

5. 返送汚泥ポンプの簡素化による縮減

5.1 水中汚水汚物ポンプの適用

5.1.1 概要

沈殿槽の汚泥引抜設備として、通常用いられている無閉塞型汚泥ポンプの代わりに、安価な水中汚水汚物ポンプ（汎用型）を採用するものである。

【解説】

沈殿槽からの汚泥引抜設備として、通常用いられている無閉塞型汚泥ポンプの代わりに、安価な水中汚水汚物ポンプ（汎用型）を採用する。また、これに伴い、地階に返送汚泥ポンプ室を設ける必要がなくなり、階段室も不要になることから躯体面積は大幅に低減でき、大幅なコスト縮減が図られるものである。

沈殿槽からの汚泥引抜に水中汚水汚物ポンプを採用している例として、以下の地区を紹介する、

（１）事業地区の概要

- | | |
|-----------|----------------|
| ① 場所 | 栃木県 K町 |
| ② 計画人口 | 1,920 人 |
| ③ 計画戸数 | 369 戸 |
| ④ 当初全体事業費 | 459 百万円（処理施設分） |

（２）コスト縮減概要

沈殿槽からの汚泥引抜設備は、ポンプによる引抜としているが、汚泥引抜ポンプの機種は使用する用途に応じて多岐にわたっている。一般的には、低揚程、低回転数で汚泥のフロックを破碎しない型式が良いとされている。

近年、汚泥引抜設備は周辺機器を含め経済性や安全性の高い型式が求められることから、本事例ではこの点に注目し、各種ポンプの特性、価格、維持管理費、地下室の有無（ゾーニング計画や階段室等の垂直動線）などについて検討した。その結果、総合的に勘案して水中汚水汚物ポンプ（着脱式）を採用することとした。

- | | |
|----------|-----------------|
| ① 対象工事 | 沈殿槽汚泥引抜設備 |
| ② 従来工事費 | 22,418 千円（経費込み） |
| ③ 縮減後工事費 | 3,194 千円（ 〃 ） |
| ④ 縮減額（率） | 19,224 千円（86%） |

（３）工事内容

沈殿槽の汚泥引抜設備として、通常用いられている無閉塞型汚泥ポンプの代わりに、安価な水中汚水汚物ポンプ（汎用型）を採用した。また、これに伴い、地階に返送汚泥ポンプ室を設ける必要がなくなり、階段室も不要になることから躯体面積は大幅に低減でき、大幅なコスト縮減が図られた。

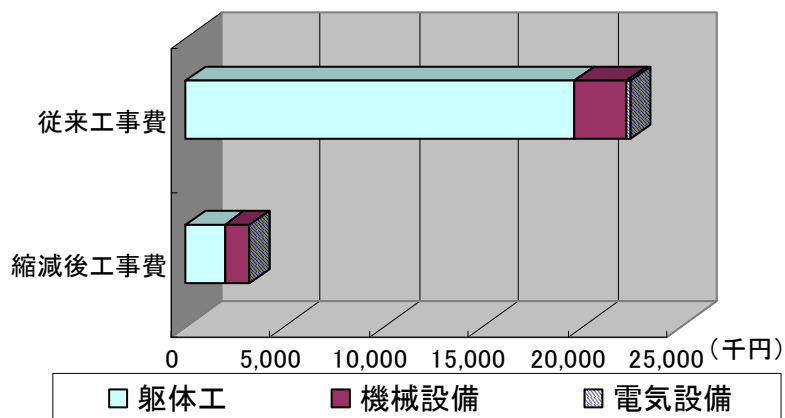
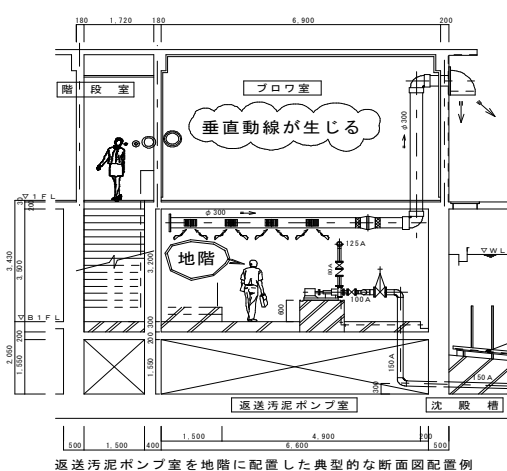


