1

こしもざらめ雪の等温状態における剪断強度増加の温度依存性

○　平島寛行、阿部修(防災科研)

1. はじめに

乾雪表層雪崩の発生原因のひとつであるこしもざらめ雪の剪断強度の評価は、雪崩の発生予測を行う際において重要である。こしもざらめの発達段階における剪断強度の変化(阿部ほか、2007)のみでなく、等温条件下における剪断強度の増加量の評価も、積雪の安定化の判断をする際には重要である。本研究では、-2～-15℃における等温条件下でのこしもざらめ雪の剪断強度の変化を測定し、その温度依存性を調べた。

2. 実験

雪氷防災研究センター新庄支所の雪氷防災実験棟において、実験を行った。気温を-20℃に制御して表面を冷やすとともにヒーターを用いて積雪底面を 0℃に保つ事で温度勾配をかけた。9 日間の強い温度勾配にさらすことで、こしもざらめ雪が十分に発達した。その後、積雪を気温を-2,-5,-10,-15℃に設定された別の低温室に移し、温度勾配がほとんどない環境下で２ヶ月おき、定期的に密度及び剪断強度を測定する事でこしもざらめ雪の剪断強度の時間変化を測定した。

3. 実験結果と SNOWPACK への導入

それぞれの温度条件下における剪断強度の変化を図１に示した。２ヶ月の間に 2～4 倍程度の剪断強度の増加が見られた。これをしもざらめ化率(阿部ほか、2007)に変換し、その変化量と温度の関係を図２に示したところ、5℃～-15℃の条件下においては、温度が高くなるほど変化が大きかった一方で、-2℃の条件下においては、他の温度条件と比べ剪断強度やそれに伴うしもざらめ化率の減少量は小さい値を示した。この原因としては、融点付近のため積雪が軟化していたためと考えられる。軟化による剪断強度の低下を考慮することも重要であるが、今回は-5℃～-15℃の測定結果から温度依存性を定式化し(式 1)、SNOWPACK モデルに組み込んだ。

$$dC/dt=0.4152\exp(-4250/(T+273.15)) \quad (1)$$

SNOWPACK で計算した結果の１例を図３に示す。温度勾配解除 60 日後において、しもざらめ化率は実験結果でも計算結果でも約 0.8 となった。

4. まとめ

温度が高いほど変質も速くなるため、剪断強度の増加量も大きい傾向が実験から確認された。しかしながら、融点付近では軟化等も影響する。正確な剪断強度の見積もりには、そのような要素も組み込んでいく必要があることが示唆された。

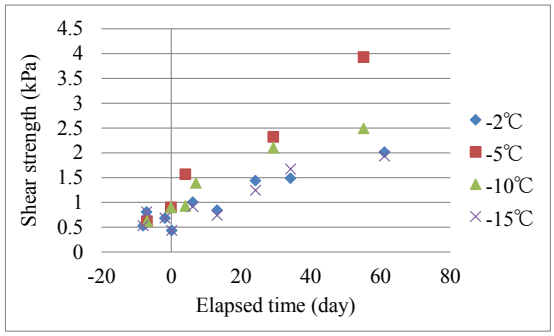

図１　各温度条件における剪断強度の変化

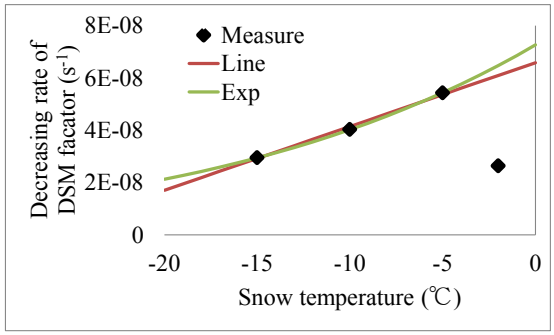

図２　しもざらめ化率の変化の温度依存性

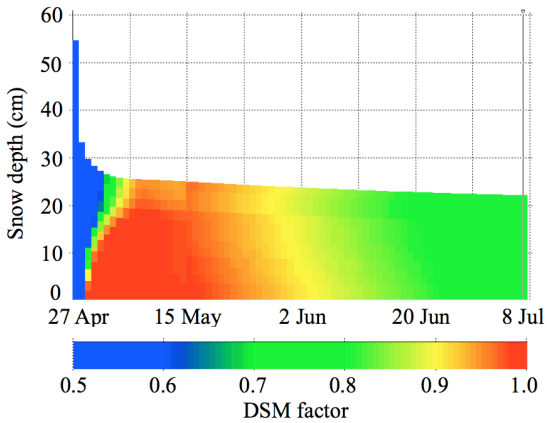

図３　しもざらめ化率の計算例

(5 月 7 日に温度勾配を解除後、雪温は-5℃で一定)

参考文献

阿部ほか(2007) こしもざらめ雪の剪断強度の定式化. 寒地技術論文・報告集, 23, 126-129.