

第4章 計画・設計

第1節 導入計画

§ 22 導入計画手順

本技術の導入を計画する際の手順は、以下のとおりである。

- (1) 基本条件の設定
- (2) 施設計画の検討
- (3) 導入効果の検証

【解説】

第3章 導入検討において導入効果があると判断された場合、図 4-1 の計画手順で導入計画を実施する。

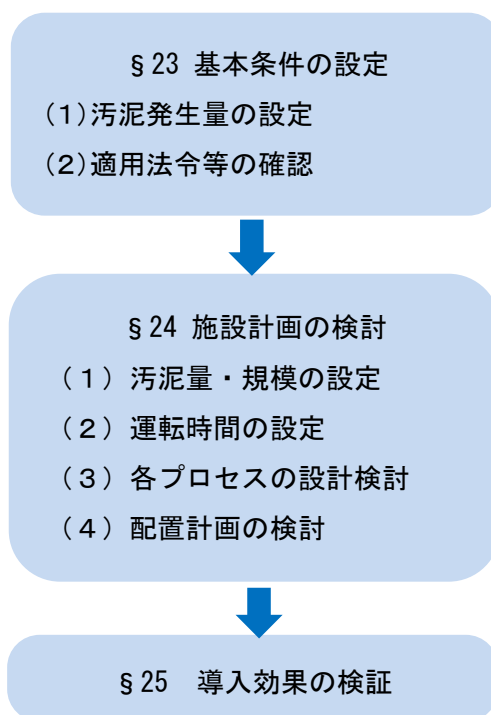


図 4-1 導入計画手順

§ 23 基本条件の設定

以下の項目に従い、基本条件を設定する。

- (1) 汚泥発生量の設定
- (2) 関連法令の確認

【解説】

(1) 汚泥発生量の設定

本技術により処理を行う汚泥量については、基本的に水処理より発生する汚泥全量とするが、施設規模等により汚泥の一部を処理する場合があるため、汚泥量および性状について把握し、設定を行う必要がある。

(2) 関連法令の確認

本技術の設置の設計、建設について以下の主な法令に則らなければならない。

①水質汚濁防止法

本技術は、嫌気性消化を中心とする技術であるため、従来処理として嫌気性消化工程を有していない処理場においては、返流水負荷の増加が見込まれる。

一般的にはほぼ問題無いと考えられるが、水処理の予測としてシミュレーション計算等を行った結果より、放流水質の悪化が見込まれる場合、水質汚濁防止法の遵守が可能となるよう水処理方法を検討する必要がある場合もある。

②電気事業法

本技術には、消化ガス発電を含むため、発電事業者として電気事業法に従った手続きを行う必要がある。

③消防法

本技術は発電機と灯油ボイラー、消化ガスボイラーを含むため、消防法に従った手続きを行う必要がある。

④建築基準法

本技術を用いた施設を導入するにあたって増設した建築物に関しては建築基準法に従った手続きを行う必要がある。

⑤ガス事業法

本技術の施設は消化ガスを製造、使用するため、ガス事業法に従った手続きを行う必要がある。

なお、掲載した関連法令はあくまで参考として例示したものであり、申請者の責任において法令を所管する行政機関に照会する等、遵守すべき法令及び関係手続きについては必ず確認すること。

§ 24 施設計画の検討

本技術の施設計画にあたり、以下の項目について検討を行う。

- (1) 汚泥量・規模の設定
- (2) 運転時間の設定
- (3) 各プロセスの設計検討
- (4) 配置計画の検討

【解説】

(1) 汚泥量・規模の設定

濃縮機については、既存脱水機を活用するため、基本的には嫌気性消化槽へ投入する汚泥量から規模を設定する。

消化槽規模は以下の式により設定する。

$$V[\text{m}^3] = \text{日平均発生汚泥量}[\text{m}^3/\text{日}] \times \text{固形物濃度}[\%] / \text{消化槽投入固形物濃度} 10[\%] \\ \times \text{消化日数} 30[\text{日}]$$

