

道路案内標識の簡易対策工による 冠雪量の低減について

(独) 土木研究所寒地土木研究所 雪氷チーム ○坂瀬 修
同 上 雪氷チーム 松下 拓樹
同 上 雪氷チーム 松澤 勝

道路案内標識の裏面梁材に冠雪や着雪が発生し、これが落雪することにより、通行車両の破損や視界の阻害による事故を誘発する可能性がある。現在この対策として、主に人力による雪落とし作業が行われており、費用がかかる他、安全対策が必要となるため、より効果的な対策が求められている。本論文では、この対策として傾斜板等を用いた対策の試験を行い、一定量の降雪があった場合に、無対策箇所と各対策工の冠雪量の低減効果について、比較試験を行ったので報告する。

キーワード：着氷雪対策、道路案内標識、防雪、冬期維持管理

1. はじめに

大型の道路案内標識の裏面梁材に積もった冠雪や着雪（以下、冠雪）の落下は、通行車両や人に対して被害を与える可能性や、車両の視界を遮り事故を誘発する危険性がある¹⁾。現在、北海道ではこの冠雪対策として主に人力による雪落とし作業（図-1）が実施されているが、費用がかかる他、道路上の作業のため、作業員と通行車両の安全確保が必要であることから、より効果的な対策が望まれている。

北陸地方を中心とした地域では、標識裏面に傾斜させた板（以下、傾斜板）やカバーを取り付けることにより、雪を危険の少ない少量のうちに落下させる対策方法や、塗料などにより表面に雪が付着しにくい性質に変える試み²⁾⁻⁴⁾が行われている。本州とは雪質が異なる北海道のような低温な地域においても、塗装などによる冠雪対策について、いくつかの研究例はあるが⁵⁾、塗装によらない傾斜板やカバーによる対策に関する知見は十分ではない。そこで著者らは、道路案内標識の裏面梁材に発達する冠雪の対策として、山型屋根や傾斜板に着目して、北海道で現地試験を行っており⁶⁾⁻⁸⁾、傾斜板の設置角度が大きくなるにつれて、冠雪の落雪を促す効果が高いことを確認した。しかし、この対策においても気象条件によっては冠雪する場合があった。



図-1 人力による雪下とし作業状況

そこで、この冠雪対策工が適用可能な気象条件を明らかにするため、北海道内で気象条件の異なる市街地と山間部の2箇所、道路案内標識の裏面梁材の無対策箇所と勾配や形状を変更した数種類の傾斜板を設置し、一定量の降雪があった事例を対象に、冠雪対策工の冠雪量について比較試験を行った。

2. 試験方法

(1) 概要

試験地は、札幌市内の（独）土木研究所寒地土木研究所構内と、札幌市中心部から南西に約45kmに位置する中山峠（標高835m）である。前者には実物大の道路案内標識（F型柱）を設置し、後者には、梁材と道路案内標識（縦2m横2m）を組み合わせた簡易な標識を設置し、それぞれ冠雪対策工の試験を行った。試験では道路案内標識裏面の水平梁材に、形状や材質の異なる傾斜板を設置し、静止画像記録装置による冠雪、落雪状況の撮影を行うとともに、気象（気温、風速、風向、積雪深）及び、各対策工の部材表面温度の測定をいずれも10分間隔で行った。試験期間は札幌市内、中山峠ともに2009年12月16日～2010年3月18日の約3ヶ月である。

(2) 冠雪対策工の種類

設置した冠雪対策工の種類を表-1、取付状況を図-2に示す。冠雪対策工の形状は2種類で、傾斜板と多段式傾斜板である。このうち多段式傾斜板は、傾斜板に大きさの異なる板2枚を、50mmの間隔を空けて階段状に設置したものである。傾斜板の勾配は45°と60°の2種類、材質はアルミと鋼の2種類を用い、これらの組み合わせで、札幌市内は4種類（表-1のA-45、A-60、B-60、C-60）、中山峠は2種類（表-1のA-60、C-60）の冠雪対策工の試験を実施した。そして、梁材の無対策箇所（STK216.3φ厚さ4.5mm）と冠雪状況を比較した。

