

第6.1章 転がり軸受における規格の役割と重要性

本資料は、経済産業省委託事業である「平成17年度基準認証研究開発事業(標準化に関する研修・教育プログラムの開発)」の成果である。

制作日:2007年10月17日
制 作:東京農工大学教授 山本隆司
大同メタル工業(株) 岡本 裕
(財)日本規格協会 吉田 均

転がり軸受は、自動車、航空機をはじめとした輸送機器、工作機械、電子機器、家電製品に至るまで、さまざまな機器に利用され、今日、必要不可欠な機械要素の一つとなっている。本章では、転がり軸受について以下の3点を中心に学習する。

- 1 転がり軸受の機能や種類などの基礎事項を習得する。
- 2 転がり軸受の規格はどのような要件を規定しているのか、JIS規格をもとに学習する。
- 3 JIS規格が規定する転がり軸受の寿命の計算方法を学習する。

1. 転がり軸受とは
2. 転がり軸受の需要分野
3. 転がり軸受産業の特色
4. 転がり軸受の生産量
5. 転がり軸受の規格
6. 転がり軸受の寸法規格
7. 転がり軸受の性能に対する規定
8. 転がり軸受の寿命

まとめ

演習問題(A・B)

参考資料

1 転がり軸受とは 転がり軸受の構造

JIS B 1511:1993

軸(shaft)とハウジング(軸受箱)(housing)との間に組み込まれて転がり運動により回転部材(通常は軸)を保持する機械要素

深溝玉軸受



3

p. 4

◆ 解説

本章では、代表的な機械要素の一つである軸受について、その規格の役割及びその重要性を学習する。本論に入る前に、まず、軸受の種類などの基本的なことを理解しよう。

軸受 (bearing) とは、荷重を受けながら回転する軸を支持する機械要素をいう。接触のぐあい及び荷重の作用状態によって、軸受は次のように分類することができる。

(1) 転がり軸受 (rolling bearing)

軸と軸受の間に、玉またはころを入れて、転がり接触をする軸受をいう。前者を玉軸受 (ball bearing)、後者をころ軸受 (roller bearing) という。荷重の受け方によって次の種類がある。

- a) ラジアル軸受: 荷重が、軸心に直角にかかる軸に対して使用するもの。
- b) スラスト軸受: 荷重が、軸心に平行してかかる軸に対して使用するもの。

(2) すべり軸受

軸と軸受がすべり接触をする軸受をいう。平軸受ともいう。

本章では前者の転がり軸受を、また第6.2章では後者のすべり軸受を学習する。転がり軸受の特徴はすべり軸受に比べてすべり摩擦はほとんどなく、大部分が回転摩擦で、摩擦仕事はすべり軸受の15%以下にすぎないため、機械の効率を著しく向上させることができるので、機械の回転部分の多くの箇所に使用されている。

転がり軸受はいずれも、図に示すように軌道輪(内輪及び外輪)、転動体(玉またはころ)および保持器によって構成されている。転動体には玉、円筒ころのほか、円すいころ、樽状ころ及び針状ころなどが使用される。

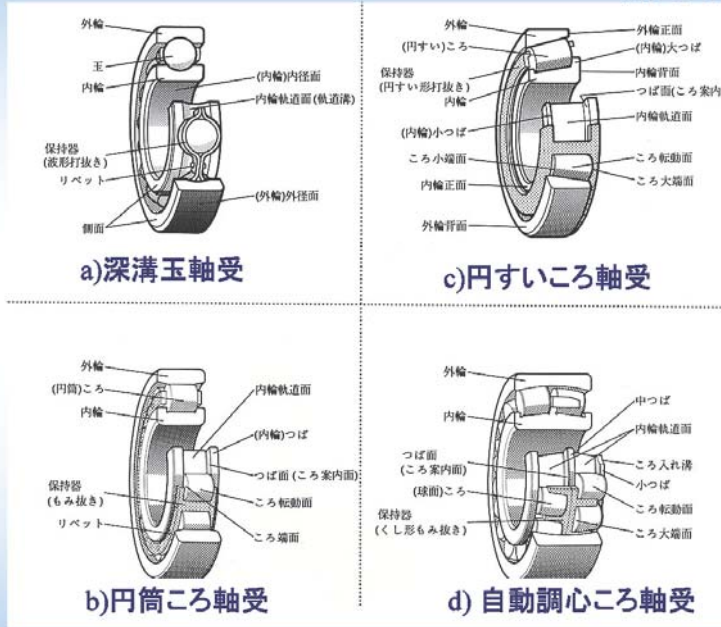
◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編; 機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清; JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

1 転がり軸受とは

転がり軸受の代表的な種類

JIS B 1511:1993



4

p. 5

◆ 解説

転がり軸受の代表的種類とその構造を理解しよう。

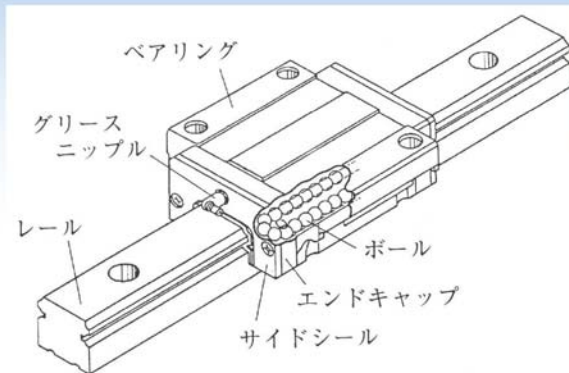
- 深溝玉軸受:** 転がり軸受のうち最も代表的なもので、軌道は内輪、外輪とも円弧状の深い溝になっていることからこの名称がつけられている。ラジアル荷重、両方向のスラスト荷重、あるいはその合成荷重を負荷できる。構造が簡単であるため精度の高いものができ、高速回転用として最も適している。
- 円筒ころ軸受:** 転動体に円筒状のころを用いた軸受で、玉軸受の点接触に対しこの軸受では線接触を行うため、ラジアル負荷能力はずっと大きく、重荷重、高速回転に適する。この軸受には、ころは内輪あるいは外輪（またはその両方）に設けられたつばによって案内されるが、つばが内輪または外輪だけにある形式のものでは、スラスト荷重を全く受けないので、自由側軸受として適している。
- 円すいころ軸受:** 転動体として円すい状のころを用いている。内輪、外輪およびころの円すいの頂点が1点に集まり、ころは内輪のつばによって案内される。したがって、ラジアル荷重と一方向のスラスト荷重の合成荷重に対し大きい負荷能力をもつ。しかし、純ラジアル荷重が作用する場合では、軸方向の分力が生じるので、ふつつ2個相対して用いられる。
- 自動調心ころ軸受:** 外輪軌道面が球面をなし、その中心が軸受中心と一致しているため、自動調心性があり、軸や軸受箱の工作や取付け時に生じた軸心の狂いを調節することができ、無理な力が生じないですむ。転動体は、樽状のころを用いたもので図のようにふつつ複列のものを呼んでいる。ラジアル負荷能力が大きいほか、両方向のスラスト荷重にも耐えることができ、重荷重および衝撃を受ける場合などに適する。

