

岩盤中における帯水層の評価事例

株式会社エイト日本技術開発 ○東原 壮汰、原 伸匡、花木 勇太、大嶋 篤

1. はじめに

花崗岩類及び安山岩類の分布する地域において、新たな水源確保を目的として、新設井戸が計画された。

本稿では、地表地質踏査や高密度電気探査等の結果に基づき、周囲の水理地質を把握した上で、岩盤中の地下水脈及び、帯水層の評価を行った。

2. 調査の流れ

岩盤中における帯水層の評価を行う方法としては、まず、既往資料や地形・地質情報から水源候補となる地点を選定し、現地確認により電気探査測線の位置を決定した。電気探査実施後、その結果に基づき、水源候補地を選定し、調査ボーリング、現場透水試験、電気検層を行い、岩盤中の帯水層を評価した上で、最終的な井戸の掘削深度及び有孔管の位置を決定した。

図-1に調査フローを示す。

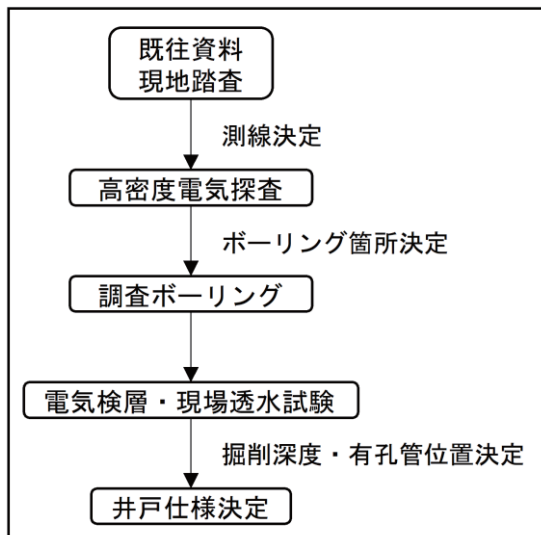


図-1 調査フロー

3. 高密度電気探査

(1) 調査方法

電気探査とは、地盤を構成する物質の電気的性質の相違を測定することにより、地盤状況や地層の性状を把握する方法である。特に、人為的に地盤に電流を流し、地盤の電気比抵抗分布を測定する方法を比抵抗電気探査と呼ぶ。求められた地盤の比抵抗分布により、帯水層の厚さや深さを推定する。

本調査では、地盤及び地下水性状を把握することを目的とし、2極法電極配置による測定を実施した。

(2) 測線位置の選定

電気探査測線の位置の選定は、既往資料や現地踏査から得られる地形・地質情報によって、1測線(測線長:400m、

電極間隔:5.0m)を選定した。

(3) 電気探査結果

電気探査の結果、得られた比抵抗断面図を図-2に示す。

① I層は比抵抗値2000 [ohm-m]以上の高比抵抗を主体とする崖錐堆積層で主に右岸の急傾斜面と左岸の段丘面にも分布する。極めて高比抵抗値であることから空隙が多く、飽和していないものと考えられる。

② II層は比抵抗値600~2000 [ohm-m]を示す中位比抵抗域で右岸の急傾斜面の地下に広く分布する。比抵抗値の分布は概ね均質であるが、河床付近から測線起点方向にかけて1000 [ohm-m]以下の低比抵抗域へ漸移する。岩盤の亀裂の発達や地下水の浸透によるものと考えられる。

③ III層は比抵抗値300~500 [ohm-m]を示す低比抵抗域で、河床部と測点140m付近の深部を中心に分布する。この低比抵抗域はある程度広範で、岩盤部の亀裂帯はもとより地質境界の不連続に起因する比抵抗表現と推察される。I層、II層に比べて、地下水胚胎の可能性が期待されることから、水源候補地として選定する。

④上記以外で比抵抗値200 [ohm-m]以下を示す低比抵抗域で測線起点側の平坦面の地下に水平に分布する。比抵抗値や周辺のボーリング結果から概ね未固結の土層で粘性土主体の状態と考えられる。

