

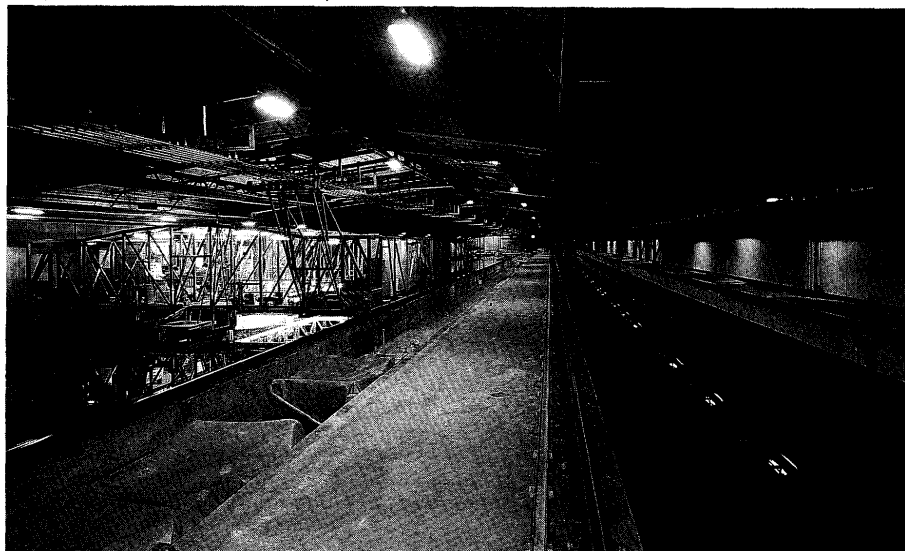
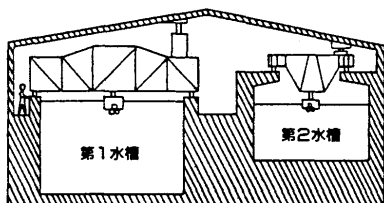
水槽試験とその効用

(その1)

1. 実船の速力、馬力を推定する

よい船を造るために設計者は、推進性能や経済性などを検討し、使用目的に最もマッチした船型を得ようと努力している。しかし建造実績のある船型や設計データがある場合はよいが、新しい船型を開発しようとしたり、設計資料が充分にないときは目的とする性能が得られないことがある。また、データ不足のため安全を見すぎて過大な主機関を搭載するような不経済なケースも見受けられる。船舶の建造は費用も工期も多くかかり、試みに建造したり、造り直すわけにはいかず、このような場合非常に大きなリスクを負うことになる。

19世紀末、英国のウィリアム・フルードは模型試験により実船の抵抗を知ることが可能であるとし、「フルードの法則」を発表した。ついで、1871年に英国のトーキー(Torquay)に試験水槽を建設し実験的にも理論の正しいことが証明された。以後、試験水槽の重要性が認識され、水槽試験が広く行われるように



なった。そして100年以上を経た現在も、建造する船について、目標とした性能が得られるか否かを確認するための試験、新しい船型を開発する手段としての試験、などその重要性は何ら変わっていない。

2. 推進性能試験とは

ここでは、推進性能試験とはどのようなものであるかその概要を説明する。個々の試験の詳しい内容は次回に解説したい。

推進性能試験には主なるものとして次のような試験がある。

- (1)抵抗試験
- (2)自航試験
- (3)プロペラ単独試験
- (4)伴流試験

抵抗試験では、一定の速度で航走する模型船の抵抗を計測して、下記に示す実船の有効馬力(EHP)を求めることを目的としている。

$$R \quad ; \text{全抵抗(kgf)}$$

$$EHP = R \cdot V / 75 \quad V \quad ; \text{速度 (m/s)}$$

$$EHP; \text{有効馬力}$$

ここで重要な問題は、模型船の抵抗から実船の抵抗を推定する方法にある。抵抗を成分に分け、各成分毎に実船の抵抗値に換算しなければならない。

抵抗は、大きく二つに分けられる。一

つは船が波を造るための抵抗で造波抵抗と呼んでいる。

実船とそれと相似な模型船でフルード数

$$Fn = V / \sqrt{g \cdot L} \quad g; \text{重力の加速度(m/s}^2\text{)}$$

$$L; \text{船の長さ(m)}$$

を等しくすると、両方で波の形も相似になる。これをフルードの相似則と言い、模型試験ではフルード数を実船のそれと同じにして試験する。もう一つは、水の粘性による抵抗で、これはレイノルズ数

