

第3章

施設整備内容の検討

第3章 施設整備内容の検討

第1節 汚泥再生処理センターの概要

1. 汚泥再生処理センターとは

汚泥再生処理センターとは、し尿及び浄化槽汚泥以外に生ごみ等の有機性廃棄物を併せて処理し、資源化する施設である。汚泥再生処理センターが従来のし尿処理施設と大きく違うのは、次の2点である。

- (1) 処理対象物に生ごみ等の有機性廃棄物を含んでいること。
- (2) 処理工程にエネルギー回収・利用設備、資源化設備を含んでいること。

2. 汚泥再生処理センターの基本的構成

汚泥再生処理センターは、し尿処理施設に、生ごみ等の受入・前処理工程と、汚泥処理工程に資源化工程を付加したものであり、基本的には図3.1.1及び次に示すような処理工程で構成される。

(1) 受入貯留・前処理工程

し尿及び浄化槽汚泥の収集、搬入は、計画的に行われたとしても、時期により量的な変動を示すことが多く、特に浄化槽汚泥は質的な変動もかなり多い。さらに、し尿及び浄化槽汚泥には、土砂類及び繊維類等の夾雑物が多く混入している。汚泥再生処理センターにおけるし尿及び浄化槽汚泥の受入貯留工程は、以降の処理を円滑に行うため、搬入されたし尿及び浄化槽汚泥を受入れ、沈砂・破碎し、夾雑物を除去し、量的、質的変動を緩和するために貯留する工程である。

また、生ごみ等有機性廃棄物の受入、前処理工程は、生ごみ等有機性廃棄物を受入れ、破袋・破碎し、不純物を除去し、量的、質的変動を緩和するために貯留する工程である。

(2) 主処理工程

し尿等は、高濃度のBOD、SS、窒素等の汚濁物質を含んでいる。汚泥再生処理センターにおける主処理工程は、この汚濁物質を効率的かつ経済的に処理し、BOD 20mg/L以下、SS 70mg/L以下の処理水質が得られる工程である。

一般にいわれる処理方式はこの工程の処理方式であり、生物学的、物理化学的、化学的等の方式に分けられる。この工程を一次処理、二次処理に区分することもあるが、ここでは総称して主処理工程と呼ぶ。

(3) 高度処理工程

汚泥再生処理センターにおける高度処理工程は、上記処理水をさらに良好な水質まで処理する工程であり、凝集分離処理、オゾン酸化処理、ろ過処理、活性炭吸着処理のいずれか、またはその組み合わせで構成されることが多い。この工程は、汚泥再生処理センター性能指針に示された処理水質あるいは水質汚濁防止法、都道府県公害防止条例等による上乘せ基準に対応する設備として設けられる。上記主処理工程を一次処理、二次処理と呼ぶ場合、この工程を三次処理と呼ぶこともある。

(4) 資源化工程

汚泥再生処理センターにおける資源化工程は、搬入物自体あるいは水処理汚泥等を原料として、メタン発酵、熱回収等によりエネルギーを回収し利用する、あるいは堆肥化、炭化、助燃剤化、りん回収等により資源を回収する工程である。

(5) 脱臭工程

汚泥再生処理センターにおける脱臭工程は、各処理工程、設備装置等から発生する臭気を処理する工程であり、生物脱臭、薬液洗浄（酸、アルカリ）、活性炭吸着等の方式がある。

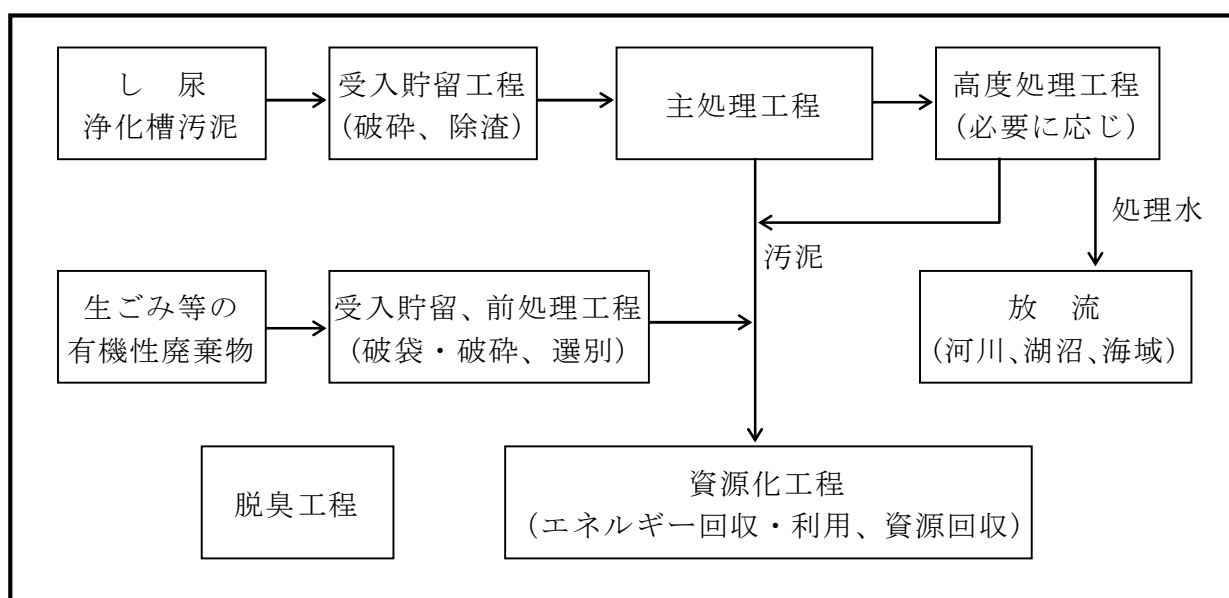


図3.1.1 汚泥再生処理センターの基本構成

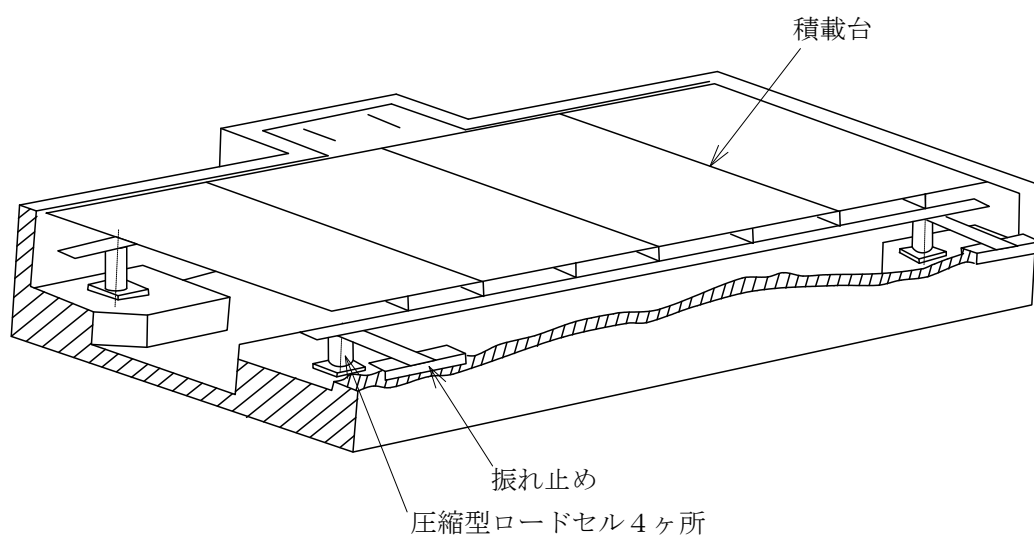
第2節 受入・貯留・前処理工程

1. 搬入車両計量装置（トラックスケール）

汚泥再生処理センターに係る水処理工程や資源化工程では、し尿、浄化槽汚泥及び有機性廃棄物の正確で定量的な投入が求められる。そのため、搬入量をより正確に把握し、計量することが不可欠となっている。従来の伝票による搬入管理では誤差が大きいため、専用の計量装置を設け計量するとともに、コンピュータに直結してデータ管理まで行うことが多くなっている。

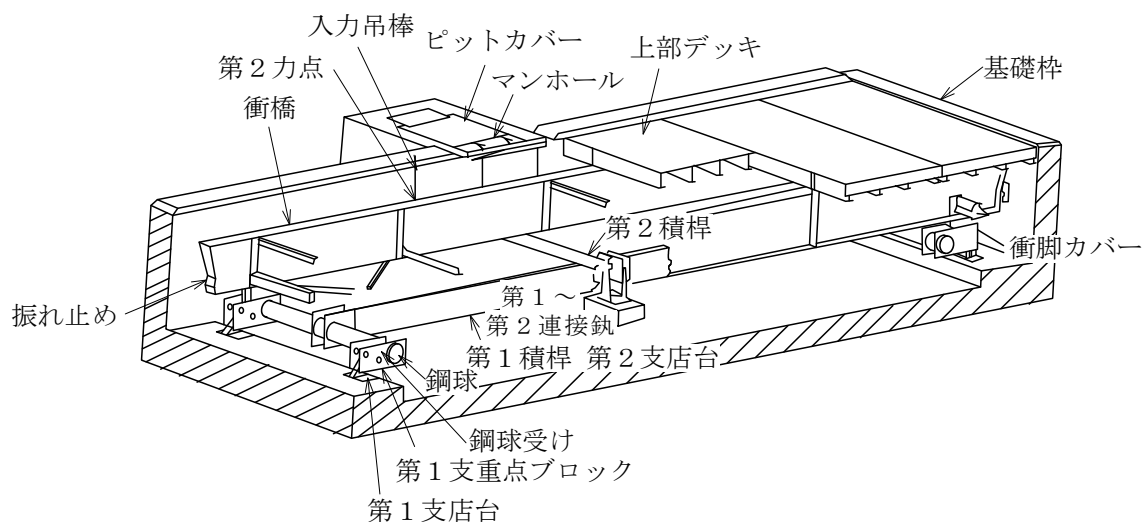
トラックスケールの一例を、図3.2.1及び図3.2.2に示す。

トラックスケールは、構内道路または受入室内に設置することが多い。



資料：し尿処理施設構造指針解説

図3.2.1 4点ロードセル式計量機



資料：し尿処理施設構造指針解説

図3.2.2 ダイアル表示式計量機

2. し尿及び浄化槽汚泥の受入・貯留工程

(1) 受入・貯留工程の流れ

受入・貯留工程では、搬入されたし尿及び浄化槽汚泥等の夾雑物を除去し、量的、質的変動を緩和することで、次の主処理工程以降への影響を少なくする。

本工程の流れは、図3.2.3に示す3つの参考例が考えられる。なお、主処理方式として浄化槽汚泥混入率の高い場合の標準脱窒素処理方式（以下「浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式」という。）を採用する際には、夾雑物を除去せずに後段の固液分離工程において汚泥とともに分離することもある。

また、学校給食センター排水処理汚泥については、生物処理が合併処理浄化槽と同様の方式であり、学校給食センター排水処理汚泥は余剰汚泥であることから、浄化槽汚泥と同等とみなし、計画している。また、受入頻度が年1回であることから、浄化槽汚泥と同様の受入方法とすることが経済的かつ効率的であると考えられる。

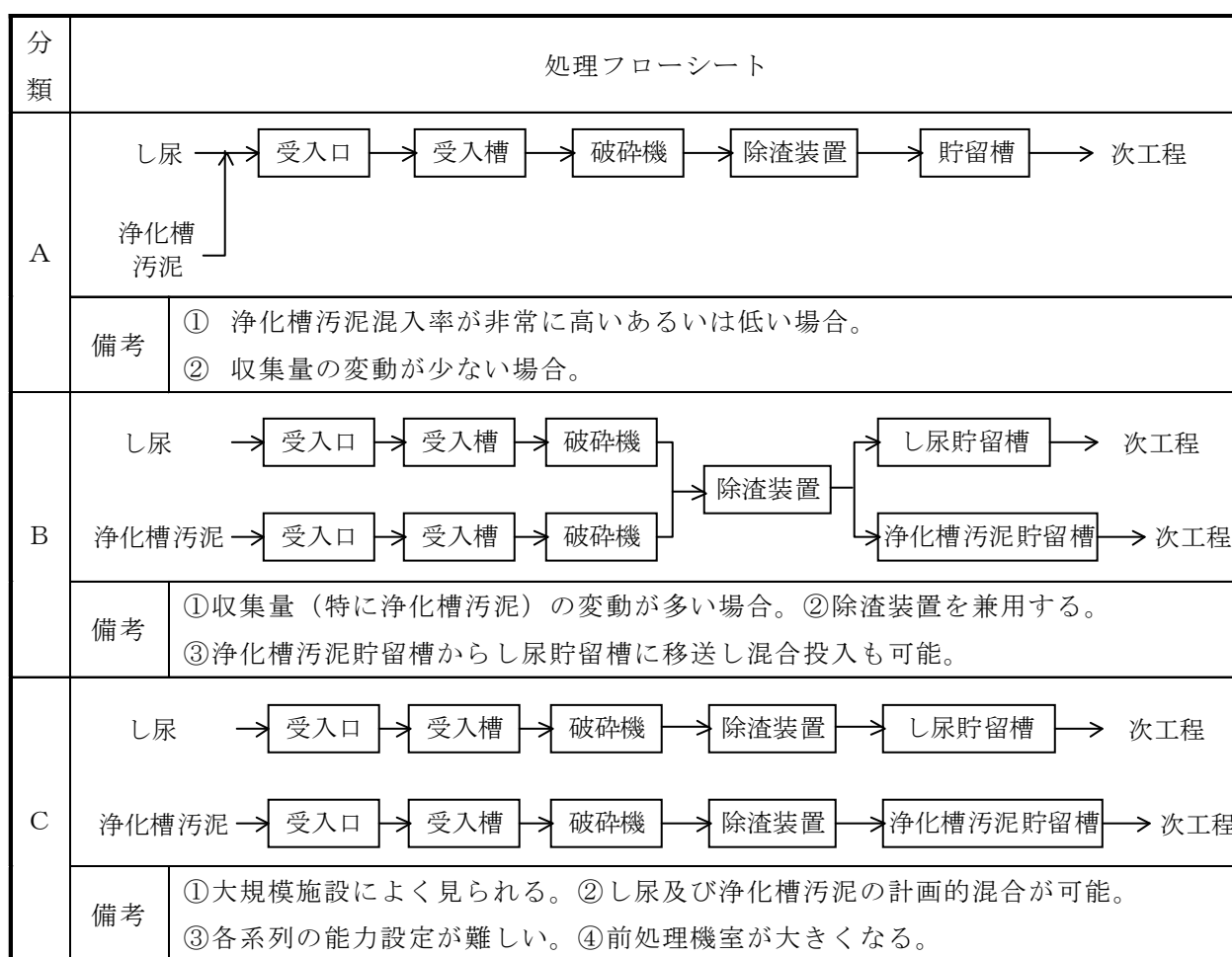


図3.2.3 し尿等の受入・貯留工程フローシート例

(2) 受入室・受入口

最近の施設では、ほとんどの設備装置が建屋内に収められている。受入室は自動ドアまたはシャッターで仕切り、臭気対策とし尿等の投入作業の遮蔽に配慮している。

受室内には搬入車床、受入口、沈砂除去装置等を設け、必要に応じて、隣接して受入監視室を設けるのが一般的である。

ア. 搬入車両の進行方式

受室内の搬入車の通行方式には、「一方通行」と「スイッチバック」がある。一方通行方式とスイッチバック方式のイメージ図を図3.2.4に示す。

一方通行とする場合、搬入車床は、施設規模、車両集中度等により異なるが、1車線または2車線とする場合が多い。車線幅は、車両幅、作業スペース等を考慮して、1車線あたり6m程度となる。長さは、同時投入可能台数により異なるが、2台直列としても車両長さや前後スペースを考慮すると、20m程度（10t車2台直列の場合）となる。臭気対策をより強化するために、受入前室または後室（あるいは前後室）を設けることもあるが、1室あたり10m程度（10t車の場合）の長さを要する。

スイッチバックとする場合、収集車の切返しスペースを要するため、搬入車床は一方通行方式と比較して広めとなる。ただし、搬入作業により車線を塞ぐことがないので、効率よく搬入を行うことが可能である。収集車両が小型（2t、4t等）であり、1日の搬入台数が多い場合等に有利である。

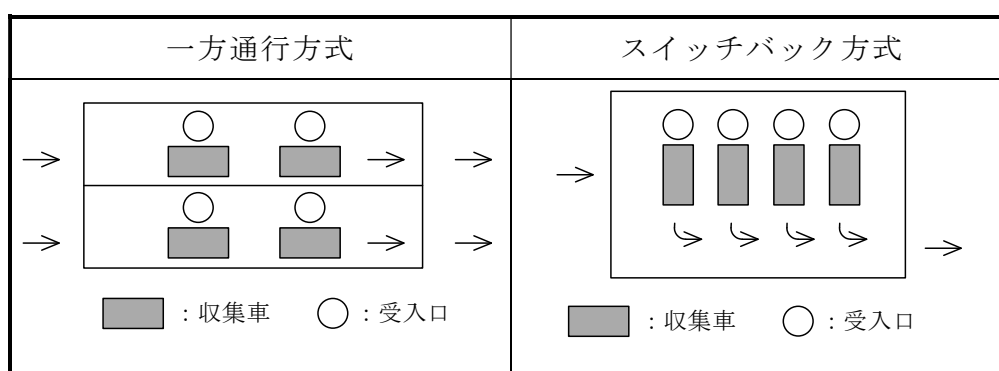


図3.2.4 一方通行方式とスイッチバック方式

イ. 受入口数の設定

受入口数は一般的に次の式により設定している。収集車両の1台あたりの投入時間例を表3.2.1に示す。

$$\text{受入口数} = \frac{7}{\text{搬入日数}} \times \frac{\text{計画処理量}}{\text{収集車容量}} \times \frac{\text{ピーク係数}}{\text{搬入時間}} \times \frac{1 \text{ 台あたりの投入時間 (分)}}{60 \text{ 分/時間}}$$

表3.2.1 収集車両のし尿投入時間

収集車両	1.8 kL	3.7 kL	5.4 kL	7.2 kL	10 kL
ホース径	65mm	65mm	75mm 100mm	100mm	100mm
ホース装着時間	20秒	20秒	20秒	20秒	20秒
し尿排出時間	120秒	180秒	240秒	240秒	300秒
ホース洗浄時間	20秒	20秒	20秒	20秒	20秒
ホース収納時間	30秒	30秒	40秒	40秒	40秒
計	190秒 約4分	250秒 約5分	320秒 約6分	320秒 約6分	380秒 約7分

資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

ウ. 受入口の型式及び材質

受入口は、各種設備の中で最も臭気が発生するため、水封式または負圧式とし、臭気が外に散逸しない密閉構造とする。材質は耐食性を考慮して、SUSとする。受入口の例を示すと、図3.2.5のとおりである。

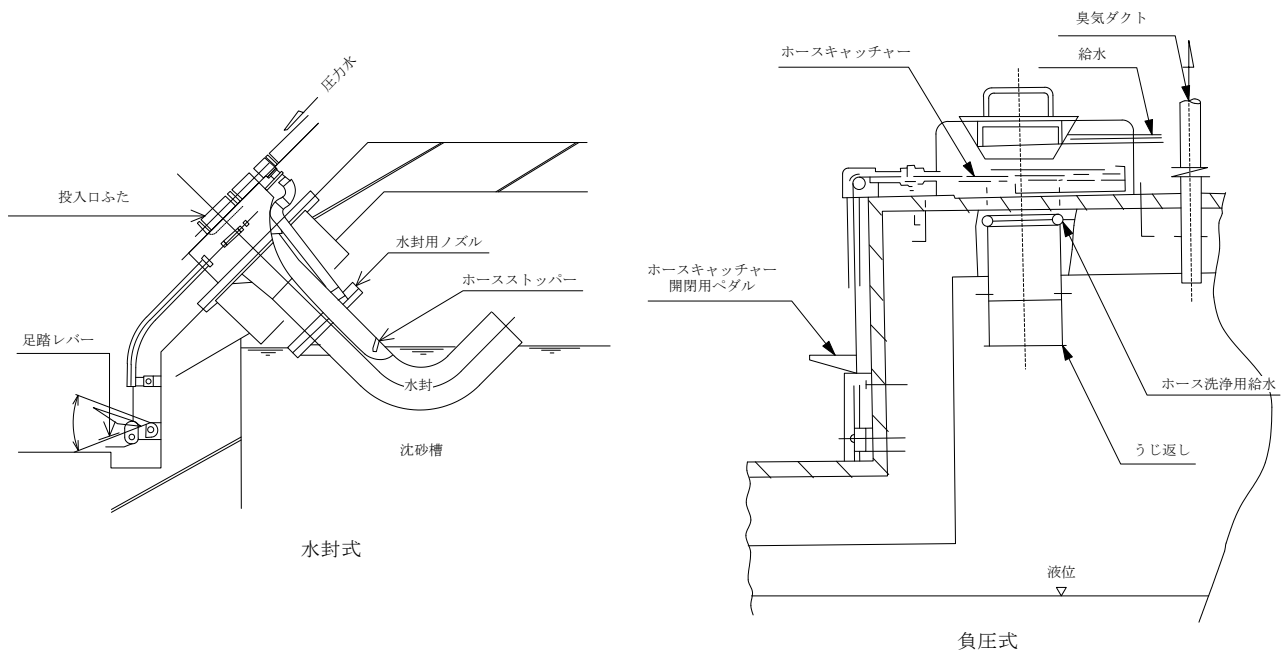


図3.2.5 受入口の一例

(3) 沈砂槽、受入槽

沈砂槽は、受入口から受入槽の間に、し尿等に含まれる土砂類を沈降分離するために設ける。し尿等には 0.3%程度の土砂類が含まれるといわれ、沈砂槽はその50%程度を除去する水槽であり、受入槽の入口部に設置する。沈砂槽の容量は沈砂除去作業の実施頻度により決定され、一般的には1週間に1回程度とする。

受入槽は、収集車からのし尿等を一時的に貯留し、以降の破砕装置、前処理装置がスムーズに稼動するためのクッションタンクである。少なくとも収集車数台分の容量が必要であるが、大きくしすぎるとスカム発生の原因となりやすい。通常は計画処理量(稼動日あたり)0.3~0.5日分の容量としている。受入槽には沈砂槽で沈殿除去できなかった砂分が流入するため、槽底面に勾配をつけて、底面に残るスカム、沈砂をピットに集積させる構造とする必要があり、定期的な清掃も不可欠である。

(4) 沈砂除去装置

ア. 沈砂除去装置の方式

沈砂槽に堆積した土砂を除去、洗浄する装置であり、槽内に直接作業員が入らなくても除去できることが必要である。

沈砂除去装置は、一般に以下の方式が用いられる。

(ア) 真空ポンプによって砂を吸い上げる方式

(イ) バキュームダンプ車によって取り出す方式

沈砂除去装置には各種の方式があるが、近年ではこれらの動作を自動化し、衛生的に人の手を介さずに沈砂を除去する方式が主流となっている。真空ポンプによる沈砂除去装置の例を図3.2.6に示す。沈砂物は沈砂槽内で固まりやすく、取り出しに手間取る場合がよくみられるため、できるだけ頻繁に行えるように自動化することが望ましい。

また、除砂設備の金物要部はSUS製とし、他の部分の材質も耐食性とすることが適当である。

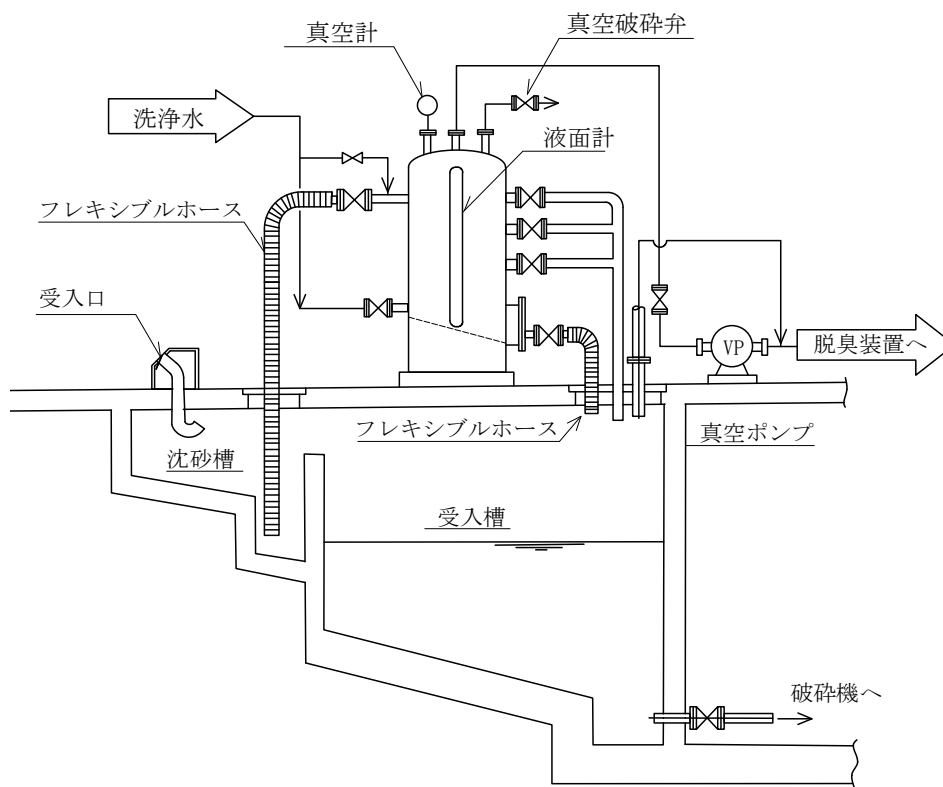


図3.2.6 真空ポンプによる沈砂除去装置の例

イ. 沈砂発生量の試算

計画・設計要領の沈砂槽容量の試算方法を基に、計画施設における沈砂発生量を試算する。

搬入し尿等に含まれる土砂類の量を搬入量の0.3%とし、沈砂除去装置でその50%を除去できるものとする。

$$\begin{aligned}
 \text{沈砂発生量} &= \text{計画処理量} \times 0.3 \% \times 50 \% \\
 &= 36 \text{ kL/日} \times 0.3 \% \times 50 \% \\
 &= 0.054 \text{ m}^3/\text{日} = 19.7 \text{ m}^3/\text{年}
 \end{aligned}$$

従って、計画施設における沈砂の発生量は、19.7m³/年と試算される。

(5) 破砕装置

搬入されるし尿等にはポリエチレン、塩ビ等のプラスチック類、下着、布、脱脂綿等の繊維類等様々なものが混入しており、これらがポンプや配管の閉塞、水槽のスカム発生等の原因となることも多い。破砕装置は、これらの異物を細かく破碎し、直後の夾雑物除去装置による除去の補助的役割を果たすとともに、受入槽内の液を循環する等して受入槽内のスカム破碎及び発生防止としても使用されている。

破砕装置は次の3型式が一般的であり、能力、揚程、配管の取り合わせ等によ

り選択する。主要部の材質は耐食性とともに耐摩耗性が求められる。横型破碎機の例を図3.2.7、縦型破碎機の例を図3.2.8に示す。

ア. 横型破碎機

イ. 縦型破碎機

ウ. 水中ポンプ型破碎機

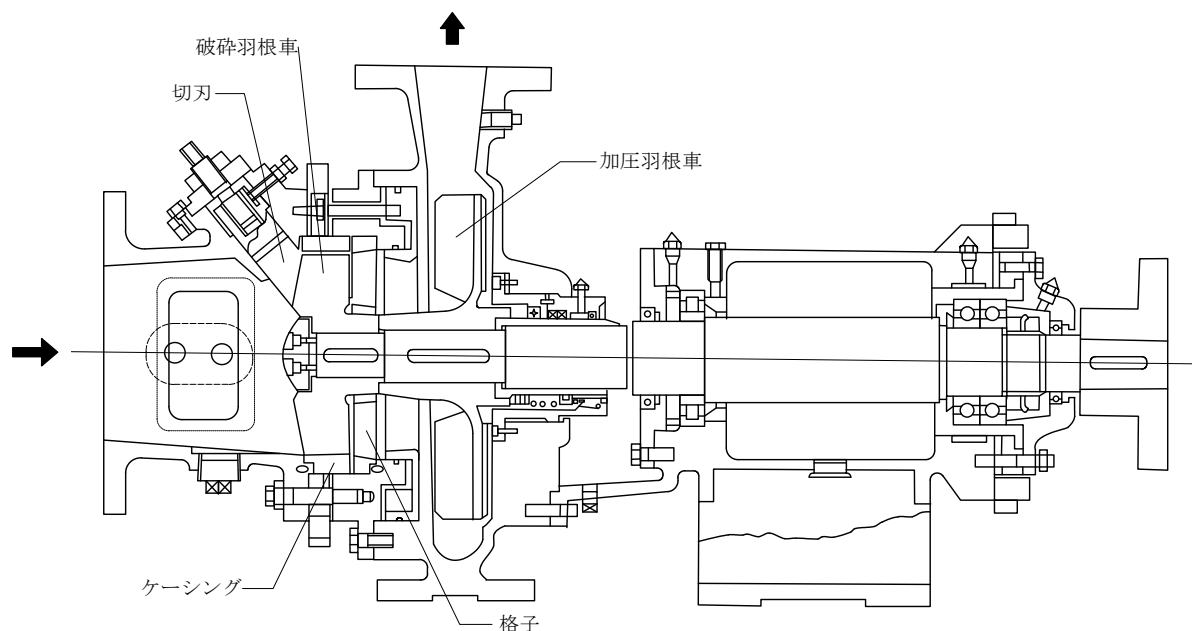


図3.2.7 横型破碎機の例

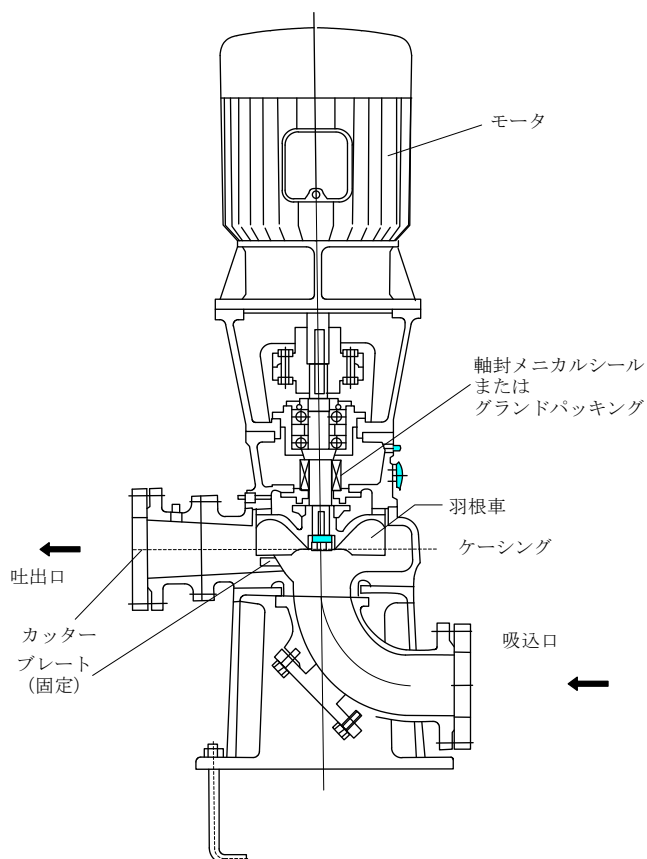


図3.2.8 縦型破碎機の例

(6) 夾雑物除去装置

夾雑物除去装置は、搬入物に含まれる夾雑物や油分を除去し、後段の処理の円滑化を図るために設置される。一般にいわゆる夾雑物除去装置とは、ドラムスクリーン等の除去装置と、スクリュープレス等の脱水装置で構成される。

夾雑物除去装置はし尿等に含まれる夾雑物（し渣）を除去するものであり、図3.2.9に示すとおりスクリーンと遠心分離機に大別される。

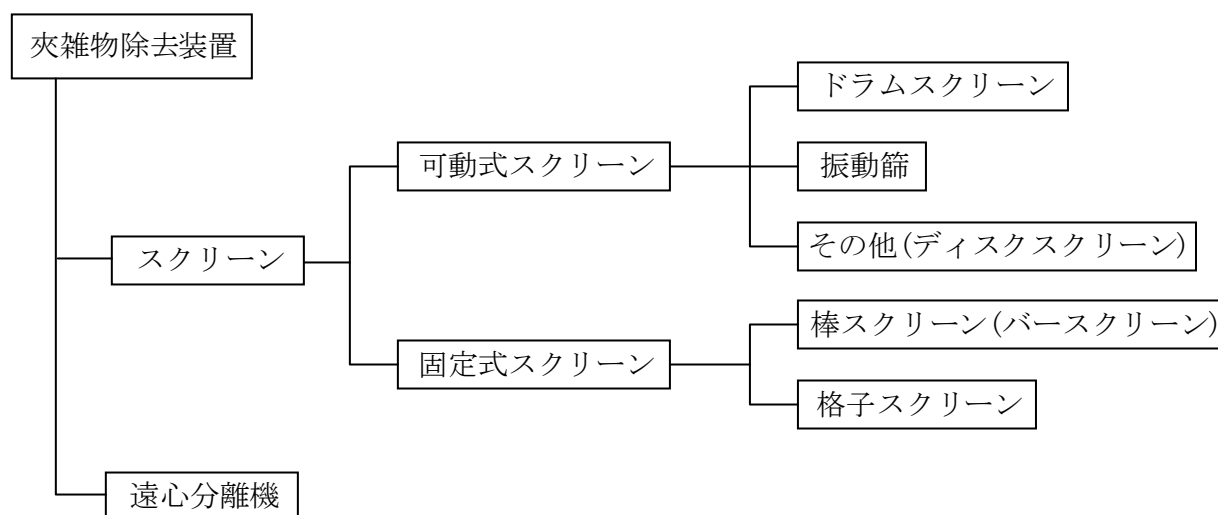


図3.2.9 夾雑物除去装置の型式分類

ア. 夾雑物除去装置の構造

本装置は臭気が漏洩しない構造となっていることが重要であり、この目的に沿った方式としてドラムスクリーン及び遠心分離機等が使用されている。

ドラムスクリーンは輪型バーの目幅により分類する。目幅4mm程度の粗目スクリーンが従来型であり、目幅1mm程度の細目スクリーンが現在の主流となっている。

細目スクリーンは粗目スクリーンに比べて、設備費はやや高価で、定量供給が原則となるが、除渣効率が高く、汚泥量の低減ならびに配管、散気管、バルブ及び計装機器検出端の閉塞防止に有効である。なお、搬入物が油分を多く含む場合は、高圧洗浄や温水洗浄、薬液（アルカリ）洗浄が必要になる。ドラムスクリーンによるし渣除去量を表3.2.2に示す。また、ドラムスクリーンの例を図3.2.10に示す。

表3.2.2 ドラムスクリーンし渣除去量

項目	目幅 4 mm	目幅 1 mm
し尿	1.3 kg-DS/m ³	2 kg-DS/m ³
浄化槽汚泥	0.7 kg-DS/m ³	1 kg-DS/m ³

資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

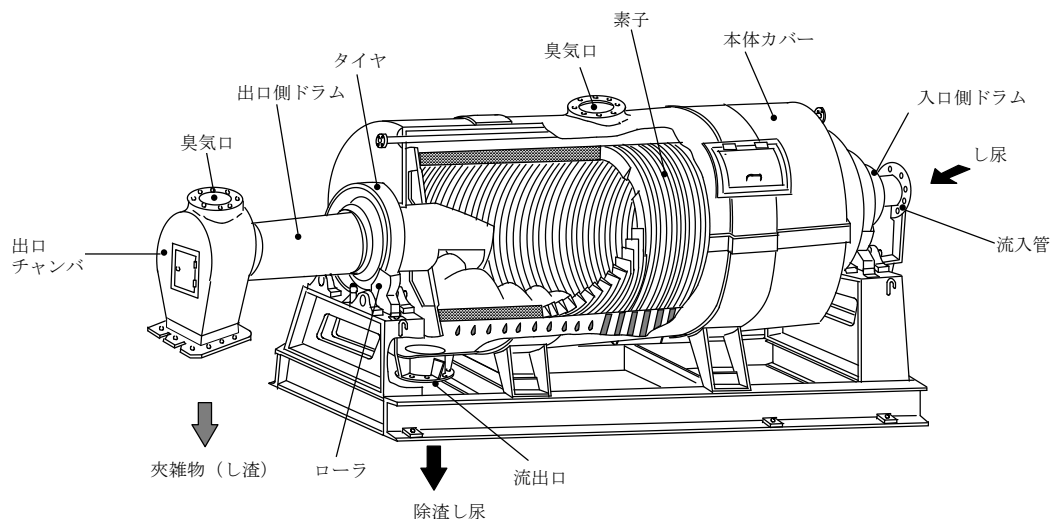


図3.2.10 ドラムスクリーンの例

遠心分離機を用いる場合、スクリーン式の場合よりもし渣の回収率がよいこと、処理水槽に移流する微細な砂の除去ができる等の利点もあるが、破碎された比重の小さいフィルム状のプラスチック類の分離は、比較的困難であること等から単独で使用する例は少なく、ドラムスクリーンの後段に設置し、粗繊維や細砂除去を行うといった場合に使用される例がみられる。また、騒音や振動が大きく、必要とする臭気捕集風量も多い等の面もあり、その対策にも十分な配慮が必要である。遠心分離機の例を図3.2.11に示す。

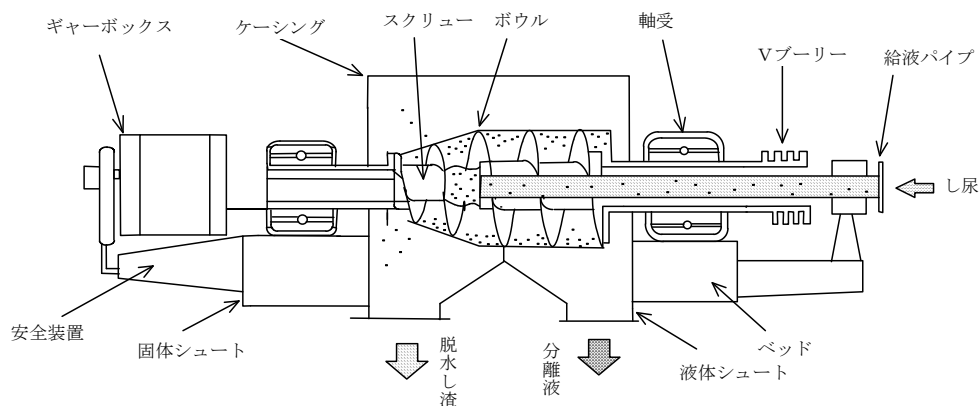


図3.2.11 遠心分離機の例

スクリーン等で除去した夾雑物は水分90%程度となる。これを水分60%程度まで脱水するのが夾雑物脱水装置であり、一般にスクリープレスが使用されている。スクリープレスの例を図3.2.12に示す。

夾雑物除去装置及び脱水装置の能力設定は、次のとおりとする。

- (ア) 装置に定量流入させるために、従来は流量調整タンクを設けていたが、臭気対策、閉塞、清掃等の問題から、最近では流量調整タンクを設けない方式とする例もみられる。
- (イ) スクリーンまたは遠心分離機の能力は、破碎装置の移送能力と同等またはそれ以上とする。
- (ウ) スクリープレスの能力は、スクリーンまたは遠心分離機の能力を水分90%に換算して設定する。

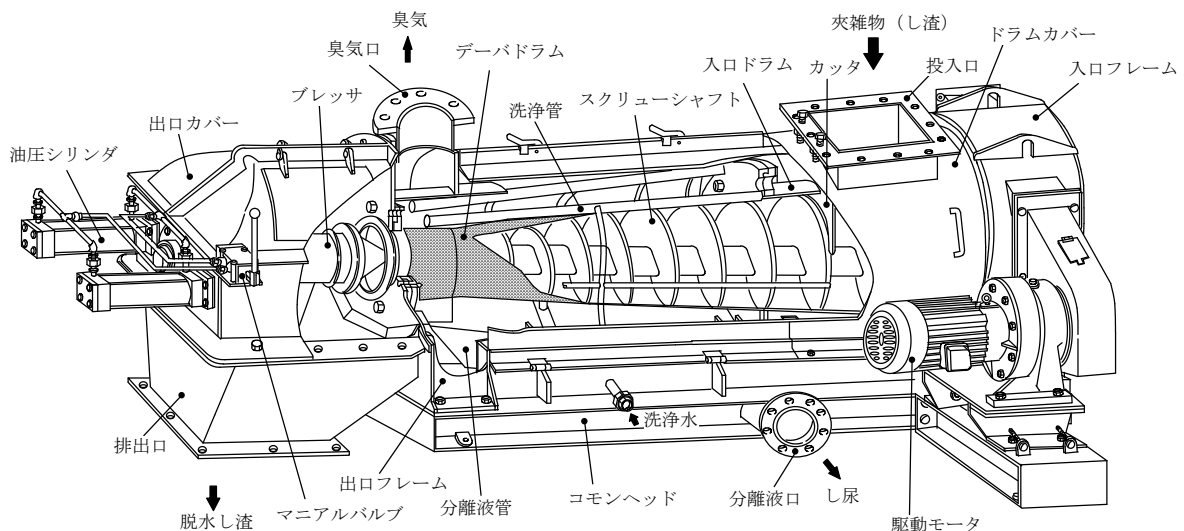


図3.2.12 スクリープレスの例

なお、主処理工程の固液分離に膜分離を採用する場合には、次の点に留意する必要がある。

- (ア) 膜分離装置の閉塞を防止するために、除渣効率の優れた装置を採用する。
- (イ) 装置は目幅1mm以下の細目スクリーン、または細目スクリーンと遠心分離機の組み合わせが適当である。
- (ウ) 細目スクリーンのみ設ける場合は、生物処理工程で成長する夾雑物をさらに除去するためのスクリーンを膜分離装置の直前に設ける。

イ. し渣発生量の試算

計画施設におけるし渣発生量を試算する。し渣を夾雑物除去装置で除去し、夾雑物脱水装置で含水率60%まで脱水する際のし渣発生量を試算する。

計画・設計要領において、目幅 1 mmの夾雑物除去装置によって除去されるし渣量は、し尿 1 kLあたりから 2 kg-DS/kL、浄化槽汚泥 1 kLあたりから 1 kg-DS/kLと示されている（表3.2.2参照）。この数値を参考に、計画施設におけるし渣発生量を試算する。

計画施設におけるし渣発生量は、表3.2.3に示すとおり、33t/年と試算される。

表3.2.3 し渣発生量の試算

排出量	し尿	4.7 kL/日
	浄化槽汚泥	26.9 kL/日
し渣発生量（乾物量）	し尿由来	9.4 kg-DS/日
	浄化槽汚泥由来	26.9 kg-DS/日
	計	36.3 kg-DS/日
含水率		60 %
し渣発生量	365日平均発生量	91 kg/日
	稼動日*あたり発生量	127 kg/日
	年間発生量	33 t/年

*稼動日は、週5日として試算

(7) 細砂除去装置

収集し尿・浄化槽汚泥等に含まれる土砂類のうち、沈砂槽・沈砂除去装置で除去されにくい細砂は夾雑物除去装置でもほとんど除去されず、後段の貯留槽等に堆積するため、定期的に清掃して除去している。

細砂除去装置は、このような細砂が後段の貯留槽等へ堆積するのを抑制し、槽の清掃頻度やポンプの摩耗を低減すること等を目的として、貯留槽の前段に設置される設備であり、沈査除去設備で除去されなかった土砂類のうち、その90%程度が細砂除去設備によって除去される。

細砂除去装置には各種の方式があるが、代表的な液体サイクロンとの組み合わせで細砂を除去する方式では、除渣し尿・浄化槽汚泥等を所定の流速以上で液体サイクロンへポンプ圧送し、サイクロンの遠心力効果で比較的比重の大きい細砂を分離・濃縮する。液体サイクロンの上部からは細砂等が除去されたし尿・浄化槽汚泥

等のみが後段の貯留槽へ流入する。分離・濃縮された細砂は、各種の方法で水切りを行い排出する。

各種細砂除去装置の構成例を図3.2.13に示す。

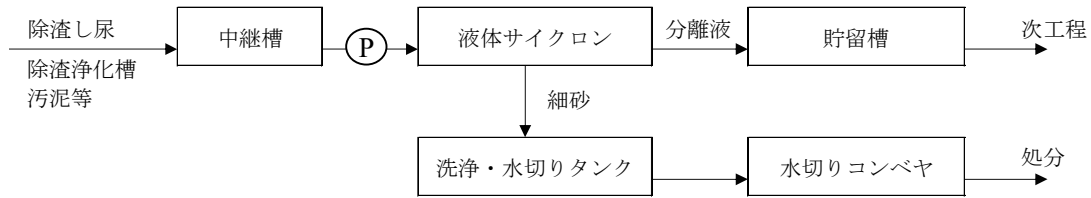


図3.2.13(1) 液体サイクロンと洗浄・水切り装置の組み合わせ

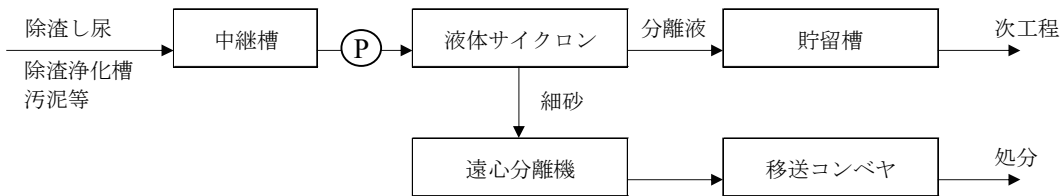


図3.2.13(2) 液体サイクロンと遠心分離機の組み合わせ

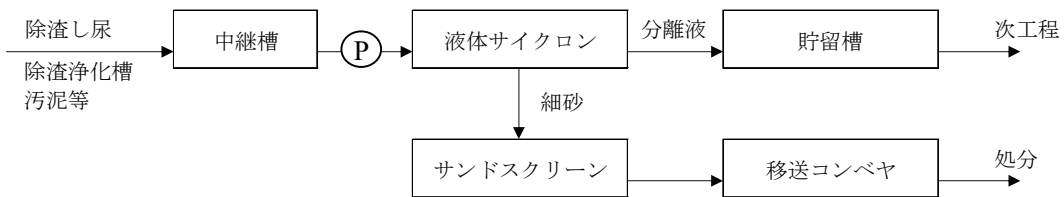


図3.2.13(3) 液体サイクロンとサンドスクリーンの組み合わせ

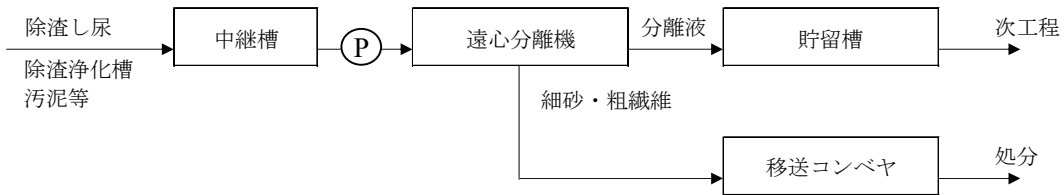


図3.2.13(4) 全量遠心分離方式

液体サイクロンで分離・濃縮した細砂には有機物が付着しているため、水洗浄・水切り後、排出した細砂を前述の沈砂と同様に場外処分する例が多い。

細砂除去装置の前段に設ける中継槽は、細砂の沈降防止のためポンプによる液循環または空気攪拌を行う。もしくは滞留時間を短く設定し、沈殿が起きにくい容量とする場合もある。

(8) 貯留槽

貯留槽は、搬入されたし尿等の量的、質的均等化のために必要なものである。

一般的に、し尿と浄化槽汚泥とは収集頻度や性状が異なるため、貯留槽の容量を決定する際には、し尿と浄化槽汚泥とを別々に貯留するように計画することが望ましいが、浄化槽汚泥の割合が高い場合等はし尿と浄化槽汚泥を混合しているケースもある。

ア. 貯留槽容量の検討

一般的に、し尿等収集量の変動する場合や搬入のない土・日曜日においても処理工程にし尿等を均等に送るため、計画処理量の3日分程度とする場合が多い。なお、搬入変動（日変動）や年末年始、連休等の搬入停止時を考慮して、第2貯留槽も設ける場合がある。

計画施設に必要な貯留槽の容量を過去3年間（令和4～6年度）の実績より検討した。検討結果は、表3.2.4のとおりであり、施設の計画処理量に対して4.6日分以上の貯留槽の容量が必要である。

