

加圧リチャージ工法における注水効率向上対策

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○榎間 遼  
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 本田 諭  
 鉄建建設(株) 正会員 柳 博文  
 (株)ジェイテック 小池 敏雄

1. はじめに

リチャージ工法は、注水機構や井戸の構築方法が異なる多くの工法が開発・実用化されている。その中の一つに、汲み上げた地下水を高圧注水により地盤に還すことで、効率的に地下水涵養を図る加圧リチャージ工法がある<sup>1)</sup>。この加圧リチャージ工法について、更なる注水効率の向上対策のため、注水層地盤への高圧水噴射を行い、地盤の割裂による注水効率の変化について確認試験を行った。対策概要と注水試験の結果について報告する。

2. 対策概要

表-1 に、注水に用いるリチャージ Jewel の構造諸元を示す。リチャージ Jewel は、φ60.5mm 鋼管を使用した小口径井戸であり、圧力管理によって先端 2m の特殊ストレーナー管から加圧注水を行うものである。図-1 にこのリチャージ Jewel の井戸構造図と、試験を実施した現地地の地盤条件を示した。地表面より約-5m から約-11m 地点に武蔵野礫層(透水係数  $k=3.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ )、約-26m から約-33m 地点に東京礫層( $k=2.9 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )が介在している。これらの礫層に対して以下に示す 2 パターンの対策を実施し、注水試験を行うことでその効果を確認する。

表-1 リチャージ Jewel 構造諸元

削孔管	φ 116mm × 18.7mm
注水管	鋼管(φ 60.5mm × t=3.8mm) (SGP50A)
ストレーナー管	50A
フィルター材	2号珪砂
止水材	セメントミルク $\sigma_c=25\text{N/mm}^2$

注水井① (新設井戸：高圧水噴射攪拌)

注水層である東京礫層に対して高圧(40MPa)での水噴射攪拌を行うことで、注水層地盤のミズミチ形成を図るものである。施工方法としては、井戸設置前に、注水深度まで削孔、三重管ロッド先端に装着したモニターより超高圧水と圧縮空気を噴射させながら、回転・引き上げるにより、地盤の攪拌(切削)を行う。この際、攪拌による地山の崩壊を防止するため、初期噴射時に増粘剤を添加して施工を行っている。

注水井② (既設井戸：高圧水噴射攪拌+遮水体造成)

注水層への高圧噴射攪拌に加えて、注水層上層への遮水体造成を行う。この遮水体造成は、浅層への加圧注水時における、地盤と井戸界面の止水対策となっている。既設の漏水発生井戸に対して、この遮水体を造成することで、地盤攪拌による効果と同時に加圧注水による地上への漏水防止効果を確認するものとする。遮水体造成の施工については、高圧噴射水攪拌と同一の機械を使用し、注水層上層の粘性土層付近へのセメント系固化材を吐出することにより行っている。有効径は、対象の土層および施工条件により決定され、遮水体は 2.0m、高圧噴射攪拌は 1.0m となる<sup>2)</sup>。

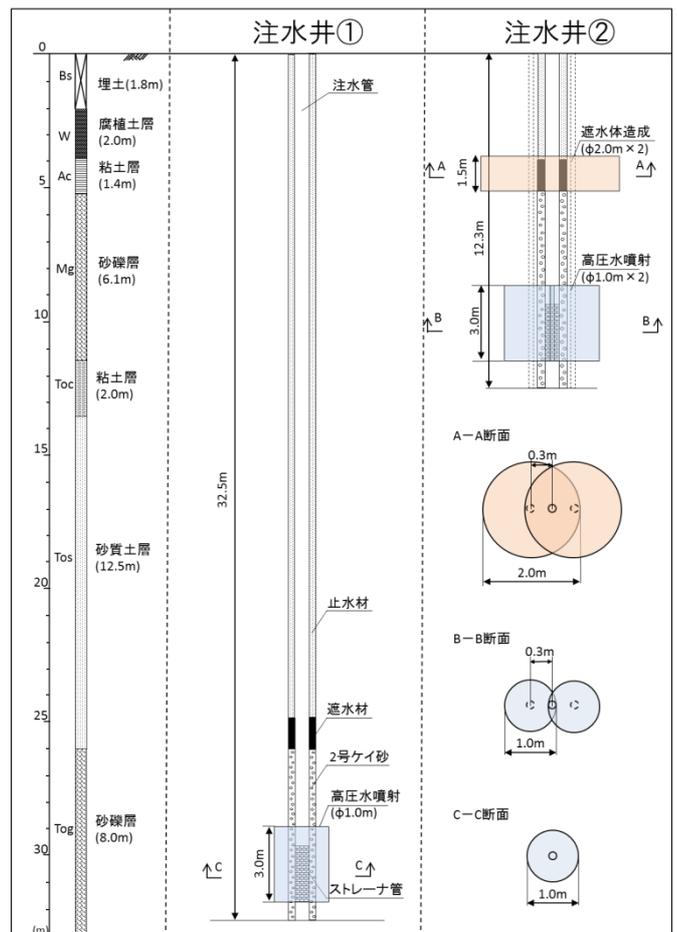


図-1 地盤条件と開発概要

キーワード 地下水位低下対策、リチャージ工法、高圧注水、地盤改良

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2 丁目 2 番 6 号 Tel 03-3379-4353 FAX 03-3372-7980

