

微細な粒子薬剤注入によるふっ素・ほう素地下水汚染の拡大防止技術の現場試験

(株)大林組 フェロー ○西田憲司 正会員 三浦俊彦
 正会員 鈴木和明 正会員 日笠山徹巳
 フェロー 柴田健司

1. はじめに

汚染土壌・地下水が存在する現場では、地下水の摂取等によるリスクの観点からの措置として、地下水汚染の拡大の防止がある。この措置において低コスト・低負荷化を目指し、微細粒子スラリー薬剤注入による技術を検討した。ここでは、その基本概念、ふっ素、ほう素複合汚染現場での実証試験結果を述べる。

2. 基本概念

本技術は、図-1に示すとおり汚染地下水周囲に井戸を配置し、微細粒子スラリー薬剤を注入する方法である^{1,2)}。薬剤は、たとえば汚染物質を吸着するものを選定する。薬剤粒子は地盤間隙に浸透、貯留されて柱状の壁を構築することになる。このとき、間隙は閉塞されることはないため、止水壁にはならない。また間隙への薬剤注入に伴い、原地盤よりも透水性は小さくなる。ただ、そこを通過する地下水は薬剤によって無害化され、汚染の拡大防止に寄与する。

3. ふっ素・ほう素汚染の薬剤

筆者らが別途実施した検討の結果³⁾、写真-1に示すセリウムとマグネシウムの混合剤が最適となった。主に次の2つのメカニズムにより汚染物質が薬剤に吸着されると考えられる。すなわち、1つ目は、薬剤に含まれるマグネシウム成分により、汚染物質が吸着される。2つ目は、粉体のマグネシウム系材料とセリウムをスラリー状に混合することで、難溶性の塩が生成され共沈を生じ、沈殿物のセリウム塩とふっ素、ほう素が結合する。

4. 実証試験方法

現場の地盤は図-2に示すとおり、地表面から砂礫、砂層、シルト層で構成される。地下水位はGL-0.7m、帯水層透水係数は $k=4 \times 10^{-5} \text{m/s}$ であった。帯水層のふっ素の土壌溶出量は1.2mg/L、同土壌含有量、およびほう素に関しては基準適合であった。しかし、地下水濃度はふっ素2.1mg/L、ほう素1.3mg/Lで基準不適合であった。なお、土壌は深度方向にpH6~9.2のアルカリ性状、地下水はpH6.8の中性であった。

図-3に井戸配置を示す。薬剤注入は1箇所とし、2方向へ約0.5mの離隔で観測井を設けた。薬剤は粒度を $2\mu\text{m}$ 以下に調整したものを 1.8m^3 を注入した。これは井戸を中心に同心円状に浸透すると仮定したとき、半径0.75m、間隙率0.3を充填するに相当する量である。薬剤は、水位差1.2mにて注入し、その際に定期的に観測井で採水し、色調、汚染物質濃度、pH、ECを測定した。

