_{ent} + const \quad (11)$$

ここに、 $\theta_{up}$ : 上流側流入部との交差角度[deg]、 $\theta_{down}$ : 下流側流入部との交差角度[deg]、 $\alpha_{up}$ : 流入車両の偏差角、 $\alpha_{cir}$ : 環道車両の偏差角、 $\theta_{ent}$ : 流入部接続角度、である。

数値シミュレーションによって得られた、20,000通りの幾何構造条件における見落とし確率、衝突強度の算出結果を基に、最小二乗法による非線形重回帰分析を行ったところ、表-1の推定結果が得られた。

#### 4.3 知見と課題

本研究では、3つの車頭時間パラメータと幾何構造要素の関係を分析し車種構成ごとに回帰モデルの推定を行ったところ、外径と流入部幅員が強く影響することを明らかにした。そして、異なる幾何構造のラウンドアバウトにおける大型車の乗用車換算係数PCEを、回帰モデルを用いて推定した。大型車混入率HVeが0~100%での環道交通量のPCEeの範囲は1.4~1.8となり、ラウンドアバウトマニュアルの推奨値2.0より小さくなった。今後、より多くの特に大型車が多く利用するラウンドアバウトにおいて観測データを取得する必要がある。さらに、バスやトラックなどの大型車の挙動の違いについて明確にする必要がある。

また、ラウンドアバウト幾何構造の安全性評価指標として、見落とし確率と衝突強度を組合せたリスク指標を提案し、その算出方法を提示した。また20,000通りの幾何構造条件における数値シミュレーション結果に基づき、幾何構造条件からリスク指標を算出するためのモデル化を行った。その結果、上流側

流入部との交差角度が90degを下回る場合や流入部接続角度が小さい際に見落とし確率が增大しやすいこと、また衝突強度に対しては、下流側流入部との交差角度が小さいほど、あるいは偏差角が小さいほど衝突強度が高くなることが明らかになった。本研究で提案する

表-1 パラメータ推定結果

幾何構造要素		見落とし確率		衝突強度	
		係数	t 値	係数	t 値
定数項	$const$	-23.9	-0.0046	1.04	0.018
上流側流入部交差角 [deg]	$a_1$ ( $\theta_{up} < 90deg$ )	$5.48 \times 10^{-2}$	3.03***	$4.88 \times 10^{-5}$	18.1***
下流側流入部交差角 [deg]	$a_2$	$-2.59 \times 10^{-2}$	-3.21***	$-1.66 \times 10^{-4}$	-16.2***
偏差角(流入車両) [deg]	$a_3$	$-3.57 \times 10^{-3}$	-2.42***	$-1.50 \times 10^{-5}$	1.47*
偏差角(環道車両) [deg]	$a_4$	$1.97 \times 10^{-2}$	2.84***	$-5.67 \times 10^{-5}$	-15.0***
流入部接続角度 [deg]	$a_5$	$3.12 \times 10^{-1}$	3.44***	$4.97 \times 10^{-5}$	6.05***
形状パラメータ	$b_1$	47.3	0.0651	138.4	0.0067
	$b_2$	$3.59 \times 10^{-1}$	0.00034	-	-
補正後 R <sup>2</sup>		0.64		0.85	
サンプル数		20,000		20,000	

\* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$

モデル式を用いることで、幾何構造設計の安全性能を定量的に評価し、客観的に設計の是非を判断することが可能になった。

今後の課題として、リスク指標の算出過程において計算のために様々な仮説や前提条件を設定しているが、これらの妥当性の検証が必要である。さらには、本研究で定義した見落とし確率と衝突強度が、それぞれ事故の起きやすさや事故の重度を表したものであるかどうか、今後事故データと照らし合わせた検証が必要である。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計7件)

- 1) 神戸信人・張馨・中村英樹・尾高慎二：幾何構造要因を考慮したラウンドアバウト流入交通容量推定モデル、土木学会論文集D3(土木計画学研究・論文集 第35巻(特集)), Vol.74, No.5, pp.1\_1399-1\_1409, 2018.12. (平成30年度 土木計画学研究委員会優秀研究論文賞) 査読有
- 2) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田紳之：海外のラウンドアバウト安全性能評価方法の我が国への適用性、土木学会論文集D3(土木計画学研究・論文集 第35巻(特集)), Vol.74, No.5, pp.1\_1037-1\_1046, 2018.12. 査読有
- 3) Yoshioka, K., Nakamura, H., Shimokawa, S. and Morita, H.: An Analysis on Impact of Roundabout Geometric Elements on Driving Behavior, Journal

