冬期の道路施設における滑雪テープを用いた着雪対策方法の提案

小林卓矢＊1　小野政利＊2　佐藤彰＊3

１．はじめに

寒冷積雪地域では、冬期の供用中の道路において、道路標識、トンネルの坑口及びトラス橋などの道路施設に降雪により上部に着雪、堆雪し、道路へ塊となって落雪する場合がある。その結果、通行車両に接触し事故の原因となるため、落雪が起きる前に除雪をする必要があるが、その作業に作業機械、作業員の確保など多大な労力を必要としている。既設道路標識、トラス橋等ではブルーシート等、着雪対策を施している施設もあるが、滑雪していない場合が多く見受けられる（写真１、２）。

本論文では、滑雪性に優れたテープを道路施設に張り付け、着雪量及び着雪時間を抑えることを目的とした試験施工を行ったので、その結果を報告する。

写真１．道路標識着雪状況

写真２．トラス橋着雪状況

２．試験施工の概要

2.1　試験場所

新潟県東蒲原郡阿賀町鹿瀬地内（一般国道459号睦月橋）一般国道459号にはトラス橋が多数あり、毎年冬期には高所作業車での雪落としが行われている。しかし、トラス橋の高さが20mの橋梁もあり、機械の手配や作業性に悩まされていた。睦月橋もその一つであり、一般国道459号を管理している新潟県新潟地域振興局津川地区振興事務所より、試験施工場所として提供いただいた（写真３）。

写真３．睦月橋全景

2.2　試験材料

本試験施工の材料は、滑雪成分が0℃になると湧出し膜を作ることで、滑雪させるメカニズムのA社の滑雪テープ（以下滑雪テープ）を使用した。

この滑雪テープは、氷点下になると表面から微量の滑雪成分が分泌され、それによって雪が滑り落ち着雪量、着雪時間を抑え冠雪しにくくなる。また、着雪した雪が溶ける前に滑り落ちるため、氷柱などができないことが特徴である。滑雪テープは透明なため、既設構造物の色の変化が無く景観性に優れている。（写真４）

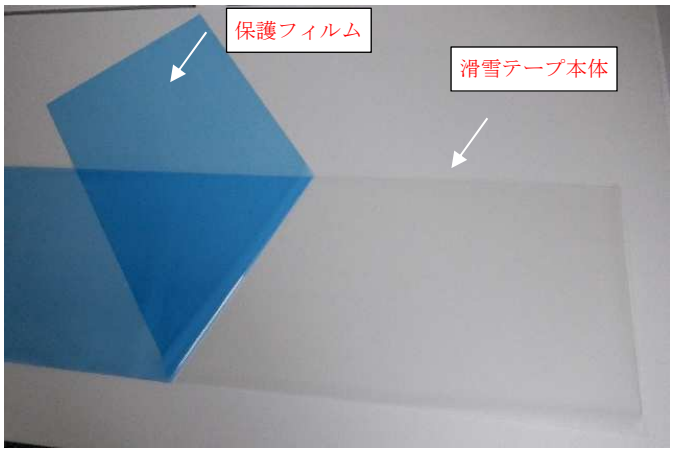

写真４．滑雪テープ

＊1　日本サミコン株式会社 北陸支店　＊2　日本サミコン株式会社 仙台事務所　＊3　日本サミコン株式会社 管理本部

2.3　施工箇所及び施工方法

睦月橋入口前面に設置されている既設滑雪板（勾配54°）（写真５）の両面に滑雪テープを張り付けた。滑雪テープは、未施工箇所との滑雪性の比較を行うため、滑雪板の右側半分に施工を行った。

施工面積は滑雪板の半分6.0m2（表面4.5m2、裏面1.5m2）とし、汚れを落とし滑雪板に滑雪テープを張り付けた（写真６、７、８）。

写真５．施工箇所（睦月橋滑雪板）

写真６．施工箇所（滑雪板表）

写真７．施工箇所（滑雪板裏）

写真８．滑雪テープ施工後

2.4　観測方法

滑雪テープ施工箇所の滑雪板全景が移る位置に観測カメラ、温度計を設置した。観測カメラは10分おきに静止画を撮影し冬期の降雪シーズンの観測を行った。夜間は、照明設備が無く暗いためカメラでの撮影はできなかった。

2.5　施工日及び観測期間

貼り付け日：令和3年9月22日

観測期間　：令和3年12月18日～令和4年3月7日

３．観測結果及び考察

3.1　滑雪時間

観測期間で発生した着雪について、静止画で確認できた既設滑雪板全面に着雪が確認できる日を選定し、着雪が確認できた時間から滑雪テープ施工箇所及び未施工箇所の滑雪した時間とその時間の差、温度を表１にまとめた。既設滑雪板全面に着雪を確認できた日は14日間であった。

