

滑落抑止屋根材料の表面性状に関する研究

Research on surface properties of roofing used for snow stop roof

伊東敏幸, 田沼吉伸, 千葉隆弘,
前田憲太郎, 苫米地司 (北海道科学大学)
Toshiyuki Ito, Yoshinobu Tanuma, Takahiro Chiba,
Kentaro Maeda and Tsukasa Tomabechi

1. はじめに

積雪地域における勾配屋根は、従来から屋根雪を自然滑落させる処理が主流であったが、近年は写真1に示すような滑落雪を抑止する勾配屋根が普及している。上写真は塗装鋼板のハゼやリブを横方向に施工し、葺き板の接合部となるハゼや下地固定のために設けられるリブを用いて屋根の傾斜方向への滑落雪を抑止する屋根である。下写真は塗装鋼板の表面に砂粒を付着させ、その凹凸によって屋根雪の滑落を抑止しているものである。これらの屋根工法における問題は、屋根雪の融雪水を適切に処理することであったが、近年では小屋裏換気を十分に確保し、屋根雪を融雪させないようにすることで、それらの問題は解消されつつある。



写真1 滑落雪抑止屋根の例

しかしながら、滑落雪抑止工法の一つである砂付き塗装鋼板の多くは滑落抑止を目的として開発された屋根材料ではなく、既存の屋根材料を滑落雪抑止に応用したものであることから、滑落雪抑止に関わる砂性状の特性は明らかにされていない現状にある。これらのことから本研究では、滑落雪に及ぼす砂性状の影響に関して実験的に検討することを目的とする。

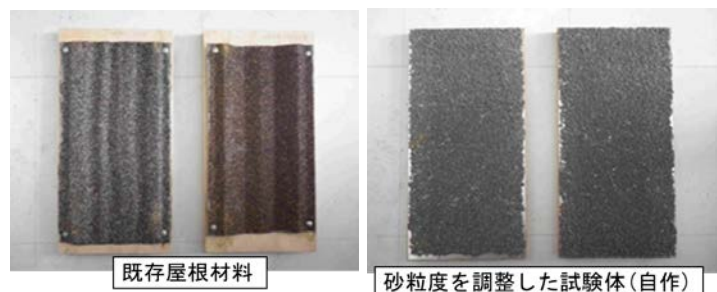


写真2 実験に用いた砂付き屋根材

2. 滑落雪抑止性能の砂粒度特性

既往の研究^{1),2),3),4)}によって屋根雪の滑落抑止に対する砂粒度の特性に関して次のことが分かっている。

写真2に示すような既存の砂付き屋根鋼板および砂粒度を変化させた屋根試験体を対象とし、ガラメ雪および氷板における動摩擦係数を測定した結果によると、図1に示すよう

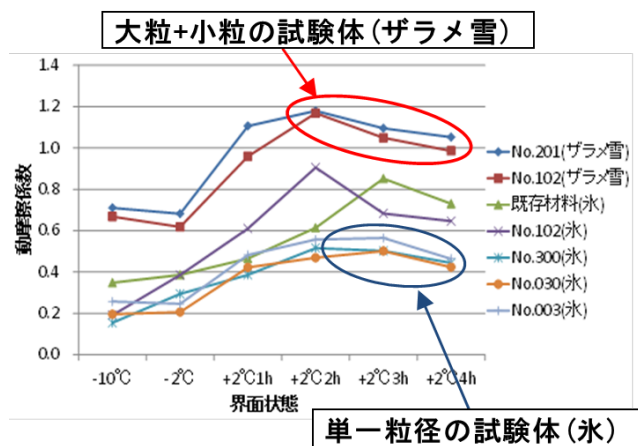


図1 動摩擦係数の砂粒度特性

に、大粒（粒径 2.4～1.7mm）と小粒（粒径 1.2～0.6mm）を混合させた砂粒度（図中の No.201 及び No.102）にすることで、既存材料よりも摩擦抵抗が大きくなる。具体的には、ザラメ雪の摩擦抵抗を高めるには大粒の砂、氷板の摩擦抵抗を高めるには小粒の砂が効果的である。なお、同一粒径で構成される砂粒度の摩擦抵抗は低くなる傾向にある。

既存材料、大粒＋小粒および大粒＋中粒（粒径 1.7～1.2mm）＋小粒の同様の試験体を用いた写真 3 に示す自然滑落雪実験を行った結果、図 2 に示すように、ザラメ雪においては、大粒＋中粒＋小粒（No.111）が滑落し易く、大粒＋小粒（No.201 及び No.102）は滑落することなく全てが融雪にて消雪することもあった。一方、氷板においては、大粒＋中粒＋小粒（No.111）は滑落し易い傾向にあるが、既存材料および大粒＋小粒（No.201 及び No.102）は滑落することなく全てが融解にすることが多かった。

