

高速凝集沈殿装置スーパーシックナー

High Rate Sedimentation Unit 「Super Thickener」



(環)製品開発室
松井 美純
Yoshizumi Matsui

スーパーシックナーは従来の凝集沈殿装置と比べて5～20倍の処理能力を持つ高速凝集沈殿装置である。スーパーシックナーの最大の特長は①槽内を均等な上昇流とすることにより表面積負荷が大きくなれること②良好な処理水質が期待できること③濃縮槽一体型であるので排出汚泥濃度が高いこと等である。

これらの特長により設備の占有面積は、最小となり、既設のリプレースにおいては、大幅な省スペース、大容量処理も可能になる。

本報告ではこの高速凝集沈殿装置の概要と実験結果の一例を紹介する。

SUPER THICKENER is a high-rate coagulation/sedimentation unit, improving treating capacity by 5-20 times that of the conventional unit.

Its advantages includes high surface loading rate due to uniform upflow, superior treated water quality, the high strength discharged sludge because of integral construction of sedimentation and thickening tanks. These advantages minimize installation space and increase treating capacity. This paper introduces the outline of the thickener together with its operating data with a pilot unit.

Key Words :

沈殿装置
表面積負荷
清澄分離
沈殿濃縮
水力学的特性

Sedimentation unit
Rate Surface loading
Clarification
Thickening
Hydraulic characteristic

まえがき

用水、廃水処理においては、ほとんどの場合固液分離操作が必要とされる。固液分離操作には、液中に懸濁している固形物の密度が液体の密度より大きいのか、または小さいかによって2つの操作にわけられ、前者は沈降分離操作 (sedimentation)、後者は浮上分離操作 (floatation) と呼ばれている¹⁾。

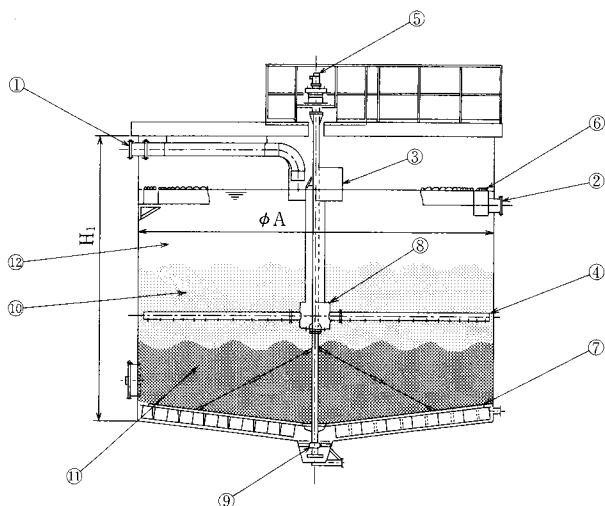
沈降分離操作には、清澄な処理水を得ることを主目的とした清澄分離操作 (clarification) と濃厚なスラッジを得ることを主目的とした沈殿濃縮操作 (thickening) とに分けられる。

凝集沈殿装置は、凝集剤などを添加し、液体中の固形物

を凝集させたフロックを沈降分離するものであり、固液分離装置の一種である。

従来、凝集沈殿装置は通常の装置では表面積負荷0.5～2.0 m³/m²・hr程度であったが、装置の工夫、凝集剤の改良、凝集理論の解明等によって、その性能が向上してきた。それらはスラリー循環型、スラッジブランケット型及び両者の複合型に大別される²⁾。

ここに紹介する高速凝集沈殿装置『スーパーシックナー』は、沈降速度の速いフロックを形成するための造粒技術の検討と高効率な固液分離装置をめざして、沈殿槽内の均等な流れの研究により開発された凝集沈殿装置である。



- ① Raw Water Inlet Pipe
- ② Treated Water Outlet Pipe
- ③ Inlet Box
- ④ Distributor
- ⑤ Rake Driving Unit
- ⑥ Collecting Trough
- ⑦ Rake Arm
- ⑧ Distributing Box
- ⑨ Under water Bearing
- ⑩ Sludge Blanket Zone
- ⑪ Sludge Thickening Zone
- ⑫ Clarified Water Zone

