

船体のまわりの流場（その2）

鈴木 敏 夫*

以前、私の属する研究室の教授がこの欄において同じ題で船体まわりの流場の概説を行った¹⁾ので、今回は（その2）として実船の船尾における流れについて紹介する。

昔、船が船らしくスマートであった時代には船尾の流れも滑らかであったが、近年その数と大きさを急激に増したタンカーや鉱石運搬船などはずんぐりした船首尾形状を持つため、船尾の流れもまた複雑なものとなってきた。この様子は模型船のまわりで流場を調査した結果判明した事柄であり、その特長として前回述べられているような船尾縦渦（ビルジ渦）が挙げられる。しかし、このような流れが長さ300mもある実際の船においても同じように存在すると考えるのは虫が良すぎるようである。事実、プロペラの作動状態よりプロペラに有効な流入速度を逆算してみると、模型の値の約1.2倍程度の速度で流入していることが分かる。プロペラの平均的作動状態を予測するだけならば手軽に求められるこのような数値を数多く集め、統計的に処理すれば事足りるのであるが、このような大型船においては別の問題点からプロペラへの流入速度場が模型状態とどのように異なるか、さらにはどのような尺度影響を受けるかなどを知りたくなる。船尾の流れ場に関連する問題点の例としては、プロペラの損傷につながる空洞現象や振動の発生源となる変動荷重などが挙げられる。以下に述べる実船の船尾流場調査は、実船の速度計測および馬力推定法の精度向上に関する研究の一環として日本造船研究協会においておこなわれたものの一部である。

計測した船は長さが302mの16万トン型鉱石

*田中一朗 Vol.29, No. 4

*鈴木敏夫 (Toshio SUZUKI), 大阪大学, 工学部造船学科, 助教授, 工学博士, 抵抗推進学

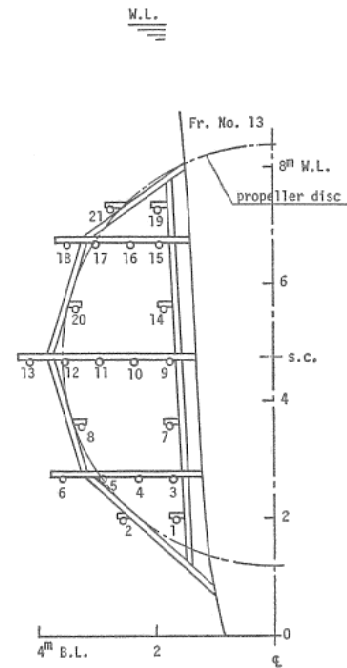


図1 実船における計測用トラストと5孔管の配置

運搬船で、プロペラ直径7.2 mエンジン出力3万2千馬力の一軸ディーゼル船である。流場の計測場所はプロペラの直前約6 mの断面で、プロペラと同程度の面積内を計測する必要から図1に示すようなトラストを船体に固着し、それに5孔管を21本取付けることにした。5孔管は球形の先端部にあけた5個の圧力孔の圧力を測ることにより流れの方向と大きさを三次元的に知ることのできるピトー管の一種である。実物は野球のボールを握って突出した投手の腕といった感じで、実験室においては大きな感じであったが造船所のドックで船に取付けられた状態は、まさにマッチ棒が取付いた感じでたよりなげであった。

圧力の計測には一般にもよく用いられる水銀マンオメーターを使用した。しかし、5孔管先端部の圧力をビニールチューブを通じてそのまま船のデッキまで持ち上げる（船体に孔を明け内

