

# ベルト型ろ過濃縮システム に関する実用化評価研究

## 1. はじめに

下水処理工程において発生する汚泥の濃縮には、動力費が極めて少なく経済的である重力濃縮方式が主に採用されてきた。しかし近年、汚泥中の有機分の増加、集約処理に伴う長距離送泥中の汚泥腐敗などにより、この重力濃縮方式による汚泥濃縮性の悪化が見られるようになった。このため固形物回収率の低下による水処理への逆流負荷増大や、濃縮汚泥濃度の低下による消化処理や脱水処理などの後段設備の処理効率低下などを引き起こしてきている。これらの現象は水処理施設と汚泥処理施設間での汚泥の再循環に伴う処理コスト増大等の問題を呈するに至り、各地で機械濃縮方式への変更がなされてきた。

荒尾市浄水センターにおいても、平成5年頃から消化槽の脱離液性状が悪化し、平成6年頃から重力濃縮槽の分離液性状の悪化が顕著となり、正常な汚泥処理が困難な状況となった。荒尾市は当面の対策として消化槽への投入量を減らし直接に脱水処理することなどを実施するとともに、独自にベルト型ろ過濃縮機を開発し、基礎調査を行い試験機を試作し、その試用を行ってきた。

これを受けて、汚泥性状の影響を受けにくい高速汚泥濃縮技術の確立を目指して、機能高度化促進事業（新技術活用型）として平成13年度から実用化研究を開始した。

本研究は、ベルト幅0.5mのベルト型ろ過濃縮機

と付帯装置を備えた実証試験機によって、汚泥濃度0.4～2%程度の余剰汚泥や最初沈殿池汚泥に対して、汚泥供給量 $15\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ 以上、濃縮汚泥濃度4%以上、SS回収率95%以上の目標を達成するための処理性能の調査、および維持管理特性や、後段の消化処理や脱水処理に与える影響を明らかにし、ベルト型ろ過濃縮技術の実用化を図ることを目的とする。

## 2. 技術の概要

### 2.1 荒尾市浄水センターの概要

荒尾市浄水センターは、昭和58年3月に供用開始した標準活性汚泥法の分流式下水処理場である。平成12年度末の荒尾市浄水センターの処理概要は、処理人口33,900人、処理能力 $12,600\text{m}^3/\text{日}$ （日最大）で、汚泥処理方式は濃縮→消化→脱水である。

### 2.2 ベルト型ろ過濃縮機の概要

表-1 ベルトろ過濃縮システムの性能目標

	項目	仕様
性能 目標	処理量	$15\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ 程度
	濃縮汚泥濃度	約4%以上
	SS回収率	95%以上
	ろ過時間	20秒以内
	薬注率	高分子凝集剤 0.3%程度

