

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 凝集 固化

早稲田大学 学生会員 ○野元亮太  
 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. まえがき

産業廃棄物に分類される建設発生汚泥の処理は、中間処理を行ったうえで、最終処分場に廃棄するか、埋め立て材などの用途で再利用するといういずれかの方法がとられているのだが、建設汚泥は他の産業廃棄物と比較して再利用率が著しく低い。図1にある通り、排出量全体でみれば、その10%でしかない建設汚泥は、最終処分量では全体の約1/3を占めている。最終処分をする際にかかるコストや最終処分場の残余年数にも限りがあり、今後建設発生汚泥を再利用可能な品質に処理する技術やプロセスが必要とされている。

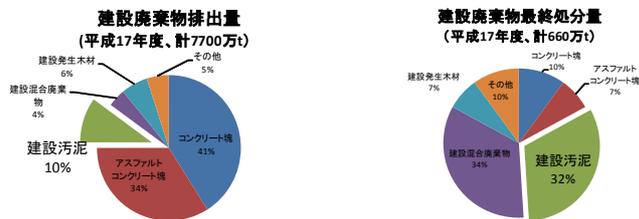


図1 建設廃棄物の排出量及び最終処分量

本研究では、建設発生汚泥の再利用にあたり、中間処理過程にて生じる課題の解決、およびその簡易化、円滑化を図ることを目的とし、中間処理プラントにおける各工程管理に対して必要となる技術開発に関連した実験的検討を行った。

2. 現場が抱える課題

今回研究対象とした無機汚泥の処理プラントでは、中間処理を行う際、多くの課題が各工程内に見られた。そのいくつかを表1に示す。現状では、全体的に現場の技術者の経験則による作業を行っており、各工程を決定する明確な指標は存在しない。本研究では、汚泥の品質を示す具体的な管理指標を設けることで、凝集剤や固化剤の添加量を簡易かつ確実に決定することのできるシステムを構築し、今後の中間処理過程における効率的な処理を実現するための足がかりをつくることを目的とした。

表1 現場における作業工程ごとの課題

受け入れ	中間処理	製品出荷
品質のばらつき 受け入れ検査基準	減容化技術 固化剤の選定・添加量の決定 水処理技術 凝集剤の選定・凝集技術	用途と規格 品質基準 養生期間 硬化期間

3. 実験の概要

本研究では、カオリン・ベントナイトの混合試料(サンプルA, B, C)および有楽町層から採取した粘土試料(サンプルD)を用いて実験を行った。それぞれの配合表、およびその物性値は表2の通りである。本研究では、プラントにおける受け入れ状態を参考にして、泥水の含水比を1900%に統一し各試験を行った。

表2 サンプルの配合表およびその物性値

サンプル名称	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD
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	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
pH	12.08	12.32	12.38	9.52
粒土 $D_{50}$ (mm)	0.0060	0.0045	0.0037	0.0172
密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.606	2.661	2.691	2.729

3.1. 汚泥品質検査(SS濃度試験)

本研究では、受け入れた建設汚泥の品質を数値化することを目的として、SS(懸濁物)濃度測定試験を行った。なお、今回は凝集剤の効果にpHとSS濃度の両者が関係することから、サンプルのpHとSS濃度の積を指標とした。本試験は、攪拌後10分間静置した試料を、スポイトを用いて採取しろ紙に吸収させ、吸引濾過装置を用いて濾過した後にろ紙を乾燥させる。乾燥後、ろ紙に残った懸濁物の重量を測ることで、SS濃度を算出する。SS濃度測定試験の結果を表3に示す。

表3 SS濃度測定試験結果

サンプル名称	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD
カオリン:ベントナイト	10:0	8:2	6:4	
塑性指数 $I_p$	19.8	65.8	117.2	33.5
SS濃度(g/ml)	0.013	0.02975	0.0355	0.0058
pH	12.08	12.32	12.38	9.52

### 3.2. 凝集沈殿試験

ここでは、500ml メスシリンダーにサンプルを投入し、これにアニオン系凝集剤（濃度 0.3%）と、実際の汚泥を想定して、土粒子との重量比（セメント濃度と定義）50%のセメントを混入して実験を行い、アニオン系凝集剤の最適添加濃度（最も効率よく凝集を行うことができる凝集剤添加濃度）<sup>1)</sup> を求め、pH 及び SS 濃度の積との関係性を求めることを目的とした。試験では、凝集剤を添加し、凝集によって分離した固液界面の沈降曲線（図 2）を求める。沈降曲線の初期接線を沈降速度とする。凝集剤添加濃度と沈降速度は比例関係になく、沈降速度が最大となるときの凝集剤添加濃度を最適添加濃度とする。各サンプルの SS 濃度および pH の積と最適添加濃度の関係を図 3 に示す。図 3 より、両者の間には比例関係を見ることができ、SS 濃度及び pH を指標とすることで凝集剤最適添加濃度を簡易に求めることができる。