以上の結果から、ザラメ雪および氷板の両雪氷体に対して滑落抑止機能が高い砂付き屋根材の表面性状をモデル化すると図 3 となる。図のように、大粒の砂で生じる表面凹凸によってザラメ化した屋根雪の滑落を抑止し、その表面に小粒の砂を配置することで、氷板化した屋根雪の滑落を抑止することができる。さらに、使用する砂を砕砂にすることで、氷板の滑り抵抗を向上できると考えられる。

3. 研究の方法

前述したような屋根雪の滑落抑止機能の高い材料表面性状モデルの試験体を作製し、それら試験体と雪氷体との動摩擦係数を測定して滑落雪抑止性能を評価した。

実験に供した試験体の砂粒度は、表 1 に示す通りである。表のように、砂粒は 2.5mm フルイを通過し 1.7mm フルイに残留するもの、1.7mm フルイを通過し 1.2mm フルイに残留するもの、1.2mm フルイを通過し 0.6mm フルイに残留するもの、0.6mm フルイを通過し 0.3mm フルイに残留するものの 4 種類の砂粒を混合して用いた。使用した砕砂は札幌市南区藤野で採取されたものである。なお、砂の粒形による効果をみるため、試験体の一部（試験体 No. に「カラー」がついたもの）は、前述した既往研究に用いたカラーサンドを用いた。砕砂とカラーサンドの粒形は、写真 4 に示すように、カラーサンドの角部は丸みを帯びているが、砕砂の角部は少し鋭角的であり、砂の表

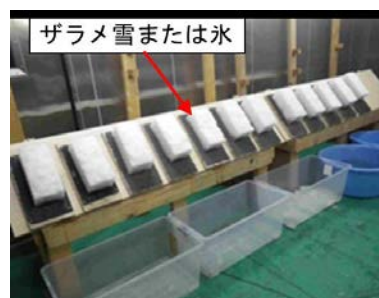


写真 3 滑落雪実験の状態

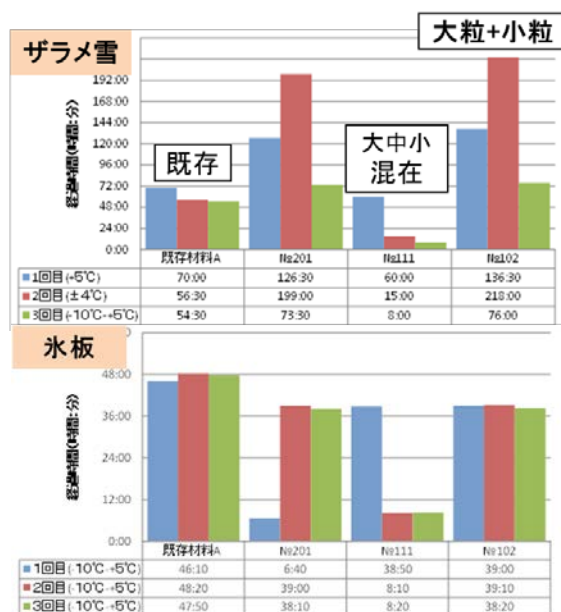


図 2 自然滑落雪の砂粒度特性

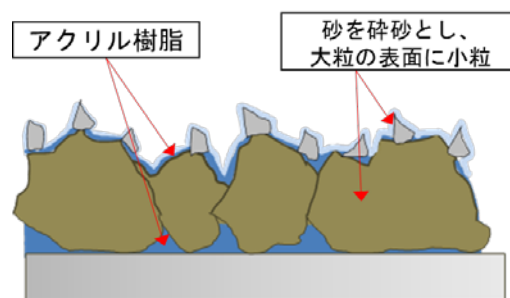


図 3 雪止め機能の高い表面形状モデル

面も粗面となっている。

試験体の大きさは幅 20cm, 長さ 40cm とし, 厚さ 1mm のアルミニウム板を厚さ 15mm ランバーコア合板に釘固定したものを下地台板とした。砂粒の付着方法は, 4 種類の粒径に分類した砂を所定の割合で混合し, その砂をアクリル樹脂塗料に練り混ぜ, アルミ板上に均一に塗布した後に, 乾燥器に入れて乾燥付着させた。なお, 試験体 1 枚あたりの砂量は 150g, 樹脂量は 75g とした。また, 表 1 に示す試験体 No. に「S」がついた試験体は, 雪止め機能の高い表面形状モデルを再現したものであり, 塗膜表層部に粒径の小さい砂を配置した 2 層塗りの試験体である。2 層塗りの試験体は, 各試験体の最小粒径の砂の 30% を除いた割合にて前述した方法で砂を塗布し, その後, に最小粒径の砂の 30% を表面塗膜の上に振りかけ, その上にアクリル樹脂をスプレー塗布した後に乾燥器にて乾燥付着させた。