以上のことから、貯留槽容量として5日分以上の容量を計画する。

表3.2.4 計画施設における必要貯留日数

年度	合 計			365日平均 搬入量 ^{※1} a (kL/日)	月最大 変動係数 b (-)	想定処理量 ^{※2} A=a×b (kL/日)	年間最大残量 ^{※3} B (kL)	必要貯留日数 B/A (日)
	し 尿 (kL/年)	浄化槽 汚泥 (kL/年)						
令和4年度	14,379	4,424	9,955	39.4	1.11	44	202	4.6
令和5年度	13,702	4,375	9,327	37.4	1.13	43	138	3.2
令和6年度	13,698	4,141	9,557	37.5	1.30	49	117	2.4

※1 令和5年度はうるう年のため、366日平均搬入量を記載

※2 想定処理量=365日平均搬入量×月最大変動係数

※3 年間最大残量は、想定処理量と搬入量を比較し、積み上げた時の年間最大量

イ. 貯留槽の構造

貯留槽の構造については、次の点を考慮する必要がある。

- (ア) 槽底に汚泥が残留しにくいものとする。
- (イ) スカムの防止装置を設けること。
- (ウ) 貯留槽内のし尿量が監視できる装置を設けること。
- (エ) 槽内点検清掃用のマンホールを2箇所以上設けること。
- (オ) 密閉構造とし、槽内を防食ライニング施工とすること。

スカム防止装置としては図3.2.14の3方式がある。最近では、このうち液循環方式が比較的多く用いられている。散気攪拌方式は、攪拌効率は良いが攪拌時の臭気発生が著しいことに留意する必要がある。

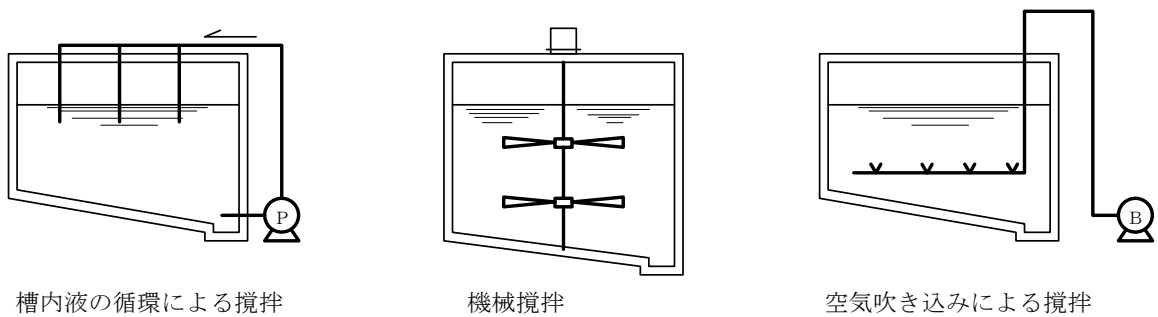


図3.2.14 貯留槽攪拌装置の例

(9) 投入ポンプ

投入ポンプは、貯留槽で量的、質的に均等化されたし尿等を主処理工程に定量移送するポンプである。

ポンプ型式の選定にあたっては、定量性を重視するほか、閉塞しにくいことも重要な要素である。一般的に、無閉塞型遠心ポンプ、一軸ネジポンプ等を採用することが多い。

第3節 主処理工程

1. 処理方式の選定にあたって

処理方式とは、一般には主処理工程（汚泥再生処理センターについては水処理の主処理工程）の処理方式を示す。

処理方式は、既存施設の運転実績等を踏まえ、技術能力、運転管理体制、財政状況等を勘案して選定する必要がある。

処理方式を選定するにあたっては、配慮すべき要件は多く、経済性、操作性、安全性、安定性等、それぞれの処理方式がどれだけ満足するものであるか各処理方式の特徴を把握し、条件に適合した方式を選定する必要がある。方式選定における諸々の要件は、表3.3.1に示すとおりである。

表3.3.1 方式選定にあたっての諸要件

1. 立地条件	(1) 建設条件	○敷地一面積（建ぺい率、容積率）、形状、 搬入道路、区域指定等 ○周辺環境—外観、緑化スペース、増改造余地等 ○スクラップ&ビルドの必要性
	(2) 取水条件	○水量—希釈倍率 ○水質—除砂、除鉄、除マンガンの必要性
	(3) 放流条件	○水質—pH、BOD、SS、大腸菌数、COD、 T-N、T-P等 ○水量、汚濁負荷量 ○放流先までの経路の確保
2. 処理条件	(1) 処理量	
	(2) し尿、浄化槽汚泥及び有機性廃棄物の性状	
	(3) 浄化槽汚泥の混入率	
	(4) 日・月変動と経年変化	
	(5) 汚泥の処理・処分方法	
3. 性能条件	(1) 安全性	○公害防止基準値への適応性 ○運転トラブルの発生と対応策 ○効率的かつ効果的な脱臭対策 ○最終処分量の減量化
	(2) 安定性	○負荷変動への対応性 ○除去率の安定性 ○処理水質の安定性 ○実績による信頼性
	(3) 操作性	○維持管理の容易性 ○運転の効率化と自動制御化 ○作業面の衛生化、安全性 ○設備の簡素化
4. 経済条件	(1) 建設費	
	(2) 運転経費	（電力費、重油・薬品費等）
	(3) 人件費	（維持管理人員）
	(4) 耐用度	（補修費、オーバーホール費等）

2. 処理方式の種類

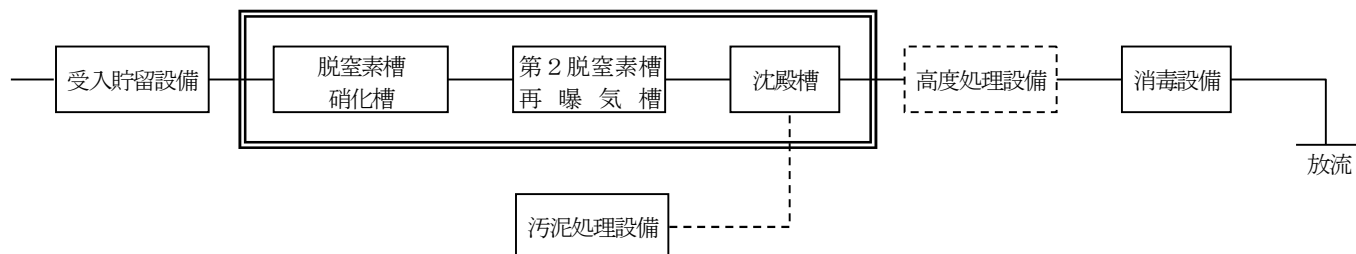
汚泥再生処理センターの水処理設備は有機物の除去に加え、窒素、リンの除去または回収機能も求められており、汚泥再生処理センターに係る技術上の基準について定めた「汚泥再生処理センター性能指針（平成12年10月6日生衛発第1517号）」に示されている処理方式は、生物学的脱窒素処理方式である。よって、汚泥再生処理センター性能指針を満足するためには、生物学的脱窒素処理方式による水処理設備を計画する必要がある。

生物学的脱窒素処理方式の分類を表3.3.2、基本となるブロックフローシートを図3.3.1に示す。

表3.3.2 処理方式の分類

生物学的脱窒素処理方式	
①	標準脱窒素処理方式
②	高負荷脱窒素処理方式
③	膜分離高負荷脱窒素処理方式
④	浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式

① 標準脱窒素処理方式



② 高負荷脱窒素処理方式

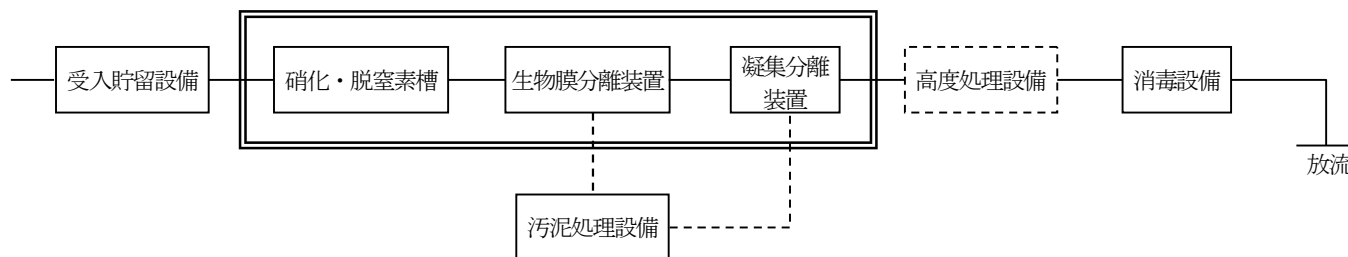
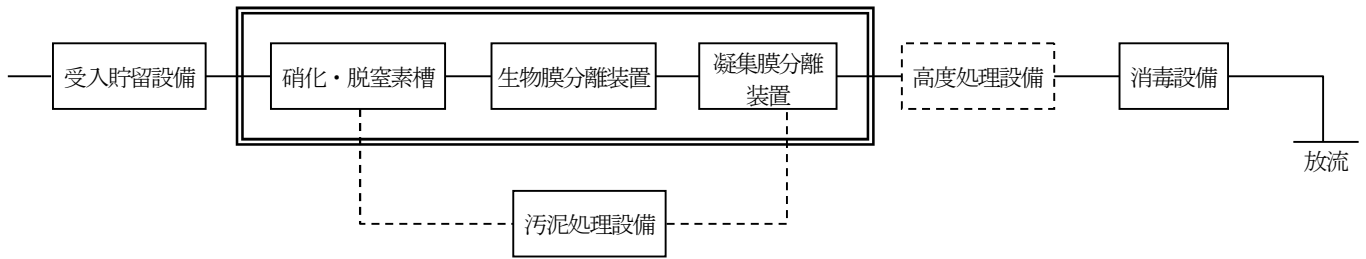


図3.3.1(1) 生物学的脱窒素処理方式のブロックフローシート

③ 膜分離高負荷脱窒素処理方式



④ 浄化槽汚泥混入比率の高い膜分離脱窒素処理方式

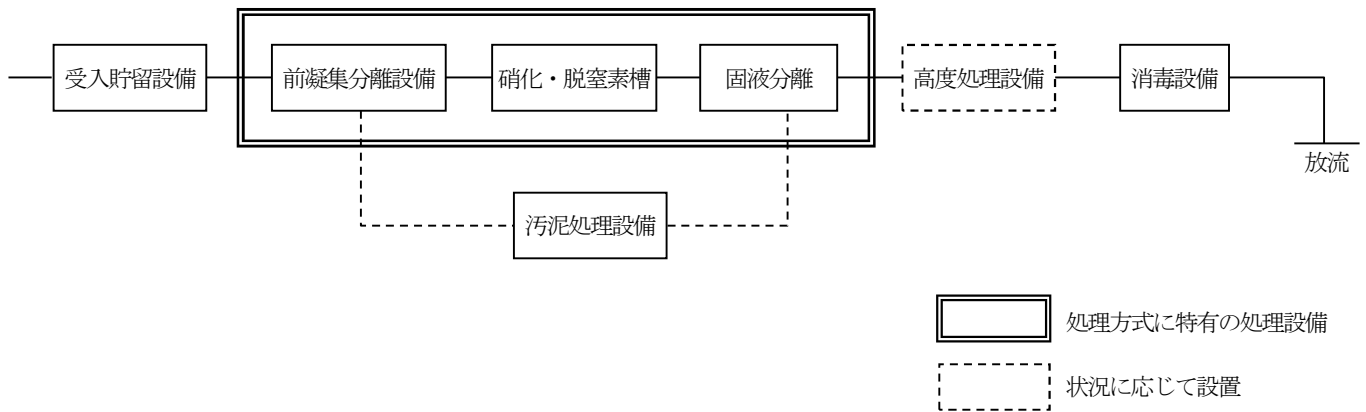


図3.3.1(2) 生物学的脱窒素処理方式のブロックフローシート

3. 生物学的脱窒素処理方式の概要

生物学的脱窒素処理方式は、除渣後のし尿等や資源化設備からの分離液等（以下、これらを総称して「除渣し尿等」という。）を直接生物学的脱窒素法で処理するものである。生物学的脱窒素法とは、BOD及び窒素を同時に除去する活性汚泥形式の処理法である。なお、微生物担体を利用した生物学的脱窒素法もこれに含まれる。

生物学的脱窒素法は、硝化菌と脱窒素菌という自然界に広く分布する微生物を利用して、除渣し尿等中の窒素化合物を最終的に窒素ガスに転換する方法である。この方法は、閉鎖性水域の富栄養化問題を背景に各方面で活発な研究開発が行われ、し尿処理分野においていち早く実用化され、現在では最も普及している水処理方法となっている。

生物学的脱窒素処理方式において、現在多く採用されている処理方式には次の4つの方式がある。

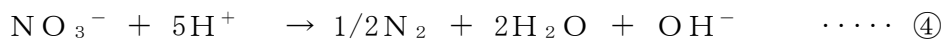
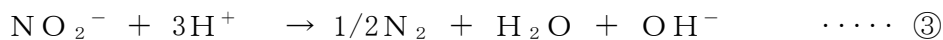
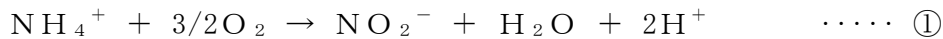
- ① 標準脱窒素処理方式
- ② 高負荷脱窒素処理方式

③膜分離高負荷脱窒素処理方式

④浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式

(1) 原理

生物学的脱窒素法は、硝化菌と脱窒素菌という自然界に広く分布する微生物を利用して、し尿中の窒素を最終的に窒素ガスに転換すると同時にBOD除去を行う処理技術である。これらの反応に係る一連のプロセスを概略すると、式①～④に示す反応式に従って行われるものと考えられる。



これらの反応のうち①、②は硝化反応であり、好気性条件下で活性汚泥中の硝化菌群がし尿中の NH_4^+-N を NO_2^--N 、 NO_3^--N にする反応である。また、③、④の反応は亜硝酸あるいは硝酸中の結合酸素を利用する亜硝酸呼吸、硝酸呼吸による脱窒素反応である。この反応は通性嫌気性菌である脱窒素菌群が硝化反応により生成した酸化態窒素を酸素源として利用することにより窒素ガスに還元するもので、同時に除渣し尿等中の有機物（BOD等）が水素供給体として酸化される。これらの反応によってBOD除去ならびに窒素除去が行なわれる処理技術である。

(2) 標準脱窒素処理方式

本方式は除渣し尿等を脱窒素槽入口でBOD濃度が1,200mg/Lになるように希釈後、前述の原理に基づいた生物学的脱窒素法により処理するものであり、計量調整装置、脱窒素槽、硝化槽、二次脱窒素槽、再曝気槽及び沈殿槽の順で組み合わせたものである。その技術、プロセスの内容は以下に示すとおりである。

ア. 脱窒素工程

除渣し尿等は脱窒素槽に流入し、沈殿槽からの返送汚泥と硝化槽からの循環液（硝化液）が混合される。この脱窒素槽は通常嫌気性条件下（無酸素状態）で攪拌され、その結果、脱窒素菌がし尿中のBODを炭素源として利用しながら増殖並行型脱窒を行い、循環された硝化液に含まれる酸化態窒素（ NO_x-N ）を窒素ガスに転換する。この脱窒素反応で除渣し尿等に含まれるBODの大部分は除去（消費）され、有機性窒素はアンモニア性窒素（ NH_4^+-N ）の形態となる。

イ. 硝化工程

流入する脱窒素槽液は硝化槽で曝気され、硝化菌の作用によりアンモニア性窒素は酸化態窒素に酸化される。その過程で槽内液のpHは低下するが、脱窒素槽流出液には脱窒素反応で生成したアルカリ分が流入するので、pH調整用アルカリ剤（NaOH）は微量で済む。

ウ. 二次脱窒素工程

硝化槽から流入する酸化態窒素を脱窒する工程で、原理は脱窒素槽と同様である。なお、脱窒素反応で利用する炭素源として、汚泥の自己分解による方法（内生呼吸型脱窒）があるが、近年は槽容量を縮小するため、メタノール等を添加する方法（増殖並行型脱窒）で行うことが多い。

エ. 再曝気工程

流入する二次脱窒素槽液を曝気し、処理の仕上げを行うものである。この操作で過剰ガスを脱気することにより、残留する有機物（メタノールを含む）及び活性汚泥に付着した気泡（窒素ガス等）を除去し、沈殿槽における沈降性を向上させる効果もある。

オ. 固液分離工程

主に重力沈殿によって前工程までの活性汚泥を清澄な処理水と汚泥に分離する。沈殿槽底に沈殿した汚泥の一部は返送汚泥として脱窒素槽に送られ、残余は余剰汚泥として汚泥処理設備で処理される。

以上、本方式の概要であるが、硝化液循環法、ステップ脱窒法、混合分解法、中間分離法等によって水槽の配置、汚水の流れ等いくつかの相違がみられる。

なお、本方式におけるBOD及び窒素の挙動は図3.3.2に示すとおりである。

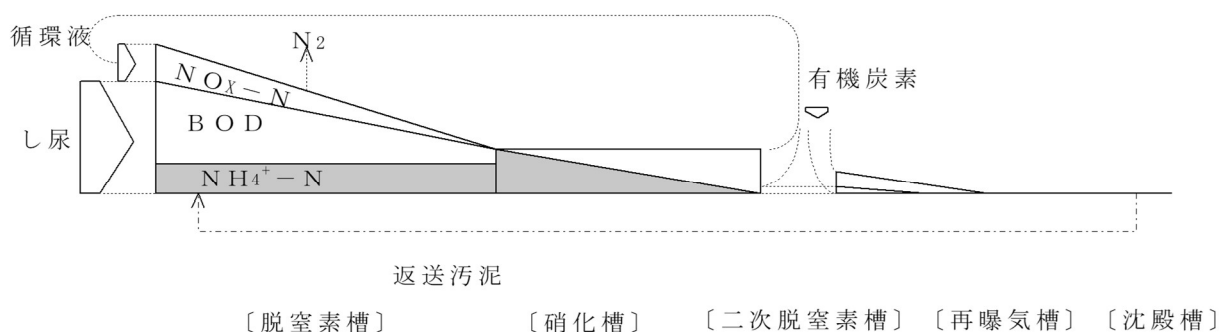


図3.3.2 硝化液循環によるBODと窒素の挙動

(3) 高負荷脱窒素処理方式

標準脱窒素処理方式の確立により、10倍以下の低希釈処理が可能となったが、高負荷脱窒素処理方式においてはプロセス用水以外の希釈水を用いることなく、実質的な希釈倍率1.5～3倍程度で運転が可能である。希釈水、放流水の減量化、建設敷地面積の縮小化等の要求を満たすべく改良された技術であり、脱窒素反応に係る原理は、標準脱窒素処理方式と同様で、生物学的な硝化、脱窒を利用している。なお、標準脱窒素処理方式において、希釈水の削減を考慮し、4～5倍の低希釈運転を行っている施設もある。

標準脱窒素処理方式と本方式との比較を示すと、次のとおりである。

ア. 一般的な設計値の比較

標準脱窒素処理方式と本方式の一般的な設計値は、表3.3.3に示すとおりである。

表3.3.3 標準脱窒素処理方式と高負荷脱窒素処理方式の一般的な設計値の比較

項目	標準脱窒素処理方式	高負荷脱窒素処理方式
BOD容積負荷	2kg/m ³ ・日 (脱窒素槽)	2.5kg/m ³ ・日 (硝化・脱窒素槽)
BOD/MLSS負荷	0.1kg/kg・日 (脱窒素槽・硝化槽)	0.1～0.15kg/kg・日 (硝化・脱窒素槽)
T-N/MLSS負荷	0.04kg/kg・日 (脱窒素槽・硝化槽)	0.03～0.05kg/kg・日 (硝化・脱窒素槽)
二次脱窒素槽 No _x /MLSS負荷	0.01kg/kg・日 (メタノール添加の場合は0.03)	—
運転時MLSS濃度	6,000mg/L	12,000～20,000mg/L
運転温度	15℃以上	25℃～38℃
希釈倍率	10倍以下	3倍以下

イ. 技術的特徴

標準脱窒素処理方式に対する本方式の主な技術的特徴としては、次の点があげられる。

(ア) MLSSの濃縮技術

本方式では反応槽のMLSS濃度を12,000～20,000mg/Lと高い状態で運転することによって、高負荷処理を可能にしている。即ち、生物反応に係る活性汚

泥の量を増大させることで、容積あたりのBOD負荷が高くなることに対応させている。

従来の標準脱窒素処理方式では、MLSS濃度の調整には沈殿槽からの返送汚泥の返送率を調整することにより行っている。この方法ではMLSSを高濃度に維持するには限界があるため、特有な技術を必要とする。その例として浮上分離法や遠心分離機、ワイヤスクリーン等の機械式分離法あるいは膜分離法等が、固液分離技術として用いられている。

(イ) 高効率酸素溶解技術

本方式では、BODや窒素の高容積負荷運転に対応して酸素移動速度を大きく見込まなければならず、曝気装置に高い技術が必要である。

また通気ガスの酸素分圧を高めるために反応槽全体を加圧する技術、あるいは水深の大きい反応槽を用いる技術もある。

標準脱窒素処理方式の曝気装置は、主に散気式装置を用いる場合が多いが、本方式では、散気式装置のほか空気注入式、ポンプ循環式、ジェット曝気式、回転分散式等それぞれに特色がみられる。それらの例を図3.3.3に示す。

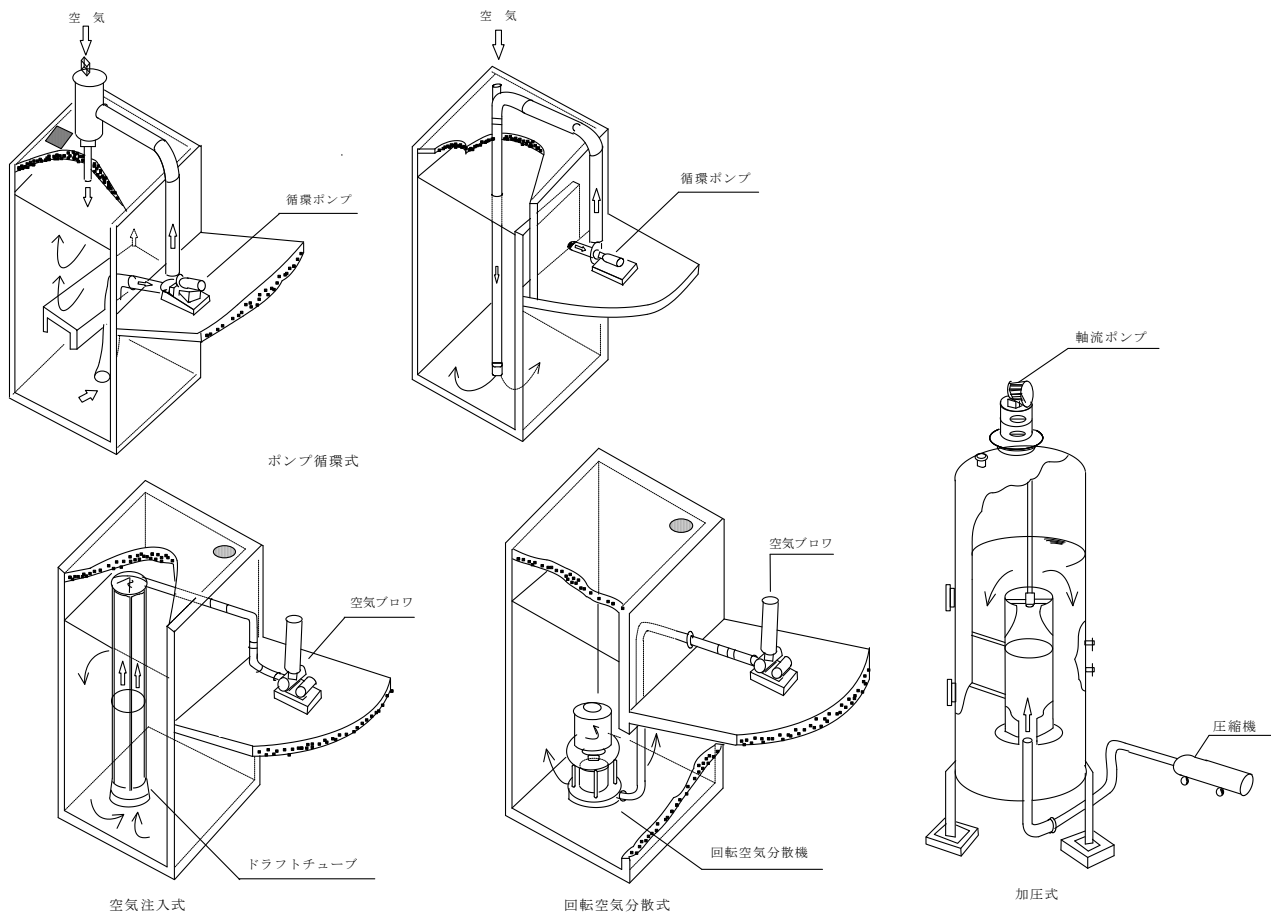


図3.3.3 曝気装置の構造例

(ウ) 固液分離技術

固液分離は、重力沈降方式、浮上分離方式、機械分離方式に分けられるが、重力沈降のみでは高濃度のMLSSに対して限界があるため、重力沈降方式に機械分離方式を組み合わせた方式がある。また、固液分離後の分離液は相当量のSS、色度、リン等を含んでおり、この対策として、凝集分離処理を行うことを標準としている。

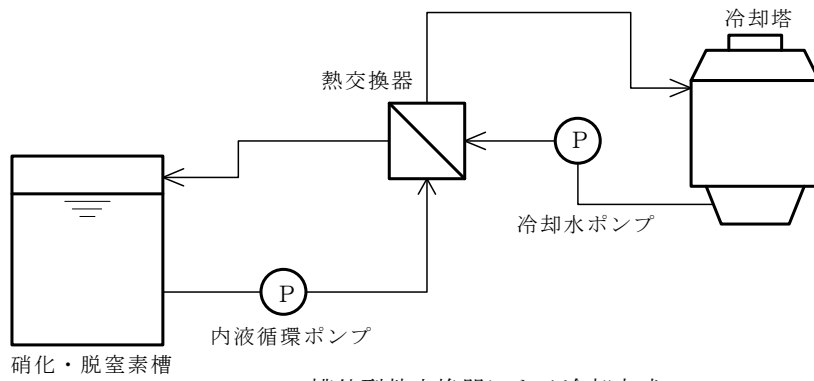
(エ) 昇温の抑制技術

生物学的脱窒素反応では、反応槽内の硝化、脱窒に伴う反応が共に発熱反応で、これらの微生物の反応熱はし尿1kLあたり概ね 20×10^7 kcal程度といわれている。さらに、反応槽への流入熱として曝気装置で発生するジュール熱がある。発生熱や流入熱は除渣し尿等の処理量に依存するところが大きく、希釈倍率が低い程、昇温の度合は著しい。脱窒プロセスにおける生物反応の温度条件はおよそ38℃までといわれ、この温度を超えると増殖が低下し、アンモニアのガス化率が高くなることもあって硝化は不安定になる。このため一般的には反応槽温度の上限を38℃と設定している。

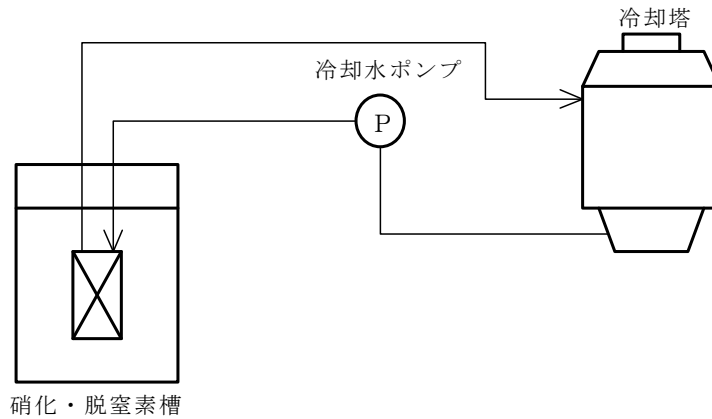
標準脱窒素処理方式では、このような高温に達することはないが、本方式では十分可能性があり、昇温対策を講じる必要が生じる。冷却方法としては図3.3.4に示すように熱交換器及び冷凍機等を用いる方法が一般的である。

(オ) 発泡の抑制技術

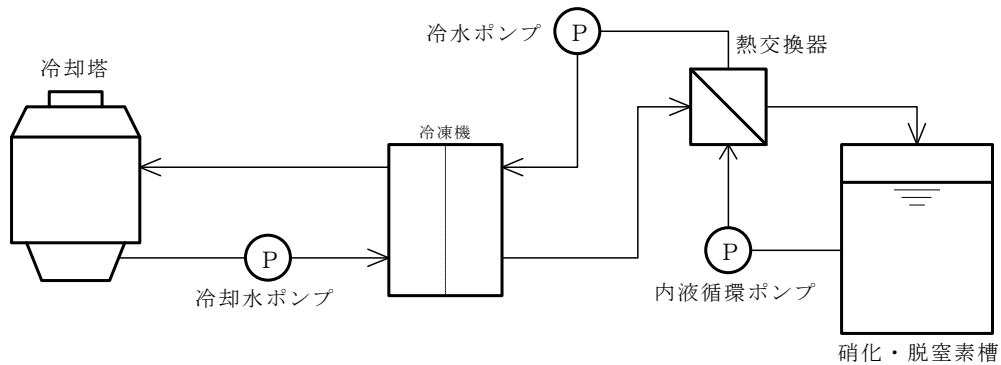
本方式では、MLSS濃度が著しく高濃度であるために反応槽内で発泡が生じやすい。従って、図3.3.5に示すような発泡を抑制する消泡装置の設置や消泡剤の使用が必要である。



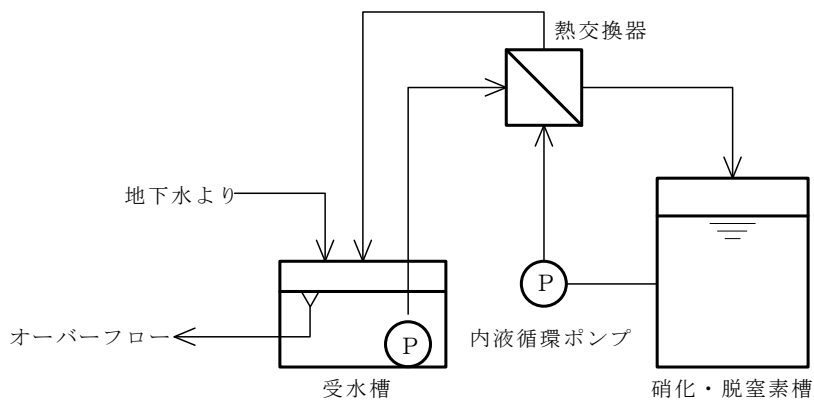
槽外型熱交換器による冷却方式



槽内型熱交換器による冷却方式

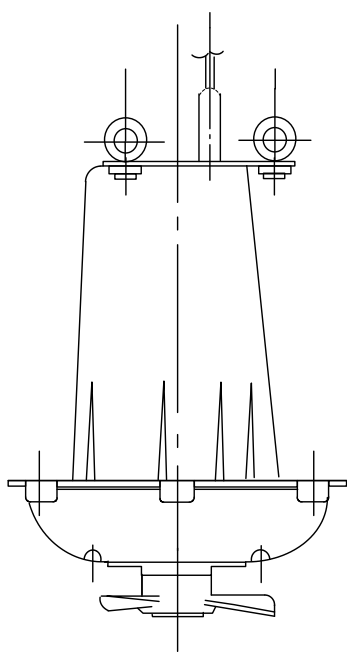


冷凍機による冷却方式

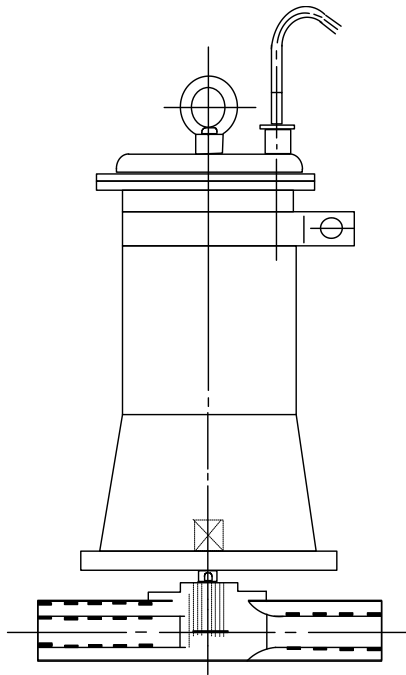


地下水による冷却方式

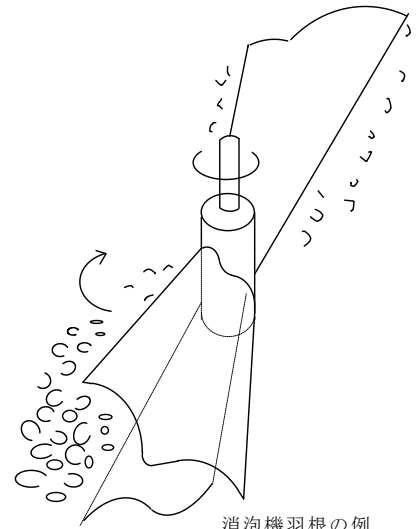
図3.3.4 冷却方式の例



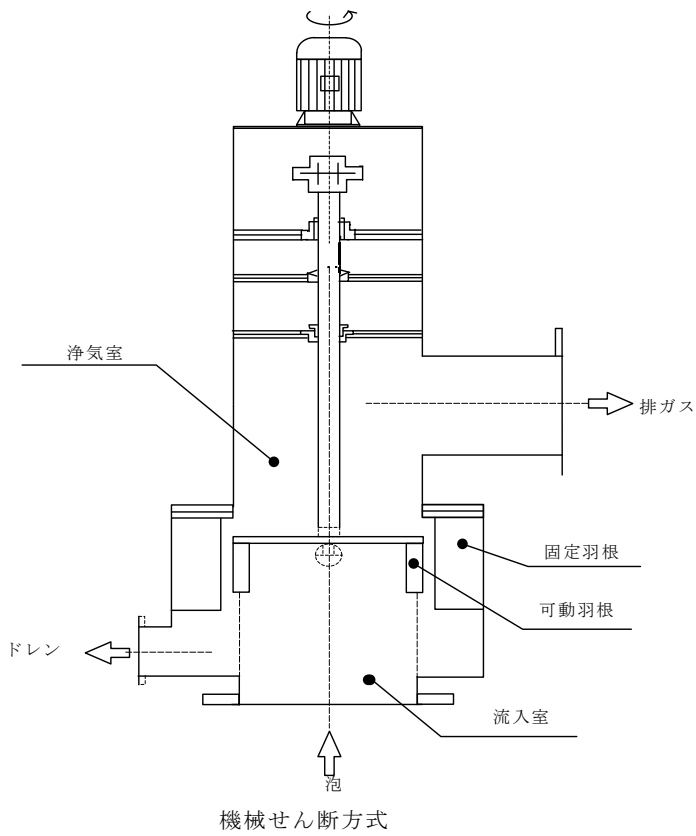
回転式



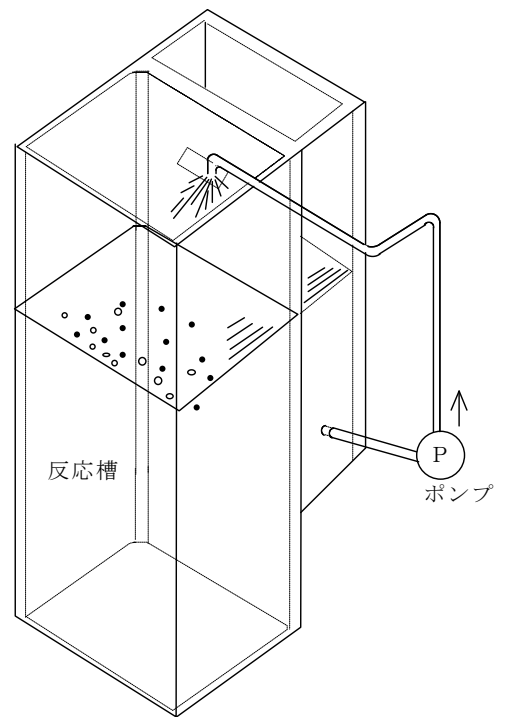
回転式



消泡機羽根の例



機械せん断方式



混合液噴射方式

図3.3.5 消泡装置の例

(4) 膜分離高負荷脱窒素処理方式

高負荷脱窒素処理方式は、ほぼ無希釈による処理が可能となった反面、高濃度のMLSSで運転するが故に固液分離に課題があった。安定した固液分離性能を得ることを目的として、従来の高負荷脱窒素処理方式の固液分離装置に膜分離技術を導入したものが、膜分離高負荷脱窒素処理方式である。

ア. し尿・汚泥再生処理施設で使用する膜

膜とは、人間が体内に有する細胞膜、網膜、膀胱膜等の持つ機能の1つ「ふるい分け作用」を持たせた人工的な膜を示す。この膜には微細な孔がたくさんあいており、水中の懸濁性物質やコロイド、膜の種類によっては水に溶けている物質まで取り除くことができる。膜の前後の圧力差を推力にしてふるい分けを行う原理である。この分離機能を利用して、生物処理にとって不可欠な固液分離を行うものである。

水中の何を通し、何を除くかにより、使用する膜が選択される。し尿処理で使用される膜は、精密ろ過膜 (microfiltration membrane=MF) と限外ろ過膜 (ultrafiltration membrane=UF) が中心である。精密ろ過膜は、限外ろ過膜よりふるいの目が大きく、水中の $0.1\mu\text{m}$ 程度以上の物質 (懸濁物質やコロイド細菌類等) を分離することができる。限外ろ過膜は、ふるいの目がより小さく高分子物質より大きい物質が除去対象となる。限外ろ過膜は、非常に高度かつ安全な処理水 (透過液) が得られるため、開発当初はよく使用された経緯があるが、維持管理の課題 (目詰まり等のトラブル)、維持管理費の上昇 (膜の交換) 等の課題がある。現在では、より維持管理性に優れ (目詰まりが発生しにくい)、より安価である精密ろ過膜を使用する事例が多くなっている。

各種膜の分類は図3.3.6に示すとおりである。

膜の材質からみると、有機膜 (有機材料) と無機膜に大別され、現在し尿処理で使用されているのはほとんど有機膜である。有機膜といっても種類が多く、ポリオレフィン、ポリスルホン、ポリアクリルニトリル等が多く使用されている。

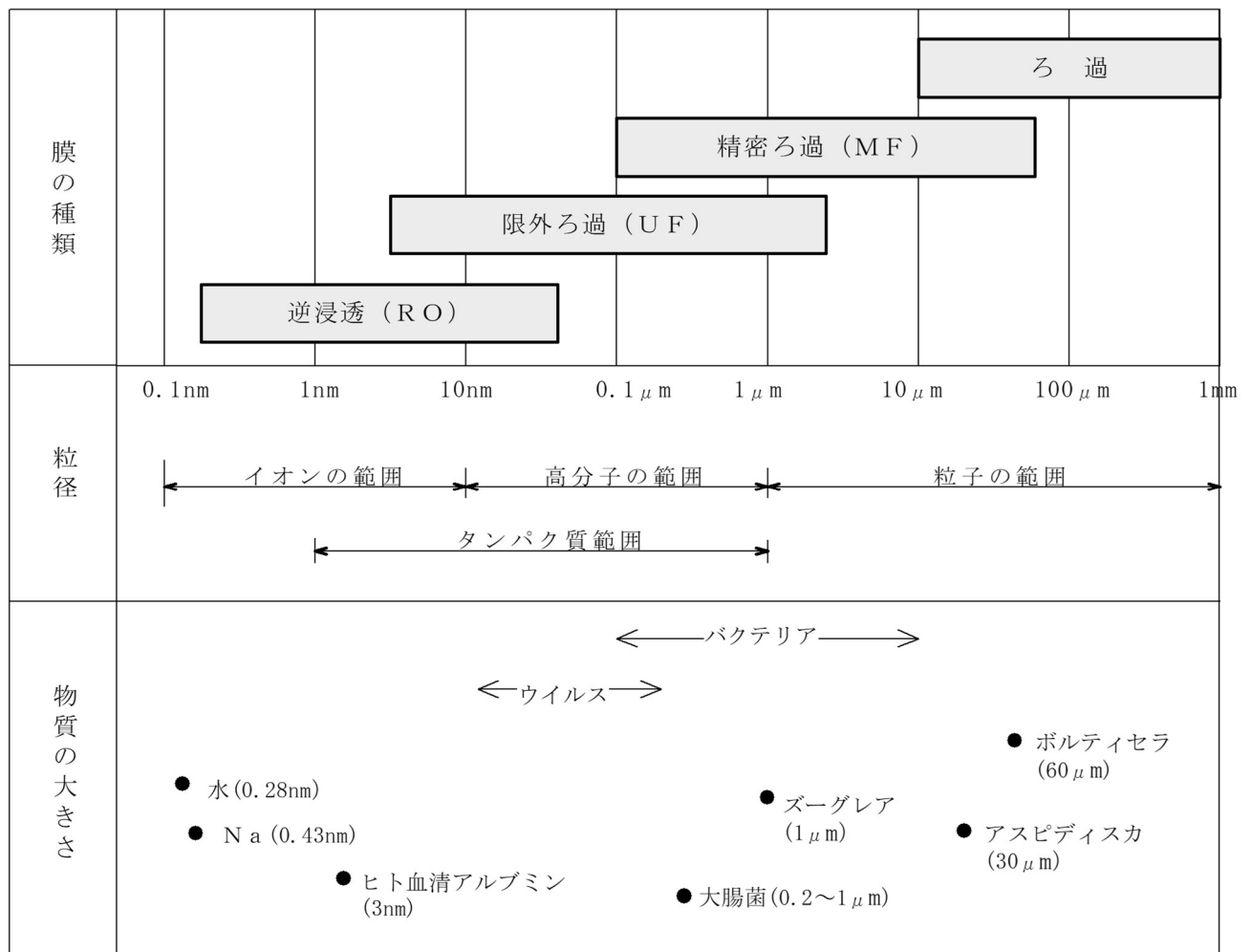


図3.3.6 孔径による膜の区分

イ. 膜分離装置の種類

精密ろ過膜としては、液中膜に代表される浸漬平膜と中空糸膜があるが、近年では浸漬平膜が主流となっている。なお、回転平膜は精密ろ過膜の一種としてし尿処理で採用されていたが、主要な製造メーカーにおける製造終了が決まっている。

浸漬平膜は、精密ろ過膜をろ板の両側に貼り、内側から透過液を抜き出すものである。若干の繊維であれば閉塞しない程度の膜間距離を確保し、膜間を散気による気泡で洗浄する方式を採用している。浸漬平膜の構造と設備構成を図3.3.7に示す。

中空糸膜は攪拌空気により膜を振とうさせ、汚泥の付着を防止する。中空糸膜の構造と設備構成を図3.3.8に示す。

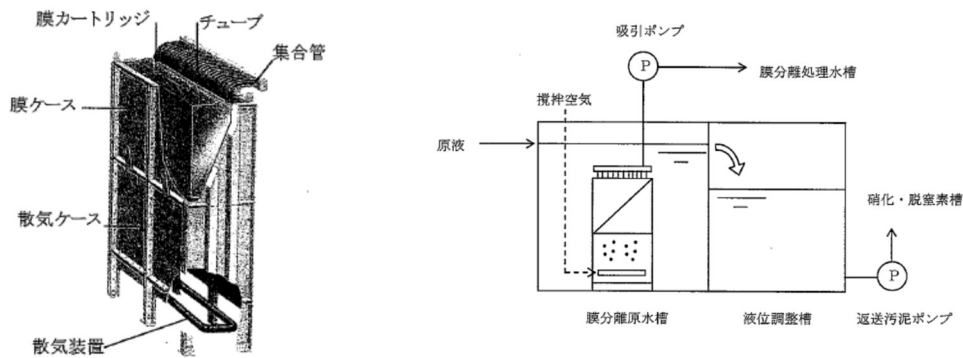


図3.3.7 浸漬平膜

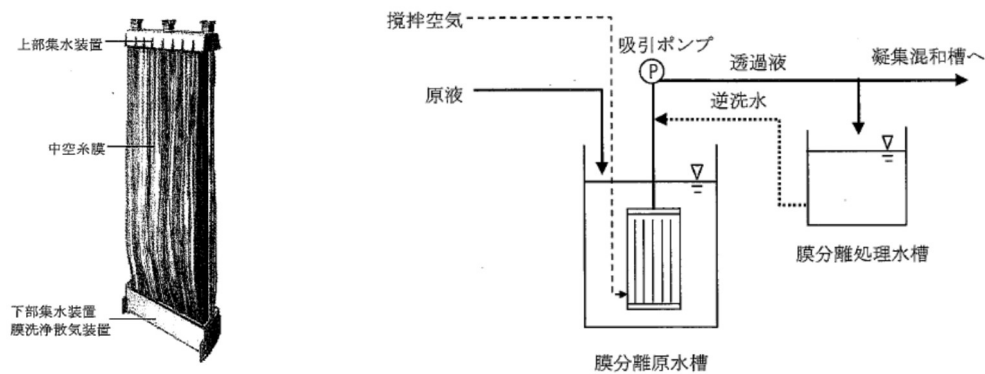


図3.3.8 中空糸膜

ウ. 技術的特徴

(ア) 前処理 (夾雑物除去、繊維除去)

し尿等には1%程度の粗繊維が含まれ、粗繊維は生物反応槽内でフロック化する。従来の重力沈降や機械分離等による固液分離ではフロック化された粗繊維は固形物の分離に支障がなかったが、膜分離の場合は、膜の内面に付着、蓄積する傾向がみられ、流路を閉塞させる要因となる。よって、膜の閉塞を防止し、安定した運転をするためには、粗繊維や微細浮遊物質を除去するため、前処理の機能向上を図ることが重要となる。具体例としては微細目スクリーン(0.5~1.0mm)を採用する方法や、細目スクリーン(1~2mm)に加えて遠心分離機で繊維分を除去する方法等がある。また、受入・貯留工程における前処理(夾雑物除去)に加え、生物処理工程においても膜分離装置に供給する前段に繊維除去装置(オートストレーナ、プレスクリン等)を計画する場合もある。

(イ) 高負荷脱窒素処理方式との違い

本方式は、高負荷脱窒素処理方式の固液分離工程に膜分離装置を導入した方

式であり、本処理方式の生物反応槽への負荷条件は、表3.3.4に示すように各社により多少の差はあるが、高負荷脱窒素処理方式の生物反応槽の負荷条件と大きく変わるものではない。

また、水槽の構成をみると、高負荷脱窒素処理方式では生物反応槽が複数槽のものもあるが、ほとんどのメーカーが膜分離装置を導入した際に、これまでの複雑さを解消して、非常に簡潔にした単一槽あるいはそれに仕上げ槽を付加したものに变更している。単一槽の場合には、酸素の溶解効率がよく、水温管理が容易な深層型の反応槽が用いられている。

表3.3.4 膜分離高負荷脱窒素処理方式と高負荷脱窒素処理方式における条件の比較

項目	区分	膜分離高負荷脱窒素処理方式				高負荷脱窒素処理方式の設計値
		(1)	(2)	(3)	(4)	
希釈倍率 (倍)		1.0	1.5	1.15	1.29	1.5~3.0
反応槽容量 (m ³)		4.7Q	5Q	6.65Q	5Q	5~10Q
BOD・容積負荷 (kg/m ³ /d)		1.39	1.7	1.2	2.0	2.5以下
MLSS (mg/L)		12,000	19,800	18,000	18,000	12,000~20,000
BOD・MLSS負荷 (kg/kg/d)		0.12	0.15	0.067	0.12	0.10~0.15
T-N・MLSS負荷 (kg/kg/d)		0.024	0.046	—	0.05	0.03~0.05
水温 (°C)		25~38	25以上	—	—	25~38
膜透過フラックス (m ³ /m ² /d)		1.5	1.2	1.2	1.0	—
膜透過圧力 (kg/cm ²)		—	—	4以下	5	—

(ウ) 本方式の効果

- a. 膜分離装置が主処理工程における汚泥と処理水の分離（固液分離）に使用され、従来法の活性汚泥法における沈殿槽等の役割をしている。活性汚泥法で重要な管理指標であった汚泥の沈降性（SVI）の変化に無関係に固液分離ができる。ただし、膜のトラブル（目詰まり等）の発生頻度は活性汚泥の性状に大きく左右されるため、生物処理水槽内において圧密性を保った良好な活性汚泥を常時維持することが重要である。その意味ではSVI等は重要な管理指標である。
- b. 生物処理反応槽内の汚泥混合液中のSS成分、微生物及び分子量の大きな有機物は膜を通過しないので、良質な処理水が安定して得られる。
- c. 膜を通過した処理水にはSS成分がほとんど含まれないため、高度処理設

