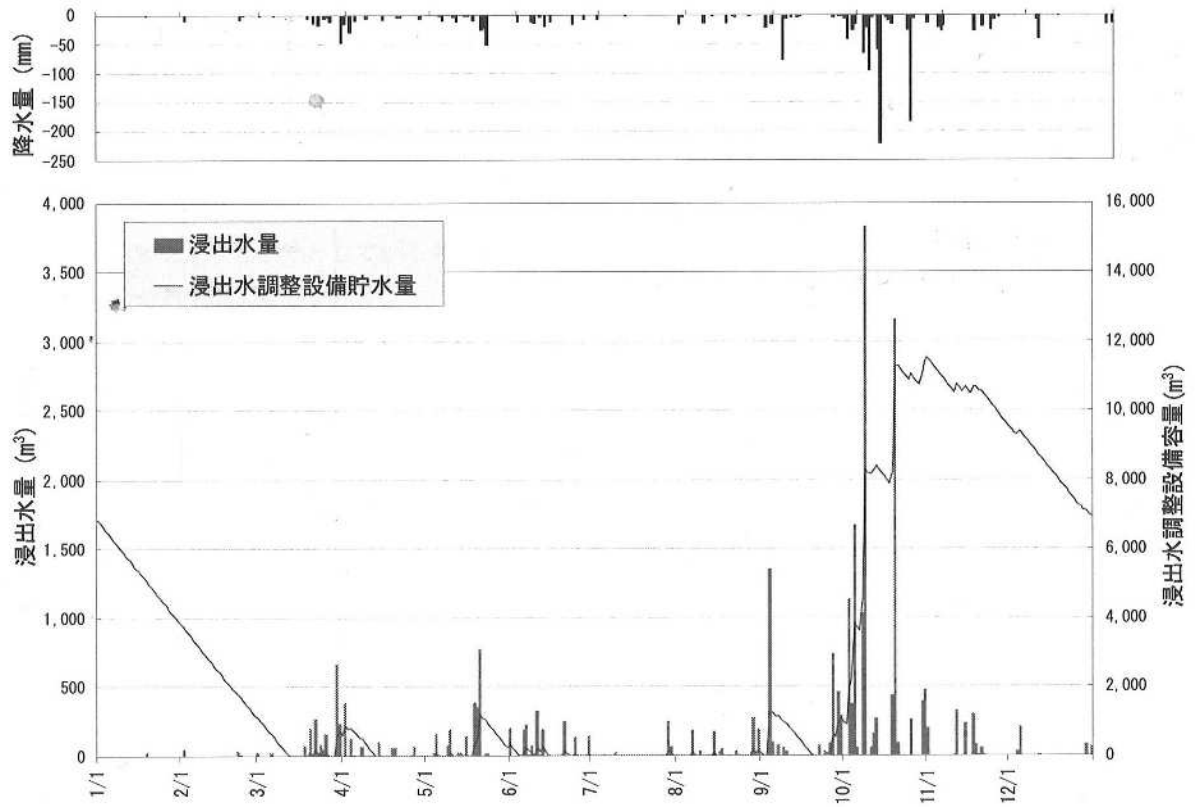


Q=100m³/日



Q=110m³/日

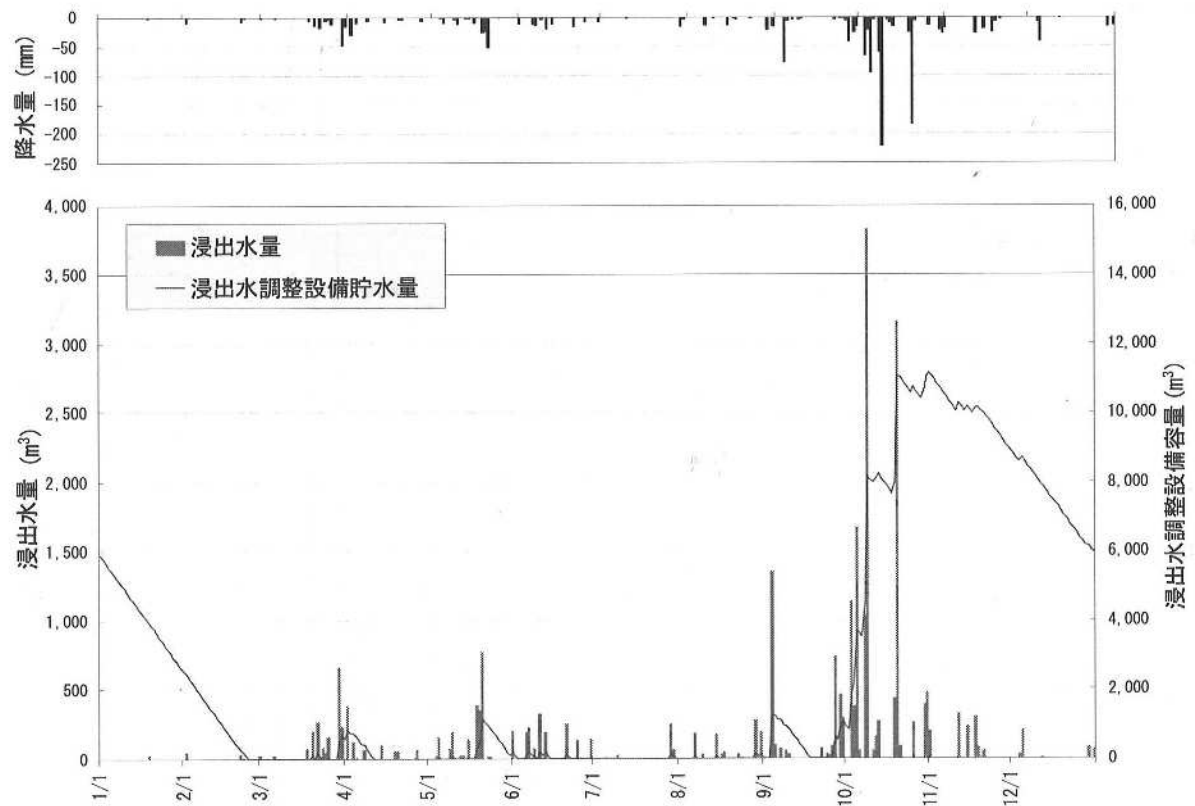
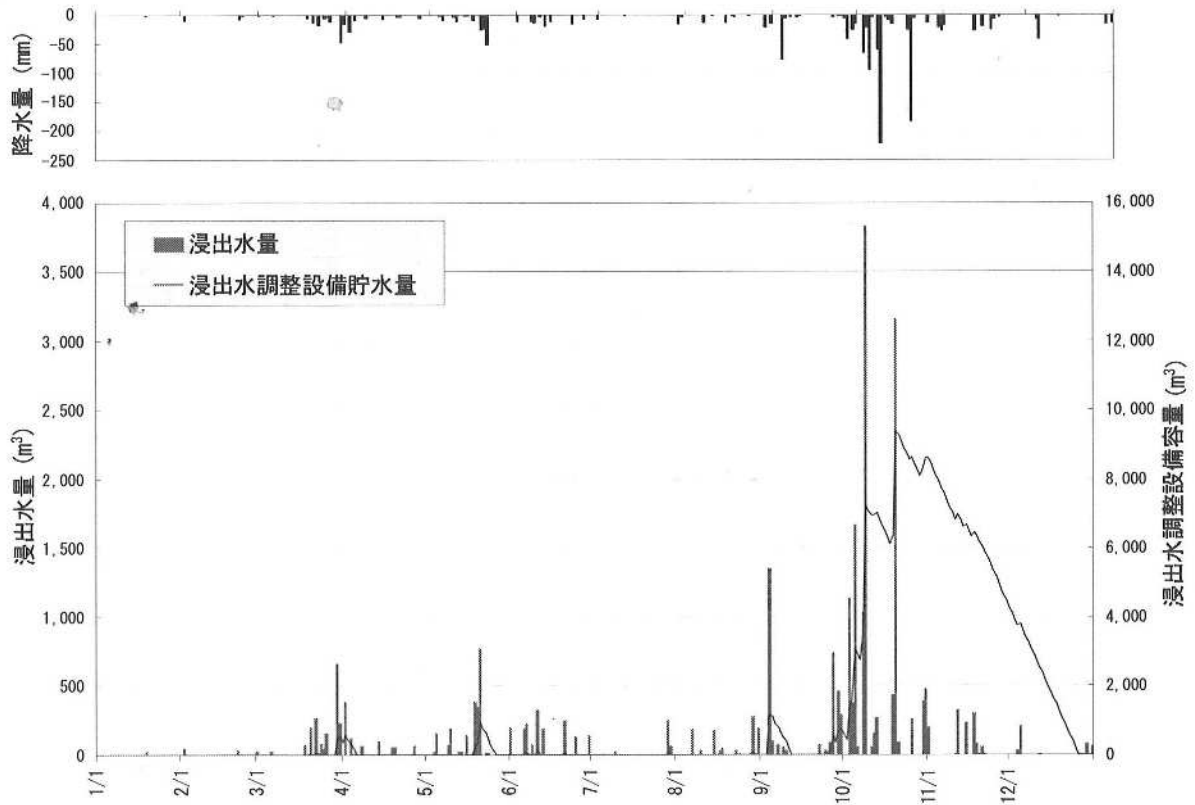


図8.5-5 最大月間降水年の浸出水量、浸出水調整設備量日変動図(3/4)

Q=180m³/日



Q=300m³/日

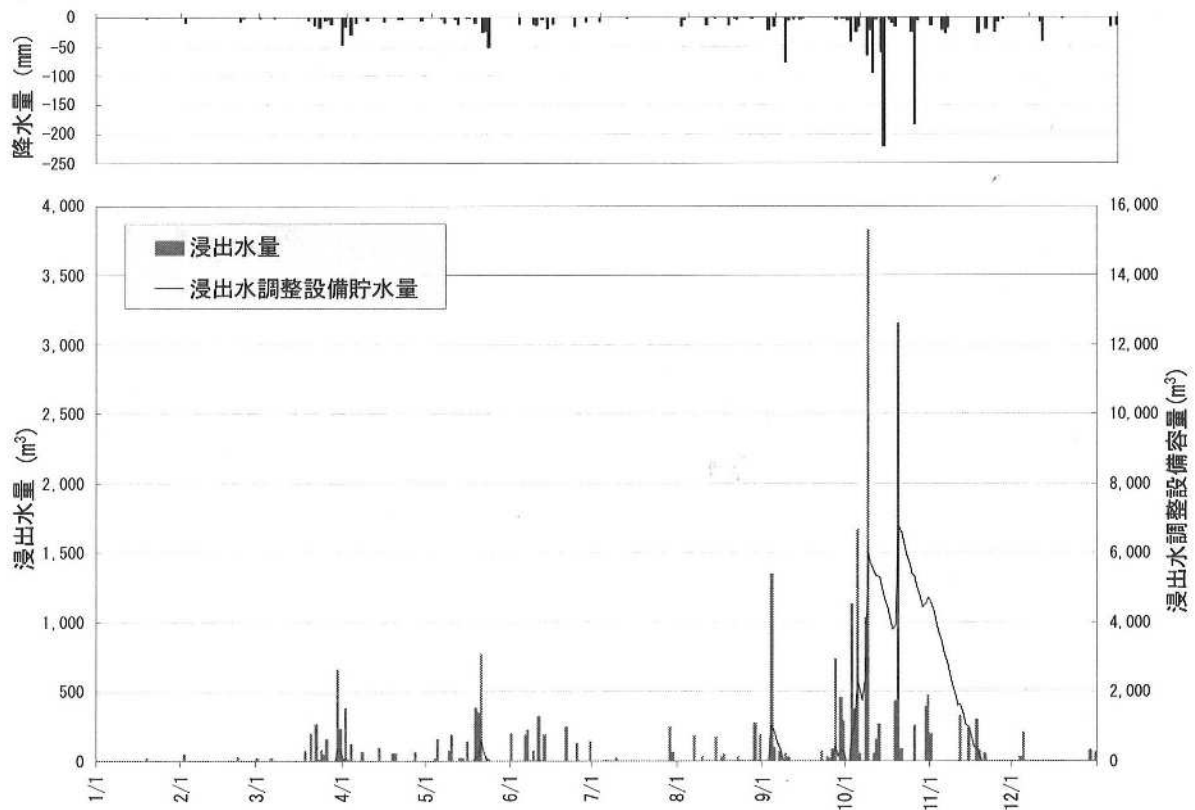


図8.5-5 最大月間降水年の浸出水量、浸出水調整設備量日変動図(4/4)

