

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		3D イメージベース構造解析を用いた水処理用高分子多孔質膜の機械的耐久性の向上			
研究テーマ (欧文) AZ		Investigation into mechanical properties of porous polymer membrane for water purification based on 3D image-based structural analysis			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)ヨネヅ	名)アキオ	研究期間 B	2014 ~ 2015 年
	漢字 CB	米津	明生	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	YONEZU	AKIO	研究機関名	中央大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		中央大学 理工学部 精密機械工学科・准教授			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>水処理膜を用いた膜ろ過法は、薬品を使用せずに水質を向上することができるため、近年注目を集めている。この水処理膜には、オープンセル型の空孔構造を有した多孔質高分子材料があり、サブミクロンサイズの細孔が無数に存在し、ろ過を行うことができる。水処理技術を維持するためには、強制変形を伴う定期的な物理洗浄が必要である。しかしながら、微細な細孔構造を有するため、過度な強制変形によって膜が損傷や断裂する場合があります。ろ過機能や使用寿命の低下などといった問題が生じる。したがって、多孔質高分子膜の変形特性評価が重要であり、引張変形中の細孔構造の変化や、それに伴う巨視的変形挙動など、詳細な変形特性の解明が必要になりつつある。そこで、本研究では水処理膜として使用される多孔質高分子膜について、細孔構造を考慮した変形力学モデルを検討した。</p> <p>本供試材は水処理用 PVDF 中空糸膜であり、オープンセル型の細孔構造で構成され、サブミクロンサイズの細孔が存在している。はじめに、供試材の表面および断面を FESEM で観察し、細孔の大きさや母材骨格(リガメント)の形状を測定した。そして、供試材に対して単軸引張試験を行うことで、線形的な弾性変形をした後に塑性変形をすることがわかった。この PVDF 中空糸膜の引張変形力学モデルを構築するために、有限要素法(FEM)を用いた。供試材のオープンセル構造を3Dモデル化するために、ケルビン多面体を用いた。この空間構造体を基本として、FESEM や AFM 像から得た計測情報に基づいた3D イメージベースモデルを作成した。すなわち、多面体の正6角形面を細孔、エッジ部分をリガメントとすることでオープンセル構造を作成した。このようにケルビン多面体に基づく中空糸膜の細孔構造を再現した離散的 FEM 解析により、実験結果によく一致する応力 - ひずみ曲線を計算できた。本提案モデルにより、引張負荷における細孔構造の変化が計算可能となり、機械的性質の向上を目指した微視構造設計が行える。</p>					
キーワード FA	水処理膜	オープンセル構造	引張負荷	有限要素法	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	水処理用 PVDF 中空糸膜の引張変形特性							
	著者名 ^{GA}	飯尾 翔一, 穴沢 真純, 米津 明生	雑誌名 ^{GC}	日本機械学会関東支部第 21 期総会講演会講演論文集					
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Deformation modeling of polyvinylidenedifluoride (PVDF) hollow-fiber membrane for water filtration							
	著者名 ^{GA}	Shouichi Iio, Akio Yonezu, Hiroshi Yamamura, Xi Chen	雑誌名 ^{GC}	Journal of Membrane Science					
	ページ ^{GF}	421~429	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	497
雑誌	論文標題 ^{GB}	Finite Element Modeling of Porous Polymer Membrane under Tensile Loading							
	著者名 ^{GA}	Shoichi Iio, Akio Yonezu, Hiroshi Yamamura	雑誌名 ^{GC}	International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics 2015 (ATEM' 15)					
	ページ ^{GF}	58	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

The tensile deformation behavior of polyvinylidenedifluoride (PVDF) hollow-fiber membranes used for water purification was studied. The membranes had submicron pores with a three-dimensional open-cell structure. The surface and cross section of the membranes were observed by FESEM to investigate the microstructure of the cellular structure, namely, its size and ligament geometry. During uniaxial tensile tests, the membranes underwent elastic deformation and plastic deformation. Large deformation induced pore growth along the tensile direction, resulting in an increase in water permeability. In order to establish a mechanical model for tensile deformation, the finite element method (FEM) was employed. In this model, the Kelvin polyhedron (truncated octahedron structure) was used to mimic a three-dimensional open-cell structure. A one-unit cell based on this structure was created, and a periodical boundary condition was employed for the FEM computation. The FEM model could reproduce the overall elastoplastic deformation behavior of the porous membrane and provide useful insight into the fabrication of porous membranes and reliable operation of water purification.