

排水処理施設の仕組みと維持管理

【応用編】

応用編目次

4	凝集処理	
4.1	凝集沈殿処理	
4.1.1	凝集沈殿処理の概要	・・・p.11
4.1.2	凝集剤	・・・p.13
4.1.3	凝集処理各論	・・・p.14
	(1)環境項目重金属類(銅、亜鉛、鉄、クロム)	
	(2)カドミウム、鉛、砒素 (3)六価クロム	
	(4)ふっ素 (5)脱水 (6)凝集ろ過	
4.2	凝集加圧浮上	・・・p.16
4.3	凝集処理の維持管理における注意点	・・・p.17
5	生物処理	
5.1	生物処理の方法	・・・p.18
5.2	生物処理の維持管理における注意点	・・・p.23
5.3	下水道に排除する場合の生物処理施設的设计・運転について	・・・p.24
6	その他の処理	・・・p.25
	(1)シアン化合物	
	(2)水銀	
	(3)鉱油類	
	(4)高温排水	

※参考 基礎編 目次

0	排水処理施設(除害施設)の維持管理	
1	油水分離槽	
1.1	構造	
1.2	維持管理における注意点	
2	調整槽	
2.1	構造	
2.2	維持管理における注意点	
3	中和処理	
3.1	構造	
3.2	維持管理における注意点	
3.3	中和剤	

4 凝集処理

凝集とは、コロイドなどの微細粒子が寄り集まって大きな塊（フロック）になる現象です。

一般に、水中の粒子は負に荷電しており、互いに反発し、分散しています。ここに無機凝集剤を添加すると粒子の表面電荷が中和され、粒子が集合し微細フロックが生じます。このような処理を凝集処理といいます。さらに、微細フロックに高分子凝集剤を添加することで、フロックが大きくなり、水とフロックを分離しやすくなります。

凝集させた目的物質の除去方法として、沈殿（凝集沈殿）と浮上（凝集加圧浮上）があります。

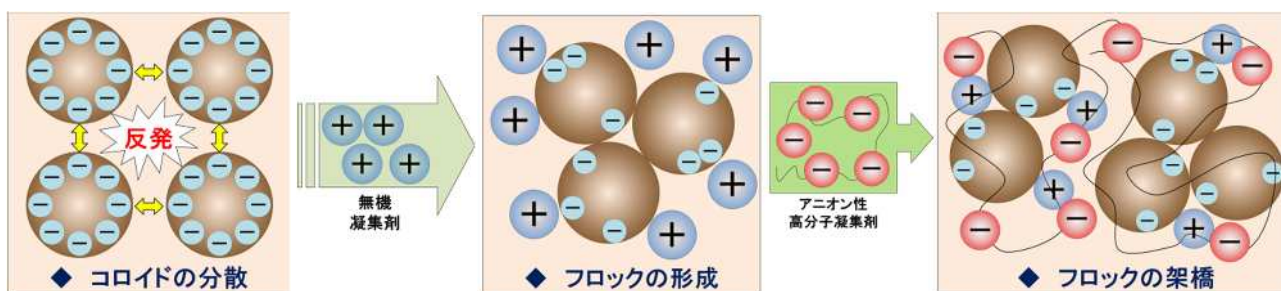


図6 凝集のイメージ

4.1 凝集沈殿処理

凝集沈殿処理は、重金属類やふっ素化合物等の処理に適用されます。

重金属類の多くは、アルカリ剤を加えると、水に溶けにくい水酸化物等を生じます。しかし、生成物の多くは微細粒子でコロイド状に分散し、水と分離しにくい状態です。

そこで、生成した水酸化物等と水を分離しやすくするため、これらの物質の処理には、pHを調整するだけでなく、無機凝集剤を加えます。また、より凝集性を良くするために、高分子凝集剤を加えることが多い。

凝集剤は、その種類により、使用可能なpH域や生成フロックの沈降性などが異なります。排水や目的に合わせた薬品の選定が重要です。また、亜鉛や鉛、クロムの水酸化物は強アルカリ域では再溶解する（両性）性質のため、強アルカリ域のみで作用する薬品は適しません。

4.1.1 凝集沈殿処理の概要

図 7 に凝集沈殿処理の処理フローの例を示します。

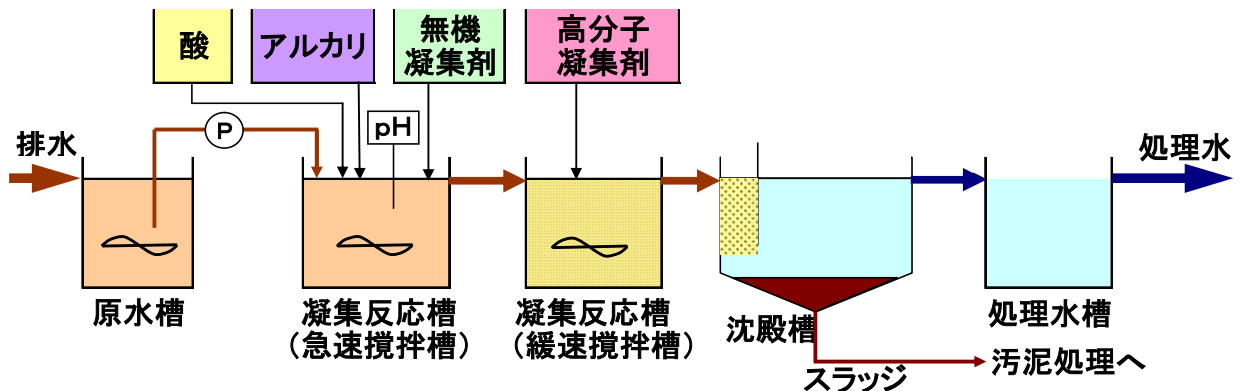


図 7 凝集沈殿処理のフロー

○原水槽

- ・原水の水量及び水質を平準化します。
- ・滞留時間は 2 時間以上とします。

○凝集反応槽（急速攪拌槽）

- ・滞留時間は 5～10 分とします。ただし、水酸化カルシウム（消石灰）を使用する場合は、20 分以上とします。
- ・pH は使用する凝集剤や除去対象物質に適した範囲に調整します。
- ・機械攪拌の回転数は、100～120 回／分程度とします。

