

泥水シールド工事での鉄粉と超電導磁石によるヒ素浄化事例

鹿島建設(株) 正会員 ○石神大輔 伊藤圭二郎 西岡和也 堤 和大

1. はじめに

自然由来重金属を含む地盤を泥水シールド工法で掘進する場合には、排出する泥水にも重金属が含まれる。重金属を含む泥水は分級プラントにて砂分とシルト・粘土分(脱水ケーキ)に分けられる。一般的に、重金属は細粒分に吸着し、脱水ケーキに多く含まれるため、ヒ素などの重金属が環境基準値を超える溶出を起こしやすい。そのため、工事で発生する脱水ケーキが「汚染汚泥」扱いとなり、コストが増大したり搬出先の容量逼迫により工期遅延を引き起こしたりする恐れがある。そこで本稿では、図-1 に示すとおり、

浄化対象であったヒ素を鉄粉に吸着させ、超電導磁石により磁気分離して浄化するシステム¹⁾(鉄粉洗浄磁気分離システム)を本設導入し、シールド掘削の全期間でヒ素を浄化しながら施工した事例を報告する。

2. 鉄粉洗浄磁気分離システム

鉄粉洗浄磁気分離システムは図-2 に示すように鉄粉混合タンクと超電導磁石の磁気分離装置を組み合わせたシステムである。鉄粉混合タンクでは、土粒子に含まれるヒ素を水に溶出促進させた上で、鉄粉に吸着させて除去する。次に磁気分離装置に通過させて泥水中から鉄粉だけを磁力回収することで、次工程に送水される泥水中にはヒ素が除去されている原理である。なお、回収した鉄粉は鉄粉攪拌タンクに返送し、吸着容量が限界に近づき性能低下するまで再利用できる。

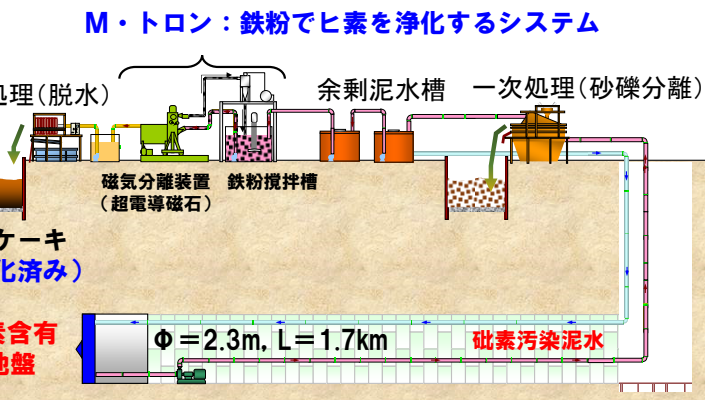


図-1 鉄粉洗浄磁気分離システムの導入

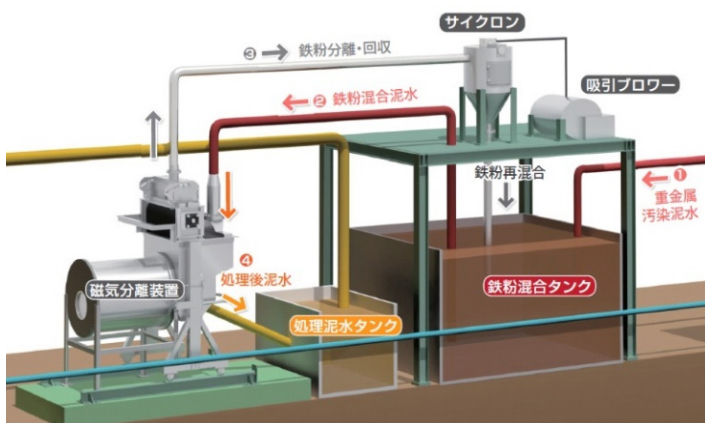


図-2 鉄粉洗浄磁気分離システムの詳細

3. ヒ素浄化のフロー

ヒ素の浄化フローを図-3 に示す。鉄粉洗浄磁気分離システムにより処理した後、フィルタープレスされた脱水ケーキのヒ素濃度を環告 18 号に準拠して分析した。脱水ケーキのヒ素濃度が環境基準値(0.01 mg/L)以下であることが確認されたものについては一般の建設汚泥として処分した。

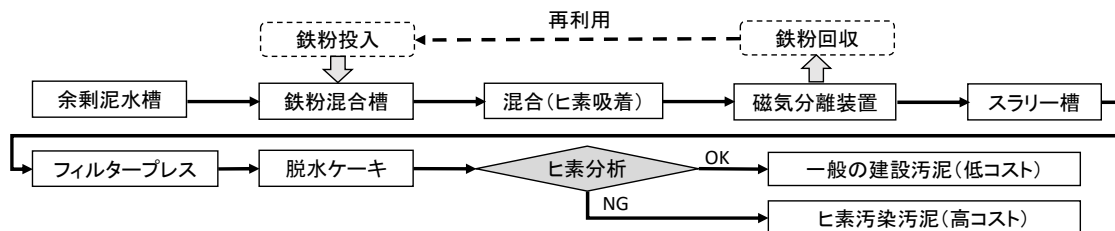


図-3 ヒ素浄化のフロー図

キーワード：重金属、ヒ素、鉄粉、磁気分離、超電導

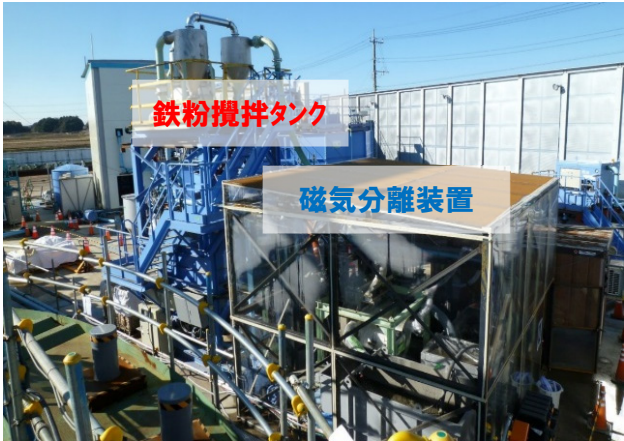
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-6668

