

屋根材の滑雪性能に対応した勾配屋根における暴露試験の滑落雪状況

伊東敏幸 (北海道工業大学), 苫米地司 (北海道工業大学)

1. はじめに

屋根雪を自然滑落させるには, 屋根葺材の滑雪性能に適した屋根葺工法や屋根勾配を設定することが望ましい. しかし, その設計手法は適切に確立されていないことから, 計画的に滑落雪させる屋根の勾配設定手法を確立する必要がある. 本研究では, 過去 6 年間行ってきた滑落雪屋根の屋外暴露試験の結果を分析し, 滑落雪の発生状況および滑落雪に及ぼす温度履歴などの影響を明らかにする.

2. 研究の方法

本研究は, 北海道工業大学 3 号館屋上に設置した屋外暴露試験体における滑落雪データを用いる. 2004 年度~2009 年度の滑落雪状況のデータ整理を行い, 積雪期間における温度履歴と滑落雪発生との関係を明らかにし, 滑落雪の発生に関わる要因を分析する. また, 滑落雪時における屋根条件, 外気温, 積雪深および積雪経過時間などの相互関係を検討し, 滑落雪の発生を確率的に評価する.

滑落雪屋根の屋外暴露試験体は写真-1 に示すように, 表面粗度の異なる 3 種類の屋根葺材 (塗装鋼板) とし, 各々の滑雪性能に基づいた 3 通りの屋根勾配 (急勾配, 中勾配および緩勾配) で暴露している¹⁾. なお, 葺工法は滑落しやすいコハゼ葺きとした. 分析に用いた気象データ (外気温と積雪深) は, 手稲山口アメダスデータの気温と降水量 1mm を積雪深 1cm に換算した積雪深とし. なお, 積雪深 5cm 未満での消雪は融雪を大きく伴う滑落雪による場合が多いので, 本分析の滑落雪現象から除外した.

3. 結果および考察

図-1 に 2004~2009 年度における 6 年間の滑落雪回数を示す. 艶消の滑落回数は少なく, 半艶と光沢は近似する結果となった. 艶消は勾配が急なため積雪し難いことや日射で融雪し易いため回数が少なくなる. 半艶と光沢においては急勾配と中勾配の回数が同程度であり, 緩勾配の回数が 15 回程少ない状況にある. よって, 半艶と光沢においては屋根材料の滑雪性能に対応した滑落雪が発生したものと判断できる.

