

## 6. 汚泥量調整機構の導入による維持管理費の縮減

### 6.1 概要

汚泥量調整機構を適用する場合、除去 BOD 当たりの汚泥転換率を 20%程度（鉄溶液を注入する場合は 25%程度）まで調整することが可能。

#### 【解説】

##### (1) 概要

汚泥量調整機構を組み入れたフローの例を図 3-6-1 に示す。

返送汚泥の一部を汚泥量調整機構に移送し、物理的、化学的あるいは生物化学的な手法によって強制的に再基質化した後、返送汚泥とともにばっ気槽に返送して酸化分解処理を行う。この繰り返しによって、余剰汚泥量を調整することが可能となる。

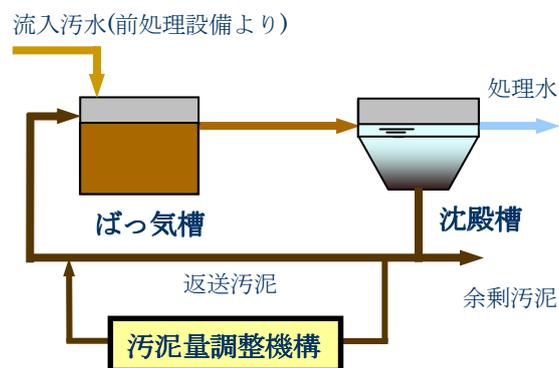


図 3-6-1 汚泥量調整機構を組み込んだ污水处理施設のフローの例

また、汚泥量調整機構の方式の例とその原理を表 3-6-1 に、外観写真を写真 3-6-1～3-6-6 に示す。

表 3-6-1 汚泥量調整機構の方式の例

方式名称	原理
ミル破碎	汚泥を湿式ビーズミル破碎機に投入し、攪拌ディスクによりビーズを流動させて、ビーズ間に生じる剪断摩擦力等によって微生物の細胞壁を強制的に破碎する。
高温微生物	60～70℃の好気性条件下で活発に増殖する高温微生物が分泌する、プロテアーゼ等の体外酵素によって汚泥を可溶化する。
電解	汚泥に NaCl を添加して電解し、発生する次亜塩素酸の作用と感電の作用によって、微生物の細胞壁を損傷させる。
高圧噴流	高圧ポンプにより昇圧された汚泥を、ノズルを有した高圧噴流反応槽内へ送り込み、ノズルの前後での圧力の急変によってキャビテーションを生じさせ、汚泥を破壊・細分化する。
酸化剤	汚泥に酸化剤を添加し、OH ラジカルの酸化力を用いて、汚泥中の微生物の殺菌処理、細胞壁の酸化分解、細胞質の低分子化等を行う。
超音波(T)	超音波を照射してキャビテーションを連続的に発生させ、局所的に生じた高温・高圧の反応場の作用によって汚泥を再基質化する。

※JARUS 型施設の場合について示す。

なお、除去 BOD 当たりの汚泥転換率とは、污水处理施設で除去された BOD が余剰汚泥に転換される割合であり、以下の式で算出される。

除去 BOD 当たりの汚泥転換率

$$= \frac{\{\text{余剰汚泥発生量}(\text{m}^3) \times \text{余剰汚泥濃度}(\text{kg}/\text{m}^3)\}}{\{\text{流入水量}(\text{m}^3) \times \text{流入 BOD 濃度}(\text{kg}/\text{m}^3) - \text{放流量}(\text{m}^3) \times \text{放流水 BOD 濃度}(\text{kg}/\text{m}^3)\}}$$



写真 3-6-1 ミル破碎方式



写真 3-6-2 高温微生物方式



写真 3-6-3 電解方式



写真 3-6-4 高圧噴流方式



写真 3-6-5 酸化剤方式



写真 3-6-6 超音波 (T) 方式

(2) 汚泥量調整機構の導入による汚泥処分費のコスト縮減試算例

汚泥処分量について、連続流入間欠ばっ気方式の污水处理施設（1,000 人規模）に汚泥量調整機構を導入する前後で試算し比較すると、汚泥量調整機構の導入により、汚泥処分費は約 4,860 千円／年が縮減される。

