

Winter Index と舗装種別のすべり抵抗値に関する検討

北海学園大学大学院工学研究科
北海学園大学工学部
(独)土木研究所寒地土木研究所

学生員 ○田湯 文将
正会員 武市 靖
正会員 高橋 尚人

1. はじめに

Winter Index (以下WI) は道路雪氷管理を行う上で気象条件の厳しさを表す指標であり、欧米諸国では道路雪氷管理の効率化のため WIを採用している。

本研究では国道 230 号の合理的な道路雪氷管理の観点から、北海道の気象条件を考慮し Strategic Highway Research Program WI (以下 SHRP WI) 用いて、WI と舗装種別のすべり抵抗値、路面露出率、除雪出動回数の関係について検討を行った。

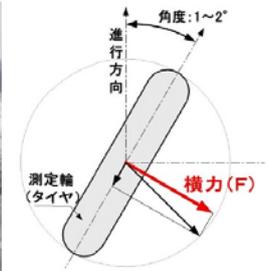


図-1 CFT(左)と計測概念図(右)

2. SHRP WI と連続路面すべり抵抗測定装置

SHRP WI は路面温度、降雪量、結霜・結氷の3つの因子で構成されており、次式より算出される。

$$WI = a\sqrt{TI} + bLn\left(\frac{S}{10} + 1\right) + c\sqrt{\frac{N}{R + 10}} + 50$$

1) 路面温度因子の係数：a

$$TI = \frac{\text{解析期間のTIの合計値}}{\text{解析日数}}$$

TI=0 (日最低気温>0℃)

TI=1 (日最低気温≤0℃&日最高気温≥0℃)

TI=2 (日最高気温<0℃)

2) 降雪量の因子の係数：b

$$S = \frac{\text{解析期間のsの合計値}}{\text{解析日数}}$$

s=日降雪量 (mm)

3) 結霜・結氷因子の係数：c

$$N = \frac{\text{日最低気温} \leq 0\text{℃の日数}}{\text{解析日数}}$$

R=解析期間の平均最高気温-解析期間の平均最低気温



図-2 解析対象区間

SHRP WI は各因子の重み付けを路面温度 35%、降雪量 35%、結霜・結氷 30%とし、解析期間中の最も厳しい冬の気象条件を WI=-50、最も暖かい冬の気象条件を WI=+50 となるように係数 a, b, c を決定する。本研究では SHRP WI の各因子の重み付けを既往研究¹⁾より、北海道の気象条件に合うように路面温度 35%、降雪量 65%、結霜・結氷 0%とした。

路面のすべり抵抗値の測定には連続路面すべり抵抗測定装置 (以下 CFT) を用いた。図-1 に CFT とその計測概念図を示す。CFT は車両進行方向に対して 1°程度角度を与えた測定輪に発生する横力を計測することですべり抵抗値である HFN を算出するものである。HFN は測定輪に横力が無負荷時を 0、乾燥路面において横力が発生している時を 100 とし、その間を 100 等分したもので定義される。

3. 試験概要

解析対象区間は、図-2 に示すように寒地土木研究所が継続的に走行試験を行っている一般国道 230 号を取り上げた。舗装区間を境界として、排水性舗装区間を札幌側、密粒度舗装区間を東中山側として分け、すべり抵抗値、除雪出動回数、WI の算出を行った²⁾。

WI の算出には、札幌側ではアメダス観測点、東中山側では道路テレメータにより得られた 1997 年度から

キーワード Winter Index すべり抵抗値 路面露出率

連絡先 〒064-0926 札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 1 番 1 号 北海学園大学工学部 TEL011-841-1161(内線 7747)
〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 (独) 土木研究所寒地土木研究所 TEL011-841-9747

2010年度における12月から2月までの3ヶ月間の観測データを用いた。すべり抵抗値はCFTによる測定データに基づき、WIとの比較では各舗装区間の気象観測点付近1km区間のすべり抵抗値を平均したデータを用いた。路面露出率との比較では全区間を対象とし0.1km間のすべり抵抗値の平均が50未満のデータを用いた。路面露出率はすべり抵抗値の測定の際に撮影した路面画像を解析し算出した。

4. WI とすべり抵抗値・除雪出動回数の関係

図-3 に月平均のすべり抵抗値と WI の関係、図-4 に月別の除雪出動回数と WI の関係について示す。回帰式は、括弧内の乖離したデータを除いたものとした。

WI とすべり抵抗値、除雪出動回数の関係を見ると排水性舗装区間では相関係数 0.70 以上、密粒度舗装区間では相関係数 0.54 程度となり、ある程度の相関が見られた。両舗装区間ともに WI の低下に伴いすべり抵抗値は低下し、除雪出動回数は増加している。

