

浄水汚泥のアルミニウム溶出に関する環境影響評価

茨城大学 学生会員 ○渡邊保貴 正会員 小峯秀雄
フェロー会員 安原一哉 正会員 村上 哲
日立市 非会員 豊田和弘

1. 背景と目的

水道事業の浄化処理プロセスで発生する浄水汚泥は、現在、産業廃棄物に分類され、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)」に沿った処理が必要とされている。浄水汚泥は永続的に排出が見込まれる物質であるため、現在、浄水汚泥を道路の路盤・路床材料といった地盤材料として有効利用することで産業廃棄物発生量を削減することが期待されている。しかし、浄水汚泥には浄化処理で凝集剤として使用されるポリ塩化アルミニウム(PAC)が含まれ、その主成分であるアルミニウムが水中に溶出することで植物の根の伸長を阻害することが懸念される¹⁾。これより、アルミニウムは土壌の汚染に係る環境基準(以下、土壌環境基準と記述する)の項目には含まれていないが、浄水汚泥を地盤材料として使用するためにはアルミニウムに関する環境影響評価が非常に重要であると言える。そこで本研究では、ふるいわけにより粒径を区分した試料に対して環境庁告示第46号を援用した溶出試験を実施することで粒径とアルミニウムイオン溶出濃度の関係を調査する。そして、その結果を浄化処理方式や想定される現場施工形態と照らし合わせて考察することで、浄水汚泥のアルミニウムの溶出特性を適切に測定するための試験方法を検討する。

2. 浄水汚泥の基本的性質

浄水汚泥の性質は原水の性質や浄化処理方式により変化すると考えられるため、浄水汚泥の基本的性質とその変動を調査した。本研究で使用する試料は茨城県日立市森山浄水場で発生した浄水汚泥である。

表-1 浄水汚泥の基本的性質

試料名	A	B	C
発生時期	H18.2.3~2.16	H18.4.20~5.18	H18.11.8~11.26
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.48	2.51	2.60
液性限界 w_L (%)	330	275	420
塑性限界 w_p (%)	167	140	177
強熱減量 L (%)	25.9	26.1	25.8

表-1に試料の基本的性質を示す。発生時期とは、浄水汚泥が天日乾燥床に流し込まれた時期を意味する。ここで、液性限界・塑性限界は含水比を低下させる過程で測定した。それは固体状まで乾燥した浄水汚泥はNPとなったためである。これより浄水汚泥は、有機物を多く含む保水性の高い土であることがわかり、そして、発生時期により基本的性質に変動があることが確認された。

3. 試料の粒径を考慮したアルミニウムイオン溶出濃度測定

環境影響評価の必要があるアルミニウムの溶出操作に関する検討をするため、環境庁告示第46号を援用した溶出試験を行い、粒径とアルミニウムイオン溶出濃度の関係を調査した。

3.1 環境庁告示第46号を援用した溶出試験

本試験では粒径による溶出濃度の違いに着目したため、図-1に示すように環境庁告示第46号の手順を一部変更して溶出試験を実施した。粒径に着目した理由としては、浄水汚泥には固体状まで乾燥することで泥状化しなくなる性質があり²⁾、この特性が材料選定の条件として取り組まれると考えたためである。

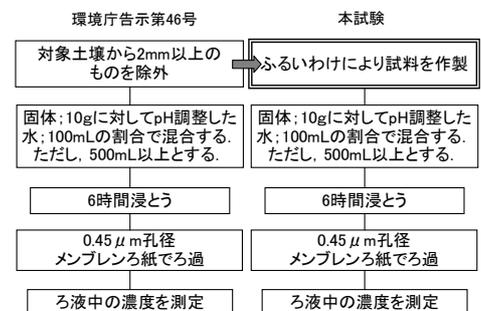


図-1 環境庁告示第46号との変更点

キーワード 浄水汚泥 アルミニウム 有効利用 溶出試験

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

3.2 アルミニウムイオン溶出濃度と粒径の関係

環境庁告示第46号を援用した溶出試験より得られたアルミニウムイオン溶出濃度と最大粒径の関係を図-2に示す。本試験では、アルミニウム溶出濃度をより安全側で判断するため、粒径区分の最大値を代表値として採用し、その値を横軸に最大粒径として表記した。以下、試験結果より得られた知見を述べる。

