

Title	船用プロペラの水中ノイズ低減に関する基礎的研究
Author(s)	船野, 功
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44536
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	松野 功
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17416 号
学位授与年月日	平成 15 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	船用プロペラの水中ノイズ低減に関する基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 鈴木 敏夫 (副査) 教授 内藤 林 兵庫教育大学教授 山野 惟夫 助教授 戸田 保幸

論文内容の要旨

本論文は海洋調査船等の水中音響機器に対して有害なプロペラ水中ノイズの低減のため、翼端渦キャビテーション(TVC)とハブ渦キャビテーションの発生の予測を目的として、汎用プログラムを活用したハイリースキュードプロペラ周囲の粘性流場解析法の開発ならびに模型実験と実船実験のデータを用いた検証、さらに、それを応用した TVC の初生キャビテーション数推定法および水中ノイズレベル評価法についてまとめたものである。

第 1 章では、船用プロペラに発生するキャビテーション研究の背景、動機、現状、目的、位置付けおよび意義を示した。

第 2 章では、汎用プログラムである STAR-CD と GRIDGEN を組合せ、翼間格子の歪みと翼干渉の大きなプロペラ周囲粘性流場の定常解析法を開発し、プロペラ翼圧力分布計測値との比較により、その解析精度が妥当である事を検証した。また、翼端渦のヘリシティーを活用した水中ノイズレベル評価法を提案し、その定性的な妥当性を示した。

第 3 章では、第 2 章で開発した手法をより高度化し、不均一流場中で作動するプロペラ周囲粘性流場解析法を開発した。得られたプロペラ翼圧力分布を実船実験での計測値と比較した結果、翼端部の負圧ピークがやや低めであることを除き全体として十分な精度であることを示した。

第 4 章では、3 種類のハイリースキュードプロペラについて、TVC 初生キャビテーション数の計測実験を行ない、数値解析より得られた翼先端における渦内最低圧力より推定した TVC の初生キャビテーション数推定値と比較・検討を行った。その結果、キャビテーションの初生を高精度で推定できる事を示した。

第 5 章では、TVC と共にプロペラ水中ノイズや推進性能に影響を及ぼすハブ渦キャビテーションの低減について解析結果を用いて考察した。その結果、後端をカットした新しい形式のボスがキャビテーションの発生を低減することを示した。

第 6 章では、3 種類のハイリースキュードプロペラについて TVC 発生時の水中ノイズレベル計測の模型実験結果を示し、ある程度発達した TVC の崩壊時に発生するノイズレベルと翼端渦のヘリシティーを活用した水中ノイズレベル評価法とは正の相関のあることを示した。しかし、TVC が不安定な低プロペラ荷重度状態(初生時)では逆の傾向になる事が示され、TVC の安定性解析が今後の課題として残された。

第 7 章では、各章の結論をまとめ、今後の課題を述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は海洋調査船等の水中音響機器に対して有害なプロペラ水中ノイズの低減のため、翼端渦キャビテーション (TVC) とハブ渦キャビテーション発生の数値解析による予測を目的としてまとめたものである。主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 従来、プロペラ周囲粘性流場への CFD 応用の最大の障害となっていたプロペラ格子生成に対して、マルチブロック法と非構造格子法を組み合わせた柔軟な格子生成法を開発し、さらに、非定常解析を行うために、移動メッシュ法の考えに基づいた計算法を適用して、粘性影響を強く受ける翼端渦キャビテーションなどの渦キャビテーションの発生を合理的に推定できるプロペラ周囲非定常粘性流場解析法を開発している。
- (2) 本解析法を公開実験データが豊富な「青雲丸」ハイリースキュードプロペラに適用し、数種の模型プロペラ実験と実船実験における計測値と詳細に比較した結果、本解析法は、尺度影響を含め妥当な推定精度を有することがわかり、低ノイズプロペラの周囲粘性流場解析法として、有効であることが検証している。
- (3) 本解析法により得られた詳細な流場データから、従来あまり詳細に示されることが出来なかったハイリースキュードプロペラ独特のプロペラ翼前縁から発生する前縁剥離渦と、そこから連なる翼端渦の流場構造を明瞭に示すことを可能にしている。さらに、これらの渦の影響を受けたプロペラ翼面上の特徴ある圧力分布を明らかにしている。
- (4) CFD 解析結果を活用した翼端渦キャビテーションの初生キャビテーション数の実用的な推定法を開発し、プロペラ幾何形状を変化させた3種類の模型プロペラについて、キャビテーション水槽において計測した翼端渦キャビテーション初生キャビテーション数と比較した結果、精度良く推定できることを示している。
- (5) CFD 解析と計測結果を踏まえて、プロペラ幾何形状変更による翼端渦キャビテーションの発生への影響について検討した結果、より **tip-unloaded** なピッチ分布とする方法が効果的であることを明らかにしている。
- (6) 従来、解析の困難さ故にあまり論じられることの無かったボスキャップおよびハブ渦周りの流場について、今回開発した CFD 解析法を用いて詳細に論じている。その結果、従来のコーン型に比べ円錐台型のボスキャップの方がハブ渦を弱め、ハブ渦キャビテーションの初生を遅らし、プロペラ水中ノイズが低減できること、およびプロペラ後流中に放出される回転エネルギー損失を減少させる効果もあるために、プロペラ単独効率が向上することを明らかにしている。
- (7) プロペラ幾何形状を変更した3種類の模型プロペラにより、キャビテーション水槽において水中ノイズレベルの計測試験を実施し、CFD 解析結果をふまえて考察を行った結果、翼端渦キャビテーション初生キャビテーション数を下げるためにピッチ分布を **tip-unloaded & root-unloaded** とした場合、一旦キャビテーションが発生し、さらに発達する状況では逆に水中ノイズレベルが大きくなる可能性があることを明らかにしている。この知見は高性能な低ノイズレベルプロペラの設計において重要な指針となることを示している。

以上のように、本論文は、海洋調査船等の水中音響機器に対して有害なプロペラ水中ノイズの低減のため、数値解析による翼端渦キャビテーション (TVC) とハブ渦キャビテーションの発生予測を目的としてまとめたものであり、船舶海洋工学ならびに地球総合工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。