第 1 図 『スーパーシックナー』の構造
Fig. 1 Schematic diagram of "Super Thickener"

1. 原理

1.1 構造と原理

写真 1 に本装置の外観を、第 1 図に本装置の構造を、第 2 図にパイロットプラントフローシートを、また第 1 表にスーパーシックナー主要寸法を示す。

原水（流入水）は、反応槽へ送られ凝集剤と中和剤が添加される。

ここでは懸濁物質は凝集し微細フロックが生成する。

次に原水は造粒槽（混合槽）へ送られ、高分子助剤が添加される。ここでは、沈降しやすいフロックが形成されるとともに、これが後に核となってフロックが成長する。

水位差によりさらに流入水は、造粒槽から高速沈殿槽へ導入される。すなわち沈殿槽中間部にあるディストリビュータから槽内に均等に分散導入される。

ここでは、導入水は回転するディストリビュータにより槽内に均等に分散されるとともに、緩速攪拌される。この時フロックは次第に成長する。そして槽内を上昇する間に、流入水は、固液分離されて、清澄な処理水となり上部にある集水トラフより流出される。

一方フロックは、濃縮されるにつれて、下部濃縮ゾーンに溜まり、間欠的に排泥ポンプにより排出される。また低濃度原水の場合、必要により造粒槽に一部返送される。

1.2 特長

(1) 沈降性のよい粒子が造粒されるように工夫されている。

すなわち

① 造粒槽 SS を最適濃度とする

原水 SS が少ない場合、沈殿槽汚泥を一部返送することにより、造粒槽 SS を最適濃度に調整して運転する。



写真 1 高速凝集沈殿装置『スーパーシックナー』
Photo.1 High Rate Sedimentation Unit "Super Thickener"

第 1 表 『スーパーシックナー』標準寸法表
Table 1 Standard specification of "Super Thickener"

Type	diameter ϕA (mm)	Height H_1 (mm)	Flow volume (m^3/hr)
SPT - 15	1 500	5 100	8 - 17
SPT - 19	1 900	5 150	14 - 28
SPT - 29	2 900	5 200	28 - 66
SPT - 38	3 800	5 300	65 - 113
SPT - 50	5 000	5 350	110 - 196
SPT - 60	6 000	5 450	170 - 280
SPT - 70	7 000	5 550	230 - 380
SPT - 80	8 000	5 550	300 - 500
SPT - 90	9 000	5 650	380 - 635
SPT - 100	10 000	5 750	470 - 785
SPT - 110	11 000	5 850	570 - 950
SPT - 120	12 000	5 850	680 - 1 130

