

128 浮動ブシュ形静圧ジャーナル軸受の特性

The Characteristics of Hydrostatic Journal Bearing with a Floating Bush

正 山本浩 (埼玉大) 正 原田 正躬 (埼玉大)

正 塚崎重多郎 (埼玉大) ○学 坂口 斉 (埼玉大)

Hiroshi YAMAMOTO, Saitama Univ., 255 Shimo-Ookubo, Saitama

Masami HARADA, Saitama Univ., 255 Shimo-Ookubo, Saitama

Jyutaro TSUKAZAKI, Saitama Univ., 255 Shimo-Ookubo, Saitama

Tadashi SAKAGUCHI, Saitama Univ., 255 Shimo-Ookubo, Saitama

We proposed a new type hydrostatic journal bearing with a floating bush to decrease the frictional torque. The characteristics of proposed bearing are calculated. In low rotational speed condition, the stiffness becomes the maximum at the certain feeding groove depth. In high rotational speed condition, the stiffness increases as the feeding groove depth decreases. In low rotational speed region, the load capacity becomes large as the recess length becomes large. In high rotational speed region, the load capacity becomes small as the recess length becomes large. The frictional torque decreases as the recess length increases.

Key Words : Lubrication, Hydrostatic bearing, Journal bearing, Floating bush, Load capacity, Frictional torque

1. 結 論

高速で作動するすべり軸受においては、潤滑油膜の流れが乱流に遷移するために軸受の摩擦損失が急激に増大するという問題がある。そこで、軸受と回転軸との間に浮動するブシュを介在させて摩擦抵抗の低減を図った浮動ブシュ形軸受が提案され、その自励振動あるいは外乱力に対する振動の抑制効果について研究が行われてきた⁽¹⁾。しかし従来の動圧効果を利用してブシュを浮上させる軸受を工作機械の主軸など高荷重条件下で使用する場合、回転軸あるいは軸受とブシュの接触のため、期待した効果が十分に発揮できないことや、軸受面の損傷を避けることはできないといった問題がある。そこで筆者らは、ジャーナル軸受において静圧浮動ブシュを挿入した軸受を試作し、浮動ブシュは良好な浮上特性を示し、摩擦トルクが低減することを実験的に明らかにした⁽²⁾。また試作した軸受について数値解析を行い、数値解析の妥当性を明らかにした⁽³⁾。

本報では、軸受静特性に軸受設計諸元が及ぼす影響を数値解析により明らかにし、軸受設計指針を明らかにしたので以下に報告する。

2. 供 試 軸 受 仕 様

Fig 1 に静圧浮動ブシュ形ジャーナル軸受の構造概略を示す。供試軸受は外径 140mm、内径 72mm、幅 100mm で、浮動ブシュの両面に潤滑油を供給するための供給口が設けられて

いる。また浮動ブシュは、外径 72mm、内径 60mm、幅 100mm で、ブシュの外周面および内周面には円周方向に 6 個、軸方向に 2 列の同じ面積を有するリセスが設けられている。軸受の供給口より供給された潤滑油はブシュ外面に設けられた潤滑油供給ポートにより全周に供給されるとともに、供給ポートに設けられた貫通穴によりブシュ内面に設けられた供給ポートに導かれ、内面においても全周に供給される。そしてそれぞれの面の供給ポートに設けられた絞り溝により、すべてのリセスに供給される構造となっている。軸受とブシュおよびブシュと回転軸の間の平均半径すきまは、それぞれ $C_o=45\mu\text{m}$ および $C_j=45\mu\text{m}$ とし、ブシュに設けられた軸受側および回転軸側の面のリセスの深さはともに 1mm とした。

