

予測はできており、従来に比べれば改良されていると思います。より精度の良い予測に関しては今後の課題といえるでしょう。

(4) 本モデルでは厳密に気泡形状を考慮した計算をしているわけではなく、また気泡分布も実際には図に示されているように均一なものではないので、モデルが成立しなくなるということにはならないと考えられます。しかしキャビテーション数が低い状態では、気泡数を増やしたほうが現実合った計算ができ、極端に大きな気泡が発生しないとも考えられます。

(5) 実験による誤差も含まれるとは考えられますが、正確な原因については著者にもわかりません。

参考文献

- 1) Gates E. M. and Bacon J.: A note of the Determination of Cavitation Distributions by Holography, J. of Ship Research, Vol. 22, No. 1 (1978).

【討論】川並康剛君 (1) バブルキャビティの液体排除効果がもたらす翼の見かけ上の迎角減少によって揚力低下を予測しておられますが、このような運動学的な要素だけではなく力学的な要素(圧力)も考慮すべきではないでしょうか。

(2) バブルキャビティの成長計算と境界層計算を並列させておられますが、バブルキャビテーション発生時に翼背面の境界層はどのような状態になっているとお考えでしょうか。

【回答】(1) 確かに翼面上で気泡に覆われている部分は圧力一定になっていると考えられますが、本モデルではそこまで複雑な計算をしなくてもある程度の精度で翼性能の予測ができる事が利点の一つとなっています。

(2) 前縁付近から発生した気泡によって、境界層は乱されていると考えられますが、実際にどのような現象になっているかは良くわかっていないのが現状です。

8 スーパーキャビテーション翼型のシリーズ設計

【討論】工藤達郎君 従来SC翼型では荷重分布を後縁に寄せるほど揚抗比が高くなると考えられていましたが、Fig. 4を見ますと最適化された翼の荷重分布は初期状態のそれに比べてかなり平坦な分布になっています。これはどのように解釈すればよいのでしょうか。

【回答】本研究では翼強度上の制約条件として、後縁付近最小厚さを採用しています。Fig. 4の(a)では全体的なキャビティ厚さを厚くすることでこの制約条件を満足しているため、翼後縁側で揚力を負担する圧力分布でも性能は悪くなります。一方(b)では後縁側のみで揚力を負担せず、

全体的に揚力を負担することで後縁付近の厚さを保ちつつ、キャビティ全体が薄くなっています。これが(b)のほうが、翼性能が良くなっている原因だと考えられます。

【討論】川並康剛君 本最適化手法による解が、局所最適解に陥らないための工夫をされたのであれば、その手法をご教示下さい。

【回答】本研究で用いたプログラムでは初期条件によって、異なった最適解に収束することがあります。これを避けるため、初期条件を種々に変化させて最も性能の良いものを最適解として採用しました。

9 Frictional Drag Reduction with Air Lubricant over Super Water Repellent Surface (2nd Report)

—Resistance Tests of Tanker and High Length-to-beam-ratio Ship Models—

【討論】田中一朗君 (1) 従来の空気膜法に比べ本法では消費エネルギーが少ないと序に書かれており、それは確かにそうだと思いますが、数量的にはどの程度ですか。

(2) Fig. 17に通常の空気注入法の場合の結果が示してありますが、この場合AL=1.0よりもっと大きくすれば抵抗が下がるのではありませんか。

(3) 撥水面上の空気層は面の後端まで達していましたか。また層の表面の波打ちなどはなかったでしょうか。計測あるいは観察結果があれば示して下さい。

【回答】(1) 今回の我々の方式が、従来の空気供給法に

よる方法と比べて数量的にどの程度消費エネルギーが少いかとのご質問ですが、効果は摩擦抵抗低減だけでなく空気供給エネルギーとの差で求め、またこれらが流速や対象となる下流領域の広さなどでも異なるために数量的な直接比較は現時点では出来ません。ただし、ペンシルシップの実験結果から見て、AL=0.5の空気供給量をほとんど圧力損失のないスリットから流して6 m/secで下流域9.235 mの抵抗が約70%低減することは、今回の方式は従来の方式に比べてかなり大きな数量的効果と考えております。

(2) 空気量を増せば、通常表面に空気を流しても抵抗

低減があるのではとのご質問ですが、実験はしておりませんがその通りだと思います。ただし、その時は空気膜が出来やすいようにステップを設けるなどの工夫をすればより効果的と考えます。

