

# 一部分が接水するロープの張力

Tension of a Towing Rope Which is Lighter Than Water and is Partly Floating on the Water Surface

田 宮 真

曳索にポリエチレン系の軽い材料を使うと、ロープは長さの一部分が水上に浮かぶ。この場合の接水長さは次のようにして求められる。

## 1. 空中部分 (第1図参照)

周知の懸垂線になる。B 点の張力  $T_B$ 、ロープ傾斜角  $\theta_{1B}$  がわかっていると、A 点の張力、傾斜角、 $\widehat{AB}$  の長さ  $S_A$  等は

$$T_A = T_B + w_1 H \tag{1}$$

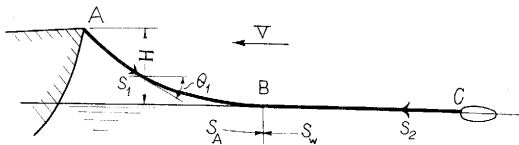
$$\theta_{1A} = \sec^{-1} \left( 1 + \frac{w_1 H}{T_B} \right) \tag{2}$$

$$S_A = (T_B \tan \theta_{1A}) / w_1 \tag{3}$$

ただし

$w_1$  = 単位長さのロープ重量

$$\theta_{1B} = 0 \tag{4}$$



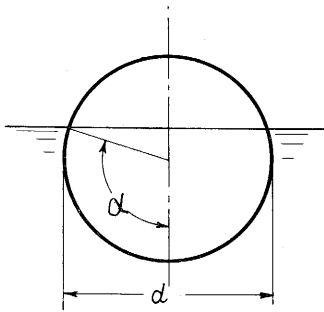
第1図 記号等

## 2. 水上部分

ロープが水面に接して、運動中でも静止時の吃水で浮くものとする (第2図) BC 間で

$$\theta_2 = 0 \tag{5}$$

$$T = T_C + \frac{\rho}{2} V^2 c_f \cdot \alpha S_2 d = T_C + \frac{\alpha k}{\pi} S_2 \tag{6}$$



第2図 浮いているロープ断面

および

$$\theta_{2B} = 0$$

$$T_B = T_C + \frac{\rho}{2} V^2 c_f \cdot \alpha S_w d \tag{7}$$

$\alpha$  は第2図に示す通りで、 $ad$  は断面の浸水長になる。浮かんでいる流体に対するロープ比重を  $\alpha (< 1)$  とする

$$\alpha - \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \pi \sigma \tag{8}$$

7) から

$$S_w = \frac{T_B - T_C}{\frac{\rho}{2} V^2 c_f d \alpha} \tag{9}$$

3), 9) から

$$L = S_A + S_w = \frac{H}{\Delta_B} \left\{ \sqrt{(1 + \Delta_B)^2 - 1} + \frac{w_1}{\beta k} \right\} - \frac{T_C}{\beta k}$$

ここに

$$\Delta_B = \frac{w_1 H}{T_B}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{\pi}$$

これを  $\Delta_B$  についてとくと

$$\Delta_B = \left( \frac{H}{L} \right) \left\{ \frac{w_1}{\beta k} + \sqrt{\Delta_B (2 + \Delta_B)} \right\} / \left( 1 + \frac{T_C}{\beta k L} \right) \tag{10}$$

10) 式は

$$\Delta_{B0} = \left( \frac{H}{L} \right) \left( \frac{w_1}{\beta k} \right) / \left( 1 + \frac{T_C}{\beta k L} \right)$$

を第1近似とし、これを10)の右辺に代入して簡単に正確値を求めることができる。

$\Delta_B$  から  $T_B$  がさだまり、 $T_A$ 、 $\theta_{1A}$ 、 $S_A$ 、 $S_w$  が知られる。

## 3. 高速の場合

軽いロープを高速で曳くと、 $S_w = 0$  となる。9) よりこのときの  $\sigma$  と  $V$  との関係は近似的に

$$(V)_{S_w=0} = \sqrt{\frac{\pi}{4} \sigma g L^2 d^2 / H A_e} \tag{11}$$

ここで

$$A_e = T_C / \left( \frac{\rho}{2} V^2 \right) = c_D \cdot A$$

$c_D$  = 被曳体の抵抗係数

$A$  = 被曳体の代表的な面積

この式はロープの全重量を  $W$  としたとき、曳航点 A のまわりのモーメントの釣合

$$W \left( \frac{L}{2} \right) = T_C H$$

を示している。

(15 ページへつづく)

