

# ベルト濃縮機による余剰汚泥 および生汚泥の濃縮

## Thickening of Excess and Primary Sludge by the Belt Thickener



技術本部  
水処理第一技術部技術室  
中 村 暢 大  
Nobuhiro Nakamura  
豊 久 志 朗  
Shiro Toyohisa

近年、高分子凝集剤の価格低下にともない、低維持管理費かつコンパクトな「ベルト型濃縮機」が注目されている。当社では、いくつかの処理場にてベルト濃縮機の実証実験をおこない、当社濃縮機が余剰汚泥、生汚泥、混合生汚泥の3種類の汚泥に対して目標性能（濃縮汚泥濃度4%以上、回収率95%以上、薬注率0.3%程度）を十分に満足することを実証した。また当社濃縮機の特長である特殊セパレータの効果を確認した。さらには、ろ過面傾斜角度の濃縮性能に与える効果を確認し、濃縮汚泥濃度および薬注率が調整可能であることを実証した。

Belt thickeners are gaining popularity because of recent depreciation in polymer price. They don't need high maintenance and running costs and large installation area. Using actual sludge, a demonstration test was carried out with the newly developed belt thickener characterized by ploughs arranged in a staggered pattern. The test showed high performance over the target; thickened concentration over 4%, recapture rate over 95%, and polymer consumption about 0.3%-DS for three types of sludge, namely excess, primary and mixed sludges. In addition, the relation between the angle of filtering surface gradient and thickened sludge concentration was confirmed. These results indicate that the product concentration and polymer injection rate can be controlled depending on requirements.

### Key Words :

ベルト濃縮機  
汚泥濃縮  
余剰汚泥  
生汚泥  
濃縮汚泥

Belt thickener  
Sludge thickening  
Excess sludge  
Primary sludge  
Thickened sludge

### まえがき

これまで機械濃縮法としては、余剰汚泥を対象に遠心濃縮、加圧浮上濃縮、常圧浮上濃縮が主に採用されてきた。しかし、近年、高分子凝集剤の価格低下にともない、低維持管理費かつコンパクトな「ベルト型濃縮機」が注目されている。

今回、余剰汚泥、生汚泥、混合生汚泥の3種の汚泥に対して、30 m<sup>3</sup>/h および15 m<sup>3</sup>/h ベルト濃縮機にて濃縮実験をおこない、その性能を評価した。さらに、ベルト上に設置されたセパレータによるろ過面

の更新とろ過面の傾斜角度の濃縮性能に与える影響についても把握した。

写真1にベルト濃縮機ユニットの外観を示す。

### 1. 濃縮機性能目標値

濃縮機性能目標値は表1のとおりとする。

### 2. 濃縮機実験ユニットの概要

#### 2.1 実験フローおよび濃縮機構造図

本濃縮機のフロー図を図1に、構造図を図2に示す。

供給汚泥および薬品は①ラインミキサーに投入さ

れ、混合された凝集汚泥は②汚泥供給口に投入される。

投入された凝集汚泥は、角度調整可能な上り勾配を有し、一方向に連続走行する③樹脂製ベルト上で過される。ベルト上では、千鳥上に配置された④特殊セパレータによって、圧密された濃縮汚泥を掻き揚げることによる過面を更新し、濃縮効率を高めている。

濃縮した汚泥は⑤濃縮汚泥排出口から排出される。また分離液は濃縮機下部に設けた⑥分離液排出口から排出される。

ベルトは濃縮機内に設けられた⑦洗浄用スプレーにて連続的に洗浄される。

## 2.2 当社ベルト濃縮機の特長

当社ベルト濃縮機は以下の特長を有する。

### 1) 低薬注率

以下の理由から、低薬注率での濃縮が可能である。

- (1) 微細な凝集フロックを捕捉可能であるる材（樹脂製ろ布）を採用しているため、低い添加率で生成する凝集フロックで濃縮が可能である。
- (2) 汚泥の凝集にラインミキサーを使用することで、最適な攪拌強度、凝集時間による凝集が可能である。

### 2) 高濃縮性能

以下の理由から、高い濃縮性能を発揮することが可能である。

- (1) ベルト（ろ過面）が上り勾配となっているため分離液が濃縮汚泥側に搬送されず、濃縮汚泥



写真1 ベルト濃縮機実験ユニット

表1 濃縮機性能目標値

項目	目標値
濃縮汚泥濃度	4.0%以上
処理量	A 処理場：30 m <sup>3</sup> /h 以上 B 処理場：15 m <sup>3</sup> /h 以上
回収率	95%以上
薬注率	高分子1液法 0.3%程度