$Rn = L \cdot V / \nu$ ν ; 水の動粘性係数によって変わる。模型試験では、フルード数を合わせるのので、このレイノルズ数は模型船と実船とで異なり別途計算によって換算する必要がある。

有効馬力は、この船を曳航するときに必要なパワーを示している。実際の船舶は、プロペラの推力で前進するから、実用上必要なパワーは、プロペラに供給する馬力(伝達馬力:DHP)である。伝達馬力と有効馬力の比を推進係数 η と呼んでいる。

$$EHP/DHP = \eta$$

船型試験では、推進係数を自航試験によってもとめることができる。模型船の推進係数もまた実船に換算する必要がある。このため、わが国では、推進係数も成分に分解し、実船の値を求める組立法が一般に用いられている。

推進係数の成分の一つにプロペラ単独の効率があり、プロペラ単独試験によって求めることが出来る。しかし、船のプロペラは船体の後で作動するため、プロペラには船速とは異なった不均一な流れ(伴流)が流入するので、プロペラ単独とは性能が若干異なってくる。このために伴流の計測(伴流計測)もまた船型試験の重要な要素になっている。

以上の説明でも判るように、船型試験法では模型船の値を計測して実船の値を推定する手法が最も重視されて、フルー

ド以来さまざまな方法が考えられてきた。

現在、国際試験水槽会議(ITTIC)などで主流になっている方法は、ほぼわが国で大型船を中心に長年にわたって培ってきた方式であるが、小型船の模型試験に特有の問題については、今後も研究しなければならないところもある。

3. 試験のまえに

模型を用いて実験を行い実船の馬力等を推定するという試験の性格上、模型船や模型プロペラは非常に高い製作精度が要求される。また、実験データも非常にデリケートであり、試験に使用する施設や計測機器も高精度のものが必要である。これらの実験機器と高度に維持管理された諸設備を用いることによって質の高い水槽試験を行うことが可能となるのである。

曳航水槽

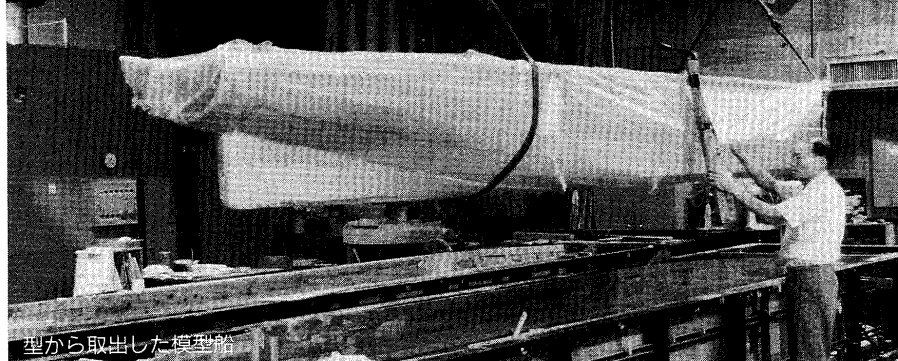
当センターには、二つの水槽がありそれぞれ第一水槽、第二水槽と呼んでいる。

	第一水槽	第二水槽
長さ	207.0m	207.0m
幅	10.0m	8.0m
深さ	6.3m	4.15m
曳引車最高速度	5m/s	6m/s

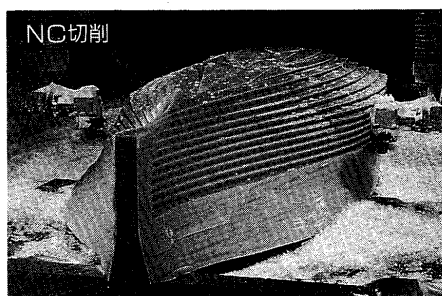
第一水槽の端には造波装置が設置してあり、波浪中の試験をすることも出来る。水槽で使用する曳引車の速度制御は 1mm/s 級の高い制御性能を有している。また曳引車用の走行レールの高低や直進性、水槽水のチェックなど、水槽試験の精度を維持するため常に保守・管理を行っている。

