

## ラウンドアバウトの冬期管理に関する実験的研究

宗広一徳\*

大上哲也\*\* 牧野正敏\*\*\*

わ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。筆者らは、2009年に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、同年以降、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。本稿では、除雪車走行と堆雪の影響に関する実験結果について述べる。実験の結果、除雪車によるラウンドアバウトでの除雪作業実施は十分可能であると確認されるとともに、堆雪の位置および高さを考慮することにより、多雪地域での冬期運用への影響を最小化できることが分かった。さらに、北海道におけるラウンドアバウトの導入効果を効率的に発揮するため、道路階層や沿道利用の変化を明瞭化した導入位置を提案した。

### Experimental Study on Winter Maintenance of a Roundabout

Kazunori MUNEHIRO\*

Tetsuya OGAMI\*\* Masatoshi MAKINO\*\*\*

About 60% of the land surface of Japan lies in snowy cold regions where appropriate winter maintenance is required to operate roundabouts. The author and other researchers were previously involved in the installation of a small one-lane roundabout on a trial basis on a cold-district test road in Tomakomai, Hokkaido, in 2009. Since then, tests that contribute to the fundamental research on roundabout design and winter maintenance have been performed. This paper presents the results of tests to verify the effects of snowplows and their handling of accumulated snow, which confirmed that snow removal could be fully performed at the roundabout. At the same time, it was determined that the impact on winter operation in a region with heavy snowfall could be minimized by taking into account the location and height of the accumulated snow. The paper also includes proposed locations for introducing roundabouts based on clearly indicated transition points and location of changes in the hierarchy of roads and roadside use, so that the effects of introducing roundabouts in Hokkaido can be effectively demonstrated.

\* (独) 土木研究所寒地土木研究所寒地道路研究グループ  
寒地交通チーム主任研究員  
Senior Researcher, Traffic Engineering Research Team, Cold-Region Road Research Group, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute

\*\* (独) 土木研究所寒地土木研究所技術開発調整監付寒地  
機械技術チーム研究員  
Researcher, Machinery Technology Research Team, Technology Development Coordination Group, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute

\*\*\* (独) 土木研究所寒地土木研究所技術開発調整監付寒地  
機械技術チーム主任研究員  
Senior Researcher, Machinery Technology Research Team, Technology Development Coordination Group, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute

原稿受付日 2013年12月17日  
掲載決定日 2014年3月7日

## 1. はじめに

日本の国土面積の約6割は積雪寒冷地に位置しており、世界的に見てもわが国は多雪地域を抱えている。積雪寒冷地では、車道および歩道除雪、交差点除雪などの事業の実施により、冬期交通が確保されている。

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、フランスならびにドイツをはじめとし、欧州各国およ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。ラウンドアバウトが機能するためには、常に適正に管理されている必要がある。例えば、積雪寒冷地では冬期の降雪後、路面標示が雪で覆われラウンドアバウトの線形・形状が不明瞭になる他、除雪作業実施により堆雪が形成され、交差点視距が確保されなくなる可能性がある。

ラウンドアバウトの設計ガイドラインは、ドイツ<sup>1)</sup>や米国<sup>2)</sup>などにより作成されているが、冬期管理に関する記述は見当たらない。Isebrandsら<sup>3)</sup>は、降雪量にもよるが、エプロン部分を除雪せず、車道部だけを除雪することにより、ラウンドアバウトの除雪作業は可能であるとし、除雪作業がラウンドアバウト導入を妨げる要因になるべきではないと言及した。Pochowskiら<sup>4)</sup>は、米国カンザス州、メリーランド州、ニューヨーク州およびウィスコンシン州の各交通局に対しヒアリング調査を行い、ニューヨーク州では、堆雪が視認性を妨げないように、除雪装置により堆雪高さを管理していることを示した。わが国においては、先行研究として中村ら<sup>5)</sup>によりラウンドアバウトの計画・設計ガイドに関する検討が進められた。既往研究では、ラウンドアバウトの除雪作業や堆雪に関する定量的データは得られていない。日本の積雪寒冷地においてラウンドアバウトを導入することを想定し、筆者らは、わ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、ラウンドアバウトの基本性能および積雪寒冷地における効率的な冬期管理工法の検討を目的とし、2009年に、寒地土木研究所の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26mの小型環道1車線型ラウンドアバウトを試験設置<sup>6)</sup>した。これは、当時、わが国では新たな交差点制御方式である小型環道1車線型ラウンドアバウトが実

