

冬期道路の走行性評価技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地道路研究グループ（寒地交通チーム、雪氷チーム、寒地道路保全チーム）技術開発調整監（寒地機械技術チーム）

研究担当者：高橋尚人、丸山記美雄、徳永ロベルト、金子学、安倍隆二、住田則行、川端優一、切石亮、高田哲哉、武知洋太、大上哲也、小宮山一重、三浦豪

【要旨】

積雪寒冷な地域では、冬期における路肩堆雪による道路幅員の減少、路面凍結による路面すべり抵抗値の低下、積雪による路面凹凸、吹雪時の視程障害等によって走行環境が悪化し、冬期旅行速度の低下、冬型事故の発生等の道路交通特性が悪化するとともに道路利用者の満足度が低下している。近年の財政的制約の中、効率的に冬期道路管理事業を進めかつ道路利用者の満足度向上を図るためには、冬期の走行環境の計測・技術の開発、冬期の走行環境が走行性に与える影響を評価するための技術開発が必要である。

本研究では、冬期道路の走行環境が走行性（運転挙動、利用者満足度等）に与える影響を評価するため、冬期道路状態（路面状態、平坦性、道路幅員、視認性、除雪レベル等による走行抵抗）の計測技術、道路利用者の視点を考慮した走行環境の評価技術の開発に取り組み、道路利用者満足度の向上及びより効果的・効率的な雪寒道路対策の実施に資することとする。本報では、平成 23 年度の研究進展状況について報告する。

キーワード：冬期道路、走行環境、走行性、運転挙動、利用者満足度、評価技術

1. はじめに

積雪寒冷な地域では、冬期の降雪及び低温によって路肩堆雪（雪山）による道路幅員の減少、凍結による路面のすべり抵抗値低下、路面の凹凸、吹雪時の視程障害等によって道路の走行環境が悪化し、旅行速度の低下、冬型事故の発生等の交通問題が発生するとともに道路利用者の満足度が低下する。一方、平成 21 年に実施された行政刷新会議（事業仕分け）で「直轄国道の維持管理」について「少なくとも 10～20%程度予算要求の縮減を行う」との方針が出された。除雪等の道路維持管理の水準が低下することによって、冬期道路の走行環境が更に悪化し、道路交通の安全性・円滑性・快適性の低下、道路利用者満足度の低下が懸念される。効率的に冬期道路管理事業を進め、道路利用者の満足度を向上させるため、冬期の走行環境の計測・技術の開発、冬期の走行環境が走行性（運転挙動と道路利用者の満足度）に与える影響を評価するための技術開発が必要である。

以上のことから、本研究では積雪寒冷地における冬期道路の走行環境が走行性（運転挙動と利用者満足度）に

与える影響を評価するため、冬期道路状態（路面状態、平坦性、道路幅員、除雪レベル等による走行抵抗）の計測技術、道路利用者の視点を考慮した走行環境の評価技術の開発に取り組み、道路利用者満足度の向上、より効果的・効率的な雪寒道路対策の実現に資するものである。

2. 研究実施内容

平成 23 年度は、以下の事項について取り組んだ。

- ① 走行環境の測定・評価方法に関する検討
- ② 冬期走行環境が走行性に与える影響評価手法に関する試験

3. 走行環境の測定・評価方法に関する検討

3.1 路肩の雪堤形状の測定技術に関する検討

走行環境（冬期道路状態）のうち道路幅員は、冬期交通に直接影響するにもかかわらず、これまで目視などによる確認しか行われていなく、定量的な把握（計測）は殆どなされていない。この道路幅員を定量的に計測するためには、道路及び道路と形状が異なる路肩の雪堤（堆

雪)を同時に測定することにより、道路と堆雪の境界位置を把握する必要がある。

このことから、効率的な道路幅員の計測を目的に、路肩の堆雪形状の測定技術について検討した。

3.1.1 測定技術の必要条件

測定技術の検討にあたっては、定量的な測定結果が得られるほか、安全性、効率性及び経済性についても考慮しなければならない。

具体的には、測定員による車道上もしくは車道脇での測定は行わない。さらに、測定員以外の機器等による車道上もしくは車道脇での測定であっても、一般交通に対する影響を最小限に抑える(安全性)。また、測定対象が長いことから、測定及び解析がスピーディに行える(効率性、経済性)。以上のことを測定技術の必要条件とした。