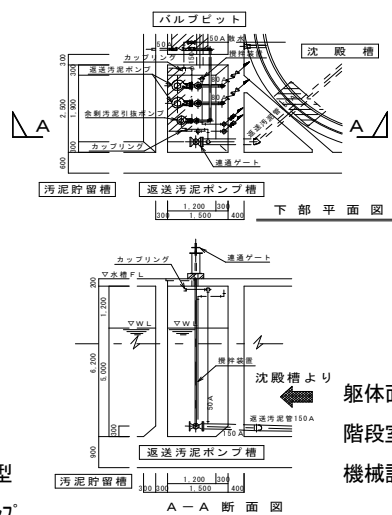
図 3-5-1 水中汚水汚物ポンプ採用によるコスト比較

<従来工事>



躯体面積 : 63.8m²
 階段室 : 17.6m²
 機械設備 : 無閉塞型汚泥ポンプ
 その他 : 換気設備
 照明設備

<縮減後工事>



躯体面積 : 5.5m²
 階段室 : 無し
 機械設備 : 水中汚水汚物ポンプ
 その他 : 連通ゲート
 攪拌装置
 散水装置

図 3-5-2 返送汚泥ポンプに水中汚水汚物ポンプを採用した事例の概要



写真 3-5-1 水中汚水汚物ポンプを採用した事例

5.1.2 適用条件

主な適用条件は、以下のとおりである。

- ・沈殿槽が掻き寄せ機構である場合

【解説】

沈殿槽の汚泥引抜ポンプに陸上型ポンプが採用されるのは、沈殿槽が掻き寄せ機構の場合である。

沈殿槽の構造には、掻き寄せ機構以外にホッパー構造があり、以下の場合には掻き寄せ機構としている。ホッパー構造の沈殿槽は主に小規模な施設に採用されるが、汚泥の引抜にはエアリフトポンプを採用することが原則となっている。参考までに、掻き寄せ機構の沈殿槽とホッパー構造の沈殿槽の断面図を図 3-5-3 に示す。

