

小口径揚水井による現場揚水試験

鉄建建設	正会員	○柳 博文	正会員	栗栖基彰
J R 東日本	フェロー	桑原 清		松林 誠
ジェイテック	正会員	中村征史		小池敏雄

1. はじめに

鉄道工事において、線間等の狭隘地で揚水井を設置する際、ディープウェルなどの大口径揚水井では大掛かりな設備が必要となり、一般的なウェルポイント工法では、揚程に限界があり、深い地層からの揚水が出来ないのが現状である。そこで、揚水機構にエジェクターを用いることにより、揚水井の小口径化や設備の軽減、深井戸での負圧効果向上を図る技術開発を行ってきた¹⁾。今回その現場揚水試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 工法の概要

本工法は、図-1に示すように揚水井構造を3重管式のエジェクターとすることにより、小口径化や地下水吸い込みに対してバキューム効果を図り、狭隘地での強制排水工法の施工ならびにウェルポイント工法で地下水を揚水出来ない深度での強制排水工法を可能とするものである。一般に、ディープウェル工法は、自然集水で地下水を排出するが、本工法では、外管・内管・揚水管をそれぞれ設け、外管のスクリーン部より内管のスクリーン部を下げ、揚水管に設置するエジェクターの位置を調整することにより、ウェル内に負圧を作用させ揚水する。さらに揚水機構には、従来の水中モーターポンプなどの機械駆動でなく、水流体によるエジェクターとすることで駆動系のトラブル低減、メンテナンス軽減を図るものである。

3. 揚水試験

当該現場の地盤は2.1m厚のローム層の下に2.9m厚の粘性土層、7.1m厚の砂礫層、そして砂層となっている。なお、揚水試験結果から得られた透水係数は $k=3.0 \times 10^{-4}$ m/s であった。ここに小口径揚水井(井戸径φ89mm)を設置し、既存のディープウェルと揚水性能を比較するため、現場揚水試験を行なった。小口径揚水井の構造と地層図を図-2に示す。

4. 試験結果

送水圧0.3MPa~0.76MPaで段階的に揚水をおこなったが、ほぼ送水圧に比例して揚水量も増加し、送水圧0.76MPaで最大で76リットル/minの揚水ができた。しかし、限界揚水量を表す明確な折れ点は確認できなかった。そこで、送水圧を1MPaまで増加させて試験を行った。そのときの揚水量と送水圧の関係を図-3に示す。送水圧1MPaで揚水量約110リットル/minを揚水したが、ここでも、

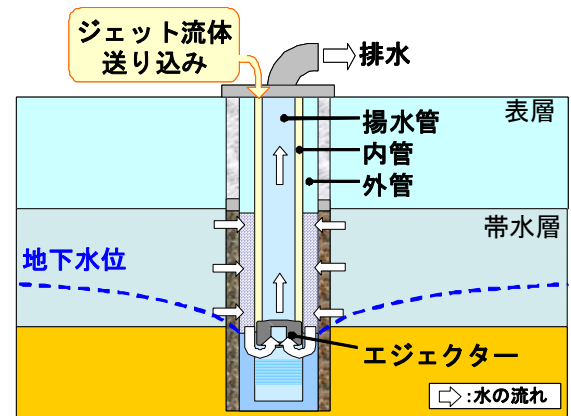


図-1 小口径揚水の概要

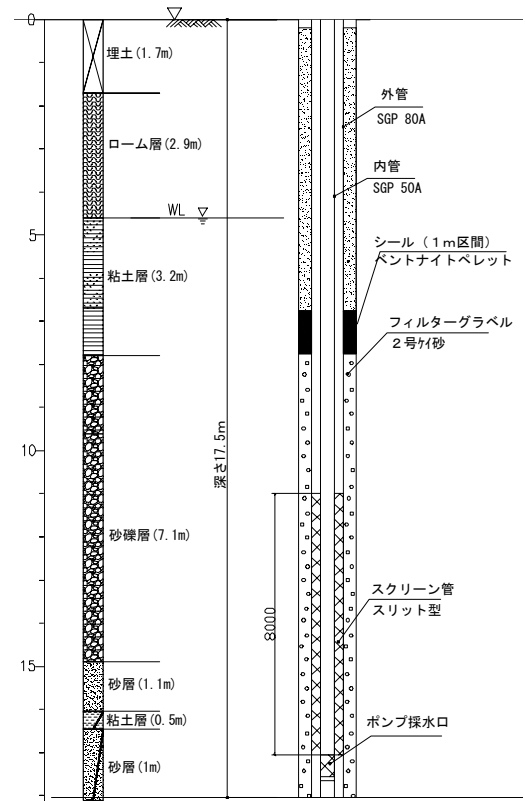


図-2 小口径揚水井構造概要

キーワード 揚水井, 小口径, 地下水低下, ディープウェル

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設(株) 土木本部 TEL 0476-36-2334

限界揚水量を表すような明確な折れ点は見られず送水圧に比例的して揚水量は増加していった。既存のディープウェルの揚水試験結果においても、同様な結果が得られており、当該地域の地盤の透水性能が非常に良く、地下水が豊富なため、明確な限界点が得られなかったと推察される。さらに、負圧(0.06MPa)をかけたときの揚水量の変化を送水圧0.3MPa～0.7MPaまでで行った。その結果を図-3に示す。おおよそ10%程度の揚水量の増加となった。

