エネルギー最適化やリスク制御を考慮した水処理技術の推進

下水道研究部　下水処理研究室　室長 山下 洋正　主任研究官 重村 浩之　研究官 藤井 都弥子
研究官 板倉 舞　研究官 小越 眞佐司　交流研究員 前田 光太郎

（キーワード）　エネルギー使用量、衛生学的リスク

１．はじめに

下水道は良好な水環境の保全に大きく貢献しており、汚水中の有機物や栄養塩および病原微生物等を処理・除去している。一方で、下水道事業は公共団体の事業活動の中でも温室効果ガス排出量が大きく削減が急務である。また、下水処理水の再利用が国内外で進められており、ISO/TC282においても国際規格が検討されていることを踏まえ、再生水利用のリスク評価についての検討が求められている。本研究室では、下水道に期待される社会的要請に対応するため、様々な観点から調査研究を行っている。

２．送風システムにおけるエネルギー最適化の検討

下水処理場における電力量のうち大部分を送風システムが占め、電力の削減が課題となっているが、送風機形式等により送風量削減時の電力量が異なるため、具体的な電力量削減効果について不明確である。本調査では、代表的な送風機について、送風機の種類や能力等の条件別に、定格及び風量制御運転時の風量と入力動力の関係を求めた。

表１に送風量と入力動力の関係を示す。送風機形式による傾向として、ターボブロワは定格に対する風量比率が低い（40%）場合に単位風量当たりの入力動力が高くなった。ターボブロワは、風量比率が低い領域において、風量制御による省エネ効果が低くなるものと推察された。一方で、ルーツブロワ50m^3/min、軸浮上ターボブロワは、定格に対する風量比率が低い（40%）領域において、ターボブロワよりも単位風量当たりの入力動力が低くなり、変動幅の大きい送風量制御に適するものと推察された。

今後は、下水処理場における機器の更新等の際に参考とできるよう、得られた成果を技術資料としてとりまとめる予定である。

表１　送風機における送風量と入力動力の関係

送風機型式	No.	関係式	効率	送風量	単位風量当たり入力動力(kw/m^3) 定格に対する風量比率			
				[m^3/min]	100%	80%	60%	40%
ターボブロワ	①	y = 0.6541x + 135.43	0.93	300	1.19	1.31	1.51	1.92
	②	y = 0.754x + 139.72	0.93	300	1.31	1.44	1.65	2.06
	③	y = 0.6632x + 158.27	0.93	300	1.28	1.42	1.66	2.13
	④	y = 0.914x + 34.448	0.93	107	1.32	1.40	1.54	1.82
	⑤	y = 0.9078x + 43.376	0.93	107	1.41	1.52	1.70	2.07
ルーツブロワ	⑥	y = 1.1906x + 10.647	0.95	50	1.48	1.53	1.63	1.81
	⑦	y = 1.0665x + 9.4649	0.95	50	1.32	1.37	1.45	1.62
	⑧	y = 1.2257x + 10.779	0.95	20	1.86	2.00	2.24	2.71
軸浮上ターボブロワ	⑨	y = 0.9244x + 23.299	-	92	1.18	1.24	1.35	1.56
	⑩	y = 1.0032x + 27.123	-	92	1.30	1.37	1.49	1.74
	⑪	y = 0.8834x + 36.505	-	138	1.15	1.21	1.32	1.54
	⑫	y = 0.9648x + 40.798		138	1.26	1.33	1.46	1.70

３．処理水・再生水の衛生学的リスク制御技術評価

下水処理水を再利用する取り組みが世界各国で進められているが、再生水の利用には、利用用途毎の安全性および信頼性の評価が重要となる。本調査では、水利用用途別に衛生学的リスク値を設定し、そのリスク値を達成するのに必要な除去率を算出した。

表２は、衛生学的リスク値10^{-3}、10^{-4}、10^{-5}を満たすために必要な二次処理後のノロウイルス除去率について、再生水利用用途別に算出した結果を示した。どのリスク値に対しても、1回当たりの摂取水量が大きく曝露頻度も高い親水利用で最も高い除去率が必要となり、以下、水洗トイレ用水利用、修景用水利用となった。水洗トイレ用水利用、修景用水利用の場合には、リスク値10^{-3}において、下水処理水の再生処理は必要なく、親水利用においては、50%程度の除去率（0.3logの除去率）が必要と算出された。

今後、衛生学的リスク値を満たす処理・消毒プロセス、コスト、維持管理性の評価等も含め、より総合的に検討を進めることとしたい。

表２　所定の衛生学的リスク値を満たすために必要な二次処理後のノロウイルスの対数除去率（log）

	衛生学的リスク値		
用途	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
水洗トイレ用水	0.0	0.7	1.7
修景用水	0.0	0.5	1.5
親水用水	0.3	1.3	2.3