

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	回転機械の使用温度限界向上のための潤滑油およびグリースの劣化起因事象の解明
Title(English)	
著者(和文)	横山 文彦
Author(English)	Fumihiko Yokoyama
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:乙第4114号, 授与年月日:2015年3月31日, 学位の種類:論文博士, 審査員:益子 正文,久保内 昌敏,関口 秀俊,青木 才子,和田 雄二, 京極 啓史,若林 利明
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4114号, Conferred date:2015/3/31, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

## 論 文 要 旨 (和文2000字程度)

(Summary)

報告番号	乙 第 号	氏 名	横山 文彦
<p>( 要 旨 )</p> <p>ガスタービン，圧縮機，車両用および船用過給機等の回転機械を構成する，軸受や歯車等の機械要素の潤滑状態を確保することが潤滑油およびグリースの主たる役割である．しかし，昨今の回転機械は，性能向上や効率改善のため，より高温で使用される傾向にあり，油剤の劣化進行の加速，多種多様なデポジット(金属表面への劣化物の堆積)の形成等の油剤の劣化起因事象が機械要素の潤滑状態あるいは回転機械の機能に影響を及ぼす懸念がある．そこで，本研究では，潤滑油およびグリースについて，劣化起因事象の解明に取り組み，回転機械の使用温度限界向上のために必要な基礎的知見を得ることを目的とした．</p> <p>本論文の構成は以下の通りである．</p> <p><b>第一章「序論」</b>では，回転機械における開発動向に合わせた潤滑油およびグリースの技術課題について述べ，本研究の目的と本論文の構成を示した．</p> <p><b>第二章「示差熱天秤を用いた潤滑油の化学安定性評価手法の確立」</b>では，潤滑油およびグリースの化学安定性の評価および劣化起因事象を考察するための手段として，示差熱天秤(TG-DTA)に着目し，その活用方法について検討した．その結果，DTA曲線から，蒸発・酸化・炭化・灰化・分解の各進行温度領域が特定でき，そのときのTG曲線の変化等に注目することで油剤の化学安定性の評価およびデポジットの組成分析に活用し得ることを示した．そして，TG-DTAの結果および同結果に基づく反応速度解析によって，パーフルオロポリアルキルエーテル(PFPE)系およびポリフェニルエーテル(PPE)系合成油の中には，エステル系ガスタービン油よりも長寿命を期待できる有望な高温用潤滑油があることを示した．</p> <p><b>第三章「高温用潤滑油の適用温度限界の解明」</b>では，エステル系ガスタービン油について，高温領域での化学安定性の評価に加え，境界潤滑領域および流体潤滑領域での潤滑特性の評価を実施し，使用温度限界について検討した．潤滑油の酸化寿命，蒸発性，境界潤滑領域での潤滑特性の観点では，使用温度限界は200℃程度であるが，同温度での油の粘度が低いため，流体潤滑領域での潤滑特性の改善が必要であることを示した．また，同潤滑特性の改善には，粘度圧力係数が高いことを特長とし，高温用潤滑油として有望なPPE系合成油をエステル系ガスタービン油に適度に混合することが有効であることも示した．</p>			

**第四章「高温用グリースの寿命に及ぼすグリース特性の影響の明確化と長寿命化」**では、劣化起因により潤滑状態が喪失されるまでの時間を意味するグリース寿命へのグリース特性の影響を明らかにするために、多変量解析に基づく考察を試みた。その結果、増ちょう剤を伝って毛管現象で転動面に潤滑油が染み出る機構が、グリース寿命を大きく支配することがわかった。回転機械の使用温度限界向上を図るためには、グリースの長寿命化が必要であり、同機構の改善が有効であることも示した。

**第五章「油の劣化を起因とするデポジットの発生条件および形成機構の解明」**では、さまざまな機種 of 金属表面で確認されるデポジットについて、熱分析等による組成分析を行うとともに事象の再現に取り組んだ。四種のデポジットについて、再現試験等によって、発生条件や形成機構を明らかにすることができた。

ガスタービン、車両用過給機で多くみられる粘着性のあるデポジットの場合、高温金属表面（250-500℃）に油が液体状で断続的に接触して形成する。また、極性を持つ油種に接触することで溶解・脱離する特徴がある。船用過給機のタービン側でみられる硬質なデポジットの場合、油の気化成分が高温金属表面（500℃以上）上で酸化・炭化反応が進行し形成する。車両用過給機の圧縮機内で発生する軟質なデポジットの場合、炭化反応が進行し難い200℃以下の比較的低温域であるが、酸素分圧が0.4-0.6 MPaと比較的高く、雰囲気中に含まれる微量なミスト状の油が金属表面で薄膜となることなどから、低温域でも急速な酸化・炭化反応が進行して形成する。圧縮機の油潤滑を行うすべり軸受表面でみられるデポジットの場合、酸化反応が進行し難い100℃程度の比較的低温域であるが、油中に極僅かに含まれる、油に不溶な劣化生成物が、油膜厚さの薄くなる部位で濃縮されることで形成する。また、極性を持つ油種を使用する場合、劣化生成物を溶解し得るため、デポジットが形成し難くなる特徴がある。

これら、各デポジットの低減方法を検討した結果、固体表面では、酸化・炭化反応進行への抑制効果をもち、撥油性のあるNi-P/PTFE系被膜等の適正な被膜処理を行うこと、潤滑油側では極性の制御あるいは自動車用エンジン油の場合にはサリシレート系の清浄分散剤を配合するなど、油の配合が有効であることも明らかにした。

**第六章「総括」**では、本論文で得られた結果をまとめた。

(論文博士)

## 論 文 要 旨 ( 英 文 )

(300語程度)

報告番号	乙 第 号	氏 名	横山 文彦
<p>( 要 旨 )</p> <p>Lubricating oils and greases are facing increasing challenges in demonstrating their intended lubricating performance due to ever-higher operating temperatures as a result of continued drive to upgrade the performance and efficiency of rotary machines. Against this background, this study was conducted for the purpose of improving operating temperature limits of a rotary machine by analyzing the degradation of lubricating oils and greases in a high temperature range. The following are results obtained from this research:</p> <p>1) Examination of the oxidation life, evaporability, and lubricating properties of each oil sample in the boundary lubrication region indicates that the operating temperature limit of Ester-based gas turbine oil is 200°C. Since the viscosity of the oil is low at this temperature, its lubricating properties in the fluid lubrication regions require enhancement.</p> <p>2) The properties of grease that influence its service life, which is defined as the time elapsed until the grease loses its lubrication property due to degradation, was explored basing on multivariate analysis in an attempt to develop long-life greases. The analysis revealed that the grease's service life is largely governed by oil bleeding property.</p> <p>3) The conditions and mechanism of four types of deposits forming on the metal surfaces of diverse machines were investigated by analyzing their components and reproducing tests. The results revealed that it is possible to organize the mechanism of deposit formation for each of four types of deposits based on the temperature range and other conditions..</p>			