ここに、 V ：消化槽容量 $[\text{m}^3]$

日平均発生汚泥量：水処理より発生する汚泥量 $[\text{m}^3/\text{日}]$

固形物濃度：水処理より発生する汚泥の固形物濃度 $[\%]$

消化日数については30日を目安とする。

(2) 運転時間の設定

既存脱水機の2段活用に伴う運転時間については、§12の適用条件に従い脱水機稼働時間および濃縮機としての稼働時間を確認し、維持管理上問題ないことを確認する。

(3) 各プロセスの設計検討

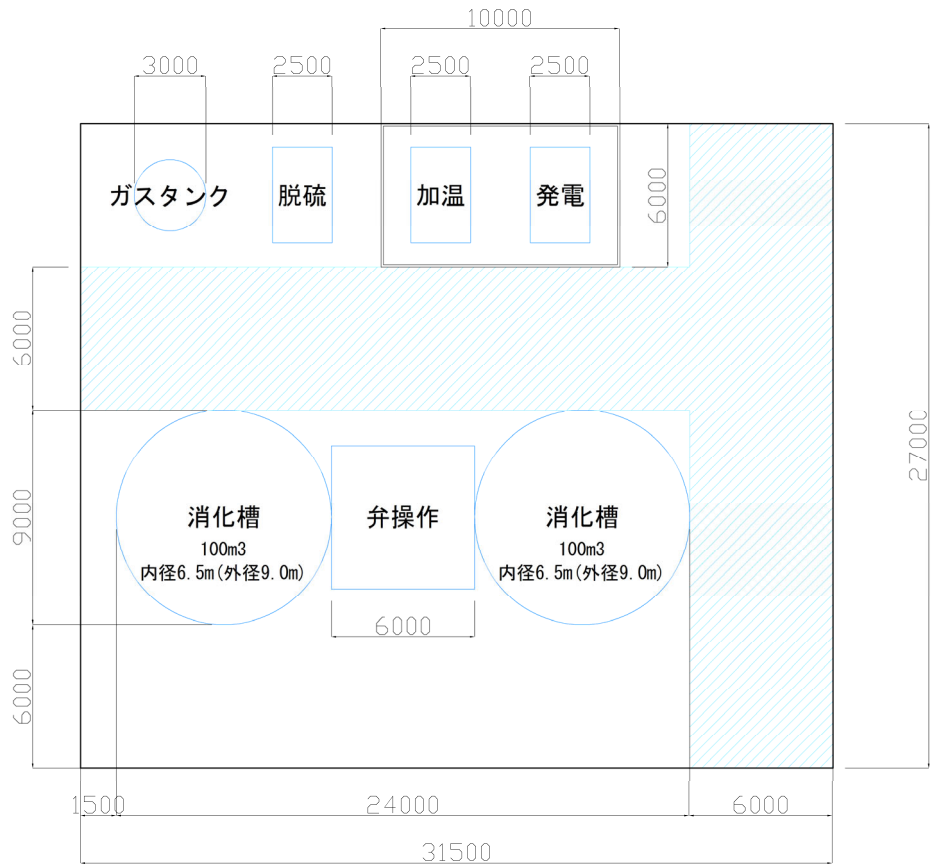
基礎調査結果と汚泥量・規模の設定に基づき、各プロセスの設備容量を計算し、設計を行う。設備設計は第2節を参照する。

