

ラウンドアバウト幾何構造基準の策定に向けた基礎研究

小林 寛* 高宮 進**
吉岡慶祐*** 米山喜之****

わが国でのラウンドアバウトの実用展開に向けた動きが見られている中、今後の本格的な普及に向けて、ラウンドアバウトの計画・設計に関する技術基準の整備が必要不可欠であると考えられる。しかしわが国ではラウンドアバウトの計画・設計に関する知見は未だ十分とは言いがたい。そこで本研究では、諸外国のラウンドアバウトに関する技術基準についてレビューするとともに、走行挙動調査等を通じて、ラウンドアバウト幾何構造基準の策定に向けた知見の整理を行った。その結果、わが国の交通条件に適応したラウンドアバウトの環道外径、中央島径、環道幅員等の幾何構造に関する考え方を示した。

Fundamental Research toward the Formulation of Geometric Design Standards for Roundabouts

Hiroshi KOBAYASHI* Susumu TAKAMIYA**
Keisuke YOSHIOKA*** Yoshiyuki YONEYAMA****

As the movement toward practical application of roundabouts takes shape in Japan, it is reasonable to assume that the formulation of technical standards relating to planning and design of roundabouts is indispensable for their full-scale adoption. However, there does not seem to be sufficient knowledge in Japan on the planning and design of roundabouts. This study sorts out the necessary knowledge for formulating geometric design standards for roundabouts through such techniques as a driving behavior survey and also reviews the technical standards related to roundabouts in other countries. In conclusion, the study indicates an approach to geometric design which is suitable for traffic conditions in Japan, covering such issues as the outer diameter and width of the circular roadway and the diameter of the central island.

* 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室主任研究官

Senior Researcher, Road Division, National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

** 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室室長

Head, Road Division, National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

*** (株)長大道路事業本部道路交通部
Chodai Co., Ltd.

**** (株)長大道路事業本部道路交通部担当部長
Manager, Chodai Co., Ltd.

原稿受付日 2013年12月16日

掲載決定日 2014年2月24日

1. はじめに

1-1 背景・目的

近年、ラウンドアバウトは、安全・円滑性に優れた平面交差の制御方式として、欧米を中心に積極的に導入されてきている。わが国においても、安全かつエコで、電力に依存しないため災害時にも機能を失わない平面交差の制御方式として注目が高まってきており、2013年6月に公布（2014年12月までに施行）された改正道路交通法においても、「環状交差点」が新たに定義されたところである。

今後、ラウンドアバウトの本格的な普及が進むものと期待されるが、効果的な導入のためには計画・設計に関する技術基準の整備が必要不可欠となる。しかし、わが国におけるラウンドアバウトの計画・設計に関しては、以前より議論は行われている¹⁾ものの、必ずしも十分なデータや知見が得られているとは言い難いのが実情である。また、わが国には従来よりラウンドアバウトとして実際に運用されている箇所もいくつか存在しているが、それらの幾何構造・交通運用などについては統一的でないという課題もある。

そこで本研究では、わが国でのラウンドアバウト幾何構造基準の策定を見据え、その根拠となる知見を蓄積することを目的とし、諸外国における技術基準での設計の考え方について比較および整理を行った。また、わが国の設計車両と通行方法を踏まえた試設計や、試験走路での走行挙動調査を通じて、幾何構造の最も基本的な要素である環道外径（以下、外径）、中央島径、環道幅員の決定に当たっての目安や留意点について検討するとともに、わが国での標準値等を定めるに当たっての今後の検討課題を整理した。

1-2 わが国のラウンドアバウト幾何構造に関する既往研究・調査

（一社）交通工学研究会では、その自主研究課題において、わが国におけるラウンドアバウトの導入に向けた議論が行われており、成果は「ラウンドアバウトの計画・設計ガイド(案)」²⁾として取りまとめられている。この中ではわが国で考えるべきラウンドアバウトが定義されているほか、適用対象とすべき条件が整理されている。幾何構造に関しては、海外基準に準拠する形で標準値や基本的な考え方が掲載されている。しかし、今後走行実験などによる検証や、適用事例を増やすことによるデータの蓄積

が必要であるとしている。

馬淵ら^{3,4)}は、諸外国の技術基準について調査を行い、わが国での今後の導入に向けた調査研究課題について整理している。また、幾何構造の検討に関する事項として、設計車両の諸元と車両運動の観点から適用可能な外径・環道幅員等について算出しており、必要となる最小の外径を25m（セミトレーラー・普通自動車）または15m（小型自動車等：道路構造令第4条第2項で規定）としている。しかし、この外径は環道の周りを円運動で走行する車両の動きのみを考慮したものであり、流入・流出時の走行についても考慮する必要があることを課題としている。

