

プラスチックボードドレーン工法を利用したシアン汚染地下水の原位置酸化分解

鹿島建設(株) 正会員 ○川端 淳一, 河合 達司, 瀬尾 昭治, 藤澤 惣, 河野 麻衣子
青木 修二, 樋江井 夕紀夫, 小沢 明正, 永井 文男
非会員 牧内 崇志, 水野 正彦, 大塚 誠治

1. はじめに

シアンによる地下水汚染の対策方法として、揚水・注水対策は有効な対策手法である。しかしながら、汚染の程度や地盤の諸条件によっては対策期間が長期化する場合があります。効率よくシアン地下水汚染を浄化できるシアンの分解工法の開発が望まれていた。筆者らは、過硫酸塩と銀触媒を用いる酸化分解法に着目し¹⁾、地盤内でのシアンの主な存在形態である難分解性のシアノ錯体を対象として対象の土や地下水を用いた室内検討を行いその分解特性を評価した。さらにプラスチックボードドレーン工法(以下ドレーン工法)を利用して揚水・注水及び過硫酸による酸化分解法を実汚染サイトで実施した試験結果を報告する。

2. 方法

1) 室内事前検討

実汚染サイトへ過硫酸法を適用するにあたり、事前にその浄化効果を確認するため、サイトから採取した土壌及び地下水試料を用いた室内試験を実施し、その浄化効果を評価した。試験のケースとして、土壌と地下水を混合したケースと地下水のみのケースを設けた。過硫酸塩として過硫酸ナトリウムを用い、500 ml ポリエチレン瓶内で実汚染サイトより採取した試料に過硫酸塩を含む酸化剤溶液と pH 緩衝溶液を混合した。混合後、暗所、室温にて 14 日間養生し、シアンの分解状況を評価するため 1 日、2 日、3 日、7 日、14 日後に試料を採取し、フィルターろ過後、公定法によるシアン濃度及び pH を計測した。

表-1 実試料を用いたシアン浄化効果の室内事前検討での試験ケース及び試験条件

試験ケース名	土壌	地下水	酸化剤+ pH 緩衝溶液	過硫酸塩濃度
土壌・地下水混合	50 g	450 ml	50 ml	2%
地下水単独	0 g	450 ml	50 ml	2%

2) 実汚染サイトでの実証試験

実汚染サイトはシルト質砂層であり、帯水層厚は 4.8 m であった。縦 10 m×横 10 m の範囲に帯水層の底部以深まで鋼矢板を打設し、その内側にプラスチックボードドレーンを 75cm ピッチで打設し、その際注水用ドレーンと揚水用ドレーンを交互に配した。

試験のケースとして、まず揚水と水道水を注水するケース(揚水・注水試験ケース)を実施し、その後酸化剤を水道水に代わって注入するケース(酸化剤試験ケース)を実施した。試験中は経時的に地下水を採取し、公定法によりシアン濃度の経時変化を評価した。

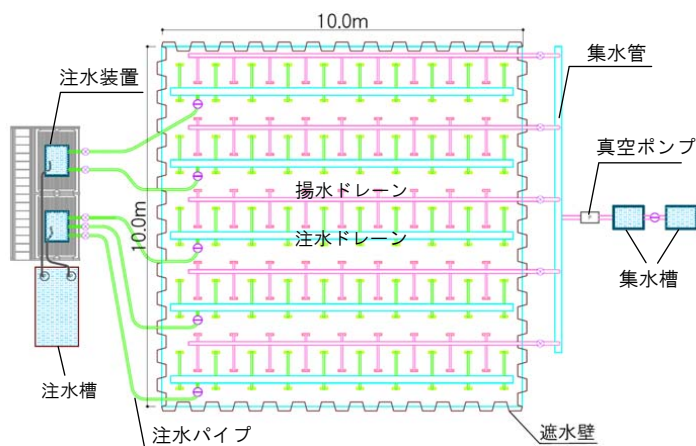


図-1 ドレーンによる揚水・注水工法概念図

3. 結果

1) 室内事前検討

室内試験におけるシアン濃度及び pH の経時変化をそれぞれ図-2、図-3 に示す。酸化剤による分解反応を一次反応とすると、一次反応係数 k は土・地下水混合のケースで -0.29 (/日)、地下水単独のケースで -0.36

キーワード 揚水・注水, プラスチックボードドレーン, 酸化分解法, シアン, 過硫酸塩

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-489-6651

(/日)であった。全シアン濃度は初期値としておよそ 0.6 mg/L に対して、土・地下水混合のケースでは約 8 日、地下水単独のケースでは約 5 日で環境基準に適合した。なお、土・地下水混合のケースでは、地下水単独のケースよりもシアン濃度の低減速度が小さくなったが、これは土壌中により多く含まれる有機物や還元性鉄などの還元物質の存在の影響により酸化剤が消費されたためと考えられる。pH は 5.8~8.6 の中性域に維持された。過硫酸の分解に伴う酸性化は、pH 緩衝溶液の添加により低減でき、pH を中性域に維持できることを確認した。