巻末資料 1 1 浸出水処理設備の設計

(廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領：(社)全国都市清掃会議)

8. 6. 3 浸出水処理設備の設計

可燃性廃棄物を主体に埋め立てる場合には、BOD、COD、SS、アンモニア性窒素などの除去が中心となる。一方、焼却残渣と不燃性廃棄物を主体とする場合には、浸出水中にはBOD、COD、SS、アンモニア性窒素などの他にカルシウムイオン、重金属類、ダイオキシン類も含まれてくる。

一般的に、浸出水処理は複数の処理プロセスより成り立っている。上記の流入水質条件(水質項目、濃度)および放流水質条件から、除去対象項目および除去程度を設定し、処理可能なプロセスを選定する。これらの選定された処理プロセスを組み合わせることにより、処理フローを構成させるのである。

浸出水処理設備の全体的な構成は、図 8.6-12 の処理フローをとることが多い。ただし、水質条件などによっては、採用する処理プロセスや処理フローの組み合わせ方を変更して対応することとなる。

水処理方法の適用性の概要を表 8.6-11 に示す。各水処理方法は、分解処理と分離処理の観点より特性を判別し、汚染物質項目の除去能力の概略性能を表示している。

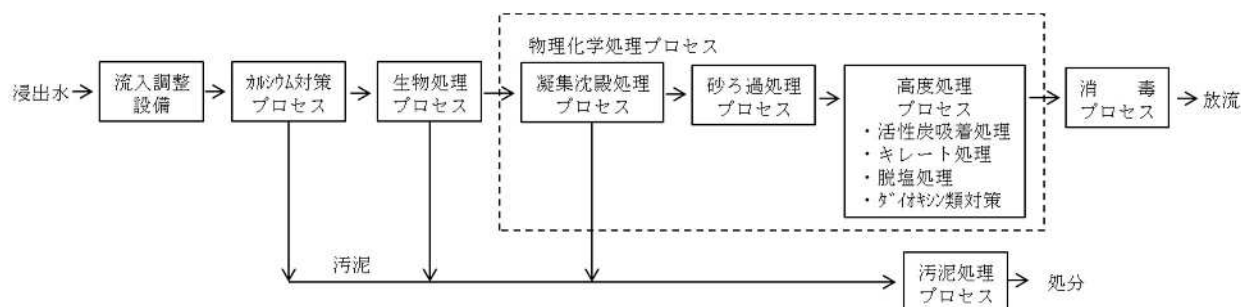


図 8.6-12 浸出水処理の基本処理フロー

表 8.6-11 水処理方法の適用性

項目		B O D	C O D	S S	T N	重 金 属 類	カ ル シ ウ ム イ オ ン	塩 化 物 イ オ ン	ふ っ 素 ・ ほ う 素	色 度	ダ イ オ キ シ ン 類
分 解 処 理	生物処理法	○	○	○	×	△	×	×	×	△	×
	生物脱窒法	○	○	○	○	△	×	×	×	△	×
	促進酸化法	△	△	×	×	×	×	×	×	○	○
	フェントン酸化法	△	○	○	△	○	×	×	×	○	○
	超臨界分解法	○	○	△	○	○	×	×	×	○	○
分 離 処 理	凝集沈殿法	△	△	○	△	○	×	×	△	△	○
	アルカリ凝集沈殿法	△	△	○	△	△	○	×	×	△	○
	砂ろ過法	△	△	○	×	△	×	×	×	×	○
	活性炭吸着法	△	○	△	×	△	×	×	×	○	○
	キレート吸着法	×	×	×	×	○	×	×	○	×	×
	精密ろ過法 (MF膜)	△	△	○	×	△	×	×	×	×	○
	限外ろ過法 (UF膜)	△	△	○	×	△	×	×	×	△	○
	蒸発法	△	△	○	△	○	○	○	○	○	○
	電気透析法	×	×	×	△	×	○	○	△	×	×
逆浸透法	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	

以下に、各処理プロセスについて記述する。なお、ダイオキシン類処理プロセスについては、8.6.1節を参照されたい。

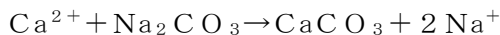
1) カルシウム対策プロセスの設計

カルシウムのスケール対策を分類して示すと図8.6-13のとおりとなる。

(1) アルカリ凝集沈殿法

① 原理

薬品添加により、カルシウムを不溶性の塩として沈殿除去する方法である。一般的に薬品としては、炭酸ナトリウムが最もよく使用されている。炭酸ナトリウムの炭酸イオンと浸出水中のカルシウムイオンが反応し、不溶性の炭酸カルシウムを生成、分離する。その反応式は、



となる。この反応は通常pH9～11のアルカリ領域で行われる。

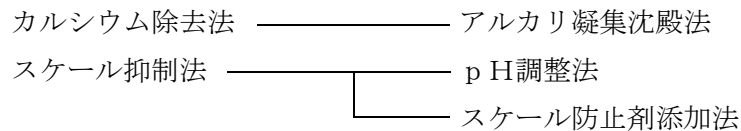


図8.6-13 カルシウムの処理方法

② 特徴

本法は、カルシウムイオンの除去が確実にでき、重金属類の除去も期待でき、信頼性が高く、実績も最も多い。反面、Caイオン質量1に対して2.52倍の炭酸カルシウム汚泥（乾質量）を発生させる。このため、流入カルシウムイオンの濃度が高くなればなるほど除去に付帯する設備は大型としなければならない。

凝集剤併用型のアルカリ凝集沈殿法は、スケール障害の防止が可能であるカルシウムイオン濃度100mg/L以下まで処理できるため、最も普及している。処理フロー例を図8.6-14に示す。

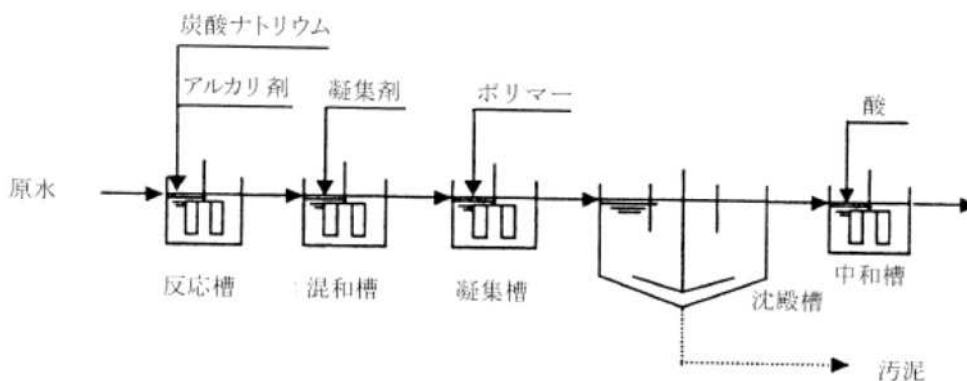


図8.6-14 アルカリ凝集沈殿の処理フロー例

(2) pH調整法

① 原理

カルシウムスケール生成傾向の評価指標としてランゲリア指数があるが、これは

実際のpHと炭酸カルシウムの生成限界pHの差で表し、この指数が負になるように酸を注入してpHを調整し、カルシウムスケールの発生を抑制する。

処理例を図8.6-15に示す。

② 特徴

実際には、生物処理によりpHの変動を生じたりすることなどから、一定のpH領域に設定することは難しく、スケールの完全な防止は期待できない。しかし、設備化が容易であり、汚泥発生がないなどのメリットがある。

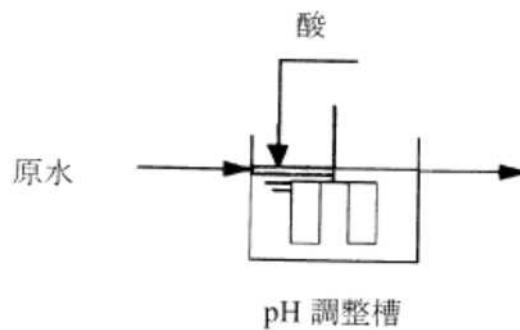


図8.6-14 pH調整法の処理例

(3) スケール防止剤添加法

① 原理

スケール防止剤を浸出水に添加してスケールの発生を防止する方法である。

スケール防止剤は炭酸カルシウムの析出抑制、析出粒子の分散、析出結晶の晶析化という機能を有し、スケール抑制に効果を現すものである。一般に錯塩生成能の大きいものが効果が高いとされ、現在ではアクリル酸、マレイン酸などポリマー系の防止剤が多く使用されている。

スケール防止剤は、従来ボイラー循環水や熱交換器などに使用されてきたものであるため、浸出水に適用した場合、効果の低いもの、pHや水温の影響を大きく受けるもの、多量に添加しないと効果が得られないものもあり、選定に注意を要する。また、放流先の環境への影響がない薬剤であることも選定条件の1つである。

② 特徴

設備化が容易であり汚泥の発生がないなどのメリットを持っており、カルシウム除去を持たない既設の処理施設での適用が考えられる。

また、カルシウムイオン濃度、pHおよびアルカリ度にもよるが、スケール防止剤の添加量は5～20mg/L程度である。しかしながら、添加量を増加させると、生物処理でバクテリアの呼吸阻害が起こることがあるので十分留意する必要がある。

なお、スケールの発生をできるだけ上流側で抑えるために、例えば集水ピットや浸出水調整設備の攪拌機能を有するか所などにスケール防止剤を添加するのがよい。

2) 生物処理プロセスの設計

活性汚泥法、接触ばつ気法、回転円板法などが浸出水処理に適用されている代表的な生物処理方式である。一般的に、浸出水の有機物濃度（BOD物質）は、埋立初期、中

期、末期へと埋立の進行に伴い減少していく傾向にある。そのため、生物処理の計画にあたっては、埋立の経年変化特性を十分考慮した設備設計が必要である。また、浸出水中には生物処理を円滑に進めるためのりんが、有機炭素源、すなわちBODに対して不足するケースが多いため、生物処理阻害が生じることがある。このため、BOD相当のりんを添加できる設備を設けなければならない場合がある。りんの添加はりん酸などで行うものとし、添加率はりんとしてBODの1/100程度を標準とする。

また、表 8.6-12 に活性汚泥法、接触ばっ気法、回転円板法、担体法についての比較を示し、各方法について以下に示す。

(1) 活性汚泥法

浮遊性生物処理法の代表的な方法であり、ばっ気槽、沈殿池から構成される処理方法である。一般にはエアレーション時間の長い長時間ばっ気法により有機物の高除去率が期待できる。しかし、浸出水はし尿や下水の場合と異なり、水量及び水質の変動が非常に大きいので、ばっ気槽のMLSS、SVI、DOなどの管理が適正にできるような構造としなければならない。例えば、ばっ気槽の分割、空気量や返送汚泥量の調節機構の設置などがあげられる。

一般的に使用されている散気装置の例を図 8.6-16 に示す。また、ばっ気の方式としては、最も一般的な散気装置方式のほかに水中機械方式および表面エアレータ方式などがある。(図 8.6-17 参照)

