

勾配屋根における膜材を利用した屋根雪制御方法に関する実験的研究

その2 屋根雪制御装置による滑雪実験の結果および分析

An Experimental Study on a Method for Controlling Snowfall on Sloped Roofs Using Membrane Materials

Part 2: Results and analysis of snow sliding experiments using a roof snow control system

○上村聖¹, 森田駿平¹, 石鍋雄一郎², 中島肇³

*Hijiri Kamimura¹, Shunpei Morita¹, Yuichiro Isinabe², Hajime Nakajima³

Abstract: Previous studies have reported the effectiveness of blowing warm air into the double membrane for snow sliding. However, it has been reported that the temperature in the membrane was too high and non-uniform. In this study, we will conduct experiments while controlling the temperature in the membrane at a low temperature and uniform. In our experiments, we will measure the temperature of the membrane and the snow sliding time due to air blowing. The effectiveness of the double membrane panels will be confirmed by comparing the length of snow sliding time with the temperature in the membrane and by observing and comparing the snow sliding phenomena for each slope.

1. はじめに

既往の研究¹⁾より, 二重膜内に温風を吹き込むことによる滑雪の有効性が報告されている。しかし課題として膜内温度が上がりすぎたこと, 膜内温度が不均一であったことがあげられた。本研究では, 膜内温度を低温に制御しながら均一性を保つ実験を行う。前報(その1)では, 膜材を利用した簡易滑雪実験の実験概要および計測計画について記した。本報(その2)では, 実験結果の分析, 膜内温度および勾配による滑動開始時間の比較を行う。実験結果の考察および滑雪現象の観測, 分析をまとめることによって, 二重膜パネルによる滑雪制御方法の有効性を確認する。

2. 実験結果

屋根勾配が 16.7° (3/10 寸勾配) および 11.3° (2/10 寸勾配) の 2 パターンの実験を 3 回ずつ行った。その後, 膜内温度の均一化のために送風パイプを改良し 11.3° で実験を 3 回行った。改良後の実験 3 回のうちの 2 回は凍着強度確保前の融雪時間を, 膜内温度の計測点すべてが 0°C 以上になるまで延長した。合計 4 パターン 9 回の実験を行った。

2-1. 勾配の大きさによる比較

16.7° (3/10 寸勾配) と 11.3° (2/10 寸勾配) を比較して検討する (Figure 1a,b)。16.7° では 20 分前後で滑動を開始し, 3 回とも 1 時間以内に滑落した (Table 1)。11.3° では 3 回とも全て 1 時間以内での滑動開始はみられなかった。11.3° ではその後も 1 時間ほど観測を継続したところ, 3 回目のみ 1 時間 40 分 42 秒に滑動開始が確認された (Table 1)。16.7° では確実に滑雪することが把握できた。

2-2. 11.3° (2/10 寸勾配) 改良型との比較

11.3° (2/10 寸勾配) と 11.3° の送風パイプ改良型を比較する (Figure 1b,c,d)。Figure 1d) は送風パイプ改良型で凍着強度確保前の融雪時間を長くしたものである。11.3° では 1 時間以内での滑動開始はみられなかったが, 11.3° の送風パイプ改良型では 30 分前後で滑動開始が確認された (Table 1)。また, 融雪時間を長くすることにより凍着強度発生時の氷層が厚くなり, 凍着強度を失った瞬間に一気に滑落すると予想したが, 他の実験と変わらずゆっくりとした滑雪現象であった。

2-3. 膜内温度分布について

Figure 2a,b,c,d) に滑動開始時の膜内温度分布を示した。全ての膜内温度分布において R2 だけ著しく温度が低いため, 熱電対センサーがパイプ管に触れてしまっていることが考えられる。11.3° では 10°C 以下に制御することができたが二重膜パネル内部の左右で温度差があり, 右側の凍着強度がうまく解除できず滑雪しなかったと考えられる (Figure 2b)。送風パイプ改良型では, 二重膜パネル内部の左右温度差が小さくなり, 膜内が均一に温められたため滑動開始時間が短くなった (Figure 2c,d)。

3. まとめ

二重膜を利用した簡易実験装置で実験を行い, 比較や分析を行った結果, 膜内温度を低温に制御しても凍着強度を解除でき, 滑雪を制御することができることが分かった。屋根雪を制御するには 16.7° (3/10 寸勾配) 以上が確実と思われるが, 膜内を一樣に温めることによって 11.3° (2/10 寸勾配) においても滑動開始時間を短くすることができる。今後は, 膜材 C 種の表面粗さを計測し, 膜材 A 種と比較する。また既存屋根への簡易な取り付け方法などの検討を進めていく。

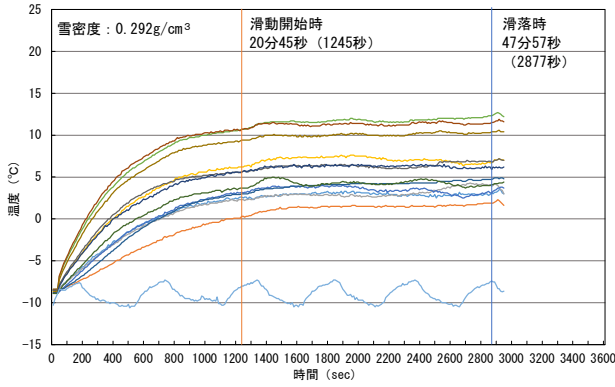
1: 日大理工・学部・建築 2: 日大短大・教員・建築 3: 日大理工・教員・建築

