

地下水汚染に対する揚水井戸に遮水壁を併用した効果的な運用方法の検討

(株)大林組 フェロー○柴田健司 フェロー 杉江茂彦 正会員 鈴木和明 正会員 竹崎聡
正会員 日笠山徹巳

1. はじめに

不適正処分場では汚染地下水が、敷地内から周辺地盤に流出するのを防止するために、敷地周辺に遮水壁を設置する対策がある。これまで、汚染地下水の敷地外流出を防止するために、地下水流向に垂直に遮水壁を設置し、遮水壁端部からの地下水流出や敷地内地下水位上昇を防止するための揚水井戸による対策を解析的に検討した¹⁾。この検討において、遮水壁両端付近に設置した揚水井戸の揚水量が他の2倍以上で、両端付近の井戸が故障等により長期間停止した場合、汚染地下水流出の有無を検討しておく必要があることが示唆された。本報では、遮水壁両端付近揚水井戸の一方が停止したとき、その他の揚水井戸で周辺地盤への拡散を防止できるか、さらに揚水井戸運用方法を検討した結果を報告する。

なお、土壌汚染対策法では、汚染の除去等の措置の一つとして揚水施設による地下水汚染の拡大の防止があり、調査・措置ガイドラインで揚水井戸と遮水壁を併用する場合の考え方²⁾が示されている。

2. 解析モデルおよび解析ケース

図-2.1にこれまで検討に使用した解析モデル拡大図を示す。地下水位(全水頭)は、使用した地盤モデルから図-2.2に示すように、図-2.1に示す敷地北西、南東境界で各々、172.5 m、170 mとなるように、また地下水流向は北西から南東に設定している。表-2.1に解析に用いた地盤や遮水壁の透水係数等の入力値を示す。

表-2.2に今回追加実施した解析ケースを示す。遮水壁の天端を標高171.5 mと仮定しているため、敷地内遮水壁近傍の地下水位がそれより0.5 m低い標高171 m以下(目標地下水位)となるように、各揚水井戸水位低下量を遮水壁設置後地下水位から、一律-3 m水位低下させる水位制御の条件により解析的に検討した¹⁾。

3. 解析結果および考察

図-3.1にケース4-1、遮水壁端部揚水井戸2本と敷地南側に遮水壁隅角部も含め揚水井戸5本を設置した場合の解析結果を示す。敷地内遮水壁付近の地下水位は171 m以下となり、目標地下水位を満足することができている。なお、本ケースの全揚水量は、帯水層厚4 mとして約29 m³/日である。

図-3.2、3.3に各々、ケース3-5、3-6の解析結果を、ケース3-5は遮水壁南側端部の揚水井戸1が停止し、遮水壁北側端部1本、南側遮水壁沿いに5本、合計6本が稼働し、ケース3-6は遮水壁北側端部の揚水井戸7が停止し、遮水壁南側端部1本、南側遮水壁沿いに5本、合計6本が稼働している状況を示したものである。これまでの検討で、遮水壁両端揚水井戸の揚水量が、他

キーワード：遮水壁、揚水工法、揚水量、FEM解析

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組エンジニアリング本部
環境技術第二部 TEL03(5769)1057

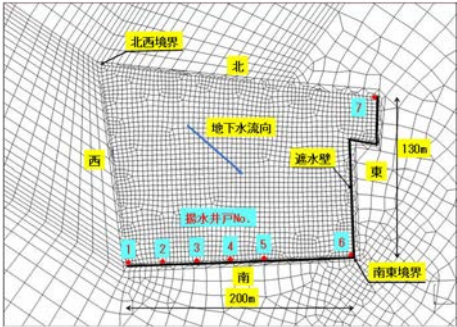


図-2.1 解析モデル拡大図

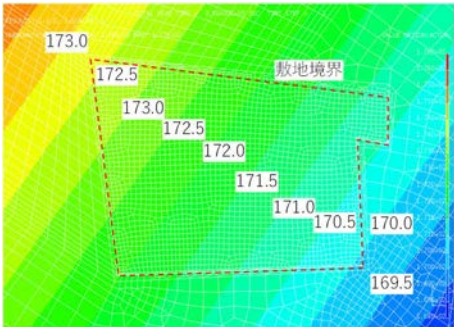


図-2.2 自然地下水位状態

表-2.1 検討に必要な諸条件とその入力値

対象	項目	定数&入力値
地盤	透水係数	1.9 × 10 ⁻⁵ m/s
鉛直遮水壁	壁厚	0.5m
	透水係数	1.0 × 10 ⁻⁸ m/s
地下水位	北西境界	172.5m
	南東境界	170m

表-2.2 解析ケース（追加実施）

検討ケース	揚水本数	稼働揚水井戸 No.
4-1	7本	1,2,3,4,5,6,7
3-5	6本	2,3,4,5,6,7
3-6	6本	1,2,3,4,5,6

の2倍以上あることが判明したが、両端井戸一方が故障等で揚水困難な場合、他の井戸で目標地下水位を満足できるか確認したものである。両ケースともケース4-1と同様、遮水壁近傍水位は171m以下となり、目標地下水位を満足し、全揚水量も各々25m³/日、24m³/日で、遮水壁端部の揚水井戸が稼働しているときより減少している。