表 8.6-13 に一般的な設計参考例を示す。

表 8.6-12 主要生物処理の比較例

項目	方式	活性汚泥方式		担体法	接触ばっ気方式	回転円板方式
		浮遊法	膜分離活性汚泥法			
処理系統						
概 要		浮遊微生物を利用して強制ばっ気による溶存酸素の存在下、有機物の吸着、酸化分解、沈殿除去を行う。	沈殿分離による固液分離の代わりに膜を利用するもので、良好な処理水が得られるとともに設備を小さくすることができる。	充填材を完全に浸漬させ、その表面に付着した生物膜により酸化分解を行うものであり、酸素の供給はブローにて行う。	充填材を完全に浸漬させ、その表面に付着した生物膜により酸化分解を行うものであり、酸素の供給はブローにて行う。	発泡スチロール、塩化ビニル、FRPなどの材質からなる円板体の約40%を水中に浸漬、回転させ円板体表面に付着した生物膜により空気中、水中の両相で酸化分解を行う。
処理機能	処理水質	普通	良好	良好	良好	良好 (透視度やや悪い)
	負荷変動対応性	有 (送気量、返送汚泥の調整で対応可能)	有 (送水量、送気量の調整で対応可能)	有 (送水量、送気量、循環水量で対応可能)	有 (送気量の調整で対応可能)	普通 (調整要素少ない)
	負荷変動安定性(無調整時)	安定しないことがある	比較的安定	比較的安定	安定	比較的安定
	風害性能	不良となる可能性がある	比較的安定	普通 (スカム発生する可能性あり)	良好 (接触、還元型適用時)	普通 (全水没型適用時スカム発生に難あり)
返送汚泥	必要 ブロー・ポンプ	場合によっては必要 ブロー・ポンプ	必要 ブロー・ポンプ	必要 ブロー	不要 ブロー	不要 モーター
温度特性	気温の影響性	小	小	小	小	小
	水温の適用範囲	10℃程度以上	同左	同左	同左	同左
	気温の低下対策	特に必要ない	同左	同左	同左	カバー、上屋の設置
汚泥性状	生物相	細菌主体、安定性低	-	安定性は高い	豊富、安定性高い	同左
	パルキングの有無	有	無	無	無	無
	余剰汚泥	比較的多い	少ない	少ない	少ない	少ない
二次公害	騒音、振動	ブロー騒音対策必要	同左	同左	同左	低い
	臭気	低い	低い	低い	ほとんど無し	高負荷時発生することがある
	ハエの発生	無	無	無	無	無
	汚水の飛散	無	無	無	無	無
維持管理	管理の専門度	やや高い	低い	低い	低い	低い
	管理の難易度	やや難しい	普通	普通	容易	容易
	点検箇所数	多い	普通	普通	少ない	少ない(基数が多い場合には多くなる)
	運転休止後の回復	長時間休止すると回復に時間と労力を要す。	比較的早い	比較的早い	1日程度の休止なら回復早い。	1日程度の休止なら回復早い。但し、生物膜が乾燥してしまると、回復が困難な場合がある。
	目詰まりおよびスケール付着等	目詰まりの可能性は全くない。	膜洗浄は必要	スクリーンの目詰まり対策が必要	充填部の空気逆流で対応	脱窒槽で閉塞する可能性があるため対策が必要

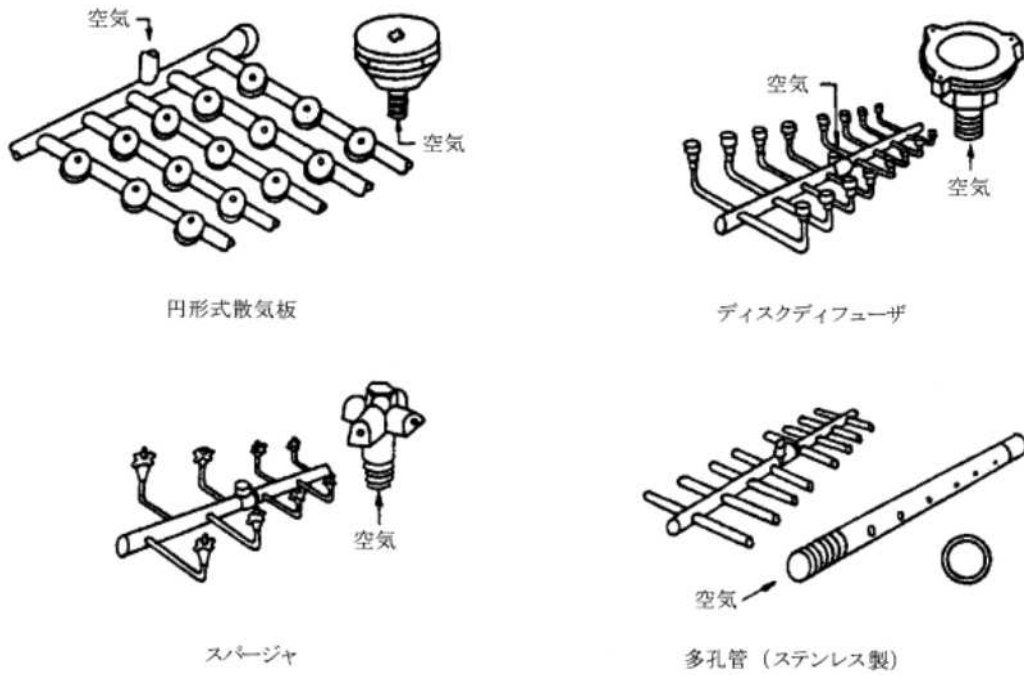


図 8.6-16 散気装置の例

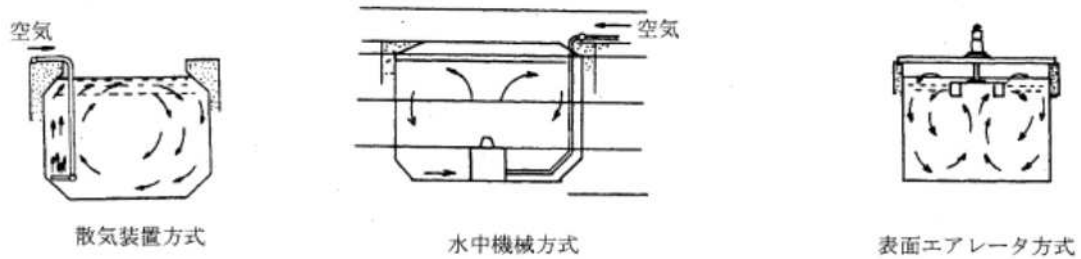


図 8.6-17 ばっ気的方式

表 8.6-13 活性汚泥法設計参考例

ばっ気槽	B O D 容 積 負 荷	125 (m ³ /d) 未満のとき 0.2kg/(m ³ ・d) 以下 125 (m ³ /d) 以上のとき 0.3kg/(m ³ ・d) 以下
	B O D - S S 負 荷	0.2kg/(kg・d) 以下
	M L S S	1,500mg/L 以上
	返 送 汚 泥 率	20% 以上
沈 殿 池	水 面 積 負 荷	20m ³ /(m ² ・d) 以下
	越 流 堰 負 荷	70m ³ /(m・d) 以下
	滞 留 時 間	4 時間以上
備 考	寒冷地では、BOD容積負荷、BOD-SS負荷に関して、温度依存性を十分検討し設計負荷を多少小さくする必要がある場合がある。	

(2) 接触ばっ気法

接触ばっ気法は、ばっ気槽内に接触材を充填し、ばっ気装置により槽内の汚水を攪拌するとともに、槽内に十分な酸素を供給し、接触充填材の表面に生成した生物膜により浸出水中の有機物を効率よく除去する方法である。

接触充填材としては種々の形状があり、一例としては、鞍型形状、ハニカム形状、網目状円筒形状、波板貼合せ形状などがあるが、いずれも生物膜による閉塞が生じにくい形状とし、生物膜が付着しやすいものでなければならない。表 8.6-14 に一般的な設計参考例を示す。

なお、接触ばっ気槽内では汚水が攪拌されているため、静水圧ばかりでなく動水圧も充填材にかかること、また、生物膜の生成による荷重がかかることを考慮し、充填材は構造耐力上十分な強度を有しなければならない。

接触ばっ気槽の攪拌方式と断面形状を図 8.6-18 に示す。

表 8.6-14 接触ばっ気法設計参考例

接触ばっ気槽	BOD 充填材容積負荷	0.6kg/(m ³ ・d) 以下
	充填部 滞留時間	4 時間以上
	充 填 率	50～80% 程度
	充 填 材 比 表 面 積	70～140m ² /m ³ 程度
備 考	(1) 流入BOD濃度、SS濃度が高濃度の場合には、目詰まりのおそれがあるので、充填率、比表面積および逆洗方法を十分検討し適正な構造設計をしなければならない。 (2) 沈殿池を設置する場合、活性汚泥法の沈殿池の設計諸元に準ずるものとする。	

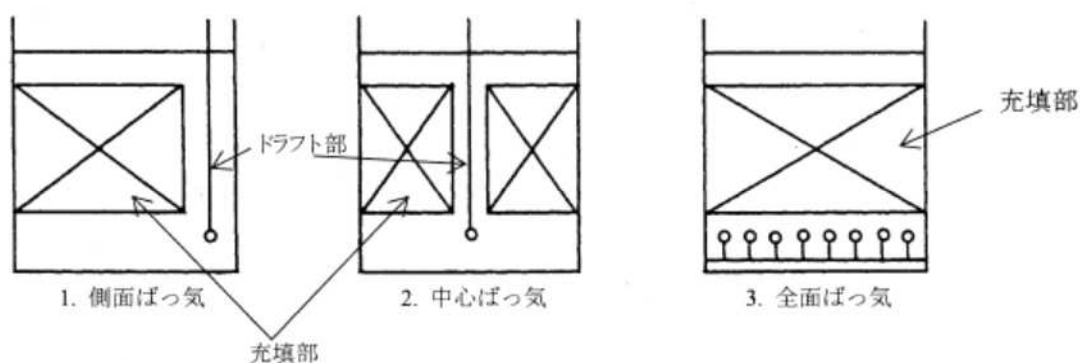


図 8.6-18 接触ばっ気の攪拌方式

(3) 回転円板法

回転円板を槽内に入れ、回転円板の表面に付着した微生物により浸出水中の有機物 (BOD 物質) を除去する方法である。

回転円板設備は、回転円板体とそのカバーおよび駆動装置から構成されており、その概略構造を図 8.6-19 に示す。回転円板体の材質としては、硬質塩化ビニールやポリエチレンが一般的であり、ほかにFRP、ポリスチレンがある。いずれも合成樹脂製であり、耐腐食性や耐塩性をもつ材質が使用されている。円板形状は、扇形ブロック凹凸形、

平板型、平板凹凸形、波板型、2重波板型など、形状の種類は数多いが、いずれも次の要件を満足する必要がある。

- ① 浸出水や微生物との接触による腐食、変形などがないこと
- ② 生物膜が付着しやすく、かつ、微生物が増殖できる構造であること
- ③ 閉塞の起こりにくい形状とすること

表 8.6-15 に一般的な設計参考例を示す。

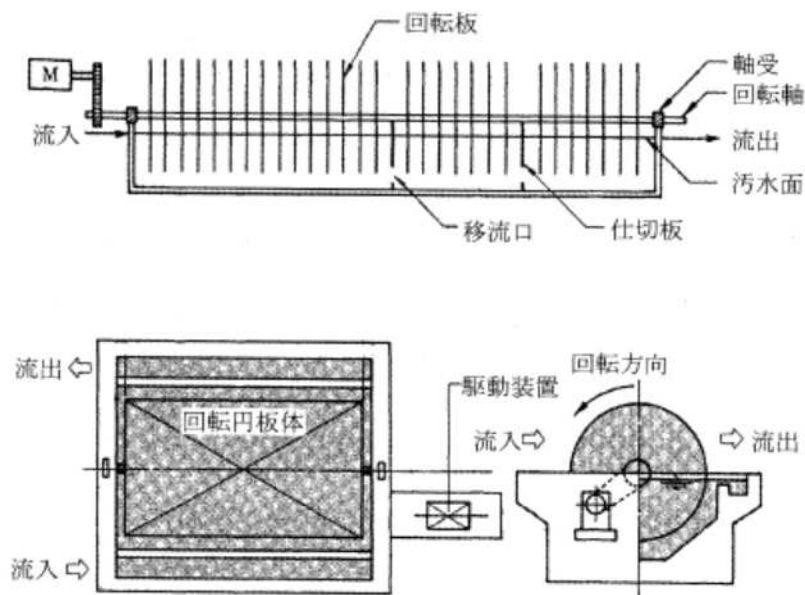


図 8.6-19 回転円板の概略構造

表 8.6-15 回転円板法設計参考例

回転円板体 (回転円板槽)	BOD面積負荷	6g/(m ² ・d)以下
	水量面積負荷	60L/(m ² ・d)以下
	滞留時間	3時間以上
	浸漬率	40%程度
	円板ピッチ	20mm以下
	円板周速度	20m/分以下
備考	<p>(1) 寒冷地では、BOD面積負荷に関して、温度依存性を十分に検討し、設計負荷を多少小さくする必要が生じる場合がある。</p> <p>(2) 寒冷地では、円板カバーおよび上屋を必要に応じて設けること。</p> <p>(3) 原水BOD濃度が、高濃度(1,000mg/L程度)の場合には、BOD面積負荷を 10g/(m²・d)を限度として、適切なBOD面積負荷に上げることができる。</p> <p>(4) 沈殿池を設置する場合、活性汚泥法の沈殿池の設計諸元に準ずるものとする。</p>	

