6 波浪中における船尾流れの可視化

船舶技術研究所 武井幸雄[○]・牧野雅彦

Visualization of the Flow on an After Body of a Ship Model in Waves
Ship Research Institute Yukio Takei, Masahiko Makino

As a part of the experimental researches on the wake of the ship in waves, visualization of the flow on an after body of a ship model in waves was performed by using tufts and a VTR camera.

Behaviors of the tufts fitted on an after body were recorded by VTR in waves as well as in still water. The test conditions were as follows,

- 1) ship model: 4.5m length, pure car carrier
- 2) model speed: 1.211m/s (Froude's number; 0.180)
- 3) number of revolutions of propeller: 12.1rps
- 4) waves: regular head wave, wave height; 6.75cm, wave length; 3, 4.5, 6m

As a result, we found that a number of tufts shaken in the same period of the ship motion.

1. はじめに

最近、自動車専用運搬船などの高速船のプロペラ翼の損傷事故例がいくつか報告されている。この事故は、極端な力が突発的にプロペラ翼に加わって生じたものでなく、波浪および船尾伴流分布による繰り返し荷重がプロペラ翼に働いたために生じた波浪破損と推測される。従って、これらの船舶に対してはプロペラ翼の強度設計基準に波浪中を航行するときプロペラ翼に加わる変動荷重を考慮する必要があると考えられる。そのためには、プロペラ1翼あたりの負荷変動の推定などが重要な課題となる。¹⁾

その負荷変動はプロペラ流入速度の変動により生ずるものであるが、波浪中の伴流の変化を調べた例は少ない。²⁾ 今回、波浪中の伴流の実験的研究の一環として、表面タフト法により船尾の流れを観測した結果について報告する。

2. 実験装置と可視化手法

本実験は船舶技術研究所の三鷹第3船舶試験水槽において行った。Fig.1に示すように、アルミニウム製支柱にVTRカメラ、波よけ、のぞき窓およびミラーをつけた撮影装置をおよそ2.6m離れたところに設置して、模型船と共に走行させた。VTRカメラはナショナルVZ-C95で、VTRは同NV-180である。

照明は写真用ランプ(500W)をカメラの少し後方に3ヶ所設置した。カメラが高感度であるので、水中照明は行わなかった。

Fig.1 EXPERIMENTAL APPARATUS

模型船は長さ4.5mの自動車専用運搬船である。その要目を模型プロペラの要目と共にTable 1に示す。

流れの可視化のための表面タフトには中細の黄色の毛糸を用いた。使用前に水に馴染ませるために洗剤で十分に洗浄した。タフトの長さは30mmで、赤色のポリエステル粘着テープにより船尾右舷側に取り付けた。取り付け位置はFig.2および3に示すように、ステーションナンバー(S.No.; 船長を10等分して、船尾を0とした数)

で、AP (S.No.0) から1/4おきである。タフトはポリエステル粘着テープに50mm間隔であらかじめはっておき、船体表面に沿って取り付けた。Fig.2で点線は各ステーションにおける断面を示しており、カメラから見たタフトの位置は黒丸で示すようになる。

模型船の表面は緑色で塗装されていて、黄色のタフトに対しては色調のコントラストが弱いため、タフトの背影にあたる部分に赤色のポリエステル粘着テープを張り付けて、コントラストを強めた (Fig.3)。

3. 実験方法

実験は抵抗試験 (曳航) 状態および自航試験 (プロペラによる自走) 状態について行った。実験条件はTable.2に示すように船速 (V_m) は1.211m/s (フルード数1.80)、自航状態におけるプロペラの回転数 (N_p) は12.1rpsであり、波は規則的な正面向かい波で波高は6.75cm、波長は3、4.5、6mの3種である。

模型船は抵抗動力計で曳航されて、上下揺れおよびピッチングが許されており、ローリングおよび前後揺れは許していない。

曳引車にとりつけたサーボ式波高計により出会波形を、また、模型船の前後に設置したガイド装置で、前後の上下揺れをポテンショメータにより計測した。

TABLE 1
PARTICULARS OF SHIP MODEL
AND PROPELLER MODEL

M.S.No.0434	M.P.No.0237
Lpp 4.500m	D 0.151m
B 0.828m	H/D 0.977
d 0.233m	Z 5

Fig.2 LOCATION OF THE TUFTS

Fig.3 THE TUFTS FITTED
ON THE SHIP MODEL

TABLE 2
TEST CONDITIONS

FULL LOAD ($d=0.233m$)
$V_m=1.211m/s$ $Fn=0.180$ $N_p=12.1rps$
WAVE HEIGHT=6.75cm
WAVE LENGTH=3, 4.5, 6m
WAVE LENGTH/ $L_{pp}=0.67, 1.0, 1.33$

4. 実験結果

各状態で録画された画像を再生し、スケッチした結果をFig.4 (a) ~ (h) に示す。

Fig.4において、a、b、c、dは抵抗試験状態、e、f、g、hは自航試験状態で、上から平水中、波長3、4.5、6 mにおける結果を示す。タフトの動きは最大の揺れ幅を描いて、その間に斜線を書きこんである。しかし、このスケッチはそれほど厳密に描いたものでなく、単に見取りスケッチをしたものである。

これらの結果から若干の考察をする。平水中のaおよびeを比較すると、S.No.3/4におけるタフトの揺れ幅はeの方が小さい。これはプロペラにより船体表面近くの乱れが減少したと考えられる。またプロペラ直上のタフトはプロペラの回転による流れの乱れにより大きく揺れている。さらに舵のタフトも振幅が増大している。

波長3 mにおける状態(bおよびf)では、船体運動が小さいために、タフトの揺れ幅は平水中におけるそれと相違が小さい。

波長4.5 mにおける状態(cおよびg)では、船長と波長の比が1となり、船体運動が大きくなるため、タフトの揺れ幅は大きい。特に船体運動の周期に同期して揺れるタフトが多くなる。(Fig.4のタフトの揺れ幅は、早く振動する動きと船体運動に同期する比較的ゆっくりした動きの区別をして描いていない。)

波長6 mの状態では、波長3 mおよび4.5 mにおいて揺れが小さいS.No.1/2の船底に近いタフトが、船体運動の周期に同期して大きく揺れている。

5. おわりに

表面タフト法により、波浪中の船尾表面の流れの可視化を試みた。まだ、詳細な検討を行っていないが、平水中と比較して、タフトの揺れの相違などを把握できた。波浪中における伴流に関する実験例は少なく³⁾、本実験結果も、データを集積するという観点から十分有意義であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 門井、岡本、堀、足達、波浪中における自動車専用運搬船のプロペラ負荷変動 第44回船舶技術研究所 研究発表会講演集 1984年12月
- 2) 姫野、波浪中推進性能における粘性影響 日本造船学会運動性能委員会 第1回シンポジウム—波浪中推進性能と波浪荷重— 1984年12月
- 3) 中村、細田、内藤、林、井上、コンテナ船の波浪中推進性能に関する研究 第3～5報 関西造船協会誌 1975年～1976年

Fig.4 SKETCHES OF THE TUFTS