

氏名	大崎 浩志
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第3379号
学位授与の日付	平成19年 3月23日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	転がり軸受用新材料の寿命特性に関する研究
論文審査委員	教授 吉田 彰 教授 宇野 義幸 教授 塚本 眞也 助教授 藤井 正浩

学位論文内容の要旨

近年、転がり軸受の破損形態は、自動車用オルタネーターに使用される玉軸受に見られるように、ホワイトバンドもしくはWEC (White Etching Constituent) やWEA (White Etching Area) と呼ばれる特殊な組織変化を伴った離れが報告されている。これらの特異なマイクロ組織変化を伴う離れが発生する場合、軸受が高温環境下、高面圧下などの条件下で使用されていることが多く、真空脱ガス処理法などを用いた高纯净度の軸受材料においても、これらの過酷な環境下では信頼性を十分に満足しているとは言い難い。これらの環境下で使用される転がり軸受に対して、非金属介在物の低減は勿論であるが、材料特性自体を向上させるため軸受材料に各種合金元素を添加した新しい材料を開発することは有効な手段の一つである。近年では、航空機用などの特殊用途に限って高速度工具鋼 JIS-SKH4 や耐熱鋼 AISI-M50 などに代表されるCrやMoなどの合金元素を多量に添加した高温軸受材料が使用されているが、価格の問題から一般軸受用として使用されるには至っていない。

転がり軸受の中でも転動体に鋼球を用いる玉軸受は、摩擦・磨耗が少なく、潤滑方法も簡便であり、交換・保守が容易であるという経済性から最も一般的な転がり軸受として利用されている。前述のように、多岐にわたる性能を有する転がり軸受の開発は非常に重要な課題であり、玉軸受に関して性能向上のため数多くの研究がなされている。しかし、それらのほとんどが転走面をもつ内、外輪、特に接触応力などの条件が厳しい内輪の研究が主体であった。しかし、上述のような、過酷な環境下では、鋼球の離れも多く見られるようになり、玉軸受の長寿命化には、内、外輪だけでなく鋼球も含めた総合的な評価が肝要である。

本研究は、転がり軸受の長寿命化を追及したもので、今までほとんど報告されていなかった玉軸受に使用される鋼球に着目し、転がり疲労寿命におよぼす諸因子の影響を、標準軸受材料 SUJ2 と Si および Mo を添加した新材料 (以降 SBS1 と称す) について比較検討を行ったものである。常温下の試験では曾田式変動荷重試験機と静荷重試験機を使用して、これらの材料を用いて製作した鋼球の転がり疲労寿命を調査し、SBS1 の転がり疲労特性を SUJ2 と比較検討した。さらに、スラスト軸受型転がり疲労試験機を用いて、準高温下、高面圧下における SUJ2 と SBS1 のワッシャの転がり疲労寿命試験を実施し、過酷な環境下における SBS1 の転がり疲労特性を明らかにした。その結果、SBS1 は SUJ2 と比較して常温下および準高温下の転がり疲労寿命が優れていることが明らかとなった。これらの結果は、転がり疲労過程中の硬さ変化、圧碎荷重の変化、半価幅と残留オーステナイト量の変化、およびマイクロ組織変化など、転がり疲労に関する様々な諸因子を調査することで立証された。また、マイクロ組織変化については、鋼球の転がり疲労によって現れた微細炭化物およびホワイトバンドを観察することで新たな知見が見出された。

論文審査結果の要旨

本研究は、転がり軸受の長寿命化を迫及したもので、従来の高炭素クロム軸受鋼 SUJ2 に新たに Si および Mo を添加して開発した新材料（以降 SBS1 と称す）の優れた転がり疲労寿命特性を、詳細な実験と測定解析により、SUJ2 の場合との比較において解明している。

常温下の試験では曾田式変動荷重試験機と静荷重試験機を使用して、これらの材料製鋼球の転がり疲労寿命を明らかにし、SBS1 の転がり疲労特性を SUJ2 と比較検討している。さらに、スラスト軸受型転がり疲労試験機を用いて、準高温下、高面圧下で SUJ2 と SBS1 のワッシャの転がり疲労寿命試験を実施し、過酷な環境下における SBS1 の転がり疲労特性を明らかにしている。その結果、SBS1 は SUJ2 と比較して常温下および準高温下において転がり疲労寿命特性が優れており、これらの結果は、転がり疲労過程中の硬さ変化、圧碎荷重の変化、半価幅と残留オーステナイト量の変化、およびミクロ組織変化など、転がり疲労に関する様々な諸因子を調査することで立証している。また、ミクロ組織変化については、鋼球の転がり疲労によって現れた微細炭化物およびホワイトバンドを観察するなど新たな知見を得ている。

以上のように、本研究は、従来あまり研究されていなかった玉軸受用鋼球の材料として、新しい材料を開発し、その転がり疲労寿命特性が SUJ2 材より優れていることを解明、実証したものである。これらの結果は、工学上、工業上有意義なものであり、玉軸受の信頼性向上に寄与するものである。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。