

玉軸受ユニットの特性

旭精工 K. K. 吉田 祐雄

1. ま え が き

ころがり軸受はすべり軸受に比べて数多くの利点を持っているため古くから使用されており、おたがいかなりの智識と経験がある筈であるが、ころがり軸受の事故は依然として後を絶たない。しかもこの事故の70%以上は取扱い上の不注意から来ているようである。

このことはころがり軸受の取扱い方を知らないというよりもむしろ、模範的な取扱い方を忠実に実行するには非常な神経と労力を必要とするため、ころがり軸受を使用する機械の設計製作の分野、さらにはその機械を使用保守する分野の何処かで、行届かぬ面が出来るからであらう。したがってもっと手軽に取扱えてしかも事故がなく、その上精度も充分期待できるものが必要とされて来る。この要求に応えるのが玉軸受ユニットである。

玉軸受ユニットはわが国では昭和25年頃にはじめて開発されて以来、その需要も急速に伸びつつある現況から本年中には JIS 制定の運びとなっているものであるが、その特性を理解するには普通の玉軸受に対する取扱い上の注意事項とそれが守られなかった場合に生ずるいろいろの問題をも一度見直して見るのが一番であらう。

玉軸受取扱い上の注意事項を詳細に述べると極めて多岐に亘るのであるが、結局のところ

- (1) 形番の選択が適切であること
- (2) 軸受に異常な負荷をかけないこと
- (3) 塵埃を入れないこと
- (4) 潤滑が適正であること。

の4項目にしばられる。ここでは(2)の場合について異常な負荷がかかる原因と、それが軸受寿命や運転性能に及ぼす影響を中心に検討を進めて行くことにする。

2. モーメント荷重

モーメント荷重は軸受の内外輪が互にこぼれて使用される場合に発生するもので、図1に示すように一方のミゾには玉の転走痕が斜に走り、他方のミゾには平行ではあるが、比較的幅広の転走痕が認められるのが特徴である。このような事故を起すこ



図1
こぼれて使用された軸受の特徴

れの要因を大別すると、

1は軸受箱内径の芯が平行であるが一致していない場合、軸受箱の加工が拙いとか、使用中に機械各部の温度分布が不均一となり部分的に膨張量が異なる時などに生じるこぼれである。

2はやはり軸受箱の内径または肩の加工が悪いために内径の芯が一致した場合。

3は軸受箱は正しいが軸の肩が軸心に直角に出来ていないとか、軸の肩の丸三半径が軸受のものより大きくてそのために軸受が傾いてハメ込まれた場合等である。

4は軸が曲っている場合、はじめから曲っている場合もあるし、荷重が作用して弯曲する場合もある。また機台がはじめから反りかえっているとか、使用中に熱膨脹でそうなりする場合もあるから注意を要する。

このようなこぼれによって発生するモーメント荷重は軸受の寿命や運転性能に如何なる影響を与えるであらうか。図2は玉軸受に純粹のモーメント荷重が作用した場合のこぼれの量と、こぼれの一番大きい玉に発生する荷重の大きさとの関係を示したものである。

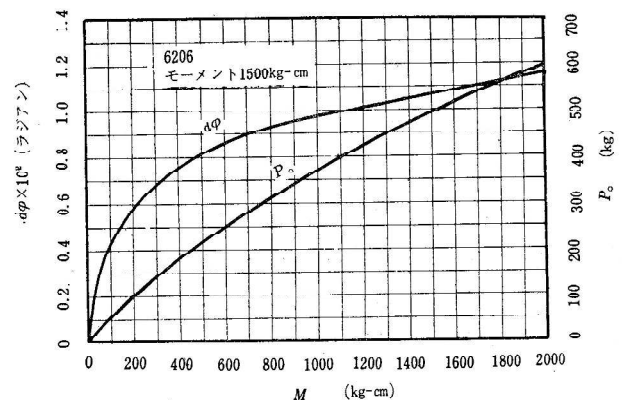


図2 モーメント傾き角および玉に発生する最大荷重の関係

例として 6206 にモーメント 1500 kg-cm が作用したときを考えて見ると図より $P_0 = 500 \text{ kg}$, $\phi = \frac{1}{100}$ となる。

