

効率的な水処理運転管理の為の ブロワ風量一定運転について

(公財) 愛知水と緑の公社 ○畔柳 裕充・牛丸 巖・彦坂 康夫

1. はじめに

下水処理場における電力消費量の中でも、水処理用ブロワ設備で消費される割合は極めて高い。ブロワの運転を効率的に行うことにより電力消費量の削減が期待できることから、ブロワの定格運転を可能な限り長時間連続で行う水処理運用を検討し実践した。

これまで水処理の安定化のため揚水量の変動幅をなるべく小さくするように運転し、ブロワからの送風量を調節することによって流入水質の負荷変動に対応していた。今回の試みでは送風量を定格風量で一定とし、負荷変動に対しては揚水量を変動させることにより対応する方針とした。このブロワ風量一定運転について電力消費量削減効果と処理に与える影響等について検討を行った。

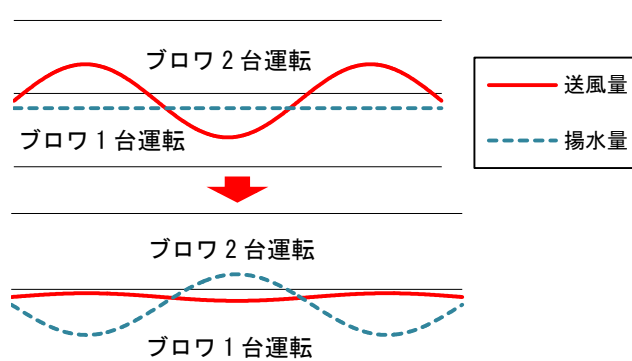
2. 事前想定及び実践方法

これまでの検討で流入水の水質負荷は時間帯によって変動することが確認されており、その変動によって要求される空気量変動していることが分かっている¹⁾。そのため時間帯によっては送風量が足りずブロワを追加起動することがある反面、負荷の軽い時間帯では送風量を絞って運転することになっていた。愛知県内流域下水道においてはブロワ設備では通常インレットバーン制御にて送風量を調節するため、風量を絞った状態での運転は運転効率が低下することになる。

実際の運転に際しては図－1のように通常ブロワの運転台数を増やしている時間帯の揚水量を減らし、その分送風量を絞っている時間帯に揚水を行うことで流入負荷量の平準化を行うことをイメージして実践した。

事前の検討を踏まえ、平成24年度より豊川浄化センターにおいて実践を開始した。豊川浄化センターにおける各種諸元は表－1の通りとなる。1日の平均処理水量に比べて十分な管内貯留能力を持つため、処理状況に合わせた柔軟な揚水管理が可能となっている。

実際の揚水管理方法としては反応槽末端のD0値のみを監視して、その上昇・下降によってこまめに揚水量を手動設定で変動させて管理することは難しいため、ある程度流入水量・水質の予測をしてあらかじめ揚水量を変動させていくことが必要となる。このため前日などの過去のデータから時間帯による流入水量や要求空気量の変動から予測を立てて実践を行った。また豊川浄化センターが処理を行う豊川流域下水道では公共下水道からの接続点において流入水量計測を行っているため、各接続点で



図－1 改善イメージ

表－1 豊川浄化センター諸元表（平成24年時点）

処理能力	104,000 m ³ /日
処理方式	凝集剤添加活性汚泥法 凝集剤添加消化脱窒法
日平均処理水量（平成24年度平均）	70,983 m ³ /日
管内貯留量	30,400 m ³
ブロワ設備	280 m ³ /分 1台
	260 m ³ /分 1台
	400 m ³ /分 2台