備において、ろ過設備が不要となる。また、高度処理設備における活性炭吸着塔では流入水のSS成分がないため、圧損の増加や目詰りがほとんどなく逆洗もほとんど必要ない。

- d. 限外ろ過膜を使用した場合は大腸菌、その他主要細菌の通過を阻止できる。
- e. 膜の孔は超微細孔（図3.3.6参照）であるため、水溶性有機物質でも比較的高分子量のもの（難分解性のCOD、色度成分等）は通過を阻止できる。すなわち、これらの高分子有機物は膜を通過できずに生物処理反応槽へ循環あるいは返送され、分解されることになる。
- f. し尿を生物によって高負荷処理する場合、重要な運転要因の1つは、微生物を生物反応槽に高い濃度で保つ（高MLSS濃度を維持する）ことである。この運転管理が従来の固液分離技術（自然沈降分離、加圧浮上分離、遠心分離等）と比較して膜分離装置では容易となる。

エ. 膜分離装置の運転管理

（ア）膜の閉塞と汚れ

膜分離装置の運転上の問題として、膜の閉塞（つまり）と汚れがある。膜の閉塞防止にはし尿中の繊維分を除去する必要がある、対策として、前処理設備（夾雑物除去設備）として細目スクリーン（0.5mm～0.7mm程度）や遠心分離機等を組み合わせている。特に微細な孔径を有する限外ろ過膜を使用する場合には対策を行う必要がある。

膜の汚れの原因は分離すべき、あるいは共存している微粒子と膜素材の相互作用によるものであるといわれる。膜の汚れを定量的に正確に表すのは困難であるが、一般に透過流束（フラックス： $L/m^2 \cdot hr$ ）の減少率（低下）を用いて表されている。

（イ）膜の洗浄方法

膜の汚れは物理的（水噴射、スポンジボール）あるいは化学的（次亜塩素酸ナトリウム、合成洗剤、酸等）手段により洗浄する必要があるが、その洗浄条件はモジュール（膜と支持板の一体となったもの）の型によって異なる（一般に1ヶ月あたり1～2回の頻度で計画している）。

（ウ）膜の交換頻度

膜の交換頻度は2～3年程度といわれる。また、膜の交換頻度は膜分離装置の形式、膜の仕様（孔径）、膜洗浄方法や洗浄頻度等によっても相違すると考えられるので、これらに留意する必要がある。

(5) 浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式

膜分離高負荷脱窒素処理方式等の従来の処理方式は、し尿を主体とした原水を処理することを基本として開発された技術である。

昨今、浄化槽の普及が急速に進み、施設に搬入される浄化槽汚泥量がし尿量を上回る例が数多くみられるようになってきた。浄化槽汚泥は、し尿と比較してBOD等の濃度が低く性状の変動も大きいので、浄化槽汚泥の混入比率が高くなればなるほどBOD濃度は低下することとなり、また性状の変動も大きくなる。こうした性状の変化に対応した合理的処理方式が浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式である。

本方式は、高負荷脱窒素処理方式、膜分離高負荷脱窒素処理方式等を改良したもので、浄化槽汚泥の混入比率が高い場合に適応可能な技術である。

ア. 技術的特徴

本方式を従来方式と比較した場合の技術的な特徴は、次の2点である。

(ア) 除渣し尿等は、前凝集分離設備で濃縮または脱水等の固液分離を行い、固形物の除去を行う。

これにより性状が安定し、脱窒素処理設備での負荷が低減するので、処理水槽を縮小できるとともに安定した処理が可能となる。余剰汚泥を前凝集分離装置に移送、脱水する方式の場合、汚泥脱水設備を一元化できる。

(イ) 無機凝集剤の添加を前凝集分離設備～固液分離装置で行うため、凝集処理工程を簡略化（一元化）できる。

本方式は、浄化槽汚泥の混入比率が50%以上の場合に適応される例が多いが、混入比率が高いほど経済的に有効である。浄化槽汚泥の混入比率が低い場合でも技術的に処理することは可能であるが、薬品使用量の増大等、維持管理の面から有効ではない。

イ. 処理システム

本方式のシステム概要は、次のとおりである。

(ア) 前凝集分離設備

前凝集分離設備は図3.3.9に示すとおり、脱水分離方式、脱水・膜分離方式、濃縮方式の3種類に大別される。前凝集分離方式のフロー例を図3.3.10に示す。

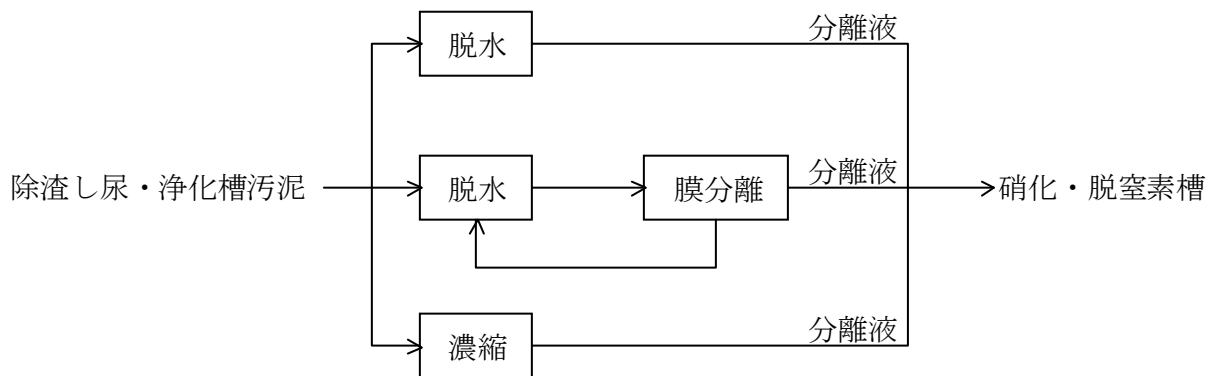
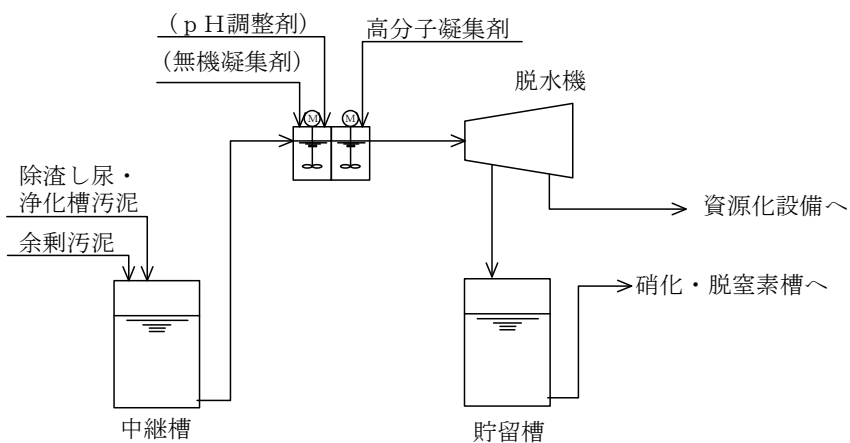


図3.3.9 前凝集分離設備の分類

① 脱水分離方式



② 造粒濃縮脱水方式

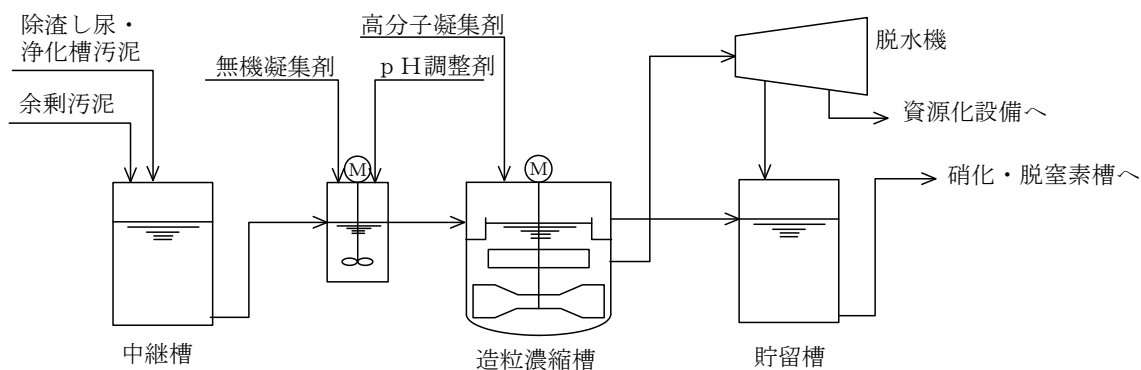
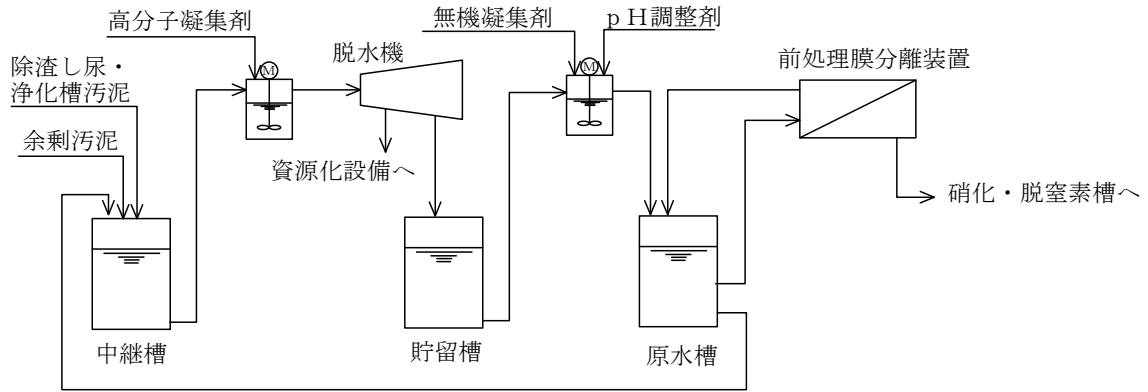
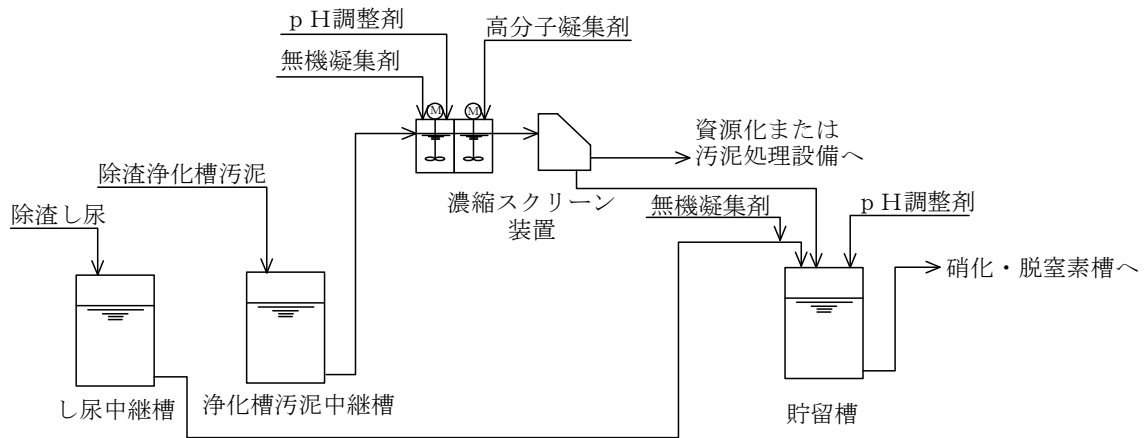


図3.3.10(1) 前脱水分離方式のフロー例

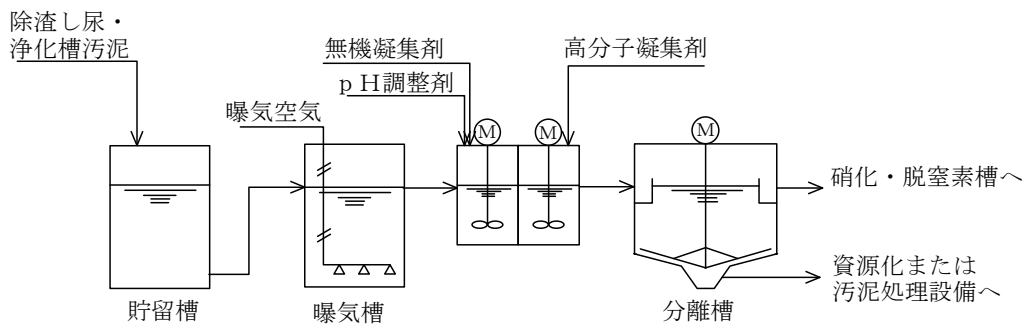
③ 脱水・膜分離方式



④ 濃縮分離方式（濃縮スクリーン装置による機械分離）



⑤ 濃縮分離方式（重力沈降方式その1）



⑥ 濃縮分離方式（重力沈降方式その2）

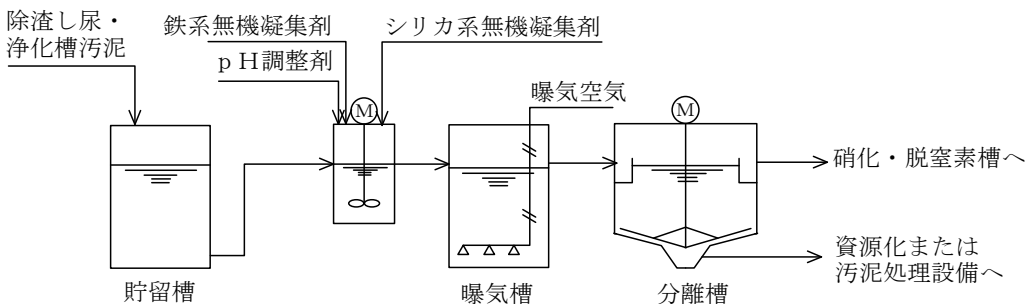


図3.3.10(2) 前脱水分離方式のフロー例

(イ) 硝化・脱窒素槽

基本的には、高負荷脱窒素処理方式等に準ずる設備が採用できる。なお、前凝集分離により硝化・脱窒素槽の負荷が低くなっているとともに、BOD/N比等が大きく変化しているため、設備容量の決定には留意する必要がある。

本方式では前凝集分離設備での固液分離により、硝化・脱窒素槽へ流入する汚濁物質負荷が低減しているため、生物固定床方式や生物脱リン方式のような新たな方式の採用も可能となっている。

(ウ) 固液分離装置

本方式においては、前凝集分離設備にて固液分離が行われており、固液分離装置に流入する固形物及びその他汚濁物質の負荷が低減されている。このため、固液分離装置までの工程で高負荷脱窒素処理方式の凝集分離設備までと同等以上の機能を有するものとなり、後段の高度処理設備の簡素化が可能となる。

固液分離方式は図3.3.11に示すとおり膜分離方式、濃縮・膜分離方式、凝集沈殿方式に分類される。このうち、膜分離方式は、前掲の膜分離高負荷脱窒素処理方式で示した技術に準じたものであり、濃縮・膜分離方式は、膜分離の前段に重力式もしくは機械式の固液分離装置を組み合わせたものである。また、凝集沈殿方式については、後述する。

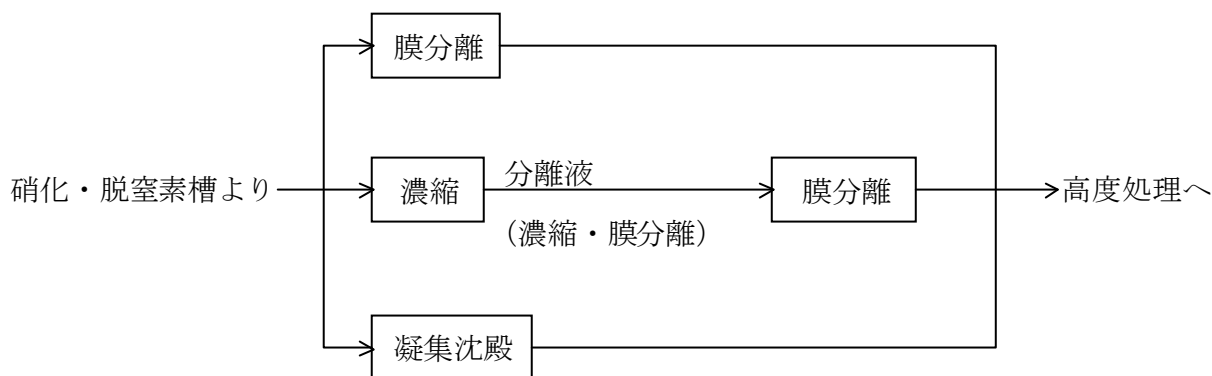


図3.3.11 固液分離装置の分類

4. 生物学的脱窒素処理方式のフローシート

これまで述べた生物学的脱窒素処理方式の基本フローシートを以下に示す。

図3.3.12は標準脱窒素処理方式のうち代表的な4例であり、図3.3.13は高負荷脱窒素処理方式のうち代表的な3例である。また、図3.3.14は膜分離高負荷脱窒素処理方式のうち代表的な4例であり、図3.3.15は浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式のうち代

表的な4例である。なお、膜分離高負荷脱窒素処理方式及び浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式については、メーカーによって凝集分離処理、固液分離、前凝集処理の考え方（区分）が異なることもあるため、施設全体の基本フローシート例を示している。

① 硝化循環法

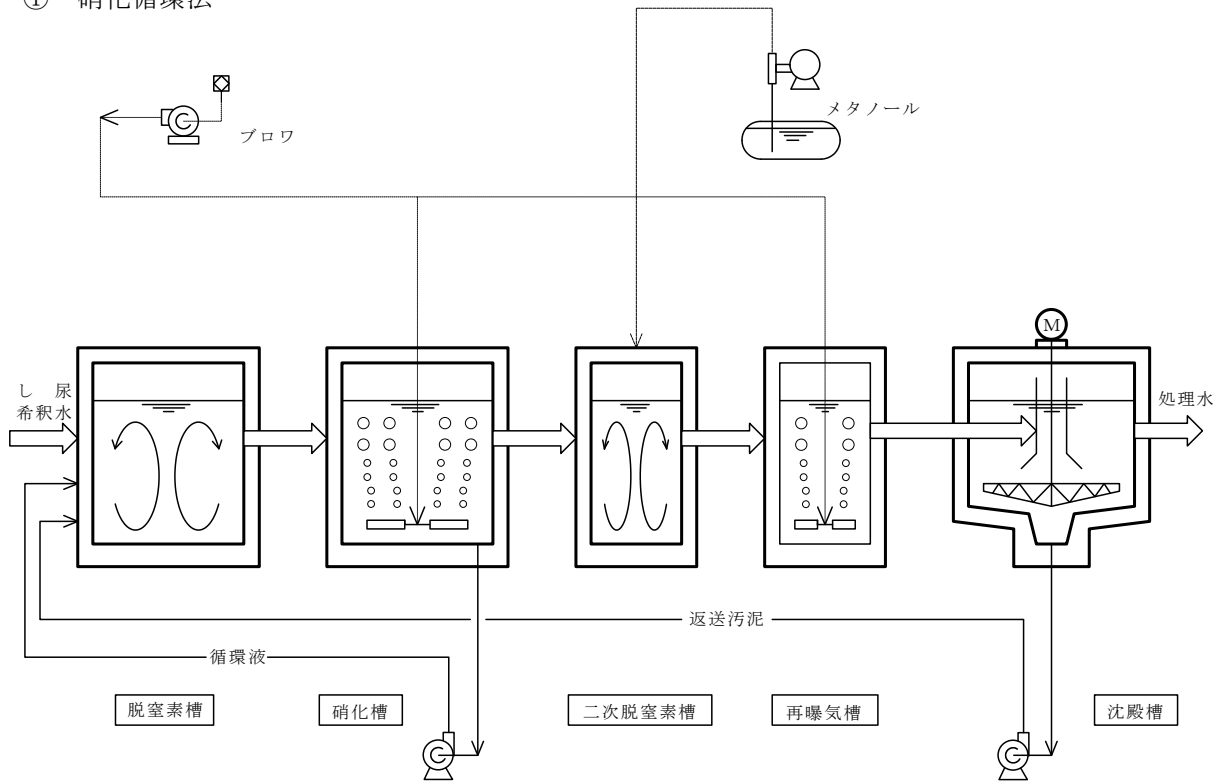
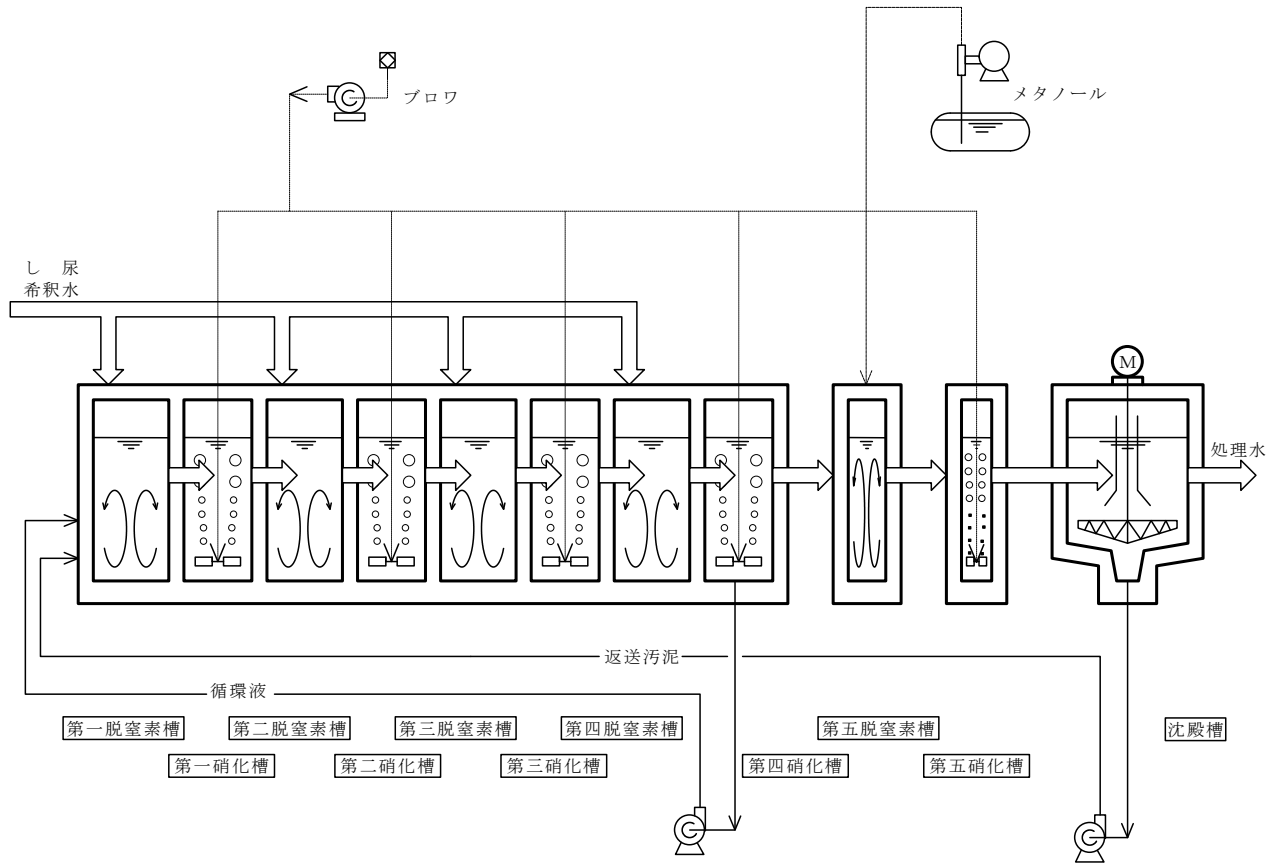


図3.3.12(1) 基本フローシート（標準脱窒素処理方式）

② ステップ脱窒素法



③ 混合分解法

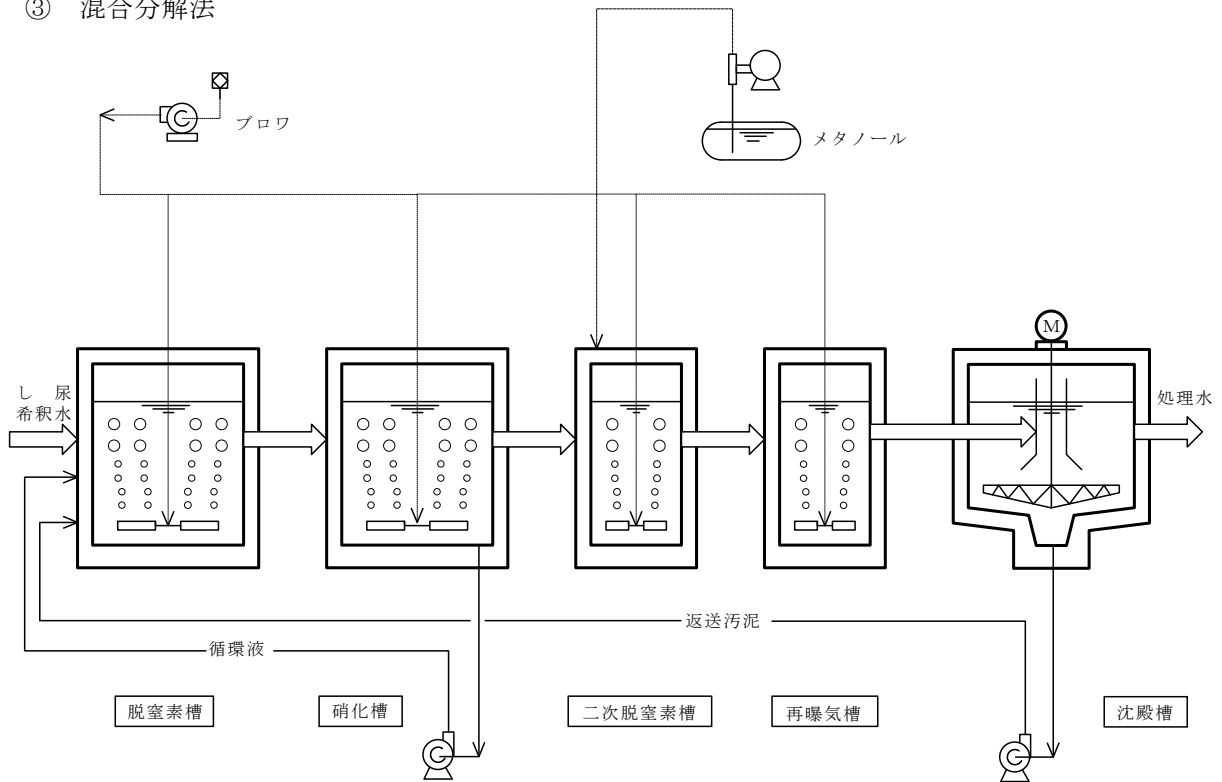


図3.3.12(2) 基本フローシート（標準脱窒素処理方式）

④ 中間分離法

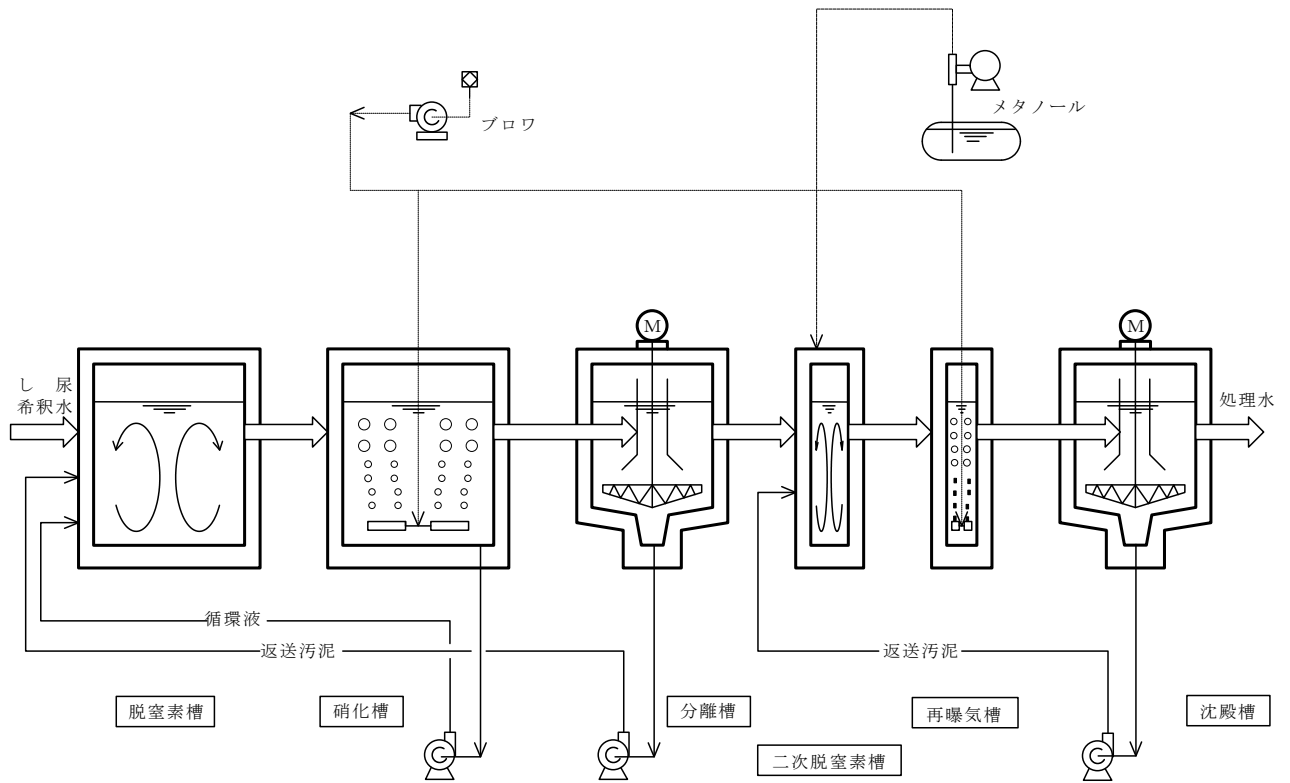


図3.3.12(3) 基本フローシート（標準脱窒素処理方式）

① 複数槽形式

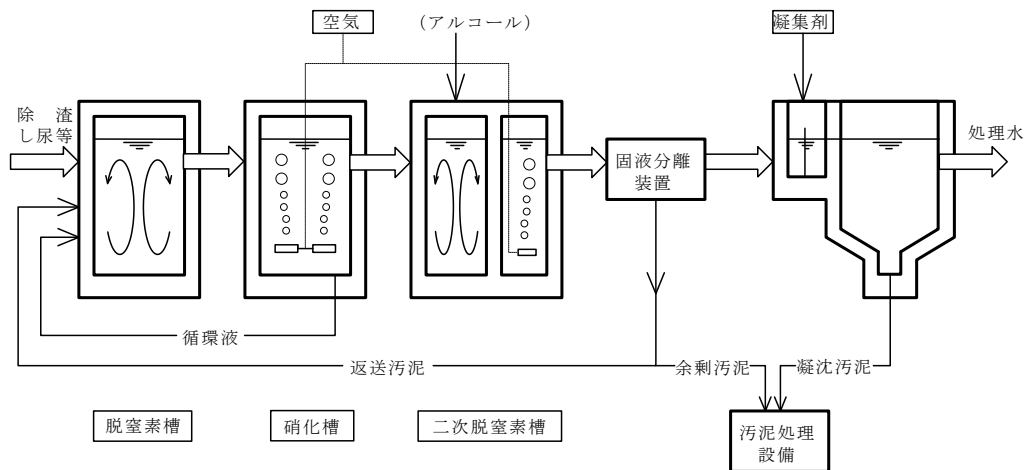
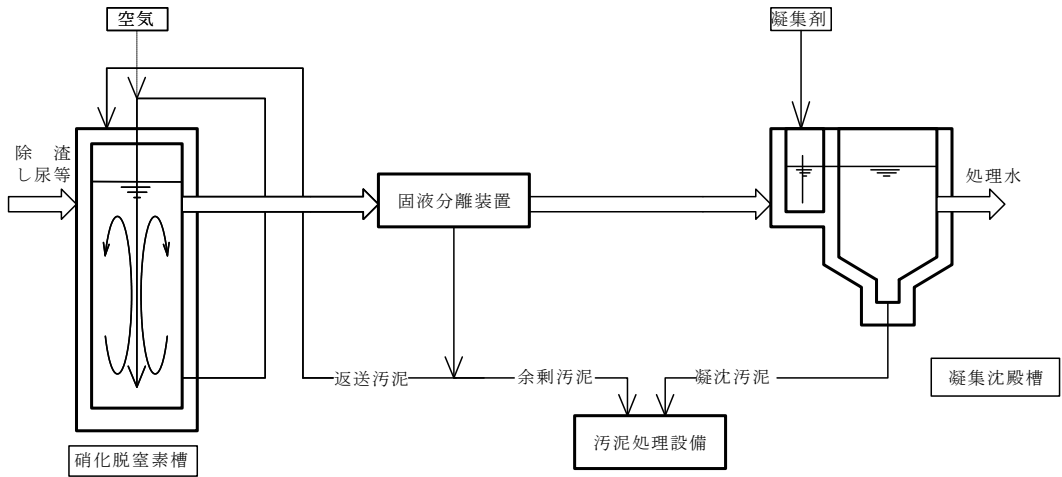


図3.3.13(1) 基本フローシート（高負荷脱窒素処理方式）

② 単一槽形式



③ 単一槽形式に二次硝化脱窒素槽を付設する形式

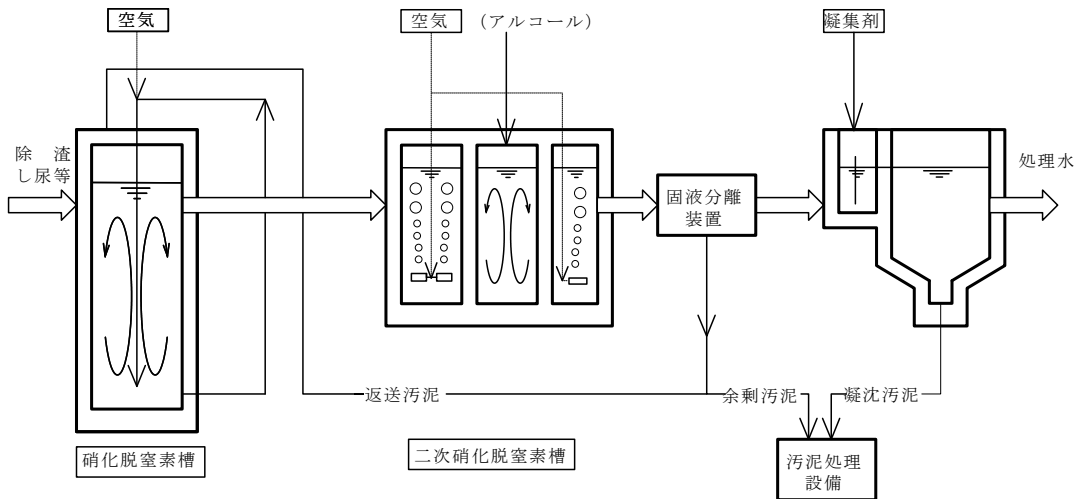


図3.3.13(2) 基本フローシート（高負荷脱窒素処理方式）

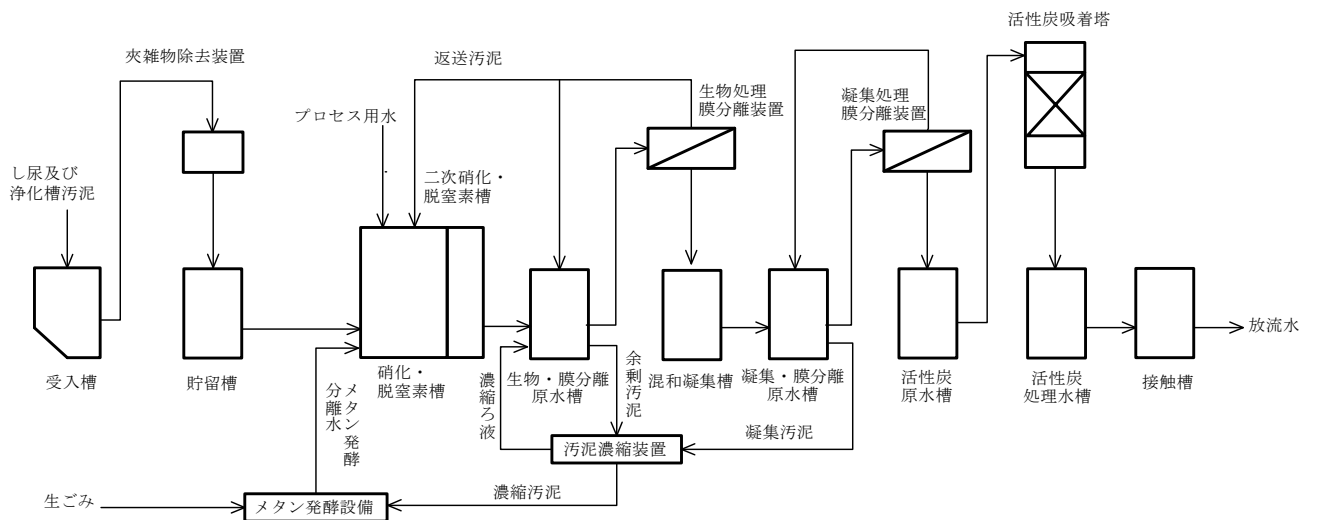


図3.3.14(1) 基本フローシート（膜分離高負荷脱窒素処理方式）

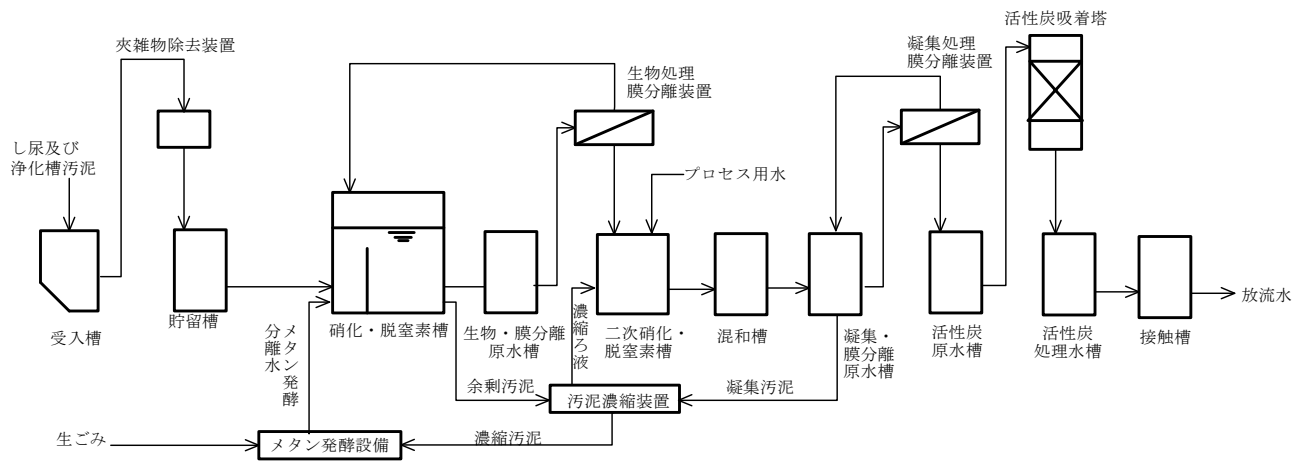


図3.3.14(2) 基本フローシート（膜分離高負荷脱窒素処理方式）

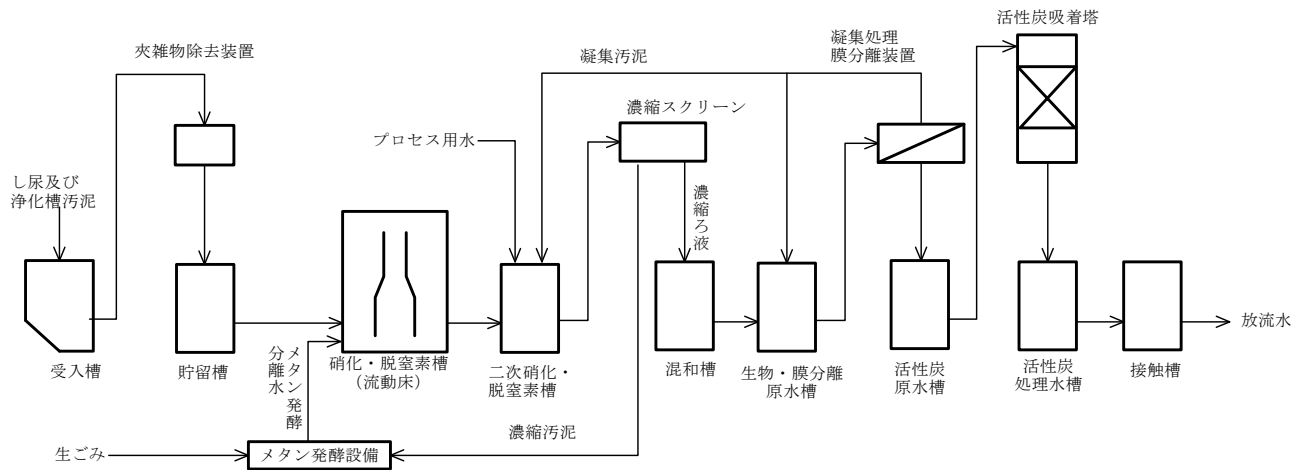


図3.3.14(3) 基本フローシート（膜分離高負荷脱窒素処理方式）

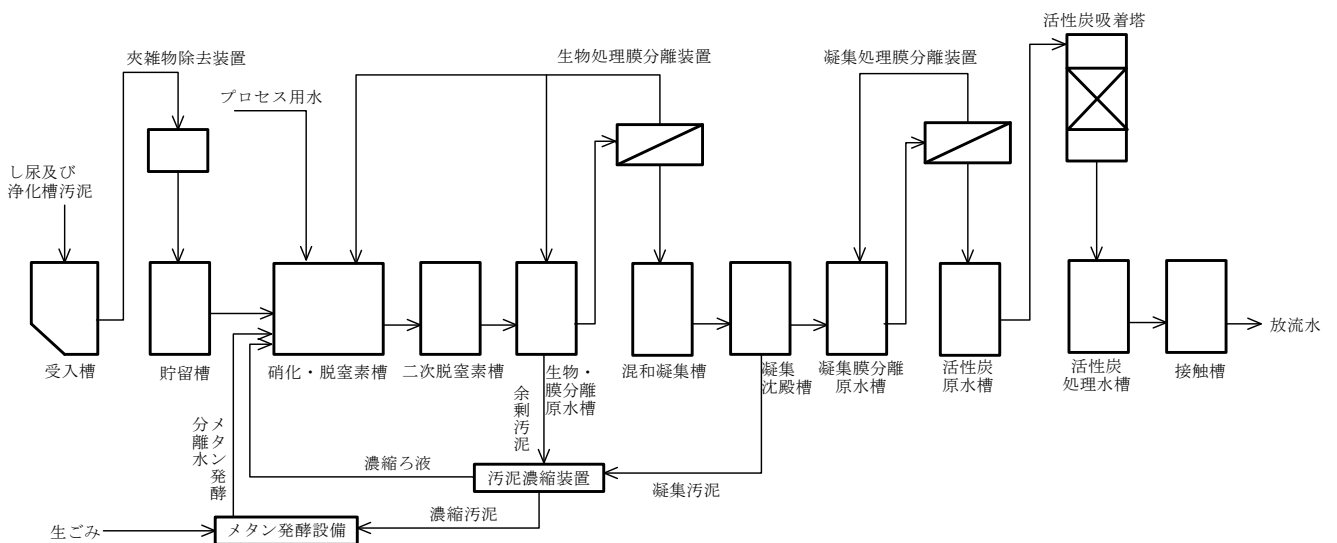


図3.3.14(4) 基本フローシート（膜分離高負荷脱窒素処理方式）

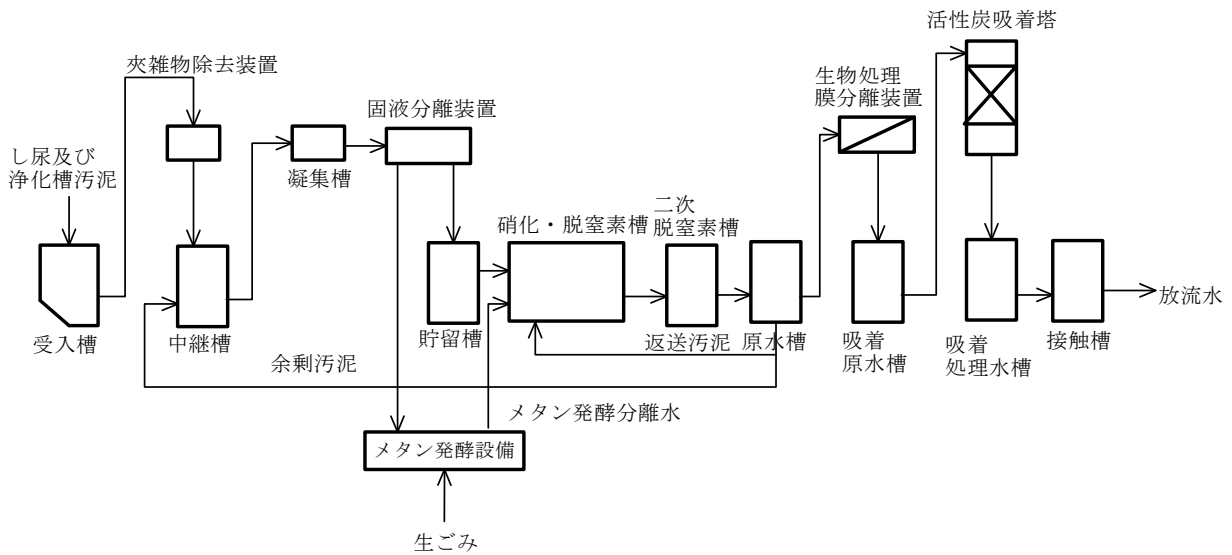


図3.3.15(1) 基本フローシート（浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式）

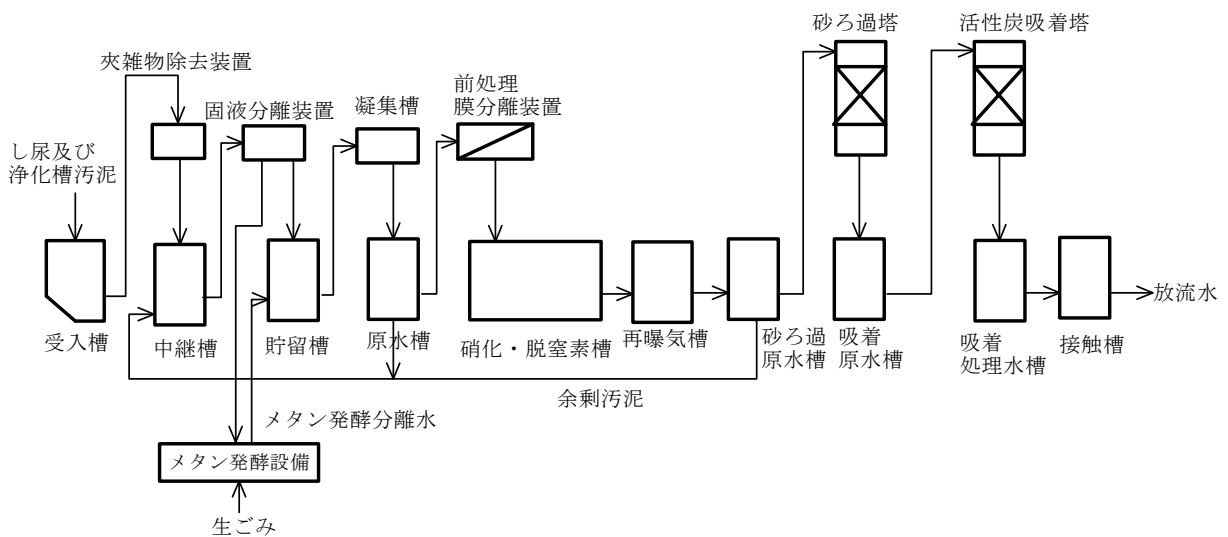


図3.3.15(2) 基本フローシート（浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式）

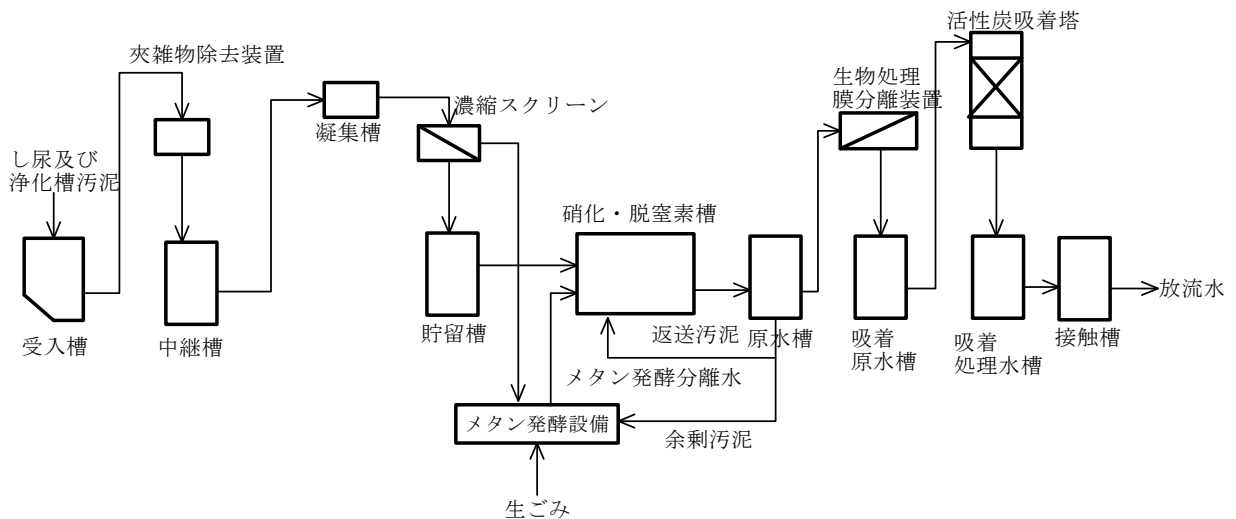


図3.3.15(3) 基本フローシート（浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式）

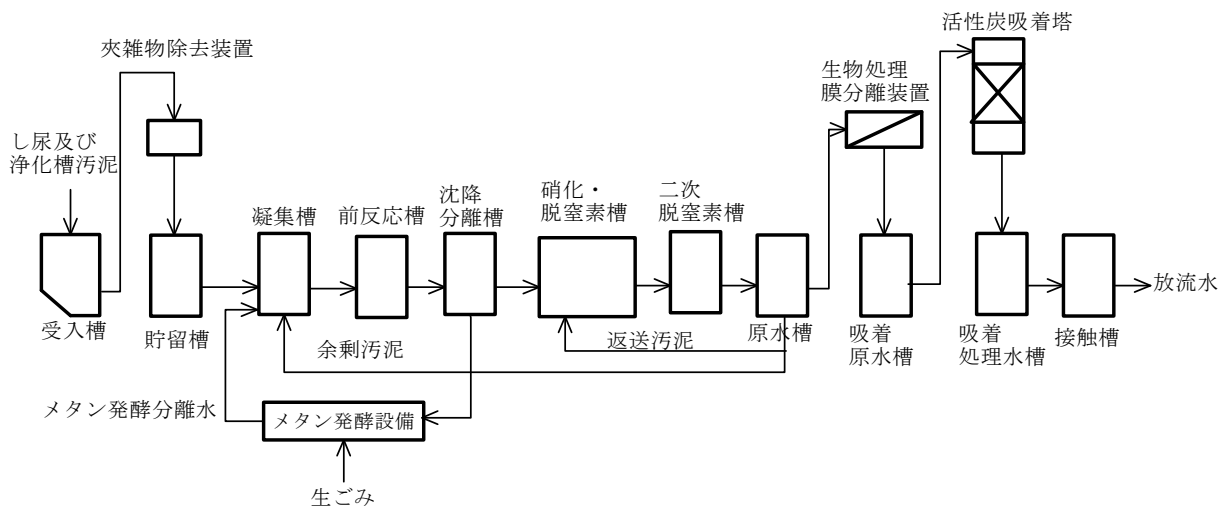


図3.3.15(4) 基本フローシート（浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式）

5. 処理方式の比較

処理方式の比較にあたり、本計画においては、処理機能、維持管理性、所要面積、景観に与える影響等について検討する。

なお、以降で取り扱う各処理方式の名称については、次のとおり簡略化する。

標準脱窒素処理方式：標脱

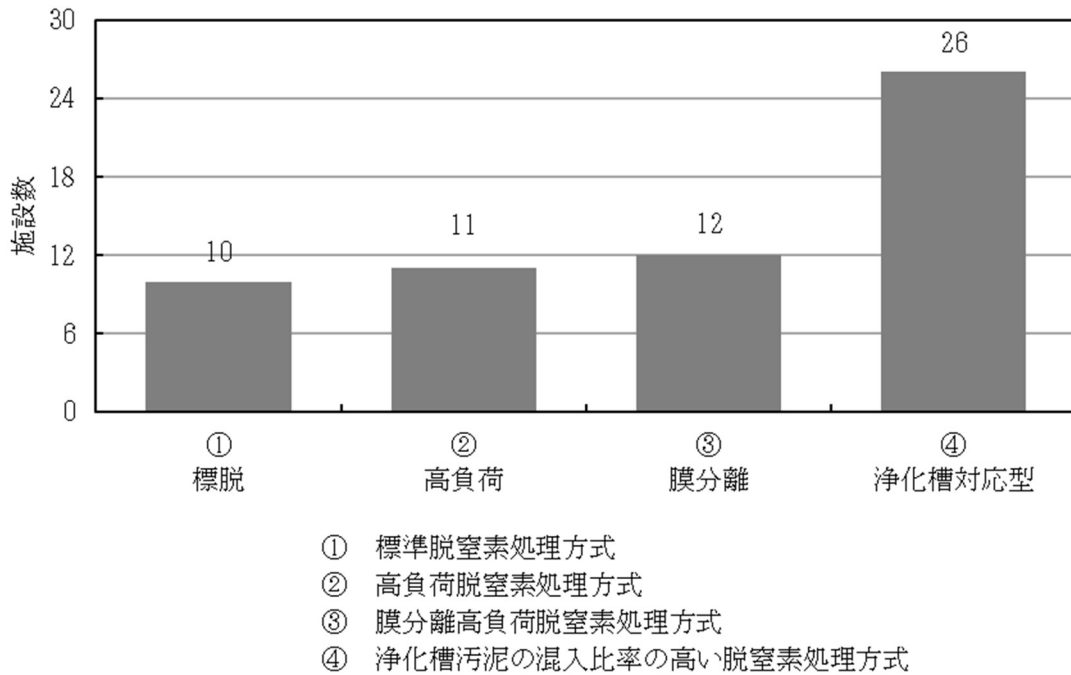
高負荷脱窒素処理方式：高負荷

膜分離高負荷脱窒素処理方式：膜分離

浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式：浄化槽対応型

(1) 建設実績

過去10年間（平成27～令和6年度）における各処理方式の建設実績は図3.3.16に示すとおりである。浄化槽対応型が最も実績が多く、次いで膜分離、高負荷、標脱の順となっている。



