

# 映像解析によるラウンドアバウトの速度に影響を及ぼす幾何構造の検討

藤井 陽大<sup>1</sup>・康 楠<sup>2</sup>・寺部 慎太郎<sup>3</sup>・柳沼 秀樹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生非会員 東京理科大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)  
E-mail:7616627@ed.tus.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京理科大学嘱託助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)  
E-mail:kangnan@rs.tus.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)  
E-mail:terabe@rs.noda.tus.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 東京理科大学講師 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)  
E-mail:yaginuma@rs.noda.tus.ac.jp

近年、安全かつ災害時にも運用できる、円形交差点であるラウンドアバウト(以下RAB)の導入が日本で進んでいる。しかし、RABの車両挙動は幾何構造の影響を強く受けるが、日本ではこの知見がまだ少ない。本研究では、守山と常陸多賀の2箇所のRABに設置したビデオ映像から解析を行い、幾何構造が速度に及ぼす影響を考察した。分析の結果、幾何構造の違いによる車両挙動の差が見られた。今後、ドライビングシミュレータを用いて検証する必要があると考えられる。

**Key Words :** roundabout, geometric structure, speed, image analysis ,driving behavior

## 1. はじめに

近年、我が国ではラウンドアバウト(以下 RAB)と呼ばれる円形交差点が導入され始めている。図-1 に RAB の主な構造名称や交通方法を示す。この RAB は信号を必要としないため信号維持費の削減や、環道を通ることによる速度抑制効果が得られ、重大事故の減少が期待できる。この RAB は特に交通量の少ない地域で効果を発揮するため、地方での導入が進んでいる。

しかし、RAB は信号による制御を行わないため、車両挙動は幾何構造に大きく依存されるが、我が国ではこの知見がまだ少ない。この RAB における幾何構造と車両挙動の関係として、「ラウンドアバウトマニュアル」<sup>1)</sup>から、1 回のハンドル操作で曲がれるような流入部・流出部の隅角部の円弧と RAB の外径の大きさの関係は、速度上昇を招く恐れがある。外径と中央島直径の関係として、中央島が小さい場合、直進車両が直進的に走行し速度が高くなる。RAB は外径・流入部・環道幅員・中央島直径などの設計がお互いに密接に関連していることが示されている。また、「ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究」<sup>2)</sup>より、社会実験から中央島直径を大小で変えた検証を行い、不適切な中央島直径では走行速度が高くなる傾向が見られた。

しかし、これらの RAB の社会実験はそれぞれの沿道環境や土地の制約により、純粋な幾何構造の影響把

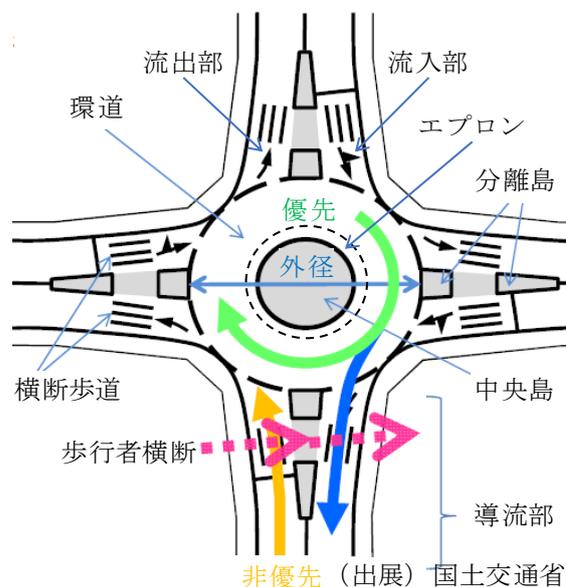


図-1 RAB の構造と交通方法

握とは言い難い。そこで、本研究では 2 種類の異なる幾何構造を持つ RAB を対象に映像解析を行い、速度の挙動が何に影響しているかを考察した。WHO<sup>3)</sup>より、車両が時速 30[km/h]以下で人と衝突した場合、致命傷となる確立が 10%以下になると報告されている。よって、速度に着目した考察を行う。

