

# 冬期路面すべり抵抗モニタリングサイトの構築について

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 ○切石 亮  
徳永 ロベルト  
高橋 尚人

より効果的・効率的な冬期路面管理を行うためには路面状態を定量的に評価することが重要である。そのため、当研究所では、連続路面すべり抵抗値測定装置によって得られた路面のすべり抵抗値の分布状況を地図表示するGISを活用した「冬期路面モニタリングサイト」を構築し、道路管理者へリアルタイムな情報提供を試行した。本稿ではシステムの構成、これまでの取り組み状況および今後の展望について報告する。

キーワード：冬期路面管理、すべり抵抗値、GIS

## 1. はじめに

冬期路面状態の把握は、効果的・効率的な冬期路面管理を目指す上で重要な課題<sup>1)</sup>である。

当研究所では、冬期路面管理技術の高度化に資する研究の一環として、目視による路面状態の評価に代わり、すべり抵抗値を用いた冬期路面状態の定量的評価と、その活用可能性について試験研究を行っている。冬期路面状態を定量的に評価する手段として、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」<sup>2)</sup>を導入し、平成19年度冬期より、札幌圏を主とした道内国道においてすべり抵抗値の計測試験を行った。

そこで、定量的な路面状態の評価に基づく路面管理の意志決定および路面管理作業の効果把握に資することを目的に、路面のすべり抵抗値を道路区間とリンク付けしたデータベースとして地図上に表示する「冬期路面すべり抵抗値モニタリングサイト」(図-1)をWebGISシステムを利用して構築し、道路管理者へのリアルタイムな情報提供を試行した。本稿では、そのシステム構成、これまでの取り組み状況および今後の展望について報告する。

## 2. 連続路面すべり抵抗値測定装置

「冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト」にて提供しているすべり抵抗値は、写真-1に示す連続路面すべり抵抗値測定装置(Continuous Friction Tester: CFT)で計測したすべり抵抗値(Halliday Friction Number: HFN)と呼ばれるものである。CFTは過年度までの試験結果より、冬期路面管理の計測ツールとして実務への適用

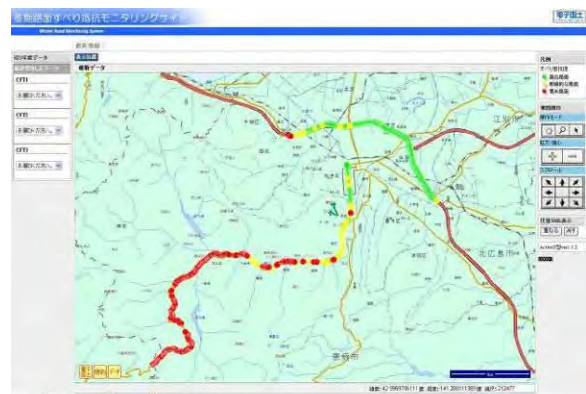


図-1 冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト



写真-1 連続路面すべり抵抗値測定装置全景

可能性が高いことが確認されている<sup>3)</sup>。

### (1) CFTの構造

CFTは一般的な乗用車の後部に牽引される構造である(写真-2)。測定原理は、測定輪が車両進行方向に対

して1~2°程度の角度が与えられており、車両の進行に伴って発生する測定輪に掛かる力（横力）をハブに内蔵されているロードセルで測定している（図-1）。ロードセルにて測定された横力は、車内に設置している表示・制御装置内において演算され、すべり抵抗値を算出している。