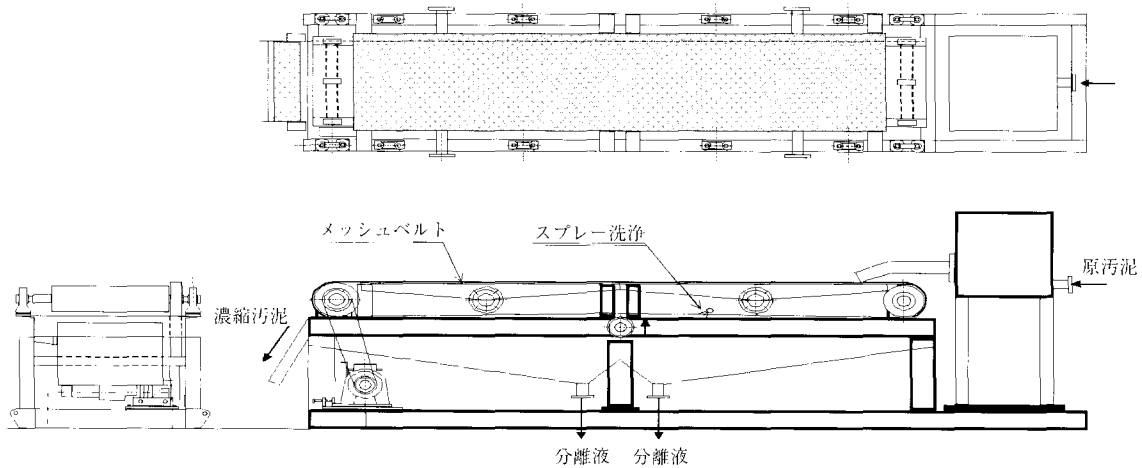


図-1 ベルトろ過濃縮機の構造概要

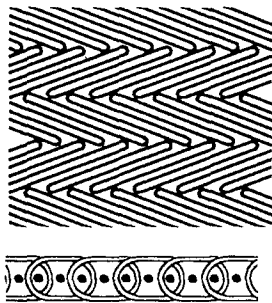


図-2 メッシュベルトの構造

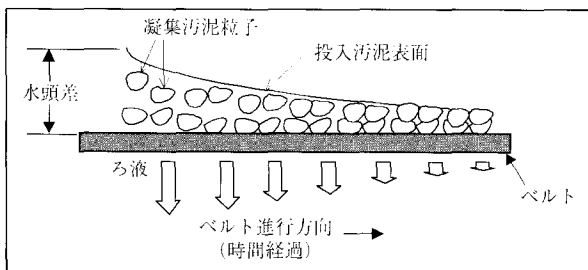


図-3 ベルトろ過濃縮の概念図

ベルト型ろ過濃縮機の構造を図-1に示す。高分子凝集剤を添加して凝集した原汚泥をベルト上に投入する。ベルトは自走しており、ベルト上の汚泥は排出部へと運ばれる。ベルトはメッシュ構造になっており、汚泥は移送される間にベルト上でろ過が行われ汚泥が濃縮される。濃縮された汚泥は末端から排出される。ベルトに再び汚泥が投入される間にスプレー水によって洗浄し、ベルト中に蓄積された汚泥を洗い流し、目詰まりによる水切れ障害を起こさないようにする。ベルトの構造を図-2に示す。ベルトはSUS304製の針金を螺旋状に編み込み、空隙を持った二重構造としている。このため、脱水機等の樹脂性のろ布と異なり、耐久性に優れ、装置自体と同じ寿命が期待できる。

ベルト型ろ過濃縮機におけるろ過の概念図を図-3に示す。ベルト型ろ過濃縮機において、泥状混合物は高分子凝集剤で凝集させた汚泥であり、ろ材はメッシュ構造のベルトである。

### 2.3 研究計画と実験方法

本研究の全体計画を表-3に示す。3種(初沈・余剰・混合)汚泥について、四季の濃縮特性を求めるとともに他施設への影響を調査し、設計諸元の確立および経済性評価を行う。

実証試験機の外観を写真-1に、その主な仕様を表-2にそれぞれ示す。また、本研究の実験条件は

表-2 ベルトろ過濃縮実証試験機的主要仕様

項目	仕様	備考
ベルト巾	0.5m	
外形寸法	1.5mW×4.0mL×1.4mH	
処理量	15m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ・h	目標値
駆動動力	1.5kW	
ろ過ゾーン長	1.5m, 2.0m, 2.5m	可変
ベルト走行速度	4m/min ~ 10m/min	可変

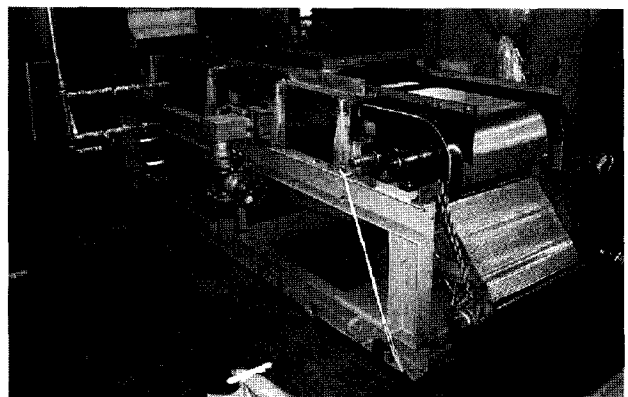


写真-1 実証試験機(ベルトろ過濃縮機)の外観

表-4に示すとおりである。実証試験設備のフローシートを図-5に示す。

### 3. 実験結果

#### 3.1 メッシュベルトの線径検討結果

今回ろ過濃縮を行う走行ベルトとして線径が図-4に示すような1.2mmと0.7mmの二種類を検討した。

余剰汚泥の結果を図-6に示す。余剰汚泥については、濃縮汚泥濃度とSS回収率に線径が大きく影響した。初沈汚泥では線径の影響は認められなかった。したがって、線径0.7mmの方が濃縮特性も良好で重量も1/2と軽量であったので、線径0.7mmのメッシュベルトを採用した。

