

特別豪雪地帯におけるラウンドアバウト の社会実験 ～山形県長井市の事例～

奥城 洋¹・多田 茂之²・渡部 勇太³・
高本 敏志⁴・宗広 一徳⁵・中村 英樹⁶

¹非会員 セントラルコンサルタント(株) 東北支社 技術第1部 道路第2グループ グループ長
(〒980-0822 宮城県仙台市青葉区立町 27-21)

E-mail:hokusiro@central-con.co.jp

²非会員 山形県 長井市役所 建設課 課長
(〒993-8601 山形県長井市ままの上5番1号)

E-mail: Shigeyuki.Tada@city.nagai.yamagata.jp

³非会員 山形県 長井市役所 建設課 建設整備係 主任
(〒993-8601 山形県長井市ままの上5番1号)

E-mail: Yuuta.Watanabe@city.nagai.yamagata.jp

⁴非会員 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 主任研究員
(〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目 1-34)

E-mail: takamoto-s22aa@ceri.go.jp

⁵正会員 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 主任研究員
(〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目 1-34)

E-mail: k-munehiro@ceri.go.jp

⁶フェロー会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 教授 都市環境学専攻
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

本事業は、国土交通省の「平成 28 年度 道路に関する新たな取り組みの現地実証実験」により、山形県長井市平山の市道交差点に仮設ラウンドアバウトを設置し、雪に着目した社会実験を行ったものである。長井市は特別豪雪地帯に指定されており、実験期間中の最大積雪深は 94 cm を記録した。なお、これまで特別豪雪地帯にラウンドアバウトが導入された例は無く、その望ましい形状や維持管理方法も確立されていない状況にある。

本実験はこのような環境下にあるラウンドアバウトにおいて、各種実験、除雪作業の試行及びデータ収集などを行いラウンドアバウトの導入効果、安全性及び冬季の維持管理方法等を検証し、本格運用の是非を判断すると共に、全国の多雪地への展開を視野に入れた課題の抽出と対策の立案を行った。

Key Words: Roundabout, Social Experiment, Area of Heavy Snowfall

1. はじめに

ラウンドアバウトは、平成 26 年 9 月の改正道路交通法施行後、全国各地で導入が進められている。また、ラウンドアバウトの導入や構造等については、環状交差点の交通規制の導入に向けた検討について（警察庁）、ラウンドアバウトの導入について（国土交通省）の他、ラウンドアバウトマニュアル（交通工学研究会）など、参考となる基準等が整いつつある。しかし、これらの基準

等には積雪地に関する記載はなく、また、これまでに特別豪雪地帯におけるラウンドアバウト導入例も無い。

本実験はこのような状況のなか、平成 28 年 11 月 27 日にわが国で初となる特別豪雪地帯への仮設ラウンドアバウトを長井市平山に設置し、交通量及び交通挙動調査、速度調査、アンケート調査、除雪作業の試行等を行いラウンドアバウトの導入効果、冬季の維持管理方法等を検証し、本格運用の是非を判断すると共に、全国の多雪地への展開も視野に入れた課題抽出と対策立案を行った。

2. 交差点の現況とラウンドアバウト設置の背景

本社会実験の対象交差点は図-1に示す箇所であり、現況交差点には以下の特徴があった。

- ① 図-2、図-3に示すとおり見通しがよい4枝の交差点である。
- ② 両路線とも自主規制の40km/hであるが、図-2に示すとおり道路線形も比較的良好であることから、交差点の通過速度が比較的高い。
- ③ 主道路である南北方向の市道平泉線と従道路である1級市道花作平山線の幅員構成は、図-3に示すとおり車線幅員は $W=3.0m \times 2$ と同一であるものの、路肩及び歩道を含めると従道路である1級市道花作平山線の方が広く、一時停止標識を見逃した場合には主道路と従道路を誤認識する可能性がある。
- ④ 交差点の西側には、図-1に示すとおり長井ダムや長井市道照寺平スキー場などがあり、特に東西方向の従道路においては、道路状況に不慣れた臨時の交通がある。
- ⑤ 冬季においては、堆雪により交差点の存在がわかりにくく、また、見通しも確保しにくい場合がある。なお、社会実験期間中における長井市平山の積雪状況は、図-4に示すとおりである。12月上旬より積雪が観測され、1月上旬から3月下旬まではほぼ根雪の状態が続いた。また、最深積雪は、平成29年2月12日に94cmを記録した。

このような条件のなか、従道路直進車両が一時停止を見落とした場合などに、出会い頭の事故がたびたび発生していた。事故の頻度は、交通量が約1,400(台/日)と比較的少ないにもかかわらず、今回の実験開始直近の過去2年間に2件発生しており、いずれも従道路を西方向へ直進する車両の一時停止見落としが事故の直接的な原因であった。

