

## 集落排水

# 農業集落排水処理施設の維持管理基礎講座 (第 11 回 JARUS 型嫌気性ろ床槽の逆洗と 浮遊生物法の維持管理 (その1))

(一社) 地域環境資源センター 集落排水部 上席研究員 Shibata 柴田 Hirohiko 浩彦

## 1 はじめに

前回までの2回でJARUS型生物膜法の接触ばっ気槽と嫌気性ろ床槽についてお話をしました。今回は前半で嫌気性ろ床槽の逆洗方法と留意点について、後半では農業集落排水処理施設で生物膜法に代わり主流となっているJARUS型における浮遊生物法(活性汚泥法)の特徴についてお話します。

## 2 嫌気性ろ床槽の逆洗

### (1) 逆洗の必要性

嫌気性ろ床槽はばっ気や攪拌を行わないため、槽内の水流は緩慢で沈殿槽のような静置状態であり、接触ばっ気槽よりろ材内の変化を把握することが難しい反応槽であると言えます。また、開口部が通常5ヶ所と少なく面積も小さいという構造上の制約もあり、槽内の状況を目視観察するには苦勞を伴います。

農業集落排水事業の創生期、生物膜法が普及した当初には、“嫌気性ろ床槽は、逆洗やそれに伴う汚泥引抜き等の汚泥管理を実施しなくても、処理性能を維持できる処理方式である。”という、誤った認識で運転管理を行っていた処理施設が散見していた時期がありました。おそらく、滞留時間(HRT)が接触ばっ気槽より数倍(JARUS-Ⅲ型の場合は2.7倍)長い嫌気性ろ床槽の構造上の特徴に加え、新規処理施設では供用開始直後に接続率が低い時期が続くと、流入汚水量が設計水量より大幅に少ない等の理由で懸濁物質や微生物の捕捉量が少なくなり、目視等で嫌気性ろ床槽を観察する限り一見汚泥管理(嫌気性ろ床槽第1室の堆積汚泥引抜きは実施)を行わなくても処理に問題がないように錯覚してしまうこと等が理由として考えられます。

しかし、負荷が低い状況でも嫌気性ろ床槽のろ材には汚泥が徐々にそして確実に蓄積されるため、汚泥管理を行わない施設では数年単位で槽内の嫌気状態が進行し、硫化水素が発生したり、目詰まりした汚泥の除去が困難な状況になる事例が発生しました。嫌気性ろ床槽の逆洗は保守点検毎に行う必要はありませんが、接触ばっ気槽同様必ず実施すべき重要な維持管理項目です。

### (2) 逆洗の時期

嫌気性ろ床槽が逆洗しなければならない状況であるかどうかを的確に判断するのは、限られた開口部から嫌気性ろ床槽を目視観察することになるため、予想以上に難しいものです。目視観察から得られる情報には限りはありますが、以下に目視観察のポイントと判断方法を示しますので参考にしてください。なお、槽内水のORP値は逆洗の必要性を判断する指標になるので、ORP計がある場合は保守点検時に測定し記録することを推奨します。

ORP値の目安は-250mVで、これ以下の場合には硫化水素が発生しやすい状況にあるため、逆洗を検討してください。

#### 1) スカム量

ろ材内の目詰まり発生状況の目安になります。スカム発生の頻度が多い場所の下にあるろ材が目詰まりしています。

スカムが水面全体に広がりスカム厚が数cm程度ある場合は、ろ材の目詰まりが進行している可能性があります。

#### 2) 気泡の有無

嫌気性ろ床槽で水面下から発生する気泡の正体は、大部分が硫化水素( $\text{H}_2\text{S}$ )です(二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )も発生する)。 $\text{H}_2\text{S}$ は、槽内の嫌気状態が進行すると発生量が多くなります。スカム量に拘わらず、気泡が絶え間なく槽全体か

