

豪雪地域における地下水位観測事例

(株) サクセン 笹田 麻純
○高瀬 晶弘

1. はじめに

長野県北部は豪雪地域であり、地すべりが多く分布する。その地域において、新たに国道バイパスの建設が計画され、調査地では2本のトンネルおよび明かり区間にスノーシェルターの建設が予定されていた。これに伴い、地質調査が既に行われていたが、設計・施工にあたり必要な地質データが不十分であった。そこで、ボーリング、簡易揚水試験、地下水検層、地下水位観測、孔内傾斜計観測による追加調査を実施した。

この内、地下水位観測は、地下水位変動と降水の相関を把握することが一般的とされている。ただし、豪雪地域である調査地は、融雪の影響を受けやすく、冬期の地下水位変動と降水の間に直接的な相関が確認されないことが想定された。

ここでは、地下水位と同時に、気温、地下水温の観測を実施し、それらのデータを取りまとめ、評価した地下水位観測事例を報告する。

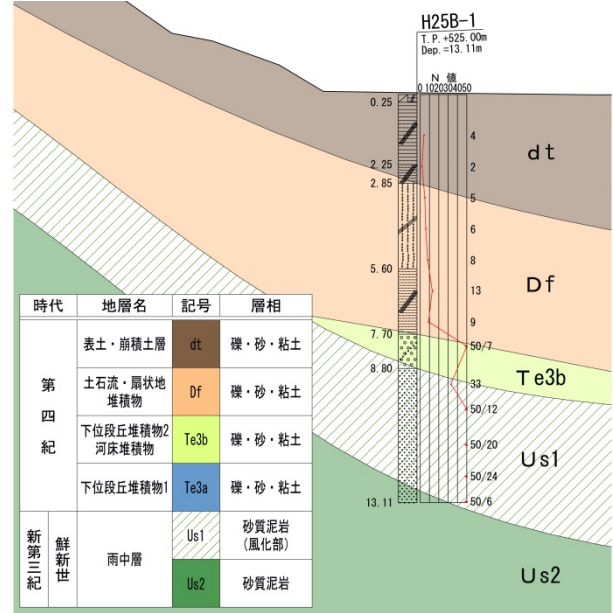


図-1 観測地点の模式断面図の一例

2. 観測概要

地下水位観測は、以下のように実施した。

- 既存の観測井4箇所、新設した観測井4箇所の計8箇所に、後述の絶対圧水位計を設置し、地下水位を観測した。
- 調査地内の1地点に、バロメータを設置し、大気圧を観測した。

(1) 水位計

地下水位の観測は、水温も計測可能な絶対圧水位計 (S&DL mini MODEL-4800) を用いて、1時間毎の地下水位および地下水温を観測した。

大気圧は、気温も計測可能なバロメータを観測箱に設置し、観測した。

(2) データ回収

データ回収は、最低月1回実施した。その際、観測データの精度を維持し、欠測を防止するため、手測りによる水位を測定した。なお、観測した地下水位は、実測水位および大気圧を用いて補正した。

降水データは、調査地から最も近いアメダス観測所の観測データを用いた。

(3) 調査地の地盤構成

本調査および既存のボーリング結果より、調査地の地盤構成を図-1に示した。調査地は、基盤となる泥岩の上位に、段丘堆積物、土石流・扇状地堆積物、表土・崩積土層が堆積していた。