3.1.2 道路有効幅員計測システムの概要

堆雪形状の測定技術の必要条件を踏まえ、道路有効幅員計測システムを構築した。

測定機器として、堆雪形状(道路有効幅員)を定量的に計測できる対象技術(画像計測、レーザー計測等)を調査した結果、雪の測定実績があり^{1) 2)}、比較的安価でシンプルなシステム構成が可能なレーザー扫描仪を使用することとした。このレーザー扫描仪のほか、計測システムを構成する「GPSセンサー」、「WEBカメラ」及び計測用ソフトをインストールした「ノートPC」など全ての装置を車載することで、測定員等の安全性を確保するとともに、走行しながら連続して計測することにより、一般交通に対する影響を最小限に抑えることができ、効率的な計測が可能になる。

具体的には、レーザー扫描仪により道路横断をプロファイルし、GPSセンサーにより測定位置、時間、走行(計測)速度のデータを取得する。さらに、WEBカメラにより測定箇所の道路状況を撮影する。この撮影した画像は、レーザー扫描仪によるプロファイルデータと比較することで計測結果の確認検証が可能となる。これら各装置により取得したデータは、計測用ソフトをインストールしたノートPCに取り込み、道路有効幅員の計測結果として表示する。

道路有効幅員の計測イメージを図-1及び図-2に、レーザー扫描仪の仕様(設定条件)を表-1に示す。

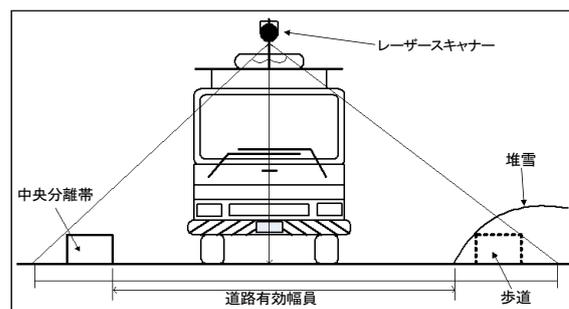


図-1 道路有効幅員の計測イメージ(1)

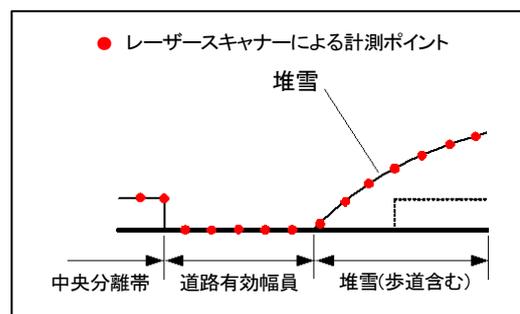


図-2 道路有効幅員の計測イメージ(2)

表-1 レーザー扫描仪の仕様(設定条件)

レーザー扫描仪(SICK社製 LMS111)	
計測範囲(最大)	270°
	18m *1
角度分解能(設定条件)	0.5°
システム誤差	±30mm *1
最小サンプリング間隔(設定条件)	0.1sec
使用周囲温度	-30°C~+50°C

*1: 反射率が10%以上の計測対象物

3.1.3 精度確認試験

試験車両に計測システムを車載し、構内での精度確認試験を行った。試験は、構内に片側2車線の車道及び側帯を描画し、その歩道側側帯に形状寸法が明確である合板製の模擬堆雪を設置した模擬道路で行った。

この模擬道路の道路有効幅員及び模擬堆雪高さを試験車両に車載した計測システムにより計測し、メジャーを用いて計測した実測値との比較を行った。なお、計測速度(試験車両走行速度)は、車両停止状態での計測も含め4パターンを行い、計測速度の違いによる計測精度への影響についても確認した。精度確認試験の結果を表-2に示す。

