

漁業調査船に装備されたバウスラスターの性能推定に関する研究

前川 和義 [北海道大学大学院水産科学研究科／助手]

背景・目的

漁業調査船は様々な調査機器を搭載して各種の調査活動を効率的に行う必要があり、優れた操船能力が求められることからバウスラスターを装備していることが多い。バウスラスターは舵効きが悪い低速航行時の操縦性能を向上させる目的で多くの船舶に装備されているが、船速増加により性能が低下してしまうことが知られている。これはバウスラスターから噴出した噴流と船体の間に生じる干渉影響によって生じると考えられ、船型によってその特性は異なることが予想される。本研究では漁業調査船を対象としてバウスラスター性能に及ぼす前進速度影響について推定計算を行い、その特性を明らかにすることを目的とする。

内容・方法

バウスラスターから噴出する噴流は、船舶が前進速度を有すると船体周囲に生じる流れの影響により押し流され、後方へと湾曲する経路をとる。このことにより船体との間に生じる干渉力が変化して、船体に作用する流体力に影響を及ぼすと考えられる。したがって、まず一様流中に噴出し湾曲する噴流の経路およびその発達過程を推定する必要がある。噴流の経路が決まると、噴流経路および船体表面に特異点を分布させ、船体周囲流場を計算することで船体に作用する流体力を計算することができる。これを船速を変化させながら繰り返し、バウスラスターにより船体に作用する流体力の変化を考察していく。得られた推定計算の結果は、計算対象船の船体模型による実験結果と比較することで精度の検証を行う。さらに商船のデータと比較し、船型による特性の違いについて考察する。

結果・成果

計算の対象は北海道大学水産学部の研究調査船「うしお丸」の船体模型である。模型船のバウスラスター推力の設定を0.1kgとし、船の前進速度とバウスラスターから噴出するjetの初期速度の比 U/U_{j0} を変化させて船体に作用する干渉力と干渉モーメントの係数 C_Y, C_M (任意の前進速度でスラスターが発生する横力、モーメントの前進速度0m/secの時に対する割合)を推定し、模型実験結果と比較した。計算対象船の実験結果を見ると、 C_Y, C_M は共に船速の増加に伴って減少を始める。これは、発達して後方へ湾曲するjetと船体の間に圧力の低い領域が生じ、バウスラスターにより得ようとする力とは逆の

方向へ力が作用することによるものである。さらに船速が増加すると C_Y, C_M の減少が止まり回復へ向かう傾向が確認できる。これはさらなる前進速度の増加に伴ってjetの初期流速と船体外部の流速差が小さくなりjetそのものがあまり発達しないこと、さらにjetが船体に近づくことによってjetと船体との間の低圧領域が消滅してしまうことによるものと思われる。計算対象船の場合、 C_Y は最大で50%程度、 C_M は最大で20%程度減少する結果となった。数値計算による推定結果を実験値と比較した結果、 C_Y がいったん減少しその後回復するという変化を大略推定できており、本手法の有効性が確認できた。一方 C_M については、減少していく特性は良く推定できているが、その後の回復に向かう変化については良い一致は得られなかった。

また船型による特性の違いについて検討するため、同様の手法で商船の模型船を対象とした計算結果および実験結果と比較したところ、 U/U_{j0} の増加に伴う C_Y, C_M の減少は商船の方が大きく(C_Y, C_M それぞれ最大で80%, 50%)、本研究で対象とした漁船船型は前進速度影響が比較的小さいことがわかった。これは船型の違いに起因するものと思われる。一般に漁船は商船と比較して太った船型を有しており、バウスラスターの位置の直後付近から急激に船体の横断面積が増加する。このことによって、バウスラスターから噴出し、船体外部の流れによって押し流されるjetも商船に比べ船体に近接しており、その分、低圧領域の消滅が早く生じることによるものと考えられる。

以上の検討から、本計算手法によってバウスラスターの性能に及ぼす前進速度影響を大略推定できること、船型による前進速度影響の違いも十分に把握できることが分かった。

今後の展望

推定精度が十分でなかったモーメント係数 C_M については、精度向上を目指して今後も研究を進めていく。従来、バウスラスターを装備する船舶の基本計画・設計段階では、これまでの建造実績に基づいたチャート等を用いて艤装するバウスラスターの要目を大まかに選定している場合が大半であり、必ずしもその性能・効果の詳細な検討をしていないことが多かった。精度良いバウスラスター性能の推定が可能となれば、その船に要求される操船能力に応じた最適な装備を選択することが容易となる。またその特性を考慮した操船方法の検討や制御シミュレーション等に応用することで、漁業調査船の操業や船上から調査機器を操作する際の操船についても検討が可能となる。