

## 積雪寒冷地における新たな交差構造の導入に関する研究（H26 年度報告）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 24～平 28

担当チーム：寒地交通チーム、  
寒地機械技術チーム

研究担当者：高橋尚人、宗広一徳、影山裕幸、  
牧野正敏、佐藤信吾、中村隆一

### 【要旨】

我が国の国土面積の約6割は積雪寒冷地域に位置しているが、ラウンドアバウトの運用に際しては、適切な冬期管理が求められる。本研究は、苫小牧寒地試験道路に小型環道1車線型ラウンドアバウトを試験設置し、ラウンドアバウト設計に関する基礎検討や冬期管理に資する実験を実施した。実際の除雪車を使用したエプロン部除雪に関する実験により、除雪装置接触による縁石の損傷について、エプロン端部形状別にデータを取得した。また、除雪前後及び防滑材の散布の有無別の走行実験により、ドライバーの運転挙動の変動のデータを取得した。  
キーワード：積雪寒冷地、交差構造、ラウンドアバウト、走行性、冬期維持管理

### 1. はじめに

ラウンドアバウトは、環道交通流に優先権を持つ新たな交差点制御方式として、1980年代以降、英国、フランス並びにドイツをはじめとし、欧州各国及び米国などで広く普及するに至っている。ラウンドアバウトの基本構造は、中央島、交通島（分離島）、舗装、エプロン（路面の段差、凹凸）、標識・路面標示で構成される。日本にも存在する旧来の円形交差点（ロータリー交差点）は、外径が大きく（概ね50～70m）、流入交通優先（いわゆる左方優先）などにより運用されてきた。これに対し、現代のラウンドアバウトは、外径がコンパクト（概ね27～40m）であり、環道交通優先のルールが徹底され、運用される。そのため、車両の速度抑制、交通事故被害軽減及び環境負荷低減の効果が発揮される。

我が国における実践的なラウンドアバウト研究の先駆的な取り組みとして、基本の幾何構造及び冬期管理工法の検討を目的とし、寒地土木研究所は、苫小牧寒地試験道路（苫小牧市字柏原211番地1）において、環道外径27mの環道1車線型ラウンドアバウトを試験設置した。試験設置後、寒地土木研究所では、ラウンドアバウトの基本設計、冬期管理工法、ドライバーの運転挙動に関する実験に取り組んでいる。また、我が国では近年発生した地震、津波、豪雪等の自然災害により、広域に亘り停電し、信号が機能しない事態が連続している<sup>2)</sup>。このような背景のもと、本研究では、災害に強い交差構造として積雪寒冷地におけるラウンドアバ

ウトの基本性能（走行性、安全性）と冬期維持管理手法に関する検討を行う。

平成 26 年度は、以下の事項について検討を行った。

- ・除雪車の実地試験（エプロン部の除雪に関する検討）
- ・被験者参加による走行試験（除雪作業の実施前後のドライバーの運転挙動）

### 2. ラウンドアバウトの試験設置

#### 2.1 設計の構成要素

苫小牧寒地試験道路での環道1車線型ラウンドアバウトの試験設置にあたり、ドイツのラウンドアバウト設計ガイドライン（Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehr）<sup>3)</sup>を参考とした。設定した設計条件、構成要素及び諸元は次の通りである<sup>4)</sup>。

#### 1)設計条件

- ・沿道利用（Roadside use）：郊外部の平地
- ・道路種級区分（Classification of road）：3種2級相当同士の道路交差点
- ・設計車両（Design vehicle）：小型自動車、普通自動車

