

ラウンドアバウトの計画・設計ガイド(案)

(Draft) Guide for Roundabout Planning and Design

Ver. 1.1

2009



(社)交通工学研究会

Japan Society of Traffic Engineers

はしがき

従来、交通量の少ない平面交差点では、次のような安全上・円滑上の課題がある。すなわち、無信号交差点においては一時停止無視などによる出合頭衝突事故の発生、また信号交差点においては、信号無視や信号切替り時における交差点進入による出合頭事故の発生とともに、信号待ちによって無駄な遅れ時間が利用者に生じるといった課題である。こうした安全上の問題を解決しつつ、利用者の利便性の観点からも遅れ時間をできるだけ少なく抑えるような交差点の制御手法を実現することが必要である。欧米などの先進諸国では、このような問題意識から、比較的交通需要の少ない平面交差点の制御方式として、ラウンドアバウトが近年積極的に導入されている。ラウンドアバウトは、交差点自体が車両に対する速度抑制効果を有していること、錯綜する交通が存在しなければ車両は待つことなく交差点内に進入できることをはじめとして、数多くの利点を持っている。

平成18～19年度の2箇年で実施された(社)交通工学研究会の自主研究「ラウンドアバウトの計画と設計」では、こうした背景と問題意識に基づいて、日本におけるラウンドアバウト導入に際して必要となる、計画と設計、および運用についての基本的な考え方を整理するとともに、詳細設計に関わる技術的検討を行い、その成果を「ラウンドアバウトの計画・設計ガイド」としてとりまとめた。本ガイドは、ラウンドアバウトという形態の平面交差点の計画・設計、交通運用に関わる技術的方法について、日本で初めてとりまとめたものである。

本ガイドは、主として海外でのラウンドアバウトの適用事例やガイドライン、我が国の道路交通状況や法令を参照しながら、日本でふさわしいラウンドアバウトの適用方法や設計について議論の上で作業を重ね、その成果を取りまとめたものである。今後本ガイド(案)を参考としつつ日本でのラウンドアバウトの設置が進み、その経験を踏まえて、随時内容の補足・修正がなされていくことを期待するものである。

最後に、ご多忙の折にも熱意を持って議論に臨み作業に取り組んでいただいた委員諸氏に、心より謝意を表する。

「ラウンドアバウトの計画と設計に関する研究」グループ

代表 中村 英樹

(名古屋大学大学院 教授)

(社)交通工学研究会
平成18～19年度自主研究課題

ラウンドアバウトの計画と設計に関する研究グループ

名 簿

平成20年3月現在

代表

中村 英樹 名古屋大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 教授

委員

大口 敬 首都大学東京 都市環境学部 教授

大脇 鉄也 国土技術政策総合研究所 道路研究部道路研究室 主任研究官

尾崎 晴男 東洋大学工学部環境建設学科 教授

鈴木 健嗣 パシフィックコンサルタンツ(株) 中部本社交通技術部道路グループ

瀬戸下伸介 国土技術政策総合研究所 道路研究部道路空間高度化研究室 主任研究官

萩田 賢司 科学警察研究所 交通科学第二研究室 主任研究官

浜岡 秀勝 秋田大学工学資源学部 土木環境工学科 准教授

濱谷 健太 国土技術政策総合研究所 道路研究部道路研究室 研究官

増岡 義弘 (財)豊田都市交通研究所 情報企画グループ

松本 敏男 (株)福山コンサルタント 東日本事業部

馬淵 太樹 名古屋大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 博士後期課程

米山 喜之 (株)長大 東京支社 社会計画事業部社会基盤計画部 課長代理

目 次

1. はじめに.....	4
1.1 本書の位置づけ	4
1.2 ラウンドアバウトの定義	5
1.3 ラウンドアバウトの構成要素	7
1.4 ラウンドアバウトの類型と特徴	7
1.5 日本で適用対象とするラウンドアバウト	9
1.6 ラウンドアバウトの長所	9
1.7 ラウンドアバウト導入上の留意点	10
2. ラウンドアバウトの適用条件	12
2.1 道路ネットワークの階層区分条件	12
2.2 標準ラウンドアバウトの交通容量	15
3. 標準ラウンドアバウトの幾何構造設計要素	20
3.1 設計上の原則と手順の概要	20
3.2 設計車両	20
3.3 標準ラウンドアバウトの形状	21
3.4 外径	21
3.5 環道	21
3.6 エプロン	22
3.7 流出入部	23
3.8 中央島	24
3.9 流出入部分離島	24
3.10 横断歩道	26
4. ラウンドアバウトの交通運用	27
4.1 はじめに	27
4.2 運用上の原則	27
4.3 標識	28
4.4 路面標示	30
付録.....	33
参考文献.....	36

1. はじめに

1.1 本書の位置づけ

日本の交通量の少ない平面交差点においては、無信号交差点については一時停止無視などによる出合頭事故の発生、また信号交差点については、信号無視や信号切替り時における交差点進入による出合頭事故の発生とともに、信号待ちによって無駄な遅れ時間が利用者に生じること、といった課題がある。したがって、こうした安全上の問題を解決しつつ、利用者の利便性の観点から遅れ時間をできるだけ少なく抑えるような交差点の制御手法を実現することが必要である。

一方、近年、先進諸国を中心として、日本における上記のような課題と同様な問題意識から、その解決策の一つとして、ラウンドアバウト(roundabout; 図1.1)を積極的に導入するようになってきている。平成18～19年度の2箇年で実施された交通工学研究会の自主研究「ラウンドアバウトの計画と設計」では、こうした背景と問題意識に基づいて、日本におけるラウンドアバウト導入に際して必要となる、計画と設計、およびその運用に関わる基本的な考え方を整理するとともに、詳細設計に関わる技術的検討を行ってきた。その成果をとりまとめたものが、本書「ラウンドアバウトの計画・設計ガイド」である。



図 1.1 ラウンドアバウト

これまで、平面交差点の計画と設計に関しては、交通工学研究会が発行する「改訂 平面交差の計画と設計－基礎編－(第3版・2007年)」,「平面交差の計画と設計－応用編－2007(2007年)」などによって、こうした平面交差点の計画設計の意義、計画と設計の手順、および具体的な手法の整理がなされ、これらは実務の現場における技術マニュアルとして活用されてきている。しかし、これらの書籍においては、実質的には信号制御された交差点を中心に記載されており、その他の平面交差点部の交通制御手法については必ずしも十分に記載されているものではない。

このように、これまで日本で発行されてきた技術書、技術マニュアルにおいて、ラウンドアバウトの計画と設計についてとりまとめたものはまだ存在しない。本書は、ラウンドアバウトという形態の平面交差点の計画・設計、交通運用に関わる技術的方法について、日本で初めてとりまとめたものである。

本書を参考にすれば、これまで実務の現場において無信号制御か信号制御の二者択一であった平面交差点部の制御方式に、新たにラウンドアバウトという手法を選択枝として加えることができる。本書では、ラウンドアバウトが他の制御方式に比べて優れている場面がどのような状況であるのか、その適用条件を示している。また、日本の特性を考慮した適切なラウンドアバウトの幾何構造構成要素の設計手法、および標識・標示などの交通運用手法を提示するものである。

本書は、図1.2に示す構成となっている。

第1章の1.2以降では、そもそもラウンドアバウト(図1.1)に対する認知度が低く、後で述べるように駅前ロータリーなどと混同されることさえあるといった日本の現状を鑑み、まずわが国におけるラウンドアバウトの定義を明確に示す。そして、ラウンドアバウトの必須構成要素を挙げるとともに、その形式や特徴について整理を行う。

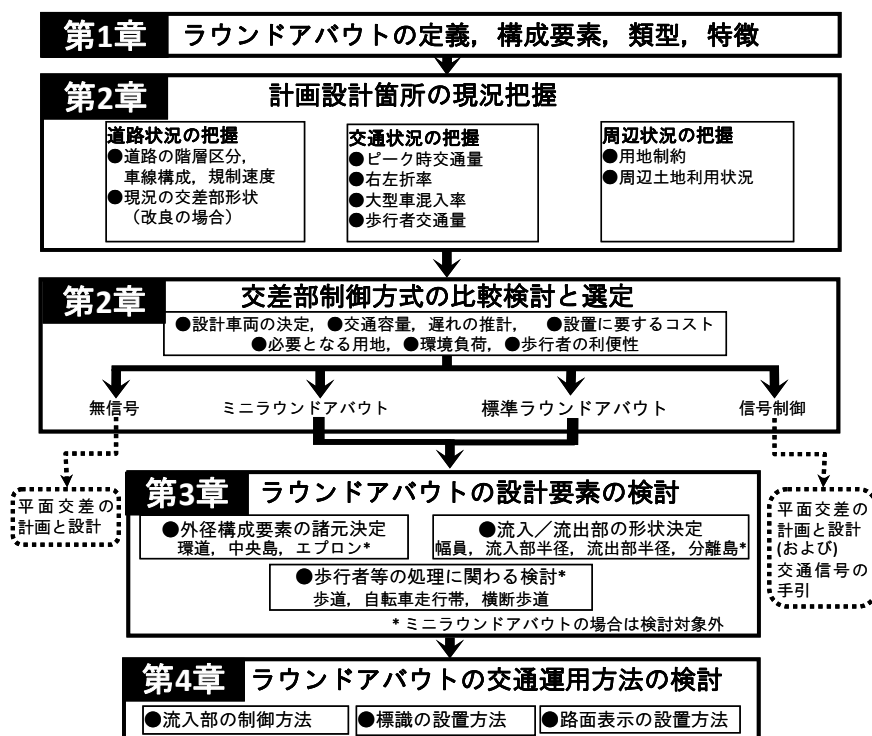


図 1.2 本書の構成

第2章では、これらの特徴と日本特有の道路交通状況を考慮に入れ、ラウンドアバウトの導入が想定できる箇所を道路階層区分に応じて提案する。そして、交通容量や遅れについてのラウンドアバウトの性能評価を通じ、適用可能な交通条件について提示することで、ラウンドアバウトが他の制御方式に比べて優れている場面を明示する。

第3章では、ラウンドアバウトの機能を適切に発揮させるための交差点構造設計について、望ましい方法を示す。これまで日本においてもいくつかのラウンドアバウトの事例はあるが、拠り所となる指針がなかったためその設計緒元はまちまちである。今後は本章の内容に準拠して幾何構造設計を行うことで、ラウンドアバウトの望ましい性能を最大限に発揮できるはずである。

第4章では、ラウンドアバウトの運用原則と必要な標識や路面標示について提示する。

1.2 ラウンドアバウトの定義

ラウンドアバウト(roundabout)とは、『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などにより中断されない、円形の平面交差点の一方通行制御方式』のことを言う。

すなわち、図1.1に示すような円形状や、幾何構造に関する各種条件は、こうしたラウンドアバウトの機能を担保するために必要とされるものであり、こうした幾何構造をした平面交差点のことを直接指すわけではない。したがってよく似た「円形」の形状を持つ平面交差点であっても、ラウンドアバウトの定義を満たす制御方式が実現されている場合と、そうでない場合とがある。流入車両が環道交通流より優先されるもの、環道交通流が信号機により制御されるものや、駅前ロータリーなど駐停車機能を備えているものは、ラウンドアバウトではない。図1.3は、こうした円形交差点のさまざまな類型について相互の関係を示したものである。

