

雲仙普賢岳溶岩ドームの大規模地震による高速岩盤崩壊シミュレーション

株式会社 地層科学研究所 正会員 ○中川 光雄
 国土防災技術 株式会社 正会員 山田 正雄
 国土防災技術 株式会社 正会員 中谷 紀行
 長崎県 島原振興局 正会員 近重 朋晃

1. はじめに

1990年11月17日、島原半島雲仙普賢岳で噴火活動が開始され、九十九島・地獄跡火口から噴煙が立ち昇り、新たに屏風岩火口からも噴火した。翌年1991年5月20日に地獄跡火口から溶岩ドームが出現し、4日後には溶岩塊が崩落し最初の火砕流が発生した。溶岩ドームは崩壊を繰り返し、6月3日には火砕流により多数の犠牲者を出す大惨事となった。一連の火山活動は1995年2月以降沈静化しているものの、火山活動によって出現した溶岩ドームでは急峻で不安定な亀裂性岩盤が形成されている。溶岩ドームは、出現から時間が経過する中で風化作用や火山体内部での熱水作用によって崩れやすくなっている。この状況において、強振動によりドーム全体あるいはその一部が崩れて岩盤崩壊が発生すれば、斜面下方にある島原市街地に大きな被害を及ぼす懸念がある。著者らは、大規模地震に起因した溶岩ドームの崩壊に続き岩塊が高速で流下すると想定して、多面体ブロックを取り扱う3次元個別要素法(3DECコード)を用いて高速岩盤崩壊シミュレーションを実施し、その到達範囲を予測し島原市の家屋や公共施設等に及ぼす影響を検討したので、本報ではこれらの一部を報告する。

2. 高速岩盤崩壊シミュレーションの仮定と手順

2008年5月12日に発生したマグニチュード8.0の四川大地震では、断層周辺で高速岩盤崩壊による多大な被害が発生した。四川大地震の高速岩盤崩壊状況を参考に、以下のようなシミュレーションの仮定と手順を設定した。

- 1) 発生源の範囲は、火砕流堆積物、風化溶岩、溶岩の地層構造を含み、溶岩ドームの地表面で観察された亀裂状況から判断して決定する。
- 2) 3次元地震応答解析を有限差分法(FLAC^{3D}コード)により実施して、発生源での亀裂性岩盤を剥離させる外力を最大加速度より求める。また、1)での判断にも利用する。
- 3) 崩落岩塊は、多面体ブロックを取り扱う3次元個別要素法(3DECコード)でモデル化し、2)で求めた外力を崩落岩塊に与えて崩壊シミュレーションを実施する。
- 4) 高速岩盤崩壊シミュレーションが実現できるパラメータとして、四川大地震で目撃された平均速度が40m/秒以上になるように反発係数や摩擦係数を設定する。

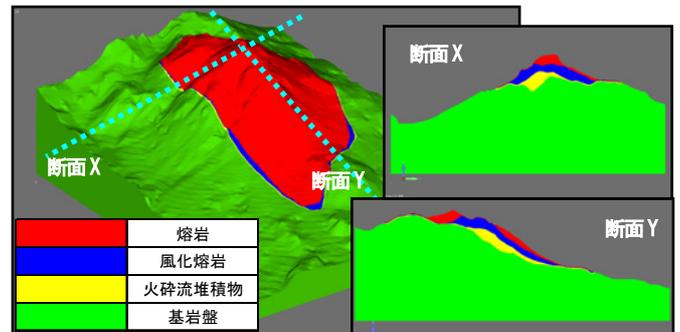


図-1 3次元地震応答解析の有限差分法モデル

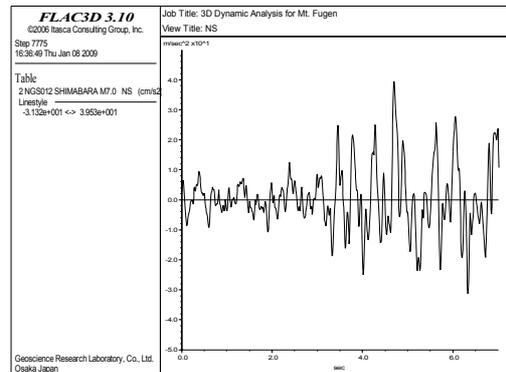


図-2 解析用地震波形 (N-S成分)