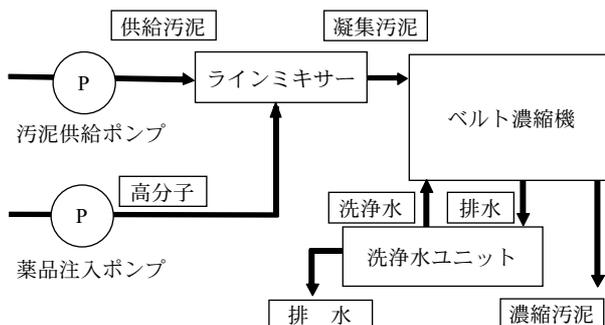


図1 実験フロー

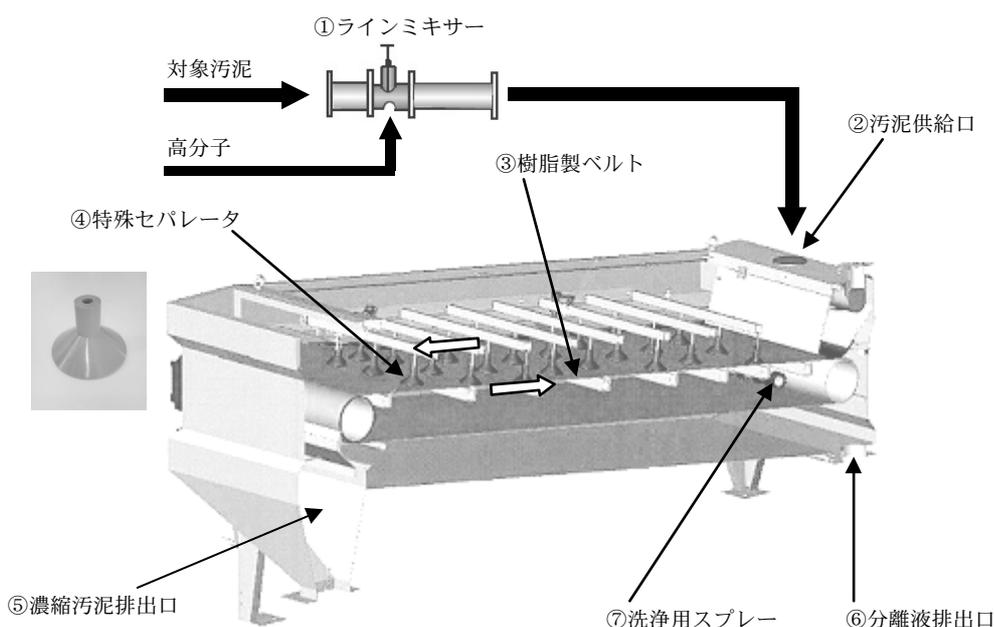


図2 ベルト濃縮機構造図

濃度を向上させる。またこの上り勾配を変更することで、濃縮汚泥濃度の調整が可能である。

- (2) ベルト上に特殊セパレータが千鳥上に配置されており、ろ過面（ベルト接触面）の高濃度汚泥層を掻き揚げて攪拌し、常に低濃度汚泥層をろ過面と接触させるため、濃縮効率が低い。

### 2.3 実験機ユニット仕様

実験機ユニットの仕様を以下に示す。

#### 1) A 処理場

- (1) 型式：30 m<sup>3</sup>/h 機  
 (2) ベルト寸法：長さ3m×幅2m

#### 2) B 処理場

- (1) 型式：15 m<sup>3</sup>/h 機  
 (2) ベルト寸法：長さ3m×幅1m

## 3. 実験結果

### 3.1 各種汚泥における濃縮性能

表2に汚泥性状の一覧を示す。

余剰汚泥に対しては、A 処理場と B 処理場で実験を実施した。A 処理場の夏季余剰汚泥と冬季余剰汚泥を比較すると、冬季の方が夏季にくらべて VTS が 7 % 高く、繊維状物が 5 % 低いので、難濃縮性であると考えられた。また冬季の方が夏季よりも M—アルカリ度が高く、薬品を多く必要とすると考えられた。

