

平成21年度研究調査プロジェクト

安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究

報告書

平成22年3月



財団法人 国際交通安全学会

International Association of Traffic and Safety Sciences

研究組織

(50音順)

プロジェクトリーダー

中村 英樹 名古屋大学大学院工学研究科

メンバー

大江 真弘	国土交通省道路局地方道・環境課
大口 敬	首都大学東京 大学院都市環境科学研究科
尾崎 晴男	東洋大学総合情報学部
淡中 泰雄	国土交通省道路局企画課
浜岡 秀勝	秋田大学工学資源学部
宗広 一徳	(独)土木研究所寒地土木研究所
森田 綽之	日本大学総合科学研究所
米山 喜之	榊長大 東日本社会計画事業部

オブザーバー

高橋 尚人	(独)土木研究所寒地土木研究所
武本 東	(独)土木研究所寒地土木研究所
森 雅義	警察庁交通局交通規制課

研究協力者

吉岡 慶祐 名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程

事務局

阿部 隆一	(財)国際交通安全学会
今泉 浩子	(財)国際交通安全学会

目 次

1. 研究の背景と目的	1
2. ラウンドアバウトの概要	3
2.1. ラウンドアバウトの定義と特徴	3
2.2. ラウンドアバウトの種類	3
2.3. ラウンドアバウトの長所	3
2.4. ラウンドアバウト導入上の留意点	4
2.5. 日本で適用対象とするラウンドアバウト	4
2.6. ラウンドアバウトの適用条件	5
2.7. 各国のラウンドアバウト導入経緯	5
3. ラウンドアバウトの実用展開に関する問題点の整理	7
3.1. ラウンドアバウトの認知不足や誤認識	7
3.2. ラウンドアバウトの運用上の問題点	8
3.3. 飯田市でのラウンドアバウト導入検討の実例	13
3.4. 実用展開に向けた課題点の整理と必要な分析	16
4. 苫小牧寒地試験道路におけるラウンドアバウト走行実験概要	17
4.1. はじめに	17
4.2. 実験内容	17
5. 模擬ラウンドアバウト走行実験結果	25
5.1. 走行実験結果の整理の方法	25
5.2. 運転挙動	26
5.3. 被験者の交差点制御方式別主観的評価	36
5.4. 走行実験における走行方法の指示とドライバーの慣れ	38
6. ラウンドアバウトの安全性に関する分析	39
6.1. 流入角度と流入時の車両挙動の関係	39
6.2. OD 別に見た車両速度の比較	43
6.3. 流出時に横断歩行者を認識した際の車両速度分析	44
6.4. 左折車両速度の信号交差点との比較	45
6.5. 安全性に関する分析のまとめ	46
7. 交通容量の推定に関する分析	47
7.1. 交通容量推定方法のレビュー	47
7.2. ギャップパラメータに関する分析	50
7.3. 交通容量の推定値と観測値との比較	55
7.4. 交通容量に関する分析のまとめ	57
8. 結論	58

8.1. 本研究の成果	58
8.2. 得られた知見と提案	58
参考文献.....	61
付録	63

1. 研究の背景と目的

平成21年中の交通事故死者数は4,914人で、9年連続の減少となったものの、依然として高い水準で推移している(警察庁交通局資料)。交通事故発生件数を道路形状別にみると、交差点56%、単路41%、その他3%となっており、交差点の安全性向上が強く求められている。

図-1.1に、平成21年における交差点の死亡事故(車両相互の場合：当事者)の割合を示す。信号交差点では、出会い頭、右折による事故が数多く発生している。そのうち、出会い頭による事故は、信号無視や信号切り替わり時の無理な交差点進入が挙げられる。このような事故の発生する信号交差点は、交通量の多少に関わらず、信号のサイクル長が長めであることが多い。過大なサイクル長はドライバーに大きな遅れを強いるだけでなく、大きなストレスを与えることから、信号切り替わり時の無理な交差点進入や信号無視を誘発することにもつながりかねない。

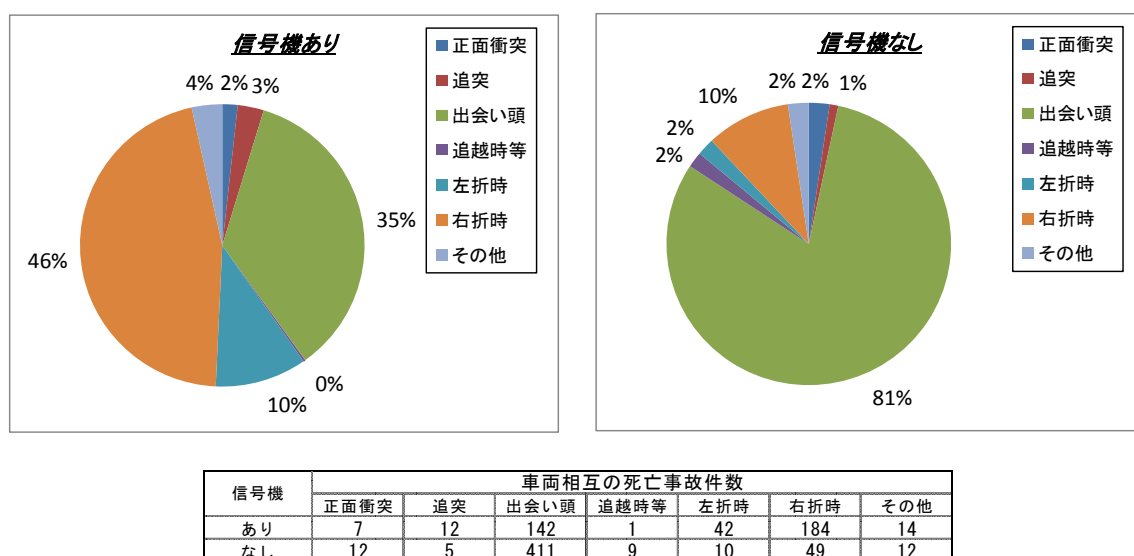


図-1.1 日本の交差点における死亡事故類型(警察庁交通局資料より作成)

一方海外では、交差点の安全性向上や交差点の遅れの解消を目的として、比較的小規模で交通量の少ない箇所を対象とし、ラウンドアバウト(Roundabout)が積極的に導入されてきている。ラウンドアバウトとは、常に環道交通流が優先の円形交差点(図-1.2)で、信号交差点・無信号交差点に代わる新たな平面交差部の制御方式のひとつに挙げられる。ラウンドアバウトは、交差点の中央に中央島を設置し、車両が一方通行の環道を周回することで交差点を通過する際の速度を低減させることができる。また、環道に車両が存在しなければ、停止することなく交差点を通過できるため、交通量条件によっては円滑な交差点運用も可能となる。日本の平面交差部では、交通量に関わらず画一的に信号が設置されるケースが多く、無駄な遅れ時間の増加、それ

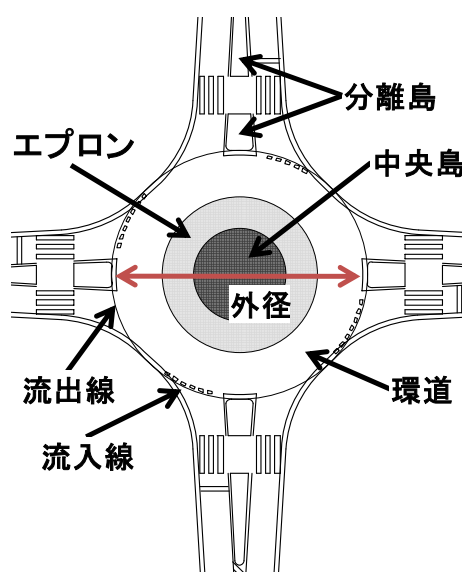


図-1.2 ラウンドアバウトの構造

による排出ガスの増加を招いている。また、多発する平面交差点の事故対策として信号が設置されるケースもあるが、信号設置だけでは安全対策に限界があるのも事実である。ラウンドアバウトは、適所に導入することで安全かつ円滑な交差点運用が実現できるため、信号交差点・無信号交差点に代わる新たな平面交差点の制御方式の選択肢として非常に有効である。

欧米を中心とした諸外国では、このようなラウンドアバウトの利点を生かして、とくに郊外部の比較的交通量の少ない信号交差点をラウンドアバウトに改良する事例が多くみられる。NCHRP(2007)では、信号交差点4箇所でラウンドアバウトを導入したことで事故数が35%減少、負傷事故数は74%減少し、無信号交差点5箇所で導入では、事故数が58%、負傷事故数は82%減少したという報告がされている。

日本においても、ラウンドアバウトの導入が効果的と考えられる適所も多いと考えられるが、現在のところ同構造の導入事例は極めて少なく、収集できるデータに限りがある。また、信号・無信号交差点に代わる平面交差点の新たな制御方式として、ラウンドアバウトの導入が一部で検討され始めているものの、実務の現場では、法令解釈上の問題や正確な知識の不足から発生する諸問題が本格的展開の障害となっているのが現状である。

また、(社)交通工学研究会の自主研究では、我が国でラウンドアバウトを導入する際の計画や設計方法、および運用方法についての基本的な考え方や技術的な検討が行われ、その成果をガイドライン案(2009)として取りまとめている。しかしこのガイドライン案では、交通容量の推定方法や設計基準などについて、海外の方法をほぼそのまま準用するなど、我が国での利用にあたっては確認が必要な箇所がある。

このように、日本でのラウンドアバウトの本格実用展開には、いくつかの課題を解決せねばならない状況にある。このため本研究プロジェクトでは、実務担当者へのヒアリングや実際に行われた導入検討事例を踏まえて、日本でのラウンドアバウトの実用展開に向けて支障となっている問題点や、技術的実証が必要な課題をリストアップする。また、安全性と交通容量に関する課題について、試験場内に模擬ラウンドアバウトを設置して実走行実験を行うことで実証分析を行い、適切な構造・運用方法や海外の交通容量推定方法の日本での適用性などを検証する。

2. ラウンドアバウトの概要

2.1. ラウンドアバウトの定義と特徴

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-2.1に示すような円形形状や、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(図-2.1)。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。

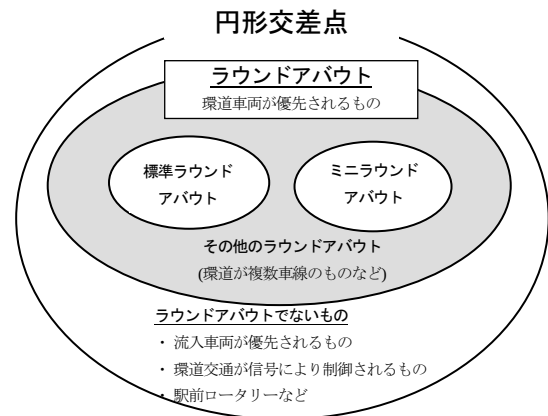


図-2.1 円形交差点の類型

2.2. ラウンドアバウトの種類

ラウンドアバウトは、流出入部、環道の車線数の違い、設置箇所の違い、中央島への乗り上げの可否により、大きく3種類に分類される。

(1) 標準ラウンドアバウト

流出入部、環道とも1車線で、車両が中央島へ物理的に乗り上げることができないようできているもの。一般に外径は25～40m程度である。

(2) ミニラウンドアバウト

外径が13～22m程度の小規模なものであり、片側1車線の細街路等が交差する交差点において、主として速度抑制を目的として適用される。中央島は僅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制御方式となる。

(3) 多車線ラウンドアバウト

外径は40～60m、環道が複数車線の大型のもの。交通需要が高い交差点で有効とされるが、交差点の数が増加すること、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。

2.3. 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

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。ラウンドアバウトは、交差点内での車両間交錯点の削減が可能、速度抑制により事故損失の軽減が可能、Uターン機能による連続的中央分離構造の実現、などをはじめ、安全性向上に寄与する多くの長所を持つ。

(2) 遅れの削減による交差点の円滑性向上

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

五枝以上の多枝交差点は、通常四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を少なくでき、環境負荷の観点からも優れている。

2.4. ラウンドアバウト導入上の留意点

以上のように様々なメリットが認められるが、次のような点に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、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、信号制御を行うと十分な交通容量が確保できないような場合において、ラウンドアバウト制御化することで交通容量を増大できる可能性もある。

(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。

2.5. 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)出会い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、平面交差点の車両走行速度の低下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、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、本研究プロジェクトでは標準ラウンドアバウトを中心に計画と設計の考え方の検討を行い、ミニラウンドアバウトについても必要に応じて部分的に検討対象とすることとした。

2.6. ラウンドアバウトの適用条件

道路ネットワークにおける道路階層区分を、ここで大きくA)自専道など高規格道路、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、これらの階層区分間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、交通量条件に十分留意する必要がある。

階層区分を考慮したラウンドアバウトの適切な適用は、道路階層区分の変化や地域特性を物理的・景観的に表現する効果がある(図-2.2)。

なお、むやみに連続して複数の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るため、適用箇所とその間隔にはネットワーク特性を考慮して慎重に決定すべきである。

2.7. 各国のラウンドアバウト導入経緯

すでに述べたように、欧米の先進国を中心にラウンドアバウトは増加の一途をたどっている。しかし、各国とも先に述べた諸問題を経験しており、長い年月・研究を経て実用に至っている。ここでは各国のラウンドアバウトが導入されてきた歴史的経緯、あわせて発行・改訂されてきたガイドラインについて述べる。海外の導入経緯から、日本で今後実用展開していく上で参考にできる事項やヒントを得ることができる。

(1) イギリス

ラウンドアバウトが初めて導入されたのはイギリスで、1960年代のことである。それまでは流入車両が優先のロータリー交差点が多数存在していた。しかし、需要の増加により渋滞が頻発したことから、より円滑に捌くために環道が優先のラウンドアバウトが標準となった。現在は1993年に発行されたガイドライン(Department of Transport)に基づき設計されている。

(2) ドイツ

ドイツではイギリスなど諸外国のラウンドアバウトの成功に影響を受け、1990年代以降導入が進み、現在まで国内4000か所以上のラウンドアバウトが設置されている。1998年にドイツの道路交通研究所(FGSV:Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen)よりラウンドアバウトの設計ガイドラインが発行された。現在は2006年に改定されたものが使用されている。

ドイツの設計指針では、設置箇所の道路階層に応じてラウンドアバウトの種類を区別し、それぞれ

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) 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やそれらに接続する結節点において、観光誘導型路線としてのシンボルゲート機能を果たし、路線の区間、地点、地域を表現。



(b) 市街地～郊外部境界や市街地内で道路機能が歩行者・自転車優先などに変化する結節点においてシンボルゲート機能を果たし、地点・地域特性を表現することで中心市街地活性化に貢献

図-2.2 ラウンドアバウトの景観的機能
(イラスト：株長大)

で外径や車線数などを細かく規定している。ドイツでは、とくに安全性に配慮した設計方法がとられており、流入部の角度などの設計基準値を明確に示しているなど、参考にするべき箇所は多い。

(3) オーストラリア

オーストラリアでは 1980 年代よりラウンドアバウトの導入に関する研究が進められてきた。1993 年に道路のガイドライン(Austroads)が発行され、これに基づき計画・設計されている。

(4) アメリカ

近年、ラウンドアバウトの普及が最も盛んな国の一つがアメリカである。1990 年代より、一部の州 (Florida(1996)など)でガイドラインが発行され導入が進められた。2000 年には連邦の道路局である FHWA(Federal Highway Administration)から、ラウンドアバウトのガイドライン(Roundabout - An Informational Guide)が発行され、アメリカ全土で導入が進むようになった。2005 年と 2008 年には National Roundabout Conference が開催されており、研究機関だけでなく自治体やコンサルタント関係者を巻き込んで活発に議論がされているなど、ラウンドアバウトに対する関心は非常に高い。それと同時に、設置数も 2000 年には 200 箇所にも満たなかったものが、2007 年には 1000 箇所近くまで増え、現在もさらに増加中である。2010 年に発行される HCM 2010 では、ラウンドアバウトの章が新たに設けられることになっている。

3. ラウンドアバウトの実用展開に関する問題点の整理

我が国においてラウンドアバウトの導入が敬遠されている理由はさまざまである。本章では、実務担当者へのヒアリングにより明らかとなった問題点を項目別にリストアップする。また実例として、長野県飯田市でラウンドアバウトの導入検討が行われたが、住民説明会や実務者協議での経験から、実証データにより明らかにすべき課題を整理する。

3.1. ラウンドアバウトの認知不足や誤認識

3.1.1. ロータリーとの混同

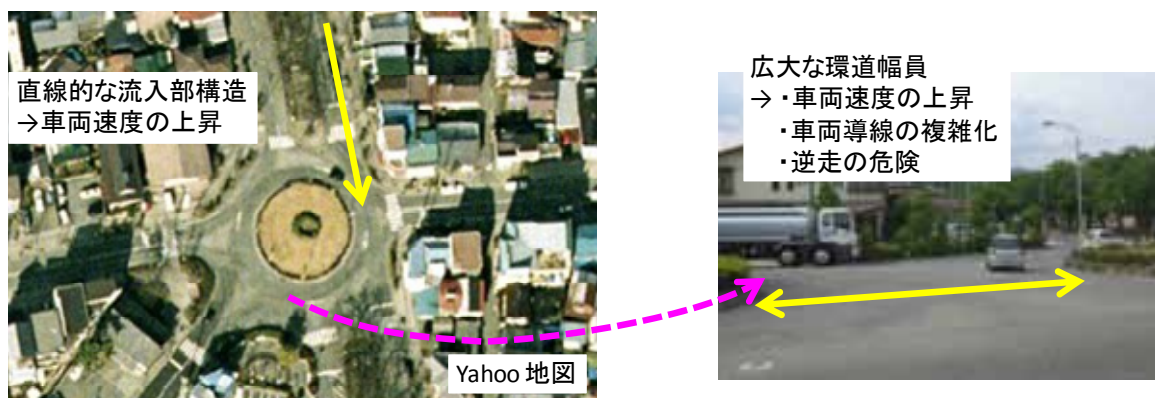
実務においてラウンドアバウトという話をすると、どうしてもロータリー交差点を想像されがちであり、時にはロータリー交差点そのものと混同される。図-2.1 に示したように、ラウンドアバウトはロータリー交差点、すなわち円形交差点の一種に過ぎず、環道が常に優先となっていないものはラウンドアバウトではない(付録 A 参照)。日本はかつて大規模交差点にロータリーが存在していたが、交通需要の増加に伴い渋滞や事故が多発し、ロータリーを廃止し信号交差点に改良してきた経緯があるため、ラウンドアバウトに否定的な考えを持たれることもある。ここで考えるラウンドアバウトは、住宅地内の交差点における交通の静穏化、郊外や地方部の片側1車線道路で、信号を設置することで遅れが増大するようなときの代替案を目的としたものである。ラウンドアバウトはかつてのロータリーとは性格が全く異なるものであり、ロータリーと区別されるべきものであることが、正しく理解されていることが大前提として重要である。

3.1.2. 安全性の誤解

ラウンドアバウトでは、幾何構造の特徴から、交差点を通過する際に全車両が減速をし、信号・無信号交差点で多発する正面衝突といったような致命的な事故を劇的に減少させることができる。また環道は一方通行であり、流入する際の車両の確認が右側の一方向のみで済むため、慣れれば安全確認が行いやすく通行は非常に容易である。このようにラウンドアバウトは、安全性が非常に高い交差点形式である。実際に海外では、信号・無信号交差点からの改良により事故数が飛躍的に減少した(NCHRP(2007)など)、と報告されており安全性の向上は明らかとなっているが、日本の実務担当者には十分認知が進んでおらず、未だに信用され難い状況にある。日本においてもラウンドアバウトの安全性を実データより示すことが信頼を得るためには必要である。

また、日本で運用されている既存のラウンドアバウト(付録 B 参照)には、安全上好ましくない構造により、逆に事故が多発している箇所も存在するため、安全性について誤解を招いているのも事実である。ラウンドアバウトは的確な幾何構造でなければ安全性の効果が十分得られない。

写真-3.1 は飯田市吾妻町に設置されているラウンドアバウトであるが、流入部が中央島の方向に向いておらず流入車両が直線的に流入できる構造であるため、十分に減速を行わないまま高速で流入する、環道幅員が広大であるため走行速度が高い、環道車両の走行軌跡に自由度が高くなるため追い越しなどの危険挙動や、場合によっては逆走を誘発する、などの構造上の問題点が多い。安全性に十分配慮して設計されたラウンドアバウトでは、本来このような問題は生じないが、誤解を招かぬためにも現存するラウンドアバウト型交差点の構造を適切に修正することも重要である。



(a) 飯田市吾妻町既存ラウンドアバウト

(b) ラウンドアバウト内部の構造

写真-3.1 安全上好ましくない幾何構造の例 (飯田市吾妻町)

3.1.3. ガイドライン案の補完

ラウンドアバウトを効果的に導入するためには、日本において適用可能な交通量条件、あるいは日本の交通特性を考慮した設計方法を確立することが必要である。しかし現状は、実務の現場においてラウンドアバウトの計画・設計に関してのノウハウが欠如しており、とくに道路管理者はラウンドアバウトという選択肢を持つこと自体が不可能な状況である。そこで(社)交通工学研究会の自主研究では、日本におけるラウンドアバウトの計画・設計・運用方法に関しての技術的検討を行い、その成果をガイドライン案(2009)としてまとめている。しかし、以下の項目については海外のガイドラインに記されているものをそのまま準用している箇所もあるため、日本での使用にあたり検証が必要であると考えられる。

(1) 交通容量の推定方法

実務の現場では、交差点を設計する際には必ず交通容量のチェックが必要とされる。一般にラウンドアバウトは、信号交差点よりも交通容量が低いため、とくに信号交差点からの改良を想定する際は信頼性のある交通容量の推定が必須である。ガイドライン案では、海外でも良く利用される一般的な交通容量推定モデルを提案しているが、その推定モデルでは車両挙動を表すパラメータが必要であるため、日本での観測からパラメータを設定しモデルの適用性を検証する必要がある。

(2) 設計方法

各国とも基本的には安全性と円滑性の向上を目的とした設計がなされている。しかし、若干の設計思想の相違や、設計車両が異なることなどから、幾何構造要素によっては各国で具体的な設計値が異なるものもある。馬淵ら(2006, 2007)は、海外の設計思想を参考に、日本の設計車両に基づき各設計値の修正を行った。しかし、机上計算からの数値の設定に留まっており、実走行からの確認は行われていない。

3.2. ラウンドアバウトの運用上の問題点

3.2.1. ラウンドアバウトの法的解釈による問題

ラウンドアバウトの運用に関して、法令上の理由から発生する問題として、現在の道路交通法ではラウンドアバウト全体を1つの交差点として解釈できないことが挙げられる。しかし、日本で実際にラウンドアバウトとして運用されている箇所が存在しているのも事実である。それぞれの箇所においてラウンドアバウトが設置された経緯や理由は異なると思われるが、本節では写真-3.2の京都市のラ

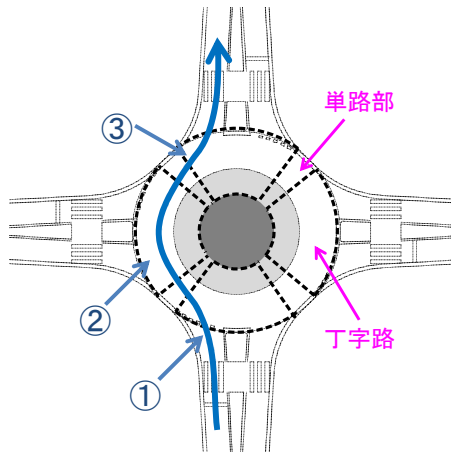


図-3.1 ラウンドアバウトの法的解釈



写真-3.2 京都市ラウンドアバウト

ラウンドアバウトを例にして、どのような法的解釈がされているかについて述べ、そこから発生する問題点とその解決方法について考察する。

道路交通法の第二条の五には、交差点の定義として「十字路、丁字路その他二以上の道路が交わる場合における当該二以上の道路の交わる部分」と記されている。そのため、中央に構造物が存在するラウンドアバウトは、全体を一つの交差点として見られないのである。道路交通法に即したラウンドアバウトの解釈とは、図-3.1のように、それぞれの流入部を独立した丁字路と捉え、その集合体がラウンドアバウトであるというものである。それにより、図-3.1のようなラウンドアバウトの直進とは、①流入路から環道へ左折、②単路部を通過して、次の交差点を直進、③単路部を通過して、次の交差点を左折して流出、という通行方法であると解される。このときに問題となるのが、単路部の存在である。交差点とは、第二条の五のように道路と道路の交差する部分であるため(交差点とはどの範囲までをいうのかという別問題はあがあるが)、各流入部の丁字路交差点が成立するためには、各交差点の間に単路部が存在しなければならない。写真-3.2の京都市のラウンドアバウトは、このような理由により単路部区間を確保するため、外径の大きいラウンドアバウトが設計されたということである。しかし、外径の大きいラウンドアバウトは環道走行時に速度が上昇しやすいため本来の安全性が十分に発揮されず、用地的な限界も生じるため好ましくない。

3.2.2. ラウンドアバウトでの方向指示器の表示方法

(1) 海外での表示方法

海外では、ラウンドアバウトにおいては特殊な方向指示器の表示方法を規定している。アメリカでは、FHWA(2000)発行のガイドラインにおいて、ラウンドアバウトを通行する際の方向指示器の表示方法を以下のように規定している(以下、すべて左側通行として考える)。

- ・左折時：流入部手前から流出するまで、左折の表示。
- ・直進時：流入時と環道走行時は表示を出さず、流出部手前で左折の表示。
- ・右折時：流入時と環道走行時に右折を表示し、流出部手前で左折の表示。

この表示方法はイギリスやオーストラリアにおいても同様である。これらの国では、流入部や環道部が2車線以上の多車線ラウンドアバウトが多く、このような多車線の流入部では、進行方向によって走行すべきレーンが区別される。この際、同一流入部から流入する他の車両に、自車両の進行方向を示す必要があるため、流入部手前においてラウンドアバウトから流出する方向への指示を規定していると考えられる。このため、例えばラウンドアバウトを右折する際、環道に流入するために左方向にハンドルを切りながら右折の指示を出す必要がある。このため、ドライバーによっては違和感や混

乱が生じることも考えられる。

一方ドイツでは、ラウンドアバウトに流入する際は全く指示器の表示は行わず、流出時のみ左折の表示を出すことになっている。すなわち、

- ・左折時：流入部手前から流出するまで、左折の表示。
- ・直進・右折時：流入する際には表示を行わず、流出する直前に左折の表示。

のルールで規定される。先に述べた右折時の混乱が生じる懸念も無く、単純なルールであるため、ドライバーにとっては容易な表示方法である。5.4 で述べるが、今回走行実験を行った際に、被験者に指導した表示方法もこの方法である。

(2) 日本での表示方法に関する考察

方向指示器の表示については、道路交通法第五十三条「運転者は、左折し、右折し、転回し、徐行し、停止し、後退し、又は同一方向に進行しながら進路を変えるときは、手、方向指示器又は灯火により合図をし、かつ、これらの行為が終わるまで当該合図を継続しなければならない」とあり、進行方向が変わるときは、その方向への指示が必要である。この上で前節で述べたように、ラウンドアバウトの流入部が一つの丁字路であるという法的な解釈に基づくと、

