

ラウンドアバウトの導入箇所特性を考慮した設計に関する一考察

蔵下 一幸¹・吉岡 多佳子²・戸田 全彦³・名渡山 一彦⁴

¹ 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支社 (〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 3-2-18)
E-mail: kurashita@oriconsul.com

² 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支社 (〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 3-2-18)
E-mail: yoshioka-tk@oriconsul.com

³ 非会員 朝来市役所 都市整備部 上下水道課 (〒669-5103 兵庫県朝来市和田山町東谷 213-1)
E-mail: yoshioka-tk@oriconsul.com

⁴ 非会員 うるま市役所 都市建設部 都市政策課 (〒904-2292 沖縄県うるま市みどり町 1-1-1)
E-mail: kazuhiko-n@city.uruma.lg.jp

我が国では、環状交差点を位置付けた改正道路交通法が平成 26 年 9 月に施行されて以来、ラウンドアバウトの導入事例が増え、平成 31 年 3 月末現在で 87 箇所に導入されている。ラウンドアバウトの導入にあたっては、導入箇所毎の交通実態、改良用地などの様々な制約条件があるなか、ラウンドアバウトの安全性能と円滑性能を確保する様々な工夫した設計を行っている。本稿では、沖縄県うるま市の X 型交差点、兵庫県朝来市のセミトレーラまでを設計対象とした交差点に導入したラウンドアバウトの設計の工夫点について報告する。

Key Words: Roundabout, X type intersection, traffic regulation, Shoulder Truck Apron, Snowy cold region

1. はじめに

平成 25 年 9 月の改正道路交通法の施行によりラウンドアバウトが環状交差点として法的に位置付けられて以来、交差点における交通の安全性・円滑性の向上等の様々なメリットから、平成 31 年 3 月末時点で全国 87 箇所に導入され、多くの自治体で導入検討が行われている。

導入にあたっては、導入箇所の制約条件を考慮した上で、特性に合わせた幾何構造や交通制御による性能照査型設計が基本とされ、交通の安全性と走行の円滑性を確保することが重要となっている。

しかし、導入検討の多くが既存交差点の改良であり、改良用地の制約や、交通実態に合わせた幾何構造を確保しようとする中で、安全性・円滑性を確保できないといった課題が生じ、導入が困難となる場合がある。

本稿では、こうした多くの制約がある箇所に対しても、様々な工夫によって安全性・円滑性を確保して導入した設計事例として、**図-1** の沖縄県うるま市の X 型交差点と、**図-2** の兵庫県朝来市のセミトレーラまでを設計対



図-1 沖縄県うるま市安慶名 (2018/11/29 供用) 提供：うるま市



図-2 兵庫県朝来市和田山町白井 (2019/3/8 供用) 提供：朝来市

象とした交差点の設計について報告する。

2. うるま市のラウンドアバウト計画と概要

(1) 対象箇所

対象箇所は図-3 の X 型に交差する市道安慶名 3 区線と市道安慶名 1 区線の無信号の交差点である。

安慶名 1 区線はバス路線となっており、5 時 40 分頃～23 時 40 分頃まで一日に上下線合わせて約 160 本のバスが運行している。安慶名 1 区線および安慶名 3 区線は都市計画道路における幹線街路となっている。なお、安慶名 3 区線南側 (C 枝) は、改良前は未供用であった。

X 型に交差するため交差点内が広くっており、表-1 に示すような、走行位置が安定しないことによる右左折時のショートカットやセンターオーバーといった危険挙動が確認されている。

このためラウンドアバウトへの改良による、安全性・円滑性の向上が求められた。

(2) 交通状況

平成 29 年 2 月 7 日 (水) 7:00～19:00 に実施した交通量調査より、12 時間総流入交通量は約 8,400 台/12h、ピーク時総流入時間交通量 (8:00～9:00) は約 900 台/h であった。なお、C 枝は未供用であったため、流入交通量の適用条件の判断については、交通量推計調査資料¹⁾よりピーク時間交通量を 171 台/h と設定して検討した。

また、12 時間横断歩行者・自転車交通量は全体で約 570 人/12h、ピーク時 (8:00～9:00) は全体で 110 人・台/h 程度で、中部農林高等学校の学生を中心に B 枝の横断が 67 人・台/h と最も多くなっている。

