

土壌洗浄濃縮残渣の脱水圧密特性から見た高分子凝集剤の性能

早稲田大学 学生会員 ○石田 聖一
 早稲田大学 正会員 赤木 寛一
 早稲田大学 学生会員 神谷 雄三
 清水建設 毛利 光男 田中 仁志

1. はじめに

土壌洗浄技術の基本はフルイ、サイクロン、フローテーション等の分級・洗浄プロセスによって汚染土壌中の重金属や油の汚染物質を、細粒分を主体とした濃縮残渣に分離、濃縮することにある。分級・洗浄プロセスによって分離された細粒分は、凝集沈殿・脱水プロセスを経て脱水ケーキ（濃縮残渣）として場外処分される。土壌洗浄の経済性を高めるためには、効率的な凝集沈殿と汚泥の脱水操作を行い、濃縮残渣量（湿重量）をできるだけ低減することが重要である。このためには、対象とする細粒分に適した凝集剤を選定するだけでなく、凝集剤の注入条件を最適化することが非常に重要である。今回は、凝集沈殿汚泥（細粒分）の脱水プロセスの管理指標として細粒分の塑性指数に着目し、凝集剤注入量の最適化に関する実験的検討を行った。

2. 実験概要

土壌洗浄においては凝集沈降させた細粒分は高い含水率であるため、ベルトプレスを用いて脱水する。このプロセスにおける脱水性を向上させるために沈殿物にカチオン系高分子凝集剤を添加し、圧密試験結果をもとに凝集剤の最適注入量を求めた。

(1) 細粒分試料

実験に用いた細粒分試料を表.1に示す。今回は、土壌洗浄プラントで洗浄処理された汚染土壌の細粒分試料(3種類)と、カオリンとベントナイトの混合割合を10:0から6:4まで変化させた混合試料(5種類)を用意した。表.2に細粒分試料の物性値を示す。凝集剤には、アニオン系とカチオン系の高分子凝集剤を用いた。凝集剤添加濃度は、土粒子重量(乾燥)に対する凝集剤重量(乾燥)の割合で表示した。

表.1 細粒分試料

		カオリン:ベントナイト 重量比
カオリン・ベントナイト 混合試料	サンプルA	10:0
	サンプルB	9:1
	サンプルC	8:2
	サンプルD	7:3
	サンプルE	6:4
汚染土壌の細粒分 試料	サンプル1	
	サンプル2	
	サンプル3	

表.2 細粒分試料の物性値

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD	サンプルE	サンプル1	サンプル2	サンプル3
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.62	2.61	2.60	2.60	2.59	2.70	2.49	2.63
液性限界 w_L (%)	40.08	61.98	82.09	113.29	140.19	72.72	109.40	114.20
塑性限界 w_p (%)	17.59	20.19	21.77	22.80	22.02	34.70	55.54	62.40
塑性指数 I_p	23.21	41.79	60.32	90.49	118.17	43.02	53.86	51.80
平均粒径 D_{50} (mm)	0.00323	0.00323	0.00137	0.00136	0.00134	0.00378	0.01020	0.00730
pH	7.37	8.18	8.78	9.05	9.36	8.00	11.49	11.23
含水比 (%)	1900	1900	1900	1900	1900	1080	1290	2290

(2) 実験方法

サンプル A～E 及びサンプル 1～3 を、図.1 に示す供試体作成装置に沈降最終高さ がほぼ 2cm になるようにメスシリンダーで調整して試料を投入する。試料にまずアニオン系の凝集剤を各サンプルに対して、沈降特性からみて最適となるように添加し攪拌する。なお、沈降特性から見たアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度は、別途行った実験により塑性指数 I_p と溶液の pH を用いて、 $I_p^{0.5} / \text{pH}$ により決定することができる¹⁾。図.2 に $I_p^{0.5} / \text{pH}$ とアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度の関係を表したグラフを示し、各試料に対するアニオン系凝集剤の最適凝集剤添加濃度を表.3 に示す。その後静置して完全に沈降したのを確認した後、さらにカチオン系の凝集剤を所定の量加え攪拌する。再び完全に沈降したのを確認した後、上澄み水を取り除

