

積雪斜面上の火砕流の運動・融雪機構に関する実験研究（その2）

日本工営（株）札幌支店 ○下 倉 宏
 北海道開発局開発土木研究所 三 浦 敦 禎
 北海道大学工学部 清 水 康 行

1. はじめに 冠雪地帯の火砕流発生は急激な融雪による泥流が生じ、下流に甚大な被害を及ぼすことになる。しかしながら、火砕流発生場において、融雪がどのように生じているか、融雪水量はどの程度になるかについての研究はほとんど行なわれていない。本実験研究は泥流発生規模予測シミュレーションに inputs する適切な融雪水量を推定することを目標とし、火砕流を模擬した高熱砂が積雪斜面を落下する時、砂の温度が落下運動にどう影響するかについて報告するものである。第1報では雪斜面の結果を報告したが、今回は異なった斜面条件で行った実験結果を報告するものである。

2. 実験方法 実験は図-1に示す実験斜路（幅25cm、深さ30cm、長さ3m）に雪を15cm詰め、もしくは高さ15cmの各種斜面を斜路内に設置し、長さ2mの落下筒から60°の角度で所定の温度に熱した砂をその上に落下させ、その状況を観測した。表-1に示す条件条件を組合わせて実験を行った。第1報では高熱砂を鉛直に落下させたが、砂が跳ねて斜路に進入したので、60°の斜度にして落下させた。実験斜路には20cm間隔で熱電対を配置し、高熱砂通過時間より落下速度を求めた。雪斜面は第1報と同じく作成した。アイスパーン斜面は雪斜面と同じものに、霧吹きで雪に水分を与え、液体窒素で凍結させて作成した。氷斜面は厚さ5cmの25cm×50cmの水を並べて作成した。砂斜面は接着剤を薄く塗った上に砂をまぶして作成した。土砂斜面は水で軟らかくした粘性土を左官の要領で塗って作成した。鉄板斜面は0.9mmの塗装した鉄板を用いた。湿潤鉄板は鉄板の表面に霧吹きで水分を与えた。実験手順は第1報とほぼ同様である。

