

# ラウンドアバウトの交通容量推定式の 海外比較からみる我が国での検討課題

渡瀬 貴明<sup>1</sup>・下川 澄雄<sup>2</sup>・吉岡 慶祐<sup>3</sup>・森田 綽之<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院理工学研究科博士前期課程社会交通工学専攻  
(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
E-mail: csta15013@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (同上)  
E-mail: shimokawa.sumio@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 日本大学助手 理工学部交通システム工学科 (同上)  
E-mail: yoshioka.keisuke@nihon-u.ac.jp

<sup>4</sup>フェロー会員 日本大学客員教授 理工学部交通システム工学科 (同上)  
E-mail: hi-morita@i-transportlab.jp

ラウンドアバウトの導入にあたっては、交通容量の推定は重要な事項である。海外においてはそれぞれの思想の違いから、各国で異なった推定式を使用している。しかし、我が国では交通容量に関する種々の知見が不十分であり、現在示されている推定式はドイツの推定式に安全率を乗じたものとしている。そのため、今後我が国での適切な推定方法を確立していくことが必要である。

そこで本稿は、海外における推定方法の考え方についてレビューするとともに、国内の研究状況について整理した。そして、今後の検討課題として、適切なギャップパラメータの設定と幾何構造との関係、流出交通の影響について把握することが必要であると結論づけた。

**Key Words :** roundabout, entry capacity, gap parameter, geometry, exiting flow

## 1. はじめに

ラウンドアバウトは、平成25年6月の改正道路交通法により、「環状交差点」として正式に位置づけがなされ、近年その関心を高めている。

ラウンドアバウトの導入に際しては、交通容量の確認が重要である。しかし、我が国では交通容量に関する種々の知見が不十分であり、現状で用いられている算出式<sup>1)</sup>は、ドイツの推定式をほぼそのまま使用したものである。そのため、今後のラウンドアバウトの導入展開にあたっては、我が国の交通特性などを踏まえた適切な推定方法を確立することが必要である。海外では、交通容量の推定に関する様々な調査・分析が行われており、それらの知見を踏まえながら独自の推定方法を採用している。我が国の推定方法を検討するにあたっては、このような海外の考え方や研究事例も参考にすべきものと考えられる。

一方で、我が国においても、ラウンドアバウトの導入事例は増加しており、容量に関する調査・研究も進みつつある。

以上を踏まえ、本稿は、海外における推定方法の考え

方や研究事例についてレビューするとともに、我が国での研究状況と合わせて整理することで、我が国での推定方法の確立に向けた今後の検討課題を示すことを目的とする。

## 2. 海外における容量推定方法とその考え方

本稿では、ラウンドアバウト経験が豊富であるアメリカ・ドイツ・イギリスにおける交通容量の推定方法とその考え方について整理する。

### (1) 容量推定に関する基本的事項

ラウンドアバウトの交通容量とは、流入部における単位時間あたりの最大流入可能交通量で定義され、流入部単位で算出される。交通容量の推定には、ギャップアクセプタンス挙動に基づき理論的に推定する方法(以下、理論式)と、観測値より推定する経験的方法に大別され、各国でそれぞれ異なった推定方法が用いられている。表-1に推定方法とその特徴について整理する。

(2) 各国の推定方法の考え方

a) アメリカ

アメリカでは、以前はギャップアクセプタンスに基づく理論的な推定方法が用いられていたが、その後の調査・研究を経て、現在では回帰モデルによる推定方法が採用されている。HCM2000<sup>3)</sup>(Highway Capacity Manual)では、式(1)に示される推定式が記載されており、その際、クリティカルギャップ $t_c(4.1-4.6s)$ 、フォローアップタイム $t_f(2.6-3.1s)$ としている。その後、NCHRP Report572<sup>4)</sup>により、アメリカ国内の調査に基づき式(2)に示される回帰式が提案され、現在HCM2010<sup>3)</sup>では、これを採用している。また、大型車の乗用車換算係数は2.0、自転車は0.5を示している。

$$C = \frac{q_c \exp(-q_c t_c / 3600)}{1 - \exp(-q_c t_f / 3600)} \quad (1)$$

ここに、 $C$ ：流入部交通容量[pcu/h]、 $q_c$ ：環道交通量[pcu/h]、 $t_c$ ：クリティカルギャップ[sec]、 $t_f$ ：流入部でのフォローアップタイム[sec]である。