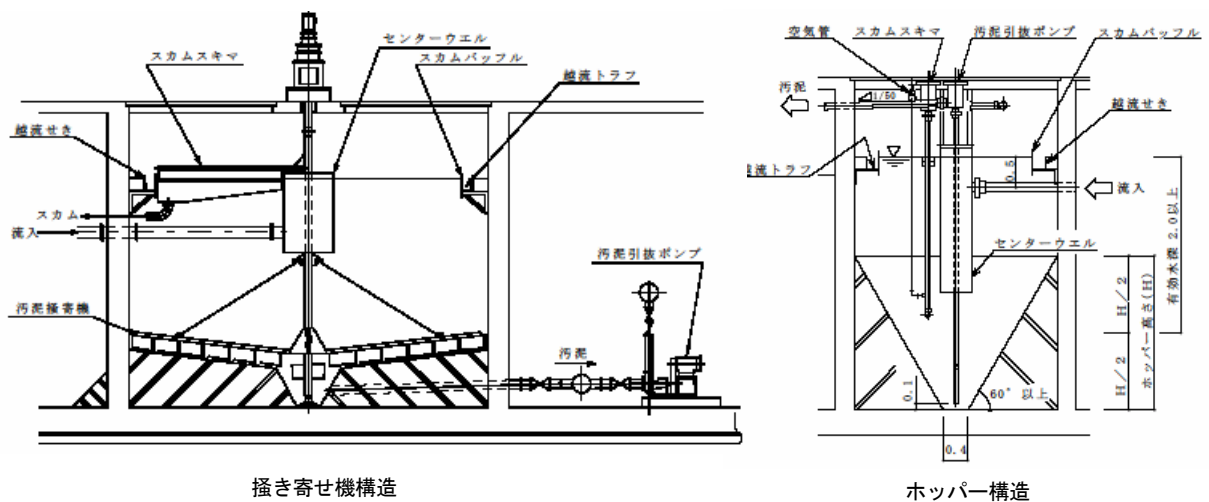


図 3-5-3 沈殿槽の構造

5.1.3 設計時における留意点

設計時における留意点は、以下のとおりである。

- ・ 引抜汚泥量（返送汚泥量）の計量ならびに調整ができる構造としなければならない。
- ・ 汚泥ブロックを壊さないために4極のポンプを使用する。
- ・ 汚泥引抜ポンプを設置するポンプピットの容量が過大にならないようにする。
- ・ 沈殿槽とポンプピットを連結する配管は、閉塞防止のため口径 150mm 以上とする。
- ・ ポンプピット内には、均質化ならびにスカム破碎のために散気装置を設置する。

【解説】

設計時における留意点は、以下のとおりである。

(1) 引抜汚泥量（返送汚泥量）の計量ならびに調整ができる構造としなければならない。

陸上型の容積式のポンプの場合は、インバーター等で回転数を制御することで、引抜汚泥量の調整している。また、汚泥計量槽もしくは流量計により、汚泥引抜量を計測できるようにしている。水中汚水汚物ポンプを用いる場合は、以下のいずれかの方法で引抜汚泥量を調整できるようにしなければならない。

① 汚泥計量槽の改良

汚泥計量槽の構造を、流量調整槽の後段に設置する汚水計量槽と同様にする。一部の汚泥を元の水槽に戻すオーバーフロー管と調整堰を設けることにより、引抜汚泥量を計測するだけでなく調整も可能な構造とする。またこの場合、汚泥計量槽から先の移送管は、自然流下配管となるため、閉塞時の清掃ができるように適宜掃除口を設置する必要がある。

② インバーター制御の導入

水中汚水汚物ポンプにインバーターを設置する。引抜汚泥量は流量計の値を見ながら、回転数を変えることにより調整するが、容積式のポンプとは異なり、回転数と流量が綺麗に比例するとは限らないので、回転数と引抜汚泥量の関係を検量線化して特性をつかんでおくことが望ましい。また、低供用時における低回転数の運転では、揚程不足により引抜が不可能となる場合があるので、設定可能な回転数には下限がある。

なお、汚泥引抜ポンプからの吐出配管にバルブを設置して、その開度で流量を調整する方法は、弁体に汚泥が付着することにより、徐々に閉塞して流量が低下するため不可である。

(2) 汚泥ブロックを壊さないために4極のポンプを使用する。

沈殿汚泥は、活性汚泥がブロック化して沈降したものであるため、汚泥引抜ポンプはブロックを破壊にくいタイプであることが望ましい。4極構造のモーターを使用したポンプは、2極構造のモーターを採用したものに比べて羽根車の回転数が小さく、活性汚泥のブロックが破壊されにくいとされている。

(3) 汚泥引抜ポンプを設置するポンプピットの容量が過大にならないようにする。

水中汚水汚物ポンプを採用した場合は、沈殿槽と連結したポンプピット内に設置することが多いと考えられるが、このピットの容量が大きすぎると、ピット内でのスカムが発生する原因とな

るので、容量が過大にならないようにする。

(4) 沈殿槽とポンプピットを連結する配管は、閉塞防止のため口径 **150mm** 以上とする。

沈殿槽の底部と上記ポンプピットの連結管は、万が一閉塞すると、沈殿槽内の水と汚泥を引き抜かない限りメンテナンスができない。したがって、閉塞防止のために連結する配管の口径は最低 **150A** 以上とする。

