

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6947379号
(P6947379)

(45) 発行日 **令和3年10月13日(2021. 10. 13)**

(24) 登録日 令和3年9月21日(2021. 9. 21)

(51) Int. Cl. F 1
B 6 3 H 25/38 (2006.01) B 6 3 H 25/38 1 0 2

請求項の数 11 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-68246 (P2017-68246) (22) 出願日 平成29年3月30日 (2017. 3. 30) (65) 公開番号 特開2018-167770 (P2018-167770A) (43) 公開日 平成30年11月1日 (2018. 11. 1) 審査請求日 令和2年3月26日 (2020. 3. 26)</p>	<p>(73) 特許権者 501204525 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 (74) 代理人 100098545 弁理士 阿部 伸一 (74) 代理人 100087745 弁理士 清水 善廣 (74) 代理人 100106611 弁理士 辻田 幸史 (72) 発明者 一ノ瀬 康雄 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多段ラダーバルブ、多段ラダーバルブの設計方法、及び船舶

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

船体の船尾のプロペラの後方に配置された舵に設けられるラダーバルブであって、前記舵の前縁部に設けられ、前部が前記プロペラの中心部に設けられるプロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有し、かつ前記前部が前記プロペラの中心線の通る位置に設けられ、後部が前記前部直径より大径の後部最大直径を有し、形状として段を成すとともに、前記前部を前記後部の中へ移動可能に構成し、前記舵を切ったときに前記前部を後方に移動することを特徴とする多段ラダーバルブ。

【請求項 2】

船体の船尾のプロペラの後方に配置された舵に設けられるラダーバルブであって、前記舵の前縁部に設けられ、前部が前記プロペラの中心部に設けられるプロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有し、かつ前記前部が前記プロペラの中心線の通る位置に設けられ、後部が前記前部直径より大径の後部最大直径を有し、形状として段を成すとともに、前記前部の外周、または前記後部の前端部の外周にステータ状のフィン設け、前記ステータ状のフィンを遊転可能に構成したことを特徴とする多段ラダーバルブ。

【請求項 3】

前記前部直径に対する前記後部最大直径の比が、1.0より大きく2.5以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項 4】

前記前部の前端と前記プロペラボスの後端との距離が前記前部直径の 1/2 0 より大き

10

20

く2以下の範囲であることを特徴とする請求項1から請求項3のうちの1項に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項5】

前記前部が前後方向に同一の前記直径を有した円柱状を成していることを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項6】

前記後部は、側面視した場合に前記前部との接合部から次第に後方にかけて膨らみ、前記後部最大直径を有する部分から次第に後方にかけて収縮する紡錘状を成していることを特徴とする請求項1から請求項5のうちの1項に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項7】

前記前部の前端部が、前記プロペラの前記中心線に対して直角に切り落とされた略平面形状を成すことを特徴とする請求項1から請求項6のうちの1項に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項8】

前記前部を外部から着脱可能に構成することを特徴とする請求項1から請求項7のうちの1項に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項9】

前記前部の外部からの着脱可能な構成は、前記前部を複数に分割して着脱可能とする構成であることを特徴とする請求項8に記載の多段ラダーバルブ。

【請求項10】

船体の船尾のプロペラの後方に配置された舵の前縁部に設けられ、前部が前記プロペラの中心部に設けられるプロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有し、かつ前記前部が前記プロペラの中心線の通る位置に設けられ、後部が前記前部直径より大径の後部最大直径を有し、形状として段を成している多段ラダーバルブを設計する設計方法であって、前記プロペラの直径とプロペラボス比に基づき前記プロペラボスの前記直径を算出する、又は前記プロペラボスの前記直径を取得するプロペラボス直径設定ステップと、前記プロペラボス直径設定ステップで算出又は取得した前記プロペラボスの前記直径に基づき前記前部直径を定める前部直径設定ステップと、前記プロペラのプロペラ荷重度又はプロペラピッチを取得するプロペラ条件取得ステップと、前記プロペラ条件取得ステップで取得した前記プロペラ荷重度又は前記プロペラピッチに基づいて前記後部最大直径を定める後部最大直径設定ステップとを備えたことを特徴とする多段ラダーバルブの設計方法。