(4) 配置計画の検討

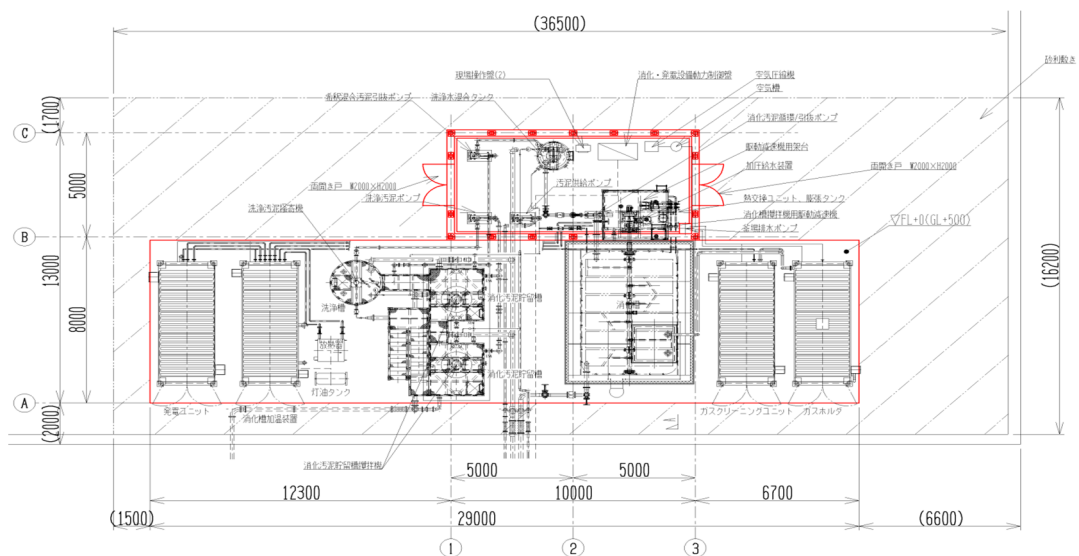
本技術では、嫌気性消化槽とガスホルダ等をコンパクト化しているため、従来方式による消化槽等の配置スペースよりは少ない面積で設置を行うことが可能である。

実証研究では、日最大処理水量4,500 $\text{m}^3/\text{日}$ 、流入水量実績2,000 $\text{m}^3/\text{日}$ の場合で必要面積が590 m^2 と従来の配置と比較して約3割削減が可能であった。

第1節 導入計画



従来技術：850.5m² (31.5m×27m)



本技術：591.3m² (36.5m×16.2m)

図 4-2 配置の検討例 (実証規模)

配置は処理場の空きスペースに配置するものとし、既存脱水機の2段活用を行うため、脱水

機棟近くに配置を行うことが望ましい。なお、各設備の具体的な配置については第2節を参照のこと。

また、他の規模に対しても同様の面積削減が得られる。なお、他の規模に（日平均流入水量10,000m³/日）対する具体的な配置検討例は資料編を参照のこと。

§ 25 導入効果の検証

施設計画の検討に基づいて導入効果について再検討を行い、§ 18 で試算した導入効果が得られるか検証する。

【解説】

§ 21 ではモデル設計に基づいた費用関数等を用いて導入効果を簡易的に試算している。ここでは、個別の下水処理場に合わせて検討した結果に基づいて総費用（年価換算値）、エネルギー消費量、温室効果ガス排出量等を評価し、導入効果を検証する。

第2節 設備設計

§ 26 設備フロー

設計を行う設備フローは、高濃度濃縮、高濃度消化、洗浄、脱水である。

【解説】

設計を行う設備フローを図 4-3 に示す。高濃度消化を行った結果、粘性が高くなるため脱水前に洗浄を行うことで脱水性の向上を図る。そのため、洗浄工程はオキシデーシオンディッチ法および標準活性汚泥法いずれの場合でも必須となる。

