

4. ばっ気攪拌装置の簡素化による縮減

4.1 概要

浮遊生物法における生物反応槽のばっ気と攪拌を、一体型装置で行う代わりに、微細気泡散気装置と水中ミキサー（機械式攪拌機）を併用して行うものである。

【解説】

浮遊生物法における生物反応槽には、槽内の微生物に酸素を供給するとともに、流入汚水と活性汚泥を十分に接触させるために、ばっ気及び攪拌を行うための装置が必要である。ばっ気及び攪拌を行うための装置には、以下の2つの方式がある。各装置の外形を図3-4-1に示す。

A型：一体型装置を用いて、ばっ気と攪拌を行う方式列举

B型：微細気泡散気装置と水中ミキサーを併用して、ばっ気と攪拌を行う方式

従来は、A型：一体型装置（以下「ばっ気攪拌装置」という。）を採用する地区がほとんどであったが、ばっ気攪拌装置は所要動力が大きく維持管理費（電力使用料）が高額であること、かつ補修費が高額であることが課題とされている。また、ばっ気攪拌装置の予備機がない場合は、ばっ気攪拌装置のオーバーホール期間中の運転方法についても検討しなければならない。

本技術（B型）は、ばっ気攪拌装置の代わりに、酸素溶解効率の高い微細気泡散気装置（以下「散気装置」という。）と水中ミキサーを併用したものを採用することにより、ばっ気ブロウの動力を縮小させ、維持管理費（電力使用料）を縮減させる。また、ばっ気攪拌装置と比較して、散気装置と水中ミキサーの補修費が安価であることから、補修費も縮減させることが可能となる。

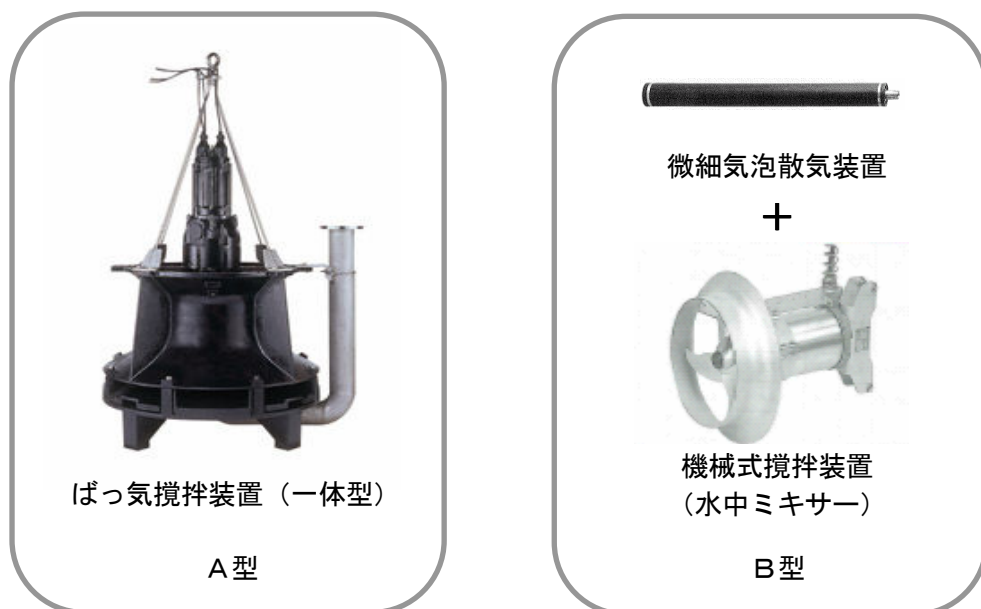


図3-4-1 生物反応槽のばっ気と攪拌を行う装置類

生物反応槽のばっ気と攪拌に、B型：散気装置と水中ミキサーの組み合わせを採用した例として、以下の事例を紹介する。

(1) 事業地区の概要

- ① 場所 茨城県 I 町
- ② 計画人口 1,750 人
- ③ 処理方式 回分式活性汚泥方式
- ④ 従来費用 45,370 千円
- ⑤ 縮減後費用 29,373 千円
- ⑥ 縮減率 35.2%

