

汚泥重力濃縮槽における  
みずみち棒導入に関する技術資料集（案）  
～ 計画から維持管理の Q&A ～

Ver. 2.0

独立行政法人 土木研究所  
材料資源研究グループ  
リサイクルチーム

はじめに

重力濃縮法は、下水処理場における汚泥処理の第一工程として、従来から採用されてきておりますが、近年、処理場によってはその能力低下が見られるようになっており、これに代わる機械濃縮法の採用が増加してきています。しかし重力濃縮法は機構・構造がシンプルで消費動力が非常に少ないという特長を有しており、本法の機能改善は汚泥処理プロセスの効率化に大きく寄与するものです。

土木研究所では、下水汚泥の濃縮機構に関する研究の過程で、棒を重力濃縮槽内に鉛直方向に設置し横移動することで、みずみちが形成されて汚泥粒子の沈降速度が高まり、汚泥濃度が高まることを明らかにしました。私たちはこれを「みずみち棒」と名付け、実際に稼働中の重力濃縮槽への適用を進めており、これまでに濃縮槽にみずみち棒を適切に配置することにより濃縮効率の改善効果が十分得られることを確認しています。現在では、この技術を導入した重力濃縮槽が、全国 10 処理場、12 槽で稼働しています（2011 年 10 月現在）。

本技術資料集（案）は、重力濃縮槽にみずみち棒を導入した地方公共団体及び土木研究所が経験したみずみち棒に関する技術的知見を取りまとめたものです。平成 20 年 10 月に第 1 版(ver.1.0.1)を公開し、みずみち棒の導入を検討する都市の担当者の方々や、設計、施工を担当するコンサルタント、企業の方に活用いただいて参りました。その後、導入都市における施工・運転実績や、土木研究所による検証試験結果などの知見が集積されてきたことから、今回、これらの成果を追加して内容を改定し、新規改訂版(ver.2.0)として公表することとしました。

本技術資料集（案）が、全国の都市におけるみずみち棒の円滑な導入と、それによる汚泥処理の効率化の一助となれば幸いです。

平成 23 年 10 月

独立行政法人 土木研究所  
材料資源研究グループ  
上席研究員 岡本誠一郎

# 目 次

## 第1章 導入検討

- Q.1 下水汚泥の濃縮方法にはどのような種類があるのですか・・・・・・・・・・ 1
- Q.2 みずみち棒とはどのようなものですか・・・・・・・・・・ 2
- Q.3 みずみち棒による濃縮機構について教えてください・・・・・・・・・・ 5
- Q.4 みずみち棒の効果について・・・・・・・・・・ 6
- Q.5 みずみち棒の検討について・・・・・・・・・・ 7
- Q.6 費用・特許について・・・・・・・・・・ 9
  - Q.6-1 建設費・・・・・・・・・・ 9
  - Q.6-2 特許使用料・・・・・・・・・・ 9
  - Q.6-3 維持管理費・・・・・・・・・・ 10

## 第2章 設計

- Q.7 みずみち棒とピケットフェンスの違いについて・・・・・・・・・・ 13
- Q.8 みずみち棒の構造と沈降性への影響について・・・・・・・・・・ 14
  - Q.8-1 みずみち棒の構造について教えてください・・・・・・・・・・ 14
  - Q.8-2 棒の形状、径、材質による汚泥の沈降性に違いはありますか・・・・・・・・ 14
- Q.9 みずみち棒の配置について・・・・・・・・・・ 15
  - Q.9-1 みずみち棒の配置について・・・・・・・・・・ 15
  - Q.9-2 みずみち棒の固定方法について・・・・・・・・・・ 17
- Q.10 かき寄せの駆動機について・・・・・・・・・・ 18
- Q.11 その他周辺設備について・・・・・・・・・・ 18

## 第3章 施工

- Q.12 かき寄せ機の更新時の施工・・・・・・・・・・ 20
- Q.13 施工業者の選定・・・・・・・・・・ 20
- Q.14 施工に当たっての注意点・・・・・・・・・・ 21

## 第4章 運転管理

- Q.15 最適運転速度について・・・・・・・・・・ 22
- Q.16 投入汚泥の濃度・・・・・・・・・・ 22
- Q.17 汚泥の引抜き方法について・・・・・・・・・・ 23
- Q.18 スカムについて・・・・・・・・・・ 23
- Q.19 みずみち棒の清掃について・・・・・・・・・・ 24

参考資料

1	試料中の実験条件	26
2	現場の声	29
3	設計図等	30
4	既導入都市における効果例	41
5	特許使用料	43
6	特許公報	45
7	作成・改訂履歴	46

担当者連絡先	47
--------	----

## 第1章 導入検討

Q.1 下水汚泥の濃縮方法にはどのような種類があるのですか

濃縮にはいくつか種類があるようですが、それぞれどのような特徴をもつのですか。

A.1

汚泥処理系における濃縮プロセスの役割は、水処理系で発生した低濃度の汚泥を濃縮し汚泥量を減らすことで、その後続く汚泥消化や汚泥脱水を効果的に機能させることです。濃縮方法は重力濃縮及び機械濃縮の2種類に大別され、機械濃縮は機構によってさらに数種類に分類されます（表1参照）。近年、更新工事に多いのは遠心濃縮機ですが、増設、新設ではベルト式濃縮機が多く見られます。

表1 下水汚泥の濃縮方法

種類	重力濃縮	機械濃縮
主な対象汚泥	最初沈殿地汚泥、混合汚泥	余剰汚泥
濃縮方法 <sup>*1</sup>	タンク内に汚泥を滞留させ、自然の重力を利用して濃縮を行い、底部に堆積した濃縮汚泥を汚泥かき寄せ機によって引き抜き口に集める。	機械濃縮には主な方法として、下記の3種類がある。 ・遠心濃縮（高遠心力の場において固液分離を行う） ・常圧浮上濃縮（起泡助剤により生成した気泡と汚泥中の固形物を混合装置で高分子凝集剤により吸着させ、汚泥を浮力により浮上濃縮させる） ・ベルト式ろ過濃縮（走行するベルト上に凝集汚泥を投入し、重力ろ過濃縮を行う）
一般的な濃縮汚泥の含水率 <sup>*1</sup>	96～98%程度	95～96%程度
維持管理費用 <sup>*2</sup>	6.6円/m <sup>3</sup>	113.3円/m <sup>3</sup> （遠心式）、135.3円/m <sup>3</sup> （浮上式）
設置基数 <sup>*3</sup>	2139基	785基

\*1：下水道施設計画・設計指針と解説（2009年版）より

\*2：下水道統計（15年度版）より濃縮プロセスの電力費を土木研究所にて算出

\*3：下水道統計（20年度版）より

重力濃縮は従前と比べて濃縮成績が悪化しており、近年、機械濃縮を用いる処理場が増加していますが、重力濃縮槽を有する処理場は日本全国の約7割を占めています（図1参照）。土木研究所では、機械濃縮に比べて安いコストで重力濃縮の改善を図るため「みずみち棒」を開発し、全国の濃縮槽の新設・更新時に導入しています。

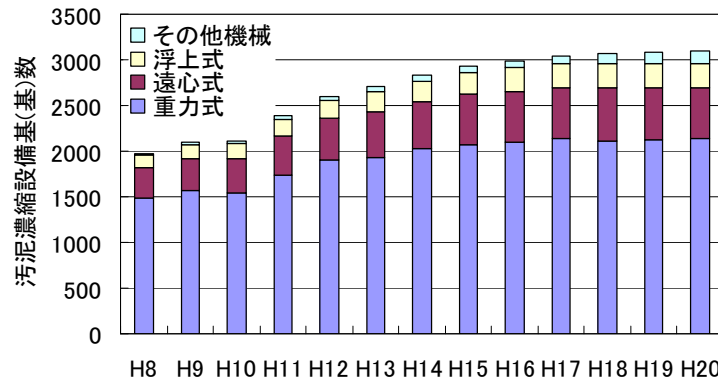


図1 濃縮プロセスの採用数の推移 (下水道統計 (20年度版) をもとに作成)

Q.2 みずみち棒とはどのようなものですか  
 近隣の地方公共団体からみずみち棒という技術があると紹介されました。みずみち棒とはどのようなものですか。

A.2

みずみち棒とは、濃縮槽のかき寄せ機に、鉛直方向に取り付けた棒のことです (図2 参照)。かき寄せ機をゆっくりと動かすことで、棒の後部にみずみちができて (図3 参照) 汚泥粒子の沈降速度が高まり、結果として濃い濃縮汚泥を得ることができます。現在では、全国10箇所、12槽の導入実績があり (図4 参照)、各処理場に適した方法で運転しています (表2 参照)。

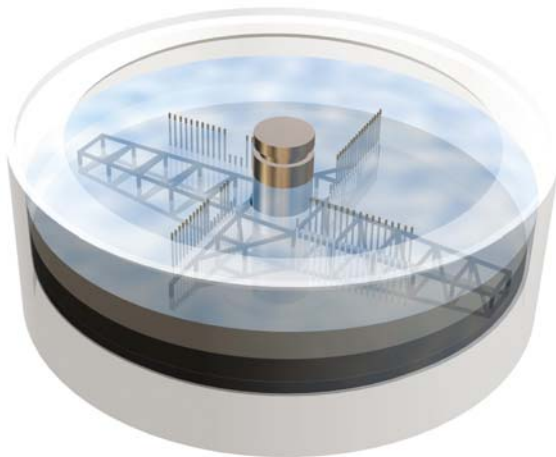


図2 みずみち棒のイメージ図



図3 みずみち形成の様子

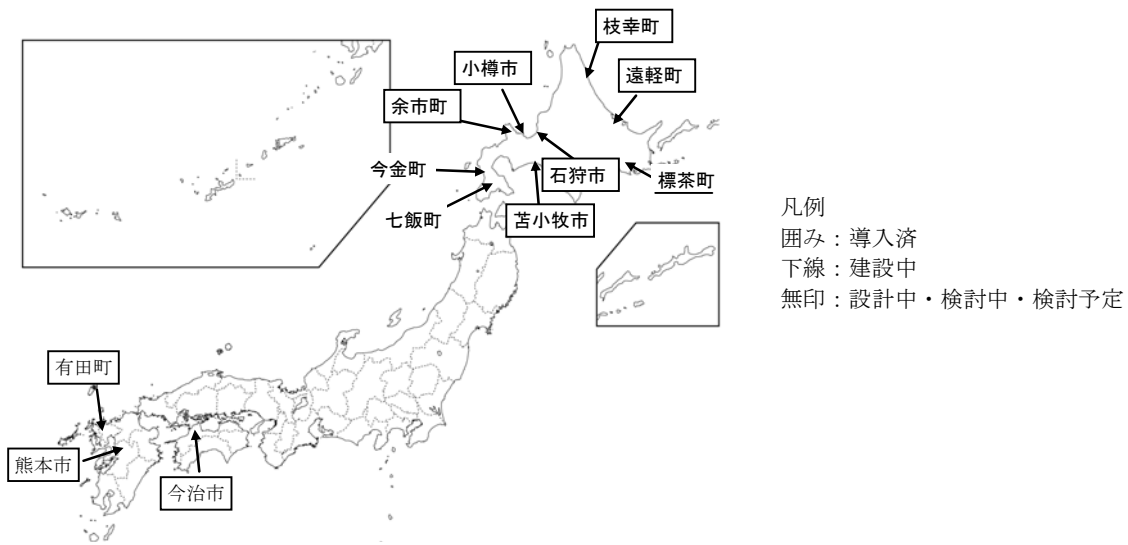


図4 みずみち棒の導入状況

表2 各処理場のみずみち棒の導入状況

導入自治体		北海道				
		小樽市	苫小牧市	苫小牧市	石狩市	余市町
処理場名		銭函下水終末処理場	西町下水処理センター	勇払下水処理センター	八幡処理場	余市下水処理場
濃縮層 諸元	形状	円形	円形	円形	円形	円形
	直径	6m	15m	6.5m	2.5m	5.5m
みず みち棒 諸元	本数	4組(11本)	4組(18本)	4組(16本)	8組(11本)	8組(16本)
	間隔	中心部 150mm 外周部 200mm	中心部 200mm 外周部 250mm	中心部 200mm 外周部 250mm	100mm	中心部 100mm 外周部 150mm
	太さ	30mm	15A (21.7mm)	30mm	15A (21.7mm)	20A (27.2mm)
	材質	FRP	SUS304	FRP	SUS304	SUS304
運転 速度 諸元	周速	0.7m/min (変速幅0.7~ 2.6m/min)	1.0m/min (変速幅0.5~ 2.0m/min)	0.5m/min (変速幅0.4~ 1.5m/min)	0.1m/min	0.53m/min (変速幅0.23~ 0.94m/min)
	回転速度	0.04~0.159rpm	0.021rpm	0.024rpm	0.014rpm	0.033rpm
	水処理	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法	OD法	標準活性汚泥法
	対象汚泥	初沈汚泥	混合汚泥	混合汚泥	OD汚泥	初沈汚泥
効果	引抜汚泥濃度*1 (導入前)	3.8% (H15-H17)	3.4% (H9-H13)	3.0% (H22導入前)		2.3% (H21)
	引抜汚泥濃度 (導入後)	3.14% (H19-H22)	3.9% (H14-H15)	3.4% (H22導入後)	2.26% (H22)	2.5% (H22)

導入自治体		北海道			愛媛県	佐賀県	熊本県
		枝幸町	遠軽町	今治市	有田町	熊本市	
処理場名		歌登下水終末処理場	遠軽下水処理センター	北部終末処理場	有田町浄化センター	中部浄化センター	
濃縮層 諸元	形状	矩形	円形	円形	円形	円形	
	直径	2m×2m	6m	5.5m	5m	13m	
みず みち棒 諸元	本数	8組(9本)	8組(14本)	4組(14本)+2	8組(15本)	8組(18本)	
	間隔	100mm	中心部 150mm 外周部 200mm	中心部 150mm 外周部 200mm	中心部 150mm 外周部 200mm	中心部 200mm 外周部 250mm	
	太さ	20A (27.2mm)	20A (27.2mm)	20A (27.2mm)	中心部: L20×20×3 外周部: L25×25×3	L40×40×5	
	材質	SUS304	SUS304	SS400	SS400	SUS304	
運転 速度 諸元	周速	0.08m/min程度 (変速幅0.04~ 0.16m/min)	0.8m/min程度 (変速幅0.6~ 2.1m/min)	0.55m/min程度 (変速幅0.40~ 1.45m/min)	1.0m/min程度 (変速幅0.4~ 1.6m/min)	1.0m/min程度 (変速幅0.5~ 2.0m/min)	
	回転速度	0.013rpm	0.043rpm	0.025~0.08rpm	0.0332~0.096rpm	0.024rpm	
	水処理	OD法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法	回分式活性汚泥法	標準活性汚泥法	
	対象汚泥	OD汚泥	混合汚泥	混合汚泥	回分汚泥	初沈汚泥	
効果	引抜汚泥濃度*1 (導入前)	1.2% (H12-H13)	2.6% (H5-H18)	1.74% (H21)		3.5% (H19)	
	引抜汚泥濃度 (導入後)	1.8% (H14-H17)	3.0% (H19-H22)	2.58% (H22)	1.8% (H22)	不明*2	

