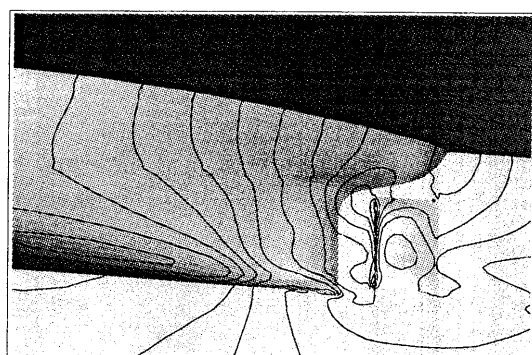
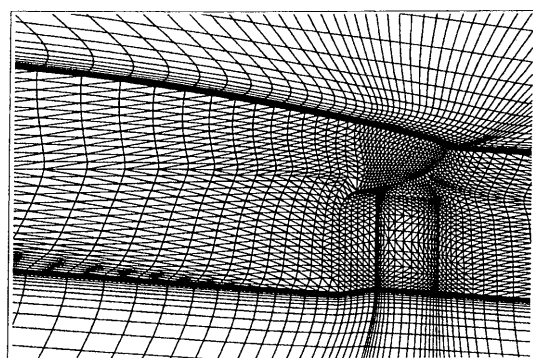




舵付きのタンカー船型の船尾部分の格子と圧力分布

An Unstructured Grid Method for Viscous Flow Computations around Complex Geometries

複雑形状まわりの粘性流れ計算のための非構造格子法

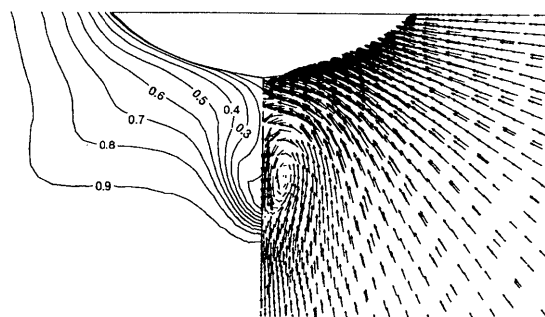
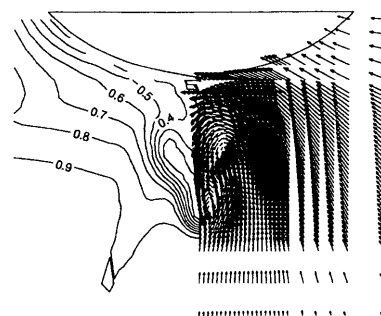
日野孝則

平成10年10月

Proceedings of The 3rd International Conference on Hydrodynamics

CFD（計算流体力学）手法を複雑形状に適用するための有力なツールとして期待される非構造格子法を用いて、ナビエ・ストークス方程式を数値解析する手法について述べた。以前に開発した手法からの改良点として、空間離散化における粘性流束の評価の高精度化を行うとともに、複雑形状に適用可能な乱流モデルである $\kappa-\omega$ -SST2 方程式モデルを採用した。

本手法を船体まわり流れ計算の標準的なテストケースである、HSVAタンカーまわりの流れシミュレーションに適用した。結果として、これまで用いていた1方程式乱流モデルよりも、実験結果により近い伴流分布が得られた。しかし、実験結果と計算結果の間にはまだ大きな差があり、今後のさらなる検討が必要であることが示された。



HSVAタンカー船型の伴流分布（上：実験、下：計算）

An Implicit/Multigrid Method for Incompressible Viscous Free Surface Flows

粘性自由表面流れのための陰的多重格子法

日野孝則

平成10年11月

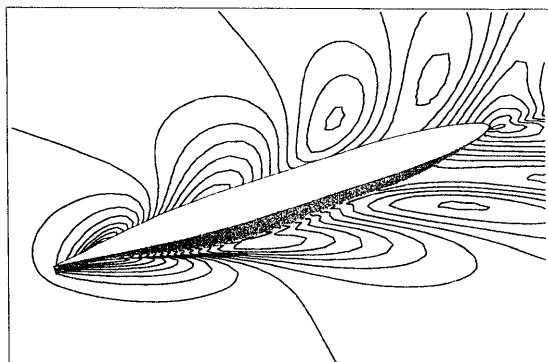
Proceedings of 6th Symposium on Nonlinear and Free Surface Flows

