

砒素吸着鉄粉のアルコルビン酸処理による再生試験

大成建設（株）技術センター 正会員 ○海野 円，根岸 昌範
松村 綾子，高畑 陽

1. はじめに

建設工事に伴って大量発生が見込まれる自然由来砒素を含んだ汚染泥水について、水溶性の砒素を除去することで環境リスクを低減させる手法が検討されている。筆者らは、自然由来の砒素を含有する泥水に対して、金属鉄粉を混合した後に、永久磁石（ネオジム磁石）を用いて鉄粉を回収することによって処理泥水を浄化する方法を検討してきた¹⁾。また、飽和状態まで砒素を回収した鉄粉をアスコルビン酸溶液を用いて砒素吸着機能を回復させ、再利用することにより、浄化コストを削減する可能性を示した²⁾。

本報告では、鉄粉の再生操作を組み込みながら、一定時間ごとに砒素添加を繰り返す室内バッチ試験を長期間実施して鉄粉の砒素吸着効果の持続性を調べると共に、再生操作による鉄粉の外観や比表面積の変化を確認した。

2. 試験方法

2.1 砒素浄化用鉄粉

高圧水アトマイズ法によって製造された砒素吸着能のある鉄粉（以下、砒素浄化用鉄粉）を用いて試験を実施した。この鉄粉は金属鉄系で鉄含有量が98%以上であり、50%粒径が80 μ m程度のものである。

2.2 砒素吸着試験

砒素吸着量を調査するため、繰返しバッチ試験を実施した。有効容量100 mlのバイアル瓶に鉄粉2 gおよび砒素濃度10 mg/Lに調整した溶液100 mlを分注して密閉し、回転型振とう器（10 rpm, 20℃）にて反応させた。48時間ごとに液相10 mLを採取し砒素濃度を定量し、同量の砒素溶液（100 mg/L）を添加する作業を繰返した。なお、試験開始および鉄粉の再生処理直後は、吸着挙動の把握のため、振とう開始から15, 30, 60分および24時間後に1 mLずつ、48時間後に6 mLの液相を採取した。採取した液相を孔径0.45 μ mのフィルターでろ過したものを分析検液とし、砒素および鉄濃度は誘導結合プラズマ質量分析装置（Agilent 7700x）、pHはガラス電極法で測定した。

2.3 鉄粉の砒素吸着機能再生操作

鉄粉の砒素吸着能が低下した時点で、バイアル瓶の底にネオジム磁石をあて、鉄粉を固定した状態で液相を捨て、鉄粉を液相と分離した。1.0 M アスコルビン酸溶液10 mL（液固比5）をバイアル瓶に注入し、15分間浸漬した。その後、再度液相と分離した鉄粉を機能回復鉄粉とし、2.2で記載した方法で砒素吸着試験を継続した。

2.4 鉄粉の観察および比表面積測定

初期状態および再生処理後における鉄粉の観察には電子顕微鏡（FE-SEM；日本電子株式会社製JSM-7600F）を使用し、比表面積は窒素ガス吸着によるBET法（Quantachrome社製）で測定した。

3. 試験結果

3.1 鉄粉への砒素吸着量

図1に繰返しバッチ試験結果と、鉄粉の砒素吸着量の経過を示す。48時間ごとに新たな砒素を添加しているが、初期状態の鉄粉（初期鉄粉）は、4回添加した時点で2.3で記載した再生操作を実施した。再生処理した鉄粉に対して改めて繰返しバッチ試験を実施したところ、計14回の砒素添加を実施した期間において、鉄粉1 gあたり約7.0 mgの砒素が新たに吸着された。その後、2回目の再生操作を実施し繰返しバッチ試験を継続したところ、累積で鉄粉1 gあたり10 mgを上回る砒素を吸着できることが明らかとなった。

