

地下水揚水による他井への影響に対する考察

上山試験工業(株) ○西尾 憲弘, 斉藤 琢也

1. はじめに

北海道釧路市西部の海岸に面した工業地帯で、同事業者の敷地内に新規の工業用水水源としての深井戸を2井掘削した(孔番 No. 1、No2)。掘削工事完了後井戸孔内へ自記水位計を設置し、揚水試験前からの孔内水位の変動を5分間隔で記録したところ、2井の新規井戸の相互干渉とは別に、近傍の他事業者利用の井戸(他井)の揚水による影響と考えられる水位変動が見られた。

今回は、揚水試験時の揚水量と水位データを用いて当該地域の水利特性を把握し、他井の予想揚水量と、他井と新規掘削した2井との距離を検討した結果を報告する。

2. 地形・地質概要

当該地の北部には沖積層が広く発達し、釧路湿原を構成している。釧路湿原下の沖積層は表層より上部細礫層、中部泥層、下部礫層から成り、上部細礫層から中部泥層は主に海水成層を成している。この沖積層は北部から南部の海岸に向かうにつれて厚みを増し、最大80m以上に及ぶ。釧路湿原周辺の沖積層の下位には更新世に属する釧路層群の砂層が分布し、施工箇所周辺では釧路層群が400m以上に達する。釧路層群は火山砕屑物を多く含む未凝固の堆積物で形成され、今回新規掘削した井戸のスクリーンはこの釧路層群の砂層に設置した。

3. 井戸仕様

新規掘削した2井の井戸仕様は以下のとおりである。

井戸口径：φ250mm

有効スクリーン長：40m

計画水量：2000L/min

2井間の距離：131.25m

スクリーン設置深度：GL-110m～150m

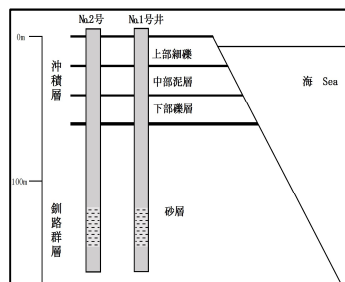


図-1 模式断面図

4. 揚水試験内容

揚水試験内容を表-1にまとめた。揚水試験はNo.1号井の段階揚水試験、回復試験、一定量揚水試験、No.2号井の段階揚水試験、回復試験、一定量揚水試験の順に実施した後、2井同時揚水の一定量揚水試験を行った。

表-1 揚水試験内容

日時	試験内容	揚水量(L/min)	揚水時間
2019/4/9 9:00	No.1段階	500、1000、1500 2000、2500	各段階 1時間
	回復試験	-	-
2019/4/10 9:00	No.1一定量	2000	24時間
2019/4/11 10:00	No.2段階	500、1000、1500 2000、2500	各段階 1時間
	回復試験	-	-
2019/4/12 9:00	No.2一定量	2000	24時間
2019/4/14 9:00	同時揚水	2000	72時間

5. 揚水試験結果

自記水位計で記録した孔内水位を、図-2孔内水位変動図に示した。段階揚水試験の結果、2井とも限界揚水量は見られず、一定量揚水試験、2井同時揚水試験の結果大きな水位降下も無かったことから、地下水を豊富に胚胎した地域であることが判明し、目的であった計画水量2000L/minも問題なく取水可能であった。

自記水位計による測定期間中、新規掘削した2井において他井の揚水による影響と考えられる水位変動が各所に見られた。大きく分けて、①水位降下、②揚水試験中の水位上昇、③平衡水位の変動の3つである。

①水位降下

- ・図-1のA1でNo.1号井の一定量揚水試験開始から5時間後、水位が急激に下降した。同様な水位変動をNo.2号井も示す。
- ・図-1のA2は新規掘削した2井とも水中ポンプ停止中だが、13日の午後13時頃から水位降下が始まり、午前6時頃から水位が上昇した。水位は最低GL-3.999mまで降下した。

②揚水試験中の水位上昇

- ・図-1のB-1、B-2において、一定量揚水試験中に揚水井、非揚水井共に水位上昇を示した。

③平衡水位の変動

- ・No.1号井の段階揚水試験開始前の水位は、GL-3.504mであったが、翌日の一定量揚水試験開始前の水位はGL-2.099mと1.405mの開きがあった。
- ・水位測定期間中最も水位が高い値を示したのが、12日午前6時25分で、水位はGL-1.554mであった。

以上に挙げた水位変動は他井の揚水、もしくは揚水停止による影響と考えられる。

表-2 最高水位と揚水停止中の最低水位

孔番	最高水位 (GL-m)	日時	揚水停止中 最低水位 (GL-m)	日時
No.1	1.554	4/12 6:25	3.999	4/13 19:10
No.2	1.564	4/12 6:20	3.994	4/13 19:05

6. 揚水試験の解析

水理解析は一定量揚水試験のデータをもとに、Theis(タイス)の標準曲線法を用いて解析した。この解析法は、観測井の水位降下量(s)と時間(t)を両対数グラフにプロットし、タイスの標準曲線と合致させ、任意の合致点W(u), u, s, r²/tを読み取る。これらの値を式に適用すれば、透水量係数T、及び貯留係数Sが求められ、透水係数kも得られる¹⁾。W(u)は井戸関数、帯水層厚(b)はスクリーン長とした。