◆ 参考資料

- 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

直動形玉軸受 (linear ball bearing)

ISO 10285:1992
ISO 13012:1998
JIS 無し



転がり運動により直線運動を保持する。工作機械、各種測定機器類に多用されている。カタログ上は一般の転がり軸受と区別して扱われることが多い。後述する転がり疲れについては類似した扱いが可能である。

p. 6

◆ 解説

図のような直動形玉軸受 (linear ball bearing) も転がり軸受の範疇に属している。ISO には ISO 10285:1992 「玉循環式スリーブ形リニア軸受の寸法及び精度」、及び ISO 13012:1998 「スリーブ形リニア軸受の付属品」で規定されている。種々の産業分野で多用されているが、JIS には規定がいまだに無い。国内では ISO 10285 に対応する日本ベアリング工業会規格 (BAS1091) [参考資料 2) 参照] があるだけである。直動形玉軸受は近年、急速に発展してきたこともあり、標準化はこれからの段階である。

直動形玉軸受は転がり運動により直線運動を保持する。工作機械、各種測定機器類に多用されている。カタログ上は一般の転がり軸受と区別して扱われることが多いが、後述する転がり疲れについては類似した扱いが可能である。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編; 機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) (社) 日本ベアリング工業会 <http://www.jbia.or.jp/>

注: 「日本ベアリング工業会規格 (BAS) 一覧表」 については下記 URL 参照

<http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/baslist050722.pdf> (2007年10月11日確認)

2 転がり軸受の需要分野 転がり軸受の需要部門別受注実績

グラフ：需要部門別
受注実績構成比

許諾を取って掲載予定

大量生産品向け:80%

品種数:10%



規格化のニーズ 大

少量生産品向け:20%

品種数:90%

7

p. 7

◆ 解 説

国産の軸受の需要分野を示す。特に、自動車用としての需要が多い。また、輸出されているものも多くが自動車用として使用されている。これらの主要な需要分野における種類は、大量生産品が80%と圧倒的に多い。このような背景から規格化へのニーズが大きくなっている。

◆ 参考資料(引用資料)

1) (社)日本ベアリング工業会 <http://www.jbia.or.jp/>

自動車内部で軸受が使われている主要部位

図：自動車内部で軸受が使われている主要部位

許諾を取って掲載予定

7

p. 8

◆ 解 説

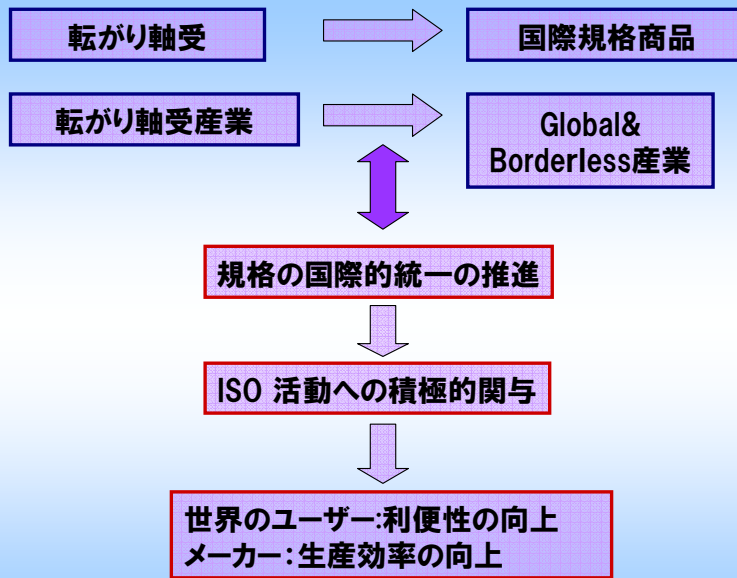
自動車を例にどのような箇所に軸受が使用されているか学習しよう。軸受は車軸やエンジン内部だけでなく、変速機、ステアリング、ディファレンシャルギアなど回転運動の伴う多数の箇所に使用されている。

◆ 参考資料(引用資料)

- 1) (社)日本ベアリング工業会 <http://www.jbia.or.jp/>

3 転がり軸受産業の特色

転がり軸受産業とその製品の国際性



p. 9

◆ 解説

転がり軸受産業と転がり軸受の国際性は、このスライドに示された通りであり、規格の役割と重要性がよく理解できる。

◆ 参考資料

(なし)

3 転がり軸受産業の特色

転がり軸受メーカーの技術競争

長寿命化

材料の改良
(熱処理、規格範囲内での新合金元素の添加)

製造法の改良による精度向上に基づく応力緩和
(適正なクラウニングの付与、曲率半径の変更等)

低コスト化

製造コストの削減
(材料調達費、製造法の改良、労務費の削減)

10

p. 10

◆ 解説

これらの規格の状況からも理解できるが、転がり軸受メーカーの技術競争は主として、規格により規定されていない分野や技術的側面、すなわち、軸受の長寿命化、コストの低さという観点に立脚して進められている。

◆ 参考資料

(なし)

4 転がり軸受の生産量

国内総生産GDPに対する転がり軸受国内需要比率の変遷

グラフ：国内総生産GDPに対する転がり軸受国内需要比率の変遷

許諾を取って掲載予定

9

p. 11

◆ 解 説

第4節では、転がり軸受の生産量について学習しよう。

日本の転がり軸受産業は、第二次世界大戦末期における空爆で壊滅的被害を受けた。そして戦後日本の転がり軸受産業の需要は民生品に特化した。

その復活は、1945年敗戦直後のトラック修理の需要から始まった。1946年からは、石炭と鉄鋼を集中的に生産する政府の「傾斜生産」政策の実施で、これらの物資を生産するために炭車、巻上げ機、コンベア、圧延機、電動機などの需要が生まれた。これに日本国有鉄道が、車軸用軸受を転がり軸受化したことも加わる。1948年には、先ずトラックから自動車の生産が再開された。1950年から始まる朝鮮動乱によって、軸受にも特需と呼ばれた需要が生まれた。

