2 船首付近の剥離流れの観察

(株)日立造船技術研究所 田中寿夫*

日立造船(株)舞鶴工場 長谷川祐司

大阪府立大学工学部 奥野武俊

Flow Observation around Slender Bow

Hisao Tanaka*, Yuji Hasegawa**, Taketoshi Okuno***

The present paper describes a result of flow observation around bow of the high-speed fine ship which has V-shape transverse section with knuckle corners at bottom. The so-called milk-painting method is used for the flow visualization of limiting stream-line and separated vortex flow.

As the result of flow visualization, it is observed that the longitudinal vortex caused on 3-D separation exist around bow in oblique flow. Investigating the position of the vortex core to refer the results of velocity distribution measurement, it is different from one of the low-speed full ship, consequently.

1. 緒言

船体周りの剥離流れや剥離渦の典型的なものとして、肥大船船尾付近の縦渦や船首部での砕波に伴う首飾り渦の存在が従来から知られており、これらについては優れた可視化実験の結果がすでに報告されている^{1) 2)}。しかし船体周りの剥離現象はこれらに限られたわけではなく、船型・船体姿勢等の違いから大きく変化することが予想される。例えば高速瘦せ型船の場合は、船首部の断面形状がV字型に近く、斜航時には横流れにともなって船首付近でも剥離が発生し、肥大船周りの剥離流れとは異なった様相を呈することが予想される。また、船底knuckle部の形状が角ばったものとなっている場合は横流れに対して剥離を生じ易いと考えられる。しかしこれらに関する観察結果はあまり報告されていないように思われる。

本研究ではこのことを明らかにするために、船底部にknuckleを有する高速瘦せ型船周り

* Hitachi Zosen Technical Research Laboratory Inc., Sakurajima 1-3-22,
Konohana-Ku, Osaka 554, Japan

** Hitachi Zosen Co. Maizuru Works, Amarube 1180, Maizuru, Kyoto 625, Japan

*** University of Osaka Prefecture, Mozu-Umemachi, Sakai, Osaka 591, Japan

の流れを、従来のコンデンスミルク法を改良して乱流中での模型表面付近の流れや限界流線などを観察できるようにしたミルク塗膜法³⁾による可視化を行なった。また船首船底付近の流速分布計測結果と可視化結果を比較することにより、渦中心の位置を推定した。

2. 可視化実験

可視化実験の概要とその結果を以下に述べる。実験は大阪府立大学の水平循環型回流水槽（観測部長さ6m,幅1.5m,深さ1.0m）で実施した。可視化方法は前述のように限界流線と剥離流れを観察できるミルク塗膜法を採用し、直進及び斜航時の高速瘦せ型船の船首船底付近の流れを観察した。供試模型船の主要目をTable 1に示す。模型船は白色塗料で塗装してあるので、ここではミルクを黒色顔料で着色したものを使用した。直進時と10°斜航時の可視化写真をFig.1,2にそれぞれ示す。可視化画像の記録にはVTRとスチールカメラを使用した。流速は0.4m/sec (Reynolds数 = 0.4×10^6 , Froude数 = 0.09) で流れの方向は図中左から右である。

Table 1 Principal Dimensions of Model

L_{wl}	2. 0 0 0 m
B	0. 2 7 5 m
d	0. 1 0 5 m
L / B	7. 2 7 3
C b	0. 5 2 5

Fig.1(a)は直進時の船首部船底付近の流れである。船底部の限界流線は滑らかでほぼ一様流の方向に向いており、大規模な剥離や逆流渦は見られない。Fig.1(b)は直進時の船側付近の流れを可視化したものである。船側の限界流線も、やや船底方向に向いてはいるがほぼ水平である。

Fig.2(a)は10°斜航時の船首部船底付近の流れである。これを見ると、船底部のface側のbottom flat lineに沿う位置と、back側のやや船側に寄った位置に3次元剥離線が認められる。Fig.2(b),(c)はそれぞれface側、back側の船側での流れである。直進時の場合に比べて、船側下部での限界流線が著しく下向きになっており、横流れにともなう強い剥離流れが存在していることがうかがえる。Fig.2の写真ではわかりにくいですが、塗布したミルクが流出する過程で、剥離線付近に剥離にともなう縦渦が存在することが観察された。なお、船側付近の流れの写真で上部に見えるのは水面による鏡像である。

3. 流速分布計測結果との比較

可視化実験により斜航時には船首船底付近から剥離が生じ、剥離渦が存在することが明らかになったが、渦中心の位置を明確に確認することはできなかった。一様流に垂直な断面内での流速分布の計測を行なった。その結果をFig.3に示す。(a)のS.S. 9での流速ベクトルを見ると、back側の船底knuckle部付近で流れが剥離し逆流渦が形成されているこ

Fig.1 Visualized Flow Pattern

(0' Ahead, $f=1.4$, $S=1/500$)

(a)Bottom View

(b)Side View

(a)

(b)

Fig.2 Visualized Flow Pattern

(10' Oblique, $f=1.4$, $S=1/500$)

(a)Bottom View

(b)Face Side View

(c)Back Side View

(a)

(b)

(c)

とがわかる。さらに(b)のS.S. 8、(c)のS.S. 7の断面でも渦中心は、やはり船底knuckle部の近傍にとどまっているが、渦の規模は徐々に大きくなっている。これらは同一船型に対する境界層内速度分布⁴⁾と符合するものとなっている。

二村ら³⁾によれば、肥大船の斜航時には剥離渦がS.S. 8付近で船底ビルジ付近から流出して、上昇しながら後方に流れる。しかし、ここで述べた高速痩せ型船の場合は、船首付近で剥離が生じ、しかも剥離渦の中心が船底近傍にとどまったまま後方に伸びており、肥大船とは異なった流れとなっている。

Fig.3 Velocity Distribution in Transverse Section

4. 結言

斜航する高速痩せ型船の船首船底付近に発生する3次元剥離をミルク塗膜法により可視化し、模型表面の限界流線の観察結果から船首船底部付近でかなり大規模な剥離渦が存在することを見いだした。さらに船首部付近の流速分布計測結果を参照することにより、肥大船の剥離渦の場合とは異なり、船底付近に剥離渦の中心が存在することを明らかにした。

< 参考文献 >

- 1) 二村 正他: 斜航するタンカー船型まわりの流場観測, 流れの可視化 vol.5 No.18, 1985
- 2) 種子田定俊: 船首くび飾り渦, 九州大学応用力学研究所報, 31号, 1969
- 3) 奥野武俊: コンデンスミルク法による船体まわりの流れの可視化, 流れの可視化 vol.5 Suppl., 1985
- 4) 長谷川祐司他: 船首船底の斜航流場調査, 関西造船協会誌 211号, 1989