$$C = 1130 \cdot \exp(-0.0010q_c) \quad (2)$$

上記のように至った経緯について、NCHRP Report572に示される調査・研究の結果を以降に示す。

・容量の実測値と幾何構造の関係

NCHRP Report572では、実在のラウンドアバウトにおいて観測された1分間の実交通容量から構造条件を説明変数とした回帰分析を行っており、表-2の結果を得ている。表-2において、Contributionは各パラメータが容量を予測するための有用性の評価に使用され、Correlationは各パラメータと回帰直線との相関の強さを示している。また、表-3では、表-2の結果をもとに、各パラメータの信頼度を評価するため、 $P=0.95$ と $P=0.99$ において閾値を設けている。その結果から、ContributionとCorrelationの両方を満たすパラメータとして、環道交通量、および、フレアの広がりのみであると示している。以上の結果を踏まえ、幾何構造と容量の関係を正確に捉えることは難しいとしている。

・ギャップパラメータに関する分析

NCHRP Report572では、観測したギャップパラメータと幾何構造および交通特性における相関性を確認している。その結果、それぞれのパラメータが示す相関係数は表4のとおりである。これより、大型車混入率、環道交通量はクリティカルギャップと強い負の相関を示している。また、フォローアップタイムに関しては、外径と分離島幅員に強い負の相関、流出交通量に強い正の相関があるとしている。

表-1 交通容量推定方法の比較

	ギャップに基づく推定方法	観測値による回帰式
特徴	・ドライバー挙動を考慮した理論的方法 ・交通量とギャップパラメータの関数により推定	・交通容量の観測値から回帰式を求める ・幾何構造などの影響が表現可能
欠点	・ギャップパラメータの設定が難しい	・多くの観測データが必要
国	ドイツ、オーストラリア	アメリカ、イギリス

表-4 各パラメータとギャップパラメータの相関係数

パラメータ	クリティカルギャップ $t_c$ ※1	フォローアップタイム $t_f$
大型車混入率	-0.52	+0.28
環道交通量	-0.63	+0.12
流出交通量	-0.34	+0.56
外径	-0.37	-0.50
流入部幅員	+0.37	-0.07
単路部幅員	+0.07	-0.10
平均フレア長	-0.13	+0.18
流入部曲線半径	-0.12	-0.44
流入部の取付角度	+0.18	-0.01
分離島幅員	-0.09	-0.53

※1：マルチレーンのデータを含む、※2：赤字は絶対値0.50以上

表-5 流出交通によるクリティカルギャップの調整

対象交差点	クリティカルギャップ[s] (流出車両を考慮する)	クリティカルギャップ[s] (流出車両を考慮しない)
MD06-N	5.2	3.7
MD07-E	5.4	4.1
ME01-E	4.5	4.1
OR01-S	4.7	3.9
WA01-W	4.4	4.0
WA03-S	5.0	3.8
WA04-N	5.2	4.3
WA05-W	5.9	4.2

・流出交通の影響に関する分析

流出交通の影響に関して、Mereszczak<sup>3)</sup>が提案した、流出交通の影響を便宜的にギャップパラメータに含める方法について検証している。ここで、実在のラウンドアバウトにおいて適用した所、表-5のようにクリティカルギャップが補正され、これを用いて推定した容量と実測の容量を比較した。その結果、予測精度を表すRMSE(Root Mean Squared Error)が、実測結果(流出車両を考慮しない)では $RMSE_{without} = 139$ 、推定式(流出車両を考慮する)では $RMSE_{with} = 214$ となった。流出交通の影響は箇所によって様々であり、表-4に示すように、ギャップパラメータの中に影響が包含されることも考えられるため、推定式に直接加えることはしていない。

アメリカでは、以上のような研究成果を踏まえ、交通容量には様々な要因が複雑に関連しており、これらを全て考慮したモデリングは難しいとしている。これに対し、実測から得られた回帰式でも、実測値に対して一定の精度が確保されたため、式(2)を採用するに至っている。

表-2 交通容量に対する回帰分析の結果

パラメータ	偏回帰係数	標準化係数	Contribution	Correlation
	$B$	$\beta$	$1-P$	$1-P_c$
y切片	11.212	—	0.005	—
環道交通量	-0.831	-0.741	0.000	0.000
外径	0.114	0.233	0.001	0.075
流入部幅員	1.006	0.204	0.752	0.000
フレアの広がり	-0.740	-0.208	0.002	0.000
平均フレア長	0.088	0.081	0.616	0.004
流入部曲線半径	0.077	0.164	0.000	0.211
流入部の取付角度	-0.034	-0.099	0.896	0.013

