

VII-184

電磁エネルギーを利用した高速廃水処理法に関する基礎的研究

山口大学○今井 剛、浮田正夫、関根雅彦

宇部工業高等専門学校 三浦美紀、村上定勝

1. はじめに

従来、生産工場などから排出される高濃度廃水の処理は、一般的に生物処理や化学処理などを組み合わせて行われてきた。しかし、これらの処理は維持・管理が難しく、処理コストが高価であるといった欠点がある。こうした観点から、従来の処理システムを運転が容易で、かつ処理コストを低く抑え、処理水の再利用を視野に入れた電磁エネルギーを利用した高速廃水処理装置が研究開発されている。しかし、この処理法は、その処理理論の解明などが不十分であることから、本研究でこの処理法の実験的評価を行い、廃水処理システムとしての有効性を検討することとした。この高速廃水処理装置は、主に高電圧処理、超音波処理、電磁波処理、マイクロ波処理を組み合わせて構成されている。本研究では、本処理システム構築の第一段階として、本装置の高電圧印加処理の効果について検討した。高電圧印加処理により水中の浮遊性物質を帯電させることで、凝集効果・消臭効果等が得られると期待される。この高電圧印加処理の特性を、処理水中の浮遊性物質の沈降性と印加電圧との関係、処理水の溶解性物質の水質の変化と印加電圧の関係から検討した。

2. 実験方法

実験に使用した高電圧印加装置の模式図を図1に示す。この装置は回分処理時に、最小容量80mlから廃水を処理することが可能である。高電圧印加装置の電極は、板状の純銅で縦150mm×横10mm×厚さ1mmのサイズのを反応管の外壁に2枚取り付けた。この高電圧印加装置の反応管に高電圧の電源モジュールを接続した。この電源は最大出力30kVまで出力可能であるが、本実験では12kV以上に設定するとスパーク放電が生じ、12kV以上は出力制御は不可能であった。これは、電極間距離が12mmと狭かったために絶縁破壊が生じたからである。処理水はポンプで反応管に送液し、高電圧印加後、沈殿管に送液した。沈殿管の底部からポンプで沈降した沈殿を返送し、上澄み液はポンプで採取した。処理水は、常に攪拌し均一とした。試料は標準活性汚泥(余剰汚泥)の懸濁水、標準活性汚泥の懸濁水に1000mg/lの $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}$ または500mg/lの $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}$ を添加したものをを用いた。試料の選定理由は、①浮遊性懸濁物質であること、②標準活性汚泥は現状で一般廃水処理に用いられている代表的な処理法であるが、その余剰汚泥等の処理が問題になっていること、③有機性廃水への鉄の添加は沈降性を向上させることが知られており、このような廃水に高電圧処理を行った場合、どのような効果があるかを検討するためである。印加電圧を0kV、5kV、10kV、スパーク放電に設定し、同一試料溶液にそれぞれ220秒間印加したのについてSludge Volume Index (SVI)を測定した。ここで、SVIとは汚泥容量指標である。これは、活性汚泥の曝気槽内混合液を30分間静置した時の沈降汚泥の1gが占める容積をいい、この値が小さいほど沈殿の沈降性が良いことを示す。正常な活性汚泥では通常の処理場で50～150 ml/gである。さらに、処理水の水質の把握のために、溶解性全有機炭素(TOC)、溶解性全リン(T-P)、溶解性全窒素(T-N)、溶解性の鉄の残留量、可視吸収スペクトルを測定した。鉄イオンの添加に塩化鉄(II)・六水和物を用いたのは、試料の水質と印加電圧との関係を検討した際に、硝酸鉄(II)・九水

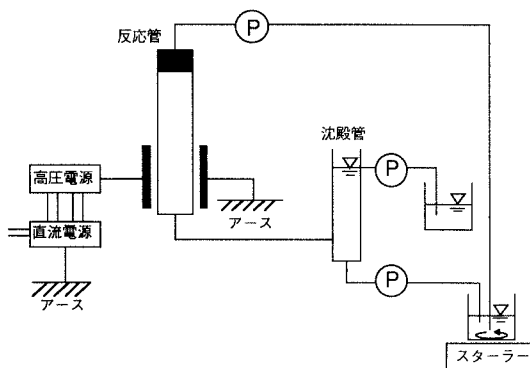


図1 実験装置の模式図

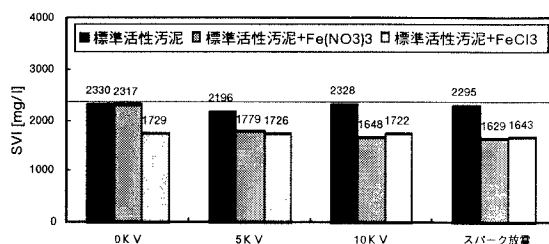


図2 SVIと印加電圧の関係

Keywords: 高電圧処理、凝集、有機物除去、窒素除去、リン除去

〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1 山口大学工学部 TEL:0836-35-9430 FAX:0836-35-9429

