

シアンを対象とした透過性地下水浄化壁の材料選定及び効果確認

株式会社大林組 正会員 ○日野 良太 正会員 大西 健司
正会員 緒方 浩基 正会員 西川 直仁

1. はじめに

化学工場や石炭ガス工場などでは、シアンの汚染地下水を確認する事例がある。操業中の工場では、汚染土壌の掘削など大規模な工事が困難であることから、原位置浄化技術や敷地外への汚染拡散防止対策が採用される場合が多い。汚染拡散防止対策の一つにバリア井戸の設置がある。当技術は、汚染地下水を敷地境界付近で揚水することで敷地境界外への汚染拡散を防止できるが、揚水の処理設備などを継続的に運転管理する必要がある。そこで、メンテナンス不要な技術として透過性地下水浄化壁（以下、浄化壁）が開発された。当技術は、**図—1**のイメージ図に示す通り、地下水汚染部の地下水流向下流に造成した浄化壁を透過した地下水を浄化でき、揮発性有機化合物（VOC）¹⁾やふっ素などの重金属類²⁾に適用されている。しかし、シアンを対象とした浄化壁の技術は報告例が少ない。

本稿では、シアンを対象とした浄化壁の開発を目的として、各種室内試験によって確認された浄化壁の材料選定及び浄化効果を報告する。

2. 材料選定

今回の材料選定は、以下のシアン特性を考慮した。①酸性の環境条件下において、土壌吸着性が高い³⁾。②多種の化合物があり、地盤中では錯体シアンの形態が多い³⁾。選定した材料は、吸着材として土系の材料及び無機系多孔質材料、pH調整材として硫黄系の農業資材（以下、農業資材）や天然鉱物、長期的なシアン吸着性を確保するために鉄粉と3種混合で検討した。試験に使用したシアン溶液は、フェロシアン化カリウムの試薬で作製した模擬汚染水を用いた。

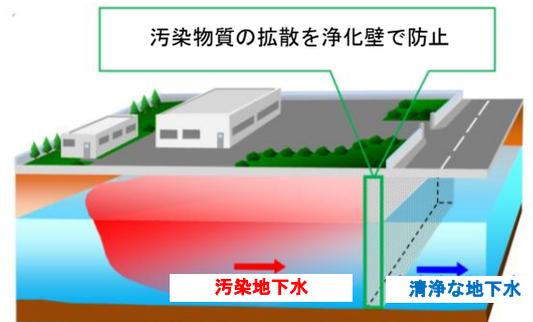
3. 室内試験方法

3. 1. バッチ試験

バッチ試験は、**表—1**のケースで模擬汚染水（全シアン濃度 1,000mg/L）に液固比 1:10 で材料を添加し、24時間振とうした。振とう条件は、環告 18 号の振とう回数を毎分 200 回、振とう幅を 4cm～5cm に調整した。材料添加割合は、吸着材：pH調整材：鉄粉＝6：0.6：3.4（重量比）である。分析は、全シアン濃度を行った。

3. 2. カラム試験

カラム試験は、**表—2**のケースでφ5cmのカラムに40cm層厚で材料が分離しないように水を添加しながら均等に浄化壁用の材料を詰込み、模擬汚染水を1.4～3L/dayで通水した。採水は、1週間～2週間に一度の頻度で、全シアン濃度の分析を行った。



図—1 透過性地下水浄化壁イメージ図

表—1 バッチ試験ケース

ケース	吸着材	pH調整材	鉄粉
1～3	赤玉土	農業資材,黄鉄鉱,なし	粉砕製造
4～6	軽石	農業資材,黄鉄鉱,なし	
7～9	高温燃焼物	農業資材,黄鉄鉱,なし	

※高温燃焼物：高温で燃焼した粘土

表—2 カラム試験ケース

ケース	初期濃度	浄化壁材料及び配合
1	1mg/L	赤玉土：農業資材：鉄粉＝6:0.6:3.4
2	1mg/L	軽石：農業資材：鉄粉＝6:0.6:3.4
3	10mg/L	赤玉土：農業資材：鉄粉＝6:0.6:3.4

キーワード シアン, 透過性地下水浄化壁, 材料選定

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 エンジニアリング本部 TEL 03-5769-1057

4. 試験結果

図—2 にバッチ試験の吸着材と pH 調整材を変更した場合の全シアン吸着率を 100%とした場合の結果を示す。最も効率良くシアンを吸着できる材料は、赤玉土、農業資材、鉄粉の組み合わせであった。次に材料の組み合わせで吸着率の比較を行う。吸着材の比較として、農業資材を固定した場合は、赤玉土の吸着率に対して軽石が 60%程度、高温燃焼物が 50%程度であった。農業資材の比較として、軽石を固定した場合は、農業資材の吸着率に対して黄鉄鉱が 45%程度、なしが 25%程度であった。

