

最終処分を考慮した下水汚泥の脱水法の最適化に関する研究

熊本大学工学部 学生員 ○高山真紀

熊本大学工学部 正 員 原田浩幸

熊本大学工学部 正 員 中島重旗

1. はじめに

本研究では、汚泥に粘土を添加して、脱水後、コンポスト化処理を行い、緑農地へ還元することを検討した。汚泥と粘土の混合コンポストを還元すると、粘土は土壌の団粒化に、汚泥は有機源として有効と考えられる。本講演では、脱水過程での脱水性および脱水ろ液の水質への影響と脱水ケーキの通気性について述べる。

2. 実験

2.1. 汚泥および粘土 熊本県H下水処理場の嫌気性消化汚泥を実験毎に消化槽からサンプリングして実験室に持ち運んだ。凝集剤には中カチオン系高分子凝集剤（ハイロックMP-373〔㈱協立有機〕）1%の水溶液を調製した。粘土はゼオライトを用いた。

2.2. 脱水実験とリン酸濃度の測定 サンプル汚泥100mlに粘土を混合し、引き続き高分子凝集剤を添加した。1分間、100rpmマグネチックスターウで攪拌した後、直ちにヌッチェテスト装置（宮本理研工業㈱製リーフテスト脱水試験器）を用いて脱水を行い、脱水経過時間と脱水量の関係からろ過抵抗を求めた。ろ紙は5種Cを用いた。ろ過圧力は200mmHgで、脱水は5分で操作をうち切り、ケーキの含水率、同時にサンプル汚泥の性状と脱水ろ液中のリン酸濃度を下水試験法に基づいて測定した。

2.3. 乾燥速度曲線の作成 上記の脱水試験で得られたケーキから直径2cm、厚さ2mmの円形サンプルを作製した。これを30℃にセットした市販の乾燥器（㈱Yamato、精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ）の中に設置してあるデジタルプリンター付き秤（㈱Yamato、最小単位0.01g）の上に置き、恒量になるまで30秒毎に自動計測を行った。

2.4. 通気性の検討

直径50mm、高さ30cmのカラムの高分子凝集剤で調質・脱水した汚泥と高分子と粘土で調質・脱水したケーキをそれぞれ同条件で充填する。そして2l/minで通気を行い、圧力損失をマンオメータで測定した。

3. 結果と考察

図1は粘土添加率をパラメータ（汚泥乾燥固形物に対する割合）とし、高分子凝集剤の添加率を変えたときのケーキ比抵抗を示す。高分子凝集剤のみの調質・脱水では、1.0%以上から、ほぼ $12 \times 10^{10} \text{ cm/g}$ で抵抗が一定となる。この抵抗に相当するのは、粘土50%と凝集剤0.6% (0.7%)、あるいは粘土25%と凝集剤0.8%で調質・脱水した場合である。

表1は乾燥速度曲線より求めた、脱水ケーキの水分分布を示す。脱水後の残留水分は、汚泥との親和力の違いにより自由水、間隙水、表面付着水、内部水に分けられる。乾燥速度曲線の恒率乾燥期間は自由水が蒸発し、減率乾燥期間は間隙水、表面付着水が蒸発する。間隙水と表面付着水は蒸発速度が異なるので分類することができる。内部水は平衡含水率に相当する。粘土と高分子凝集剤で調質・脱水したときは、高分子凝集剤のみ調質・脱水みに比べ、親和力の強い間隙水や表面付着水が約1%低下していることがわかる。

図2は粘土の添加率をパラメータとして、24時間攪拌したときのリン酸濃度の変化を示す。時間の経過と共に濃度は徐々に低下し、添加率100%では24時間後、除去率は42.7%に達した。

リン酸の吸着をバッチ実験で調べ、吸着等温線を描いた結果を図3に示す。Langmuir式とFruindrich式の適合性を調べた結果、Fruindrich式で整理することができ、着量 q と平衡濃度の C の間に $q = 0.15 \cdot C^{2.2}$ の関係が得られた。

表2は通気性実験の結果を示す。実験には、高分子凝集剤で調質・脱水したケーキ（ケーキAと略する）、それにオガクズを体積比で1:1、1:3で混合した混合物、および粘土と凝集剤で調質・脱水したケーキ（ケーキBと略する）。それにオガクズを1:1で混合した混合物を用いた。その結果、粘土と凝集剤で調質・脱水した場合は、高分子凝集剤の場合に比べ、圧力損失は13mmHgとなり、ケーキAに比べて50%以下に低減できた。この値はケーキAにオガクズを3倍量混ぜた混合物の圧力損失にはほぼ相当する。また、さらにケーキBにオガクズを混合した場合は、混合しないときの1/13に低下した。

4. まとめ

粘土添加によって固形分は25%程度増加するが、比抵抗から検討した結果、高分子凝集剤が0.4%程度削減可能である。そしてリン酸が吸着除去されるので、脱水ろ液中の濃度を低減することができる。また、脱水ケーキの通気性は、高分子凝集剤のみで脱水したケーキより向上するので、コンポスト化が容易になると思われる。

《参考文献》

- 1) 渡辺亀二郎; 用水と排水, Vol.31, No.6, pp.15~22, 1990 2) K.R.Tsang, P.A.Vesilind; Wat.Sci.Tech., Vol.22, No.12, pp.135~142, 1990 3) 福山洋二, 竹内忠雄, 堀口忠雄; 用水と廃水, Vol.30, No.1, pp.39~45, 1988

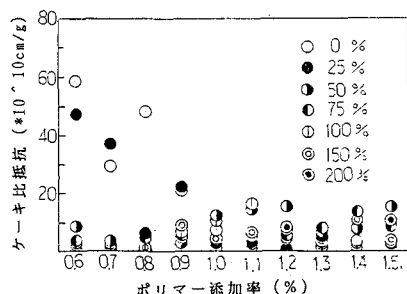


図1 粘土と高分子凝集剤調質に対するケーキ比抵抗

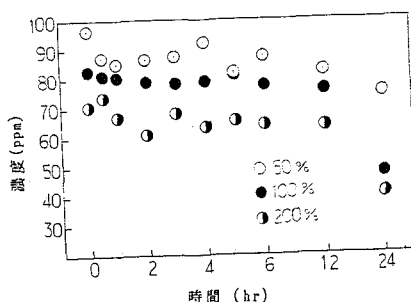


図2 リン酸濃度の経時変化

表1 乾燥速度曲線より求めた汚泥中の水分分布

	高分子凝集剤1.0% 調質脱水汚泥ケーキ	高分子凝集剤1.0%と粘土100% 調質脱水汚泥ケーキ
脱水ろ液量	91.0%	94.4%
残留水分量		
自由水	3.8%	2.1%
間隙水	2.5%	1.6%
表面付着水	2.1%	1.2%
内部水	0.1%	0.7%

表2 通気性実験結果（圧力損失）

ケーキA	30mmHg	ケーキB	13mmHg
ケーキAとオガクズ1:1混合	41mmHg	ケーキBとオガクズ1:1混合	1mmHg
ケーキAとオガクズ1:3混合	6mmHg		

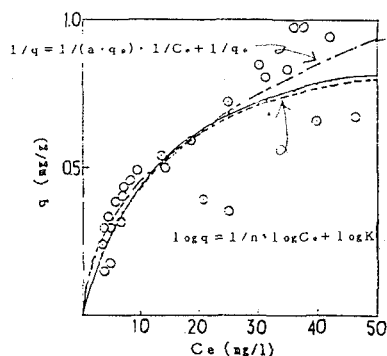


図3 吸着等温線(25℃)