ただし、汚泥量調整機構の運転に要する電気代、薬品代等は各方式で異なるため、見込んでいない。

【導入前】：除去 BOD 当りの汚泥転換率を 60%と仮定

汚泥処分量

$$\begin{aligned} &= \text{処理対象人口} \times \text{流入 BOD 量} \times \text{BOD 除去率} \times \text{除去 BOD 当りの汚泥転換率} \\ &\quad \div \text{汚泥濃度} \times 365 \text{ 日} \\ &= 1,000 \text{ 人} \times 0.054 \text{ kg} / \text{人} \cdot \text{日} \times 0.925 \times 0.6 \div 0.015 \times 365 \text{ 日} \\ &= 729 \text{ m}^3 / \text{年} \text{ (汚泥濃度 1.5\%)} \end{aligned}$$

汚泥処分費

$$\begin{aligned} &= \text{汚泥処分量 } 729 \text{ m}^3 / \text{年} \text{ (汚泥濃度 1.5\%)} \times \text{処分単価 } 10,000 \text{ 円/m}^3 \\ &= 7,290,000 \text{ 円} / \text{年} \end{aligned}$$

【導入後】：除去 BOD 当りの汚泥転換率を 20%と仮定

汚泥処分量

$$\begin{aligned} &= \text{処理対象人口} \times \text{流入 BOD 量} \times \text{BOD 除去率} \times \text{除去 BOD 当りの汚泥転換率} \\ &\quad \div \text{汚泥濃度} \times 365 \text{ 日} \\ &= 1,000 \text{ 人} \times 0.054 \text{ kg} / \text{人} \cdot \text{日} \times 0.925 \times 0.2 \div 0.015 \times 365 \text{ 日} \\ &= 243 \text{ m}^3 / \text{年} \text{ (汚泥濃度 1.5\%)} \end{aligned}$$

汚泥処分費

$$\begin{aligned} &= \text{汚泥処分量 } 243 \text{ m}^3 / \text{年} \text{ (汚泥濃度 1.5\%)} \times \text{処分単価 } 10,000 \text{ 円/m}^3 \\ &= 2,430,000 \text{ 円} / \text{年} \end{aligned}$$

【縮減効果】：4,860,000 円／年の汚泥処分費の縮減。

単位：（円／年）

項目	従来運転	縮減対策運転	4,860,000 の減
汚泥量調整機構の導入	7,290,000	2,430,000	

## 6.2 適用条件

高度な処理水質を保証する処理方式へ導入する場合には、処理性能の確保が難しい。

### 【解説】

汚泥量調整機構を導入し、余剰汚泥の引抜量を減らした場合には、汚泥と共に引き抜くことでしか除去できない T-P や難分解性の COD の濃度が上昇し、高度な処理水質を確保することが困難になる場合がある。

このため、BOD 及び T-P に係る高度な処理水質が要求される地域では、導入においては十分な検討及び確認の必要がある。

例えば、JARUS 型施設において汚泥量調整機構を適用する型式は、実証試験結果を踏まえ、浮遊生物法のうち、原則として放流水における BOD、T-P に係る国土交通大臣認定の計画処理水質が表 3-6-2 に示す水質である型式 (JARUS-XIV96 型、XIVP 型、X I 96 型、X II 96 型、OD96 型 (OD 型を含む)、XIVG 型) としている。

表 3-6-2 汚泥量調整機構を適用する施設の計画処理水質 (JARUS 型施設の場合)

BOD (生物化学的酸素要求量 : mg/L)	T-P (リン含有量 : mg/L)
20 以下 または 15 以下	3 以下 または 規定なし

### 6.3 設計時における留意点

汚泥量調整機構の設計に当たっては、汚水処理設備のフローを変更しないよう留意するとともに、実証試験によって性能が確認されたフローであることを確認すること。

#### 【解説】

##### (1) 汚水処理設備との関連性について

まず、浄化槽の構造は、建築基準法施行令第 35 条第 1 項の規定に基づき、汚物処理性能に関する技術的基準に適合するもので、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの（告示構造）又は国土交通大臣の認定を受けたもの（大臣認定）としなければならない。このため、汚泥量調整機構の導入に当たって、構造方法等の変更該当するような設備の改造を伴ってはならないため、十分に注意する必要がある。

