

(1946年12月21日受理)

1. いわゆる潤滑油の油性 (Oiliness) を比較する基準となるべき項目として、筆者は本研究の第1部に於てつぎの二つの因子をあげた。

(i) 境界摩擦の大小

(ii) 境界膜の強さ

このうち (i) の項目に関しては既に第1部で報告した通りである。ついで (ii) の項目に関する試験機を試作した。本報告は、この試験機に関する概要を述べるものである。

2. 境界膜の強さといつても、その内容は物理學的にいつて二つの種類に分けられると思う。一つは力學的、即ち境界膜の機械的な強さであり、他の一つはその熱的な強さである。この二つの性質は本質的には必ずしも独立的なものではないが、現象的には一應區別することができ、特に實際の軸受その他の摩擦面の問題を研究するに當つては區別して考えたいものである。境界膜の熱的な強さのみを純粹に試験することは比較的簡單であるが、逆に純粹に力學的機械的な強さのみを試験することは極めて困難である。それはあらゆる力學的現象がきまつて熱現象を伴なうからである。特に摩擦の問題に於ては力學現象と熱現象とは絶對不可分の關係にある。従つて現實の問題としては、定量的にこの兩現象の何れが支配的であるかによつてその試験方法が膜の力學的強さを試験するものであるか、熱的強さを試験するものであるかを區別するよりほか致し方がない。

以上の考えから、本試験機に於ては主として境界膜の力學的強さを試験することを目的とし、熱的な強さに関しては、更に別の機會に詳しく觸れることにした。従つて本試験機に裝備した熱的装置は本試験機の目的に對しては副次的な意味しかもたぬことを云い添えておく。

3. 軸受等の實際の摩擦面に於る焼付とか翳りとかいう現象も、その發達の過程を分析すれば、初めは局部的な極めて小さい個所に於る異常なる高壓と高温の部に發することは既に周知の通りである。そしてこの局部に於る壓力たるや、いわゆる見掛け上の摩擦面積

から算出した平均壓力に比し、その何千、何萬倍になる(やも知れぬ)ことも容易に豫想できることである。従つて境界膜の力學的強さをしらべるには、できるだけ小さなこの極壓部分を一つだけ取出して、そこにできるだけ大きな壓力を加えることが必要である。しかもその部分に加わる壓力の分布状態まで豫め正確に知っているものが好ましい。そして、その摩擦面に發生する熱の影響を摩擦の力學的効果に比較してできるだけ小さくするためには、摩擦の速度はできる限り低い方がよい。このことは同時に、境界膜の試験中に粘度の影響の入ることを防ぐためにも好ましい條件となる。

かようにして、摩擦部分として球と球との間の點接觸を利用することが極めて好ましいことが分る。適當な球軸受用の鋼球を使用することは、單にその入手が容易で試験片準備の勞が省けるだけでなく、球の硬さ、仕上面の精度、寸法の精度、接觸面積の小なること、接觸壓力を極めて大になし得ること、その壓力分布の容易に算定できること等に於て理想に近いものである。

4. 摩擦面に球と球との點接觸を利用した例は必ずしも新しいものではなく、ベルラーゲ²⁾のもの、それを若干改良したものとしてピーク³⁾らのもの等がある。この度試作したのも本質的には以上のものと大差ないのであるが、つぎのような點で若干異つた特性をもつたものである。

(i) ベルラーゲ、ピーク等のものは單なる摩擦ないしは磨耗の測定を目的としたもので、何れも獨樂式であり、獨樂の自重以上の荷重はかゝらない。それに反して、實際の摩擦面の局部には果してどの位大なる壓力が加わっているか全く不明である點、また筆者の本試験機設計の目的が單なる摩擦や磨耗の測定のみではなく、初めに述べたように境界膜が力學的に、換言すれば壓力によつて破壊してその潤滑能力、面に對する保護能力を失なう限度を見出だそうという點にあること等の考慮から、できれば無限に荷重をかけることを念願としたこと。そのために油壓式の荷重方式を用い、摩擦面に衝撃を與えることなく、It以上まで自

