

Title	鉄道車両用車軸軸受の内輪と後ぶたの接触部における フレッチング摩耗防止に関する研究
Author(s)	岡村, 吉晃
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72390
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (岡村吉晃)

論文題名

鉄道車両用車軸軸受の内輪と後ぶたの接触部におけるフレッチング摩耗防止に関する研究

論文内容の要旨

鉄道車両の安定走行に欠かせない車軸軸受では、内輪と後ぶたの接触部において微小な相対すべり運動によるフレッチング摩耗が発生しており、それを防止することは重要な技術課題である。フレッチング摩耗に関する従来研究の多くは点接触形態で行われている。面接触形態の研究は2面間の接触面圧が均一な状態に限られ、実物の車軸軸受を用いたフレッチング摩耗の研究はこれまで実施されていない。本論文は、実物の車軸軸受を用いて両者間の接触面圧分布を測定し、車軸軸受の内輪と後ぶたの接触部で発生するフレッチング摩耗の発生機構を明らかにした上で、設計改善と材料選択の2つの観点から当該のフレッチング摩耗防止策について検討した結果を取りまとめたものである。

第1章「緒論」では、本研究の背景と目的について述べた。

第2章「フレッチング摩耗に及ぼす接触面圧の影響」では、実物の車軸軸受を用いたフレッチング再現試験によって、内輪と後ぶたの接触部で発生するフレッチング摩耗が半径方向の外側で著しくなることを示した。また、内輪と後ぶたの間の接触面圧分布を測定し、接触面圧の振幅が大きい領域とフレッチング摩耗が著しい領域が一致することも示した。その上で、当該のフレッチングは、車軸の回転曲げにともなって生ずる接触面の相対すべりに加えて、接触面圧の振幅の影響も受けることを明らかにした。

第3章「設計改善によるフレッチング摩耗防止策の検討」では、第2章で得られた結果に基づき、設計改善の観点から内輪と後ぶたの間の相対すべりを抑制させて、当該のフレッチング摩耗を防止することを検討した。具体的には、有限要素法解析を用いて内輪と後ぶたの接触面の圧力分布が半径方向において均一に近づく後ぶた形状を検討し、試作した。試作後ぶたを用いて接触面圧分布を測定した結果、内輪と後ぶたの接触面の圧力分布が均一に近づき、解析結果とも一致することを確認した。また、試作後ぶたを用いて台上回転試験を実施し、グリース中の摩耗粉量が低減することも確認した。このことから、設計改善によって当該のフレッチング摩耗を防止することが可能であることを明らかにした。

第4章「材料選択によるフレッチング摩耗防止策の検討」では、材料選択の観点から、耐摩耗性を有する硬質被膜で後ぶた接触面を被覆すると、当該のフレッチング摩耗が防止されることを示した。しかしながら、硬質被膜は車軸の回転曲げにともなう後ぶたの変形に追従できず、き裂やはく離が発生し、その効果は限定的であることを示した。

第5章「フレッチング摩耗に対するセグメント構造硬質被膜の防止効果」では、第4章で得られた結果に基づき、車軸の回転曲げにともなう後ぶたの変形に対する追従が期待できるセグメント構造硬質被膜で後ぶた接触面を被覆することを検討した。その結果、後ぶた接触面をセグメント構造DLC (diamond-like carbon) 膜で被覆すると、グリース中の摩耗粉量が低減することを確認した。このことから、材料選択によって当該のフレッチング摩耗を防止することもまた可能であることを明らかにした。

第6章「設計改善と材料選択を組み合わせたフレッチング摩耗防止策の検討」では、設計改善と材料選択によって得られたそれぞれの成果の組合せを検討したが、組合せを行うと材料選択の効果が減少するため、複合効果が現れなくなることを示した。

第7章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題を示した。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (岡村吉晃)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教授 宇都宮 裕
	副 査 教授 南 埜 宜 俊
	副 査 教授 荒 木 秀 樹
	副 査 教授 安 田 弘 行
	副 査 特任教授 赤 松 良 信 (NTN 次世代協働研究所)

論文審査の結果の要旨

鉄道車両の車軸軸受では、内輪と後ぶたの接触部においてフレッチング摩耗が発生することが知られており、安全走行のためにその抑制が求められている。フレッチング摩耗に関する従来研究は、点接触あるいは面圧が一様な場合の面接触に限られ、不均一な面圧が作用する場合の機構は不明である。本論文は、実物の車軸軸受を用いて接触面圧分布を実測して、フレッチング摩耗の発生機構を解明し、抑制策を設計改善と材料選択の2つのアプローチで検討したものである。本論文で得られた成果は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、実物の車軸軸受を用いたフレッチング再現試験によって、内輪と後ぶたの接触部で発生するフレッチング摩耗が半径方向の外径側で著しくなることを見出している。また、内輪と後ぶたの間の接触面圧分布を測定し、接触面圧の振幅が大きい領域とフレッチング摩耗が著しい領域が一致することを示している。さらに、当該のフレッチングは、車軸の回転曲げにともなって生ずる接触面の相対すべりに加え、接触面圧の振幅の影響も受けることも明らかにしている。

第3章では、内輪と後ぶたの間の相対すべりの抑制によるフレッチング摩耗の防止を検討している。具体的には、接触圧力がより一様な分布となる後ぶた形状を有限要素解析で解明し、実際に後ぶたを試作して台上回転試験を実施し、グリース中の摩耗粉量が低減することを確認している。

第4章では、耐摩耗性を有する硬質被膜で後ぶた接触面を被覆することで、フレッチング摩耗が防止されることを示している。しかしながら、硬質被膜は車軸の回転曲げにともなう後ぶたの変形に追従できず、き裂やはく離が発生するため、その効果は限定的であることも示している。

第5章では、後ぶたの変形への追従が期待できるセグメント構造硬質膜で後ぶた接触面を被覆することを提案し、後ぶた接触面をセグメント構造 DLC(diamond-like carbon)膜で被覆することで、グリース中の摩耗粉量が低減されることを確認している。

第6章では、設計改善と材料選択の効果の組合せを検討し、組合せを行うと材料選択の効果が減少する結果、効果は加算的に現れないことを見出している。

第7章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題を示している。

以上のように、本論文は車軸軸受の内輪と後ぶたの接触部で発生するフレッチング摩耗の発生機構を解明し、防止策を設計改善と材料選択の2つのアプローチで検討したものであり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。したがって本論文は博士論文として価値あるものと認める。