

雲仙岳普賢岳溶岩ドームキレツ等の調査について

国土交通省雲仙復興事務所 渡部文人・前田昭浩・高場悦郎・○松尾陽一
日本工営株式会社 倉岡千郎・田島靖久

1. はじめに

平成2年（1990）より活動を始めた雲仙普賢岳は、平成3年5月20日に溶岩ドームが出現し、その後第1～13溶岩ローブが成長した。噴火活動は現在終息しているが、斜面頂部には約1億立方メートルの岩塊が溶岩ドームとして、斜面にも約1億7千立方メートルの火砕流堆積物が不安定な状態で堆積しており、地震などの外力による溶岩ドームの不安定化や落石ならびに豪雨による山腹斜面からの土石流が発生する危険性がある。

このような厳しい条件の下、砂防事業を進めており、反射プリズムを用いた測量等により、その変動を監視して工事従事者の安全を確保しつつ砂防事業を進めている。その一環として、溶岩ドームを含めた山体部の安定性及び不安定岩塊の状況などを把握しておく必要があるため、雲仙普賢岳斜面を対象とし、地形判読・現地調査及び数値解析により、小崩落の発生箇所及び不安定岩塊を抽出するとともに反射プリズムから得られたデータとの関係を解析・検討した。

2. 溶岩ドームにおける不安定岩塊及び小崩落

現地調査によって、2008年～2010年にかけて、5個所の場所で崩落およびキレツの拡大が確認された。以下に概要を述べる。

2009年の現地調査結果より、北側では03-1付近、東側ではM2-4付近において崩落現象が生じていた。03-1の下部は、平成20年9月18日にも、溶岩ドーム周辺部において3500～4000 m³と推定される量の岩塊が崩落した場所である（図-1）。さらに、南部のA1-2、A1-3、A3-1とした不安定岩塊周辺では、塊状溶岩下部の多孔質な溶岩やクリンカー部において小崩落が生じていた（図-2）。次に抽出された不安定岩塊について記載する。

現在、山頂部では破砕溶岩丘、南斜面では第6～9ローブ、東～北斜面では第11ローブが表層に見られ、溶岩ドームは複雑な状態で折り重なっている。また、冷却や斜面流下時に形成される節理、キレツなど複雑な要素がからみ、溶岩ドームには、これらに隔てられた不安定な岩塊が多く見られる。今回、地質調査および写真判読を実施し、溶岩ドーム縁辺部付近の地層境界やキレツによって隔てられる不安定な岩塊を31箇所抽出した（図-2）。個々の不安定岩塊については、北側ではC1-1とC1-2は溶岩ローブの湧き出し口、O1-1とO1-2は第11Aローブ、その他は第11ローブの側壁部に位置する。東側については、第11溶岩ローブの側壁部に位置する。A1～A3の岩塊群は第6～第9溶岩ローブが複雑に重なったため形成されたと推定され、特に硬質な溶岩の下位にあるクリンカーや火砕堆積物部の弱層部において崩落が継続的に発生している。M1-3、A4-3はやや大きな岩塊であるが、下位に火砕堆積物が厚く堆積している上部にあたる。

また、溶岩ドームには、連続性があるキレツ群（ジョイント）と数十m程度の節理・キレツに分けられ、溶岩ドームを連続性の良いキレツ群をJ1～J4のジョイントとして抽出した（図-2）。J1およびJ4は、第11ローブの下位に埋もれた第4ローブの地形形状に調和的に形成されており、第4ローブの形状に影響を受けたジョイントと推定される。

3. 溶岩ドームの変形機構の解析

溶岩ドームにおける反射プリズム観測では年3～5cm程度の斜距離の変化が観測されており、変位は南東向きの傾向を示す（図-4）。そこで、3次元個別要素法（DEM）を用いて、観測された移動傾向をもたらす要因を試行的に検討するとともに、前述の不安定岩塊や小崩落現象との関係を考察した。今回は、溶岩ローブを形成する地形形状の影響に着目し、モデルはH20年、H5年、H3年の地形形状を用いて地山、火砕堆積物、溶岩ローブを表す3層の構造とした（図-3）。本解析では、重力に起因したせん断変形を表すため、各層の地形境界面、火砕堆積物、溶岩ローブは、せん断変形及びせん断破壊が発生しうる弾塑性モデルとした（図-3）。



図-1 2008年度（上）及び2009年度（下）に発生した崩落

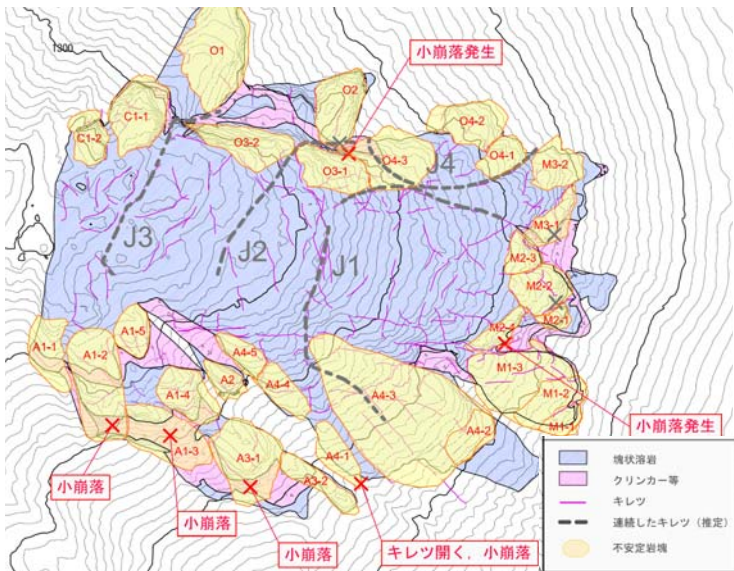


図-2 平成新山の表層地質と不安定岩塊の分布

H5年の地表面境界のせん断強度を低下させた結果、南東向きの変位が表れ、反射プリズムの観測結果の傾向と整合する(図-4)。H5年以後に形成された第11ロープBは、平成5年6月から南よりに成長したためロープの横断面を見ると重心がやや南側にあり、変位が南東向きになっている一因と考えられる。

