

みずみち棒を用いた

下水汚泥の

重力濃縮技術

第一回 ものづくり日本大賞(内閣総理大臣賞)受賞
第七回 国土技術開発賞優秀賞(国土交通大臣賞)受賞



FWRI

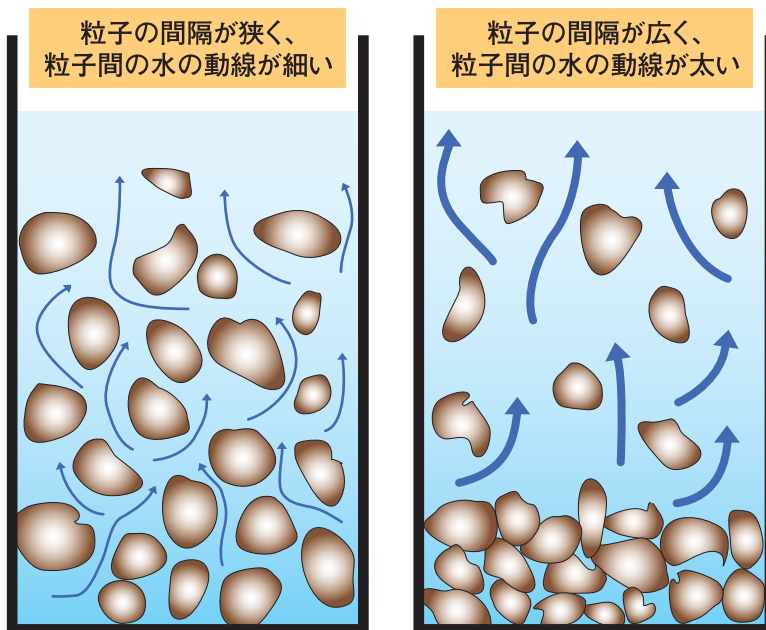
国立研究開発法人 土木研究所

「みずみち棒」により粒子群の沈降速度を高め、より本技術により、メタンガスの増産に繋がる消化効率維持管理費を大幅に低減できます。

下水処理場において、濃縮プロセスは、後続の処理プロセスの成績を大きく左右します。近年、濃縮プロセスに用いられている重力濃縮法の性能低下は、流入する汚泥性状の変化に伴うものとされてきましたが、土木研究所は下水汚泥中の粒子の沈降機構の解明を行い、効率的に高濃度の濃縮汚泥を得る技術を開発しました。本技術は、下水処理場における省エネルギーと創エネルギーを支える基幹の技術です。

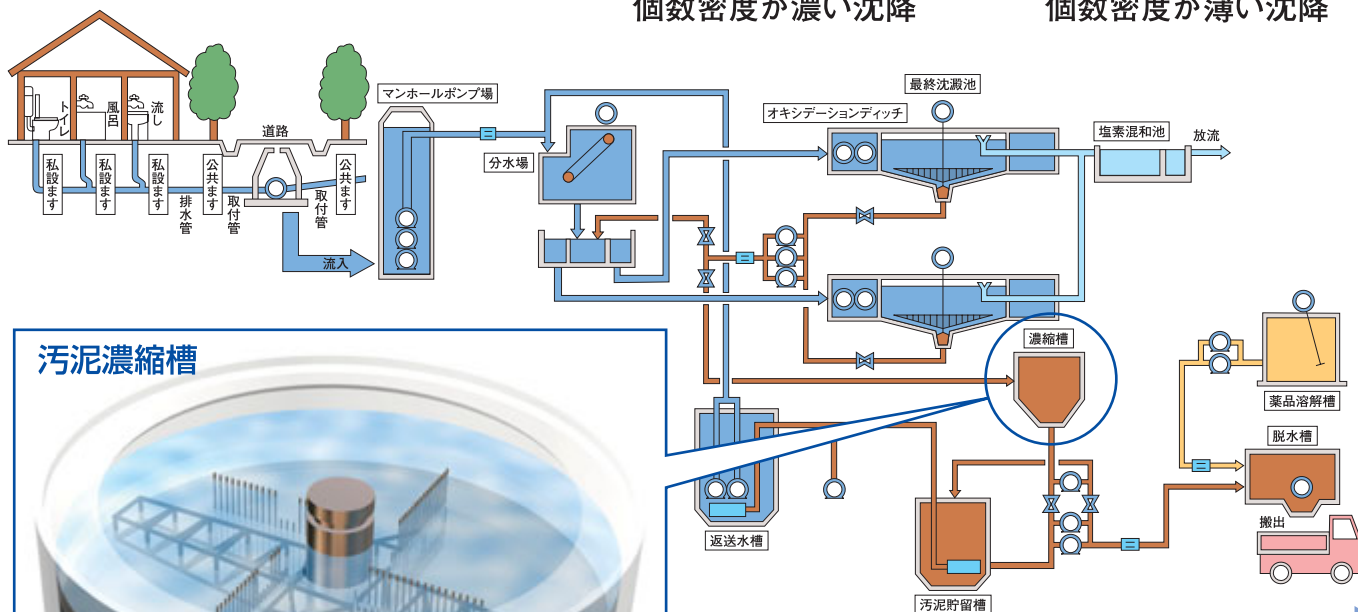
スムーズな粒子の沈降を実現するには

下水汚泥中の粒子群が、お互いに緩衝することのない、分散・独立した沈降が可能となる環境を形成することが重要です。このような環境を作ることで、槽の低部にスムーズに粒子が降り積もっていきます。

