The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ぜん動流路内の流れに関する研究
Author(s)	高畠, 伸
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33812
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【62】

氏名・（本籍）	髙畠（たかばたけ） 伸（しん）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6257 号
学位授与の日付	昭和58年12月13日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	ぜん動流路内の流れに関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 今市 憲作 （副査） 教授 山本 明　教授 福岡 秀和　教授 伊藤 龍象 教授 角谷 典彦

論文内容の要旨

胃腸管や輸尿管などの生体内の諸器官が内容物を混合しながら輸送する作用として知られているぜん動運動を，工業的な輸送問題へ応用するという観点に立ってその応用の可能性を検討するための，あるいは輸送系を計画，設計するための基礎的資料を得ることを目的に，本研究は進められた。

本研究ではまず，二次元ぜん動流路内の流れに対して，S.O.R. 風上差分法を用いてナビエ・ストークス方程式を数値的に解く手法を提示し，数値解法を主体とした流れの解明を行った。ぜん動流れに関する従来の多くの研究は，生理学的な興味が動機となったことや，方程式の非線形性に起因する解析の困難さのために，流れを支配するパラメータのうち幾つかの大きさに限定を加えた特定の流れを対象としていたが，本研究の解析手法によればこれらの限定をはるかに上回る広い範囲で流れを解析することができた。特に，工業上有用になると思われるレイノルズ数の高い領域および中間領域については，本解析手法が非常に有効であることが確認できた。この解析手法を用いて，二次元流路の場合について種々の流れを解析し，流路内の速度場，圧力場，応力場を計算した。また，圧力・流量特性，エネルギ収支，ポンプ効率などを求め，ぜん動流路のポンプとしての特性を議論した。さらに，ぜん動流れにおける特徴的な現象であるリフラックスとトラッピングのふたつの現象について，それらの本質を解明し，ぜん動流れにおける流体粒子の分散作用や輸送作用を明らかにした。

このように，本研究の主体は数値解析による二次元ぜん動流れの解明であるが，この解析の正当性を確認する目的で二次元ぜん動輸送装置を用いた実験も行った。実験では，可視化手法による流れ場の測定を行っており，比較的高いレイノルズ数で得られた実験結果が数値解析の結果と良く一致することを確認した。また，数値解法で収束する解が求まらないようなレイノルズ数の十分高い領域に対して数値

解法を補足することを目的に，高レイノルズ数の極限の流れとしての渦無しのぜん動流れを摂動法により解析した。この解析結果は，十分高いレイノルズ数で求まる実験結果に良く一致し，また数値解が高レイノルズ数の極限で漸近する様子からも，この摂動解がレイノルズ数の高い場合のぜん動流れを表わす良好な解であることが確認できた。

他方，生体内の諸器官が総て円管状の形状であることを考えると，生理学的な側面からは軸対称なぜん動流れにも興味が持たれる。本研究では，二次元の流れに対する数値解析手法を拡張し適用することで軸対称なぜん動流れも解析し，軸対称な流れにおける流体の輸送作用を二次元の場合と比較しながら議論した。

論文の審査結果の要旨

この論文はぜん動運動を行なう管路中のニュートン流体の運動についての解析的研究である。著者はレイノルズ数として無次元化された波数を含む形を用い，レイレー的方法で定常化した二次元流路において，流れ関数に関するポアソン方程式とうず度に関する輸送方程式の連立を風上差分法により数値的に解く方法について詳述している。この方法を用いることにより，従来，理論的な解が得られていなかった1から10^2程度のレイノルズ数域について完全な数値解を得ている。さらに，これより高いレイノルズ数の流れについては，極限的な形としてうず無しぜん動流れを考え，その摂動解法を示し，その解により数値解の妥当性を示すとともに両者により，広いレイノルズ数範囲にわたる二次元流路内のぜん動流れの挙動と特性を明らかにしている。一方巧みな実験でこれらの解がよく実際と一致することを実証している。また，この解法は軸対称の場合にも適用できることを具体的に示し，その結果軸対称流れは本質的に二次元の場合と同じであることを示した。これらの解析により，ぜん動流れの特性を明らかにし，とくにリフラックス，トラッピングなどの特有な現象について発生状態と発生限界を明確にし，リフラックスについては多年の争点であった現象の実態像について一つの判断を示している。また，ぜん動による輸送現象を支配する流体工学的諸量と流れの支配的パラメータの関係を示し，工学ならびに医学的応用の基礎資料を与えている。

以上，この研究は工学と医学のかかわる領域において寄与する所多大であり，工学博士の学位論文に価するものと認める。