

地下水によるリチャージ設備へのスケール付着抑制対策

鉄建建設 正会員 ○柳 博文 鉄建建設 正会員 栗栖 基彰
 ジェイテック 小池 敏雄 ジェイテック 渡辺 謙二

1. 目的

地下水位が高い地盤においてアンダーパスなどの地下構造物を構築する場合、地下水対策として薬液注入工法や地下水位低下工法などの補助工法がある。このとき、揚水した地下水処理に下水道を利用できない、周辺での井戸の利用があるという理由から、周辺地域への影響を考慮して、揚水した地下水を地盤に還元するリチャージ工法を併用することがある。当該現場では、揚注水を計画的に行うために、主に注水量を制御することが不可欠であることから、地盤中に加圧注水する「エコリチャージ」(循環型地下水制御工法)^{1),2)}を採用し、揚注水を行ってきた。しかしながら、地下水中に鉄分が多く含有しており、長期間の運転中にリチャージ設備へのスケールの付着が発生し、徐々に注水量の低下、注水圧の増加といった現象が生じることとなった。そのため、注水ポンプや注水井戸の定期的な洗浄を行うことで、安定した揚注水を行ったが、洗浄ごとに数本の井戸の注水を停止、洗浄費用の増大が課題であった。そこで、注水を停止せずに、スケールの付着を抑制するために、注水にスケール付着抑制剤を添加した注水と無添加の注水を比較することで、その効果を確認した。

2. 試験現場の地盤状況と試験方法

当該試験現場の地盤条件を図-1に示す。既設注水井戸が設置してある地盤は、腐植土層(Am層)が堆積し、不透水層(関東ローム層; Lm層)が薄くなっている。そのため、十分な遮水効果が得られないため、第2滞水層である東京礫層(Tog層)に注水を行っていた。しかしながら、図-2に示すように、時間の経過とともに注水量が低下し、注水圧が増加する傾向が見られた。そこで、注水ポンプの状況を確認すると、写真-1のように、地下水に鉄分が含有されていることから、内部にスケールが発生、付着していることが確認され、それが注水に大きく影響していることがわかった。³⁾

図-3に試験概要を示す。試験は既設の注水井戸および注水ポンプを使用し、約3ヶ月間連続注水を行った。3本の既設注水井戸を用いて、表-1に示すように無添加と2種類の抑制剤を添加する3ケースを比較した。2種類の抑制剤は、温泉地で使用されているスケール付着防止剤と一般的に使われている還元剤(酸化防止剤)である。このときの抑制剤の添加量は、スケール付着防止剤 6 mg/L、還元剤 20mg/Lとなるように、配管内に連続で注入した。3ヶ月間の注水後、それぞれのポンプに付着したスケールを溶解し、鉄分濃度の比較を行った。

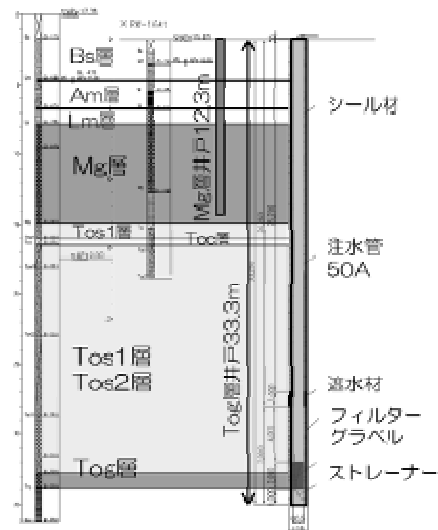


図-1 地層図と注水井構造

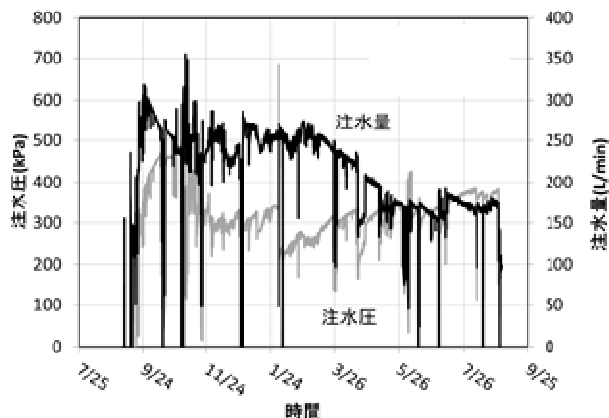


図-2 注水量と注水圧の経時変化



写真-1 ポンプ内スケール付着状況

キーワード 地下水, スケール, リチャージ, 地下水位低下工法, 鉄分

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設株式会社 建設技術総合センター TEL 0476-36-2334