\*1: 新設で計測値のない施設は斜線

\*2: 重力濃縮槽の全般的な改良を行っており、みずみち棒のみの効果の算定は困難



Q.3 みずみち棒による濃縮機構について教えてください

みずみち棒を導入すると汚泥の沈降性がよくなるそうですが、その機構を教えてください。

A.3

重力濃縮法は、濃縮槽内において汚泥粒子が重力により液体中を沈降し、底部に堆積した汚泥を引抜くことによって汚泥を濃縮する手法であり、古くから行われている省エネルギーな濃縮方法です。しかし、汚泥粒子の沈降速度は粒子群の間隙における液体の通過抵抗に左右されるため、沈降するにしたがって汚泥粒子の密度が高くなり、徐々に狭くなった粒子群の間隙では液体の通過抵抗が増えてしまいます。その結果粒子群の沈降速度が減少し、時間の経過とともに濃縮の効率は悪化してしまいます。

そこで重力濃縮槽内に、スラリー中に鉛直方向のみずみちを形成する棒を存在させると、汚泥粒子群の間隙における液体の通過抵抗が局所的に緩和され、粒子群の沈降速度が高まります。土木研究所で行った回分試験でも特に初期の沈降性が向上することを確認しており（図5、図6参照）、実施設では、重力濃縮槽への汚泥投入後はみずみち棒の効果により、すみやかに汚泥の沈降が期待できます。このことからみずみち棒を重力濃縮槽内に多数配置してゆっくりと動かすことで、多くのみずみちが形成され汚泥の濃縮が促進されます。

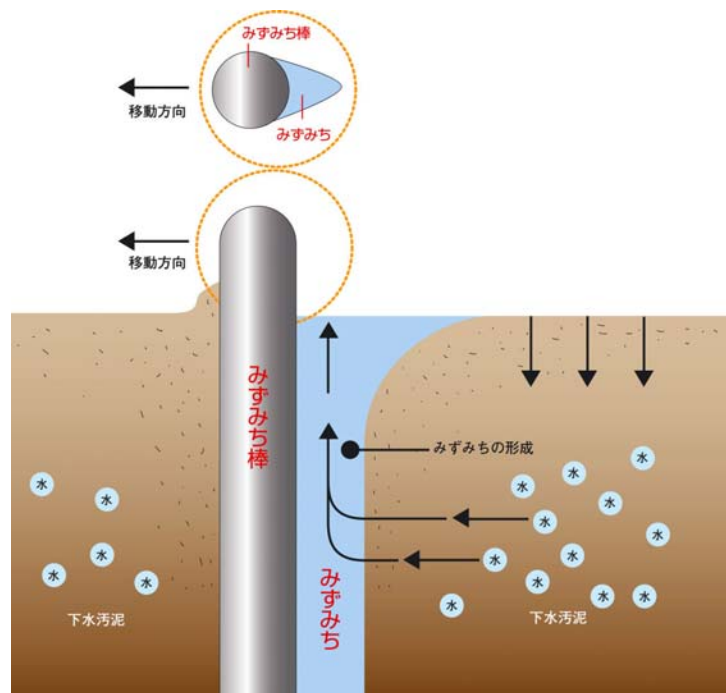


図5 みずみち棒の機構

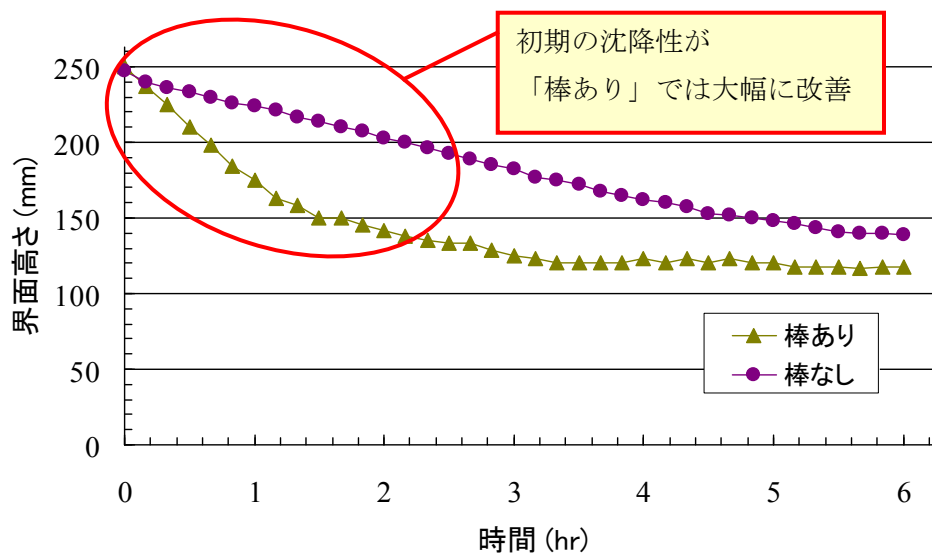


図 6 回分試験によるみずみち棒の有無による沈降曲線（実験条件は 1-①参照）

Q.4 みずみち棒の効果について

下水処理場の汚泥処理で重力濃縮を行っており、みずみち棒の導入を検討しています。みずみち棒を導入した場合、実際にどの程度の効果が得られるのでしょうか。

A.4

現在、みずみち棒を導入している地方公共団体の導入の動機は、既存施設を利用することで建設費を抑えながら、濃縮率の向上・安定化を図るとともに、それに伴う脱水工程での負担軽減や汚泥処理工程全体のコスト削減、維持管理の容易化を目指すことでした。

みずみち棒の導入により、濃縮率の向上・脱水時間の減少や汚泥の減容によるコスト削減、薬品や洗浄水を必要としないことによるコスト削減、運転時の労力の軽減等の効果が得られています。

導入効果は、流入する汚泥の性状の他、汚泥引抜きピットの容量や底面勾配といった濃縮槽の構造、汚泥引抜きポンプや脱水機の性能等の周辺設備や後段の処理にも依存します。例えば、引抜きポンプの性能によって濃縮率が限定された事例もあります。このため、どの程度の濃縮率向上が得られるかを統一的に試算することは困難であり、処理場ごとの検討が必要です。

導入済みの自治体の方からは、みずみち棒の導入後の汚泥の沈降性は向上したとの声が多く寄せられています。苫小牧市では「汚泥濃度の向上で濃縮槽からの引抜き汚泥量が減量したことによって消化槽における汚泥の滞留日数を十分確保できるようになり、効率的に消化ガスが生産できるようになった。」、遠軽町では「みずみち棒の導入後、濃縮槽での汚泥投入後の初期沈降速度は早くなり、濃縮汚泥の日変

動が少なくなった。汚泥の沈降性が改善したことにより汚泥の回収性が向上した。」、小樽市では「濃縮汚泥濃度が従来3%前後だったものが4%前後まで改善され、汚泥処理量の減量化が図られている。このことにより後段の脱水工程で、「含水率優先」の脱水機運転が可能となり、発生する脱水ケーキ量が減量した。」との声があります。

そのほか硫化水素の発生量や臭気、スカム発生量の減少など、周辺への影響や維持管理面での効果も得られています。硫化水素は臭気のみならず、機械設備や躯体の腐食にも影響を及ぼします。小樽市では、「スカムがなくなっただけでなく、硫化水素の発生が抑制され臭気も抑えられた。北海道では濃縮槽にカバーをしており、開閉にはこれまで気をつけていたが硫化水素の発生抑制により作業性が向上した。」との声もいただきました。

#### Q.5 みずみち棒の検討について

みずみち棒は重力濃縮槽であればどこでも導入可能ですか。また、どのような手順で検討を進めていけば良いでしょうか。

#### A.5

みずみち棒は、重力濃縮槽内で多数のみずみち棒をゆっくりと動かして懸濁粒子群の沈降速度を速めるという機構（Q.2参照）を利用したものであるため、少なくともかき寄せ機がついている重力濃縮槽であれば、基本的に導入は可能です。ただし、既存のかき寄せ機のみずみち棒だけを取り付ける対応では、明確に沈降速度の向上を確認することができません。より高い効果を得るためには多くのみずみちを形成する必要があります（詳しいみずみち棒の配置などについてはQ.8参照）。

また、対象とする汚泥の種類ですが、これまで実機では、標準活性汚泥法の混合汚泥と生汚泥、OD法の汚泥、回分法の汚泥を対象としています。いずれも問題なく汚泥の濃縮ができています。また、実験においては余剰汚泥を用いて回分実験を行っており、こちらも濃縮は可能です。

検討の目安として図7の検討フロー図を参考にしてください。汚泥引抜きポンプ・脱水機の性能によっては効果が発現しにくい場合も想定されます。施設毎に状況が異なるため土木研究所では、導入の際の計画・設置段階から、供用後のみずみち棒の運転が安定するまで、各段階において必要な技術指導・アドバイスなどの協力を行っています。図7の検討フロー図の青い太枠の項目において運転方法、調査方法、設計方法、評価方法の助言、状況確認、情報共有等を通して支援することが可能です。詳細は土木研究所にお気軽にご相談下さい（P.47の相談窓口連絡先参照）。

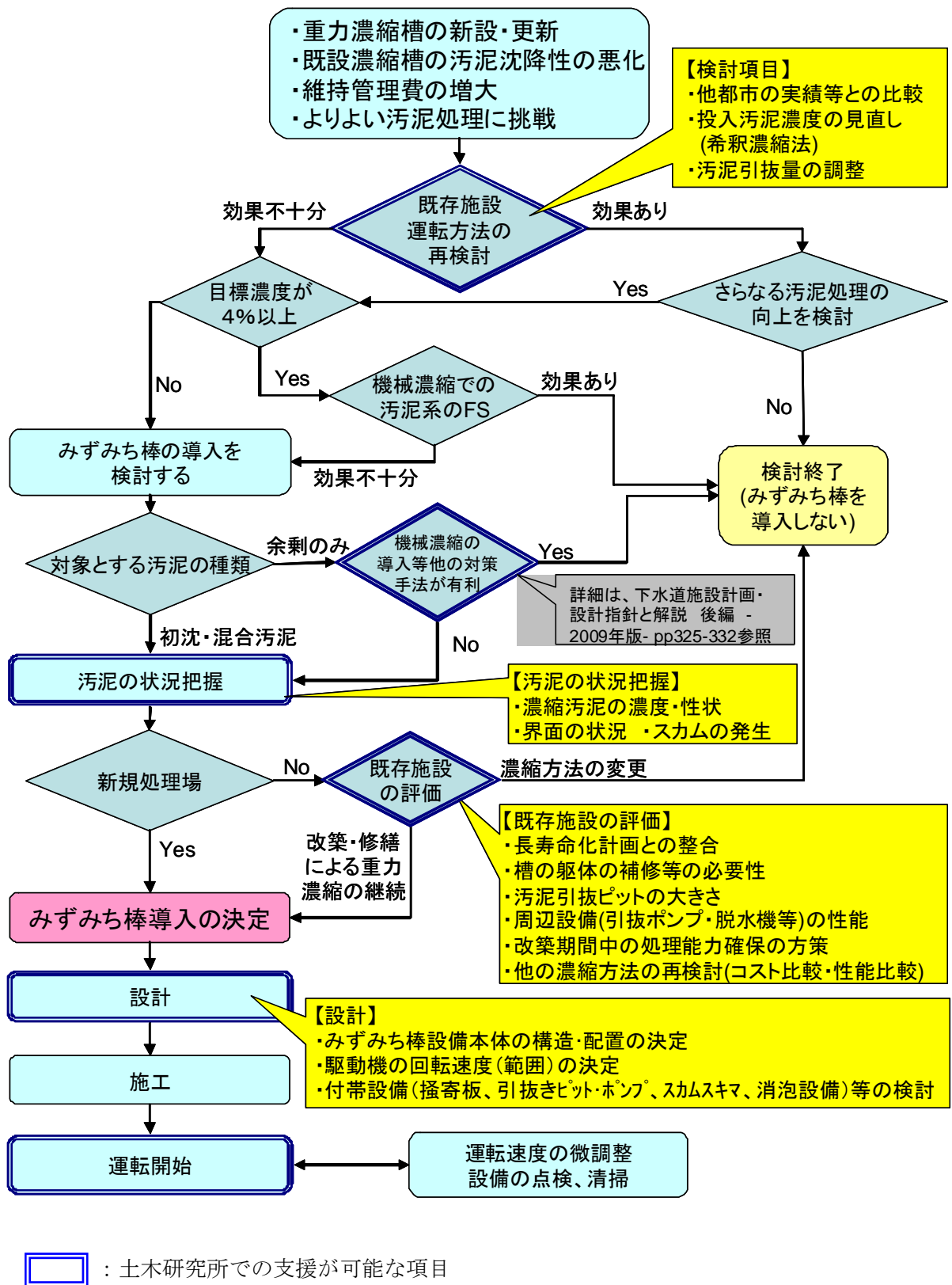


図7 みずみち棒導入に関する検討フロー

## Q.6 費用・特許について

### Q.6-1 建設費

施設によって異なるかと思いますが、建設費はいくら程度になるのでしょうか。

#### A.6-1

施設の大きさや付帯設備によっても大きく異なりますが、みずみち棒の導入にかかった実際の建設費は濃縮槽の直径に対して図 8 の様になります。建設費は、みずみち棒、駆動機を含むかき寄せ機本体の機器費と直接工事費（一般労務費、機械設備据付労務費、複合工費）の合計額を示しており、そこから更に 4%の特許使用料が発生します。

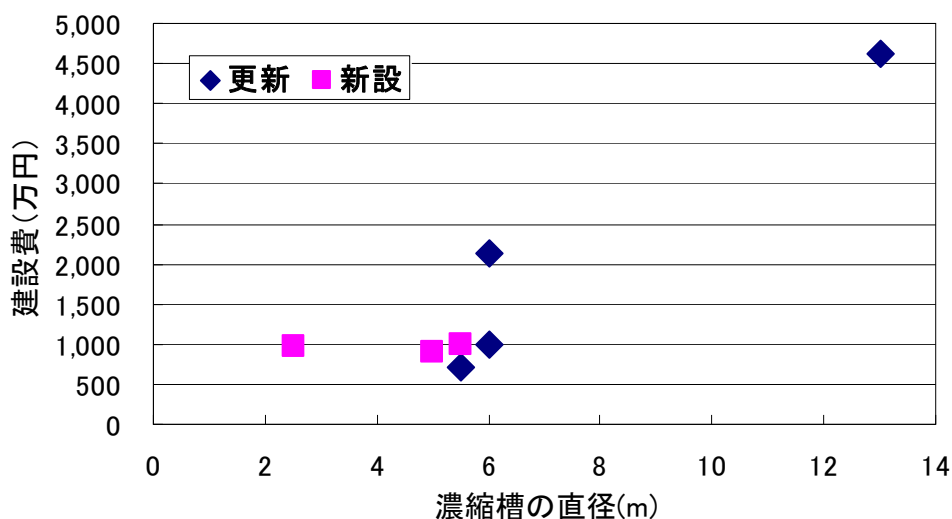


図 8 濃縮槽の直径とみずみち棒導入実績額

### Q.6-2 特許使用料

本技術は特許技術ですが、特許使用料は発生するのでしょうか。  
発生する場合は、手続き等はどうすればよいのでしょうか。

#### A.6-2

本技術には、土木研究所が単独で所有する 2 件の特許権（特許第 3321606 号「スラリーの重力濃縮方法」、特許第 3521232 号「スラリーの重力濃縮装置」。参考資料 6 参照）が設定されており、特許使用料が発生します。したがって、発注時におきましては、設計図書（仕様書及び図面）等への記載、積算時の計上をお願いいたします。特許使用料は、技術の普及展開の為の資料整備、啓発活動などに活用しています。

