

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ブレーキスキールを対象とした摩擦励起振動の特性解析とロバスト安定化制御法
Title(English)	Characteristic investigation and robust active stabilization methods for friction-induced vibrations - Special study for disc brake squeal
著者(和文)	梁 瑶
Author(English)	Yao Liang
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10562号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山浦 弘,伊能 教夫,大熊 政明,高原 弘樹,田中 博人
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10562号, Conferred date:2017/3/26, 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

(博士課程)

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	Yao Liang		
		氏名	職名			
論文審査 審査員	主査 審査員	山浦 弘	教授	審査員	田中 博人	准教授
		伊能 教夫	教授			
		大熊 政明	教授			
		高原 弘樹	教授			

論文審査の要旨 (2000字程度)

本論文は、「Characteristic investigation and robust active stabilization methods for friction-induced vibrations - Special study for disc brake squeal (ブレーキスキルを対象とした摩擦励起振動の特性解析とロバスト安定化制御法)」と題し、6章で構成されている。

Chapter 1 Introduction (緒論)では、研究の背景と目的について述べている。すなわちまず、摩擦励起振動は有害な振動や騒音の原因になることから、古くからその発生メカニズムや安定化法の研究がなされてきたが、未だ十分とは言えず、現実の世界の課題解決に到っていない状況であることを指摘し、典型的な摩擦励起振動現象であるディスクブレーキのスキルと呼ばれる騒音の特徴の解明や有効な能動制御手法を明らかにすることが本論文の目的であると述べている。

Chapter 2 Finite element analysis of brake system (ブレーキシステムの有限要素法解析)では、自動車のディスクブレーキシステムの有限要素法解析モデルを用いてノーマルモード解析および複素モード解析を行い、摩擦係数モデルやその摩擦係数の値によって不安定な振動モードのモード形状や固有振動数が変化することを示し、摩擦励起振動の制御に当たっては、摩擦係数などの変動を考慮したロバスト制御手法が必須であることを述べている。

Chapter 3 Experiments (実験)では、実際の自動車のディスクブレーキを用いてスキルを発生させる実験を行っている。すなわちまず、ディスクを一定の速度で回転させ、ブレーキパッドを様々な圧力で押し付ける実験を行い、スキルが発生しているときの音圧と共にブレーキ各部の加速度を測定している。実験結果から、まずブレーキパッドが振動し始め、これがきっかけとなってディスクの面内・面外連成振動が生じ、大きな音圧のスキル音が発生するに到る場合があることを明らかにしている。

Chapter 4 Characteristic analysis of squeal signals (スキル音信号の特性解析)では、まず、スキル音信号をFFT、短時間FFTおよび調和実験モード分解法(Ensemble Empirical Mode Decomposition 法、以下EEMD法)で解析し、その結果を比較して、スキル音の特徴抽出には非定常信号を固有モード関数に分解できるEEMD法が適していることを示している。次に、EEMD法の固有関数の弁別能を向上させるために固有関数導出時に白色ノイズを加える必要があることを踏まえて、加える白色ノイズの分散を定量的に設計する手法を提案している。そして提案手法を用いれば連続的に計測される音から、スキルに発達する前のブレーキパッド振動に伴う騒音を早期に弁別できることを示している。

Chapter 5 Robust active stabilization strategies (ロバスト能動制御手法の確立)では、まず、4自由度の摩擦励起振動モデルを対象に、接触点の摩擦係数および接触剛性・減衰が不安定な振動モードに及ぼす影響を示している。さらにレセプタンス法に基づいて、摩擦係数および接触剛性・減衰に対する固有値の感度を計算し、高いロバスト性を持つ制御を実現できる制御入力点やノミナルな閉ループ系の固有値の配置を選択する手法を提案している。さらに、選択した固有値のみを移動・配置できる手法を示し、その有効性を示している。

Chapter 6 Conclusions and future work (結論と今後の課題)では、本研究の結論をまとめるとともに、今後の課題を述べている。

以上を要するに、本論文は、ディスクブレーキのスキルを対象に、摩擦励起振動の分析手法およびロバストな安定化制御手法を提案し、その有効性と限界性を明らかにしたものであり、工業上・工学上貢献するところが大きい、よって本論文は博士(学術)として十分な価値を有するものと認められる。