また、本研究は、幾何構造を自由に変えることができる、ドライビングシミュレータ(以下 DS)を用いた被験者実験を視野に入れた、知見集積を目的とした研究である。

## 2. 対象 RAB

対象とした RAB は滋賀県守山市立田町の RAB(以下、守山 RAB)と、茨城県日立市常陸多賀駅前の RAB(以下、常陸多賀 RAB)とした。2つの RAB の幾何構造と OD 設定は、表-1 と図-2、図-3 に示す通りである。

図-2 に示す守山 RAB は、日本初の正十字型の RAB であり、周辺は畑や田園が広がっている。守山 RAB における朝ピーク時(7:00~9:00)の交通量は1526台である。特徴的な幾何構造として、交差点の中心が0.7[m]流出入部①方向に偏心している。また、流出入部②と③にのみ横断歩道が設置されている。

図-3 に示す常陸多賀 RAB は、駅前という立地条件から沿道には商業施設や、タクシープール、バス停が存在している。真島ら<sup>9)</sup>より常陸多賀 RAB における朝ピーク時(7:00~9:00)の交通量は2205台となっており、守山 RAB と比べて多くなっている。

同じ4枝の RAB であるが、沿道環境が田畑と駅周辺で違い、幾何構造でも中央島直径や環道幅員、流出入部の位置が大きく違うものとなっている。

表-1 RAB 構造の値

	守山	常陸多賀
a=外径[m]	27	28
b=中央島直径[m]	12	15.6
c=エプロン幅員[m]	1.5	1.9
d=環道幅員[m]	5	4.3

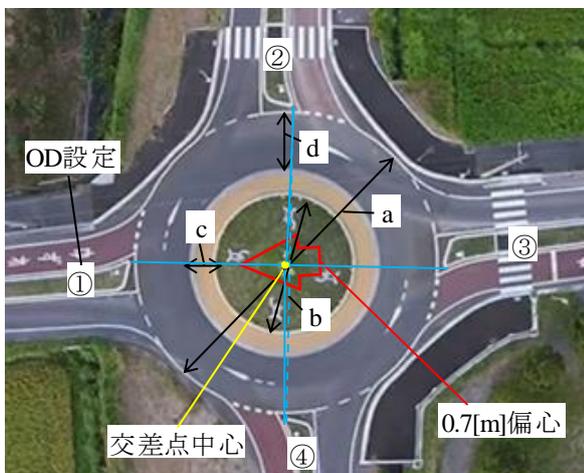


図-2 守山 RAB 構造



図-3 常陸多賀 RAB 構造

## 3. 分析方法

本研究の分析方法は、実際の両 RAB に設置されたビデオカメラの映像を用いた。使用したビデオの日時などを以下の表-2 にまとめた。この映像を解析ソフトの「TrafficAnalyzer」<sup>9)</sup> を使用し解析した。まず、ビデオデータを TrafficAnalyzer に取り込み、ビデオ内のローカル座標から世界座標に変換する。その後、実際の解析画面である図-4 に示すように、0.1秒間隔で車両位置(後方タイヤの接地部分)を記録することで、速度を算出している。今回、幾何構造の影響を把握したいため、他車や歩行者に挙動の影響を受けていない自由流車両のみを分析の対象としている。また、車両の大きさによって挙動に影響が出るため、車種の分類(乗用車、バス、小型トラック、大型トラック、バイク)も同時に行っている。なお分析では乗用車を使用している。

