



研究室紹介

造船学科第3講座(田中研究室)

田中一郎* 鈴木敏夫**

造船学科第3講座(船舶抵抗・推進)は、船に働く力(抵抗, プロペラの推進力, 波力, 風力, 施回力, 舵力など)の内平水中直進状態での力の性質について研究を行い, 実船の機関馬力の推定精度の向上と, より良い推進性能を有する船体形状の開発を目的としている。従ってその歴史は古く, 工学部史によれば昭和6年に第3講座として新設されて以来船舶の推進性能向上に一役を担ってきた。

本研究室の構成は, 田中一郎教授, 鈴木敏夫助教授, 松村清重助手の3教官及び当研究室所属の学生, 大学院後期課程3年生1名, 1年生1名, 前期課程2年生4名(内外国人留学生1名), 1年生4名, 学部4年生4名, 総計17名である。また, 当講座に所属する大型実験設備としては, いちょう祭の学内開放でおなじみの船舶試験水槽(通称造船水槽)と回流水槽がある。これらの設備の維持管理については, 慣例により水関係3講座(第1, 第3, 第5)の若手助手及び技官が行っている。

船が水に浮き, 浮いている物体は極く小さな力で移動させることができると言うことに気付いて以来, 船ほど大量の荷物を運搬した運送機器は他に見当らないように思われる。宇宙に浮くものまで宇宙船と呼ばれているので, これも船に入れるとすれば今後ともこの優位は動かないであろう。しかし, 現実の船は速度を上げると波の発生が激しくなり必要なエンジン馬力が急増する。そのため運送効率の面から当然経済速度というものが決まってくる訳で, この速度をいかに高めるか, 逆に馬力をいかに少なく抑えるかが重要な課題となってくる。当研究室は

この経済速度をいかに高めるか又は, 所要馬力をいかに少なくするかを常に最終目標として, その推定法と共に研究を進めている。

現在当研究室においては, 船体周りの三次元粘性流場について主に研究を行っている。本誌でも既に3回*研究ノートを掲載しているが, 船体周りの流場のうち特に船尾プロペラ近傍の流れは縦渦成分を含み非常に複雑な流れとなっている。その流れを飛行機や潜水艦の後流のように滑らかな流れになるように船型を変更することも可能であり, そのほうが抵抗も減少する。しかし, 船の場合には伴流利得という船舶特有の考えがあるためことは簡単に運ばない。これは簡単に言うと, 粘性のために船と共に引きずられた船体周りの流体はそのまま流れ去ると運動量損失として抵抗になるが, プロペラが後端に有る船の場合はプロペラにより加速することにより運動量損失を減少させると共にプロペラの推力を発生することができる。つまり運動量損失の回収が行われたことになり, これを伴流利得と言っている。この現象が有るため船は推進効率約60%という高い値を維持できるものと考えられる。従って, 船体抵抗の低減, 推進効率の向上と一口に言っても, いかに運動量損失をした流体をプロペラ円内に導き回収するかをも合せ考える必要があり単純に割り切れないのが現実であり難しい所でもある。以下に最近当研究室で行われている研究内容を簡単に述べる。

1. 船体周りの流場と推進性能に関する研究

前述のように船の推進性能の向上は, プロペラに流入する速度場をいかにコントロールする

*田中一郎 (Ichiro TANAKA), 大阪大学, 工学部, 造船学科, 教授, 工学博士, 造船学

**鈴木敏夫 (Toshio SUZUKI), 工学部, 造船学科, 助教授, 工学博士, 造船学

*Vol. 29, No. 4, 田中一郎, Vol. 31, No. 4, 鈴木敏夫, Vol. 33, No. 4, 松村清重

かに依る．そこで本研究テーマにおいては，船体周りの粘性流場を三次元境界層理論を用いて数値的に解く試み，船尾後端のような厚い境界層内でプロペラが作動した場合に流場にどのような変化が生じ，抵抗及びプロペラへの流入流速がどのように変化するか等について理論的な検討を行うと共に，模型実験による結果と比較検討を行っている．他方，船尾形状の変化とそれに伴うプロペラ面での速度分布の変化に関する調査も理論と実験の両面から行っている．

2. 船尾流場の尺度影響に関する研究

模型船と実船では造波現象を合わせるためフルード数を一致させて実験を行うため粘性流場を支配するレイノルズ数は一般に一致しない．また，レイノルズ数の差も100～1,000倍と大きいためその影響は無視できず尺度影響と言う言葉で示される一つの研究分野をなしている．実船による流場計測は設備と費用の両面からの制約により困難なためその例は極めて少なく，相関係数を見出すには至っていない．そこで本研究室においては尺度影響がある程度明らかにされている薄い境界層領域において境界層吸込を行い，そこでの相対的境界層厚さを実船状態に合せ，それ以後発生する船尾縦渦の発生機構や渦の巻き込み等について実験的な調査を行っている．この方法により縦渦が厚い境界層に与える

影響等について基礎的な資料を得ると共に，吸込が乱動に与える影響等についても調査を行っている．

3. 斜航回転楕円体まわりの流場と流体力に関する研究

船尾流場を特徴付けている三次元剝離の発生機構について主として理論的な検討を行っている．現在，微小迎角を有する場合について摂動論を用いて解く試みをしており，三次元剝離の発生及び発生後生じる縦渦の影響を考慮した数値計算等を行っている．本手法は三次元剝離の機構研究のみでなく揚力，回転モーメント等船の操縦運動への適用も可能である．

4. 低速造波抵抗理論に関する研究

従来行われてきた造波抵抗理論が高速域での造波抵抗の性質を良く表わし，高速船の造波抵抗の低減に非常に貢献した．しかし，中，低速船の造波現象の説明には不十分な点があり，低速域での造波抵抗を表現する低速造波理論の展開が行われた．この理論においても船体による流れの曲り及び船体表面における波の反射等の影響が考慮されていないためその影響を取り入れた理論の開発を行っている．また，肥えた船首近傍で発生する波崩れ現象についての理論的アプローチも行っている．

