

ベルト型濃縮機による余剰汚泥の濃縮性能および生汚泥の連続運転状況

Thickening Performance of Excess Sludge and Continuous Running for Primary Sludge by the Belt Thickener



技術本部
水処理技術部汚泥処理室
中 村 暢 大
Nobuhiro Nakamura
松 本 勝 生
Katsuo Matsumoto
豊 久 志 朗
Shiro Toyohisa

近年、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。今回は、5箇所の処理場の余剰汚泥に対してベルト型濃縮機の実証実験をおこない、当社濃縮機目標性能（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。また急速攪拌のインラインミキサーと緩速攪拌の凝集混和槽を組合せることで、ベルト型濃縮機に最適な凝集操作が可能であり、薬注率の低減につながるがわかった。さらには、生汚泥を対象とした実設備で、本ベルト型濃縮機が5000時間以上安定して運転することを確認した。

Recently, the belt thickener becomes popular. It doesn't need high maintenance and running cost and large space for setting. The test of belt thickener was carried out using the actual excess sludge. And the belt thickener showed the thickening performance over the target (thickened concentration is over 4%, recapture rate is over 95%, polymer consumption is about 0.3%-DS). In addition, it was confirmed that the combination of the inline mixer and the mixing tank shows high performance for belt thickener mixing. The inline mixer makes strong mixing, and the mixing tank makes soft mixing. The belt thickener for primary sludge is running over 5000 hours without trouble in actual plant.

Key Words :

ベルト濃縮機	Belt thickener
汚泥濃縮	Sludge thickening
余剰汚泥	Excess sludge
生汚泥	Primary sludge
濃縮汚泥	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、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、5箇所の処理場における余剰汚泥に対してベルト型濃縮機にて濃縮実験をおこない、その濃縮性能を評価した。またインラインミキサーと汚泥供

給機能を有する凝集混和槽の組合せによる凝集操作についての知見をえた。さらには、生汚泥を対象としたベルト型濃縮機の実設備での運転が約1年を経過し、運転データを取得したので併せて報告する。

写真1にベルト型濃縮機の外観を示す。

1. ベルト型濃縮機性能設計値

余剰汚泥に対する濃縮性能設計値（A～E処理場）を表1、生汚泥に対する濃縮性能設計値（F～H処



写真1 ベルト型濃縮機外観

表1 余剰汚泥に対する濃縮性能設計値

項目	目標値
濃縮汚泥濃度	4.0%以上
処理量	15 m ³ /h以上
回収率	95%以上
薬注率	高分子1液法0.3%程度

表2 生汚泥に対する濃縮性能設計値

項目	目標値
濃縮汚泥濃度	4.0%以上
処理量	F~G 処理場: 20 m ³ /h以上 H 処理場: 30 m ³ /h以上
回収率	95%以上
薬注率	高分子1液法: 0.2%以下

理場)を表2に示す。

2. ベルト型濃縮機設備の概要

2.1 フローおよびベルト型濃縮機構造図

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急速攪拌をおこなう①インラインミキサーに投入され、混合された凝集汚泥は汚泥供給機能を有する②凝集混和槽に投入され、混和槽内の攪拌機による緩速攪拌で成長する。

成長した凝集汚泥は、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樹脂製ベルト上に供給され、ろ過される。ベルト上では、千鳥状に配置された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ろ過面を更新し、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。