試験の結果、試験車両が停止した状態での最大計測誤差は、道路有効幅員の計測で20mm以下、模擬堆雪高さ

の計測では10mm以下であり、これら計測値の誤差は計測機器であるレーザースキャナーの仕様と合致する。

車両が走行しながらの最大計測誤差は、模擬堆雪高さの計測で計測速度10km/h及び30km/hでは、試験車両が停止した状態での計測結果と同じく10mm以下であったが、計測速度50km/hでは37mmの誤差を確認した。また、道路有効幅員の計測では、試験車両が停止した状態での計測に比べ、計測速度が速くなるほど計測誤差が大きくなり、計測速度50km/hでは64mmの誤差を確認した。

計測速度に伴い計測誤差が大きくなる原因は、試験車両の走行速度の上昇に伴い、路面の不陸などの走行環境が試験車両の走行姿勢に大きく影響（ピッチング等）し、車両停止状態に比べてレーザースキャナーの設置高さが変化していると想定される。また、本計測システムではプロファイルデータを一定時間間隔でサンプリングすることから、計測速度の上昇に伴いプロファイルする断面の間隔が広がり、レーザースキャナーが計測対象物をプロファイルする回数が減少したことも計測誤差が大きくなる原因の可能性として考えられる。

表-2 精度確認試験の結果

計測速度	試験No	データ数量*1	実速度 (km/h)	道路有効幅員		模擬堆雪高さ		
				実測値:6,990mm		実測値:912mm		
				計測値 (mm)	誤差 (mm)	計測値 (mm)	誤差 (mm)	
0km/h	1回目	10	0.0	6,973	-17	903	-9	
	2回目	10	0.0	6,970	-20	912	0	
	3回目	10	0.0	6,993	3	906	-6	
	平均誤差(絶対値)				—	13	—	5
	最大誤差(絶対値)				—	20	—	9
10km/h	1回目	4	15.2	6,967	-23	904	-8	
	2回目	4	14.7	7,002	12	905	-7	
	3回目	4	12.2	6,965	-25	905	-7	
	平均誤差(絶対値)				—	20	—	7
	最大誤差(絶対値)				—	25	—	8
30km/h	1回目	2	28.9	7,007	17	906	-6	
	2回目	2	29.6	6,958	-32	907	-5	
	3回目	2	27.4	6,954	-36	905	-7	
	平均誤差(絶対値)				—	28	—	6
	最大誤差(絶対値)				—	36	—	7
50km/h	1回目	1	45.9	6,952	-38	910	-2	
	2回目	1	48.0	6,926	-64	875	-37	
	3回目	1	45.0	6,971	-19	879	-33	
	平均誤差(絶対値)				—	40	—	24
	最大誤差(絶対値)				—	64	—	37

*1：レーザースキャナーが計測対象物をプロファイルした回数

3.2 除雪レベルの違いによる走行抵抗の測定・評価方法に関する検討

3.2.1 平成23年度の実施概要

除雪レベルの違いによって路面に残留した積雪や雪氷が、車両の燃料消費率や走行抵抗および平坦性にどのような影響を及ぼすのかを、苫小牧寒地試験道路の周回路における基礎的な実験によって定量的に把握することを試みた。実験は、寒地土木研究所の施設である苫小牧寒地試験道路周回路で実施した。周回路は図-3に示すように全延長が2700mで、そのうち直線500m区間の路面に表-3に示す数種類の積雪雪氷路面を人為的または自然降雪によって作成して、その上を試験車両を通過させて燃料消費率測定、走行抵抗測定、平坦性測定を行った。積雪雪氷路面と比較するために、乾燥路面および湿潤路面においても測定を行った。