そして、日本は1955年代から三種の神器(洗濯機、冷蔵庫、黒白テレビジョン)時代、1965年代からの三C(乗用車、空調機、カラーテレビジョン)時代、1975年代からの情報機器(半導体製造機械、聴視覚機器、コンピュータ、VTRなど)の時代になる。

さらに、これらの民生用機械の輸出も加わり、日本の高度経済成長を支えた商品群になる。また、これらの機械群を大量生産するための加工、搬送、組立、包装、品質保証などオートメーション生産設備にも多くの転がり軸受を必要とした。こうした民生需要を背景にして、戦後日本における転がり軸受の技術と産業が発達した。

洗濯機、冷蔵庫、掃除機、空調機、乗用車、VTR、コンピュータなど、初めは家庭単位で使われてきた家庭用機械群は、最近では個人単位の需要に変わってきた。そのため、これらの機械のそれぞれについて、今でも年間400～800万台の繰り返し需要が続いている。この需要量は機械の耐用寿命の設計値によって変化する。

そして、最近の日本国内での転がり軸受の生産数は毎年20～30億個になる。この生産額から輸出額を除いた転がり軸受の国内需要は、国内総生産(GDP)に対する比率で表すと、グラフのように約0.1%になる。

〔解説の出所：参考資料の1〕

◆ 参考資料(引用資料)

- 1) 角田和雄；なぜ日本の軸受が世界を動かしたのか？、NSK Technical Journal No.668、pp.1-8、1999。

4 転がり軸受の生産量 軸受生産高の推移

グラフ：軸受生産高の推移

許諾を取って掲載予定

12

p. 12

◆ 解 説

戦後の軸受生産高の推移を見てみよう。

前頁で学習したように、戦後日本の転がり軸受産業の需要は1955年代からの三種の神器（洗濯機、冷蔵庫、黒白テレビジョン）、1965年代からの三C（乗用車、空調機、カラーテレビジョン）、さらに1975年代からの情報機器（半導体製造機械、聴視覚機器、コンピュータ、VTRなど）の普及とともに生産高が急増している様子が理解できる。

一方で、1970年代から1980年代にかけては欧米との間で貿易摩擦も発生したが、我が国業界としては輸出の秩序化に努めるとともに、欧米との間で対話と相互理解を深め、また海外生産を増大させる中で、問題の解決を図ってきた。

◆ 参考資料(引用資料)

1) (社)日本ベアリング工業会 <http://www.jbia.or.jp/>

5 転がり軸受の規格 軸受規格に対する基本的考え方

■ 制定されている規格 ⇒ 使用上関係のある事項

- 輪郭寸法
- 精度(内部すきまを含む)
- 定格荷重などの計算方法

■ 制定されていない規格 ⇒ 軸受内部設計に関する事項

- 技術的進歩を阻害しないために規定していない。



軸受メーカーの自由に任されている。

13

p. 13

◆ 解 説

第5節では、転がり軸受に関する規格について、JIS規格とISO規格を中心に学習しよう。

まず両規格に共通する基本的な考え方を理解しておこう。それは、規格で規定されている事項は、使用上関係のある事項に限られているという点である。例えば、輪郭寸法や精度、定格荷重などの計算方法などがこれに該当する。

一方、規格で規定されていない事項は、軸受の内部設計に関する事項である。これは、技術的進歩を阻害しないためであり、この点を認識しておく必要がある。この事項は軸受メーカーに自由に任されている。

なお、参考資料1)のアドレスにアクセスすることにより、全てのJIS規格を閲覧することができ、どのような事項が規定されているかを確認することができる。

◆ 参考資料

1) 日本工業標準調査会 JIS検索ページ <http://www.jisc.go.jp/app/JPS/JPSO0020.html>

5 転がり軸受の規格

JIS規格とISO規格の制定数

■ 規格の制定数

	JIS規格 (2006年9月現在)	ISO規格 (2007年7月現在)
規格制定数	38	61

■ 制定されている規格の分類

- a) 種類・構成要素・形状・寸法・記号
- b) 精度・性能
- c) 製図法・検索・仕様書
- d) 試験・測定法

⇒ a)の形状・寸法に関する規格が主であり、材料に関する規格は皆無

14

p. 14

◆ 解説

(社)日本ベアリング工業会の公開資料[参考資料 1)および2)]によると、2006年9月現在の転がり軸受のJIS規格数は38規格が制定されている。また、2007年7月現在のISO規格数は61規格にのぼる。

これらの規格を大局的に分類すると以下のようなカテゴリーに分類できる。

- a) 種類・構成要素・形状・寸法・記号
- b) 精度・性能
- c) 製図法・検索・仕様書
- d) 試験・測定法

a～dについて例えば、どのような規格が制定されているかを次頁で学習するが、JIS、ISO規格いずれも、a)の種類・構成要素・形状・寸法・記号などを規定した規格が最も多数を占め、軸受の材料に関する規格は制定されていないことを理解しておきたい。

◆ 参考資料

1) 転がり軸受関連のJIS規格一覧 <http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/jislist.pdf>

2) 転がり軸受関連のISO規格一覧 <http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/0408ISO.pdf>

1)、2)とも(社)日本ベアリング工業会の公開資料 (2007年10月11日確認)

5 転がり軸受の規格

転がり軸受に関連するJIS規格 例①

a) 種類・構成要素・形状・寸法・記号 に関する規格例

- JIS B 1506:2005 転がり軸受—ころ
- JIS B 1509:2005 転がり軸受—止め輪付きラジアル軸受—寸法及び精度
- JIS B 1511:1993 転がり軸受総則
- JIS B 1512:2000 転がり軸受—主要寸法
- JIS B 1513:1995 転がり軸受の呼び番号
- JIS B 1516:1987 転がり軸受の表示
- JIS B 1517:1984 転がり軸受の包装

b) 精度・性能 に関連する規格例

- JIS B 1509:2005 転がり軸受—止め輪付きラジアル軸受—寸法及び精度
- JIS B 1536:1999 転がり軸受—針状ころ軸受—主要寸法及び精度



15

p. 15

◆ 解説

転がり軸受に関連するJIS規格は、参考文献1)を参照。

◆ 参考資料

- 1) 転がり軸受関連のJIS規格一覧 <http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/jislist.pdf>
上記は(社)日本ベアリング工業会の公開資料 (2007年10月11日確認)