4. 参考文献

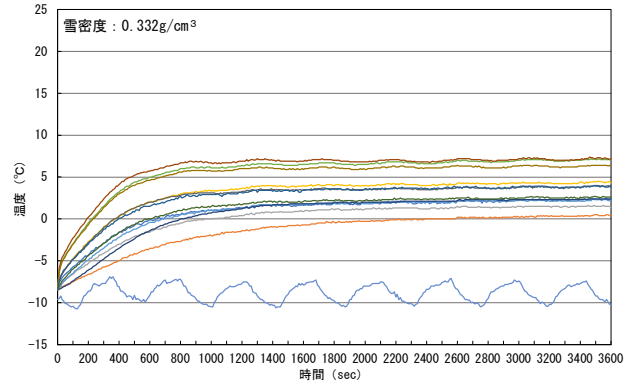
[1] 中島肇, 金子亮太, 小沼光紀, 大野啓介, 石鍋雄一郎: 積雪寒冷地域の勾配屋根における屋根雪制御方法の提案, 膜構造研究論文集, 第33号, pp.29-38, 2019年

Table1. Sliding start time and Sliding time

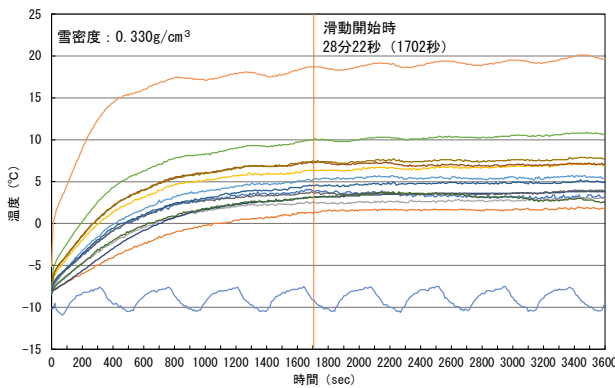
回数	傾斜板角度	16.7° (3/10寸勾配)	11.3° (2/10寸勾配)	11.3° 改良型
		1回目	15分30秒 26分14秒	滑動開始せず
2回目	滑動開始	24分43秒 49分25秒	滑動開始せず	32分07秒 滑落せず
3回目	滑動開始	20分45秒 47分57秒	1時間42分42秒 滑落せず	35分24秒 滑落せず



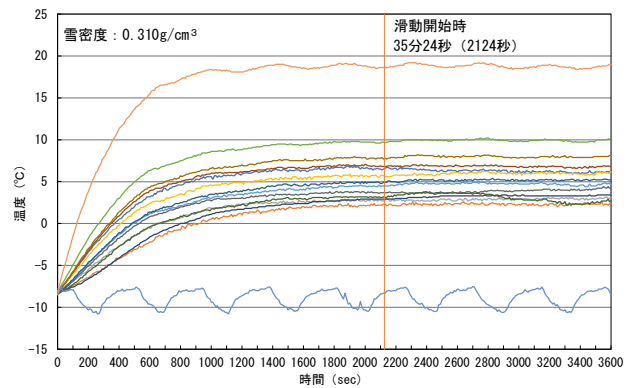
a)16.7° 3rd time



b)11.3° 3rd time



c)11.3° Improved type 1st time



d)11.3° Improved type 3rd time
Long snow melting time

Figure1. Temperature change inside the membrane

4.2		3.4
6.1		7.1
10.4	4.9	4.2
7		2
11.6	12.5	3.2

a)16.7° 3rd time

2.6		2.1
3.9		4.3
6.7	2.4	1.7
4.1		0.8
7.8	7.3	1.9

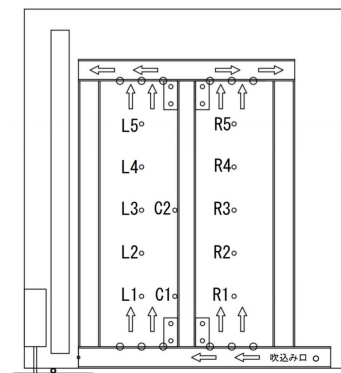
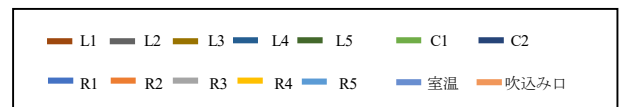
b)11.3° 3rd time

3.1		5.3
4.6		6.3
7.5	3.1	2.6
3.7		1.2
7.2	10	3.9

c)11.3° Improved type 1st time

2.6		2.3
3.8		4.3
6.3	2.4	1.4
4		0.4
7.2	7	2.3

d)11.3° Improved type 3rd time
Long snow melting time



Usage Guide

Figure2. Temperature distribution inside the membrane