次に、浄化槽の構造方法においては、法令上の浄化槽等の性能（放流水質）が定められており、汚泥量調整機構を導入した場合においてもこの性能が確保されなければならない。このため、汚泥量調整機構は、汚泥の減量化に関する性能のみならず、汚水処理性能に影響を与えないことが確認された方式を採用しなければならない。

さらに、汚泥量調整機構の導入によって、再基質化された汚泥が返送され、生物処理する汚濁負荷量が増加することにより、生物反応槽の BOD-SS 負荷や必要空気量が大きくなる。また、汚泥転換率の減少により、汚泥処理設備の有効容量等が小さくなる。このように、汚水処理設備に関する設計諸元が変更となるため留意する。

なお、回分式活性汚泥方式に汚泥量調整機構を導入する場合は、連続的に汚泥を返送する方式とは異なり、回分処理工程に対応するために、必要に応じて汚泥中継設備等を設ける。

##### (2) 汚泥量調整機構の方式の選定

汚泥量調整機構は、各方式の特徴を把握した上で、汚泥量調整機構の導入を検討している地区の立地条件及び設置条件等に適した方式を選定する必要がある。

汚泥量調整機構の各方式によって、設備の寸法及び設備構成等が異なるため、必要な搬出入導線、設置スペース及びメンテナンススペースを確保できることを確認する必要がある。併せて、メンテナンス用の治具（ホイストレール、チェーンブロック等）の必要性及び配置等についても検討が必要である。なお、設置場所の躯体等については、汚泥量調整機構の荷重条件も考慮して設計する。

また、汚泥量調整機構の導入によって、動力機器が増えるため、契約電力は増加する。特に、受電方法が変更になる場合もあるため、事前に十分検討を行う。なお、各方式によって、動力機器の構成及び仕様が異なり、所要電力量には差がある。

(3) 維持管理性への配慮

汚泥量調整機構の導入に当たっては、維持管理が容易な構造となるよう配慮する。例えば、汚泥移送管は閉塞を防止するために十分な大きさの口径とするとともに、配管内が汚泥により閉塞した時に適切な対応を図るために容易に清掃できるような構造とすること、また、調整用汚泥量を正確に計量するため原則として電磁流量計を設置すること等が挙げられる。

また、汚泥量調整機構制御盤は、汚泥量調整機構の機器故障等による異常が発生した場合には、汚泥量調整機構の運転を自動停止するとともに、直ちに警報を発することができる機能等を有する必要がある。

(4) その他

汚泥量調整機構の作業環境を良好に保つとともに、汚泥量調整機構の衛生的な維持管理を図る観点から、必要に応じて、臭気発生源となる機器等の局所排気と室内換気などを円滑に行うことができる構造とする。また、換気設備は、汚泥量調整機構の方式ごとの、構成機器の用途や臭気発生源の状況に応じて、室内及び局所排気を適切に行うことができる構造とする。

## 6.4 維持管理における留意点

維持管理においては、各方式の取扱説明書及び維持管理要領書等に準拠した運転設定及び操作を行う。各方式の運転ノウハウに関して、事前に教育指導を受け、適切な運転管理の実施に努めることが望ましい。

また、汚泥量調整のための運転も重要であるが、汚水処理性能の確保が前提であるため、汚水処理設備の性能確保を最優先とする。

### 【解説】

#### (1) 日常点検及び巡回点検

汚泥量調整機構は、物理的、化学的及び生物化学的な手法を用いて汚泥を再基質化することから、通常の汚水処理とは管理項目が異なる。このため、各メーカーの取扱説明書及び維持管理要領書等に準拠した運転設定及び操作を行うことが重要である。

なお、実際の運転を開始する前に、メーカーから現地にて教育指導を受けることが望ましく、その際には、設備の構成と各機器の目的の把握、操作要領の習得、初期設定値と管理指標の整理に加えて、負荷変更時及び異常発生時の対応方法を取りまとめておく必要がある。

#### (2) 定期点検（年次点検等）

汚泥量調整機構の効率的な運用を図るため、メーカーの推奨する定期点検（年次点検等）項目を確認するとともに、長期的な視点で効率的な補修計画を立案することが重要である。

また、緊急時の対応を見据えて、緊急連絡体制及びアフターサービス体制を確認しておくべきである。

#### (3) 汚水処理設備との関連性

汚水処理設備から発生する調整用汚泥の性状を、汚泥量調整機構の各方式の特徴に適した性状に管理することで、汚泥減量の効率化がより図られる。このような場合は、可能な範囲で汚水処理設備の運転を調整することで汚泥減量を促進することが可能である。