(4)担体法

担体法は、ばっ気槽内に担体を添加し、ばっ気装置により槽内の汚水とともに担体を槽内で流動させ、担体の表面および内部に生成した生物膜により浸出水中の窒素および

有機物を効率よく除去する方法である。担体には、多種の素材、形状がある。
構造図を図 8.6-20 に示す。

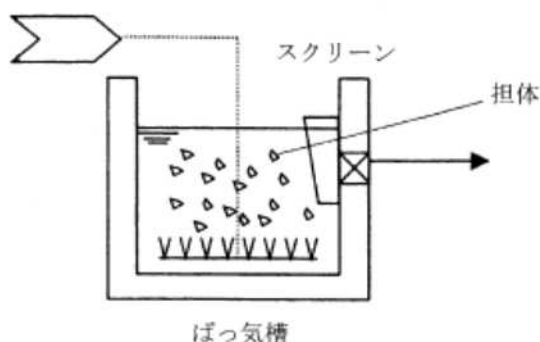


図 8.6-20 担体法概要図

(5) 生物学的脱窒素法

本法は、窒素の除去が必要となる場合に浸出水中に含有する窒素分を除去する代表的な方法である。その基本原理は、浸出水中のアンモニア性窒素の硝化と、亜硝酸性および硝酸性窒素の窒素ガス化による脱窒との2段階の反応過程からなる。また、流入する水質の性状によっては、窒素ガス化に必要な有機炭素源が不足することがあり、必要に応じてメタノールなどの有機炭素源を脱窒槽や二次脱窒槽に添加することがある。通常は有機炭素源を過剰に入れるため、この過剰の有機物を除去するために再ばっ気槽を付設する。硝化作用に及ぼす因子としては、水温、pH、基質濃度($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、槽内DO、アンモニア性窒素負荷などがあり、必要に応じて対象因子の調節ができる構造が望まれる。特に、硝化反応は、温度依存性が非常に大きいため、冬期の水温低下を防止しうるような施設構造とする。

また、脱窒作用に及ぼす因子として、水温、pH、基質濃度($\text{NO}_x\text{-N}$)、槽内DO、酸化態窒素負荷、 α 値(酸化態窒素に対する有機炭素源注入比)などがあり、必要に応じて対象因子の調節ができる構造が望まれる。特に効率的な脱窒のためには、槽内部に嫌氣的ゾーンが形成されることおよび脱窒菌のエネルギー源となる有機炭素源の供給が十分行える構造とすることである。

一般的な処理フローを図 8.6-21(1)に、循環式処理フローを図 8.6-21(2)に、設計参考例を表 8.6-17 に示す。

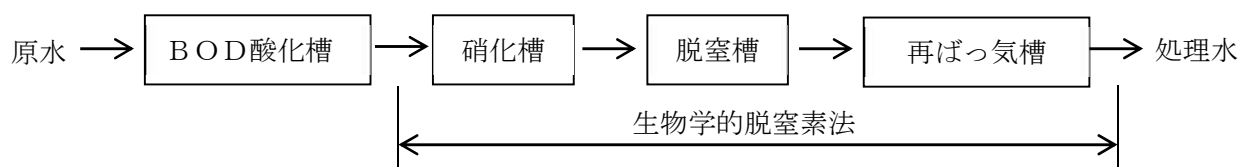


図 8.6-21(1) 一般的な生物学的脱窒素法処理フロー

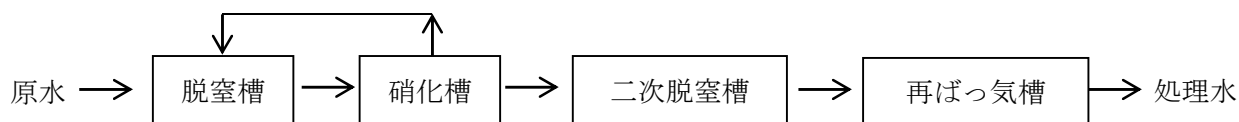


図 8.6-21(2) 循環式の生物学的脱窒素法処理フロー

表 8.6-16 生物学的脱窒素法設計参考例 (水温 15°C)

プロセス方式	BOD酸化槽	硝化槽	脱窒槽	再ばっ気槽
活性汚泥法	125m ³ /d 未満のとき 0.2kg-BOD/(m ³ ・d) 以下 125m ³ /d 以上のとき 0.3kg-BOD/(m ³ ・d) 以下	0.1kg-NH ₄ ⁺ -N/(m ³ ・d) 以下	0.15kg-NO _x -N/(m ³ ・d) 以下	0.6kg-BOD/(m ³ ・d) 以下
接触ばっ気法	0.6kg-BOD/(m ³ -R・d) 以下	0.15kg-NH ₄ ⁺ -N/(m ³ -R・d) 以下	0.3kg-NO _x -N/(m ³ -R・d) 以下	1.0kg-BOD/(m ³ -R・d) 以下
回転円板法	6g-BOD/(m ² -RD・d)	1.5g-NH ₄ ⁺ -N/(m ² -RD・d) 以下	3g-NO _x -N/(m ² -RD・d) 以下	10g-BOD/(m ² -RD・d) 以下
担体法 (*1)	125m ³ /d 未満のとき 0.3kg-BOD/(m ³ ・d) 以下 125m ³ /d 以上のとき 0.45 kg-BOD/(m ³ ・d) 以下	0.2kg-NH ₄ ⁺ -N/(m ³ ・d) 以下	—	—

*1 担体法の出典：(財)下水道新技術推進機構「担体利用処理法技術マニュアル」(1994年版)

3) 凝集沈殿処理プロセスの設計

(1) 凝集沈殿法

凝集沈殿法は、凝集剤と凝集助剤の添加によって行われ、凝集剤としては主に塩化第2鉄、硫酸アルミニウム(硫酸バンド)、ポリ塩化アルミニウム(PAC)が使用され、凝集助剤として高分子凝集剤(ポリマー)が使用される。一般的には塩化第2鉄は適用pH範囲が広く、COD、色度の除去効果がアルミニウム塩より多少優れている。アルミニウム塩は、塩化第2鉄ほど腐食性が強くないので薬品槽などの材質はそれほど考慮しなくてよく、塩基度が低いので、pH中和剤の使用量が少なくてよい。

凝集時のpH設定には、酸性範囲(pH=5~6)、中性範囲(pH=7~8)、アルカリ性範囲(pH=9~10)の3種類がある。COD除去率を高めるには酸性範囲、重金属類の除去にはアルカリ性範囲が適している。図8.6-22、23、24は一般的な処理フローであるが、酸性範囲処理フローにおいては、原水中のアルカリ度が高い場合、混和槽の前段に脱気槽を設け、CO₂ガス除去を行う必要がある。

図8.6-25は生物学的脱窒素、活性汚泥処理水を試料として、pH=5、7、10における塩化第2鉄の注入率とCOD除去効果の関係を示している。COD除去率は塩化第2鉄の注入率が同じでもpHに影響される。pH=5で注入率が300mg/Lの場合、COD除去率は約60%と高い値が得られるが、pH=10では約25%と低い値しか得られない。図8.6-26は色度除去効果を示している。色度除去率はCOD除去率と同様の傾向を示し、pH=5で注入率300mg/Lの場合、色度除去率は約90%と高い値

が得られるが、 $pH=10$ で除去率は約30%と低い値しか得られていない。

表 8.6-17 に一般的な設計参考例を示す。

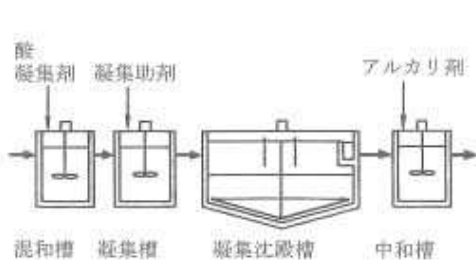


図8.6-22 酸性範囲処理フロー
((社)全国都市清掃会議、1989)

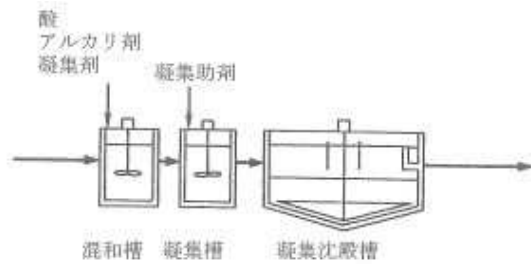


図8.6-23 中性範囲処理フロー
((社)全国都市清掃会議、1989)

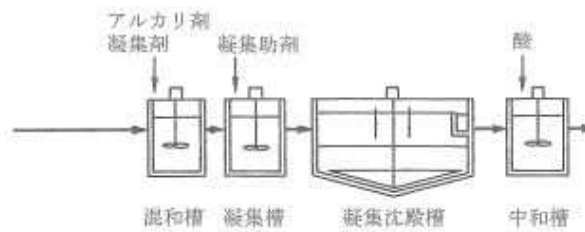


図 8.6-24 アルカリ性範囲処理フロー

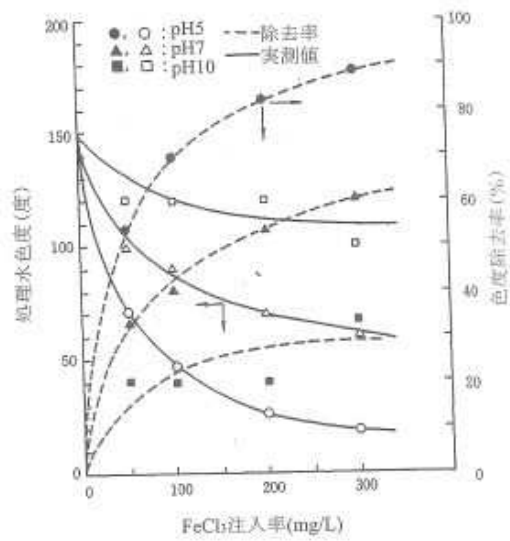
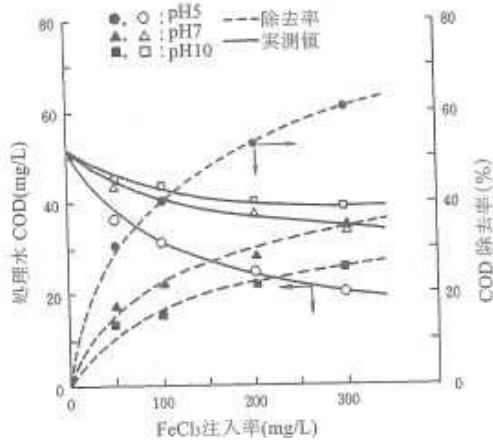


図 8.6-25 $FeCl_3$ 注入率と COD 除去効果 図 8.6-25 $FeCl_3$ 注入率と色度除去効果

表 8.6-17 凝集沈殿法設計参考例

混和槽	滞留時間：5分以上
凝集槽	滞留時間：20分以上
凝集沈殿槽	水面積負荷：20m ³ /(m ² ・d)以下 越流負荷：100m ³ /(m ² ・d)以下 滞留時間：3時間以上
中和槽	滞留時間：10分以上

(2)凝集膜分離処理法

近年、浸出水処理設備においても、凝集沈殿法+砂ろ過法の代替技術として、凝集膜分離処理法を採用する施設が増えつつある。凝集膜分離処理法では膜の細孔を通過するもの、しないもので固液分離を行うので汚泥性状（生物処理状況）に左右されずに設備能力を十分発揮できる。

膜種類としては、MF膜、UF膜が主として採用されている。方式は浸漬平膜型、浸漬中空糸型、チューブラー型、回転平膜型など数多くの方式が一般水処理プロセスでも実績があり、現在でも最適プロセスが開発研究されている。

膜材質はポリスルホン、セラミック、酢酸セルロースなど多種にわたり開発、生産されているが、選定にあたっては浸出水処理に適切かどうかを見極める必要がある。処理フロー例を図8.6-27、28に示す。

設計諸元は、施設の考え方によって異なる。膜ろ過速度を大きく設定し施設規模を小さくする考え方と、逆に膜ろ過速度を小さく設定して、運転管理に人手がかからないようにする考え方がある。どちらを選択するかは、施設の立地条件、運転管理条件などを条件ごとに勘案し判断されている。

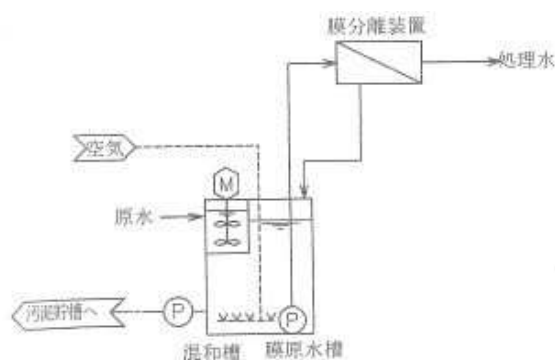


図 8.6-27 槽外加圧膜処理フロー例

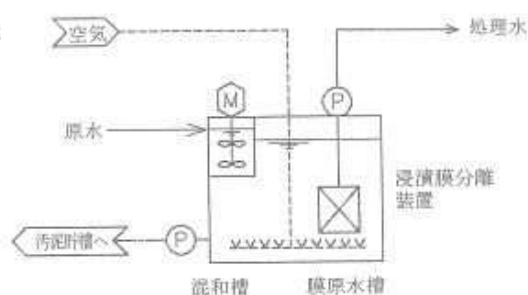


図 8.6-28 浸漬膜処理フロー例

4) 砂ろ過処理プロセスの設計

砂ろ過には固定床式と移動床式があり、固定床式には重力式と圧力式がある。図8.6-29は固定床式の圧力ろ過槽を示し、図8.6-30は移動床ろ過槽を示す。処理水のSS濃度を10mg/L以下にすることができ、活性炭吸着法、キレート吸着法の前処理としても使用される。

