

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：82627

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K15229

研究課題名(和文)最適喫水トリムの波浪中性能調査について

研究課題名(英文)Study on the Performance of Optimum Draught Trim in Waves

研究代表者

深澤 良平(FUKASAWA, Ryouhei)

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：80505107

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：燃料消費実績報告制度の導入が2019年1月から始まるなど、実運行時の燃費向上が求められている。推進性能の分野では、省エネ付加物などによる推進性能の向上が検討されている。その中で喫水に合わせた最適トリムを取る事による推進性能向上についてはあまり検討されておらず、改善の余地がある。研究代表者は、弊所の研究にて大型バルクキャリア船で、平水中にて喫水・トリムの変更が馬力に与える影響を調査し、最適なトリムを取ることで、約1%の馬力改善が達成できる事を確認した。本研究ではその発展として同模型船を用いて、最適トリムでの実海域性能を調査するため波浪中試験を行い、より高度な水槽試験について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バルクキャリア船のような肥大船は摩擦抵抗が支配的であり、最適トリムのようなプロペラ伴流利得による性能向上は影響が小さいため、定量的な評価が難しいと言えるが、本研究では変化についても差異として計測できおり評価もできたと考えられる。平水中に比べ不確定要素の多い波浪中試験であっても的確な実験で可能であると確認した。本研究所において波浪中試験の水槽試験精度について高い技術を確認した。

研究成果の概要(英文)：With the introduction of the fuel consumption performance reporting system starting in January 2019, there is a need to improve fuel efficiency during actual operation. In the field of propulsive performance, improvement of propulsive performance by energy saving device is being studied. Among them, the improvement of propulsive performance by adopting the optimum trim according to the draft has not been studied much, and there is room for improvement. In a previous study, we investigated the effect of changing the draft and trim on the horsepower of a large bulk carrier in flat water, and confirmed that a horsepower improvement of about 1% could be achieved by using the optimal trim. In the present study, as an extension of this study, the same model ship was tested in waves to investigate the performance in actual sea conditions with the optimum trim, and more advanced tank tests were investigated.

研究分野：水槽試験

キーワード：水槽試験 波浪中 曳航水槽

1. 研究開始当初の背景

燃料消費実績報告制度の導入が 2019 年 1 月から始まるなど、実運行時の燃費向上が求められている。推進性能の分野では、省エネ付加物による推進性能の向上が検討されているが、研究開発が進んでおりさらなる改善は徐々に困難な状況にある。一方、喫水に合わせた最適トリムを取る事による推進性能向上についてはあまり検討されておらず、改善の余地がある。研究代表者は、弊所の研究にて大型バルクキャリア船で、平水中にて喫水・トリムの変更が馬力に与える影響を調査し、最適なトリムを取ることで、約 1%の馬力改善が達成できる事を確認した。

2. 研究の目的

本研究は、研究代表者の研究にて大型バルクキャリア船で、平水中での喫水・トリムの変更が馬力に与える影響を調査しており、その発展研究として、喫水・トリム変更が波浪中性能にどのような影響を与えるかを調査するものである。模型船を用いた水槽試験では、従来は平水中での評価が中心であったが、実海域での性能である波浪中性能についても関心がもたれている。波浪中試験は平水中試験に比べ水面の変動や残流などの不確定になる要素の影響を受けるため安定した実験が難しい。本研究は海技研の水槽試験の精度向上や、計測システムについても再考察を行い、より良いものになるよう検討を行う。

3. 研究の方法

研究は 2 年計画で実施した。1 年目では基準トリム(図中 Design Full)と過去の研究にて省エネ効果が見られたトリム状態(以下、最適トリム状態、図中 Optimum Trim)について波浪中抵抗増加試験を行い、波浪中性能について比較する。2 年目では波浪中の荷重度変更試験を行い、自航要素について検討する。最適トリムはダクトやラダーフィンと言った省エネルギー付加物の効果について影響を与える事が知られているので、省エネルギー付加物の波浪中での効果についても検討する。

4. 研究成果

(1) 最初に波浪中試験装置を用いて平水中試験を行い、過去の研究とのデータの再現性および平水中の試験装置から、波浪中試験装置に変わったことによる影響について確認を行い問題が無いことを確認した。次に波浪中周波数応答試験(図 1)および波浪中速度変更試験(図 2)を行った。基準トリムに比べ最適トリム状態は波浪中抵抗増加係数(K_{AW})が全体的に少し大きくなる結果となり、同様に速度影響係数(C_U)も少し大きくなった。波浪中抵抗増加係数は、平水中と波浪中における抵抗値の差分を無次元化した係数であることから、波浪による抵抗増加分も増えている。なお、運動を比較するとほぼ同等であることから、姿勢が変わることによる造波の影響が平水中と同様に見られた。

