浅い船近似による造波抵抗計算

圧力分布を

$$p \doteqdot \rho g z(x,y) \quad , \qquad (1)$$

$z(x,y)$は船底の平均水面からの深さ。

と近似する。

造波抵抗は

$$R_W = \frac{1}{\pi}\rho g K^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left|\bar{F}(K_0 \sec^2\theta, \theta)\right|^2 \sec^5\theta \, d\theta , \qquad (2)$$

$$K = g/U^2$$

$$\bar{F}(k,\theta) = \frac{1}{\rho g}\iint p(x,y)\, e^{ik(x\cos\theta + y\sin\theta)}\, dx\,dy , \qquad (3)$$

$$\doteqdot \iint z(x,y)\, e^{ik(x\cos\theta + y\sin\theta)}\, dx\,dy , \qquad (4)$$

さて

$$z(x,y) = T(x)\left[a_1(x)\sin\phi_y + a_3(x)\sin 3\phi_y\right] , \qquad (5)$$
$$y = -\frac{B(x)}{2}\cos\phi_y$$

と近似する事にしよう。

そうすると横切面積曲線は

$$A(x) = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} z(x,y)\, dy = \frac{\pi}{4} T(x) B(x)\, a_1(x) , \qquad (6)$$

と与えられ

船体中心面の吃水を $T(x)$ とおくと

$$T(x) = z(x,0) = T_\otimes [a_1(x) - a_3(x)], \quad (7)$$

によって $a_3(x)$ が定まる。

それから

$$\nabla = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} A(x)\,dx = \frac{\pi T_\otimes B_\otimes}{4} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{B(x)}{B_\otimes} a_1(x)\,dx,$$

$$= A_\otimes \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{A(x)}{A_\otimes}\,dx = \pi A_\otimes b_0 \left(\frac{L}{2}\right), \quad (8)$$

$$\frac{A(x)}{A_\otimes} = \sum_n b_n \frac{\cos n\phi_x}{\sin\phi_x}, \quad (7)$$

$$x = \frac{L}{2}\cos\phi_x, \quad [L \to 2]$$

(5) を (4) に代入すると

$$F(k,\theta) = T_\otimes \frac{LB_\otimes}{4} \iint e^{ik\left(\frac{L}{2}\cos\phi_x\cos\theta + \frac{B}{2}\cos\phi_y\sin\theta\right)} \sin\phi_x\,\sin\phi_y\,d\phi_y$$

$$\left(\frac{B(x)}{B_\otimes}\right)[a_1(x)\sin\phi_y + a_3(x)\sin 3\phi_y]$$

となり，先づ y 方向に積分すると

$$\int_0^\pi e^{i\frac{kB}{2}\sin\theta\cos\phi_y} \begin{pmatrix} \sin\phi_y \\ \sin 3\phi_y \end{pmatrix} \sin\phi_y\,d\phi_y = \frac{\pi}{\frac{k}{2}B\sin\theta} J_1\left(\frac{k}{2}B\sin\theta\right)$$

$$= -\frac{3\pi}{\frac{k}{2}B\sin\theta} J_3\left(\frac{k}{2}B\sin\theta\right), \quad (11)$$

J_n : Bessel function

であるから

$$\overline{H}(k,\theta)=\frac{L\sqrt{k_0}}{4}\,\frac{2\pi}{k_0\sin\theta}\int_0^{\pi}e^{i\frac{kL}{2}x\cos\theta}\Big[a_1(x)J_1\Big(\frac{kB_0}{2}\frac{B(x)}{B_0}\sin\theta\Big)-3a_3(x)J_3\Big(\frac{kB_0}{2}\frac{B(x)}{B_0}\sin\theta\Big)\Big]\sin\phi_x\,d\phi_x,$$

$$x=-\cos\phi_x,\quad (11)$$

今

$$\overline{H}^*(k,\theta)=\int_0^{\pi}\Big[a_1(x)J_1\Big(\frac{kB}{2}\sin\theta\Big)-3a_3J_3\Big]\sin\phi_x\,d\phi_x\quad(12)$$

とおくと　(2)は無次元化して

$$r=\frac{R_w}{\rho g\nabla^2/L^3}=\pi KL\frac{L^2}{B_x^2C_B^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left|\overline{H}^*(K_0\sec^2\theta,\theta)\right|^2\frac{\sec\theta}{\sin^2\theta}\,d\theta,$$

$$=\frac{2\pi}{\lambda^2C_B^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left|\overline{H}^*\right|^2\frac{d\theta}{\cos\theta\sin^2\theta},\quad \lambda=B/L,\quad (13)$$

$\overline{H}^*$は数値積分せざるをえない。

それから(13)でrが求まる。

No.