なお、前記特許権は土木研究所が単独で所有しており、民間のメーカー等は権利を所有していないので、工事発注時に業者指名等で特別な考慮の必要はありません。支払い回数、算出方法、特記仕様書への記載、契約相手方、問い合わせ先等については参考資料 5 を参照下さい。

### Q.6-3 維持管理費

みずみち棒導入によって維持管理費等はどのように変わりますか。

#### A.6-3

みずみち棒が影響をもたらす維持管理費には以下の項目が挙げられます。

##### 【消化プロセスへ与える影響】

- ・ 消化槽への投入汚泥濃度が増加することにより、消化日数が増加し、消化ガスの発生量が増加
- ・ 濃縮汚泥の減少により、消化槽投入量が少なくなることによる加温用ボイラの水道水使用量の減少

##### 【脱水プロセスへ与える影響】

- ・ 濃縮汚泥/消化汚泥量削減による凝集剤使用量及び脱水用電力量減少
- ・ 脱水汚泥量削減による汚泥運搬・処分費の減少

##### 【焼却/溶融/乾燥プロセスへ与える影響】

- ・ (脱水汚泥量の減少・脱水汚泥含水率の低下に伴う運転日数・必要燃料の減少)

実際に、苫小牧市では「汚泥処理に係る処分委託費や電力費等、年間で約 1,500 万円のコストが削減でき、費やした改修費用は、約 3.5 年で回収できた」、枝幸町では「汚泥の濃度が向上することで引抜き量が半減し、それに伴い脱水にともなう使用電力量や薬品投入量の減少により維持管理費を低減することができた」との現場の声もいただいています。

但し、Q.4 で述べたように、みずみち棒導入効果による維持管理費は、流入する汚泥の性状の他、汚泥引抜きピットの容量や底面勾配といった濃縮槽の構造、汚泥引抜きポンプや脱水機の性能等の周辺設備、後段の処理にも依存します。どの程度コストダウンが可能であるかを統一的に試算することは困難であり、施設ごとの検討が必要となります。

#### ○ 試算例

図 9 のフローの様に日最大汚水量 50,000m<sup>3</sup>/day、投入汚泥量 1,000m<sup>3</sup>/day とし、濃縮汚泥濃度が 2.5%から 3.0%に 0.5%改善した場合、濃縮汚泥量が 83%減少し、表 3

の様にガス発生量が 29%増加すると試算できます。汚泥処分費、薬品使用量、電力料（かき寄せ機、脱水機、付属機器）の合計と、消化ガス発電量が増えた分の買電の削減より、ランニングコストを 6%抑えられるものと試算できます（導入施設の実績等は参考資料 3-①参照）。

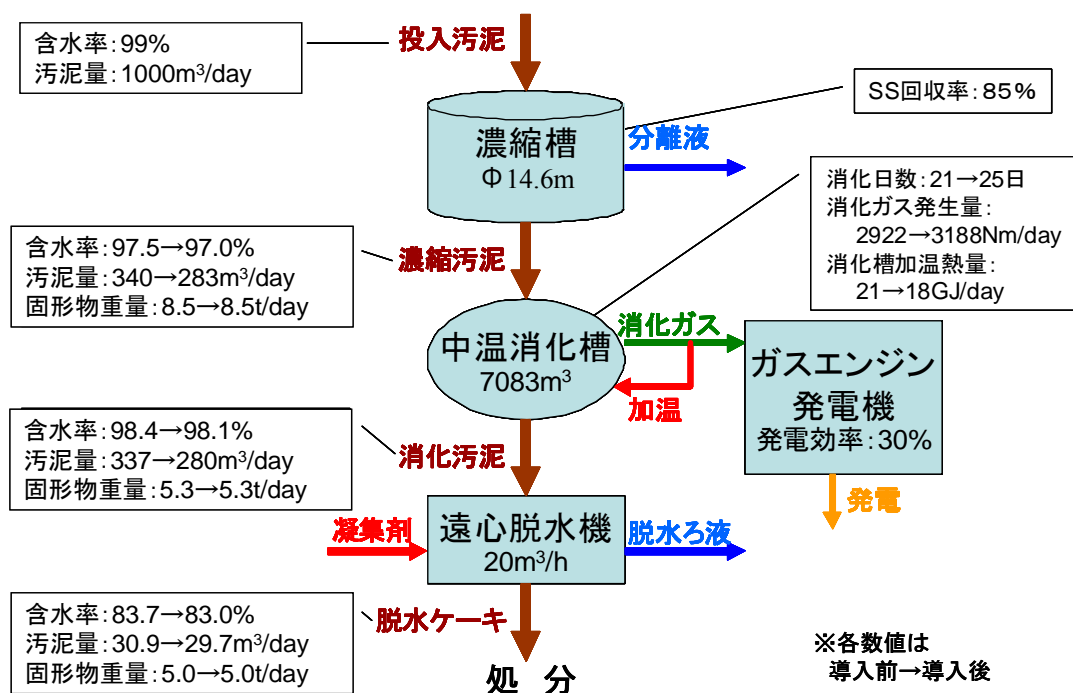


図 9 みずみち棒導入の定量評価における想定した条件のフロー

定量評価の際に仮定した条件

- \* 濃縮槽の SS 回収率は導入前後で変わらないものとした。
- \* 消化日数あたりの投入有機物あたりガス発生量を 10L/kg・day とした。
- \* 発生した消化ガスは消化槽の加温に必要な熱量を引いた分を発電に使用しているものとした。
- \* 脱水機の薬品添加率は導入前後とも消化汚泥の乾物重量に対し 1.2%とした。
- \* ランニングコストは消化ガス発電量増加に伴う買電削減分，脱水機の電力料金，凝集剤費用，汚泥処分費から計算した。
- \* CO2 削減量は電力量削減分を対象とした。

表 3 みずみち棒導入の定量評価（条件は図 9 参照）

	みずみち棒導入後	導入前(100%とする)
濃縮汚泥濃度	3.00%	2.50%
濃縮汚泥量	283m <sup>3</sup> /day (83%)	340 m <sup>3</sup> /day (100%)
消化汚泥量	280m <sup>3</sup> /day (83%)	337 m <sup>3</sup> /day (100%)
脱水ケーキ量	29.7m <sup>3</sup> /day (96%)	30.9 m <sup>3</sup> /day (100%)
ランニングコスト	94%	100%
消化ガス発電量	148kW (129%)	115kW (100%)
CO <sub>2</sub> 削減量*	110 t-CO <sub>2</sub> /year	—

\* : CO<sub>2</sub> 排出係数は 0.339kg-CO<sub>2</sub>/kWh(東京電力平成 20 年報告用)



## 第2章 設 計

### Q.7 みずみち棒とピケットフェンスの違いについて

下水道施設計画・設計指針に示されているピケットフェンスとみずみち棒は何が違うのですか。

#### A.7

「下水道施設計画・設計指針と解説（2009年版）」には「汚泥濃縮」の節で重力濃縮のタンク例が示されていますが、濃縮の原理やピケットフェンスがどういった効果をもたらすのかについては記載されておりません。記載されている標準図では、ピケットフェンスはかき寄せ機の一部として図示されており、その周速度は 3m/min と記載されています。

元来ピケットフェンスに期待されていた機能とみずみち棒の機能には大きな違いがあるわけではありませんが、みずみち棒では設備の構造や配置、運用方法等、汚泥の沈降性向上に最大の効果が得られるような工夫をしています。すなわちみずみち棒とは、「重力濃縮槽内にみずみち棒を垂直に設置し、みずみち棒を横移動させて水みちを形成することにより、懸濁粒子群の沈降速度を早め高濃度化すること」を目的とし、具体的には「①複数本放射状に配置されたアームに複数本鉛直に設置、②回転軸付近に近い部分で密に、先端側で疎の間隔で設置を特徴とする設備です（詳細は参考資料6を参照）。

みずみち棒もかき寄せ機と一体となるよう設置しますが、4～8本のアームにみずみち棒を設置することで、濃縮槽内に多数のみずみちを形成させ、面的に汚泥の沈降が進むように設計されています。また適切な運転速度は濃縮槽の直径が6m程度の場合周速度が0.5～0.8m/min程度、濃縮槽の直径が10m程度の場合周速度が1.0m/min程度と最適な運転方法が異なります。

#### (参考)

昭和41年に記された「下水道の常識」(日本水道新聞社)では、当時日本では実例に乏しかった濃縮槽についてアメリカの例を参考として取り上げており、その中で「汚泥濃縮槽の汚泥かき寄せ機には垂直な Picket Fence がとりつけてある」との表記があります。また、昭和43年に記された「下・廃水汚泥の処理」(コロナ社)では、「かくはん棒はかき寄せ機に垂直にとりつけられ」、「回転速度は汚泥に動揺を与えないように低速にする」と記されています。

「下水道施設計画・設計指針と解説（2009年版）」のオキシデーションディッチ法の最終沈殿池付帯施設の項目にもピケットフェンスに関する説明が記載されています。

## Q.8 みずみち棒の構造と沈降性への影響について

Q.8-1 みずみち棒の構造について教えてください。

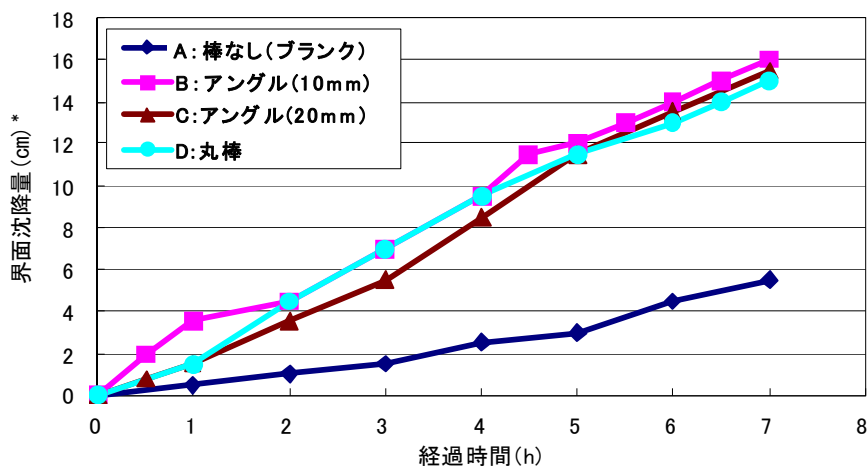
### A.8-1

みずみち棒は、鉛直方向にかき寄せ機に取り付けた棒です。形状は丸棒の適用事例が多いですが、アングルを用いたケースもあります。材質は、腐食に耐える素材(SUS や FRP、塩化ビニル等樹脂)でかつ剛性が十分なことが必要です。

Q.8-2 棒の形状、径、材質による汚泥の沈降性に違いはありますか。

### ○ 棒の形状による汚泥の沈降性状の違い

現在、実施設に導入されているみずみち棒は丸棒とアングルの2種類がありますが、棒の形状の違いを比較する回分試験では、アングルでも丸棒でもほぼ同様に沈降し、棒の形状による効果の違いは見られませんでした(図10参照)。従って、実施設でも同様の結果が得られると想定されます。



\*: 高さ 30cm までの均一な濃度の汚泥を水槽に投入した状態を始めとし、そこから汚泥界面がどれだけ沈降したかを示す

図10 回分試験による棒の形状の違いによる沈降性の確認

(実験条件は参考資料1-④参照)

### ○ 棒の径による汚泥の沈降性状の違い

現在、実施設に導入されているみずみち棒は直径 5m~15m の濃縮槽に対して 20mm ~40mm (アングルを含む) と様々な径が用いられています。棒径による違いを比較する回分式の沈降試験では、 $\phi 30\text{mm}$ ~ $\phi 70\text{mm}$  の範囲においてはどの径でもほぼ同様の沈降曲線が得られ、棒径の違いが特に濃縮効果には影響を及ぼしていません(図11参照)。

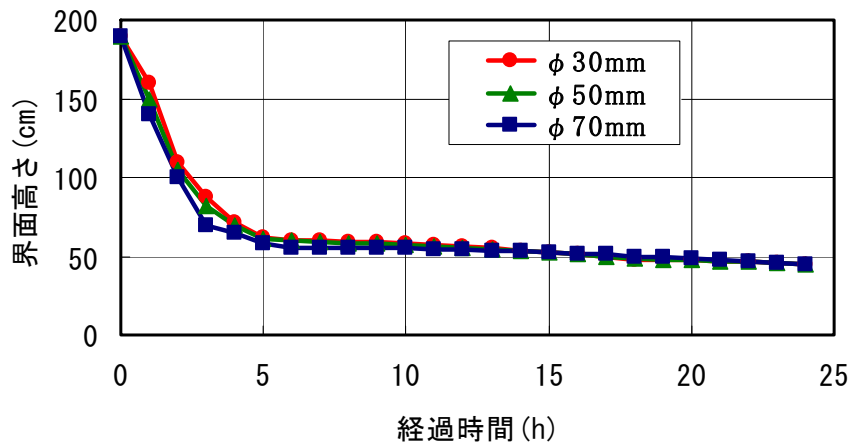


図 11 棒径による汚泥界面高さの変化（実験条件は参考資料 1 - ⑤参照）

○ 棒の材質による汚泥の沈降性状の違い

みずみち棒の材質による違いは特に確認されておらず、現状では剛性が十分で腐食しない材質のものであれば問題ないと判断しております。

Q.9 みずみち棒の配置について

Q.9-1 みずみち棒の配置について

みずみち棒の配置について教えてください。

A.9-1

みずみち棒の効果を発現させるためには、多くのみずみちを形成させる必要があります。そのため土木研究所では、四方向八本のアームに、みずみち棒を回転軸付近は密に、周辺部では疎となるような間隔で配置して取り付けることを推奨しています(図 12、図 13 参照)。これは、みずみち棒が汚泥界面を速やかに低下させ高濃度の汚泥を濃縮槽底部に得ることを目的としていることから、棒を汚泥投入時に界面が高くなる部分は密に、それ以外の周辺部では疎となるような間隔で配置しようとするからです（但し、このことは一概に均等間隔の配置を否定するものではありません）。