試験に使用した車両は、カーゴタイプの大型車と一般乗用車の2種類であり、各々の緒元を表-4に示す。燃料消費率は、JIS D1012 自動車-燃料消費率試験方法¹⁾に規定された定速度燃料消費率試験方法、走行抵抗はJIS D1012 自動車-燃料消費率試験方法およびJIS-D1015 自動車-惰行試験方法²⁾に規定されている惰行法の手法に準拠して測定した。具体的には、表-3に示した様々な種類の路面を、大型車のギアを6段に固定して30km/h、40km/h、50km/hの一定速度で走行中の燃料消費量を燃料流量計で実測した。また、試験車両を約60km/hまで加速して一定速度としたあと、表-3に示した様々な種類の路面区間に進入させてギアをニュートラルにして惰行させ、車速度が0km/hになるまで車速の変化を測定して走行抵抗を算出した。試験時の外気温、路面温度、風速風向、気圧の計測も併せて行った。

また、試験路面の平坦性と燃料消費率や走行抵抗との関係を調査するために、試験対象区間の国際ラフネス指数(IRI)の計測も併せて行った。加速度計を用いた車両搭載型のIRI簡易測定装置を用いて測定しており、基底長が10mのIRIによって評価を行う。

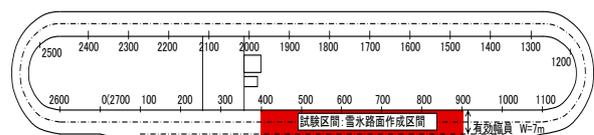


図-3 苫小牧寒地試験道路の試験区間概要図

表-3 実路での試験における路面条件と実施試験一覧

試験路面条件	大型車	一般乗用車
乾燥路面 (積雪量0cm)	燃, 抵	抵
湿潤路面 (積雪量0cm)	燃, 抵	抵
新雪3.5cm路面 (自然積雪3.5cm)	-	抵
新雪踏固め後路面 (自然積雪踏固め)	-	抵
凍結した圧雪路面 (圧雪厚5cm)	燃, 抵	-
緩んだ圧雪路面 (圧雪厚5cm路面が緩んでガラメ雪になった状態)	燃, 抵	抵
緩い雪15cm厚路面	スタックにより 試験不能	抵

燃: 燃料消費率測定
抵: 走行抵抗測定
-: 実施せず

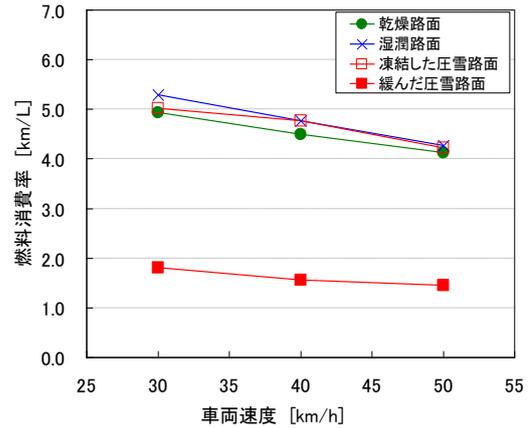


図-4 雪氷路面上の燃料消費率測定結果(大型車)

表-4 試験車両の緒元一覧表

車種区分	大型車	一般乗用車
車両名称	いすゞGIGA	トヨタランドクルーザー
駆動方式	6×2 (後輪一軸駆動方式)	4輪駆動
ミッション	マニュアル	オートマチック
試験時 車両総重量	25,010 kg (満載状態)	2,613 kg (2名乗車状態)
全長	11,980mm	4,980mm
車軸数	3	2
使用タイヤ	ブリヂストン W990 275/80R22.5 (スタッドレス)	ブリヂストン プリザック 215/80R16 (スタッドレス)
タイヤ 空気圧	前輪: 900kPa 後輪: 900kPa	前輪: 200kPa 後輪: 200kPa
燃料種類	軽油	ガソリン

3.2.2 平成23年度の結果

(1) 燃料消費率試験結果

大型車の燃料消費率試験結果を図-4に示す。緩んだ圧雪路面では乾燥路面に比べて燃料消費率が大幅に低下していることが分かる。湿潤路面に比べて燃料消費率は約66%悪化した。しかし、凍結した圧雪路面では、乾燥路面や湿潤路面と差がなくほぼ同等の燃料消費率となっている。試験を行った凍結した圧雪路面は、表面が凍って堅固で平坦な状態となっていたためと思われる。なお、湿潤路面より乾燥路面の燃料消費率がわずかに悪い結果となっているが、試験時の横風の影響を受けたためと判断している。風の影響を考慮するために風速測定および往復測定を実施しているが、この程度の誤差は生じるものと考えられる。