在しなかったことによる。試験設置後、筆者らは、ラウンドアバウトにおける冬期管理工法、路面状態の差異に応じた車両挙動や運転者の安全確認行動に関する実験に取り組んだ。

宗広ら<sup>7)</sup>は、ラウンドアバウトの路面状態の差異に応じた車両挙動を計測し、圧雪路面においては、乾燥路面と比較して速度ならびに横加速度が小さくなることを明らかにした。武本<sup>8)</sup>らは、ラウンドアバウトの冬期路面における車両走行位置を計測し、環道とエプロンの境界が積雪により不明瞭になる冬期においても、中央島径を大きくすることにより、走行位置の分散を小さく抑えられることを明らかにした。大上ら<sup>9)</sup>は、異なる高さの複数の模擬堆雪を用いて、ラウンドアバウト内での運転者・歩行者相互の堆雪の見え方を実験により確認した。しかし、ラウンドアバウトの冬期除雪に関する実データは得られていないことから、苫小牧寒地試験道路において除雪に関する実験を行った。本論文は、以下を明らかにすることを目的とする。

- ①ラウンドアバウトの設計の構成要素と交通運用案
- ②ラウンドアバウトにおける除雪車の走行性
- ③ラウンドアバウトの除雪による堆雪高さの影響

また、多雪地域である北海道におけるラウンドアバウトへの期待を展望する。

## 2. ラウンドアバウトの設計

### 2-1 設計の構成要素

苫小牧寒地試験道路での小型環道1車線型ラウンドアバウトの試験設置に当たり、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>1)</sup>を参考とした。設定した設計条件、構成要素および諸元は以下の通りである。

- 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) : 26.0m
  - ・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 ;  $W_o$ ) : 9.0m

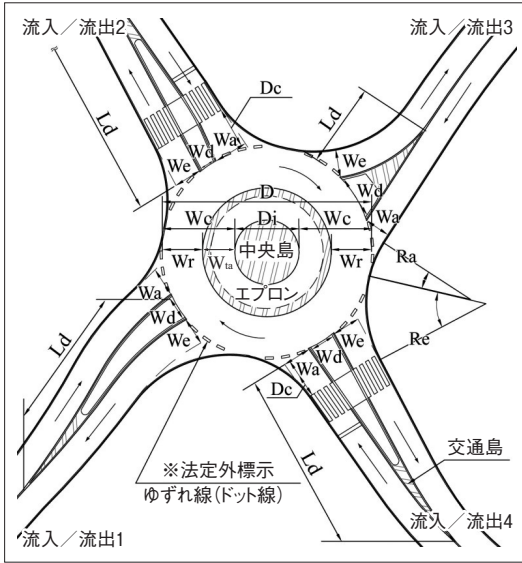


Fig. 1 ラウンドアバウトの平面図

・横断勾配 (Crossfall ;  $C_t$ ) : 0 %

3) 中央島

・エプロンの設置 (Truck apron present) : あり  
 ・エプロンの材料 (Material truck apron) : 白色の仮設路面標示材 (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 ;  $W_{tr}$ ) : 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 ;  $R_n$ ) : 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) 交通島 (分離島)

・交通島の設置 (Deflection island present) : あり  
 ・交通島延長 (Length of deflection island ;  $L_d$ ) : 30.0m, 14.3m

・交通島幅員 (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) : なし

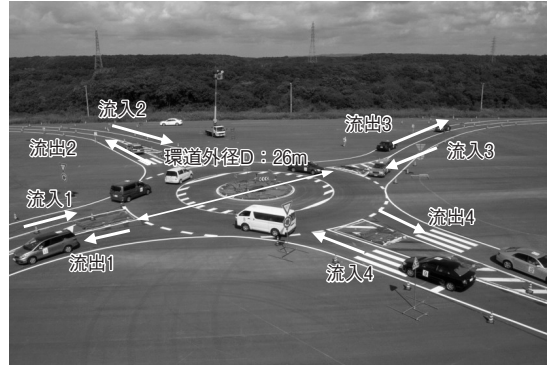


Fig. 2 ラウンドアバウトの外観

なお、同ガイドラインでは、環道の中心から外側に横断勾配 (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。中央島およ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 Fig.1、Fig.2 に示す。

本設計時に、設計車両 (小型自動車、普通自動車) を対象とし、ラウンドアバウトにおける走行軌跡図を作成し、旋回時の車両走行幅員がラウンドアバウトの環道走行幅員以内に収まっているかどうか確認を行った。同軌跡図の作成は、車両走行軌跡システム (APS-Kwin Ver.5.0、(株)エムティシー) ならびに図面作成ソフトウェア (Auto CAD LT 2008、Autodesk 社) を利用した。