表-1 冠雪対策工の形状寸法

設置箇所	記号	形状	勾配	寸法(長さ×幅×高さ: mm)	材質
札幌市内	A-45	傾斜板	45°	700×450×2	アルミ
	A-60	傾斜板	60°	560×450×2	アルミ
	B-60	傾斜板	60°	560×450×2.3	鋼
	C-60	多段式傾斜板	60°	560×450×100 3段 ステップ幅50mm	アルミ
中山峠	A-60	傾斜板	60°	560×450×2	アルミ
	C-60	多段式傾斜板	60°	560×450×100 3段 ステップ幅50mm	アルミ

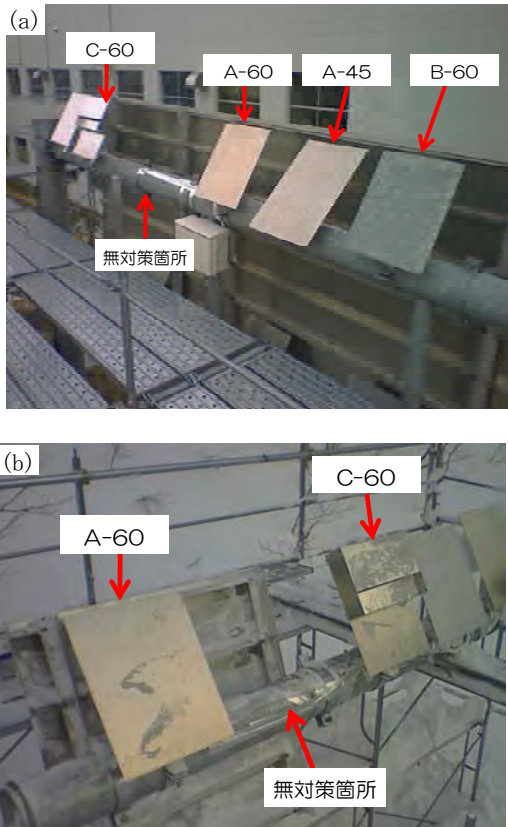


図-2 冠雪対策工の取り付け状況
(a) 札幌市内、(b) 中山峠

(3) 降雪深と冠雪量の観測

降雪深は、6 時間前の積雪深との差を算出し、この差が 10cm 以上で、且つ最大となった時点を降雪深とした。

冠雪の発生状況及び冠雪量は、静止画像(10 分間隔)から目視で計測を行った。そして、無対策箇所と冠雪対策工の部材から、鉛直方向に冠雪の高さを読み取り、降雪深と同じ 6 時間を冠雪量とした。

3. 試験結果

(1) 試験期間の気象状況

表-2 に試験期間の気象状況を、図-3 に試験期間の気温と積雪深の推移を示す。札幌市内における試験期間中の気温は、平均-2.3℃、最高 9.2℃、最低-12.8℃であり、試験期間中は 0℃付近を推移していた。一方、中山峠の気温は、平均-8.2℃、最高 9.7℃、最低-19.2℃であり、札幌市内より平均気温が 5.9℃低かったが、最高気温は 0.5℃高かった。特に 3 月では、0℃を超える日が 4 日間あった。札

幌市内の積雪深は最大 65cm、中山峠では最大 301cm で、札幌市内の 4.6 倍の積雪深であった。札幌市内の風速は、平均 0.9m/s、最大 4.2m/s であった。一方、中山峠の風速は、平均 2.8m/s、最高 10.1m/s で、平均、最大ともに札幌市内の 2 倍以上の風速であった。図は省略するが、札幌市内の試験期間中の最多風向は、南西が約 27%、次いで北東の約 19%と反対側からの風向も見られた。一方、中山峠の風向は、西北西から北西の範囲で約 62%の割合であった。なお、今回抽出した冠雪時の気温は、全て 0℃以下であった。

表-2 試験期間の気象状況

試験場所	測定項目	気温(℃)			積雪深(cm)		風速(m/s)	
		平均	最高	最低	平均	最大	平均	最大
札幌市内		-2.3	9.2	-12.8	31	65	0.9	4.2
中山峠		-8.2	9.7	-19.2	236	301	2.8	10.1