(2) 走行抵抗測定結果

惰行試験により得られた大型車の走行抵抗測定結果を図-5に示す。緩んだ圧雪路面は、乾燥路面や湿潤路面に比べて走行抵抗が大幅に大きくなっており、湿潤路面比で40km/h 走行時では約215%増加している。走行速度が速いほど乾燥路面との差が大きくなっており、速度に応じて雪氷路面から受ける抵抗は変化することが分かる。

一般乗用車による走行抵抗計測結果を、図-6に示す。一般乗用車の場合も大型車の走行抵抗試験結果と同様の結果であり、緩んだ圧雪路面や新雪3.5cm路面は乾燥路面などに比べて走行抵抗が大きくなっている。緩い雪が15cm程度の厚さの路面では、さらに大きな走行抵抗となっており、路面に雪氷があることで走行抵抗が増加することが確認された。

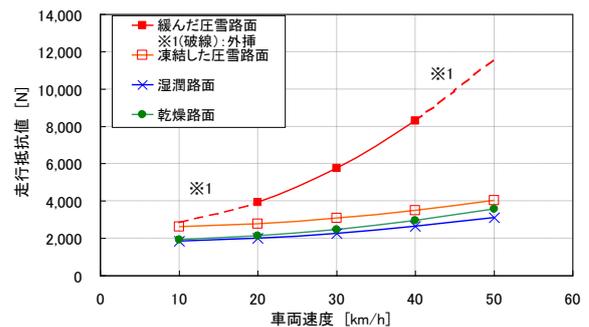


図-5 様々な雪氷路面における大型車の走行抵抗

(3) IRIの値と燃料消費率および走行抵抗値の関係

試験を行った様々な路面のIRI測定値(基底長10m)と、大型車の燃料消費率および走行抵抗の関係について図-7に示す。IRI(基底長10m)の値が大きい路面ほど燃料消費率が悪い傾向にある。

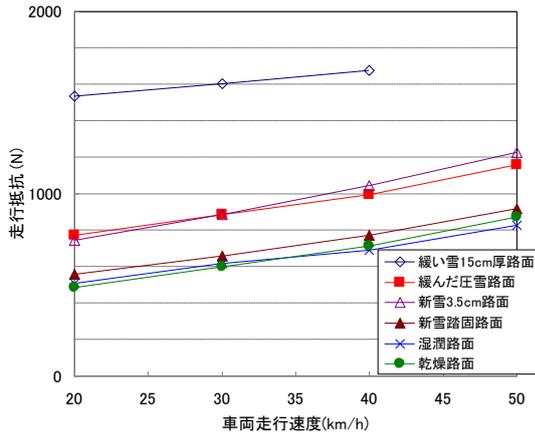


図-6 様々な雪氷路面における一般乗用車の走行抵抗

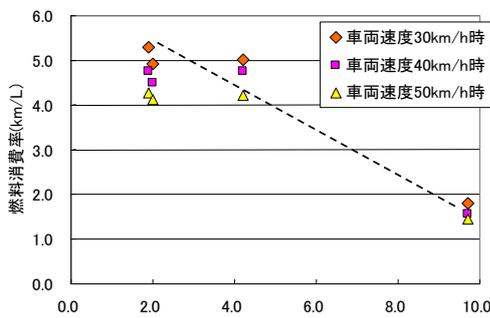


図-7 路面のIRI値と燃料消費率の関係(大型車)

3.3 冬期走行環境が走行性に与える影響評価手法に関する試験

冬期道路に対する道路利用者ニーズについては、札幌市の市政世論調査や、企業を対象とした除雪事業の改善点を把握した既往研究がある。しかし、路面のすべりやすさを連続的に定量評価可能な技術がなかったことから、実道において路面状態を定量評価した上で、実走行によって運転挙動を計測した研究、冬期の走行環境に対する改善点や満足度を評価した研究は行われていない。