※一般財団法人日本環境衛生センター調べ

図3.3.16 処理方式別建設実績（平成27～令和6年度）

（2）搬入変動への対応

一般に生物処理では、処理対象物の安定した供給が良好な処理効果を生み出すといわれる。施設へ搬入されるし尿及び浄化槽汚泥は質的、量的な変動が激しいので、受入貯留工程においては、量的な調整、濃度の均一化、し尿との混合等を図ることが目的となる。

受入貯留工程の設計根拠はどの処理方式ともほぼ同じであるため、正常に運転している限り、搬入変動への対応は、処理方式によって差異はない。

突発的な要素により搬入物の変動が生物処理工程に持ち込まれた場合、

- ア．標準脱窒素は、他の方式に比べ水槽容量が大きいので、変動をある程度吸収することができる。
- イ．高負荷は、標準脱窒素ほどの吸収能力を持たないので、処理水質に影響が生じやすい。
- ウ．膜分離及び浄化槽対応型は、効率的な固液分離ができるので、質的変動には対応しやすい。しかし、ろ過膜の透過能力に左右されるため、量的変動には対応しにくい。

（3）浄化槽汚泥混入への対応

浄化槽汚泥は質的変動が著しいので、上記搬入変動への対応と同様、受入貯留工程における調整機能に左右される。従って、正常に運転している限り、処理方式

によって差異はない。ただし、次の点に留意しておく必要がある。

- ア．高濃度のMLSSを必要とする高負荷、膜分離及び浄化槽対応型は、浄化槽汚泥により持ち込まれるSSが主処理水槽のMLSSより薄いので、より効率的な固液分離、より高濃度の汚泥返送を求められる。
- イ．高負荷は、固液分離設備の運転条件を十分に検討する必要がある。
- ウ．膜分離及び浄化槽対応型は、ろ過膜により効率的な固液分離が可能であるため、ほとんど問題はない。

(4) 生物処理の安定性

生物処理の安定性については、上記(2)、(3)の内容に大きく関わっている。

- ア．基本的には、4つの処理方式とも公的に評価され、実績があるため、生物処理の安定性には差異はない。
- イ．突発的な要素や変動への対応は、技術開発時期が最も早く、様々な事例への対応実績を持つ標脱がやや優れている。
- ウ．高負荷、膜分離及び浄化槽対応型は、運転管理について維持管理を行う運転員の技術力が反映される。

(5) 臭気対策の難易性

処理施設の臭気対策は、非常に重要な位置を占める。

処理工程から発生する臭気は、受入貯留設備等の高濃度臭気、主処理水槽等の中低濃度臭気、受入室等の低濃度臭気に分けられる。処理方式による臭気対策の違いは次のとおりである。

- ア．公害防止基準によって異なるが、周辺環境、作業環境、腐食性発生ガスの排除等を考慮すれば、どの処理方式でも同程度のダクトワーク、脱臭装置等が必要である。
- イ．低濃度臭気捕集量は、主に空間容積（受入室等の容積）、換気回数で決定するため、処理方式による差異はない。
- ウ．高濃度臭気は、主な臭気捕集対象が受入貯留設備のため、処理方式による差異はない。
- エ．中低濃度臭気は、主に主処理水槽臭気、汚泥処理設備臭気であり、主処理水槽臭気や汚泥臭気に処理方式による差異が認められる。標脱は、曝気用空気等の風量が他の3方式に比べ多いため、臭気量も多くなる傾向がある。浄化槽対応型は、搬出される浄化槽汚泥等を直接脱水することから、脱水汚泥の臭気濃度

が他の方式と比べて高くなる傾向にある。

近年では、受入貯留設備等から発生する高濃度臭気を、生物処理工程（標脱では硝化槽等、高負荷、膜分離及び浄化槽対応型では硝化脱窒素槽）への曝気用空気として吹き込み、微生物による脱臭を行う方法や生物脱臭装置を設置する生物脱臭方式が採用される場合がある。これは、高濃度臭気の前処理としては有効であり、脱臭設備全体として経済的、効率的な方法である。

しかし、必要曝気風量が少なくなると臭気捕集風量が制限されること、高濃度臭気には金属等の腐食を進行させる成分が多量に含まれるため、ブロワ、配管等に防食対策を施さなければならないこと等の短所がある。

（6）所要面積

処理施設の所要面積に影響を与えるものは、水槽（受入貯留、主処理、高度処理及び汚泥処理の水槽）及び主要な処理室（受入室、前処理脱水機室、資源化室等）である。

ア．主処理工程の水槽

主処理工程の水槽について標脱と高負荷を比較すると、高負荷では、無希釈処理するため標脱と比べBODや窒素の容積負荷が高く、主処理水槽の容積が小さくなる。さらに、高負荷の主処理水槽は、標脱の2倍程度の深さとするのが一般的であり、水槽面積は高負荷が標脱より小さくなる。また、膜分離及び浄化槽対応型は、固液分離方式の違いにより固液分離に係る水槽面積が小さくなる。ただし、メーカーによる差異が大きく一概に比較はできない。

イ．その他の水槽

受入貯留の水槽は、いずれの処理方式も差異はない。高度処理の水槽は、流入水量が少なく、かつ、ろ過処理工程が省ける膜分離と浄化槽対応型が最も小さく、次いで高負荷であり、標脱が最も大きくなると考えられる。汚泥処理の水槽は、汚泥濃縮槽を不要とする高負荷、膜分離及び浄化槽対応型が小さくなる。なお、膜分離及び浄化槽対応型では、汚泥貯留槽を設けない場合もある。

ウ．主要な処理室

受入室、資源化室は、処理方式による差異はほとんどない。前処理脱水機室は、スクリーン目幅が最も小さい膜分離及び浄化槽対応型の装置が最も大きく、高負荷、標脱は同じである。

以上をまとめると、水槽面積の差により、膜分離と浄化槽対応型が最も小さく、高負荷、標脱の順で大きくなると考えられる。

しかし、実際の配置計画、建設工事では、各設備の配置上の相互関係、維持管理上の効率的かつ合理的な配置等を十分考慮する必要があり、その結果、上記の差異はあまり大きくない場合もある。

(7) 施設の景観（高さ等）

対象の処理方式を採用している施設では、作業環境の改善や機械設備の腐食防止等を目的として、設備全体を建屋内に収め、各設備の集約化を図ることが多い。また、どの方式であっても建屋全体を2階建て構造とする場合が多く、処理棟の最高軒高がおよそ10～12mとなる。

建屋を2階建てとする理由は、以下のとおりである。

- ア. 平面的な配置より立体的な配置の方が建築面積を要しない。
- イ. 資源化設備によっては、装置の形状や設備の合理的な配置等から、1階2階吹き抜けの部屋に収納することが多い。
- ウ. 前処理からの脱水し渣と汚泥処理からの脱水汚泥を、搬出設備や資源化設備等の次工程へ移送する場合に、移送先が高い位置にあるため、前処理装置や汚泥脱水機を2階に配置する方が合理的である。（高低差のある場所を移送する場合、できるだけ流動状の方が移送しやすい。）
- エ. 高負荷、膜分離及び浄化槽対応型では、その形式によっては硝化脱窒素槽の高さが12m程度（水深10m、余裕高さ2m）となる。この場合、他の地下水槽の底盤レベル（GL－6m程度）とあわせた場合、硝化脱窒素槽の天井レベルはGL＋6m程度となり、2階のFLと同等となる。

さらに比較すると、高負荷、膜分離及び浄化槽対応型の方が標脱より設備を集約しやすく、所要面積が小さくなる。従って、建屋全体が多少コンパクトとなり、景観上有利である。ただし、機器の集約化は同時に設置スペースの縮小を伴い、作業動線、機器搬出入動線等の確保が若干問題となる場合もある。

なお、建屋（処理棟）の高さを左右する要因としては以下の設備が考えられる。

- ・受入室 …………… GL＋5～6m
- ・資源化室 …………… GL＋10～12m
(半地下式もあるが給排気が困難。)
- ・ホッパ室 …………… GL＋7～8m

・前処理脱水機室 …………… G L + 10～12m

(し渣及び汚泥の移送経路が有利になることから
2階に設置する場合が多い。)

各処理方式の比較をまとめたものを表3.3.5に示す。

表3.3.5 4つの処理方式の比較

	標脱	高負荷	膜分離	浄化槽対応型
搬入変動への対応	受入貯留工程が正常に運転している限り、処理方式によって差異はない			
	水槽容量が大きいので、変動をある程度吸収できる	突発的な変動に対して、影響を受けやすい	質的な変動には対応しやすいが量的変動には対応しにくい	
浄化槽汚泥混入への対応	受入貯留工程が正常に運転している限り、処理方式によって差異はない			
生物処理の安定性	各処理方式とも、公的に評価され、実績があるので差異はない			
	事例への対応実績が多いので他方式よりやや優れている	運転員の技術力が反映される		
臭気対策	必要曝気風量が少ない場合、生物脱臭ができないこともある			
	水槽容量等が大きいので、中低濃度臭気の捕集風量が他方式より大きい	主に余剰汚泥を脱水することとなるため、脱水汚泥の臭気濃度は浄化槽対応型より低い		脱水汚泥の臭気濃度が他の方式より高くなる
所要面積	水槽の面積が最も大きいので建屋面積は大きくなる	水槽の面積が標脱より小さいので、建屋面積も標脱より小さい	固液分離装置の違い、ろ過処理の省略等により、建屋面積は最も小さい	
	実際には、設備の配置上の相互関係、維持管理上の効率的な配置等による影響も大きい			
施設の景観(高さ等)	各処理方式共通して、建屋内に収納し、2階建て構造が多い。(最高軒高10～12m)			
	設備が集約化しにくく、コンパクト化には難あり	設備が集約化しやすく、コンパクト化できる		

6. 処理方式の選定要因

処理方式選定の要因としては、次の事項が考えられる。

- (1) 限られた用地の中で計画施設を地域住民の感情に十分配慮したものとするためには、処理方式はできる限り占有面積が少なく、コンパクト性に優れたものが望ましい。
- (2) 計画施設の用水としては、河川表流水を利用する計画である。貴重な水資源であることから、用水の使用量はできる限り少ないことが望ましい。
- (3) 計画施設の放流水は、安定して高度な水質を保持し、環境負荷をより一層低減する必要がある。排出水量が少なく処理水質も高度な処理方式が望ましい。

- (4) 搬入されるし尿や浄化槽汚泥の量的変動や性状変動においても、容易に対応でき、常に安定した処理機能が発揮できる処理方式が望ましい。
- (5) 地域住民の生活環境の保護に十分配慮するため、施設からの搬出物の量を少なくし、臭気の少ないものとするのが望ましい。

7. 選定要因の比較

(1) 施設のコンパクト化

施設がコンパクトであるかどうかは、必要面積の大小により検討する。

処理方式による必要面積の差違は、主処理工程、高度処理工程の水槽面積により生ずる。水槽容量の大小は、標脱 > 高負荷 > 膜分離、浄化槽対応型となる。

従って、施設のコンパクト化が得られているのは以下の順序で評価できる。

膜分離、浄化槽対応型 > 高負荷 > 標脱			
コンパクト効果	大	→	→ 小

(2) 用水使用量

施設で使用する用水は、以下のようなものがある。なお、これらの使用量が少なければ排出処理水量が少なくなる効果もある。

- ア. 濃度調整のための希釈水
- イ. 生物反応槽における冷却水、消泡水
- ウ. 機器類のシール水、冷却水、洗浄水
- エ. その他の雑用水

ア. の用水については、標脱のみ必要となるが、高負荷、膜分離、浄化槽対応型では不要である。イ. ~ エ. の用水のうち、処理水の再利用が可能な用水もあるため、これらの削減により排出処理水量の提言を図ることも可能である。

一般に各処理方式の用水使用量は、標脱が 4 ~ 9 Q (Q は処理量)、高負荷、膜分離及び浄化槽対応型が 0.5 ~ 2 Q である。

従って、施設の用水使用量の低減効果は以下の順序で評価できる。

高負荷、膜分離、浄化槽対応型 > 標脱			
用水使用量の低減効果	大	→	→ 小

(3) 処理水の排出負荷量

施設の処理水が環境に与える負荷は、排出負荷量（汚濁物質濃度×処理水量）により算定される。いずれの処理方式を用いても性能指針に示された処理水質を満足できると考えれば、排出負荷量は処理水量（用水使用量）に左右される。

従って、環境負荷低減に関する効果は、用水使用量の低減効果と同様に以下の順序で評価できる。

高負荷、膜分離、浄化槽対応型	>	標脱
環境負荷の低減効果	大	→ 小

(4) 安定処理

標脱は主処理の入口でBOD濃度を1,200mg/Lとするため、一般的に5～10倍の希釈を行う。よって、搬入物の性状が多少ばらついても、希釈倍率の調整により主処理への濃度変動を抑えることが可能で、搬入変動に対応しやすく、安定処理の保持という面で優れている。以下の順序で評価できる。

標脱	>	高負荷、膜分離、浄化槽対応型
負荷変動等への対応	大	→ 小

(5) 施設からの搬出物の量及び臭気

施設からの搬出物として、受入貯留工程からの沈砂、脱水し渣及び資源化物が想定される。沈砂及び脱水し渣は、いずれの処理方式を用いても同量発生するものであり、相応の臭気対策が必要となる。資源化物は、資源化方式により搬出量、臭気ともに異なるため、浄化槽対応型において助燃剤化を採用する場合以外は、処理方式による差異はない。そのため、浄化槽汚泥対応型は、他の処理方式に比べ、搬出量が多く、臭気濃度が高くなる傾向にある。

従って、施設からの搬出物による影響の低減に関する効果は、以下の順序で評価できる。

標脱、高負荷、膜分離	>	浄化槽対応型
搬出物による影響の低減効果	大	→ 小

各処理方式を選定要因ごとに比較した結果は、表3.3.6に示すとおりである。

表3.3.6 選定要因ごとの各処理方式の比較

	標脱	高負荷	膜分離	浄化槽対応型
施設のコンパクト化	△	○	◎	◎
用水使用量	△	◎	◎	◎
処理水の排出負荷量	△	◎	◎	◎
安定処理	◎	△	△	△
施設からの排出物の量及び臭気	◎	◎	◎	△

◎：非常に優れている ○：優れている △：劣っている

8. 処理方式の検討

上記「7. 選定要因の比較」で行った検討をまとめると、いずれの処理方式も処理性能に大きな差異はないものの、選定要因となる施設のコンパクト化、用水使用量及び処理水の排出負荷量においては、いずれも高負荷、膜分離、浄化槽対応型が有利となり、標脱が劣る結果となった。一方、安定処理においては、標脱が他の処理方式よりも有利と考えられる。また、施設からの排出物の量及び臭気に関しては、標脱、高負荷、膜分離が有利となり、浄化槽対応型が劣る結果となった。

環境省では、「廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き（平成18年7月初版、令和7年3月改訂）」（以下「入札・契約の手引き」という。）を作成し、市町村等において、競争性・透明性を高め、公正・公平性が確保されるような入札契約が行われ、品質・経済性の面で優れた廃棄物処理施設建設工事が実施できるよう、入札の方法の見直しや改善に取り組むべき方向性を示している。

入札・契約の手引きでは、発注の相手方の選定方法と発注の範囲（競争に付す範囲）について、改善ステップ（図3.3.17参照）が示されている。発注の範囲に係る改善第二段階以降においては、入札前に処理方式を選定・限定せず、競争に付す発注の範囲を拡大し、競争性を確保することが推奨されている。

処理方式について選定要因の比較を行ったところ、処理性能に大きな差異はないこと及び処理方式を限定せず競争性を確保するために、施設計画における処理方式は、生物学的脱窒素処理方式のいずれかを競争的に選定するものとする。

発注の範囲	〔現状〕	〔改善第一段階〕	〔改善第二段階〕	〔改善第三段階〕	考 え 方
発注の相手方の選定の方法	○設計・施工分離発注もある ○発注前に機種・方式を決定 ○運営を含めないで発注	(5) 設計・施工一括発注 を導入	(5) 設計・施工一括発注 (4) 競争的に機種・方式を決定 を導入	(5) 設計・施工一括発注 (4) 競争的に機種・方式を決定 (3) PFI等運営を含む長期包括 的な発注 を導入	
〔現 状〕	○指名競争入札 (最低価格自動落札) ○随意契約	平成 18 年頃までの発注方法			現状維持ではなく、改善ステップ を踏み出すべき である。
〔改 善 第 一 段 階〕	(4) 公募型指名競争入札 (できるだけ指名数を制限 しない) を導入	改善ステップ I	改善ステップ II	改善ステップ II	改善ステップ I の 状態はミニマムで あり、改善ステッ プ II を標準と考 えるべきである。
〔改 善 第 二 段 階〕	(4) 公募型指名競争入札 (できるだけ指名数を制限 しない) と (2) 総合評価落札方式 を導入	改善ステップ II	改善ステップ III	改善ステップ III	改革志向・意欲 のある市町村は、 改善ステップ III に 取り組むべきであ り、その他の市町 村も、改善ステッ プ III を目指すべ き目標と考えるべ きである。
〔改 善 第 三 段 階〕	(2) 一般競争入札で行う総 合評価落札方式 を導入	改善ステップ II	改善ステップ III	改善ステップ IV	改善ステップ IV は自治体の判断 に委ねられる望ま しい発注方式で あるが、特に意欲 的市町村は導入 を検討すべき である。

近年の発注方法では殆ど『改善ステップⅣ』が用いられている

(「廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き (令和 7 年 3 月改訂)」参考資料より抜粋)

図3.3.17 発注方法についての改善ステップ

《主処理方式》
生物学的脱窒素処理方式のいずれかを競争的に選定する

第4節 高度処理・消毒工程

1. 高度処理工程の種類

放流水質基準は、廃棄物処理法施行規則第4条第2項第10号（し尿処理施設の技術上の基準）、同法施行規則第4条の5第2項第11号（し尿処理施設の維持管理の技術上の基準）において、BOD20mg/L以下、SS70mg/L以下、大腸菌数800CFU/mL以下となっている。

計画施設の整備事業を交付金事業として実施するためには、汚泥再生処理センター性能指針に示された水質（BOD10mg/L以下、COD35mg/L以下、SS20mg/L以下、T-N20mg/L以下、T-P1mg/L以下）を満足しなければならない。

また、放流水域によっては、水質汚濁防止法、都道府県公害防止条例等により上乘せ基準が適用されることもある。

第3節で述べた主処理工程とは、廃棄物処理法の水質基準を確保できる設備であり、性能指針、上乘せ基準、住民協定等によりさらに良好な水質を得るためには高度処理工程の設置が必要となる。

高度処理は、概ね次の4方式である。

- (1) 凝集分離処理方式（凝集沈殿方式、加圧浮上方式、膜分離方式）
- (2) オゾン酸化処理方式
- (3) 砂ろ過処理方式
- (4) 活性炭吸着処理方式

高度処理方式の除去対象物質は表3.4.1に示すとおりであり、計画施設の放流水質を基にどのような高度処理方式が適当であるかを検討する。

表3.4.1 高度処理方式と除去対象物質との対応

	凝集分離	オゾン処理	砂ろ過	活性炭吸着
BOD	○	—	○	○
COD	◎	○	○	◎
色度	○	◎	—	◎
SS	◎	—	◎	◎
窒素	△	—	—	△
りん	◎	—	—	△

◎効果大 △効果弱い
○効果あり —処理対象とならない

(1) 凝集分離処理方式

アルミニウム、鉄等の金属塩を用いた凝集分離処理は、SSやコロイド性の高分子有機化合物の除去に有効で、し尿処理ではSS、りん及びCOD除去を目的として最も普遍性の高い処理方法となっている。また、凝集分離処理は活性炭吸着等を行うための前処理として、不可欠な処理方法でもある。

ア. 設備構成

設備構成は混和槽、凝集槽、固液分離装置（沈殿槽、加圧浮上槽または膜分離装置）のほか薬品注入装置であり、その設備フローと設計諸元は図3.4.1に示すとおりである。

高負荷脱窒素処理方式においては、生物処理の固液分離後に、BOD20mg/L、SS70mg/Lの水質が確保できないため、凝集分離工程が主処理工程に組み込まれている。この凝集分離は、標準脱窒素処理方式の高度処理である凝集分離と基本的には同じであるが、水量や水質が著しく異なり、装置面で異なる場合もある。固液分離装置は、標準脱窒素処理方式が凝集沈殿槽または加圧浮上分離槽であるのに対し、高負荷脱窒素処理方式では上記の他に、微細目開きのウェッジワイヤを用いたスクリーンで濃縮する濃縮スクリーン装置も使用されている。

膜分離高負荷脱窒素処理方式においては、凝集分離処理工程は高度処理として扱われ、固液分離装置にろ過膜を用いる。

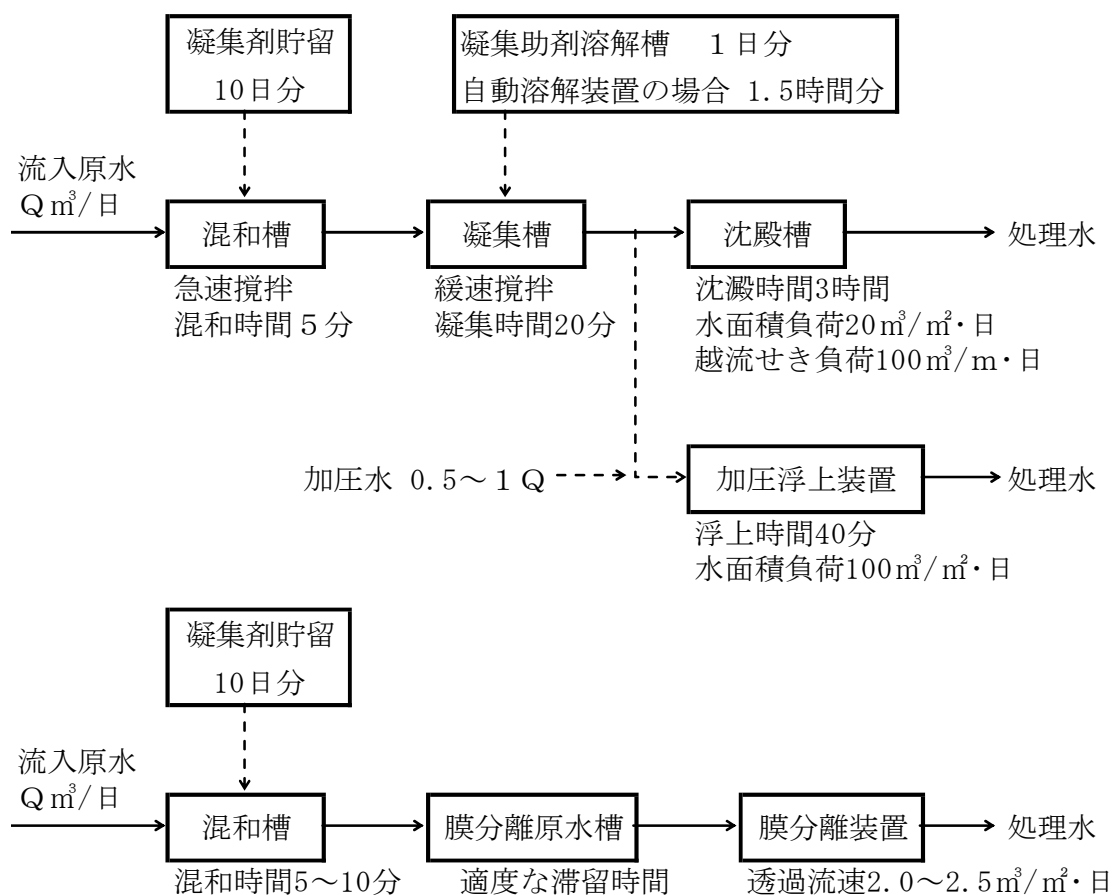


図3.4.1 凝集分離のフローシートと設計諸元

イ. 凝集剤の種類

凝集分離に使用する薬剤は、無機凝集剤、凝集助剤及びpH調整剤である。

無機凝集剤は、一般にアルミニウム塩または鉄塩を使用する。代表的な無機凝集剤の性状や特性等は表3.4.2に示すとおりである。近年ではポリ硫酸第二鉄を使用することが多い。

高分子凝集剤（ポリマ）は水中での解離状態により、カチオン系、アニオン系、ノニオン系の3種類に大別される。凝集剤としてアルミニウム塩を用いる場合には、アニオン系またはノニオン系ポリマが用いられる。アニオン系、ノニオン系ポリマの一般的性質は表3.4.3に示すとおりである。なお、カチオン系ポリマは汚泥処理の脱水助剤としても用いられる。

pH調整剤は、凝集剤最適pHの維持と、処理水のpH調整用中和剤としての使用がある。通常、アルカリは水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）、酸は硫酸を用いる。

表3.4.2 無機凝集剤の種類と特徴

種類	有効pH域										特 徴	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	長 所	短 所	
硫酸アルミニウム $Al_2(SO_4)_3$ 液体 Al_2O_3 8% 固形 Al_2O_3 16%	有効pH域 [5, 6, 7, 8, 9]										除濁性が高い 腐食性、刺激性が少ない	フロックが軽い pH8以上で効果低い
PAC ポリ塩化アルミニウム Al_2O_3 10~11%	[5, 6, 7, 8, 9]										凝集性が硫酸アルミニウムよりよい 中和剤(アルカリ)が少なくてもよい(または不要)	硫酸アルミニウムより高価 フロックが軽い pH8以上で効果が低い
塩化アルミニウム $AlCl_3$ Al_2O_3 9%	[5, 6, 7, 8, 9]										凝集性がよく除濁性が高い	フロックが軽い 腐食性が高い
塩化第2鉄 $FeCl_3$ 塩化コッパラス 硫酸第2鉄	[5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]										フロックが重い (沈降圧密良) アルカリ性域でも有効	中和剤(アルカリ)が多く必要 腐食性が高い 処理水が着色することがある
ポリ硫酸第2鉄 [$Fe_2(OH)_n \cdot (SO_4)_{3-n/2}]_m$	[5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]										フロックが重い pHの低下が少ない	腐食性が高い 処理水が着色することがある

資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

表3.4.3 ノニオン系、アニオン系高分子凝集剤の一般的性質

種類	0.1%溶液粘土(CPS)	溶解濃度(%)	有効pH域						適用排水種と特徴
			2	4	6	8	10	12	
ノニオン性	10~100	0.1~0.3	有効pH域 [5, 6, 7, 8, 9]						低pH処理に有効 着色排水の凝集処理(パルプ、繊維染色、し尿高度処理) アルミ表面処理、エマルジョン排水などの凝集浮上処理汚泥の脱水
弱アニオン性	50~200	0.05~0.2	[7, 8, 9]						中性域の凝集処理全般に有効 フロック形成速度が速い
アニオン性	150~400	0.05~0.1	[7, 8, 9, 10]						中性~高pH域の凝集処理に有効 無機懸濁質排水の処理(砂利、鉄鋼、金属水酸化物)フロック形成速度が速く、処理水清澄性がよい凝集処理汚泥の脱水
アニオン性三元共重合物	50~150	0.05~0.2	[5, 6, 7, 8, 9]						低pH域~中性の凝集処理に有効 排水水質変動に対して強く、安定した効果が得られるフロック強度が強く、低添加量で有効

資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

ウ. 沈殿法と浮上法の比較

凝集沈殿処理と凝集加圧浮上処理の特徴は、表3.4.4及び以下に示すとおりである。

加圧浮上は凝集沈殿と比べて水槽容量が小さく、設備面積が小さい。また、汚泥水分が低いことから汚泥処理が有利であり、濃縮槽を必要としない。反面、加圧タンク、加圧ポンプ、コンプレッサ等の付属設備が多く、近年では採用される例が少なくなっている。

なお、両者の処理によって得られる処理水質はほぼ同等とみてよい。

表3.4.4 凝集沈殿処理と凝集加圧浮上処理の比較

項目 \ 区分	凝集沈殿処理	凝集加圧浮上処理
槽容量 (滞留時間)	3 時間以上	40分間以上
水面積	20 m ³ /m ² ・日以下	100 m ³ /m ² ・日以下
汚泥水分	99%	97~98 %
濃縮槽	必要	必要なし
加圧水	必要なし	0.5Q~1.0Q
付属設備	汚泥搔寄機 汚泥移送装置	汚泥搔寄機 加圧タンク 加圧ポンプ コンプレッサ

Q : 流入水量(m³/日)

エ. 凝集剤等の貯留槽 (タンク) の材質

凝集剤等の薬品タンクは、構造上安全なものとする必要がある。その材質は薬品の種類、性状に適したものを選定する必要がある。また、高分子凝集剤には粉体と液体があり、液体は作業性に優れる (溶解時における粉の飛散がない等) 利点があるが、液体は粉体と比較して割高となる。

各種薬品タンクの材質については、表3.4.5に示すとおりである。

表3.4.5 凝集剤等薬品タンクの材質

区分	材 質	備 考
凝集剤 硫酸アルミニウム (硫酸バンド)	FRP 等の耐食材質 材質によっては補強が必要	耐酸材料を使用する ステンレス (SUS) は使用できない
塩化第二鉄	FRP 等の耐食材質 材質によっては補強が必要	耐酸材料を使用する ステンレス (SUS) は使用できない
高分子凝集剤	FRP 等の耐食材質 自動溶解の場合、重量に耐える 材質→SUS、 鋼板+ゴムライニング	粉体と液体がある 自動溶解が可能
水酸化ナトリウム	FRP 等の耐食材質 材質によっては補強が必要	溶解時に発熱するので、温度変化に強い 材質
硫酸	濃硫酸の場合、鋼板 75%以下の希硫酸の場合、 FRP 等の耐食材質	溶解時に発熱するので、温度変化に強い 材質

注) 積雪寒冷地における薬品タンク及び注入設備は、保温構造とする必要がある。

(2) オゾン酸化処理方式

原水中の着色成分である C=N、C=C、C=O 等の官能基や 3 重結合を有する発色基等をオゾンの強力な酸化力により加水分解する方式である。他の脱色方法であるところの凝集分離方式や活性炭吸着方式のように、着色成分を水中から除去する方法とは根本的に異なり、脱色効果は高い。また、オゾンには消毒効果もある。

ア. 設備構成

設備構成は原水槽、オゾン反応槽、処理水槽、オゾン発生装置、排オゾン処理装置等であり、原水槽や処理水槽は前後設備との関連で省略が可能である。オゾン酸化設備のフローシートは図3.4.2に示すとおりである。

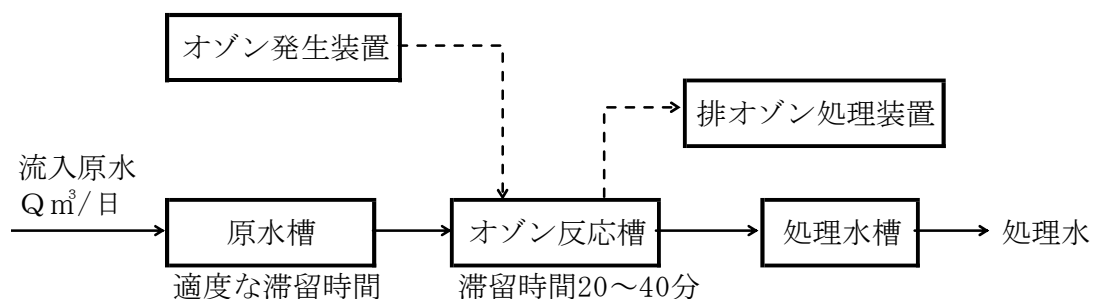
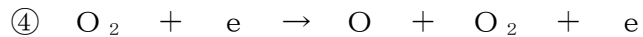
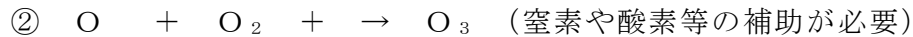


図3.4.2 オゾン酸化設備のフローシート例

イ. オゾン発生装置

(ア) オゾンの発生原理

空気（酸素）の存在する空間に継続的な放電を生じさせ、加速電子（ e ）が酸素分子（ O_2 ）に衝突すると以下のような反応が起こる。このうち①と②はオゾン生成反応、③と④はオゾン分解反応で、放電空間では両反応が共存する。この両反応のつり合い具合で生成オゾン濃度が決まる。



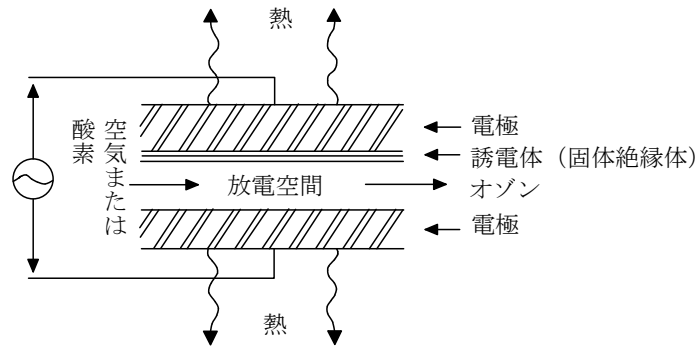
(イ) 原料空気の前処理装置

空気（酸素）をオゾン化する際、多量の水分や不純物を含むとオゾン発生効率が低下するだけでなく、不純物として窒素酸化物が生成したり、不均一放電を起こして放電管の寿命を短くする等の問題が発生する。よって原料空気は十分に除湿・乾燥されている必要がある。一般的に活性アルミナやシリカゲル等を充填した除湿装置を使用する例が多い。

(ウ) オゾン発生機

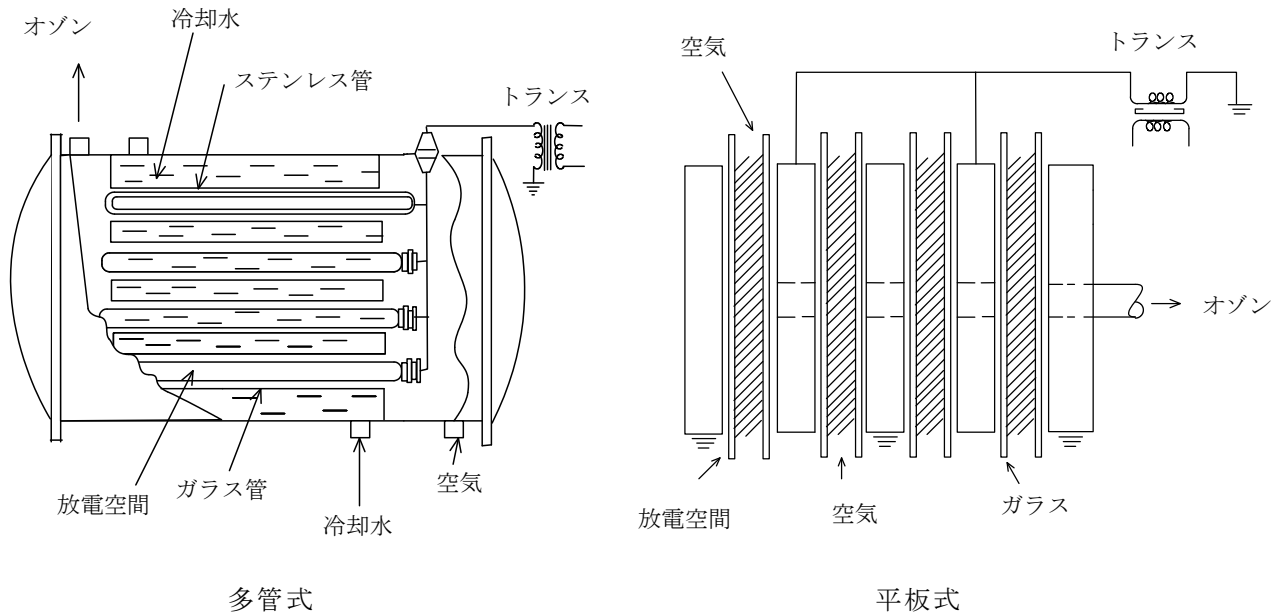
オゾン生成には継続した放電を要するが、オゾン発生機では図3.4.3に示すように電極の一方の面に誘電体（固体絶縁物）をおき、電極間に交流電圧を加えて放電を生じさせている。これを1組の放電部とし、能力に応じて多数並べたものが1つのオゾン発生機を構成する。放電部の構造の違いで多管式と平板式とに分けられる（図3.4.4参照）。

放電部では放電電力が熱となるため、オゾン発生管内の温度が高くないよう冷却する必要がある。冷却方式には水冷式と空冷式があるが、両方式の特徴は表3.4.6に示すとおりである。



資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.4.3 オゾン発生管構造図



資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.4.4 オゾン発生機構造例

表3.4.6 水冷式と空冷式の比較

項目	冷却方式		
	水冷式	空冷式	
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 冷却装置として冷却水ポンプやクーリングタワー等の付帯設備を要するため、小～中規模については割高となる 大型設備まで一体制作が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 冷却装置は冷却ファンのみでよいとされており、付帯設備が少なく、小～中規模については有利である 装置の大型化には限界があるため、大規模施設の場合は複数台の設置が要求される 	
電力使用量	<ul style="list-style-type: none"> 冷却効率がよいため、設備が大型化するほど有利となる 	<ul style="list-style-type: none"> ファンの動力が大きく、電力使用量は多い 	
冷却水	<ul style="list-style-type: none"> 必要。排水処理が必要 冷却水量の削減が要求される場合（水処理方式が低希釈処理等）には、別途チラーユニット等の設置を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 不要 	
メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> 冷却水の水質、水温、流量等の管理 冷却水配管や熱交換器等のスケール清掃 	<ul style="list-style-type: none"> 夏期等の大気温度管理 ダクトや各機器のホコリ清掃 	
建屋条件	所要面積	<ul style="list-style-type: none"> 大型設備も一体制作が可能であり、大規模施設については有利 	<ul style="list-style-type: none"> 付帯設備が少ないため、小～中規模については有利
	有効高さ	<ul style="list-style-type: none"> 低い 	<ul style="list-style-type: none"> 冷気排気ダクトの敷設を要するため、相応の高さを要する
その他	<ul style="list-style-type: none"> 寒冷地等では、冷却水の氷結防止対策が必要 		

(エ) 排オゾン処理装置

オゾン反応槽に注入されたオゾンは、反応槽内で全てが有効に消費されるわけではないので、一部の未反応オゾンが排オゾンガスとして排出される。オゾンは人体に対して有害であるため、無害化して系外に排出する装置が必要となる。排オゾンの処理法としては、活性炭吸着法、熱分解法、薬液洗浄法、触媒接触法等があるが、一般的に活性炭吸着法の採用例が多い。

(3) 砂ろ過処理方式

原水中の固形粒子を砂やアンスラサイト等のろ材層で水と分離する方式で、低濃度浮遊物質を含む水の固液分離として有効である。除去対象はSSで、SS除去に伴うBOD、COD、色度等の除去も若干見込める。

ア. 設備構成

設備構成は原水槽、砂ろ過装置、処理水槽、洗浄（逆洗）設備等であり、原水槽や処理水槽は前後設備との関連で省略が可能である。砂ろ過設備のフローシートは図3.4.5に示すとおりである。

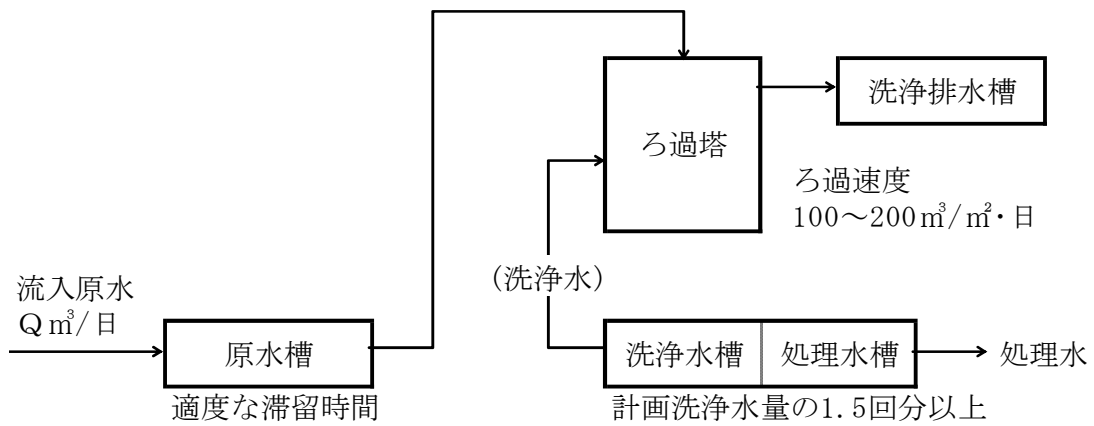


図3.4.5 砂ろ過設備のフローシート例

イ. 砂ろ過装置

砂ろ過塔はろ層の形式から固定床式と移動床式に分けられる。両形式の構造例は図3.4.6に示すとおりである。

(ア) 固定床式ろ過装置

固定床式はろ材層が固定されている形式で、通水方式は上向流または下向流となる。また、ろ材層を2層とする場合が多く、ろ過砂とアンスラサイトで構成されるのが一般的である。ろ材層が固定されているため、ろ材の洗浄（逆洗）時においてはろ過処理がストップする。

(イ) 移動床式ろ過装置

移動床式は原水入口側のろ材（砂）が洗浄を経て処理水出口側へ移動する形式で、通水方式は上向流となる。ろ材の洗浄が連続的に行われるため、ろ材洗浄による通水停止を伴わず、砂ろ過処理の連続運転が可能である。