- ・環道に流入する際に左折の表示
- ・環道から流出する直前に左折の表示

が法的には正しい方向指示器の表示方法となり、海外での表示方法と異なるのである。

この表示方法に基づく、図-3.2 のように、車両 A に対して 1 つ上流の流入部で直進・右折する車両 B は、流入時に左折の表示を出して流入し、車両 A 目前の環道を通過する。このとき車両 A は、環道上流から接近する車両 B が左折するものと誤認し、流入を行う可能性があるため危険である。このような事態を避けるため、環道は一方通行であることから流入する際に指示器を出す必要はないことから、流入時の指示を取り除いたドイツのルールが適していると考えられる。ただしこの際、先に述べた第五十三条の、交差点を左折する際の指示器の表示義務と矛盾が生じるため、海外と同様にラウンドアバウトの通行時の特例が必要となる。

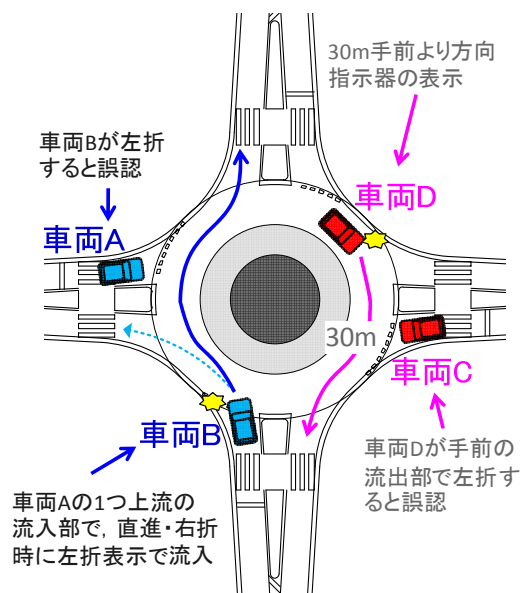


図-3.2 方向指示器の誤認による危険性

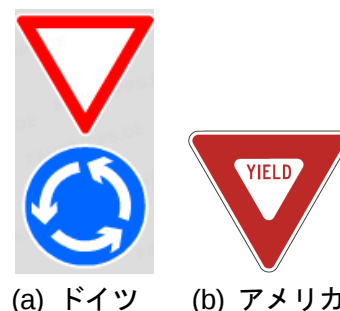
また、道路交通法施行令の第二十一条では、左折・右折をする際の表示のタイミングは、その行為をしようとする 30m 手前の地点に達したときと定められている。図-3.2 の車両 D のように、仮にこの規定通りに方向指示器の表示を行うと、構造の小さいラウンドアバウトでは 1 つ前の流出部手前で指示器を表示することになり、その 1 つ前の流入部で流入しようとする車両 C が車両 D の進行方向を誤認する可能性が考えられる。このため、各流入部を 30m 以上離す必要があるといった考えをされることもある。

3.2.3. ラウンドアバウトの交通運用

(1) 海外と日本のラウンドアバウトの規制の相違

海外のラウンドアバウト流入部では、図-3.3 に示す規制標識により、環道に車両が存在しなければ必ずしも一時停止を必要としない譲れ制御(Yield Control)が通常である。一方、現在日本で運用されて

いるラウンドアバウト型交差点の流入部では、一時停止の規制がかけられている箇所がほとんどである(付録 A 参照)。一時停止の規制をかけることで、遅れの増大や交通容量の低下を招くことが考えられるが、環道が優先であることに変わりはないため、ラウンドアバウトとしての運用には問題ない。また、一時停止を行っていない箇所もあるが、このような流入部では、交通整理の行われていない交差点と扱われ(道路交通法第三十六条による)、従交通が主交通を妨げてはならない、という規定が適用される。ここで問題となるのは、環道が優先道路となるためには、構造上の担保が必要になるということである。道路交通法(第三十六条の一、二)では、環道の車線数が流入道路よりも多い、もしくは環道の幅員のほうが明らかに広い場合は優先関係が担保されるが、そうでなければ左方優先の原則が適用される。ラウンドアバウトで左方優先となると、環道部と流入部の優先関係が逆転するため、構造により担保がとれない場合は、流入部で何らかの規制を行うほかないことになる。



(a) ドイツ (b) アメリカ
図-3.3 海外ラウンドアバウトでの規制標識

(2) 日本での規制に関する考察

日本において、海外で一般的な譲れによる規制を行う可能性については、道路交通法で譲れという規制が存在しないため不可能である。しかし、第三十六条の二「交通整理の行なわれていない交差点においては、交差道路が優先道路であるときは、当該交差道路を通行する車両等の進行妨害をしてはならない」、また、高速自動車国道や自動車専用道路では特例として第七十五条の六「本線車道に入ろうとする場合において、当該本線車道を通行する自動車があるときは、当該自動車の進行妨害をしてはならない」とあるように、譲れと同様の通行方法は存在する。すなわち、譲れという概念は条文中に存在しながらも、これを意味する標識が定められていないのである。



図-3.4 日本における規制標識案
(米山(2009))

米山(2009)は、現行の法体系の中で、日本において海外と同様の規制を行う方法として、図-3.4のように「徐行」の規制標識と、「前方優先道路」の補助標識を組み合わせることを提案している。しかし、譲れの「車両が存在すれば停止しなければならない」という義務を持たせる規制と、徐行の「直ちに停止できる速度で進行しなければいけない」という規制の両者は根本的な意味合いが異なる。また、道路交通法第三十四条の一・二にあるように、交差点を右左折する際は徐行が原則であることから、徐行の標識を設置することに意味をなさない、といったような理由から、既存のラウンドアバウトにおいて流入部で徐行の規制をかけている前例は確認できていない。

3.2.4. 環道部におけるエプロン設置の問題

(1) エプロンの設置意義

ラウンドアバウトの環道部では、曲線走行による内輪差を考慮して流入部の幅員より広い幅員が必要となる。とくに外径の小さいラウンドアバウトでは、環道部の曲線半径が小さいため、大型車の通行を担保するために環道を広く設計する必要があるが、環道の幅員を必要以上に確保すると、すでに述べたように、走行動線がばらつくなど安全性に問題が生じる。その対策として、ドイツやアメリカなどでは、写真-3.3 で示すような、エプロンが設置される。エプロンとは、大型車のみの走行性を担保することを目的として、環道の内側に設置される段差を持った帯状の部分で、大型車はこの部分に乗り上げることで通行可能となる。日本のラウンドアバウトでは、同様の目的のため、写真-3.4 のように環道の周囲にゼブラマーキングを施す例があるが、マーキングのみでは無視して走行する車両が多く十分な効果は得られない。このため、エプロン部分では敷石などのアスファルトとは異なる材質を用い、走行性が大幅に損なわれない程度に段差を設けることで、エプロンを走行する必要のない小型車にとっては走行しにくい構造にすることが望ましい。

(2) 日本におけるエプロンの設置に関する問題点

日本においては、道路構造令上のエプロンの位置づけが難しく、道路の構成要素としての分類が不確定である。エプロン部分が大型車の通行を許可するためには、道路構造令における構成要素のうち、車道もしくは路肩として定義される必要があるが、それにより舗装面や構造の規定が異なるため、エプロン部分に段差を設けることが容易ではないという問題点がある。

車道部の構造については、道路構造令の第二十三条「車道、中央帯、車道に接続する路肩、自転車道等及び歩道は、舗装するものとする」とあるように、車両の通行を許可するには基本的に舗装されていることが原則である。しかし道路構造令の改正により、車道及び側帯の舗装の構造の基準は国土交通省令で定められることになり、舗装材の種類による仕様規定を改め、材質を問わず所要の性能を満たせば良いこととする性能規定が定められた(車道及び側帯の舗装の構造の基準に関する省令)。このため、エプロン部分に車道と異なった材質を用いることは可能である。また段差については、例えばコミュニティ道路など交通量の少ない住宅地内の歩車共存道路では、速度抑制を目的として、第三十一条の二「第四種第四級の道路又は主として近隣に居住する者の利用に供する第三種第五級の道路には、自動車を減速させて歩行者又は自転車の安全な通行を確保する必要がある場合においては、車道及びこれに接続する路肩の路面に凸部を設置し…」とあるように例外的にかさ上げした構造を認めている。写真-3.5 は、住宅地内のラウンドアバウトであるため、路面にブロック構造が使用されている例である。エプロン部においても



写真-3.3 エプロンを利用する大型車
(ドイツ)



写真-3.4 マーキングのみのエプロン部分
(豊田市藤岡)



写真-3.5 路面がブロック構造のラウンドアバウト (宮城県名取市)

特例を設け、このようなブロック構造をエプロン部のみに用いることも、検討の余地があると考えられる。

また、エプロン部の工夫としてランブルストリップスの利用も考えられる。ランブルストリップスとは、写真-3.6のような、道路の路肩またはセンターラインの舗装路面上に設置された隆起状のパターンである。これにより、車両が車線を逸脱した時にゴロゴロと音が発生し、さらに車両やハンドルを振動させ、運転者に対し覚醒や注意を促すことができる。ランブルストリップスをエプロン部分に用いることで、車道の構造上の制約に縛られず、車両に適度な範囲で通行のしにくさを与えることが可能であるため、エプロンに代わる一つの手段であろう。



写真-3.6 ランブルストリップス

3.3. 飯田市でのラウンドアバウト導入検討の実例

前節までに、日本でのラウンドアバウトの導入に関する主たる課題のリストアップを行った。ここでは、長野県飯田市においてラウンドアバウトの導入が検討された事例について紹介し、その際実際に問題となった項目を挙げる。ラウンドアバウトが検討されるに至った経緯をまとめたのち、住民説明会や、県警協議で挙げられた意見や課題をまとめる。またラウンドアバウトの導入に際し、克服すべき課題、住民の合意形成を得るために必要な過程、関係者の合意を得るために必要な情報やデータは何かということ、実際の経験から明らかにする。

3.3.1. 導入検討の背景

ラウンドアバウトの導入が検討された交差点は、飯田市東和町の主要地方道と一般県道の交差する信号交差点(写真-3.7)である。平成16年度の飯田市総合交通計画を受け、郊外からの新規バイパスが整備されることに伴い、当該交差点は4枝交差点から5枝交差点への交差点改良が必要となった。信号交差点では5枝交差点としての運用が難しいなどの問題がある一方、ラウンドアバウトでは5枝交差点としても運用が可能であることから、ラウンドアバウトが改良案の一つとして検討された。



(a) 航空写真



(b) 現地写真

写真-3.7 飯田市東和町対象交差点

3.3.2. ラウンドアバウト検討の経緯

検討の経緯は以下の通りであるが、本研究プロジェクトではラウンドアバウトの導入を工学的な視点で提案し、市や住民にラウンドアバウトの導入意義の説明を行った。

2009 年 3 月 ・飯田市よりラウンドアバウト検討の提示

2009 年 4 月 ・飯田市から住民に対して、改良案として信号交差点案・ラウンドアバウト案を提示。(この時点では住民はラウンドアバウトに懐疑的であった)

・ラウンドアバウト適用性の検討. 交通容量のチェック

2009 年 5 月 ・飯田市との打ち合わせ。(飯田市から提示された設計図面では、安全上好ましくない箇所が存在したため、飯田市と協議を行いながら設計図面の改良を重ねる)

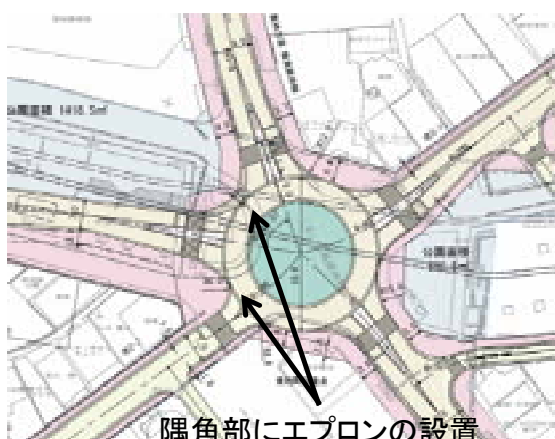
2009 年 6 月 ・住民説明会に参加。(図-3.5(a)の改良した設計図面を提示し、ラウンドアバウトを導入することによるメリットや、ラウンドアバウトの正しい走行方法を説明したことで住民の合意を得る。飯田市もラウンドアバウトを導入する方針で決定)

2009 年 7 月 ・飯田市と県警との協議。横断歩行者の安全性などを指摘され、信号交差点が望ましいという回答により中断。

・県警との協議を試みようとしたが、市側が交差点改良を急ぐことからラウンドアバウトの導入は断念され、最終的に信号交差点への改良で終焉



写真-3.8 住民説明会



(a) ラウンドアバウトへの改良案



(b) 信号交差点への改良案

図-3.5 ラウンドアバウト改良案と信号交差点改良案

3.3.3. 導入検討の際に課題となった事項

ここでは、飯田市のラウンドアバウト検討の際に課題となった事項として、設計に関する課題、交通容量の問題、住民説明会・県警との協議で挙げられた課題についてまとめる。また、これら課題に対する回答や、実証が必要な項目を整理する。

(1) 設計に関する課題

設計に際しては、対象交差点付近が飯田市の公園緑地として整備されている箇所であるため、交差点改良の際に公園面積を縮小させることはできないといった物理的な制約条件があった。また、郊外

からのバイパスが接続するため、交差点への進入速度の上昇が懸念されたため、外径をできる限り小さくしコンパクトな構造とした。しかし、5 枝のラウンドアバウトであるため隣接する流入部との交差角度が小さく、大型車の通行に支障が出る箇所が存在した。これらの問題については、ラウンドアバウトの中央島の配置を工夫し、隅角部に大型車のみ乗り上げ可能なエプロンを設置することを提案した(図-3.5)。

(2) 交通容量の推定

当該交差点は、5 枝交差点へ改良されるため、5 枝の信号交差点として運用されると長いサイクル長が必要となる一方、ラウンドアバウトでは5 枝でも柔軟に対応ができることから、交通容量上もラウンドアバウトが有利であると考えられた。将来交通量予測に基づき、ガイドライン案で用いられている推定方法により交通容量の確認を行ったところ、最も需要率の高い流入部で、需要率が 0.4 程度であったため、ラウンドアバウトでの運用は交通容量上問題がないことは確かめられた。しかし、推定方法の信頼性については未確認であり、横断歩行者や自転車による容量低下・大型車による容量低下(大型車の乗用車換算係数)については考慮していない推定方法であることが課題として残された。

(3) 住民説明会で住民から挙げられた意見

住民の合意形成を得るために、住民説明会ではラウンドアバウトへの改良案(図-3.5(a))、信号交差点への改良案(図-3.5(b))を同時に示した上で、ラウンドアバウトを導入することで得られる効果を説明した。ラウンドアバウトについて正しく理解をしてもらうことで、導入に対して前向きな意見が聞かれたが、以下のような意見も聞かれたため注意が必要である。

- ・ 同じ飯田市内のラウンドアバウト交差点では、事故が多発しており危険ではないか。
- 既存のラウンドアバウト(吾妻町)は外径が大き、環道が広い、流入部構造が好ましくない、など構造的な問題点が多い。今回想定しているラウンドアバウトの構造は、安全性に配慮した新しい構造であり、既存のラウンドアバウトで発生しているような問題点は解決できる。
- ・ 方向指示器の正しい表示方法はあるか。ルールがあっても実際に徹底されないのではないか。
- 前節で述べた方法が法的には正しい表示方法である。しかしドライバーにより出し方が異なっているのが実態である。海外では方向指示器の表示方法などの通行方法を、チラシや映像で広報しているが、日本でも同じような取り組みが必要である。

(4) 県警との協議で挙げられた課題

今回の検討事例では、先に述べた運用上の問題点や、安全性を示す実証データがないことから、警察でラウンドアバウトへの改良案は棄却された。今回の経験から、ラウンドアバウトの導入検討に際して明らかにするべき事項は、以下の項目である。

- ・ 車両の走行速度(環道への流入時・環道走行時)はどれほどか。
- これは単に安全性ということだけでなく、ラウンドアバウトの法的な解釈に則った運用が実現されているかという点においても懸念される。
- ・ 横断歩行者の安全性に問題はないか。
- 信号交差点と比較すると左折時の速度が高くなり危険ではないかと心配される。横断歩行者の安全対策が必要であることを強調された。

3.4. 実用展開に向けた課題点の整理と必要な分析

本研究の主な目的は、ラウンドアバウトの実用展開に関する課題の整理と、そのうち実証が必要な項目について実走行実験より示すことである。表-3.1 は、本節でヒアリングにより明らかになった問題点や飯田市での導入検討での課題を再整理し、この中から本研究で分析対象とするものを取り上げて分類したものである。

表-3.1 日本でのラウンドアバウト実用展開に関する課題整理

知識不足による問題点	・ ロータリー交差点と混同される ・ 既存ラウンドアバウトによる安全性の誤解 ・ <u>走行ルールや方向指示器の表示方法の周知が必要</u>
安全性に関する課題	・ <u>走行速度の把握</u> ・ 横断歩行者・自転車の安全性の確認
法令上の問題点	・ 交差点の法的解釈による問題 ・ 流入部の規制に関する問題 ・ エプロンの設置が容易ではない
計画・設計に関して、ガイドライン案の検証が必要	・ <u>日本での交通容量推定方法の検証</u> →ギャップパラメータの取得 ・ 設計値の確認 →<u>流入角度はどれほどにすべきか</u>

※下線→走行実験による分析対象

4. 苫小牧寒地試験道路におけるラウンドアバウト走行実験概要

4.1. はじめに

前章で述べた事項をはじめとする様々な課題に関わる項目について、実証分析を行うことにより確認する必要がある。そこで、(独)土木研究所寒地土木研究所の苫小牧寒地試験道路において、外径26mのラウンドアバウトを模擬設置し、走行実験を実施した。本実験の主な目的は次のとおりである：

- ① 被験者ドライバーの参加による実車走行実験を行い、取得した運転挙動データを基に、ラウンドアバウトの走行性及び安全性を評価する。
- ② 実車走行実験後の被験者ドライバーによる主観評価により、ラウンドアバウトの走行性及び安全性を評価する。
- ③ 実車走行実験により、冬期の雪氷路面状態での運転挙動データを取得し、乾燥路面状態での同挙動との比較評価を行う。
- ④ ラウンドアバウト(外径：26m)における大型車両(セミトレーラ連結車及び普通自動車)の旋回軌跡の確認を行う。

4.2. 実験内容

4.2.1. 実験場所

北海道苫小牧市字柏原に位置する苫小牧寒地試験道路(写真-4.1)において、ラウンドアバウトの模擬設置を行い、実験を実施した。実験は、プレ実験、および本実験の2つのラウンドアバウトコースでのデータ取得を行った。なお、冬期実験では、後述する本実験のコースで実施した。



写真-4.1 苫小牧寒地試験道路

4.2.2. 実験日

実験日および実験内容の一覧を表-4.1に示す。なお、2010年1月12日は、冬期の雪氷路面状態で実験を行った。

表-4.1 実験日及び実験内容の一覧

呼称	実験日	実験内容	天気	路面	気温		使用車両など
					最高	最低	
プレ実験	2009/7/23	軌跡実験	晴れ	乾燥	18.2	14.5	普通自動車(バス)
	2009/7/29	軌跡実験	晴れ	乾燥	20.0	17.3	セミトレーラ
		走行実験					車両16台
	2009/7/30	軌跡実験	晴れ	乾燥	23.7	17.0	小型自動車
		走行実験					車両16台
本実験	2009/9/16	走行実験	晴れ	乾燥	21.6	12.9	車両16台
	2009/9/17	走行実験	晴れ	乾燥	20.7	10.4	車両16台
冬期実験	2010/1/12	走行実験	曇り	圧雪	-0.5	-11.3	車両16台



写真-4.2 秋期実験風景



写真-4.3 冬期実験風景



図-4.1 実験で設置した標識類

4.2.3. ラウンドアバウトに設置した標識

我が国では「ゆずれ」(yield)を示す標識が現在認められていないため、本実験では次のような標識を設置した(図-4.1).

- (ア) 流入交通が環道に到達する箇所に「ゆずれ線」を路面標示するとともに、「徐行」と「ラウンドアバウト」を示す標識を設置した. また、実験内容によっては、「徐行」と「一時停止」を入れ替えて実施した.
- (イ) 「ゆずれ線」の手前30mに「ラウンドアバウト」を示す警戒標識を設置した.
- (ウ) 中央島に進行方向を示すシェブロンを設置した.
- (エ) 横断歩道を利用した実験を行う場合には、「横断歩道」を示す標識を設置した.

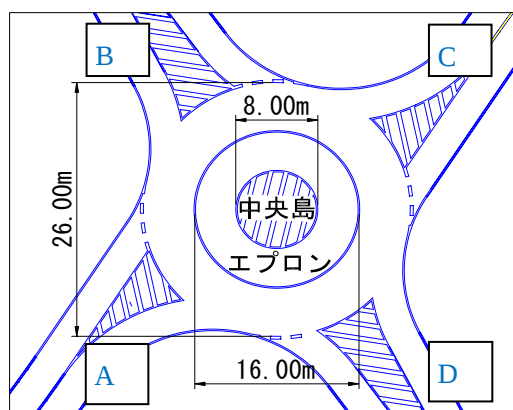
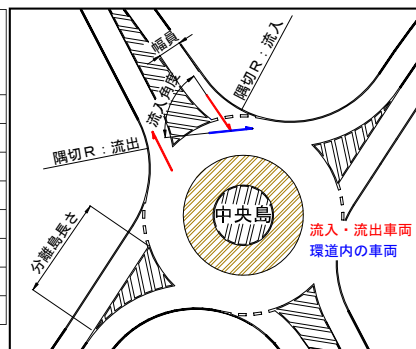
4.2.4. ラウンドアバウトの模擬設置

外径26mのラウンドアバウトを試験道路内に模擬設置した. 試験は、プレ実験および本実験の2つから構成されている. 本実験では、プレ実験とは異なる流入部および流出部の形状としてデータの取得を行った. 図-4.2に実験時のラウンドアバウトの形状を、表-4.2に流入部の諸元値を示す. これら各構造の諸元値はドイツのガイドライン(2006)で基準となっている値を参考にしている. ラウンドアバウトの環道部では、排水・速度抑制のために片勾配をつけるのが通常であるが今回はつけていない. また、テストコース内に設置したため、敷地上の制約から流入部手前50mに外周路から接続するためのカーブが存在しており、予め車両の接近速度が40～50km/hまで低下している.

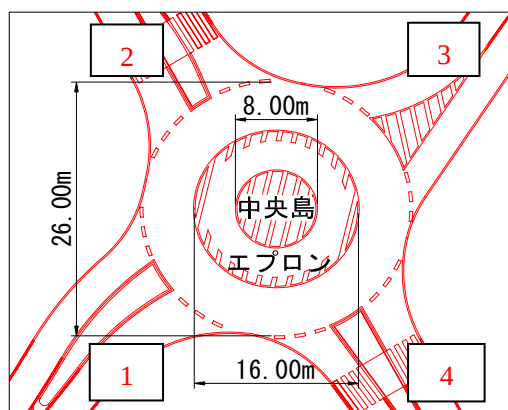
プレ実験と本実験の主な相違点としては、①流入部・流出部の形状、②エプロンの路面標示、および③横断歩道の設置である.

表-4.2 各実験における流入部の構造

実験	流入部	流入部形状			分離島長さ	その他
		流入角度	隅切 R (流入/流出)	幅員		
7/29, 30 プレ実験	A	26°	14m	3.25m	15m	
	B	65°	14m	3.25m	30m	
	C	26°	14m	3.25m	15m	
	D	65°	14m	3.25m	30m	
9/16, 17 1/12 本実験	1	42°	13/15m	3.50m	30m	横断歩道あり
	2	65°	13/15m	3.50m	30m	横断歩道あり
	3 (= C)	26°	14m	3.25m	15m	
	4 (= 2)	65°	13/15m	3.50m	30m	横断歩道あり



プレ実験



本実験

図-4.2 実験時のラウンドアバウト

4.2.5. 運転挙動の実測方法

走行実験は、16台の車両が一定時間、試験道路内の周回路とラウンドアバウト区間の走行を繰り返すことで実施した。実験車両16台中の6台に、セーフティレコーダーを搭載し、運転挙動データを取得した。使用したセーフティレコーダーから、速度、加速度、減速度、および横加速度などの運転挙動データを10Hz(0.1秒に1回)で取得した。走行挙動データの収集には、データテック製SRcommのセーフティレコーダー(GPSアンテナ付属)を用い、メモリースティックにデータを記録した。セーフティレコーダーの記録データは、GPSの利用に基づいている。

また、実験車両のラウンドアバウトへの流出入挙動の把握には、運転挙動データと画像データのマッチングを行うため、高所作業車からビデオ撮影を行い、実験中の画像データを取得した。

図-4.3に、第5章に示す実験結果で、車両挙動をグラフ化する際に観測した位置を示した。同図では、左側上部から環道に流入し、左側下部から流出する(右折)軌跡の例を表している。

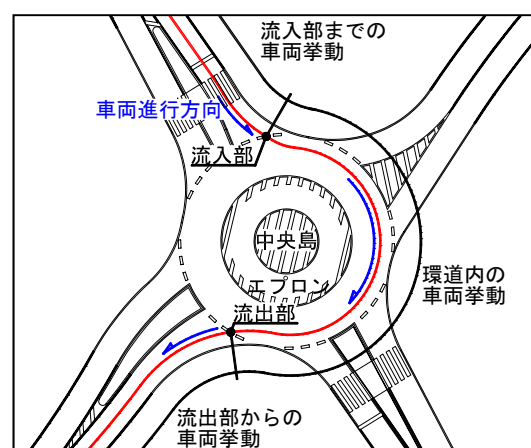


図-4.3 車両挙動調査位置

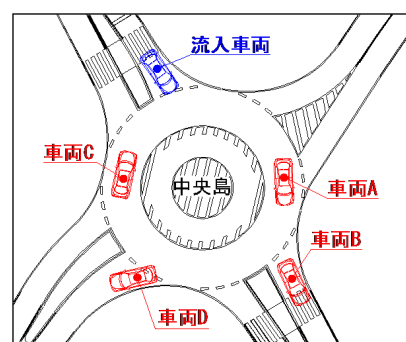


図-4.4 環道交通のあり・なし

また、車両挙動の分析を行う際に、環道交通のあり・なし別(図-4.4)により集計データを整理した。流入車両が環道内に進入しようとする瞬間(青色車両)、車両A、C、及びDのように、環道内に車両が少しでも存在した場合に、環道交通は“あり”とした。流入車両が環道内に進入しようとする瞬間に、環道内にまったく車両が存在しなかった場合には、“なし”とした。なお、流入車両が環道内に進入しようとする瞬間、車両Bのような車両だけが存在した場合、環道交通は“なし：環道内に車両が存在しないため”とした。

4.2.6. 被験者

本走行実験では、プレ実験、本実験、冬期実験のいずれにおいても、16名の被験者が試験車両を運転し、模擬設置したラウンドアバウトを走行した。各実験ケースにおいて、1回当たり約5分間の走行を3回程度繰り返した。被験者は、全員が視覚に対する男性健常者である。各実験における被験者の年齢構成およびラウンドアバウトの走行経験の有無を、図-4.5に示す。なお、走行経験が「あり」とは、当試験道路(及び実道路)での走行経験を含んでいる。