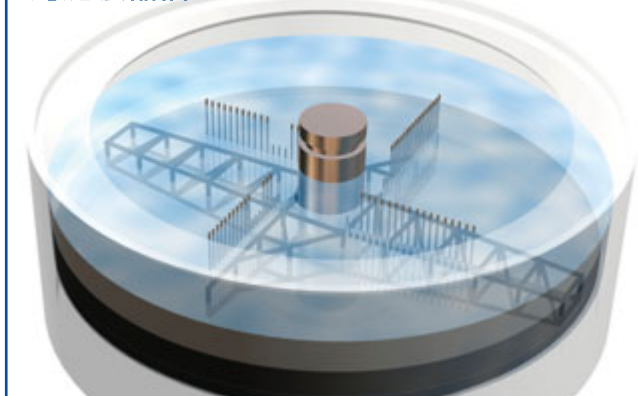


個数密度が濃い沈降

個数密度が薄い沈降



汚泥濃縮槽



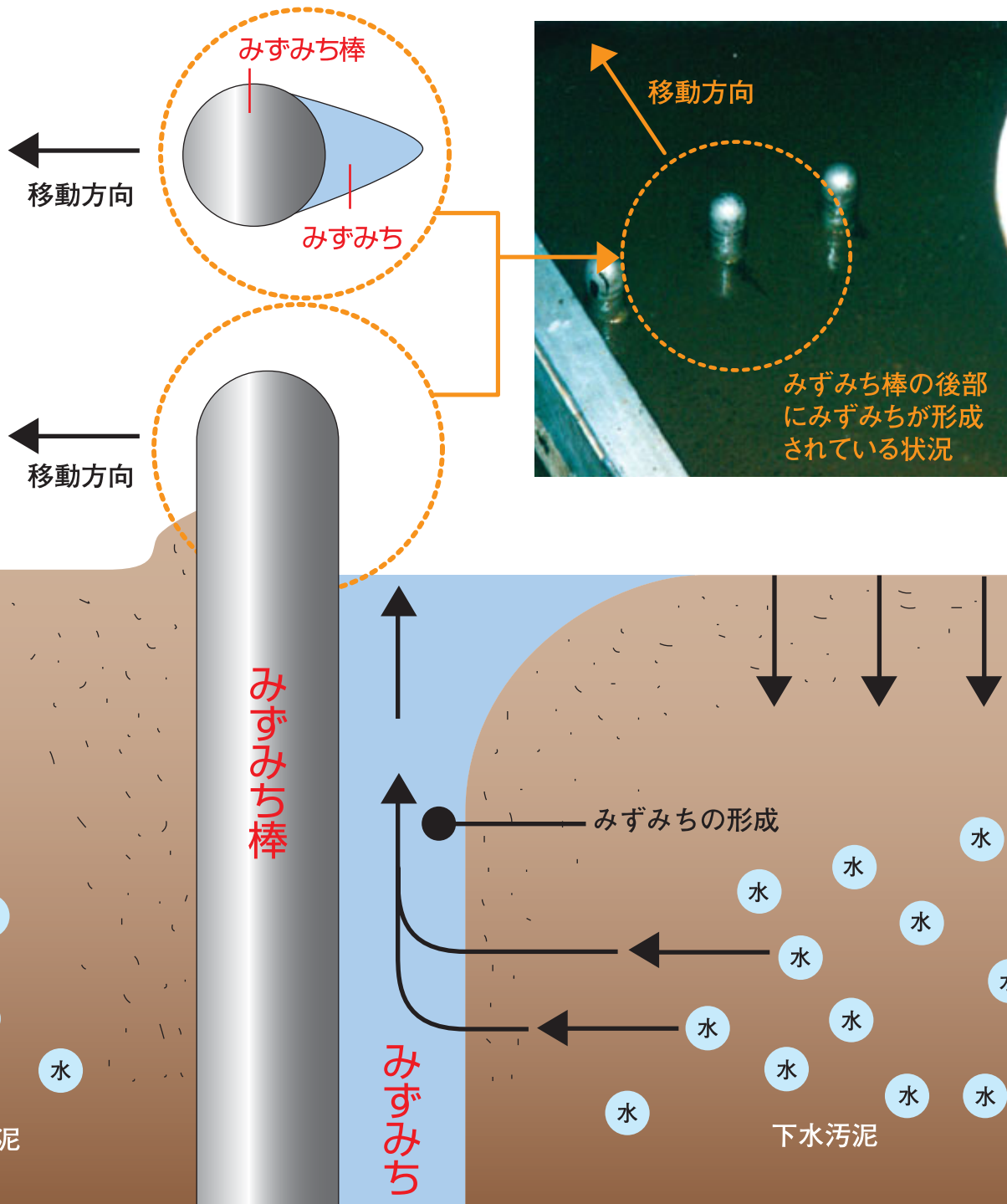
汚泥濃縮槽の中では、粒子間の水の移動を促すみずみちを形成させています。

濃い下水汚泥を得る技術です。 の向上や、脱水汚泥量の軽減が図られ、

みずみち棒を用いた下水汚泥の重力濃縮技術の原理

みずみち棒が垂直に設置された汚泥掻寄機を低速回転させることで、負圧となったみずみち棒後部直近に液体が通り易い垂直方向のみずみちが形成されます。これにより、粒子群の間隙における液体の通過抵抗は局部的に大幅に緩和され、汚泥濃縮槽の下層部に、濃度の高い下水汚泥が沈殿します。

本技術を用いれば、オキシレーションディッチ法の汚泥で3% (30g-TS/L) 以上の、標準活性汚泥法の汚泥で4% (40g-TS/L) 以上の濃度の濃縮汚泥を得ることができます。

