

氏 名	森 淳 暢 もり あつ のぶ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 246 号
学位授与の日付	昭 和 46 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	STUDIES ON STABILIZATION OF EXTERNALLY PRESSURIZED GAS-BEARINGS (静圧気体軸受の安定化に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 森 美 郎 教 授 会 田 俊 夫 教 授 玉 田 珧

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は圧縮気体を軸受すきまへ供給する静圧型の気体軸受に生じる二種類の不安定現象に対して数種の安定化方法を提案し、その設計法を検討したもので2編10章よりなっている。

第1編はポケットを有する軸受にしばしば生じるニューマチックハンマに対する安定化の方法を検討したもので、第1章の緒論では、軸受の負荷能力あるいは剛性の増大のための簡便な方法として用いられる軸受面に広いポケットを設ける設計においては、一般に剛性と安定性は相反する関係にあり、高剛性を保証するためには有効な安定化方法の開発が必要であることを述べ、本編の意義を明らかにしている。

第2章は流体抵抗と流体容量よりなる安定要素をポケットに接続する方法の理論的かつ実験的な検討を行なったもので、従来この安定化方法の機構は抵抗部に相当するスロートの気柱振動がダイナミックダンパの役目を果すものとして把握されていたのであるが、本研究では、この考え方が適当でないことを実験的に確認するとともに、この安定要素を流体容量としてとらえ、ポケット内および容量内に気体質量の保存則を適用することにより解析を進め、定量的にも実験結果とよく一致する結果を得、本安定要素の設計法を確立している。

第3章は、第2章の要素を給気流路に直列に挿入する新しい方法を提案し、第2章と同様の理論的ならびに実験的検討を行なったもので、その結果として、両方法は同様な安定作用を発揮し得ること、新しく提案された方法によれば、第2章の方法では使用が困難なオリフィスを抵抗として使用し得ることを明らかにしている。

第4章は、第2および第3章の方法で安定化した軸受の動的諸特性を検討したもので、この種の安定化方法を有効に使用し得る限界を明確にし、かつその限界を拡大するために要素に要求される設計条件を明らかにしている。

第5章は第1編の結論をまとめたものである。

第2編は、静圧気体ジャーナル軸受にみられる別種の不安定現象である自励ホワールの解析とその安定

化の方法を検討したもので、第1章の緒論では、超高速回転機器用の静圧気体ジャーナル軸受の実用化に対して、高速において生じる自励ホワール現象のオンセット速度の有効な解析方法およびオンセット速度を高める方法の検討が必要であることを述べ、本編の目的を明らかにしている。

第2章は、静圧気体ジャーナル軸受として代表的な一列自成絞り形式を対象に、上記オンセット速度の解析のための理論を提案したもので、レイノルズ方程式中の非定常項を完全に省略し、かつ線状吹出しの仮定を用いた従来の単純化理論に対して、本研究では、非定常項のうち振れまわりにもとづく項を取入れる方法と線状吹出し仮定の修正法を提案し、より正確なオンセット速度の予測値を得ている。

第3章は、オンセット速度を高める方法として、気体軸受プッシュをさらに支持用の気体軸受で支える方法を提案したもので、その有効性を理論的および実験的に確かめるとともに、軸受すきま、給気孔径、給気圧力などの設計条件のオンセット速度に与える影響を検討し、2種類の支持方法について安定化のための設計法を明確にしている。

第4章は、オンセット速度を高める別種の方法として、流体抵抗と流体容量よりなる流体位相遅れ回路としての安定器を荷重支持軸受に付加する方法を提案したもので、この方法では正負いずれかの圧力を安定器の流体容量に用いることができるが、本研究では、正の圧力を用いて生じる欠点を除くため負の圧力を使用する方法を用い、理論結果として、軸受部の設計条件が与えられれば、オンセット速度の限界が決定されることを見出し、この種の安定化方法に対して、まず軸受部の設計が重要であることを指摘するとともに安定器の最適設計条件を与え、かつ設計の手順を確立している。

第5章は、第2編の結論をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

静圧気体軸受の不安定現象は、スラスト軸受に多く見られるニューマチックハンマとジャーナル軸受の高速回転時に現われる自励ホワールの二種類に大別され、これらを安定化させることが実用化に際して最重要の課題である。本論文はこの二種類の不安定現象を安定化させる方法を提案し、かつその設計法を明確にしようとしたものである。

まず、ポケットを有する軸受に現われるニューマチックハンマに対しては、軸受面に設けたポケットに接続する流体抵抗と流体容量より成る安定要素について、気体の流動の見地により安定解析を行ない、従来の理論では達成し得なかった設計条件を確立し、かつ、同じ理論を用いて上記安定要素を給気流路に直列に挿入しても同様の安定化が達成されていることを明らかにするとともに、後者の方法では、前者の場合に使用が困難であったオリフィスを流体抵抗として用い得ることを明らかにしている。

さらに、上記二種類の安定要素の動特性をスラスト軸受およびジャーナル軸受について検討し、その有効使用限界を明らかにするとともに、流体抵抗は大きく流体容量は小さいほど動特性を向上させ得ることを示し、設計上重要な指針を与えている。

つぎに、高速ジャーナル軸受に現われる自励ホワールについては、まず従来の理論を一步進めた解析法と線状吹出しの仮定の修正法を提出し、これによってホワールのオンセット速度のより正確な予測を可能ならしめ、これを基礎に安定化の方法を新しく提案している。この安定化法は二種類に大別でき、第一の

方法は連成振動による減衰を骨子とした軸受を二重構造にする設計で、回転軸を支える主静圧気体軸受とこれを支持する副静圧気体軸受より成っており、この型式では主軸受への給気方法による主軸受ブッシュの回転が可能か否かによって二種類の型式が使用できることを明らかにしている。

第二の方法は流体抵抗と流体容量より成る流体的な位相遅れ回路としての安定器を軸受に並列に設ける設計で、安定器の流体容量に負圧を作用させる利点を見出している。

さらに、本研究においては、これらの方法のそれぞれについて、流体潤滑理論あるいは気体流動の観点より安定解析を可能ならしめ、実験的にその有効性を確かめるとともに、軸受すきま、給気孔径、給気圧力などの諸条件の影響を明らかにし、おのおのの安定化に対する設計法を明確にしている。

以上を要するに、本論文は静圧気体軸受に現われる二種類の不安定現象について、適切な安定化の方法を新たに提案するとともに、理論的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。