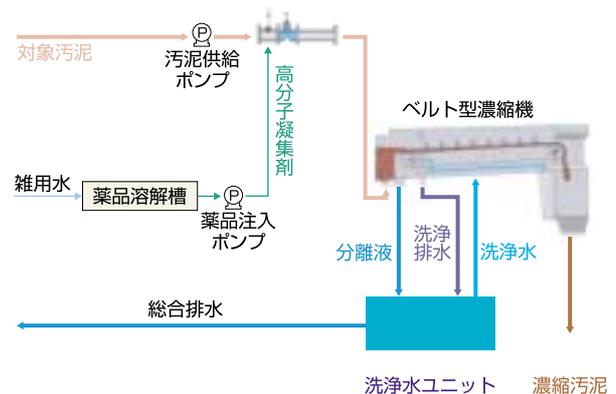


図1 実験フロー

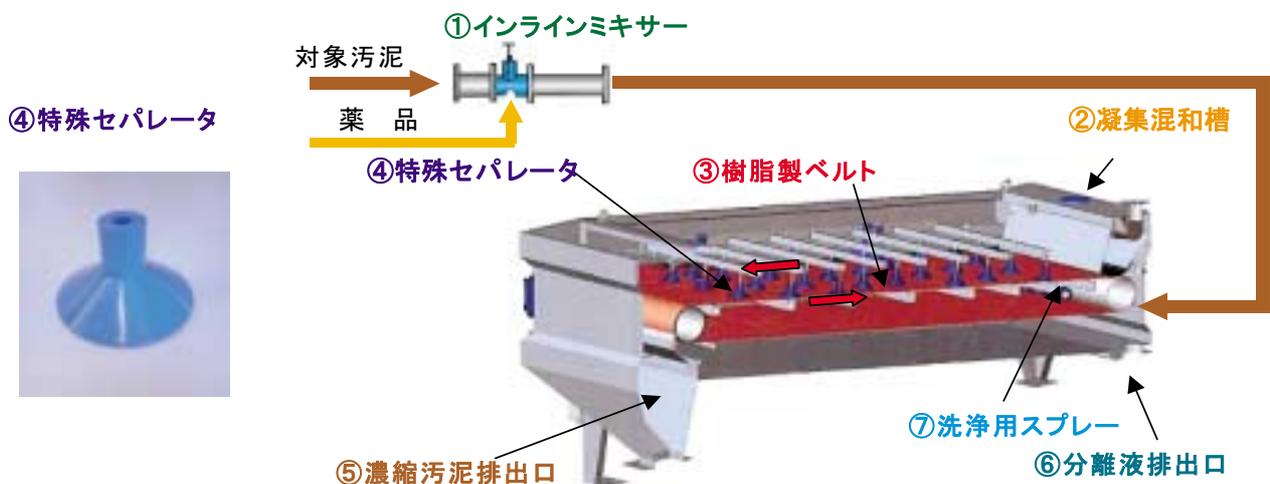


図2 ベルト濃縮機構造図

表3 A～E 処理場の供給汚泥性状および連続運転結果

項目	供給汚泥					連続運転結果			
	汚泥種類	TS (%)	VTS (%)	繊維状物 (%)		M-アルカリ度 (CaCO ₃ mg/L)	薬注率 (% 対 TS)	濃縮汚泥濃度 (%)	回収率 (%)
				100M	200M				
A 処理場	標準活性余剰	0.64～0.82	78	4.4	8.7	375	0.26	4.5	98
B 処理場	標準活性余剰	0.40～0.49	80	5.2	48	321	0.26	5.0	97
C 処理場	標準活性余剰	0.40～0.52	61	1.8	57	371	0.23	4.4	98
D 処理場	標準活性余剰	0.24～0.31	83	15	67	96	0.25	4.1	98
E 処理場	OD余剰	0.83～1.10	73	8.2	43	110	0.26	4.1	98

