

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)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	津野田 亘		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	進士 忠彦	教授	審査員	千葉 明	教授
	審査員	新野 秀憲	教授			
		初澤 毅	教授			
高原 弘樹		教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

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。

第1章「緒論」では、すべり軸受で支持されたロータ（以下、すべり軸受ロータ）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。

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Bentley-Muszynskaモデルと、ロータの自励振動に関与する固有モードを組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、すべり軸受特有である回転軸の変位に対して、軸の回転方向に90度進んだ方向から力が作用するばね特性（クロスばね特性と呼ばれる）に起因することを示し、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、単純な比例補償器で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。

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、一定回転中のロータに、前向き方向のスweep加振力を与え、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。自励振動が発生するよりも十分小さい回転数域で電磁加振実験により予測した自励振動の発生回転数は、実測値と十分近い値を示し、本予測法の有効性を確認している。

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、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、短節巻き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、非制御時に自励振動を発生した回転数を越え、安定した運転が可能なことを確認している。

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、モータ巻線のd軸へ正弦波掃引電流を重畳し、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、固有振動数、減衰比とも実用上十分に近い値を示し、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。

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。

以上要するに、本論文は、すべり軸受ロータと電磁アクチュエータ、ベアリングレスモータ、電動機などを統合化したシステムにおいて、電磁力を用いた回転機械の新たな自励振動抑制や安定性診断法を提案・実証したもので、工学上、工業上貢献するところが大きい、よって、博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる。