

農業集落排水施設の更新整備における 省エネ技術導入マニュアル

平成 2 9 年 3 月

(令和 8 年 7 月一部改訂)



一般社団法人 地域環境資源センター

はじめに

農業集落排水施設は、昭和 58 年度の補助事業制度創設以来整備が進められ、平成 27 年度末時点で約 341 万人を対象におよそ 5,100 施設が供用され、農村地域の重要なインフラとなっています。そのような中で、補助事業の創設から約 30 年、新規整備のピークである平成一桁代から約 20 年が経過し、これまで整備してきた施設の老朽化等による機能低下が懸念されています。特に、耐用年数が比較的短い機械設備及び電気設備については、今後、全国的に設備更新の時期に入っていくことが想定されます。

国においても、平成 26 年 8 月に農林水産省農村振興局において策定された「インフラ長寿命計画」や平成 28 年 8 月に閣議決定された「土地改良長期計画」等において、機能診断実施率及び最適整備構想の目標が設定されるなど、ストックマネジメント手法を取り入れた適時適切な更新整備等による施設の持続的な機能発現を目指しているところです。

そのような中、農業集落排水施設を管理する市町村は、厳しい財政状況の中で、老朽化施設のストックマネジメント対策、維持管理費の削減、再編統合の検討等、運営管理の効率化を目指しているところです。特に、老朽化施設の効率的な更新整備と維持管理費の 2～4 割を占める電気料金の削減が重要なポイントとなっています。

このため、当センターは、平成26年度から平成28年度に農林水産省の補助事業（小水力等再生可能エネルギー導入推進事業（省エネ型集落排水施設実証事業））を活用して、農業集落排水施設の効率的な更新整備技術の確立に向けた実証事業を行いました。具体的には、実際に更新整備を行う地区において電気料金の削減につながる省エネ機器や省エネ運転を導入し、その省エネ効果の実証調査を行いました。調査の結果、一定の省エネ効果が確認されるとともに、処理方式ごとの省エネ技術の効果的な組み合わせを確認することができました。

本マニュアルは、これらの実証結果を基に作成したものであり、今後、増加が見込まれる機械・電気設備の更新整備を実施しようとする地区において、更新整備に併せて省エネ技術の導入が加速化されるように、市町村担当者等向けに、省エネ技術の効果を「見える化」し、省エネ技術を導入しやすくなるように作成したものです。本マニュアルが、全国の集落排水施設を管理する市町村に向けて情報発信することにより、省エネ技術の導入拡大の一助となれば幸いです。

最後に、本マニュアルの作成に当たりまして、ご指導いただきました省エネ技術導入マニュアル検討委員会の委員各位、並びに、本実証調査にご協力いただいた関係各位に、厚く御礼申し上げます。

平成 29 年 3 月

一般社団法人 地域環境資源センター
理事長 田中 忠次

本マニュアルの作成に当たっては、「省エネ技術導入マニュアル検討委員会」を設置し、管路施設や污水处理施設に関する専門知識を有する学識経験者等からなる委員及び当センターの担当メンバーで最終原案を取りまとめた。

「省エネ技術導入マニュアル検討委員会」に参画したメンバーは以下のとおりである。

委員長	茨城大学 農学部 名誉教授	中曽根 英雄
委員	北里大学 医療衛生学部健康科学科 専任講師	伊与 亨
委員	一般社団法人 日本産業機械工業会 風水力機械部会 ロータリ・ブロワ委員会 委員長	小森 勲
委員	埼玉県土地改良事業団体連合会 集落排水課長	齊藤 靖
委員	JARUS 型農業集落排水施設 適合審査委員	月橋 伸夫
委員	一般社団法人 日本産業機械工業会 風水力機械部会 排水用水中ポンプシステム委員会 副委員長	徳江 隆
委員	山口県土地改良事業団体連合会 事業部 事業第1課長	義嶋 毅士

委員は五十音順にて掲載

目 次

第1章	省エネ技術導入の目的及び概要	1-1
第2章	省エネ技術の調査方法	2-1
第3章	省エネ技術の導入内容	
3.1	①高効率Vベルトの導入	3-1
3.2	②流量調整槽への高効率攪拌装置の導入	3-2
3.3	③微細気泡散気装置の導入	3-3
3.4	④汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入	3-4
3.5	⑤高効率汚泥引抜ポンプの導入	3-5
3.6	⑥管路施設への高効率水中ポンプの導入	3-6
3.7	⑦真空式管路施設への吸気弁の導入	3-7
3.8	⑧遠方監視システムの導入	3-8
3.9	⑨トップランナーモータ搭載型ブロワの導入	3-9
3.10	⑩処理工程自動制御装置（DO制御）の導入	3-10
3.11	⑪ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入	3-11
3.12	⑫脱臭ファンの間欠運転の導入	3-12
3.13	⑬流量調整槽攪拌装置の間欠運転の導入	3-13
3.14	⑭ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整の導入	3-14
3.15	⑮流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整の導入	3-15
3.16	⑯汚泥引抜ポンプの間欠運転の導入	3-16
第4章	総括	4-1

更新整備と併せて省エネ技術を導入したい
(設備別に導入できる省エネ技術を確認したい)

表- i 設備ごとに導入可能な省エネ技術

設備名	導入可能な省エネ技術	掲載ページ
流量調整設備	② 流量調整槽への高効率攪拌装置の導入	p. 3-2
	⑬ 流量調整槽攪拌装置の間欠運転	p. 3-13
	⑮ 流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整	p. 3-15
処理槽	③ 微細気泡散気装置の導入	p. 3-3
	⑤ 高効率汚泥引抜ポンプの導入	p. 3-5
	⑩ 処理工程自動制御装置 (D0 制御) の導入	p. 3-10
	⑭ ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整	p. 3-14
	⑯ 汚泥引抜ポンプの間欠運転	p. 3-16
汚泥処理設備	④ 汚泥濃縮装置 (ピケットフェンス) の導入	p. 3-4
	⑪ ベルト式ろ過濃縮機 (ろ布式汚泥濃縮装置) の導入	p. 3-11
ブロワ設備	① 高効率Vベルトの導入	p. 3-1
	⑨ トップランナーモータ搭載型ブロワの導入	p. 3-9
	⑭ ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整	p. 3-14
換気設備	⑫ 脱臭ファンの間欠運転	p. 3-12
流入管路	⑥ 管路施設への高効率水中ポンプの導入	p. 3-6
	⑦ 真空式管路への吸気弁の導入	p. 3-7
設備全体	⑧ 遠方監視システムの導入	p. 3-8

省エネ効果（使用電力量の縮減効果）のある技術を導入したい

表-ii 省エネ技術ごとの使用電力量の縮減率

省エネ技術		縮減率※ ¹		掲載 ページ
		算術平均	標準誤差※ ²	
省 エ ネ 機 器	① 高効率Vベルトの導入	5.4 %※ ³	± 1.4 %	p. 3-1
	② 流量調整槽への高効率攪拌装置の導入	64.6 %	± 3.1 %	p. 3-2
	③ 微細気泡散気装置の導入	53.1 %※ ⁴	± 6.7 %	p. 3-3
	④ 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入	15.2 %	± 1.8 %	p. 3-4
	⑤ 高効率汚泥引抜ポンプの導入	26.4 %	—	p. 3-5
	⑥ 管路施設への高効率水中ポンプの導入	17.1 %	± 2.6 %	p. 3-6
	⑦ 真空式管路への吸気弁の導入	39.9 %※ ⁵	—	p. 3-7
	⑧ 遠方監視システムの導入	12.8 %	—	p. 3-8
	⑨ トップランナーモータ搭載型ブロワの導入	21.4 %※ ⁶	± 6.7 %	p. 3-9
	⑩ 処理工程自動制御装置（DO 制御）の導入	3.4 %	—	p. 3-10
	⑪ ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入	24.3 %	—	p. 3-11
省 エ ネ 運 転	⑫ 脱臭ファンの間欠運転	30.0 %	—	p. 3-12
	⑬ 流量調整槽攪拌装置の間欠運転	46.6 %	± 4.9 %	p. 3-13
	⑭ ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整	15.2 %	± 2.2 %	p. 3-14
	⑮ 流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整	34.1 %	± 5.5 %	p. 3-15
	⑯ 汚泥引抜ポンプの間欠運転	20.5 %	—	p. 3-16

※¹：縮減率は、地域間及び導入機器の能力等の違いにより変動がある。これらの違いを考慮せずに、各地区の実証調査で確認された縮減率の平均値を記載している。

※²：標準誤差は、標準偏差の値をデータ数のルートで除したものである。

※³：ばっ気槽ブロワに設置した効果である。

※⁴：ばっ気攪拌装置を微細気泡散気装置に更新する場合の効果である。

※⁵：真空ポンプのオーバーホールを含む。

※⁶：ばっ気槽ブロワをトップランナーモータ搭載型ばっ気槽ブロワに更新した場合の効果である。

※⁷：—印は省エネ技術の導入件数が1～2件のため、標準誤差は求めている。

コストをかけずに電気料金を削減したい

表-iii 少額の予算で導入可能な省エネ技術

導入可能な省エネ技術	掲載 ページ
① 高効率Vベルトの導入	p. 3-1
⑫ 脱臭ファンの間欠運転	p. 3-12
⑬ 流量調整槽攪拌装置の間欠運転	p. 3-13
⑭ ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整	p. 3-14
⑮ 流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整	p. 3-15
⑯ 汚泥引抜ポンプの間欠運転	p. 3-16

【参考】表-iv 地区別の省エネ技術導入内容

採 択 年 度	地区名	都道府 県名	市町村名	省エネ技術															
				省エネ機器								省エネ運転							
				① 高効率 Vベル ト	② 高効率 攪拌装 置	③ 微細気 泡散気 装置	④ 汚泥濃 縮装置 (ヒカ フェス)	⑤ 高効率 汚泥引 抜ポン プ	⑥ 管路施 設への 高効率 水中ボ ンプ	⑦ 真空式 管路へ の吸気 弁	⑧ 遠方監 視シス テム	⑨ トラン サーム 搭載型 フロア	⑩ 処理工 程自動 制御装 置(DO 制御)	⑪ ベルト ろ過濃 縮機 (ろ布式 汚泥濃 縮装置)	⑫ 脱臭 ファン の間欠 運転	⑬ 流量調 整槽攪 拌装置 間欠運 転	⑭ ばっ気 フロ等 流量・ 運転時 間調整	⑮ 流量調 整ポン プ等運 転調整	⑯ 汚泥引 抜ポン プ間欠 運転
H26	昭和	群馬県	昭和村	○	○			○	○							○			
H26	長柄町	石川県	かほく市	○						○						○			
H26	岡保	福井県	福井市		○					○						○			
H26	砂川第3	滋賀県	日野町	○	○	○											○		
H26	西栗倉	岡山県	西栗倉村	○					○										
H26	下小野	山口県	宇部市		○		○	○	○									○	
H26	花香	山口県	宇部市				○	○	○									○	
H26	吉部	山口県	宇部市				○	○	○								○		
H27	駒衣	埼玉県	美里町					○				○							○
H27	売木	長野県	売木村		○				○							○			
H27	西山	三重県	伊賀市			○								○					
H27	旭・吉定	鳥取県	伯耆町		○				○										
H27	下田万	山口県	萩市	○					○							○			
H27	須々万	山口県	周南市						○							○			
H27	宮前	徳島県	佐那河内村						○							○	○		
H27	中土佐	高知県	中土佐町						○			○				○			
H27	立野川内 ・三間坂	佐賀県	武雄市	○	○	○							○				○	○	
H27	牧・楠木原	佐賀県	有田町	○		○	○						○				○		
H28	間野々	岩手県	矢巾町			○												○	
H28	西部	茨城県	土浦市			○											○		
H28	北部中央	埼玉県	吉見町		○			○								○			○
H28	土佐町	高知県	土佐町						○			○			○				

第1章 省エネ技術導入の目的及び概要

1.1 省エネ技術の目的

省エネ技術（省エネ機器及び省エネ運転手法）の導入は、農業集落排水施設における維持管理費（電気料金）の縮減のために行うものである。

【解説】

農業集落排水施設については、今後急増する老朽化施設の更新や、電気料金及び汚泥処理費などに要する維持管理費の軽減が喫緊の課題となっている。

これまで維持管理コスト縮減や汚泥の濃縮、減容化等の省エネルギー（以下「省エネ」という。）技術（省エネ機器及び省エネ運転手法）の開発が行われてきており、その効果を現場で実証し、施設の更新整備と併せて速やかに導入していくことが急務となっている。

（一社）地域環境資源センター（以下、「当センター」という。）は、農林水産省の補助を受けて、平成26～28年度までの3年間に於いて、22地区（20市町村）で省エネ技術（省エネ機器及び省エネ運転手法）の導入に関する実証調査を行ったところである。

これらの実証調査の結果を踏まえて、その省エネ技術を一般化して「農業集落排水施設の更新整備における省エネ技術導入マニュアル」として取りまとめたので、施設の新設や更新整備に際して農業集落排水施設の維持管理費（電気料金等）を縮減するための参考資料として活用願いたい。

なお、この省エネ技術の中で省エネ運転手法は、安価で導入できる手法であり、通常の維持管理においても検討することが望ましい。

省エネ技術を導入した地区を表1.1.1に示した。

表1.1.1 省エネ技術の導入地区

地区名	県名	市町村名	地区名	県名	市町村名
あいの 間野々	岩手県	やはばちよう 矢巾町	にしあわくら 西栗倉	岡山県	にしあわくらそん 西栗倉村
せいぶ 西部	茨城県	つちうらし 土浦市	しもおの 下小野	山口県	うべし 宇部市
しょうわ 昭和	群馬県	しょうわむら 昭和村	はなが 花香	山口県	うべし 宇部市
ほくぶちゅうおう 北部中央	埼玉県	よしみまち 吉見町	きべ 吉部	山口県	うべし 宇部市
こまぎぬ 駒衣	埼玉県	みさとちよう 美里町	しもたま 下田万	山口県	はぎし 萩市
うるぎ 売木	長野県	うるぎむら 売木村	すすま 須々万	山口県	しゅうなんし 周南市
ながらまち 長柄町	石川県	かほく市	みやまえ 宮前	徳島県	さなごうちそん 佐那河内村
おかぼ 岡保	福井県	ふくいし 福井市	とさちよう 土佐町	高知県	とさちよう 土佐町
にしやま 西山	三重県	いがし 伊賀市	なかとさ 中土佐	高知県	なかとさちよう 中土佐町
すながわだい 砂川第3	滋賀県	ひのちよう 日野町	たてのかわうち 立野川内・三間坂	佐賀県	たけおし 武雄市
あさひ よしただ 旭・吉定	鳥取県	ほうきちよう 伯耆町	まきくすのきばる 牧・楠木原	佐賀県	ありたちよう 有田町

1.2 省エネ技術の概要

省エネ技術は、11種の省エネ機器及び5種の省エネ運転手法である。

【解説】

平成26～28年度までの3年間に於いて、22地区（20市町村）で省エネ技術（11種の省エネ機器及び5種の省エネ運転手法）の導入し、その実証調査を行った。

省エネ技術を導入した地区を表1.2.1に示した。

表1.2.1 省エネ技術の一覧

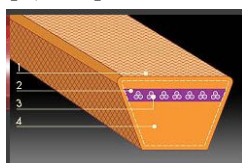
省エネ技術		省エネ技術の概要
省エネ機器の導入	①高効率Vベルトの導入	ばっ気槽ブロワの動力伝達部である従来型Vベルトを高効率のVベルトに交換することにより伝達効率を改善する。
	②流量調整槽への高効率攪拌装置の導入	流量調整槽攪拌装置として、既設の水中攪拌ポンプを消費電力が少ない高効率攪拌装置（水中ミキサ）に交換する。
	③微細気泡散気装置の導入	ばっ気攪拌装置を酸素溶解効率の高い微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）に交換する。
	④汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入	既設の汚泥濃縮槽に回転棒（ピケットフェンス）を取り付けて、汚泥濃縮槽からの引き抜き汚泥濃度を向上させ、汚泥運搬費を縮減する。
	⑤高効率汚泥引抜ポンプの導入	沈殿槽汚泥引抜ポンプの無閉塞ポンプ等を高効率の堅型槽外式汚水汚物ポンプに交換する。
	⑥管路施設への高効率水中ポンプの導入	ボルテックス型等の水中ポンプを、異物通過性も良く、ポンプ効率も高い高効率タイプのノンクロック型水中ポンプに交換する。
	⑦真空式管路への吸気弁の導入	真空式管路に吸気弁を設置し、エアロックを解消することにより、真空ステーションの真空ポンプの運転真空度を下げ、運転時間及び運転回数を軽減する。
	⑧遠方監視システムの導入	遠方監視システムで各機器の運転状況を監視し、処理に影響ない範囲で各機器の運転時間を短縮する。
	⑨トッランナーモータ搭載型ブロワの導入	経済産業省の省エネ対策に基づく、三相誘導電動機（モータ）の高効率化に伴い、ばっ気槽ブロワ等をトッランナーモータ搭載型ブロワに交換する。
	⑩処理工程自動制御装置（DO制御）の導入	既存の運転コントローラのプログラムを変更し、既存の溶存酸素計にて計測されたDO値により、ばっ気槽ブロワの自動運転を行い、供給する空気量を適正にすることで、ばっ気槽ブロワの運転時間を短縮する。
	⑪ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入	遠心式汚泥濃縮機をベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮機：エンドレスのベルト（ろ布）上に凝集汚泥を通過させることで、水分と汚泥を分離させる構造）に更新し、引き抜き汚泥濃度を向上させ、汚泥運搬費等を縮減する。

省エネ運転手法の導入	⑫脱臭ファンの間欠運転	脱臭装置のファンを、連続運転ではなく、近隣の民家等への影響のない範囲で間欠運転（夜間の運転停止等）を導入することにより、脱臭ファンの運転時間を短縮する。
	⑬流量調整槽攪拌装置の間欠運転	通常は常時運転している流量調整槽攪拌装置を流入負荷量に合わせて間欠運転し、流量調整槽攪拌装置の運転時間を短縮する。
	⑭ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整	流入負荷量に合わせてばっ気攪拌装置の運転時間及びばっ気槽ブロワの運転時間や風量を調整する。
	⑮流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転調整	汚水計量槽の四角堰を高めて戻り水量を少なくし、流量調整ポンプの運転時間を短縮する。
	⑯汚泥引抜ポンプの間欠運転	流入負荷量に合わせて汚泥引抜ポンプの運転時間を短縮する。

主な省エネ技術

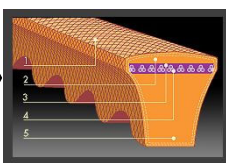
①高効率Vベルトの導入

【導入前】



従来型Vベルト

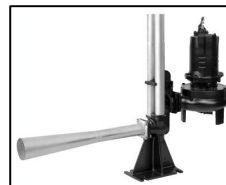
【導入後】



高効率Vベルト

②流量調整槽への高効率攪拌装置の導入

【導入前】



水中攪拌ポンプ

【導入後】



高効率攪拌装置
(水中ミキサ)

③微細気泡散気装置の導入

【導入前】



ばっ気攪拌装置

【導入後】



微細気泡散気装置



水中ミキサ

⑬流量調整槽攪拌装置の間欠運転

【間欠運転をする機器】



水中攪拌ポンプ



タイマ

⑮流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転調整

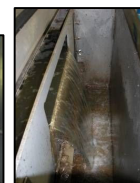
【運転調整をする機器】



流量調整ポンプ



汚水計量槽



汚水計量槽
の四角堰

1.3 更新整備における省エネ技術の導入検討時期

省エネ技術は処理方式によっては対応する処理設備が元々なかったり、省エネ技術の適用が難しい場合がある。また、導入の検討時期は省エネ技術の種類により異なるため、導入時期を逸しないようにする必要がある。

【解説】

処理施設に適用する省エネ技術は、各集排処理方式によっては、対応する処理設備が元々なかったり、省エネ技術の適用が難しい場合がある。また、省エネ技術の内容と導入の費用等により導入検討時期は、3段階（新設の設計段階、維持管理段階、更新整備段階）に分けられ、この導入タイミングを逸しないように検討する必要がある。

総じて、省エネ技術の中でも省エネ機器は機器費が高額になるケースがあるので、設計段階や更新整備の検討段階で漏れないようにすべきである。また、省エネ運転技術は日常の維持管理段階での創意工夫であり、維持管理上で色々な省エネ運転がなされていると思われる。中でも機器の間欠運転を行うためのタイマ運転は設置コストが安価であり、通常の維持管理でも積極的に実施すべき技術とみられる。

1.4 更新整備における省エネ技術導入の手法

市町村担当者は、農業集落排水施設の更新整備に当たり、施設ごとに省エネ技術の機器の適用や運転手法を確認し、その費用対効果を検討の上で、具体的な導入を図る必要がある。

【解説】

本マニュアルは、機械電気設備の更新整備を実施しようとする地区において、更新整備に併せて省エネ技術の導入がスムーズにされるように、市町村担当者向けに省エネ技術の効果を「見える化」し、省エネ技術を導入しやすくなるように作成したものである。なお、省エネ技術の導入に当たっては当該施設に導入可能な技術の検討とその費用対効果をチェックした上で、具体的な導入を図る必要がある。

省エネ技術の導入を図るための検討手順を図 1.4.1 に示した。また、主な処理施設ごとに導入可能な省エネ技術の組み合わせを参考として表 1.4.1 に示した。なお、省エネ技術は日々開発・更新される技術であり、最新の技術情報の収集にも注力すべきである。

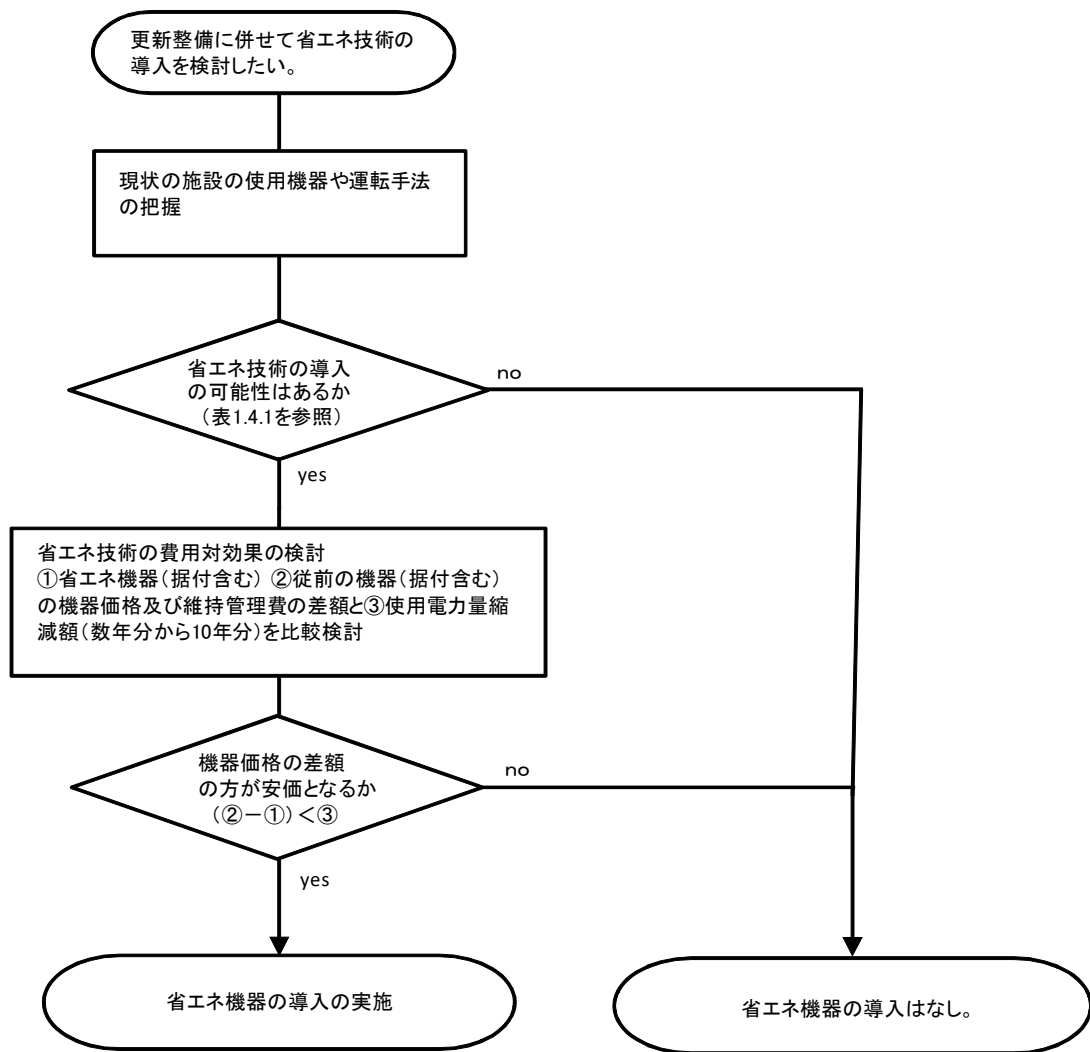


図 1.4.1 省エネ技術導入のための検討手順

表 1.4.1 主な処理施設ごとに導入可能な省エネ技術の組み合わせ

省エネ技術		処理方式（JARUS 型）					掲載ページ
		I 型	Ⅲ型	X I 型	X IV 型	O D 型	
省エネ機器	① 高効率Vベルトの導入	○	○	○	○	○	p. 3-1
	② 流量調整槽への高効率攪拌装置の導入	×	○	○	—	○	p. 3-2
	③ 微細気泡散気装置の導入※ ¹	×	×	○	○	△	p. 3-3
	④ 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入※ ²	×	×	△	△	△	p. 3-4
	⑤ 高効率汚泥引抜ポンプの導入	×	×	×	○	○	p. 3-5
	⑥ 管路施設への高効率水中ポンプの導入※ ³	○	○	○	○	○	p. 3-6
	⑦ 真空式管路への吸気弁の導入※ ⁴	△	△	△	△	△	p. 3-7
	⑧ 遠方監視システムの導入	○	○	○	○	○	p. 3-8
	⑨ トップランナーモータ搭載型ブロワの導入	○	○	○	○	○	p. 3-9
	⑩ 処理工程自動制御装置（D0 制御）の導入※ ⁵	×	×	○	△	○	p. 3-10
	⑪ ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入	△	△	△	△	△	p. 3-11
省エネ運転	⑫ 脱臭ファンの間欠運転	○	○	○	○	○	p. 3-12
	⑬ 流量調整槽攪拌装置の間欠運転	×	○	○	○	○	p. 3-13
	⑭ ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整	×	×	○	○	○	p. 3-14
	⑮ 流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整	×	△	○	△	△	p. 3-15
	⑯ 汚泥引抜ポンプの間欠運転	×	×	×	○	○	p. 3-16

凡例：○（適用可能）、△（条件付きで適用可能）、×（適用不適切）、—（設置済み）

※1：微細気泡散気装置の導入は、JARUS-XIV_GとXIV_{GP}型は既に微細気泡散気装置を設置済み。OD 型への導入の場合には、ばっ気は微細気泡散気装置で行うが、OD 内の攪拌装置はエアを供給しない機器であること。

※2：汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）は、現状の搬出汚泥濃度が2.0%以下の場合に導入を行う（汚泥濃度が2.0%以上では、導入効果が低いため。）。

※3：高効率水中ポンプは、モータ動力が既設水中ポンプよりも下げられるものは効果が大きい。

※4：真空式管路に対してのみ適用可能であり、真空式管路メーカーの専門技術者の指導のもとで実施すること。

※5：XIV型のばっ気槽が2槽の場合は、D0 計の設置場所を検討する必要がある。

注意：網掛けは、各処理方式で省エネ効果の高い技術を示す。

1.5 維持管理費における電気料金の割合

電気料金は、維持管理費の中では汚泥処理費に次いで2番目の費用であり、電気料金の維持管理費の中で占める割合は、処理方式により異なるが、汚泥処理費と技術点検費の小さいJARUS-Ⅲ型では38 %程度、また、汚泥処理費と技術点検費の大きなJARUS-XⅣ型では23 %程度であった。

【解説】

農業集落排水施設に適用される主要な汚水処理方式である嫌気性ろ床と接触ばっ気を組み合わせた方式（以下、「JARUS-Ⅲ型」という。）、連続流入間欠ばっ気方式（以下「JARUS-XⅣ型」という。）を事例に、維持管理費の内訳を表1.5.1及び図1.5.1に示した。

電気料金は、処理方式によらず処理対象人口1,000人規模で2,700千円程度/年である。

結果として、どちらの方式においても、費用の大きい順に、①汚泥処理費、②電気料金、③技術点検費となっている。

また、電気料金が維持管理費に占める割合は、汚泥処理費と技術点検費（維持管理業者の点検頻度）の小さいJARUS-Ⅲ型では38 %程度であり、一方、汚泥処理費と技術点検費の大きなJARUS-XⅣ型では23 %程度であった。

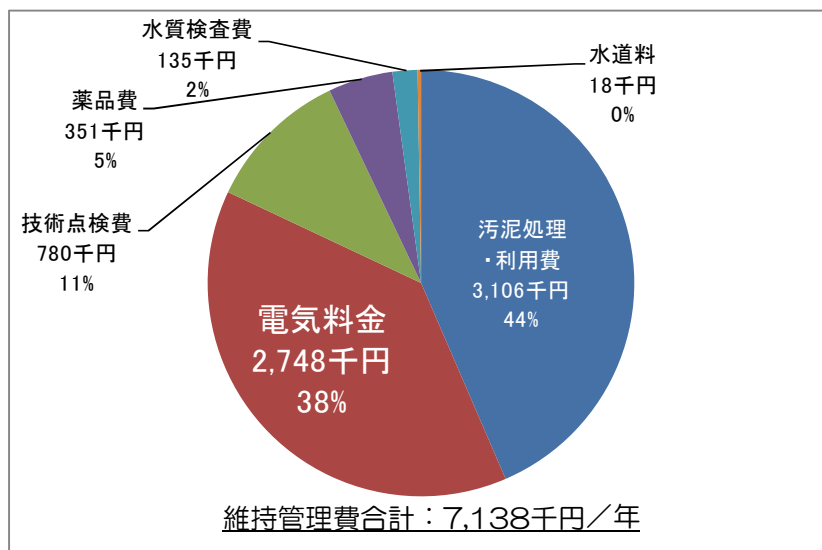
表 1.5.1 JARUS-Ⅲ型及びXⅣ型における維持管理費の内訳

No.	項 目	維持管理費及びその割合	
		JARUS-Ⅲ型 (1,000人)	JARUS-XⅣ型 (1,000人)
①	汚泥処理・利用費	3,106千円 (44 %)	7,095千円 (60 %)
②	電気料金	2,748千円 (38 %)	2,723千円 (23 %)
③	技術点検費	780千円 (11 %)	1,560千円 (13 %)
④	薬品代	351千円 (5 %)	351千円 (3 %)
⑤	水質検査費	135千円 (2 %)	135千円 (1 %)
⑥	水道料	18千円 (0 %)	18千円 (0 %)

※汚泥処理・利用費は、発生汚泥をし尿処理場で処理・利用した場合の金額である。

※消耗品費、補修費、諸経費及び消費税は除く。

JARUS-Ⅲ型
1,000人
供用率 100%



JARUS-XⅣ型
1,000人
供用率 100%

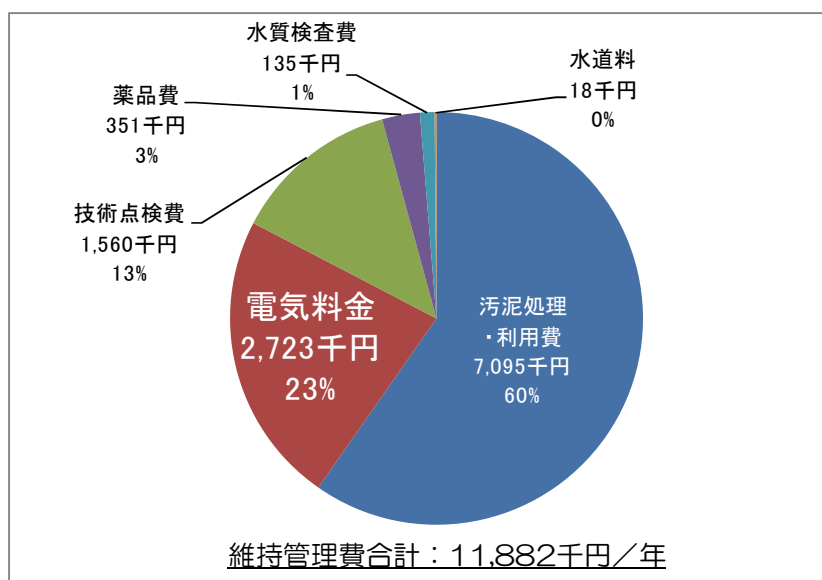


図 1.5.1 JARUS-Ⅲ型及びXⅣ型における維持管理費の内訳

維持管理費の試算条件を表 1.5.2 に示す。

この中で電気料金単価は、基本料金を 1,164.24 円/kW に、また電力量料金は夏、その他の時期を問わずに 15 円/kWh で統一して算出した。

表 1.5.2 維持管理費の試算条件

処理方式	JARUS-Ⅲ型	JARUS-XⅣ型
処理対象 人口等	1,000 人 (1 系列)	1,000 人 (1 系列・ ばっ気槽 2 室)
供用率	100 %	100 %
汚泥処理単価	10,000 円/m ³	
電気料金単価	基本料金 : 1,164.24 円/kW 電力量料金 : 15 円/kWh	
水道料金単価	基本料金 : 1,000 円/月 (基本使用量 10 m ³ /月) 使用料金 : 100 円/m ³ (月使用量 15 m ³ /月)	
技術点検費	30,000 円/回 (Ⅲ型は 1 回/2 週、XⅣ型は 1 回/週)	
保安点検費	該当なし (高圧受電のみ)	
薬品費単価	500 円/kg (次亜塩素酸カルシウム 注入量 5 mg/L)	
水質検査費単価	BOD : 3,600 円/回・検体×1 回/月 SS : 1,800 円/回・検体×1 回/月 大腸菌群数 : 3,100 円/回・検体×1 回/6 ヶ月	

第2章 省エネ技術の調査方法

省エネ効果は、省エネ技術の導入前・後の使用電力量を測定し、この使用電力量の縮減量及び縮減率を算定するとともに、その縮減量から換算した電力量料金等により評価する。

【解説】

省エネ効果を算定するために、省エネ技術を導入する機器ごとに簡易電力量計を設置する。

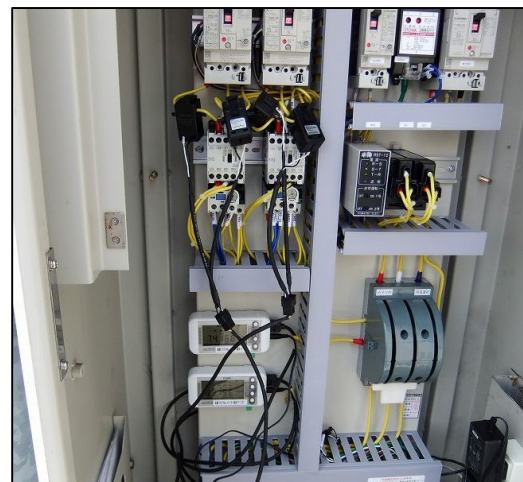
なお、簡易電力量計は、1秒間隔で電流値、電力量、積算電力量が測定できるものを使用している。簡易電力量計の設置状況を写真2.1に示す。

省エネ効果は、簡易電力量計により省エネ技術の導入前・後の使用電力量を測定し、その使用電力量の比較により縮減量及び縮減率を算定した結果と、その縮減量から縮減できる電力量料金等を算定した結果により省エネ効果を評価した。

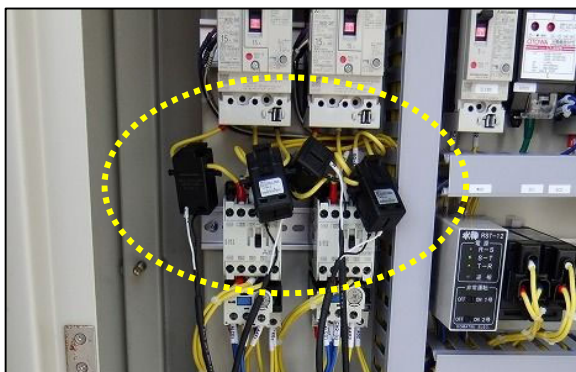
なお、電力量料金の縮減額について、年度間又は地域間で比較しやすいように、統一単価（電力量単価 15円/kWh）を使用している。



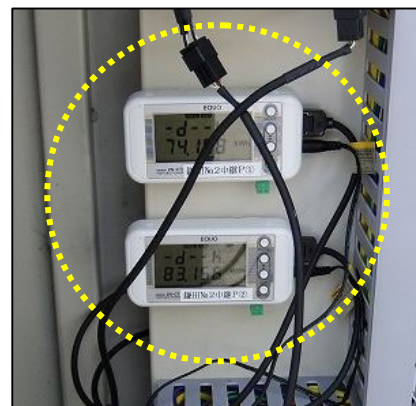
制御盤外観



制御盤内状況



簡易電力量計 計測箇所



簡易電力量計 設置状況

写真2.1 簡易電力量計の設置状況

第3章 省エネ技術の導入内容

3.1 ①高効率Vベルトの導入

3.1.1 省エネ技術の概要

ばっ気槽ブロワ等の動力伝達用の従来型Vベルトから、高効率Vベルトに交換することにより、動力効率を改善し、ばっ気槽ブロワ等の使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

高効率Vベルトは、ばっ気槽ブロワ、ばっ気沈砂槽用ブロワ及び汚泥貯留槽ブロワ等に設置している動力伝達用の従来型Vベルトに代えて取り付けるものであり、この高効率Vベルトに交換することにより、動力効率が改善され、使用電力量を縮減する省エネ技術である。

高効率Vベルトの構造上の特長としては、ベルト底面部にノッチ加工が施されており、これによってベルトがプーリに巻き付く力（曲げ応力）が小さくなる。これにより、ベルト曲げ応力による損失が軽減されることから、省エネ効果が得られる技術である。（図3.1.1及び図3.1.3参照）

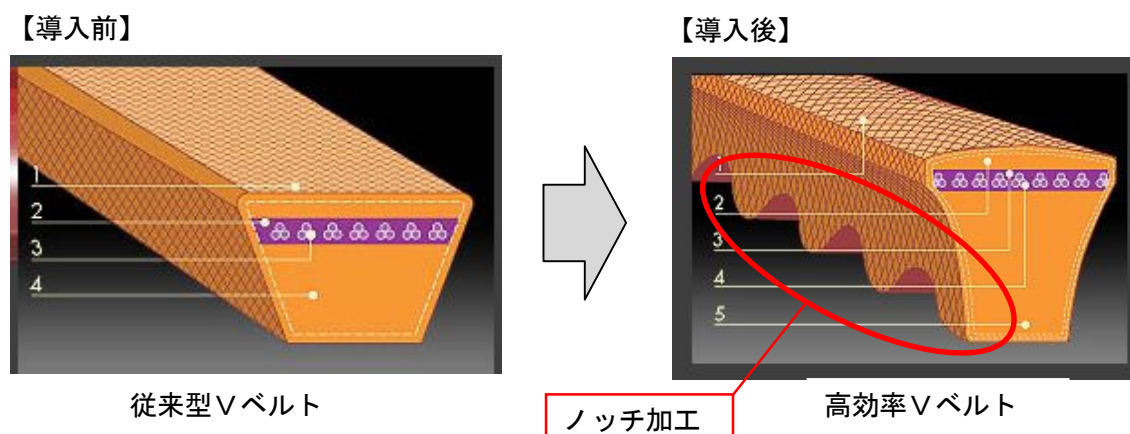


図 3.1.1 従来型Vベルトと高効率Vベルトの構造図

3.1.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

高効率Vベルトの導入は、ブロワを使用する全ての処理方式で適用できる。

【解説】

高効率Vベルトを導入して動力効率を改善する方法は、ブロワを使用するすべての処理方式で適用することができる。

高効率Vベルトの導入は、ブロワの動力効率が良くなることから、電動機入力を低減できるので省エネ効果が得られる。

高効率Vベルトの導入に当たっては、図 3.1.2 の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、供用率、流入負荷量、計画処理水質、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

