

ラウンドアバウトに関する設計基準の海外比較 と我が国での幾何構造基礎検討

吉岡 慶祐¹・小林 寛²・山本 彰³・橋本 雄太⁴・米山 喜之⁵

¹非会員 (株)長大 道路事業本部 道路交通部 (〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1)
E-mail: yoshioka-k@chodai.co.jp

²正会員 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 つくば市大字旭1番地)
E-mail: kobayashi-h92qs@nilim.go.jp

³正会員 金沢河川国道事務所 加賀国道維持出張所 (〒924-0032 石川県白山市村井町3)
前 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 つくば市大字旭1番地)
E-mail: yamamoto-a84zx@nilim.go.jp

⁴非会員 復建調査設計株式会社 道路・地域整備部 (〒732-0052 広島市東区光町2-10-11)
前 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 つくば市大字旭1番地)
E-mail: y-hashimoto@fukken.co.jp

⁵正会員 (株)長大 道路事業本部 道路交通部 (〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1)
E-mail: yoneyama-y@chodai.co.jp

ラウンドアバウトは、安全かつエコで、災害に強い平面交差点の制御方式として、我が国でも実用展開に向けた動きが見られている。今後の本格的な普及に向けて、計画・設計に関する技術的基準の整備が必要不可欠であると考えられる。しかし我が国では、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難い。

そこで本稿は、基準の根拠となる知見を蓄積することを目的とし、諸外国のラウンドアバウトに関する設計基準を調査するとともに、我が国でのラウンドアバウトの幾何構造の基礎検討を行ったものである。海外基準の調査では、各国の設計思想、幾何構造の標準値等について比較・整理した。幾何構造基礎検討では、導流路設計の考え方にに基づき、外径と環道幅員の検討を行い、課題を整理した。

Key Words : roundabout, guideline, geometric design, inscribed circle diameter

1. はじめに

(1) 本稿の背景と目的

ラウンドアバウトは、一方通行の環道交通流に優先権のある円形交差点であり、信号交差点や通常の無信号交差点に代わる平面交差点の制御方式として、海外で積極的に導入されている。我が国においても、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点の制御方式として注目が高まっている。平成25年3月には、長野県飯田市において、信号機を撤去し、信号交差点からラウンドアバウトへの改良が実施されるなど実用展開に向けた動きも見られている¹⁾。

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・設計に関する技術的基準の整備が必要不可欠である。しかし我が

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²⁾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、我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・交通運用方法などについては統一的でないという課題もある。

そこで本稿は、我が国でのラウンドアバウトの技術的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、海外諸国における設計の考え方について比較および整理を行った。また、我が国の現行の道路構造令の解説と運用の考え方を踏まえた上で、幾何構造の最も基本的な要素である外径と環道部の幅員の決定方法について検討し、我が国での標準値等を定めるにあたっての今後の検討課題を整理したものである。

(2) 我が国のラウンドアバウト設計基準に関する既往研究・調査

(一社)交通工学研究会の自主研究課題では、我が国におけるラウンドアバウトの導入に関して議論が行われており、最終的に日本における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、我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について検討されている。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、海外諸国の設計基準について調査を行い、我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・普通自動車)または15m(小型自動車等)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。

2. 海外諸国におけるラウンドアバウト設計基準

本稿では、調査対象国として、ドイツ・イギリス・フランス・アメリカ・オーストラリア・韓国を選定し、各国の最新の設計思想・幾何構造の標準値等について整理し比較を行った。

(1) 各国の設計基準発行状況

表-1は調査対象国における、ラウンドアバウトの設計基準の発行状況を示したものである。

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。それ以降、イギリス・フランスを中心にラウンドアバウトの調査が行われており、設計基準についても幾度と改定が行われてきている。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ことで各地にラウンドアバウトが導入され、現在では数多くのラウンドアバウトが設置されている。また、近年では2010年に韓国でも設計基準が発行されており、今後普及が進むものと考えられる。