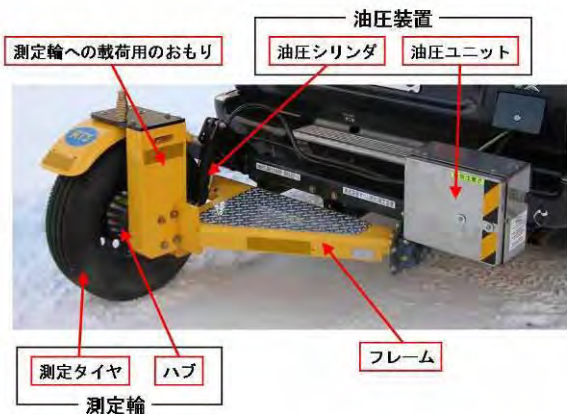


写真-2 測定装置本体

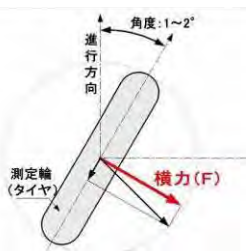


図-1 CFTの計測概念図

## (2) 表示・制御装置<sup>4)</sup>

表示・制御装置（写真-3）はすべり抵抗を色別及び数値で表示する機能を有しており、システム設定や油圧装置の操作もここから行う。色別による表示は、路面の滑りやすさをわかりやすく表示するために、緑・黄・赤に色分けされた30個のLEDで構成され、測定したすべり抵抗をアナログ的に表示する。緑色から赤色の順に点灯し、全て点灯すると非常に滑りやすい路面状態であることを示す。更に、すべり抵抗は数値としても表示しており、このすべり抵抗値（HFN）は通常0~100の範囲で変化する。また、車両のステアリング角度が一定の範囲を超える操作を行うと、道路線形に対して測定輪の角度が大きく変化し、測定されるすべり抵抗値に影響があることから、測定結果を車両のステアリング角度に応じて表示させないこともできる。

表示・制御装置の背面（写真-4）には外部機器を接続するためのポート（RJ-45）が2つ用意されており、測定・演算されたデータは、このポートを経由してシリアル接続（RS-232C）でPC等の外部記録装置に転送する事ができる。ポート①からは0.1秒毎に、計測距離、すべり抵抗値（HFN）、ステアリング角度、試験輪速度（mile/h）が出力される。ポート②からは0.5秒毎に、



写真-3 表示・制御装置（前面）



写真-4 表示・制御装置（背面）

すべり抵抗値（HFN）、タイヤのトレッド深さ（mm）、走行距離（mile）、ステアリング角度が出力される。

## (3) すべり抵抗値（HFN）

CFTで測定されるすべり抵抗値（HFN）は、装置の開発者が独自に設定した値である。HFNの定義は、測定輪を上げた横力無負荷状態を0、乾燥した舗装路面（路面温度-17.8℃）における横力負荷状態を100とし、その間を100等分したものである。すなわち、路面がすべり易く測定輪に掛かる横力が低いほど、測定されるHFNも低く、路面がすべりづらく測定輪に掛かる横力が高いほど、測定されるHFNは高くなる。

## 3. システムの構成

システムは、路面のすべり抵抗値を計測するCFT、CFTとGPSのデータを受信しサーバーへ送信する車載PC、車載PCからのデータをWebGIS上に表示可能なように変換し「冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト」として公開するアプリケーションサーバーで構成されている。CFTについては前述したので、本項においては、車載PCおよびサーバーについて述べる。

### (1) 車載PC

車載PCは、CFTの車両内に設置し、図-3および写真

ー5に示すようにCFT、GPSレシーバーおよび通信カードが接続されている。CFTからはポート②のデータを車載PCのRS232Cポートへ接続している。GPSレシーバーはUSB接続のレシーバーで、USBコネクタからNMEA0183フォーマットにて測位データが出力される。データの送信手段としては、一般的に入手可能で、通信エリア、通信速度を考慮してデータ通信の携帯電話カードを用いている。

このような機器により車載PCは構成されており、その内部では図-4に示すような処理が行われる必要がある。そのため、RT3DataloggerとPostDataという2つのアプリケーションが動作して、データの受信、処理および送信を行っている。

RT3DataloggerはCFTおよびGPSのデータを受信し、双方のデータを結合し、サーバーへ送信するための「すべり抵抗値.CSV」というファイルを生成している。

PostDataはRT3Dataloggerから起動されるアプリケーションで、RT3Dataloggerで生成されたCSVファイルを、通信カードを使用しサーバーへ送信する。

