

石膏添加による ζ 電位と凝集沈降特性の関係

再生石膏 無機凝集剤 高分子凝集剤 ζ 電位

早稲田大学 学生会員 ○景山 隆弘

早稲田大学 国際会員 赤木 寛一

早稲田大学 学生会員 堀田 翔平

早稲田大学 学生会員 中村 淳

1. 研究目的

建設発生汚泥の再利用における凝集沈殿工程では高分子凝集剤を用いることが主流となっている。しかし、高分子凝集剤に毒性を持つ未反応のモノマーが含まれることがわかり、近年では高分子凝集剤を使用している中間処理業者からの処理汚泥の受け入れを制限する自治体が出始めている。そこで、高分子凝集剤の添加量を減らしつつ凝集性能を保つ新たな中間処理プロセスが求められている。その 1 つとして比較的環境に易しい無機凝集剤を併用することによって高分子凝集剤の量を減らす方法がある。しかし無機凝集剤単独では凝集能力が劣るため、凝集性能を向上させる補助材が必要となる。

本項では、カオリンと Na 型ベントナイトを混合させた 1L 規模の汚泥サンプルの ζ 電位に着目し、補助材として用いた石膏粉末が凝集性能に与える影響について報告する。

2. ζ 電位について

ζ 電位とは、溶液中に存在するコロイドなどの粒子に取り巻くイオンによる電気二重層のすべり面と界面から無限遠での外液との電位差を示す。また、 ζ 電位は分散凝集に影響を与えるとされる電気二重層の厚さと関係があり、簡単に測定できる指標である。コロイド粒子は、 ζ 電位の絶対値が 25mV を超えると、電気二重層による表面間のイオン濃度の増加が外液(バルク)との浸透圧差による斥力が卓越し分散する。それ以下だと粒子相互間のファンデルワース力によって凝集が起こるとされている。以下に本研究で得られた石膏添加量と ζ 電位の関係について図 2.1 に示す。この結果から、石膏を添加することで ζ 電位の絶対値が凝集の範囲に入り、凝集しやすくなることが分かる。これは、石膏が水溶液中に溶解し 2 価のカルシウムイオンが生じ、混合汚泥サンプルのコロイド粒子の ζ 電位(電気

二重層)の厚さが小さくなることによるものである。

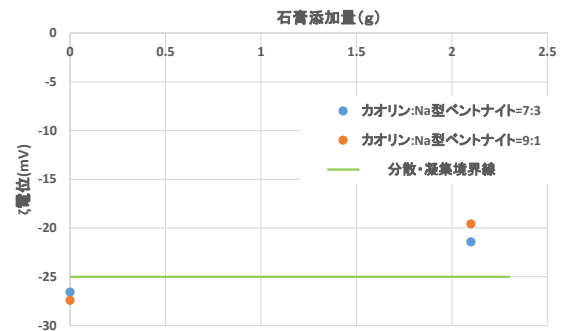


図 2.1 石膏添加による ζ 電位の変化

3. 石膏を用いた凝集沈殿試験

3.1 実験概要

本研究では、汚泥サンプルとしてカオリンと Na 型ベントナイトを混合させた懸濁液を使用し、無機・高分子凝集剤併用の凝集沈殿試験を実施した。固液界面の沈降速度・沈下量を指標としたシリンダーテストと上澄み液の ζ 電位測定を行い、石膏の添加が懸濁液の凝集性能にどのような影響を与えるか実験的検証を行った。

本試験の実験手順は以下のとおりである。

- ① Na 型ベントナイトを十分に吸水させた。
- ② 混合粘土割合 (カオリン : Na 型ベントナイト) 9:1、7:3(g)の 2 種類の汚泥サンプルを作成した。
- ③ pH 調整剤としてセメントを添加させた。
- ④ 石膏粉末を添加するサンプルについては、ここで二水石膏を 2.1g 添加した。
- ⑤ 無機凝集剤を添加し、その後急速攪拌(120rpm)にて 51 分攪拌、緩速攪拌(60rpm)にて 20 分攪拌を行った。
- ⑥ 上澄み液を取り出し、 ζ 電位測定を行った。
- ⑦ サンプルを 1L メスシリンダーに移し、高分子凝集剤を添加した。

- ⑧ メスシリンダーを 10 回振り、凝集を促し、攪拌を終えた瞬間を 0 秒としてサンプルの固液界面の沈殿速度・沈下量を測定した。

実験条件は表 3.1 の通りである。

図 3.1 実験条件

混合粘土割合（カオリン： Na 型ベントナイト）	9g:1g, 8g:2g, 7g:1g
石膏粉末添加濃度	2.1g/L
石膏の種類	二水石膏
無機凝集剤	PAC
pH 調整剤	高炉セメント B 種
高分子凝集剤	アニオン A125
高分子凝集剤添加濃度	0.01%, 0.03%, 0.05%

