

前凝集プロセスを組み込んだ汚泥処理システムの最適化に関する研究

Optimization of Sludge Treatment System with Pre-Coagulation Process

大下和徹(Kazuyuki OSHITA)

Abstract

The characteristics of sludge generated from the pre-coagulation process were examined by a pilot plant. Using the experimental results, mass balance of solids and phosphorus in a wastewater treatment and sludge treatment system is elucidated. An object-oriented analysis was demonstrated about sludge treatment system with pre-coagulation process. A computer program was developed to calculate mass balance of solids, cost, and site area requirement in each sludge treatment process. The optimized sludge treatment system was extracted by simulating 100,000 patterns of treatment system. The optimized sludge treatment system consists of pre-coagulation process with $\text{FeCl}_3(6\text{mgFe/L})$ + anionpolyma(0.6mg/L), granulator thickening process, centrifuge dewatering process, circulating fluidized bed incineration process, and ash melting process.

Key Words : Pre-coagulation Process, Object-Oriented Analysis, Sludge Treatment System

1. 研究の背景

近年、下水処理システムでは、1)施設のコンパクト化、2)処理水質の向上、3)省エネルギー、4)汚泥の有効利用が求められていることを背景に、新しい下水処理システムがいくつか開発されているが、その一つとして最初沈殿池に凝集剤を添加することにより、BOD、SS のみならずリンをより効果的に除去し、後段の生物処理における負荷を減少させる前凝集プロセスを導入することが提案されている。しかし、前凝集プロセスは水質の負荷を汚泥に移行させることを意味しているため汚泥量が増加するとともに質も変化すると考えられ、より一層汚泥処理が重要となる。そこで本研究では、大阪府鴻池処理場に設置したパイロット実験プラントを用いて、各種凝集剤（PAC、硫酸バンド、 FeCl_3 ）を最初沈殿池に添加した場合の、前凝集沈殿汚泥の発生量、濃縮性、脱水性、焼却特性、溶融特性等の単位汚泥処理操作に対する影響を調べ、処理特性を実験的に把握することを第一の目的とした。

また、実験で得られた結果と当該処理場における固形物、リン収支、および種々の単位汚泥処理操作に関する文献をもとに、各単位汚泥処理操作ごとに装置を選択することで様々なバリエーションの処理システムの物質収支、コスト、所要面積を表現するプログラムを作成し、前凝集プロセスに最適な汚泥処理方法を検討することを第二の目的とした。

2. 研究内容

(1) プラント実験

前凝集沈殿汚泥の処理特性を把握するために、パイロットプラントを用いて、得られた前凝集汚泥の性状分析、回分沈降試験、脱水試験、発熱量測定、溶流度測定等を行った。

(2) 最適汚泥処理システムの抽出

オブジェクト指向分析をサポートする言語 C^{++} を用いて、選択したシステムについて物質収支、コスト、所要面積を計算するプログラムを作成した。そのプログラムを用いて、シミュレーションを行い、処理水質、コスト、所要面積から最適汚泥処理システムを抽出した。

以下に本研究で得られた主な知見を以下に示した。

(1) プラント実験

- ・前凝集沈殿汚泥は脱水調質剤として両性ポリマー、両性カチオンポリマーが適合し、約 1%TS の添加により凝集剤無添加の初沈、余剰の混合汚泥と同程度のケーキ含水率が得られた。
- ・広義の塩基度の観点から FeCl_3 を用いた場合は塩基度調整剤が微量で済み、アルミ系凝集剤を用いた場合は塩基度調整が必要であり経済的にも不利になることが予想できた。

(2) 最適汚泥処理システムの抽出

- ・ C^{++} を用いたオブジェクト指向分析により汚泥処理システムを中心とした下水処理システムをプログラミングした。
- ・プログラム中のパラメータを変えることで鴻池処理場の物質収支をある程度の精度で表現できた。
- ・鴻池処理場を改良した標準システムを基準として、処理水質、ランニングコスト、建設コスト、所要面積の指標から最適汚泥処理システムを抽出した結果、100,000 パターンの処理システムから約 1200 の最適汚泥処理システムが決定された。一例としては RunA：前凝集・凝沈系 FeCl_3 22、造粒濃縮→遠心脱水→循環流動床焼却が挙げられた。
- ・約 1200 の最適汚泥処理システムから再資源化プロセスを含むようにシステムの抽出を行った結果、約 1200 システムから 282 の再資源型システムが決定された。一例としては、RunB：前凝集・凝沈系 FeCl_3 22、造粒濃縮→遠心脱水→循環流動床焼却→灰溶融が挙げられた、図 1 に標準システムとの総合比較図を示す。
- ・再資源化システムから都市型として、所要面積を制約条件としてシステムの抽出を行った結果、16 システムのみが抽出される結果となり、前凝集・凝沈系 FeCl_3 6(mgFe/L)+アニオンポリマー0.6(mg/L)、混合遠心濃縮または混合造粒濃縮→遠心脱水→循環流動床焼却炉→灰溶融のシステムを抽出した。
- ・16 の都市型再資源化システムから、省エネルギーを考慮すると RunC:凝沈系 FeCl_3 (6.0mgFe/L)+アニオンポリマー(0.6mg/L)、混合造粒濃縮→遠心脱水→循環流動床焼却炉→旋回灰溶融が最適システムとして選定された。図 2 に標準システムとの比較図を示す。
- ・夏期を想定したシナリオ分析により、前凝集プロセスの処理特性は、標準システムに比較して汚泥量の増加により処理水質が悪化する傾向にあると考えられた。特に雨天時は凝集剤添加を止めて通常のシステムで処理を行う方が経済的であり、かつ水質の悪化も防げるであろうと考えられた。

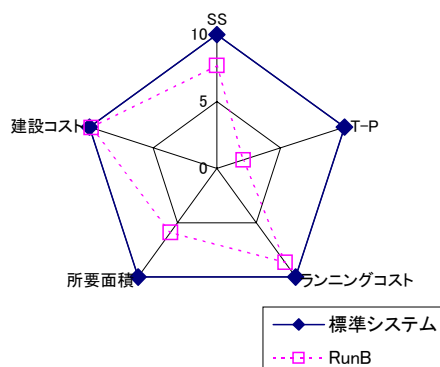


図1 標準システムとRunBの総合比較

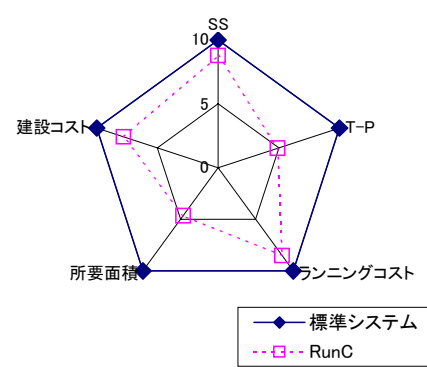


図2 標準システムとRunCの総合比較