3.2 再生操作および鉄粉の状態評価

再生処理後のアスコルビン酸溶液の性状を表1に示す。砒素濃度は67 mg/Lあるいは97 mg/Lであり、鉄粉が吸

キーワード 自然由来重金属、砒素、鉄粉、浄化、再生

連絡先 〒240-0012 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7226

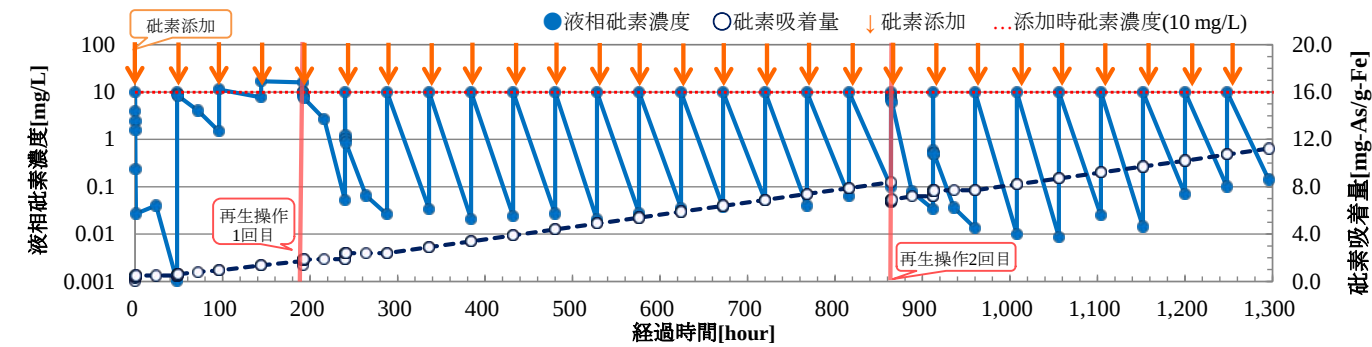


図1 繰り返しバッチ試験結果と鉄粉の砒素吸着量の経過

表1 再生操作後のアスコルビン酸溶液の性状

表2 鉄粉の比表面積

再生操作	アスコルビン酸溶液の性状			砒素 回収量 [mg/g-Fe]	砒素 回収率[%]
	pH [-]	液相砒素濃度 [mg/L]	液相鉄濃度 [mg/L]		
1回目	3.6	67	8,100	0.33	23
2回目	3.3	97	7,900	0.49	15

鉄粉	比表面積 [m ² /g]
初期鉄粉	0.081
再生操作1回	2.768
再生操作2回	3.623

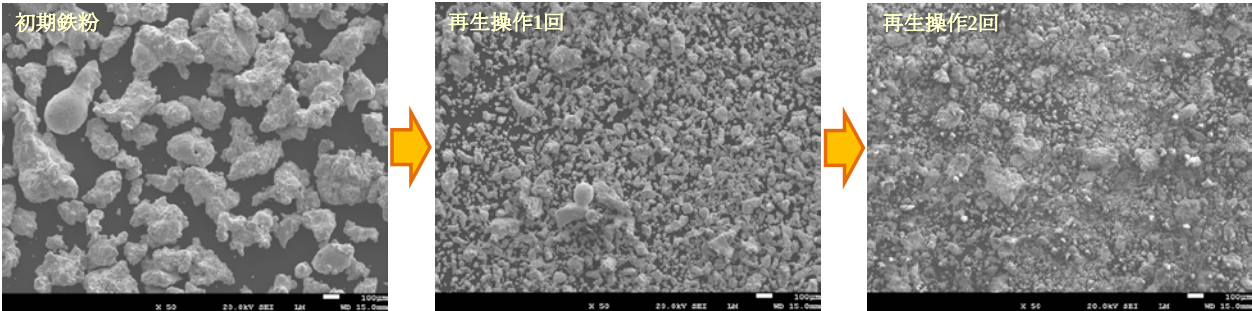


図2 鉄粉の粒径変化

着したと考えられる砒素の重量と比較して20%程度であった。また、鉄溶解量は8,000 mg/L前後であり、鉄粉重量の4%に相当する量であった。

試験過程における鉄粉の比表面積を表2、電子顕微鏡画像を図2に示す。電子顕微鏡画像は同倍率のものを並べており、初期鉄粉と比較して再生処理時の鉄粉は細粒化していることがわかる。また、その影響で比表面積も増大した。なお、この細粒化はアスコルビン酸浸漬処理前後では生じないことを別途確認しており、緩やかな振とう条件下で鉄粉が微粒化しているものと考えられる。

以上のことから、再生操作では砒素の回収効果と鉄粉表面の腐食被膜溶解効果の双方により砒素吸着能を回復していると考えられる。また、鉄粉の細粒化で比表面積が増大することが、初期鉄粉よりも再生操作を経た鉄粉の砒素吸着量が多くなると考えられる。なお、砒素吸着量を比表面積あたりで評価すると、初期鉄粉で13.6 mg-As/m²、1回再生処理後で2.7 mg-As/m²、2回再生処理後で2.1 mg-As/m²であった。鉄粉表面の質的評価では、金属鉄が主体の初期鉄粉（バージン材）の方が砒素を吸着する容量は高いことになる。

4. まとめ

今回使用した砒素吸着用鉄粉では、10 rpmという穏やかな振とう操作により微粒化し、そこにアスコルビン酸浸漬の再生操作を施すことで鉄重量の1%を超える砒素が吸着できることが明らかとなった。今後は、繰り返し試験を継続して利用限界を調査するとともに、砒素含有泥水を用いた試験による適用性を評価したい。

参考文献

1) 太田綾子ほか：小型磁気分離装置を用いた自然由来砒素含有土空の鉄粉による砒素回収技術検討，第21回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会，pp. 230-233，2015。
2) 太田綾子ほか：浄化用鉄粉の砒素吸着能回復手法に関する基礎的検討，土木学会第70回年次学術講演会，pp. 145-146，2015。