

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	Mohammad Irwan Fatkhur Rozy
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Fundamental study on the improvement of the performance and durability of nonwoven filter media (ろ布の高性能化・長寿命化のための基礎的研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	福井 国博	印
審査委員	准教授	石神 徹	印
審査委員	教 授	中井 智司	印
審査委員	准教授	木原 伸一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>近年、大気質の改善と人体に有害な汚染物質の排出を抑えることが急務となり、大気汚染物質の厳しい排出基準を満たすために、ろ過集じんプロセスが注目されている。このためには、高い耐久性と優れた性能を持つ、ろ布が必要とされている。優れた化学的、熱的、機械的特性を有するポリフェニレンサルファイド（PPS）不織布ろ布は、これらの条件を満たす有望な選択肢の一つである。本論文では、ろ布の高性能化・長寿命化を実現するための実験的検討および数値計算的検討を実施している。</p> <p>第1章では、ろ布の性能と耐久性の向上に関する基礎研究の背景と今回の研究の動機を解説している。ろ布の特徴の説明および実験と数値シミュレーションの両方に関する先行研究のレビューを行なっている。</p> <p>第2章では、PPS不織布ろ布の高温条件下でのNO₂ガスによる劣化挙動を検討している。ISO16891:2016「Test method for evaluating the degradation of characteristics of cleanable filter media」に基づき、PPS製ろ布の耐久性試験を、曝露時間を変化させて実施している。その結果、曝露時間の増加に伴い、高温のNO₂ガスはPPS製ろ布の横方向（TD）と機械方向（MD）の両方の引張強度と伸びを低下させることを示している。また、PPS繊維の外観にも形態的な損傷が見られ、PPS製ろ布の引張強度の低下原因であると言及している。排ガス中のNO₂ガス濃度の変化と引張強度の変化を推定するモデルとしてガス拡散律速未反応核モデルを提案した結果、供給ガス中のNO₂濃度に関わらず、両方向における引張強度の低下を推定することに成功している。</p> <p>第3章では、CFD（Computational Fluid Dynamics）とImmersed Boundary法を組み合わせた手法で、繊維状フィルターにおけるガス透過数値シミュレーションを行っている。ポリフェニレンサルファイド（PPS）とポリイミド（PI）の繊維状フィルターの配向や形態をX線CT画像を用いて再現している。また、各フィルターの圧力損失のシミュレーション結果を、既存の実験データおよび経験式と比較することで本数値計算結果の妥当性を確認している。シミュレーションで得られた圧力損失は実験および経験式の結果と精</p>			

度良く一致し、本数値解析手法が繊維状フィルターにおける流れの特性を把握する際にも有効であることを示している。さらに、同一空隙率条件であれば、PI フィルターの方が PPS フィルターよりも通気度が低いことも明らかにしている。

第4章では、SDF（符号付き距離関数）を利用して、PPS 繊維状フィルターにおける粒子の透過数値シミュレーションを行っている。フェーズフィールドモデルとレベルセット法を用いて、フィルター微細構造の複雑な形状の SDF を計算する方法を新規に提案している。この方法により、粒子と繊維の接触挙動を合理的に表現することを可能にしている。粒子の透過挙動は、空隙率と繊維配列・配向などのフィルター構造に大きく依存することを明らかにしている。また、粒子は平行配向の繊維よりも垂直配向の繊維に接触する傾向が見られ、これは垂直配向の繊維の方が接触面積が大きくなるためであることを示している。

第5章では、以上の研究成果をまとめることで本研究を総括すると共に、今後検討されるべき課題にも言及がなされている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与されるに十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。