(2) コスト縮減概要

生物反応槽のばっ気と攪拌を行う装置として、A型：ばっ気攪拌装置を採用した場合、B型：散気装置と水中ミキサーの組み合わせを採用した場合について、工事費、補修費及び電力費を試算し、15年間に要するトータルコスト（＝工事費＋補修費＋電力費）を比較した。比較結果を図 3-4-2 に示す。また、それぞれの配置例を図 3-4-3 に示す。

コスト比較の結果、工事費は約 230 万円増となったが、補修費は 15 年間で約 1,150 万円減、電力費は 15 年間で約 680 万円減と、15 年間のトータルコストで約 1,600 万円が低減される試算結果となった。

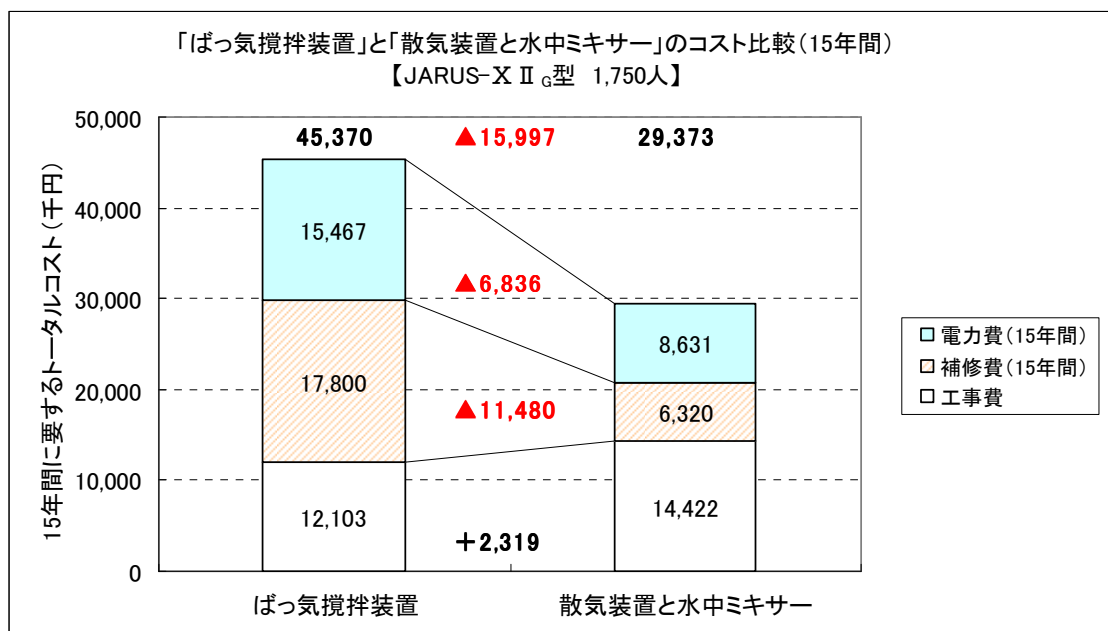
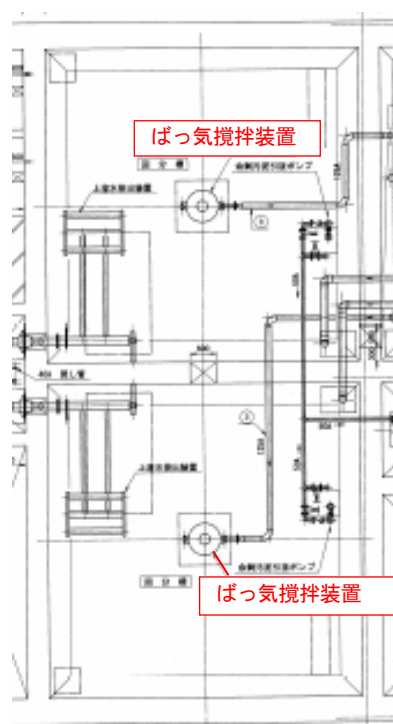
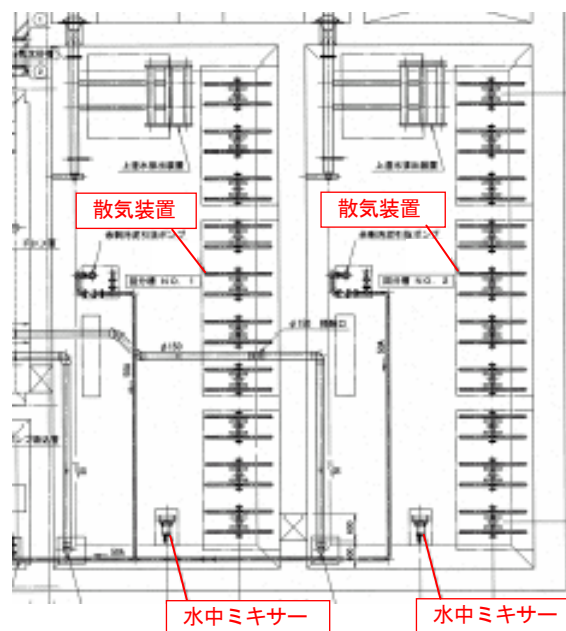