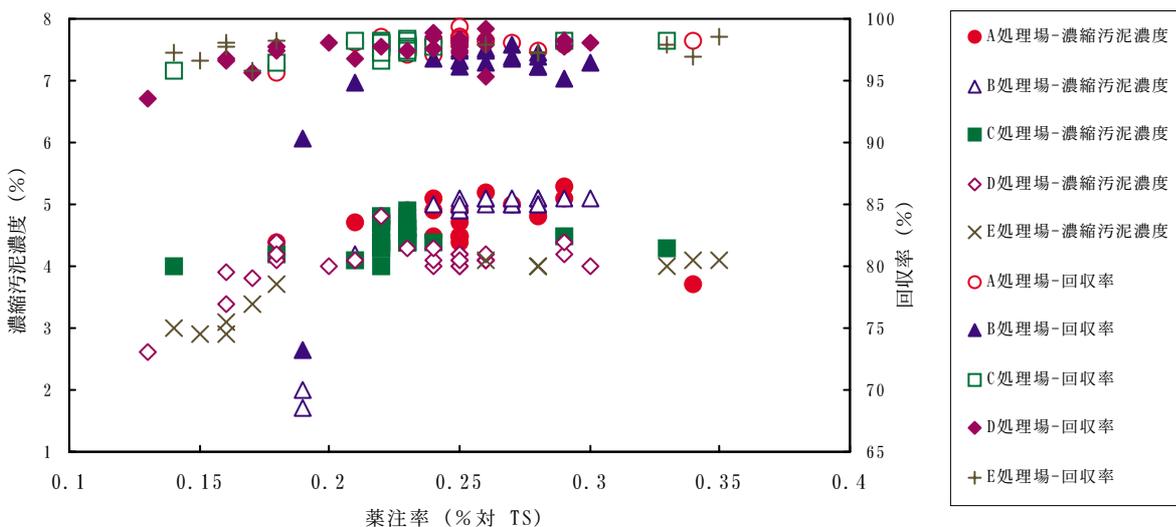


図3 余剰汚泥に対するベルト型濃縮機の濃縮性能

2.2 当社ベルト型濃縮機の特長

当社ベルト型濃縮機は以下の特長を有する。

1) 低薬注率

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ろ材（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) 汚泥の凝集にインラインミキサーと凝集混和槽を併用することで、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

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状に配置されており、ろ過面（ベルト接触面）の高濃度汚泥層を掻き上げて攪拌し、常に低濃度汚泥層をろ過面

と接触させるため、濃縮効率が高い。

3. 余剰汚泥に対する濃縮性能

3.1 各余剰汚泥における濃縮性能

表3に各処理場における供給汚泥性状と連続運転結果を示す。

各余剰汚泥に対する連続運転結果は、いずれも薬注率0.23～0.26 % 対 TS で濃縮汚泥濃度4.1～5.0 %、かつ、回収率97～98 %であった。

図3に各汚泥に対する薬注率と濃縮汚泥濃度および回収率の関係を示す。

標準活性余剰汚泥において濃縮汚泥濃度4.0 %以上、かつ、回収率95 %以上の目標値を満足する薬注率は0.18～0.22 % 対 TS、OD 余剰汚泥において同条件を満足する薬注率は0.26 % 対 TSであった。

以下に供給汚泥性状と濃縮性能に関する考察を示す。

- 1) A 処理場：供給汚泥濃度が0.64～0.82 %と標準活性余剰汚泥として標準的な汚泥では、薬注率0.18 % 対 TS で濃縮汚泥

濃度 4 % 以上および回収率 95 % 以上の目標値を達成した。

- 2) B 処理場 : A 処理場に比べて供給汚泥濃度は 0.40~0.49 % と低かったが、凝集フロックの核となる繊維状物が 48 % (200メッシュ) と良好なため、薬注率 0.22 % 対 TS で目標値を達成した。
- 3) C 処理場 : B 処理場と同様汚泥濃度は低い、繊維状物が高く、かつ、VTS が 61 % と低いために濃縮性が良く、薬注率 0.18 % 対 TS にて目標値を達成した。
- 4) D 処理場 : 供給汚泥濃度が 0.24~0.31 % とともに低い、繊維状物が多く、かつ、M-アルカリ度が低いことから他処理場と同程度の薬注率 0.20 % 対 TS で目標値を達成した。
- 5) E 処理場 : OD 余剰汚泥は一般的に難濃縮性ではあるが、今回の汚泥では、薬注率 0.26 % 対 TS で目標値を達成した。

3.2 凝集操作の濃縮性能に与える影響

ベルト型濃縮機の凝集操作は、以下の 2 つの凝集装置の組合せによりおこなわれている。

- 1) インラインミキサー : 配管内で乱流を起こして汚泥と薬品を急速攪拌し凝集フロックを作る。
- 2) 凝集混和槽 : 小型低動力である攪拌機の緩速攪拌にて凝集フロックを成長させる。

図 4 は凝集混和槽の有無に対する濃縮性能への影響を示す。データ 1 はインラインミキサーと凝集混和槽の組合せによる凝集操作、データ 2 はインラインミキサーのみで凝集混和槽を使用しないで凝集操作をおこなった結果である。

