

すべり抵抗値を用いた冬期路面管理手法の高度化に関する研究

徳永ロハルト，舟橋誠，高橋尚人，葛西聡，浅野基樹（（独）土木研究所寒地土木研究所）
林華奈子（北海道開発局札幌開発建設部）

1. はじめに

冬期路面管理における路面状態の把握は，冬期の道路交通機能確保を目指す上で重要な要素である．当研究所では，冬期路面状態の定量的評価と冬期路面管理の業績測定への活用可能性を検討するために，路面のすべり抵抗値を連続的に測定することが可能な「連続路面すべり抵抗値測定装置（Continuous Friction Tester: CFT）」¹⁾を試験的に導入し，平成 19 年度冬期から札幌圏国道のすべり抵抗値の測定データを用いた「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」を構築した．本稿では，当該システムの構築，道路管理者への情報提供の試行，冬期路面管理の業績測定への活用に関する検討等の取り組み状況について紹介する．

2. 冬期路面状態の把握・評価手法の構築

2.1 連続路面すべり抵抗値測定装置

冬期における路面管理²⁾は，目視による路面状態の判断を基本として行っている．しかしながら，目視判断には正確な判別が難しい路面や判断の個人差があることから，客観性・的確性に限界がある．路面状態を客観的・定量的な指標で表すことができれば，各種冬期道路対策等の効果を定量的に計測することでより適切な冬期路面管理の実現が可能になると考えられる．



写真 1 CFT と牽引車

当研究所では，CFT（写真 1）を試験的に導入し，冬期路面の定量的なモニタリング手法の確立を目指して研究を進めている．当該装置は，車両進行方向に対して測定輪に与えられたトア角 1～2 度から発生する横力（すべり抵抗値）を測定する．CFT から出力されるすべり抵抗値（Halliday Friction Number: HFN）は，この装置の開発者 Halliday Technologies 社が独自に設定した値で，横力無負荷状態を 0，乾燥路面状態を 100（路面温度 0℃時）とし，その間を 100 等分した値である．当該装置は，牽引車または測定輪を制動させる必要がないため，走行しながら周辺車両の交通に支障を及ぼすことなく路面のすべり抵抗値を連続的に測定することができる．測定したすべり抵抗値は，走行中に車内でリアルタイムに確認できる他，時刻，測位，速度データ等とともに外部記録装置（GPS ロガー・パソコン等）に記録することもできる．当該装置を用いることで，路面のすべり抵抗値の時間及び空間的な変化を仔細にとらえることが可能である．

2.2 実道における冬期路面状態の計測

すべり抵抗値による冬期路面状態の定量的評価と冬期路面管理の業績測定への活用

可能性を検討するため、平成 19 年 12 月から平成 20 年 2 月下旬までの間の延べ 61 日間において札幌開発建設部札幌道路事務所所管の一般国道 5 号、12 号、230 号、231 号及び 274 号の冬期路面すべり抵抗モニタリング試験を実施した（図 1）。

2.3 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステムの構築・試行

当研究所は、平成 19 年度冬期より冬期路面管理の高度化に資する技術開発の一環として、CFT を用いて計測した札幌圏内国道の路面すべり抵抗値をデジタル道路地図の道路区間とリンク付けしたデータベースを構築し、測定結果を地図上に表示する他、蓄積したデータを用いた種々の分析が可能な「路面すべり抵抗モニタリングシステム」を構築した（図 2）。