表-1 海外諸国のラウンドアバウト設計基準発行状況

	1960	1970	1980	1990	2000	2010	現在
ドイツ				★ (1993)	★ (1998)	★ (2006)	
イギリス	◎注1 (1966)	★ (1971)	★ (1975)	★ (1984)	★ (1993)	★ (2007)	
フランス(都市部)				★ (1988)	★ (1999)	★ (2010)	
フランス(地方部)				★ (1984)	★ (1998)		
アメリカ					★ (2000)	★ (2010)	
オーストラリア				★ (1993)		★ (2009,2011)	
韓国						☆注2 (2004)	★ (2010)

※注1:1966年に「環道優先」がルール化された
注2:海外基準の紹介が中心の「暫定版」である

(2) 各国の最新設計基準の概要

各国の設計基準に関して、基準の位置づけや最新の改訂状況などを中心に、簡単に述べる。

a) ドイツ

ドイツでは、1993年・1998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]」出されており⁵⁾、現在は2006年に出されたものが最新となっている。1998年まではコンパクトラウンドアバウトに限定した基準であったが、2006年の改定版⁶⁾では、ミニラウンドアバウトや2車線のラウンドアバウトまで言及している。この基準は、ドイツの道路構造に関する基準RASSt・RALを補足するものであり、法令や政令などではなく、設計の拠り所としてのガイドラインである。

b) イギリス

イギリスでは、1966年に「環道優先」のルールに変更されて以降、1971年に始めて設計基準が発行され、その後1975年、1984年、1993年、2007年と改訂を繰り返してきている⁷⁾。最新の基準は、The Highways Agency [道路局] から出されている道路の設計基準「Design Manual for Roads and Bridges [道路と橋の設計基準]」に含まれている。「TD16/07 Volume6, section2 part3 Geometric Design of Roundabouts [ラウンドアバウトの幾何構造]」⁸⁾である。

c) フランス

フランスでは、都市部と地方部で異なる設計基準を作成しており、都市部については、Certu(Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques) [交通都市研究局] から出されている「Carrefours urbains Guide [都市内平面交差の設計ガイド]」⁹⁾の中でラウンドアバウトの設計に関して記述がある。一方、地方部については、Setra(Service Études Techniques Des Routes et Autoroutes) [道路技術研究局] から出されている「Amenagement Des Carrefours Interurbains Sur Les Routes Principales Carrefours Plans

表-2 海外諸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 TD1607 Volume6, section2 part3 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)	Carefours 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 4B Roundabouts (道路の設計ガイド:ラウンドアバウト)	회전교차로 설계지침 (回轉交差点設計指針)
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(最新)	2007.8(最新)	2010(最新)	2010(最新)	2011(最新)	2010.12(最新)

注)2013年3月の調査時点である

「[地方部における平面交差点の設計]」¹⁰⁾の中でラウンドアバウトに関する記述がある。

後者(地方部のガイドライン)については、1998年のものが最新であるが、前者(都市部のガイドライン)については、2010年に改訂が行われ、最新の基準となっている。都市部については、トラム軌道付きのラウンドアバウトなど、新たな利用形態を踏まえたものとなっているためである。

d) アメリカ

アメリカでは、1990年代に、フロリダ州・メリーランド州でラウンドアバウトに関する基準が発行されたのが始まりであり、その後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]」¹¹⁾が出されている。これを境にラウンドアバウトの設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」¹²⁾として取りまとめている。この知見に基づき、2010年に改訂版である「Roundabouts: An Informational Guide 2nd Edition」¹³⁾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。

e) オーストラリア

オーストラリアでは、1993年にAustroroadsより出された、「Guide to Traffic Engineering Practice Part-6 Roundabouts」でラウンドアバウトの設計に関して記述された。その後2009年に「Guide to Road Geometry Part4B-Roundabouts」¹⁴⁾として改訂され、現在は2011年に第2版として出されているものが最新である。

