

ふりがな	ご しゅん せい
氏名	呉 春 英
学位	博士(工学)
学位記番号	新大院博(工)第270号
学位授与の日付	平成20年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	膜通気生物膜による活性汚泥プロセスの硝化促進に関する基礎的研究

論文審査委員	主査 教授	山際 和明
	副査 教授	田口 洋治
	副査 教授	大川 輝
	副査 教授	伊東 章
	副査 教授	谷口 正之

博士論文の要旨

本論文は、膜通気生物膜により既設活性汚泥槽に硝化機能を付与する方法に関するものである。本研究は以下の4章より構成されている。

第1章は緒論である。文献調査を行い、生物学的窒素除去法を既設活性汚泥法に組み込む際の問題点を整理している。閉鎖性水域の富栄養化に代表される水質汚濁を防止するためには窒素の除去が不可欠であるが、生物学的窒素除去法では硝化が律速となりやすい。硝化を効果的に進めるためには、硝化反応が有機物阻害を受けにくい状態を反応装置内に実現する必要がある。このための一般的な方策として処理の多段化があるが、広い接地面積が必要となるために既設活性汚泥槽には適用が困難である。既設活性汚泥法に適用できる方法として、本研究では、膜通気生物膜 MAB を活性汚泥槽 AS に浸漬した AS+MAB プロセスを提案している。

第2章「膜通気生物膜による活性汚泥槽の硝化促進」では、活性汚泥槽 AS に膜通気生物膜 MAB を浸漬した場合の有機物除去速度、硝化速度を調べ、硝化速度を膜からの酸素供給速度に関連づけて解析している。AS では窒素負荷 0.15 g/Ld で硝化がほぼ完全に阻害されたのに対して、MAB を AS に浸漬することにより硝化率を 80%に増加できることを明らかにした。さらに、AS+MAB プロセスにおける最大硝化速度が AS プロセスの約 7 倍高いことを示した。AS+MAB プロセスの硝化速度を MAB 膜面積当たりの硝化速度で評価し、面積硝化速度が硝化専用 MAB と同程度であることを明らかにした。また、MAB モジュールに使用しているシリコン中空糸膜からの酸素移動速度と空気圧力との関係を調べ、硝化速度との関係を解析した。その結果、MAB の硝化速度がシリコン中空糸膜からの酸素移動速度によりほぼ決まることを明らかにしている。さらに、得られた結果に基づいて、AS+MAB プロセスのスケールアップを念頭に置いて、MAB モジュールの必要面積や通気量について考察し、AS+MAB プロセスの設計指針を示している。

第3章「活性汚泥槽における微小動物の動態に及ぼす膜通気生物膜の影響と汚泥減量化の可能性」では、AS槽にMABを浸漬する二次的な効果として、活性汚泥微生物生態系の変化を調べ、食物連鎖による汚泥減量化の可能性を検討している。AS槽ならびにAS+MAB槽について原生動物と後生動物の個体数を計数し、鞭毛虫類や遊泳性繊毛虫類、固着性繊毛虫類などの原生動物はAS槽とAS+MAB槽でほとんど違いが認められないこと、ワムシ類や貧毛虫類、線虫類などの後生動物はAS+MAB槽で出現頻度が高くなることを明らかにした。さらに、AS+MABプロセスにおける後生動物の個体数よりAS+MABプロセスでは微小動物の補食作用により食物連鎖が長くなり汚泥の発生量が削減されている可能性を明らかにした。

第4章では本研究の成果を総括し、将来の課題について述べている。本研究は、既設活性汚泥槽に膜通気生物膜を浸漬することにより、バルク有機物による阻害を受けることなく膜通気生物膜底部で硝化を促進させ、活性汚泥槽に硝化機能を付与するものである。本研究では、単に有機物除去や硝化だけでなく、微生物生態系の変化も視野に入れてAS+MABプロセスの特性を明らかにしたものである。本研究で得られた結果は、既設廃水処理施設に硝化機能を付与し、窒素除去を効果的に行う上で基礎的かつ有用な知見を与えるものである。

審査結果の要旨

本学位論文では、廃水の生物学的窒素除去を効率的に行うために必要な硝化プロセスを既設活性汚泥槽に付与するために、膜通気生物膜を浸漬するAS+MABプロセスを提案している。まず、活性汚泥プロセスの本来の目的である有機物除去ならびにMABによる硝化特性を明らかにした。得られた結果に基づいてMABの硝化性能を解析し、MABの硝化速度がシリコン中空糸膜からの酸素移動速度によりほぼ決まることを明らかにした。さらに、得られた結果に基づいて、AS+MABプロセスのスケールアップを念頭に置いて、MABモジュールの必要面積や通気量について考察し、AS+MABプロセスの設計指針を示した。また、AS+MABプロセスでは微小動物の補食作用により食物連鎖が長くなり汚泥の発生量が削減されている可能性を明らかにした。

これらの成果は、新たな水処理技術として基礎的かつ有用な知見を与えるものであり、環境化学工学の分野に大きく貢献するものである。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると判定した。