

ラウンドアバウトにおける 除雪機械の選定手法及び堆雪位置について

牧野 正敏¹・大上 哲也²・石川 真大³

¹ (独) 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:makino-m@ceri.go.jp

²正会員 (独) 寒地土木研究所 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:oogami-t22aa@ceri.go.jp

³ (独) 寒地土木研究所 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:ishikawa-ma@ceri.go.jp

ラウンドアバウトは、一般の交差点に比べ、安全性、円滑性、経済性に優れ、各国で積極的に導入されている。日本においても、現在、指針等の整備が進められているほか、試験道路における実証データも収集されつつある。しかし、日本国内でのラウンドアバウトの導入事例は少なく、冬期間の維持管理手法については検討がなされていない。

このことから、本研究ではラウンドアバウトにおける冬期の安全な道路交通機能の確保を目的に、模擬ラウンドアバウトにおいて各種試験を行ったほか、ラウンドアバウトに類似した道路構造である、ロータリー交差点の除雪工事を担当している監督者等に対してヒアリング調査等を実施し、効率的な除雪工法について検討を行った。この結果、除雪機械の選定手法及び視認性を考慮した堆雪位置及び高さの提案が可能となった。

Key Words : roundabouts, snow removal, vehicular swept path, visibility, snow piles

1. はじめに^{1),2),3),4)}

ラウンドアバウト(写真-1)とは、「環道交通流に優先権があり、かつ環道交通流は信号機や一時停止などにより中断されない、円形の平面交差点の一方通行制御方式」であり、一般の交差点に比べ、交差点内の錯綜点が少ないなど安全性に優れる。また、信号機を使用しないことなどから、円滑性、経済性に優れ、各国で積極的に導入されている。日本においても、現在、指針等の整備が進められているほか、試験道路における実証データも収集されつつある。しかし、日本国内でのラウンドアバウトの導入事例は少なく、維持管理手法については検討がなされていない。

また、日本は1年間に数メートルの降雪がある積雪・寒冷地域が国土の約60%を占め(図-1, 写真-2)、そこに2,800万人以上という多くの人々が暮らす、世界的に見てもまれな地域である。

このことから、特に冬期間におけるラウンドアバウトの効率的な維持管理手法の確立が必要である。

本研究では積雪寒冷地におけるラウンドアバウトの問

題に特化し、冬期の安全な道路交通機能の確保に資することを目的に、模擬ラウンドアバウトにおいて各種試験を行ったほか、ラウンドアバウトに類似した道路構造である、ロータリー交差点の除雪工事を担当している監督者等に対してヒアリング調査を実施するなど、ラウンドアバウトの効率的な除雪工法について検討を行った。



写真-1 ラウンドアバウト (愛知県豊田市)

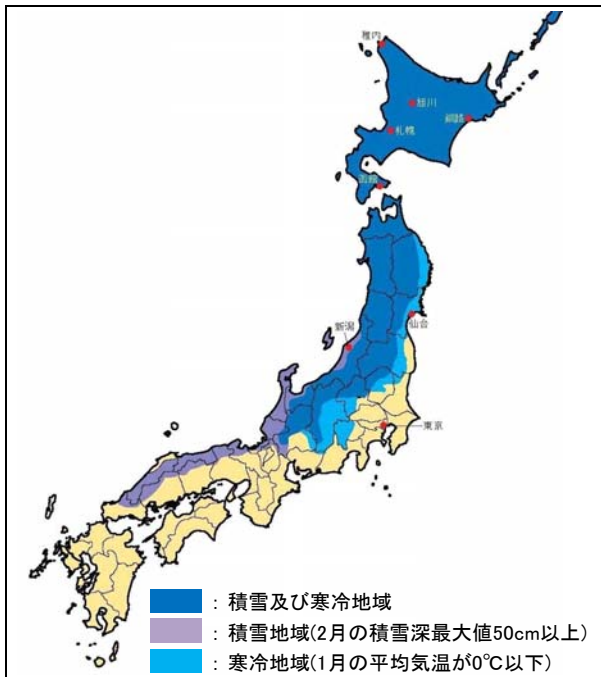


図-1 日本における積雪・寒冷地域



写真-2 歩車道間の堆雪状況(北海道北見市)

2. 検討方針

ラウンドアバウトを効率的に除雪するためには、ラウンドアバウトに接続する道路と同じ除雪機械による連続的な除雪が有効である。しかし、各除雪機械でのラウンドアバウトの環道外径の違いによる除雪(走行)の可否は確認されていない。

次に、除雪機械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。この堆雪は日々の除雪によって大きくなり、運転者及び歩行者の視界を遮ることがある。しかし、堆雪位置及び高さの違いによる通行車両や歩行者への影響の変化については確認されていない。

また、ラウンドアバウトの冬期維持管理手法の検討に

あたっては、類似した道路構造である既存のロータリー交差点での除雪工法(使用除雪機械、堆雪位置及び高さ等)が参考となることから、実態調査の実施が有効である。

以上のことから、本研究では下記3点を検討方針とした。

- ① 効率的な除雪を目的に、代表的な除雪機械を用いて、模擬ラウンドアバウトでの除雪(走行)の可否を確認する
- ② 安全性の確保を目的に、運転者及び歩行者相互の視認性を考慮した、堆雪位置及び高さを検討する
- ③ ラウンドアバウトの冬期維持管理手法の参考とするため、既存ロータリー交差点について、道路状況等のほか、除雪工事を担当している監督者等へのヒアリングなど、除雪の実態を調査する