- of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 12, pp.1783-1796, 2018.4. 査読有
- 4) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之: ラウンドアバウトの幾何構造が走行挙動特性に与える影響分析, 交通工学論文集, Vo.4, No.1, pp.A\_47-A\_54, 2018.1. (第33回交通工学研究会論文賞) 査読有
  - 5) 後藤 梓・中村英樹: ラウンドアバウトにおけるクリティカルギャップ推定手法に関する考察, 土木学会論文集D3(土木計画学研究・論文集 第34巻(特集号)), Vol.73, No.5, pp.1\_1243-1\_1250, 2017.12. 査読有
  - 6) 後藤 梓・康 楠・中村英樹・真島君騎: ラウンドアバウト流入交通容量推定のための大型車の乗用車換算係数, 交通工学論文集, Vo.2, No.6, pp.11-19, 2016.10. (第31回交通工学研究会論文賞) 査読有
  - 7) Kang, N., Kanbe, N., Nakamura, H. and Odaka, S.: Development and Validation of a Roundabout Entry Capacity Model Considering Pedestrians under Japanese Conditions, Asian Transport Studies, Volume 4, Issue 2, pp.350-365, 2016.9. 査読有

[学会発表] (計17件)

- 1) Yoshioka, K., Nakamura, H., Shimokawa, S. and Morita, H.: Evaluating Safety Performance of Roundabout Geometry through Crash Risk Index, 98th Transportation Research Board Annual Meeting, 14 pages, Washington, D.C., 2019.1.
- 2) Fang, Y., Zhang, X. and Nakamura, H.: Estimation of Passenger Car Equivalent for Heavy Vehicles Considering Geometric Elements of Roundabout, Proceedings of Infrastructure Planning, No.58, 8 pages, CD-ROM, 2018.11.
- 3) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之: リスク指標を用いたラウンドアバウト幾何構造の安全性能評価, 第38回交通工学研究発表会論文集, pp.395-402, CD-ROM, 2018.8.
- 4) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之: ラウンドアバウトの安全性能評価のためのリスク指標の提案, 土木計画学研究・講演集No.57, 13ページ, CD-ROM, 2018.6.
- 5) Zhao, Y., Zhang, X., Alhajyaseen, W. and Nakamura, H.: Modeling the Impacts of Heavy Vehicle and Geometry on Roundabout Entry Capacity, 97th Transportation Research Board Annual Meeting, 18 pages, Washington, D.C., 2018.1.
- 6) Zhao, Y., Zhang, X., Alhajyaseen, W. and Nakamura, H.: Investigating the Impacts of Geometric Layout and Heavy Vehicles on Roundabout Entry Capacity, Proceedings of Infrastructure Planning, No.56, 7pages, CD-ROM, 2017.11.
- 7) Yoshioka, K., Nakamura, H., Shimokawa, S. and Morita, H.: An Analysis on Impact of Roundabout Geometric Elements on Driving Behavior, Proceedings for the 12th EASTS Conference, Hochiminh City, 14 pages, 2017.9.
- 8) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之: ラウンドアバウトの幾何構造が走行挙動特性に与える影響に関する分析, 第37回交通工学研究発表会論文集, pp.574-552, 2017.8.
- 9) 神戸信人・中村英樹・尾高慎二: 幾何構造要因を考慮したラウンドアバウト流入交通容量のモデル化, 土木計画学研究・講演集No.55, 12ページ, CD-ROM, 2017.06.
- 10) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之: ラウンドアバウト幾何構造設計の安全性能評価指標に関する検討, 土木計画学研究・講演集No.55, 6ページ, CD-ROM, 2017.6.
- 11) Zhao, Y., Nakamura, H. and Goto, A.: Analyzing the Impact of Geometric Design on Heavy Vehicles's Behaviour at Roundabouts, Proceedings of Infrastructure Planning, No.55, 6pages, CD-ROM, 2017.6.
- 12) 神戸信人・尾高慎二・中村英樹: ラウンドアバウトの幾何構造が車頭時間パラメータに与える影響に関する分析, 土木計画学研究・講演集No.54, 6ページ, CD-ROM, 2016.11.
- 13) 後藤梓・中村英樹: ラウンドアバウトにおけるクリティカルギャップの推定に関する考察, 土木計画学研究・講演集No.54, 6ページ, CD-ROM, 2016.11.
- 14) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之・阿部義典: 正十字ラウンドアバウトにおける直進車両の走行軌跡に関する分析, 土木計画学研究・講演集No.54, 7ページ, CD-ROM, 2016.11.
- 15) Kang, N. and Nakamura, H.: An Analysis of Heavy Vehicle Impact on Roundabout Entry Capacity in Japan, ISEHP 2016. TRB International Symposium on Enhancing Highway Performance, Transportation Research Procedia, pp.308-318, Berlin, Germany, 2016.6.
- 16) 吉岡慶祐・中村英樹・下川澄雄・森田緯之・阿部義典: UAVを用いたラウンドアバウトの車両挙動調査, 土木計画学研究・講演集No.53, 4ページ, CD-ROM, 2016.5.
- 17) 康 楠・後藤 梓・中村英樹・真島君騎: 交通シミュレータを用いたラウンドアバウト流入交通容量のための大型車の乗用車換算係数推定, 土木計画学研究・講演集No.53, 9ページ, CD-ROM, 2016.5.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

中村 英樹 (NAKAMURA HIDEKI)  
名古屋大学・大学院環境学研究科・教授  
研究者番号: 10212101

### (2)研究分担者

後藤 梓 (GOTO AZUSA)  
名古屋大学・大学院環境学研究科・助教  
研究者番号: 00748460