

石膏粉末添加が建設発生汚泥の凝集沈殿特性及びヒ素不溶化に及ぼす影響

早稲田大学 学生会員 ○堀田 翔平
早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一

1. 研究目的

中間処理プラントで用いられている建設発生汚泥の凝集沈殿工程ではこれまで高分子凝集剤が用いられてきた。しかし、高分子凝集剤のモノマーが有害であり、近年では高分子凝集剤を使用している処理汚泥が最終処分場に受け入れられない傾向にある。そのため、高分子凝集剤の添加量を減らしつつ凝集性能を保持する新たな工程が求められている。その一つとして無機凝集剤と高分子凝集剤の併用において、無機凝集剤の補助材として石膏を用いるという方法がある。

既往の研究により、カオリンとベントナイトの懸濁液において、石膏を無機凝集剤の補助材として用いることで凝集性能を保持しつつ高分子凝集剤の添加量を減らせるという知見が得られている。

また近年自然由来の重金属による土壤汚染によって建設発生土に重金属が含まれており、問題となっている。常松らは、廃石膏粉の添加によるカルシウムイオンが土壤にヒ素を吸着させることによってヒ素の溶出を防ぐと述べている²⁾。そこで本研究では実際の微量ヒ素含有土壌を用いて石膏粉末添加が凝集沈殿特性とヒ素不溶化に及ぼす凝集を実験的に検討した。

2. 現場土試料を用いた凝集沈殿試験

2.1 実験概要

本実験では東京近郊の現場土試料を用いて、実際の現場土においても石膏添加による凝集性能の向上を確認するべく検証した。試験手順を以下に示す。

[試験手順]

- ①現場土試料を 2mm ふるいに通過させた。
- ②液性限界 w_L の 15 倍に相当する含水比で、汚泥サンプルを作成した。
- ③pH 調整剤(高炉セメント B 種)を添加し、汚泥サンプルの pH を 11.5 にし、その後急速攪拌(120rpm)にて 20 分間攪拌した。

- ④石膏粉末を添加するサンプルについては、ここで市販の二水石膏を飽和溶解度に相当する 3(g)を添加した。
- ⑤汚泥サンプルのゼータ電位を測定した。
- ⑥無機系凝集剤を添加し懸濁液の pH を 10 にし、緩速攪拌(30rpm)にて 10 分間の攪拌を行った。
- ⑦無機系凝集剤添加後におけるサンプルの濁度値を測定した。
- ⑧アニオン系高分子凝集剤 0.01%を添加した後にメスシリンダーを 10 回振とうし、平らな場所に静置した瞬間を 0 秒として、時間ごとに固液界面位置を記録し、さらに 30 秒おきにサンプルの濁度値を測定した。

実験条件について次の表 2.1 に示す。

表 2.1 実験条件

土粒子密度	$\rho_s=2.72(\text{g}/\text{cm}^3)$
懸濁液濃度(含水比)	691.5%($w_L \times 15$)
石膏の種類	二水石膏
無機凝集剤	硫酸バンド $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
pH 調整剤	高炉セメント B 種
高分子凝集剤	アニオン系
高分子凝集剤添加量	0.01%

2.2 実験結果

1) 沈降速度から見た凝集沈殿特性

沈降速度は高分子凝集剤添加後に凝集沈殿特性の指標として用いた。図 2.1 に経過時間と沈下量の関係、図 2.2 に沈降曲線の初期接線から求めた沈降速度と石膏添加量の関係を図 2.2 に示す。

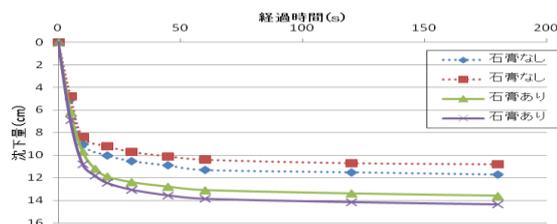


図 2.1 沈降曲線

キーワード：石膏, 高分子凝集剤, ヒ素

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院赤木研究室 Tel.03-5286-3405

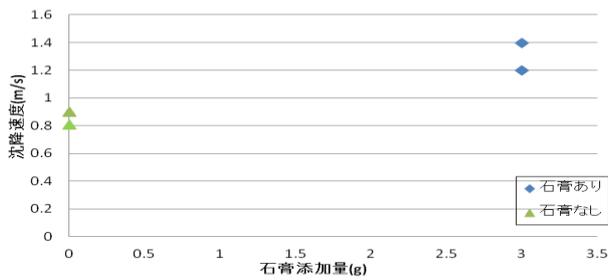


図 2.2 石膏添加量と沈降速度の関係

図 2.1、図 2.2 より現場土試料においても石膏添加によって凝集性能の向上が見られた。これは石膏添加によって無機凝集剤の効果が向上したことにより、効果的に高分子凝集剤が作用したものと考えられる。