3. 試験期間と試験場所

本試験期間と試験場所は以下に示す通りである。

- ① 試験期間：2009年10月21日
(主観評価試験)
：2010年8月3～5日
(走行軌跡、視認性確認、主観評価試験)
- ② 試験場所：寒地土木研究所苫小牧寒地試験道路
(北海道苫小牧市字柏原211番地)
- ③ 模擬ラウンドアバウト構造(図-2)
 - ・種級区分：3種2級相当の交差点
 - ・環道外径：26.0m
 - ・中央島直径：8.0m
 - ・環道幅員：9.0m(エプロン含む)
 - ・流出入路幅員：3.25m
 - ・流入部曲線半径：13.0m
 - ・流出部曲線半径：15.0m

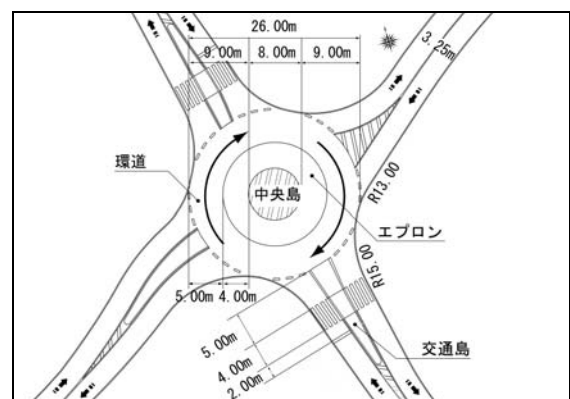


図-2 模擬ラウンドアバウト平面図

4. 走行軌跡試験

実スケールの模擬ラウンドアバウトにおいて、実際に除雪機械を走行させ、走行軌跡と車輛通過地点をRTK-GNSSにより計測した。

(1) 試験車輛⁵⁾

試験車輛は、模擬ラウンドアバウトに接続が想定される道路の種級区分（3種2級相当）に合致した、代表的な除雪機械の3機種（図-3、表-1）により行った。

なお、除雪トラック及び除雪グレーダは前輪により操舵する方式であり、ホイールショベルは車体を屈折させることにより操舵する方式である。

- ・除雪トラック（10t級）：ニッサンディーゼル KC-CZ53BNN
- ・除雪グレーダ（4.0m級）：小松 GD70A4A
- ・ホイールショベル（13t級）：川崎 70Z2

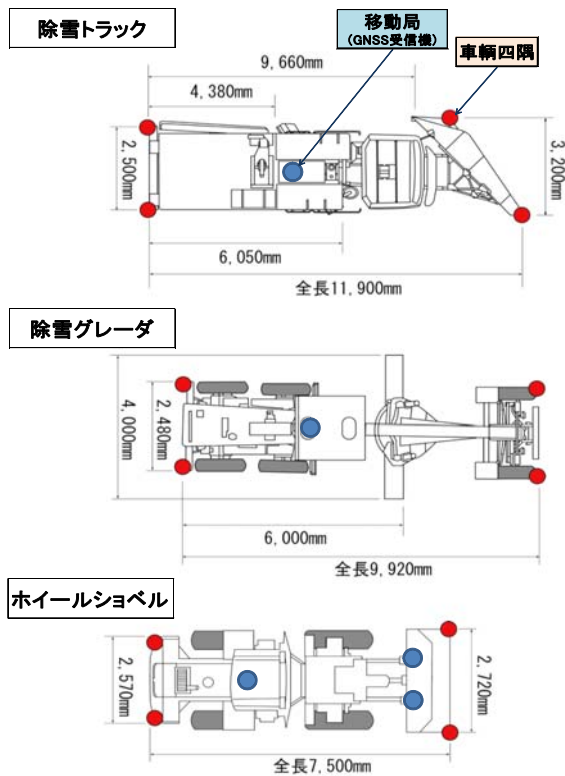


図-3 試験車輛概略図

表-1 代表的な除雪機械の特徴

機 械 名	操舵方式	特 徴
除雪トラック	前輪操舵	・機動性、居住性に優れる ・郊外部を中心に配置
除雪グレーダ	前輪操舵	・作業性、圧雪除去能力に優れる ・都市部を中心に配置
ホイールショベル	車体屈折	・旋回(小回り)性能に優れる ・一般的に生活道路や交差点などの特定箇所として配置

(2) 走行方法

走行方法は、実作業を想定した「周回、右折、直進、左折」の4パターン（図-4）を実施した。

周回、右折、直進は中央島外周部分の除雪を想定し、除雪装置右端部を中央島の外周に沿わせた走行の可否に注目した。また、左折については環道外周部分の除雪を想定し、除雪装置左端部を環道の外周に沿わせた走行の可否に注目した。

なお、走行速度については実作業を想定した速度（除雪トラック：約10km/h、除雪グレーダ及びホイールショベル：約7km/h）のほか、最低速度（各除雪機械共通：約3km/h）についても計測を行った。

