

再生石膏を用いた無機系および高分子凝集剤併用による建設発生土の沈殿特性

早稲田大学 学生会員 ○井上 雄貴

早稲田大学 国際会員 赤木 寛一

早稲田大学 学生会員 檜垣 隼也、中村 淳

1. 研究目的

中間処理プラントで行わ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、凝集剤に毒性を持つ未反応のモノマーが含まれていることを危惧して、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傾向にある。そのため、高分子凝集剤の添加量を減らす新たな工程が求められており、その一つに凝集補助材として再生石膏を用い、無機系凝集剤および高分子凝集剤を併用するという方法がある。

既往の研究により、カオリン粘土を汚泥サンプルとして用いた場合、再生石膏を凝集補助材として用いることで凝集性能を向上させられるという知見が得られている。¹⁾ そこで本論文では、汚泥サンプルをより現場に近づけるため、従来ではカオリン粘土のみで行っていた凝集沈殿試験を、カオリンとベントナイトを混ぜた混合粘土で行い、ベントナイトが汚泥に加わった場合においても石膏添加による凝集性能の向上が確認できるか検証した。

2. 実験概要

今回、現場での汚泥状態に近づけるために、カオリンとベントナイトを混合させた汚泥サンプルを用い、石膏添加によって凝集性能に与える効果を調査した。検証した汚泥サンプルはカオリン：ベントナイト＝4.5g：0.5g、4.0g：1.0g、3.5g：1.5gの3通りとし、pH調整剤には高炉セメントB種を用いた。

試験手順について以下に示す。

[試験手順]

- ①ベントナイトを水に3日以上浸け置き、十分に加水膨張させた。
- ②500ml ビーカーに水500mlとカオリン、ベントナイトを添加し、ジャーテスターにて攪拌して懸濁液を安定させた。

③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5g添加した。

④pH調整剤(セメント)を添加し懸濁液のpHを11.5にし、その後急速攪拌(120rpm)にて20分間攪拌した。

⑤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分間の攪拌を行なった。

⑥サンプルを500ml メスシリンダーに移し、高分子凝集剤を添加した。

⑦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位置を記録した。

実験条件について次の表2.1に示す。

表 2.1 実験条件

混合粘土割合 (カオリン：ベントナイト)	4.5:0.5, 4.0:1.0, 3.5:1.5
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 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (50倍希釈)
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% ²⁾

3. 試験結果

混合粘土濃度を5g/500mlに設定し、高分子凝集剤の添加割合を変数として実験を行なった。実験結果として、各混合粘土割合での沈降曲線をカオリン：ベントナイト＝4.5g：0.5gの試験結果を図3.2、カオリン：ベントナイト＝4.0g：1.0gの試験結果を図3.3、カオリン：ベントナイト＝3.5g：1.5gの図3.4に示す。

凝集性能を評価する指標として図3.1に示すように、固液界面の沈降速度を用いることとし、沈降速度は図3.2、図3.3、図3.4の沈降曲線から得られる初期接線の傾きから算出した。

キーワード：再生石膏、高分子凝集剤、ベントナイト

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

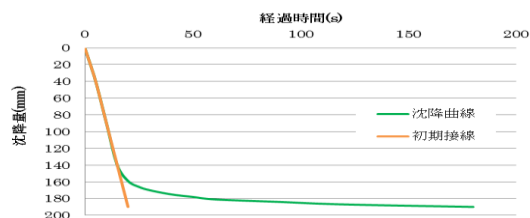


図 3.1 沈降速度の定義

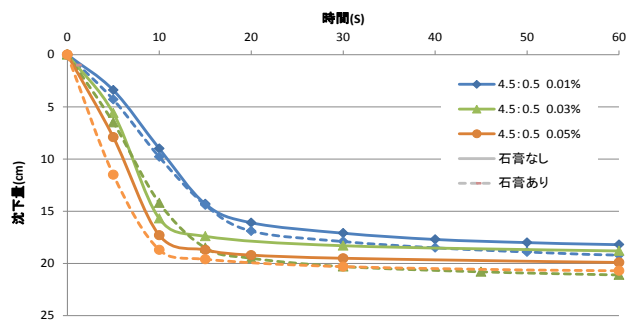


図 3.2 沈降曲線図 (カオリン:ベントナイト=4.5g:0.5g)

