

雲仙・普賢岳(平成新山) 溶岩ドームの監視体制 ～反射プリズムを用いた観測手法の開発～

秦 耕二 はた こうじ

国土交通省九州地方整備局 雲仙復興事務所 所長

石坪 昭二 いしつぼ しょうじ

国土交通省九州地方整備局 雲仙復興事務所 調査課長

1 はじめに

雲仙・普賢岳^{図-1}は、平成2年11月に始まった噴火災害から約17年が経過した。しかし、斜面頂部には噴火活動時に形成された溶岩ドームが、約1億立方メートルの岩塊として不安定な状態^{写真-1}で堆積しており、風化の進行や地震などによる落石や崩落の可能性が懸念されている。

雲仙復興事務所では、下流域の保全対象を土砂災害から守るために、下流域から順次砂防工事を進めているが、今後、崩落の影響を受けやすい溶岩ドームに近づいた上流部での工事を実施する予定であるため、施工の安全体制強化が課題となっている。そこで、学識経験者等を交えた委員会により溶岩ドームの局所的な崩壊お

図-1 雲仙・普賢岳位置図



写真-1 雲仙・普賢岳溶岩ドーム (H9.12.4)

び落石に対する監視体制を、どのような観測手法を用いて構築すべきかを検討してきた。その結果、

- ① 溶岩ドームを地表面の形状から複数のブロックに分けて、施工の安全性に大きく影響を及ぼすブロックの挙動を「反射プリズム」^{写真-2}を用いて観測する。
- ② 溶岩ドームから落石が頻発する場合は、崩落につながる可能性があるため、「振動センサー」を用いて落石を観測する。

以上の2点が溶岩ドームの監視体制の手法として提案された。ここでは、①の「反射プリズム」による観測手法について紹介する。



写真-2 プリズム部と躯体の分離状況

2 反射プリズムによる溶岩ドームの監視

1 ……反射プリズム躯体の開発

反射プリズムによる監視は、平成9年から溶岩ドーム上に10基の躯体を設置し観測を行ってきた。しかし、当時設置された躯体は、火山ガスによる腐食や過酷な気象条件により、8基が計測不能となった。反射プリズム躯体が計測不能となった原因については、次の点があげられる。

- 火山ガスの影響による接合部の鉄パイプが腐食しプリズム部が落下した。
- プリズム部付け根のストッパー不良によりプリズム部が回転した。
- 反射プリズムの表面が火山ガスにより劣化した。

以上の点を踏まえて、新しい反射プリズム躯体は鉄製の部分を腐食に強いステンレス製に変更し、反射プリズム部は、現地試験を踏まえた検討の結果、反射強度を強くするためにプリズムの数を3個から9個に増やした構造に改良した**写真-3**。また、修理・回収がヘリコプターで容易にできるように吊り下げ部を有した構造とした。

2 ……反射プリズム躯体の設置

施工の安全体制強化という観点から、溶岩ドームの挙動を早期に捉えるためには、各ブロックの先端部の挙動



写真-3 新しい反射プリズム **写真-4** ヘリコプターによる反射プリズム設置状況

監視が重要と考えられる。そこで新しく設置する躯体は、**図-2**に示すとおりブロックの先端付近の6箇所を設置した。なお、No.7とNo.10については、平成9年当時に設置されたプリズム躯体で、現在も観測が可能なプリズムである。躯体は、ヘリコプターによって各ブロックの設置地点まで運搬した**写真-4**。このように新しく開発した反

