

Advance/FrontSTR大規模解析の適用可能性 －造船業界の船体設計の革新－

加藤 国男*

Challenge for Reasonable and Optimized Analysis of Ship Structure

Kunio Kato*

最新技術を利用した直接強度評価・大規模構造解析にて合理的で最適な船体設計構造に挑戦。

1. 社会的なニーズ、背景又は動機

現在、計算科学技術は大きな技術革新の時代にある。この技術革新の最大の特徴はコンピューター、ネットワークの発達及びソフトウェア、情報技術、データの蓄積等により、従来は不可能であった複雑で大規模な問題を解析することが可能となったことである。分散メモリー型並列コンピューターの実用化により、計算速度の飛躍的向上が可能となるとともに、メモリーやディスク容量も飛躍的に増大した。産業界における計算科学技術の利用範囲の拡大は目覚ましく、計算科学技術を設計に取り入れて、より早く、より最適な設計を行うことが実現されてきた状況である。



図 1 運航中の船舶

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Sabrina_I_cropped.jpg)

一方、造船業界における船殻設計は「ルールミニマム」を基本に、船体中央部の部分構造解析をして評価しているのが現状である。また、船舶の運航も「積付計算機」による平水中の単純梁に仮定した計算に基づいてされている。すなわち、技術的に進歩しているといわれている船体の構造設計は、建築業界で超高層ビルを建設するために開発したシステムにより既存技術をブレイクした様な方法とはならず、相変わらず「ルールミニマム」を念頭に部分的に FEM を活用している現状である。

また、わが国では、産業界の支援のもと、2002 年から、東京大学生産技術研究所を中心に、文部科学省のプロジェクトで「戦略的基盤ソフトウェア開発プロジェクト」等（以下、国プロと呼ぶ）が実施されている。この国プロでは、最新の計算機を十二分に有効に活用するソフトウェアを開発することにより、これまで産業界では取り組むことのできなかった大規模な計算を実現している。このことにより、わが国の産業競争力の発展に寄与することが目的である。

今、各国が競争して構造設計の高度化を図っている時、日本の造船界では相変わらず NASTRAN を大切に使っている。

このような国プロの基本研究で得られた成果として、汎用構造解析コード FrontSTR・流体解析コード FrontFlow がある。当社は、これらのソフトウェアの権利を東京大学から許諾いただき、産業界に汎用で利用できるソフトウェアとして改良し、販売をしている。

*アドバンスソフト株式会社 総合企画部

General Planning Division, AdvanceSoft Corporation



図 2 造船業界における構造解析の利用の現状

最新の計算科学技術および計算機技術を利用することで、設計時間の短縮およびより最適な設計を実施し、造船時における使用鋼材の削減、船舶運航における消費燃料の削減が可能になると考えている。国プロで開発された日の丸ソフト「FrontSTR」の高度な技術-超並列処理による演算の高速化、アセンブリ構造の採用による部分構造と全体構造の簡易な統合等-を活用することにより、「船1隻まるまる直接強度解析」を計算することにより、鋼材配置の適正化を図れる。

船体設計の現状を打破したいと考えている。

2. Advance/FrontSTR を船体設計に活用する効果

造船業の船体設計にあたり、合理的な鋼材配置を設定することにより使用鋼材の削減等、経費節減のみならず、環境汚染の減少に貢献することである。また、運航時に波浪等の条件と本船の最終強度をチェックすることにより航海の安全・航路の選定等に寄与し、燃料削減等により、同じく海洋環境汚染の減少に貢献する。具体的には、

- ① 合理的な鋼材配置により、使用鋼材が10%削減されれば製鉄所等で排出されるCO₂等も10%以上削減される。
- ② 10%軽い船体は建造工数を比例して削減可能である。
- ③ 10%軽い船舶を運航することによる燃費の削減、搭載貨物の増加等経済効果も大きい。
- ④ 最終強度まで評価可能であれば、航海日誌等の時系列に波浪との出会い頻度等を検討することにより、船舶の寿命をほぼ適切に判断できる。売船の評価も容易である。

3. Advance/FrontSTR を船体設計に活用する特長又は従来技術との違い

造船業界における船殻設計は「ルールミニマム」を基本に、船体中央部の部分構造解析（1千万自由度・演算時時間約3日）をして評価しているのが現状である。また、船舶の運航も「積付計算機」による平水中の単純梁に仮定した計算に基づいてされている。

これに対して、構造解析（1億自由度・演算時時間約24時間）の大規模解析を実現可能とし、船舶まるまる1隻を一度に解析可能である。

① 本ソフトウェアでは、すでに1億自由度の解析を達成している。この技術をベースに大規模構造解析と合わせ、アセンブリ構造の機能をもつことが大きな特徴である。アセンブリ構造を利用することで、船体を構造毎にメッシュを作成し、そのメッシュを集めた形状全体を解析することが容易に可能である。部品毎にメッシュを作成することは、全体同時にメッシュを作成するよりも格段に容易であるため、メッシュ作成の工数が大幅に削減される。

② 並列計算機を利用した大規模・並列計算に力を入れてきた。下記は、本提案で利用する構造解析ソフトウェアが並列計算機でどの程度の処理時間になるかということを示したものである。ここでは、16CPUの並列計算機を利用することで、処理時間は、ほぼ、1/10程度になることがわかる。すなわち、造船をはじめとした製造業の設計現場で、10時間かかるのであきらめていた解析が、1時間で可能となる。今後、並列計算機が安価になることは間違いなく、設計者の手元で大規模な解析が可能となる日は近づいている。