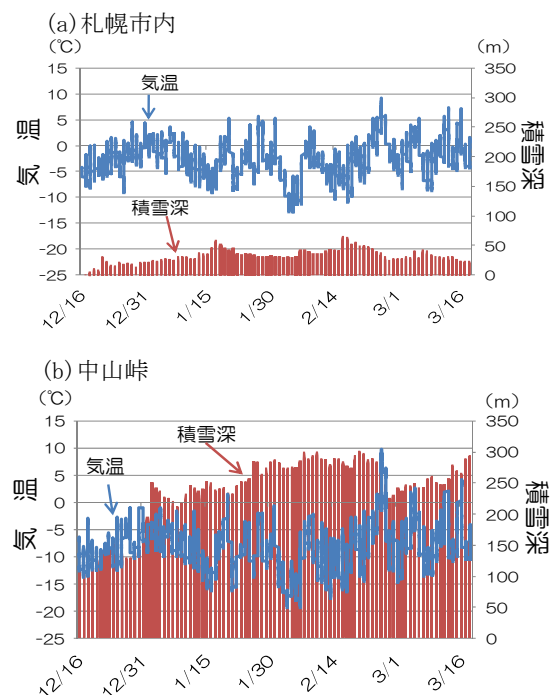


図-3 試験期間の気温と積雪深の推移
(a) 札幌市内、(b) 中山峠

(2) 降雪深と冠雪量の関係

降雪深と各冠雪対策工の冠雪量の関係を図-4 に示す。図-4(a)より札幌市内の無対策箇所は、降雪深に対し冠雪量が一部を除いて 75~110%程度であり、冠雪量の減少があまり見られなかった。勾配が 45°(A-45)、60°(A-60)では、勾配の大きい 60°(A-60)の方が冠雪量が減少する傾向が見られた。材質と形状の違う A-60、B-60、C-60 では、降雪深が 15cm 以下の場合 A-60、B-60 の冠雪量は降雪深に対して概ね 50%以下、C-60 では一部を除いて 25%以下であった。降雪深が 20cm を超えると対策を行ってもあまり冠雪量の減少が見られなかったが、C-60 では 70%程度の減少が見られた。また、A-60、B-60 の降雪深と冠雪量の関係は類似しており、材質による冠雪量の差は見られなかった。一方、図-4(b)に

示す中山峠では、無対策箇所の降雪深に対する冠雪量の割合は、40～110%で、札幌より冠雪量が減少している場合も見られた。形状の違う A-60、C-60 の冠雪量は同様な傾向を示し冠雪量は 50%以下で、形状による冠雪量の減少の差は見られなかった。

(3) 風速と冠雪比率の関係

図-5 に風速 (6 時間平均) と各冠雪対策工の冠雪量を降雪深で除した値 (以下、冠雪比率) の関係を示す。札幌市内(図-5(a))の試験時の風速は 2.0m/s 以下で、中山峠(図-5-(b))では 2.0～6.0m/s 程度の風速であった。札幌市内では、無対策箇所と冠雪対策工において、風速と冠雪比率の関係に明確な違いは見られなかったが、弱風下でも対策工の種類による冠雪比率の減少がみられた。一方、中山峠では、無対策箇所の風速の増加による冠雪比率の減少は見られなかったが、傾斜板(A-60)、多段傾斜板(C-60)では、風速の増加に伴い冠雪比率の減少が見られ、0.5 以下であった。特に風速 4.0m/s 以上から冠雪比率が 0 になる傾向がみられた。しかし、対策工の形状の違いによる、冠雪比率の差は見られなかった。