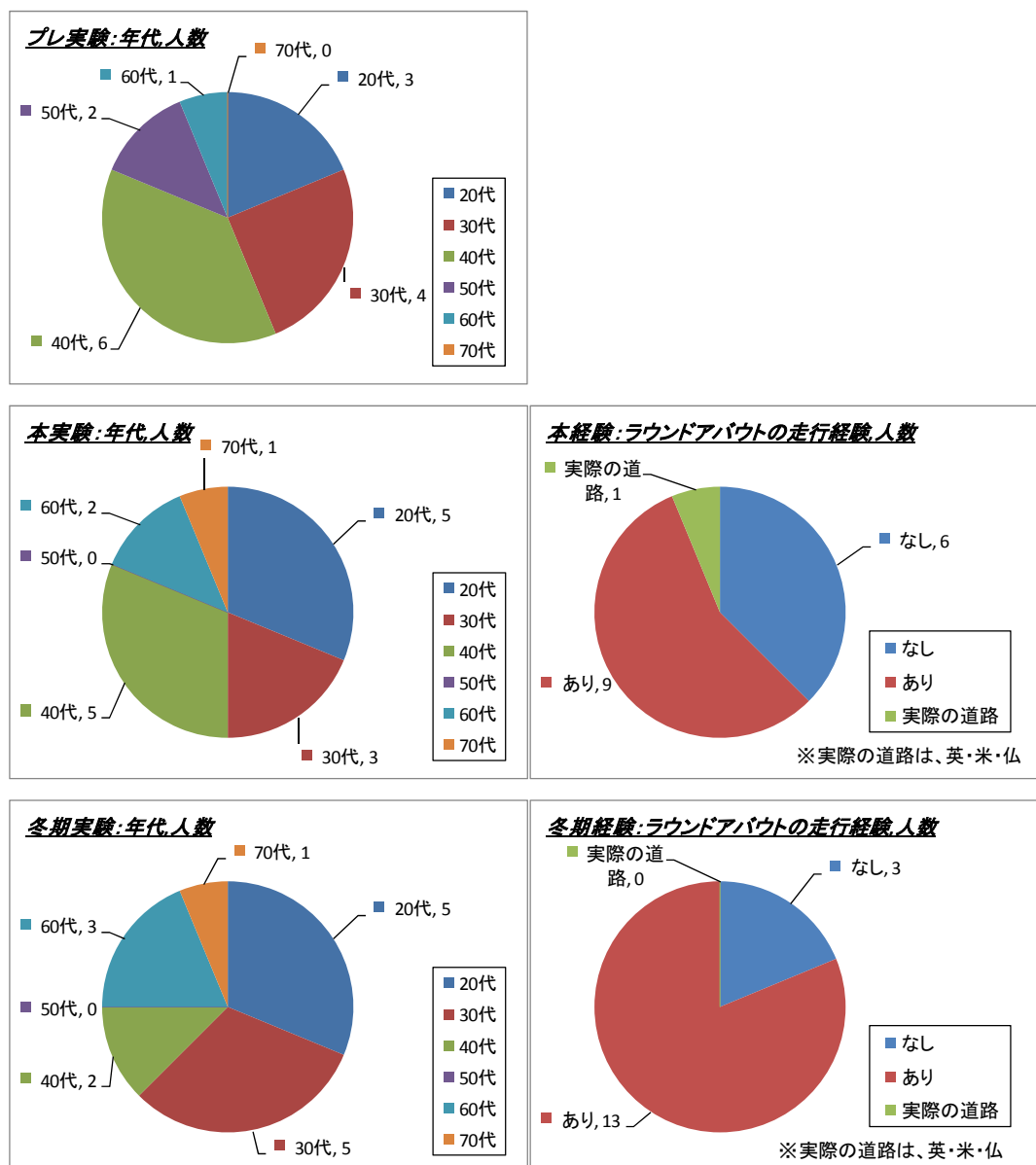


図-4.5 被験者の年齢構成とラウンドアバウト走行経験

4.2.7. 測定項目

被験者の各走行から、以下のデータ測定並びに評価を行った。

① 車両挙動・運転挙動データ

前述したセーフティレコーダーを用いて、速度、加速度・減速度、および横加速度を計測し、メモリースティックに記録した。また、ラウンドアバウトの上空よりビデオ観測を行い、車両挙動の様子を記録した。

② アンケート

被験者は、ラウンドアバウト走行後に、図-4.6に示すアンケート調査票を用いて走りやすさや安心感などを7段階のスケールで評価した。また、走行後の感想などについて、自由に記載してもらった。

1. 「走りやすさ」はいかがでしたか？当てはまる数字を○で囲んでください。

著しく不快 ←————→ とても快適

1 2 3 4 5 6 7

2. 「安心感」はいかがでしたか？当てはまる数字を○で囲んでください。

非常に不安 ←————→ とても安心

1 2 3 4 5 6 7

3. この走行に関する感想など、ご自由にお書きください。

図-4.6 アンケート調査票

4.2.8. 走行ケース

走行実験は、表-4.3に示す全42ケースを実施した。これらの中から各種条件に応じて抽出し、分析対象とした。

表-4.3 走行ケース一覧

通番号	実験日	標識	周回路	車両台数	分離島	歩行者	ウィンカー指導	
1	H21. 7. 29	一時停止	なし	16台	なし	なし	なし	
2				8台				
3				16台				
4				8台				
5	H21. 7. 30	徐行	なし	16台	あり	なし	なし	
6				8台				
7				16台				
8				8台				
9			あり	16台				
10								
11	H21. 9. 16	徐行	なし	16台	あり	なし	なし	
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19	あり	あり	なし	あり				
20								
21								
22								
23	H21. 9. 17	徐行	なし	16台	あり	なし	あり	
24								
25								
26								
27								
28								
29	一時停止	なし	あり					
30								
31	H22. 1. 12	徐行	あり	16台	あり	なし	なし	
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39		一時停止	なし					あり
40								
41								
42								

※31～42は、冬期の走行である。また、冬期の走行において、34以降は、スノーポールを設置している。

4.2.9. 走行軌跡確認実験

走行軌跡確認実験は、プレ実験時のラウンドアバウトを対象として実施した。スタート地点を統一してプレ実験時のB流入部から、右折、直進、左折、直進、及び左折の走行を行った。軌跡確認のため、A～X、および1～5の断面(約4mピッチ)を設けた(図-4.7)。車両走行後、各断面において車両走行位置の計測及び写真撮影(写真-4.5)を行った。なお、軌跡試験に使用した車両にはセーフティレコーダーを搭載(運転席近傍に設置)し、挙動データの取得も行った。

走行軌跡確認のため、車両端部から水を垂らす装置を作成した。家庭用の給油ポンプによりポリタンクから水を流出させて、ホースを介し、水道用パイプにて水を排出する形式となっている。なお、

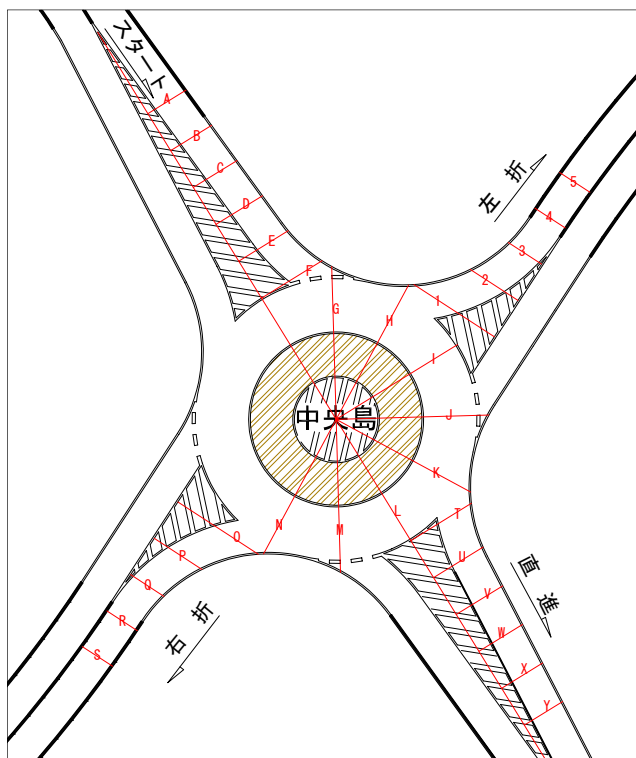


図-4.7 走行軌跡確認実験コース



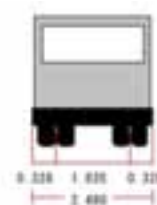
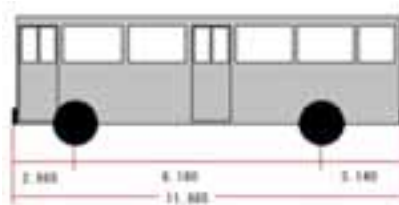
写真-4.4 走行軌跡確認実験



写真-4.5 走行軌跡(走行幅員)の計測

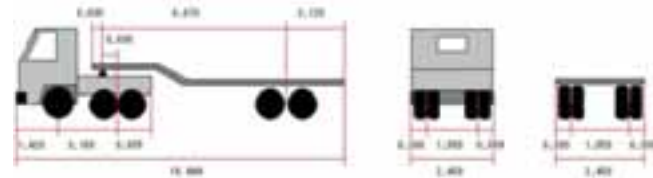
給油ポンプは実験上、①逆流防止センサーが付いていない、②18リットルポリタンク(灯油)の排出時間は90秒以上であることを確認し、工進社製の乾電池式給油ポンプ「ママオート(さし込みタイプ)」EP-103×8本を用いた。

走行軌跡を確認した車両は、図-4.8～図-4.10に示す①普通自動車(大型バス)、②セミトレーラ連結車、③小型自動車の3車種である。



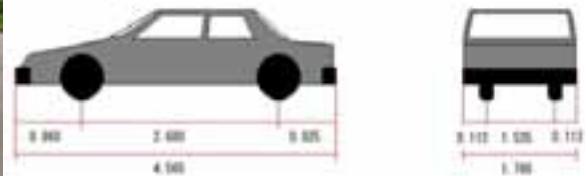
富士重工 スペースウィング スーパーハイデッカ KL-RA552RBN, 最小回転半径-10m

図-4.8 大型バス概要



日野自動車 スーパードルフィン(トラクタ)KL-SH1FDGG(116),
日本フルハーフ：フルハーフ(トレーラ)FPB241A, 最小回転半径-10.6m(連結時)

図-4.9 セミトレーラ連結車概要



ニッサン プリメーラUA-TP12, 最小回転半径-5.3m

図-4.10 小型自動車概要

5. 模擬ラウンドアバウト走行実験結果

5.1. 走行実験結果の整理の方法

図-5.1に、セーフティレコーダーから取得したデータの一例を示す。図-5.1の上段が速度を、下段が横加速度を表したグラフである。セーフティレコーダーからは、速度は1Hz、横加速度は10Hzでデータを取得している。また、グラフ内の横軸の0と29mの位置は、それぞれラウンドアバウトの流入部と流出部を表している。流入部付近で速度は低速となり、横加速度は左折を示す値である負の値へ変化している。横加速度は、環道中央部付近で右折を示す正の値を示した後に、流出部付近で左折を示す負の値へと変化する。

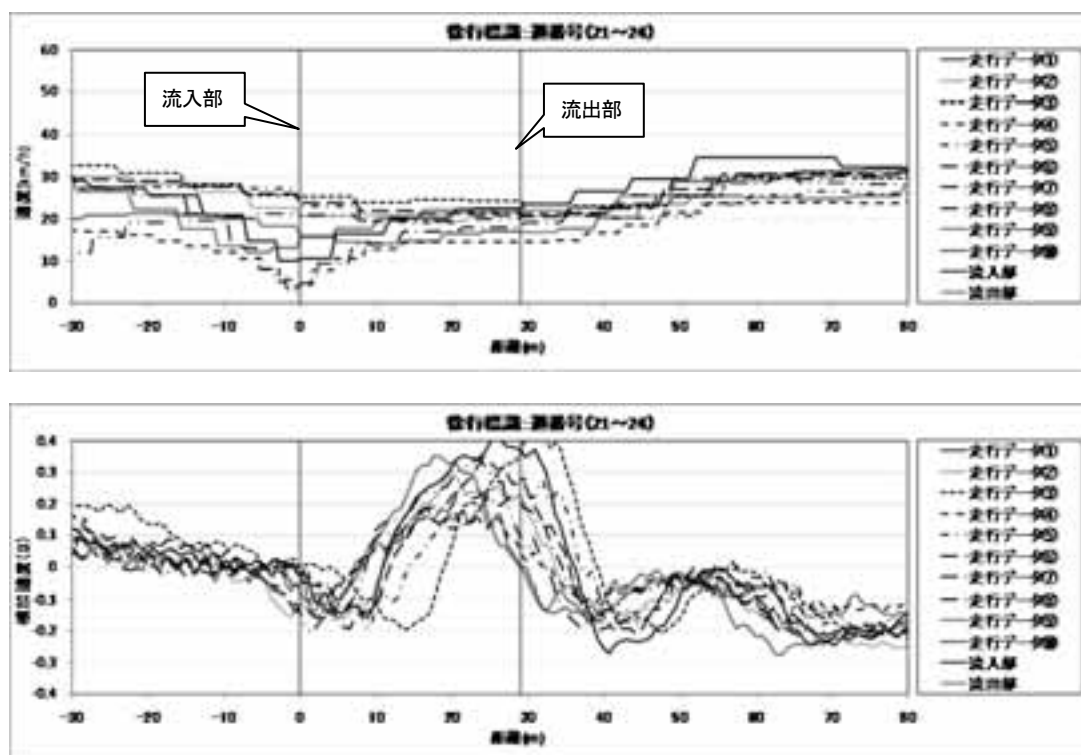
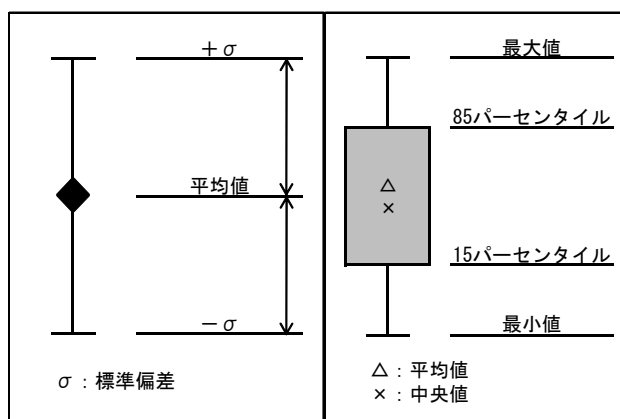


図-5.1 走行グラフ(流入4→流出2)
(走行ケース21～24：徐行標識設置)

本章ではこれらのデータを総括し、以降のグラフを作成した。これらのグラフの多くで、車両挙動データに関しては箱ひげ図、主観評価に関しては標準偏差と平均値で表したバーグラフを作成している。箱ひげ図およびバーグラフの凡例は、図-5.2に示すとおりである。



箱ひげ図 バーグラフ

図-5.2 グラフ凡例

5.2. 運転挙動

5.2.1. 季節別・設置標識別の挙動

(1) 秋期の徐行標識

図-5.3に、秋期の徐行標識による流入部の速度を示した。なお、環道交通の“なし”とは、ラウンドアバウトに流入する際、環道内に車両が存在していなかったことを示しており、“あり”とは車両が存在していたことを示している。

いずれの流入部においても、環道内に車両が存在しない場合の方が高い速度を示しており、環道車両の有無に応じて各流入部の平均速度に3.0～8.4km/hの差がある。最も高速となったのは流入部3であるが、これはこの流入部の特徴として、環道への流入角度が26度と小さくなっており速度抑制効果が小さくなったためであると考えられる。

データ項目	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	10	21	11	18	13	17	12	18
85パーセンタイル	32.7	25.4	35.5	24.7	40.4	30.2	25.3	24.0
最大値	37.1	30.1	36.6	27.3	41.1	43.1	26.0	24.7
最小値	11.0	4.0	4.3	7.3	8.2	2.5	11.5	1.6
15パーセンタイル	13.0	5.2	10.1	11.5	19.4	7.1	15.5	2.8
中央値	22.4	20.8	22.8	21.4	25.6	23.0	20.9	9.9
平均値	23.3	18.1	22.4	19.4	27.4	20.0	20.4	12.0

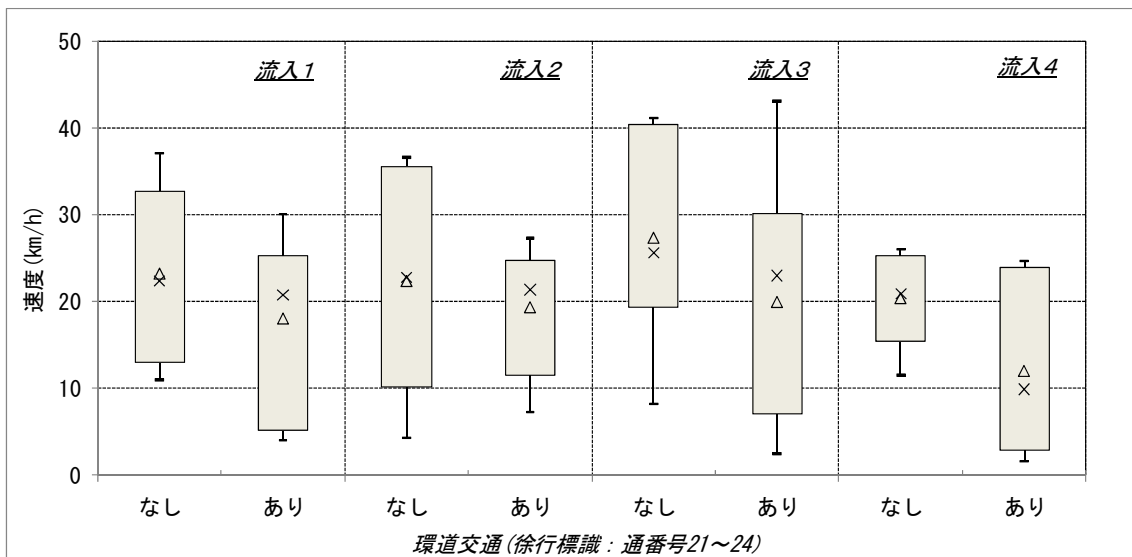


図-5.3 秋期の徐行標識による流入速度

(2) 秋期の一時停止標識

図-5.4に、秋期の一時停止標識による流入部の速度を示した。なお、秋期において、一時停止標識での実験ケースは1回のみ行ったため、度数が少なくなっている。

データ項目	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	3	4	5	1	2	6	3	5
85パーセンタイル	13.0	9.2	12.6	—	4.2	8.5	3.0	13.6
最大値	13.0	9.2	12.6	1.5	4.2	8.6	3.0	13.6
最小値	3.7	2.2	1.6	1.5	0.5	1.7	0.5	1.0
15パーセンタイル	3.7	2.2	1.6	—	0.5	1.7	0.5	1.0
中央値	8.2	4.0	4.5	1.5	2.4	4.5	1.8	8.1
平均値	8.3	4.9	6.7	1.5	2.4	4.9	1.8	7.3

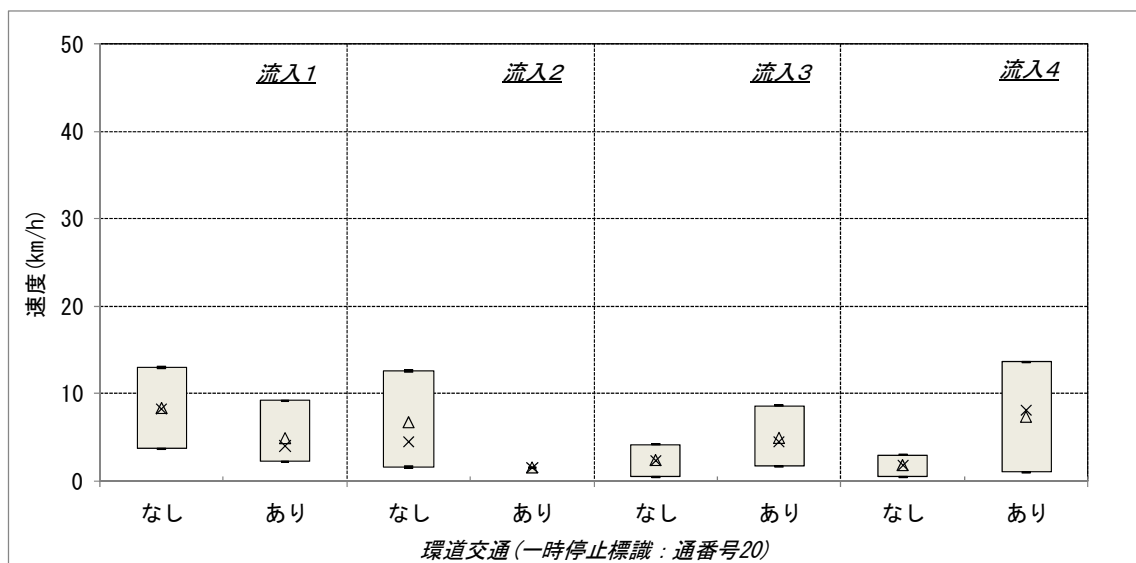


図-5.4 秋期の一時停止標識による流入速度

徐行標識と比較した場合、すべての項目で、一時停止標識の方が低速となる。特に、流入部3における“なし”では、25.1km/hの差となった。ちなみに、最も差が小さいものは、流入4の“あり”で、4.7km/hとなった。流入部1と2では、徐行標識と同様に、環道交通が“なし”の場合の方が高い速度を示しているものの、流入部3と4においては、環道交通が“あり”の場合の方が高い速度を示している。

また表-5.1は、秋期における標識の違いによる差(図-5.3と図-5.4の比較)のt検定を行った結果を示している。流入部4の環道交通なし以外、有意確率は0.01未満となった。

表-5.1 秋期における徐行標識と一時停止標識による速度の有意差検定結果

秋期: 標識の違い

流入部	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
t 値	3.130	5.525	3.388	3.032	3.719	3.357	7.151	1.173
自由度	11	12.96	14	17	13	21	13	21
有意確率(両側)	(**)0.010	(**)0.000	(**)0.004	(**)0.008	(**)0.003	(**)0.003	(**)0.000	0.254

※有意確率 0.05 未満には(*)、有意確率 0.01 未満には(**)。

(3) 冬の徐行標識

図-5.5に、冬の徐行標識による流入部の速度を示した。平均値に着目すると、流入部1及び2では、環道交通が“なし”と“あり”で差が小さいものの、流入部3及び4では、秋期と同様に環道交通が“なし”の場合の方が高速となっている。秋期の徐行標識の場合、流入部4が“なし”・“あり”とも最も低速となっていたものの、冬期では流入部4の“なし”が最も高い値を示している。ただし、流入部4の“あり”は、秋期と同様に最も低い値を示している。なお、平均値で秋期と比較した場合、1.8～11.9km/h低い値となっている。

データ項目	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	2	23	6	13	4	14	6	21
85パーセンタイル	22.3	20.0	20.6	21.0	21.5	19.2	22.7	14.8
最大値	22.3	22.8	20.8	22.0	21.5	19.7	22.8	17.7
最小値	2.6	0.1	4.1	1.3	10.2	0.0	14.5	0.0
15パーセンタイル	2.6	7.8	4.3	4.2	10.2	2.7	14.6	3.7
中央値	12.5	14.2	11.4	13.5	15.2	11.7	18.9	9.6
平均値	12.5	13.2	12.1	11.8	15.5	11.1	18.7	9.2

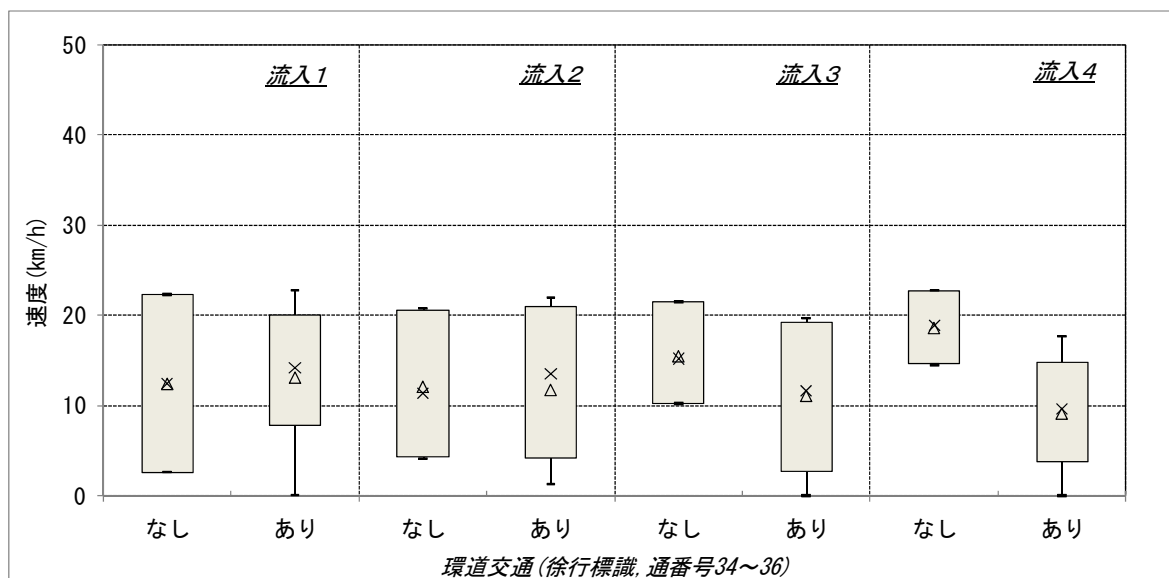


図-5.5 冬の徐行標識による流入速度

また、表-5.2は、徐行標識設置のもとで、秋期と冬の路面条件の違いによる速度の差(図-5.3と図-5.5の比較)についてt検定を行った結果を示している。

表-5.2 秋期と冬の路面条件の違いによる有意差検定(徐行標識設置時)

一時停止:秋期・冬の違い

流入部	流入1		流入2		流入3		流入4	
環道交通	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
t 値	0.112	-1.912	-1.047	-0.895	-1.873	-1.748	-3.935	-0.095
自由度	9	14	4	12	5	12	3	4.62
有意確率(両側)	0.913	0.077	0.354	0.389	0.120	0.106	(*)0.029	0.928

※有意確率 0.05 未満には(*)、有意確率 0.01 未満には(**)。

(4) 冬期の一時停止標識

図-5.6に、冬期の一時停止標識による流入部の速度を示した。流入部2の“なし”を除いて、冬期の一時停止標識の方が、各流入部共に概ね10km/h以下の低い値を示している。秋期の場合と同様に、流入部3と4においては、環道交通が“あり”の場合の方が高い速度を示している。

また、表-5.3には冬期における標識の違い、並びに表-5.4には秋期と冬期の路面条件の違い(一時停止標識設置時)に応じた速度差のt検定の結果を示した。

データ項目	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	8	12	1	13	5	8	2	14
85パーセンタイル	13.5	13.5	-	7.7	8.2	12.2	6.2	10.7
最大値	14.2	14.3	12.5	10.0	8.2	13.7	6.2	11.6
最小値	3.6	2.1	12.5	0.1	3.7	4.7	5.2	2.6
15パーセンタイル	3.9	3.1	-	1.6	3.7	4.8	5.2	4.1
中央値	7.7	10.5	12.5	3.5	5.2	7.2	5.7	7.2
平均値	8.0	9.3	12.5	4.0	5.7	7.6	5.7	7.5

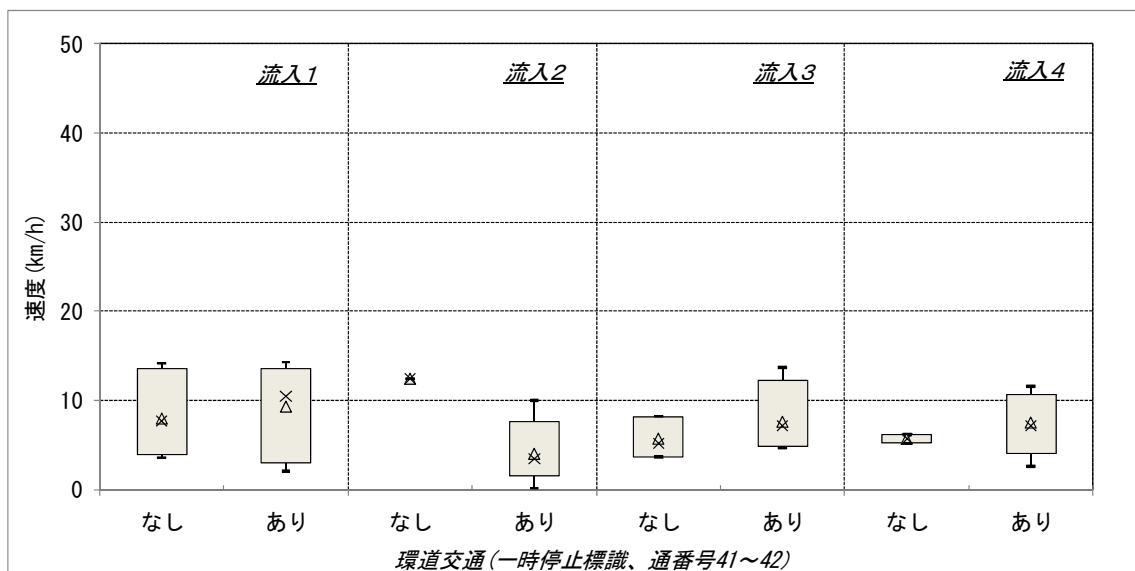


図-5.6 冬期の一時停止による流入速度

表-5.3 冬期における徐行標識と一時停止標識による速度の有意差検定結果

冬期: 標識の違い

流入部	流入1		流入2		流入3		流入4	
環道交通	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
t 値	0.448	2.055	-0.056	3.793	4.288	1.549	5.945	1.214
自由度	1.03	33	5	15.68	7	20	6	31.12
有意確率(両側)	0.730	(*)0.048	0.957	(**)0.002	(**)0.004	0.137	(**)0.001	0.234

※有意確率 0.05 未満には(*)、有意確率 0.01 未満には(**)。

表-5.4 秋期と冬期の路面条件の違いによる速度の有意差検定結果(一時停止標識設置時)

徐行標識: 秋期・冬期の違い

流入部	流入1		流入2		流入3		流入4	
環道交通	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
t 値	1.633	2.288	2.360	3.355	2.450	2.758	0.899	1.257
自由度	10	34.60	15	29	15	29	16	27.34
有意確率(両側)	0.133	(*)0.028	(*)0.032	(**)0.002	(*)0.027	(**)0.010	0.382	0.219

※有意確率 0.05 未満には(*)、有意確率 0.01 未満には(**)。

(5) 流入部における速度変化

図-5.7に、秋期と冬期における流入部までの速度変化を示した(徐行標識). 上が秋期で下が冬期のものを示している. 全体的な傾向として、冬期の方が10km/h程度低くなっている.

