

## ラウンドアバウト適合性評価システムの開発\*

報告者：勝又健太\*<sup>1</sup>

永田康平\*<sup>1</sup>

指導教員：長縄一智\*<sup>1</sup>

### Development of a Roundabout Adaptability Evaluation System

Kenta KATSUMATA\*<sup>1</sup>, Kouhei NAGATA\*<sup>1</sup>

And Kazutomo NAGANAWA\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> Department of Control and Computer Engineering, NIT, Numazu College,  
3600 Ooka, Numazu, Shizuoka, 410-8501 Japan

Roundabout, or traffic circle is one of the configurations of an intersection. Roundabout has many advantages compared to normal intersections in points of safety, tolerability in case of black-out caused by disasters, and so on. In recent years, its convenience has begun to be drawing attention in Japan, however it is not so popular so far. We thought that the reason why it does not so widespread in Japan is based on the fact that there is not so convenient application software judging whether roundabout can be the best choice for a intersection configuration. Therefore, we have developed the dedicated software for road traffic designers or planners who don't have special technical knowledge of roundabout traffic systems. The software can judge whether there is sufficient room for making roundabout in normal intersection area. Then, the software can calculate the average delay time in passing through it. We hope this software helps prevailing of roundabout in Japan.

Key Words : Roundabout, System, Introduction decision, Average delay time, Spread

#### 1. 緒言

交差点の一つにラウンドアバウト(以下, RA)がある. この RA は, 道路を平面交差させるのではなく, 環状に接続させたものである. RA の特徴としては, 安全性が高いこと, 走行方向が一方向であること, 災害時にも機能することなどが挙げられる. 近年, 日本においてその利便性や効率の良さが注目され始めている, だが現実としては, あまり導入が進んでいない.

これは, 道路の管理を行う行政が, RA の導入を判断する基準のようなものを持ってな

いことに起因していると考えられる. 行政が, RA の導入を容易に判断できるソフトのようなものがあれば, RA の普及は更に進むはずである.

#### 2. ラウンドアバウトの概要

##### 2.1 定義

RA とは, 図 1 のような環道交通流に優先権があり, かつ環道交通流は信号機や一時停止により中断されない, 円形の平面交差点部の一方通行制御方式のことである. 円形交差点の一種であるロータリー式交差点は, 流入出車両と環道車両に優先関係を開

\*2019年2月5日,平成30年度卒業研究発表会にて講演,  
原稿受付2019年2月21日,原稿最終受付2019年2月26日.

\*<sup>1</sup> 沼津高専 制御情報工学科(〒410-8501 沼津市大岡 3600)

わない。一方、RAも円形交差点の一種であるが、環道車両に優先権があり、環道交通流は信号機や一時停止などにより中断されない通行制御方式である。なお、流入出車両、環道内車両を問わず、横断歩行者がいる場合は、歩行者に注意義務はあるものの、基本的に歩行者に優先権がある。つまり、流入出車両は歩行者、環内車両に対して非優先である。また、日本、英国など左側通行の場合は、環道内は時計回りで回ることになっている。

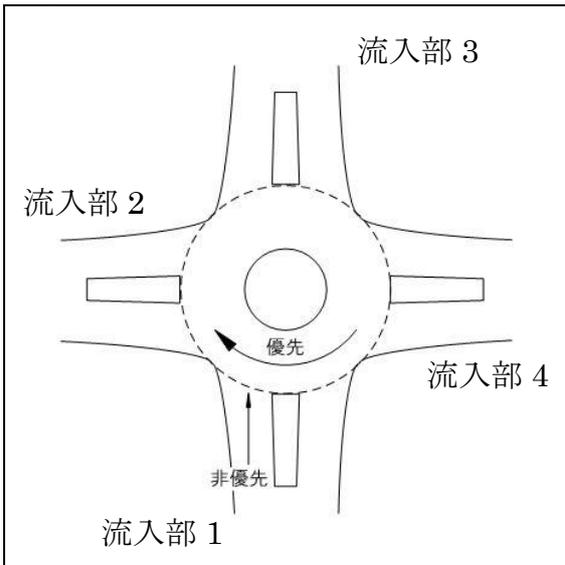


図 1.4 枝ラウンドアバウト

## 2.2 道路交通法におけるラウンドアバウト

平成 26 年 9 月 1 日に施行された改正道路交通法[6]で、RA を環状交差点として定義し、その道路標識および交通方法が定められた。これにより、RA への進入時に一時停止義務がなくなった。