そこで、冬期における走行環境の変化が運転挙動と道路利用者の満足度に与える影響を把握するため、冬期の道路状況の計測と被験者を用いた走行試験を実施し、主観的・客観的評価が可能か検証した。

3.3.1 試験概要

冬期の積雪、路面凍結の影響を把握するため、一般国道230号の札幌市内を対象として、連続路面すべり抵抗値測定装置(Continuous Friction Tester: CFT)を用いて路面のすべりやすさの計測を行い、併せて被験者を用いた走行試験を実施した。

被験者を用いた走行実験では、試験車両に一般的なセダンタイプの乗用車(排気量1,500CC、前輪駆動車)を用い、満足度に関するアンケート調査は、走行時の印象を忘れないように試験区間を走行直後に車内で実施した。



写真-1 走行状況(左)およびアンケートへの回答(右)

満足度調査は、走行しやすさの総合評価と、走行しやすさに影響を与える要因として次の6項目を設定した。

評価は、「良い」、「やや良い」、「普通」、「やや不満」および「不満」の5段階で評価した。

- ・ 走行しやすさの総合評価
- ・ 路面状況
- ・ 車の流れ
- ・ 路面の凹凸(平坦性)
- ・ 道幅
- ・ 道路の見通し
- ・ 交差点(発進・停止)

3.3.2 評価方法

どの項目を優先的に改善することで満足度を高められるかを把握するため、CSポートフォリオ分析を行った。CSポートフォリオ分析は、顧客満足度(CS: Customer Satisfaction)から改善項目の優先度を検討する手法で、主にマーケティング分野で用いられる。

CSポートフォリオ分析では、縦軸を満足度、横軸を重要度とする散布図(CSグラフ)を作成する(図-8)。

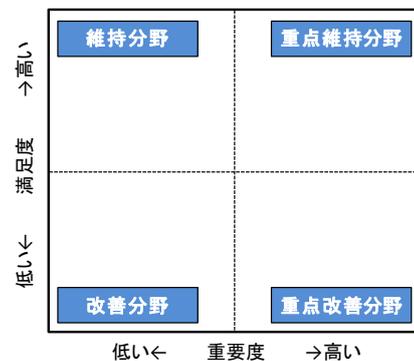


図-8 CSグラフ

CS グラフは、①重要度が高いが満足度が低く重点的に改善すべき分野（重点改善分野）、②重要度は低いが満足度も低い改善が望まれる分野（改善分野）、③重要度も満足度も高く重点的に維持すべき分野（重点維持分野）および④重要度が低いが満足度が高く現状維持が望ましい分野（維持分野）、の4つの分野に分割される。CS ポートフォリオ分析によって、顧客のニーズを測り、改善項目を定量的、視覚的に把握することが可能である。

本研究では、各項目に対する5段階の評価（不満、やや不満、普通、やや良い、良い）を「不満」を1、「良い」を5としてスコア化し、その平均値を満足度とした。また、総合評価を従属変数、各項目を独立変数として偏相関係数を求め、重要度とした。その満足度、重要度をそれぞれ縦軸、横軸とし、算出した各項目の値をCS グラフにプロットした。

3.3.3 試験結果

(1) 路面のすべり抵抗値の結果

図-9に、無積雪期および積雪期における試験実施時の路面のすべり抵抗値について示す。無雪期では都市部で平均93、郊外部で平均101と高い値を示した。積雪期には、都市部のすべり抵抗値が平均64に、郊外部では平均47に低下した。特に郊外部ですべりやすい路面状態だったことが確認できた。