秋期においては、流入部3が最も高い速度を示しており、流入部4が最も低い速度を示している. 流入部1と流入部2は、ほぼ同程度の速度変化を示している. 流入部に近づくほど、低速度となり、バラツキ(個人差)が大きくなっていることがわかる. 冬期においても、流入部に近づくほどバラツキ(個人差)が大きくなっていることがわかるが、秋期ほど大きなバラツキは認められない. また、速度変化も流入部による大きな違いは見られない.

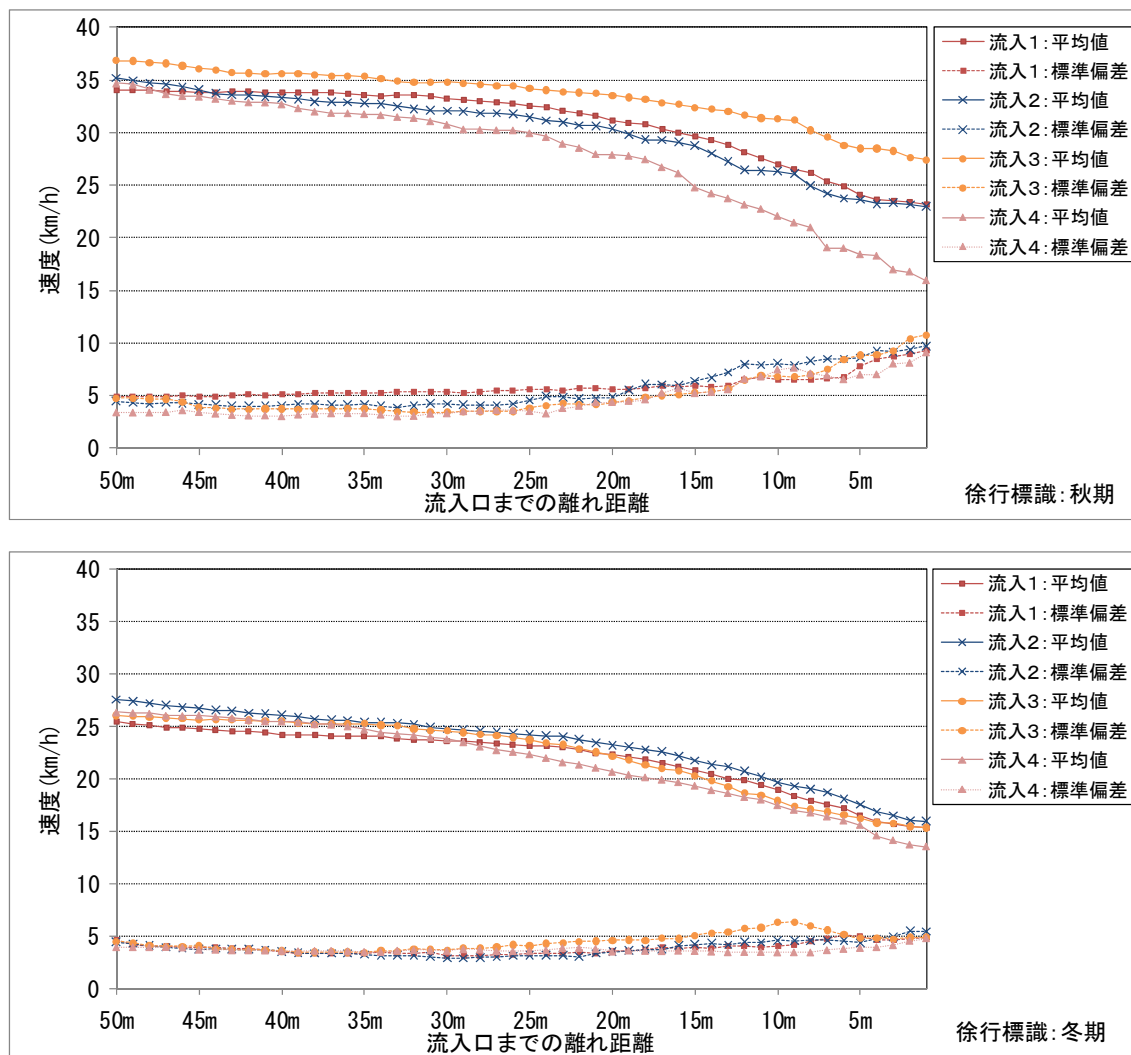


図-5.7 流入部までの速度変化(徐行標識設置時)

図-5.8に、秋期と冬期における流入部までの速度変化を示した(一時停止標識). 上が秋期で下が冬期のものを示している.

秋期においては、流入部3が最も高い速度を示しており、流入部4が最も低い速度を示している. 流入部に近づくほど、低速度となり、徐行標識の場合よりもさらに低速度となっている. 徐行標識では、流入部に近づくほどバラツキが大きくなっていたものの、一時停止標識では、ほぼ様なバラツキとなっている. 流入部から50m離れた位置では、5km/h程度の差があるが、流入部付近では秋期、冬期ともほぼ同じ速度となっている.

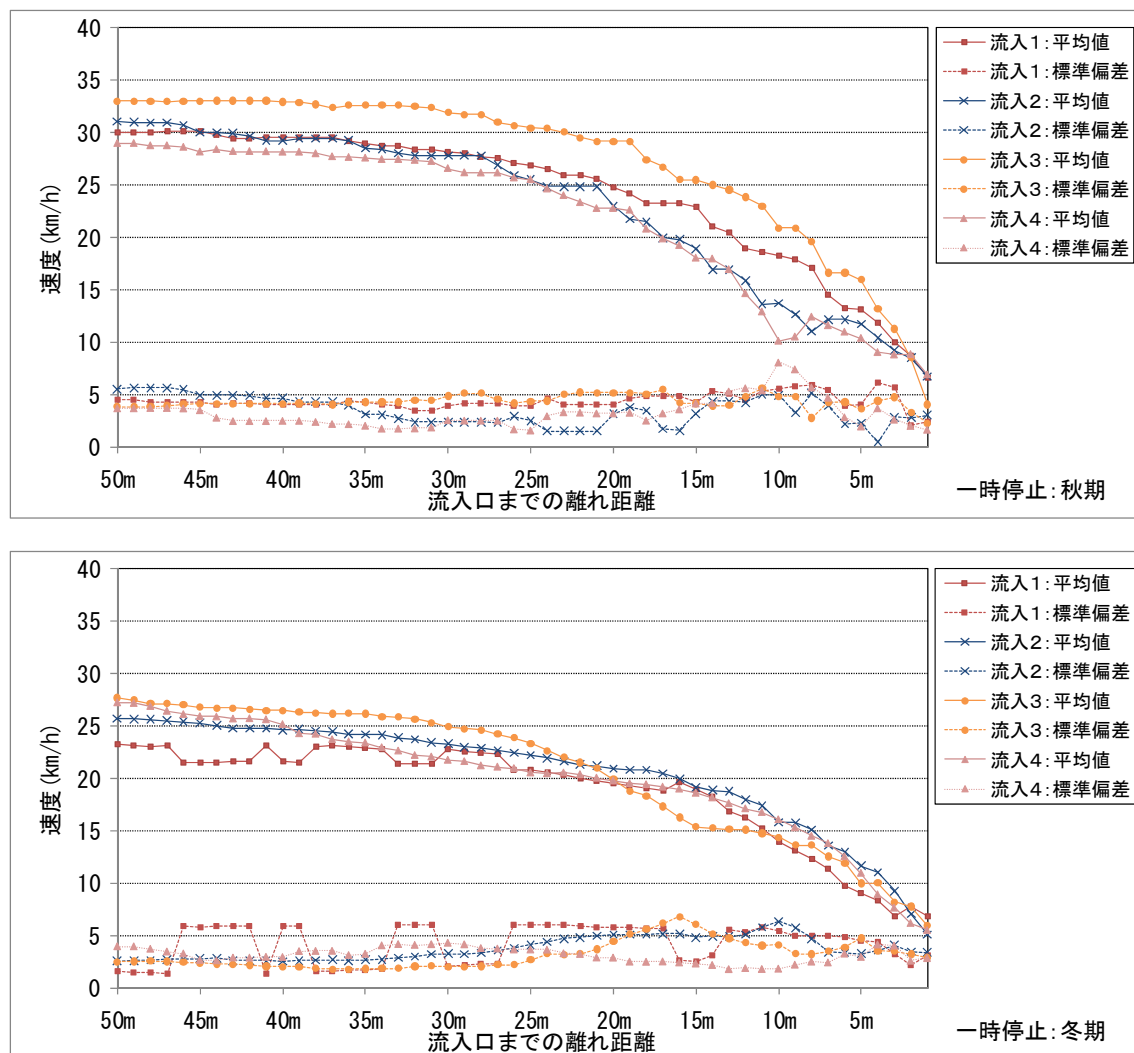


図-5.8 流入部までの速度変化(一時停止標識設置時)

5.2.2. 歩行者の有無による車両挙動の違い

(1) 流入部速度変化

図-5.9に、歩行者がいない場合と歩行者がいる場合の実験における流入部までの速度変化を示す(徐行標識). なお、上図が歩行者がいない場合、下図が歩行者がいる場合である.

歩行者がいない場合, 流入部3が最も高い速度を示しており, 流入部4が最も低い速度を示している. 流入部1と2は, ほぼ同程度の速度変化を示している. 流入部に近づくほど低速度となり, 流入部に近づくほどバラツキ(個人差)が大きくなっていることがわかる. 歩行者がいた場合, 流入部1と3は, ほぼ同じ傾向(ただし, 流入部付近では歩行者がいなかった場合よりも5km/h程度低速)を示している. 流入部2と4では, 流入部までの距離15m付近で最も低速かつバラツキの大きい値を示している. これは, 流入部2と4には横断歩道が設置されており, 歩行者がランダムに横断歩道を渡っていたためと思われる. 距離15m以降, 流入部2, 4のいずれにおいても, 速度は流入部1程度まで上昇するが, 標準偏差は5km/h程度と低い値に留まっている.

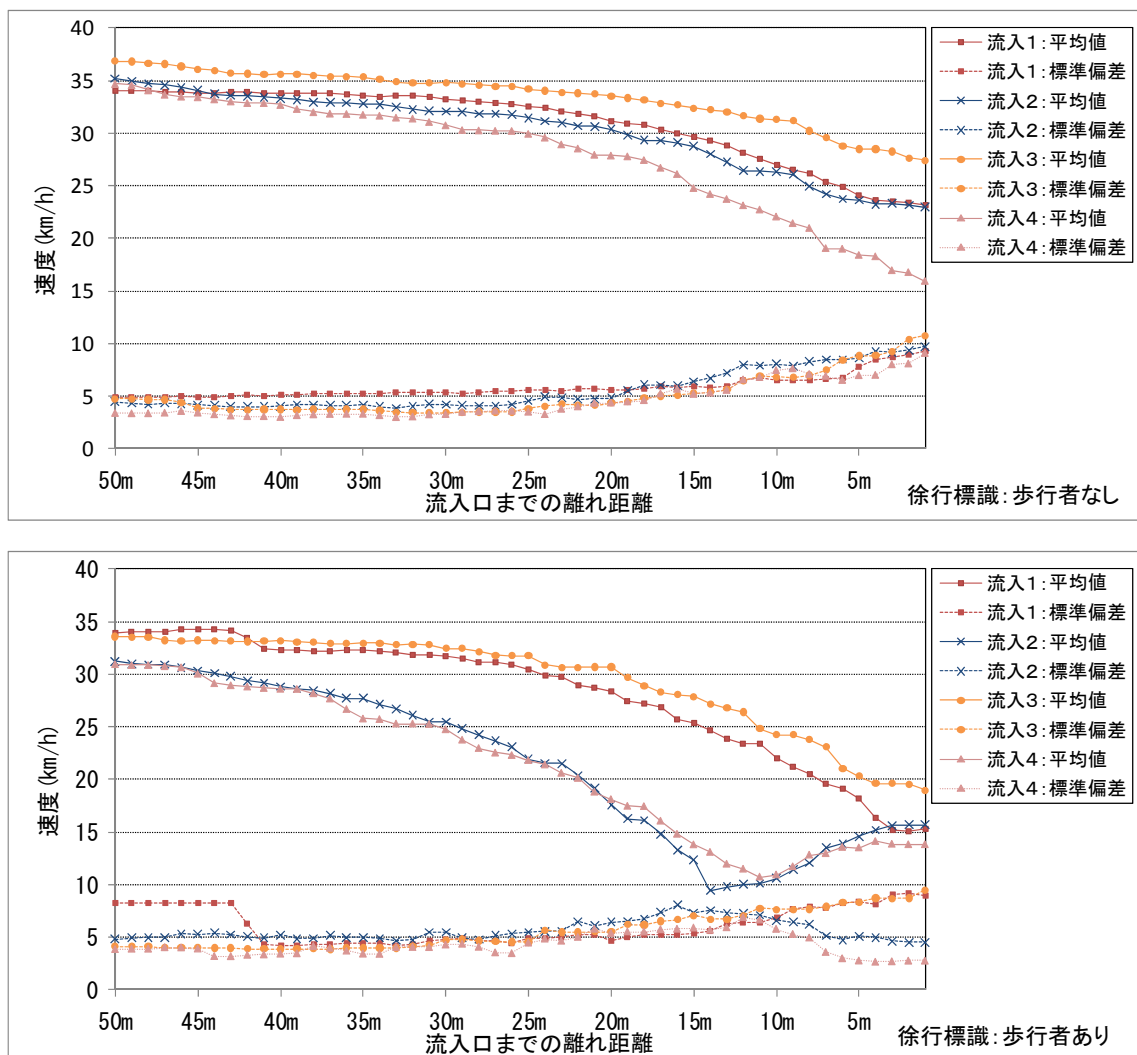


図-5.9 流入部までの速度変化(歩行者なし・あり: 秋期)

(2) 流出部速度変化

図-5.10に、歩行者がいない場合と歩行者がいる場合の実験における流出部からの速度変化を示す(徐行標識)。なお、上図が歩行者がいない実験の場合、下図が歩行者がいる場合である。

歩行者がいない場合、流出部1が最も高い速度を示しており、流出部3が最も低い速度を示している。流入部2と4は、ほぼ同程度の速度変化を示している。流出部付近では低速度で、流出部から離れるほど高速度となっている。なお、バラツキに関しては、流出口から離れるほど若干大きくなっているものの、ほぼ一定となっている。歩行者がいる場合、流出部1と3ではほぼ同じ傾向を示している。流出部2と4では、流出部付近で最も低速かつバラツキの大きい値が示されている。流出部2と4には横断歩道が設置されており、歩行者がランダムに横断歩道を渡っていたためと思われる。

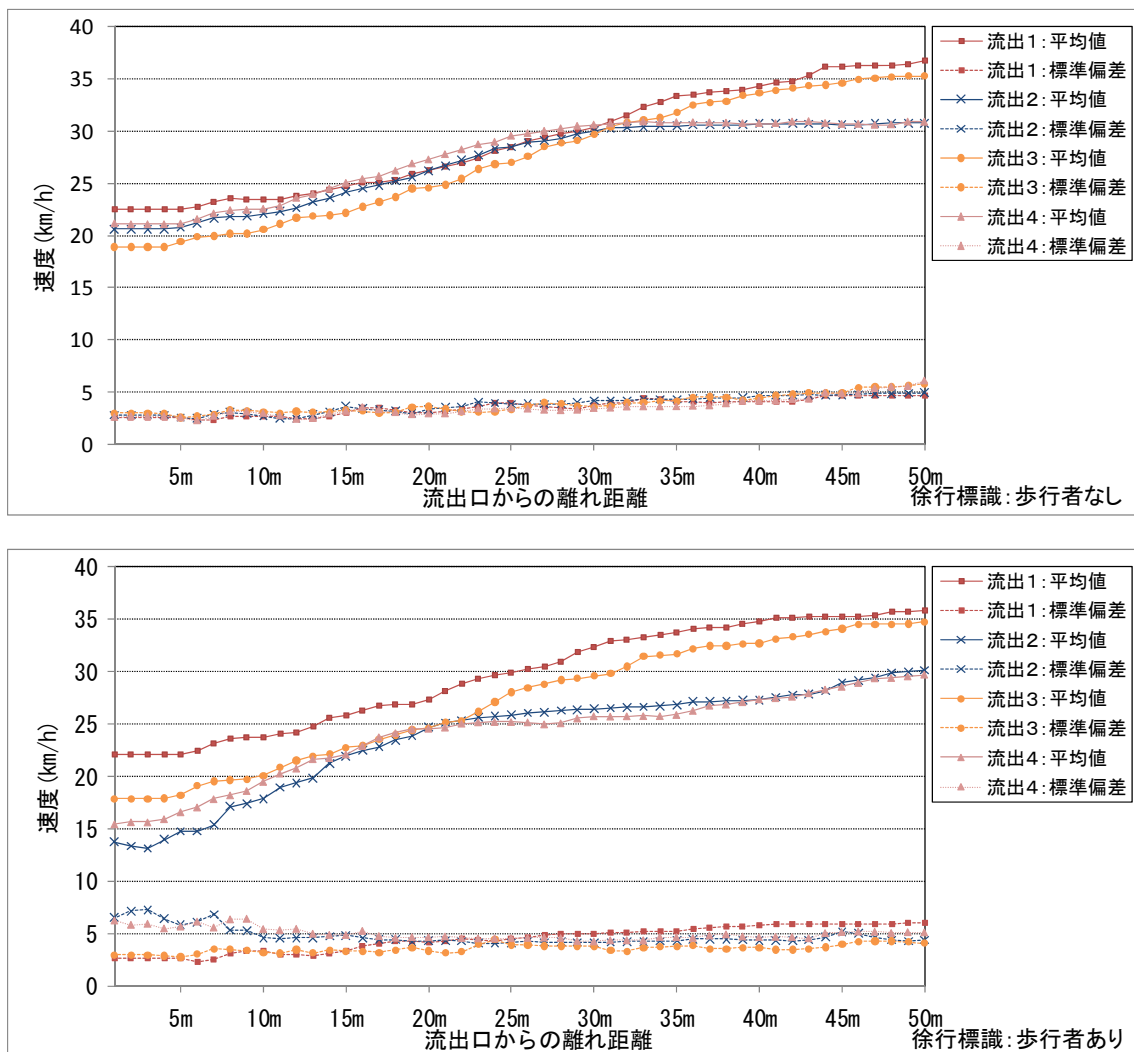


図-5.10 流出部からの速度変化(歩行者なし・あり：秋期)

以上より、流出入部3に着目すると、ここでは流入が最も高速となり、流出が最も低速となっていることがわかる。この流出入部の特徴を他の流出入部と比較すると、次のような点が挙げられる：

- ・幅員が3.25mとなっており、他の流出入部より0.25m小さい。
- ・隅角部半径Rが14mであり、他の流出入部と比較すると、流入部で1m大きく、流出部で1m小さい。
- ・流入角度が26°と小さい。

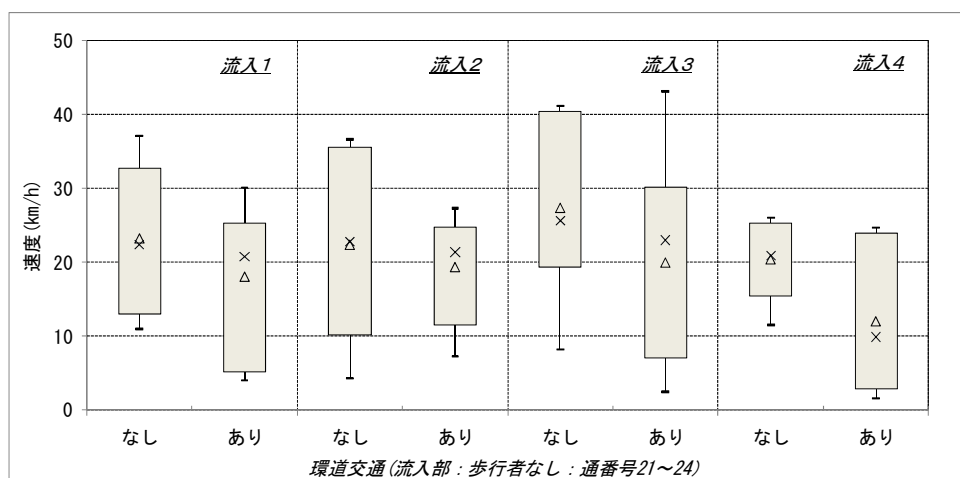
列挙した各部形状の特徴を勘案すると、特に隅角部半径Rの重要性が指摘できる。

(3) 流入部および流出部の速度

図-5.11, 図-5.12に, 横断歩行者のある・なし別の速度をそれぞれ示す. 上図は横断歩行者がない場合の実験であり, 下図は横断歩行者がいた場合の実験である. なお, 図-5.11は流入部を表しており, 図-5.12は流出部を表している.

図-5.11の流入部においては, 横断歩行者がいない場合より, いた場合の方が横断歩道のある・なしに係わらず, 速度の低下が見られる. 速度の低下に伴って, バラツキは小さくなっている.