### 3. 研究の目的

#### 3.1 昨年度までの研究

2013 年度の研究[3]においては、無信号交差点、信号交差点、RA の最大許容流入交通量を見出した。その結果、無信号交差点の最大許容流入交通量以上かつ一定量以下の場合には RA が車両交通流の制御として適切であると分かった。

2014 年度の研究[4]においては、本校付近の交差点 2 ヶ所の交通流との比較を行った。その結果、調査対象の交差点については RA 化することによって交差点通過時間が

短縮し、交通渋滞の緩和に効果がある可能性が高いことが分かった。

2015 年度の研究[5]においては、歩行者の流入人数や移動先を考慮したシミュレータを作成し、シミュレーションを行った。その結果、車両の平均通過時間の遅れに対しては車両の流入台数の増加よりも歩行者の流入人数の増加の方が強い影響力を持つことが分かった。

2016 年の研究[6]においては、複数車線化した RA と、分離島付き RA のシミュレータを作成して実験を行い、車両の平均通過時間に与える影響を検証した。その結果 2 車線 RA では 1 車線のものに比べて約 1.33 倍効率がよくなることがわかった。また分離島付き RA では分離島なしの RA と比べて車両を増加させた場合は約 1.2 倍、歩行者を増加させた場合は約 1.5 倍効率が良くなることが分かった。

2017 年の研究[7]においては、RA に全ての流入口に左折レーンを設けた場合(実験 1)と交通量に差のある実際の交差点に部分的に左折レーンを設置した場合(実験 2)の研究を行った。実験 1 では通常の 4 枝の RA に対して 1.2 倍効率が良くなった。実験 2 では流入した車両の左折率や、直進率の高い流入口に導入した方が良いことが分かった。

#### 3.2 研究の目的

前述のように、昨年度までは、主に RA の平均通過時間に関する研究を行ってきた。今年度は、これらの研究結果を生かし、RA 導入について容易に判断できるソフトを開発する。

そこで、今年度の研究は、実際に存在している交差点について、RA の導入について評価し、その後、交差点を環内の車線が一車線の RA(以下、単環 RA)とした際の平均遅れ時間の算出までを一貫して行うシステムの開発とした。

#### 4. システムの構成

本研究により開発される交差点評価システムは、以下に示す図 2 のような構成になっている。まず、ユーザーからパラメータの入力をアプリケーション画面にて受け取る。受け取ったパラメータを使用し、ラウン

ドアバウトの導入について評価を行う。評価の際には、5.交差点の RA 適合性の計算、に示すような式を用いる。この評価で基準を満たした場合、単環 RA 化した際の平均遅れ時間をシミュレーションにより算出する。シミュレーションは昨年度の研究<sup>[5]</sup>を参考にし、構成したモデルを用いる。モデルの詳細は 6.単環 RA のモデル化、にて示す。