6206 の静負荷容量は $C_0 = 1020 \text{ kg}$ であるから、玉に発生する最大荷重 P_0 はその約 $\frac{1}{2}$ となり、静粛な運転に対しては限度となる荷重である。言い換えれば静粛運転を要求するときの内外輪のこぼれは $\frac{1}{100}$ 以内に止める必

要があるということである。

実際に軸受を使用する場合には、このような純粋のモーメント以外に必ずラジアル荷重が同時に働くものと見なければならぬから、これらの量としては上の計算よりさらにきびしく考える必要があり、 $\frac{1}{200}$ 程度に抑えなければならない。

一方このようなモーメント 1500 kg-cm を加えて寿命試験を行った結果では回転数 1000 rpm, #140 タービン油滴下の条件下で約 30 hr の平均寿命を示したに過ぎず、モーメント荷重の加わらない場合の平均寿命は数年であるということを考えあわせると、その影響が理解できよう。

3. 負スキマ荷重

負スキマとなった軸受は、内輪回転の場合外輪のミゾ全周に玉の転走痕が認められるのが特徴である。

純ラジアル荷重を受けて運転しているラジアル軸受は、負荷圈に入ると玉は内外輪と弾性変形を行いつつ接触し、負荷圈を通過すると玉と内外輪との間にはある大サのスキマを保っているのが普通である。これを運転スキマと称しその大サは式(1)で与えられる。

$$\Delta_f = \Delta_i - \Delta_p - \Delta_t + \delta_{op} \quad (1)$$

Δ_f : 運転スキマ

Δ_i : 真の初期スキマ

Δ_p : ハメアイに依るスキマ減少量

Δ_t : 軸受各部の温度差によるスキマ減少量

δ_{op} : 荷重による弾性変形量

いま $\Delta_f = 0$ のときの玉軸受の寿命を U_0 、 Δ_f が任意の値のときの寿命を U とすると、 Δ_f と U/U_0 の関係は

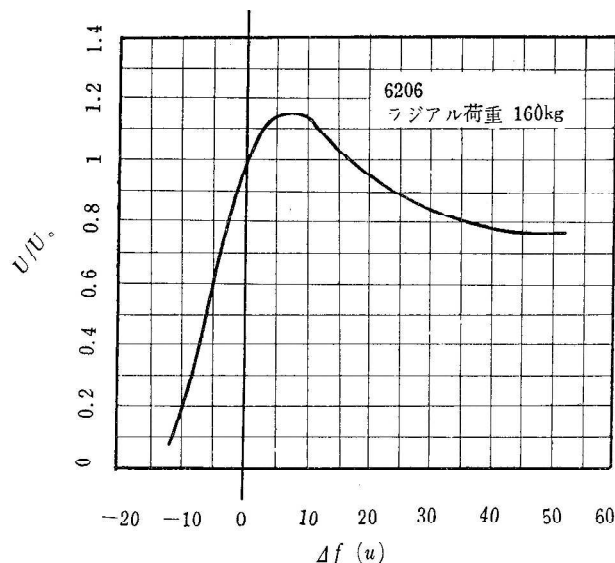


図3 負スキマの大きさと寿命との関係

図3で表わされる。図から $\Delta_f = 0$ の付近で急激に軸受の寿命は変化し、特に Δ_f が負になると極めて短くなる

ことがわかる。したがって円筒穴軸受ではシメシロが推奨値よりも大きくならないように軸の製作公差に留意し、円錐穴軸受ではアダプタの締過ぎが起らないように特に注意する必要がある。