2-2 交通運用案

海外事例では、通常、ラウンドアバウトの流入部に「YIELD (ゆずれ)」の標識が設置されるが、日本国内では、「ゆずれ」を示す標識が現行認められていない。ドイツや米国の事例を踏まえたわが国におけるラウンドアバウトの流入部に設置する標識・標示等の設置構成案<sup>10)</sup> を参考に、法定および法定外の標識を以下の通りに設置した。

・標識として「徐行」を示す規制標識と「ラウンドアバウト」を示す案内標識を設置 (Fig.3 (a))。

・「ゆずれ線」の30m 手前に「ラウンドアバウト」を示す警戒標識を設置 (Fig.3 (b))。

・中央島に進行方向を示すシェブロン標識を設置 (Fig.3 (c))。

・流入交通が環道に達する箇所に「ゆずれ線」 (法定外標示) をドット線 (破線) により路面標示した (Fig.1)。

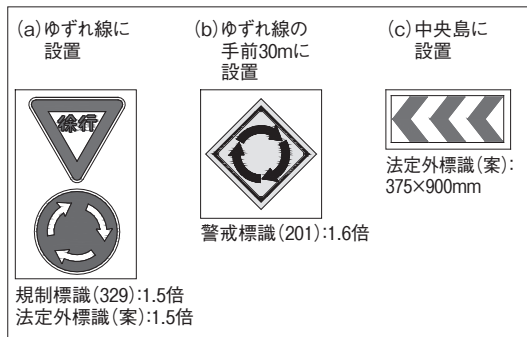
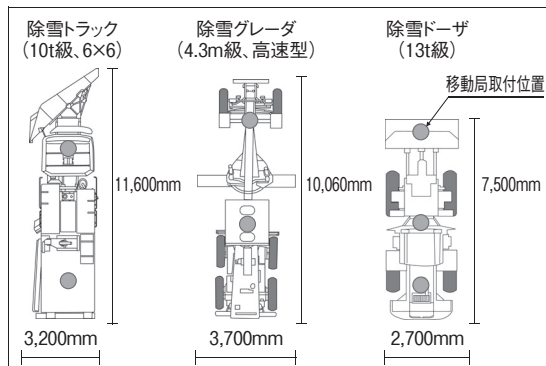


Fig. 3 標識の設置



注1) 除雪グレーダの実際のブレード幅は3.7mに改造。

Fig. 4 計測対象車の外寸図

### 3. 冬期管理の実験方法

#### 3-1 除雪車走行実験

ラウンドアバウトを効率的に除雪するためには、除雪車による連続的な施工が有効である。しかし、除雪車は機種・規格により旋回能力などの性能が異なるため、道路構造に応じた配置が必要である。このことから、ラウンドアバウトの冬期管理を行う除雪車配置の基礎資料とすることを主眼とし、ラウンドアバウトへの適応性を定量的に確認するため、各除雪車の走行軌跡を計測した。

##### 1) 実験概要

除雪車走行実験は、道路の種級区分にかかわらず、新雪除雪に使用する3機種(Fig.4)を用いて、冬期に圧雪路面のラウンドアバウトで実施した。

各除雪車は、同じオペレータ(1名)が「周回(360度旋回)、右折(270度旋回)、直進(180度旋回)、左折(90度旋回)」の4パターンを、実作業を想定した速度で2回ずつ走行した。なお、走行中に除雪作業は



Fig. 5 RTK-GNSS設置状況

行わず、最後の走行実験でのみ、除雪グレーダでラウンドアバウト環道部の除雪を行い、その走行軌跡を計測した。

【実験日】2012年2月1日

【実験除雪車】除雪トラック(10t級)、除雪グレーダ(4.3m級)、除雪ドーザ(13t級)

##### 2) 計測方法

計測方法は、リアルタイムに数センチ程度の精度で計測できる衛星測位システム(以下、RTK-GNSS)を試験道路内(固定局)と除雪車(車載移動局)に設置(Fig.5)し、これにより除雪車の位置(緯度、経度)、毎秒の進行方向および走行速度を計測した。さらに、ラウンドアバウト平面図および除雪車両外寸データを重ね合わせることで、連続的な走行軌跡および車両通過地点を確認した。