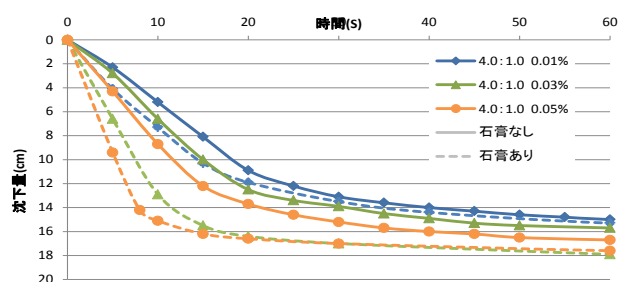


図 3.3 沈降曲線図 (カオリン:ベントナイト=4.0g:1.0g)

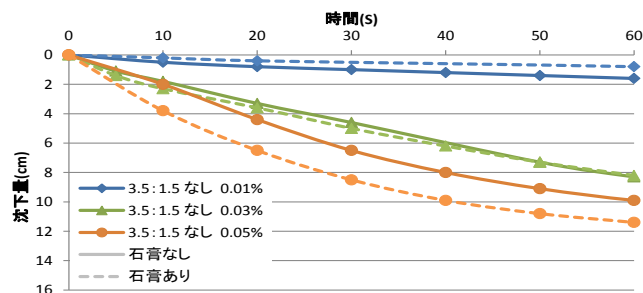


図 3.4 沈降曲線図 (カオリン:ベントナイト=3.5g:1.5g)

図 3.2、図 3.3、図 3.4 より、全てのグラフにおいて石膏を添加したサンプルが描く沈降曲線の初期接線の傾きが、石膏を添加しないサンプルの初期接線の傾きを上回っていることがわかる。

したがって、カオリンとベントナイトを混ぜた混合粘土の場合においても、カオリン粘土のみ用いた場合と同様に、石膏添加に伴い凝集性能は向上したと言える。次に、図 3.2、図 3.3、図 3.4 のグラフにおける初期接線の傾きから得られた各サンプルの沈降速度を図 3.5 に示す。

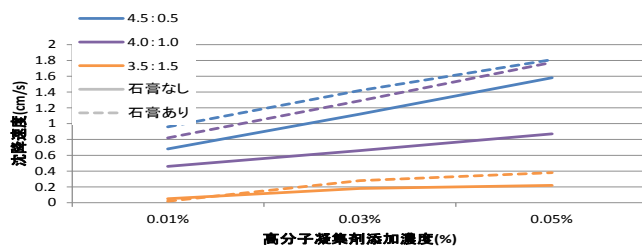


図 3.5 高分子凝集剤添加濃度と沈降速度の関係

図 3.5 より、ベントナイトの添加割合が増加するにつれて沈降速度の値は小さくなることがわかる。この要因として、ベントナイトが持つ特徴の一つである粘土粒子の過剰な加水膨張によってフロックの体積が大きくなることが挙げられる。しかし、今回の試験結果により、ベントナイトが含まれている全てのサンプルにおいて、石膏を添加することによる凝集性能の向上が確認できた。

石膏添加によって凝集性能が向上した要因の一つとして、電気伝導率の増加が挙げられる。凝集工程は、溶液中に電解質イオンを加えることで中和反応や架橋構造が形成され、その後フロックがつくられ凝集効果が得られる。石膏を添加することにより、懸濁液中の電解質イオンが増加し、電気伝導率の値も増加する。したがって電気伝導率の値の増加によって、懸濁液中の電解質イオン(正電荷)が増加し粘土表面の負電荷同士の反発が緩和され、凝集効果が起こりやすい環境となることが考えられる。

4. 結語

今回の試験結果によって、汚泥サンプル内にベントナイトが含まれている場合においても、カオリンのみを用いた汚泥サンプルと同様に、石膏添加による凝集性能のある程度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。

なお、本研究の実施にあたり東興開発(株)のご援助を頂いたことを記し、謝意と表す。

参考文献

- (1) 井上、檜垣、赤木：再生石膏を併用した建設発生汚泥の凝集沈殿特性 (GEO 関東 2013)
- (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