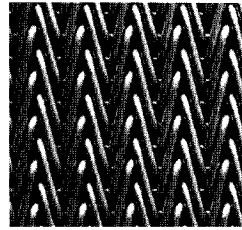
#### 3.2 汚泥濃縮特性

秋・冬季における余剰汚泥、最初沈澱池汚泥、混合汚泥について、処理量、ろ過時間（ベルト走行速度）、葉注率、凝集性等のそれぞれの条件に対する濃縮特性（濃縮汚泥濃、SS回収率）の調査を実施した。また同時に特定の条件において長時間連続した運転を行い、機能安定性の試験を実施した。

##### (1) 余剰汚泥

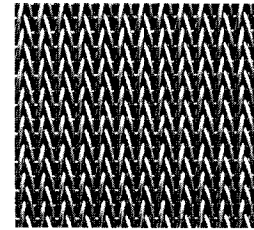
供給汚泥量による濃縮汚泥濃度とSS回収率への

線径1.2mm



空隙量約0.5 ℓ/m<sup>2</sup>  
厚み：4 mm  
重量：19.6 kg/m<sup>2</sup>

線径0.7mm



空隙量約0.2 ℓ/m<sup>2</sup>  
厚み：2 mm  
重量：10.2 kg/m<sup>2</sup>

図-4 メッシュベルトの違い

影響を図-7に示す。供給汚泥量の増加に伴い、濃縮汚泥濃度は低下し、SS回収率は増加する傾向にあった。

##### ① 濃縮汚泥濃度への影響

ベルト走行速度4 m/minでは供給汚泥量の増加に伴う濃縮汚泥濃度の低下は顕著であり、供給汚泥量が20m<sup>3</sup>/m・hを超えると目標値である4%に達しなかった。速度6 m/min以上では各速度ともほぼ同程度の変化であった。供給汚泥量が20m<sup>3</sup>/m・h以下では濃縮汚泥濃度は5%を上回り、23m<sup>3</sup>/m・h以上においても目標値である4%を満足した。

##### ② SS回収率への影響

表-3 全体研究スケジュール

研究項目	平成13年度				平成14年度			
	4	6	8	10	4	6	8	10
(1)各種汚泥に対する濃縮特性の把握調査					■	■	■	■
(2)周辺環境への影響調査					■			■
(3)導入による他施設への影響調査					■	■	■	■
1) 消化槽に与える影響					■	■	■	■
2) 脱水機に与える影響					■	■	■	■
3) 返流水による水処理施設への影響					■	■	■	■
(4)設備スケールアップの検討と設計諸元の確立					■	■	■	■
(5)経済性の評価								■
(6)最適処理フローの確立と維持管理手法の検討								■
(7)報告書作成								■

表-4 実験条件

項目	範囲
供試汚泥	余剰汚泥、最初沈澱池汚泥、混合汚泥
供給汚泥量	10m <sup>3</sup> /m・h ~ 30m <sup>3</sup> /m・h
凝集剤種類	高分子凝集剤
凝集剤注入率	0.1% ~ 0.7%
高分子凝集剤 注入点	余剰汚泥：注入点No.1 最初沈澱池汚泥：注入点No.2
ろ過ゾーン長さ	2.0m
ベルト走行速度（ろ過時間）	4m/min（30秒）、6m/min（20秒）、 8m/min（15秒）、10m/min（12秒）
ベルト仕様	線径0.7mm
洗浄方法・水量	連続スプレー洗浄方式、6m <sup>3</sup> /m・h