3. 観測結果

(1) 降水と気温

降水と気温の観測結果を図-2に示した。

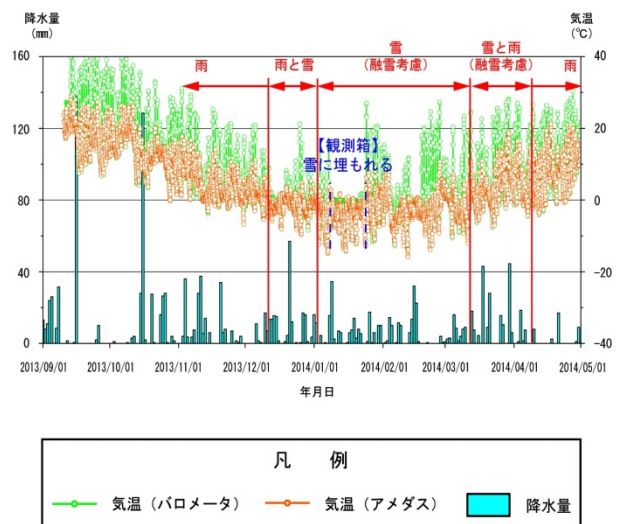


図-2 降水と気温の観測結果図

降水は、12月上旬以前および4月上旬以降に降雨、1月初旬～3月上旬に降雪で、12月上旬～1月初旬および3月上旬～4月上旬においては、降雨と降雪の両方であった。気温は、降雪が確認される12月上旬まで低下傾向を示した。降雨が確認される3月上旬までほぼ横這いに推移

し、3月上旬以降は上昇傾向を示した。日中の気温は、アメダスの値よりバロメータの値が高い傾向にあった。これは、バロメータを設置した観測箱の通気が不十分であったこと、日中は観測箱内部の温度が外気温より上昇したことに起因する。また、1月上旬～1月中旬かけて、バロメータの気温はほぼ一定に推移し、アメダスの値より高い値を示した。これは、積雪により観測箱が埋没したことで、観測箱内部の温度が安定したことに起因する。

(2) 地下水位

地下水位は、変動の応答傾向に統一性が確認された。また、降水、地下水温および気温の関係から、地下水位は地下水温の変動に特徴がある3種類のグループ (A～Cグループ) に大きく分類することができた。その結果を図-3に示した。

A～Cの3グループの特徴は、以下のとおりである。

1) Aグループ：水温低下が確認されるグループ

観測井8箇所内、2箇所確認された。

地下水位は、1月下旬からの降水とは連動せず、気温と連動する傾向が確認できた。これは、気温上昇によって融雪が進行し、地下水位が上昇したことに起因する。

水温は、融雪水の涵養による低下が確認された。

このグループの地下水位変動は、降雨の影響と1月下旬以降に融雪の影響が確認され、地表水の涵養の影響を強く受ける傾向を示した。

2) Bグループ：一定水温のグループ

観測井8箇所内、4箇所確認された。

地下水位は、Aグループと同傾向を示した。

水温はほぼ一定に推移していた。

このグループの地下水位変動は、Aグループと同様に、融雪の影響が確認される。

水温変動は、水位計がAグループに比べ、地下水位面または流動層から離れた位置に設置されたことにより、一定に推移したものと考えられる。

3) Cグループ：水温が緩やかに変動するグループ

観測井8箇所内、2箇所確認された。

地下水位は、Aグループと同傾向を示した。

地下水温は、12月下旬をピークとした緩やかな変化が確認された。この水温変動の原因は、地質データが不十分である上に、観測井はオールストレーナーであったため、把握することができなかった。

4. おわりに

今回、調査地における冬期の地下水位観測に対し、地下水位や降水と共に、気温、地下水温の補足データを観測し、データを検証する有用性を示すことができた。

この補足データを含めた観測データの検証事例は少ないことから、本事例は必ずしも調査地以外の地域における有用性を示したものでない。したがって、今後の機会を捉え、豪雪地域の地下水観測において、気温、地下水