5 転がり軸受の規格

転がり軸受に関連するJIS規格 例②

c) 製図法・検索・仕様書 に関連する規格例

JIS B 0005-1:1999 製図-転がり軸受-第1部:基本簡略図示方法

JIS B 0005-2:1999 製図-転がり軸受-第2部:個別簡略図示方法

d) 試験・計測法 に関連する規格例

JIS B 1515:1988 転がり軸受の測定方法

JIS B 1548:1995 転がり軸受の騒音レベル測定方法

p. 16

◆ 解 説

転がり軸受に関連するJIS規格は、参考文献1)を参照。

◆ 参考資料

- 1) 転がり軸受関連のJIS規格一覧 <http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/jislist.pdf>
上記は(社)日本ベアリング工業会の公開資料 (2007年10月11日確認)

転がり軸受に関連するISO規格 例①

a) 種類・構成要素・形状・寸法・記号 に関する規格例

- ISO 15 :1998 転がり軸受-ラジアル軸受-主要寸法, 一般計画
- ISO 104:2002 転がり軸受-スラスト軸受-主要寸法, 一般計画
- ISO 113:1999 転がり軸受-プランマブロック軸受箱-主要寸法
- ISO 246:1995 転がり軸受-真円ころ軸受のL形つば輪-主要寸法
- ISO 355:1977 転がり軸受-メートル系円すいころ軸受-主要寸法と系列記号
- ISO 464:1995 転がり軸受-止め輪付きラジアル軸受-寸法と精度

b) 精度・性能 に関連する規格例

- ISO 3096:1996 転がり軸受-針状ころ-寸法及び精度
- ISO 3245:1997 転がり軸受-シェル形針状ころ軸受(内輪なし)-主要寸法及び精度
- ISO 3290:2001 転がり軸受-玉-寸法及び精度

p. 17

◆ 解説

転がり軸受に関連するISO規格は、参考文献1)を参照。

◆ 参考資料

- 1) 転がり軸受関連のISO規格一覧 <http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/0408ISO.pdf>

上記は(社)日本ベアリング工業会の公開資料

(2007年10月11日確認)

転がり軸受に関連するISO規格 例②

c) 製図法・検索・仕様書 に関連する規格例

- ISO 1132-2:2001 転がり軸受-精度-第2部:測定と検査の原理と精度
 ISO 8826-1:1989 図面-転がり軸受-第1部:基本簡略図示方法
 ISO 8826-2:1994 図面-転がり軸受-第2部:個別簡略図示方法
 ISO 13411:1997 宇宙航行体-機体針状転がり, 真円転がり及びトラック転がり
 軸受-技術仕様書
 ISO 14190:1998 宇宙航行体-機体転がり軸受:玉及び球面転がり軸受-技術仕様

d) 試験・計測法 に関連する規格例

- ISO 15242-1:2004 転がり軸受-振動の測定方法-第1部:基本事項
 ISO 15242-2:2004 転がり軸受-振動の測定方法-第2部:円筒穴及び外表面をもつ
 ラジアル球軸受

p. 18

◆ 解 説

転がり軸受に関連するISO規格は、参考文献1)を参照。

◆ 参考資料

- 1) 転がり軸受関連のISO規格一覧 <http://www.jbia.or.jp/cbo/pdf/0408ISO.pdf>
 上記は(社)日本ベアリング工業会の公開資料 (2007年10月11日確認)

6 転がり軸受の寸法規格 形状・寸法規格の存在の意義

■ 形状・寸法規格の存在の意義

メーカーにとってのメリット

品種を抑えて**大量生産の効果**を
あげることができる

ユーザーにとってのメリット

- (1) **互換性**があり、**入手が容易**
- (2) 設計者が**独創性の不必要な要素**選択から解放される
- (3) **機械設計の独創性の発揮**に専念できる

■ 転がり軸受の性能に及ぼす形状精度

- **動的機能精度の向上に寄与**
- **応力緩和による長寿命化に寄与**

19

p. 19

◆ 解説

ISO,JISともに形状・寸法規格が多いが、その存在の意義を考えてみよう。

メーカーにとってのメリットとしては、品種を押さえて大量生産の効果をあげることができること、また、ユーザーにとってのメリットとして

- (1) 互換性があり、入手が容易
- (2) 設計者が独創性の不必要な要素選択から解放される
- (3) 機械設計の独創性の発揮に専念できる。

などをあげることができる。

転がり軸受の性能に及ぼす形状精度の影響としては、動的機能精度の向上に寄与し、また応力緩和による長寿命化に寄与していることを認識しておくことが重要である。

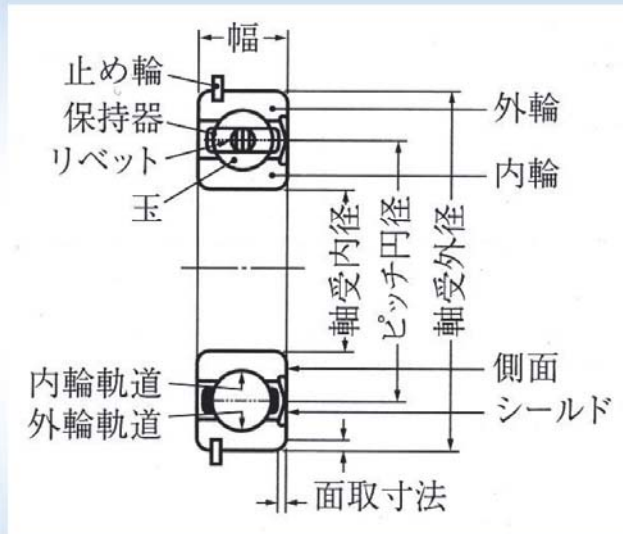
◆ 参考資料

(なし)

6 転がり軸受の寸法規格

転がり軸受の主要寸法名称

JIS B 1512 : 2000



27

p. 20

◆ 解 説

ふつう転がり軸受は、専門メーカーの製品を、そのまま使用するのので、使用に際して直接必要になる寸法は次の四つになる。

- 1) 軸受内径 (bearing bore diameter) d
- 2) 軸受外径 (bearing outside diameter) D
- 3) 軸受幅 (bearing width) または 軸受高さ (bearing height)
[内輪幅または内輪高さ (inner ring width/height) B
外輪幅または外輪高さ (outer ring width/height) C
組立幅または組立高さ (assembly width/height) T]
- 4) 面取寸法 (chamfer dimension) r