同様にみずみち棒の長さは界面より高くすることが望ましいので、回転軸付近のみずみち棒は長くなります。

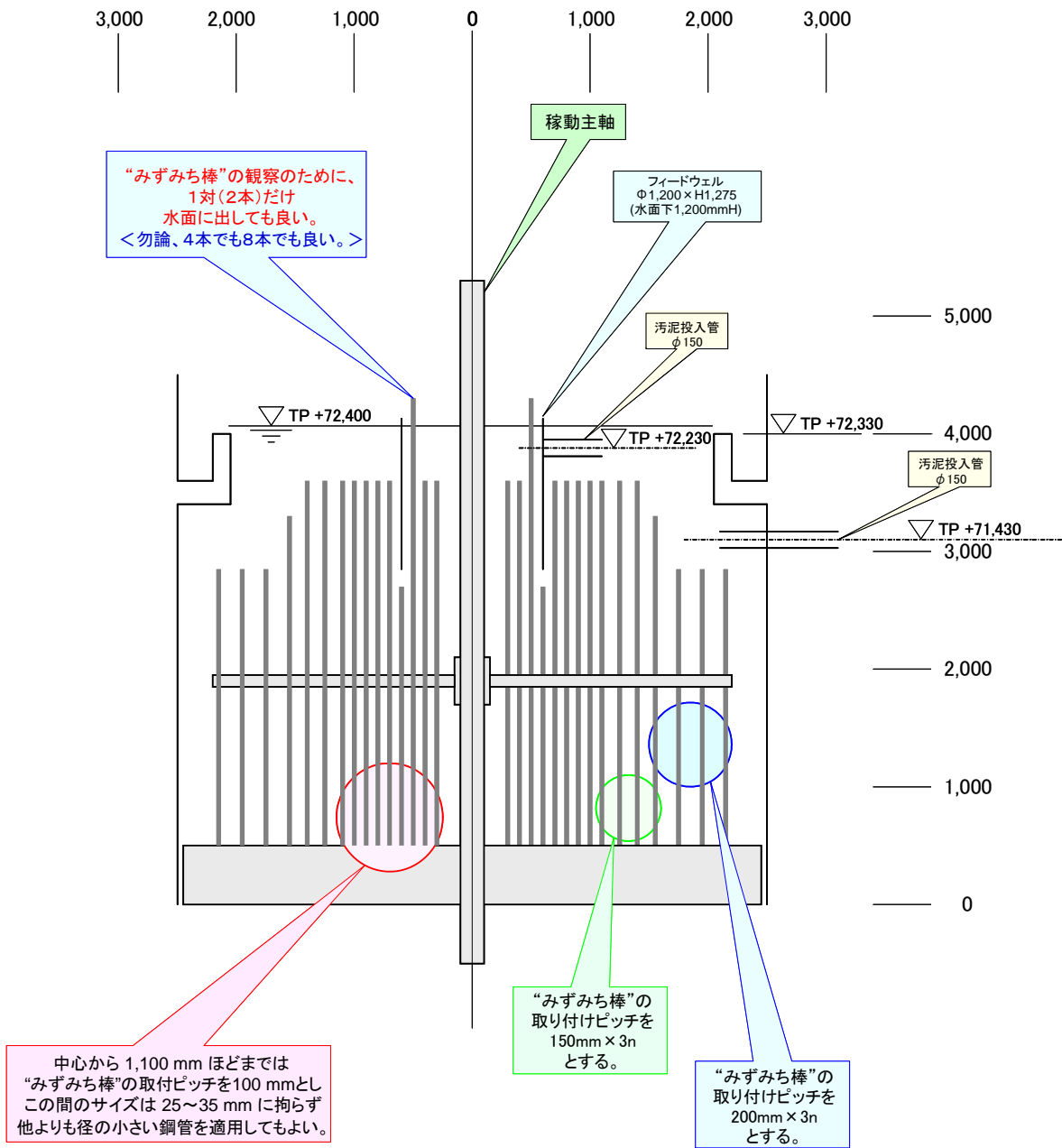


図 12 みずみち棒配置図例(断面図)

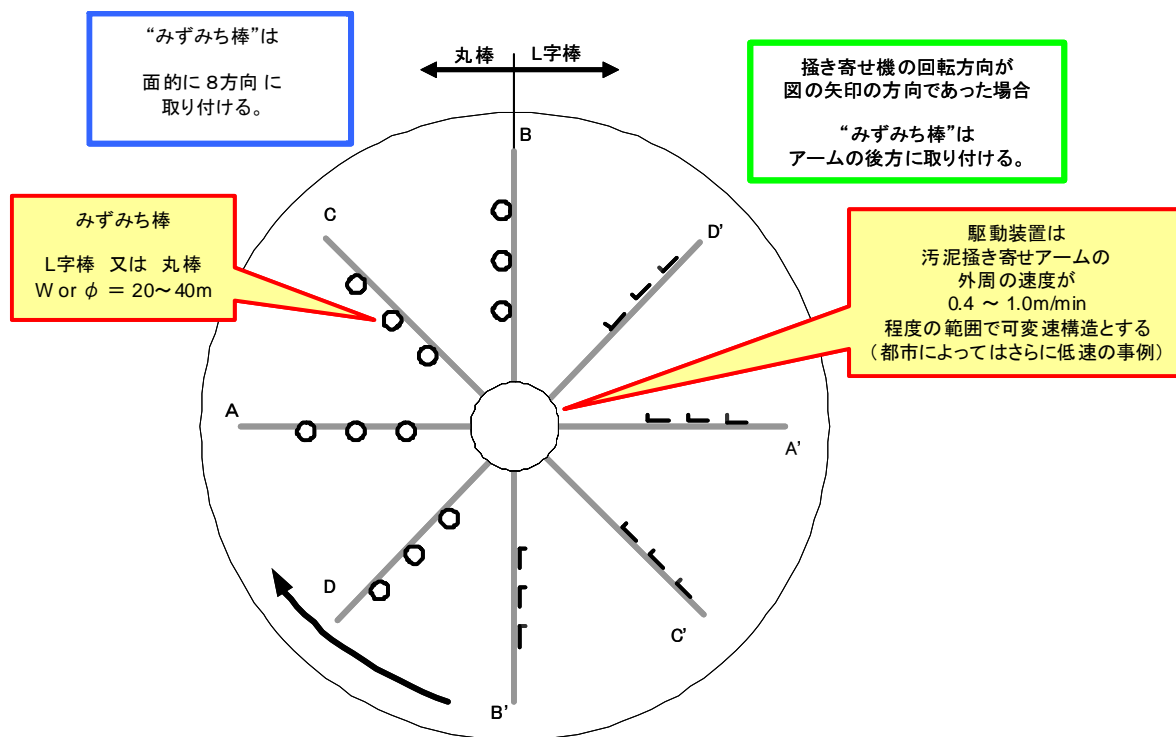


図 13 みずみち棒配置図例(平面図)

Q.9-2 みずみち棒の固定方法について

みずみち棒の固定方法について教えてください。

A.9-2

みずみち棒の固定方法としては、ボルト類やU字フックで固定する方法がとられています。また、みずみち棒は、みずみちの形成を阻害するものを極力なくすために、アームの進行方向に対して後方に取り付けます。アームの固定方法としては、中心軸付近で剛結させるほかステイを張って固定した事例もあります(各処理場のみずみち棒の導入状況は P.4 表 2 参照)。

尚、苫小牧市の西町下水処理センターでは、かき寄せ機の前方は汚泥が押された状態となるために界面が上昇すること、後方はかき寄せ後の状態となるために汚泥が減っていることから、みずみち棒をかき寄せ機の前方に取り付けている例もあります(図面は P.32 参照)。

Q.10 かき寄せの駆動機について

可変速の駆動機を推奨されていますが、その理由を教えてください。また、固定速の駆動機では導入効果は得られないのでしょうか？

A.10

みずみち棒による効果を高めるためには、原則として駆動機を可変速にするべきと考えております。その理由は以下のとおりです。

- 最適な回転速度は Q.4 で述べたように汚泥の性状や設備能力に依存するため、現場での調整が必要となる
- 汚泥性状は流入下水の性状や水処理の状況等により変動することが想定される
- 将来の汚泥引抜きポンプや脱水機の能力向上時に対応が可能となる
- 可変速とすることによる費用増がそれほど大きくない

これまでの導入地方自治体における運転管理の事例では、何度か回転速度を変更しながら、最適な回転速度を決定した後は、その速度で固定して運転するケースが多数です（表2参照）。濃度が高くなったことにより引抜きポンプが過負荷となったため、回転速度を変更させることで改善した事例もあります。やむを得ず固定速で導入する場合は、各処理場のみずみち棒の導入状況を参考にして運転速度を決定することも可能ですが、その場合にはみずみち棒の性能を十分引き出すことができない可能性があります。

Q.11 その他周辺設備について

みずみち棒の周辺設備、付帯設備の設計に関して、特に気をつけなければならない問題はありますか。

A.11

○ かき寄せ板について

1例を除き、みずみち棒導入済みの重力濃縮槽ではアームにかき寄せ板が設置されています。場合により、かき寄せのスピードが遅いために沈降した汚泥が腐敗し、スカムとして浮上してくる可能性があります。一般的には、1方向2本のアームにかき寄せ板を設置していますが、こうした場合には2方向4本のアームにかき寄せ板を設置することも可能です。

また「下水道施設計画・設計指針と解説（2009年版）」にもありますように、濃縮槽の形状をホッパ式として底部勾配を水平に対して60度以上とする場合にはかき寄せ機は必要ありません。

○ 汚泥引抜きピットおよび汚泥引抜きポンプについて

汚泥引抜きポンプの能力に比べて汚泥引抜きピットが小さい場合は、せっかく濃縮した汚泥を上澄みと一緒に引き抜くことになり、結果として濃縮効率が向上せず、上澄みによって汚泥を希釈しているような例があります。ピットの容量については、汚泥の引抜きポンプの一回あたりの作動引抜き量と同等以上になるように設計する必要があります。ピットの容量が小さい場合には低流量で少量ずつこまめに引き抜く、あるいは少量を連続的に引き抜くような運転管理を行うことを推奨します。

### 第3章 施工

#### Q.12 かき寄せ機の更新時の施工

重力濃縮槽のかき寄せ機の更新にあわせて、みずみち棒を導入しようと考えていますが、施工は可能でしょうか。

#### A.12

施工上、全く問題ありません。

これまでに実際に導入されている地方公共団体でも、改築・更新に合わせてみずみち棒の導入をしている事例は多数あります。

これまで改築時に同時に施工した設備などは表4のとおりです。

表4 改築時に同時に施工した設備など

導入自治体	北海道				
	小樽市	苫小牧市	苫小牧市	石狩市	余市町
処理場名	銭函下水終末処理場	西町下水処理センター	勇払下水処理センター	八幡処理場	余市下水処理場
濃縮層 諸元	形状	円形	円形	円形	円形
	直径	6m	15m	6.5m	2.5m
導入槽数	1	2	1	1	1
導入のタイミング	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	新設	新設
工事内容	かき寄せ機・ 駆動機・脱水機 等	かき寄せ機・駆 動機・ポンプ・濃 縮槽躯体改修等	かき寄せ機・ 駆動機・配管等	かき寄せ機・ 駆動機等	かき寄せ機・ 駆動機等

導入自治体	北海道		愛媛県	佐賀県	熊本県
	枝幸町	遠軽町	今治市	有田町	熊本市
処理場名	歌登下水終末処理場	遠軽下水処理センター	北部終末処理場	有田町浄化センター	中部浄化センター
濃縮層 諸元	形状	矩形	円形	円形	円形
	直径	2m×2m	6m	5.5m	5m
導入槽数	1	1	1	1	2
導入のタイミング	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の改造	新設	かき寄せ機の更新
工事内容	かき寄せ機・ 駆動機等	かき寄せ機・ 駆動機等	かき寄せ機の改 造等	かき寄せ機・ 駆動機等	かき寄せ機・駆 動機・覆蓋・点 検通路・濃縮槽 躯体改修等

#### Q.13 施工業者の選定

施工は特別な技術を持った施工業者を選定する必要はあるのでしょうか。

#### A.13

施工に特別な技術は不要で、設計・施工業者を選びません。

みずみち棒はいたって単純な構造となっており、処理場の条件に見合った運転条件



が特定できれば、後の特別な技術は不要です。これまでも各都市で選定された施工業者によって設置されてきました。

**Q.14 施工に当たっての注意点**

みずみち棒の施工に当たって、特に注意する点があれば教えてください。

**A.14**

みずみち棒の導入とは直接関係はありませんが、既存の重力濃縮槽の改修・修繕では以下の点に注意が必要です。

通常、濃縮槽は改修工事等を行わない限り槽を空けて点検を行うことは少なく、10年以上も特別な修繕を行っていない場合があります。濃縮槽は硫化水素によるコンクリート腐食等の影響を受けやすい施設であり、側壁等だけではなく場合によっては底部コンクリートの劣化が発生しているということもありますので、この機会に施設の劣化診断と十分な補修を行うことが重要です。

みずみち棒の設備については、異種金属が接触する場合には金属腐食が発生する可能性がありますので、十分な塗装などの防食を行ってください。

## 第4章 運転管理

### Q.15 最適運転速度について

みずみち棒をゆっくりと動かすことが必要だとされていますが、最適運転速度はどのくらいでしょうか？

#### A.15

汚泥沈降性状は、流入する汚泥の性状の他、汚泥引抜きポンプや脱水機の性能等の周辺の設備や後段の処理、あるいはスカムなどにも依存しますので、一概に最適速度を決定することは出来ません。このため、これまでの導入事例等を参考に、一定の範囲で変速可能な駆動機を設置し（Q.9参照）、実際の汚泥性状や施設の状況を踏まえて最適な運転速度を決定していくことが必要となります。

実際に枝幸町では、周速 0.25～1.0m/min で運転していましたが、より濃度をあげするため、減速機を交換し外周速度 0.04～0.16m/min において実験した結果、濃度向上が現れました（各処理場のみずみち棒の導入状況は表2参照）。

### Q.16 投入汚泥の濃度

投入する汚泥濃度によってみずみち棒の効果は変わりますか。

#### A.16

「タンクに投入する汚泥の性状によっては、汚泥タンクに投入する前に希釈することによって濃縮性が良くなることがある。（下水道施設計画・設計指針と解説 後編 -2009年版-p327）」とあるように、投入汚泥濃度が低いほど汚泥濃縮効果が高くなる傾向があり、実際に効果を上げている事例も報告されています。みずみち棒を導入した場合でも、この傾向は同様で、実際に苫小牧市では、1～1.2%を0.8%まで汚泥を希釈してから濃縮槽に投入したほうが良いという知見を得ています。

同じ条件でみずみち棒を回転させ、初期濃度変化みずみち棒の効果を比較する回分実験では、初期濃度が4.7g/L～8.8g/Lの範囲では、初期濃度が低くなるほど初期の汚泥界面高さが急速に低くなり、汚泥の沈降性が向上する結果が得られています(図14参照)。

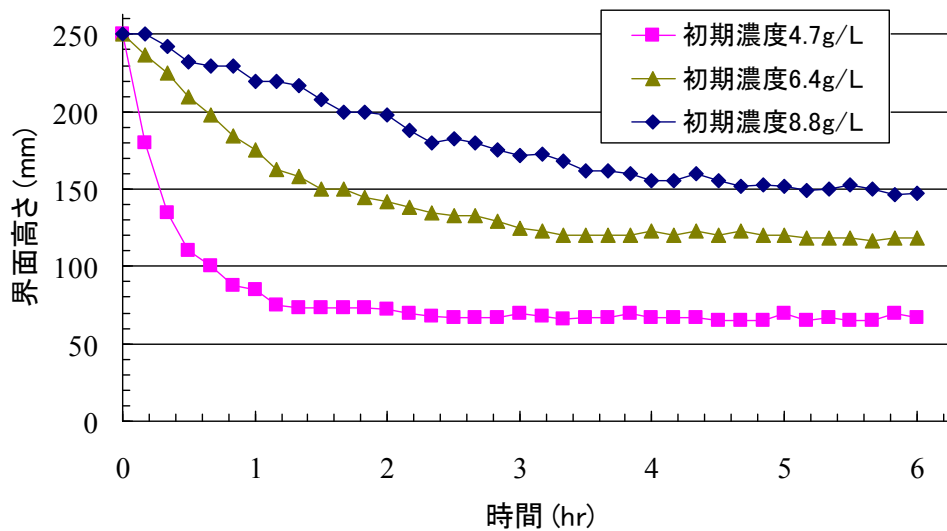


図 14 回分試験による初期汚泥濃度の違いによる沈降曲線 ( $\phi 18\text{mm}$ 、 $0.84 \text{ min}^{-1}$ )  
 (実験条件は参考資料 1-②参照、他の類似実験として参考資料 1-③参照)

