

リニアベアリングの作用荷重による変形量とヘルツ応力

図18のように1個の玉が軸と外筒間におかれ、力Pをうけた場合の変形量とヘルツ応力を求める式は以下になります。

合計した総変形量:

$$\delta = 2.78 \times 10^{-4} P^{2/3} \left[\left(\frac{2}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{1/3} + \left(\frac{2}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)^{1/3} \right] \text{ (mm)} \dots (1)$$

ヘルツ応力:

$$\text{軸側 } \sigma_r = 857 \left(\frac{2}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{2/3} P^{1/3} \text{ (N/mm}^2) \dots (2)$$

$$\text{外筒側 } \sigma_o = 857 \left(\frac{2}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{2/3} P^{1/3} \text{ (N/mm}^2) \dots (3)$$

玉がある物体と接触しながら力Pの作用をうけると、ごく小さい接触面を生じます。このような接触面は一般には図19に示すような円形をしています。この小さい面に生じた圧力で力Pが支えられます。この場合、接触面に生じる圧力は図示のように円状に分布するが、その中で最大の圧力値すなわち中央の圧力値をヘルツ応力といいます。一般の転がり軸受の設計では、ヘルツ応力の最大値は2800~3000MPaにとられています。

リニアベアリングは通常の場合、4~6列の玉列があり、リニアベアリングに外部から働く荷重Fと各玉列に働く荷重Pとの間には図20のような関係があります。また、カタログに示されている基本動定格荷重Cの値は、外荷重Fが1つの玉列の真上に作用する場合(A)のものであるから、2つの玉列が振り分け状態で外荷重を支えるように使用した場合(B)にはCの値は大きくなり、カタログ値のCに図20の荷重比を乗じたものとしなくてはなりません。なお、各種リニアベアリングの外荷重Fに対するδの値は、図21から求められます。

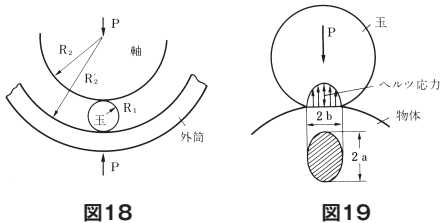


図18

図19

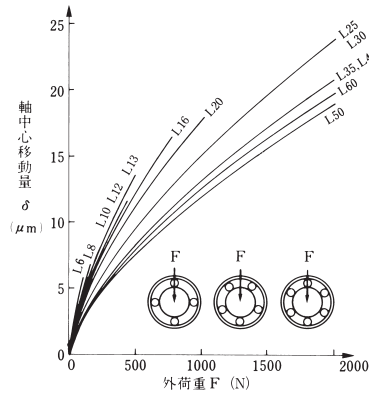


図21-(A)

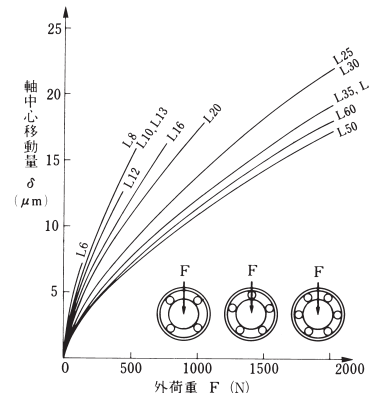


図21-(B)

| 外荷重に対する玉列の位置 | 玉列数 | | |
|--------------|-------|-------|-------|
| | 4列 | 5列 | 6列 |
| 玉列の位置 (A) | | | |
| 玉列の位置 (B) | | | |
| 荷重比 | 1.414 | 1.463 | 1.280 |

図20

予圧 (プリロード)