上記1)～4)以外の詳細は一般の場合、必要でない。JISでは、JIS B 1512:2000に、転がり軸受の市主要寸法としてこれらの寸法を規定している。JISによる転がり軸受の寸法は、内径を基準とし、これに対して種々な外径、および幅(または、高さ)を組み合わせ、次のような各系列を用いて表すこととしている。

(A) 直径系列: 同じ内径のころがり軸受では、外径が大きいほど重荷重に耐える。直径系列とは、軸受内径に対する軸受外径の大きさの系列を表すものであって、規格では、同じ軸受内径に対して段階的に数種の軸受外径を定めている。これには7、8、9、0、1、2、3および4の8種があり、この順で外径が大きくなる。

(B) 幅系列または高さ系列: 同じ内径、同じ外径の軸受では、幅(ラジアル軸受の場合)または高さ(スラスト軸受の場合)が大きいほど重荷重に耐える。幅系列・高さ系列は、同じ軸受内径、同じ軸受外径に対して、幅または高さの系列を示すもので、段階的に数種の幅または高さを定めている。これには8、0、1、2、3、4、5および6の8種があり、この順で幅または高さが大きくなる。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編; 機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清; JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

6 転がり軸受の寸法規格 転がり軸受の主要寸法名称

JIS B 1512:2000

軸受内径(bearing bore diameter)d

軸受外径(bearing outside diameter)D

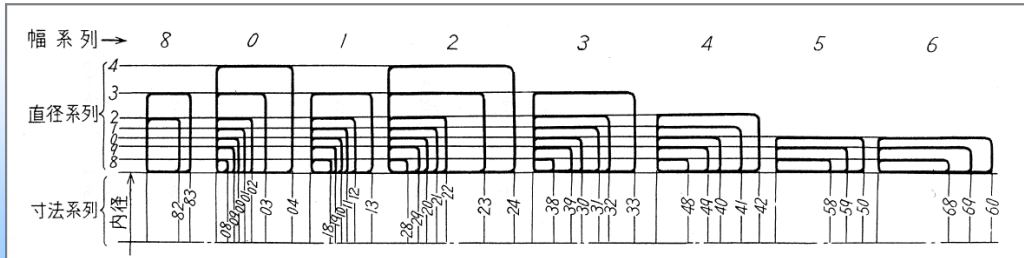
軸受幅(bearing width)または軸受高さ(bearing height)

[内輪幅または内輪高さ(inner ring width/height)B

外輪幅または外輪高さ(outer ring width/height)C

組立幅または組立高さ(assembly width/height)T]

面取寸法(chamfer dimension)r



21

p. 21

◆ 解説

(C) 寸法系列: 前頁の幅(または高さ)記号と直径記号を組み合わせたものを寸法系列といい、同じ軸受内径に対する幅または高さ、軸受外径との系列を示し、これらの系列を示す数字をこの順に組み合わせて、2桁の数字で表すこととしている。

図はこれらの組み合わせを示したものである。図からわかるように、たとえば、幅系列が8で直径系列が2の場合には、寸法系列は82で表わされる。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編; 機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清; JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

6 転がり軸受の寸法規格

転がり軸受の基本番号の構成

JIS B 1513 : 1995

①		②		③		④		⑤	
形式記号		幅(高さ) 系列記号		直径系列 記号		内径番号		接触角 記号	
記号	転がり軸受形式	記号	幅 (高さ)	記号	直径	番号	軸受内径 (mm)	記号	接触角 (度)
1	自動調心玉軸受	7	小	7	小	1	1		
2	自動調心ころ軸受	8	↑	8	↑	:	:		
2	スラスト自動調心ころ軸受	9		9		:	:	[アンギュラ 玉軸受]	
3	円すいころ軸受	0		0		9	9		
4	複列深溝玉軸受	1		1		00	10	C	15
5	複列アンギュラ玉軸受	2		2		01	12	A	30
5	スラスト玉軸受	3		3		02	15	B	40
6	単列深溝玉軸受	4	↓	4	大	03	17		
7	単列アンギュラ玉軸受	5	大	5					
N*	単列円筒ころ軸受	6				04	20		
NN*	複列円筒ころ軸受					:	(番号 の5倍 が内径)		
NA	針状ころ軸受					:		[円すいころ 軸受]	
						96	480		
						/22	22		
						/28	28	無印	≤17
						/32	32		
						/500	500	C	約20
						:	:		
						:	:	D	約28
						/2500	2500		

[注] (1) *円筒ころ軸受の形式記号は、N、NNの後に続く記号によって形式を区別する。
たとえば、NU・NNU：内輪つばなし・外輪両つば、等々
(2) ②③を併せて寸法系列記号、①②③を併せて軸受系列記号という

p. 22

◆ 解 説

転がり軸受の基本番号の構成は、JIS B 1513 : 1995で規定されている。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.

6 転がり軸受の寸法規格 転がり軸受の補助記号

JIS B 1513 から

	補助記号名称		補助記号名称
①	内部寸法記号	④	組合せ記号
②	シール記号・シールド記号	⑤	内部すきま記号
③	軌道輪形状記号	⑥	精度等級記号

30

p. 23

◆ 解 説

転がり軸受の補助記号は、JIS B 1513 に規定されている。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β 4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.

6 転がり軸受の寸法規格

転がり軸受の精度についての規定

■ 主要寸法の精度(下記項目の許容差)

- a) 軸受内径
- b) 内輪(または外輪)の幅
- c) 軸受外径
- d) スラスト軸受の組立高さ
- e) テーパー穴小径

■ 回転精度(下記項目の許容差)

- a) ラジアル振れ
- b) 横振れ
- c) 外径面の倒れ
- d) 幅不同
- e) アキシアル振れ

24

p. 24

◆ 解 説

JISで規定している転がり軸受の精度は、主要寸法の精度と回転精度である。軸およびハウジングに軸受を取り付けるときに必要な主要寸法に対して、軸受内径、内輪(または外輪)の幅、軸受外径、スラスト軸受の組立高さ、テーパ穴小径の許容差について規定している。

一方、回転精度に対しては、ラジアル振れ、横振れ(軸直線に対する内輪側面の直角度)、外径面の倒れ(外輪の側面に対する外径面の直角度)、幅不同、アキシアル振れなどの許容差について規定している。