模型船

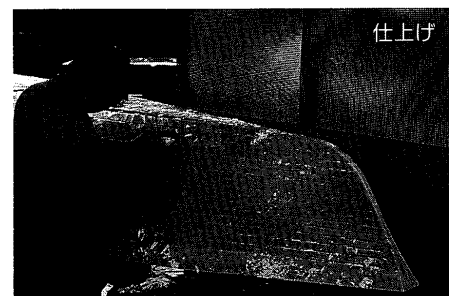
模型船の大きさは、小さくなるほど製作誤差の影響が大きくなるため、また、レイノルズ数の違いは計算で修正せざる



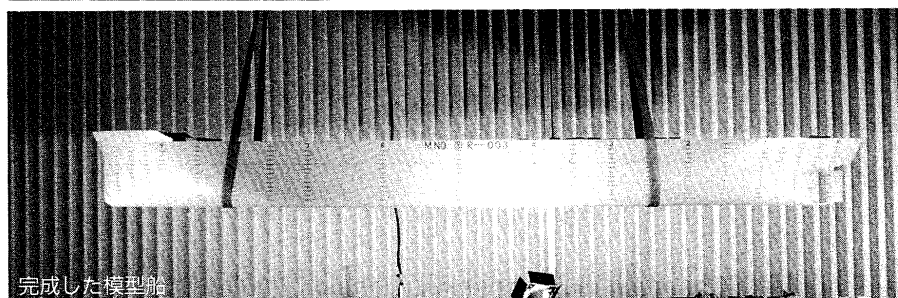
型から取出した模型船



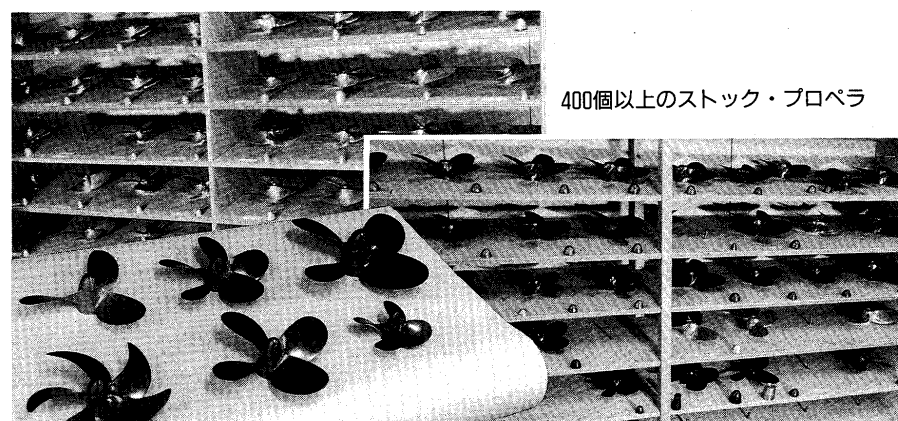
NC切削



仕上げ



完成した模型船



400個以上のストック・プロペラ

を得ないので、ある程度の大きさが要求されるが、通常は試験を行う水槽の大きさや、計測機器の容量・精度、曳引車の速度などにより決められる。

目白水槽では、大型の一般商船では長さ6m程度の模型船を使用している。本船が小さいときや高速のときは、これより小さい模型船が使われる。模型船は、内側を木で補強したパラフィン製で、NC削成機と熟練した製作者により精密に仕上げられる。試験により、木製やウレタン製の模型船を使用する場合もある。

模型プロペラ

模型プロペラも、1/100mm級の精度が要

求されるのでNC削成機によって加工された後熟練した製作者によって仕上げられる。

自航試験時に使用する模型プロペラは、通常実船に使用するプロペラの主要目に近いものを、当センター所有のプロペラ(ストック・プロペラという)から選んで使用する。該当するプロペラが無いときや、プロペラのキャビテーション性能を調べるとき、新たに開発したプロペラの性能を求めるときなどには別に製作することになる。

今回は、当センターの標準試験法および解析法に基づいて試験の内容を詳しく解説したい。