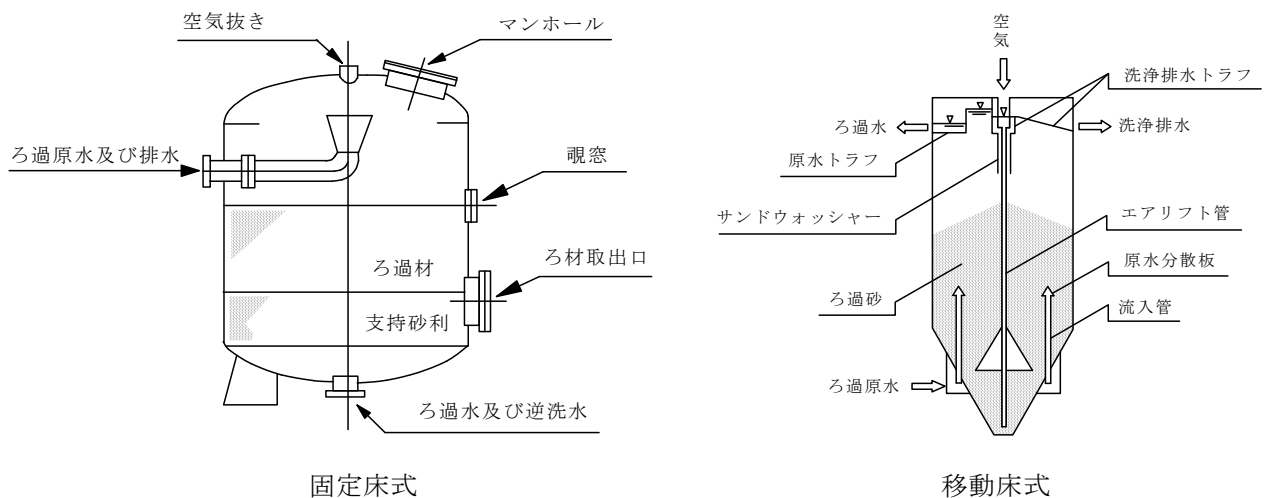


図3.4.6 砂ろ過等の構造例

資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

ウ．洗浄（逆洗）装置

一定時間ろ過を継続していると、ろ材にSSが蓄積し、ろ材間隙が閉塞してろ過通水抵抗が高くなるため、定期的ろ材の洗浄が必要となる。一般的に洗浄水としては砂ろ過処理水を使用し、さらに洗浄効率を高めるため、空気洗浄も同時に行う例が多い。一般的ろ材の洗浄は1塔あたり1回/日程度の頻度で実施する例が多く、ろ過抵抗（圧力計）やタイマ等と連動した自動運転とする。

なお、移動床式ではSSの蓄積が多い原水入口側のろ材（砂）を連続で洗浄するため、洗浄装置は不要である。

（4）活性炭吸着処理方式

活性炭吸着は、高度処理の仕上げとして残存するBOD、SS等の除去の他、色度及びCODの除去が期待できる。特に、高負荷脱窒素処理方式、膜分離高負荷脱窒素処理方式及び浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式を採用する施設では、前段にオゾン酸化を設けていないので、活性炭吸着に依存する度合いは大きい。

ア．活性炭

（ア）活性炭の性状

活性炭そのものは形状から分けると、粉末炭と粒状炭とに大別されるが、し尿・汚泥再生処理施設では粒状炭が使われている。

粒状炭は、その形状からさらに破碎炭、顆粒炭、造粒炭に分類される。また、活性炭を原料からみると、石炭系とやしがら系に分類できる。

一般的には、脱臭等比較的分子量の小さい物質の気相吸着処理には、やしがら活性炭が適している。また、脱色、コロイド除去等、比較的分子量の大きい物質の除去を目的とする水処理等の液相吸着処理には、石炭系活性炭が適しているといわれている。

なお、活性炭吸着を高度処理として組み入れる場合、原水のSSを10mg/L以下とする必要があるため、前処理として、凝集分離、砂ろ過または膜分離が多用される。

（イ）活性炭吸着処理の性能

標準脱窒素処理方式及び高負荷脱窒素処理方式において高度処理として活性炭吸着を付加した施設の処理水質の一例は、表3.4.7に示すとおりである。

活性炭吸着処理の性能は、主処理の処理方式、設備の運転条件等にも左右されるが、一般的にはCOD及び色度除去率が70～80%以上見込める。

表3.4.7 活性炭吸着処理水の水質

項目		処理方式	標準脱窒素処理方式		高負荷脱窒素処理方式	
			設計値	実績値	設計値	実績値
流入水	COD (mg/L)		29	18.8	230	90
	色度 (度)		30	16	700以下	255
処理水	COD (mg/L)		6	4.3	10以下	8
	色度 (度)		20	2	20以下	10以下
COD除去率 (%)			79	77	96以上	91
色度除去率 (%)			43	88	97以上	96以上
COD吸着量 (g-COD/kgAC)			135	74	—	—
希釈倍数 (倍)			5.3	3.6	5	—

(ウ) 活性炭の再生

活性炭のCOD吸着量は、設計値として活性炭1kg当たりCOD70～150g程度であり、通常100g-COD/kg-AC程度で活性炭を交換している場合が多い。

このように活性炭の吸着能には限界があり、吸着物質を除去して再び吸着能をとりもどす操作を再生という。

活性炭の再生方法の種類は表3.4.8に示すとおりである。水処理のように多成分の有機物で、比較的高分子で高沸点の吸着物質を含む場合には、一般に吸着物質を分解または酸化して除去させる高温加熱再生法が多く用いられている。

再生後の吸着能は一般に再生回数が増えると灰分が増加し、次第に低下するといわれる。

活性炭の1回の再生による消耗活性炭量は粒状活性炭の場合5～10%程度、粉末の場合15～20%程度という。また、再生炭は新炭の価格の約7割程度であるといわれている。

再生手段として再生を依頼するか、再生装置を設置するか否かは再生コスト、再生頻度、再生量から推測する必要がある。

表3.4.8 再生方法の種類

種類		処理温度	摘要
加熱再生	加熱脱着	100～200℃	水蒸気、不活性ガス
	高温加熱再生 (ばい焼再生)	750～950℃ (400～500℃)	水蒸気、燃焼ガス、炭酸ガス
薬品再生	無機薬品	常温～80℃	塩酸、水酸化ナトリウム、酸化剤
	有機薬品(抽出)	常温～80℃	有機溶剤(ベンゼン、アセトン、メタノールなど)
生物再生		常温	好気性菌、嫌気性菌
湿式酸化分解		180～220℃加圧	酸素、空気、酸化剤
電解酸化		常温	酸素

イ. 設備構成

設備構成は原水槽、活性炭吸着装置、処理水槽、洗浄（逆洗）設備等であり、原水槽や処理水槽は前後設備との関連で省略が可能である。活性炭吸着処理設備のフローシートは図3.4.7に示すとおりである。

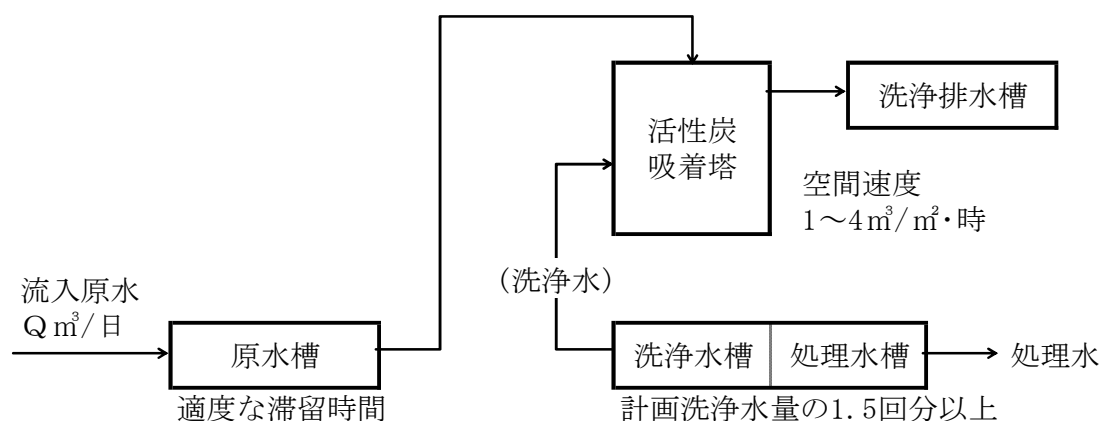


図3.4.7 活性炭吸着処理設備のフローシート例

ウ. 活性炭吸着装置

活性炭吸着塔は活性炭充填層の形式から固定床式、移動床式や流動床式に分けられる。

(ア) 固定床式活性炭吸着塔

固定床式は活性炭層が固定されている形式で、通水方式は上向流または下向流となる。活性炭層が固定されているため、活性炭の吸着能力が低下（飽和）した場合には塔内全量の活性炭を新炭または再生炭に交換することとなる。構

造はシンプルで維持管理が容易である等の利点があるが、塔内の活性炭は原水側から逐次飽和されていくため、固定床式活性炭吸着塔は塔内において活性炭の吸着能力に偏りが生じやすいという欠点もある。この対策として、活性炭吸着塔を複数塔設置して、メリーゴーランド通水方式（図3.4.8参照）を採用する場合が多い。

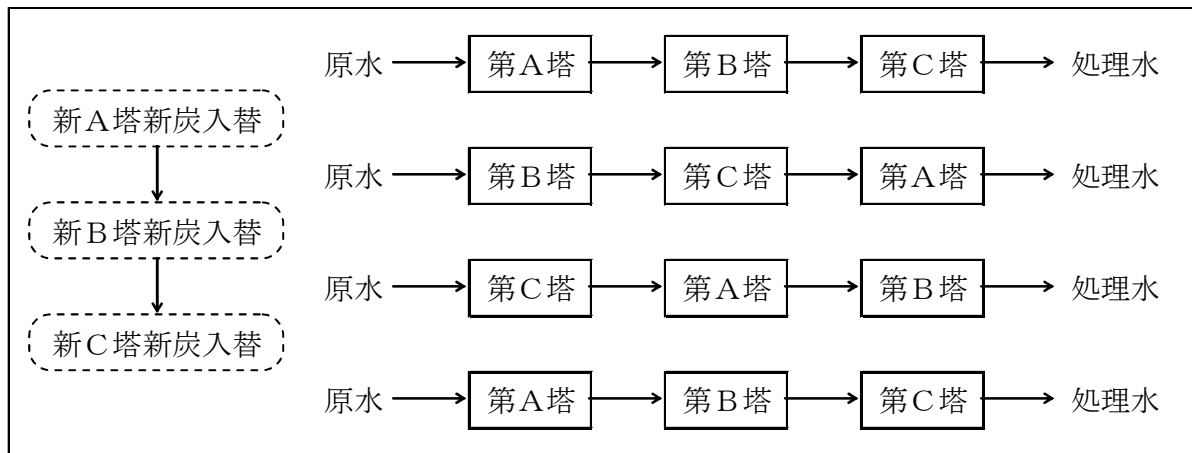


図3.4.8 メリーゴーランド方式（3塔設置の例）

（イ）移動床式活性炭吸着塔、流動床式活性炭吸着塔

塔内の活性炭を定期的に定量入替する方式であり、固定床式のように全量入替は伴わない。上向流式が一般的であり、原水側（塔下部）の劣化した活性炭を引き抜き、処理水側（塔上部）に新炭や再生炭を補給する。新炭が徐々に原水側へ移動していくので効率の良い活性炭使用が可能である。活性炭の定期的な入替を伴うため、廃炭貯槽や新炭貯槽、廃炭や新炭の移送装置等が付帯設備として必要である。

2. 高度処理工程の選定

(1) 高度処理工程の組み合わせ

高度処理工程の組み合わせは図3.4.9に示すとおりである。

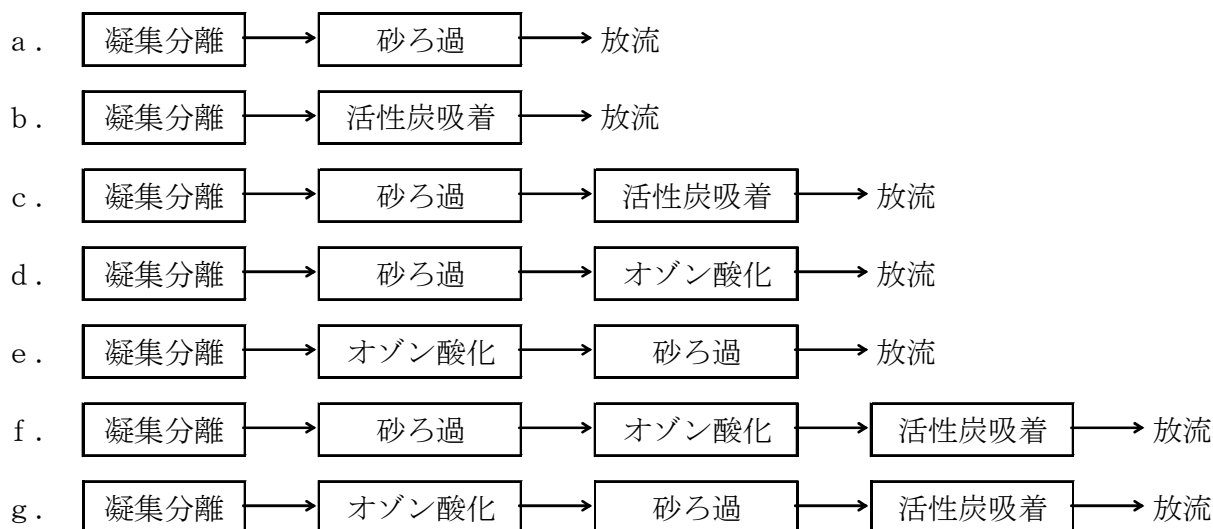


図3.4.9 高度処理工程の組み合わせ

最も一般的な組み合わせは、凝集分離処理と砂ろ過処理を採用した処理の流れであり、活性炭吸着処理やオゾン酸化処理を追加することで、より一層高度な処理を目指すものである。

図3.4.9のdとe及びfとgでは、砂ろ過処理とオゾン酸化処理の順序が異なっている。砂ろ過処理をオゾン酸化処理に前置した場合、オゾン酸化される浮遊物を前もって砂ろ過処理で除去することにより、オゾン消費量を低減できる利点がある反面、オゾン処理によって処理水が白濁し、透視度がやや低下することがある。逆に砂ろ過処理をオゾン酸化処理に後置した場合、前者のケースと比較してオゾン消費量がやや多くなるが、オゾン処理水の白濁が砂ろ過処理によって除去され、透視度が向上する。

凝集分離後の砂ろ過処理としては、性能的にSS除去率は50%程度期待できる。また、処理水質としてはSS10mg/L以下を確保することができる。さらにSSに起因する浮遊性有機物が除去されることによって、これに伴うBOD、CODが多少低下する。

活性炭吸着処理の場合、流入水のSSが少なくとも10mg/L以下に保持することが必要であり、前処理としては凝集分離処理、砂ろ過処理が一般的に用いられる。

(2) 高度処理方式の選定

高度処理方式としてどの処理方法を採用するかは主処理工程の方式及び計画処理水質の設定値等によって異なる。

ア. 標準脱窒素処理方式の場合

標準脱窒素処理方式では、主処理水質からみて高度処理の除去対象はりん、BOD、COD及びSSであり、凝集分離方式の設置が必要である。

さらに、色度を除去しようとするならば図3.4.9のc、d、e、f及びgに示すように、凝集分離と砂ろ過の他に少なくともオゾン酸化あるいは活性炭吸着を組み合わせた処理方式が必要となる。

また、CODが20mg/L以下を求められる場合は、活性炭吸着が付加される。

イ. 高負荷脱窒素処理方式の場合

高負荷脱窒素処理方式では、主処理工程に凝集分離が組み込まれている。

オゾン酸化については、低希釈運転による高い塩濃度がオゾンの無駄遣いにつながるため、採用される例はほとんどない。

他の処理方式と比べ、主処理工程の固液分離が不安定になる可能性があるため、砂ろ過は設ける必要がある。

さらに、アンケート調査等により処理実績をみると、色度及びCODの除去は活性炭吸着に依存している。

最近の高負荷脱窒素処理方式の建設例では、大半が凝集分離(主処理を含む)、砂ろ過、活性炭吸着の組み合わせとなっている。

ウ. 膜分離高負荷脱窒素処理方式の場合

膜分離高負荷脱窒素処理方式では、凝集分離は高度処理として扱う。高度処理の考え方は高負荷脱窒素と同じであるが、膜分離装置によりSSが完全に除去されるので砂ろ過は不要となる。

エ. 浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式の場合

浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式では、前凝集分離工程に凝集分離が組み込まれている。凝集分離以外の高度処理の考え方は高負荷脱窒素処理方式と同じであるが、膜分離装置が設けられている場合は、SSが完全に除去されるので砂ろ過は不要となる。

オ. 本計画における高度処理方式(案)

本計画では、主処理方式を生物学的脱窒素処理方式のいずれかから競争的に選定することとしているため、高度処理方式も主処理方式に応じた構成とする。

《高度処理方式》

主処理方式を生物学的脱窒素処理方式のいずれかから競争的に選定することとしたため、高度処理方式も主処理方式に応じた構成とする

3. 消毒設備

(1) 消毒方法

処理水の消毒方法としては塩素処理、紫外線照射及びオゾン処理の3つの方法があり、それぞれの特徴は以下に示すとおりである。

ア. 塩素消毒

塩素及び塩素系薬剤の酸化力を利用する方法である。薬剤の残留性があることから処理水の消毒状態を保持する反面、残留塩素の濃度や処理水中の有機物等によっては有害生成物を生じることがある点に考慮する必要がある。

イ. 紫外線消毒

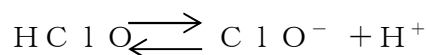
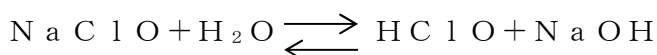
紫外線の殺菌力を利用する方法である。薬剤を添加しないため、薬剤の残留や副生成物の生成がなく、反応速度も速い。一方、消毒作用を受けた細菌が再活性化（光回復現象）する可能性がある。

ウ. オゾン消毒

オゾンの強力な酸化力を利用する方法である。薬剤を用いる方法とは異なり、処理水に残留薬物の影響を残さない。塩素剤のような残留性がなく、処理水中の有機物の生分解性が改善されるため、細菌の再汚染を考慮する必要がある。

(2) 塩素消毒の概要

塩素剤としては塩素ガスや次亜塩素酸ナトリウム溶液等が使用されるが、取扱いの容易性や安全性等の理由から次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用することが多い。次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用した消毒設備は、接触槽、注入装置及び薬品タンクで構成する。次亜塩素酸ナトリウムは、水中で下式のように水素イオン（ H^+ ）と次亜塩素酸イオン（ ClO^- ）に分かれる。次亜塩素酸（ $HClO$ ）、次亜塩素酸イオンともに有効塩素であるが、殺菌作用は次亜塩素酸の方が強い。



次亜塩素酸ナトリウムは、有効塩素12%水溶液で市販されていることが多い。こ

の溶液は強いアルカリ性であり、酸化力が強いため、タンクやポンプ及び配管の材質には留意が必要である。

接触槽は消毒効果を上げるために、流入水量に対して15分間以上の接触時間が必要とされている。

(3) 紫外線消毒

紫外線を照射し殺菌する方法は下水道処理を中心に開発されているが、し尿・汚泥再生処理施設に導入された事例は塩素消毒に比べて少ない。

(4) オゾン消毒

オゾンを注入し殺菌する方法は上水道を中心に開発されているが、し尿・汚泥再生処理施設については、高度処理（脱色等）方式としての実績は多くあるものの、消毒方式としての実績は少ない。

第5節 資源化工程

計画施設における資源化方法は、施設整備の基本方針2に示したとおり、助燃剤化を採用する。

1. 助燃剤化技術の概要

(1) 汚泥の助燃剤化

汚泥の助燃剤化とは、次の2項目を満足した処理をいう。

- ア. 汚泥再生処理施設から発生する汚泥の含水率が70%以下であること。
- イ. ごみ焼却施設で一般の可燃ごみと混焼する場合に、補助燃料を使用する必要がなく、結果として省エネルギーに寄与できるものであること。

(2) 汚泥の高効率脱水

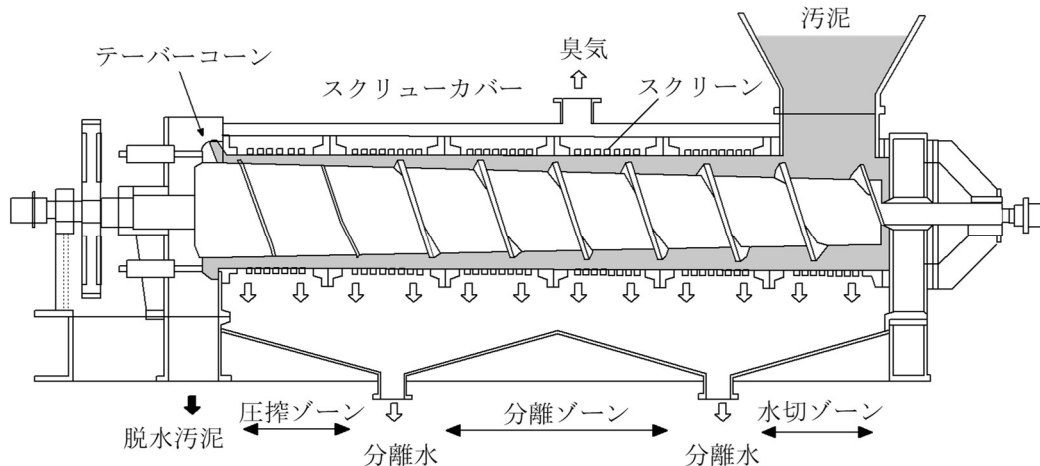
し尿・汚泥再生処理施設で水処理に伴い発生する汚泥は、汚泥調質剤を添加して脱水性を高めてから脱水する。一般に普及している遠心脱水機、ベルトプレス脱水機、多重円板脱水機、スクリープレス脱水機等の場合、脱水汚泥の含水率は80～85%である。この程度の含水率では、ごみ焼却施設で脱水汚泥を焼却する際に、水分を蒸発させるための熱量が多量に必要となる。

助燃剤化システムは、含水率70%以下が達成できる高効率脱水機を導入することで可能となる技術である。従来、含水率70%以下を満足できる脱水機は、フィルタープレスのみであったが、現在では、助燃剤化システム対応できる高効率脱水機として、スクリープレス、遠心脱水機（高効率型）及び電気浸透脱水機等の実績もある。

主な高効率脱水機の概要は表3.5.1、図3.5.1～図3.5.4に示すとおりである。

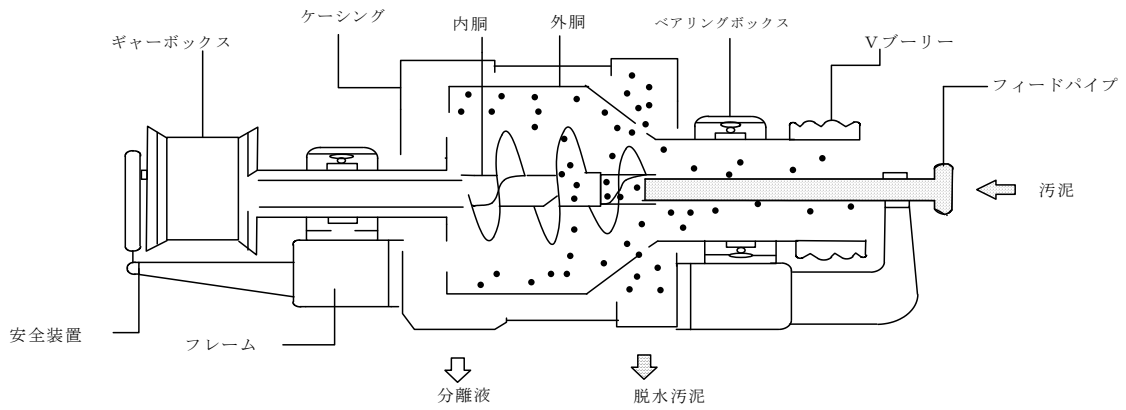
表3.5.1 主要な高効率脱水機の概要

種類	原理及び特徴	適用条件	備考
スクリープレス脱水機	前半部で外筒の円筒により重力ろ過を行い、後半部でスクリー羽根の押し出しによる圧搾力と回転によるせん断力で脱水する。	<ul style="list-style-type: none"> ・余剰汚泥の脱水には、無機凝集剤、高分子凝集剤と併せ脱水補助剤を使用することが多い。 ・前凝集分離の場合は、し尿等に繊維分が含まれているため、脱水補助剤は使用しない事例の方が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・軸摺動、背圧板移動式、水分自動制御等、低含水率化等による機内閉塞及び安定処理へ工夫されている。 ・脱水性向上のため、前段に濃縮機を設けることが多い。
遠心脱水機	遠心力により高速回転させた外筒の内側に汚泥を濃縮脱水し、内筒に設けたスクリーコンベヤをやや低速回転させ、脱水汚泥を掻き寄せて脱水する。	<ul style="list-style-type: none"> ・余剰汚泥の脱水には、無機凝集剤、高分子凝集剤と併せ脱水補助剤を使用することが多い。 ・前凝集分離の場合は、し尿等に繊維分が含まれているため、脱水補助剤は使用しない事例の方が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・無機凝集剤を脱水機へ直接注入することで、脱水汚泥含水率の低含水率化を図っている。 ・濃縮工程が不要。
フィルタープレス脱水機	ろ布の表面に圧力差をつくり、汚泥に400～500kpa程度の圧力をかけて、水分を移動し、最後に圧搾して脱水する。	<ul style="list-style-type: none"> ・余剰汚泥の脱水に対し、最も安定した性能を発揮する。 ・前凝集分離の場合は、浄化槽汚泥等の油分対策が必要となる。 	臭気対策、据え付け面積の大きさに加え、メンテナンスの煩雑が問題。浄化槽汚泥等に含まれる油分に弱い。
電気浸透汚泥脱水機	汚泥に直流電圧をかけ、負の電荷を持つ汚泥を陽極ドラム付近、正の電荷を持つ水をろ布外陰極のベルト部分に集め、最後にろ布とドラムで圧搾し脱水する。	<ul style="list-style-type: none"> ・余剰汚泥の脱水に対し、安定した性能を発揮する。 ・前凝集分離の場合は、搬入物に含まれる異物対策が必要となる。 	効率よく脱水するためには、前段に一次脱水機が必要となる。



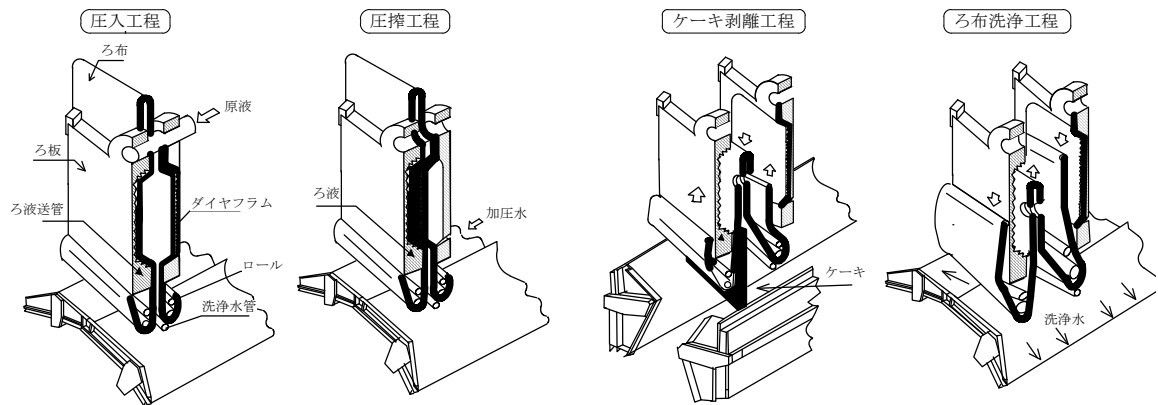
資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.5.1 スクリュープレス脱水機の構造例



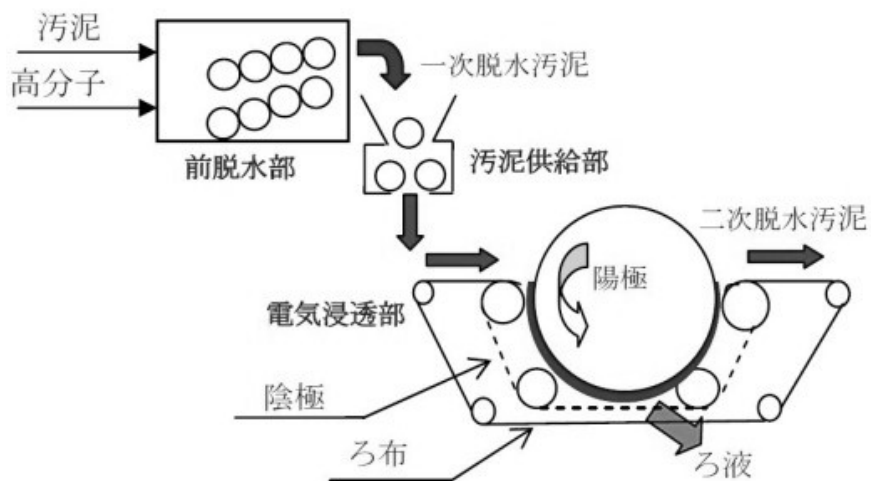
資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.5.2 遠心脱水機の構造例



資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.5.3 フィルタープレス脱水機の構造例

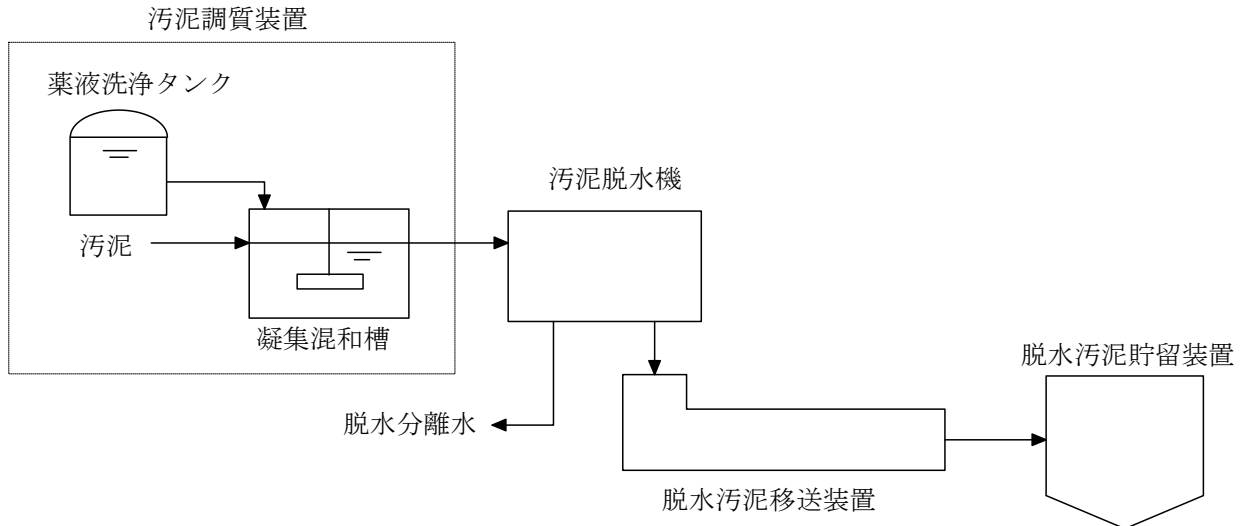


資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.5.4 電気浸透汚泥脱水機の脱水工程例

(3) 高効率脱水の構成設備

高効率脱水の構成設備は、図3.5.5に示すとおり、汚泥調質装置、汚泥脱水機、脱水汚泥移送装置、脱水汚泥貯留装置から構成されており、一般の脱水設備と違いはない。



資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

図3.5.5 高効率脱水の設備構成

(4) 処理フローシート

汚泥の助燃剤化に関する処理フローシートは、図3.5.6及び図3.5.7に示すとおりである。基本的に主処理方式が標準脱窒素処理方式、高負荷脱窒素処理方式及び膜分離高負荷脱窒素処理方式の場合には図3.5.6、浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式の場合には図3.5.7とすることが多い。

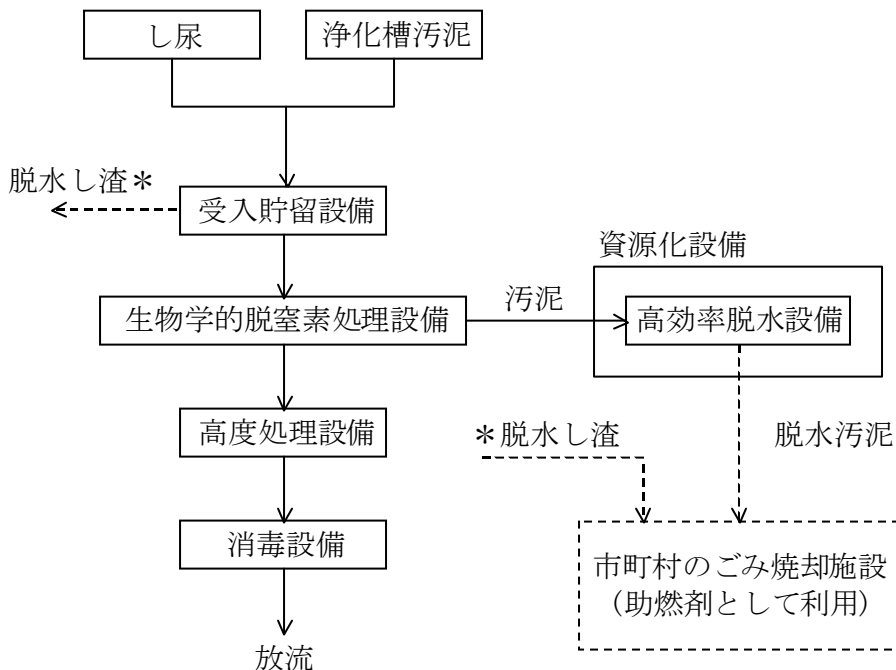


図3.5.6 汚泥の助燃剤化に関する処理フローシート（余剰汚泥の脱水）

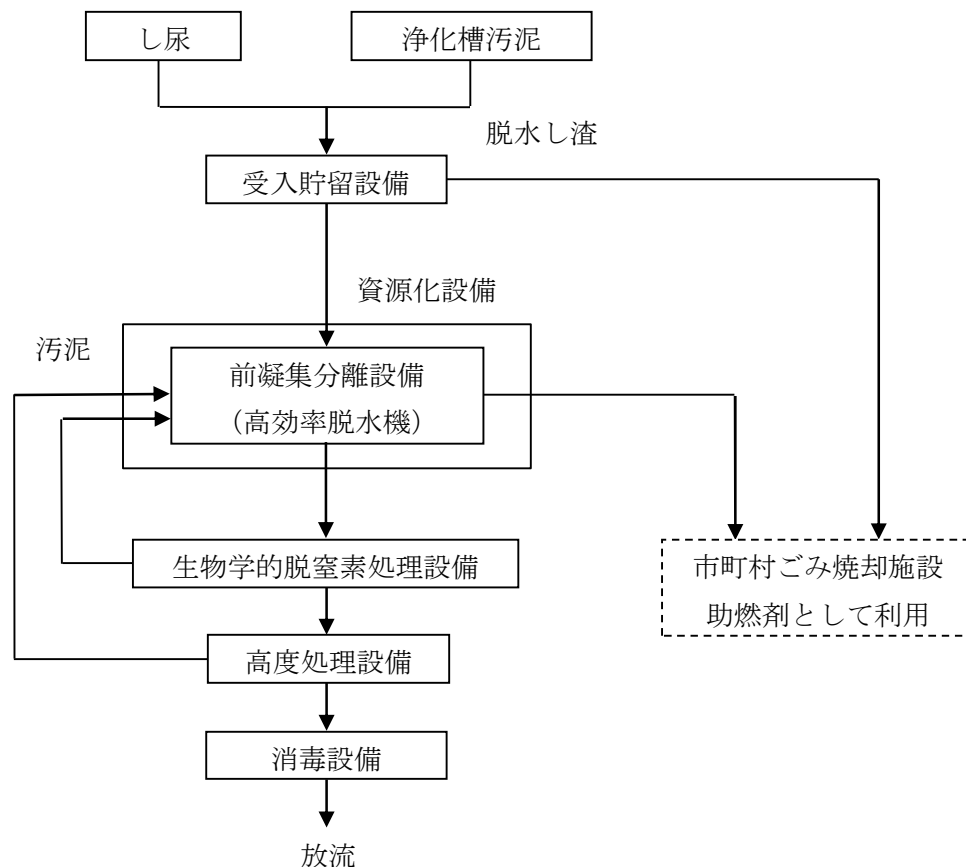


図3.5.7 汚泥の助燃剤化に関する処理フローシート（前凝集汚泥の脱水）

（5）運転管理における留意事項

高効率脱水システムは、物理的に可能とされる限界近くまで汚泥を脱水する技術であり、安定した処理機能を維持するには、高度かつシビアな運転管理が要求されることが多い。汚泥調質においても、従来使用されている有機系調質剤（ポリマ）のほか、無機系調質剤、脱水補助剤等多種多様の薬品を使用することが多く、これらの薬注管理が運転管理上重要な要素となる。浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式で前凝集汚泥を脱水する場合等には、原料汚泥の変動が想定されるため、特に運転管理に留意が必要となる。

2. 助燃剤製造量の試算

計画施設における助燃剤製造量を試算する。なお、余剰汚泥を脱水する場合と前凝集汚泥を脱水する場合で助燃剤製造量が異なる。

（1）余剰汚泥を脱水する場合

図3.5.6に示すように、生物学的脱窒素処理設備から発生する余剰汚泥を高効率脱水設備で含水率70%まで脱水する際の助燃剤製造量を試算する。

計画・設計要領において、汚泥発生量は表3.5.2のとおり示されている。この数値を参考に、計画施設における助燃剤製造量を試算する。計画施設における助燃剤製造量は、表3.5.3に示すとおり、308t/年と試算される。

表3.5.2 汚泥発生量

生物学的脱窒素処理設備	し尿由来	6 kg-DS/m ³
	浄化槽汚泥由来	6 kg-DS/m ³
凝集分離設備		2 kg-DS/m ³

資料：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領

表3.5.3 助燃剤製造量の試算（余剰汚泥の脱水）

排出量	し尿		4.7 kL/日
	浄化槽汚泥		26.9 kL/日
	計		31.6 kL/日
汚泥発生量 (乾物量)	生物学的脱窒素 処理設備	し尿由来	28.2 kg-DS/日
		浄化槽汚泥由来	161.4 kg-DS/日
	凝集分離設備		63.2 kg-DS/日
	計		252.8 kg-DS/日
含水率			70 %
助燃剤 製造量	365日平均製造量		843 kg/日
	稼働日*あたり製造量		1,180 kg/日
	年間製造量		308 t/年

*稼働日は、週5日として試算した

(2) 前凝集汚泥を脱水する場合

図3.5.7に示すように、搬入し尿等を前凝集分離設備（高効率脱水設備）で含水率70%まで脱水する際の助燃剤製造量を試算する。計画・設計要領の浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式の場合の汚泥発生量の試算方法を基に試算する。

搬入し尿等を前凝集分離設備で脱水する際には、前脱水汚泥、余剰汚泥、凝集汚泥が発生する。それぞれの汚泥量を算出し、計画施設における助燃剤製造量を算出した。

計画施設における助燃剤製造量は、表3.5.4に示すとおり、572t/年と試算される。

表3.5.4 助燃剤製造量の試算（前凝集汚泥の脱水）

前脱水汚泥	排出量	し尿	4.7 kL/日
		浄化槽汚泥	26.9 kL/日
	搬入性状 (SS)	し尿	1,500 mg/L
		浄化槽汚泥	17,000 mg/L
	処理SS量	し尿由来	7.1 kg-DS/日
		浄化槽汚泥由来	457.3 kg-DS/日
		計	464.4 kg-DS/日
SS除去率 ^{※1}		87.6 %	
汚泥発生量		406.8 kg-DS/日	
余剰汚泥	分離液BOD濃度		612 mg/L
	汚泥転換率		0.5
	汚泥発生量		0.3 kg-DS/日
凝集汚泥量		63.2 kg-DS/日	
合計汚泥量		470.3 kg-DS/日	
含水率		70 %	
助燃剤製造量	365日平均製造量		1,568 kg/日
	稼働日 ^{※2} あたり製造量		2,195 kg/日
	年間製造量		572 t/年

※1 SS除去率は、計画・設計要領の前凝集条件を基に設定

※2 稼働日は、週5日として試算

※3 脱水分離方式の場合を想定して試算

第6節 脱臭工程

1. 悪臭防止対策の基本的な考え方

従来、処理施設は住居地域から離れた所に建設される場合が多かったが、最近都市のスプロール現象によって住居地と処理施設が接近する例が多くなったことや、環境問題に対する住民意識の高揚によって、処理施設の悪臭防止対策は重要な課題となっている。

従って、処理施設の増改造や新設計画に際しては悪臭等の公害問題の解決なしには地元住民の同意はあり得ないと言っても過言ではない。特に、計画施設は、整備予定地の北側約10mの距離に最寄りの住居が隣接しているため、特に留意が必要である。

脱臭方法の基本的な方針として次の点に配慮することが望ましい。

(1) 発生源の密閉化

臭気対策の基本は発生源の密閉化による臭気飛散防止にある。従って、各設備工程別に耐食性に優れ、軽量のFRP製やPVC製の覆蓋を設け、適切な風量を吸引することが重要である。

(2) 臭気濃度による評価

悪臭は単一物質からの臭いの成分だけではなく、様々な臭いの成分が集まった複合臭気である。従って、脱臭設備の評価は官能的な臭気の判定結果である臭気濃度等を主体に考えるのが望ましい。また、悪臭成分濃度は装置機器の設計段階で必要となる。

(3) 発生源別の対策

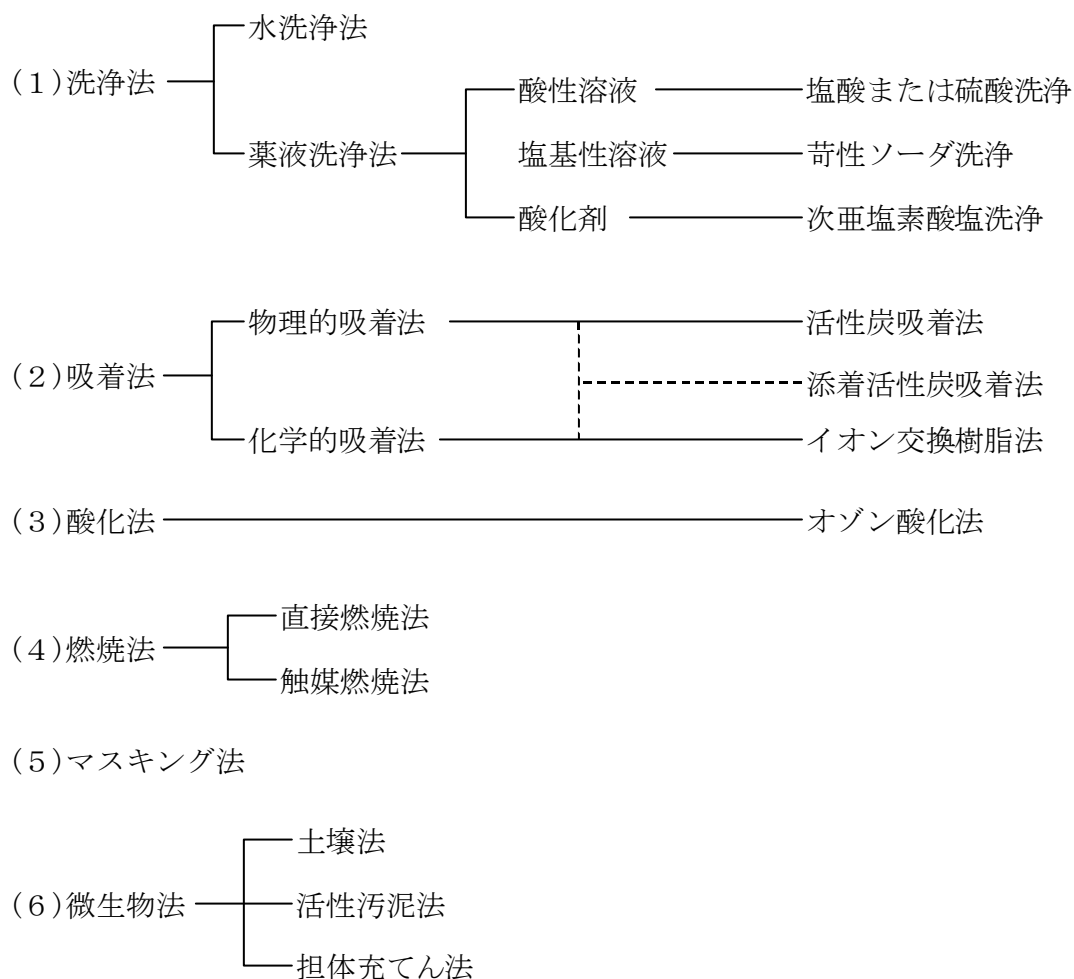
発生源により臭気の質、量、濃度、時間帯が異なる。従って、臭気濃度系、発生時間系等に分けて効率的な脱臭を行う。

(4) 的確な臭気捕集

必要最小限の臭気を捕集する。

2. 脱臭方式の種類

現在、採用されている脱臭方式には各種あるが、実用的な脱臭方式としては、次に示す方法がある。



3. 各脱臭方式の特徴

現在、実績としてある各脱臭方式の特徴は表3.6.1に示すとおりである。また、各種脱臭方式が有効とされる臭気物質濃度、処理臭気量、運転経費及び維持管理の難易等について要約して比較すると、表3.6.2に示すとおりである。

表3.6.1(1) 脱臭方式の特徴

	方式	原理	長所	短所	対象臭気
洗 浄 法	水洗法	臭気ガスを水洗浄し、水溶性臭気を溶解除去する。 ・代表的な化学反応 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$	・維持費が安い。 ・設備が簡単で安価。 ・ミスト、粉じんを同時に除去。	・単独では脱臭効果が低いので、他の方法と併用を必要。 ・廃液処理が必要となる。 ・スケール発生による閉塞となる。	水溶性物質 アンモニア
	薬液洗浄法 〔アルカリ洗浄〕 酸洗浄	薬液によるガス吸収及び中和反応を利用し、悪臭物質を除去する。 ・代表的な化学反応 アルカリ洗浄 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ 酸洗浄 $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$	・維持費が比較的安い。 ・脱臭効率が低い。 ・ミスト、粉じんを同時に除去。	・アルカリ洗浄の場合、pHと二酸化炭素吸収率との関係について注意が必要となる。 ・廃液処理が必要。また、生成した Na_2S は以下のように硫化水素を再発生するので注意が必要となる。 $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH}$ ・スケール発生量が多く、閉塞に注意となる。	NaOHの場合 硫化水素 低級脂肪酸類 HCl , H_2SO_4 の場合 アンモニア アミン類
	薬液洗浄法 次亜塩素酸 ソーダ洗浄法	加水分解により生ずる塩素酸、次塩素酸の強い酸化力による。 ・代表的な化学反応 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} + 4\text{NaClO} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$	・し尿処理施設臭気の原因物質である硫化水素等の硫黄化合物に対して極めて有効である。 ・脱臭効率が低い。 ・次亜塩素酸ソーダは、脱臭・消毒の目的として併用できる。	・pH計、次亜塩素酸ソーダの濃度計の管理が重要となる。 ・次亜塩素ソーダ分解ガスの漏洩に注意する必要がある。	硫化水素 メチルメルカプタン ジメチルサルファイド メチルサルファイド
吸 着 法	活性炭吸着法	活性炭、シリカゲル、活性仕上、ゼオライト等のVan Der Waals力(分子間引力)によるガス吸着能力を利用する。	・脱臭効率が低い ・広範囲の悪臭物質に適している。 ・維持管理が容易 ・低濃度で大風量の臭気ガスの除去に適している。	・高濃度臭気では交換や再生が多くなる。 ・維持管理費が高い。 ・吸着破過時の判断が困難。 ・分子量が小さい物質に対して吸着力が小。	炭化水素類 アルコール類 アミン類 メチルメルカプタン
	添着活性炭吸着法	活性炭を表面処理することにより、活性炭の本来もつ物性吸着とともに化学吸着を利用し、ガス吸着能力を増大させる。	・脱臭効率が低い。 ・臭気ガスの負荷変動による影響が少なく維持管理が容易。 ・低濃度で大風量の臭気ガスの除去に適している。	・高濃度臭気では交換や再生が多くなる。 ・吸着破過時の判断が困難。 ・対象物質により使用する吸着剤が異なる。	酸性ガス用： 硫化水素 メチルメルカプタン等 塩素性ガス用： アンモニア トリメチルアミン等
法	イオン交換樹脂法	イオン交換樹脂のもつ正・負の極性を利用して、悪臭成分中の陰イオン基、陽イオン基を電気的に吸着させる方法 代表的な吸着機構 $\text{R}-\text{NH}_2 \cdot \text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{R}-\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{R}-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{R}-\text{NH}_2(\text{H}_2\text{S})_{1/2}$	・活性炭で処理しにくい。 ・極性物質に対して有効。	・イオン交換樹脂が高価で、再生に時間を要する。 ・高濃度臭気では交換や再生が多くなる。	極性ガス 硫化水素 アンモニア

