

Title	精密鋼球の玉軸受性能に及ぼす材質の影響に関する研究
Author(s)	堀, 捷樹
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35821">https://hdl.handle.net/11094/35821</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	堀	捷	樹
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	7 9 3 5	号
学位授与の日付	昭和 62 年 12 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	精密鋼球の玉軸受性能に及ぼす材質の影響に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 川辺 秀昭		
	教授 山田 朝治	教授 井川 直哉	教授 西田 俊夫

## 論文内容の要旨

本論文は、高精度玉軸受の性能と信頼性が転動体である鋼球に強く影響されるという観点から、鋼球品質の三要素即ち疲労寿命と音響寿命、および寸法の安定性におよぼす材料学的因子ならびに加工条件の役割を基礎的に明らかにするとともに、得られた結果をもとに鋼球品質の三要素を大幅に改善した精密鋼球用の新しい材料の開発を行った研究の成果をまとめたもので、7章から成っている。

第1章は緒論で、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、新たに開発した薄板の曲げ疲労試験機により、軸受鋼の疲労寿命におよぼす介在物の影響を基礎的に追求した結果、圧延方向と平行、垂直ならびに45°方向の板材で疲労破断の起点となる介在物の組成が異なることを明らかにしている。また新たに開発した完全自動X線回折装置で、疲労寿命におよぼす組織の影響を追求した結果、マルテンサイト相の半価幅の処女材に対する変化率が小さければ長寿命であり、変化率が大きければ短寿命であることを明らかにしている。

第3章では、鋼球の音響特性において、鋼球表面のピンホール状欠陥におよぼす材料学的因子の影響を求めた結果、ピンホール状欠陥は、鋼中の介在物に起因することを明らかにしている。また、音響寿命におよぼす組織変化を追求した結果、処女材のマルテンサイト相の半価幅の大きな組織を持つ鋼球は、音響寿命が優れていることを明らかにしている。

第4章では、鋼球の寸法の安定性におよぼす組織変化の影響を調べた結果、鋼球の寸法変化は、保持時間の経過と共に生じるε炭化物の析出による寸法収縮よりも、むしろ残留オーステナイトの分解による寸法膨張の作用の方が大きいことを明らかにしている。

第5章では、鋼球品質の三要素に対して鋼の清浄度と組織が重要な影響をおよぼすことを見出し、精

密鋼球用の新しい材料を開発するための目標条件を設定している。

第6章では、鋼球の三要素に関する前章の目標条件を満足する精密鋼球用の材質面を重視した新しい材料の開発に成功し、機械構造用合金鋼にNbを添加した新材料から製作した鋼球は、鋼球品質の三要素の立場から精密鋼球としての目標値を満足し、かつこの新材料は精密鋼球用の材料として使用できることを確認している。

第7章では、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、玉軸受用鋼球品質の三要素すなわち疲労寿命、音響寿命、および寸法の安定性におよぼす材料学的因子および加工条件の役割を基礎的に明らかにしたもので、主な結果を要約すると次の通りである。

- (1) 軸受鋼板材の疲労寿命におよぼす介在物の影響をX線マイクロアナライザーを用い検討した結果、圧延方向によって疲労破断の起点となる介在物が異なることを明らかにしている。すなわち、圧延方向と平行材では粒状の $\text{Al}_2\text{O}_3$ -CaO系酸化物や窒化物(TiN)が、垂直材では硫化物(MnS)が、また $45^\circ$ 方向材では複合型(TiN-MnS,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -TiN)の介在物が疲労破断の起点となることを見出している。
- (2) 軸受鋼から作製した鋼球の疲労寿命におよぼす組織の影響をX線回折により検討した結果、疲労寿命は疲労過程中的マルテンサイト相の変形および残留オーステナイト相の変態の進行状態によって左右されることを見出している。すなわち長寿命試料ではその疲労過程でのマルテンサイト相の変形が少なく、また残留オーステナイト相の変態も少ないが、短寿命試料では疲労過程の初期からマルテンサイト相の変形が進行し、残留オーステナイト相の変態も促進されていることを確認している。
- (3) 軸受鋼の清浄度を測定した後、同鋼材から作製した鋼球について音響寿命におよぼす介在物の影響を検討した結果、鋼球中に酸化物系やTi系の介在物が単独に存在すれば、鋼球表面上に大きなピンホール状の欠陥が生じ、また酸化物系介在物が存在してもその周囲を硫化物系介在物が取り巻いておれば、比較的小さな表面欠陥となることを見出している。
- (4) 音響寿命におよぼす鋼の組織変化を追求調査した結果、処女材のマルテンサイト相の半価幅の値そのものによって、音圧レベルや振動加速度の増加の度合いが異なり、処女材のマルテンサイト相の半価幅の大きな組織を持つ鋼球は、両特性とも変化し難い傾向にあることを見出している。
- (5) 鋼球の寸法の安定性と鋼の組織変化を比較検討した結果、鋼球の寸法変化は、保持時間の経過と共に生じる $\epsilon$ 炭化物の析出による寸法収縮よりも、むしろ残留オーステナイト相の分解による寸法膨張の効果の方が影響の大きいことを確認している。
- (6) 以上の実験結果を基にして各種鋼材について三要素を測定し検討した結果、新たに精密鋼球用材料を開発している。この機械構造用鋼材にNbを添加した新材料は、要求される条件を全て満足し、精密

鋼球用の鋼材として使用できることを見出している。

以上のように本論文は、玉軸受用鋼球の諸特性を明らかにすると共に精密鋼球用の新材料を開発したもので、精密工学上ならびに材料学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。