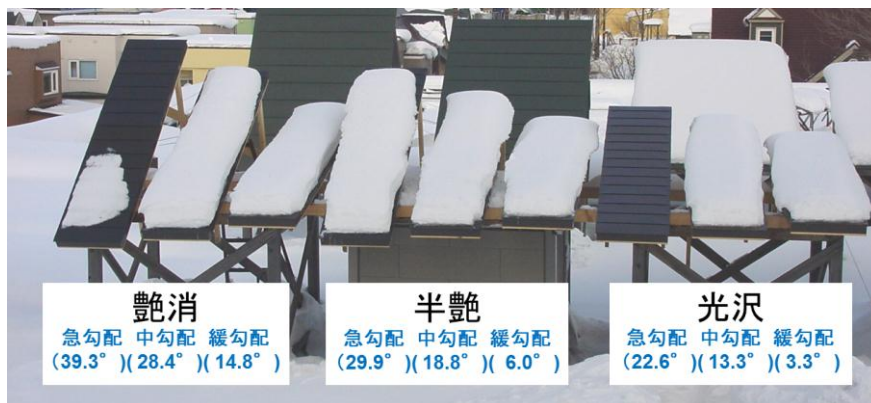


写真-1 暴露した屋根試験体の状態

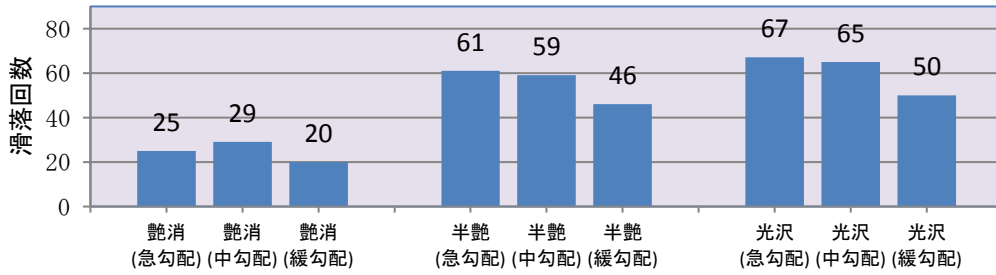


図-1 暴露屋根の滑落雪回数 (6冬期)

図-2に半艶と光沢における滑落雪時の外気温と積雪深の関係を示す。何れの屋根葺材においても、急勾配と中勾配は同様の分布となり、0℃未満での滑落が多く、その積雪深も小さいのに対し、緩勾配になるとプラス温度での滑落雪が多く、その積雪深も大きくなる。滑落雪回数の少ない緩勾配においては、屋根雪下層の融雪や凍着の影響を受けることから、滑落時の気温が高くなる場合が多いと考えられる。図-3は積雪深と積雪経過時間の関係を示した図である。何れの勾配においても積雪深が15cm程度以下での滑落雪が多く、両者の関係は積雪深が大きくなると経過時間が長くなる傾向にあり、その傾向は急勾配および中勾配よりも緩勾配において顕著となる。