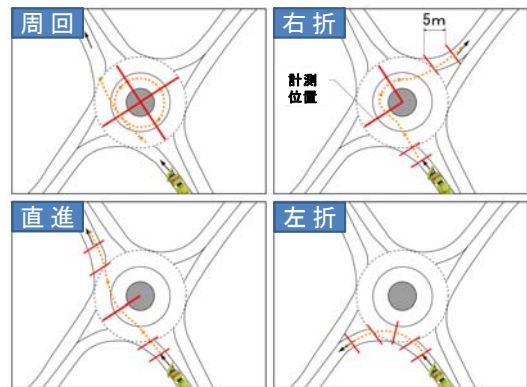


図-4 走行パターン及び計測箇所図

(3) 計測方法

試験道路内に設置した固定局と、車体上部に取付けた移動局（写真-3）を用いたRTK-GNSS計測を行った。この計測で車輛位置及び進行方向を把握し、さらに、予め登録した道路構造及び車輛外寸の図面データを重ね合わせるにより、連続的な走行軌跡及び車輛通過地点を計測した。

車輛通過地点の計測位置は、中央島中心から各流出入口中心（左折試験では、隣接する流出入口間の中心）を結ぶラインのほか、環道と流出入口の接続位置及び接続位置から流出入口側5mの位置（図-4）とし、各試験車輛の車輛四隅（図-3）の通過地点の計測を行った。

なお、操舵が車体屈折式であるホイールショベルは、車輛位置及び進行方向を正確に把握するため、移動局を3台使用した。

機器仕様と計測条件を以下に示す。

① 機器仕様

- ・GNSS受信機(固定局)：TOPCON Hiper-II GGDM
- ・GNSS受信機(移動局)：TOPCON LEGACY-E/GGD
- ・解析ソフト：ビィシステム社製 Scan Survey

② 計測条件

- ・データ取得間隔：1秒
- ・解析・描画間隔：1秒

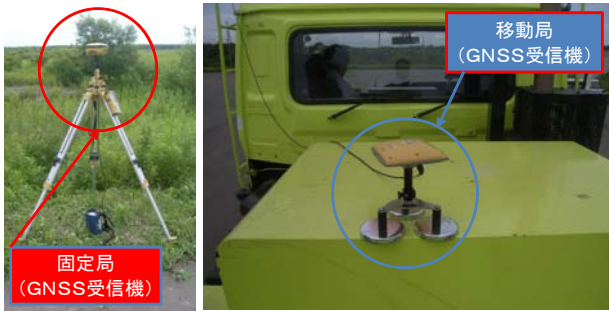


写真-3 GNSS計測器取付け状況 (除雪トラック)

(4) 試験結果

前輪操舵式の除雪トラック及び除雪グレーダでは、中央島外周に沿った走行ができなかったほか、右左折試験では流出路において車輛外寸が車道幅員をはみ出すことも多くあった。一方、操舵が車体屈折式のホイールショベルについては、中央島及び環道外周に沿った走行が可能であったほか、右左折試験での流出入路においても車輛外寸が車道幅員をはみ出すことは少なかった。

以上のことから、環道外径26m、中央島直径8mの模擬ラウンドアバウトへの適応においては、ホイールショベルが最も優位であった (図-5.6)。

また、走行速度による走行軌跡の違いは、実除雪作業を想定した速度では、最低速度の時に比べ回転半径が平均2%程度大きくなった。今後は、冬期雪氷路面下での走行軌跡試験を実施し、すべり摩擦等の影響についても確認する予定である。

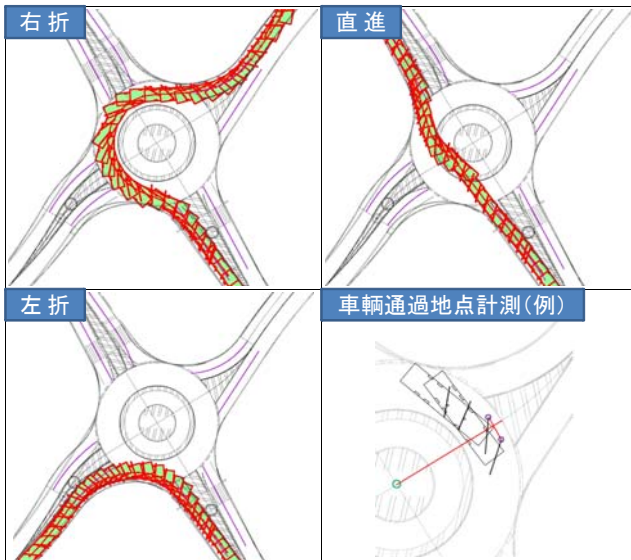


図-5 走行軌跡試験結果 (除雪トラック)

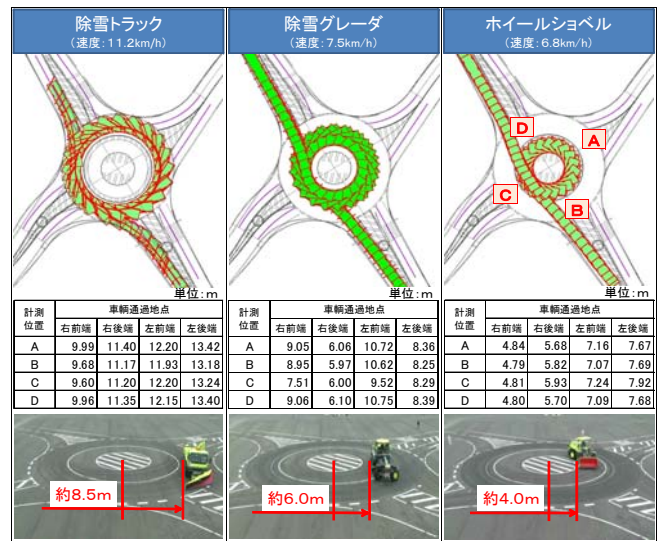


図-6 走行軌跡試験結果 (周回)

