

超微細気泡式散気装置の稼動状況とその考察について

(財)愛知水と緑の公社 下水道部管理課 丸山 司
 有我 清隆
 矢作川事業所 城山 真規

1.はじめに

超微細気泡式散気装置(以下メンブレン)は、従来の散気装置と比較して、相対的に酸素移動効率が高いものの、散気時圧力損失が高いため、その性能を十二分に引き出すためには、その特性を十分理解した上での適正なシステム構築と運転管理が重要である。今回は、矢作川浄化センターに設置されたメンブレンについて、稼動状況を確認するとともに、今後の増設や運転管理のために、考察を行うものである。

2.矢作川浄化センターのメンブレンの稼動状況

(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。処理方式は、2 段ステップ式硝化脱窒法及び3 段ステップ式硝化脱窒法で、散気装置は、第 1 区画(1~4 系まで)は水中攪拌機、平成 18 年度から供用開始した 5 系からメンブレンが採用されている。第 1 区画と第 2 区画(5,6 系)は系統が分離されているため、プロウも別系統になっている。また、5 系・6 系ともメンブレンの形式は A 型のものが設置されている。

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 (m ³ /日)	池数	H21年度 平均流入水量 (m ³ /日)	散気装置	メンブレンの設計諸元			備考
							形式	設置面積 (m ²)	通気量 (Nm ³ /m ² /hr)	
第1区画	1~4系	2段ステップ式 硝化脱窒法	160,000	16池	138,002	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	39,460	メンブレン	A型	170.5	29	平成18年度供用
	6系		40,000		39,278		A型	170.5	29	平成21年度供用
合計	-	-	240,000	-	216,740	-	-	-	-	-

表-2 平成21年度の第2区画(5系・6系)の処理水質の状況

項目	初沈越流水 (mg/L)		終沈越流水 (mg/L)
	設計値	H21実績	H21実績
BOD	158	72	ND
COD	77	49	7.8
T-N	38	21	5.8
NH4-N	-	15	0.3
T-P	6.0	2.4	0.3

(2)平成 21 年度の第 2 区画の水処理施設の状況

表-2 に平成 21 年度の処理水質の状況を示す。年間を通じ、安定した硝化・脱窒が行われている。年平均の空気倍率は 5 系で 2.3 倍、6 系で 2.1 倍、メンブレン単位面積あたりの通気量の年平均は、5 系で 22Nm³/m²/hr、6 系で 20Nm³/m²/hr であった。1 年間の通気量の変動を確認するために、メンブレン単位面積あたりの通気量(日平均値)の分布を図-1 に示す。ほぼ処理能力どおりの流入水量に対し、設計値以下の通気量(29Nm³/m²/hr)で散気していることが確認できる。流入水量は 1 年を通じて定常的に多い状態であったが、流入水質が設計値の半分程度であることから、単位面積あたりの通気量も設計値よりも低い使用領域であった。

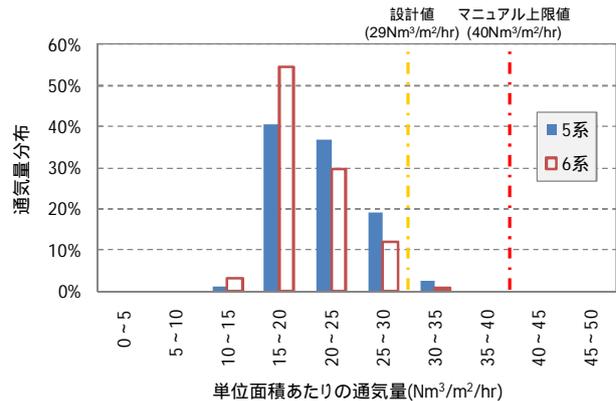


図-1 単位面積あたりの通気量の分布

水中攪拌機が設置された第1区画と比較すると、平成21年度の第1区画の空気倍率は3.8倍であった。構造上の特性により、第1区画と第2区画で初沈越流水の水質に差が出てしまうため、その差分(第1区間が2割程度濃い)を考慮すると、メンブレン導入により2割程度の風量削減効果が想定される。

(3)メンブレンの風量-圧力特性の確認

5系・6系の反応槽を管理するにあたり、経過年数の違いの影響と思われる送風量の差異がみられることから、5系、6系のライザー管部分の圧力測定により、メンブレンの風量-圧力特性の確認を行った。測定結果を図-2に示す。5系の方が圧力は高く、ライザー管部分の圧力を65kPaの状態とすると、5系は約70Nm³/min、6系は約100Nm³/minで送風される状況であることが確認された。