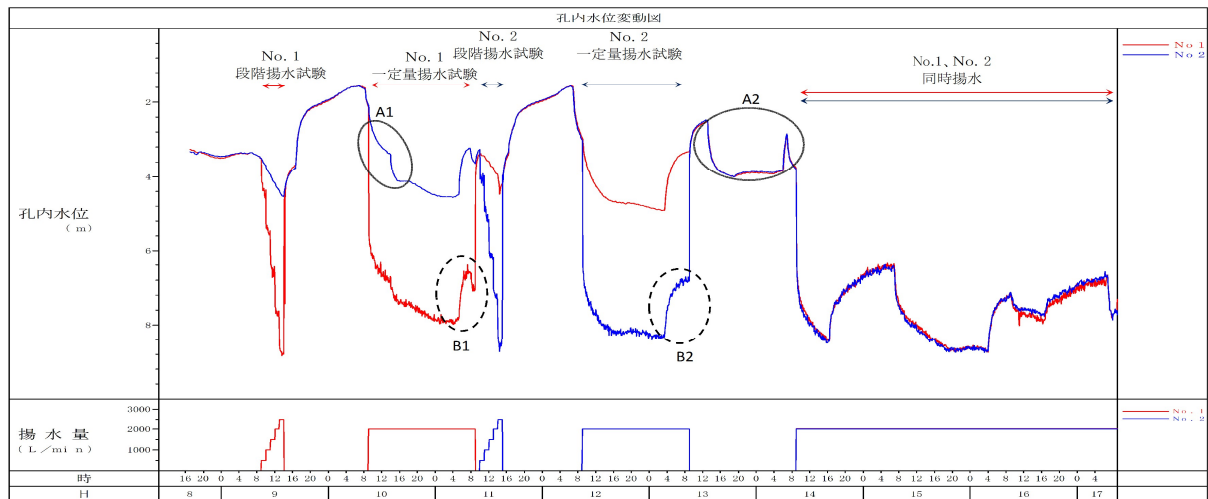


図-2 孔内水位変動図

$$T = Q \cdot W(u) / 4\pi \cdot s \quad \text{式(1)}$$

$$S = u \cdot 4 \cdot T \cdot t / r^2 \quad \text{式(2)}$$

$$K = T / b \quad \text{式(3)}$$

解析は単井による算出と非揚水井を観測井とした算出の2パターンで4通り行い、それぞれケース①～④とした。単井の場合の r は井戸半径とし、算出結果を表-3にまとめた。単井を用いた解析では貯留係数が過大に出る傾向があり²⁾、今回の解析でもケース①と③にその傾向はみられる。ケース②とケース④の解析値の差は、ケース②では試験中終始他井の影響下にあった為と考えられる。

表-3 算出に使用した値と結果

孔番 (井戸径)	ケース	r 揚水井か らの距離 (m)	Q 揚水量 (L/min)	t 揚水時間 (min)	s 水位 降下量 (m)	b 帯水層 (m)	一定量揚水試験からの解析		
							透水量係数 T (m ² /sec)	貯留係数 S	透水係数 k (m/sec)
							タイス法		
No.1 (250mm)	① 単井	0.125	2000	1440	4.561	40	6.51E-03	1.94E-01	1.63E-04
	② 複井 (No.2揚水時)	131.25			1.943		5.29E-03	2.43E-04	1.32E-04
No.2 (250mm)	③ 単井	0.125	2000	1440	2.051	40	6.11E-03	1.78E-01	1.53E-04
	④ 複井 (No.1揚水時)	131.25			1.023		6.96E-03	5.41E-04	1.74E-04

7. 他井の揚水量と距離の検討

検討に当たり、他井の影響を可能な限り排除するため、他井の揚水による影響が少ないと考えられる値を採用した。ケース②とケース④の解析値の差を、他井の揚水による影響の強弱であるとすれば、ケース②と比較し水位降下量が小さく、定数の値が大きいケース④を使用した方が妥当であると考え、ケース④の結果を用いて他井の揚水量と新規掘削した2井との距離について検討した。

前述の式(1)の水位降下量 s を、水位測定期間中の最高水位から、新規掘削した2井の水中ポンプ停止中に、他井の揚水による水位降下を示した期間(図-2 A2)の最低水位までの値として揚水量 Q を算出した。算出に必要な時間 t は2井の水中ポンプ停止中に水位が上昇し、再び降下が始まった時間からとした。

表-4 算出に使用した値

T 透水量係数 (m ² /sec)	S 貯留係数	t 揚水時間 (min)	s 水位降下量 (m)
6.96E-03	5.41E-04	365	2.445

算出の結果、揚水量 $Q=4745.45\text{L/min}$ となり、その揚水量を基に、水位降下量から距離を算出した。

表-5 距離の算出結果

揚水井からの 距離 (m)	揚水時間		水位降下量 s (m)
	t	(sec)	
100	6時間	21600	3.75
150	6時間	21600	3.02
200	6時間	21600	2.52
250	6時間	21600	2.13

水位降下量は2.445mなので、該当する距離は新規掘削した2井から200m～250m以内の距離となる。

8. まとめ

本稿では水理定数を用いた他井の揚水量と新規掘削した2井との距離についての検討を行った。No. 1号から250m以内には4棟の工場があり、No. 2号井だと5棟が該当する。算出した4745.45L/minの揚水量を1井で揚水するには大容量のポンプが必要で、それに適した口径の井戸も必要となるため、一般的に1井による揚水とは考え難く、複数井による揚水が行われていると考える方が妥当である。

本稿では触れていないが、新規掘削した2井の同時揚水中に見られる水位上昇に関しても周辺の工場の稼働状況以外に潮位の影響も考え得る。今後の課題として、別の要因を含めた水位変動や、別の方法を用いた解析についての考察を深めたい。



図-3 新規掘削井から250mの範囲³⁾

《引用・参考文献》

- 山本荘毅: 新版 地下水調査法, pp.215-216, 1983.
- 山本荘毅: 新版 地下水調査法, pp.249, 1983.
- 国土交通省国土地理院: 地理院地図(電子国土 web)