

第2次高速艇船型研究計画の概要 別所

1. 第1次計画の成果の概要

排水量約150 tons, 船長30~50m, 速度30~40kts

フルード数 1.0 前後の高速艇船型の主として抵抗性能の改善を目標として水波理論を適用し

- A) 与えられた船型の姿勢と抵抗計算プログラムを作る,
- B) 最適船型探索プログラムを作る。

の2点を指向して現在に至っている。

そのために数学模型として水線面上の圧力分布を採用して計算を試みて和が、核周数の発散成分が計算精度を大きく左右し、今一つ結果の信頼度に向題があるものの特にA項については現在の計算機能力ではまだ実用性に少し遠いように思われる。

B項については飛沫のない圧力分布(周廻で圧力が0, 従って後縁のクッタの流出条件も満たす)について遺留抵抗の最小値問題を解いて船型を求めてみることがその結果

- i) 造波抵抗の小さいものはいくらでも出来るが、船型の凹だらけが激しくなり、一定の形は後索しない。(理論的に予想された形である)ので、実用的には適当な形を「まとめる」を得ないが、その「めど」がつけにくい。
- ii) 圧力分布面は矩形が最も良さそうである。
この事は、船首船尾が平坦になる事も意味し、
艀合が悪くならない。
- iii) 船幅は従来船型に比しかなり小さめになる。
この事は逆に吃水が深くなる事を意味する。
- iv) 一例について 70cm 程の小模型を製作し
自航試験を行ってその所安定に航走し
特に問題点はないが、只設計速度以上では
飛沫が派手に出た。

以上まとめてみると、当初は滑走型を頭に描いて
圧力分布を理論模型として置いたのであるが、結果
として出て来た船型はどう見ても排水量型船型
であり、また理論上も動的浮力分はあまり大きく

ないと考えられる。

また今回の最適化では摩擦抵抗は普通の滑走艇を題材に描いて単純に水線面積を浸水表面積としたが、実際にはこれは大変大きな誤算であった。

最適状態では造舟抵抗と摩擦抵抗は常に略々等しくなっているから摩擦抵抗の面から船型を検討する事も必要である事を痛感させた。

また、船幅は小さい方が「良い」ようになのでこれ又摩擦抵抗 (高速になる程) 増大の要因 (特に双胴とすると) となるのか? 次節で簡単に検討する。

2. 摩擦抵抗について

高速では抗揚比の形で考える方が理解し易いのでその形で書く。摩擦抵抗 R_F と排水量 Δ の比は

$$\varepsilon_F = \frac{R_F}{\Delta} = \frac{C_f}{2} \left(\frac{V^2}{gV^3} \right) \cdot \left(\frac{S}{\sqrt{\Delta}} \right), \quad (1)$$

但し $\Delta = \rho g V$, S : 浸水表面積, C_f : 摩擦抵抗係数

今
$$R_F = \frac{V}{\sqrt{gV^3}} \quad (2)$$

$$\frac{V^3}{\nabla^2} = 6\beta, \quad (3)$$

とおくと (1) は

$$\varepsilon_F = 3C_f \beta \bar{V}^2, \quad (4)$$

と書ける。

さて (3) 式で一般に ^{高速度の滑走時に極めて低抵抗である} $6\beta \approx 5 \sim 7$ であり、最小値をとると考えられる球 (又は半球) では $4\pi / (3\pi)^2 = 4.83$ であるから β は 1 の近くの値と考えると大きい誤りはないと考えられる。

C_f もレイノルズ数の関数ではあるが、寧ろむしろ減少する関数であるから、大雑把な検討の時は定数として、その後で繰返し計算で check すれば可い。

そこで最初に揚げ巨船に於いて $C_f \approx 0.002$, $\beta \approx 1$

$V = 20 \text{ m/s}$, $\nabla = 150 \text{ m}^3$, とおくと, $F_{\nabla}^2 = 2.67$, $\bar{V} = 2.77$

$$\varepsilon_F \approx 0.006 \bar{V}^2 = 0.46$$

すなわち 造船抵抗分の ε_W を $\varepsilon_W = \varepsilon_F$ とする F_{∇} に船型を

IR ぬるとすると $\varepsilon = \varepsilon_F + \varepsilon_W = 0.92$ となる。

もし双胴船型を採用するならば $\frac{1}{C}^3 \approx 1.26$ 倍と変る (C=0.7)

ので忽ち抵抗性能は大幅に悪化する。

本計画では造波抵抗、飛沫抵抗の大幅軽減を目標としているので、それらが実現しるとすると摩擦抵抗の軽減こそが最終的に重要な問題となる訳である。

3. 2次計画の概要

以上の1次計画の現在までの成果を考慮すると、圧力分布型理論模型に対して alternative として船体中心線面上の特異点分布、既ちミッチェル船型を再検討に見る必要があると考えられる。

2の時一般的に長手方向、吃水方向に特異点分布を変えたのでは大変面倒でもあるし、またそのような時造波抵抗の最小値問題は定式化が不完全である事がわかっており、またミッチェル船型の内にはキール線上の特異点分布と同じ造波抵抗をもつものがある事がわかっている*のでそのような船型を対象とする。

* 別所, 「造波抵抗シンポジウム」造船協会, 昭和40年6月
「波面分布の応用について」論文集116号
昭和39年

即ち

i) 造船抵抗最小問題は一定深度の直線(キール線)上に12
特異点(doublet)を分布させて最適問題を解く。

この問題も同様収束せず、造船抵抗の最小値は0である
事が証明されているが、一斉に深度0の極限(細長船)
では無限吃水船と同じ極限値となる事もわかっている
ので、あまり深吃水でなければ程々の解は走らぬよう。

ii) 最適船型が得られれば、それに等価なミツケル
船型をつくる。

最終的には
流線追跡をすることがあろうか、大体の形は
線形理論でわかる。

この時船型が半没氷型となるおそれもあり、その時は
高速で航走不安定となるので充分氷線面積を
確保する必要がある。

iii) 基本が没氷体であるので飛沫は出ないか
出てあまり大きくはならないと考えられるか、氷線
附近の形状はこの点を考慮して決定しなけば
ならない。(Diverging waveが小さくなるようにすればよと
考えられる) (しかしこの問題は没氷体なので最適化問題は
なっていない) (この問題は没氷体なので最適化問題は
なっていない)

iv) 摩擦抵抗は大きくなると予想されるが、前節の
考察からもわかるように、この点も考慮して出来る限り
軍胴型式に修めたい。
4文