これらの観測値および設定値は、「ラウンドアバウトマニュアル²⁾ (以下、マニュアルという。)」に記載されている導入目安の総流入交通量 10,000 台/日以下となるため、当該交差点をラウンドアバウトに改良しても交通処理は可能と判断した。

主な通行車両は小型自動車であり、大型車については、表-2 に示す車両が確認されている。

B 枝⇔D 枝間は路線バス (全長 12.0m 程度) が通行している。A 枝から流入するバスも確認されているが、全てマイクロバス (全長 7.0m 程度) である。セミトレーラの通行は、A 枝⇒B 枝方向への 1 台のみが確認されている。

(3) 設計条件

a) 各路線の設計条件

各単路部の道路規格および設計速度を表-3 に示す。



図-3 沖縄県うるま市安慶名 (改良前)

表-1 右左折時の危険挙動

右折：ショートカット (B 枝⇒A 枝)	
左折：センターオーバー (D 枝⇒A 枝)	

表-2 通行車両状況 (バス・セミトレーラ)

路線バス (B⇔D)	マイクロバス (A⇒B)
セミトレーラ連結車 (A⇒B)	

表-3 単路部の道路規格および設計速度

枝番号・路線名	道路区分	設計速度
A・市道安慶名 3 区線	第 4 種第 2 級	40km/h
B・市道安慶名 1 区線	第 4 種第 3 級	40km/h
C・市道安慶名 3 区線	第 4 種第 2 級	40km/h
D・市道安慶名 1 区線	第 4 種第 3 級	40km/h

ラウンドアバウトの流出入部については、単路部の道路規格・設計速度に基づき、設計対象車両の走行軌跡をもとに、適切な安全性と走行の円滑性が確保できることを確認した上で幾何構造を設定した。

b) 設計対象車両

設計対象車両については、交通量調査結果の交通状況に基づき、主設計車両を小型自動車等、副設計車両を普通自動車とした。また、セミトレーラの通行が確認されているが、A枝からB枝への1台のみであり、周辺の迂回路も確保されているため対象車両から除外し、通行の可否を車両走行軌跡により確認する事とした。

c) 車両の通行区分と通行方法

現況の交通状況より、各流出入部の車両の通行区分は表-4となる。

また、図-4に各設計車両の環道の通行方法を示す。主設計車両の小型自動車等は環道を通行。副設計車両である普通自動車はエプロンを利用して通行。セミトレーラはエプロンに加え路肩を利用しての通行とした。

表-4 車両通行区分表

	流出	A	B	C	D
流入	A		小型+普通 (セミトレ)	小型+普通	小型+普通
	B	小型+普通		小型+普通	小型+普通
	C	小型+普通	小型+普通		小型+普通
	D	小型+普通	小型+普通	小型+普通	

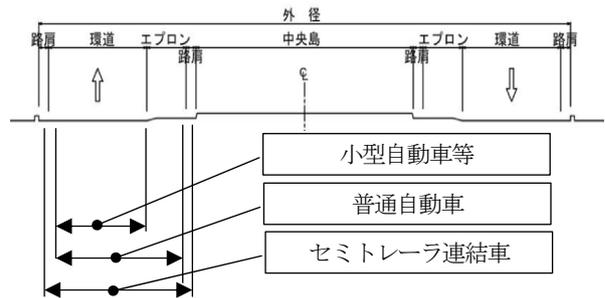


図-4 環状部の通行方法

(4) 制約条件

図-5は導入箇所における用地制約箇所を示している。

導入箇所は用地的な制約が多く、隣接する東西に隣接する民地および、南側の農林高等学校用地、ヌーリ川をコントロールする必要があった。

また、南北にある緑地(2号緑地、(仮称)安慶名第2公園)は改良用地として利用可能であるが、土地区画整理事業において緑地を確保する必要があるため、影響は最小限とすることが必要であった。



図-5 用地制約条件

3. うるま市のラウンドアバウト設計の工夫点

(1) 外径の設定

環道外径は「マニュアル」および「道路構造令の解説と運用³⁾」に記載される図-6の左折の交差角度に応じた必要外径の目安より、交差角 110° ~60° において、外径の目安を想定することができる。

