

高圧軸受試験機の試作

曾田 範宗・宮川 行雄*・宮原 儀芳

(1956年9月8日受理)

A New Testing Machine for Sliding Bearings under High Pressure

Norimune Soda, Yukio Miyakawa and Noriyoshi Miyahara

(Received September 8, 1956)

ABSTRACT : A new bearing tester is designed to obtain the frictional characteristics of film-lubricated sliding bearings under extremely high pressure.

The main features of this machine are as follows :

- (1) The mean bearing pressure can be raised above 1,000 kg/cm² for which the viscosity of the oil film is expected to increase conspicuously.
- (2) The projected bearing area is so large that there may be constructed fluid film in the bearing even under extremely high pressure.
- (3) The frictional moment can be measured accurately.

For the test bearings are used two half-bearings in pair, each of which has the standard dimension of 50 mm × 50 mm. High pressure oil of about 300 kg/cm² is used as the loading medium of the bearing, being transmitted to the loading piston of the bearing through the torsion bar which is used for measuring the frictional moment of the test bearings. Total load on the bearings can easily be raised above 25 ton and the mean pressure above 1,000 kg/cm² can easily be obtained.

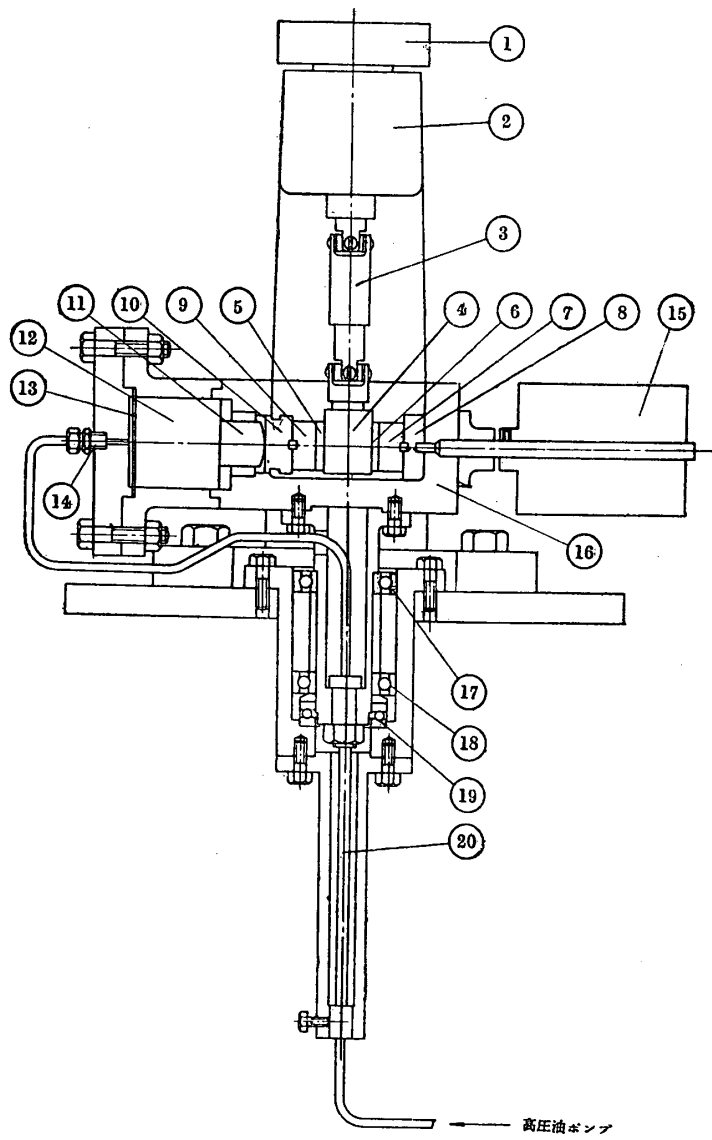
The test journal is set vertically and is driven through gimbal by D. C. motor. The test bearings are set in pair horizontally, being lubricated by oil bath or by circulating oil.

