

## 雲仙火山体掘削における孔井内計測：測定例と課題

Borehole measurements at the Unzen Volcano Drilling: some results and problems.

# 池田 隆司[1], 小村 健太郎[2], 山本 俊也[3], 鷓川 元雄[2], 藤田 英輔[2], 松田 達生[1]

# Ryuji Ikeda[1], Kentaro Omura[1], Toshiya Yamamoto[2], Motoo Ukawa[1], Eisuke Fujita[1], Tatsuo Matsuda[1]

[1] 防災科技研, [2] 防災科研, [3] 物理計測

[1] NIED, [2] GSC

雲仙火山科学掘削計画は、火道を直接掘り抜く「火道掘削」と山麓での「山体掘削」よりなる。マグマの貫入や脱ガス過程に関連する応力、岩石物性、亀裂の透水性などの評価は、孔井検層や原位置測定によらなければならない。既に掘削された南千本木孔（深度 750m）と大野木場孔（深度 900m）において、一般検層（比抵抗、音波、密度、線、温度、孔径）、水圧破壊法による応力測定、注水・温度回復試験などを実施し、応力状態や浅層における高温層の存在などが見出された。「火道掘削」においては、高温、小孔径、孔井傾斜、破碎帯などの影響が課題となり、測定機器の開発も望まれる。

### 1. はじめに

雲仙火山科学掘削計画は、火道を直接掘り抜く「火道掘削」と山麓での「山体掘削」よりなる。マグマの貫入や脱ガス過程に関連する応力、岩石物性、亀裂の透水性などの評価は、孔井検層や原位置測定によらなければならない。「山体掘削」では火山体のおおその環境（構造や岩石物性）を知るとともに、孔内計測の適用性を検討した。南千本木孔（GSJ-UZ-1: 深度 750m）と大野木場孔（GSJ-UZ-2: 深度 900m）での測定例を紹介し、「火道掘削」に向けた課題を探る。

### 2. 測定例

孔内検層（地質調査所と防災科学技術研究所による）では、両孔井とも概ね似たような物性値が求められた。比抵抗値、10 - 1,000 Ohm-m; P波速度、2.5 - 4.0 km/sec; 密度、2.2 - 2.3 g/cc, ガンマ線強度、70 - 100 API, 孔底温度、47 (UZ-1), 33 (UZ-2) である。UZ-1の地質は、火砕流堆積物と土石流堆積物が卓越するが、幅 10 - 20 m のブロック状溶岩や幅数 m の軽石流堆積物が狭在する (Uto et al., 2000)。これらも検層結果上で、パルス状の変化として現れている。

南千本木孔では、水圧破壊法による応力測定を実施した。地層や孔壁の状態を把握して水圧破壊箇所を選定する上で、BHTV および孔径検層は欠かせない。また他の各検層結果にも地層の不均質性が急激な変化として現れている。実験を実施した5箇所のうち、2箇所では既存の亀裂による影響があったと思われるが、残り3箇所で応力値が求められた。425.7m, 538.2m, 703.5m のそれぞれの深度において、SHmax = 6.3MPa, 11.7MPa, 15.6MPa; Shmin = 5.9MPa, 8.6MPa, 11.4MPa と求められた。後者2深度のSHmaxの値は、密度2.2g/cc と仮定したときの垂直応力に近い値である。最大水平圧縮応力 (SHmax) の方位は、425.7m の BHTV 検層により検出され、西南西 - 東北東 (S60° W±15°) と求められた。この方位は別府 - 島原グラabenにほぼ平行な方位であり、また極浅地層の発震機構から推定される圧縮軸の方位と調和的である。

さらに、南千本木孔では、注水・温度回復試験により透水性、温度分布特性などを把握した。温度回復試験を約 12 時間、その後約 4 時間の注水試験を行い、光ファイバーケーブル型温度計により孔井内の連続温度分布を測定した。地表から深度約 100m までに周囲より温度の高い (max. 37 at 42m) 層が発達していることが見いだされた。その下部、深度 100m ~ 400m は、約 17 程度で一定の値を示す。また、430m 以深では、約 9 / 100m の急激な温度の上昇が見られた。なお、南千本木孔は 350m まで 5" のケーシングが入っており、水位は 2000 年 3 月には - 100m 程度であったが、2001 年 1 月の時点で - 180m まで下がっていた。浅部の高温層はケーシング内の空気の温度であるが、40m 付近に特異な高温層が存在することは明らかである。

### 3. 課題

「火道掘削」においても、BHTV や FMI などによるフラクチャー解析、注水試験時の温度 / 圧力 / 流速測定によるフラクチャーの透水特性、原位置応力測定などが重要となる。特に、孔井周辺の応力状態は、安全な掘削 / ケーシングプログラムを計画するための安定解析にも欠かせない。これらの測定には、特に高温条件下という厳しい条件が付加されるが、他にも小孔径、孔井傾斜、破碎帯などの影響が課題となり、測定機器の開発も望まれる。