

# 月刊 共有船

鉄道・運輸機構共有  
貨物船・旅客船

(一社)船舶整備共有船主協会機関誌

**特集**

- 船舶整備共有船主協会 第51回 定時総会開催
  - ◇28年度事業計画、27年度収支計算書、28年度予算案
  - ◇会費の額、納入方法 ◇定款の一部変更
  - ◇27年度業務の概要、共有船保有の現況、建造実績

■《海事局 海洋・環境政策課》  
「内航海運の省エネ化の促進に関する検討会」報告書

■《海事局 内航課》  
第2回「内航海運の活性化に向けた今後の方向性検討会」開催

■SES開発の歴史と検証②③ 2軸CPP方式「ふたば」の概要

**紹介**

- 貨客船「おがさわら丸」就航
  - シップ・オブ・ザ・イヤー2015  
カーフェリー「いずみ/ひびき」に決定

- ◇2015年の我が国のクルーズ等の動向
- ◇暫定事業による認定実績
- ◇5組合で通常総会開催



東京(竹芝)→父島  
おがさわら丸

夏季特集号  
2016.7/8合併

 三菱重工業株式会社

 小笠原海運株式会社  
東京都港区芝浦3-7-9  
TEL. 03 - 3451 - 5171  
URL www.ogasawarakaiun.co.jp



〈連載(295)〉

## 船舶流体力学の新時代 -CFDが開く新しい技術開発-



大阪府立大学21世紀科学研究機構  
特認教授 池田 良穂

最近、船舶設計におけるCFDの威力に魅せられている。CFDとは、コンピュータによる流体力学手法で、従来のような水槽や風洞の実験を行わなくても、コンピュータ上で物体のまわりを流れる流れや、それに伴う流体力が計算できる技術である。そして、そのコンピュータソフトが市販されるようになっていて、だれでも手軽にその技術を利用して、船の周りの流れを把握することができる。もちろん、その使い方にはスキルがいるが。

流体はナビエ・ストークス方程式に支配されることが分かっていたものの、それを解くのが容易ではなかった。この方程式から液体の粘性を無視して簡略化したのが、完全流体とかポテンシャル流れと呼ばれる流れで、これだけ簡易化しても、解くのは容易ではない。古くから多くの優秀な学者、研究者がこの課題に取組み、さらに簡易化した線形理論でなんとか解いて、船の造波抵抗や波浪中での運動を理論的に求めることができるようになったのが、筆者の若いころの状況だった。

そして粘性が絡む渦の問題はもっぱら実験に頼らざるを得なかった。筆者は粘性の影響が顕著なビルジキールの研究からはじめて、海洋資源開発ブームだった30年ほど前には石油掘削リグの要素部材に働く波力の研究を行っていたが、いつもこの流体の中にできる渦に悩まされていた。いったいどのように流れが剥離して、どのような渦が形成され、それがどのように流体力に関係するのか、ひたすら水槽で渦を観察しては考えていた。

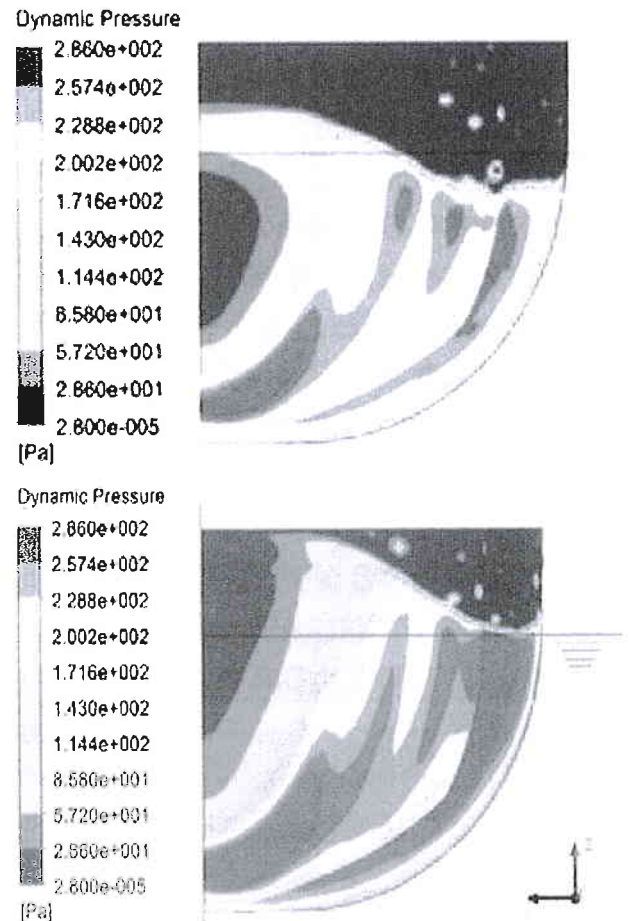
その渦を含んだ複雑な流れがコンピュータで計算できるようになり、渦がどのようにでき、それをどのように制御すれば流体力が変わるのかをパソコンの画面上でビビッドに見ることができるようになったのである。このCFDの計算コードを完成させるには、長年にわたる多くの研究者の汗と努力があったことは周知の事実であり、筆者もその経緯をある程度知っているはいるものの、そうした開発能力はなかったので、常に傍観者の立場であった。

