

重金属汚染地盤の原位置通水洗浄工法

(株)大林組東京本社 正会員 ○西田憲司

同 上 石田道彦

同 上 峠 和男

同 上 竹崎 聡

1. はじめに

重金属汚染地盤の対策法の一つとして、原位置通水洗浄工法がある。この手法は、図-1に示すとおり地盤に揚水および注水の設備を設置して、浄化対象の地盤に積極的に水を流すことにより、地盤中の重金属等を回収してリスク低減を図る方法である。本手法は、掘削の必要がなく、地表面を乱さずに汚染物質を地中から除去できることから、比較的低コストで環境負荷の少ない有効な手法と考えられる。ここでは、重金属の中でも水に溶解して陰イオンとなりやすいほう素およびふっ素汚染地盤を対象に、室内試験結果、およびそれに基づく本施工の設計について述べ、最後に現場計測結果も交えた考察を行う。

2. 地下水と試料土の性状

現地から採取した帯水層土壌の粒度分布は、礫分 3%、砂分 65%、シルト及び粘土分 32%であった。土壌の pH は中性を示し、環告 46 号の土壌溶出量は、ほう素 0.14mg/L、ふっ素 0.32mg/L であり、土壌溶出量基準（ほう素 1mg/L、ふっ素 0.8mg/L）以下であった。環告 19 号のほう素、ふっ素含有量は、定量下限値（ほう素、ふっ素共に 400mg/kg）以下であった。地下水については、pH は中性で、ほう素濃度は 2.2mg/L と地下水の環境基準値（1mg/L）を超えていた。またふっ素濃度は 2.0mg/L とやはり地下水の環境基準値（0.8mg/L）を超えていた。以上から、採取位置の地盤は土壌汚染対策法の指定基準値以下の非汚染土であり、地下水のみが環境基準値を超えていることから、洗浄による浄化の可能性が高いと判断した。

3. 通水洗浄室内試験

3.1 カラム試験方法

手順は以下のとおりである。①図-2に示すとおり、直径 10cm のカラムに高さが 10cm となるように採取土壌を充填した。充填時の湿潤密度は 1.8g/cm³であった。②採取地下水をカラムの下部から入れて、土の上部まで湛水した。③カラムの下部から水を通水速度 0.14mL/min で流した。④カラムの上部から排出された浸出液を 10mL ずつ採取し、ほう素およびふっ素濃度を測定した。⑤排水中のほう素およびふっ素濃度が環境基準値以下になったあと後も継続して通水した。

3.2 カラム試験結果

図-3にカラム通水試験における間隙水交換回数（通水量／飽和間隙水量）とほう素・ふっ素濃度の関係を示す。浸出液中のほう素・ふっ素濃度は、間隙水交換回数の増加とともに減少し、通水開始後に地下水環境基準以下となった。また、環境基準値の以下となるのに必要な間隙水交換回数は、ほう素の場合は約 3 回、ふっ素の場合は約 7 回であった。ほう素の方が早く浄化できた理由の一つとして、ほう素は、他の重金属等と比べて土粒子に吸着しにくく、地下水によって拡散しやすい性質を有する¹⁾ことが挙げられる。間隙交換回数と濃度の関係を同現場の他地点での土壌にて調査したが、同様の傾向が確認された。ただし、洗浄に必要な間隙水交換回数は、初期濃度に応じて増減し、こう

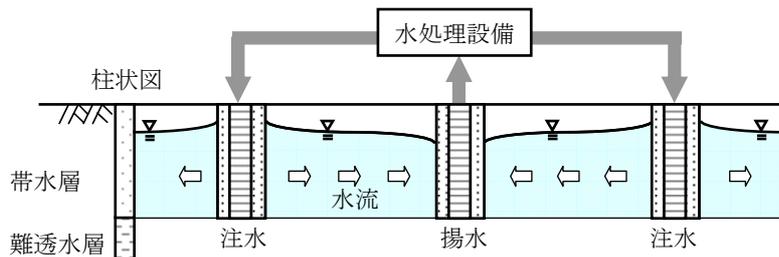


図-1 原位置通水洗浄の概要

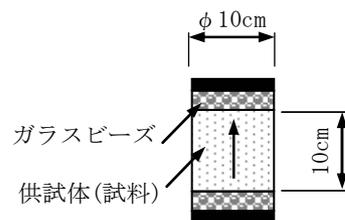


図-2 カラム試験概要

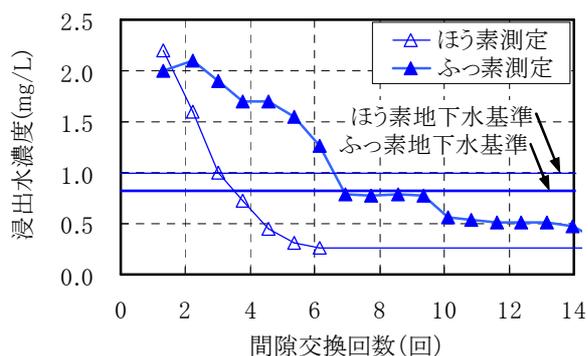


図-3 間隙交換回数と浸出水濃度の関係

キーワード：地下水、室内実験、現場計測

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 TEL:03-5769-1054 FAX:03-5769-1905

した事実を実設計に反映させた。

4. 原位置通水洗浄

4.1 通水洗浄条件

カラム試験結果に基づき原位置洗浄を行った。揚水と注水は柱列状井戸（仕上がり径φ50）で実施した。井戸設置状況を写真-1，図-4に示す。当現場では、1台の揚水ポンプで約20本の揚水井から揚水する方式を採用した。揚水ラインと注水井ラインの間隔は7.5mとし、揚水井、注水井同士の間隔は2mとした。井戸は難透水層上端の5mまで打設し、全深度にフィルタ材を充填している。注水は、人為的な圧力を作用させないものの可能な限り多く通水することを目標に行った。通水洗浄中は、2台の揚水ポンプにおける集合水、および揚水井と注水井位置の中間地点に設置した観測井において、定期的に地下水を採取し、ほう素、ふっ素濃度を測定した。