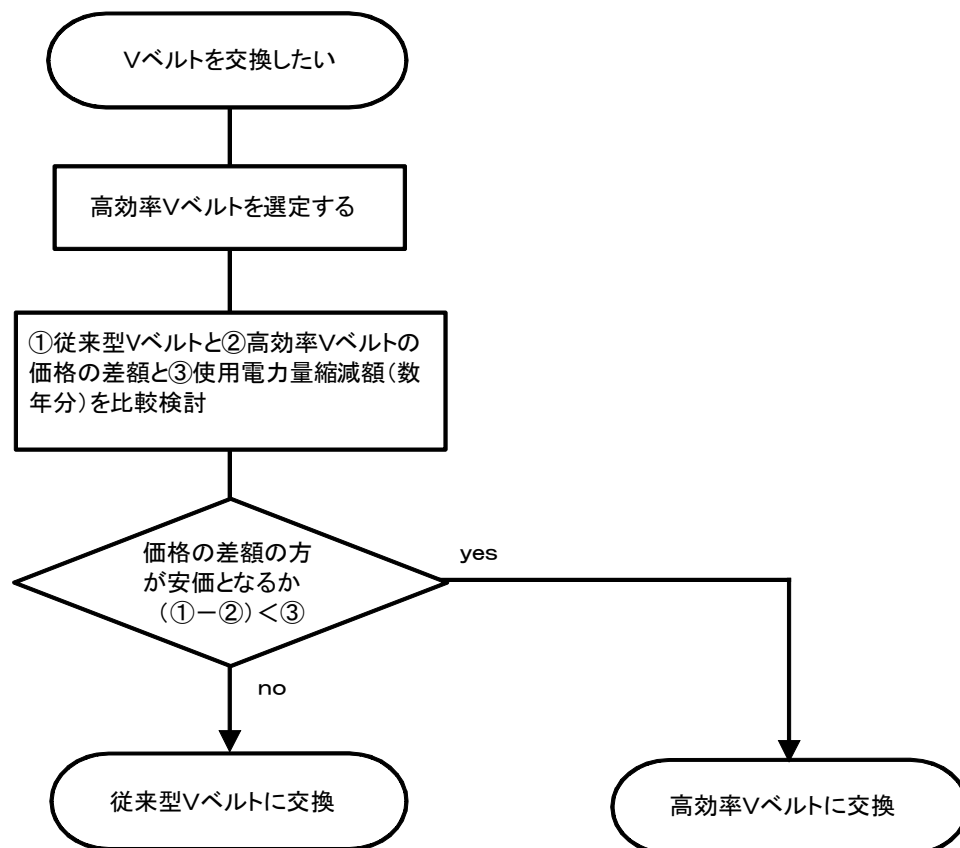


図 3.1.2 高効率Vベルト導入の選定フロー図

3.1.3 設計・施工における留意点

高効率Vベルトの導入に当たっては、ブロワを特別に改造する必要がなく、ベルトの交換のみで対応できるため比較的容易に採用できる。

【解説】

高効率Vベルトの導入に当たっては、ブロワを特別に改造する必要がなく、ベルトの交換のみで対応できるため比較的容易に採用できる。

3.1.4 維持管理における留意点

高効率Vベルトの保守点検頻度は、従来型Vベルトの保守点検頻度を参考とする。

【解説】

高効率Vベルトは、省エネ実証事業において採用事例はあるが、調査期間が短かったため、耐久性は十分確認できていない。このため、高効率Vベルトの保守点検頻度は、従来型Vベルトの保守点検頻度を参考とする。

【事例紹介】

3.1.5 ①高効率Vベルトの導入の実証事例

高効率Vベルトの導入の実証調査は7地区で行っており、その代表的な事例として、滋賀県日野町砂川第3地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

砂川第3（すながわだいさん）地区は、計画処理対象人口 1,040 人の JARUS-0D 型で、平成 3 年から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.1.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.1.1 に示した。

表 3.1.1 砂川第3地区の施設概要

県/市町村名	滋賀県/日野町
地区名	砂川第3地区
処理方式	オキシデーションディッチ
処理対象人口	1,040 人
計画流入汚水量	281 m ³ /日
系列数	1 系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L T-N 20 mg/L



(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

砂川第3地区では、表 3.1.2 の施設において高効率Vベルトを導入しているが、ばっ気槽ブロワの事例を紹介する。

なお、本 OD のばっ気攪拌機は、ドラフトチューブ型であり、エア供給にはばっ気槽ブロワを使用している。

表 3.1.2 高効率Vベルトを導入した施設

施設名・機器名	規 格	台数
ばっ気槽ブロワ (No. 1, No. 2)	$\phi 50 \text{ mm} \times 1.5 \text{ kW}$	2 台
汚泥貯留槽用ブロワ	$\phi 50 \text{ mm} \times 2.2 \text{ kW}$	1 台
ばっ気沈砂槽用ブロワ	$\phi 32 \text{ mm} \times 0.75 \text{ kW}$	1 台
エアリフト用ブロワ	$\phi 32 \text{ mm} \times 0.75 \text{ kW}$	1 台
汚泥引抜ポンプ (No. 1, No. 2)	No. 1: $\phi 80 \text{ mm} \times 1.5 \text{ kW}$, No. 2: $\phi 80 \text{ mm} \times 2.2 \text{ kW}$	2 台

イ. 機器の運転条件

ばっ気槽ブロワは2台あるが、この運転は長期スパンで1台運転を基本に行っている。

この2台のばっ気槽ブロワに従来型Vベルトと高効率Vベルトを設置し、それぞれのブロワの使用電力量を測定した。

ばっ気槽ブロワの状況写真を写真 3.1.2 に、高効率Vベルトの写真を写真 3.1.3 に示した。



ばっ気槽ブロワ No. 1



ばっ気槽ブロワ No. 2

写真 3.1.2 ばっ気槽ブロワ等の状況写真



高効率Vベルト



高効率Vベルト (拡大)

写真 3.1.3 高効率Vベルトの状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果

ア. ばっ気槽ブロワの使用電力量及び省エネ効果

省エネ技術の導入前後におけるばっ気槽ブロワ (No. 1 及び No. 2) の使用電力量と電力量料金を表 3.1.3 に示す。

導入前後でのばっ気槽ブロワ No. 1 の使用電力量は、導入前が⑨9,399 kWh/年、導入後が⑪8,626 kWh/年であり、773 kWh/年 程度の縮減量となった。ばっ気槽ブロワ No. 2 の使用電力量は、導入前が⑩5,974 kWh/年、導入後が⑫5,635 kWh/年であり、340 kWh/年程度の縮減量となった。

ばっ気槽ブロワ 2 台全体でみた場合には、導入前後での使用電力量は導入前が⑬15,373 kWh/年、導入後が⑭14,261 kWh/年であり、1,100 kWh/年程度の縮減量となり、縮減率は 7.2 % の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は⑲－⑳＝16,700 円/年程度となった。

表 3.1.3 省エネ効果の確認

ばっ気槽ブロワ	導入前運転結果		導入後運転結果	
	NO. 1	NO. 2	NO. 1	NO. 2
平均使用電力量 (kWh/日)	25.8	16.3	23.6	15.5
データ日数 (日)	64	6	78	16
積算電力量 合計 (kWh)	1,652.0	97.9	1,839.4	248.7
稼働時間 合計 (時間)	1,317.48	111.82	1,577.30	298.10
時間当たり使用電力量 (kWh/時間)	① 1.25	② 0.88	③ 1.17	④ 0.83
平均稼働時間 (時間/日)	⑤ 20.6	⑥ 18.6	⑦ 20.2	⑧ 18.6
平均使用電力量 (kWh/年)	⑨ (①*⑤*365) 9,399	⑩ (②*⑥*365) 5,974	⑪ (③*⑦*365) 8,626	⑫ (④*⑧*365) 5,635
平均使用電力量 合計 (kWh/年)	⑬ 15,373		⑭ 14,261	
導入前後での使用電力量の 縮減率 (⑬－⑭)/⑬	—		7.2 %	
平均使用電力量料金 (円/年) ※	⑮ (⑨×単価) 140,985	⑯ (⑩×単価) 89,610	⑰ (⑪×単価) 129,390	⑱ (⑫×単価) 84,525
平均使用電力量料金 (円/年) ※	⑲ (⑬×単価) 230,595		⑳ (⑭×単価) 213,915	

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

イ. その他ブロワ等の使用電力量及び省エネ効果

ばっ気槽ブロワ以外のブロワ等の省エネ効果についても、ばっ気槽ブロワと同様の方法により、省エネ効果を算定している。その結果については、表 3.1.4 のとおりである。

表 3.1.4 高効率Vベルトの導入に伴う省エネ効果

施設名・機器名	規 格	台数	インバータ等の有無	縮減量 (縮減率)	縮減額 (円/年)
ばっ気槽ブロワ (No. 1, No. 2)	φ 50 mm×1.5 kW	2 台	有	1,112 kWh (7.2 %)	16,680
汚泥貯留槽用ブロワ	φ 50 mm×2.2 kW	1 台	無	51 kWh (7.7 %)	771
ばっ気沈砂槽用ブロワ	φ 32 mm×0.75 kW	1 台	無	73 kWh (3.9 %)	1,095
エアリフト用ブロワ	φ 32 mm×0.75 kW	1 台	無	37 kWh (25.0 %)	365
汚泥引抜ポンプ (No. 1, No. 2)	φ 80 mm×1.5 kW φ 80 mm×2.2 kW	2 台	有	329 kWh (4.1 %)	5,110

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

(4) 価格と耐久性

高効率(省エネ)タイプのVベルト価格は、従来の標準品に比べ約 1.3 倍の価格となっている。

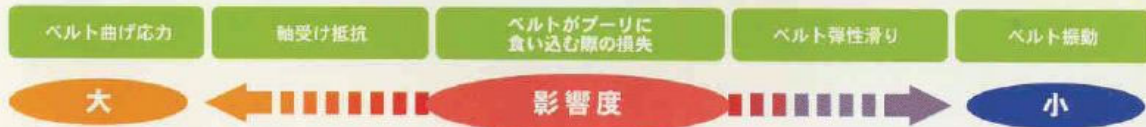
高効率(省エネ)タイプのVベルトの耐久性については、省エネ実証事業において導入地区が少なく、調査期間も短かったため、耐久性が十分に確認できていないが、メーカーのパンフレット(次ページ参照)によれば耐久性は、従来の標準型のVベルトより長寿命とのことである。

(参考)

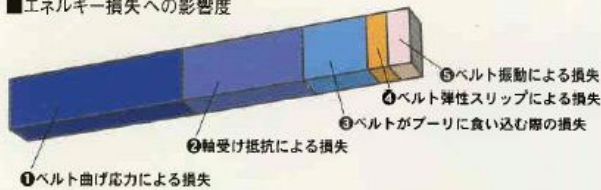
なぜ、省エネ効果が得られるのか？

■ベルトによるエネルギー損失

どのような伝動装置にもロス(エネルギー損失)があり、ベルト伝動装置には下記のようなエネルギー損失があります。



■エネルギー損失への影響度



省エネVベルトはベルト底面にノッチ加工(ベルト断面図参照)を施すことにより、ベルトがプーリに巻き付く力“曲げ応力”を小さくしています。これにより“ベルト曲げ応力による損失”が大幅に減少して省エネ効果が得られます。

※ベルト曲げ剛性EI値は、曲げ易さを示す指標です。EI値が低いほど“曲げ応力”の小さいベルトです。

製品の特長

1. 省エネ(節電)&CO²削減ができます

損失トルクを削減して、伝動効率を向上させました。
最大 6%程度の省エネが可能となり、CO²削減に貢献できます。

※省エネ効果はご使用条件により差があります。

2. プーリの変更が不要です

標準Vプーリでご使用いただけます。
ベルトを掛け換えるだけでご使用いただけます。

※ベルト交換の際、プーリの相対摩耗(溝幅拡大)や局部摩耗(V溝変形)等の点検&確認をすることをお勧めします。

3. 長寿命です

ベルト曲げ剛性低減で、更なる低発熱性を実現しました。
スタンダードより耐久性に優れ、安定した寿命はレッド以上です。

※当社台上下試験による当社スタンダードとの比較です。

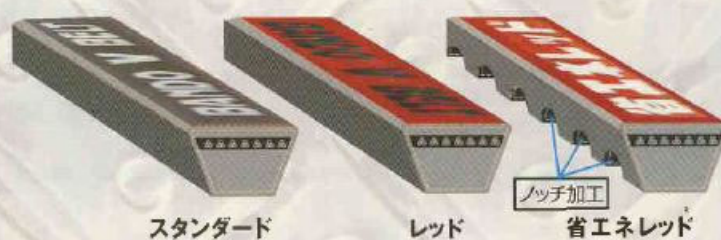
4. コンパクト化が可能です

当社スタンダードに比べ最大 30%程度のベルト本数削減が可能です。

※ベルト本数削減は、伝動ベルト総合設計マニュアル(汎用機械用)に基づき確認下さい。

※当社レッドからの変更では、ベルト本数の削減はできません。

製作可能タイプ及びサイズ範囲



ベルトタイプ	製作可能サイズ範囲
JIS A形	34~360インチ
JIS B形	34~360インチ
JIS C形	36~360インチ
JIS D形	100~360インチ

※1、ベルトの長さ(mm)=25.4×サイズ(インチ)

※2、対応サイズについてはお問合わせ下さい

図 3.1.3 高効率Vベルトのメーカーパンフレット(抜粋)

3.2 ②流量調整槽への高効率攪拌装置の導入

3.2.1 省エネ技術の概要

流量調整槽攪拌装置として設置されている水中攪拌ポンプから、消費電力が少ない高効率攪拌装置（水中ミキサ）に交換し、流量調整槽攪拌装置の使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

ほとんどの農業集落排水施設には流量調整槽が設置されており、その機能は二次処理設備の処理機能を十分発揮させるために流入汚水の流量変動を緩和し、移送する汚水量を一定の変動幅以下に抑えるものである。

この流量調整槽には、汚水の均質化や腐敗防止等を図るために攪拌装置を設置しているが、この攪拌装置に水中攪拌ポンプを使用している場合には、消費電力が少ない高効率攪拌装置（水中ミキサ）に交換し、使用電力量を縮減することが可能である。（図 3.2.1 参照）

また、導入した高効率攪拌装置（水中ミキサ）を間欠運転（3.13 ⑬流量調整槽攪拌装置の間欠運転を参照）することにより、更に使用電力量を縮減することが可能である。

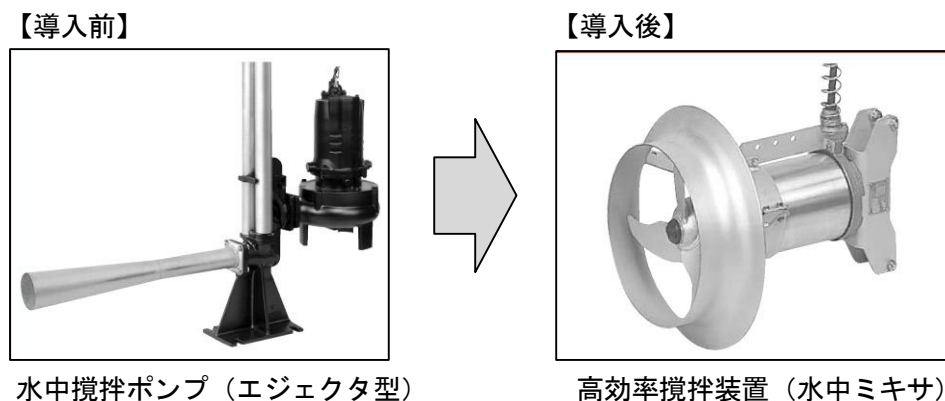


図 3.2.1 水中攪拌ポンプと高効率攪拌装置（水中ミキサ）の構造図

3.2.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

流量調整槽の攪拌装置に、水中攪拌ポンプを使用している場合に適用することができる。

【解説】

流量調整槽の攪拌装置に、水中攪拌ポンプを使用している場合に適用することができる。

高効率攪拌装置（水中ミキサ）は、水中攪拌ポンプに比べて高額ではあるが、攪拌効率が良いため、水中攪拌ポンプが2台設置されている流量調整槽の場合は、高効率攪拌装置（水中ミキサ）が1基で運転できる場合もあることから、これらを十分踏まえた上で適用すること。

高効率攪拌装置（水中ミキサ）の導入に当たっては、図 3.2.2 の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、

詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、供用率、流入負荷量、計画処理水質、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

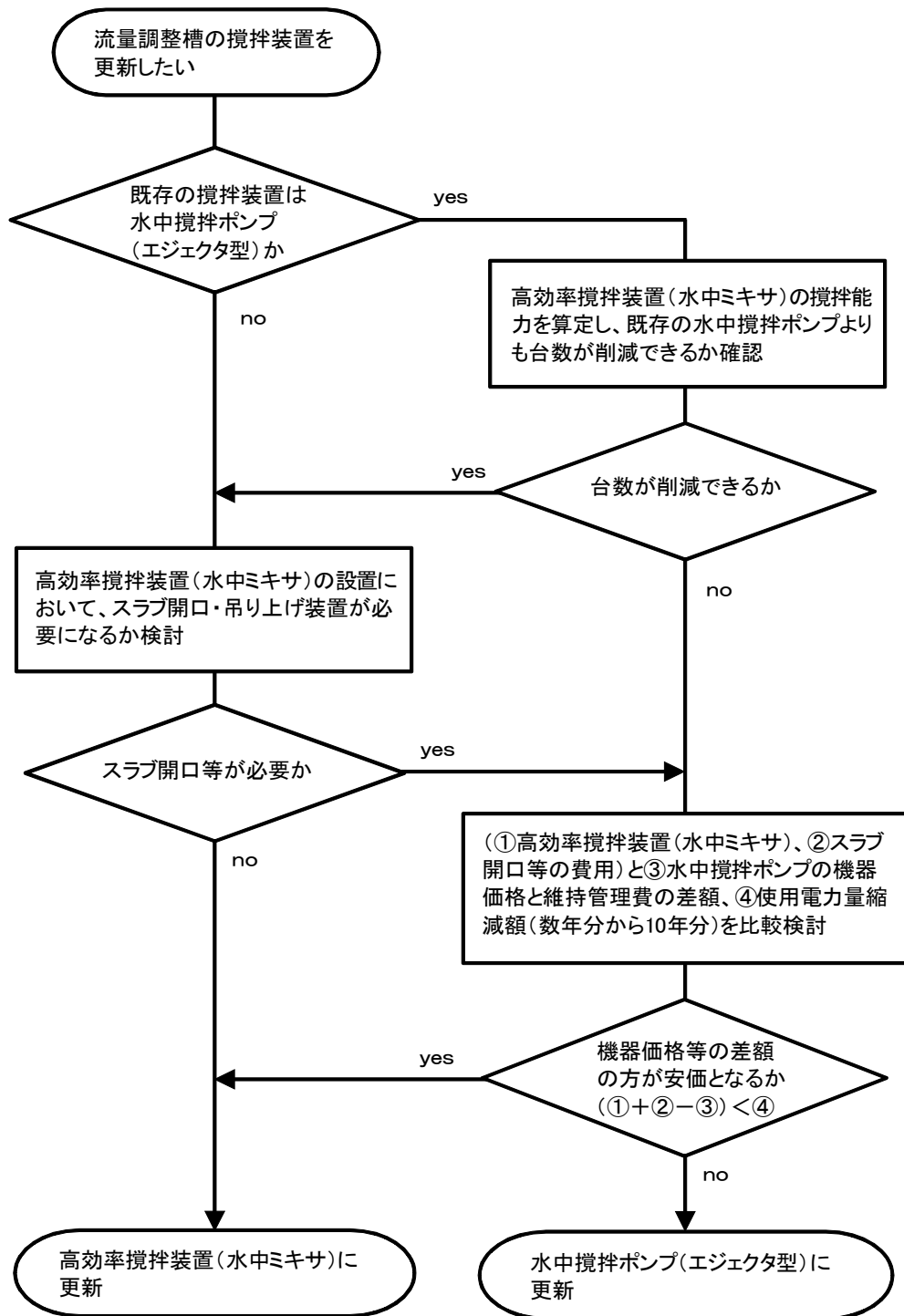


図3. 2. 2 高効率攪拌装置導入の選定フロー図

3.2.3 設計・施工における留意点

高効率攪拌装置（水中ミキサ）の設置は、流量調整槽の水を抜いて作業する必要があることから、仮設計画を検討する必要がある。

【解説】

高効率攪拌装置（水中ミキサ）は、流量調整槽の形状や攪拌効果等を考慮し、汚水の攪拌混合を通じて汚水中の汚物等の腐敗や固形物の沈殿防止等を十分に図られるような能力を確保しなければならない。

高効率攪拌装置（水中ミキサ）の設置に当たっては、流量調整槽の水を抜いて作業するため、汚泥の抜き取り費用、仮設備のリース費用などの掛かり増し経費があることを踏まえた上で、導入に向けた検討を行う。

3.2.4 維持管理における留意点

高効率攪拌装置（水中ミキサ）については、長期間安定した機能を維持するため、巡回管理、定期点検等により計画的、効率的に維持管理を行う必要がある。また、故障等の異常が発生した場合には、迅速かつ的確に対処する必要がある。

【解説】

高効率攪拌装置（水中ミキサ）の維持管理は、定期点検等を計画的、効率的に実施することにより、故障等の発生を未然に防止し、長期間安定した機能を維持する必要がある。また、万が一の機器故障等に対しては迅速に対応する必要がある。

【事例紹介】

3.2.5 ②流量調整槽への高効率攪拌装置の導入の実証事例

流量調整槽への高効率攪拌装置の導入の実証調査は6地区で行っており、その代表的な事例として、鳥取県伯耆町旭・吉定地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

旭・吉定（あさひ・よしさだ）地区は2つの処理施設を対象としており、このうち旭地区処理施設は、計画処理対象人口 860 人の JARUS－Ⅲ型で、平成9年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.2.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.2.1 に示した。

表 3.2.1 旭・吉定地区（旭地区）の施設概要

県/市町村名	鳥取県/伯耆町
地区名	旭・吉定地区
処理施設名	旭地区処理施設
処理方式	JARUS－Ⅲ型
処理対象人口	860 人
計画流入汚水量	233 m ³ /日
系列数	1 系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L



写真 3.2.1 旭地区処理施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

旭・吉定地区の旭地区処理施設では、水中攪拌ポンプ（2.2 kW）から、高効率攪拌装置（水中ミキサ 1.5 kW）に更新している。

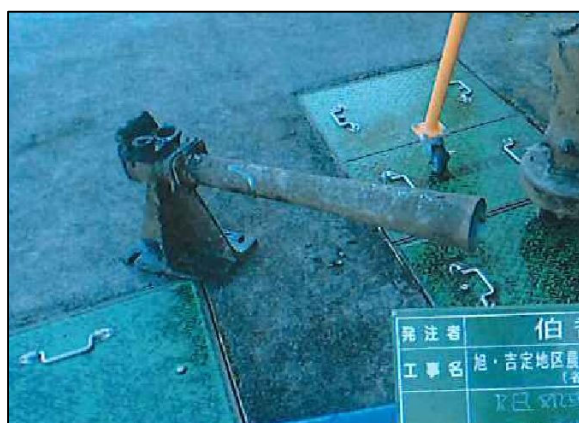
表 3.2.2 流量調整槽攪拌装置の仕様

設置箇所名	旭地区処理施設 流量調整槽	
流量調整槽仕様	幅 4.6 m×長さ 4.9 m×水深 2.75 m の 1 槽	
省エネ技術導入時期	導入前（既設）	導入後（取替）
攪拌装置形式	水中攪拌ポンプ （エジェクタ型）	高効率攪拌装置 （水中ミキサ型）
台数	1 台	1 台
出力	2.2 kW	1.5 kW

イ. 機器の運転条件

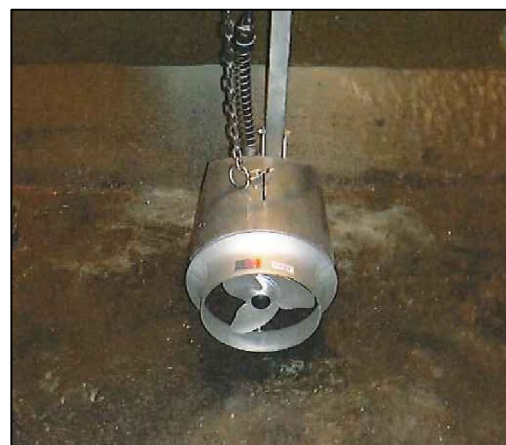
流量調整槽攪拌装置の運転時間は、既設の水中攪拌ポンプ、導入後の高効率攪拌装置（水中ミキサ）ともに攪拌装置の起動レベル以上では連続運転を行っており、これらの機器に簡易電力量計を設置し、使用電力量を測定した。

水中攪拌ポンプの撤去時の写真を写真 3.2.2 に、高効率攪拌装置（水中ミキサ）の設置時の写真を写真 3.2.3 に示した。



水中攪拌ポンプ（撤去時）

写真 3.2.2 水中攪拌ポンプの写真



高効率攪拌装置（水中ミキサ）の設置状況

写真 3.2.3 高効率攪拌装置（水中ミキサ）の写真

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ機器の導入前後における流量調整槽攪拌装置の日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.2.3 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①83.4 kWh/日、導入後が②26.9 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝56.5 kWh/日、年間では 20,600 kWh/年程度となり、縮減率は 68 % の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝847.5 円/日、年間では 309,000 円/年程度となった。

表 3.2.3 省エネ効果の確認

流量調整槽攪拌装置	導入前運転結果	導入後運転結果
平均使用電力量 (kWh/日)	① 83.4	② 26.9
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) /①	—	67.7 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	③ 1,251.0	④ 403.5
〔参考〕 1 日当たり平均稼働時間 (分/日)	1,421	1,382

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.3 ③微細気泡散気装置の導入

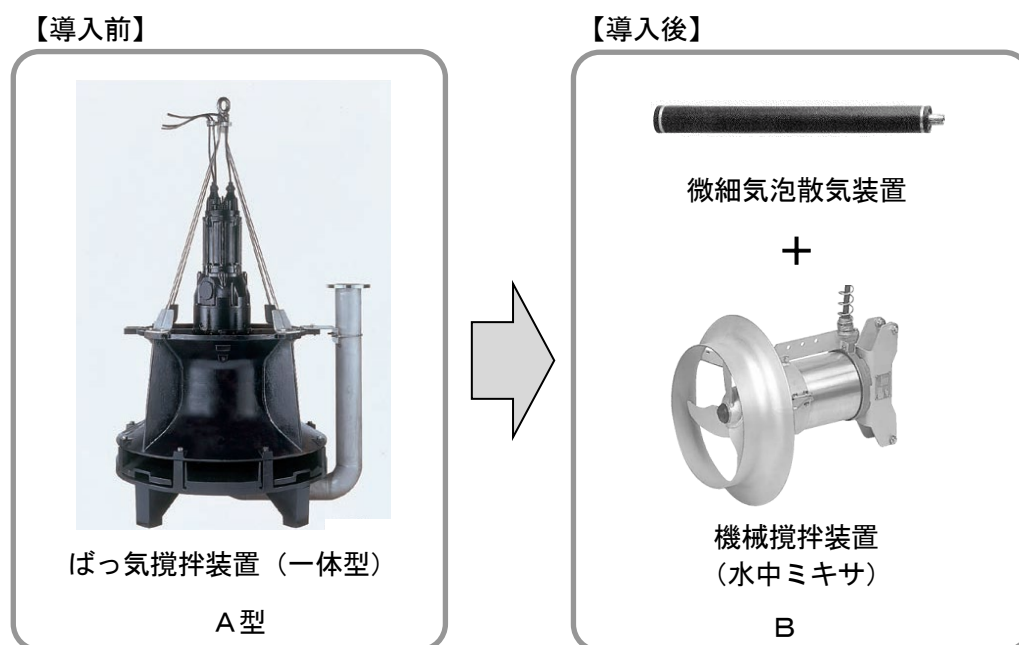
3.3.1 省エネ技術の概要

浮遊生物法において、生物反応槽のばっ気と攪拌を行う一体型のばっ気攪拌装置を微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）に交換し、ばっ気と攪拌に要する使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

浮遊生物法における生物反応槽では、槽内の微生物（活性汚泥）に酸素を供給するとともに流入汚水と活性汚泥を十分に接触させるために、ばっ気及び攪拌を行うための装置が必要である。

生物反応槽のばっ気及び攪拌を行うための装置として、これまで多く採用されてきた一体型のばっ気攪拌装置の代わりに、酸素溶解効率の高い微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）を併用することにより、ばっ気と攪拌に要する使用電力量を縮減する省エネ技術である。（図 3.3.1 参照）



A 型：一体型のばっ気攪拌装置を用いて、ばっ気と攪拌を行う装置

B 型：微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）を併用して、ばっ気と攪拌を行う装置

図 3.3.1 生物反応槽のばっ気と攪拌を行う装置の構造

従来は、A型のばっ気攪拌装置を採用する事例が多数であったが、ばっ気攪拌装置は所要動力が大きく維持管理費（電力量料金）が高額であること、かつ、補修費が高額であることが課題とされていた。また、ばっ気攪拌装置の予備機がない場合は、ばっ気攪拌装置のオーバーホール期間中の運転方法についても検討が必要であった。

このばっ気攪拌装置の代わりに、B型の酸素溶解効率の高い微細気泡散気装置と機械攪拌装置

（水中ミキサ）を併用した方式を採用することにより、主に生物反応槽を攪拌する動力を軽減でき、維持管理費（電力量料金）を縮減することが可能となる。さらに、ばっ気攪拌装置と比較して、微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）の補修費が安価であることから、補修費も縮減できると見込まれる。

3.3.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）の導入は、回分槽及びばっ気槽でばっ気攪拌装置を使用している場合に適用することができる。

【解説】

微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）の導入は、主に回分式活性汚泥方式の回分槽及び連続流入間欠ばっ気方式（間欠流入間欠ばっ気方式を含む）のばっ気槽で、ばっ気攪拌装置を使用している場合に適用することが可能である。

適用できる JARUS 型は、以下の型式である。

- 回分式活性汚泥方式（JARUS-X I₉₆型、X II₉₆型、X II_{G96}型、X II_H型）
- 連続流入間欠ばっ気方式（JARUS-X IV₉₆型、X IV_P型、X IV_{P1}型、X IV_H型、X V₉₆型）

また、以下の型式にも適用された実績がある。

- オキシデーションディッチ方式（JARUS-OD₉₆型、OD_H型）

なお、連続流入間欠ばっ気方式（JARUS-X IV_G型、X IV_{GP}型、X IV_R型）は、ばっ気槽のばっ気及び攪拌を微細気泡散気装置のみ（機械攪拌装置（水中ミキサ）を設置しない）で行う方法、並びに回分式活性汚泥方式（JARUS-X I₉₆型、X II₉₆型、X II_{G96}型、X II_H型）は、回分槽の攪拌を機械攪拌装置（水中ミキサ）の設置で行う方法は任意（原則として実施しないことが望ましい）となっている。

微細気泡散気装置と機械攪拌装置を組み合わせた方式の場合、ばっ気攪拌工程時には、機械攪拌装置を止めることが可能なので、この点でも省エネが可能である。

微細気泡散気装置の導入に当たっては、図 3.3.2 及び図 3.3.3 の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、維持管理用の開口部スラブの構造、供用率、流入負荷量、計画処理水質、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

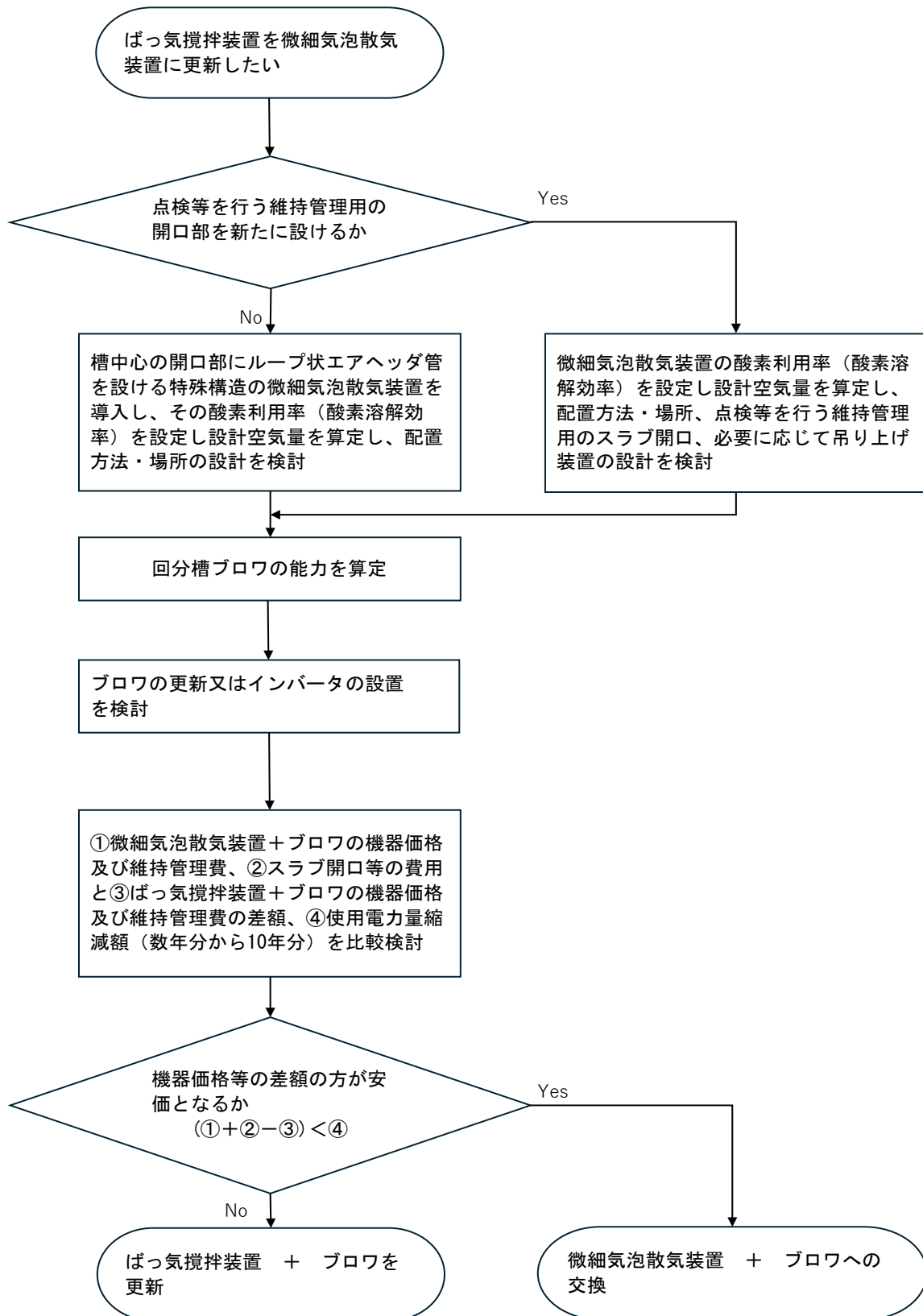


図3.3.2 微細気泡散気装置導入の選定フロー図（回分式活性汚泥方式の場合）

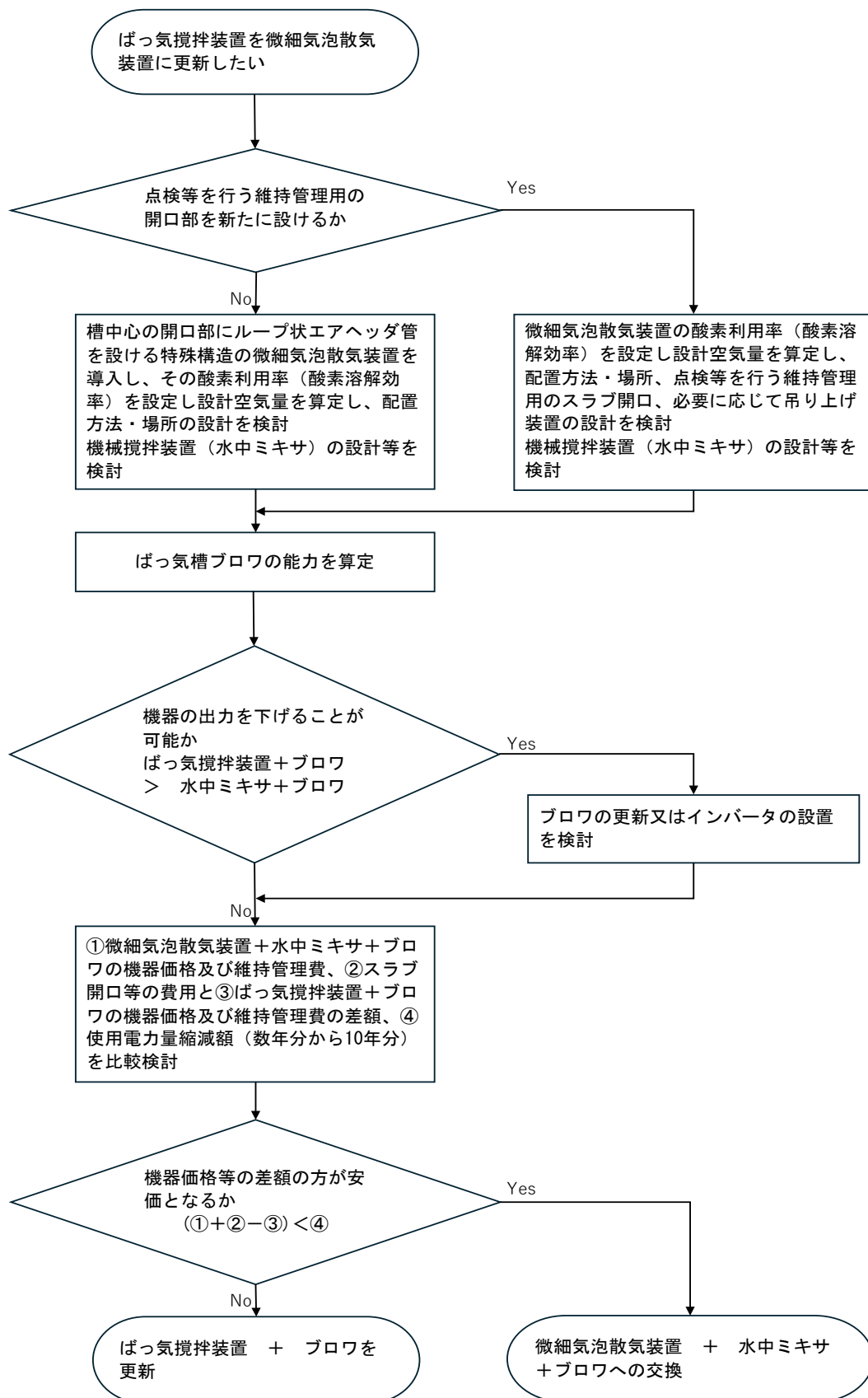


図3.3.3 微細気泡散気装置導入の選定フロー図（連続流入間欠ばっ気方式の場合）

3.3.3 設計・施工における留意点

設計・施工における留意点は以下のとおりである。

また、新設と既設の改修（ばっ気攪拌装置の交換）では前提条件が異なるので、注意が必要である。

- (1) 生物反応槽の平面形状
- (2) 微細気泡散気装置の配置位置
- (3) 微細気泡散気装置の選定
- (4) 水槽上部のスラブ開口
- (5) 微細気泡散気装置の据付

【解説】

生物反応槽のばっ気及び攪拌に微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）を用いる場合の留意点は以下のとおりであるが、新設と既設の改修（ばっ気攪拌装置の交換）では前提条件（水槽形状やスラブ開口の位置）は異なるので、注意が必要である。

(1) 生物反応槽の平面形状

生物反応槽の平面形状は、回分式活性汚泥方式と連続流入間欠ばっ気方式とでは、設計指針に記載されている条件が異なるので注意が必要である。

回分式活性汚泥方式及び連続流入間欠ばっ気方式の場合

均等な槽内汚水の攪拌とばっ気を図る観点から、原則としてばっ気攪拌装置を用いる場合には、正方形又はできるだけ正方形に近い矩形とする。なお、微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）を用いる場合（図 3.3.4 及び図 3.3.5 を参照）には、水深に対しての横幅の寸法比等の規定はないが、槽内の攪拌が十分なされることを確認・検討する必要がある。

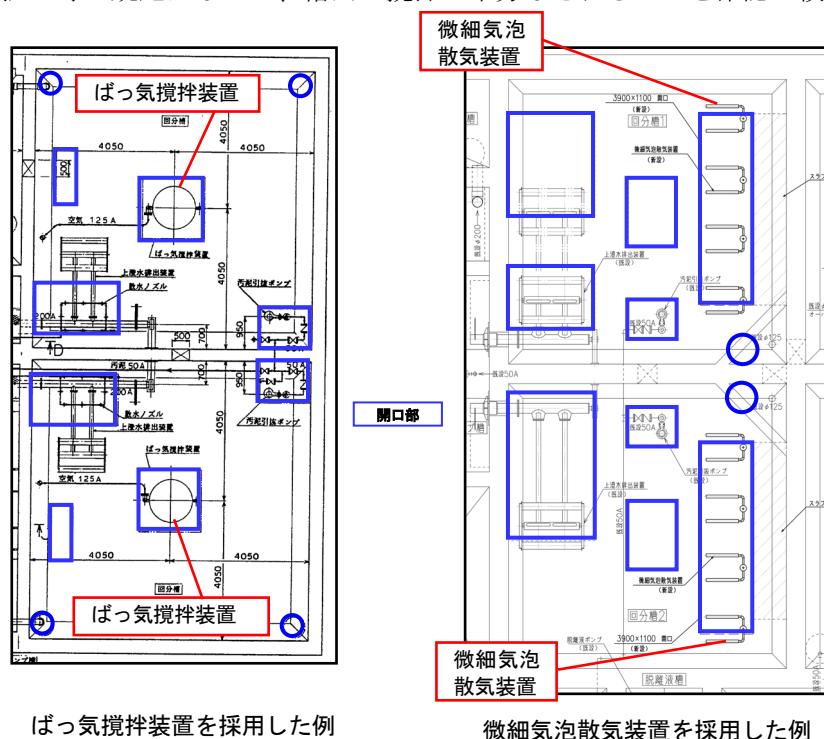


図 3.3.4 回分槽における「ばっ気攪拌装置」及び「微細気泡散気装置等」の更新例

また、既存のばっ気槽のばっ気攪拌装置を撤去し、代わりに微細気泡散気装置と水中ミキサを設置するような改修を行った事例を以下に示す。

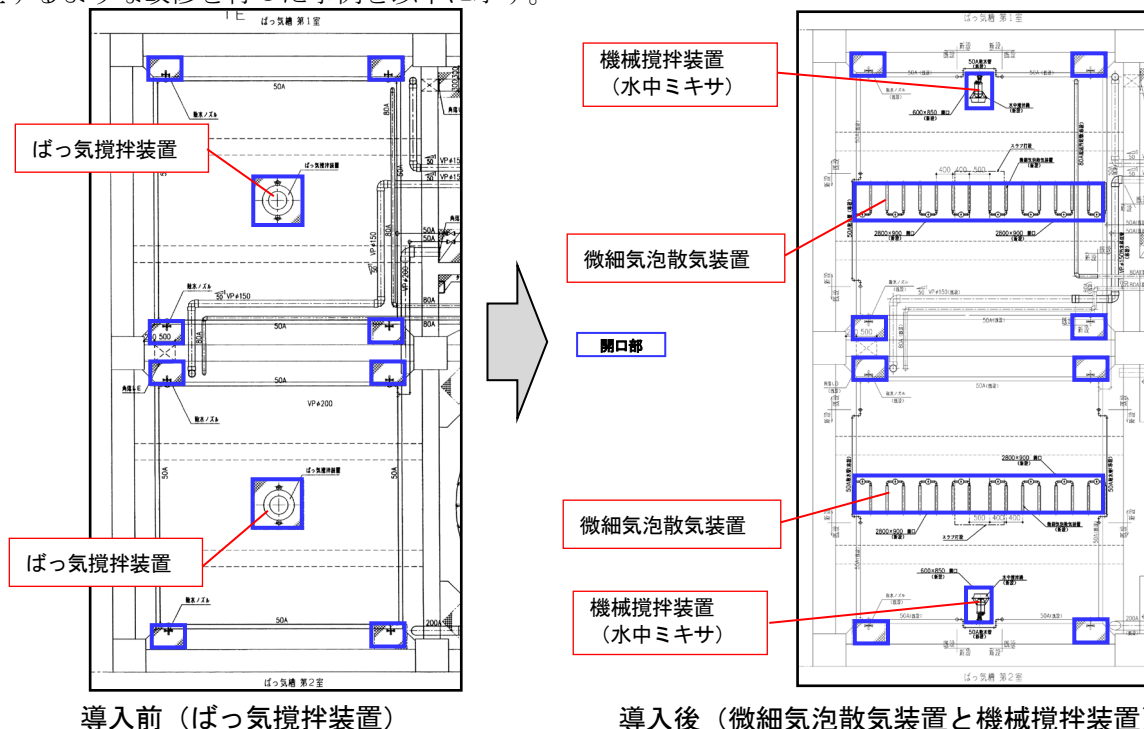


図 3.3.5 ばっ気槽における「ばっ気攪拌装置」から「微細気泡散気装置等」への更新例

(2) 微細気泡散気装置の設置

微細気泡散気装置は、生物反応槽内に汚泥の進行を防止する流速（10 cm/sec 以上）を生じさせる必要があるため、原則として槽底部より 30～60cm 程度高い位置に設置し、全面ばっ気を除く側面ばっ気又は中心ばっ気方式における微細気泡散気装置の設置間隔については 60cm 以下を標準とする（槽内を均等に攪拌できる構造とするため、槽の横幅を 3.0～5.0m 程度とする）。

装置の設置はメンテナンス時等の引き上げを考慮して、極力、上部に障害物がないようにするとともに、吊り金具の設置、並びにライザー管の途中にフランジ等を設けて分解できるようにしておくなど、微細気泡散気装置の引き上げ作業を容易に行えるように配慮する必要がある。

また、1本の送気用ライザー管に多数の微細気泡散気装置をつけると、メンテナンスを行う際に水槽から引き上げる作業が難しくなるので、微細気泡散気装置の散気筒本数を 2～4 本にグループ分け、並びにライザー管に手元調節弁を配置すること（1グループあたりの質量は 30kg 以下とする）が望ましい。グループ分けすることにより、1つのグループをメンテナンスしている間は、他のグループで運転を継続することが可能となる。

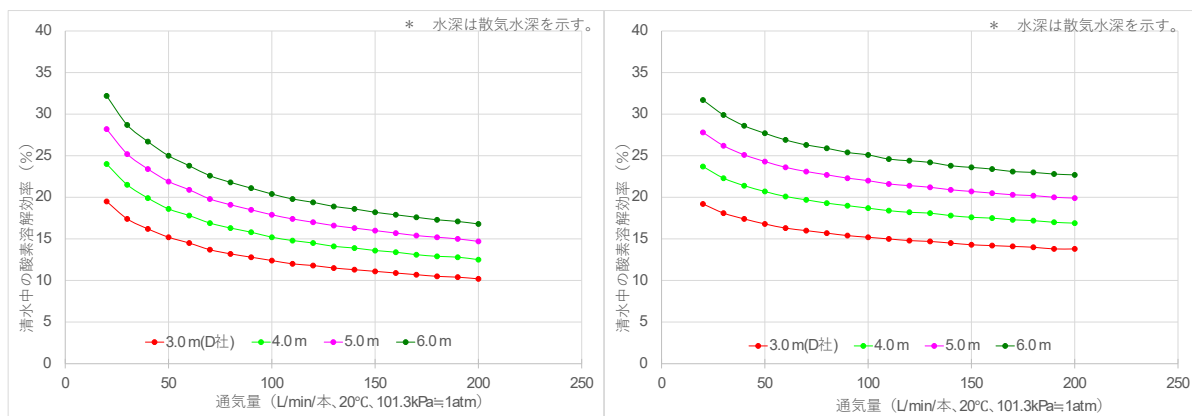
なお、回分式活性汚泥方式や連続流入間欠ばっ気方式（XIV_G型、XIV_{GP}型、XIV_R型を除く）のばっ気攪拌装置は槽内の中央部に設置されており、この機器の管理用開口に併せてスラブ上部の梁が作られている。したがって、ばっ気攪拌装置を微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）に改修する場合には、梁の位置や槽内で汚泥だまりを生じさせないに微細気泡散気装置の設置位置を十分に検討する必要がある。

(3) 微細気泡散気装置の選定

微細気泡散気装置は、間欠ばっ気運転を行っても閉塞が生じにくいものを選定する必要がある。また、微細気泡散気装置の酸素溶解効率、散気筒 1 本当たりの通気量が多くなるほど小さくなる。

微細気泡散気装置の酸素溶解効率、散気水深、通気量の関係を示した「酸素溶解効率曲線」が、メーカーのカタログや技術資料等に提示されている。参考事例を図 3.3.6 に示す。この酸素溶解効率曲線から微細気泡散気装置の配置方法に伴い、その本数と溶解効率を決定する。

なお、散気水深とは微細気泡散気装置の設置されている箇所の水深のことで、水槽の有効水深のことではないので注意する。



循環流の場合

全面ばっ気の場合

図 3.3.6 微細気泡散気装置の酸素溶解効率の参考事例

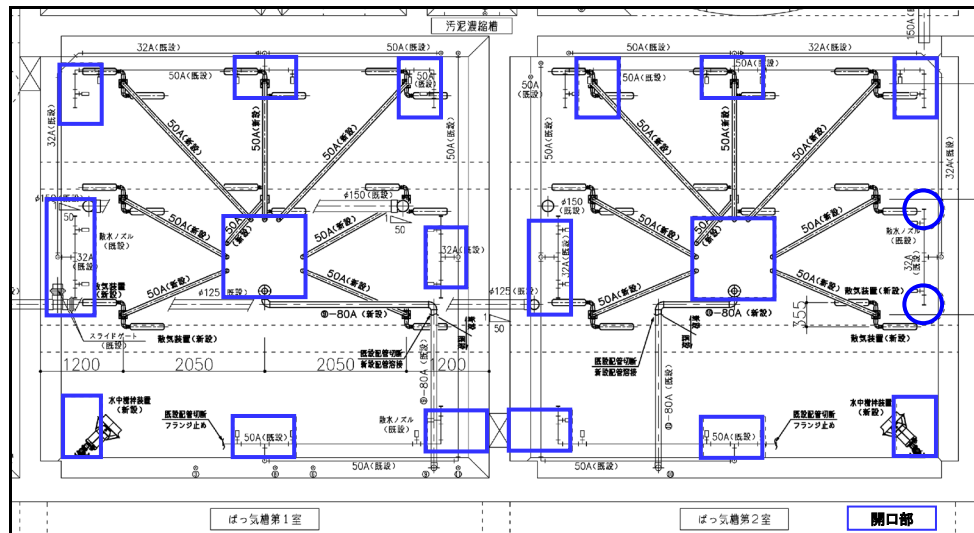
(4) 水槽上部のスラブ開口

ばっ気攪拌装置、微細気泡散気装置、機械攪拌装置（水中ミキサ）には、それぞれメンテナンス時等に水槽から引き上げるための開口が必要であるが、当然設置場所によって開口の位置も異なってくる。

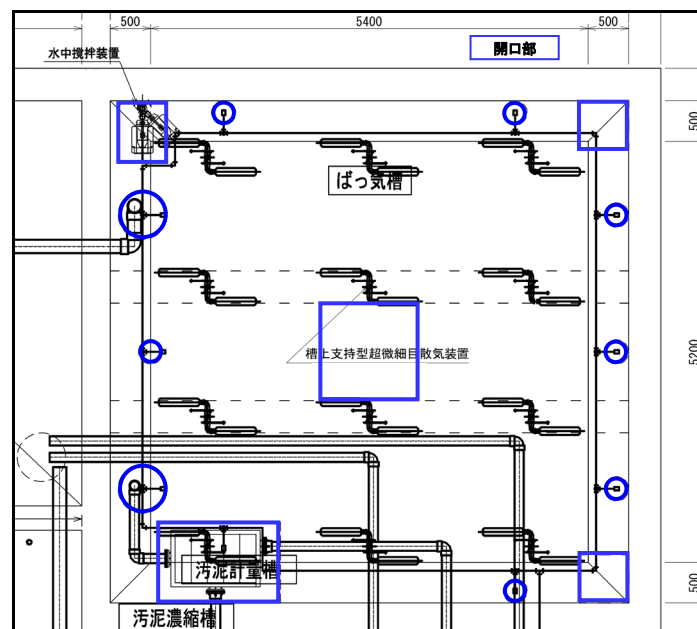
ばっ気攪拌装置を微細気泡散気装置と機械攪拌装置（水中ミキサ）を組み合わせたものに変更する場合には、適切な位置に開口がない場合が多く、原則として、新たに開口を設置する必要がある。この場合は、スラブ構造及び梁の位置等も含めて慎重に検討する必要がある。

一方、既設開口を流用した微細気泡散気装置を設置した循環流及び全面ばっ気別の参考事例を図 3.3.7 に示す。

全面ばっ気の配置方法の微細気泡散気装置の設置本数は、循環流の設置本数より相対的に多くなる。しかし、図 3.3.6 に示したように全面ばっ気の配置方法の酸素溶解効率が循環流の効率より優れているので、全面ばっ気の配置方法におけるブロワの通気量及び吐出圧力が循環流のそれらより相当小さくなる。この場合は、機器価格だけでなく維持管理費の差額も含めて慎重に検討する必要がある。



旋回流の場合（処理対象人口 1,110 人）



全面ばっ気の場合（処理対象人口 590 人）

図 3.3.7 既設開口を流用した微細気泡散気装置の更新例

(5) 微細気泡散気装置の据付

全ての微細気泡散気装置から均等に微細気泡を散気させるためには、微細気泡散気装置の水面に対する据付水平精度が重要である。水平精度が悪いと、散気水深の浅い微細気泡散気装置からの散気量が多くなるため、槽内のばっ気・攪拌が不均一となり、処理性能に悪影響を及ぼす懸念がある。

微細気泡散気装置の据付精度は、散気管の据付水平精度が重要であり、昇降機付きの微細気泡散気装置以外では、施設の供用開始以降の調整が難しいので、施工時に十分注意しておくことが重要である。

3.3.4 維持管理における留意点

維持管理における留意点は以下のとおりである。

- (1) 微細気泡散気装置の保守・点検時の確認
- (2) 微細気泡散気装置の適正な空気量
- (3) 流入汚水中の砂の除去
- (4) 機械攪拌装置（水中ミキサ）の潤滑油の交換

【解説】

維持管理における留意点は以下のとおりである。

(1) 微細気泡散気装置の保守・点検時の確認

微細気泡散気装置は、散気装置の散気部表面及び内部の清掃、メンブレンゴム等の交換などのために、定期的に点検（水槽から引き上げるなど）する。

巡回点検において、風量計でばっ気量に変化がないか、目視で散気量が十分で旋回流が均等かを確認する。ばっ気量が十分でかつ散気装置ごとの散気量が均等でないと、槽内の攪拌が不十分になり活性汚泥の底部堆積等、処理性能に支障をきたす恐れもある。

ばっ気量が低下したり、目視観察でばっ気状況に片寄りが認められた場合は、微細気泡散気装置の目詰まり・膜面の破損やブロワの故障、配管（ライザー管）の不具合等が発生している疑いがある。散気筒のバルブを開閉し、部分的に風量を増やしても散気状況に改善がみられない場合は、散気状況が弱い場所の微細気泡散気装置が目詰まりしている可能性がある。ので、微細気泡散気装置を引き上げて、清掃もしくはメンブレンゴム等の交換を行う。

(2) 微細気泡散気装置の適正な空気量

微細気泡散気装置は1本当たりの適正な通気量が製品ごとに決まっており、その通気量内で運転する必要がある。適正な通気量を超過した運転では酸素溶解効率が低下し、メンブレンゴム等を損傷する恐れがあるので注意が必要である。

微細気泡散気装置にはメンブレンゴムが使用されているものが多いが、メンブレンゴムの耐用年数（寿命）は、微細気泡散気装置1本あたりの通気量が多いほど短くなる。そのため、処理水質や生物反応槽のDOを管理指標として適正な送気量でばっ気を行い、過大な通気量でのばっ気は極力避けるようにする。

(3) 流入汚水中の砂の除去

メンブレンゴム等の摩耗劣化を防ぐためには、流入汚水中の砂が生物反応槽に混入するのを極力避ける必要がある。そのため、前処理設備のばっ気沈砂槽、排砂槽等の適正な管理が必要である。

(4) 機械攪拌装置（水中ミキサ）の潤滑油の交換

機械攪拌装置（水中ミキサ）は定期点検とともに1年ごとに潤滑油の交換が必要である。これを怠ると、故障して運転に支障をきたすことがあるので注意が必要である。

【事例紹介】

3.3.5 ③微細気泡散気装置の導入の実証事例

微細気泡散気装置の導入の実証調査は6地区で行っており、その代表的な事例として、佐賀県武雄市立野川内・三間坂地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

立野川内・三間坂（たてのかわうち・みまさか）地区は2つの処理施設を対象としており、このうち立野川内地区の処理施設は、計画処理対象人口3,050人のJARUS-X I型で、平成11年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表3.3.1に、処理施設の全景写真を写真3.3.1に示した。

表 3.3.1 立野川内・三間坂地区（立野川内地区）の施設概要

県/市町村名	佐賀県/武雄市	
地区名	立野川内・三間坂地区	
処理施設名	立野川内地区浄化センター	
処理方式	JARUS-X I 型	
処理対象人口	3,050 人	
計画流入汚水量	824 m ³ /日	
系列数	1 系列	
計画処理水質	BOD	20 mg/L
	SS	50 mg/L



写真 3.3.1 立野川内地区浄化センターの全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

立野川内・三間坂地区の立野川内地区浄化センターでは、表 3.3.2 に記載のようにばっ気攪拌装置（3.7 kW×2 台）から、微細気泡散気装置（2 ヶ所）に更新している。なお、攪拌装置について、新たに機械攪拌装置（水中ミキサ）を設置するのではなく、既存のばっ気攪拌装置を攪拌装置として使用している。

表 3.3.2 微細気泡散気装置等の仕様

設置箇所名	立野川内地区浄化センター 回分槽	
流量調整槽仕様	幅 8.8 m×長さ 8.8 m×水深 5.0 m の 2 槽	
省エネ技術導入時期	導入前（既設）	導入後（取替）
ばっ気・攪拌装置	ばっ気攪拌装置 (3.7 kW×2 台)	微細気泡散気装置 (2 ヶ所)
		ばっ気攪拌装置 〔攪拌装置として使用〕 (3.7 kW×2 台)
ばっ気ブロワ	ばっ気ブロワ (5.5 kW×3 台)	同 左

イ. 機器の運転条件

回分槽には、槽の中心にばっ気攪拌装置が設置されている。ばっ気攪拌装置は、処理に必要な空気を供給し、汚水処理施設に流入した汚水と回分槽内の微生物（活性汚泥）を回分槽内で攪拌混合する装置である。

一方、微細気泡散気装置では、ブロワから供給された空気がディフューザに設けられた微細なスリット状の孔を通過することで微細な気泡となり、図 3.3.8 に示す配置にすることで気泡の上昇流により槽内に旋回流を形成する。また、微細気泡散気装置は、ばっ気攪拌装置と同様に空気の供給と槽内の攪拌混合を行う装置で、酸素溶解効率ばっ気攪拌装置と同等以上である。

微細気泡散気装置の導入に関する省エネ効果の検討は、導入前後の回分槽に空気を供給するばっ気ブロワと回分槽に設置しているばっ気攪拌装置の使用電力量（kWh/日）を合計しその動きを比較することで行った。

なお、回分槽内の攪拌用としてばっ気攪拌装置を微細気泡散気装置の設置後も存置しているが、処理性能への影響がないことが確認できたことから、実証調査中は、ばっ気攪拌装置を運転停止している。

ばっ気攪拌装置等の写真を写真 3.3.2 に、微細気泡散気装置の設置状況等の写真を写真 3.3.3 に示した。



ばっ気攪拌装置



ばっ気ブロウ

写真 3.3.2 ばっ気攪拌装置及びばっ気ブロウの写真

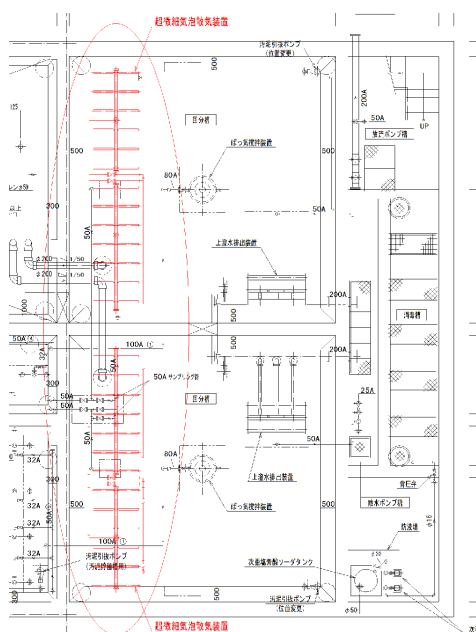


微細気泡散気装置の設置状況

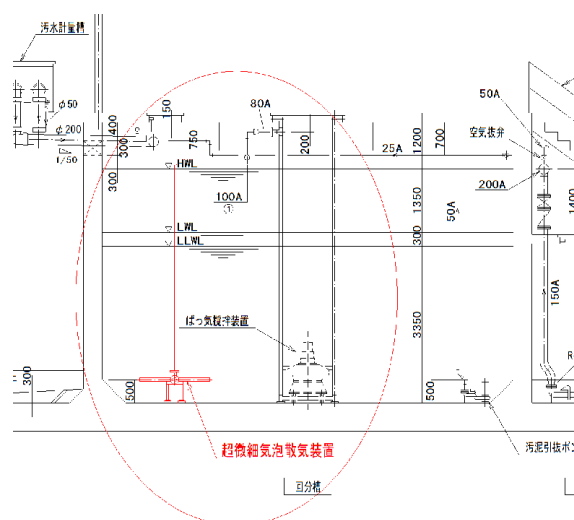


微細気泡散気装置の運転状況

写真 3.3.3 微細気泡散気装置の設置状況等の写真



平面図



縦断面図

図 3.3.8 微細気泡散気装置の配置図

(3) 使用電力量及び省エネ効果

微細気泡散気装置の導入における日当たりの使用電力量と電力量料金を表 3.3.3 に示す。

導入前の 1 日当たりの使用電力量は、ばっ気ブロワが①102.9 kWh/日、ばっ気攪拌装置が②78.7 kWh/日、計③ 181.6 kWh/日であり、導入後の 1 日当たりの使用電力量は、ばっ気ブロワが④113.0 kWh/日、ばっ気攪拌装置が⑤0.0 kWh/日、計⑥ 113.0 kWh/日であり、使用電力での両者の差は③－⑥＝68.6 kWh/日、年間では 25,000 kWh/年程度となり、縮減率は 37.8 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－⑥＝1,028.6 円/日となり、年間では 375,000 円/年程度となった。

表 3.3.3 省エネ効果の確認

微細気泡散気装置 の導入	導入前運転結果			導入後運転結果		
	ばっ気 ブロワ	ばっ気 攪拌装置	計	ばっ気 ブロワ	ばっ気 攪拌装置	計
出力 (kW)	5.5	3.7	—	5.5	3.7	—
台数 (台)	3	2	—	3	2	—
平均稼働時間 (分/日)	2,510.8	1,408.0	—	2,419.6	0.0	—
稼働時間当たりの 使用電力量 (Wh/分)	41.0	55.9	—	46.7	0.0	—
平均使用電力量 (kWh/日)	① 102.9	② 78.7	③ 181.6	④ 113.0	⑤ 0.0	⑥ 113.0
導入前後での使用電力量 の縮減率 (③－⑥) / ③	—	—	—	—	—	37.8 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	1,544.0	1,180.0	2,724.0	1,695.4	0.0	1,695.4

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.4.1 省エネ技術の概要

【解説】

重力濃縮は、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、底部に沈積した汚泥を引抜くことで汚泥を濃縮する方法である。しかしながら、汚泥粒子の沈降速度は粒子群の間隙の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ることになる。その結果、粒子群の沈降速度が減少して時間の経過とともに濃縮効率が落ちてしまうことになる。このため、重力濃縮槽内に、鉛直方向に取り付けた棒をゆっくり回転させ、これにより鉛直方向にみずみちを形成させることで、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くなる原理である（図 3.4.1 におけるみずみち棒が「回転棒（ピケットフェンス）」である。）。

みずみち棒

みずみち

移動方向

みずみち棒

みずみち

移動方向

水

水汚泥

みずみちの形成

下水汚泥

3-4-1

回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置の概要を図 3. 4. 2 に、汚泥濃縮装置の全景を写真 3. 4. 1 に示した。

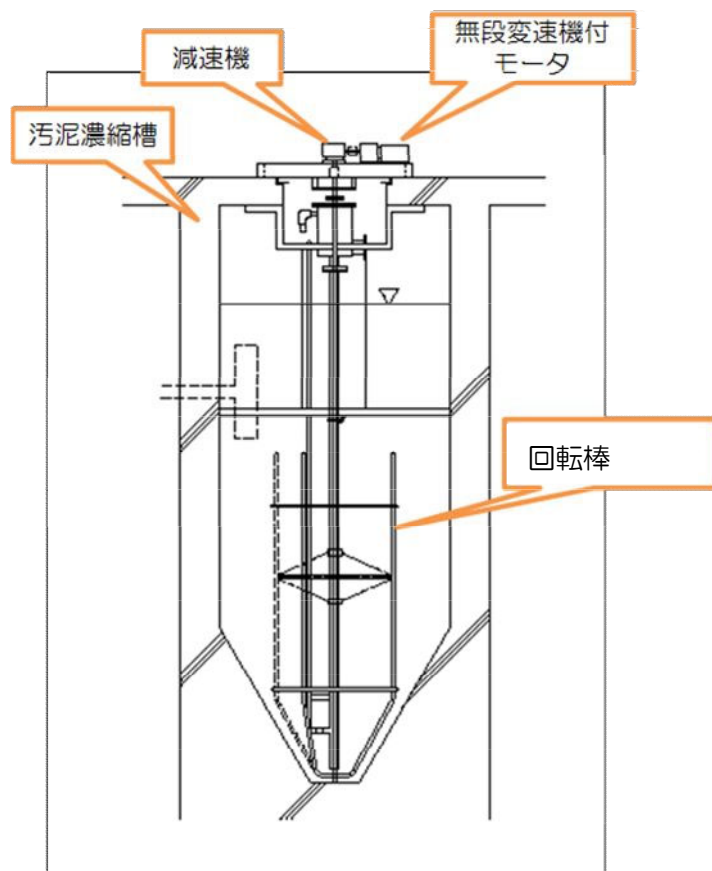


図 3. 4. 2 回転棒（ピケットフェンス）の概略構造



回転棒（ピケットフェンス）



回転棒（ピケットフェンス）駆動部

写真 3. 4. 1 回転棒（ピケットフェンス）

3.4.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入は、汚泥濃縮槽のある全ての処理方式に適用できるが、本装置の汚泥濃縮度合いから、浮遊生物法の汚泥濃縮槽への導入が適切と考えられる。

【解説】

生物膜法の濃縮汚泥は2.0%程度に濃縮が可能であるため、回転棒（ピケットフェンス）を取り付けても濃縮性能に大きな効果は望めない。一方、浮遊生物法の濃縮汚泥は1.5%程度であり、回転棒（ピケットフェンス）を導入した場合には、その濃縮効果が大きいことから浮遊生物法の型式への適用が効果的である。

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入に当たっては、図3.4.3の選定フロー図を参考にする。

【選定フロー図】

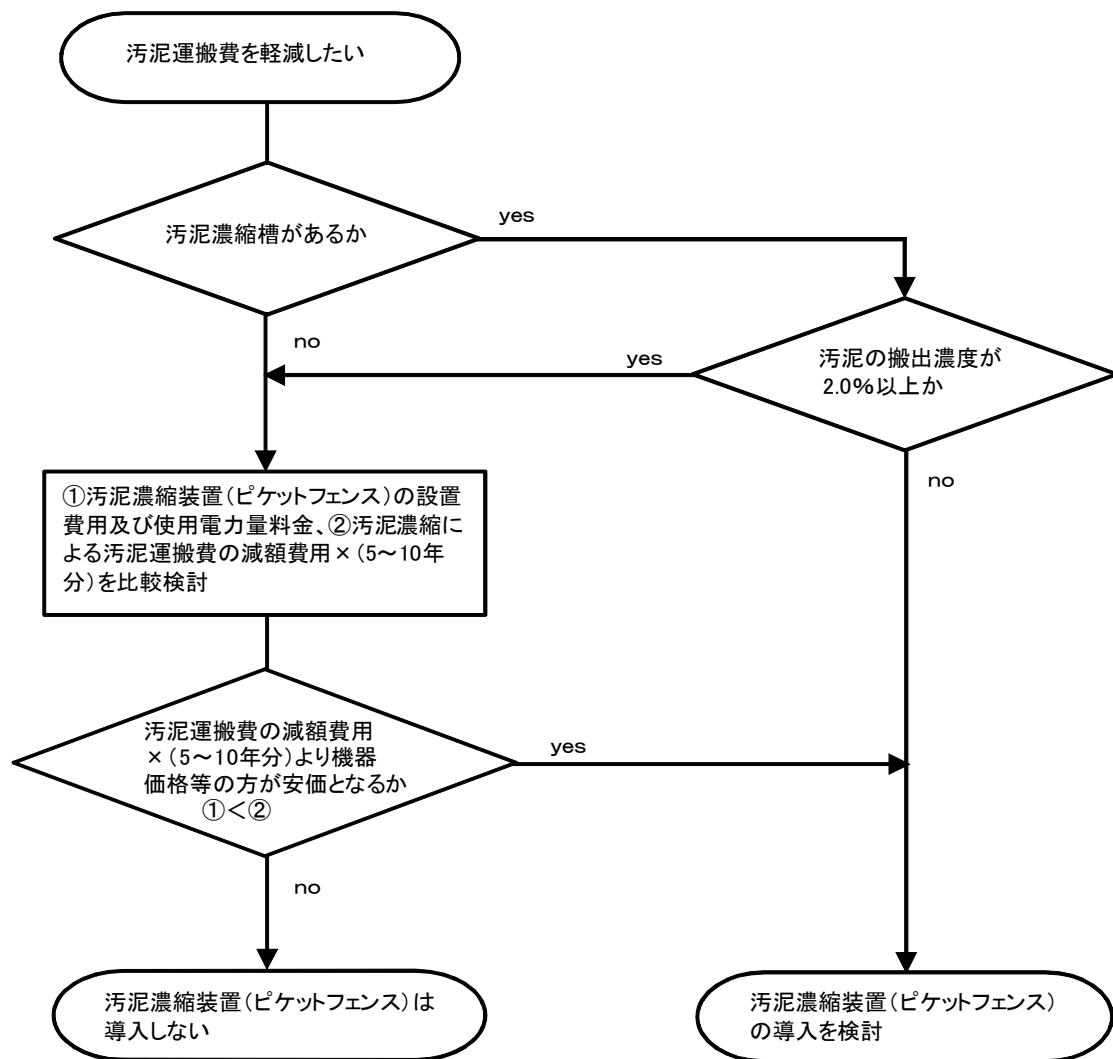


図3.4.3 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）導入の選定フロー図

3.4.3 設計・施工における留意点

回転棒（ピケットフェンス）は外径 15～20 mm 程度で長さ 1.5～3.0 m 程度の細長い棒であり、構造的に外的衝撃等には弱いので、設計・施工時は設計強度と据え付け方法に十分に留意する。

【解説】

回転棒（ピケットフェンス）は、下水道施設では沈殿槽や濃縮槽の汚泥掻き寄せ機の上部に設置され、槽内の汚泥濃縮を図るために活用されている。一方、集落排水施設の汚泥濃縮槽は大部分がホッパー構造であり、汚泥掻き寄せ機構造とはなっておらず、回転棒が取り付けられない構造となっている。

このため、回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置ではセンターシャフトを汚泥揚泥管の中を通し、回転棒（ピケットフェンス）の底部端部を濃縮槽底部で固定せずに軸受け構造の懸垂型としている。これにより数本の回転棒（ピケットフェンス）を低速（0.2～1.2 m/分程度）で円周方向に回転させる構造としている。

設計・施工における留意点は以下の4点である。

- ① 回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置では、引き抜き濃縮汚泥濃度として 2.0～2.5 %程度を設計値とする。
- ② 回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置ではセンターシャフトが汚泥揚泥管内を貫通しており、汚泥引抜ポンプ（エアリフトポンプ）の揚泥機能が十分発揮できる管径とする。また、施工後の試運転時に揚泥機能の確認を行う必要がある。
- ③ 回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置は、構造的に外的衝撃等には弱く、点検口から工具等の異物を落とし、底部回転軸周りで回転棒の回転を阻害した場合には、回転棒（ピケットフェンス）のセンターシャフトが破損する懸念がある。このため、濃縮槽の上部蓋や点検口にネット等を適宜張ることが望ましい。
- ④ 濃縮汚泥の引き抜き時間は分単位での設定が多いが、こまめな濃縮汚泥引き抜きが可能なように、濃縮汚泥の引き抜き時間を秒単位での設定する必要がある。

3.4.4 維持管理における留意点

回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置により汚泥濃縮槽の引抜き濃縮汚泥濃度を高濃度に保つためには、濃縮汚泥引抜き時間を適切に調整する必要がある。

【解説】

回転棒（ピケットフェンス）による汚泥濃縮装置により汚泥濃縮槽の引抜き汚泥濃度は向上するが、この濃縮汚泥引抜き時間を適切に調整することで高濃度な汚泥を引抜くことが可能となる。

濃縮汚泥引抜き時間が短いと汚泥濃縮槽内に汚泥が堆積し、時間経過とともに腐敗・浮上しスカムとなって脱離液に混入する事態となる。一方、濃縮汚泥引抜き時間が長いと濃度の低い汚泥まで引抜くことになり、全体として引抜き汚泥濃度を下げる結果となる。

このため、維持管理時に引抜き濃縮汚泥濃度を MLSS 計や目視等で確認しながら、濃縮汚泥引抜き時間を適切に調整する必要がある。

また、夏期に汚泥の腐敗等によるガス付着によるスカムが顕著に発生する場合があります、これにより引き抜き濃縮汚泥濃度が低下する場合があります。このため、スカムを破碎し再度沈降させる対策や濃縮汚泥引き抜きの回数を増やす対策を行う必要がある。

なお、回転棒（ピケットフェンス）の運転状況は、汚泥濃縮槽内に水没して設置されるため目視観察はできない。このため、①モータの電流値及び②引抜き濃縮汚泥の濃度により運転状況を確認する必要がある。

【事例紹介】

3.4.5 ④汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入の実証事例

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入の実証調査は3地区で行っており、その代表的な事例として、山口県宇部市吉部地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

吉部（きべ）地区の処理施設は、計画処理対象人口1,200人のJARUS-XIV_{p1}型で、平成16年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表3.4.1に、処理施設の全景写真を写真3.4.2に示した。

表 3.4.1 吉部地区の施設概要

県/市町村名	山口県/宇部市
地区名	吉部地区
処理施設名	吉部排水処理場
処理方式	JARUS-XIV _{p1} 型
処理対象人口	1,200 人
計画流入汚水量	32 4 m ³ /日
系列数	1 系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L T-N 15 mg/L T-P 1 mg/L



写真 3.4.2 吉部排水処理場の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

吉部地区の処理施設では、汚泥濃縮槽に汚泥濃縮装置である回転棒（ピケットフェンス 4 本）を設置（表 3.4.2）し、搬出汚泥量の減少による汚泥運搬費の縮減を図っている。

表 3.4.2 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の仕様

設置箇所名	吉部排水処理場 汚泥濃縮槽	
汚泥濃縮槽仕様	幅 2.0 m×長さ 2.0 m×水深 5.75 m の 1 槽	
省エネ技術導入時期	導入前（既設）	導入後（取替）
汚泥濃縮装置形式	—	汚泥濃縮装置 （ピケットフェンス）
基数	—	1 基（4 本）
出力	—	0.2 kW

イ. 機器の運転条件

導入後の汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の運転時間は 24 時間連続運転を行っており、この機器に簡易電力量計を設置し、使用電力量を測定した。

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の構造図を図 3.4.4 に、取付状況の写真を写真 3.4.3 に示した。

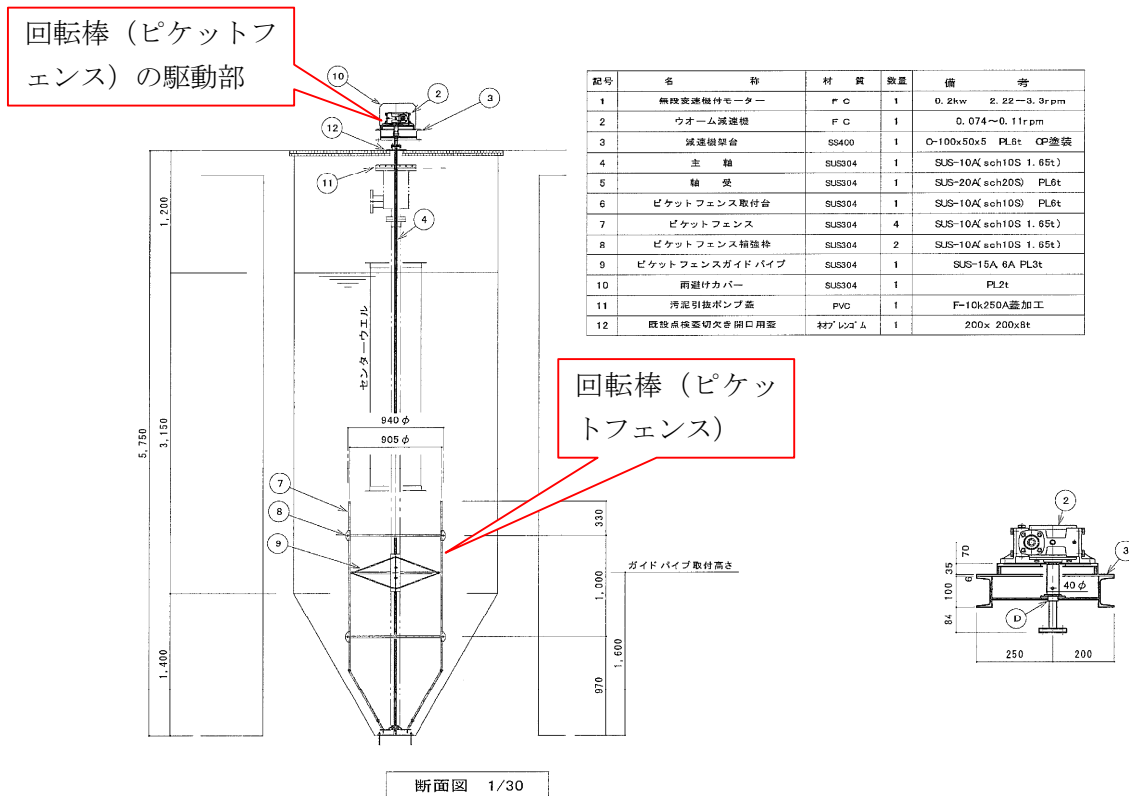


図 3.4.4 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の構造図



汚泥濃縮装置導入前の汚泥濃縮槽内部



汚泥濃縮装置の駆動部



汚泥濃縮装置（回転棒（ピケットフェンス））

写真 3.4.3 汚泥濃縮装置の取付状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果の算定方法

汚泥濃縮装置（回転棒（ピケットフェンス））設置による省エネ効果は、搬出汚泥量の減少によって汚泥運搬費の削減を図るものである。

吉部地区においては汚泥濃縮槽より引き抜かれた汚泥を汚泥貯留槽で更に中間水を排出して高濃度にする作業を行うことで、汚泥貯留槽から搬出する汚泥の含水率は98.5～98.0%としている（導入前の運転条件）。したがって、汚泥濃縮装置導入後も、同じように汚泥貯留槽で中間水を排出する作業を行い、同一条件で比較する必要がある。

なお、処理施設の搬出汚泥は、バキューム車（2～4 t）により約 30 km 離れた宇部市環境保全センター内のし尿処理場に運搬されている。

汚泥濃縮装置による汚泥運搬時の燃料費（軽油）の縮減による省エネ効果の試算方法

汚泥量縮減に伴う汚泥運搬時の燃料費（軽油）の縮減効果は以下のとおり試算した。

導入前の搬出汚泥の含水率は汚泥貯留槽から搬出する際の汚泥含水率である。一方、汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入後の汚泥含水率は、汚泥濃縮槽から汚泥貯留槽に送る引き抜き汚泥の含水率とした。

① 試算条件

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入前の引き抜き汚泥量（ m^3 ）と汚泥含水率（％）を表 3.4.3 に示す。導入前の平均引き抜き汚泥量（搬出汚泥量）は 180 m^3 であり、汚泥の含水率は 98.3 ％（固形物濃度 1.7 ％）であった。

表 3.4.3 平成 26 年度 吉部排水処理場 汚泥引き抜き集計票

回数	引抜日	汚泥貯留槽	引抜汚泥量(m^3)	含水率(%)
1回目	平成26年5月28,29日	No.1	44.75	98.4
2回目	平成26年8月26日	No.2	44.45	98.3
3回目	平成26年11月20日	No.1	44.95	98.2
4回目	平成27年2月26,27日	No.2	45.86	98.1
合計			180	平均 98.3

また、汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入後における汚泥濃縮槽引き抜き汚泥において、(i)平成 27 年 3 月 20 日の含水率：97.4 ％、(ii)平成 28 年 2 月 24 日の含水率：97.8 ％であった。この 2 つの平均含水率 97.6 ％を用いて今後の搬出汚泥量を試算すると、汚泥搬出量は $128 \text{ m}^3/\text{年}$ となる。

$$180 \text{ m}^3/\text{年} \times (1 - 0.983) \div (1 - 0.976) = 128 \text{ m}^3/\text{年}$$

○ バキューム車による運搬経費の計算諸元

ベース車両	4 t
タンク容量	3.6 $\text{m}^3/\text{台}$
基礎価格	10,600 千円/台(平成 26 年度土地改良工事積算基準(機械経費) P108)
耐用年数	11.5 年
維持修理費率	35 %
軽油単価	129 円/L
一般運転手	C_1 14,200 円/日
普通作業員	C_2 14,300 円/日

② バキューム車による運搬経費の算定

a) 走行距離の算出

表 3.4.4 バキューム車の走行距離

回転棒導入前後	年間発生 汚泥量 (m ³ /年)	し尿処理施 設までの 距離(km)	出動回数 (回/年)	年間走行 距離 (km/年)
導入前	180	29.9	50	2,990
導入後	128	29.9	36	2,153

b) 前の年間稼働日数の算出

平均距離	29.9 km
往復運搬距離	29.9 km×2=59.8 km
往復運搬時間	59.8 km÷25 km/hr=2.4 hr
1回当たり給泥、排泥時間	20分(給泥)+10分(排泥)=0.5 hr/回
1日当たり往復可能回数	5.0 hr÷(2.4 hr+0.5 hr)=1.72 回/日
1日当たり運搬能力	1.72 回/日×3.6 m ³ /回=6.2 m ³ /日
年間稼働日数	180 m ³ /年(年間収集汚泥量)÷6.2 m ³ /日=29.0 日/年
年間走行距離	2,990 km/年

c) 導入前の運搬経費の算定

表 3.4.5 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入前の運搬経費

区分	算定式	金額	単位
維持修理費	基礎価格×維持修理費率÷100÷耐用年数 =10,600×35÷100÷11.5	323	千円/年・台
運転人件費	(一般運転手+普通作業員)×年間稼働日 数÷1,000 =(14,200+14,300)×29.0÷1,000	827	千円/年
A1 走行に伴う 燃料費	0.32×年間走行距離×軽油単価÷1,000 =0.32×2,990×129÷1,000	123	千円/年
A2 給泥、排泥操 作に伴う燃料費	年間稼働日数×1日当たり往復可能回数 ×0.5 hr/回×13 L/hr×軽油単価÷1,000 =29.0×1.72×0.5×13×129÷1,000	42	千円/年
計		1,315	千円/年
単位当たり経費	計÷年間収集汚泥量 (m ³ /年) ×1,000 =1,315÷180×1,000	7,310	円/m ³

注：単位当たり経費は濃縮汚泥 1 m³当たりの経費である。

なお、燃料（軽油）量は以下のとおりである。

A1 走行に伴う燃料（軽油）量は $0.32 \times 2,990 = 957$ L/年 $\rightarrow 2.62$ L/日

A2 給泥、排泥操作に伴う燃料量は $29.0 \times 1.72 \times 0.5 \times 13 = 324$ L/年 $\rightarrow 0.89$ L/日

d) 導入後の年間稼働日数の算出

①～⑥ までは導入前と同一

⑦ 年間稼働日数 $128 \text{ m}^3/\text{年} (\text{年間収集汚泥量}) \div 6.2 \text{ m}^3/\text{日} = 21.0 \text{ 日/年}$