#### (2) アプリケーションサーバー

アプリケーションサーバーでは、図-5に示すように車載PCから送信されたCSV形式のファイルを受信し保存している。同時に、受信したCSVファイルの有効データからXML形式のファイルを作成し、そのXMLファイルは電子国土Webシステム<sup>5)</sup>で使用するための「JSGI第2版電子国土プロファイル形式」に整形して保存される。このようにして作成されたXMLファイルのデータが「冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト」として公開される。

公開されるデータは図-6に示すように道路上に色分けされた点で表示される。点は5秒間の平均HFNを表しており、緑色の点がHFN=60以上、黄色の点がHFN=45~59、赤色の点がHFN=44以下であることを表している。なお、CFTの特性として車両が旋回中は、HFNが大きく変化することから、車両のステアリング角が±10°以上の場合のデータは除外している。そのため、図のようにカーブ区間ではすべり抵抗値が表示されないようになっている。

### 4. これまでの取り組み

「冬期路面すべり抵抗値モニタリングサイト」は平成

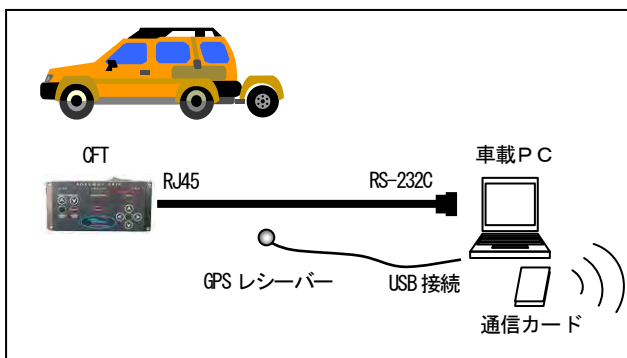


図-3 車載 PC 構成図

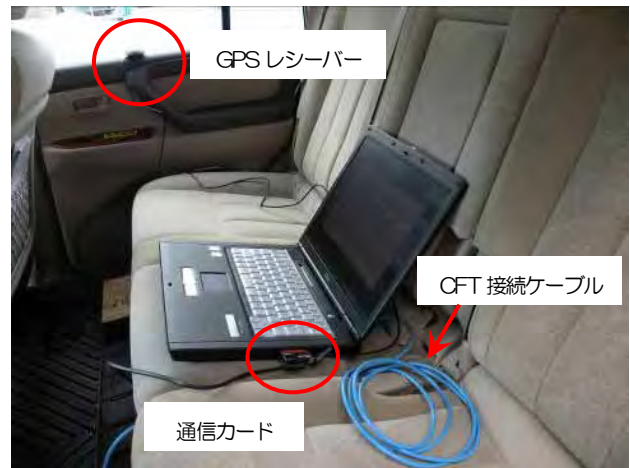


写真-5 車載 PC 設置状況

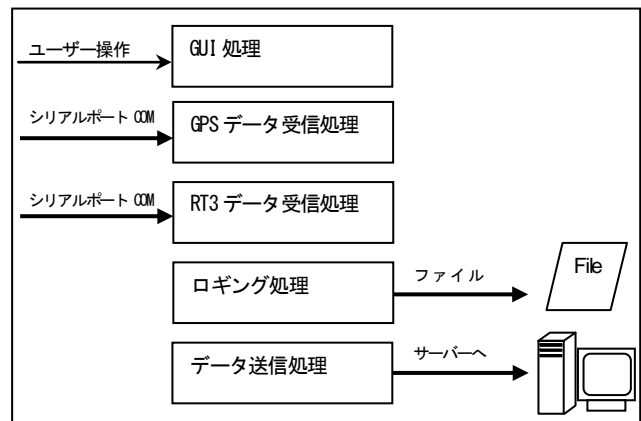


図-4 車載 PC システム構成

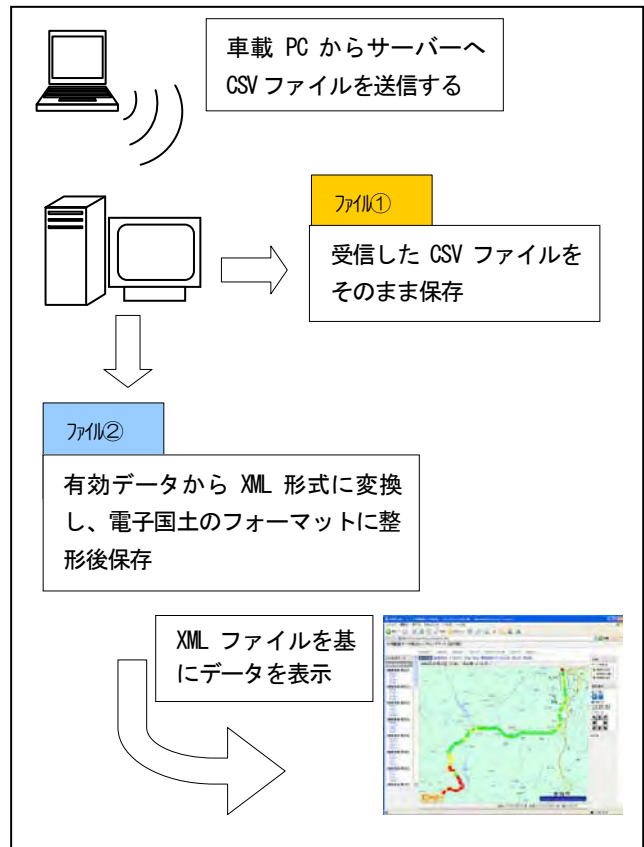


図-5 アプリケーションサーバーシステム構成

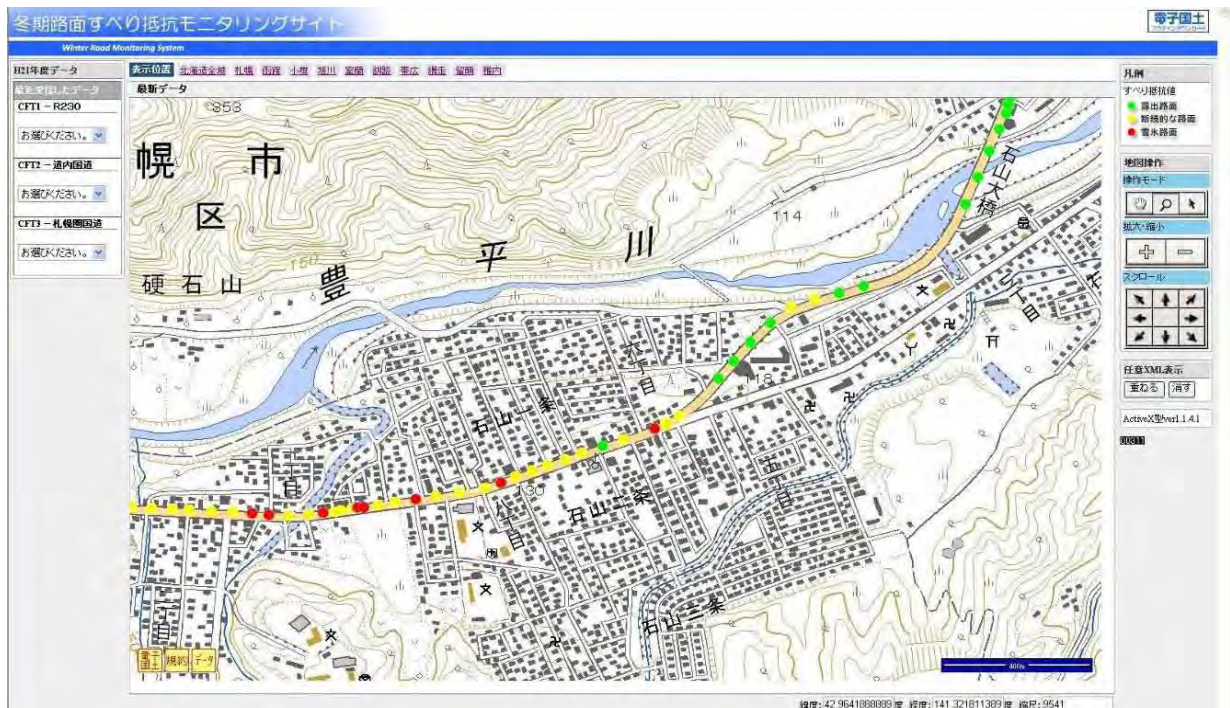