○凝集反応槽（緩速攪拌槽）

- ・pH は使用する高分子凝集剤に適した範囲に調整します。
- ・滞留時間は 10～15 分とします。
- ・機械攪拌の回転数は、30～60 回／分程度にし、フロックを成長させます。

○沈殿槽

- ・沈殿時間の確保
- ・使用薬品により、フロック沈降性は異なります。フロックの沈降に十分な沈殿時間を確保します。

・水面積負荷※

水面積負荷は、一般に $1\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{時}$ 以下とします。

※水面積負荷：流入水量($\text{m}^3/\text{時}$)÷沈殿槽の水面積(m^2) で表される指標（単位： $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{時}$ ）

○処理水槽

- ・滞留時間は 5 分以上とします。あまり長時間滞留すると、pH が変化する場合があります。
- ・必要に応じて pH 調整を行います。

4.1.2 凝集剤

表2に代表的な凝集剤の種類と特徴を示します。

一般的に、凝集剤の作用は pH に大きく影響を受けるので、最適 pH 域に注意が必要です。

表2 代表的な凝集剤の種類と特徴

	分類	薬品名	最適 pH 域	特徴
無機	アルミニウム塩	硫酸アルミニウム (硫酸バンド)	6.0~8.5	広く一般に使用される 色度・濁度成分の除去効果
		ポリ塩化アルミニウム (PAC)	6.0~8.5	
	鉄塩	硫酸第Ⅱ鉄 (ポリ鉄)	4.0~11	フロックの沈降性が良い 処理水が着色することがある 塩化第Ⅱ鉄は腐食性がある
		塩化第Ⅱ鉄	4.0~11	
高分子	陰イオン性 (アニオン)	ポリアクリル酸ソーダ アルギン酸ソーダなど	7~12	金属水酸化物などに適用
	陽イオン性 (カチオン)	水溶性アニリン樹脂 ポリエチレンイミンなど	4~8	有機性排水に適用
	非イオン性 (ノニオン)	ポリアクリルアミド キトサンなど	4~8	多くの懸濁物に作用

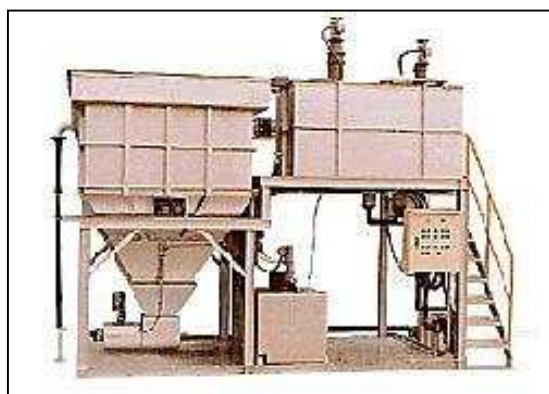


図8 凝集沈殿処理装置の例

4.1.3 凝集処理各論

- (1)環境項目重金属類(銅、亜鉛、鉄、クロム)
- (2)カドミウム、鉛、砒素
- (3)六価クロム
- (4)ふっ素
- (5)脱水
- (6)凝集ろ過

(1)環境項目重金属類(銅、亜鉛、鉄、クロム)

- ・通常の凝集沈殿で、排除基準を満たすレベルの除去が可能です。
- ・排水中に錯体を形成するもの（アンモニア、表面処理剤等）が共存すると凝集しない場合があるため、それらの排水を分離する、または次亜塩素酸等で錯体を分解後凝集する、などの処理が必要となります。

(2)カドミウム、鉛、砒素

- ・排除基準が厳しいため、通常の凝集沈殿では基準を満たすレベルの除去ができない場合があります。
- ・追加処理の例として、以下のものがあります。
 - ①小さいフロック（ピンフロック）も流さないために砂ろ過を行う。
 - ②除去率を上げるために、鉄系の凝集剤（塩鉄、ポリ鉄）を使用する（共沈効果）。
 - ③キレート剤を添加する、あるいはキレート樹脂塔に通す、など。

(3)六価クロム(前処理としての還元処理)

- ・前処理として、酸性状態で三価まで還元処理（pH 2～3、ORP 300～350 mV 程度）した後、アルカリ性にして凝集沈殿処理を行います。
- ・酸化処理を行うシアン化合物と混在させると、両方の処理が不十分になるおそれがあります。

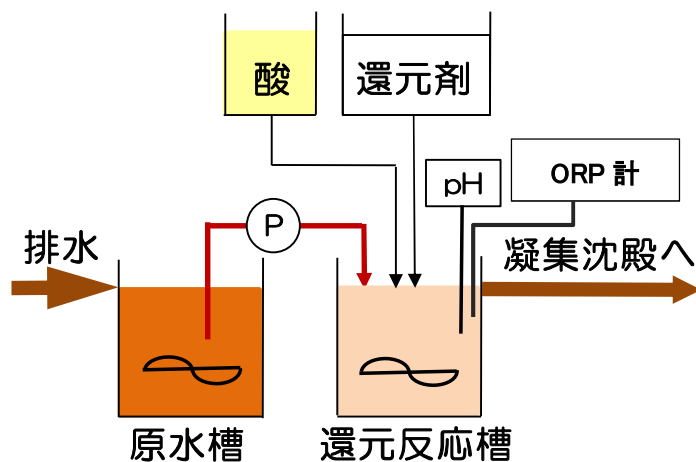


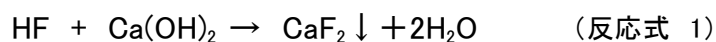
図9 六価クロムの前処理のフロー



図 10 六価クロム前処理の例

(4) ふっ素

一般的に、ふっ素の処理は消石灰などのカルシウムとの反応によりふっ化カルシウムを生成させ、沈殿分離するのが一般的です。(反応式 1)