3.2 実験結果

3.2.1 高分子凝集剤添加後の沈降速度

高分子凝集剤添加後の経過時間と沈下量の関係を図 3.1、図 3.2 に、高分子凝集剤添加濃度と沈降速度の関係について図 3.3 に示す。沈降速度は、沈下量のグラフの初期接線のことをしめす。

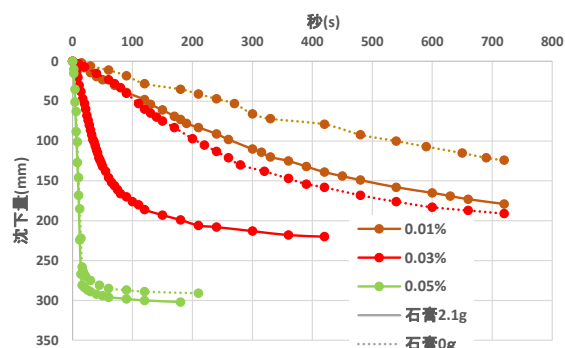


図 3.1 カオリン：Na 型ベントナイト=7:3 の沈降曲線

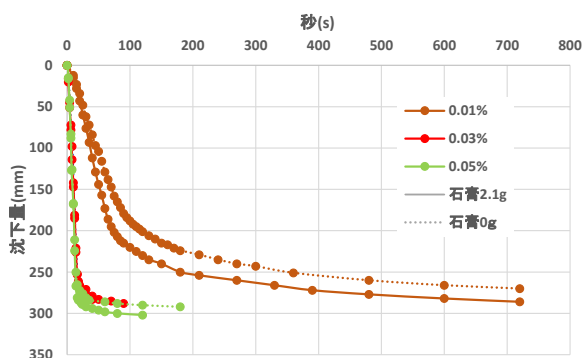


図 3.2 カオリン：Na 型ベントナイト=9:1 の沈降曲線

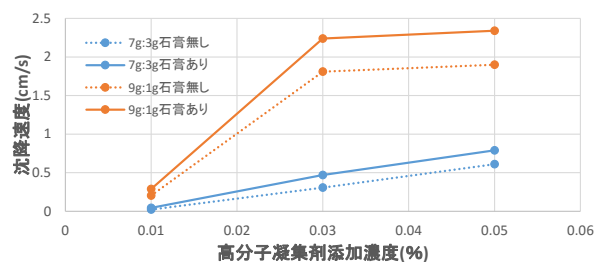


図 3.3 高分子凝集剤添加濃度と沈降速度の関係

全てのサンプルにおいて石膏を添加したサンプルの沈降速度が石膏を添加しなかったサンプルの沈降速度を上回る結果となった。これは石膏を添加することで、無機凝集剤添加工程において、汚泥サンプルの ζ 電位が、コロイド粒子が凝集する目安の範囲に収まることで、より大きく密度の高いフロックを形成し、高分子凝集剤のフロック同士の付着を効果的にしたことによるものと考えられる。また、図 3.3 より、Na 型ベントナイトの割合が高くなると石膏を添加することによる沈降速度の改善が見られるが、その速度は混合割合が小さいものに比べて小さくなっている。これは、Na 型ベントナイトの加水膨張によってフロックの体積が増加し、沈降速度が低下したと考えられる。以上より、石膏を凝集補助材として用いることで高分子凝集剤添加量の削減および凝集工程の効率化が期待できる。

4. まとめ

無機凝集剤の補助材として二水石膏粉末を用いることで、凝集性能が向上し、ある沈降速度を得るのに必要な高分子凝集剤の添加量を削減することが可能である。 ζ 電位の観点からも凝集工程に石膏を加えることで凝集性能が向上することが確認された。また、加水膨張によって体積が増加して凝集性能を著しく低下させるであろうと懸念されていたベントナイトが混入させた汚泥サンプルにおいても石膏添加による凝集性能の向上が確認できた。

今後は、二水石膏ではなく再生石膏をしようしても同様の結果を得ることが出来るのかを検討していく。

参考文献

- 1 足立泰久、岩田進午(2003). 土のコロイド現象 学会出版センター pp.73-91.
- 2 赤木、毛利：土の塑性指数と pH に着目した土壌洗浄における凝集沈殿・脱水プロセス管理 Vol.62, No.3, pp359-368