CFDの威力をまざまざと知ったのは、ベトナムの造船系の大学からの留学生を受け入れた10年ほど前のことだった。ベトナムでは船舶用の実験施設がないため、コンピュータを使った流体力学が大学の中で広く普及していて、その留学生もCFDの使い方にはかなり慣れていた。ただ、実験値との比較をせずに使っていたため、その計算結果は筆者の常識とはかけ離れたものであった。筆者の大学で実験を行い、CFDの計算結果と比較しては計算をやり直すという繰り返しをして、1年ほどたって、実験結果とCFD計算結果がよく合うようになってきた。

こうなると波に乗り出した。筆者が実験室で頭を抱えていたいろいろな流体现象が容易に可視化できるようになったのである。最初のテーマは、波浪中の抵抗増加であった。最近の巨大船が、波の中でほとんど揺れないのかかわらず、抵抗が増加して速度が落ちるといった問題にCFDを使ってみた。そうすると、正面から波を受けた瞬間に、水面上の船首部に波の山があたった瞬間に、大きな圧力が生じることがわかった。すなわち、流体力学的にはスタグネーション圧力と呼ばれるものである。しかも、波の状況によってどの位置にどのようなスタグネーション圧力が働くのかも、コンピュータが明瞭に示してくれた。これがわかれば、このスタグネーション圧力の働く場所の流れを変えて、圧力を減らす方法は容易に考案できる。こうして、バルクキャリアからPCCまで、比較的短波長の波を正面から受ける時の抵抗増加を大幅に減らす方法を開発し、今春の日本船舶海洋工学会の

春季講演会で3本の論文として発表することができた。

### NBS-original:



向波中を航行する肥大船の船首に働く圧力分布の違い(上：静水中、下：波浪中)

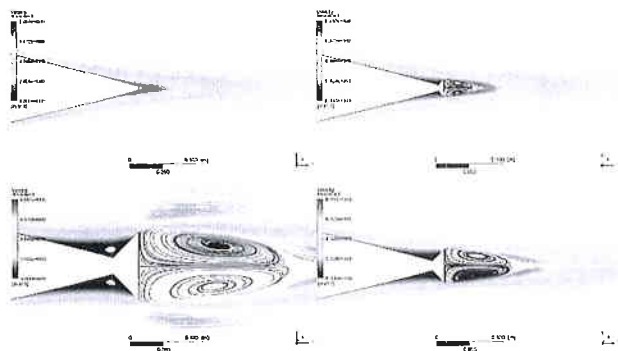
舵の中では、ジャパンハムワージが製造販売している高揚力舵「シーリングラダー」に興味があった。舵の常識である流線型の断面からは程遠い、舵の後端形状を魚のひれの形のようにして、高揚力をだすことのできる優れものだ。舵を切った時に揚力が流線型舵よりも大きくなる流体力学的なメカニズムは容易に理解ができるが、まっすぐ走る時に舵の背後に剥離渦ができて抵抗が増えると考えるのが船舶流体力学に携わる研究者の常識だ。いろいろ話を聞くと、

