

長岡技術科学大学 学生員 柴竹義雄

長岡技術科学大学 正員 河原能久

長岡技術科学大学 正員 後藤 誠

1. 緒言

豪雪地帯における屋根雪処理は不可欠であり、その初率的な処理法の開発は急務である。自然落下法、人力法、散水法、融雪法等が実用化に至っている。本研究はこれらのうち融雪方法に對策を絞り、屋根を一枚加熱した時の積雪層の融解過程についての現象把握を試みたものである。

2. 実験概要

図-1に実験装置概略を示す。雪試料は長さ400mm、幅75mm、高さ100mmの寸法でアクリル製の装置に充填される。上流端、両側面は断熱材で覆われ、底面には一様な熱流束を供給するヒーターが設置されている。融雪水は装置内と流下し集水口から流す。装置前面の断熱はアクリル板に穴を用いた中空構造であり、融雪過程の観察が可能である。融雪水の浸透範囲については底面を与えた染料の広がりから測定した。

実験では、初期雪温、外気温共に 0°C 、初期飽和度を0に設定した。また、実験条件は表-1に示す通りであり雪の粒径、底面からの供給熱流束(q)、空隙率(α)を変化させた。

3. 積雪層の融解過程の概要

図-2に積雪層厚(H)の時間変化を、図-3に融雪水の浸透前面の時間変化を示す。図-2から層厚の減少量は上流端から下流端に向けて徐々に減少し、最下流端($x=40$)においては極めて小さな変化しか生じないことがわかる。また図-3から浸透前面の高さは加熱初期の或る時間迄は一般に上昇する。その後は上流端から下流端に向けて徐々に増加し最下流端で最大値をとる。さらに時間が経過すると積雪層厚の減少と共に浸透前面の高さは減少する。融雪水の流出が始まるのは浸透前面が一般に上昇した後下流端での浸透前面が或る高さに達し、積雪層の保水能力を越えた時である。

4. 実験結果

4.1 融雪過程の場所的变化

融雪過程を上流側の点($x=10$)と下流側の点($x=30$)について比較したものが図-4である。上流と下流では融雪過程の時間変化に顕著な差異が認められ、下流側の層厚変化は浸透前面位置の変化が上流側よりも大きいと拘わらずその変化量は減少である。この原因として上流から流下して徐々に増加した融雪水が、底面からの熱流束を奪い取るためと考えられる。

4.2 空隙率の融解過程への影響

図-5に空隙率の融雪過程への影響を示す。層厚の時間変化は各ケースについてほぼ右下がりな直線になる。僅かではあるが空隙率の大きい雪試料ほど層厚の減少速度が大きい。空隙率が小さいほど雪試料の単位体積当たりの

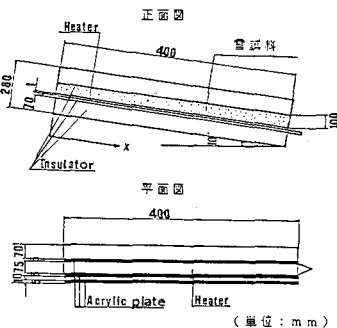


図-1 実験装置概略

表-1 実験条件

Case	粒径	空隙率	熱流束 (W/cm^2)
1	ざらめ雪	0.35	300
2	ざらめ雪	0.4	300
3	ざらめ雪	0.45	300
4	ざらめ雪	0.35	700
5	ざらめ雪	0.4	700
6	ざらめ雪	0.45	700
7	ざらめ雪	0.35	1000
8	ざらめ雪	0.4	1000
9	ざらめ雪	0.45	1000
10	しめり雪	0.35	1000
11	しめり雪	0.4	1000
12	しめり雪	0.45	1000

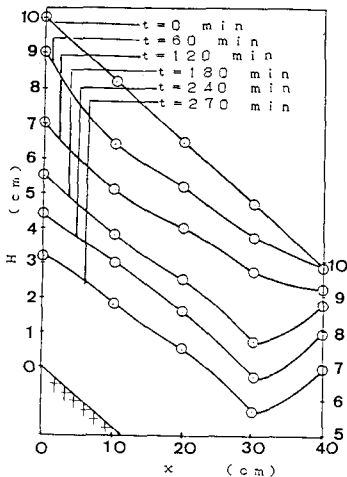


図-2 斜面積雪層の融解過程

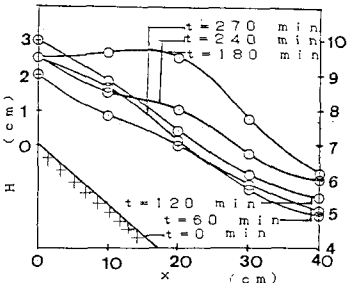


図-3 融雪水の浸透過程

融解熱量は大きくなるためと考えられる。一方、浸透前面の時間変化については空隙率 α の小さい雪試料ほど変化量は大きい。この事は積雪層内の毛細管の細さに起因すると考えられる。空隙率が小さいほど雪層内の毛細管は細くなる事が予想され、毛細管力は毛細管が細いほど大きくなるので粒径を一定にして空隙率を変えた雪試料では空隙率が小さい方が浸透前面の時間変化は大きくなるからである。