f) 韓国

韓国では、2004年に出された平面交差点の設計指針¹⁵⁾の中で、ラウンドアバウトに関して記述がされているが、「暫定」として海外基準の紹介に留まっていた。その後、

国内での研究・調査を踏まえ、韓国の道路・交通特性を反映したものとして、2010年にラウンドアバウトの設計指針(회전교차로 설계지침)¹⁶⁾が出されている。

(3) 主要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、各国の標準値等を表-3のとおり比較整理した。その中の特徴的な事項について以下に示す。なお、コンパクトラウンドアバウトに対応する数値等のみを比較整理したものであり、ミニラウンドアバウト・多車線ラウンドアバウトなどは表-3のとおりではないことについて注意が必要である。

a) 外径

外径はラウンドアバウト全体の幾何構造に関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。表-3から表-6のとおり、各国の外径の最小値は、22mから28mとなっている。表-4から表-6は、ドイツ・アメリカ・韓国の外径の標準値について整理したものであるが、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転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)) の § 32 d(1)において、許容される車両の最小回転半径が12.5mとされているため、これに余裕幅0.5m×2=1.0m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。

表-3 海外諸国のラウンドアバウト設計基準の主要項目比較 (コンパクトラウンドアバウトに相当する部分のみ比較)

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
外径	都市部:26~40m 郊外部:30~50m	28m~36m	24~30m	設計車両に応じて ・27~46m [B-40(B-12)] ・32~46m[WB-50(WB-15)] ・40~55m [WB-67(WB-20)]	—	22~55m (設計車両と環道の設計速度により決定)
環道幅員	6~8m(エプロン含む)	・流入部幅員の1.0~1.2倍 ・6m以下	6~8m(エプロン含まない)	4.9m~6.1m	設計車両・中央島半径に応じ、 1車線 4.8m~12.4m	4.5m~6.0m (エプロンを含まない)
流入部幅員	都市部:3.25~3.75m 郊外部:3.50~4.0m	3~4.5m	3.0~3.5m	4.2~5.5m (4.6mが標準)	50m以上(外縁部間)	大型自動車:3.5m セミトレーラ:5.5m
流出部幅員	都市部:3.50~4.0m 郊外部:3.75~4.50m	3~4.5m(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	10~20m	8~15m	15~30m	—	15m以上
流出部曲線半径	都市部:12~16m 郊外部:14~16m	15~20m	15m以上	30~60m(最低15m以上) 郊外部:14~16m	—	15m以上
流入角度	60°(54°)	20°~60° (30°~40°が望ましい)	—	20°~60°	—	20°~40°
エプロン	高さ:254cm~4cm	傾斜15°以下 高さ15mm以下	エプロン幅:1.5~2m 勾配:4% 高さ:約3cm	幅:1~4.6m 中央島からの傾斜:1~2% 高さ:50~75m	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:2m以上	分離島延長:1.5m以上(可能であれば30m以上) 分離島幅:1.8m以上	環道6m以上離して設置	分離島延長:1.5m以上(可能であれば30m以上) 分離島幅:1.8m以上
横断歩道位置	環道から4~5m離して設置	環道から5~20m離して設置	環道から2~5m離して設置	環道から車両1台分セットバックして設置	環道から6~12m離して設置	環道から6m以上離して設置
自転車への対応	自動車の流入合計交通量が15,000台/日以下であれば、環道を走行可能 環道内では、自動車と自転車が混在通行(一列通行を推奨)	自動車の流入合計交通量が8,000台/日以下であれば、環道を走行可能 環道内では、自動車と自転車が混在通行(一列通行を推奨)	環道内では、自動車と自転車が混在通行、または環道部と分離した自転車通行帯を設置	都市内では、自動車と自転車が混在通行(一列通行を推奨)	環道内では、自動車と自転車が混在通行	環道部とは分離した、自転車通行帯を設置