ただし、この方法だけでは排除基準を満たすことは難しい場合が多い。

このような場合、アルミ系の凝集剤（硫酸バンド、PAC）を使用し、共沈除去します。

なお、ほう素が共存するとほうふっ化物となり除去できません。

(5) 脱水

汚泥の脱水は凝集処理の重要なプロセスです。汚泥処理が滞ると、水処理系内に過剰な汚泥が滞留します。沈殿池に汚泥が堆積し、汚泥が流出して処理水質が悪化する可能性が高まります。

また、汚泥の性状によって適した脱水機の方式が異なります。

脱水機の選定にあたっては、排水処理メーカーと十分に相談して決定してください。

また、凝集剤についても、汚泥の性状により、脱水性に大きく違いが生じます。脱水性を最優先に考慮して選定し、脱水汚泥の搬出に支障をきたさないことが重要です。

(6) 凝集ろ過

凝集反応の後、膜ろ過によりフロックを除去する方法です。

沈殿池を使用しないため、大きなフロックをつくる必要がなく、運転管理が容易になります。

最近では、高性能の精密ろ過膜（MF 膜）を用いて微小なフロックも効率的に除去する装置が開発されており、重金属の処理施設として、施設の改築や新設時に採用されるケースが増えています。

4.2 凝集加圧浮上処理

凝集加圧浮上処理は、主に油類の処理に有効な方法です。油類は、水よりも軽く凝集してもフロックが沈殿しにくいのです。

凝集加圧浮上処理では、乳化油に対し凝集による乳化破壊を行ったのち、生成したフロックを強制浮上させ油類を除去します。強制浮上は、加圧空気を飽和溶解させた水を、フロックを含む排水に送り込むことで、微細気泡を発生させ、これをフロックに付着させることでフロックのみかけ上の重量を軽くすることで行います。

処理フロー

図 11 に凝集加圧浮上処理フローの例を示します。

○原水槽

- ・原水の水量及び水質を平準化する。滞留時間は 2 時間以上とします。

○凝集反応槽（急速攪拌槽）

- ・滞留時間は 5～10 分とします。
- ・pH は使用する凝集剤や除去対象物質に適した範囲に調整します。
- ・機械攪拌の回転数は、100～120 回／分程度とします。

○凝集反応槽（緩速攪拌槽）

- ・滞留時間は 10～15 分とします。
- ・機械攪拌の回転数は、30～60 回／分程度にし、フロックを成長させます。

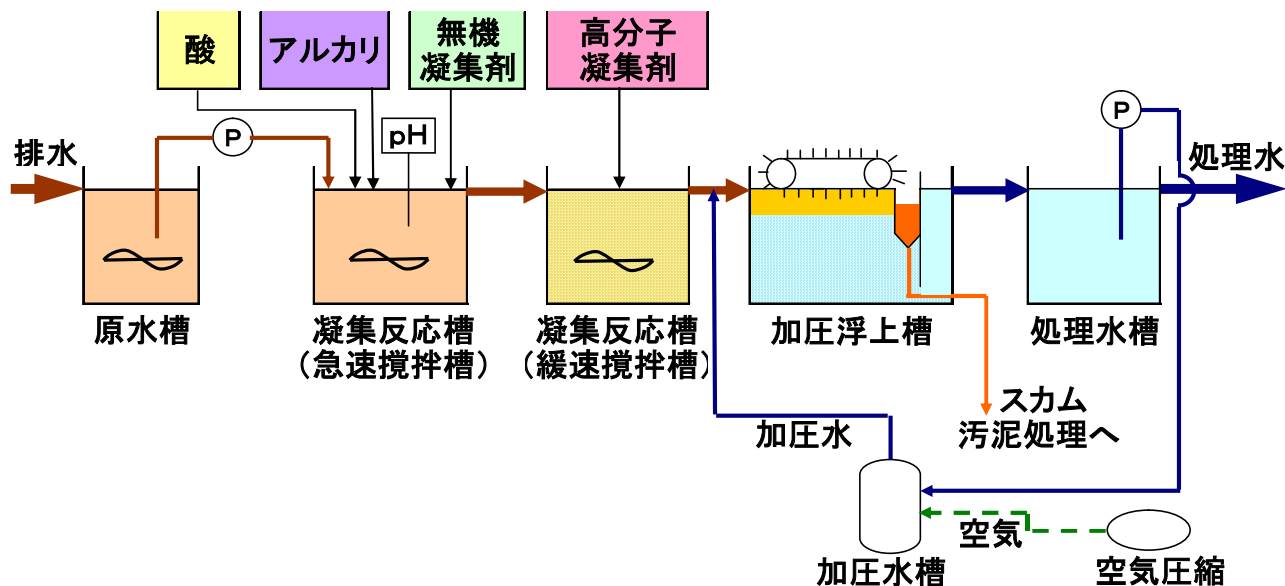


図 11 凝集加圧処理のフロー

○加圧浮上槽

- ・掻き寄せ機（スクレーパー）の速度は浮上フロックの厚みやスカム（掻き取られた汚泥）の性状（濃度）を観察して調整します。

○処理水槽

- ・ 滞留時間は 5 分以上とします。必要に応じて pH 調整を行います。
- ・ 処理水の一部を加圧水として循環利用するので、処理水質が一旦悪化すると回復することが難しい。このため、加圧水として上水を使用できるようにしておくことが望ましい。



図 12 凝集加圧浮上装置

4.3 凝集処理の維持管理における注意点

- (1) フロックが流出していないか。
 - ・ 目視で確認する
- (2) 凝集状態は良好か。
 - ・ 水質が良好な状態のものを写真等で記録する。
 - ・ 特に加圧浮上では運転開始時は循環運転をして処理の安定をはかることが必要です。
- (3) 設備の基本的管理を行う。
 - ① 薬品タンクが空になってないか
 - ② pH 計が正しく設置されているか
 - ③ 計器の指示値が正常か
 - ④ 機器の作動をチェック
- (4) 定期的清掃
 - ・ 加圧浮上の加圧水槽は特に重要です。
- (5) 処理水の分析、原水の分析。
 - ・ 処理水だけでなく、原水も複数の時間帯について調査し、変動を把握します。
 - ・ 原水についても定期的に再調査をすることが望ましい。