【請求項11】

請求項1から請求項9のうちの1項に記載の多段ラダーバルブを前記船体に装備したことを特徴とする船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船舶の舵に設けられるラダーバルブ、ラダーバルブの設計方法、及びラダーバルブを備えた船舶に関する。

【背景技術】

【0002】

船体の船尾に設けられたプロペラによって誘起されるハブ渦の抑制などを目的として、プロペラの後方に配置された舵にラダーバルブを設けることが従来から提案されている。

例えば、特許文献1には、ハブ渦の発生の防止を目的として、プロペラハブの後端と舵柱の前縁との一方から他方へ近接するまで延在する、円柱状又は載頭円錐状の付加物を設けることが開示されている。

また、特許文献2には、中・高速船のような船尾の流れが速い船でも付加抵抗の増加よりも推進効率の改善を大きくすることを目的として、小型化したラダーバルブにフィンを設け、フィンの作用が支配的になるように構成することが開示されている。

また、特許文献3には、ラダーバルブを既存の船に対して簡易かつ安価に取り付けるこ

10

20

30

40

50

とを目的として、ラダーバルブを船首側と船尾側の直径が同一である円筒状とすることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】実開平2-113600号公報

【特許文献2】特開平11-139395号公報

【特許文献3】特開2013-107522号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1から特許文献3は、付加物又はラダーバルブの形状として段を成しているものではないため、ハブ渦を適切に整流することが困難であり、自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果が十分ではない。

【0005】

また、図5は従来の船舶の船尾を示す側面図である。

船舶100の船体111の船尾には、プロペラ120が配置されている。プロペラ120の中心部には、プロペラボス121が設けられている。

プロペラ120の後方には、舵130が配置されている。舵130には、ラダーバルブ140が装備されている。

図5に示すラダーバルブ140の直径(最大直径)は、プロペラボス121の直径(最大直径)と同程度かそれよりも大きい。しかし、図5(a)のようにラダーバルブ140の先端とプロペラボス121の後端との距離が大きいと、プロペラ120により誘起されるハブ渦が逃げてしまい、性能が悪化する。また、図5(b)のようにラダーバルブ140の先端とプロペラボス121の後端とを近づけ過ぎてしまうと、舵を切ったときにラダーバルブ140の先端とプロペラボス121の後端が当る不具合が発生し、また、修繕時などにプロペラ120を取り外すことが困難になってしまう。また、ラダーバルブ140が段を成した形状ではないため、既存船を含めた通常のプロペラ位置やプロペラボス形状を変更することなく、ラダーバルブ140の最大直径の位置を最適化することが困難である。

【0006】

そこで本発明は、通常のプロペラ位置及びプロペラボス形状を変更することなく、ハブ渦を整流して自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる多段ラダーバルブ、多段ラダーバルブの設計方法、及び船舶を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1記載に対応した多段ラダーバルブにおいては、船体の船尾のプロペラの後方に配置された舵に設けられるラダーバルブであって、舵の前縁部に設けられ、前部がプロペラの中心部に設けられるプロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有し、かつ前部がプロペラの中心線の通る位置に設けられ、後部が前部直径より大径の後部最大直径を有し、形状として段を成すとともに、前部を後部の中へ移動可能に構成し、舵を切ったときに前部を後方に移動することを特徴とする。

請求項1に記載の本発明によれば、プロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有する前部と、前部直径よりも大径の後部最大直径を有する後部とで構成することにより、ハブ渦を整流して、従来のラダーバルブよりも省エネ効果が大きい多段ラダーバルブとすることができる。また、ラダーバルブを多段にすることにより、通常のプロペラ位置及びプロペラボス形状を変更することなく、後部最大直径の位置を最適化できる。また、転舵時にラダーバルブが舵の動作の障害となることを防止できる。