このように、半艶と光沢においては、外気温が滑落雪発生に大きく影響しているこ

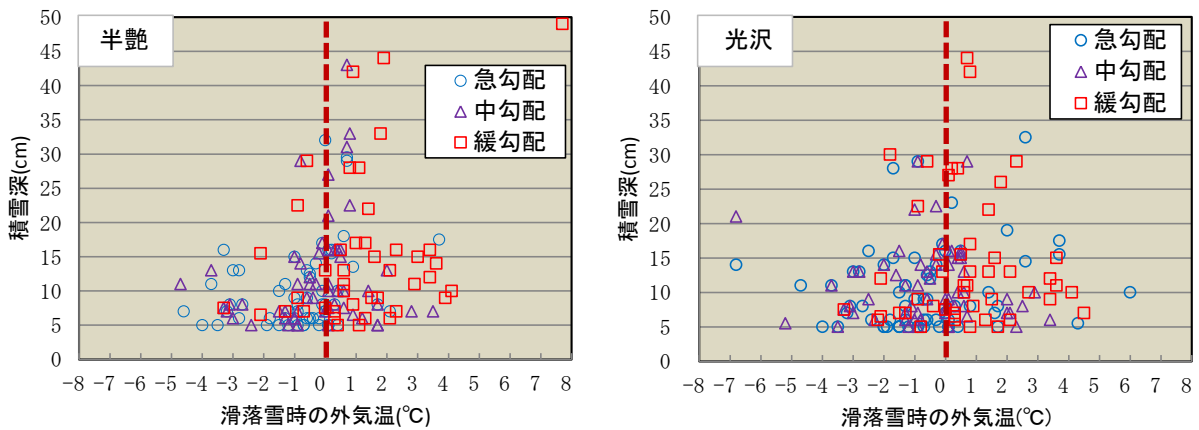


図-2 滑落雪時の外気温と積雪深の関係

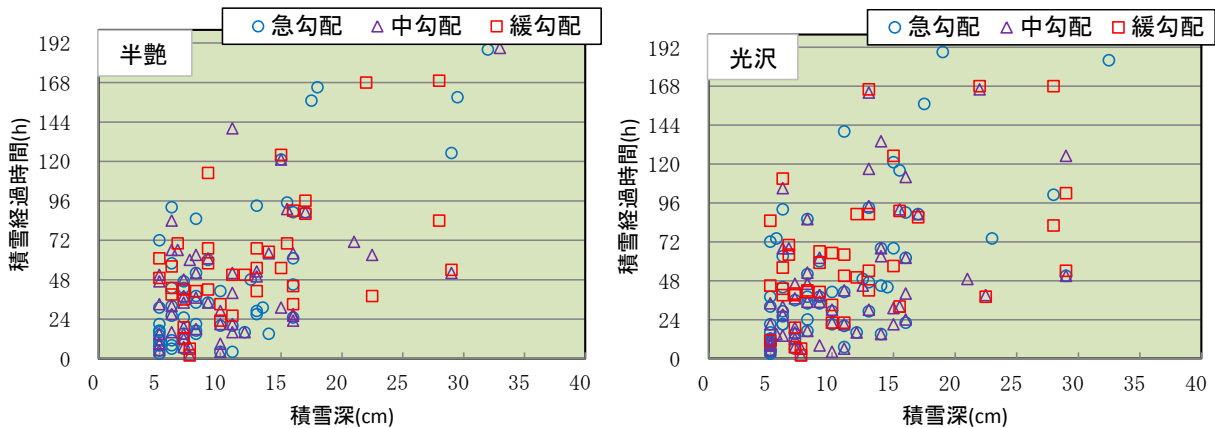


図-3 滑落雪時の積雪深と積雪経過時間の関係

とから、滑落雪の外気温ヒストグラムにて温度分布をみると図-4となる。急勾配と中勾配では+1℃未満での滑落雪が支配的であり、それ以上での滑落は殆どないのに対し、緩勾配では+1℃を頂点とする正規分布に近似する温度分布となる。急勾配と中勾配では屋根葺材の滑雪性能が適切に機能し、屋根面と屋根雪の凍着も少ないので外気温が+1℃に達すれば滑落雪するためと考えられる。一方、緩勾配では滑落時のプラス温度が広範囲になることから、自然滑落雪を計画することは不適切と言える。

外気温と累積滑落雪割合の関係を見ると、図-5のように、急勾配と中勾配では+1℃未満で90%滑落するのに対し、緩勾配は50%程度に留まり、+3℃未満でなければ90%滑落に達しない。

図-6は半艶と光沢における積雪経過時間と累積滑落割合の関係である。屋根上への積雪開始後48時間以内で滑落する割合は、急勾配と中勾配では60~70%になるが、緩勾配では30%に留まる。積雪開始後72時間以内で滑落する割合は、急勾配と中勾配では80%程度、緩勾配では50%となる。図-7は積雪深と累積滑落割合の関係を+1℃未満と+1℃以上に分別して示したものである。+1℃未満での滑落雪は、勾配に関わらず積雪深15cm以下が90%を占めるのに対し、+1℃以上の滑落雪では勾配に関わらず15cm以下は60%に留まる。これは積雪経過時間が短い場合は+1℃未満で滑落することが多いのに対し、積雪経過時間が長くなると積雪下面の雪質が変化し、+1℃以上にならなければ滑落しないことが多くなるためである。