表 8.6-18 に一般的な設計参考例を示す。

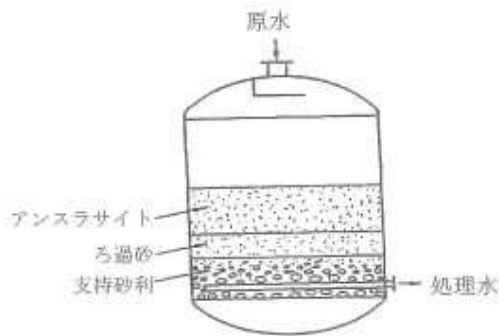


図8.6-29 固定床式圧力ろ過槽
((社)全国都市清掃会議、2001を一部修正)

図 8.6-29 固定床式圧力ろ過槽

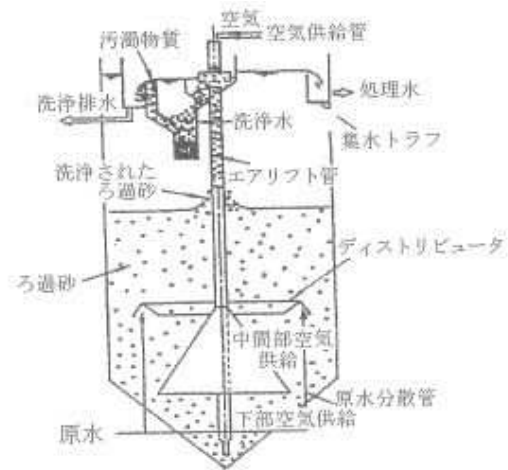


図8.6-30 移動床式ろ過槽
((社)全国都市清掃会議、2001を一部修正)

図 8.6-30 移動床式ろ過槽

表 8.6-18 砂ろ過法設計参考例

ろ過原水槽	滞留時間：一時的逆洗がある場合1時間以上
固定床式ろ過槽	ろ過速度：単層ろ過 70~150m/d 2層ろ過 100~200m/d
移動床式ろ過槽	ろ過速度：200m/日以下
ろ過処理水槽	滞留時間：一時的逆洗がある場合1.5回分以上

5) 活性炭吸着処理プロセスの設計

活性炭吸着法は、COD、色度除去の高度処理として採用される。粉末活性炭は取扱が煩雑となるため、一般には粒状活性炭が用いられることが多い。

図 8.6-31 は吸着等温線の一例であり、試料は埋立地浸出水の凝集沈殿処理水を用いている。

表 8.6-19 に一般的な設計参考例を示す。

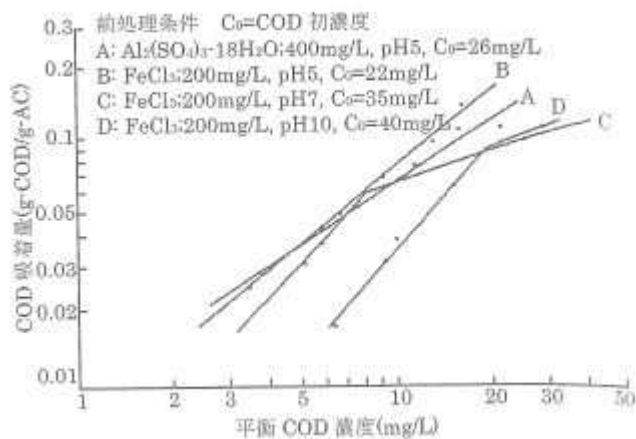


図 8.6-31 活性炭吸着等温線

表 8.6-19 活性炭吸着法設計参考例

活性炭吸着塔	空とう速度：1～4m ³ /(m ³ ・h)
--------	--

6) キレート処理プロセスの設計

凝集沈殿処理後に砂ろ過・活性炭吸着処理を行い、さらにキレート樹脂吸着処理を施すことにより重金属類を除去している。キレート樹脂には水銀吸着用と一般重金属吸着用があり、両樹脂とも重金属類を吸着除去できる。一般重金属吸着用キレート樹脂での各種金属イオンにおける処理下限濃度を表 8.6-5 に示した。キレート樹脂用の吸着塔の一般的な設計参考例を表 8.6-20 に示す。

表 8.6-5 各種金属イオンのキレート樹脂処理下限濃度

金属イオン	処理下限濃度 (mg/L)
Cd ²⁺	0.005 以下
Pb ²⁺	0.01 以下
Cu ²⁺	0.01 以下
Zn ²⁺	0.005 以下
Cr ⁶⁺	0.05 以下

表 8.6-20 キレート吸着法設計参考例

キレート樹脂吸着塔 (水銀)	空とう速度：5～10m ³ /(m ³ ・h)
キレート樹脂吸着塔 (その他重金属)	空とう速度：10～15m ³ /(m ³ ・h)

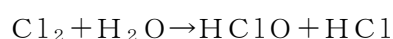
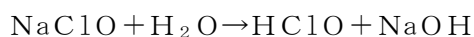
7) 消毒 (殺菌) プロセスの設計

消毒は、処理水を放流するにあたり大腸菌群数を所定の 3,000 個/mL 以下とするための単位操作である。消毒剤としては、従来塩素ガスおよび塩素系の化合物が使用されてきた。浸出水処理にあたっては、次亜塩素酸ナトリウムや次亜塩素酸カルシウムが一般的に使用されている。近年、塩素系の消毒については、トリハロメタン生成など種々の問題が提起されてきており、紫外線消毒の採用やオゾン消毒が検討されている。最近では、産業廃棄物処分場や不法投棄現場での浸出水にウイルス等病原性微生物がみられ、その殺菌やその不活性化が消毒プロセスの機能として求められることがある。最近の知見を踏まえ、以下にそれぞれの消毒法について述べる。

(1) 塩素消毒

塩素、次亜塩素酸ナトリウムの殺菌のメカニズムは、発生期の酸素によるものと考え、塩素は水と反応して酸素を生じ、強い酸化力や漂白作用を持つとされてきたが、近年においては、次亜塩素酸 (HClO) 自身が、あらゆる細胞の中の酵素を破壊するといわれている。

次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) あるいは塩素 (Cl₂) は水と反応して次亜塩素酸を生成する。



次亜塩素酸は、容易に細胞膜に浸透し、酵素に直接接触し、その働きを止めるが、他の殺菌剤ではこのような働きをするものはない。次亜塩素酸ナトリウムの殺菌効果は、孢子を形成する菌やカビなどの真菌などには、あまり殺菌効果が期待できないものの、一般の伝染性の病原菌には有効であることから、水の消毒をはじめ、広く食品衛生の分野に有効に利用されている。また、他の方式に比べて、最も消毒の効果が持続する方法である。最近の実験で、塩素処理単独ではポリオウィルスなどにはあまり効果がないとの知見もでてきたため（日本下水道事業団、1997）、ウィルス対策を考慮する際は、UV処理かオゾン処理との組み合わせが求められる。

(2) 紫外線消毒（UV消毒）

紫外線（UV）による消毒は、従来の塩素による消毒に比較して効果が期待できる菌やカビの種類が多く、照射物に変化を与えない、菌に耐性ができない、残存性がないなどの長所がある。また、適正pHの範囲が広く、槽内pH値の影響を受けにくいことも特徴である。反面、残留効果が持続しないとの短所もある。

UVの標的は微生物の遺伝形質である核酸（DNA）である。核酸に紫外線が照射されると、細胞の増殖能力をつかさどる遺伝情報に転位が生じ、増殖が不可能になる。このような細胞は生体に入り込んでも感染を引き起こすまで増殖できないので、死滅したものとみなされる。

核酸がもっともよく吸収する紫外線の波長260nmであり、同時に細胞を不活性化させる紫外線の波長も260nm付近である。水銀封入のUVランプが発生する紫外線には波長253.7nmのスペクトルを多く含み、殺菌に非常に有効である。最近になって、大半のウィルスの不活性化について、有効であるとの知見が得られているが、2本鎖DNAを遺伝子としてもつアデノウィルスなどには抵抗力が強いこともわかってきた（金子、1996）。

さらに、このUV照射方式の場合には、発がん性や変異原性物質等の副生成物の出現がみられないとの長所を有している。

(3) オゾン消毒

オゾンは酸素原子が3個結合してできた分子で O_3 で表される。空気中では数十時間の半減期で酸素分子 O_2 に分解する。常温では特有の臭いをもつ気体であり、ふっ素に次ぐ強力な酸化力を持っている。オゾンによる消毒は、微生物の殺菌、ウィルスの不活性化によるものであるが、これはオゾンによる酵素の酸化、細胞膜の損傷、RNA（リボ核酸）、DNA（デオキシリボ核酸）の損傷によってもたらされる。

最近の研究では、ポリオウィルスやロタウィルスをはじめ、多くのウィルスの不活性化に有効であるとの知見が報告されており（EPA、1992）、不特定のウィルス対策を考慮すべき最終処分場の場合には、本方式の検討が望まれる。また、消毒と同時に、水中に含まれる鉄やマンガンについて、有機性・無機性の形態に係わらず除去が可能であることも長所である（金子、1996）。

ただし、設備投資が他方式と比較して高くなるため、導入にあたっては、投資効果を十分に検討する必要がある。

(4) 各消毒法の比較

これまで述べた、塩素消毒、紫外線消毒およびオゾン消毒の特徴の比較を表 8.6-21 に示す。

表 8.6-21 各消毒法の比較

項目	塩素消毒	紫外線 (UV) 消毒	オゾン (O ₃) 消毒
消毒機構	次亜塩素酸は細胞膜に浸透し、酵素に直接接触してその働きを止める。	紫外線照射により核酸 (DNA) に損傷を与え、増殖不能にする。	オゾン酸化による酵素の酸化、細胞膜や核酸への損傷を与え、増殖不能にする。
適正 pH	pH は、中性域が適正	pH の影響は、ほとんどない。	pH 値は、6~8.5 では効果に変化はない。
残留効果	結合塩素が生成して、残留効果がある。	紫外線消毒は、残留効果はない。	オゾン消毒は、30~40 分で残留オゾンは消失する。
ウイルスの不活性化	単独処理では効果なく、UV 処理かオゾン処理との組み合わせが適切	UV 処理単独で、大半のウイルスの不活性化が可能	オゾン処理単独で、ウイルスの不活性化が可能
クリプトスポリジウムの不活性化	単独処理では効果なし。UV 処理かオゾン処理との組み合わせが適切	UV 処理単独で、不活性化が効果的である。	オゾン処理単独で、不活性化が可能。オゾン注入量の増加で効果増大可
アンモニアとの反応	アンモニアとの反応あり。共存すると塩素消費量が増大する。	アンモニアとの反応なし。共存しても、照射強度の増加不要	アンモニアとの反応あり。共存するとオゾン消費量が増大する。
色度除去	次亜塩素酸の酸化作用により、色度除去される。	UV 処理単独では、効果はほとんどない。	オゾンの酸化作用により、色度除去される。
鉄・マンガン除去	次亜塩素酸の酸化作用により除去可能。後段にろ過等分離装置必要	UV 処理単独では、効果はほとんどない。	オゾンの酸化作用により、有機・無機に関係なく除去可能。
溶解性物質の増加	水中にナトリウムイオンや塩素イオン等溶解性物質が増加する。	UV 処理単独では、溶解性物質の増加はない。	オゾン処理単独では、溶解性物質の増加はない。
副生成物の出現	塩素処理すると、トリハロメタンをはじめ有機ハロゲン (TOX) が生成することがある。	UV 処理による副生成物の出現の事例はない。	オゾン処理で注入量・反応時間が不足すると副生成物が生成する場合あり。