#### 2)主要な部位

- ・環道外径（Inscribed circle diameter; D）：27.0m  
(路肩を含む)
- ・環道車線幅員（Width of circulatory roadway;  $W_c$ ）：5.0m
- ・環道走行幅員（環道車線幅員+エプロン幅員）（Width of

circulatory carriageway including truck apron;  $W_c$ ) : 9.0m

- ・横断勾配 (Crossfall ;  $C_f$ ) : 0%

3)中央島

- ・エプロンの設置 (Truck apron present) :有り
- ・エプロンの材料 (Material truck apron) :白色の仮設路面表示材 (3M製 ; CV00001A)
- ・中央島直径 (Central island diameter;  $D_i$ ) : 8.0m
- ・エプロン幅員 (Width of truck apron;  $W_a$ ) : 4.0m
- ・中央島の高さ (Height of central island;  $H_i$ ) :0.5m

4)流入/流出部

- ・流入部幅員 (Entry width;  $W_a$ ) : 3.5m, 3.25m
- ・流出部幅員 (Exit width;  $W_e$ ) :3.5m
- ・流入部曲線半径 (Entry radius ; $R_a$ ) : 13.0m
- ・流出部曲線半径 (Exit radius;  $R_e$ ) : 15.0m

5)横断歩道

- ・横断歩道とゆずれ線の間隔 (Distance between crossing and outside circ. carriageway;  $D_c$ ) : 5.0m

6)分離島

- ・分離島の設置 (Deflection island present) :有り
- ・分離島延長 (Length of deflection island;  $L_d$ ) : 30.0m, 14.3m
- ・分離島幅員 (Width of deflection island;  $W_d$ ) :3.25m, 2.0m, 6.5m

7)区画線

- ・ゆずれ線の設置 (Markings on yield line) : 流入部と流出部にドット線

8)照明

・照明の設置 (Lighting on roundabout present) :無し  
 なお、同ガイドラインでは、環道に外側に横断勾配 (2.5%下り)を設けるとされているが、本実験では同勾配は設けず、平坦とした。中央島及び交通島については、土嚢 (約 50cm × 50cm × 20cm) を積み重ね、上部を緑色の人工芝シートで覆い、盛土と張芝のイメージを再現した。試験設置したラウンドアバウトを図1及び写真1に示す。

2.2 交通運用

過年度においては、「止まれ」もしくは「徐行」の標識をラウンドアバウトに設置して走行実験を行っていたが、我が国においても、平成26年9月1日より、道路交通法第4条第3項により、「環状交差点における右回り通行」の規制実施基準が定められた。よって、本年度 (平成26年度) の実験については、「環状交差点における右回り通行」の標識 (図2) をラウンドアバウトに設置し、実験を実施した。

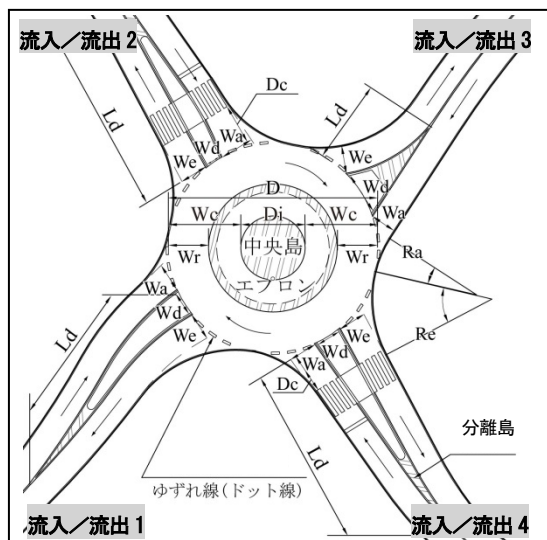


図1 試験設置したラウンドアバウトの平面図



写真1 試験設置したラウンドアバウトの外観



図2 「環状交差点における右回り通行」の標識

### 3. 除雪車の実地試験

#### 3.1 エプロン部の除雪に関する試験

環道の内側、中央島よりに設置されるエプロンは、環道幅員内では通行が困難な車両（大型車両、牽引車両等）が走行してよい部分であり、利用者が環道との境界を認知できるように区分される。海外諸国の設計基準では 1.5～7.5cm 程度のエプロン高さが規定されている<sup>1)</sup>。我が国のラウンドアバウト導入事例では、エプロンを走行する必要がない小型車のショートカットを抑制するため、エプロンに 2～5cm の段差が設けられている<sup>5)</sup>。しかし、北海道のような多雪地域における除雪作業時には、この段差に起因する課題が想定される。具体的には、雪の取り残し部分の発生や、除雪車の除雪装置の接触による段差部や除雪車自体の損傷の発生である。この取り残し部分や損傷の度合いを定量的に確認するため、除雪車を用いた試験を行った。

