

Ⅲ-A285

地盤の水圧破碎を利用した地下水リチャージ試験

J R東日本 東京工事事務所 正会員 成田 昌弘

J R東日本 東京工事事務所 正会員 ○ 河田 誠

J R東日本 東京工事事務所 正会員 笠 充孝

1. はじめに

従来、復水工法は浸透注水を基本としているが、長期間注水することにより地盤の目詰まりで復水量が減少するという問題が指摘されている。

今回、従来の浸透注水に対し、地盤が目詰まりを起こした際、「積極的に注水圧をあげる（以下：加圧注水）ことにより地盤に割裂による水みちを発生させて井戸の注水能力を回復させること」を目的とした加圧注水試験を実施し、その結果を報告する。

2. 試験概要

2.1 井戸概要

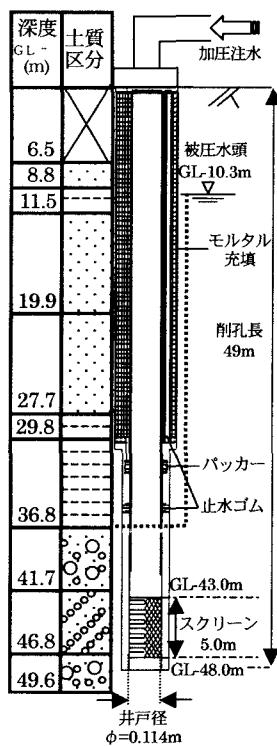


図-1 試験用井戸構造

対象とした帯水層は、深度 GL-36m 以深の被圧帯水層で被圧水頭は GL-10.3m である。試験用注水井戸を図-1に示す。スクリーン部（スロット 1mm、開口率 25%）を GL-43～48m に設置し、土砂の流入を防ぐためフィルターソックで覆った。井戸ケーシングに沿った地上への漏水を防ぐためエアパッカー、水膨張性止水ゴムをケーシング外側に設置し、上部はモルタルを充填している。また、加圧はルジオン試験等で用いる注水ポンプ2台（1台あたり最大注水量 110L/min）を用いた。

2.2 試験概要

試験は注水ポンプで加圧注水し、地上部で注水量、注水圧、井戸孔内スクリーン部で孔内微流速計¹⁾と間隙水圧計を用いて孔内流速、孔内圧力を測定した。

試験は地上部圧力計での圧力制御とし 0.5kgf/cm^2 毎に段階的に加圧した。図-2に地上部での圧力計の加圧ステップとそれに伴う孔内での有効圧力（『有効圧力』=『孔内間隙水圧計の圧力』-『地上から間隙水圧計までの圧力』）を示す。また、表-1は試験での有効圧力と孔内流量の関係を示す。

表-1 圧力-流量関係

有効圧力 kgf/cm ²	孔内流量 L/min
0.9	9.8
1.58	42.2
1.7	62.1
2	75.3
2.3	88
2.6	101
2.9	115
3.7	116
4.2	126
4.6	140
5.1	167
5.4	181
4.9	212

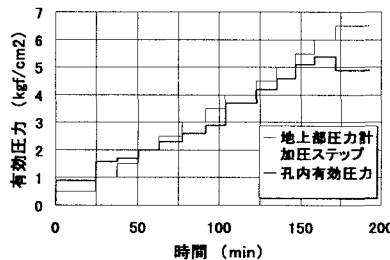


図-2 加圧ステップ

3. 試験結果

加圧注水試験に先立ち、地盤に割裂が生じないと思われる水圧で注水して地盤の初期水みちの把握をした。孔内微

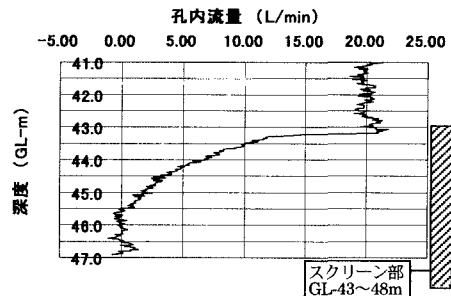


図-3 孔内流量分布

Keyword：復水工法、水圧破碎

〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 J R新宿ビル TEL：03-3379-4353 FAX：03-3372-7980

流速を流量に換算し、深度による流量変化を調べたものを図-3に示す。測定結果からスクリーン上端で流量が大きく変化しておりスクリーン上部で大量の水が散逸していることがわかる。また、GL-45.5m以深では流量変化がみられず不透水と考えられる。

