

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	MODELING OF THE PERMEATION PROCESS IN THE CROSS-FLOW ULTRAFILTRATION OF PROTEIN SOLUTION
著者(和文)	NGUYENTUAN ANH
Author(English)	Tuan Anh Nguyen
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9284号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 史郎,黒田 千秋,太田口 和久,伊東 章,関口 秀俊,大川原 真一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9284号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	NGUYEN TUAN ANH		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	吉川史郎	准教授	審査員	関口秀俊	教授
	審査員	黒田千秋	教授		大川原真一	准教授
		太田口和久	教授			
		伊東 章	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Modeling of the permeation process in the cross-flow ultrafiltration of protein solution」(タンパク質のクロスフロー限外濾過透過過程のモデル化に関する研究)と題し、英文で書かれており以下 6 章より構成されている。

第 1 章「Introduction」では、チーズ製造工程で生じるホエーに含まれている有用タンパク質を分離するために従来行われてきた手法の中では、加熱による変性が生じない高分子膜による限外濾過が適していることを述べている。また、ホエーの限外濾過における膜ファウリングについて述べた上で、そのファウリングを含む膜透過過程を記述するために過去において提案されたモデルを概観している。さらにそれらモデルは、いずれも単独では圧縮性堆積層を生じるホエーの限外濾過における透過流束の変化の全過程を推測することが困難であることを指摘し、全透過過程を記述できるモデルを構築した上でプロセスの最適化手法を提案する本研究の目的と意義を明らかにしている。

第 2 章「Filtration laws and the applicability to cross-flow filtration of protein solution」では過去に提案されている膜閉塞モデル、ケーキ濾過モデルおよび圧縮性堆積層の透過モデルと実測されたホエーのクロスフロー限外濾過における透過流束の経時変化を比較検討した上で、いずれのモデルも濾過初期の透過流束の急激な減少過程を十分に記述できないか、あるいは時間が経過した後の流束を予測できないなどの問題点があることを明らかにしている。その上で初期からほぼ定常状態に達するまでの全過程を記述するために、膜閉塞と圧縮性堆積層の特徴を共に考慮した新たなモデルを提案することが重要であることを述べている。

第 3 章「Combination model for permeate flux in cross-flow ultrafiltration of protein solution」では、膜閉塞が支配的な濾過初期から圧縮性堆積層の透過抵抗が支配的な中期後期における透過流束を予測するために、閉塞と堆積層抵抗の両方を考慮した組合せモデルを提案している。同モデルは膜閉塞に完全閉塞モデルを適用するとともに、閉塞が進行するのと並行して形成される圧縮性ゲル堆積層の透過に関する圧縮降伏応力モデルを組み合わせたもので、併せて主流から堆積層上端に移動したタンパク質の一部がクロスフローにより除去されることを考慮することにより、透過流束の経時変化を推算している。実測された結果が推算された結果により良好に相関されることを示すと同時に、モデル中のパラメータと操作条件の関係を定性的に説明することにより提案したモデルが適切なものであることを明らかにしている。

第 4 章「Estimation of steady state permeate flux in cross-flow ultrafiltration of protein solution」では、濾過プロセスの設計操作で重要となる定常状態における透過流束を、第 3 章で提案したモデルに基づいて、溶質タンパク質が主流から堆積層上端に移動する速度と主流のせん断力により除去される速度が等しくなる条件を設定することにより推算する方法を示している。その結果定常状態に達するまでの長時間にわたる実験により測定された流束と推算された結果が良好に一致することを確認している。さらにその結果に基づいて、操作条件により定義される無次元数とモデルパラメータを含む無次元数の間に良好な相関関係があり、この関係から操作条件を決定することによりパラメータが決定され、それらパラメータにより設定した条件における透過流束の経時変化を推算することが可能であることを示している。

第 5 章「Application in design and optimization problem」では、リサイクルを含むタンパク質の限外濾過プロセスを想定し、過去の文献で示されている配管、膜モジュール等の設置および操作コストと、第 4 章で示した操作条件とモデルパラメータの相関に基づいて所定の処理量と濃縮率を与え、かつコストが最小となる最適な膜モジュール設計の指針を決定する方法を構築し、それが有用であることを示している。

第 6 章「Conclusions and recommendations」では、各章の結論を総括している。

これを要するに、本論文は、タンパク質を分離するクロスフロー限外濾過において、膜閉塞とケーキ層の圧縮性や主流による溶質除去効果を考慮に入れることにより、透過過程全体を推算することのできるモデルを構築するとともに同モデルに基づいて操作条件などから透過過程を予測する手法を提案し、工業的なクロスフロー限外濾過操作における設計および操作条件等を決定する指針を示したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。