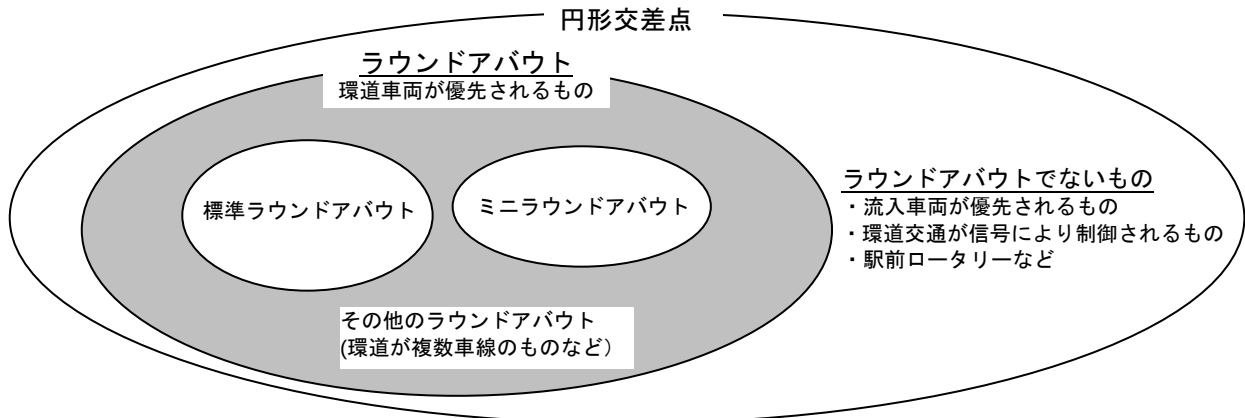


図 1.3 円形交差点の類型

図1.4に、ラウンドアバウトに分類されるものの例を、図1.5にラウンドアバウトに分類されないものの例を示す。図1.5(a)の釧路市の例のように、円形であっても環道を走行する車両ではなく流入車両に優先権が与えられる場合や、図1.5(b)の名古屋市の例のように、環道内に信号が設置されて環道交通流が信号制御される場合はラウンドアバウトではない。また図1.5の(c)の例のような円形の駅前ロータリーなどは、人の乗降などのために駐停車を行うための施設を持ち、交差交通を処理することが目的ではないためラウンドアバウトではない。

ラウンドアバウトの定義を満たすものには、1.4に示すように、一方通行の環道が1車線の「標準ラウンドアバウト」と「ミニラウンドアバウト」があるが、イギリスなどで多数設置・運用されて



(a)豊田市



(b)福知山市



(c)京都市

図 1.4 日本に現存するラウンドアバウトの例(いずれも環道交通優先、流入部は一時停止の運用)



(a)流入交通優先(釧路市)



(b)環道内で信号制御(名古屋市)


(c)駅前ロータリー
(穂積駅前、瑞穂市)

図 1.5 ラウンドアバウトでないものの例

いる複数車線の環道を持つような「多車線ラウンドアバウト」も含まれる。

なお、イギリス(Department of Transport(1993): “Geometric Design of Roundabouts, TD 16/93”)では、ラウンドアバウトを「交差点流入車両を中央島周囲の環道で一方通行に捌く交差点形式で、環道を走行する車両に優先権のある制御方式」、アメリカ(FHWA(2000): “Roundabouts, an Informational Guide”)では、イギリスでの定義に、流入部の制御方式、幾何構造上の特徴を加えて定義している。

1.3 ラウンドアバウトの構成要素

ラウンドアバウトは、図1.6に示すように、以下のような主要要素によって構成される。

(1) 外径(diameter)

ラウンドアバウト交差点(円形部)の直径。

(2) 中央島(central island)

ラウンドアバウト中央部に、円形にマウントアップされ(段差が設けられ)ている部分。

(3) 環道(circular roadway)

中央島周囲の車道で、車両が(左側通行の場合)時計周りに一方通行で走行する部分。この幅員を環道幅員という。

(4) エプロン(apron)

環道と中央島の間に設置される、敷石等により僅かに段差がつけられた部分。大型車が環道部のみでは内輪差のため走行できないため、大型車はこの部分も利用して走行するためのスペース。

(5) 分離島(splitter island)

ラウンドアバウト流入部／流出部に設置される、ラウンドアバウトへ進入する車両と、流出する車両とを分離するための島。

(6) 流入部と流出部(entry/exit)

単路部から環道へ流入する流入部には、ある一定の流入部幅員を取って流入部曲線半径の円曲線を配置し、流出部には、一般的には流入部とは異なる曲線半径の円曲線を配置する。

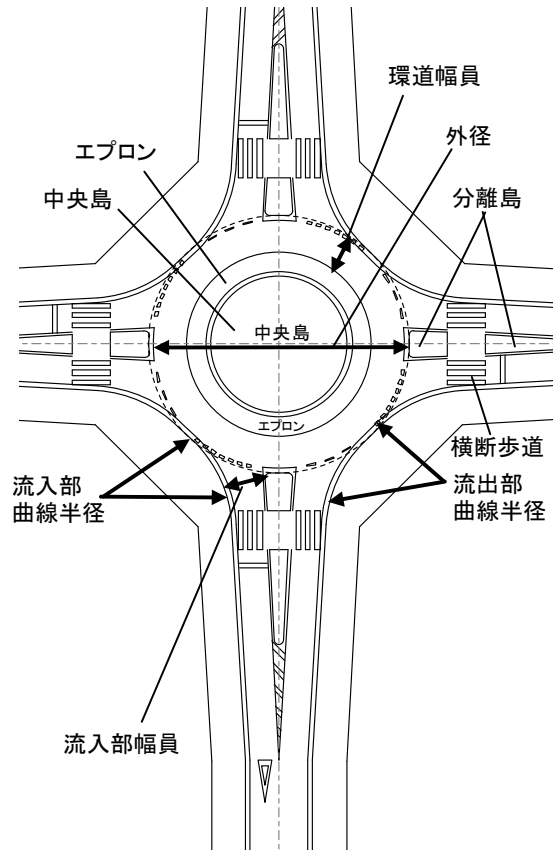


図 1.6 ラウンドアバウトの構成要素

1.4 ラウンドアバウトの類型と特徴

ラウンドアバウトは、表1.1に示すように、流出入部、環道の車線数、設置個所、中央島への乗り上げの可否などにより、大きく3種類に分類される。

(1) 標準ラウンドアバウト(compact roundabout)

標準ラウンドアバウトとは、中央島が設けられ、流出入部、環道とも1車線のラウンドアバウトで、車両が中央島に物理的に乗り上げることができないものを指す。一般に外径は26～40m程度である。市街地、住宅地内、集落の入口の交差点や、郊外部でも比較的交通量が少なく、規制速度の

表 1.1 ラウンドアバウトの類型

類型	ミニラウンドアバウト	標準ラウンドアバウト	多車線ラウンドアバウト
適用	市街地、住宅地の小規模な交差点	市街地内、住宅地内、集落入口、高速道路ランプ下など	都市内、郊外幹線道路
外径	13-22m	26-40m	40-60m
中央島	マーキング、僅かな段差 乗り上げ可能	乗り上げられない構造、 必要に応じエプロンを設置	
分離島	マーキング、僅かな段差 原則として、乗り上げ可能	乗り上げられない構造	

高い道路相互の接続する交差点や、高速道路のランプと一般道との接続部などで適用される。

回転半径の大きな車両が環道幅員の範囲で走行できない場合に、中央島の外周部に乗り上げ可能な段差(エプロン)部を設けることで、通常の普通車などは環道を走行するが、一部の大型車両はエプロン部に乗り上げることで走行可能とすることもある。

標準ラウンドアバウトでは、流入部の車両は直近の環道走行車両の有無を確認して、安全に流入できるかを判断しなければならない。

(2) ミニラウンドアバウト(mini roundabout)

ミニラウンドアバウトとは、外径が13～22m程度の小規模なラウンドアバウトであり、細街路等が交差する交差点において、速度抑制を促しつつ安全に制御することを目的として適用されるものである。中央島にはわずかな段差を設けるのみとし、大型車が右折する場合には、完全に中央島へ乗り上げて通常の右折の走行軌跡で走行することを認める。

ミニラウンドアバウトでは、流入部の車両から他の流入部の流入車を全て視認することができるため、自車が流入する環道部を通過する意思を示している全ての車両を優先させなければならない。たとえば、図1.7のような4枝のミニラウンドアバウトの場合、

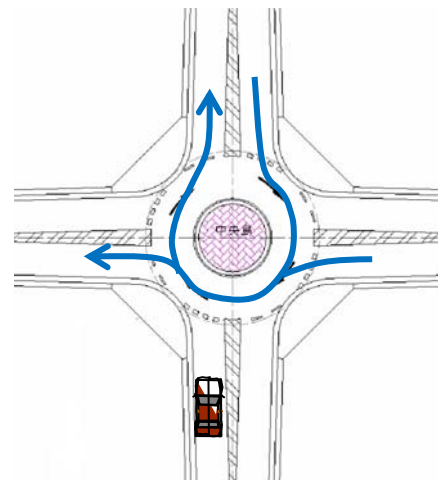


図 1.7 ミニラウンドアバウトの優先関係

流入車両から見て右側の流入部から直進または右折しようとする車両、対向流入部から右折しようとする車両がいれば、その走行を優先させなければならない。

(3) 多車線ラウンドアバウト(multilane roundabout)

外径は40～60m、環道が複数車線の大型のもの。多車線ラウンドアバウトは、比較的交通需要が高い交差部で有効とされるが、交錯点の数が増加することや、環道通過速度が上昇する、複数車線流入路の内側車線の利用率が低くなり必ずしも交通容量が向上するとは限らない、といった弱点がある。

1.5 日本で適用対象とするラウンドアバウト

日本におけるラウンドアバウトの主な導入意義としては、(a)出合頭事故による損傷度の大きな事故が発生している無信号交差点/信号交差点での適用による安全性向上、(b)住宅地内など、平面交差部の車両走行速度の抑制による交通の静穏化、及び(c)交通需要が少ないにも関わらず信号制御されているために生じている信号による制御遅れの無駄の軽減、が考えられる。

一方で、既存平面交差点に安全・円滑対策として改良を施すことを考えた場合、一般に用地条件にかなり強い制約があると考えられる。

以上を考慮して、日本においてラウンドアバウトを適用するにあたっては、安全性を重視しつつ、市街地内の用地制約のある箇所での適用事例の多い、**標準ラウンドアバウト**を導入することが望ましい。適切に設計された標準ラウンドアバウトであれば、隅角部処理や右折車線の確保されている現状の交差点に対して、ほぼ同程度の用地で実現可能と考えられるからである。また、ミニラウンドアバウトの導入についても検討可能なケースもあるが、優先ルールが複雑になるため限定されるものと考えられる。多車線ラウンドアバウトの導入については、日本で適用対象となる条件を満たすことは考えにくい。

このため、本書では「**標準ラウンドアバウト**」を対象として計画と設計の考え方と、詳細設計に関わる技術的事項を記述することとする。

1.6 ラウンドアバウトの長所

(1) 交差点部における安全性向上

ラウンドアバウトは、交差部内での車両間交錯点を削減することが可能である。図1.8は一般的な4枝交差における交錯点数を示したものであり、普通の無信号交差点では20箇所の交錯点があるが、ラウンドアバウトでは大幅に削減されて4箇所となる。また、全ての流入部が原則として非優先制御されるために流入時速度が抑制され、また構造的に正面衝突が生じ得ないなどの理由により、仮に交通事故が発生したとしても損失の少ない形態の事故となるといった特徴がある。さらにラウンドアバウト部ではUターンをすることができる。このUターン機能があることにより、一般単路部における細街路交差部が存在しても、これを連続的中央分離構造のままとすることが可能であり、中央帯開口部を設けて細街路からの本線横断や右折流入出により生じる衝突事故を無くすることができ、路線全体の安全性を向上させることができる。

