

効率的なリチャージウェルの開発 - 高圧注水試験 -

J R 東 日 本 東京工事事務所 正会員 ○小泉 秀之
 J R 東 日 本 東京工事事務所 正会員 桑原 清
 鉄建建設(株) 技術センター 正会員 柳 博文

1. はじめに

地下構造物の建設において、排水工法が地下水対策として経済的かつ効率的であり、ディープウェル工法・ウェルポイント工法等が広く採用されているが、揚水による周辺の地下水位低下に伴う井戸涸れや地盤沈下などの問題が生じることがある。この対策として復水(リチャージ)工法を採用することがあるが、リチャージ工法の効率性の向上を目的として高圧注水試験を実施したので、その試験結果について報告する。

2. 目的

従来のリチャージ工法は重力式工法を主に採用しているが、注水量が少なく、多本数のリチャージウェルを必要とする。本開発により井戸の本数減と復水効率の向上を図るため(図-1)、今回の高圧注水試験では、小口径リチャージウェルによって高圧注水を行い、注水井構造と高圧注水状況の確認を行う。

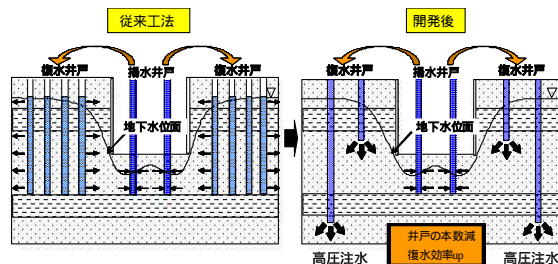


図-1 構造概要

3. 注水井構造確認試験

3.1 試験概要

高圧注水試験については、注水井構造確認試験、連続運転試験の順で行う。注水井構造確認試験概要を図-2に示す。試験は、貯水槽(水道水)から加圧ポンプにより流量制御で注水を行い、ポンプの圧力の状況を確認しながら、流量を段階的に増加させていった。その際、周辺に配置した観測井により地下水位変動状況を確認する。

試験箇所は、千葉県成田市に位置し、地質状況として柱状図のように、主として上部のシルト質細砂と固結シルトの互層、凝灰質粘土層(不透水層)、下部の成田層(砂質土)から構成され、地下水は凝灰質粘土層をはさんで上部と、成田層中の地下水の2つが存在する。今回の試験では、不透水層以深の透水性の良い地盤(透水係数 $k=2.6 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 程度)に注水を行った。リチャージウェル構造概要を表-1に示す。特徴として、 $\Phi 42.7\text{mm}$ 鋼管を使用して小口径であり、注水は注水井先端 2m 区間のストレーナー部分のみとなっている。加圧注水であるため、逆流を防ぐ意味でフィルター材上部の遮水材にはセメントミルクを使用している。

3.2 試験結果

水槽容量の制約から長時間の注水は今回実施していないが、試験結果から以下の事が確認できた。

注水がポンプ式であるため、圧力の瞬間的変動が大きいだが、平均すると圧力約 800kPa(8kg/cm²)で注水量 700 リットル(0.7m³)/min を維持する事ができた。

高圧注水試験中、注水管の遮水シール部あるいは、周辺地表部への地下水の逆流は見られなかった。

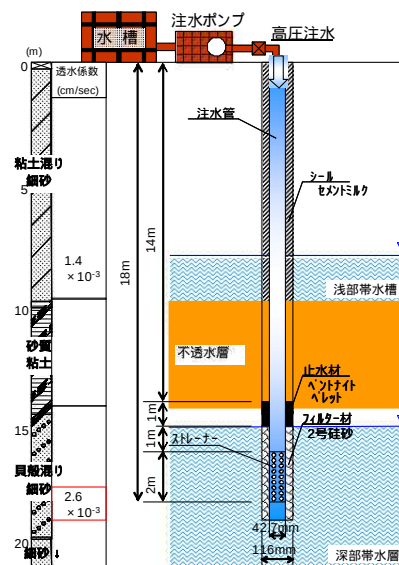


図-2 高圧注水試験概要

表-1 注水井構造概要

削孔	$\Phi 116\text{mm} \times 18.7\text{m}$
注水管	鋼管($\Phi 42.7\text{mm} \times$ 肉厚3.5mm) (SGP32A)
ストレーナー	$\Phi 10\text{mm} @ 100\text{mm}$ (4列) (位置)-16m ~ -18m区間の2m
フィルター材	2号珪砂
遮水材	セメントミルク 2m $\sigma_c=25\text{N/mm}^2$

キーワード：地下水低下工法、リチャージウェル、高圧注水試験

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2 丁目 2 番 6 号 Tel03-3379-4353 FAX03-3372-7980

4．連続運転試験

4.1 試験概要

注水井構造確認試験の結果を基に、透水性の経時変化や運転システムの有効性、地下水位変動状況を確認することを目的に、揚水・注水試験を28日間連続して実施した。試験は、事前の浸透流解析を基に、揚水1本(表-2)と先の注水井構造確認試験と同様の注水井2本を図-3のように配置した。また揚水量は先の注水試験のデータを基に、透水量係数、貯留係数を推定して計算した結果、継続揚水時間28日間で、最大300リットル/minである。運転システムについては、揚水量を1つの加圧ポンプ(インバータ制御)を使って、2本の注水井に分担させる。

