

海水井戸においての水位観測事例

東北ボーリング㈱ ○葛巻 圭吾 菊地 真

1. はじめに

近年“海水”を対象とする地下水調査の要望が増加傾向にある。海水を海中から直接取水する場合には、配管に費用が掛かること、配管内に浮遊性プランクトン等が付着することなどから、高額な浄化施設を設置する必要があり、また定期的な洗浄も必要となる。

陸上における海水井戸は、砂礫層等の地盤がフィルターとなり良質な海水を取水し得る可能性があることから、その需要は高まってきている。

2. 調査地の特徴

調査地付近は、北上高地南端の宮城県北東部にあり、大小の入江が発達するリアス海岸を形成する。調査地は、リアス海岸の湾入部である雄勝湾に位置し、準平原化した丘陵を開削する河谷出口に形成された小規模な低地端部の埋め立て地である。

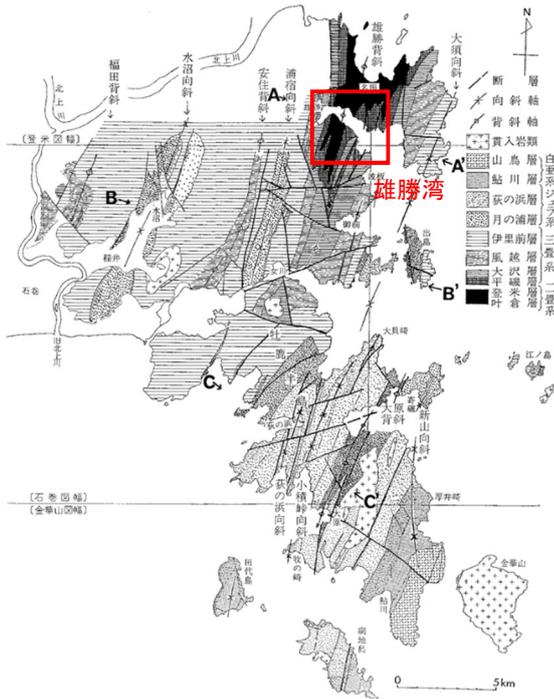


図-1 調査位置図

背景地図：石巻地域とその周辺の地質概略図¹⁾

3. 海水取水の要件

陸上における海水取水の要件は、次の3項目が挙げられる。

- 1) 十分な海水の浸入があること
- 2) 海水帯水層がある一定程度の層厚を有すること
- 3) 真水の浸透が少ないこと

海水井戸の事例は少なく、その要因としては、背後の集水域が大きい地域では真水の浸透も多いこと、海岸に

近接する場合でも、護岸工事などにより海水の浸入が妨げられることなどがある。

調査地は、海岸に近接する埋め立て地であり、遮水性の護岸もなされていないため、海水取水の可能性があるかと判断した。

4. 海水井戸における水位観測結果

(1) 調査方法

本調査では、本井戸設置前に調査井戸を削孔し、揚水試験および水質分析を実施した。調査井戸の仕様は図-2に示すとおりであり、帯水層として玉石混じり砂礫からなる埋土及び、原地盤層の粘土混じり砂礫を対象とした。なお、調査井戸は海岸に沿って60m程度の離れで敷地内2箇所に設置した(図-2)。

① 揚水試験

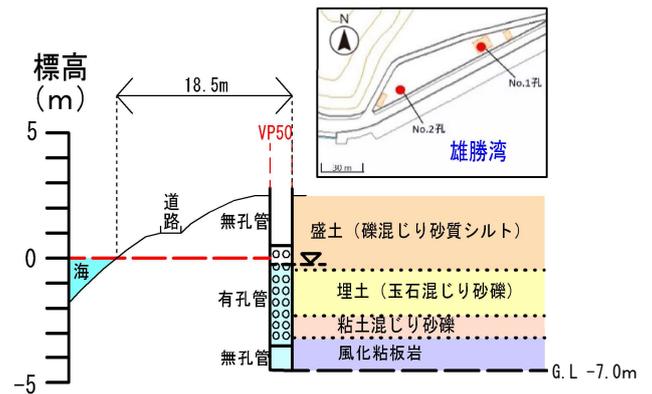


図-2 揚水試験模式図及び地質モデル

詳述する揚水試験は、No.2孔を揚水井として実施した。塩水であることの確認として揚水中に定期的に電気伝導度、塩分濃度を測定し、海水としての評価を行った。

調査井戸は小口径(φ50mm)であることから、揚水には地上部からの自吸式ポンプを用いた。自吸式ポンプの揚水能力は約30リットル/分程度であり、4時間の連続揚水による水位低下及びポンプ停止後の回復を測定した。また、水位データを用いて透水係数を求め、水理公式から揚水量を試算することとした。

② 水質分析

水質試験は、揚水中の地下水を採水し、水産用水基準による項目およびプランクトン量について試験を実施したが、本稿では詳細については省略する。

(2) 調査結果

① 塩分濃度

揚水試験実施時にポータブル電気伝導率計(1回測定/時間)で電気伝導度、塩分濃度を測定した。測定結果は、表-1に示すとおりであり、海水の塩分濃度を3%程度とす

れば調査井戸で得られた地下水は”海水”であると言える。

表-1 電気伝導度 塩分濃度測定結果一覧表

測定時刻	塩分濃度 (%)	電気伝導度 (s/m)	揚水量 (l/min)
10:40	3.05	4.87	36.1
11:40	3.03	4.89	36.1
12:40	3.15	5.01	26.9
13:40	3.05	4.87	36.1
14:40	3.01	4.83	36.1