##### 3.1.1 試験概要

エプロン部の除雪作業を再現するため、苫小牧寒地試験道路に設置した、段差がある模擬的なエプロンにおいて、エプロン部に除雪車の右側タイヤが乗り上げた時の作業状況を再現した。試験にあたっては、まず、雪がない状態で除雪装置をエプロン面に接地させ、段差に起因する除雪が不可能な範囲を測定した。その後、エプロンに雪を盛り、除雪車で実際に除雪作業を行い、除雪後の残雪状況を確認した。

また、除雪装置の接触によるエプロン端部や除雪車の損傷度合いについて確認するため、雪がない状態で、除雪装置をエプロン端部に接触させて損傷度合いを確認するとともに、除雪装置に取り付けた加速度計で接触時の衝撃を計測した。

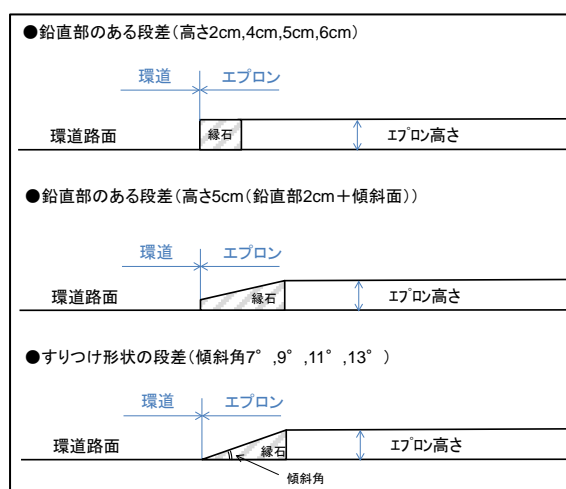


図3 模擬エプロン端部断面図



写真2 鉛直部がある模擬エプロン  
(鉛直部の高さ 4cm)



写真3 すりつけ形状の模擬エプロン  
(傾斜角度 11°)

##### 3.1.2 模擬エプロン

アスファルトと縁石により成形された、段差に鉛直部がある半円形の模擬エプロンを 5 種類（高さ 2cm、4cm、5cm、5cm（鉛直部 2cm + 傾斜面）、6cm）使用した（図 3、写真 2）。また、鉛直部がない傾斜面のみですりつけ形状の直線状の模擬エプロンも 4 種類（傾斜角度 7°、9°、11°、13°）使用した（図 3、写真 3）。

##### 3.1.3 除雪車

試験にはホイールローダ（7t 級）（写真 4）と、モーターグレーダ（3.1m 級）（写真 5）を使用した。ホイールローダは除雪装置（バケット）の左右で独立した高さ調整はできないが、モーターグレーダの除雪装置（ブレード）は調整することが可能である。





写真4 ホイールローダ (7t級)

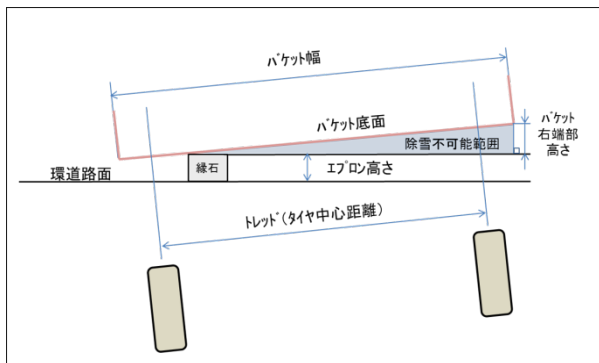


図4 計測イメージ (ホイールローダ)



