

路面のすべり抵抗値を用いた冬期道路の 性能評価手法の開発について

徳永口ベルト，高橋尚人，浅野基樹（(独)土木研究所 寒地土木研究所）

1 はじめに

北海道のような積雪寒冷地では，冬期においても安全かつ快適な道路交通を確保することが重要な課題である．そのため，道路管理者は道路の除排雪や凍結防止剤等の散布を恒常的に実施しているが，予算制約のある中，より効果的かつ効率的な冬期道路管理の実施が求められている．冬期道路管理の一環である冬期路面管理を効果的・効率的に行うためには，冬期道路の性能を把握する必要がある．そのためには，冬期路面状態と冬期交通特性の関係把握が必要であり，これらの関係把握において車両の運動性能に直接的な影響を及ぼす路面のすべり抵抗値は重要な要素である．



写真 1 連続路面すべり抵抗値測定装置(CFT)

本研究では，冬期道路の性能評価に基づいた効果的・効率的な冬期路面管理手法の構築・提案に向け，路面のすべり抵抗値を連続的に計測することが可能な測定装置（写真 1）を導入し，札幌圏内国道における冬期路面のすべり抵抗値と冬期交通特性の関係把握を行い，冬期道路の性能評価への活用可能性について検討している．本報では，これまでの取り組み状況と今後の展望について述べる．

2 冬期路面状態の把握

2.1 連続路面すべり抵抗値測定装置の導入

これまで，冬期道路の性能評価において埋設型トラフィックカウンターやプローブカーによる車両速度データを用いて冬期交通特性の把握が行われてきているが，車両の運動性能に直接的な影響を及ぼす路面のすべりやすさは指標として殆ど活用されていなかった．これは，時間的及び空間的に変化する路面のすべりやすさを計測できる実用的な技術がなかったためであるが，近年，路面のすべりやすさを連続的に計測することが可能な装置の開発が進んでいる．本研究では，それらの装置の一つである「連続路面すべり抵抗値測定装置（CFT：Continuous Friction Tester）」¹⁾を導入し，路面のすべりやすさの連続的なモニタリング手法の検討とそのシステム化に取り組んでいる．CFT は，フレームに保持された測定輪を牽引する構造で，牽引車の進行方向に対して測定輪に一定のトー角が与えられており，発生する横力から路面のすべり抵抗値を算出する．CFT から出力されるすべり抵抗値（HFN：Halliday Friction Number）は，この装置の開発者が独自に設定した値である．この値は，横力無負荷状態の時に HFN0，

舗装路面が乾燥状態（路面温度 0 ）の時に HFN100 とし，その間を 100 等分している．すなわち，測定輪にかかる横力が低いほど路面がすべりやすく，横力が高いほど路面がすべりにくいことを意味する．なお，当該装置から出力される HFN については国内の標準機器であるフルロック式路面すべり測定車のすべり摩擦係数（ μ ）との相関が良好であることが確認されている²⁾．CFT 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．また，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．更に，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）に記録することも可能である．

2.2 現道における冬期路面のモニタリング

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への活用可能性を検討するため，2006 年度から冬期間において札幌圏の一般国道 5 号，12 号，230 号，231 号，274 号等の冬期路面すべり抵抗モニタリング試験を実施している．

2.3 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステムの構築

当研究所は，CFT で計測した上記路線の HFN データを用いて，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，モニタリングの結果を GIS の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「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」を構築した．図-1 は，当該システムの概略図を示す．