そこで、交通事故対策としてラウンドアバウトの導入が検討されたが、例年1m程度の積雪がある当該地域にラウンドアバウトを設置するためには、様々な課題を検証する必要がある。また、本実験で明らかになった雪に関する課題やその解決方法、留意事項等を全国の積雪地へ発信することの意義も勘案の上、国土交通省による“平成28年度道路に関する新たな取り組みの現地実証実験(社会実験)”に申請を行い採択されたことを受け、社会実験を行うこととなった。

社会実験は、平成28年11月27日に供用させた仮設ラウンドアバウトにて行った。



図-1 位置図

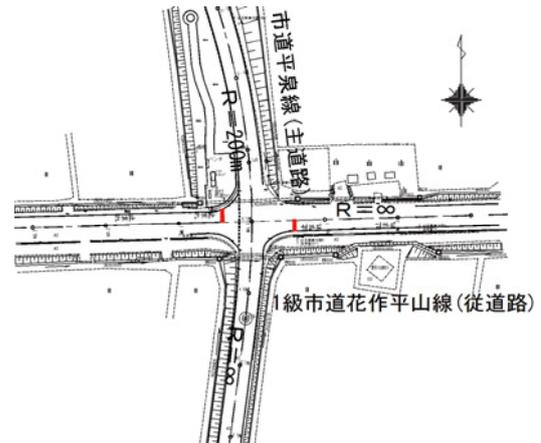


図-2 現況交差点の状況

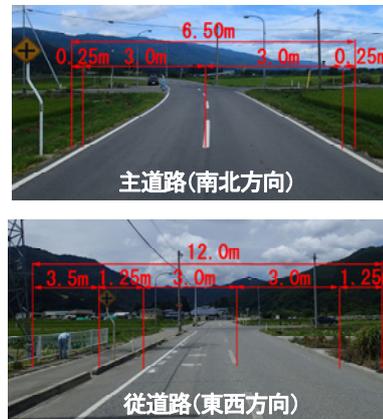


図-3 現況主道路と従道路の幅員構成

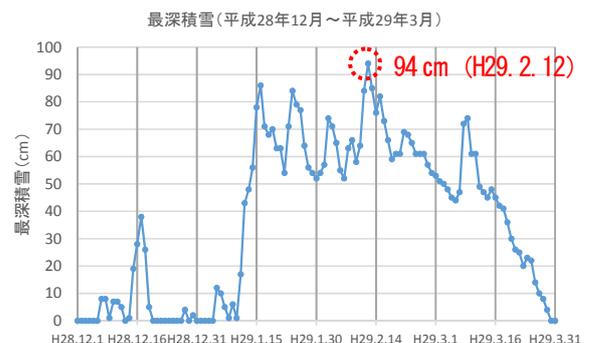


図-4 積雪深 (気象庁ホームページ: 長井の値を図化)

3. 仮設ラウンドアバウトの形状

(1) 幾何構造

仮設ラウンドアバウトの幾何構造は、ラウンドアバウトマニュアルを参考とし、現地の交通状況、積雪及び仮設であることを踏まえて以下のとおりとした。

a) 設計車両

主設計車両は小型自動車等、副設計車両は大型観光バスとした。また、セミトレーラ連結車は、南北方向の通行が年に数回程度あるのみであることから、セミトレーラを保有する近隣の事業所に通行方法及び諸元を確認の上、南北方向のみの通行を考慮することとした。なお、除雪ドーザ (7t, 9t, 13t) は走行軌跡により除雪作業が問題なく行うことができることを確認した。

b) 外径

副設計車両の走行軌跡を基に、また、近隣の事業所が保有するセミトレーラ連結車が南北方向直進のみを一部路肩走行を許容して走行可能となる外径 $D=25m$ と設定した。

c) 流出入口路肩幅員

流出入口路肩幅員は、ラウンドアバウトマニュアルでは $W=0.5m$ が標準であるが、多雪地であることを踏まえ図-5に示すとおり一時的な堆雪幅を考慮し、環状部付近にて $W_{min}=1.0m$ とした。なお、単路部側については、本線シフト区間にて現況路肩幅員へすり付けを行った。

d) 中央島と環状部

中央島の径と環状部の幅員は、主設計車両と副設計車両の車両走行軌跡等により図-6に示すとおりとした。中央島は、副設計車両と南北直進方向のセミトレーラ連結車の走行軌跡より $W=9.0m$ とした。環道幅員は主設計車両の走行軌跡により $W=4.5m$ とした。内側 (右側) 路肩幅員は $W=0.5m$ 、外側 (左側) 路肩幅員は e) と同様に $W=1.0m$ とした。エプロン幅員は $W=2.0m$ となり、ゼブラにより標示した。

e) 分離島

流入、流出車両の分離を確実にし、また、大型車すれ違いの円滑化を図るために、全流出入口に分離島を設けた。

f) 中央島, エプロン, 分離島の構造細目

構造細目は仮設であることを踏まえ、図-7に示すとおり大掛かりな工事を必要とせず、本格運用時に活用可能な構造とし、エプロンも段差を設けずにゼブラ処理とした。

なお、長井市では、1日でも数十cmの積雪に見舞われることもあることから、中央島は吹雪や積雪時にも確認できるように、高さ 50cm の赤白色の仮設防護柵を設置した。人力で設置することができるポリエチレン製であり、設置後に水を充填させた。

