

微動アレー探査を用いた地下水開発

(株)日さく ○小山祥代, 堀信雄, 長谷川智史

1. はじめに

本業務は、稼働中の工場における地下水開発を目的として、物理探査および試掘調査を実施したものである。既存資料から、調査地においては概ね深度80~100mにおいて基盤岩である花崗岩類が分布すると想定された。調査地周辺2km 圏内の既存井戸の地質柱状図を図-1に示す。当該敷地が170m×170m 程度であり探査深度と比べ、測線を敷地外に伸ばせないこと、工場や埋設管などの電気的なノイズ源が多いことから、電気探査の適用は困難と判断した。このような施工条件下で実施可能な手法として、微動アレー探査およびチェーンアレー探査(二次元微動アレー探査)を実施した。

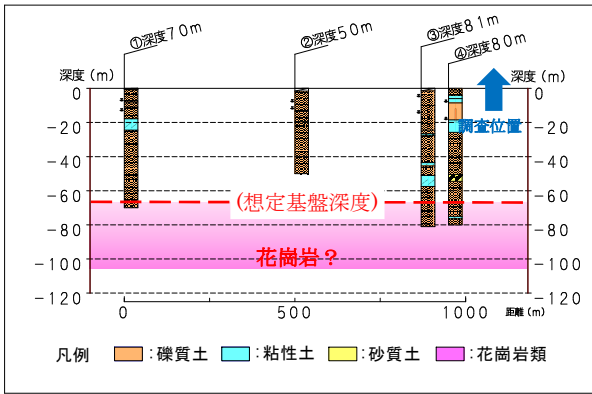


図-1 既存井戸柱状図

2. 調査概要

微動アレー探査とは、地震計を三角形に配置し、観測地点直下のS波速度構造を把握する調査である。

一方、チェーンアレー探査は、三角形の配置を線状に組み合わせることにより、速度構造の2次元的な分布を把握することを目的とする調査である。本業務では解析精度を高めるため、微動アレー探査とチェーンアレー探査の両者を組み合わせて実施した(図-2および図-3)。

地表には、人為的な振動や自然に起因する様々な波動が常時伝播しており、これらのうち震源を特定できない微小な振動を微動と称している。人為的な微動は、一般的には交通機関や工場の機械の振動に起因し、振動に明瞭な日変化が認められる特徴がある。一方、自然現象に起因する波動は、主に気圧変化に伴う風や波浪等が発生源であり、現象の規模によって振幅は変化している。微動は実体波や表面波からなり、多くの場合、表面波が優勢である。表面波は、地盤を伝わる速さが周波数によって変化する性質があり、この特性は地下構造を正確に反映する。この変化のパターンは、地下のS波速度構造の違いによって明瞭に異なることから、表面波の周波数と

伝播速度の関係を把握することで、地下構造が把握できる。

(1) 微動アレー探査

地表に複数台の地震計を配置した上で、微小な振動を観測し、観測地点直下の平均的なS波速度構造を求めるものである。本調査ではSPAC法¹⁾を採用し、円の中心点と円に内接する正三角形の頂点に地震計を配置した。

(2) チェーンアレー探査

微動アレー探査では、微妙な地下構造を忠実に反映できるものの、1次元的なものである。2次元的に表現するためには、アレーを直線的に繋いでいく必要があり、最小3点の正三角形アレーを連続に配置するチェーンアレー探査を実施した。

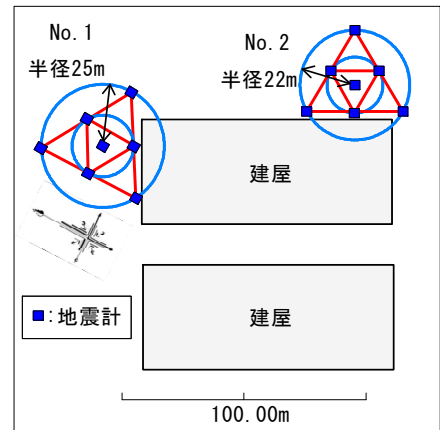


図-2 微動アレー調査配置図

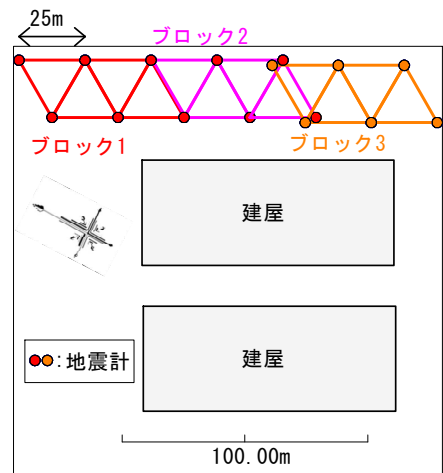


図-3 チェーンアレー調査配置図

3. 結果と解釈

微動アレー探査およびチェーンアレー探査の結果を図-4に示す。一般にS波速度は、未固結層である砂礫層よりも岩盤である花崗岩の方が高い値を示す。調査地はS波速度が深度に伴い速くなり、また、北側から南側へ向かって高速度帯の出現深度が深くなる傾向を示した。こ