ら発生する場合は、ろ材内が大量の汚泥で閉塞している可能性があります。

### 3) 槽内水の透視度

懸濁物質の捕捉能力が適切なときの透視度は、30cm 以上と良好な数値を示します。目詰まりの初期段階は、捕捉した汚泥が部分的に剥離するため透視度が悪化します。

一方、ろ材が微細な懸濁物質も捕捉すると、透視度はさらに良くなり 100cm 程度になることがあります。1) や 2) の症状が出ていないときは問題ありませんが、症状が出ているときに透視度が良く槽内水が何となく黒っぽく感じたり、脱離液に似た臭いがある場合は注意が必要です。ろ材内の目詰まりが、極端に進行している可能性があります。

1) から 3) の症状が観察されなくても、嫌気性ろ床槽は 1 回／年程度の頻度で逆洗操作とその後の可搬式汚泥引抜ポンプによる汚泥引抜き等の汚泥管理は必要と考えてください。

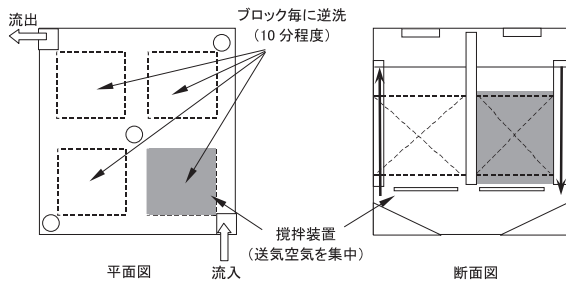


図-1 嫌気性ろ床槽の逆洗

### (3) 逆洗方法

嫌気性ろ床槽の逆洗で最も注意が必要なのは、確実なろ材の逆洗により目的を達成することです。逆洗の目的は目詰まりを解消することですが、その目的を達成するのは容易なことではありません。

接触ばっ気槽の逆洗は接触ろ材に付着し肥厚化した生物膜を剥離させることですが、嫌気性ろ床槽の逆洗はろ材内部に捕捉された汚泥を除去（排出）する作業になります。逆洗を毎年定期的に行い、長期間ろ材内に汚泥が捕捉された状態になっていない嫌気性ろ床槽の場合は別ですが、数年間逆洗を行っていない嫌気性ろ床槽の場合はろ材に

捕捉された汚泥を除去することは次の理由で困難な場合があります。

- ① 捕捉されてから時間が経過した汚泥は、圧密された状態になっていることがあり、短時間の逆洗では流動化せず容易にろ材から除去できない。
- ② ろ材から排出された汚泥の一部はそのまま底部に沈殿するが、大部分はばっ気（逆洗）によって槽内を浮遊する。除去されずろ材に捕捉されたままの汚泥が多くなると、ばっ気が停止し沈降しだした浮遊汚泥が通過するろ材に再捕捉される可能性が高くなる。

このような現象が認められると、逆洗による効果は低くなるため、嫌気性ろ床槽の目詰まりを解消するには短期間で数回の逆洗を繰り返す必要があります。

ろ材の目詰まりを効果的に解消することを意識した嫌気性ろ床槽の逆洗手順の例を以下に示します。

#### ① 流量調整ポンプの停止

逆洗を行うと、槽内にはろ材から排出された嫌気性汚泥が多量に発生します。前段の水槽からの流入水（移流水）があると発生した嫌気性汚泥が混入した槽内水が後段の水槽に移流することになります。特に後段の水槽が接触ばっ気槽の場合、接触ばっ気槽の酸化処理に多大な影響を与える恐れがあるので、嫌気性汚泥が流出しないよう細心の注意が必要です。

逆洗作業時に流量調整ポンプを停止できる場合はポンプを停止し、逆洗を行う水槽の水位を予め下げてください。流入水量が多い等の理由で流量調整槽ポンプを停止できないときは、図-2 に示すようなバイパスで後段に嫌気性汚泥を流出させない方法もあります。

#### ② 逆洗装置（ブロック）毎の逆洗

接触ばっ気槽と同様、逆洗は槽全体で行わず逆洗装置毎に行うことを基本とします。ばっ気風量はブロワに無理が掛からない範囲で可能な限り多くの風量を送風します。1 ブロックの逆洗時間は、10 分程度を目安に行います。各ブロックの逆洗