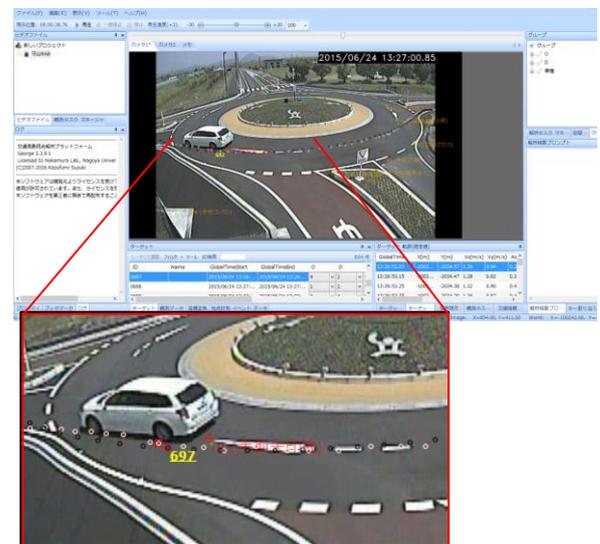


図-4 TrafficAnalyzer 解析画面

表-2 ビデオの日時

	日にち	時間
守山	2015/6/24(水)	7:00~19:00
常陸多賀	2012/10/17(水)	6:00~16:00

#### 4. 結果・考察

##### ① 守山RABについて

守山RABの直進方向の走行速度の変化を図-5~図-8に示す。このとき、始点である0[m]で車両がビデオ映像に映り込み、終点はビデオ映像上で測定可能な部分まで測定している。このグラフでは無作為に抽出した10車両を表しており、一本の曲線が1台の車両の走行速度の変化を表している。特に、点線で示している「流入線」と「流出線」の間の環道部分に注目する。注意点として、流入線線の位置がODによって違うのは、カメラの画角の影響である。

RAB化による安全性としては、環道内ではほとんどの車両が30[km/h]で走行しているため安全性が高いと言える。しかし、ODによって速度変化の挙動がバラバラである。この挙動の差の原因は、以下のような理由であると考えられる。

##### (1)横断歩道の影響

横断歩道が設置されている流出入部②と③の速度は、設置されていない流出入部①と④に比べて断面(流入線)を通過する速度が低い値となっている。今回、歩行者がいない状態の車両を計測しているので、横断歩道に歩行者がいなくても、「歩行者が通るかもしれない」といった心理的な働きがドライバに作用し、減速を促しているのではないかと考えられる。

##### (2)偏心の影響

守山RABの構造の特徴として、交差点中心が流出入部①側に0.7[m]偏心していることが挙げられる。偏心の影響を、図-6と図-8の2-4と4-2の直進方向の速度変化の挙動で見てみる。すると、2-4と4-2で同じ直進であるが、違う挙動を示していることが分かる。2-4では流入してから流出するまで、加速の挙動を示している。しかし、4-2では流入してから環道の途中までは加速の挙動をしているが、そこからは減速をして流出している。

この挙動の差は、偏心による中央島のズレから生じる「交差点の見通し」の差と考えられる。まず、2-4では環道の見通しが良くなり直進的な挙動となり、速度を落とさずに通過することができたと考えられる。一方、4-2では環道の見通しが悪くなり、カーブ量が増えたと考えられる。カーブ量が増えたため、環道の途中で減速が必要になったと思われる。

また、それぞれの断面での速度の割合を累積度数分布のグラフとして図-9と図-10に示し、守山RABの断面定義を図-11に示す。図-9より流入線→環道部(断面)→流出線の順で速度が速くなる傾向があり、加速していることが分かる。対して図-10では、流出線→流入線→環道部(断面)の順で速度が速くなっている。流入線から環道部にかけて速度は上昇しているが、環道線から流出線で減速していることを表している。