5. 除雪機械の選定

走行軌跡試験の結果、環道外径26m、中央島直径8mの模擬ラウンドアバウトへの適応においては、ホイールショベルが最も優位であった。しかし、ホイールショベルは他の除雪機械に比べ除雪幅員が狭く、回送速度が遅いなどの理由から、幹線道路では交差点などの特定箇所として配置されていることが多い。このため、ラウンドアバウトに接続する道路との連続的な除雪ができない可能性がある。その場合には、路面状況の均一化を図るため、ラウンドアバウトに接続する車道の除雪と、ラウンドアバウトの除雪のタイミングを合わせて実施できるように計画する必要がある。

また、ラウンドアバウトの中央島直径などを大きく設計することにより、ホイールショベルに比べて機動性や作業性が良好な除雪トラックや除雪グレーダでの作業が可能となる。この場合、ラウンドアバウトと接続する道路との連続的な除雪が可能となることから、効率的な道路の維持管理が期待できる。

以上のことから、除雪機械の選定にあたっては、走行軌跡試験の結果のほか、ラウンドアバウトの形状、接続する道路状況や、既に配置されている除雪機械の機種など、様々な条件を考慮する必要がある。

6. 視認性確認試験

位置及び高さが異なる模擬堆雪を用いて、ラウンドアバウト内での運転者・歩行者相互の実際の見え方 (視認性) について試験を行った。

(1) 試験条件

視認対象物として、模擬ラウンドアバウト内の環道4箇所（A～D）、流入路3箇所（1～3）に除雪グレーダ及び乗用車を、歩道3箇所（い～は）に歩行者（マネキン人形）をそれぞれの幅員の中心（環道はエプロンを除く中心）に配置した。さらに、視認性を阻害する堆雪は中央島、流入路及び流出路に合計7箇所とし、堆雪高さは、0m、1.2m及び1.5mの3パターンとした。なお、模擬堆雪は、測量ポールの堆雪高さの位置にロープを取り付けることにより再現した（図-7）。

視認対象物等を以下に示す。

- ・ 除雪グレーダ：小松 GD70A4A（全長=9.92m，全幅=2.48m，全高=3.78m，運転者視線高=3.06m）
- ・ 乗用車（撮影専用）：トヨタカローラフィールダー（全長=4.42m，全幅=1.69m，運転者視線高=1.13m）
- ・ 乗用車（被写体専用）：トヨタカゲイ（全長=4.51m，全幅=1.74m，全高=1.44m）
- ・ 歩行者：マネキン人形 全高1.73m，視線高1.60m

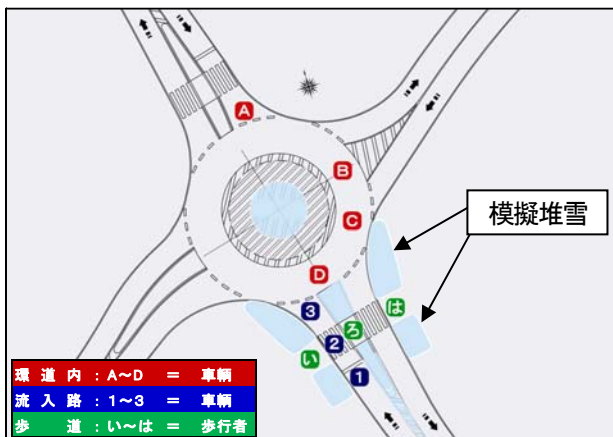


図-7 車輛等配置

(2) 試験方法

模擬ラウンドアバウト内に配置した、各試験車輛（除雪グレーダ、乗用車）の運転者及び歩行者のそれぞれの視線高さから、人間の視野に近い画角とされる50mmレンズを装着したカメラにより相互に撮影し、撮影条件（車輛、撮影位置、堆雪高さ等）が異なる合計474パターンの画像を比較検証することにより、各撮影条件における実際の見え方の変化について確認した（写真-4）。

なお、比較検証にあたっては、撮影した画像を加工（堆雪高さで着色）することにより、堆雪の位置及び高さを視覚的に表したほか、画像データに写った視認対象物の視認できる範囲のピクセル数をカウントすることにより、視認面積を定量的に評価した。



写真-4 撮影状況（除雪グレーダの運転者視線高さ）

(3) 試験結果

視認性確認試験の結果、堆雪高さ1.2mと1.5mでは、実際の見え方が大きく異なった。

具体例として、“環道C”に乗用車を配置し、“歩道ろ”に歩行者を配置し相互の見え方を調査した結果、堆雪高さ1.5mでは、乗用車からは歩行者の頭部（歩行者全体面積の約4%）、歩行者からは車輛上部（車輛全体面積の約19%）しか視認できないのに比べ、堆雪高さ1.2mでは歩行者の胸部より上（約21%）及び車輛全景（100%）が確認できた（写真-5）。

視認対象物は下部に向かうほど視認できる面積が増える傾向にあり、堆雪高さ1.5mに比べ1.2mでは視認面積が5倍以上に増える場合もあるなど、堆雪高さの差に比べ、それ以上の見え方の違いがあることを定量的に確認した（表-2）。