図-5に空隙率 α の流出融雪水量への影響を示す。縦軸には累積流出水量、横軸には経過時間をとっている。図中の原点を通る右上がりの直線は、ラバーヒーターから供給される熱量がすべて融雪水の生成に使われたとした時の水量の累積値を表わす。この図から空隙率 α の大きい雪試料ほど流出開始時間が早く、流出水量も大きいと言える。実測値とヒーターグラフの勾配がほぼ等しくなっている。このことは供給された熱量に対応する分の水量が流出していることを意味している。

4.3 供給熱流束の融雪過程への影響

図-7に供給熱流束の融雪過程への影響を示す。層厚の減少速度は供給熱流束が大きいほど大きくなる。浸透前面は加熱直後に急速に上昇する。この時の速度は熱流束が大きい程速い。その後層厚の低下に伴ない浸透前面位置も低下する。

図-8に供給熱流束の流出水量への影響を示す。熱流束が大きいほど流出開始時間が早く流出水量も大きくなる。各グラフはヒーターグラフの勾配とほぼ平行となっている。

4.4 粒径の融雪過程への影響

図-9から粒径の小さいしまり雪は粒径の大きいざらめ雪に比べ浸透前面の移動速度は大きいことがわかる。これは、しまり雪の方が積雪層内の毛細管が細いためと考えられる。

層厚 α の変化量は、空隙率、熱流束其条件が同じであれば同一となる。融雪水の流出開始時間は、保水能力の大きさからしまり雪よりざらめ雪の方が早い。流出開始後の各々のグラフの勾配は、ほぼ等しくなる。

5 終りに

本実験で得られた結果を、底面から加熱された斜面積雪層の融解モデル作成に役立たせたい。

表-2 記号一覧

v :	空隙率
q :	供給熱流束 (W/m^2)
t :	時間 (min)
x :	地上流過からの距離 (cm)
H :	積雪層厚 (cm)

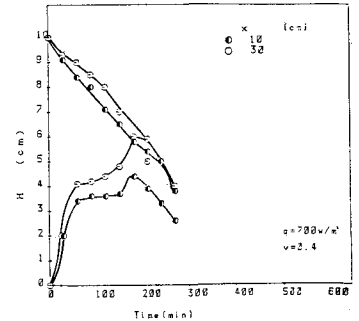


図-4 位置による融雪過程の差異

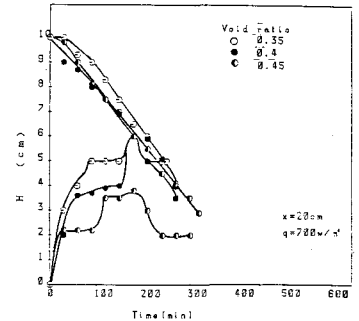


図-5 空隙率の融雪過程への影響

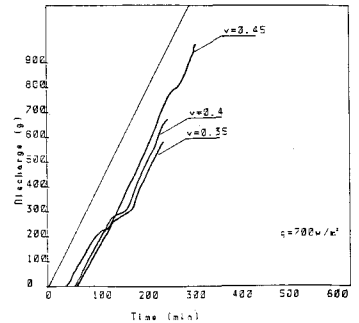


図-6 空隙率の流出融雪水量への影響

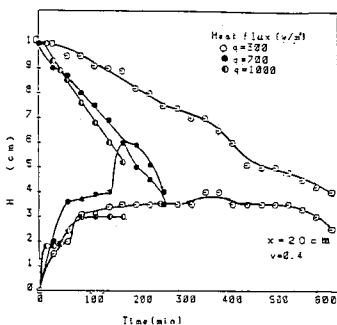


図-7 供給熱流束の融雪過程への影響

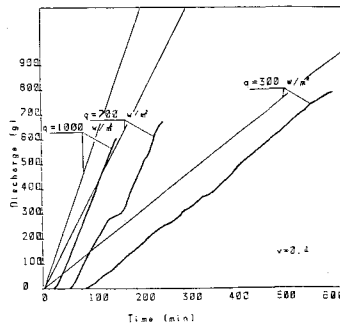


図-8 供給熱流束の流出融雪水量への影響

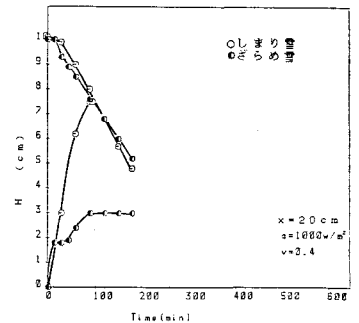


図-9 粒径の融雪過程への影響