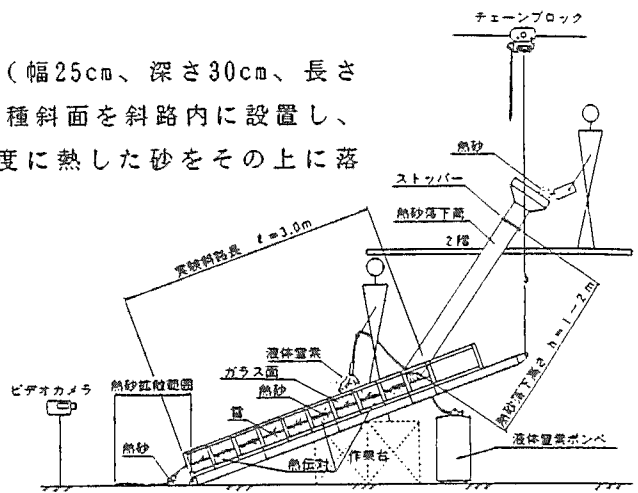


図-1 実験装置概念図

表-1 実験条件

斜路角度	30°
物質温度	室温、300℃、500℃、700℃
物質重量	8 kg
落下長	2 m
斜面条件	雪、アイスパーン、氷砂、土砂、鉄板、湿潤鉄板

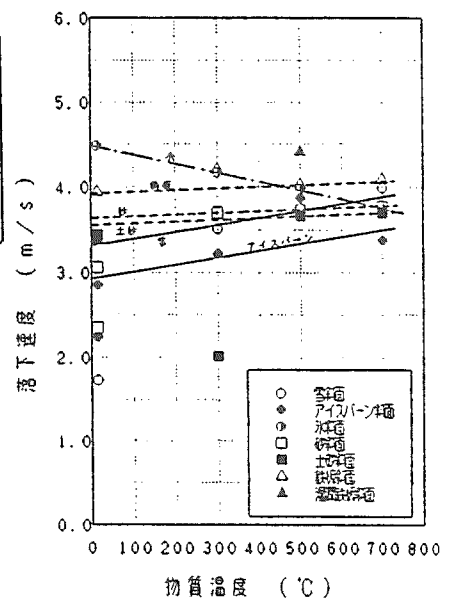


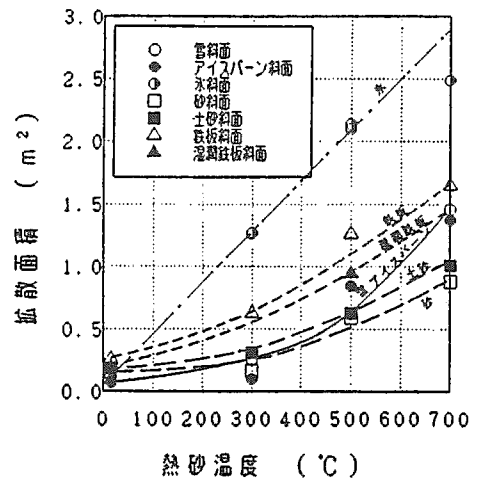
図-2 砂温度と落下速度との関係

3. 実験結果

(1) 物体温度と面落下速度の関係 図-2には斜面条件を変えた場合の高熱物体の温度と斜面内の落下速度の関係図を示すが、雪とアイスパーンとを比べるとアイスパーンのほうが落下速度が遅くなっている。両者の物質温度と落下速度の傾きは同じくなっていると思われる。氷斜面は逆に物質温度が高くなるほど落下速度が遅くなる関係となって

いる。砂斜面、土砂斜面、鉄板斜面は物質温度に対する落下速度の傾きは雪斜面より小さくなっている。

(2)物体温度と拡散範囲との関係 表-2には斜面条件が異なる場合の砂の拡散状況を示す。全ての斜面条件で物質温度が高温になるほど拡散範囲が広がっていることは共通しているが、斜面条件によって拡散状況が少し異なっている。図-3には物質温度と拡散面積との関係を斜面条件毎に示すが、大別して3群に分類される。雪とアイスバーン斜面はほぼ同じ関係となっており、温度が500℃付近から高温になるにつれ急激に拡散面積が広がる傾向となっている。氷斜面は物質温度と拡散面積との関係が直線的となっており、他の斜面条件と異なっている。図-3 砂温度と拡散面積との関係 砂、土砂、鉄板、湿潤鉄板は物質温度が高くなるほど落下速度上昇率が大きくなる傾向となっているが、雪やアイスバーンほどの急激な落下速度上昇率となっていない。



4. 考察 物質温度が高温になるほど運動特性が高くなっているのは、熱エネルギーが運動エネルギーに変わったためと考えられる。鉄板斜面のような水分の無い斜面の落下現象は、高熱物質前面の空気が急激に膨張させられて、上昇気流が生じ、それにより見掛け上、運動摩擦抵抗の少ない挙動を示すものと想定される。雪やアイスバーン斜面の場合はそれに加えて水蒸気発生による上昇気流が生じ、落下物質を浮かび上がらせ、運動特性を高めているものと想定される。氷斜面の落下速度が高温になるほど遅くなる原因は、氷を融解した水が氷表面に溜まり、それが抵抗になっているのではないかと推測されるが、現在検討中である。

表-2 斜面条件毎の拡散状況

		落下物質 : 砂 落下物質重量 : 8 k.g				落下高さ : 2 m 斜面角度 : 30°			
斜面条件	雪	アイスバーン	氷	砂	土砂	鉄板	湿潤鉄板		
物	15℃	1=0.22m w=0.46m A=0.0653m²	1=0.30m w=0.34m A=0.080m²	1=0.25m w=0.42m A=0.075m²	1=0.34m w=0.48m A=0.122m²	1=0.40m w=0.48m A=0.151m²	1=0.45m w=0.52m A=0.182m²	1=0.60m w=0.52m A=0.257m²	1=0.48m w=0.49m A=0.192m²
質	300℃	1=0.75m w=0.55m A=0.253m²	1=0.30m w=0.43m A=0.097m²	1=2.25m w=0.72m A=1.270m²	1=0.48m w=0.48m A=0.163m²	1=0.80m w=0.45m A=0.311m²	1=1.38m w=0.55m A=0.628m²		
温	500℃	1=1.10m w=0.66m A=0.626m²	1=1.65m w=0.65m A=0.849m²	1=2.80m w=0.95m A=2.136m²	1=2.90m w=0.93m A=2.099m²	1=1.20m w=0.58m A=0.594m²	1=1.25m w=0.62m A=0.635m²	1=1.95m w=0.80m A=1.261m²	1=1.70m w=0.67m A=0.945m²
度	700℃	1=2.05m w=0.85m A=1.462m²	1=2.10m w=0.80m A=1.373m²	1=3.10m w=1.05m A=2.485m²	1=1.50m w=0.70m A=0.881m²	1=1.58m w=0.77m A=1.011m²	1=2.20m w=0.94m A=1.650m²		

l : 拡散距離
w : 拡散幅
A : 拡散面積

参考文献 1) 下倉、清水：積雪斜面上の火降流の運動・融雪機構に関する実験研究、土木学会第48回年次学術講演会概要集第2部、pp. 42~pp. 43