データ項目	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	10	21	11	18	13	17	12	18
85パーセンタイル	32.7	25.4	35.5	24.7	40.4	30.2	25.3	24.0
最大値	37.1	30.1	36.6	27.3	41.1	43.1	26.0	24.7
最小値	11.0	4.0	4.3	7.3	8.2	2.5	11.5	1.6
15パーセンタイル	13.0	5.2	10.1	11.5	19.4	7.1	15.5	2.8
中央値	22.4	20.8	22.8	21.4	25.6	23.0	20.9	9.9
平均値	23.3	18.1	22.4	19.4	27.4	20.0	20.4	12.0



データ項目	流入 1		流入 2		流入 3		流入 4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	7	8	9	6	5	10	4	11
85パーセンタイル	27.5	16.8	20.4	22.3	18.6	29.2	18.1	16.5
最大値	28.6	17.0	24.2	22.5	18.6	32.6	18.1	19.5
最小値	8.5	5.7	10.5	13.1	14.0	9.5	15.0	6.5
15パーセンタイル	8.8	7.0	12.3	13.1	14.0	10.3	15.0	7.0
中央値	15.5	11.5	15.1	17.6	14.6	14.7	17.5	10.6
平均値	16.6	11.8	15.8	17.2	15.9	17.5	17.0	12.3

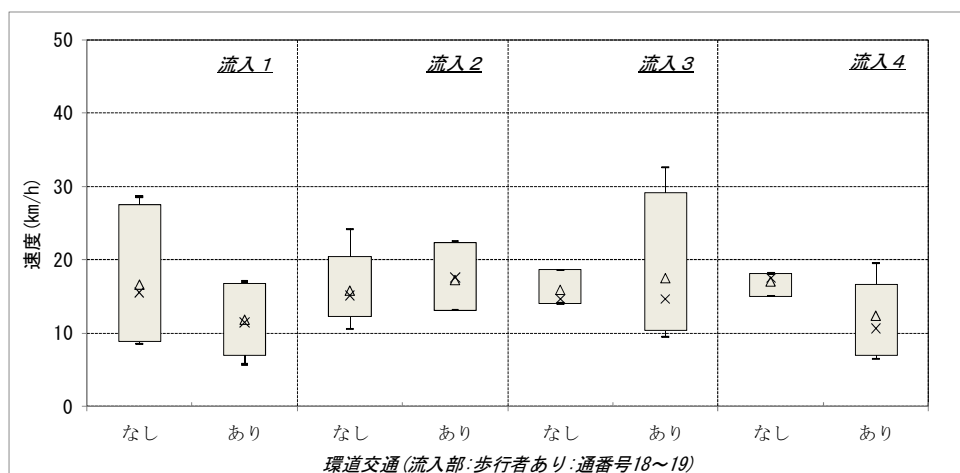
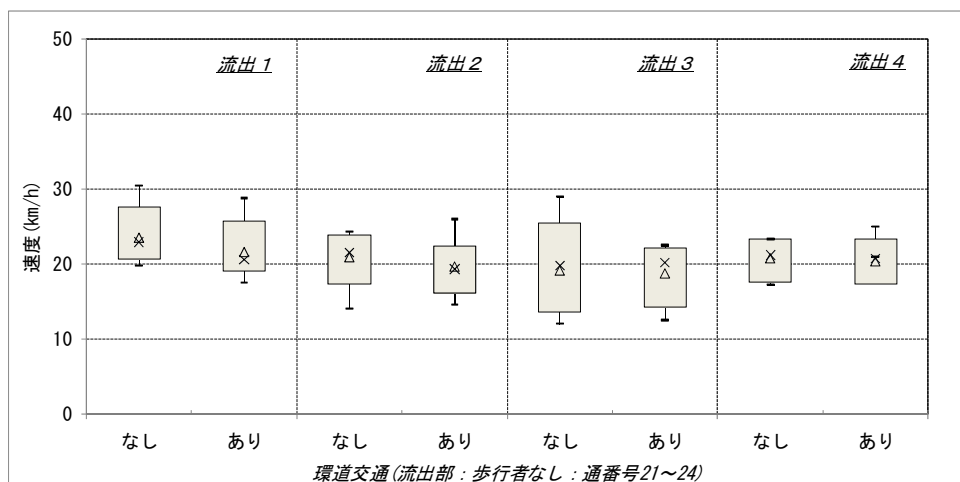


図-5.11 歩行者なし・あり別の流入部速度

一方、図-5.12の流出部においても速度の低下が見られており、かつバラツキが大きくなっている。

データ項目	流出1		流出2		流出3		流出4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	14	15	13	17	9	21	10	14
85パーセンタイル	27.5	25.8	23.9	22.4	25.5	22.1	23.3	23.3
最大値	30.5	28.8	24.3	26.0	29.0	22.5	23.3	21.0
最小値	19.8	17.5	14.0	14.6	12.0	12.5	17.2	25.0
15パーセンタイル	20.6	19.0	17.3	16.1	13.5	14.3	17.6	17.4
中央値	22.9	20.6	21.5	19.3	19.8	20.2	21.2	20.7
平均値	23.5	21.5	20.9	19.6	19.1	18.7	20.7	20.3



データ項目	流出1		流出2		流出3		流出4	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
度数	6	9	4	11	9	6	6	9
85パーセンタイル	23.5	24.9	23.6	20.6	18.4	22.4	22.9	20.6
最大値	23.6	25.1	23.6	20.8	19.0	22.5	23.1	23.8
最小値	17.7	15.2	11.1	4.6	11.1	13.5	3.1	9.5
15パーセンタイル	17.8	17.1	11.1	7.1	11.7	13.7	3.4	10.1
中央値	20.8	21.0	13.4	13.8	15.5	18.7	14.1	13.8
平均値	20.7	20.9	15.4	13.8	15.3	18.3	13.9	14.7

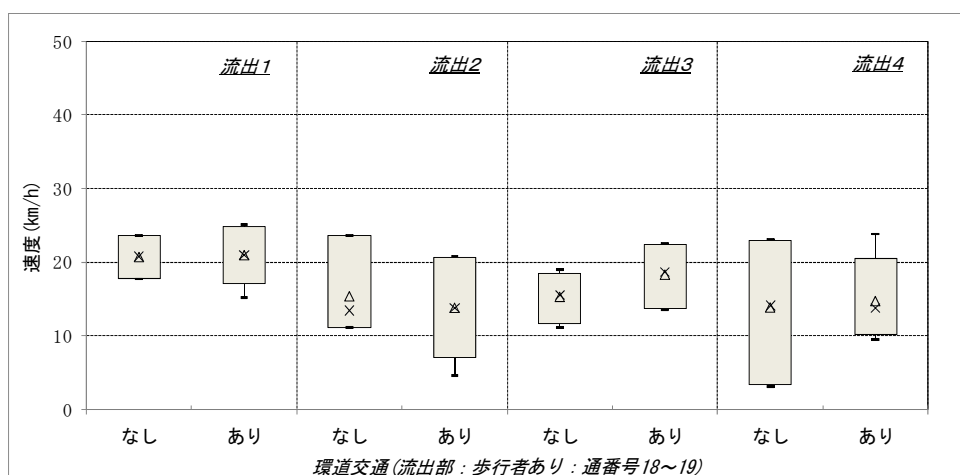


図-5.12 歩行者なし・あり別の流出部の速度

流入部、流出部における歩行者の有無による速度差の検定結果を、それぞれ表-5.5および表-5.6に示す。

表-5.5 歩行者の有無による流入部速度差検定結果(徐行標識設置時)

流入部	流入1		流入2		流入3		流入4	
環道交通	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
t 値	-3.015	-0.110	-1.678	-0.728	-1.022	-0.443	-2.101	-3.771
自由度	18	22	15	25.17	16	25	14	26.96
有意確率(両側)	(**)0.007	0.914	0.114	0.473	0.322	0.661	0.054	(**)0.001

※有意確率 0.05 未満には(*)、有意確率 0.01 未満には(**)。

表-5.6 歩行者の有無による流出部速度差検定結果(徐行標識設置時)

流出部	流出1		流出2		流出3		流出4	
環道交通	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
t 値	-2.059	-0.479	-2.679	-3.182	-2.058	-0.247	-2.146	-4.314
自由度	18	22	15	13.77	16	25	5.54	28
有意確率(両側)	0.054	0.636	(*)0.017	(**)0.007	0.056	0.807	0.079	(**)0.000

※有意確率 0.05 未満には(*)、有意確率 0.01 未満には(**)。

5.3. 被験者の交差点制御方式別主観的評価

9月16～17日(秋期：2日)、1月12日(冬期：1日)の実験終了後に、①無信号交差点(非優先方向一時停止制御)、②信号交差点、③ラウンドアバウト、の3種の交差点制御方式について、主観的な順位付けを行った。

5.3.1. 走りやすさ

図-5.13 に示すように、最も走りやすいとの回答数の順位は、1：ラウンドアバウト、2：信号交差点、3：無信号交差点となった。無信号交差点は、秋期・冬期とも、最も走りにくいという結果となった。一方、ラウンドアバウトは、最も走りやすいという被験者が秋期・冬期とも 50%を超えている。なお、Kendall の一致係数及び有意確率を求めたところ、被験者の順位付けに一致性がある(有意確率<0.05)ことが認められた。

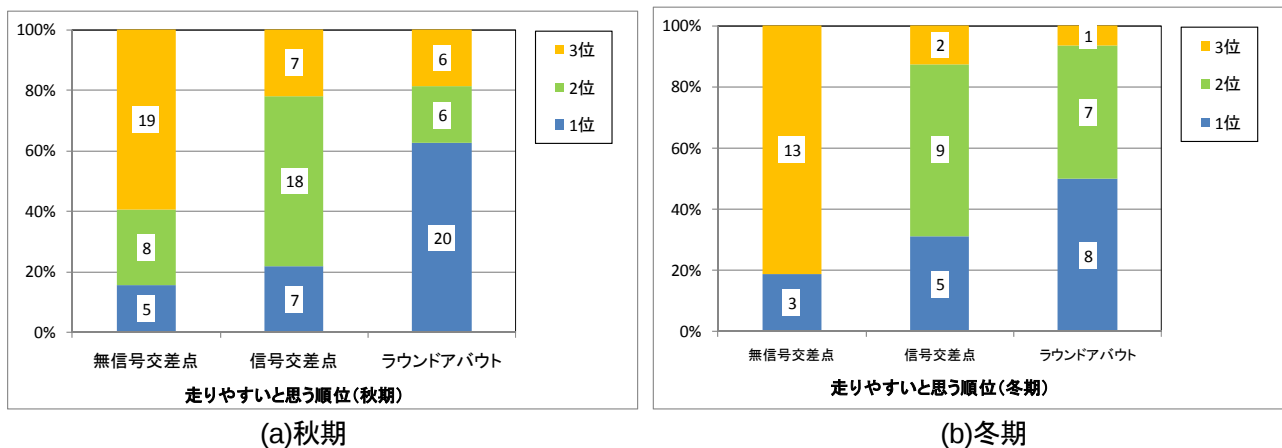


図-5.13 走りやすいと思う交差点制御方式の主観的順位

5.3.2. 安全性

図-5.14 に示すように、最も安全性が高いとの回答数の順位は、1：信号交差点、2：ラウンドアバウト、3：無信号交差点となった。無信号交差点は、秋期・冬期とも、最も安全性が低いという結果となった。ちなみに、最も安全性が高いという被験者は存在しなかった。最も安全性が高いという交差点は、信号交差点となった。秋期においては、平均ランクで、0.4 ポイント程度の差であったが、冬期においては 0.9 ポイントの差に広がった。

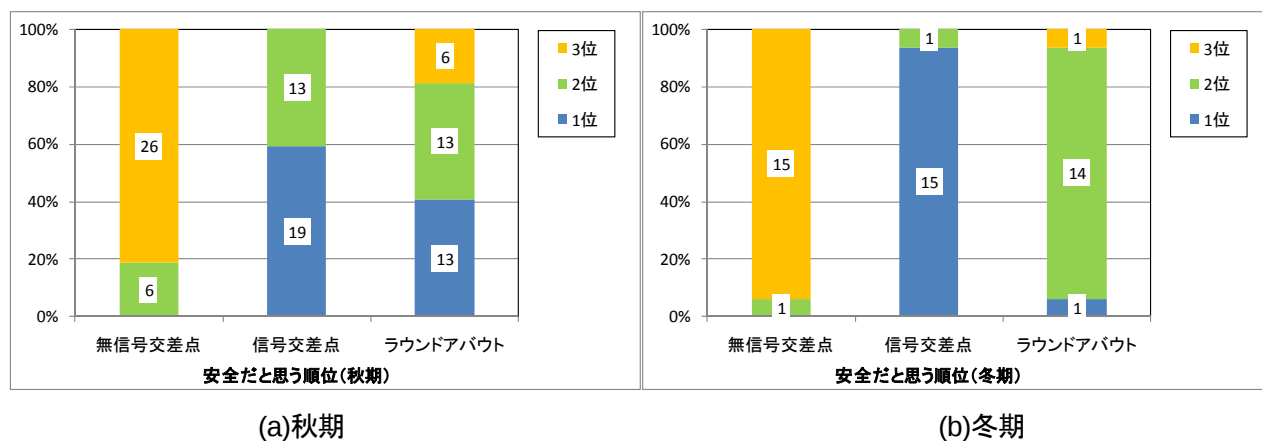


図-5.14 安全だと思う交差点制御方式の主観的順位

5.3.3. ストレス

図-5.15 に示すように、最もストレスを感じないとの回答数の順位は、1：ラウンドアバウト、2：信号交差点、3：無信号交差点となった。無信号交差点は、秋期・冬期とも、最もストレスを感じるという結果となった。平均ランクに着目すると、秋期の実験では、信号交差点とラウンドアバウトが同ポイントとなっている。ただし、冬期においては 0.7 ポイントの差をつけて、ラウンドアバウトが最上位となっている。

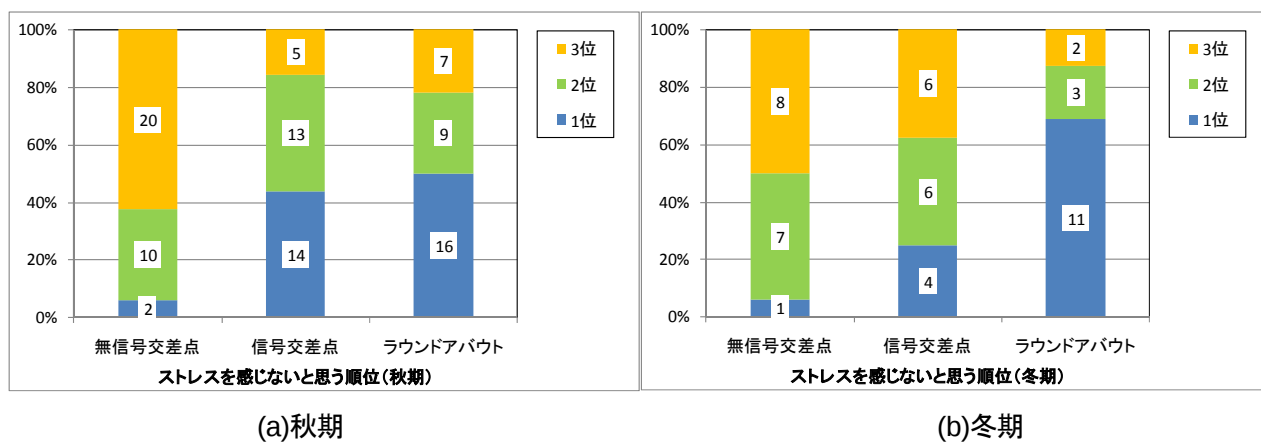


図-5.15 ストレスを感じないと思う交差点制御方式の主観的順位

5.4. 走行実験における走行方法の指示とドライバーの慣れ

5.4.1. ラウンドアバウトの通行ルールの指導

走行実験において、ドライバーの大半はラウンドアバウトを知らない被験者であるが、その反応を見るために当初は正しい走行方法や運用上のルールは全く説明せずに実験を行った。実験を開始した直後は、流入の際に目前に環道車両が接近しているにも拘らず流入を行った車両や、左方優先との誤解により環道内で停止する車両など、誤った走行を行ったドライバーも見られた。しかし、走行を重ねるにつれて異常な走行は見られなくなり、環道優先という通行ルールを各ドライバーが感覚的に認識していた。

5.4.2. 方向指示器の指示

走行実験においては、通行ルールと同様、被験者に方向指示器の出し方の指導は行わず実験を行った。後に、ドイツでの指示器の表示方法の指導を行い、走行実験を行った。表-5.7 は説明前後における被験者 16 名の指示器の表示方法の比較である。

表-5.7 走行実験における方向指示器の表示方法と指導前後の比較 [人]

指示器の表示方法	左折		直進				右折			
	<u>左折指示</u>	指示なし	流入時なし 流出時左折	流入時左折 流出時左折	流出時左折 表示なし	不明	流入時なし 流出時左折	流入時左折 流出時左折	流入時右折 のみ	不明
指導前	<u>14</u>	2	7	<u>6</u>	2	1	4	<u>7</u>	1	4
指導後	<u>16</u>	0	16	<u>0</u>	0	0	15	<u>0</u>	0	1

太字：ドイツでの表示方法、下線：道路交通法に則った表示方法
不明：ビデオから判断できず

指示器の表示方法の指導を行う前は、多くのドライバーが 3.2.2 で述べた現行の道路交通法の解釈に則った表示方法であった。また、海外でのラウンドアバウトの運転経験があるドライバーは、流入時に指示器を表示せず流入を行っていた。ラウンドアバウトを初めて走行する被験者も、周囲の状況から指示器の表示方法をすぐに理解していたが、一部以下のように誤った表示を行ったドライバーも確認された。

- ・右折の流入時に右折表示を出し、環道走行時にオートキャンセルされそのまま流出。
- ・直進時に全く方向指示器の表示を行わない。

正しい表示方法の指導を行う前は、方向指示器の表示が統一されていなかったことから、他の車両挙動を予測できず、3.2.2 で述べたような危険な場面がわずかに見られた。しかし多くのドライバーは、指示器の表示に頼らず、他の車両の動きを十分に確認して走行していたため、流入に躊躇するなどの場面が見られた。その後ラウンドアバウトの正しい走行方法や方向指示器の表示方法を指導し、各ドライバーが通行方法を把握したことで、スムーズな流入が行われるようになり、方向指示器の指導前と比較して円滑性が向上されたように考えられる。

海外では、交差点をラウンドアバウトに改良する際に地域住民へのワークショップを開き、安全かつ円滑な運用が行われるよう、ビデオクリップなどを用いて正しい通行ルールの指導を行っている。またアメリカでは、web 上で通行方法等の周知を行っている州もあり、このような周知の運動は、日本での導入の際においても極めて重要であることが今回の走行実験からも確認できた。

6. ラウンドアバウトの安全性に関する分析

安全性の検討を行うに際して、ラウンドアバウトの流入速度を明らかにすることは重要である。安全上の留意点として、流入車両が環道車両を認識したときに、安全に停止できる速度で、流入/停止の判断が行われることが必要である。そこでまずは車両挙動として、流入時の速度・加速度プロファイル、ラグの受入れ確率の分析を行う。また横断歩行者の安全性に関して、右左折・直進時の速度を比較することで、歩行者にとって危険な車両挙動を明らかにする。

6.1. 流入角度と流入時の車両挙動の関係

ラウンドアバウト流入部の幅員や角度などの流入部構造は、安全性の観点からも非常に重要である。ここでは、流入部の構造として流入角度に着目し、流入角度が流入速度・加速度、流入時の停止/通過判断に与える影響を明らかにする。また流入角度の異なる流入部で比較することにより、流入時の安全性を向上させるためには、流入角度をどの程度にして流入路を取り付けるべきか考察を行う。

6.1.1. 流入角度の定義

流入角度とは、図-6.1 に示されるように、流入車両と環道を走行する車両の交錯点における車両同士の交錯角度である。車両によりそれぞれ軌跡が異なるため交錯角度にばらつきが出るが、本研究では標準的な軌跡を想定して、流入路と環道の中心線が接続する角度で定義している。ラウンドアバウトでは、スムーズな流入、環道の逆走防止のため、流入角度を無信号交差点のように 90° ではなくこれより小さく設定するのが一般的である。ドイツのガイドライン(2006)では、流入角度は 20° から 60° を設計範囲とし、 30° から 40° を推奨している。

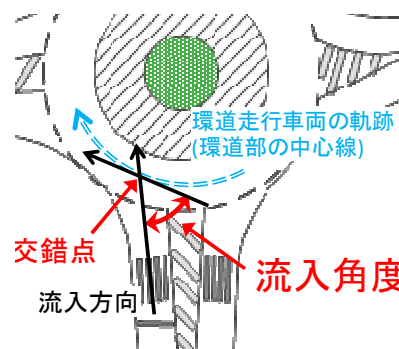


図-6.1 流入角度の定義

次節からは流入角度の違いにより、車両挙動がどのように影響されるか分析する。表-6.1 は実験で用いたラウンドアバウトの流入部構造であるが、比較対象の流入部は、流入角度の異なる流入部 1,2,3,4 である。

表-6.1 各流入部構造の諸元値

実験	流入部 名称	流入部構造要素			分離島 延長	横断 歩道
		流入角度	曲線半径 (流入/流出)	幅員		
7/29,30 (1回目)	A	26°	14m	3.25m	15m	
	B	65°			30m	
	C	26°			15m	
	D	65°			30m	
9/16,17 (2回目)	1	42°	13/15m	3.50m	30m	
	2	65°	13/15m	3.50m	30m	あり
	3(=C)	26°	14m	3.25m	15m	
	4(=2)	65°	13/15m	3.50m	30m	あり

6.1.2. 自由走行車両の流入速度

図-6.2 は、異なる流入角度の流入部で、流入線に到達するまでの車両速度とその標準偏差の比較を行ったものである。ここでは、自由走行車両(先行車両と横断歩行者が存在せず、かつ流入部手前 15m から流入するまでの間に、環道の上流側 1/4 の部分に車両が存在しなかった場合)のみを対象としている。

流入線を通過する際の平均速度は、流入角度の違いにより異なるが 20~30km/h の範囲である。また、流入角度の小さい流入部ほど平均速度が高く、標準偏差についても同様に流入角度の小さいほど高い傾向がある。流入角度の小さい流入部では、高速道路の流入部のようになだらかに環道に接続する構造であることから、ドライバーによっては減速を十分に行わないまま進入したと考えられる。

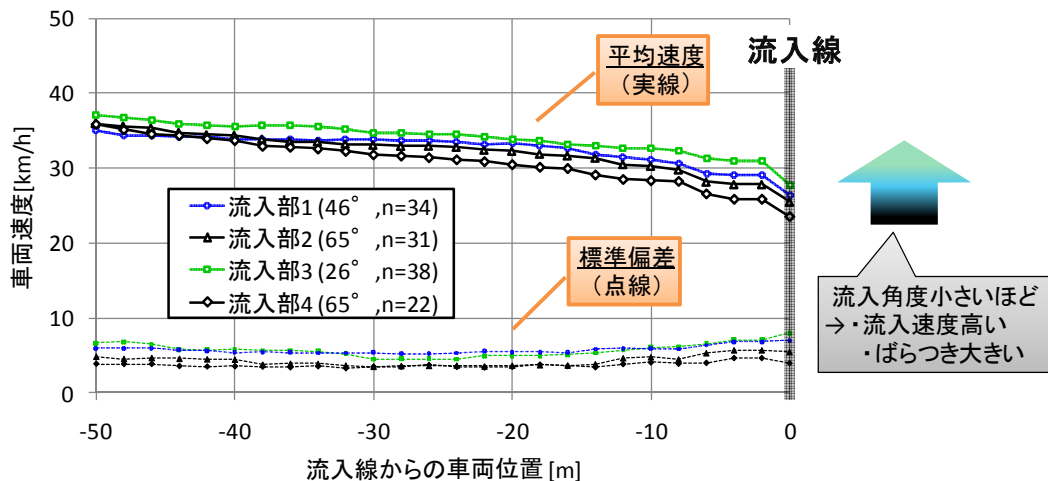


図-6.2 流入部別の車両速度変化(自由走行車両のみ)

6.1.3. 環道車両が存在した時の流入速度

環道に車両が存在した時の流入車両の減速挙動として、平均速度の変化を流入部ごとに比較したものが図-6.3 である。交錯する可能性がある環道車両のみを抽出するために、環道に車両が存在とは、流入車両が流入部手前 15m から流入線に到達するまでに、環道の上流側 1/4 の部分に車両が存在した場合としている。

環道に車両が存在する場合、流入時の速度は 10km/h 程度である。また、流入角度が小さいほど車両速度が高く、ばらつきも大きいのは自由走行時と同じである。

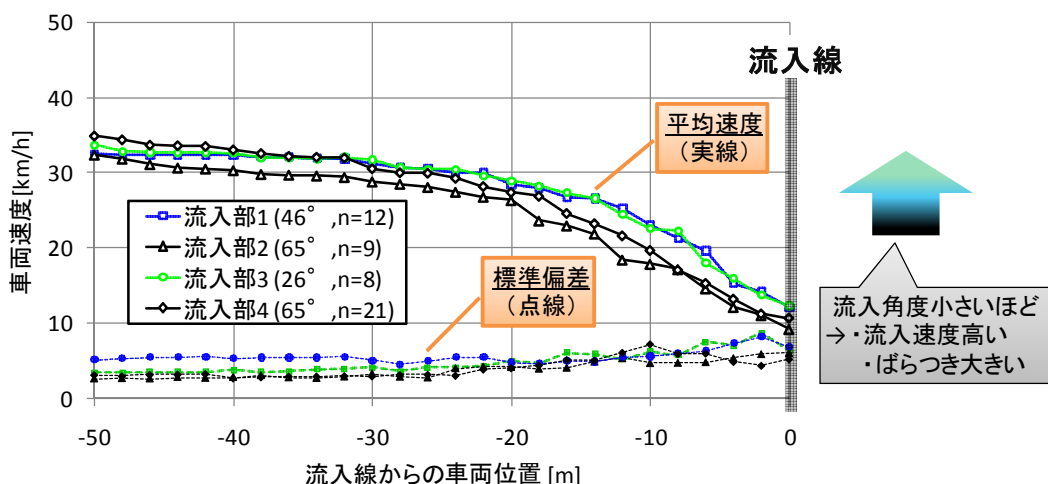


図-6.3 流入部別の車両速度変化(環道車両が存在したときのみ)

6.1.4. 流入時の加速度の比較

流入角度による減速挙動の違いを詳しく見るため、流入時の加速度の変化を比較したものが図-6.4である。流入角度の小さい流入部1,3では、流入角度の大きい2,4に比べ減速度が大きく、最も減速する箇所がより環道部に近いことがわかる。すなわち、ブレーキが遅れて急減速をする車両が多いということである。写真-6.1からは、流入角度の違いにより、ドライバーの進行方向と中央島の位置関係が異なることがわかる。流入角度が大きく丁字路に近い流入部では、ラウンドアバウト全体状況の視認が容易で、かつ流入車両に対して進行方向に物理的な障害物があるため、ドライバーは心理的に早い段階で減速をしていると考えられる。流入部3では流入角度が小さすぎるため、中央島の速度抑制効果が小さい。このため流入角度は、車両のスムーズな合流や逆走の防止効果を阻害しない範囲で、出来る限り大きくとったほうが良いであろう。

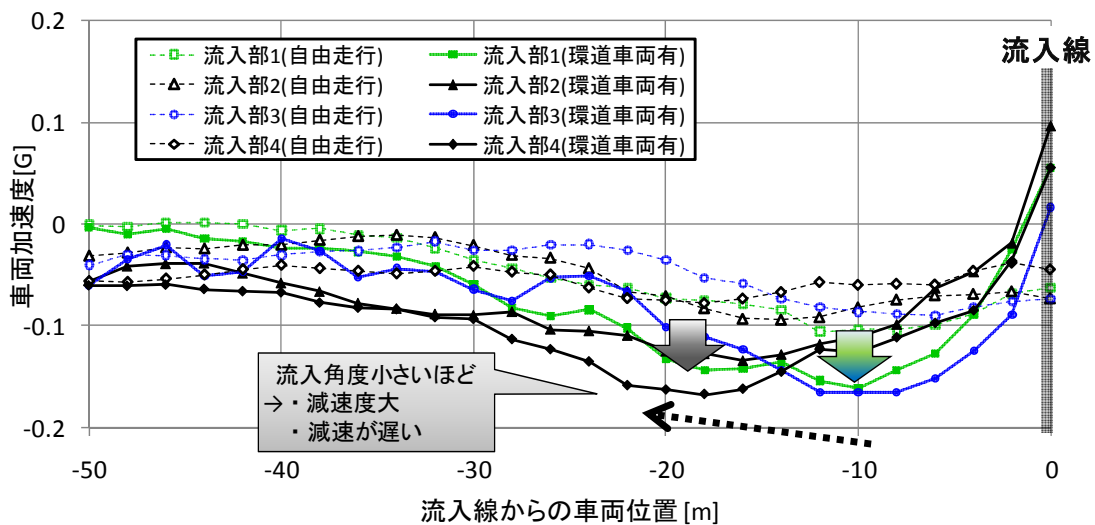


図-6.4 環道車両有無による加速度変化の比較



(a) 流入部 2



(b) 流入部 3

写真-6.1 流入部手前 15m におけるドライバーの進行方向と中央島の位置関係

6.1.5. 流入角度とラグ受入れ確率の関係

ラウンドアバウトの上空より撮影したビデオ映像から、環道への流入時のギャップとラグを観測した。ギャップとラグは流入挙動として、各ドライバーの流入/停止判断を表す指標であるため、安全性の評価、また交通容量の推定に用いられる。ビデオ映像からラグとギャップを算出するために、鈴木ら(2004)が開発したビデオ解析ソフト(図-6.6)を用い、車両が図-6.5に示す各地点を通過する際の時刻を以下のように記録した。

- ・ T_A : 流入線に到着した時刻, または環道手前で停止した時刻
- ・ T_D : 流入線を通り、環道に進出した時刻
- ・ T_C : 環道車両がコンフリクトポイントを通りした時刻
- ・ T_E : 流出車両が流出線を通りした時刻

ここで得られた時系列データより、ラグとギャップを Excel 上で 1 台ずつ算出した。本研究におけるラグとギャップの定義は以下である。

・ラグの定義

本研究のラグとは、流入車両に対しての後方ラグ、すなわち流入車両が流入線に到着した時刻 T_A と、次に環道車両がコンフリクトポイントを通りした時刻 T_C との時間差 $T_C - T_A$ で定義される。流入車両が環道車両をあらかじめ認識し、流入線よりも上流で停止している際は、その停止した瞬間を流入線に到着した時刻としている。ラグは流入車両 1 台につき、必ず 1 つ存在することになる。