写真5 モータグレーダ (3.1m級)



図5 バケツの接地状況 (ホイールローダ)



写真6 残雪の発生状況 (ホイールローダ)

### 3.1.4 エプロン部の残雪高さの計測結果

半円型の模擬エプロンにおいて、雪のない状態でホイールローダの右側タイヤをエプロンに乗り上げてバケツをエプロン面に接地させ、バケツ右端部のエプロン面とのすき間の高さ(残雪高さ)を計測し(図4、図5)、これを5回繰り返して、平均した。また、7~14cm程度の雪を盛って敷き均し、ホイールローダで除雪後(写真6)、残雪高さを5~13測線で計測し、これを各模擬エプロンで3回繰り返した。なお、バケツ端部は雪がくずれて残雪高さを計測できないため、バケツの途中の3点における残雪高さからバケツ右端部の残雪高さを算出した。

計測の結果、残雪高さの最大値は、雪のない状態では63mm、除雪後では47mmとなり、ともにエプロン高さが6cmの場合であった(表1)。雪のない状態に比べて除雪後の残雪高さが小さくなったのは、タイヤの下の雪の影響で車体の傾斜角度が減少したためと考えられる。

表1 残雪高さの計測結果

機種	エプロン端部		バケツ右端部の残雪高さ(mm)	
	形状	高さ	雪なし	除雪後
ホイールローダ	鉛直	2cm	17	—
		4cm	32	17
		5cm	46	—
		5cm (鉛直部2cm+傾斜面)	43	45
		6cm	63	47

※高さ2cm、5cmの除雪は未実施

次に、雪のない状態でモータグレーダの右側タイヤをエプロンに乗り上げてブレードの推進角を 90°とし、ブレードがエプロン面に水平に接地するようブレードの高さを調整(図 6、図 7)して、ブレードとエプロン面とのすき間(残雪高さ)を計測した。

また、8~17cm 程度の雪を盛って敷き均し、モータグレーダで除雪後(写真 7)の残雪高さを 7~10 測線で計測し、これを各模擬エプロンで 3 回繰り返した。なお、モータグレーダはブレードを左右別々に高さの調整ができるので、ブレード右端部ではなくブレード途中の 3 点の残雪高さを平均した。

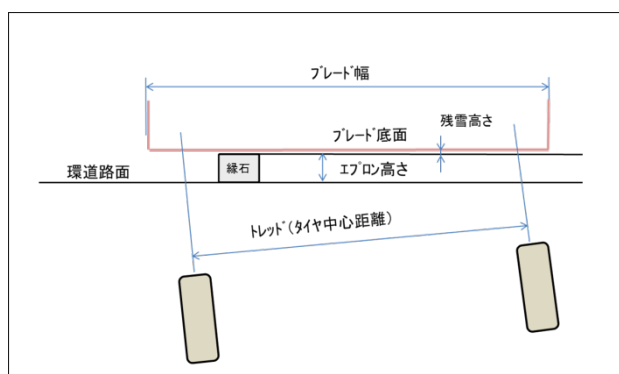


図 6 計測イメージ (モータグレーダ)



図 7 ブレードの接地状況 (モータグレーダ)



写真 7 残雪の発生状況 (モータグレーダ)

計測の結果、雪のない状態では、ブレードとエプロン面のすき間は生じなかったが、除雪後ではエプロン高さが 5cm (鉛直部 2cm+傾斜面) で残雪高さは 15mm であった(表 2)。

これらから、エプロンのかさ上げ高さが 6cm 以下では、最大の残雪高さは、ホイールローダによる除雪後のバケット右端部で 47mm であり、除雪作業による雪の取り残しは、走行車両の支障になるほど多くはないことを確認した。

### 3.2.5 エプロン端部縁石の損傷度合いの計測結果

除雪車の除雪装置に加速度計(スリック社製 G-MEN DR20)を搭載し(写真 8、9)、除雪装置のエッジをエプロン端部の縁石に接触させた時の、縁石の損傷度合いと加速度を計測した。