図—3 から図—5 に表—2 のケース 1, 2, 3 のカラム試験結果を示す。図中上段の赤字は、土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン改訂第二版⁴⁾Appendix1「特定有害物質を含む地下水が到達し得る『一定の範囲』の考え方」の実流速 23m/年, 有効間隙率 20%の条件を基にして、今回の通水量から浄化壁の耐久相当年数を換算したものである。その結果、赤玉土、農業資材、鉄粉の組み合わせでシアン濃度 1mg/L の場合(表—2 のケース 1) に 50 年相当の浄化効果(定量下限値 (0.1mg/L) 未満)を維持できた。一方、ケース 2 (軽石、農業資材、鉄粉, シアン濃度 1mg/L) では、16 年相当の浄化効果を維持でき、高濃度のケース 3 (赤玉土、農業資材、鉄粉, シアン濃度 10mg/L) では、16 年相当の浄化効果を維持できた。

浄化壁を適用するためには、浄化壁の透水性を周辺の地盤よりも良くする必要がある。そこで、透水性を確認した結果、中粒砂と同程度の透水性が確保できることを確認しており、周辺の地盤の透水性に応じて適用できると考えられる。

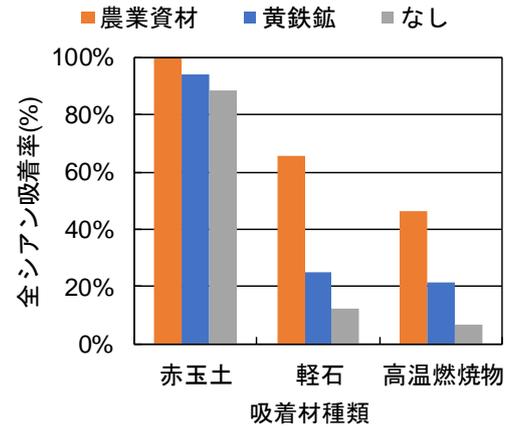
5. 結論

今回の室内試験を通して、シアンの透過性地下水浄化壁の材料選定及び効果確認を行った。その結果、赤玉土、硫黄系の農業資材、鉄粉の組み合わせにより、浄化壁として目標濃度 (0.1mg/L) まで 50 年以上の効果維持を確認した。

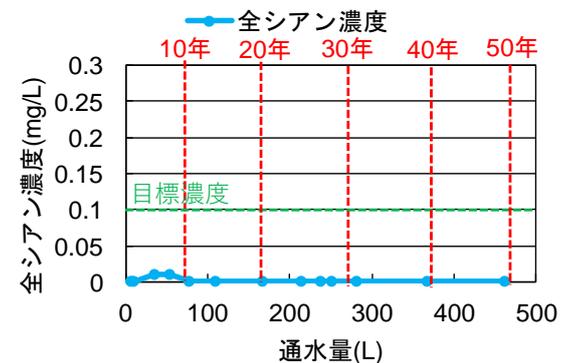
今後は、実現場適用に向けて、実現場の汚染地下水を使用した試験や施工方法の検討を進めたい。

【参考文献】

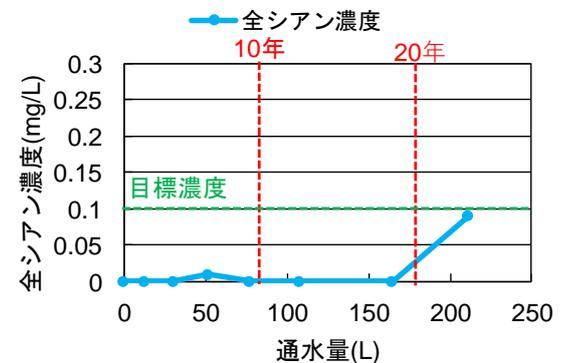
- 1) 中島誠ほか：透過性地下水浄化壁による汚染地下水の浄化効果について、地下水学会誌, Vol.42, No.1, pp.27~45, 2000.
- 2) 加藤頭ほか：透過性地下水浄化壁によるふっ素汚染地下水の浄化技術の開発、廃棄物資源循環学会研究発表会, Vol.27, pp.471~472, 2016.
- 3) KJELDSEN P: Behaviour of Cyanides in Soil and Groundwater: A Review., Water, Air, & Soil Pollution Vol.115 No1/4 pp. 279-307, 1999.
- 4) 環境省：土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン改訂第二版, 2012.8.



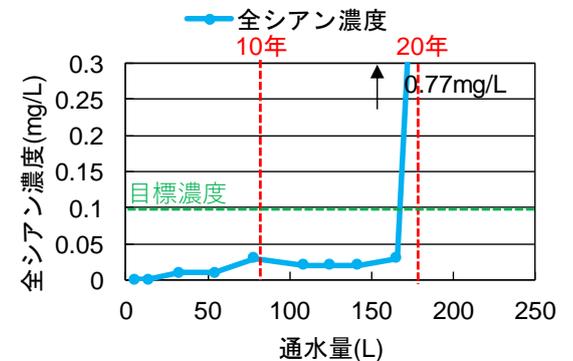
図—2 バッチ試験結果



図—3 カラム試験結果 (ケース 1)



図—4 カラム試験結果 (ケース 2)



図—5 カラム試験結果 (ケース 3)