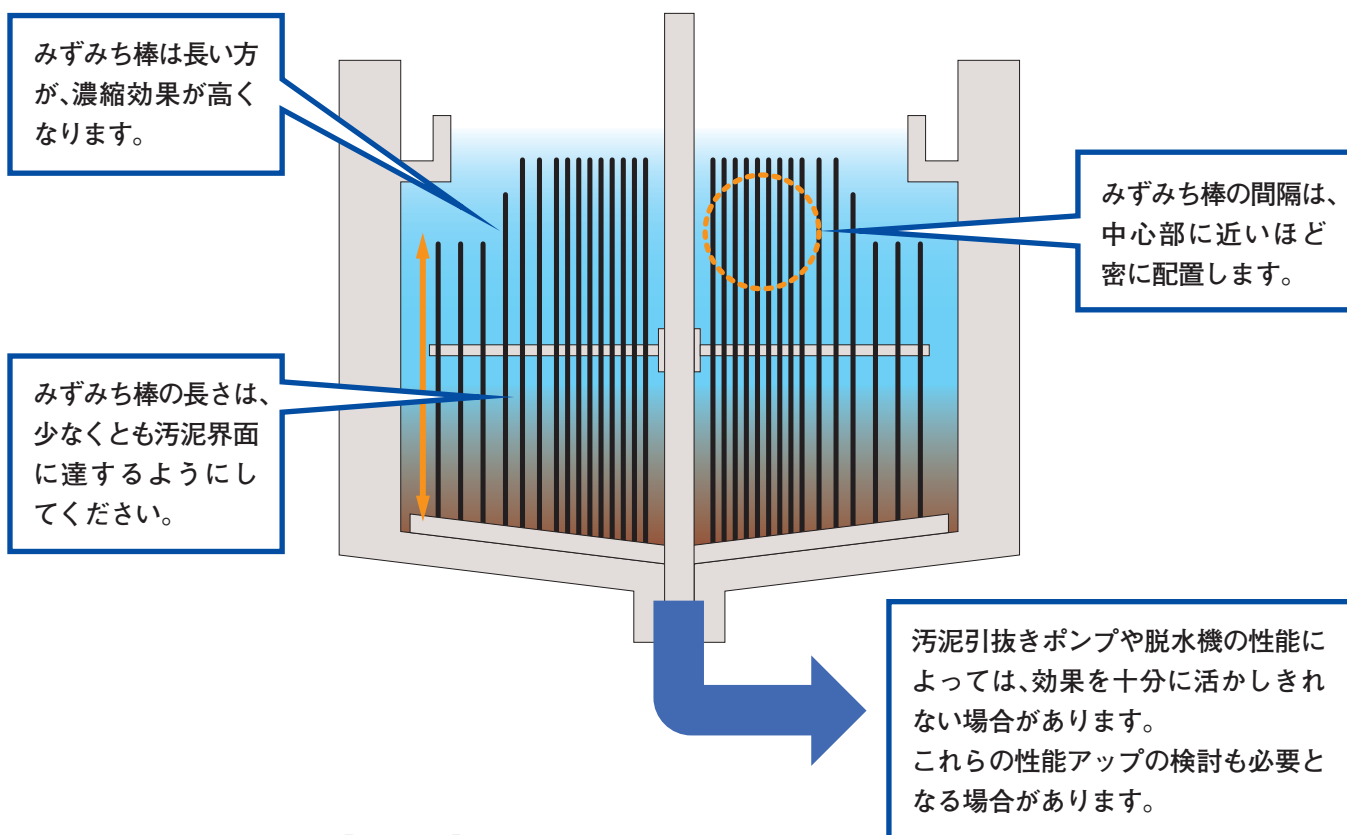


みずみち棒を用いた下水汚泥の重力濃縮技術の特長

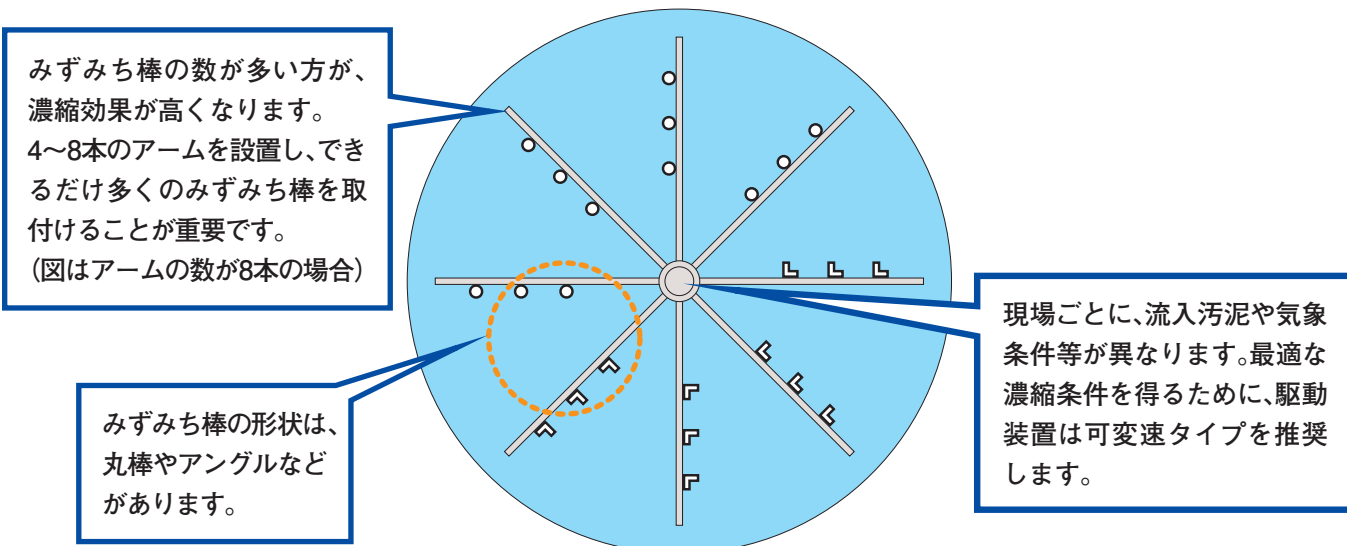
- 単純・安価な設備
- 設計・施工に特別な技能は不要で、設計・施工業者を選ばない
- 処理場の条件に見合った運転条件が特定できれば、あとは特別な技術は不要
- 新設のみならず、既設の濃縮槽にも適用可能