ホイールローダはバケットの推進角度が 90°で固定されているが、モータグレーダはブレードの推進角度が調整可能でありホイールローダと同様に 90°に設定した。また、走行速度を 5km/h 程度とし、縁石に対する進入角度を 30°に設定して、エッジ接触を各縁石で 6~8 回繰り返した。



写真 8 加速度計の取付状況 (ホイールローダ)

表 2 残雪高さの計測結果

機種	エプロン端部		ブレード部の残雪高さ(mm)	
	形状	高さ	雪なし	除雪後
モータグレーダ	鉛直	2cm	0	—
		4cm	0	4
		5cm	0	—
		5cm (鉛直部2cm+傾斜面)	0	15
		6cm	0	11

※高さ2cm、5cmの除雪は未実施





写真9 加速度計の取付状況 (モータグレーダ)



写真10 バケット接触イメージ  
(高さ 2cm, ホイールローダ)

計測の結果、ホイールローダのバケット接触 (写真10) では、鉛直形状の全ての縁石で下端部 (路面) から欠損が発生し、その大きさはエプロン高さ 4cm で幅 23cm×奥行 7cm (平均値) であった (表3)。また、すりつけ形状の縁石では傾斜角度 13° で欠損は生じなかった (写真11)。

表3 端部縁石損傷度合いの計測結果

機種	エプロン端部		縁石欠損部		
	形状	傾斜角度・高さ	幅 (cm)	奥行 (cm)	欠損状況
ホイールローダ	鉛直	2cm	14.9	4.9	縁石下端部 (路面) から削られて欠損
		4cm	23.3	7.3	
		5cm (鉛直部2cm+傾斜面)	18.5	7.3	
	すりつけ	13°・6cm	0.0	0.0	欠損なし
モータグレーダ	鉛直	2cm	13.0	4.6	縁石下端部 (路面) から削られて欠損
		4cm	25.1	9.5	
		5cm (鉛直部2cm+傾斜面)	16.0	7.3	
	すりつけ	7°・3cm	0.0	0.0	欠損なし、又は、縁石上端部が削られて欠損
		9°・4cm	10.6	0.9	
		11°・5cm	11.2	1.2	
		13°・6cm	39.0	3.3	



写真11 縁石の損傷状況 (ホイールローダ)

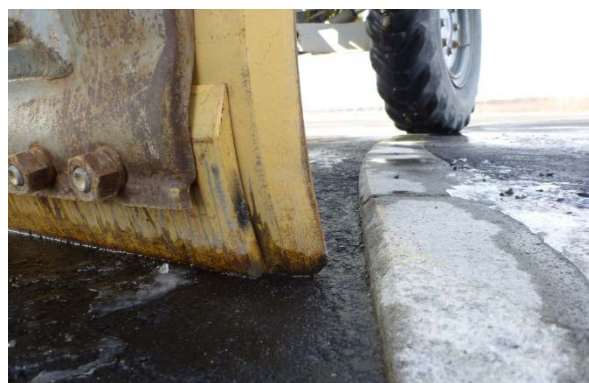


写真12 ブレード接触イメージ  
(高さ 2cm, モータグレーダ)

モータグレーダのブレード接触 (写真12) においても、鉛直形状の全ての縁石で下端部 (路面) から欠損が発生し、その大きさはエプロン高さ 4cm で幅 25cm×奥行 10cm (平均値) であった。また、すりつけ形状の縁石では傾斜角度 13° で上端部に幅 39cm×奥行 3cm の欠損が生じた (写真13) が、鉛直形状の縁石に比べて損傷の程度は少ない状況であった。

