(昭和 14 年 4 月 2 日造船協會講演會に於て講演)

中間軸用捩れ歪計

協同員 研 野 作 一*

Abstract.

Torsional Strain-meter for Intermediate Shaft.

By S. Togino, Member.

In order to obtain the constant of a torsion-meter, it is reasonable to measure the relation between torque and reading by statical method in workshop. But, as mentioned by the Author in the preceding paper⁽¹⁾, it is impossible to make the fixing end of shaft perfectly rigid by the twisting apparatus prevailed. This causes the displacement of fixing end and bending of shaft, so the torsion-meters of sleeve system are subjected to errors. The accurate value of the constant of a torsion-meter can be calculated, by using the modulus of rigidity, measured by the reliable strain-meters.

The accurate value of modulus of rigidity can be measured by the method of mechanical or optical lever. Since this method requires 4 to 5 m. clearance from both sides of shaft and four readings at different points, the Author has invented the present strain-meter, in order to avoid these defects.

This meter, which may be considered in principle as the combination of two sets of author's optical torsion-meters⁽²⁾, is free from the errors and defects mentioned above.

緒 言

捩計で實船の軸馬力を實測するには豫め捩計常數を決定して置かなければならない。捩計常數は陸上で、使用する中間軸に捩計を取付け、靜的方法で回轉力率と読みとの關係を計測して直接求めるのを理想と考へられる。然し著者が前論文で述べたやうに、現在行はれて居る軸の捩り裝置では其の固定端を理想的に實施すること不可能である。之れがために軸線の移動竝に彎曲を生ずる。従つて此の計測結果にはかなりの誤差が入つて來ることを覺悟せねばならぬ。換言すれば捩計としては完全であるとしても捩計常數の測定裝置としては必ずしも完全とは云へないのである。されば此の點を考慮せられたる捩計でない限り、捩計常數の正確を期するには信頼し得る捩り歪計を用ひ正確なる剛性率を求め後は計算によるのが一番確かである。當試験所に於て實施して居る剛性率測定法は著者の前論文

* 逓信技師、逓信省管船局船舶試験所目白試験室。

(1) Author: "The Measurement of the Modulus of Rigidity of Intermediate Shafts." The S. N. A. of Japan, 1936.

(2) Do. : { "Togino's Torsion-meter." The S. N. A. of Japan, 1934.
"Togino's Optical Torsion-meter." Congrs International des Directeurs de Bassins.
Paris, 1935.

の通り、兩舷對稱に optical lever を用ひるものであるが、之れは左右に 4, 5 m の場所を必要とし、且つ 4 箇所にて讀取りをせねばならぬので、之れに代るべき歪計の考案に迫られて居つたのである。然るに著者は服部報公會から特許直視振計試作の援助を受くることとなり、之に關聯して本歪計を案出試作することが出来るに至つたのである。之れが實施結果は満足すべきものであることの實證を得たので、こゝに報告する次第である。

原 理

第 1 圖は本歪計の原理を説明するものである。 R, R_1 及 R_2 は軸に等間隔に取付けられた 3 箇の輪、 M_1 及 M_2 は兩端環に固定された凹面鏡、 S は中央環に固定された光源である。即ち本歪計は著者考案による振計 1 對を對向せしめたものに外ならない。説明を簡單にするために最初凹面鏡の曲率中心は共に光源 S と一致する如くし、且つ M_1, S 及 M_2 を結ぶ直線は中間軸線に平行で其の距離は r とする。然るときは反射實像は S と一致する。今此軸が圖示の様な向きに振られ、 RR_1 及 RR_2 間の振れ角を夫々 θ とすれば、鏡の曲率中心及反射實像の位置は (b) 圖に示す如く O_1, O_2 及 S_1, S_2 となつて、之等の間の量的關係は

$$SS_1 = SS_2 = 2r\theta \quad S_1S_2 = 4r\theta$$

で表される。即ち單純な振れのときは兩振計の讀みは相等しい。

次に上記の様な單純な振れの外に紙面内に於て僅少な彎曲（中央が下る様な場合を想像する）を伴ふ場合に就いて考へて見る。彎曲のために鏡 M_1 は紙面に直角な軸の廻りに時計針方向に、鏡 M_2 は反時計針方向に微小廻轉をなし且つ上方に微小移動をなし、曲率中心は夫々 ϵ だけ變位し、従つて像の位置も變化して (c) 圖に示す様な關係になる。即ち彎曲の影響は $SS_1 = 2r\theta - 2\epsilon$, $SS_2 = 2r\theta + 2\epsilon$ と云ふ結果になり兩振計の讀みは異なる。然し S_1 に對する S_2 の相對變位は

$$S_1S_2 = SS_1 + SS_2 = 4r\theta$$

となり、彎曲があつても單純な振れの場合と全く等しい結果となる。即ち本器は反射實像の相對的變位を讀む如くして軸の眞の振れを知るものである。

上記の説明によつて單一な振計は夫れが振計として完全であつても歪計として使用し得られないことが了解されると思ふ。此の事は又スリーブを用ひた他の振計に就いても當然考へられることである。