② 揚水試験

水位観測は、揚水井 (No.2孔) に加え、No.1孔を観測孔として行った。揚水試験中の水位変化を図-3に示す。

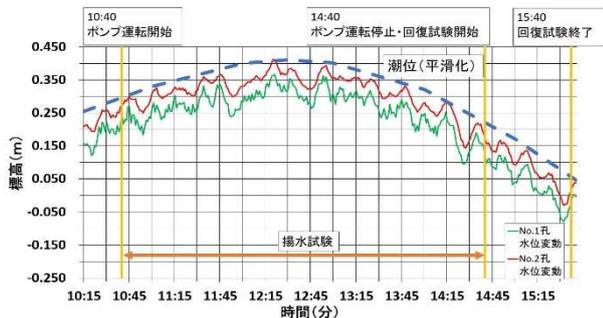


図-3 揚水試験中の水位変動及び潮位変化

図-3から、水位変動は潮位による変動の影響を受けていることが認められる。潮位の影響により、揚水によって生じる水位変化を明瞭に認めることができないため、潮位補正を行った。その際、海水の比重による補正も同時に行った。潮位変動及び海水の比重補正を行った水位変動データを図-4に示す。

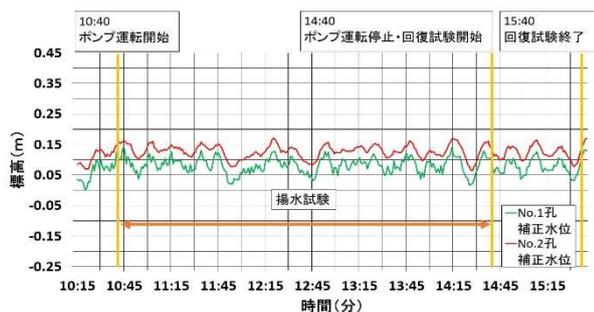


図-4 揚水試験中の水位変動(潮位補正後)

図-4に示すように、補正後の水位変動図には、周期が10~30分程度の水位変化が認められた。

この変動は海面のうねり、船舶による波等を想定したが、周期がある程度一定であることから、潮汐以外の周期で発生するセイシュと呼ばれる副振動であると判断した。セイシュは、湾や海峡などで発生する海面の振動現象であり、一般的には台風や低気圧等の気象じょう乱に起因する海洋のじょう乱や津波などにより発生した海面変動が湾内の固有振動と共鳴して発生する²⁾。潮位補正後においても、セイシュ (副振動) による変動が揚水による水位降下量を打ち消し、影響を見極め難くしている。

No.1孔とNo.2孔の水位変化は概ね同様な変動であるが、10cm程度の水位差がみとめられた。副振動は、湾や海峡の規模、水深、地形等によって変動は異なるため、副振動による影響を補正することは難しい。本調査では、揚水孔であるNo.2孔の水位と、揚水の影響が無いと考えられるNo.1孔の水位差を求め、図-5に示す片対数グラフにまとめた。図-5から揚水による水位降下量を求め、水理定数の算定を行った。

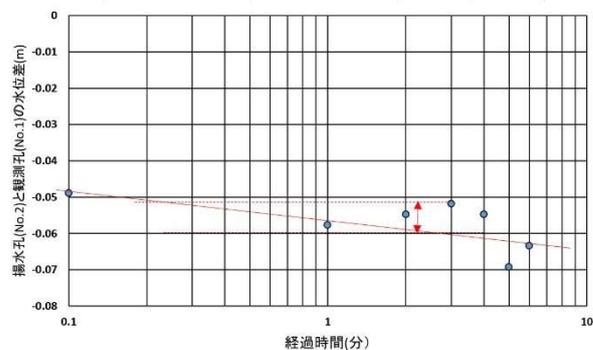


図-5 No.2孔揚水中のNo.2孔とNo.1孔の水位差 (ヤコブの直線解析法)

5. おわりに

調査井戸における水位観測では、対象となる地下水が”海水”である場合、潮位変動、副振動など複数の要因によって、測定される水位に変調が見られる場合がある。潮位変動は、潮位観測所データを用いた潮位補正を行い、その影響を取り除くことで、揚水による水位変動を抽出することが可能である。対して、「副振動」は、湾や海峡の規模、水深、地形等によって変動は異なり、副振動による影響を補正することは難しい。本調査では、揚水孔と観測孔との水位差から、揚水による水位変動を抽出することで副振動の補正とした。本井戸施工前の調査井のような小口径井戸では、十分な量の揚水を行うことが難しく、ある程度の水位降下から揚水を想定するケースが多い。その際、本事例のように海面変動と同様な変動が出現することを踏まえ、調査、解析を行うことが必要である。

今後も海水井戸の需要は増えると見込まれ、海水を対象とした水位観測方法、データ補正等についてデータを収集し、今後の調査の知見としたい。

《引用・参考文献》

- 1) 滝沢文教・神戸信和・久保和也・秦光男・寒川旭・片田正人: 石巻地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, p8, 1984.
- 2) 国土交通省気象庁: 潮汐・海面水位の知識(副振動) <https://www.jma.go.jp/jma/index.html> (確認日: 2019年6月7日)