表 4 エッジ接触時加速度の計測結果

機種	エプロン端部		接触時 加速度 (G)	通常作業時(G)	
	形状	高さ・傾斜角度		平均	最大
ホイール ローダ	鉛直	2cm	8.6	10.1	21.8
		4cm	13.7		
		5cm (鉛直部2cm+傾斜面)	10.6		
	すりつけ	13°・6cm	5.5		
モータ グレーダ	鉛直	2cm	17.3	7.6	17.1
		4cm	17.6		
		5cm (鉛直部2cm+傾斜面)	16.9		
	すりつけ	7°・3cm	14.5		
		9°・4cm	13.1		
		11°・5cm	12.9		
		13°・6cm	13.3		

※加速度は重力方向の絶対値で重力加速度を含む



写真 13 縁石の損傷状況（モータグレーダ）

接触時の加速度の計測結果（表 4）については、ホイールローダのバケット接触で、鉛直形状の縁石では高さ 4cm で 14G、すりつけ形状の縁石では傾斜角度 13°で 6G であり、比較対象として試験道路内で行った通常作業時（路肩部拡幅作業）の最大加速度 22G よりかなり小さい値となった。

また、モータグレーダのブレード接触で、鉛直形状

の縁石では高さ 4cm で 18G、すりつけ形状の縁石では傾斜角度 7°で 15G であり、比較対象として試験道路内で行った通常作業時（アイスバーン路面整正作業）の最大加速度 17G と同程度の値となった。

ホイールローダ、モータグレーダともに除雪車自体に対する損傷等の不具合は生じず、エプロン端部の縁石へのエッジ接触による除雪車自体への影響度合いは、通常の除雪作業程度と言える。

これらから、エプロン端部の縁石を、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データにより確認した。

#### 4. 被験者参加による走行試験

##### 4.1 小型車走行実験

積雪寒冷地のラウンドアバウトに圧雪路面が生成された条件を再現し、被験者参加による走行実験を行った。被験者 10名が参加し、ラウンドアバウトを自由走行した。被験者は、普通運転免許証を有する年代別に20代から5名、60代以上から5名の全て女性であった。走行実験は、圧雪路面状態の除雪作業前後及び防滑材（砂）の散布の有無別に3ケース実施した（表5、写真14）。被験者は、実験車両の車両運動測定車（平成14年式日産プリメーラ、UA-TP12）を運転し、同車に搭載しているデータロガー（レーステクノロジー社製、DL-1）により、速度、加速度（前後、横）を測定した。

表 5 走行実験の実験ケース

実験 ケース	実施日	気温(°C)		車両 台数	被験 者数	路面 状態	除雪作業	防滑材の 散布
		最低	最高					
ケース1	平成27年2月9日(月)	-7.7	2.7	12	10	圧雪	作業前	無し
ケース2	平成27年2月10日(火)	-7.6	-3.1	12	10	圧雪	作業後	無し
ケース3	平成27年2月10日(火)	-7.6	-3.1	12	10	圧雪	作業後	有り



[ケース 1 : 除雪作業前]

[ケース 2 : 除雪作業後]



[ケース 3 : 除雪作業後+防滑材散布有り]

写真 14 実験ケース別の路面状態



さらに、被験者は、ラウンドアバウト走行後、走りやすさ・安心感・ストレスに関する7段階スケールによるアンケートを記入した。

#### 4.2 実験結果

ラウンドアバウトを270度走行した際の、環道内の平均速度について、実験ケース別及び被験者の年代別に集計したところ、**図8**を得た。実験時の路面状態は3ケースともに、圧雪路面状態であった。除雪作業の実施及び防滑材(砂)の散布後については、20代並びに60代ともに平均で3~4km/h程度、速度が向上することが示された。

また、ラウンドアバウトを自由走行(90度、180度、270度などランダム走行)した後に、被験者から走りやすさを7段階スケールで評価してもらったところ、**図9**を得た。除雪作業の実施及び防滑材の散布後、被験者の走りやすさの主観評価は向上した。