また、除雪機械からの視認性では、視認対象物に近づくほど視認面積が増える傾向にあった。しかし、乗用車では視線高さが堆雪高さより低いため、反対の傾向になった。

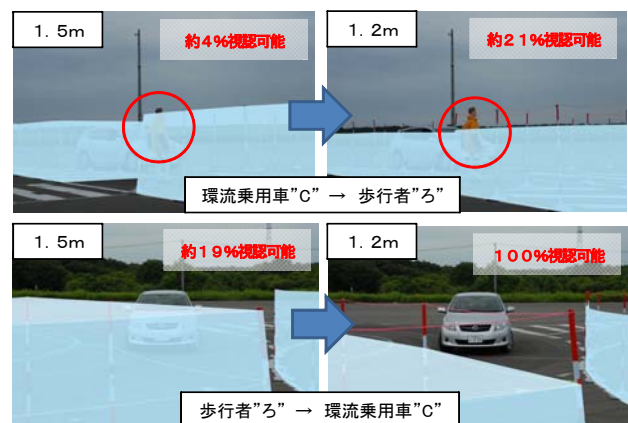


写真-5 堆雪高さの違いによる視認性比較

表-2 視認面積の比較 (例)

視認対象物	歩行者 "ろ"					
	堆雪なし		堆雪1.2m		堆雪1.5m	
	ピクセル数	割合	ピクセル数	割合	ピクセル数	割合
撮影位置						
除雪グレーダ 還流A	5,135	100%	1,838	35.8%	678	13.2%
除雪グレーダ 還流B	12,102	100%	4,614	38.1%	1,820	15.0%
除雪グレーダ 還流C	19,580	100%	9,271	47.3%	3,628	18.5%
乗用車 還流A	6,730	100%	501	7.4%	0	0.0%
乗用車 還流B	15,064	100%	3,470	23.0%	619	4.1%
乗用車 還流C	31,602	100%	6,698	21.2%	1,249	4.0%

表-3 被験者の一覧

試験年次	被験者	年齢	性別	運転歴 (年)	年間走行距離 (km)
2009年	A	34	男	16	約20,000
	B	24	男	5	約3,000
	C	29	男	11	約20,000
	D	49	男	31	約4,000
	E	35	男	16	約6,000
	F	46	男	27	約30,000
	G	37	男	19	約8,000
2010年	H	32	男	10	約10,000
	I	40	男	21	約10,000
	J	45	男	26	約3,000
	K	41	男	20	約17,000
	L	42	男	23	約4,000
	M	36	男	16	約8,000
	N	24	男	2	約2,000
	O	26	女	2	約300
	P	45	男	27	約60,000
	Q	52	男	28	約60,000

被験者F、P、Q：除雪機械オペレータ

7. 主観評価試験

位置、高さ及び形状が異なる模擬堆雪を用いて、堆雪が運転者に与える影響度（支障度合い）について試験を行った。

(1) 試験条件

堆雪は中央島、流入路及び流出路に合計7箇所、堆雪高さは1.2m及び1.5mの2種類、堆雪の形状は交通島Aのみ視野範囲が異なる2種類、合計16パターンの堆雪を評価対象とした。なお、模擬堆雪の高さ及び形状は、測量ポールに白色のネットを取り付けることにより再現した。

(2) 試験方法

堆雪位置、高さ及び交通島の堆雪形状が異なるラウンドアバウトを被験者が乗用車を運転して4回走行し、各堆雪毎に走行するうえでの支障度合いを7段階スケールにより評価した。

被験者の17名（2009年試験：7名、2010年試験：10名）に重複者はなく、全員が視覚に対する健常者であり、その内3名は除雪機械オペレータである（表-3）。

被験者は、流入路からスタートし、環道を二周走行した後、流出路にゴールするコース（図-8）を運転（乗用車 トヨタカルディナ）し、走行の度にアンケート（図-9）により評価を行った。なお、同じ堆雪を複数回評価した場合は平均値を当該評価とした。

なお、運転者がラウンドアバウト走行時に注意する対象物（堆雪の存在のために、視認できていないと想定する対象物）を表-4に示す。

また、アンケートとは別に、ラウンドアバウトに類似した道路構造であるロータリー交差点の除雪工事を担当している請負会社の監督者及びオペレータを対象に、模擬ラウンドアバウトにおいて、冬期交通の支障にならないと想定される堆雪位置についてヒアリングを行った。

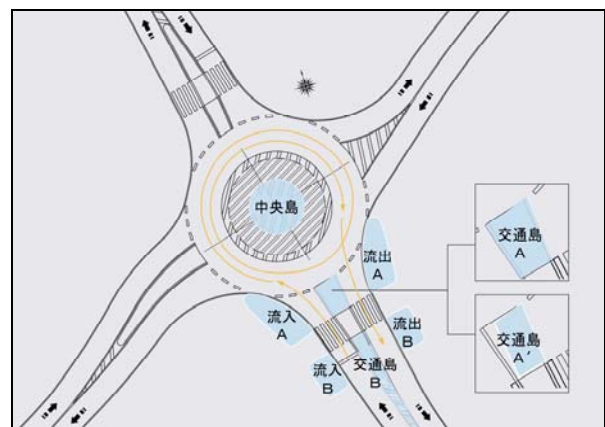


図-8 主観評価試験コース

Q: 走行するうえでの影響度を雪堆毎にチェック(O)してください

【1回目】 氏名: _____

中央島 1.2m	1	2	3	4	5	6	7
流入A 1.2m	1	2	3	4	5	6	7
流入B 1.2m	1	2	3	4	5	6	7
流出A 1.2m	1	2	3	4	5	6	7
流出B 1.2m	1	2	3	4	5	6	7
交通島A 1.2m	1	2	3	4	5	6	7
交通島B 1.2m	1	2	3	4	5	6	7