表-3 各パラメータのContributionおよびCorrelation

パラメータ	Contribution		Correlation		Total	
	$P=0.95$	$P=0.99$	$P_c=0.95$	$P_c=0.99$	$P=0.95$ $P_c=0.95$	$P=0.99$ $P_c=0.99$
環道交通量 ※2	○	○	○	○	○	○
外径	○	○	×	×	×	×
流入部幅員	×	×	○	○	×	×
フレアの広がり ※2	○	○	○	○	○	○
平均フレア長	×	×	○	○	×	×
流入部曲線半径	○	○	×	×	×	×
流入部の取付角度	×	×	○	×	×	×

※1: 閾値を満たしている場合は○/満たしていない場合は×, ※2: Totalが○

b) ドイツ

ドイツでは、FGSV [道路交通研究会] より、ラウンドアバウトの設計基準(Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren)<sup>9)</sup>が発表されており、ここでは、交通容量の推定式として式(3)に示される理論式を採用している。

$$C = \frac{3600}{t_f} \left( 1 - \tau \frac{q_c}{3600} \right) \exp \left\{ -\frac{q_c}{3600} \left( t_c - \frac{t_f}{2} - \tau \right) \right\} \quad (3)$$

ここに、 $C$ : 流入部交通容量[台/h],  $q_c$ : 環道交通量[台/h],  $t_c$ : クリティカルギャップ(4.1s),  $t_f$ : 流入部でのフォローアップタイム(2.9s),  $\tau$ : 最小環道車頭時間(2.1s)である。

なお、Brilon<sup>7)</sup>は、外径による影響を考慮したギャップパラメータ算出モデルを提案しており、表-6にそのモデルを示す。ここでは、外径が大きいかほど各ギャップパラメータの値は小さくなるため、外径が大きくなるほど容量は増加することを示している。現状では、表-6のモデルは使用されておらず、ギャップパラメータは一意に決められている。

c) イギリス

イギリスでは、The Highways Agency [道路局] より出されている道路の設計基準「Design Manual for Road and Bridge [道路と橋の設計基準]」に含まれている、「TD23/81 Volume6, section2 part7, Junctions and Accesses: Determination of Size of Roundabouts and Major/Minor Junctions」<sup>8)</sup>において、式(4)に示される推定式を採用している。

表-6 外径によるギャップパラメータの推定

	クリティカル ギャップ $t_c$ [s]	フォローアップ タイム $t_f$ [s]	最小環道 車頭時間 $\tau$ [s]
外径 $d$ ( $26 \leq d \leq 40$ m)	$3.86 + \frac{8.27}{d}$	$2.84 + \frac{2.07}{d}$	$1.57 + \frac{18.6}{d}$

この式(4)については、Kimberら<sup>9)</sup>の研究成果によるもので、国内の84箇所のラウンドアバウトの実データから幾何構造を説明変数とした回帰モデルを得ている。その結果、流入部幅員、および、フレアの構造が最も重要であることを示している。また、影響としては小さいが重要な要素として、外径、流入部取付角度、および、流入部曲線半径を示している。

一方で、大型車の乗用車換算係数に関しては2.0としている。

$$C = k(F - f_c q_c) \quad (4)$$

ただし、 $f_c q_c > F$ の時は  $C = 0$

ここに、 $k=1-0.00347(\varphi-30)-0.978\{(1/r)-0.05\}$

$$F=303x_2$$

$$f_c=0.210t_c(1+0.2x_2)$$

$$t_f=1+0.5/(1+M)$$

$$M=\exp\{(D-60)/10\}$$

$$x_2=(e-v)/(1+2.5)$$

$$S=1.6(e-v)/l'$$

また、 $e$ : 流入部幅員(3.6-16.5m),  $v$ : 単路部幅員(1.9-12.5m),  $l'$ : 平均フレア長(1- $\infty$ m),  $S$ : フレアの鋭さ(0.0-2.9),  $D$ : 外径(13.5-171.6m),  $\varphi$ : 流入角度(0.0-77°),  $r$ : 流入部曲線半径(3.4- $\infty$ m)である。

