

雲仙科学掘削：USDP-4 井における検層結果

Unzen Scientific Drilling Project: Logging Data of the Well USDP-4

梶原 竜哉[1]; 池田 隆司[2]; 中田 節也[3]; 宇都 浩三[4]; 佐久間 澄夫[1]

Tatsuya Kajiwara[1]; Ryuji Ikeda[2]; Setsuya Nakada[3]; Kozo Uto[4]; Sumio Sakuma[1]

[1] 日重化; [2] 北大; [3] 東大・地震研; [4] 産総研

[1] JMC; [2] HOKUDAI; [3] ERI, Univ. Tokyo; [4] GSJ, AIST

雲仙科学掘削井 USDP-4 井は、火道内部の地下構造を把握するために、掘削深度 1995.7m まで掘削された（佐久間他，本大会）。

坑井内調査（物理検層）として、ガンマ線検層、比抵抗検層（ラテラル法）、自然電位・音波検層（弾性波速度：P 波）、密度検層・中性子検層（空隙率）及び FMI[Fullbore Formation MicroImager]/FMS[Formation MicroScanner]検層（坑壁比抵抗画像）を実施した。調査区間は、ガンマ線：167～1780m、比抵抗：167～1795m、自然電位：167～1775m、密度：392～1782m、中性子：770～1777m、音波：392～1787m、FMI：167～1540m、FMS：1550～1791.5m である。調査に使用した検層器の耐熱は 175degC と低い。一方で、火道内を掘削した場合に予想される地層温度が数百度であったため、また、火道付近では火山ガスの噴出が予想されたために、最低限度のデータを取得する意味で、最終段での検層調査は、掘削途中の温度測定結果から温度上昇の傾向が認められていた深度 1812m 掘削終了後に実施した。

また、温度測定は掘管内にメモリーゲージをセットして、掘削途中及び掘削終了後に実施した。

なお、佐久間他で紹介されているように深度 800m 以深の傾斜は 70 度を超える急傾斜であったために、深度 800m 以深の検層は、掘管の先に検層ツールを装着し、掘管と電送ケーブルを同時に揚げ下げすることによってデータを取得する Tough Logging Condition System を用いて実施した。800m 以浅は通常通りのワイヤーラインで検層を実施した。事前の予想では、地層の崩壊や高温のマグマにより検層作業についても困難が予想されたが、特にトラブルなく調査を実施することができた。

検層データの特徴と地質構造との対比結果について述べる。

ガンマ線検層データは、40～100API の値を示し、90～100API を示す区間は、Lava dike と対比できる。

比抵抗構造は 5 層に区分でき、240m 以浅では数百 ohm-m、240～550m では 500～1000ohm-m、550～1100m では約 100ohm-m、1100～1760m では約 10ohm-m、1760m 以深では約 100ohm-m を示す。Lava dike では高比抵抗を示すことが多く、深度 1100m 以深の 10ohm-m の層であっても Lava dike 部では、100ohm-m 程度の高比抵抗を示している。また、自然電位は Lava flow や Lava dike 近傍で異常が認められる。

P 波速度は 3～5km/s の範囲を示し、Pyroclastic rocks では約 3km/s、lava flow では約 4.5km/s、volcanic breccia では約 4km/s、lava dike では約 5 km/s を示す。

密度は 2.3～2.6g/cm³ の範囲を示し、Pyroclastic rocks では 2.3～2.4g/cm³、lava flow では約 2.5g/cm³、volcanic breccia では約 2.5g/cm³、lava dike では約 2.6 g/cm³ を示す。

空隙率は 0.1～0.4 の範囲を示し、lava flow と lava dike では 0.1 程度と低い。10ohm-m 程度と低比抵抗を示す区間の空隙率は 0.4 と大きく、その区間は低速度、低密度を示す。また、深度 1700m 付近の高空隙率を示す区間は、掘削泥水中の NaCl 濃度が高い値を示した区間と一致しており、自然電位でも異常が認められるため、地下での流体流動と関連していると推察される。

FMI 及び FMS 検層では、その坑壁の比抵抗イメージから地層境界、古い lava dike の境界面だけでなく、礫等の堆積状況（粒径の違い）なども捉えることができた。また、火道部では vertical pyroclastic vein と推定される面構造や lava dike 中の低比抵抗の面構造（フラクチャ）も認められた。さらには、ドリリングインデュースドテンサイルフラクチャ（DTF）やボアホールブレイクアウトも認められている。Lava dike の境界面の走向傾斜は、主に東西走向で高傾斜を示した。

このように検層結果は、地質構造とよく対比でき、Lava flow や Lava dike では高ガンマ線（90～100API）、高比抵抗（数十～数百 ohm-m）、高速度（4.5～5km/s）、高密度（2.5～2.6g/cm³）を示し、空隙率（0.1 程度）が低いことがわかった。

掘削終了後に実施した 2 回の温度測定結果（スタンディングタイムは 11h と 20h）を用いて坑底（1995m）での地層温度を推定したところ、160～182degC であった。また、コアの流体包有物の均質化温度を測定したところ、坑底コアの斜長石の最低均質化温度は 171degC であった。