写真-1 通水洗浄井戸の例

4.2 観測井における濃度変化

図-5，6には、2台の揚水ポンプN、Sにおける集合水について、間隙水交換回数（通水量／飽和間隙水量）とほう素・ふっ素濃度の関係を示している。図中にはカラム通水洗浄試験結果から推定した濃度変化曲線も示している。図-5のほう素濃度は、間隙水交換回数の増加とともに減少し、ほぼ予測どおりの濃度推移を示している。一方、図-6のふっ素濃度は、観測井Sは濃度低下傾向を示しているものの、観測井Nにおいては濃度の明確な減少は確認されない。

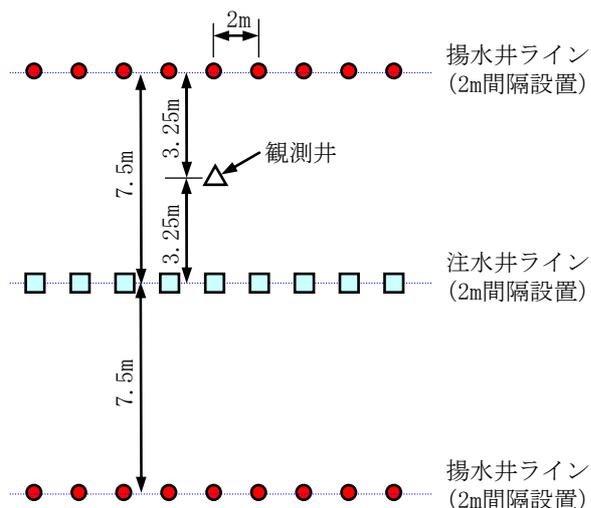


図-4 揚水・注水井戸平面配置

図-7，8には観測井戸位置における間隙水交換回数とほう素・ふっ素濃度の関係を示した。観測井戸位置においても、揚水集合水と同様の傾向が認められる。ほう素濃度が減少しているため同地点における通水状況に不具合はないと判断すれば、土壤中に含有されるふっ素が通水により溶出されている可能性がある。通水洗浄においては、こうした点につ

いての留意した設計、管理が必要と考える。

5. おわりに

今後は、通水停止後のデータ取得と考察、他の重金属等についても検討を行い、原位置洗浄の適用範囲拡大を目指したい。

【参考文献】

- 1) 朝田裕之, 他: 水質環境基準追加項目の処理技術, 環境管理, vol.35, No.9, 1999, 会, 2007.

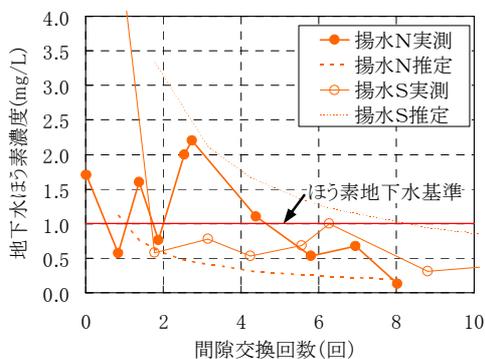


図-5 揚水集合水におけるほう素地下水濃度の変化

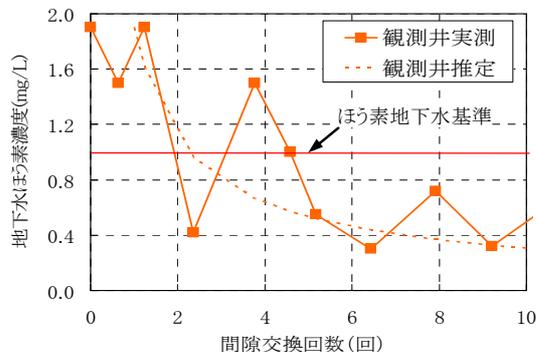


図-7 観測井におけるほう素地下水濃度の変化

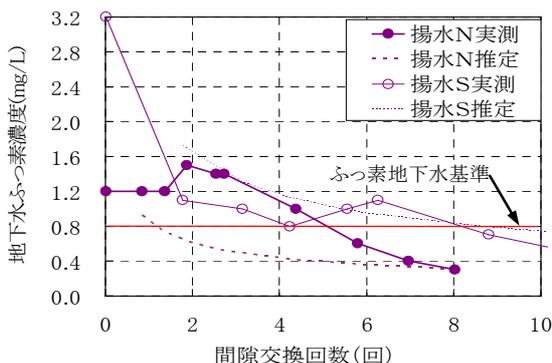


図-6 揚水集合水におけるふっ素地下水濃度の変化

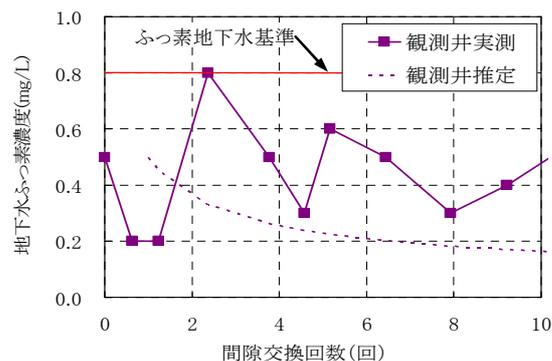


図-8 観測井におけるふっ素地下水濃度の変化