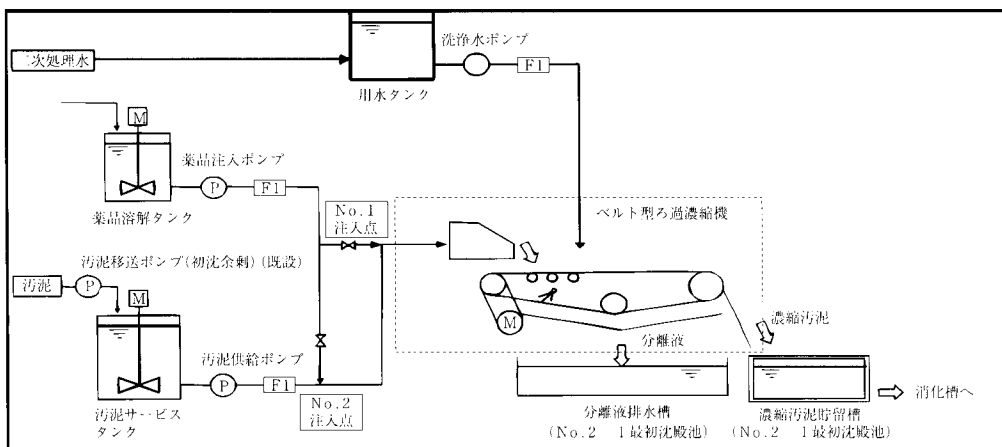


図-5 実証試験設備のフローシート

ベルト走行速度が6 m/min以下であれば今回の供給汚泥量において、SS回収率の目標値である95%を安定的に満足していた。また速度8 m/min以上では供給汚泥量を23 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・h以上に増加した場合のみ95%を満足した。

ベルト走行速度が同じ時には供給汚泥量が多いほど、また供給汚泥量が同じときにはベルト走行速度が遅いほどSS回収率が高くなる。つまりベルト面積当たりの固形物量が増加するとSS回収率は高くなる。

(2) 最初沈殿池汚泥

供給汚泥量による濃縮汚泥濃度とSS回収率への影響を図-8に示す。供給汚泥量の増加に伴い濃縮汚泥濃度は余剰汚泥ほど顕著ではないものの低下傾向にあった。またSS回収率については余剰汚泥の場合と異なり、顕著な差はみられなかった。

① 濃縮汚泥濃度への影響

いずれの条件においても濃縮汚泥濃度はいずれも5%以上となり、目標値である4%を満足していた。供給汚泥量の違いによる影響は初期濃縮特性の調査時に比して顕著であった。

② SS回収率への影響

いずれの条件においてもSS回収率は98%以上であり、目標値である95%を満足していた。供給汚泥量が15, 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・hともに、濃縮汚泥供給汚泥自体の固形物濃度が高いために、SS回収率は十分に大きな値を示した。

(3) 混合汚泥

供給汚泥量による濃縮汚泥濃度とSS回収率への影響を図-9に示す。供給汚泥量の増加に伴い、濃縮汚泥濃度は低下し、SS回収率は増加する傾向にあった。

① 濃縮汚泥濃度への影響

いずれのベルト走行速度においても供給汚泥量が20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・h以下では濃縮汚泥濃度は5%以上となり、また20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・h以上であっても目標値である4%を満足した。ベルト走行速度を遅くすると濃縮汚泥濃度は低下する傾向がある。

② SS回収率への影響

いずれのベルト走行速度においても供給汚泥量が15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・h以上ではSS回収率は97%以上となり、目標値である95%を満足した。ベルト走行速度6 m/min以下においては供給汚泥量が10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・hの場合も95%を満足した。

