

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電磁力を用いた回転機械の自励振動抑制と安定性診断
Title(English)	
著者(和文)	津野田 亘
Author(English)	Wataru Tsunoda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10879号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:進士 忠彦,新野 秀憲,初澤 毅,高原 弘樹,千葉 明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10879号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)

Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	機械 機械	系 コース	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名： Student's Name	津野田 亘		指導教員 (主)： 進士 忠彦 Academic Supervisor(main)
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

<p>本論文は、「電磁力を用いた回転機械の自励振動抑制と安定性診断」と題し、全5章から構成されている。</p> <p>第1章「緒論」では、すべり軸受で支持されたロータに対して、大形化、高速回転に伴う自励振動の抑制や、深海底などのメンテナンスが困難な極限環境での利用に伴い、安定性の診断技術の高度化が必要であることを述べている。本論文では、電磁力を用いる回転機械システムの自励振動の抑制や安定性診断法を提案し、その有効性を実証することを目的としている。</p> <p>第2章「電磁アクチュエータを用いたすべり軸受ロータの自励振動抑制と安定性診断」では、すべり軸受で支持されたロータに、産業用ラジアル磁気軸受と同様な構造の電磁アクチュエータを付加し、それを用いた自励振動の抑制と安定性診断の実現を目的としている。まず、はじめに、回転数に依存するすべり軸受の剛性、減衰性の関係を簡略化した Bently-Muszynska (B/M) モデルと、ロータの自励振動に関する固有モードを組み合わせた低次元モデルを構築し、自励振動の発生条件について考察している。自励振動が、すべり軸受のクロスばねに起因することを示し、単純な比例補償器で、軸の変位情報を、位相が 90° 異なる方向に力を発生する電磁アクチュエータへフィードバックすることで、抑制可能なことを実験的に示している。</p> <p>また、運転中に自励振動の発生回転数を予測することで、安全運転が可能な回転領域を明らかにすることを目指している。電磁アクチュエータにより、前向き方向のスイープ加振力を一定回転中のロータに与え、加振力を基準としたロータ変位応答のコクアド線図をプロットし、実部と虚部の零クロス周波数から、発生回転数を予測する新たな手法を提案している。実験装置にて実測した自励振動の発生回転数と、それよりも小さい回転数域で電磁加振実験により予測した値は、誤差 6% 以内であり、予測法の有効性を示している。</p> <p>第3章「ベアリングレスモータを用いたすべり軸受ロータの自励振動の抑制」では、電磁アクチュエータの付加による回転機械の大形化の問題を示し、電磁アクチュエータとモータの2つの機能を統合したベアリングレスモータを用い、省スペース化を満たしながら、電磁力によるすべり軸受ロータの自励振動の抑制を目指している。ロータの回転に対し、径方向に発生する電磁力の大きさや発生角度の変化が少ない、短節巻を採用したコンシクエントポール型ベアリングレスモータを設計、試作し、すべり軸受ロータと統合した実験装置を構築している。また、振動振幅の大きい自励振動時のロータの角度計測を実現するため、楕円形状のセンサターゲットと渦電流変位計を用いた非接触絶対角度計測法を開発している。これらの装置を用いた制御実験にて、非制御時に回転数 73 rps で発生した自励振動を完全に抑制し、80 rps までの低振動の運転を実現している。</p> <p>第4章「ビルトイン永久磁石モータを用いた回転機械の安定性診断」では、電磁アクチュエータや、ベアリングレスモータを用いることなく、一般モータの電動機巻線を用いて、回転機械の安定性を診断する手法の実現を目指している。具体的には、永久磁石同期モータのロータが不釣り合い振動している状態で、電動機巻線の d 軸へ正弦波スイープ電流を重畳し、加振する手法を提案している。また、本手法で発生する電磁加振力が、ロータの回転数と d 軸電流の和と差の周波数成分を有していることを示し、この加振力を用いた周波数応答計測法を提案している。電磁加振専用の巻線を用いて計測した周波数応答結果と、電動機巻線を用いた結果を比較したところ、2次系の伝達関数でカーブフィットして求めた減衰比で 10% 以内の誤差、減衰が比較的小さな場合の実験で、固有振動数の誤差 3% 以内となり、本手法は、将来的な安定性診断に活用できる可能性を見出している。</p> <p>第5章「結論」では、本論文で得られた結果を総括し、今後の課題を述べている。</p>

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース : Department of, Graduate major in	機械 機械	系 コース	申請学位 (専攻分野) : 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名 : Student's Name	津野田 亘		指導教員 (主) : 進士 忠彦 Academic Supervisor(main)
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In chapter 1, firstly, the background and purpose of this study are described. Oil film bearings have been used for the support of rotors in large rotational machineries. They have high load capacity and large damping, however, the self-excited vibration occurs at a high speed or under long-term use. Therefore, the research purpose is to realize the suppression of self-excited vibration and stability diagnosis using the electro-magnetic force.

In chapter 2, two methods are proposed. The first one is the suppression method of the self-excited vibration by eliminating the cross-coupled stiffness force. The other is the estimation method of the onset rotational speed as a stability diagnosis. Both methods were experimentally evaluated using test rigs having electro-magnetic actuator and oil film bearings. The vibrational amplitude decreased to approximately 100 μm at higher speeds than the onset one, and the onset speed was predicted with a percentage error of 6%.

In chapter 3, a bearingless motor is proposed to be applied to the rotor-oil film bearing system to suppress the self-excited vibration. The bearingless motor has two functions: radial electro-magnetic actuator and motor, therefore, it enables to realize a compact, stable, and high-speed rotor-oil film bearing system. The prototype test rig, which has two oil film bearings and the consequent-pole-type bearingless motor, realized the elimination of the self-excited vibration and the small vibrational amplitude of 30 μm at the all operational-speed range, up to 80 rps.

In chapter 4, a novel method for measuring frequency response functions and for identifying eigenvalues is proposed as the stability diagnosis. This method uses motor windings in a built-in permanent magnet synchronous motor not only for rotation but also for radial excitation. The evaluation results illustrated that the measured frequency response functions and the identified eigenvalues agreed well with those measured using suspension windings in the prototype test rig developed in chapter 3.

In chapter 5, summary and future works are described.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).