(5) ポンプピット内には、均質化ならびにスカム破碎のために散気装置を設置する。

生物反応槽の運転を安定化するには、返送汚泥濃度は変動しないことが望ましい。そのためにはポンプピット内を攪拌して均質化することが望ましく、散気装置を設置する必要がある。散気装置はスカムを破碎する役割も担うことになる。なお、スカム対策として、ポンプピット専用のスカムスキマを設置している事例もある。

5.1.4 維持管理上の留意点

維持管理時における留意点は、以下のとおりである。

- ・ 日常管理時には必ず引抜汚泥量を確認し、必要に応じて配管の清掃等を行う。

【解説】

日常管理時には必ず引抜汚泥量を確認し、運転条件を変更していないのに、引抜汚泥量に変化していないか等、異常の有無を確認する。

引抜汚泥量の計量ならびに調整に汚泥計量槽を使用している場合は、汚泥計量槽から先の移送管が自然流下による移送となるため、汚泥計量槽からの移送管への入り口、移送管の末端での送泥状況を目視で確認し、移送管が閉塞している可能性があれば、配管の清掃を行う。

引抜汚泥量の調整に、インバーターを採用した場合は、回転数と引抜汚泥量の関係が変わっていないか適宜見直す必要がある。

5.1.5 Q & A

[Q1] タイマーを設置することにより汚泥引抜ポンプを間欠運転できるようにし、運転時間によって引抜汚泥量を調整することは可能か。

[A1] 汚泥の返送は連続で行うことが原則である。

生物反応槽への流入は連続であるのに対して返送汚泥が間欠流入となると、活性汚泥の安定処理に支障がでる恐れがある。また、返送汚泥の停止時間が長くなると、沈殿槽に汚泥が蓄積することにより汚泥界面が上昇し、さらに沈殿槽で脱窒反応が起こると、脱窒された窒素ガスによる汚泥の浮上・流出が起こり、処理水質を悪化させる要因となる。

[Q2] 水中汚水汚物ポンプを設置するポンプピット内は攪拌する必要があるのか。

[A2] 汚泥の腐敗やスカム発生防止のために、散気装置を設置して攪拌する必要がある。

[Q3] 水中汚水汚物ポンプからの吐出配管にバルブを設置し、そのバルブの開度で汚泥の流量を調整することは可能か。

[A3] バルブで汚泥の流量を調整すると、弁体に汚泥が付着することにより、徐々に閉塞して流量が落ちてくることが予想される。維持管理担当者が常駐している施設であれば、毎日流量を確認してバルブ開度を調整することも可能だと思われるが、農業集落排水施設では維持管理担当者が常駐することは想定しておらず、バルブ開度による流量調整は無理である。

5.2 堅型汚水汚物ポンプの適用

5.2.1 概要

沈殿槽の汚泥引抜設備として、通常用いられている無閉塞型汚泥ポンプの代わりに、安価な堅型汚水汚物ポンプを採用するものである。

【解説】

沈殿槽の汚泥引抜設備として、通常用いられている無閉塞型汚泥ポンプの代わりに、安価な押込堅型ポンプを採用することにより、機器費と電力費の低減を図ることができる。機器の償却年数を15年として、機器費と15年間運転した場合の電力費を比較したものを図3-5-4に示す。また、堅型汚水汚物ポンプは必要な設置スペースが小さいため、地階に設ける返送汚泥ポンプ室をコンパクトにすることができる。

沈殿槽の汚泥引抜に、堅型汚水汚物ポンプを採用した例として、以下の地区を紹介する。

(1) 事業地区の概要

- | | |
|-----------|----------------|
| ① 場所 | 群馬県 M市 |
| ② 計画人口 | 6,030 人 |
| ③ 計画戸数 | 1,263 戸 |
| ④ 当初全体事業費 | 459 百万円（処理施設分） |