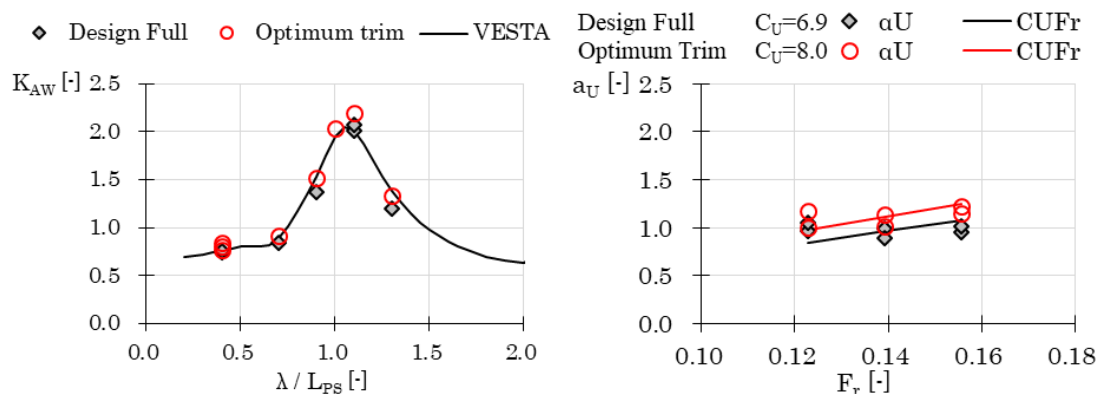


図 1 周波数応答試験

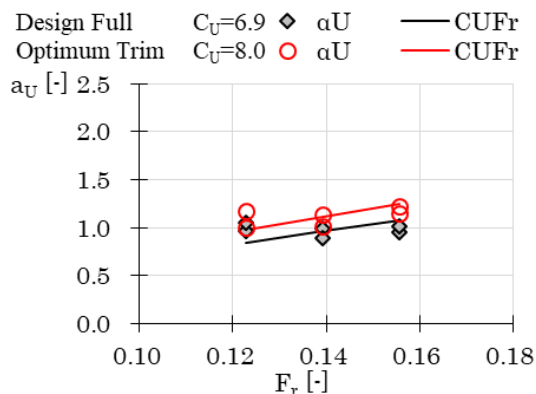


図 2 速度変更試験

過去の研究においても、最適トリム状態にすることで全体的に抵抗値自体は上がるが、自航要素の改善により最終的な制動馬力が低減する結果を得ているため、これらの波浪中で増加した分についても、波浪中荷重度変更試験にて自航要素について検討し、制動馬力による評価を

行う。

(2) 波浪中の荷重量変更試験(自航試験)は、波浪中の抵抗増加及び運動が最も大きく、影響が出やすいと考えられる波長船長比(λ/L_{ps})1.1で行った。図3に自航要素である伴流係数($1-W_m$)および推力減少係数($1-t_r$)について示す。なお、自航要素の一つであるプロペラ効率比(η_R)については差異が見られなかったため、ここでは省略する。伴流係数は小さくなると性能向上、推力減少係数は大きくなると性能向上となる。図3を見ると、最も影響が大きい波長船長比1.1であっても、波浪中による自航要素への影響は無いと言える。これは、バルクキャリア船のような肥大船は、摩擦抵抗の影響が支配的であるため、造波抵抗が増える波浪中の影響は相対的に小さいためと考えられる。平水中と同様に最適トリムになることによる、自航要素への影響は確認できるため省エネルギー効果も見込まれる。