支障にならない 支障になる

図-9 アンケート表

表-4 想定される注意対象物

模擬堆雪位置	走行状態		
	環道走行時	流入時	流出時
中央島	通行車輛	通行車輛	—
流入A	—	通行車輛	—
流入B	—	歩行者	—
流出A	—	—	歩行者
流出B	—	—	通行車輛
交通島A	—	通行車輛	歩行者
交通島A'	—	通行車輛	歩行者
交通島B	—	歩行者	通行車輛

(3) 試験結果

アンケートにより得られた7段階評価は、堆雪毎の比較を容易にするため被験者毎に標準化（（個々の点数－平均）／標準偏差）し、さらに堆雪毎の全被験者の値を平均することで主観評価点数を求めた（表-5、図-10）。なお、主観評価点数が高いほど（プラス方向）走行するうえでの支障になり、逆に主観評価点数が低いほど（マイナス方向）支障にはならない堆雪位置であるとの主観評価結果となる。

この結果により以下のことが推定される。

- ・2009年と2010年の試験結果は整合していた
- ・想定される注意対象が通行車輛のみである、中央島、流入A及び流出Bの3箇所は、他の堆雪箇所と比べ主観評価点数が著しく低い（「歩行者」>「通行車輛」）
- ・全ての箇所において堆雪高さが1.5mに比べ1.2mの主観評価点数が低い（「1.5m」>「1.2m」）
- ・堆雪高さの違いによる主観評価点数の変化量に比べ、堆雪位置の違いによる主観評価点数の変化量が大きい（「堆雪位置」>「堆雪高さ」）
- ・堆雪位置が同じで堆雪形状が異なる交通島Aと交通島A'では、視野範囲が広い交通島A'の主観評価点数が低い
- ・除雪機械オペレータである被験者F、P、Qとそれ以外の被験者の主観評価結果は同じ傾向である

表-5 主観評価試験の結果

堆雪		主観評価点数(基準値)					
		H21		H22		集計	
		基準値(平均)	順位	基準値(平均)	順位	基準値(平均)	順位
1.5m	中央島	-0.99	13	-0.81	12	-0.88	12
	交通島A	1.21	2	1.24	1	1.23	2
	交通島A'	0.62	6	0.20	8	0.36	7
	交通島B	1.16	3	0.92	4	1.02	3
	流入A	-0.82	11	-0.70	11	-0.75	11
	流入B	0.70	4	1.09	3	0.93	4
	流出A	1.29	1	1.24	2	1.26	1
	流出B	-0.98	12	-0.92	13	-0.94	13
1.2m	中央島	-1.15	16	-1.14	15	-1.14	16
	交通島A	0.67	5	0.56	5	0.61	5
	交通島A'	0.13	9	-0.27	10	-0.11	10
	交通島B	-0.08	10	0.05	9	-0.01	9
	流入A	-1.05	14	-1.07	14	-1.06	14
	流入B	0.22	8	0.29	7	0.26	8
	流出A	0.28	7	0.48	6	0.40	6
	流出B	-1.13	15	-1.15	16	-1.14	15

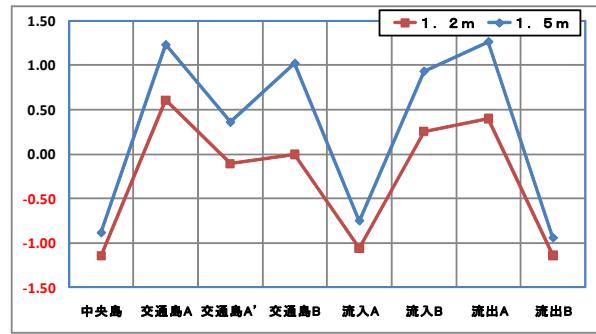


図-10 主観評価試験の結果

8. 堆雪位置の提案

主観評価試験の結果、除雪した雪は、中央島、流入A及び流出Bに堆雪するのが望ましい。しかし、流入Aは日々の除雪によって堆雪が大きく（堆雪面積が広く）なり、隣接した接続道路の流出Aの堆雪位置に変化する可能性もあることから、ラウンドアバウトを除雪するうえでの堆雪位置は、中央島及び流出Bが最も望ましいと考える。

なお、中央島及び流出Bに堆雪場所を限定した場合、堆雪高さによる主観評価点数の違いは少なかったが、視認性確認試験の結果を踏まえ、堆雪高さは1.2mが望ましい。

また、各試験で使用した模擬ラウンドアバウトを、ラウンドアバウトに類似した道路構造である、ロータリー交差点の除雪工事を担当している請負会社の監督者及びオペレータに視察してもらい、一般交通の支障にならない堆雪位置についてヒアリングを実施した。その結果、堆雪位置として望ましいのは中央島であるなど整合していたことから、このことから試験結果が妥当であると判断する。

9. ロータリー交差点の調査

ラウンドアバウトの効率的な除雪工法を検討するうえでの参考とするため、ラウンドアバウトと類似した道路構造であるロータリー交差点について、各種調査を実施した。

(1) 調査対象

調査対象は、道路形状、交通量、気象など各種条件が異なる、下記3箇所のロータリー交差点を対象とした。

- ・北海道旭川市常盤通1丁目（以下：旭川TC）
- ・北海道釧路市大町1丁目（以下：釧路TC）
- ・北海道小樽市桜5丁目（以下：小樽TC）

(2) 道路状況等^{6),7),8)}

道路図から各ロータリー交差点の環道外径や中央島直径などの形状等，道路交通センサスから交通量を確認した（図-11，表-6）．また，各ロータリー交差点所在地の気象条件についても調査を行った（表-7）．