すべり軸受の中で軸が回転したり直線運動したりするためには、必ず若干のスキマが必要です。しかし、ボールやローラーのような転動体を組み込んだ案内軸受では負のスキマすなわち、シメシロがついていても、軸は軽く運動することができます。このようなことを「予圧をかける」といい、これが転がり案内軸受の大きな特長の1つになっています。適切な予圧をかけると、ガタツキは全く無くなるうえ、軸受の剛性は増大します。すなわち、作用した外力に対する変形量をかなり小さくすることができ、したがって、大きさの変動する外力が働いた場合でも、軸心はほとんど移動することなく高精度を保持できます。その理由は図22に示すように、ボールの場合、外力と変形量の関係は直線ではなく(非線形ばね特性)、始め軟らかいばねであったものが、ある程度の外力が働くとき硬いばねに変化していくからです。一方、ローラーはほぼ直線形のばね特性をもつから、予圧による剛性増大効果は小さくなります。

予圧はまた、かけ過ぎると走行性能に支障をきたし摩擦が増大して温度上昇を激しくさせるほか、軸受寿命を急激に低下させますから、適切な予圧をかけることが肝要です。一般に用いられる適切な予圧荷重は、経験上軸受に作用する外力の1/3程度がよいとされています。

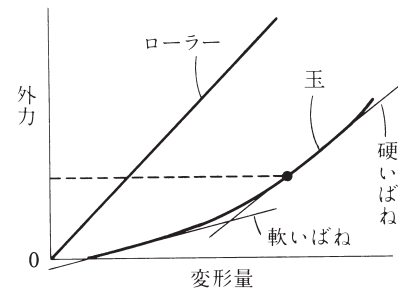


図22

ローラー $\delta = 0.077 \frac{Q^{0.9}}{l_a^{0.8}}$ ボール $\delta = 0.79 \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Dw}}$

使用上の注意事項

QZAK製品をより効果的にご使用頂けますよう、主な使用上のチェックポイントをあげてみました。設計の際や、組立作業現場のチェックシートとしてご利用下さい。

- ✓モーメント荷重が作用しますとk-e線図より、お解りの通りベアリング寿命に重要な影響を与えますので、ベアリングの選定には十分注意をし、2個のベアリング間のスパンを設計上許される最大限に取って下さい。また必ずグリス潤滑を行って下さい。
- ✓縦軸でベアリングを使用する場合には、ベアリングを1軸に2個使用して下さい。また軸とのハメアイは緊密スキマを採用して下さい。
- ✓ベアリングをハウジングに組込む際、作用荷重方向に対してボール列を均等に振り分ける状態に配置いたしますと寿命や運転性能に大変有利です。
- ✓ベアリングと軸とのハメアイに過大な予圧(10μm以上)が作用したり、ベアリング間の芯が大きく狂いますと、ベアリングの寿命や運転性能に悪影響を与えますので、軸を回転方向へ手動で返し表14のC₁又はC₂の状態かどうかチェックして下さい。
- ✓リニアベアリングは一般の転がり軸受に比べ、外筒の肉厚が薄く、複雑な構造となっておりますので、ハウジングへ組込む際は、ベアリングの両端の止メ輪を直接叩かないよう図23に示すような取付治具を使用して静かに圧入して下さい。
- ✓軸をベアリングに挿入し組付ける際には、軸端部をベアリングのリテーナや、止メ輪にぶつけないよう、十分注意して芯を合わせ組込むようにして下さい。
- ✓リニアベアリング専用軸は、ちょうど一般の転がり軸受の内輪に相当するもので、ベアリングの性能を十分に発揮するためには数多くの諸要件を満さなくてはなりませんのでQZAK専用軸とリニアベアリングを必ずペアでご使用下さい。

表14

| 分類 | 軸の回転方向チェック事項 | スキマ程度 |
|----------------|--------------------|---------|
| C ₁ | 軸は手で回転方向にスムーズに回る | 0~+10μm |
| C ₂ | 軸は手で回転方向にやや重い回る | 0~-10μm |
| C ₃ | 軸は手で回転方向に回らない (NG) | -10μm以上 |

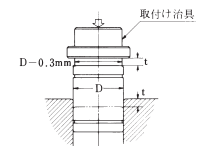


図23