

セメントを含む泥水の高分子凝集剤による凝集沈殿・脱水処理

早稲田大学 学生会員 畠山 潤
早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一

1. 研究目的

汚泥や汚水の処理には、汚染物質が粘土やシルトなどの細粒分に付着しやすいという性質を利用して、土壤洗浄法が用いられる。汚泥から汚染濃縮土を取り出すには、高分子凝集剤を用いた凝集沈降および脱水が行われている。濃縮汚染土の処分費用は湿重量あたりのコストで決まるため、濃縮汚染土の水分をできるだけ取り除く凝集沈殿および脱水の技術は非常に重要である。本研究では、汚泥処理プラントにセメントを含む汚泥が多く搬入されることに着目して、高分子凝集剤を用いてセメントを含む泥水の凝集沈降特性および圧密脱水特性を実験的に検討し、高分子凝集剤の効率的な利用について考察した。

2. 実験概要

2.1 使用試料と高分子凝集剤

本研究では表1に示す3種類のサンプルを使用した。実験では、各サンプルに普通ポルトランドセメントを、セメント濃度が100%および300%となるように添加して使用した。なおセメント濃度とは、細粒分サンプルの乾燥重量に対するセメントの乾燥重量の割合を百分率で示したものである。

凝集剤は、凝集沈殿処理に適したアニオン系高分子凝集剤と、脱水処理に適したカチオン系高分子凝集剤をそれぞれ濃度が0.3w/w%となるように水に溶解した。なお、凝集剤添加濃度とは、細粒分サンプルの乾燥重量に対するセメントの乾燥重量の割合を百分率で示したもので

表1 各サンプルの物性

	サンプルA	サンプルB	サンプルC
カオリン:ベントナイト	10:0	8:2	6:4
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.87	2.61	2.69
液性限界 w_L (%)	49.1	88.4	143.0
塑性限界 w_P (%)	29.3	22.6	25.8
塑性指数 I_P (%)	19.8	65.8	117.2
含水比 w (%)	1900	1900	1900
平均粒径(mm)	0.0060	0.0045	0.0037

ある。

2.2 アニオン系凝集剤による土粒子の凝集沈降試験

1) 試験方法

細粒分サンプルを乾燥重量で25g、水475gを500mlメスシリンダーに投入し、含水比を1900%とする。これにセメントと高分子凝集剤を所定の量添加し、十分攪拌し静置する。静置後一定時間経過毎に固液界面の高さを測定する。沈降量と時間の関係を表す沈降曲線を求め、曲線の初期接線の傾きを沈降速度(cm/min)と定める。本研究では、沈降速度が最大となる凝集剤添加濃度を最適凝集剤添加濃度とする。

1) 試験結果

各サンプルのセメント濃度に応じた凝集剤添加濃度と沈降速度の関係を図1に、塑性指数と最適凝集剤添加濃度の関係を図2に示す。図1~図2より、同じセメント濃度で沈降速度の絶対値の大小関係は、大きい方からA, B, Cとなっている。また、同じサンプルにおいて沈降速度を比較すると、全てのサンプルでセメント濃度100%の方が300%のものよりも大きくなった。これらの結果はストークスの法則から考察できる。今回用いた泥水サンプルはカオリン(0.3~3 μ m)とベントナイト(0.1~1 μ m)、セメント(約10 μ m)の混合物であり、ストークスの法則より沈降速度は粒子径の影響を強く受けると考えられるので、平均粒径が大きい粒子を含む泥水サンプルの方が形成されるフロックの径も大きくなり、沈降速度が大きくなったと考えられる。図2より、塑性指数と最適凝集剤添加濃度がほぼ比例関係にある事もわかる。