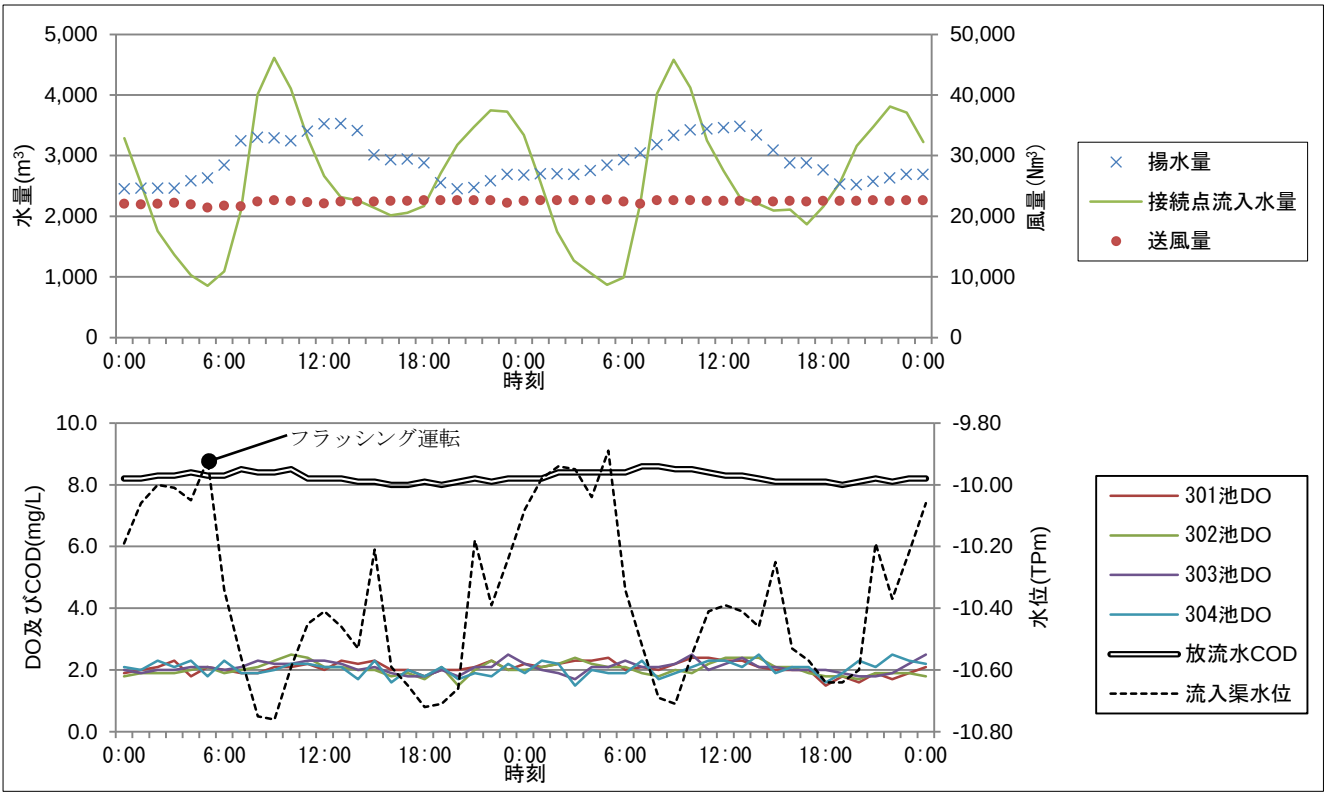
の計測値から現在の流入水量及び今後の流入水量をある程度予測することが出来る。

これらの予測を踏まえてブロワ運転の基本号機を 400m³/分ブロワ 1 台と定め、定格風量での一定運転を基本としてそれに合わせた揚水管理を行った。要求空気量の面から全日ブロワ 1 台風量一定運転が不可能な場合には日中ブロワ 1 台風量一定運転に努め、夜間に一時的にブロワ 2 台運転を行い貯留分の汚水の揚水を行った。

送風量一定運転をできる限り行うことで消費電力の大きいブロワの運転効率を上げることにより、揚水ポンプの運転効率は悪化するがブロワでの削減量の方が大きいと総コストの削減が期待できる。

3. 結果と考察

実践を開始した平成 24 年度の代表的な 2 日間の実践結果を図－2 に示す。揚水量変動に対し送風量はほぼ一定となっていることがわかる。また水処理の処理状況としては放流水 COD が常に 9.0mg/L 未満で安定して



図－2 送風量一定運転実践結果

いる。3 系水処理施設（処理能力 50,000 m³/日）の反応槽各池の末端 DO 値も設定値 2.0mg/L に対し±0.5mg/L 以内と安定させることが出来ている。堆積汚泥の回収を目的としたフラッシング運転も行うことが出来ており、汚泥処理等の揚水以降の処理に悪影響は見られなかった。

この運転管理を一年通して実践することで、電力量を表－2 の通り削減することに成功した。揚水ポンプについては効率悪化が懸念されたが、インバータ制御によりあまり効率を落とさず揚水量調整が可能なこと、年間処理水量が減少したことから使用電力量とし

