

令和4年度 滑雪テープ屋外試験結果報告

一条件の違いによる滑雪テープの性状について

佐藤 彰¹・原 敏彦²

(1:日本サミコン株式会社 2:(株)飯田コンサルタント)

1. 初めに

積雪が多い地域の道路では、冬季に道路の路面上部の施設へ堆積した雪が融雪に伴い路面上に落下し、通行車両の安全な走行を脅かす事例が報告されており、これらの施設からの落雪対策が求められている。本報文は、落雪対策として考案された滑雪テープによる早期の落雪が、滑雪テープを貼付するカバーの素材・形状によりどのような差があるか、屋外試験により確認したので報告する。

2. 試験の概要

滑雪という現象は、着雪する素材、滑雪面の角度、温度、湿度、平滑性など様々な要素の影響を受けることが考えられる。今回は6種類の試験体を製作して屋外試験に供し、現橋への適用効果を比較検討した。

2.1 滑雪テープの機能

今回の屋外試験適用した滑雪テープは、NETIS KK-220009-A に登録されている材料で、構造物に貼付することで着氷雪を防ぐことを目的として開発された、下記の性能をもった素材であった。

- (1)湿雪 20gが、0℃で、傾斜 60 度で一時間以内に滑雪する。
- (2)着雪防止性能 0.5N/cm² 以下(-20℃)
- (3)全光透過率 90%以上
- (4)耐久性能 4 年間

2.2 試験体

(1)試験体の種別

試験に供した試験体は下記の種別のものである。

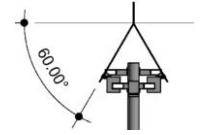
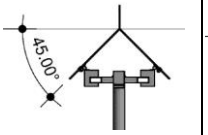
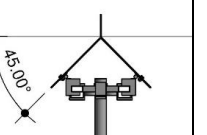
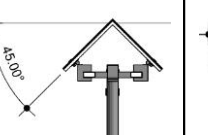
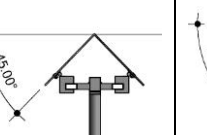
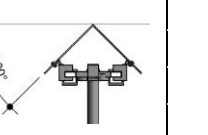
①	②	③	④	⑤	⑥
滑雪テープ貼付	滑雪テープ貼付	滑雪テープ貼付	滑雪テープなし	滑雪テープ貼付	滑雪テープ貼付
					
①下地；ポリカ、②傾斜角；60度、③留金具；低頭ボルト、④雪割付与	①下地；SUS、②傾斜角；45度、③留金具；低頭ボルト、④雪割付与	①下地；ポリカ、②傾斜角；45度、③留金具；低頭ボルト、④雪割付与	①下地；SUS、②傾斜角；45度、③留金具；低頭ボルト、④雪割なし	①下地；ポリカ、②傾斜角；45度、③留金具；低頭ボルト、④雪割なし	①下地；ポリカ、②傾斜角；45度、③留金具；普通ボルト、④雪割なし
目的：角度の影響を確認する	目的：滑雪テープを貼る素材による違いを確認する ③との比較	目的：②との比較	目的：滑雪テープがない場合の確認	目的：雪割有無による違いを確認する、②との比較	目的：表面突出大の普通ボルトと低頭ボルトの違いを確認する、⑤との比較

