

揚水・注水の繰り返しによる重金属汚染地盤の原位置浄化

(株)大林組 正会員 ○佐藤 祐輔
(株)大林組 正会員 西田 憲司
(株)大林組 正会員 峠 和男

1. はじめに

土壌・地下水汚染が確認された稼働中の工場などで原位置通水洗浄（ソイルフラッシング）を適用する場合、建屋等が支障となり井戸配置に制約が生じることがある。この場合、特に図－1 に示す水平方向の水流を発生させる方式の通水洗浄においては、場所により通水速度が小さくなること、汚染箇所近傍へ通水できないことから、対策の長期化や浄化ムラが生じるなどの課題がある。

こうした課題を解決するために、図－2 に示す方法が有効であると考え¹⁾。すなわち、まず、難透水層まで根入れする遮水壁を設け、水位変動による対策範囲周辺への影響を遮断する。次に、対策範囲内に井戸を設け、揚水と注水を交互に繰り返すことにより、地下水面を上下方向に動かし、通水洗浄を行う。

ここでは、図－2 に示す方式の適用事例として、稼働中の工場における六価クロム汚染地盤に対し通水洗浄を実施した試験施工結果について述べる。

2. 現地地盤条件および地下水汚染状況

現地の地層構成を図－3 に示す。地層は主に細砂層（GL-1.0～6.5m）により構成されており、その透水係数は $k=4 \times 10^{-4}$ cm/s、有効間隙率は $n=0.15$ である。自然水位は GL-3.0m である。

通水洗浄実施前に土壌および地下水の調査を実施した結果、六価クロムによる汚染が確認された。汚染の程度は、土壌溶出量は最大で指定基準の約 70 倍、地下水濃度は最大で環境基準の約 20 倍であった。

細砂層の汚染土を採取し、別途実施した理想条件下でのカラム試験より、通水で土壌溶出量基準に適合できることを確認した。よって、現地地盤への通水洗浄の適用は可能であると判断した。

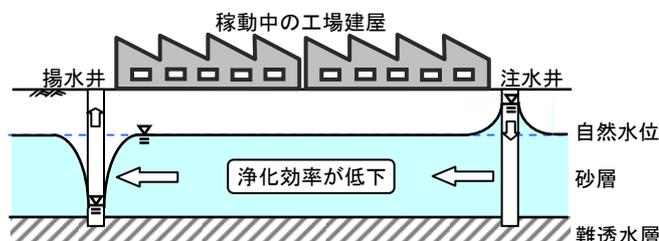
3. 通水洗浄試験方法

3.1 試験目的

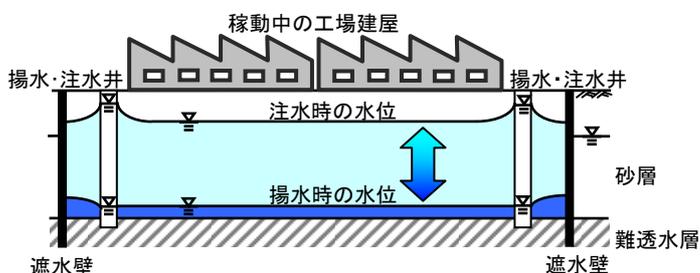
敷地全体に対して通水洗浄を適用するにあたり、敷地の一部を使用して通水洗浄を試験的に実施し、その洗浄効果を確認する。

3.2 試験方法

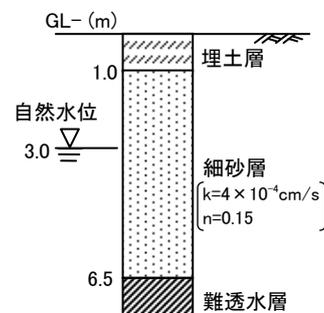
(1)設備配置 図－4 に示すとおり、揚水・注水兼用の井戸（L=6.5m、仕上がり径φ150、以下『揚水・注水井』と記す）を試験対象範囲（200m²）内に5m 間隔で3箇所設けた。観測井は、揚水・注水井①、②の中間点および、揚水・注水井①から



図－1 井戸間距離が大きくなることによる浄化効率低下の例



図－2 揚水・注水繰り返し方式の通水洗浄工法



図－3 地層構成

キーワード 地下水、土壌、重金属汚染、原位置浄化、通水洗浄

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 環境技術第一部
TEL:03-5769-1054 FAX:03-5769-1905

12.5m 離れた位置に設けた。なお、工場建屋が存在する場所には、試験対象範囲とその周辺とを区切る遮水壁が設置できなかったため、建屋周辺にバリア井戸を設け、遮水壁設置と等価な条件とした。