また、(公財)国際交通安全学会では、平成21年度より、わが国におけるラウンドアバウトの実用展開に関する研究⁵⁻⁷⁾が実施されている。この中で、実車両による走行挙動調査および社会実験を通して、ラウンドアバウトの設計に関する研究も実施されている。平成21年度には、試験走路での走行挙動調査を実施し、速度低下の状況や流入角度に関する分析が行われた。また平成22、23年度には、長野県飯田市吾妻町の既存ラウンドアバウトにおいて、路面標示等により走行位置を適正化し、ラウンドアバウトの形状を正円とするなどの改良実験が行われた。事前事後のデータ分析から、改良によって環道走行車両の走行位置・速度のばらつきが減少するなどの効果があったことが示されている。これらは、ラウンドアバウトの基本構造と交通特性を検証する上で重要な研究成果となった。一方、具体的な幾何構造基準の策定に向けては、それぞれの幾何構造値の設定に当たっての技術的根拠を整理することが必要であり、さらなるデータの収集・技術的知見の蓄積が必要となると考えられる。

2. 諸外国におけるラウンドアバウト設計基準

ここでは、ドイツ、イギリス、フランス、アメリカ、オーストラリア、韓国におけるラウンドアバウト設計基準の中から、主に幾何構造の標準値について整理し比較を行った。

2-1 各国の設計基準

1966年にイギリスで、ラウンドアバウトの「環道優先」のルールが明確化されたことで、欧州諸国でラウンドアバウトが広がる契機となった。イギリスでは、71年に初めて設計基準が発行され、その後75年、84年、93年、2007年と改定を繰り返している⁸⁾。ドイツ・アメリカでは1990年以降に本格的な調査が始

められ、設計基準が発行された。例えば、ドイツでは、93年、98年、2006年にFGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen : 道路交通研究会) からラウンドアバウトの設計基準「Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren (ラウンドアバウトの設計ガイドライン)」⁹⁾ が出されており⁹⁾、現在は06年に

発行されたものが最新となっている。

また、アメリカでは、2000年にFHWA (Federal Highway Administration : 連邦道路研究所) より、「Roundabouts : An Informational Guide (ラウンドアバウトの統一ガイドライン)」¹⁰⁾ が出されている。これを境にアメリカでもラウンドアバウトの設

Table 1 諸外国のラウンドアバウト設計基準

項目	ドイツ	イギリス	フランス (都市内)	アメリカ	オーストラリア	韓国
基準名	Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren (ラウンドアバウトの設計ガイドライン)	Design Manual for Roads and Bridges TD16/07 Volume 6, section 2 part 3 Geometric Design of Roundabouts (道路と橋の設計マニュアル: ラウンドアバウトの幾何構造設計)	Carrefours urbains Guide (都市内平面交差の設計ガイド)	NCHRP Report 672 Roundabouts An Informational Guide Second Edition (ラウンドアバウトの統一ガイドライン第2版)	Guide to Road Design Part 4 B Roundabouts (道路の設計ガイド: ラウンドアバウト)	회전교차로 설계지침 (回転交差点設計指針)
発行元	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (道路交通研究会)	The Highways Agency (道路局)	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Certu) (交通都市研究局)	NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) (道路研究部)	Austroroads	국토해양부 (国土海洋部)
発行年	2006.8	2007.8	2010	2010	2011	2010.12
外径	都市部: 26~40m 郊外部: 30~50m	28~36m	24~30m	設計車両に応じて 27~55m	—	22~55m (設計車両と環道の設計速度により決定)
環道幅員	6.5~9.0m (エプロン含む)	・流入部幅員の1.0~1.2倍 ・6.0m以下(エプロン含まない)	6.0~8.0m	4.9~6.1m	設計車両・中央島半径に応じて, 1車線4.8~12.4m	4.5~6.0m (エプロン含まない)
流入部幅員	都市部: 3.25~3.75m 郊外部: 3.5~4.0m	3.0~4.5m	3.0~3.5m	4.2~5.5m (4.6mが標準)	5.0m以上(外縁部間)	大型自動車: 3.5m セミトレーラー: 5.5m
流出部幅員	都市部: 3.5~4.0m 郊外部: 3.75~4.5m	3.0~4.5m (流入部と同等)	3.5~4.0m	—	—	—
流入部曲線半径	都市部: 10~14m 郊外部: 14~16m	10m以上	8~15m	15~30m	—	15m以上
流出部曲線半径	都市部: 12~16m 郊外部: 16~18m	15~20m	15m以上	30~60m (少なくとも15m以上)	—	15m以上
流入角度	60ゴン (54°)	20°~60° (30°~40°が望ましい)	—	20°~60°	—	20°~40°
エプロン	高さ: 2.54~4 cm	傾斜15°以下 高さ15mm以下	エプロン幅: 1.5~2.0m 傾斜: 4% 高さ: 約3 cm	幅: 1.0~4.6m 傾斜: 1~2% 高さ: 50~75mm	かさ上げが必要 (基準値等は記載なし)	—
分離島	分離島幅: 1.6m以上 (歩行者を考慮すると2.0m, 自転車を考慮すると2.5mが望ましい)	幅: 2.5m以上 (最低でも1.2m以上)	分離島幅: 2.0m以上	分離島延長: 15m以上 (可能であれば30m以上) 分離島幅: 1.8m以上	分離島幅: 2.4m以上 面積: 8~10m ² 以上	分離島延長: 15m以上 (可能であれば30m以上) 分離島幅: 1.8m以上

