

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	境界潤滑条件におけるトライボ化学的な水素生成と鋼への水素侵入に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	福島由倫
Author(English)	Yoshinori Fukushima
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10778号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:青木 才子,久保内 昌敏,多湖 輝興,谷口 泉,田中 真二,平山 朋子
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10778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		福島 由倫	
論文審査 審 査 員		氏 名		職 名			
	主査	青木 才子		准教授		田中 真二	特任准教授
	審査員	久保内 昌敏		教授		平山 朋子	同志社大学 教授
		多湖 輝興		教授			
		谷口 泉		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「境界潤滑条件におけるトライボ化学的な水素生成と鋼への水素侵入に関する研究」と題し、以下の7章より構成されている。

第1章「序論」では、自動車の高効率化に伴い要素部品である転がり軸受は高面圧・高速度などの厳しいしゅう動条件で使用されることから白層剥離や脆化などの課題が顕在化している現状を概説し、潤滑下における白層剥離は鋼酸化膜の摩耗により生成する新生面の触媒作用によって潤滑油基油のトライボ化学分解が生じ、分解生成物である水素が鋼へ侵入するために発生すると推察し、水素の生成と鋼への侵入を抑制することが有効な対策であることを示し、既往の研究を概観しながら本研究の目的と本論文の構成を述べている。

第2章「トライボ化学分解に対する基油構造および材料特性の影響」では、潤滑油基油のトライボ化学分解に対する基油の分子構造の影響を検討し、炭化水素のみで構成される合成炭化水素油 (MAC) と比較して、アルキルジフェニルエーテル (ADE) はエーテル結合部の吸着により吸着膜として新生面の生成を防止して基油のトライボ分解を抑制することを見出している。さらに、鋼材料の表面粗さの増大や硬さの低下に伴い新生面の生成が促進されると ADE においてもトライボ化学分解が進行することから、基油の分子構造や材料の粗さや硬さを制御し新生面の生成を防止することでトライボ分解による水素生成を抑制できると述べている。

第3章「トライボ化学分解に対するリン酸エステルと硫酸エステルの抑制効果」では、添加剤としてリン酸エステルおよび硫酸エステルを用いて、MAC のトライボ化学分解に対する各種添加剤の効果について検討している。リン酸エステルでは摩擦面に形成したリン酸塩からなるトライボフィロムの保護作用により新生面の生成が抑制される一方、硫酸エステルでは摩擦面に形成された硫化鉄が炭化水素分解の触媒として作用しトライボ化学分解の抑制効果が小さいことから、硫酸エステルに比べてリン酸エステルは水素生成を抑制する効果が大きいことを見出している。

第4章「リン酸エステルと過塩基性カルシウムスルフォネートの組み合わせによるトライボ化学分解の抑制効果」では、MAC のトライボ化学分解に対する添加剤の混合効果に着目し、リン酸エステルと過塩基性カルシウムスルフォネートを混合添加することにより摩擦面にはリン酸カルシウムからなる厚いトライボフィロムが形成して新生面の生成を抑制することで、それぞれ単独で用いた場合よりも高荷重、高速度の厳しい接触条件においても水素生成が抑制されることを見出している。

第5章「境界潤滑条件における鋼材に侵入した水素分析」では、鋼への水素侵入メカニズムの解明を目的として、鋼中の水素とトライボ化学分解で生成し鋼に侵入する水素を区別するため、水素の同位体である重水素をトレーサとして使用した TOF-SIMS 分析により鋼中の水素量を計測する手法を構築している。重水素雰囲気下で MAC を用いて摩擦試験を実施し、試験片の摩擦面の切断面に対して TOF-SIMS 分析を行い、重水素量は摩擦面から鋼内部方向へ緩やかに減少し、雰囲気の水素が摩擦面から侵入し鋼内部へ拡散していることを見出し、さらに、剥離した摩擦面の亀裂起点部において重水素が濃縮し水素化物の生成が検出されることから重水素の侵入により鋼の強度が低下し白層剥離が発生している可能性を述べている。

第6章「境界潤滑条件における添加剤による鋼への水素侵入抑制」では、亜硝酸ナトリウムを添加剤として使用し、鋼への水素侵入の抑制に対する添加剤の効果を検討し、重水素雰囲気下での摩擦試験において亜硝酸ナトリウムは剥離寿命を延長させることを確認している。さらに、重水素トレーサ法を用いた TOF-SIMS 分析により、摩擦面から鋼内部方向における重水素量は自然存在比と同程度であり、亜硝酸ナトリウムは摩擦面に厚い亜硝酸塩系トライボフィロムを形成し、鋼への重水素の侵入を抑制することを明らかにしている。

第7章「総括」では、本論文で得られた結果を総括している。

これを要するに、本論文は、転がり軸受の白層剥離発生メカニズムとして潤滑油のトライボ化学分解による水素の生成および鋼への侵入を明らかにし、基油の分子構造、鋼材料の粗さや硬さを制御するとともに、添加剤により形成したトライボフィロムの保護作用によりトライボ化学分解の起点となる鋼新生面の生成を防止することが水素生成および鋼への侵入の抑制に有効であるという基礎的知見をまとめたものであり、工学上、工業上貢献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に価値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。