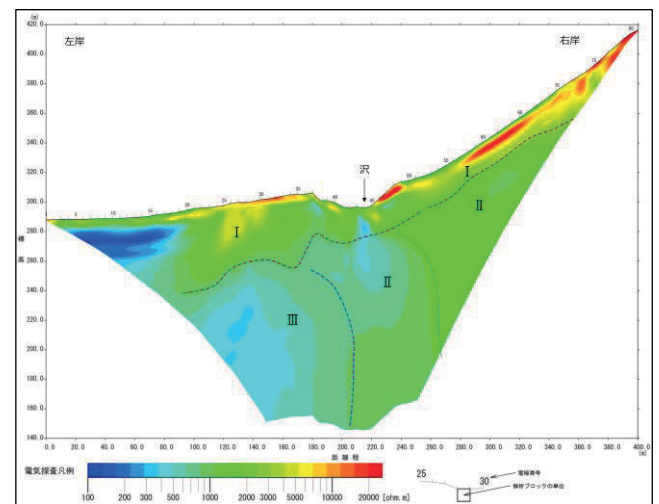


図-2 比抵抗断面図

4. 調査ボーリング

水源候補地で実施した鉛直ボーリング(掘進長:150m)の結果より得られた推定地質断面図を図-3に示す。

(1) ボーリング結果

ボーリングの結果、概ね軟質で破碎された安山岩質の岩盤が連続し、所々硬質な岩盤が出現する。

なお、透水区間については、弾性波探査より得られる低速度帯及び地表地質踏査結果による地層の傾斜から推

定し、ボーリングにより確認された区間を第1透水区間、電気探査による推定区間を第2透水区間とした。

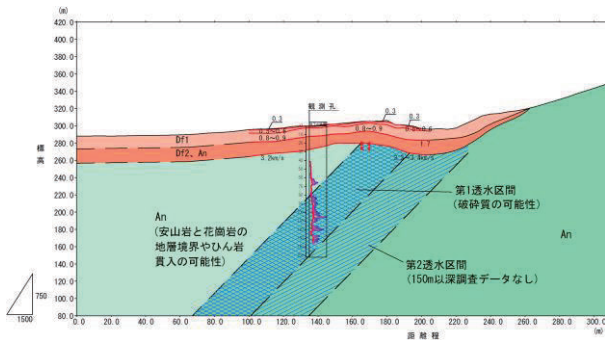


図-3 推定地質断面図

(2) 電気検層・現場透水試験結果

電気検層及び現場透水試験の結果より推定される帯水層の分布を図-4に示す。電気検層区間は GL-40~135m、透水試験は GL-60~120m 間で実施している。

GL-40~80m は、電極間の比抵抗値に差がなく、概ね難透水である。GL-80~100m は、電極間の比抵抗値に差が出始めるが顕著ではなく、やや透水性のある地層である。GL-90m での透水試験の結果は、 $6.5 \times 10^{-7} \text{m/sec}$ 。GL-100m 以深は、電極間の比抵抗値の差が明瞭に表れる。GL-120m での透水試験の結果は、 $2.3 \times 10^{-6} \text{m/sec}$ 。GL-120m 付近から地下水の流動区間が大きくなる。