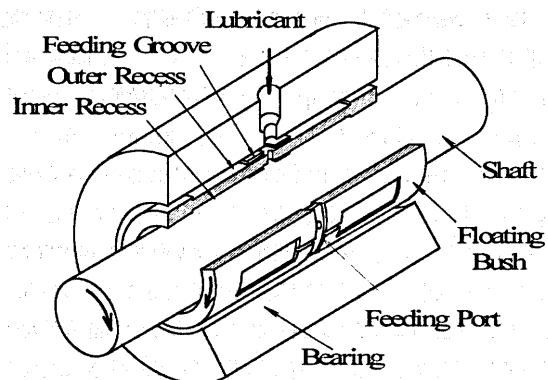


Fig. 2 Configuration of hydrostatic journal bearing with a floating bush

3. 数 値 解 析 結 果

Fig 2に軸の偏心率 $\epsilon=0.2$ のときの、給油溝深さと負荷容量の関係を表回転数をパラメータとして示す。偏心率が小さい領域においては偏心率と負荷容量の関係はほぼ線形であるので、この図は軸受剛性を表しているともいえる。図より回転数が高くなるほど負荷容量が高く、すなわち軸受剛性が高くなることからわかる。回転数が 0rpm のときの負荷容量および剛性は、静圧による効果のみであることを考慮すると、1000rpm 以上の領域ではむしろ動圧効果が支配的であると考えられる。また回転数が 0rpm のときおよび 500rpm のときは剛性が最大となる給油溝深さが存在する。そして回転数が高くなると、剛性が最大となる溝深さが存在しなくなり、溝深さが浅い場合ほど剛性が高くなる。回転数が 0rpm のときに剛性が最大となる給油溝深さとした場合、回転数が高くなったときには必ずしも剛性最大とはならないが、回転数が 0rpm のときの剛性を下回ることにはないことから、回転数が 0rpm のときに剛性が最大となるような給油溝深さを選べば十分であるといえる。

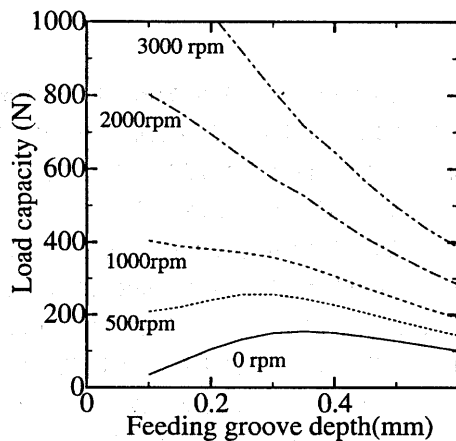


Fig. 2 Feeding groove depth vs. load capacity

Fig 3に軸の偏心率 $\epsilon=0.2$ のときの給油溝深さと負荷容量の関係を軸回転数をパラメータとして示す。給油溝深さは Fig 2において、回転数 0rpm のとき負荷容量が最大となる 0.35mm とする。また給油溝長さを一定の 10mm とするため、リセス長さが長い場合は軸受端のランドの長さが小さくなる。Fig 3より回転数が低い領域においてはリセス長さが大きいほど負荷容量は大きくなるが、回転数が高い領域においてはリセス長さが大きいほど負荷容量は小さくなることからわかる。これは、静圧効果はリセス長さが長くなりリセス部分が大きくなるほど大きくなるが、逆に動圧効果は広いすきま領域であるリセス部分が大きくなるほど小さくなるからである。

Fig 4に軸の偏心率 $\epsilon=0.2$ のときのリセス長さと摩擦トルクの関係を表回転数をパラメータとして示す。給油溝深さを 0.35mm、給油溝長さを 10mm、リセス長さと軸受端のランドの長さの関係も Fig 3と同様とする。Fig 4より、リセス長さが大きいほど摩擦トルクが小さくなり、特に回転数が高い場合ほどその傾向は顕著であることが分かる。回転数が高い領域において、リセス長さが大きくなった場合の負荷容量の減少量はさほど大きくないことを考慮すれば、リセス長さはできるだけ大きくしたほうが良いといえる。

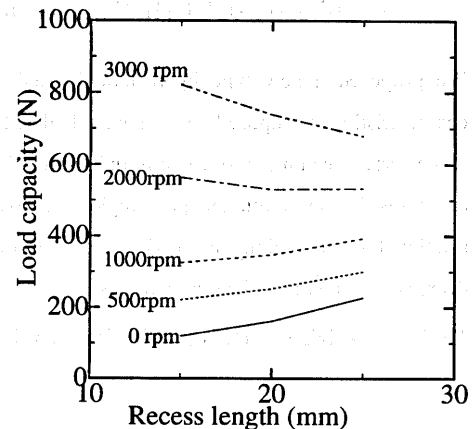


Fig. 3 Recess length vs. load capacity

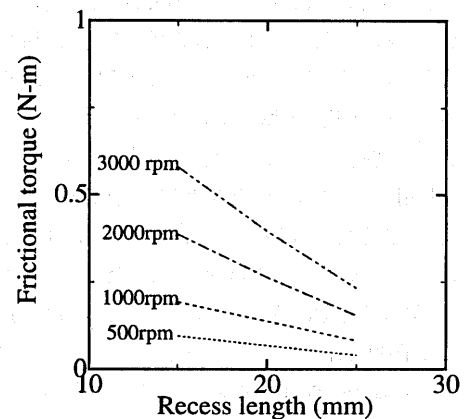


Fig. 4 Recess length vs. frictional torque

参 考 文 献

- (1) TANAKA, M. and HORI, Y., Trans. ASME, J. Lubr. Tech., (1972).
- (2) 中川・青木, 機誌, 75-642 (1972).
- (3) 原田・塚崎・山本, 機講論, 95-10, IV, (1995).
- (4) 山本・原田・塚崎, 機講論, 96-9, IV, (1996).