表-6 道路状況等の比較

	旭川TC	釧路TC	小樽TC
交差道路数 (内訳)	6枝 (国道×2 市道×4)	6枝 (国道×1 道道×2 市道×3)	5枝 (市道×5)
交差道路 車線数	1~2車線 (片側)	1~3車線 (片側)	1車線 (片側)
交通量 (平日、24H)	25,345台	47,219台	4,936台
環道外径	φ76m	φ51m (最短地点)	φ58m
環道 車線数	2車線	3車線	1車線
中央島直径	φ40m	φ23.5m	φ26m
勾配方向	すり鉢	全面片勾配	全面片勾配
排水位置	・中央島外周 ・流入出路	・中央島外周 (半周) ・流入出路	・中央島外周 ・環道外周 ・流入出路

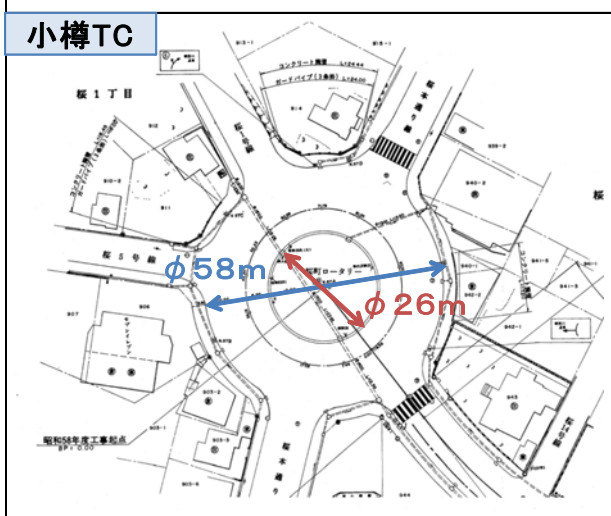
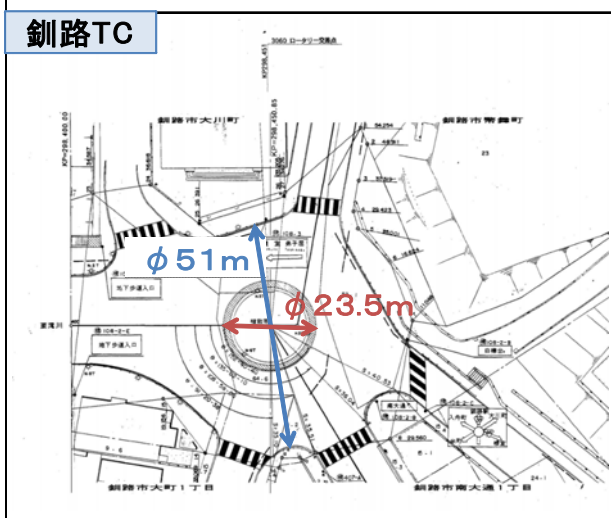
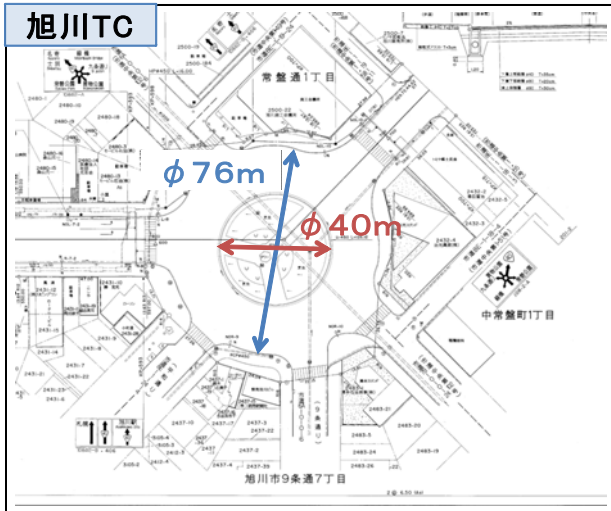


図-11 既存のロータリー交差点

表-7 気象状況の比較

		旭川市	釧路市	小樽市
平均気温 (°C)	12月	-4.4	-1.9	-0.9
	1月	-7.9	-5.3	-3.5
	2月	-7.2	-5.3	-3.1
	年間	6.5	6.0	8.4
降雪深 (合計:cm)	12月	191	27	163
	1月	174	54	200
	2月	131	39	165
	年間	756	187	722
積雪深 (最大:cm)	12月	57	14	49
	1月	80	28	89
	2月	90	29	115
	年間	96	41	118

(3) 調査結果

各ロータリー交差点の除雪機械配置状況，堆雪位置及び高さ，施工方法等について，現地ヒアリング調査を実施した。

調査結果を以下に示す。

① 旭川TC (図-11)

国道の除雪を実施する除雪グレーダ1台により，環道外周側から中央島側の順に周回（5~10周程度）しながら除雪をしており，ロータリー交差点内の路面積雪は，中央島の外周部に堆雪している。但し，流入出路（市道の交差道路）の路面積雪の一部は環道外周側の歩車道間に堆雪している。

堆雪の排雪は年5回程度行っており，排雪前の堆雪高さは約1.2m程度である。

② 釧路TC (図-11)

国道の除雪を実施する除雪グレーダ2台の雁行作業により、中央島側から環道外周側の順に周回（2周程度）しながら除雪をしており、ロータリー交差点内の路面積雪は、環道外周部の歩車道間に堆雪している。