ベルト面積当たりの固形物量が増加するとSS回収率は高くなる傾向があった。

(4) 連続運転結果

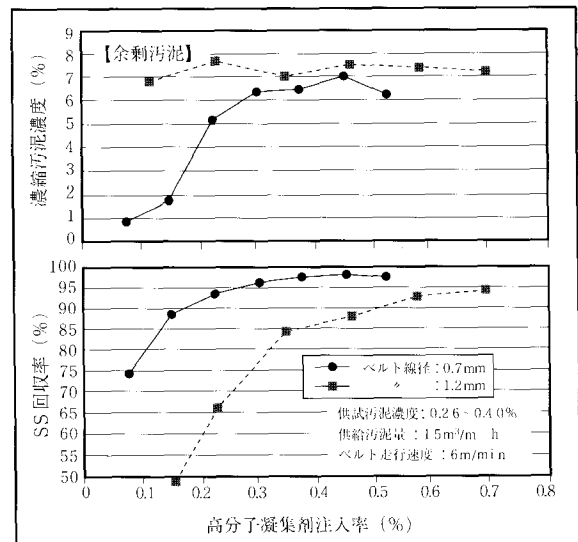


図-6 ベルト線径の違いによる濃縮特性

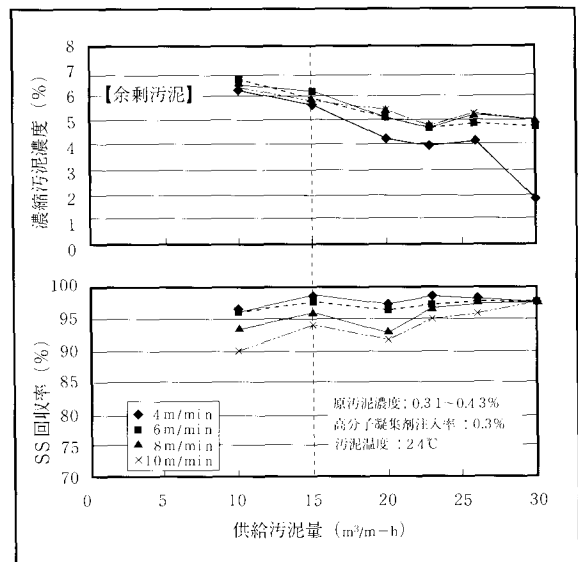


図-7 余剰汚泥の濃縮特性

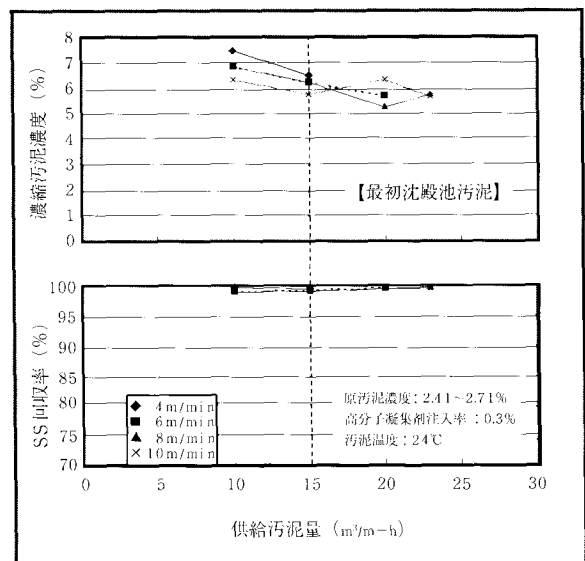


図-8 最初沈殿池汚泥の濃縮特性

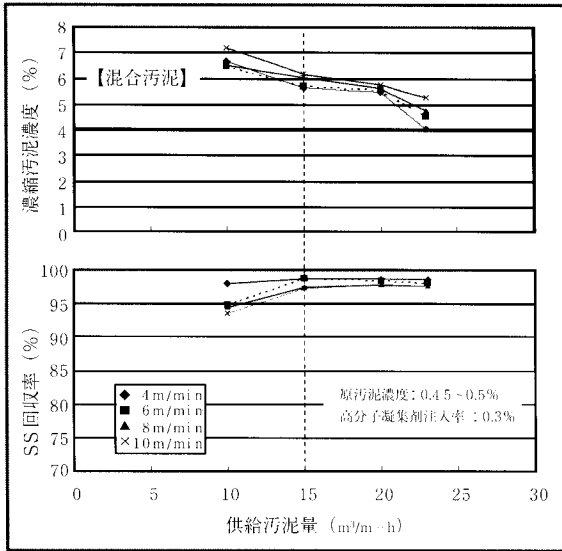


図-9 混合汚泥の濃縮特性

長時間連続運転における機能安定性を調査するため、余剰汚泥を対象として24 hr以上の連続運転を実施した。約1hr程度は最初沈殿池汚泥を供給した。

供給汚泥量は15m<sup>3</sup>/m・h (7.5m<sup>3</sup>/m・h)、ベルト走行速度は6m/minとし、高分子凝集剤注入率は0.3%を目標とした。運転結果を図-10に示す。運転中を通じ濃縮汚泥濃度は5%以上を安定的に満足している。SS回収率については数点において目標値である95%を満足していない以外は、ほぼ目標値を満足している。