3. 3次元地震応答解析

3-1 解析の概要

解析モデルを図-1に示す。解析対象領域は、溶岩ドームを囲む東西2.8km、南北3.6kmの範囲とする。雲仙平成新山周辺の地質構造は、溶岩、風化溶岩、火砕流堆積物、基盤岩の4層構造とした。また、地形は、レーザープロファイルデータを基に作成したTinを利用した。入力地震動として、2005年3月20日の福岡西方沖地震での島原観測点で観測された波形を用いた。振幅は、図-2に示すようにN-S成分の最大加速度が1000galとなるように振幅倍率を求め、E-WおよびU-D成分にもこの倍率を与えて増幅した。

3-2 地震応答解析の結果

3次元地震応答解析から、図-3に示す最大加速度分布とその方位角が得られる。比較的急傾斜な箇所では2000galを超える加速度も見られる。また、断面表示より最大加速度は地表付近に卓越していることが伺える。

キーワード 高速岩盤崩壊、溶岩ドーム、3次元個別要素法、多面体ブロック、崩壊シミュレーション、3次元地震応答解析
 連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5丁目7-19 (株)地層科学研究所 防災・環境事業グループ nakagawa@geolab.jp

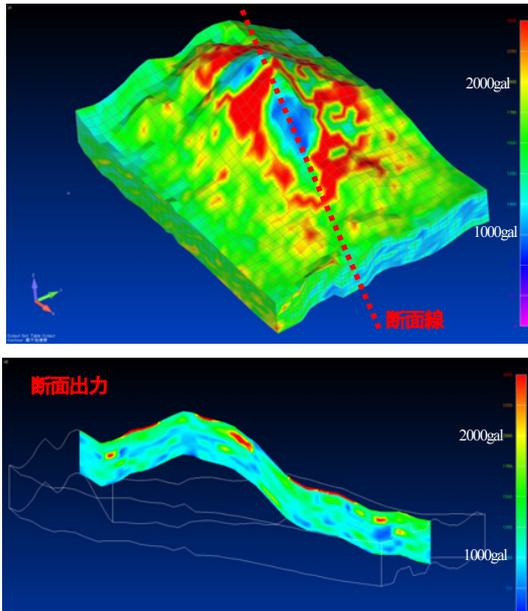


図-3 最大加速度分布 (gal)