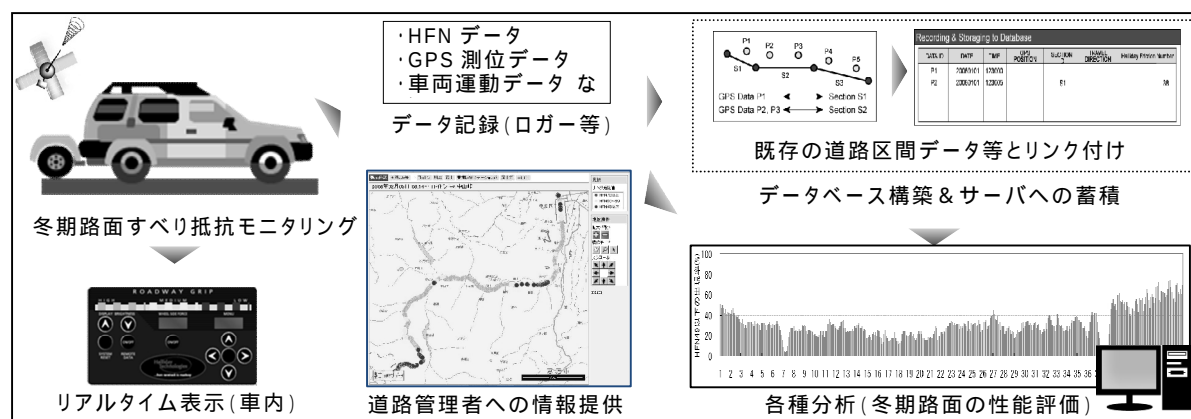


図1 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステムの概略図

3 冬期路面のすべり抵抗値を用いた冬期道路の性能評価

著者らは，路面のすべり抵抗値を用いた冬期道路の性能評価を試みるため，上記モニタリングシステムに蓄積している HFN データ，気象データ，道路維持管理データ等を用いて分析を行った．

3.1 冬期路面状態の特徴把握

図2は，2008・2009 年冬期（1・2 月）に計測した一般国道 230 号（KP1.0～45.0 区間）の HFN データを HFN：～49（黒色・雪氷路面），HFN：50～69（濃灰色・断続的な路面），HFN：70～（薄灰色・露出路面）の3水準に路面状態を分類して表現したものである．路面状態の出現率は，100m 単位で集計しているため，道路を構成する構造物区間と若干ずれが生じているが，山間部方向に断続的な路面及び雪氷路面の出現率が上昇していることが分かる．特に，KP38 付近のトンネル坑口から中山峠の区間において断続的な路面及び雪氷路面の出現率が最も高い．これは，山の斜面等によって日

