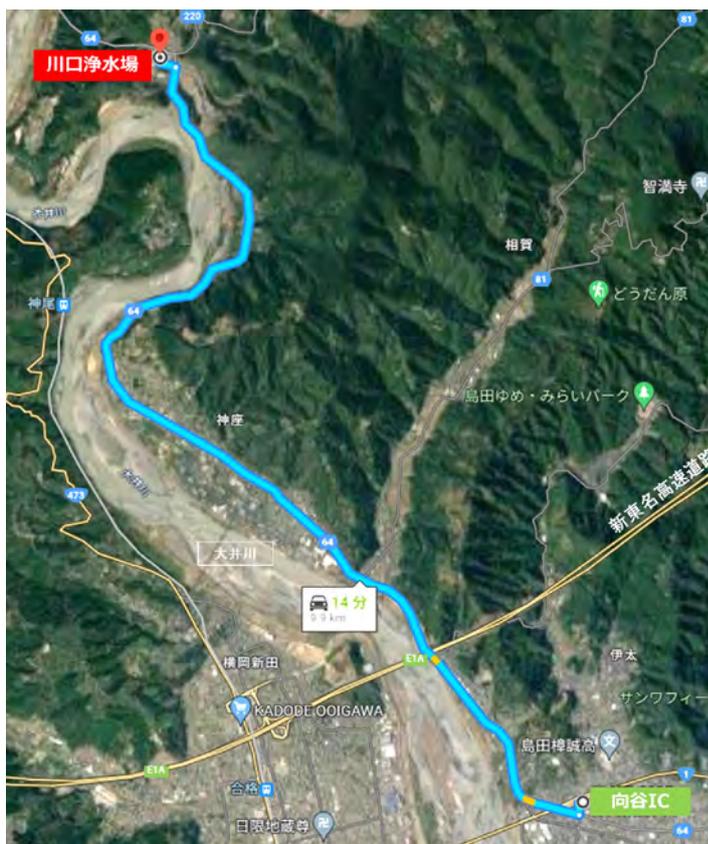


論文タイトル『取水井の性能保証について』
 発注工事名『令和5年度 川口浄水場整備工事』

会 社 名 : 大河原建設株式会社
 執 筆 者 : 現場代理人・監理技術者
 鍋田 卓宏 (技術者番号111694)

<工事概要>

工 事 名 : 令和5年度 川口浄水場整備工事
 工事場所 : 静岡県島田市身成地内
 工 期 : 令和5年9月21日～令和6年6月28日
 発 注 者 : 島田市長 染谷絹代 (担当部署: 都市基盤部 水道課)
 内 容 : 川口浄水場において、老朽化した設備の改修及び更新を行う。
 1期工事 (本工事) で機械や設備の、2期工事 (次工事) にて電気及び通信設備の更新をそれぞれ行う。



工種・種別・細別・規格	数量	単位	備考
■取水井築造工 φ150×20m 井戸ポンプ φ32×1.1Kw			
井戸ポンプ(井戸蓋(SUS製)、吐出曲管、空気抜弁、連成計含む) SUS製井戸用水中ポンプ(フロースリップ付)φ32×1.1Kw(3φ200V)	1	箇所	
取水井築造工	20	m	
■浄水機械整備工 急速ろ過機Q=125m ³ /日 φ1.2×4.5H			
急速ろ過機 重力式密閉型 SUS鋼板製 Q=125m ³ /日 φ1.2×4.5H 操作配管、弁類、流量計、ろ材充填、保温含む	1	基	
浄水機械設備工	1	式	
■場内配管布設工 φ40からφ150			
場内配管敷設工 管据付(鋼管) φ40mm	1.1	m	
場内配管敷設工 管据付(鋼管) φ50mm	1.3	m	
場内配管敷設工 管据付(PE管) φ40mm	13.3	m	
場内配管敷設工 管据付(PE管) φ50mm	6.9	m	
■場内整備工			
舗装版撤去 切断延長L=42m(t=100mm)	37	m ²	
■仮設工			
作業ヤード構築 大型土の設置・撤去 n=16袋、鉄板賃料210日	74	m ²	
仮設導水管、 VP50×8.1m+VP40×0.5m	8.6	m	
仮設次亜注入設備 タンク、ホース、注入点、電気設備付属品他	1	式	
仮設次亜注入設備 ポンプ機能改修(井戸ポンプ・次亜ポンプ)	1	式	