(2) コスト縮減概要

沈殿槽の汚泥引抜設備は、ポンプによる引抜としているが、汚泥引抜ポンプの機種は使用する用途に応じて多岐にわたっている。一般的には、低揚程、低回転数で汚泥のフロックを破碎しない型式が良いとされており、主に容積式の定量ポンプが用いられてきたが、近年は汚泥引抜設備についても、より低コストなものが求められている。本事例では、ポンプの特性、価格、維持管理費等について検討した結果、堅型汚水汚物ポンプを採用することとした。

対象工事 沈殿槽汚泥引抜設備

機器費

- | | |
|----------|----------------|
| ① 従来費用 | 7,800 千円（経費込み） |
| ② 縮減後費用 | 4,800 千円（ 〃 ） |
| ③ 縮減額（率） | 3,000 千円（38%） |

電力費（15年間）

- | | |
|----------|----------------------|
| ① 従来費用 | 13,873 千円／15 年（経費込み） |
| ② 縮減後費用 | 9,460 千円／15 年（ 〃 ） |
| ③ 縮減額（率） | 4,413 千円／15 年（32%） |

機器費と15年間の電力費の合計

- ① 従来費用 21,673 千円（経費込み）
- ② 縮減後費用 14,260 千円（ 〃 ）
- ③ 縮減額（率） 7,413 千円（34%）

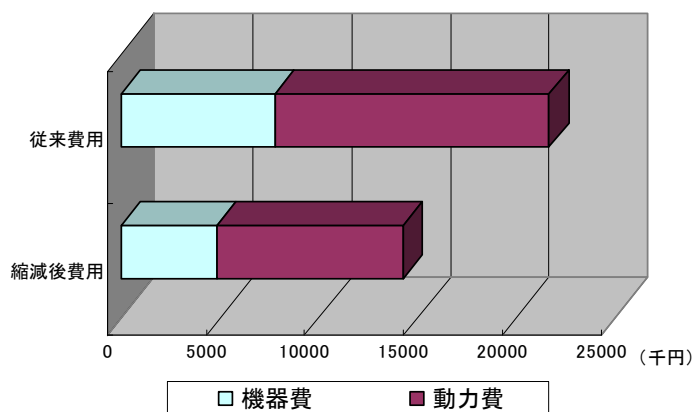


図 3-5-4 堅型汚水汚物ポンプ採用によるコスト縮

（3）工事内容

沈殿槽汚泥引抜設備として、通常用いられている無閉塞型汚泥ポンプの代わりに、安価な押込式の堅型汚水汚物ポンプを採用した。このポンプの参考外形図を図 3-5-5 に示す。また、堅型汚水汚物ポンプは設置に必要な面積が小さいため、地階に設置するポンプ室をコンパクトにすることが可能である。

