



## 船舶用プロペラ翼表面流れの解析 —EEDI設計認証のためのステップ—

研究・開発機関 : ナカシマプロペラ株式会社  
 利用施設 : 自社設備  
 計算規模 : 総計算コア数 5000 コアの一部を使用、数千万要素  
 利用ソフトウェア : ソフトウェアクレイドル社 SCRYU / Tetra

### Before

- 欧州での水槽における船全体の推進性能を評価する自航試験では、模型船後方のプロペラ周りの流れは乱流状態であるという誤った仮定による評価がなされていました。
- そのため、小翼面積化により摩擦抵抗低減を図った新型高効率化プロペラの性能は欧州の標準的な試験では過小評価され、高性能をアピールできませんでした。

### After

- 流れの可視化実験とCFD計算結果により、模型船後方のプロペラ周りの流れは剥離を含む層流状態であり、欧州の水槽試験の仮定では不十分で、日本の試験解析法 (2POT法) がより妥当であることを示しました。
- 日本の試験解析方法が欧州のEEDI設計認証で適用可能となり、新型高効率プロペラが採用されるようになりました。

### 背景と目的

国際海事機関では温室効果ガス排出削減を目的として、船の燃費性能 (EEDI, Energy Efficiency Design Index) が悪い船は運行できないよう厳しく規制しています。そのため、船舶用プロペラは高効率であることが求められています。EEDI認証においては船全体



図1 水槽試験



図2 小翼面積プロペラ

の推進効率は、船体にプロペラを装着した自航試験 (図1) により評価されます。自航試験結果は、模型船後方状態に対応した低いレイノルズ数でのプロペラ単独性能を与えて評価しますが、欧州水槽の標準試験法では模型船後方のプロペラ周りの流れは乱流状態になるという『誤った』仮定が用いられていました。

その結果、小翼面積化により摩擦抵抗低減を図った新型高効率化プロペラ (図2) の性能は欧州の標準試験法では過小評価され、高効率をアピールできない状況が生じていました。この問題を解決するために欧州での水槽試験での仮定に誤りであることを立証するとともに、自航試験のレイノルズ数に対応したプロペラ単独試験結果を用いる日本の試験解析法 (2POT法) がより妥当であることを示すことが必要になりました。

### ■ 利用成果

当社新型プロペラをドイツ水槽で性能評価した事例を紹介いたします。同試験場では、自航試験状態の模型船後方のプロペラ周りの流れは乱流であると仮定していましたが、この仮定を見直すべきであることを主張するために、油膜による可視化実験と層流から乱流への遷移 (図3) を取り扱うことができるソフトウェアクレイドル社の乱流モデルによるCFDシミュレーションを実施しました。

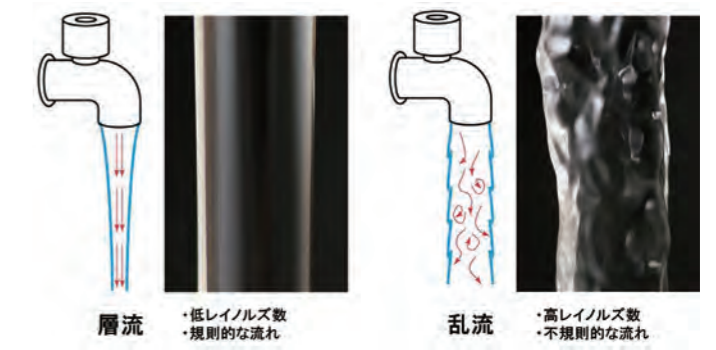


図3 レイノルズ数による流れの違い

その結果、模型船後の流れはプロペラ単独試験時と同様に層流が卓越し、大きな剥離領域が存在することが確認され、ドイツ水槽の仮定が誤りであることが立証されました (図4)。さらに、模型から実船スケールへレイノルズ数が変化することで船後状態のプロペラ性能、船体の自航要素 (船とプロペラの干渉影響) がどのように変化するかを、CFDにより定量的に評価して、日本の試験解析法 (2POT法) が妥当であることを示しました。これにより、欧州の水槽試験場でも日本の試験解析法 (2POT法) の採用が認められ EEDI 認証に用いられるようになりました。