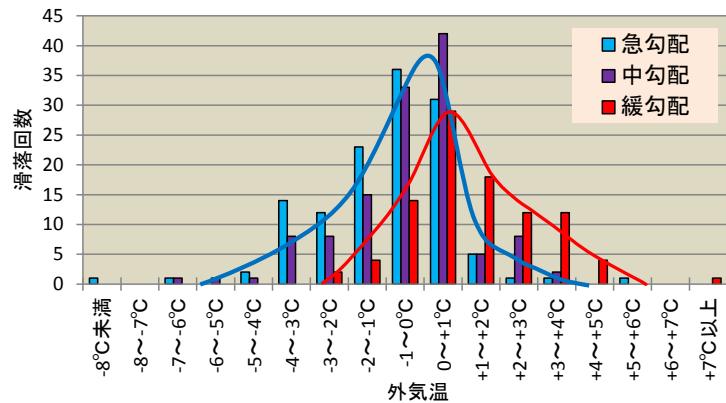


図-4 滑落雪の外気温ヒストグラム

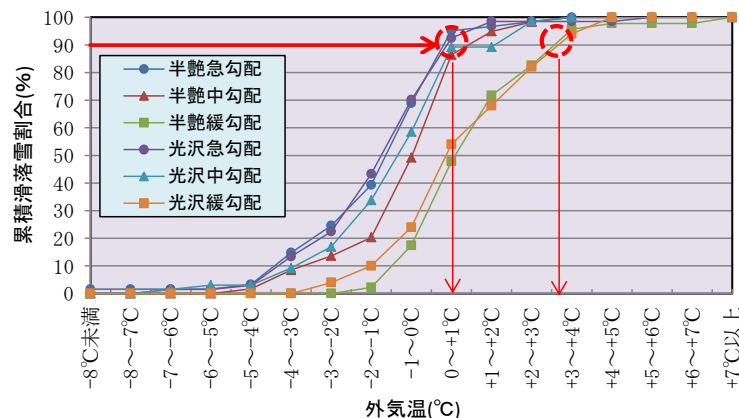


図-5 外気温と累積滑落雪割合の関係

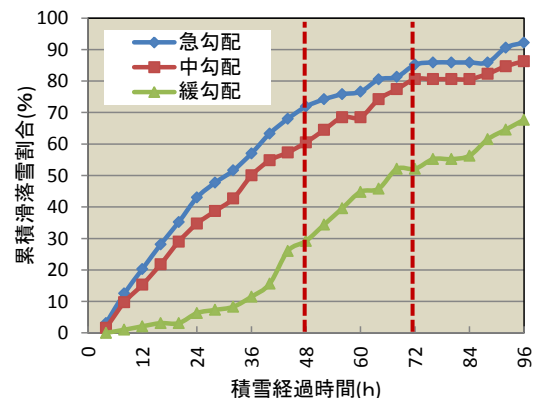


図-6 滑落雪時の積雪経過時間特性

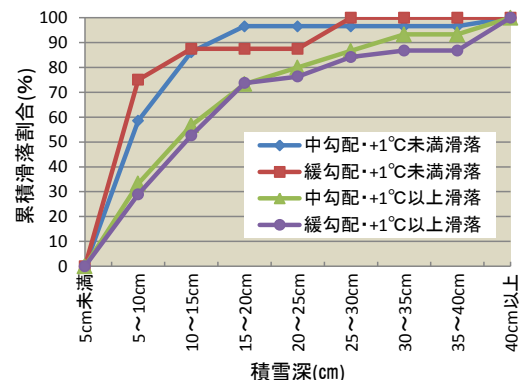


図-7 滑落雪時の積雪深特性

4. まとめ

屋根葺材の滑雪性能に対応した屋根勾配における暴露試験を札幌にて行い、屋根雪の滑落雪状況を分析した。その結果、半艶と光沢では同様の滑落状況となり、それら材料においてはしまり雪との摩擦係数範囲の中央値に対応した勾配（中勾配）であれば、外気温が+1℃未満で90%の確率で滑落雪することが判った。さらに、その場合、積雪深は15cm以下、積雪経過時間は96時間以内となる。なお、その勾配よりも小さな勾配における滑落雪は、外気温が高く、積雪深が大きく、積雪経過時間も長くなる傾向にある。これらのことから、積雪地域において自然滑落雪の勾配屋根を計画するには、使用する材料性能に併せてその地域の外気温に対応した設計が必要である。

【参考文献】

- 1) 伊東敏幸ほか，2006.3：滑落雪屋根の勾配設定法，北海道工業大学研究紀要，第34号，1-6
- 2) 伊東敏幸，苫米地司，2007.7：自然滑落雪屋根における勾配設定の手法，日本建築学会北海道支部研究報告集，No.80，29-32
- 3) 伊東敏幸，苫米地司，2007.9：屋根雪の滑落に関わる外気温の変化特性，第24回日本雪工学会大会論文報告集，87-89