⑧ 年間走行距離 $2,153 \text{ km/年}$

e) 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の電力量料金

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入後の駆動部の平均の使用電力量は、3.3 kWh/日であった。

f) 導入後の運搬経費の算定

表 3.4.6 汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入後の運搬経費

区分	算定式	金額	単位
維持修理費	基礎価格×維持修理費率÷100÷耐用年数 = $10,600 \times 35 \div 100 \div 11.5$	323	千円/年・台
運転人件費	(一般運転手＋普通作業員)×年間稼働日数÷1,000 = $(14,200 + 14,300) \times 21.0 \div 1,000$	599	千円/年
B1 走行に伴う 燃料費	$0.32 \times \text{年間走行距離} \times \text{軽油単価} \div 1,000$ = $0.32 \times 2,153 \times 129 \div 1,000$	88	千円/年
B2 給泥、排泥操作 に伴う燃料費	年間稼働日数×1日当たり往復可能回数 ×0.5hr/回×13 L/hr×軽油単価÷1,000 = $21.0 \times 1.72 \times 0.5 \times 13 \times 129 \div 1,000$	30	千円/年
B3 汚泥濃縮装置の 使用電力量料金	$3.3 \text{ kWh/日} \times 15 \text{ 円/kWh} \times 365 \text{ 日/年}$	18	千円/年
計		1,058	千円/年
単位当たり経費	計÷年間収集汚泥量 ($\text{m}^3/\text{年}$) ×1,000 = $1,058 \div 128 \times 1,000$	8,270	円/ m^3

注：単位当たり経費は濃縮汚泥 1 m^3 当たりの経費である。

なお、燃料（軽油）量及び使用電力量は以下のとおりである。

B1 走行に伴う燃料（軽油）量は $0.32 \times 2,153 = 689$ L/年 $\rightarrow 1.89$ L/日

B2 給泥、排泥操作に伴う燃料量は $21.0 \times 1.72 \times 0.5 \times 13 = 234$ L/年 $\rightarrow 0.64$ L/日

B3 汚泥濃縮装置の使用電力量 3.3 kWh/日 $\rightarrow 3.3$ kWh/日

g) 導入前後での燃料費（軽油）の縮減額

導入前後での燃料費（軽油）＋電力量料金の縮減額は年間では以下のとおりである。

$$(A1+A2) - (B1+B2+B3) = (123+42) - (88+30+18) = 29 \text{ 千円/年}$$

なお、バキューム車の運転人件費を含めた試算では、表 3.4.5 及び表 3.4.6 の「計」から $1,315 - 1,058 = 257$ 千円/年の縮減となる。

(4) 使用電力量及び省エネ効果のまとめ

汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の導入前・後の 1 年間当たりの、搬出汚泥量の縮減による運搬時の燃料費、駆動モータの電力量料金から、省エネ効果について表 3.4.7 に示した。

導入前での燃料費は⑥165,000 円/年、導入後は汚泥濃縮装置（ピケットフェンス）の使用電力量金も含めて⑦136,000 円/年であり、両者の差は⑥－⑦＝29,000 円/年程度となり、縮減率は 17.6 %の省エネ効果が確認された。

なお、汚泥濃縮度合いが向上したことにより、汚泥量が減少するため、バキューム車の運搬回数が減少し、運転人件費が軽減される。この人件費を含めた試算では 257,000 円/年の縮減となる。

表 3.4.7 省エネ効果の確認

汚泥濃縮槽及び 汚泥貯留槽	導入前運転結果		導入後運転結果		
燃料費と 使用電力量料金 (千円/年)	①走行に伴 う燃料費	②給泥、排泥 に伴う燃料 費	③走行に伴 う燃料費	④給泥、排 泥に伴う燃 料費	⑤汚泥濃縮 装置の使用 電力量料金
	123	42	88	30	18
合計の燃料費と 使用電力量料金 (千円/年) ※	⑥＝①＋② 165		⑦＝③＋④＋⑤ 136		
導入前後での縮減率 (⑥－⑦) / ⑥	—		17.6 %		
【参考】 使用電力量への換算値 (kWh/年)	⑥/15 円 11,000		⑦/15 円 9,067		

※軽油単価を 129 円/L、電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.5 ⑤高効率汚泥引抜ポンプの導入

3.5.1 省エネ技術の概要

沈殿槽汚泥引抜ポンプを無閉塞ポンプ等から、消費電力が少ない高効率の縦型槽外式汚水汚物ポンプに交換し、汚泥引抜ポンプの使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

汚泥引抜ポンプは、原則として設計移送汚泥量に相当する汚泥をばっ気槽に返送できるとともに、余剰汚泥を汚泥処理設備（汚泥濃縮貯留槽、汚泥濃縮槽、又は汚泥受槽）に円滑に移送するためのものである。

この沈殿槽汚泥引抜ポンプとして設置している自吸式一軸ネジ式汚泥引抜ポンプ等を、消費電力が少ない高効率の縦型槽外式汚水汚物ポンプに交換することにより、汚泥引抜ポンプの使用電力量を縮減する省エネ技術である。（図 3.5.1 参照）

また、導入した汚泥引抜ポンプを間欠運転（3.16 ⑯汚泥引抜ポンプの間欠運転を参照）することにより、更に使用電力量を縮減することが可能である。

【導入前】



自吸式一軸ネジ式汚泥引抜ポンプ（11 kW）

【導入後】



縦型槽外式汚水汚物ポンプ（1.5 kW）

図 3.5.1 自吸式一軸ネジ式汚泥引抜ポンプと縦型槽外式汚水汚物ポンプの設置状況

3.5.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

縦型槽外式汚水汚物ポンプの本体及び吸込管が、沈殿槽の設計水位以下に設置できる場合に適用することができる。

【解説】

縦型槽外式汚水汚物ポンプは、自給のための呼び水やチャッキシート付水槽部を不要とするため、吸込押込みで使用する。そのため吸込管及びポンプ本体を沈殿槽の水位以下に設置する。

堅型槽外式汚水汚物ポンプは、ケーシングやインペラは水中汚水汚物ポンプと同様の形式で、電動機は水中ポンプをベースとした完全防水型と汎用電動機を使用する通常型とがある。

水中ポンプをベースとした型式は、空気中でも電動機の放冷を効率的に行うように設計されており、ポンプ設置場所が浸水のおそれがある場合には、完全防水型が望ましい。

高効率汚泥引抜ポンプの導入に当たっては、図 3.5.2 の選定フロー図を参考にする。

なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、供用率、流入負荷量、計画処理水質、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

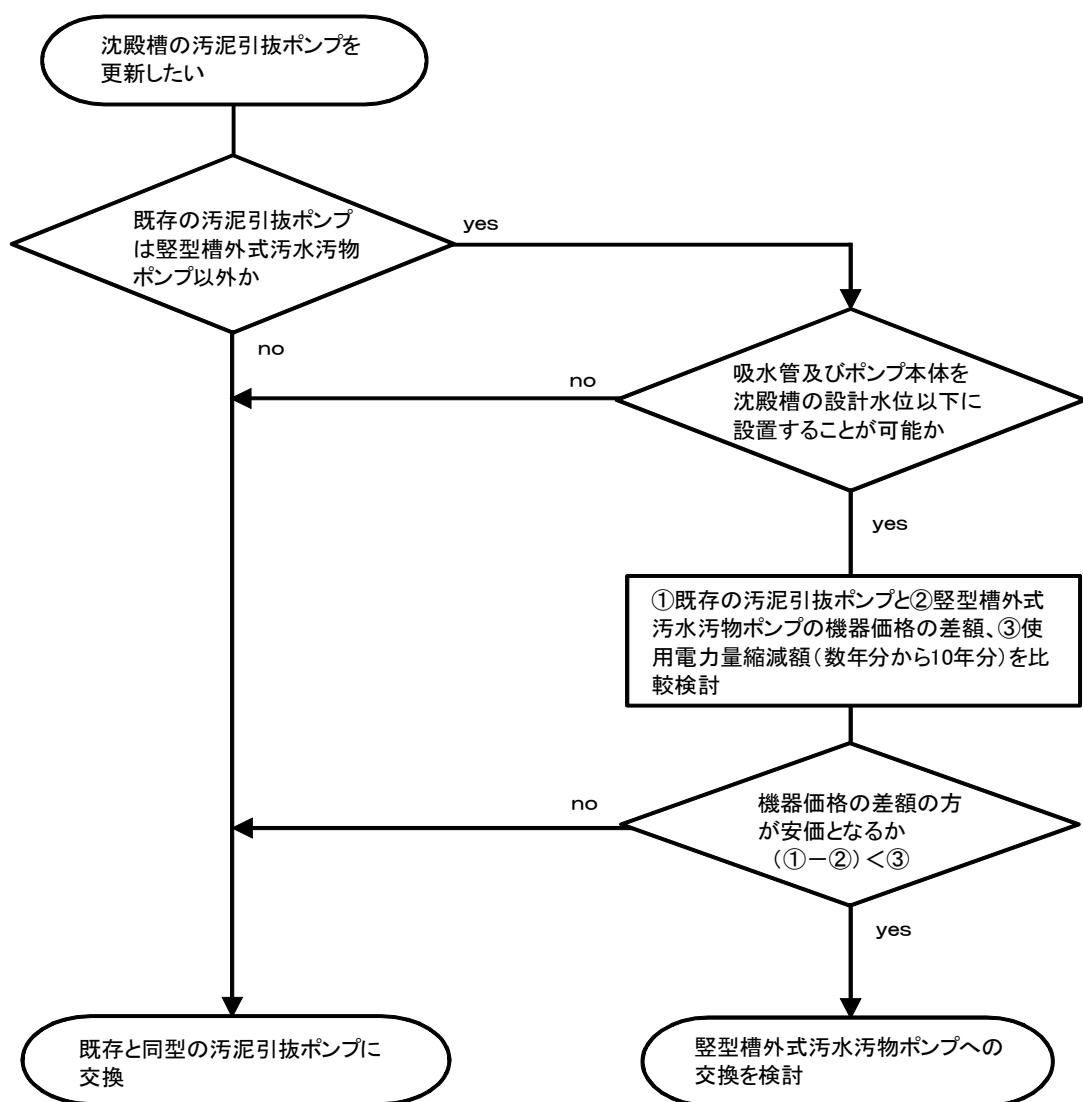


図3.5.2 高効率汚泥引抜ポンプ導入の選定フロー図

3.5.3 設計・施工における留意点

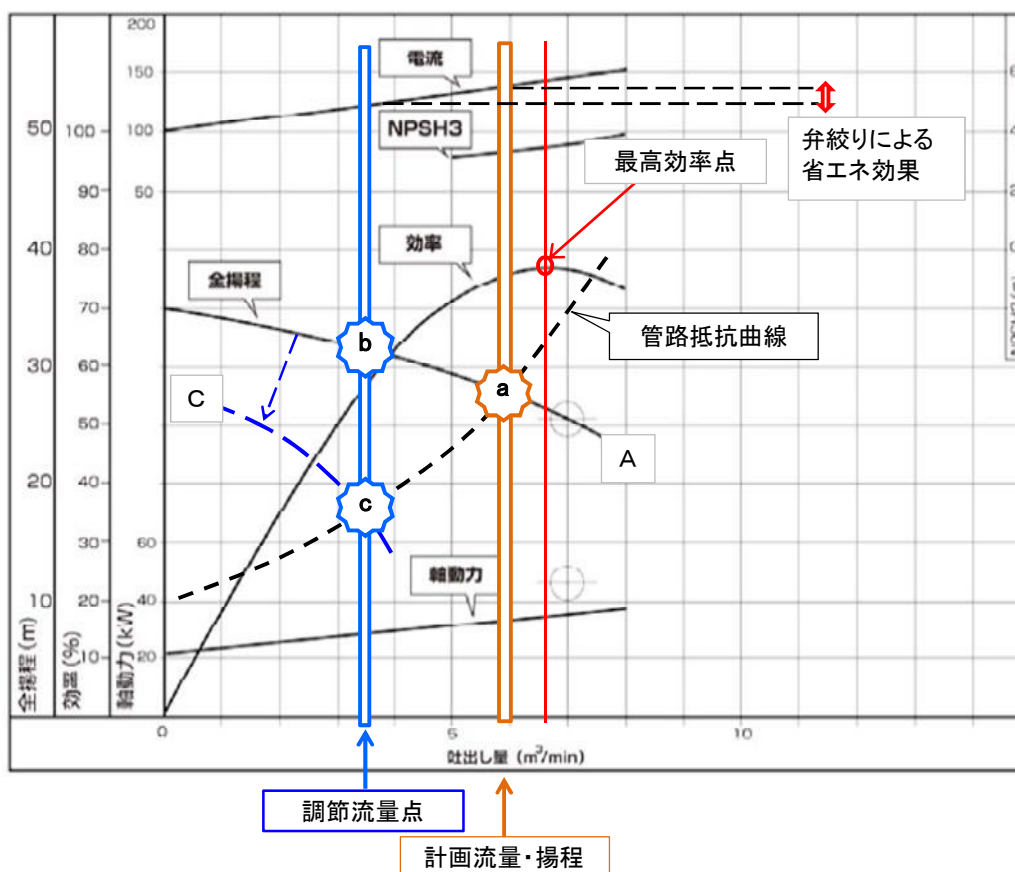
- (1) ポンプの選定に当たっては、要求される仕様（口径×全揚程×揚水量）に対してポンプ効率の高い型式を選定する。
- (2) 沈殿槽汚泥引抜管口径は、固形物による閉塞を防止するため 100 A 以上とし、ポンプ吸込口径は 65A 以上とする。
- (3) 沈殿槽汚泥引抜管は、耐腐食性の材質（SUS 管、DIP 等）とし、元弁を設ける。
- (4) ポンプ数量は、原則として 1 系列当たり 3 台（沈殿槽流出水量×3 台、内 1 台予備）とする。施設流入負荷が将来に亘って比較的安定している場合や吐出量を 50 %以下に減じる方法を設ける場合には 2 台（沈殿槽流出水量の 2 倍×2 台、内 1 台予備）とすることもできる。
ポンプの吐出量は、吐出弁、汚泥計量タンク、電動機回転数制御（周波数変換）等で調節できる設備を設けるものとするが、容積型ポンプの吐出量を吐出弁で調節してはならない。

【解説】

- (1) 吐出量と全揚程で決まるポンプ効率は、ポンプ型式によって大きく異なる。破碎機や細目スクリーンを通過した汚水には、汚水汚物ポンプを閉塞させる粗大な夾雑物を含まないが、小さな夾雑物がばっ気槽等で、ある程度の大きさまで成長する場合がある。そのため、沈殿槽汚泥引抜ポンプの型式は、汚水汚物用とする。
- (2) 夾雑物による沈殿槽引抜汚泥管の閉塞は、施設の停止に直結する重大な支障であり、引抜管口径、ポンプ吸込口径の下限值以上とする。
- (3) 沈殿槽汚泥引抜ポンプの設置場所は、地下等であり、湿気が多く、他の場所に比べて腐食しやすい環境である。特に、沈殿槽壁貫通部は、結露水に晒されることが多く腐食の危険性が高い。腐食による水漏れは施設運転にとって重大な支障となる。そのため、管材質は、耐食性に優れたものとする。また、ポンプや吸引管弁の修繕等で、一時的に沈殿槽と切り離す必要が生じる場合に備えて元弁を設ける。
- (4) 設計汚泥引抜量は、最大で沈殿槽流出水量の 200 %の量が求められる。しかし、施設への流入負荷が供用率の長期的変化や短期的な季節変動で大きく変化する場合には、それに応じた汚泥返送率とするポンプ能力が求められる。

汚泥引抜量を細やかに調節するには、遠心ポンプ吐出弁による開閉調節や汚泥計量槽調節が通常であるが、汚泥計量槽による調節では、基本的には省エネとはならない。また、容積型ポンプでは、弁による調節はできない。省エネ推進を考慮すると、遠心ポンプでの弁の絞り、タイマ運転、電動機回転数制御（周波数変換）によるポンプ吐出量調節が有効である。

設置時のポンプ吐出量を所定の吐出量へ調節する方法として、①吐出弁を絞る、②電動機回転数を下げる方法がある。



流量-揚程特性曲線 (Q-H 特性曲線)

a : 設置時の特性

A : 設置時の Q-H 特性曲線

b : 弁絞りの特性

c : 周波数低減時の特性

C : 調節後の Q-H 特性曲線

図 3.5.3 遠心ポンプの吐出量調整（一般的渦巻きポンプの特性曲線）

【参考】

電動機周波数変換（インバータ）による省エネ効果

図 3.5.3 の特性を持つポンプについて、実揚程をパラメータとしてバルブ調整に対する回転数制御の省エネ量を計算すると、回転数制御の省エネ効果は負荷率が約 60 % のところで最大になる。しかし、負荷率が 50 % 以下になると回転数制御による省エネ効果が減少していき、回転数制御が有効なのは、負荷率が 40 ~ 50 % 程度までとなる。

また、吐出量が減少するとポンプ効率、電動機効率も低下するため、回転数制御の適用範囲は、負荷率 40 % 位が限界といえる。これ以下の吐出量調整ではポンプの台数制御やタイマ運転の組合せを考慮する。（タイマ設定の際は、返送汚泥に影響をおよぼさない様に、長時間の停止はしない設定を行う必要がある。）

（参考：「回転数制御による省エネの実例」（公社）電気技術者協会：

<http://www.jeea.or.jp/course/contents/09202/>）

3.5.4 維持管理における留意点

汚泥引抜ポンプについては、長期間安定した機能を維持するため、巡回管理、定期点検等により計画的、効率的に維持管理を行う必要がある。また、ポンプの故障等の異常が発生した場合には、迅速かつ的確に対処する必要がある。

【解説】

汚泥引抜ポンプの維持管理は、定期点検等を計画的、効率的に実施することにより、故障等の発生を未然に防止し、長期間安定した機能を維持する必要がある。また、万が一の機器故障等に対しては迅速に対応する必要がある。

汚泥引抜量は、吐出配管に取り付けられた電磁流量計で測定する。

返送汚泥の役割は、沈殿槽の重要な機能である固液分離で分離した固形物（活性汚泥）をばっ気槽に戻すことであり、必要以上の量に戻すことはエネルギーの無駄となる。

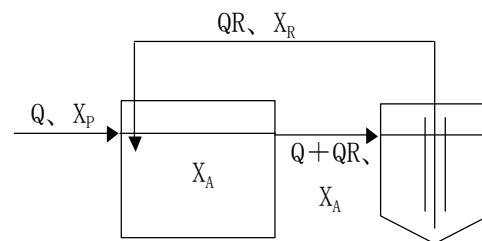
返送汚泥量は、保持すべき MLSS 濃度 (X_A) をもとに下記の式で算出できる。

$$R \doteq \frac{X_A}{X_R - X_A}$$

R : 汚泥返送比

X_A : ばっ気槽内の MLSS 濃度 (mg/L)

X_R : 返送汚泥の浮遊物濃度 (mg/L)



Q : 流入水量 (m^3 /日)

X_P : 流入汚水中の浮遊物濃度 (mg/L)

返送汚泥の濃度は活性汚泥沈殿率が良好な値であれば 8,000 mg/L 程度であり、MLSS 濃度を 3,000 mg/L に保持するためには流入汚水量の約 60 % $\{3,000 / (8,000 - 3,000) \times 1,000,000\}$ となる。この値は浄化槽に要求される返送汚泥比 200 % に比べて十分に小さい値である。

また、流入汚水量が設計値に対して大幅に少なく沈殿槽下部沈殿汚泥貯留域に余裕があればタイマで返送汚泥を定期的に停止することも可能であり省エネ効果に貢献する。

省エネ運転のための管理では、流入負荷に要求される活性汚泥量 (MLSS 濃度)、活性汚泥沈殿率、返送汚泥濃度 (SS 濃度)、沈殿槽汚泥界面高を測定し、必要とされる汚泥返送量に多少の余裕を見た最低限の返送比とすることが重要である。

汚泥引抜ポンプは、沈殿槽の設計水位以下の地下の部屋に設置することになるため、ポンプ点検の際には、十分換気を行った後に入室すること。また、地下室は換気が悪いので、採泥等で室内を汚したときには、直ちに清掃することも重要である。(水中ポンプをベースとした完全防水型のポンプ電動機は、放熱板を有した空冷式の電動機であることから、狭いスペースに設置する場合には、温度上昇をしないように、換気システムを設置することが望ましい。)

【事例紹介】

3.5.5 ⑤高効率汚泥引抜ポンプの導入の実証事例

高効率汚泥引抜ポンプの導入の実証調査は2地区で行っており、その代表的な事例として、埼玉県美里町駒衣地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

駒衣（こまぎぬ）地区の処理施設は、計画処理対象人口 2,950 人の JARUS－XIV型で、平成 16 年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.5.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.5.1 に示した。

表 3.5.1 駒衣地区の施設概要

県/市町村名	埼玉県/美里町	
地区名	駒衣地区	
処理施設名	こまきべだいクリーンセンター	
処理方式	JARUS－XIV型	
処理対象人口	2,950 人	
計画流入汚水量	797 m ³ /日	
系列数	1 系列	
計画処理水質	BOD	20 mg/L
	SS	50 mg/L



写真 3.5.1 駒衣地区の処理施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

駒衣地区の処理施設では、無閉塞ポンプ（3.7 kW×3台）から、堅型槽外式汚水汚物ポンプ（1.5 kW×3台）に更新している。

表 3.5.2 汚泥引抜ポンプの仕様

設置箇所名	駒衣地区の処理施設 沈殿槽	
沈殿槽仕様	直径 9 mφ×有効水深 4 m×1 槽	
省エネ技術導入時期	導入前（既設）	導入後（取替）
汚泥引抜ポンプ形式	無閉塞ポンプ (φ 80×80 mm)	堅型槽外型汚水汚物ポンプ (φ 80×65 mm)
台数	3 台	3 台
出力	3.7 kW	1.5 kW

イ. 機器の運転条件

当実証試験地区の供用率は 40 %以下であり、汚泥引抜ポンプの導入前後の運転は、タイマ運転（0.5 時間運転、0.5 時間停止）を行っている。これらの機器に簡易電力量計を設置し、省エネ機器導入前後の使用電力量を測定した。

撤去前の無閉塞ポンプの写真を写真 3.5.2 に、堅型槽外式汚水汚物ポンプの設置時の写真を写真 3.5.3 に示した。



写真 3.5.2 無閉塞ポンプの写真



写真 3.5.3 堅型槽外式汚水汚物ポンプの写真

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ機器の導入前後における汚泥引抜ポンプの日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.5.3 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①9.22 kWh/日、導入後が②5.31 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝3.91 kWh/日、年間では 1,430 kWh/年程度となり、縮減率は 42.4 % の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝58.6 円/日、年間では 21,400 円/年程度となった。

本省エネ効果は、連続運転時の結果ではなく、両者ともタイマ運転での結果である。

表 3.5.3 省エネ効果の確認

汚泥引抜ポンプ	導入前運転結果	導入後運転結果
平均使用電力量 (kWh/日)	① 9.22	② 5.31
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) / ①	—	42.4 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	③ 138.3	④ 79.7

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.6 ⑥管路施設への高効率水中ポンプの導入

3.6.1 省エネ技術の概要

管路施設の中継ポンプ場に設置している水中ポンプを、ボルテックス型から高効率のノンクログ型に交換することにより、使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

管路施設で使用される水中ポンプは、従来、異物による詰まりが懸念されるため、ボルテックス型が採用され、高揚程及び送水管延長が長い場合においては、吸込スクリー型が使用されてきた。

近年では、異物通過性能が良く、効率も高いノンクログ型的水中ポンプが開発されていることから、この高効率のノンクログ型水中ポンプに交換し、使用電力量を縮減するものである。

水中ポンプの特徴と羽根車の形状をそれぞれ表 3.6.1 及び図 3.6.1 に示す。また、高効率のノンクログ型水中ポンプの羽根車の形状を図 3.6.2 に示す。

表 3.6.1 水中ポンプの種類別構造と特徴

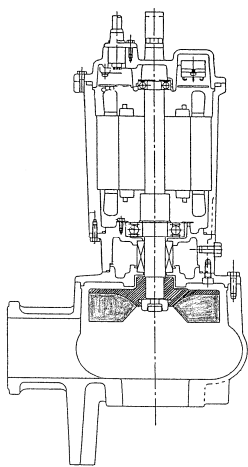
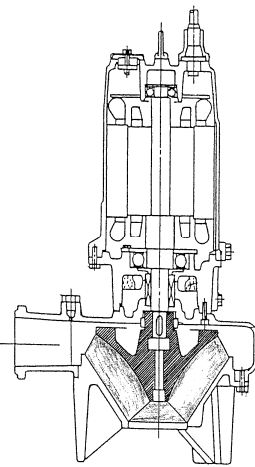
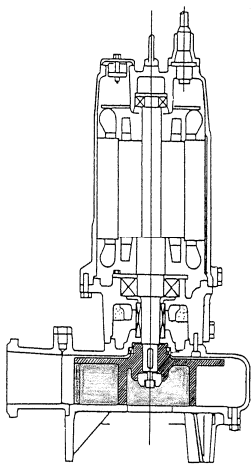
種類 項目	ボルテックス型	吸込スクリー型	ノンクログ型
構造概要			
異物通過性	固形物・長尺な異物の通過性に優れている。	固形物の通過性は良い。	固形物の通過性は良い。
ポンプ性能	比較的低揚程に向いている。	比較的高揚程に向いている。	比較的中揚程に向いている。
維持管理性	詰り、絡みが少ないので管理が容易である	長尺な異物による絡みに注意が必要である。	長尺な異物による絡みに注意が必要である。



図 3.6.1 羽根車の形状

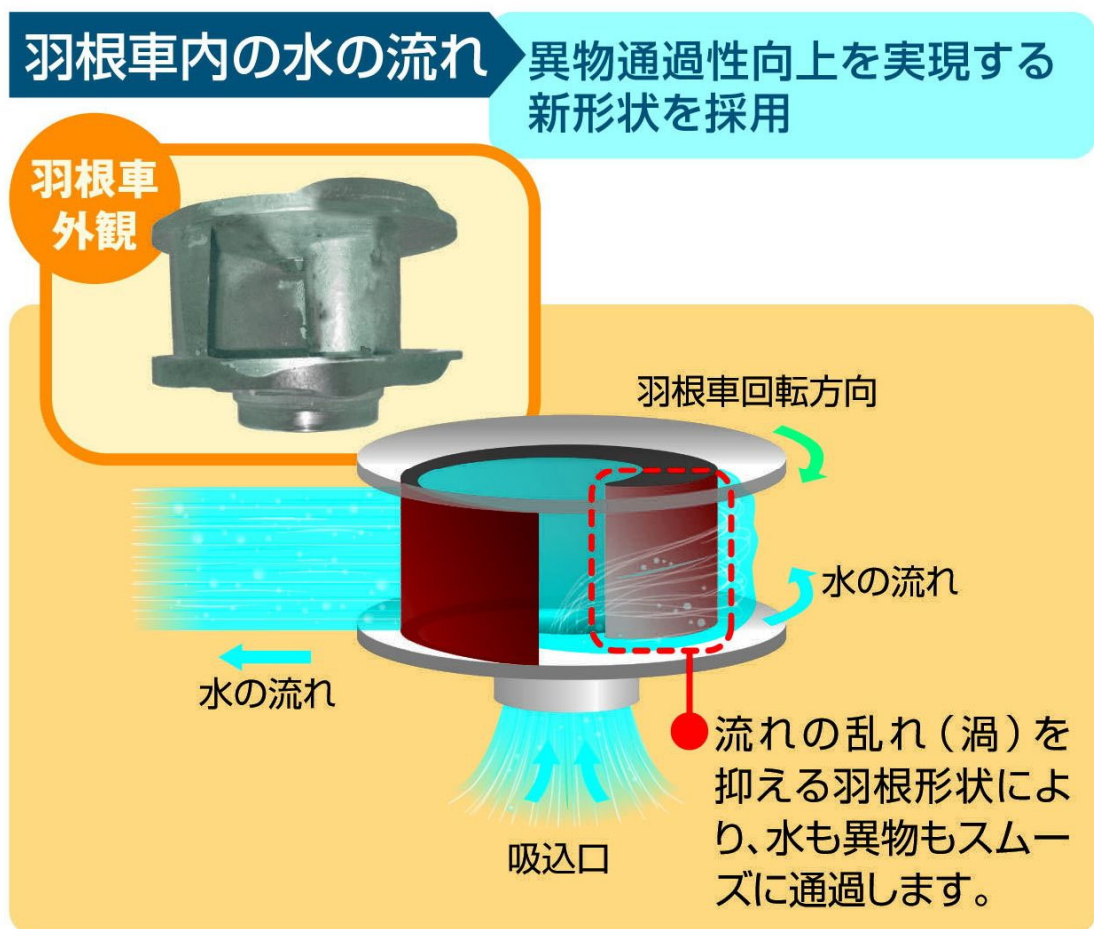


図 3.6.2 高効率ノンクログ型水中ポンプの羽根車の形状

3.6.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

既存の管路施設の水中ポンプを高効率ノンクログ型に更新する場合は、現地状況を十分把握した上で詳細な設計を行い、省エネ効果があると判断された場合に導入する。

なお、高効率ノンクログ型水中ポンプへの更新により、出力が下がる場合には、使用電力量の縮減に加えて、基本料金も縮減されることから、このことも踏まえた上で検討する。

【解説】

既存の管路施設の水中ポンプが、高効率ノンクログ型水中ポンプ以外の場合に適用することができるが、送水流量が少ない場合などは省エネ効果が発揮しにくいいため、現地状況を十分把握した上で詳細な設計を行い、省エネ効果があると判断された場合に適用する。

また、従前の水中ポンプから高効率ノンクログ型水中ポンプへの更新により出力が下がる場合には、使用電力量の縮減に加えて、基本料金も縮減されることから、このことも踏まえた上で検討する。

なお、水中ポンプの動力変更に伴い、既設制御盤の改造が必要になる場合がある。

高効率水中ポンプの導入に当たっては、図 3.6.3 の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（送水量、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

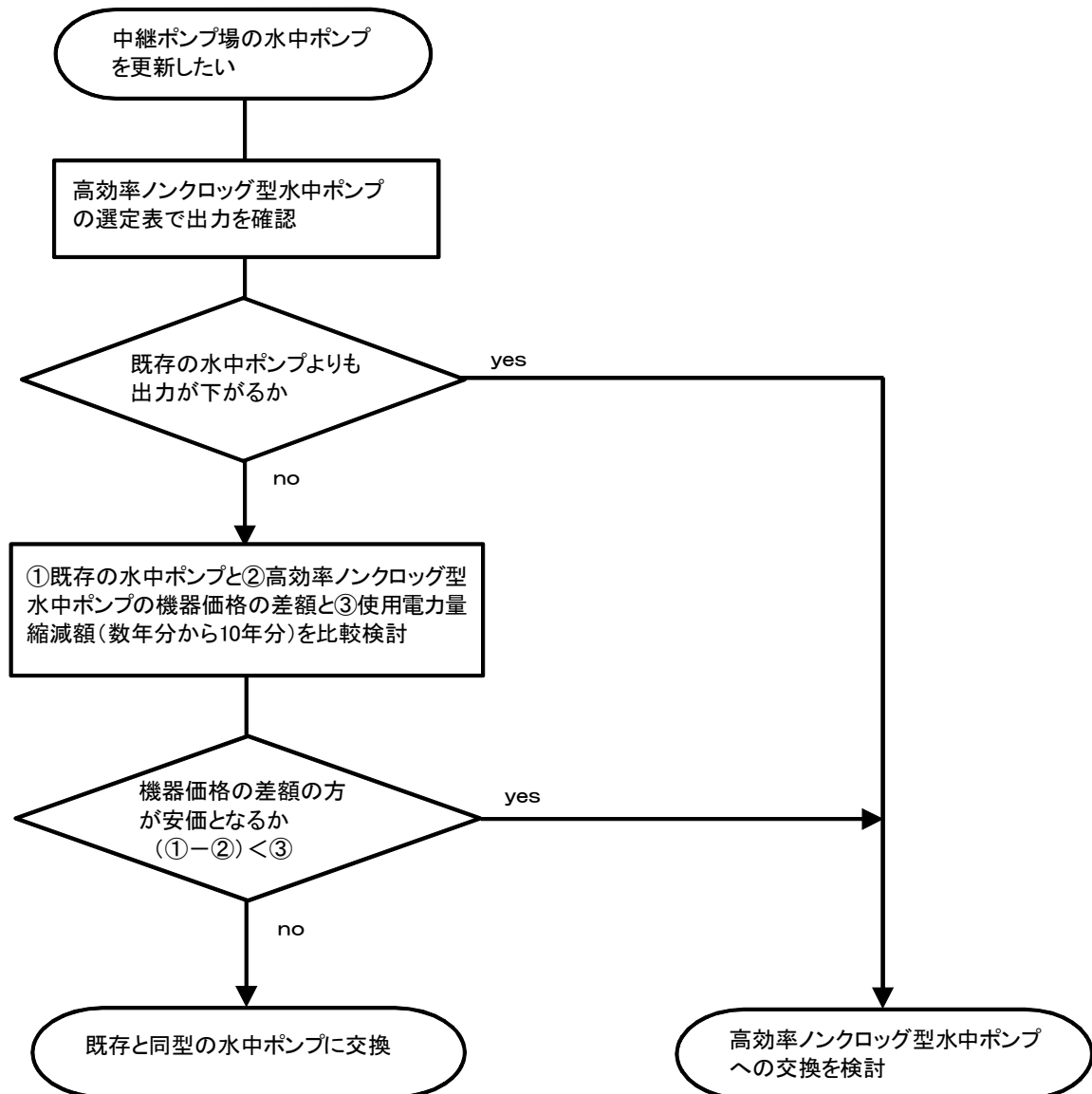


図3.6.3 高効率水中ポンプ導入の選定フロー図

3.6.3 設計・施工における留意点

設計・施工における留意点は以下のとおりである。また、新設と既設の更新では前提条件が異なるので、注意が必要である。

- (1) ポンプ口径とモータ出力の組み合わせ
- (2) ポンプの性能曲線
- (3) 設置台数

【解説】

管路施設に高効率水中ポンプを導入するときの留意点は以下のとおりであるが、新設と既設の更新では前提条件（着脱装置の取替や既設制御盤改造等）は異なるので、注意が必要である。

(1) ポンプ口径とモータ出力の組み合わせ

ポンプ口径とモータ出力の組み合わせは表 3.6.2 に示すように大別される。

なお、ポンプの型式選定については、汚水中に混入した夾雑物による閉塞防止等を考慮して、65 mm 以上を採用することを基本とする。ただし、グライндаポンプを一度通過した汚水のみが流入する場合においては、ポンプ口径 50 mm を採用できるものとする。

表 3.6.2 ポンプ口径とモータ出力の組み合わせ

ポンプ口径 (mm)	モータ出力 (kW)	電源
50	0.4	三相 3 線 AC200 V
50/65	0.75	
50/65/80	1.5	
65/80	2.2	
65/80/100	3.7	
65/80/100	5.5	
65/80/100	7.5	
100/150	11	
100/150	15	
100/150	22	

注：2 台同時運転しても高圧受電とならないようにモータ出力は 22 kW までとする。

(2) ポンプの性能曲線

ポンプの種類別の性能曲線はメーカーにより多少の差異があるため、設計時には十分な注意が必要である。

(3) 設置台数

中継ポンプ施設の水中ポンプは、グラインダポンプと比べてポンプの口径・出力が大きく、同様に圧送する汚水量も多いので施設に異常が発生した場合、汚水の圧送不能による地域への影響が大きいことから2台設置型を基本とする。この場合、ポンプ1台に異常が発生しても残り1台のポンプのみで汚水圧送機能を代用する事が可能である（単独交互運転方式）。

ただし、想定できない流入量にそなえ、非常時2台運転としても良い（単独交互非常時並列運転方式）。なお、この場合は、電気契約について2台分の契約電力となるため、契約変更や基本料金変更についても十分な検討が必要である。

3.6.4 維持管理における留意点

中継ポンプ施設については、長期間安定した機能を維持するため、巡回管理、定期点検等により計画的、効率的に維持管理を行う。また、ポンプの故障等の異常が発生した場合には、迅速かつ的確に対処する。

【解説】

中継ポンプ施設の維持管理は、巡回管理を基本に定期点検等を計画的、効率的に実施することにより、故障等の発生を未然に防止し、長期間安定した機能を維持する必要がある。また、万が一の機器故障等に対しては迅速に対応する必要がある。

参考文献:『農業集落排水施設設計指針 平成19年度改定版』第10章10.9.2 維持管理 322～323ページ

【事例紹介】

3.6.5 ⑥管路施設への高効率水中ポンプの導入の実証事例

管路施設への高効率水中ポンプの導入の実証調査は12地区で行っており、その代表的な事例として、高知県中土佐町中土佐地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

中土佐（なかとさ）地区は2つの処理施設を対象としており、このうち奈路地区の処理施設は、計画処理対象人口880人のJARUS－XIV₉₆型で、平成13年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表3.6.3に、処理施設の全景写真を写真3.6.1に示した。

表 3.6.3 中土佐地区（奈路地区）の施設概要

県/市町村名	高知県/中土佐町
地区名	中土佐地区（奈路地区）
処理施設名	奈路地区農業集落排水処理施設
処理方式	JARUS－XIV ₉₆ 型
処理対象人口	880人
計画流入汚水量	238 m ³ /日



写真 3.6.1 奈路地区農業集落排水処理施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

中土佐地区（奈路地区）の奈路4号中継ポンプでは、ボルテックス型水中ポンプ（φ65 mm×3.7 kW）から、高効率ノンクロック型水中ポンプ（φ65 mm×2.2 kW）に更新している。

表 3.6.4 水中ポンプの仕様

設置箇所名	奈路地区処理施設 奈路4号中継ポンプ	
省エネ技術導入時期	導入前（既設）	導入後（取替）
水中ポンプ形式	ボルテックス型 水中ポンプ（φ65 mm）	高効率ノンクロック型 水中ポンプ（φ65 mm）
台数	2台	2台
出力	3.7 kW	2.2 kW

イ. 機器の運転条件

奈路4号中継ポンプには、同仕様のものが2台設置されており、この運転は自動交互運転で、マンホールの水位が設定高水位以上で起動し、設定低水位以下で停止する。また、先発ポンプの故障や1台運転では揚水量不足となるなど、マンホールの水位が高水位となった場合は後発ポンプが予備機として稼働している。これらの機器に簡易電力量計を設置し、使用電力量を測定した。

導入した高効率ノンクロック型水中ポンプの写真を写真 3.6.2 に、設置状況の写真を写真 3.6.3 に示した。



写真 3.6.2

高効率ノンクロック型
水中ポンプの写真

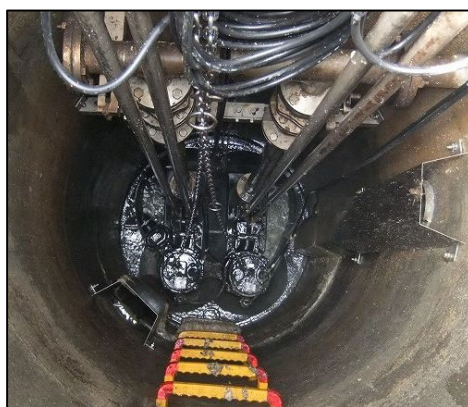
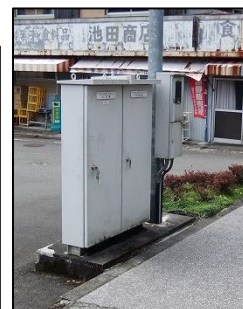


写真 3.6.3 高効率ノンクロック型水中ポンプの設置状況



(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ機器の導入前後における奈路4号中継ポンプの日当たり使用電力量と電力量料金を表3.6.5に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①6.3 kWh/日、導入後が②6.0 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝0.3 kWh/日、年間では109.5 kWh/年となり、縮減率は4.8 %の省エネ効果が確認された。

この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝5 円/日、年間では1,800 円/年程度となった。

また、今回は定格出力が導入前の3.7 kWから、導入後は2.2 kWに変更となったため、電力の基本料金が以下になる見込みである。

○ 導入前：3.7 kW（2台）で1契約とし、契約電力は9.0 kW。

1,164.24 円/kWh × 9.0kW × 0.95（力率割引分）/月 × 12 ヶ月 ≒ 119,500 円

○ 導入後：2.2 kW（2台）で1契約とし、契約電力は6.0 kW。

1,164.24 円/kWh × 6.0 kW × 0.95（力率割引分）/月 × 12 ヶ月 ≒ 79,600 円

導入前後での基本料金の差は、119,500 円 － 79,600 円 ＝ 39,900 円/年となる。

これにより、使用電力量料金と基本料金との合計では、1,800 円 ＋ 39,900 円 ＝ 41,700 円/年 程度となる。

表 3.6.5 省エネ効果の確認

高効率水中ポンプ	導入前運転結果	導入後運転結果
平均使用電力量 (kWh/日)	① 6.3	② 6.0
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) / ①	—	4.8 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※1	③ 95	④ 90

※1：電力量料金単価を15 円/kWh として算出

※2：基本料金単価を1,164.24 円/kWh として算出

なお、管路施設の水中ポンプの契約電力は、（一社）日本産業機械工業会 排水用水中ポンプシステム委員会資料を参考した。

表 3.6.6 管路施設の水中ポンプの契約電力

水中汚水ポンプの契約電力(低圧電力)

電動機出力 (kW×台)	契約電力 (kW)
三相 0.75×2	2
三相 1.5×2	4
三相 2.2×2	6
三相 3.7×2	9
三相 5.5×2	13
三相 7.5×2	17
三相 11.0×2	25
三相 15.0×2	33
三相 22.0×2	46

(一社) 日本産業機械工業会 排水用水中ポンプシステム委員会 資料
(平成 19 年 12 月 18 日)

3.7 ⑦真空式管路への吸気弁の導入

3.7.1 省エネ技術の概要

自動吸気弁は、真空式管路システムの適切な位置（真空弁ユニットなど）に設置し、真空式管路内で発生したエアロックを解消する。これにより、真空ステーションに設置した真空ポンプの運転真空度を下げ、運転時間及び稼働回数を軽減することで、真空ポンプの使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