【0008】

請求項2記載に対応した多段ラダーバルブにおいては、船体の船尾のプロペラの後方に

配置された舵に設けられるラダーバルブであって、舵の前縁部に設けられ、前部がプロペラの中心部に設けられるプロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有し、かつ前部がプロペラの中心線の通る位置に設けられ、後部が前部直径より大径の後部最大直径を有し、形状として段を成すとともに、前部の外周、または後部の前端部の外周にステータ状のフィンを設け、ステータ状のフィンを遊転可能に構成したことを特徴とする。

請求項 2 に記載の本発明によれば、プロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有する前部と、前部直径よりも大径の後部最大直径を有する後部とで構成することにより、ハブ渦を整流して、従来のラダーバルブよりも省エネ効果が大きい多段ラダーバルブとすることができる。また、ラダーバルブを多段にすることにより、通常のプロペラ位置及びプロペラボス形状を変更することなく、後部最大直径の位置を最適化できる。また、フィンによってスラスト力を発生させることができるとともに、ステータ状のフィンが回転するときのエネルギーを回収して利用することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 記載の本発明は、前部直径に対する後部最大直径の比が、1.0 より大きく 2.5 以下であることを特徴とする。

請求項 3 に記載の本発明によれば、高速船や低速船といった様々な船種において、自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 記載の本発明は、前部の前端とプロペラボスの後端との距離が前部直径の 1 / 2 0 より大きく 2 以下の範囲であることを特徴とする。

請求項 4 に記載の本発明によれば、ラダーバルブの先端がプロペラボスの後端に近接しているため、ハブ渦の集中を避け、拡散効果が向上する。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 記載の本発明は、前部が前後方向に同一の直径を有した円柱状を成していることを特徴とする。

請求項 5 に記載の本発明によれば、ハブ渦を適切に処理し、前部の形状が単純化され、製作が容易となる。

【 0 0 1 2 】

請求項 6 記載の本発明は、後部は、側面視した場合に前部との接合部から次第に後方にかけて膨らみ、後部最大直径を有する部分から次第に後方にかけて収縮する紡錘状を成していることを特徴とする。

請求項 6 に記載の本発明によれば、誘導抵抗を低く抑え、自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 記載の本発明は、前部の前端部が、プロペラの中心線に対して直角に切り落とされた略平面形状を成すことを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、ハブ渦をより適切に処理し、推進性能がさらに向上する。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 記載の本発明は、前部を外部から着脱可能に構成することを特徴とする。

請求項 8 に記載の本発明によれば、修繕時などプロペラの取り外しが必要な場合には、前部を先に取り外すことによって作業用のスペースを確保し、プロペラの取り外し作業が容易となる。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 記載の本発明は、前部の外部からの着脱可能な構成は、前部を複数に分割して着脱可能とする構成であることを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、前部の取り外し作業が一層容易となる。

【 0 0 1 6 】

請求項 1 0 記載に対応した多段ラダーバルブの設計方法においては、船体の船尾のプロペラの後方に配置された舵の前縁部に設けられ、前部がプロペラの中心部に設けられるプ

10

20

30

40

50

ロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有し、かつ前部がプロペラの中心線の通る位置に設けられ、後部が前部直径より大径の後部最大直径を有し、形状として段を成している多段ラダーバルブを設計するに当たり、プロペラの直径とプロペラボス比に基づきプロペラボスの直径を算出する、又はプロペラボスの直径を取得するプロペラボス直径設定ステップと、プロペラボス直径設定ステップで算出又は取得したプロペラボスの直径に基づき前部直径を定める前部直径設定ステップと、プロペラのプロペラ荷重度又はプロペラピッチを取得するプロペラ条件取得ステップと、プロペラ条件取得ステップで取得したプロペラ荷重度又はプロペラピッチに基づいて後部最大直径を定める後部最大直径設定ステップとを備えたことを特徴とする。