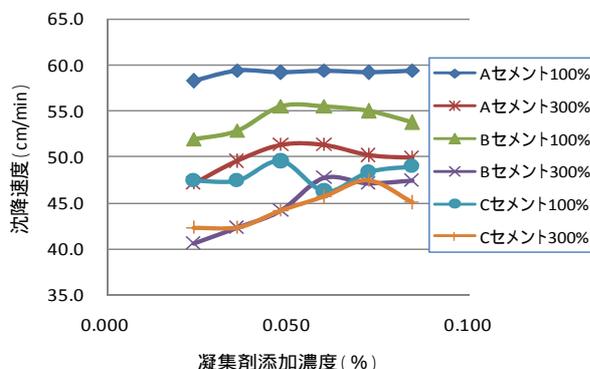


図1 沈降速度と凝集剤添加濃度の関係

キーワード 高分子凝集剤 土壤洗浄 セメント 塑性指数

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

西早稲田キャンパス 58号館 205号室 赤木研究室 Tel:03-5286-3405

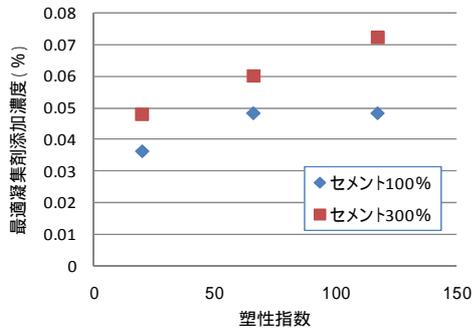


図2 塑性指数と最適凝集剤添加濃度の関係

2.3 カチオン系凝集剤による沈降物の圧密脱水試験

1) 試験方法

2.2 に記した方法でアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度によりフロックを形成し、カチオン系凝集剤を所定の量添加する。上澄み液を捨て、初期高さが2cmとなるように圧密試験容器にフロックを入れ、載荷圧力 $p=9.8, 19.6, 39.2$ (kN/m²)の順に2時間ずつ載荷する。本研究ではサンプルの圧密脱水に伴う体積ひずみ α に着目し、 α/α_0 が最大となる時のカチオン系凝集剤添加濃度を、最適凝集剤添加濃度とする。ここで、 α は次式で与えられ、カチオン系高分子凝集剤を添加しなかった場合の α を α_0 とする。

$$\alpha = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0}$$

e_0 : 圧密第2段階終了時の間隙比
 e_1 : 圧密第3段階終了時の間隙比

2) 試験結果

図3~図5に各サンプルの凝集剤添加濃度と α/α_0 の関係を示す。サンプルCではセメント濃度100%と300%のいずれの試料についても α/α_0 の増加は見られず、カチオン系高分子凝集剤の効果は見られなかった。ここから、塑性指数が高い粘土とセメントを含有する泥水にはカチオン系高分子凝集剤の有用性は低いと考えられる。サンプルA, Bについては、セメントを多く含む試料の方が最適凝集剤添加濃度は大きくなるのが分かる。またセメント濃度が大きい方が、 α/α_0 の数値が大きくなっていることも分かる。このことから、カチオン系凝集剤はカオリンやベントナイトよりも、セメント粒子と結合していると考えられる。したがって、本研究で使用したサンプルのセメント濃度の範囲では、セメントが含まれる割合によって最適凝集剤添加濃度を決定できる。

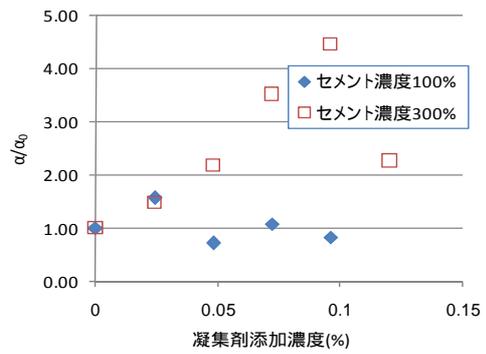


図3 凝集剤添加濃度と α/α_0 の関係(サンプルA)

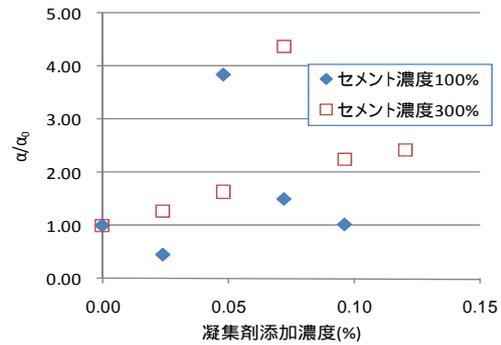


図4 凝集剤添加濃度と α/α_0 の関係(サンプルB)

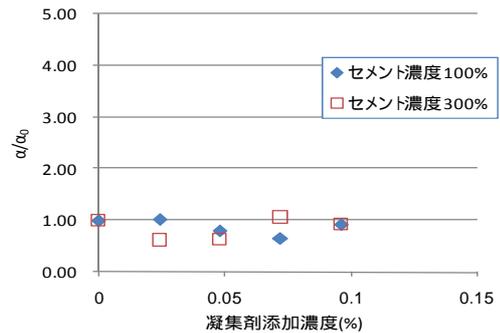


図5 凝集剤添加濃度と α/α_0 の関係(サンプルC)

3. まとめ

本研究から得られた結果の要点を記す。

- 泥水の塑性指数とアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度は比例関係にある。またセメント濃度とアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度も比例関係にあることから、塑性指数とセメント濃度によってアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度を決定することができる。
- カチオン系高分子凝集剤の最適添加濃度はセメント濃度が大きい範囲ではセメント濃度から決定することができる。ただし、塑性指数が高い泥水には凝集効果は現れない。

本研究の実施にあたり、東興開発のご援助を得たことを記し、謝意を表する。

参考文献 赤木寛一, 毛利光男, 田中仁志, 石田聖一: 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, 土木学会論文集 G Vol.62 No.3, pp359-368, 2006.9