山間部の密粒度舗装区間は都市部の排水性舗装区間より WI が厳しいが、ほぼ同様のすべり抵抗値を示している。これは各月の除雪出動回数が密粒度舗装区間では排水性舗装区間より 30 回程度多いことから、除雪による路面管理がすべり抵抗値の向上に寄与したと考えられる。

5. すべり抵抗値と路面露出率の関係

図-5 に各舗装区間のすべり抵抗値と路面露出率の関係を示す。路面温度に着目した場合、両舗装区間ともに相関係数 0.80 程度の高い相関が得られ、路面露出率の増加に伴いすべり抵抗値が上昇している。

両舗装区間を比較すると、路面露出率の低い範囲では排水性舗装区間のほうが高いすべり抵抗値を示しているが、路面露出率の増加に伴うすべり抵抗値の上昇は密粒度舗装区間のほうが大きくなっている。これは、路面露出率の低い時は排水性舗装の粗い路面テクスチャがすべり抵抗値の向上に寄与しているが、路面露出率の増加に伴いタイヤと路面の接地面積は密粒度舗装のほうが大きくなりすべり抵抗値も向上するため、路面露出率の増加に伴うすべり抵抗値の上昇が密粒度舗装区間の方が大きくなったものと考えられる。

6. まとめ

WI と舗装種別によるすべり抵抗値・除雪出動回数の間には一定の相関が見られたことから、WI は冬期路面管理の状況を表現できると考えられる。今後は、地域特性・舗装種別によるすべり抵抗値の変化、地域特性による路面管理作業実績等と WI の関係について更に検討を行っていききたい。

参考文献

- 1) 松原雅子, 田中俊輔, 武市靖, 高尾英輝: Winter Index に基づく道内各建設管理部の道路雪氷管理状況の検討, 土木学会北海道支部論文報告集, 第 67 号, 2012.
- 2) 松原雅子, 田中俊輔, 武市靖, 高橋尚人: Winter Index とすべり抵抗値を用いた冬期道路管理の評価に関する研究, 第 27 回寒地技術シンポジウム, 2011.

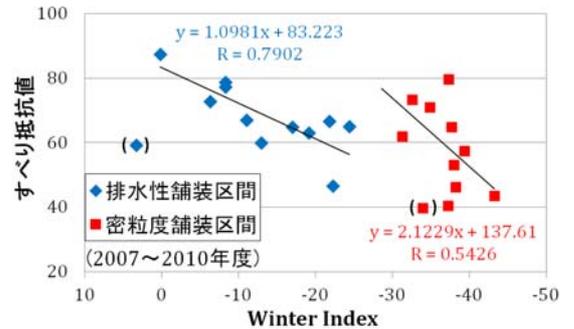


図-3 月平均のすべり抵抗値と WI の関係

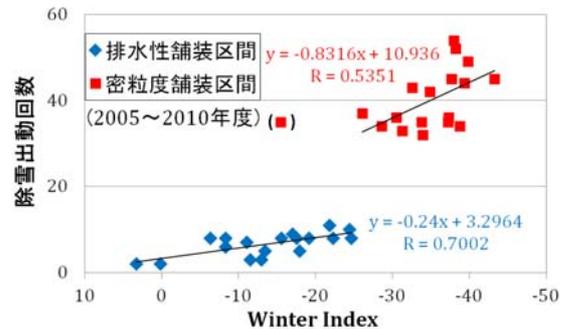


図-4 月別の除雪出動回数と WI の関係

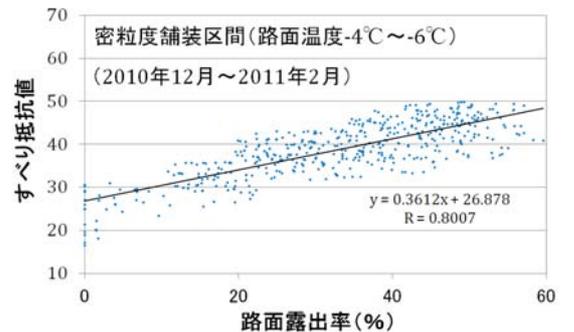
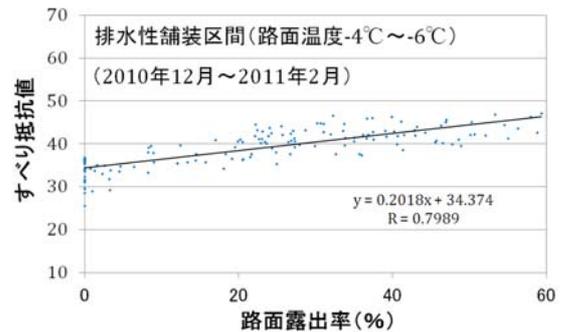


図-5 すべり抵抗値と路面露出率の関係
排水性舗装区間(上), 密粒度舗装区間(下)