#### 3-2 堆雪の影響に関する実験

除雪車により道路上から排除された雪は、道路脇にあるスペースに堆雪される。この堆雪は、降雪や除雪によって大きくなり、ドライバーや歩行者の視界を遮るなど、交通の安全性や円滑性への影響が懸念される。このことから、堆雪がドライバーに与える影響について実験した。

##### 1) 実験概要 (Table 1)

郊外部に位置するラウンドアバウトを想定し、交通条件は、交通量10,000台/日以下、歩行者もごく少ないことを設定した。堆雪の影響を定量的に把握するため、各種条件(堆雪の位置、高さおよび路面状況)を設定し、被験者参加による走行実験を行った。具体的には、堆雪もしくは模擬堆雪を設置したラウンドアバウトを被験者が試験車両を運転走行し、各堆雪がドライバーに与える影響度(支障度合い)につ



Table 1 堆雪の影響に関する実際の概要

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| 実験期間    | 1) 夏期 :2012年6月19~21日<br>2) 冬期 :2013年1月8~9日             |
| 堆雪位置    | 1) 中央島<br>2) 交通島A・B<br>3) 流入A・B<br>4) 流出A・B            |
| 堆雪高さ    | 1) 夏期 :0m, 1.0m, 1.2m, 1.5m<br>2) 冬期 :1.0m, 1.2m, 1.5m |
| 走行方法    | 被験者が試験車両を運転し、周回                                        |
| 被験者     | 男女10名 (夏期: 男7、女3)<br>(冬期: 男5、女5)                       |
| 主観評価    | 7段階スケールのアンケート                                          |
| 運転挙動の計測 | データロガーにより、速度を計測                                        |

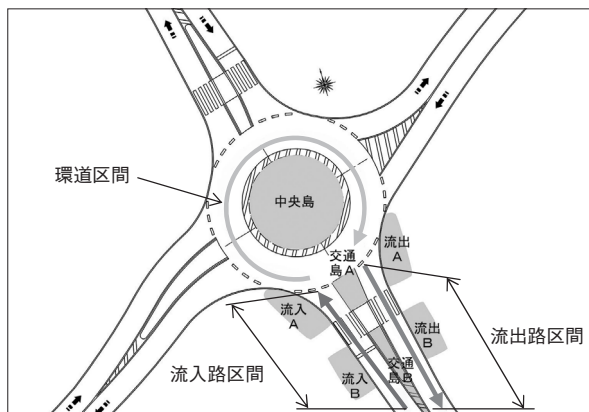


Fig. 6 堆雪位置および走行コース

いて、「主観評価」と「運転挙動(走行速度)計測」を行った。

夏期に予備実験として、実験条件の変更が容易にできる模擬堆雪を用いて、あらかじめ傾向を確認した。冬期実験では、実走行環境として、圧雪路面および自然降雪を用いた堆雪を再現した。また、各堆雪は現道の交差構造での堆雪状況を踏まえ、除雪車による除雪作業によって生じると想定される位置および高さを設定した。なお、2-2で示した標識と路面標示は、雪に覆われて見えなくなることを想定し、本実験を行った。

2) 走行条件

夏期実験では、乾燥および湿潤路面のラウンドアバウトに堆雪を模擬設置した。模擬堆雪は、測量ポールに白色のシートを取り付けることにより再現した。冬期実験では、圧雪路面のラウンドアバウトに自然降雪を用いた堆雪を設置した。圧雪路面の摩擦係数は、ポータルスキッドテスターを用いて、路面の性状が比較的異なる2箇所を2日間計測した。なお、測定値の単位は、BPN(British Pendulum Number)で表される。この結果、1日目はBPN=25および43、2日目はBPN=25および30であったことから、圧雪とつぶ雪が混在した路面であった<sup>11)</sup>。

3) 試験車両

被験者は試験車両(トヨタ カラーラフィールダー)を自由走行により運転した。走行コースは、流入部からスタートし、環道を一周した後、流出部にゴールした(Fig.6)。また、被験者は同じ実験条件で4~5回連続して走行した。うち、1~2回はラウンドアバウト内に他の走行車両もしくは歩行者がランダムに進入する条件で行った。実験状況をFig.7に示す。