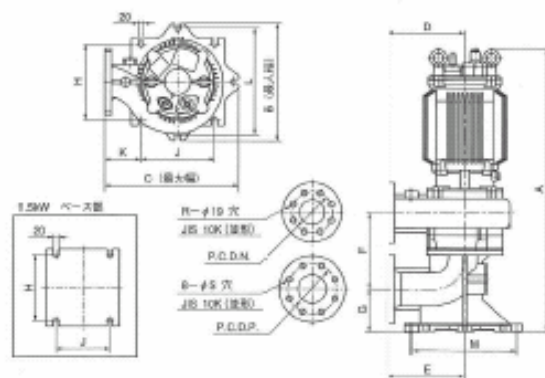


図 3-5-5 堅型汚水汚物ポンプの参考外形図

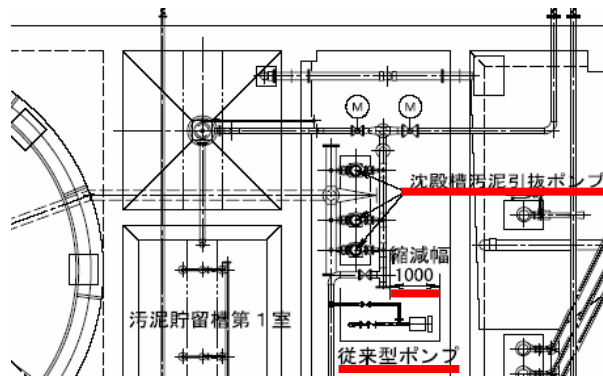


図 3-5-6 返送汚泥ポンプに縦型汚水汚物ポンプを採用した事例



写真 3-5-2 返送汚泥ポンプに縦型汚水汚物ポンプを採用した事例

5.2.2 適用条件

本技術の適用条件は、以下のとおりである。

- ・ 沈殿槽を掻き寄せ機構造である場合

【解説】

沈殿槽の構造には、掻き寄せ機構造以外にホッパー構造があり、以下の場合には掻き寄せ機構造としている。ホッパー構造の沈殿槽は主に小規模な施設に採用されるが、汚泥の引抜にはエアリフトポンプを採用することが原則となっている。参考までに、掻き寄せ機構造の沈殿槽とホッパー構造の沈殿槽の断面図を図 3-5-7 に示す。

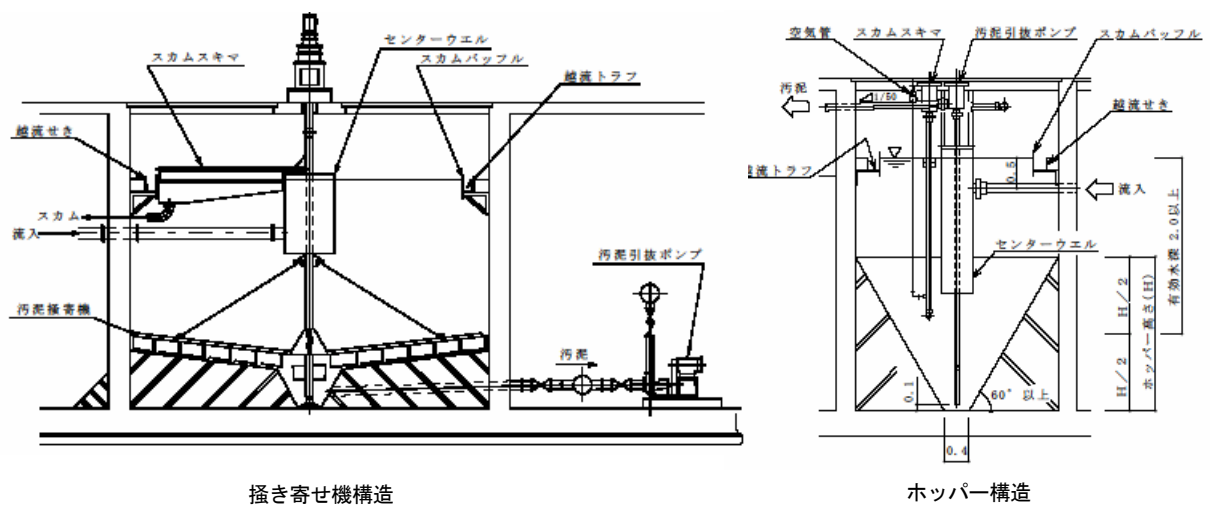


図 3-5-7 沈殿槽の構造

5.2.3 設計時における留意点

設計時における留意点は、以下のとおりである。

- ・ 引抜汚泥量（返送汚泥量）の計量ならびに調整ができる構造としなければならない。
- ・ 汚泥ブロックを壊さないために、4極構造のポンプを使用することが望ましい。
- ・ 水槽スラブ上に設置することはできない。

【解説】

設計時における留意点は以下のとおりである。

- (1) 引抜汚泥量（返送汚泥量）の計量ならびに調整ができる構造としなければならない。

陸上型の容積式のポンプの場合は、インバーター等で回転数を制御することで、引抜汚泥量の調整している。また、汚泥計量槽もしくは流量計により、汚泥引抜量を計測できるようにしている。堅型汚水汚物ポンプを用いる場合は、以下のいずれかの方法で引抜汚泥量を調整できるようにしなければならない。