1. はじめに

島田市内には13箇所の簡易水道施設が存在する。
 今回は、そのうちの1つである川口浄水場にて設備の老朽化した機械や設備の改修及び更新等を行った。工事期間中も本浄水場は稼働しており、対象地区内の138人に対し計114m³/日の水を供給しながら工事を進めることが本工事における大きな施工条件であった。

本工事において最重要工種は急速ろ過機の新設工事である。

しかし、本論文では次に主となる取水井について話を掘り下げたいと考えた。

過去に3回ほど井戸工事に携わった経験はあった。しかし思い返せばどれも水位を下げることを目的とした井戸工事であり、飲み水の原資を採取する井戸工事では無かった。

同じ井戸工事であっても目的の違いで要求される性能とそれを担保する方法は全く異なる。その気付きをこの論文に記そうと考えた。



2. 取水井の設計と仕様

今回の全体整備計画によると、新設取水井は87ℓ/minの水を揚水し急速ろ過機へ送水する必要があるため、相応の能力を有するポンプが設計図書に計上されたいた。また取水対象の土質はすべて砂礫層であり井戸底は軟岩に定着させるよう図示されていた。

ここで着眼したのはスクリーンの位置である。

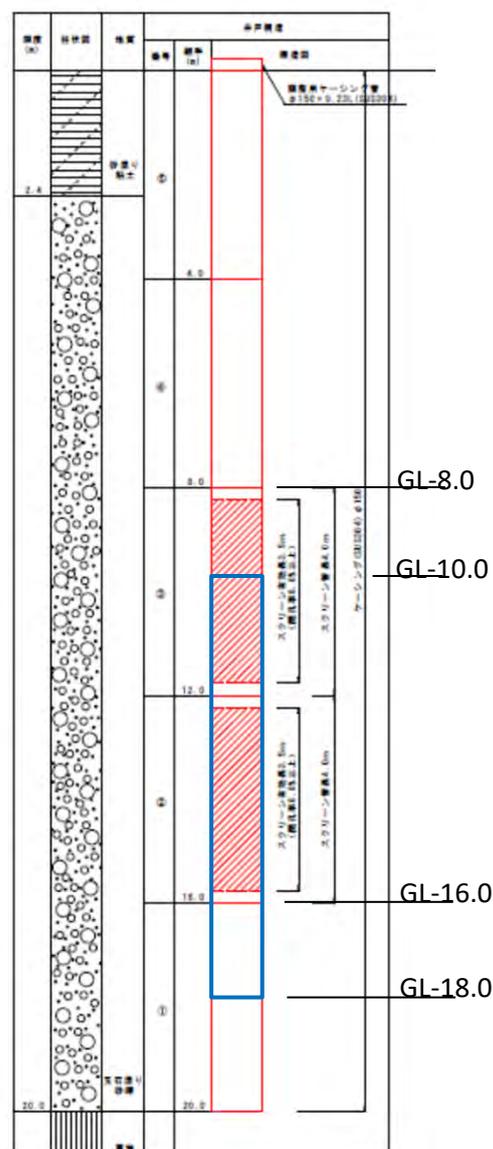
スクリーンは全長20.0mに対しGL-8.0m～16.0mの位置に設けるよう図示されている。

しかし、私が過去に施工した井戸は今回のケースに当てはめるとGL-10.0m～18.0mの範囲にスクリーンが設けられていた。”なぜだ？スクリーンが高くないか？”
答えは地下水を低下させるための井戸ではないからだ。