一方、A 処理場と B 処理場の余剰汚泥を比較すると、A 処理場余剰汚泥では繊維状物が100メッシュで10～15 % 対 SS であったのに対し、B 処理場余剰汚泥の繊維状物は200メッシュにて1.1 % 対 SS と繊維

分が少なく、難濃縮性であった。

生汚泥に対しては、A 処理場においてのみ実験を実施した。夏季生汚泥と冬季生汚泥を比較すると、夏季の方が冬季よりも30 % 繊維状物が少なかったが、VTS が 3 % 高く、M—アルカリ度も若干高かった。

混合生汚泥に対しては、A 処理場においてのみ実験を実施した。混合生汚泥の混合比は、A 処理場の汚泥の発生比率に合わせて、容積比にて生汚泥：余剰汚泥＝2：13とした。この混合生汚泥の汚泥性状は、夏季と冬季に大きな差はみられなかった。

#### 3.1.1 各種汚泥における濃縮性能

図3に A 処理場および B 処理場における余剰汚泥の濃縮性能を示す。

A 処理場の供給汚泥濃度は夏季、冬季ともに 1 % 程度であった。回収率95 % 以上となる薬注率は0.18 % 対 TS であり、このときの濃縮汚泥濃度は夏季で 5.1 %、冬季で4.6 % であった。また薬注率を0.18 % 対 TS から0.28 % 対 TS まで変化させた場合、濃縮汚泥濃度は夏季で5.1 % から5.6 % まで、冬季で4.6 % から5.1 % までと、ともに0.5 % 程度の幅で変化した。

夏季と冬季の濃縮汚泥濃度の差は、供給汚泥の汚泥性状に起因するものである。冬季は項目3.1に示したように、夏季にくらべて難濃縮性の汚泥であった。このため、冬季の濃縮汚泥濃度は夏季のものにくらべて若干低下したものとなった。

これに対して、B 処理場の供給汚泥濃度は0.7 %

表2 汚泥性状

項目	TS (%)	VTS (%)	繊維状物 (%) 100メッシュ	M—アルカリ度 (CaCO <sub>3</sub> mg/L)
A 処理場夏季余剰汚泥	0.9 (0.9~1.0)	71	15	141
A 処理場冬季余剰汚泥	1.1 (1.0~1.2)	78	10	323
B 処理場冬季余剰汚泥	0.7 (0.6~0.7)	78	1.11 (200メッシュ)	257
A 処理場夏季生汚泥	2.5 (2.2~2.6)	77	12	412
A 処理場冬季生汚泥	2.1 (2.0~2.3)	80	42	424
A 処理場夏季混合生汚泥	1.0 (1.0~1.0)	76	7	282
A 処理場冬季混合生汚泥	1.2 (1.2~1.3)	84	14	311

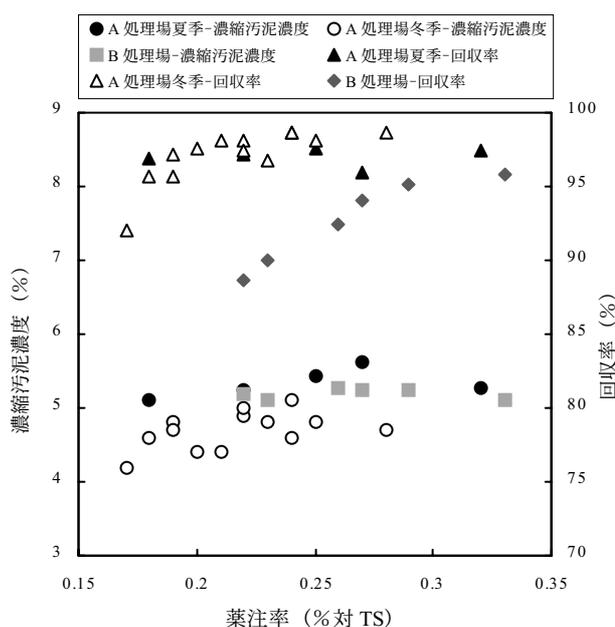


図3 余剰汚泥における濃縮性能

程度であり、A 処理場の供給汚泥濃度よりも低かった。回収率95%以上となる薬注率は0.29%対TSであり、このときの濃縮汚泥濃度は5%以上であった。薬注率を0.23%対TSまで低減しても濃縮汚泥濃度5%以上、回収率90%以上を確保した。