以上より、中央島の偏心による車両挙動の影響は大きいと言え、適切な中央島の直径だけでなく、位置も重要であることが示された。

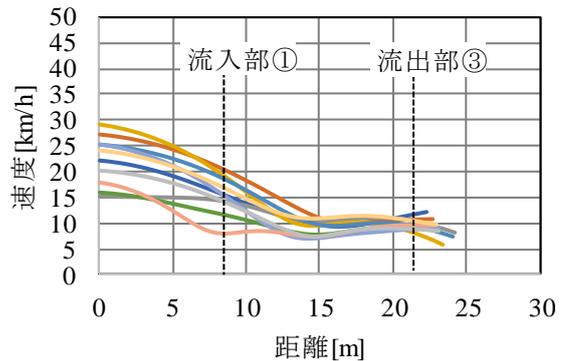


図-5 守山RABの直進1-3

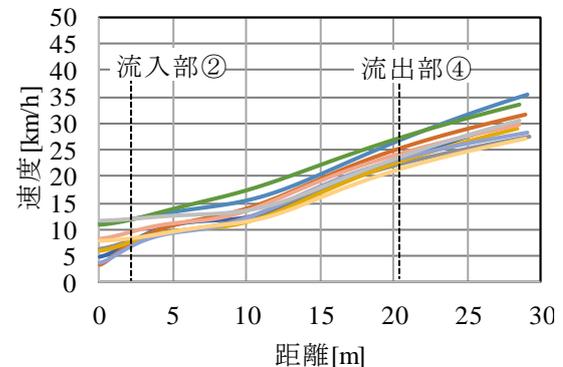


図-6 守山RABの直進2-4

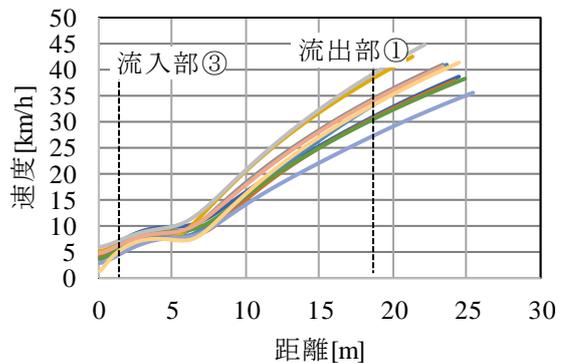


図-7 守山RABの直進3-1

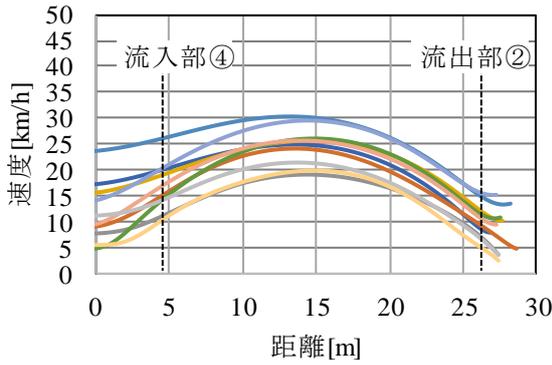


図-8 守山RABの直進4-2

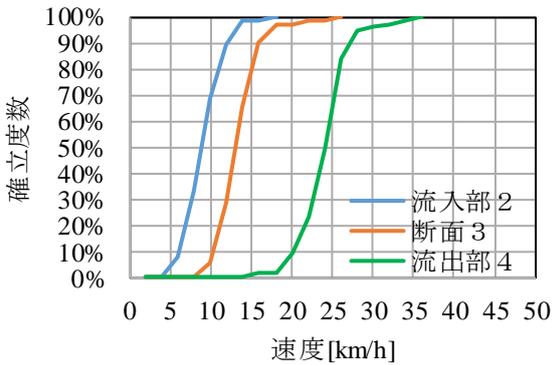


図-9 守山RABの直進2-4 累積度数分布

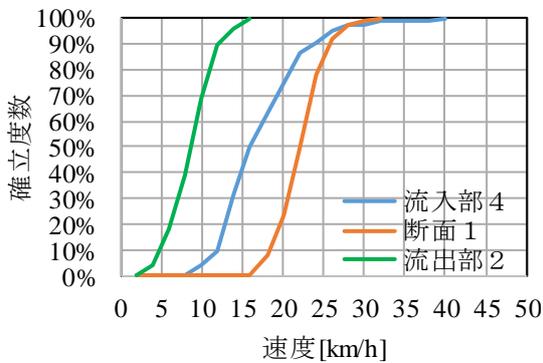


図-10 守山RABの直進4-2 累積度数分布

比べて流出速度が低くなっているのではないかと考えられる。

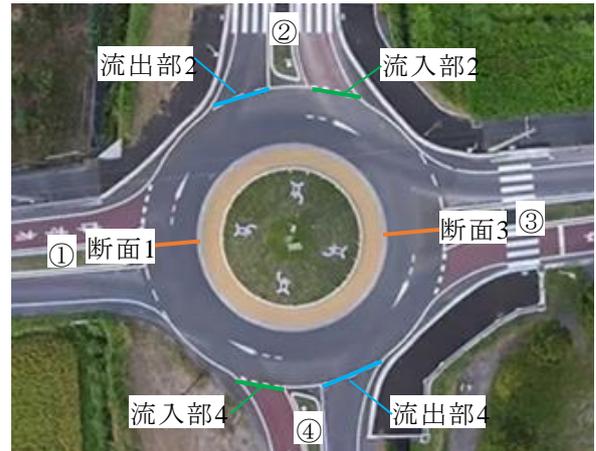


図-11 守山RABの断面定義

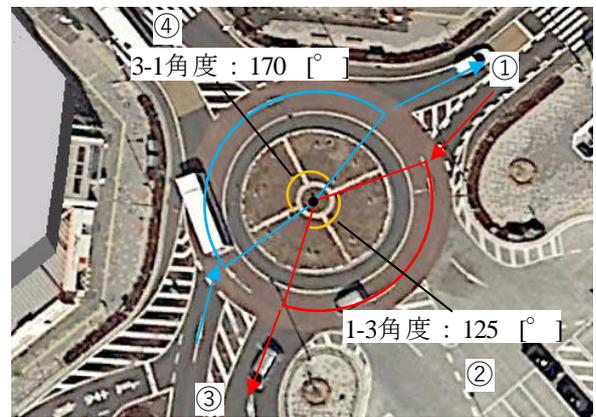


図-12 角度表記した走行軌跡の差



図-13 常陸多賀RABの断面定義

② 常陸多賀RABについて

