船の動揺に起因する驗流器觀測の誤差(補遺)*

福 富 孝 治**

洋上に於いて風壓流や海潮流を實測するには普通エクマン-メルツ型驗流器を使用するのであるが、波浪やうねりの爲觀測船の動揺あるときは(只動揺と云へば碇置した船で起る碇を通る鉛直軸の廻りの水平往復運動等をも含める場合があるが、此處では驗流器を吊つた線の支點の垂直運動のみを考へることにする)其の觀測結果は實際の流速に比較して大なる値を示すのが常である。

筆者は曩に「船の動揺に起因する驗流器觀測の誤差に就て」¹⁾なる題の下に此の誤差に就て考究したが、前報告に於ては驗流器に働く水の抵抗 R は近似的に $\left(\frac{dz}{dt}\right) \cos \theta$ に比例するものと考へた。但し $\left(\frac{dz}{dt}\right)$ は驗流器の鉛直運動の速度、 θ は驗流器の翼車軸が水平となす角である。然し乍ら R は近似的に

$$R = k \left(\frac{dz}{dt} \cdot \cos \theta \right)^2 \dots\dots\dots (2)'$$

と假定した方が適當と考へられるから本報告では此の場合に就て考究した。但し k は常數である。其の結果は動揺誤差 $\bar{v}$ (節) は前報の

$$v = \frac{2\pi^2 k a}{Pc + Wb} \left(\frac{A}{T} \right)^2 \dots\dots\dots (8)$$

の代りに

$$\bar{v} = \frac{32\pi^2 k a}{3(Pc + Wb)} \left(\frac{A}{T} \right)^3 \dots\dots\dots (8)$$

となつた。但し a は驗流器の支柱軸と抵抗中心との距離、 $W \cdot P (kg)$ は夫々水中に於ける驗流器及重錘の重さ、 b 及 $c (cm)$ は夫々支點と重心及支點と重錘の作用點間の距離、 $A (m)$ 及 $T (秒)$ は動揺による驗流器の上下運動の半振幅及其の週期である。

(8') 式をエクマン-メルツ型驗流器(強流用)を用ひて行つた動揺誤差の實驗結果と比較した結果は此の器械に對しては

$$\bar{v} = \frac{716}{0.45P + 1.26} \left(\frac{A}{T} \right)^3 \dots\dots\dots (9)'$$

なる式が可成りよく當嵌まることが判つた。第 1 圖及第 2 圖に於て丸は夫々重錘 P が $20 kg$ 又は $13 kg$ のとき半振幅 $A = 0.75 m$ として週期 T を變化せしめて行つた實驗から得た動揺誤差の實

* Fukutomi Takaharu: An Error in the Current-observation by Ekman-Merz Type Current-meter due to the Rolling Motion of Ship. (Supplementary Note) (昭和 17 年 10 月 17 日受理)。

** 北海道帝大理學部。

1) 福富孝治: 水路要報 20 (昭和 16 年), 1~7。

第 1 図 動搖振幅一定なる際の動搖誤差 $\bar{v}$ と週期 T との関係 ($P=20\text{ kg}$ の場合)

第 2 図 動搖振幅一定なる際の動搖誤差 $\bar{v}$ と週期 T との関係 ($P=13\text{ kg}$ の場合)

測値を示し、實線は (9)' 式による計算値である。

船の動搖として主に問題となるのは横動搖(ローリング)、次に縦動搖(ピッチング)である。之等の場合には船の横動搖又は縦動搖の週期を T 、動搖の片舷角を φ 、動搖の中心軸と驗流器を吊つた鋼線の支點間の距離を L 、兩者の高さの差を h とすれば驗流器支點の垂直運動の半振幅 A は次式で與へられる。

$$\left. \begin{aligned} A &= 2L \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \left(\alpha - \frac{\varphi}{2} \right) \\ \alpha &= \frac{h}{L} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

従つて動搖誤差 $\bar{v}$ は

$$\bar{v} = \frac{5728}{0.45P + 1.26} \left\{ \frac{L}{T} \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \left(\alpha - \frac{\varphi}{2} \right) \right\}^2 \dots\dots\dots (13)$$

で與へられる。

例へば $L=7\text{ m}$ 、 $h=3\text{ m}$ 、横動搖の週期 $T=5$ 秒である様な一觀測船で $P=20\text{ kg}$ の重錘を用ひて測流を行つたものとし、此の際横動搖の平均片舷角 $\varphi=7^\circ$ であつたとすれば動搖誤差は $\bar{v}=0.3$ 節となる。

實際前例の様な觀測船で洋上に於てエクマン-メルツ型驗流器(強流用)を水面下 10 m 位に降して風壓流を觀測した結果を挙げれば第 3 圖の通であつた。圖に於て風壓流速と風速との間

第 3 図 エクマン-メルツ型驗流器に依る風壓流の觀測値

には略々直線的な關係があるが、風速 0 に對しても流速は 0 とはならず 0.3 節位の流速がある様に見える。安井技師²⁾の研究に依れば之等の關係は近似的には原點を通る直線となるべきであり、此の喰違ひはうねりの爲に起つた船の動搖に起因した驗流器の動搖誤差であると考へれば都合よく説明せられる。即ち前の例に示した如く 0.3 節位の動搖誤差を起す動搖の平均片舷角は 7 度位であつて、此の値は波の中に停止してゐる小型船舶では極めて普通の値であるからである。

其他定性的には前報に述べたことゝ大差ないが、既製のエクマン・メルツ型驗流器の動搖誤差は度外視出来ない大きさのものであるから此の補正はどうしても必要である。然し乍ら個々の器械に就ては其型式や製作會社が異なると多少 ka , b , c 等の常數が異なるかも知れないから、實際には豫め使用の驗流器に就て之等の値を吟味して置かなければならない。

尙上に述べた動搖誤差は驗流器の支點、重心、重錘の作用點が存在する支柱軸上に上下方向に對する水の抵抗中心が存在しなかつた事に原因して起つたのであるから、將來驗流器の製作に當つては此の點に特に留意すべきことは申す迄もない。

此の研究に用ひた第 3 圖の材料は水路部の資料に據つたことを御斷りしておく。

2) 安井善一：海洋の科學 1 (昭和 16 年)，292～294。