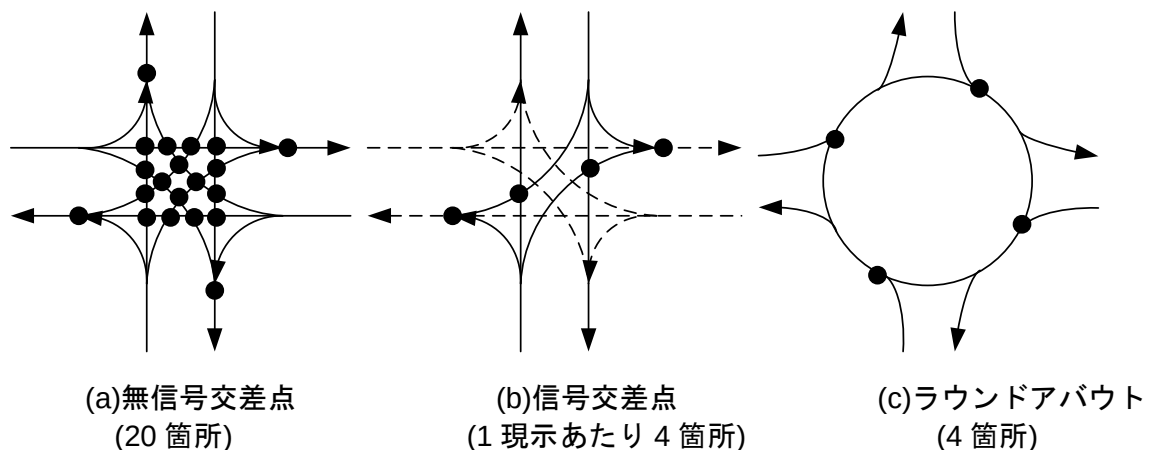


図 1.8 平面交差部制御方式による車両間交錯点

表 1.2 ラウンドアバウト設置後の事故件数の減少

以前の制御方式	死亡事故 + 負傷事故	負傷事故
信号制御 9 交差点	－48%	－78%
無信号(4 方向一時停止) 34 交差点	－44%	－82%

※それぞれラウンドアバウト設置前を 100%とする。

(出典)Bhagwant P. and David, H. (2005): NCHRP 3-65 Applying roundabouts in the United States; Safety: Primary Findings, National Roundabout Conference.

海外では、信号交差点および無信号交差点をラウンドアバウトに改良した場合において、改良前と比較して事故件数が大幅に減少したという多数の報告がある。例えば、表1.2は米国における報告例であり、ラウンドアバウトの設置は特に重大事故を大幅に減少させる効果があることが実証されている。

(2) 遅れの削減による交差点の円滑性向上

信号交差点では、赤表示の間中は、交差方向に車両がいなくても青になるのを待ち続けなくてはならない。一方ラウンドアバウトは、環道を走行する車両が存在しなければ、随時交差点に進入することが可能であるため、特に閑散交通需要時における遅れの削減が期待できる。

(3) 特殊ケースの処理能力(効率)の向上

5枝以上の多枝交差点は、通常の4枝交差点に比べ交錯点が非常に多くなるが、ラウンドアバウトの導入により、交錯点の数を大幅に削減することが可能である。また、多枝交差点で信号制御する場合には、一般に複雑な現示設定を行なう必要があるため、1流入部あたりの青時間比が必然的に小さくなり、遅れも大きくなりやすい。ラウンドアバウトでは、交差点の流入枝数によらず、交通需要が少ない場合には大幅に遅れを削減することが可能である。

(4) 少ないライフサイクルコスト

ラウンドアバウトは、道路照明以外に電力を使わずに交差点を運用できる。赤信号時のような長い時間車両を停止させることがないためアイドリング時間を少なくでき、環境負荷の観点からも優れている。

1.7 ラウンドアバウト導入上の留意点

ラウンドアバウトには、以上のように導入にさまざまなメリットが認められるが、次のような点には十分留意が必要である。

(1) 渋滞対策とはなりえない

通常の一般的な平面交差点においては、ラウンドアバウトの交通容量は信号交差点に比べて低い。そのため、交通需要の多い交差点にラウンドアバウトを適用すること、および交通渋滞対策を目的としてラウンドアバウトの導入を図ることはできない。ただし、図1.9に示すような多枝交差点や折れ足・食い違い交差など特殊な交差点であるために、信号制御を行っても必ずしも高い交通容量が確保できない場合には、ラウンドアバウト化することで交通容量を増大できる可能性もある。

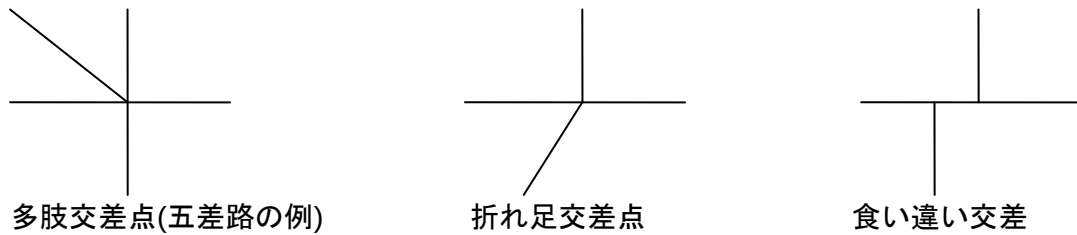


図 1.9 特殊な交差点

(2) 歩行者・自転車の取り扱いには注意が必要

ラウンドアバウトの長所として記述されている内容は、いずれも主として車両に対する長所である。歩行者・自転車に対しては、安全性の確保に注意を払う必要がある。

参考：海外におけるラウンドアバウトの分類

表 各国のラウンドアバウト類型					
車線数	流入部・環道1車線			流入部・環道2車線	
設置箇所	市街地, 住宅地の 小規模交差点	市街地, 住宅地	郊外	市街地, 住宅地	郊外
中央島	乗上げ可能	乗上げ不可能			
イギリス	Mini	Normal			
オーストラリア	-	非幹線道路： Local street	幹線道路：Urban and rural arterial road		
ドイツ	Mini	Urban compact	Rural single lane	2-lane compact	Large 2-lane
アメリカ	Mini	歩行者多：Urban compact	Rural single-lane	Urban double-lane	Rural double-lane
		歩行者少：Urban single-lane			

- イギリスでは(Department of Transport, 1993), 中央島構造の乗り上げ可否より, Mini roundaboutとNormal roundaboutの2種類に分類.
- オーストラリアでは(Austroads, 1993), 地方部, 市街地の比較的交通量の多い幹線道路に設置されるRoundabouts on urban and rural arterial roadと, 用地制約があり交通需要の少ない箇所に設置されるLocal street roundaboutの2種類に分類.
- ドイツ(Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2006)¹⁾では, Mini roundaboutと, それ以外のラウンドアバウトとして, 流出入部・環道とも1車線のCompact roundabout, 流入部・環道が2車線の2-lane roundaboutに分類. Compact roundabout, 2-lane roundaboutについては, これらの立地条件(市街部/郊外部)によってさらに分類.
- アメリカでは, ドイツとほぼ同様の区分であるが, 市街地での1車線ラウンドアバウトを交差点交通量, 歩行者の多寡に応じて2種類に分類.

2. ラウンドアバウトの適用条件

2.1 道路ネットワークの階層区分条件

ラウンドアバウトに限らず、交差部形式の選定に際しては、交差するそれぞれの道路のネットワーク階層区分に留意する必要がある。

道路ネットワークにおける道路階層区分を、大きくA)自動車専用道路などの高規格道路、B)都市間幹線道路・都市内幹線街路、およびC)細街路・住区内道路の3つに分けると、これらの階層区分同士の接続形態としてラウンドアバウトの適用が可能と考えられるケースは表2.1の通りとなる。いずれの場合も、後述する交通量条件に十分留意する必要がある。

表 2.1 道路階層区分からみたラウンドアバウトの適用

	A)高規格道路	B)幹線道路(都市間/都市内)	C)細街路・住区内道路
A)高規格道路	×	標準ラウンドアバウト ・ 直接：往復2車線自動車専用道路の起終点 ・ 間接：インターチェンジ(ランプと一般道の接続部)	—
B)都市間/都市内幹線道路	—	標準ラウンドアバウト ・ 直接：幹線道路相互 ・ 間接：ダイヤモンド型インターチェンジ代替	標準ラウンドアバウト
C)細街路・住区内道路	—	—	標準/ ミニラウンドアバウト

A) 自動車専用道路など高規格道路での適用

高規格自動車専用道路相互の接続や、高規格道路上へのラウンドアバウトの直接配置は、交通流の中断を招くため原則的に好ましくない。しかし、往復2車線の自動車専用道路の始端部・終端部での標準ラウンドアバウトの適用は、自動車専用道路と一般道路との間での階層区分の変化を明示的に利用者に示すことができると同時に、特に終端部においては必然的に減速を促すことになるので、適切な適用手法であると考えられる。これと同様の考え方から、インターチェンジにおいて、自専道端部のランプと一般道路を接続する部分に適用することも効果的である。

また、自動車専用道路のインターチェンジにおける準直結Y型ランプで、利用交通量が少ないときは、図2.1のようにランプ相互を平面交差とした型式とする場合がある。このような平面交差部では、これまでの通例では信号機を設置することが少なくないが(図2.2)、ラウンドアバウトとすることにより、ランプ相互の動線を交差させることなく処理が可能となる。

B) 幹線道路での適用

幹線道路における標準ラウンドアバウトの適用は、特に交通量の少ない地方部あるいは郊外部に限定される(交通量条件については後述)。この場合、土地利用特性や規制速度の変化する市街地・集落、観光地や、道の駅等の施設などへの入口など、道路利用にメリハリを持たせる必要のある箇所にラウンドアバウトを適用することが効果的である。

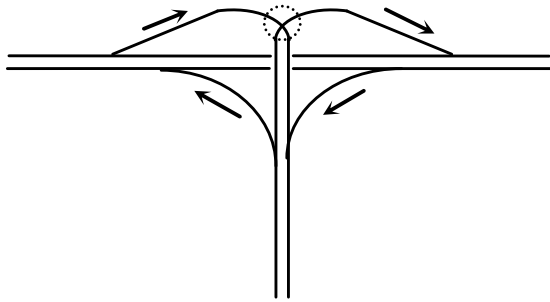


図 2.1 平面交差を含む準直結 Y 型ランプ



図2.2 自動車専用道路インターチェンジ内のランプ間交差部における信号制

御(上信越自動車道妙高高原IC)

高架、もしくは掘割のバイパス等の一般道との接続部においてランプを持ったダイヤモンド型インターチェンジにおいては、ランプと接続する一般道路との間での右折処理が困難な場合が多いが、このような箇所では標準ラウンドアバウトを適用することも効果的である。

C) 細街路・住区内道路での適用

細街路や住区内の道路においては、交通鎮静化の手段としてラウンドアバウトを用いることは有効な手段である。ただし、歩行者・自転車交通量が多い個所での標準ラウンドアバウトの適用は、慎重に検討する必要がある。道路空間に余裕がない場合には、ミニラウンドアバウトを適用することも考えられるが、日本への導入は当面慎重に考える必要がある。

図2.3に、海外での標準ラウンドアバウトの適用事例を示す。

なお、近接して連続する多くの交差部を、むやみに連続してラウンドアバウトを適用することは、利用者の苛立ちを招くこともあり、適用箇所とその間隔にはネットワーク利用特性を考慮して慎重に決定すべきである。



(a)郊外幹線道路(独, Borken)



(b)村落の主要道路(独, Borken)



(c)集落入口部 (独, Groß-Zimmern)



(d)自専道ランプ下(米, Vail)

図 2.3 道路階層区分を考慮した標準ラウンドアバウト適用箇所の例

以上のように、道路階層区分を考慮してラウンドアバウトを適切に適用することは、次に示すように、同じ路線上で道路階層区分が変化することや、沿道などの地域特性が変化することを、物理的・空間的に表すことでこうした変化を利用者に分かりやすく伝える効果が期待できる(図2.4).