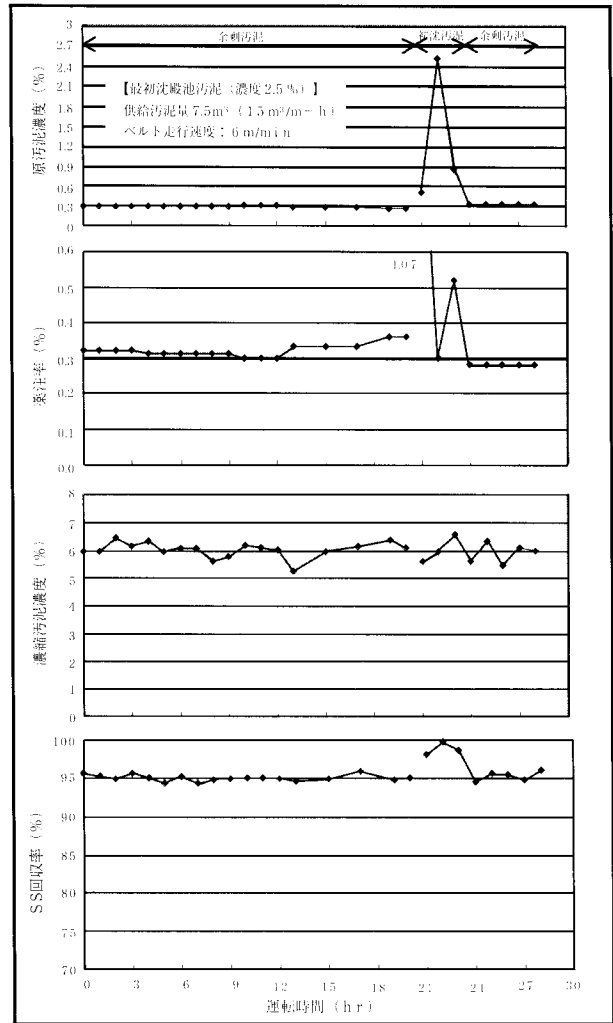


図-10 余剰と初沈汚泥の連続運転結果

### 3.3 高分子凝集剤注入率の影響

#### (1) 余剰汚泥

高分子凝集剤注入率による濃縮汚泥濃度とSS回収率への影響を供給汚泥量15m<sup>3</sup>/m・hについて図-11に示した。高分子凝集剤注入率の増加に伴い、濃縮汚泥濃度、SS回収率は増加する傾向にあった。

#### ① 濃縮汚泥濃度への影響

濃縮汚泥濃度の目標値である4%以上を満足するのは高分子凝集剤注入率が0.3%以上の時であった。安定的な運転のためには0.3%程度が必要であると考えられる。また供給汚泥量が20m<sup>3</sup>/m・hの場合でも、高分子凝集剤注入率が0.3%以上であれば濃縮汚泥濃度は4%を上回った。

#### ② SS回収率への影響

濃縮汚泥濃度と同様に、SS回収率が目標値である95%を安定的に満足するには、高分子凝集剤注入率は0.3%程度が必要であると考えられる。

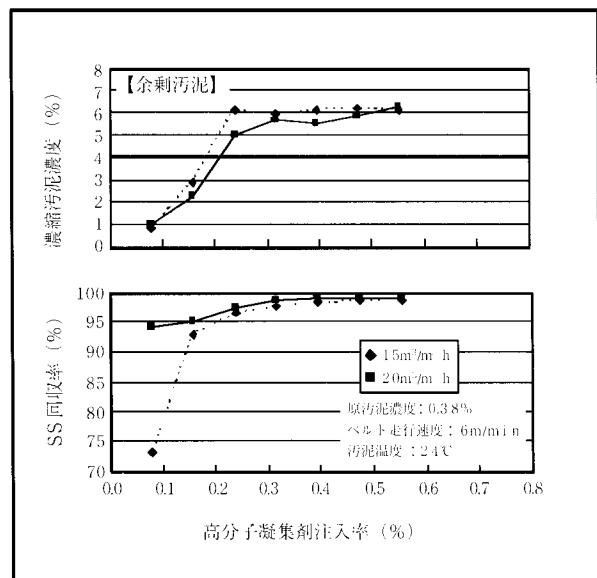


図-11 高分子凝集剤注入率と濃縮特性の関係

### 3.4 ろ過ゾーン長の検討

ベルト走行速度毎のろ過ゾーン長による濃縮汚泥

濃度、SS回収率の変化について、供給汚泥量  $15 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$  については図-12に示す。