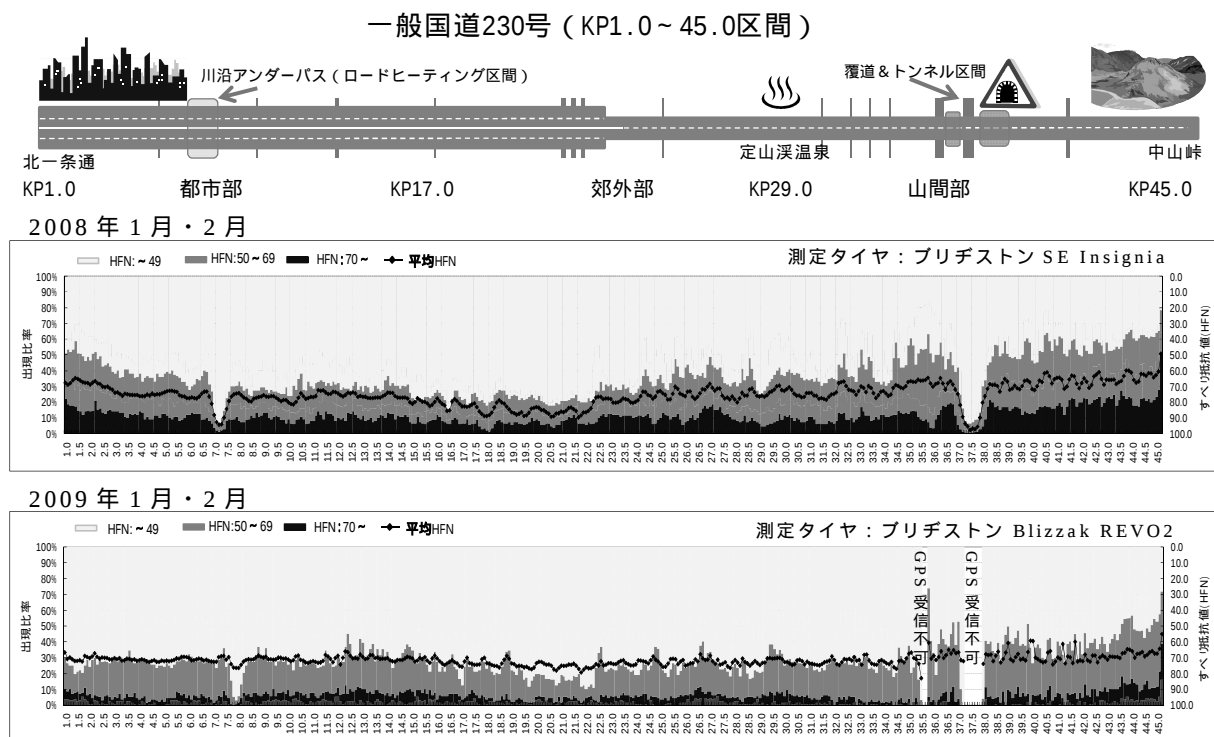


図2 一般国道230号における冬期路面状態の出現率(%)

射が遮られ、日中でも路面が雪氷化し易いためと考えられる。更に、アンダーパスやトンネル坑口付近において路面状態が急変する場合が多いことも確認できた。このような計測データは、冬期路面管理を行う上で、過剰作業の予防や注意を要する区間の抽出に有用である。

次に、2008・2009年における2冬期間の計測結果を比較すると、各々の冬期路面状態の出現率が異なることが分かる。これは、其々の期間のすべり抵抗モニタリング試験において使用した測定タイヤが異なったことも要因として考えられるが、2009年1・2月の平均気温が例年に比べて高くかつ日平均気温が0を上回った日が数日間あったこと、また、当年1月の日降雪量が前年の同月に比べて少なかったことが影響し、路面状態の出現率に違いが表れたものと考えられる(図3)。