(a) 郊外部，地方部(キーワード：日本風景街道，地域活性化)

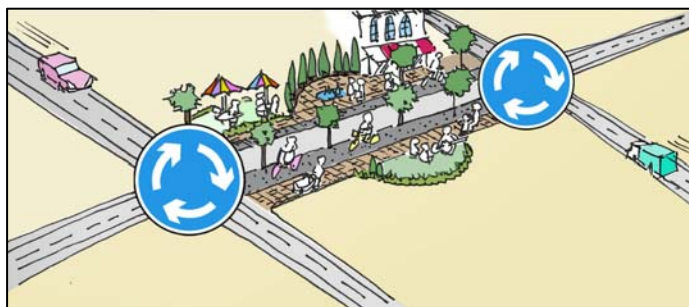
郊外部のバイパス整備などにより通過交通量が減少した路線にラウンドアバウトを適用することで、こうした路線の性格を表現することが期待できる。あるいは、この新たに整備したバイパスと現道とが接続する交差部にラウンドアバウトを適用することで、たとえば観光交通を誘導する路線としてのシンボルゲート機能を果たすなど、その地点を表現することが期待できる。



(a) 地域特性等を表現するケース

(b) 都市部，市街地部(キーワード：地区特性変化・中心市街地活性化)

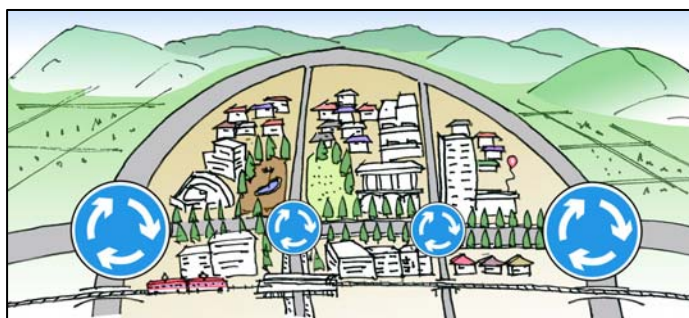
都市部・市街地において、一つの路線上で道路の機能が変化する地点(たとえば自動車通行機能優先の道路から歩行者・自転車優先の道路へ変化する地点など)にラウンドアバウトを適用することで、こうした地区へのシンボルゲート機能を果たすことが期待できる。



(b) 道路機能の変化と地区特性を表現するケース(市街地)

(c) 市街地と郊外部の境界(キーワード：地域性の表現・道路空間再構築)

一つの路線上における市街地と郊外部の境界となる結節点にラウンドアバウトを適用することで、シンボルゲート機能を果たすとともに、こうした地域特性の変化を強調する機能を果たすことが期待できる。



(c)道路機能の変化と地域特性を表現するケース(境界部)

図 2.4 ラウンドアバウトの景観的機能

2.2 標準ラウンドアバウトの交通容量

一般に、ラウンドアバウトの交通容量は、1時間あたりの各流入部の交通容量として推定される。このため交通容量の確認作業としては、接続する全路線の各流入部について設計時間交通量を求め、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。交通容量の推計と確認は以下の手順で行う。

(1) 設計時間交通量の算出

道路階層に応じて推定される計画交通量ADT[台/日]から、ピーク率 k 、流入方向率 D_e を用いて、流入部 i におけるピーク1時間の設計時間交通量 q_i [台/時・流入方向]を算出する。

$$q_i = \text{ADT} \times k \times D_e \cdots \cdots (2.1)$$

ただし、交差点改良などで、各流入部におけるピーク1時間の交通量が実測されている場合には、これをそのまま設計時間交通量として用いる。

(2) 環道交通量の算出

環道上の断面交通量は、各流出入部の前後で変化する。ここでいう環道交通量 Q_{ci} とは、交通容量の確認を行う流入部 i の正面地点から見て、直近上流断面における環道の交通流率であり、他の流入部からの右左折直進交通量を用いて算出する。図2.5に示すような4枝のラウンドアバウトの場合、流入部1の正面上流断面における環道交通量 Q_{c1} は、流入部3からの右折交通量と流入部4からの直進・右折交通量の和で表され、次式で与えられる。

$$Q_{c1} = q_{3,R} + q_{4,S} + q_{4,R} \cdots \cdots (2.2)$$

他の流入部についても、同様の考え方で環道交通量を算出する。

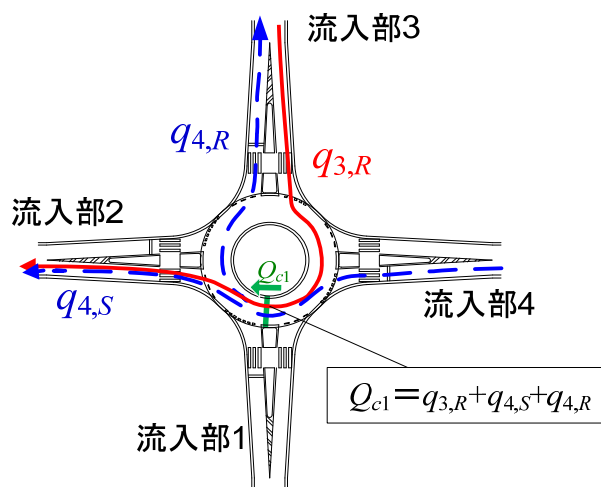


図2.5 4枝ラウンドアバウトの流入部1における環道交通量

(3) 交通容量の算出

ラウンドアバウトでは、各流入部について流入部交通容量 c_i を求めて評価する。ドイツのガイドライン¹⁾で用いられている流入車両のギャップアクセプタンス確率に基づく推計式は、式(2.3)で表され、本書ではこの推計手法を用いるものとする。

$$c_i = \frac{3600}{t_f} \left(1 - \tau \cdot \frac{Q_{ci}}{3600} \right) \cdot \exp \left\{ -\frac{Q_{ci}}{3600} \cdot \left(t_c - \frac{t_f}{2} - \tau \right) \right\} \dots\dots\dots (2.3)$$

ここに、 c_i : 流入部 i の交通容量[台/時]、 Q_{ci} : 流入部 i 正面上流断面の環道交通量[台/時]、 t_c : 臨界流入ギャップ[秒]、 t_f : 流入車両の追従車頭時間[秒]、 τ : 環道交通流の最小車頭時間[秒]である。なお、式(2.3)の導出は付録Aに示す。

車頭時間パラメータ t_c 、 t_f 、および τ は、ラウンドアバウトの幾何構造条件などにより異なる。ドイツのガイドライン¹⁾では、これらの標準値として $t_c=4.1$ [秒]、 $t_f=2.9$ [秒]、 $\tau=2.1$ [秒]が示されているが、長野県飯田市吾妻町ラウンドアバウトの観測結果でもほぼ同様の値が得られている。図2.6は、これらのパラメータ値を用いて、式(2.3)を用いて推定した環道交通量と流入部交通容量の関係を示したものである。

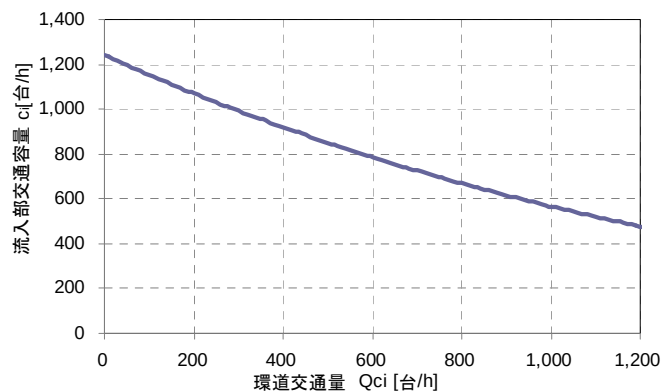


図 2.6 標準ラウンドアバウトの流入部交通容量

(4) 交通容量の確認

各流入部について、(1)で算出した設計時間交通量 q_i と(3)で算出した交通容量 c_i を用いて流入部の需要率 $x_i = q_i / c_i$ を求める。需要率の値が0.9を上回る流入部が一つでも存在する場合には、標準ラウンドアバウトの適用は断念すべきである。また、1.7(1)で述べたように、そもそも交通容量制約が問題となるような箇所にラウンドアバウトを適用することは計画上好ましくないため、流入部の需要率の値が0.8程度の値となる場合にも、慎重に判断すべきである。

代表的な交通容量条件として、4枝交差点で各流入部の交通量、右左折率がほぼ等しい場合には、ピーク時の1流入部あたりの流入交通量が600～800[台/時]程度以下の交差点であれば標準ラウンドアバウトを適用できる。標準ラウンドアバウトの適用を検討する路線における両方向合計の計画交通量ADT[台/日]から、交通容量上の適用性を大まかに判断する場合には、15,000～20,000[台/日]

両方向合計]を下回れば適用可能と考えられる。

ただし、ラウンドアバウトの交通容量は、右左折率によっても変化するため、1流入部の右折率が極端に高いなど、流入部ごとの交通条件が大きく異なる場合には、上記の値よりも交通容量が低下する場合がある。したがって、ラウンドアバウトの適用にあたっては、ここで述べた手順に従って特に詳細に検討することが必要である。また、第3章で述べる標準的な幾何構造の考え方から外れた設計が行われると、上記の値よりも交通容量が低下する場合がある。

(5) 標準ラウンドアバウトにおける平均遅れ

標準ラウンドアバウトにおける遅れは、(a)環道に進入するまでに生じる遅れと、(b)環道部を低速で迂回することによって生ずる遅れ(幾何構造遅れ)との和で表される。米国FHWAのラウンドアバウトガイド²⁾では、前者の平均制御遅れ $d_{a,i}$ [秒]の推定式として式(2.4)が示されている。

$$d_{a,i} = \frac{3600}{c_i} + 900T \left[x_i - 1 + \sqrt{(x_i - 1)^2 + \frac{(3600/c_i) \cdot x_i}{450T}} \right] \dots\dots\dots (2.4)$$

ここに、 x_i :流入部 i の需要率(q_i/c_i)、 T :分析時間[時間]である。一方、(b)の幾何構造遅れは、ラウンドアバウトの外径と車両の走行速度によって推計される。これらの導出については、付録Bに示す。

ラウンドアバウトにおける遅れは、式(2.4)からもわかるように、各流入部における方向別交通量の組合せや需要率によって変化することになる。日本では吉岡ら³⁾が、孤立交差点を通過する全車両が直進し、対向交通量が互いに等しいといった単純な場合を想定して、標準ラウンドアバウトと通常の無信号交差点、および信号交差点における平均遅れの比較分析を行っている。この結果に基づいて、主道路と従道路の交通量の組合せに応じた平均遅れを最小化する平面交差部の制御方式を求めている。図2.7は、この研究で導かれた主道路と従道路の交通量と遅れを最小化する制御方式の関係を示したものである。