自動吸気弁（装置）は、図 3.7.1 のように、真空式管路の真空圧を受けるダイヤフラムと、それに連動して作動する弁体と、ダイヤフラムに反力を付与するスプリングとから構成される。

あらかじめ設定した圧力まで真空式管路内の真空度が低下した場合に、弁が自動的に開き、空気を真空式管路内に吸引する。吸引された空気は真空式管路内で気液混相流を作り汚水を搬送するとともに、エアロックを解除する。エアロックが解除されると下流側の高い真空度が自動吸気弁（装置）に到達し、弁が閉じ空気の吸引が止まる。自動吸気弁（装置）のスプリングに付与される力をスピンドルで調整することによって、その開作動真空度を調整可能である。

この自動吸気弁（装置）を真空式管路に設置することにより、エアロック等を解消し、管路全体の真空度を維持することで汚水の移送を改善し、真空ステーションに設置した真空ポンプの運転時間及び稼働回数を軽減することで、真空ポンプの使用電力量を縮減するものである。

自動吸気弁（装置）の構造を図 3.7.1 に、設置状況の写真を写真 3.7.1 に示す

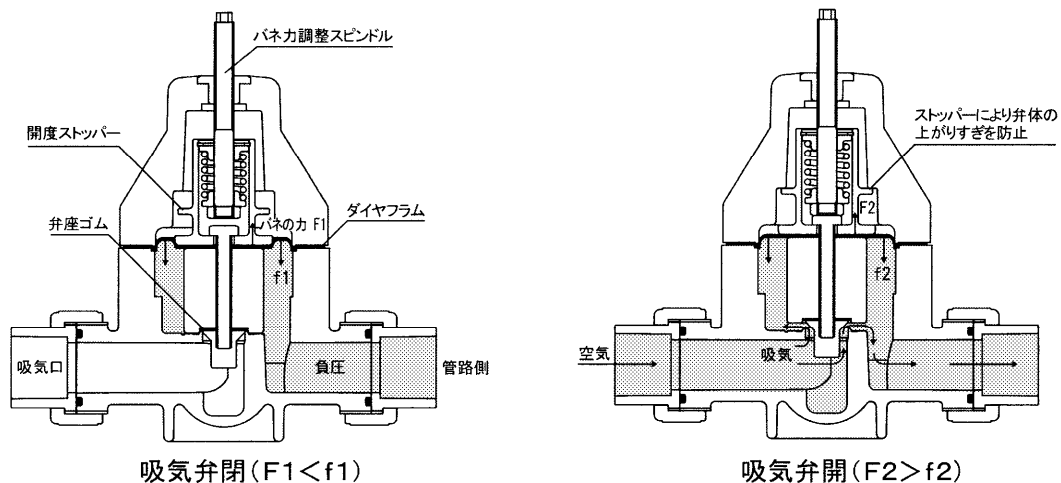


図 3.7.1 自動吸気弁（装置）の構造



自動吸気弁の設置状況



自動吸気弁（装置）

写真 3. 7. 1 自動吸気弁の設置状況

3. 7. 2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

自動吸気弁（装置）は、真空式管路の障害物横断システムのほか、管路における補助的な空気の補給を目的とした場合にも用いることができる。

【解説】

自動吸気弁（装置）は、真空式管路の障害物横断システムのほか、管路における補助的な空気の補給を目的とした下記の場合に用いることができる。

リフト前後などの真空式管路の一部でエアロックが生じることにより上流側に真空度が到達しづらくなる場合がある。自動吸気弁（装置）は、このような真空式管路のエアロックの生じやすい場所に設置を検討する。

- ① 管路末端で設計真空度が低いためにエアロックを生じやすいところ
- ② 短時間に大流量（設計許容内）の汚水流入が見込まれる真空弁ユニット
- ③ 真空弁ユニット数が少ない、又は供用率が低いなど、管路の途中の真空弁ユニットから空気吸引が少なく、エアロックが生じやすい本管・枝管
- ④ 1.5 m 以上の高リフトとなる接続管

「原則として接続管のリフト高さの上限は 1.5 m であるが、自動吸気弁（装置）と組み合わせた場合、3 m のリフトを接続管に設計することが可能である。ただし真空弁ユニットへの流入汚水量は 120 L/分以内とする。」

また、自動吸気弁（装置）の設定作動真空度は、任意に設定可能であるが、原則として、**図 3. 7. 2 の 1)** のように多段リフト最下流部の設計真空度よりも、5 kPa 低めの設定とする。

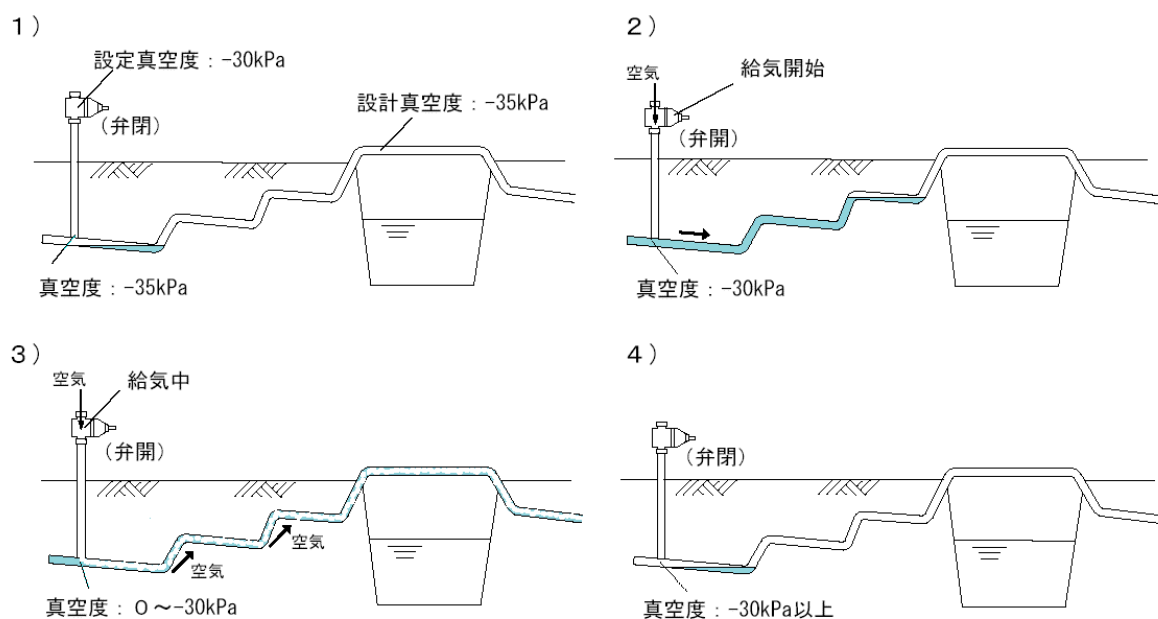


図 3.7.2 自動吸気弁（装置）の作動模式図（例）

自動吸気弁（装置）は、図 3.7.2 の 2）のように管路がエアロックしはじめ真空度が設定作動真空度に下がると作動し、管路に給気を行う。図 3.7.2 の 3）のように、給気で管内の真空度は下がり、空気が多段リフトのエアロックを解除する。エアロックが解除されると、多段リフト下流側の高い真空度により真空度が回復し図 3.7.2 の 4）のように自動吸気弁（装置）が停止する。この時、自動吸気弁（装置）の設置箇所の真空度は、図 3.7.2 の 4）のように設定真空度よりも高い真空度となる。その後再び汚水が流れ込み、多段リフト部にエアロックが発生したとしても、真空式管路内が自動吸気弁（装置）の設定真空度よりも高い真空度を保った状態では自動吸気弁（装置）は作動せず、再び図 3.7.2 の 2）のように設定真空度（設計真空度が -35 kPa の場合 -30 kPa に設定）まで下がると、自動吸気弁（装置）が作動してエアロックを解除する。

図 3.7.3 は、実際の供用現場において、多段リフトのある管路の末端真空弁ユニットに自動吸気弁（装置）を取り付け、ユニットから清水を流入させて自動吸気弁（装置）の作動の様子を実際の圧力測定グラフで示したものである。これを、図 3.7.3 の模式図にあてはめると、1）の状態から徐々にエアロックが発生して真空度が下がり、2）で作動設定真空度に達して吸気が始まり、エアロックの解除とともに真空度が上がってくる。4）で自動吸気弁（装置）が閉止するまでの 3）の区間が給気時間となる。

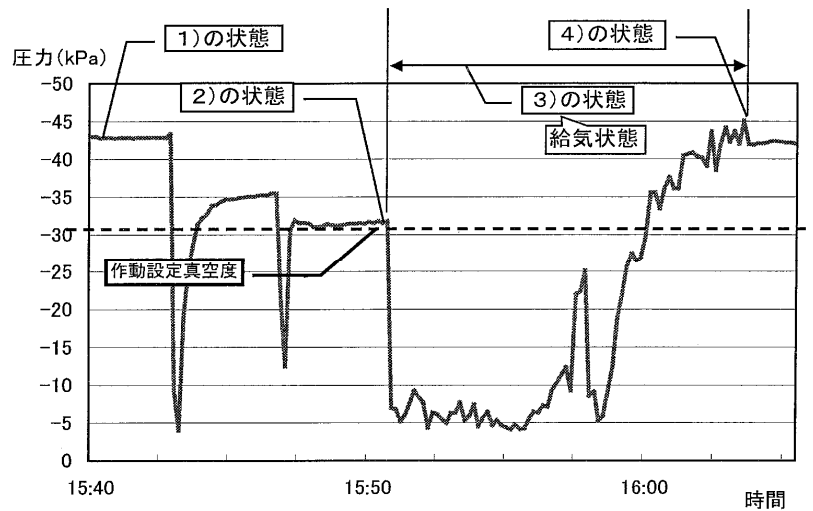


図 3.7.3 自動吸気弁（装置）の作動時の圧力変化

既存の真空式管路への自動吸気弁（装置）の導入に当たっては、図 3.7.4 の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（送水量、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

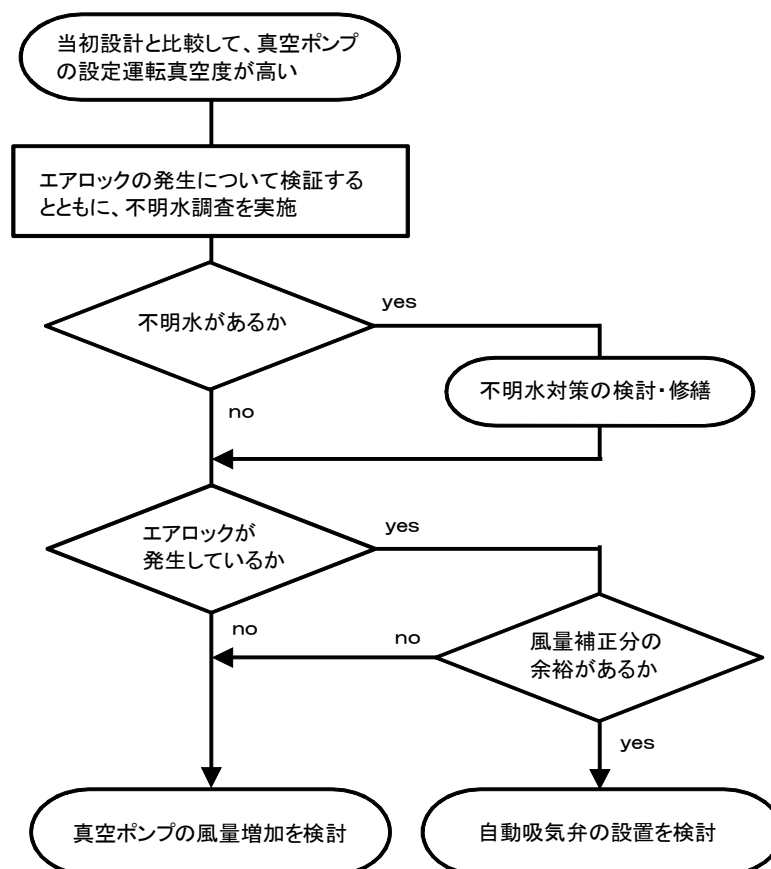


図3.7.4 真空式管路への自動吸気弁導入の選定フロー図

3.7.3 設計・施工における留意点

設計・施工における留意点は以下のとおりである。

- (1) 真空ポンプの能力（風量）
- (2) 真空ポンプの設定運転真空度
- (3) 自動吸気弁の設定位置及び設置個数

【解説】

- (1) 真空ポンプの能力（風量）については、管路に導入される空気量が増加するため、真空ポンプの容量計算に風量の補正を行う。自動吸気弁の設置台数を n 個とした場合、次式による。

$$N \geq 2 \text{ のとき } Q = (0.63 \times n) / 2 \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

$$n = 1 \text{ のとき } Q = 0.63 \times n \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

【参考】水理設計

① 静的な状態のリフト損失 H_s

自動吸気弁の作動場所においては、静的な状態（自動吸気弁作動していない状態）の真空度は常に設定真空度（設計真空度 -5 kPa ）より高い。これにより水理計算上の静的な状態のリフト損失 H_s の最大値は $H_s = 5 \text{ (kPa)}$ となる。

② 動的な状態のリフト損失 H_c

自動吸気弁の作動直前は、エアロックした真空下水内に汚水が満管近い状態となり、吸気による汚水流動が短時間発生する。エアロックの解除とともにリフト損失は減少していく。自動吸気弁設置による動的な状態のリフトの損失（摩擦損失水頭とを合わせた場合のもの） H_c は、リフト高さ H に一定の係数 β を乗ずることにより近似する。

β は実験によって確認された数値 0.3 を用いるものとし、 H は多段となるリフト高さの合計 (m) とする。

$$H_c = \beta \times H \times 9.8 \quad [\beta = 0.3] \text{ (kPa)} \quad \text{となる。}$$

- (2) 真空ポンプの設定運転真空度については、通常、集水タンク内圧力 $-70 \text{ kPa} \sim -60 \text{ kPa}$ で設定する。更新計画時に真空ポンプの設定運転真空度が通常より高い場合には、自動吸気弁の設置を検討し、より低い設定運転真空度に再調整を行う。

- (3) 自動吸気弁の設定位置については、以下のとおりとする。

- ① 管路末端で設計真空度が低いためにエアロックを生じやすいところ
- ② 短時間に大流量（設計許容内）の汚水流入が見込まれる真空弁ユニット
- ③ 真空弁ユニット数が少なかったり、供用率が低かったりと、管路の途中の真空弁ユニットから空気吸引が少なく、エアロックが生じやすい本管・枝管（多段リフトの上流部等）
- ④ 1.5 m 以上の高リフトとなる接続管

「原則として接続管のリフト高さは 1.5 m であるが、自動吸気弁と組合せた場合、 3 m のリフトを接続管に設計することが可能である。ただし、真空弁ユニットへの流入汚水量は 120 L/分 以内とする。」

また、設置位置が適切でない場合又は設置個数が多すぎると電力量が増加する場合があるので注意が必要である。

なお、真空式管路施設の施工については、真空式管路システムメーカーの専門技術者の指導のもと実施するものとする。

参考文献：『農業集落排水施設設計指針 平成 19 年度改定版』第 9 章 9.8 施工 217 ページ及び 227 ページ

3.7.4 維持管理における留意点

維持管理は、真空式管路システムメーカーの専門技術者の指導のもと実施するものとする。

【解説】

真空式管路施設の維持管理については、真空式管路システムメーカーの専門技術者の指導のもと実施するものとする。

参考文献：『農業集落排水施設設計指針 平成 19 年度改定版』第 9 章 9.9 維持管理 228～238 ページ

また、自動吸気弁（装置）を設置した場合、真空ポンプにおける設定運転真空度を再度調整して、効率的な動作状況にすることにより、省エネルギー運転につながる。適正な調整をしないと省エネ効果がなくなることもあるため、専門技術者の指導のもと実施することが必要である。

自動吸気弁（装置）は、電気を使わず、真空圧と大気圧の差圧のみで開閉するため、保守点検としては部材のメンテナンスを行う。交換部品は、主にゴム製のダイヤフラム、弁座ゴムである。

なお、電力消費量は、真空ポンプの状態によって大きく影響されるため、真空ポンプの運転真空度、絶縁抵抗値、運転時間及び稼働回数を定期的に確認し、大幅な変化があれば、真空ポンプのオーバーホール等を検討する。

【事例紹介】

3.7.5 ⑦真空式管路への吸気弁の導入の実証事例

真空式管路への吸気弁の導入の実証調査は、福井県福井市岡保地区の1地区で実施しており、この地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

岡保（おかぼ）地区の処理施設は、計画処理対象人口 1,150 人の JARUS－Ⅲ型で、平成8年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.7.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.7.2 に示した。

表 3.7.1 岡保地区の施設概要

県/市町村名	福井県/福井市
地区名	岡保地区
処理施設名	岡保処理区農業集落排水処理施設
処理方式	JARUS－Ⅲ型
処理対象人口	1,150 人
計画流入汚水量	311 m ³ /日



写真 3.7.2 岡保処理区農業集落排水施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

岡保地区では、真空式管路施設に自動吸気弁を3台設置し、処理施設の真空ポンプ（ $\phi 80 \text{ mm} \times 15 \text{ kW} \times 2 \text{ 台}$ ）の運転時間等を軽減している。

表 3.7.2 自動吸気弁及び真空ポンプの仕様

設置箇所名	岡保地区処理区 真空管路施設	
省エネ技術導入時期	導入前	導入後
省エネ機器等の形式	—	自動吸気弁 3 台
	真空ポンプ 2 台 $\phi 80 \text{ mm} \times 15 \text{ kW}$	真空ポンプ 2 台 $\phi 80 \text{ mm} \times 15 \text{ kW}$

イ. 機器の運転条件

岡保地区の管路施設は、真空管路施設である。

真空式管路施設では、污水处理施設内の真空ポンプが稼働することで真空弁ユニットに流入した生活排水が污水处理施設に送られる。真空ポンプの稼働時間は真空弁ユニットに流入した生活排水の量によって左右されるが、省エネ機器として設置した自動吸気弁により真空式管路内の気液比を調整すると、真空ポンプの効率が改善する等により真空ポンプの負荷が軽減し稼働時間あたりに消費する電力量が少なくなる。また、流入汚水量当たりの使用電力量も同様に少なくなることが考えられる。

なお、岡保地区では、真空管路施設に自動吸気弁（装置）を設置し、処理施設内の真空ポンプの設定真空度を再度調整（真空ポンプ 450 mmHg;60 kPa(稼動)から 525 mmHg;70 kPa（停止））して、効率的な動作状況にすることにより、省エネ運転を行っている。

省エネ効果を確認するための電力量計は、処理施設に設置している真空ポンプに設置しており、処理施設への流入汚水量のデータと組み合わせることで、単位流入汚水量当たりの使用電力（kWh/m³）を求め、真空式管路に自動吸気弁を設置した前後の使用電力量とを比較し省エネ効果の確認を行った。また、真空ポンプは交互運転となっており、2 台の真空ポンプの使用電力量を合計し、省エネ効果を取りまとめた。

導入した自動吸気弁の写真を写真3.7.3に、真空ポンプ等の写真を写真3.7.4に示した。



写真 3.7.3 自動吸気弁の設置状況の写真



集水タンク（既存施設）



真空ポンプ（既存施設）

写真 3.7.4 真空ポンプ等の設置状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果

真空式管路への自動吸気弁設置の前後における真空ポンプの日当たり使用電力量と電力量料金を表3.7.3に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が③0.619 kWh/m³、導入後が④0.516 kWh/m³であり、平均使用電力量は、導入前が①164.7 kWh/日、導入後が②99.1 kWh/日である。導入前後での使用電力量の差は①－②＝65.67 kWh/日、年間では24,000 kWh/年となり、縮減率は39.9 %の省エネ効果が確認された。

この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は⑤－⑥＝985.1 円/日、年間では360,000 円/年程度となった。

なお、この省エネ効果については、真空ポンプのオーバーホールによる効果も含まれている。

表 3.7.3 省エネ効果の確認（真空ポンプ）

真空式管路への吸気弁設置による 真空ポンプの改善	導入前 運転結果	導入後 運転結果※ ²
出力 (kW)	15	15
台数 (台)	2	2
真空ポンプ平均稼働時間 (分/日)	705.8	549.2
真空ポンプ稼働時間当たりの使用電力量 (Wh/分)	233.4	180.4
平均使用電力量 (kWh/日)	① 164.7	② 99.1
平均流入汚水量 (m ³ /日)	266.3	192.0※ ³
流入汚水量当たりの真空ポンプ稼働時間 (分/m ³)	2.65	2.86
流入汚水量当たりの使用電力量 (kWh/m ³)	③ 0.619	④ 0.516
導入前後での使用電力量の縮減率 (導入前－導入後) / 導入前	—	39.9 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※ ¹	⑤ 2,471.0	⑥ 1,485.9

※¹：電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

※²：真空ポンプのオーバーホールによる効果を含む

※³：導入後の平均流入汚水量が減少した要因は、不明水対策による不明水量の削減による

3.8 ⑧遠方監視システムの導入

3.8.1 省エネ技術の概要

遠方監視システムを活用した省エネ技術とは、以下の（１）～（３）を繰り返し、各機器の運転時間を短縮することで使用電力量を縮減する技術である。

- （１）モニタリングしている各機器の運転時間（稼働時刻）を検討する。
- （２）ばっ気槽ブロワや流量調整ポンプ等の運転時間を短縮する。
- （３）処理水質等に悪影響がないことを確認する。

【解説】

遠方監視システムは、農業集落排水施設の機器やセンサー類の信号を収集し親局（サーバー）に送信する子局（遠方監視装置）と、子局（遠方監視装置）で収集した信号やデータを保存・解析（積算・集計）し、表やグラフ化等にする親局（サーバー）、運転状況を監視（モニタリング）する端末で構成されている。

子局（遠方監視装置）は、処理施設の管理室や中継ポンプ施設の制御盤内に設置され、農業集落排水施設の機器やセンサー類の信号（警報を含む）を連続的に収集し親局（サーバー）に送信する。親局（サーバー）は子局（遠方監視装置）で収集した信号やデータを保存・解析（積算・集積）し、表やグラフ化することで運転状況等の情報を提供する。親局が提供する情報は施設外の端末で受信し、施設の運転状況を確認し保守点検や運転管理に活用する。なお、警報に関しては、受信設定した端末にその都度送信される。

子局（遠方監視装置）と親局（サーバー）、親局（サーバー）と端末の通信手段としては有線又は無線がある。

近年はインターネットの利用が進んでおり、親局（サーバー）をインターネット上に設置するクラウド型のものも普及している。また、親局（サーバー）に接続する端末では、タブレット等の携帯端末の活用が進んでいる。

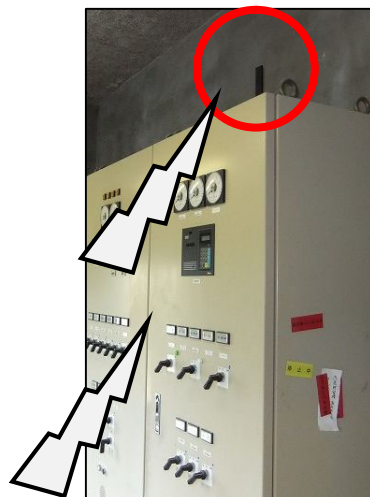
遠方監視システムを活用した省エネ技術とは、以下の①～③を繰り返し、各機器の稼働時間を短縮することで使用電力量を縮減する技術である。

- ① モニタリングしている各機器の運転時間（稼働時刻）を検討する。
- ② ばっ気槽ブロワや流量調整ポンプ等の運転時間を短縮する。
- ③ 処理水質等に悪影響がないことを確認する。

クラウド型を利用した場合の子局（遠方監視装置）側の機器について、図 3.8.1 に示す。



子局（遠方監視装置）
（機器の運転状況監視）



子局（遠方監視装置）
のアンテナ

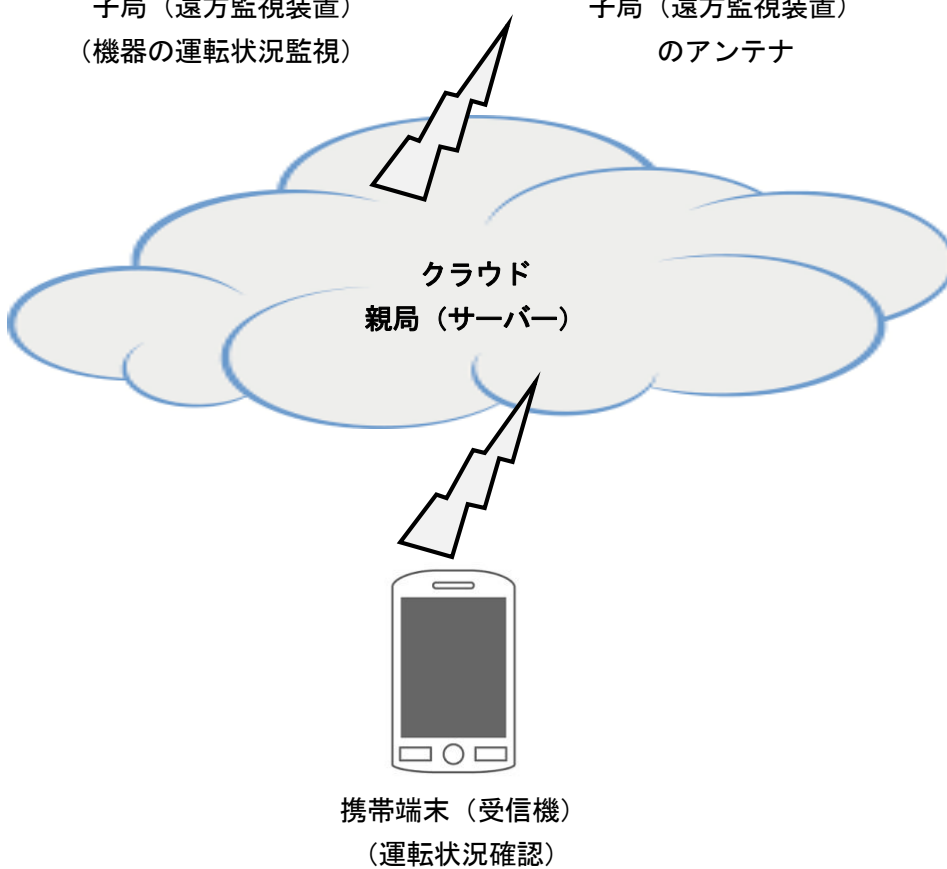


図 3. 8. 1 子局（遠方監視装置）の機器概要（クラウド型）

3.8.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

遠方監視システムを省エネ技術として活用するには、機器の ON/OFF 信号やセンサーの計測値と時刻を組合せることが必要である。

【解説】

本技術は、機器の ON/OFF 信号やセンサーの計測値データを収集する遠方監視システムを導入したすべて処理施設で可能な省エネ技術である。ただし、収集した信号やデータを時系列に整理し、表やグラフ化する機能が必要である。

各機器の稼働時刻やセンサーの数値を比較し、停止可能な時刻を検討し、機器の運転時間を短縮する。その際、処理水質等に悪影響がないことを必ず確認する。比較検討に必要な機器の信号やセンサーのデータが揃うこと、信号やデータの収集期間が十分確保（数週間から数ヶ月程度）できることが重要である。

遠方監視システムの導入に当たっては、図 3.8.2 の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、供用率、流入負荷量、計画処理水質、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

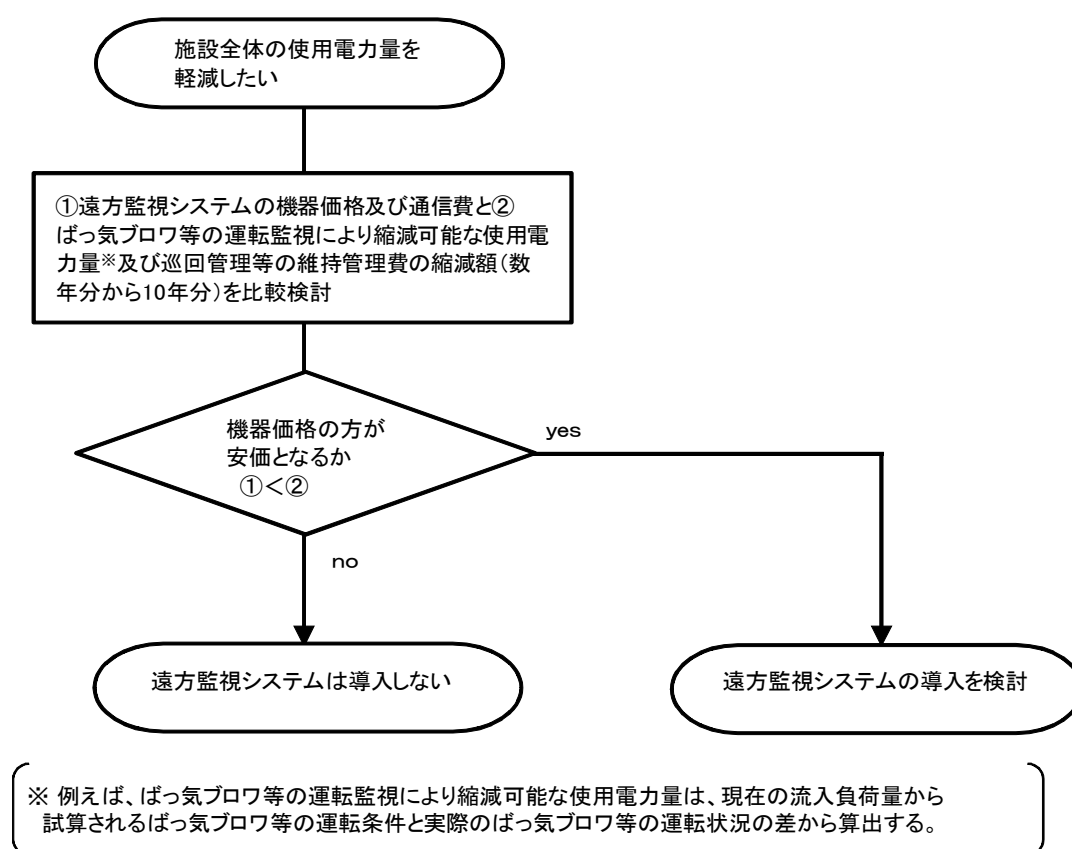


図 3.8.2 遠方監視システム導入の選定フロー図

3.8.3 設計・施工における留意点

導入する遠方監視システムによって、設計・施工における留意点異なるため、遠方監視システムのメーカーの専門技術者の助言のもと実施するものとする。

【解説】

導入する遠方監視システムによって、設計・施工における留意点異なるため、遠方監視システムのメーカーの専門技術者の助言のもと実施するものとする。

また、遠方監視システムで収集する主な信号やデータは、以下のとおりである。

- ① 機器類の運転状況の把握
- ② センサー類のデータ収集
- ③ 機器類の故障や異常の通報

遠方監視システムを活用した省エネ技術では、①と②の機能により、処理状況の確認及び省エネ運転の結果を確認することができる。

3.8.4 維持管理における留意点

遠方監視システムは、導入初期や機器またはセンサー類を交換するときは、信号やデータが正常に収集できているかを確認することが必要である。

また、通信エラー等の異常の発生頻度が高いときは、対処方法や留意点異なるため導入した遠方監視システムのメーカーの専門技術者の助言のもと対応するものとする。

【解説】

遠方監視システムは、導入初期や機器またはセンサー類を交換するときは、信号やデータが正常に収集できているかを確認することが必要である。

また、導入した遠方監視システムによって対処方法や留意点異なるため、監視システム通信エラー等の異常の発生頻度が高いときは、遠方監視システムのメーカーの専門技術者の助言のもと対応するものとする。

遠方監視システムに異常が発生したときにも対応できるよう、必要に応じて収集したデータを出力しておくことを検討すること。

【事例紹介】

3.8.5 ⑧遠方監視システムの導入の実証事例

遠方監視システムの導入の実証調査は、石川県かほく市長柄町地区の1地区で実施しており、この地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

長柄町（ながらまち）地区は、かほく市内の10処理施設を1つにまとめた地区である。各処理施設の概要を表3.8.1に示す。

また、代表事例の宇ノ気第1（森）の処理施設の全景写真を写真3.8.1に示した。

表 3.8.1 長柄町地区^{注1)}の施設概要

県/市町村名	石川県/かほく市				
地区名	長柄町地区 ^{注1)}				
処理地区名	長柄町	夏栗	内高松	野寺	若緑
供用開始年度	平成6年度	平成7年度	平成10年度	平成2年度	平成7年度
処理方式 (JARUS型)	Ⅲ型	I型	Ⅲ型	I型	I型
処理対象人口	920人	370人	990人	90人	150人
計画流入汚水量	249 m ³ /日	99.9 m ³ /日	268 m ³ /日	24.3 m ³ /日	40.5 m ³ /日
系列数	2系列	1系列	2系列	1系列	1系列
計画処理水質	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L

処理地区名	宇ノ気第1 (森)	二ツ屋	箕打	宇ノ気第2 (狩鹿野)	黒川
供用開始年度	平成6年度	平成元年度	昭和61年度	平成10年度	平成5年度
処理方式 (JARUS型)	Ⅲ型	Ⅲ型	— ^{注2)}	XIV型	I型
処理対象人口	1,150人	990人	150人	1,160人	150人
計画流入汚水量	311 m ³ /日	268 m ³ /日	49.5 m ³ /日	314 m ³ /日	40.5 m ³ /日
系列数	2系列	2系列	1系列	1系列	1系列
計画処理水質	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L	BOD:20 mg/L SS:50 mg/L

注1) 省エネ技術導入事業の地区名である。

注2) JARUS型以外の型式。



写真 3.8.1 代表事例の宇ノ気第 1（森）処理施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

長柄町地区の遠方監視システムは、機器の運転履歴等の検証を行うことで、故障の未然防止や、効率的な運転による使用電力量の抑制を図ることを目的に、表 3.8.2 の処理施設において導入している。

この遠方監視システムは、各処理施設に子局（遠方監視装置）を設置し、FOMA 回線によりデータセンターを介し、インターネットに接続されたパソコンやタブレット端末から管理上必要な情報を閲覧及びダウンロードできる。図 3.8.3 に遠方監視システムのシステム図を示す。

表 3.8.2 遠方監視システム（子局（遠方監視装置））を導入した処理施設

地区名	処理地区名	備 考
長柄町	長柄町	子局（遠方監視装置）は別事業で実施
	夏栗	本省エネ実証事業対象地区
	内高松	〃
	野寺	〃
	若緑	〃
	宇ノ気第 1（森）	〃
	二ツ屋	〃
	箕打	〃
	宇ノ気第 2（狩鹿野）	〃
	黒川	〃

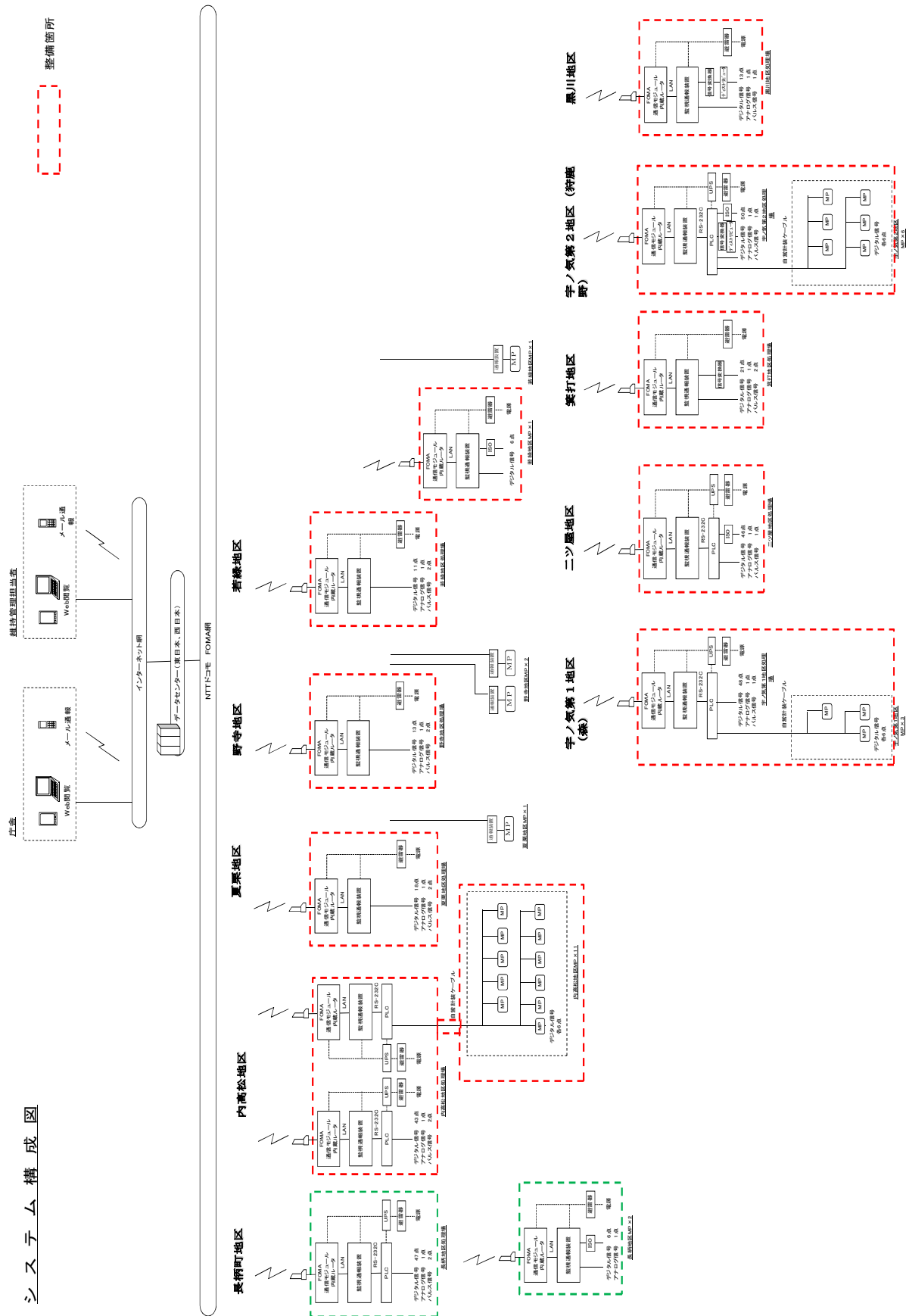


図 3.8.3 長柄町地区の遠方監視システムのシステム図

イ. 機器の運転条件

『遠方監視システムを活用した省エネ運転について』

遠方監視システムで機器の運転状況を監視することで運転時間を把握し、処理水質等に悪影響がない範囲で運転時間を削減できるかを検討し実践することで、遠方監視システムの導入による省エネ効果について検討する。

以下に、機器ごとに実施する遠方監視を活用した運転状況の把握方法と省エネ運転の検討例を示す。(図 3.8.4 参照)

- ① ばっ気槽ブロワについては、施設の流入負荷と処理水質を把握し、ばっ気時間の削減が可能かどうかを検討する。

流入負荷の把握では、遠方監視システムから電磁流量計のデータ(流入汚水量)を把握し、巡回管理から流入汚水の水質(透視度や色等の測定データ)を参考にし、流入負荷を算出する。なお、流入汚水の分析データがある場合、より正確に流入負荷が算出できる。処理水質の把握では、巡回管理時に測定するばっ気槽や接触ばっ気槽の DO(溶存酸素)、ORP(酸化還元電位)、pH(水素イオン濃度)データと可能なら簡易水質測定法で処理水のアンモニア態窒素を測定し酸化処理の進行状況を把握する。

流量調整槽のある生物膜法の場合は、流量調整ポンプの稼働時間に連動させ、さらに可能な停止時間や稼働台数の制限について検討し、ブロワの運転時間を監視する。浮遊生物法の場合は、流入負荷から必要酸素量を算出しサイクル時間とばっ気工程及び攪拌工程を検討し、ブロワの運転時間を監視する。

- ② 現在、流量調整ポンプと連動し稼働している水中攪拌ポンプ又は水中攪拌装置(水中ミキサ)については、この運転時間を基本とし、流量調整ポンプが連続稼働する時間帯にどのように間欠運転を設定するかについて検討する。間欠運転の設定には、遠方監視システムから得られる流量調整ポンプの稼働時間のデータを活用する。

- ③ ばっ気沈砂槽用ブロワと汚泥濃縮槽のエアリフト用ブロワ、汚泥貯留槽の攪拌装置用ブロワ、沈殿槽の返送汚泥用ブロワ、汚泥受槽用ブロワについては、遠方監視システムがないと運転時間の短縮等の省エネ運転は通常困難であるが、遠方監視システムで機器の運転状況を把握し運転方法に改善余地がある場合は、より適切な運転方法について検討する。

