

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 10742号
------	--------------

氏名 水貝 智洋

論文題目

反発型磁気軸受で支持される回転軸系の危険速度通過のための振動
解析と制振

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	井上 剛志
委員	名古屋大学	教授	宇野 洋二
委員	筑波大学	教授	藪野 浩司
委員	名古屋大学	講師	高木 賢太郎

論文審査の結果の要旨

水貝智洋君提出の論文「反発型磁気軸受で支持される回転軸系の危険速度通過のための振動解析と制振」は、反発型磁気軸受で支持される回転軸系の高速化を目的として、危険速度の通過のための制振法および通過時の補助軸受との接触からの離脱法についてまとめたものであり、次の7章から構成されている。

第1章は序章であり、研究の背景、目的および本論文の構成について述べている。

第2章では、反発型磁気軸受の復元力のべき級数表現を示し、反発型磁気軸受の各諸元がその復元力特性に与える影響を調べている。そして、これらのパラメータを適切に設定することにより復元力の線形剛性と非線形剛性の特性を設計できることを明らかにしている。

第3章では、反発型磁気軸受で支持される回転軸系の理論モデルを考え、その運動方程式を構築している。反発型磁気軸受の非線形性を考慮し、従来モデルには無い補助軸受内輪の回転自由度を導入して、回転軸と補助軸受との滑り接触時および非接触時の運動方程式を導出している。さらに補助軸受との接触に関して滑り接触と転がり接触の状態遷移を導入した拡大系の運動方程式も導出している。

第4章では、反発型磁気軸受の内外輪磁石の磁束密度、内外輪磁石の軸方向変位およびその長さ比をパラメータとして主危険速度付近の振動特性を調べている。そして、反発型磁気軸受の軸方向変位と磁石長さ比の選び方により、系の主危険速度と共振曲線の漸硬形/漸軟形の特性およびその傾きの強さも調整できることを明らかにしている。このことから、反発型磁気軸受の各諸元の選定により跳躍現象などの非線形系特有の現象を抑制できることを示している。

第5章では、危険速度通過時の制振法として、增速時/減速時の回転速度変化に応じて反発型磁気軸受の軸方向変位を制御する方法を提案している。まず定常振動解析を行い、同手法では主危険速度を積極的に移動させることによりその通過が容易になるとともに、反発型磁気軸受の非線形性の変化も通過時の振動抑制に有效地に作用することを明らかにしている。さらに、危険速度通過時の非定常振動解析により同手法の制振効果を調べ、その通過時の最大振幅が大幅に低減できることを示している。そして、これらについて実験によりその有効性を実証している。

第6章では、危険速度通過時の補助軸受との接触振動とその離脱法を調べている。実験において前向き/後向きと滑り/転がりのすべての組み合わせの形態の接触振動を観察するとともに、構築した理論モデルを用いた数値解析によりそれらの接触振動の特性を説明している。特に、反発型磁気軸受と補助軸受の各諸元をパラメータとし、発生する接触振動の形態およびその接触からの離脱特性への影響を明らかにしている。そしてその結果をまとめ、危険速度通過時に接触状態から早期に離脱するための反発型磁気軸受と補助軸受のパラメータの設計指針を提示している。

以上のように本論文は、反発型磁気軸受で支持される回転軸系について振動解析を行い、その危険速度通過時の制振法を提案するとともに通過時の補助軸受との接触振動からの離脱法を示し、それらの有効性を実証したものである。これらの成果は学術上、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者である水貝智洋君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。