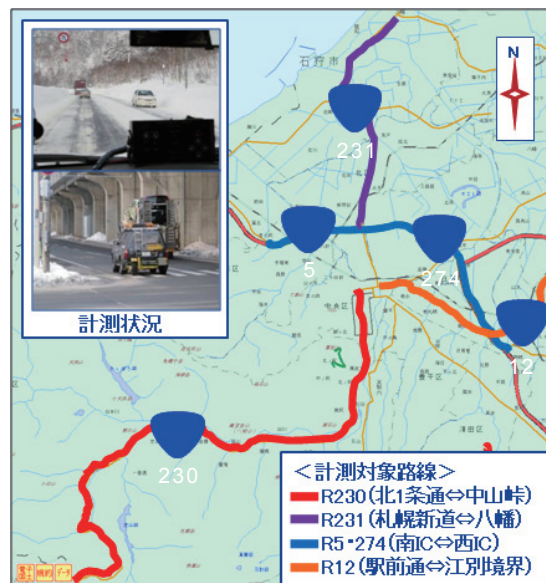


図 1 計測対象路線の概略図

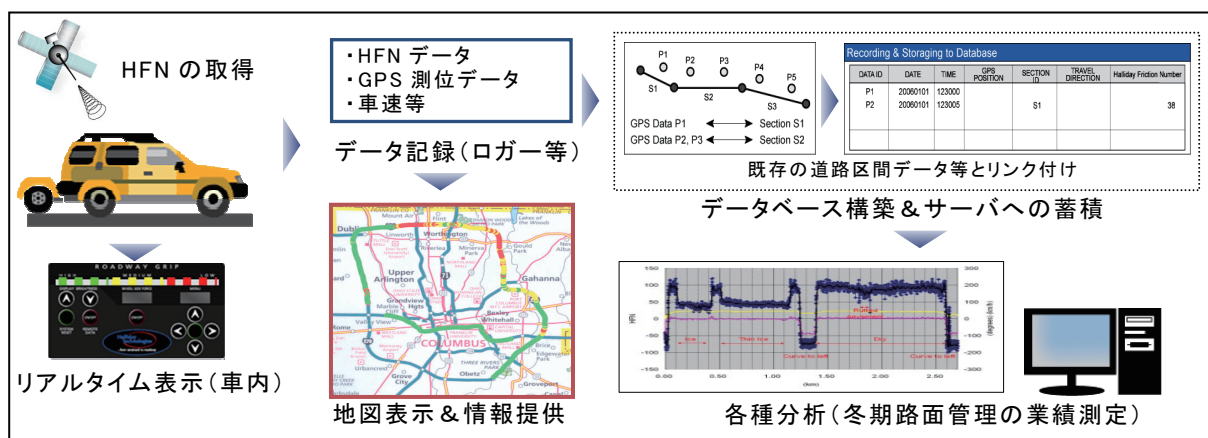


図 2 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステムの概略図

3. 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステムの活用

3.1 冬期路面状態の情報提供

著者らは、実道にて計測したすべり抵抗値をインターネット上で容易かつ詳細に確認できるサイトを道路管理者向けに構築した。具体的には、国土地理院が公開・運用している「電子国土ポータル」の電子国土 Web システム³⁾を活用して「冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト」を構築（図 3）し、情報提供を試験的に行った。なお、CFT によって計測したデータは「JSGI 第 2 版電子国土プロファイル」形式に変換し、システムの地図上にプロ



図 3 冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト

ットした。計測したすべり抵抗値のサンプリングレートは 10Hz であるが、サーバへの負担軽減及び当該サイトの操作性を考慮して、データを 5 秒毎に平均化し、HFN49 以下 (赤), HFN50~69 (黄), HFN70 以上 (緑) の 3 段階・3 色に分類して表示している。道路管理者は、本サイトを介して特定の路線及び日時の測定結果を任意に選択・閲覧し、すべり抵抗値の分布状況を任意の倍率・区間で道路構造 (土工区間・橋梁区間・トンネル区間等)、時間経過、対策実施前後等による路面状態の変化や発生頻度を詳細に確認できる。これにより、各種冬期道路対策効果の定量的評価や対策が必要な区間の見落としの回避など、よりの確な作業判断・作業実施が可能になると期待される。