のようなS波構造は、図-4に示すように、北側から南側に向かって花崗岩の出現深度が深くなり、砂礫層が厚くなることを示唆するものと想定される。

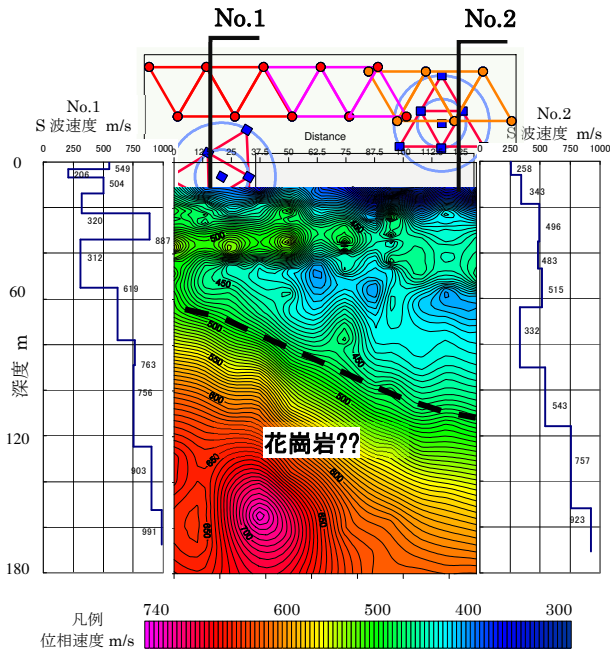


図-4 探査結果統合図

文献²⁾によると花崗岩の P 波速度は1500m/s 以上と想定されており²⁾、岩盤の S 波速度と P 波速度の関係から(図-5)、S 波速度は400~500m/s であると想定される。調査地においては、S 波速度400~500m/s 程度が花崗岩の出現する深度60~100m の上面深度と想定し、試掘の計画深度とした。

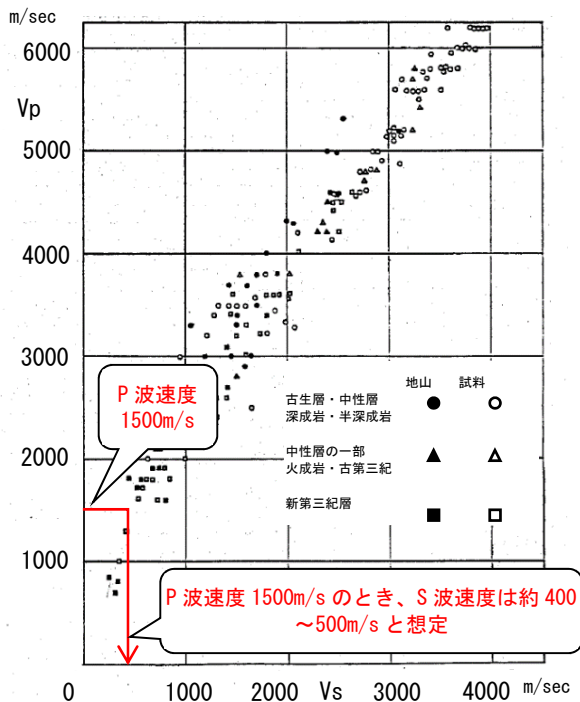


図-5 岩盤の S 波速度と P 波速度の相関³⁾

4. 考察

地下水開発の適地選定においては、帯水層が厚く分布することが必要な条件の一つである。工場周辺の基盤となる花崗岩の出現深度は、南側で深くなると想定されることから、厚い砂礫層が分布すると期待される敷地南側で試掘調査を実施した。既存資料と探査結果より、敷地南側では花崗岩の上面深度が約深度100~110m と想定されることから、掘削深度は深度120m とした。試掘調査の結果、当初想定された深度で花崗岩を確認できなかったものの、帯水層となる砂礫層が厚く分布することが明らかとなった。一方、相対的に S 波速度が遅い範囲には粘性土が存在していた。試掘結果と微動アレー探査およびチェーンアレー探査結果との整合性は高いと考えられる。

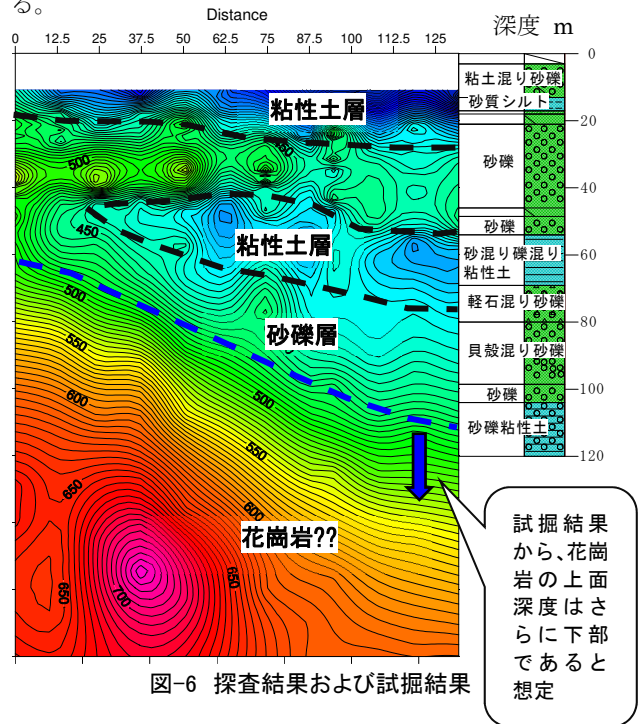


図-6 探査結果および試掘結果

5. 今後の展望

試掘結果との対比から、微動アレー探査およびチェーンアレー探査は、内部層序の検討に当たっては高い精度を発揮するものと考えられる。今後も実際の地層と照らし合わせたデータを蓄積し、知見を深めていく必要がある。電気探査において遠電極を設置することが確保できない場合や、配管等の存在により電気ノイズが多いことが想定されるサイトにおいて、地下水開発に対する有用な手法として、今後活躍の場が増えていくことが期待される。

《引用・参考文献》

- 岡田 広: 微動探査の現状と課題, 物理探査, 第61巻, 第6号, pp445-456, 2008
- 物理探査ハンドブック, p. 145, 1998
- “土と岩”の弾性波速度-測定と利用-: 物理探査学会, p. 142, 1998