

# 微細気泡式散気装置の圧力特性に関する考察

(財) 愛知水と緑の公社      ○鈴木 茂  
城山 真規  
丸山 司

## 1.はじめに

下水処理場において、反応槽の最適な運転管理は最も重要な課題である。それを実現していくためには、散気装置の特性を十分理解することがまず第一歩である。特に、近年導入が進んでいる高効率の散気装置においては、高い酸素移動効率の反面、相対的に圧力損失が高いため、その圧力特性の把握が必要である。

昨年、微細気泡式散気装置の圧力測定を行い、単位面積あたりの通気量に比例して圧力が上昇すること、設置年数の違いにより圧力に差が発生する可能性があることについて報告したところである。今回の報告では、微細気泡式散気装置の圧力測定を年間を通じて行った調査結果と、今後の運転管理に向けての考察を行うものである。

## 2.矢作川浄化センターの散気装置の稼動状況と圧力測定状況

### (1)矢作川浄化センターの水処理施設の概要

矢作川浄化センターの水処理施設の概要を表-1に示す。散気装置は、第1区画(1～4系まで)は水中攪拌機、第2区画(5,6系)は微細気泡式散気装置が採用されている。第1区画と第2区画は系統が分離されているため、ブロワも別系統になっており、吐出圧力設定も異なる。

表-1 矢作川浄化センターの水処理施設の概要

| 区画   | 系列   | 処理方式         | 処理能力<br>( $\text{m}^3/\text{日}$ ) | 池数  | 散気装置      | 微細気泡式散気装置の設計諸元           |                                               | 備考       |
|------|------|--------------|-----------------------------------|-----|-----------|--------------------------|-----------------------------------------------|----------|
|      |      |              |                                   |     |           | 設置面積<br>( $\text{m}^2$ ) | 通気量<br>( $\text{Nm}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ ) |          |
| 第1区画 | 1～4系 | 2段ステップ式硝化脱窒法 | 160,000                           | 16池 | 水中攪拌機     | -                        | -                                             | -        |
| 第2区画 | 5系   | 3段ステップ式硝化脱窒法 | 40,000                            | 2池  | 微細気泡式散気装置 | 170.5                    | 29                                            | 平成18年度供用 |
|      | 6系   |              | 40,000                            | 2池  |           | 170.5                    | 29                                            | 平成21年度供用 |
| 合計   | -    | -            | 240,000                           | -   | -         | -                        | -                                             | -        |

### (2)調査方法

微細気泡式散気装置が設置されている第2区画について、平成22年6月から3月にかけて圧力特性の変化を調査した。

調査対象池を6系とし、風量を25、35、45 $\text{Nm}^3/\text{min}$ ・池にそれぞれ固定して、風量が安定したところで圧力を測定した。また吸い込み空気温度、湿度についても同時に測定することとした。調査実施時には、ブロワの前室の気温と相対湿度の測定を行いあわせて記録した。調査期間中は、微細気方式散気装置表面を同じ状態に維持するよう、毎日自動制御により実行されるブロウダウン操作以外の行為は実施しないようにした。

### (3)調査結果

調査結果を表-2 および図-1 に示すように、調査時期により同じ風量であっても数 kPa 程度の圧力特性の変動がみられた。これまでの調査から、単位面積あたりの通気に比例して圧力が高くなることが確認されていたが、それだけでなく、季節的要因によっても圧力特性に変動が生じることが確認された。

表-2 6系の微細気泡式散気装置の圧力測定結果

| 日時     | 天候 | 気温<br>(°C) | 反応槽<br>水温<br>(°C) | 相対<br>湿度<br>(%) | 圧力測定結果<br>(kPa)         |                         |                         |
|--------|----|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|        |    |            |                   |                 | 風量25m <sup>3</sup> /分・池 | 風量35m <sup>3</sup> /分・池 | 風量45m <sup>3</sup> /分・池 |
| 6月24日  | 晴  | 25         | 25.5              | 52              | 60.9                    | 62.3                    | 63.8                    |
| 7月2日   | 曇  | 28.3       | 26.6              | 80              | 63.1                    | 64.5                    | 65.8                    |
| 7月15日  | 曇  | 26.2       | 26.5              | 82              | 64                      | 65.5                    | 66.7                    |
| 7月27日  | 晴  | 30.8       | 28.4              | 69              | 64.7                    | 65.8                    | 66.9                    |
| 8月17日  | 晴  | 31.8       | 28.9              | 59              | 64.9                    | 66.2                    | 67                      |
| 9月9日   | 晴  | 30.1       | 29.8              | 55              | 61.7                    | 63.4                    | 64.6                    |
| 9月16日  | 雨  | 25.5       | 29.1              | 79              | 62.5                    | 64                      | 65                      |
| 10月12日 | 晴  | 25.1       | 26.7              | 69              | 62.6                    | 64                      | 65.3                    |
| 10月29日 | 曇  | 17.3       | 23.4              | 72              | 61.8                    | 63.2                    | 64.7                    |
| 12月10日 | 晴  | 11.4       | 21.9              | 47              | 61                      | 62.6                    | 64.2                    |
| 3月16日  | 晴  | 9.9        | 19.7              | 40              | 60                      | 60.6                    | 63                      |

