

京都府南山城地域における大容量揚水井の老朽化に関する研究

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○山本 卓也
関西大学環境都市工学部 フェロー 楠見 晴重
関西大学環境都市工学部 フェロー 大西 有三

1. はじめに

本研究の対象地域である京都府南山城地方は、良質な地下水が豊富にありその貯水量は 211 億 t とされ、琵琶湖の水量 275 億 t に匹敵する。京都府南山城地方に属する城陽市と八幡市は、上水道水源を地下水にそれぞれ約 80%、約 50%依存しており、地下水利用が盛んな地域である。揚水井は長期間にわたり使用し続けていると、揚水能力が低下し、最終的には機能不全状態に至る。揚水井の掘り替えには膨大なコストがかかるため、経験則に基づいて洗浄工事を行い井戸の長寿命化を図っているが、維持管理に関する定量的な検討は十分に行われていない。そこで、研究対象地域の揚水井 15 本の井戸について、約 30 年にわたる地下水位と揚水データや洗浄工事の記録を分析することで、揚水井の維持管理計画に関する検討を行った。

2. 井戸の老朽化

揚水を長期的に継続していくと運転水位の低下、揚水量の減少、揚砂量の増加といった問題が生じてくる。経年的な運転水位の低下や揚水量の減少はストレーナーの目詰りが原因であることが多く、揚砂量の増加などはケーシング、スクリーンの破損といった井戸構造のトラブルが基になっていることが多い。図. 1は井戸のストレーナー部分の目詰り現象のメカニズムを示したものである。目詰りの原因は、地下水流動の影響で流れてきた砂や粘土、あるいは生物的・化学的要因によるものが主である。目詰り現象の対策として洗浄工事が行われているが、井戸設備の寿命は管理状態が良好でも一般的に数十年程度である。また、対象地域の井戸は、水位低下という形で井戸障害が表面化している。

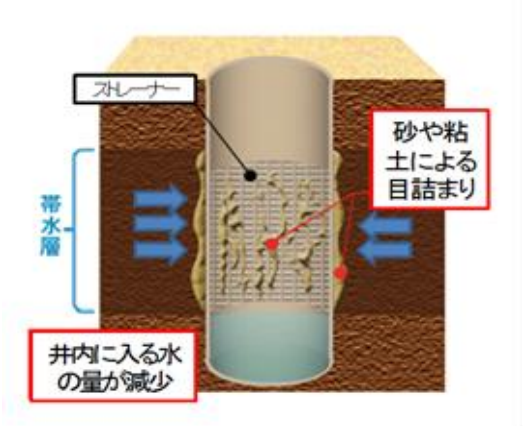


図. 1 目詰りのメカニズム

3. 揚水能力の評価指標

表. 1は、城陽第三浄水場三号井の洗浄工事の際に実施された、揚水試験の結果である。対象地域では、揚水能力を洗浄工事の度に評価していたが、その評価指標は統一されていなかった。主に用いられていた評価指標は、透水係数と比湧出量である。比湧出量とは、揚水量を水位降下量で割った値である。これら双方の指標で揚水能力を評価した場合、それぞれの評価に大きな差が生じた。当該井戸では、1998年と2001年に洗浄工事が実施されているが、水位回復量が大きいのは1998年である。この二回の洗浄工事の効果を、透水係数と比湧出量で評価すると、透水係数は2001年の方が洗浄工事の効果が大きいという結果になり、水位回復量と合致しない。一方、比湧出量では1998年の方が洗浄工事の効果が大きい評価となり、水位回復量と整合性が取れている。したがって、揚水能力を評価する指標は

表. 1 洗浄工事の結果

井戸	年	値	洗浄前後	数値	効果
城陽第三浄水場 三号井	1998	運転水位 (T.P.m)	洗浄前	23.2	11.8(m)
			洗浄後	11.4	
		透水係数 (cm/s)	洗浄前	1.53×10^{-2}	1.55倍
			洗浄後	2.38×10^{-2}	
		比湧出量 (m ³ /d/m)	洗浄前	71.13	3.13倍
			洗浄後	222.3	
	2001	運転水位 (T.P.m)	洗浄前	13.6	2.9(m)
			洗浄後	10.7	
		透水係数 (cm/s)	洗浄前	3.16×10^{-3}	4.78倍
			洗浄後	1.51×10^{-2}	
		比湧出量 (m ³ /d/m)	洗浄前	87.51	1.82倍
			洗浄後	159.05	

キーワード：地下水，揚水井，維持・補修，

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号 関西大学地盤環境工学研究室 TEL 06-6368-0837(6507)

比湧出量の方が妥当である。また、比湧出量が透水係数に対して優れている点は、評価の妥当性だけではなく簡易に計測を行える点にもある。この指標に基づき揚水井の経年的な揚水能力の変動について分析を行った。

