

19-133-1

No.

Date

61.11.8

槽面分布

$$R_w = \frac{K_0^2}{\pi F U^2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} |H|^2 \sec^5 \theta d\theta, \quad K_0 = g/U^2, \quad (1)$$

$$H = \iint p e^{iK(x \cos \theta + y \sin \theta) \sec \theta} dx dy \quad (2)$$

$$\iint p dx dy = W = \rho g \Delta = \rho g \delta L^2 \quad (3)$$

$$p = \frac{A}{\sin \phi_x} \sum_{n,m} a_{nm} \cos n \phi_x \sin m \phi_y \quad (4) \quad \left. \begin{array}{l} n: \text{even} \\ m: \text{odd} \end{array} \right\}$$

$$x = \frac{L}{2} \cos \phi_x, \quad y = \frac{B}{2} \sin \phi_x \cos \phi_y \quad (5)$$

$$dx dy = \frac{LB}{4} \sin^2 \phi_x \sin \phi_y d\phi_x d\phi_y$$

$$\int_0^\pi \cos n \phi_x \sin \phi_x d\phi_x = \frac{1}{2} \int_0^\pi [\sin(n+1)\phi_x - \sin(n-1)\phi_x] d\phi_x$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{\cos(n+1)\phi_x}{n+1} - \frac{\cos(n-1)\phi_x}{n-1} \right]_0^\pi = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n-1} = \begin{cases} \frac{-2}{n^2-1} & \text{for } n \neq 1 \\ 2 & \text{for } n=1 \end{cases}$$

$$\int_0^\pi \sin m \phi_y \sin \phi_y d\phi_y = \begin{cases} \frac{\pi}{2} & \text{for } m=1 \\ 0 & \text{for } m \neq 1 \end{cases}$$

$$\therefore W = \rho g \delta L^2 = \iint p dx dy = \frac{ABL}{4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{1-n^2} a_{n1} = \frac{ABL}{2} \left[a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} \dots \right], \quad (7)$$

$$\therefore a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} \dots = 1, \quad (8)$$

$$A = \frac{2\rho g \delta L^2}{B} = 2\rho g L \frac{\delta}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{B}{L}, \quad (9)$$

eq. 12

$$\bar{F}_{nm} = \int_0^\pi \int_0^\pi K \cos^2 \theta [\cos \phi_x \cos \phi_y + \lambda \sin \phi_x \cos \phi_y \sin \theta] \cos n \phi_x \sin m \phi_y d\phi_x d\phi_y, \quad (10)$$

$$K = \frac{K_0 L}{2} = \frac{g L}{2 V^2} = \frac{1}{2 F^2}$$

$$I_{nm; \nu, \mu} = \int_0^\pi \bar{F}_{nm} \bar{F}_{\nu, \mu} \sec^5 \theta d\theta, \quad (11)$$

quick

$$\varepsilon = \frac{R_w}{W} = \frac{K_0^2 A^2}{[\pi \rho V^2 \rho g \delta L^3]} \times \frac{L^2 B^2}{16} \sum a_{nm} a_{\nu\mu} I_{nm; \nu\mu} \quad (12)$$

" [$\frac{d}{4\pi F^2}$]

$$\frac{\varepsilon}{\delta} = \frac{1}{4\pi F^6} \sum_{\substack{n, m \\ \nu, \mu}} a_{nm} a_{\nu\mu} I_{nm; \nu\mu}, \quad \begin{cases} n: \text{even} \\ m: \text{odd} \\ (\delta) \text{ or } (\frac{\delta}{2}) \text{ or } (\frac{\delta}{4}) \end{cases} \quad (13)$$

i) 2-parameter Family

 a_{01}, a_{21}, a_{41}

$$a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} = 1.$$

$$\begin{aligned} 4\pi F^6 \frac{\varepsilon}{\delta} = & a_{01} a_{01} I(01; 01) + 2a_{01} a_{21} I(01, 21) + 2a_{01} a_{41} I(01, 41) \\ & + a_{21} a_{21} I(21; 21) + 2a_{21} a_{41} I(21, 41) \\ & + a_{41} a_{41} I(41; 41) \end{aligned} \quad (14)$$

Optimum Condition

うが"う"の 未定 係数 を M として

$$I = \left[4\pi F \frac{\epsilon}{\delta} \right] = M \left(a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} \right) \quad (15)$$