8) 汚泥処理プロセスの設計

浸出水処理の生物処理、物理化学処理の各工程から発生する汚泥は水分が多く、そのままでは最終処分に適さないため基本的には濃縮、貯留、脱水の工程で処理されている。

(1) 濃縮

浸出水処理で実用化されている汚泥濃縮技術として、重力濃縮がある。

本法は、汚泥フロックを重力によって沈降分離するものであり、濃縮槽の構造は小容量の場合はホッパー型、中・大容量の場合は汚泥掻寄機付が一般的である。

濃縮汚泥の汚泥濃度は通常 2% 程度以下で、固形物回収率は最大 90% である。

重力濃縮の一般的な設計参考例を表 8.6-22 に示す。

なお、アルカリ凝集沈殿法で除去したカルシウム汚泥は非常に濃縮性が高いので、濃縮プロセスを経ずに直接脱水する例が多い。

表 8.6-22 重力濃縮の設計参考例

重力濃縮槽の固形物負荷	30～60kg-SS/m ² ・日
濃縮槽の容量	計画汚泥量に対し1日分程度

(2) 脱水

濃縮汚泥は、さらに含水率を低下させるため脱水設備によって機械的に脱水される。含水率85%以下の脱水ケーキとし、埋立処分などを行う。

① 汚泥の調質

脱水性を良くするために汚泥は事前に調査する。通常は調質剤を投入して処理する化学的処理が多く採用されている。

調質剤として無機系（石灰、塩化第2鉄、硫酸第1鉄、硫酸アンモニウム、ポリ塩化アルミニウムなど）と有機系（高分子凝集剤）があり、汚泥の性状、脱水方法などによって選定し注入量を調節する。

② 脱水機

脱水機には実用的に遠心脱水機、ベルトプレス脱水機があるが、汚泥の種類、脱水ケーキ水分、処理規模など運転条件に適した方式を選定する。

i 遠心脱水機

高速で回転するドラムに汚泥を供給し、遠心力によって固液分離脱水する方法である。脱水ケーキの含水率は比較的高いが、密閉構造で臭気の発生が少なく、また、補機も少なくなり取扱いが容易であることから、浸出水処理には数多く採用されている。

ii ベルトプレス脱水機

汚泥をろ布上に供給し、重力脱水及び2枚のろ布の間にはさみ、圧搾、脱水する方法である。比較的脱水ケーキ水分が低く、騒音、振動が少ないことから、遠心脱水機に次いで多く採用されている。

9) 高濃度塩化物イオンの濃度低減技術

浸出水中のカルシウム、塩素イオン濃度の上昇により、様々な問題が生じていることは、前述したとおりである。

(1) 塩化物イオン処理方法の比較

塩化物イオンを除去するには、「生物処理+凝集沈殿+砂ろ過・活性炭処理」といった方法では処理が不可能であるため、脱塩処理を考慮する必要がある。脱塩方法については各種提案されており、脱塩処理を組み込んだ浸出水処理設備の設置が実現可能なものとなっている。脱塩方法としては、電気透析法、逆浸透法、蒸発法とイオン交換法やその組み合わせ法があげられる。電気透析法、逆浸透法および蒸発法の特性比較を表8.6-23に示す。

表 8.6-23 脱塩処理方式の特性比較

	電気透析法	逆浸透法	蒸発法
膜の種類	イオン交換膜	半透膜	—
利用エネルギー	電気エネルギー	圧力エネルギー	熱エネルギー
脱塩効率	良	良	良
分離対象物	イオン（塩）	塩、有機物、コロイド、重金属	塩、高分子有機物、コロイド、重金属
必要エネルギー	低	低	やや高
懸念される現象	濃度分極、膜汚染	濃度分極、膜汚染	蒸発器のスケーリング

(2) 塩化物イオン除去の前処理について

塩化物イオン処理方法については、前処理に注意しなければならない。膜を用いた脱塩処理法では、トラブルになりそうな原因を前処理によりあらかじめ除去する必要がある。トラブルとしては、懸濁物質による膜面汚染、あるいは膜面へのスケールの付着により、膜を透過するときの抵抗が増加し透過流速が低下する。さらに、供給水の流路の閉鎖によりモジュール内の圧力損失が増加し、膜モジュールを破損したり、膜の化学的劣化による塩分除去率の急激な低下が発生する。前処理の方法は、膜材料モジュール型などによって異なるが、一般的には以下の点を考慮して前処理の設計を行う必要がある。

① 懸濁物質の除去

スパイラル型、中空糸型などの充填密度の高い膜を用いる場合、膜の目詰まり防止のため、モジュールごとに濁度あるいはF I 値によって供給水質の基準が設けられている。F I はF o u l i n g - I n d e x の略である。一般的にはF I 値は4以下であることが望ましいといわれている。F I 値を低くするほどモジュールの耐久性が向上する。濁度が細かい粒子でコロイド状となっている場合は、砂ろ過だけでは完全な捕集は困難で、凝集沈殿法や凝集ろ過法が採用される。以上のことから、一般的には砂ろ過器や凝集ろ過器で一次ろ過を行い、さらに砂ろ過器やカートリッジフィルターで二次ろ過を行う方法がとられている。なお、現在よく使用されるF I（汚染指数）試験法は、次のとおりである。

圧力 2.1 kg/cm^2 で 500 mL ろ過（ $0.45 \mu\text{m} \times 47 \text{ mm } \phi$ ）するのに要する時間（ T_1 ）を測定する。15分間ろ過した後、再度 500 mL ろ過するのに要する時間（ T_2 ）を測定する方法である。

$$F I = \{1 - (T_1/T_2)\} \times 100 / 15$$

ただし、プレート&フレーム型、チューブラー型の膜を用いる場合には、膜形状が濁質に強い構造となっているため、前処理は簡易なものでよく、F I のような指標は用いられない。

② 膜の化学的劣化の防止

膜は種類により様々な特性がある。アルカリ性域で加水分解が促進し性能が低下するものや残留塩素による酸化分解を受けやすいもの、また溶存酸素による劣化を受け

るものがある。アルカリ性域で加水分解が進行するものは、酸注入により pH調整を行う。残留塩素による酸化分解を受けやすいものには、モジュールを通す前に活性炭吸着法や化学薬品還元法などを用い脱塩素処理を行うが、活性炭吸着法は問題があるため、最近では還元法の方が一般的となっている。

③ スケーリングの防止

膜面で析出の起こりやすい物質としてあげられるのは、鉄、カルシウムなどである。鉄は浸出水中に多く溶解しており、配管や機器の腐食による溶出、あるいは凝集沈殿、ろ過器からの凝集剤のリークなどによって膜面への析出が起こりやすい。鉄の析出はモジュール差圧の増加を招くとともに、その触媒作用によって膜の劣化を促進する働きがある。そのため、差圧がある程度上昇した時点で膜洗浄を行うことが効果的である。

④ 微生物再繁殖対策

塩素に対して比較的耐久性のある膜を使用する場合には、モジュール内を適当な残留塩素濃度に保って、微生物の繁殖を抑制する方法が一般的に用いられる。塩素に対して耐久性を持たない膜については、塩素以外の消毒剤を使用するか、または一旦注入した塩素を除去しなければならない。この場合には、脱塩素処理後に配管内やモジュールで微生物が再繁殖することも予想されるので、何らかの対策が必要とされる。

(3) 電気透析法

電気透析法は電流によるイオン溶液の分解を行う単位操作であり、イオン交換膜をイオンが透過することにより脱塩を行うものである。

① 原理

電気透析膜は、1価の陽イオンおよび1価の陰イオンを選択的に透過しうるように前処理したイオン交換膜を使用し、同符号イオン間には著しい選択透過性（ナトリウムイオン>カルシウムイオン、塩化物イオン>硫酸イオン）を与えている。この陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を交互に配し、その両端に一对の電極を配置したものである。電気透析法の処理フローを図 8.6-32 に示す。

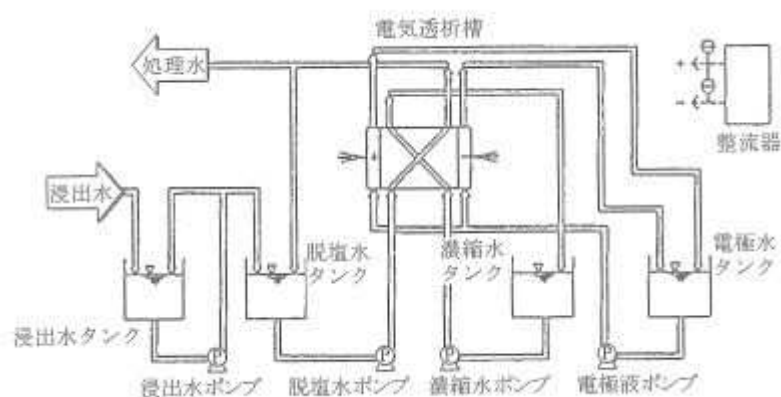


図 8.6-32 電気透析法の処理フロー

② 特徴

回収率が高く、濃縮率も大きいため、濃縮液量も少ない。また、イオン電荷が高いほど分離しやすいが、膜面流速を適正にしないと濃度分極が生じ、脱塩効果が低下し

やすい。膜汚染による透過流速の低下も避けられないため、洗浄設備を必要とする。

電気透析法は水中のイオン化された塩類を効率的に除去する。ただし、イオン化されていない有機物、コロイドなどは除去されないため、処理が必要な場合は別途考慮する。

(4) 逆浸透法

逆浸透法は原水に機械的な圧力エネルギーを加えると水分子が膜を透過する現象を利用することにより脱塩を行うものである。

① 原理

逆浸透法は、溶存物質濃度の高い側に水が浸透して、溶存物質濃度を薄めようとする浸透現象を逆に利用している。この浸透現象は膜の両側の濃度差を推進力として、膜の両側の濃度差が均一になるまで進行し、膜の両側で水位を生じさせる。そのときの水位差を浸透圧といい、浸透圧以上の圧力エネルギーを塩化物イオン濃度の高い方（浸出水）にかけることにより、水分子は塩化物イオン濃度の高い方から低い方へ膜を浸透し（逆浸透現象）、塩化物イオンと水分子を分離する。逆浸透法の処理フローを図 8.6-33 に示す。

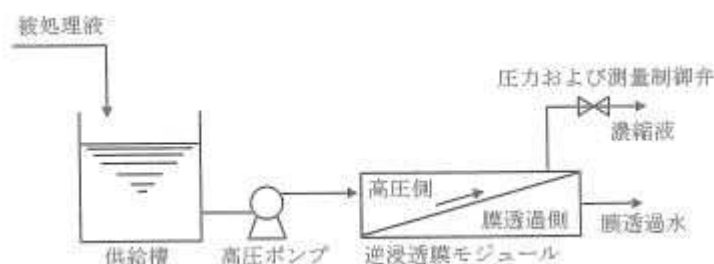


図 8.6-33 逆浸透法の処理フロー

② 特徴

回収率は一般的に電気透析法に対して低いが、構成機器が少なく簡単である。電気透析法と同様に、濃度分極および膜の汚染による透過流速の低下を起ささないよう対策を行う必要があり、スパイラル型、中空糸膜型の場合、濁質による目詰まり防止対策も必要である。