みずみち棒の配置方法

【側面図】



【平面図】

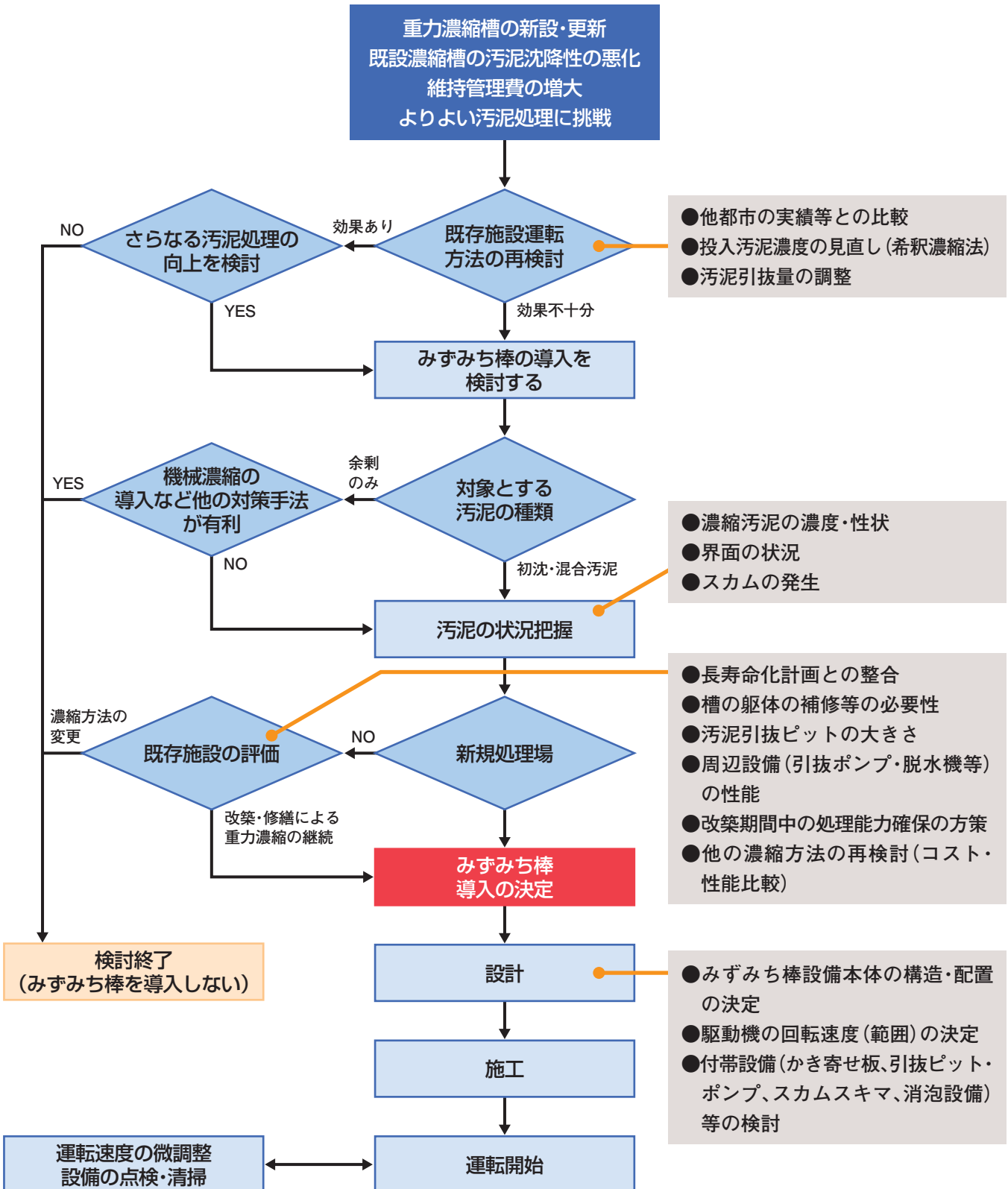


みずみち棒の導入に向けた検討フロー

検討の目安として、以下の検討フロー図を参考にしてください。なお、土木研究所では、導入の際の計画・設置段階から、供用後に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。

詳細は、技術資料をご参照の上、お気軽に土木研究所へお問い合わせください。技術資料は土木研究所リサイクルチームのホームページで公開しています。

リサイクルチームホームページ：<http://www.pwri.go.jp/team/recycling/index.htm>

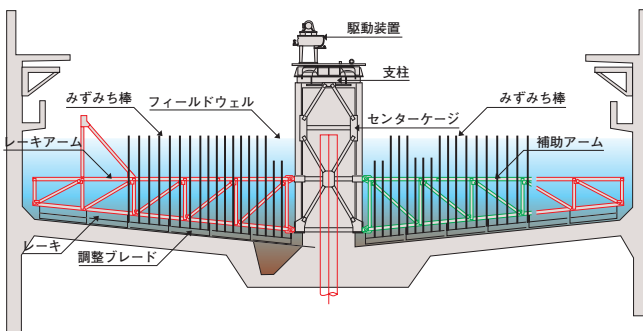


苫小牧市 西町下水処理センター



苫小牧市西町下水処理センター概要

計画処理人口：105,500人
日平均計画汚水量：46,606m ³ /日
水処理方式：標準活性汚泥法
汚泥処理方法：重力濃縮・嫌気性消化・遠心脱水
汚泥処理状況：発生汚泥量 1,754m ³ /日 (H14~18年度実績値平均) (固形物量14.8t/日、平均濃度0.9%) 濃縮汚泥量 326m ³ /日 (平均濃度3.9%)



導入装置概要

導入時期：平成12年2月、平成13年3月

事業費：13,000万円 (搔寄機、駆動機、ポンプ等の導入費、濃縮槽躯体改修費、旧機器処分費等を含む)

濃縮槽形状：円形重力式 径15.0m×深3.0m

搔寄機の仕様：

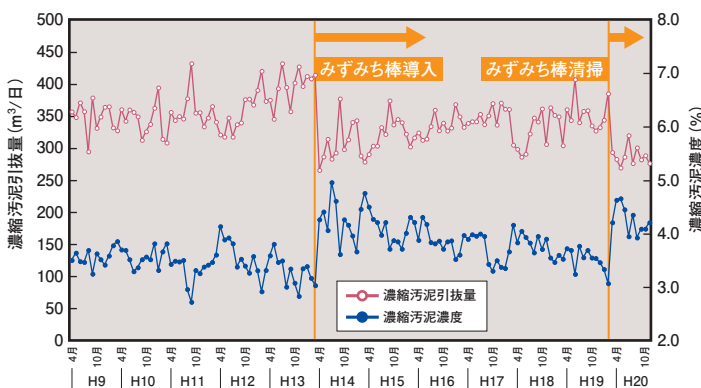
- 型式＝中央駆動型 (みずみち棒搔寄機)
- 回転速度＝1.0m/min (周速)
- アーム方向＝4方向
- みずみち棒仕様＝SUS304 15A×3t 4アーム (18本/アーム)
みずみち棒間隔200、250mm

設計：苫小牧市

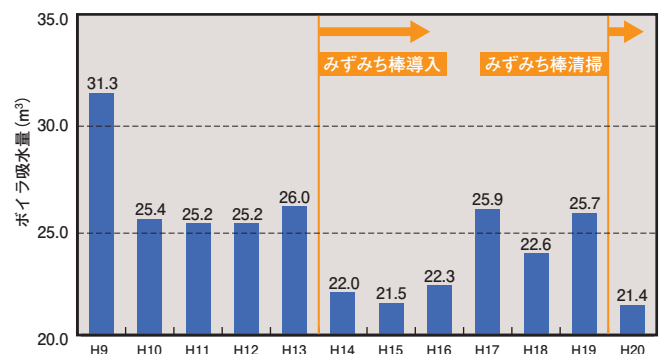
導入効果

次の2つのグラフは、汚泥濃度、消化槽加温に関わるボイラ給水量の変遷を表したものです。みずみち棒導入後の、導入効果が顕著に表れています。つまり、濃縮汚泥濃度は、導入前と比べ年平均で約0.5%上昇し、その結果、濃縮汚泥量が、年平均約34m³/日減少し導入効果がありました。濃縮汚泥量の減少により、汚泥脱水機の電力量を約48,111kwh/年、また、ボイラ給水量を約1,380m³/年削減させることができました。

