

群井配置の揚水注水一体型井戸に関する数値解析的検討

鹿島建設(株) 正会員 中島悠介, フェロー会員 ○笹倉 剛

1. はじめに

筆者らは、従来の復水工法における課題（一度地上に揚げた地下水を再び地盤中に戻すため、エネルギーロスが大きい；地上の配管設備が複雑になり、施工性の低下や維持管理コストの増加が生じる；駅周辺や住宅密集地のように、用地制約により復水井の設置が困難な場合がある等）の解決手段として、揚水注水一体型井戸¹⁾を検討している。本報では、当井戸を群井配置した場合の、限定された領域での水位低下効果を3次元浸透流解析により評価した結果を報告する。

2. 井戸の構造

図-1に考案した井戸の概略構造を示す。井戸の断面のうち、一方が揚水側、他方が注水側であり、地下水位を低下させる範囲に揚水側を向ける。Type-Aは既報¹⁾で紹介したものであり、帯水層の上半分から揚水し、下半分に注水する。Type-Bは揚水・注水効率を向上させるため、揚水側と注水側を止水板で完全に隔てたうえで、帯水層全深度で揚水と注水を行うものである。

3. 浸透流解析

3.1 解析条件

図-2のように、100m×50mの範囲内を水位低下させるために範囲外周に25m間隔で井戸を配置した状況をモデル化した。図-3に示すように井戸近傍の要素は、ケーシングを不透水境界、スクリーン部を流量固定境界とし、実現可能と考えられる所定の揚水量、注水量を与えた。その他の条件（土層構成、初期地下水位、各土層および井戸周囲に配したフィルター材、CBの水理特性）は図中に示したとおりである（既報¹⁾参照）。なお、帯水層の透水係数は表-1のとおり、ケースごとに設定し、鉛直方向と水平方向とで同値とした。解析領域（ $-500 \leq x, y \leq 500$ ）の最外周の要素を水頭固定境界、底面（GL-30m）は不透水境界とした。解析コードはAC-UNSAFを用いた。

3.2 解析ケース

検討ケースを表-1に示す。case1は、揚水側と注水側の短絡流を防止する止水板がないケースである。case2以降では、井戸周辺の短絡流を防止する止水板を図-2に示すように設置した。止水板の幅は、井戸の設置間隔25mに対し15m(case2, 3, 5)、および10m(case4)を設定した。なお、止水板は図-3のように帯水層要素

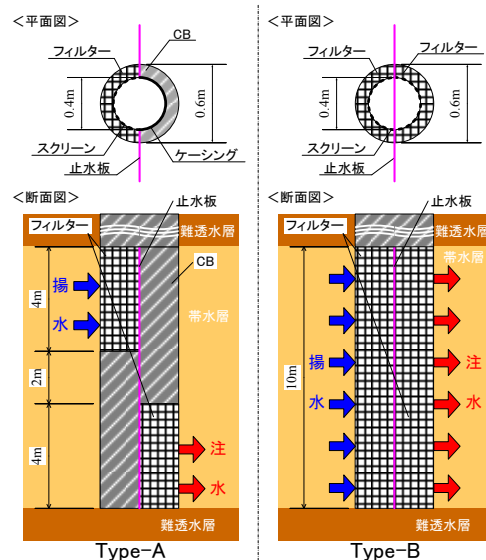


図-1 井戸の構造

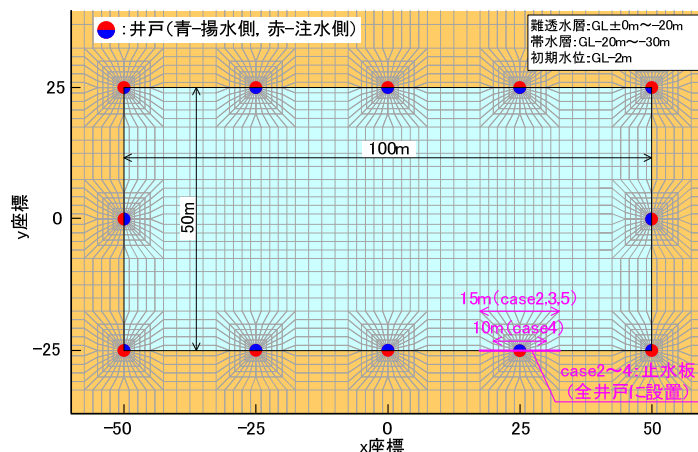


図-2 井戸配置

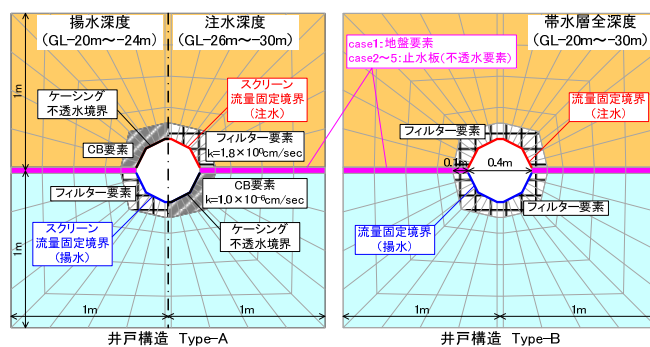


図-3 井戸近傍のモデル化

キーワード 地下水位低下工法, 復水工法, 群井, 浸透流解析

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-6552

の一部を帯水層全深度にわたり不透水要素に置き換えることでモデル化した。case5 では帯水層の透水係数を他ケースより 1 オーダー大きくし、地盤条件変化による適用性の検証を行った。各ケースの揚水量と注水量は井戸のスクリーン面積と帯水層の透水係数を考慮し、揚水（注水）可能な最大流量を Sichart の式²⁾を参考として設定した。