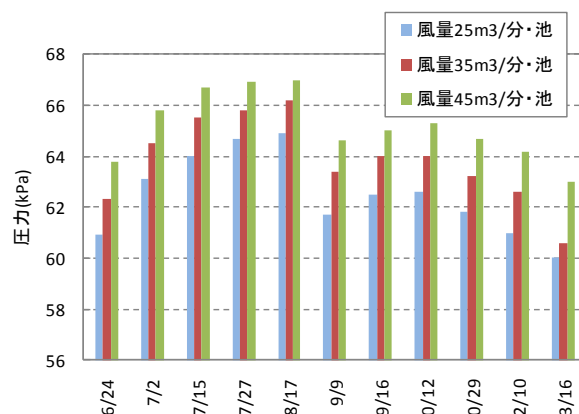


図-1 6系の微細気泡式散気装置の圧力測定結果

### (3)調査結果の考察

季節的要因で圧力特性が変動した要因について考察する。季節的要因としては、気温及び湿度が影響していると考えられる。そこで今回は湿度に着目し、特に圧力抵抗になりうる水蒸気による影響について考察を行った。

図-2 は、各測定日のブロウ前室で測定した相対湿度と圧力の測定結果の関係を示したものである。相対湿度で見た場合、気温により相対湿度の値が影響を受けるため、傾向として比例関係は見られるものの、ばらつきは大きい。

そのため、気温の影響を除外するため、ブロウ前室で測定した相対湿度と圧力の測定結果から、1m<sup>3</sup>あたりの水蒸気量を試算し、その数値と圧力損失との関係を示したものが図-3 である。水蒸気量が増えるに従い、圧力が高くなる傾向が確認され、図-2 と比較しても、ばらつきがかなり小さくなることが確認できる。

次に散気装置内から反応槽内に散気される直前の空気がどのような状態にあり、それが圧力に影響を及ぼしているかを考察する。

散気装置から散気される直前の空気温度＝反応槽水温と仮定し、その時点での気圧を 1.6 気圧として算出した相対湿度と圧力損失との相関を示したものが図-4 である。この図から、相対湿度が 100%を超えたところで凝縮することで通気抵抗として作用している可能性が考えられるが、データ数も少ないことから、原因の確定には引き続き調査が必要である。