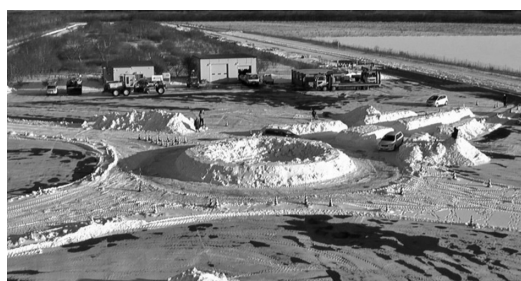


Fig. 7 堆雪の影響に関する実験の状況

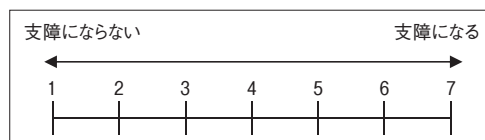


Fig. 8 アンケート表の7段階スケール

4) 被験者

実験には、ラウンドアバウトの走行経験がない男女10名の被験者が参加した。被験者は、全員が視覚に対する健常者であり、夏期および冬期の各実験に重複者はいなかった。夏期実験の参加者は20~50歳代であり、運転時の目の高さは116.0~121.5cmの範囲であった。また、冬期実験の参加者は20~60歳代であり、運転時の目の高さは113.0~121.0cmの範囲であった。

なお、被験者に対しては「環道優先のルールで運転してください」と運転方法の事前説明を行った。

5) 主観評価

被験者は各実験条件において、ラウンドアバウト走行時の堆雪ごとの支障度合いを主観評価した。評価には7段階スケールのアンケートを用いた(Fig.8)。アンケートにより得られた7段階評価(主観評価点数)は、被験者間の評価点数のバラツキを抑え堆雪ご

との比較を容易にするため被験者ごとに標準化((個々の点数-平均)/標準偏差)し、さらに堆雪ごとの全被験者の値を平均することで基準値を求めた。なお、基準値が高いほど(プラス方向)走行する上での支障になり、逆に基準値が低いほど(マイナス方向)支障にはならない主観評価結果となる。夏期実験ならびに冬期実験ともに、堆雪位置別に各30件の主観評価データを得た。

#### 6) 運転挙動計測

被験者が運転する試験車両にGNSS内蔵のデータロガー(Racelogic社製V-boxmini)を搭載し、各実験条件での1mごとの走行速度を計測した。なお、計測対象区間は、始動および停止による試験車両の速度低下の影響を排除するため、環道および流入出路の環道接続点から20mの区間とした。

計測データは、走行位置と走行速度の関係をグラフ化し、計測区間内の運転挙動の変化を確認した。また、試験車両の平均走行速度を区間(流入路、環道、流出路)ごとに整理し、実験条件(路面状況、堆雪高さ)の違いによる、走行速度への影響について検証した。

なお、走行速度データの整理に当たっては、実験

条件以外の影響を排除するため、高所作業車から撮影したビデオ画像(Fig.7)を用いて、被験者が試験車両を運転時に、被験者の前方視界に他の走行車両もしくは歩行者が存在しない試験データのみを抽出し整理した。

## 4. 冬期管理の実験結果

### 4-1 除雪車走行実験

機種および除雪作業の有無の違いによる走行軌跡への影響を定量的に評価するため、周回試験における最小回転半径を比較した。この結果、他の2機種に比べて除雪ドーザの回転半径が小さく、除雪グレーダでは除雪作業の有無による走行軌跡の変化は少なかった(Fig.9)。また、除雪トラックおよび除雪グレーダの右左折試験では、流出路において車両外寸が車道幅員をはみ出し、交通島にかかることが散見された(Fig.10)が、除雪ドーザでは、はみ出すことはなかった。このことから、中央島直径8mの小型環道1車線型ラウンドアバウト(Fig.1)への除雪適応性は、除雪ドーザが最も優位であることを確認した。各除雪車にはさまざまな規格があり、本実験で使用した3機種・規格だけでは除雪車全体を網羅してはいない。しかし、本実験で使用した除雪車は、新雪除雪に用いる一般的な機種・規格であることから、ラウンドアバウトの冬期除雪を施工する除雪車の配置の基礎資料を得ることができた。

### 4-2 堆雪の影響に関する実験(主観評価)

主観評価の結果(Fig.11、Fig.12)、以下のことが考察される。

- (1)堆雪位置(中央島、交通島A、交通島B、流入A、流入B、流出A、流出B)で基準値が大きく異なることから、堆雪位置はドライバーの走行への支障度合いに影響する。
- (2)堆雪の高さに伴って、基準値も高くなることから、堆雪高さはドライバーへの支障となる。また、堆雪高さ1.0mのときは、堆雪高さ1.2mおよび1.5mに比べ基準値が特に低い。これは、堆雪高さ1.0mの場合、被験者の運転時の目線高さが堆雪より高い位置にあり、他の堆雪高さに比べて、ドライバーの不可視範囲が狭いためと考えられる。
- (3)交通島A・B、流入B、流出Aの4箇所は、他の堆雪位置に比べて基準値が高い傾向にある。この4箇所は、堆雪の存在が歩行者に対する視認性に影響する位置である。これ以外の堆雪位置については、堆雪の陰に隠れていると想像する対象は他

