

酸化マグネシウム系材料のふっ素・ほう素吸着能力に関する基礎的検討

(株)鴻池組 正会員 ○大山 将、松久裕之

1. はじめに

自然的原因により重金属等の有害物質が含まれる汚染土壌について、これまで土壌汚染対策法は適用されなかったが、平成22年4月に施行された改正土壌汚染対策法では、汚染土壌の搬出・運搬・処理に関する規制が創設されたこと、及び、健康被害の防止の観点からは自然的原因と人為的原因の汚染土壌とを区別する理由がないことから、自然的原因により有害物質が含まれる汚染土壌についても土壌汚染対策法の対象となることになった¹⁾。自然的原因により重金属等を含む土砂は発生量が膨大となる場合が多いため、対策方法として不溶化処理が検討・適用されるケースが増加している。

筆者らは、固化材を用いた不溶化処理(固化・不溶化処理)の適用を進める中で、所定の品質に調製した酸化マグネシウム(MgO)を主成分とする材料(酸化マグネシウム系材料)が重金属等汚染物質全般に対して高い不溶化効果を発揮することを見出し²⁾、土壌を固化する性質も合わせ持つことも踏まえ、「マグネシウム系固化材」(以降、Mg系固化材と称す。)と称して汚染土壌の不溶化処理への適用を進めており、自然的原因により重金属等を含む土砂への適用性も非常に高い³⁾⁴⁾と考えている。

一方、重金属等を吸着する能力がある粘性土や吸着薬剤を添加した発生土等を用いて盛土底部に「吸着層」を設置し、自然的原因で土砂から溶出する重金属等をこの吸着層で捕捉することで、地下水等への拡散を防止する方法が提案されている⁵⁾。Mg系固化材の不溶化の機構は、酸化マグネシウム・水酸化マグネシウムや水和生成物の吸着作用(吸着固定)、弱アルカリ雰囲気における水酸化物生成・沈殿や共沈、難溶性塩生成(溶解度の減少)などの相乗効果と考えているが、吸着層に用いる吸着薬剤としての適用性も高いと考えている。前報では、自然的原因によりヒ素の溶出が確認されたトンネル掘削土(掘削ずり)を用いて、Mg系固化材によるヒ素吸着能力をバッチ吸着試験により評価した⁶⁾。

本報告では、自然的原因により溶出量基準超過事例が多いふっ素とほう素に着目し、Mg系固化材によるふっ素およびほう素の吸着能力をバッチ吸着試験により評価した。

2. 吸着試験方法

バッチ吸着試験による吸着能力の評価については、溶媒の種類によって吸着量が異なる結果が得られる⁶⁾ため、基本的には検討対象となる自然的原因により重金属等を含む土砂の溶出液を用いて試験を実施することが望ましいと考える。しかしながら、今回は自然的原因によりふっ素およびほう素を溶出する土砂が得られなかったことから、基礎的検討として、純水もしくは模擬溶出液にふっ素およびほう素添加した溶媒に対して、バッチ吸着試験を実施した。具体的には、まず、純水もしくはまさ土(大阪府南河内郡河南町産)溶出液(H15環告18号法と同様の操作で得られたもの)に対して、ふっ素標準液もしくはほう素標準液を添加して濃度がそれぞれ10mg/Lとなる様に調整した。これらの溶媒と平衡濃度がふっ素では0.8mg/L、ほう素では1.0mg/Lの前後となるよう所定量のMg系固化材とをポリビンに入れ、25℃の実験室で24時間振とう後、0.45μmメンブランフィルターでろ過し、ろ液のふっ素濃度およびほう素濃度を測定した。溶媒のみ(純水もしくは模擬溶出液のみ)のケースの濃度も別途測定し、ふっ素およびほう素の減少量およびMg系固化材の添加量より吸着量を算出した。なお、ふっ素の測定については、通常ふっ素化合物を蒸留分離する前処理工程を省略し、工場排水試験法JIS K 0102 34.2イオン電極法の備考4.に示された方法に従って直接ふっ素を測定した。一部の試料についてはJIS K 0102 34.1吸光光度法(公定法)に従って測定し、イオン電極法の測定値を補完した。ほう素については、工場排水試験法JIS K 0102 47.3ICP発光分光分析法に従って測定した。

キーワード: 自然的原因、ふっ素、ほう素、酸化マグネシウム、吸着

連絡先: 〒554-0002 大阪市此花区伝法4-3-55 (株)鴻池組 技術研究所 試験センター Tel.06-6461-0262 Fax.06-6468-3659

4. 吸着試験結果

4.1 ふっ素吸着量

ふっ素に関するバッチ吸着試験の結果を図-1に示す。ふっ素の測定はイオン電極法による測定（◆および■；蒸留分離前処理工程省略）を基本とした。溶媒が純水の場合の一部試料で吸光光度法（◇；公定法）による測定を実施したが、イオン電極法の結果と比較して、大きな違いは見られなかった。