凝集混和槽を使用しないことにより、薬注率 0.25 % 対 TS では濃縮汚泥濃度が 4.1 % から 3.9 % に、薬注率 0.18 % 対 TS 付近では 4 % から 3.2 % に低下した。また、回収率も 98 % から 95 % に低下した。これはインラインミキサーのみではフロックの成長が不十分であったためと考えられる。

図 5 はインラインミキサーの有無に対する濃縮性能への影響を示す。データ 1 はインラインミキサーと凝集混和槽の組合せによる凝集操作、データ 2 は凝集混和槽のみでインラインミキサーを使用しないで凝集操作をおこなった結果である。

薬注率 0.18~0.20 % 対 TS 付近では濃縮汚泥濃度がいずれの凝集操作も 4.2 % 程度と同程度であった。

しかし、薬注率を 0.23 % 対 TS 以上に上げると急速攪拌と緩速攪拌の組合せによる凝集操作では、濃縮汚泥濃度が 5.0 % まで上昇するのに対してインラインミキサーを使用しない場合は 3.2 % まで低下した。これは凝集混和槽のみでは汚泥と凝集剤の混合が不十分であったためと考えられる。

このように凝集操作は、急速攪拌のインラインミキサーと緩速攪拌の凝集混和槽の組合せによるものがベルト型濃縮機に最適であり、薬注率の低減につながる事がわかった。

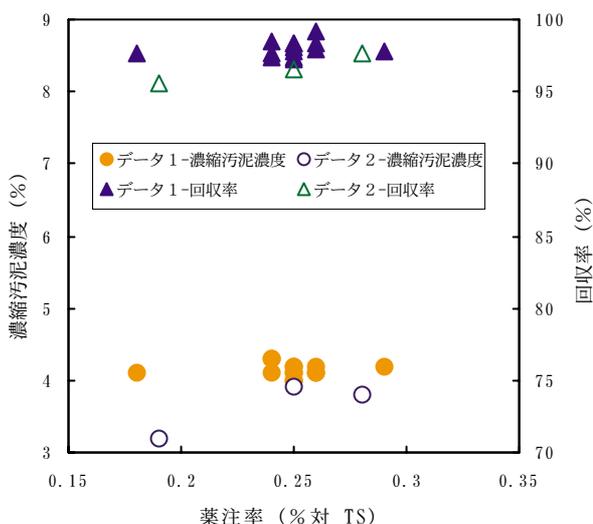


図 4 凝集混和槽の濃縮性能に与える影響 (D 処理場 汚泥濃度 0.21~0.31 % 対 TS)

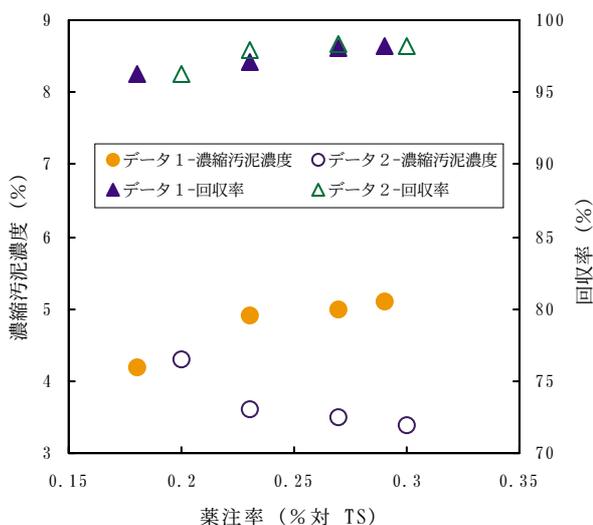


図 5 インラインミキサーの濃縮性能に与える影響 (A 処理場 汚泥濃度 0.64~0.82 % 対 TS)

4. 生汚泥に対する連続運転状況

4.1 各処理場の運転状況

表4にF~H処理場の運転状況を示す。

3処理場全てにおいて、薬注率年平均0.15%以下、濃縮汚泥濃度4%前後にて運転をおこなっている。

- 1) F処理場：2006年5月の供用開始から無休で、24時間2台並列運転の汚泥処理をおこなっている。2007年2月末時点で2台ともに5000時間以上の運転をおこなっている。
- 2) G処理場：2006年7月の供用開始から無休で、24時間1台運転（1台予備）にて汚泥処理をおこなっている。定期的に運転号機の切替をおこない、2007年2月末時点で2台ともに2300時間以上の運転をおこなっている。
- 3) H処理場：2006年10月の供用開始から無休で、24時間1台運転（1台予備）にて汚泥処理をおこなっている。定期的に