図 3-4-2 「ばっ気攪拌装置」と「散気装置と水中ミキサー」のコスト比較（15 年間）



一体型のばっ気攪拌装置を採用した例

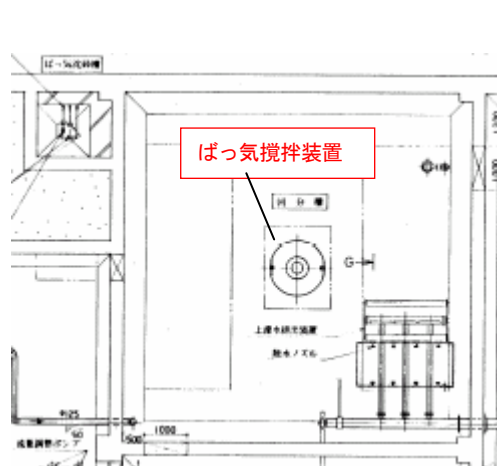


散気装置と水中ミキサーを採用した例

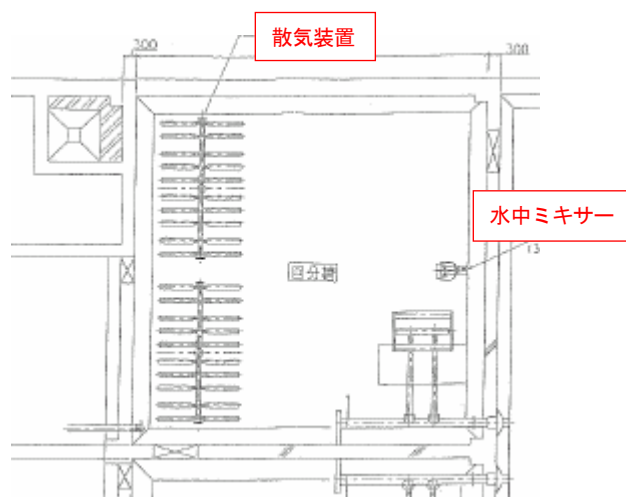
図 3-4-3 回分槽における「ばっ気攪拌装置」と「散気装置と水中ミキサー」の配置例

また、JARUS は茨城県の M 村において、既存の回分槽のばっ気攪拌装置を撤去し、替わりに散気装置と水中ミキサーを設置するような改造を行った上で実証試験を行い、改造後においても改造前と比較して遜色ない良好な水質が得られることを確認している。

改築の場合などの参考となるので、実証試験で改造を行った回分槽の配置例を図 3-4-4 に示す。



改造前（ばっ気攪拌装置）



改造後（散気装置と水中ミキサー）

図 3-4-4 「ばっ気攪拌装置」から「散気装置と水中ミキサー」への改造例

4.2 適用条件

主な適用条件は以下のとおりである。

- ・ 回分式活性汚泥方式の回分槽
- ・ 連続流入間欠ばっ気方式のばっ気槽

【解説】

回分式活性汚泥方式の回分槽と、連続流入間欠ばっ気方式のばっ気槽のばっ気及び攪拌装置に適用することが可能である。

ただし、国土交通大臣の認定上の制約があるので留意する必要がある。ちなみに JARUS 型施設の場合は、それぞれ以下の型式が該当する。

- ・ 回分式活性汚泥方式
- ・ 連続流入間欠ばっ気方式

4.3 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。

- ・ 生物反応槽の平面形状
- ・ 散気装置の配置
- ・ 散気装置の選定
- ・ 酸素溶解効率の決定

【解説】

生物反応槽のばっ気及び攪拌に散気装置と水中ミキサーを用いる場合の、設計時における留意事項は以下のとおりであるが、新築と改築の場合では異なる。(1)～(4)は、新築及び改築に共通の留意事項、(5)は改築特有の留意事項である。ただし(1)については改築の場合には機能上支障のない範囲で例外もありうる。