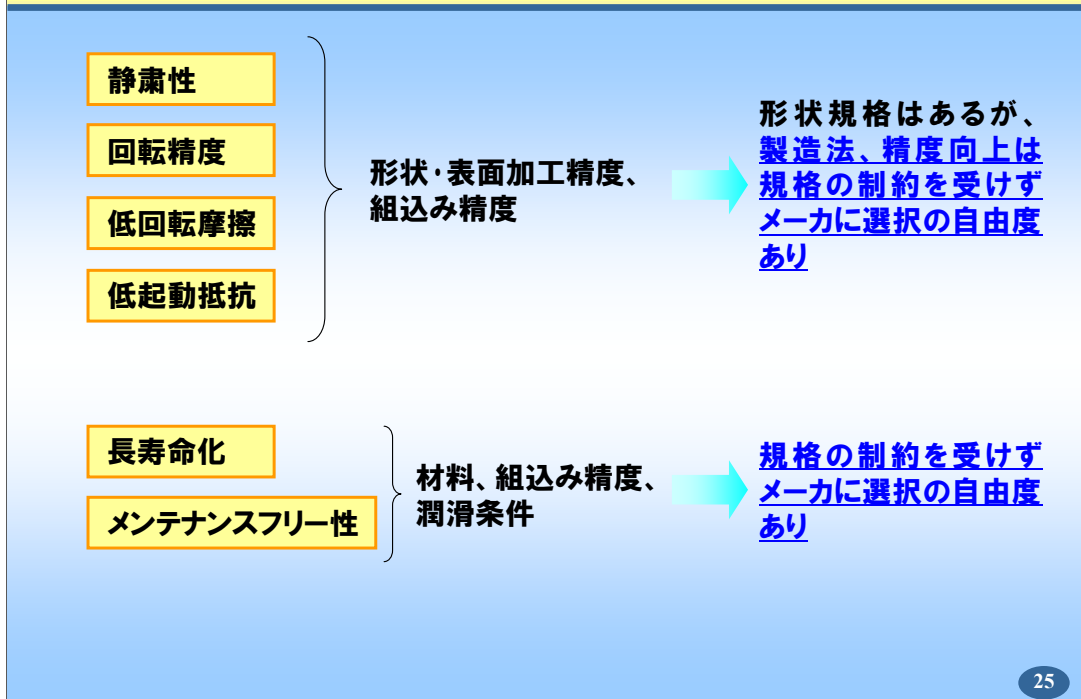
精度等級はISOと同様で、JISでも0級、6X級、6級、5級、4級および2級の6等級に分けており、この順に精度は高くなる。一般用途としては、0級でほとんど十分な精度が得られる。5級および4級のものは、工作機械の主軸、計器その他の精密機器類、あるいは高速回転の場合に用いられる。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

7 転がり軸受の性能に対する規定

転がり軸受に要求される主要性能と影響因子および規格との関連



p. 25

◆ 解説

第7節では、転がり軸受に要求される主要な性能に対して、規格ではどのような扱いをしているのかを学習しよう。

転がり軸受に求められる主な性能は、「静寂性」、「回転精度」、「低回転摩擦」、「低起動抵抗」、「長寿命化」、「メンテナンスフリー性」などである。このうち、「静寂性」、「回転精度」、「低回転摩擦」、「低起動抵抗」については、形状や表面加工の精度、組込み精度などがこれらの性能に影響を与える主な因子と考えられる。これらの性能に対して、規格ではどのような対応をしているかというと、規格のなかでは、形状については規定してはいるものの、形状・表面加工の精度と関連する製造法などは特に規定していない。すなわち、この部分についてはメーカーの自由となっている。また、「長寿命化」、「メンテナンスフリー性」については、軸受材料、組込み精度、潤滑の条件などがこれらの性能に影響を与える主な因子と考えられる。しかし、規格のなかでは軸受材料、組込み精度、潤滑条件についても特に規定しておらず、メーカーの自由となっている。軸受の規格を利用する際には、実現したい性能に対して、どのような事項が規格として規定されていて、逆にどのようなことが特に規定されていないのかという点を理解しておくことが大切である。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

8 転がり軸受の寿命 転がり疲れ(フレーキング)

■ 軸受が荷重を受けて回転すると、適正な使用条件下でも軌道輪と転動体の転走面には絶えず繰り返しの荷重が作用し、うろこ状の損傷が生じることがある。これをはく離またはフレーキングという。

■ この損傷が生じると回転中に大きな振動が発生し、そのまま継続使用すると軸受が破壊し、場合によっては機械に大きな損傷を与える。

■ この損傷は材料の疲れに起因しており、防ぐことができないという理由で軸受の寿命という。すなわち、軸受の寿命は転がり疲れにより支配される。

図：深溝玉軸受の内輪に発生したフレーキング

許諾を取って掲載予定

26

p. 26

◆ 解説

転がり軸受は、ある大きさの荷重を受けて転動体と軌道輪とが相対的に回転すると、適正な使用条件下でも軌道輪と転動体の転走面には絶えず繰り返しの荷重が作用するため、一定の運転時間後に、写真のようないろこ状の損傷が生じることがある。これをはく離またはフレーキング (flaking) という。また、相対的に回転していない状態で、ある大きさ以上の荷重を受けている場合でも、接触部には円滑に回転できない程度の永久変形を生じ、それらの軸受は使用できなくなることがある。

このような損傷が生じると回転中に大きな振動が発生し、そのまま継続使用すると軸受が破壊し、場合によっては機械に大きな損傷を与える。例えば、ジェットエンジン内部の軸受にフレーキングが生じると、最悪の場合、航空機自体の墜落を招く要因ともなる。このような損傷は材料の疲れに起因しており、防ぐことができないという理由で軸受の寿命という。すなわち、軸受の寿命は転がり疲れに支配されているのである。

第8節では、JISで規定している軸受寿命の概念や寿命の計算方法を学習しよう。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.184-195、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

8 転がり軸受の寿命

転がり疲れの影響因子

■ 外的要因

垂直荷重
接線荷重
衝撃負荷
固形異物混入

■ 内的要因

接触面における応力状態
潤滑状態
軸受材料

27

p. 27

◆ 解説

前頁のような転がり疲れはそもそもなぜ発生するのであろうか。JISにおける軸受寿命の計算方法を学習する前に、転がり疲れの本質的な要因をまず考えておこう。

要因としてここでは、外的要因と内的要因に分けて考える。外的要因としては、軌道輪と転動体の転走面に絶えず繰り返し作用する垂直荷重、接線荷重が挙げられる。また、何らかの外的要因による衝撃負荷や固体の異物が混入することも、特定箇所の応力集中を発生させ、結果としてフレーキングなどの転がり疲れを生じさせる要因となる。

