

10. 予圧 Preload

10.1 予圧

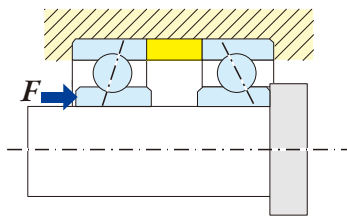
アキシャル荷重を受けることのできる2つの軸受を一对に設置して、あらかじめアキシャル方向の荷重 F (予圧)が常に加わっている状態にすることを予圧を与えるという。

軸受は内部すきまを有しているが、予圧を与えることでこのすきまがなくなり、玉と軌道輪が弾性接触する。その結果軸受にはすきまによるガタがなくなり、回転時の振動や異音を抑えられる。また軸受の剛性が高まる。

ただし予圧が大きすぎると摩擦モーメントの増大や発熱、焼付きなどの原因になるため、用途に合わせて予圧量や予圧方法を適切に選ぶことが重要である。

10.2 予圧の効果

1. 軸のラジアル方向、アキシャル方向の位置決めを正確にするとともに、軸の振れを抑える
2. 軸受の剛性を高める
3. アキシャル方向の振動および共振による異音を防止する
4. 特に高速回転する場合玉の公転すべり、自転すべりを抑制する
5. スラスト軸受では軌道輪に対して転動体を正しい位置に保つ



10.3 予圧方法

予圧方法は定位置予圧と定圧予圧がある

定圧予圧

図10.1のようにコイルばね、皿ばねなどを利用して適正な予圧を軸受に与える方法である。

軸受の相対的な位置が使用中変化しても、予圧量をほぼ一定に保つことができる。

例えば、温度に対する寸法変化などの影響を受けにくい。しかし、ばね要素を取り付けるスペースやそのための部品が必要である。定位置予圧に比較して剛性は低い。

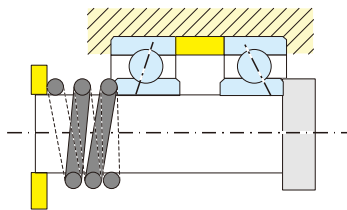


図10.1 定圧予圧の例

Fig 10.1 Constant pressure preload

定位置予圧

図10.2のように対向した軸受間の位置を決めて、予圧量を設定する方法である。例えばアキシャル荷重とアキシャル変位の関係から、アキシャル荷重に相当する変位を間座寸法や軸受の幅寸法により設定し、軸受を固定する。剛性は高い。ただし温度に対しての寸法変化で予圧量が変化する。

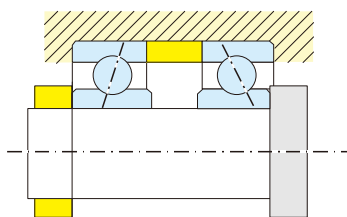


図10.2 定位置予圧の例

Fig 10.2 Position preload

10.1 Preload

A pair of axially loadable bearing is to be loaded in advance in the axial direction F . This is called "Pre-loading". Bearing has an internal clearance. Pre-loading reduces this clearance and elastic contact of ball and raceway occurs. By the result, the bearing does not have a looseness due to the clearance, which leads to the reduction of vibration and noise when rotating. Moreover, this contributes to the higher rigidity of the bearing. However, excessive pre-loading causes the increase of friction moment, heat generation and seizure of the bearing. In order to avoid this, optimum selection of pre-loading level and method is highly recommended.

10.2 Effect of Pre-loading

1. Maintains the bearings in exact position both radially and axially and also maintains the running accuracy of the shaft
2. Increases the bearing rigidity
3. Minimizes noise due to axial vibration and resonance.
4. Prevents sliding between the rolling elements and raceway due to gyroscopic moment for high speed application
5. Maintains the rolling elements in their proper position with the bearing rings.

10.3 Pre-Loading Methods

Position pre-load and constant-pressure pre-load are available for pre-loading methods.

Constant-pressure preload

Constant pressure preload is achieved using a coil or leaf spring to impose a constant preload (refer to Fig.10.1). Even if the relative position of the bearings changes during operation, the magnitude of the preload remains relatively constant. For example, this method is effective for dimensional defect due to the temperature change. On the other hand, this method requires the additional parts and space for spring element. Rigidity is lower compared with the position preload.

Position Preload

A position preload is achieved by fixing two axially opposed bearing in a position to impose a preload and their relative position remains unchanged while in operation (refer to Fig.10.2). For example, bearings are fixed in the certain displacement positions set by the spacer dimension or bearing width. This method offers higher rigidity. On the other hand, preload amount varies depending on the dimensional defect due to the temperature change

10.4 予圧の大きさと方向

予圧量は玉と軌道輪の弾性接触状態を決めるので、予圧量を必要以上に大きくすると、異常発熱、摩擦モーメントの増大、疲れ寿命の低下を招く。一方小さいと剛性不足や外部負荷による予圧抜けを発生するなど、振動発生の原因になる。実績から小型モータ用など長時間の耐久性を求められる場合にはCrの0.5%程度、機械部品など剛性を求められる一般用途にはCrの1%程度を目安にする。予圧以外に外部荷重、自重などの影響を考慮して決める。

予圧の方向には図10.3の背面組合せ(DB)と図10.4の正面組合せ(DF)がある。背面組合せはモーメント負荷が作用する場合剛性が高い。しかしハウジングの精度が悪くて取り付け誤差(ミスアライメント)がある場合は、内部荷重が増大しやすい。正面組合せはモーメント負荷に対しての剛性は比較して低いが、ハウジングの精度や軸のたわみなどミスアライメントの影響を受けにくい。

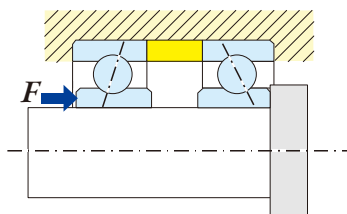


図 10.3 背面組合せ(DB)の例
Fig 10.3 Back-to-back matching (DB)

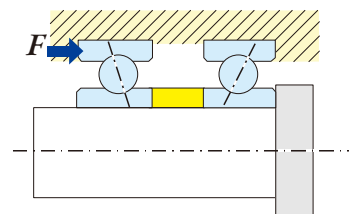


図 10.4 正面組合せ(DF)の例
Fig 10.4 Face-to-face matching (DF)

10.4 Preload Amount and Direction

Since preload amount is a decisive factor for elastic contact status of rolling elements and raceway, excessive preloading leads the bearing to abnormal heat generation, increase of friction moment and decrease of fatigue life. On the contrary, insufficient preload causes rigidity loss, preload loss due to the outer load and vibration. ISC, from past experiences, recommends preload of 0.5% of Cr for the application of small motor which requires long lasting durability. Preload of 1.0% of Cr is recommended for the application for mechanical parts which requires higher rigidity. Other factors such as outer load and self weight are also important to decide the preload amount.

Preload direction has two types, back-to back matching (Fig 10.3) and face-to-face matching (Fig.10.4). Back-to-back matching DB holds higher rigidity when moment load is in effect. However, in the case of misalignment due to poor accuracy of the housing, it tends to carry higher internal load. Face-to-face matching DF has relatively lower rigidity against moment load. However the effect of misalignment, due to the housing accuracy and shaft deflection, is relatively low for this type.