由に且つ連続的に荷重を加減できるようにしたこと。

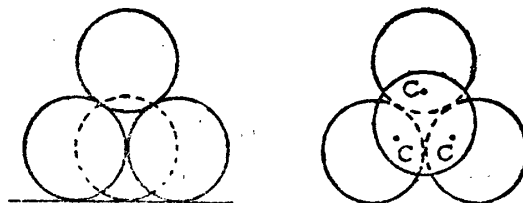
(ii) 前のものが何れも獨樂式で、その減速の模様から摩擦係数を算定する關係上、速度の變化は必然的に看却されねばならなかつたが、本試験機では一定の速度に於て摩擦係数を測定し得るようにしたこと。従つてそのまま静止摩擦をも測定し得るようになったこと。(静止摩擦の測定に於ては、熱的影響を殆んど完全に除去できる。)

(iii) 試験中に摩擦部分が磨耗し、その影響が入るおそれがあるので、試験時間をできるだけ短縮する必要がある。この試作機では摩擦の測定に振り棒を用いて摩擦トルクと自然に釣合わす方式を採つたので、測定に比較的時間を要せず、また要すれば機械的に或は電氣的に荷重と摩擦とを連続的に短時間に記録できる

ように考慮したこと。

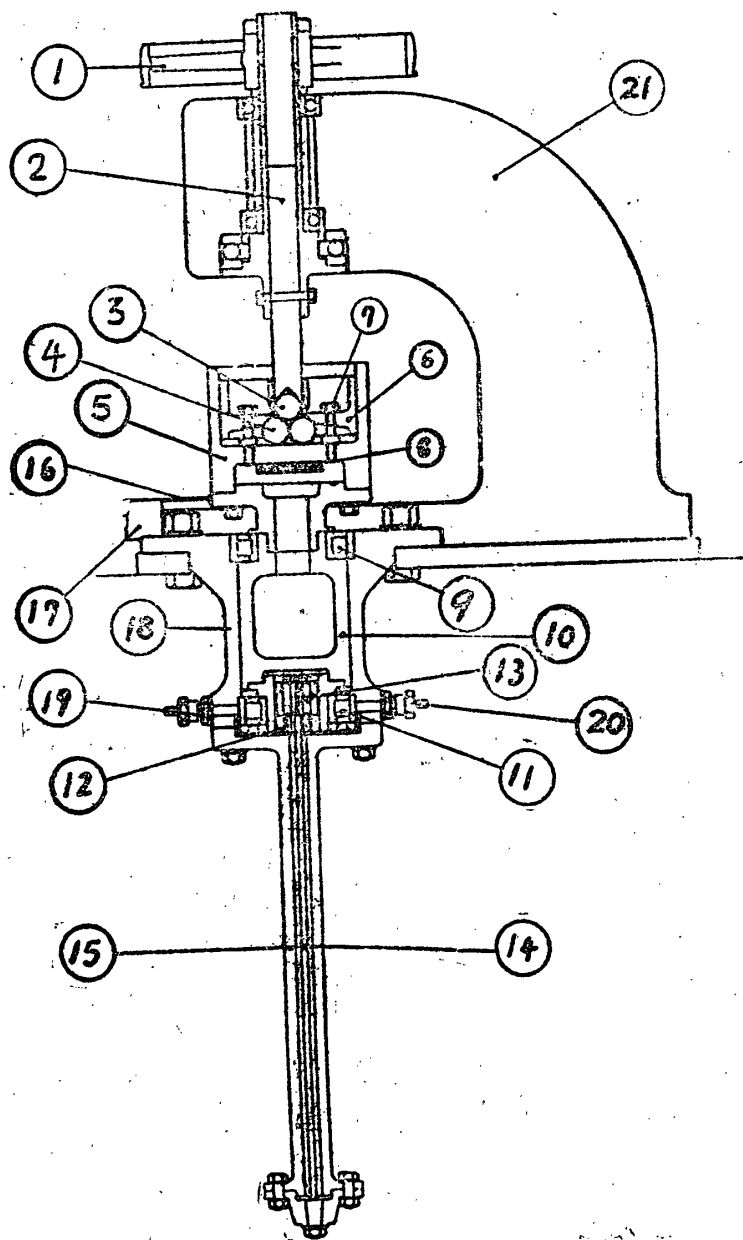
(iv) 電熱器を油容器の下に設けて、約 200°C まで油を豫熱し得るようにしたこと。

