

1. はじめに

積雪寒冷地では冬の凍結路面対策として、凍結防止剤散布車等を用いた凍結防止剤と防滑材の散布が行われている。散布の実施形態には、凍結箇所を事前に予測して散布する「事前散布」と、凍結が発生している箇所へ散布する「事後散布」がある。このうち、事後散布の実施判断は、道路巡回や凍結防止剤散布車オペレータの目視による路面状態判断に基づいているが、凍結の判別が難しい路面状態や個人差があるため、凍結箇所の見落としや凍結していない箇所への過剰散布の可能性がある。また、道路巡回等による路面状態判別から出動、散布までに時間を要するため、すべりやすい路面状態が続くことがある。このため凍結路面を的確に判別し、迅速かつ効率的に対策を講じる散布技術が必要とされている。

本稿では、これらの課題を解決する手法として導入の検討を行っている「連続路面すべり抵抗値測定装置」を用いて、実際の散布作業中の路面のすべり抵抗値を計測した実験結果について報告する。



図-1 凍結防止剤散布状況

2. 装置概要

路面のすべりやすさを判別する方法として、北海道開発局保有の凍結防止剤散布車に「連続路面すべり抵抗値測定装置(CFT-UT: Continuous Friction Tester - Under Truck)」を搭載し(図-2)、走行中の路面のすべり抵抗値の計測を行っている。

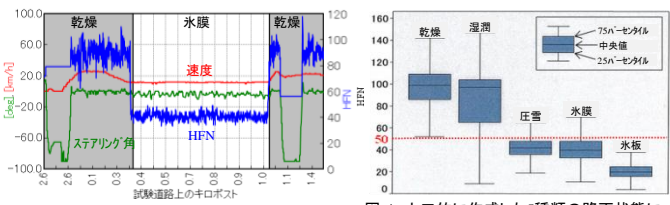
CFT-UT本体の測定輪は、車両の進行方向に対して1~2°の傾きをもたせて取り付けられているため、走行時には測定輪に横力が発生する。この横力を計測し、換算したものがすべり抵抗値(HFN: Halliday Friction Number)であり、凍結防止剤散布車の運転席に設置したCFT-UT制御・表示部に表示される。

CFT-UT主要仕様	
寸法	(長さ)1.2m×(幅)1.3m×(高さ)1.2m
重量	約230kg(油圧ユニット約30kg)
測定タイヤ	205/65R15
測定可能温度範囲	-54℃~121℃
出力データ	計測開始からの走行距離、すべり抵抗値、ステアリング角、速度
データ出力間隔	0.1s, 1s, 2s, 5s, 10sから選択



図-2 CFT-UTの概要とCFT-UTを搭載した凍結防止剤散布車

図-3は乾燥→氷膜→乾燥と変化する路面での計測結果であり、すべり抵抗値の変化が確認できる。図-4は、人工的に5種類の路面を作成し、HFNを計測した結果であり、乾燥、湿潤のすべりにくい路面と圧雪、氷膜、氷板のすべりやすい路面がHFN=50付近を境に区別できる可能性がある。



3. 試験・調査概要

路面のすべりやすさと散布作業の関係の実態調査を行うことを目的として、北海道深川市の一般国道12号(往復約34km)と233号(往復約40km)で実際の凍結防止剤散布作業を行う凍結防止剤散布車にCFT-UTを取り付け、平成23年1月~3月にすべり抵抗値計測試験を行った。凍結防止剤散布車のオペレータは、HFNとは無関係に通常の散布作業を行い、その内、散布スイッチON/OFF信号等を記録装置に記録した。

また、当該工区の凍結防止剤の散布作業は、道路管理者により指定された区間に散布する「スポット散布」という手法で行われている。この散布指定箇所を前述の計測試験結果に取り入れるためには、散布KPIに対応する緯度・経度情報を与える必要がある。そこでGPSデータロガーとマーキングスイッチを用いて、散布箇所を特定する現地調査を実施した。

表-1 計測項目

表-2 凍結防止剤・防滑材散布記録用紙

計測項目	検出方法
位置座標	GPSによる
すべり抵抗値(HFN)	CFTによる
散布スイッチON/OFF信号	オペレータが散布スイッチを押したタイミングを検出
散布材放出信号	散布剤放出部に取り付けた光電センサーにより、散布材がセンサー前を通過したタイミングを検出
路面温度	路面温度計による