表3.6.1(2) 脱臭方式の特徴

方式		原理	長所	短所	対象臭気
酸化法	オゾン酸化法	オゾンによる悪臭物質の酸化分解を利用する。 ・ 代表的な化学反応 $3\text{H}_2\text{S} + \text{O}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$	・ pH値、湿度等の影響を受けず処理設備の運転が容易。 オゾンの発生が容易	・ 悪臭物質との反応速度が小さいので、水洗、活性炭等と併用が必要。 ・ オゾンガスの漏洩がないように設備等の保安に留意する必要がある。 ・ 装置の腐食が著しい。	硫黄化合物 硫化水素 メチルメルカプタン アミン類 不飽和有機化合物
	直接燃焼法	650℃～800℃の温度で直接燃焼させる。 ・ 代表的な化学反応 $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$	・ 脱臭効率が ・ 高濃度臭気に適 ・ 構造が簡単で維持管理が容易	・ 装置の高温腐食がある。 ・ 維持費（燃料費）が高い。 ・ 二次公害のおそれがある。 ・ 水滴混入による性能低下。	有機性物質 可燃性無機物質
燃焼法	触媒燃焼法	触媒を使用することによって、燃焼反応を低温で行わせる方法。	・ 直接燃焼法に比べて補助燃料費を軽減できる。 ・ 直接燃焼法に次いで脱臭効率が ・ 維持管理が容易 ・ 設備費が安価	・ 触媒毒に対して注意が必要となる。 ・ 触媒の劣化があり、費用も高価。 ・ ダスト混入による性能低下。	有機性物質 可燃性無機物質
マスキング法		対象とする臭気よりも芳香をもつ揮発性物質で隠ぺいする 一次的防臭作用を目的とする	・ 維持管理が容易 ・ 設備費が安価	・ 薬液による嗅覚疲労がある。 ・ 逆に空気を汚染するおそれがある。 ・ 脱臭剤（液）が比較的高価。	マスキングが可能なもの
微生物法	活性汚泥法	臭気ガスを曝気槽の活性汚泥に接触させ臭気成分を汚泥生物に代謝利用させ除去する	・ 維持管理が容易 ・ 設備費、維持費が安価 ・ 二次公害がない	・ 曝気装置、散気管等の腐食。 ・ 脱臭風量と曝気風量とのバランスに留意する必要がある。 ・ 負荷変動による影響があるので、他の方式と併用が必要となる。	硫化水素 アンモニア等
	土壌脱臭法	臭気ガスを土壌に通気して臭気成分を土壌生物に代謝利用させ除去する	・ 維持管理が容易 ・ 設備費、維持費が安価 ・ 二次公害がない	・ 広い面積を必要とする。 ・ 温度、水分条件等に留意する必要がある。	硫化水素 アンモニア等
	担体充てん法	担体に固定した微生物群により、臭気成分を吸着、代謝除去する。	・ 薬液等を使用しないため（水は必要）、付帯設備が少ないとともに、維持管理が容易であり、経済的に有利である。 ・ 高濃度臭気の前処理として適している。	・ 設備費が高い。 ・ 臭気ガスの負荷変動による影響がある。 ・ 一般的には駆養期間を要する。	硫化水素 メチルメルカプタン 硫化メチル 二硫化メチル アンモニア

表3.6.2 脱臭方法の比較

脱臭方式		洗浄法				吸着法			酸化法	燃焼法		マスキング 中和	微生物法			概要
		水洗浄	酸洗浄	アルカリ 洗浄	次亜 洗浄	活性炭	添着 活性炭	イオン 交換 樹脂	オゾン	直接 燃焼	触媒 燃焼		活性 汚泥法	土壌法	担体充 てん型 生物法	
区分																
対象物質	アンモニア	○	◎	×	○	×	◎	○	×	◎	◎	—	○	◎	○	◎ 特に効果あり ○ 効果あり × 効果なし
	トリメチルアミン	×	◎	×	○	×	◎	○	○	◎	◎	—	○	○	×	
	硫化水素	×	×	◎	◎	×	◎	○	○	◎	◎	—	◎	◎	◎	
	メチルメルカプタン	×	×	○	◎	×	◎	○	○	◎	◎	—	◎	○	◎	
	硫化メチル	×	×	×	◎	○	◎	×	○	◎	◎	—	○	○	○	
	二硫化メチル	×	×	×	◎	◎	◎	×	×	◎	◎	—	○	○	○	
	アセトアルデヒド	×	×	×	×	×	○	×	○	○	◎	—	—	—	×	
	スチレン	×	×	×	×	◎	◎	×	×	◎	◎	—	—	—	×	
臭気濃度	高濃度	—	○	○	○	—	—	—	—	◎	◎	—	○	—	◎	◎ 極めて有利
	低濃度	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	—	—	○	○	○	—	
処理量	大風量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○ 有利
	小風量	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	—	○	
維持管理の難易		○	×	×	×	◎	◎	×	×	○	○	◎	◎	×	◎	
設備費		◎	○	○	○	◎	○	×	×	○	×	◎	◎	○	×	◎安価 ○中位 ×高価
運転費		○	○	○	○	○	○	×	○	×	×	○	◎	○	◎	

4. 臭気捕集量

処理施設における臭気捕集量は捕集箇所によって異なる。参考に臭気捕集量の計算例を表3.6.3に示す。また、同表の参考欄に空調のない室内に対する規定ならびに法規による必要機械換気量を示す。

表3.6.3 臭気捕集量の計算例

捕集箇所		根 拠	
搬入室		換気回数 5回/時～15回/時	
バキュームタンク排気		2～5m ³ /分・台 (フレキシブルダクトによる直接捕集)	
沈砂槽(受入口)		受入口1個あたり 1～5m ³ /分	
受入槽		最大流入量の2～5倍	
夾雑物除去装置		処理量の5～15倍	
貯留槽		攪拌風量×1～2+最大流入量の2～5倍	
し渣、脱水ケーキコンベヤ		1～4m ³ /分・基 (コンベヤ長さにより異なる。0.2m ³ /m程度)	
硝化・脱窒素槽		攪拌風量×1.2～1.5あるいは攪拌風量の0.1～0.2	
その他の密閉型槽		受入槽に準ずる	
し渣、ケーキホッパ等		1～3m ³ /分程度	
前処理機室		換気回数5～7回/時	
脱水機室		同 上	
その他ポンプ室等		同 上	
参 考	作業室	30m ³ /時・人	労働安全衛生規則
	屋内駐車場	換気回数10回/時以上で 25m ³ /時・m ² (床面積)以上	駐車場法施行令
	居室	20× $\frac{\text{床面積}}{\text{1人あたり占有面積}}$ m ³ /時以上	建築基準法施行令

注) 参考：法規による要求機械換気量

5. 臭気捕集箇所

計画施設の臭気捕集箇所は、臭気の濃度によって高濃度臭気、中濃度臭気、低濃度臭気の2～3系統に分けて捕集することが適当と考えられる。

計画施設で臭気捕集が必要と考えられる設備装置等は表3.6.4に示すとおりである。

最終的には各設備装置の配置、ダクトワークの難易及び経済性等を考慮し、臭気処理系列を決定することが望ましい。

表3.6.4 臭気捕集箇所

高濃度系	中濃度系	低濃度系
バキューム車排ガス バキュームタンク排気 沈砂槽（受入口） 受入槽 沈砂除去装置 ドラムスクリーン スクリュープレス し渣コンベヤ し渣ホッパ 細砂除去装置 貯留槽 沈砂除去装置 等	調整槽 主処理水槽 高度処理水槽 雑排水槽 汚泥貯留槽 汚泥脱水機 脱水汚泥コンベヤ 脱水汚泥ホッパ 等	受入室 前処理脱水機室 ポンプ室 等

6. 脱臭方式の選定

計画施設においては、高濃度系臭気、中濃度系臭気、低濃度系臭気の3系統に区分して捕集し、脱臭を計画することが適当である。

以下、各系統の脱臭方式について検討する。

(1) 高濃度系臭気の脱臭方式

高濃度系臭気（臭気濃度： 10^5 以上）は通常、捕集風量が少量なので、脱臭方式としては図3.6.1に示すとおり燃焼法、あるいは前処理として生物脱臭法（活性汚泥法、担体充てん法）、薬液洗浄法による脱臭法が考えられる。

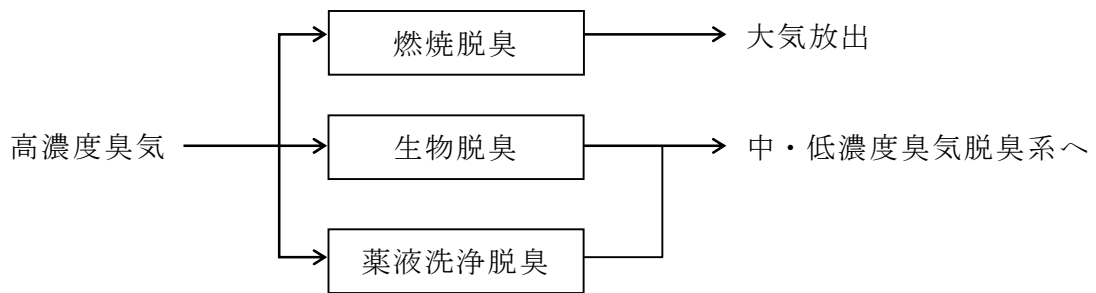


図3.6.1 高濃度系臭気脱臭装置

燃焼法の場合、専用燃焼脱臭装置による方法とし渣・汚泥焼却炉の空気源として直接燃焼脱臭させる方法が考えられるが、後者の方法は計画施設では焼却炉を設置しないこととしているため、採用できない。

生物脱臭法あるいは薬液洗浄法（酸洗浄法、アルカリ洗浄法）の場合は、この

方法だけでは必ずしも除去効果が十分であるといえないので、高濃度臭気の前処理という位置づけで、中濃度系脱臭装置と組合わせて用いられている。この方法は専用燃焼脱臭法に比べて、維持管理費の軽減が期待できる。

特に生物脱臭法は、薬品、燃料等も使わないので、経済的に有利な脱臭法とされており、専用の生物脱臭設備を設置する場合と高濃度臭気を曝気槽や硝化槽の空気源として臭気ガスを槽内に吹込む方法があり、高MLSSで運転される標準脱窒素処理方式、あるいは高負荷の各脱窒素処理方式の施設を中心に実用化されている。生物脱臭法の留意点としては、腐食性ガス等により曝気槽散気管接液部の腐食が懸念されるため、散気管接液部は耐食性材質（ステンレス製、HIVP製等）とすることが望ましい。また、曝気送風機入口側には乾式エアフィルタ及び湿式エアフィルタを設けることが望ましい。これは臭気ガスのミストを除去するとともに、腐食性ガスによる送風機の劣化を防ぐ。

なお、高効率の散気装置を使用する場合、あるいはDO制御を組み込んでいる場合には、必要な捕集風量を確保できるようにシステム全体で計画する必要がある。

（２）中濃度系臭気の脱臭方式

中濃度系臭気（臭気濃度 $10^3 \sim 10^5$ ）は脱臭対象箇所が多く、脱臭風量も多いので、図3.6.2に示すとおり薬液洗浄法、あるいはさらに活性炭吸着法を組合わせた方式が一般的である。

薬液洗浄法としては酸＋アルカリ・次亜塩素酸ソーダ洗浄法が適当であり、立地条件、建設条件等によって、より厳しい悪臭防止策を講ずる必要がある場合には、さらに活性炭吸着法を組合わせた方法が適当であると考えられる。

この方法は、酸洗浄によりアンモニア、トリメチルアミン等の塩基性物質を除去し、続いてアルカリ・次亜洗浄で硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチルならびに低級脂肪酸等の酸性・中性物質を酸化・除去する。このようにして主要な悪臭成分を除去し、気液分離した残存の悪臭物質についてミストセパレータにより水分を低下させた後、活性炭で吸着除去する方法である。

性能としては、薬液洗浄法により排出口臭気濃度500以下、さらに活性炭吸着法の組合せにより排出口で臭気濃度300以下が目安となる。

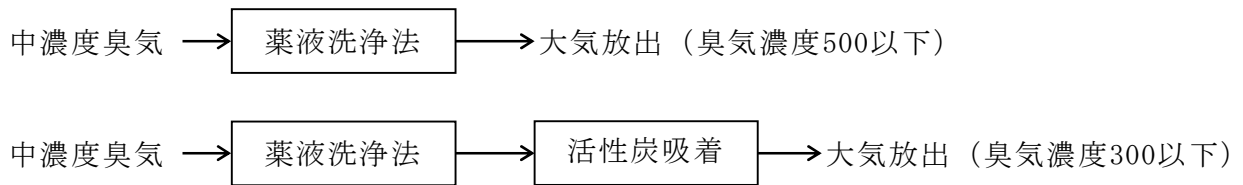


図3.6.2 中濃度系臭気脱臭方式

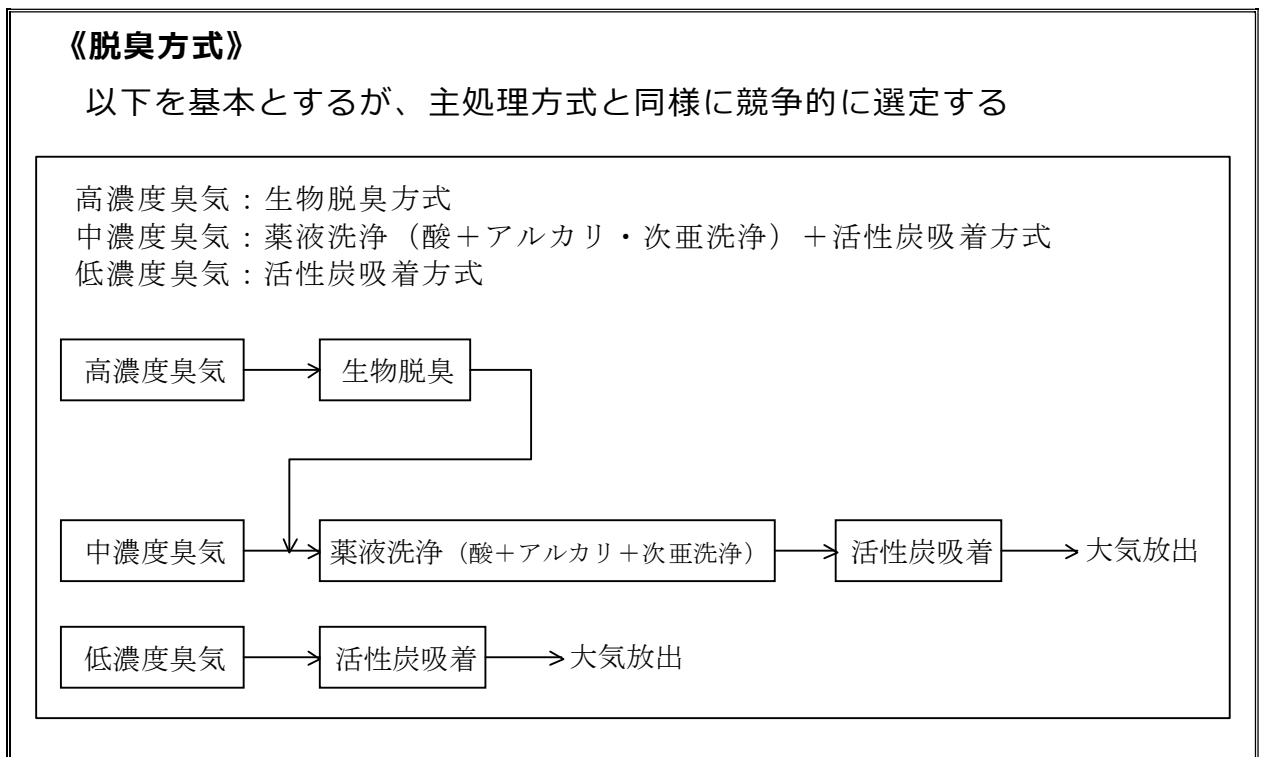
(3) 低濃度系臭気

受入室、ポンプ室等の室内排気（臭気濃度 $10^2 \sim 10^3$ ）は、低濃度であること、大風量となることから、活性炭吸着法を採用することが望ましい。

活性炭については、交換頻度を考慮して、添着活性炭を使用する場合がある。

7. 本計画における脱臭方式（案）

計画施設の処理方式や各脱臭方式の採用実績、脱臭の効率や維持管理の優位性等から判断すれば、計画施設の脱臭方式（案）は以下を基本とするが、主処理方式と同様に競争的に選定するものとする。



第7節 計装設備の自動化

1. し尿処理における計装設備の歴史的変遷

し尿処理の計装のはしりはアナログ計器による個別計装である。

昭和30年代は、主に流量・水位・圧力・温度に関する、記録・指示・警報による監視が主な機能であった。

昭和40年代に入り、好気性消化処理方式の施設が増え始め、大規模施設において個別計装では対応が不十分となり、中央集中化へと進んだ。そして、監視制御のための工業計器を中央計装盤に取付けて運転するようになった。

昭和50年代の中頃からは、標準脱窒素処理方式を中心に高度処理の導入が進み、計装設備もますます中央集中化が進んできた。そして、計測量だけでなくプロセスの運転に関連する機械や電気の状態量も中央へ集中されるようになった。中央には、計装盤の他に操作桿も設けられ、工業計器を中心として各種表示、操作器のフローを図示するグラフィックパネル等取付けられるようになった。

近年では収集データの多様化等に伴い、グラフィックパネルに代わりパソコン（PC）と液晶ディスプレイ（LCD）によるデジタル表示を導入する施設が主流となっている。

2. 計装設備の役割

計装の目的は、プロセスの運転管理を効果的に行うことにある。この目的を達成するために計装の機能として、計測・制御・監視操作・運用管理が必要である。

最近のし尿・汚泥再生処理施設で特に要求されることは、

- ・し尿処理の安定化
- ・作業環境の改善
- ・二次公害の防止
- ・省資源、省力化対策

であり、このような面から計装の機能、すなわち計測機器の選定、制御、監視、操作の方法の決定を図る必要がある。

3. 計装機器の原理と特徴

各計装機器の動作原理や特徴を把握することは、計画施設における計装機器の選定、維持管理上のトラブル発生時の原因究明等にあたって重要なことである。

現在、一般に多用されている流量と液位測定について、概略の原理及び特徴等は表3.7.1、表3.7.2に示すとおりである。

表3.7.1 液面発信器

項目	方式		圧力式				静電容量式	超音波式
	フロート式	ディスプレイ スト式	エア パージ式	ダイヤ フラム式	差圧式	潜水式		
測定原理	フロート 位置	浮力検知	測定液の圧力変化を液位変化に置換				静電容量 変化	超音波の 伝播時間
測定範囲 (m)	0.5~40	0.3~5	0.05~50	0.05~50	0.05~50	0.5~50	1~20	1~10
精度	±1%FS	±0.5~1 %FS	±1%FS	±0.5%FS	±0.5%FS	±1%FS	±2%FS	±2%FS
据付条件	流体では防波管が必要、高粘性液体に不向き	同左さらに比重変動からの誤差を生ず	高SS液体に向く比重の変動から誤差を生ず	同左	同左さらに圧力容器に向く	比重の変動から誤差を生ず。投込式であり移設が簡単	温度による影響大スカム等の付着により誤差を生ず	液表面のスカム等の影響大

資料：し尿処理ガイドブック、環境技術研究会

表3.7.2 流量発信器

項目	方式		堰式	パーシャルフ リューム式	電磁式	超音波式
	ベンチュリ式	オリフィス式				
測定原理	ベルヌーイの法則		堰による水位 変動	パーシャルフリューム による水位変動	ファラデーの 法則	流速による超 音波伝播速度 の変化
理論式	$Q=k(P_1-P_2)^{1/2}$ k：係数 P1：上流側圧 P2：下流側圧		$Q=kHm$ k：係数 H：水位 m：乗数	$Q=kHm$ k：係数 H：水位 m：乗数	$Q=xD \cdot e / 4B$ D：内径 B：磁束密度 e：電極間発 生電圧	$Q=k \cdot \Delta f$ k：係数 Δf ：流速に よる周波数の ズレ
測定信号 との関係	差圧 ($\Delta P=P_1-P_2$) の平方 根が流量に比例		三角 (四角) 堰の水位 (H) の5/2 (3/2) 乗 に比例	水位 (H) の 1.52 ~ 1.6 乗 に比例	超電力 (e) が 流量に比例	周波数の差 ($\Delta f=f_1-f_2$) が流量に比例
精度	±2%フルスケール (FS)		±3~5%FS	±3~5%FS	±1~1.5%FS	±1~1.5%FS
レンジアビリティ	1:3~		1:10~20	1:10~20	1:20	1:15
圧力損失	中	大	大	中	無	無
据付条件 (D:管径)	上流側5~10D 下流側3~5D	上流側5~20D 下流側3~5D	上流側0.93m	上流側0.15~ 3.4m	上流側3~5D	上流側 10D 下流側 5D
適用サイズ (mm)	75~2,500φ	25~1,500φ	600~800	75~15,000	2.5~3,000φ	300~2,700φ

資料：し尿処理ガイドブック、環境技術研究会

4. 計装機器の選定

一般に二次処理設備までは、計装機器の設置に対して使用環境条件が悪く、そのメンテナンスに非常に手数がかかるのが現状である。例えば、除渣し尿は、SSやBODの濃度が極めて高く、粘性、腐食性ともに大きいので、必然的に絞り機構による差圧式は使用できない。また、し尿のような高濃度臭気を発生するものに対しては、堰式のような開放溝での測定は適さず、管理上からも不向きである。

各工程での計装機器選定の比較表は表3.7.3に示すとおりである。

表3.7.3 計装機器選定の比較表

方式 プロセス ◎ (最適) ○ (適) △ (難あり) × (不適) - (適用外)	流量						液位						温度					
	差圧式		堰式、 パネツルフルム式				電 磁 式	超 音 波 式	フロート式		圧力式			静 電 容 量 式	超 音 波 式	測 温 抵 抗 式	熱 電 体 式	
	ベン チ ュ リ 式	オリ フ イ ス 式	プ ー リ 式	ディ ス プ レ イ ス メ ン ト 式	エ ア パ ー ジ 式	潜 水 式			プ ー リ 式	ディ ス プ レ イ ス メ ン ト 式	エ ア パ ー ジ 式	ダ イ ヤ フ ラ ム 式	差 圧 式					潜 水 式
生し尿・浄化槽汚泥液	×	×	×	×	△	×	◎	△	×	×	△	◎	◎	△	○	△	◎	○
硝化循環液	△	△	○	×	○	△	◎	△	△	×	○	◎	◎	△	○	△	◎	○
曝気槽流出液	△	△	○	×	○	△	◎	△	△	×	○	◎	◎	△	○	△	◎	○
沈殿処理水	○	○	○	○	○	○	◎	△	△	×	○	◎	◎	○	○	○	◎	○
高級（三次）処理水	○	○	○	○	○	○	◎	△	○	○	○	◎	◎	○	○	○	◎	○
沈殿汚泥液	×	×	△	×	×	×	◎	△	△	×	○	◎	◎	×	○	×	◎	○

方式 プロセス ◎ (最適) ○ (適) △ (難あり) × (不適) - (適用外)	pH		濁度			溶存酸素			COD	UV	TOC	汚泥濃度					
	ガラス 電極式		金 属 電 極 式	表 面 散 乱 光 式	透過 光式		隔膜式			酸 性 （ J I S ） 法	ア ル カ リ 法	紫 外 線 吸 光 度 法	間 欠 式	連 続 式	散 乱 光 式	超音波 減衰式	
	浸 漬 式	流 通 式			高 濁 度 用	低 濁 度 用	ガ ル バ ニ 電 池 法	ポ ー ラ グ ラ フ 法	非 隔 膜 式							加 圧 式	流 通 式
生し尿・浄化槽汚泥液	△	×	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	○	△	
硝化循環液	○	×	△	-	-	-	△	×	○	-	-	-	-	-	-	-	
曝気槽流出液	○	×	△	-	-	-	△	×	○	-	-	△	△	-	-	-	
沈殿処理水	○	△	△	○	△	○	○	△	○	○	○	○	○	-	-	-	
高級（三次）処理水	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	
沈殿汚泥液	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	○	△	

資料：し尿処理ガイドブック、環境技術研究会

5. 計装機器のメンテナンス

計装機器のメンテナンス頻度は、検出器が極めて高い。これは、検出器がし尿、浄化槽汚泥、曝気槽液等に直接接触するためである。また、現場設置の変換器類のメンテナンスの頻度が多い。これは、現場の雰囲気は中央監視室ほど良好でないためといわれる。

計装機器のメンテナンスで特に必要なことは、前述したとおり計装機器の原理や構造を熟知し、それぞれの特徴をはっきり把握することである。

施設計画では、各計装機器のメンテナンス頻度やその内容を把握して、維持管理に反映させる必要がある。

表3.7.3により計装機器が適切に選択されているものとして、表3.7.4に主要計装機器のメンテナンス頻度とその内容を示した。なお、処理状況によっては、その頻度が多少ずれることも考えられる。

6. 計装監視制御方式

監視制御方式は、表3.7.5に示すとおり4種類の形態に大別される。

それぞれの形態には各々異なった長所と短所があるので、施設規模、処理方式、技術力、各設備装置の監視ポイントや固有の制御方式等を十分把握し、それに適した監視制御方式を採用することが望ましい。

従来、分散制御・分散監視システムが主流であったが、近年では、シーケンスコントローラ（PLC）やパソコン（PC）の導入による集中監視・分散制御や監視制御システムが主流となっている。生物学的脱窒素処理方式のし尿・汚泥再生処理施設においては、特定のゾーンや時間帯によって嫌気雰囲気や好気雰囲気等、様々な条件を要求され、また、処理対象物が高濃度かつ少量であることから負荷変動等について臨機応変に対応しなければならない等の問題がある。シーケンスコントローラ（PLC）やパソコン（PC）の導入は、データ管理及び処理の監視が主な目的とされていたが、最近では、搬入率の低下に伴う週休運転自動化システムの導入やアンモニアや酸化態窒素の検出器の開発と合わせて処理システムの自動化について開発が進められている状況にある。

表3.7.4(1) 主要計装機器のメンテナンス

計 装 機 器		メ ン テ ナ ン ス 作 業 の 内 容	メンテナンス周期	
検 出 端	流量	電磁式	① 零点簡易チェック	1カ月に1回
			② 零点調整、ライニング電極の中性洗剤等による洗浄、スパン調整、端子のさび、ゆるみチェック	1年に1回
		超音波式	① 発端子の取り付けチェック	1カ月に1回
			② 零点調整、スパン調整、端子のさび・ゆるみチェック 発信器のチェック	1年に1回
		エアパージ式	① 零点簡易チェック、除湿器のドレン、コンプレッサの ベルト強度	1～2週間に1回
			② 零点調整、スパン調整、端子のさび・ゆるみチェック 配管内のさびチェック、エアフィルタの清掃	1年に1回
	ベンチュリ式	① 零点簡易チェック、気泡空気抜き作業	1～2週間に1回	
		② 零点調整、スパン調整、端子のさび・ゆるみチェック 配管内のさびチェック、泥抜き作業	1年に1回	
	オリフィス式	① 零点簡易チェック、気泡空気抜き作業	1～2週間に1回	
		② 零点調整、スパン調整、端子のさび・ゆるみチェック 配管内のさびチェック、泥抜き作業	1年に1回	
	液位	エアパージ式	① 流量エアパージ①と同様	1～2週間に1回
			② // ②と同様	1年に1回
		静電容量式	① 零点の簡易チェック、ブロープの清掃、取付状態の チェック	1～2週間に1回
			② 零点調整、スパン調整、端子のさび・ゆるみチェック 発振器のチェック、交換	1年に1回
	超音波式	① 流量超音波①と同様	1カ月に1回	
		② // ②と同様	1年に1回	
	圧力式	① 零点簡易チェック	1カ月に1回	
		② 零点調整、スパン調整、端子のさび・ゆるみチェック 接液部清掃・交換	1年に1回	
温度	測温抵抗体式	① 検出素子および保護管の目視チェック	1週間に1回	
		② 外部抵抗の調整（2線式のみ）、絶縁チェック、零点 調整、スパン調整	1年に1回	
	熱電対式	① 温度測温抵抗体①と同じ	1週間に1回	
		② // ②と同じ	1年に1回	
pH	ガラス電極 (浸漬型、 流通型)	① ガラス電極の洗浄、比較電極液絡部の洗浄、内部液の 補充、1点調整	5日に1回	
		② 零点調整、スパン調整、電極ホルダ清掃	10日に1回	
		③ 乾燥剤の交換、電極の交換	半年に1回	
検 出 端	濁度	表面散乱光式	光源・受光部の清掃および取付状態のチェック、サンプリ ング配管清掃、液槽部の清掃	1～2週間に1回
			標準散乱板によるスパンチェック、零点調整、手分析値と の比較、光源の交換、端子部のチェック	2～3カ月に1回

表3.7.4(2) 主要計装機器のメンテナンス

計 装 機 器			メ ン テ ナ ン ス 作 業 の 内 容	メンテナンス周期
検 出 端	濁度	透過光式	光源・受光部の清掃および取付状態のチェック、窓ガラスの清掃、サンプリング配管清掃	1～2週間に1回
			サンプルによるスパンチェック、零点調整、光源の交換、端子部のチェック、手分析値との比較	2～3カ月に1回
	濃度	超音波式	発信子の取付チェック、スタピライザ、サンプリング配管清掃	1カ月に1回
			清水による零点調整、サンプルによるスパンチェック、端子部のチェック、絶縁チェック、応答性チェック	1年に1回
	溶存酸素	隔膜式	電極部の洗浄、零点調整、サンプルによるスパンチェック、電解液補給	1～4週間に1回
			電解液交換、隔膜交換	半年に1回
	COD	酸性法 (JIS式)	イオン交換樹脂の点検、サンプリング配管のつまり・汚れの点検、試薬の補給、スパン調整、電極の洗浄	1週間に1回
			試薬計量器の洗浄、電極内部液の交換、パッキン・ゴムブッシュの交換、滴定量のチェック、滴定終了時の電位	1カ月に1回
	UV	紫外線 吸光光度法	零点調整、スパン調整、試料セル洗浄、サンプリング配管のつまり、汚れのチェック	1週間に1回
			洗浄素子及び配管の交換、光源ランプの交換	6カ月に1回
	TOC	連続ガス 分析式	サンプリングポンプと配管の洗浄、零点調整、スパン調整、試料滴下部の保守、フィルターの交換	1週間に1回
			CO ₂ 吸収剤の交換、試料定量注入装置の調整、薬品補充、燃焼管・触媒の洗浄または交換	6～2カ月に1回
受 信 計 ・ 調 節 計	記録計	駆動機構の手入れ、インクの補充、記録用紙の補充、ペン先洗浄、ペン圧調整	6～4週間に1回	
		零点調整、スパン調整、絶縁チェック、端子部のチェック	6～12カ月に1回	
	調節計	オフセット調整、比例帯チェック、リセット時間チェック、レート時間チェック、閉ループチェック	6～12カ月に1回	
	指示計	零点調整、端子部チェック、絶縁チェック	6～12カ月に1回	
	警報設定器	零点調整、スパン調整、警報出力チェック、端子部のチェック、絶縁チェック	6～12カ月に1回	
	積算カウンタ	注油、リセット機構チェック、駆動機構チェック	6～12カ月に1回	
	電源ユニット	ヒューズチェック、電流・電圧制限回路チェック、電源電圧波形チェック、端子部チェック、絶縁チェック	6～12カ月に1回	
	抵抗・電流変換器	基準電流チェック、零点調整、スパン調整	6～12カ月に1回	
	電圧・電圧変換器	バイアスチェック、零点調整、スパン調整、中立帯調整	6～12カ月に1回	
調 節 端	調節弁	ダイヤフラム式	グリースの補給、漏水空気もれチェック、ステム調整、パッキン交換、ダイヤフラム交換	6～12カ月に1回
		バタフライ式	グランドパッキンの交換、シーートの交換、零点調整	6～12カ月に1回
	定量プランジャ式 ポンプ	油の補給、グランドパッキン交換、ダイヤフラムの交換	6～12カ月に1回	

表3.7.5 監視制御方式

システム形態		分散制御・分散監視	集中監視・分散制御	集中監視制御	計算機監視制御
項目					
システム構成					
適応プラント規模					
維持管理	人員配置及び人員数	<ul style="list-style-type: none"> 各管理室にオペレータを配置 人員は大 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にオペレータを配置 人員は中 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 人員は小 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
	監視方法	<ul style="list-style-type: none"> 現場を時々見廻って監視する 常時全体を監視することは不可能 全体の運転状態を把握することが困難 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にて主要機全体を常時監視することができる 補機類及びプラントの処理状態は、現場を時々見廻って監視 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にて主要機全体を常時監視することができる 現場を時々見廻ってプラントの処理状態を監視 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にて主要機全体をLCDにより詳細に監視することができる 現場を時々見廻ってプラントの処理状態を監視
	制御方法	<ul style="list-style-type: none"> 現場を時々見廻って制御監視 全体を一括して制御することが困難 ブロック別の制御となる 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にて監視した内容に基づき、現場にて制御する 全体を一括して制御することが困難 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にて監視した内容に基づき、その場で制御する 全体を把握して制御することができる 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にてLCDで主要機全体を監視しながら、LCD上で制御することができる
	メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> 見廻り時に故障を発見したものについて修理を行う 故障を発見するまで時間がかかる ブロック毎では機器点数が少ないため、メンテナンスが容易 	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視操作室にて故障を発見した機器について修理を行う 故障を発見するまであまり時間がかからない 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 信号ケーブル本数が多くなり、メンテナンス箇所が増加する 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 コンピュータ設備のメンテナンスが必要となる
	特徴	<ul style="list-style-type: none"> 故障の全体への影響が小さく電気機器の信頼性が高い 大きなプラントでは全体の監視制御ができない ブロック毎のメンテナンス機器点数は少ないが、人員を多く必要とし全体の監視制御が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 制御系の信頼度が高い プラント全体の監視が容易 一括して制御することができない 負荷設備が遠方に散在していても適する 	<ul style="list-style-type: none"> 監視制御を統括して行うことができる 現場にて監視しながら運転をする機器が多い場合には適さない 負荷設備が遠方に散在する場合には適さない 	<ul style="list-style-type: none"> 監視制御を総括して、LCD画面上で詳細に行うことができる アラーム、ガイダンスの表示ができる 運転管理に必要なデータの記録表示ができる

7. 本計画における自動化計画

現在、比較的普及しているし尿・汚泥再生処理施設の自動化として、バキューム車の計量・管理の自動化がある。その他、施設運転管理データ集計作業の自動化及び計装設備関係の自動化がある。

このシステムの一般的な概要を説明すると次のようになる。

(1) 搬入・搬出車両の計量管理システム

バキューム車及び脱水汚泥搬出車の出入する台数が多い施設では、データの整理や事務処理はかなりの作業になる。

本システムはこのような問題を解決するために採用されており、トラックスケールにデータ処理装置を組合せて、伝票作成集計を自動化する方式である。

このシステムの主な操作手順は次のようになっている。

- ア. 配車計画により、地区別、車番別、業者別のカードを各運転手に配布しておく。
- イ. バキューム車はトラックスケールに載り、配布されたカードでリーダにアクセスする。
- ウ. 精度向上のため、受け入れ作業後再度、トラックスケールに再計量する場合もあるが、車の自重を最初に記録しておけば、精度は若干劣るもののこの手順は省くことができる。
- エ. データ処理装置では地区別、業者別、日別等の集計を行なう。

(2) プロセス計装の集中監視システム

プロセスを監視操作するために、従来は大型のグラフィック盤を設置していた。このシステムではモニタ画像表示（LCD）を駆使し、これによりスペースの縮小、機能の高度化を図っている。オペレーターズコンソールによって手動、半自動、全自動の各種制御装置のパラメーター表示、プロセスフローの表示、警報表示機能等が装備されている。

(3) 情報システム

ユーティリティを含めたプラント全体の運転管理データの集計と日表、月表を作成する。データロガーの役割をもち、これらのデータを解析する役割をもったものが多い。

現段階で自動化を計画するとすれば、上記（1）～（3）の3点が考えられる。

（1）の搬入・搬出車両の計量システムについてはバキューム車の延搬入台数は計画目標年次において多数見込まれるため、自動化による省力化の効果が期待できる。

(2) については、集中監視システムを採用し、制御方法として分散制御方式（中央監視、分散制御方式）あるいは中央制御方式（制御を中央と現場で併用）が適切と考えられる。(3) については運転管理作業の効率化を図るため採用することが適切と考えられる。

また近年、従来からある設備の異常（非常）通報装置（音声連絡）ではなく、設備の異常（故障）の詳細を離れた場所へ伝達する遠隔監視システムを採用する事例がある。システム構成は多種多様だが、基本的に施設を集中監視している主中央監視装置の情報をインターネット環境を利用して遠隔地と情報を送受信し、施設の現状を把握することが出来るようになっている。最近では、クラウドにてデータの保存及び受け渡しを行うことも可能となっているが、クラウド上に保存されたデータの所管に関して、クラウドの管理者と施設責任者との間で情報管理に係る取決めが必要となる。また、クラウド上にデータを保存することに関してセキュリティについても考慮する必要があるため、施設の運営管理体制の構築と合わせて検討することが望ましい。

第8節 主要機器の材質例

1. ポンプ、ファン及びブロワの材質の例

ポンプ、ファン及びブロワの主要部の材質の例は表3.8.1に示すとおりである。

表3.8.1 ポンプ、ファン及びブロワ主要部の材質の例

機 器	ケーシング	インペラ	ロータ	ステータ	シャフト	軸 封
破砕機	FC	SC+ステライト			SC	メカニカルシール
渦巻ポンプ (受入～二次、汚泥)	FC	FC			SUS	グランド、メカニカル
(高度)	FC	FC、BC			SUS	グランドパッキン
(脱臭薬液循環)	PVC、ライニング	PVC、ライニング			SUS+ライニング	メカニカルシール
ネジ型ポンプ (受入～二次、汚泥)	FC		高クロム+HiCr	NBR	SC、SUS	メカニカルシール
(高度、薬注)	FC		SUS+HiCr	NBR	SUS	メカニカルシール
ダイヤフラムポンプ (酸、アルカリ)	PVC	テフロン (ダイヤフラム)				
ルーツブロワ (曝気用)	FC		FC		SC	
(攪拌、臭気吹込用)	FC		FC+耐食メッキ		SC	
ターボブロワ (曝気用)	SPCC	アルミ合金			SCM	
取水ポンプ	FC	BC			SUS	
ファン (燃焼、排風)	SS、シルハ塗	SUS			SC	
(脱臭)	FRP	FRP			SUS、FRPライニング	

2. タンク等の材質の例

タンク等の主要部の材質の例は表3.8.2に示すとおりである。

表3.8.2 タンク、ホッパ、洗浄塔等主要部の材質の例

機器名	材質・仕上げ
沈砂洗浄タンク	SUS304
ホッパ類	
灰ホッパ	SS
その他	SUS304
薬液貯槽	FRP（次亜用はビニールエステル系）
メタノール貯槽	SS
凝集剤溶解槽	FRP、SS/FRPライニング、SUS304
砂ろ過器	SS/ゴムライニング
活性炭吸着塔	SS/ゴムライニング
汚泥混和槽	SS/FRPゴムライニング、SUS304
サイクロン	SUS304
熱交換器	プレート型：SUS チューブ型：SUS
重油タンク	SS
脱臭洗浄塔	FRP
脱臭活性炭吸着塔	FRP、SS/FRPライニング
沈殿槽、凝沈槽、濃縮槽	シャフト：液面下200以上耐食樹脂ライニング センターウェル：SUS ターンバックル：SUS その他：耐食塗装

第9節 施設の災害対策

1. 災害対策における基本的な考え方

環境省では、近年多発する地震や大雨等の自然災害に対応するために、廃棄物処理施設における耐震・浸水対策に係る考え方や検討手順、留意点等を整理した「廃棄物処理施設の耐震・浸水の手引き（以下「耐震・浸水の手引き」という。）」を公表している。

耐震・浸水対策等の災害対策の検討にあたっては、計画施設で確保すべき安全性の目標（要求性能）を定め、ハード対策だけでなく、ソフト対策も含めて適切な対策を検討することが必要である。

2. 地域特性の把握

（1）協定等による代替性（災害時の協定）

本市では、今後発生が予想される大規模災害により生じる災害廃棄物等に対応するため、鴨川市災害廃棄物処理計画（令和2年3月）を策定している。鴨川市災害廃棄物処理計画において、し尿処理施設が震災による損壊や水害による浸水等により、処理施設で処理が行えない場合や処理能力が不足する場合には、県及び近隣市町村等に支援を要請するとされている。

千葉県では、災害時における千葉県内市町村間の相互応援に関する基本協定（平成8年2月23日締結）を県内全市町村で締結しており、第2条第8号で「ゴミ・し尿等の処理のための施設の提供」を応援することを定めている。また、その細目を定めるため、災害時における廃棄物処理施設に係る相互援助細目協定（平成9年7月31日締結）を県内全ての市町村及び一部事務組合で締結している。

計画施設においても、災害等が発生し、受入又は処理が困難となった場合には、災害時における廃棄物処理施設に係る相互援助細目協定に基づき、協力を求めるものとする。

（2）過去の自然災害等

本市は、南東が海に面し、北東から南西部を取り囲むように山間部が広がっており、降雨、暴風により被害を受けやすい地形的条件にある。

過去、本市が被害を受けた主な自然災害は、鴨川市地域防災計画（令和4年4月）によると、県内で震度5弱以上を観測した地震は江戸時代におきたものであり、津波による被害も大きいものであった。風水害は、房総半島台風（令和元年9月9日）、東日本台風（令和元年10月12日）、令和元年10月25日の大雨での被害が大き

く、住家被害や停電、断水の被害が生じた。

(3) 地震に関する事項

ア. 想定されている地震と想定震度

(ア) 本市における主な地震被害の想定

鴨川市地域防災計画における主な地震被害の想定は、以下のように記載されている。

計画の前提とする想定地震は、元禄地震とする。

想定地震：元禄地震（1703） マグニチュード：8.2

発生時期：①冬季午前5時 多くの市民が自宅にいる季節時刻

②夏季正午 観光客が多くいる季節時刻

①建物被害予測

	建物棟数	地震による被害（住家） ※揺れ＋液状化		
		木造	*RC造	鉄骨造
総数	18,081	17,078	232	771
全壊棟数	3,159	3,093	14	54
半壊棟数	4,204	4,058	27	119

*RC造：鉄筋コンクリート造 単位：棟

②人的被害予想

人的被害	死者	重傷者	軽傷者
冬季午前5時	149	45	183
夏季正午	243	74	298

単位：人

◆地震動

加茂川沿いの低地や海岸付近の低地で震度6強、それ以外の地域で震度6弱が予想され、本市全域で震度6弱以上となるものと予想される。

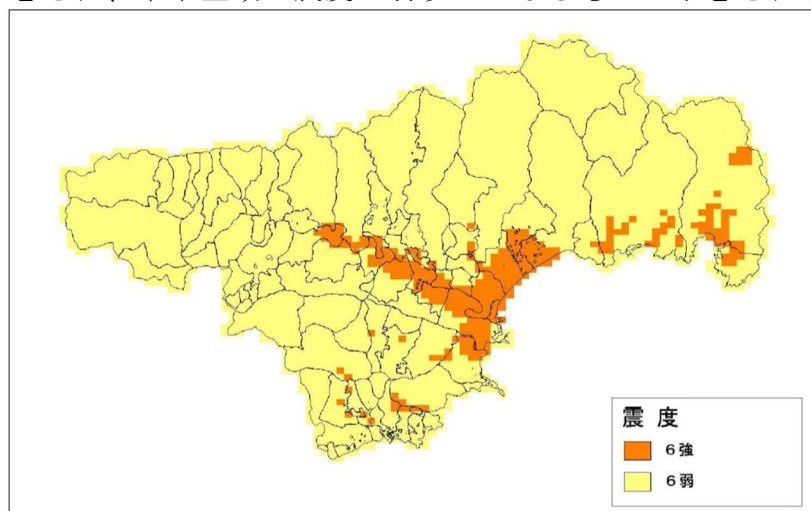


図 震度予測

（「鴨川市地域防災計画（鴨川市、令和4年4月）」より抜粋）

◆液状化

加茂川沿いの低地、海岸部及び河口部での液状化の危険性がやや高くなるものと予想される。

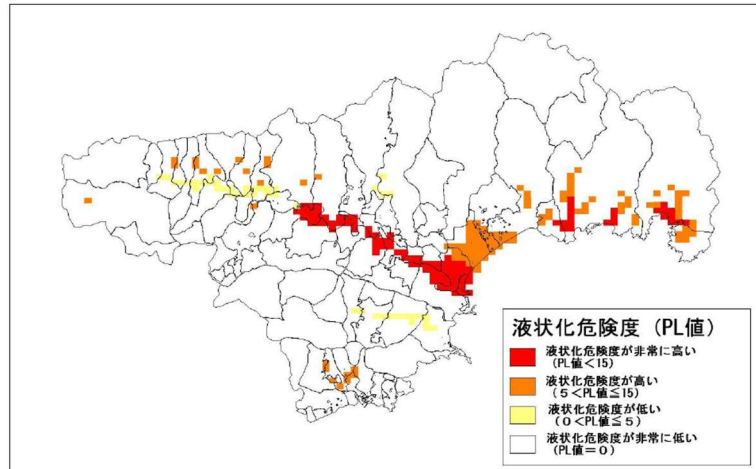


図 液状化危険度予測

◆建物被害予測

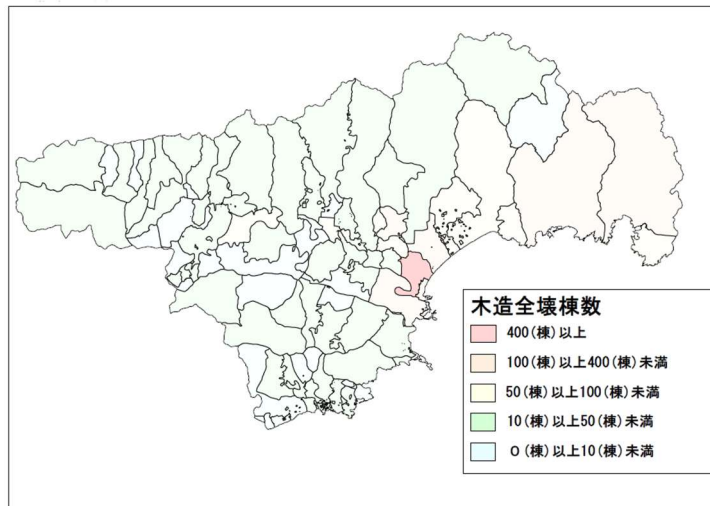


図 建物被害予測

◆人的被害予測

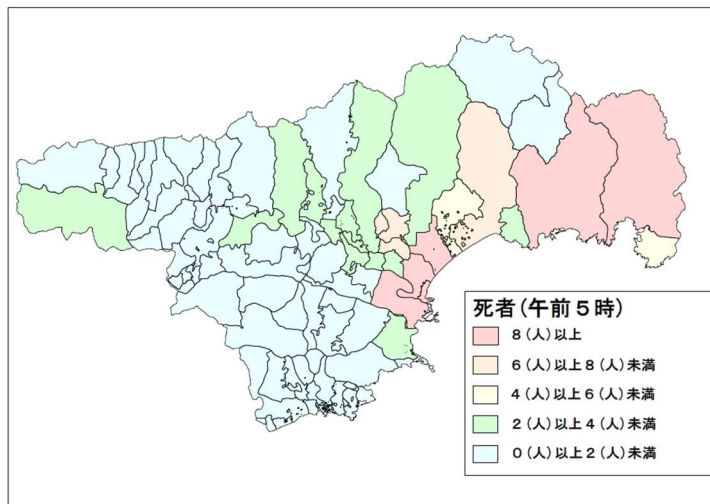
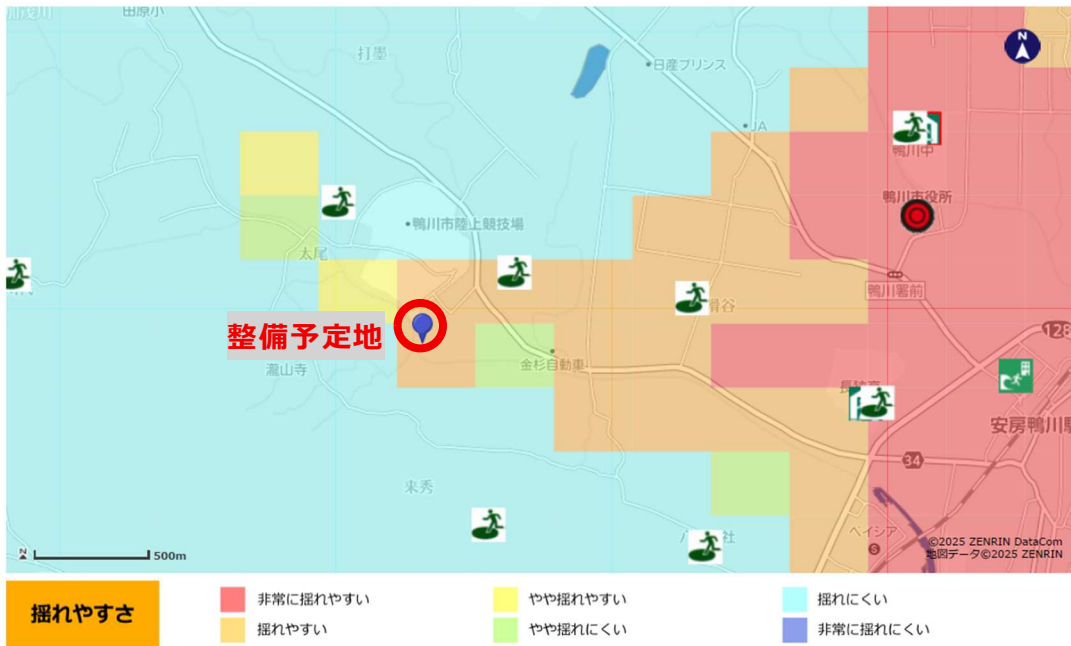