図-13に常陸多賀RABの断面の定義を示している。図-14、図-15のグラフより、直進方向1-3と3-1で同じ直進であるが走行速度に僅かに差が見られる。特に流出側の速度が1-3のほうが3-1に比べて速くなっている。これは、常陸多賀RABでは正十字型ではないため、それぞれのODで大きく軌跡が異なっている。ここでは、図-12に示すように、流入部から流出部までの角度で表し、「カーブ量」と呼ぶことにする。1-3ではカーブ量約125[°]分の円を描き走行している。対して、3-1では約170[°]となっている。3-1ではカーブ量が多く減速が必要になったため、1-3に

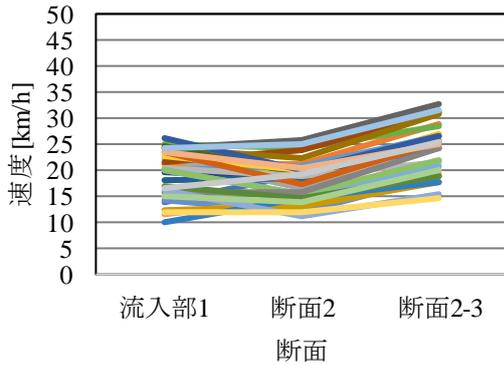


図-14 常陸多賀 RAB : 直進 1-3 の速度変化

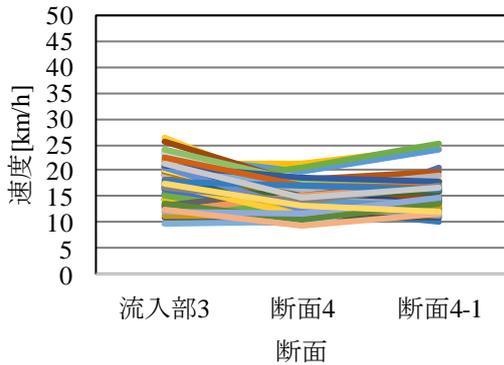


図-15 常陸多賀 RAB : 直進 3-1 の速度変化

③ 流入角度と速度の関係

2つの異なる幾何構造を持つRABを、流入角度に着目して比較する。まず、流入角度の算出方法を定義した。その方法を、図-16、図-17を用いて説明する。

1. 環道幅員の中心の円作成する
- ↓
2. 流入部の直線の線形の終わりに点 (赤) を取る。
- ↓
3. 外径と流入部との接点に点 (赤) を取る。
- ↓
4. 点と点を結んだ線形の真ん中に点 (青) を取る。
- ↓
5. 点 (青) が含まれる円形と点 (青) の接線 (赤) を取る。
- ↓
6. 線分を流入部の外径の幅員の中心まで平行移動させる。
- ↓
7. この時、1. の円と線分との交点と1. の円の接線を引く。
- ↓
8. 接線と線分 (赤) との角度を流入角度と定義する。