年数が経ってくると、導入効果は徐々に低下してきましたが、導入から8年後にみずみち棒に絡みついた付着物を清掃により除去したところ、効果が導入時の水準に回復しました。定期的な清掃により、高い濃縮効果を維持できることが確認されました。



汚泥濃度の変遷グラフ



ボイラ給水量の変遷グラフ

	導入前 (H9-H13)	導入後 (H14-H18)		効果
汚泥濃度	3.4%	3.9%	0.5%	濃度上昇
汚泥引抜量	361m ³ /日	326m ³ /日	34m ³ /日	減少
電力量(脱水機)	967,275kwh/年	919,164kwh/年	48,111kwh/年	減少(39万円/年)
ボイラ給水量	9,730m ³ /年	8,350m ³ /年	1,380m ³ /年	減少(28万円/年)
汚泥脱水費(委託分)	14,300万円/年	12,100万円/年	2,200万円/年	減少

コストパフォーマンス

みずみち棒の導入は平成12年2月、平成13年3月に行ったもので、その建設費用のうち市の投入額は5,850万円(国庫補助7,150万円を除いた費用)でした。みずみち棒の導入により、汚泥の濃縮効果が得られたことで、汚泥脱水費をはじめとした処理場の維持管理費は導入前に比べ年間2,200万円程度安価になっています。つまり、導入時に投入した費用は約2年半で回収できました。

本技術導入による間接的効果

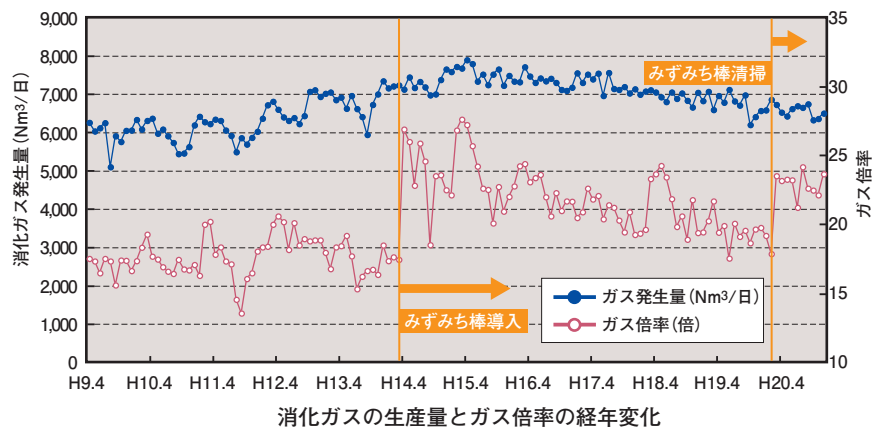
消化ガスの活用と発電

苫小牧市においては、下水汚泥の消化も行っており、消化過程で得られるメタンガスを貯蔵し処理場の運転燃料に用いています。このメタンガスの生産についても、本技術によって汚泥濃度が向上し引き抜き汚泥量が減少したことによって、消化タンク内における投入汚泥の十分な嫌気処理時間を設けることができ、効率的に生産できるようになりました。

導入前との比較

本技術導入前では、ガス倍率(発生ガス量(m³)/引き抜き汚泥量(m³))は17倍程度でしたが、導入後には25倍程度に増加しました。

その後、ガス倍率は徐々に低下してきませんが、8年後に施設を清掃した結果、ガス倍率が18倍程度から24倍程度にまで回復し、定期的な清掃で高い効果を得ることができることが立証されました。



現場の声



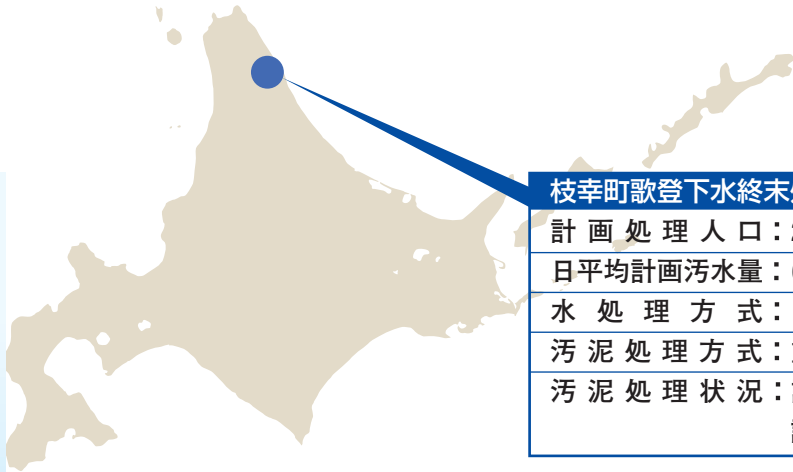
苫小牧市下水道部
西町下水処理センター
管理係
技師 今井 芳春

西町下水処理センターは苫小牧市で発生する下水汚泥を集約処理しております。処理方式は重力濃縮→嫌気性消化→遠心脱水→緑農地利用/コンポスト/セメント原料となっており、減量化を図るには処理の最初となる、重力濃縮での濃縮率向上が大きなウエイトを占めることとなります。近年、分流化や生活様式の変化により汚泥の有機物分が増加し、沈降性の悪化、量の増大といった問題が起きておりました。そんな中、濃縮槽の更新工事があり濃縮率向上のため、土木研究所指導のもとみずみち棒を装備した汚泥掻寄機を採用しました。同時に沈降性向上のための低濃度投入や、汚泥界面を十分に形成するなど運転管理も見直したところ、年平均で濃縮汚泥濃度が0.5%の上昇、汚泥量が34m³/日の減少という結果が得られました。これにより、汚泥の最終処分量や脱水機の運転電力、消化槽加温用ボイラの給水量などに削減効果が現れ、維持管理費のコストダウンに大きく寄与しております。