1. 高圧軸受試験機設計の趣旨

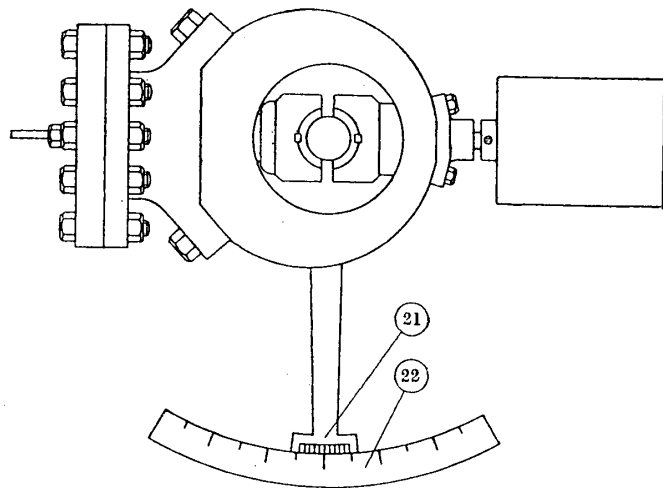
すべり軸受の許容平均圧力としては現用機械においては高いものでも 300/cm² 前後である。この限界はふつう軸受メタルの焼けつきによつておさえられているのであるが、この高圧領域における軸受の特性は軸受メタル、潤滑油の物理的・化学的性状、摩擦面の工作等の高圧下における特殊な総合効果であり、これまでの比較的低下の軸受とは根本的にちがった高圧諸現象を内包していると思われる。そしてこれらの高圧下の諸特性を明らかにすることが結局高圧軸受の安全な利用を可能にし、したがつてまた軸受を根本的に焼けつきや摩耗から防ぐ道をひらくゆえんにもなると思われる。

さて高圧軸受の試験機として、その平均圧力をあげるだけの目的なら、たんに軸受面積の小さな試験片を用いればよいのであり、従来もこうした趣旨の実験もないでもなかつたが、そこには一種の寸法効果があつて、小さな面積の軸受では表面仕上げ、変形特性、油中のごみ、境界摩擦現象等において大型軸受との相似がかならずしも成立しがたく、この種の小型の高圧軸受の実験結果から単純な相似概念で大型の軸受の高圧諸特性を推定することは危険である。そこでわれわれは実用すべり軸受が当面しているあらゆる現実の諸問題を内包するに十分なだけの投影面積をもつ軸受で、軸受平均圧力としては 1,000~1,500 kg/cm² を与えることができ、しかも摩擦トルクも正しく測定しうるような高圧すべり軸受試験機を試作した。上記のていどの平均圧力のもとでは、軸受内の最大油膜圧力は 3,000~5,000 kg/cm² に達している

* 航空技術研究所



第 1 図



第 2 図

ことを予想させるが、このていどの圧力下では多くの軸受メタルはその流動圧力に達し、潤滑油はその粘度を数十倍に増大していることが考えられ、一般の相律的考察によつてもメタルや潤滑膜の挙動は低圧領域におけるとは余程異つていと考えられるのである⁽¹⁾。本試験機はこうした諸現象を明らかにするために試作したもので⁽²⁾、以下本機の構造の概要と二三の実験結果とをのべる。

