

フェライト法による鉛汚染土の不溶化効果

九州大学工学部 学○小野智史 F 落合英俊
正 大嶺聖 学 田尻雄大

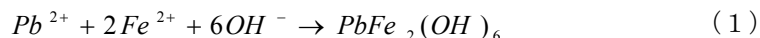
1. はじめに

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。しかしながら重金属イオンは土粒子に非常に強く吸着されるので容易に除去することは難しく、特に透水性の悪い土盤での重金属汚染物質の除去はまだ有効な技術がなくその技術の確立が求められている。重金属により汚染された土壌のリスク低減措置の中で不溶化法は硫酸第一鉄や苛性ソーダなどの薬剤を混合して土壌からの重金属の溶出を低減する方法であり、汚染浄化に多大な手間と費用を費やす重金属汚染に対する有効な手段となっている。そこで、従来排水中の重金属類除去法であるフェライト法において、フェライトが化学的に安定な強磁性酸化物であるという点に着目し¹⁾、その手法を重金属汚染土の不溶化技術としての適用性が検討されている²⁾。本研究では、鉛の汚染水と汚染土についてフェライト生成による溶出低減効果を明らかにする。

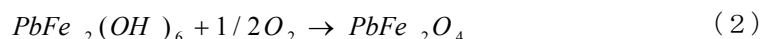
2. フェライト法の考え方

フェライトとは鉄と金属 (M) との複合酸化物であり、 MFe_2O_4 または $MOFe_2O_3$ で代表される亜鉄酸塩である。一般に鉄を含んだ酸化物磁性体をフェライトと総称する。鉛に対するフェライト生成反応を以下に示す。

2 価の鉛イオン Pb^{2+} を含む廃液中に 2 価の鉄イオン Fe^{2+} を混合し、アルカリを加えると次の反応によって複合水酸化物の沈殿が生成する。



この複合水酸化物を水溶液中で加熱、空気酸化を行なうと最終的にフェライトが生成する。



このようにフェライト生成法を重金属汚染に適用すると、重金属はフェライト結晶中に取り込まれ重金属の再溶出の危険性を低減できる。

3. 鉛汚染土に対する不溶化効果

3. 1 実験概要

まず、鉛の模擬汚染水 (30mg/l) を作製し各 pH 値における鉛の溶出量について調べた。フェライト法による不溶化処理によってどれだけの不溶化効果があるかを確かめるため、同様に各 pH 値による溶出量を調べこれと比較した。さらにこの結果を受け、鉛の模擬汚染土 (0.3mg/g) にもフェライト法による不溶化処理を適用した場合にどれだけの効果が得られるかについて検討を行なった。

3. 2 フェライト生成方法

図 1 にフェライトの生成フロー、図 2 に実験装置を示す。鉛の模擬汚染水に 0.2mol/l 硫酸第一鉄水溶液を鉛と鉄のモル比が $2Fe^{2+}/Pb^{2+}=40$ となるように加え、その後加熱し $60 \pm 3^{\circ}C$ に温度を保った状態で pH11 となるように水酸化ナトリウム水溶液を加えた。その後も温度 ($60 \pm 3^{\circ}C$)、pH (11) は保ったまま、スターラーでかき混ぜながら曝気を行い空気酸化させることでフェライトを生成させた。最終的に溶液中の鉛の濃度が 30mg/l となるように調整した。

模擬汚染土については、カオリン粘土 30g に 0.3mg/g となるように鉛の溶液を加えこれを模擬汚染土とした。そ

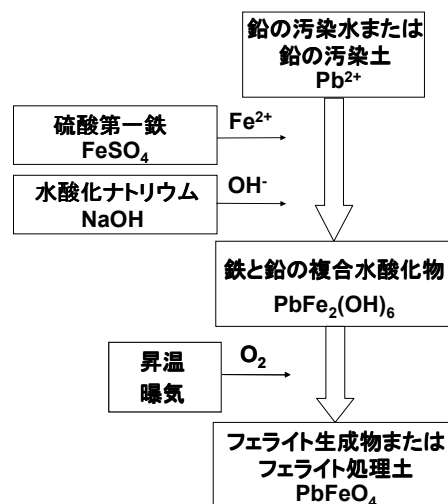


図 1 フェライト生成フロー

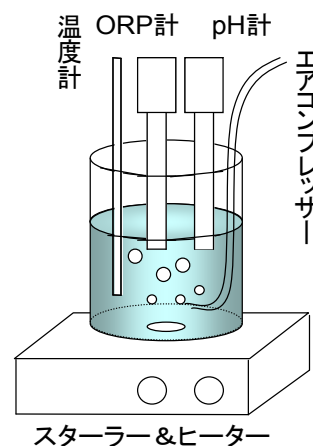


図 2 実験装置

の後は汚染水に施した過程と同様に硫酸第一鉄、水酸化ナトリウムを加え含水比 300%ほどとし、昇温・曝気によりフェライトを生成させた。

3. 3 溶出試験方法

汚染土壌からの鉛の溶出量の測定に関しては、環境庁告示第 46 号に準じて溶出試験を行なった。また各試料の溶出特性については、溶出試験終了時の溶出液 pH が 1~13 の範囲で均等に分布するように、塩酸または水酸化ナトリウムを添加した複数の溶出試験を行い各 pH 値における鉛の溶出特性を評価した。なお、溶出量はバッチ試験後上澄み液を。