また、揚水量24ℓ/min、送水圧0.3MPaのときの小口径揚水井からの地下水位線を図-4に示す。得られた透水性能を使って計算を行い、実測値と一緒にプロットした。透水性能が良いため、地下水位が低下しにくく、小口径揚水井から10m程度離れたところで10cm前後の低下しかないが、概ね地下水位線を再現していると考えられる。

また、高さ21.5mの揚水を行い、送水圧0.4MPaのとき、揚水量33ℓ/minとなり、17.5mの揚水の際の41ℓ/minより若干低下したが、小口径揚水井において20m以上の揚水が可能であることを確認することができた。

5. ディープウェルとの比較

既存のディープウェル(井戸径φ300mm)と小口径揚水井の最大揚水量を表-1に示す。小口径揚水井でおおよそ計画揚水井の1/3.5程度の揚水ができた。

図-5にディープウェルから、各揚水量で揚水したときの地下水位のラインを示す。地盤の透水性能が良いために揚水50ℓ/minのときでおおよそ5～10cm程度の低下、100ℓ/minのときでおおよそ20cm前後の低下である。この図に小口径揚水井から、約50ℓ/min(送水圧0.5MPa)、および100ℓ/min(送水圧0.9MPa)で揚水したときの地下水位の計測値をプロットした。今回の場合、通常のディープウェルと比較しても大きな差異はないと考えられる。

6. おわりに

今回の試験より、以下の知見が得られた。

- (1) 送水圧と揚水量の関係は比例関係にあり、最大1MPaの送水圧をかけることで、約110L/minの揚水を行うことができた。
- (2) 自然地下水位までの深さ6mに相当する0.06MPaの負圧をかけることで、揚水量は10%程度増加した。
- (3) 21.5mの揚水を確認した。
- (4) 地下水位低下の状況は、揚水量が同じであればディープウェルとほぼ同等である。

今後、実績を積みデータの収集をすることで、小口径揚水井の最適な適用箇所を検討していく予定である。

【参考文献】1) 高橋保裕, 桑原 清, 小池 敏雄: 小口径で経済的な揚水工法の開発, 土木学会第67回年次学術講演会, VI-374, pp.747-748, 平成24年9月

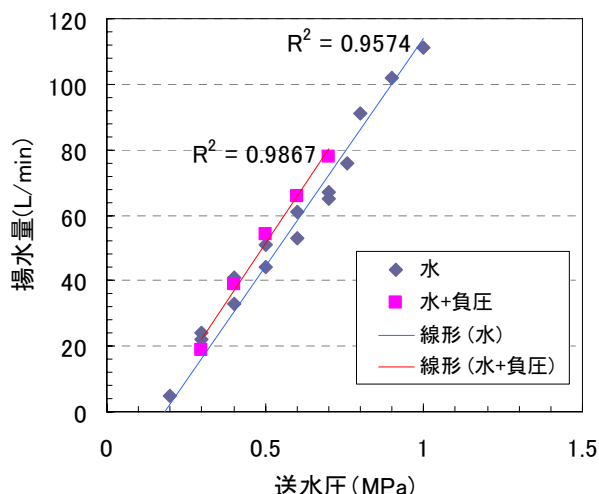


図-3 送水圧と揚水量の関係
小口径揚水井からの距離(m)

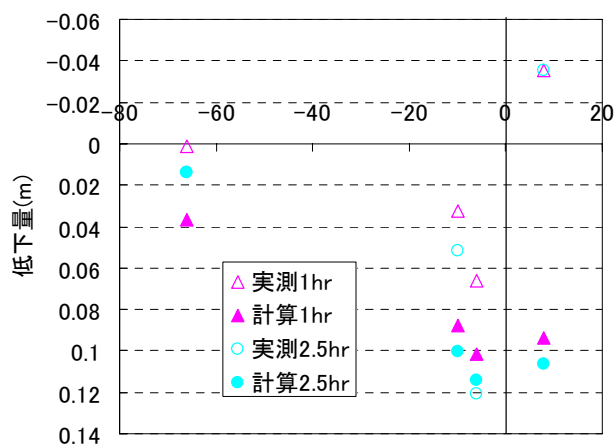


図-4 小口径揚水井からの地下水位

表-1 最大揚水量

	最大揚水量 (ℓ/min)
ディープウェル	254
小口径揚水井	76

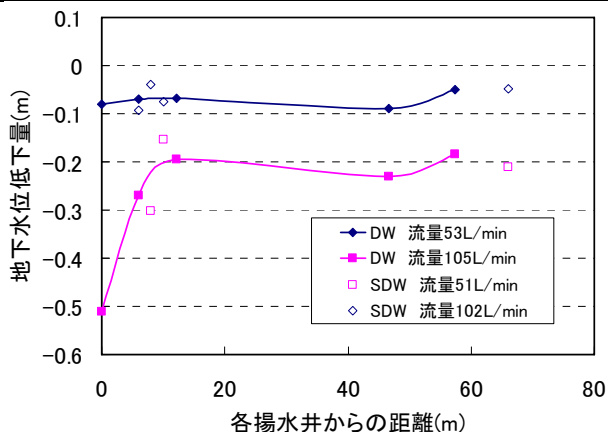


図-5 小口径揚水井とディープウェルの地下水位線