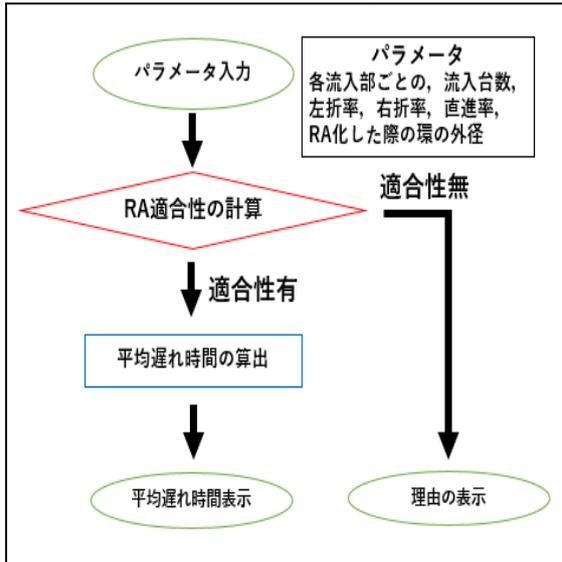


図 2.ラウンドアバウト適合性評価システムの構成

### 5.交差点のラウンドアバウト適合性の計算

RA の適合性は、以下に示す 4.1~4.3 の式により計算される。計算において、流入部を  $i$  とした場合、流入部  $i$  の流入量は、 $q_i$  で表す。流入量は、パラメータ入力により受け取る数値である。

#### 5.1.ラウンドアバウトの環道交通量の算出

環道交通量  $Q_{ci}$  とは、流入部  $i$  の正面地点から見た環道の交通量であり、他の流入部からの右折直進交通量を用いて算出する。図 1 の流入部 1 を例にとってみると、流入部 1 の環道交通量は、

$$Q_{c1} = q_{3,R} + q_{4,S} + q_{4,R} \quad (1)$$

として表せる。ここで、 $q_{3,R}$  とは、流入部 3 の右折車両数、 $q_{4,S}$  は流入部 4 の直進車両数、 $q_{4,R}$  は流入部 4 の右折車両数とする。

#### 5.2.ラウンドアバウトの交通容量の算出

流入部  $i$  に対する流入部交通容量  $c_i$  を求めて評価する。本研究では、以下に示すドイツ

のガイドライン<sup>[7]</sup>の流入車両のギャップアセプトランス確率に基づく推計式を用いる。

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

$c_i$ : 流入部  $i$  の交通容量 [台/時]

$t_c$ : 臨海流入ギャップ [秒]

$t_f$ : 流入車両の追従車頭時間 [秒]

$Q_{ci}$ : 流入部  $i$  の環道交通量 [台/時]

$\tau$ : 環道交通流の最小車頭時間 [秒]

車頭時間パラメータ  $t_c$ ,  $t_f$ ,  $\tau$  は、RA の幾何構造条件により異なる。本システムでは標準値としてドイツのガイドライン<sup>[7]</sup>で示されている。

$t_c=4.1$ [秒],  $t_f=2.9$ [秒],  $\tau=2.1$ [秒]を用いる。

### 5.3.ラウンドアバウトの交通容量の確認

各流入部について、ピーク 1 時間の交通量  $q_i$  と、4.2 にて算出した  $c_i$  を用いて、流入部の需要率  $x_i = q_i / c_i$  を求める。余裕度を 20% とみて、全ての流入部の需要率が 80% を下回る場合には、RA の導入を可能と判断する。

### 6.単環ラウンドアバウトのモデル化

図 1 のような単環 RA に分割点を定めると以下の図 3 のように等分することができる。図 3 の色分けされた各箇所の分割点の数を表 1 に示す。点と点の間は法定速度の車両が 1[秒]で走行する長さで車両は一台のみ通行可能である。流入車両については、入る点の 4 点前までの点に車両が存在する場合には環道に流入することができないこととする。車両が流入口に到着するタイミングは乱数でランダムに発生させる。

