

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 金 漢承

本論文は、「膜分離型高濃度粉末活性炭処理システムの開発に関する研究」と題し、8章より構成されている。膜分離技術の特性と吸着性に優れた粉末活性炭との組み合わせにより、生物学的な処理特性も併せ持つ高度浄水処理装置の開発を目的として、その基本的運転処理特性を解析したものである。本システムは、急速ろ過法と異なり、原理的には凝集剤を使用しない浄水システムであるので、発生浄水汚泥量の抑制、薬品添加による副次的な作用の低減など、新しい高度浄水プロセスとして期待されているシステムである。

第1章では、研究の背景と目的および論文の構成について述べている。

第2章では、水処理における活性炭吸着と膜分離の原理と応用および活性炭と膜の組み合わせに関する既存の研究について取りまとめている。

第3章では、研究に用いた活性炭、大腸菌ファージQ β 、人工下水二次処理水成分、分析方法、実験装置および運転方法について説明している。

第4章は「活性炭の吸着実験および膜ろ過特性実験」である。活性炭に対する大腸菌ファージQ β と人工下水二次処理水成分の吸着特性、粉末活性炭混合液の膜ろ過特性を調べ、次の成果を得ている。

- (1) 大腸菌ファージQ β は粉末活性炭に対して一次反応式に従う吸着パターンを示すこと、また吸着反応速度はpHに依存し、Q β の等電点であるpH5.3付近で吸着速度が急激に増加することを確認している。高濃度の粉末活性炭による大腸菌ファージQ β の除去特性を明らかにしている。
- (2) 人工下水二次処理水の活性炭への吸着処理特性はその有機物成分ごとに大きく異なることを示している。特にアラビアゴムのような高分子物質は活性炭への吸着速度や吸着容量が非常に低いことから、実際の処理に当たっては処理装置の処理性能や処理効率に及ぼす影響が大きいとしている。
- (3) 安定的にろ過運転を行うためには、適切な活性炭濃度と流束を設定する必要があることを粉末活性炭のみを用いて行ったろ過実験から示している。

第5章は、「連続処理における粉末活性炭濃度の影響」である。連続処理における活性炭濃度の影響など運転特性を調べ、次の結果を示している。

- (1) 大腸菌ファージQ β を用いた連続処理実験により、膜だけではQ β の除去は不十分であること、活性炭濃度10g/Lで約2log(99%)の除去率、活性炭濃度40g/Lで3log(99.9%)の除去率が得られることを示している。
- (2) 人工下水二次処理水を対象とした実験で、活性炭濃度0g/L、10g/L、40g/Lにおける膜抽出有機物量は0.38mg/m²、0.28mg/m²、0.064mg/m²となり、活性炭濃度が高くなるほど有機性成分の膜への負荷が小さくなることを示している。

(3) 粉末活性炭添加により、槽内微生物を高濃度に保持できるようになり、硝化反応を促進できることを示している。

(4) 活性炭濃度が高いほどろ過継続時間が長くなることにより、活性炭ケーキ層によるろ過抵抗よりは有機物の膜への負荷によるろ過抵抗の方が大きくなることを示唆している。

第6章は、「人工原水成分ごとの運転処理特性」である。人工下水二次処理水の成分を易分解性系、フミン系、高分子系グループに分けて連続処理実験を行い、次のような有機物質の成分特性と本システムの処理特性の関係を明らかにしている。

(1) 易分解性系では活性炭を添加することにより、水質改善効果とろ過継続時間延長効果がともに得られることを示している。

(2) フミン系でも、活性炭添加で上記両者の効果が得られるが、ろ過継続時間が次第に短くなる現象が見られることを見出している。

(3) 一方、アラビアゴムが含まれている高分子系では、活性炭添加による水質改善効果はあるものの、活性炭表面に吸着したアラビアゴムは糊のように作用し活性炭同士を集塊させ、短時間でケーキ層抵抗を上昇させることを見出している。

第7章では、東京都多摩川下流部の河川水を用いた連続処理実験を行い、次の結果を得ている。

(1) 河川水を用いて行った実験結果は、人工下水二次処理水を用いた実験結果の傾向とよく一致することを示している。

(2) 膜差圧の変化から、活性炭を高濃度(40g/L)で添加することによるファウリング抑制効果が見られたが、活性炭濃度4g/Lの場合はその効果が見られなかったことより、高濃度の粉末活性炭を有するシステムにする必要があるとしている。また、流束を0.5m/日と低く維持することにより、ろ過継続時間を長くすることができることを実証している。

(3) TOCとE260の除去からみた水質の改善効果については、流束は処理水質には影響しないことを示し、一方、活性炭添加による処理水質への影響は大きく、粉末活性炭濃度が処理水質を支配することを実証している。

第8章は、「結論」である。

以上のように、本論文は新しい浄水処理の開発に有用な基礎的で幅広い知見を与えており、都市環境工学の学術的分野の発展に寄与するものである。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。