

集落排水

農業集落排水処理施設の維持管理基礎講座 (第15回 維持管理適正化計画策定支援業務の現地調査 で明らかになった維持管理上の改善すべき問題点(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

今回は予定していた“活性汚泥併用法等の維持管理”を変更し、維持管理適正化計画策定支援業務の現地における施設調査（以下、「現地調査」という。）をとおして、明らかになった維持管理上の問題点に関して、第15回ではブロワについて、第16回では攪拌装置と腐食ガスについてお話しします。

2 維持管理適正化計画

農業集落排水施設の維持管理適正化計画（以下、「維持管理適正化計画」という。）は、「維持管理の効率化・適正化の推進を目的として、施設の再編・集約、施設規模・処理方式の適正化、省エネルギー技術やICTなどの新技術等の導入等の取組を検討し、地域のニーズを反映して取りまとめ、農業集落排水施設の持続的な経営の実現を図るもの」（農業集落排水施設 維持管理適正化計画作成の手引き（案）の“はじめに”より）として、令和3年度から農業農村整備の1メニューとして実施されている。

JARUSでは、維持管理適正化計画の実施当初から、道府県土地改良事業団体連合会等の依頼を受け現地調査を行い、処理施設や機器類の保全状態と処理状況の把握や水質データ分析等をはじめとする運転情報の収集を行い、維持管理診断（運転管理診断、水質分析、施設機能調査等）及び当初（新設時）、施設を設計・建設・供用して以来、変動した社会情勢（処理区の人口増減、都市化等）や各種地域開発計画等に即した適正な施設規模を把握するため、計画処理対象人口の再検討も行っている。

なお、令和7年度末時点で現地調査を行った処

理施設数は、31道府県 300施設以上となっている。

3 主ブロワの運転台数に起因する処理への影響

生活排水は、微生物を用いた生物学的処理が主な処理方法であり、微生物処理に必要な酸素を供給するブロワは、処理施設の処理能力に直結する必要不可欠な主要機器である。

JARUS型処理施設には、水槽内の攪拌や槽内水あるいは汚泥の移送を目的とするブロワと生物処理に関わる主ブロワがあり、設計時に必要な空気量を計算し適切な出力（kW）と台数のブロワが設置されており、ブロワの運転が適切であるかどうかは処理性能に多大な影響を及ぼす。

(1) 主ブロワの構成と運転台数

主ブロワ（以下、「ブロワ」という。）は、ばっ気槽や回分槽、接触ばっ気槽等の生物反応槽に空気を供給（ばっ気）する機器であり、JARUS型処理施設の一般的なブロワ構成は大きく3パターンに分類され、いずれのパターンも常用ブロワと予備ブロワの組合せになっている。

表-1にJARUS型処理施設におけるブロワの構成と台数を、写真-1に実処理施設のブロワの設置状況を示す。

表-1 ブロワの構成と台数

構 成	常用ブロワ	予備ブロワ	運転台数
2台	1台 (100%)	1台 (100%)	常用1台
3台	2台 (50%)	1台 (50%)	常用2台
4台	2台 (50%)	2台 (25%)	常用2台

注) () 内の % 数値は、設計風量に対する1台あたりの能力割合

表中の予備ブロワは、常用ブロワと互換関係にあるブロワで、常用ブロワと同能力の場合は1台（2台構成、3台構成）で、半分の能力の場合は2台で互換（4台構成）できるブロワが設置されている。常用と予備が同じ能力の場合は、常用と予備の区別なくローテーションを用いて運転しても問題ない。運転台数は、設計時に計算された必要な空気量を供給するために必要な運転台数である。

なお、オキシデーション・ディッチ（OD）方式は、水深が浅い生物反応槽（OD 槽）で処理するため、ブロワでなく攪拌装置によって水流を形成するとともに必要な空気量を供給する方式が一般的である。

（2）ブロワの運転方法

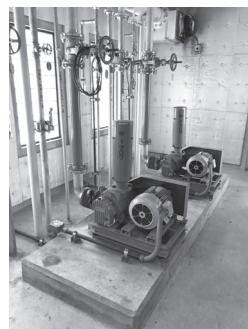
1）生物膜法

生物膜法の接触ばっ気槽用のブロワは、接触ばっ気槽の有効容量とばっ気強度（ $2\text{m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{時})$ ）から求めた設計空気量を供給できるブロワが設置されている。

