

4 非線形計画法による船型設計の基礎的研究 (第 3 報)

【討論】馬場 栄一 君 人工的な平滑化条件が入るときの最適化の意味は何ですか。実験的な確認がなければ、計算で得られた解が妥当であるかどうか不安になります。造波抵抗を少なくする問題において、バットの曲げ歪みエネルギーが小さくなるように曲げるという条件を導入することがよく分かりません。たとえば物理的な条件として船体表面で流れが剥離を起こさないというような条件が課せられて平滑化が達成されるなら分かりやすいのですが。

【回答】御指摘のとおりこの種の極小値問題を流体力学のわく内で処理できることが理想ですが、swan neck を抑制するにはかなり強い制約条件が必要となるため、本論文では人為的な補助条件を導入したわけです。従って特に重み係数法の場合、最適化の物理的意味は不明確です。次に平滑化の基準については様々な導入方法があり、本論文において特に曲げ歪みエネルギーにこだわったわけではありません。最近のフェアリングに関する解説^{A1)}にもあるとおりこのような基準には様々なものが考えられ、二次微分のみならず一次あるいは三次まで考慮に入れた汎関数も考えられており設計者の判断により任意に採用されています。さらにこの種の条件は流体力学的意味の有無にかかわらず形状確定のための手段として用いられる例が他の問題の場合にも見られます^{A2)}。なお流体力学的条件に基づく平滑化については今後検討させていただきます。またいずれ機会を得て実験的な確認をしたいと考えています。

A1) 笠原協之：造船におけるシステム技術（その 4）—線図システム(Ⅱ)—，日本造船学会誌，第 633 号（1982）

A2) 山下誠也：上下揺れの波強制力を受けない形状についての一考察，日本造船学会論文集，第 150 号（1981）

【討論】堤 孝行 君 (1) 条件付方法の場合、 α の値によって、 C_w^* はどの位変化しますか。

(2) 平滑化の条件は、できるだけ流体力学的見地から考える必要があると思います。例えば、境界層理論を用いて、全抵抗最小の条件より最適形状を決定すれば、自然に合理的な平滑化が行われると思いますが、そのような計算は、困難ですか。

【回答】(1) 本論文の計算条件下での例は次のとおりです。

(例) 一般問題 $t=0.1$

C_w^*/α	1.5	2.0	4.0	8.0
γ_0				
3	1.76×10^{-1}	1.71×10^{-1}	1.54×10^{-1}	1.72×10^{-1}
4	5.86×10^{-2}	5.61×10^{-2}	5.09×10^{-2}	4.65×10^{-2}
5	1.64×10^{-2}	1.44×10^{-2}	1.23×10^{-2}	1.08×10^{-2}
6	1.85×10^{-2}	7.89×10^{-3}	2.59×10^{-3}	2.03×10^{-3}
7	1.64×10^{-2}	9.66×10^{-3}	8.04×10^{-4}	3.39×10^{-4}

(2) 非線形計画法には変分法のような最小化条件式が線形でなければならないという制約はないので原理的には計算可能です。しかし、境界層方程式の解法にどの程度の計算量を必要とするか未経験のためわかりませんが、境界層外端でのポテンシャル流場の解析 1 つとってみても、船型の微小変化に伴い逐次計算する必要があるため、初等船型という仮定による簡略化でもできない限り、計算時間が最大の障害になると思います。次に境界層理論の考慮による swan neck の抑制という点については、実施してみなければ何とも言えませんが、討論者ほどの確信が持てません。船型設計を曲線（あるいは曲面）の創成という観点から見た場合、船型改良問題を扱った第 1 報や本報告にみられる通りその 2 次微分に相等する量を制御することが、安定化、平滑化に最も効果があると考えられますが、境界層理論を含む最小化がそれと等価な効果をもつか、特に swan neck を生じやすい端部について効果をもつか、不安です。

5 ハイリースキュードプロペラと標準プロペラにより誘起されるプロペラ起振力および船体振動に関する実船比較試験

【討論】塩原 修 君 船尾水圧変動の計測結果のうち、Fig. 8 において Highly skewed : Ballast-1 は、水圧変動の片振幅の最大値が MCR 380 rpm ではなくそれ以下 (Fig. 8 から 375 rpm と読取れますが) にありますが、これはいかなる理由ですか。

