

シリーズ船型のCFD計算結果と水槽実験の相関

CFD研究開発センター *菅井 信夫、 平田 信行

1 はじめに

CFD計算による船体まわり流場の計算は各所で実施され、僅かな船型変化に対してもその性能差が得られるため、船型改良にも利用されている。海上技術安全研究所においても当所で開発したNSソルバーを用いて内航高速船のシリーズ計算[1]を行ったことがあるが、このときは形状影響係数のみの比較であった。今回は内航タンカーのシリーズ船型[2][3]に対し、NEPTUNEコード[4]を使用して形状影響係数及び計画速力の船体抵抗値を求め、CFD計算結果と水槽実験結果との相関を調査した。

2 船型

計算対象に選んだ船型は699GT型船と999GT型船の内航タンカーの船型改良シリーズである。船型の主要目を表-1に示す。状態は初期トリムなしの満載状態である。両シリーズとも船型改良の主眼は造波抵抗軽減と、船尾形状の改良による推進性能の向上である。

3 CFD計算

3.1 計算格子の作成

船体表面形状のデータベースを当所で開発したGMESHにより作成し、そのデータベースを基に商用の格子生成ソフトウェアGRIDGENを用いて計算格子を生成した。

格子分割数は効率的な計算を達成するために各方向の格子分割数を8の倍数とし、船体の長さ方向64、ガース方向は32とした。計算領域は船首から上流方向に1.0L、船尾から下流方向に2.0L、幅方向に2.0Lとした。Lは垂線間長である。分割数は船首上流側16、船

表 - 1 模型船主要目

999GT OIL TANKER							
M.S.No.	407	425	426	426M	433	435	435M
L-PPM (m)	6.0000						
L-PPS (m)	76.000	78.000					
L-DWL(m)	6.1624	6.1623					
d design (m)	0.3987	0.4077					
Initial Trim	0						
L/B	6.33	6.50					
B/d	2.38	2.26					
C _B	0.678	0.672	0.675	0.675	0.675	0.673	0.673
C _P	0.713	0.691	0.693	0.694	0.694	0.692	0.692
C _M	0.950	0.973					
Design Speed (knot)	12.00						
Remarks	without bulbous bow	without bulbous bow					
699GT OIL TANKER							
M.S.No.	454	459	462	468	474		
L-PPM (m)	6.0000						
L-PPS (m)	72.000						
L-DWL(m)	6.1623	6.1253	6.1255	6.1255	6.1255		
d design (m)	0.3808	0.3875					
Initial Trim	0						
L/B	6.43	6.55					
B/d	2.45	2.37					
C _B	0.681	0.679	0.680	0.680	0.680		
C _P	0.722	0.700	0.701	0.702	0.702		
C _M	0.944	0.970					
Design Speed (knot)	12.00						
Remarks	without bulbous bow						

尾下流側48、幅方向96とした。また、最小格子間隔は 1×10^{-6} とした。

3.2 CFD計算

CFD計算は全て舵なしの状態で行った。ただし、実験は舵付きで行っているため、計測した舵抗力を全抵抗値から差し引いた値を舵なし抵抗値として比較対象とした。

3.2.1 波なし

計算レイノルズ数はフルード数0.1前後に対応する 4×10^6 とした。乱流モデルはBaldwin-Lomaxモデルを用いた。

図-1に形状影響係数 $1+K$ の計算値と実験値の比較図を示す。図にみられるようにこのシリーズ船型では大部分の船型の計算値が実験値の $\pm 1.2\%$ の範囲に収まっている。

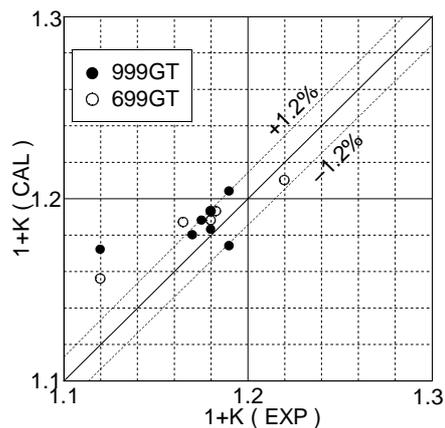


図-1 1+Kの計算値と実験値の比較

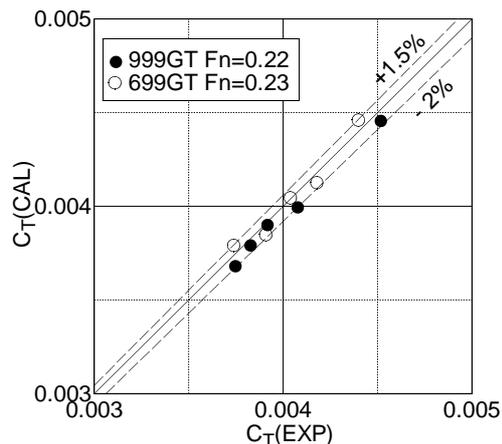


図-2 全抵抗係数の比較

3.2.2 自由表面あり

計画速力での抵抗値を自由表面ありの状態に計算した。計算点のフルード数 F_n とレイノルズ数 R_n は実験時の状態に合わせた。図-2 に計画速力での全抵抗係数の比較図を示す。計算値は実験値の -2 ~ +1.5% の範囲に収まっている。

船型の改良経過と全抵抗係数の様子を見るために、図-3 に模型船番号を横軸に全抵抗係数を示した。横軸は改良の過程を示し、両シリーズともに計算値は実験値の傾向を良く捉え、改良の効果を良く示しており、CFD計算の有用性を良く示している。

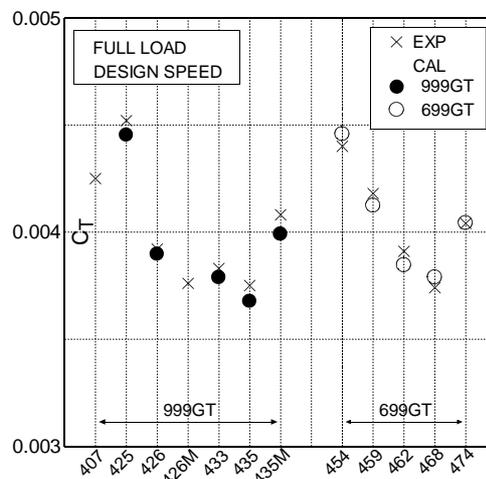


図-3 計画速力の全抵抗係数

4. あとがき

内航タンカーのシリーズ船型について NEPTUNE コードでCFD計算を実施した結果、形状影響係数は大部分の計算値が実験値の $\pm 1.2\%$ の範囲に収まること、計画速力の全抵抗値は実験値より若干下回るが、実験値の -2 ~ +1.5% に収まり、CFD計算が非常に精度良くシミュレートされていることが分かった。また、図-3 では船型改良の経過をかなり精度良くシミュレートしていることを示した。

なお、本シリーズは船舶整備公団(現

運輸施設整備事業団)と共同研究で実施したものである。[2][3]

参考文献

- [1] 菅井信夫他, 中型内航高速船の船型改良, 船研報告, 第37巻3号, 平成12年
- [2] 船舶整備公団, 内航船の船首尾形状の改善及プロペラの高効率化に関する調査研究, 昭和60年3月
- [3] 船舶整備公団, 699GT型高経済性輸送船(白油)の試設計に関する調査研究, 昭和62年3月
- [4] Hirata, N. and Hino, T., "An Efficient Algorithm for Simulating Free-Surface Turbulent Flows around an Advancing Ship", JSNAJ, Vol.185, JUNE 1999