となるから、 $\Delta F$  を  $\Delta V_0$  と無関係にする条件は、

$$\Delta'' = 0 \tag{21}$$

これを、 $X$  について解くと、

$$X = \frac{as^3 + bs^2 + cs + d}{es + f} \tag{22}$$

なる解が得られる。ここに、 $a, b, c, d, e, f$  は定数。

$$A_f = (X - 1) \cdot F_0 \tag{23}$$

なる関係から求めたのが、本文中の(14)式である。

文 献

- 1) D. P. Campbell: Process Dynamics, (Book) John Wiley & Sons, Inc. 1958.
- 2) 沢井・稲葉・鈴木: 直流電動機の機械的出力測定 (生産研究, 昭 33・9)
- 3) 沢井・稲葉: 直流電動機の改良型動力測定装置 (生産研究, 昭 34・9)
- 4) 沢井・稲葉: 電動巻取り機の制御 (自動制御連合講演会, 昭 34・11)
- 5) 沢井・稲葉: 巻取り張力の自動制御 (生産研究, 昭 35・4)
- 6) 沢井・稲葉: 巻取り張力制御系の過渡特性 (電気四学会連合講演会, 昭 35・7)
- 7) 沢井・稲葉: 巻取り機の自動制御 (東京大学生産技術研究所電気談話会報告, 昭 35・7)
- 8) V. S. Kulebakin: The Theory of Invariance of Regulating and Control Systems, Proc. First IFAC Congress at Moscow, (1960)
- 9) B. N. Petrov: The Invariance Principle and Conditions for its Application during the Calculation of Linear and Nonlinear Systems, Proc. First IFAC Congress at Moscow, (1960)

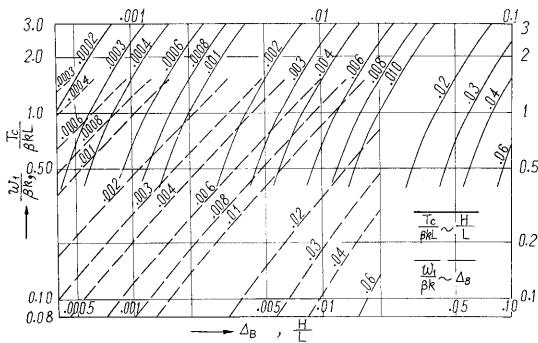
(27 ページよりつづく)

4.  $\Delta_B$  の図表

10) 式は  $\Delta_B, H/L, \omega_1/\beta k, Tc/\beta kL$  の 4 変数の関係を示すが、

$$\frac{\Delta_B}{\omega_1/\beta k + \sqrt{\Delta_B(2 + \Delta_B)}} = \frac{H/L}{1 + \frac{Tc}{\beta kL}} \quad (\equiv t) \tag{12}$$

と書きなおすと、変数分離型となり、共線図表、共点図表化するのが容易である。第 3 図に共点図表を示す。図には二組の曲線群がかかれ、実線は  $H/L$  と  $Tc/\beta kL$  の



第 3 図  $\Delta_B$  の共線図表

関係、破線は  $\Delta_B$  と  $\omega_1/\beta k$  の関係を与える。曲線に付した数値は補助変数  $t$  (12) 式の値である。 $H/L$  と  $Tc/\beta kL$  から  $t$  を定め、 $t$  と  $\omega_1/\beta k$  とから  $\Delta_B$  を読みとることができる。(1962 年 9 月 19 日受理)

正 誤 表 (11月号)

頁	段	行	種 別	正	誤
1	左	16	本 文	1500 万 t	150 万 t
"	"	16	"	30 分の 1	三分の一

次 号 予 告 (1月号)

巻 頭 言

東京移転の新しい年に当たって……………藤高 周平

研 究 解 説

旋削におけるびり振動……………杉本 隆尚  
航空写真と電子計算機による道路の計画……………丸安 隆和  
および設計の一方法について……………中村 英夫

海 外 事 情

I.A.S.S および W.C.S.S  
—人気の落ちた I.U.T.A.M. 運営のために—……………坪井 善勝

研 究 速 報

微粒子充填層の空隙分布……………福田 義民  
—水銀ポロシメータの基礎的研究—……………河添 邦太郎  
池田 憲治  
冷間振り鉄筋の加熱実験……………坪井 善勝  
矢代 秀雄  
自動車用機関の吸気弁の流量係数……………金 栄吉  
自動車の据切および低速時の操舵トルク……………小口 泰平  
永井 芳男  
後藤 信久  
西 長谷川 夫吉  
古新 日吉  
居 祥  
関根 堅次

6, 13-ジクロロキナクリドンの合成……………