

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（第4報）

(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 三浦 俊彦 (株)大林組 正会員 峠 和男
 (株)大林組 正会員 日笠山 徹巳

1. はじめに

土壌・地下水汚染が確認された稼働中の工場等で原位置通水洗浄（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。例えば、井戸設置間隔が大きな場所では、通水速度が小さくなること、汚染箇所近傍へ通水できなくなることより、浄化効果に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-1 に示す方法が有効であると考え¹⁾。すなわち、難透水性の地層まで根入れした遮水壁を外周に設け、浄化範囲全体を囲い、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、稼働中の工場における六価クロム汚染地盤に対して、揚水・注水繰り返し方式の通水洗浄を適用した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

現地の地層は図-1 に示すとおり、主に細砂層（GL-1.0～-6.5 m）により構成されている。その透水係数は $k=4 \times 10^{-6}$ m/s、有効間隙率は $n=0.15$ である。自然水位はGL-3.0 mであった。

浄化対象範囲の地盤は、六価クロムに関する土壌溶出量基準および地下水基準に適合していない。基準不適合箇所は、浄化対象範囲のほぼ全域に存在し、土壌は主にGL-4～-5 m付近が基準に不適合である。汚染は基準値の数倍から十数倍の範囲で確認されており、浄化開始時の最大値は、溶出量が図-2 に示す観測井Bで0.49 mg/L、地下水濃度が観測井Aで0.71 mg/Lであった。工場建屋が存在する範囲は調査を実施しておらず、汚染状況は未確認である。

3. 現地土を用いたカラム試験

通水洗浄における必要通水量を設定するため、浄化対象地の土壌を用いた室内カラム試験を実施した。この試験では、図-3 に示すカラムに一定流速の水を通水させ、通水により試料土を洗浄する。カラムを通過した浸出水は六価クロムが含まれており、その六価クロム濃度、通水終了後の土壌溶出量および含有量を分析し、六価ク

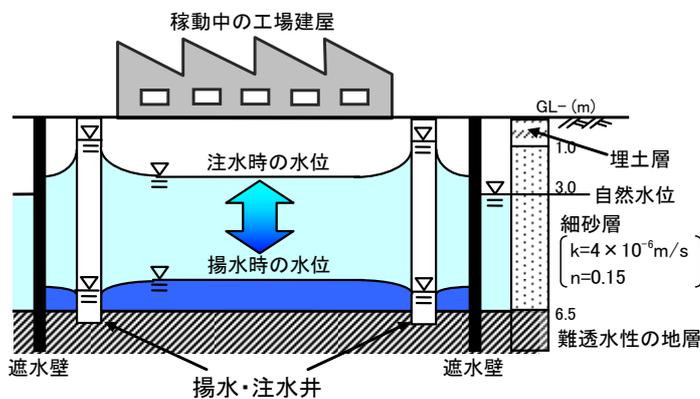


図-1 揚水・注水繰り返し方式の通水洗浄技術

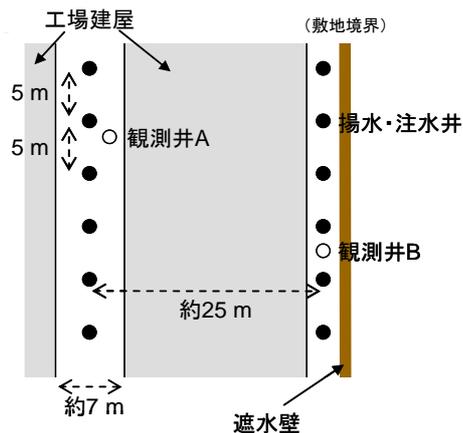


図-2 井戸配置平面図

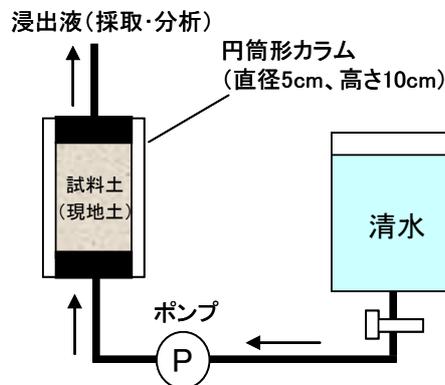


図-3 室内カラム試験の概要

キーワード 重金属, 土壌汚染, 地下水汚染, 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 株式会社大林組 環境技術第一部
 TEL:03-5769-1054 FAX:03-5769-1905

