

Title	円形断面曲管内層流に関する理論的研究
Author(s)	稲葉, 武彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/129">http://hdl.handle.net/11094/129</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	稲葉武彦
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 3780 号
学位授与の日付	昭和 51 年 12 月 23 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	円形断面曲管内層流に関する理論的研究
論文審査委員	(主査) 教授 村田 暹
	(副査) 教授 森川 敬信 教授 近江 宗一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、現実に多く見られるにもかかわらず、これまで解析がなされていない形の曲管内層流を扱い、そのような流れに対する理論的基礎を与えたものであり、以下に述べる 6 章から成る。

第 1 章は序論であり、曲管内流れに関する従来の研究の概要と本研究の目的を述べた。

第 2 章から第 5 章までが理論解析に関する部分で、第 2 章および第 3 章では定常流れを、第 4 章および第 5 章では非定常流れを扱った。まず第 2 章では三次元的な曲りをもつコイル管内層流について解析し、デーン数と類似のパラメータ  $De$  の値が小さい場合については摂動解を、それが大きく、摂動解の適用範囲を越える場合については数値解を求めた。 $De$  の値が小さい範囲では粘性力により、また大きい場合にはコリオリ力のため、管断面内に現われる二つの二次流れ流線が互いに対称でなくなり、さらに後者の場合には二次流れ流線および軸流速度分布が傾斜してくることがわかった。管摩擦損失に関しては、円環状曲管の曲率の代りにコイル管の曲率を用いた拡張されたデーン数を用いると、コイル管に対しても円環状曲管の管摩擦損失の式を適用できることが確認された。

第 3 章では管軸に沿って曲率が変化する曲管の例として、管軸の形状  $y$  が、 $y = a \sin \kappa x$ ,  $y = a (1 + \kappa^2 x^2)^{1/2}$ ,  $y = a \tanh \kappa x$  ( $a, \kappa$ : 定数,  $x$ : 管軸の接線方向座標) で表わされる場合について解析を行った。これらの曲線はそれぞれ、周期的に曲る管、曲りが 1 回および 2 回の管の管軸の形状に相当する。解析は管軸の曲率が小さい場合についてすすめられた。レイノルズ数が小さいときには軸流速度は曲りの内側で速くなり、大きいときには遠心力の作用で曲りの外側で速くなる。だ行管においてだ行の波数  $\kappa$  が大で、しかもレイノルズ数が大きい場合には曲りの影響は管軸の変化に対して遅れて流速分布に現われる。曲りが 2 回の管ではそれが 1 回の管に比べて、曲りの影響の及ぶ軸方向の範

囲が狭い。また管軸の形状が、ゆるやかに変化する二次元曲線で表わせる曲管内層流については統一的な手法で解析できることを示した。

第4章では、第3章で扱っただ行管内の層流脈動流れの解析を、管軸の曲率とパラメータ ( $A/k^2$ ) の値が小さい場合について行った。ここで  $A$  は脈動圧力こう配の無次元振幅であり、 $k^2$  は変動流のレイノルズ数とみなせる無次元量である。平均流がない場合には、軸流速度はつねに曲りの内側で速くなる。平均流があると曲率の影響は管軸の変化に対して遅れて流速分布に現われる。そのような場所的な遅れの程度は、 $k$  の値が小さいときは定常流の場合と同じであり時間的にもほぼ不変であるが、 $k$  の値が大きくなると定常流の場合とは異なり、また時間的にも変化する。

第5章ではこれまで非圧縮であると仮定してきた流体の圧縮性を考慮した場合に、どの程度の影響が現われるかを最も簡単な真直管内の流れについて解析した。解析にあたっては平均流が存在する場合を扱い、とくに平均流が変動成分に及ぼす影響について詳細に吟味した。平均流が存在すると進行波と後退波とで固有値および速度分布に差が生じ、その程度は平均流速と音速との比のオーダーである。

第6章は本研究で得た結論の総括である。

## 論文の審査結果の要旨

曲管は流体を扱う機械や装置の重要な部品であるが、従来その流れの理論的解析は管軸が同一平面内を一定曲率で曲る場合に対してのみなされてきた。本論文は上記以外の主要な二三の場合の曲管の定常および非定常層流をはじめ解析したもので、その研究成果を要約すると次の通りである。

- (1) 三次元曲りをもつコイル管内定常層流の二次流れの模様と管摩擦係数の値を明らかにした。
- (2) 曲りが1回、2回ある場合の定常層流における二次流れを解析した。まただ行管内定常層流の二次流れの模様と管摩擦係数を明らかにした。
- (3) だ行管内の層流脈動流れを解析し、流れの模様を明らかにした。
- (4) 圧縮性流体の直管内層流脈動流れにおいて、従来無視してきた平均流による場所的加速度の影響を明らかにした。

以上のように本論文は曲管内層流を解明し、その抵抗を推定するのに有益な指針を与えたもので、機械工学上寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。