

屋根雪の滑落雪に及ぼす降積雪時の外気温特性

伊東敏幸、苫米地司 (北海道工大)

1. はじめに

勾配屋根における屋根上積雪荷重を適切に評価するためには、屋根構工法や気象要因を用いて屋根雪の滑落を規則的に推定する必要がある¹⁾。本研究では暴露試験の結果を用いて滑落雪に及ぼす温度履歴特性を分析すると共に、その温度特性における滑落発生への検証実験を行った。

2. 暴露試験における温度履歴特性

勾配の異なる屋根試験体を札幌市手稲区の屋外に3冬期間暴露した結果における滑落雪と外気温履歴との関係を分析すると次のようになる。

外気温履歴は表1に示すように、屋根上に雪が堆積している期間を降雪開始時3時間、積雪期間および滑落時3時間の3つに区分し、さらに各々を温度別に3つに区分する。

外気温履歴別にみた滑落雪の発生回数を表2に示す。表のように、降雪開始時3時間気温はマイナスのときが全体の3/4を占め、次いで0℃付近が多い。降雪時が0℃付近のときをみると、積雪時がマイナスであっても滑落時は0℃付近またはプラスになることが多い。これは降雪時に若干融雪し、その後に屋根面へ凍着するためである。降雪時がマイナスのときをみると、積雪時にプラスがあると滑落時に0℃付近またはプラスになり、積雪時がマイナスならば勾配30°以上において滑落時がマイナスとなることも多い。このように、滑落雪は降雪時および積雪時の温度履歴の影響を受け、滑落時の温度条件が異なり、さらに屋根勾配にも依存している。

屋根勾配と滑落時3時間温度との関係を図1に示す。図のように、滑落時温度は勾配30°以上ならば0℃付近より低くなるが、それより緩い勾配のときは高くなる傾向にある。これは、暴露試験に用いた屋根葺材におけるしまり雪との摩擦係数が0.4~0.5であることから勾配が25°程度より緩くなると、滑雪するためには摩擦界面に融雪水が多く必要になるためである。

表1 降雪開始から滑落雪までの温度区分

1.降雪時3時間平均気温 (界面の雪質変化)	2.積雪期間の気温 (界面の凍結融解)	3.滑落時3時間平均気温 (界面の凍着解除)
プラス(+1℃以上)	プラス(0℃以上)2回以上	プラス(+1℃以上)
0℃付近(-0.9~0.9℃)	プラス(0℃以上)1回	0℃付近(-0.9~0.9℃)
マイナス(-1℃以下)	マイナス(0℃未満)	マイナス(-1℃以下)

表2 温度区分別にみた滑落雪の発生状況

降雪時3h 気温区分	積雪時 気温区分	滑落時3h 気温区分	屋根勾配(deg.)				
			60	45	30	22	15
プラス (15回)	プラス2回以上	プラス	0	0	0	2	2
		0℃付近	0	0	0	0	1
		マイナス	0	0	0	0	0
	プラス1回	プラス	0	0	0	0	0
		0℃付近	0	0	0	1	0
		マイナス	1	1	1	0	0
	マイナス	プラス	0	0	0	0	0
		0℃付近	0	1	2	1	0
		マイナス	0	2	0	0	0
0℃付近 (41回)	プラス2回以上	プラス	0	0	0	1	0
		0℃付近	0	0	0	0	0
		マイナス	0	0	0	0	0
	プラス1回	プラス	0	2	3	2	3
		0℃付近	1	0	1	0	1
		マイナス	0	0	0	0	0
	マイナス	プラス	2	3	1	2	1
		0℃付近	3	2	1	3	2
		マイナス	2	2	3	0	0
マイナス (139回)	プラス2回以上	プラス	0	1	1	3	4
		0℃付近	0	0	0	0	1
		マイナス	0	0	0	0	0
	プラス1回	プラス	0	0	2	6	8
		0℃付近	0	1	3	2	1
		マイナス	0	0	0	5	1
	マイナス	プラス	6	10	10	8	4
		0℃付近	5	7	9	3	0
		マイナス	15	14	9	0	0