4. スラスト荷重

ころがり軸受を2個相対して用いる場合、一方は軸方向に移動しないよう固定し、他方は軸方向に自由に移動できるようにするのが普通である。前者を固定側軸受、後者を自由側軸受と呼ぶのであるが、これは機械加工あるいは組立時の軸と軸受箱の軸方向の寸法誤差とか、または運転中の温度上昇による軸膨張のために性ずる異常負荷を避けるためである。一般にラジアル軸受には運転中でも多少半径方向スキマがあるから、これに相等した「軸方向」スキマをも有し、内外輪の軸方向のスレをある程度吸収することができる筈であるが、実際には軸方向スキマの限度をこえて、玉と内外輪が弾性変形を行って互にズレ合うような場合もかなり生じてくる。

ステスト荷重が作用した場合の玉の転走痕はミゾの中心から片寄っているのが特徴である。内外輪の軸方向弾性変位量とその際に発生するスラスト荷重との間には

$$\delta = a \cdot W^{2/3} \quad (2)$$

δ : 内外輪の軸方向弾性変位量 (μ)

W : スラスト荷重 (kg)

の関係が成立する。 a は玉の直径と接触角によって決まる値である。6206について δ と W の関係を求め、かつ純ラジアル荷重が作用したときの寿命を U_0 、 δ が加はったときの寿命を U とすると δ と $\frac{U}{U_0}$ の関係は図8に示す如きものとなる。注意しないと $\delta = 100 (\mu)$ 位は簡単に生じてしまう値である。

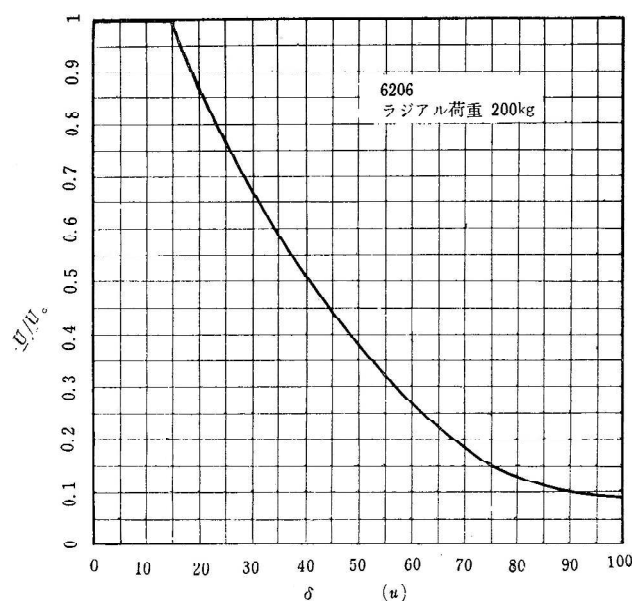


図4 内外輪の軸方向変位量と寿命との関係図

これに類したスラスト荷重は、軸受の取付け取外しの際の不手際によって発生することもあり、ミゾに大きな圧痕を残し運転性能を台無しにすることがあるから注意せねばならない。

5. 軸や軸受箱の形状不良による異常負荷

軸や軸受箱の円筒度が悪かったり、あるいは二つの割軸受箱のインロ部が悪かったりすると、軸受は簡単に歪を生じ局部的に異常負荷を受け、寿命短縮の原因となる。このような例は複列自動調心形玉軸受をプランマブロックに組込んで使用する場合に多い。

以上玉軸受に作用する異常負荷の原因とその影響を主として寿命と運転性能の観点から述べたわけであるが、ここでも一点付け加えたいのは、特にはじめの3種類の荷重が作用する場合の保持器の破壊とか焼付きの問題である。すなわちこれらの3種類の荷重が作用した場合の共通点として、玉は常に内外輪ミゾの全周に亘って弾性変形を行いつつ接触し続けているということが挙げられる。玉には極めて僅かではあるが相互差があるから、このような状態で運転が継続されて行くにしたがい、それぞれの公転速度の差が蓄積され、保持器に部分的な引張力や圧縮力を加えるようになる。保持器と玉の接触部分は元来玉軸受の中で最も潤滑性の悪い部分であるから、異常負荷によって接触圧力が高くなるとたちまち焼付きを起したり、切断したりして運転不能に陥る例も少なくないのである。