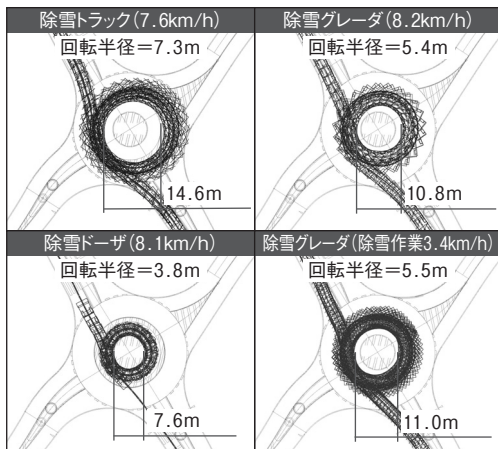


Fig. 9 除雪車走行実験の結果：周回

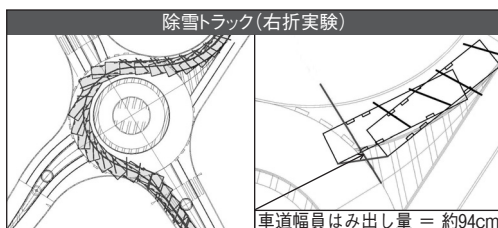


Fig. 10 除雪車走行実験の結果：除雪トラック右折

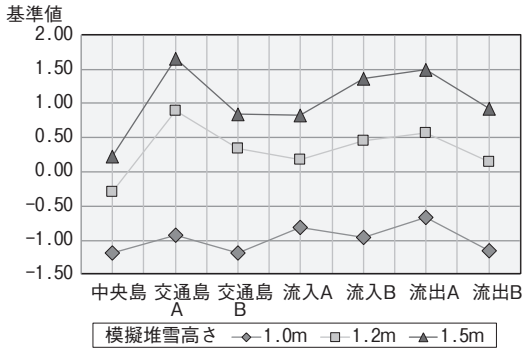


Fig. 11 主観評価の結果：夏期実験

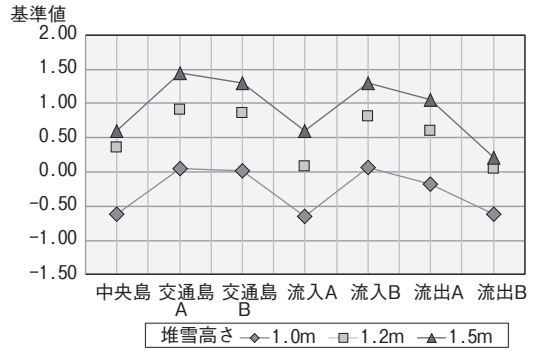


Fig. 12 主観評価の結果：冬期実験

走行車両に限定される。よって、ドライバーは特に歩行者に注意していると考えられる。

(4)夏期および冬期実験を比較した結果、堆雪高さに伴う基準値の上昇や、基準値の高い堆雪位置がほぼ同一であるなど、同じ傾向を示していることから、冬期の予備実験としての夏期実験の有効性を確認できた。

4-3 堆雪の影響に関する実験(運転挙動計測)

運転挙動計測の結果(Fig.13, Table 2)、以下のことが考察される。

- (1)安全確認が必要である、横断歩道を含む環道と流入路が接続するゆずれ線前後の走行速度の低下が顕著であった。よって、ドライバーは、横断歩道からゆずれ線までの範囲を特に注意して運転していると考えられる。
- (2)堆雪の高さに伴い、走行速度が低下したことから、堆雪高さはドライバーの運転挙動に影響する。特に、堆雪高さ1.2mおよび1.5mでは、環道の走行速度に比べて流入出路の速度低下が顕著である。
- (3)堆雪高さ0mから1.0mへならびに堆雪高さ1.2mから1.5mへの速度低下に比べ、堆雪高さ1.0mから1.2mへの速度低下の方が大きくなった。これは、主観評価と同様に、被験者の運転時の目の高さが影響し、堆雪高さが1.0mから1.2mに変化すると、ドライバーの不可視範囲が大幅に増えるためであると考えられる。