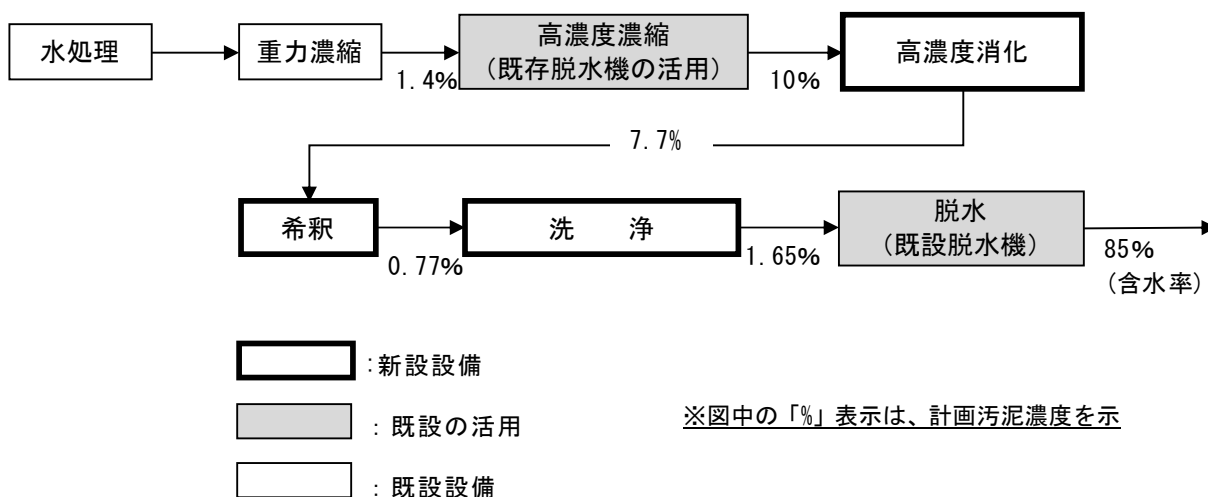


図 4-3 設計を行う設備フロー

§ 27 高濃度消化設備の設計

導入計画において設定した汚泥量等に基づき、以下について設計を行う。

- (1) 基本条件（投入汚泥濃度、汚泥量）
- (2) 高濃度消化設備

【解説】

高濃度消化設備は既存脱水機の高濃度濃縮機としての活用により高濃度に濃縮された汚泥を投入し、有機物を分解し消化ガスを発生させる設備である。本設備は主に、高濃度濃縮汚泥貯留槽、消化槽、バイオガスホルダ、消化槽加温設備、バイオガス脱硫設備により構成される。なお、各設備管の一般的な機器・配管の設計は設計指針に基づき実施する。

(1) 基本条件

消化槽設備の設計に先立ち、基本条件を設定する。主なインプット条件は以下のとおりである。

- ①消化槽投入汚泥量
- ②消化槽投入汚泥濃度
- ③周辺気象条件（気温）

周辺気象条件は消化槽加温設備設計の際の必要熱量予測に必要となる。

なお、本技術導入の際に、回分試験等を行った上で導入を検討する場合は、§ 18（4）に示すとおり、回分試験結果と実機適用時では消化率・消化ガス発生量原単位が異なる点に留意が必要である。

(2) 高濃度消化設備

本設備は消化槽、消化槽攪拌装置、消化槽加温装置からなる設備を指し、汚泥の性状に合わせてシステムを構築する必要がある。消化槽の寸法は流体解析から、槽の奥行と幅の比（L/D）が表 4-1 のように 2.0～4.0 の範囲に収まるようにする。消化槽寸法に合わせて消化槽攪拌装置を標準化することで、設計や工事工数の削減が図る。消化槽加温装置は周辺気象条件に合わせて検討する必要がある。

表 4-1 高濃度消化槽の基本仕様

横D (m)	水深D (m)	長さL (m)	水槽容量 V0(m ³)	釜場 V1(m ³)	面取部 (C500mm) V2(m ³)	計算容量 V=V0+V1+V2 (m ³)	呼称容量 (m ³)	L/D	バドル枚数						バドル 総数	
									共通	中間1	中間2	中間3	中間4	中間5		
4	4	8	128	3.2	4	127.2	125	2	1	3	4					8
4	4	9.8	156.8	3.2	4.9	155.1	150	2.45	1	3	3	3				10
4	4	13.4	214.4	3.2	6.7	210.9	200	3.35	1	3	3	3	4			14
5	5	10.7	267.5	4	5.35	266.15	250	2.14	1	3	4	3				11
5	5	12.5	312.5	4	6.25	310.25	300	2.5	1	4	4	4				13
5	5	14.3	357.5	4	7.15	354.35	350	2.86	1	3	3	4	4			15
5	5	17	425	4	8.5	420.5	400	3.4	1	4	4	3	3	3		18
5	5	18.8	470	4	9.4	464.6	450	3.76	1	4	4	4	4	3		20

