

泥水シールドでの鉄粉洗浄による砒素除去技術の現場実証

鹿島建設(株) フェロー ○川端淳一

鹿島建設(株) 正会員 伊藤圭二郎 佐藤 毅 大貫博司 丸山深直 西岡和也

東京ガス(株) 森本和大 長島 浩 嶋田恭佑

1. はじめに

砒素などの自然由来の有害な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、砒素汚染泥水が発生する。砒素汚染泥水は、通常の泥水シールドで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。この分級された砂および脱水ケーキの分析値が環境基準値を超過していると、汚染土や汚染汚泥として処理・処分することとなり、コスト増大または搬出先の容量の逼迫により工事自体の遅延を引き起こす恐れがある。こうした背景から筆者らは、鉄粉と磁気分離により泥水から砒素を除去する鉄粉洗浄技術を開発してきた¹⁾。本研究では、茨城県内の泥水シールド工事にて、この鉄粉洗浄プラントを図-1に示すように設置して、泥水中から砒素を除去することを現場で実証したので、その結果を報告する。

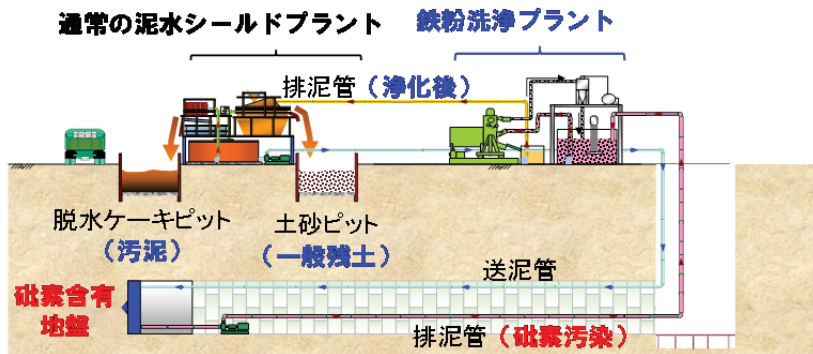


図-1 現場実証の概要

図-1に示すように設置して、泥水中から砒素を除去することを現場で実証したので、その結果を報告する。

2. 鉄粉洗浄技術の処理原理

鉄粉洗浄技術の処理原理を図-2に示す。泥水中では、土粒子に吸着している砒素が一定の平衡定数で水中に溶出している。この泥水中に砒素を吸着する機能を持つ鉄粉を混合することで、水中の砒素が鉄粉に吸着される。水中の砒素濃度が低下すると、土粒子に吸着していた砒素がさらに水中に溶出する。このように砒素が土から水中に溶出する工程と、溶出した砒素を鉄粉に吸着する工程の繰り返しにより、土粒子の溶出成分の砒素は鉄粉に吸着されていく。次に磁気分離することで、鉄粉と一緒に重金属を抽出することができ、泥水から砒素を除去することができる。

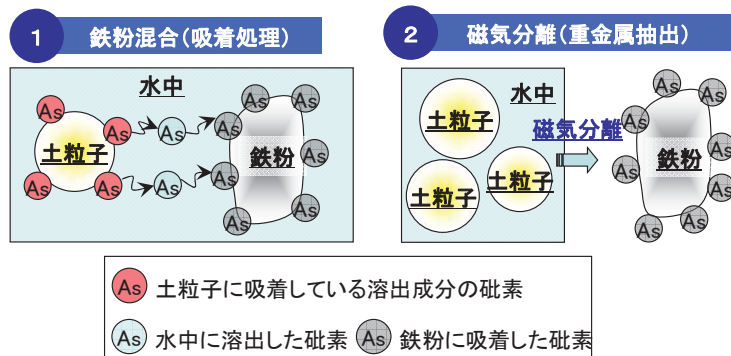


図-2 鉄粉洗浄の処理原理

表-1 シールド泥水の砒素濃度分析結果

	泥水中の水	泥水の砒素濃度 [mg/L]		
		土壌溶出試験		
		2mm未満の全ての土	砂分のみ	シルト・粘土のみ
サンプル1	0.009	0.031	0.024	0.039
サンプル2	<0.005	0.012	0.011	0.018
サンプル3	0.005	0.013	0.012	0.012

3. 現場実証前の室内試験検討

現場実証を行う前に、現場実証する泥水シールド工事で発生している泥水サンプルを採取して分析を行った。分析は、泥水を遠心分離して水中の砒素濃度を分析したもの、環境庁告示 18 号に沿った土壌溶出試験、さらに土をふるいで分級して、砂分とシルト・粘土分に分けて土壌溶出試験したもの、合計 4 つの分析を行った。結果を表-1に示す。サンプル 1~3 は採取日が異なるものである。分析結果の特徴は 2 つあり、1 つは分級後の砂のみでも基準値超過していることである。一般には分級すれば砂が基準値以下となる場合もあるが、本工事の対象の土は分級しても汚染土量は減容化で

キーワード 泥水シールド, 砒素, 自然由来, 浄化, 鉄粉, 磁気分離

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 岩盤・地下水グループ TEL 042-489-6580

