

再生石膏を用いた建設発生汚泥の凝集沈殿の評価

再生石膏 無機凝集剤 高分子凝集剤

早稲田大学 学生会員 ○堀田 翔平  
早稲田大学 国際会員 赤木 寛一  
早稲田大学 学生会員 井上 雄貴

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である未反応のモノマーを含むことがわかり、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。その一つとして比較的環境に優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。

本研究では補助材として再生石膏に着目し、カオリンとベントナイトを混合させた 1L 規模の汚泥サンプルに対し再生石膏粉末を用いることで、凝集性能が向上するか検討することを目的としている。

2. 実験概要

本研究では、汚泥サンプルとしてカオリンとベントナイトを混合させた懸濁液を使用し、高分子・無機併用凝集沈殿試験を実施した。固液界面の沈降速度を指標としたシリンダーテストを行い、石膏の添加によって沈降速度にどのような変化が生じ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ベントナイトを十分に加水膨張させた。
- ②混合粘土割合 (カオリン:ベントナイト) 9:1、8:2、7:3(g) 三種類の汚泥サンプルを作成した。
- ③pH 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 10g/L 添加した。
- ⑤凝集前の電気伝導率を測定した。
- ⑥無機凝集剤を添加し、その後急速攪拌(120rpm)にて 5 分

攪拌、緩速攪拌(30rpm)にて 20 分攪拌を行った。

⑦上澄み液を取り出し、濁度測定を行った。

⑧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。

⑨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を測定した。

実験条件は表 2.1 の通りである。

表 2.1 実験条件

混合粘土割合 (カオリン:ベントナイト)	90g:10g、80g:20g、70g:30g
石膏粉末添加濃度	10g/L
石膏の種類	二水石膏
無機凝集剤	硫酸バンド Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
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%、0.03%、0.05% <sup>1)</sup>

3. 実験結果

3.1 無機凝集剤添加後の電気伝導率と濁度の関係

無機凝集剤添加後の濁度測定結果について、図 3.1 に示す。

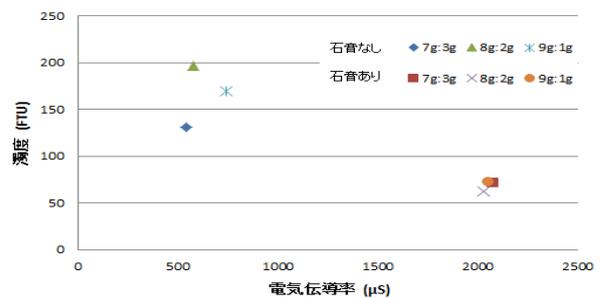


図 3.1 無機凝集剤添加後の電気伝導率と濁度

図 3.1 のように、石膏なしのサンプルに比べ、石膏ありのサンプルの方が低い濁度の値を示した。これは石膏を添加することで電解質イオンが増加したことが挙げられる。

電解質イオンが増加すると電気伝導率も増加するということが既往の実験にてわかっている。本実験結果より、電気伝導率の大きさに比例して凝集性能が高まっていることが確認できた。以上より、石膏を添加することで電解質イオンが増加し、粘土表面の負電荷同士の反発が緩和され、凝集沈殿が起りやすい環境になったことがわかる。

### 3.2 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 3.2、図 3.3、図 3.4 に、高分子凝集剤添加濃度と沈降速度の関係について図 3.5 に示す。

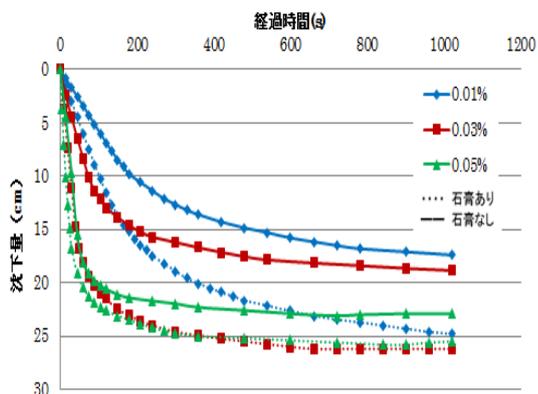


図 3.2 カオリン：ベントナイト=7:3(g)

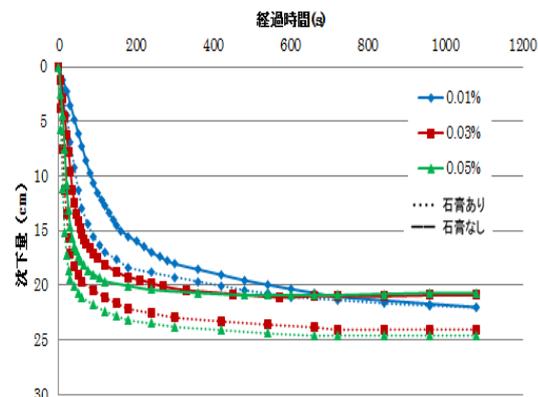


図 3.3 カオリン：ベントナイト=8:2(g)

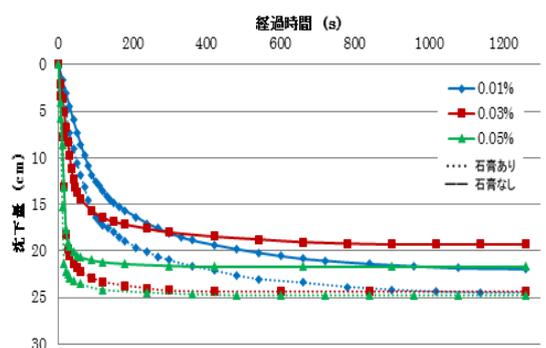


図 3.4 カオリン：ベントナイト=9:1(g)

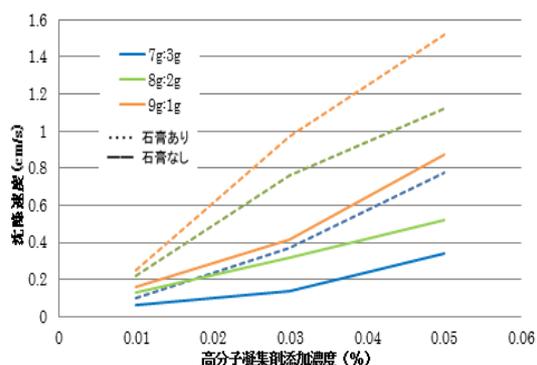


図 3.5 高分子凝集剤添加濃度と沈降速度の関係

全てのサンプルにおいて石膏ありの沈降速度が石膏なしの沈降速度を上回る結果となった。これは無機凝集剤添加において、石膏ありの方がより大きなフロックを形成したことによって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 3.5 より、ベントナイトの割合が高い程沈降速度が下がっていることがわかる。これは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、汚泥サンプル内にベントナイトが含まれている全てのサンプルにおいて、石膏添加による凝集性能の向上が確認できた。これにより、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であろう。

## 4. まとめ

以上の実験結果より、無機凝集剤の補助剤として再生石膏粉末を用いることが出来ることがわかった。そして、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ため、より現場で利用しやすくなったと言える。

今後は近年掘削した土に自然由来の重金属が混入し、それが人体に有害であることからそれを取り除く技術が必要とされている。それをこの凝集工程において取り除くことが出来るか検証をしていく。

## 参考文献

- (1) 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