§ 28 バイオガス発電設備の設計

バイオガス発電設備は以下の設備で構成される。なお、発電量は消化ガス貯蔵量に追従する形とする。

- (1) バイオガス前処理設備
- (2) バイオガス発電設備

【解説】

(1) バイオガス前処理設備

バイオガス前処理設備では、消化槽から発生したガスの貯留、特定成分（シロキサンおよび硫化水素、水分）を除去するための設備である。ガス成分の基準値の例（大原鉄工所製消化ガス発電機の場合）を表 4-2 に示す。発生するガス性状が前処理設備で基準値を満たすように機器の検討を行う必要がある。構成機器をユニット化することにより、工事工数の削減を図る。

表 4-2 ガス成分の基準値の例

項目	基準値
メタン濃度 [%]	55～65
硫化水素 [ppm]	10 以下
シロキサン [ppm]	0.02 以下

※発電機の種類によっては基準値が異なる。

(2) バイオガス発電設備

発電設備は発電機及び周辺機器から構成されている。その中でも大部分を占める発電機の大まかな設計の流れは以下のとおりである。

- 1 ガス発生量の試算
- 2 発電最大出力の算出
- 3 発電機の機種選定及び台数の決定
- 4 売電、熱回収などの要否の確認

発電機の発電量は発生するガス量、ガス濃度に大きく依存するため、ガス発生量の試算は非常に重要である。また機械の特性上、運転停止を繰り返すよりも出力制御の方が機械的負荷が少ないため、発電機は最小限の台数にした方が効率的である。また、発電機が少ないことにより導入時の初期負担を少なくできるという利点もある。仮に売電を行う場合は発電設備の方かに系統連系装置の設置が必要になる。

§ 29 既存設備の活用検討

既存脱水機の濃縮及び脱水の2段活用に対する活用検討を行う。

【解説】

本法では、既存脱水機を濃縮機としても活用する。そのため、濃縮運転と脱水運転を簡易に切り替えられるように、既存脱水機の制御プログラムを改造することが望ましい。その他、留意点を以下に示す。

(1) 処理量

既存脱水機の処理量は、濃縮運転、脱水運転ともに、既存脱水機の標準処理量とすることを基本とするが、既存脱水機の形式によっては、濃縮運転時に処理量を増やすことができる。

本法による既存脱水機の濃縮運転での処理量設定（濃縮）は、下表を標準とする。なお、脱水運転での処理量の設定は、従来と同様の考え方とする。

表 4-3 既存脱水機の処理量設定

脱水機機種	処理量設定	備考
遠心脱水機（標準型）	標準処理量	
遠心脱水機（高効率型）	標準処理量×1.5以下	低動力型も含む
ベルトプレス脱水機	標準処理量	
スクリープレス脱水機	標準処理量	

(2) 薬注率

薬注率の設定は、下表に準じる。実証研究結果より、全量余剰汚泥を消化した場合は難脱水性汚泥となるため、無機凝集剤を併用した二液調質を基本とする。

標準法汚泥を対象とした場合は、本システムにより得られる消化汚泥の VTS 等により、下表より低い薬注率で必要とする脱水性能（脱水汚泥含水率）が得られる場合もあると考えられるが、新規導入の場合、下表を標準として設備容量を計画する。

表 4-4 薬注率の設定（オキシデーションディッチ法汚泥の消化の場合）

凝集剤	薬注率	備考
高分子凝集剤	1.2%/TS	
無機凝集剤	35%/TS	ポリ硫酸第二鉄（有効濃度 11%）

表 4-5 薬注率の設定（標準法汚泥の消化の場合）

凝集剤	薬注率	備考
高分子凝集剤	1.7%/TS	
無機凝集剤	なし	

（3）薬注設備

薬注設備は既存脱水機で採用されていた設備を転用する。ただし、消化対象汚泥が全量余剰汚泥の場合は、本法導入対象の下水処理場が目標とする脱水汚泥含水率を得るために、無機凝集剤を併用する等の処置が必要になる。そのため、前項（（2）薬注率）に示した薬注率を参考に、従来と同様の無機凝集剤注入設備（貯留タンク＋注入ポンプ）を計画する。