図-6 冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト表示画面

19年度から試行運用を開始し、平成20年度にはサイトの改良およびリアルタイムな情報提供を施行した。

### (1) 情報提供手法の構築

モニタリングサイトを立ち上げ、道路管理者への情報提供について試行を開始するため、すべり抵抗値の公開方法についての検討を行った結果、国土地理院にて公開している電子国土Webシステムが、地図やシステムのライセンス費用がかからないことから、本サイトのGISとして採用した。

また、CFTのデータとGPSの位置情報を結合して、モニタリングサイトのGIS上に表示する一連の流れを構築するため、人の手を介したデータの受け渡しおよび変換作業であったものの、電子国土Webシステムを使用した「冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト」にて情報提供を試行した。

### (2) リアルタイムな情報提供手法の構築

運用開始当時は、日々の測定終了後にデータを回収してサイトにアップロードしていたが、情報の速達性を確保するため、リアルタイム運用を目的とした検討を行った。その結果、前述したように、CFT、車載PC、アプリケーションサーバーによるシステム構成を構築しリアルタイムな情報提供を試行した。

CFTと車載PCの接続方法はCFTに2つあるデータ出力ポートを使用し、ポート①は従来から使用しているデータロガーに、ポート②を車載PCに接続することとした。データの送信手段としては、前述したようにデータ通信用の携帯電話カードを用いた。また、車載PC内でデータを受信し送信するアプリケーション（図-7）を開発し、サーバー側においても、車載PCから送信されたCSVファ

イルを受信し、即座に電子国土Webシステムで使用可能な形式に変換する仕組みを構築し、リアルタイムでの情報提供を可能とした。