### 3.1.2 生汚泥

図4にA処理場における生汚泥の濃縮性能を示す。

夏季の供給汚泥濃度は平均2.5%であった。夏季に回収率が95%以上となる薬注率は0.21%対TSであり、このときの濃縮汚泥濃度は8.0%であった。

冬季は供給汚泥濃度が平均2.1%と夏季より低かった。冬季に回収率が95%以上となる薬注率は0.19%対TSであり、このときの濃縮汚泥濃度は5.8%であった。

薬注率を夏季で0.21%対TSから0.29%対TS、冬季で0.19%対TSから0.24%対TSまで変化させた場合、濃縮汚泥濃度は夏季で8.0%から8.4%まで0.5%程度、冬期で5.8%から6.6%まで1%程度の幅で変化した。

### 3.1.3 混合生汚泥

図5にA処理場の混合生汚泥における濃縮性能を示す。夏季の供給汚泥濃度は平均1.0%であった。回収率が95%以上となる薬注率は0.20~0.26%対TSであり、このときの濃縮汚泥濃度は5.0~5.6%であった。冬季の供給汚泥濃度の平均は1.2%であった。回収率が95%以上となる薬注率は0.21%対TSであり、このときの濃縮汚泥濃度は4.9%であった。

また薬注率を0.19%対TSから0.28%対TSまで変化させた場合、濃縮汚泥濃度は夏季で5.0%から5.6%、冬季で4.9%から5.3%まで、ともに0.5%程度の幅で変化した。

### 3.1.4 各種汚泥の濃縮性能の比較

余剰汚泥の濃縮倍率は5倍程度、生汚泥の濃縮倍率は3倍程度、混合生汚泥の濃縮倍率は4.5倍程度であり、それぞれの濃縮汚泥濃度には差異があった。これは、汚泥の種類による供給汚泥の濃度が濃縮倍率および濃縮汚泥濃度に影響したものと考えられる。

## 3.2 連続運転安定性

### 3.2.1 余剰汚泥による連続運転

A処理場の夏季余剰汚泥による24時間連続運転のデータを図6に示す。この連続運転における供給汚泥濃度は平均0.87% (0.75~0.94%) であった。薬注率平均0.25%対TS (0.21~0.27%対TS) において、濃縮汚泥濃度平均4.9% (4.6~5.3%)、回収率平均96.1% (94.4%~98.1%) にて、24時間安定し