Q.17 汚泥の引抜き方法について

みずみち棒の周辺設備、付帯設備の運転方法に変更は必要ですか

A.17

重力濃縮全般に言えることですが、引抜き速度を遅くすることで、引抜き汚泥濃度をより高めることができます。

みずみち棒の導入により、濃縮槽底部には導入前に比べてより濃い汚泥が溜まった状態となっていると考えられますが、引抜きポンプで汚泥を引き抜く際に、一度に大量の汚泥を引き抜いてしまうと「うわ水」も同時に抜いてしまうため、引抜き汚泥濃度が薄くなってしまいます。一回当たりの引抜き量を小さくし、こまめに何回も引き抜くことで「うわ水」の引抜き量が減少し、濃い汚泥を得ることが出来ます。

Q.18 スカムについて

スカムが発生しました。対処方法を教えてください。

A.18

沈降した汚泥が腐敗し浮上したと思われます。汚泥の沈降性が悪くなる可能性もありますが、沈降した汚泥を速くかき寄せて引き抜くため、かき寄せ速度を上げて

運転してください。消泡水管（スプレー）、洗浄水管（ホース）の設置等により、スカムに対応する方法も考えられます。

一方でこれまでスカムが発生していた重力濃縮槽において、処理場がみずみち棒導入に伴いスカムの発生が見られなくなった事例もあります。熊本市では「みずみち棒導入前は、表面にスカムが発生し堆積することがあったため、スカム破砕機を設置しておりましたが、みずみち棒導入後にかき寄せ機の回転数を現在の 1.0m/min に変更したところ、一時的な発生はあっても、スカムの発生量は非常に少なくなりました。」、余市町では「以前はスカムの発生がありましたが、みずみち棒導入以降は、スカムの発生がなくなり、汚泥の沈降もよく汚泥管理が容易になりました。」との声も届いています。

#### Q.19 みずみち棒の清掃について

みずみち棒の効果を継続的に得るためには、みずみち棒の定期的な清掃が必要になると考えていますが、どれくらいの頻度での清掃が必要でしょうか。

#### A.19

みずみち棒は、かき寄せ機の場合に比べ、夾雑物の影響を受けやすくなります。かき寄せ機の腐食状況の確認を併せて行うことも考慮し、できるだけ数年に 1 度の頻度で清掃することを推奨します。

導入後 7 年を経過した後に清掃を行った際に、微生物腐食等が確認され、パテ等による対策を講じた例もあります。清掃時にみずみち棒設備の状況を十分に確認の上、腐食などの支障があれば必要な修繕を行うことが必要です。また、清掃後には、みずみち棒に付着していた固形物などの除去によると見られる濃縮効果の回復が確認された事例も報告されております。

苫小牧市では、みずみち棒による濃縮効果が徐々に減少し、清掃を行うことで回復しています（図 15 参照）。しかし、みずみち棒に夾雑物がこびりつき清掃には手間がかかるため、苫小牧市では、3 年に一度、濃縮槽を空けてみずみち棒の清掃を行う予定としています。

一方、重力濃縮槽の前段にドラムスクリーンやしさ破砕機を設置している処理場は、夾雑物の混入が減少するため、清掃の必要性、頻度が低くなる傾向があります。

余市町では、下水の流入時に目幅の細い除塵機を設置しているため、みずみち棒に夾雑物が付着することは少なく、比較的清掃が容易な状態で 6 ヶ月に 1 回程度濃縮槽の水位を下げみずみち棒の清掃を実施していますが、掃除前後でのみずみち棒の濃縮効果の明確な違いを確認するには至っていません。

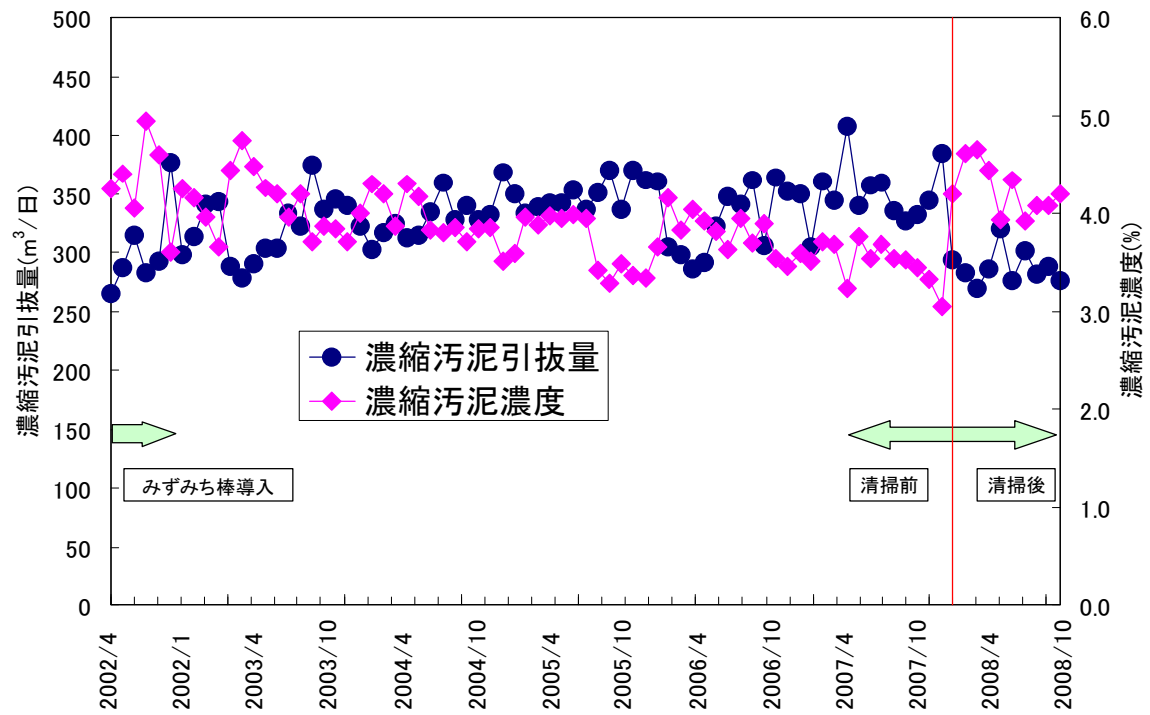


図 15 清掃後の濃縮効果の回復 (苫小牧)

## 参考資料

### 1 資料中の実験条件等

#### 1-① みずみち棒の有無による濃縮効果の比較実験 (P.6、図6)

##### \*実験条件

- ・汚泥：OD法汚泥
- ・初期濃度：6.4 g/L
- ・気温：20℃ (恒温室内)
- ・水槽：深さ 300 mm、内径 φ167 mm
- ・棒径：φ18 mm
- ・周速度：0.84 m/min

##### \*測定項目

- ・デジタルカメラで界面高さを記録  
(10分毎に自動撮影)
- ・界面の汚泥を採取し濃度を測定



図 実験装置 (左：みずみち棒あり  
右：みずみち棒なし)

#### 1-② 初期汚泥濃度の違いによる濃縮効果の比較実験 (P.23、図14)

##### \*実験条件

- ・汚泥：OD法汚泥
- ・初期濃度①：4.7 g/L、初期濃度②：6.4 g/L、初期濃度③：8.8 g/L
- ・気温：20℃ (恒温室内)
- ・水槽：深さ 300 mm、内径 φ167 mm (装置は1-①と同じ)
- ・棒径：φ18 mm
- ・周速度：0.84 m/min

##### \*測定項目

- ・デジタルカメラで界面高さを記録 (10分毎に自動撮影)
- ・界面の汚泥を採取し濃度を測定

#### 1-③ みずみち棒の有無及び初期汚泥濃度の違いによる濃縮効果の比較実験 (1-①、1-②の関連実験)

##### \*実験条件

- ・汚泥：OD法汚泥
- ・初期濃度 棒無し：1.0g/L～16.0g/L、棒有り：4.0g/L～13.0g/L
- ・気温：20℃ (恒温室内)

- ・水槽：深さ 300 mm、内径 φ167 mm（装置は 1-①と同じ）
- ・棒径：φ18 mm
- ・周速度：0.121 m/min

\*測定項目

- ・デジタルカメラで界面高さを記録（10分毎に自動撮影）
- ・界面の汚泥を採取し濃度を測定

\*実験結果

実験結果より、初期投入汚泥濃度が 1.0g/L～16.0g/L の範囲では濃度が低いほど界面高さは低くなり、実験開始後 6h までは棒なしよりも棒有りのほうが界面高さは低くなった。

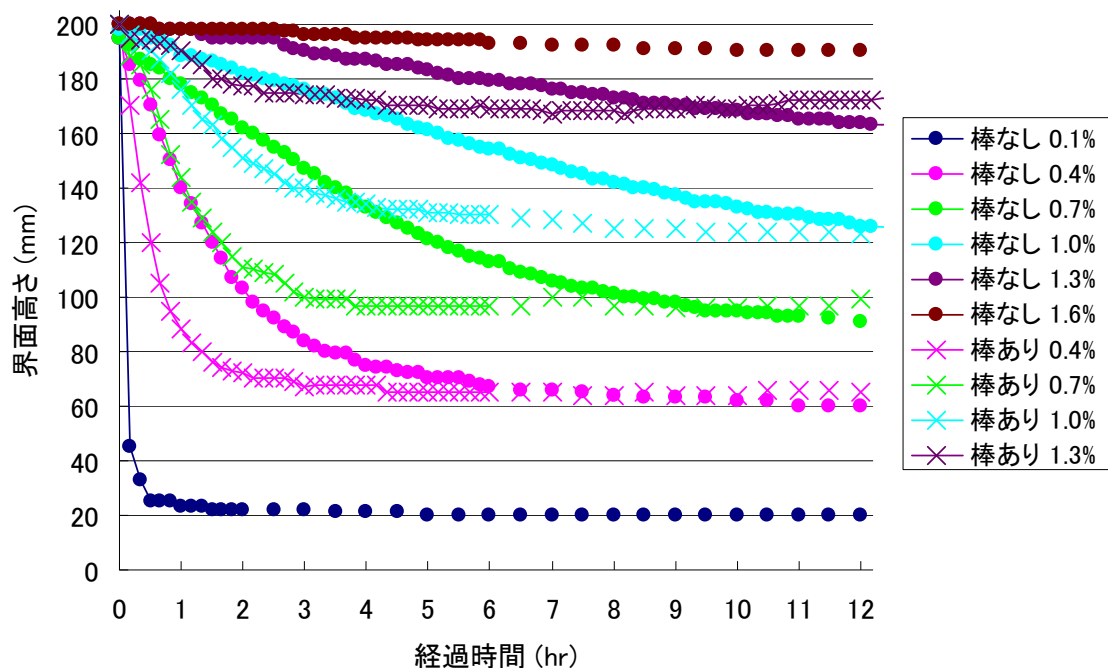


図 初期汚泥濃度の違いによる界面高さの変化

1-④ 棒の形状の違いによる濃縮効果の比較実験 (P.14、図 10)

\*実験条件

- ・汚泥：濃縮余剰汚泥（標準活性汚泥法・遠心濃縮）
- ・初期濃度：8.0g/L
- ・気温：0～15℃（H21年2月11日～13日）
- ・水槽：深さ 300 mm、内径 φ167 mm（装置は 1-①と同じ）
- ・棒の形状：アングル 1 (10 mm×10 mm)、アングル 2 (20 mm×20 mm)、丸棒(φ=18mm)
- ・棒の配置：4本のアームに3本ずつ配置
- ・回転速度：約 0.07rpm(本実験装置最低速度)

\*測定項目

- ・デジタルカメラで界面高さを記録（10分毎に自動撮影）
- ・界面の汚泥を採取（約50cc）しTS濃度を測定

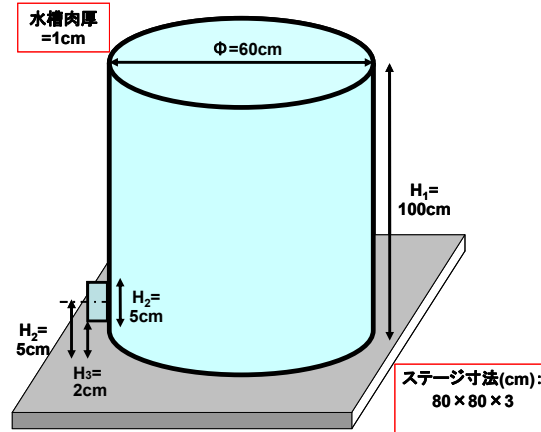
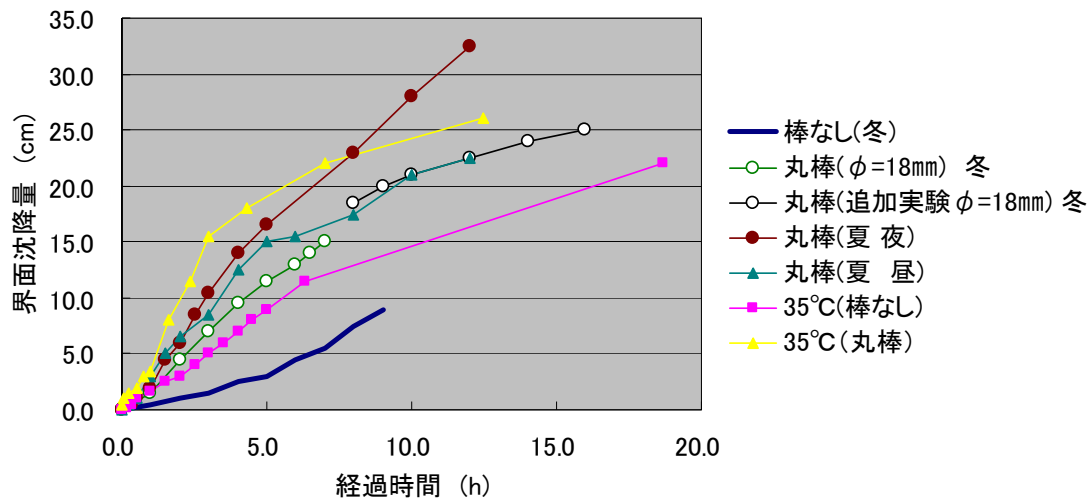


図 実験装置

\* 実験結果

夏季にも実験を行ったが、冬季と同様にアングルでも丸棒でもほぼ同様に沈降するという結果が得られた。沈降性だけを考えると腐敗等の影響が少ない条件下であれば、冬季よりも汚泥温度の高い夏季のほうが良いことが伺える。



1-⑤ 棒径による濃縮効果の比較実験 (P.15、図 11)

\*実験条件

- ・汚泥：OD 汚泥 (OD 法)
- ・初期濃度：6.79g/L
- ・水槽：深さ 2m、内径 φ60 cm
- ・棒の形状：丸棒(φ=30mm、50mm、70mm)
- ・回転速度 約 0.063rpm