しかしながら、汚泥量調整機構は、あくまで汚水処理設備の付帯機器であることから、汚水処理性能を確保することが最優先であることを認識しておくべきである。維持管理費の低減では、汚泥減量は重要課題であるが、汚泥減量を優先して汚水処理性能が悪化しては本末転倒であるため、常に汚水処理性能を優先しなければならない。

また、汚泥量調整機構の導入により、再基質化した汚泥分だけ、生物反応槽における汚濁負荷が増加するため、汚泥量調整機構を導入していない同型の施設の運転設定とは異なる設定となる。このため、汚泥量調整機構を導入する前の維持管理データを記録しておき、導入後にも継続的にデータを蓄積し、それらを比較することによって、その地区ごとに適正な運転管理手法を確立していくことで、円滑な運転管理が実現できると考えられる。

なお、新規地区においては、供用開始当初には供用率の低い期間があり、余剰汚泥が発生するまでに時間差がある場合には、汚泥量調整機構の運転開始を待機する等の調整が必要である。

#### (4) 安全対策

汚泥量調整機構においては、農業集落排水施設では見慣れない特殊な機器や薬剤等を使用するため、これらを取り扱う際には、十分な安全確認及び安全対策を施した上で、作業を実施することが重要である。

### 6.5 Q & A

[Q1] 汚泥量調整機構の工事価格について、処理対象人口ごとの標準価格はあるか。

あるいは、汚泥量調整機構の導入を検討する際には、検討対象とする地区ごとに見積を取る必要があるか。

[A1] 汚泥量調整機構の標準価格の有無について、各方式によって設備構成及びラインアップ（処理対象人口の区切り）が異なること等の要因から、一律の標準価格では整理できない。

また、各方式においても、現地の設置条件や設計条件によって仕様が異なるとともに、材料等の市場価格も変動することを考慮すれば、標準価格を設定することなく、都度、見積聴取をし、比較検討することが望ましいと考える。

[Q2] 汚泥量調整機構は、どのような場合に国の補助対象となるか。

[A2] 農業集落排水施設から発生する汚泥は、乾燥化又はコンポスト化を行い農地に還元することが望ましいが、その発生量は、農地に施用する量や時期等により需要量との間にミスマッチが生じる場合がある。これに対処するため、汚泥の農地還元の円滑かつ効率的な実施の観点から汚泥量調整機構を導入する場合は補助対象になると考えられる。

[Q3] 汚泥量調整機構を導入した場合、汚泥性状について農地還元を支障はないか。

[A3] 汚泥中の重金属類の農地への蓄積濃度について、約1年間実施した汚泥量調整機構の実証試験において、汚泥量調整機構の導入前後における汚泥中の金属類の濃度を測定している。この結果、導入前後での大差はなく、かつ肥料取締法に規定する公定規格を十分に下回る値であり、汚泥の農地還元については特に問題ないと考えられる。

しかしながら、汚泥量の調整方式に限らず、汚泥の性状については地域差や運転状況による差等も大きいことから、長期的な影響把握の観点からも、地域の状況に応じ、定期的なモニタリングや肥料の品質管理等を行うことが望ましいと考えられる。

[Q4] 汚泥量調整機構は、既存施設にも導入可能か。

[A4] 「6.2 適用条件」において前述したように、汚泥量調整機構を導入可能な施設は、計画処理水質との兼ね合いで制限がある。

既存施設であっても、現況の流入負荷、生物反応槽の有効容量及び処理状況、将来の流入負荷の推移予測等を踏まえ、運転方法の変更（MLSSの増加、ばっ気風量の増加、ばっ気時間の延長等）により対応できると判断されれば、汚泥量調整機構は導入可能である。

このため、既存施設への汚泥量調整機構の導入に当たっては、汚水処理性能を確保できることを確認しておく必要がある。

また、汚泥量調整機構の追加設置に伴い、設置スペースのみならず、維持管理スペースの確保及び維持管理面へ配慮する必要がある。併せて、追加設置機器類の荷重により既存の土木構造物への荷重条件が変化するため、適切な設置場所を選定するとともに、許容範囲内であることを確認する必要がある。