図-2 反射プリズム躯体の設置位置図

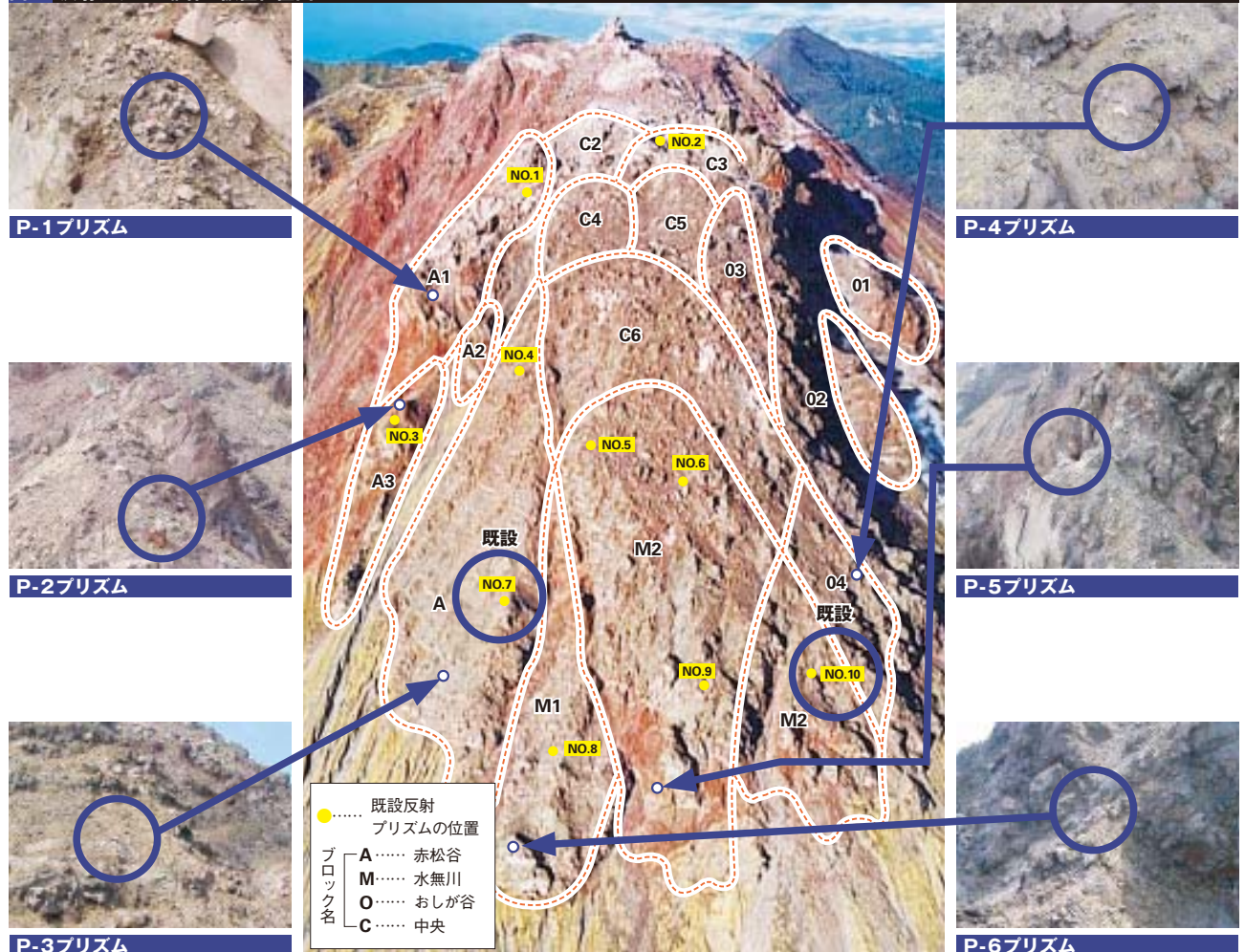




写真-5 観測地点位置図



写真-6 自動観測小屋の外観



写真-7 自動観測小屋の観測状況

射プリズム6基は、平成18年3月に設置が完了し、新旧合わせて8基の反射プリズムによる観測が可能になった。

3 ……反射プリズムの観測結果

反射プリズムの観測は、8箇所の反射プリズムが視準可能な地点である①赤松谷川右岸側の「砂防みらい館」と②おしが谷左岸の「眉山ロード天狗山」の2地点を選定し、光波測距により斜距離を計測した写真-5。

平成18年4月から平成19年5月までの期間は一日一回、工事関係者による手動観測を実施してきたが、平成19年8月からは、6時間に1回の周期で計測を行うことが可能な「自動計測システム」を構築した。観測周期は、1時間単位で変更が可能であるため、溶岩ドームに異変があった場合には短い間隔で測定が可能である。自動観測小屋の外観は写真-6に示すとおりである。自動観測小屋

の室内には、光波測距儀写真-7・左の他に室温・湿度を一定保つためのエアコンや観測に必要なハードウェアを設置している写真-7・右。

4 ……観測地点の位置

各地点の観測データは、斜距離 (m) と観測日の関係をグラフにし、管理基準値を設定することで溶岩ドームの移動を把握できるようにした。管理基準値とは、過去の反射プリズムの観測データから許容範囲を設定したものである。現時点では、観測データの回帰直線の $\pm 4\text{cm}$ を管理基準値として設定し、この範囲を超えた場合は溶岩ドームに異常があったものとした。一例として平成18年4月から平成19年5月までの反射プリズムP4(みらい館からの観測)の計測結果を図-3に示す。

観測結果から、時間の経過とともに斜距離が短くなる

傾向(観測地点方向に近づいてきている)がみられる。この傾向は、両観測所から観測した全反射プリズムで確認できたため、一部のブロックにかぎらず溶岩ドーム全体が斜面下方に向けて移動していると判断される。その移動量は、各反射プリズムで異なるが、概ねみらい館で6.0cm程度、天狗山で4~5cm程度である(図-4)。

なお、平成18年9月14日~19日に管理基準値を超える約6cmの

移動が反射プリズムP5において確認された。この移動は、P5だけの一時的なものであり、その後移動が加速傾向とならず観測が継続できていることから、溶岩ドームの崩落につながるものではないと判断された。この移動について、この時期の気象状況を確認したところ、平成18年9月17日に最大瞬間風速58.1m/s(普賢岳観測所)を記録する風が観測されているため、この風が原因となり躯体が移動した可能性がある。