① 汚泥計量槽の改良

汚泥計量槽の構造を、流量調整槽の後段に設置する汚水計量槽と同様にする。一部の汚泥を沈殿槽のセンターウェルに戻すオーバーフロー管と調整堰を設けることにより、引抜汚泥量を計測するだけでなく調整も可能な構造とする。またこの場合、汚泥計量槽から先の汚泥移送管は、自然流下配管となるため、閉塞時の清掃ができるように適宜掃除口を設置する必要がある。

② インバーター制御の導入

堅型汚水汚物ポンプにインバーターを設置する。引抜汚泥量は流量計の値を見ながら、回転数を変えることにより調整するが、容積式のポンプとは異なり、回転数と流量が綺麗に比例するとは限らないので、回転数と引抜汚泥量の関係を検量線化して特性をつかんでおくことが望ましい。また、低供用時における低回転数の運転では、揚程不足により引抜不可能となる可能性があるため、設定可能な回転数には下限がある。

なお、汚泥引抜ポンプからの吐出配管にバルブを設置して、その開度で流量を調整する方法は、弁体に汚泥が付着することにより、徐々に閉塞して流量が低下するため不可である。

- (2) 汚泥ブロックを壊さないために、4極構造のポンプを使用することが望ましい。

沈殿汚泥は、活性汚泥がブロック化して沈降したものであるため、堅型汚水汚物ポンプはブロックを破壊にくいタイプであることが望ましい。4極構造のモーターを使用したポンプは、2極構造のモーターを採用したものに比べて羽根車の回転数が小さく、活性汚泥のブロックが破壊されにくいとされている。

- (3) 水槽スラブ上に設置することはできない。

堅型汚水汚物ポンプには自吸性がないため、ポンプ本体並びに吸い込み配管は、沈殿槽の水面よりも低い箇所に設置する必要がある。したがって、水槽スラブ上に設置することは不可能である。

5.2.4 維持管理上の留意点

維持管理時における留意点は、以下のとおりである。

- ・ 日常管理時には必ず引抜汚泥量を確認し、必要に応じて配管の清掃等を行う。

【解説】

日常管理時には必ず引抜汚泥量を確認し、運転条件を変更していないのに、引抜汚泥量が変化していないかを確認する。

引抜汚泥量の計量ならびに調整のために、汚泥計量槽を使用している場合は、汚泥計量槽から先の移送管が自然流下による移送となるため、汚泥計量槽からの移送管への入り口、移送管の末端での送泥状況を目視で確認し、移送管が閉塞している可能性があれば、配管の清掃を行う。

引抜汚泥量の調整に、インバーターを採用した場合は、回転数と引抜汚泥量の関係が変わっていないかを適宜確認する必要がある。

5.2.5 Q & A

〔Q1〕 タイマーを設置することにより汚泥引抜ポンプを間欠運転できるようにし、運転時間によって引抜汚泥量を調整することは可能か。

〔A1〕 汚泥の返送は連続で行うことが原則である。

生物反応槽への流入は連続であるのに対して、返送汚泥が間欠流入となると、活性汚泥の安定処理に支障がでるおそれがある。また、返送汚泥の停止時間が長くなると、沈殿槽に汚泥が蓄積することにより汚泥界面が上昇し、さらに沈殿槽で脱窒反応が起こると、脱窒された窒素ガスによる汚泥の浮上、流出が起こり、処理水質を悪化させる要因となる。

〔Q2〕 縦型汚水汚物ポンプからの吐出配管にバルブを設置し、そのバルブの開度で汚泥の流量を調整することは可能か。

〔A2〕 バルブで汚泥の流量を調整すると、弁体に汚泥が付着することにより、徐々に閉塞して流量が落ちてくることが予想される。維持管理担当者が常駐している施設であれば、毎日流量を確認してバルブ開度を調整することも可能だと思われるが、農業集落排水施設では維持管理担当者が常駐することは想定しておらず、バルブ開度による流量調整は無理である。