

冬期路面のすべり抵抗値計測試験について

舟橋誠，徳永ロベルト，高橋尚人，葛西聡（寒地土木研究所）

1. はじめに

冬期路面状態は，気象・沿道環境・道路構造・交通状況などにより変化するため，効果的・効率的な冬期道路管理を行うには，的確・詳細に冬期路面状態を把握する必要がある．

現在，我が国の冬期路面状態の把握には，目視による路面状態判断のような主観的評価手法が用いられている．しかしながら，この手法では，目視観測者の主観的判断，個人の経験による差や判別の難しい路面が存在することにより，路面状態判断の客観性に課題がある．

そのため，寒地土木研究所では，冬期路面状態を定量的に評価する手法について研究を進めているところである．現在，冬期路面のすべり抵抗値を直接計測する従来のバス型すべり試験車と共に，冬期路面状態を定量的かつ連続的に把握することができる連続路面すべり抵抗値測定装置を活用した計測試験を行っている¹⁾．

本報告では，試験走路に作製した雪氷路面におけるこれら測定装置による計測比較試験や実際の道路におけるすべり抵抗値の計測結果について紹介する．

2. すべり抵抗値の測定装置

2.1 バス型すべり試験車（LWFT）

バス型すべり試験車（Locked-Wheel Friction Tester，以下 LWFT）を写真 1 に示す．この測定装置の特徴は，車体に通常の走行タイヤの他にすべり摩擦係数を測定するための試験輪が設けられている．計測方法は，試験車を走行させた状態で試験輪だけにフルロック制動（すべり率 100 %）を掛けることによって生じる抵抗力を計測する．すべり摩擦係数は，試験輪に掛けられている負荷荷重と計測された抵抗力の関係から算出する．このため，車両を停止することなく目的の場所のすべり摩擦係数が計測可能である．また，この測定装置は，我が国の標準的な雪氷路面のすべり摩擦係数の測定装置として使用されている．しかしながら，非常に高価であるため調査・研究目的の保有に限られていることや，制動を利用した測定方法であるため連続的な路線（線）としてのすべり抵抗値を把握することが難しいことから，冬期路面管理の恒常的な測定装置としては不向きである．



写真 1 バス型すべり試験車

2.2 連続路面すべり抵抗値測定装置（CFT）

LWFT のような制動を利用した計測方法では，地点（点）での計測となるため路線全

体（線）でのすべり抵抗値の変化を把握するのは難しい．当研究所では，路線全体の路面状況を詳細に把握するべく，路面のすべり抵抗値を連続的に取得可能な連続路面すべり抵抗値測定装置（Continuous Friction Tester, 以下 CFT）を導入した（写真 2）．この測定装置は，測定輪を車両進行方向に対してある程度の角度を与えることにより測定輪に発生する横力を計測することによってすべり抵抗値を算出する装置である（図 1）．この測定装置は，測定輪に制動を掛けないので，走行しながら連続的に路面のすべり抵抗値を計測可能であり，計測の際には特別な機器操作を要しない利点がある．



写真 2 連続路面すべり抵抗値測定装置

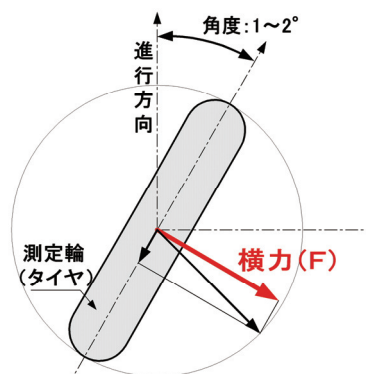


図 1 測定概要図

CFT で得られるすべり抵抗値は，HFN (Halliday Friction Number) と呼ばれ，製作会社²⁾が装置用の測定タイヤに基づき独自に設定したすべり抵抗値である．すべり抵抗値 HFN は，測定輪を上げ路面に接地していない状態（横力が無負荷状態）を 0，乾燥した舗装路面（路面温度 0℃時）において一定の速度で走行した際に掛かる横力が負荷状態時の値を 100 とし，その間を 100 等分した値で定義されている．このように，ある路面を基準とした定義であることから，この装置からの計測値は，LWFT による計測値とは異なり，ある基準に対しての相対的な計測値となっている．このため、冬期路面管理の実務への導入を検討するにあたり、両測定装置の計測結果の関係や特徴を把握することが必要である．