雪氷体との動摩擦係数の測定は, 低温室内にて水平滑落装置を用いて行った。12×12cm のザラメ雪と氷板を試験体上で滑動させ, その摩擦抵抗から動摩擦係数を算出し, 屋根雪は外気温や時間経過によって雪質変化して状態となることから, 雪粒径 1~3mm 程度のザラメ雪および氷板の 2 種類の雪氷体を用いた。雪氷体を滑動さ

せる速度は 2mm/sec. とした。この速度は 1 時間で 7.2m 滑り落ちる速度であり, 一般住宅などの屋根雪が 1 時間程度内で滑落することを想定した速度である。屋根雪が滑落するときの摩擦界面状態は, 氷点下での乾燥状態から融雪過程での湿潤状態になることから, その界面条件を再現する手法で動摩擦係数を測定した。具体的には, 低温室内の温度を -10℃ で 1 時間放置した状態で摩擦係数を測定し, その後に室温を -2℃ として 1 時間後に測定, さらに室温を +2℃ として 1 時間毎に 4 回測定した。この方法では, -10℃ と -2℃ では乾燥状態の摩擦係数, +2℃ の 1~2 時間後は初期湿潤状態の摩擦係数, +2℃ 3~4 時間後は湿潤状態の摩擦係数が測定できる。このような方法で動摩擦係数の測定を 3 回行い, 測定された 3 回の摩擦係数の平均値を用いた。

4. 結果および考察

砂付き塗装鋼板屋根における滑落雪抑止性能が高い表面性状の試験体を作製し, それら試験体と雪氷体との動摩擦係数を評価した結果を図 5 に示す。図のように, ザラメ雪との動摩擦係数は, 大粒 (粒径 2.4~1.7mm) の砂が混入された試験体 (No.2010, No.1020, No.2100S, No.2001S) において湿潤状態の摩擦係数が 0.9~1.1 と大きな

表 1 砕砂を用いた試験体の砂粒度

試験体NO.	砂粒の粒径別割合(重量割合)			
	2.4~1.7mm	1.7~1.2mm	1.2~0.6mm	0.6~0.3mm
No.2010	67%	0%	33%	0%
No.1110	33%	34%	33%	0%
No.1020	33%	0%	67%	0%
No.0201	0%	67%	0%	33%
No.0111	0%	33%	34%	33%
No.0102	0%	33%	0%	67%
No.2010 カラー	67%	0%	33%	0%
No.1110 カラー	33%	34%	33%	0%
No.1020 カラー	33%	0%	67%	0%
No.2100S	67%	33%	0%	0%
No.2010S	67%	0%	33%	0%
No.2001S	67%	0%	0%	33%

大粒 中粒 小粒 微粒

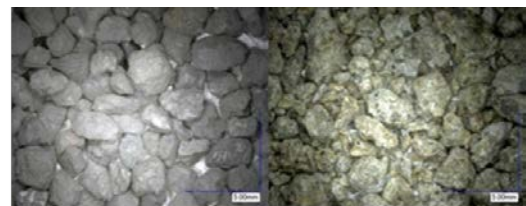


写真 4 滑落抑止用の砂の形状

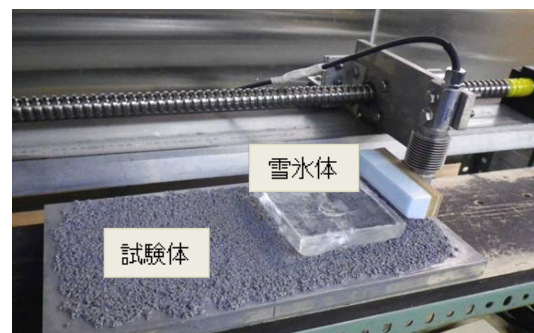


図 4 動摩擦係数の測定方法

るのに対し、大粒が混入されていない試験体 (No.0201, No.0102) の摩擦係数は 0.6~0.8 程度の低い値となる。氷板との動摩擦係数をみると、表層部に小さな砂を配置した 2 層塗りの試験体 (No.2100S, No.2001S) および微粒の砂が混入された試験体 (No.0201) の摩擦係数が若干大きくなる傾向がみられる。

これら試験体における摩擦界面状態が湿潤状態となる 2℃2~4 時間経過の平均動摩擦係数をみると図 6 となる。図のように、ザラメ雪に対しては大粒混入の効果が顕著となり、氷板に対しては、若干であるが 2 層塗りの効果が確認できる。