導入箇所の各路線の交差角度は図-7となっており、最小交差角となるA-B枝間の左折交差角は54°である。

最小交差角は図-6に記載されている外径目安の適用範囲外であることから、これを目安にせず、接続する線形の改良や走行軌跡により、極力小さい外径になるよう設計した。

外径の縮小方法としては、①接続する線形の改良によ

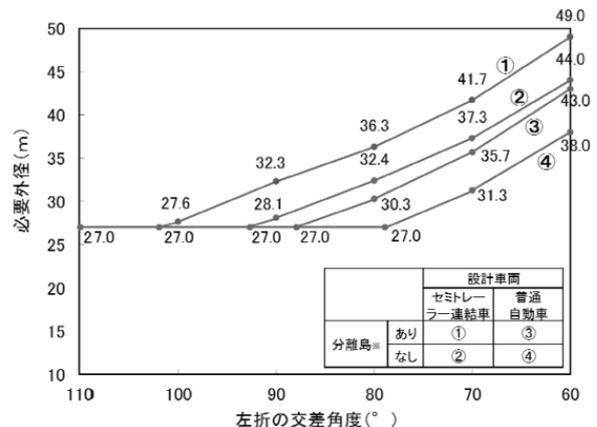


図-6 左折の交差角度に応じた外径の目安

り交差角を大きくする，②環道中心位置の調整により交差角を大きくする，③分離島の縮小によって枝間距離を広げることと考えて，繰り返し検討を行った。

上記を踏まえ，最初に計画したのは図-8 に示す外径 41.0m の計画案であった。

外径 41.0m 案では，分離島，歩道幅員を縮小することで環道中心位置を調整，接続する線形を改良して A-B 枝間の交差角度を 62° とし，A 枝から B 枝への副設計車両の左折走行軌跡より，A-B 枝間に生じる 25cm の外エプロン部を許容して外径を縮小したが，緑地への影響が大きい計画案となった。

また，図-9 に示した我が国のラウンドアバウトの外径別環道速度の実測値をみると，環道外径が大きくなるにつれ，環道の走行速度が高くなる傾向が確認されている。このため，市街地に位置する当該交差点の安全性能を考えると，外径を小さくして環道の走行速度を低くすることが望まれた。

X 型交差点の外径が大きくなる要因は，鋭角交差点の交通処理として，A 枝から B 枝，C 枝から D 枝へという副設計車両の左折の通行を考慮する必要があったためである。

そこで，本検討では鋭角部の左折の交通処理の工夫として「左折道流路を設置する案」と，「副設計車両の左折を特例的に，環道を周回させる案」の 2 つの案によって外径の縮小を検討した。

一つ目の工夫は，図-10 に示すように左折導流路を設置し，副設計車両の左折通行を確保して外径を 34.0m に縮小することであった。

しかし，用地制約条件内で左折道流路を設置した場合，短区間で分合流が連続し，さらに環道流出部の直近に導流路が接続するため，環道からの左折と導流路からの左折が交錯し，安全性に課題が生じる計画となった。