5 生物処理

5.1 生物処理の方法

排水中の有機物等を細菌類を用いて代謝させ、増殖した生物を除去することにより浄化する処理を生物処理といいます。

下水処理場では沈降性の高い懸濁物を沈殿処理により取り除き、残った水に可溶性成分（でんぷん、糖類、アルコール、酢酸等）については生物処理により浄化しています。

好気性生物処理では排水中の有機物の一部は二酸化炭素や水に分解され、一部は生物体（固形成分）に転換されます。従って生物体に転換される有機物量が少ないほど、発生汚泥量が少なく効率的です。

生物活動を利用した処理であるため、水温、生物量、pH、溶存酸素量等により活性に差が生まれます。また、生物の供給の仕方や保持の方法で、種類が分かれます。

(1) 生物膜法

石やプラスチックなどの表面に微生物を高濃度に付着させ生物膜を形成させ、生物膜に廃水を接触させることにより、有機物の処理を行う方法です。

生物膜法に分類されるものには、以下の方式があります。

① 散水ろ床法

古典的な方法です。自然石で間隙のあるろ床を作り、排水を万遍なく散布します。

自然の川の状況を再現したものです。

② 高速散水ろ床塔

散水ろ床法の進化型。

接触面積を増やすため、ろ床をハニカム構造の樹脂製とし、排水をろ床の頭頂部から散布します。

③ 回転円板法 (図 13)

微生物を付着させた多重円板(樹脂製)を半分を排水につかる状態で回転させ、空中では空気と接触する方法。汚泥が円板から剥離するので、通常、後段に沈澱池を設けます。

これらは、活性汚泥法に比べると安価で維持管理も容易ですが、酸素の供給を空気中から行う方法であるため、装置が大型化する傾向があり、また気温が下がると生物の活性も低下して処理水質が悪化しやすいのが短所です。

④ 接触酸化塔 (図 14・15)

上記①～③と同様生物膜法に分類されますが、酸素の供給を強制的に行う方法です。

接触酸化塔、脱気槽、沈殿槽からなります。

活性汚泥と比較すると、汚泥返送がないこと、沈殿槽が小型であることから、省スペースであるなどのメリットがあり、新設の工場で採用されるケースが多い。

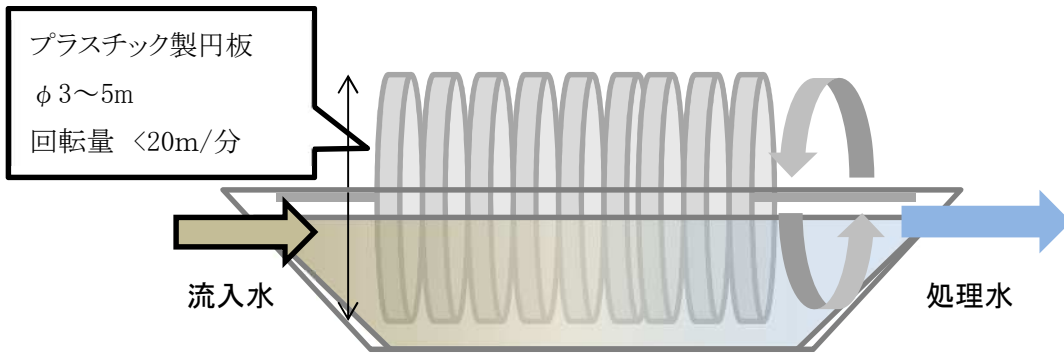


図 13 回転円板法



図 14 接触酸化塔 (外観)