注)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、基準の中で記述が無いことを示す

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。

b) 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、フランス・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、基準の中に記述が無く不明確であった。)

c) 流出部幅員・曲線半径

流出入部の幅員・曲線半径は、流入部の形状を表す要素として、各国の基準で標準値等が与えられている。

流出入部幅員についても、各国で定義や考え方についてわずかに異なる部分が見られる。ドイツでは流入部の流入線より手前の箇所(隅角部の曲線部よりも手前の一定幅の箇所)で測定するのに対し、イギリス・アメリカ・オーストラリア・韓国では、流入部と環道の境界部での幅員と定義されている。このため、ドイツでは他国よりも流出入部幅員の標準値が小さくなっている。また、

表-4 ドイツの外径標準値

外径(m)	市街地内			市街地外		
	最小値	標準値	上限値	最小値	標準値	上限値
	26	30~35	40	30	35~45	50

表-5 アメリカの外径標準値

設計車両			外径(m)
車種	車長(m)	最小回転半径(m)	
B-40(B-12)	12.2	13.7	27~46
WB-50(WB-15)	16.77	13.7	32~46
WB-67(WB-20)	22.4	13.7	40~55

表-6 韓国の外径標準値

設計車両			環道の設計速度(km/h)	外径(m)
車種	車長(m)	最小回転半径(m)		
小型車	6.0	7.0	20	22.0
			30	25.0
大型車	13.0	12.0	20	30.0~36.0
			30	50.0
セミトレーラ	16.7	12.0	20	30.0~50.0
			30	50.0~55.0

イギリスの標準ラウンドアバウトでは、流入部において「フレア」と呼ばれる拡幅を行うのが一般的であり、さらに広い流入部幅員となる(最大10.5m)。イギリスでは、以前よりラウンドアバウトの幾何構造と交通容量について調査・研究が行われており、とくに流入部フレアを設けることで交通容量の増加に寄与することが示されている。そこで、円滑性の向上を目的としてフレアが設置されているものと考えられる。

表-7 各国の設計思想に関する特徴的事項

国名	設計の考え方に関する特徴
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 各幾何構造について都市部と郊外部で明確に考え方を分類しており、外径の場合、都市内では30m、郊外部では35mを標準としている。 環道部のうち、通常走行幅員とエプロン幅員のバランスについて、3:1を目安としている。 中央島によるシフト量の考え方をを用いることで、直進車両に対して速度抑制される構造となっているかどうかチェックしている。
イギリス	<ul style="list-style-type: none"> 円滑性(交通容量の確保)を重視するため、流入部での車線の追加や拡幅を行い、拡幅の度合いを「フレア」を定義して定量化している。 「フレア」を含め、幾何構造の要素と交通容量の関係を示しており、交通容量が幾何構造の決定要因の一つであると考えられる。
フランス	<ul style="list-style-type: none"> 他国よりも環道と横断歩道の離隔距離が小さく、都市内では2mである。 トラム軌道付きのラウンドアバウトや二連のダブルラウンドアバウトなど、新たな形態についても記述されている。
アメリカ	<ul style="list-style-type: none"> 外径・幅員・流入部曲線半径など、他国よりも大きめで余裕のある寸法となっている。 走行動線のチェックについて細かく記述があり、走行時の一連の速度を重視していると考えられる。
オーストラリア	<ul style="list-style-type: none"> 流入路の設計速度に応じて中央島直径を決める。また、外径の概念が基準には無い。 中央島直径と設計車両により、その他の構造を決定していく。(他国では外径から決定していると思われる) 流入路に自転車通行帯がある場合、そのまま環道部の外端に自転車通行帯を設けている。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> 小型車専用として、外径22mのラウンドアバウトが考えられている。(他国では、設計車両はすべてバスやトレーラー以上である) 環道の設計速度について考えており、それにより外径や環道幅員の根拠となっている。 環道部と分離した自転車通行帯の設置を原則としている。 適用が望ましい交通量条件を示している。また、導入初期の不慣れを考慮して、交通量の適用条件の85%までを推奨している。