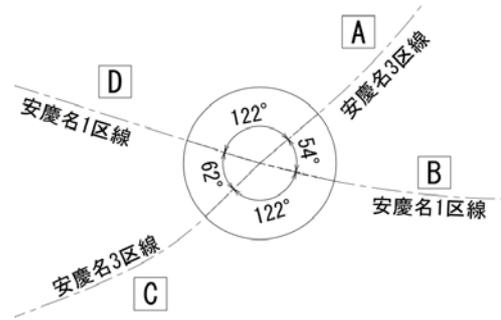


図-7 各枝間の交差角度

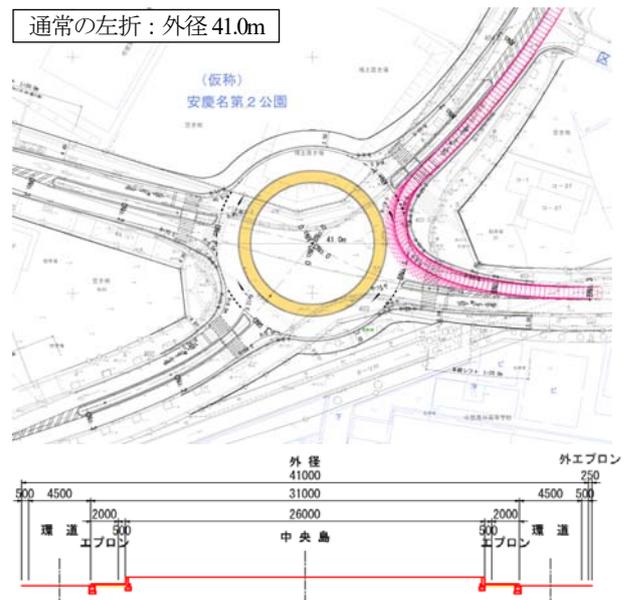


図-8 線形改良等による外径の縮小

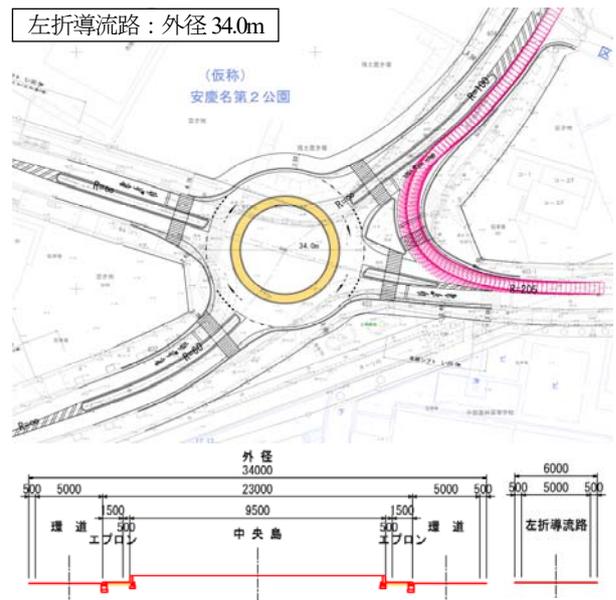


図-10 左折道流路による外径の縮小

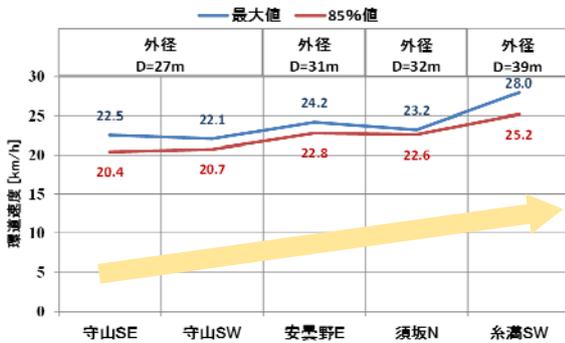


図-9 供用ラウンドアバウトの実勢速度

安全性を確保した設計とする場合は、環道と導流路の離隔を確保し、単路部区間に導流路を接続する必要があるため、制約用地内での実現は困難である。

次に考えた工夫は、図-11 に示すように副設計車両の左折に対し、環道を周回させての左折とすることで外径 34.0m に縮小することであった。

ただし、円滑な交通とするためにも、周回の対象とする車両はあくまで特例とすべきである。このため、鋭角部を左折している実際の車両について確認を行った。

交通量調査結果によると、鋭角部を左折する車両は 1,224 台/12h であった。

なお、その内訳については表-5 のとおりである。

大型車は 34 台/12h であり、セミトレーラ 1 台を除き、最大の車両で全長 8.5m 程度、最小回転半径は 7~7.5m と想定された。通行する主な大型車は小型~中型トラックであった。

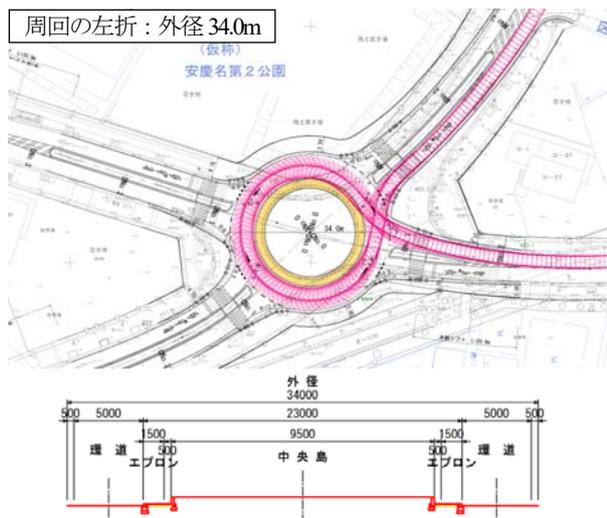


図-11 左折時の周回による外径の縮小

表-5 鋭角部の左折車両

車両の種類		台数(台)	割合(%)
小型車	乗用車	1,190	97.22%
大型車	小型自動車等以下の車両	18	1.47%
	小型トラック 全長 L=6.4m 最小回転半径 R=5.9m	3	0.25%
	中型トラック 全長 L=7.4m 最小回転半径 R=6.9m	6	0.49%
	大型トラック 全長 L=8.5m 最小回転半径 R=7.3m	1	0.08%
	バス	5	0.41%
	マイクロバス	1	0.08%
合計		1,224	100.00%

