

流体解析による 船舶の推進性能評価

研究・開発機関 : 川崎重工業株式会社
 利用施設 : 自社設備、スーパーコンピュータ「京」
 計算規模 : 数百～1千万格子
 利用ソフトウェア : OpenFOAM、Helyx

Before

- 船舶からのCO₂排出削減は地球温暖化対策の観点から非常に重要です。そのためには船舶の推進性能を向上させ、燃費を改善することが必要となります。船舶の推進性能を向上させるためには運行条件に適した船型を開発することが求められます。
- 従来、船型開発では模型を用いた水槽試験によって性能を評価してきました。水槽試験では精度の高い性能評価が可能である反面、多くの期間・コストを要していました。

After

- スパコンによる数値流体解析を活用することで、比較的短期間に多数の船型の性能を評価できるようになりました。
- 解析結果の分析によって、水槽試験では得られない詳細な流れ場の情報が得られることから、船型の改良による推進性能改善のメカニズムを直観的に理解できるようになり、さらなる改良アイデアの考案が容易になりました。

背景と目的

図1に示す LNG 船に代表される物資運搬船は我が国を代表する基幹製品の1つです。これらの船舶は国際海運にて多数運行しており、船舶から排出される温室効果ガスの削減が求められています。そのため造船メーカーでは燃費向上のための船型開発に継続的に取り組んでいます。

船舶の推進性能を評価するためには、一般的に模型船を用いた水槽試験(図2)を実施します。水槽試験では数百mの長さの水槽の中で模型船を曳航することによって船体の抵抗や船尾伴流(プロペラ面での流速分布)などを計測します。水槽試験は精度の高い計測ができるため船型開発には不可欠なものになっていますが、その反面、模型船の製作、試験準備なども含め長い期間を要するほか、模型製作や水槽使用のコストもかなり必要となるため、年間に試験できる船型の数には限りがありました。



図1. LNG 運搬船 (川崎重工業ホームページより)

そのため、船舶の推進性能評価技術に関しては数値流体解析活用の比重を上げていくつもりです。特にスパコンを用いた解析を行うことで解像度を上げた高精度な解析が可能になるほか、複数の船型を同時に解析することもできるため、トータルでの検討期間・コストを大幅に削減することが期待できます。また流体解析では流れ場を詳細に可視化することができるため、性能向上のためのメカニズムの考察が容易となり、さらなる性能向上に繋げることが期待されます。今回の計算では、スーパーコンピュータ「京」上で流体解析を行うために、オープンソース流体解析ソフト OpenFOAM®およびその機能拡張版である Helyx®を使用しています。



図2. 水槽試験の例 (明石船型研究所ホームページより)

利用成果

図3に解析対象とした船型を示します。本船型はCFDワークショップにて使用された公開船型で、船型データのほか、水槽試験結果も公開されています。本船型を対象として解析精度の確認を行いました。

図4、5に平水(波立っていない水面)中でのKVLCC2M船型の解析結果例を示します。解析で得られた船体抵抗値(赤い部分ほど大きい)を水槽試験結果と比較したところ、1%以下の誤差で評価できていることを確認しました。また図5に示す伴流(流れの中の物体の後方に生じる流れの速さがやや遅くなった領域)分布についても船尾での渦構造を再現できています。

図6には波浪中でのKCS 船型における船体抵抗値の解析結果例を示します。今後、波浪中での船体運動までを考慮した船舶の推進性能評価に流体解析を活用していく予定です。

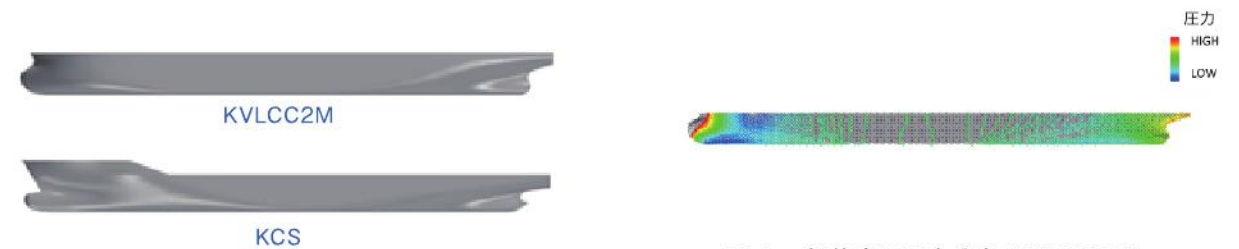


図3. 解析対象の船型 (進行方向横から見た図)

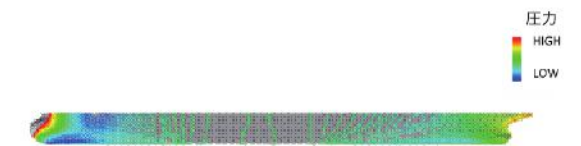


図4. 船体表面圧力分布 (KVLCC2M) (進行方向横から見た図)

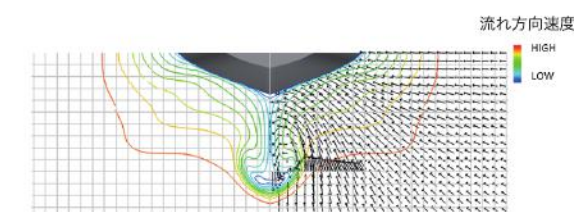


図5. 船尾伴流分布 (KVLCC2M)(船尾から見た図)

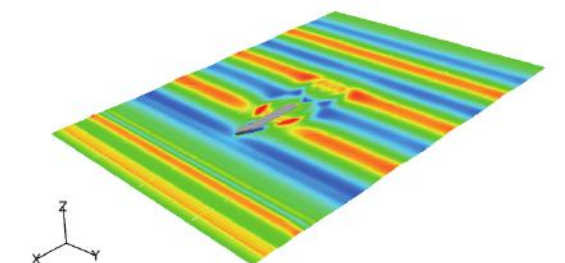


図6. 波浪中の解析結果