注1) 各国基準の中で「コンパクトラウンドアバウト」に対応する箇所の数値のみ抜き出して整理したものである。「—」は、基準の中で記述がないことを示す。

2) 基準名については、ドイツは参考文献9)、イギリスは参考文献14)、フランスは参考文献15)、アメリカは参考文献12)、オーストラリアは参考文献16)、韓国は参考文献13)を参照。

置数が急激に増加しており、NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) では、安全性・交通容量などに関する調査結果を「NCHRP Report 572 Roundabouts in the United States」¹¹⁾として取りまとめている。この知見に基づき、10年に改訂版である「Roundabouts: An Informational Guide 2nd Edition」¹²⁾が出されている。連邦制国家であるアメリカでは各州が独自のガイドラインを作成しているが、いずれも「Roundabouts: An Informational Guide」がベースとなっている。また、近年では10年に韓国でも設計基準(회전교차로 설계지침: 回轉交差点設計指針)¹³⁾が発行されており、今後普及が進むものと考えられる。

2-2 主な幾何構造標準値の比較

主要な幾何構造の要素について、各国の標準値等をTable 1の通り比較整理した。主要な幾何構造項目について特徴的な事項を以下に示す。なお、ここではコンパクトラウンドアバウトに対応する数値等を比較整理しており、ミニラウンドアバウト・多車線ラウンドアバウトなどはTable 1の通りではないことを申し添えておく。

1) 外径

外径はラウンドアバウト全体の幾何構造にかかわる重要な要素であり、幾何構造を検討する際は外径から構造を決定していくのが基本であると考えられる。設定の考え方については各国で特徴があり、ドイツでは立地箇所に応じた標準値としているのに対し、アメリカでは設計車両に応じた標準値、韓国では設計車両と環道の速度に応じた標準値としている。一方、外径の最小値については各国とも設計車両の通行に必要な最小回轉半径から求められているものと思われる。

例えばドイツでは道路交通許可令(Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung: StVZO)において、許容される車両の外側最小回轉半径が12.5mとされているため、これに余裕幅 $0.5\text{m} \times 2 = 1.0\text{m}$ を足し合わせて、最小の外径を26mとしている。アメリカでは、設計車両に応じた最小外径が与えられているが、他国よりもサイズの大きい設計車両まで想定されている。一方、韓国では、小型自動車を設計車両とした小型車専用のラウンドアバウトが検討されており、その場合の最小外径は22mとしている。

なお、オーストラリアでは、外径に関する概念が基準の中に述べられておらず、接続する道路の設計速度から中央島サイズを決定し、そこから幾何構造

を決定する手順としている。

2) 環道幅員

環道幅員は、各国とも設計車両の通行に必要な幅員として考えられているため、設計車両と外径に応じて環道幅員の標準値が与えられている。イギリスの基準では、環道幅員を流入部幅員の1.0~1.2倍と定め、流入部とのバランスを考慮しているのが特徴的である。なお、各国で環道幅員の定義が異なっていることに注意が必要である。ドイツでは環道幅員にエプロン分を含めているのに対し、イギリス、韓国ではエプロンを含まない通常走行部分の幅員として環道幅員が定義されている(他国については、基準の中に記述がなく不明確であった)。

3) 流入角度

流入角度は、流入車両と環道車両の交錯する角度であり、流入部の安全性に影響する要素であると考えられる。既存研究¹⁷⁾では、流入角度により流入挙動に違いが見られたことを確認しており、流入角度は大きめに取るほうが良いと指摘している。各国の基準を見ると、イギリス、韓国では流入角度の標準値を定めているのに対し、フランス、オーストラリアでは流入角度について述べられていない。また、ドイツでは流入角度値の厳密な定義がされているわけではなく過剰に鋭角な流入にならないよう目安とされている程度である。

3. 幾何構造設計値(外径)の検討

環道外径は、ラウンドアバウト幾何構造の設計において最も根幹となる要素である。外径が大きいと環道内での速度が高くなると考えられるほか、必要な用地面積が増えるため、わが国においては可能な限り外径は小さいほうが良いと考えられる。