表-6 実車の左折走行軌跡による検証

車種	軌跡図	通行可否
乗用車 (小型自動車) 全長 L=4.7m		左折可
小型トラック	小型自動車等以下の車両	左折可
	全長 L=6.4m	左折可
中型トラック	全長 L=7.4m	左折可
	全長 L=8.5m	分離島の側帯及び路肩を利用して左折可
マイクロバス 全長 L=7.0m		左折可
セミトレーラ 連結車 全長 L=16.5m		環道の周回による左折

これを踏まえ、現況通行が確認された車両について、鋭角部左折時の走行軌跡による検証を行った結果を表-6 に示す。この結果より、設計対象外としたセミトレーラを除き、全長 8.5m の中型トラック以外の車両は全て通常の左折が可能であり、全長 8.5m の中型トラックについても、側帯および路肩を利用することで左折が可能であった。

このことから特例的に左折を周回させることは問題ないと考えられ、左折道流路案や外径 41m 案と比較しても安全性が高く、緑地への影響も最小となり、歩行者動線の迂回も軽減されることから、左折時に特定車両を周回させる外径 34.0m 案を採用することに決定した。

(2) 交通制御

鋭角部を左折する大型車両は、周回しての左折としたことから、環道周回による左折を大型車の運転者に知らせることが必要となった。

法定標識による進行方向に対する規制であれば、図-12 に示すような「指定方向外通行禁止」と対象車両を示す補助標識の組み合わせが考えられるが、対象車両を運転者に理解しやすくすることから図-13 に示す法定外看板を設置することとした。

対象とする大型車両は車両の全長で区分し、構造令小型自動車等に相当する全長 6.0m 以上を対象とした。



図-12 指定方向外通行禁止標識 (案)



図-13 環道周回の法定外標識



図-14 兵庫県朝来市和田山町白井 (改良前)

4. 朝来市のラウンドアバウト計画と概要

(1) 対象箇所

対象箇所は図-14 の県道金浦和田山線と市道白井山東線の無信号の交差点である。

主な交通は市道白井山東線 (A 枝) と県道金浦和田山線 (B 枝) となっており、普段は地域住民の生活を支える幹線道路、一般国道 9 号通行止め時には同国道の代替道路としての役割を担う。

しかし、現状の交差点は主方向交通が直角に折れ曲がるとともに X 型の交差点形状であり、交通量が多くなことから、無信号の平面交差点改良が条件であったが、それでは交通の安全性・円滑性を確保できないとともに、改良規模が大きくなるといった問題があったため、ラウンドアバウトでの改良が求められた。

(2) 交通状況

平成 26 年 5 月 29 日 (木) 7:00~19:00 に実施した交通

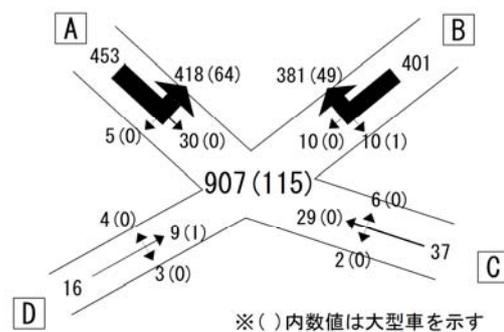


図-15 現況交通状況

量調査より、12 時間総流入交通量は 907 台/12h (図-15)、ピーク総流入時間交通量 (7:00~8:00) は 149 台/h となっている。また、12 時間横断歩行者・自転車交通量は全体で 5 人・台/12h であった。

これら観測値は「マニュアル」に記載されているラウンドアバウトの導入の目安となる交通条件値以下となるため、当該交差点をラウンドアバウトに改良しても交通

処理は可能と判断した。

主な通行車両は小型自動車であり、大型車はうち 115 台/12h であるが、大型車の 98% が主交通である県道金浦和田山線 (A 枝) と市道白井山東線 (B 枝) 方向への通行となっている。

