

1 Hydroelastic Effects on Propeller Blades in Steady Flow

[Discussion] Dr. Shotaro Uto I would appreciate the author very much for presenting the excellent results for the hydroelastic effect on the propeller flow. Could the author evaluate the effect of hydro-elasticity on the scale effect of the propeller open water characteristics? Is it negligible in general or not?

[Reply] The correspondence between full scale and model evaluations of hydroelastic effects is ensured by equality of Cauchy number (Eq.(17)) in both cases. This is illustrated on Fig. 10 for propeller 4453, as well

as on Figs. 19-20 for open water characteristics of CP and HSP. Here the computations are carried out for full scale propellers, but experiments are done on model propellers.

Hydroelastic effects are significant at low advance coefficient mode. In order to involve them in the experimental results for open water characteristics, the numbers of revolution of model propeller and relevant full scale propeller should correspond to same Cauchy number.

2 キャビテーション壊食量の推定法(第2報)

【討論】 佐藤和範君(1) センサC(エポキシ樹脂 を含めた系)の周波数特性はどのようになっていますか。 センサCのキャリブレーション時の *Δt* が長くなってお り,また,マイナス側に行き過ぎてからゆっくり戻ってい ます。この理由は何でしょうか。

(2) キャリブレーションにおいて、力積を Δt で割っていますが、Δt の定義には任意性が残っているように思えます。キャリブレーション時の波形全体を積分することによって較正係数を得ることは出来ないのでしょうか。

【回答】(1) センサC全体での周波数特性については, 検討しておりません。PVDF 膜の固有周波数は10 MHz で,高い周波数領域に対してほぼフラットな特性を持って います。検定時の波形の立上り時間が他のセンサと比べて 長いのは,感圧面が防水テープとエポキシ樹脂に覆われて いるなど構造が異なるので,物理的な応答が異なるためで す。しかしここで強調したいのは,センサCのような単 純な構造のセンサでも,衝撃力による検定をきちんと行え ば,キャビテーション衝撃力の計測に使える,ということ です。これにより,NACA 0015 のような厚さの薄い,通 常の翼模型を用いた計測も可能になります。

また,出力電圧がいったんマイナス側に落ちてからゆっ くり戻るのは, PVDF 膜の性質です。 (2) ご討論の趣旨は,波形の立上り時間のような任意 性の残る値を用いず,波形全体の情報から較正係数を得る 方法のご指摘と思います。著者らは以下に示す2つの理由 から,現在の検定方法(検定結果の処理方法)で十分だと 考えております。

(a) 検定時の出力波形は三角形とみなせる (Fig. A)。 したがって波形全体を積分する方法と,現在の簡便な方法 との間には,差がほとんど無い。



Fig. A Enlarged View of Fig. 12 (in ball-drop calibration)

662

(b) センサの検定には、鋼球落下法の他に、Pencil Lead Breaking Method (文献^{2,16)}参照)という、時間的 な仮定を必要としない較正方法も試みている。どちらの検 定結果もお互いによく一致する。

【討論】 村 上 光 功 君 破壊メカニズムの考察にあたり, 衝撃力発生の原因として気泡群全体の挙動に代え,局所的 崩壊を推しておられる点につき,その根拠をもう少し具体 的にお示し下さい。また出来れば,そのメカニズムが図等 で明らかになれば(模式的にでも),より一層イメージが つかめると存じます。勿論,そのメカニズムとは著者らの 主張されているものです。

【回答】 気泡群の局所崩壊のメカニズムは,著者らにもま だ分かっておらず,その合理性も含めて研究途上の段階で す。以下に示すのは,現時点で著者らが考えている,一つ の可能性です。

気泡群が Fig. B のように壁(流体機器表面)近傍にあ るとします。局所崩壊とは気泡群の一部が他の部分に先だ って崩壊することですが,それが衝撃力を機器表面に及ぼ すことから,壁に近い気泡群から崩壊すると考えるのが妥 当です。さて,壁近傍の気泡群を壁面に鏡像に展開する と,上記の現象は,壁の無い流体中で,気泡群が中心付近 から崩壊することに相当します。



Fig. B Possible mechanism of the "partial collapse" of cavity bubble cluster

気泡どうしの相互干渉を考慮すると、流場の圧力が上昇 した場合、はじめのうちは周囲の気泡が収縮し、中心付近 の、多数の気泡から相互干渉を受ける気泡は、むしろ収縮 しづらい。したがって中央付近の気泡は、一時的に非常に 不安定な状態になります。そしてある限界を越えたとき、 これらの気泡は急激に収縮・崩壊し、これによって衝撃力 が発生する、というシナリオが考えられます。

上記の推論は根拠に乏しく,さらなる追求が必要である ことは明らかです。著者らは現在,数値シミュレーション による検証を試みており,現象が明らかになり次第,報告 の機会を持ちたいと思っております。

3 ルートエロージョン防止を目的とした高速艇用新型プロペラの開発

【討論】 佐 藤 和 範 君 (1) 「実質的な迎え角」の定 義を教えて下さい。

(2) 計算では、 $E_1 \ge E_3$ の揚力が余り違わない結果と なっていますが、 $E_1 \ge E_3$ の翼面上圧力分布の違いはどの ようになっていますか。

【回答】(1) 実質的な迎え角とは、前縁の流れの分岐点 と、後縁の剝離点 $S_1 \ge S_2$ の中間点を結んだ線が流れの方 向に対してなす角度としております。

本文中に定義が抜けておりました。

(2) 楕円翼 $E_1 \ge E_3 \circ CFD$ (Star-CD) による圧力 分布の計算結果を Fig. A に示します。楕円翼 E_1 では後縁 付近において,圧力が急激に変化していることから,剝離 により流れ場が複雑になっているものと思われます。

楕円翼 E₁の計算が試験と異なった原因として,計算に おいては後縁付近等,試験状態と同様の現象を再現できな かったものと考えております。

【討論】 西山 茂樹 君 ルートキャビテーションはプロ ペラの作動条件がキャビテーション数の小さい高速低圧状 態にあるとき,下記の要因で発生すると考えます。

1) ハブと翼の付け根近傍の翼及びフィレットの前縁部 形状が流力的に不良。 2) 斜軸によるプロペラへの流入角の変化が大きい。

3) プロペラ軸及びプロペラ直前のブラケットと軸受部 等に発生するキャビテーションに起因する。

特に,高速艇の場合3)は重要であるが,一般には上記3 要因の複合作用によりルートキャビテーションが発生する ものと考えます。

さて, Fig. 13 では軸傾斜角 10 度でのルートキャビテー ションを供試プロペラ CP5 と NP5 とで比較されており ますが,下記の諸点につき,ご教示ください。



Fig. A Calculated pressure distribution, Model $E_1 \& E_3$: Attack angle 10°