一方、内的要因としては、軌道輪と転動体の転走面(接触面)における応力状態の変動、軌道輪と転動体の二表面間の油膜による潤滑状態も要因となる。また、軸受材料自体にも要因が考えられる。例えば、材料表層部における空孔や非金属の介在物などの欠陥が存在している場合、これらが起点となって転がり疲れの要因となる。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.184-195、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

8 転がり軸受の寿命

JISにおける軸受の寿命の規定

■ 荷重を受けて回転している場合



JIS B 1518:1992 転がり軸受の動定格荷重及び定格寿命の計算方法

■ 荷重を受けて回転していない場合



JIS B 1519:1989 転がり軸受の静定格荷重の計算方法

28

p. 28

◆ 解 説

軸受の寿命についてJISでは、荷重を受けて回転している場合、また、荷重を受けて回転していない場合に分けて規定されている。

前者の荷重を受けて回転している場合は、JIS B 1518:1992(転がり軸受の動定格荷重及び定格寿命の計算方法)にまとめられており、軸受の動定格荷重、その荷重と寿命の関係などが規定されている。

後者の荷重を受けて回転していない場合は、JIS B 1519:1989(転がり軸受の静定格荷重の計算方法)にまとめられており、軸受の静定格荷重、静等価荷重の計算方法が規定されている。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.

8 転がり軸受の寿命

基本定格寿命とその計算方法

■ 基本定格寿命とは

一群の同じ呼び番号の軸受を同じ条件で個々に運転したときの寿命を統計的に取り扱い、そのうち90%の軸受が転がり疲れによる損傷を起こさずに回転できる総回転数のこと。 L_{10} （エルテン）寿命ともいう。

$$L_{10} = \left[\frac{C}{P} \right]^p \quad (\times 10^6 \text{ 回転})$$

ここで L_{10} : 10%の軸受が損傷するまでの総回転数

C : 基本動定格荷重 [N] (次頁参照)

P : 動等価荷重 [N] (次頁参照)

指数の p : 玉軸受の場合3, ころ軸受の場合10/3

29

p. 29

◆ 解 説

基本定格寿命(basic rating life)とは、一群の同じ呼び番号の軸受を同じ条件で個々に運転したときの寿命を統計的に取り扱い、そのうち90%の軸受が転がり疲れによる損傷を起こさずに回転できる総回転数のことをいう。 L_{10} (エルテン)寿命ともいう。この値はワイブル線図から求める。

計算式は講義資料のように、基本動定格荷重(次頁)と基本動等価荷重(次頁)より算出される。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.
- 3) JIS B 1518:1992 転がり軸受の動定格荷重及び定格寿命の計算方法、(財)日本規格協会

8 転がり軸受の寿命

基本動定格荷重と動等価荷重

■ 基本動定格荷重(C)とは

内輪を回転させ外輪を静止させた条件で、一群の同じ呼び番号の軸受を運転したとき、**基本定格寿命が100万回転**(毎分33.3回転ならば500時間)になるような作用方向と大きさが変動しない荷重

■ 動等価荷重(P)とは

実際の荷重条件および回転条件のときと同じ軸受寿命を与えるような作用方向と大きさの変動しない荷重(単に等価荷重という場合もある)

30

p. 30

◆ 解説

基本動定格荷重 C (basic dynamic load rating) とは、内輪を回転させ外輪を静止させた条件で、一群の同じ呼び番号の軸受を運転したとき、基本定格寿命が100万回転(毎分33.3回転ならば500時間)になるような作用方向と大きさが変動しない荷重をいう。ラジアル軸受では純ラジアル荷重、スラスト軸受では中心アキシアル荷重をとる。単列アンギュラ玉軸受では、内輪と外輪との相対的変位がラジアル方向だけになるような荷重のラジアル分力をとる。基本動定格荷重の計算方法は、転動体の種類と寸法、一列中に含まれる転動体数、転動体の列数、呼び接触角などによって、ラジアル軸受に対しては基本動定格ラジアル荷重の式を、スラスト軸受に対しては基本動定格アキシアル荷重の式をJIS B 1518 に規定している。

また、動等価荷重 P (dynamic equivalent load) とは、実際の荷重条件および回転条件のときと同じ軸受寿命を与えるような作用方向と大きさの変動しない荷重をいう。ラジアル軸受では内輪を回転させ、外輪を静止させたときの方向、大きさが一定のラジアル荷重をとり、スラスト軸受では軸軌道盤を回転させハウジング軌道盤を静止させたときの中心軸上に働く大きさ一定のアキシアル荷重をとる。この動等価荷重は紛らわしくない場合は、単に等価荷重という。等価荷重は次式により求まる。

$$\text{ラジアル軸受: } Pr = X Fr + Y Fa$$

$$\text{スラスト軸受: } Pa = X Fr + Y Fa$$

ここで、 Pr : 等価ラジアル荷重、 Pa : 等価スラスト荷重、 X : ラジアル係数(JIS B 1518参照)、 Y : アキシアル係数(JIS B 1518参照)、 Fr : ラジアル荷重、 Fa : アキシアル荷重

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編; 機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清; JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.
- 3) JIS B 1518:1992 転がり軸受の動定格荷重及び定格寿命の計算方法、(財)日本規格協会

8 転がり軸受の寿命 補正定格寿命

- 軸受用鋼材の品質が向上したために寿命が著しく延びたこと、高い信頼性が要求されるようになったことなどの理由から、次式のような寿命補正式が用いられるようになった。

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10}$$

ここで、 L_{na} :(100-n)%の信頼度寿命 (10⁶回転)

a_1 : 信頼度係数

a_2 : 軸受特性係数

a_3 : 使用条件係数

L_{10} : 定格寿命 (10⁶回転)

ただし、信頼度係数 a_1 以外は具体的な数値が規定されておらず、各メーカーで異なる数値が用いられてきた。

31

p. 31

◆ 解 説

軸受用鋼材の品質が向上したために寿命が著しく延びたこと、高い信頼性が要求されるようになったことなどの理由から、講義資料のような寿命補正式が用いられるようになった。 a_2 は軸受材料の種類、品質、製造工程、設計の影響を補正し、 a_3 は軸受の使用条件、特に潤滑条件を補正する係数で、それぞれ独立した寿命修正係数を表している。

一般的な条件では、($a_2 \times a_3$)として1以上をとることができるが、潤滑油の粘度が低い、温度が高いなどの条件では、1より小さくなる。さらにISOでは2000年に次の新しい寿命補正式も提案している。

$$L_{nm} = a_1 a_{xyz} L_{10}$$

この新しい寿命補正式は、従来の補正係数にはなかった軸受内に侵入する異物などの影響も考慮し、使用条件、材料などの相互の影響を一緒に扱うもので、一つの寿命補正係数 a_{xyz} として表されている。