・ギャップの定義

ギャップとは、環道を通りする車両の車頭間隔であり、コンフリクトポイントを通りする時間差 ΔT_C によって算出している。

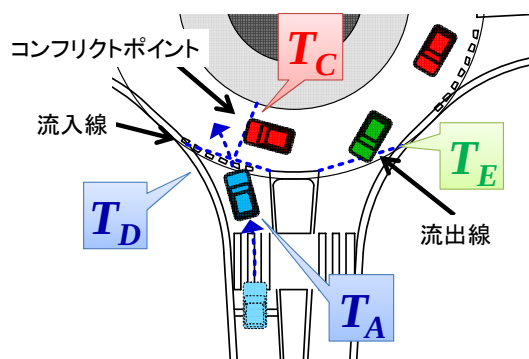


図-6.5 ラグとギャップの観測

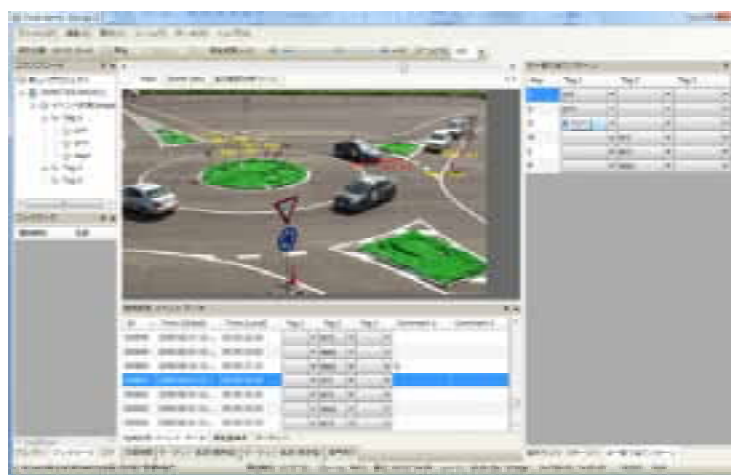


図-6.6 ビデオ解析方法

ラグの受入れ確率とは、流入車両に対して、 n 秒のラグが表れた時に流入を試みた確率で、式(6.1)で算出される。なお、7 秒以上のラグは全車両が受入れたため、6 秒までのラグの受入れ確率を比較する。

$$\text{ラグ受入れ確率} = \frac{n\text{秒のAcceptedLag数}}{n\text{秒のAcceptedLag数} + n\text{秒のrejectedLag数}} \quad (n=1,2\cdots 6) \quad (6.1)$$

図-6.7 は観測されたラグの受入れ確率を流入角度ごとに比較したものである。ラグが1秒以下であれば全車両は流入できず、ラグが5秒以上であれば大抵の車両は流入している。しかし、ラグが2秒から4秒の間であれば、ドライバーにより流入/停止の判断が分かれる。この判断状況の傾向は流入部構造により異なる。

流入角度の小さい流入部1,3では、2秒のラグを受け入れている車両が存在しており、無理な合流が起こりやすいことがわかる。流入角度が小さいと、車両の速度抑制が十分でないため、減速が間に合わずそのまま無理に流入してしまう可能性や、環道の車両を確認するために必然的に首を振る角度が大きくなり、判断が遅れ無理な流入が起きやすい可能性が考えられる。またラグが2秒であるにも関わらず流入すると、交差点において環道車両とほとんどすれすれとなるため、速度を上げて急いで流入しなければ衝突が起こってしまう。これらは前節の流入速度の分析で、流入角度が小さい流入部で高速流入が起こりやすい結果とも整合している。

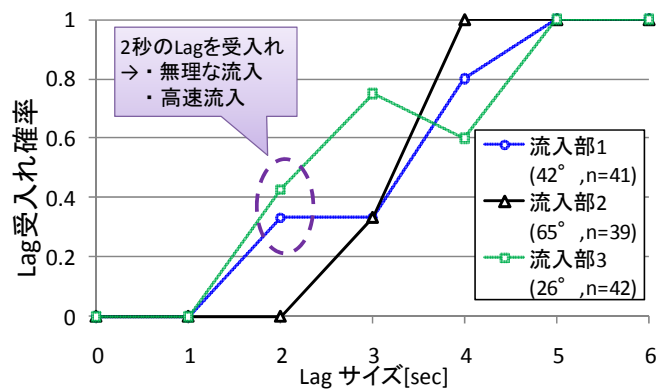


図-6.7 ラグの受入れ確率

6.2. OD 別に見た車両速度の比較

ラウンドアバウトの左折車両は、環道を周回しないため速度が十分に低下しないまま通行する恐れがあり、直進・右折時に比べ走行速度が高いのではないかと現場では懸念される。図-6.8 は同一流入部において、横断歩行者の影響を受けていない自由走行車両の平均速度変化を、OD 別に比較したものである。流入から流出までの速度に注目すると、今回用いたラウンドアバウトの構造では、むしろ左折時の速度のほうが低下している。これは流入部の構造が適切であり、左折車両に対しても十分に速度の抑制効果が得られていることを示している。

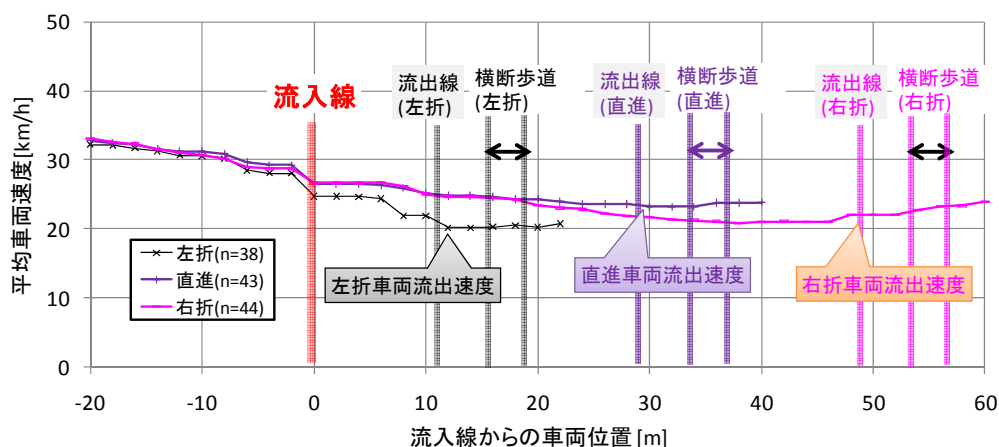


図-6.8 OD 別の車両速度変化(流入部 2)

6.3. 流出時に横断歩行者を認識した際の車両速度分析

ラウンドアバウトでは、横断歩行者の安全性の確保が重要な問題とされる。流入車両については、横断歩行者との位置関係や見え方は無信号交差点と同じ状況であり、ラウンドアバウトでは全車両が減速を行うためそれほど問題でないと思われる。横断歩行者の安全性に関して、ラウンドアバウトに特異な状況は、流出時に歩行者と交錯の可能性が潜在しているということである。また、環道に流入する際は流入車両に対して右側(環道上流)のみの確認で済むために、左折流出車両は歩行者の発見が遅れる可能性が懸念される。Montella(2010)は、ラウンドアバウトで発生した事故件数を形態別に付けているが、歩行者に関する事故のみに注目すると、流入部よりも流出部で事故が多発していることが示されている。

図-6.9(a),(b),(c)は、流出時に横断歩行者を認識した車両と、自由走行車両の速度変化を、OD 別に

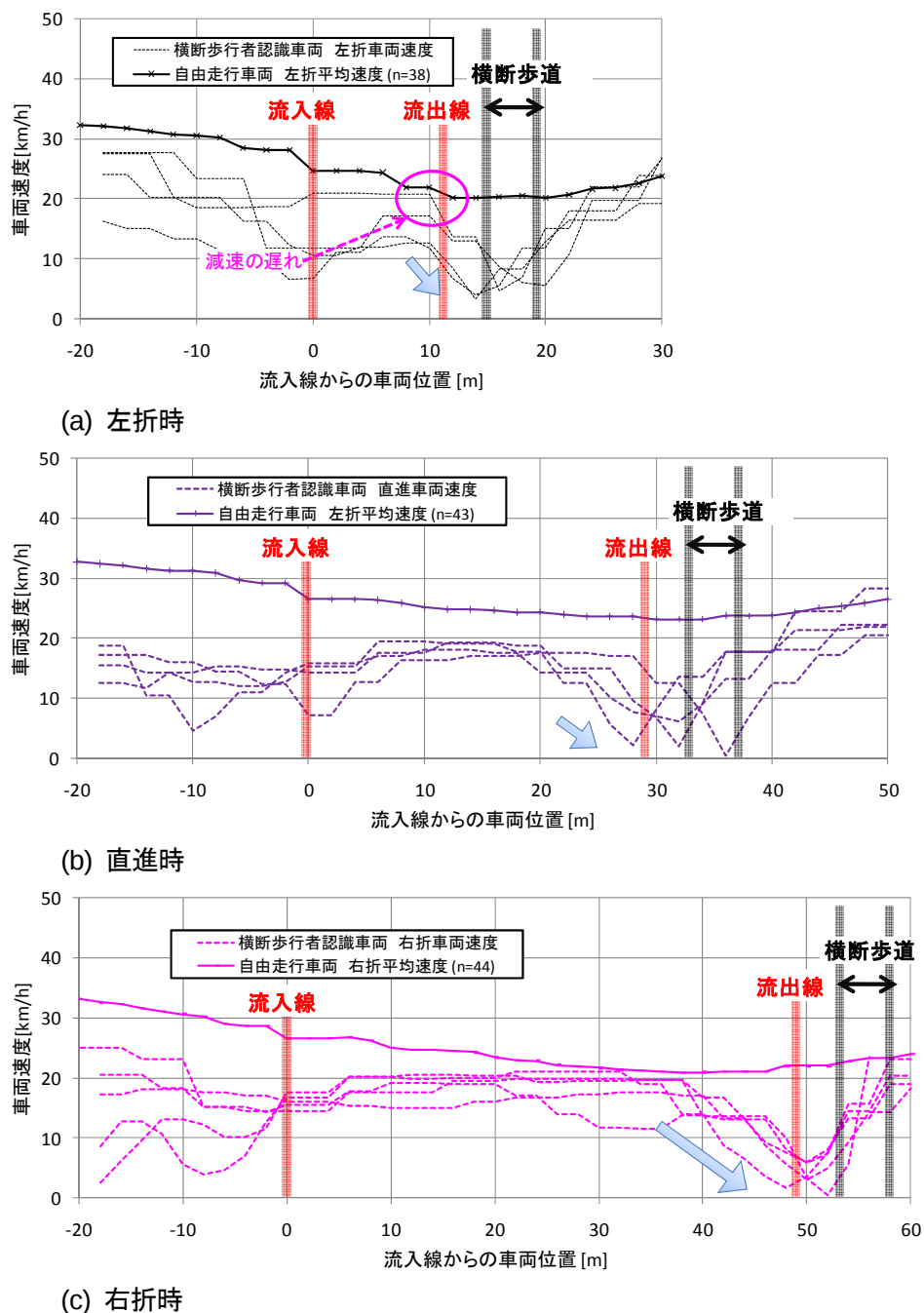


図-6.9 流出時に横断歩行者を認識した際の車両速度変化

比較したものである。(c)の右折車両に注目すると、すべての車両が流出線を通る前の環道走行中に横断歩行者を認識し、横断歩道に達するまで緩やかに5km/h以下まで減速している。右折車は環道を3/4周周回し、その間に各方向へ視線が移動することから、ラウンドアバウト全体の状況を把握できることで横断歩行者の発見も早いと考えられる。それに対し(a),(b)の左折・直進車両では、流出線を通ってから急減速した車両が見受けられ、これは横断歩行者の認識が遅れたためだと考えられる。流入の段階で予め十分な減速が得られる構造であれば問題はないが、外径が大きく環道走行時の速度が高い場合は、横断歩道部の位置を環道から適度に離し、安全に減速できる距離を確保することも必要である。ドイツでは、横断歩道を環道から4~5m間隔を空けて設置することがガイドラインで示されている。また、流出車両に対して横断歩行者に注意を促すために、写真-6.2のような発光性のデバイスを設置することも対策として考えられる。



写真-6.2 埋め込みライトの例

(Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Final Report (2002)より転載)

6.4. 左折車両速度の信号交差点との比較

信号交差点との安全性の比較として、走行実験で用いたラウンドアバウトと名古屋市内の信号交差点の自由走行時の左折車両の速度を比較した(図-6.10)。信号交差点では、最外車線で流入・流出した車両のみを比較対象としている。また、車両軌跡を見たときに、それぞれ最小の曲線半径となる地点を基準として、車両位置と速度の関係を示している。写真-6.3は比較対象の交差点構造であるが、接続する流入路の接続角度と最小の曲線半径で幾何構造を比較している。

図-6.10において、まず破線で示されている信号交差点のみで比較すると、車両速度は交差角が大きいほど車両速度は高くなっていることがわかる。しかしラウンドアバウトではその差はほとんど見られない。次にほぼ同じ交差角・曲線半径の流入部2と末盛2北を比較すると、明らかにラウンドアバウトで速度が低下している。また流入部3と末盛2西を比較すると、ラウンドアバウトのほうが速度は高い。流入部3では交差角度が大きくても曲線半径により速度の抑制が得られていると考えられる。このことから、鈍角に交差するような交差点では信号交差点の左折時が高速となり危険であるため、ラウンドアバウトが速度抑制に効果的であろうと考えられる。

ただし今回比較した信号交差点は複数車線の比較的規模の大きい交差点であったため、アプローチの速度に違いが出ていた。今後はラウンドアバウトと規模の近い交差点で比較を行うことが必要である。

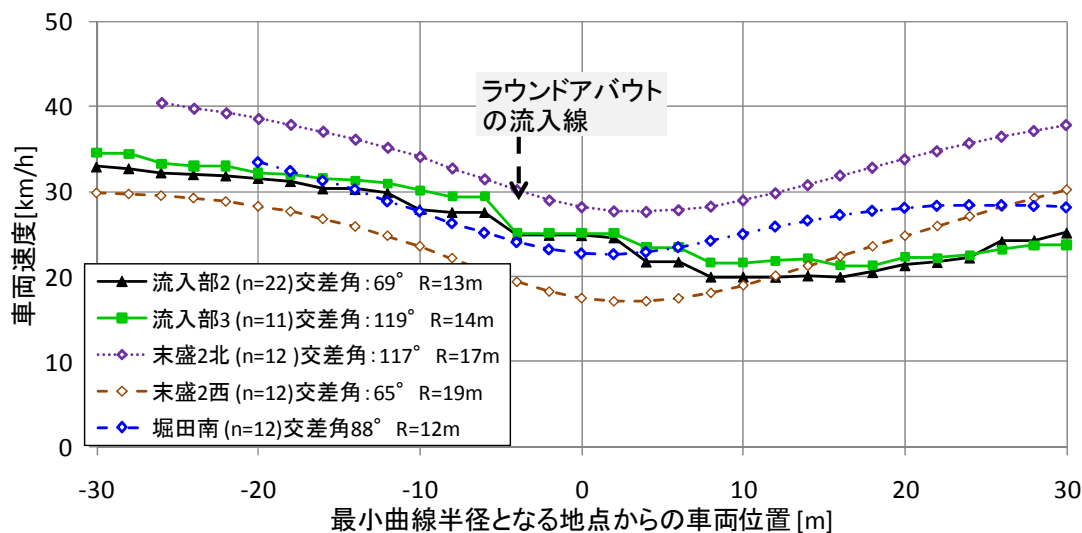


図-6.10 流出時に横断歩行者を認識した際の車両速度変化



写真-6.3 速度の比較対象交差点

6.5. 安全性に関する分析のまとめ

本章では、ラウンドアバウトの安全性に関する課題について、実走行実験で観測した車両挙動により分析を行った。ラウンドアバウトに流入する際の速度は、自由走行時で 20~30km/h、環道に車両が存在する際は 10km/h 程度である。流入角度による車両速度への影響は、流入角度が小さいほど高速の流入を引き起こしやすくなり、環道の車両を認識した時の減速が遅れる傾向も見られた。ラグを用いた流入判断の分析では、流入角度が小さいほど環道車両の確認が行いにくいことから、強引な流入が発生しやすいことも明らかとなった。このため流入角度はできるだけ大きくとるべきである。

また横断歩行者に関する分析では、左折・直進車両が流出部の横断歩行者を発見した際に急減速が起りやすい傾向が見られた。とくに左折時は、環道に流入する際は右側のみの確認でよいから、横断歩行者の存在に気づくのが遅れることが考えられ注意が必要であろう。

ラウンドアバウトと信号交差点において、左折車両の速度を比較した場合、鈍角に交差するような交差点では信号交差点で左折速度が高くなるため、速度抑制効果のあったラウンドアバウトのほうが安全性に有利である。

7. 交通容量の推定に関する分析

本章では交通容量の推定に関する分析と考察を行う。一般にラウンドアバウトは信号交差点よりも交通容量が低く、効果的な導入のためには、信頼性の高い交通容量の推定モデルが必要である。しかし、ガイドライン案(2009)ではドイツのモデルを準用しているため、日本での適用性について検証が必要である。そこで、海外の推定方法で用いられている考え方を整理し、実走行実験の観測データにより検証を行う。

7.1. 交通容量推定方法のレビュー

7.1.1. ラウンドアバウトにおける交通容量の定義と基本構造

ラウンドアバウトの交通容量とは、流入部での単位時間あたりの最大流入可能交通量で定義され、流入部ごとに算出される。通常は需要予測に基づいた各流入路の計画交通量から、ピーク率・重方向率を設定してピーク時の設計時間交通量を算出し、そのときに推定される交通容量と比較を行うことで交通容量のチェックを行う。交通容量の推定には、流入時のギャップアクセプタンス挙動から理論的に推定する方法と、観測値より回帰式を推定する経験的方法が考えられ、各国のガイドラインでは、それぞれ異なった方法が用いられている。表-7.1 はそれぞれの方法と特徴などについてまとめたものである。

表-7.1 交通容量推定方法の比較

	ギャップアクセプタンスに基づく方法	観測データより回帰式を求める方法
特徴	・ドライバー挙動を考慮した理論的方法 ・通常、交通量とギャップパラメータの関数で推定される	・交通量の観測値から回帰式を得る。 ・幾何構造などの影響を表現可能
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
モデル例	NCHRP,FGSV,Austroroads	NCHRP,FWHA

※NCHRP では、両者のモデルを提示している。

7.1.2. ギャップアクセプタンス理論に基づく交通容量推定式

ギャップアクセプタンス理論に基づく交通容量の推定方法では、図-7.1 のようにラウンドアバウト流入部を丁字路と捉え、以下の仮定に基づき推定する。

- ・環道に流入しようとする車両は、流入線において、環道交通に対して自らが流入できる最小ギャップ(クリティカルギャップ $t_c[\text{sec}]$)以上のギャップが出現したときに流入する。
- ・追従して流入する車両を考えたとき、先行車両との車頭間隔は $t[\text{sec}]$ (フォローアップタイム)である。

ここで、環道交通流のギャップ出現頻度関数 $h(t)$ と、流入交通流に対して 1 つの環道ギャップ $t[\text{sec}]$ に進入可能な車両台数 $E(t)$ を定式化する。これらの積(1 ギャップあたりの流入車両台数の期待値)を積分し、環道交通量 $q_d[\text{台/h}]$ を乗じることで、流入部交通容量 $C[\text{台/h}]$ を 1 時間あたりに流入可能な最大車両台数として式(7.1)のように求める。

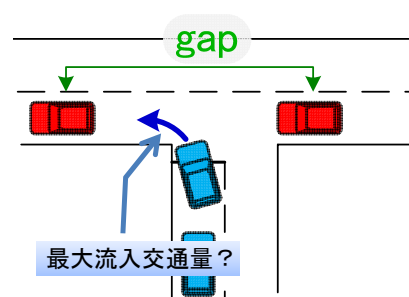


図-7.1 ギャップアクセプタンス理論の考え方

$$C = q_c \int_0^{\infty} h(t) E(t) dt \quad (7.1)$$

式(7.1)において、適当な $h(t)$, $E(t)$ を定めることにより、表-7.2 に示す各国で提案されているモデル式が導かれる。

(a) ギャップ出現頻度関数 $h(t)$

環道交通流がランダム到着であり、最小車頭間隔 τ [sec] を考慮すれば、 $h(t)$ は式(7.2)のように表わされる。

$$h(t) = \lambda_c \exp \{ -\lambda_c (t - \tau) \} \quad (7.2)$$

ここに、 λ_c は環道交通到着率(= $q_c/3600$ [台/秒])である。比較的交通量が少ない状況下では、車両は車群を形成して走行する傾向がある。そこで Cowan(1975)が提案した、式(7.3)で表される車群の影響を加味した M3 モデルがよく適合する(付録 C 参照)。

$$h(t) = \lambda_c \alpha \exp \{ -\lambda_c (t - \tau) \} \quad (7.3)$$

ここに、 α は自由走行車率である。

(b) 1 ギャップあたり流入可能台数 $E(t)$

環道へ流入する際の 1 ギャップあたりの流入可能台数は、流入車両が最小の追従車頭間隔(フォローアップタイム t_f [sec])で環道に流入するという仮定の下で、環道中の車頭間隔が大きくなるにつれ、ステップ関数的に増加する(図-7.2.(a))。また、連続性を持たせるために便宜的に直線的に増加すると仮定した方法(図-7.2.(b))も提案されている。それぞれの方法を用いた式を図-7.2 に示した。

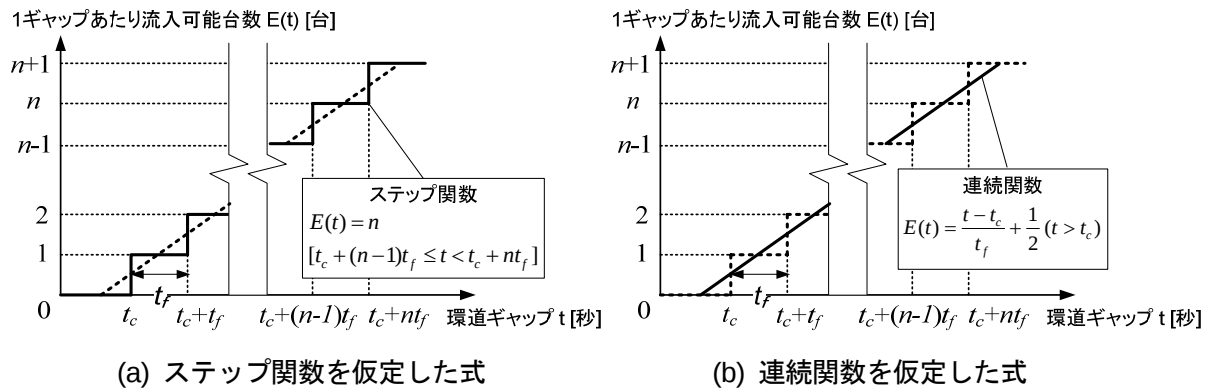


図-7.2 1 ギャップあたり流入可能台数

表-7.2 各推定モデルの比較

モデル	$h(t)$	$E(t)$	交通容量推計式 C	式
NCHRP (2007)	指数分布 式(5.2)	連続関数	$C = \frac{1}{t_f} \exp \left[-\lambda_c \left(t_c - \frac{t_f}{2} \right) \right]$	(7.4)
FGSV (2006)	Cowan M3 式(5.3)	連続関数	$C = \frac{1}{t_f} \alpha \exp \left[-\lambda_c \left(t_c - \frac{t_f}{2} - \tau \right) \right]$	(7.5)
Austroroads (1993)	Cowan M3 式(5.3)	ステップ関数	$C = \frac{\alpha q_c e^{-\lambda(t_a - \tau)}}{1 - e^{-\lambda t_0}}$	(7.6)

7.1.3. 環道交通量の算出

交通容量を推計する際に用いる環道交通量とは、着目する流入部の目前を通過する車両台数である。

図-7.3 を例にすると、流入部1の環道交通量は、流入部4の直進車($q_{4,s}$)、右折車($q_{4,r}$)、流入部3の右折車($q_{3,r}$)の和により算出され、式(7.7)のようになる。

$$q_c = q_{3,r} + q_{4,s} + q_{4,r} \quad (7.7)$$

以下のケースの場合は、環道交通量が多くなり交通容量の低下を招くため注意が必要となる。

- ・対向する流入部の右折率が高い場合
- ・右隣の流入部の直進+右折の交通が多い場合(左折率が低い)

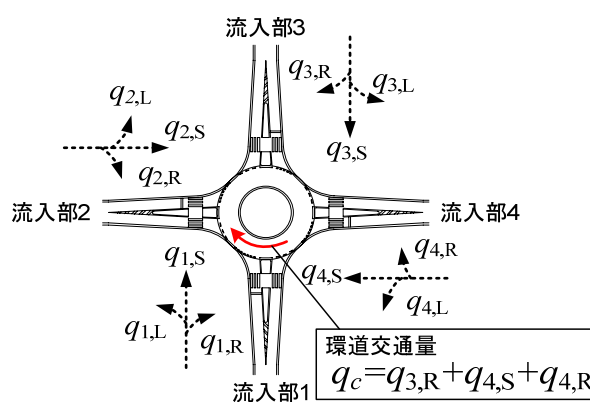


図-7.3 環道交通量の算出方法

7.1.4. 回帰モデル式による交通容量の推定

回帰モデル式を用いる方法は、交通容量の観測データより回帰式を得る経験的方法である。NCHRPでは、交通容量の観測データより式(7.8)の指数関数による回帰式を得る方法も提案している。

$$C = A \exp(-Bq_c) \quad (7.8)$$

交通容量の実測値は飽和時の1分間流入交通流率とし、最小二乗法により係数を $A=1130$, $B=0.0010$ と求めている。NCHRPでは、これらの係数をギャップアクセプタンスによる推定結果と比較した場合に得られる数値がほぼ等しいことから、最終的に簡便な回帰モデル式を採用し、HCM2010では式(7.8)が用いられる予定である。

日本での利用を考える際は、海外で観測された交通容量から得られた経験式をそのまま用いることは現実的でないため、まずはギャップアクセプタンス理論による方法を考えるものとする。

7.2. ギャップパラメータに関する分析

ギャップアクセプタンス理論による交通容量の推定の際には、ギャップパラメータの設定値が、推定される交通容量の値に大きな影響を与える。このギャップパラメータにより、ラウンドアバウト流入時のドライバー挙動や、幾何構造などが交通容量に与える影響を表現できる。各国のガイドラインで用いられているギャップパラメータ値は、一意に設定しているケース、交通量などに応じて使い分けているケースがあり、各国で値が異なっている。日本においてもこのギャップパラメータを観測により推定する必要がある。しかし、実交通でのギャップの取得方法や観測データからの推定方法は確立されていない。

7.2.1. クリティカルギャップの推定方法

クリティカルギャップの定義は、「流入車両が流入し得る、最小の環道車両間の車頭間隔」である。観測されたギャップ値からクリティカルギャップを設定する方法として、以下の2つの方法が考えられる。

(1) ギャップの受入れ確率から算出する方法

観測されたギャップ値を、受入れたギャップ(Accepted Gap)と、見送ったギャップ(Rejected Gap)に分類し、式(7.9)により1秒ごとにギャップが受入れられる確率を算出する。10秒以上のギャップは、全車両が受入れるとして観測に含めていない。各ギャップサイズにおける受入れ確率により、受入れ確率が初めて50%を超えるギャップサイズをグラフから読み取りクリティカルギャップ値とする方法である。

$$\text{ギャップ受入れ確率} = \frac{n\text{秒のAcceptedGap数}}{n\text{秒のAccepted} + \text{rejectedGap数}} \quad (n=1,2,\dots,10) \quad (7.9)$$

