

建設汚泥の中間処理における工程管理について

建設汚泥 中間処理

早稲田大学大学院 学生会員 ○畠山 潤

早稲田大学 国際会員 赤木 寛一

1. 目的と背景

建設工事で発生する建設汚泥は、産業廃棄物に分類され、中間処理を施したうえで最終処分あるいは再利用される。建設汚泥は他の建設廃棄物と比較して再利用率が低く(図1)、建設廃棄物排出量でみると10%にすぎないが最終処分量では30%を超えている。これは循環型社会の実現に向けて環境地盤工学的に課題となっており、また最終処分に係るコストや処分場の容量の面からも、建設汚泥の中間処理の技術向上による最終処分量の低減は重要である。

本研究では操業中の汚泥中間処理プラントを対象として、中間処理の各工程における問題点の解決策を提案することを目的として、実験的な調査を行った。

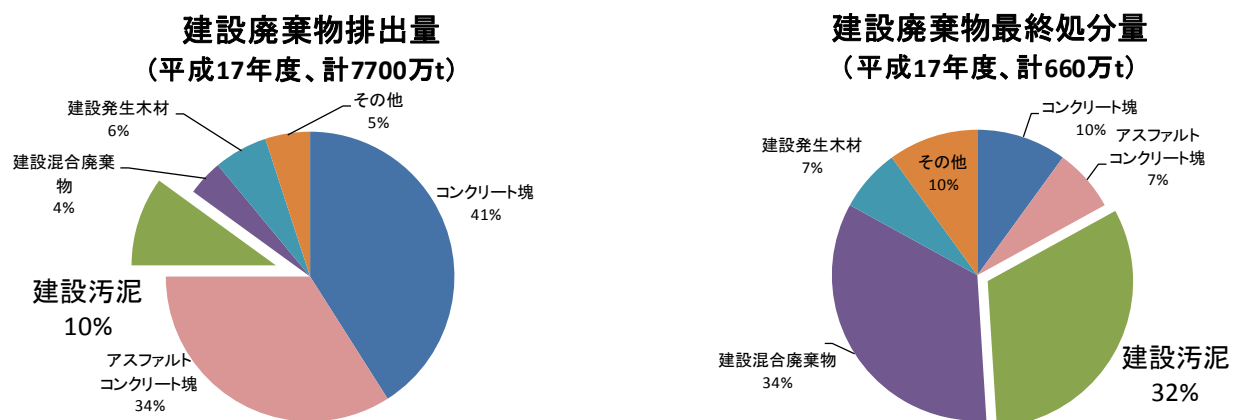


図1 平成17年度建設廃棄物

2. 処理フローと課題

本研究では、中間処理フローを(1)搬入、(2)中間処理、(3)出荷の3つに分け、各段階における課題を整理した。(1)搬入は、建設現場から運び込まれた建設汚泥を受け入れ、処理に移す工程をいい、(2)中間処理は高分子凝集剤と脱水機および石灰系固化剤を用いた中間処理の工程、(3)出荷は固化した汚泥を最終処分または再利用を目的として外部に運び出す段階である。対象とした中間処理場では搬入時の汚泥の検査基準を現場の技術者の経験に頼っており、そのため必要となる凝集剤や固化剤の選定及び添加量もまた経験則である。したがってここでは、搬入時の簡便な汚泥品質検査をもとにして適切な凝集剤と固化剤の選定及び添加量の決定ができる、一貫した処理システムの構築を目的として実験的検討を行った。

3. 実験概要

実験では、カオリン・ベントナイトの混合試料および有楽町層系から採取した自然粘土試料を用いて実験を行った。

それぞれの物性値を表1に示す。実験における汚泥試料は含水比を1900%として各実験を行った。

表1 各サンプルの物性値

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	自然試料
カオリン:ベントナイト	10:0	8:2	6:4	—
液性限界 w_L (%)	49.1	88.4	143.0	56.8
塑性限界 w_p (%)	29.3	22.6	25.8	23.3
塑性指数 I_p	19.8	65.8	117.2	33.5
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.606	2.661	2.691	2.729
平均粒径 D_{50} (mm)	0.006	0.0045	0.0037	0.0172
pH	6.16	10.43	10.43	9.06

3. 1 汚泥品質検査

建設現場から受け入れた汚泥の簡易な品質検査方法として、次に示す手順でSS(懸濁物質)濃度測定試験を行った。汚泥資料サンプルを攪拌し、10分静置する。スポイトを用いて適量採取した懸濁液を、吸引ろ過装置を用いて懸濁液をろ過し、ろ紙を乾燥させる。乾燥後、ろ紙に残った懸濁物質の質量を測りSS濃度を算出する。

実験で得られたSS濃度測定結果を表2に示す。

表2 SS濃度測定結果

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	自然試料
塑性指数 I_p	19.8	65.8	117.2	33.5
SS濃度(g/ml)	0.0130	0.0298	0.0355	0.0058

3. 2 凝集沈殿実験

500ml メスシリンダーに含水比 1900%に調整した汚泥試料サンプルを 500g 投入し、実際の状況を考慮してセメントを 12.5g (セメント濃度 50%) 添加する。これを十分に攪拌し、水に 0.3%濃度で溶解したアニオン系高分子凝集剤を添加し、水と分離した土粒子フロック界面の沈降速度を測定した。