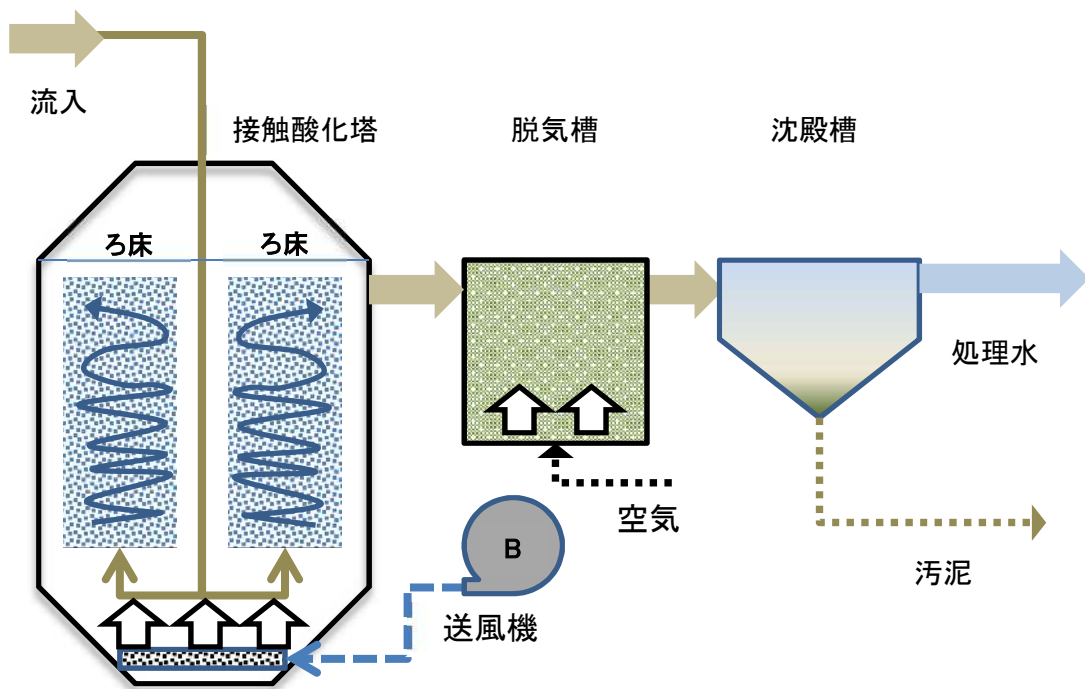


図 15 接触酸化法

(2) 活性汚泥法

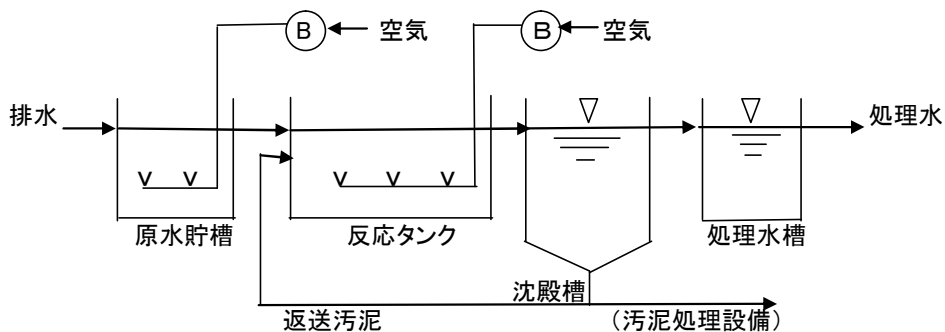
活性汚泥処理は下水処理場で行われている古典的な処理方法です。

増殖した細菌群を沈殿・濃縮し、反応タンクに戻すことにより、安定した生物量を保つよう処理する方法です。この方法は季節的変動に強く安定して処理ができるとされています。

活性汚泥法の設備

活性汚泥法の設備は、次のとおりとする。

(1) 基本フロー



(2) 処理装置

1) 原水貯槽

- ①有効容量は、活性汚泥法による処理装置が24時間運転可能な大きさとする。
- ②空気攪拌装置を設置する。

2) 反応タンク

活性汚泥法には、種々の変法があり、反応タンク的设计諸元もそれぞれの方法によって異なる。

3) 沈殿槽

- ①水面積負荷は、 $1\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{時}$ 以下とする。

4) 処理水槽

- ①滞留時間は、5分以上とする。



図 16 生物処理の例 (産業排水の活性汚泥処理)

(3) 流動床活性汚泥法

活性汚泥法の改良型です。

反応槽に生物が付着する担体を投入します。

担体は効果的に空気攪拌できるように比重が適した材質のものが用いられます。

また、担体には生物の付着量を多くするため、比表面積を大きくする加工がなされています。

現在ある生物処理の中で処理効率をもっとも高いものです。



図 17 担体・流動床

(4) 嫌気性処理

嫌気性処理はメタン発酵により有機物を分解する方法です。

高濃度の排水の処理に適した処理方法です。

一般に、大規模な食品工場で高濃度廃液の処理に用いられます。

嫌気処理後の排水は処理後も汚濁濃度が高いため、別途好気性処理が必要となります。

また、硫酸イオン (SO_4^{2-}) が高いと、硫化水素が発生し、発生するガスの脱硫処理が必要となります。

工場排水向けには上向流式嫌気性汚泥床 (UASB) などの高効率のものもあります。

好気性処理と同様に、生物分解性の高いもの (糖類など) ほど処理が行いやすい。

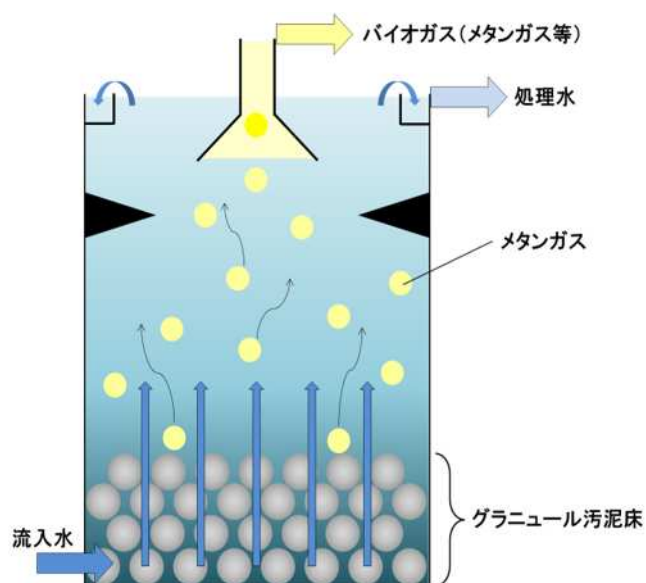


図 18 UASB の概略図

(5) その他の生物処理

1) 膜分離活性汚泥法 (図 19)

活性汚泥法では汚泥を沈殿分離するための沈殿槽が必要となります。膜分離活性汚泥法は沈殿槽の代わりに高分子膜(精密ろ過 (MF) 膜)により固液分離を行う活性汚泥法です。

分離膜の孔径が $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ と小さく、良好な処理水が得られます。

膜分離活性汚泥法の特徴は以下のとおりです。

- ・ 標準活性汚泥法と比べて、汚泥の濃度を高められるため、槽容量を小さくできます。
- ・ 膜の洗浄が必要です。

2) 光合成細菌生物処理

光合成機能を持ち、光のエネルギーを直接利用して生育できる細菌群を光合成細菌といいます。

このうち排水処理に用いられるものは紅色非(無)硫黄細菌と呼ばれ、低分子有機物を無酸素で摂取・同化することができます。このため、高濃度の低分子有機物を含む排水の処理に適しており、汚泥の発生量を抑制することができます。

