

鉄粉と磁気分離による砒素抽出・土壌浄化技術

鹿島建設(株) 正会員 ○佐藤 毅、伊藤 圭二郎、川端 淳一
(株)MSエンジニアリング 非会員 仁木 丈文

1. はじめに

土壌・地下水汚染の浄化工事や、自然由来の重金属含有土の掘削工事では、砒素や鉛などに代表される有害な重金属等を含む泥水が発生する。この泥水中の重金属等を、磁性吸着剤である鉄粉と磁気分離を利用して浄化する技術を開発したので報告する。

2. 浄化方法

浄化方法を図-1 に示す。鉄粉は、砒素や鉛などを吸着する機能があり¹⁾、砒素に汚染された泥水中に鉄粉を混合することで、下記の①と②の繰り返しにより砒素が鉄粉に濃縮される。

- ① 水中の砒素が鉄粉に吸着する。
- ② 土粒子に吸着している溶出し易い砒素が水中に溶出する。

次に、磁気分離を行うことで、鉄粉に吸着した砒素を鉄粉と一緒に泥水中から抽出することができる。この結果、水中の砒素などの重金属濃度と土の土壌溶出試験値が環境基準値を満たすことができれば、水のみでなく土も砒素を抽出した浄化土として、再利用が可能となる。

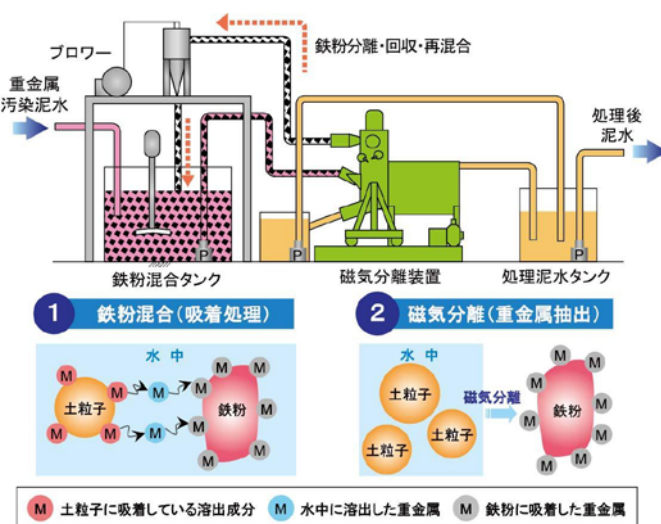


図-1 本技術の処理装置の模式図と処理概念

3. 磁気分離方法

図-2 と写真-1 に磁気分離装置²⁾を示す。この装置は、超伝導磁石の外磁場において、ステンレスメッシュのベルトが磁化され、そこに水または泥水が流入すると、水中や泥水中の磁性体(鉄粉)はベルトに付着し、泥水から分離することができる。ベルトは回転して超伝導磁石から比較的離れた磁性の弱まった上部の位置でブローにより吸引・回収される。このため、連続的に流入する水または泥水から磁性体(鉄粉)を回収することができる点が特徴である。

この装置を使って鉄粉回収率の確認を行った。図-1 のような設備で 400kg の鉄粉と泥水 2m³を鉄粉混合タンクに投入し、100 回鉄粉を循環運転させた後の鉄粉量を計測した結果、390kg の鉄粉が残っている結果となった。この結果から、鉄粉回収率は 99.9%以上という高い回収率であることを確認した。このように 100%近い回収率を達成することで鉄粉の常時投入の必要がなくなり、材料コストを最小限にすることが出来る。