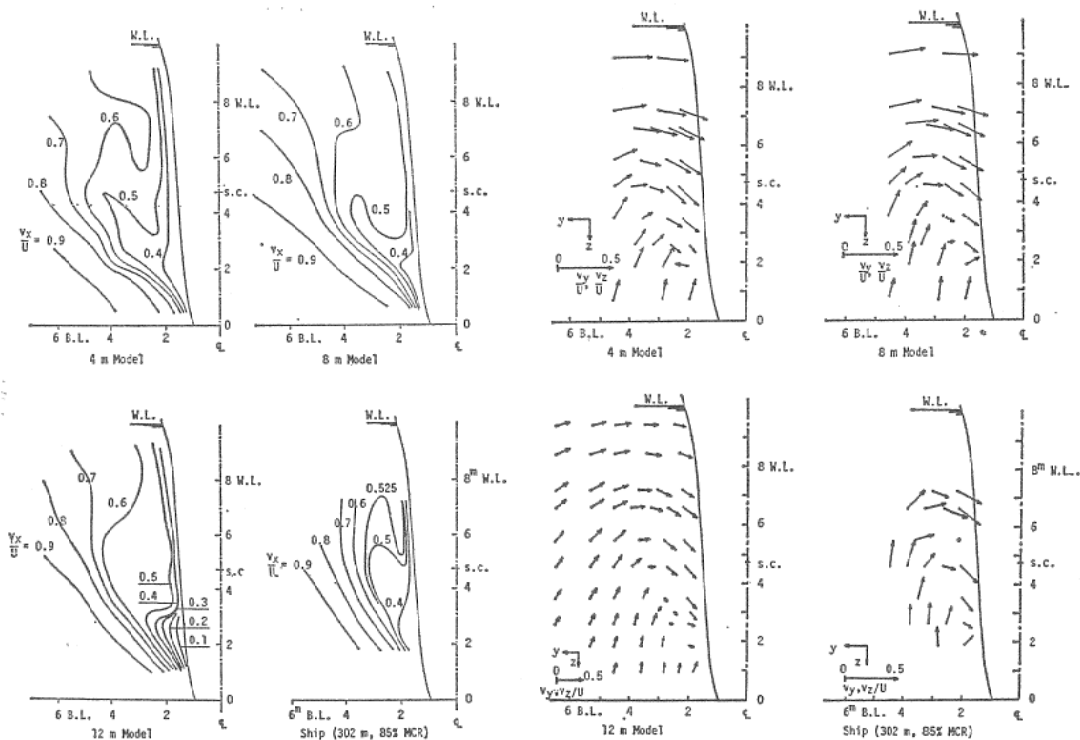


図2 航行時の実船と模型船の速度分布図

部に引込むことはできない) ことは、デッキが水面上10m以上あるためパイプ内が真空となり不可能である。そのため圧力の伝達に空気をを用いる空気式マンメーターを用いることにした。この方式によれば5孔管先端部の圧力孔とデッキ上にある水銀マンメーターとの間に空気が閉じ込められているため応答が早くなる。他方、計測値には先端の圧力に静水圧を加えた値がそのまま示されるため、波や船体運動の影響を受ける欠点がある。

バラスト状態で計測した結果の1例を模型船の同一場所における測定値と共に図2に示す。速度分布のゆがみや断面内の渦状流れ(ビルジ渦)など模型船船尾流場とよく似た流場が計測された。主流方向速度(V_x)の分布形状を比較すると、船の長さが増すにつれ船長との相対的幅の縮小が認められている。この現象は以前から知られており、境界層の相対厚さはほぼ粘性抵抗係数の比で(今の場合約 $\frac{1}{2}$)縮小すると言われている。この計測結果が従来のような考えの延長上であれば問題はないのであるが、結果的に多少はずれたためまた新しい問題を提起することになった。

同様の計測が別の所で行われ、その結果は従来の方法でよく合うためその違いを調べた結果、船尾のビルジ渦が弱い場合(コンテナ船、一般貨物船)には従来通りの方法で良く、今回はビルジ渦が強いために外れたのではないかということになった。そこで計測した速度分布よりビルジ渦の分布(正式には渦度の分布)を算出したところ、渦度の分布も幅方向に縮まっていることが判明した。しかし、渦度の積分値である循環(これが渦の強さに対応する)を求め船長 L と船速 U で無次元化したところ、模型と実船であまり差のないことが明らかとなり、結局船尾に存在するビルジ渦は模型と実船で相対的強さは一定であるが相対的位置関係が異なるため船尾の速度分布に与える影響が同一にならないことが予想されるという結論が得られた。つまり現在ある方法をより正確にするための調査を行ったところ、そこに含まれていた新たな別の問題点を浮彫りにした結果となってしまった。現在は渦の影響に調査を絞って研究を続け、モデル化された状態における渦の効果が明らかになってきた。今後より一般的な場合の効果について知りたいと思っている。