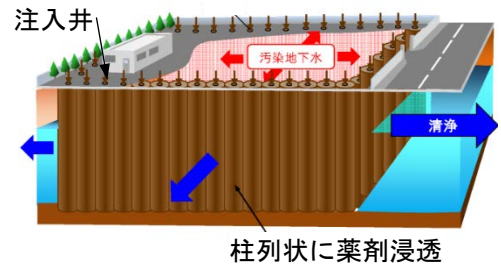


図-1 薬剤注入による汚染拡散防止壁



写真-1 注入薬剤

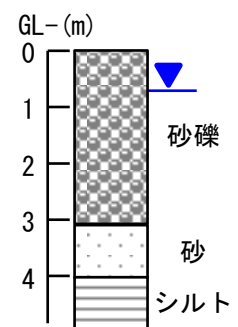


図-2 土質柱状図

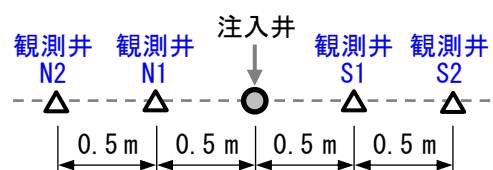


図-3 実証試験での井戸平面配置

キーワード 重金属, 拡散防止, 注入, 地下水, 原位置試験

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 TEL03-5769-1054

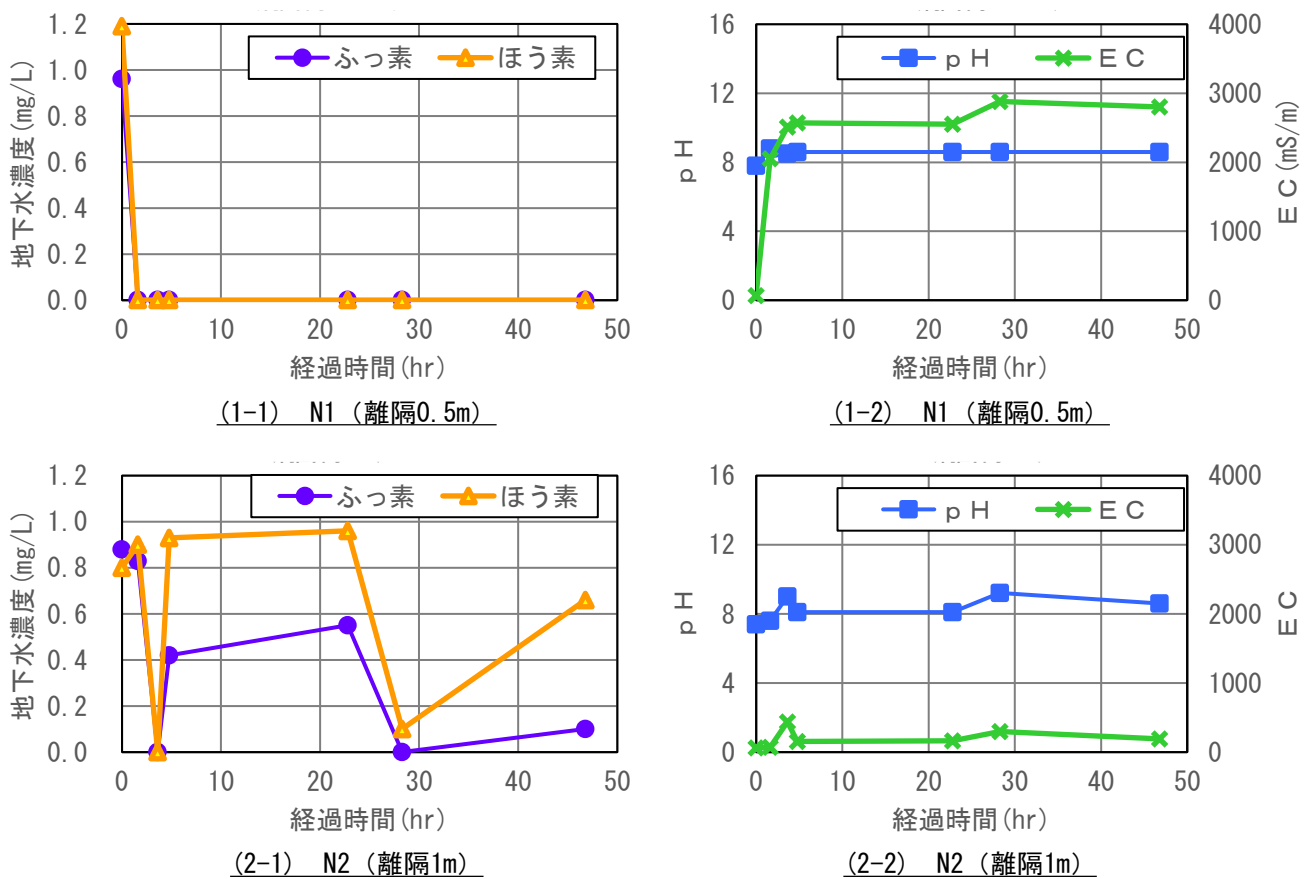


図-4 実証試験での観測井地下水濃度の経時変化

5. 実証試験結果

観測井から採取した地下水は注入初期段階でほぼ透明であったが、やがて薬剤の色調に変化していった。日本色彩研究所の標準土色に基づけば、暗灰黄 (2.5Y5/2) から明赤灰 (10R7/1) への変化であり、浸透状況は目視確認できた。図-4 (1-1), 同(1-2)に観測井 N1 における地下水濃度の経時変化を示す。色調の変化に同調して EC が高くなり、ふっ素、ほう素濃度が定量下限値になった。pH の大きな変化はなかった。

薬剤注入には約 30hr 要したが、夜間 16hr は停止していたので、実際は 14hr の注入であったといえる。粒子形状を有する薬剤であるが、目視でも EC でも地盤浸透することが確認できたといえる。目視では採水時の土粒子混入による色調変化の誤解も懸念され、実工事では EC 測定併用が浸透状況の手助けになるだろう。ここでは図示を割愛するが、観測井 S1, S2 も同様の傾向を示していた。

図-4 (2-1), 同(2-2)に示す観測井 N2 は、EC 上昇、濃度低下量が他よりも小さく、薬剤浸透にムラが生じたと考えられる。よって当該地盤では、薬剤が半径 0.5m であれば問題なく浸透し無害化できる結果で、拡散防止壁構築にあたり 1m 間隔での注入井設置が望まれる。

6. おわりに

ここでは、微細粒子スラリー薬剤注入によるふっ素、ほう素汚染地下水の拡大防止技術を提案し、実汚染現場での実証試験を通してその有効性を検討した。今後も実用化に向け、注入箇所を複数にして検討していく。

参考文献

- 1) 三浦俊彦, 他: 酸化鉄粒子の注入による砒素汚染拡散防止技術の開発, 大林組技術研究所報, No.78, 2014.
- 2) 環境省: 平成 24 年度低コスト・低負荷型土壌汚染調査対策技術検討調査, 環境省 HP 報道発表資料, 2014.
- 3) 三浦俊彦, 他: 微細な吸着材粒子の注入によるふっ素とほう素汚染地下水の拡散防止, 地盤工学研究発表会, 2022.