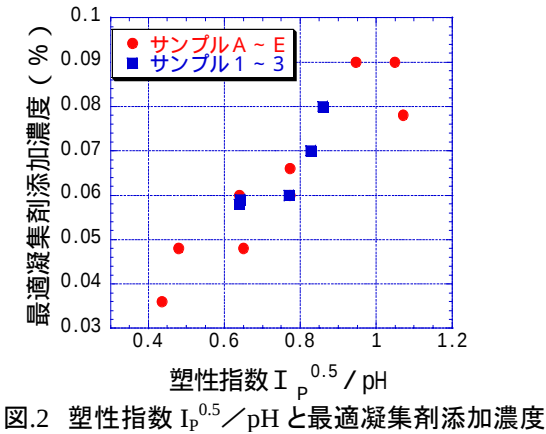


図.1 供試体作成装置

キーワード 土壌洗浄 汚染土壌 高分子凝集剤 細粒分 圧密脱水

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部 58 - 205 TEL03-5286-3405

き ,図.1 に示した装置の上部の筒を取り外し圧密試験用の供試体とする。その後、段階载荷による圧密試験を行う。载荷段階は 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640(kN/m²)の 7 段階とし、各段階での圧密打ち切り時間は 3t_E 法により 120min とした。



	アニオン系高分子凝集剤の最適凝集剤濃度 (%)
サンプルA	0.048
サンプルB	0.063
サンプルC	0.090
サンプルD	0.090
サンプルE	0.078
サンプル1	0.060
サンプル2	0.058
サンプル3	0.059

3. 実験結果・考察

土壌洗浄の処理コストを低減させるためには、濃縮残渣である脱水ケーキ(湿重量)を減少させることが重要である。本実験では圧密終了後の供試体最終高さに注目した。最終高さを初期高さと除した比(以下、減量比と呼ぶ)から凝集剤最適添加量を決定した。図.3 に各サンプルの凝集剤添加濃度と減量比の関係を示す。減量比が小さくなるほど脱水ケーキのボリュームが減少するので、この減量比が極小となる凝集剤の添加濃度を各試料の最適凝集剤添加濃度とした。図.4 に塑性指数と最適凝集剤添加濃度の関係を示す。最適凝集剤添加濃度は、試料の塑性指数が大きくなるに従って単調に増加する傾向にあった。塑性指数の増加に伴う最適凝集剤添加濃度の増大は、アニオン系高分子凝集剤で凝集した際に形成されるブロックの大きさが原因であると考えられる。塑性指数が大きくなるほど細粒分が多いので、沈降ブロックの大きさも小さい。沈降ブロックが小さくなると、同重量の試料に含まれるブロック量も多くなるのでカチオン系凝集剤はより多く必要となると考えられる。図.4 を用いれば、試料の塑性指数をもとにカチオン系高分子凝集剤の最適添加量を決定できる。

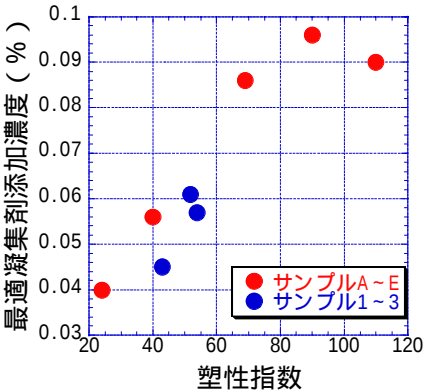
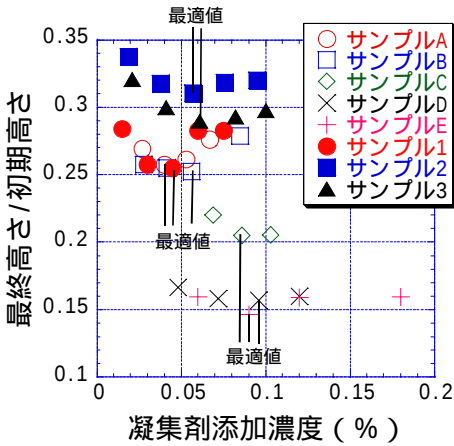


図.3 凝集剤添加濃度と減量比の関係

図.4 塑性指数と最適凝集剤添加濃度の関係

4. まとめ

カチオン系高分子凝集剤の最適凝集剤添加濃度は、細粒分の塑性指数が大きくなるにつれて大きくなる、従って、細粒分の塑性指数をもとにカチオン系高分子凝集剤添加濃度を容易に決定することができる。

参考文献:1)石田, 赤木, 毛利, 田中;汚染土壌懸濁液の沈降速度からみた凝集剤の性能評価, 第 40 回地盤工学研究発表会(2005), 投稿中