No	散布箇所名	散布KPI(km)	延長	...
1	道の駅	起点 0.01 終点 0.11	100	m
2	〇〇横断歩道	0.53 0.69	160	m

4. すべり抵抗値と目視判別による散布位置の比較

平成23年3月4日~28日の期間に計測したデータを早朝と夕方のデータに分け、HFNと目視判別により凍結防止剤を散布した位置について、図-5および表-3の手法で比較を行った。

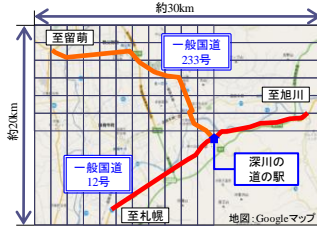


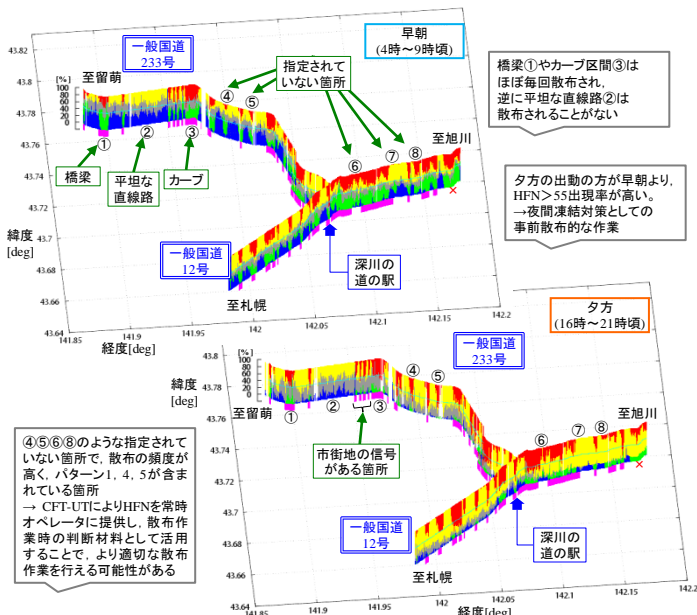
図-5 凍結防止剤散布車の担当工区と解析に用いた地図範囲および格子化イメージ(左)

(凍結防止剤散布車の走行位置は毎回少しずつ異なるため、地図上の範囲を格子状に区切り、各格子内の中心座標(緯度・経度)をその格子内の位置座標として与え、同一格子内に含まれるデータは同一位置のデータとして扱った。本解析では、地図の経度方向距離を約30km、緯度方向距離を約20km、格子幅を40mに設定した)

呼称と色	パターン
パターン1	HFN ≥ 55 かつ 散布している
パターン2	HFN ≥ 55 かつ 散布していない
パターン3	45 ≤ HFN < 55
パターン4	HFN < 45 かつ 散布している
パターン5	HFN < 45 かつ 散布していない
	散布指定箇所

表-3 すべり抵抗値と目視判別による散布箇所のためのパターン分類(左)

試験概要で述べた結果から、すべりやすい路面とすべりにくい路面の閾値をHFN=50と考えたが、図-3のようにHFNは小刻みに変動(10Hzで計測)するため、HFNデータの10個毎の移動平均を取り平滑化した。また、HFNの閾値に下限値(HFN=45)と上限値(HFN=55)を設け、その間は本比較の対象外とした。これらの閾値を用いて、左のようにデータを5つのパターンに分類した。パターン1には過剰散布、パターン5には散布不足の可能性が含まれる。



5. まとめ

凍結防止剤散布の実作業中にHFNを計測し、オペレータの目視判別に基づく散布作業との比較・集計を行い、全体像を把握した。CFT-UTを用いることで、オペレータの判断を支援し、より適切な散布作業を行える可能性があるほか、アカウンタビリティの向上にも寄与できると考える。また、除雪期間を通してHFNを集計することで、すべりやすい箇所の抽出や散布箇所の再検討にも活用できると考える。