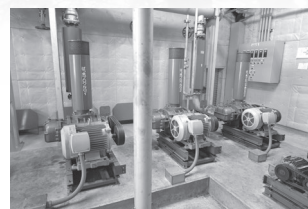
JARUS 型処理方式の接触ばっ気槽（JARUS-Ⅲ_g型等の活性汚泥併用法は除く。）には攪拌装置は設置されていないので、槽内の攪拌はブロワで供給される空気によって形成される旋回流の水流で行う。接触ばっ気槽の設計空気量は浮遊生物法とは違って流入負荷の考えがないので、ブロワの運転台数は流入負荷の大小（高負荷、低負荷）とは関係なく、設計空気量を供給できる台数（常に同じ台数）で運転するのが通常である。

2）浮遊生物法

浮遊生物法の生物反応槽用のブロワは、処理に必要な酸素量（酸素要求量）を計算し、ばっ気攪拌装置や散気装置の酸素供給能力から求めた設計空気量を供給できるブロワが設置されている。浮遊生物法は、流入負荷（流入 BOD 濃度×流入水量）に併せた空気量（ばっ気風量×ばっ気時間）の調整が維持管理上の重要な運転操作であり、安定した処理性能の確保に必要な操作である。



常用1台 + 予備1台の
2台構成



常用2台 + 予備1台の3台構成



常用2台 + 予備2台の4台構成

写真-1 ブロワの設置状況（例）

（3）間違ったブロワの運転

現地調査では処理施設や機器類の保全状態、機器類の運転条件、処理状況等、多くの事項について詳細な調査を行うが、その中でもブロワの状態と運転方法の把握は最重要調査項目の一つである。

正常でないと生物処理そのものが成り立たないブロワに関して、現地調査で明らかになった問題は、ブロワの不調や故障等の状態異常ではなく、本来常用ブロワを2台運転し処理する必要があるのに、1台運転で処理を行っていることである。表-1の運転台数から、常用ブロワ1台運転はブロワ構成2台の処理施設のみであり、他のブロワ構成は常用ブロワ2台運転となっている。

現地調査当初は、常用ブロワ2台運転より1台運転のほうが消費電力量が少なくなるので、維持管理費の削減を意図して行っているのだと単純に考えていた。しかし、通常運転が2台運転であることを現地調査で説明したときの保守点検業者の反応から、意外にもそもそも1台運転が通常運転であると勘違いしていることが多いと気付いた。

JARUS 型処理施設では、原水ポンプ槽や流量調整槽、放流ポンプ槽のポンプは2台構成となっており、通常運転は1台運転となる。同様に主ブロワも1台運転が通常運転であり正しい運転だと、間違っていることを認識せずにいる保守点検業者が予想以上に多かったのである。

この点は、設計者である JARUS としても大いに反省すべきところであり、もっとブロワの運転

方法に関する正しい情報を発信する必要があると痛感している。

(4) 生物膜法における処理への影響

ブロワの運転台数を減らした運転の処理機能への悪影響は、浮遊生物法より生物膜法の接触ばっ気槽のほうが大きい。接触ばっ気槽では、接触ろ材の生物膜に十分な栄養と酸素を供給できる水流を維持できる旋回流が必要であり、良好な旋回流を形成するにはばっ気強度が $1 \sim 2 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{時})$ の空気量（JARUS-S型は $2 \sim 3 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{時})$ ）を供給することが必要となる。ばっ気強度が $1 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{時})$ 以下と少ない空気量では、接触ろ材内部の水流が滞り生物膜の肥厚程度に偏りが生じ部分的な閉塞が生じ易くなるといわれている。この状態を放置すると、閉塞部分が徐々に大きくなり旋回流の水流が弱い部分では剥離汚泥が槽底部に堆積する等、接触ろ材や接触ばっ気槽底部に嫌気状態の水域（以下、「嫌気ゾーン」という。）ができてあがる。嫌気ゾーンを内包する接触ばっ気槽は、槽容量が小さくなったのと同じ状態なので、処理機能が低下し酸化処理能力に大きな影響を及ぼす。このように、接触ばっ気槽でブロワの運転台数を減らすことは、接触ろ材内の水流形成に大きな影響を与え、生物膜による酸化処理に多大な影響をもたらすことになる。