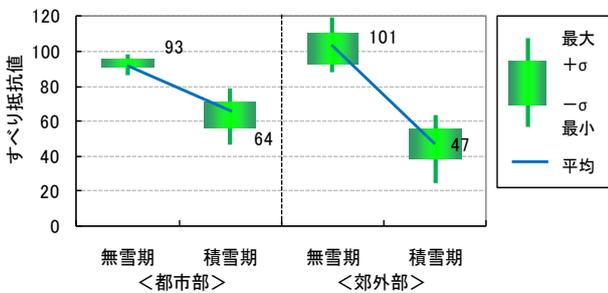


図-9 路面すべり抵抗値

(2) 試験車両の走行速度

試験車両の走行速度については図-10に示す。最小速度の0km/hは、信号等で停止したことを示している。積雪期の走行速度は、都市部で最大速度が9.6km/h、平均速度が5.8km/h低下、郊外部で最大速度が6.9km/h、平均速度が7.7km/h低下した。積雪期の平均走行速度の低下率は、都市部で無雪期の走行速度の78%、郊外部で85%で、積雪期における道路条件が走行速度に影響したと考えられる。

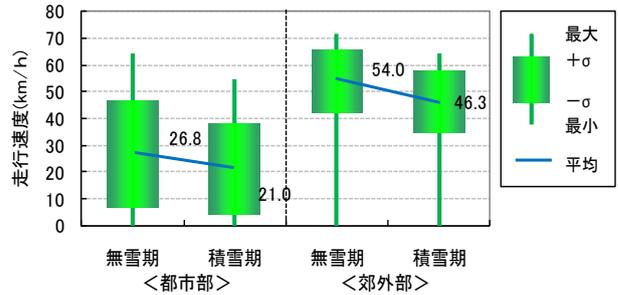


図-10 試験車両の走行速度

(3) CS ポートフォリオ分析の結果

CS ポートフォリオ分析を行った結果については、図-11及び図-12に示す。都市部では、「道路の幅」に対する満足度が低くて重要度が高い重点改善分野にプロットされた。都市部では、堆雪によって車線幅員が減少していたことが被験者の満足度を低下させ、改善が必要な項目として評価したと考えられる。その他の項目については、重点維持分野と維持分野にプロットされることが確認できた。郊外部では、「路面状況」に対する満足度が低くて重要度が高い重点改善分野にプロットされた。郊外部では、平均すべり抵抗値が47に低下してすべりやすい路面状態だったことが被験者の満足度を低下させ、改善が必要な項目として評価したと考えられる。

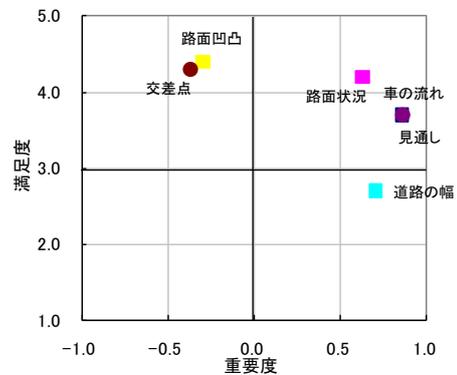


図-11 CS ポートフォリオ分析結果 (都市部)

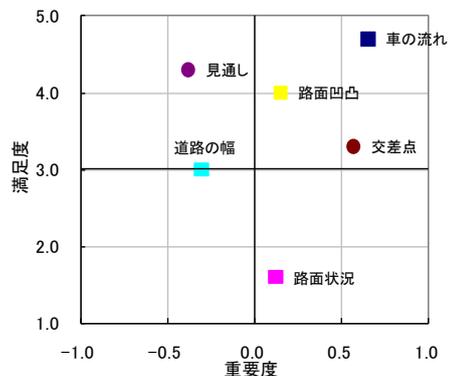


図-12 CS ポートフォリオ分析結果 (郊外部)

4. まとめ

路肩の雪堤形状の測定技術について、安全で効率的な道路有効幅員の計測手法の確立を目的に、レーザースキャナーを用いた計測システムを構築し、精度確認試験を行った。この結果、計測車両停止状態及び各計測速度における計測精度を確認することができた。

今後は、現場での実用性を確認する路上試験を行うほか、必要に応じてより実用的な計測システムに向けた改良を行う予定である。

雪氷が存在する路面では燃料消費率が低下し、走行抵抗は増大する傾向が確認された。また、IRIも悪化する傾向にあることが確認できた。これらの結果は、路面に雪氷が存在することによる燃料消費率等への影響を定量的に把握することが可能であることや、除雪によって路面の雪氷を適切に排除することが、車両の燃料消費率や走行抵抗および乗り心地のサービスレベルを良好に保つために有効であることを示唆するものといえる。