請求項 1 0 に記載の本発明によれば、ハブ渦の拡散効果、ポテンシャル伴流による伴流改善効果、及びラダーバルブの誘導抵抗による逆効果といった 3 つの効果の総和として最適な効果が発揮されるように、多段ラダーバルブの大きさを設定することができる。これにより、高速船や低速船といった様々な船種において、ハブ渦を整流して自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。また、ラダーバルブを多段にすることにより、通常のプロペラ位置及びプロペラボス形状を変更することなく、後部最大直径の位置を最適化できる。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 1 に記載に対応した船舶は、多段ラダーバルブを船体に装備したことを特徴とする。

請求項 1 1 に記載の本発明によれば、省エネ効果に優れた船舶を提供できる。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明の多段ラダーバルブによれば、プロペラボスの直径と略同一径の前部直径を有する前部と、前部直径よりも大径の後部最大直径を有する後部とで構成することにより、ハブ渦を整流して、従来のラダーバルブよりも省エネ効果が大きい多段ラダーバルブとすることができる。また、ラダーバルブを多段にすることにより、通常のプロペラ位置及びプロペラボス形状を変更することなく、後部最大直径の位置を最適化できる。また、転舵時にラダーバルブが舵の動作の障害となることを防止できる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の多段ラダーバルブによれば、フィンによってスラスト力を発生させることができるとともに、ステータ状のフィンが回転するときのエネルギーを回収して利用することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前部直径に対する後部最大直径の比が、1.0 より大きく 2.5 以下である場合には、高速船や低速船といった様々な船種において、自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。

【 0 0 2 1 】

また、前部の前端とプロペラボスの後端との距離が前部直径の $1/20$ より大きく 2 以下の範囲である場合には、ラダーバルブの先端がロペラボスの後端に近接しているため、ハブ渦の集中を避け、ハブ渦の拡散効果が向上する。

【 0 0 2 2 】

また、前部が前後方向に同一の直径を有した円柱状を成している場合には、ハブ渦を適切に処理し、前部の形状が単純化され、製作が容易となる。

【 0 0 2 3 】

また、後部は、側面視した場合に前部との接合部から次第に後方にかけて膨らみ、後部最大直径を有する部分から次第に後方にかけて収縮する紡錘状を成している場合には、誘導抵抗を低く抑え、自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。

【 0 0 2 4 】

また、前部の前端部が、プロペラの中心線に対して直角に切り落とされた略平面形状を

成す場合には、ハブ渦をより適切に処理し、推進性能がさらに向上する。

【0025】

また、前部を外部から着脱可能に構成する場合には、修繕時などプロペラの取り外しが必要な場合には、前部を先に取り外すことによって作業用のスペースを確保し、プロペラの取り外し作業が容易となる。

【0026】

また、前部の外部からの着脱可能な構成は、前部を複数に分割して着脱可能とする構成である場合には、前部の取り外し作業が一層容易となる。

【0027】

本発明の多段ラダーバルブの設計方法によれば、ハブ渦の拡散効果、ポテンシャル伴流による伴流改善効果、及びラダーバルブの誘導抵抗による逆効果といった3つの効果の総和として最適な効果が発揮されるように、多段ラダーバルブの大きさを設定することができる。これにより、高速船や低速船といった様々な船種において、ハブ渦を整流して自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。また、ラダーバルブを多段にすることにより、通常のプロペラ位置及びプロペラボス形状を変更することなく、後部最大直径の位置を最適化できる。

【0028】

本発明の船舶によれば、省エネ効果に優れた船舶を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施形態による船舶の船尾を示す図

【図2】本発明の他の実施形態による船舶の船尾を示す側面図

【図3】本発明の実施形態による多段ラダーバルブの設計方法のフローチャート

【図4】プロペラピッチと省エネ率の関係を示す図

【図5】従来の船舶の船尾を示す側面図

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下に、本発明の実施形態による多段ラダーバルブ及び船舶について説明する。

【0031】

図1は、本発明の実施形態による船舶の船尾を示す図であり、図1(a)は側面図、図1(b)は斜視図である。

船舶10の船体11の船尾には、プロペラ20が配置されている。プロペラ20の中心部には、プロペラボス21が設けられている。

プロペラ20の後方には、舵30が配置されている。舵30には、多段ラダーバルブ40が装備されている。

多段ラダーバルブ40は、舵30の前縁部に設けられている。多段ラダーバルブ40は、前部41と後部42とからなる。前部41はプロペラボス21に対向するように配置されており、後部42は前部41の後端に接続されている。

