

小口径で経済的な揚水工法の開発

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○高橋 保裕，桑原 清
ジェイテック 小池 敏雄

1. 目的

線路の間などの狭隘地に揚水井を設置する際、ディープウェル工法などの大口径揚水井では井戸径が 300 mm 以上と大きく、平面的な制約があった。また小口径であるウェルポイント工法では揚程が 7m 程度であり、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、小口径で、かつウェルポイント工法より深い深度での揚水を可能とする工法を開発したので、その概要と試験結果について報告する。

2. 工法の概要

本工法は、あらかじめ地山に設置した外管の内に、先端にエジェクターを設けた内管・揚水管で構成される二重管を挿入することで、三重構造とし、ジェット流体によるバキューム効果で揚水を行うものである(図-1)。本工法の特徴として、以下3点が挙げられる。

- ・ 井戸内のポンプが不用となるため、外径が 89 mm と、ディープウェル工法に比べ掘削径を小さくできる。
- ・ ウェルポイント工法で揚水できない深度での揚水が可能。
- ・ 機器類が地上にあるため、メンテナンスが容易。

3. 揚水機構確認試験

ジェット流体として水とエアの2種を想定し、3種類のエジェクター(水タイプ、エアタイプ、兼用タイプ)を試作した。いずれも流体の流れを絞り、流速を増加させることで負圧を発生させる機構であり、流体に応じて絞り口の形状を変更している。揚水性能の比較を行うため、水槽に揚水機構を設置し、揚程 5m の条件で揚水量の測定を行った。表-1 に示す通り、水タイプが揚水量 40ℓ/分で最も高い性能を示したため、これを採用した(図-2, 写真-1)。

表-1 実証試験結果

タイプ	流体	圧力	揚水量	備考
水	水	0.5Mpa	40ℓ/分	採用
エア	エア	0.2Mpa	0ℓ/分	エア逆流
兼用	水	0.5Mpa	35ℓ/分	-
	エア	0.2Mpa	3ℓ/分	

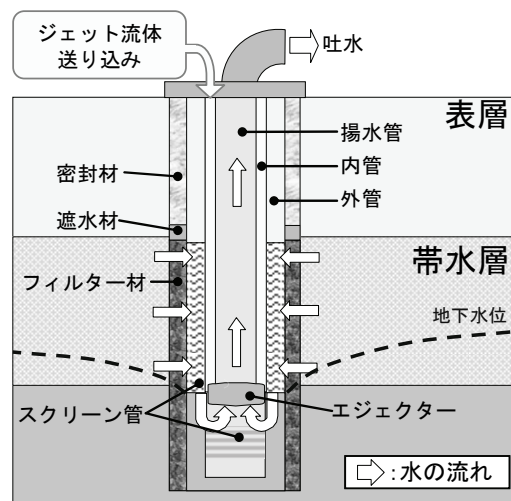


図-1 小口径揚水工法概要図

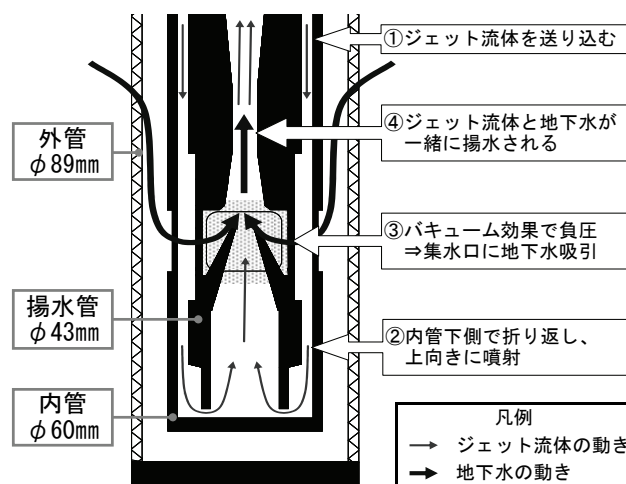


図-2 エジェクター詳細図(流体:水)

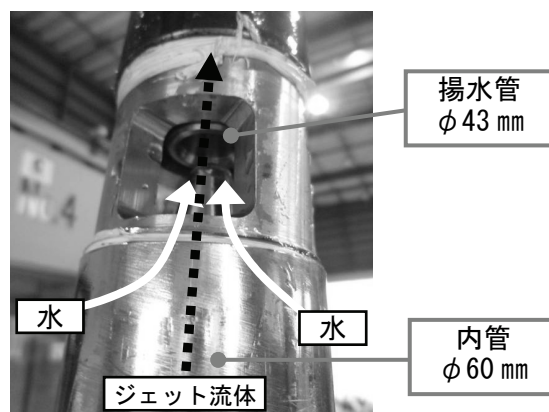


写真-1 エジェクター近影(流体:水)

キーワード ディープウェル、ウェルポイント、地下水位低下、揚水工

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所 E-mail: takahashiyasuhiro@jreast.co.jp

4. 揚水性能確認試験

4-1. 揚水試験

小口径揚水井の揚水性能・耐久性の確認を行うため、3ヶ月間、揚程 19.5m の揚水試験を行なった(表-2, 図-3, 写真-2)。現場の土質は 2.1m 厚のローム層の下に 2.3m 厚の粘性土層があり、以深は $N>50$ の密な細砂層となっている。なお現場透水試験で得られた透水係数は $k=9.01 \times 10^{-3}$ cm/s であった。