和物では硝酸イオンがT-N測定の見誤差となるからである。

3. 実験結果と考察

標準活性汚泥の懸濁水、鉄を添加した標準活性汚泥の懸濁水のSVIと印加電圧の関係を図2に示す。図から鉄の添加の有無に関係なく、高電圧を印加しなかったものに比べ高電圧を印加したものは、沈降性がわずかではあるが、向上したことがわかる。本来、鉄は凝集作用を有し、沈殿物の沈降性を促進させる。また、塩化物イオンは硝酸イオンに比べ構造・性質上、反応性が良く、凝集作用が大きいと推測される。しかしながら、高電圧を印加しなかった試料をろ過したものについては、時間の経過とともに鉄の凝集沈殿を生成したが、高電圧を印加した試料をろ過したものでは、沈殿は生成しなかった。このことから、高電圧を印加することにより、試料中の物質と添加した鉄とが全て反応したものと考えられ、鉄の凝集作用が促進されたと推測される。さらに、鉄を添加した標準活性汚泥は、はじめ褐色を呈していたが、高電圧を印加することによりわずかではあるが徐々に退色した。このことを詳しく調べるために、標準活性汚泥+500mg/l- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (100倍希釈)を対象に、鉄の残留量と紫外・可視吸収スペクトルを検討した。結果を図3、図4に示す。これらの図から鉄の残留量は高電圧を印加することにより、減少していることがわかる。このことは、標準活性汚泥+500mg/l- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の紫外・可視吸収スペクトルと印加電圧の関係からも明らかである。したがって、高電圧を印加することにより、試料が電荷を帯びた状態になることで、物理的もしくは化学的結合により凝集・吸着現象が起こり、浮遊性物質の沈降性が促進されたことが推測される。

図5に標準活性汚泥の懸濁水、標準活性汚泥の懸濁水に500mg/l- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Feを添加したものについての、溶解性成分の水質と印加電圧の関係を示す。図から、高電圧の印加処理の前後で顕著な水質の変化は認められない。溶解性T-N、溶解性TOCの濃度が鉄を添加しないものに比べ、鉄を添加したものの方が高い値を示しているのは、溶解性T-N、溶解性TOCの測定時に鉄イオンの影響を受けているからであると考えられる。これらの結果から、本研究で行った実験の範囲における印可電圧では、水質に顕著な変化は生じなかったと判断される。

4. まとめ

以前より、水中の懸濁物質に電場を加えると凝集することはグラディエント・フォースという力により引き起こされ、付着した物体は、電荷を失っても電気力以外の付着力でその状態を維持することが知られている。しかし、この電場の作用を実廃液などに応用した例はない。本研究によって高電圧を印加することによるSSの沈降性の促進と鉄の凝集作用の促進効果が示唆されたことから、本処理法による高速廃水処理の可能性が示された。

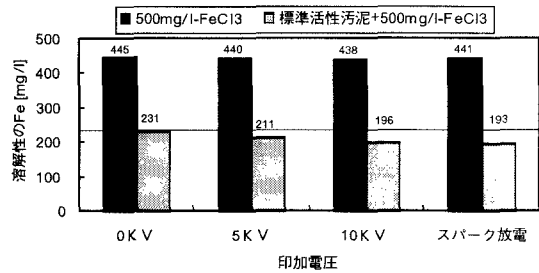


図3 溶解性のFeの残留量と印加電圧の関係

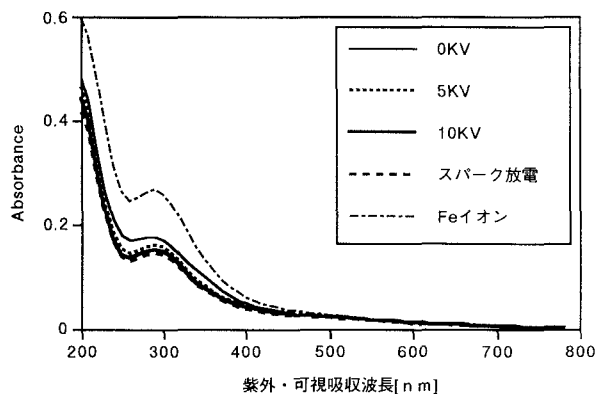


図4 標準活性汚泥+500 mg/l- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の紫外・可視吸収スペクトルと印加電圧の関係

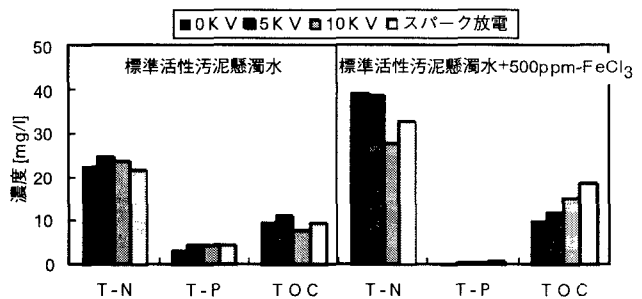


図5 水質(溶解性)と印加電圧の関係