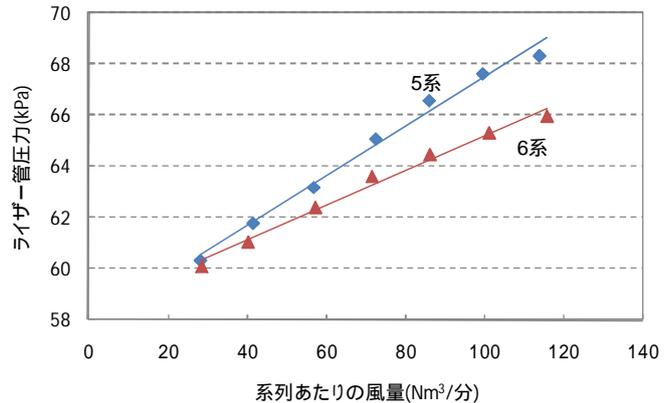


図-2 5系・6系メンブレンの風量-圧力特性

3.稼働状況を踏まえたメンブレンに関する考察

これまでの稼働状況を踏まえ、メンブレンの性能をより発揮させるためには、どのようなシステムを構築し、それをどのように管理していくべきか考察する。

(1)流入水質の設定

平成21年度は、5系・6系ともほぼ処理能力に近い水量を処理していたが、表-2に示すとおり、設計流入水質に対して、実際の流入水質は半分程度の濃度であった。そのため、メンブレンの稼働状況としては、図-1に示すとおり1年を通じて単位面積あたりの通気量を設計値以下で運転することができた。矢作川浄化センターにおいては、基本的に設計流入水質よりも実際の流入水質は薄い傾向が続いているが、それと逆の状況(=設計流入水質よりも濃い)になると、単位面積あたりの通気量も設計値以上の領域で稼働せざるを得なくなり、通気量に比例して圧力損失も上昇するため、必要空気量とブロワ容量のバランスによっては、散気に支障がでる恐れがある。

矢作川浄化センターが、現在の水量で設計流入水質どおりの汚水流入があった場合、単位面積あたりの通気量は図-3のように想定され、(財)下水道新技術推進機構が発行する技術マニュアルの上限値を超過した領域で稼働させなければならない状況が想定される。そうした場合、現況の風量-圧力特性の測定結果からは、圧力損失が4~5kPa程度上昇する見込みであり、ブロワの条件によっては、サージング予防線ラインに抵触する危険性がある。このような状況から、設計計画時における流入水質や酸素供給量の設定が重要になる。

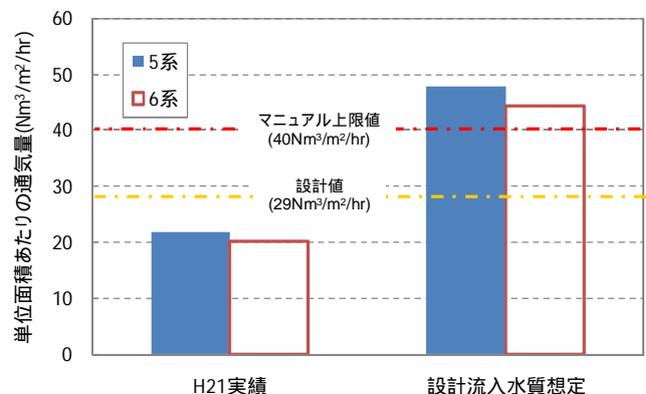


図-3 設計流入水質の汚水流入があった場合に想定される通気量

(2)系列間の風量調整

DO制御のための風量調節弁による自動制御のみだと、5系・6系とでの送風量の差異が若干見られることから、現在は図-4に示すように6系の元バルブの開度を50%閉とし、5系と6系の圧力損失のバランスを調

整した状態で稼働させている。

元バルブの風量-圧力特性の理論値を図-5 に示す。通常の使用領域で 50%の開度とすると、0.5 ~ 1kPa 程度の圧力損失として機能していることが確認される。元バルブによる圧損調整をすることで、図-2 のメンブレンの風量-圧力特性を補正すると、図-6 となり、5 系と 6 系の風量-圧力特性が近い状態で使用していることが確認される。メンブレンの場合、風量 - 圧力バランス特性が敏感に変化する特徴を有するため、必要空気量における圧力損失差が風量調節弁の適正制御範囲から外れてくる場合には、元バルブにより風量-圧力特性を調整して管理することが必要である。

