

(様式 4)

別紙 2

論文審査の結果の要旨

学位申請者 NGUYEN HO QUE

本論文は、「COD removal from wastewater using electrocoagulation (電気凝集法を用いた廃水からの有機物除去)」と題し、6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、一般的な水処理技術の全般の中での電気凝集法の特徴やその長所および短所などについて述べている。そのうえで、その短所を克服するための手法としてのナノ秒パルス電場の活用について提言している。

第2章「Using Electrocoagulation to Remove COD from Artificial Wastewater」では、ナノ秒パルス電場を用いた電気凝集法による水処理装置の設計法および試作検討内容について述べている。更に、実際に水処理装置を試作し、人工的に調整した模擬廃水に対して電気凝集法を実証したところ、模擬廃水の pH が 4.1 の時に最も凝集効率が低いことを見出している。更にその理由として、電気凝集法において水処理のメカニズムで最も重要な生成物である水酸化アルミニウムの生成反応課程により説明できることを示している。また電極間距離、処理時の電圧、処理時間などの因子が水処理効率に与える影響について実証している。

第3章「Using an Nanosecond Pulse to Enhance COD Removal Efficiency from Municipal Wastewater」では、ナノ秒パルス電場を用いた電気凝集法による水処理技術を長岡市水道局の協力により、実廃水に対して適用した結果が述べられている。実廃水においては、現在市販されている直流電場を用いた場合、5V 程度までしか電場を印加できなかったが、パルス幅 400 ナノ秒、繰り返し周波数 4kHz~12kHz のナノ秒パルス電場を用いた場合は水の絶縁破壊が開始する前に電源がゼロになることから、約 10 倍の 50V まで電場を印加出来ることを明らかにしている。また、印加出来る最大の電圧で実廃水に対して 90 分間処理を行い、COD 除去率を計測したところ、直流電場では 68% 除去、ナノ秒パルス電場では 80% 除去であり、ナノ秒パルス電場の優位性を明らかにした。更に、この時の消費エネルギー効率を計算したところ、ナノ秒パルス電場では電圧値は高いものの、実電場印加時間は短いことなどから、直流電場を用いた場合に比べて約 15% の効率改善していることを明らかにしている。

第4章「Application Nanosecond Pulse for Electrocoagulation to Remove COD from Textile Wastewater at Low Specific Energy Consumption」では、同手法を長岡市内の染色工場からの実廃水の処理に適用した結果が述べられている。この工場排水は生活排水よりもさらに大量の COD が含まれていたため、直流電源を用いた場合の COD 除去率は 90 分間で最大 60% 未満であった。しかし、ナノ秒パルス電場を用いた場合、最大で 77% の除去率が可能であることを確認した。このメカニズムとして、電気凝集法においては、電場印加により電極が溶出して形成する水酸化物が汚染物質と吸着沈殿することで汚染物を除去するため、水酸化物の粒径と COD 除去率に関係があることが知られている。本研究においては、この理由はナノ秒パルス電場を用いた場合、水酸化アルミニウム粒子が 100nm オーダーのナノ粒子として析出していることを確認し、この水酸化物の粒径の微細化が COD 除去率とエネルギー効率の向上に寄与していることを明らかにしている。

第5章「Comparison between NSP and DC for Removing COD from Municipal Wastewater using Fe Electrodes」では、アルミニウムよりも比重が重く、より高速に廃水浄化が可能であるという特徴を有する鉄電極を用いて、実廃水に対して電気凝集法処理を検証している。鉄を電極として用いることで、更に高いエネルギー効率で水処理が可能であることを見出している。

第6章「Final Conclusions」では、各章の結果を詳細に検討し、結論としてまとめている。

よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 中山 忠親 印