前述のように私が過去に施工した井戸はどれも地下水を低下させることを目的としていた。締切土留底盤部の盤膨れ対策や単純に大規模掘削時の湧水対策。しかも比較的都市部での施工であったため、周辺構造物（一般住宅やマンション）への影響を考慮しながら徐々に導水勾配を寝かせ、そのトライ&エラーを繰り返しながら仕様を決定した。

一方今回はあくまで取水井。安定的に水を取水することを目的としている。そのためポンプ稼働時の水位を一定かつ高く保つことと揚砂防止を念頭に置いて設計されていた。

今考えれば当然のことであるが、要求性能に対する考え方が全く違うということに当初は気付いていなかった。



4. 揚水試験

揚水試験の目的は井戸の性能を確認し担保すること。

- ・計画揚水量の870ℓ/minを安定的に吐出できるか？
- ・この井戸の最大揚水量は？（ℓ/minか？）

単純にこの2項目を確認する。

いや、単純な話ではない。それが私の2つ目の気付きである。

揚水試験の数日前、この取水井を担当した専門業者の主任監督

員さんとこんな会話を交わした。彼らが搬入した明らかに新品ではないポンプを指さし、

鍋：このポンプ何に使用するポンプですか？

主：試験用のポンプです。

鍋：本設のポンプと何が違うのですか？

主：本設のポンプより能力が大きいです。

ここで私は思った。”大きいポンプを入れて設計揚水量を満たしても意味が無いのでは？”

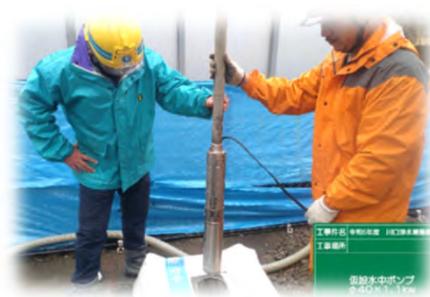
翌日、主任技術者さんから資料と共に丁寧な説明を受け、自分の大きな勘違いに気付くこととなる。”ポンプの性能=取水井の性能”ではない。

取水井の性能とは”地下水の供給量+スクリーンの取込量+ポンプの性能=取水井の性能”目から鱗とは正にこのこと。

ポンプの能力について議論する前に、先ずは設計時に想定した土質の性状に相違が無いか？

それに対してスクリーンは適切な開口と位置になっているか？

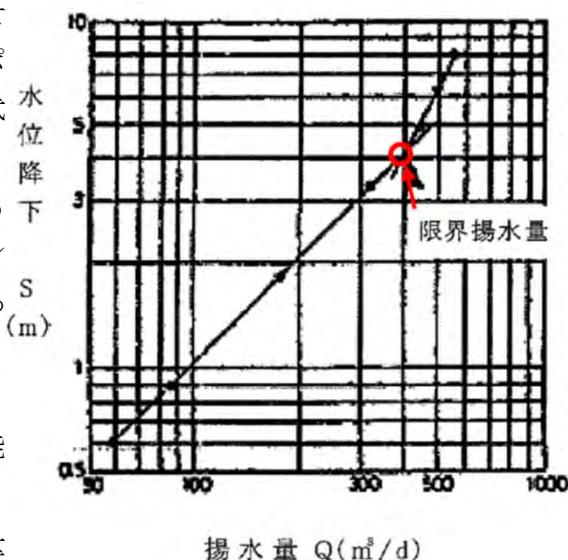
対照土の透水係数が小さかったり、開口率が不適切であれば、どんなにポンプが能力を発揮しても計画揚水量を満たす吐出量を得ることはできない、という当たり前のことに気付き、反省しつつ揚水試験を実施した。



① 予備試験

濁度と揚砂が抑制されるまで試験用ポンプを稼働させ水位低下が著しいポイント（曲線が45°直線となるポイント）を限界揚水量と定め次の連続及び段階揚水試験を実施するのが揚水試験の基本であるが、試験用ポンプをフル稼働させても限界揚水量を迎えるまでに至らなかった。それは、土質性状とスクリーンが設計時に想定した以上の性能を有している証拠である。そこで、以下の理由から限界揚水量を求めることに固執せず、次の段階へ試験を進めることとした。