### 3. 我が国の容量推定方法と既往研究

#### (1) 我が国の現状の推定方法

我が国では、ラウンドアバウトの交通容量の推定方法として、「道路構造令の解説と運用(2015年改訂版)」で示される式(5)の推定式が用いられる。これは、式(3)のドイツの推定式に安全率(0.8)<sup>10</sup>を乗じたものであり、この安全率は、歩行者・大型車・自転車の影響を考慮して設定されたものである。ギャップパラメータについては、我が国でのデータが少なくドイツの数値をそのまま使用している状況である。

$$C = S \cdot \frac{3600}{t_f} \left(1 - \tau \frac{q_c}{3600}\right) \exp \left\{ -\frac{q_c}{3600} \left(t_c - \frac{t_f}{2} - \tau\right) \right\} \quad (5)$$

ここに、 $C$ : 流入部交通容量[台/h]、 $q_c$ : 環道交通量[台/h]、 $S$ : 安全率(0.8)、 $t_c$ : クリティカルギャップ(4.1s)、 $t_f$ : 流入部でのフォローアップタイム(2.9s)、 $\tau$ : 最小環道車頭時間(2.1s)である。

#### (2) 国内の既往研究

我が国においてもラウンドアバウトの導入事例が増えてきており、容量に関する様々な調査・分析も行われてきている。以降に、主な既往研究を整理する。

##### a) 横断歩行者

康ら<sup>11</sup>は、交通流シミュレーション(以下、SIM)により横断歩行者の容量に与える影響を分析している。ここでは、正十字4枝の仮想ラウンドアバウトを使用しており、交錯エリアモデルよりギャップパラメータの再現を行っている。分析結果から、分離島の有無により歩行者の影響が異なることを示している。

また、その後の康ら<sup>12</sup>の分析により、横断歩行者の影響を考慮した容量推定モデルを提案している。その結果、軽井沢六本辻ラウンドアバウトにおける実測データを使用し、重回帰モデルによる予測精度としてMAPE (Mean Absolute Percentage Error)を表-7のような結果を示しており、十分な予測精度があるとしている。課題として、幾何構造、環道交通流構成、ギャップパラメータ、自転車の影響を考慮することや、FPYR (Far-side Pedestrian Yield Rate : 車両進行方向右側からの横断歩行者に進路を譲る率)の設定値を挙げている。

##### b) 歩行者・自転車

今田ら<sup>13</sup>は、仮想の正十字4枝ラウンドアバウトにおいて、歩行者・自転車の影響を考慮した容量の評価を、SIMにより行っている。その際、自転車の走行位置は環道内の左端としている。その結果、歩行者・自転車による容量の減少率を表-8のように示している。

表-7 重回帰モデルおよびHCM補正係数のMAPE

	重回帰モデル		HCM補正係数	
	5分間	15分間	5分間	15分間
流入部A	12%	9.4%	64%	62%
流入部C	18%	17%	85%	82%

表-8 歩行者・自転車交通量と交通容量減少率

	歩行者交通量				
	0人/時	50人/時	100人/時	250人/時	
自転車交通量	0台/時	100.0%*	95.7%	94.2%	84.4%
	50台/時	94.4%	91.2%	89.4%	80.4%
	100台/時	88.9%	85.1%	84.3%	75.6%
	250台/時	67.4%	66.8%	66.1%	61.1%

\*歩行者・自転車交通無し

表-9 車種構成と各ギャップパラメータの正規化値

パラメータ	全小型車	環道後方車両大型車	環道後方車両大型車	流入車両大型車
クリティカルギャップ $t_c$ [s]	1.0	1.1	1.2~1.3	1.2~1.3
パラメータ	全小型車	後方車両大型車	前方車両大型車	全大型車
フォローアップタイム $t_f$ [s]	1.0	1.0~1.4	1.2~1.4	1.4
最小環道車頭時間 $\tau$ [s]	1.0	1.0~1.3	1.1~1.8	2.0

##### c) 大型車

真島ら<sup>14</sup>は、ラウンドアバウトにおける大型車の挙動特性について分析している。ここでは、常陸多賀ラウンドアバウトにおける観測値より、小型車のみで構成されるギャップパラメータと大型車が混入した場合とを比較しており、小型車を基準に正規化された値として表-9のように示している。また、課題として、データの少なかった大型貨物との挙動の違い、流入部における幾何構造の違いを考慮することを挙げている。

##### d) 流出交通

塩見ら<sup>15</sup>は、流入車両の流入判断要因として流出車両の影響を分析しており、その影響を考慮した理論式への表現方法を提案している。その結果、流入判断要因としては、流出車両の指示器の有無に効果があると示しており、指示器ありの影響については、指示器なしに比べて1.44秒分のラグに相当する効果があると示している。また、推定式への表現としては、従来の理論式におけるギャップの発生確率関数に流出交通を加算し、その中で指示器を表示した車両に関しては1.44秒のラグを加算するという方法を示している。