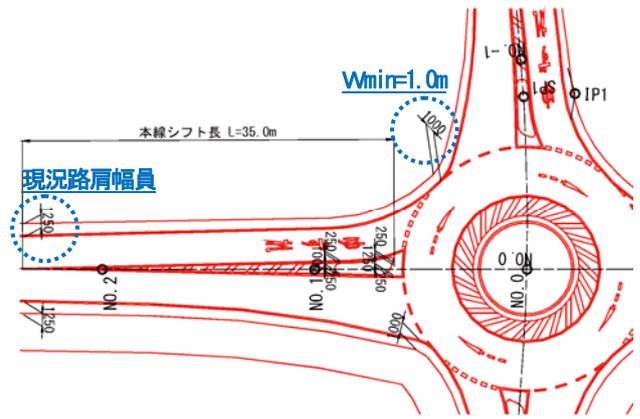


図-5 一時的な堆雪を考慮した流出入口路肩幅員

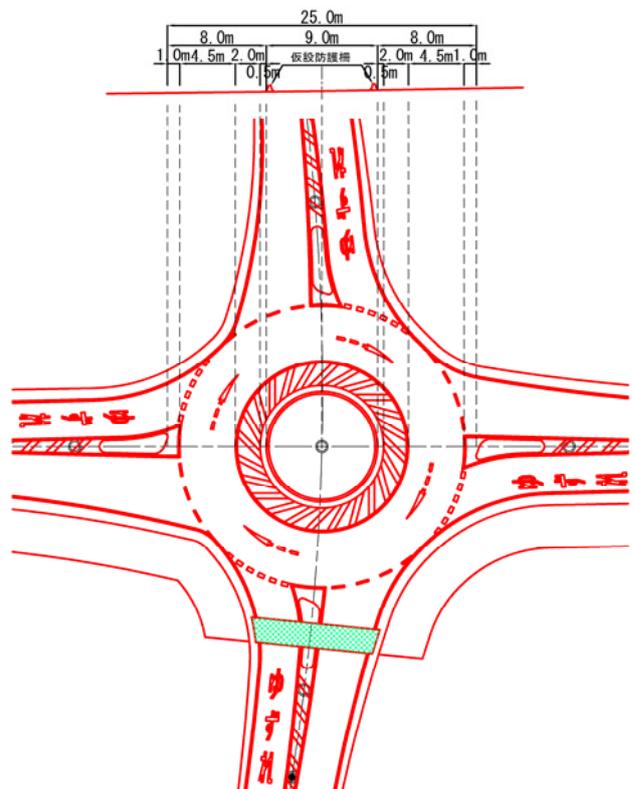


図-6 中央島と環状部の平面及び断面図

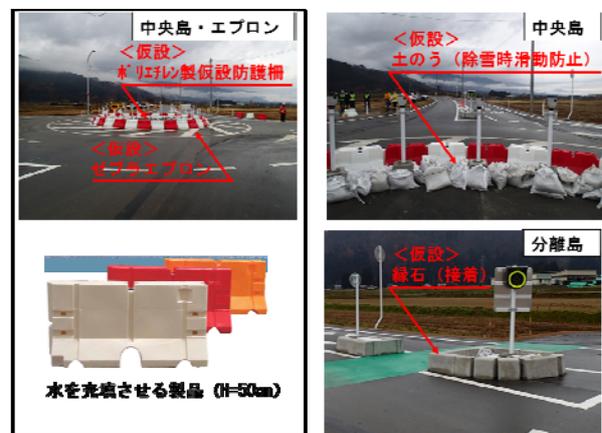


図-7 仮設構造細目

(8) 安全施設 (標識, 看板, 視線誘導標等)

標識, 看板, 視線誘導標などの安全施設は, 図-8 に示すとおり, 吹雪時の視認性などを勘案して自発光タイプの製品等を積極的に採用し, 設置高も雪に埋もれない高さとなるように留意した. また, 積雪期は“ゆずれ”の路面標示が隠れるため, “ゆずれ (環道優先)”の法定外標識 (看板) を設置した. なお, 冬季間においては, 分離島や路肩部に, 除雪作業の目印にもなるスノーポールを設置した.

路面の対策としては, 非積雪期における注意喚起と速度抑制を図るため, 流入部に図-9 に示すグレーピング工 (溝切り) を設置した. また, 積雪期に備えては, 中央島内に融雪剤 BOX と雪払い用の竹ホーキを配置した.



