

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	斜板式油圧ピストンポンプにおけるスリッパ/斜板間の潤滑特性に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	川北成美
Author(English)	Shigeyoshi Kawakita
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12686号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:平田 敦,吉田 和弘,青野 祐子,赤坂 大樹,金 俊完
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12686号, Conferred date:2024/3/26, 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	川北 成美		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	平田 敦	教授	審査員	青野 祐子	准教授
	審査員	吉田 和弘	教授			
		金 俊完	教授			
赤坂 大樹		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「斜板式油圧ピストンポンプにおけるスリップ/斜板間の潤滑特性に関する研究」と題し、全 4 章から構成されている。

第 1 章「緒論」では近年の建設機械を取り巻く環境の変化について概観し、建設機械の燃費性と信頼性の向上の観点から主要な油圧源である斜板式アキシャルピストンポンプの高効率化と長寿命化への対応が求められていること、油圧ポンプ内の摺動部の内、スリップ/斜板間には大きな変動負荷を受けながら高速で摺動しており、油圧ポンプの効率や信頼性の向上に大きな影響を与える重要な摺動部であることを述べている。その上で、油圧により摺動面が変形するスリップ/斜板間の潤滑特性を正確に把握するためには、スリップ/斜板間に形成される油膜厚さ分布およびスリップの挙動を明らかにすることが課題であり、スリップ/斜板間の油膜厚さ分布を計測する手法を開発して、ピストン 1 ストローク中のスリップ/斜板間の油膜厚さ分布およびスリップとピストンの挙動を同時計測してスリップが斜板に追従するメカニズムを解明し、スリップ/斜板間の潤滑特性を明らかにすることが本研究の目的であると述べている。

第 2 章「スリップ/斜板間の油膜厚さ分布計測」では、サファイアガラス製の斜板を用いることでスリップ/斜板間の摺動部に形成される油膜を直接観察可能な摺動試験機を開発し、光源に UV-LED、撮影に高速度 CMOS カメラ、蛍光剤にクマリン 1 を用いた蛍光法によりスリップ/斜板間の油膜厚さ分布が計測可能であることを示している。計測の結果、油圧によるスリップの変形が小さい摺動条件においては、本計測で得られた油膜厚さ分布と粗さ計で計測したスリップの形状データはよい一致を示し、本計測法の有効性を確認している。また、斜板の角度 0° に相当する回転円板を用いた計測結果より、油圧の増加に応じて油膜厚さが減少すること、円板の内側と外側の速度差があることから円板回転速度の増加によりスリップが外側に傾くこと等、スリップの基礎的な潤滑特性を明らかにしている。

第 3 章「斜板式アキシャルピストンポンプにおけるスリップの挙動計測」では、第 2 章で開発したスリップ/斜板間の可視化摺動試験機に対して、実機の油圧ポンプと同様に斜板が 1 回転する間にシリンダ内の油圧が吸込行程で低圧、その後、吐出行程で高圧となるようにシリンダ内の油圧を切替可能にする機能追加を行い、斜板 1 回転中におけるスリップ/斜板間の油膜厚さ分布の経時変化を高速度カメラで連続撮影して、油圧ポンプの実動状態におけるスリップの挙動変化を計測している。その結果、吐出行程の後期に斜板に対するスリップの傾きが増加することを明らかにし、油圧が高圧になる吐出行程におけるスリップの傾き増加はスリップ/斜板間の隙間からの油漏れを増加させ、容積効率の低下およびスリップ円周部での片当たり摩擦による信頼性低下の要因になりうることを指摘している。スリップの傾きの増加はスリップとピストンを接続するピストン球座における摩擦力の増加が要因であると推定し、スリップ/斜板間について機構-潤滑連成解析を実施して、ピストン球座の摩擦係数が高いほど吐出行程の後期でスリップの傾き増加が起こりやすいことを明らかにしている。また、ピストン球座の挙動を実験的に明らかにするために、スリップ/斜板間の可視化摺動試験機を用いてスリップおよびピストンの回転挙動を同時に計測している。その結果、シリンダ内が低圧になる吸込行程ではスリップとピストンの回転は少ないことから、ピストン球座は比較的動きやすく、スリップはピストン球座が動くことで斜板に追従していること、シリンダ内が高圧になる吐出行程ではスリップとピストンの回転速度は斜板と等速であることから、ピストン球座がほとんど動かず、スリップはピストンと一体で自転することで斜板に追従していることを明らかにしている。また、吐出行程の後期では斜板に対するスリップの傾きが増加することから、スリップがピストンと一体で自転することは斜板に対するスリップの追従遅れを招き、油圧ポンプの容積効率や信頼性の低下にもつながることを明らかにしている。

第 4 章「結論」では、各章の成果を総括すると共に、本論文で得られた知見および今後の課題を述べている。以上を要するに、本論文は、建設機械の主要な油圧源である斜板式アキシャルピストンポンプにおいて、建設機械の燃費性と信頼性にとって重要な摺動部であるスリップ/斜板間に形成される油膜厚さ分布およびスリップとピストンの回転挙動を詳細に計測する装置を開発し、従来計測例の無いピストン 1 ストローク中における斜板に対するスリップの挙動を油圧ポンプの実動状態で計測して、斜板に対するスリップの追従メカニズムを明らかにしたものであり、工学上および工業上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(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。