4. 比湧出量を指標とした揚水能力の評価

過去 30 年の地下水位と揚水量の計測値を基に、比湧出量の経年的な変化と水位変動を比較する。比湧出量を求める際に必要な自然水位の変動は、数年毎に計測される自然水位を基準として、近傍の観測井の水位変動を参考として算出した。図. 2 は、水位が低下傾向にある城陽第一浄水場一号井である。上図が比湧出量のグラフで、下図が地下水位のグラフである。上下図を比較すると、地下水位の低下に連動して比湧出量も減少していることがわかる。また当該井戸以外の地下水位低下が顕著な井戸に関しても、地下水位低下に連動して比湧出量が減少していた。図. 3 は地下水位が安定している城陽第三浄水場七号井である。比湧出量の変化は地下水位の変動に関係なく、増減が激しい。また、他の水位が安定している井戸も値に幅はあるが同様の傾向が見られた。

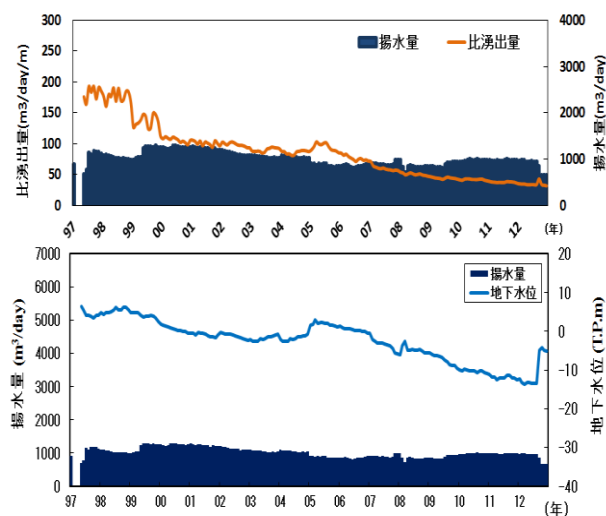


図. 2 比湧出量と運転水位(老朽化発生)

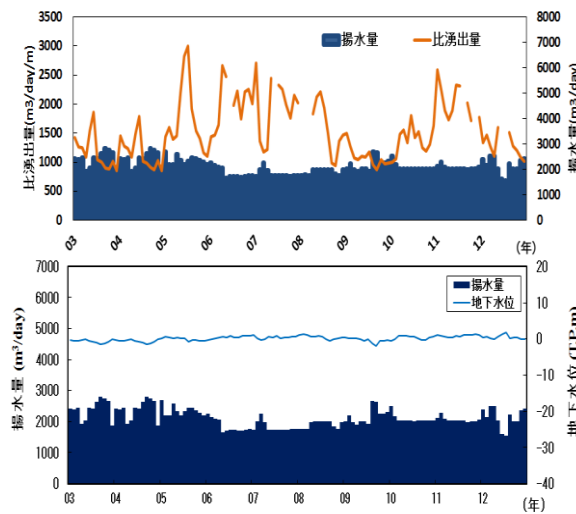


図. 3 比湧出量と運転水位(運転水位安定)

5. 洗浄工事による揚水能力の回復

図. 4 は、さく井時の比湧出量に対する 2013 年 12 月時点の比湧出量の割合を①70%以上、②40~70%、③40%以下に分類し、それぞれの井戸において直近の洗浄工事の際の比湧出量が①、②、③どの区分に属していたかを示したものである。図に示されるように、稼働中 13 本の揚水井のうち 10 本が揚水能力 70%以下まで低下していた。また、揚水能力が 70%以下まで低下した場合、洗浄工事を行っても大幅な揚水能力の回復は認められなかった。

6. まとめ

本研究は、これまで経験的に判断されていた揚水井の老朽化を、定量的に評価したものである。過去の揚水試験の結果より、揚水能力の評価指標には比湧出量が適していると証明し、比湧出量を用いて経年的な揚水能力の変動を算出した。今後は、洗浄工事の効果や揚水能力の経年的な推移をさらに分析することで、維持管理手法の提案に寄与できる検討を行わなければならない。

参考文献

- 1) 谷口敬一郎, 京都府南山城地方の地下水資源について, 物理探査第45巻, pp.54-62, 1992.
- 2) 地下水ハンドブック編集委員会: 地下水ハンドブック, 建設産業調査会, p.415, 1980.

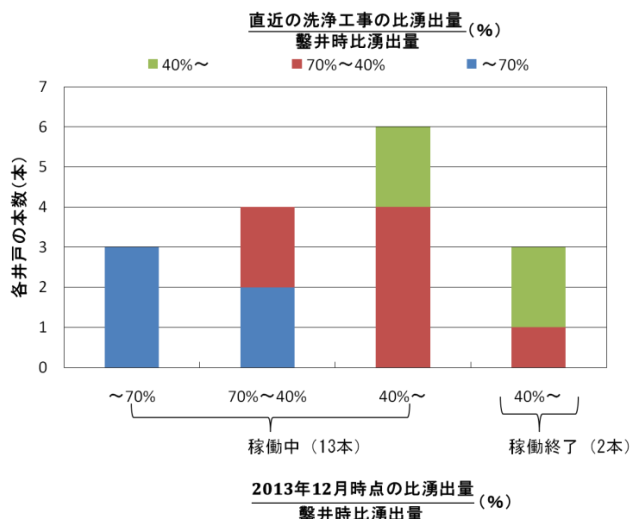


図. 4 揚水能力の減少と洗浄工事の効果