変位の大きさについては、南西の領域で相対的に変位が大きい。この傾向は、南側の傾斜の影響と考えられ、この領域における不安定化の一因となっている可能性がある。一方、北側の領域で、変位が北西向きから北東向きに変化する境界が認められた(図-4)。変位の方向が変化する領域は岩塊が分離しやすい傾向を示唆しており、判読された連続性の良いジョイント(J4)や小崩落の発生との関係があると考えられる。

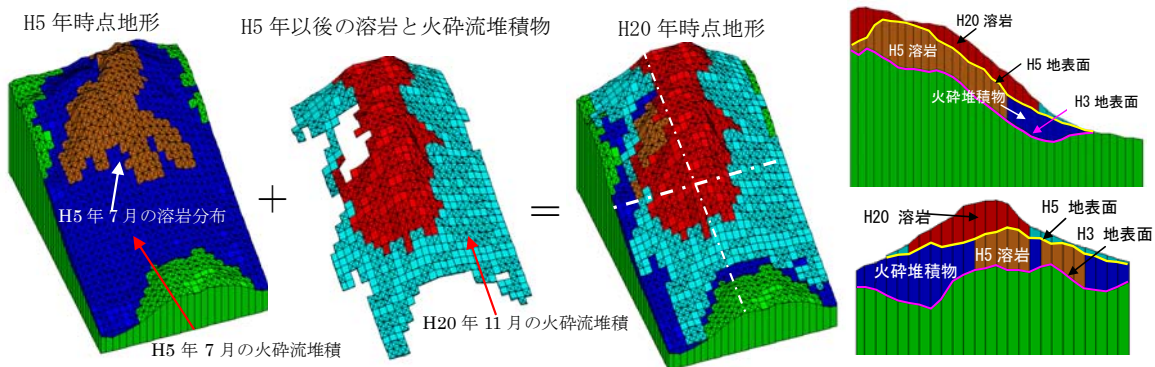


図-3 3次元数値解析(個別要素法)のモデル

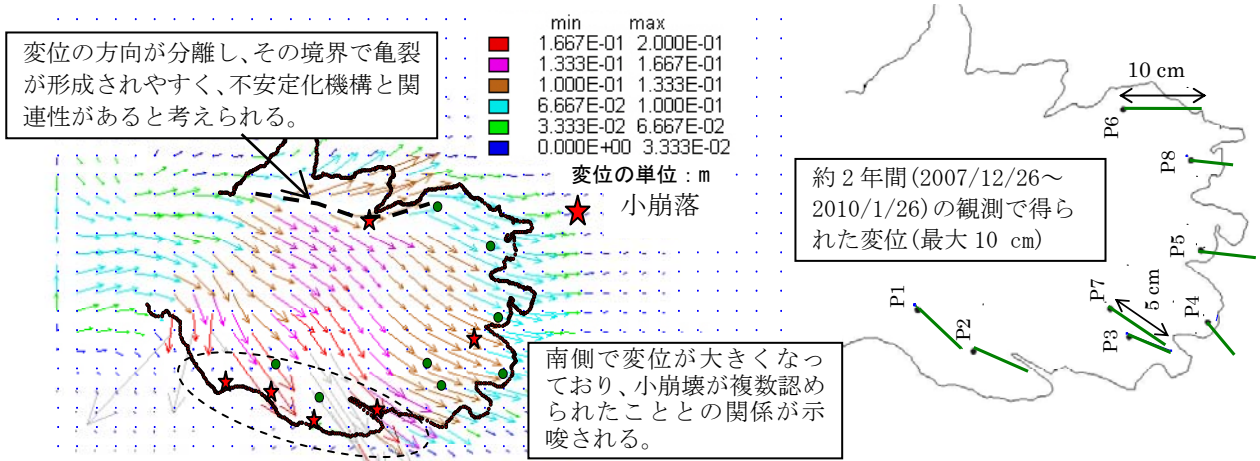


図-4 3次元数値解析により求められた地表面の変位(左)及び反射プリズムより求められた変位(右)

4. まとめ及び今後の方針

現地の詳細調査結果より、小崩落などの不安定化の兆候が観察され、キレットやクリンカーによって隔てられた不安定な岩塊が認められた。一方、反射プリズム観測によって得られている年3~5cm程度の斜距離の変化については、数値解析の結果から、南向よりに形成された第11ロープBが重力によって南東に向かって変形している可能性があることが示唆された。以上より、降雨等の外力の他に重力の影響により溶岩ドームが変形する過程で、特に強度の低いクリンカーやキレットの多い領域で局所的な変状が発生する可能性が考えられる、さらに、連続性の良いジョイントは、溶岩ドームのマクロ的な変形に関係している可能性があり、今後もキレットに着目した移動量の観測が必要であると考えられる。