第 1 圖 歪計の原理を示す。

S 光源、 S_1, S_2 反射實像、 O_1, O_2 凹面鏡 M_1, M_2 の曲率中心。

第 2 圖 振れ歪計の概観

第 3 圖

S 光源、 L レンズ、 P ポルロプリズム、 M 凹面鏡、 A 接眼測微計、 B 接眼測微計の視野、 S_1 、 S_2 S の反射像。

構 造

第 2 及 3 圖は鏡及光源部の寫眞竝に構造圖であつて夫々環に固定できる様に足が附いて居る。第 4 圖は徑 1" の磨鋼棒につき本歪計の豫備試験を施行したときの寫眞で、之によつて中間軸試験の現場を想像されたい。光源には單線電球を用ひ、夫々の反射實像は擴大レンズ及ボルロのプリズムを通して、1 箇の接眼測微計の視界内に現れる様にし、回轉力率と共に其の相對的變位を読むことができる。凹面鏡の直徑は 20 mm、曲率半徑は 750 mm、接眼測微計は 0.01 mm 刻みで 0.001 mm 迄は目安で読み得るから、擴大レンズは 2 倍に使用して精度に不足はない。尙各部に調節部分を持つ。光源裝置及光學系倍率の簡易決定裝置に對しての改造は目下施行中である。重量は鏡部が夫々 0.6 kg、中央光源部が 1.2 kg、計 2.4 kg である。

試 験 結 果

豫 備 試 験

第 4 圖は夫れで當試験室の旋盤を固定端に利用した。試験軸は直徑 1" 長さ約 3 m 磨鋼棒で中間 3 箇所に徑 190 mm の割滑車を固定し、此の上に環を取付けた。軸の自由端には 1 m の腕を附し 0.2 kg 宛の目方を用ひて捩試験を施行したのである。試験結果の正否を確めるために獨立に捩れを測定しなければならない。その目的で兩端環に木製腕(軸中心からの長さ 1.22 m)を固着し、各端の動きを読んで捩れを測定した。此の端の動きは腕端に木綿針と豆電球とを固着し、針の影を、地上に立

第 4 圖

R_1, R_2 凹面鏡固定環、 R 光源及接眼測微計固定環。

てた 0.1 mm 刻み、100 mm の硝子尺度の上に投影し、10 倍の拡大鏡で讀んだ。計算の結果兩者何れも剛性率 $G=8.23 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ となり、全く一致せる値を示したのである。

實地試験

三菱長崎造船所に於て大阪商船**あるぜん**ちな丸中間軸につき從來の Optical lever 法と並用して 3 回試験した結果、Optical lever 法では 8.12, 8.19, $8.17 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、本歪計では之れに對應して 8.18, 8.19, $8.17 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ なる満足すべき結果を示した。計算法は前回の論文に於けると同様であるから、詳細については省略する。

結 言

本文を要約すれば次の如く云へる。

1. 中間軸捩試験に於て軸の固定端が完全で軸が單純なる捩れ方をしない限り、單一なる捩計を使用して正確なる捩計常數を期待することは出来ない。
2. Mechanical lever 又は Optical lever 法を採用するにしても、左右兩弦について測定する必要がある。この事は前論文で詳解した。
3. 然るに前記の方法では場所を要し、讀み取りも 4 箇所に行はねばならない不便があるので、之れに代るべき簡易なものが要求せられるわけである。
4. 上の要求から本捩歪計が案出されたもので、精度は高く讀取りは 1 箇所 1 名で足り、場所を要しない理想的のものと確信する。

本文は服部報公會の補助による研究の一部である。同會、前湊所長、現生島所長竝に重光、眞島及山縣諸博士の御援助、御激勵に對し厚く御禮申上げる。尙製作、測定は本橋、佐藤兩技手を煩した。附記して謝意を表する次第である。