【0032】

前部41は、前後方向に同一の前部直径41Dを有した円柱状を成している。前部41を円柱状とすることより、ハブ渦を適切に処理できる。また、前部41の形状が単純化され、製作が容易となる。また、前部41の後端は、舵30の前縁30aよりも前方に位置している。

前部直径41Dをプロペラボス21の直径(最大直径)と略同一径とし、前部41の前端をプロペラボス21の後端に近接させている。これにより、プロペラ後流のハブ渦を整流し、推進性能を向上させることができる。なお、前部41が台形状など前後方向に異なる直径を有した形状の場合には、前部41の最大直径がプロペラボス21の直径と略同一径となるようにする。

前部41は、プロペラ20の回転軸方向における中心線Cが通る位置に設けられている。なお、多段ラダーバルブ40は、前部41のどこかがプロペラ20の中心線Cの通る位

10

20

30

40

50

置に臨む範囲で、中心線Cの通る位置から上下左右にずらすことが可能である。

【0033】

後部42は、側面視した場合に、前部41との接合部から後方にかけて次第に膨らみ、後部最大直径42Dを有する部分から後方にかけて次第に収縮する紡錘状を成している。後部42が紡錘状を成すことにより、誘導抵抗を低く抑え、自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。後部最大直径42Dは、舵30の前縁30aの位置か、前縁30aよりも後方の位置にある。後部42の前端の直径は、前部41の後端の直径と略等しい。後部42の後端は、舵30の前縁部の範囲内に位置している。

後部42の後部最大直径42Dは、前部直径41Dよりも大径であり、プロペラボス21の最大直径よりも大径である。なお、前部41が台形状など前後方向に異なる直径を有した形状の場合には、後部42の後部最大直径42Dが前部41の最大直径よりも大径となるようにする。後部42を前部41、プロペラボス21よりも大きくすることで、ハブ渦を整流して自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。

【0034】

多段ラダーバルブ40が、プロペラボス21の直径と略同一の直径を有する前部41と、前部41よりも大径の後部最大直径42Dを有する後部42とにより、形状として段を成していることで、通常の舵位置やプロペラ位置、プロペラボス形状を変更することなく、後部最大直径42Dの位置を最適化できる。従って、新造船のみならず、既存船へのレトロフィットとしても多段ラダーバルブ40を適用することができ、コストを低減できる。

なお、本実施形態では、多段ラダーバルブ40を前部41と後部42の二段に構成した例を示しているが、これに限らず、三段以上の多段ラダーバルブとすることもできる。

【0035】

なお、前部41の前端部は、曲面状に形成することもできるが、図1に示すようにプロペラ20の中心線Cに対して直角に切り落とされた略平面形状を成すことが好ましい。また、プロペラボス21の後端部もプロペラ20の中心線Cに対して直角に切り落とされた略平面形状を成すことがより好ましい。これにより、ハブ渦をより適切に処理し、推進性能をさらに向上させることができる。

【0036】

また、多段ラダーバルブ40は、前部41を後部42の中へ移動可能に構成し、舵30を切ったときに前部41を後方に移動させることもできる。これにより、転舵時に多段ラダーバルブ40が舵30の動作の障害となることを防止できる。

前部41を後部42の中へ移動可能とする構成としては、例えば、電動モーターや油圧シリンダなどの駆動源を設けて前部41の前後方向への移動を制御する構成や、バネなどの圧縮手段により付勢された前部41が転舵時に舵30に当たって後部42の中に移動する構成など、様々な構成が採用できる。

【0037】

また、前部41は、外部から着脱可能に構成することもできる。これにより、修繕時などプロペラ20の取り外しが必要な場合には、先に前部41を取り外すことで多段ラダーバルブ40の先端とプロペラボス21の後端との距離を大きくし作業用のスペースを確保することができるため、プロペラ20の取り外し作業が容易となる。