試験結果について、以下に報告する。

4-2. 試験結果

3ヶ月の試験期間中、揚水井機構及び送水設備に不具合は発生せず、安定して連続的な揚水を行うことができた。平均 37.00 /分の送水量(送水圧平均 0.23Mpa)に対して、平均 46.70 /分の排出量と、平均して 9.70 /分の揚水が出来た(図-4)。ウェルポイント工法の場合、細砂層では 8~100 /分の揚水能力¹⁾とされており、ほぼ同等の性能が得られたと考える。

ウェルポイント工法の場合、揚程は上限 7m 程度である。これに対し、本工法では 19.5m の揚程に対し、安定して揚水でき、ウェルポイント工法では対応できない深い地層に対しても適用できることを確認できた。また従来のディープウェル工法で用いる水中ポンプの適用管径が 300mm 以上であるのに対し、本工法では揚水井径が外径 89mm と小口径化でき、狭隘な場所での揚水に適するものとする。

工費についても、設備規模によってコストダウン率が変動するものの、150l/分の計画揚水量であれば、従来のディープウェル工法に比べて 30%程度コストダウンとなる見込みである。

5. おわりに

今回実施した性能確認試験により、エジェクター装置を用いることで揚程 19.5m に対し約 100 /分で安定した揚水ができることを確認した。

今後の検討として、同一条件下においてディープウェル工法と比較試験を行ない、揚水性能の比較検討を行う。

参考文献

1) 土質工学社：根切り工事と地下水-調査・設計から施工まで-, P221, 1993

表-2 揚水性能確認試験の概要

試験期間	約3ヶ月 (H23. 10/6~H24. 1/10)
掘削長	G.L. -20.0m (揚程 19.5m)
掘削径	$\phi 131$ mm
地下水位	G.L. -16.8m
透水計数 (試験方法)	$k=9.01 \times 10^{-3}$ cm/s (注水法・定常法)

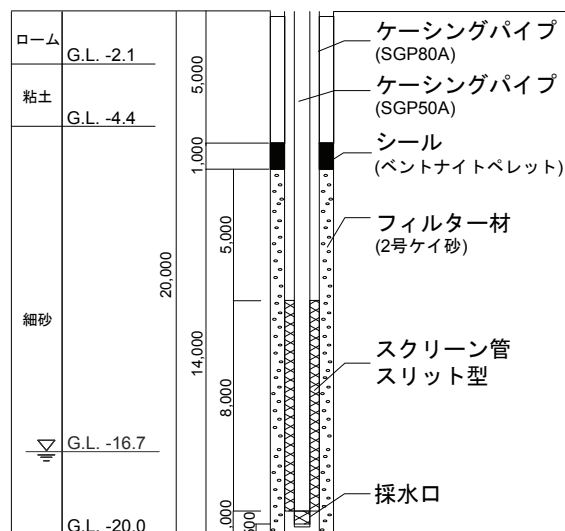


図-3 小口径揚水井構造図

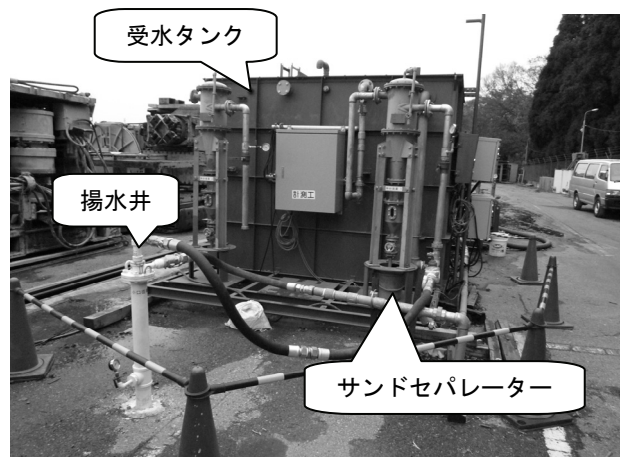


写真-2 揚水性能確認試験の状況

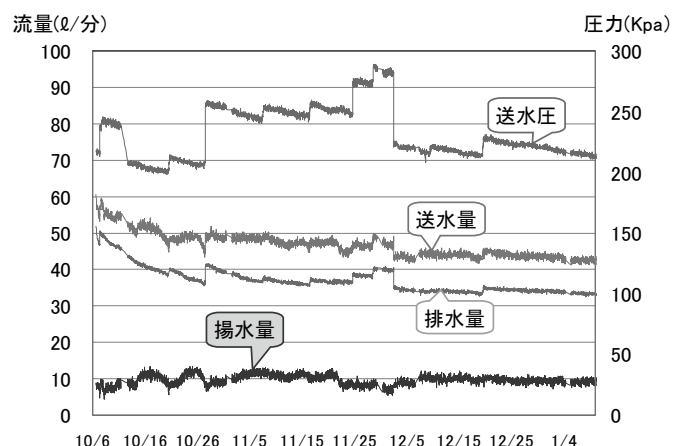


図4 揚水量と送水圧力の推移