(1) 生物反応槽の平面形状

生物反応槽の平面形状は、回分式活性汚泥方式と連続流入間欠ばっ気方式とでは、設計指針に記載されている条件が異なるので注意が必要である。

回分式活性汚泥方式の場合

均等な槽内汚水の攪拌とばっ気を図る観点から、原則として正方形又は、できるだけ正方形に近い矩形とする。

連続流入間欠ばっ気方式の場合

ばっ気攪拌装置を用いた場合は、ばっ気槽の平面形状をできるだけ正方形に近い形状とし、長辺と短辺の寸法比率を 1.5 倍以内としなければならない。一方、散気装置と機械攪拌装置を併用する場合においては、ばっ気槽の横幅を 3.0～5.0m の範囲とするとともに、槽の有効水深と横幅の寸法比を 1.0～1.5 倍程度となるようにしなければならない。

処理方式の切替改築の場合には、既存の施設の水槽を流用する事も可能である。切替改築において、既存の水槽を流用することで上記の条件を逸脱する場合は、処理性能に支障がない範囲であることを確認する必要がある。

(2) 散気装置の配置

散気装置は、生物反応槽内に良好な旋回流を生じさせる必要があるので、原則として槽底部より 60cm 程度高い位置に配置し、散気装置同士の設置間隔については 60cm 以下を標準とする。

また、メンテナンス時等の引き上げを考慮して、上部に障害物がないようにするとともに、吊り金具の設置や、散気管の途中にフランジ等を設けて分解できるようにしておくなど、散気装置の引き揚げ作業を容易に行えるように配慮する必要がある。

また、1 本の散気管に多数の散気装置をつけると、メンテナンスを行う際に水槽から引き揚げる作業が難しくなるので、散気管 1 本あたりの散気装置を 2～4 本にグループ分けして配置することが望ましい。グループ分けすることにより、1 つのグループをメンテナンスしている

間は、他のグループで運転を継続することも可能となる。

(3) 散気装置の選定

散気装置は、間欠ばっ気運転を行っても閉塞が生じにくいものを選定する必要がある。

(4) 散気装置の酸素溶解効率の決定

散気装置の酸素溶解効率は、散気水深が大きいほど、散気装置 1 基あたりの送気量が少ないほど高くなる。全体の送気量が同じであれば散気装置の数が増えると、散気装置 1 基あたりの送気量が減少するため溶解効率は高くなる。

散気装置の溶解効率、散気水深、送気量の関係を示したものを、酸素溶解効率曲線と呼び、メーカーのカタログ等に提示されている。サンプルを図 3-4-5 に示す。酸素溶解効率曲線から、散気装置の数と溶解効率を決定する。なお、散気水深とは散気装置の設置されている箇所の水深のことで、水槽の有効水深のことではないので注意が必要である。