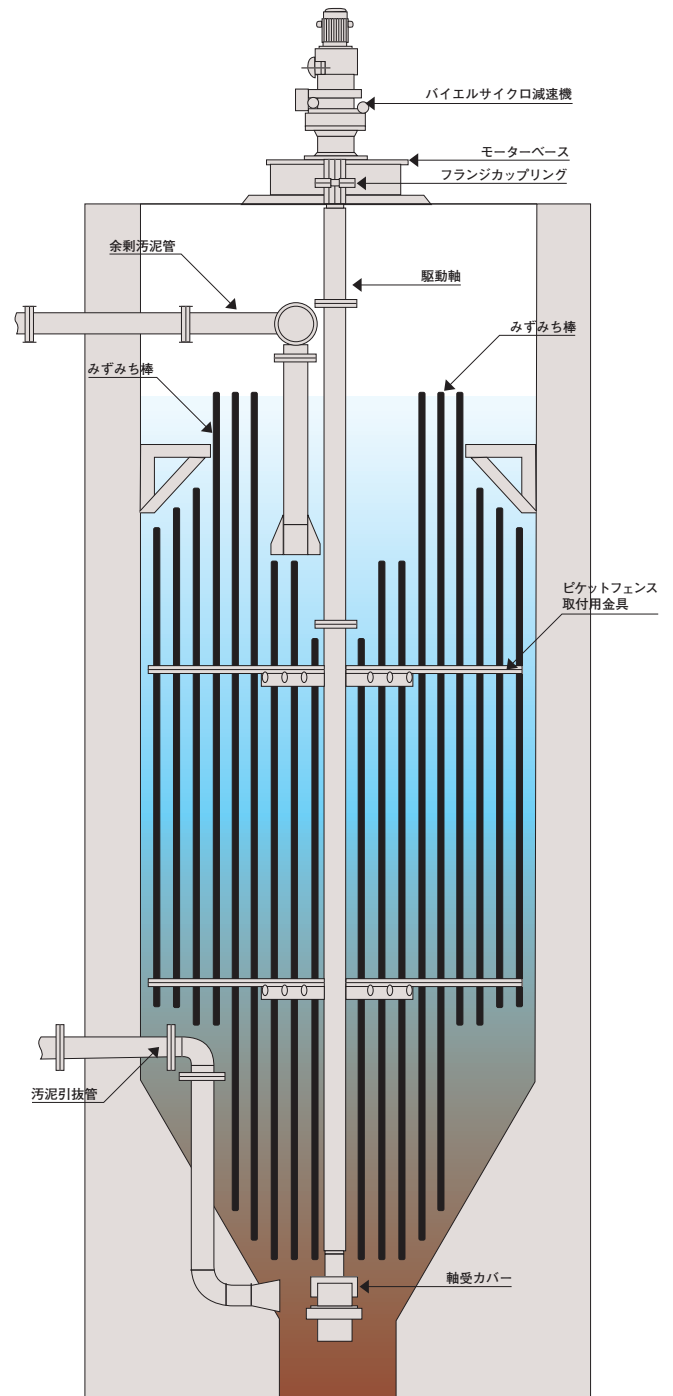
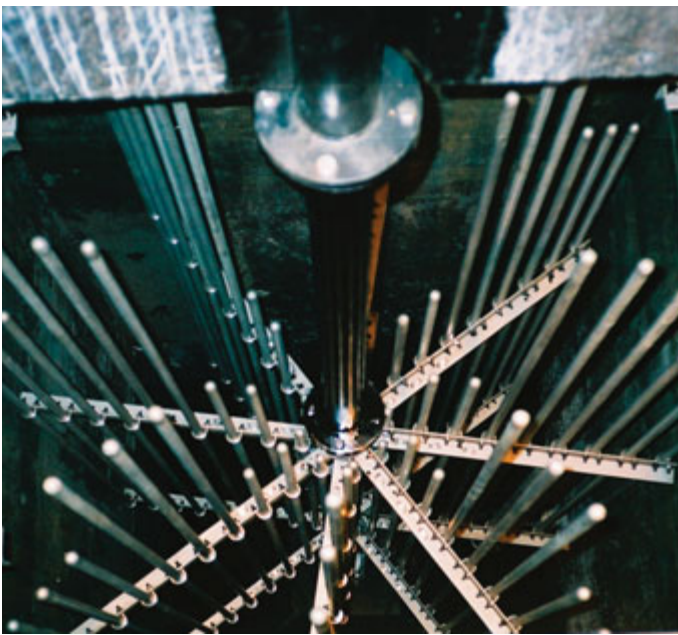
苫小牧市下水道部
西町下水処理センター
水質検査係
技師 成田 奈美

枝幸町歌登下水終末処理場



枝幸町歌登下水終末処理場概要

計 画 処 理 人 口	：2,320人(定住1,860人、 観光460人)
日平均計画汚水量	：680m ³ /日
水 処 理 方 式	：オキシデーションディッチ法
汚 泥 処 理 方 式	：重力濃縮・遠心脱水
汚 泥 処 理 状 況	：計画余剰汚泥量 30.2m ³ /日(濃度0.6%) 計画濃縮汚泥量 7.8m ³ /日(濃度2.1%)



導入装置概要

導入時期：平成14年3月

事業費：1,000万円(搔寄機、駆動機の導入費を含む)

濃縮槽形状：矩形重力式 縦2.0m×横2.0m×深5.7m 1槽

搔寄機の仕様：

- 型式＝中央駆動型(みずみち棒搔寄機)
- 回転速度＝0.04～0.16m/min(周速)
- アーム方向＝8方向
- みずみち棒仕様＝

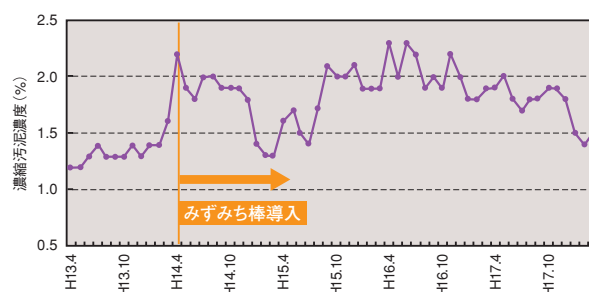
SUS304 20A 8アーム(9本/アーム)