2) 実汚染サイトでの実証試験

実証試験におけるシアン濃度の経時変化及び揚水・注水のシアン濃度予測値を図-4 に示す。予測値は、区画内の帯水層体積 V を 480 m³、土壌間隙率 n を 35%、有効間隙率 n_e を 15%、初期シアン濃度 C_0 を 1.1 mg/L とし、地下水の総入替揚水量 Q m³ におけるシアン濃度 C を(式 1)で表せるとしたもので、有効間隙のみの地下水が入れ替わり帯水層内の汚染地下水が希釈・浄化されると仮定したものである。

$$C = C_0 \times \left(1 - \frac{n_e \times V}{n \times V}\right)^{\left(\frac{Q}{n_e \times V}\right)} = 1.1 \times 0.57^{\left(\frac{Q}{72}\right)} \quad \cdot \text{(式 1)}$$

揚水・注水試験ケースでのシアン濃度の浄化速度は、上記の地下水の入れ替えから予測されると比べると、10 倍程度異なっていた。75cm ピッチで配置できるドレーン工法による揚水・注水は他の方法に比べて、均質な地下水の入れ替えが可能な方法である。しかしながらシアンの土への吸着性、ミクロレベルの流動場の不均質性に伴う影響により浄化速度が異なる結果になったものと考えられる。

一方、酸化剤試験ケースでのシアンの浄化は、室内試験と比較すると初期濃度は異なるが、低減の割合、すなわち一次反応係数 k は -0.26 (/日) と土・地下水混合のケースやとほぼ同じであり、入替による理論的な浄化予測と同等であった。これより、土・地下水混合の室内試験により実地盤における浄化効果を実用レベルで予測することが可能であった。

4. おわりに

シアンによる地下水汚染に対して揚水・注水工法は有効な対策手法であるが、地盤条件や汚染物質の土への吸着効果によって理論式と異なる浄化速度となる。今回のシルト質砂層のような地盤条件ではドレーン工法を用いて地盤中により均質に酸化剤を供給することによって、事前室内試験と同等の浄化効果を現場で確認することができたものと考えている。

参考文献

- 1) 川端ら、全シアン汚染地下水の酸化剤による分解特性について、第 17 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会、2011

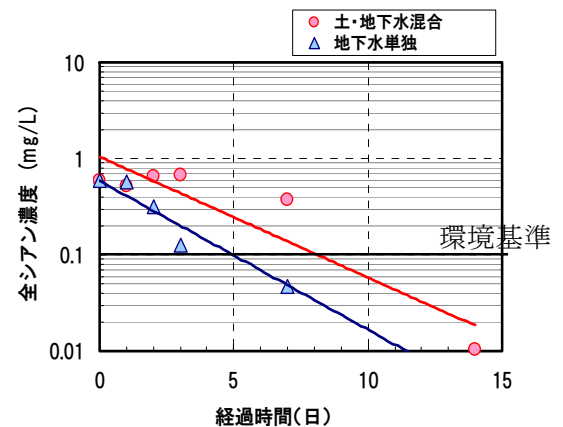


図-2 室内試験でのシアン濃度の経時変化

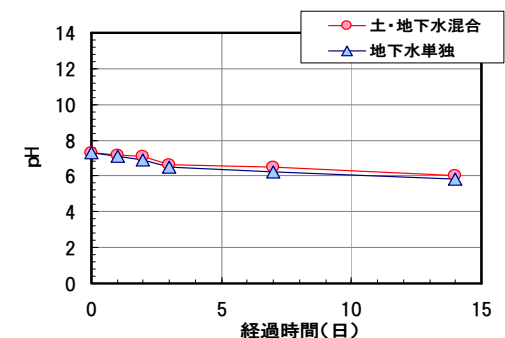


図-3 室内試験での pH の経時変化

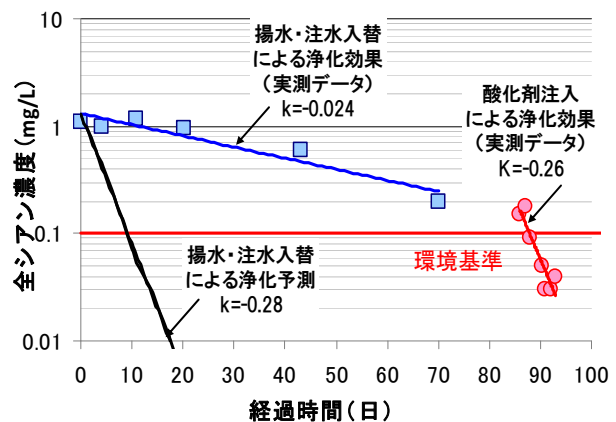


図-4 実証試験でのシアン濃度の経時変化及び揚水・注水でのシアン濃度の計算値