

ボアホール内の水の移動と温度変化の関係を調べる現場実験 In situ experiment to relate temperature changes in boreholes with water flow

○加納靖之・柳谷俊・Jim Mori・中尾節郎・三浦勉・山崎友也・藤尾良・當眞正智
○Y. Kano, T. Yanagidani, J. Mori, S. Nakao, T. Miura, T. Yamazaki, R. Fujio, M. Toma

We started in-situ experiment to reveal the relationship between temperature changes and water flow in a borehole. We installed a pressure gauge and four Pt-RTD thermometer in a 300-m-deep borehole drilled in the Yamasaki fault. We pumped up a water inside the borehole to produce a water flow into borehole and no temperature change was observed. This indicate that there are no flow at the depth interval from 200 m to 280 m where we put the thermometer.

我々は、ボアホール内、もしくはその周辺の水の移動と温度変化の関係を調べるため、山崎断層近傍に掘削されたボアホール内に設置した温度計と水位計を設置し、連続観測を行なっている。例えば、台湾車籠埔断層の断層掘削サイトにおいて、断層の摩擦熱を測定するための精密温度モニタリングを行なっているが、このような測定の場合、ボアホール内やその周辺の水の流れが、本来の測定ターゲットである断層発熱による温度異常を乱す可能性がある。これを取り除くためには、実際のボアホールにおいて、ボアホール内やその周辺の水の移動が温度場にどの程度の影響を与えるかを見積もっておく必要がある。

このような現場実験のためのテストサイトとして、山崎断層近傍に掘削された深さ 350 m のボアホール井戸を利用することにした。このボアホールは、山崎断層観測室から約 300 m 西の地点に平成 2 年 3 月に掘削された。掘削後ケーシングが挿入され、深さ 205.5 ~ 291.5m に設けられたスクリーンにおいて帯水層と接している。また、自然水位は地表から 1 m 以上高いところにあることがわかっており、自噴している井戸である。2005 年 3 月 31 日からサーミスタ温度計（センシトロン社製）を用いて深さ 280 m 付近で予備的な観測を開始した。また、長期間放置されていたため、280 m 以深には泥がたまっていることが判明した。この泥を除去するため、2005 年 4 月にボアホール内の洗浄を行なった。その後、5 月 18 日に水位計（ひずみゲージ式、ゲージ圧）を設置し、水位変化をモニターした。2005 年 6 月 17 日には、水位計を In-Situ 社 miniTroll（フルスケール 21 kPa）に交換

し、気圧計（In-Situ 社 BaroTroll）を設置した。また、温度計を設置して、ボアホール内の水位と温度の並行観測を開始した。ここで設置した温度計は、岡崎製作所製の白金抵抗測温体式の温度計（基準抵抗 1000 Ω）で、深さ 200~260 m の区間に 20m 間隔で 4 点設置した。また、2005 年 11 月 7 日に水位計をより高精度のもの（Druk 社 PTX-1830）に交換した。サンプリング間隔は 1 分とした。水位記録には、気圧応答成分や潮汐成分はみられなかった。これは、帯水層がこれらの変化に対して鈍感であることを示している。温度は浅いほうから順に 18.82, 19.37, 19.72, 20.26°C で安定しており、これから求まる地温勾配は 23.5 K/km である。スクリーンをはさむように温度計を設置しているが、とくに温度異常は見られない。

ボアホールの洗浄後、水位が上昇していたことから、水がボアホール内に流入していることが分かったが、顕著な温度変化はみられなかった。そこで、より大きな水の流れを生じさせるため、水中ポンプでボアホールから水を揚水（2005 年 7 月 11 日に 13 m, 11 月 7 日に 30 m）し、帯水層とボアホール内に人為的な圧力差をつくりだした。揚水後の水位の回復は、1 回目については、当初 1.4 m/日から 20 日後 0.20 m/日、2 回目については、当初 2.2 m/日から 60 日後 75 mm/日と変化した。また、温度については、顕著な変化は見られなかった。このことから、今回温度計を設置した区間のスクリーンでの水の流入はごく小さいものと推定される。今後は温度計の設置区間を変更し、水の流入区間を特定したいと考えている。