【回答】Highly Skewed Propeller の船尾水圧変動計

測点 No. 1122 における Ballast-1 状態での 1 次翼振動数成分に関するこの結果はほかの水圧変動計測点においても同様な結果を得ている。この理由については計測時における海象状態（波高および海流と船の前進方向との関係など）の影響または船尾外板振動の影響などが考えられるが現在検討中である。

【討論】 山崎正三郎 君 (1) トルク変動およびスラスト変動の4次成分について、ハイリースキュードプロペラへの換装により実測値では54~85%減少を示しているが、揚力面理論計算結果では減少量は23~35%と小さい値になっています。

また、Conventional Propellerのトルク変動について実測値と計算値の差が大きいです。その原因の一つに伴流分布のscale effectが考えられますが、実船伴流分布を入力とした計算をおこなっていないのですか。また、その他の原因は考えられませんか。

(2) ハイリースキュードプロペラへの換装により上下方向の振動加速度が減少していますが、乗り心地もこれに比例すると考えてよいのですか。

(3) Figs. 21, 22の上下振動の4次成分について、340rpm付近でハイリースキュードプロペラのBallast-1状態の値がConventional Propellerより大きくなっていますが、この原因について御教示下さい。

【回答】 (1) 揚力面理論の計算結果は推進軸系の起振力であり、一方トルク変動およびスラスト変動の4次成分の実測値はその応答であるため単純には比較できないが、計算条件である85% Load (365rpm) ではTable

4, 5よりConventional Propellerのトルク変動を除きほぼ対応していると思われる。また85% Load (365rpm) におけるConventional Propellerのトルク実測値と起振力計算値の差については、この回転数におけるトルク実測値がねじり応答曲線における420rpm近傍の1節4次のねじり共振曲線のすそに該当するため(Fig. 12)と推測される。なお笹島¹⁰⁾の方法により推定された実船伴流分布を入力とした揚力面理論の計算結果を添付資料に示す。

(2) 振動に対する人体の感覚は振動刺激に比例して増減する^{D1)}。したがって上下方向の振動加速度減少の顕著な主機回転数においては加速度のピーク値で約3.5 dBの減少であり、人間の平均的集団にとって、上下方向の振動はやや減少したとを感じるものと考えられる。

(3) 喫水やTank Condition(この場合特にAft. Peak F. W. tank)などにより操舵機室甲板の応答特性が異なるためと推測される。

参考文献

- 1) 後藤大三：人体応答よりみた振動限界，日本造船学会誌，第583号(1978)。

6 A Theory of Wave Devouring Propulsion (1st Report)

【討論】 木下 健 君 (1) The discussor wonders why the free surface condition (18) may be neglected for the first order approximation.

(2) Please show us theoretical basis or author's foundation why the mean value of thrust $\bar{T}$ can be superposed by the resistance increase ΔR calculated from Maruo's formula, which is derived from an assumption that there is not circulation anywhere.

(3) Fig. 5 shows the wave devouring efficiency of a non-oscillating foil in head seas is very low. Is it possible to make it higher if some oscillations are allowed.

(4) The discussor is interested in the performance for smaller wave length than the critical wave length in a following seas. This is the case when the foil moves faster than the group velocity of the wave.

(5) Are there any reasons why the error due to the approximation adapted in this paper becomes significant near the critical speed.

【回答】 (1) Prof. Wu neglected the free surface condition under an assumption that the hydrofoil

is deeply submerged. But, this assumption may not be appropriate, since he aims to absorb wave power and to convert it into thrust by utilizing interactions between the foil and wave motions. The author thinks that the foil should be placed near the free surface to realize the interaction. And one of the primary objects to write the present paper is to include the free surface effect neglected by Prof. Wu.

The author's description about the free surface condition (18), that is, "For the first order approximation, the free surface condition (18) may be neglected.", is not correct. He would like to change it as follows. "When a numerical procedure which satisfies the free surface condition (18) by an iteration is adapted, the free surface condition may be neglected for the first step of the iteration."

(2) In the present paper, the author neglects the trailing vortex in downstream in calculating the momentum loss ΔR_2 . Certainly, this is not correct. An interaction between the wave and trailing vortex terms should be included in the calculation of ΔR_2 . The author thinks that this