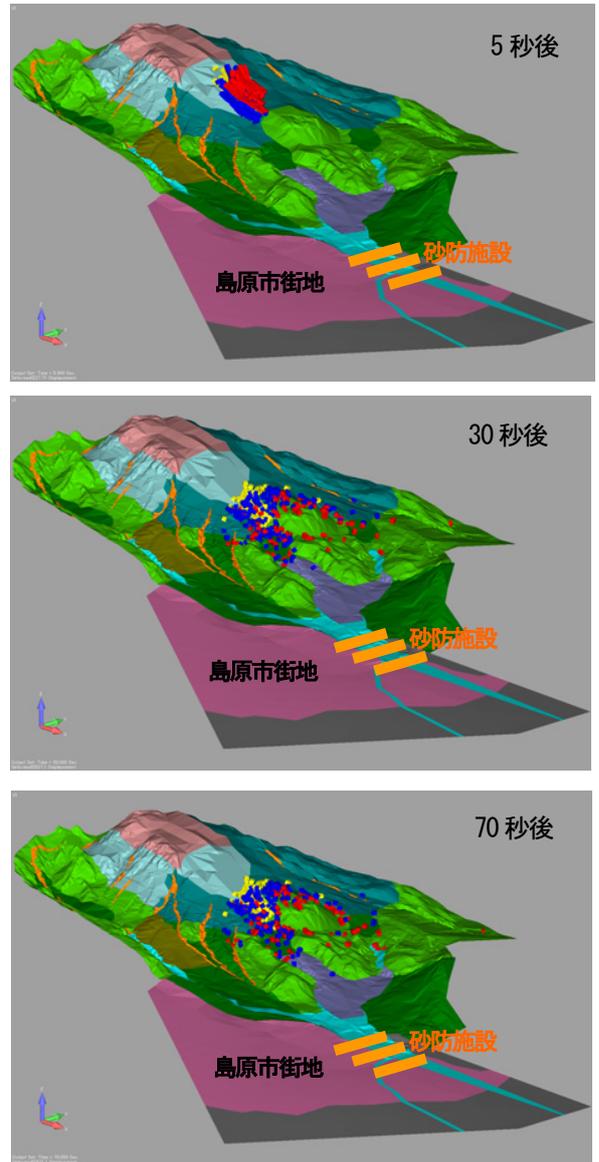


図-6 高速岩盤崩壊の過程

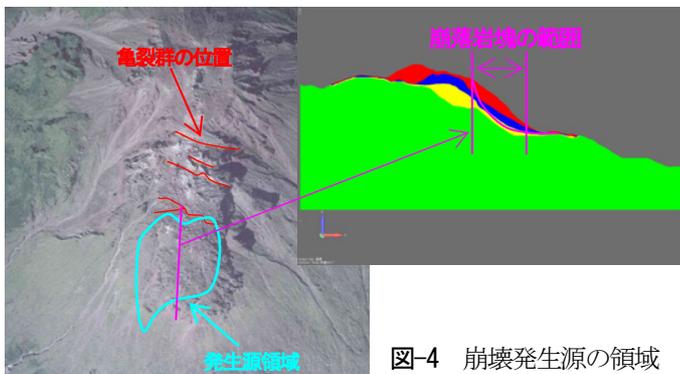


図-4 崩壊発生源の領域

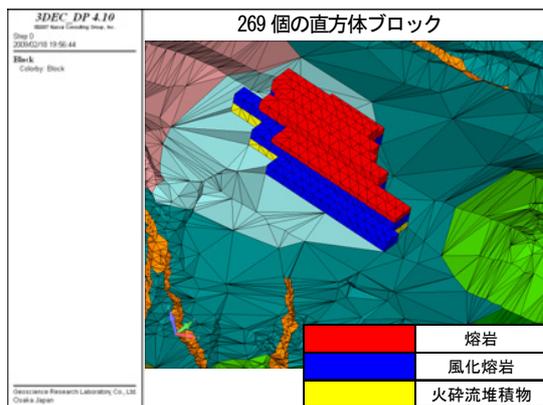


図-5 崩落岩塊の個別要素法モデル

4. 高速岩盤崩壊シミュレーション

4-1 対象溶岩ドーム

現地調査と最新のレーザー画像より判断した溶岩横断亀裂群の位置と発生源領域を図-4に示す。

4-2 解析モデル

個々の崩落岩塊は疑似岩盤として直方体を仮定し、20 m～50 mの寸法となるように乱数を用いてランダムな寸法のブロックを発生させた。岩塊の総数は269個である。図-4に基づく発生源で崩落岩塊のモデル化を図-5に示す。

4-3 シミュレーションの結果

崩落開始5秒、30秒、70秒の岩塊の流下状況を図-6に示す。全ての岩塊が70秒で停止した。岩塊の最高速度は60～100m/sec、平均速度は40～60m/secであり、高速岩盤崩壊の想定速度を再現できていることが分かる。

5. おわりに

高速岩盤崩壊を再現することができた。岩塊が砂防施設を超えて島原市内へ流れ込むと当初予想したが、到達には至らなかった。今後は解析条件を再検討する必要がある。

参考文献

- 1) 中川 光雄・山田 正雄・中谷紀行・近重朋晃：合理的な接触判定法に基づく3次元個別要素法による落石・岩盤崩壊シミュレーション，日本地すべり学会誌, Vol.47, No.3, 2010(掲載予定)。
- 2) 長崎県島原振興局林務課：火山地域総合治山調査業務報告書，2008。