みずみち棒間隔100mm

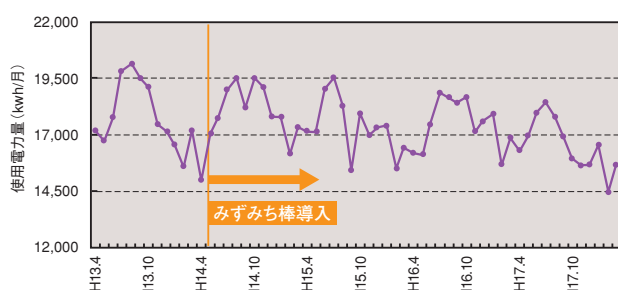
設計：(株)日立プラントテクノロジー北海道支社

導入効果

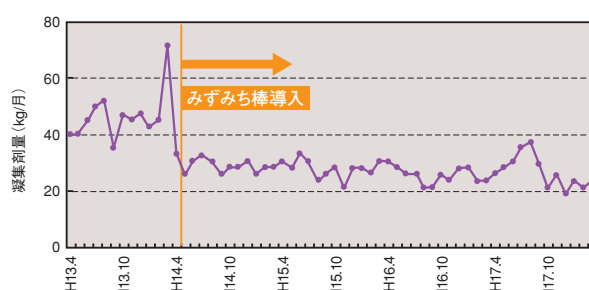
次の3つのグラフは、汚泥濃度、使用電力量、薬剤使用料の変遷をまとめたものです。みずみち棒導入後において、導入効果が顕著に表れています。つまり、導入前（平成12、13年度の平均値）と導入後（平成14～17年度の平均値）を比較すると濃縮汚泥濃度が0.6%向上したことにより、引抜量は導入前平均23m³/日であったものが、導入後には平均12m³/日と半減させることができました。また、それに伴い脱水回数も5.2回/週とほぼ毎日行っていたものが約2.6回/週となり、使用電力量や薬品投入量の減少により、維持管理費を低減することができました。



汚泥濃度の変遷グラフ



使用電力量の変遷グラフ



薬剤使用量の変遷グラフ

	導入前 (H12-H13)	導入後 (H14-H17)		効果
汚泥濃度	1.2%	1.8%	0.6%	濃度上昇
脱水回数	5.2回/週	2.6回/週	2.6回/週	減少
汚泥引抜量	23m ³ /日	12m ³ /日	11m ³ /日	減少
凝集剤投入量	564kg/年	334kg/年	230kg/年	減少 (38万円/年)
電力量 (kwh/年)	219,015kwh/年	208,013kwh/年	11,003kwh/年	減少 (17万円/年)

コストパフォーマンス

みずみち棒の導入は平成14年3月に行ったもので、その建設費用のうち町の投入額は450万円（国庫補助550万円を除いた費用）でした。みずみち棒の導入により汚泥の濃縮効果が得られたことで、処理場の維持管理費は導入前に比べ年間55万円程度安価になっています。つまり、導入時に投入した費用は約8年半で回収できる見込です。

現場の声



北海道枝幸町
建設水道課 上下水道係
技師 平岡 直輝

枝幸町歌登下水終末処理場は矩形重力式（2.0m×2.0m）の濃縮槽1槽において余剰汚泥を処理しています。計画汚泥濃縮濃度は1.7%ですが実運転による汚泥濃縮濃度は平均1.0%以内と計画値には達していなかったため濃縮率の向上等による維持管理等の軽減が課題となり、土木研究所の協力をいただきながら平成14年3月にみずみち棒設置の工事を行いました。

既設の改造工事のため各制限等がありましたが、みずみち棒設置後の効果は回転速度（0.16m/min以下）による試運転中でも濃度が平均で0.9%向上し、汚泥脱水もいままでの半分近くの投入汚泥量で済み、脱水回数も減り凝集剤量も約4割程度も抑えることができ、維持管理の軽減、費用の削減につながりました。

現在、みずみち棒の外周速度は0.08m/minにて実運転し、効果を調査しています。

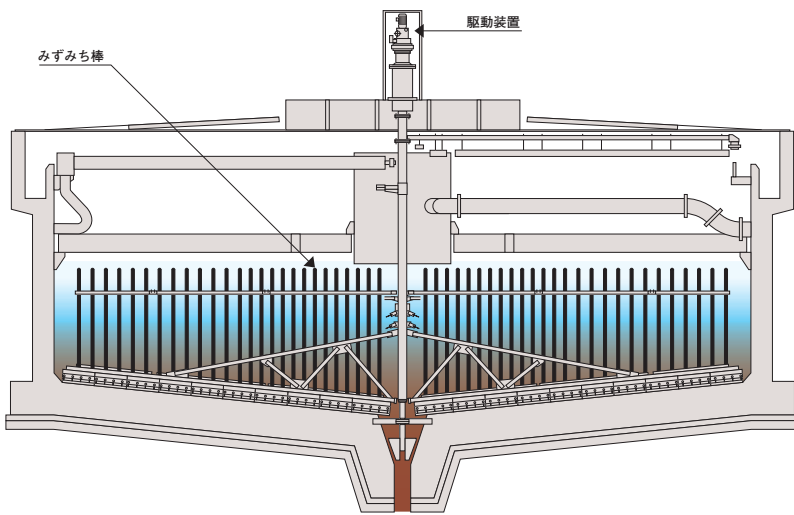
今後、施設更新を控える市町村の処理場において更新時等にみずみち棒設置を考慮した重力濃縮槽が増えるものと期待しております。

熊本市中部浄化センター



熊本市中部浄化センター概要

計画処理人口	92,600人
日平均計画汚水量	70,800m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
汚泥処理方法	重力濃縮(初沈汚泥)、機械濃縮(余剰汚泥)、遠心脱水
汚泥処理状況	発生汚泥量 1,957m ³ /日(濃度0.50%) (平成19.4~8月実績) 濃縮汚泥量 247m ³ /日(濃度3.50%)



導入装置概要

導入時期:平成20年5月、10月

事業費:17,503万円

(覆蓋、点検通路、濃縮槽躯体改修費等を含む)

うち汚泥濃縮機部5,599万円

(掻寄機、駆動機導入費等を含む)

濃縮槽形状:円形重力式 径13m×深4m×2基

掻寄機の仕様:

- 回転速度=1~2m/min(周速)
- アーム方向=8方向
- みずみち棒仕様=
 - SUS304 4アーム(26本/アーム)
 - +4アーム(18本/アーム)
 - みずみち棒 40×40×5mmアングル
 - みずみち棒間隔 200mm(中心側)
 - 250mm(外周側)

設計:協和コンサルタント(株)

今後の展望 (現在の導入効果を含む)

濃縮槽改築更新の計画時に「みずみち棒」の情報を得ていたため、更新機種のひとつとして検討し、汚泥濃度の向上が期待できる事やコスト的にも殆ど割高にならない事から導入を決定いたしました。当浄化センターでは、現在最初沈殿池の改築更新を行なっている事から、通常の汚泥投入が出来ない状態である為、濃縮槽における汚泥濃縮率の顕著な向上は数値的には未だ出ていない状況であり導入前と殆ど変わりません。

当市の改築更新計画では濃縮槽更新を最初沈殿池更新の前に行なう予定でありましたので、最初沈殿池の改築更新が終了し通常運転に戻った状態になりましたら、季節や状況に合わせた回転速度の調整など計画的運転管理を実施すれば、汚泥濃縮率の向上による薬品費や汚泥処分費等の汚泥処理コストの削減ひいてはCO₂削減に繋がる可能性があると考えております。



熊本市都市建設局
下水道部下水道建設課
技術主幹 星子 哲弥

遠軽下水処理センター 小樽市銭函下水終末処理場

遠軽下水処理センター概要

計画処理人口	16,400人
日平均計画汚水量	6,176m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
汚泥処理方法	重力濃縮、遠心脱水
汚泥処理状況	発生汚泥量 64.8m ³ /日 (濃度1.61%) (平成19.4~8月実績) 濃縮汚泥量 43.2m ³ /日 (濃度2.96%)

導入装置概要

導入時期:平成19年1月

事業費:1,700万円(掻寄機、駆動機導入費を含む)

濃縮槽形状:円形重力式 径5.5m×深3.5m

掻寄機の仕様:

- 形式=中央駆動型(みずみち棒掻寄機)
- 回転速度=1.4m/min(周速)
- アーム方向=8方向
- みずみち棒仕様=
 - SUS304 20A 4アーム(14本/アーム)
 - 4アーム(11本/アーム)
 - みずみち棒間隔 150、200mm

設計:日本上下水道設計(株)

今後の展望

(現在の導入効果を含む)

- ①濃縮槽での汚泥投入後の初期沈降速度はみずみち棒の導入後、早くなっています。
また、下記の点について改善が見られました。
 - ・濃縮汚泥濃度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
- ②当処理場では、濃縮後の処理にかかる機器(濃縮汚泥引抜ポンプ等)の更新が未実施となっており、ポンプの引抜能力の関係から、濃縮率をアップさせる試みは実施しておらず、濃縮率、脱水回数等の諸数値については、現在のところ導入前とほとんど変化していません。
今後、安定的な濃縮濃度を確保するために、機器の更新を計画的・効率的に実施していきたいと考えています。



北海道遠軽町
経済部水道課

主任 巴 章 匡

小樽市銭函下水終末処理場概要

計画処理人口	13,830人
日平均計画汚水量	7,630m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
汚泥処理方法	重力濃縮、機械濃縮(ベルト型濃縮機) 脱水(スクリュープレス脱水機)
汚泥処理状況	生汚泥 発生汚泥量 92m ³ /日(濃度1.26%) (平成19.4~7月実績) 濃縮汚泥量 21m ³ /日(濃度4.50%)

導入装置概要

導入時期:平成19年2月

事業費:3,728万円(掻寄機、駆動機導入費を含む)

濃縮槽形状:円形重力式 径5.5m×深3.0m

掻寄機の仕様:

- 形式=中央駆動懸垂型、樹脂製掻寄機
- 回転速度=0.7m/min(周速)
- アーム方向=4方向
- みずみち棒仕様=φ30(FRP樹脂)みずみち棒間隔 150~200mm

設計:日本上下水道設計(株)

今後の展望

「みずみち棒」の技術を採用したことにより、汚泥の沈降性が良くなり、濃縮汚泥濃度は従来3%前後だったものが4%前後になっています。
濃縮汚泥濃度が高くなることにより、汚泥量が減量化され、脱水工程において「含水率優先」の処理が可能となります。このことによりダンプ運搬費等のコスト削減を期待しています。
また、汚泥の沈降性が良くなり、濃縮した汚泥を速やかに引き抜くことができ、硫化水素ガスの発生が抑制され作業環境の改善にもなると思います。



小樽市水処理センター

坂本 光正

みずみち棒を用いた下水汚泥の重力濃縮技術には、 特許第3321606号と特許第3521232号が設定されています。



特許第3321606号
発明の名称
「スラリーの重力濃縮方法」



特許第3521232号
発明の名称
「スラリーの重力濃縮装置」

本技術の導入を予定、検討される場合は、独立行政法人土木研究所技術推進本部へお問い合わせください。

●技術に関するお問い合わせ

国立研究開発法人 土木研究所 先端材料資源研究センター

Tel.029-879-6765 Fax.029-879-6797

<http://www.pwri.go.jp/team/recycling/index.htm>

みずみち棒技術資料:<http://www.pwri.go.jp/team/recycling/seika.htm>

●特許に関するお問い合わせ

国立研究開発法人 土木研究所 技術推進本部

Tel.029-879-6800 Fax.029-879-6732

●施設見学等に関するお問い合わせ

苫小牧市 上下水道部 西町下水処理センター

〒053-0804 苫小牧市元町3-5-3 Tel.0144-73-7528 Fax.0144-72-2417

<http://www.city.tomakomai.hokkaido.jp/jo-soumu/index.htm>

小樽市 水道局水処理センター

〒047-0031 小樽市色内3-12-3 Tel.0134-29-2545 Fax.0134-29-2596

遠軽町 経済部水道課

〒099-0492 紋別郡遠軽町1条通北3丁目 Tel.0158-42-4815 Fax.0158-42-2819

北海道建設部 まちづくり局 都市環境課

〒060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目 Tel.011-204-5572 Fax.011-232-2618

熊本市 上下水道局下水道部下水道建設課

〒862-8620 熊本市水前寺6-2-45 Tel.096-361-5481



国立研究開発法人 土木研究所

〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 Tel. 029-879-6700(代)

<http://www.pwri.go.jp/>