(3) 設計条件

a) 各路線の設計条件

各単路部の現況車線幅員を表-7 に示す。ラウンドアバウトの流入部については、現況の単路部の車線幅員を維持した上で、設計対象車両の走行軌跡をもとに、適切な安全性と走行の円滑性が確保できることを確認した上で幾何構造を設定した。市道白井山東線 (C 枝)、県道浦和田山線 (D 枝) については現況道路が 1 車線であるため、流入部のみ各 2.75m の車線幅員を確保し、現道にすりつけるものとした。

b) 設計対象車両

設計対象車両は、現況の交通量調査結果より、主設計車両は小型自動車等とした。

導入箇所は主方向に対して交通が偏っており、C 枝 D 枝については大型車の通行はほぼ無い状況であった。このため、現況の道路状況・交通状況を考慮し、C 枝 D 枝の副設計対象車両の設定はしなかった。

また、A 枝 B 枝の平常時の副設計対象車両は普通自動車であるが、災害時の代替道路の役割としてセミトレーラ連結車の通行を担保する必要があるため、セミトレーラ連結車を副設計対象車両とした。

c) 車両の通行区分と通行方法

車両の通行区分は表-8 に示す通り、主方向 (A 枝⇄B 枝) のみセミトレーラの通行を担保した。また、各設計車両の環道の通行方法は、図-16 に示すように、主設計車両の小型自動車等は環道を通行。普通自動車はエプロンを利用して通行。副設計車両であるセミトレーラの通行は災害時に限られるため、路肩を含めた通行によって担保した。

(4) 制約条件

導入箇所は、必ず考慮しなければならない制約条件はないが、改良規模は最小限とし、影響範囲は極力一筆用地内となるようにした。

また、積雪地域であることから、除雪に対する配慮が必要であった。

表-7 単路部の現況車線幅員

枝番号・路線名	車線幅員
A・市道白井山東線	3.00m (2車線)
B・県道金浦和田山線	3.00m (2車線)
C・市道白井山東線	4.00m (1車線)
D・県道金浦和田山線	2.50m (1車線)

表-8 車両通行区分表

流出 流入	A	B	C	D
A		小型 セミトレ	小型	小型
B	小型 セミトレ		小型	小型
C	小型	小型		小型
D	小型	小型	小型	

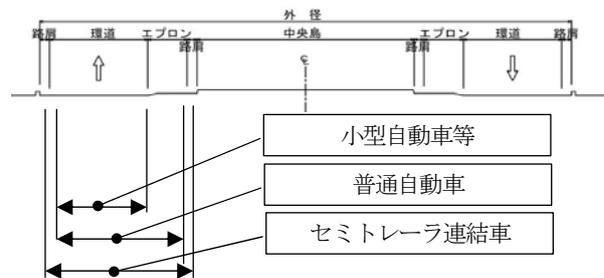


図-16 環状部の通行方法

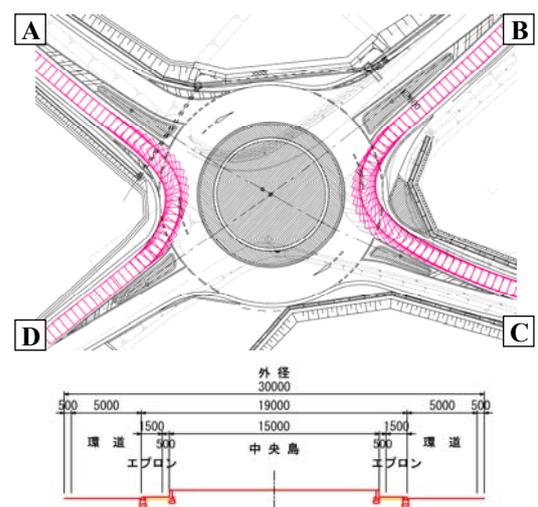


図-17 小型自動車等の左折による外径の決定

5. 朝来市のラウンドアバウト設計の工夫点

通常、幾何構造は最大の設計対象車両によって決定するが、導入箇所においての最大設計車両であるセミトレーラの通行は限定的であることから、セミトレーラに対して必要となる拡幅は外エプロン構造で対応することとし、図-17 に示すように、鋭角交差となる A-B 枝間および B-C 枝間の小型自動車等による左折走行軌跡により環道外径を 30.0m と設定した。