凝集剤の性質として、凝集剤の添加量に応じて沈降速度が増加し、過剰添加になると沈下速度は逆に増加する性質が知られている。沈降速度が最大となるときの凝集剤添加量を最適添加濃度とし、SS 濃度試験結果との関係を調べた。なお、沈降速度とは図 2 に示す沈降曲線の初期接線の傾きであり、セメント濃度および凝集剤添加濃度は汚泥試料サンプル中の土粒子の乾燥重量に対する各乾燥重量の割合である¹⁾。

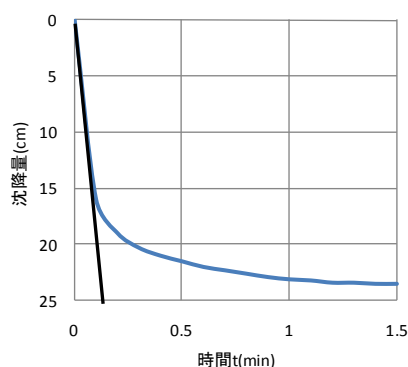


図 2 沈降曲線

図 3 に SS 濃度と最適添加濃度の関係をそれぞれ示す。図 3 より、SS 濃度と最適添加濃度との間には比例関係がみられる、SS 濃度の測定により凝集剤の最適添加濃度を決定することができると考えられる。

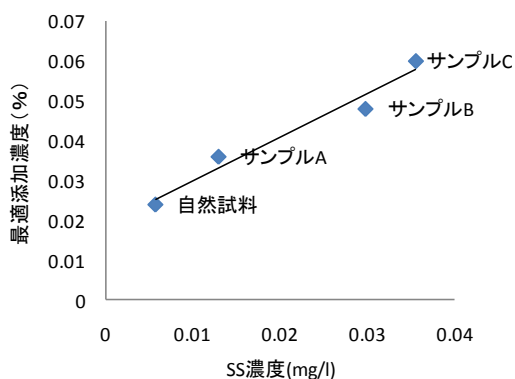


図 3 SS 濃度と最適添加濃度の関係

3. 3 固化実験

上記凝集沈殿実験より得た凝集剤の最適添加濃度によって凝集沈殿させたフロックを、1 時間静置し上澄み液を取り除

いたのち、石灰系固化剤（石灰：セメント：石膏＝5：4：1）を添加して固化する。一定時間経過後、処理土をコーン貫入試験により強度を測定する。中間処理プラントでは目標とするコーン指数は様々だが、本研究では再利用性を考慮して第三種建設発生土に分類される 400kN/m²を基準とする。

固化処理土の強度発現には一般的に養生期間 1～3 日を要す。ここでは、3. 2 凝集沈殿実験と関連付けるため、固化剤添加濃度 5.0%、養生期間 2 日におけるコーン指数と SS 濃度との関係を図 4 に示す。これより、SS 濃度が 0.025mg/l 以下の汚泥資料サンプルについては、養生期間 2 日において固化剤添加濃度 5.0%で 400kN/m²を上回ることがわかる。なお、固化剤添加濃度とは、凝集沈殿前の汚泥試料サンプルの重量に対する固化剤の重量の割合である。

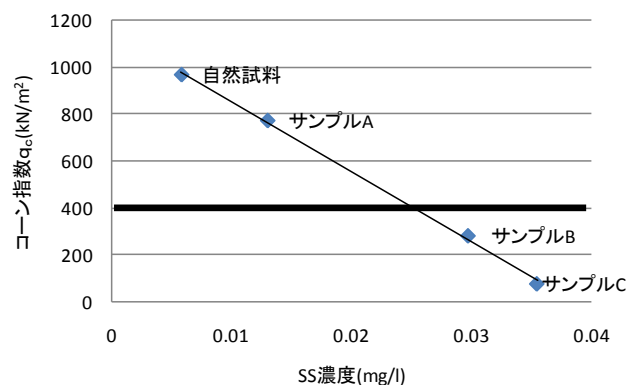


図 4 コーン指数と SS 濃度の関係

4. まとめ

本研究から得られた成果を下に要約する。

- SS 濃度とアニオン系高分子凝集剤の最適添加濃度との間には比例関係がみられる。
- 中間処理プラントでは、搬入汚泥の SS 濃度を測定することで最適添加濃度を知ることができると考えられる。
- 固化剤による固化実験では、一定の固化剤添加濃度の下で SS 濃度とコーン指数との間に比例関係がみられる。
- 中間処理プラントでは、搬入汚泥の SS 濃度を測定することで固化剤添加量および養生期間を決定することが出来る可能性が高い。

今後は、この凝集沈殿および固化処理において得られた結果をもとに、実際の中間処理プラントにおける適用可能性について検討する予定である。

本研究を進めるにあたり、株式会社東興開発より多大な援助をいただいた。記して謝意を表する。

参考文献：1)赤木,毛利,田中,石田：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,Vol62.No.3,359-368, 2006, 土木学会論文集 G