The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	擬似圧縮性法流れ解析とそれによる矩形断面曲がり管内流れの研究
Author(s)	有水, 博
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40230
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

【4】

氏　　名	有水　博（ありみず　ひろし）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　13096　号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学位論文名	**擬似圧縮性法流れ解析とそれによる矩形断面曲がり管内流れの研究**
論文審査委員	（主査） 教授　三宅　裕 教授　城野　政弘　教授　北川　浩　教授　稲葉　武彦 教授　香月　正司　教授　世古口言彦　教授　花崎　伸作 教授　中村喜代次　教授　辻　裕

論文内容の要旨

曲がり管内流れの圧力損失あるいはその内部で発生する二次流れ，さらに不均一な流入に伴い曲がり管下流で生じる旋回流の発生と維持の機構などを解明することは工業上重要である。本研究ではそれらの点についての基礎研究を行なっている。曲がり管内の流れは非常に複雑であるために，特定の現象の抽出の容易な数値実験を行なっている。数値シミュレーションの手法として擬似圧縮性法を用いている。本論文は次の5章から構成されている。

第1章では序章として曲がり管内流れに対する現在までに行なわれた研究と問題点について示し，本研究の位置付けを示している。さらに擬似圧縮性法の数値計算法を紹介している。

第2章では，擬似圧縮性法に多段階的陽解法を用いて，ベクトル計算機に適したスキームの作成方法を示している。計算精度，計算時間ともにMAC 法の代替となり得る解法であることを示している。また擬似圧縮性係数を制御することにより計算精度，計算速度を向上させる方法を提案している。

第3章では矩形断面を有する90°曲がり管内の流れを解析している。断面内に生じる二次流れと管摩擦係数の関係を求めている。曲がり管に一様な速度で流入する場合には，アスペクト比が約2のときに直管に対する管摩擦係数の比が最大となることと，その原因を解明している。次に，曲がり管入口において曲がりの面に垂直方向のせん断速度分布で流入する場合を調べている。そして曲がり管内に曲がりと遠心力による二次流れとは別の旋回二次流れが発生し，曲がり管下流にも持続するので管摩擦が増加することを示している。その時に高アスペクト比断面ほど流入速度の勾配による管摩擦の増大が著しくなることとその原因を解明している。

第4章では曲がり管内に生じる旋回流に焦点を当てるために正方形断面を有する90°曲がり管内流を解析している。曲がり管下流での旋回流の発生は2つの段階に分けて説明されることを解明している。始めにせん断速度分布の持つ角運動量により曲がり管内の圧力分布，流れ方向速度分布が流路断面に対して非対称になり，二次流れを形成するのに必要な壁に沿って巻き上がる流体も不均一に供給され，1つの渦が卓越する。次にその渦は主流の速度分布の回復過程で主流に取り込まれて主流の向きと二次流れの持つ渦度の軸の向きが次第に重なり安定した旋回流れへ移行する。

第5章では以上を取りまとめて結論として示している。

論文審査の結果の要旨

流体機器，化学装置には多くの管路が用いられ，流体によるエネルギー伝達，熱物質輸送の機能を担っているが，その流れの予測は装置機器の性能，安定な動作のために極めて重要であり，詳細な流れの知見が要求される。なかでも曲がり管は異常流れを生じやすい部位で偏流の発生による初期機能の低下，振動の発生などの防止のための精緻な設計を必要とする。この様な複雑形状流路の非圧縮性流れの数値解析はとりわけ困難で手法の改良が期待されている。本論文は特に速度ひずみのある流入の場合の曲がり管における二次流れと旋回流れの発生を数値解析によって解明したものでその主な成果は以下のように要約される。

(1) 非圧縮性流れ解析の一つである擬似圧縮性法に多段階的陽解法を用いて，ベクトル計算機に適したスキームの作成方法を示した。擬似圧縮性係数を制御することにより計算精度，計算速度を向上させることができる方法を提案し，複雑流路形状の非圧縮流れ解法を進展させている。

(2) 矩形断面を有する90°曲がり管内の流れを解析し，断面内に生じる二次流れと管摩擦係数の関係を明らかにした。曲がり管に一様な速度で流入する場合には，アスペクト比が約2のときに直管に対する管摩擦係数の比が最大となることを示し，その原因を明らかにしている。

(3) 曲がり管入口において曲がりの面に垂直方向なせん断速度分布で流入する場合には曲がり管内に旋回二次流れが発生し，曲がり管下流にも持続するので管摩擦が増加することを示した。その時に高アスペクト比断面ほど流入速度の勾配による管摩擦の増大が著しくなることを示し，その原因を明らかにしている。

(4) 正方形断面を有する90°曲がり曲がり管において管下流で発生する旋回流の発生原因とその維持機構を明らかにしている。

以上のように，本論文は擬似圧縮性法の計算の高速化，高精度化の方法を提案し，工業上重要な管路要素である曲がり管内部流れの旋回を含む二次流れを精微に解明している。その成果は流れの数値解析技術と管路設計に対する重要な知見を与えており，機械工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認められる。