図-8 仮設安全施設



図-9 グレーピング工

4. 各種調査結果と課題

(1) 調査概要

本社会実験では, 表-1 に示す a~e の調査を行った. このうち a, b の調査は, 表-2 に示す 4 回の工程で行った. なお, “積雪, 現況 (第 4 回)” の調査は, 仮設ラウンドアバウトを撤去することができなかったことから, 形状が類似する南側の隣接県道交差点で行った.

a) ビューポールによる交通量調査, 交通挙動調査概要

ビューポールを交差点直近に 2 箇所設置し, 午前 7 時から午後 7 時までの 12 時間調査を行った.

交通量調査は, 車種別及び自転車, 歩行者等の分類と方向別に分類し, 12 時間の合計とピーク時 (午前 7:30 から午後 8:30) にて集計した.

交通挙動調査は, 撮影した動画より危険挙動等の抽出を行った.

b) ドライブレコーダーによる速度調査概要

ドライブレコーダー 10 台を一般利用者に配布し, 交差点通過速度の記録を行った. 調査結果はグラフ及び平面プロット図として取りまとめた.

c) 日常点検による調査概要

日々の点検は, 積雪や路面状況, 維持管理内容等を, 図-10 に示す管理簿としてとりまとめた.

表-1 調査項目

a	ビューポールによる交通量調査, 交通挙動調査
b	ドライブレコーダーによる速度調査
c	日常点検による調査
d	除雪作業の試行とアイカメラによるデータ収集
e	アンケート調査

表-2 交通量, 交通挙動, 速度調査工程

	調査日	路面状態	交差点形状
第 1 回調査	H28.9.7	非積雪	現況
第 2 回調査	H28.12.6	非積雪	仮設 RAB
第 3 回調査	H29.1.24	積雪	仮設 RAB
第 4 回調査	H29.2.8	積雪	現況

図-10 管理簿

d) 除雪作業の試行とアイカメラによるデータ収集概要
 除雪ドーザ（3 経路）による除雪作業，ロータリー除雪，人力による除雪を組み合わせることで除雪作業を試行した。また，図-11 のアイカメラ（グラス型視線計測装置 Tobii Pro Glasses 2）により，除雪車オペレーターの視線を可視化し，記録した。

e) アンケート調査概要

アンケート調査は，非積雪時，積雪時，吹雪時に区分し，また，仮設ラウンドアバウト設置前と対比する設問形式とした。配布は，近隣地域の住民（1 世帯につき 1 部）や大型車等を使用する事業所，新聞社などに 901 部配布し，369 部回収した。（回収率 41.0%）

回答者の構成は，図-12 に示すとおり男女比では男性 75.9%，女性 24.1%であり，男女ともに 30 代～60 代が 60%以上を占めたが，70 歳以上も男性 19.4%，女性 14.1%と比較的多い結果となった。また，図-13 に示すとおり，利用頻度についての最も多い回答は月 2～3 日で 37.7%，利用目的についての最も多い回答は業務で 27.6%，利用する交通手段（車種）の最も多い回答は小型・普通車の 80.7%であった。

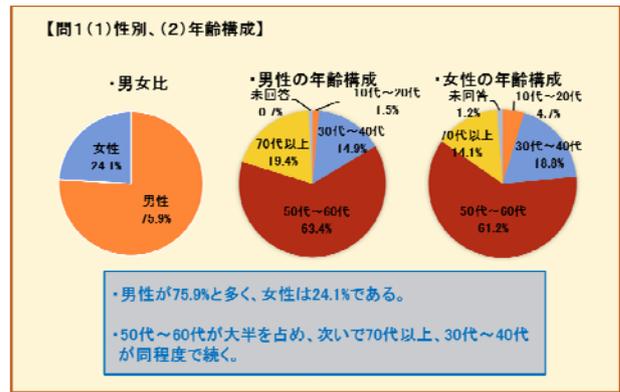


図-12 アンケート調査回答者の構成（1/2）

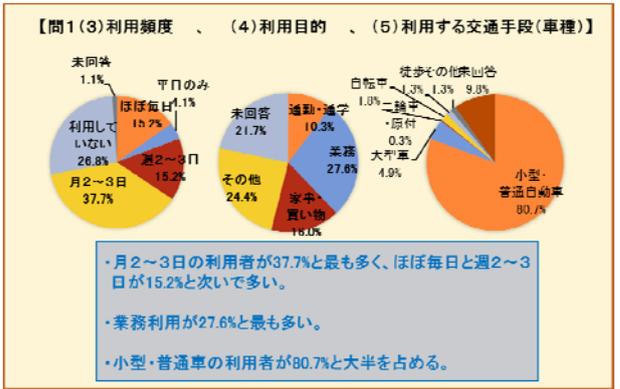


図-13 アンケート調査回答者の構成（2/2）

(2) 調査結果

a) 交通量調査結果

方向別交通量調査結果は，計 4 回の調査で交通量や交通特性等に大きな変化がなかったことから，図-14 に示す第 1 回調査（現況，非積雪）に関して概要を述べる。

流入交通量は，12 時間で 1,382（台/12h），ピーク時で 199（台/時）であり，ラウンドアバウトとした場合の需要率は 0.1 以下（≦0.9）と容量に対して十分な余裕がある結果であった。