5. 第1圖に試作機の断面圖を示す。



第 2 圖

試験機は大別して 2, 21 を主體とする駆動部分と、殘餘の部分より成る測定部分とからできている。摩擦面は、軸 2 の下端に取付けられた一個の球と、油容器 5 に固定した三個の球 4 との間に生ずる三個の點接觸部分である。この四個の球の接觸の模様を第 2 圖に示す。その左圖は横から見た状態、右圖は上から見た状態で、三個の點 C がその接觸摩擦部分である。第 1 圖に戻つて、球 3 はナットで軸 2 に締めつける。また三個の球 4 は取付具 6 とボルト 7 とで締めつける。試験機の駆動部分と測定部分とは全く獨立に作つてあるから、豫めこの四個の球が正しく接觸するようにその相對的位置を調整した上で固定する。即ち球 3 を取付けた後、それに薄くルーズを塗り、軸 2 を靜かに降して下の三個の球に接觸させた後、再び軸 2 を上にあげたときその三個の球に等しく小さな接觸の痕を残す程度に調整する。ジンプル式に球を支持することは合理的であるが、大荷重を目的とするこの機械では構造上必ずしも好ましくなく、且つ軸 2 が長く下方に延びているため 0.01 mm 以下の振れは軸の彈性撓みと軸間隙とで自由に調心されることが期待できたからである。事實この期待はほぼ適中し、磨耗痕の測定結果は満足すべきものだつた。油容器 5 の下にはピストン 10 が取付いており、それは加壓槽 18 に嵌る。この 10 と 18 との壁の間には約 0.05 mm の隙間があり、加壓槽に壓力油が充されたとき、その若干部分がこの隙間を通つて上方に漏洩するようになってゐる。従つて理想的にはピストンと加壓槽との中心は一致すべきであり、その位置はピストンの上下部に取付けた軸受 9, 11 できまるよ



第 1 圖

うになつている。ピストンと加壓槽との壁の接觸は絕對に避くべきであり、もしも少しでも觸れるところがあつたらそこを若干磨りおとして、ピストンの全面が油の粘性薄膜によつて覆われるようにすることが必要である。ピストンの下部にはスプライン 12 が取付いており、それは下の摩擦測定用の振り棒 14 の上部スプライン 13 と嵌合する。この兩スプラインは精密な滑合をなし、上下方向に軽く滑る。15 は加壓槽 18 の下部に連なり、内に壓力油と共に振り棒を收容する。振り棒の下端は 15 の下端に固定する。19 は壓力計の取付口、20 は壓油の送入口で、油壓は普通油ポンプによつて加える。ピストンの下部に油壓が加わると、ピストンはスプラインで滑つて上方に押し上げられ、球 4 と球 3 との接觸部に荷重が加わる。その際前に述べたようにピストンの周りの細隙から油が漏洩するが、この油の薄膜は摩擦測定に際して強力なる粘性減衰効果を與える役割をもっている。その漏洩量は、常溫に於て SAE 30 を約 20kg/cm^2 (全荷重約 1t に相當) で用いた場合でも毎分數 cc の程度である。この漏洩油は上部ころ軸受 9 の下部から(圖では見えない)細孔をへて外部に導かれ、油槽に戻る。特別の低荷重で試験するときには、この漏洩が殆んど零に歸するので、加壓方法として指壓計の檢定器を用いると便利である。