2) 濁度値から見た凝集沈殿特性

引き続き凝集性能について濁度値を指標として無機系凝集剤添加後におけるゼータ電位と濁度値の関係を図 2.3 に、高分子凝集剤添加後における経過時間と濁度値の関係を図 2.4 に示す。

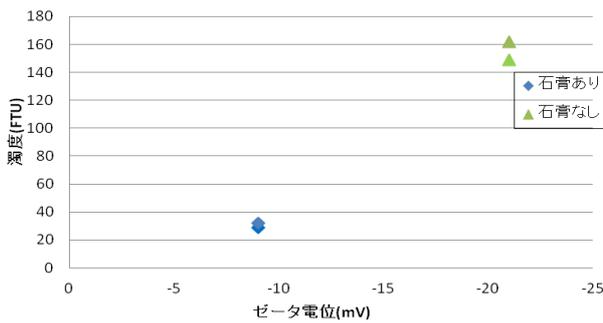


図 2.3 ゼータ電位と濁度の関係

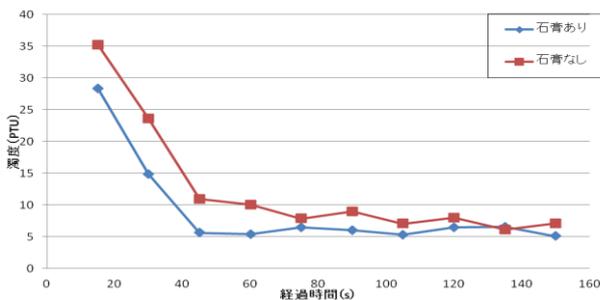


図 2.4 経過時間と濁度の関係

図 2.3 より、石膏添加によってゼータ電位が減少し、濁度も低下していることがわかる。これは石膏添加によってカルシウムイオンが溶出し、土粒子に取り巻く電気二重層に存在する一価の陽イオンやプロトン解離のイオンと陽イオン交換反応をおこし、電気二重層が薄くなったためファンデルワールス力が働き、土微粒子がフロックを形成しやすくなったためと考えられる。

また、図 2.4 より高分子凝集剤の添加後は濁度値から見ても凝集性能の向上が見られた。

3. 石膏添加による自然由来汚染土壌のヒ素不溶化

3.1 実験概要

本実験では無機凝集剤の補助材として貢献した石膏がヒ素汚染土壌に対し、不溶化にも効果を発揮するか検証を行った。なお、試料としては 2 章の工程を経た後の試料土 25g を用いた。

3.2 実験結果

凝集沈殿後の試料土のサンプルについて、ICP-MSにてヒ素濃度を測定した。結果を図 3.1 に示す。

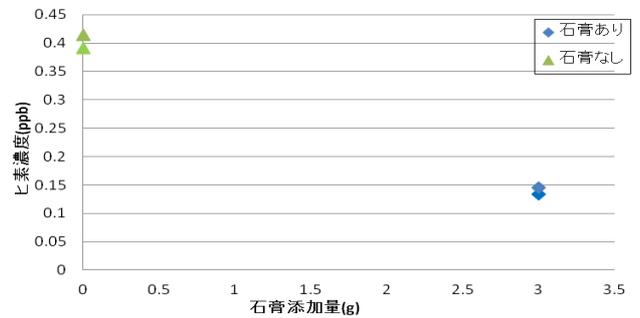


図 3.1 石膏添加量とヒ素濃度の関係

図 3.1 より石膏添加によってヒ素溶出に大きな改善が見られた。これは、石膏から溶出されたカルシウムイオンが土微粒子と・OCa+サイトを生成し、ヒ酸陰イオンの吸着固定化を促進させたからである²⁾。

4. まとめ

今回の実験結果によって、実際の現場土試料においても石膏粉末添加によって凝集性能を向上させることが確認できた。また、同時にヒ素汚染土壌であった場合ヒ素の不溶化にも貢献することがわかった。この二つの結果の要因としては石膏を溶出させた際に発生するカルシウムイオンによるものであるといえる。

参考文献

(1) 井上、檜垣、赤木ら：再生石膏を用いた無機系および高分子凝集併用による建設発生土の沈殿特性(土木全国 2015)
 (2) 常松、植松ら：石膏粉添加による土壌中の自然由来ヒ素の不溶化とその機構(農業農村工学会論文集 No.278,pp63~72)