図 地震による人的被害予測（死者：冬季午前5時）

（「鴨川市地域防災計画（鴨川市、令和4年4月）」より抜粋）

イ. 整備予定地における揺れやすさの予測

整備予定地における揺れやすさの予測は、図3.9.1のとおりであり、揺れやすい地域となっている。

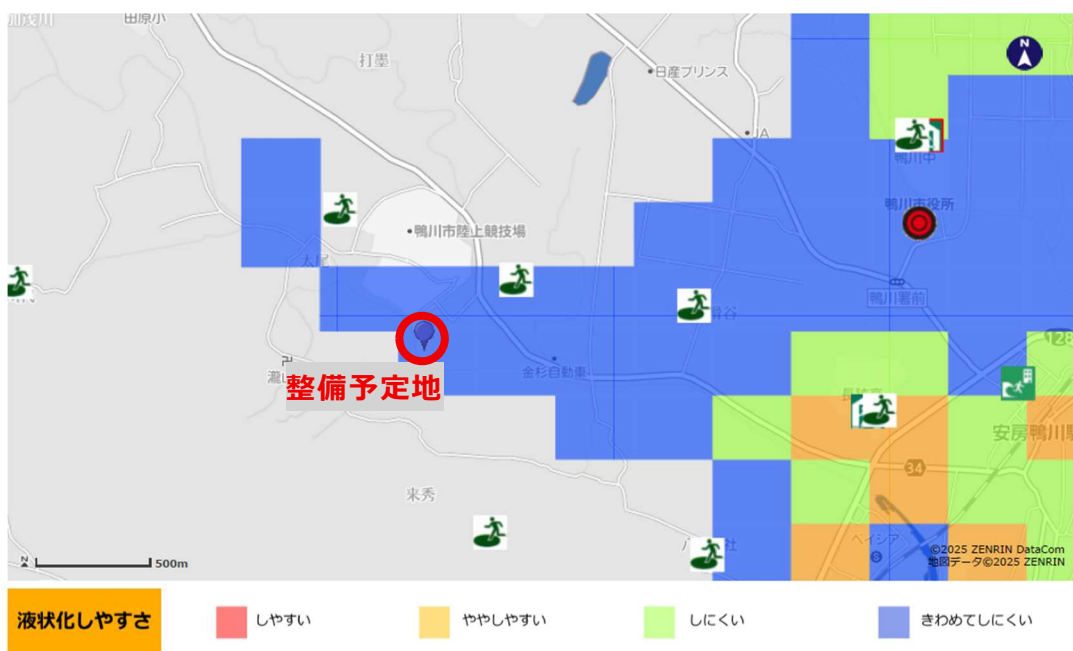


(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.1 整備予定地における揺れやすさ

ウ. 液状化しやすさの予測

整備予定地における液状化しやすさの予測は、図3.9.2のとおりであり、きわめて液状化しにくい地域となっている。



(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.2 整備予定地における液状化しやすさ

エ. 津波高10mの際の津波浸水予測

整備予定地における津波高10mの際の津波浸水深度の予測は、図3.9.3のとおりであり、浸水しない地域と予測されている。

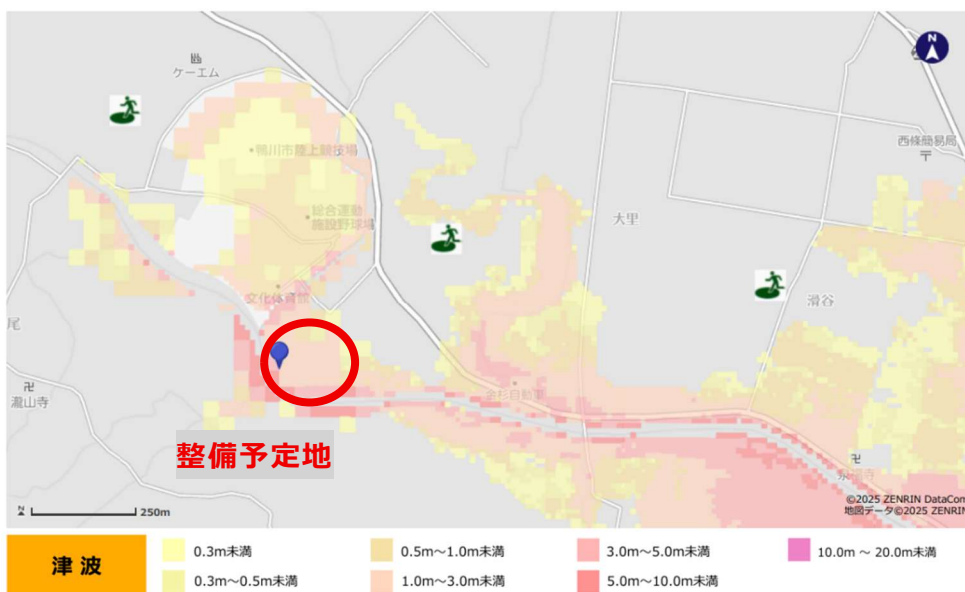


(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.3 整備予定地における津波高10mの際の津波浸水深度

オ. 最大クラスの津波の浸水深度予測(1000年に一度起こりうる可能性のある津波)

発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす、最大クラスの津波(最大で17.1m)が沿岸に到達した際の、整備予定地における浸水深度の予測は、図3.9.4のとおりであり、1.0m~3.0m未満の地域となっている。



(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.4 整備予定地における最大クラスの津波の際の浸水深度

(4) 洪水に関する事項

本市の防災マップでは、計画規模の降雨量及び想定最大規模の降雨量を基に想定される浸水想定区域が示されている。

ア. 計画規模の降雨量を想定した浸水想定区域

計画規模の降雨量（概ね100年に1回程度発生する降雨量）を基に想定した浸水想定区域は図3.9.5のとおりであり、整備予定地は浸水しない区域となっている。

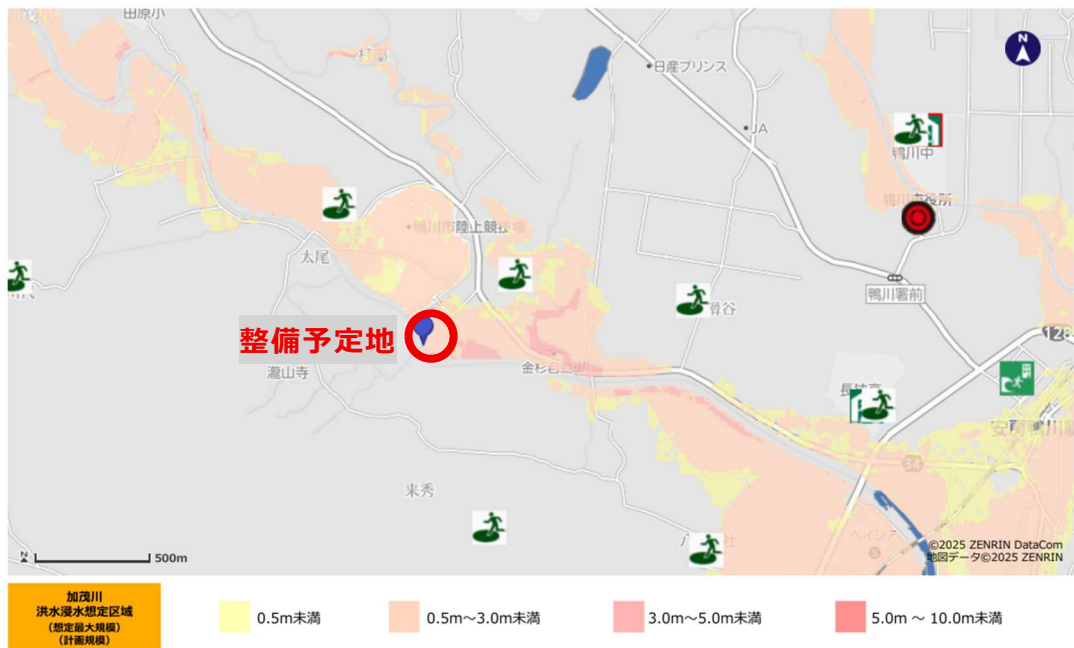


(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.5 整備予定地付近の浸水想定区域(計画規模)

イ. 想定最大規模の降雨量を想定した浸水想定区域

想定最大規模の降雨量（概ね1000年に1回程度発生する降雨量）を基に想定した浸水想定区域は図3.9.6のとおりであり、整備予定地は0.5m～3.0m未満の区域となっている。

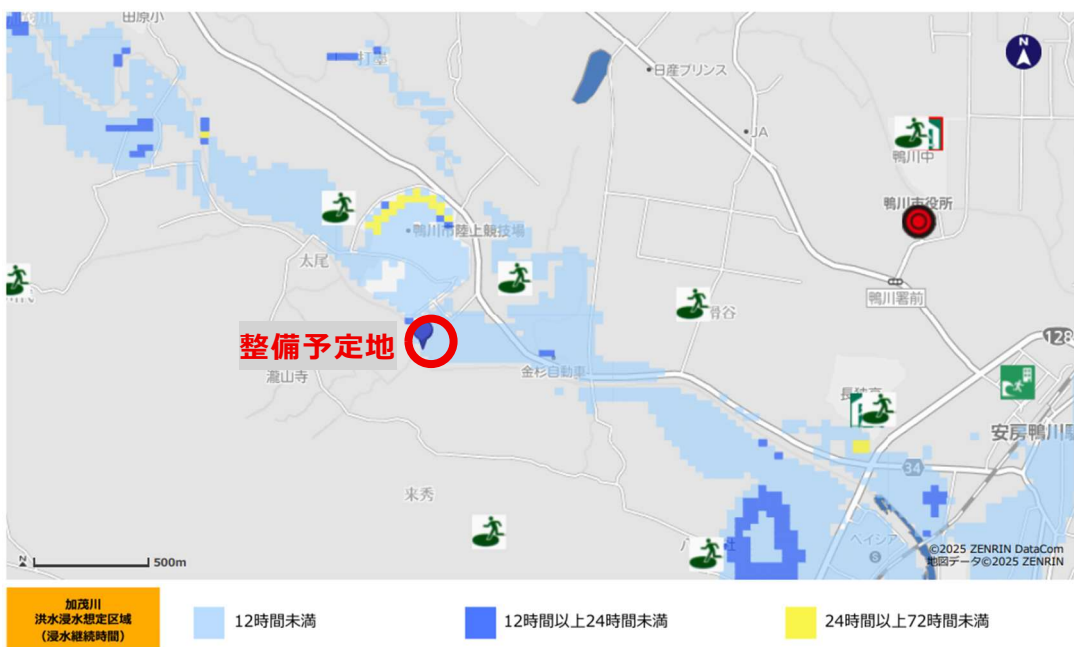


(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.6 整備予定地付近の浸水想定区域(想定最大規模)

ウ. 想定最大規模の降雨量の際の浸水継続時間

想定最大規模の降雨量(概ね1000年に1回程度発生する降雨量)を基に想定した浸水継続時間は図3.9.7のとおりであり、整備予定地は12時間未満の区域となっている。



(「鴨川市防災マップ(鴨川市)」より抜粋)

図3.9.7 整備予定地付近における浸水継続時間(想定最大規模)

エ. 土砂災害の想定

本市の防災マップでは、土砂災害特別警戒区域及び土砂災害警戒区域（急傾斜、土石流、地すべり）が示されているが、整備予定地は、これらの区域に指定されていない。

3. 計画施設に求める役割

計画施設は、圏域内から発生するし尿・浄化槽汚泥等処理・資源化するとともに災害時には、仮設トイレ等から発生するし尿等の処理を行うための重要なインフラ施設である。そのため、災害が発生した際も運転を継続することが求められる。

また、施設整備の基本方針4にあるとおり、計画施設は「災害に強いハード面の強さ」と「被災した際の影響が最小限で、対応・復旧が速やかに行えるしなやかさ」を有した施設とする。

4. 計画施設に求める安全性の目標

(1) 安全性の目標の検討方針

計画施設は「災害に強いハード面の強さ」と「被災した際の影響が最小限で、対応・復旧が速やかに行えるしなやかさ」を有した施設とすることを目標とすることから、以下の方針で計画施設に求める安全性の目標を検討する。

- ア. 人命の保護が最大限図られる施設であること
- イ. 処理機能が致命的な障害を受けずに維持される施設であること
- ウ. 施設や設備装置に与える被害が最小化される施設であること
- エ. 迅速な復旧復興が進められる施設であること

(2) 耐震に関する安全性の目標

官庁施設に求められる耐震性能については、「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」において、入居する官署の特性に応じて、施設の構造体、建築非構造部材、建築設備それぞれについて保有すべき耐震安全性の目標を規定している。

耐震安全性の分類を表3.9.1、耐震安全性の目標を表3.9.2に示す。

施設の構造体、建築非構造部材及び建築設備は、国土交通省制定「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」に基づいて、耐震安全性等の目標を設定し、設計することとなる。なお、プラント設備の構造設計に関しても、この目標を準用して計画することとする。

従前のし尿処理施設では、乾燥・焼却設備を有していたことから、「危険物を

貯蔵又は使用する施設」として、「Ⅱ類－A類－甲類」で計画されることが多かった。近年では、汚泥再生処理センターへの転換や脱炭素の観点から、乾燥・焼却設備を有しない施設において、危険物（石油類）の取り扱いのない施設が増加している。また、建築設備の「甲類」の耐震安全性の目標となっている「必要な設備機能を相当期間継続」するための非常用発電設備の維持管理に相応の費用が生じること等から、建築設備については「乙類」を選定する事例が増えている。

非常用発電設備の設置については、電源喪失時の稼働対象設備を設定したうえで計画することが求められる。経済産業省が平成23年度に公表した「3月11日の地震により東北電力で発生した広域停電の概要」によると、発災後3日で約80%が停電解消、8日で約94%が停電解消したと報告されている。そのため、発災4日目以降には大部分の地域で停電は解消されているものと判断し、計画施設においては、非常用発電設備を設置しないものとする。なお、3日を経過しても停電が解消しない場合は「災害時における廃棄物処理施設に係る相互援助細目協定」に基づき、他市町村へ協力を仰ぐものとする。

以上のことから、計画施設においては、「Ⅱ類－A類－乙類」で計画することとする。

表3.9.1 耐震安全性の分類

施設の用途	対象施設	耐震安全性の分類		
		構造体	建築非構造部材	建築設備
災害対策の指揮、情報伝達等のための施設	指定行政機関が入居する施設 指定地方行政ブロック機関が入居する施設 東京圏、名古屋圏、大阪圏及び地震防災対策強化地域にある指定行政機関が入居する施設	I 類	A 類	甲類
	指定地方行政機関のうち、上記以外のもの及びこれに準ずる機能を有する機関が入居する施設	II 類		
被災者の救助、緊急医療活動等のための施設	病院関係機関のうち、災害時に拠点として機能すべき施設	I 類	A 類	甲類
	上記以外の病院関係施設	II 類		
避難所として位置付けられた施設	学校、研修施設等のうち、地域防災計画で、避難所として指定された施設	II 類	A 類	乙類
危険物を貯蔵又は使用する施設	放射性物質又は病原菌類を取り扱う施設、これらに関する試験研究施設	I 類	A 類	甲類
	石油類、高圧ガス、毒物等を取り扱う施設、これらに関する試験研究施設	II 類	A 類	
多数の者が利用する施設	学校施設、社会教育施設、社会福祉施設等	II 類	B 類	乙類
その他	一般官公庁施設（上記以外のすべての官庁施設）	III 類	B 類	乙類

表3.9.2 耐震安全性の目標

部位	分類	耐震安全性の目標
構造体	I 類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
	II 類	大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく、建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
	III 類	大地震動により構造体の部分的な損傷は生ずるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られている。
建築非構造部材	A 類	大地震動後、災害応急対策活動や被災者の受け入れの円滑な実施、又は危険物の管理のうえで、支障となる建築非構造部材の損傷、移動等が発生しないことを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
	B 類	大地震動により建築非構造部材の損傷、移動等が発生する場合でも、人命の安全確保と二次災害の防止が図られている。
建築設備	甲類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られていると共に、大きな補修をすることなく、必要な設備機能を相当期間継続できる。
	乙類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られている。

(3) 浸水に対する安全性の目標

計画施設の整備予定地は、1000年に一度起こりうる可能性のある最大クラスの津波が生じた際は、1.0m～3.0m未満の浸水想定となされている。また、想定最大規模の降雨（概ね1000年に1回程度発生する降雨）の際には、0.5m～3.0m未満の浸水想定がなされているが、計画規模の降雨（概ね100年に1回程度発生する降雨）に対しては浸水が想定されていない。

計画施設においては、最大規模の浸水に対応できるよう、3.0m未満の浸水の際に施設の機能が維持できるものとする。

5. 計画施設における災害対策

(1) 地震災害における対策

計画施設においては、「Ⅱ類－A類－乙類」で計画する。

また、以下の対策を講じるものとする。

ア. 計画施設は地震、不同沈下等の外部負荷に対応できる構造とするとともに室内の各設備及び機器類を十分に保護できる構造とする。

イ. 計画施設より外部に連絡する配管類は全て地震時の荷重地盤沈下その他の条件を考慮し、材質その他の安全対策を講じる。

ウ. 各槽類、地盤沈下その他の条件を考慮し、材質その他の安全対策を講じる。

エ. 各槽類、壁、機器に接合する配管は機器振動、管荷重等を十分考慮し、特殊継手等を使用する等して事故防止を図る。

(2) 浸水災害における対策

浸水対策として、地盤高を上げることが想定されるが、整備予定地の隣接地に住居が存在することから、現状地盤高より3.0m高くすると、隣接住居への圧迫感が増大し、基本方針としている周辺環境との調和が図れない。そのため、地盤高の調整に加え施設建築物での浸水対策や浸水時の早期復旧対策とあわせて計画することが適当である。

計画施設においては、地盤高の嵩上げや、一般的には地下に設置する水槽を地上に設置する地上水槽の構造とすること、建屋の1階（水槽上部室等）については防水構造の建具を採用すること、ガラリ、換気口等を高所に設置、電気設備等の重要機器は2階に設置すること等の対策を組み合わせることにより、3.0m未満の浸水の際に施設の機能が維持できるものとする。

以下に浸水対策の例を示す。

- ア. 浸水の影響の少ない設備配置や地盤高の設定
- イ. 建屋等に防水構造の建具の採用（シャッター、ドア、窓等）
- ウ. ガラリ、換気口等の高所設置
- エ. 水槽に防水型覆蓋の設置
- オ. 地下と1階の仕切部（ドア、ハッチ、配管スペース等）の密閉式の採用
- カ. 浸水の可能性がある設備に冠水対応型モータ、防水端子の採用

（3）制御システムにおける災害対策

電源喪失時における制御システムに求められる対策例を以下に示す。

これらの対策は、いずれも採用することが適当である。

- ア. 制御システムのバックアップ電源として無停電電源装置の設置
- イ. 電源及び計装空気源が断たれた時の各種バルブ、ダンパ等の安全側での停止
- ウ. 緊急停止システムやインターロックシステムの採用

（4）その他の対策

上記の他、災害対策として実施すべき事項を以下に示す。

ア. 人命保護

- （ア）施設において人命保護のため、事務室は2階に配置するとともに、避難場所や避難経路を確保する。
- （イ）異常時の危険を回避するための保安設備を設置する。
- （ウ）ヘルメット等の防災備品を整備する。

イ. 処理機能の維持

- （ア）電力、薬品等の備蓄及び供給先を確保する。
- （イ）多様な水源利用について検討する。

ウ. 被害の最小化

- （ア）保安距離、保有空地等を確保した設備配置とする。
- （イ）火災、有害・危険物の流出等の二次災害の発生防止を図る。

エ. 迅速な復旧復興

- （ア）発災時における運営体制を構築する。
- （イ）緊急時における運転操作マニュアルや設備の保安点検マニュアルを整備する。
- （ウ）周辺自治体との協定等、広域的な応援体制を確保する。
- （エ）必要不可欠な情報通信機能を確保する。
- （オ）施設、設備装置の仕様書、設計計算書、図面等の書類を施設外にも保管する。
- （カ）復旧復興を担う人材を確保、育成する。

(キ) 作業員等の活動に必要な飲料水、食糧等を備蓄する。

(5) ソフト面での対策

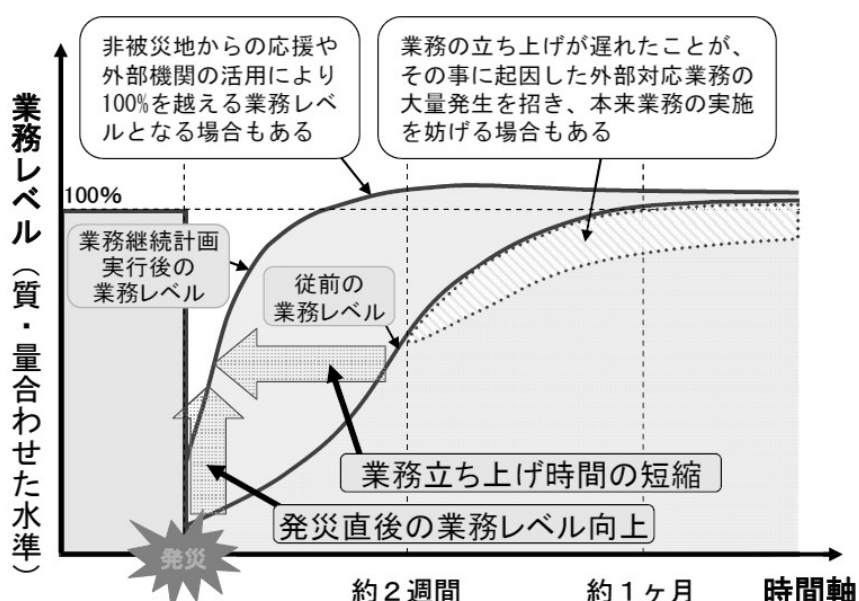
ソフト面での対策として、BCP（事業継続計画：Business Continuity Plan）の策定が挙げられる。

BCP（事業継続計画）とは、ヒト、モノ、情報、ライフライン等、資源に制約がある状況下においても、非常時優先業務の特定、必要な資源の確保・配分、手続きの簡素化、指揮命令系統の明確化等の必要な措置を実施することにより、業務立ち上げ時間の短縮を図り、発災直後の業務レベルを向上させ、従来よりも速やかに高いレベルで事業の機能を維持・回復させることを目的とした計画である。BCP（事業継続計画）の実践に伴う効果の模式図を図3.9.8に示す。

し尿・汚泥再生処理施設は、公衆衛生の確保や水質保全等、社会活動を支える根幹的な社会基盤である。災害等によりその機能を果たすことができなくなれば、住民生活に多大な影響を与えることから、大規模災害等の危機に遭遇しても重要な業務を中断させないことや中断しても可能な限り短い期間で業務を再開することが求められている。

このため、し尿処理事業の継続性を高めるため、BCP（事業継続計画）の策定と活用が、有効な方策として注目されてきている。

計画施設の整備にあたっては、緊急時対応マニュアルの整備と合わせてBCP（事業継続計画）を策定することが望まれる。



(中央省庁業務継続ガイドライン 第1版(平成19年6月、内閣府)より抜粋)

図3.9.8 事業継続計画の実践に伴う効果の模式図

第10節 施設配置の検討

1. 施設配置計画に係る留意事項

(1) 配置計画の決定要因

配置を検討していく際に考えなければならない要素は数多く、実際の配置計画にあたっては、これらの要素の相互関係を見極め、さらに諸問題の濃淡を明確にすることによって、最善策を練り上げて行かなければならない。

一般に配置を決定づける要素としては、以下の事項等が考えられるが、これらを整理すると表3.10.1に示すとおりとなる。

- I. プラント機能
- II. 敷地
- III. 動線計画
- IV. 環境規制
- V. 法規制
- VI. 建設制約

これらの要素は、各施設で異なり、また要素相互間に矛盾が生じることもある。従って、最終的な配置計画が練り上がるまでには、何回かの試行錯誤が重ねられる。その結果、基本的に不可欠な条件、望ましい条件、理想的条件等が浮き彫りにされるので、それらの条件を考慮して、設計の基本方針とすることが多い。

ここでは、工事仕様の検討に先立ち、配置計画を検討するにあたって必要となる基本的事項を以下に整理する。

表3.10.1 レイアウトの決定要因

条 件	要 因	内 容
I. プラント機能	①受入・貯留プロセス	
	②主処理プロセス	
	③高度処理プロセス	
	④汚泥処理プロセス	
	⑤脱臭プロセス	
	⑥受変電プロセス	
	⑦給排水プロセス	
	⑧計装制御プロセス	
	⑨その他	管理運転方式、メンテナンス防災ならびに安全対策、労務管理対策、外構施設設計など
II. 敷地	①地理的条件	場所、形状、規模、標高、方位、気象など
	②土木計画条件	土質、地形、地下水位など
	③周辺地域の状況	植生、自然、風土、地理、景観、交通など
	④敷地内の状況	障害物、地中埋設物、電波伝搬路、天然記念物、文化財の有無、都市計画規定など
	⑤周辺道路の状況	交通、幅員、標高など
	⑥設備受入条件	電気、水、ガス、排水など
III. 動線計画	①施設条件	
	②車両条件	車種、型式、能力、保有台数、利用台数、ピーク時台数など
	③道路条件	周辺道路の状況、通行方式など
IV. 環境規制	①環境保全対策	排水、排ガス、臭気、騒音、振動など
	②景観対策	
V. 法規制	①各種法規	
	②地方条例、行政指導	
VI. 建設制約	①建設工期、工程	
	②地元住民対策	
	③増設計画	
	④建設思想	
	⑤建築主の要望	
	⑥建設コスト	

(2) 全体配置計画の留意事項

処理施設の全体配置計画では、敷地の形状、次期更新施設の用地の確保、植樹・造園計画等建設予定地をどのように使用するか検討しなければならない。

建屋の構造、室配置等を大きく左右するポイントは、処理施設と管理施設の関係である。特に、処理施設と管理施設を一つの建屋内に納めた一体型とするか、二つの施設を別々の建屋とした分離型とするかが重要なポイントとなる。これらの特徴は表3.10.2に示すとおりである。また、一体型と分離型のイメージ図を図3.10.1に示す。

表3.10.2 処理施設と管理施設の関係による計画上の特徴

構造	特徴
一体型	① 建設費が分離型より安くなる ② 処理エリアの騒音、振動の影響を受けやすいので対策が必要である ③ 管理上の動線に有利である
分離型	① 処理棟単独の施設更新が可能である ② 建設用地は、一体型に比べ広くなる ③ 連絡通路が必要になる場合がある

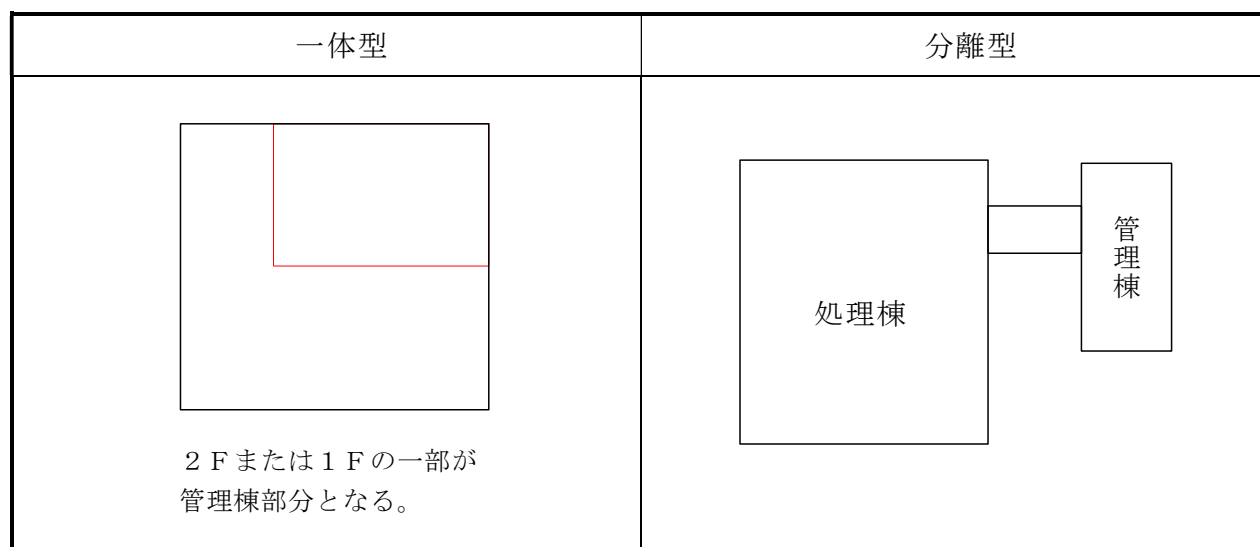


図3.10.1 一体型と分離型のイメージ図

(3) 動線計画の留意事項

処理施設においては、車両、機械、作業員等の動線をそれぞれの動きに支障のないよう計画する必要がある。また、状況によっては、前項の全体配置計画も含めた検討をする必要がある。参考として、表3.10.3に動線の種類を、図3.10.2に車両動線計画例を示す。

表3.10.3 配置計画上の動線の種類

動線の種類	内 容
車両の動線	<ul style="list-style-type: none"> ・収集車の動線 ・薬品等ローリ車の動線 ・資源化物及び残渣類搬出車両の動線 ・一般車両の動線
機械の動線	・機器類搬出入の動線
作業員の動線	・各階の作業動線（日常作業、定期作業）

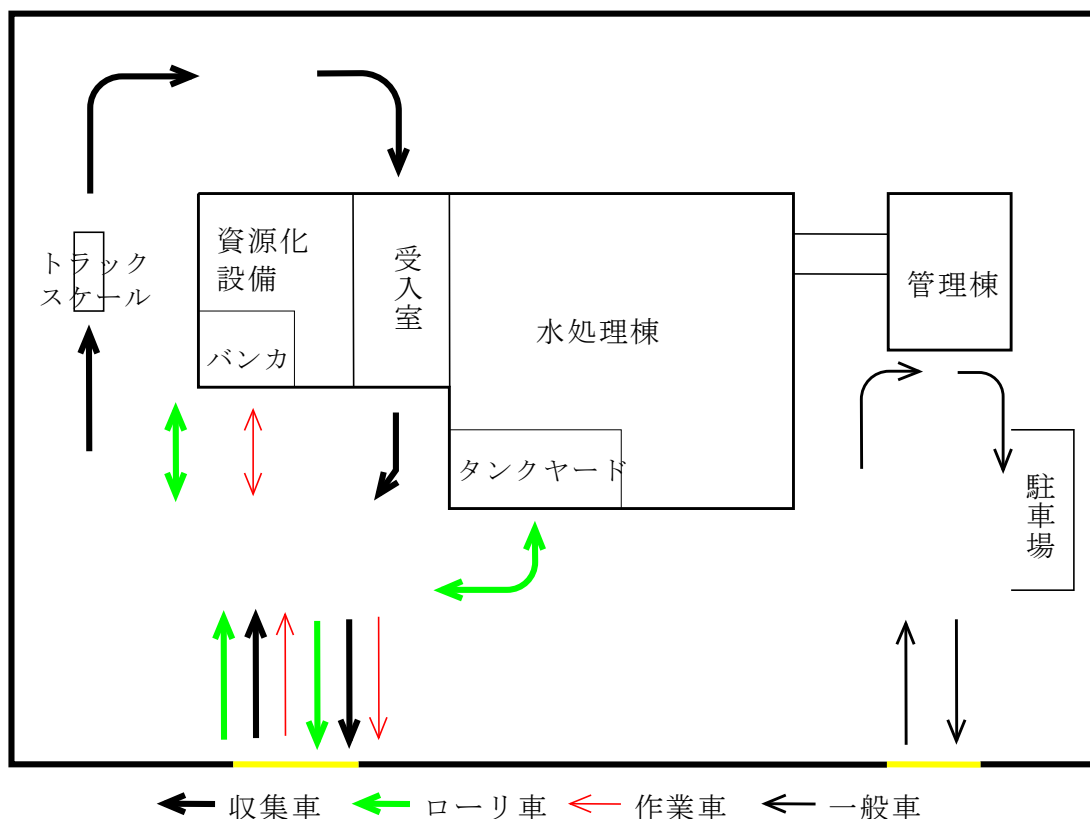


図3.10.2 車両動線計画の例

ア. 各種車両動線計画

処理施設内における車両動線を検討する場合、または計画する場合には、次の事項に留意しておく必要がある。

(ア) し尿等搬入車両の動線

- 処理施設においては、し尿等搬入車両の動線が計画の中心となる。その理由は、施設に出入りする車両数が多いこと、同一車両が1日に数回施設に出入りすること等である。
- し尿等搬入車両と一般車とは、事故防止の観点から、できるだけ別のルートを走行し、施設出入口も別々に設けることが望ましい。

- c. し尿等搬入車両が集中するピーク時の待機スペース（トラックスケール前、受入室前）を考慮しておく必要がある。
- d. し尿等搬入車両は、臭気の発生源となり得るので、できるだけ施設内を短いルートで走行できるように計画する。

（イ）薬品ローリ車の動線

- a. 車両の動線は、し尿等搬入車両の動線に支障がないよう計画する。
- b. メタノールタンクは、屋外で地下式になることが多いので、ローリ車のUターンスペース、停車スペース等を考慮する必要がある。
- c. 薬品の受入については、外周路に面した場所にタンクヤード及び受入口をまとめて設ける等、できるだけ効率的に薬品搬入ができるよう考慮する必要がある。

（ウ）作業車の動線

- a. 作業車とは、し渣や資源化物（助燃剤）等の搬出に使用される車両を示す。この車両の動線も、し尿等搬入車両の動線に支障がないよう計画する。
- b. し渣、資源化物等の積込み作業については、車両が建屋内のホッパ室に入り作業できるよう、ホッパ下にスペースを設ける必要がある。

（エ）一般車の動線

一般車には、施設の作業員、外来者（来訪者、関係者）の車両等、種々考えられる。また、施設の内容を知らずに入ってくるケースも考えられるため、事故防止の観点から、し尿等搬入車両と一般車とはできるだけ別のルートを走行し、施設出入口も別々に設けることが望まれる。ただし、計画施設においては一般の来訪者は少ないと考えられる。このため、計画施設においては、施設出入口を1箇所としても、敷地内で各車両動線を明確に明示すれば、安全上の対策は可能と考えられる。

イ．作業員の動線

作業員の動線については、管理棟あるいは処理棟内の作業員控室及び各操作室を拠点とし、定時作業等において現場までのルートを適正に確保する必要がある。この動線の検討または計画にあたっては次の点に留意しておく必要がある。

（ア）作業員が移動する場合には、作業時に使用する工具等を持っていることが多い。

従って、動線上に段差や踏み越し配管（ころがし配管）等が生じないように計画する必要がある。

（イ）各階を連絡するため複数箇所に階段を設け、できるだけ短いルートで効率的に

施設内を移動できるよう計画する。

ウ. 機器搬出入の動線

処理施設には、定期的にオーバーホールをしなければならない機器が種々あり、場合によっては本体を製作工場に搬出することもある。さらに、機器の更新時のことも考慮しておく必要があるので、機器の搬出入動線を各階で確保しておく必要がある。

この動線の検討または計画にあたっては次の点に留意しておく必要がある。

- (ア) 構成部品が多い機器は、できるだけ分解して搬出入することになる。しかし、部品自体が大きい場合には、ホイストレールや台車を利用することになる。従って、ホイストレールの設置、台車用の通路幅及び余裕高の確保等を考慮する必要がある。
- (イ) 機器の搬出入に必要な設備は、ホイストレール、マシンハッチ、ダムウェーダ、台車、搬出入用シャッタ等である。

エ. その他の動線

(ア) 薬剤の搬出入について

処理施設で使用する薬剤は、ローリ車で搬入される流体状の薬剤と、汚泥脱水等で使用する粉体状の薬剤がある。

粉体状の薬剤については、外部から薬品庫への搬入ルート、薬品庫から溶解装置への移送ルートの2つを検討する必要がある。どちらのルートについても、ホイストレール、ダムウェーダ、台車ルート等を確保する必要がある。

(イ) 活性炭（水処理、脱臭用）の搬出入

水処理及び脱臭用の活性炭は、定期的に交換する必要があるので、ホイストレール等、専用の搬出入装置を設けておく必要がある。

(4) 処理部の設備配置上の留意点

処理部には、一般に次のような部屋等を設ける。

- ・ 地下ポンプ室
- ・ 受入室（周辺に沈砂除去洗浄室、便所、受入監視室）
- ・ 槽上部室
- ・ 倉庫、工作室
- ・ ブロワ室
- ・ 薬品室、薬品タンクスペース
- ・ 脱臭装置室

- ・前処理機室・脱水機室
- ・ホッパ室・資源化設備室
- ・電気室
- ・中央監視・制御室 等

建屋内の各設備の配置については、次の点に留意する必要がある。

ア．受入室

- (ア) し尿等搬入車両の動線は交差がなく、できるかぎり一方通行であることが望ましく、受入室の向きや配置を検討する際には十分な配慮が必要である。
- (イ) 敷地近くに民家等がある場合には、外観上不快な印象を与えないよう、し尿等搬入車両ができるかぎり見えない動線及び配置を計画する工夫も必要である。

イ．前処理機室、脱水機室

- (ア) 前処理機及び脱水機（資源化設備）は、場外搬出等の関係から、同室に配置（前処理・脱水機室）を計画する事例が多い。ただし、資源化設備が大型となる場合は別室にて計画する。
- (イ) 前処理設備を設置する位置は、移送等を効率的に計画するため、受入室または受入貯留槽の直上（または近傍）で、2階となる場合が多い。
- (ウ) 部屋の天井高は設置される設備の高さに左右されることが多い。通常、前処理機室は5m程度の天井高が必要である。脱水機（資源化設備）室は設備の仕様によって必要な天井高は異なるが、遠心脱水機等であれば5m程度、スクリーンプレスやフィルタープレス等の大型脱水機であれば10m近くの天井高が必要となる。

ウ．水槽部

- (ア) 水槽を配置する場合、水処理の流れに沿った配置が望ましい。また、水槽自体がかなりの重量物であり、不測の水漏れを配慮すると、最下床（地下である場合が多い）に設置することが望ましい。

水槽の深さは、水深5mとすると、梁下～槽底が6m程度になる。地下部の底盤レベルは、ポンプ、配管等の合理的な配置、土木工事の施工等を考慮すると、できるだけ同一とする場合が多いので、底盤レベルはGL-5～6m程度となる。

水槽の高低を概略的に表すと図3.10.3に示すとおりとなる。

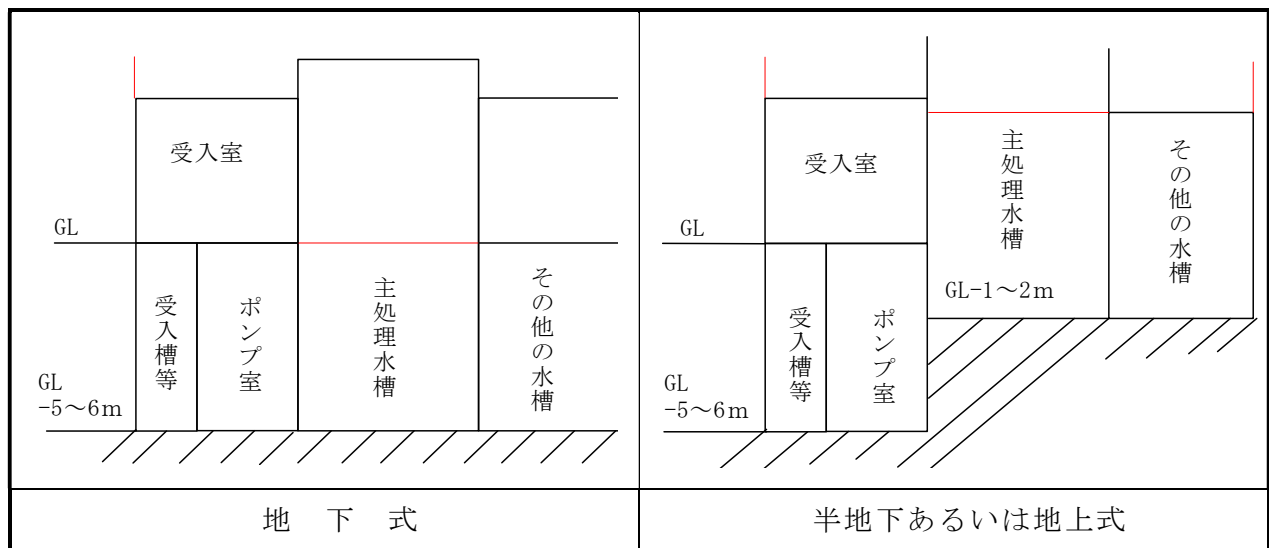


図3.10.3 水槽の高低を示すイメージ図

(イ) 水槽の上部は、原則として部屋、装置等は設置しないことが望ましいが、スペースを有効活用する意味で、処理装置については維持管理の支障とならない範囲で設置することもある。また、水槽上部の高さは配管等の交換スペースを考慮して4m以上必要である。

エ. ポンプ室

(ア) 採用するポンプを水中式あるいは自吸式としない限り、槽外型ポンプのほとんどが水槽下部から吸込み管をとるので、地下に配置することが最も合理的である。

(イ) ポンプ室の幅については、設置するポンプ台数にもよるが、片側配置の場合は幅5m以上、両側配置の場合は幅6m以上とすることが望ましい。ポンプ室の幅を概略的に示すと図3.10.4に示すとおりである。

(ウ) ポンプ室の形状は、汚水処理の流れ方、水槽の配置により左右される。汚水処理の流れ方、水槽の配置は、敷地の制約条件（広さ、系列数、排水先ルート等）により決まるので、これらを検討すると同時にポンプ室の形状がほぼ決定されることとなる。一般的なポンプ室の形状は、図3.10.5に示すI字形、L字形、T字形、H字形に分類される。

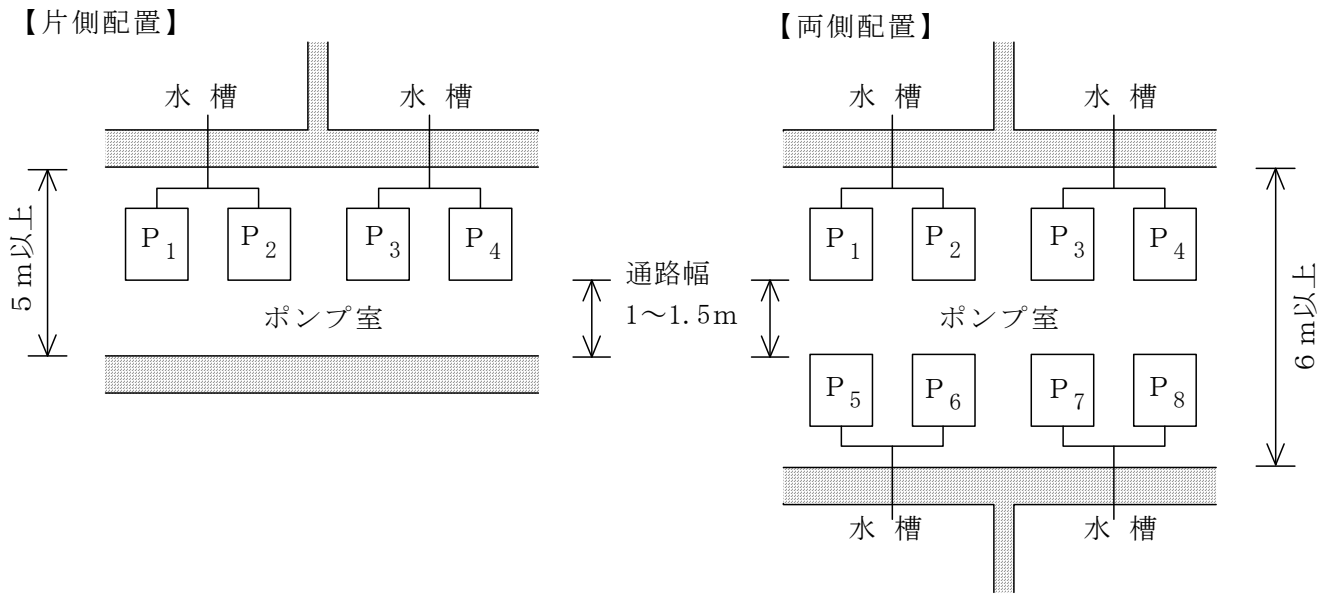
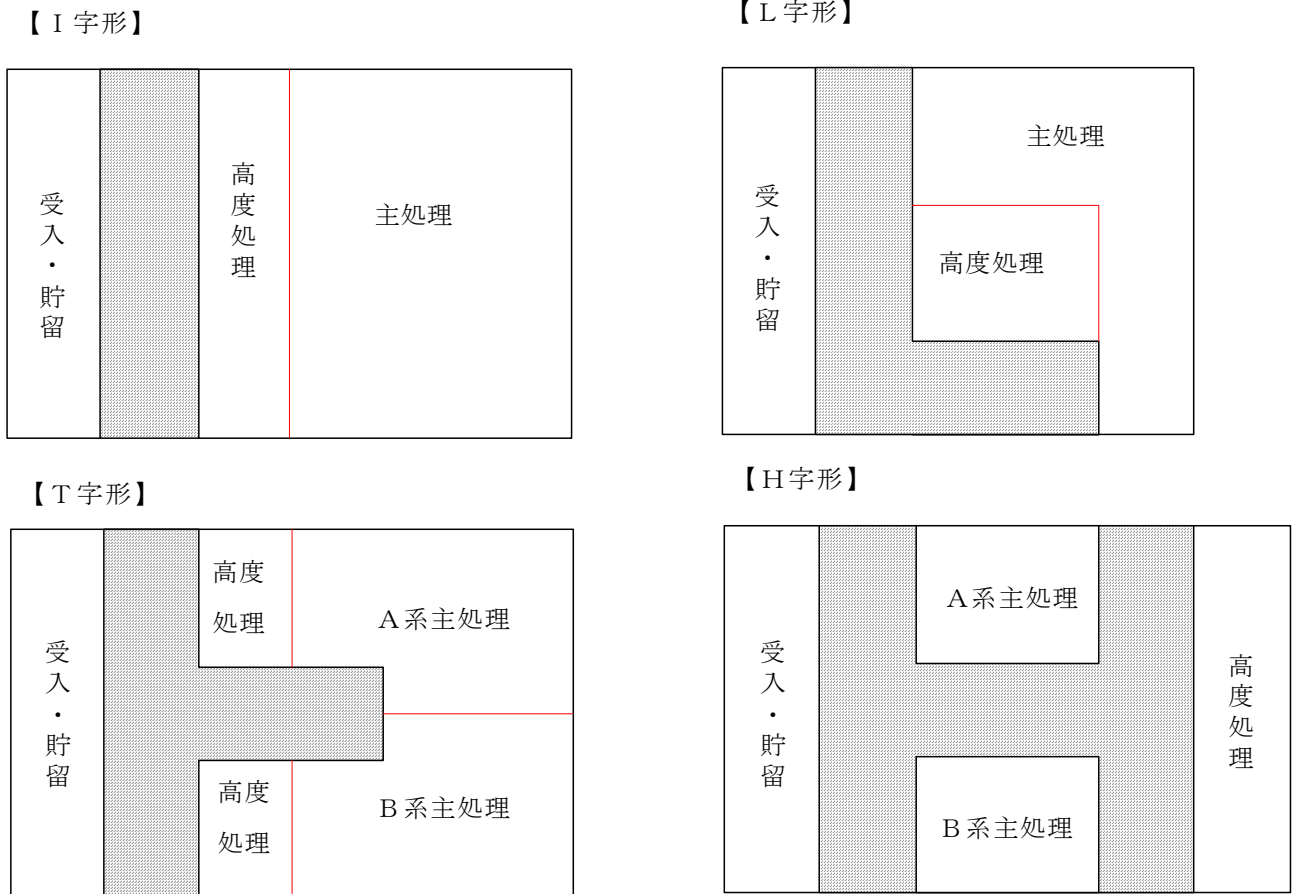


