

鉛および砒素汚染土壌に対する不溶化材の性能に関する基礎的研究

Juan Carlos Bobea Rivas

キーワード： 砒素、鉛、不溶化、溶出試験、BCR 逐次抽出法

1. はじめに

鉛や砒素等による土壌地下水汚染は世界的に深刻な環境問題の一つとなっている。その対策方法としては様々な方法が開発され適用されているが、化学作用を利用した固化・不溶化技術は、重金属類を土壌内に固定化させ溶出量を低下させるため有効な方法の一つである。不溶化材の代表的な物質としてはセメント、石灰類、酸化マグネシウム、硫酸第一鉄等が挙げられ溶出量の低減と併せ地盤の強度増加を達成できるものも多く用いられている。本研究では、スラグセメント、酸化マグネシウム、硫酸第一鉄および MFX（複合汚染を対象とした新材料）を用い、溶出量低減効果および不溶化メカニズムを明らかにすることを目的に、実験的検討を行った。

2. 実験方法

実験には所定の濃度に調整した模擬砒素汚染土と模擬鉛汚染土とを用いた。各材料の不溶化効果を評価するため種々の条件下で環境省告示第 46 号試験に準拠した溶出試験を行った。また不溶化された重金属の存在形態、すなわち酸可溶性、還元性、酸化性、残渣の各画分を同定するため BCR 逐次抽出法を行うとともに、残渣分に対して蛍光 X 線分析を行い化学組成を調べた。カラム試験や吸着試験を行い、実環境下における溶出挙動の把握と地下水汚染への適用性についても評価した。不溶化メカニズムを精査するため、吸着試験後の試料を対象に走査型電子顕微鏡を用いた微視的構造観察及び X 線回折を行った。

3. 結果及び考察

実験の結果、不溶化効果については、砒素及び鉛のいずれについても、初期汚染濃度や不溶化材添加量、養生期間による影響を受ける結果が得られた。鉛汚染に対しては MFX とスラグセメントが、砒素汚染に対しては MFX と酸化マグネシウムがそれぞれ溶出量低減に効果的である結果が得られた（図 1 参照）。また BCR 逐次抽出試験の結果から、硫酸第一鉄を不溶化材に用いた場合に酸可溶性画分として多く存在することが示された。同様に還元性画分は硫酸第一鉄を用いた場合に、酸化性画分は MFX、スラグセメント、酸化マグネシウムを用いた場合にそれぞれ多く存在することが明らかとなった。また MFX による不溶化メカニズムとしては、鉛に対してはアルカリ性水酸化鉛を、砒素に対してはヒ酸カルシウムの水酸化物を生成することでこれらが凝集し、固相に吸着して存在していることが示唆された（図 2 参照）。

4. 結論

種々の条件で作製した試料を用い溶出試験を行った結果、MFX は鉛と砒素の双方の汚染に対して有効であり、溶出量を環境基準 (0.01mg/L) 以下に低減できることが明らかとなった。BCR 逐次抽出法により不溶化された重金属の各画分が同定されたとともに、主要な不溶化メカニズムは沈殿、化学的吸着作用及び固相内への封じ込めであることが示唆された。

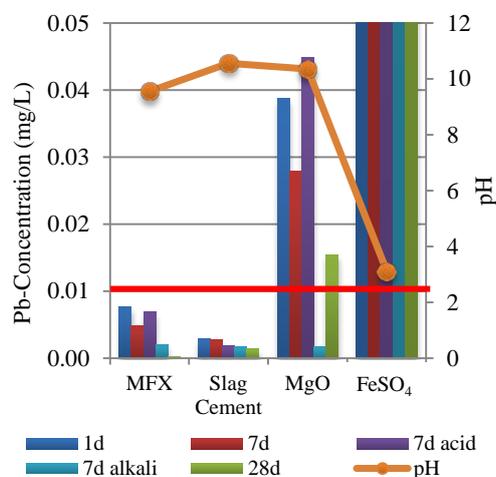


図 1 溶出試験による不溶化効果の確認 (鉛)

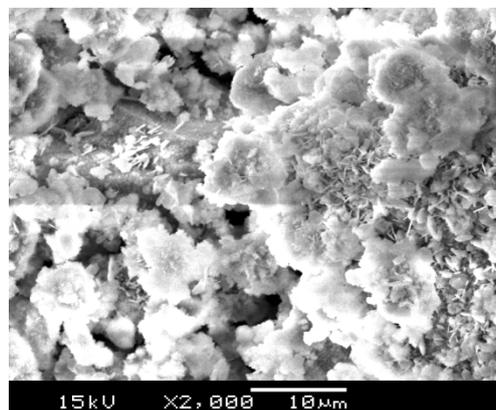


図 2 電子顕微鏡による微視的構造観察 (鉛)