## 2. 現場の声

ここでは地方公共団体の皆さんが、ここは苦勞した、こうすればよかった、今度はこうしよう、このような工夫をしている、といった声を紹介いたします。

### 【効果について】

- ・濃縮槽内の硫化水素発生濃度が、0.85ppm（H23年4～8月平均値）と嗅覚の限界濃度である0.25ppmよりは高めではあるが、不快であるとされる濃度3～5ppmより低い値となっている（人間の嗅覚に対する値は厚生労働省資料より参照）。（余市町）

### 【設計について】

- ・既施設の改修であったため、設計段階ではピットたまりに注目していなかった。機械の詳細に加えてうわ水と一緒に引き抜くことがないように注意喚起をする必要がある。（熊本市）

### 【施工について】

- ・底部コンクリートのモルタルが劣化していた。（熊本市）
- ・部分的にステンレスを用いており、異種金属を接合することで金属腐食の問題を抱えている。塗装を行うことで絶縁している。（熊本市）

（土木研究所のコメント）

防食に関しては電気防食もありますが、①長期間の連続運転において頻繁な点検は困難である②アルミ等の設置個数も多くなる可能性がある③汚泥にアルミが入ることは避けた方がよい、といったことから塗装による防食が良いと考えています。現在の塗装仕様に準じて確実に塗装をしていただくとともに、以下の箇所についても、適切に塗装がなされるよう注意していただきたいと考えています。

①かき寄せ機を連結するステンレス製の結合部分 ②ターンバックルと連結部材

### 【運転・維持管理について】

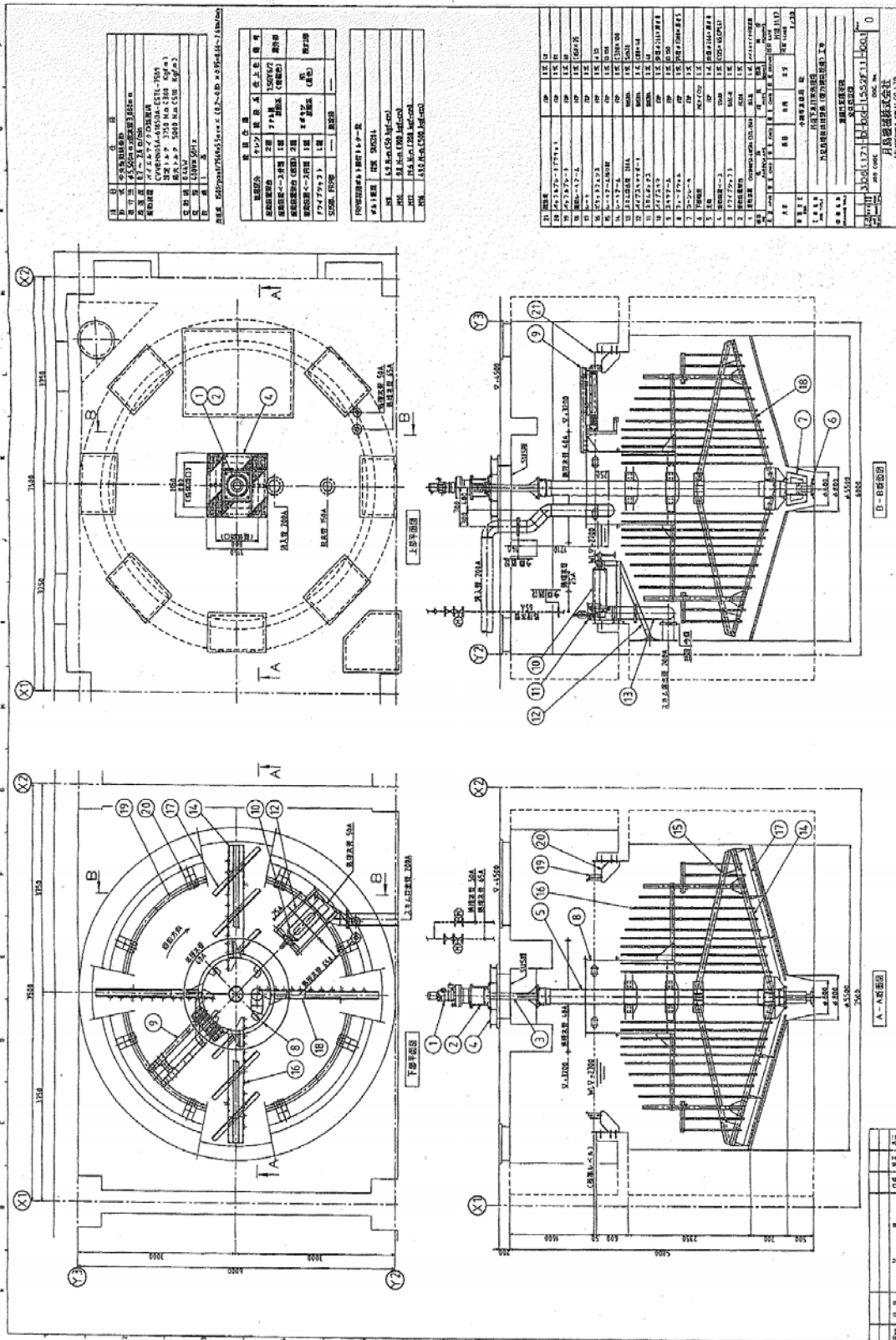
- ・超音波式の機械で泥位(汚泥界面)を管理している。（苫小牧市）
- ・池開け清掃は実施していません。濃縮効果が低下した場合、1日から2日程度槽内堆積している汚泥を引抜除去する運転で機能回復を図っています。（今治市）
- ・稼働して2年経過しているが、清掃が必要な汚泥の付着等は見られない。（石狩市）
- ・スカムではなく、腐敗した汚泥が浮上した例はある。特に夏季の水温が高い時期に発生しやすい。対策としてかき寄せ機の上面に汚泥が堆積しないよう引抜を増やし、泥位（界面）を下げて運転すること、また水温が過度に上昇しないように井戸水で希釈するなど対策を行っている。（苫小牧市）

### 3 設計図等

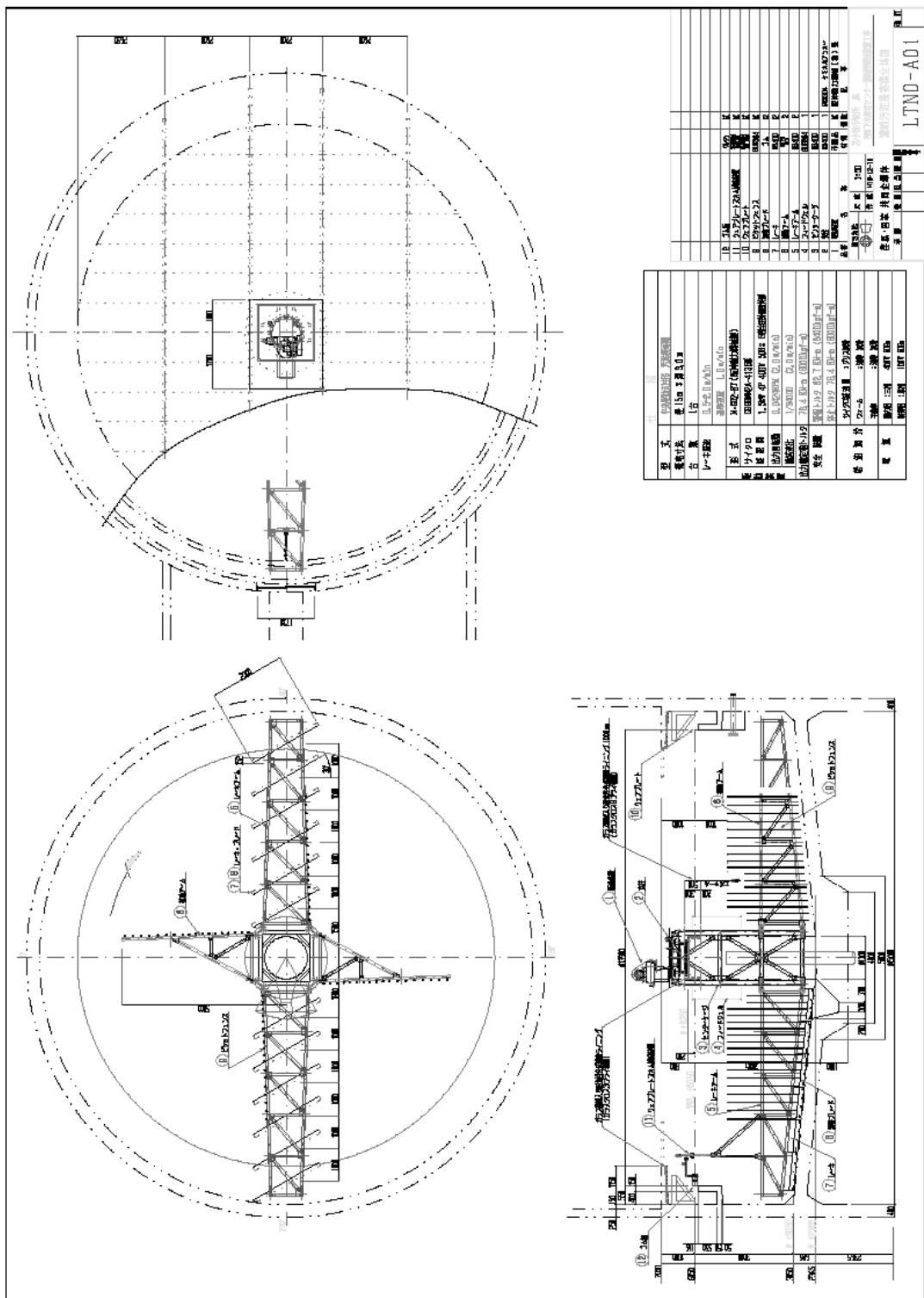
これまでにみずみち棒が導入されてきた下記の処理場濃縮槽におけるみずみち棒の設計図をご紹介します。なおこれらの図面は、地方公共団体各位の好意によりご提供いただきました。

- 【小樽市 銭函下水終末処理場】
- 【苫小牧市 西町下水処理センター】
- 【苫小牧市 勇払下水処理センター】
- 【石狩市 八幡処理場】
- 【余市町 余市下水処理場】
- 【枝幸町 歌登下水終末処理場】
- 【遠軽町 遠軽下水処理センター】
- 【今治市 北部浄化センター】
- 【有田町 水質浄化センター】
- 【熊本市 中部浄化センター】

【小樽市 銭函下水終末処理場】



【苦小牧市 西町下水処理センター】



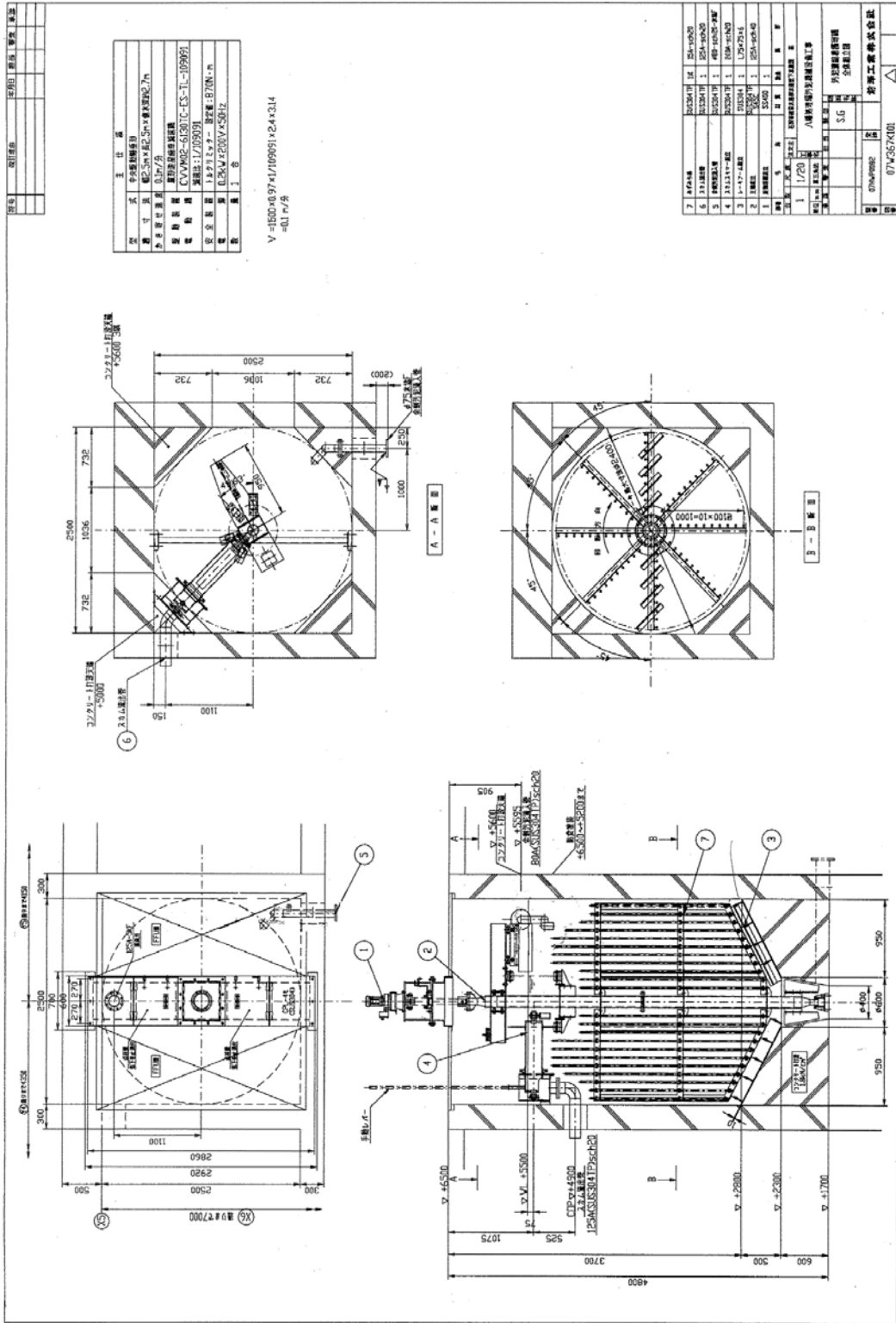
形式	円形活性汚泥法 汚水処理槽
構造形式	地上型 鋼骨鉄筋コンクリート
石巻	石巻市 西町
設計者	有限会社 東洋建設
設計者住所	〒985-0801 宮城県石巻市西町1-1-1
設計者代表者	佐藤 隆夫
設計者代表者住所	〒985-0801 宮城県石巻市西町1-1-1
設計者代表者電話番号	022-821-1111
設計者代表者FAX番号	022-821-1112
設計者代表者Eメール	info@toyoukousenkei.co.jp
設計者代表者ホームページ	http://www.toyoukousenkei.co.jp
設計者代表者営業時間	平日 9:00~17:00
設計者代表者休日	土曜日 9:00~17:00
設計者代表者年末年始	12月31日 9:00~17:00
設計者代表者その他	
設計者代表者備考	