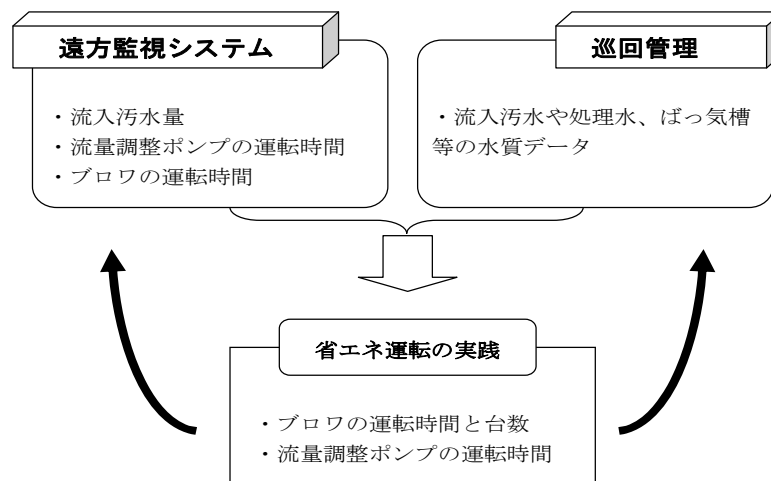


図 3.8.4 遠方監視を活用した運転状況の把握方法と省エネ運転の検討

【遠方監視システムの監視項目と計測内容】

長柄町地区の宇ノ気第1（森）処理施設の遠方監視システムで監視の対象としている項目と計測内容を代表例として表3.8.3に、施設の写真を写真3.8.3に示す。

表 3.8.3 遠方監視システムの監視項目と計測内容

監視項目	表 示	警 報
No. 1 ばっ気槽ブロワ	運転/停止	故障
No. 2 ばっ気槽ブロワ	運転/停止	故障
No. 3 ばっ気槽ブロワ	運転/停止	故障
No. 4 ばっ気槽ブロワ	運転/停止	故障
自動荒目スクリーン	運転/停止	故障
破砕機	運転/停止	故障
No. 1 原水ポンプ	運転/停止	故障
No. 2 原水ポンプ	運転/停止	故障
No. 1 水中攪拌ポンプ	運転/停止	故障
No. 2 水中攪拌ポンプ	運転/停止	故障
No. 1 流量調整ポンプ	運転/停止	故障
No. 2 流量調整ポンプ	運転/停止	故障
No. 3 流量調整ポンプ	運転/停止	故障
No. 1 自動微細目スクリーン	運転/停止	故障
No. 2 自動微細目スクリーン	運転/停止	故障
排砂用電動弁	開/閉	
No. 1 沈殿污泥電動弁	開/閉	
No. 2 沈殿污泥電動弁	開/閉	
原水槽		高水位、低水位
流量調整槽		高水位、低水位
主電源（動力）		停電
主電源（電灯）		停電
計測機器	計測	積算
流入流量計		○
受電電力量		○
マンホールポンプ	表示	警報
No. 1 ポンプ	運転/停止	故障
No. 2 ポンプ	運転/停止	故障
ポンプ井		高水位
ポンプ場		停電

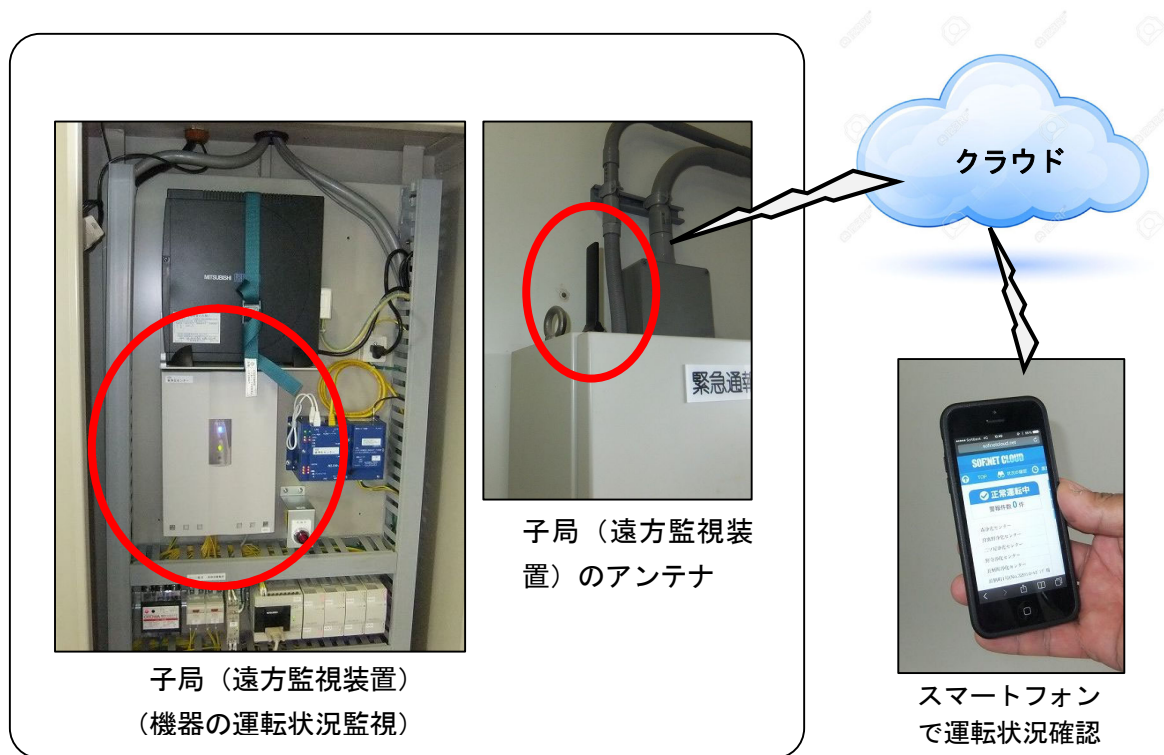


写真 3.8.3 遠方監視システム（宇ノ気第 1（森）処理施設）の機器

(3) 使用電力量及び省エネ効果

遠方監視システムを用いて対象機器（ばっ気槽ブロワ）の運転条件を検討し、稼働時間の削減を行った。ばっ気槽ブロワの運転条件は、遠方監視システムで得られる流量調整ポンプや流量調整槽水中攪拌ポンプ、自動微細目スクリーンの運転時刻を参考に、ばっ気槽ブロワを停止しても処理水質等に悪影響を与えないと考えられる時間帯を絞り込み、ばっ気を停止する時間帯を決定した。

宇ノ気第 1（森）処理施設において、省エネ技術の導入前後における対象機器（ばっ気槽ブロワ）の平均使用電力量（Wh/分）と電力量計でデータ収集した期間の平均稼働時間から算出した平均使用電力量料金を表 3.8.4 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①97.3 kWh/日、導入後が②84.3 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝13.0 kWh/日、年間では4,724 kWh/年となり、縮減率は13 %の省エネ効果が確認された。この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝194.2 円/日、年間では70,900 円/年程度となった。

また、その他の処理施設についても同様の方法で省エネ効果を算定しており、その結果を表 3.8.5 に示す。

表 3.8.4 宇ノ気第 1（森）処理施設における省エネ効果の確認

遠方監視システムを導入した 処理施設と対象機器	宇ノ気（森）地区 運転結果			
	ばっ気槽ブロワ			
	導入（遠方監視）前		導入（遠方監視）後	
出力（kW）	5.5	2.2	5.5	2.2
台数（台）	2	2	2	2
（Wh/分）	53.7		52.9	
（kWh/日）	① 97.3		② 84.3	
導入前後の使用電力量 の縮減率（①-②）/①	—		13.3 %	
平均使用電力量料金 （円/日）※	③ 1,459.1		④ 1,264.9	

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

表 3.8.5 省エネ技術導入及び省エネ運転による効果

地区名/省エネ機器	縮減量 (kWh/年)	縮減率	省エネ効果 (円/年)
① 長柄町地区/ばっ気槽ブロワ	—	—	—
② 夏栗地区/ばっ気槽ブロワ	760.8	4.1 %	11,412
③ 内高松地区/ばっ気槽ブロワ	9,574.3	17.1 %	143,614
④ 野寺地区/ばっ気槽ブロワ	1,310.4	19.3 %	19,656
⑤ 若緑地区/ばっ気槽ブロワ	485.6	5.6 %	7,284
⑥ 宇ノ気第 1（森）地区/ばっ気槽ブロワ	4,724.1	13.3 %	70,862
⑦ ニツ屋地区/ばっ気槽ブロワ	3,649.3	7.5 %	54,740
⑧-1 箕打地区/ばっ気槽ブロワ	592.1	7.4 %	8,882
⑧-2 箕打地区/攪拌用槽ブロワ	134.8	3.4 %	2,022
⑨ 宇ノ気第 2（狩鹿野）地区/ばっ気槽ブロワ	7,405.5	21.9 %	111,083
⑩ 黒川地区/ばっ気槽ブロワ	389.2	7.1 %	5,838
合 計			435,480

3.9 ⑨トプラナーモータ搭載型ブロワの導入

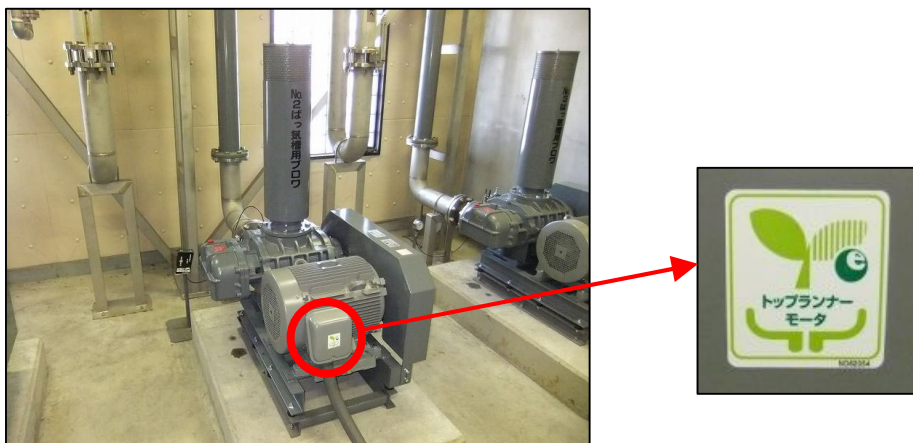
3.9.1 省エネ技術の概要

経済産業省の省エネ対策に基づく、三相誘導電動機（モータ）の高効率化「トプラナーモータ化」に伴い、ばっ気槽ブロワ等をトプラナーモータ搭載型のばっ気槽ブロワ等に交換し、そのブロワの使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

トプラナーモータ制度は、1999年の「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」の改正により開始したトプラナー制度であり、2013年に三相誘導電動機（産業用モータ）が指定され、対象となる国内向け単一速度三相かご形誘導電動機の製造は、2015年4月からエネルギー消費効率のクラス（IEコード）がIE3となり、従来品（IE1, IE2）より電動機のエネルギー消費効率（モータ効率）の値が高くなっている。トプラナーモータは、従来品と特性が若干異なっており、この特性に合わせた設計をすることで、ブロワ等の回転機器では新製品の動力が従来品より減ずることもある。

この省エネ技術は、既存のばっ気槽ブロワ等をトプラナーモータ搭載型のばっ気槽ブロワに交換することにより、ばっ気槽ブロワ等の使用電力量を縮減する技術である。（写真3.9.1、図3.9.1参照）



トプラナーモータ搭載型ブロワ

写真 3.9.1 トプラナーモータ搭載型ばっ気槽ブロワの設置状況

導入のメリット

1. 標準効率モータと比べて効率が高いため省エネルギー効果が得られます。
2. 長時間使う用途ほど省エネルギー効果が大きく、経済性の向上が可能です。
3. 損失を低減した設計のため温度上昇も小さく長寿命・高信頼性が得られます。

出典：一般社団法人 日本電機工業会「トプラナーモータ」パンフレット

図 3.9.1 導入のメリット

特定機器の対象範囲

今回対象とする三相誘導電動機は、日本工業規格 JIS C 4034-30「回転電気機械－第30部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス（IEコード）」で規定される三相誘導電動機の適用範囲を基に、次の①から⑦までの条件を全て満たすものです。

- ① 定格周波数又は基底周波数が、 $50\text{Hz} \pm 5\%$ のもの、 $60\text{Hz} \pm 5\%$ のもの、又は $50\text{Hz} \pm 5\%$ 及び $60\text{Hz} \pm 5\%$ 共用のもの
- ② 単一速度のもの
- ③ 定格電圧が1,000 V以下のもの
- ④ 定格出力が0.75kW以上375kW以下のもの
- ⑤ 極数が2極、4極又は6極のもの
- ⑥ 使用の種類が以下の(ア)又は(イ)の条件に該当するもの
 - (ア) 電動機が熱的な平衡に達する時間以上に一定負荷で連続して運転する連続使用（記号：S1）のもの
 - (イ) 電動機が熱的な平衡に達する時間より短く、かつ、一定な負荷の運転期間及び停止期間を一周期として、反復する使用（記号：S3）で、一周期の運転期間が80%以上の負荷時間率をもつもの
- ⑦ 商用電源で駆動するもの

〔機械（例えば、ポンプ、ファン及びコンプレッサ）に組み込まれ、機械から分離して試験ができないもの、インバータ駆動専用で作られたもの（基底周波数が $50\text{Hz} \pm 5\%$ 又は $60\text{Hz} \pm 5\%$ のものは対象に含む）については除外〕

出典：一般社団法人 日本電機工業会「トップランナーモータ」パンフレット

図 3.9.2 トップランナーモータ化の対象範囲

3.9.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

トップランナーモータ搭載型ブロワを導入に当たっては、次の点に注意が必要である。

- (1) モータサイズが現行機より大きくなる場合がある。
- (2) モータの定格回転速度が高くなる傾向にある。
- (3) 始動電流が大きくなる傾向にある。
- (4) モータ発生トルクが大きくなる傾向にある。
- (5) 低始動電流仕様のモータの製作ができなくなる。

（一般社団法人 日本電機工業会「トップランナーモータ」パンフレットより）

【解説】

トップランナーモータ搭載型ブロワの導入に当たっては、一般社団法人 日本電気工業会のパンフレット「地球環境保護・省エネルギーのために『トップランナーモータ』2015年度の基準達成に向けて!」に記載されている注意事項等（図 3.9.3 参照）を理解した上で適用する。

なお、現在では、陸上に設置する電動機については、特殊な機器を除いては、トップランナーモータしかメーカーから供給されないため、オーバーホールで電動機のみを交換する場合は、機種によっては載せ替えられないケースがあり、注意が必要である。

また、トップランナーモータ搭載型ブロワの導入に当たっては、図 3.9.4の選定フロー図を参考にする。

注意事項

トップランナーモータ採用に当たり、特にリブレース時には次の点にご注意ください。

1. モータサイズが現行機より大きくなる場合があります。
取り合い寸法、据付時の周囲機器との干渉をご確認ください。特に現行機が開放形モータの場合はセンターハイトが高くなる恐れがあります。
2. モータの定格回転速度が高くなる傾向にあります。
現行のポンプ、ファンなどをそのまま負荷としてリブレースする場合、速度増加に伴い動力が増加し電力消費が増加する傾向になります。
3. 始動電流が大きくなる傾向にあります。
これに伴い配線用遮断器、電磁開閉器などの適正を検討する必要があります。その他のモータ周辺機器についても同様に実施されることをお奨めします。
4. モータ発生トルクが大きくなる傾向にあります。
例えば減速機と直結しているような場合、機械強度について適正をご検討ください。
5. 低始動電流仕様のモータの製作ができなくなります。
スターデルタ始動、減電圧始動への始動方式の変更をご検討ください。
6. 変動負荷に採用される場合（一部のコンプレッサ、繊維機械 等）
運転時の速度変動による発熱（一次および二次銅損）が大きくなる傾向にあります。モータの出力適正、機械系の合成慣性について再検討が必要となります。

出典：一般社団法人 日本電機工業会「トップランナーモータ」パンフレット

図 3.9.3 トップランナーモータ採用の注意事項

【選定フロー図】

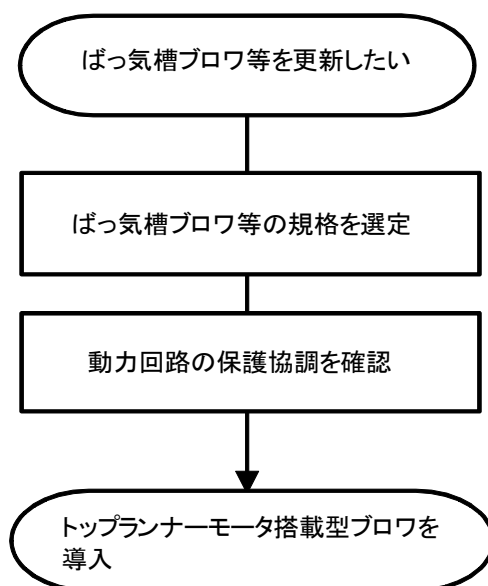


図 3.9.4 トップランナーモータ搭載型ブロワの選定フロー図

3.9.3 設計・施工における留意点

汎用三相誘導電動機を使用する場合には、前述の「図 3.9.3」に記した注意事項を十分に理解する必要がある。特に、既設施設で電動機本体を交換する場合には、次の事項に留意する。

- (1) 新規電動機取り付け部及び近接機器等との寸法・距離を確認する。
 - ① モータサイズが現行機より大きくなる場合がある。
 - ② コモンベース、プーリー、Vベルト等の動力伝達部品との接続寸法確認、近接物（Vベルトカバー、配管、同支持金物など）との距離を確認する。
- (2) モータの定格回転速度が高くなり、風量・動力が増加するので既存設備の仕様を確認する。
- (3) 電気系動力配線機器（配線用遮断器やサーマルリレー）の保護協調を確認する。
 - ① 始動電流が大きくなる傾向にある。
 - ② 力率が低下する傾向にある。

【解説】

- (1) トップランナーモータ搭載型ブロワの設置に当たっては、電動機の外形寸法が若干大きくなる、センターハイトが高くなる等の周辺部品との取り合い寸法が変わる場合がある。そのため、同じ定格出力の電動機であっても、既設機器に据え付ける場合には寸法確認が必要である。また、外形寸法が若干大きくなる場合もあり、近接物との管理スペース確保等に留意が必要である。

また、定格回転速度が高くなり動力が増加することで、不要な電力消費量が増える場合には、プーリーでブロワの回転数を調節することで、省エネを図ることも検討する。

- (2) トップランナーモータは、従来型に比べて効率が良く省エネとなるが、始動電流が大きくなる傾向にあり、電動機交換に伴う動力回路の保護協調の確認が必要である。配線用遮断器、電磁開閉器、配線などの適正検討を忘れてはならない。

また、既設電動機が直入れ始動電動機の場合には、スターデルタ始動などの低電流始動方式も検討する必要がある。

力率が低下するとエネルギーの浪費が増加するので、力率改善（進相コンデンサー取り付け、インバータで調節等）を検討する。

3.9.4 維持管理における留意点

ブロワ施設については、長期間安定した機能を維持するため、巡回管理、定期点検等により計画的、効率的に維持管理を行う。また、ブロワの故障等の異常が発生した場合には、迅速かつ的確に対処する。

【解説】

ブロワ施設の維持管理は、定期点検等を計画的、効率的に実施することにより、故障等の発生を未然に防止し、長期間安定した機能を維持する必要がある。また、万が一の機器故障等に対しては、迅速に対応する必要がある。

【事例紹介】

3.9.5 ⑨トッランナーモータ搭載型ブロワの導入の実証事例

トッランナーモータ搭載型ブロワの導入の実証調査は3地区で行っており、その代表的な事例として、埼玉県美里町駒衣地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

駒衣（こまぎぬ）地区の処理施設は、計画処理対象人口 2,950 人の JARUS－XIV型で、平成 16 年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.9.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.9.2 に示した。

表 3.9.1 駒衣地区の施設概要

県/市町村名	埼玉県/美里町	
地区名	駒衣地区	
処理施設名	こまきべだいクリーンセンター	
処理方式	JARUS－XIV型	
処理対象人口	2,950 人	
計画流入汚水量	797 m ³ /日	
系列数	1 系列	
計画処理水質	BOD	20 mg/L
	SS	50 mg/L



写真 3.9.2 駒衣地区の処理施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

駒衣地区の処理施設では、従来型ばっ気槽ブロワ（15 kW×3台）から、トップランナーモータ搭載型のばっ気槽ブロワ（11 kW×3台）に更新している。

表 3.9.2 ばっ気槽ブロワの仕様

設置箇所名	駒衣地区処理施設 ブロワ室	
省エネ技術導入時期	導入前（既設）	導入後（取替）
攪拌装置形式	従来型ばっ気槽ブロワ	トップランナーモータ搭載型ばっ気槽ブロワ
台数	3台	3台
規格	φ 125 mm×15 kW	φ 125 mm×11 kW

導入前後の性能曲線を比較すると、トップランナーモータの回転速度が速くなり同じ定格出力の電動機でブロワの吐出風量が仕様点によっては多くなった。

下図（図 3.9.5 参照）の▲点が計画仕様点であり、今回事業では 15kW から 11kW へ電動機のパワーを下げる事ができた。

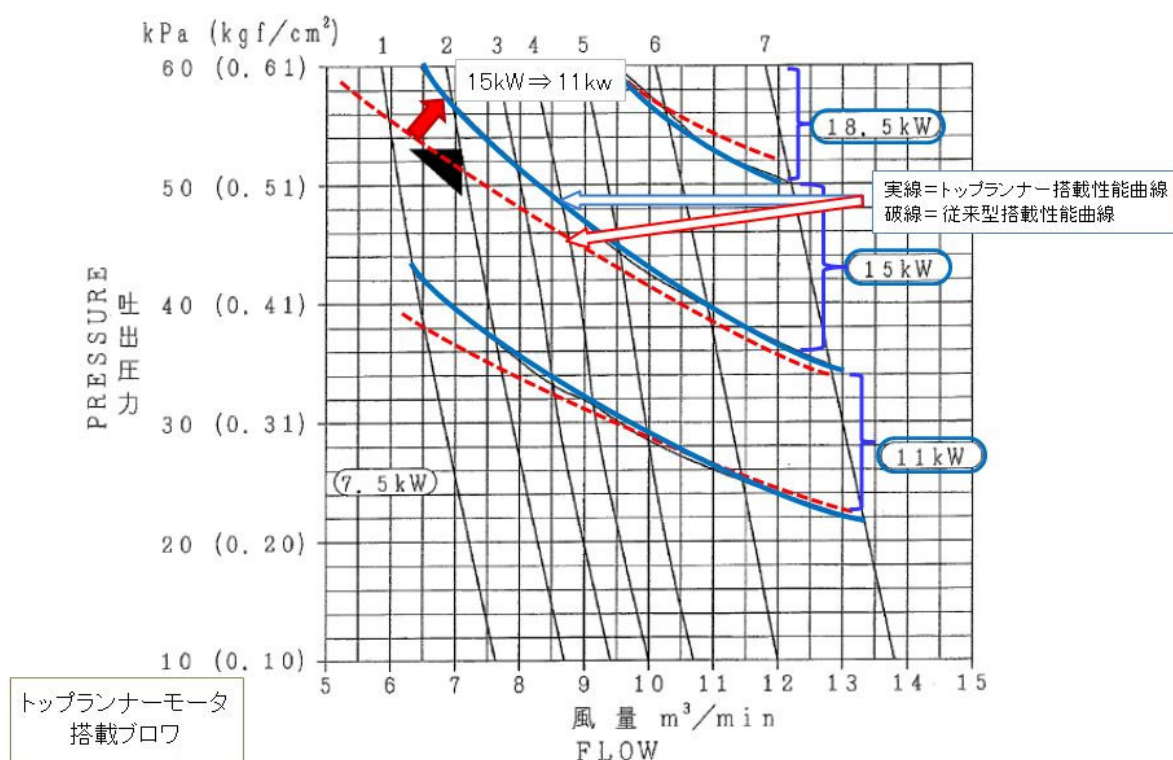


図 3.9.5 ブロワの性能曲線

イ. 機器の運転条件

トップランナーモータ搭載型ばっ気槽ブロワの運転は、従来型ばっ気槽ブロワと同様の運転を行っており、これらの機器に簡易電力量計を設置し、使用電力量を測定した。

従来型のばっ気槽ブロワ及びトップランナーモータ搭載型のばっ気槽ブロワの写真を写真3.9.3に示した。

【導入前】



従来型のばっ気槽ブロワ

【導入後】



トップランナーモータ搭載型のばっ気槽ブロワ

写真 3.9.3 ばっ気槽ブロワの設置状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ機器の導入前後におけるばっ気槽ブロワの日当たり使用電力量と電力量料金を表3.9.3に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①52.03 kWh/日、導入後が②44.61 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝7.42 kWh/日、年間では2,700 kWh/年程度となり、縮減率は14.3 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝111.3 円/日、年間では40,600 円/年程度となった。

表 3.9.3 省エネ効果の確認

ばっ気槽ブロワ	導入前運転結果	導入後運転結果
平均使用電力量 (kWh/日)	① 52.03	② 44.61
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) / ①	—	14.3 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	③ 780.5	④ 669.2

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.10 ⑩処理工程自動制御装置（D0 制御）の導入

3.10.1 省エネ技術の概要

処理工程自動制御装置は、溶存酸素計（D0 計）にて測定された D0 濃度により、ばっ気槽ブロワの運転を自動制御（運転コントローラにより制御）し、過剰な酸素供給を抑制することにより、ばっ気槽ブロワの使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

ばっ気槽に供給する酸素量は、ばっ気工程時の流入負荷量や MLSS 濃度によって異なる。

処理工程自動制御装置は、酸素供給量の自動制御を行うものであり、ばっ気槽の D0 濃度の動きを制御に取り入れたものである。

処理工程自動制御装置は、溶存酸素計（D0 計）にて測定された D0 値により、ばっ気槽ブロワを自動運転（運転コントローラにより制御）を行い、過剰な酸素供給を抑制し、ばっ気槽ブロワの運転時間の短縮（使用電力量を縮減）等を行う省エネ技術である（図 3.10.1 参照）。

酸素供給量の制御方法には、酸素消費量（活性汚泥呼吸酸素量）から次のばっ気時間を決める方法や D0 値を設定（通常 0.5～2.0 mg/L 程度）し超過したらばっ気を停止する方法、設定 D0 を設定時間維持する方法等がある。

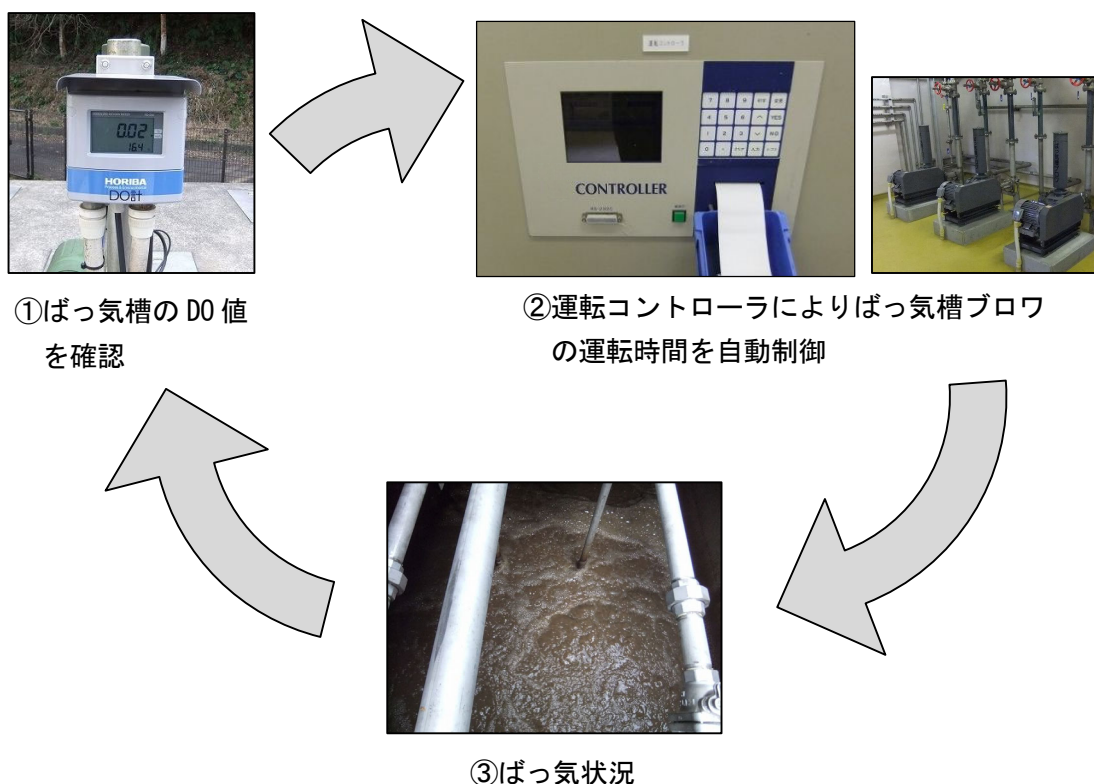


図 3.10.1 処理工程自動制御装置（D0 制御）の構造

3.10.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

浮遊生物法で間欠ばっ気による窒素除去を行う処理方式や、連続ばっ気方式でも設計負荷以下で間欠ばっ気が可能な処理施設に適用可能な省エネ技術である。

通常は、処理工程自動制御装置を管理室の計装盤内に設置し、DO計は生物反応槽に設置し連続的にDO濃度の測定を行う。

【解説】

ばっ気槽ブロワを間欠運転し、硝化反応と脱窒反応を組み合わせた窒素除去を行う間欠ばっ気方式や、設計負荷では連続ばっ気を行うが、実負荷では間欠ばっ気が可能なばっ気方式の処理施設で適用可能な省エネ技術である。生物反応槽にDO計を設置しDO濃度を連続的に測定し、生物反応槽に必要な酸素量を過不足なく供給するためばっ気槽ブロワの運転を自動制御する技術である。

処理工程自動制御装置は管理室の計装盤内に設置するのが一般的であり、DO計は生物反応槽に設置する。

処理工程自動制御装置（DO制御）の導入に当たっては、図3.10.2の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、供用率、流入負荷量、計画処理水質、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

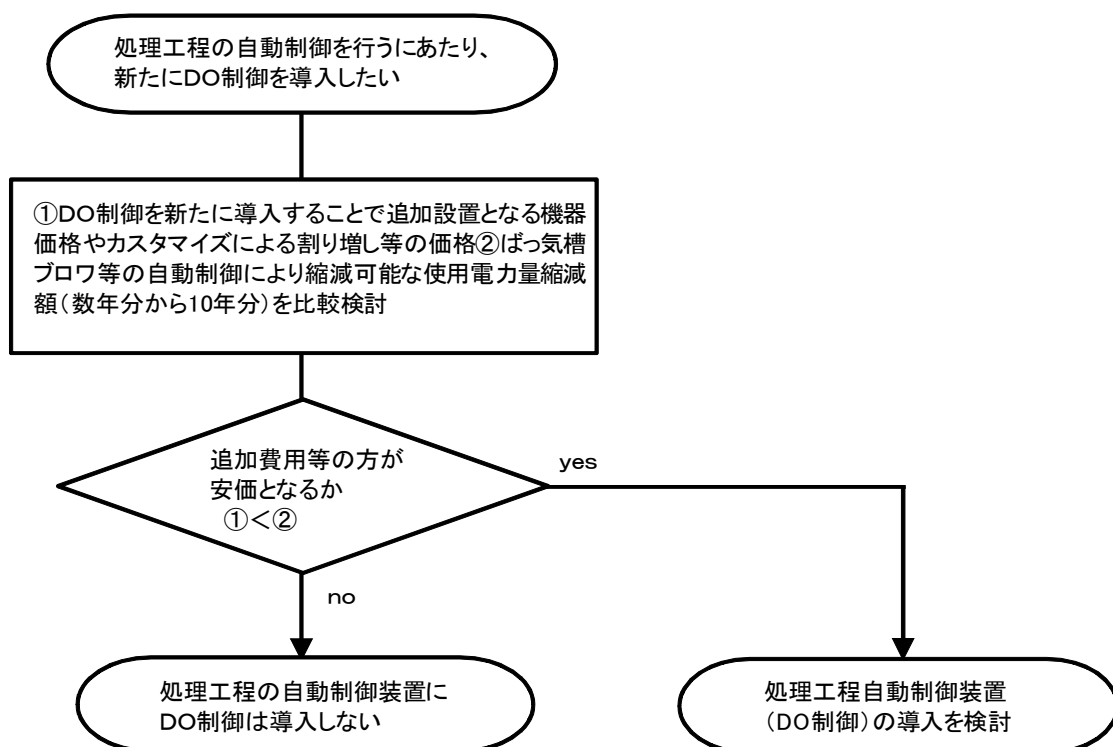


図3.10.2 処理工程自動制御装置（DO制御）導入の選定フロー図

3.10.3 設計・施工における留意点

D0 計は、生物反応槽の D0 濃度を適切に計測できる場所に設置することが重要である。

処理工程自動制御装置は、生物反応槽の D0 濃度を連続的に計測するため、D0 計の保守点検時に計測が長時間中断しないよう D0 センサーを容易に引き上げる構造にする等、設置方法等に工夫することが必要である。

生物反応槽が直列に 2 槽ある施設では、事前に D0 計を設置する位置について十分な検討を行うことが必要である。

【解説】

処理工程自動制御装置は、生物反応槽の適切な場所で測定した D0 濃度によってばっ気槽ブローの運転を自動制御するため、D0 計の信頼性を確保することが重要である。現在普及している一般的な D0 計は、定期的な校正や隔膜等の部品交換が必要であり、保守点検時に D0 センサーを引き上げることがあるので、これらの作業が容易に行える構造並びに設置方法にすることが重要である。

D0 計の設置位置は、生物反応槽が単槽の場合は汚水の流入地点の対角に当たる位置（ただし、完全混合の場合は、流入地点以外なら可）で設置空間が十分確保できる場所に設置する。D0 センサーの設置水深は、空気中の酸素の影響を受けない水深とし、非ばっ気工程がある場合は常に汚泥界面以下になる位置に設置する。

なお、直列の 2 槽の場合は、運転状況（処理水量、流入汚水濃度、MLSS 濃度等）によって適切な設置場所が異なるため、第 1 室（移流口付近）にするか第 2 室にするか事前に十分な検討が必要である。

3.3.4 維持管理における留意点

生物反応槽に設置している D0 計は、定期的に校正（ゼロ校正、スパン校正）や部品交換（隔膜と内部充填液、カートリッジ式隔膜等）を行う。

また、ポータブル式の D0 計で測定した結果と比較し調整・記録を行う。なお、自己診断機能を有する D0 計では、診断結果を記録し、校正や部品交換の頻度を調整する。

処理工程自動制御装置は、マニュアル等に基づき保守点検を行う。

【解説】

生物反応槽に設置している D0 計は、定期的に校正（ゼロ校正、スパン校正）や部品交換（隔膜と内部充填液、カートリッジ式隔膜等）を行う。また、D0 センサーに付着した汚泥や生物膜を拭き取り、付着物（髪の毛、繊維状物質等）は取り除く。

また、ポータブル式の D0 計で測定した結果と比較し、数値差が大きい場合は適宜校正あるいは部品交換を行い記録する。なお、自己診断機能を有する D0 計では、診断結果を記録し、校正や部品交換の頻度を調整する。

処理工程自動制御装置は、マニュアル等に基づき保守点検を行う。

【事例紹介】

3.10.5 ⑩処理工程自動制御装置（D0 制御）の導入の実証事例

処理工程自動制御装置（D0 制御）の導入の実証調査は2地区で行っており、その代表的な事例として、佐賀県武雄市立野川内・三間坂地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

立野川内・三間坂（たてのかわうち・みまさか）地区は2つの処理施設を対象としており、このうち三間坂地区の処理施設は、計画処理対象人口 2,520 人の JARUS－X I 型で、平成 11 年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.10.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.10.1 に示した。

表 3.10.1 立野川内・三間坂地区（三間坂地区）の施設概要

県/市町村名	佐賀県/武雄市
地区名	立野川内・三間坂地区
処理施設名	三間坂地区浄化センター
処理方式	JARUS－X I 型
処理対象人口	2,520 人
計画流入汚水量	681 m ³ /日
系列数	1 系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L



写真 3.10.1 三間坂地区処理施設の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

立野川内・三間坂地区の三間坂地区浄化センターでは、既存の運転コントローラのプログラム及びリレーを変更し、既存の溶存酸素計（DO 計）にて計測された回分槽の DO 値により、ばっ気ブロワの自動運転を行っている。

表 3. 10. 2 ばっ気ブロワ等の仕様

設置箇所名	三間坂地区浄化センター ブロワ室・回分槽	
回分槽仕様	幅 8.0 m×長さ 8.0 m×水深 5.0 m の 2 槽	
省エネ技術導入時期	導入前	導入後
処理工程自動制御装置	従来型の 運転コントローラ	DO 制御型の 運転コントローラ
ばっ気ブロワ	ばっ気ブロワ (3.7 kW×3 台)	同 左

イ. 機器の運転条件

DO 制御による自動制御装置（酸素供給量）の導入に関する省エネ効果の検討は、導入前後のばっ気ブロワの使用電力量（kWh/日）を比較することで行った。

処理工程自動制御装置（運転コントローラ）等の写真を写真 3. 10. 2 に示した。

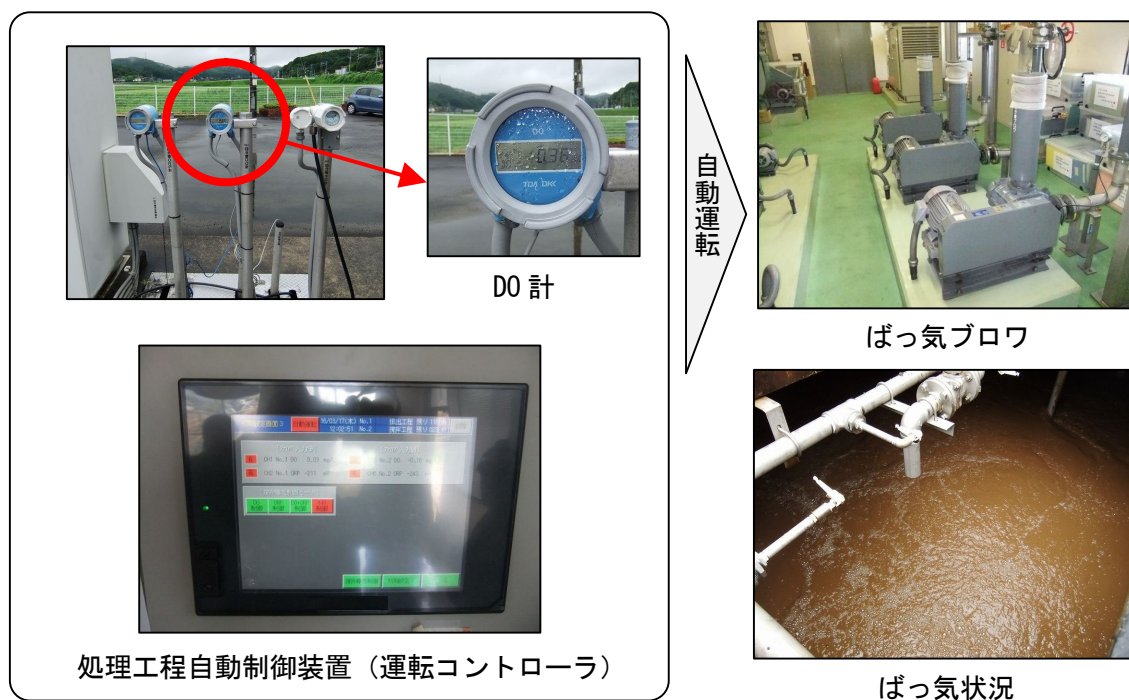


写真 3. 10. 2 処理工程自動制御装置等の写真

(3) 使用電力量及び省エネ効果

処理工程自動制御装置（D0 制御）の導入における日当たりの使用電力量と電力量料金を表 3.10.3 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①99.9 kWh/日、導入後が②98.2 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝1.7 kWh/日、年間では 620.5 kWh/年となり、縮減率は 1.74 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝26.2 円/日となり、年間では 9,560 円/年程度となった。

表 3.10.3 省エネ効果の確認（ばっ気ブロワ）

処理工程自動制御装置（D0 制御）の導入	導入前運転結果 （ばっ気ブロワ）	導入後運転結果 （ばっ気ブロワ）
出力（kW）	3.7	3.7
台数（台）	3	3
平均稼働時間（分/日）	1,727.3	1,689.3
稼働時間当たりの使用電力量（Wh/分）	57.8	58.1
平均使用電力量（kWh/日）	① 99.9	② 98.2
導入前後での使用電力量の縮減率 （①－②） / ①	—	1.74 %
平均使用電力量料金 （円/日）※	③ 1,498.5	④ 1,472.3

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.11 ⑪ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入

3.11.1 省エネ技術の概要

遠心式汚泥濃縮装置を消費電力が少ないベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置：エンドレスのベルト（ろ布）上に凝集汚泥を通過させることで、水分と汚泥を分離させる構造）に更新し、使用電力量及び汚泥運搬費を縮減する省エネ技術である。

【解説】

污水处理施設の余剰汚泥の濃縮に使用している汚泥濃縮装置について、遠心式汚泥濃縮装置から消費電力の少ないベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）に更新することで、汚泥濃縮時の使用電力量の縮減と併せて、汚泥運搬費を縮減する省エネ技術である。

ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）は、エンドレスのベルト（ろ布）上に凝集汚泥を通過させることで、水分と汚泥を分離させる濃縮装置であり、凝集ブロックを作ることによって濃縮率を上げることが可能となっている。（図 3.11.1 参照）



ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）



凝集攪拌槽



内部構造



汚泥の投入状況
(上部カバーを外して撮影)



脱離液分離状況

図 3.11.1 ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の構造図

3.11.2 省エネ技術の導入条件及び適用方法

ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入は、汚泥濃縮装置を設置している処理施設に適用できる。

ただし、適用に当たっては、既設処理施設の構造（濃縮汚泥排出管の口径、勾配等）を含めた検討が必要である。

【解説】

ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）を導入する際には、既設処理施設の構造（濃縮汚泥排出管の口径、勾配等）によって濃縮汚泥濃度を十分に高めることができない場合もある。このため、省エネ効果に汚泥運搬費減額費用も見込むには、慎重な検討が必要である。

また、ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）は凝集剤を使用するため、適用に当たっては凝集剤の費用を考慮した比較検討が必要である。汚泥の農業利用を進める場合は、凝集剤の種類の検討が必要である。

加えて、ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の運転を維持管理時にのみ行う場合は、濃縮により発生するろ液や洗浄排水（通常、運転時は常時洗浄水を使用する）が水処理に与える影響を考慮する必要がある。また、洗浄水に処理水が使用できない場合は、洗浄水の費用について考慮も必要となる。

ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入に当たっては、**図 3.11.2** の選定フロー図を参考にする。なお、この選定フロー図は、省エネ機器を導入する上での基本的な条件等をまとめたものであり、詳細な検討に当たっては、各地区の状況（処理方式、供用率、流入負荷量、機器の価格等）を踏まえて検討する。

【選定フロー図】

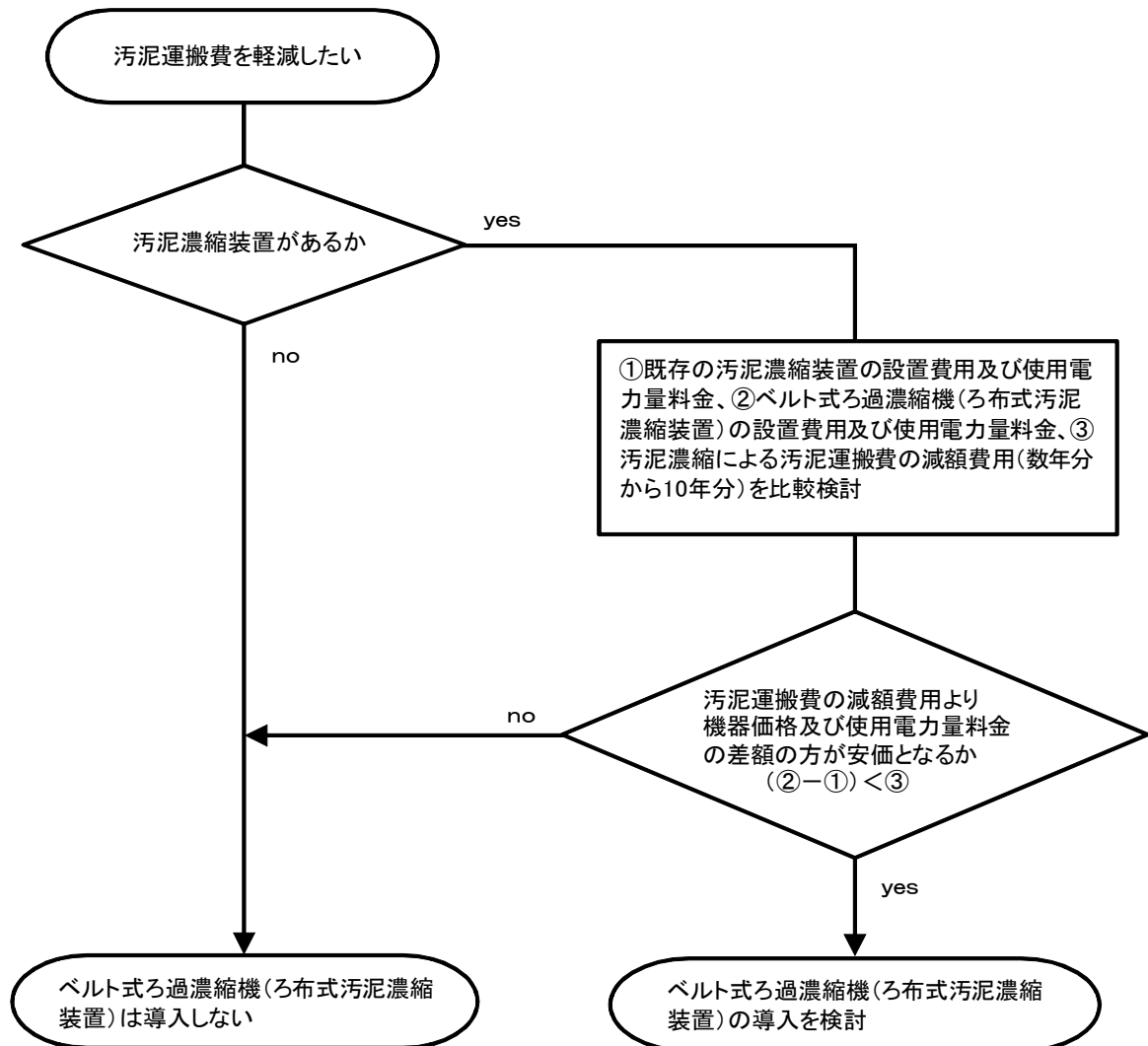


図3.11.2 ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）導入の選定フロー図

3.11.3 設計・施工における留意点

- (1) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）は、原則として汚泥濃縮機本体、凝集剤添加設備、汚泥受槽、余剰汚泥引抜管、汚泥供給ポンプ、余剰汚泥供給管、余剰汚泥バイパス管、脱離液排出管及び濃縮汚泥移送管等により構成する。
- (2) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）により濃縮された汚泥を、濃縮汚泥移送管により汚泥貯留槽に円滑に移送できる構造とする。
- (3) 汚泥濃縮機本体の設置台数は、原則として1台とする。
- (4) 凝集剤添加設備は、運転頻度に見合った能力を確保するとともに、凝集剤タンク、凝集剤注入ポンプ及び凝集剤混和槽等により構成する。
- (5) 脱離液排出管は、汚泥濃縮機本体により分離した脱離液を流量調整槽に円滑に移送できる構造とする。
- (6) 濃縮汚泥移送管は、垂直に配管するなど汚泥濃縮機本体により濃縮された汚泥を汚泥貯留槽に閉塞することなく移送できる構造とする。

【解説】

- (1) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）は、汚泥受槽からの余剰汚泥を余剰汚泥引抜管により円滑に引抜くとともに、汚泥供給ポンプにより余剰汚泥供給管を通じて汚泥濃縮機本体に適切に供給できる構造とする。なお、ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）には、汚泥濃縮機本体の故障時等において余剰汚泥の移送経路を余剰汚泥供給管から余剰汚泥バイパス管に自動で切替え可能な機能を有するものとする。
- (2) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）による濃縮汚泥については、汚泥の搬出先における汚泥処理や汚泥の搬出方法などの条件に対応して適切に設定するものとする。
- (3) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）本体は、濃縮汚泥による濃縮汚泥移送管の閉塞防止を図るため、原則として汚泥貯留槽の近傍に設ける。
- (4) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）には、凝集剤添加設備を設ける必要がある。凝集剤添加設備における構造上の留意点は、次のとおりとする。
 - ① 凝集剤タンクは、十分な耐蝕性と耐久性を有するものとする。
 - ② 凝集剤注入ポンプは、凝集剤を定量注入できるものを選定する。また、凝集剤注入ポンプは、薬品に対し十分な耐食性を有するとともに、十分な耐久性のあるものを用いる。
 - ③ 凝集混和槽は、汚泥と凝集剤を適切に混和できるとともに、凝集したフロックを破壊しない構造とする。
- (5) 脱離液排出管は、汚泥の管内堆積を生ずることなく円滑に脱離液を移送できるようにするため、原則として1/50以上の勾配を設けるとともに、汚泥濃縮機本体からの配管延長が長くなる場合には、配管途中又は曲がり部分等の適切な位置に掃除口を設置する。なお、脱離液排出管は、脱離液を容易にサンプリングできる位置に設ける。

3.11.4 維持管理における留意点

濃縮運転が正常に行われているかどうかを確認する。

【解説】

(1) 各部処理状況の点検

濃縮運転が正常に行われているかどうかを確認する。

① ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）本体

- ・ 汚泥濃縮機による汚泥の濃縮状態を確認する。定期的に濃縮汚泥の水分測定を行うことが望ましい。
- ・ 長期の運転によりベルト（ろ布）の閉塞・破損等が生じた場合は、ベルト（ろ布）を交換する。

② 凝集混和槽

- ・ 極端な水位の上昇があった場合移流口の閉塞が疑われるので、移流口の清掃を行う。

③ 凝集剤タンク

- ・ 凝集剤の補充は、次回点検時までには使い切る量とすることで、凝集剤の劣化を防ぐことができるので、補充する量が多すぎないように注意する。
- ・ 凝集剤の補充に当たっては、補充した水量の 0.2 %に相当する量の凝集剤を、凝集剤攪拌機を作動させた状態で点検窓から少量ずつ投入する。
- ・ 凝集剤タンク内に付着物が発生することがあるので、定期的にタンク内の清掃を行う。

(2) 運転中の騒音・振動

運転中は各機器の異常音、振動、発熱等を点検し異常のないことを確認する。異常があった場合は、ただちに全機器の運転を停止し、異常の原因を取り除く。

【事例紹介】

3.11.5 ⑪ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入の実証事例

ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の導入の実証調査は、三重県伊賀市西山地区の1地区で実施しており、この地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

西山（にしやま）地区の処理施設は、計画処理対象人口 520 人の JARUS－XIV型で、平成 18 年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.11.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.11.1 に示した。

表 3.11.1 西山地区の施設概要

県/市町村名	三重県/伊賀市
地区名	西山地区
処理施設名	西山地区集落排水処理場
処理方式	JARUS－XIV型
処理対象人口	520 人
計画流入汚水量	141 m ³ /日
系列数	1 系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L T-N 15 mg/L



写真 3.11.1 西山地区集落排水処理場の全景

(2) 機器仕様及び運転条件

ア. 機器の仕様

西山地区の処理施設では、遠心式汚泥濃縮装置から消費電力の少ないベルト式ろ過濃縮機(ろ布式汚泥濃縮装置)に更新し、汚泥濃縮時の使用電力量の縮減と併せて、汚泥運搬費の縮減を図っている。

表 3. 11. 2 汚泥濃縮装置の仕様

設置箇所名	西山地区集落排水処理場	
省エネ技術導入時期	導入前 (既設)	導入後 (取替)
汚泥濃縮装置形式	遠心式汚泥濃縮装置	ベルト式ろ過濃縮機 (ろ布式汚泥濃縮装置)
基数	1 基	1 基
出力	2.95 kW (駆動、差動)	0.88 kW (付属施設含む)

イ. 機器の運転条件

汚泥濃縮装置の運転時間は毎日 3 時間程度自動での運転を行っており、この機器に簡易電力量計を設置し、使用電力量を測定した。

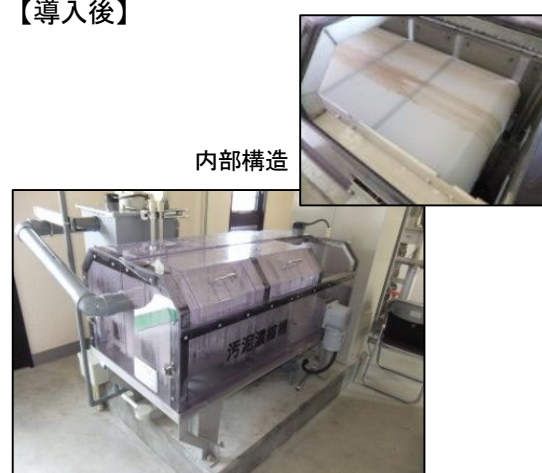
ベルト式ろ過濃縮機 (ろ布式汚泥濃縮装置) 等の写真を写真 3. 11. 2 に示した。

【導入前】



遠心式汚泥濃縮装置

【導入後】



ベルト式ろ過濃縮機 (ろ布式汚泥濃縮装置)



汚泥の投入状況



脱離液分離状況

写真 3. 11. 2 ベルト式ろ過濃縮機 (ろ布式汚泥濃縮装置) 等の設置状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果の算定方法

(汚泥濃縮装置変更による汚泥運搬時の燃料費(軽油)の縮減による省エネ効果の試算方法)

ベルト式ろ過濃縮機(ろ布式汚泥濃縮装置)の導入前後の搬出汚泥量を以下に示した。導入前(遠心式汚泥濃縮装置使用)の搬出汚泥の含水率は汚泥貯留槽から搬出する際の汚泥含水率(平均)である。一方、ベルト式ろ過濃縮機(ろ布式汚泥濃縮装置)導入後の汚泥の含水率は、汚泥貯留槽からの搬出汚泥を搬出できるまでの汚泥量ではないため、汚泥濃縮装置から汚泥貯留槽に移送する濃縮汚泥の含水率とした。

①試算条件

ベルト式ろ過濃縮機(ろ布式汚泥濃縮装置)導入前の引き抜き汚泥量(搬出汚泥量)は年間 102.06 m³であり、汚泥の含水率は平均値で 97.16 % (固形物濃度 2.84 %) であった。

ベルト式ろ過濃縮機(ろ布式汚泥濃縮装置)導入後における汚泥濃縮装置排出汚泥の含水率(平成 28 年 1 月～12 月の平均)は、95.53 % (固形物濃度 4.47 %) であった。この含水率を用いて搬出汚泥量を試算すると、汚泥搬出量は 65 m³/年となる。

$$102.06 \text{ m}^3/\text{年} \times (1 - 0.9716) \div (1 - 0.9553) = 64.8 \text{ m}^3/\text{年}$$

○ バキューム車による運搬経費の計算諸元

ベース車両	4 t
タンク容量	3.6 m ³ /台
基礎価格	10,600 千円/台(平成 26 年度土地改良工事積算基準(機械経費) P108)
耐用年数	11.5 年
維持修理費率	35 %
軽油単価	129 円/L
一般運転手	C ₁ 14,200 円/日
普通作業員	C ₂ 14,300 円/日

※ 軽油単価、労務費単価については、平成 26 年度事業との統一を図るため、山口県の平成 26 年度単価を使用。

②バキューム車による運搬経費の算定

a) 年間走行距離の算出

ベルト式ろ過濃縮機 (ろ布式汚泥濃縮装置) 導入前後	年間発生 汚泥量 (m ³ /年)	し尿処理施設 までの 距離(km)	出動回数 (回/年)	年間走行 距離 (km/年)
導入前	102.06	6.2	29	360
導入後	64.8	6.2	18	223

b) 導入前の年間稼働日数の算出

- ① 平均距離 6.2 km
- ② 往復運搬距離 $6.2 \text{ km} \times 2 = 12.4 \text{ km}$
- ③ 往復運搬時間 $12.4 \text{ km} \div 25 \text{ km/hr} = 0.5 \text{ hr}$
- ④ 1回当たり給泥、排泥時間 20分(給泥) + 10分(排泥) = 0.5 hr/回
- ⑤ 1日当たり往復可能回数 $5.0 \text{ hr} \div (0.5 \text{ hr} + 0.5 \text{ hr}) = 5 \text{ 回/日}$
- ⑥ 1日当たり運搬能力 $5 \text{ 回/日} \times 3.6 \text{ m}^3/\text{回} = 18 \text{ m}^3/\text{日}$
- ⑦ 年間稼働日数 $102.06 \text{ m}^3/\text{年} (\text{年間収集汚泥量}) \div 18 \text{ m}^3/\text{日} = 5.67 \text{ 日/年}$
- ⑧ 年間走行距離 360 km/年

c) 遠心式汚泥濃縮装置の使用電力量

導入前の遠心式汚泥濃縮装置の使用電力量の平均は 17.7 kWh/日であった。

d) 導入前の運搬経費の算定

区分	算定式	金額	単位
維持修理費	基礎価格×維持修理費率÷100÷耐用年数 $10,600 \times 35 \div 100 \div 11.5$	323	千円/年・台
運転人件費	(一般運転手+普通作業員)×年間稼働日数 ÷1,000 $(14,200 + 14,300) \times 5.67 \div 1,000$	162	千円/年
A1 走行に伴う 燃料費	$0.32 \times \text{年間走行距離} \times \text{軽油単価} \div 1,000$ $0.32 \times 360 \times 129 \div 1,000$	15	千円/年
A2 給泥、排泥操作 に伴う燃料費	年間稼働日数×1日当たり往復可能回数 ×0.5 hr/回×13 L/hr×軽油単価÷1,000 $5.67 \times 5 \times 0.5 \times 13 \times 129 \div 1,000$	24	千円/年
A3 汚泥濃縮装置 の電力量料金	$17.7 \text{ kWh/日} \times 15 \text{ 円/kWh} \times 365 \text{ 日/年} \div 1,000$	97	千円/年
計		621	千円/年

なお、一日当たりの燃料（軽油）量、電力量は以下のとおりである。

- A1 走行に伴う燃料（軽油）量は $0.32 \times 360 = 115 \text{ L/年}$ → 0.315 L/日
- A2 給泥、排泥操作に伴う燃料量は $5.67 \times 5 \times 0.5 \times 13 = 184 \text{ L/年}$ → 0.505 L/日
- A3 汚泥濃縮装置の電力量 17.7 kWh/日 → 17.7 kWh/日

e) 導入後の年間稼働日数の算出

- ①～⑥までは導入前と同一。
- ⑦年間稼働日数 $64.8 \text{ m}^3/\text{年} (\text{年間収集汚泥量}) \div 18 \text{ m}^3/\text{日} = 3.6 \text{ 日/年}$
- ⑧年間走行距離 223 km/年

f) ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の使用電力量

導入後のベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）の使用電力量の平均は 1.89 kWh/日であった。

g) 凝集剤費用

ベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）は、凝集剤を使用するので、導入後費用に凝集剤費用を加算する。

凝集剤の使用条件は、以下のとおりである。

凝集剤添加率 1.0 %（対 DS）

凝集剤単価 2,000 円/kg

凝集剤添加量（設計計算値） 34.46 kg/年

h) 導入後の運搬経費の算定

区分	算定式	金額	単位
維持修理費	基礎価格×維持修理費率÷100÷耐用年数 10,600×35÷100÷11.5	323	千円/年・台
運転人件費	（一般運転手＋普通作業員）×年間稼働日数 ÷1,000 (14,200+14,300)×3.6÷1,000	103	千円/年
B1 走行に伴う 燃料費	0.32×年間走行距離×軽油単価÷1,000 0.32×223×129÷1,000	9	千円/年
B2 給泥、排泥操作 に伴う燃料費	年間稼働日数×1日当たり往復可能回数 ×0.5 hr/回×13 L/hr×軽油単価÷1,000 3.6×5×0.5×13×129÷1,000	15	千円/年
B3 汚泥濃縮装置 の電力量料金	1.89 kWh/日×15 円/kWh×365 日/年÷1,000	10	千円/年
B4 凝集剤費用	34.46 kg/年×2,000 円/kg	69	千円/年
計		529	千円/年

なお、一日当たりの燃料（軽油）量、電力量及び凝集剤量は以下のとおりである。

B1 走行に伴う燃料（軽油）量 0.32×223=71.4 L/年 → 0.20 L/日

B2 給泥、排泥操作に伴う燃料量 3.6×5×0.5×13=117 L/年 → 0.32 L/日

B3 汚泥濃縮装置の電力量 1.89 kWh/日 → 1.89 kWh/日

B4 凝集剤量 34.46 kg/年 → 0.0944 kg/日

i) 導入前後での燃料費（軽油）及び電力量料金等の縮減額

導入前後での燃料費（軽油）、電力量料金等の縮減額は以下のとおりである。

$$(A1 + A2 + A3) - (B1 + B2 + B3 + B4) = (15 + 24 + 97) - (9 + 15 + 10 + 69) \\ = 33 \text{ 千円/年}$$

なお、バキューム車の運転人件費を含めた試算では $621 - 529 = 92$ 千円/年の縮減となる。

(4) 使用電力量及び省エネ効果のまとめ

既設の遠心式汚泥濃縮装置をベルト式ろ過濃縮機（ろ布式汚泥濃縮装置）に更新したことによって縮減した電力量料金及び汚泥濃縮装置の導入前・後の1年間当たりの搬出汚泥量の縮減による運搬費の省エネ効果について表 3.11.3 に示した。

導入前での電力量料金と燃料費の合計は⑧136,000 円/年、導入後は汚泥濃縮に係る凝集剤費用も含めて⑨103,000 円/年となり、両者の差は⑧－⑨＝33,000 円/年程度となり、縮減率は 24.3 % の省エネ効果が確認された。

なお、汚泥濃縮度合いが向上したことにより、汚泥量が減少するため、バキューム車の運搬回数が減少し、運転人件費も軽減される。この人件費を含めた試算では 92,000 円/年の縮減となった。

表 3.11.3 省エネ効果の確認

汚泥濃縮装置 及び 汚泥貯留槽	導入前運転結果			導入後運転結果			
燃料費(千円/年) 使用電力量料金 (千円/年) 凝集剤費用 (千円/年)	①走行に 伴う燃料 費	②給泥、 排泥に伴 う燃料費	③汚泥濃 縮装置の 使用電力 量料金	④走行に 伴う燃料 費	⑤給泥、 排泥に伴 う燃料費	⑥汚泥濃 縮装置の 使用電力 量料金	⑦凝集剤 費用
	15	24	97	9	15	10	69
燃料費(千円/年) と 使用電力量料金 (千円/年) ※	⑧＝①＋②＋③ 136			⑨＝④＋⑤＋⑥＋⑦ 103			
導入前後での 縮減率 (⑧－⑨)/⑧	—			24.3 %			

※軽油単価を 129 円/L、電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.12 ⑫脱臭ファンの間欠運転の導入

3.12.1 省エネ技術の概要

脱臭ファンの間欠運転は、脱臭装置の脱臭ファンの運転をタイマにより間欠運転を行い、脱臭ファンの使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

農業集落排水施設において脱臭装置は、処理施設の臭気対策のために活用されている。脱臭装置及び換気装置の構成例を図3.12.1に示した。

これらの装置は24時間連続運転されている場合が多い。このうち、脱臭装置の脱臭ファンは処理施設の設置位置や処理方式によっては24時間連続運転ではなく、間欠運転（例えば夜間の運転停止等）でも十分対応できる場合があることから、脱臭ファンの運転手法の変更により、使用電力量を縮減するものである。

なお、本技術は、換気ファンへの適用も可能であるが、安全上及び機械・電気設備の腐食環境の防止の観点から十分な検討が必要である。

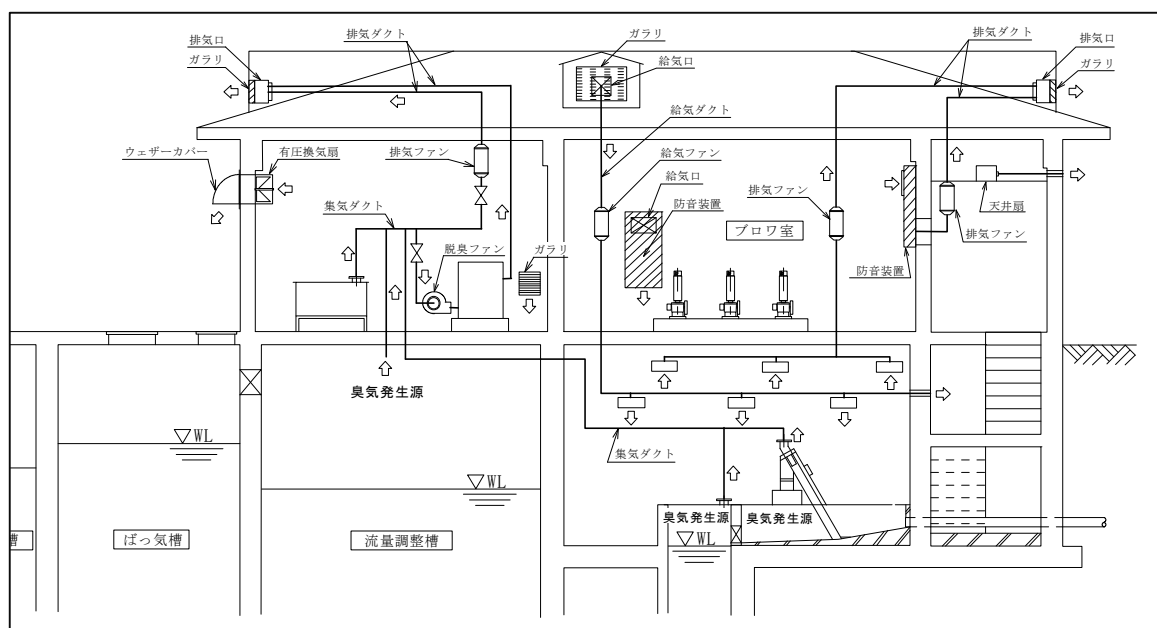


図3.12.1 脱臭装置など換気装置の構成例

3.12.2 省エネ技術の適用方法

脱臭装置の脱臭ファンの運転をタイマによる間欠運転とする手法は、すべての脱臭方式で適用できる。

【解説】

農業集落排水施設の脱臭方式には、一般的に下記の方式が用いられている。

- ① 活性炭吸着法
- ② 生物脱臭法
- ③ 土壌脱臭法
- ④ 組合せ脱臭法（②+①）

すべての脱臭方式で脱臭ファンを使用するため、脱臭ファンの省エネ運転手法はどの脱臭方式にも適用できる。

3.12.3 設計・運転設定における留意点

脱臭装置の脱臭ファンをタイマ運転とする場合、処理施設の近隣に民家等がなく、脱臭ファンを停止しても特に支障がないことの確認が必要である。また、換気装置の運転方法も確認した上で脱臭ファンの運転時間を設定する必要がある。

【解説】

処理施設の主な臭気発生源である前処理室や処理槽等の臭気は、局所排気として捕集し脱臭装置で脱臭した後排気している。脱臭装置の設置は近隣に民家等がある場合や風向きによってにおいがする等の理由から設置する場合が多いため、タイマ運転によって脱臭ファンを停止しても周辺に影響を与えることなく、特に支障がないことが条件であり、近隣住民への配慮が必要である。

また、換気装置の運転時間によっては脱臭ファンをタイマ運転によって停止した場合、臭気が処理施設内にこもり機器類に悪影響を与える場合もあるので、換気装置の運転方法も確認した上で脱臭ファンの運転時間を設定する必要がある。

3.12.4 維持管理における留意点

安全上の観点から維持管理者等が処理施設建屋内に入室する場合には、換気装置と合わせて脱臭装置を運転することが望ましい。

【解説】

安全上の観点から維持管理者等が処理施設建屋内に入室する場合には、換気装置と合わせて脱臭装置も運転することが望ましい。特に日常管理を地元住民が行っている場合や地下室に前処理施設がある場合には注意が必要である。

【事例紹介】

3.12.5 ⑫脱臭ファンの間欠運転の導入の実証事例

脱臭ファンの間欠運転の導入の実証調査は、高知県土佐町土佐町地区の1地区で実施しており、この地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

土佐町（とさちょう）地区は2つの処理施設を対象としており、このうち地蔵寺地区の処理施設は、計画処理対象人口310人のJARUS－I型で、平成11年から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表3.12.1に、処理施設の全景写真を写真3.12.1に示した。

表 3.12.1 土佐町地区（地蔵寺地区）の施設概要

県/市町村名	高知県/土佐町
地区名	土佐町地区
処理施設名	地蔵寺クリーンセンター
処理方式	JARUS－I型
処理対象人口	310人
計画流入汚水量	83.7 m ³ /日
系列数	1系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L



写真 3.12.1 地蔵寺処理施設の全景

地藏寺処理施設の脱臭装置は、生物脱臭装置である。

本法の脱臭の原理は、微生物を付着させた多孔体シートを円筒状のディスク内部に固定化し、通過させた臭気を微生物に分解させる脱臭方法である。多孔体シートの保水性が必要であるため、ドラムの回転により散水する。中～高濃度の腐敗臭の処理に適しているが、生物分解性が悪い臭気成分には不適である。

(2) 運転手法の導入方法

現状の生物脱臭装置の運転方法について維持管理業者への聞き取り調査と現地調査により確認した。

生物脱臭装置の脱臭ファンには 24 時間タイマを設置しているが、現状では間欠運転を行わず 24 時間運転を行っている。このため、近隣の民家等への影響のない範囲で間欠運転を行った。

生物脱臭装置の脱臭ファンの仕様を表 3.12.2 に示す。また、脱臭装置及び脱臭ファンの設置状況を写真 3.12.2 に示した。

表 3.12.2 生物脱臭装置の仕様

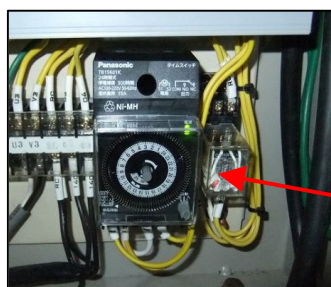
機 器	仕 様
脱臭装置	生物脱臭方式
脱臭ファン	通気量：12 m ³ /分 回転数：3,070 rpm 静 圧：0.98 kPa 1.5 kW×1 台



生物脱臭装置



生物脱臭装置の脱臭ファン



脱臭ファンのタイマ



制御盤内部の状況



生物脱臭装置の制御盤

写真 3. 12. 2 生物脱臭装置の設置状況

脱臭ファンのタイマ変更条件を表 3. 12. 3 に示した。

表 3. 12. 3 脱臭ファンのタイマ変更条件

	導入前 (運転条件変更前)	導入後 (運転条件変更後)
運転条件	24 時間連続運転	昼間間欠運転 (60 分稼働/30 分停止) 夜間停止 (30 分稼働/45 分～60 分停止)
稼働・停止時刻	—	夜間 0:00～ 1:15 45 分停止/30 分稼働 1:15～ 3:45 120 分停止/30 分稼働 3:45～ 5:00 30 分稼働/45 分停止 昼間 5:00～24:00 60 分稼働/30 分停止
停止時間	—	9 時間 30 分
稼働時間	24 時間	14 時間 30 分
稼働率	100 %	60.4 %

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ運転手法の導入前後における生物脱臭装置の脱臭ファンの日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.12.4 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①26.0 kWh/日、導入後が②18.2 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝7.8 kWh/日、年間では 2,847 kWh/年となり、縮減率は 30.0 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝117 円/日、年間では 42,700 円/年程度となった。

表 3.12.4 省エネ効果の確認

生物脱臭装置	導入前運転結果	導入後運転結果
平均使用電力量 (kWh/日)	① 26.0	② 18.2
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) /①	—	30.0 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	③ 390	④ 273

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.13 ⑬流量調整槽攪拌装置の間欠運転の導入

3.13.1 省エネ技術の概要

流量調整槽攪拌装置の間欠運転は、流量調整槽に設置されている攪拌装置（水中攪拌ポンプ又は水中攪拌装置（水中ミキサ））の運転をタイマによる間欠運転、又は運転台数の間引き運転により実施することにより、攪拌装置の使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

ほとんどの農業集落排水施設には、流量調整槽が設置されている。その機能は、施設へ流入する汚水の流量及び水質の変動を抑制して、後段の生物処理の負荷をできるだけ均一化して、汚水処理機能を十分に発揮させることを目的としている。

この流量調整槽内の汚水混合攪拌には、図 3.13.1 及び写真 3.13.1 に示す水中攪拌ポンプ又は水中攪拌装置（水中ミキサ）等が使用されている。この攪拌装置の運転は 24 時間連続運転が一般的となっているが、これをタイマによる間欠運転や運転台数の間引き運転を行っても大きな支障は生じないことから、攪拌装置の運転手法の変更により、使用電力量を縮減するものである。

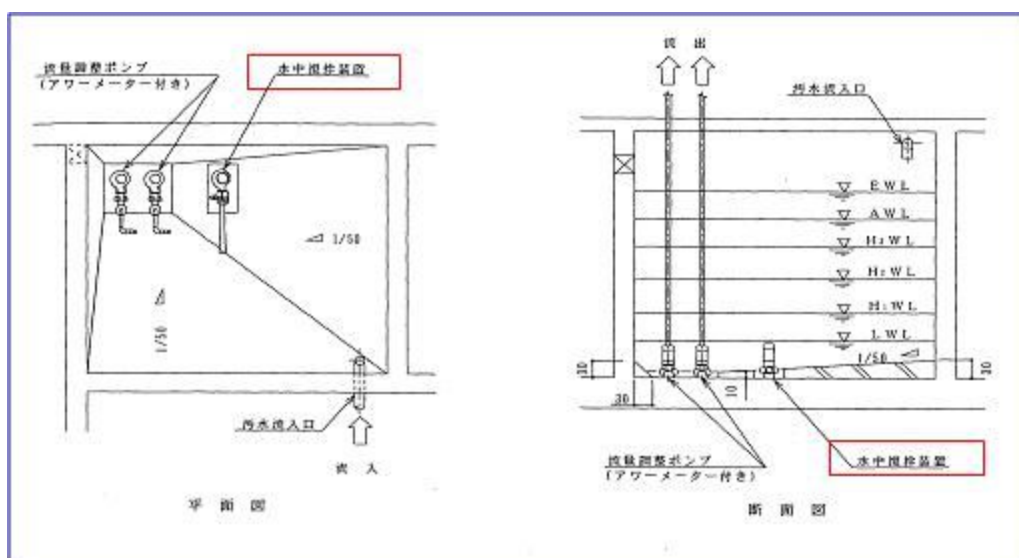


図 3.13.1 流量調整槽における攪拌装置の設置状況



水中攪拌ポンプ（エジェクタ型）



水中攪拌装置（水中ミキサ）

写真 3.13.1 流量調整槽攪拌装置

3.13.2 省エネ技術の適用方法

流量調整槽攪拌装置の間欠運転や運転台数の間引きの運転手法は、流量調整槽を有する全処理方式に適用できる。

【解説】

流量調整槽攪拌装置のタイマによる間欠運転手法は、流量調整槽を有する全ての農業集落排水施設に適用できる。また、流量調整槽攪拌装置の運転台数の間引き運転は、攪拌装置が2台以上設置されている流量調整槽において検討される。

流量調整槽は計画汚水量に対して6時間以上の容量があるが、流入する生活排水の水質は1日の時間帯で変化しており主処理設備へ移送する質的負荷も時間的にはある程度変動している。JARUS型の生物処理槽は最少でも16時間以上の滞留時間（HRT）を有しており、流量調整槽での質的均等化操作（混合攪拌）を間欠運転（例えば、30分稼働、30分停止）しても生物処理機能に重大な影響を与えることは少ないとみられる。

また、JARUS型膜分離活性汚泥方式では流量調整槽はないが、流量調整機能を有する脱室槽があり、混合攪拌の間欠運転は処理性能と直結する。このため、本方式の適用には処理水質の確認が必要となる。

3.13.3 設計・運転設定における留意点

流量調整槽攪拌装置は水位制御による運転の稼働・停止の他に、稼働時に間欠運転できるようにタイマの設置を検討する。

【解説】

流量調整槽攪拌装置には水位制御の他に、流入負荷変動等に応じた間欠運転ができるようタイマ（24時間タイマ 写真3.13.2参照）を設けることにより、省エネ運転を行うことができる。

タイマによる間欠運転は、稼働（30分程度）と停止（30分程度）の繰り返しとし、流量調整槽内の底部に沈殿物等が堆積するようであれば、稼働時間を長くするなどの調整を行う。

なお、改築時の処理方式により、流量調整槽攪拌装置の更新を行う場合には、タイマ運転の追加の他に設定水位の検討が必要となる場合があるので留意すること。



写真 3.13.2
24時間タイマ設置例

3.13.4 維持管理における留意点

流量調整槽搅拌装置の間欠運転や運転台数の間引き運転を実施する場合には、流入汚水や脱離液の懸濁物の沈殿により槽底部に汚物が堆積する懸念がある。このため、定期的に流量調整槽底部の沈殿物堆積厚を確認する必要がある。

【解説】

(1) タイマ運転

流量調整槽搅拌装置の間欠運転や運転台数の間引き運転で最も懸念される事項は、流量調整槽底部への沈殿物堆積である。沈殿堆積物が多くなると、流量調整槽の有効容量が少なくなることや、通常の搅拌に戻した場合に堆積していた沈殿物が生物反応槽に流入するため、処理性能が低下するおそれがある。

このため、汚水計量槽での汚水の性状(色や懸濁物濃度)を目視で確認する他に、流量調整槽底部の沈殿物堆積状況を界面計(写真 3.13.3 参照)や MLSS 計等で定期的に確認する必要がある。



写真 3.13.3 界面計の事例

(2) 運転台数の調整

流量調整槽搅拌装置が複数(図 3.13.2 の事例では 4 台)ある場合、このうちの 1 台を週 1 回等の巡回管理の際又はタイマ等により順番に停止し、搅拌装置の運転を切り替えていくことで、使用電力量を縮減する手法である(図 3.13.2 参照)。

なお、この運転台数の変更運転においても流量調整槽底部の沈殿物堆積状況を界面計及び MLSS 計等で定期的に確認する必要がある。巡回管理の際に搅拌装置の運転を切り替える場合は、事前に維持管理業者と十分調整を行う必要がある。

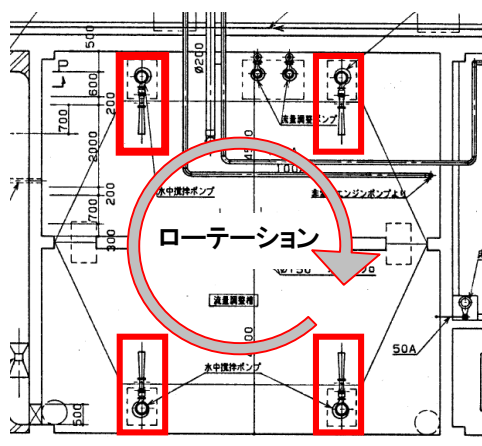


図 3.13.2 流量調整槽搅拌装置の運転停止の切替手法

なお、流量調整槽底部への沈殿堆積物の増加を生じた場合には、搅拌装置の運転条件を調整して速やかに流量調整槽底部に沈殿物堆積を解消する必要がある。

【事例紹介】

3.13.5 ⑬流量調整槽攪拌装置の間欠運転の導入の実証事例

流量調整槽攪拌装置の間欠運転の導入の実証調査は9地区で行っており、その代表的な事例として、群馬県昭和村昭和地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

昭和（しょうわ）地区は4つの処理施設を対象としており、このうち糸井・三ツ谷地区の処理施設は、計画処理対象人口2,800人のJARUS－X I型で、平成12年から供用開始した施設である。本地区の施設概要を表3.13.1に、処理施設の全景写真を写真3.13.4に示した。

表 3.13.1 昭和地区（糸井・三ツ谷地区）の施設概要

県/市町村名	群馬県/昭和村	
地区名	昭和地区	
処理施設名	糸井・三ツ谷地区農業集落排水処理施設	
処理方式	JARUS－X I 型	
処理対象人口	2,800 人	
計画流入汚水量	756 m ³ /日	
系列数	1 系列	
計画処理水質	BOD	20 mg/L
	SS	50 mg/L



写真 3.13.4 糸井・三ツ谷地区処理施設の全景

(2) 運転手法の導入方法

流量調整槽攪拌装置は、流量調整槽の水位によって運転制御されており、水位が設定高水位以上で起動し、設定低水位以下となると停止する。

本地区の流量調整槽は、仕切り壁で2槽形状となっているが連通開口があり、両水槽は同じ水位変動をしている。攪拌装置の運転動作は、No. 1 と No. 3、No. 2 と No. 4 が同時刻に起動停止している。また、No. 1 と No. 2、No. 3 と No. 4 はそれぞれ交互自動運転となっている（攪拌装置の配置は図 3. 13. 4 を参照）。

省エネ技術は、攪拌装置の動力系統に 24 時間タイマを挿入して、稼働（30 分）、停止（30 分）の間欠的な稼働運転となるように計画した。

流量調整槽攪拌装置の仕様を表 3. 13. 2 に、省エネ技術の概念図を図 3. 13. 3 に、タイマの設置状況写真を写真 3. 13. 5 に示した。

表 3. 13. 2 流量調整槽攪拌装置の仕様

箇所名	糸井・三ツ谷処理場 流量調整槽
槽寸法 [m] (2 槽)	W 6.025 × L 7.0 × H 5.7 W 6.025 × L 7.0 × H 5.7
省エネ技術	間欠運転
攪拌装置形式	水中攪拌ポンプ（エジェクタ型）
台数	4 台
出力	3.7 kW

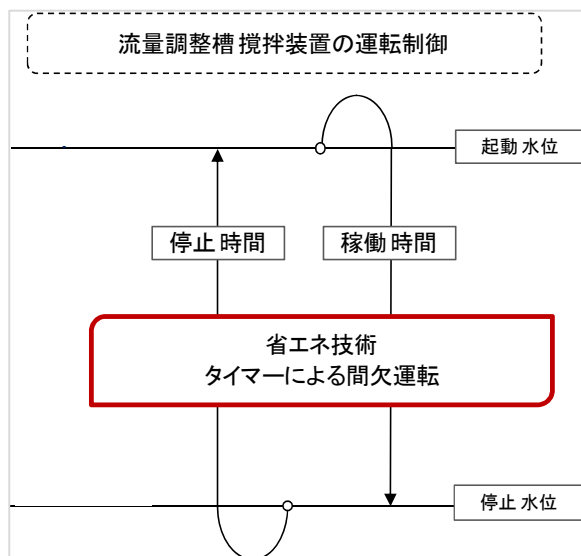


図 3. 13. 3 流量調整槽攪拌装置の運転制御の概念図



水中攪拌ポンプ（エジェクタ型）



写真 3. 12. 5

タイマの設置状況写真

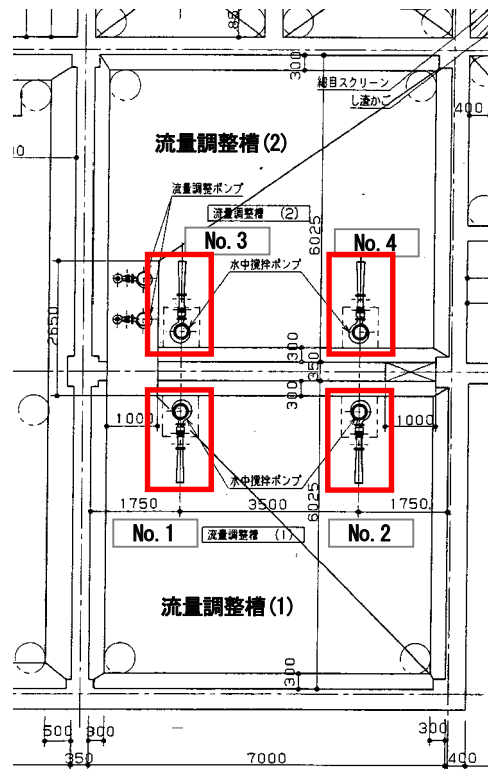


図 3.13.4 昭和地区（糸井・三ツ谷地区処理施設）
流量調整槽攪拌装置（水中攪拌ポンプ）の配置図

省エネ技術導入前の攪拌装置は、流量調整槽水位によって稼働・停止の運転をされている。また、流量調整槽の水位変動は、流入汚水量と後段処理工程への設定移送量（日変動を考慮した日平均汚水処理量）との差であり、流入汚水量が設定移送量より多い場合に流量調整槽水位が上昇する。後段処理工程への移送量は流入汚水量が最大となる日の時間平均値に合わせて設定されており、流入汚水量が多い日には攪拌装置が 24 時間連続運転となる日もある。