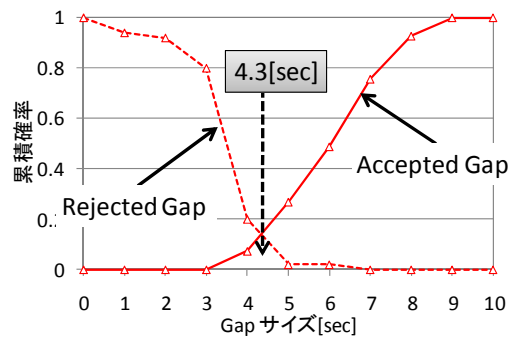
この方法では、クリティカルギャップの定義に忠実ではあるものの、サンプル数が少ない場合、各プロットの信頼性が低いため注意が必要である。

(2) 累積確率から算出する方法

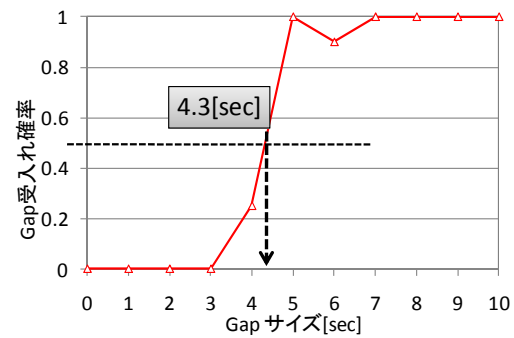
10秒以下の観測されたギャップを、受入れギャップと見送りギャップに分類し、式(7.10)によりそれぞれの累積確率をプロットし、それぞれの交点をクリティカルギャップ値とする方法である。

$$\text{累積確率} = \frac{n\text{秒以下のAccept (rejected) Gap数}}{\text{総Accept (rejected) Gap数}} \quad (n=1,2,\dots,10) \quad (7.10)$$

この方法ではサンプル数が少ない場合でも値の設定は可能であるが、クリティカルギャップ値であるといえる理論的な根拠がなく、便宜的な方法といえる。しかしNCHRP(2009)など、この方法を用いて設定している研究が多く、本研究でも図-7.4のように、方法(1),(2)で推定された値に違いが見られなかったことから、累積確率を用いた方法で推定している。



(1) ギャップの受入れ確率から算出



(2) 累積確率より算出

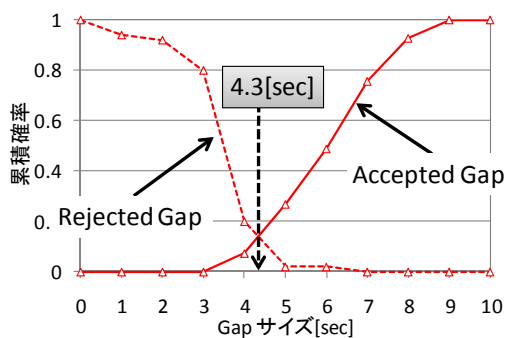
図-7.4 クリティカルギャップの算出方法 (流入部2 サンプル数:202)

7.2.2. ラグとギャップに関する問題

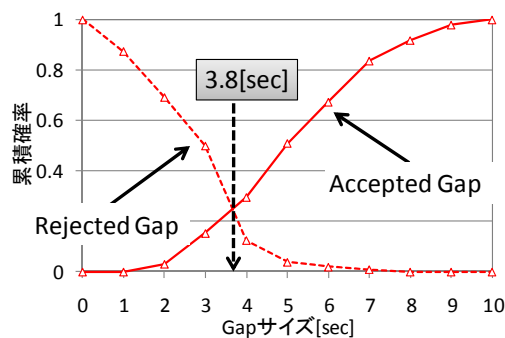
クリティカルギャップの設定の際には、(a) 観測で得られたギャップのみから算出する方法、(b) ギャップ値とラグ値をまとめて算出する方法、の2通りが考えられる。交通容量の推定という観点からすれば、流入車両が流入線において、環道車両を見送りながら流入できるギャップを探す、という状況がギャップ理論に整合すると考えられる。このため、(a)のギャップのみから算出する方法が望ましく、NCHRPにおいても(a)の方法を推奨している。しかしこの際のギャップは、車両を1台以上見送った車両のみで観測されるため、サンプル数を確保するのが困難であるといった欠点もある。

図-7.5はそれぞれの方法からクリティカルギャップ値を算出したものである。(b)の方法で推定されるギャップ値は、(a)の方法よりも0.5秒小さい。他の流入部を含めて差は0.5~1.0秒程度である。これはラグの測定方法による誤差である。ラグを見ながら流入する際は、車両は流入部に到達するまでの間に判断を行っており、ラグを見送った車両は予め減速してからゆっくりと停止するため、ラグ値が小さく観測される。

本研究では、ギャップの推定方法に関しては(2)の累積確率を用いた方法を用い、またラグとギャップの問題に関して、交通容量の推定の際にはラグを含めない(a)の方法を用いる。流入部構造での比較を行う場合は、サンプル数を増やすためラグも含めた(b)の方法を用いている。



(a) ギャップのみで集計した方法 (サンプル数:91)



(b) ラグを含めて集計した方法 (サンプル数:202)

図-7.5 ラグの扱い方によるクリティカルギャップの算出(流入部2)

7.2.3. 幾何構造とクリティカルギャップ値の関係

ここでは、流入角度によるドライバーの流入判断を比較するため、各流入部のクリティカルギャップ値を比較する(図-7.6)。各流入部で交通量条件はほぼ等しく、サンプル数を増やすためにラグを含めた集計方法で比較している。

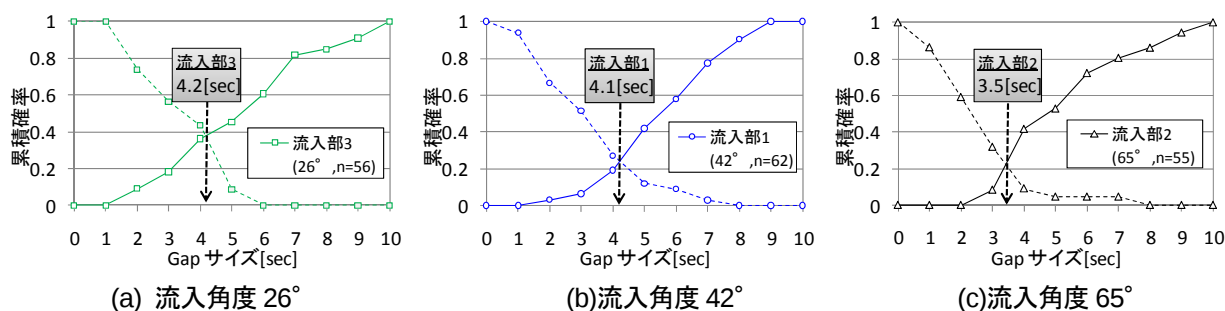


図-7.6 流入角度によるクリティカルギャップ値の比較

第6章の分析では、流入角度の小さい流入部で小さいラグでも無理に流入する車両も存在する、という結果であった。しかし rejected gap の累積確率を見ると、流入部 1, 3 で大きなギャップを見送る車両も多く観測されているため、結果的に流入角度の小さい流入部のほうがクリティカルギャップ値は高く推定された。すなわち、流入角度を小さくすることはスムーズな流入に寄与するが、今回の実験で用いたラウンドアバウトの流入角度の範囲では、流入部 2, 4 のように流入角度が 65° 程度であれば十分にその効果は得ることができる。また流入部 1, 3 のようにさらに小さな流入角度では、逆に安全確認の行いにくさからスムーズに流入できない車両も存在すると考えられる。

7.2.4. フォローアップタイムの推定と構造による値の比較

フォローアップタイムとは、「追従して流入する車両の、前方車両との車頭間隔」である。そのため、待ち行列後方の追従流入を行った車両のみから観測され、観測値の平均値をフォローアップタイムとして設定される。

図-7.7 は走行実験において、各流入部で観測されたフォローアップタイムの分布を比較したものである。各流入部の平均値はそれほど変わらないが、分布形の特徴に違いがあり、流入角度の小さい流入部 1, 3 ではばらつきがある。このような流入部では、合流部に近い構造であるため流入角度の大きい流入部に比べ、ドライバーは環道車両の確認のために首を大きく振らなければならず、ドライバー属性によって流入時の安全確認に要する時間のばらつきが大きいことに起因していると考えられる。

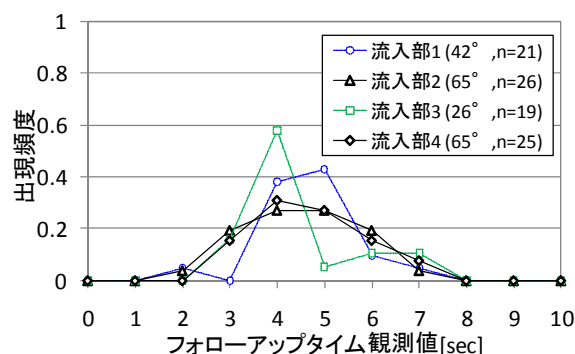


図-7.7 フォローアップタイムの実測値

7.2.5. 交通状況によるギャップパラメータへの影響

前節で流入判断の特性を表すギャップパラメータは、流入部構造により若干の影響を受けることが明らかとなったが、流入路と環道の交通量条件によっても影響があると考えられる。図-7.8, 図-7.9, 図-7.10 は観測から推定されたクリティカルギャップとフォローアップタイムを、それぞれ流入交通量、環道交通量、流入交通量比(=流入交通量/(流入+環道交通量))別に見たものである。

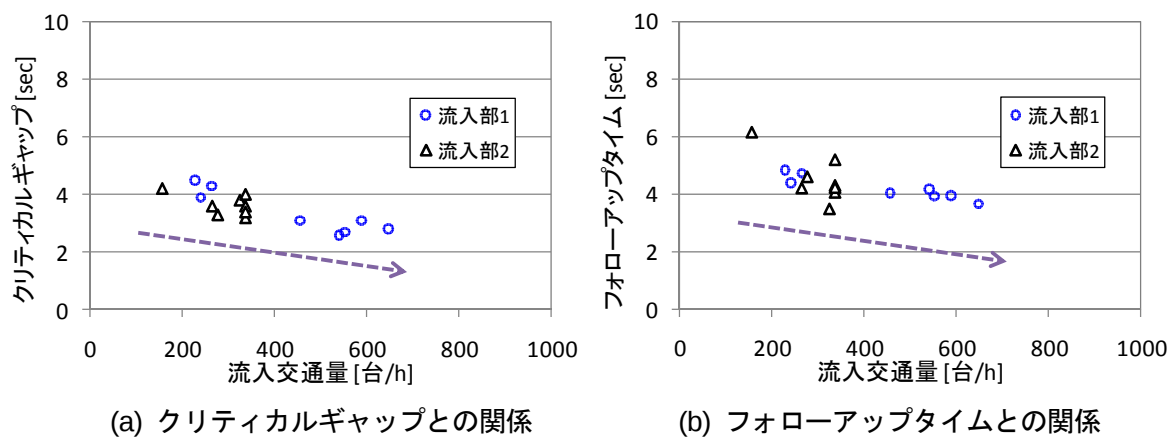


図-7.8 流入交通量とギャップパラメータの関係

図-7.8 では、流入交通量が多くなるにつれてギャップパラメータは減少傾向にある。流入交通量が多くなるにつれ、待ち行列中で長く停止している車両が増加するため、このような車両が流入に積極的となり結果に表れたと考えられる。

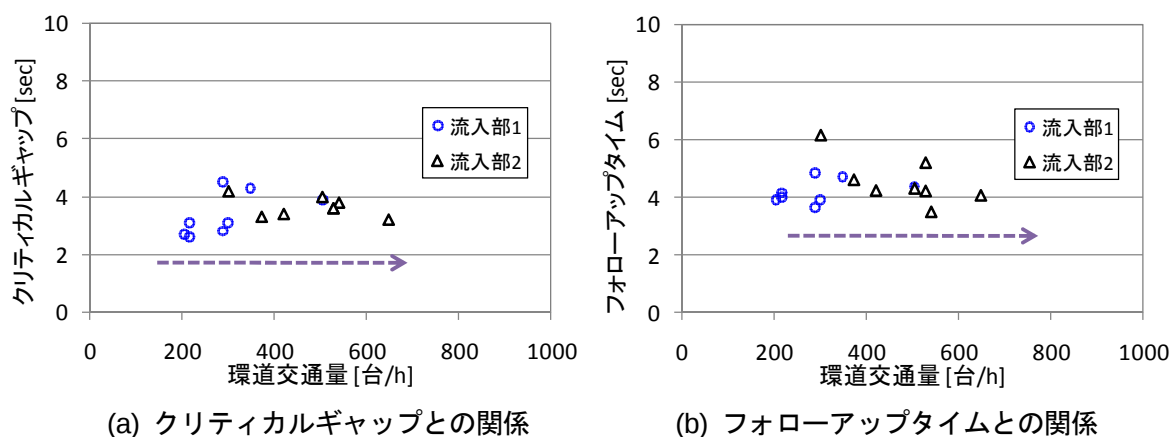


図-7.9 環道交通量とギャップパラメータの関係

図-7.9 の環道交通量での比較では、実験で行った交通量範囲ではギャップパラメータに大きな変化は見られなかった。しかしながら、NCHRP(2007)や Austroads(1993)によれば、環道交通量が増加するにつれ環道車両の速度が低下するため、流入車両は小さなギャップでも流入が可能となり、ギャップパラメータは下がるという報告がされている。今回の走行実験では外径の小さなラウンドアバウトを用いたため、各車両は十分に減速しており、海外で報告されたような環道交通量とギャップパラメータの関係は見られなかったと考えられる。

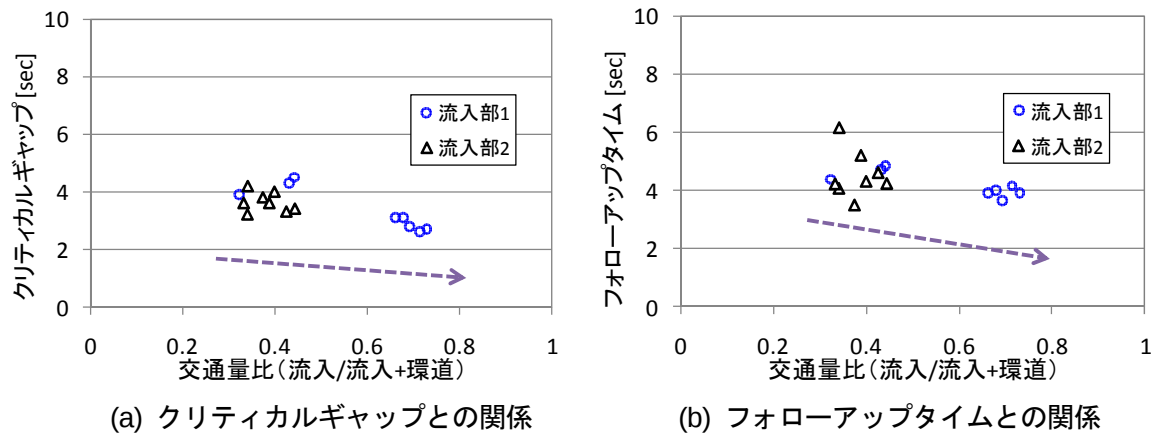


図-7.10 流入交通量比とギャップパラメータの関係

図-7.10 では、流入交通量と環道交通量のバランスで比較しているが、流入交通量比が 0.5 を超えると流入側が主交通のような状況になっていると解釈できる。このように考えると、流入交通量比が 0.5 を超えればギャップパラメータが減少しているため、流入側が主交通となって次々と流入しているものと考えられる。

7.3. 交通容量の推定値と観測値との比較

7.3.1. 実験における観測交通容量

海外の推定モデルを検証するために、各国ガイドラインでの推定値と実走行実験において観測された交通容量と比較を行う。交通容量の観測値は、待ち行列が発生した時間を含む1分間の流入交通流率[台/h]で定義した。また、その際の環道交通流率[台/h]も同時に観測した。

7.3.2. 各推定モデルとの比較

図-7.11 は実験において流入部 1,2 で観測された交通容量と、各国の推定式(7.4)~(7.7)に、観測より得たギャップパラメータ(付録 C 参照)を用いて推定されたものを比較し、推定モデルの妥当性を検証したものである。ギャップパラメータはそれぞれの流入部で一意的値に設定している。

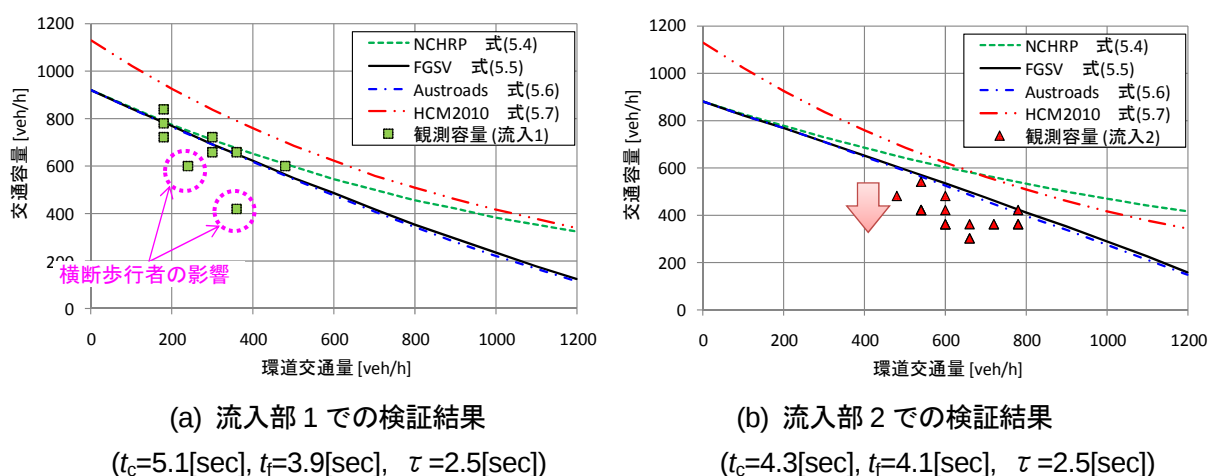


図-7.11 観測容量と各国モデルによる推定の比較

まず、各国の推定値を比較すると、ドイツ・オーストラリアの推定モデルでは、最も交通容量が低く推定され、とくに流入部 1 では横断歩行者の影響があったものを除くと、観測値との誤差が少なく両者のモデル式が妥当であるといえる。ドイツ・オーストラリアのモデル式が、他の推定式に比べ交通容量が低く算出されるのは、環道の車群の影響が考慮されており、実交通に即した推定式であるためである。流入部 2 では観測容量にバラエティが生じ、推定式との誤差が大きいケースもあったため、ギャップアクセプタンス理論では説明できない要因があったと思われる。

これら推定値との誤差の要因として、既往研究も参考に以下の(1),(2),(3)が考えられる。

(1) 観測交通容量の測定方法による影響

本研究での観測交通容量は、サンプルを多く確保するために、待ち行列が発生した時間帯を含む1分間交通流率と定義した。そのため、待ち行列がすぐに消滅した際は観測容量が過小である可能性がある。逆に飽和状態が続いた際は、それが1時間に拡大されるため過大に観測されることとなる。交通容量というものをどの程度の時間のオーダーで想定するかによるが、NCHRP では本研究と同じく1分間交通流率を使用している。

(2) 流出車両による影響

ギャップアクセプタンス理論では、目の前を通過した環道車両のみを考慮し、流入車両の挙動を単純仮定して算出する方法で、流出車両の影響は考慮されていない。しかし実現象として、写真-7.1のように、環道からの流出車両が存在している場合、流入線において流入しようとしている流入車両は、

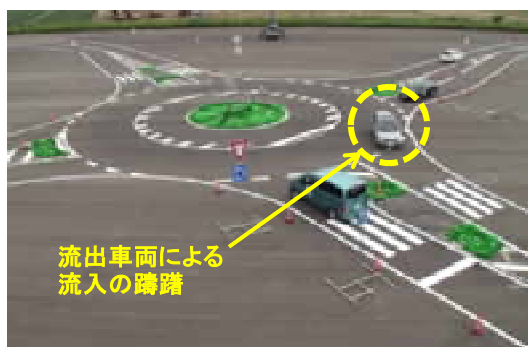


写真-7.1 実験における流出車両
による容量低下の例



写真-7.2 実験における横断歩行者
による容量低下の例

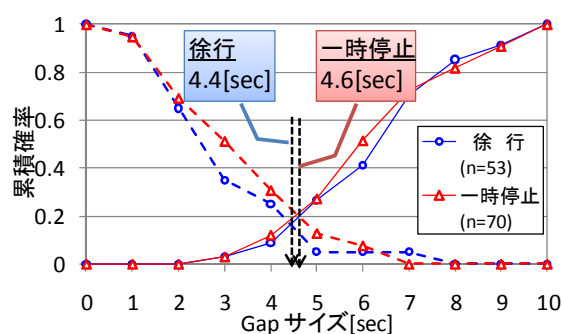
環道車両の進行方向をすぐに判断できないため流入をためらうことがある。Mereszczak(2006)は、この影響を考慮した新たなギャップパラメータの推定方法を提案し、交通容量の修正を行い、とくに分離島が小さくコンパクトな構造のラウンドアバウトであるほど流出車両の影響が大きいと示している。また、この影響はウインカーの指示が徹底されることで小さくなると考えられる。

(3) 横断歩行者による影響

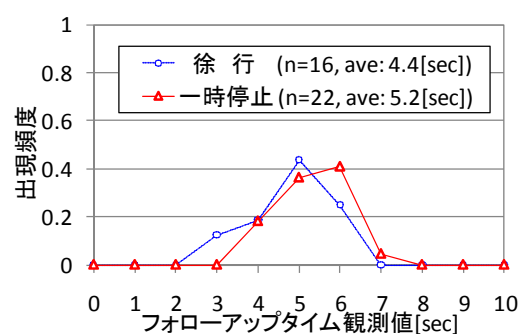
流入部1では、写真-7.2のように、隣接する流出部の横断歩行者の影響で環道交通が遮断され、容量の低下が見られるケースが観測された。その際の観測容量は、図-7.11(a)中に区別して表している。Rodegerdts (2005, B)はこの影響を考慮して、流出車両と横断歩行者の単純な待ち合わせモデルより交通容量の修正を行っている。ラウンドアバウトでは環道が流れなくなると、円滑性が大きく低下するため、横断歩行者が多い交差点では不向きである。

7.3.3. 流入部の制御方法による交通容量への影響

走行実験においては、徐行による制御と一時停止による制御の2パターンでの走行を行い、円滑性への影響が見られるかについて確認を行った。



(a) クリティカルギャップの比較



(b) フォローアップタイムの比較

図-7.12 制御方法によるギャップパラメータ値の比較

図-7.12は流入部の制御方法の違いによって、ギャップパラメータの推定値を比較したものである。なお各流入部で比較するとサンプル数が少ないため、流入部A～Dの観測データをすべて統合し、ギャップパラメータを推定している。またこの際の走行実験では、各流入部の交通量条件はほぼ同一で、徐行の際と一時停止の際の走行条件も同一のサンプルを使用している。制御方法によるギャップパラメータの違いは、クリティカルギャップに対しては見られないが、フォローアップタイムは0.8secの

差が表れた。これは追従して流入する車両も、流入線で一時停止するためである。

このギャップパラメータを用いて交通容量の比較を行ったものが図-7.13 である。交通容量の低下は、環道交通量が少ない際は 100 台程度の差があるが、環道交通量の増加に伴い容量の低下はほとんどなくなる。これは、環道交通量が増加するにつれ、環道車両を見送るために停止しなければならない流入車両の割合が増加し、交通容量に対して環道交通量の影響が支配的となること、また、追従流入できる大きさの環道の

ギャップが表れないため、フォローアップタイムの影響が全く反映されないためである。このため、交通容量の観点からは、海外で一般的な譲れ制御を行うことにそれほど拘る必要はないと考える。

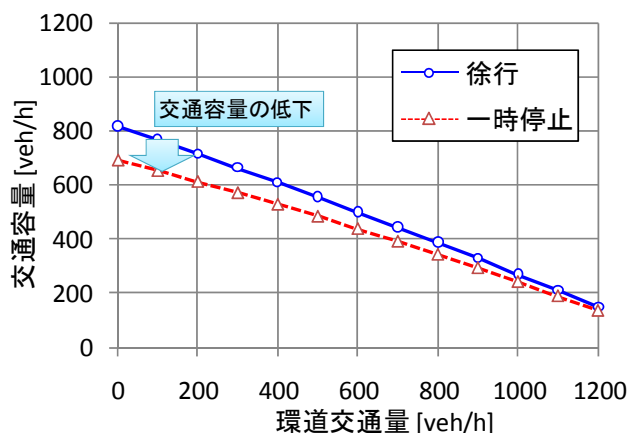


図-7.13 制御方法による観測容量の比較

7.4. 交通容量に関する分析のまとめ

本章では、実走行実験から海外の推定方法の検証を行った。その結果、ドイツやオーストラリアの推定式は日本でも適用できると考えられるが、流出車両や横断歩行者の影響など、ギャップアクセプタンス理論による推定式では説明できない容量低下の要因も存在した。また推定の際に必要となるギャップパラメータに関しての分析も行ったが、ギャップパラメータは流入部構造や交通量条件により変化するため、導入箇所に応じた値の設定が必要であると考えられる。また、日本での一時停止制御による交通容量の低下はそれほど大きくなく、さらに交通量が多くなるとその影響は全くなくなるため憂慮するに足りない。

8. 結論

8.1. 本研究の成果

本研究では、日本におけるラウンドアバウトの実用展開に際して、実務担当者からのヒアリング、飯田市の導入検討事例などを通して、実務の現場で挙げられる問題点や導入の支障となっている事項を整理した。また、安全性に関する課題解決とガイドライン案の修正のため、実走行実験での車両挙動観測により、安全性とそれに関わる設計についての検証と交通容量の推定方法の日本での適用性について確認し、考察を行った。これより、以下に示す事項が明らかとなった。

8.2. 得られた知見と提案

第2章では、ラウンドアバウトの特徴の整理を行ったうえで、日本におけるラウンドアバウトの導入が望ましい適用条件について示した。

第3章では、ラウンドアバウトの導入に関して運用上問題となる事項を整理し、実務担当者へのヒアリングを通じて、問題が発生する法令上の理由と解決策について述べた。また、飯田市における導入検討事例において、住民との合意形成や担当者協議を行った経験から、導入の際に問題となった事項や実証すべき課題を挙げた。これらをまとめると、以下のとおりである。

導入全般に関わる問題点

- ラウンドアバウトとロータリー交差点が混同されがちであることや、既存ラウンドアバウトの構造上の問題からラウンドアバウトについて誤認識されている可能性がある。
- 日本におけるラウンドアバウトの計画・設計・運用方法についてのガイドライン案が作成されているが、交通容量の推定方法や幾何構造の設計値について海外のものを準用しているため、日本での使用について検証や確認が必要である。

運用に関わる課題と提示した解決策

- 法令上の解釈の理由により、ラウンドアバウト全体をひとつの交差点と捉えることができないため、大きな外径や広い環道が必要になるなどの構造上の問題が生じる。ラウンドアバウト本来の性能を発揮するためには、交差点の解釈を変えるか、ラウンドアバウトを交差点とは別の新たな形態として定義することが必要である。
- 日本では、海外で一般的な譲れによる規制は存在しないため、一時停止による規制を行っている箇所が大部分である。一時停止を行わない場合、環道優先を担保しようとする構造上の問題が発生することから好ましくない。一時停止の規制であってもラウンドアバウトとしての運用に問題ないことから、譲れ制御に拘る必要はない。
- 方向指示器の表示方法については、道路交通法でのラウンドアバウトの解釈に基づくと、流入時と流出時に左折の表示が必要となる。しかしこの表示方法では、他のドライバーの誤解を招き危険が生じる恐れがあるため、流入時は左折の表示を出さないドイツでの表示方法が好ましいと考えられる。

