

特殊鉄粉によるヒ素/フッ素、カドミウム/フッ素同時除去の検討

株式会社神戸製鋼所 正会員○飯島勝之・吉川英一郎・古田智之

1. はじめに

近年、重金属等の有害物質を含んだ土壌・地下水の問題は深刻化しており、その対策の必要性が高まっている。また、これら重金属を含んだ土壌の浄化手段^{*1*2}として、鉄粉の繰り返し利用を前提とした「鉄粉洗浄法^{*3}」が広く研究されている。本法は、例えば泥水式シールド工法で発生する汚泥に対し、特殊鉄粉を添加する事で重金属類濃度を環境基準値以下に低下させるとともに、比重分離や磁力選別により添加した特殊鉄粉を回収し繰り返し利用を可能にしているため、経済的にすぐれた浄化法として注目されている。本報告では鉄粉洗浄法にてヒ素/フッ素の複合汚染土壌、およびカドミウム/フッ素複合汚染土壌を 20 回繰り返し浄化した事例について報告する。

2. 試験方法

以下の試験で用いた特殊鉄粉は大量に供給可能で、かつ品質の安定性が保証できるアトマイズ法にて製造した環境浄化用特殊鉄粉とした。

実験フローを図 1 に示した。まず、入手したヒ素/フッ素、もしくはカドミウム/フッ素で複合汚染された土壌に等量の水を加えて 6 時間振とうし、土壌から重金属類を溶出させた後、目開き 75 μ m の金属ふるいのふるいを下を模擬汚泥(以下、汚泥)とした。初期の重金属類濃度はヒ素/フッ素溶液では As=0.020mg/L、F=0.8mg/L、カドミウム/フッ素溶液では Cd=0.015mg/L、F=1.1mg/L である。なお、初期濃度測定は全 20 回のうち 1 回目に作製した汚泥のみ分析し、残りの重金属類濃度は同等であると見なした。

次に、500ml の汚泥を 1L の容器に投入した後、塩酸で溶液の pH を 4 (ヒ素/フッ素)、もしくは 4.5 (カドミウム/フッ素) になるように調整した。そこへ特殊鉄粉を 8g 添加し、スリーワンモーターにて 15 分間攪拌した。その後、プラスチック製の袋に包んだ 0.3T(テスラ)の磁石を溶液に浸漬させる事で特殊鉄粉を磁着除去した後、表面を軽く擦る事で特殊鉄粉を磁石から剥がした。剥がした特殊鉄粉は新たな泥水へ 20 回繰り返し浸漬し、浄化性能を確認した。なお、カドミウム/フッ素含有汚泥の場合、特殊鉄粉単独で浄化するとまれに環境基準値をクリアできない事例があった事から、補助浄化剤として 0.5g のオレイン酸 Na を繰り返し浄化するたびに添加した。磁選で特殊鉄粉を除去した後の汚泥は 0.45 μ m フィルター濾過した後、溶液中(以後、泥水溶出液と略)の残留重金属類濃度を ICP 発光分光分析法で測定した。また、フィルター濾過物は乾燥後、環告 46 号溶出試験(以後、風乾土壌溶出液と略)で重金属類濃度を確認した。

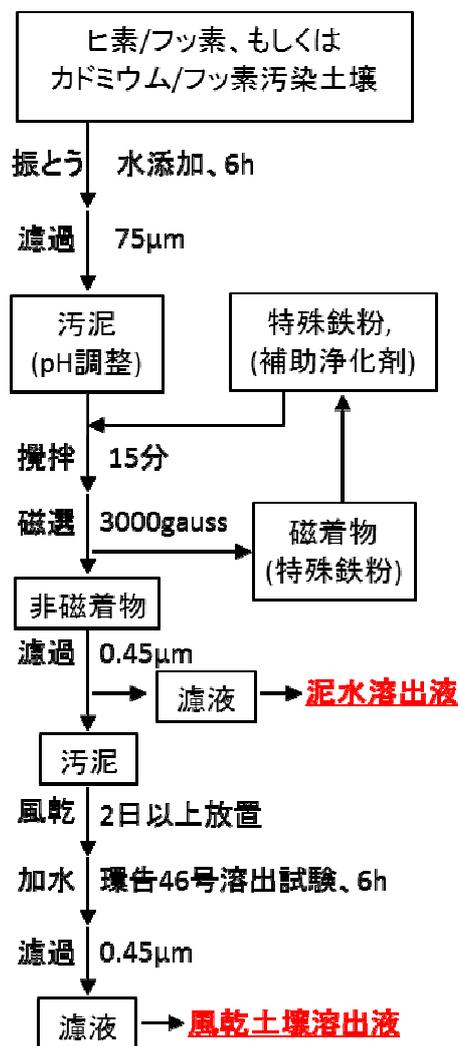


図 1 処理フロー

キーワード：鉄粉，重金属，浄化，シールド工法

連絡先 〒651-2271 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5-5 (株) 神戸製鋼所 TEL 078-992-5543