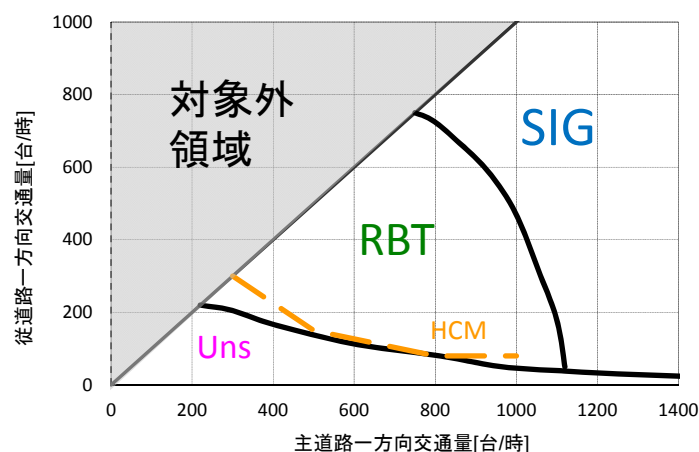


図 2.7 平均遅れに基づく最適制御方式
(Uns:無信号, Sig:信号, RBT:標準ラウンドアバウト)

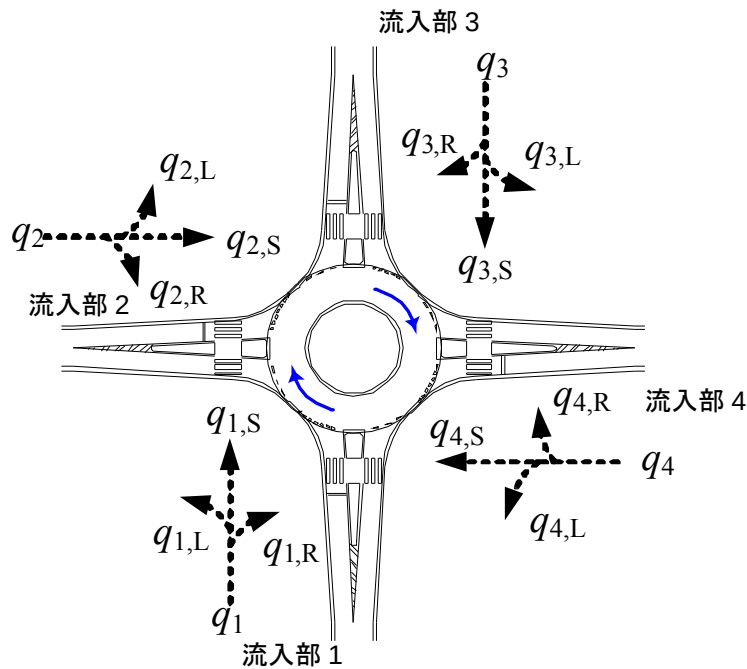


図 2.8 4 枝標準ラウンドアバウトの方向別交通量

表 2.2 交通容量確認ワークシート(4 枝の場合)

流入部 i		1	3	2	4
交通条件の入力	計画交通量 ADT [台/日]	15,000		10,000	
	ピーク率 k [%]	8			
	流入方向率 D_e [%]	55		60	
	流入交通量 q_i [台/時]	660	540	480	320
	直進率 [%]	80	80	60	60
	左折率 [%]	10	10	20	20
	右折率 [%]	10	10	20	20
直進・左折・右折交通量	直進交通量 $q_{i,S}$ [台/時]	528.0	432.0	288.0	192.0
	左折交通量 $q_{i,L}$ [台/時]	66.0	54.0	96.0	64.0
	右折交通量 $q_{i,R}$ [台/時]	66.0	54.0	96.0	64.0
	環道交通量 Q_{ci} [台/時]	310.0	450.0	658.0	582.0
車頭時間 パラメータの設定	臨界流入ギャップ t_c [秒]	4.1			
	追従車頭時間 t_f [秒]	2.9			
	環道最小ギャップ τ [秒]	2.1			
交通容量の確認	流入部交通容量 c_i [台/時]	969.9	854.7	691.7	750.2
	需要率 $x_i = q_i/c_i$	0.68	0.63	0.69	0.43
	チェック	OK	OK	OK	OK
参考	平均制御遅れ $d_{a,i}$ [秒/台]	11.5	11.4	16.8	8.4

(6) 交通容量確認作業の流れの例

表2.2は、図2.2に示すような4枝標準ラウンドアバウトの場合の交通容量確認作業の流れをワークシートとして示したものである。

すなわち、計画交通量としての平均日交通量ADTが、流入部1, 3の主方向は15,000[台/日]、流入部2, 4の従方向は10,000[台/日]と与えられ、ピーク率 $k=8\%$ 、およびピーク時の主方向の重方向率は55%、従方向の重方向率は60%、およびピーク時の各流入部の直進・左折・右折率がそれぞれ表

のように与えられているとする．式(2.1)と直進・左折・右折率を用いると，各流入路の直進交通量 $q_{i,S}$ ，左折交通量 $q_{i,L}$ ，および右折交通量 $q_{i,R}$ がそれぞれ表のように計算される．

つぎに，各流入路に対して式(2.2)を適用することにより，各流入路の交通容量算定に用いる環道交通量 Q_{ci} が表のように求められる．一方，交通容量算定に用いる車頭時間パラメータ t_c ， t_f ， τ は，ここでは表に示すように流入部によらず一定の値としている．

以上の環道交通量と車頭時間パラメータを式(2.3)に当てはめると，各流入部交通容量 c_i [台/時]が表のように計算される．

各流入路 i の設計時間交通量 q_i と交通容量 c_i の比を取った需要率 x_i は，表に示すように計算され，これ許容範囲を下回る(0.9未満)ようであれば「チェック」欄に「OK」と表示する．表2.2の例の場合には，全ての流入部でOKと表示されており，この交通需要条件と交通容量算定結果からは，対象となる交差点にラウンドアバウトを適用することが可能であることが示されている．

なお，表の最下段には，式(2.4)を用いて計算された平均制御遅れ $d_{a,i}$ を示している．いずれの流入部においても，この遅れは8秒から17秒程度であり，通常日本の一般的な信号制御された交差点における平均遅れと比較すると，極めて小さいことが確認できる．

3. 標準ラウンドアバウトの幾何構造設計要素

3.1 設計上の原則と手順の概要

第1章で述べたようなラウンドアバウトの特徴を活かし、安全上、円滑上の性能を発揮させるためには、幾何構造諸元を適切に設計することが極めて重要である。すなわち、**過小はもちろん過大な値を用いることは、厳に慎まねばならないことが設計上の大原則**である。たとえばラウンドアバウトの場合、環道の外径は一定の値以上なければ設計車両が回転することができないことは確かであるが、だからといって大き過ぎる外径を採用すると環道走行時の速度が増大し、ラウンドアバウトの持つ速度抑制効果が薄れてしまう。したがって適正範囲の外径値を用いることが極めて重要である。また、1.5において述べたように、本章においても、流入部、流出部、環道部のいずれも1車線の「標準ラウンドアバウト」を対象とする。その構成要素は図1.6に示すとおりである。

幾何構造設計は、設計車両の設定、環道部諸元値の決定、流入部形状の決定、走行軌跡の描画、視認性の確認、の手順を基本として行う。以下では、これらのいくつかについて、設計の基本的な考え方を述べる。

3.2 設計車両

設計車両については、ここでは「2段階設計車両」という新しい考え方を導入する。すなわちこれは、通行が想定される最大の車両を対象として設計するのではなく、交通の主要な構成要素となる車両を対象に設計し、それよりも規格が大きく通行の機会の稀な車両については、特殊な走行形態で走行を担保する、という考え方である。例として、交通の大半を小型自動車が占める場合には、環道などの設計は小型車を対象として行い、普通自動車については3.6で述べるエプロンを走行することによって担保することが挙げられる。これより、必要以上に大きな空間の確保の必要性や、車両軌跡の乱れによる種々の弊害を防ぐことが可能となる。

道路階層区分に対応した設置箇所に応じ、表3.1に示すようにラウンドアバウトをAからEの5つのタイプに分類する。表3.1において、*a*は大半を占める「主設計車両」を、*b*および*c*で示した車両は、通行は少ないものの走行を担保すべき「副設計車両」をそれぞれ示している。該当するラウンドアバウトのタイプに応じて、これらを設計車両とすることを基本とする。

表 3.1 設置箇所に応じたラウンドアバウトのタイプと設計車両
(ミニラウンドアバウトは参考)

タイプ	形式	道路階層区分	設計車両		
			セミ トレー ラー	普通 自動車	小型自 動車等
A	標準ラウンドアバウト (郊外部)	都市間往復2車線道路	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
B			<i>b</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
C	標準ラウンドアバウト (都市部)	都市内準幹線街路	—	<i>a</i>	<i>a</i>
D			—	<i>b</i>	<i>a</i>
E	(ミニラウンドアバウト)	細街路、住区内道路	—	<i>c</i>	<i>a</i>

a:適用可能, *b*:エプロン走行, *c*:中央島へ乗り上げ走行, —: 通行を想定しない

3.3 標準ラウンドアバウトの形状

ラウンドアバウトの形状は、原則として正円とする。環道を正円にすることで、環道走行時の車両速度の変化を抑えることが可能となる。また、見通し条件をできるだけ一定に保つ観点からも正円が望ましい。

3.4 外径

外径の大きさは、経済性のみならず、車両挙動やラウンドアバウトの安全・円滑性能に影響を及ぼす。表3.2は、外径が大きい場合、小さい場合、それぞれの利点、欠点を示したものである。ラウンドアバウトの外径は、道路の階層区分に応じて求められる性能に照らし、これらの項目を総合的に考慮して決定する。付録Cに普通自動車を設計車両とした場合の外径の決定する手順例を示す。

標準ラウンドアバウトの外径は、26～40mを標準とする。道路階層区分が上位に位置するほど走行性が重視されるため、このような場合には可能であればこの標準の範囲で外径を大きく設計したほうがよい。

また、枝数が多い場合や、食い違い交差の場合などは、正十字の場合に比較して外径を大きくする必要がある。

ただし、3.1でも述べたように、外径を大きくすると環道走行車両速度が高くなるため、交通安全上は望ましくない。サイズの大きな車両の走行性の観点からは外径を大きくする必要があるが、走行可能な範囲ではできるだけ外径を小さい値に収めることが望ましい。また、取得すべき用地制約の観点からも外径は小さい値に収める必要がある。したがって、当該交差部の流入部の接続形状や角度などに応じて、主設計車両、副設計車両の走行性を検討し、走行性の確保できる最小の外径を見出すよう、緻密な技術検討を行うことが必要である。

表 3.2 外径の大小が与える影響

	外径大	外径小
大型車の走行性	○	×エプロンの設置等により走行性を担保
環道通過時間	×大	○小
環道通過速度	×高	○低
歩行者の利便性	×横断歩行距離大	○横断歩行距離小
用地	×大きな用地が必要	○小さな用地で可

3.5 環道

環道部では、車両の内輪差による曲線部の拡幅量を考慮した車道幅員の設計が必要となる。曲線部での車両の回転動線に基づき環道の必要幅員を計算すると、設計車両が小型自動車等の場合に3.5m～4m程度、普通自動車の場合には外径に応じて5.5m～6m以上となる。車両の走行幅員の両側には、0.5m程度の側方余裕を確保する。

しかしながら、実際の走行軌跡は単純な回転運動のみではなく、環道流入入時にS字の切り返しが必要となるため、さらに拡幅する必要がある場合が生ずる。このため、図3.1、図3.2に示すような描画を行うことにより、特に流入入部での走行軌跡の確認をした上で幅員を決定する。