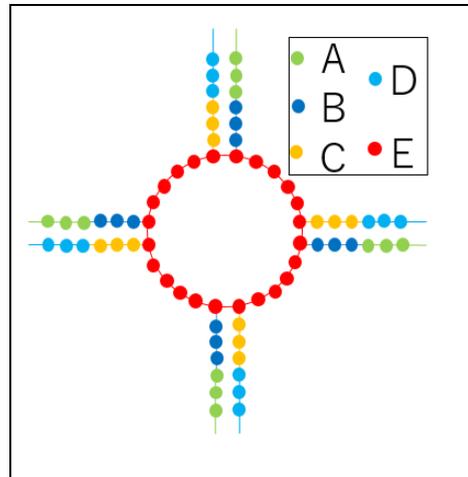


図 3.単環ラウンドアバウトのモデル化

表 1.各地点の名称と分割点の数

記号	名称	分割点数	備考
A	発生地	6~1000	待ち行列
B	環内流入部	3	
C	環内流出部	3	
D	合流地	6	
E	環内	24 or 30	

表 1 より,発生地の分割点の数は待ち行列になっており,発生地から流入した車両はこの列に並ぶようになっている.車両の待ち時間はこの発生地に滞在した時間を計測する.

### 7.実装

#### 7.1 開発環境

クライアントの対象 OS は Windows とし,その上で動作するアプリケーションを開発した.なお,記述言語は C#である.グラフィカルな設計をしたいと判断したための選択である.

#### 7.2.開発したアプリケーション

##### 画面の構成

以下,図 4 に示す開発したアプリケーションは画面上に,流入部ごとの外径,流入量,直進率,右折率,左折率の入力箇所と,RA 設置可否判定,RA 性能シミュレーションボタンを持つ.

##### ・外径

RA 設置の際,確保することのできる最大外径[m]を受け取ることで,RA 設置判断の材料とする.

外径の大きさ  $\geq 22m \rightarrow$  環 22m の RA

外径の大きさ  $\geq 27m \rightarrow$  環 27m の RA

としている.

##### ・流入量,直進率,右折率,左折率

各流入部の 1 時間あたりの車の流入量,直進率,右折率,左折率の入力を受け取る.流入量は一日の中で,ピーク時の 1 時間を選出する.

##### ・RA 設置可否判定

入力された情報に基づき,RA が導入可能か計算する.この計算は,主に 5.交差点の RA 適合性の計算で示される(2)式を用いる.

##### ・RA 性能シミュレーション

RA が設置可能であると判断された場合に,単環 RA に置き換えた場合の平均遅れ時

間を算出する.表示される時間の単位は[s]とする.



図 4.開発したアプリケーション

#### 7.3 アプリケーションの実行例

以下に,開発したアプリケーションの実行例を順に示していく.

(1)RA 設置が可能と判断され,平均遅れ時間を表示したもの.紙面の都合上,一部を拡大したものを示す.



図 5.(1)入力部



図 6.(1)出力部

図 5 のように,外径,流入部ごとの流入量,直進率,右折率,左折率を入力すると,図 6 のような結果となる.

(2)RA 設置ができないと,判断れ,Message を表示された場合.

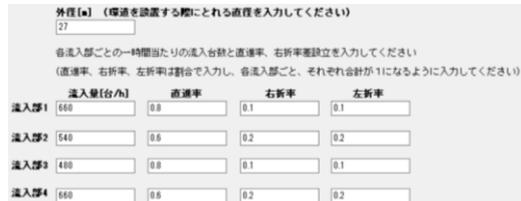


図 7.(2)入力部

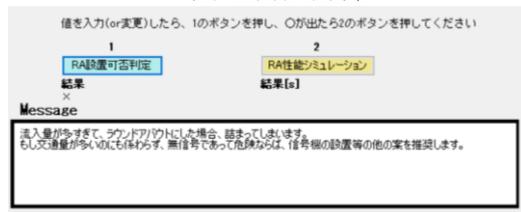


図 8.(2)出力部

図 7 のように,外径,流入部ごとの流入量,直進率,右折率,左折率を入力すると,図 8 のような結果になる.RA が導入できないと判断された場合は,Message に図 8 に示されるような文章が表示される.

(3)その他実行例

外径が足りない例や,入力が足りない場合は,以下のように表示されるようにしている.