既存研究⁴⁾では、単に円周上を周回するのに必要

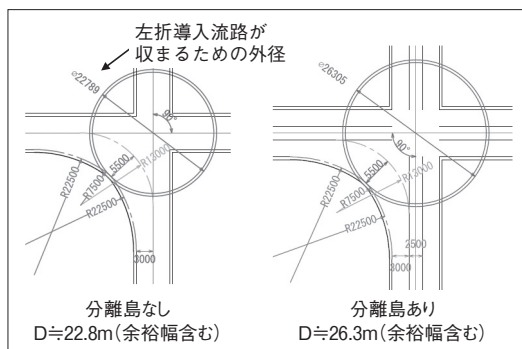


Fig. 1 左折導流路に基づく必要外径の検討

な大きさとして外径の最小値を検討している。しかし、流入・流出時にハンドルの切返しが必要となることについて考慮が必要であると考えられる。また、実際に平面図を描いた経験の中で、左折の隅角部も外径の大きさに影響することが明らかとなった。そこで、わが国の設計車両や通行方法を踏まえ、車両の通行に支障が出ない必要最低限の外径について左折と周回の二つの車両の動きから検討した。なお、ここでは、環道部の左側路肩を含めて外径と定義することとした。

3-1 左折時

左折時の車両の内輪差を考慮して、三心円による導流路設計の考え方を適用し、必要外径を検証した。具体的には、Fig.1に示すように、各設計車両(小型自動車等・普通自動車・セミトレーラー)について、CAD上で三心円を描画し、0.5mの余裕幅を含めて左折導流路が外径内に収まるような外径の大きさを図面上から測定した。上記の方法に基づく外径は、接続する道路の交差角度と分離島(ここでは、幅を歩行者2人分もしくは自転車長に若干の余裕幅を加え、2.5mとした)設置の有無にも影響するため、設計車両と分離島の有無別の計6パターンで、左折時の角度(隣接する流入部同士を角度)を60°~90°としたケースで描画し検証した。その結果はFig.2に示す通りである。

3-2 周回時

ラウンドアバウトで直進・右折またはUターンする際に、環道内を周回するために必要な外径を検証した。流入・流出時にハンドルの切り返しが必要となることを踏まえ、ラウンドアバウトをUターンする際の車両軌跡を描いたものがFig.3である。最小の外径を検討する際、この軌跡が外径に収まる必要があると考えられる。Fig.3で描いた軌跡に余裕幅0.5m×2=1.0mを考慮し数値を丸めた結果、小型自動車等で17m、普通自動車・セミトレーラーで27mが周回に必要な最小外径となった。一方、導流路設計における導流路の外側半径の最小値は、小型自動車等で8m、普通自動車・セミトレーラーで13mであり、今回の軌跡の確認とはほぼ整合する結果となっている。

3-3 外径の検討

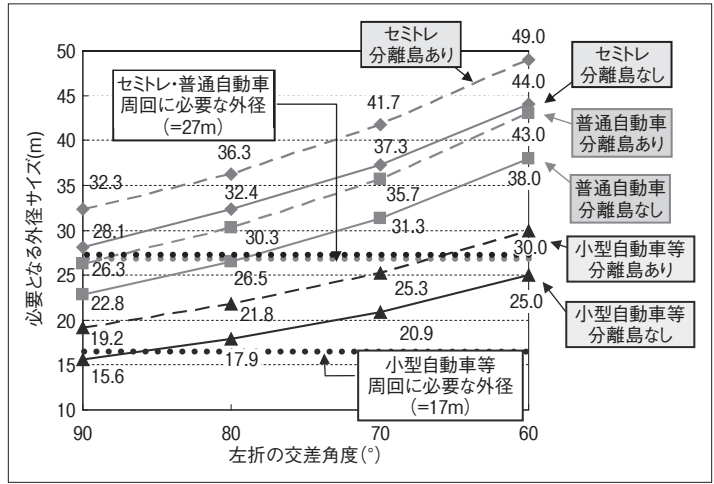


Fig. 2 左折と周回に基づく必要外径の検討

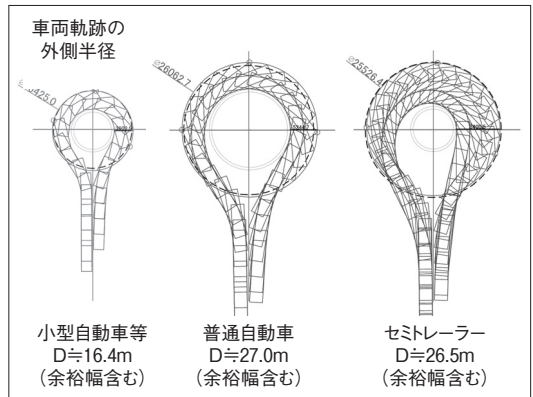


Fig. 3 Uターンの軌跡に基づく必要外径の検討

Fig.2は、上記で検討した①左折導流路が収まるのに必要な外径と、②周回時に必要な外径を同時に示したものである。外径の大きさを決定する際には、①②による外径のうち、大きい値で検討すべきであると考えられる。例えば、交差角90°の十字交差点で設計車両がセミトレ(分離島なし)の場合では、周回に必要な外径(=27m)を確保しても、左折導流路に基づき必要となるサイズが28.1mとなるため、この場合は①の条件で外径を設定する必要がある。このように、設計車両が大きい場合、分離島を設置する場合、交差角度が鋭角な場合は左折による必要外径は大きくなる。