図.1 試験体区分

(2)測項目

計測期間中の

1)10 分毎の積雪状況

監視カメラ「Hyke Works」による 10 分間隔連続写真撮影。

2)②と③の表面温度

表面温度測定器による。

(3)屋外試験場

屋外試験場は、想定している豪雪を考慮して下記の場所とした。

長野県下水内郡栄村大字堺 9231 番地 旧志久見分校校庭

(4)試験期間

令和4年12月15日～令和5年3月31日

3. 試験結果

3.1 試験期間中の降雪状況

試験期間中の試験場に直近の気象観測データがある野沢温泉村における、最深積雪深、降水量、降雪量合計を下表に示す。

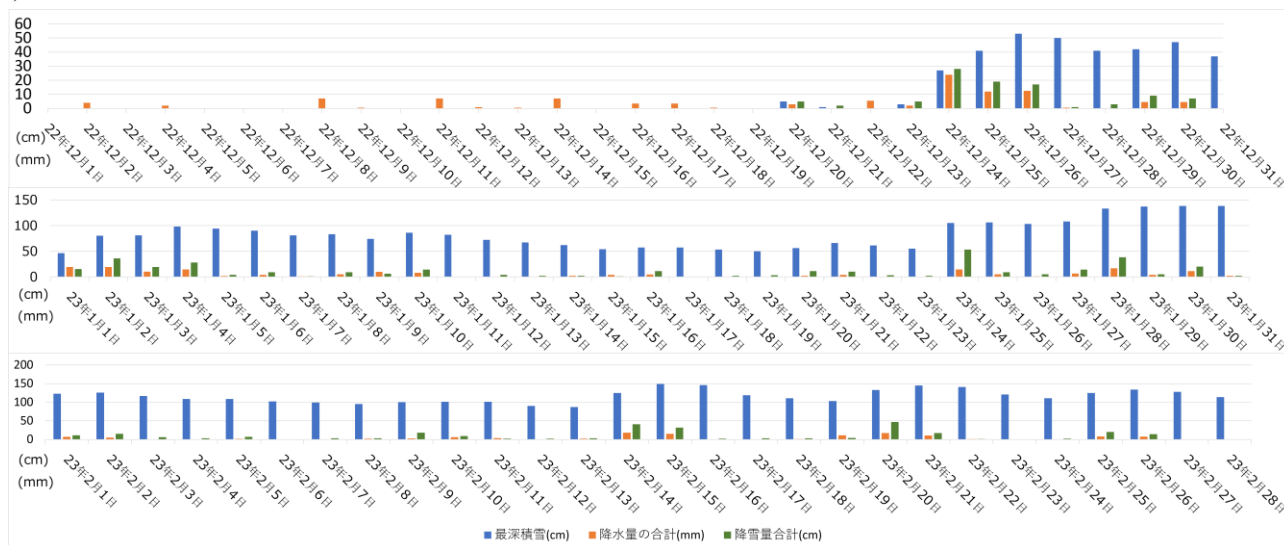


図2 降雪・積雪状況

3.2 評価方法

屋外試験において 10 分間隔で撮影された写真から、全ての試験体は下記のパターンで積雪と落雪を繰り返した。

降雪開始→②積雪→③落雪・積雪→④降雪終了→⑤落雪

試験体 No2 に着目した上記の②～⑤の写真を示す。

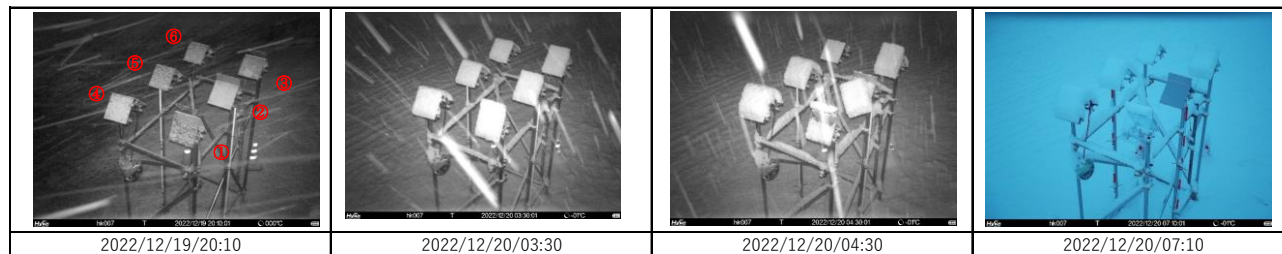


図3 積雪・降雪・滑雪状況

試験は、冬季にしばしば出現する強さの冬型の気象での降雪(①)と、年に 1 回程度出現する極めて強い冬型の気象での降雪(②)の下記の 2 期間について、試験体のテーブルから積雪した雪が滑り落ちた回数と形態を観測した。