ほぼ平坦な箇所にラウンドアバウトを設置する場合には、環道外側に排水できるよう環道外縁部の方が中央島側よりも低くなるように2～3%程度の片勾配を付す。これは、通常の一般曲線部にお

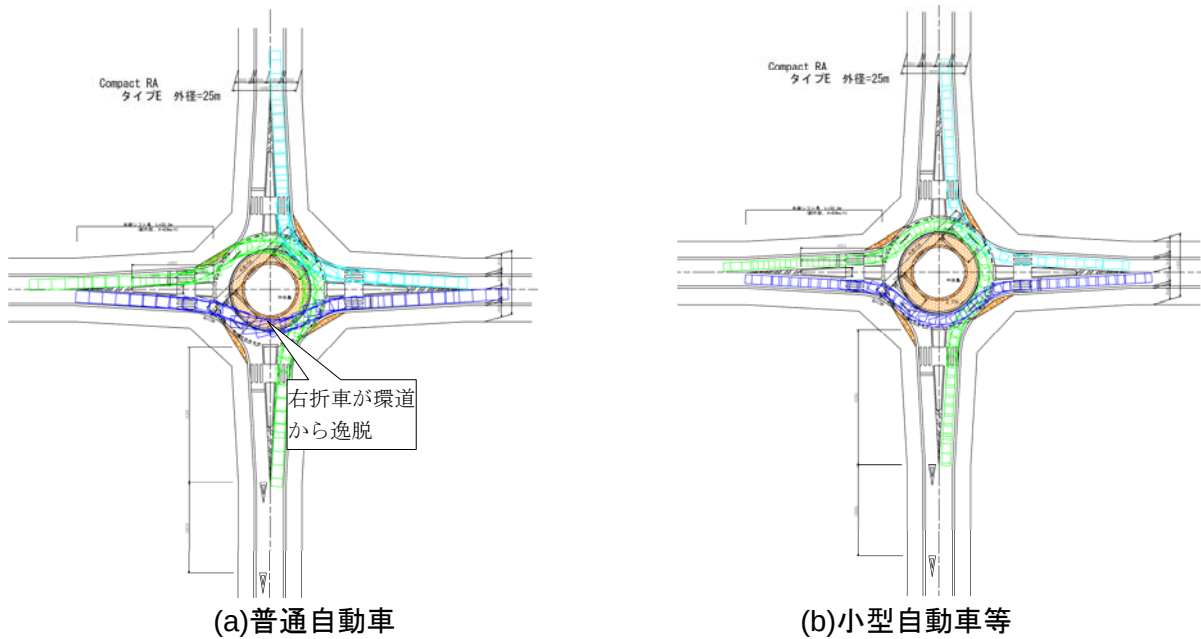


図 3.1 タイプ D を外径 D=25[m]で設計した際の普通自動車の走行軌跡

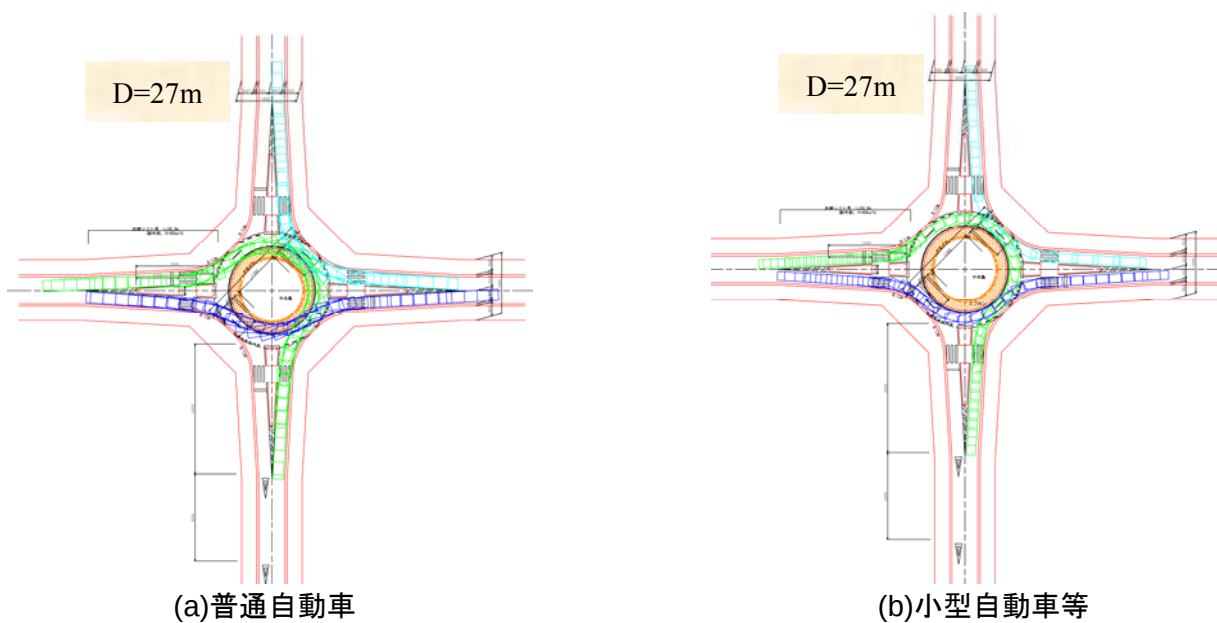


図 3.2 タイプ D を外径 D=27[m]で設計した際の普通自動車の走行軌跡

ける片勾配とは逆向きとなるが、このことによって環道走行速度を抑制する効果も期待できる。

3.6 エプロン

3.5で求められた環道の必要幅員をそのまま用いると、特に大型車などの規格の大きな車両を設計車両とした場合、環道幅員が極めて大きくなってしまい、幅員が必要以上に大きくなると、環道での車両動線の自由度が大きくなることにより軌跡が乱れ、場合によっては並走したり、環道上での駐停車が生じたりする可能性があるため、交通安全上極めて大きな問題となる。また、特に小型車の直進車は、環道の内側を直線的に通過するようになり、環道部での速度抑制効果も得られなくなる。

そこで、このような場合には、環道の内側に**エプロン**と呼ばれる段差を持った帯状の部分を設置する。エプロンは、環道から数cm嵩上げた構造で設けるのが効果的である。小型で交通の大半を占める小型自動車等が主設計車両の場合には、これらの車両は環道内に収まるようにし、これより大きな副設計車両については、内輪差をエプロンでカバーし、環道とエプロンを合わせた幅員を用いて走行させるものである(図3.3)。これより、大きな用地の確保の必要性や、先に述べた車両軌跡の乱れによる種々の弊害を防ぎつつ、副設計車両の走行を担保することが可能となる。

図3.3は、ドイツのラウンドアバウトのエプロンの例である。エプロン部分は、通常路面のアスファルト舗装とは異なり、敷石などの凹凸のある材料を用い、環道部分と段差を設け、エプロンを走行しなくても回轉動線を確認できる車両には、敢えてエプロンを走行することが不快で走行しにくい構造とすることがポイントである。



(a)マーキングのみのエプロン
(Babenhausen)



(b)段差のない敷石のエプロン
(Dieburg)



(c)段差のある敷石のエプロン
(Groß-Zimmern)



(d)エプロン上を走行する接続バス
(Dieburg)

図 3.3 ドイツにおけるエプロンの例

エプロンの幅員は、通常走行する主設計車両と、通行は少ないが想定すべき最大の設計車両である副設計車両による走行幅員を算出し、両者の差から求めるのが基本的な考え方である(表3.3)。

3.7 流出入部

流出入部の形状は、流出入部の幅員と隅角部曲線半径により決定される。流入部の幅員が必要以上に広かったり、流入部の隅角部半径が過大であったりすると、流入車の環道に対する合流角度が浅くなり、速度抑制効果が薄れて交通安全上望ましくない。

表 3.3 設計車両に応じたエプロン幅員の基本的考え方

	環道を走行する車両	エプロンを利用して走行する車両	エプロン幅員
1	小型自動車等, 普通自動車	セミトレーラー	$E_1 = B_{st} - B_n$
2	小型自動車等	普通自動車, セミトレーラー	$E_2 = B_{st} - B_s$
3	小型自動車等	普通自動車	$E_3 = B_n - B_s$

B_{st} : セミトレーラーを設計車両とした場合の環道幅員

B_n : 普通自動車等を設計車両とした場合の環道幅員

B_s : 小型自動車等を設計車両とした場合の環道幅員

一方、流出部においては、環道から流出しようとする車両が必要以上に速度を落とすことにより後続車両を妨害することを防ぐため、隅角部半径は流入部よりも大きめに設計することが望ましい。また、こうした設計をすることにより、流出時に横断歩行者の存在も把握しやすくなる。

これらの知見は、過去の海外での設計から経験的に得られているものである。イギリス、アメリカなどにおいては、ラウンドアバウトへの流入車両が円滑に合流することを念頭に置いた設計方針が採られることが多く、流入車両と環道走行車両とが側面で接するように合流するため、流入時の車両速度は比較的高くなる。これに対して、ドイツではラウンドアバウト進入時の車両速度抑制を狙っているため、流入部の隅角部半径は小さめで、直角に近い角度で合流するよう設計されることが多い。

日本におけるラウンドアバウトの適用に際しても、交通安全上の効果を第一に考えると、ドイツのように速度抑制効果を重視する必要があると考えられる。そこで、ドイツにおける流出入部の幅員と隅角部曲線半径の設定を表3.5に示す。

表 3.5 流出入部隅角部半径と幅員の設定

	流入部		流出部	
	隅角部半径	幅員	隅角部半径	幅員
市街地	10-14m	3.25-3.75m	12-16m	3.75-4.00m
郊外	14-16m	3.50-4.00m	16-18m	3.75-4.50m

3.8 中央島

中央島はラウンドアバウトの中央に設置される円形の交通島である。

標準ラウンドアバウトの中央島においては、背の高い植栽や構造物を配置したり、周囲を高いコンクリート壁で囲んだりしてはならない(図3.4(c))。これは、環道や他流入部の状況を視認し易くすることと、万一流入車が中央島へ突入した場合に致命的事故になることを避けるためである(図3.4(b))。中央島にモニュメント等を配置し、地域内のランドマークとしてラウンドアバウトを活用することも可能である(図3.4(d))。

3.9 流出入部分離島

標準ラウンドアバウトの流出入部には、原則として分離島を設ける。分離島は、歩車道境界ブロック等で車道面から嵩上げし、車両が乗り上げることのできない構造とする。これより流入車と流出車を完全に分離することができるとともに、前方のラウンドアバウトの存在を視覚的に示し、ラ



(a)理想的な中央島設計例(独:Borken)



(b)中央島乗り上げ防止のための障害物
(独:Borken)



(c)中央島の好ましくない設計例(独:Borken)



(d)中央島をランドマークとして活用
(独: Groß-Zimmern)

図 3.4 ドイツにおけるコンパクト・ラウンドアバウトの中央島の例

ラウンドアバウト手前での速度抑制を促す。横断歩道を設置する場合には、分離島は横断歩行者の退避スペースとなる。歩行者の退避スペースの観点からは、分離島の幅員は1.5m以上とする必要がある。

分離島の形状は、ドイツなどのように、速度抑制を念頭に置いた設計を行う場合、流入車両と環道車両とが直角に近い角度で合流するため、分離島も台形に近い形状となる(図3.5(b))。流入部から環道を逆走して進入することを防止するためには、分離島の環道側隅角部形状を適切に設計することも重要である。

分離島の長さは、市街地など速度が低い場合には10m程度とするが、郊外部など比較的速度の高い流入部では分離島長を長くし、ドライバーに対して早い段階で前方のラウンドアバウトの存在を知らせるよう配慮する(図3.5(b))。