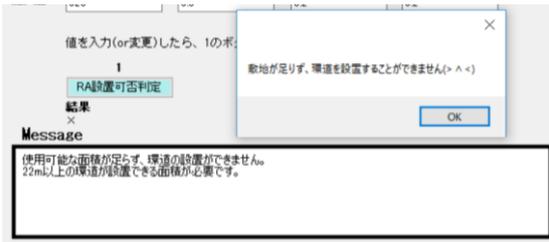


図 9.(3)外径が足りない場合

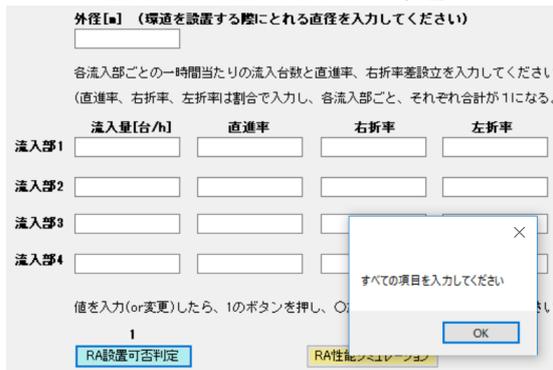


図 10.(3)入力が足りない場合

図 9 や,図 10 のようにポップアップで表示する方法の他にも,以下図 11,12,13 のように,キャラクターによる RA 設置○,×,error の表示も行っている.

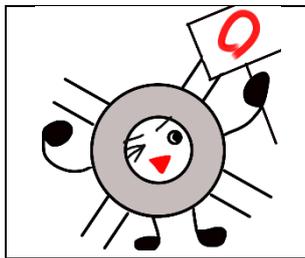


図 11.○

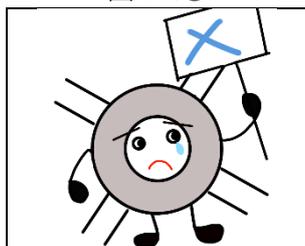


図 12.×

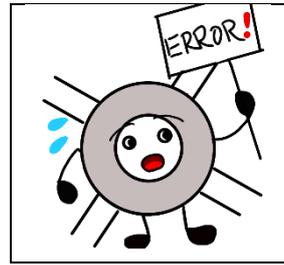


図 13.error

8.今後の研究の方向性

8.1.形状の対応

本システムは,交差点の最も基本的な形状である「直交した 4 枝で同じような幅員の交差点」のみにしか対応していない.多種類の形状の交差点への対応が必要である.

8.2.多種ラウンドアバウトへの対応

本システムの平均遅れ時間の算出は,単環 RA のみとなっている.二重環や,左折レーン付きなど,多種類の RA の平均遅れ時間の対応が必要である.

8.3.余裕度の計算

本システムは,RA 適合性の計算の際,判定を可,不可の 2 パターンで判断している.流入量の余裕を計算し,ユーザーに示す機能が必要である.

9.結言

今年度は,昨年度までの研究を活かし,RA の導入判断を容易に行えるシステムを開発した.今後このシステムをインターネット上で公開するなどして,RA の普及が進めたいと考える.

10.謝辞

本研究を進めるにあたり,指導していただいた長縄一智教授に深く感謝いたします.また,多くの時間を共に過ごした同じ研究室の研究生に深く感謝いたします.

文献

[1] 「ラウンドアバウト式交差点における効率的な交通流制御」片岡拓弥(2014)  
 [2] 「実際の交差点のラウンドアバウト化シミュレーション」池谷壮之介, 佐藤裕貴(2015)

- [3]「横断歩行者を考慮したラウンドアバウトの効率化シミュレーション」加藤貴也(2016)
- [4]「ラウンドアバウトの効率化シミュレーション ～複数車線化と分離島の効果について～」小関慎一郎, 吉村綾馬 (2017)
- [5]「左折専用レーンを導入したラウンドアバウトの効率化シミュレーション」白鳥雅大, 宮代悠生(2018)
- [6]「道路構造令・標識令：道路構造令の各規定の解説 4. 線形」国土交通省  
[https://www.mlit.go.jp/road/sign/pdf/kouzourei\\_2-4.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/sign/pdf/kouzourei_2-4.pdf)
- [7]Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, (2006)
-