3. 試験走路における計測試験

冬期の雪氷路面における測定装置間の特徴を把握するために，試験走路上に雪氷路面

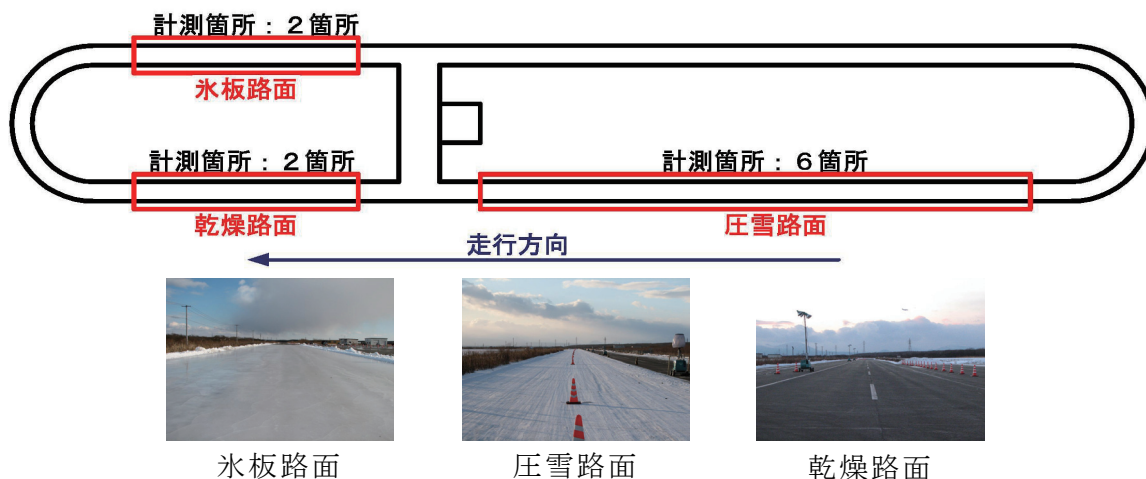


図 2 試験走路における試験概略図及び路面状態

(氷板・圧雪・乾燥路面，図 2) を作製し，両測定装置で各路面のすべり抵抗値を計測した．計測速度は両測定装置共に 40 km/h とし，試験時の気温は-6~-7℃，路面温度は-4~-7℃であった．

図 3 に試験結果を示す．この図において，縦軸は，LWFT で計測されたすべり摩擦係数を 100 倍した値を FN (Friction Number) とし，横軸には CFT で計測されたすべり抵抗値 HFN を示した．また，この装置間には直線的な関係があるものと仮定して近似式を示した．

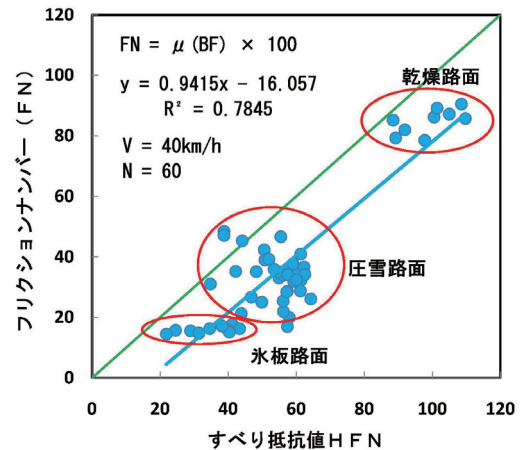


図 3 試験走路における試験結果

この図より，フリクションナンバー (FN)

は，乾燥路面で FN=80~90，圧雪路面では FN=20~50，氷板路面では FN=10~20 であった．この結果から，圧雪路面と氷板路面で値の重なる計測結果となるデータもあったが，路面状態毎に明確に分かれた結果となった．一方，すべり抵抗値 HFN は，乾燥路面で HFN=90~110，圧雪路面で HFN=40~60，氷板路面で HFN=20~50 と圧雪路面と氷板路面が一部値の重なる結果となった．圧雪路面において，両測定装置の計測値の範囲が他の路面状態に比べて共に大きいのは，作製した圧雪路面が他の路面状態に比べて均一性に若干欠けることと試験の方法上計測箇所が完全に一致していないことが他の路面状態に比べて大きく影響したためと考えられる．

