

波浪中を航行する漁船に働く抵抗増加の近似計算法の開発

ねらい・目的と成果の特徴：

- ・漁船の推進性能は、漁船漁業の採算性に影響を及ぼす要因の一つと考えられている。
- ・船体規模が小さい漁船では、推進性能は平水面の性能のみによる決定論的評価は妥当ではなく、航海・操業海域の海象の統計的性質を考慮した確率論的評価に進む必要がある。
- ・実海面において推進性能が劣化する主な要因は、波浪による船体抵抗の増加であり、船型に対する規則波中抵抗増加を求めることが第1に必要である。
- ・しかしながら、規則波中の抵抗増加の厳密式の計算は非常に難しいため、本研究では、船が細長いという仮定に加え、入射波の波長は船長と同程度と仮定し、問題の簡略化を図ると同時に、船型と波浪中抵抗増加の直接的な対応関係を見出すことを企図した。
- ・船型と波浪中抵抗増加の直接的な対応関係が明らかになれば、波浪中抵抗増加の統計解析を行う際に必要となる回帰式の合理的な形式を見出すことが可能となる。
- ・上述の仮定の下で、簡略化した波浪中抵抗増加の近似計算式を求めた。その結果、波浪中抵抗増加は、Kelvin波が動揺によって変形した波による成分と、円環波が直進運動によって変形した波による成分からなることが、得られた特殊関数の形から、明確に読み取ることができる。
- ・波浪中抵抗増加は、縦運動に対しては船の水線幅、横運動に対しては横断面の見掛け質量の自乗に比例することを明らかにした。
- ・これら誘導された近似計算式については、数値計算によりその妥当性を検討した。その結果、波浪中の抵抗増加に対する横運動の寄与は極めて小さいことが改めて確認され、回帰式を誘導する場合には、縦運動のみ考慮すればよいことがわかった。

成果の活用面等：

- ・漁船の波浪中推進性能の推定。
- ・波浪中の抵抗増加に対する統計解析手法への応用。
- ・平水中抵抗の統計解析手法との併用による、航海・操業海域の統計的性質に基づいた最適船型開発手法への応用。

担当者名	独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所 漁業生産工学部 船体研究室・升也利一			連絡先	Tel:0479-44-5942		
推進会議名	水産工学	専門	漁船	研究対象	その他・該当なし	分類	研究
「研究戦略」別表該当項目		4(1) 高採算性漁業生産技術の開発					

[具体的データ]

1. 波浪中抵抗増加の長波長近似計算式：本研究では，船の幅 B ，喫水 D は，長さ L に対して，十分小さい値であると仮定した。また，入射波の波長は，船の長さと同程度とした。一般に，波浪中の抵抗増加は，波長/船長比が1程度のところにピーク値を持つから，入射波波長に関する仮定は妥当なものである。また，船の速度 U は，船舶の耐航性能計算で一般的に用いられているストリップ法に準ずるものとした。波浪中の抵抗増加は，船体から遠く離れた検査面における運動量の収支から求められるが，上述の仮定の下では，船体の動揺や入射波の散乱による船体の流体攪乱は，船体から遠く離れたところにおいて，船体中心軸上の特異点(吹出し，2重吹出し)の線状分布によって表される。従って，この線状特異点分布と船型の幾何学的な形状との対応がわかれば，波浪中の抵抗増加に対して船体の形状がどのように関与しているかが判明する。もし，上述の仮定とは逆に，入射波が短波長であると仮定するならば，線状特異点分布の表示式に，船体の幾何形状の他，船体周りの流れの影響が現れ，船型と線状特異点分布，即ち船型と波浪中抵抗増加との直接的な関係の把握が困難となる。さて，上述のような仮定の下で，摂動法に従って波浪中抵抗増加の厳密な計算式を展開すると，第1種Bessel関数を含む積分核と，線状特異点分布との2重の畳み込み積分によって表される近似計算式が得られる。このようにして得られた近似計算式では，数値積分を要する波数に関する積分が，既知の特殊関数によって閉じた形に表され，積分の収束性から要請される船型に対する制約が無くなり，数値計算は極めて容易になる。