今後の課題として、提案したモデルの妥当性の検討、幾何構造、自転車や歩行者の影響を考慮することを挙げている。



表-10 各国の推定方法における変数と我が国の研究状況

推定方法	交通特性					流入挙動特性			幾何構造						
	遷延交通量	流出交通	大型車	自転車	歩行者	クリティカルギャップ	フォロワータイム	最小発進車頭時間	流入部幅員	車路幅員	フレアの長さ	外径	流入部対角角度	流入部直線半径	分離島
アメリカ	○	×	○	○	○				×	×	×	×	×	×	×
ドイツ	○				○	○	○	○				検討中			
イギリス	○		○						○	○	○	○	○	○	
日本	○		安全率に含まれている <sup>1)</sup>			○	○	○							
我が国の研究状況		・塩見ら <sup>16)</sup> : 指示器の効果, モデルの提案	・真島ら <sup>17)</sup> : 大型車によるギャップパラメータ	・今田ら <sup>18)</sup> : SIMによる容量減少率	・康ら <sup>19)</sup> : SIMによる回帰モデル ・今田ら <sup>18)</sup> : SIMによる容量減少率	【取得箇所】 ・常陸多賀 <sup>20)</sup> ・東和町 <sup>21)</sup> ・吾妻町 <sup>22)</sup> ・軽井沢六本辻 <sup>23)</sup> 計 4ヵ所						・康ら <sup>19)</sup> : SIMによる感度分析, ギャップパラメータは一定値			・康ら <sup>19)</sup> : SIMによる歩行者の影響抑制効果

※1: 推定式に採用している⇒○/検討した上で不採用⇒×

e) 幾何構造

康ら<sup>16)</sup>は、シミュレーションを使用し、容量における外径の感度を分析している。その際、ギャップパラメータは一定値である。結果として、シミュレーションでは、外径が大きくなると容量はわずかに増加することを示している。課題として、容量増加につながるメカニズムの精査、ギャップパラメータの入力値の検討を挙げている。

(3) 容量推定に関する海外比較と国内の研究状況

前章の海外の推定方法や既往研究を踏まえ、我が国の容量に関する研究状況を表-10のように整理した。

表-10から、我が国の推定式や研究状況に関して、以下のことが明らかとなった。

- ・ギャップパラメータの知見が不足している
- ・幾何構造についてはほとんど分析が行われていない
- ・幾何構造と流出交通との関係が明らかではない

4. 我が国の容量推定に関する今後の検討課題

前章では、我が国において、現状の推定式では考慮されていない要因や、既往の研究状況では不足している要因について整理した。これを踏まえ、今後の我が国において検討すべき課題を挙げる。

(1) 適切なギャップパラメータの設定

前章で述べたとおり、我が国のギャップパラメータの値はドイツの規定値を参考に一意に設定されている。しかし、我が国では交通状況や幾何構造の特徴が異なるため、我が国との、適切なギャップパラメータを検討していく必要がある。実際に、東和町や常陸多賀などの観測結果では、ドイツの規定値と比較して、概ね0.4秒~0.9秒ほど大きいことがわかっている<sup>10)12)17)18)</sup>。しかし、現状ではギャップパラメータの観測データが不足しており、我が国における適切なギャップパラメ

ータを設定するに至っていない。

そこで、我が国でもラウンドアバウトの導入事例が増加していることから、今後は、様々なラウンドアバウトにおいてギャップパラメータを取得し、データを蓄積した上で、適切な値を設定する必要がある。

(2) ギャップパラメータと幾何構造の関係の明確化

我が国においては、幾何構造について、現状の推定式では考慮されておらず、また、その知見もほとんどない状態である。海外の既往研究では、ギャップパラメータは幾何構造の違いにより変化することが指摘されている。特に我が国では用地制約の都合上、海外と比較してコンパクトな形状になりやすいことも踏まえると、幾何構造との関係についても明確にする必要がある。

そこで、幾何構造による影響を分析する一環として、幾何構造の異なるラウンドアバウトにおいて、ギャップパラメータの違いを比較・分析することで、容量への影響を把握することが考えられる。