(a)アメリカの設計例(Vail)



(b)ドイツの例(Babenhausen)

図 3.5 標準ラウンドアバウトの流出入部分離島形状

3.10 横断歩道

ラウンドアバウト流出入部には原則として分離島を設けるので、歩行者の横断に関しては二段階横断が原則となる。これは、横断歩道接近時の車両は走行空間が狭められて速度を抑制する効果が期待できると同時に、横断歩行者にとっては横断距離を短縮し、歩行者は横断開始時に主に車両接近側の一方向に対して安全確認をすれば済むことで、横断開始判断を容易にする効果も期待できる。

横断歩道の設置位置が環道から離れ過ぎると、流出車両の横断歩道部への接近速度が上昇する傾向があり好ましくない。一方、横断歩道の位置が環道に近すぎると、横断歩道上に歩行者が存在する場合に流出車両が環道上で滞留することとなり、後続する環道走行車両の通行を妨害するなどの弊害を生ずる。このため横断歩道は、環道との接続部(譲れ線)から5m程度(乗用車1台分)セットバックした位置に設置することを原則とする。



図 3.6 標準ラウンドアバウト流出入部における二段階横断の例(ドイツ・Kelsterbach)

4. ラウンドアバウトの交通運用

4.1 はじめに

ラウンドアバウトとは、『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などにより中断されない、円形の平面交差部の一方通行制御方式』と定義され、環道交通流に優先権が与えられる点が大きな特徴である。このラウンドアバウトは、ロータリーが多用されていたイギリスにおいて、ロータリーの利点を維持したまま欠点を軽減するため、環道交通流に優先権を与えるルール(off-side priority)が考案され、環道交通流の流出を促進することで成功したものであり、その後オーストラリアや欧州各国で導入が進められていった。日本では、流入交通流に対して一時停止制御等を実施することにより、環道交通流に実質的に優先権が与えられたラウンドアバウト型の交差点が既に存在している。しかし、その交通運用方法を規定するための標識、標示等にはまだ決まったルールが存在しない。そこで本章では、現行の法体系の下で適用可能な交通運用方針について記述する。

4.2 運用上の原則

図4.1に、標準ラウンドアバウトの構成要素を示す。以下、この図に示すように、流入部、流出部、環道、およびラウンドアバウト上流区間の4つの部分に分けて、その交通運用の原則を述べる。

(1) 流入部

ラウンドアバウトの流入部の交通運用は、以下の2通りの原則が考えられる。すなわち、①分合流部の連続、または②丁字交差の連続、である。

一方、一般に道路交通法において、交差点における優先権の効力の序列を強い順に示すと以下のとおりである。

- ①交通信号による(道路交通法第七条)
- ②交通規則(標識、標示)(道路交通法第三十六条)
- ③車道幅員(道路交通法第三十六条)
- ④左方優先(道路交通法第三十六条)

交通信号が設置されないラウンドアバウトでは、何ら交通規制(標識・標示)が実施されなければ、車道幅員によって優先関係が決まることとなる。環道と流入部の幅員の組合せによっては、必ずしも環道交通優先のルールが実現されないため、標識、標示などにより適切な交通運用を施す必要がある。

(2) 流出部

流出部における交通の中断は環道交通流を妨げることに繋がるため、流出部に一時停止規制や信号制御

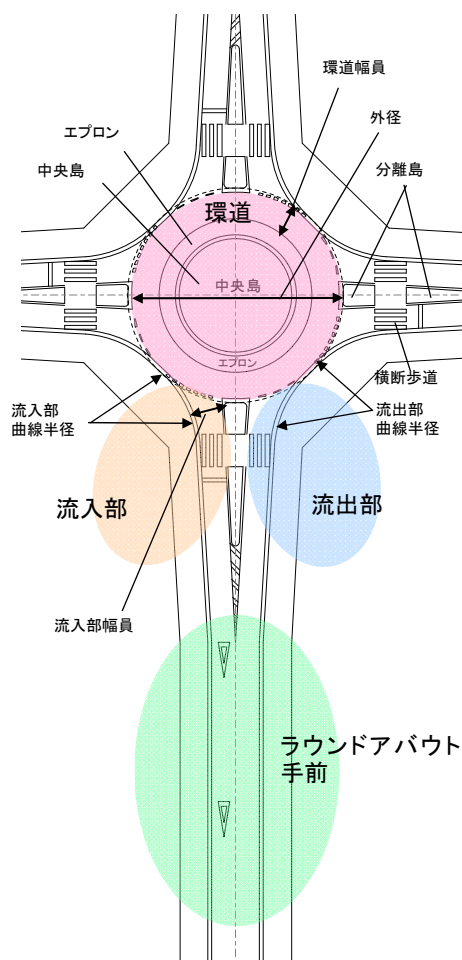


図4.1 ラウンドアバウトの構成要素

を行ってはならない。ただし、流出部に横断歩道がある場合に歩行者が存在すれば、車両は一時的に停止する必要があるため、環道外縁部から横断歩道までの間に車両1台程度の余裕の空間を設けることが望ましい。

(3) 環道部

環道部は時計回りの一方通行として運用する。また、環道交通流を中断するような横断歩道、信号機、停止線などを設置してはならない。さらに環道内は路上駐停車禁止とし、バスやタクシーの乗降のための一時停止も禁止すべきである。

(4) ラウンドアバウト上流区間

ラウンドアバウトへの流入交通は環道交通に対して非優先であり、かつラウンドアバウトの中央島などは、直進走行に対して物理的な障害物となるため、その存在を上流区間であらかじめ運転者に案内し、警戒を促す必要がある。

4.3 標識

諸外国の事例等を参考に、「標識令」の下で標準ラウンドアバウトの標識、標示等の設置構成を以下に示す(図4.2)。以下、これらを詳述する。

(1) 警戒標識

1)ロータリーあり(201の2)：

前方にラウンドアバウトがある場合には、あらかじめラウンドアバウトがあることを予告し交通の混乱を避けるために、原則として「ロータリーあり(201の2)」(図4.3)をラウンドアバウトの手前30mから120mまでの地点に設置する(図4.2)。

なお、既存のロータリーと交通運用の異なるラウンドアバウトの呼称を周知する目的で、当分の間、図4.3の補助標識「ラウンドアバウト」を附置する。

(2) 規制標識

1)前方優先道路(329の2)

環道に流入する道路がある場合には、平面交差点手前地点に「前方優先道路(329の2)」を補助標識「前方優先道路(509)」と共に設置する(図4.4)。

2)一方通行(326-A)

環道が一方通行路であることを示すために、中央島上の流入する道路から見やすい場所に「一方通行(326-A)」を設置する(図4.5)。

3)指定方向外進行禁止(311-F)

交通島及び分離島の前面(分岐点の突端、障害物の前面等)には、流出部への車両の誤進入を防止するために、「指定方向外進行禁止(311-F)」を設置する(図4.6)。

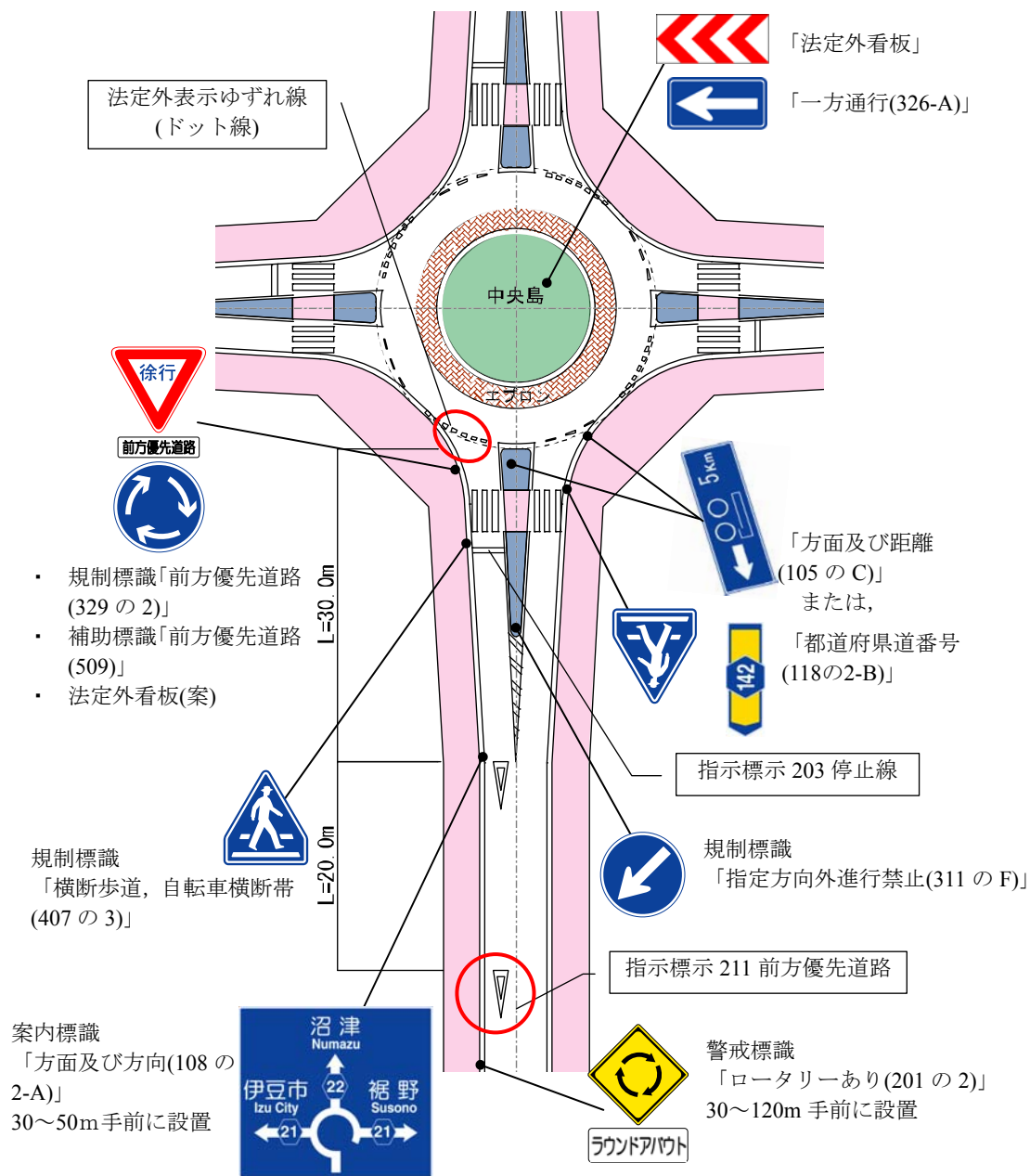


図 4.2 標準ラウンドアバウトの標識、標示等



図 4.3 ロータリーあり(201の2)



図 4.4 前方優先道路(329の2)



図 4.5 一方通行(326-A)



図 4.6 指定方向外進行禁止(311-F)

(3) 案内標識

1) 方面及び方向(108の2-A)

ラウンドアバウトには、必要に応じて「方面及び方向(108の2-A)」を交差点の手前150m以内の地点に設置する(図4.7)。



図4.7 方面及び方向(108の2-A)

2) 方面、方向及び距離(105-C)

環道からの流出部には、必要に応じて「方面、方向及び距離(105-C)」を分離島に設置して、流出道路の方面、方向、距離を案内する(図4.8)。なお、流出道路に路線番号がある場合には原則としてこれを表示する。なお、この案内標識を設置する分離島により整流されて流入する車両の視界を妨げないように、標識板の設置位置や大きさに配慮が必要である。