きない結果となっている。もう1つは、土壌溶出試験では環境基準値を超過しているが、泥水中の水の濃度は低く、環境基準値以下であり、現場の泥水中では砒素が溶出し難いことである。

1つ目の特徴から砂も含む状態の泥水を鉄粉洗浄の対象とした。また2つ目の特徴については、鉄粉洗浄技術は泥水中に砒素が溶出しないと鉄粉に吸着処理することができないため、砒素を溶出促進させながら鉄粉洗浄することとした。

砒素を溶出促進する方法としては、砒素が一般に砒酸イオン (H_2AsO_4^-) などの陰イオンとして存在することから、より価数の大きい3価の陰イオンであるリン酸 (PO_4^{3-}) を含む抽出剤を添加することを室内試験検討した。その結果を表-2に示す。電気的に土粒子表面に吸着されていると推定される砒素は、リン酸添加により溶出が促進され、泥水中での砒素濃度は上昇する結果が得られた。また、そこに鉄粉を混合して処理すれば、環境基準値以下に浄化できることが分かった。

4. 現場実証設備と方法

現場実証での設備写真と設備フローをそれぞれ写真-1と図-3に示す。工事用の泥水シールド設備から2mmのふるいを通過した泥水を取り出し、以下のとおりの手順で洗浄および浄化効果を評価した。

- ① 処理前の泥水の試料採取（砒素の分析）

② 砒素抽出剤をラインミキサーで混合（土に吸着した砒素を水に溶出しやすくする）

③ 鉄粉混合槽にて鉄粉を混合（水中に溶出した砒素を鉄粉に吸着する）

④ 磁気分離装置にて鉄粉を分離（鉄粉に吸着した砒素を泥水から除去する）

⑤ 鉄粉は再び鉄粉混合槽に戻し再利用

⑥ 処理後の泥水の試料採取（砒素の分析）

5. 現場実証結果

処理前および処理後の分析結果を表-3に示す。処理前の砒素濃度は環境基準値 (0.01 mg/L) を超過している場合がほとんどであるが、処理後には基準値以下に浄化できている結果が得られた。

6. まとめ

泥水シールド工事にて、実際の自然由来の砒素汚染泥水を鉄粉洗浄技術で浄化する現場実証を行った。その結果、抽出処理を加えることで、環境基準値以下まで浄化できる結果が得られた。この結果から本手法は、泥水シールドで発生する大量の汚染土を浄化して土として再利用をするための一つの有効な方法と考えられる。

参考文献

1) 伊藤圭二郎・川端淳一・仁木丈文：鉄粉と磁気分離による泥水中の砒素抽出技術，第20回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，pp8-12，2014。

表-2 抽出剤を添加した室内試験結果

	排泥水の砒素濃度 [mg/L]	
	泥水中の水	土壌溶出試験
抽出剤処理前	0.006	0.016
抽出剤処理後	0.044	0.042
抽出剤+鉄粉処理後	0.006	0.007

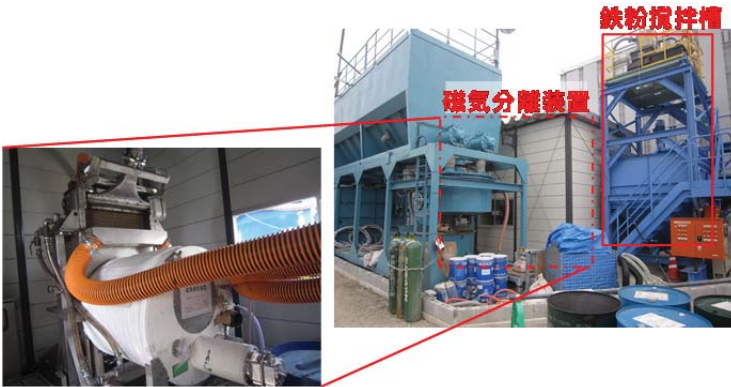


写真-1 鉄粉洗浄設備

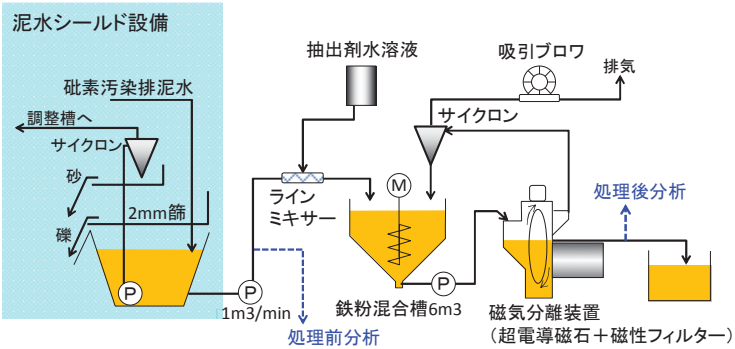


図-3 設備フロー

表-3 現場実証での分析結果

実験日数 [日]	泥水中の土の土壌溶出試験 砒素濃度 [mg/L]	
	処理前	処理後
1	0.021	0.001
2	0.008	0.001
3	0.045	0.001
4	0.036	0.005
5	0.033	0.007
6	0.045	0.008
7	0.027	0.006
基準値	0.01	