近年の厳しい環境規制の中では、規制値の評価法がキーフaktorですが、海外主導による不合理な評価法を押し付けられるリスクがあります。自社製品の性能を正にアピールするには説得力がある性能評価法をセットで準備する必要があり数値計算能力がビジネスに直結する時代になったといえます。

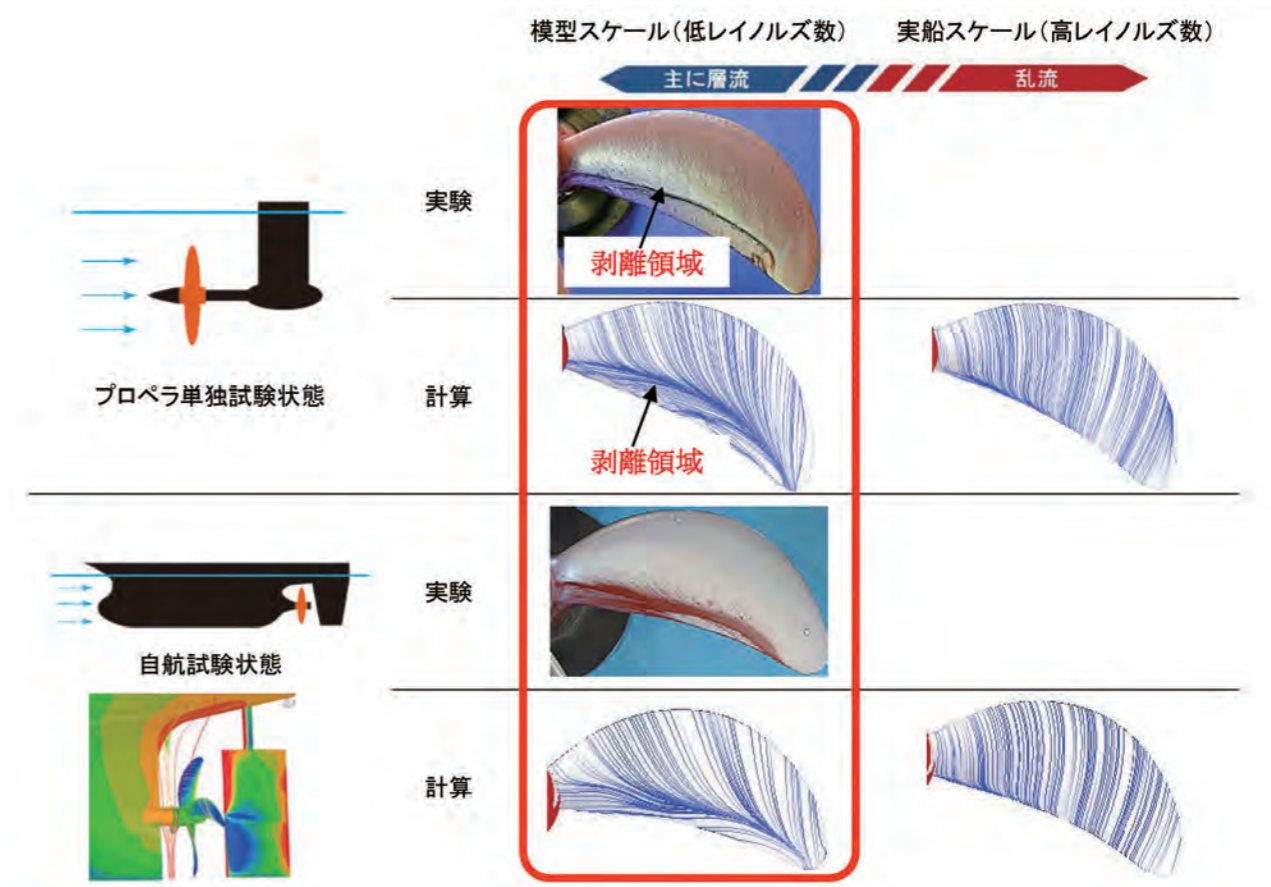


図4 オイルフローによる翼表面流れの確認

模型実験ご協力: 三井造船昭島研究所  
 出典: Hasuike, N., Okazaki, M., Okazaki, A. and Fujiyama, K., 'Scale effects of marine propellers in POT and self propulsion test conditions', smp'17, 2017