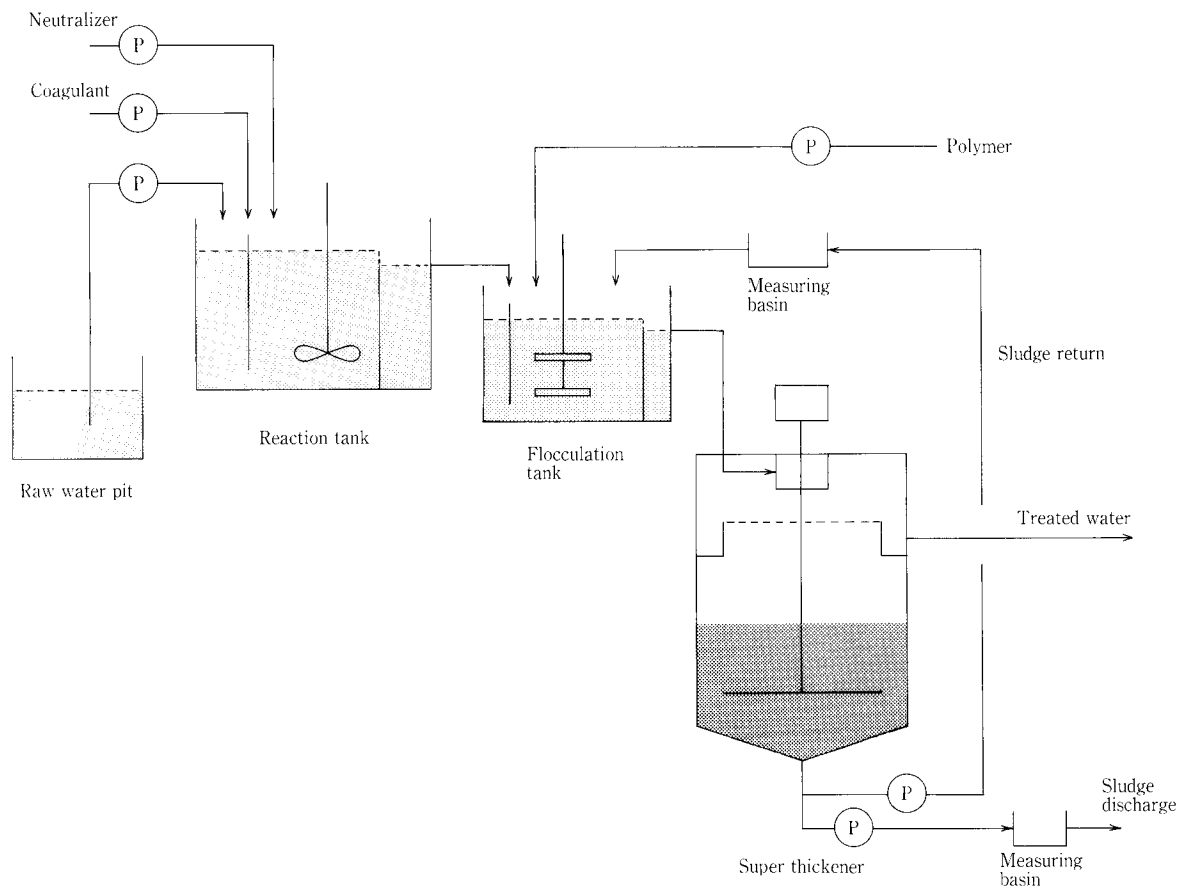
② 最適攪拌条件により設計

③ 最適高分子助剤添加量による運転

(2) 高効率な固液分離装置である。

沈殿槽内では、大小フロックや未凝集小粒子が重力によって分離される。安定した固液分離のためには、乱れの少ない均等な上昇流であることが理想的であり、多段槽列モデルにおける槽数 J 値は、出来るだけ大きくなる条件を作り出す必要がある。

トレーサーテスト法により槽内の水力学的特性、及び、流動数値解析による沈殿槽のスケールアップが性能に及ぼ



第 2 図 『スーパーシックナー』のフローシート
Fig. 2 Flow sheet of "Super Thickener" Pilot Plant

す影響についての須田らの報告³⁾を踏まえ、さらにパイロット実験で検討と実証の上に沈殿槽内詳細が設計されている。その主な特長は次の通りである。

①ディストリビュータによる流入水の均等な分散導入機構
ディストリビュータラテラルの本数と回転速度、噴出オリフィスの孔径、個数、配置、噴出方向等が槽内均等流れにより近くなるように設計されている。

②トラフによる均等集水機構
沈殿槽内の均等流れ、特に清澄ゾーン、ブランケットゾーンの流れを乱さないように集水トラフが配置されている。

(3)汚泥濃縮ゾーンを装備している。
汚泥は濃縮ゾーンで濃縮された後、従来型よりも高濃度で排出される。

(4)運転再開時対策
運転再開時の早期ブランケット回復等の対策が講じてある。これらの特長から、従来の凝集沈殿装置と比較すると次の利点がある。

- ・高表面積負荷が可能である。
従来法 ($0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$) の 5 ~ 20 倍 ($5 \sim 15 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$) が可能
- ・装置がコンパクトである
- ・設置面積が小さい。(従来法の1/5以下)
- ・イニシャルコストが安い。

第 2 表 概略仕様
Table 2 outline specification

Item	Specification
Flow volume	5-30 m^3 / hr
Rate of surface loading	3.3-20 $\text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$
Height of sedimentation tank	5 000 mm
Inner diameter of sedimentation tank	1 400 mm
Number of distributor lateral	6 pipe