なお、海外では、大型車のみが通行可能な部分として、隅角部にもエプロンを設置するケースがある。本研究では外径内に左折導流路を収める前提とし、必要外径を検証しているが、隅角部に大型車左折通行用のエプロンを設置することで外径を縮小できる余地もあると考えられる。

4. 幾何構造設計値(環道部幅員構成)の検討

各国の設計手順では、外径を決定した後、環道部の幅員構成の設定が一般的である。環道では車両の内輪差を考慮した幅員が必要となるが、過剰に広い幅員は車両の並走・高速走行を招きかねない。そのため、車両の走行性を考慮しつつ、安全性も担保した環道幅員構成とすることが望ましいと考える。本研究では、わが国の既存類似基準と2章で整理した諸外国の設計基準を参考に仮設定した環道部幅員構成パターンについて、実車両を用いた走行挙動調査を実施し、適切な環道部幅員構成の設定方法について検討した。

4-1 走行挙動調査の実施

1) 試験走路での走行挙動調査概要

走行挙動調査は、(独)土木研究所寒地土木研究所寒地試験道路において、仮設の構造物と路面標示のみの模擬ラウンドアバウトで実施した(Fig.4)。

なお、挙動調査実施状況はTable 2の通りである。

2) 設定した環道部幅員構成のパターン

調査を実施した際のラウンドアバウトの外径は、標準的な4枝ラウンドアバウトを想定し(設計車両:普通自動車、分離島あり)、最小の外径27mとした

(Fig.2)。また、分離島は幅2.5mで設置することとした。なお、外径27mについては2章で整理した諸外国の都市部におけるラウンドアバウトの最小外径とほぼ一致している。

環道の幅員構成については、以下の考え方のもとに設定した(Table 3)。まずケース(1)では、わが国における既存類似基準として道路構造令の解説と運用にある導流路幅員の考え方を準用して設定した。なお、導流路幅員の考え方は次の通りである。外径27mの場合、外側路肩の0.5m×2=1.0mを考慮すると、環道を周回するときの車両軌跡の外側半径は13mとなる。これを導流路の外側半径とすると、このときの普通自動車の導流路幅員は5.5m(左右路肩幅員を含めると6.5m)となり、必要な環道幅員に相当すると考えた。また小型自動車等に対しては、同じ条件の導流路幅員が3.0mであるため、これを通常走行部分の幅員とし、設計車両による差分(5.5-3.0=2.5m)は普通自動車相当の大型車のみが乗り上げるエプロンの幅員として考えた。このように類似基準を強制的に適用したため、ケース(1)については、環道幅員が3.0m(左側路肩幅員を含めると3.5m)と2章で整理した諸外国の基準(環道幅員4.5m~6mが主)と比較すると環道幅員が狭く設定したものとなっている。

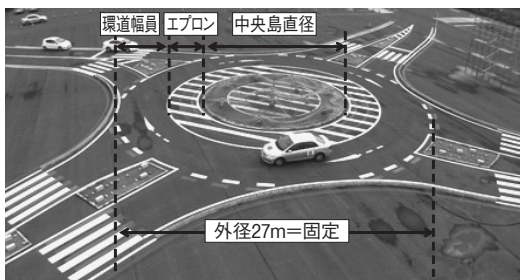


Fig. 4 試験場に設置した模擬ラウンドアバウト

Table 2 走行挙動調査の実施状況

調査実施日	平成25年10月4日~10月10日
天候・路面状況	晴れまたは曇り・乾燥路面
被験者	自動車17名、バス3名
被験者構成	20歳代~70歳代 男女比はほぼ同等(ただし実験日によって一部の被験者を変更しており、毎回同じ被験者ではない)
使用車両	小型自動車: トヨタカローラ (7台) トヨタアルファード(1台) トヨタマークX (1台) 普通自動車: 全長12m 大型バス(2台)

Table 3 環道部の幅員構成の設定パターン

	ケース(1)	ケース(2)	ケース(3)	ケース(4)	ケース(5)
構造イメージ					
環道幅員	3.0m	4.0m	4.0m	5.0m	6.0m
エプロン	2.5m	1.5m	2.5m	1.5m	0.5m
中央島直径	14.0m	14.0m	12.0m	12.0m	12.0m
幅員構成の主旨	導流路幅員に基づいて仮設定した幅員構成	ケース(1)に対して、環道幅員を1.0m拡大、エプロン部を1.0m縮小	ケース(1)に対して、環道幅員を1.0m拡大	ケース(3)に対して、環道幅員を1.0m拡大エプロン部を1.0m縮小	ケース(3)に対して、環道幅員を2.0m拡大エプロン部を2.0m縮小