3.2 冬期路面管理の業績測定の試行

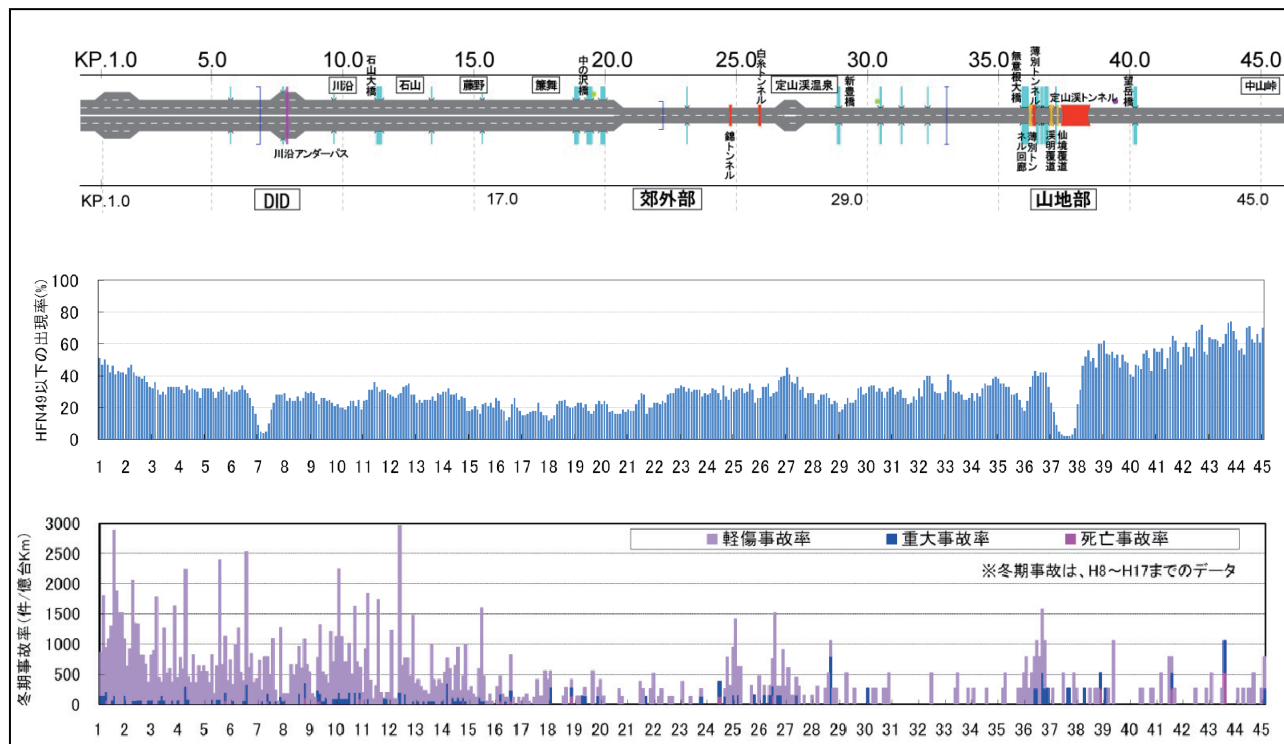


図4 一般国道230号の概略・すべり抵抗値の出現率・冬期事故率

道路行政においては、国民の視点に立ちより効果的・効率的かつ透明性の高い道路行政へと転換を図るため、平成15年度より事前に数値目標を設定し (Plan), 施策・事業を実施 (Do), 達成度の評価 (Check) を次の行政運営に反映 (Action) する「道路行政マネジメント」に取り組んでいる。冬期路面管理についても例外ではなく、その業績を測定 (Performance Measurement)・評価することによって冬期道路マネジメントサイクル (PDCA) の確立が可能になる。

当研究所では、札幌開発建設部札幌道路事務所所管の一般国道230号をケーススタディとして、平成19年12月から平成20年2月までの40日間 (2往復/日) CFTを用いてすべり抵抗値を測定した結果を基に業績測定を試行した。図4は、上段から対象路線の主な特徴、HFN49以下の出現率 (%), 平成8年~17年の冬期事故 (1月~3月, 11月, 12月に発生した露出路面状態以外の人身事故) の発生率 (件/億台km) を100m単位で集計したものである。グラフの横軸はキロポスト (KP) を表し、始点 (KP=1) から、札幌市中心部のDID区間 (KP=1~17), 郊外部 (KP=17~29), 山地部 (KP=29~) を通過して終点 (KP=45) の峠部に至る。今回は、一路線のための試行であるとともに

に、用いた事故データの年度及び蓄積年数が不揃いであるため、これらの関係进行分析することはできないが、定量的なデータに基づいた冬期路面管理の業績測定（実態の把握）が可能である。

当該区間におけるすべり抵抗値から、冬期の雪氷路面状態を示す HFN49 以下の出現率を抽出すると、出現率が 40%を超える区間は KP=1～3（札幌市中心部）、KP=27 付近（郊外部市街地）、KP=35～37（橋梁区間）であることが分かる。更に、KP=37 付近のトンネル以降は峠に至る山間部で出現率が顕著に高くなり、出現率が 60%を超える区間がある。他方、ロードヒーティングが設置されている KP=7 付近及びトンネル内となる KP=37 付近では、HFN が 49 以下になることが殆ど無い。理由として、沿道の建造物・地形による日射の遮蔽、各種対策の特徴、道路構造物、山間部特有の気象条件等が影響しているものと考えられる。

当該路線の冬期事故発生率は、DID 区間で高い他、KP=25～27 付近及び KP=37 付近で高いことが分かる。特に、山間部では HFN が区間間で大きく変動している橋梁・覆道・トンネルの前後や HFN49 以下の出現率が 60%に達している区間において局所的に重大・死亡事故率が他区間に比べて高い。すべり抵抗値の計測時期と事故データの取得年度が異なるため、確言はできないが、路面状態の急激な変化が起きやすい区間やすべり易い路面の出現率の高い区間が重大・死亡事故率と関係している可能性があるため、各種データのマッチングを行った上で更なる分析を進めてまいりたい。

4. まとめと今後の展望

本研究では、冬期道路すべり抵抗モニタリングシステムによるすべり抵抗値を用いることで冬期路面状態の時間的・空間的变化を定量的・連続的にモニタリングすることが可能であることを示した。また、路面状態を定量化することによって、地域特性と路面状態、道路構造や各種対策と路面状態、冬期交通事故発生状況と路面状態等の関係について比較・分析が可能であることが分かった。最後に、今後における冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム活用の展望について紹介する。

- ・ 平成 19 年度は、すべり抵抗値計測後に記録したデータを回収・変換・アップロードしていたため、掲載までに最短で 1 日を要した。今後は、道路維持事務所の職員等がほぼリアルタイムにすべり抵抗値の分布状況を確認できるように、道路パトロール中あるいは一定区間毎にデータ更新が可能になるよう工夫し、状況把握・意思決定・作業実施までの時間短縮を可能にする機能を追加する予定である。
- ・ 既存のデータ（維持管理データ、道路気象データ、交通事故データ等）とすべり抵抗値の蓄積及び時間的マッチングを行い、各種対策の効果や要注意箇所をより具体的かつ詳細に分析し、対策の種類、優先順位、実施方法の適正化に資する冬期路面管理の業績測定・評価による冬期道路マネジメントサイクルの実証を目指す予定である。

参考文献

- 1) Halliday Technologies Inc. Web ページ, <http://www.hallidaytech.com/>, 2007
- 2) 北海道開発局：冬期路面管理マニュアル（案），平成 9 年 11 月
- 3) 電子国土ポータル: <http://portal.cyberjapan.jp/index.html>