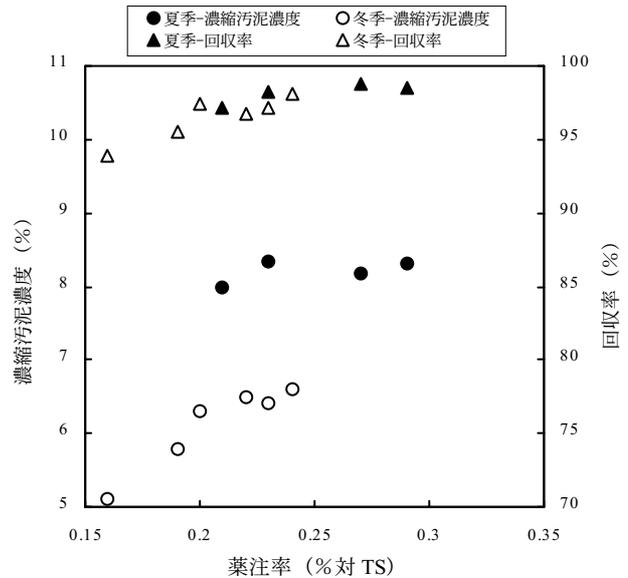


図4 生汚泥における濃縮性能

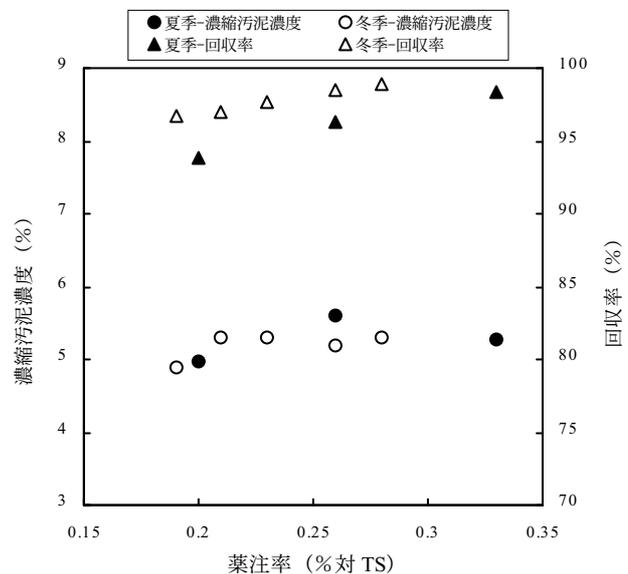


図5 混合生汚泥における濃縮性能

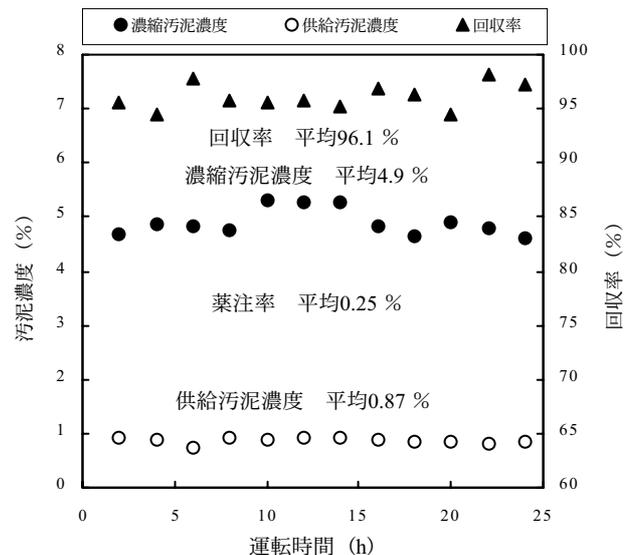


図6 A処理場夏季余剰汚泥における連続運転

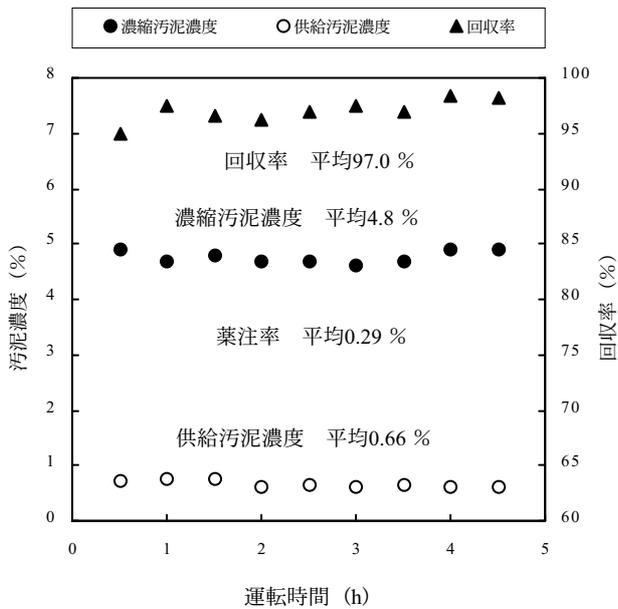


図7 B 処理場夏季余剰汚泥における連続運転

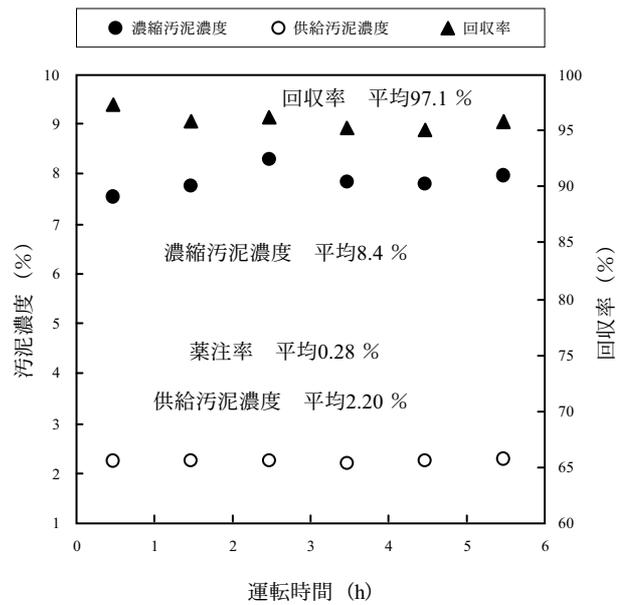


図8 A 処理場夏季生汚泥における連続運転

て運転をおこなうことができた。

B 処理場の冬季余剰汚泥による4時間連続運転のデータを図7に示す。この連続運転における供給汚泥濃度は平均0.66% (0.61~0.74%) であった。薬注率平均0.29% 対 TS (0.28~0.32% 対 TS) において、濃縮汚泥濃度平均4.8% (4.6~4.9%), 回収率平均97.0% (94.9%~98.4%) にて、4時間安定して運転をおこなうことができた。