省エネ技術導入後の攪拌装置は、導入されたタイマによって 30 分稼働・30 分停止の運転操作がされている。なお、タイマによる間欠運転を導入することによって約 55%の稼働時間の短縮となっている。

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ運転手法の導入前後における流量調整槽攪拌装置の日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.13.3 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①165.38 kWh/日、導入後が②80.02 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝85.36 kWh/日、年間では 31,200 kWh/年となり、縮減率は 51.6 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝1,280 円/日、年間では 467,000 円/年程度となった。

表 3.13.3 省エネ効果の確認

流量調整槽攪拌装置 (水中攪拌ポンプ)	導入前運転結果	導入後運転結果
4 台の平均稼働時間 (h/日)	45.55	20.80
4 台の平均使用電力量 (kWh/日)	① 165.38	② 80.02
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) / ①	—	51.6 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	③ 2,480.7	④ 1,200.3

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.14 ⑭ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整の導入

3.14.1 省エネ技術の概要

ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整による運転手法は、処理水質及び運転管理に支障のない範囲で、対象機器の稼働時間等を調整することにより、対象機器の使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

処理施設への流入条件やばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの運転状況を把握し、対象機器の稼働時間等を調整した運転手法へ変更し、処理水質を確保しながら使用電力量を縮減するものである（写真 3.14.1 及び図 3.14.1 を参照）。

本手法は、ばっ気攪拌装置の稼働時間の短縮やインバータによるモータ動力の縮減及びばっ気槽ブロワのばっ気風量、ばっ気時間の調整を主とした運転方法を、簡易水質測定キット（パックテスト等）により処理性能を現場で確認しながら、適切な省エネ運転条件を見つけ出す手法である。



ばっ気攪拌装置



ばっ気槽ブロワ

写真 3.14.1 対象機器類の写真

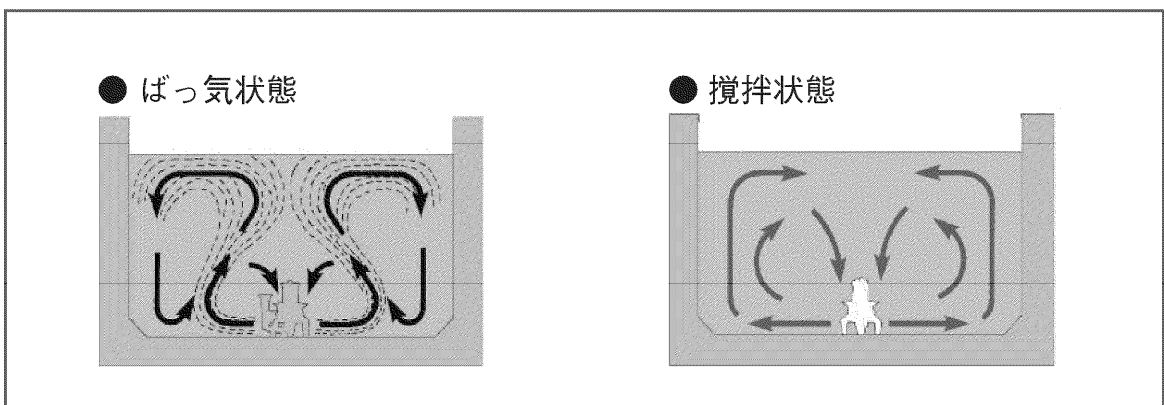
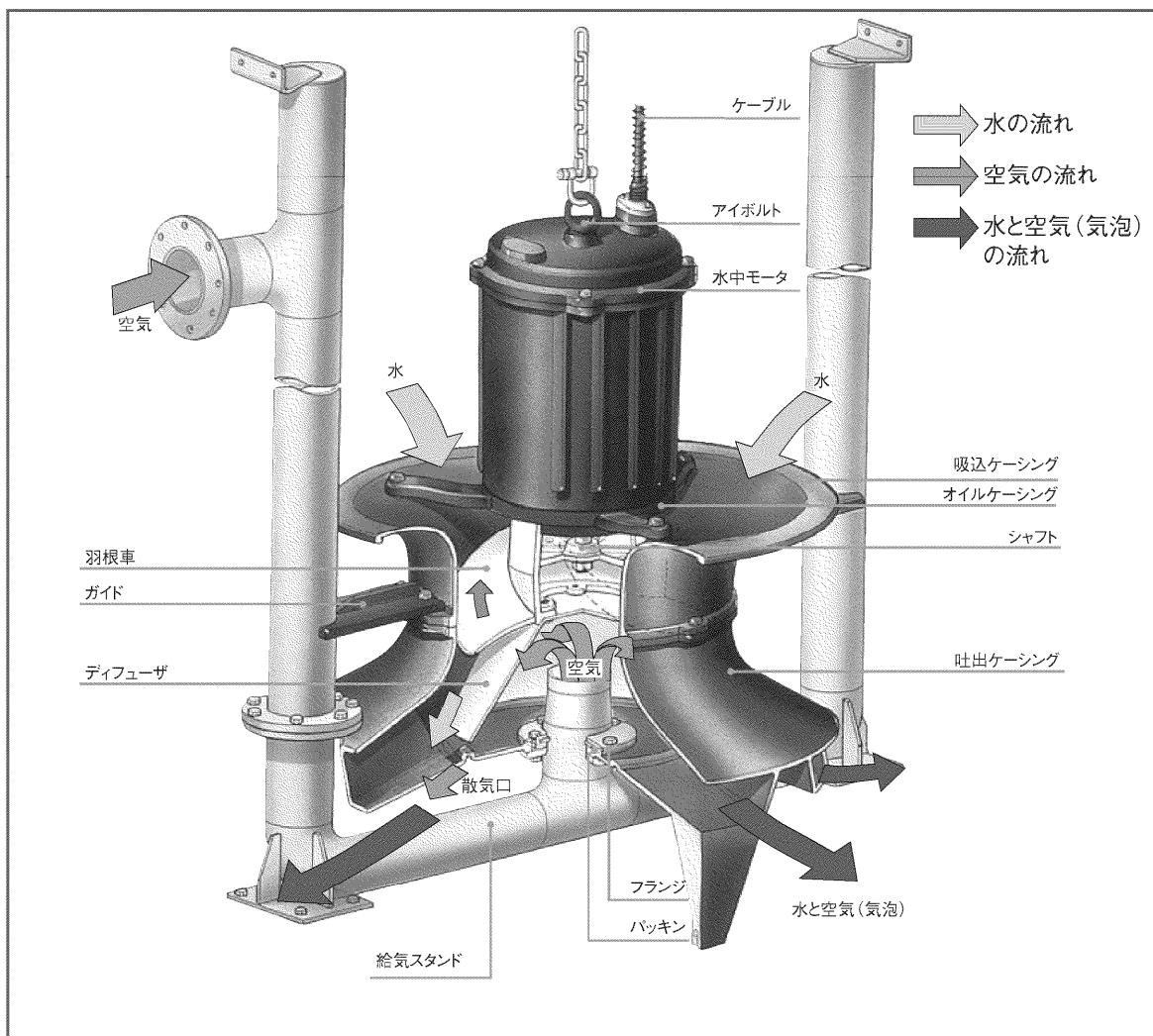


図 3. 14. 1 ばっ気攪拌装置の構造及びばっ気・攪拌状態

3.14.2 省エネ技術の適用方法

本運転手法は、ばっ気攪拌装置以外にも、ばっ気槽に散気装置を用いた方式にも適用できる。

【解説】

本運転手法は、ばっ気攪拌装置とばっ気槽ブロワの組み合わせ運転以外に、散気装置とばっ気槽ブロワを組み合わせた運転にも適用できる。

ばっ気攪拌装置の場合は、ばっ気攪拌装置の稼働時間の短縮やインバータによるモータ動力の縮減及びばっ気槽ブロワの風量調整により適用が可能となる。また、散気装置を用いた場合は、ばっ気槽ブロワのタイマ運転によるばっ気時間調整や風量調整により適用が可能となる。

なお、JARUS 型施設で適用できる方式は、回分式活性汚泥方式、連続流入間欠ばっ気方式及びOD方式が該当する。

3.14.3 設計・運転設定における留意点

設計段階では供用開始時の低負荷を考慮した運転の選定が可能なこと、また、実運転時には、その機能を生かして、流入負荷量に見合う運転設定が容易に対応できることが必要である。

【解説】

ばっ気槽は、硝化及び脱窒を効率的に行うため、ばっ気攪拌工程、攪拌工程を時間で区切って運転している。このため、設計では、ばっ気攪拌・攪拌の両工程のそれぞれが変更可能なことが必要である。特に供用開始時の低負荷運転は適切な運転方法が難しいため、この低負荷運転に対応した運転方法が設定されることが望ましい。

また、ばっ気攪拌・攪拌工程時間を設定する自動制御機器（コントローラ等）及びばっ気攪拌装置等の取扱いについては、それぞれの取扱説明書により、容易に運転調整できることが必要である。

3.14.4 維持管理における留意点

本省エネ運転手法は、流入負荷量に併せた運転を行うものであり、現状の流入負荷の把握と水質分析値（特に $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ （ $\text{NO}_2\text{-N}$ ））の確認を継続して行う必要がある。

【解説】

ばっ気攪拌装置の運転方法でどのような運転方法が可能なのか、また、現状の運転方法がどのような方法なのかを把握する。その上で流入負荷量に見合った運転方法（ブロワの風量調整、ばっ気時間調整方法等）を選択し、実施する必要がある。

また、本省エネ運転手法では適正なばっ気量とする必要があるため、定期的に現場での簡易水質測定キット等で $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ （ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）濃度を測定（写真 3.14.2）し、その硝化・脱窒状況を確認する必要がある。本省エネ運転手法は当該施設での水質結果をばっ気攪拌装置の運転に反映さ

せることを継続することが求められる。現場での簡易水質測定キットの値を用いた具体的な本省エネ運転手法を図 3. 14. 2 に参考として示した。

ここで、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高い場合には、硝化のために必要な空気量が増加し電力量は増加するが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が低減し、 $\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ の合計濃度が 10 mg/L 以下に落ち着いた場合には、本省エネ運転手法による省エネ効果が可能となる。

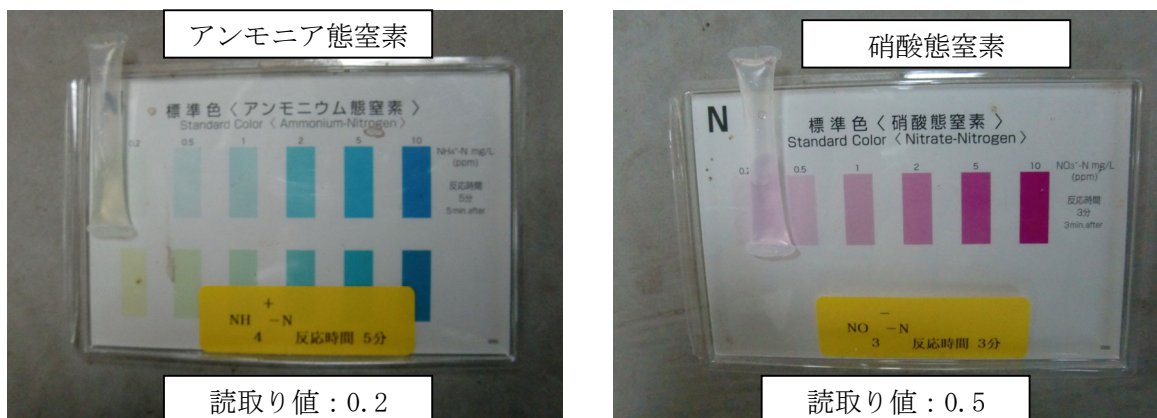


写真 3. 14. 2 簡易水質測定キットの実施状況

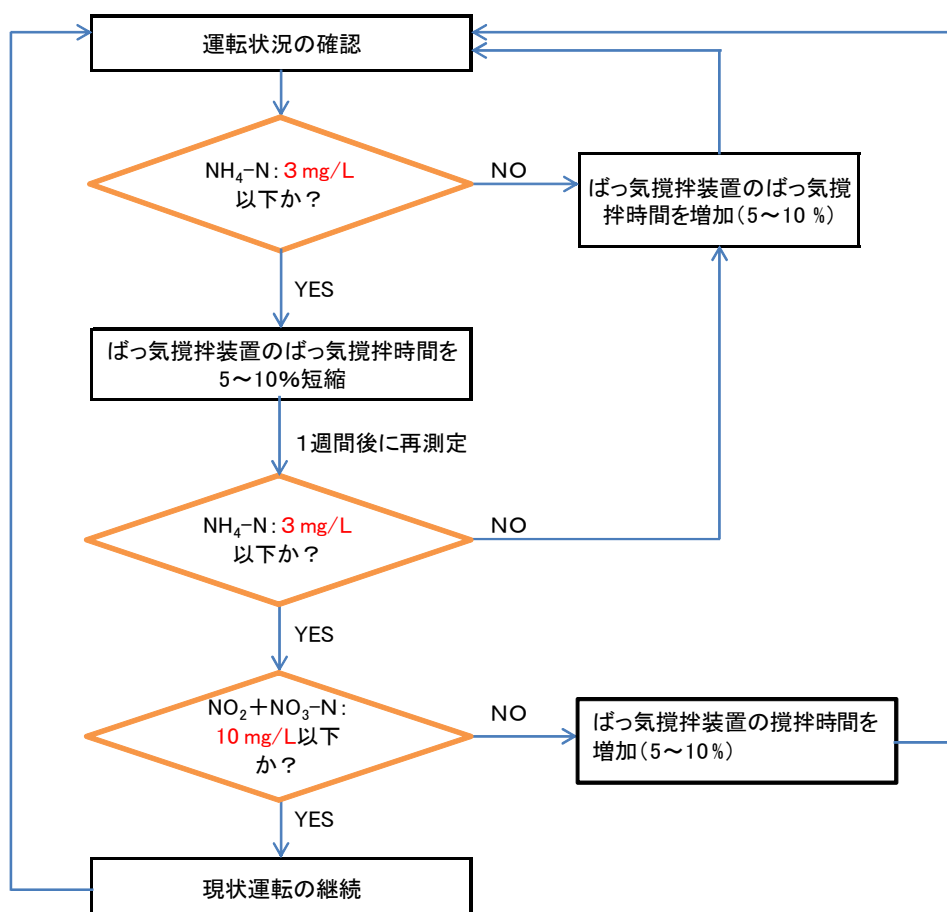


図 3. 14. 2 簡易水質測定キットによるばっ気攪拌装置のばっ気攪拌時間の変更例

【事例紹介】

3.14.5 ⑭ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整の導入の実証事例

ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量・運転時間調整の導入の実証調査は6地区で行っており、その代表的な事例として、徳島県佐那河内村宮前（みやまえ）地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

宮前地区の処理施設は、計画処理対象人口780人のJARUS－XIV型で、平成14年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表3.14.1に、処理施設の全景写真を写真3.14.3に示した。

表 3.14.1 宮前地区の施設概要

県/市町村名	徳島県/佐那河内村	
地区名	宮前地区	
処理施設名	宮前地区汚水処理場	
処理方式	JARUS－XIV型	
処理対象人口	780 人	
計画流入汚水量	211 m ³ /日	
系列数	1 系列	
計画処理水質	BOD	20 mg/L
	SS	50 mg/L



写真 3.14.3 宮前地区処理施設の全景

(2) 運転手法の導入方法

ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの風量調整を行う運転手法は、処理水質への影響が大きいことから、ばっ気槽内のアンモニア態窒素濃度等を測定しながら、処理性能に支障のない範囲で、風量調整を行うことにより省エネ化を図るものである。

具体的には維持管理業者の巡回管理時にばっ気槽内のアンモニア態窒素、硝酸態窒素や亜硝酸態窒素を測定し、ばっ気槽内での硝化・脱窒の状態を確認しながら、徐々に風量調整することとした。

ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの仕様を表 3.14.2 に、ばっ気槽ブロワ等の写真を写真 3.14.4 に示した。

表 3.14.2 ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの仕様

設置場所	ばっ気槽 第1室、第2室
ばっ気槽	設計滞留時間：27.5 時間 幅 5.5 m×長さ 5.5 m×水深 4.2 m の2槽
ばっ気攪拌装置	水中ばっ気攪拌装置 NO.1、NO.2 2.2 kW×2 台
ばっ気槽ブロワ	常用：φ 65 mm×3.7 kW 2 台 予備：φ 50 mm×2.2 kW 2 台



コントロールパネル



ばっ気槽ブロワ

写真 3.14.4 ばっ気槽のコントロールパネル及びばっ気槽ブロワの状況

ばっ気槽（ばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワ）の運転条件は表 3.14.3 に示すように変更していくこととし、ばっ気時間を5分ずつ短縮していき、最終的にはばっ気時間を20分、攪拌時間を40分とした。参考としてばっ気槽のばっ気攪拌状況を写真 3.14.5 に示した。

表 3.14.3 ばっ気槽の運転設定

種 別		ばっ気時間 (分)	攪拌時間 (分)	合 計 (分)
導入前運転		35	25	60
導入後	第一段階	30	30	60
	第二段階	25	35	60
	第三段階	20	40	60



写真 3.14.5 ばっ気槽のばっ気攪拌状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ運転手法の導入前後におけるばっ気攪拌装置及びばっ気槽ブロワの日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.14.4 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が⑤136.1 kWh/日、導入後が⑥105.5 kWh/日であり、使用電力量での両者の差は⑤－⑥＝30.6 kWh/日、年間では 11,200 kWh/年程度となり、縮減率は 22.4 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は⑪－⑫＝459 円/日、年間では 168,000 円/年程度となった。

表 3.14.4 省エネ効果の確認

ばっ気攪拌装置・ ばっ気槽ブロワ	導入前運転結果		導入後運転結果	
	ばっ気攪拌 装置	ばっ気槽 ブロワ	ばっ気攪拌 装置	ばっ気槽 ブロワ
平均使用電力量 (kWh/日)	① 37.2	② 98.9	③ 35.1	④ 70.4
平均使用電力量 計 (kWh/日)	⑤ 136.1		⑥105.5	
導入前後での使用電力量の 縮減率 (⑤－⑥)/⑤	—		22.4 %	
平均使用電力量料金 (円/日) ※	⑦ (①×単価) 558	⑧ (②×単価) 1,484	⑨ (③×単価) 527	⑩ (④×単価) 1,056
平均使用電力量料金 計 (円/日) ※	⑪ 2,042		⑫ 1,583	

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.15.1 省エネ技術の概要

【解説】

流量調整ポンプにより汚水計量槽に揚水された汚水は多めに送水され、汚水計量槽の四角堰からオーバーフローで流量調整槽に戻ることで、後段水槽への流入量の調整を行っており、流量調整ポンプの稼働時間が大きくなっているのが実状である（図 3.15.1 参照）。

流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整の導入は、流入負荷や処理状況の確認を行った上で、汚水計量槽の四角堰の堰を高くして戻り汚水量を少なくし、流量調整ポンプの稼動時間を短縮（使用電力量を縮減）するものである。



3.15.2 省エネ技術の適用方法

流量調整ポンプ及び汚水計量槽の運転時間調整の導入は、特に沈殿槽を持たない回分式活性汚泥方式には有用である。

【解説】

汚水計量槽の調整用四角堰を高くして、流量調整槽への戻り汚水量を少なくし、流量調整ポンプの稼動時間を短縮する運転手法は、流入汚水量が少ない場合には、流量調整槽を有するすべての農業集落排水施設に適用できる。

特に回分式活性汚泥方式の場合は、後段に沈殿槽を有していないため、戻り汚水量を少なくして回分槽への移送水量が多くなっても、処理性能に与える影響は少ない。

なお、流量調整槽を有していない JARUS 型式は I 型、S 型、II 型及び V 型であり、これらの型式は適用外となる。

また、JARUS 一膜分離活性汚泥方式では流量調整機能を有している脱窒槽があり、適用可能であるが、流量調整時間が他処理方式に比較して小さく、また、膜フラックスへの影響が大きいため本方式への適用には留意が必要である。

3.15.3 設計・運転設定における留意点

処理水質への影響や沈殿汚泥の流出が発生しないように、流量調整ポンプの稼動時間を適正に設定することが必要である。

【解説】

流入負荷や処理状況の確認を行った上で汚水計量槽における戻り汚水量を少なくし、後段の処理槽への汚水投入時間が短くなるように、流量調整ポンプの稼動時間を適正に設定することが必要である。

特に回分式活性汚泥方式以外の処理方式でこの運転手法を検討する場合には、流入水量負荷が小さいこと、また、沈殿槽の水面積負荷に十分な余裕があることが前提となる。単位時間当たりの処理水量が設計水量を超えないように留意することが必要である。

3.15.4 維持管理における留意点

処理施設の流入特性や現状の流量調整槽の運転方法及び流量調整ポンプの運転手法を把握した上で、後段の水槽における水位及び沈殿槽の汚泥界面等の状況を確認しながら流量調整ポンプの運転時間を調整することが必要である。

【解説】

処理施設の流入特性や現状の流量調整槽の運転方法及び流量調整ポンプの運転手法については、維持管理業者への聞き取りと現地調査を行い、処理状況を確認した上で流量調整ポンプの運転設

定を行うことが必要である。特に回分式活性汚泥方式においては、汚水の流入時間が通常の2時間以下/1サイクルとなり、サイクル間で流入負荷量が不均一となるため、全体の処理性能を確認の上で、流量調整ポンプの稼働時間の設定を行うことが必要となる。

加えて、処理性能へ影響を与えて処理水質を悪化させたり、沈殿槽汚泥の流出をまねくことがないように、後段の水槽における水位及び沈殿槽の汚泥界面等を確認しながら実施することが重要である。

【事例紹介】

3.15.5 ⑮流量調整ポンプ及び污水計量槽の運転時間調整の導入の実証事例

流量調整ポンプ及び污水計量槽の運転時間調整の導入の実証調査は4地区で行っており、その代表的な事例として、山口県宇部市花香地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

花香（はなが）地区の処理施設は、計画処理対象人口 1,540 人の JARUS－X II_G 型で、平成 13 年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.15.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.15.1 に示した。

表 3.15.1 花香地区の施設概要

県/市町村名	山口県/宇部市	
地区名	花香地区	
処理施設名	花香地区クリーンセンター	
処理方式	JARUS－X II _G 型	
処理対象人口	1,540 人	
計画流入汚水量	416 m ³ /日	
系列数	1 系列	
計画処理水質	BOD	10 mg/L
	SS	15 mg/L
	T-N	15 mg/L
	T-P	3 mg/L



写真 3.15.1 花香地区処理施設の全景

(2) 運転手法の導入方法

この省エネ運転手法は、汚水計量槽からの戻り汚水量を減量することで、流量調整ポンプの稼動時間を短縮するものである。本地区では戻り汚水量を止め、流量調整ポンプで揚水した汚水を全て回分槽に流入させることとした。

流量調整ポンプの仕様を表 3. 15. 2 に、また、汚水計量槽の状況を写真 3. 15. 2 に示した。

表 3. 15. 2 流量調整ポンプ等の仕様

設置箇所名	流量調整槽
流量調整槽	設計滞留時間：7.06 時間 幅 4.8 m×長さ 8.6 m×水深 3.7 m の 1 槽
型式	水中汚水汚物ポンプ φ 80 mm×2.2 kW
台数	2 台（内 1 台は予備）



汚水計量槽



汚水計量槽の四角堰の状況

写真 3. 15. 2 汚水計量槽の設置状況

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ運転手法の導入前後における流量調整ポンプの日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.15.3 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が③20.7 kWh/日、導入後が④15.0 kWh/日であり、使用電力での両者の差は③－④＝5.7 kWh/日、年間では 2,100 kWh/年となり、縮減率は 27.5 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は⑤－⑥＝86 円/日、年間では 31,400 円/年程度の削減となった。

表 3.15.3 省エネ効果の確認

流量調整ポンプ	導入前運転結果		導入後運転結果	
平均使用電力量 (kWh/日)	①:NO.1 9.8	②:NO.2 10.9	①:NO.1 6.69	②:NO.2 8.35
平均使用電力量（2台当たり） （①＋②）(kWh/日)	③ 20.7		④ 15.0	
導入前後での使用電力量の 縮減率（③－④）/③	—		27.5 %	
平均使用電力量料金 (円/日) ※	⑤ 311		⑥ 225	

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

3.16 ⑯汚泥引抜ポンプの間欠運転の導入

3.16.1 省エネ技術の概要

汚泥引抜ポンプの間欠運転の導入は、処理水質及び運転管理に支障のない範囲で、汚泥引抜ポンプの稼働時間を調整し、使用電力量を縮減する省エネ技術である。

【解説】

汚泥引抜ポンプは、原則として設計移送汚泥量に相当する汚泥をばっ気槽に返送できるとともに、余剰汚泥を汚泥処理設備（汚泥濃縮貯留槽、汚泥濃縮槽、又は汚泥受槽）に円滑に移送するためのものである。

この沈殿槽汚泥引抜ポンプの稼働時間を、処理水質及び運転管理に支障のない範囲で調整し、汚泥引抜ポンプの使用電力量を縮減する省エネ技術である。（写真 3.16.1 参照）



タイマ

写真 3.16.1 汚泥引抜ポンプ及び稼働時間の制御機器

3.16.2 省エネ技術の適用方法

沈殿槽に汚泥引抜ポンプが設置されている全型式に適用できる。

【解説】

生物反応槽から沈殿槽へ移流する微生物を含む固液混合液は、沈殿槽で固形物（微生物）が沈殿し、上澄水は、処理水として次の処理工程へ流出する。

沈殿槽へ移流する固液混合液は、水塊として上澄水より比重が大きくセンターウェル下方へ密度流として拡散し、沈殿槽下部の沈降汚泥領域で濃縮され、汚泥引抜ポンプで生物反応槽へ送られる。汚泥濃縮現象が生じると、流入汚水量に相当する汚泥粒子間の間隙水が上方へ排出され、この間隙水に同伴した微小フロックは、汚泥沈降領域で沈降し、下部の沈降汚泥と合一する。（図 3.16.1 参照）

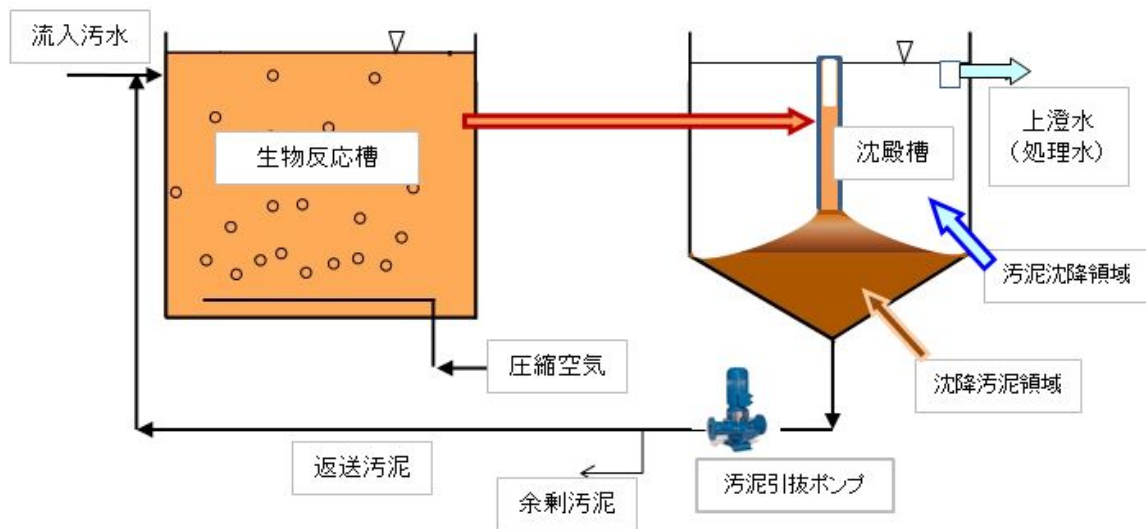


図 3.16.1 汚泥引抜ポンプの運転工程

生物反応槽固液混合液（MLSS）の汚泥沈降性が良好であれば、汚泥沈降領域で速やかに固液分離・汚泥濃縮が行われるので、沈降汚泥領域に占める汚泥容量は少ない。

JARUS 型の沈殿槽容量は、計画汚水量に対して 3 時間分以上の容量があり、供用率が少ない（流入汚水量が少ない）、汚泥沈降性が良好な場合には、汚泥沈降領域にかなりの余裕が生じるので、汚泥引抜ポンプを多少止めても沈殿槽下部で、ある程度汚泥貯留が可能となる。

また、返送汚泥を止めると生物反応槽から沈殿槽への移流量も減り、生物反応槽からの活性汚泥も減るため、生物処理機能に重大な影響を及ぼさない。

このことに着目して省エネを目的とした汚泥引抜ポンプの間欠運転を行っている。

3.16.3 設計・運転設定における留意点

- （1）汚泥引抜ポンプをタイマ等で間欠運転する場合には、24 時間サイクルタイマで汚泥引抜ポンプと余剰汚泥引抜電動弁の動作を制御する。
- （2）余剰汚泥引抜には汚泥引抜ポンプが稼働している必要がある。
- （3）既設施設で、汚泥引抜ポンプ動力系に単純にタイマを差し込む場合には、余剰汚泥引抜弁開閉時刻のセットに留意が必要である。

【解説】

初期の施設運転開始時や処理対象人員の減少等で供用率が低くなった施設では、施設設計能力に余裕があり、実際の処理量当たりの消費エネルギーが過大となる。汚泥引抜ポンプの場合には吐出弁を運転操作することで、ある程度の省エネを図ることができるが、汚泥であるため、閉塞を考慮すると弁絞りの程度には限界があり、施設処理能力に余裕がある場合には、間欠運転とすることが有効である。

- (1) 余剰汚泥引拔を自動で行う場合は、通常、1日に4回以下、1回分当たり10分以下であり、汚泥引拔ポンプ稼働時間を1回分当たり15分以上とすると、汚泥返送と余剰汚泥引拔は支障なく自動制御することができる。
- (2) 余剰汚泥引拔時に汚泥引拔ポンプ稼働条件を入れた制御の例を図3.16.2に示す。

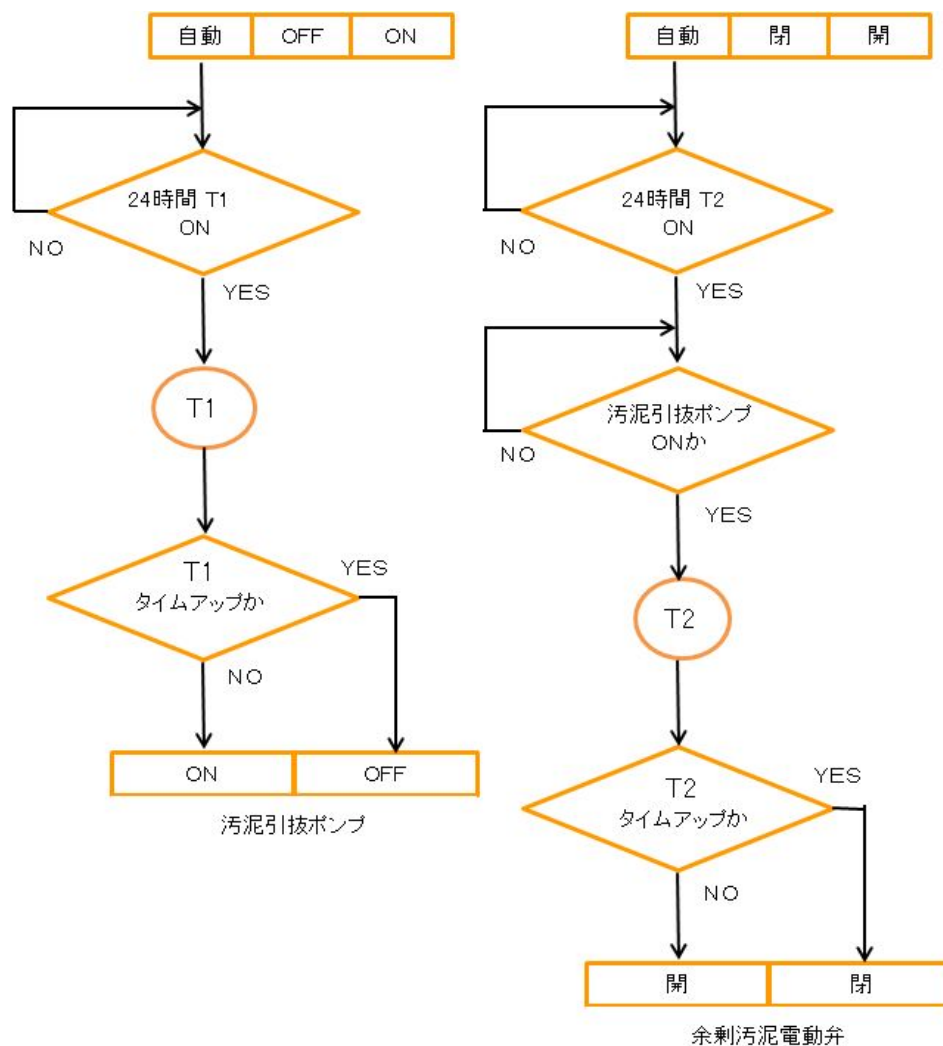


図 3.16.2 汚泥引抜ポンプ稼働条件の制御例



写真 3.16.2 24 時間タイマ

- (3) 既設汚泥引抜ポンプ動力系に 24 時間タイマを取り付け、24 時間タイマだけで ON/OFF 制御をすると、余剰汚泥電動弁開閉制御と関連付けできないので、それぞれの時刻設定に留意する必要がある。

3.16.4 維持管理における留意点

- (1) 沈殿槽越流水の透視度が良好であることを確認する。
- (2) 沈殿槽汚泥界面を測定し、沈積汚泥が過剰に蓄積されていないことを確認する。
- (3) 生物反応槽内微生物濃度 (MLSS 濃度) が所定の値を維持していることを確認する。
- (4) 生物反応槽内溶存酸素 (DO) 濃度を測定し、汚泥返送を間欠に行っても槽内 DO 濃度変動が許容される範囲内にあることを確認する。

【解説】

沈殿槽からの汚泥返送は、沈殿槽で固液分離した汚泥（微生物）を連続して生物反応槽へ返送して生物反応槽の微生物量を一定に保つ役割を果たしている。

汚泥返送を停止している間は、生物反応槽へ流入する水量分が処理に必要な微生物を含んで沈殿槽へ流入し、微生物は沈積汚泥として沈殿槽下部に滞留する。この沈積汚泥を生物反応槽へ返送しないと生物反応槽内の微生物は反応槽への流入汚水分だけ洗い流され微生物量 (MLSS 濃度) は、減少し生物処理機能に支障を来す。

一方、沈殿槽下部に著しく沈積汚泥が堆積すると沈殿槽移流水によって、汚泥界面が乱れ沈積汚泥の巻き上げが生じ沈殿槽からの汚泥（微生物）流出となる。汚泥（微生物）の過大な流出は、放流水質の悪化だけでなく、水処理機能の回復に多大な時間を要することになる。

したがって、汚泥引抜ポンプを間欠運転する場合には、下記の状況を随時確認する。

- ① 沈殿槽越流水中に生物フロックの過剰な流出が見られないことを確認する。
- ② 沈殿槽沈積汚泥界面がセンターウェル下端より下にあることを確認する。
- ③ 生物反応槽内微生物濃度 (MLSS 濃度) が維持されていることを確認する。
- ④ 生物反応槽内溶存酸素 (DO) 濃度の変動を確認する。

生物反応槽ばっ気中：汚泥返送開始直後に一旦減少する DO が速やかに上昇すること、
生物反応槽ばっ気停止中：ばっ気開始後に DO が徐々に上昇すること、
を確認する。

【事例紹介】

3.16.5 ⑯汚泥引抜ポンプの間欠運転の導入の実証事例

汚泥引抜ポンプの間欠運転の導入の実証調査は2地区で行っており、その代表的な事例として、埼玉県美里町駒衣地区の実証事例を紹介する。

(1) 実証地区の概要

駒衣（こまぎぬ）地区の処理施設は、計画処理対象人口 2,950 人の JARUS－XIV型で、平成 16 年度から供用開始した施設である。

本地区の施設概要を表 3.16.1 に、処理施設の全景写真を写真 3.16.2 に示した。

表 3.16.1 駒衣地区の施設概要

県/市町村名	埼玉県/美里町
地区名	駒衣地区
処理施設名	こまきべだいクリーンセンター
処理方式	JARUS－XIV型
処理対象人口	2,950 人
計画流入汚水量	797 m ³ /日
系列数	1 系列
計画処理水質	BOD 20 mg/L SS 50 mg/L



写真 3.16.2 駒衣地区の処理施設の全景

(2) 運転手法の導入方法

沈殿槽の汚泥引抜ポンプは、ばっ気槽内で生物処理を受けた汚水と微生物の混合液を、沈殿槽で処理水と活性汚泥とに固液分離し、分離した活性汚泥をばっ気槽へ返送する役割を担う。連続した生物学的な水処理システムの重要な単位操作を構成している。

通常の水処理では沈殿槽からの活性汚泥の返送は、連続して行われるが、当該施設の供用率が40 %以下と低いこと、またばっ気槽滞留時間が約88時間（実容量944 m³）、沈殿槽滞留時間が約23時間（実容量254 m³）、水面積負荷が約4 m³/日（実水面積63.6 m²）と生物処理工程・固液分離工程ともに十分な大きさを持つことから、沈殿槽からの汚泥返送を間欠で行っても水処理機能上は、何ら問題とならない。

ただし、供用率が上がって、汚泥返送量が設計値に近い値で汚泥返送を間欠で行うと、一時的に沈殿槽内の流速が上昇することになり、汚泥沈降阻害により汚泥流出のおそれがあるので注意が必要である。

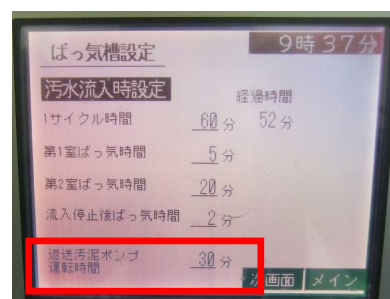
本地区の間欠運転の設定は、24時間連続運転のエネルギー消費の約1/2を目安にし、従来から「0.5時間運転、0.5時間停止」間欠運転を実施しているが、処理機能上の支障は見られていない。

本事業で、高効率汚泥引抜ポンプを導入し、同じ間欠運転を実施しているが、従来と同じ処理機能が得られ、高効率ポンプ導入によって、更に起動動力を小さくした省エネ効果が得られている。

汚泥引抜ポンプの仕様を表3.16.2に、汚泥引抜ポンプの写真を写真3.16.2に示した。

表 3. 16. 2 汚泥引抜ポンプの仕様

設置箇所名	沈殿槽
型 式	縦型槽外式汚水汚物ポンプ (φ80×65 mm)
台数	3 台
出力	1.5 kW



操作パネル

写真 3. 16. 3 汚泥引抜ポンプ及び運転時間の設定状況
(縦型槽外式汚水汚物ポンプ)

(3) 使用電力量及び省エネ効果

省エネ機器の導入前後における汚泥引抜ポンプの日当たり使用電力量と電力量料金を表 3.16.3 に示す。

導入前後での使用電力量は、導入前が①5.31 kWh/日、導入後が②4.28 kWh/日であり、使用電力での両者の差は①－②＝1.03 kWh/日、年間では 376 kWh/年となり、縮減率は 19.4 %の省エネ効果が確認された。

また、この省エネ効果を使用電力量料金に換算すると、両者の差は③－④＝15.5 円/日、年間では 5,660 円/年程度となった。

なお、本地区は、導入前からある程度の間欠運転を実施していたため、間欠運転の効果が小さい結果となった。

表 3.16.3 省エネ効果の確認

汚泥引抜ポンプ	導入前運転結果	導入後運転結果
平均使用電力量 (kWh/日)	① 5.31	② 4.28
導入前後での使用電力量の 縮減率 (①－②) /①	—	19.4 %
平均使用電力量料金 (円/日) ※	③ 79.7	④ 64.2

※電力量料金単価を 15 円/kWh として算出

第4章 総括

4.1 総括

省エネ技術は電気料金のコスト削減に向けて積極的に実施すべき技術である。

省エネ技術の導入に当たっては、省エネ機器は費用対効果の確認、並びに、処理性能に係わる主要な機器の省エネ運転手法は処理性能への影響を確認する必要がある。

【解説】

本マニュアルは、省エネ技術ごとに以下の技術概要や各段階での留意点を取りまとめている。

- ① 省エネ技術の概要
- ② 省エネ技術の導入条件及び適用方法
- ③ 設計・施工（運転設定）における留意点
- ④ 維持管理における留意点
- ⑤ 省エネ技術導入地区の事例紹介

取りまとめた省エネ技術（16種類）は、今後とも集落排水施設にて積極的に導入し、電気料金のコスト削減を行うべき技術であり、今後とも開発や適用が進むものとみられる。このため、最新の技術情報の収集に注力し、更新整備を実施する時点で最適な技術を導入する。

なお、省エネ機器を導入する際には、導入費用に対する費用対効果や導入時期（更新整備）の見極めが必要である。

また、省エネ運転手法の省エネ効果の評価は、現状の流入負荷量、運転条件及び処理状況等により異なってくるので、留意する必要がある。加えて、処理性能に係る主要な機器（ばっ気槽ブロー、ばっ気攪拌装置等）の省エネ運転を導入する際には、処理性能への影響を確認する必要がある。