

氏 名	池 内 健 いけ うち けん
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 290 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 機 械 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	静圧流体を用いる軸受とシールの研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 森 美 郎 教 授 会 田 俊 夫 教 授 神 元 五 郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は加圧した流体を供給する軸受およびシールについて、各種の形式におけるすきま内流動を理論および実験の両面から検討し、これをもとにおおのこの設計法を提案したもので、2編11章からなっている。

第1編は静圧スラスト軸受および非接触静圧シールに非圧縮性流体を用いる場合について、各種の可変流体絞りを適用するときの潤滑面すきまの自動調整作用の特性を検討したもので、第1章では静圧スラスト軸受のすきま内流動の解析に際し、その特性を左右する主要な定数を提案し、以後の理論展開に一般性を与えている。

第2章は静圧スラスト軸受に、ポケット内圧力で作動する可変流体絞りとして、スプールバルブ、円板弁、コイルばね絞り、環状オリフィスを使用する場合を検討したもので、荷重に対応する軸受すきまおよび流量を、自動調整作用を示す無次元軸受パラメータを導入して計算し、それぞれの特性を明示するとともに、スプールバルブを用いた場合には、荷重の変動に対して軸受すきまを一定値以上に保ち得ることを明らかにしている。

第3章はスプールバルブを用いる場合の検討をさらにすすめたもので、軸受の静特性が軸受パラメータによって2種類に大別されることを述べ、荷重の変動に対応する軸受すきまの変化を最小にとどめるための2種類の最適設計法を提案している。

第4章は円板弁を用いる場合に関するもので、軸受すきまの特性が軸受パラメータによって3種類に変化することを明らかにし、前章と同様の最適設計法を与えている。

第5章は静圧流体を用いる非接触シールを提案したもので、この場合圧力平衡作用によって漏えいを防ぐ作用のほかに、定常すきまを保つ機能をあわせ持つ必要のあることを明らかにし、これを考慮した設計条件を与えている。

第2編は周辺ジェット型クッション技術をとりあげ、その流動機構を検討するとともに、応用としての

空気クッション軸受およびシールの設計法を論じたもので、第1章ではジェット・カーテン内の流れに関し、比較的厳密な理論的取扱いとして、これをポテンシャルコアと4個の自由境界層領域に分割し、プラントルの混合距離の仮説を用いて解析し、流速分布、クッション圧力、流量などを計算し、実験的検討を加えている。

第2章はジェット・カーテンの非平衡状態における特性を検討したもので、2次元自由噴流の概念を導入し、運動量の平衡よりクッション圧力を求め、スロットの傾き角と負荷能力との関係、クッション軸受の傾きあるいは上下振動に対する復元力との関係を明らかにしている。

第3章はジェット・カーテンの下流部に平行壁面があって、その縮流部が負圧を発生する場合を検討したもので、負圧発生によってクッション圧力が減少し、流量が増大することを明らかにし、これを防止できない場合には、軸受剛性の減少を避けるため、平行壁面部の長さが浮上量の5倍以上になることが望ましいと結論している。

第4章は応用例としてはしご形に配置したスロットの上に、長方形の被輸送物を浮上させる空気クッション・コンベアをとりあげたもので、被輸送物の形状寸法および浮上量が与えられたときに、消費動力を最小にするスロット寸法の決定法を与えている。

第5章は可動クッション・パッドを用いてスロット幅を変える自動調整空気クッション軸受を提案したもので、この設計により軸受剛性を高め、軽負荷時の流量を削減できることを確認し、荷重変動範囲を設定した場合に、浮上量の変化を最小にする自動調整パラメータの決定法を与えている。

第6章は急の曲りのある流路での運動量変化によって発生する圧力を利用した非接触シールを検討したもので、曲り前後のすきま比および曲りの角度によって決まる損失係数を導入し、運動量平衡式によって発生圧力および流量を計算し、実験的検討とあわせてシール特性を論じている。

論文審査の結果の要旨

外部において加圧された流体を軸受すきまに供給して流体潤滑を行なう軸受は、そのすきま内における流動機構の観点より、静圧軸受と空気クッション軸受に大別でき、いずれも機械精度、耐久性の向上のため重要な研究課題となっている。本論文はこれらの軸受に対し、理論的ならびに実験的検討を加えて最適設計法を確立し、あわせてその結果をシールの設計に適用しようとするものである。

まず、静圧軸受については、従来研究の見られなかった自動調整静圧スラスト軸受に関し、各種の可変流体絞りを適用してそれぞれの軸受特性を明らかにし、荷重変動範囲に対し軸受すきまの変動を最小にする条件および荷重の基準値において軸受剛性を最大にする条件の2条件に対する軸受設計パラメータの決定法を与え、この種軸受の使用目的に応じた最適設計法を確立している。特に、スプールバルブを用いた場合に軸受すきまが一定値以下になり得ないこと、円板弁を用いた場合に無限大に近い軸受剛性を有する広い荷重範囲が存在し得ることを見出したのは、本論文の成果である。

ついで、自動調整静圧軸受を非接触シールとして応用することを試み、この種シールにあっては、圧力平衡作用によって内部流体の漏えいを防止するほかに、すきまを定常に保つ軸受機能が同時に必要であることを明らかにし、その設計法を与えているが、これはこの種シールの開発に重要な指針を与えるもので

ある。

一方、空気クッション軸受については、軸受すきまの周辺に限るジェット・カーテンに関し、従来の理論を一步すすめた基礎理論を展開し、クッション圧力と浮上量の関係を根本的に明らかにするとともに、岐点の有無という新しい観点からジェット・カーテンの非平衡状態の理論的取扱いに合理性を与え、かつ下流に平行壁面がある場合の負圧発生の影響を明らかにしている。これらはジェット・カーテン内部の流動機構の解明に役立つばかりでなく、応用例としての空気クッション・コンベアに理論的根拠を与えたものである。

さらに、本論文ではスロット幅を可変とする自動調整空気クッション軸受を考案し、これによって軸受剛性を高め、軽負荷時の流量を削減し得ることを確認し、その設計法を確立している。また、ジェット・カーテンを利用した非接触シールについてもその設計法を与えている。

以上を要するに、本論文は自動調整静圧軸受、空気クッション軸受ならびにこれらを応用した非接触シールについて、そのすきま内流動に詳細な検討を加え、軸受およびシールの特性に多くの知見を加えるとともに、それらの設計法を確立したもので、学術上、工業上寄与するところが多い。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。