交通特性は，南北方向の直進が最も多く，次いで北東方向の右左折が多い結果であった。また，自転車と歩行者は，図-15 に示すとおり，自転車 5（台/12h），歩行者 4（人/12h）と非常に少なかった。

車種ごとの特性に関しては，北東方向では特にダンプ等の大型車混入率が高い結果であった。（ピーク時には 60%以上が大型車）

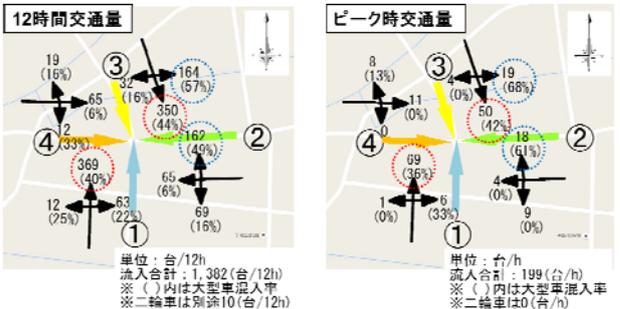


図-14 第 1 回交通量調査結果（自動車類）

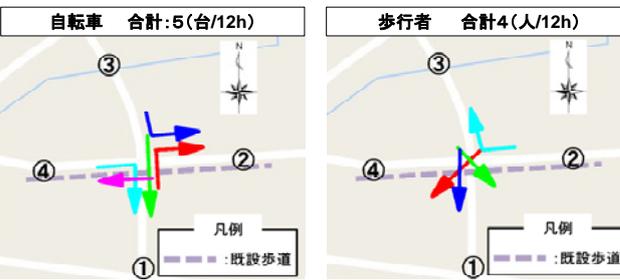


図-15 第 1 回交通量調査結果(自転車，歩行者)

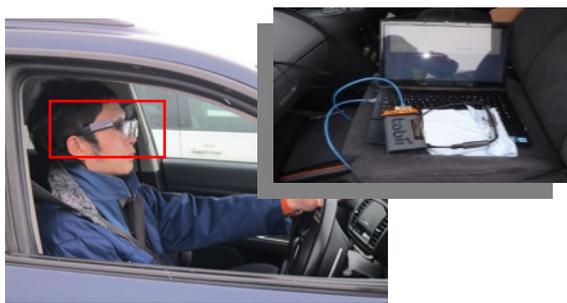


図-11 アイカメラ（Tobii Pro Glasses 2）

b) 交通挙動調査結果

“非積雪，現況（第 1 回調査）”においては，図-16 左上写真に示すとおり，北から東側へ左折するために徐行する大型車を交差点内で追い越す小型車が複数回確認された他，同図左下写真に示すとおり大型車との右左折すれ違い時に窮屈な状況が見受けられた．これらの問題事象は，同図右側写真に示すとおり，“非積雪，仮設ラウンドアバウト（RAB）（第 2 回調査）”においてはラウンドアバウトの持つ幾何構造特性により完全に解消された．

“非積雪，仮設 RAB（第 2 回調査）”及び“積雪，仮設 RAB（第 3 回調査）”においては，図-17 左側写真に示すとおり優先，非優先が守られず，環道走行車両と流入車両の両者が譲り合う事象や，流入車両が先に交差点に流入する事象が見受けられた．また，同図右上の写真に示すとおりエプロンのゼブラをショートカットして直進通過する小型車が多く確認された．さらに，図-18 に示すとおり，ごくわずかではあるが，流入車両が分離島手前から逆走する事象が見受けられた．これらの問題挙動については，本格運用時に対策を行うこととした．

“積雪，現況（第 4 回調査）”では，事故に直結するようなヒヤリ・ハットは確認されなかった．しかし冬季は，図-19 に示すとおり堆雪により交差点の見通しが確保できないだけでなく，交差点の存在そのものも認識しづらくなることが確認された．従道路を現地に不慣れた利用者が通行する場合は危険である．図-20 のようにラウンドアバウトの設置と標識，看板，電光物等により交差点の存在をわかりやすくすることが対策として有効といえる．