最も滑雪時間に差があった日は、令和3年12月26日であった。この日は、6：30に滑雪板全面に着雪していることを確認した（写真９）。滑雪テープ施工箇所では11：30より滑雪を開始し、11：40に一部滑雪が完了した。着雪が残っていることについては、未施工箇所と、滑雪テープ側の梁との雪が一体となっているため引っ張られていることが考えられ、未施工箇所と縁切りがされていれば、滑雪テープに着雪した雪は全て滑雪したと推測される。未施工箇所について、12月27日においては滑雪の挙動は確認できず留まっており、滑雪を確認できた日が12月28日10：50であった。滑雪テープ施工箇所の滑雪完了後から未施工箇所の滑雪完了に要した時間では、約47時間の差があった（写真１０）。

また、最も滑雪テープ施工箇所と未施工箇所の滑雪時間に差がなかった日は、令和4年2月17日で10分であった（写真１１）。この日は滑雪テープ施工箇所と未施工箇

所の滑雪時間にほとんど差はなかったが、写真10からわかるように滑雪テープ施工箇所と未施工箇所の着雪量に違いが生じている。これは滑雪テープ施工箇所が夜間において、着雪と滑雪を繰返していたことが考えられ、観測カメラで確認できた6：10において少量の着雪に留まったと言える。

表１．睦月橋既設滑雪板着雪及び滑雪時間

	滑雪テープ施工		未施工箇所		差
	着雪時間	滑雪時間	着雪時間	滑雪時間	
12/19	6:30 -1.2℃	7:30 -1℃	6:30 -1.2℃	14:00 0.4℃	6 時間 30 分
12/26	6:30 -3.7℃	11:40 -2.6℃	6:30 -3.7℃	-	46 時間 50 分
12/27	-	-	-	-	
12/28	-	-	-	10:50 0.3℃	
12/31	6:40 -2.7℃	12:40 -2.9℃	6:40 -2.7℃	-	24 時間 10 分
1/1	-	-	-	12:50 0.2℃	
1/5	6:50 -2℃	11:10 -0.9℃	6:50 -2℃	14:20 -0.4℃	3 時間 10 分
1/7	7:00 -1.2℃	9:10 -0.1℃	7:00 -1.2℃	12:10 2.7℃	3 時間
1/18	6:30 -2.7℃	6:40 -2.5℃	6:30 -2.5℃	-	26 時間 20 分
1/19	-	-	-	9:00 0.5℃	
1/21	7:00 -2.3℃	8:40 -2.2℃	7:00 -2.3℃	11:50 0.3℃	3 時間 10 分
1/30	6:30 -2℃	8:50 -1.8℃	6:30 -2℃	10:30 0.5℃	1 時間 40 分
2/5	6:20 -2.3℃	7:30 -2.3℃	6:20 -2.3℃	13:40 -1.3℃	6 時間 10 分
2/8	6:10 -2.2℃	8:30 0℃	6:10 -2.2℃	10:00 2℃	1 時間 30 分
2/17	6:10 -1.9℃	9:20 -0.4℃	6:10 -1.9℃	9:30 -0.4℃	10 分
2/21	6:10 -3.6℃	9:40 -0.9℃	6:10 -3.6℃	11:30 1.6℃	1 時間 50 分
2/22	9:00 -2.8℃	11:40 -2.1℃	9:00 -2.8℃	13:10 -1.6℃	1 時間 30 分
2/23	6:20 -2.9℃	8:30 -0.8℃	6:20 -2.9℃	11:00 0.1℃	2 時間 30 分

写真９．12月26日滑雪テープ滑雪状況

写真１０．12月27日、28日未施工箇所着雪状況

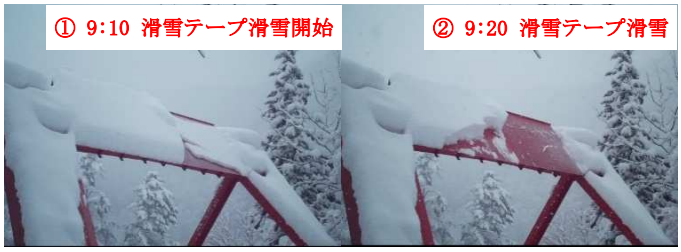

写真１１．2月17日滑雪状況

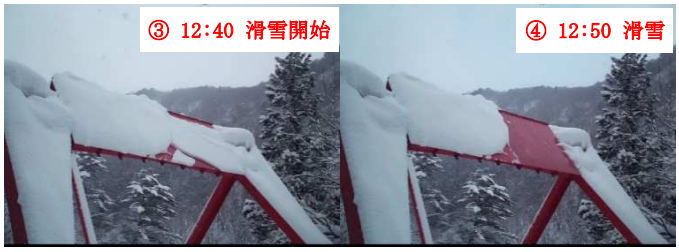

写真１２．1月5日滑雪テープ滑雪状況

滑雪テープ施工箇所が着雪してから滑雪までの所要時間は1月5日の昼間の降雪状況で確認できた（写真１２）。この日は、降雪が12：00まであり滑雪テープ施工箇所は着雪と滑雪を繰返していた。11：10に滑雪した直後から着雪を確認し、12：30まで着雪していた。その後、12：40に滑雪を開始し、12：50に滑雪を完了した。着雪して