平衡濃度が0.8mg/LにおけるMg系固化材のふっ素吸着量は、濃度範囲が小さいので線形回帰式で求めると、溶媒が純水の場合は32,600mg/kg、模擬溶出液の場合は25,500mg/kgであった。ともにふっ素に対して大きな吸着量があることが判明したが、溶媒の種類によって吸着量が異なる結果であった。

4.2 ほう素吸着量

ほう素に関するバッチ吸着試験の結果を図-2に示す。平衡濃度が1.0mg/LにおけるMg系固化材のほう素吸着量は、濃度範囲が小さいので線形回帰式で求めると、溶媒が純水の場合は1,390mg/kg、模擬溶出液の場合は1,160mg/kgであった。ふっ素吸着量と比較するとほう素吸着量は1オーダー低い値であるが、有効な吸着量があることが判明した。なお、ほう素についても、溶媒の種類によって吸着量が異なる結果であった。

5. おわりに

自然的原因により溶出量基準超過事例が多いふっ素とほう素に着目し、Mg系固化材（酸化マグネシウム系材料）によるふっ素およびほう素の吸着能力をバッチ吸着試験により評価した。平衡濃度0.8mg/Lにおけるふっ素吸着量は32,600mg/kg（純水）および25,500mg/kg（模擬溶出液）、平衡濃度1.0mg/Lにおけるほう素吸着量は1,390mg/kg（純水）および1,160mg/kg（模擬溶出液）であった。当初の予想通り、バッチ吸着試験では、溶媒の種類によって吸着量が異なる結果が得られており、その評価については留意が必要であるとともに、吸着量を検討・評価する際には、基本的には、検討対象となる実際の土砂の溶出液を用いて吸着試験を実施することが望ましいと考える。

【参考文献】 1) 環水大土発第100305002号(平成22年): 土壤汚染対策法の一部を改正する法律による改正後の土壤汚染対策法の施行について 2) 特許公報(特許第4109017号) 3) 日高、保賀: マグネシウム系固化材によるトンネル掘削ズリの固化・不溶化処理に関する検討、第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.892~894、2007 4) 大山、保賀: 自然的原因で重金属等を溶出する土砂に対する酸化マグネシウム系材料を用いた固化・不溶化処理の適用に関する検討、第15回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会講演集、pp.557~562、2009 5) 五十嵐: 道内における自然由来重金属汚染問題の現状とその解決に向けて、日本応用地質学会平成20年度特別講演およびシンポジウム予稿集、pp.20~27、2008 6) 大山: 自然的原因でヒ素を含む土砂の溶出挙動とその対策（不溶化・吸着）に関する基礎的検討、第65回土木学会年次学術講演会講演概要集、pp.537~538、2010

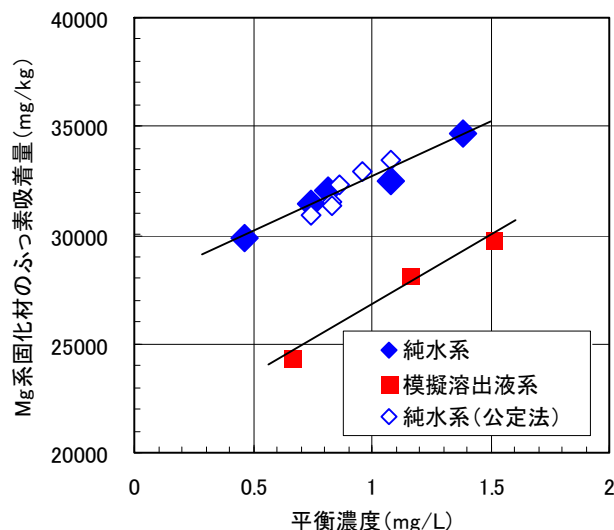


図-1 ふっ素平衡濃度と吸着量の関係

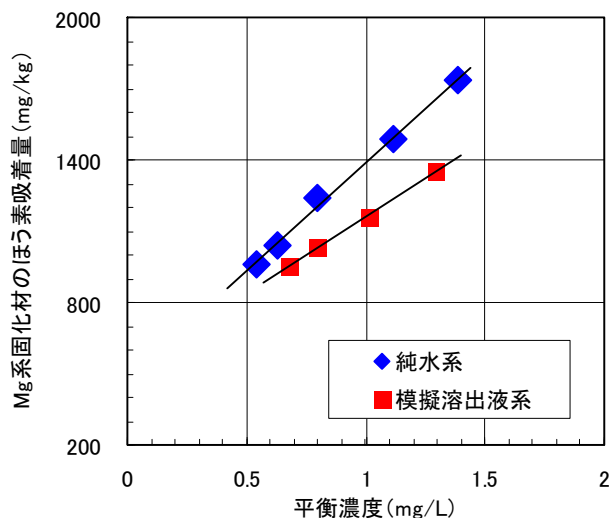


図-2 ほう素平衡濃度と吸着量の関係