(1) 構造物による外エプロンの設定

小型自動車とセミトレーラのように、必要な幾何構造の性能差が大きい車両を設計対象車両とした場合、大きい車両に合わせて幾何構造を設定するため、小さい車両にとっては、流出入口の路肩幅員が広すぎる構造となり、走行の安定性が確保できず、速度上昇や左折時のショートカット等による安全性の低下が懸念された。本設計では、図-18 に示すように、特に B 枝の入部に生じる左折時に必要な幅員の差が大きく、小型自動車等の必要な幅員 3.0m に対し、セミトレーラは約 5.0m が必要となった。また、B 枝からの流入部は C 枝流出部と近接しており、小型自動車の左折時のショートカットが懸念された。

このため、図-19 に示すように、B 枝流入部のセミトレーラに必要な拡幅部に対し、構造物による外エプロンを設置した。外エプロンの構造については、路肩付近を走行する二輪車に対する走行の安全性や、除雪を考慮し、0cm から 5cm のテーパ構造とした。また、隅切り部は、図-20 に示すように小型自動車等の安定した走行性を確保するため、小型自動車等を乗り上げさせないマウントアップの段差構造とした。

(2) 除雪に対応した構造

導入箇所は積雪地域であるため、本設計では冬季の除雪を考慮した、エプロン構造、路肩の堆雪部の設計を行った。

a) エプロン構造

エプロン端部形状による除雪時の影響については、既存の研究結果において、模擬エプロンを用いての除雪車両の走行実験が行われている。この研究では、「エプロン端部縁石の形状に鉛直部がある場合、接触時の衝撃度合いは通常の除雪作業とさほどかわらないが、縁石を相当欠損させることを確認した。一方、エプロン端部縁石の形状を鉛直部がないすりつけ形状にすることで、除雪装置接触時の縁石損傷を抑制できることを確認した」と

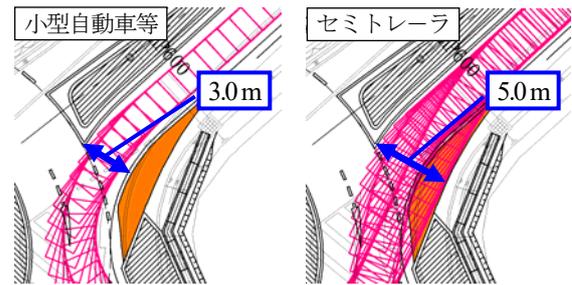


図-18 設計対象車両による必要な幅員の差

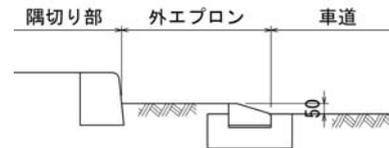


図-19 外エプロン構造



図-20 隅切り部の段差構造

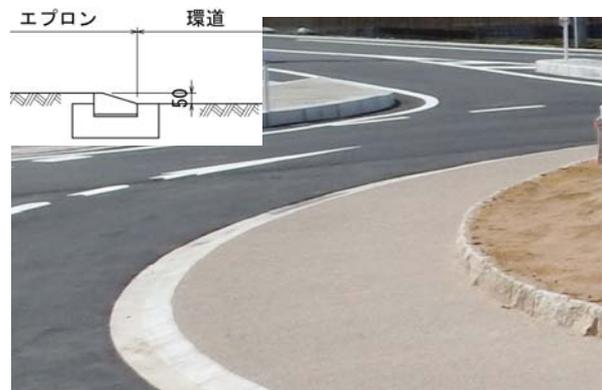


図-21 エプロン構造

報告されている⁴⁾。

このことから、当該設計では、**図-21** に示すように、除雪車両の走行性とエプロン構造の維持管理を考慮し、外エプロンと同様の 0cm から 5cm のテーパ構造とした。

b) 路肩の堆雪部

導入箇所は積雪地域であるため、路肩部に対し、堆雪幅が必要となった。

このため、環道および流出入部の路肩幅員は、堆雪幅として、**図-22** に示すとおり 1.0m 以上の路肩幅員を確保した。

また、堆雪部としたことから、除雪車両の走行を考慮し、環道および流出入部の路肩端部には構造物を設置せず、**図-23** や**図-24** で示す通り区画線のみの設計とした。