極値問題をとく

$$\left. \begin{aligned} (15) \quad & 2 a_{01} I(01, 01) + 2 a_{21} I(01, 21) + 2 a_{41} I(01, 41) - M = 0 \\ (16) \quad & 2 a_{01} I(01, 21) + 2 a_{21} I(21, 21) + 2 a_{41} I(21, 41) + \frac{M}{3} = 0 \\ (17) \quad & 2 a_{01} I(01, 41) + 2 a_{21} I(21, 41) + 2 a_{41} I(41, 41) + \frac{M}{15} = 0 \end{aligned} \right\} (16)$$

これから a_{01}, a_{21}, a_{41} が M の関数として求まる。

$$M \text{ に対する } a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} = 1$$

から求まる。

(16) の各行に a_{01}, a_{21}, a_{41} をかけて加え合せ、(14) と比較すると

$$8\pi F^6 \left(\frac{\epsilon}{\delta} \right) - M \left(a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} \right) = 0$$

$$\text{つまり } \frac{\epsilon}{\delta} = \frac{M}{8\pi F^6} \quad (17)$$

ii) 5-parameter Family

$$\begin{matrix} a_{01} & a_{21} & a_{41} \\ a_{03} & a_{23} & a_{43} \end{matrix}$$

$$a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} = 1$$

同様にして

$$I = \pi F^6 \frac{\epsilon}{8} - M \left(a_{01} - \frac{a_{21}}{3} - \frac{a_{41}}{15} \right) \quad (18)$$

極値条件は

$$\begin{aligned} & 2a_{01} I(01, 01) + 2a_{21} I(01, 21) + 2a_{41} I(01, 41) \\ & + 2a_{03} I(01, 03) + 2a_{23} I(01, 23) + 2a_{43} I(01, 43) - M = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

等となり 極値は同じく

$$\frac{\epsilon}{8} = \frac{M}{\pi F^6} \quad (20)$$

となる。

与え i) の 2-p. family で $(a_{01} - a_{21} + a_{41}) / (a_{01} + a_{21} + a_{41})$ が 1 である。

あまり大きくない (2000) 程度の値と a_{41} をとる本 = 1/3。
(上の式では a_{43} も)

最適問題の 總括

高速艇船型の最適化の手順として 2つのように
考える。

- i) 先ず 計画排水量 (Δ) と設計速度 (V) を定める。
- ii) 次に 浸水長および アスペクト比 λ (AL) を定め
(その速度における)
矩形水線面上に圧力分布を仮定して 圧力抵抗
の最小化をはかる。
- iii) 圧力分布形状は 飛沫抵抗をなくする為に
4周で圧力が0となるものを考える。
- iv) 進府抵抗は 前後対称なものがよい。
- v) この最小化問題をとくと 与えられる フルート数 F
アスペクト比 λ に対し 最小進波抵抗を与える
圧力分布が求まる。

(2つえ問題では 進府抵抗が0になるから 非実用
的な形状となり 3つえでも 比較関数の選定
によっては 実用的でないものが出て来る可能性
があるので 種々 試みてみる(山崎"ならぬ")

また 2のようにて 得られた 船型の重心は 中央
浸水長の

にあり、従来の船型とかなり異なるように見える。

この事は飛沫なし船型群は一般に動的浮力が少なく浮上量が小さい車と関係している。

重心を倒せば前方にもって行くと前後非対称^(圧力分布は)となり、造波抵抗が増え、飛沫発生を許せばさらに前方にもって行く車が出るが飛沫抵抗がこちらで増える。

余程の小舟を除けば一般に船型が全長からと言う事は排水量と重心位置も与えられると考えて良いだろう。

それ故理用の高速艇のように船首を水面に出して走るとそうでない場合に比べて摩擦抵抗は減るかフルード数が高くなり造波抵抗はふえる。

(アスペクト比がうんと大きいとそうも言えない)

従って飛沫なし船型は有効フルード数を減少させる効果があると考えてもよい。

vi) このようにして 最小圧力抵抗を与える船型線が F と λ の関数で与えられるとこれに摩擦抵抗を加えたものを最小とする 主要寸法の組合せを求める。

vii) 摩擦抵抗は筒壁の爲 水線面積に比例するものと仮定する。

以上の考えを 定式化しよう。

A) V と ∇ を与えて 最適の L と λ を求める問題

抵抗係数は

$$\varepsilon = \varepsilon_p + \varepsilon_f, \quad (1)$$

$$\varepsilon_p = \left(\frac{C_{DP}}{\lambda F^2} \right) \delta = \delta E(F, \lambda), \quad \delta = \frac{\nabla}{L^3}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_f = \frac{\lambda C_f}{2 \delta} F^2 = \frac{C_f V^2}{2 g V} \lambda L^2, \quad (3)$$