よって、積雪寒冷地のラウンドアバウトの冬期管理に際しては、除雪作業の実施及び防滑材の散布など路面を適切に確保することが、走行性の観点から望ましいことが示された。

けるラウンドアバウト普及に向けて大きな前進が図られた。平成25年には、長野県飯田市東和町で小型の環道1車線型ラウンドアバウトが新設されるに至ったのを始め、新設及び既設を含め、国内44箇所が環状交差点として指定され、運用されている(平成27年4月現在)。(写真15、写真16)



写真15 ラウンドアバウト  
(長野県飯田市吾妻町)

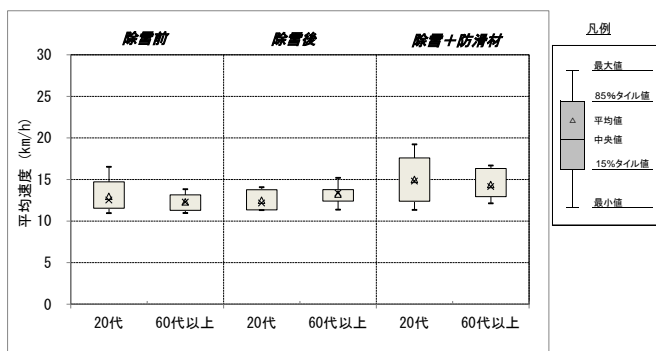


図8 環道内の平均速度の実測結果

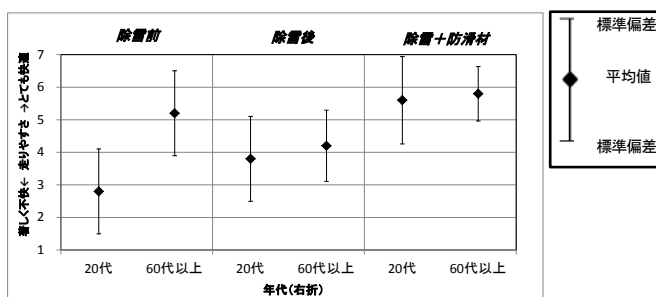


図9 走りやすさの主観評価の結果



写真16 ラウンドアバウト  
(長野県飯田市東和町)

## 5. 日本におけるラウンドアバウトの普及に向けて

### 5.1 国内動向

平成25年6月に、警察庁により道路交通法が改正され、「環状交差点(ラウンドアバウト)における交通方法として、環道交通優先の規定」が整備された。この改正道路交通法は平成26年9月1日から施行された。これにより、日本国内にお

### 5.2 他機関との連携

寒地土木研究所は、これまでに様々な関係機関(国土技術政策総合研究所、警察庁、(公財)国際交通安全学会など)と連携・協力して、ラウンドアバウトの実用化に向けた実験を行ってきた。平成21年度以降、(公財)国際交通安全学会研究プロジェクト「ラウンドアバウトの実用展開に関する研究」に寒地交通チーム職員がメンバーとして参画し、苫小牧寒地試験道路での実験を主導したのをはじめ、長野県飯田市吾妻町でのラウンドアバウト社会実験、我が国初の本格的な導入事例となった飯田市東和町ラウンドアバウトの実現に尽力した。これらを経て、平成26年の道路交通法



改正施行及び国土交通省課長通知「望ましいラウンドアバウトについて」の発出に貢献した。

また、平成26年5月には、警察庁による「環状交差点の交通方法」に関する映像撮影が、寒地交通チームの協力の下、苫小牧寒地試験道路で行われた。これは、平成26年9月1日からの道路交通法改正の施行を控え、環状交差点（ラウンドアバウト）の通行方法を道路利用者に周知することを目的としたものである。本DVDの映像は、警察庁のWEBサイト：<https://www.npa.go.jp/koutsuu/index.htm> から閲覧できる（写真17）。