4. 施工実績

本工事は茨城県内の自然由来ヒ素を含む地盤を掘削した、外径 2.3 m、延長約 1.7 km の泥水シールド工事である。鉄粉洗浄磁気分離システム（図－4）を導入した泥水プラントを、2018 年 12 月の掘進開始から 2019 年 7 月の掘進終了まで稼働した。表－1 のとおり、最大流量は 60 m³/h で運転したが、シールド進捗や対象地盤の土質に応じて流量を管理した。

表－1 プラント運転実績

運転期間 (ヵ月)	最大流量 (m ³ /h)	管理流量（粘土） (m ³ /h)	管理流量（砂） (m ³ /h)
8	60	10～20	30～40

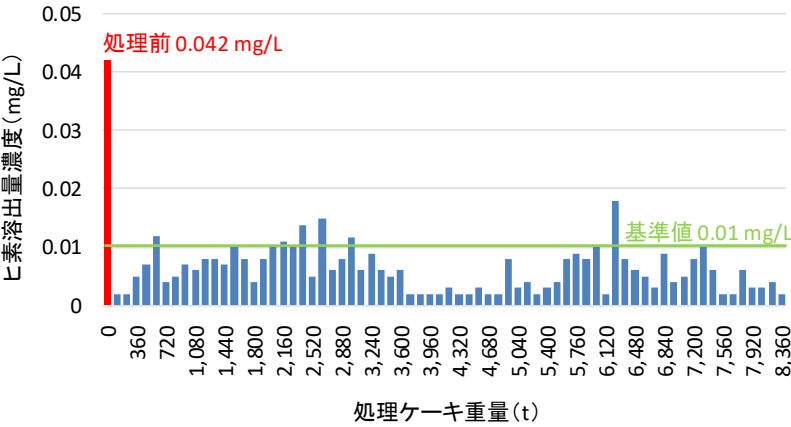


図－4 鉄粉洗浄磁気分離システム実機

5. 浄化実績

5.1 脱水ケーキの分析結果

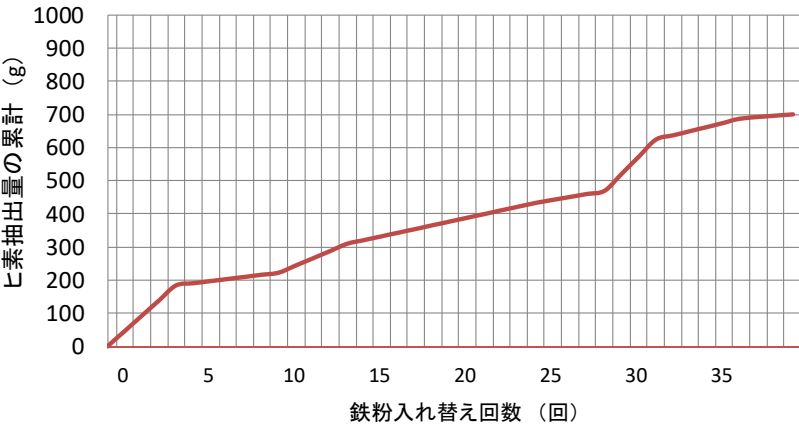
本工事における脱水ケーキのヒ素分析結果を図－5 に示す。処理前のヒ素濃度が 0.042 mg/L に対して、処理後はいずれもヒ素濃度が低下し、多くが基準値以下となった。基準値超過の脱水ケーキはヒ素汚染汚泥として搬出した。一般及び汚染汚泥の処理実績から、本工事で浄化を達成した割合は全体の約 92%であった。



図－5 脱水ケーキのヒ素分析結果

5.2 使用済み鉄粉のヒ素含有量の確認

鉄粉の能力が低下したタイミングで鉄粉の交換を行い、使用済みの鉄粉については蛍光 X 線分析により鉄粉中のヒ素含有量 (mg/kg) を測定した。この測定値と鉄粉使用量 (400 kg/回) からヒ素抽出量 (g) を算出し、累計値として図－6 に示した。この結果から、本工事を通して累計で約 700 g のヒ素を回収したことが分かる。また、鉄粉の入れ替え頻度は処理量に対しておおむね均等であったことから、図－5 と図－6 を比較すると、基準超過した時期にはヒ素抽出量の増加の傾きが大きい傾向があり、ヒ素の溶出ポテンシャルが高かったことが伺えた。



図－6 本工事におけるヒ素抽出量

6. まとめ

ヒ素を含む地盤を掘削する泥水シールド工事に、鉄粉洗浄磁気分離システムを組み込んで施工した結果、700 g のヒ素を抽出することができ、全体の 92%を一般の建設汚泥として処分することができた。

参考文献

1) 伊藤圭二郎・川端淳一・伊藤康則・辻本宏・高柳克也：鉛・砒素汚染土の分級洗浄と鉄粉洗浄磁気分離による浄化事例，第 22 回 地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会，pp.555～559，2016.