また，近似式を見てみると相関係数が 0.8 近くと，LWFT 及び CFT はおおむね良好な関係があることが判る．

4. 実際の道路における計測試験

実際の道路において，冬期路面の状況が把握できることを確認するため，両測定装

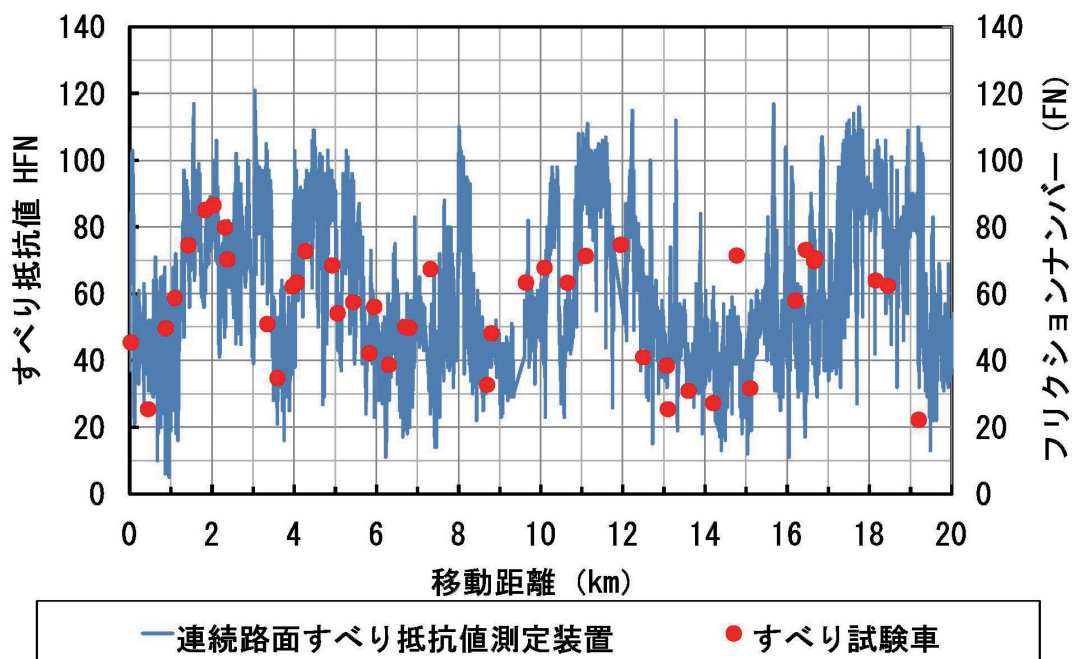


図 4 実際の道路における計測結果の一例

置で冬期路面のすべり抵抗値を計測した。LWFT は指定地点のフリクションナンバー (FN) を、CFT は計測開始から終了時までのすべり抵抗値 HFN を連続的に取得した。LWFT の計測速度は約 40 km/h、CFT は規制速度以内で計測を行った。

ある計測路線における計測結果の一例を図 4 に示す。この図は、左側の縦軸にすべり抵抗値 HFN を、右側の縦軸にフリクションナンバー (FN) を示し、横軸には移動距離を示した。また、この図は、午前 2 時 30 分～午前 3 時 30 分の 1 時間に計測したデータであり、計測時の天気は曇り (但し前日に降雪有り)、気温は 4℃、路面温度は -6℃であった。また、目視観測による路面状態は、凍結・湿潤・乾燥状態の路面が交錯した路面状態であった。尚、CFT における計測データは、車両のステアリング操作 (例えば曲線半径の小さいカーブを曲がる等の操作) により、出力されるすべり抵抗値 HFN が影響を受けることから、図中の計測結果はその許容値である車両のステアリング角度が ±12 度以内のデータを採用している。

この図より、CFT の計測結果であるすべり抵抗値 HFN が様々な値となっており、この日の計測路線の路面状態が目視観測と同様に一様ではなかったことが判る。また、LWFT の計測結果からもフリクションナンバー (FN) は、様々な値を計測しており地点での計測でありながらも路面状態が一様でなかったことが判る。LWFT と CFT の計測結果を比較すると、計測位置や移動距離の誤差等があり完全なマッチングはできないが、概ね計測値が高いところは高い、低いところは低いと相対的に見ると、CFT は LWFT と同等の計測傾向を示すことが確認できた。

5. まとめ

本報告では、試験走路にて氷板・圧雪・乾燥路面状態における路面のすべり抵抗値の計測試験を行った。その結果、LWFT と CFT の間には良好な関係が得られたことから、雪氷路面のすべりやすさを把握する装置であることが確認できた。

また、実際の道路における計測結果から、CFT は LWFT と同等の計測傾向を示すことが確認できた。

以上のことから、現在標準的なすべり摩擦係数の測定装置である LWFT だけではなく、CFT についても冬期路面管理の実務計測ツールとして適用可能であることが判った。

6. 今後の予定

今後は、これまで計測したすべり抵抗データの詳細な解析や様々な路面状態におけるすべり抵抗データのさらなる蓄積やこれら測定装置を用いた凍結防止剤や防滑材の散布効果の評価手法等の検討を行う予定である。また、更に実際の冬期路面管理にこれら測定装置を導入するための手順・基準等の検討を行うと共に、我が国の状況に合わせた CFT の測定輪用タイヤの策定と計測されるすべり抵抗値 HFN の傾向把握についても同時に行う予定である。

参考文献

- 1) 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, 北海道の雪氷, No. 26, pp5~8, 2007
- 2) Halliday Technologies Inc. ホームページ: <http://www.hallidaytech.com/>