表-1 解析ケース

No.	帯水層の透水係数 k (cm/sec)	井戸構造	揚水量 (L/min)	注水量 (L/min)	止水板の幅
case1	1.0×10^{-3}	Type-A	30	30	なし
case2		Type-A	30	30	15m
case3		Type-A	30	30	15m
case4	1.0×10^{-2}	Type-B	80	80	10m
case5		Type-B	250	250	15m

4. 解析結果

定常状態到達後の水頭変化コンターを図-4 に示す。case1 では揚水側の水頭変化がほとんど見られない($\Delta H \approx 0$ m) のに対し、case2 では揚水深度・注水深度とも 2~3m の水頭の低下が確認でき、止水板による短絡流の防止が有効に作用していることがわかる。また、図-5 に示す case1, 2 の流速ベクトルからも、揚水側への短絡流が減少していることが確認できる。

case3 では、 $\Delta H = -7 \sim -6$ m となり、井戸構造の変更による揚水・注水効率の向上効果を確認した。一方、case3 よりも止水板の幅を 5m 短くした case4 では、 $\Delta H = -5 \sim -4$ m 程度にとどまった。また、帯水層の透水係数が大きい case5 では、 $\Delta H = -3 \sim -2$ m 程度となっており、透水性が高くなったことで、短絡流の影響が広範囲に及んだことが原因と考えられる。以上から、当井戸の適用にあたっては、地盤の透水性を加味したうえで、目標水位低下量を満足する止水壁の幅を検討する必要があることが示唆された。

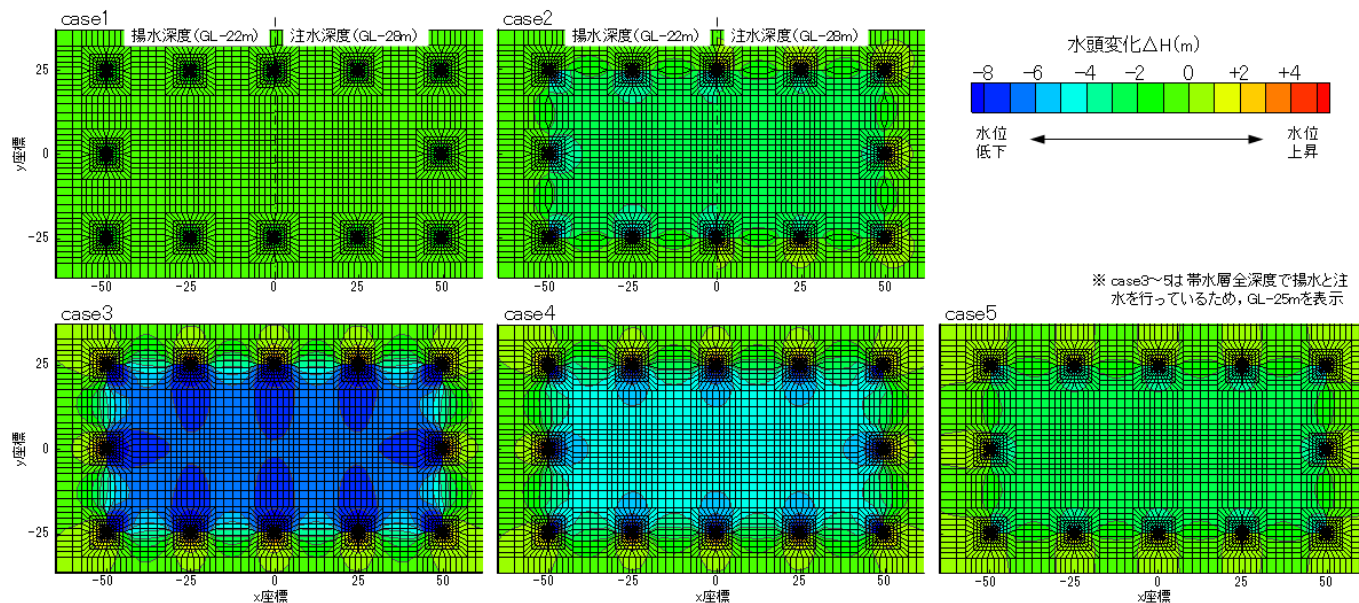


図-4 水頭変化コンター

5. まとめ

揚水注水一体型井戸について群井配置での 3 次元浸透流解析を実施し、止水板により注水側-揚水側間の短絡流を防止することで、任意の限定領域で地下水位を低下させることの可能性を確認した。今後、止水板の幅や施工方法について検討を進める予定である。

参考文献

1) 笹倉ら：揚水注水一体型の適用性に関する数値解析的基礎検討，土木学会第 70 回年次学術講演会，2015 年。2) 土質工学会：根切り工事と地下水—調査・設計から施工まで—，1991.1.31

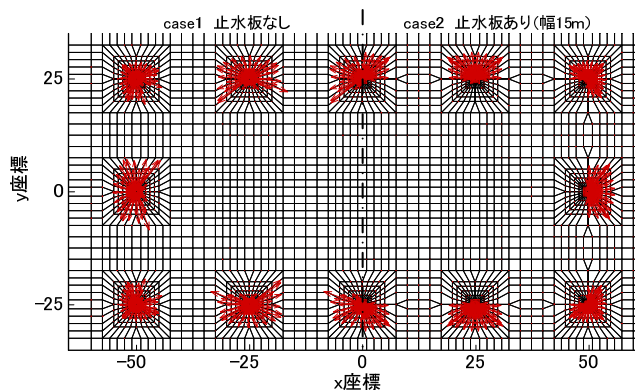


図-5 流速ベクトル（注水深度 GL-28m）