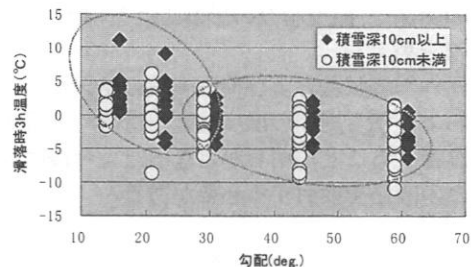


図1 勾配と滑落時3時間気温の関係

次に、降雪時の温度が及ぼす滑落時温度への影響を検討する。降雪時3時間の温度と滑落時3時間の温度との関係を図2に示す。図は降雪開始後18時間以内に滑落したもの(翌日に滑落)を示している。図のように、積雪時がマイナス温度のときは両者が線形関係にあり、降雪時温度が滑落時温度に影響していると言える。なお、積雪時にプラス温度があると滑落時温度が高くなる。同様に降雪開始後18時間を超えて滑落した場合についてみると図3となる。図のように、18時間以内に滑落する場合の傾向は見られず、降雪時温度は滑落時温度に影響していない。なお、積雪時がマイナス温度のときは、積雪時にプラス温度があるときよりも滑落時温度が低くなる傾向はある。これは、屋根雪が融解・再凍結することによって屋根面へ密実に凍着することが要因と考える。

3. 温度履歴を再現した検証実験

図2に示した降雪時温度と滑落時温度の線形関係を検証するための実験を2種類行った。実験Aは+2℃において30分間隔で降雪させた後に-5℃で放置し、8時間後に所定勾配を付けて室温を+2℃に上げ、その時点から滑落するまでの時間を計測した。この実験の結果を図4に示す。降雪開始順番①は120分融雪、同④は30分融雪、同⑤は融雪していないものである。実験時の勾配はガラスが15°、半艶消し塗装鋼板が20°、艶消し塗装鋼板が30°である。図のように、何れの材料においても融雪させた場合(順番①~④)の滑落時間に差は見られず、融雪させない場合よりも滑落時間が遅くなっている。これは+2℃で30分以上の融雪がある場合は、その融雪量は滑落時間に影響しないことを示している。

次に実験Aよりも融雪量を少なくした実験Bを行った。実験Bは室温を+2℃から1時間1℃ずつ-5℃まで下降させ、その過程に降雪させた場合の滑落時間を実験Aと同様に計測した。降雪は+2℃~-2℃までの5段階とした。この実験結果を図5に示す。図のように、融雪量の多い+2℃では滑落時間が長くなるが、融雪量が少なくなる-2℃に向かって、温度が低下するに伴い滑落時間が短くなる傾向にある。このことから、屋外暴露試験の結果から得られた降雪時温度と滑落時温度との関係は、温度履歴の影響による現象と言える。

4. まとめ

屋外暴露試験および検証実験の結果から、降雪時および積雪期間の温度履歴が滑落時の温度条件に影響することが明らかとなった。今後は屋根勾配との関係を検討する必要がある。

[参考文献]

- 1)伊東敏幸, 苫米地司:勾配屋根の滑落雪に及ぼす外気温履歴の影響, 第20回日本雪工学会大会論文集, pp.39-40, 2003.12

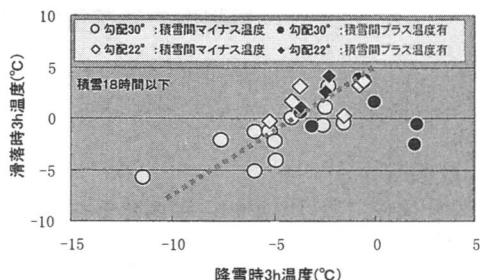


図2 降雪時気温と滑落時気温の関係 (積雪18時間以内のとき)

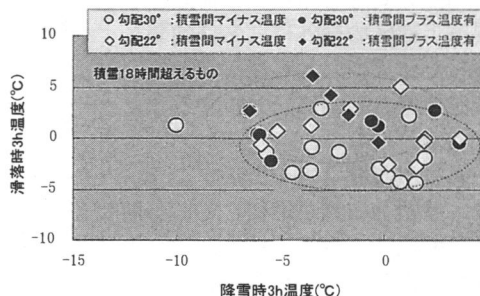


図3 降雪時気温と滑落時気温の関係 (積雪18時間を超えるとき)

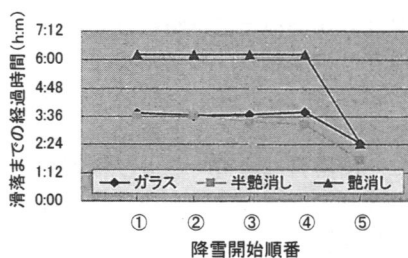


図4 降雪時の融雪時間を変えたときの滑落時間