Date

$$A(x) = A_0 \left(\frac{A(x)}{A_0}\right) = \frac{\pi}{4} B_0 \left(\frac{B(x)}{B_0}\right) T a_1(x)$$

$$\frac{A(x)}{A_0} = \frac{\pi}{4} \frac{B_0 T_0}{A_0} \left(\frac{B}{B_0}\right) a_1(x) = \frac{\pi}{4 C_x} \left(\frac{B}{B_0}\right) a_1(x)$$

$$A_0 = B_0 T_0 C_x$$

$$T(x)$$

$$V = \int A(x)\, dx = \frac{\pi}{4} \cancel{B_0} T \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \frac{B(x)}{B_x} a_1(x)\, dx$$

$$a_1(x) = \frac{4}{\pi} C_x \left(\frac{A}{A_0} \cdot \frac{B_0}{B}\right)$$

$$Z(x, 0) = T\{a_1(x) - a_3(x)\}$$

$$Z = T\left[a_1(x) \sin \phi_x + a_3(x) \sin 3\phi_y\right]$$

別所先生 MEMO.

$$\frac{\rho g}{\pi} K^3 = \frac{\rho g \nabla^2}{L^3} \times \frac{K^3 L^3}{\pi}$$

No.

Date 2.7.2

$C_x = K\ldots$

Thin Ship

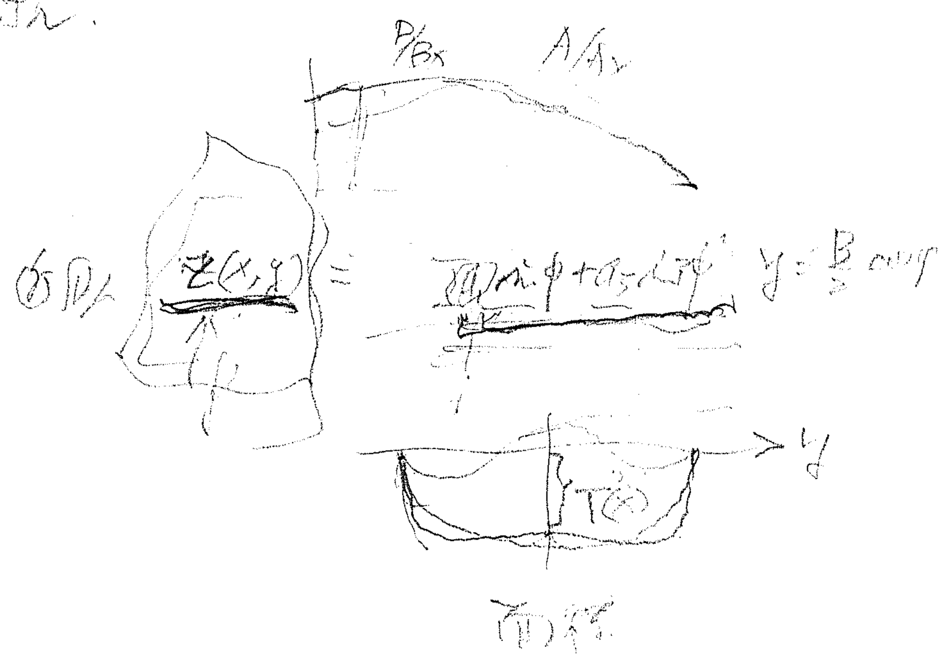
◦ 振巾函数 ... 極値 → 小 → 斯様に.

Optimum → 比較.

pressure dist. 近似 $p \fallingdotseq \rho g s$

◦ 振幅 ... 分布 → 小 ◦ optim...

◦ 造波抵抗.



◎ ζ Surface Elevation B

$$z(x,y) = T\left[a_1(x)\sin\phi_y + a_3(x)\sin 3\phi_y\right]$$

$$y = \frac{B(x)}{2}\cos\phi_y$$

$$A(x) = \int_{-\frac{B(x)}{2}}^{\frac{B(x)}{2}} z(x,y)\,dy = \pi\frac{B(x)}{4} T a_1(x)$$

$\frac{A}{A_x}$, $\frac{B}{B_x}$

$$z(x,0) = T\{a_1(x) - a_3(x)\}$$

No.

Date

$$\frac{p(x,y)}{\rho g K} = \frac{u(x,y,0)}{K} - z(x,y)$$

$\rho U^2 \quad K = g/V^2$

$$\frac{p(x,y)}{\rho U^2} \fallingdotseq z \longrightarrow u \Longrightarrow 0 \text{ と仮定.}$$

$$\zeta(x,y) = \cancel{\frac{1}{K}\left[u(x,y,0) - z(x,y)\right]}$$

$$\fallingdotseq \rho g \iint z(x',y') \, S_z \, dx' dy'$$

近似

Error

$z(x,y) \qquad p(x',y')$

$$\frac{\cancel{\rho g} K^3}{\pi \cancel{\rho g} \nabla^2 / B} \times \left(\frac{L T x \pi}{K 2}\right)^2 = \frac{8 K \pi T_x^2}{\nabla^2} = 8\pi K$$

$$= \frac{\pi K}{\nabla^2} \frac{L^5 T_x^2}{} = \pi K L \frac{L^2}{B \cancel{T} C_B^2} \quad \nabla = L B_x T_x C_B$$