図 4.8 方面、方向及び距離(105-C)

3) 都道府県道番号(118の2-B)

流出道路に都道府県道番号がある場合には、必要に応じて「都道府県道番号(118の2-B)」(図4.9)等を設置してもよい。なお、「方面、方向及び距離(105-C)」と併設されることで視界を妨げることのないよう、十分な配慮が必要である。



(一般都道府県道)



(主要地方道)

図 4.9 都道府県道番号(118 の 2-B)



図 4.10 ラウンドアバウト進行方向

(4) その他看板(法定外看板)

ラウンドアバウトの特徴的な運用と進行方向を示すために、流入部手前地点に「ラウンドアバウト進行方向」を「前方優先道路(329の2)」と共に設置する(図4.10)。なお、この看板のデザインとこの組み合わせ設置の考え方は、一般的に欧州で行われているルールに即している。

4.4 路面標示

環道には、進行方向を示す法定外の路面表示を設置することが望ましい。

環道の外周部には、これが円形であることを運転者に明示することを目的として、路面に適切な線状表示を行う。流出入口を除く環道外周部には、車道外側線を設置する。一方、環道外周と流入・流出部との境界線上には、破線を表示し、環道外周の形状を示すと同時に、環道交通と流入交通との優先／被優先関係を明示することが必要である。

流入部(ゆずれ線)と流出部(環道外側線)の破線表示はそれぞれ異なるものとし、流入部ではより短い間隔のものをを用いる。これは、流出部においては環道車両の流出を促進する一方、流入部においては、環道交通に優先権があることを流入車の運転者に意識させることを狙ったものである(図4.11)。

流入部の破線(ゆずれ線)は、幅30cm、長さ50cm、間隔50cm、流出部の破線(環道外側線)は、幅15cm、長さ100cm、間隔100cmをそれぞれ標準とする。

なお、中央島側の内側外側線は原則として設置しない。標準ラウンドアバウトでは、通常は中央島の周囲に段差を持ったエプロンを設置するが、やむを得ず設置しない場合にはゼブラ表示を行う。

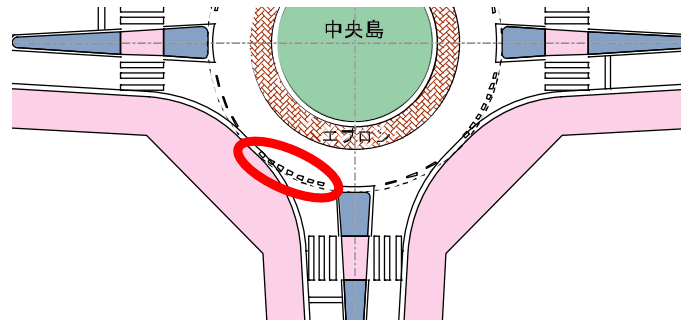


図 4.11 流入部のゆずれ線と流出部の環道外側線

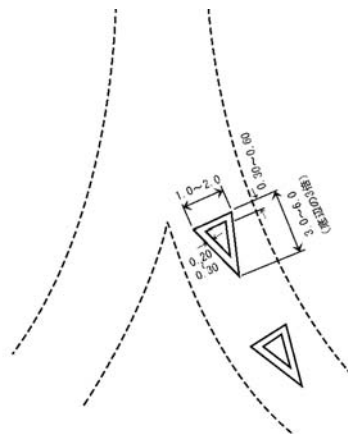


図 4.12 前方優先道路(211)

前方道路が優先道路であることをあらかじめ示す必要がある場合は、ラウンドアバウトの手前(非優先とする側の道路の部分)に、指示標識の「前方優先道路(211)」(図4.12)を設置する。設置位置は、環道から30mと20m手前を標準とする。

以上のような方針で設置した標識および路面標示について、VR(ヴァーチャル・リアリティ)で視覚的に表現した例を、図4.13に示す。



(a)全景



(b)案内標識



(c)流入部



(d)流出部

図4.13 VRによる標識・路面標示のイメージ

付録

A. 流入部交通容量推定式

ラウンドアバウトの交通容量は、それぞれの流入部において単位時間に流入可能な最大車両台数として定義され、環道交通量、交差点に進入する車両の環道ギャップの利用特性(臨界ギャップ t_c)、及び追従して進入する際の車頭時間(追従車頭時間 t_f)により決定される¹⁾。

流入部交通容量 C (単位時間あたりに1流入部で進入可能な車両台数)は、環道交通流中のギャップ t の出現頻度 $h(t)$ 、ギャップ t に進入可能な車両台数 $E(t)$ の積を積分することにより、1ギャップあたりに進入可能な車両台数の期待値を算出し、これに単位時間あたりの環道交通量(単位時間あたりの環道ギャップの個数) Q_c を乗ずることで算出する(式(A.1))。

$$C = Q_c \int_0^{\infty} h(t)E(t)dt \cdots \cdots \cdots (A.1)$$

$h(t)$ には、ラウンドアバウトのように比較的交通量の少ない箇所の車頭時間を再現するのに適しているCowanのM3モデルを適用し、 $E(t)$ に連続関数を用いることによって、流入部交通容量は式(A.2)により推計される。

$$\begin{aligned} C &= Q_c \int_0^{\infty} h(t)E(t)dt \\ &= Q_c \int_{t_c}^{\infty} \alpha \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda(t-\tau)} \cdot \frac{t - (t_c - t_f/2)}{t_f} dt \\ &= 3600\alpha \cdot \frac{1}{t_f} \cdot \exp\left\{-\frac{Q_c}{3600} \cdot (t_c - \frac{t_f}{2} - \tau)\right\} \cdots \cdots \cdots (A.2) \end{aligned}$$

ここに、 α :自由走行確率、 t_c :臨界ギャップ、 t_f :追従車頭時間、 τ :最小車頭時間である。

B. 平均遅れ推定式

ラウンドアバウトでの遅れは、流入部の待ち行列に並び始めてから環道に進入するまでの停止による遅れ(Adams delay)⁴⁾ d_a と、ラウンドアバウトの環道を低速で通過するために生じる遅れ(geometric delay)⁵⁾ d_g の2つから構成され、ラウンドアバウトにおける遅れ d_R はこれらの和により算出される(式(B.1))。

$$d_R = d_a + d_g \cdots \cdots \cdots (B.1)$$

以下に、Adams delayの導出過程を示す。

無信号交差点における平均遅れを推計する式として、Adams delayが古くから用いられている。Adams delay d_a は、ゆずれ線に到着してから環道に進入するまでに被る遅れ(第1項)と、流入部の待ち行列に到着してから、ゆずれ線に到着するまでに被る遅れ(第2項)から構成されており、式(B.2)により理論的に算出される。

$$\overline{d_a} = D_m + 900T \left[\frac{q_e}{c} - 1 + \frac{q_e}{c} - 1 + \sqrt{\frac{q_e}{c} - 1 + \frac{D_m \cdot \frac{q_e}{c}}{450T}} \right] \dots\dots\dots (B.2)$$

$$D_m = \frac{e^{\lambda(t_c - \tau)}}{\alpha q_c} - t_c - \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda \tau^2 - 2\tau(1 - \alpha)}{2(\lambda \tau + \alpha)} \dots\dots\dots (B.3)$$

以下に式(B.3)の導出手順を示す。ゆずれ線に到着した車両は、流入する際に環道に車両が存在しなければ、そのまま環道に流入することができる。しかし環道に車両の接近を認知した場合、一旦停止もしくは減速し、適当な車頭間隔を見出して流入することとなる。環道の交通流はランダムであるとし、ギャップの分布はポアソン分布に従うものとする。ゆずれ線に到着した車両が到着してから t [sec]以内に流入できる確率 $P_{in}(t)$ は、Adamsにより理論的に式(B.4)で表されている。

$$P_{in}(t) = 1 - \{1 - e^{-\lambda'(t_c - t_0)}\} e^{-\lambda e^{-\lambda'(t_c - t_0)} \cdot t} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$\lambda' = \frac{\alpha \cdot q_c}{1 - t_0 \cdot q_c} \dots\dots\dots (B.5)$$

これより、ゆずれ線での待ち時間の確率密度関数 $p_{in}(t)$ は、式(B.6)で表される。

$$p_{in}(t) = \frac{dP_{in}(t)}{dt} = \{1 - e^{-\lambda'(t_c - t_0)}\} \lambda e^{-\lambda'(t_c - t_0)} \cdot e^{-\lambda e^{-\lambda'(t_c - t_0)} \cdot t} \dots\dots\dots (B.6)$$

停止しない車両も含めた平均遅れ時間は、式(B.7)で求められる。

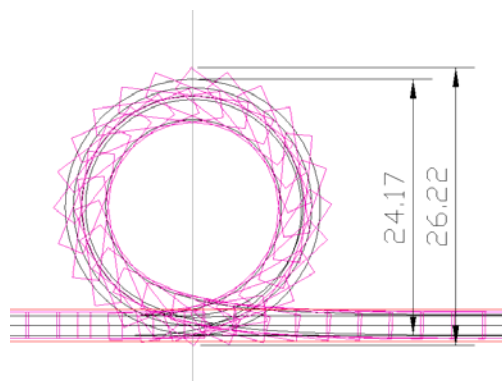
$$D_m = \int_0^\infty t \cdot p_{in}(t) dt = \frac{e^{\lambda(t_c - \tau)}}{\alpha q_c} - t_c - \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda \tau^2 - 2\tau(1 - \alpha)}{2(\lambda \tau + \alpha)} \dots\dots\dots (B.7)$$

C. 外径の決定手順の例(普通自動車：車長L=12.0mの場合)

以下に示す手順は、外径を決定する一般的な例として示すものである。しかし実際には、与えられた各流入部の接続角度と相互の接続位置関係、および路外の隣接する施設までの余裕などによって数々の制約を受け、個々の事例ごとに検討すべきさまざまな条件が生じる可能性があるため、全ての場合に当てはまるものではない。

- (1) 対象車両を設定する(例 普通自動車 L=12.0m)。
- (2) 環道を最小回転半径12.0mで転回し続ける際に必要な外径の大きさを算出する。このとき、車両の走行幅員に対する側方余裕として0.5mを確保する。
- (3) 上記の外径の条件のもとで、環道幅員3.5～4.0mを設定し、右左折、直進車それぞれの走行軌跡を描画し、想定する全ての設計車両が環道外側の隅角部に乗り上げることなく通行できるかを確認する。小型自動車として車長L=4.7mの通行軌跡、および普通自動車の通行軌跡をそれぞれ確認し、普通自動車のみが通行する領域をエプロンとする。
- (4) いずれかの車両が通行できない場合は、その車両が通行可能な大きさになるまで外径の値を大きくし、適切な外径を決定する。

たとえば、全方向の軌跡確認の結果：最小外径27.0mと決定し、環道幅員は、路肩0.5m+車道幅員3.5m、およびエプロン幅員とする。



参考文献

- 1) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, 2006.
- 2) Federal Highway Administration (FHWA): Roundabouts - An Informational Guide, 2000.
- 3) 吉岡慶祐・中村英樹・馬淵太樹：遅れと環境負荷に基づく交通量の少ない平面交差部の最適制御方式の検討，第 28 回交通工学研究発表会論文集，pp.37-40, 2008.
- 4) Troutbeck, R. J.: Average Delay at an Unsignalized Intersection with Two Major Streams Each Having a Dichotomized Headway Distribution, Transportation Science, Vol.20, No.4, pp.272-286, 1986.
- 5) Troutbeck, R. J.: Capacity and Design of Traffic Circle in Australia, Transportation Research Record 1398, pp.68-74, 1994.