5. まとめ

砂付き塗装鋼板における屋根雪の滑落抑止に対する表面性状について実験的に評価した結果、滑落抑止に効果的となる砂粒度の特性が分かった。ザラメ化した屋根雪の滑落抑止には大粒 (粒径 2mm 程度) の砂が有効に作用し、氷板化した屋根雪の滑落抑止には小粒 (粒径 1mm 程度) の砂が有効であり、それらが混在した状態の砂粒度において滑落抑止機能が高くなる。また、使用する砂に鋭角のある砕砂を用いることで、滑落抑止性能を向上させることができ、さらに、屋根材料の表面に微小な砕砂が配置されるような表面仕上げにすることが有効となる。

【参考文献】

- 1)伊東敏幸, 苫米地司, 2011: 砂粒仕上げ鋼板屋根の雪止め性能について, 日本建築学会大会学術講演梗概集 B 1, pp.161-162
- 2)伊東敏幸, 千葉隆弘, 苫米地司, 2012: 石粒化粧屋根材の雪止め機能評価実験, 日本建築学会北海道支部研究報告集, **85**, pp.13-14
- 3)伊東敏幸, 高倉政寛, 苫米地司, 2013: 砂仕上げ屋根葺材における砂粒度と雪氷体の摩擦係数について, 日本建築学会北海道支部研究報告集, **86**, pp.5-6
- 4)伊東敏幸, 高倉政寛, 苫米地司, 2013: 砂仕上げ屋根葺材におけるザラメ雪および氷板の摩擦係数, 雪氷研究大会 (2013・北見) 講演要旨集, p.108

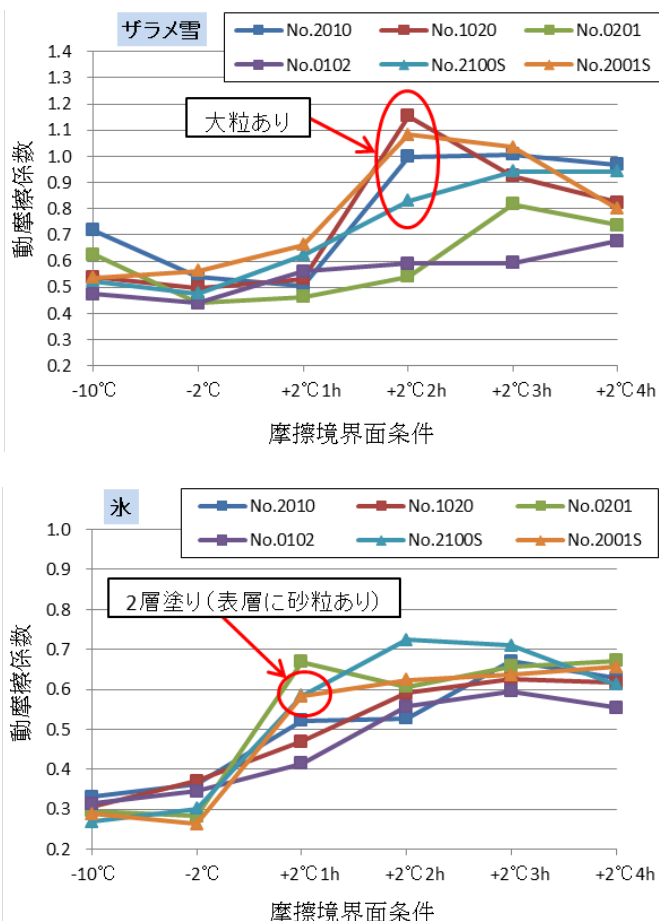


図 5 砕砂試験体の動摩擦係数

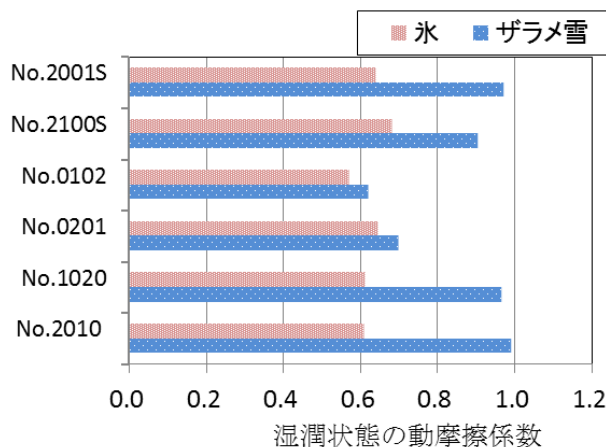


図 6 湿潤状態での動摩擦係数平均値