が終わったら最後に槽全体(4ブロックを同時に)を入念に逆洗します。

ORP計を用意できる場合は、ORPがプラス(+)になるまで逆洗してください。ORPの動きは、逆洗開始時は数値が下がり、しばらくすると数値が上がり出しますので、ORPの最小値を記録して下さい。目詰まり状態が進行している程数値が低くなる傾向があるので、逆洗前の嫌気性ろ床槽の目詰まり状況の記録になります。

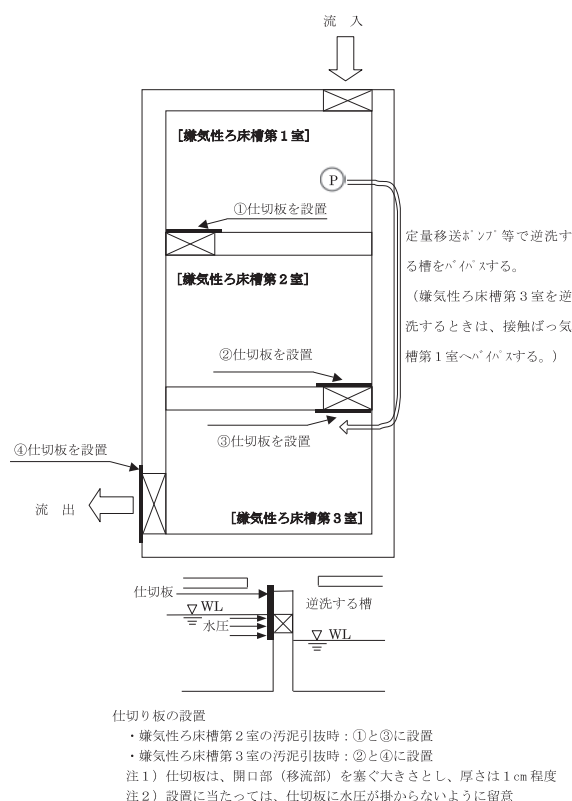


図-2 嫌気性ろ床槽第2室及び第3室のバイパス方法 (例)

### ③ 堆積汚泥の引抜き

逆洗終了後30分～1時間程度静置し、槽底部に堆積した汚泥を引き抜きます。嫌気性ろ床槽第1室は自動汚泥引抜きポンプで、第2室と第3室は可搬式汚泥引抜きポンプで汚泥引抜きガイド管から堆積した汚泥を可能な限り引き抜きます。

嫌気性ろ床槽の逆洗は、単に機械的に実施すれば良いものではありません。目的はろ材内に捕捉された汚泥を除去することで、槽内の目詰まりを解消し嫌気状態を緩和することです。逆洗後は、処理性能が安定化し硫化水素の発生量が低減することが期待できます。

引抜いた汚泥量が少ない場合は、以下の事項を疑って下さい。

- ・逆洗時のばっ気風量が少なかった。
- ・逆洗時間が短かった。
- ・ろ材に再捕捉された汚泥が多かった。

逆洗が不十分であったと判断した場合は、嫌気性ろ床槽の構造やろ材の性質を理解した上で、目的を達成するまで根気強く繰り返し入念に実施することを推奨します。

## 3 浮遊生物法について

### (1) 浮遊生物法の特徴

浮遊生物法の微生物は、固定された接触ろ材の表面に増殖する生物膜(生物膜法)ではなく、ばっ気や攪拌装置によって反応槽内を浮遊し自由に動き回るフロックという状態で存在しています。浮遊生物法はフロックという形態の微生物を用いることによって、生物膜法より多くの微生物を効率的に維持し機能させることができ、それによって高い処理能力を発揮する処理方式といえます。