流出入部の曲線半径は、流出入部における隅角部の形状を示すものである。各国とも、流出入時の車両の走行に支障が出ない上で、過剰に速度が出ないように上限値あるいは下限値を設けている。特徴的な事項として、アメリカでは他国よりも標準値を大きくしているのに対し、ドイツでは上限値が他国よりも小さめとなっており、速度抑制を重視しているものと考えられる。

d) 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。本研究では、図-1の方法により測定される角度で定義することとした。(韓国の測定方法と同等)

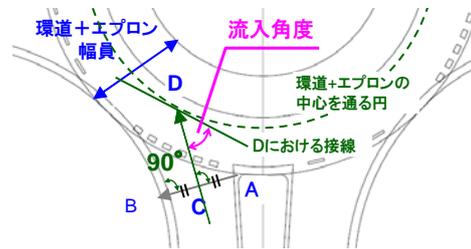
既往研究¹⁷⁾では、流入角度により流入挙動に違いが見られたことを確認しており、流入角度は大きめに取るほうが良いと指摘している。各国の基準を見ると、イギリス・韓国では流入角度の標準値を定めているのに対し、フランス・オーストラリアでは流入角度について述べられていない。また、ドイツでは流入角度の厳密な定義がされているわけではなく、過剰に鋭角な流入にならないよう目安とされている程度である。

e) 横断歩道位置

横断歩道を設置する際は、その設置位置が重要となる。横断歩道位置が環道に近いと、流出車に歩行者待ちが発生した場合、環道交通を遮断してしまうほか、流入車両が流入の判断を行う際に、横断歩道上に停止することとなり歩行者横断の妨げとなる。一方、環道から離れすぎると、横断歩道を通過する際の車両速度が上昇することが考えられる。以上の理由により、各国の基準では、概ね車両1台~2台程度まで環道から離すのが良いとされている。

f) 自転車への対応

ラウンドアバウトにおける自転車の扱いは、各国でも



1. 分離島と外径の円が交差する点 A から、隅角部へ垂線を引き、交わる点を B とする。(線分 AB が流入部幅員となる)
2. 環道部(環道+エプロン)の中心を通る円を描く。
3. 線分 AB の垂直二等分線と 2 で描いた円が交わる点を D とする。
4. 点 D における円の接線と、線分 CD の角度を流入角度とする。

図-1 流入角度の測定方法

課題となっているのが現状である。韓国を除き、各国とも車両と同様に通行させるのが一般的となっているが、交通量や走行速度に応じて、環道部とは分離された自転車通行帯を設けるケースもある。自転車の通行位置に関して、ドイツ・アメリカ・イギリスでは流出車両との巻き込み事故の危険性があるため、環道部の外端を走行させないように、環道内に特別な路面標示等は行わないほうが良いとしている。(自動車と自転車は一列通行を推奨)一方オーストラリアでは、交通状況に応じて、環道部の外端に自転車の通行位置を示す路面標示やカラー舗装などの設置を基準の中で記述している。韓国では、ラウンドアバウトでの自動車と自転車の通行位置は分離することを原則としており、流出入部では、横断歩道とあわせて自転車の横断帯も設けることが基本となっている。

(4) 各国の設計思想に関する特徴的事項

前述の比較結果や基準のその他の掲載事項について、各国の考え方で特徴的な事項を表-7のとおり整理した。

3. 幾何構造の基礎検討

(1) 外径

外径はラウンドアバウトの規模を示すものであり、最も重要な幾何構造の要素であると考えられる。本稿では、環道部の路肩を含めて、外径と定義することとした。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、我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。