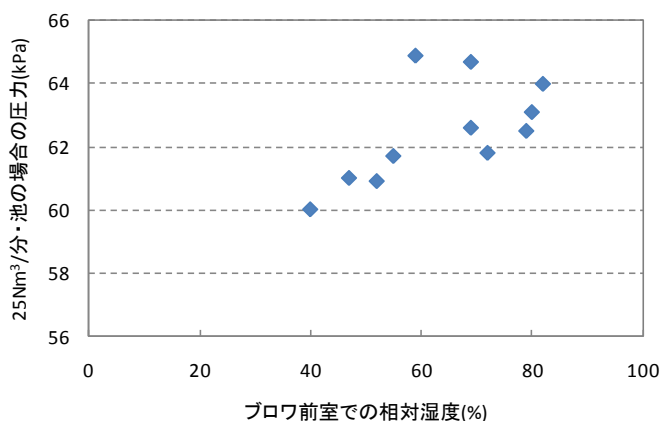


図-2 ブロウ前室での相対湿度と圧力

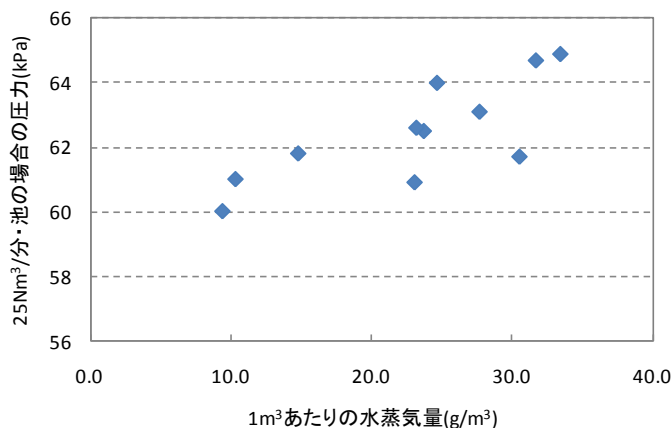


図-3 空気1m<sup>3</sup>あたりの水蒸気量と圧力

### 3.今後の建設・管理に向けた考察

今回の測定結果により、微細気泡式散気装置は、同じ風量であっても季節的要因により数 kPa 程度、圧力特性が変動することが確認された。

反応槽の運転管理においては、系列間の風量バランスをいかに調整するかが重要なポイントの1つである。そのため、微細気泡式散気装置が導入された系列の運転管理においては、散気装置にある程度共通した特徴である単位面積あたりの通気量に比例して圧力特性が変動することだけでなく季節的要因によっても影響を受ける可能性があることを考慮する必要がある。

今回確認された季節的要因の風量バランス調整への影響度合いについては、ブロウの系統内で設置された散気装置が統一されているかどうかによりポイントが変わる。

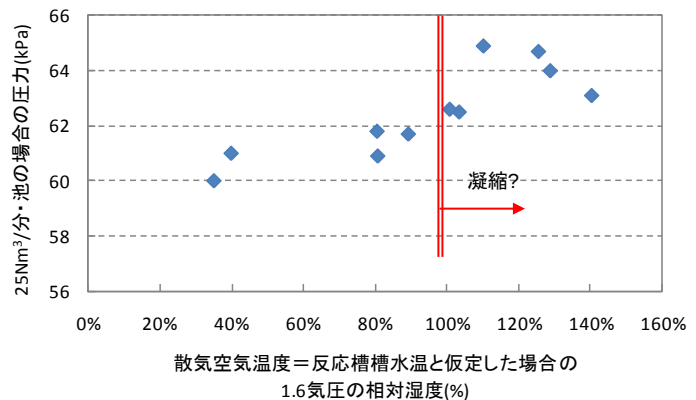


図-4 散気直前の空気の相対湿度と圧力

#### (1)ブロウの同系統内が同じ散気装置のみの場合

ブロウ同系統内が同じ種類の散気装置でなおかつ面積も統一されていれば、検討内の散気装置すべてが季節により同じ挙動で圧力特性の変動を起こすため、系統内のバランス調整には影響を及ぼさない。そのため、季節的要因により圧力が上昇した場合にブロウの余力が確保されていれば、特に影響を及ぼすようなものではないと考えられる。

しかし、散気装置の設置面積が違った場合には、散気装置の単位面積あたりの通気量が異なっているため、季節的要因の影響度合いも異なり、バランス調整に影響を及ぼす可能性があるため注意が必要である。

#### (2)ブロウの同系統内に圧力特性の異なる散気装置が混在する場合

ブロウ同系統内で圧力特性の異なる散気装置が混在している場合、当初想定される散気装置間の相対的な圧力差に対して、季節的要因による圧力特性の変動が上乘せされる。そのため、バランス調整の度合いが季節によって変化することを想定した上で、反応槽を管理する必要がある。特に水中攪拌機のように圧力損失が非常に小さな散気装置の場合、季節変動の影響もほとんど受けないものと想定される。そのため、当初の設計においては、散気装置の圧力差を考慮されて散気装置の設置がなされているが、それ以上の圧力差が発生する可能性があるため、その追加分を吸収できるかどうか確認が必要になると思われる。

### 4.まとめ

微細気泡式散気装置は季節的要因によって圧力特性が数 kPa 変動する可能性があることが確認された。確認された圧力特性の変動が運転管理に影響を及ぼすかどうかは、ブロウ同系統内の散気装置の配置状況によるため、その状況に応じ対応する必要がある。今回確認された季節的変動による圧力特性の変動は、今回調査した形式の微細気泡式散気装置に限定される傾向ではないと推測されるため、他処理場に導入されている方式の物についても調査を進めたい。

#### (参考文献)

1)丸山、有我、城山「超微細気泡式散気装置の稼動状況とその考察について」平成22年度第47回下水道研究発表会講演集  
問合わせ先:(財)愛知水と緑の公社下水道部管理課 〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の3-19-30

Tel : 052-971-3045 Fax : 052-971-3053

E-mail : awg-g-ij@pluto.plala.or.jp