2. 試験機の構造

第 1, 2 図に試験機の構造を示す。試験機は試験軸駆動部分と測定部分とからできている。4 は直径 50 mm の試験ジャーナルである。その材質はモリブデン鋼で、グラインダー研削後ラップしてあり、硬さは Rc で 40 である。5, 6 は試験片となる 2 個の対向部分軸受で、軸受幅は 50 mm である。これは厚さ 10 mm の軟鋼裏金に厚さ約 1 mm のホワイトメタル (Sn 85%, Sb 10%, Cu 5%) を張つたものである。5, 6 の部分軸受はそれぞれ 9, 7 にキーで止められており、簡単に軸受の交換ができるようになっていゝ。7 は 8 に固定されており、9 は 10 を介して 11 の球面でピボットされ、ピボットのまわりに自由に位置が調整される。軸受荷重は圧力油によつて加えられ、手動高圧油ポンプから送られた圧力油は 20 の中空の振り棒のなかを通つて直径 100 mm のピストン 12 の背面にはたらき、11 を介して軸受に荷重を加える。ピストンすき間の油のもれは厚さ 0.1 mm のビニール膜 13 をピストン背面にあてることにより簡単にまた完全に防ぐことができた。最高軸受荷重はポンプ圧力 315 kg/cm² で約 25 ton で、軸受幅 50 mm の半周軸受を用いたとき平均軸受圧力は約 1,000 kg/cm² となる。軸受角度や軸受幅を若干低下させることにより、流体潤滑すべり軸受としての本質をそこなくして平均軸受圧力を 1,500 kg/cm² ていどにますことは容易である。

軸受荷重をうけたときの軸心の移動を自由に

し、また軸受中における軸の偏心回転を自由にするため、ジャーナルは中間軸 3 とその上下端にもうけた二つのユニバーサルジョイントとを介して回転される。1 はプリーで、直流 30 馬力モーターでベルト駆動される。回転数の使用範囲は 800 ~ 2,500 rpm である。

15 は平衡重錘で左右荷重の平衡をとる。ラジアル玉軸受 17, 18 はこの若干の不均衡力を軽く支える。軸受装置全体の荷重はスラスト玉軸受 19 で本体に支持され、本体下端には振り棒 20 の下端が固定あれている。振り棒は直径 8 mm, 内径 1 mm で、圧力油は振り棒の中を通つてピストン背面に送られるから、送油は振り棒の振れに影響されない。すなわち運転中摩擦力を測定しながら自由に軸受荷重を変化することができる。軸受の摩擦力は振り棒の振れモーメントと平衡し、21, 22 の目盛板によつて 0.05° まで読みとりうる。油圧 300 kg/cm² 以上においても振り棒の膨脹や応力の影響が摩擦トルク測定値にはいらぬことは検定によりたしかめた。

軸受の潤滑方式は一般には油浴潤滑で、潤滑油は油槽 16 に入れて軸受を完全にひたすが、油槽には排油孔があるので強制潤滑方式をとることもできる。第 3 図は装置の全体、第 4 図は試験用ジャーナルおよび試験軸受の写真である。

3. 実験例

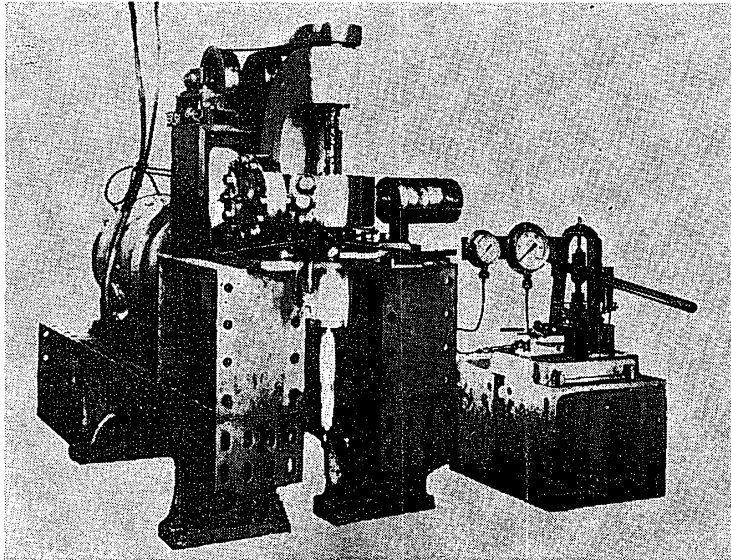
第 5 図は実験結果の一例で、直径 50 mm, 軸受幅 50 mm の 110° 部分軸受について 900 rpm の一定回転数で軸受平均圧力を順次に変化したときの摩擦係数と軸受温度とである。実験に用いた潤滑油はガルフプライド格外鉱油、三菱モーター油 (SAE 60), 日石モビル油 (SAE 20), 60 スピンドル油、灯油、ヒマシ油、ナタネ油である。軸受平均圧力の増大とともに摩擦係数が低下することはすべり軸受の周知の摩擦特性であるが、軸受平均圧力が極めて高くなるにともない摩擦係数は最低値を示して以後は増加する特性を示している。この結果は軸受の高圧領域における興味ある特性で、潤滑油の高圧粘度の影響等を示唆するものである。そしてこの範囲の特性は従来の比較的低下領域における実験からは現出させることがむずかしかつたものである。この高圧領域における摩擦

