

審査の結果の要旨

氏名 カーン モヒウディン モハルド タイムール
Khan, Mohiuddin Md. Taimur

本論文は、DEVELOPMENT OF POWDERED ACTIVATED CARBON – MICROFILTRATION (PAC-MF) MEMBRANE SYSTEM FOR WATER TREATMENT (膜分離型高濃度粉末活性炭システムによる水処理法の開発)と題し、活性炭と膜分離技術を組み合わせた浄水処理法について研究したものである。8章で構成されている。

第1章では、粉末活性炭を用いた浄水処理法、および精密ろ過膜を用いた浄水処理法についての知見から、この両者を組み合わせた処理法が有力な処理法になりうることを説明している。これまでに、粉末活性炭を原水に投入して循環型膜処理法によって固液分離する方法や、粉末活性炭を40g/Lの高濃度で含む槽内に浸漬型精密ろ過膜による固液分離する方式が実験室レベルでは運転可能であることが示されている。そこで、本研究では、ケーキ層による膜間差圧の上昇について調べることに、その抑制方法に関する知見を得ること、膜の洗浄法に関する知見、および運転方式について知見を得ることを目的としている。

第2章では、活性炭と膜分離を用いた浄水処理について、限外ろ過膜、ナノろ過膜や逆浸透膜との比較を行なっている。ケーキ層の形成メカニズムに関する既存の研究についてまとめ、流束の低下の原因についてこれまでに得られている知見をまとめている。

第3章では、本研究で用いている実験装置および実験方法について詳細に説明している。東京都の多摩川の水を原水として、東京都水道局の玉川浄水場に設置した実験装置を用い、各種の運転条件設定の下、複数の装置を197日間および45日間にわたる2回の同時並列運転を行なっている。多摩川の水質、運転に関する粉末活性炭の投入量、流束、膜面積、逆洗浄の方式など、設定した様々なパラメータについて説明している。

第4章では、多摩川河川水を原水として用いた長期運転実験の結果を述べている。運転条件の異なる実験装置における膜間差圧の上昇の違いについて、活性炭の役割、ポリプロピレン担体をもちいた生物ろ過による前処理の効果、お

よび水理的滞留時間の影響をしらべ、ファウリングに関する考察を行っている。膜の洗浄方法についても膜間差圧上昇の抑制の観点から検討している。

第5章では、膜ファウリングの原因のひとつとして活性炭の粒径分布を取り上げ、運転期間中に活性炭粒子サイズが小さくなっていることを定量的に示している。また、水中浮遊物質の挙動について調べ、粉末活性炭が高濃度に存在する装置においては槽内にあまり蓄積しない傾向にあることを示し、微生物による分解が生じている可能性を示している。

第6章では、膜ファウリングの原因のひとつとしてさまざまな有機物を取り上げ、3次元蛍光スペクトル解析、糖タンパクの一種であるレクチンの分析、分子量に着目した解析などさまざまな先端的な分析手法を用いて槽内および膜付着性の有機物を調べ、膜ファウリングの原因物質について考察している。化学洗浄によって膜が効果的に回復し、膜の目詰まりの原因物質を除去できることを走査型顕微鏡により観察している。

第7章では、実験の期間において頻繁に見られた活性炭同士の付着による膜のケーキ層抵抗の上昇の原因を調べるため、次亜塩素酸ナトリウム、オゾンおよび水酸化ナトリウムなどによる抽出により、活性炭に付着している物質について調べている。また、膜の形状について調べた結果、ほぼ200日間にわたる運転によっても膜の孔径にほとんど変化がなく、引張り強度も劣化していないことを確認している。また、膜に付着している金属元素についても分析している。

第8章は総括であり、本論文の成果を取りまとめて示してある。

以上のように本論文は、高度浄水処理法のひとつである高濃度活性炭と精密ろ過膜を用いた浄水処理法の実用可能性および運転管理における課題を明らかにしたものであり、都市環境工学の学術分野に大いに貢献する成果である。

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。