温も同時に観測し、地下水位の変動状況を把握したいと考えている。また、近年頻発するゲリラ豪雨に対応させるため、調査地内で降水量も観測し、観測精度の向上を図りたい。

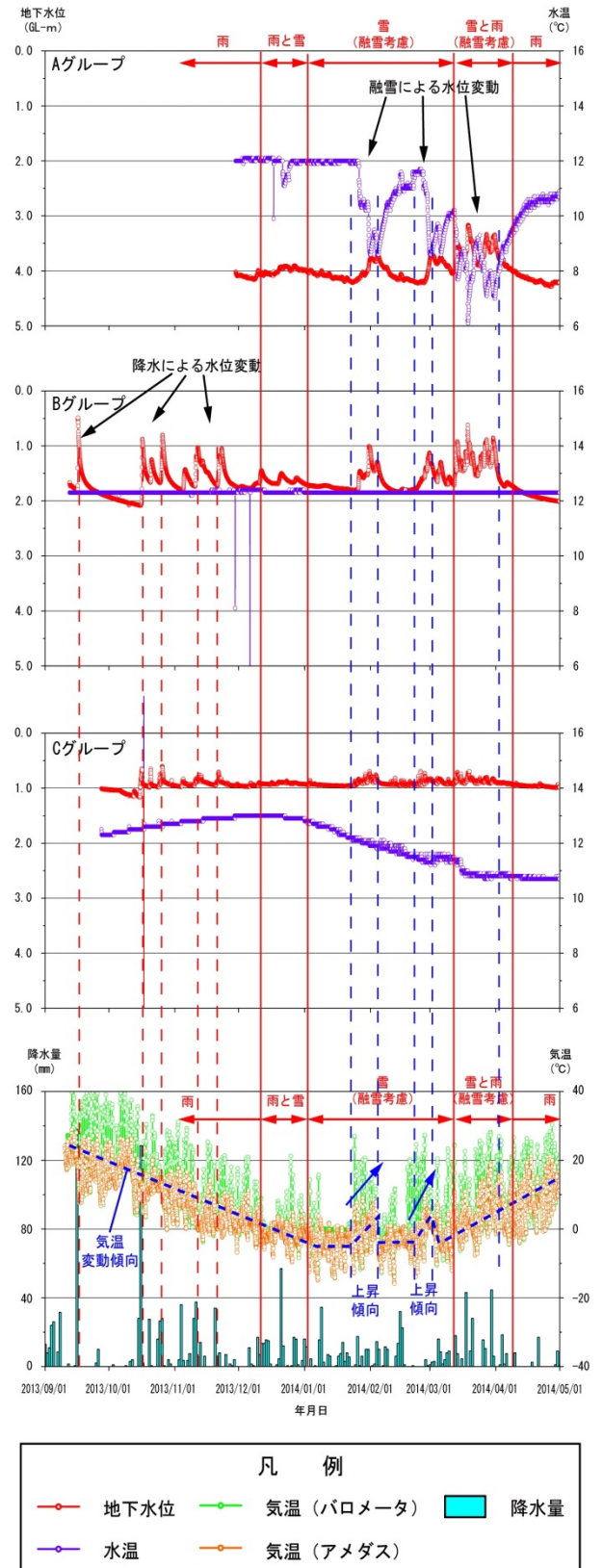


図-3 3種類の地下水位変動観測結果

エアハンマ工法を用いた地下水湧出層の判定

辰野町役場建設水道課

(株) サクセン ○宮澤育江 鴨田知幸

(株) サクセン山梨 寺下陽三

1. はじめに

地質や地形などの要因により、飲料水として利用できる地下水を容易に得ることが困難な地域がある。そのような地域で地下水開発を行う場合、深度毎の地下水賦存量や水質、地下地質を調査することで、地下水開発の可能性を判断し、適切な計画が可能となる。

調査地は長野県上伊那郡辰野町である。調査地の基盤岩は主に美濃帯付加体味噌川コンプレックスの砂岩や泥岩からなり、谷底及び山体斜面には砂礫や粘土からなる第四紀の河川性や崖錐性の堆積物が分布している。調査地及び地質図を図-1に示す。

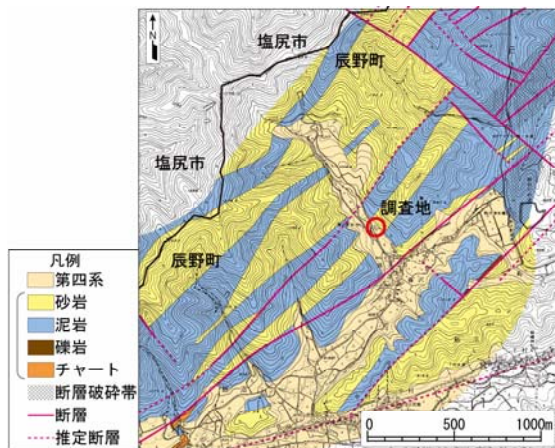


図-1 調査地及び地質図¹⁾

調査地点は、事前に水源探査として行った地表地質踏査、断層調査、放射能探査、電気探査及び河川水・湧水の水質分析の結果を鑑みて選定した。

事前調査から第四系の層状水はヒ素を含む可能性が高く、基盤岩の裂か水は水質の良好な所と、ヒ素や鉄を含む所があることが判明した。さらに、層状水及び裂か水ともに水量については不明であった。したがって、深度毎の地質、地下水湧出量及び水質の観察を行うためエアハンマ工法を用いた井戸試掘調査を提案した。