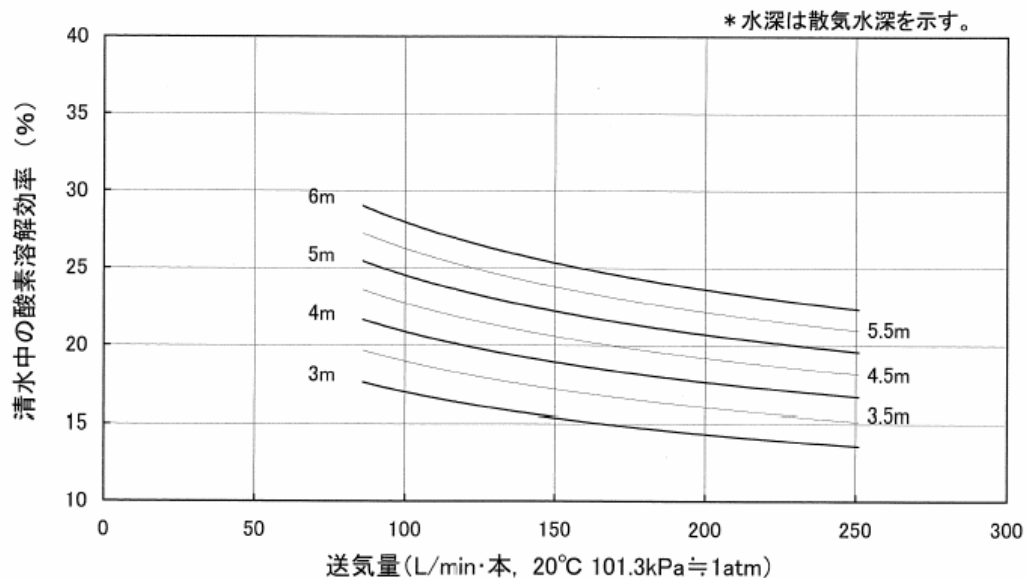


図 3-4-5 酸素溶解効率曲線のサンプル

(5) 水槽上部のスラブ開口

ばっ気攪拌装置、散気装置、水中ミキサーには、それぞれメンテナンス時等に水槽から引き上げるための開口が必要であるが、当然設置場所によって開口の位置も異なってくる。

したがって改築の場合などに、ばっ気攪拌装置から散気装置と水中ミキサーを組み合わせたものへ変更する場合には、適切な位置に開口がない可能性もある。その場合は、新たに開口を設置する必要がある。

4.4 施工時における留意点

施工時における留意点は以下のとおりである。

- ・ 散気装置の据付精度

【解説】

全ての散気装置から均等に散気させるためには、散気装置の据付精度が重要である。据付精度が悪いと、散気水深の浅い散気装置からの散気量が多くなるため、槽内のばっ気・攪拌が不均一となり、処理性能に悪影響を及ぼす懸念がある。

散気装置の据付精度は、散気管の据付精度によるところが大きく、精度が悪い場合は少し極端に書くと図 3-4-6 のようなイメージとなる。

特に左に記載したように、散気装置根元のエルボの向きが揃っていない場合は、散気管を固定してレベル調整を行う必要があるため、施設の供用開始以降は調整が難しい。そのため施工時にしっかり調整しておくことが重要である。