図-7 車載PCアプリケーション操作画面

### (3) モニタリングサイトの改善

モニタリングサイトを運用しながら、逐次インターフェース等の改善を行った。主な改良点としては、図-8に示すように、表示されている点にマウスカーソルを合わせると、その地点でのすべり抵抗値等の情報が参照できるようにした。また、複数台の車両で路面のすべり抵抗値を測定したことから、車両毎のデータを参照できるようにした。更に、札幌圏以外での試験も行ったことから、函館、旭川、帯広のタブを設け、それらのデータを簡単に参照できるようにサイトの改良を行った。



図-8 詳細情報

## 5.今後の展望

今回「冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト」を構築したことで、路面のすべり易さの状況を視覚的に捉えることが可能となった。その一例を図-9に示す。このように路線によって路面のすべり抵抗値が異なっていることが判り、また作業の状況や時間の経過に伴って路面状況が変化していることが確認できた。このことにより、冬期路面管理における意志決定や路面管理作業の効果を把握するためのツールが構築できたと考える。

今年度は、当初より3台の試験車両を用いたモニタリングデータの収集を行っていることから、車両ごとにCFT1、CFT2、CFT3とIDを割り振り、図-10に示すように詳細情報に車両IDを追加した。このことにより、画面上に表示されているデータがどの車両が計測したデータなのかを判別することが可能となった。また、従来のGPSレシーバーではトンネル等GPS衛星の電波を受信できない状態では測位が不可能であった。そのためトンネル内でのすべり抵抗値を表示できなかったが、ジャイロ、加速度計を装備したGPSレシーバーを使用することで、図-11に示すようにトンネル内のすべり抵抗値を表示可能となるよう、システム構成の改良について検討を進めている。