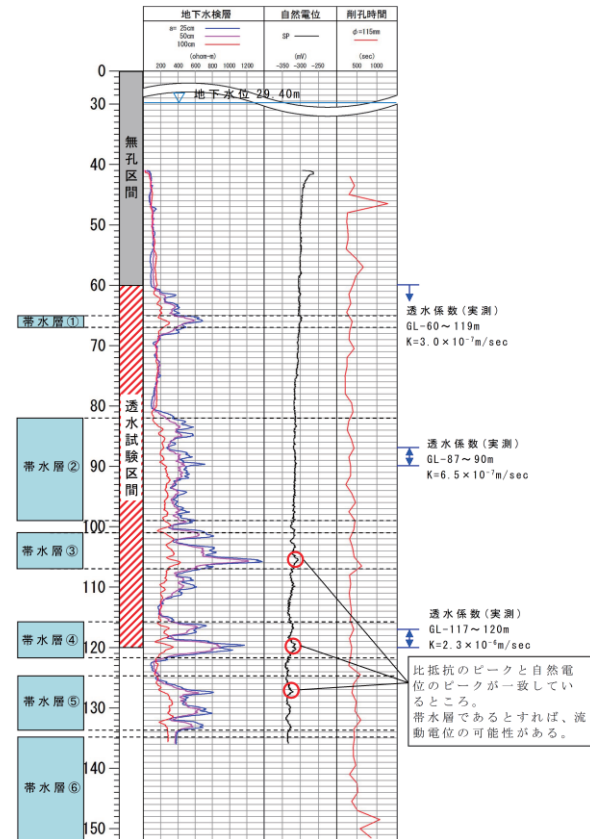


図-4 帯水層の分布

(3) 取水の見込み

透水性のある帯水層としての可能性が高い帯水層③以深の帯水層を対象に取水量を計算する。GL-135m 以深については、比抵抗値がないため、半分の割合で帯水層が

分布すると仮定する。水位低下量については、湛水深さに対して3割を想定する。

井戸深さを210m とすると224L/分となり、連続揚水量を70%目安とすると、取水量は156L/分と推定される(表-1)。

表-1 取水の見込み

項目	帯水層③ 101.0m~107.0m	帯水層④ 116.0m~122.0m	帯水層⑤ 126.0m~134.0m	帯水層⑥ 135.0m~210.0m
平衡水位 (GL-m)	29.4	29.4	29.4	29.4
帯水層厚 (m)	6.0	6.0	8.0	37.5
水位下端 (m)	83.6	83.6	83.6	83.6
透水係数 (m/sec)	1.5×10^{-6}	1.5×10^{-6}	1.5×10^{-6}	1.5×10^{-6}
水位低下見込み量 (m)	54.2	54.2	54.2	54.2
推定取水量 (L/min)	23.3	23.3	31.1	145.8
備考	GL-120mの透水係数×0.65	GL-120mの透水係数×0.65	GL-120mの透水係数×0.65	半分の区間で帯水層と想定 GL-120mの透水係数×0.65

5. 本井戸

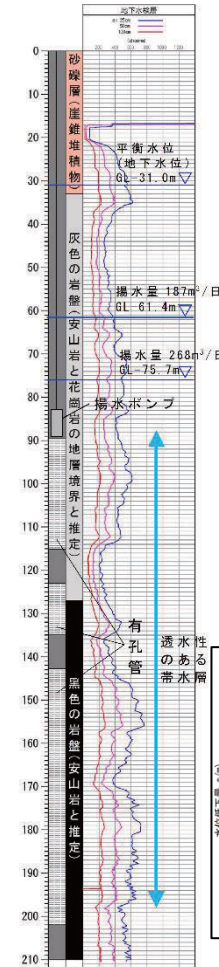


図-5 本井戸

本井戸(井戸深さ:210m)は、観測孔より5m 谷側の位置に設置した(図-5)。地下水位はGL-31m、透水性のある帯水層はGL-91m 付近から現れ、GL-202m 付近まで断続的に続く。透水性のある帯水層を対象に延長96.75m の有孔管を設置した。段階揚水試験の結果(図-6)、明瞭な限界揚水量(急激な水位の変化点)は確認できなかったが、186L/分で水位の変化量が変わり始めていることから、186L/分を限界揚水量とする。連続揚水量は、限界揚水量の70%を目安とすると130L/分となり、取水量の見込みと概ね一致した。

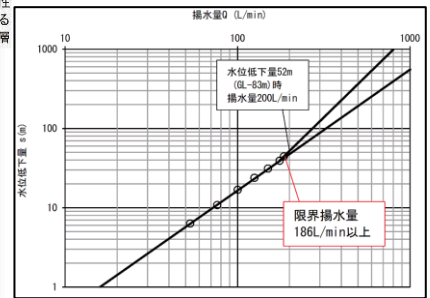


図-6 段階揚水試験

6. まとめ

深井戸による水源確保では、費用が高額になる場合が多く、確実な水量が求められる。そこで、電気探査、電気検層、現場透水試験等の結果を総合的に評価することで、高い精度で水量を推定することが可能となる。

課題点は、調査ボーリングを実施した区間において、確実に調査を行うことが出来れば、調査精度をさらに高めることができ、より確実な水量の推定が可能になると考えられる。