以上の方法で算出した流入角度を図-18、図-19、表-3に示す。値より、守山RABでは流入部②の流入角度である $\beta$ の値が大きくなっている。これは偏心の影響を考慮して、速度減速を促すため角度をつけたものである。しかし、正十字のため残りの流入角度では大きな違いは見られない。一方、常陸多賀RABではそれぞれの流入部の幾何構造が違うため、値の差が守山RABと比べ大きくなっている。特に $\beta$ では流入部の幅員が大きく、値の信憑性には疑問が残る。

これら、流入角度を流入速度との関係性を検証したものを、図-20に示す。流入角度 $30\sim 40^\circ$ 、流入速度 $15\sim 20$ [km/h]が多く存在している。しかし、今回の2つの4枝のRABからでは8サンプルしか得られず、まだ相関が見られるとは言い難い。今後、サンプルを増やし関係性を探っていく必要があると考えられる。

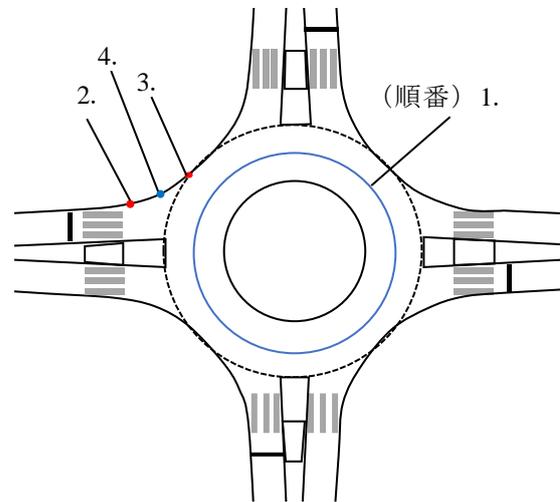


図-16 RAB の流入角度の定義①

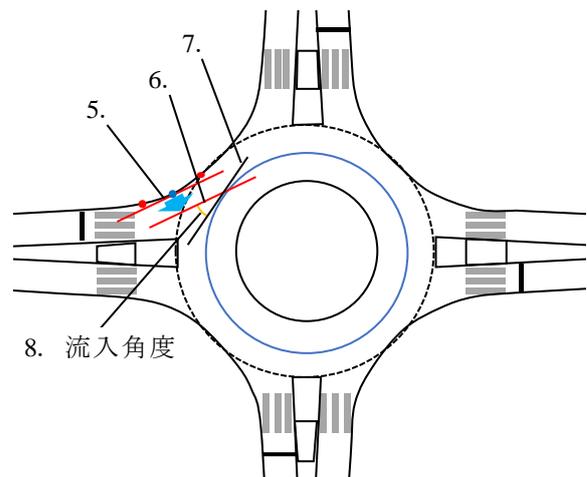


図-17 RAB の流入角度の定義②

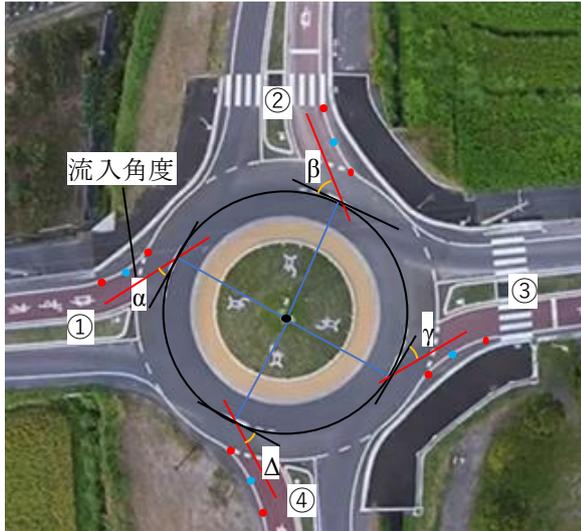


図-18 守山 RAB の流入角度

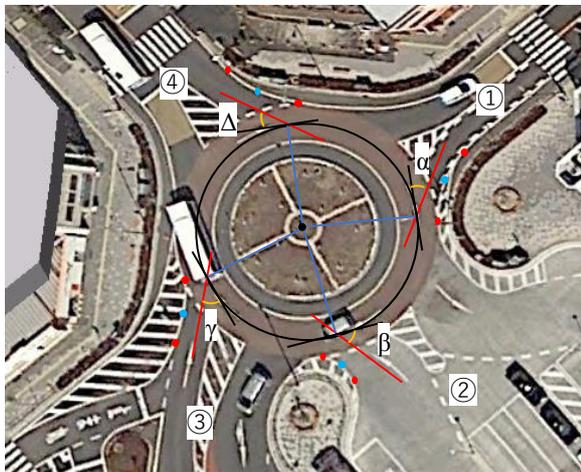


図-19 常陸多賀 RAB の流入角度

表 3 流入角度の値

	流入角度[°]
守山 $\alpha$	33
守山 $\beta$	40
守山 $\gamma$	34
守山 $\Delta$	36
常陸多賀 $\alpha$	31
常陸多賀 $\beta$	50
常陸多賀 $\gamma$	35
常陸多賀 $\Delta$	33

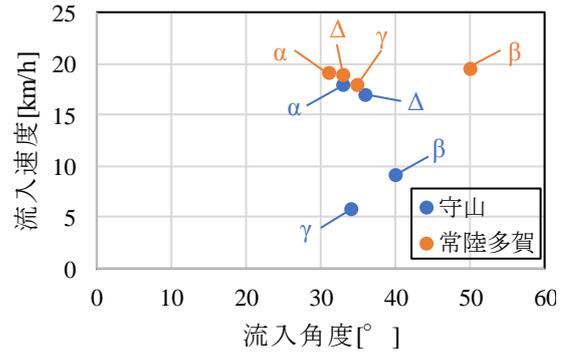


図-20 流入角度と流入速度の関係

## 5. まとめ・今後の課題

本研究では、ビデオ映像を用いた解析を行った。その中で、RABの構造が車両速度にどのように影響するかを分析してきた。