実際の処理施設では光合成細菌と他の好気性微生物を共生させることにより、効率的な処理を行っています。

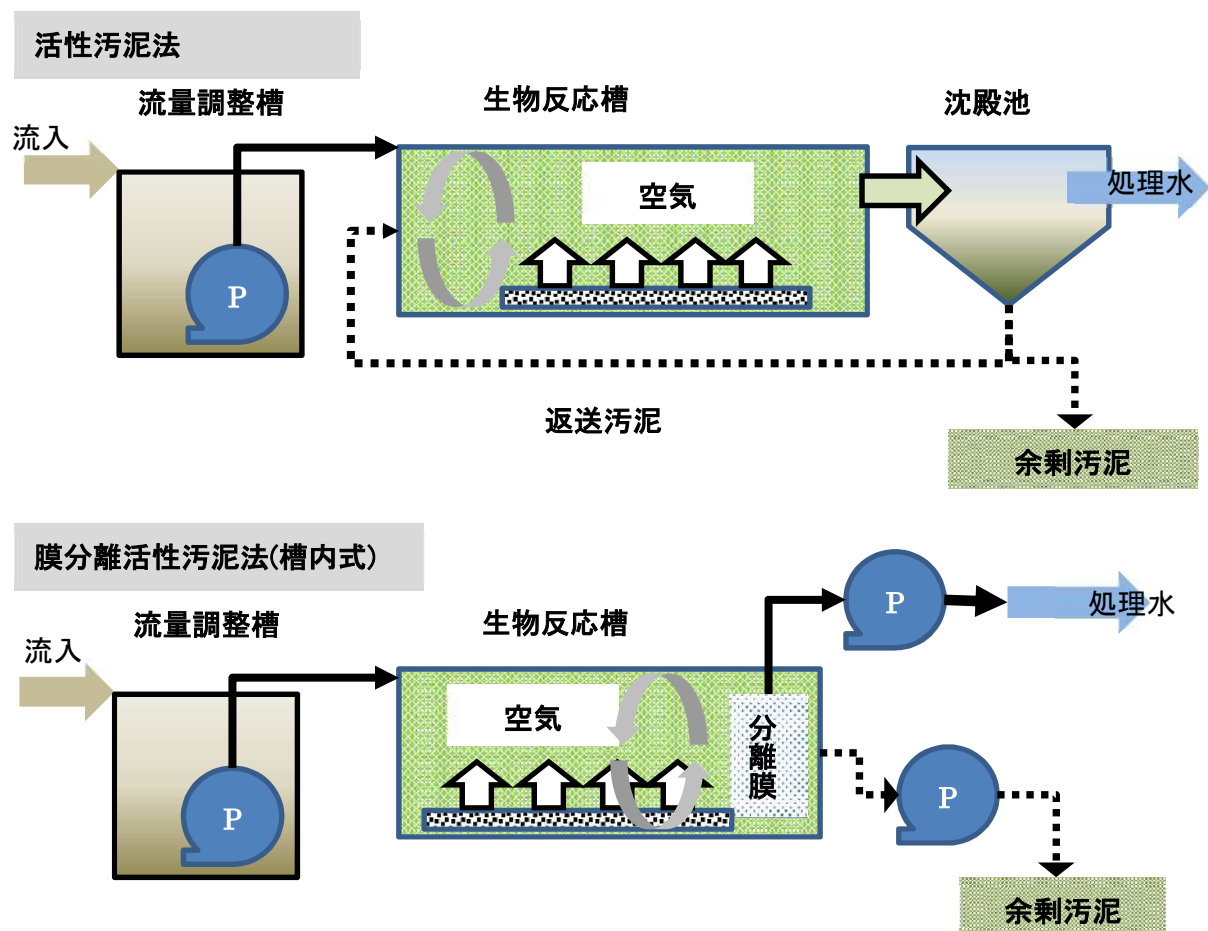


図 19 膜分離活性汚泥法

5.2 生物処理の維持管理における注意点

——活性汚泥法を例として——

(1) 日常管理

①最終沈殿槽の目視点検（沈殿槽のある場合）

越流水の濁りやフロックの浮上・流出が起きているか。

※これらは、活性汚泥の凝集状態が悪化している場合に生じるので、何らかの原因で生物の活性が低下していると考えられます。

②活性汚泥の観察

- ・顕微鏡によるフロック形態凝集状態の観察
- ・原生動物・後生動物の出現状況
- ・生物処理では曝気槽での発泡の状況、匂い、色など、五感での管理も重要

③生物反応槽の運転状況の確認

- ・空気量の急激な変動（DO制御の場合）
- ・DOの不足・過大
- ・主要設備（送風機・移送ポンプ）・計装機器（DO(溶存酸素)計)の基本的な点検・管理

④処理水・原水の分析

・パケットテストなどの簡易法も異常時の速やかな対応のためには有効であるため、自社の施設・排水に応じて準備し、日頃から使用を習慣づけます。

(2) 水質異常時の対応

①原因の特定

生物処理では、処理水質の悪化の要因は

- ・負荷量の過大あるいは過少
- ・処理阻害物質の混入
- ・酸素量の不足・過剰

などがあり、これらが同時に起こっている場合もあります。

放置すると生物全体が死滅する可能性もあります。

このため、主たる原因をできるだけ速く特定することが肝要です。

②処理機能の回復

主原因の除去のため、可能な対応を速やかにとります（空気量の調整、汚泥の引き抜きなど）。

すでに生物の活性が低下して回復が困難と判断される場合、種汚泥として、他の生物処理施設の活性汚泥の投入を行うことが速やかな処理機能回復のための措置が必要です。

5.3 下水道に排除する場合の生物処理施設の設計・運転について

——BOD の SS 変換による排除基準の遵守——

一般に好気性処理の場合、溶解性有機物（BOD として表現される）の SS 転化量を小さくすることが処理コストの観点から肝要となります。これは汚泥の処理コストを削減するためです。

一方、神戸市では BOD、SS に対する排除基準が 2,000 mg/l と比較的緩やかであることから、脱水ケーキ（産業廃棄物）を削減する、さらには出さない処理方法が考えられます。

生物処理で発生した SS を汚泥として引き抜き・脱水せず、SS を排除基準以下で排除するシステムです。（図 20）

原水濃度が高すぎず、処理が良好であれば、水質使用料対象外の水質で管理することも期待できます。


		原水	※溶解性BODからSS への変換率を50%、 SS 1g あたりのBODを 0.5g とする	処理のレベルとSS分の処理方法			
				パターン① 完全に処理 脱水	パターン② 水質使用料 対象以下	パターン③ 脱水工程 水質使用料 併用	パターン④ 汚泥処理なし
水 質	BOD(溶解性)	2500		0	100	500	500
	SS	0		0	200	500	1000
	BOD(SS性)	0		0	100	250	500
	BOD(計)	2500		0	200	750	1000
[単位：mg/L]			F値	0	0	880	1680
			水質使用料(税抜) 円/m ³	0	0	165	300
			除去BDO(溶解性)	2500	2400	2000	2000
			変換SS	1250	1200	1000	1000
			汚泥量 kg(乾燥)/m ³	1.25	1.0	0.5	0