表-3.1にケース4-1、3-5、3-6の各揚水井戸揚水量を示す。ケース3-5では各井戸の揚水量は、南側遮水壁端部の揚水井戸1が停止したことにより、これに最も近い揚水井戸2の揚水量が2.2m³/日増加しているが、他井戸の揚水量は0.2～0.8m³/日の増加に留まっている。この解析結果は、遮水壁端部に最も近い揚水井戸2の影響範囲が、その遮水壁端部にまで及んでいることを示している。また目標地下水位を満足することに加え、流向も敷地内の稼働している揚水井戸方向で、敷地外の地下水を揚水することなく、周辺への拡散防止に効果的に作用していることも示している。ケース3-6では、揚水井戸7が停止したことによる各井戸の揚水量は0.4～0.8m³/日の増加に留まっており、全揚水量は、ケース3-5よりもさらに揚水量が減少する結果となっている。遮水壁が流向に対して完全に地下水を受け止める形であり、かつ揚水井戸も下流となる南側遮水壁付近のみに設置され、敷地内の地下水は、上流側である北側遮水壁端部付近の揚水の影響が無くなり、南側遮水壁方向への流向となる。この結果から、この地盤モデルでは、流向に対して垂直に遮水壁を設置したことにより、遮水壁端部揚水井戸1、7を稼働しない合計5本でも、表-3.1に示すケース3-5、3-6の全揚水量の平均値程度の揚水で、目標地下水位を満足することも想定され、その際の揚水量は3.2～4.7

m³/日、年間1,168～1,716m³減となる。図-3.4に揚水井戸7本と5本稼働時の20年間の通算揚水量差を示す。今後、遮水壁両

端付近の揚水井戸を除く5本で目標地下水位を満足するか検証する。

4. まとめ

今回、遮水壁両端井戸の故障等を想定し、その必要性についても検討した結果、これら井戸が常時必要ではないことがわかった。しかし、年間を通じて流向が変化する場合、遮水壁を地下水流向下流側に垂直に設置できない場合は、必要となることも当然想定される。

従って、揚水井戸と遮水壁を併用する場合において、遮水壁両端井戸は通常時又は緊急時における地下水流向や水質を監視する観測井戸として運用することが望ましいと考える。

参考文献: 1) 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会：

地下水汚染に対する鉛直遮水壁と揚水井戸の効果的な設置位置の検討 4、2022.9、VII-106

2) 環境省：土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第3.1版）、2022.8、p.556

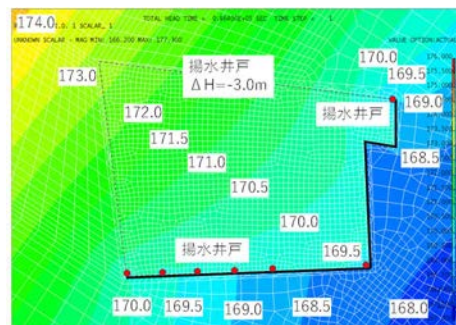


図-3.1 遮水壁+揚水井戸7本(4-1)

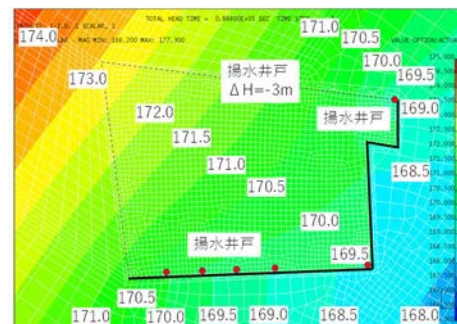


図-3.2 遮水壁+揚水井戸6本(3-5)

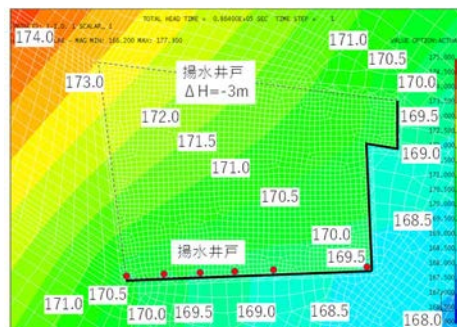


図-3.3 遮水壁+揚水井戸6本(3-6)

表-3.1 揚水井戸揚水量

解析 ケース	揚水 井戸 本数(本)	各井戸の揚水量(m³/日)							全 揚水量 (m³/日)
		揚水井戸 No.							
		1	2	3	4	5	6	7	
4-1	7	7.5	3.4	2.4	2.2	2.6	2.3	8.1	28.6
3-5	6	—	5.6	3.2	2.7	3.0	2.5	8.5	25.4
3-6	6	8.0	3.8	2.8	2.7	3.4	3.1	—	23.9
平均	5	5本稼働時の全揚水量を 3-5、3-6 の平均と想定							24.7

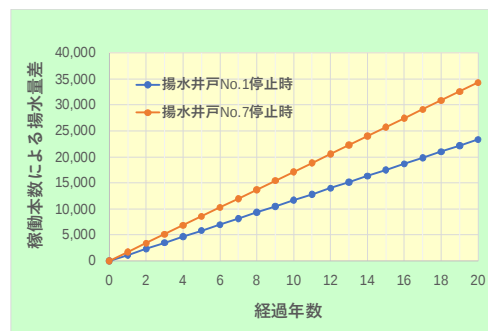


図-3.4 揚水井戸稼働本数による揚水量の差