今後は、当サイトと同様に冬期路面管理における意志決定をサポートする「冬期路面管理支援システム」とのシステム統合を検討する予定である。このことにより「冬期路面管理支援システム」にて提供している各種の気象予測や、路面状態予測等とリンクした意志決定や作業の効果把握が容易となるよう、道路管理者にとって更に有用で使いやすいツールとしての改善を図る所存である。また、CFTによる冬期路面状態のモニタリングおよび当サイトでの情報提供は今後も行っていく予定であることから、多くの冬期道路管理を担当されている方々に当サイトを使用していただき、意見交換を行いながら、実用性の高い技術となるよう随時改良を加えていく予定である。

### 参考文献

- 1) Feasibility of Using Friction Indicators to Improve Winter Maintenance Operations and Mobility, NCHRP Web Document 53, November 2002
- 2) 舟橋誠、徳永ロベルト、浅野基樹：連続路面すべり抵抗値測定装置 (RT3) の導入について、寒地土木研究所月報、No. 651, pp40~47, 2007. 8
- 3) 舟橋誠、徳永ロベルト、高橋尚人：冬期路面管理における路面状態の定量的計測技術について、第52回北海道技術研究発表会、2009. 2
- 4) Halliday Technologies Inc. : Real Time Traction Tool (RT3<sup>TM</sup>) Display & Software Manual, 2009. 11
- 5) 国土地理院：電子国土ポータル  
<http://portal.cyberjapan.jp/index.html>

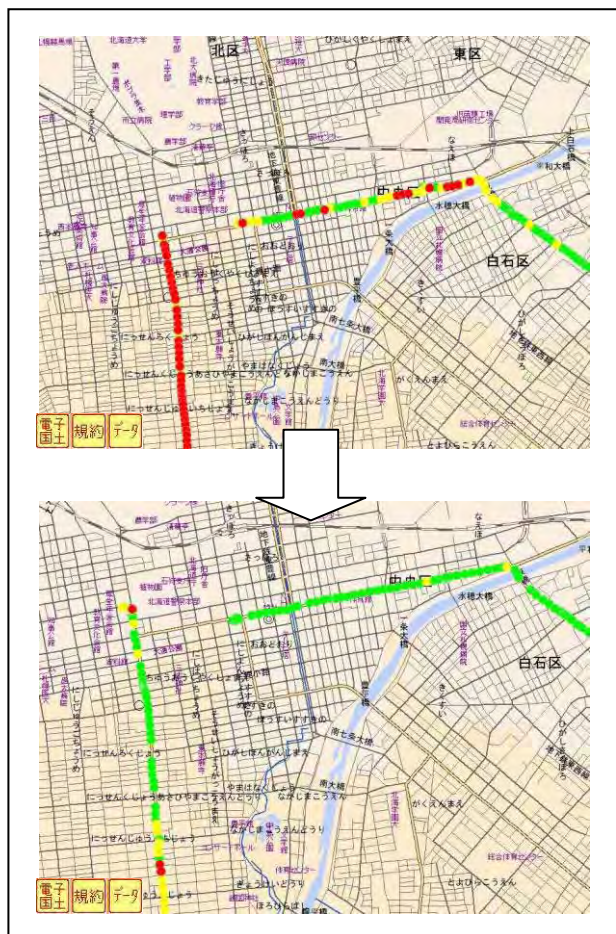


図-9 平成22年1月6日 すべり抵抗値の変化状況  
(上：3：00頃、下：8：30頃)



図-10 詳細情報 (車両IDを追加)

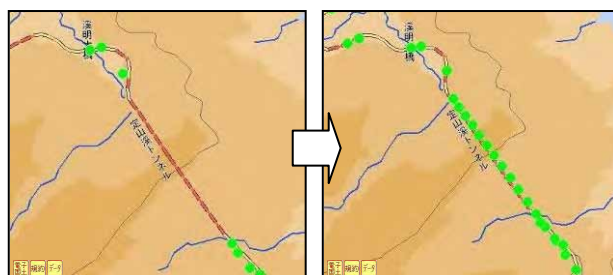


図-11 トンネル内でのデータ表示  
(左：改善前、右：改善後)