

## 循環型地下水制御工法（エコリチャージ）における高圧注水試験

JR 東日本 正会員 ○香月一仁  
 JR 東日本 正会員 桑原 清  
 鉄建建設 正会員 柳 博文  
 鉄建建設 正会員 中井 寛

### 1. はじめに

地下構造物の建設に対して、ディープウェル工法やウェルポイント工法等が広く採用されているが、地下水位低下に伴う周辺の井戸涸れや地盤沈下などの問題を生じることがある。この対策として、リチャージ工法を採用することがあるが、桑原ら<sup>1)</sup>はこの工法の効率性向上を目的として循環型地下水制御工法（通称、エコリチャージ）を開発した。今回、千葉県内で施工中のJR総武線線路下の地下道新設工事において、エコリチャージの採用が決まり、当該現場においてこの工法の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. 高圧注水試験概要

高圧注水試験は、注水井の注水能力である注水量と注水圧の関係と、周辺の地下水位の変動状況を確認することを目的とする。試験現場は、留置線等を含む全11線の線路下に函体延長83m、幅約16m、高さ約7mのボックスカルバートをHEP&JES工法により構築する計画である。試験箇所地盤は細砂、シルト混じり細砂等の沖積層で、地下水位がTP+3.4mと非常に高いことが特徴となっている。当該箇所での定量揚水試験によると、透水量係数 $T=5.8 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{min}$ 、貯留係数 $S=0.00414$ である<sup>2)</sup>。

試験は、図-1に示す函体到達立坑近辺の作業帯で行った。注水井1本を配置し、既存の井戸11本（K-1～11）を観測井として利用した。観測井は、注水井を中心に距離約3m～26mの範囲にランダムに配置されている。高圧注水試験概要を図-2に、計測項目を表-1に示す。既存の揚水井（深度50m）から地下水を汲み上げ、受水槽に貯水して加圧ポンプにより流量制御で注水を行った。このとき、注水圧を確認しながら、段階的に流量を増加させていった。その際、周辺の観測井により地下水位の変動を確認した。なお、揚水による地下水位変動はほとんどない。注水井の構造は、管径 $\phi 42.7\text{mm}$ 、深さ20.5mで、注水井先端2m区間がストレーナー部分となっている。加圧注水であるので、水の逆流を防止する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. 試験結果および考察

図-3に注水量と圧力の経時変化を示す。注水開始時、注水量約50L/minで圧力約480kPaとなったが、その後繰り返し注水を行った結果、50L/minで約320kPaとなった。そこから、注水量を上げていくと、約100L/min

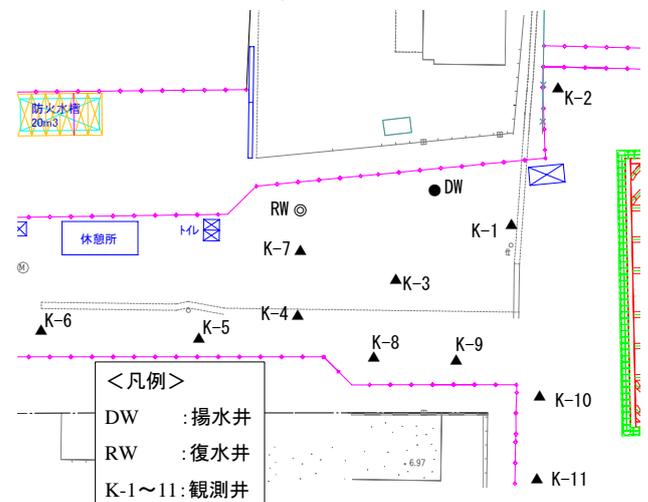


図-1 試験井戸配置

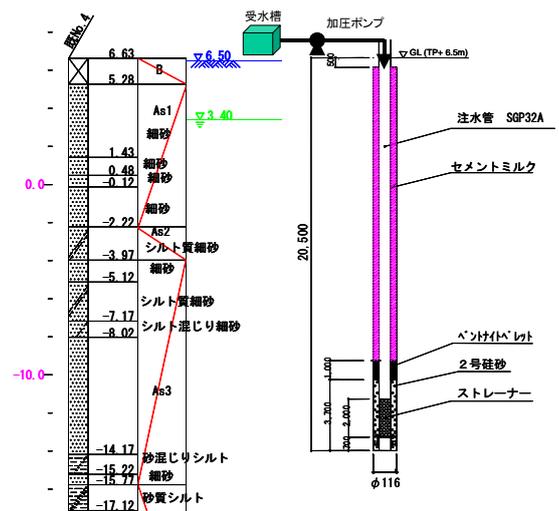


図-2 高圧注水試験概要

連絡先 〒151-8512 渋谷区代々木2-2-6 JR東日本 東京工事事務所 TEL: 03-3379-4353

表-1 計測項目

項目	方法
注水圧	圧力変換器
注水量	流量計
観測井水位	水位計

を約 520kPa, 約 150L/min を約 600kPa で注水できた. その約 30 分間後, 注水量は急激に 190L/min まで上昇し圧力が約 430kPa まで低下した. このとき手動で注水量を約 150L/min に調整したが, 約 10 分後再び, 圧力が約 340kPa まで低下して注水量が約 190L/min まで上昇した.