最近では、これら濁質に強い構造で簡単な前処理だけで浸透水を直接処理することが可能なプレート&フレーム型の逆浸透膜法も実用化され、実績を増やしている。

膜モジュールの形状を図 8.6-34 に、プレート&フレーム型の処理フローを図 8.6-35 に示す。

逆浸透膜はNaClのような塩類の除去とともに、COD、BODなどの有機物、P、Nなどの栄養塩類を同時に除去できる。

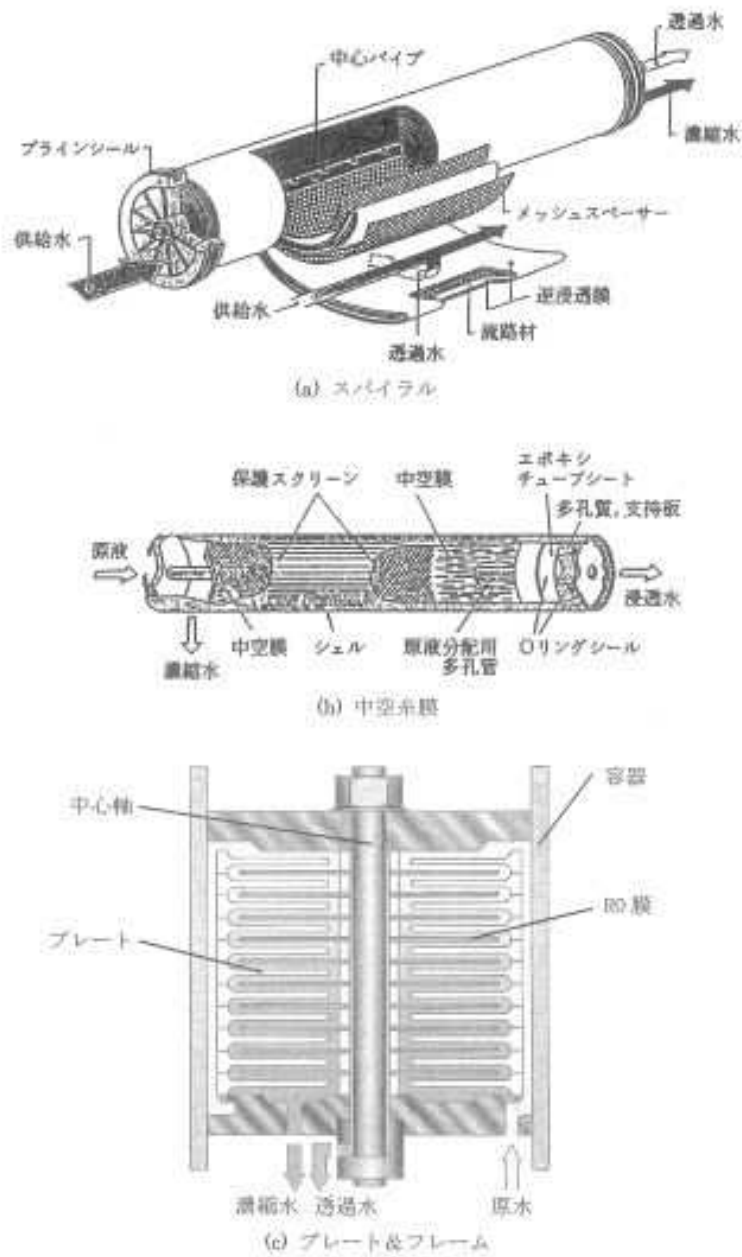


図 8.6-34 モジュールの構造



図 8.6-35 プレート&フレーム型 逆浸透膜装置の処理フロー

(5) 蒸発法

蒸発法は古くから行われている方法で、熱エネルギーを加えることで水分子を蒸発させ、塩化物イオンと水分子を分離し脱塩を行うものである。

① 原理

蒸発法は、原水に熱エネルギーを加えることにより水分子を蒸発させ塩化物イオンを分離する方法である。蒸発させた水分子は再度凝縮させ回収する。蒸発法の処理フローを図 8.6-36 に示す。

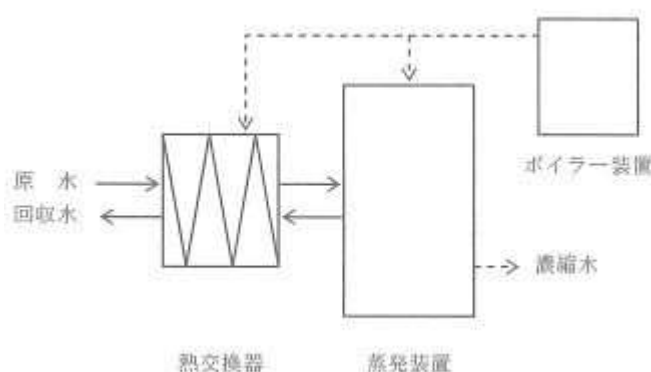


図 8.6-36 蒸発法の処理フロー

② 特徴

回収は非常に高く、原水の塩化物イオン濃度の制約は比較的少ない。しかし、熱源を必要とするため燃料費が多くかかるが、ヒートポンプや蒸気コンプレッサーなどの技術向上により改善されつつある。蒸発器のスケール付着は特に考慮する。

ただし、低沸点有機物などは処理水側に移行するため、処理水に付加処理装置を必要とする場合がある。

(6) 脱塩濃縮液の処理方法

脱塩濃縮液は比較的発生量の少ない方法でも流入水量の5～10%発生する。処理水量が大きい場合、ランニングコストにおける処分費用が大きくなってしまいうため、蒸発濃縮化、固化剤や蒸発乾固を用いた減容化を行ってから処分するのが望ましい。

副生塩（脱塩濃縮水を乾燥して得られた塩を副生塩という。）の処理としては、最終処分場での保管や産業廃棄物としての処理が実際の最終処分場で行われている。最終処分場での保管は、副生塩をフレコンなどに入れ、屋根をかけた倉庫などに保管して、将来資源として利用することなどを考えているものである。産業廃棄物としての処理は、副生塩を処理業者に引き取ってもらい、適正処理によって外部処分する方法である。なお、一時保管する場合は、再溶解しないように防水対策を十分に行う必要がある。

一方、副生塩の再生利用については、雪国での道路の凍結防止剤や皮革処理剤（原皮のなめし用）および軟化剤再生剤として一部実施例がある。また、電解法により副生塩エコ次亜塩素酸ソーダを製造し、下水処理場での消毒剤としての利用が検討されている（副生塩からの生成は、次亜塩素酸ナトリウムだけでなく、次亜塩素酸カリウムが含まれているため、エコ次亜塩素酸ソーダと呼んでいる）。

10) コンクリート構造物の防食

一般のコンクリート構造物では、中性化、塩害、アルカリ骨材反応などによる耐久性の低下が知られているが、浸出水処理設備のコンクリート水槽では、これらに加え浸出

水中の硫酸イオンに起因した硫化水素による腐食、処理工程中に注入する薬品による腐食、高濃度の塩類による腐食がある。コンクリート水槽の腐食・劣化環境は埋立廃棄物や処理プロセス、運転方法等により様々であり、各水槽内の水質や槽内環境に適した防食を行う必要がある。

(1) 硫化水素による腐食

浸出水中に含まれる硫酸イオンが嫌気性の状態におかれると、硫酸塩還元細菌の働きにより硫化水素などが生成される。気相中に放出された硫化水素は、水槽内では、壁面や天井裏面の結露水中に溶解込み、そこで好気性の硫黄酸化細菌により酸化されて硫酸が生成され、コンクリート腐食・劣化が起こる。

硫化水素濃度の高い水槽としては、集水ピット、浸出水調整槽、脱窒槽、汚泥濃縮槽、汚泥貯留槽が考えられる。水槽内の硫化水素濃度は埋立廃棄物や運転状況により様々で、腐食・劣化対策の工法等は硫化水素濃度により異なる。

最近ではゲリラ降雨による水質悪化や硫黄化合物の多い埋立廃棄物により硫化水素濃度が高いケースが出てきている。

腐食・劣化対策は各水槽内の硫化水素濃度に見合った工法を選定する必要があり、対策部位としては水槽の気相部である。

(2) 薬品による腐食

浸出水処理はその工程中に数種類の薬品を注入して処理が行われており、薬品の中にはコンクリート面を腐食・劣化させる強酸性の薬品もある。薬品は水槽のコンクリート面に直接触れることのないような設備設計が必要であるが、水槽内で薬品と浸出水を混合するため、浸出水と薬品の混合液が接液する水槽内壁などは腐食・劣化対策が必要である。

特に対策が必要な個所として、酸性凝集沈殿プロセスの混和槽、凝集槽、凝集沈殿槽、中和槽、酸性凝集沈殿汚泥の濃縮槽、貯留槽がある。アルカリ凝集沈殿や中性凝集沈殿プロセスは適正な運転条件では腐食・劣化することは少ないが、混和槽、中和槽での薬品接液部や万が一の酸性領域での運転を考慮すると対策が必要となる。また、薬品の防液堤についても各薬品に応じた対策が必要となる。

薬品による腐食・劣化対策は、各水槽の酸性液のコンクリート面への接液程度を考慮し、それに見合った工法を選定する。腐食・劣化対策部位は水槽の液相部となる。

(3) 高濃度塩類による腐食

脱塩処理では塩分濃度の高い濃縮液が発生し、これらを貯留する水槽は腐食・劣化対策が必要である。該当する水槽は塩分濃度に見合った工法を選定する。対策部位は水槽の液相部となる。

また、焼却残渣を埋め立てる場合は、浸出水の塩分濃度が高くなることが予想され、該当する範囲が拡大される場合があるので注意が必要である。

巻末資料 1 2

道路土工—盛土工指針((社)日本道路協会、平成 22 年 4 月) P. 165

1) ドレーン材料の選定

ドレーン材料に透水性が大きく、かつ粒度配合の良い天然の砂利、あるいは粒度調整した砂利、碎石等を用いる場合には、以下に示す条件を満足するものを用いるのがよい。

i) ドレーン材料が盛土から流入してくる微粒子によって詰まらなるとみなせる条件

$$\frac{D_{15}(\text{ドレーン材料})}{D_{85}(\text{周辺の土})} < 5 \dots\dots\dots (12-1)$$

ここに D_{15} 、 D_{85} はそれぞれ、粒径加積曲線において通過重量百分率の 15%、85% に相当する粒径である。

ii) ドレーン材料が盛土材料に比較して十分な透水性があるとみなせる条件

$$\frac{D_{15}(\text{ドレーン材料})}{D_{15}(\text{周辺の土})} > 5 \dots\dots\dots (12-2)$$

iii) ドレーン材料の粒度は、集水管を設置する場合には、次の条件を満足するのが望ましい。

$$\frac{D_{85}(\text{ドレーン材料})}{D(\text{孔の径})} > 2 \dots\dots\dots (12-3)$$

ドレーン材料の粒径加積曲線は、上記の条件を満足するような周辺の土の粒径加積曲線に平行で、かつ滑らかな曲線がよい。

Ⅲ-12 (特別管理) 産業廃棄物の埋立処分基準の概要

Ⅲ-12 (特別管理) 産業廃棄物の埋立処分基準の概要

産業廃棄物	産業廃棄物 (右以外のもの)	特別管理産業廃棄物 (判定基準を超える金属等を含む場合)	
共通基準	1. 産業廃棄物が飛散・流出しないようにすること。 2. 埋立処分に伴う悪臭・騒音・振動によって生活環境の保全上支障が生じないように必要な措置を講ずること。 3. 埋立処分のための施設を設置する場合には、生活環境の保全上支障が生じないように必要な措置を講ずること。 4. 埋立地にねずみ・蚊・はえその他の害虫が発生しないようにすること。 5. 埋立処分を終了する場合には、埋め立てる産業廃棄物の一層の厚さはおおむね3m以下とし、かつ、一層ごとに、その表面を土砂でおおむね50cm覆うほか、生活環境の保全上支障が生じないように当該埋立地の表面を土砂で覆うこと。 6. 周囲に囲いを設け、産業廃棄物の処分の場所であることを表示すること(有害な産業廃棄物の埋立地にあつては、有害な産業廃棄物の処分の場所であることを表示すること)。 7. 埋立地から浸出液による公共の水域及び地下水の汚染を防止するために必要な環境省令で定める設備の設置その他の環境省令で定める措置を講ずること(管理型処分場)。 8. 公共の水域及び地下水と遮断されている場所で行うこと(遮断型処分場)。 9. 安定型産業廃棄物の埋立処分は地中にある空間を利用して処分できる(安定型処分場)。 10. 安定型処分場に安定型産業廃棄物以外の廃棄物が混入しない措置を講ずること(安定型処分場)。	10	
個別基準	燃え殻	中間処理不要 → 管理型処分場	20
	ばいじん	大気中に飛散しないように梱包するなど必要な措置を講ずること。 → 管理型処分場	
	燃え殻又はばいじん	水銀又はその化合物を含むもの及びこれを処理したもの(固化してないもので、判定基準に適合しないもの) → 判定基準に適合するものにし、又は環境大臣が定める固化化をすること。 → 管理型処分場	30
		① 水銀又はその化合物を含む燃え殻又はばいじん(判定基準に適合しないもの)を処分するために処理したもの(固化化したもので判定基準に適合しないもの) =有害な産業廃棄物 → 遮断型処分場 ② カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、セレン又はこれらの化合物を含む燃え殻又はばいじん(判定基準に適合しないもの)及び当該燃え殻又はばいじんを処分するために処理したもの(判定基準に適合しないもの) =有害な産業廃棄物 → 遮断型処分場 ③ 水銀又はその化合物を含む燃え殻又はばいじん若しくは当該燃え殻又はばいじんを処分するために処理したもの(判定基準に適合しないもので①を除くもの) →判定基準に適合させること、又は環境大臣が定める固化化をすること。 → 管理型処分場 →有害な産業廃棄物の処分の場所であることを表示する。	
汚泥	(陸上埋立処分) ① 焼却設備を用いて焼却、熱分解設備を用いて熱分解 → 燃え殻・ばいじん → 管理型処分場 ② 含水率85%以下に脱水 → 管理型処分場 (水面埋立処分) ① 有機性汚泥 焼却設備を用いて焼却、熱分解設備を用いて熱分解 → 燃え殻・ばいじん → 管理型処分場	40	

