

68 ビンボン球雪崩の運動解析

防災科学技術研究所 ○小杉健二・納口恭明・ビンボン流研究グループ

1. はじめに

雪崩は多くの場合、運動している、粒子状の雪氷を内部にもつ。雪氷粒子どうしあるいは雪氷粒子と雪面の衝突・接触は、雪崩内部で運動量を伝達する物理過程である。雪崩の運動を動力学的に論ずるとき、この過程をいかに考慮するかが重要な問題となる。ところが、雪氷粒子の衝突・接触は、付着・圧密・破壊などの現象を同時にひきおこす複雑な過程でもある。さらに、これらの現象はいずれも温度・密度・構造などの条件に敏感である。これらのメカニズムをすべて考慮して雪崩の運動を議論することは、非常に困難である。

本研究は、ビンボン球が重力の作用で斜面上を流れ下る現象(これをビンボン球雪崩と呼ぶ)を対象とする。ビンボン球は、形が球にきわめて近く、大きさも均一であり、取り扱いも容易である。衝突・接触現象は雪氷粒子のそれに比べ非常に単純である。

本報告では、ビンボン球雪崩の運動に関する観察と解析の基礎的結果を述べる。

2. 実験装置と実験方法

実験装置の概略図を図1に示す。シュートの長さは20m、幅は1.0m、傾斜は30°である。斜面に沿う、シュート上端からの距離(x)が15m以上の部分は、傾斜がゆるやかに変化している。xが0mから15mまでのシュート底面はガラス製であり、xが15m以上の底面はステンレス製である。側壁は木製であるが、xが9.5mと16.5mの2点の付近では透明なアクリル製である。これら2点において、ビンボン球の運動が横からビデオ撮影された。このほか、複数のビデオカメラがシュート周辺に設置され、ビンボン球雪崩が様々な角度から撮影された。

実験を行うとき、xが1mの点のシュート内に仕切板を置き、シュート上端部に 1.0×10^4 個のビンボン球を充填した。仕切板を取り去ることにより、実験を開始した。

3. 実験結果

実験が開始されると、それまで静止していたビンボン球は仕切板に近い方から順に崩れ、続いて球は一团となってシュートを流れ下った。図2は実験の全体的様子を示す写真である。

実験の全景を撮影したビデオ画像を用いて、ビンボン球雪崩の運動を解析した。図3はビデオ画像上で測定された雪崩の先端と後端の位置の時間変化を示す。時刻が1.6sから2.4sまでの間、雪崩の全体がシュート上で運動している。この時間における先端と後端の平均速度はそれぞれ7.1m/sと4.3m/sであり、先端の速度の方が大きい。したがって、この時間に雪崩の長さは8.0mから10.3mへ増大した。

側壁を通して横から撮影されたビデオ画像により、ビンボン球雪崩の内部を観察した。その結果、ビンボン球雪崩は上下ふたつの部分から成ることがわかった。ひとつは底面から高さ10cm程度までの部分であり、ここでは粒子の空間密度が高く、粒子配列の変化は徐々に行われている。もうひとつはその上の部分であり、ここでは粒子がまばらで、活発に跳躍している。ビデオ画像により、粒子の回転運動も観察された。

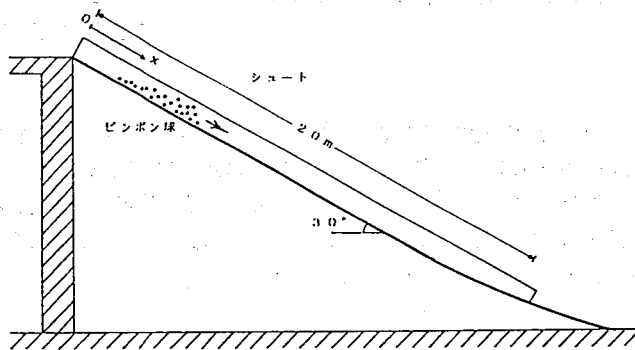


図1 実験装置の概略図

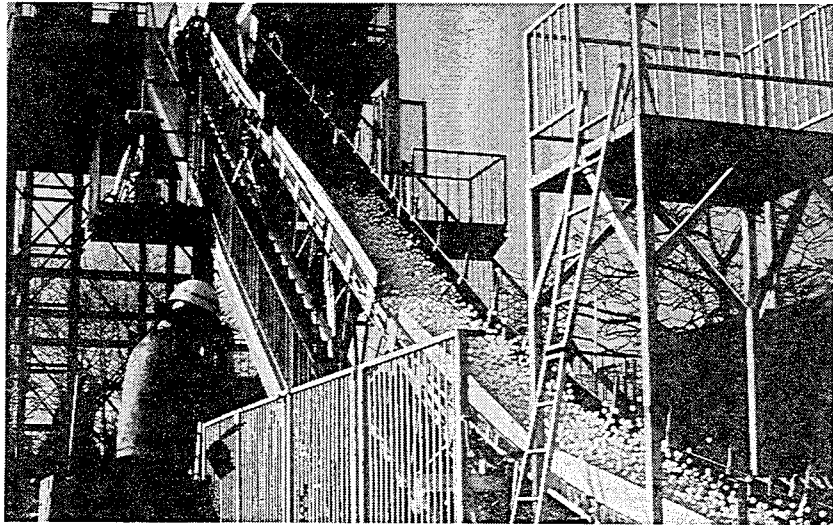


図2 ピンポン球雪崩実験の様子

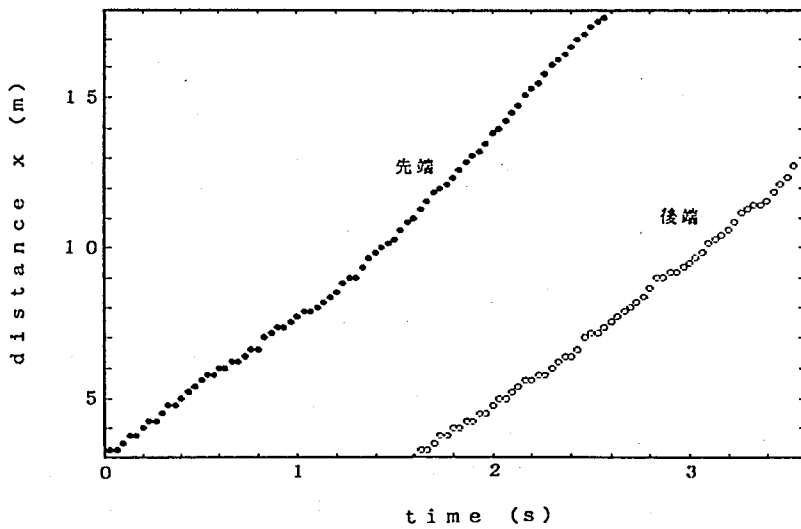


図3 ピンポン球雪崩の先端と後端の位置の時間変化