- ・引き抜き汚泥濃度が高い。
- ・運転管理が容易である。

2. パイロット実験

パイロット機による実原水での実験例を次に述べる。

2. 1 パイロット機

第 2 図にパイロットプラントのフローシートを示す。また第 2 表に『スーパーシックナー』パイロットの概略仕様を示す。

2. 2 実験結果

1) 実験例 1

製鉄工場熱延工程ろ過器逆洗排水の凝集沈殿処理パイ

第3表 パイロット実験例1
Table 3 Example 1 of pilot test

Raw water	Back washing water of sand filter SS av. 200 mg/L
Plant	super Thickener (Pilot Plant)
Coagulant	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ 600 mg/L
pH control	NaOH
Coagulant aid (anion)	1 ~ 2.4 mg/L
Rate surface loading	5 ~ 13 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$
Treated water	SS 3 ~ 22 mg/L (av. 10 mg/L)

ロット実験例1を第3表に示す。

本排水は平均SSが約200 mg/Lであり、反応槽で硫酸バンド600 mg/L添加し、NaOHでpH7付近に自動制御した後、造粒槽で高分子助剤を1~2.4 mg/L添加して、凝集沈殿処理実験を行った。この時表面積負荷5~13 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ において処理水SSは平均10 mg/Lが得られた。この場合スーパーシックナーの表面積負荷は従来法の10~20倍に相当する。

2) 実験例2

凝集後のフロックがほとんど $\text{Al}(\text{OH})_3$ であり、非常に軽い場合の実験例を第4表に示す。

本原水は平均SSが15 mg/Lのプロセス水である。本原水は反応槽で硫酸バンド150 mg/L添加し、NaOHでpH7付近に自動制御した後、造粒槽で高分子助剤を0.5~2.0 mg/L添加して凝集沈殿処理実験を行った。この時表面積負荷6.6~10 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ において処理水SSは平均10 mg/L以下が得られた。この場合も、表面積負荷は従来法の5~10倍に相当する。

3. 適用分野

スーパーシックナーの適用分野は、従来凝集沈殿装置が使われていたところなら、ほとんどどこでも適用可能である。特に・酸洗浄废水の処理・活性汚泥処理水の後処理において、その特長が発揮される。

既設のリプレースによって、大幅な省スペースが可能である。特に処理対象水が大容量の場合その効果は著しい。

連絡先

松井美純 環境装置事業部
製品開発室
参事
TEL 078-992-6532
FAX 078-992-6503
E-mail y. matsui@pantec.co.jp

第4表 パイロット実験例2
Table 4 Example 2 of pilot test

Raw water	Process water SS av. 15 mg/L	
Coagulant	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ 150 mg/L	
pH control	NaOH	
Coagulant aid (anion)	0.5 mg/L	2.0 mg/L
Max rate surface loading	6.6 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$	10 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$
Treated water	SS < 10 (2~8) mg/L	SS < 10 (3~7) mg/L
Blanket	SS 2000 ~ 2500 mg/L	SS 1500 ~ 1600 mg/L
Floc composition	$\text{Al}(\text{OH})_3$ 47.7 ~ 52.8 % dry SS $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 8.0 ~ 10.2 % dry SS Others 37.0 ~ 44.1 % dry SS	

むすび

前述のとおり、高速凝集沈殿装置『スーパーシックナー』の概要と実験結果の一例を紹介した。

近年、従来の水質に加え、水量、水生生物、水辺地等を総合的にとらえた水環境の保全が必要といわれている。このような状況において、今後ますます用廃水処理技術の発展も期待される。

廃水や用水の処理では、凝集沈殿装置は浮上分離と共に最も基本的な固液分離操作の一つであり、今後も水処理プロセスの中で重要な役割を担うものと思われる。

本報で紹介した『スーパーシックナー』は良好な処理水が得られることの他に従来の凝集沈殿の5~20倍の処理能力を発揮する頼もしい装置である。また本装置は、省スペース、省エネルギー、低コストを満足するものであり、多方面のニーズに応えることができると確信している。

最後に、実験場所を提供いただき、また実験に当たって種々のご協力をいただいた(株)神戸製鋼所の関係各位に深謝いたします。

【参考文献】

- (1) 井出哲夫：“水処理工学—理論と応用—” 技報堂出版
- (2) 厚生省監修：“水道施設設計指針・解説” 日本水道協会
- (3) 須田龍生ほか：神鋼パンテック技報 Vol. 40, No. 2 (1997), P. 10