3. 試験結果および考察

20回繰り返し実験終了時の泥水溶出液および風乾土壌溶出液中のヒ素/フッ素濃度を図2に示した。同様に、泥水溶出液および風乾土壌溶出液中のカドミウム/フッ素濃度を図3に示した。これより、ほとんどの条件において環境基準値をクリアできる事が確認できた。ただ1点、泥水溶出液中の繰り返し回数=11回におけるカドミウム濃度が0.001mg/Lだけ超過してしまった。しかしこれは、直前のCd濃度は基準値をクリアできている事、これ以降の繰り返し実験においても特に特殊鉄粉が劣化した挙動は確認できていない事から推測すると、フィルター濾過時の操作ミス(一部が濾過されずに濾液中に混入した)によるものであり、基本的には特殊鉄粉によるCd除去不良が生じたわけではないと考えている。

カドミウム/フッ素を同時に除去する際、今回の実験で加えたオレイン酸Naの効果は、現時点では①キレート作用による鉄イオンの安定化、②土壌中妨害元素の固定化、③pH安定化効果、を理由として考えている。なお、少量のオレイン酸Na添加は、カドミウム/フッ素の同時除去促進剤となるが、過剰に添加すると攪拌時に特殊鉄粉同士の凝集を引き起こすため、添加量は使用する土壌毎に最適見極める事が別途必要である。

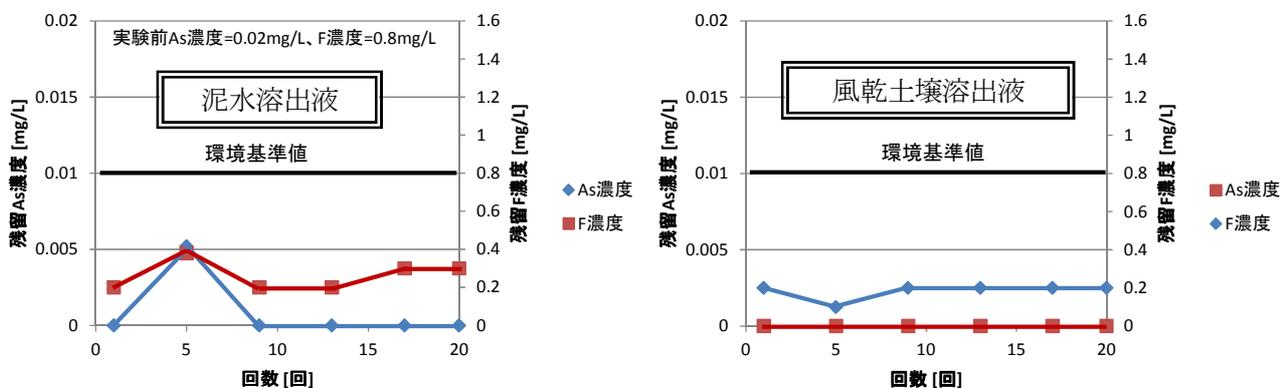


図2 泥水溶出液/風乾土壌溶出液中のヒ素・フッ素濃度

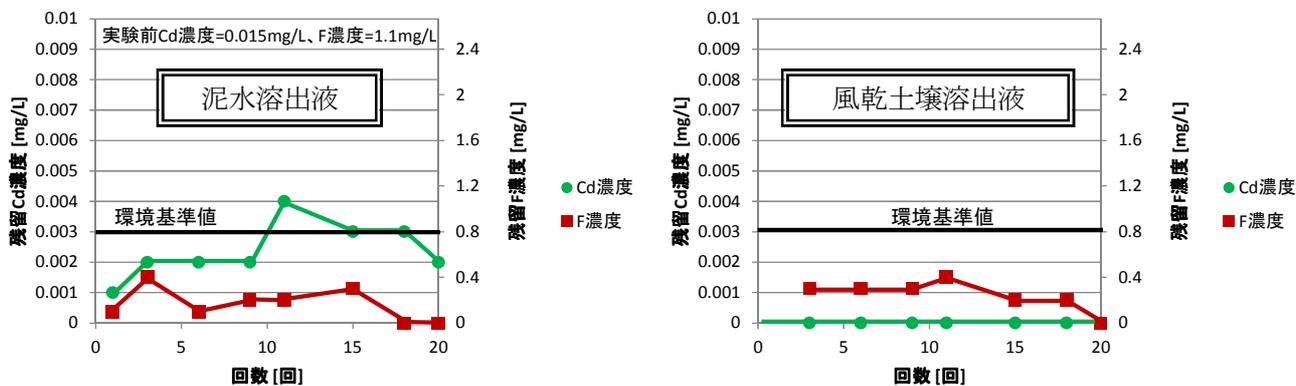


図3 泥水溶出液/風乾土壌溶出液中のカドミウム・フッ素濃度

4. まとめ、謝辞

ヒ素/フッ素の複合汚染土壌、およびカドミウム/フッ素複合汚染土壌に対し、特殊鉄粉単独もしくは特殊鉄粉とオレイン酸Naの併用で繰り返し使用浄化が可能な事を確認した。なお、汚染試料入手は株式会社大林組様にご助力いただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

5. 参考文献

- 1) 根岸昌範, 深澤道子, 樋口雄一 (2005) : 大成建設技術センター報、第38号、pp.03-01~03-06
- 2) 飯島勝之, 吉川英一郎, 古田智之 (2014) : 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, S1-05
- 3) 山崎啓三, 高田尚哉, 三浦俊彦, 武田厚, 守屋洋一, 日笠山徹己 (2016) : 第22回-研究集会, S1-06