（4）高濃度濃縮汚泥の移送

高濃度濃縮汚泥（濃度 10%程度）はゲル状になるため、ベルトコンベヤでは移送が難しい。そのため、高濃度濃縮汚泥の移送には、圧送ポンプかスクリーコンベヤを用いる。

（5）脱水汚泥の移送

脱水汚泥は従来の消化脱水汚泥と同様の性状を示すため、移送設備も従来と同様の設備で対応できる。そのため、配置や取り合いに問題がなければ、脱水汚泥の搬送設備は既存の設備を転用できる。

（6）消化汚泥の希釈・洗浄

高濃縮汚泥を消化すると、高濃度の消化汚泥が生成されるが、汚泥の粘性が高く、これをそのまま既存の脱水機で脱水処理することが難しい。そのため、本システムでは、脱水の前に消化汚泥を希釈・洗浄するシステムを組み合わせることを基本とする。

①希釈・洗浄システムの構成

本システムは、消化汚泥を処理水等で希釈するための希釈槽と、希釈後の汚泥を再濃縮し汚泥中の脱水阻害因子を分離する洗浄槽から構成される。希釈槽は既存設備に転用可能な設備が少ないと考えられるため、新設が基本となる。一方、洗浄槽は、従来の重力濃縮槽と同様の設備になるため、処理場内に転用可能な重力濃縮槽があれば、それを活用する。洗浄槽からの分離液は水処理へ返送する。図 4-4 に希釈・洗浄システムフローを示す。

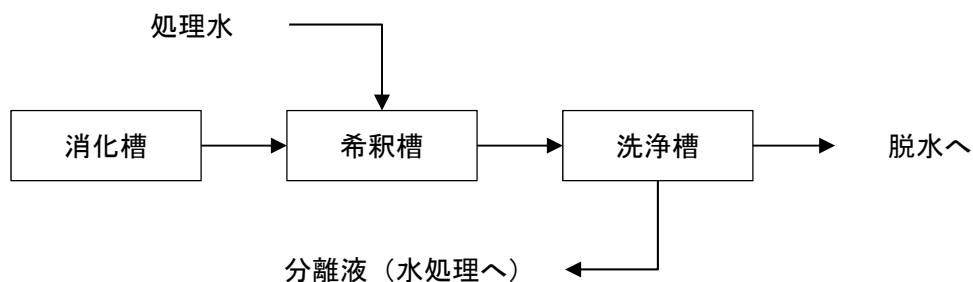


図 4-4 希釈・洗浄システムフロー

②希釈槽の形式

希釈槽は、攪拌機付きの樹脂製円筒タンクを基本とする。攪拌機はパドル式またはプロペラ式の攪拌機を標準とし、攪拌機の電動機出力は表 4-6 を参考とする。なお、仮に処理場内に、転用可能な槽（消化汚泥と希釈水を攪拌混合するための攪拌機が付属している槽）があれば、それを活用する。

表 4-6 希釈槽攪拌機の電動機出力

希釈槽容量 (m ³)	攪拌機電動機出力 (kW)
1	0.75
2	1.5
3	2.2
5	3.7

③希釈槽容量

希釈倍率を 10 倍とし、1 回あたりの消化汚泥引抜量から必要容量を設定する。

$$\text{希釈槽有効容量} = 1 \text{ 回あたりの消化汚泥引抜量} \times \text{希釈倍率 (10 倍)}$$

④洗浄槽の形式

洗浄槽は、従来の重力濃縮槽と同様の構造（円形、中央駆動式掻き寄せ機付属）とする。処理場内に転用可能な重力濃縮槽があれば、それを活用する。

⑤洗浄槽容量

洗浄槽は、従来の重力濃縮槽と同様の設計諸元を用いて設計する。

表 4-7 洗淨槽の設計諸元

項 目	諸 元
固形物負荷	60～90kg/m ² ・日
有効水深	3～4m

⑥運転方法

希釈槽と洗淨槽への負荷をなるべく均等にするため、消化汚泥の引き抜き～希釈～洗淨槽投入は、所定の消化汚泥引抜量を数～数十回のサイクルに分けて移送するように計画する。