

(特-11) 雪崩誘発装置ガゼックスにより発生した雪崩について

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○千葉京衛
長岡技術科学大学建設系 正会員 早川典生
長岡技術科学大学建設系 正会員 福嶋祐介

1. はじめに

平成5年12月19日にオープンした新井市大毛無山の新井スキーリゾートでは雪崩対策として、プロパンガスと酸素の混合物を爆発させ雪崩を誘発する“ガゼックス”を設置している。ガゼックスはフランスで開発された雪崩誘発装置であり、欧米においてかなりの実績がある。しかし、本州の山地での効用は明確でない。そこで本研究ではガゼックスによる雪崩誘発結果を報告し、次に、先に発表した福嶋(1986)¹⁾の粉雪雪崩の解析法を用い、シミュレーション計算を行ったものである。

2. ガゼックスの装置について

ガゼックスは鋼鉄製の管内で酸素とプロパンガスを混合し、爆発させて、その爆発力で雪崩を誘発させる装置である。衝撃波は一点に集中せず、広範囲の積雪層に及ぶので、雪崩発生効果はダイナマイトよりも大きいと言われている。

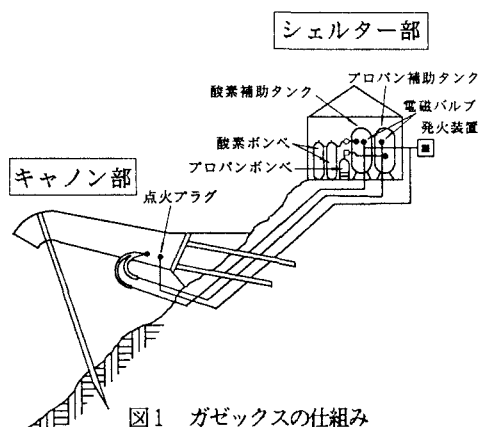


図1 ガゼックスの仕組み

ガゼックスの仕組みはガスを爆発させるキャノン部とガスを供給するシェルター部からなる(図1)。容積 3m^3 として作製されているガゼックスのキャノン部は長さ約 5m 、直径 50cm 、厚さ 1cm の先の曲がった鉄製のパイプで、雪崩を発生させたい斜面上部の地盤に固定される。シェルター部にはプロパンガスと酸素の各ポンプとそれぞれのガスを使用量分だけ一時的に貯めておく補助タンク、及び補助タンクからキャノン部へのガスを制御する電磁バルブがあり、キャノン部と導管で結ばれている。最大の爆発力を得るためのプロパンガスと酸素及び空気の混合比はプロパン：酸素：空気 $=1:4.7:0.35$ とされている。

3. 1992年2月27日人工雪崩発生実験

1992年1~3月にかけて数回の実験を行い、雪崩の発生に成功した。このうち2月27日午前9時にガゼックス設置点A-1地点において実施した実験では、最大幅 100m 、流下延長 600m 、キャノン部直下での雪崩厚 1.2m の大規模な雪崩(図2)が発生した。

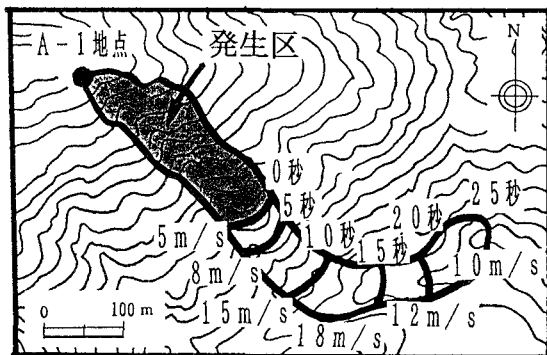


図2 流下速度

現地の雪崩観測とビデオ撮影から次のような流下状況が判明した。ガゼックスの爆発直後は、図2の斜線で示した範囲が一斉に動き出し流下を開始した。その後、雪崩は徐々に加速し、雪崩の先端部が 100m

程度流下するまでは、雪崩の先端部の速度が10m/s程度で流れ型の流下形態で流下した。沢の対岸に乗り上げたところでは雪煙を上方に巻き上げ約20m/sの速度となった。対岸に乗り上げた雪崩の本体はその後、沢の下流部で収束するように停止した。

4. 粉雪雪崩のシミュレーション

粉雪雪崩の特徴は、底面を通して積雪層から雪粒子を舞い上げるにより、逆に浮遊していた雪粒子が沈降し堆積を生ずることにより、雪崩全体の雪の総量が増えることにある。粉雪雪崩の模式図を図3に示す。雪崩は横方向には一定の形を保ち2次元と考える。

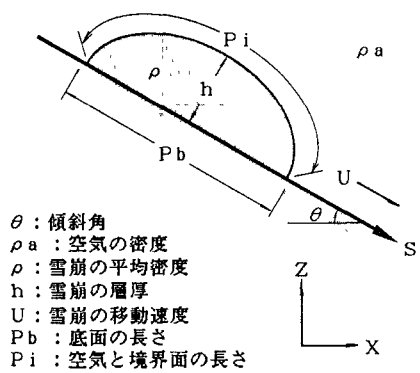


図3 粉雪型雪崩のモデル化

雪崩のシミュレーションでは、地形データを与え、雪崩中の空気の連続式、積雪層からの雪粒子の巻き上げと沈降を考慮した質量保存の関係式、運動量方程式、乱れエネルギーの収支式、雪崩の位置に関する方程式を時間的に積分すれば求められる。

5. 数値シミュレーション結果

雪粒子の性質は時間と共にかなり変化するが、ここでは雪粒子の直径を0.15mm、空気中の雪粒子の比重（純氷の場合）を710とし解析を行った。これに対応する雪粒子の落下速度は45cm/sである。雪崩の初期層厚は10m、初期速度は8m/s、初期濃度は0.01%とした。結果の一例を図4に示す。図4は雪崩の速度と水平距離の関係である。図の右縦軸は標高であり、標高1175m、水平距離0mにガゼックスが設置されている。雪崩の重心は、観測結果より水平距離約100mから流下する。

図4より、ガゼックス爆発後、雪崩は傾斜角 約40° 以上では加速し、40° 未満では減速しながら流下する。最大速度は約8.8m/sであり、観測結果とは異なる。

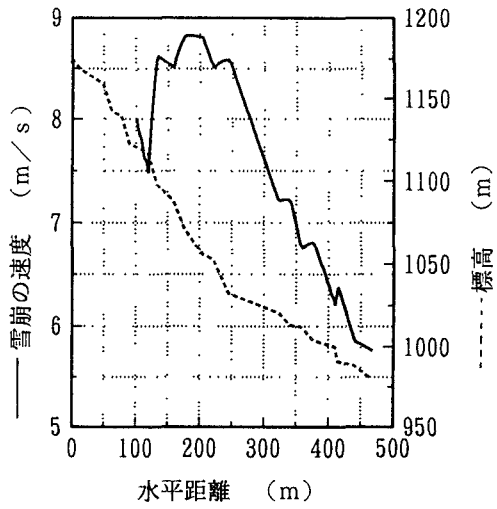


図4 雪崩の速度と水平距離の関係

5. 今後の課題

今回の雪崩はシミュレーションにより想定されている粉雪雪崩というよりは、流れ型雪崩に近かったと思われる。また、発生条件もシミュレーションモデルで想定されているものとは異なっているように思われる。これらの点は今後の課題である。

参考文献

福島祐介、1986：粉雪雪崩の流動機構の解析．雪氷48、189-197.