① 2022 年 12 月 24 日～26 日

② 2023 年 1 月 27 日～28 日

3.3 試験結果

グラフの見方

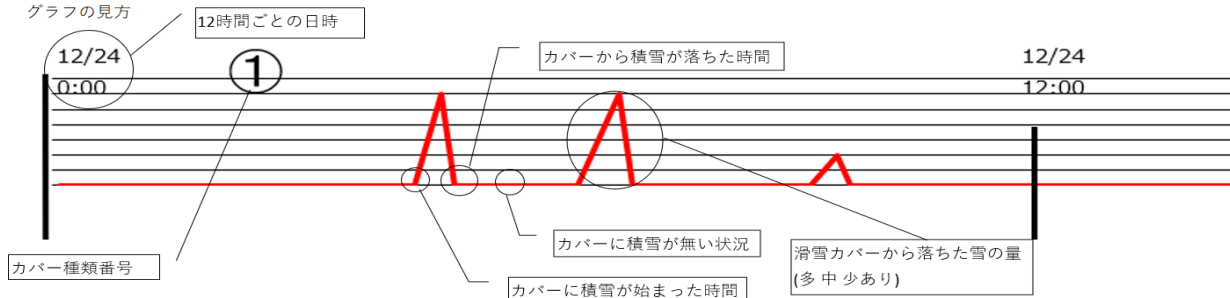


図4 結果図 凡例



図.5 2022 年 12 月 24 日～25 日

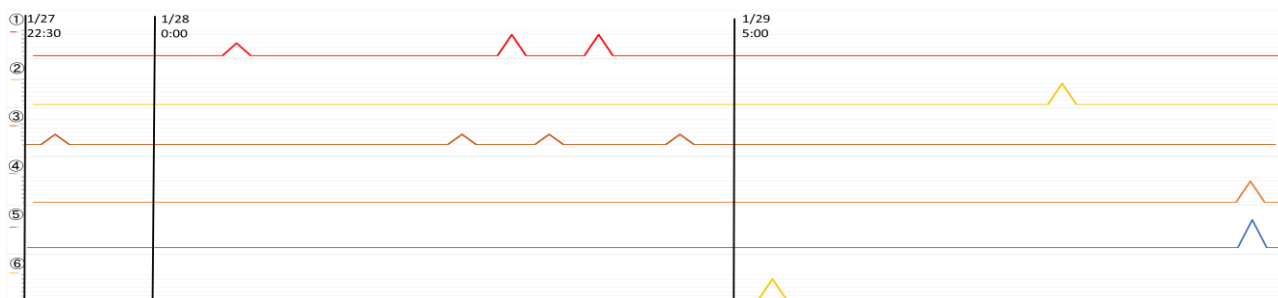


図.6 2023 年 1 月 27 日～28 日

		①	②	③	④	⑤	⑥
形状							
区分		①下地：ポリカ、②傾斜角：60度、③留金具：低頭ボルト、④雪割付与	①下地：SUS、②傾斜角：45度、③留金具：低頭ボルト、④雪割付与	①下地：ポリカ、②傾斜角：45度、③留金具：低頭ボルト、④雪割付与	①下地：SUS、②傾斜角：45度、③留金具：低頭ボルト、④雪割なし、⑤滑雪シート添付無	①下地：ポリカ、②傾斜角：45度、③留金具：低頭ボルト、④雪割なし	①下地：ポリカ、②傾斜角：45度、③留金具：普通ボルト、④雪割なし
2022年12月24日	落雪回数	大：12 中：0 小：13 合計：25	大：1 中：8 小：14 合計：23	大：1 中：5 小：17 合計：23	大：2 中：3 小：1 合計：6	大：2 中：3 小：27 合計：32	大：1 中：7 小：11 合計：19
	落雪形態	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り
2023年1月27日	落雪回数	大：2 中：1 小：0 合計：3	大：1 中：0 小：0 合計：1	大：0 中：4 小：0 合計：4	大：1 中：0 小：0 合計：1	大：1 中：0 小：0 合計：1	大：1 中：0 小：0 合計：1
	落雪形態	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り	テープ面滑り 雪自重のせん断滑り