2. 調査方法

(1) 掘削工法

試掘で採用したエアハンマ工法は圧縮空気を利用して掘進し、掘進と共にケーシングを設置する方法である。さらに、圧縮空気により連続的に掘り屑を排出し、地下水が存在する場合は同時に地下水を地上へ排出することができる。

したがって、排出された地下水及び掘り屑は、深度毎の地下水の湧出量や水質、地層の変化を反映している。

(2) 調査方法

本調査ではエアハンマ工法の特徴を利用し、深度毎に地質、水量及び水質を詳しく調査することで、帯水層の区分を試みた。その際、採水部を狭くすることで、各深度の水量や水質を確認することが可能であると考えた。

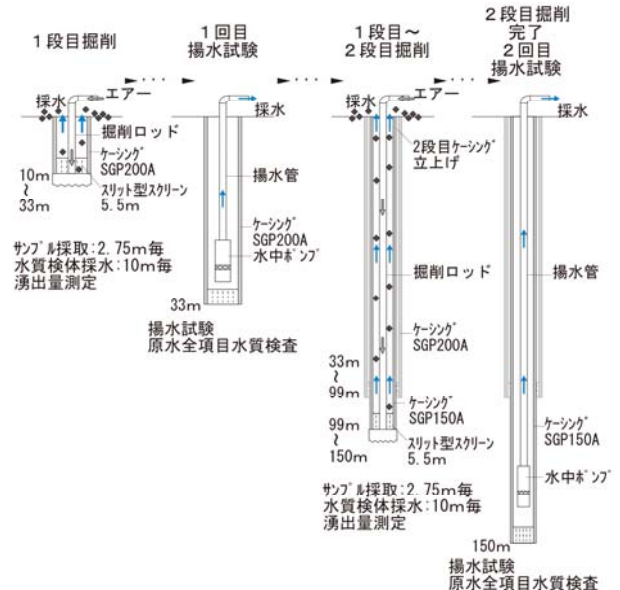


図-2 調査方法

調査方法の概要を図-2に示し、調査項目を以下に示す。

① 井戸構造

2段構造とし、1段目スクリーンからの地下水浸入を防ぐため2段目は地上まで立上げる構造とした。スクリーンはスリット型とし、ケーシング先端5.5m間に設置した。

② 地質の観察

掘り屑を常に観察し、地層区分を行った。サンプリングは2.75m毎及び地層境界部において実施した。

③ 地下水湧出量の測定

ノッチ板を排水経路に設置し、排水がすべてノッチ板を通過する構造とした。深度毎に掘削中に排出される地下水の越流水深を測定し、湧出量を算出した。

④ 掘削中の水質検査

深度毎の水質を調査するため、掘削中のエアリフトにより10m毎に検体を採水した。検査項目は鉄(Fe)、マンガン(Mn)、ヒ素(As)であり、検体は前処理として濁りの除去を行った。

⑤ 揚水試験

第四系及び基盤岩の地下水を対象とした揚水試験を実施し、揚水能力を測定した。試験は掘削ロッドを

引揚げた後、水中ポンプを仮設し、予備揚水、段階揚水試験、連続揚水試験、回復試験を実施した。

⑥ 原水全項目水質検査

検体は揚水試験に伴い水中ポンプにより採水し、地下水が飲用に適するか判断を行った。

3. 結果

試掘調査の結果について調査結果を図-3に示し、各層の特徴を表-1に示す。

掘削地質について、表-1及び図-3の通り、深度毎の地質、水量及び水質によりA～Cの3層に区分することができた。

揚水試験について、深度33mでは第四系に賦存される層状水(A層)を採水対象とし、限界揚水量100L/min程度を得た。揚水水位は安定する傾向を示す。

深度150mでは泥岩中の裂か水(C層)を対象とし、限界揚水量10L/min程度を得た。揚水水位は8時間連続揚水時においても、安定傾向を示さない。

以上の調査結果から地下水開発を実施する際の各層の概要を以下に示す。

- ・ A層は水量が多く、微量のヒ素を含む(基準値以内)。
- ・ B層は水量がA層より少ないが、ヒ素を含まない可能性が高い。
- ・ C層は水量が少なく、鉄が水質基準に適合しない。