- ・今回の井戸径に挿入可能でかつこれ以上の揚水性能有数るポンプが一般的には存在しない。
- ・現状で2660/minを観測している。これは計画揚水量870/minの約3倍であり、これを最大試験揚水量とし性能を評価しても計画揚水量を十分満たすことが出来る。



②段階揚水試験

最大試験揚水量を6段階に分け、段階ごとの水位低下を計測した。各段階内での著しい低下は確認されずどの段階においても安定水位を保持できることが確認できた。

③連続揚水試験

段階を設けず計測開始から最大試験揚水量を吐出させ8時間、揚水量が保持されかつ水位低下が無いことを確認することで、揚水の安定性を確認する試験である。結果、本取水井は安定した揚水性能を有することが確認できた。

④判定

上記①～③の結果より266ℓ/minを安定的に揚水することが出来る性能を有していることが証明された。

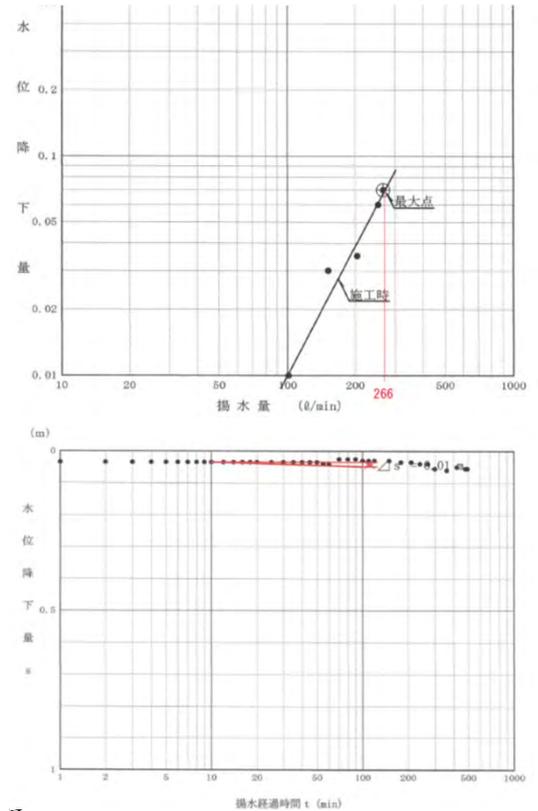
$226\ell/\text{min} \times 70\%$ (水道施設設計指針) = $158\ell/\text{min} > 87$

$226\ell/\text{min} \times 50\%$ (簡易水道基準) = $113\ell/\text{min} > 87$

よって、この取水井は計画に対し十分な性能を有している。

【試験結果から得られた諸数値】

- ・ t-s 直線 $\Delta s = 0.01 \text{ m}$
- ・ 透水量係数 $T = 0.183 Q / \Delta s$
 $= 0.183 \times 0.133 / 0.01 = 2.43 \times 10^{+00} \text{ m}^2/\text{min}$
- ・ 透水係数 $k = T / b$
 $= 2.43 \times 10^{+00} / 3.50 = 6.94 \times 10^{-01} \text{ m}/\text{min}$
 $= 1.16 \times 10^{+00} \text{ cm}/\text{s}$



6. おわりに

冒頭にも申し上げた通り、過去に3回ほど井戸の工事は経験していた。そのうちの1つは検討と受発注者間協議に数週間を費やす程、難易度の高い井戸工事であったと記憶している。そのため、井戸に関する知識や考え方には自信があった。しかしそれは大きな勘違いで、用途が変われば要求性能も変わり、私達がすべき性能保証の理論や手法も変わることを改めて実感した。反省しかない。

最後に、本件に関する私からの起案に対し柔軟に対応して下さった発注者の監督員の方々と丁寧な説明と粘り強い対応で私に気付きを与えてくれた(株)日将のSさん、心から感謝申し上げます。

ありがとうございました。