ロム除去効果を確認した。

4. 通水洗浄における実施項目

(1) 設備配置 浄化対象範囲における遮水壁および井戸配置を図-2 に示す。遮水壁は敷地境界の外周に難透水性の地層へ根入れするように設置した。敷地内の全域を浄化対象範囲としたが、本報文では、浄化対象範囲の一部の区域(約 1,000 m²)について詳述するため、図-2 もその範囲についてのみ掲載している。本浄化対象地は、工場建屋内に井戸設置ができず、設置位置が建屋外壁の近傍に限られる制約があった。そこで、揚水・注水兼用の井戸(L=6.5 m、仕上がり径φ100 mm、以下『揚水・注水井』と記す)は、図-2 に示すとおり建屋近傍に 5 m 間隔で設けた。観測井は揚水・注水井同様に工場建屋範囲外へ設け、同図に示す範囲内では 2 箇所設置している。

(2) 運転条件 本工事では、同一の井戸で揚水・注水を行うことにより地盤内を通水している。浄化期間中は、揚水 2 日、注水 3 日を 1 サイクルの通水とし、繰り返しの通水により地盤中の六価クロムを除去した。

(3) 測定項目 浄化期間中は、通水量、観測井における地下水位および地下水中の六価クロム濃度を 1 回/2 ヶ月の頻度で測定した。

5. 通水洗浄結果、考察

カラム試験の浸出水および観測井 A,B より採水した地下水の六価クロム濃度変化を図-4 に示す。ここでは、室内試験時のカラム通過後の浸出液濃度と比較することにより、現地適用での通水洗浄効果を評価した。なお、通水量は飽和間隙水量で除した間隙交換回数として表記した。観測井 A では時間経過とともに六価クロム濃度の低下が確認されており、現時点では概ね予測どおり浄化が進んでいると推察される。カラム試験で使用した試料土および各観測井戸近傍の土壌について、通水洗浄開始前の六価クロム溶出量および含有量を図-5 に示す。観測井 A 近傍土壌の含有量は、室内試験の試料土と同程度であり、地下水濃度低下も室内試験結果に近い挙動を示していると考えられる。

一方、観測井 B では、一時的に濃度低下するが、再度濃度が上昇し、通水を続けても濃度上昇と低下を繰り返している。観測井 B 近傍土壌の六価クロム濃度は、溶出量および含有量ともに観測井 A 近傍や試料土に比べて高い。通水期間中、地下水濃度が初期値を上回るほどの上昇が見られることから、汚染状況が不明である工場建屋下も観測井 B 近傍と同様に含有量の高い土壌が存在し、揚水・注水に伴い、地下水へ汚染を供給していると推察される。

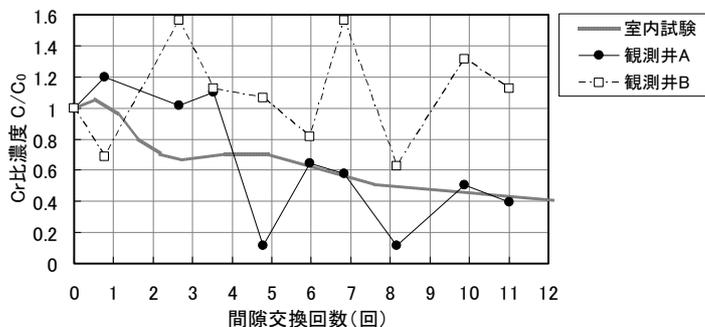


図-4 浸出液および地下水六価クロム濃度変化の比較

6. 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。通水洗浄による濃度低減効果が確認された一方で、一部の観測井では濃度低下が進まない箇所も存在した。その近傍では、周囲から汚染が継続的に供給されている可能性が高いと推察され、今後もモニタリングしていく予定である。

【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技術による浄化, 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.

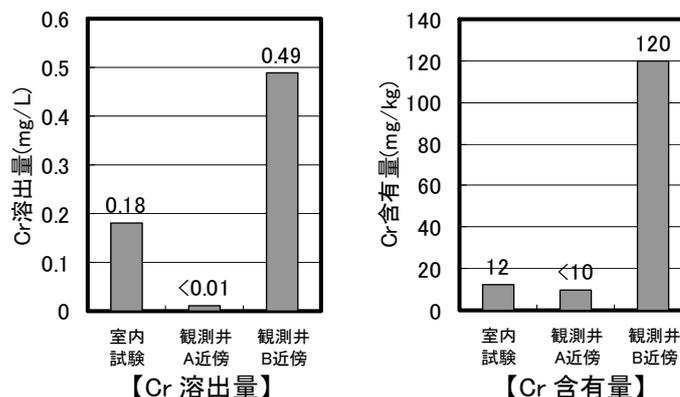


図-5 通水洗浄前における六価クロム溶出量および含有量