以上の点から、水道水源として水量・水質ともに適さないC層を除外しA層・B層を対象とした生産井の提案を行った。

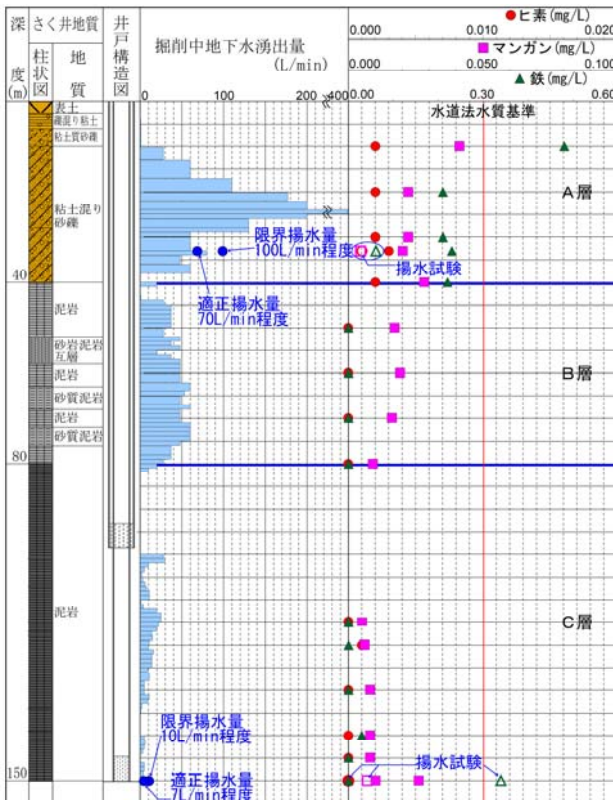


図-3 調査結果

表-1 層区分

A層	掘削	第四系からなる。
		Fe, Mn, As を下位層より多く含む。
	揚水試験	地下水湧出量最大400L/min 以上 限界揚水量100L/min 程度。 水道法水質基準に適合する。
B層	掘削	主に泥岩・砂岩・砂質泥岩からなる。 Mn を含む。Fe, As は検出限界未満。 地下水湧出量は50L/min 程度。
		掘削
C層	揚水試験	限界揚水量10L/min 程度。 鉄が水道法水質基準を超過する。

4. まとめ

(1) 考察

今回の調査方法により明らかとなった点及び留意点について以下に示す。また、調査方法による測定値の比較を表-2に示す。

① 水量について

- ・ 掘削中の湧出量測定は深度毎の特徴を把握し、帯水層を区分する方法として有効である。
- ・ 掘削中の地下水湧出量と揚水試験の限界揚水量に差がある。したがって、詳細な揚水量については揚水試験を実施する必要がある。

② 水質について

- ・ 深度毎の採水による水質検査は帯水層毎の水質の特徴を把握する方法として有効である。
- ・ 採水方法及び検査項目により数値に差があるため、詳細な水質を調査するためには水中ポンプによる採水が必要である。

表-2 比較表

深度	測定条件	水量 L/min	Fe mg/L	Mn mg/L	As mg/L
33m	掘削中	60	0.23	0.020	0.003
	揚水試験	100	0.06	0.004	0.001
150m	掘削中	6	<0.03	0.026	<0.001
	揚水試験	10	0.34	0.007	<0.001

(2) 課題

- ① 掘削中の水量測定値と生産井で得られる水量の関係について。
- ② 採水方法及び検査項目により水質の値に差異が生じる。その差異に対する評価の方法について。

《引用・参考文献》

- 1) 辰野町図1万分の1：辰野町，1994.9