図 20 生物処理で発生した SS を排除するシステム(例)

6 その他の処理

- (1) シアン化合物
- (2) 水銀
- (3) 鉱油類
- (4) 高温排水

(1)シアン化合物

事業場排水においては、シアンは各種金属との錯体を形成するものとして存在し、遊離シアンとして単独で存在する場合はほとんどありません。

したがって、シアン化合物の処理は金属類の処理（主に凝集処理）の前処理として行うもので、排水中のシアンの結合状態に適した処理方法を採用する必要があります。

※ここでは、一般的な「アルカリ塩素」法について述べますが、本法は鉄及びニッケル錯体を含まない比較的低濃度のシアン含有排水については有効な方法です。高濃度シアン廃水については電解酸化法による分解が適しています。

また、ニッケル・鉄を含む排水については本法だけでは分解できないシアン化合物を過剰な鉄イオンを添加して沈殿させる錯塩法を追加的に適用します。

【原理】アルカリ性状態で塩素を反応させて、シアン(CN)を二酸化炭素(CO₂)と窒素(N₂)に酸化分解します。一般的に酸化剤には次亜塩素酸ナトリウムが使用されます。

- ① 一次反応槽：pH 10～11、ORP 300～350mV 以上でシアンをシアン酸(CNO)へ酸化



- ② 二次反応槽：pH 7～8、ORP 600～650mV 程度でシアン酸を分解

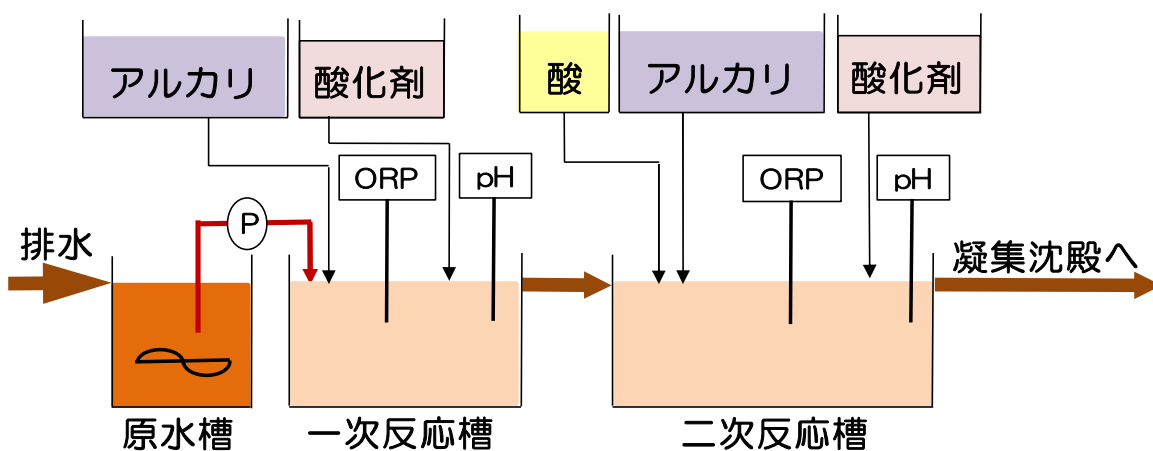
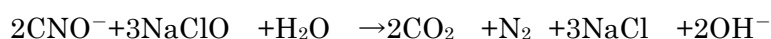


図 21 シアンの前処理（アルカリ塩素法）のフロー

【各段の仕様】

- ① 原水槽 滞留時間は 2 時間程度を確保します。
- ② 一次反応槽 滞留時間は 10 分以上とします。
- ③ 二次反応槽 滞留時間は 30 分以上とします。
一次反応に比べて、二次反応の速度は遅い。
低水温期はさらに速度が低下します。

【維持管理上の注意点】

- ・一次反応は pH10.5 以上では速やかに反応しますが、pH が低下すると分解が進まず、有毒な塩化シアンガス (CNCl) が発生するので、pH 調整に留意が必要です。
- ・二次反応は、pH7.5 付近が適切です。低くなりすぎる (pH4 以下) と、酸化剤 (次亜塩素酸ナトリウム) が分解し、さらに低下するとシアン化水素ガスが発生するので注意が必要です。