と表わされるから

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial \lambda} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial L} = 0, \quad (4)$$

で表わすより。

$$\lambda \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial \lambda} = \lambda \delta \frac{\partial E}{\partial \lambda} = \varepsilon_p \left(\frac{\lambda}{E} \frac{\partial E}{\partial \lambda} \right) = A \varepsilon_p, \quad (5)$$

$$A = -\lambda \frac{\partial E}{E \partial \lambda}$$

$$A \frac{\partial \varepsilon_F}{\partial \lambda} = \varepsilon_F, \quad (16)$$

つまり λ の関数

$$\varepsilon_F A = \varepsilon_F, \quad A = - \frac{\partial (\log E)}{\partial (\log \lambda)}, \quad (17)$$

2212

$$\begin{aligned} L \frac{\partial \varepsilon_F}{\partial L} &= L \left(\frac{\partial \delta}{\partial L} E + \delta \frac{\partial E}{\partial L} \right) \\ &= 4(-3\delta E - \frac{F\delta}{2} \frac{\partial E}{\partial F}) \end{aligned} \quad \begin{aligned} L \frac{\partial \delta}{\partial L} &= -3\delta \\ L \frac{\partial E}{\partial L} &= -\frac{E}{2} \end{aligned}$$

$$= -\varepsilon_F B, \quad B = 3 + \frac{F}{2E} \frac{\partial E}{\partial F} = 3 + \frac{1}{2} \frac{\partial (\log E)}{\partial (\log F)}, \quad (18)$$

最終的に ε_F の式で

$$\log(R C_f) = \frac{1.242}{\sqrt{C_f}} = \frac{1}{M} \log(R C_f), \quad R = \frac{VL}{2}, \quad (19)$$

$$M = \log_{10} 2 = 2.3026$$

12

$$- \frac{1.242}{2 C_f^{3/2}} = \frac{1}{MR} + \frac{1}{MR C_f} \frac{\partial C_f}{\partial R}$$

$$\frac{R}{C_f} \frac{\partial C_f}{\partial R} = \frac{-1}{1 + \frac{0.121}{\sqrt{C_f}}} = \frac{-1}{1 + \frac{2786}{\sqrt{C_f}}} = -0.138, \quad (10)$$

$$\begin{aligned} L \frac{\partial \varepsilon_F}{\partial L} &= 2\varepsilon_F + \frac{C_f \lambda L^2}{2\gamma V} \frac{VL}{2} \frac{\partial C_f}{\partial R} = \varepsilon_F \left(2 + \frac{R}{C_f} \frac{\partial C_f}{\partial R} \right) \\ &= \varepsilon_F C, \quad C = 2 + \frac{\partial (\log C_f)}{\partial (\log R)} = 1.862 \quad (11) \end{aligned}$$

$$C_f = 0.002$$

$$\therefore \varepsilon_F B = \varepsilon_F C \quad (12)$$

結局 (17) と (12) が 同時に 成立 しては いか らず

$$A = \frac{B}{C} \quad (13)$$

で 付け 加 へ ず なら ない が C_F の 変 化 は 鈍 い の で 仮 に C は 一 定 と して みる と こ れ か ら λ と F の 関 係 が 定 ま り、
そ れ を (17) も し く は (12) に 代 入 し て δ 従 っ て L が 定 ま る
事 に な る。

し か し (13) か ら F と λ の 関 係 を 求 め る には A, B の
値 を 今 持 精 確 に 計 算 し て あ る 必 要 が あ る よ う で あ り
す ば 後 述 の よ う な 問 題 も あ る の に そ れ を 2 つ に わ け て
考 え る 方 が よ か ろ う。

B) V, ∇, L が 与 え ら れ て 最 適 の λ を 求 め る。

条 件 は (17) で 与 え ら れ、 既 に 検 討 し た 場 合 と 同 じ。

C) V, ∇, λ が 与 え ら れ て 最 適 の L を 求 め る。

条 件 は (12) で 与 え ら れ、 こ の 場 合 に ば L は 小 さ い け れ ば
小 さ い 程 度 好 ま れ る。
($\lambda = \infty$)

今 こ れ を 平 板 滑 走 面 で 考 え て み ま し ょ う。

$$\varepsilon_p = 1.826 \left(\frac{\delta}{\sqrt{\lambda} (.4583 + \lambda F^2)} \right)^{\frac{1}{1.1}} \quad (14)$$