図-4 に注水量と圧力の関係を示す. 図中の 2 本のラインは, 最初に注水したときとその後 2 回目の注水を行ったときの関係であるが, 2 回目の方が注水しやすい傾向がみられた. つまり, 注水を繰り返すに従って同じ圧力に対する注水量が増加する傾向にある. これは, 桑原らが行った高圧注水試験<sup>1)</sup>でも同様の結果を得ており, 注水する地層が同じであれば, 1 回目のラインが安全側にあることになる. 広範囲での注水が行われる場合, 地層の不均一性や異方性なども考えられるが, 加圧することで注水量をコントロールすることができるので, 所要の注水量を得ることは可能であると考えられる.

図-5 に注水井を中心にした各注水量における地下水位ラインを示す. 地下水位のラインに大きな乱れはなく, 150L/min で注水したとき注水井から 3m 離れた地点で 0.9m 程度地下水位が上昇した. 地下水位ラインの傾向から加圧注水を行っても周辺の地下水位の特異な動きはなく, ほぼ一様と推察される. また, このとき注水井周りからの地下水の逆流もなかった. さらに, 定量揚水試験から得られた透水量係数と貯留係数を使って, 注水量 50L/min のときの地下水位を非定常で計算すると, 図中の赤線のように地下水位ラインを概ね再現できた.

4. まとめ

今回, 当該箇所付近において, 実際に用いる注水井と同様の構造の井戸によって注水量と注水圧の関係を高圧注水試験により求めた. また, その際の井戸周囲の地下水変動状況についても確認できた. 今回の注水試験では, 注水を断続的に繰り返すことによって, 一定の注水量に対する注水圧は低下する傾向がみられた. これらの結果に基づいて, 効率的な小口径注水井の配置を検討し, 現地地盤において最適な地下水位低下工法を適用していく予定である.

参考文献

- 1)小泉秀之・桑原清・柳博文：効率的なりチャージウェル工法の開発, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 第VI部門, pp419-420, 平成 17 年 9 月
- 2)竹市八重子・香月一仁・金子達哉：小口径復水井および磁気活性水をもちいた現場揚注水試験について, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 第VI部門, pp117-118, 平成 17 年 9 月

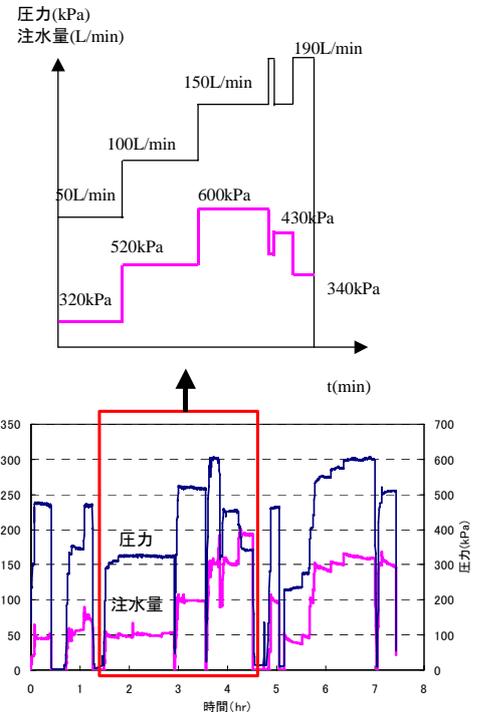


図-3 注水量と注水圧の経時変化

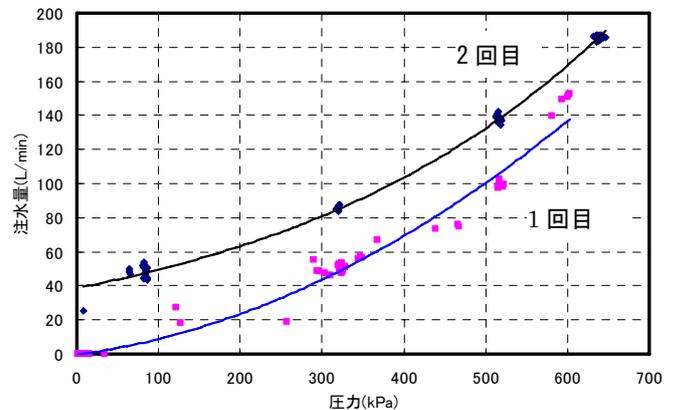


図-4 注水量と注水圧の関係

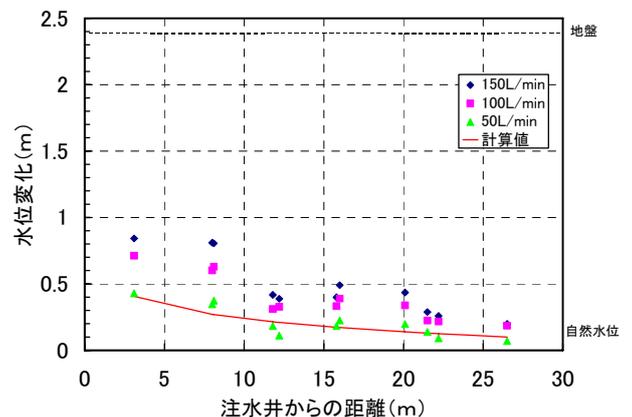


図-5 周辺の地下水位変動状況