次に、ケース(2)~(5)については、諸外国の基準を考慮し、環道幅員をケース(1)から広げたケースを設定した。一方、フランスやオーストラリアのように6mを超える環道幅員を許容しているケースもあるが、ここでは車両の並走や高速走行を招く可能性があると判断し6mを超える幅員は設定しないこととした。なお、エプロン部については、ゼブラ標示のみとし、海外で一般的な嵩上げをした構造とはしていない。

3) 挙動調査の方法と取得データの概要

a) 走行挙動調査の方法

挙動調査は、各被験者が特定の流入部から、左折・直進・右折のそれぞれの進行方向へ走行し、その際の車両挙動を取得するとともに、毎回の走行後にアンケート調査を行った。なお被験者には、幅員構成の変化については知らせず、普段通りの走行をしてもらうよう伝えた。

b) 車両軌跡の取得

上空に設置したカメラより、画像解析ソフト(株)ライブラリ製 Move-tr/2D)を用いて、0.1秒毎の車両のボンネット位置を追跡することで車両軌跡を取得した。なお、画面上から取得した位置情報は、平面図上の座標系に変換し、さらに移動平均法に基づくスムージング処理により補正しデータ化した。

c) 速度・加速度

各車両にドライブレコーダー(以下、DR)(株)CASTRADE製 CJ-DR350)を設置し、1秒毎の速度・加速度・横方向加速度を取得した。

d) 主観評価(アンケート)

各被験者には、1回の走行が終わるごとに、走行した際の印象などについて7段階で評価してもらった。評価項目は、「全体的な走りやすさ」「ハンドル操作のしやすさ」などである。なお、環道幅員の設定ケースにより、調査に参加した被験者が異なっていることから、被験者の評価値のバイアス(評価の癖)を排除するため、評価点の補正を行っている。

補正後評価点 =

$$\frac{\text{各走行での評価点} - \text{被験者固有の評価平均点}}{\text{被験者固有の評価点の標準偏差}}$$

4-2 走行挙動調査による環道幅員構成の検証

環道幅員構成により生じた挙動データや評価結果の変化について整理し、環道幅員構成の標準値設定の一つの材料として考察する。

1) 直進時の小型自動車の走行位置と速度の関係

各環道幅員構成のパターンにおいて、直進する小型自動車に着目し、観測された走行位置と速度について分析した。Fig.5は、環道内の代表3断面における、走行位置の平均を示したものである。中央島直径が小さく、かつ環道幅員が大きい幾何構造パターンほど、流入直後と比較して環道中央・流出直前では走行位置がラウンドアバウトの中心側に寄っていることが見て取れる。

一方、Fig.6は直進小型自動車の環道中央における走行位置と走行速度の相関を、被験者ごとにプロッ

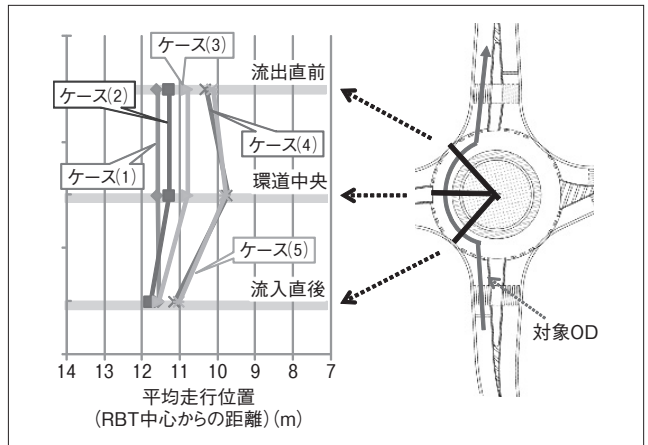


Fig. 5 環道内代表断面における平均走行位置の比較(直進小型自動車のみ)

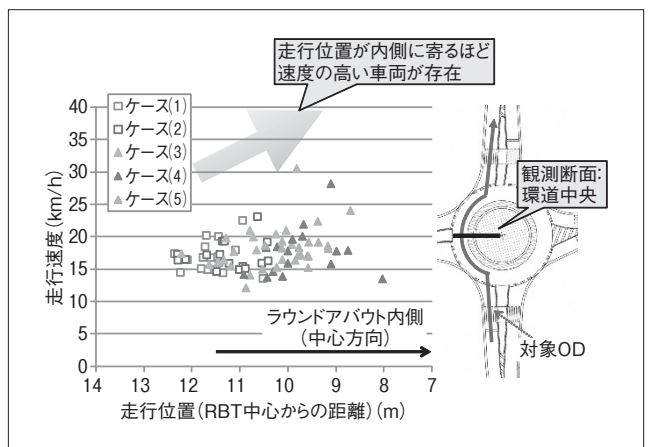


Fig. 6 環道中央における走行位置と速度の相関(直進小型自動車のみ)