(4)夏期および冬期実験を比較した結果、全ての区間および堆雪高さの比較において、夏期実験に比べて冬期実験の走行速度は低い。ただし、堆雪高さに伴う走行速度の低下や、環道に比べて流入出路の速度低下が著しいなど、同じ傾向を示した。

4-4 実験結果による堆雪位置および高さの提案

主観評価と運転挙動計測の結果について、以下に

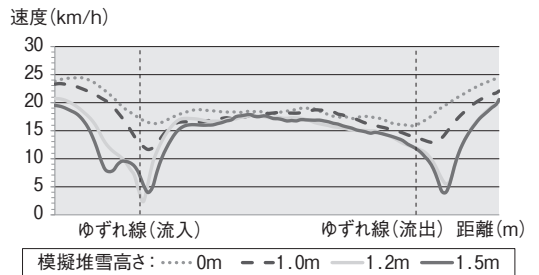


Fig. 13 計測区間内の運転挙動の例：夏期実験

Table 2 運転挙動計測の結果

|      | 走行条件   |      | 区間平均速度 (km/h) |                |                | 全区間平均速度 (km/h) |                |
|------|--------|------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|      | 交通制御方式 | 堆雪形状 | 堆雪高さ          | 流入路区間          | 環道区間           |                | 流出路区間          |
| 夏期実験 | YIELD  | 標準   | 0m            | 21.14 (103.8%) | 17.63 (104.3%) | 21.64 (108.6%) | 19.13 (105.1%) |
|      |        |      | 1.0m          | 20.37 (-)      | 16.89 (-)      | 19.92 (-)      | 18.20 (-)      |
|      |        |      | 1.2m          | 16.37 (80.4%)  | 15.46 (91.5%)  | 16.81 (84.4%)  | 15.91 (87.4%)  |
|      |        |      | 1.5m          | 13.63 (66.9%)  | 14.72 (87.2%)  | 13.78 (69.2%)  | 14.32 (78.7%)  |
| 冬期実験 | YIELD  | 標準   | 1.0m          | 10.42 (-)      | 11.90 (-)      | 11.81 (-)      | 11.59 (-)      |
|      |        |      | 1.2m          | 9.05 (86.8%)   | 11.35 (95.4%)  | 11.36 (96.2%)  | 10.89 (94.0%)  |
|      |        |      | 1.5m          | 8.45 (81.1%)   | 11.06 (92.9%)  | 10.96 (92.8%)  | 10.52 (90.8%)  |

注1) N = 各30ケース。

2) ( ) は各試験条件の堆雪高さ1.0mとの比較。

まとめる。

- (1)堆雪の位置および高さは、ドライバーの主観と運転挙動に影響し、運転の支障となることから、冬期において堆雪の管理が必要である。
- (2)堆雪位置は、ドライバーの歩行者に対する視認性を確保するため、交通島A・B、流入B、流出A



Fig. 14 郊外部と市街地の境界に設置したイメージ

への堆雪を避けることが望ましい。また、それ以外の堆雪位置についても、交通の円滑性などさまざまな要因について考慮し判断する必要がある。

- (3)堆雪高さは、主観評価および運転挙動計測ともに、1.2m以上ではドライバーに対する支障度合いや走行速度の低下が著しかったことから、堆雪高さは1.0m以下とすることが望ましい。堆雪高さが1.2mになることにより支障度合いが急激に高くなる理由としては、今回実験に参加した被験者が運転する時の目の高さが影響していることが考えられる。

## 5. 北海道で期待されるラウンドアバウトの展開

2～4章で述べた苫小牧寒地試験道路に試験設置したラウンドアバウトでの冬期管理に関する実証実験の結果、除雪車によるラウンドアバウトの除雪施工は可能であり、堆雪の位置および高さを抑えることにより、多雪地域での運用への影響を最小化できることが分かった。これを踏まえ、北海道におけるラウンドアバウトの実道展開を想定した場合、以下のような効果的な導入が期待される。

### 5-1 道路階層や沿道利用を考慮した導入

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<sup>1,2)</sup>により明確に示されている。広域分散型の地域特性を有する北海道の場合、欧州の地域特性との類似点は多い。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強調して明示することは、自然とドライバーの運転行動の変化をもたらすことにつながり、速度抑制の観点から有効と考えられる。例えば、北海道の場合、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<sup>1,3)</sup>。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 (Fig.14)。