3.2 降雪による路面状態の変化と交通特性の関係

図4は、2008年1・2月の一般国道

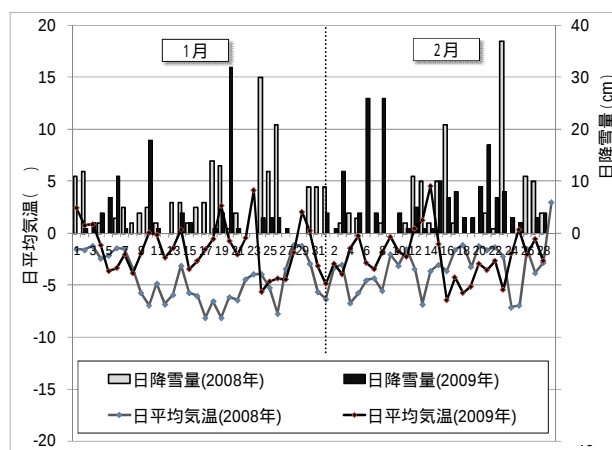


図3 札幌市内の日平均気温・日降雪量

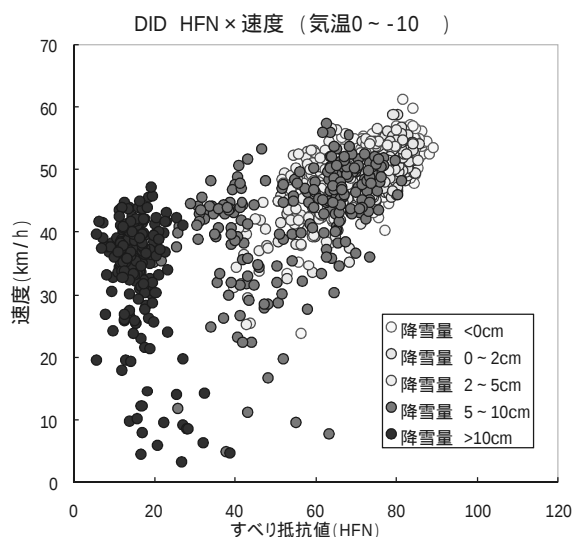


図4 降雪量によるHFN走行速度への影響

230号都市部10km区間における平均 HFN と CFT 牽引車の走行速度（最大）を降雪量別に表している．降雪量が多くなるに従って HFN が低下し，走行速度も低下する他，後者のばらつきが大きくなっていることが分かる．これは，降雪による路面状態の悪化によって当該区間における走行速度が低下するとともに旅行時間の定時性が損なわれていることを示している．

3.3 冬期路面管理の効果

図5は，2008年2月6日午前的一般国道274号の2.6km区間における凍結防止剤散布前後の HFN の推移を表している．なお，すべり抵抗モニタリング時の天候は，曇り後晴れであった．また，当該区間に散布された凍結防止剤は塩化ナトリウム混合物（ $\text{NaCl} \cdot \text{MgCl}_2$ ，8：2）で，散布量は 30g/m^2 の設定で行われた．当日は終日気温が0以下であったが，時間の経過とともに HFN が約50から約80に向上しており，凍結防止剤散布による路面状態の改善が確認できる．以上の結果は，凍結防止剤散布の必要性、散布による路面状態の改善効果を裏付ける客観的な評価指標として活用可能であることを示している．

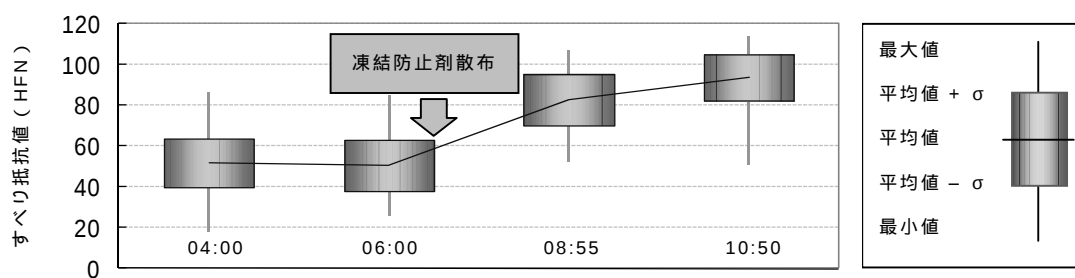


図5 一般国道274号凍結防止剤散布効果把握の結果

4 まとめと今後の展望

本研究では，冬期道路の性能評価による効果的・効率的な冬期路面管理手法の構築・提案に向け，冬期路面のすべり抵抗値の活用可能性について検討し，その有用性を確認した．具体的には，著者らが構築した冬期路面すべり抵抗モニタリングシステムの各種蓄積データ（HFN データ，走行速度データ，維持管理記録，気象データ等）を用いて，道路構造，気象条件，路面对策等を踏まえた冬期道路の性能評価が可能であることを示した．しかしながら，路面のすべり抵抗値の連続モニタリング技術は導入されて間もない．そのため，今後も HFN データの蓄積を継続し，気象条件による路面状態の変化，冬期路面管理と交通特性の関係等について更なる分析を行い，冬期道路の性能評価のための指標としての妥当性・再現性を検討する予定である．また，実務への導入を前提とした冬期道路に関する迅速な情報発信や冬期道路の性能評価への活用が可能な技術の開発にも取り組む所存である．

参考文献

- 1) Halliday Technologies Inc.(2007): From Racetrack to Roadway – Get a Grip. URL: <http://www.hallidaytech.com/>
- 2) 舟橋誠，徳永口ベルト，高橋尚人，葛西聡(2008): 冬期路面のすべり抵抗値計測試験について．北海道の雪氷№27，57-60