接触ばっ気槽の溶存酸素濃度（以下、「DO」という。）は処理の結果であり、DOが高いからといってばっ気風量を制限する等でばっ気強度を調整する必要はない。ばっ気強度が $1 \sim 2 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{時})$ と良好な旋回流で水流が維持されている接触ばっ気槽では、酸化処理に必要な酸素量は十分に供給されているので、DOが高くなっても不思議ではない。むしろ、ばっ気強度が適切なのにDOが上昇しないときに、その原因（生物膜の肥厚化、嫌気性ろ床槽の影響等）を調査検討し、適切に対処することが求められる。

なお、ばっ気強度が適正で嫌気ゾーンがない接触ばっ気槽は、ばっ気風量が多少変動しても水質への影響は小さく安定している。一方、嫌気ゾーンが形成されている接触ばっ気槽では、閉塞した接触ろ材の汚泥が剥離したり槽底部の堆積汚泥が

巻き上がる等で水質に大きな影響を及ぼすため、ばっ気風量のわずかな変化に連動し透視度やSS等が変化する現象が認められる。水質の悪化を避けるため、ばっ気風量を少なくし頻繁にばっ気風量を微調整しないと水質を維持できない接触ばっ気槽は、本来の接触ばっ気槽とは違う処理環境になっている可能性が高い。

(5) 浮遊生物法における処理への影響

浮遊生物法は、流入負荷に併せて供給する空気量を調整する運転方法が一般的である。連続ばっ気方式の場合はインバータや空気逃がし弁で空気量を調整したり、流入負荷が設計の50%以下ならブロワの運転台数を1/2にする運転方法が選択肢の1つになるが、間欠ばっ気方式が多いJARUS型ではブロワの運転時間を短くすることで供給する空気量を調整する方法が一般的である。表-2に間欠ばっ気方式と連続ばっ気方式における空気量調整方法に対する基本的な考えを示す。

表-2 浮遊生物法の空気量調整方法（ブロワ3台構成の例）

設計負荷比	ブロワ台数	運転方法
間欠ばっ気方式		
～50%	2台	・ サイクル時間の変更 (60分→90分→120分) ・ ブロワ運転時間の調整 (標準運転より短時間)
50%～100%	2台	・ ブロワ運転時間の調整 (標準運転より短時間)
100%	2台	・ 標準運転
100%～	2台	・ ブロワ運転時間の調整 (標準運転より長時間)
連続ばっ気方式		
～50%	1台	・ 風量調整 (インバータ、空気逃がし弁)
50%～100%	2台	・ 風量調整 (インバータ、空気逃がし弁)
100%	2台	・ 標準運転
100%～	2台	・ 標準運転 (BOD除去優先)

注) サイクル時間：ばっ気・攪拌工程と攪拌工程の合計時間
(1サイクル、各工程1回)

間欠ばっ気方式ではインバータでブロワの回転数を下げたり運転台数を減らして空気量を調整するより、ブロワの運転時間を極力短くし脱窒反応

を優先する運転方法のほうが、処理性能の安定化と処理水質の向上に効果的である。

具体的には、常用ブロワ2台運転で生物反応槽のDOが必要以上に高く（1.0～2.0mg/L以上）ならないようにブロワ運転時間を調整し、ばっ気・攪拌工程（ばっ気工程）を短くする。運転時間の調整だけでDOのコントロールが不十分なときは、インバータでブロワの回転数を若干下げたり空気逃がし弁で微調整を行い、DOのコントロールを行う。

なお、微細気泡散気装置で空気を供給する場合も表-2と同じ考えで運転するのが基本であるが、槽内の旋回流による攪拌状況を観察し良好な水流を維持できるように空気弁を調整する。浮遊

生物法の生物反応槽には、生物膜法のような接触ろ材という障害物はないため、旋回流が弱くなることによる悪影響は小さいといえるが、槽底部に活性汚泥が堆積するリスクはある。定期的に空気量を多くする等、旋回流による水流を強くし槽内攪拌の状態を確認する等の工夫も必要である。

4 おわりに

今回は、維持管理適正化計画の現地調査で、明らかになったブロワに関する維持管理上の問題点を示しました。次回は、処理水質や施設の劣化に多大な影響を及ぼす攪拌装置の故障や腐食ガスの生成・発生に関する問題点をお話しします。