運転号機の切替をおこない、2007年2月末時点で2台ともに1000時間以上の運転をおこなっている。

4.2 各処理場における運転データ

1) F処理場運転データ

図6にF処理場の運転データを示す。供用開始時、供給汚泥濃度2.9%において薬注率0.16%対TS、濃縮汚泥濃度4.8%で運転していた。運転時間5000時間以上が経過した2月の運転においても、濃縮性能は低下することなく、供給汚泥濃度2.5%において薬注率0.16%対TS、濃縮汚泥濃度4.7%で運転している。年平均2.5%の供給汚泥に対して、薬注率平均0.14%対TS、濃縮汚泥濃度平均4.6%で安定した汚泥処理をおこなっている。

2) G処理場運転データ

図7にG処理場の運転データを示す。供用開始から供給汚泥濃度平均2.4%において平均薬注率0.11%対TS、平均濃縮汚泥濃度4.4%で安定した汚泥処理運転をおこなっている。

表4 F~H処理場の運転状況

処理場	F処理場	G処理場	H処理場
対象汚泥処理量	生汚泥 平均2.5% 20 m ³ /h	生汚泥 平均2.4% 20 m ³ /h	生汚泥 2.6% 30 m ³ /h
運転台数	2台並列運転	1台運転（1台予備）	1台運転（1台予備）
供用開始	2006年5月	2006年7月	2006年10月
運転時間	・24時間/日×7日/週 ※1 ・5000h（2007年2月時点）	・24時間/日×7日/週 ※1 ・2300h（2007年2月時点）	・24時間/日×7日/週 ※1 ・1000h（2007年2月時点）
供用開始薬注率	平均0.14%対TS	平均0.11%対TS	平均0.05%対TS
濃縮汚泥濃度	平均4.5%	平均4.4%	平均3.8%