図3.10.4 ポンプ室の幅のイメージ図




注：  はポンプ室の形状を示す。

図3.10.5 一般的なポンプ室の形状

オ. ブロワ室

ブロワ室は、騒音、振動の発生源であり、配置を検討する場合には特に配慮しておく必要がある。設置機器や部屋自体で防音、防振構造とすることは当然であるが、配置計画上では①敷地境界からある程度の距離を隔てる、②管理棟一体型施設の場合は管理部（事務室、会議室、控室等）から離れた場所に配置する、といった工夫が必要である。地下に配置すると効果的である。

カ. ホッパ室、資源化設備室

ホッパ室や資源化設備の位置は、前処理設備、脱水設備等、他の関連する設備との相対的な検討で決定する。

(5) 主要設備の配置例

処理棟内の配置計画の検討にあたって、処理棟の形状、大きさ等を左右するのは、受入室、水槽室、前処理機室、資源化設備室という主要な部屋の配置である。図 3.10.6 に代表的な配置例を 2 つ示す。

受入室 2 階は前処理機室となり、前処理機室と資源化設備室は近接する必要があることから、受入室と資源化設備室は何らかの形で接する配置となる。

A、B 例の違いは、資源化設備室と受入室の位置関係である。A 例は、2 階に配置する機械設備の集約化が図れる一方、1 階では資源化設備室と水槽間を移動するために、受入室を横断する必要がある。B 例は、1 階の機器配置、動線の確保について A 例より自由に行えるというメリットがある。

また、受入室について、A 例は受入室の長さが比較的コンパクトとなる一方、B 例はある程度受入室を長く計画できる。前室や後室を計画する等受入室を長く計画する場合においては B 例が優位となる。

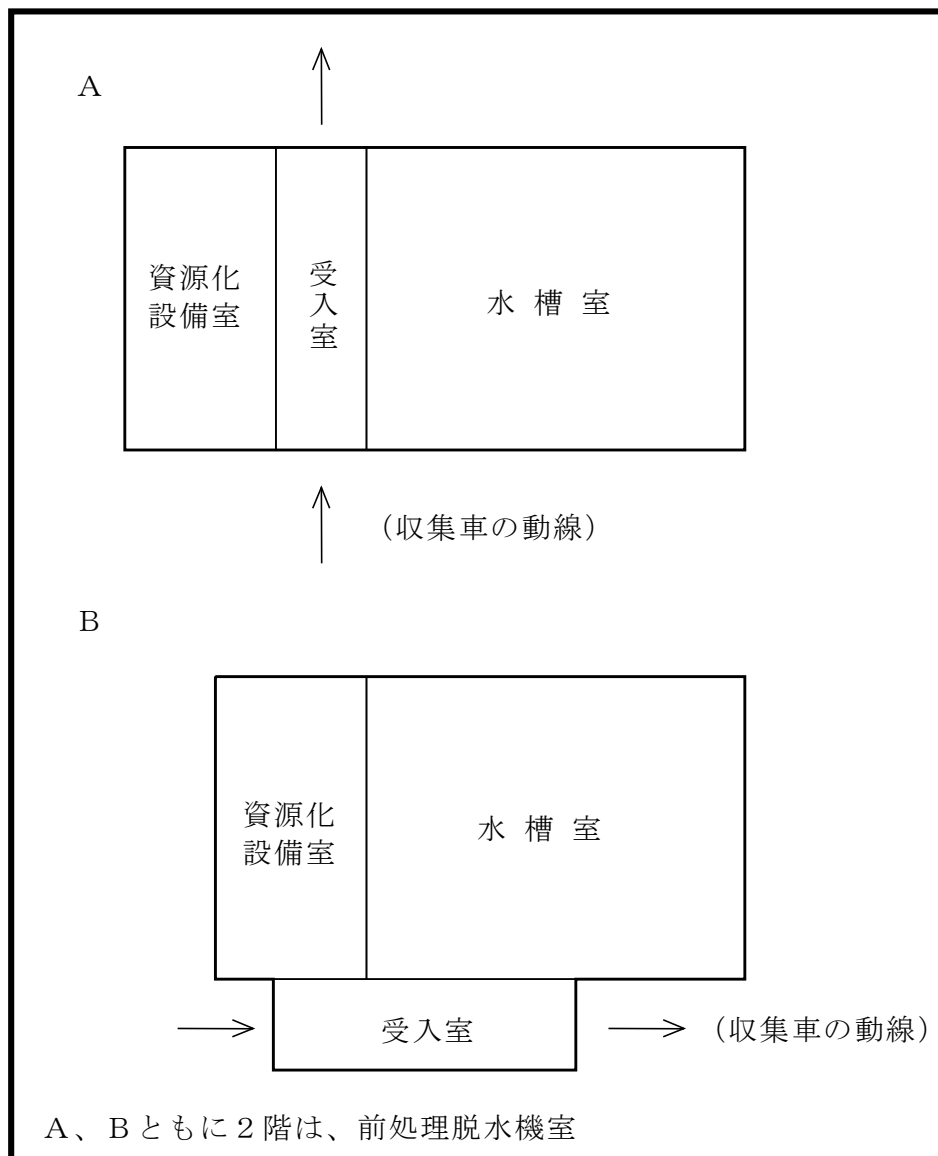


図3.10.6 主要設備の配置例

(6) 管理部、管理スペースの配置計画

一体型でも分離型でも建屋は2階建とすることが多い。1階、2階にどの部屋を配置するかは、作業員の動線と玄関、管理事務室、監視室の位置、見学者、外来者の動線と会議室の位置等を基本として検討することとなる。また、居室部分の方向をどうするか、特に採光等を考慮して南面にどの部屋を配置するか等も重要である。

管理棟や管理スペースには、一般に次のような部屋等を設ける。

- ・ 管理事務室
- ・ 作業員控室（休憩室）
- ・ 水質等試験室（処理スペースに計画する例も多い）
- ・ 浴室（洗濯室、洗面所を含む）

- ・更衣室
- ・会議室
- ・倉庫、書庫 等

管理棟や管理スペースにおける各室配置の留意事項は、次のとおりである。

ア. 廊下、階段

廊下及び階段の幅の目安は表3.10.4に示すとおりである。

表3.10.4 廊下及び階段の幅の目安

廊下の幅	1.5 m以上
階段の幅	1.5 m以上

イ. 玄関及びホール

(ア) 一般作業員、来客者共用で計画されるのが一般的である。ただし、来客者、収集作業員の出入が多い場合は、この限りでない。

(イ) 玄関、管理事務室（受付、案内）に隣接し、カウンタで直接対話できることが望ましい。

(ウ) 出入口は、風向き、降雨、降雪等を考慮して風除室を設け、二重扉にすることもある。

ウ. 管理事務室

管理事務室は、維持管理人員を基に面積を検討する。目安は次のとおりである。

広さの目安：3～6 m ² /人

エ. 更衣室

(ア) ロッカーを片側使用の場合における通路更衣スペースは、靴下の履替えができるスペースが必要とされるので、有効幅員として700mm以上が望ましい

(イ) ロッカーを両側から使用する場合は、着替えを通路側に直角な方向でできるスペースが必要とされ、有効幅員として1,100mm以上が望ましい。

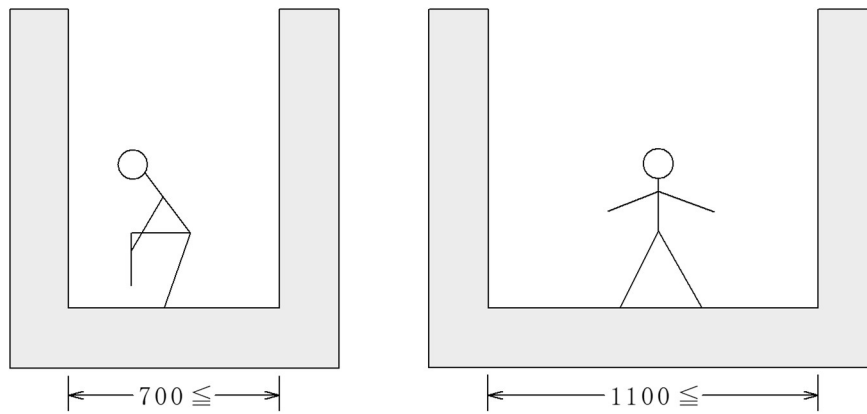


図3.10.7 更衣室の幅員

(ウ) 更衣室のスペースは、ロッカーの配置によって検討し計画される。図3.10.8は、2人用ロッカーを配列した例であり、ロッカー1個当たりの必要スペースは次のとおりである。

片側通路： $(0.515 + 0.7) \times 0.304 = 0.37 \text{ m}^2$

両側通路： $(0.515 + 0.55) \times 0.304 = 0.32 \text{ m}^2$

従って、必要最小スペースとしては、 $0.32 \sim 0.37 \text{ m}^2$ となるが、実際のスペースとしては、通路を連絡スペース、出入口廻りスペース、柱廻りスペースのデッドスペースを考慮して、1.5～2倍を見込む必要がある。

$0.37 \times 1.5 (=0.55) \sim 0.37 \times 2 (=0.74) \text{ m}^2/\text{ロッカー1個当たり}$

広さの目安：1.0m²/人以上

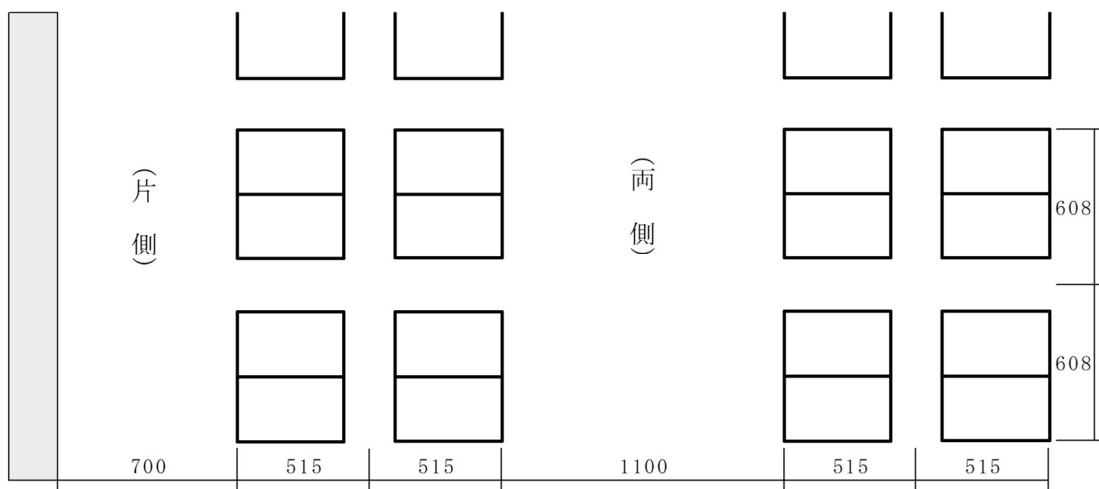


図3.10.8 更衣室の面積

オ. 会議室

15～20人使用の場合の1人当たりのスペースは、次式で示される。

$$(1.2+0.6) \times 0.6 \sim 0.8 = 1.08 \sim 1.44 \text{m}^2/\text{人}$$

なお、その他のスペースとして有効面積に50%以上の余裕を見込む。

広さの目安：2.0～3.0m²/人

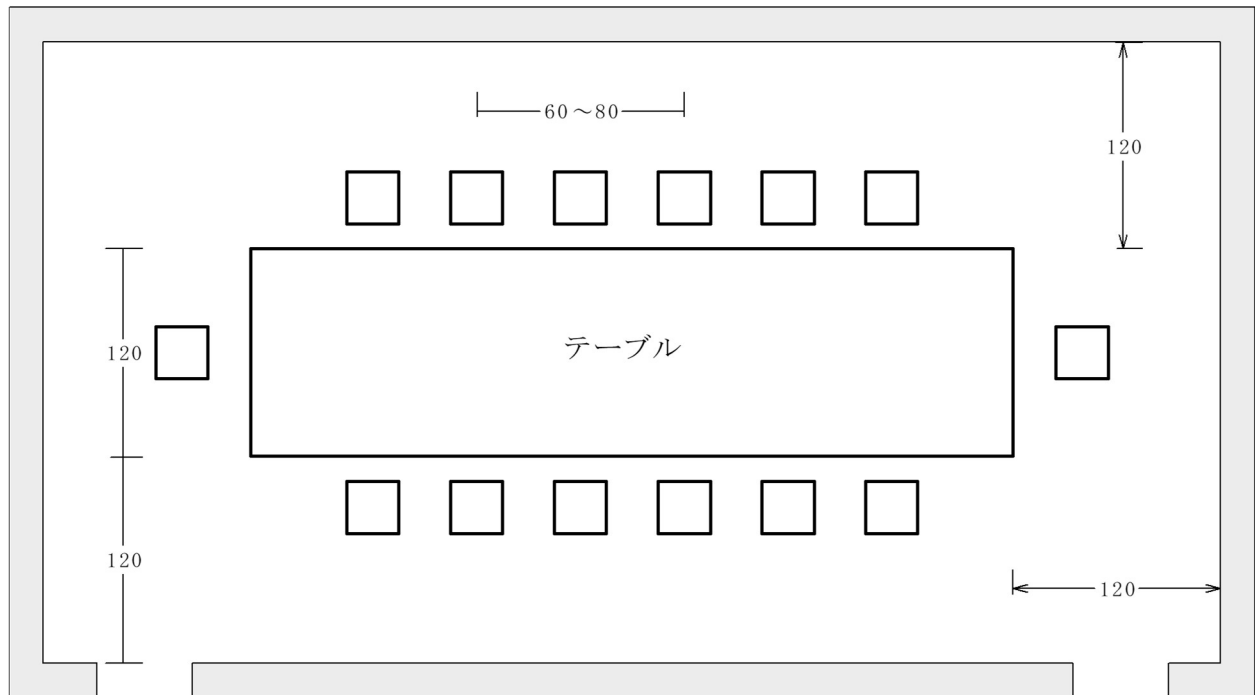


図3.10.9 会議室の大きさ

カ. 作業員控室（食堂利用を含む）

作業員を対象として計画され、全人員の1/3～1/2が同時に食事できるスペースが一般的である。長方形食卓で1テーブル当たり6人卓とすれば、1人当たりのスペースは次式で示される。

$$(0.95 \sim 2.25 + 0.9) \times (1.35 + 0.75 \times 0.9) \div 6 = 1.0 \sim 1.2 \text{m}^2/\text{人}$$

出入口のスペース、手洗い設備等のスペース等を考慮し、面積の20%程度の余裕を見込む。

広さの目安：1.2～1.5m²/人

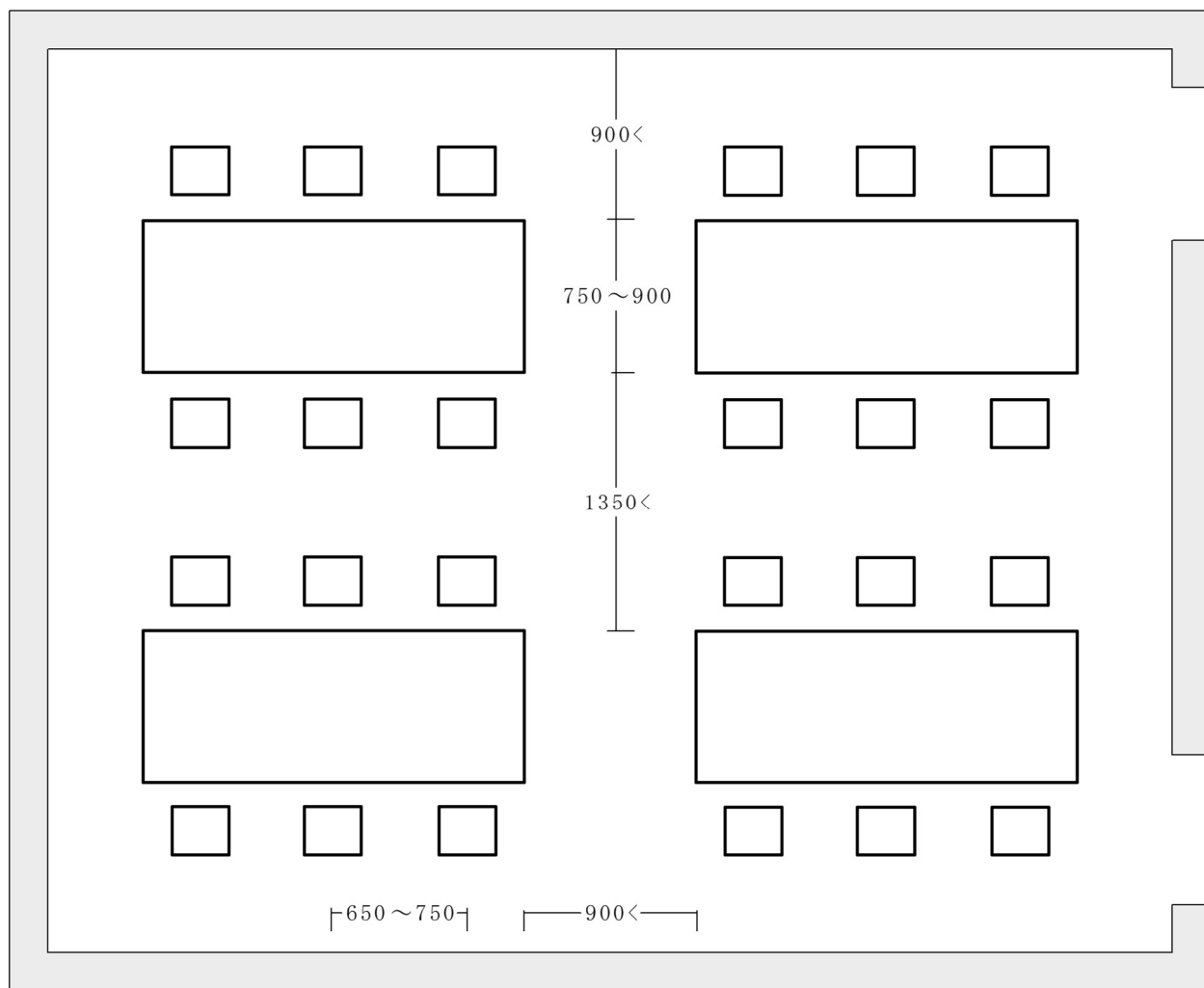
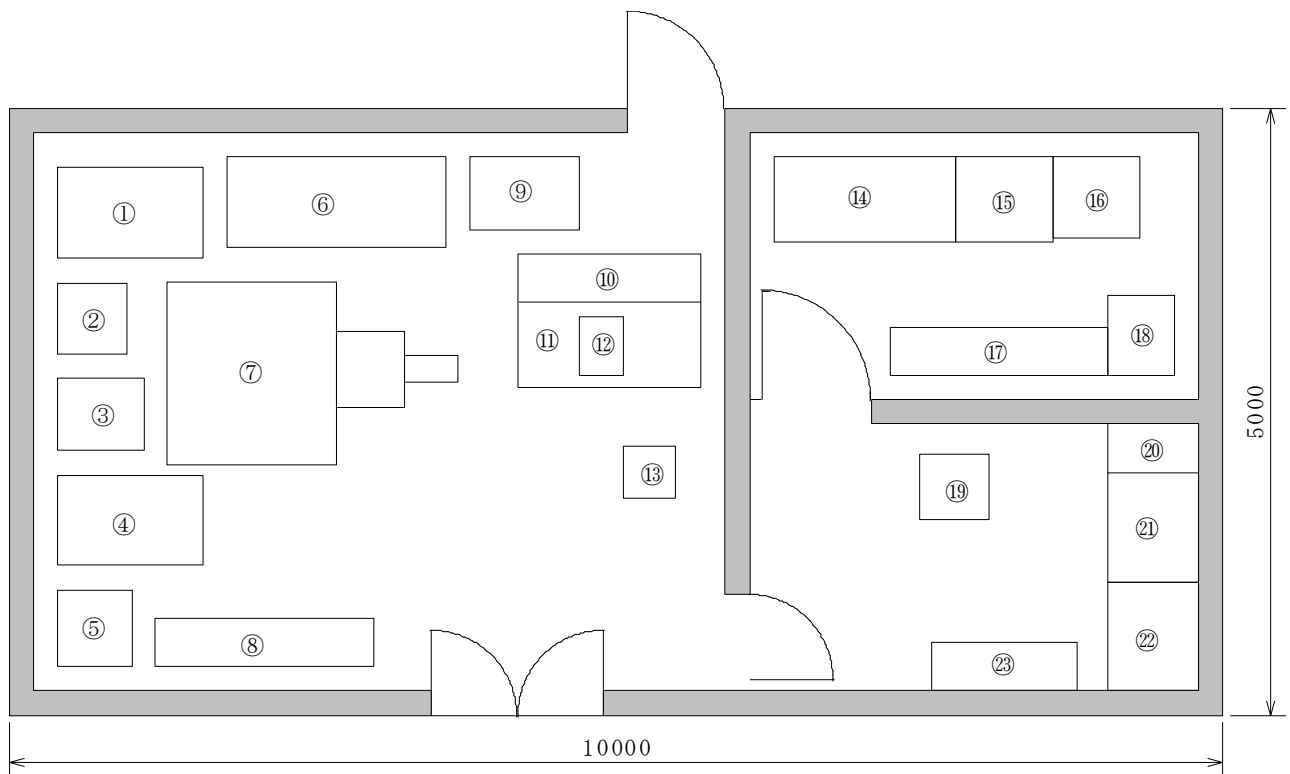


図3.10.10 作業員控室の大きさ

キ. 試験室

処理棟の2階に設置する事例も多く、かつ比較的閑静な場所に計画する場合が多い。

広さの目安：50㎡程度



- | | |
|----------------------|-------------------|
| ①ドラフトチャンバ(12000×750) | ⑬遠心機(430×430) |
| ②低温乾燥器(570×580) | ⑭サイド実験台(1500×750) |
| ③インキュベータ(710×580) | ⑮流し(900×750) |
| ④流し(12000×750) | ⑯恒温器(720×665) |
| ⑤オートスチル(620×630) | ⑰薬品戸棚(1800×400) |
| ⑥サイド実験台(1800×750) | ⑱冷蔵庫(544×663) |
| ⑦中央実験台(2400×1500) | ⑲乾燥滅菌器(570×580) |
| ⑧薬品戸棚(1800×400) | ⑳高圧蒸気滅菌器(620×450) |
| ⑨天秤台(900×600) | ㉑流し(900×750) |
| ⑩アンモニア蒸留装置 | ㉒サイド実験台(900×750) |
| ⑪サイド実験台(1500×700) | ㉓薬品戸棚(1200×400) |
| ⑫マッフル炉(355×490) | |

図3.10.11 試験室の例

ク．洗濯室及び乾燥室

洗濯室及び乾燥室に必要なスペースは、施設規模にあまり関係なくほぼ一定と考えられる。動線的には、部屋の用途上、更衣室及び脱衣・浴室等に近隣した配置が望ましい。

広さの目安：10～20m²程度

ケ. シャワー室及び脱衣室

シャワー室は、一般事務員を除く現場作業員が利用する 경우가多く、作業終了後帰宅前に利用するのが一般的である。なお、脱衣室の面積は、シャワー室の同時利用人員の半数が脱衣、着衣できるスペースを計画する。

広さの目安：シャワー室	1.0㎡/ユニット
脱衣室	1.2～1.5㎡/人

また、シャワー室は更衣室と隣接した位置とするか、または更衣室から直接連絡できる配置計画が適当である。

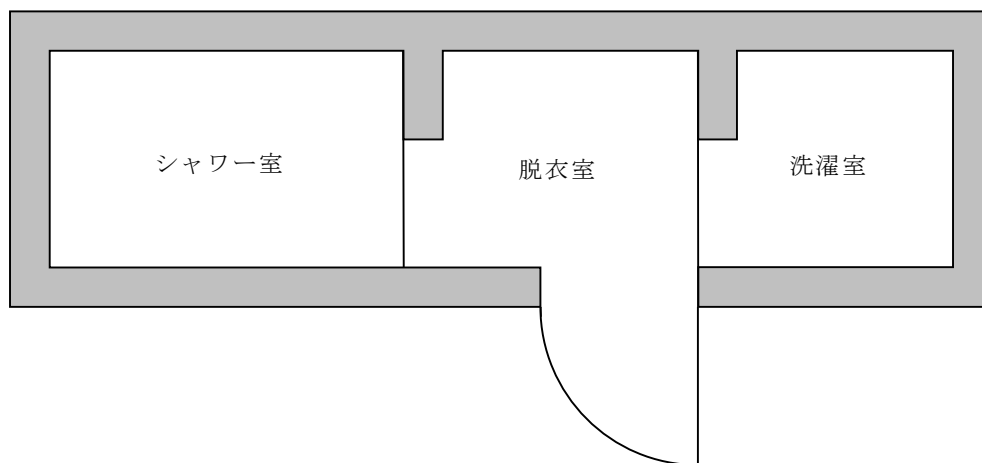


図3.10.12 シャワー室、脱衣室及び洗濯室の位置関係

コ. 倉庫及び書庫

倉庫は、処理棟を含め1ヶ所に大きなスペースとして計画するよりは、数ヶ所に分けて設置する方が利用上便利である。

書庫は、一般的にラック（架）を配列して使用される。

サ. 給湯室

事務室や会議室等に近隣した位置に小規模のものを計画する必要がある。一般的に必要なスペースは、設備品として流し台、コンロ、作業台等を一列に並べ、その他冷蔵庫のスペースを考慮して4㎡程度あれば十分である。

広さの目安：4㎡程度

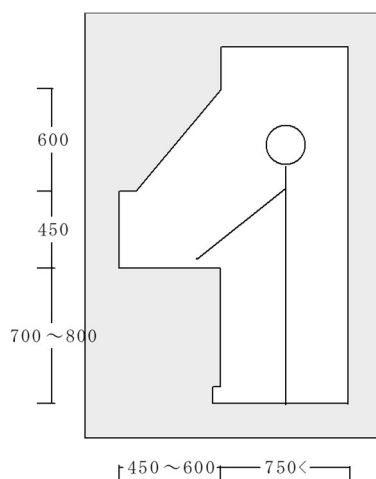


図3.10.13 湯沸室のイメージ

シ. 便所

便所の使用頻度が高い時間帯は、出勤時、退出時、昼休みの順となっている。従って、更衣室に近隣した位置に設置することが適当である。労働安全衛生法による便器の数は、同時に就業する労働者の数が 100人以下の場合、20人に1個、100人を超える場合は 30人に1個の割合で大便器を設け、男子小便器は大便器総数の2/3とされている。一般的に計画される便器数を表3.10.5に示す。

表3.10.5 一般的に計画される便器数

用途種別	人 員	大便器数	小便器数	洗 面 所		
事務所	1 ~ 15 人	1	大便器数より少ない数だけ小便器としてよい。 ただし、小便器は左欄の2/3以下にしてはならない。	1 ~ 15 人	1	
	16 ~ 35	2		16 ~ 35	2	
	36 ~ 55	3		36 ~ 60	3	
	56 ~ 80	4		61 ~ 90	4	
	81 ~ 110	5		91 ~ 125	5	
	111 ~ 150	6		125 以上	40人増すごとに1個追加	
	150 以上	40人増すごとに1個追加				
工場	1 ~ 9	1	上記に同じ。	100人までは10人ごとに1個の割合。100人以上は15人増すごとに1個を加える。		
	10 ~ 24	2				
	25 ~ 49	3				
	50 ~ 74	4				
	75 ~ 100	5				
	100 以上	30人増すごとに1個追加				

ス. 駐車場

駐車場は、見学者用大型バス、来客や作業員用普通乗用車の同時可能台数により、面積が異なる。

広さの目安：大型バス	55㎡程度/台
普通乗用車	15㎡程度/台

2. 計画施設における施設配置（案）

（1）施設配置の基本的条件

施設配置に係る基本的な条件を以下のとおりとする。

ア. 処理棟と管理棟は一体型とする。

計画施設の整備予定地は、敷地面積が約8,300㎡である。しかし、敷地は狭隘（南北の幅が50m程度）で、新施設建設に使用できる有効なスペースは限られている。処理棟の配置に必要なスペース（建築面積）は、1,050㎡程度と想定されるが、建設用地としてはゆとりがない。また、その他、収集車やタンクローリー車等の動線となる構内道路、施設稼動による環境影響を抑制するための緩衝帯、管理棟、駐車場、洗車場、車庫等その他の附帯設備に必要なスペースも確保する必要がある。

このように、新施設建設には様々な制約があり、施設のコンパクト化が望まれる。処理棟と管理棟を一体型とすることで施設のコンパクト化が可能となり、効率的な施設配置を実現するものとする。

イ. 処理棟は地下1階、地上2階建て構造とする。

水槽はそれ自体が重量物であり、不測の水漏れ等を考慮すると地下に配置することが一般的である。また、ポンプ室はポンプ吸込管の位置を考慮すると地下に配置することが合理的である。

受入室やホッパ室は、関係車両の動線を考えると1階に配置することになる。ただし、1階の水槽上部は、床面のマンホール配置、スラブ付近の配管、ダクト、ケーブルラック等の敷設で、監視室や居室の配置に適さない。

前処理設備及び資源化設備は、汚水・汚泥の移送等を考慮すると受入室の直上とすることが適当と考えられる。

また、浸水対策の観点から、電気設備等の重要機器は浸水被害を受けない上層階への設置を基本とする。

(2) 各階面積と高さ

施設配置の基本的条件等を基に計画施設の処理棟配置に必要なスペースを想定すると、以下に示すとおりとなる。

ア. 地階の面積と高さ

地階には、水槽、ポンプ室及びブロワ室等を配置する。

(ア) 地階の必要面積

水槽配置に必要な面積は、計画処理量、汚濁負荷量等から算出するとある程度の余裕も考慮して450㎡程度である。その他、ポンプ室、ブロワ室、階段室等を考慮すると、地階の必要面積は1,050㎡程度となる。

(イ) 地階の必要高さ

地階の高さは、水槽の高さにより左右される。水槽の有効水深（5 m）、液面とスラブの間に必要な空間（80cm以上）等を考慮すれば、地階の必要高さは6 m程度となる。

イ. 1階の面積と高さ

1階には、受入室・受入前室・受入後室、ホッパ室、水槽上部室の他、管理エリア（玄関・ホール等）を配置する。

(ア) 1階の必要面積

騒音・振動対策や施設維持管理等の観点から、管理エリアを水槽やポンプ室、ブロワ室の上部に配置することは適切ではない。管理エリアを100㎡程度、受入室（前室、後室を含む）を250㎡程度、ホッパ室を60㎡程度と設定すると、1階の必要面積は、1,050㎡程度となる。

(イ) 1階の必要高さ

1階には一部処理設備や薬品ヤード等が設置されるほか、天井下に配管、ダクト、ケーブルラック等が設置されるため、維持管理に必要な階高に加え、これらのスペースを考慮する必要がある。また、水槽内部に散気装置や膜分離装置等の設備が設置される場合には、これらを引き上げ、清掃・点検、補修・交換等を行うスペースが必要となる。このため、基本的には水槽の水深に近い高さ（5 m程度）が必要となる。

ウ. 2階の面積と高さ

2階には、管理エリア（会議室、書庫、倉庫、事務室、控室、中央監視室、水質分析室等）、電気室、処理室（前処理機室、脱臭装置室、資源化室、ホッパ室等）を配置する。

(ア) 2階の必要面積

1階の上部を利用して効率的に各室を配置することを基本とし、2階の必要面積は、1階の必要面積(1,050㎡)と同程度となる。

(イ) 2階の必要高さ

2階の高さを設定するには、前処理機室の高さが1つの目安となる。夾雑物除去装置(ドラムスクリーン、スクリーンプレス、脱水し渣移送装置)を立体的に配置するためには室の高さが5m程度必要である。従って、2階の必要高さは、5m程度となる。

(3) 配置計画

施設配置の基本的条件及び各階面積を基に、計画施設の各階配置について検討すると、図3.10.14～図3.10.16に示すとおりとなる。

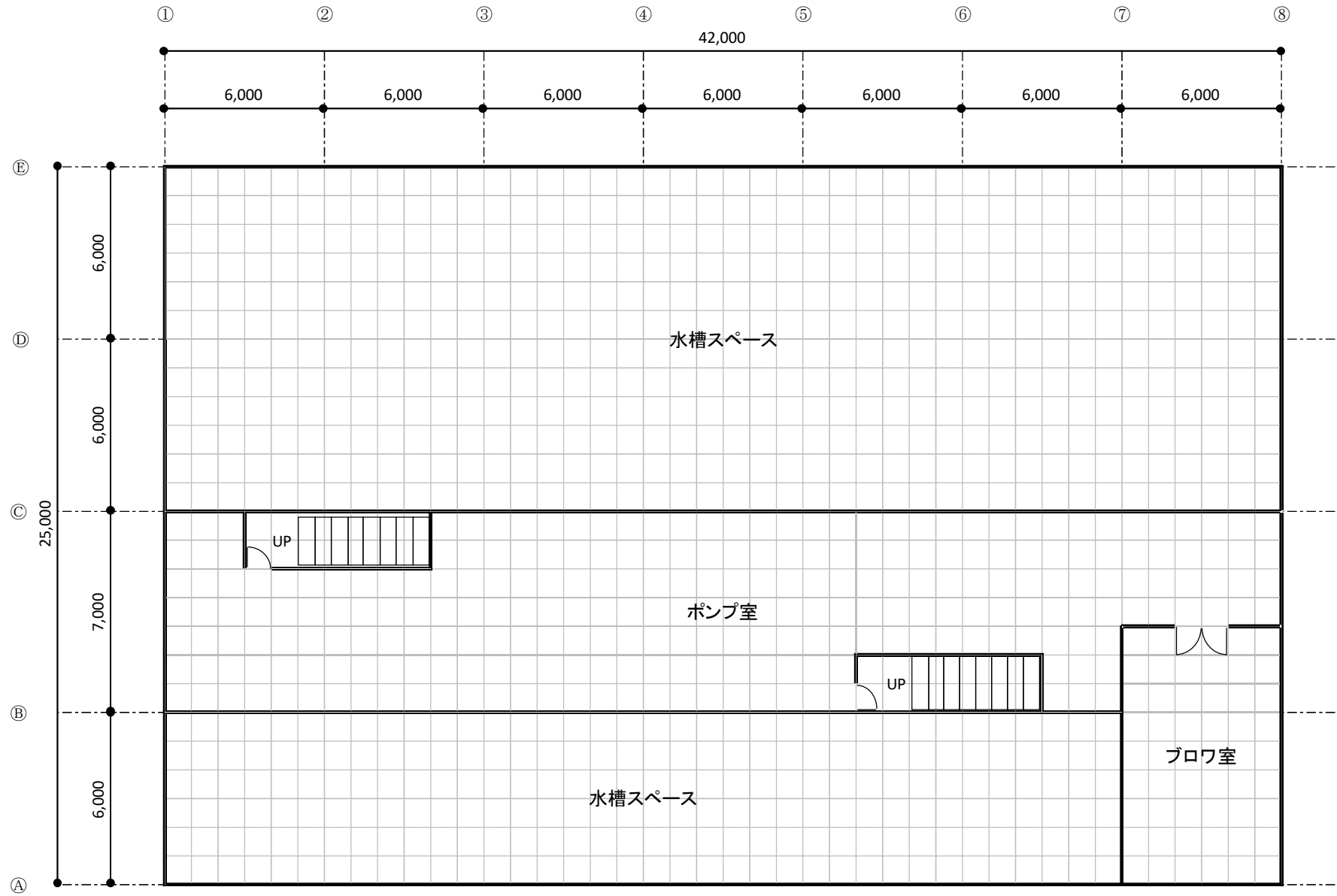


図3.10.14 地階平面計画（イメージ図）

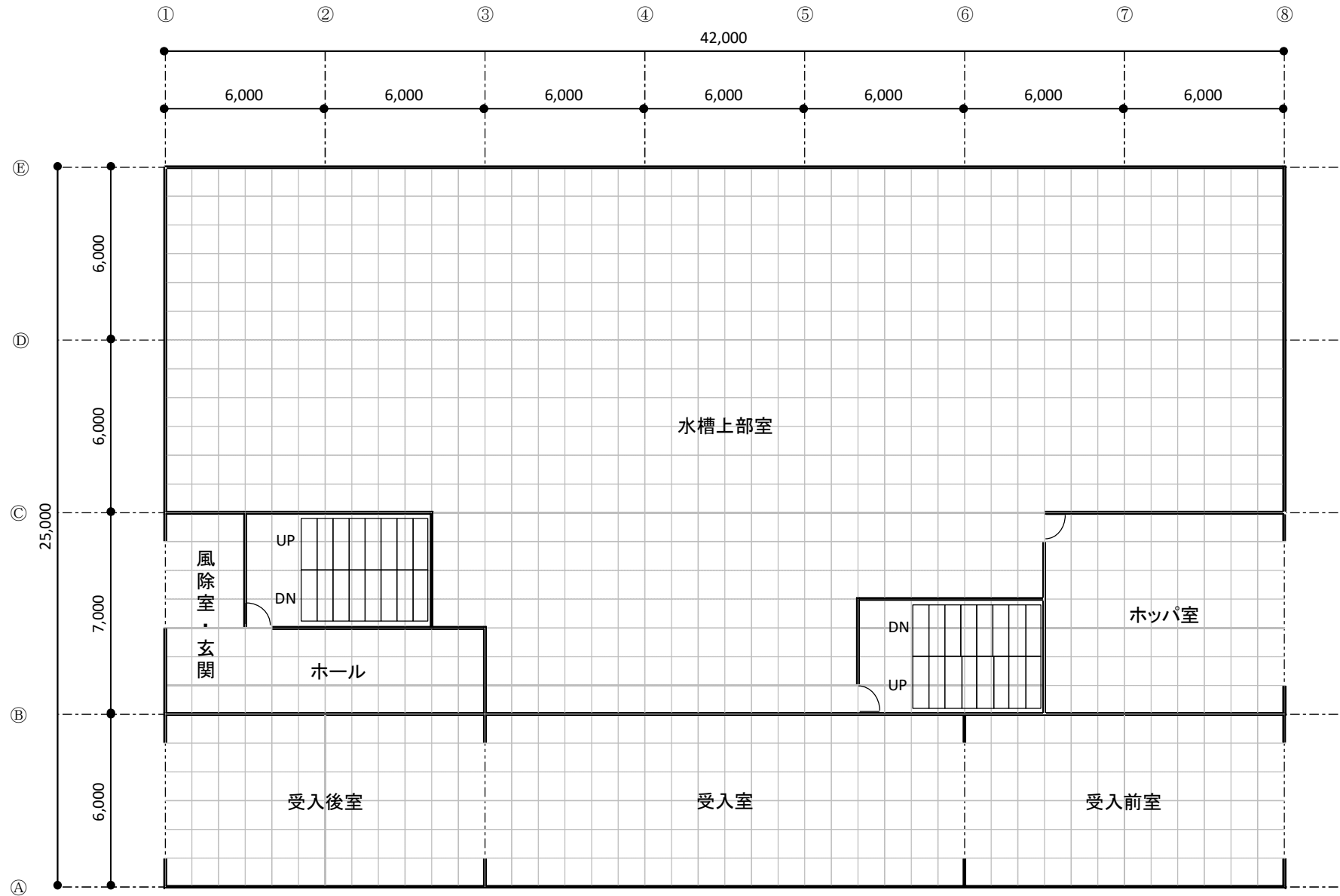


図3.10.15 1階平面計画 (イメージ図)

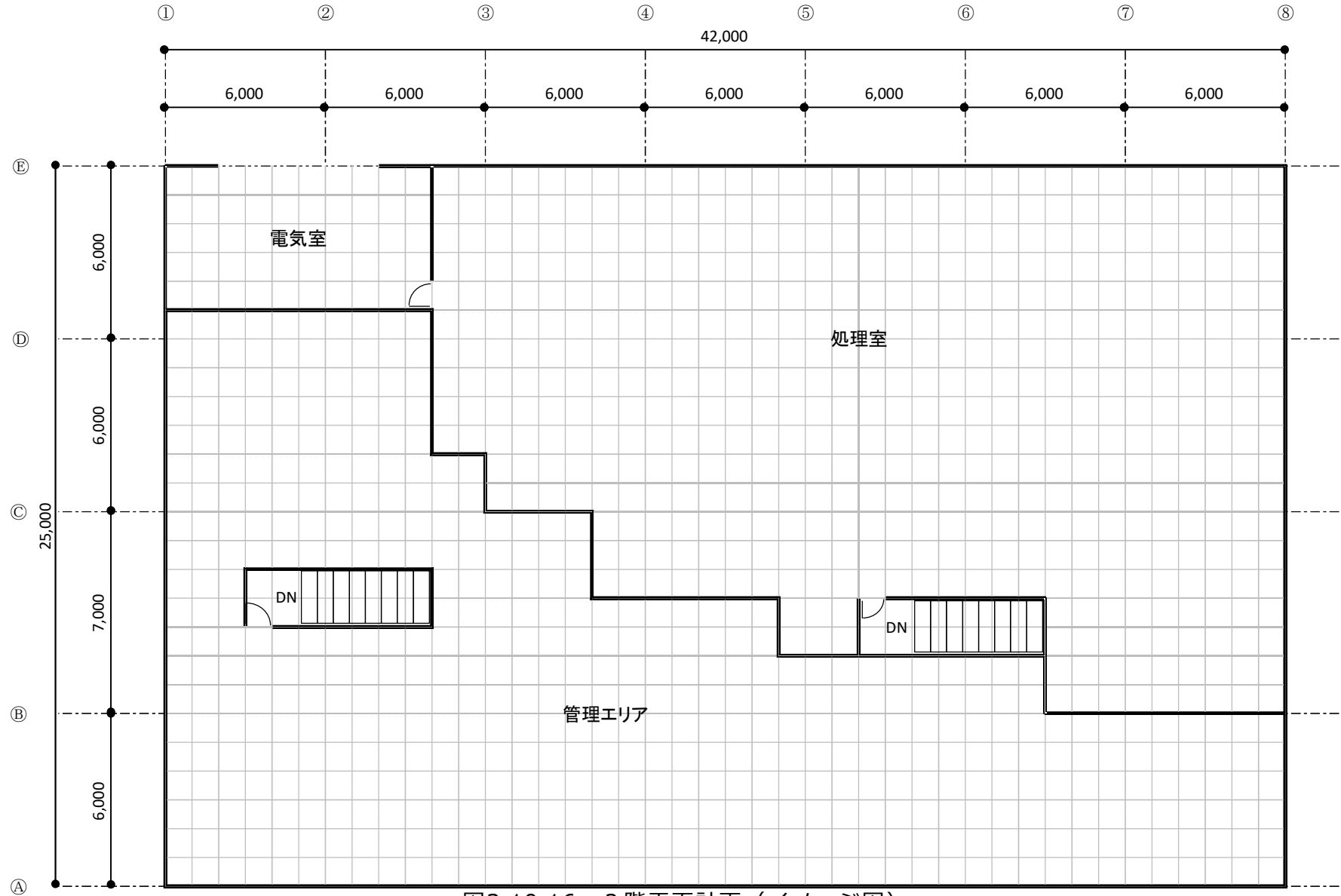


図3.10.16 2階平面計画 (イメージ図)

(4) 外構施設

ア. 構内道路

構内道路は、敷地の地形・地質、周辺道路事情等を考慮し、し尿等の収集・運搬車両、その他の車両、歩行者が安全で円滑な通行ができる構造とし、それぞれがなるべく交差しないように区分する。

出入口の位置については、敷地と周辺の道路計画等を考慮し、計画する。メンテナンスの動線は、周回道路を設け、処理棟を一周できるように計画する。

イ. 囲障

施設の安全管理及び維持管理を考慮し、整備予定地外周にフェンス等の設備を設ける。フェンス等の設置にあたっては、周辺環境との調和を図るものとする。

なお、門扉は既存のものを活用する。

ウ. 駐車場

構内に市職員用、作業員用、外来者用の駐車場を配置する。駐車場の所要台数は以下のとおりとする。

市職員用：4台

作業員用：5台

外来者用：5台以上

大型バス：1台

エ. 車庫棟

収集運搬車両等の車庫棟を設置する。所要台数は以下のとおりとする。

2t車：4台

軽トラック：1台

軽車両：1台

オ. 洗車場

収集運搬車両用の洗車場を設置する。所要台数は1台とする。

洗車排水は、施設内で処理するものとする。

カ. 構内雨水排水設備

降雨による浸水等の被害を防止するため、構外へ適切に排水する設備を設ける。

キ. 処理水放流管

処理水を構外へ適切に放流する管渠を設ける。

ク. 散水設備

場内の適所に散水栓を設ける。

ケ. 植樹等

以下の事項に配慮し、敷地内に植樹等を行う。

(ア) 周辺環境との調和がとれるとともに、地域全体の風致美観を向上させる。

(イ) 整備予定地内の樹木は、伐採せずに全て移植する。

(ウ) 既存施設管理棟の裏にある石碑に関して、移設が必要な場合は敷地内に移設する。

(5) 施設配置計画（案）

施設配置の基本的条件等を基に、整備予定地における利用できる敷地のスペース、処理棟各階の必要面積と高さ、配置計画上の留意事項等を考慮し、計画施設の全体配置を検討すると、図3.10.17のとおりとなる。

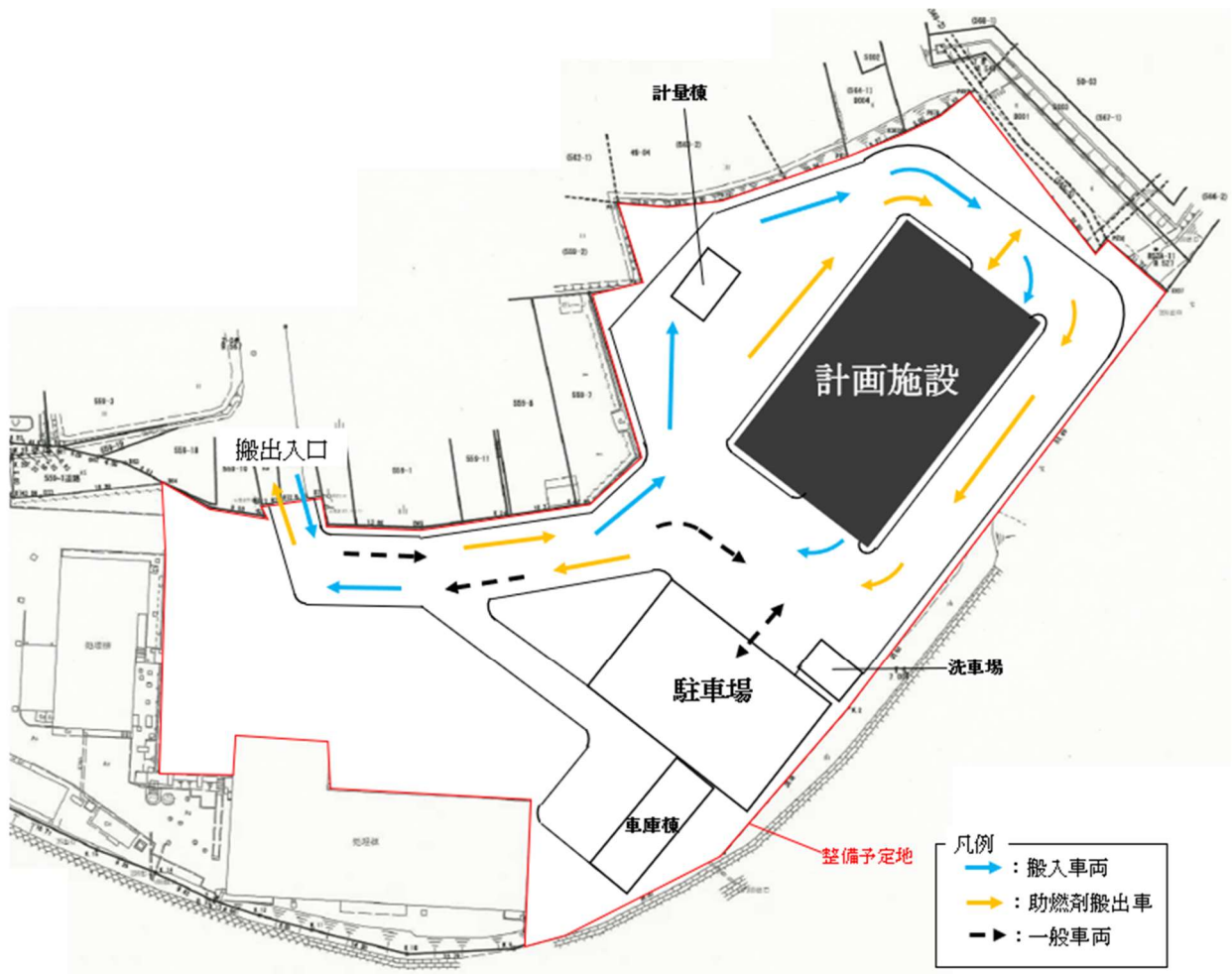


図3.10.17 施設配置計画（イメージ図）