290	三菱電機株式会社	オゾン水による膜洗浄技術を適用した 省エネルギー型 MBR の実用化	糸川浩紀 茂木志生乃

１）共同研究の目的

本研究では、以下の①～③の要素技術を導入することで、消費電力量原単位 0.3kWh/m³ 以下での運転を可能とする新たな省エネルギー型 MBR の実証試験を行い、実用化に向けて処理性能等を検証した。

①高効率ろ過膜洗浄技術：次亜とオゾン水を併用する膜の新たな薬液洗浄を導入し、高フラックス化

②膜面曝気風量制御技術：膜間差圧の変化速度に基づく制御により、膜面曝気風量を適正化

③生物補助曝気風量制御技術：2 箇所の NH_4-N 計測に基づく制御により、補助曝気風量を適正化

２）共同研究の概要

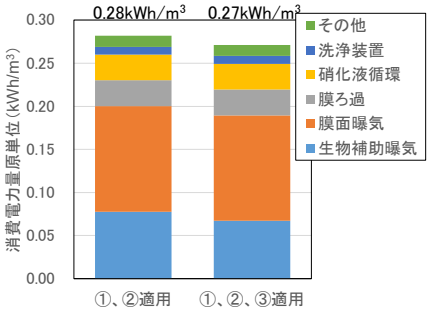
JS 技術開発実験センターに実証試験装置（処理能力 25m³/日×2 系列、表－１）を設置し、隣接する下水処理場の最初沈殿池流出水を原水として 3 年間の実証試験を実施した。安定運転が可能なフラックスや基本的な処理性能等を確認した後、通年での実証運転（通年試験）を行った。通年試験では、流入水量に時間変動（ピーク比 1.4×2 回/日）を与え表－１に示す条件にて連続運転を行い、試験終盤には PAC を用いた同時凝集法によるリン除去試験を実施した。加えて、次亜とオゾン水で膜を洗浄した際の活性汚泥性状・処理水質への影響や気相のオゾンガス濃度の変化を確認した。

表－１　実証試験装置の仕様および運転条件

原水	初沈流出水	
生物処理法	循環式硝化脱窒法	
膜仕様	種類、素材、形状	MF膜、PVDF、中空糸膜
	オゾン耐性	あり
	公称孔径	0.1μm
運転条件（通年試験時）	無酸素タンクHRT	3.3hr(4～11月)
	好気タンクHRT	3.9hr(12～3月)
	MLSS濃度	7,000～13,000mg/L
	フラックス変動比	0.6～1.4倍
	ろ過膜洗浄薬品	次亜、オゾン水
	洗浄頻度	一週間に一回

３）共同研究の成果

- 1 日の平均フラックス 0.91m/d（4～11 月）、0.77m/d（12～2 月）、膜面積当たりの曝気風量（SAD_m）0.228 Nm³/(m² h)の条件にて、上記の要素技術①～③を適用した MBR を通年で安定して運転できた。
- 通年試験期間中の処理水質は、BOD：3.5mg/L 以下、T-N：10mg/L 以下、T-P（同時凝集実施時）：0.2mg/L 以下で、従来の循環式硝化脱窒型 MBR と同等の処理性能であることを確認した。
- 次亜とオゾン水による薬液洗浄後、数時間程度は汚泥のろ過性低下や処理水 PO_4-P 濃度の増加が見られたものの、MLSS、活性汚泥の呼吸速度、その他の処理水質（BOD、NH_4-N、大腸菌ファージ）には洗浄前後で大きな変化は見られず、オゾン水による活性汚泥への影響は軽微と判断した。また、洗浄時の好気タンク周辺の平均オゾンガス濃度は作業環境基準 0.1ppm 未満であり、安全上問題ないレベルであった。
- 処理能力 5 万 m³/日規模での年間平均相当の消費電力量原単位を試算すると、要素技術①、②のみを適用するケースで 0.28kWh/m³、①～③の全てを適用するケースで 0.27kWh/m³ となり、いずれにおいても前記の目標を満足した（図－１）。なお、消費電力量原単位におけるオゾン洗浄の寄与率は 3%と小さかった。



図－１　消費電力量原単位の試算結果
（処理能力 5 万 m³/日規模）

なお、本研究の成果に基づき、要素技術①と②を組合わせた「オゾン水による膜洗浄を用いた省エネルギー型 MBR システム」が令和 5 年 6 月に JS の新技術 I 類に選定された。

４）関連資料・報文等

・林ら　：第 59 回下水道研究発表会講演集，pp.736-738，2022.
・古賀ら：第 59 回下水道研究発表会講演集，pp.739-741，2022.
・林ら　：第 32 回日本オゾン協会年次研究講演会，pp.53-56，2023.