意外に抵抗増加にはなっていないという。

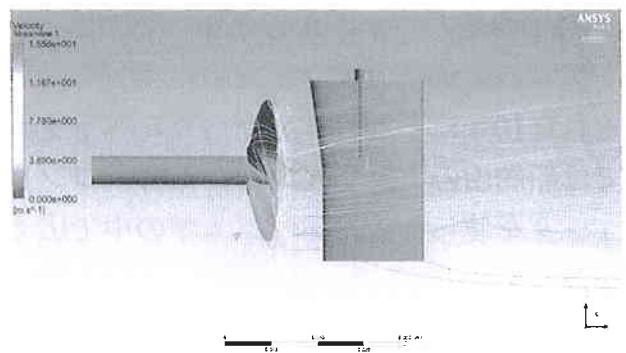
このテーマにベトナムからの2人目の留学生が取り組んでくれた。この場合も剥離渦の問題なので、CFDが威力を発揮する。計算をしてみても、舵の表面でうまく流れを剥離させて、その剥離渦で舵後端までの部分を包み込むように流れさせることで、抵抗増加を抑えるように、きわめて巧妙に形状を工夫していることが分かった。この時の驚きは新鮮だった。これまで長年、心の中に溜まっていたしこりが一気に解消された瞬間であった。

この後、彼は、これまで高揚力はできるものの、抵抗増加が心配されて実用化が進んでいなかったウェッジラダーの最適な設計法を開発することができ、直進時の抵抗はほとんど増えずに、舵の揚力を10~20%まで自由に増加させるためのウェッジの設計法を開発した。これによって、舵の面積を減らすことが可能となるし、低速度での舵効きのよい高揚力舵も可能となる。これも流れの剥離と、その後方の剥離渦の挙動がコンピュータで簡単に計算ができるようになったおかげである。

また、プロペラ作動時の舵の発生する揚力も計算ができるようになってきた。



ウェッジラダーのまわりの渦のCFD計算結果



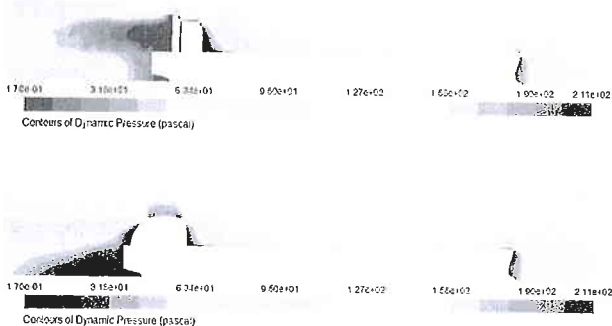
舵に当たるプロペラ回転流の様子

3つ目の事例としては、上部構造の形状による風圧力の問題で、その削減にCFDが威力を発揮した。

最近では、旭洋造船が開発した球状船首ブリッジ船が、各種の船の賞を受賞しているように、ユニークな風圧力を減らした船型がいろいろと開発されている。こうした開発にもCFDが有用だ。

筆者の研究室では、サノヤス造船との共同研究でチップ船に働く風圧力の低減に取り組んだ。軽いチップを積むため乾舷が深い上に、独特の艤装品がデッキ上に並んでいる。これらに働く風圧力を、筆者の大学の水槽で送風機を使って計測を行って、その特性を把握はしたものの、その流体力特性がどの艤装品によるどのような流れに基づくものなのかはなかなか理解ができない。そこですべての艤装品の形状をCFD計算に取り込んで流れを計算した結果、その流れの全容が見えてきた。

そうすると風圧力低減へのアイデアも自ずとわかってくる。この成果は、同造船所から社会人入学した技術者が博士論文としてまとめてくれた。



ブリッジ形状の違いによる風の流の変化。ブリッジ背後に形成される渦が違ってくる。

現在は、デッキ上に山のように積載されたコンテナに働く風圧力をCFDで計算をしている。どこで剥離をして、コンテナの隙間を通った風がどのような渦を形成するのかが、次々と明らかになってきて、想像力が掻き立てられる。これらの結果ももう

すぐ発表できるのでご期待いただきたい。

しかし、CFDを駆使する若い研究者と一緒に、CFDの結果を見ていて、いつも思うのは意外に若い人たちがその結果に興奮をしてくれないことだ。実は、流れの様子を画面でみても、CFDの結果なのだから当たり前で、それ以上の考えが浮かばないらしい。筆者が、若いころ、実験で渦を必死にみて流れの現象を理解しようとした情熱を伝えなければ、なかなかCFDの実用的な活用も難しいのかもしれないと思う。

そこで、現在、造船所の方々と一緒にCFDを使った設計や、乱流モデルの選び方などを勉強するプロジェクトを大学内の最先端船舶技術研究委員会で走らせている。ぜひ、ご興味があればご参加いただきたい。

**地球環境にやさしく  
暮らしを支える旅客船**

一般社団法人 **日本旅客船協会** 東京都千代田区平河町2-6-4 海運ビル  
TEL03-3265-9681 〒102-0093  
ホームページ <http://www.jships.or.jp>