ろ過ゾーン長が長くなるに伴い、濃縮汚泥濃度は向上する傾向にある。しかし2.0m以上になると、上昇傾向は小さくなり、濃縮濃度の観点からは、ろ過ゾーン長は2.0mで十分である。

SS回収率についてはろ過ゾーン長が長くなるに伴い低下傾向にある。これはろ過ゾーンが長くなるとベルト構造内に補足されるSS量が増加するためと考えられる。濃度4%およびSS回収率95%を満足するのは、ろ過ゾーン長が2.0m以上で、ベルト速度が6 m/minの場合である。

### 3.5 消化槽への影響

平成13年度における消化率および消化汚泥濃度、ガス発生量について月別に一日平均を図-13に示す。消化率は平均55%と良好な結果が得られている。

また消化汚泥濃度は2.0%程度、消化ガス発生量は  $500 \text{ m}^3/\text{日}$  程度にて安定して推移している。

## 4. おわりに

当該実証試験機により最初沈殿池汚泥、余剰汚泥に対しその目標性能（薬注率0.3%において、濃縮汚泥濃度4%以上、SS回収率95%以上）を満足できることを確認した。

来年度は、春・夏季の汚泥濃縮特性等を確認するとともに、設計諸元の確立および経済性評価等を検討する予定である。

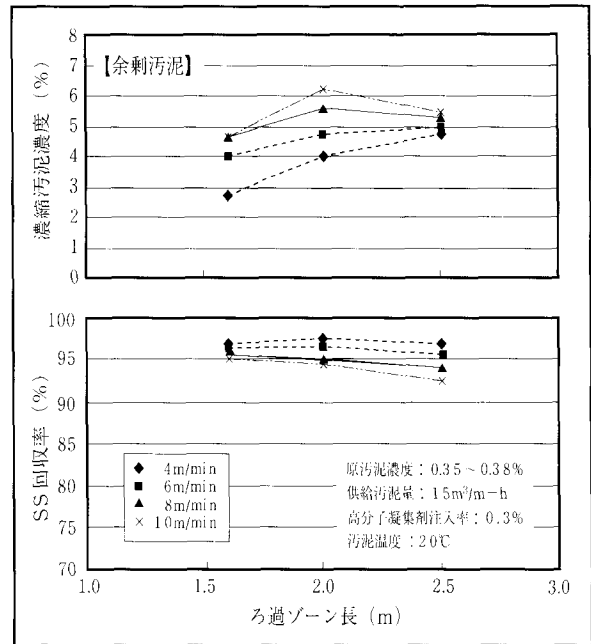


図-12 ろ過ゾーン長と濃縮特性の関係

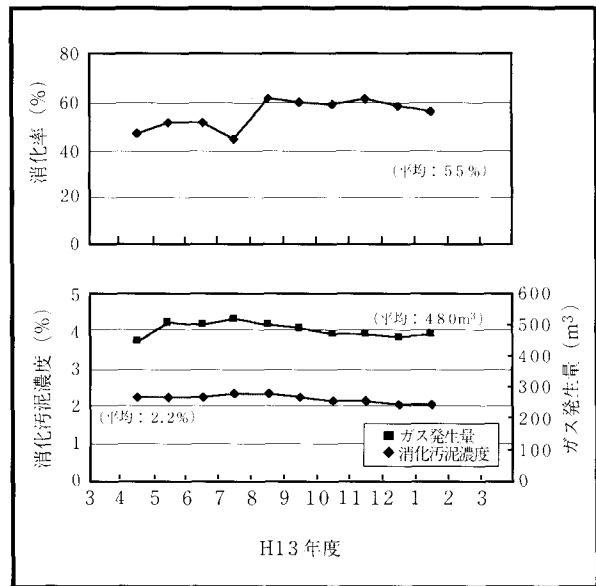


図-13 投入汚泥特性の消化への影響

#### ●この研究を行ったのは

研究第一部長	宮原	茂
研究第一部主任研究員	津倉	洋
研究第一部研究員	吉野	正章
研究第一部研究員	野尻	希守

#### ●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長	田中	修司
研究第一部主任研究員	津倉	洋
研究第一部研究員	吉野	正章
研究第一部研究員	野尻	希守