冬期道路の走行環境の変化が運転挙動と道路利用者の満足度に与える影響を把握するため、冬期の道路状況の計測と被験者を用いた走行試験を実施し主観的・客観的評価の可能性について検証した。

道路状況の計測では、連続路面すべり抵抗値測定装置を用いて異なる地点の路面を連続的に測定することで、試験実施時の路面のすべりやすさを定量的に評価することができた。また、被験者による走行試験の結果からは、冬期における走行環境が与える運転挙動の変化、道路利用者の満足度を評価することができた。

しかしながら、冬期道路の走行環境については、道路

状態の計測、運転挙動または交通特性の計測および道路利用者の満足度調査以外にも、交通や気象、道路利用者の視線挙動といった要因を取り入れ評価することが望ましいと考えられることから、冬期道路の総合的な評価技術の提案に向けた取組を行う予定である。

参考文献

- 1) 石川真大, 佐々木憲弘, 中村隆一, 今岡大輔: 「運搬排雪施工管理システムの開発」、第24回寒地機械技術シンポジウム、2008.11
- 2) 渡辺了, 石間計夫: 「適切な除雪発動を目的とした降積雪量把握装置の開発」、土木学会第65回年次学術講演会、2010.9
- 3) 日本規格協会: 自動車—燃料消費率試験 JIS D 1012-1997、平成9年3月
- 4) 日本規格協会: 自動車—惰行試験方法 JIS D 1015-1993、平成5年
- 5) 札幌市: 札幌市冬のみちづくりプラン 平成21年度～平成30年度～協働で支える雪対策、平成21年11月策定
- 6) 山本千雅子, 岸邦宏, 佐藤馨一: 除雪事業のパフォーマンス・メジャーメントに関する研究、土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol. 56、p252-p253、2001
- 7) 高橋尚人, 徳永ロベルト, 浅野基樹, 石川信敬, 岡村智明: 冬期路面管理の高度化に関する実践的研究、土木計画学研究・論文集 vol.26、No.5、pp901-912、2009
- 8) 切石亮, 徳永ロベルト, 高橋尚人: 冬期路面状態評価技術に関する試験研究—連続路面すべり抵抗値測定装置の測定タイヤ比較試験(その2) —、雪氷研究大会(2010・仙台)、2010

A STUDY ON DRIVABILITY ASSESSMENT TECHNOLOGY ON WINTER ROADWAY

Budgeted:	Grants for operating expenses General account
Research Period:	FY2011-2015
Research Team:	Cold Region Road Engineering Research Group (Traffic Engineering Research Team, Road Maintenance Research Team and Snow and Ice Research Team) Cold Region Technology Development Coordination (Machinery Technology Research Team)
Authors:	TAKAHASHI Naoto, TOKUNAGA Roberto, KAWABATA Yuichi, KIRIISHI Makoto, TAKADA Tetsuya, KANEKO Manabu, TAKECHI Hirotaka, MARUYAMA Kimio, ABE Ryuji, SUMITA Noriyuki, OGAMI Tetsuya, KOMIYAMA Kazushige, MIURA Go

Abstract: In cold and snowy region, with wintertime comes the potential for icy, bumpy, slippery and narrow roadway. These winter conditions result in negatively affecting driving performance on roadways. In order to counter these negative effects and to improve user's satisfaction level, development of measurement technology of winter driving environment is needed. And also it is necessary to develop a technique for evaluating how the winter environment impacts on driving performance and driver's satisfaction.

In this project, to contribute in the more effective and efficient winter roadway management implementation, the authors conduct a series of studies and experiments to establish measurement methodology to evaluate winter road driving environment (road surface condition, flatness, width, visibility, etc.) and to develop a drivability assessment technology that considers the perspective of road users.

Key words: winter roadway, driving environment, driving performance, user's satisfaction, assessment