### 5-2 交差点事故の軽減策としての導入

北海道の事故類型別の交通事故発生状況<sup>1,4)</sup> (2012年)を見ると、死傷者数18,248人のうち、車両相互13,931人(76%)、自転車対車両2,154人(12%)、車両単独501人(3%)、人対車両1,662人(9%)で構成されている。車両相互事故の内訳は、追突6,638人(36%)に次いで出合頭3,384人(19%)が多く、以下正面衝突1,035人(6%)、右折時1,031人(6%)である。道路形状別では、事故発生件数14,973件のうち、交差点および交差点付近で9,561件(64%)発生している。また、郊外部交差点での事故は田園型事故とも呼ばれ、田園地帯が広がる北海道特有の現象でもある。交差点構造としてラウンドアバウトを導入することにより、出合頭ならびに右折時の事故の減少および被害軽減が期待できる。

### 5-3 交通量の少ない交差点への導入

ドイツのガイドラインによれば、小型環道1車線型ラウンドアバウトが対応できる環道交通量として、日交通量25,000台/日以下を基準としている。わが国においても、交差点での交通負荷の度合いに応じて、信号交差点、無信号交差点、ラウンドアバウトを使い分けることが重要である。特に、北海道郊外部では、交通量が少ないにもかかわらず信号機が設置され、その結果無用に信号待ちを余儀なくされるなど、円滑な交通流の妨げとなる場合も少なくないと考えられる。郊外部の交通量の比較的少ない交差点へのラウンドアバウト導入により、時間遅れの減少および環境負荷低減の効果が期待される。

## 6. おわりに

本稿では、苫小牧寒地試験道路に設置した小型環道1車線型ラウンドアバウトでの実験を通じ、積雪寒冷地におけるラウンドアバウトの設計の構成要素と交通運用案、冬期管理のための除雪車走行実験と堆雪の影響に関する実験、北海道で期待されるラウンドアバウトの展開について述べた。わが国においては、2013年に長野県飯田市で新たに小型環道1車線型ラウンドアバウトが新設<sup>1,5)</sup>されたのははじめ、地方自治体での社会実験、実道導入および計画検討が進んでいる。今後、わが国における積雪寒冷地でのラウンドアバウト展開の実状を見ながら、設計ならびに冬期管理に関し、さらなる知見を深めていく所存である。

[謝辞]

本研究に際し、ラウンドアバウトの設計については、国際交通安全学会プロジェクト研究「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」(PL: 中村英樹・名古屋大学大学院教授)より、助言および支援を賜った。ここに謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen : Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, August 2006
- 2) Transportation Research Board : Roundabouts: An Informational Guide Second Edition, NCHRP Report 672, 2010
- 3) Hillary N. Isebrands : The Art of Plowing a Roundabout, Proceedings of the 3rd TRB International Roundabout Conference, Carmel, 2011
- 4) Pochowski, A. and Myers, E. J.: Review of State Roundabout Programs, Journal of the Transportation Research Board, No. 2182, pp.121-128, 2010
- 5) 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、2009年
- 6) 宗広一徳、武本東、高橋尚人、渡邊政義「積雪寒冷地におけるラウンドアバウトの導入に向けた試験」『寒地土木研究所月報』No.703、2011年
- 7) Munehiro K., et al. : Changes in Road Surface Conditions – Effects on Driving Behavior at Roundabouts, Selected Paper of the 3rd TRB International Roundabout Conference, Carmel, 2011
- 8) Takemoto A., et al. : Optimization of Vehicle Travel Position on Roundabouts in Snowy Cold Regions, Journal of the Transportation Research Board, No.2312, pp.46-55, 2012
- 9) Ogami T. , et al : Study on the Securement of Smooth Traffic Flow on Roundabouts in Cold, Snowy Regions, Selected Paper of the 3rd TRB International Roundabout Conference, Carmel, 2011
- 10) 米山喜之「ラウンドアバウトの交通運用」『交通工学』Vol.44、No.3、2009年
- 11) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所「路面のすべり摩擦係数測定機器の紹介」2013年 ▶ <http://www2.ceri.go.jp/jpn/news/koutsu/panf/masatusokutei.pdf>
- 12) Weber R., Hartkopf G. : New Design Guidelines – A Step Towards Self-Explaining Roads?, Proceedings of 3rd International Symposium on Highway Geometric Design, July 2005
- 13) 宗広一徳他「北海道地方部の2車線道路を対象とした交通性能評価の試行」第35回土木計画学研究発表会(CD-ROM)、2007年
- 14) 北海道警察本部『交通年鑑 平成24年』2012年
- 15) 松田昌二「飯田市におけるラウンドアバウトの取り組み」『区画整理』2013年