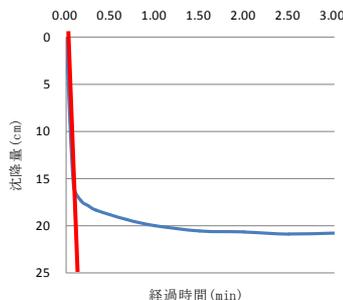


図 2 沈降曲線

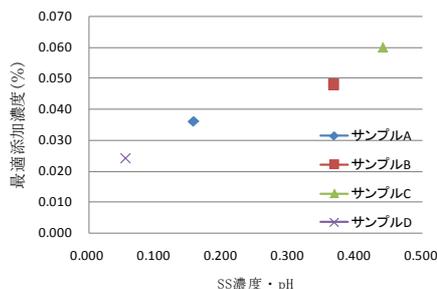


図 3 SS 濃度及び pH の積と最適添加濃度の関係

### 3.3. 固化強度に関するコーン貫入試験

凝集操作をした試料に対し、石灰系の固化剤を加えて固化し、固化強度をコーン貫入試験で求める。本試験では、第 3 種建設発生土と同等の品質基準である 400kN/m<sup>2</sup> のコーン指数を得るために必要な固化剤の添加濃度を簡潔に求めることを目的とした。ここでは、38kg の水に 2kg の粘土試料、1kg のセメントを混ぜ合わせたサンプルに 0.3%の凝集剤を最適添加濃度分投入し凝集沈殿を発生させる。これを 1 時間静置したのち上澄みを捨て、凝集前の全重量に対し 2.5%、5.0%、7.5%の固化剤を混合し、それぞれで発現する強度を 24 時間ごとにコーン貫入試験で測定した。図 4~6 に、固化剤添加濃度ごとの SS 濃度及び pH の積とコーン指数の関係を示す。

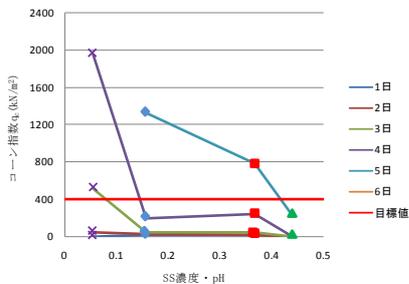


図 4 固化剤添加濃度 2.5%

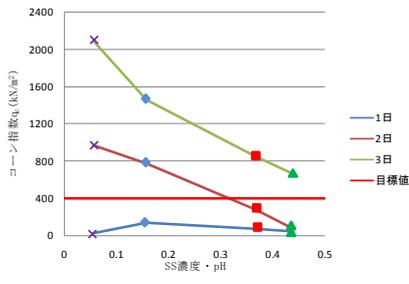


図 5 固化剤添加濃度 5.0%

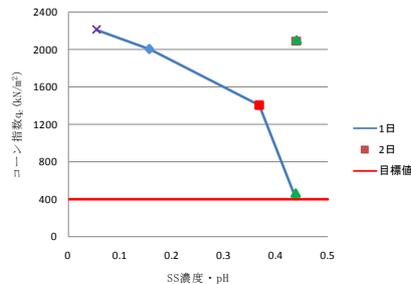


図 6 固化剤添加濃度 7.5%

以上の図より、データ数の関係上ばらつきはあるものの、SS 濃度及び pH の積とコーン指数の間には一定の関係を見ることができ、SS 濃度及び pH の積を指標とすることで、所定の養生期間に対応して発現されるコーン指数を簡易に求めることができるといえる。塑性指数の大きいサンプルほど強度の発現に時間を要したのは、細粒分を多く含む試料ほど凝集沈殿後の初期含水比が高かったためと思われる。

## 4. まとめ

SS 濃度及び pH を指標とすることで、凝集剤及び固化剤の添加量を簡易に決定することが可能であるといえる。今後は、実験の母数を増やすことでより汎用性のある関係を求め、中間処理のプラントにおける適用性を確認する予定である。

本研究を進めるにあたり、株式会社東興開発より多大なご援助を頂いた。記して謝意を表す。

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, 土木学会論文集 G