写真17 環状交差点の交通方法

### 5. 3 望まれるラウンドアバウトの展開

ラウンドアバウトの導入に当たっては、どの位置に適切に導入するかが重要である。ドイツをはじめとする欧州の事例では、道路の設計クラスと交差点形式の組合せが道路階層区分により明確に示されている。ラウンドアバウトの設置により、道路階層区分や沿道利用の変化を明示することは、自然とドライバーの運転行動の変化を達成し、速度抑制の観点からも有効である。例えば、地方部の場合、同じ横断面構成の道路であっても、郊外部と市街地という沿道条件の違いにより、実勢速度は異なっている。道路階層や沿道利用の変化を明瞭化し、速度低減のメリハリを促すためにも、ラウンドアバウトを導入する意義は大きいと考えられる（図10）。

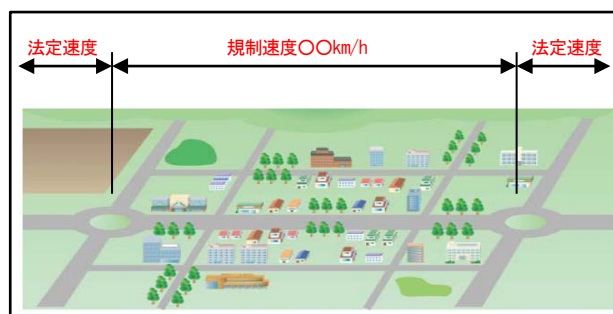


図10 ラウンドアバウトの導入位置の提案

すでに、警察庁は環状交差点（ラウンドアバウト）の交通規制の導入に向けた検討<sup>6)</sup>として、交通事故が多発している交差点、進入速度の低下が望ましい交差点、高速道路等と一般道路との交差点など6パターンを示している。

## 6. まとめ

平成26年度は、積雪寒冷地におけるラウンドアバウトの設計要素の整理、ドライバーの走行性及び安全性評価に関する被験者試験、および除雪車の実地試験としてエプロン部の除雪に関する試験を行った。

日本国内では、ラウンドアバウトの導入が進んでおり、今後もこのような動きが加速すると考えられる。引き続き、積雪寒冷地にラウンドアバウトを導入する場合の課題解決に取り組んでいく予定である。

## 参考文献

- 1) 国土交通省道路局通知：望ましいラウンドアバウトの構造について、2014.8.8  
[http://www.mlit.go.jp/road/sign/roundabout\\_140901.htm](http://www.mlit.go.jp/road/sign/roundabout_140901.htm).
- 2) 土木学会・電気学会：ICTを活用した耐災施策に関する総合調査団（第三次総合調査団）緊急提言、2011年7月  
URL: <http://committees.jsce.or.jp/2011quake/node/93>
- 3) Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV)：Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren、2006
- 4) (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
- 5) 公益財団法人国際交通安全学会：ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究報告書、平成25年
- 6) 警察庁通達、環状交差点の交通規制の導入に向けた検討について、平成26年

# STUDY ON INTRODUCTION OF NEW INTERSECTION DESGN IN SNOWY COLD REGION

**Budged** : Grants for operating expenses

General account

**Research Period** : FY2012 - 2014

**Research Team** : Traffic Engineering Research Team,  
Machinery Technology Research  
Team

**Author** : TAKAHASHI Naoto,  
MUNEHIRO Kazunori,  
KAGEYAMA Hiroyuki,  
MAKINO Masatoshi,  
SATO Shingo,  
NAKAMURA Ryuichi,

**Abstract** :

About 60% of the land area of Japan is located in the cold, snowy area. During operation of the roundabout, proper winter management is required. Through this study, we set up one-lane compact roundabout in Tomakomai Test Truck. Then, some experiments were carried out to contribute to the winter management and the basic roundabout design. In this paper, we will introduce the experimental results on the effects of lying snow and snow plow travelling. The actual experiments on the apron part snow removal using a plow, for curb damage due to snow removal equipment contact, we have to get the data by the apron end shape. Moreover, the Existence of running test of the application of snow and longitudinal slip material, thereby obtaining data of a change in the driving behavior of the driver.

**Key words** : snowy cold region, intersection design, roundabout, drivability, winter management