(3) 幾何構造に応じた流出交通が流入交通に与える影響の明確化

塩見ら、Mereszczakらも指摘するように、流出交通が交通容量に与える影響は指摘されているが、現状のギャップに基づく理論式ではその影響を考慮できない。一方で、海外の基準では、流出交通を考慮していないが、我が国において、海外とはラウンドアバウト経験や構造条件が異なることを考えると、その影響が同程度とは限らない。

既往研究では、塩見ら、Mereszczakらにより、流出交通の影響を便宜的に理論式の中で表したモデルも提案されているが、改めてその実態を把握することが重要であると考えられる。その際、流入車両が受ける影響と幾何構造との関係について、以下のような着眼点が挙げられる。

- ・分離島の設置の有無

- ・流出車両の指示器の表示位置と外径や枝数，流出入部間の距離
- ・流出車両の環道走行位置と外径や環道幅員
- ・流出車両の流出角度と流出部曲線半径や流出部幅員

## 5. おわりに

本稿では，我が国におけるラウンドアバウトの交通容量の推定方法の確立に向けた調査として，海外における推定方法の考え方についてレビューするとともに，国内の既往研究の状況についても整理し，今後の検討課題について示した．その主な要点をまとめると，以下のとおりである．

- ・海外では，各国で推定式における考え方が異なり，特にアメリカは，調査や研究を経た上で，現在の推定方法を採用している．
- ・幾何構造と容量には，一定の関係がみられており，イギリスは構造を考慮した推定式，ドイツはギャップパラメータとの関係を示している．
- ・我が国では，ラウンドアバウトの容量に関する調査，研究が進められており，いくつかの知見も蓄積されている．一方，推定において重要なギャップパラメータについては，未だデータの蓄積が不十分であり，今後の調査が必要である．また，幾何構造との関係について検証が必要である．
- ・その他の影響として，幾何構造に応じた流出車両による影響が挙げられ，その影響について，さらに実態を把握する必要がある．

今後は上記を踏まえた上で，更なる調査，研究を進めていく必要がある．

## 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用， pp.494-498， 2015.6.
- 2) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual, 2000.
- 3) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual, 2010.
- 4) NCHRP (National Cooperative Highway Research Program): NCHRP Synthesis of Highway Practice 572 Modern Roundabout Practice in the United States, 2007.
- 5) Mereszczak, Y., M. Dixon, M. Kyte, L. Rodegerdts, and M. Blogg. Including Exiting Vehicles in Capacity Estimation at Single-Lane U.S. Roundabouts. Proc., 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, 2006.
- 6) FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, 2006.
- 7) Brilon, W.; Roundabouts : A State of the Art in Germany, National Roundabout Conference, 2005.
- 8) DMRB (Department for Transport, The Highways Agency: Design Manual for Road and Bridge), TD23/81 Volume6, section2 part7, Junctions and Accesses: Determination of Size of Roundabouts and Major/Minor Junctions, 2007.
- 9) Kimber, R. M.: The Traffic Capacity of Roundabouts, Laboratory Report LR 942, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, United Kingdom, 1980.
- 10) 国土交通省：計画・設計における適用条件と留意事項について，第3回ラウンドアバウト検討委員会，配布資料6，2014.7.
- 11) Kang, N., Nakamura, H. and Iryo-Asano, M.: Estimation of Influencing Factors on Roundabout Capacity at Entry with Crosswalk, Proceedings of In-frastructure Planning, No.49, 8 pages in CD-ROM, 2014.6.
- 12) 康楠，中村英樹，神戸信人：日本におけるラウンドアバウト流入交通容量推定モデルに関する研究，交通工学論文集，第1巻，第5号，pp.19-28，2015.10.
- 13) 今田勝昭，小林寛，上野朋弥，高宮進：ラウンドアバウトにおける交通容量の評価，土木計画学研究・講演集 No.51，2015.
- 14) 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.51，2015.
- 15) 塩見康博，今仲弘人：車両走行軌跡データに基づくラウンドアバウト環道流入挙動の分析，土木学会論文集 D3，Vol.71，No.5，2015.
- 16) 康楠，真島君騎，後藤梓，中村英樹：ラウンドアバウトの環道部外径が流入交通容量に及ぼす影響に関する基礎検討，土木計画学研究・講演集 No.50，2014.
- 17) 公益財団法人国際交通安全学会：平成 25 年度研究調査プロジェクト(H2534) ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究(II) 報告書，2014.3.
- 18) 公益財団法人国際交通安全学会：平成 25 年度研究調査プロジェクト(H2645) ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究(III) 報告書，2015.3.

(2016. 4. 22 受付)