6. 玉軸受ユニット

玉軸受ユニットは特殊な常列深ミゾ形玉軸受と種々の形をした一体構造の軸受箱を組合せたものである。軸受箱の材質は用途により鋳鉄、合成ゴム、鋼板等を使用する。図10は玉軸受ユニットの代表例である。

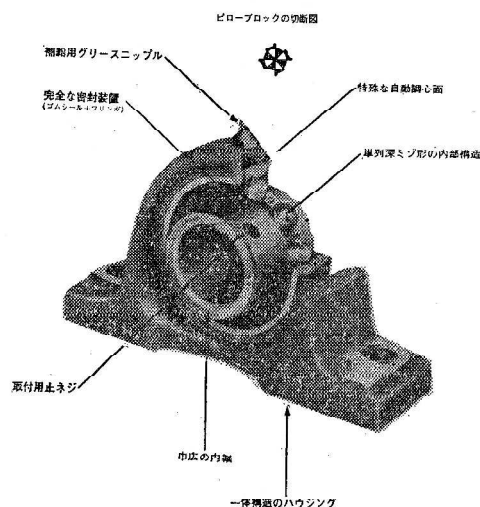


図5 ピローブロックの切断面

以下その特徴について述べる。

1) 特殊な自動調心面

外輪外径と軸受箱内径はスキマを持った球面であるから自由に調心することが出来る。その上普通は一体構造の軸受箱であるから先に述べたこぢれによるモーメント荷重や軸受箱の形状不良に依る異常負荷を完全になくすることができる。したがって不必要な神経と労力を消費することなく、しかも寿命的にも運転性能的にも良い結果が得られる。ユニット最大の特徴である。

2) 単列深ミゾ形の内部構造

軸受の内部構造は6200、6300形の単列深ミゾ形玉軸受と同じであるからラジアル及びスラスト荷重を共に受けることが出来る。従来でも複列自動調心形玉軸受をプランマブロックに組込んで自動調心性を持たせるやり方があったが、この種のものはラジアル負荷容量の点でも劣るし、特にスラスト負荷容量の点では非常に劣るという欠陥があった。

3) 止メネジあるいは偏心輪による軸への取付け

一般に円筒穴のころがり軸受を軸または軸受箱に取付ける場合、適当なシメシロを与えて押し込むわけであるが、この操作に誤りがあると異常スラストによってミゾに圧痕をつけたり、あるいは軸の加工精度が悪くてシメシロが大きすぎたりすると負スキマ荷重が作用したりして、事故の原因となることは先に述べた通りである。円筒穴の玉軸受ユニット内径はその平均径がH7であり、一般にスキマバメを採用するので、組込みの操作も容易であり、かつ異常負荷が作用する可能性が少いことは明らかであらう。ただしユニットと雖も軸の熱膨脹による異常スラストは避けられないので、自由側軸受として使用する場合には内輪が軸とをスライド出来るようにするとか、カートリッジ形式のユニットを併用するとかの特別の考慮が必要であり、またアダプタ方式のものではナットの締め過ぎを起さぬ注意が大切である。

4) 密封装置

密封装置はメーカーやユニットの形式によって多少その精造を異にするが、合成ゴムシールとスリングの二重構造となっているものが多い。輸送中、保管中の塵埃の混入は略完全に防上出来るが、激しい塵埃中で長期運転する場合には、更に防塵蓋を設けを構造のものを用いることもある。内部グリースは厳選されたものであればかなり長期に亘りその性能を特続するものであるが、苛酷な条件下では補給期間も相当短くとる必要がある。補給グリースははじめのものと同質、塵埃の少ないものにすることが大切である。

7. あとがき

玉軸受ユニットの概要について説明を加えたのであるが、本稿で触れることのできなかった点は開放形、あるいは密封形の単列深ミゾ形軸受とほぼ同じ性質を持っているものと考えても大きな誤りはないであらう。

玉軸受ユニット雖も決して万能ではないのであって、

今後いろいろ改良を加えるべき点もあるわけであるが、以上述べたような特徴があるため取扱いが相当容易であることは明らかで、事実玉軸受ユニットの事故は極めて少いのである。その特性を充分理解し活用していただければ幸である。