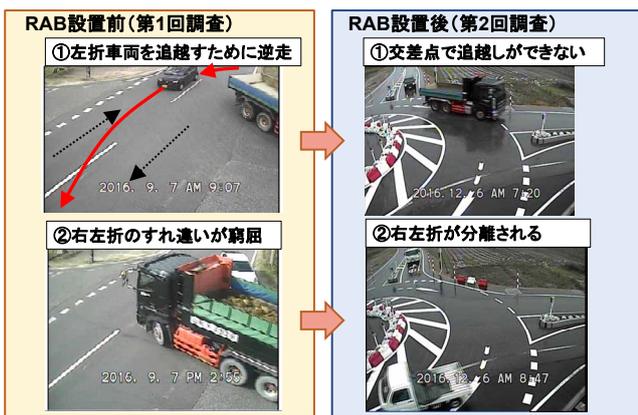


図-16 現況交差点での問題挙動と仮設 RAB による解消



図-17 本格運用時に改善が必要な挙動 (1/2)



図-18 本格運用時に改善が必要な挙動 (2/2)



図-19 第 4 回調査実施箇所における堆雪時写真



図-20 仮設ラウンドアバウト箇所における堆雪時写真

c) 速度調査結果

現況交差点にて主道路であった南北方向に着目し，“非積雪，現況（第 1 回調査）”と“非積雪，仮設 RAB（第 2 回調査）”の速度分布を比べると，図-21 に示すとおり仮設 RAB 設置により交差点付近の速度低下が図られている。また，同じく“非積雪，現況（第 1 回調査）”と“非積雪，仮設 RAB（第 2 回調査）”の南⇒北方向の速度をグラフ化した図-22 でも仮設 RAB 設置により交差点通過速度が大きく低下したことがわかる。

また，仮設ラウンドアバウト設置時においても比較的速度が高い小型車を対象とした図-23 にて“非積雪，仮設 RAB（第 2 回調査）”と“積雪，仮設 RAB（第 3 回調査）”の南⇒北方向の速度グラフを比べると，第 2 回調査時には $V=5\sim 25\text{km/h}$ 程度であった交差点通過速度が，第 3 回調査時には $V=5\sim 15\text{km/h}$ 程度に低下しており，積雪時には走行速度が低くなっていることが確認された。

d) 日常点検による調査結果

冬季における積雪，堆雪は，平成 29 年 1 月 25 日では図-24 に示すとおりであった。中央島の積雪深は 1m で視認性はやや不良であったが，冬季路面では環道走行速度が低いこともあり，中央島内の除雪は行わなかった。

また図-25 に示すように標識や看板等に着雪が生じたが，約 1 ヶ月ピッチで撥水スプレーを吹付けることで着雪を防止することができた。

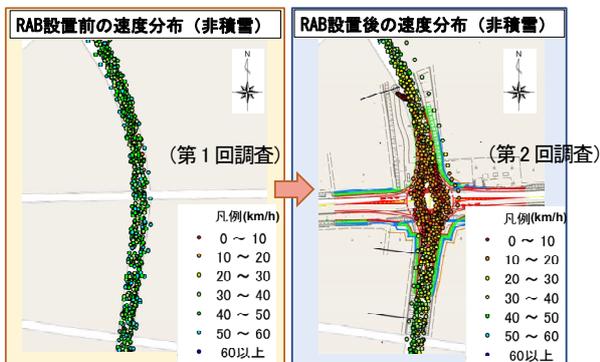


図-21 仮設 RAB 設置前後（非積雪）の速度低下 (1/2)

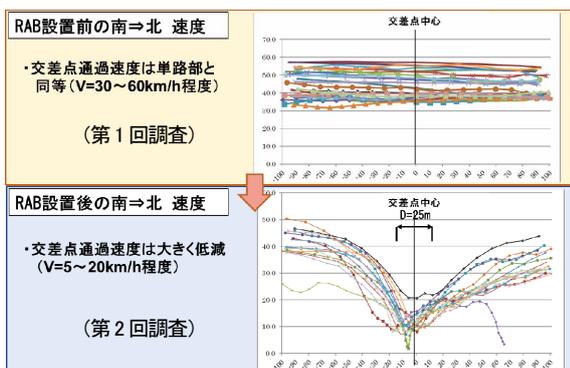


図-22 仮設 RAB 設置前後（非積雪）の速度低下 (2/2)