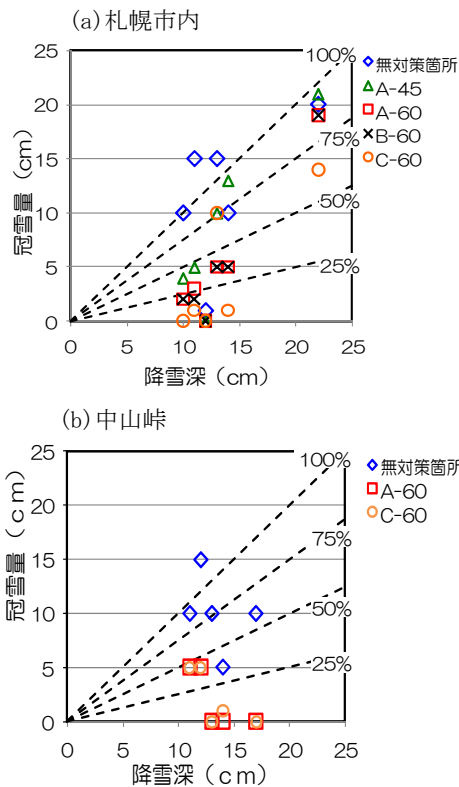


図-4 降雪深と各冠雪対策工の冠雪量の関係
(a) 札幌市内、(b) 中山峠

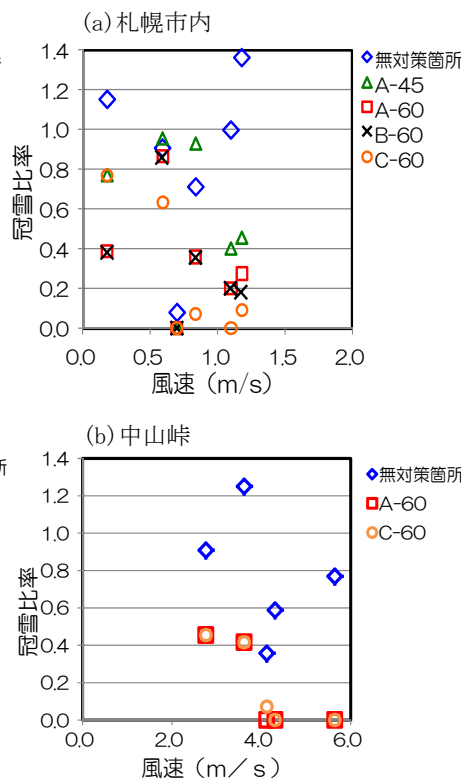


図-5 風速と各冠雪対策工の冠雪比率
(a) 札幌市内、(b) 中山峠

(4) 気温と冠雪比率の関係

図-6 に気温(6 時間平均)と各冠雪対策工の冠雪比率の関係を示す。札幌市内及び中山峠の気温と冠雪対策工の冠雪比率との関係には、明確な関係は見られなかった。しかし、気温-12～0℃の範囲においても、無対策箇所より、冠雪対策工の冠雪比率の方が低い傾向が見られた。また、中山峠での冠雪対策工の形状と、気温の違いによる冠雪比率の差は見られなかったが、札幌市内では、同じ気温でも各冠雪対策工の勾配と形状の変更による、冠雪比率の違いが見られた。特に勾配が大きい、多段式傾斜板(C-60)で冠雪比率が減少する傾向が見られた。

(5) 部材表面温度と冠雪比率の関係

図は省略するが、部材表面温度と冠雪比率の関係は、気温とほぼ同様の傾向を示し、部材表面温度と冠雪比率の明確な関係は見られなかった。また、鋼の部材表面温度は、アルミよりわずかに高い傾向が見られたが、冠雪比率に大きな差は見られなかった。