既往研究⁴⁾では、単に円周上を周回するのに必要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、筆者が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しそうであることが明らかとなった。そこで、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2つの車両の動きから検証することとした。

a) 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、必要な外径を検証した。具体的には、図-2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）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、左折時の角度を60°～90°としたケースで描画し、検証した。その結果は図-4に示すとおりである。

b) 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図-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。図-3で描いた軌跡に、余裕幅0.5m×2=1.0mを考慮し数値をラウンドした結果、小型自動車等で17m、普通自動車・セミトレーラで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・セミトレーラで13mであり、今回の軌跡の確認とほぼ整合する結果である。

c) 外径の検討

図-4は、上記で検討した、a) 左折導流路が収まるのに必要な外径と、b) 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、a) b) 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。

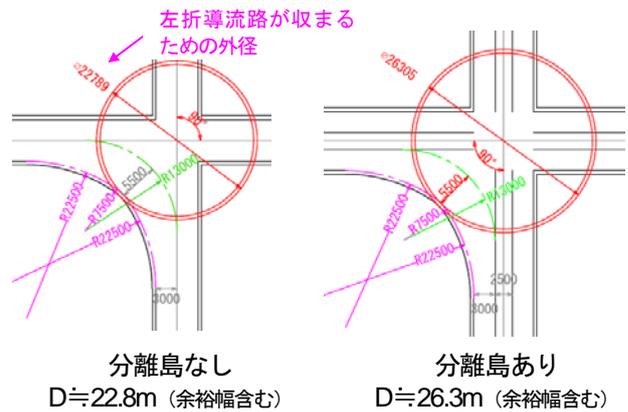


図-2 左折導流路に基づく必要外径の検討

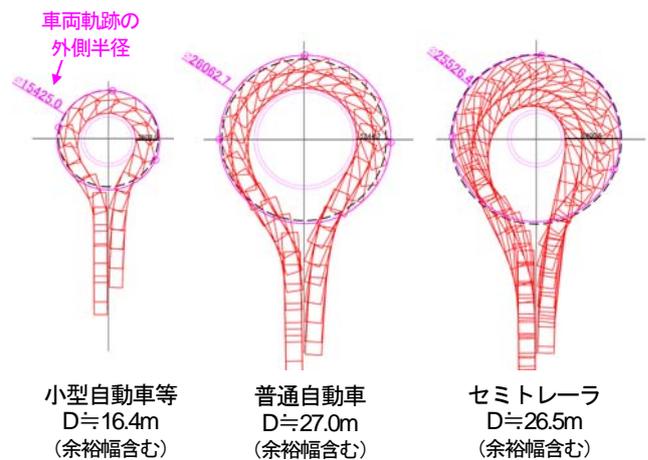


図-3 Uターンの軌跡に基づく必要外径の検討

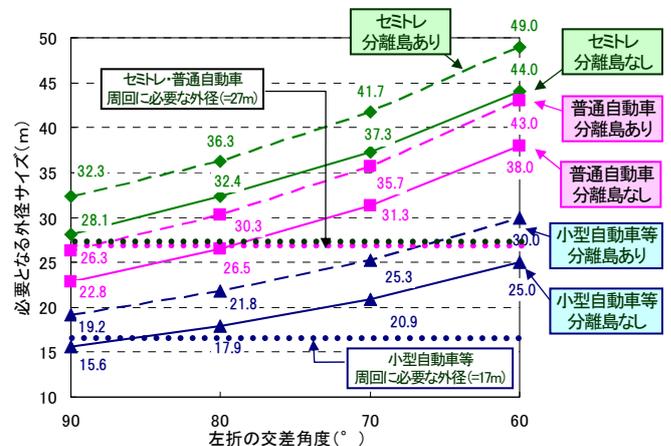


図-4 左折と周回に基づく必要外径の検討

当然ながら、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な外径は大きくなる。一方周回に必要な外径は、分離島の有無や交差角度によらず一意に決まる。十字交差点で90°の場合を考えると、設計車両がセミトレーラの場合と、小型自動車等で「分離島あり」の場合では、図-4のとおり周回に必要な外径を確保しても、左折導流路が外径内に収まらないことになる。そのため、左折導流路に基づき必要となる外径のサイズを設定する必要がある。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はあるが、ここでは外径内に左折導流路を収める前提とし、必要な外径を検証することとしている。