III-12 (特別管理) 産業廃棄物の埋立処分基準の概要

産業廃棄物	産業廃棄物 (右以外のもの)	特別管理産業廃棄物 (判定基準を超える金属等を含む場合)
10	<p>② 無機性汚泥 → 管理型処分場 (有害物質を含むもの)</p> <p>① 水銀又はその化合物を含むものを処理したもの (固型化してないもので、判定基準に適合しないもの) →判定基準に適合させる、又は環境大臣が定める固型化をすること。 → 管理型処分場</p>	
20	<p>② シアン化合物を含むもの又はそれを処理したもの (固型化してないもので、判定基準に適合しないもの) →判定基準に適合させる、又は環境大臣が定める固型化をすること。 → 管理型処分場</p> <p>③ トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、1,3-ジクロロプロペン、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、ベンゼン、1,4-ジオキサンを含むもの又はそれを処理したもの →判定基準に適合させること。 → 管理型処分場</p>	
30	<p>④ 水銀又はその化合物を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの)を処分するために処理したもの(固型化したもので判定基準に適合しないもの) = 有害な産業廃棄物 → 遮断型処分場</p> <p>⑤ カドミウム、鉛、有機燐化合物、六価クロム、砒素、PCB、トリクロロエチレンなど揮発性物質類、チウラムなど農薬類、セレン又はこれらの化合物を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの) 及び当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもの) = 有害な産業廃棄物 → 遮断型処分場</p> <p>⑥ シアン化合物を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの)を処分するために処理したもの (固型化したもので判定基準に適合しないもの) = 有害な産業廃棄物 → 遮断型処分場</p> <p>⑦ 水銀又はその化合物を含む汚泥若しくは当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもので①を除くもの) →判定基準に適合するものにし、又は環境大臣が定める固型化をすること。 → 管理型処分場</p>	<p>④ 水銀又はその化合物を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの)を処分するために処理したもの(固型化したもので判定基準に適合しないもの) = 有害な特別管理産業廃棄物 → 遮断型処分場</p> <p>⑤ カドミウム、鉛、有機燐化合物、六価クロム、砒素、PCB、トリクロロエチレンなど揮発性物質類、チウラムなど農薬類、セレン又はこれらの化合物を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの) 及び当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもの) = 有害な特別管理産業廃棄物 → 遮断型処分場</p> <p>⑥ シアン化合物を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの)を処分するために処理したもの (固型化したもので判定基準に適合しないもの) = 有害な特別管理産業廃棄物 → 遮断型処分場</p> <p>⑦ 水銀又はその化合物を含む汚泥若しくは当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもので①を除くもの) →判定基準に適合させる、又は環境大臣が定める固型化をすること。 → 管理型処分場</p>
40	<p>⑧ シアン化合物を含む汚泥又は当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもので③を除くもの) →判定基準に適合するものにし、又は環境大臣が定める固型化をすること。 → 管理型処分場</p> <p>⑨ トリクロロエチレン等揮発性物質、チウラム等農薬類を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの、廃PCB等を処理したものを除く。) 又は当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもの) →判定基準に適合させること。 → 管理型処分場 →有害な産業廃棄物の処分の場所であることを表示する。</p>	<p>⑧ シアン化合物を含む汚泥又は当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもので③を除くもの) →判定基準に適合させる、又は環境大臣が定める固型化をすること。 → 管理型処分場</p> <p>⑨ トリクロロエチレン等揮発性物質、チウラム等農薬類を含む汚泥 (判定基準に適合しないもの) 又は当該汚泥を処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもの) →判定基準に適合させること。 → 管理型処分場 →有害な特別管理産業廃棄物の処分の場所であることを表示する。</p>
40		<p>⑩ ダイオキシン類 (ダイオキシン類対策特別措置法の環境省令で定める基準を超えるもの) を含む</p>

産業廃棄物	産業廃棄物 (右以外のもの)	特別管理産業廃棄物 (判定基準を超える金属等を含む場合)
個	汚 泥	汚泥及び当該汚泥を処分するために処理したもの →判定基準に適合させること。 → 管理型処分場
	廃 酸 廃アルカリ	埋立処分禁止
	廃 油	① 廃油 (タールピッチ類を除く) 焼却設備を用いて焼却、熱分解設備を用いて熱分解 →燃え殻・ばいじん → 管理型処分場 ② 廃油 (タールピッチ類) → 管理型処分場
	鉍 さ い	→ 管理型処分場 水銀、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、セレン又はそれらの化合物を含む鉍さい (判定基準に適合しないもの) 並びに当該鉍さいを処分するために処理したもの (判定基準に適合しないもの) = 有害な特別管理産業廃棄物 → 遮断型処分場 → 有害な特別管理産業廃棄物の処分の場所であることを表示する。
	紙 く ず 木 く ず 繊 維 く ず	→ 管理型処分場
別	腐 敗 物 有機性汚泥 動植物性残さ 動物系固形不要物 家畜ふん尿 家畜の死体 上記を処理したもの	有機性の汚泥及びこれを処理したもの ① 熱しゃく減量15%以下に焼却 → 燃え殻・ばいじん → 管理型処分場 ② コンクリート固化化したもの → 管理型処分場 ③ 腐敗物の混入率が40%未満の場合は、おおむね3 m以下の層厚に、おおむね50 cmの覆土を行う。 ④ 腐敗物の混入率が40%以上の場合は、おおむね50 cmの層厚におおむね50 cmの覆土を行う。 → 管理型処分場 ただし、③、④について小規模埋立処分を行う場合は、この限りでない。
	工 作 物 の 新 築 ・ 改 築 又 は 除 去 に 伴 っ て 生 じ た コ ン ク リ ー ト 破 片 そ の 他 こ れ に 類 す る 不 要 物	→ 安定型処分場
準	廃 プ ラ ス チック 類 (石綿含有産業 廃棄物を除く)	① 中空の状態でないように、かつ、最大径おおむね15 cm以下に破碎、若しくは切断、若しくは熔融設備を用いて熔融加工する。 →(1) 自動車等破碎物、廃プリント配線板 (鉛含有はんだ使用品)、廃容器包装 (有害物質又は有機性物質が混入、付着しているもの) → 管理型処分場 (2) 上記以外のもの → 安定型処分場 ② 焼却設備を用いて焼却、熱分解設備を用いて熱分解 → 燃え殻・ばいじん → 管理型処分場
	ゴ ム く ず	① 最大径おおむね15 cm以下に破碎、若しくは切断する。 → 安定型処分場 ② 焼却設備を用いて焼却、熱分解設備を用いて熱分解 → 燃え殻・ばいじん → 管理型処分場
	金 属 く ず	① 自動車等の破碎物、廃プリント配線板 (鉛含有はんだ使用品)、鉛蓄電池の電極、鉛製の管又は

10

20

30

40

産業廃棄物		産業廃棄物 (右以外のもの)	特別管理産業廃棄物 (判定基準を超える金属等を含む場合)
個別基準	PCB汚染物	③ 液状のもの (廃油を除く) については埋立処分を行ってはならないこと。泥状のものについてはPCBが溶出しないよう処理し、かつ、含水率85%以下にすること。 → 管理型処分場	③ PCB汚染物の材質、PCBの封入の状態などにより①又は②によることが困難であると認められる場合には、環境大臣が別に定める方法で処理すること。 上記①、②、③いずれかの処理を行い、判定基準に適合させること。 (判定基準に適合したもの) → 産業廃棄物として分類ごとの埋立処分基準が適用される。 → 管理型処分場
	PCB処理物	PCBを除去又は分解処理によって生じたもの →① 脱塩素化反応、水熱酸化反応、熱化学反応、光化学反応等又はプラズマ反応により分解されたものについては、PCBが分解されていること。 ② 固形状のものについては、PCBが除去されていること。 ③ 廃油については、焼却設備を用いて焼却すること。 ④ 液状のもの (廃油を除く) については、埋立処分を行ってはならないこと。 ⑤ 泥状のものについては、PCBが溶出しないよう処理し、かつ、含水率85%以下にすること。 → 管理型処分場	
	感染性廃棄物	① 焼却によって生じたもの ② 溶融加工によって生じたもの ③ 滅菌又は消毒によって生じたもの ・感染性がないよう焼却、溶融加工、滅菌又は消毒されていること。 ・液状のもの → 埋立処分禁止 ・泥状のもの → 含水率85%以下にすること。 → 管理型処分場	埋立処分禁止
準	廃石棉等	① 石棉が検出されないよう溶融したもの。 → 安定型処分場又は管理型処分場 ② 溶融に伴って生じたばいじん → 石棉が検出されないよう溶融する。 → 安定型処分場又は管理型処分場	① 大気中に飛散しないように、あらかじめ固型化、薬剤による安定化その他これらに準ずる措置を講じた後、耐水性の材料で二重に梱包すること。 ② 最終処分場のうち一定の場所に、当該廃石棉等が分散しないよう処分すること。 ③ 埋め立てる廃石棉等が埋立地の外に飛散し、及び流出しないように、その表面を土砂で覆う等必要な措置を講ずること。 → 管理型処分場
	石棉含有産業廃棄物	① 一定の場所かつ分散しないように埋立を行うこと。 ② 埋立地の外に飛散、流出しないように、その表面を土砂で覆う等必要な措置を講ずること。 ③ 溶融、無害化処理をすること。 → 安定型処分場又は管理型処分場 ④ 溶融に伴って生じたばいじん → 石棉が検出されないよう溶融する。 → 安定型処分場又は管理型処分場	

10

20

30

40

III-12 (特別管理) 産業廃棄物の埋立処分基準の概要

産業廃棄物	産業廃棄物 (右以外のもの)	特別管理産業廃棄物 (判定基準を超える金属等を含む場合)
<p>10</p> <p>個別</p> <p>廃水銀等 処理物</p>		<p>1. 水面埋立処分の禁止</p> <p>2. 埋立判定基準を満たす場合 → 追加的措置をとった管理型処分場</p> <p>・管理型処分場に埋立処分する場合は、令に定める処分基準及び最終処分基準省令に示す基準を満たすほか、人の健康の保持又は生活環境の保全上支障を生ずるおそれのないように、次のように埋立処分すること。</p> <p>(1) 最終処分場のうちの一定の場所において、かつ、廃水銀等処理物が分散しないように行うこと。</p> <p>(2) その他の廃棄物と混合するおそれのないように他の廃棄物と区分すること。</p> <p>(3) 埋め立てる廃水銀等処理物が流出しないように必要な措置を講ずること。</p> <p>(4) 埋め立てる廃水銀等処理物に雨水が浸入しないように必要な措置を講ずること。</p> <p>3. 埋立判定基準を満たさない場合 → 遮断型処分場</p> <p>・遮断型処分場に埋立処分する場合は、令に定める処分基準及び最終処分基準省令に定められる基準を満たすこと。</p>
<p>20</p> <p>基準</p> <p>水銀使用 製品産業 廃棄物</p>	<p>安定型処分場への埋立禁止</p> <p>・必要に応じて不溶化等の処理を行う。</p>	
<p>30</p> <p>水銀含有 ばいじん等 又はその 処理物</p>	<p>埋立判定基準を満たす場合 → 管理型処分場</p> <p>・ばいじん、燃え殻、汚泥又はそれらの処理物（コンクリート固型化物を除く。）で埋立判定基準を満たさないものは、あらかじめ、埋立判定基準を満たすよう処理するか、又はコンクリート固型化をすること。</p> <p>コンクリート固型化物が埋立判定基準を満たさない場合 → 遮断型処分場</p> <p>・廃酸及び廃アルカリは、埋立処分を行ってはならない。</p>	

- 1) 「1、2、3、…」は、1及び2及び3のすべての条件を満足しなければならないことを表す。
- 2) 共通基準10の方法は「工作物の新築、改築又は除去に伴って生じた安定型産業廃棄物の埋立処分を行う場合における安定型産業廃棄物以外の廃棄物が混入し、又は付着することを防止する方法」（平成10年環境庁告示第34号）
- 3) 「①、②」はいずれかを選択できるという意味である。
- 4) 判定基準とは「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令」（昭和48年総理府令第5号）をいう。
- 5) 固型化とは「金属等を含む廃棄物の固型化に関する基準」（昭和52年環境庁告示第5号）をいう。
- 6) 「小規模埋立処分」とは、埋立面積が10,000 m²以下又は埋立容量が50,000 m³以下の埋立地をいう（令第3条第3号ハ）。