(1) 曾田範宗, 日本物理学会誌, 10 (1955) 1.

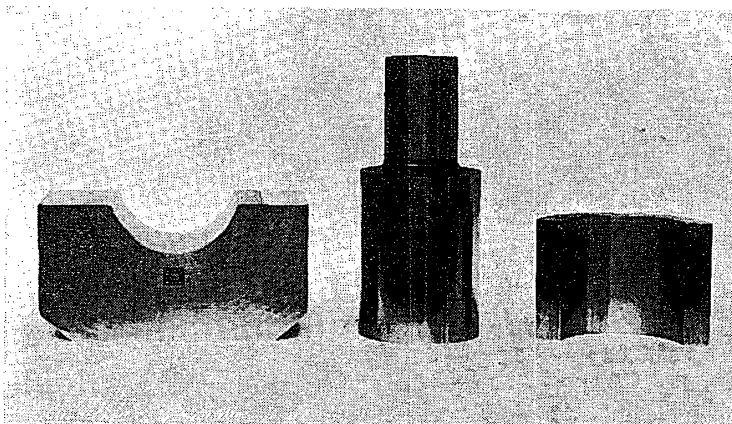
(2) この種の試験機としてはこれまでも Needs の実験機がある。Needs, S. J., Trans. ASME., RP-60-7 (1938) 347.

特性に関する詳細の研究結果については改めて報告する。

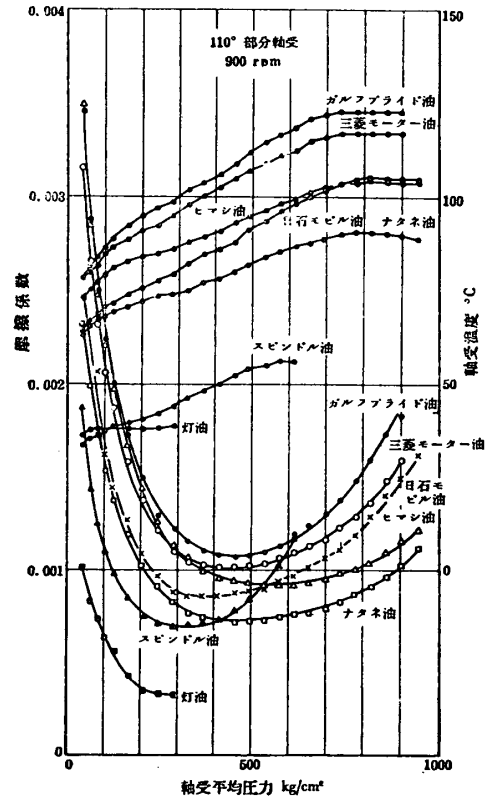
おわりに本試験機の組立、調整を手伝っていた白瀬金蔵氏に厚く謝するしだいである。



第 3 図



第 4 図



第 5 図