(2) 環道幅員構成

各国の設計手順では、外径が決定すれば、次に環道の幅員構成を決定していくのが一般的ようである。環道では車両の内輪差を考慮した幅員が必要となってくるが、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、車両の軌跡を考慮しつつ、必要最小限の幅員とすることが望ましいと考えられる。本研究では、外径の検討と同様に、導流路幅員を根拠として環道幅員の標準値を検討した。

表-8は道路構造令の解説と運用¹⁸⁾における導流路幅員の数値を根拠に、設計車両と外径に応じて算出した環道幅員の値である。なおエプロン幅員については、設計車両による導流路幅員の差分をエプロン幅員とした。例えば普通自動車以外径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。

(3) 標準値決定のための検討課題

本研究で検討した外径の大きさは、導流路設計の考え方を適用したものである。とくに設計車両がセミトレーラの場合、三心円設計による導流路と実際の軌跡には乖離があることが知られている。そのため、実際の設計においては、軌跡の確認や必要に応じてエプロンの設置等により、さらに小さな外径とすることも可能であると考えられる。

表-8の環道幅員は、導流路幅員の考え方にに基づき、機械的に算出した環道幅員の数値である。そのため、通常走行幅員とエプロン幅員のバランスや、流出入部の幅員とのバランスを見て決定するべきである。また、速度抑制を重視する場合はさらに幅員を狭くする、大型車のスムーズな通行を重視する場合はさらに幅員を広げるなどの配慮も考えられる。

以上の事項も含めて、適切な外径と環道幅員の標準値について、さらに検討することが課題である。

4. おわりに

表-8 設計車両と外径に応じた環道幅員 (案)

設計車両	外径 (m)	環道幅員 (m)		余裕幅 (m)	中央島直径 (m)
		通常走行幅員 (m)	エプロン幅員 (m)		
小型自動車等	17.0	4.0	—	0.5×4=2.0	7.0
	19.0	3.5	—	0.5×4=2.0	10.0
普通自動車	27.0	3.0	2.5	0.5×4=2.0	14.0
	30.0	3.0	2.5	0.5×4=2.0	17.0
	35.0	2.75	2.25	0.5×4=2.0	23.0
セミトレーラ	29.0	5.5	2.5	0.5×4=2.0	11.0
	30.0	5.0	2.5	0.5×4=2.0	13.0
	35.0	5.0	1.5	0.5×4=2.0	20.0

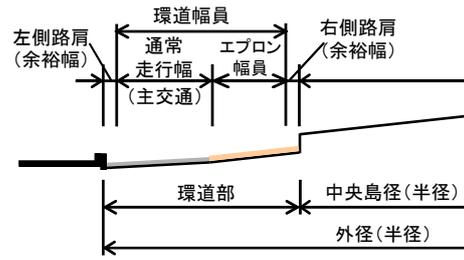


図-4 環道の断面構成

(1) 得られた成果

本研究では、我が国におけるラウンドアバウトの計画・設計手法の確立に向けて、その根拠となる技術的知見を蓄積することを目的として、海外基準の調査および幾何構造の基礎検討を行った。得られた主な成果として、以下が挙げられる。

・各国のラウンドアバウト設計基準の比較整理

各国のラウンドアバウトに関する設計基準を調査し、標準値等の比較を行い、幾何構造の決定根拠や設計の考え方について整理した。設計の考え方に関して、各国で共通点や相違点が見られ、各国の設計思想を踏まえた幾何構造としていることが明らかとなった。

・外径と環道幅員の標準値の基礎検討

我が国におけるラウンドアバウト幾何構造の基礎検討として、基本的な要素である外径と環道幅員の標準値を検討した。また、適切な標準値等を定めるにあたっての今後の検討課題を整理した。