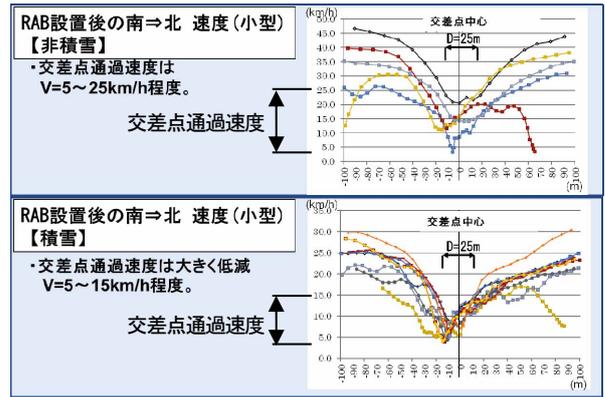


図-23 仮設 RAB 設置後の非積雪，積雪時速度対比

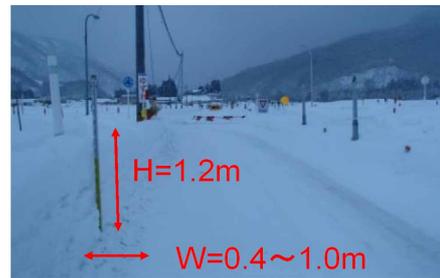


図-24 堆雪状況（平成 29 年 1 月 25 日）



図-25 標識，看板への着雪状況

e) 除雪作業の試行とアイカメラによるデータ収集結果

除雪方法は、図-26 に示す除雪ドーザの経路により、環道及びエプロン部分の除雪を行った（図-27）。環道及びエプロン部分の除雪は、バケット幅 2.3m～3.7m の 3 タイプの除雪ドーザを用いた。除雪の順序は、外側から除雪を行うこととした。中央島側から除雪を行うと、環状部全幅除雪までの間にエプロン部を走行する小型車が増えるためである。

除雪ドーザでは、路肩まで十分な除雪ができず、図-27 のような一次堆雪が残る。図-28 に示すとおり、ロータリー除雪車により、路肩部の除雪も並行して行った。なお、除雪基準値（15 cm）に満たない積雪があった場合は、図-29 のように車の轍ができる状況になる。

また、中央島の仮設防護柵などは、積雪時には雪に埋まりドライバーから視認できなくなるため、人力にて除雪を行った（図-30）。

除雪ドーザによる一連の除雪作業時を対象とし、平成 29 年 2 月 8 日に、除雪車オペレーターにアイカメラを装着し、除雪作業時の視線挙動を記録した。除雪作業時の除雪車オペレーターは、環状部の路肩や分離島、及び路側に設置したスノーポールなどへ視線を向けて、ラウンドアバウトの構造を確認しながら、除雪作業を行っている様子が記録された。



図-28 ロータリー除雪車作業風景



図-29 除雪基準値（15 cm）以下の積雪時写真



図-26 除雪ドーザの経路



図-27 除雪ドーザ作業風景



図-30 中央島周囲の除雪作業風景

f) アンケート調査結果

“衝突しそうになる機会（非積雪）”は図-31 に示すとおり、ラウンドアバウト化により少なくなったという回答が全体の 38.2%であり、多くなったという回答 7.1%を大きく上回り、高い評価であった。

“交差点の見え方（積雪）”は図-32 に示すとおり、ラウンドアバウト化により遠くからでも見えるようになったという回答が全体の 30.9%であり、見えにくくなったという回答 27.2%を上回った。大型車に限ると、遠くからでも見えるようになったという回答 47.4%であり、見えにくくなったという回答 26.3%を大きく上回り、高い評価であった。

“通行のしやすさ（積雪時）”は図-33 に示すとおり、ラウンドアバウト化により通行しにくくなったという回答が多く、大型車では 63.2%と非常に低い評価であった。堆雪による道路幅員の減少や、路面凍結により転回が困難な状況があったことが要因であったと想定されるため、本格運用時には対策を行うこととした。

“非積雪，積雪，地吹雪時の安全性”は図-34 に示すとおり、非積雪時や積雪時に比べると地吹雪時の評価がやや低くなるものの、地吹雪時の安全性はラウンドアバウト化により安全になったという回答が 27.2%であり、危険になったという回答 16.7%を大きく上回り、高い評価であった。

“積雪，地吹雪時の交差点の見え方”は、図-35 に示すとおり、地吹雪時には積雪時に比べてラウンドアバウト化により見えにくくなったという回答が多い結果となった。現況交差点では、止まれ標識及び停止線しかなかったことから、自発光式を含む複数の標識などの安全施設を含むラウンドアバウトの設置により交差点が見えにくくなるということは考えにくい。質問の表現を回答者が各々別の意味として捉えて回答したものと考えられる。

“全体の印象”は図-36 に示すとおり、全体ではよくなったという回答がわるくなったという回答の 2 倍程度と高い評価であった。積雪時には特に通行しにくくなったという意見が多いにもかかわらず、全体の印象がよかった理由としては、ラウンドアバウト設置により安全になったということが実感できたためと想定される。



