

薄い船の造波抵抗の影響度*

造波抵抗は

$$R = \frac{4}{\pi} \rho g K^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} |\bar{H}|^2 \sec^3 \theta d\theta. \quad (1)$$

$$\bar{H} = \int_{-T}^0 \int_{-1}^1 \eta(x, z) e^{Kz \sec \theta - iKx \sec \theta} dx dz, \quad (2)$$

$$2 \iint \eta(x, z) dx dz = V \quad (3)$$

$$\iint \eta^*(x, z) dx dz = 2T. \quad (\text{他の1/2は1/2との整合性 check}) \quad (5)$$

$$\eta(x, z) = \frac{2T}{2LT} \eta^*(x, z), \quad (4)$$

$$r = \frac{R}{\rho g V K^3} = \frac{K^3}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} |\bar{H}^*|^2 \sec^3 \theta d\theta. \quad (6)$$

$$\bar{H}^* = \int_{-T}^0 \int_{-1}^1 \eta^*(x, z) e^{Kz \sec \theta - iKx \sec \theta} dx dz, \quad (7)$$

(6)において \$\theta\$ の積分を初めに実行すると

$$r = \iint \eta^*(x, z) \Gamma(x, z) \frac{dx dz}{T}, \quad (8)$$

$$\Gamma(x, z) = \frac{K^3}{2\pi T} \int_{-T}^0 \int_{-1}^1 \eta^*(x', z') P_5(Kx, -K(z+z')) dx' dz', \quad (9)$$

$$P_5(\beta, \gamma) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\gamma \sec \theta} \cos(\beta \sec \theta) \sec^3 \theta d\theta, \quad (10)$$

* 別冊「造波抵抗シムとシム」, 10頁

変分をとると

$$\delta r = \frac{2}{T} \iint \Gamma(x, z) \delta \eta^*(x, z) dx dz, \quad (11)$$

従って Γ は $\delta \eta^*$ なる変形の影響関数である。

領域 $x = (-1, 1)$, $z = (-T, 0)$ を 共に $2N$ 等分, M 等分して

η^* は各要素の中央値で代表するとし (8) を離散化する

$$r = \sum_{n, m} \sum_{\mu, \nu} \eta^*(x_n, z_m) \eta^*(x_\nu, z_\mu) G(x_n - x_\nu, z_m - z_\mu), \quad (12)$$

$$G(x, z) = \frac{8}{\pi K T^2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{Kz \sec \theta} \cos(Kx \sec \theta) \sin^2 \left(\frac{Ka}{2} \sec \theta \right) \sinh^2 \left(\frac{Kb}{2} \sec \theta \right) x \sec \theta d\theta, \quad (13)$$

(付 3 頁)

$$a = \frac{L}{2N} = \frac{1}{N}, \quad b = \frac{T}{M},$$

K の大きい値で、かつ z が小さければ、 G が負となる
値もあり、そこで η をふくらませる方向の抵抗が
減る事になる。これが低速における造府抵抗
理論の鬼力であった。

しかし高速では、この負値となる部分が消えなくな
って来ると考えられる。

$$\int e^{kz} dz = \frac{e^{kz}}{k} \Big|_{z=z_1-\frac{b}{2}}^{z_1+\frac{b}{2}} = \frac{e^{kz}}{k} \left(e^{k(z_1+\frac{b}{2})} - e^{k(z_1-\frac{b}{2})} \right)$$

$$= \frac{2e^{kz_1}}{k} \sinh\left(k\frac{b}{2}\right)$$

$$\iint e^{k(z_1+z_2)} dz_1 dz_2 = \frac{2e^{kz_1}}{k} \sinh\left(\frac{kb}{2}\right) \int_{z_1-\frac{b}{2}}^{z_1+\frac{b}{2}} e^{kz} dz = \frac{4e^{k(z_1+z_2)}}{k^2} \sinh^2 \frac{kb}{2}$$

$$\int dx \int \cos p(x-x') dx' = \int dx \int_{x_1-\frac{a}{2}}^{x_1+\frac{a}{2}} \cos p(x-x') dx' = \int dx \left[-\frac{\sin p(x-x')}{p} \right]$$

$$= \frac{1}{p} \int dx \left[-\sin p(x-x_1+\frac{a}{2}) + \sin p(x-x_1-\frac{a}{2}) \right] = \frac{1}{p}$$

$$= \frac{2}{p} \int_{x=x_1-\frac{a}{2}}^{x_1+\frac{a}{2}} \cos p(x-x_1) dx \cdot \sin \frac{pa}{2} = \frac{2}{p^2} \cos p(x_1-x_1) \sin^2 \frac{pa}{2} //$$

この点を (9) 式に戻って考えてみよう。

この枝関数 R_5 は 吃水方向に 昇降 = 絶対値が 減少する関数である。

その極限では

$$R_5(x, 0) = + \frac{\pi}{2} \left(\frac{3}{\sqrt{2}} - 1 \right) \left\{ Y_0(x) - \frac{2}{x} Y_1(x) \right\} \quad (14)$$

Y_0, Y_1 は 2 種 ベッセル 関数。

$$\left. \begin{aligned} R_1(x, 0) &= -\frac{\pi}{2} Y_0(x) \\ R_5(x, 0) &= \left(\frac{d}{dx} \right)^4 Y_0(x) \\ Y_0'(x) &= Y_1(x), \quad Y_0''(x) = \frac{1}{x} Y_1(x) - Y_0, \\ Y_0'''(x) &= \frac{1}{x} Y_0 + \left(1 - \frac{2}{x^2} \right) Y_1, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

即ち $x = \sqrt{3} = 1.732$, $1/\sqrt{x} = .577$ の所で R_5 は 0 となり, それよりでは 正値をとる。

(9) における η^* は常に 正でなければならぬから, $\eta \geq .577$ では (9) 式は 負になる事はないと考えられる。