プレー I によつて軸 2 を駆動すると、ピストンは回転方向に換られ、振り棒の振りモーメントと平衡する。この振り角は目盛板 17 とピストン上部に取付けた副尺 16 とによつて 0.1° まで讀みとられる。8 は電熱器で、油を約 200°C まで加熱し得る。

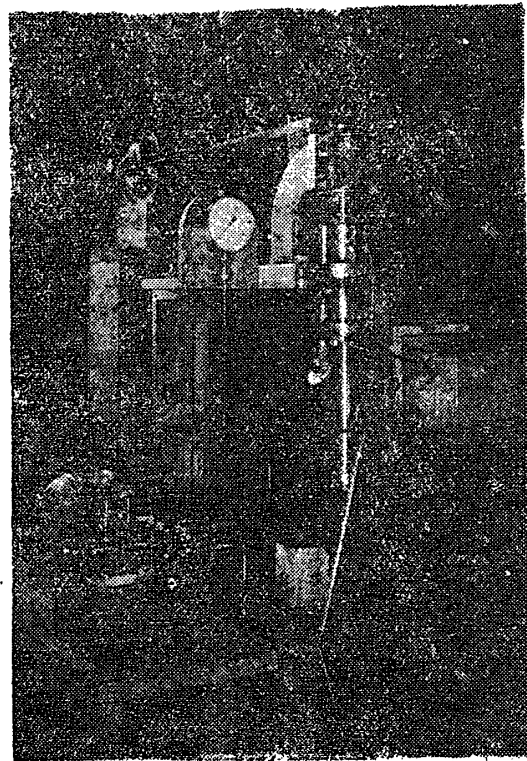
摩擦部分は取付具の交換によつて種々の大いさの球及び全く異つた形状の試験片を取付けうる。

回転数は軸 2 に於て 0-500rpm、接觸點の摩擦速度は、標準球として用いた $\frac{3}{4}$ " (19.05mm) 球に於て 0-30cm/sec である。

球の接觸面半径及び摩擦面に加わるヘルツ壓力は第 1 表に示した通りである。表中、全荷重は球 3 を上方に押し上げる全垂直荷重、即ちピストン下面に働く全油壓力からピストン、油容器、球 4、その取付具等の

重量を差引いた正味の垂直荷重で、最大壓力及び平均壓力は球の接觸面に働くそれぞれ最大及び平均のヘルツ壓力の計算値である。

第 3 圖は本試験機を實際に装置した外觀である。



第 3 圖

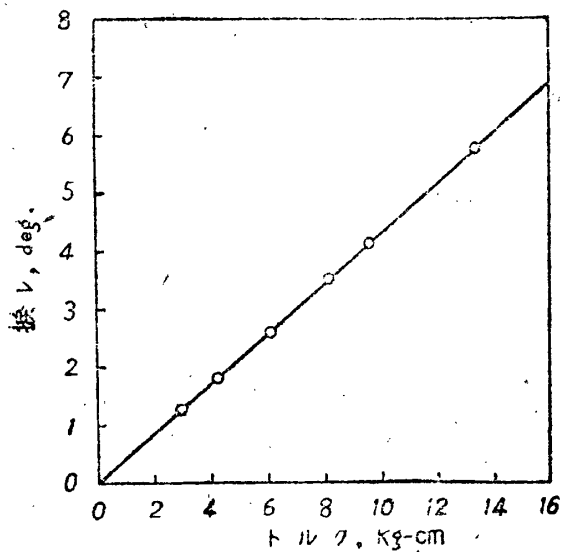
6. 摩擦測定用の振り棒は數種類準備したが、通常の目的には直径 5mm のものを使用する。第 4 圖はその檢定曲線である。

7. 本試験機による一二の試料に對する實驗結果を第 5 圖に示す。試料は SAE 30 とカストル油とで、軸の回転数は 200 rpm である。これから摩擦面に於る平均の摩擦係數を算出すると、それぞれ 0.082, 0.064 となる。