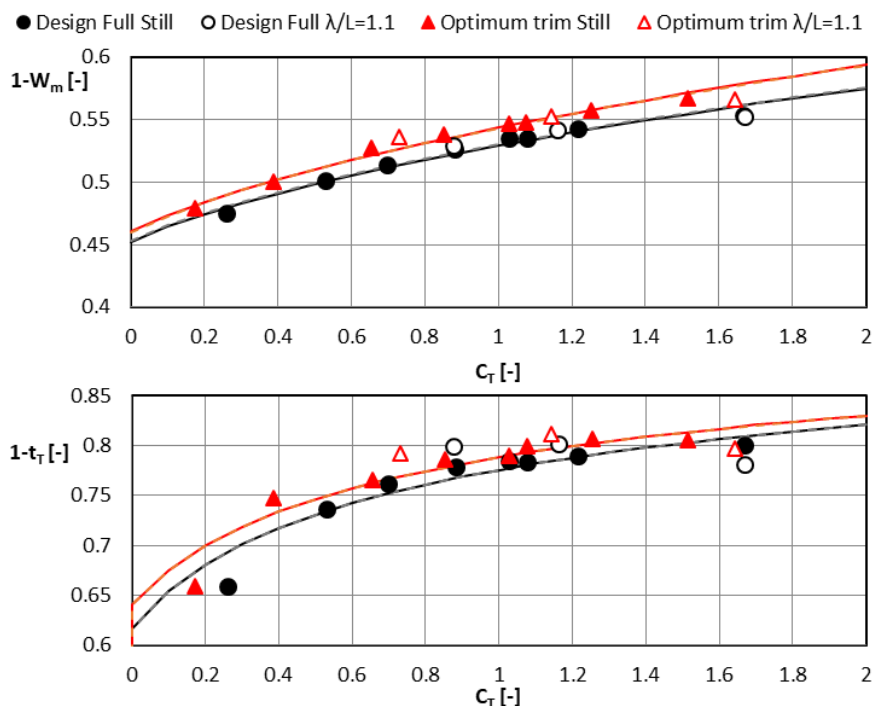


図3 荷重量変更試験

(3) 省エネルギー負荷物の効果について波浪中荷重量変更試験を行い評価する。省エネルギー付加物は伴流利得による性能向上が見込まれるダクト(図中 Duct)単体装備と、ダクトにプロペラによる回転流を整える事で性能向上が見込まれるラダーフィン(図中 RF: Rudder Fin)を組み合わせた時の影響について確認した。省エネルギー付加物は自航要素に対し、複雑に影響し合う事が考えられるため、総合した評価が行える推進効率(η)を用いて評価する。図4に結果を示す。平水中は塗り潰し実線、波浪中は白抜き破線で区別する。図4を見ると推進効率については波浪中による影響は少ないと考え、平水中と同等であると言える。また、同様に最適トリムを取ることによる推進効率の変化も少ないため、省エネルギー付加物の効果についても同様に得られると考えられる。

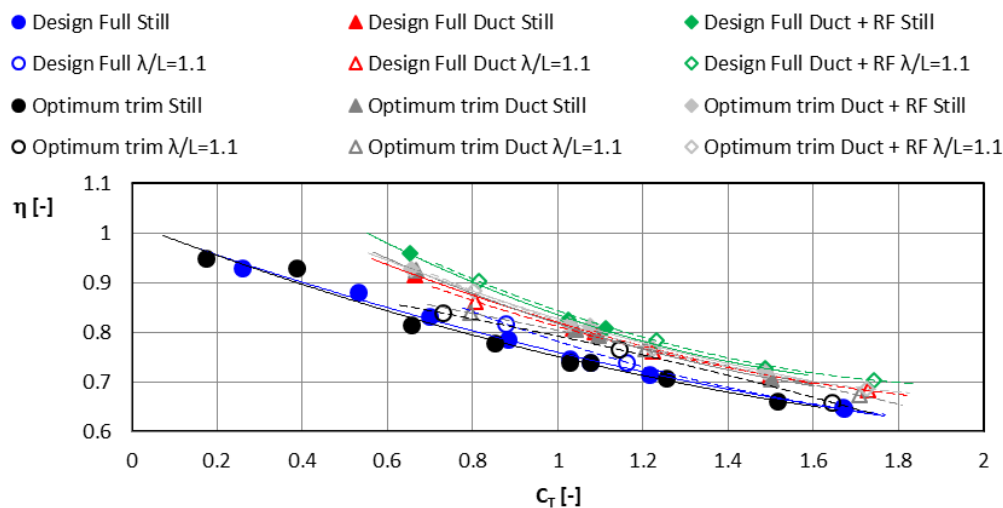


図4 省エネルギー付加物の効果

(4) 自航点(L.F.=1)におけるプロペラ荷重度(C_T)、推進効率、制動馬力の比較を行う。なお、制動馬力についてはそれぞれの省エネルギー付加物すなわち、付加物無し(表中 without)、ダクト単体装備、ダクト及びラダーフィン組み合わせ状態における基準トリムと最適トリムでの比について比較を行う。結果を表1に示す。

最適トリムにより自航要素の改善があり、自航点のプロペラ荷重度が下がるので、推進効率が上がり馬力が低減した結果が得られ、過去の平水中の研究とも一致する。波浪中においても同様の傾向ではあるが、図4の波浪中付加物無し状態のみ傾向が違っている。実験誤差の影響が出ていると考えられるのでより高度な技術及び計測精度が求められる。

表1 制動馬力の比較

| Condition | | Design Full | | | Optimum trim | | |
|----------------------|----------------------------------|-------------|--------|-----------|--------------|--------|-----------|
| Energy Saving Device | | without | Duct | Duct + RF | without | Duct | Duct + RF |
| Still | $C_{T(L.F.=1)}$ [-] | 1.0546 | 1.0389 | 1.0348 | 1.0376 | 1.0195 | 1.0142 |
| | η [-] | 0.7486 | 0.8102 | 0.8252 | 0.7435 | 0.8122 | 0.8238 |
| | 1-BHP/BHP _{Design Full} | - | | | 1.04% | 1.94% | 1.89% |
| $\lambda/L=1.1$ | η [-] | 0.7669 | 0.8028 | 0.8333 | 0.7855 | 0.8005 | 0.8189 |
| | 1-BHP/BHP _{Design Full} | - | | | 1.71% | 1.59% | 0.23% |

バルクキャリア船のような肥大船はトリム変化の影響が小さいため、最適トリムのような微量な変化の計測および評価は難しいと言えるが、本研究では変化についても差異として現れており、評価もできてたと考えられる。平水中に比べ不確定要素の多い波浪中試験であっても的確な実験で可能であると確認した。しかしながら、一部には実験誤差や評価方法の検討などによる、さらなる高度化の余地があると考えられ、より高度な計測および評価法についても、引き続き研究が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|