1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

LTNO-A01



【石狩市 八幡処理場】



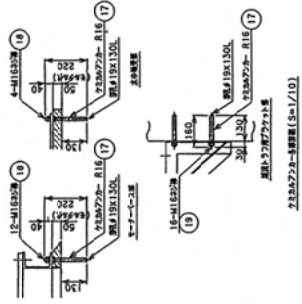


【枝幸町 歌登下水終末処理場】

図面番号	000001	図名	仕機
設計者	〇〇〇〇	承認者	〇〇〇〇
設計日	〇〇/〇〇/〇〇	承認日	〇〇/〇〇/〇〇
図面用紙	A1 (縦書き)	縮尺	1/10

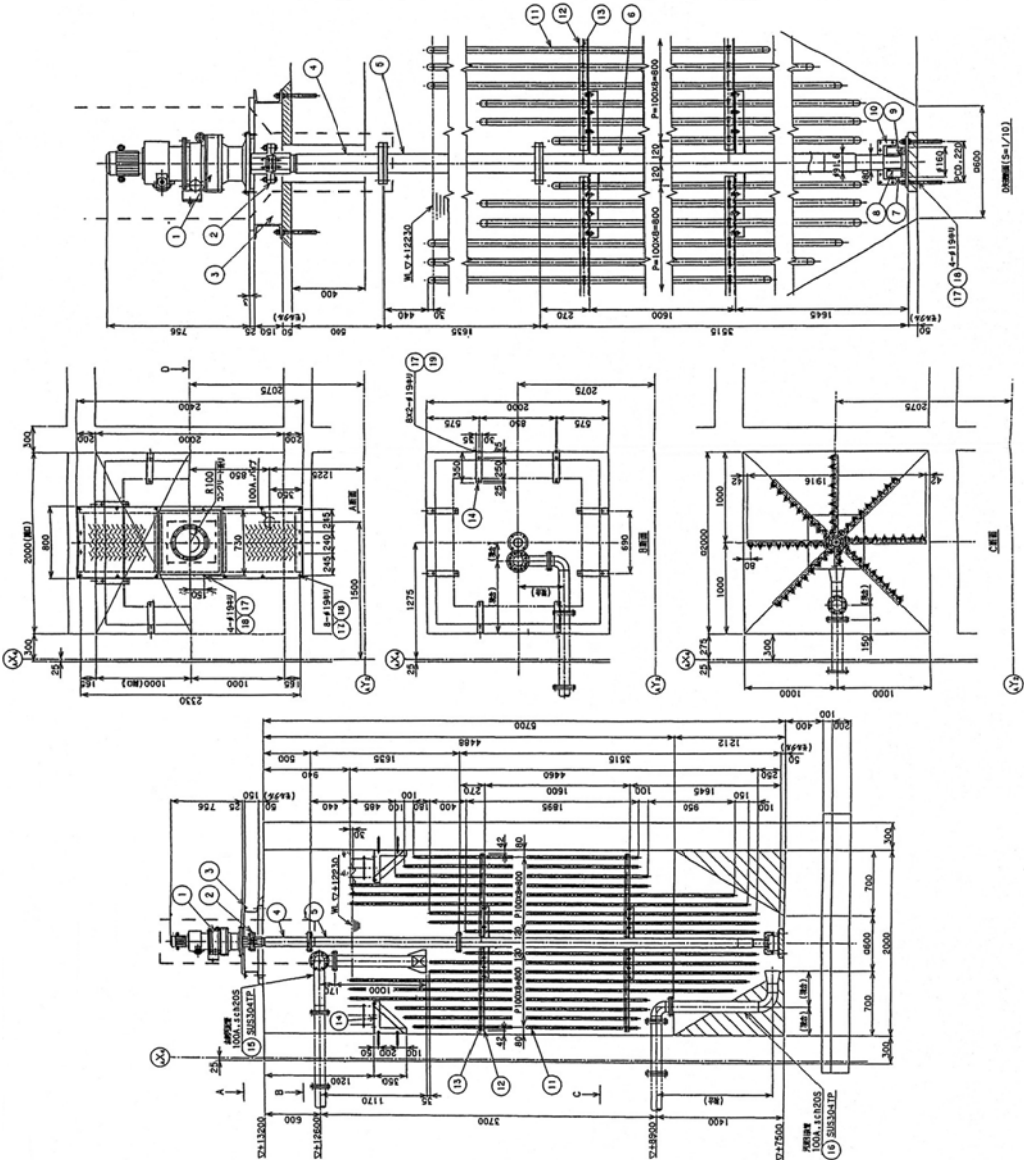
仕機

機種	〇〇〇	電圧	380V
消費電力	〇〇〇W	電流	〇〇〇A
回転速度	〇〇〇rpm	出力	〇〇〇kW
騒音	〇〇dB(A)	重量	〇〇〇kg



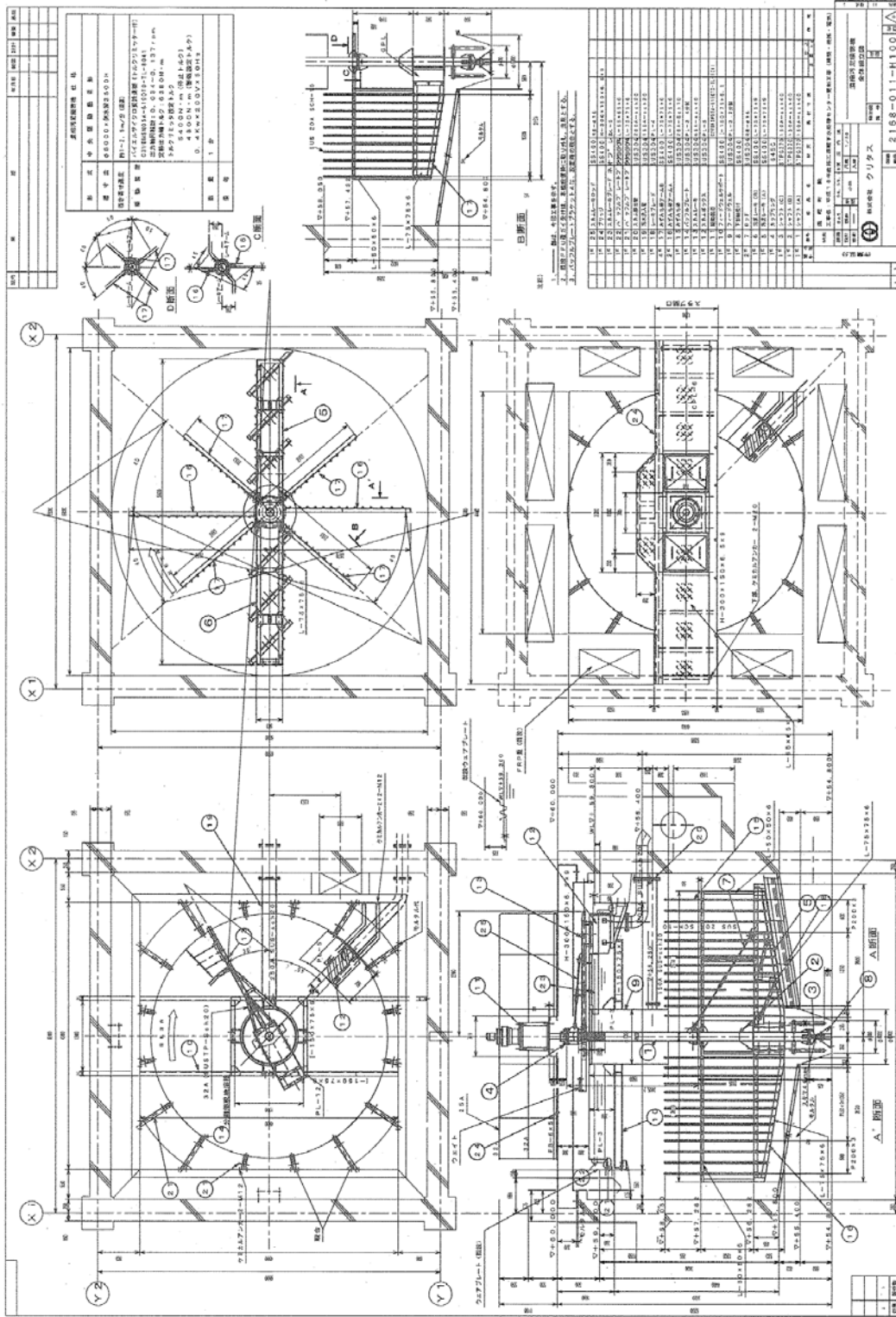
2.仕機20-1の寸法 (mm)

図番	17	部品名	ロータ
18	ロータ	ロータ	
19	ロータ	ロータ	
20	ロータ	ロータ	
21	ロータ	ロータ	



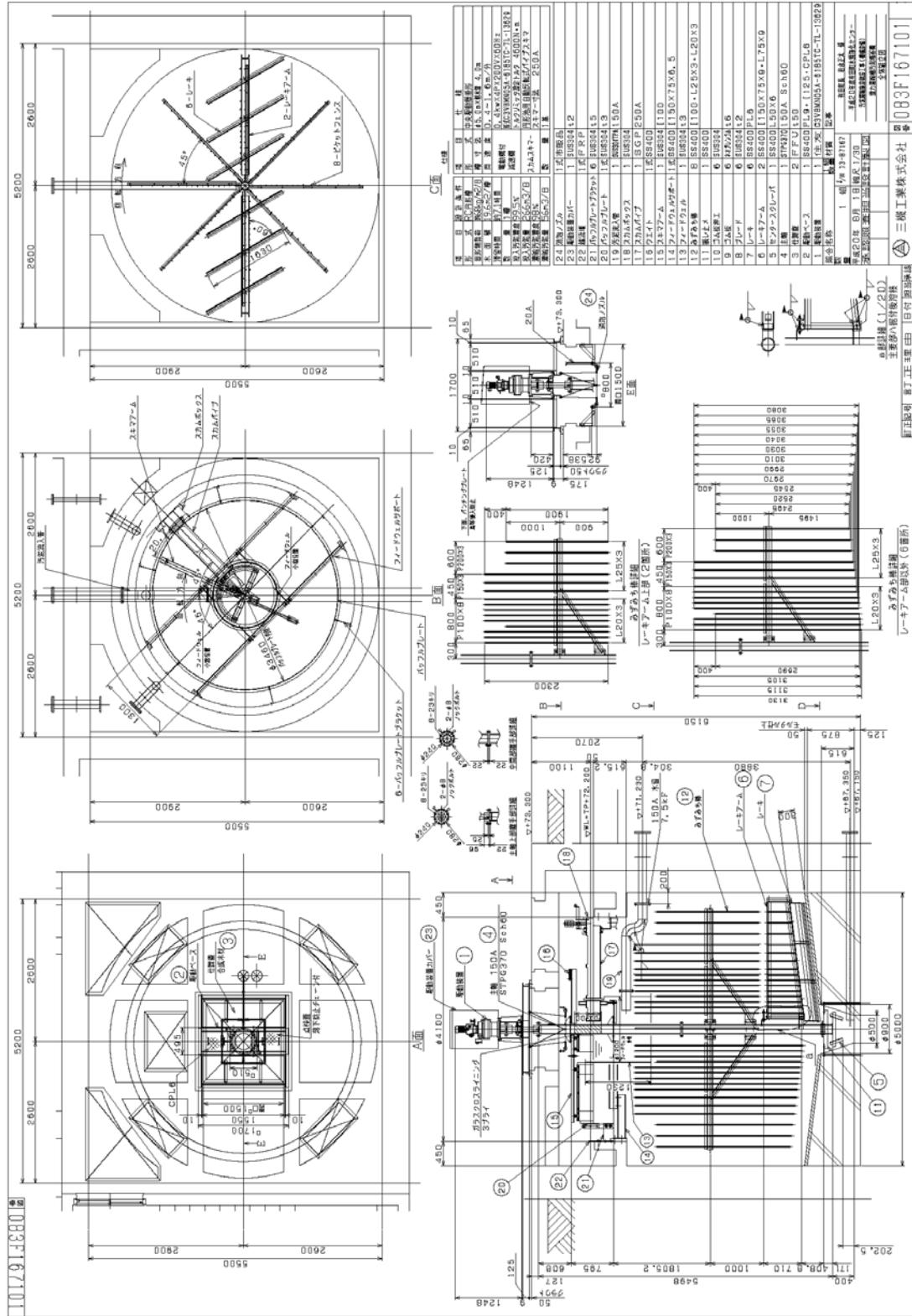


【遠軽町 遠軽下水処理センター】

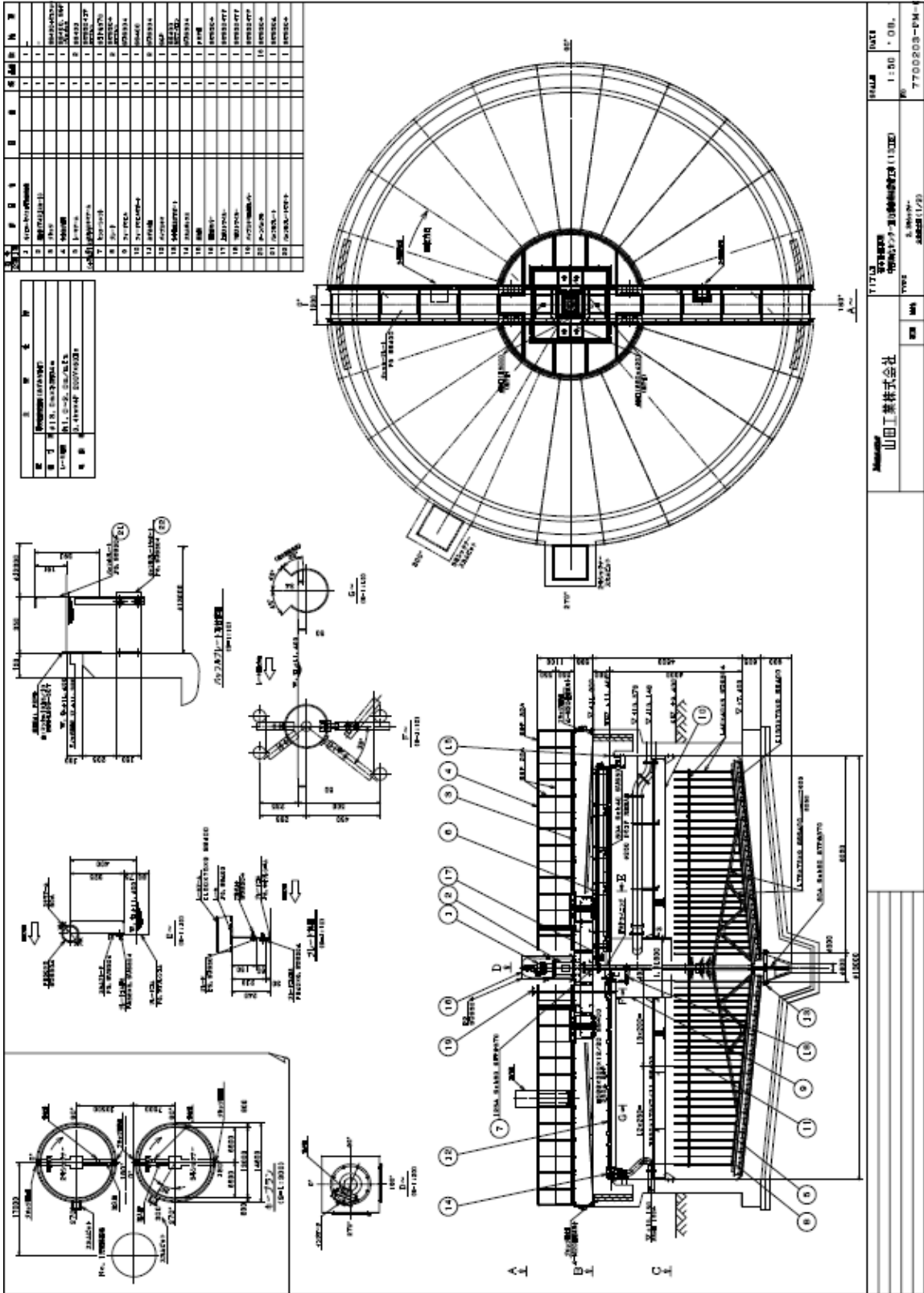




【有田町 水質浄化センター】



【熊本市 中部浄化センター】



品名	数量	単位	仕様
1	1	個	...
2	1	個	...
3	1	個	...
4	1	個	...
5	1	個	...
6	1	個	...
7	1	個	...
8	1	個	...
9	1	個	...
10	1	個	...
11	1	個	...
12	1	個	...
13	1	個	...
14	1	個	...
15	1	個	...
16	1	個	...
17	1	個	...
18	1	個	...
19	1	個	...
20	1	個	...
21	1	個	...
22	1	個	...