図-32 交差点の見え方（積雪）



図-33 通行のしやすさ（積雪）

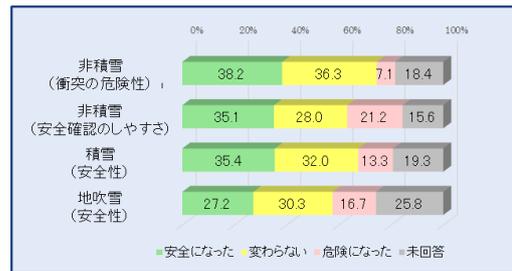


図-34 非積雪，積雪，地吹雪時の安全性

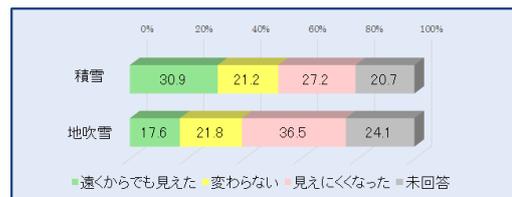


図-35 積雪，地吹雪時の交差点の見え方



図-31 衝突しそうになる機会（非積雪）



図-36 全体の印象

5. 本格運用と全国の多雪地への展開に向けた課題解決策

本社会実験で明らかとなった課題を解決し、今後全国の多雪地へ展開することも視野に、本格運用時の形状や除雪方法等を以下に示すとおり計画した。

(1) 中央島形状

中央島の縁石は、これまでも使用されることが多かった高さ 20 cm の歩車道境界ブロックを設置するが、降雪時でも目立つ色合いの製品を使用することとした。また、積雪時に埋まってしまうことにより中央島の存在が確認できなくなると、安全面での問題の他、除雪作業にも影響することから、図-37 上図に示すとおり、冬季のみ中央島の外周部上面に仮設防護柵を設置する計画とした。

(2) エプロン形状

小型車のエプロン走行（直線的に高い速度でショートカット）を抑制するため、図-38 下図に示す段差を設けることとした。縁石形状は、除雪作業時に引っかかりが生じないように現場打ちコンクリートとし、また段差部や除雪ドーザのバケット破損が生じにくいように鉛直部を設けず曲線ですり付ける計画とした。

(3) 交通安全施設

流入部における分離島手前からの逆走対策として、分離島に指定外方向進行禁止標識を追加設置することを山形県警と協議していく。（仮設時においては、供用開始まで短期間であったため設置できなかった。）

(4) 積雪及び凍結の管理

除雪は、大型車の円滑な走行のために、分離島や路肩端に設置するスノーポールを目印として、縁石直近まで行くとともに、凍結時は融雪剤散布を徹底する。環状部は内側から優先的に除雪を行うとエプロン走行する小型車が増えることから、外側から除雪を行う。また中央島は、積雪により高さ 1m を超える場合には除雪する。

(5) 通行方法の周知徹底

環道優先、逆走禁止、路肩走行禁止、小型車のエプロン走行禁止、ウインカーのタイミングなどの交通ルールについて、警察等と連携して周知徹底を図る。

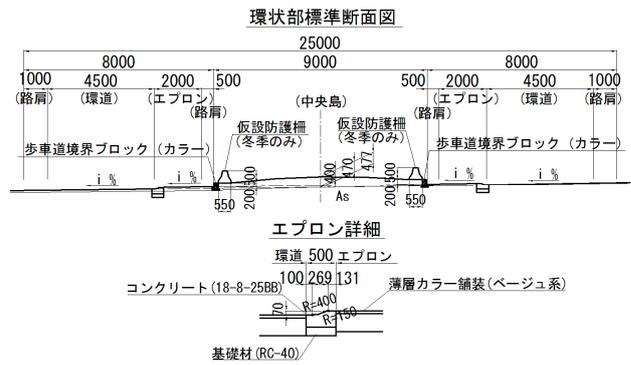


図-37 環状部標準断面図（本格運用時）

6. おわりに

本実験により、積雪地におけるラウンドアバウト導入に際しての様々な課題が明らかになった一方で、事故や決定的な問題もなく一冬を越すことができた。また、従来の交差点に比べて安全性の向上が図られるという結果も得られ、課題も前述の解決策により解消可能であることから、“平成 28 年度 道路に関する新たな取り組みの現地実証実験（社会実験）”の長井市ラウンドアバウト社会実験協議会において、今後は本格運用へ移行していくことが決定した。

なお、特別豪雪地帯である長井市においても、積雪期は 1 年のうち 4 ヶ月程度であり、大半が雪のない時期である。積雪期だけでなく、非積雪期における安全性にも注視して、問題となる事象が確認された場合は速やかに改善措置を講じることとする。

今後、全国の積雪寒冷地においてラウンドアバウト導入を検討される際には、本社会実験結果を参考として、慎重に、かつ積極的に事業を進められたい。

謝辞：本社会実験を行うにあたり、ご協力いただき長井市ラウンドアバウト社会実験協議会会長の内谷重治長井市長、副会長の上坂克巳山形県県土整備部長をはじめ、委員の皆様へ謝意を表す。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：ラウンドアバウトマニュアル，pp.35-92，2016.

(2017.?? 受付)

Social Experiment of a Roundabout in a Special Heavy Snowfall Area

Hiroshi OKUSHIRO, Shigeyuki TADA, Yuuta WATANABE,
Satoshi TAKAMOTO, Kazunori MUNEHIRO and Hideki NAKAMURA