結果として、

- (1)偏心の影響
- (2)横断歩道の影響
- (3)流出入口の位置関係

が考えられる。また、流入角度と速度の関係を知るため、RABの解析を進めていき、サンプルを増やすことが必要である。

しかし、今回の分析手法では定性的な考察であり、定量的に結果を出すに至っていない。また、車両挙動は様々な要因が関係してくるため、本研究だけでは上記の要因の強さを定量的に判断することは難しい。

そこで、土地の制約に縛られず、異なる様々な種類の幾何構造のRABでの検証が可能で、DSを用いた被験者実験を行うことが必要であると考えられる。現在考えられるコースとして、本研究で影響があると思われた「横断歩道の有無」、「交差点中心の偏心の影響による影響」。また、中央島直径や環道幅員を変化させるなどのパターンも行う必要があると考えられる。今後研究を進めていく中で、必要と考えられる要因を取り入れた実験を行う予定である。

## 参考文献

- 1) (一社) 交通工学研究会：ラウンドアバウトマニュアル, 2016
- 2) (公財) 国際交通安全学会：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) WHO: Speed management: A road safety manual for decision-makers and practitioners ,2008

- 4) 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.51,2015.6 機能ビデオ画像処理システムの開発，第24回交通工学研究発表会論文集，pp.69-72,2004.10
- 5) 鈴木一史・中村英樹：交通流解析のための簡便な多

EXAMINATION OF GEOMETRIC STRUCTURE AFFECTING THE SPEED ON  
ROUNDAABOUT BY IMAGE ANALYSIS

Yahiro FUJII, Nan KANG, Shintaro TERABE, Hideki YAGINUMA