4.2 試験結果

地下水位変動状況を図-4に示す。事前に行った現場透水試験等、各種地盤調査の結果を基に実施した浸透流解析結果(1週目)も合わせて示している。実際の施工現場では地下水位をどの程度下げるかを決定して揚水するが、今回の試験では、揚水量を確保して注水井の連続運転性能を確認する事を目的とした。このため揚水井が深く、約300リットル/minの揚水に対する地下水位変動が小さくなっているが、計算値については試験値と概ね一致した結果が得られた。これらの結果から、今回の地盤はほぼ様な地盤ではあるものの、事前解析によって地下水位ラインの推定が可能である事が確認できた。

揚水井・各注水の流量経時変化を図-5に、注水井の圧力経時変化を図-6に示す。今回の試験では当初、2本のリチャージウェルで注水量に若干の差異が生じたが、バルブ調整で2本の注水井の注水量を調整することにより最終的な注水流量は2本の注水井で同程度となった。また長期間の連続注水において、注水により帯水層内の細粒分が移動し、注水圧、動水勾配に応じた目詰まり現象が懸念されたが¹⁾²⁾、今回の試験では顕著な目詰まりは確認されず、2本の注水井トータルの注水量の減少は見られなかった。

5．まとめ

これらの試験により、今回のリチャージウェルを用いた地下水管理システムの有効性が確認できた。今後も引き続き施工により適用したシステムの構築を図っていく。

参考文献

- 1) 鬼木剛一, 笹倉剛: 復水工法における注水量の時間依存性の評価について, 土木学会第47回年次学術講演会論文集第3部, pp.1156-1157, 1992年9月
- 2) 川端淳一ほか: 目詰り現象における最適動水勾配に関する実験的研究, 土木学会第48回年次学術講演会論文集第3部, pp.1066-1067, 1993年9月

表-2 揚水・注水構造概要

揚水井(1本)

削孔	Φ250mm×100m
ストレーナー	設置深度70m～90m 区間の20m

注水井(2本)

・形状は 注水井構造試験と同様

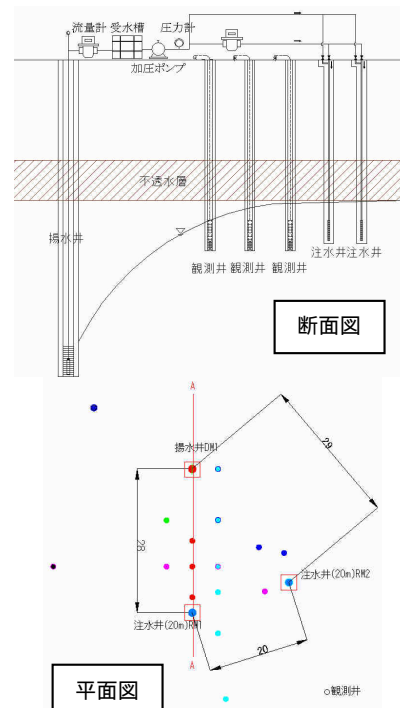


図-3 連続運転概要

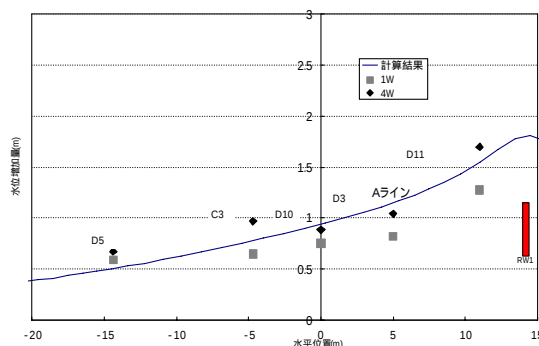


図-4 水位変動状況(A-A断面)

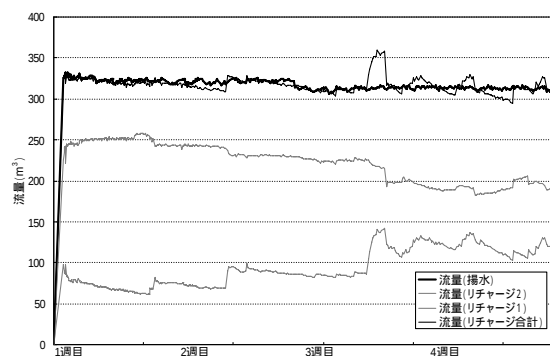


図-5 流量経時変化

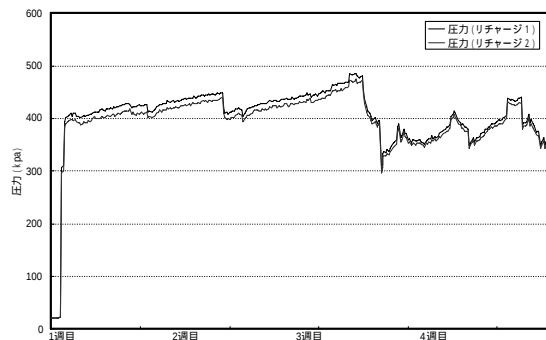


図-6 リチャージ経時圧力変化