

電気浸透法とフェライト法を組み合わせた重金属汚染土の浄化・不溶化効果

九州大学大学院 学○田尻 雄大

九州大学大学院 正 大嶺 聖

九州大学工学部 学 足立 真一

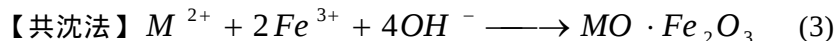
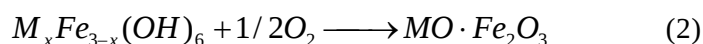
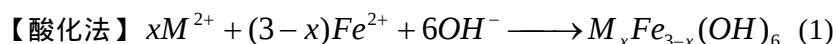
1.目的

現在、土壌の汚染防止に関する法律の制定とそれに付随する対策の施行によって土壌汚染の修復改善が進められている。しかし、その後も不当な廃棄物の処分や、掘削等により過去の汚染土が地表にもたらされる可能性が懸念される。特に重金属汚染土は重金属イオンが土粒子表面に非常に強く吸着されるため除去が困難であり、特に難透水性の重金属汚染土においては確立された浄化技術がない。

本研究では重金属を含む排水の処理に用いられているフェライト法¹⁾²⁾に着目し、フェライト法を重金属汚染土に適用することによる不溶化効果、またフェライトの特性より磁気分離による浄化効果が得られると考えている。本稿では、このフェライト法を電気浸透法³⁾と組み合わせることで、浄化と不溶化の二つの観点から重金属汚染土にアプローチできる新しい処理技術を提案し、その適応性について考察を行った。

2.フェライト処理土の不溶化効果

フェライト法は主に重金属を含む排水の処理に用いられ、鉄が有する共沈作用によって水溶液中の重金属イオンをスピネル結晶内に取り込みながら沈殿させる手法である。フェライト化には次に示す酸化法と共沈法の二種類が存在する。



ここで式中の M はフェライト法によって処理できる重金属を表している。フェライトの特長として 多種の重金属イオンを同一の過程により一括して処理できる 重金属はフェライト結晶内に取り込まれ化学的に安定である フェライトは強磁性を示し磁気分離によって容易に除去できるといったことが挙げられる。

本研究ではこのフェライト法を図-1 で示す手順で模擬汚染土に適用し、フェライト化を行う。図-2 は酸化法、共沈法によるフェライト処理土の pH の変化における不溶化効果を示したものであるが、両方とも全ての領域に対して未処理のものより溶出量が低減されており、優れた不溶化効果を発揮したことを確認した。

3.フェライト法と電気浸透法の併用による浄化・不溶化効果

これまでの実験においてはフェライト化を行うための硫酸鉄、またアルカリ剤の水酸化ナトリウム等の薬剤を添加する際に土を攪拌する必要性があった。しかしながら本研究では原位置でさらに土を乱すことなく処理が行える浄化・不溶化技術の確立を目指している。そこで、既存の重金属汚染土の浄化処理の一つである電気浸透法に着目し、フェライト法と併用することによって、浄化処理およびフェライト法による不溶化効果が得られると考える。ここで、電気浸透法とは土中に電極を挿入し、直流電流を通じることにより生じる動電現象により汚染物質を電極側に濃縮させ除去を行う手法である。しかしながら電気浸透法では土中に通電を行うことから、間隙水の電気分解が生じ陰極側では水酸化物イオンが発生する。この陰極側の水酸化

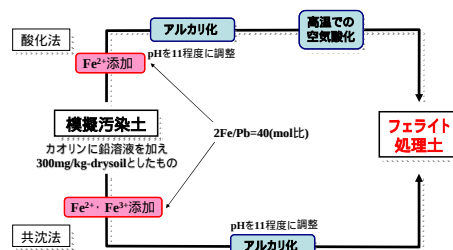


図-1 フェライト化フロー

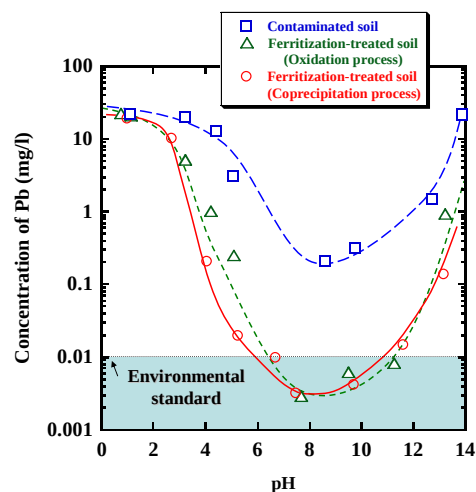


図-2 フェライト処理土の不溶化効果

キーワード 重金属汚染土 フェライト法 不溶化

福岡県福岡市西区元岡 744 番地 【九州大学ウエスト 2 号館 1108-2 地盤工学研究室】Tel:092-802-3382

物イオンは移動してきた重金属イオンと水酸化物を形成し沈殿物を生じる。沈殿物は電荷を持たないため電気浸透法での除去は困難となる。このアルカリ化は電気浸透法における問題点の一つであるが、フェライト法においては非常に好都合である。なぜなら式(3)のようにフェライト法では水酸化物イオンが必要であるからである。そこで土中に鉄イオンを添加し、電気浸透法とフェライト法を併用することによって陰極側に濃縮された重金属を不溶化することができると考えられる。