なお本試験機は初めに述べたように油膜の強さを求めるのが主目的であり、事實實驗の結果、殆んどあらゆる試料に對してその油膜の限界強度、即ち油膜が力學的に破壊して焼付きを生ずる限界を求めることができたのであるが、その過程に於て種々興味ある現象に逢着し、それを論ずることなしに油膜の限界強度を論

第 1 表

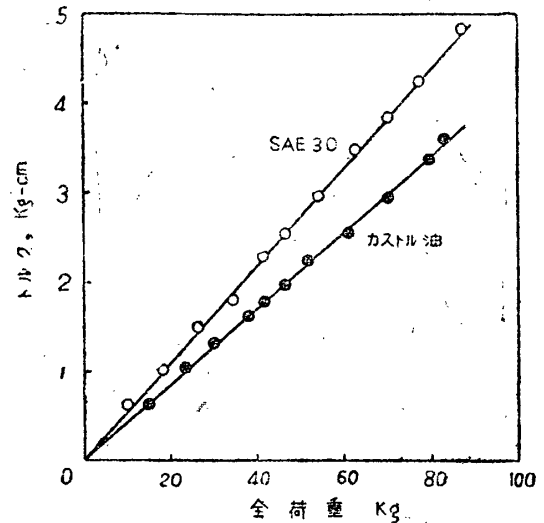
全荷重, Kg	0	0.5	1	10	50	100	250	500	1000
接觸面半径, mm	0	0.04	0.05	0.11	0.18	0.23	0.32	0.40	0.50
最大壓力, Kg/mm ²	0	61.6	77.2	167	276	359	487	616	763
平均壓力, Kg/mm ²	0	41.0	51.5	111	189	239	325	410	515



第 4 圖

ずることはできないので、こゝでは單に試験機の記述にとどめ、上の問題については更に稿を改めて報告することにする。

8. 本研究は永井所員のお勧めで始めたものであり既報第1部の試験機と共にその設計、試作中終始變らぬ御指導と御鞭撻とを仰いだ。また設計には鈴木正滿氏の援助を受けた。末筆乍ら厚く感謝の意を表す。なお本研究には日本學術振興會から研究費の補助を受けた。あわせて感謝の意を表する次第である。(1946年12月20日、理工學研究所にて)



第 5 圖

文 献

- (1.) 會田, 宮田: 航空研究所報告, No. 276, 1943.
- (2.) Boerlage, G. D. Engineering, Vol. 136, 1933.
Boerlage, G. D. and Blok, H. Engineering, Vol. 154, 1937.
- (3.) Beeck, O., Givens, J. W. and Smith, A. E. Proc. Roy. Soc., Vol. A, 177, 1940.

No. 7

白金の熱電子定數

近 藤 研 二

(1947年1月21日受理)

1901年及1903年に於ける Richardson の著名な研究以來、固態及液態に於ける金屬、及び半導體に就て多數の研究が行はれ、就中純粋金屬の問題は一段落したかの觀があつた。しかるに Langmuir の報告によれば、白金の熱電子定數 A の値は異常に大であつて、ついで DuBridge⁽¹⁾ は念入の處理にもかかわらず $A=14000 \text{ Amp/cm}^2 \text{ deg}^2$ の値を得た。此等の測定値は自由電子近似にもとづく値、120 に比しても他の金屬の測定値に比しても非常に大きい。かかる異常性は白金の結晶構造によつては説明が出来ない。表

面の吸着層、多分酸素原子層によるものであらうが、DuBridge の測定より考へれば、此の吸着層は非常に安定なものであることが推察される。VanVelzer⁽²⁾ は活性炭又はマグネシウムのゲッターを用いて種々の熱處理の段階に於て定數を測定した。その結果によれば 10^{-7} mm Hg より低い壓力のもとでガラスの部分に 450°C から 490°C の温度で 200 時間から 600 時間、フィラメントを 1755°K で 12 時間、 1917°K で 15 分間熱した時 $A=1.3 \times 10^8$ であつた。 1996°K で 15 分間フラッシングさせた後で始めて 170 と云う比較的