浄水汚泥の発生時期または最大粒径の違いにより Al^{3+} 溶出濃度に変動があることが確認された。試料Aは粒径の増大に伴い Al^{3+} 溶出濃度が減少する傾向がみられた。これは粒径の増大に伴い比表面積が減少し、水との接触面積が減少したためであると考えられる。しかし、 Al^{3+} 溶出濃度のばらつきが大きいことは試料Aにおける多項式近似曲線の相関係数からわかる。試料Bは全体的に Al^{3+} 溶出濃度が低かった。試料Cは試料Aに近い挙動を示したが、試験数が少ないため明確な傾向はつかめていない。浄化処理の観点から考察すると、 Al^{3+} 溶出濃度の最も低かった試料Bが図-3ではPACの注入率が平均して高いことがわかった。これより、PACの注入率と Al^{3+} 溶出濃度は必ずしも連動するわけではなく、その他の要因が Al^{3+} の溶出に寄与していることが考えられる。

アルミニウムは土壤環境基準に含まれていないが、水道法により規定される水質基準項目ではアルミニウムに対する規制が存在する。図-2中にアルミニウムの水質基準値0.2mg/Lを示す。試験結果より水質基準値は満足しているため、水道法が適用される環境に溶出水が浸入すれば、現場で浄水汚泥を使用することが可能であると考えられる。また、浄化処理と同様に、希釈による処理を行うことで周辺環境への影響を軽減することができる。

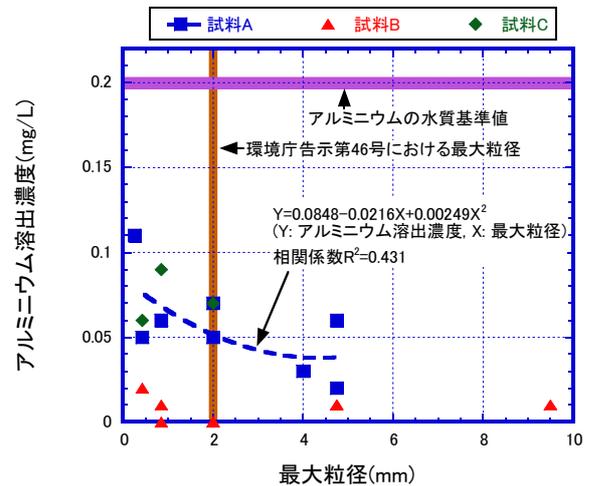


図-2 アルミニウムイオン溶出濃度と最大粒径の関係

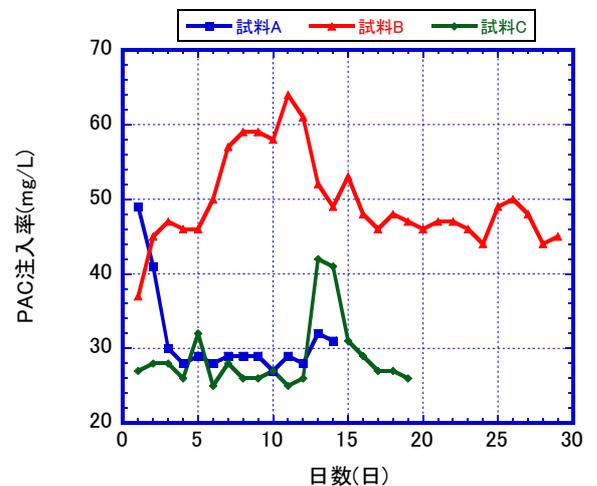


図-3 各試料に該当する原水の浄化処理に要した日数とPAC注入率の関係

4. 現場への適用性が高いアルミニウムイオン溶出試験方法の考え方

第一に、試料選定に粒径を考慮したことについて、 Al^{3+} 溶出濃度にばらつきがあることから、環境庁告示第46号における2mm以下粒径を使用した溶出操作では測定精度が低いと言える。そのため、試料の選定に粒径を考慮することは必要であり、最大溶出濃度もしくは全体の傾向で評価することが望ましいと考える。

次に、バッチ式の溶出操作を実施したことについて、3.2節で述べたように浄化処理の工程から浄水汚泥にPACが含まれていることが明らかであっても、バッチ式溶出試験(環境庁告示第46号)では Al^{3+} 溶出濃度が正確に計測されないことがある。すなわち、バッチ式溶出試験だけでは、材料中に未計測の有害物質が残留している可能性が伴う。浄水汚泥を道路の路盤・路床材料として使用する際、アルミニウムの溶出に起因するのは降雨である。降雨は連続的な水流を発生させるため、バッチ式溶出試験ではその状況を再現しきれない。したがって、バッチ式溶出試験だけでは不十分であり、現場での水との接触条件を再現することができるカラム溶出試験も併用することが望ましいと考える。

参考・引用文献

- 1) 松本英明：酸性土壌とアルミニウムストレス，根の研究(Root Research)，12(4)，pp.149-162，2003。
- 2) 渡邊保貴，小峯秀雄，安原一哉，村上哲，豊田和弘：浄水汚泥のスレーキング特性，第3回地盤工学会関東支部研究発表会講演集，pp.340-342。