から滑雪を完了するまでに1時間30分の時間を要した。その間も未施工箇所については、着雪したまま留まっていた。

3.2　気温と滑雪性

滑雪テープ施工箇所と未施工箇所の滑雪時間の温度の回数を表２にまとめた。既設滑雪板全面の降雪を観測カメラで確認できた14日間のうち、滑雪テープ施工箇所では14日全てが氷点下で滑雪し、氷点以上ではすでに滑雪を完了していた。未施工箇所では、氷点下では4回滑雪し、氷点以上での滑雪が10回であった。-2℃以下は、滑雪せずに留まっていた。

また、表１で滑雪テープ施工箇所と未施工箇所の滑雪時間の差に最も違いがあった、12月26日から12月28日の気温を図１にまとめた。既設滑雪板の着雪が確認できた12月26日6:30から、未施工箇所が滑雪する前の9:30ごろまで氷点下であったことがわかった。

表２、図１の結果から、滑雪テープ施工箇所は氷点下において滑雪成分が湧出し滑雪したと考えられ、十分に滑雪性能を満たしたと言える。未施工箇所は、滑雪する気温は氷点以上が多く昼夜問わず着雪時及び着雪後の気温が、氷点下の場合は滑雪せずに留まると考えられる。気温が上がる日中の、一般車両通行時に滑雪する危険性があることが改めて確認できた。

表２．滑雪テープ、未施工箇所の各温度での滑雪回数

滑雪時の温度	滑雪テープ施工	未施工箇所
2.1～3℃	着雪無し	1回
1.1～2℃	着雪無し	2回
0.1～1℃	着雪無し	7回
0℃	1回	滑雪無し
-0.1～-1℃	6回	2回
-1.1～-2℃	1回	2回
-2.1～-3℃	6回	滑雪無し

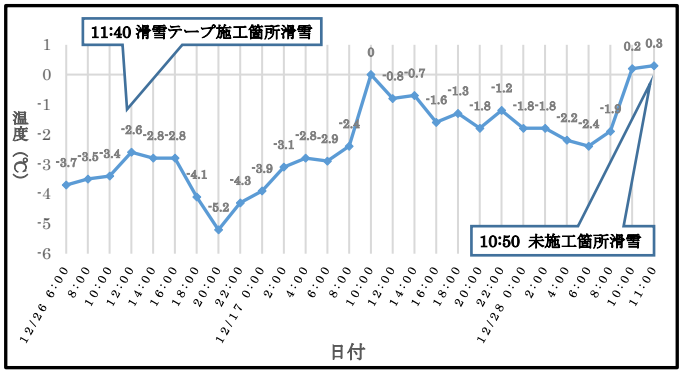

図１．温度グラフ（12月26日～12月28日）

４．まとめ

トラス橋である睦月橋の着雪対策試験施工として、滑雪テープを張り付けその性能について検証を行った。未施工箇所の滑雪板と滑雪性を比較し、良好な結果を得ることができた。また、滑雪の挙動、滑雪テープの性能についても確認できた。貼り付けタイプの滑雪材として、トラス橋以外の道路標識、トンネルやシェッド坑口の滑雪板での使用にも有用性を感じた。試験施工の反省としてはカメラの性能上夜間の着雪、滑雪状況を確認することができなかったことがあげられ、夜間撮影を行えることが課題である。また、未施工箇所と滑雪テープの着雪した部分が一体化したケースも見受けられ、一体化したことにより、滑雪テープの滑雪時間に遅れがあった可能性も考えられる。今後は縁切りするような施工方法の検討が課題となる。

今回の試験施工での観測結果は良好であり、現状での使用も問題ないと考えており、着雪対策方法の1つとして提案していきたい。また、今回の試験施工は初年度の観測ということもあるため、経年の状態の検証として次年度以降の観測を行っていきたい。

５．謝辞

本論文の試験施工は、試験施工場所の提供をいただいた新潟県新潟地域振興局津川地区振興事務所、材料の提供、施工指導をいただいたA社の全面的な協力を得て行えたことをここに感謝の意を表する。