図.7 試験結果

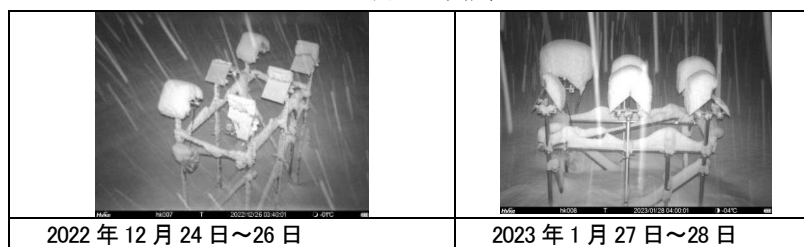


図.8 最大積雪の状況

4. 試験体の評価・考察

今回観測を行った 2 つの期間では、降雪量、外気温、降雪量、カバーへの積雪状況、落雪状況に大きな違いがあったので、2 回の試験結果は最初に個別に評価し、それに基づいた全体的な評価を行うことにする。④の試験体はステンレス板の表面をもった対策無しの試験体として評価する。

4.1 2022年12月24日～26日

この期間の降雪に対して、カバーからの落雪回数の多さで評価した順位は下記のようにであった。

⑤>①>②③>⑥>④

この結果から下記のことが認められる。

- ・滑雪テープはカバー上に雪を貯めない明らかな効果があること。
- ・シート下地の素材が、金属（ステンレス）とポリカーボネートとの明確な差異はみとめられない。
- ・低頭ボルトは普通ボルトに較べて滑雪に寄与している。
- ・雪割の滑雪への効果は不明である。

4.2 2023年1月27日～28日

上記と同様にカバーからの落雪回数の多さで評価した結果は下記のようにであった。

①>③>②④⑤⑥

強い寒波に伴う低温下での強い降雪に対して、明らかな効果を示した試験体は①と③のみで（屋根角度45度－ポリカーボネート）、その他の試験体間で、滑雪テープの下地の素材、ボルト頭の突出、雪割の有無による差異は認められなかった。

4.3 全体的な評価

今回の試験結果に基づいて考えられる滑雪シート及びカバーの評価は下記のようなものである。

- (1) 滑雪テープはカバー上に雪を貯めない明らかな効果がある。
- (2) 滑雪カバーの落雪角度は出来るだけ大きいことが望ましい。
- (3) 滑雪面は出来るだけ平滑なことが望ましい。取付金具として低頭ボルトを用いれば平滑の条件はクリアできる。
- (4) 低温下での強い降雪に対しては、どのようなカバーでもある程度の着雪は避けられない。

4.4 今後の課題

今回の試験では、落雪の評価は単に落雪回数で行ったが、1月27日～28日のような降雪の状態で、落雪がどのように生じているかを理解することは大変重要なことである。下の写真は、試験体①の落雪前後の様子を示している。積もった雪の重量によるカバー方向の分力が、カバー面の摩擦力を上回った時点で滑りにより落雪していることが分かる。積雪により雪の重心が上がることによる回転モーメントも滑雪に作用していることが考えられる。

(1) 雪割の影響

上記を踏まえると雪割の存在が落雪に影響していることが考えられる。今回の試験では雪割部に滑雪テープを添付していないので、風による吹付で雪割に付着した雪が、カバー全体に積雪を広げているような状況も見られていた。雪割に着雪しない状況での滑雪を確認する必要がある。

(2) 下地の表面温度の影響

今回の試験では、①と②の試験体で下地がポリカーボネートとステンレスで表面温度の測定を行った。詳細は紙面の都合で割愛するが、日光が当たると表面温度はポリカの方がステンレスよりかなり高くなっていた。この違いが②と③の滑雪に影響している可能性があるので滑雪に関する温度の影響を確認したい。



図.9 ①試験体落雪の状況