飯田市の事例で明らかになった課題

- 飯田市でのラウンドアバウト導入の検討事例では、当初住民はラウンドアバウトに対して懐疑的であったが、これはラウンドアバウトの安全性や通行方法などが正しく理解されていないこ

とによるものであり、住民とのワークショップなどを通して合意形成を行うことが必要である。

- 日本ではラウンドアバウトの安全性を示す実証データがないため、実務担当者の理解を得ることが容易ではない。とくに、ラウンドアバウトの走行速度、横断歩行者の安全性について示すことが必要である。

第4章、第5章では、第2章での課題の一部などについて実証するために、試験場内に模擬ラウンドアバウトを設置して走行実験を行った。この際、通行ルールの指導を実験の途中で行うことで挙動の変化を比較した。実験全体を通したドライバーの認識や慣れについて、以下のようなことが確認できた。

- 一部のドライバーについて、実験開始直後は戸惑う場面が見られた。しかし、すぐに通行ルールを認識し、心配されるような危険な挙動は見られなかった。
- 方向指示器については、被験者によって表示方法が異なったため、各被験者が慎重になる場面が見られた。その後表示方法を指導し統一したところ、スムーズな流入が行われるようになり、円滑性が向上されたように考えられる。
- 海外では、ワークショップの開催や web サイトを用いてラウンドアバウトの通行方法の周知が行われており、日本でも効果的な導入のためには必須であることを確認した。

第6章では、簡易ラウンドアバウトにおける実走行実験より、幾何構造の異なる流入部で流入時の車両挙動を観測し比較した。今回の分析結果から、以下のことがいえる。

分析から明らかになった事項

- ラウンドアバウトの流入時の速度は、幾何構造により異なるが、自由走行車で 20~30km/h、環道に車両が存在した場合 10km/h 程度となる。
- 流入角度の小さい流入部では、合流に近い構造となり十分な減速を行わずに流入する車両がいるため、平均速度は高くなり、ばらつきも大きく見られた。また、丁字路に近い流入よりも首を大きく振って環道の車両を認識するため、減速が遅くなる傾向もみられた。
- 流入時のラグを用いた流入判断の分析からは、流入角度が小さいほど強引な流入が起こりやすいことがわかり、これは高速の流入が起こりやすいこととも整合する。
- 横断歩行者の安全性については、とくに左折車両に対して流出時に横断歩行者の認知が遅れる傾向があることから、注意が必要である。
- 信号交差点とラウンドアバウトで左折時の速度を比較したところ、それほど速度に差はなかったが、鈍角に交差するような交差点では信号交差点の左折時が高速となるため、ラウンドアバウトが速度抑制に効果的であることが確かめられた。

設計への提案

- 流入速度とラグの分析より、ラウンドアバウト流入部での安全性を確保するために、流入角度は大きくなるように設計するべきである。

第7章では、交通容量の推定方法に関するレビューを行い、ギャップアクセプタンス理論による算出方法の考え方を整理した。また、走行実験での観測により、海外推定方法の日本での適用性について検証した。

確認を行った項目

- 適切なパラメータを推定することで、海外の推定方法の妥当性が検証できた。ドイツやオーストラリアの推定方法は日本においても適用可能である。
- ギャップ理論では説明できない容量に影響を与える要因として、流出車両の影響・横断歩行者の影響が考えられる。走行実験では横断歩行者を配置したため、横断歩行者による容量の低下が確認された。横断歩行者の多い箇所での導入は注意が必要である。
- ギャップパラメータは、観測方法の特性やドライバーの挙動変化のため、交通量条件によっても推定値が異なった。

分析からの考察と提案

- 流入角度によって流入の行いやすさが異なるためギャップパラメータに影響はあるが、実験で比較した流入角度の範囲では交通容量に大きく影響することはなかったため、安全性の観点から流入角度は大きいほうが望ましいと考えられる。
- 一時停止による交通容量への低下はわずかであり、環道交通量が増加すると影響は小さくなる。

参考文献

- 社団法人 交通工学研究会(2006)：平面交差の計画と設計 基礎編 第2版。
- 社団法人 日本道路協会 (2004)：道路構造令の解説と運用 (改訂版)。
- 関信郎(2009)：ラウンドアバウトにおける道路交通法上の考察，交通工学 Vol.44, No.3, pp.76-77.
- 鈴木一史・中村英樹 (2004)：交通流解析のための簡便な多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.
- 道路交通法 平成21年改正版 (2009).
- 道路構造令 平成15年改正版 (2003).
- 中村英樹・大口 敬・馬淵太樹・吉岡慶祐(2009)：日本におけるラウンドアバウトの計画・設計ガイドの検討，交通工学 Vol.44, No.3, pp.24-33.
- 馬淵太樹・中村英樹 (2006)：ラウンドアバウトの幾何構造と性能に関する検討，土木計画学研究・講演集 No.34, CD-ROM.
- 馬淵太樹・中村英樹 (2007)：ラウンドアバウト外径と環道部の幾何構造決定方法，土木計画学研究・講演集 No.36, CD-ROM.
- 平澤匡介・浅野基樹(2002)：北海道におけるランブルストリップの開発について，北海道開発土木研究所月報，No.591.
- 米山喜之(2009)：ラウンドアバウトの交通運用，交通工学 Vol.44, No.3, pp.34-42.
- Akcelik, R. (2007): A Review of Gap-Acceptance Capacity Models, 29th Conference of Australian Institutes of Transport Research (CAITR 2007).
- Austroads (1993): Guide to Traffic Engineering Practice, Part 6-Roundabouts. Sydney, Australia.
- Brilon, W., Koenig, R., Troutbeck, R. J. (1999): Useful estimation procedures for critical gaps, Transportation Research Part A, 33, pp161-186.
- Brilon, W. (2005): Roundabouts - A State of the Art in Germany, National Roundabout Conference Vail Colorado.
- Cowan, R. J. (1975): Useful Headway Models, Transportation Research Vol.9, pp.371-375.
- FHWA: Roundabouts - An Informational Guide.
- Florida Department of Transportation. (1996): Florida Roundabout Guide. Florida Department of Transportation.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1998): Merkblatt für die Anlage von kleinen Kreisverkehrsplaetzen, (Guideline for the design of compact roundabouts).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2001): HBS Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2006): Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren (Guideline for the design of roundabouts).
- Kimber, R.M. (1980): The traffic capacity of roundabouts. TRRL report LR 942.
- Krzeminski, J. M. (2008): Consensus Building for Roundabouts in Windermere, Florida. National Roundabout Conference, 2008.
- Mereszczak, Y. Dixon, M. Kyte, M. Rodegerdts, L. Blogg, M. (2006): Including Exiting Vehicles in Capacity Estimation at Single-lane U.S. Roundabouts, TRB 85th Annual Meeting.
- Montella, A. (2010): Analysis of Crash Contributory Factors at Urban Roundabouts, TRB 90th Annual Meeting.
- NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) (2007): NCHRP Report 572 Roundabouts in the United States.

Boyce, P. Derlofske, J. V. (2002): Lightning Research Center Rensselaer Polytechnic Institute FINAL REPORT
 March 2002, Pedestrian Crosswalk Safety: Evaluating In-Pavement, Flashing Warning Lights.

Rodegerdts, L. (2005, A): State-of-the-Art in U.S. roundabout practice, TRB 84th Annual Meeting.

Rodegerdts, L. (2005, B): Analytical Analysis of pedestrian Effects on Roundabout Exit Capacity, National
 roundabout conference 2005, Vail Colorado.

The Highway Code online version: Department of Transport (United Kingdom), 184-190.

Transportation Research Board (2000): Highway Capacity Manual.

Troutbeck, R. J. (1994): Capacity and Design of Traffic Circle in Australia, Transportation Research Record 1398,
 pp.68-74.

Vaughan W. I., Gregory W. D., and Dona S. C. (2005): Roundabout Access for Visually Impaired Pedestrians:
 Evaluation of a Yielding Vehicle Alerting System for Double-Lane Roundabouts, National Roundabout
 Conference Vail Colorado.

付録

付録 A 日本におけるロータリー交差点の実態

日本では、ラウンドアバウトを含むロータリー交差点が 100 か所以上存在している(付録 B 参照)。しかしながら、それらの幾何構造や運用方法はまちまちで統一されていない。信号制御により環道優先でないため、ラウンドアバウトと区別されるべきものも存在している。ここでは日本でのロータリー交差点の利用実態を紹介する。

A-1 旭川市ロータリー交差点

旭川市のロータリー交差点は市内中心部に位置し、6 枝で国道 40 号と市道が交差しているため交通量が多い。中央島にはタワーがあり、シンボリックなロータリー交差点となっている。

・幾何構造

写真のように外径が大きく環道の幅員も広大であるため、車両速度が高くなりがちである。また、環道が広大であるにも関わらずマーキング等が施されていないため、車両の錯綜が考えられ危険である。

・運用方法

各流入部では信号による制御がなされており、ラウンドアバウトには分類されずロータリーである。



写真 A-1 旭川市ロータリー交差点

A-2 釧路市ロータリー交差点

釧路市のロータリー交差点は国道 36 号線と主要地方道が交差しており、交通量の多い交差点である。

・幾何構造，運用方法

写真のように円形ではあるが、環道ではなく流入側が優先となっているため、ラウンドアバウトには分類されない。国道側右折ポケットの変形であると考えられる。



写真 A-2 釧路市ロータリー交差点

A-3 愛知県豊田市藤岡

3 枝のラウンドアバウトで，比較的最近に建設されたものである．

・幾何構造

外径は約 35m，環道幅員は 5.0m であり，国内のその他のラウンドアバウトに比べればコンパクトな構造である．中央島の周囲にはゼブラマーキングが施されているが，車両は無視して通ることが多い．2 箇所の流入部では分離島が設置されている．横断歩道は環道から 10~12m も離されている．

・運用方法

各流入部は一時停止による制御であるが，他との違いは，横断歩道位置が環道から遠いため，停止線の位置は環道直前である．



写真 A-3 豊田市ラウンドアバウト

A-4 京都市桂坂

京都市桂坂のラウンドアバウトは，幹線道路から住宅地内に入る道路の階層が変わるところに設置されている．交通量が多く待ち行列が発生するケースも見られる．

・幾何構造

外径は約 41m，環道幅員は 7.5m であり規模の大きいラウンドアバウトである．写真のように流入部は丁字路のような構造となっている．環道部が極めて広い幅員となっている．流出入口では分離島が設けられていない．

・運用方法

各流入部とも一時停止制御である．



写真 A-4 京都市桂坂ラウンドアバウト

A-5 京都府南丹市

このラウンドアバウトは自動車専用道路の出入り口に設置され、車両が U ターンを行えるようにラウンドアバウトが設置されていると思われる。

・幾何構造

流入部によって分離島設置の有無が異なっている。また、中央島周囲はゼブラマーキングが施されている。

・運用方法

各流入部とも一時停止制御である。



写真 A-5 京都府南丹市ラウンドアバウト

A-6 京都府福知山市

京都府福知山市のラウンドアバウトは、中央島の木を残したいという理由から設置されており、道の駅の目前に位置することもあり、シンボリックな役割も果たしている。

・幾何構造

各流入部で分離島が設置されているが、横断歩道の存在する流入部と存在しない流入部がある。環道にはカラーマーキングが施され、速度の抑制に効果があると思われる。

・運用方法

各流入部とも一時停止制御である。横断歩道がある場合は、横断歩道手前で規制が敷かれている。



写真 A-6 京都府福知山市ラウンドアバウト

A-7 大阪府吹田市(2箇所)

大阪府吹田市の住宅地内に設置されたラウンドアバウトで、2箇所はすぐ近くに存在する。

・幾何構造

環道が広大であることと、環道サイドに店舗があるため、路上駐車が多い。また、環道内にバス停がある。このため、本研究で述べたようなラウンドアバウトとは異なった意図で設置されたと思われる。また、各流入部とも分離島は設置されていないが、ゼブラマーキングにより逆走を防ぐ工夫はなされている。

・運用方法

流入部の一部では、横断歩道の警戒標識のみで運用している。



写真 A-7 吹田市ラウンドアバウト

付録B	日本のラウンドアバウト候補一覧(現地未確認のものを含む)									
No	所在地(航空写真にリンク)	写真(別シート)	路線1	路線2	枝数	RBTである必要要件 (yes:1/no:0)		RBTとしての問題点	RBTとして望ましい項目	備考
1	北海道	旭川市	国道40号	市道	6	1	1	0 環道幅員が広大、流入部が複数車線		RBTではない
2	釧路市	詳細ページ	国道38号	主要地方道26	6	0	1	0 環道幅員が広大、流入部が複数車線		RBTではない
3	小樽市	詳細ページ	市道		5	1	1	1 環道幅員が広大		
4	青森市		市道		4	1	1	1 環道幅員が広大		基地内
5	青森市三内		主要地方道23		4	0	1	0 楕円形、環道内に横断歩道あり		RBTではない
6	宮城県		市道		3	1	1	1		
7	石巻市大浜		市道		3	1	1	1		
8	名取市相互台(北側)		市道		4	1	1	1		
9	名取市相互台(中)		市道		4	1	1	1		
10	名取市相互台(南側)		市道		4	1	1	1		
11	名取市相互台東		市道		4	1	1	1		
12	名取市みどり台		市道		4	1	1	1		
13	仙台市青葉区桜ヶ丘		市道		4	1	1	1 環道が広大		
14	仙台市青葉区川内		市道		3	1	1	1 環道が広大、外形が四角形に近い		東北大学内
15	仙台市青葉区郷六		市道		3	1	1	1		基地内
16	仙台市太白区ひより台(北西側)		市道		4	1	1	1		
17	仙台市太白区ひより台(南東側)		市道		4	1	1	1		
18	仙台市太白区日本平		市道		4	1	1	1 マーキングなし		
19	仙台市太白区中田町		市道		4	1	1	1 マーキングなし		
20	仙台市太白区八木山本町		市道		4	1	1	1 マーキングなし		
21	仙台市宮城野区東仙台		市道		4	1	1	1 マーキングなし	流入部に注意喚起のマーキング、環道の進行方向を示すマーキングあり	
22	黒川郡富谷町東向陽台(北側)		市道		5	0	1	1 環道が完全な一方通行でない		変形4枝交差点
23	黒川郡富谷町東向陽台(中)		市道		4	1	1	1		RBTではない
24	黒川郡富谷町東向陽台(南側)		市道		6	1	1	1 一部、マーキングの分岐		鉄塔
25	塩竈市松陽台		市道		3	1	1	1 マーキングなし		鉄塔
26	岩手郡草津町		市道		5	1	1	1		
27	栃木市大森町1		市道		4	1	1	1 一部マーキングの分離		鉄塔
28	栃木市大森町2		市道		4	1	1	1 一部マーキングの分離		鉄塔
29	栃木市大森町3		市道		4	1	1	1 一部マーキングの分離		鉄塔
30	栃木市大森町4		市道		4	1	1	1 一部マーキングの分離		鉄塔
31	秩父郡長瀬町		市道		4	1	1	1 分離島あり		ミニRBT
32	坂戸市西坂戸3丁目		市道		4	1	1	1 一部マーキングなし		
33	日高市高教東		市道		4	1	1	1		中央島噴水
34	朝霞市三原3丁目		市道		4	1	1	1 マーキングなし、円形でない、環道一方通行でない可能性		
35	千葉市稲毛区		市道		5	1	1	1		
36	千葉市稲毛区		市道		4	1	1	1 少し楕円形		
37	市原市有秋台東3丁目		市道		3	1	1	1		変形4枝
38	印西市小林		市道		4	1	1	1		
39	足立区中川		市道		4	1	1	1		
40	多摩市桜ヶ丘		市道		5	0	1	1 環道幅員が広大、環道内にバス停止		南西から流入方向のみ流入優先、また環道が広すぎて環道中に路駐が生じるためRBTではない、他の流入路は一時停止制御。
41	日野市豊田4丁目		市道		5	1	1	1 マーキングなし		
42	昭島市玉川町		市道		8	1	1	1 環道幅員が広大	マーキングの分離島	
43	川崎市宮前区鷺沼		市道		4	1	1	1		全流入路一時停止によるRBT制御
44	横浜市金沢区柳町		市道		4	1	1	1 環道幅員が広大		
45	横浜市戸塚区矢部町		市道		4	1	1	1 環道幅員が広大		鉄塔
46	横浜市港北区錦が丘		市道		5	1	1	1 マーキングなし		
47	横浜市港北区万騎が原		市道		5	1	1	1 環道幅員が広大		
48	綾瀬市旭区万騎が原		市道		5	1	1	1 環道一方通行でない可能性		変形5枝
49	綾瀬市厚木基地内		市道		4	1	1	1		
50	松本市笹部		市道		6	1	1	1 外形が四角形		
51	諏訪市上諏訪		市道		6	1	1	1 分離島あり		
52	上伊那郡南箕輪村大芝		市道		4	1	1	1		
53	飯田市真新町		主要地方道15	市道	5	1	1	1 環道幅員が広大	マーキングの分離島	鉄塔
54	菊川市		市道		4	1	1	1 環道幅員が広大		
55	浜松市浜北区		市道		4	1	1	1 環道幅員が広大		
56	浜松市中区中央		市道		4	1	1	1 巨大、外形がひし形に近い		
57	金沢市円光寺		市道		4	1	1	1		

56	かほく市白屋	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が拡大		
57	能美市泉台町	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が拡大、外形が楕円形		
58	岐阜県各務原市須賀町	市道			4	1	1	1	1	分離島あり、マーキングによるエプロン		
59	瑞浪市釜戸町	市道			4	1	1	1	1	巨大、マーキングなし		
60	愛知県名古屋市中区大須2丁目	市道			4	1	1	1	1	環道に駐車車両		
61	一宮市駅前	市道			3	1	1	1	1	一部マーキングなし		
62	一宮市大和町	市道			5	1	1	1	1			
63	豊田市藤岡	主要地方道13			3	1	1	1	1	分離島あり、マーキングによるエプロン		
64	豊田市矢並町(岐阜池PA)	東海環状連絡道路			3	1	1	1	1	マーキングの分離島		
65	三重県桑名市長島町大倉	市道			3	1	1	1	1	環道部がカラー舗装		
66	京都府福知山市夜久野町	市道			4	1	1	1	1	一部分離島あり、マーキングによるエプロン		
67	南丹市八木町	府道455			4	1	1	1	1	エプロン(乗り上げ不可)		
68	京都市西京区	市道			4	1	1	1	1			
69	京都市北区上賀茂御園口町	主要地方道61	県道103		5	0	1	1	1	環道幅員が拡大、環道内に横断歩道		
70	京都市伏見区淀木津町	市道			3	1	1	1	1	環道に駐車車両		
71	向日市上穂野町	市道			4	1	1	1	1			中央島内が公園
72	向日市寺戸町	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
73	長岡京市一文字橋	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
74	大山崎町大山崎	町道			4	1	1	1	1			
75	大阪府高槻市南平台	市道			3	1	1	1	1	マーキングの分離島		
76	高槻市奥天神町2丁目	市道			4	1	1	1	1			
77	吹田市津雲台	市道			5	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道内にバス停、商業施設		
78	吹田市津雲台	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道内にバス停		
79	吹田市藤白台	市道			5	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道内にバス停、環道に駐車車両		
80	門真市朝日町	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
81	藤井寺市藤が丘	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
82	豊中市上野東	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
83	豊中市待兼山町	市道			3	1	1	1	1			
84	大阪府淀川区本川西3丁目	市道			6	0	1	1	1			RBTではない
85	堺市東区日直荘西町(西側)	府道190	市道		6	1	1	1	1	環道幅員が拡大		
86	堺市東区日直荘西町(東側)	府道191	市道		6	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道内に商業施設		
87	堺市東区大美野	主要地方道36			8	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道内にバス停		
88	堺市東区白鷺町1丁目(北東側)	市道			4	1	1	1	1	分離島		
89	堺市東区白鷺町1丁目(中)	市道			3	1	1	1	1	マーキングの分離島	鉄塔	
90	堺市東区白鷺町1丁目(南西側)	市道			3	1	1	1	1	マーキングの分離島	鉄塔	
91	富田林市錦織	市道			3	1	1	1	1	マーキングの分離島		
92	富田林市南池ヶ丘町	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が拡大		
93	和泉市みずき台1丁目	市道			3	1	1	1	1			
94	奈良県生駒市東生駒	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
95	奈良市東登美ヶ丘1丁目	市道			4	1	1	1	1	一部マーキングなし		
96	大和郡山市九条町	市道			3	1	1	1	1	マーキングなし	鉄塔	
97	大和郡山市九条町	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
98	大和郡山市九条町	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし	鉄塔	
99	香芝市穴吹	市道			4	1	1	1	1			
100	北葛城郡河合町星和台(北側)	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし	鉄塔	
101	北葛城郡河合町星和台(南側)	市道			4	1	1	1	1		鉄塔	
102	北葛城郡上牧町片岡台	市道			3	1	1	1	1		鉄塔	
103	和歌山県白浜町	主要地方道31	主要地方道34		5	1	1	1	1	マーキングの分離島		
104	有田郡湯浅町湯浅	町道			4	1	1	1	1			
105	豊岡市泉町	国道426号	市道		6	1	1	1	1	環道幅員が拡大		
106	西宮市堀瀬町	市道			3	1	1	1	1			
107	伊丹市車塚	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道に駐車車両、マーキングなし		
108	宝塚市泉町	市道			3	1	1	1	1	マーキングなし	鉄塔	
109	神戸市北区唐塚台	市道			4	1	1	1	1			
110	三木市志茂町	市道			5	1	1	1	1	巨大、マーキングなし		
111	明石市藤が丘	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が拡大、環道に駐車車両、マーキングなし		
112	鳥取県鳥取市今町1丁目	県道192	市道		6	1	1	1	1	環道幅員が拡大、円形ではない		
113	岡山県加賀郡吉備中央町湯山	町道			4	1	1	1	1	マーキングの分離島		
114	倉敷市玉島道越	市道			4	1	1	1	1			
115	広島県呉市安浦町中畑	県道248			5	1	1	1	1	巨大、円形ではない		国道2号バイパスランプ

116		広島市中区本通	市道			4	1	1	1	1	一部マーキングなし	一部マーキングの分離島	
117	山口	光市浅江6丁目	市道			4	1	1	1	1	一部マーキングなし		
118	徳島	徳島市一宮町	市道			4	1	1	1	1			
119	愛媛	今治市片原町1丁目	市道			3	1	1	1	1	環道幅員が広大、環道に駐車車両、円形でない、環道が一方通行でない可能性		
120		今治市別宮町1丁目	国道317号	県道167		5	0	1	1	1	環道が横断歩道で中断、楕円形	RB1ではない	
121	高知	高知市介良乙	市道			4	1	1	1	1			
122		高知市介良乙	市道			4	1	1	1	1			
123		高知市介良乙	市道			4	1	1	1	1			
124	福岡	北九州市八幡東区	市道		4(6)		1	1	1	1		分離島あり	
125		北九州市八幡西区春日台	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が広大、環道に駐車車両、マーキングなし		
126		北九州市八幡西区沖田	市道			3	1	1	1	1	流入部環道優先でない？		
127		北九州市八幡西区永大丸南町	市道			4	1	1	1	1	環道幅員が広大		
128		福岡市中央区清川	市道			4	1	1	1	1			
129		福岡市南区平和4丁目	市道			3	1	1	1	1	マーキングなし		
130	鹿児島	いちき串木野市旭町	市道			5	1	1	1	1		中央島噴水	
131		霧島市霧島神宮前	市道				1	1	1	1			
132	沖縄	名護市宇茂佐	市道			4	1	1	1	1	マーキングなし		
133		那覇市首里久場川町2丁目	市道			3	1	1	1	1			

付録 C ギャップパラメータの設定

本文 7.3 の交通容量の推定の際は、さまざまな交通量条件をすべて集約して、流入部ごとにギャップパラメータの値を一意に設定している。

C-1 クリティカルギャップ

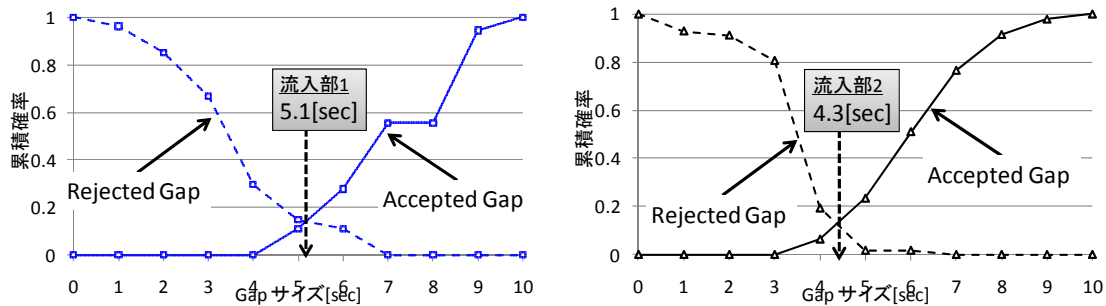


図 C-1 クリティカルギャップの設定

C-2 フォローアップタイム

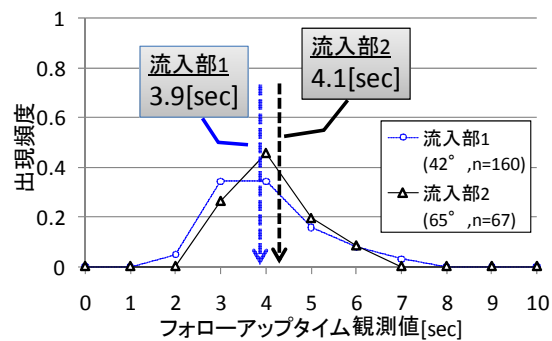


図 C-2 フォローアップタイムの設定

C-3 環道最小車頭間隔

環道最小車頭間隔は、環道部の交通流特性を表し、外径の大きさに感度があると考えられるため、流入部での違いは見ずに一定値を用いる。

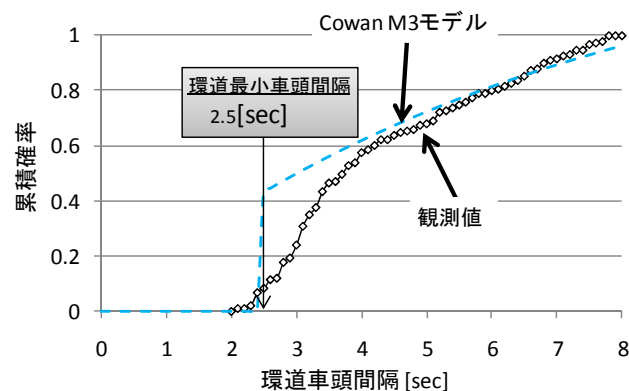


図 C-3 環道最小車頭間隔

非売品

安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究
報 告 書

発行日 平成 22 年 3 月

発行所 財団法人 国際交通安全学会

東京都中央区八重洲 2-6-20 〒104-0028

電話/03(3273)7884 FAX/03(3272)7054

許可なく転載を禁じます。



(財) 国際交通安全学会

International Association of Traffic and Safety Sciences