なお、加圧注水試験を行う前にあらかじめ地盤の透水性を低下させるためセメントベントナイト泥水 $13m^3$ （ベントナイト1120kg、セメント25kg）を注入した。

次に加圧注水試験の結果を示す。

図-4に加圧注水試験時の深度による流量変化を示す。注入量、注入圧にかかわらずスクリーン上端部で急激な流量変化がみられる。このことからスクリーン上端で清水が逸水していることがわかる。段階的に加圧しても深度による流量変化がみられないことから地盤の割裂現象によるあらたな水みちは発生しなかったものと思われる。

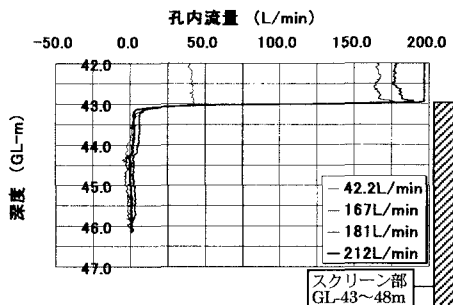


図-4 孔内流量分布（加圧注水試験）

図-5に孔内流量と有効圧力の関係(P-Q曲線)を示す。また同時に透水量係数 $T = 6.0 \times 10^{-3} m^2/min$ 、貯留係数 $S = 9.0 \times 10^{-4}$ とし、層流を前提とした被圧帯水層での一次元軸対象流れによる計算値²⁾、室内試験から予想される予想割裂発生圧³⁾を示す。予想割裂発生圧は過去の実験での有効拘束圧と有効割裂圧の関係を1次式に近似した。予想割裂圧式を次式に示す。

$$p = 1.0 \times \sigma' + 0.5$$

ここで p は予想割裂圧、 σ' は平均有効応力を示す。

試験では、有効圧力が大きくなるに従い孔内流量が増加している。予想割裂発生圧 $2.8 kgf/cm^2$ を超え、有効圧力が $5.4 kgf/cm^2$ （孔内流量 $178 L/min$ ）付近で明らかな変化がみられ有効圧力が低下し、孔内流量が増加している。図-4の孔内流量分布の結果によるとあらたな水みちが発生していないと思われることから加圧注水することによってGL-43m付近のもともと存在していた水みちが拡大す

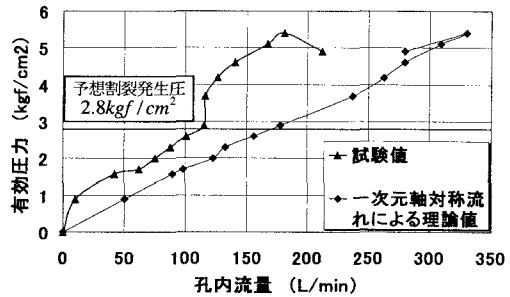


図-5 P-Q曲線

るような地盤変形が生じたのではないかと、と思われる。

今回の試験では、減圧ステップを行っていないが、明らかな変曲点がみられるため、減圧を行うと加圧時とは異なる経路を通り、同じ注入圧であれば加圧時の孔内流量が減圧時のそれよりも小さい昇降圧段階異路P-Q曲線⁴⁾にあたるもの、と思われる。従って、圧力を下げても拡大したと思われる水みちが元の状態に戻らないと思われる塑性的な地盤変形が生じたのではないかとと思われる。

理論値との比較として、低压では層流での注入よりも入りにくい、地盤変形が生じたと思われる後は両者の差は縮まっている。

4. おわりに

今回の試験から加圧注水することによってもともと存在していた水みちが拡大するような現象がみられた。今回の試験では、短期的にみると加圧により地盤の変形を起こさせ注水能力をあげることが可能であることがわかった。

今後の課題として、異なった地盤での検討、および長期的な加圧注水試験の検討といった点がある。

謝辞

本研究を行うにあたって、多大な助言、ご協力頂いた横山基礎工業（株）栗田氏、大成基礎設計（株）平田氏、早稲田大学赤木教授、野見山氏、印東氏にはここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 平田・田永・宮川：『岩盤の「水みち」調査と評価』，pp21-24，土と基礎，1999.3
- 2) 土質工学会：『根切り工事と地下水』，pp87-89
- 3) 赤木・山田・田中：『砂地盤の薬液注入における割裂発生条件について』，pp2287-2288，地盤工学研究発表会，1997.7
- 4) 山口・松本：『ダム基礎の透水性とルジオン値』，pp51-60，土木学会論文集，1989