現時点では、溶岩ドームが徐々に下方へ移動している傾向が得られているが、移動の加速傾向や急激な変位は捉えられていない。

図-4 反射プリズムのベクトル図 *変位量は観測期間の近似直線から算出した

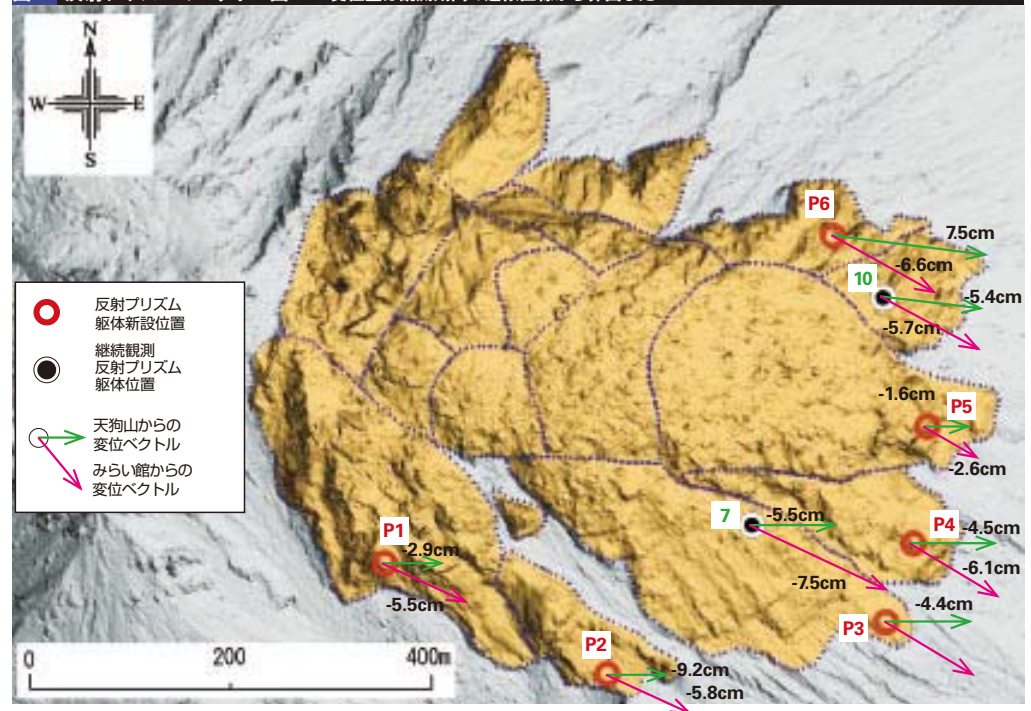
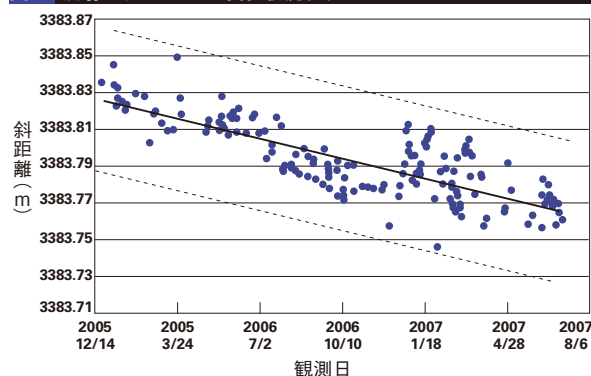


図-3 反射プリズムP4の変位状況グラフ



3 おわりに

不安定な状態で存在している溶岩ドームの直下において安全かつ着実に砂防工事を進めていくことは、地域の安全性を向上させるうえで重要と考えられる。ここで紹介した反射プリズムを用いて施工の安全体制を構築し、工事を進めていくという方法は世界でも類例を見ない。

今後、GPSや航空レーザー計測などの手法を含めた監視体制の強化について、さらに検討を行うとともに、砂防工事の一層の進捗を図っていきたいと考えている。

おわりに、ここで紹介した施工安全体制の強化検討にあたって、小橋澄治京都大学名誉教授を委員長とした委員会メンバーの方々、並びに検討にご尽力をいただいた(財)砂防・地すべり技術センターの各位に深甚の感謝を申し上げます。

★参考文献

- 雲仙・普賢岳噴火災害復興「10年のあゆみ」火山防災事業へのとりくみ：国土交通省九州地方整備局 雲仙復興事務所
- 雲仙復興事務所H.P：http://www.qsr.mlit.go.jp/unzen/
- 中里薫、松井宗廣、山口恭史、秦耕二、大林和幸：「大規模斜面を対象とした緊急時遠隔計測システムの開発」：平成18年度砂防学会研究発表会概要集
- 澤田悦史、松井宗廣、山口恭史、秦耕二、石坪昭二、水田貴夫：「プリズム観測体を用いた雲仙普賢岳溶岩ドームの挙動に関する研究」：平成19年度砂防学会研究発表会概要集