ただし、今後、堆雪空間を利用した直線的な走行が生じた場合は、冬季の交通状況を確認した上で、走行位置を安定させるため、ラバーポール設置等の安全対策を講じる予定である。

(3) 用地の活用

ラウンドアバウト設計では、環道および流出入部の曲線構造によって、曲線形状の変則的な形として残地が残りやすく、当該箇所にも残地が残った。

このため、当該箇所では交差点横の残地を堆雪場として活用することにし、残地を有効に活用した。堆雪場については、**図-25** に示す通り、出入口は除雪車両の出入りのため段差をフラットにし、D 枝流出部に対しては、境界の明示および、車両の走行を誘導するためマウントアップの段差構造とした。

6. おわりに

本稿では制約の多い X 型交差点に対するラウンドアバウト設計の工夫点として、我が国初となる特定車両に対しての環道周回による左折の交通規制や、外エプロンの設置による安全で円滑な交通誘導、積雪地域に対する設計について報告した。

鋭角に交差する X 型交差点は、通常の平面交差点であっても、交差点面積が大きくなりやすく、右折時のショートカットや、見通しの問題から安全確認が不十分となって、事故の危険性が高い交差点となりやすい。

こういった X 型交差点では、ラウンドアバウト設計においても、外径が大きくなる事での環道内速度の上昇

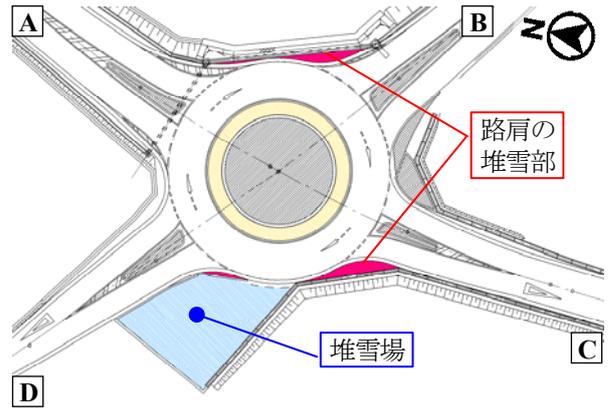


図-22 堆雪幅を確保した路肩構造



図-23 環道東側の路肩 (A-B 枝間)



図-24 環道西側の路肩 (C-D 枝間)



図-25 堆雪場

といった課題が生じやすいが、様々な工夫を行うことで外径を縮小し、安全性と円滑性を担保した交差点とすることが可能であると考えられる。

今後は、計画・設計した幾何構造や交通制御の効果をモニタリングにより検証し、各地に導入された、新たな工夫による設計事例や研究報告等による知見を踏まえながら、さらなる安全性・円滑性の向上に努め、設計に反映していく必要がある。

謝辞：本計画の実施、および本稿をまとめるための検討にあたっては、日本大学・森田綽之客員教授、名古屋大学大学院・中村英樹教授をはじめとする多くの関係者の皆様に多大なご指導・ご協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大東エンジニアリング：安慶名地区市街地開発に伴う交通量推計，平成 13 年 3 月。
- 2) 交通工学研究会：ラウンドアバウトマニュアル，平成 28 年 4 月。
- 3) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，平成 27 年 6 月。
- 4) 国土交通省北海道開発局第 59 回（平成 27 年度）北海道開発技術研究発表会 佐藤信吾、牧野正敏、高本敏志：ラウンドアバウトの除雪作業におけるエプロン端部形状の影響に関する検討，2016 年 2 月。

(2019.?.? 受付)

A STUDY ON THE DESIGN OF THE ROUNDABOUT TAKING INTO ACCOUNT THE CHARACTERISTICS OF THE PLACE.

Kazuyuki KURASHITA, Takako YOSHIOKA, Masahiko TODA
and Kazuhiko NADOYAMA

Since the revised Road Traffic Law that is positioning as a traffic circle, in Japan, September 2014. Roundabout of about 80 locations has been introducing, as the end of December 2018.

In every introduction of a Roundabout, we has been designing of devise to secure for a performance of safety and smoothness in road traffic under a variety of a constraint condition like an area of site, traffic condition of constructing for each place.

In this paper, we report on the devised design points of the Roundabout that was introduced at the X intersection of the Uruma City in Okinawa Prefecture and design for targeting a semi-trailer in Asago City, Hyogo Prefecture.