3. 試験結果

写真-2 に試験終了後のポンプ取水口の状況を示す。無添加のポンプはスケールがかなり付着しているが、抑制剤を添加した2台のポンプは表面に若干付着している程度であった。これらのポンプを洗浄溶解し、鉄分の付着量を分析した結果を表-2 に示す。溶解した液中の鉄分濃度は、無添加 3100mg/L、付着防止剤 960mg/L、還元剤（酸化防止剤）660mg/L となり、付着防止剤、還元剤の鉄分付着量は、無添加の2割から3割程度に抑えられ、スケールの付着抑制効果を確認できた。しかしながら、今回抑制剤の濃度を付着抑制剤 6mg/L、還元剤 20mg/L としたが、地下水に含まれる鉄分の濃度に対して、適切な抑制剤の濃度に選定することは今後の課題となる。また、図-4 に無添加と還元剤の注水井戸の注水量と注水圧の経時変化を示す。注水量はおよそ 100L/min になるように調整している中で、無添加の注水圧は、試験開始から約 150kPa（0.15MPa）増加しているのに対し、還元剤は約 100kPa（0.1MPa）となった。この試験の期間内では顕著な差はでなかったが、さらに時間が経過するとスケールの付着量の差が大きくなり、注水に影響が出る可能性があると考えられる。

費用の試算については、当該現場の場合、注水井戸6本、注水量 600L/min の運転時、ポンプ、井戸洗浄に対して、スケール付着防止剤は同等、還元剤（酸化防止剤）は約半分程度の費用となり、コストの削減は可能と考えられる。

4. まとめ

- (1) 今回の試験において、2種類の抑制剤はおおよそ同等のスケール付着抑制効果が確認できた。
- (2) 地下水に含まれる鉄

分の濃度に対して、適切な抑制剤の濃度を選定することは今後の課題となる。

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の開発－高圧注水試験－，土木学会第60回年次学術講演会 6-210，pp. 419-420，2005. 9
2) 桑原清，小泉秀之：復水効率を向上させた新しいリチャージ工法の開発，トンネルと地下，第37巻，10月号，pp. 771-778，2006
3) 柳 博文，本田 諭，高橋 俊徳，糸井 博之，小池 敏雄：線路下横断の施工に適用した地下水位低下対策，トンネル工学報告集，第25巻，IV-4，2015. 11.

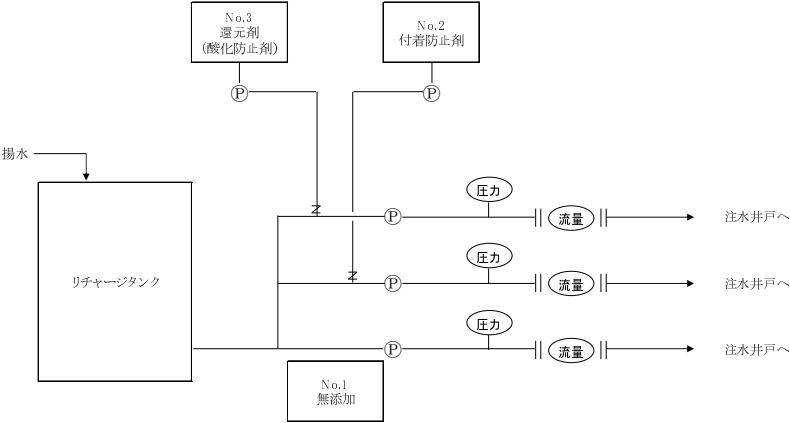


図-3 試験概要

表-1 添加剤の種類と添加量

	無添加	付着防止剤	還元剤
抑制剤添加量	0mg/L	6mg/L	20mg/L



写真-2 試験後ポンプ内状況

表-2 試験後スケール付着量

	無添加	付着防止剤	還元剤
溶解鉄分濃度	3100mg/L	960mg/L	660mg/L
付着率	100%	31%	21%

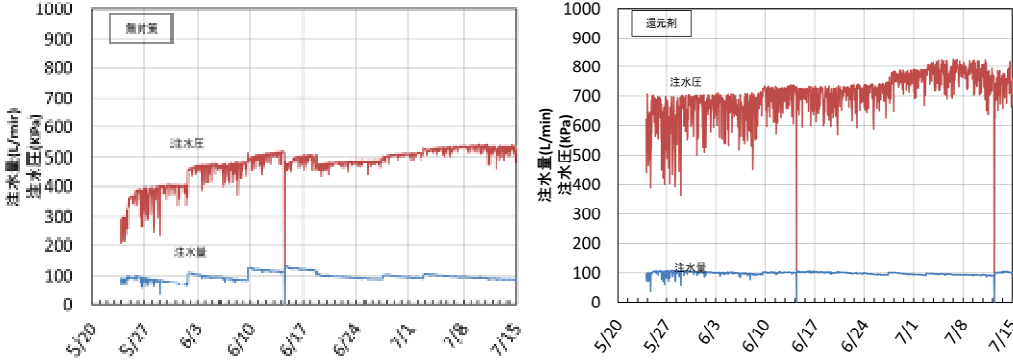


図-4 試験中の注水量と注水圧の経時変化