### 3. 2. 2 生汚泥による連続運転

A 処理場の夏季生汚泥による6時間連続運転のデータを図8に示す。この連続運転における供給汚泥濃度は平均2.20% (2.09~2.26%) であった。薬注率平均0.28% 対 TS (0.27~0.30% 対 TS) において、濃縮汚泥濃度平均8.4% (8.1~8.9%), 回収率平均97.1% (96.6%~98.1%) にて、6時間安定して運転をおこなうことができた。

### 3. 3 特殊セパレータの効果

処理量30 m<sup>3</sup>/h、濃度0.8~1.0% 余剰汚泥における特殊セパレータの有無による濃縮性能の違いを図9に示す。セパレータを使用することによって、濃縮汚泥濃度が約1.4% 向上し、回収率に大きな違いはないことがわかった。

これは図10に示すように、ろ過面が高濃度汚泥層を掻き上げて攪拌し、常に低濃度汚泥層をろ過面と接触させ、濃縮効率を高めているためと考えられる。

### 3. 4 ろ過面傾斜角度の濃縮性能に与える影響

処理量30 m<sup>3</sup>/h、濃度2.0~2.5% の生汚泥における

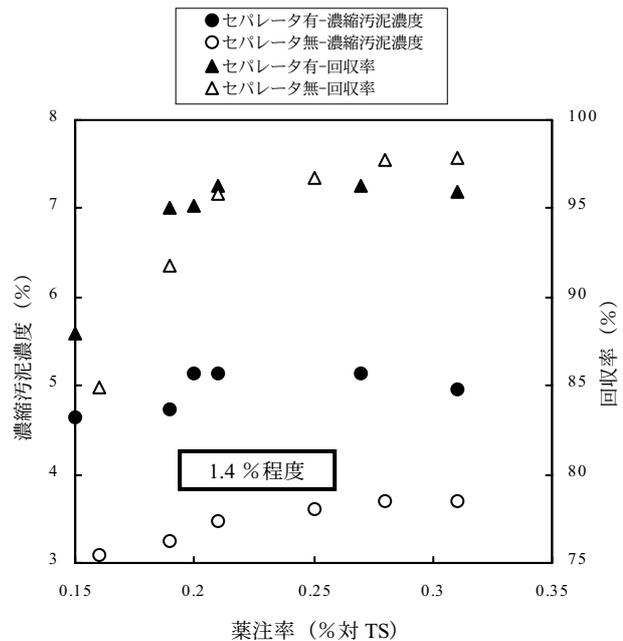


図9 特殊セパレータの影響

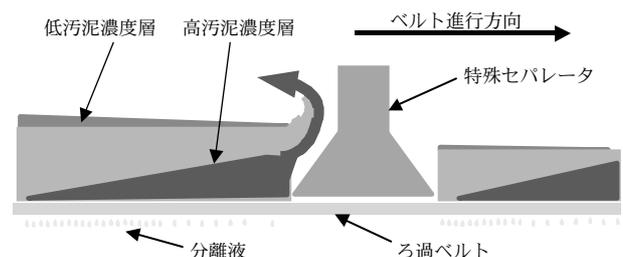


図10 特殊セパレータによる汚泥の攪拌

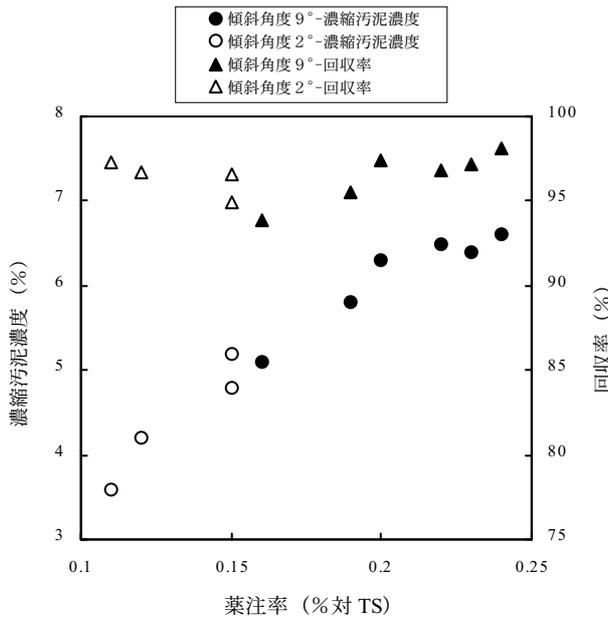


図11 ろ過面傾斜角度の影響

ろ過面傾斜角度と濃縮性能の関係を図11に示す。

ろ過面傾斜角度が9°の場合、回収率95%以上を満足する最適薬注率は0.20%対TSで、このときの濃縮汚泥濃度は6.3%であった。これに対して、ろ過面傾斜角度を2°とした場合、回収率95%以上を満足する最適薬注率は0.20%対TSから0.12%対TSに低減された。このときの濃縮汚泥濃度は4.2%であった。