品名	数量	単位	仕様
1	1	個	...
2	1	個	...
3	1	個	...
4	1	個	...
5	1	個	...
6	1	個	...
7	1	個	...
8	1	個	...
9	1	個	...
10	1	個	...
11	1	個	...
12	1	個	...
13	1	個	...
14	1	個	...
15	1	個	...
16	1	個	...
17	1	個	...
18	1	個	...
19	1	個	...
20	1	個	...
21	1	個	...
22	1	個	...

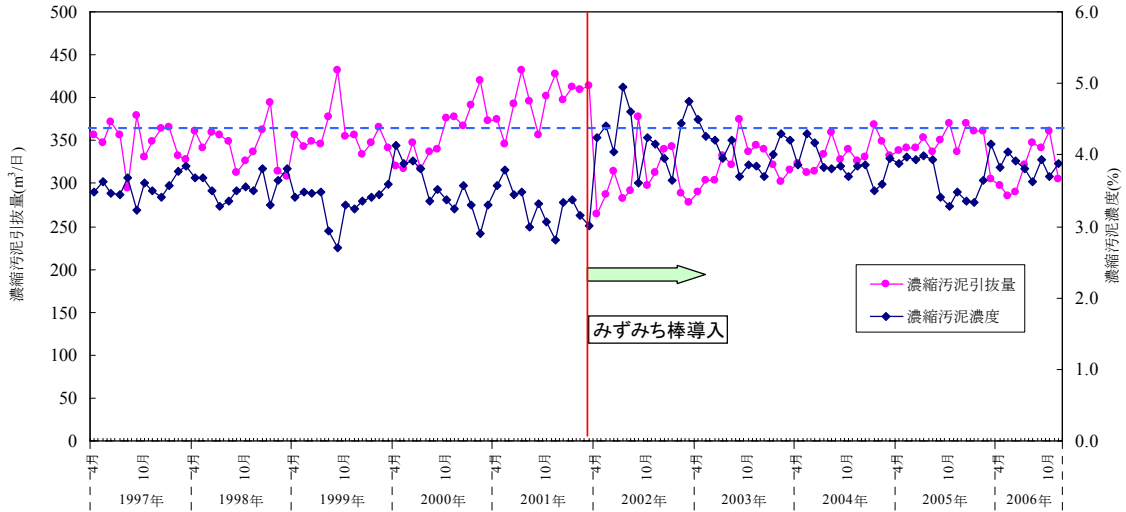
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社

山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社
山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社	山田工業株式会社

#### 4 既導入都市における効果例

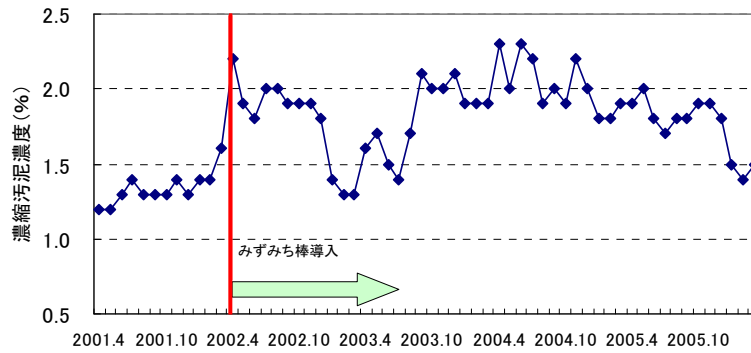
##### 【実績】

苫小牧市

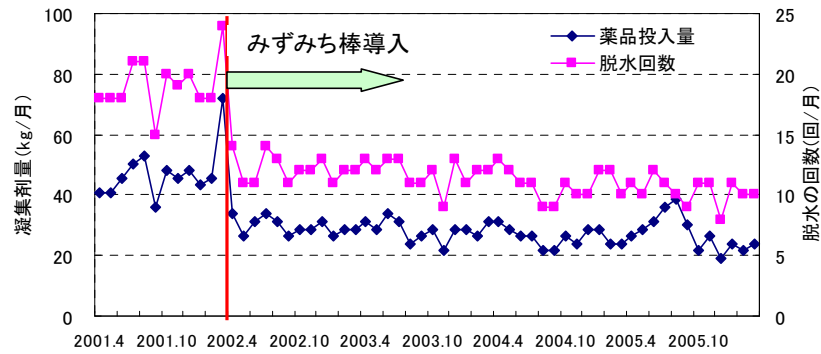


西町下水処理センター汚泥濃度の推移

枝幸町



歌登下水終末処理場汚泥濃度の推移



歌登下水終末処理場における凝集剤投入量と脱水回数の推移

【コスト比較】

導入自治体	北海道				
	小樽市	苫小牧市	苫小牧	石狩市	余市町
処理場名	銭函下水終末処理場	西町下水処理センター	勇払下水処理センター	八幡処理場	余市下水処理場
導入槽数	1	2	1	1	1
導入のタイミング	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	新設	新設
維持管理費軽減額	不明 <sup>*2</sup>	2200万円/年 <sup>*3</sup>	不明 <sup>*2</sup>	不明 <sup>*1</sup>	不明 <sup>*1</sup>
電力量	不明 <sup>*2</sup>	△48111kwh/年 (脱水機のみ)	不明 <sup>*2</sup>	不明 <sup>*1</sup>	不明 <sup>*1</sup>
備考	なし	H14-18の結果	なし	なし	なし

導入自治体	北海道		愛媛県	佐賀県	熊本県
	枝幸町	遠軽町	今治市	有田町	熊本市
処理場名	歌登下水終末処理場	遠軽下水処理センター	北部終末処理場	有田町浄化センター	中部浄化センター
導入槽数	1	1	1	1	2
導入のタイミング	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	かき寄せ機の更新	新設	かき寄せ機の更新
維持管理費軽減額	55万円/年 <sup>*4</sup>	不明 <sup>*2</sup>	調査中	不明 <sup>*1</sup>	不明 <sup>*2</sup>
電力量	△11003kwh/年	不明 <sup>*2</sup>	調査中	不明 <sup>*1</sup>	不明 <sup>*2</sup>
備考	H14-17の結果	なし	なし	なし	なし

\*1：新設のため比較できない

\*2：重力濃縮槽の全般的な改良を行っており、みずみち棒のみの効果の算定は困難

\*3：汚泥脱水費(委託分)縮減による

\*4：凝集剤投入量、及び電力量の減少による

## 5 特許使用料

本項では、第1章のQ.4「特許使用料」に関して、支払い回数、算出方法、特記仕様書への記載、契約相手方、問い合わせ先等について解説します。

### ○ 支払い回数

特許使用料は、個々の重力濃縮槽において、新設または改修を行う際にお支払いいただくこととなります。新設後・改修後の供用期間中に常にお支払いいただくものではございません。

### ○ 算出方法

本技術には方法と装置の特許権が存在するため、汚泥濃縮システムとして考え、機器費と工事費が特許使用料の算定の対象としています。2件の何れの特許権をお使いいただいても、特許使用料は変わりません。

特許使用料の算出は、次式で行って下さい。

$$\begin{aligned}\text{特許使用料} &= (\text{汚泥濃縮設備の機器費} + \text{直接工事費}) \times 4\% \times 1.05 \\ &= (\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}) \times 4\% \times 1.05\end{aligned}$$

上記計算式において、

#### ■ 汚泥濃縮設備の機器費（以下①の金額）

① 汚泥かき寄せ機費用 ← 製作者からの見積もりになります。

#### ■ 直接工事費（以下②③④の合計額）

② 一般労務費

③ 機械設備据付労務費（機械設備据付工）

④ 複合工費（基礎工）

### ○ 特記仕様書への記載

発注時には、仕様書等の設計図書に以下の2点を記載願います。

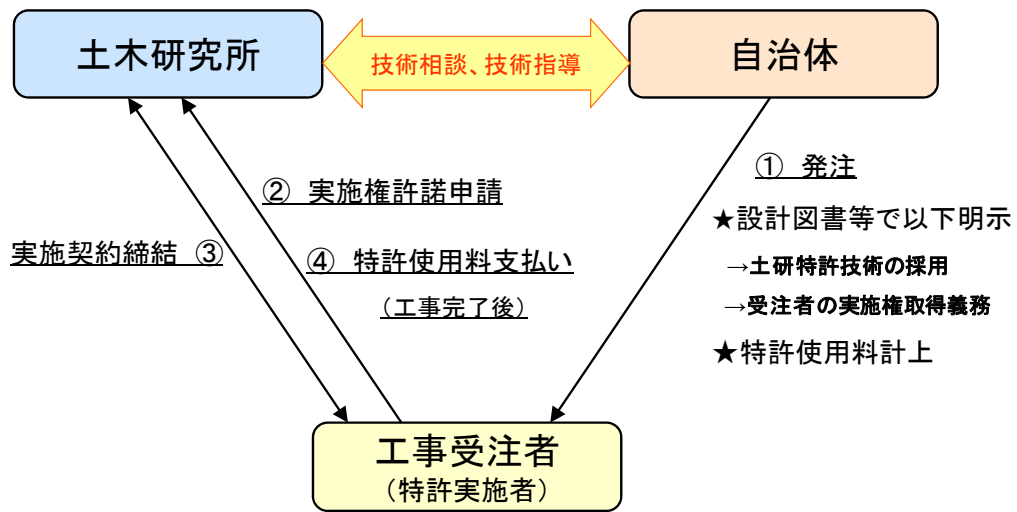
i) 汚泥濃縮設備には、特許権（特許第 3321606 号、特許第 3521232 号）が設定されていること。

ii) 受注者は、独立行政法人土木研究所から前記特許権を実施するための「実施権」を取得すること。

### ○ 契約相手方

特許権使用のための実施契約は、工事受注者と土木研究所が行うこととなります。発注者と土木研究所において、実施契約を締結することはございません。

○ 発注から実施権取得、特許使用料支払いまでのフロー図



○ 問い合わせ先

土木研究所 技術推進本部 TEL 029-879-6800 担当：樋口、二上



## 6 特許公報

みずみち棒に関する特許は下記の2つがあり、下記に請求項の一部を抜粋いたしました。詳しくは、下記 URL から土木研究所 HP 内へリンクしている特許公報をご参照下さい。

### ① 特許第 3321606 号「スラリーの重力濃縮方法」

重力濃縮槽内にみずみち棒を重力が作用する方向に垂直に設置し、みずみち棒を横移動させて水みちを形成することにより、懸濁粒子群（汚水排水の浄化処理プロセス・土木建設工事または工業プロセスで発生したもの）の沈降速度を早め高濃度化することを特徴とするスラリーの重力濃縮方法。

<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/pdf/patent/p3321606.pdf>

### ② 特許第 3521232 号「スラリーの重力濃縮装置」

重力濃縮槽と、中央部に縦向きに設けられた回転軸と、複数個放射状になるように横向きに設けられたみずみち棒用固定翼と、固定翼上の長さ方向に所定間隔で複数個縦向きに設けられたみずみち棒を具え、みずみち棒は、固定翼の回転軸に近い部分で密の間隔で、先端側の部分で疎の間隔で設けられ、回転軸が横移動することにより、鉛直方向にみずみちを形成することを特徴とするスラリーの重力濃縮装置。

<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/pdf/patent/p3521232.pdf>

## 7 作成・改訂履歴

汚泥重力濃縮槽におけるみずみち棒導入に関する技術資料集（案）

・第1版（Ver. 1.0.1）平成20年10月 発行

（Ver. 1.0.2）平成20年11月 発行

(独)土木研究所 材料地盤研究グループリサイクルチーム 上席研究員 岡本 誠一郎  
研究員 宮本 豊尚  
前総括主任研究員 落 修一

「みずみち棒を用いた重力濃縮技術検討会」平成20年8月27日 開催

参加者名簿	北海道庁	大島 吾一	今田 貴紀
	小樽市	片山 幸宏	
	苫小牧市	成田 晃	
	枝幸町	三浦 匠	成田 精市
	遠軽町	巴 章匡	
	有田町	川久保 拓男	
	熊本市	星子 哲弥	正代 徳明 上妻 公了

・第2版（Ver. 2.0）平成23年10月 発行

(独)土木研究所 材料資源研究グループリサイクルチーム 上席研究員 岡本 誠一郎  
研究員 新井 小百合  
交流研究員 浅井 圭介

「平成23年度みずみち棒を用いた重力濃縮技術検討会」平成23年9月27日 開催

参加者名簿	北海道庁	久保 珠帆
	小樽市	久保 英揮
	苫小牧市	今井 芳春
	遠軽町	吉田 雅俊
	標茶町	細川 充洋
	今治市	渡部 栄治
	有田町	舘林 正恭
	熊本市	星子 哲弥

汚泥重力濃縮槽におけるみずみち棒導入に関する技術資料集（案）は検討会に参加いただいた方々のご意見をもとに作成されたものです。

## 担当者 連絡先

### \*技術相談窓口

土木研究所 材料資源研究グループ リサイクルチーム (担当：浅井)  
電話 029-879-6765 FAX 029-879-6797

### \*特許相談窓口

土木研究所 技術推進本部 (担当：樋口、二上)  
電話 029-879-6800 FAX 029-879-6732

### \*既導入都市問い合わせ窓口

(個別事例に関する具体的な問い合わせの窓口)

北海道 建設部 まちづくり局 都市環境課 下水グループ  
電話 011-204-5572 FAX 011-232-0612

小樽市 水道局 電話 0134-32-1172 FAX 0134-27-0695

苫小牧市 上下水道部 電話 0144-32-6592 FAX 0144-37-1661

石狩市 水道室 下水道課 電話 0133-72-3175 FAX 0133-75-2278

余市町 建設水道部 下水道課 電話 0135-21-2129

枝幸町 水道課 電話 0163-62-1239 FAX 0163-62-4714

遠軽町 水道課 電話 0158-42-4815 FAX 0158-42-2819

今治市 下水道施設課 電話 0898-23-5616 FAX 0898-23-5623

有田町 上下水道課 電話 0955-46-2946 FAX 0955-46-4005

熊本市 上下水道局 下水道部 下水道建設課 電話 096-361-5481 FAX 096-361-5512