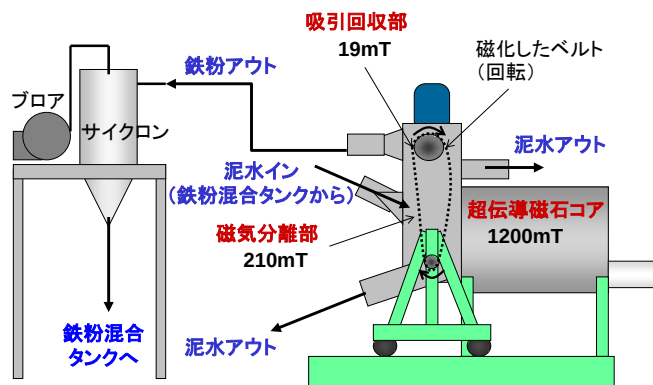


図-2 磁気分離装置の仕組み



写真-1 磁気分離装置

キーワード 砒素 泥水 浄化

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: 042-489-6597

4. 砒素汚染泥水の実機での処理試験方法

砒素汚染泥水を処理する試験を写真-2のような形で実機により行った。

試験条件は表-1のとおりである。泥水と鉄粉の混合時間は、別途行っている室内試験³⁾から10分程度必要であり、実機では安全をみて20分とした。鉄粉混合量も別途行っている室内試験を参考に、泥水1m³あたり土が乾燥質量で最大100kg程度含まれることを想定し、2m³タンク中に乾燥質量が200kg、その30wt% (60kg)以上となる75kgとした。

5. 砒素汚染泥水の実機での処理試験結果

表-2に25m³ごとに処理前後の泥水を採取し、水および土に対して土壌溶出試験を行って砒素濃度を分析した結果を示す。処理前は、全て環境基準値を超過する値であったが、処理後には全て環境基準値以下となり、浄化できている結果が得られた。

図-3に150m³の処理前後での鉄粉中の砒素含有量の試験結果を示す。処理後には、処理前と比べて砒素含有量が300mg/kg程度増加しており、泥水中的の砒素が鉄粉に吸着されて濃縮され、砒素が抽出できている結果が得られた。

また、鉄粉の再混合回数は、合計150m³の処理を2m³タンクで行ったので平均的には75回であり、鉄粉の処理能力に低下傾向はなく、再混合することは有効である結果が得られた。

表-2 処理前後での泥水中的の砒素濃度分析結果

累積処理量 [m ³]	砒素の分析結果 [mg/L]			
	泥水中の水		泥水中の土	
	処理前	処理後	処理前	処理後
0	0.092	< 0.005	0.023	0.008
25	0.017	< 0.005	0.043	< 0.005
50	0.510	0.006	0.180	< 0.005
75	0.030	< 0.005	0.013	< 0.005
100	0.100	< 0.005	0.017	< 0.005
125	0.020	< 0.005	0.010	< 0.005
150	0.240	< 0.005	0.150	< 0.005
環境基準値	0.01		0.01	

表-1 実機での処理試験条件

項目	単位	条件値
タンクサイズ	[m ³]	2
泥水流量	[m ³ /hour]	6
砒素汚染泥水と鉄粉の平均的な混合時間	[min]	20
鉄粉混合量	[kg]	75



写真-2 砒素汚染泥水の処理実験状況

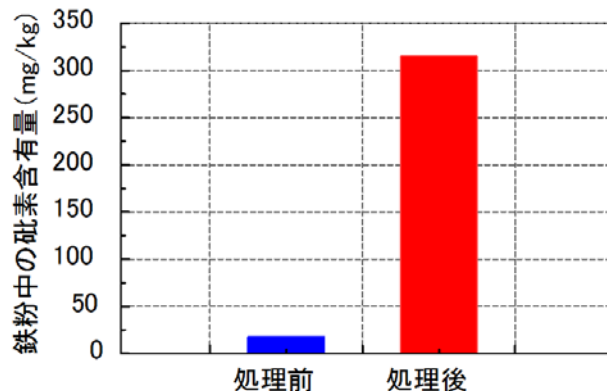


図-3 鉄粉中の砒素含有量の分析結果

6. まとめ

砒素汚染泥水中的の砒素を鉄粉に吸着させて磁気分離により抽出し、泥水中の水および土を環境基準値以下に浄化するための実規模試験を行った。砒素汚染泥水を実機で処理する試験を行った結果、土も水も環境基準値以下であり、砒素は鉄粉に吸着されて濃縮されている結果が得られ、本浄化処理方法が有効であることが確認できた。

参考文献

- 1) 古田智之, 吉川英一郎 (2010): 浄化用鉄粉による重金属除去効果, 第16回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, S2-9.
- 2) 伊藤圭二郎, 川端淳一, 仁木丈文 (2011): 土壌・地下水汚染の浄化工事での磁気分離の活用事例—還元剤として使用する鉄粉の回収及び再利用—, 低温工学, Vol.46, No.11, pp676-679.
- 3) 伊藤圭二郎, 川端淳一, 仁木丈文 (2014): 鉄粉と磁気分離による泥水中的の砒素抽出技術, 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.