トしたものである。走行位置がラウンドアバウトの中心に近いほど、速度が高い傾向が出ている。これは、ラウンドアバウトの中心側に近い位置を走行するほど、ショートカット気味の直進的な走行が可能となるためである。ケース(3)~(5)のように同じ中央島直径であっても、ケース(3)のように適切なエプロン幅を設けることで、全体的にはショートカットが抑制されている (Fig.5)。ただし、今回はゼブラ標示のみのエプロンとしたため、エプロン幅員にかかわ

らず走行位置が内側に寄る被験者も一部見られた。海外では一般的な嵩上げしたエプロン構造であれば、エプロンによる走行挙動の変化がさらに顕著であったと思われる。

2) 右折時の小型自動車の走行位置と横方向加速度の関係

Fig.7は、右折小型自動車の環道中央における走行位置と横方向加速度の相関を、被験者ごとにプロットしたものである。走行位置が内側になるほど横方向

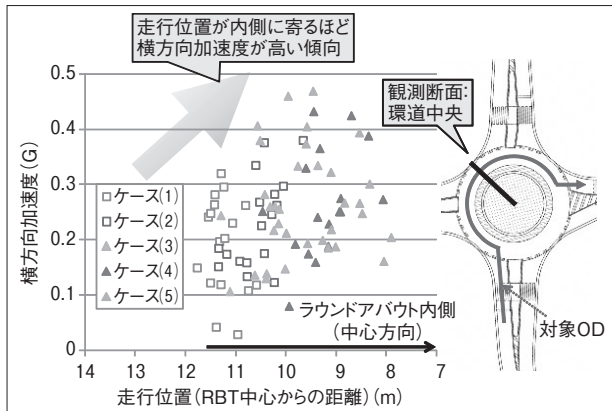
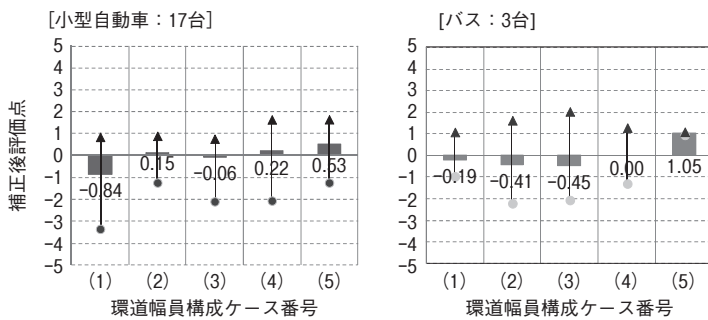
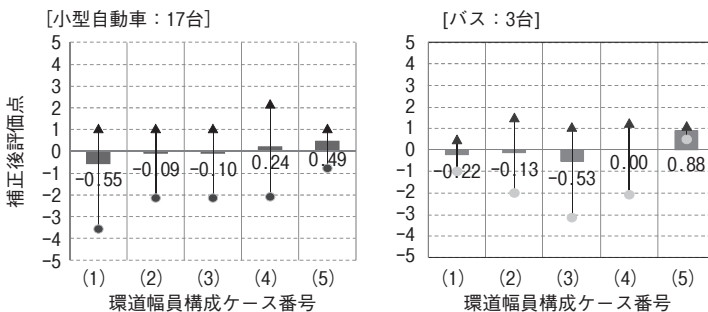


Fig. 7 環道中央における走行位置と横方向加速度の相関 (右折小型自動車のみ)



注) 最大、最小の評価点を除去。
Fig. 8 環道内でのハンドル操作のしやすさに関する主観評価結果



注) 最大、最小の評価点を除去。
Fig. 9 全体的な走行のしやすさに関する主観評価結果

方向加速度が高い傾向が見られた。右折時は中央島を周回することにより、中央島に近い位置を通行するほど右折車の走行軌線の曲線半径が小さくなるためである。横方向加速度が高い状態での走行は、乗り心地の低下のみならず、横滑りなどの危険事象の発生にもつながりかねない。すなわち、中央島直径が小さく、かつ広い環道幅員で速度が出やすい幅員構成は、危険事象の発生につながりうる走行を許容することとなる。したがって、適切な中央島直径とエプロンの設置により、安全な走行を促すことが可能であると考えられる。

3) 小型自動車・バスの主観評価

Fig.8、Fig.9は「環道内でのハンドル操作のしやすさ」「全体的な走行のしやすさ」に関する主観評価の結果である。なお、小型車の評価点については、各幅員構成の実験ケース中で、補正後の評価点が最大・最小となった被験者の評価点を省いたサンプルで集計した。「環道内でのハンドル操作のしやすさ」に着目すると、小型自動車・バスともにケース(1)(環道幅員3.0m)の評価が低い。ケース(1)では、環道幅員の狭さを感じた被験