表－2 送風量一定運転による省エネ効果比較

	平成23年度	平成24年度
年間処理水量 [m ³]	27,260,990	25,908,830
年間使用電力量(ブロワ) [kWh]	5,375,000	4,807,800
年間使用電力量(揚水ポンプ) [kWh]	2,146,300	2,127,700
反応槽曝気風量 [×1,000Nm ³]	219,212	215,632
空気倍率 [倍]	8.0	8.3
流入水COD年平均 [mg/L]	100	120
流入水C・BOD年平均 [mg/L]	160	170
流入水NH4・N年平均 [mg/L]	21	25

てはむしろ減少する結果となった。

一方空気倍率についてはやや上昇する結果となった。この理由は送風量一定運転による改善効果よりも処理水量の低下や流入負荷の変動による影響の方が大きいと思われる。送風量一定運転による空気倍率改善効果が薄い理由としては、流入負荷をシフトして平準化を行ったとしても一日に処理する負荷総量は変わらない、つまり一日に必要な空気量も変わらないためと思われる。

表－3の通り処理水量あたりの原単位も削減できており実践の効果があつたと言える。平成24年度以降も同様の運転を継続し、削減効果を継続できている。受電電力量の削減効果も実証できており、事前の想定通りトータルコストの削減ができています。ブロワと揚水ポンプの運転変動による運転効率の変動は図－3の通りで、ブロワの運転効率が運転レンジの低下と共に悪化するのに対し、揚水ポンプの運転効率は運転レンジを変動させても変動が少ないことが確認できた。このためトータルコストの純減が可能となった。

その他のメリットとして挙げられる点は、現状の設備のままで試みであるため設備更新が不要であること、送風量がほぼ一定であるため各池への空気の供給バランスが取りやすくなり系列の違う反応槽同士での過剰供給や供給不足が解消できる可能性がある、といったことが挙げられる。

この運転管理を実践できる条件としては、処理水量に対してある程度余裕のある管内貯留量が必要であること、雨天時等で流入予測が難しい状態でないことが挙げられる。また急激な揚水量の増加操作は最終沈澱池での面積負荷の急激な増加につながり、汚泥の越流などの危険が増すため注意が必要となる。これについてはやはり事前の流入予測が重要となる。

4. 結論

当然のことではあるがブロワの運転台数を減らすことで最大の省エネ効果が生まれる。送風量の一定化が難しい場合でも流入負荷量の平準化をできる限り行うことでブロワの運転台数を減らすことに繋がり、使用電力量の削減に繋がることが十分に期待できる。

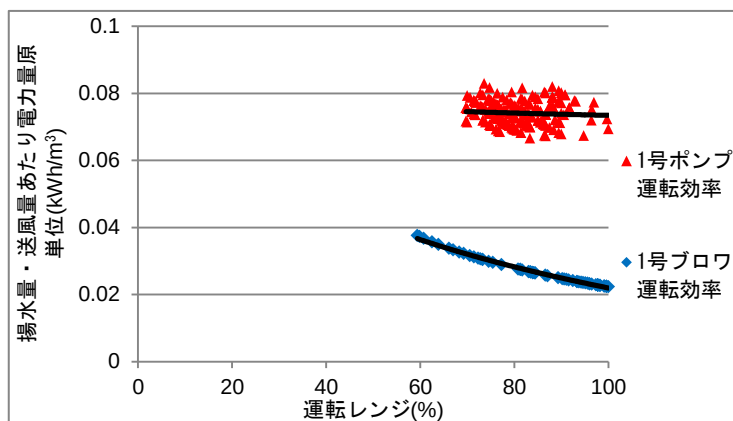
現在の設備では基本的にこの運転向けには作られていない。送風量一定運転を前提として設計された設備構造があればこの試みでの運転管理はしやすくなると思われる。風量制御ではなく揚水制御で反応槽D0を管理する思想で作られた設備構造について今後検討する余地と意義があると思われる。

<参考文献>

- 1) 牛丸 巖、他 「反応槽流入負荷量と供給空気量に関する検討」第49回下水道研究発表会講演集 p.877-879

表－3 処理水量あたりの電力量原単位

	※平成24年度から実践開始			
	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
受電 [kWh/m ³]	0.61	0.59	0.58	0.56
ブロワ [kWh/m ³]	0.20	0.19	0.17	0.17
揚水ポンプ [kWh/m ³]	0.08	0.08	0.08	0.08



図－3 ポンプ・ブロワの運転効率変動比較