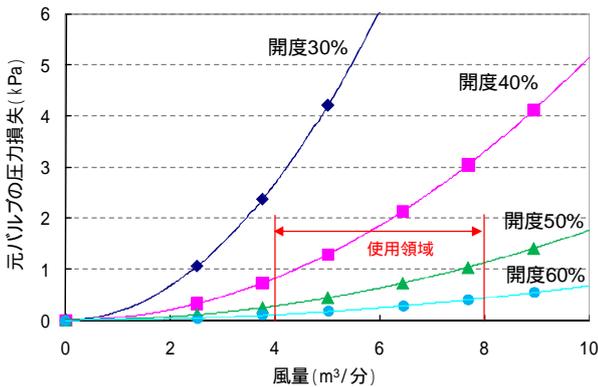


図-5 元バルブの風量-圧力特性の理論値

(3)メンブレンによる反応槽の増設

ブロワの同系統内で、メンブレンによる反応槽を増設する場合には、系列間の風量調整が重要課題の 1 つとなる。系列間で圧力損失差が発生する要因としては、経過年数の違いと設置面積の違いの 2 つがまず挙げられる。矢作川浄化センターの場合、5 系と 6 系の設置面積は同じであるが、経過年数の違いの影響と思われる圧力損失差が見られている。経過年数の影響は、今後年数が経過するにつれ、相対的に小さくなり、ある程度のところで収束すると予測される。設置面積に関しては、技術マニュアルに従った発注仕様だと、設置面積と形式の明示がないため、系列によって面積が異なる可能性がある。系列間の汚水を均等分配すると、必要風量は基本的に同じになるが、メンブレンの設置面積が違えば、単位面積あたりの通気量が異なる。その場合、通気量の差が圧力損失の差となるため、風量調整の難易度が上昇する。そのため、ブロワの同系統内では設置面積は同じとするのが望ましいと思われる。また、風量調節弁の自動制御を補完するために、元バルブでの圧力損失の補正が必要となるが、1 つの風量調節弁で複数の反応槽を管理する配置になると、反応槽ごとの圧力損失の調整が複雑になるため、反応槽単位で自動制御が可能とすることが望ましい。

4.まとめ

メンブレンは、従来の散気装置と比較して酸素移動効率が高く、風量削減効果は認められるものの、安定して性能を発揮するためには、適正なシステム構築とその特性の理解が必須事項である。今後とも、調査・検討を継続し、設計・建設・管理に情報をフィードバックできるよう努めたい。

問合わせ先：(財)愛知水と緑の公社下水道部管理課 丸山 司 E-mail : awg-g-ij@pluto.plala.or.jp

〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内 3-19-30 Tel : 052-971-3045 Fax : 052-971-3053

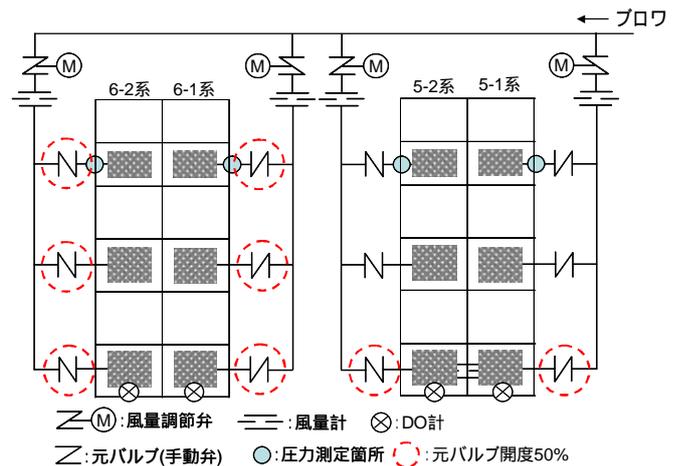


図-4 5系・6系反応槽の概略図

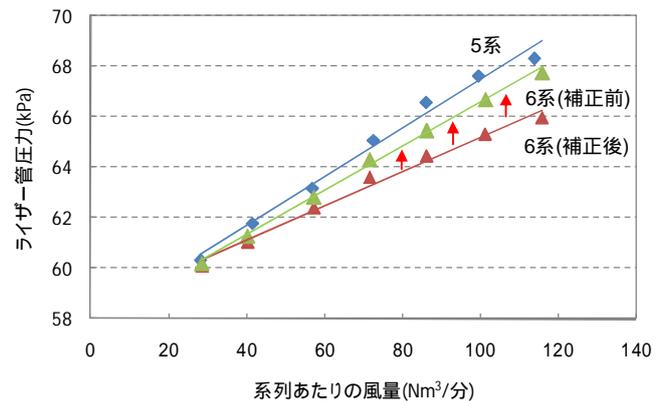


図-6 元バルブによる補正後の風量-圧力特性