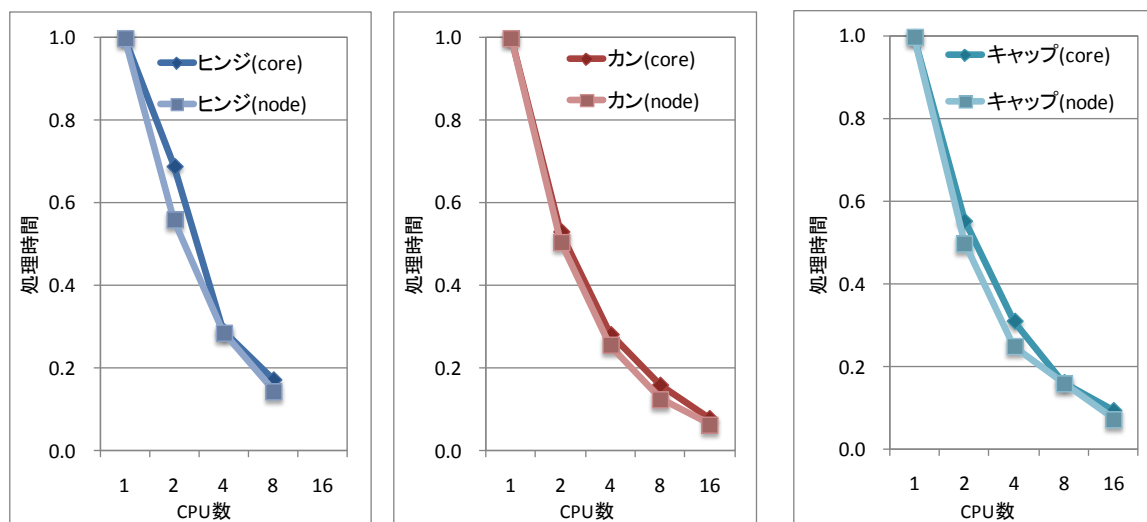


図 3 当社構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR の並列化性能

4. 連成解析について

船舶は海洋環境という過酷な環境下で極めて多様な荷重を受けている。流体解析ソフトウェア FrontFlow で解析した結果を構造解析ソフトウェア

FrontSTR で利用するのも可能である。ここでは、異なる格子間の補間技術が必要だが、これらの技術を利用した業務についても、多くの実績がある。

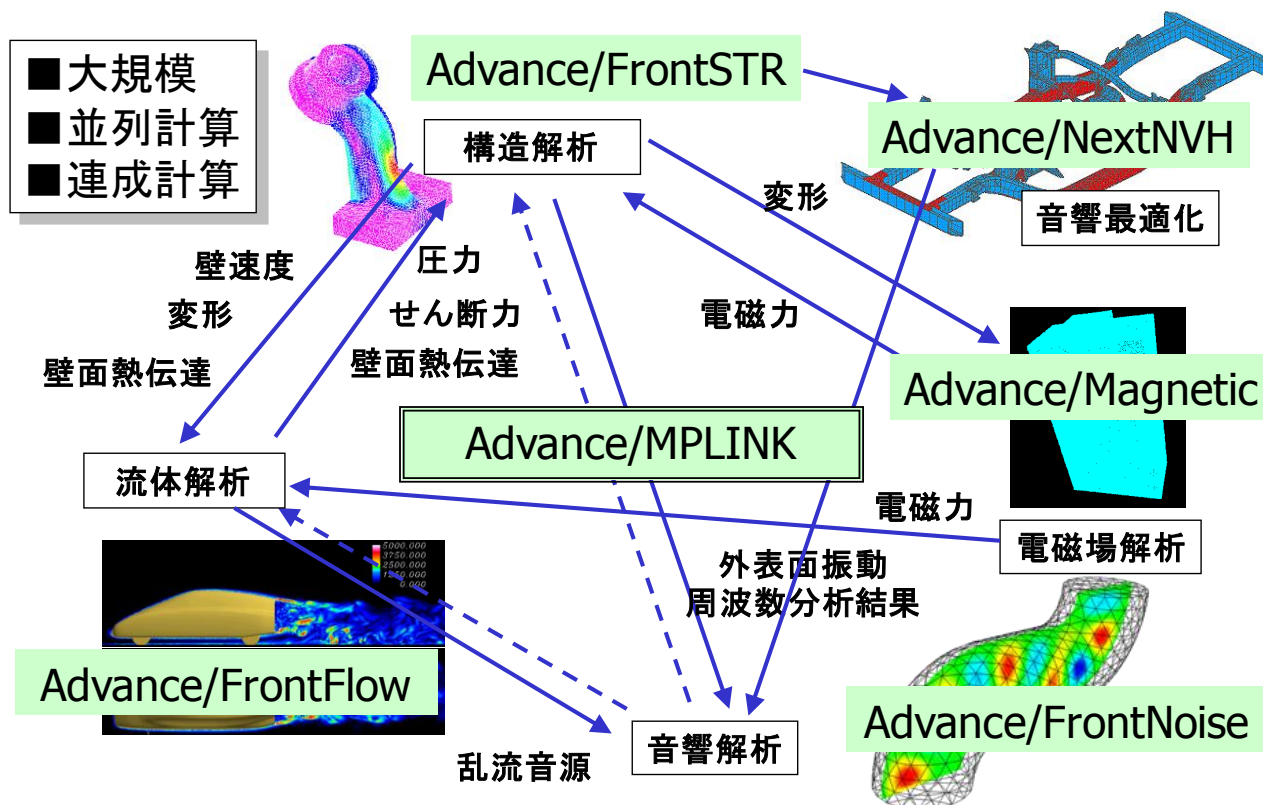


図 4 当社のソフトウェアを利用した連成解析