図-3 に電気浸透実験装置の概要を示す。模擬汚染土はカオリン粘土に鉛溶液を加え鉛の含有量を 300mg/kg-drysoil としたものをを用いて、含水比を 60%として装置に充填した。実験では通常の電気浸透法による case-1、およびフェライト法を適用する case-2 の二つについて行った。case-1 では陽極タンクに硫酸、case-2 では共沈法に必要な硫酸鉄混合液を添加し陰極側にはそれぞれ塩酸を用いた。なお、印加電圧は 2V/cm とし、24 時間ごとに陰極タンク中の塩酸は交換を行いながら 240 時間の通電を行った。240 時間通電後、陰極側でのアルカリ化を促進させるため、陰極側タンクに水酸化ナトリウムを加え、さらに 240 時間の通電を行った。なお模擬汚染土は陽極側より 5 つのセクションにわけ、通電後の鉛の含有量および溶出量を調べる。

表-1 に通電後の各セクションの pH を示す。セクション 1~4 では酸性の値を示しているが、セクション 5 つまり陰極側においては pH が上昇し、フェライト法に適した条件となっている。また図-4 は各セクションの鉛の含有量を示しており、電気浸透法により全ての領域において環境基準値(150 mg/kg-drysoil)を満す含有量となった。なお case-1、case-2 の間に電気浸透法による浄化効果の違いは見られなかった。

図-5 には各セクションの鉛溶出量を示す。セクション 5 以外の領域においては pH が低い条件となっていることから、フェライト処理は成されていないものと考えられ、顕著な溶出量の違いは見られない。しかしながらセクション 5 においては pH が上昇しており、また鉄の含有量が 886mg/kg-drysoil となっていたことよりフェライト化され、結果的に case-2 の溶出量が低減されている。このことから case-2 においては電気浸透法によって鉛の含有量を基準値以下まで浄化でき、さらに陰極近傍における鉛の不溶化効果が得られることを確認した。さらに、他のセクションにおいても土のアルカリ処理等によって、既存の電気浸透法よりも鉛の溶出量は低減可能であるといえる。

4.まとめ

フェライト法は重金属汚染土に適用可能であり、優れた不溶化効果を発揮した。また、フェライト法を既存の電気浸透法と組み合わせることによって、土を乱すことなく浄化処理および陰極近傍での不溶化処理を施すことが可能であった。さらに pH の調整により汚染土全体での不溶化処理も可能であると考えられる。

【参考文献】 1) 岡本祥一：『セラミックス』11 No3pp124-241 水処理への磁気応用 1976 2) 内野和博、小笠原武史：フェライト生成法による水溶液中の重金属イオンの除去 「川崎製鉄技報」Vol.12, No.4 1980 3) 和田信一郎：「電気泳動・電気浸透による有機無機複合汚染土壌の浄化技術の基礎付け」H11-13 年度科学研究費補助金研究成果報告書 2002

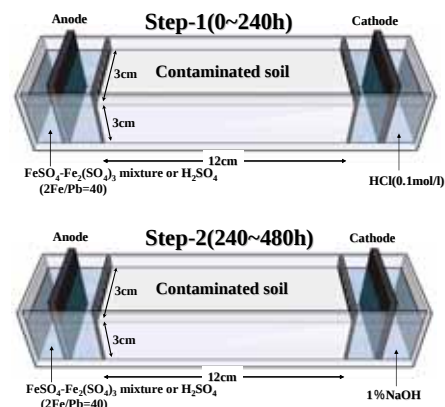


図-3 電気浸透実験装置

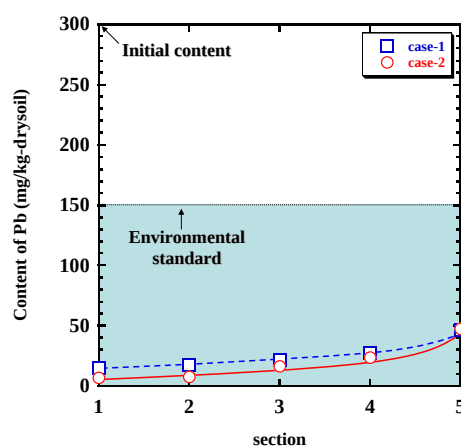


図-4 通電後の鉛含有量

表-1 各セクションの pH

section	1	2	3	4	5
pH case-1	3.61	3.71	3.82	3.81	11.78
case-2	2.67	2.77	2.91	2.98	11.56

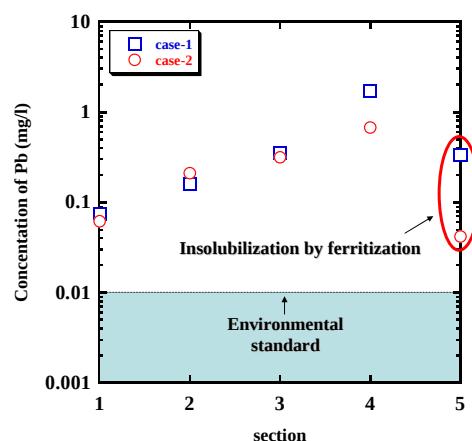


図-5 通電後の鉛溶出量