(2) 今後の課題

今後、我が国におけるラウンドアバウトの計画・設計方法の確立に向けて、以下の事項が検討課題であると考えられる。

・我が国の設計コンセプトの確立

幾何構造を決定するにあたっては、考え方により多様な数値・判断が考えられる。そのため、我が国でのラウンドアバウトの導入意義を踏まえ、何を重視した設計とするか、設計コンセプトを確立することが必要であると考えられる。

・各種幾何構造の標準値等の検討

本研究で検討した外径・環道幅員は、導流路設計の考え方の適用や図面上で描画した軌跡の確認など、机上での検討にすぎない。そのため、実車両を用いた実験などから確認を行うことが望ましいと考えられる。また、流出入口の形状など、その他の各種幾何構造についても検討が必要である。

・幾何構造の根拠となるデータの蓄積

我が国ではラウンドアバウトの導入箇所がまだまだ少なく、幾何構造を考える上での根拠となる車両挙動等のデータが十分に蓄積されているとは言えない。今後の普及を経験しながら少しずつデータを蓄積し、我が国の交通状況を踏まえた適切な幾何構造について検討していくべきである。

参考文献

- 1) 米山喜之, 吉岡慶祐, 田代義之, 中村英樹, 鋤柄寛: 日本初となる信号交差点のラウンドアバウト化に際しての計画・設計と交通運用, 第45回土木計画学研究発表会, 2012
- 2) 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.
- 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.
- 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
- 5) Brilon, W.; Roundabouts: A State of the Art in Germany, National Roundabout Conference, 2005.
- 6) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, 2006.
- 7) National Cooperative Highway Research Program (NCHRP): NCHRP Synthesis of Highway Practice 264 Modern Roundabout Practice in the United States, 1998.
- 8) Department for Transport, The Highways Agency: Design Manual for Road and Bridge, TD16/07 Volume6, section2 part3, Gometric Design of Roundabout, 2007.
- 9) Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Certu): Carrefours urbains Guide, 2010.
- 10) Service Études Techniques Des Routes et Autoroutes (Setra): Aménagement Des Carrfours Interurbains Sur Les Routes Principles Carrfours Plans, 1998.
- 11) Federal Highway Administration(FHWA): Roundabouts: An Informational Guide, 2000.
- 12) National Cooperative Highway Research Program (NCHRP): NCHRP Report 572 Roundabouts in the United States, 2007.
- 13) National Cooperative Highway Research Program (NCHRP): NCHRP Report 672 Roundabouts: An Informational Guide Second Edition, 2010.
- 14) Austroads: Guide to Road Design Part 4B Roundabouts, 2011.
- 15) 건설교통부 (建設交通部): 평면교차로 설계지침 (平面交差点の設計指針), 2004
- 16) 국토해양부 (国土海洋部): 회전교차로설계지침 (回轉交差点の設計指針), 2010
- 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
- 18) (社) 日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 2004.

(2013.5.6 受付)

A COMPARISON OF DESIGN DESIGN FOR ROUNDABOUT IN FOREIGN COUNTRIES AND FUNDAMENTAL STUDY ON GEOMETRY DESIGN IN JAPAN

Keisuke YOSHIOKA, Hiroshi KOBAYASHI, Akira YAMAMOTO
Yuta HASHIMOTO and Yoshiyuki YONEYAMA

Roundabouts have lately been considered as a safe, ecological and economical traffic control method for the at-grade intersection that can avoid disasters. Movements for the practical use development are seen even in our country. For the future full-scale penetration, it is thought that the preparation of the technical standard about the plan and design is essential. However, in our country, it is difficult to say that the knowledge regarding the planning and designing of the roundabout is sufficient. Therefore this report is intended to accumulate knowledge to examine the design standard regarding the roundabouts of foreign countries, as well as to discuss the basis of the geometric structure of the roundabouts in our country. In the investigation of overseas standard, the design concept and the standard value of the geometric structure of each country is compared and organized. In the geometric structure basic examination, based on the channel design method, the inscribed circle diameter and circulatory roadway widths are examined and issues are organized.