

京都大学	博士(工学)	氏名	中町 和雄
論文題目	高負荷二点溶存酸素制御方式を用いた効率的なオキシデーションディッチ法の開発に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究は、小規模施設を中心に日本国内の下水処理場の約47%で使用されている、オキシデーションディッチ(OD)法に、高負荷二点溶存酸素(DO)制御法を適用し、省エネルギーで経済的かつ効率的な下水の高度処理法の開発を試みたものであり、6章より構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、OD法の適用の現状と本研究の背景、位置づけおよび目的について述べるとともに、本論文の構成を示している。</p> <p>第2章では、2か所の実下水処理場でベンチスケール実験装置による長期連続処理実験を行い、二点DO制御を行なうことで、好気ゾーン比を約0.38、無酸素ゾーン比を約0.50に安定して維持することができ、水温15~28℃の条件で、従来法の約半分の12時間の水理的滞留時間(HRT)で、溶解性全窒素(S-N)が平均3.0(mg/l)以下と極めて良好な処理水質が安定して得られることを明らかにしている。また、OD槽の前段にHRTが1.5時間以上の嫌気槽を設けることで、処理水の全りん(T-P)濃度が、1.0 mg/l以下を達成できることも示している。そして数理モデルをもとに設計・操作因子を提示し、実験データを用いて検証している。通日採水のデータを用いて物質収支の検討を行い、無機化CODのうちの6割が脱窒反応により酸化されていることなども明らかにしている。</p> <p>第3章では、実設備へのスケールアップのために、実際のOD処理装置を設置して清水実験を行い、流速や酸素供給能力など実設備での二点DO制御の設計操作因子を明らかにしている。すなわち混合液流れモデルとDO収支モデルに基づく新たな総括酸素移動容量係数(K_La)算出手法を構築し、非定常法によるK_La測定時の階段状のDO上昇を良く再現できることを示した。また曝気量および水流発生装置の回転数などの操作因子とK_Laおよび消費電力の関係を明らかにするとともに、清水実験において従来の表面曝気装置の約1.5倍の高い酸素供給効率が得られることを明らかにしている。</p> <p>第4章では、実設備での1年間のフルスケール実証実験を行い、平均HRTが約16時間(晴天時日最大時12.3時間)の条件で、処理水T-BODが3 ± 2(mg/l)、T-Nが1.3 ± 0.5(mg/l)、T-Pが0.6 ± 0.2(mg/l)と非常に良好な処理成績が安定して得られたことを明らかにしている。また汚水1m³当りの単位消費電力(曝気+攪拌)は実験データの全平均で0.125kwh/m³と低く、本システムが消費電力削減に大きな効果があることを実証している。</p>			

氏名	中町 和雄
----	-------

第5章では、OD水路の流動を組み込んだDO収支モデルを構築し、実装置の運転条件とプロセス内部の制御因子の関係もモデル化し、系内の酸素消費速度の変化と曝気量や循環時間などの制御因子との関係を明らかにしている。さらに二点DO制御法の優位性を、数理モデルを用いたケーススタディにより明らかにしている。さらに活性汚泥モデルを用いて流入負荷や循環時間がDO勾配や処理水質に与える影響を検討し、最適な循環時間が存在することを示している。最後に第2章から第5章を総括し、実施設における効率化のための設計手法を体系的に整理し、提示している。そして、高負荷二点DO制御OD法の設計諸元と、実施設の具体的な設計例を提示している。

第6章は、結論であり、本研究で得られた成果について要約して示している。

氏名	中町 和雄
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本研究は、小規模下水処理場で広く用いられているオキシデーションディッチ(OD)法に、高負荷二点溶存酸素(DO)制御法を適用し、省エネルギーで経済的かつ効率的な下水の高度処理法の開発を試みたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1)ベンチスケール実験により、二点DO制御を行なうことで、好気ゾーン比を約0.38、無酸素ゾーン比を約0.50に安定して維持することができ、従来法の約半分の12時間の水理的滞留時間(HRT)で、溶解性全窒素が平均3.0(mg/l)以下の良好な処理水質が安定して得られること、また、OD槽の前段にHRTが1.5h以上の嫌気槽を設けることで、処理水の全りん(T-P)濃度が、1.0(mg/l)以下を達成できることを明らかにしている。

2)実設備のOD処理装置で清水実験を行い、曝気量および水流発生装置の回転数などの操作因子と K_{La} および消費電力の関係を明らかにするとともに、従来の表面曝気装置の約1.5倍の高い酸素供給効率が得られることを明らかにしている。

3)実設備での1年間のフルスケール実証実験を行い、平均HRTが約16時間(晴天時日最大時12.3時間)の条件で、処理水T-BODが 3 ± 2 (mg/l)、T-Nが 1.3 ± 0.5 (mg/l)、T-Pが 0.6 ± 0.2 (mg/l)と非常に良好な処理成績が安定して得られたこと、また汚水 1m^3 当りの単位消費電力(曝気+攪拌)は $0.125\text{kwh}/\text{m}^3$ と低く、本システムが消費電力削減に大きな効果があることなどを実証している。

4)OD水路の流動を組み込んだDO収支モデルを構築し、実装置の運転条件とプロセス内部の制御因子の関係もモデル化し、処理水質の影響などを活性汚泥モデルを用いて検証した上で、効率化のための設計手法を体系的に整理し、提示するとともに、高負荷二点DO制御OD法の設計諸元を提示している。

以上、本論文は高負荷二点DO制御OD法を開発し、省エネルギー化・省スペース化と高度処理が可能であることを実証し、設計・操作因子を提示したものである。本論文で得られた成果は、OD法の効率化を実現したものであり、学術上、實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24年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。