### 3. 注水試験結果

#### 注水井① (高圧水噴射攪拌)

注水層へ高圧水噴射攪拌を行った井戸について、試験開始後1ヶ月の注水結果を図-2に示す。開発による注水効果を確認するため、噴射攪拌を行っていない近傍設置の注水井の結果も合わせて示した(注水層は東京礫層で同一)。注水開始直後は、噴射攪拌なしの井戸で約70ℓ/minであったのに対し、高圧水噴射攪拌を行った井戸では約280ℓ/minと、約4倍の注水効率が確認された。その後圧力がほぼ一定で注水を続けたところ、注水井①の注水量は徐々に低下し、稼動20日時点で注水量が約130ℓ/minとなった。しかし、この時点においても近傍注水井と比較し注水量は約40%増であった。また、注水圧に関しては、注水井①で平均350KPa、近傍注水井で平均430KPaとなっており、高圧水噴射攪拌により低圧での注水が可能となった。

#### 注水井② (高圧水噴射攪拌&遮水体造成)

注水井②については2.に記載したように、漏水が発生した既設の井戸に対して高圧水噴射攪拌と遮水体造成を行っている。遮水体造成後1週間の養生期間をとり、注水試験を開始した。圧力管理により加圧注入を行った結果を図-3に示す。対策実施前は注水不可(注水量0ℓ/min)であった注水井戸が、本対策実施により注水圧50~200KPaの間で再注水可能となった。また、注水試験期間中の最大注水量は240ℓ/minとなった。注水層が異なるため注水量の単純な比較は出来ないが、遮水体を造成することによって注水井①の開始直後と同程度の注水量が得られている。

### 4. 目詰まりについて

本注水試験において、時間の経過に伴う注水能力の低下が見られた。この原因について検証するため、地上に設置した注水ポンプ内の状況を確認することとした。図-4は稼動36日経過後のポンプ内写真である。注水ポンプ内側で付着物(3mm程度)が確認された。地下水の水質調査より、当該地盤は鉄分を多く含む水質であることが明らかとなっている。これより、付着物は主成分を酸化鉄としたスケールであると推察され、この酸化鉄スケールが注水を行うスクリーン管の目詰まりを生じさせることで、注水量の低下が発生したと考えられる。

### 5. おわりに

本注水試験の結果より、「注水層(礫層)に対する高圧水噴射攪拌による注水効率の向上(注水井①)」、「注水層上層に対する遮水体造成による漏水の防止(注水井②)」は一定の効果があることを明らかにした。今後は、地盤の攪拌に伴う礫層地盤の切削(割裂)状況確認方法の検討、地盤条件による注水効率の差異について検討を深度化していく。

#### 参考文献

- 1) 小泉秀之ら: 効率的なりチャージウエルの開発—高圧注水試験—, 土木学会第60回年次学術講演会, pp210-211, 2005.9
- 2) 日本ジェットグラウト協会: 技術資料ジェットグラウト工法技術資料, 2003.10

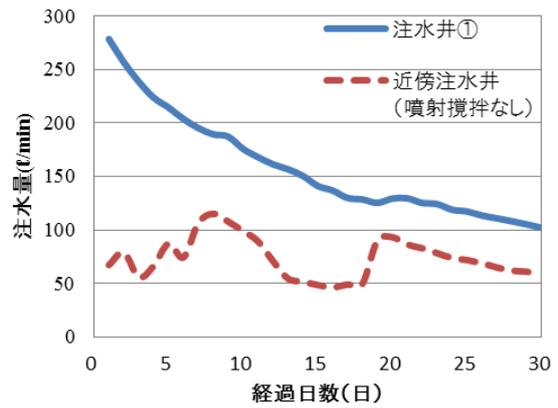


図-2 注水井①の注水量

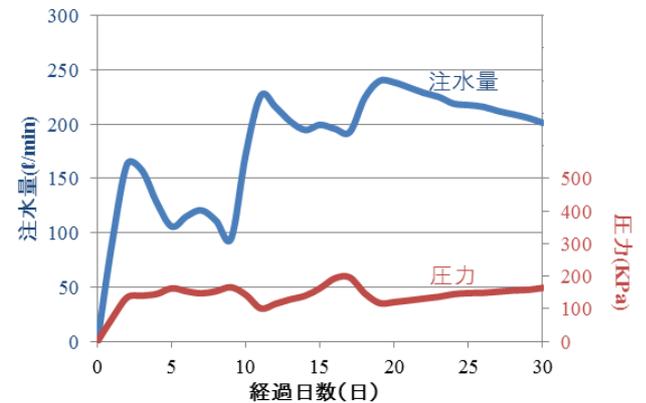


図-3 注水井②の注水量



図-4 注水ポンプ内写真(稼動36日後)