

氏名	藤原拓
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	工博第1786号
学位授与の日付	平成11年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科環境工学専攻
学位論文題目	二重管型反応装置の硝化脱窒プロセスへの適用に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 宗宮 功 教授 津野 洋 教授 寺島 泰

論文内容の要旨

近年、都市下水の高度処理として、難分解性有機物や栄養塩の高度な除去が求められ、効率的な生物学的窒素除去プロセスの開発が進められている。本論文では、省資源・省スペース型の処理施設として2重管型反応装置を取り上げ、流入基質を有効に利用しつつ、高い窒素除去率を短時間で可能とする操作条件を実験的に検討し、反応装置の窒素除去機構及び処理特性を解明し、数理モデルを作成し、設計操作因子の検討を進めたもので、本編は第1章序論以下、6章からなっている。

第1章では、生物学的硝化脱窒反応及び既存処理プロセスに関する文献を整理し、2重管反応器の装置特性と問題点をまとめ、本論文の目的と構成を記している。

第2章では、2重管型反応装置の流動特性と酸素供給特性とをパイロットプラントを用いて実験的に検討し、内管を曝気することにより形成される液循環流速の実験に基づく予測式を曝気強度と(外管径対内管径)の比をパラメーターとして導出し、同時に総括酸素移動容量係数の経験式を導出している。これらにより、循環流の上昇時間や下降時間の算定を可能とし、これらに及ぼす水深、空気量の影響を明らかにし、下降時間は水深より(外管径対内管径)の比の方が著しい影響を有することを示した。

第3章では、生物学的硝化脱窒反応の成果は窒素量と利用可能有機物量との比に左右されることから、より安定した脱窒率を得るためには、流入下水中の固形性と溶解性のすべての有機物を基質源として利用することが求められる。固形性有機物の好気性条件並びに無酸素条件下での分解特性並びに脱窒速度に及ぼす固形性基質の影響を実測し、脱窒反応における非生物性有機物の生物性固形物への収率は溶解性基質とほぼ同程度の0.32程度である事を実験的に示した。

第4章では、実団地排水を原材料とし、2重管型反応装置を中心とする処理パイロットプラントを用いて長期連続運転を実施し、その実験成果から有機物除去と窒素除去の処理特性を検討している。実験条件として、ドラフトチューブ径、BOD-SS負荷率、DO制御値、HRT並びに有効水深を取り上げ、適切なDO制御とBOD-SS負荷率を維持すれば、HRT10時間程度で75%以上のT-N除去率が得られることを示した。さらに、高効率の脱窒を可能とする操作条件、例えば好気ゾーン比や無酸素ゾーン比などの新たな指標を導入し、これらのあるべき範囲を提示した。十分低濃度の流出水DN濃度を得るには、反応器内DO濃度として最適な制御幅があることを示した。また、反応装置で脱窒反応を良好に進めるには、化学量論式で示される値より高い(C/N)値が必要で、流入水の比が2.3以上であれば、良好な脱窒処理が得られることを示した。

第5章では、2重管型反応装置による生物学的硝化過程と脱窒過程に関する数理モデルを作成し、設計・操作因子群の意義を検討している。モデルは液流動モデル、酸素供給モデル、物質変換モデルからなり、これらを統合したモデルの式を実験データに当てはめて同定し、設計条件、流入水質条件、水温変化、流入水に(C/N)比などの硝化・脱窒過程に与える影響を検討し、75%以上のT-N除去率を得る設計・操作条件域を提示している。

第6章は結論である。

論文審査の結果の要旨

閉鎖性水域の富栄養化の防止や水道水源保全の立場から、都市下水の高度処理が待望され、なかでも栄養塩除去の必要性が叫ばれている。本研究は、省資源、省スペースの立場から、2重管式の反応槽を、縦型生物学的硝化脱窒反応槽として開発することを目指したもので、得られた成果は以下のように要約される。

1. 曝気操作で誘導される流れで、上向流、下向流を繰り返す2重管型反応槽内に、好気ゾーンと無酸素ゾーンとを形成させ、それぞれの場で生物学的硝化反応と、脱窒反応とを安定して進める反応装置を開発した。
2. 流入基質に変動があっても、反応槽のMLSSを3000mg/l前後に保持し、DO濃度を適切に制御すれば、HRT10~12時間で、T-N除去率75%以上を得ることができることを実証した。
3. 脱窒反応に十分な(C/N)比を確保するために、流入下水を直接生物反応器に流入させた。本操作により高い有機物除去率を達成するだけでなく、汚泥発生量は標準活性汚泥法に比べ28~56%減少することを示した。
4. 80%以上の見かけ硝化率と脱窒率を保持するためには、BOD-SS負荷率を0.12kgBOD/kgSS/d以下に保った上、好気ゾーン比を0.2以上、無酸素ゾーンを0.3以上に維持する必要があることを示した。
5. 2重管型反応装置の数理モデルを同定し、設計操作因子群の利用可能領域を提示した。

以上要するに、本論文は都市下水の有機物と窒素とを生物学的硝化脱窒反応により効果的に除去するための2重管型反応槽の開発を進めたものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成11年1月25日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。