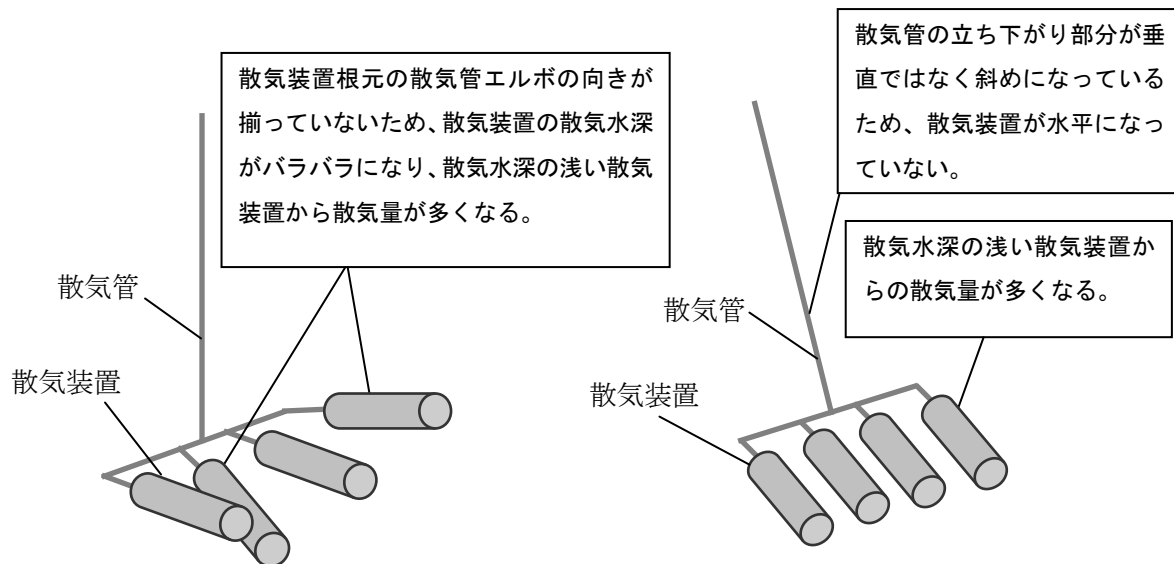


図 3-4-6 散気装置据え付け時の留意事項

4.5 維持管理における留意点

維持管理時における留意点は以下のとおりである。

- ・ 散気装置のメンテナンス時には、水槽から引き揚げて点検する必要がある。
- ・ 散気装置は過大な空気量で使用しないようにする。
- ・ 流入水中の砂を極力除去する必要がある。
- ・ 水中ミキサーは定期的に潤滑油の交換が必要である。

【解説】

維持管理時における留意点は以下の通りである。

- (1) 散気装置の閉塞時やメンテナンス時には、水槽から引き揚げて点検する必要がある。

散気装置は、目詰まりした場合の清掃、メンブレンゴムの交換などのために、定期的に水槽から引き揚げる必要がある。

巡回点検において、水槽上部から目視で、各散気装置から均等に散気されているのかを確認する。均等に散気されていないと、槽内に良好な旋回流を起こすことができず、処理性能にも支障をきたすおそれがある。目視で散気強度が弱い箇所が判別できるようであれば、一旦運転を停止して、散気管のバルブの開閉により、部分的に風量を増やして再度運転してみることが考えられる。それでも解決されない場合は、散気強度の弱い部分の散気装置が目詰まりしている可能性があるので、散気装置を引き揚げて清掃、もしくは交換を行う必要がある。

- (2) 散気装置を過大な空気量で使用しないようにする。

散気装置にはメンブレンゴムが使用されているものが多いが、メンブレンゴムの寿命は、散気装置1基あたりの散気風量が多いほど短くなる。そのため、処理水質や生物反応槽のDOを管理指標として適切な空気量でのばっ気を行い、過大な空気量でのばっ気は極力避けるようにする。

- (3) 流入水中の砂を極力除去する必要がある。

メンブレンゴムの摩耗劣化を防ぐためには、流入水中の砂の混入を極力避ける必要がある。そのため、前処理設備のばっ気沈砂槽、排砂槽等の適切な管理が必要である。

- (4) 水中ミキサーは定期的に潤滑油の交換が必要である。

水中ミキサーは半年から1年ごとに潤滑油の交換が必要である。これを怠ると、突然故障して運転に支障をきたすことがあるので注意する必要がある。

4.6 Q & A

〔Q1〕既存の生物反応槽（回分槽もしくはばっ気槽）のばっ気攪拌装置を、散気装置と水中ミキサーを組み合わせたものに変更することは可能か。

〔A1〕可能である。

茨城県 M 村における回分式活性汚泥方式による実験においては、既存の回分槽のばっ気攪拌装置の代わりに散気装置と水中ミキサーを設置して運転を行っており、ばっ気攪拌装置と同等の良好な処理水質が得られている。

連続流入間欠ばっ気方式では、散気装置と攪拌機を組み合わせた方式を採用した場合のばっ気槽の形状について、『槽の横幅を 3.0～5.0m の範囲とするとともに、槽の有効水深と横幅の寸法比を 1.0～1.5 倍程度となるようにしなければならない。』との記載が設計指針にある。ただし、切替改築において、既存の水槽を流用することで上記の条件を逸脱する場合は、処理性能に支障がない範囲であることを確認する必要がある。

〔Q2〕散気装置の設置場所及び並べ方には決まり事はあるのか。

〔A2〕槽内に良好な旋回流を確保する必要がある。そのため全面ばっ気ではなく、片側ばっ気となるような配置とする必要がある。散気装置の場所自体は流入側、反対側どちらでもよい。その他については設計指針に記載のあるとおり、槽底部より 60cm 程度高い位置に設置することと、散気装置同士の間隔を 60cm 以下とすること以外には、特に規定はない。

〔Q3〕採用する散気装置は、（財）日本建築センターの単位装置の技術評価を取得した機種でなければならないのか。

〔A3〕設計上必要な酸素溶解効率が確保されていれば、特に規定はない。ただしメーカーカタログで示されている酸素溶解効率は、最適な条件下で得られたデータであることが多いので注意する必要がある。