CFD（計算流体力学）は流体力学の様々な分野で実用的なツールとして用いられている。船舶流体力学においては水面波が極めて重要であるため、自由表面を扱えるCFD手法が望まれている。自由表面流れに対応したナビエ・ストークス・ソルバーがいくつか開発されているが、その多くは無限流体中の計算手法に比べて効率が悪い。非線形自由表面条件を扱うこと、格子移動や格子の再生成が必要なこと、自由表面波の発達に時間を要することなどがその理由と考えられる。言うまでもなく、実用的なツールとしてはより高速な手法が望ましい。さらに、近年、CFDを利用した形状最適化手法の研究が活発に行われている。この場合には最適化サイクルの中で、CFD解析は何百回も実行されるため、非常に効率的な手法が求められる。

本論文では、船体まわりの粘性自由表面流れを高速に解析する計算手法の開発について述べる。無限流体に対する高速解法として開発した陰的多重格子法によるナビエ・ストークス・ソルバーを自由表面流れに対応するように拡張した。非線形自由表面条件を考慮し

て、力学的条件から速度と圧力に関する境界条件を導出した。また、運動学的条件を有限体積法のコンセプトに基づいて離散化し、ナビエ・ストークス方程式と同様に陰の多重格子法を用いることにより、効率のよい計算法とした。

シリーズ60船型に対して試計算を行い、効率及び精度を確認した。図は、計算された波形の鳥瞰図である。レイノルズ数 4.21×10^6 フルード数0.316 であり、格子は $105 \times 25 \times 57$ の計約15万点である。



実用船型の流体力学的形状最適化

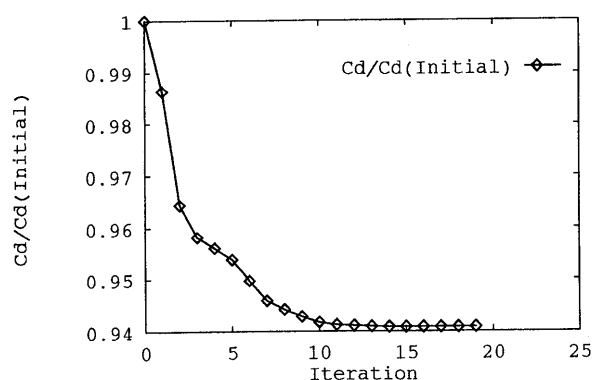
Hydrodynamic Shape Optimization of Practical Ship Hull Forms

日野孝則

平成10年12月

第12回数値流体力学シンポジウム論文集

陰的時間進行法と多重格子法による高効率のNSソルバーと反復解法による感度解析法、および逐次2次計画法による最適化手法を組合せて、CFD(Computational Fluid Dynamics)を用いた形状最適化システムを構築した。この3次元形状最適化システムを実用的な船型形状に適用するためには、一般的な形状に適用可能な形状変更手法を組み込む必要がある。ここでは、原船型の半幅に重み関数を掛ける形の単純な形状変更法を用いて、実用的なタンカー船型に対して粘性抵抗を最小化するように船型を最適化する数値実験を試みた。その結果、今回のような比較的単純な形状変更手法を用いても、約6%の粘性抵抗の低減が得られ本システムの有効性が示された。下の図は、最適化サイクルにおける、粘性抵抗の履歴がある。約19回の反復で粘性抵抗の小さい最終船型が得られる様子が分かる。



最適化サイクルにおける目的関数(粘性抵抗)の履歴

CFD技術の最近の動向

Review on Recent CFD Technology

日野孝則

平成11年1月

日本造船学会誌 第835号

粘性流体の運動方程式であるナビエ・ストークス方程式の数値解法に関する技術の最近の動向をレビューした。

まず、特に設計ツールとしてのCFD技術に焦点を当てて、CFD技術の開発動向を概観する論文を紹介し、船舶、航空、建築、機械の各分野におけるCFD技術の現状について概説するとともに、要素技術として、LES(Large Eddy Simulation)、乱流モデル、多相流などの研究動向を分析した。実用ツールとしてのCFD手法に求められることは、1)複雑形状まわりの、2)複雑な流れを、3)短時間に解析することであり、それぞれ1)格子生成、2)乱流モデル、3)計算効率と密接に関連している。

船舶流体力学関連のCFD技術の実用化についても上記のポイントがそのままあてはまる。船舶CFDに関する最近のレビューを紹介し、最近の研究動向および将来展望を以下のように考察した。

- 1) 複雑形状のための格子生成については、非構造格子法と構造格子による複合格子法の両立がしばらくは続くと思われる
- 2) 自由表面の扱いにおいては、大規模変形やトポロジの変化を扱う必要があるため、現在主に用いられている格子を自由表面に適合する手法(Interface Fitting)から界面捕獲法(Interface Capturing)へ移行するであろう。
- 3) CFDを用いた形状最適化については、実用化を目指して今後も研究が継続していくことになるであろう。

最後に、現在活発に議論されている話題の一つであるCFDにおける不確かさに関する文献紹介を行なった。