(2)水銀

水銀は基準が非常に厳しいため、通常の沈殿処理のみでは基準を守ることができません。

一般的に沈殿処理後の処理水を水銀用キレート樹脂塔に通して吸着させます。

ただし、排水中に多量にある場合は、一次処理として硫化ソーダと反応させ硫化物として沈殿させた後、吸着処理を行います。

また、有機水銀の処理方法としては、過酸化水素または次亜塩素酸ナトリウムの添加により酸化分解したのち、無機水銀としての処理を行うことが一般的です。

(3) 鉱油類

鉱油類の基準は 5mg/l と非常に厳しい。

大型車両の整備工場など、乳化した油分が多く含まれる排水の場合、通常の浮上分離では無論、凝集沈殿処理や加圧浮上法でも安定して基準を守ることは難しい。

このため、浮上処理を行った後、吸着法による処理を加えることが一般的です。

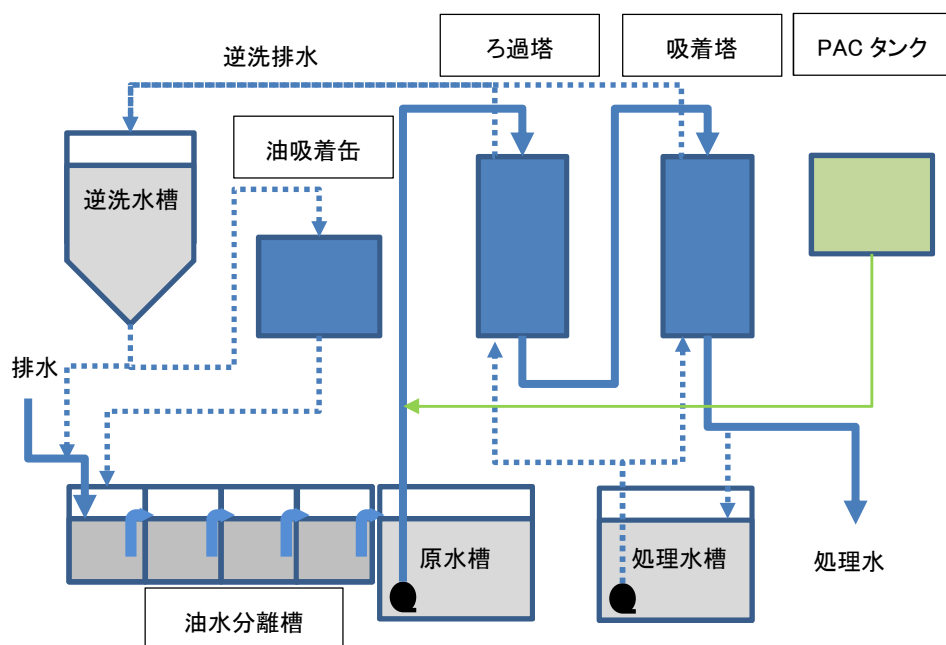


図 22 吸着法の設備フロー

【原理】

① ろ過塔

油水分離後の排水は、微量の凝集剤(PAC:ポリ塩化アルミ)を加えられて、ろ過塔に入ります。

ろ過塔は粒状のろ過材が充填された圧力式下向流型充填塔です。原水中のSSや油分は凝集剤によりフロックとなり、ろ過材に捕捉されます。

② 吸着塔・処理水槽

吸着塔は活性炭等が充填された圧力式下向流型充填塔で、ろ過塔で取りきれなかった微細なSSや油分を吸着します。この後、放流されますが、一部は逆洗用水として処理水槽に貯留されます。

③ 逆洗排水槽・油吸着缶

逆洗排水槽はろ過塔・吸着塔の逆洗排水を受け入れる水槽で、SS分を沈降させる役割を持ちます。

沈降したSSは油吸着缶を通して捕捉します。油吸着缶のろ過水と残りの逆洗排水槽の水は油水分離槽に戻して処理を行います。

【維持管理上の注意点】

① ろ過塔

逆洗のタイミングを圧力上昇時のみに行うと、閉塞を起こしやすくなるので、タイマーによる逆洗を行うことが必要です。

② 吸着塔

ろ過塔と同様、タイマーによる逆洗を併用することが必要です。また、処理水の水質分析結果から、適切な活性炭の交換時期を見極めてください。

(4)高温排水

一般に事業場で高温排水が発生する工程は一部であり、ほかの排水と混合することによって冷却される、あるいは、熱交換によって熱を回収することにより高温排水の排出は抑制されることが多い。

しかし、食料品製造業等では油分・有機汚濁分を多く含んだ高温排水が発生することがあります。

このような排水は熱交換による熱の回収は難しいうえ、油分の分離がしづらく、生物処理が困難になるなど、高温が原因で油脂類やBODが処理できない場合があります。

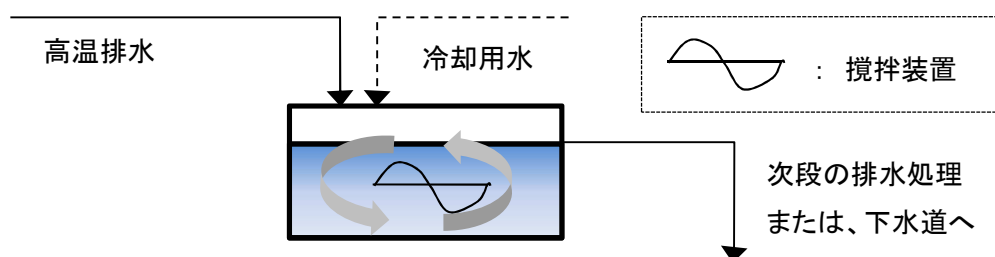
このような場合、工程を解析し、高温排水のうち比較的汚濁が低いものを集約して、強制的に冷却します。具体的な冷却法としては、次の二つの方法があります。

- ① 攪拌装置を備えた水槽（温度調整槽）で冷却する。
- ② 冷却塔により、冷却する。

汚濁の多い排水は冷却塔での蒸発効率が低下するため、水冷方式を採用せざるを得ません。十分な冷却のための滞留時間や十分な冷却水が必要となります。

生産設備の設計段階から、高温排水については系統分離ができるように考慮し、できるだけ少量のものを効率的に処理できるようにすることが望ましい。

① 温度調整槽（強制攪拌・水冷）による



② 冷却塔による（空冷）

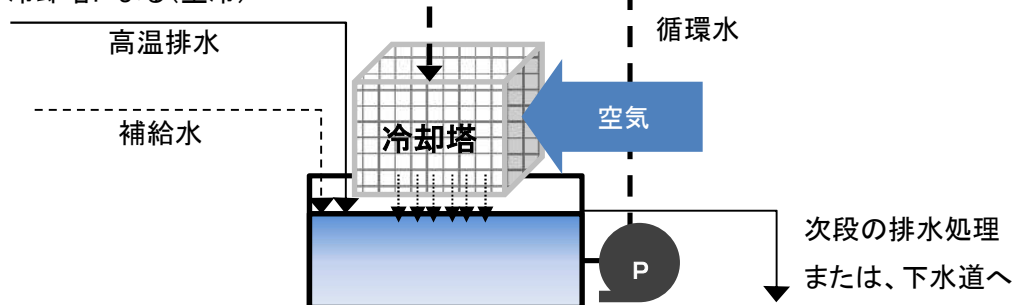


図 23 高温排水の処理