しかしながら、 a_{xyz} の具体的な値については、 a_2 、 a_3 と同様に各メーカーにより独自に提示されることになり、標準化されるには今後の展開に期待しなければならない状態である。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編;機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清;JISにもとづく機械設計製図便覧(第10版)、理工学社、2006.
- 3) JIS B 1518:1992 転がり軸受の動定格荷重及び定格寿命の計算方法、(財)日本規格協会

8 転がり軸受の寿命

基本静定格荷重

■ 基本静定格荷重

最大応力を受けている転動体と軌道輪の接触部中央において、次の計算接触応力を生じさせる静荷重をいう。

自動調心玉軸受	4 600 MPa
その他の玉軸受	4 200 MPa
ころ軸受	4 000 MPa

- 静荷重：回転していない軸受に加わる方向一定の荷重
- 上記の接触応力下では、転動体と軌道の総永久変形量が転動体直径のほぼ0.000 1倍になる。

32

p. 32

◆ 解 説

基本静定格荷重 (basic static load rating) とは、最大応力を受けている転動体と軌道輪の接触部中央において、次の計算接触応力を生じさせる静荷重をいう。

自動調心玉軸受	4 600 MPa
その他の玉軸受	4 200 MPa
ころ軸受	4 000 MPa

ここで、静荷重 (static load) とは回転していない軸受に加わる方向一定の荷重をいう。負荷を受けている転動体と軌道輪の相対位置が変わらない状態のときに受ける軸受荷重のことも意味する。

上記の面圧での接触応力下では、転動体と軌道の総永久変形量が転動体直径のほぼ0.000 1倍になる。ラジアル軸受では、方向と大きさが一定のラジアル荷重をとり、スラスト軸受では中心アキシアル荷重で大きさが一定のアキシアル荷重をとる。単列アンギュラ玉軸受および単列円すいころ軸受では内輪と外輪の相対変位がラジアル方向だけになるような静止荷重のラジアル分力をとる。

基本静定格荷重 C_0 の値は、ラジアル軸受では C_{0r} 、スラスト軸受では C_{0a} と表示されている。

◆ 参考資料

- 1) 日本機械学会 編; 機械工学便覧 デザイン編 β 4 機械要素・トライボロジー、pp.36-56、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清; JISにもとづく機械設計製図便覧 (第10版)、理工学社、2006.
- 3) JIS B 1519:1989 転がり軸受の静定格荷重の計算方法、(財) 日本規格協会

- (1) 軸受とは、荷重を受けながら回転する軸を支持する機械要素をいう。接触のしかた及び荷重の作用状態によって、転がり軸受とすべり軸受に分類される。
- (2) 転がり軸受は自動車や産業機械など大量生産向けの製品に利用される傾向にあるため、規格化へのニーズが大きい。
- (3) 規格では、輪郭寸法、精度、定格荷重などの計算方法は規定しているが、軸受内部設計に関する事項については規定していない。
- (4) 転がり軸受の基本定格寿命とは、一群の同じ呼び番号の軸受を同じ条件で個々に運転したときの寿命を統計的に取り扱い、そのうち90%の軸受が転がり疲れによる損傷を起こさずに回転できる総回転数のことをいう。

p. 33

◆ 解 説

(なし)

◆ 参考資料

(なし)

以下の文章について、空欄に適切な用語を埋めなさい。

- (1) 規格では、輪郭寸法、(①), 定格荷重などの計算方法は規定しているが、(②)に関する事項については規定していない。したがって、転がり軸受メーカーの技術競争は主として、規格により規定されていない分野や技術的側面、すなわち、軸受の(③), コストという観点に立脚して進められている。
- (2) 転がり軸受の基本定格寿命とは、一群の同じ呼び番号の軸受を同じ条件で個々に運転したときの寿命を統計的に取り扱い、そのうち(④)%の軸受が転がり疲れによる損傷を起こさずに回転できる総回転数のことをいう。これは、基本動定格荷重 C と動等価荷重 P より計算することができる。ここで、 C は内輪を回転させ外輪を静止させた条件で、一群の同じ呼び番号の軸受を運転したとき、基本定格寿命が(⑤)回転になるような作用方向と大きさが変動しない荷重をいう。また、 P は実際の荷重条件および回転条件のときと同じ軸受寿命を与えるような作用方向と大きさの変動しない荷重を意味する。

p. 34

◆ 解 説

- ① 精度
- ② 軸受内部設計
- ③ 長寿命化
- ④ 90
- ⑤ 100万

◆ 参考資料

(なし)

- (1) 代表的な転がり軸受である深溝玉軸受はJIS B 1521:1993で規定されている。同規格について以下の事項を調べなさい。
- i) 第1項の「適用範囲」から始まり、以降どのような内容が規定されているかその項目を列挙しなさい。
 - ii) 付表では軸受の呼び番号と寸法が規定されているが、呼び番号のつけ方について説明しなさい。
- (2) 転がり軸受は国際規格としてISO規格、国家規格としてJIS規格、国内の業界規格としてBAS(日本ベアリング工業会)規格がある。これまで、各規格の整合化が進められてきたが、例えば、JIS規格は現在どの程度ISO規格と整合化が図られているのか調査しなさい。

p. 35

◆ 解 説

参考: (2)については例えば、(社)日本ベアリング工業会のホームページにて、ISO規格、JIS規格、BAS規格の一覧が公表されている。また、JIS規格については対応するISO規格についても一覧を公表しており、国際規格との対応状況を理解することができる。

◆ 参考資料

- 1) (社)日本ベアリング工業会 <http://www.jbia.or.jp/>

- 1) 日本機械学会 編:機械工学便覧 デザイン編 β4 機械要素・トライボロジー、日本機械学会、2005.
- 2) 大西 清:JISにもとづく機械設計製図便覧 第10版、理工学社、2006.
- 3) JISハンドブック2007 第7巻 機械要素, 日本規格協会, 2007.
- 4) 吉澤武男 編著:新編JIS機械製図 第3版, 森北出版, 2001.
- 5) 日本工業標準調査会 <http://www.jisc.go.jp/>
- 6) (社)日本ベアリング工業会 <http://www.jbia.or.jp/>
- 7) (財)日本規格協会 <http://www.jsa.or.jp/>

p. 36

◆ 解 説

(なし)

◆ 参考資料

(なし)