7" 83から

$$L \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial L} = -3 \delta \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial \delta} - \frac{H}{2} \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial F}$$

$$\delta \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial \delta} = \frac{\varepsilon_p}{1.1}, \quad \frac{H}{2 \varepsilon_p} \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial F} = - \frac{\lambda F^2}{1.1 (.4583 + \lambda F^2)} \quad (15)$$

よ

$$L \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial L} = - \varepsilon_p B, \quad B = \frac{1}{1.1} \left(3 - \frac{\lambda F^2}{.4583 + \lambda F^2} \right) \quad (16)$$

∴ 最適条件 (12) は $\frac{B}{C} = \frac{1}{2.0982} (\quad)$

$$\Phi B = \varepsilon_F C \quad (17)$$

一方 (17) に於ける置き換えは 前出の通り
(B) 項を代入

$$\frac{\varepsilon_p}{2.2} \cdot \frac{.4583 + 3\lambda F^2}{.4583 + \lambda F^2} = \varepsilon_F, \quad \varepsilon_p A = \varepsilon_F \quad (18)$$

A = 1/1 (C = .002 - 5と12) なる点を決め、(表2のように) 諸量を計算する
なる。

$$\varepsilon_p A = \varepsilon_F \quad (19)$$

$$1.826 A \cdot \delta^{\frac{1}{1.1}} = \frac{\varepsilon_F}{2} \lambda^{\frac{1}{1.1}} F^{\frac{1}{1.1}} (.4583 + \lambda F^2)^{\frac{1}{1.1}}$$

$$\delta^{\frac{1}{1.1}} = \frac{\varepsilon_F}{(2 \cdot 1.826 A)^{\frac{1}{1.1}}} \lambda^{\frac{1}{1.1}} F^{\frac{1}{1.1}} (.4583 + \lambda F^2)^{\frac{1}{1.1}}$$

$$\text{Opt } \varepsilon = \varepsilon_p / \varepsilon_F = (HA) \varepsilon_F$$

TABLE 1

$$c^* = 1.862$$

$\bar{F}$		.1	.2	.3	.4	.5	1
.7	B/C*	1.4175	1.3787	1.3461	1.3184	1.2946	1.2124
	A*	.5422	.6145	.6750	.7265	.7712	.9242
1.0	B/C*	1.3549	1.3164	1.2715	1.2372	1.2100	1.1299
	A*	.6171	.7304	.8139	.8779	.9286	1.0757
1.3	B/C*	1.3332	1.2815	1.2083	1.1937	1.1482	1.0806
	A*	.6992	.8403	.9320	.9960	1.0437	1.1697

TABLE 2

$\bar{F}$	Opt λ	Opt A	Opt δ^*	Opt L_{DE}^*	Opt θ^*	F_v
.7	1.9	1.11	.0243	78.2	.0808	1.50
1.0	1.15	1.11	.0258	44.6	.0901	1.84
1.3	.70	1.11	.0235	29.8	.1063	2.43

↑
ENV

$$\frac{1000 \delta^{2.1}}{(5000 \delta^4)^{.1}} = \frac{(5000 \lambda^{1.6} \bar{F}^{2.1})}{(500 \times 2 \times 18.6 \lambda)^{.1}} (45800 \text{ A.P.})$$

$$\frac{(5000 \lambda^{1.6} \bar{F}^{2.1})}{4.34 \cdot 10} (45800 \text{ A.P.})$$

$$\Sigma = \Sigma_F + \Sigma_H = \Sigma_H (H A)_{\lambda=0} = 2.11 \Sigma_F$$

$$F_v = \frac{V}{\sqrt{2} \sqrt{V}} - \frac{V}{\sqrt{2}} \times \frac{L^3}{V^2} = \frac{V}{\sqrt{2}}$$

$$\Sigma_F = .004 \frac{\lambda}{\delta} \bar{F}^2$$

前の計算と良く適合しないのは計算結果が誤り
 があるのではあろうが、それを調べてみると どうやらこれは
 最悪の組合せで最大の Opt E を与えるようである。

つまり 与えられた F_0 に対して このような δ になる長さ
 は最も Opt E が大きいので、長さを長くするか短く
 するかした方がよい。

この時 λ は 目標 δ に比例的に大小となる。
 一方この表の δ は実用的観点からすると極端に
 大きいため、実用上は δ の^{うんと}小さい方になるから λ も
 小さくなる。

（ λ は δ と共に小さくなる）
 として 下限はなく長さを長くすればする程よいことになる。
 も δ がより大きい時は逆に短くすればする程よく、 ^{$\lambda = \infty$} 極限
 として 2次元の考察に一致する。