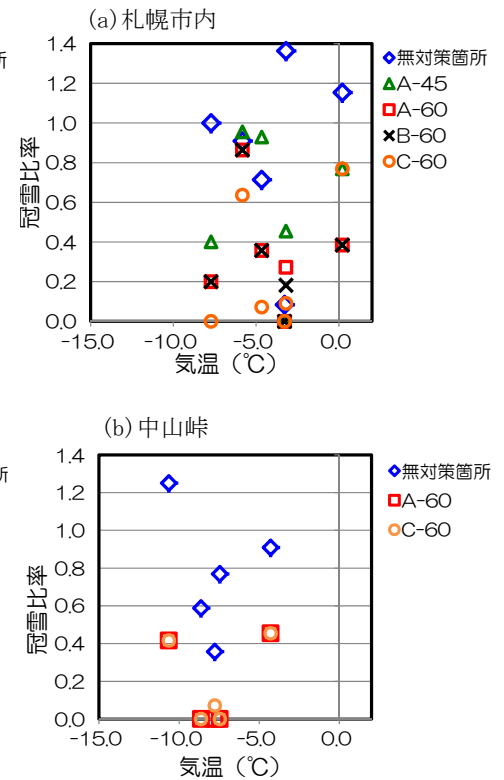


図-6 気温と各冠雪対策工の冠雪比率
(a) 札幌市内、(b) 中山峠

4. おわりに

道路案内標識の裏面梁材に発達する冠雪の、対策工による冠雪量の低減効果について、気象の異なる札幌市内と中山峠で試験を実施した。6時間に10cm以上の積雪深の増加があった事例を対象に、冠雪対策工の形状、材質、冠雪量と気象条件との関係について試験を行った。

試験の結果から、短時間に多量の降雪があった場合でも、冠雪対策工の冠雪量が減少することが分かった。この効果は、札幌市内では勾配が45°より60°の方が、傾斜板(A-60、B-60)より多段式傾斜板(C-60)の方が大きかった。ただし、6時間に20cm以上の積雪深の増加があった場合、この効果が小さくなる可能性があるので注意が必要である。また、材質(A-60、B-60)による冠雪量の低減効果の違いは見られなかった。一方、中山峠では、傾斜板(A-60)と多段式傾斜板(C-60)の冠雪量の低減効果の差はなく、どちらの冠雪対策工においても、冠雪量を低減することができると考えられる。また、中山峠では、風速の増加に伴う冠雪比率の減少も見られ、特に風速4.0m/s以上で冠雪比率を減少させる効果があると考えられる。気温と各冠雪対策工の関係は見られなかったが、-12.0~0°Cの範囲においても冠雪対策工の効果が見られた。

以上の結果から、今回試験した範囲の気象条件において、気温-12.0~0°Cで風速2.0m/s以下では、多段式傾斜板(C-60)が、風速2.0m/s以上では、傾斜板(A-60、B-60)と、多段式傾斜板(C-60)が冠雪量の低減に有効であると考えられる。冠雪量を低減して、少量の雪で落下させることにより、被害に至る可能性を低くする。また、雪落とし作業が減ることによるコストの縮減効果と、道路上での作業が減ることによる安全性の向上が期待できるものと考えられる。

今回の事例は、気温が0°C以下であることから乾雪の冠雪であったと考えられる。今後は湿雪の冠雪についても調査すると共に、傾斜板によらない他の対策工、例えば網状の板を用いて、雪を影響の少ない、小さな状態で落雪させる冠雪対策についても、試験を行っていきたい。

参考文献

- 1) 松下拓樹, 坂瀬修, 上田真代, 松澤勝: 落雪の衝撃力と飛散状況からみた被害発生の可能性について, 第25回寒地技術シンポジウム, 2009
- 2) 氷見清和, 高林外広, 石井雅: 光触媒膜を用いた滑雪板の開発, 第18回ゆきみらい研究発表会論文集, 2006
- 3) 佐藤克己, 田島功章: 道路標識等における冠雪対策, 第21回北陸雪氷技術シンポジウム, ゆきセンター, 2006
- 4) 畦地吾一, 西谷直人, 村田暢親: 標識等の落雪対策現地試験, 第17回ふゆトピア研究発表会論文集, p204-207, 2005
- 5) 吉田光則, 吉田昌充, 金野克美, 染谷宏, 森脇元宏: 着雪氷防止技術に関する研究(第4報)-滑雪塗料の開発とその評価について-, 北海道立工業試験場報告, No.302, p87-91, 2003
- 6) 上田真代, 松下拓樹, 伊東靖彦, 松澤勝: 道路案内標識の着雪対策に関する観測, 第24回寒地技術シンポジウム 寒地技術論文・報告集 vol.24, p355-359, 2008
- 7) 松下拓樹, 坂瀬修, 松澤勝: 道路案内標識の簡易着雪対策工の効果について, 寒地土木研究所月報, No691, p34-39, 2010
- 8) 坂瀬修, 上田真代, 松下拓樹, 松澤勝: 道路案内標識の着雪及び落雪発生の気象条件, ゆきみらい研究発表会, 2010