者が、流入時に外側縁石に接触する事象が発生しており、一部の運転者には極めて走行しにくい幅員であることが考えられる。ケース(2)では小型自動車の評価は良くなったものの、バスについてはケース(1)と同水準の評価である。「全体的な走行のしやすさ」についても、同様の評価結果となっており、環道内における走行性が全体的な印象の良し悪しにつながっていると考えられる。

これらを踏まえると、バス・小型自動車の双方の走行性を考慮するならば、ケース(1)(2)よりも中央島直径を小さくし、その分を環道・エプロン幅員に充てることも必要であると考えられる。

なお、ケース(3)~(5)を比較すると、環道幅員が広いほど評価が良い。これは、走行の自由度が高くなったことやエプロン部のゼブラ標示を気にせずに通行できたためと考えられる。走行しやすさなどの、主観評価のみを根拠として幅員構成を決定すると、それがかえって走行速度の上昇等につながる可能性もあり、この点については留意が必要である。

4) 環道幅員構成設定に向けた検討

主観評価の結果から、既存類似基準を流用した導流路幅員の考え方に基づく必要最小限の環道幅員構成(ケース(1))では、被験者は走行しにくいと感じており、必ずしも適切ではないと考えられる。特に大型車の通行が多い箇所や走行性を重視するような場合では、状況に応じて中央島を縮小し、環道幅員を広げる必要があると考えられる。したがって、諸外国が設定している環道幅員程度の幅員を確保する必要があることが分かった。

一方、1)、2)の車両挙動に関する客観データから環道幅員が広くなるにつれ、より中央島に近い位置での走行が見られ、走行速度上昇や右折時の横方向加速度の増大につながる傾向が確認された。これより、走行性・安全性双方のバランスを考慮した幅員構成の設定が必要であるといえる。

5. おわりに

5-1 得られた成果

本研究では、諸外国のラウンドアバウトに関する技術基準についてレビューするとともに、走行挙動調査等を通じて、ラウンドアバウト幾何構造基準の策定に向けた基礎検討を実施した。その成果として、設計車両や隣接流入部交差角に応じて、必要となる外径の目安値を示した。また、走行挙動調査結果から、環道幅員構成によって車両挙動やドライバーの

走行性の評価に影響が出ることを明らかにし、環道幅員構成の設定に関する留意点を示した。

5-2 今後の課題

今回の検討結果は、図面上での基礎検討と特定の幾何構造の模擬ラウンドアバウトにおける走行挙動調査結果によるものである。外径・環道幅員構成の設定に当たっては、今回の議論のほか、エプロンの構造等、その他にも配慮すべき事項があるものと考えられる。今後は社会実験での実運用等の知見も蓄積しながら、幾何構造基準の策定に向けて引き続き検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 中村英樹、大口敬、馬淵太樹、吉岡慶祐「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, 2009年
- 2) (社)交通工学研究会「ラウンドアバウトの計画・設計ガイド(案)ver.1.1、2009年
- 3) 馬淵太樹、中村英樹「日本でのラウンドアバウト設計のための調査研究課題」『土木計画学研究・講演集』No.33, 2006年
- 4) 馬淵太樹、中村英樹「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, 2007年
- 5) (財)国際交通安全学会「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」平成21年度研究調査プロジェクト報告書、2010年
- 6) (財)国際交通安全学会「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(Ⅱ)」平成22年度研究調査プロジェクト報告書、2011年
- 7) (公財)国際交通安全学会「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(Ⅲ)」平成23年度研究調査プロジェクト報告書、2012年
- 8) National Cooperative Highway Research Program (NCHRP): NCHRP Synthesis of Highway Practice 264 Modern Roundabout Practice in the United States, 1998
- 9) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, 2006
- 10) Federal Highway Administration (FHWA): Roundabouts: An Informational Guide, 2000
- 11) National Cooperative Highway Research Program (NCHRP): NCHRP Report 572 Roundabouts in

- the United States, 2007
- 12) National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) : NCHRP Report 672 Roundabouts: An Informational Guide Second Edition, 2010
 - 13) 국토해양부(国土海洋部) : 회전교차로설계지침(回轉交差点の設計指針), 2010
 - 14) Department for Transport, The Highways Agency: Design Manual for Road and Bridge, TD16/07 Volume6, section2 part3, Geometric Design of Roundabout, 2007
 - 15) Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Certu) : Carrefours urbains Guide, 2010
 - 16) Austroads: Guide to Road Design Part 4B Roundabouts, 2011
 - 17) 吉岡慶祐、中村英樹、宗広一徳、米山喜之「ラウンドアバウト走行実証実験における車両挙動分析」『土木計画学研究・講演集』No.41、2010年