(2)実施項目 同一の井戸で揚水・注水を交互に繰り返し行い、そのときの地下水位の変動状況を確認した。以下に記す1サイクルの通水とは、観測井水位がほとんど低下しなくなるまで揚水し、運転を注水に切り換え、観測井において初期水位に到達するまでの一連の稼動状況とする。通水は6サイクル繰り返し行った。また、通水停止1週間後、揚水・注水井②,③にて地下水を採取し、六価クロム濃度を測定した。

4. 試験結果

4.1 水位変動観測結果

通水2サイクル目における揚水時観測井A,Bの水位低下量を図-5、注水時観測井A,Bの水位上昇量を図-6にそれぞれ示す。揚水開始3日後には観測井の水位変動は見られなくなり、注水開始2日後には揚水開始時の水位に戻ることが確認された。また、観測井Bの水位変動は、観測井Aに比べ揚水・注水井からの距離が大きいかもかかわらず、観測井Aとほぼ同じ挙動を示した。

図-5,6には、合計揚水・注水量もそれぞれ示している。1サイクルの通水量は35~50m³で、この通水量により試験対象範囲内の水位は1.8m変動しており、間隙率に換算して0.1~0.14分の水が置き替えられたといえる。よって、細砂層の有効間隙率は0.15であり、地下水の約70~90%が交換できていることになる。したがって、本方式の通水洗浄により、揚水・注水井の周辺のみならず、建屋下も含め、存在する地下水は十分置換されていることが示された。

4.2 地下水分析結果

通水後における六価クロム濃度の変化を図-7に示す。各井戸の濃度変化に差はあるものの、いずれも濃度低下が認められたことから、汚染地下水回収の可能性が示唆された。また、揚水・注水井③に比べ、②の濃度低下量が小さい理由として、①付近に高濃度の汚染が存在し、土壌中に含有される六価クロムが通水により溶出されているためと推察される。

5. おわりに

本報告では、揚水・注水繰り返し方式による通水洗浄の洗浄効果について述べた。現地試験により、建屋下における地下水の置換が可能であることや、通水による地下水の濃度低下を確認したことから、本方式の通水洗浄による汚染地盤浄化の可能性が示された。

【参考文献】

- 1) 佐藤祐輔, 他: 重金属汚染地盤の原位置通水洗浄工法による浄化, 第16回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, 2010. (投稿中)

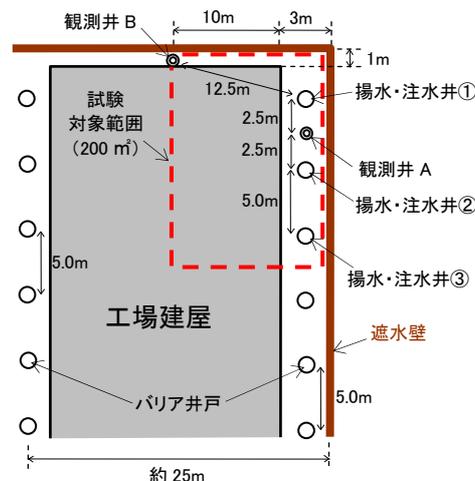


図-4 井戸平面配置図

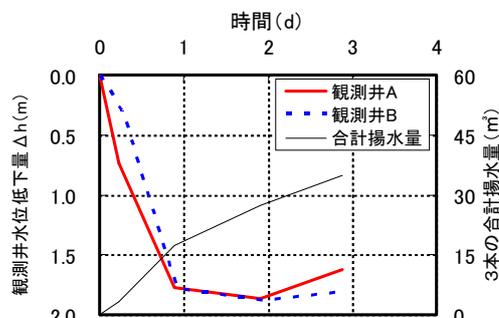


図-5 揚水時の観測井水位低下量および合計揚水量

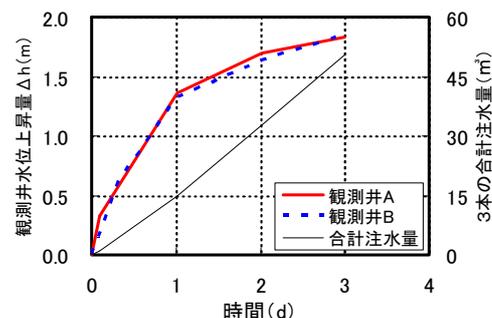


図-6 注水時の観測井水位上昇量および合計注水量

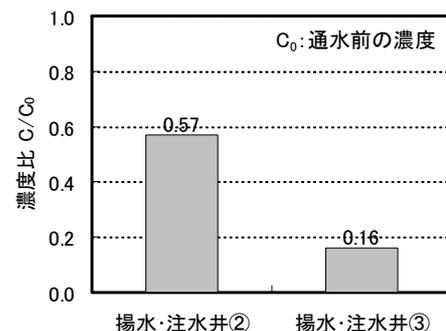


図-7 通水後における地下水の六価クロム濃度