※1 生汚泥の引抜きに合わせて運転をおこなっているため、濃縮機は1時間に10分程度停止する。

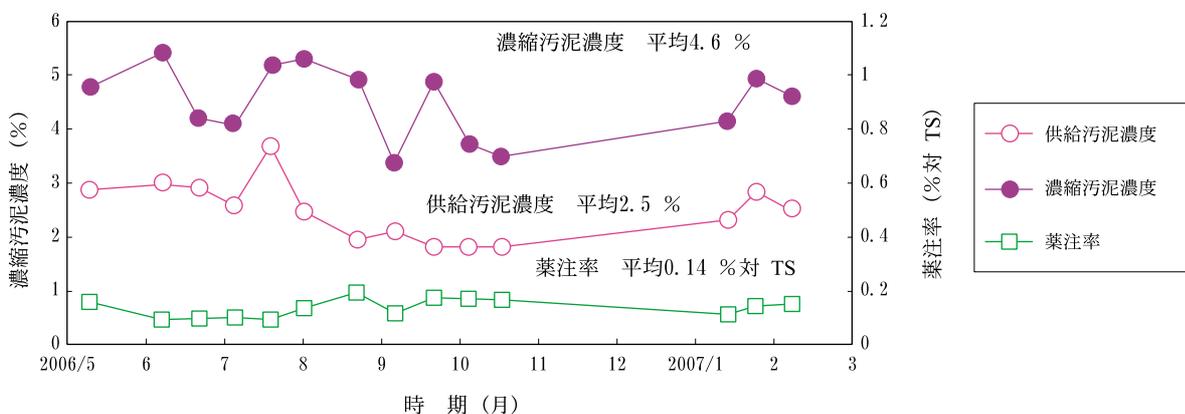


図6 F処理場運転データ

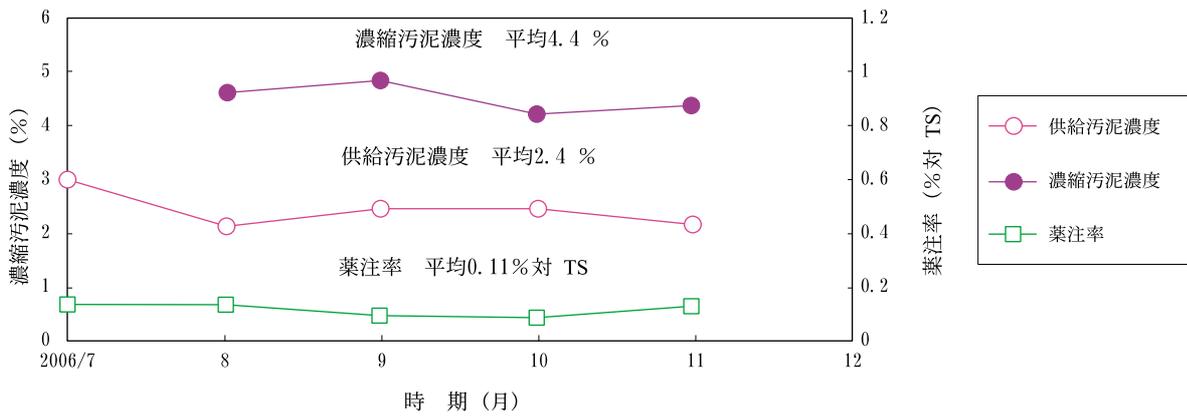


図7 G 処理場運転データ

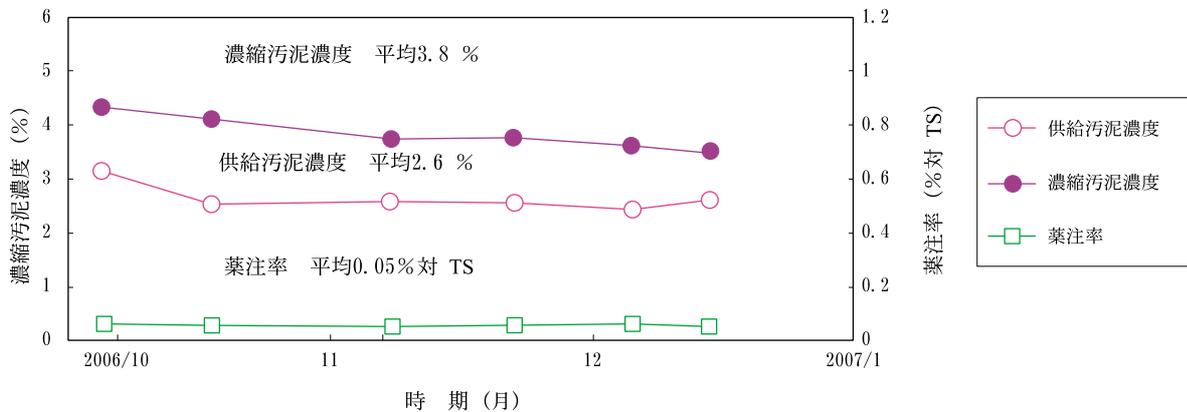


図8 H 処理場運転データ

3) H 処理場運転データ

図8にH処理場の運転データを示す。供用を開始した10月は、供給汚泥濃度平均2.8%において薬注率平均0.06%対TS、濃縮汚泥濃度平均4.2%で安定した汚泥処理をおこなっていた。11月以降は、薬注率のさらなる低減と後段設備への影響を考慮し、濃縮汚泥濃度が4.0%を越えないような運転をおこなっており、供給汚泥濃度平均2.6%において薬注率0.05%対TS、濃縮汚泥濃度3.8%で安定した汚泥処理をおこなっている。

むすび

多様な余剰汚泥に対してベルト型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。

また急速攪拌のインラインミキサーと緩速攪拌の凝集混和槽を組合せることで、ベルト型濃縮機に最適な凝集操作が可能であり、薬注率の低減につながることがわかった。

さらには、生汚泥を対象とした実設備で、本ベルト型濃縮機が5000時間以上安定して運転することを確認した。

本ベルト型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者各位に深く感謝申し上げます。