4. 実験結果と考察

4. 1 フェライト生成の確認

フェライト生成を確認するため、簡易ではあるがネオジム磁石を用いて磁性を確認した。処理前、または複合水酸化物生成時では確認されなかった磁性が、処理後では汚染水、汚染土の両方において確認できた。

4. 2 模擬汚染水の不溶化特性

フェライト処理前後の模擬汚染水の溶出試験結果を図 3 に示す。

フェライト処理前に比べ、処理後では大きく溶出量が低減される結果となった。他の重金属汚染ならばアルカリ域では水酸化物となって沈殿するため、溶出量は減少していく。しかし鉛の場合はアルカリ域で溶出量が増加している。これは鉛が両性元素であり、鉛は酸性条件下で Pb^{2+} イオンとして存在し、弱アルカリ下で一度水酸化鉛 $[Pb(OH)_2]$ として沈殿し、強アルカリ下で再度 Pb^{2+} イオンとなって溶解するからである。このように汚染水の場合アルカリ域で溶出量が増加しているが、(1) 式で示したフェライト生成前の複合水酸化物までの処理では中性域～低アルカリ域では環境基準を下回るまでに溶出量が減少している。さらに(2)式で示したフェライトについてはさらなる効果を発揮しているのが分かる。したがって中性域・低アルカリ域ではフェライト生成により大きな不溶化効果が期待できるといえる。

4. 3 模擬汚染土の不溶化特性

フェライト処理前後の模擬汚染土の溶出試験結果を図 4 に示す。

処理前に関しては汚染水とほぼ同様な結果が得られた。処理後に関しては、酸性域では再溶出が見られるものの、中性域・低アルカリ域では環境基準付近まで溶出は抑えられ、さらに高アルカリ域でも大きな再溶出は見られなかった。これより、不溶化効果とアルカリ域での再溶出防止効果が期待できる。

5. まとめ

汚染水にフェライト処理を施すことは大きな不溶化効果があると期待できるような結果が得られた。さらに、これを汚染土に適用した場合にも同様の結果が得られ、特にアルカリ域において再溶出を防ぐことができることが分かった。これよりフェライト法を重金属の不溶化技術として汚染土に適用した場合にも、十分にその不溶化効果を利用できる可能性を持っているといえる。

【参考文献】 1) 内野和博、小笠原武史：「川崎製鉄技報」vol.12No.4 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

2) 田尻雄大 フェライト法による重金属汚染土の不溶化効果 第 61 回年次学術講演会講演概要集 2006・9

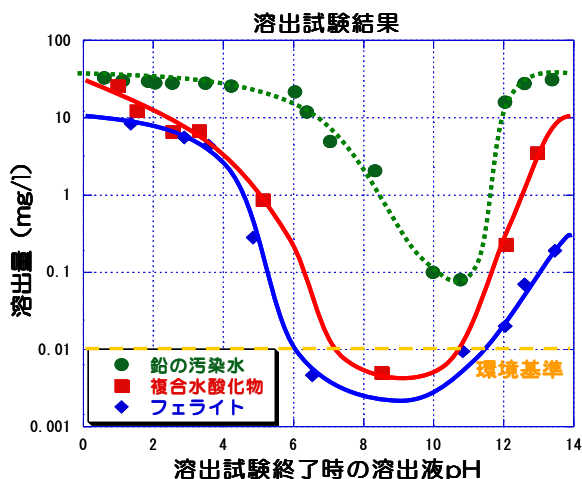


図 3 汚染水溶出試験結果

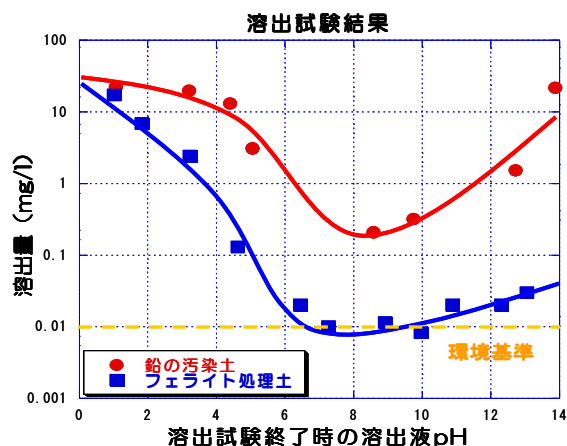


図 4 汚染土溶出試験結果