(3) 空気層が撥水表面の後端まで達していたかとのことです。水中ビデオで観察しました結果では後端まで達しておりました(このビデオは発表会で見ていただきます)。また、空気の波打ちは低速域(3 m/sec以下)でそれらしきものが観測されております。高速域では発生していると思いますが、空気層として取り込まれていない空気がじゃまをして観測することは出来ませんでした。

【討論】永松哲郎君 (1) タンカー模型船の実験において、通常塗装表面に空気を供給した場合とSWR表面に空気を供給した場合の空気膜の形成状況についての観察結果は如何だったのでしょうか。

関連して、SWR表面のタンカー模型船において、SWR表面の後端から通常塗装表面に変わった後の空気膜の挙動について御教示下さい。

(2) 実船に適用した場合、必要な空気膜厚さALはどのように考えればよろしいのでしょうか。その際に考慮すべき項目としてはどのようなことでしょうか。

(3) SWR表面の空気膜は下流方向にどの位の長さ保持できるのででしょうか。

【回答】(1) タンカー模型船の通常表面に空気を流した場合は、気泡状になって船底に付着して流れます。一方、SWR表面では空気は薄い膜を形成して流れます。

SWR表面の後端部でSWR表面から通常表面に変化する部分では、それまでの膜状で流れていた空気が気泡状に変化します。

この辺りの状況は、発表会の席上ビデオでお示します。

(2) 実船に適用する場合の問題点については今後の検討課題ではありますが、基本的には空気供給量の指標であるALは模型船と同じと考えています。従って、その際に考慮すべき点としては、空気膜は大変薄いものであり溶接

ビード線や貝などの突起の影響を考慮する必要があると考えています。

(3) SWR表面の空気膜が下流方向にどの位の長さ保持できるかの問題はこの手法を実用化する上で重要な点です。原理的には空気膜が下流域で船底から離れない限り無限に続くことになりますが、現実には空気と水の界面の変動や表面の突起などの影響で効果領域は限られることになります。下流方向の有効長さは、速度の関数になると思いますが、少なくとも今回の実験の結果では、2 m平板(SWR長さ1.85 m)と12 mペンシルシップ(SWR長さ9.235 m)が流速6 m/secまで同じDR%を得ていることから、この程度の速度まではかなり後方まで効果が持続するものと考えております。

詳細な検討は今後の課題であります。

【討論】児玉良明君 Fig. 17で、通常塗料を用いた船底面に空気を吹き出した場合(AL=1.0)に抵抗低減効果が得られなかったとある。高橋ら[A1]は、長さ12 m、幅1 mの平底船の船底に多孔質板(公称孔径2 μ m、幅0.5 m、長さ0.1 m)を通じて空気を注入して微細な気泡を発生させ、速度5 m/secにおいて、AL=1.0に相当する $q(=Q/SV)=0.01$ で約15%の低減効果を得ている(Fig. 2参照)。従って、抵抗低減効果の大小は吹き出し方法にも依存していると思われるが、どうか。

[A1] 高橋孝仁, 角川明, 川島英幹, 児玉良明, 「平底模型船を用いたマイクロバブルによる摩擦抵抗低減実験」第31回乱流シンポジウム, 日本流体学会年会 '99 講演会論文集 p. 237-238, 1999年7月。

【回答】ご指摘のように、通常表面に空気を吹き出しても、吹き出し方法によっては摩擦抵抗が低減します。そのため、今回の我々の実験に対する空気吹き出しの影響を調べるためにFig. 17の実験を実施しました。

その結果、今回使用したスリットから通常表面に空気を吹き出した場合には、有意の抵抗低減が得られず、SWR表面に流した場合に大きな抵抗低減が得られることがわかりました。

16 二段滑台を用いた自由落下式救命艇の進水について

【討論】松原直哉君 (1) 実験は実艇に近い縮尺の大型模型と縮尺1/8の小型模型の2種類で実施されていますが、運動変化の激しい実験データとして、縮尺による相違は基本的になかったと見てよろしいのでしょうか。

(2) 船体の動揺による人体に及ぼす影響として、X, Y, Z方向の加速度で評価するのが一般的のようですが、今回の救命艇のように角度変化の激しい場合には、回転運動の角加速度についても検討を行う必要があるのではない

かと思います。着水時の回転角(ピッチ)の速度変化(角加速度)については、二段滑台方式の方が従来方式に比べ大きいように見られます(Fig. 4とFig. 6)。角加速度についてのご意見、あるいは、ご検討されていましてらご教示下さい。

(3) 二段滑台方式を取り入れた場合には、艇体の方向と滑台の方向が必ずしも一致しなくても良いのではないかと思います。この特長を利用して、最適な艇の傾斜角(着