図-3にばっ気槽と沈殿槽を組み合わせた浮遊生物法の概念図を示します。

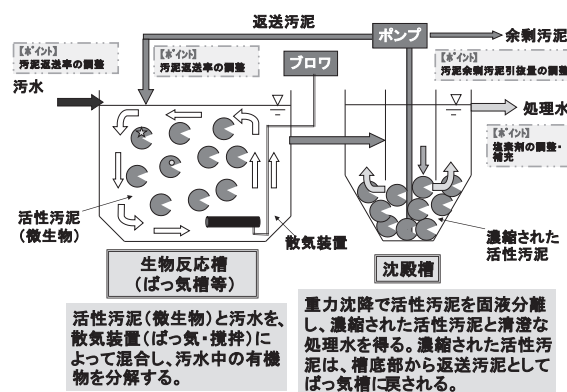


図-3 浮遊生物法の概念図

### (2) 負荷に対する生物膜法との違い

浮遊生物法は、生物膜法と比較し高負荷でも安定した処理性能を発揮する処理方式です。一方、流入負荷が低いと微生物と栄養のバランスを維持することが難しくなり、活性汚泥の固液分離性能が低下し、処理水に活性汚泥が混入する等で処理水質が悪化することがあります。

生物膜法では処理する汚水量を均等に保ち、一時的な高負荷運転になることを避ける運転管理が安定した処理性能を維持する上で重要といえますが、浮遊生物法の場合は常に低負荷運転をするより設計負荷（流入汚水量×流入BOD濃度）の範囲であれば一時的でも負荷が高い処理を行う時間帯を設けるほうが、活性汚泥の固液分離性能にとってはより好ましい運転条件であるといえます。常に設計負荷より極端に低い状態で処理を行っていると、本講座第4回の4.(5)で示したフロックの解体が進行し、固液分離性能が悪い活性汚泥となり処理が不安定になる可能性があります。

### (3) JARUS 型の特徴

表-1にJARUS型浮遊生物法の主な水槽と処理方式の関係を示します。

表-1 JARUS 型の浮遊生物法

| 主な水槽        | JARUS 型                                                           | 摘要             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|
| 回分槽         | XI型<br>XII、XII <sub>G</sub> 、XII <sub>H</sub> 型                   | BOD、SS<br>窒素除去 |
| ばっ気槽        | XIV、XIV <sub>G</sub> 、XIV <sub>H</sub> 、XIV <sub>R</sub> 型<br>XV型 | 窒素除去<br>窒素除去   |
| 脱窒槽、<br>硝化槽 | F <sub>M</sub> 型<br>膜分離活性汚泥方式                                     | 窒素除去<br>窒素除去   |
| OD 槽        | (JARUS仕様)<br>OD型<br>OD <sub>H</sub> 型                             | BOD、SS<br>窒素除去 |

浮遊生物法は生物膜法と比較し、運転管理の影

響が大きい処理方式といえます。特に、ばっ気工程の時間設定と汚泥管理（MLSS濃度、余剰汚泥引抜量）を適切に行うことが重要です。

JARUS型の浮遊生物法に共通する特徴と運転管理の留意点について、以下に示します。

- ① 長時間ばっ気方式(標準活性汚泥方式の一変法)
  - ・水理学的滞留時間(HRT)は、16～27時間
  - ・BOD-SS負荷は、0.06～0.15kg-BOD/(kg-SS・日)
  - ・MLSS濃度は、2,000～3,000mg/L
- ② 窒素除去は間欠ばっ気方式
 

ばっ気工程は、非ばっ気工程または攪拌工程より短い
- ③ 非ばっ気工程は無攪拌
 

反応槽内の攪拌は、ばっ気工程のみでも大丈夫
- ④ 活性汚泥の沈降性
 

SVI 250mL/gは、正常範囲
- ⑤ 汚泥発生量
 

汚泥転換率(BOD除去当たり)は、60%程度

## 4 おわりに

今回は、JARUS型浮遊生物法について、簡単ですが紹介しました。次回はJARUS型浮遊生物法の2大勢力である回分方式(JARUS-XI型とXII型)と連続流入間欠ばっ気方式(JARUS-XIV型シリーズ)の維持管理について、お話します。