

氏 名	宮 松 順 憲 みや まつ やす のり
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 365 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 7 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	Studies on theoretical flow-models for externally pressurized gas bearings (静圧気体軸受の理論的流動模型に関する研究)

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

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は圧縮した気体を軸受すきまに供給する静圧気体軸受について、そのすきま内の流動に関する理論模型を提案し、種々の設計条件に対応する軸受特性を検討したもので、9章からなっている。

第1章の緒論では、静圧気体軸受のすきま内の流動が軸受の作動条件によって、粘性、圧縮性、超音速流動、衝撃波、慣性効果などの複雑な問題を含むことを指摘し、その流動を明らかにするには、中央に単一の給気孔を有する円板型静圧スラスト軸受をとりあげて、給気孔よりすきまへの放射状態動につき、理論的流動模型を確立することが本質的に重要であることを述べ、本研究の意義を明らかにしている。

第2章は理論的流動模型を構成するための流動型式と圧力変化について述べたもので、流動型式としては慣性流れ、境界層の発達を伴う流れ、完全粘性流れをあげ、圧力変化としては岐点よりの加速による圧力降下、臨界条件による圧力降下、流路断面積の縮小による圧力降下、運動量増加による圧力降下、直立衝撃波を横切る圧力上昇を列挙し、それぞれについて上流および下流の境界条件を与えた場合の解析に必要な理論結果を列記し、これらの流動型式と圧力変化を軸受の作動条件によって適当に選び出し、それらの連鎖を構成すれば理論計算の容易な流動模型を提案し得ることを示している。

第3章は給気孔から軸受すきまへの流入部が流動抵抗を与える自成絞りをもち軸受の流動模型に関するもので、軸受すきまの大きさでこれを3種に大別し、従来の理論が主として取扱っていた小さいすきまにおける完全粘性流動については給気孔における圧力降下を考慮した模型を、また大きなすきまにおける衝撃波発生を考慮した理論には衝撃波発生後の境界層の発達または圧力降下を考慮した模型を提示し、さらに中間のすきまに対しては給気孔よりすきま流入部の境界層の発達を考慮した模型を新たに提案し、この流動模型が従来接続不可能であった前二者の模型の不連続を比較的なめらかに埋め得ることを圧力分布、負荷容量、流量の理論結果より示し、かつ実験によって実証するとともに、これらの模型の適用範囲を給気圧力、給気孔径との関連において明らかにしている。

第4章は給気孔に挿入した流体絞りをもち軸受の流動模型を提案したもので、この場合のすきま内流れ

は完全粘性流動であるが、この給気孔絞りにおいて臨界条件が発生するか否かによって2種類の模型に大別でき、臨界条件に達した場合給気孔絞り直後と軸受すきま流入部とを新たに断熱変化の關係で結びつけることによって、これらの流動模型による理論結果のなめらかな接続が可能になるとともに、実験結果ともよく一致することを示している。また、この場合の圧力分布、流量の特性が先の自成絞りの場合と全く異なることを明らかにするとともに、軸受最大剛性を得るための条件を確立している。

第5章は給気孔に続く大きなポケットを有し、かつ自成絞りの場合と同様給気孔周辺が流動抵抗を与える場合で、ポケット内での超音速流動およびこれに続く衝撃波発生の有無による2種類の流動模型が提案されている。特に衝撃波のある場合については、衝撃波前後のポケット内流動を超音速および亜音速の慣性流れと置き、すきま流入後を完全粘性流れとして接続した理論模型が実験結果と良好な一致を示すことを明らかにしている。

第6章は給気孔に続くポケットを有し、給気孔に流体絞りが挿入されている場合で、この給気孔絞りにおける臨界条件の発生の有無によって2種類の流動模型が提案され、この場合にはいずれの模型にあってもポケット内圧力を一定とおく仮定が有効であることを実験結果より示している。

第7章では自成絞りと給気孔絞りの特性について、これまでに提案した流動模型を用いてそれぞれの軸受剛性、単位給気当りの負荷能力を理論的に比較し、後者の点よりはポケットのない設計がすぐれていることを明らかにしている。

第8章では上下二面に配した一对のスラスト軸受が差動的に作用する場合を上記各種の理論流動模型について論じ、それぞれの最大軸受剛性を与える条件を理論的に明確にし、これを求めるのに設計条件の与え方による2種類の方法のあることを示している。

第9章では本研究の結論をまとめている。

論文審査の結果の要旨

最近実用化が盛んになってきた静圧気体軸受の軸受すきま内の気体の流れは、給気孔よりすきまへの放射状流れをその本質とし、粘性、圧縮性、超音速流動あるいは衝撃波の発生がからみ合った複雑な機構を示すもので、従来限られた作動条件の場合の理論解が得られているに過ぎず、広範な設計および作動条件に適合する体系的な理論の確立が重要な課題である。本論文はこの点に着目し、単一中央給気孔を持つ円板型軸受を対象に、種々の条件に適應する理論的流動模型を提案し、静圧気体軸受のすきま内流動機構に統一的理解を与えようとしたものである。

静圧気体軸受においては、設計上給気流路に自成絞りあるいは給気孔絞りを設けるのを通常とし、また軸受面は平面またはポケットつきに構成する。したがって著者は軸受型式を絞りの種類とポケットの有無によって4種類に大別し、各型式の軸受すきま内に生ずる流動を基本的な要素に類別し、これらを連続の条件あるいは圧力変化の条件を用いて連鎖状につなぐ理論的流動模型の構成法を提案し、これによって全型式の軸受の流動機構の把握ひいては圧力分布、負荷容量、流量および軸受剛性の解析に成功している。この場合、同一型式の軸受であっても、軸受すきまあるいは給気圧力によっては流動の様相が全く異なってくるのであるが、これに対し著者は数種の一連の流動模型を対置させ、これら相互の軸受特性の連続を

考慮しかつ各模型の適用範囲を明示することによって、広範囲の軸受すきまおよび給気圧力の値に対し実験結果と良好な一致を示す理論解を与えている。著者の各理論的流動模型はそれぞれ比較的解析の簡単な流動型式と圧力変化より構成されており、理論的に多少の近似を含むが、これらの流動模型の使用によって、静圧気体軸受の流動機構の解明に統一的解析が新たに可能になったことは本論文の大きな成果である。

さらに詳細な本論文の成果を列記すれば、

- 1) 自成絞り、ポケットなしの軸受に対して、大きな軸受すきまにおける給気孔直後負圧発生の詳細な検討を可能にするとともに、小さな軸受すきまに対する完全粘性流動理論との接続に、境界層の発達を考慮した理論が有効であることを明らかにした。
- 2) 給気孔絞り、ポケットなしの軸受に対して、給気孔における臨界条件の有無による二つの理論模型の接続が、断熱的な圧力変化を媒介とすれば可能となることを示した。
- 3) 自成絞り、ポケット付きの軸受に対して、ポケット内で衝撃波が起り得ることを確かめ、その条件を明らかにした。
- 4) 給気孔絞り、ポケット付きの軸受に対して、ポケット内の圧力を一定として取扱う理論が有効であることを示した。
- 5) 軸受剛性の点より、自成絞りおよび給気孔絞りの作動機構を明確にするとともに、最大剛性を与える設計条件を明らかにした。
- 6) 軸受すきまの増加に伴う流量の増加が、自成絞りと給気孔絞りでは根本的に異なることを明らかにした。

以上要するに、本論文は静圧気体軸受に対して総合的な理論研究を行ない、これを実験結果より実証し、広範囲の設計および作動条件に対する軸受特性に多くの知見を加えるとともに、設計上有力な指針を与えたもので、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。