堆雪の排雪は年5回程度行っており、排雪前の堆雪高さは約1.5m程度である。

③ 小樽TC (図-11, 写真-6)

市道の除雪を実施する除雪グレーダ1台により、環道外周側から中央島側の順に周回（5周程度）しながら除雪をしており、ロータリー交差点内の路面積雪は、中央島の外周部に堆雪している。但し、流入出路（市道の交差道路）及び歩道の路面積雪の一部は環道外周側の歩車道間に堆雪している。また、環道内の車道有効幅員を確保するため、新雪除雪の5回に1回程度の割合で、中央島外周部の堆雪をロータリー除雪車により中央島内部に投雪しており、その堆雪の最大高さは5mに達する。

堆雪の排雪は、中央島内部を除き年2回程度行っており、排雪前の堆雪高さは約1.5m程度である。



写真-6 中央島の堆雪状況 (小樽TC)

(4) 除雪工法

各ロータリー交差点の除雪工法の比較を表-8に示す。また、この結果により以下のことが推定される。

表-8 除雪工法の比較

	旭川TC	釧路TC	小樽TC
配置機械	除雪グレーダ (4.0m級)	除雪グレーダ (4.0m級)	除雪グレーダ (3.7m級)
堆雪位置	中央島外周部 環道外周部	環道外周部	中央島外周部 中央島内部 環道外周部
堆雪高さ (排雪前)*1	1.2m	1.5m	1.5m
排雪回数 (年)*1	5回程度	5回程度	2回程度

*1:中央島内部は含まず

① 除雪機械

調査対象である3箇所のロータリー交差点は、いずれも除雪グレーダにより除雪が実施されている。一般的に除雪グレーダは都市部に配置されており、調査対象の3箇所はいずれも都市部に位置するロータリー交差点であることから、特にロータリー交差点を意識したのではなく、周辺の道路状況に応じて除雪機械が配置されたと想定される。

ヒアリング調査では、除雪機械の旋回性能などについての問題点や意見はなかった。これは、苫小牧寒地試験道路で実施した、模擬ラウンドアバウトでの除雪グレーダの走行軌跡試験結果（周回時の内径約12m）に比べ、各ロータリー交差点の中央島は直径が大きいことから、除雪機械の性能を十分に発揮しているためと想定される。

② 堆雪位置及び高さ

堆雪位置は、旭川TC及び小樽TCは中央島外周部に堆雪しているのに比べ、釧路TCでは環道外周部にのみ堆雪しているなど、各ロータリー交差点で異なる。特に小樽TCでは、中央島外周部の堆雪を中央島内部に投雪するなど、中央島全体を堆雪場所としている。なお、各ロータリー交差点とも中央島内部については排雪は実施していない。

堆雪高さは、小樽TCの中央島内部を除き1.2m～1.5mの高さに管理していた。

堆雪位置及び高さについては、降雪量と排雪回数との関連が推定される。具体的には、降雪量が多い旭川TC及び小樽TCでは堆雪場所として中央島を活用しているが、降雪量の少ない釧路TCでは中央島を堆雪位置として活用していない。また、同じく降雪量が多い旭川TC及び小樽TCでも、排雪回数が少ない小樽TCでは中央島内部に投雪し堆雪スペースを確保していると想定される。

現場条件（降雪量、堆雪スペース等）にもよるが、ラウンドアバウトの効率的な除雪の検討にあたり特段の支障がなければ、中央島外周部への堆雪は有効であると考える。

③ 除雪工法

各ロータリー交差点の除雪工法は、除雪車が交差点内を周回することにより実施していた。但し、堆雪位置が中央島外周である旭川TC及び小樽TCでは、環道外周側から中央島側の順に除雪するのに比べ、釧路TCでは逆の走行順序で除雪を行っている。

10. おわりに

本研究では、冬期の安全な道路交通機能の確保に資することを目的に、ラウンドアバウトの効率的な除雪工法を検討するため、走行軌跡、視認性確認及び主観評価試験を行った。また、ラウンドアバウトに類似した道路構造である、ロータリー交差点の除雪工事を担当している監督者等に対してヒアリング調査を実施するなど、効率的な除雪工法について検討を行った。この結果、除雪機械の選定手法及び視認性を考慮した堆雪位置及び高さの提案が可能となった。

今後は、冬期路面下での走行軌跡試験を実施するほか、既存ロータリー交差点の調査結果を参考に、除雪の作業手順及びコストについて検討するなど、更なる知見を深めていく所存である。

謝辞：本試験及び調査の実施にあたりご助言、ご協力頂いた方々に対し、ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 中村英樹，大口敬，馬淵大樹，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.44，2009.
- 2) 宗広一徳，高橋尚人，葛西聡：試験車両を用いたラウンドアバウトの走行実験，第 39 回土木学会土木計画学研究発表会，2009.
- 3) 大上哲也，牧野正敏，柳沢雄二：ラウンドアバウトの効率的な除雪工法の検討，第 41 回土木学会土木計画学研究発表会，2010.
- 4) 国土交通省北海道開発局：冬期道路管理，2002.
- 5) (社)日本建設機械化協会：2005 除雪・防雪ハンドブック，2004.
- 6) 国土交通省北海道開発局：道路維持台帳図
- 7) (社)交通工学研究会：平成 17 年度道路交通センサス.
- 8) 気象庁：気象統計情報，
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etm/>