2. 船型と線状特異点分布との関係：船体の攪乱を表す吹出し密度 $\rho(x)$ ，2重吹出しモーメント $\mu(x)$ の分布は，上述の仮定の下では，それぞれ船体の水線幅 $B_w(x)$ ，横截面積 $A(x)$ ，左右揺れ附加質量 $m_{22}(x)$ ($m_{22}(x)$ は長波長仮定の下では，水線幅，横截面積，喫水で表される) と，船体断面の入射波との上下及び左右方向相対速度 $w(x)$ ， $v(x)$ との積で，次のように表される。

$$\rho(x) = B_w(x) \times w(x), \quad \mu(x) = -\{A(x) + m_{22}(x)\} \times v(x)$$

これらの式を用いれば，漁船の水線幅，横截面積，喫水の長さ方向分布と波浪中の船体動揺速度から，任意の波向きに対する波浪中の抵抗増加を直ちに計算することができる。また，波浪中の抵抗増加が，第1には船体の水線幅，第2には横截面積に関係していることがわかり，昨今注目を集める幅広・大排水量の北欧型漁船船型では，平水中だけではなく，波浪中における推進性能の検討も，極めて重要であることがわかる。本計算法による具体的な計算例を図2に示す。

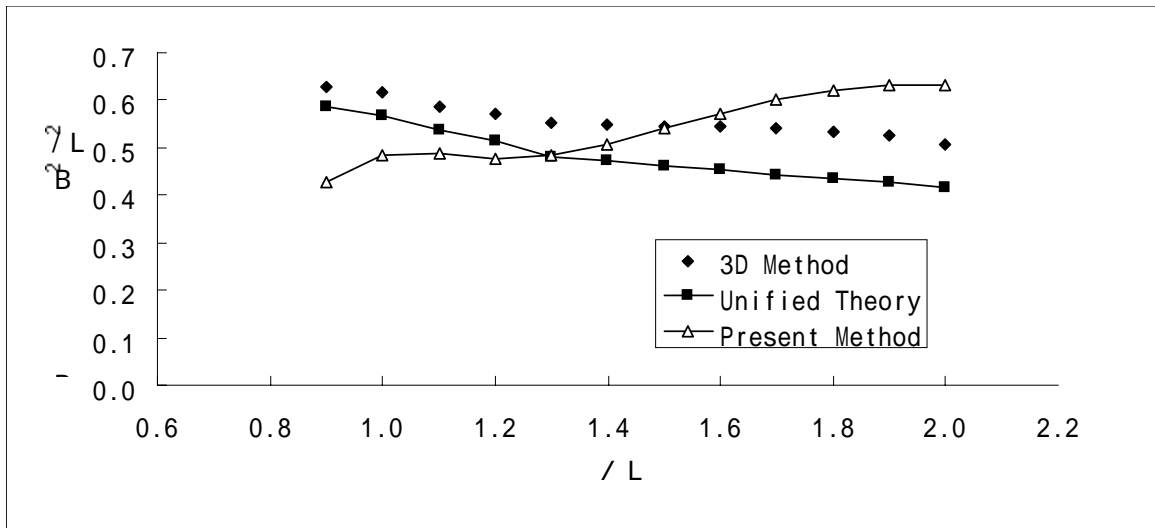


図2 抵抗増加の計算例(3D Method, Unified Theoryの計算結果はKashiwagi(1992)より引用) 上図は，長さ直径比6の半没回転楕円体について，出会い角 135° ，前進速度ゼロの場合について，散乱問題に対する波浪中抵抗増加を計算した結果で，Kashiwagi(Ship Technology Research, 1992)による3次元厳密計算法，Unified Theoryの計算結果と比較している。本計算法は，これらに比べて極めて簡単な計算法であるにもかかわらず，長波長領域ではほぼ妥当な結果を与えることがわかる。なお，本研究で導いた近似計算式の具体的な表示式は，下記文献を参照されたい。 升也利一：波浪中を航行する漁船に働く定常流体力の近似計算法，水産工学研究所技術報告，2004