ろ過面傾斜角度の違いによるろ過時間とろ液量の関係を図12に示す。

ろ過面傾斜角度が9°の場合、汚泥投入箇所汚泥溜りが形成され、そのビーチ箇所汚泥が、傾斜したベルトを登坂できるまで濃縮されるため、短時間で多量のろ液が排出されている。この作用により登坂開始地点で高濃度化し、この結果、到達濃縮汚泥濃度は6.1%まで上昇した。

これに対して、ろ過面傾斜角度2°の場合、汚泥はより容易にベルトで搬送されるため、徐々にろ液が排出され、この結果、到達濃縮汚泥濃度は5.3%に低減した。一方、傾斜角度を2°にした場合、濃縮汚泥の登坂が容易になるため、低薬注率で生成さ

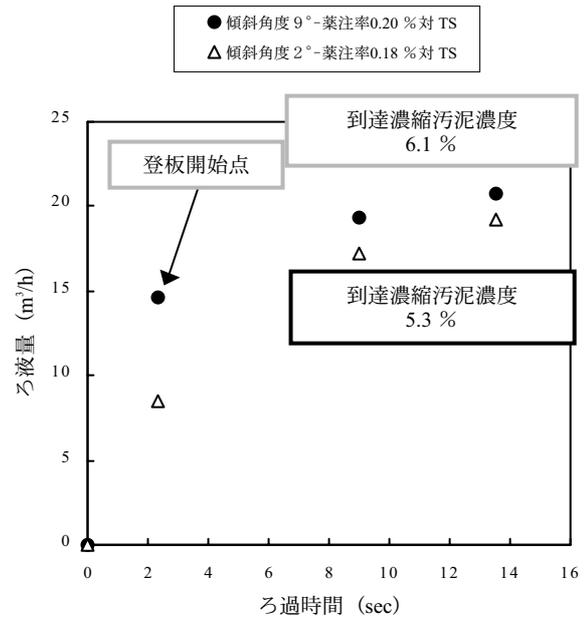


図12 ろ過時間と濃縮汚泥濃度の関係

れる微細な凝集フロックでもろ過が可能になり、これが薬注率の低減に寄与したものと考えられる。

このように、ろ過面傾斜角度を調整することによって、濃縮汚泥濃度および薬注率を調整可能であることがわかった。

## むすび

ベルト濃縮機をもちいた実験をおこない、その濃縮性能が目標値（濃縮汚泥濃度4%以上、回収率95%以上、薬注率0.3%程度）を十分に満足し、連続で安定的な運転が可能であることを実証した。

また当社ベルト濃縮機の特長である特殊セパレータの濃縮性能に及ぼす効果を実証した。さらには、ろ過面傾斜角度の濃縮性能に及ぼす効果を確認し、濃縮汚泥濃度および薬注率を調整可能であることを実証した。

本ベルト濃縮機は従来の機械濃縮設備にくらべ、低維持管費かつコンパクトとメリットも大きく、今後ますますの普及が期待される。

最後に、今回の実証実験に際し、多大なご協力をいただいた関係各位に深く感謝申し上げます。