また、例えば周方向に2分割して着脱可能とするなど、前部41を複数に分割して着脱可能とした場合には、特に前部41を前方に引き抜いて取り外すことが困難なほど前部41とプロペラボス21との距離が近い場合に、前部41の取り外し作業が一層容易となる。

このため、既存船を含めた通常のプロペラ20の位置やプロペラボス21の形状を変更することなく、多段ラダーバルブ40の前部41を取り付けることができ、多段ラダーバルブ40の最大直径も含めた形状を最適化することができる。

【0038】

次に、本発明の他の実施形態による多段ラダーバルブ及び船舶について、図2を用いて

説明する。なお、上記実施形態と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

【0039】

図2は、本実施形態による船舶の船尾を示す側面図である。

本実施形態は、多段ラダーバルブ40にフィン50が設けられている点において上記した実施形態と異なる。フィン50は多段ラダーバルブ40の外周にステータ状に設けられている。すなわち、多段ラダーバルブ40の外周には、複数のフィン50が周方向に所定間隔で設けられている。図2(a)はフィン50を前部41の外周に設けた場合を示し、図2(b)はフィン50を後部42の前端部の外周に設けた場合を示している。

フィン50が設けられた前部41又は後部42の前端部は、多段ラダーバルブ40に固定されており回転しない。フィン50は、側面視した場合の形状が後ろ下がりとなるように設けられており、矢印Aで示すプロペラ回転方向の流れによりスラスト力を発生させることができる。

多段ラダーバルブ40のうち、プロペラボス21の直径よりも大きい箇所にフィン50を設けた場合には大きな誘導抵抗が発生してしまう。そこで本実施形態では、プロペラボス21の直径と略同一径の前部41の外周又は後部42の前端部の外周にフィン50を設け、フィン50の高さを後部最大直径42D以下に抑えることで、フィン50による誘導抵抗を小さくしている。また、フィン50を小さくすることで、コストも抑制できる。

【0040】

なお、ベアリングを介して前部41を後部42に取り付けるなどして、前部41又は後部42の前端部に設けられたフィン50を遊転可能に構成することもできる。この場合、スラスト力を発生させることができる他、多段ラダーバルブ40の内部にギア機構等を設けるなどして前部41又は後部42の前端部が回転するときのエネルギーを回収し、他の推進装置の動力源などに利用することができる。

【0041】

次に、本発明の実施形態による多段ラダーバルブの設計方法について説明する。

【0042】

プロペラ荷重度が小さい高速船の場合は、ラダーバルブが大きくなると、ラダーバルブによる伴流率の改善効果を誘導抵抗の増加が上回ってしまうため、ラダーバルブを小さくする必要がある。また、プロペラ荷重度が小さいためハブ渦が弱くなることもラダーバルブを小さく設計せざるを得ない要因である。

一方、プロペラ荷重度が大きい低速船の場合は、ラダーバルブが大きいことによる伴流率の改善効果が高い。また、ハブ渦が強く、ラダーバルブによるハブ渦の拡散効果が増加するため、ラダーバルブが大きい方が省エネ率が高い。

そこで本実施形態では、前部直径41Dを、プロペラボス21の直径に基づいて定め、多段ラダーバルブ40の最大直径(後部最大直径42D)を、前部直径41Dとプロペラ荷重度又はプロペラピッチとにより設定する。これにより、高速船や低速船といった様々な船種に対して、適切な大きさの多段ラダーバルブ40を提供できる。

【0043】

図3は、本実施形態による多段ラダーバルブの設計方法のフローチャートである。

本実施形態による多段ラダーバルブ40の設計方法は、プロペラボス直径設定ステップS1と、前部直径設定ステップS2と、プロペラ条件取得ステップS3と、後部最大直径設定ステップS4とを備える。

【0044】

まず、プロペラ20の直径とプロペラボス比に基づきプロペラボス21の直径(最大直径)を算出するか、又はプロペラボス21の直径を計測手段などにより取得する(プロペラボス直径設定ステップS1)。

次に、プロペラボス直径設定ステップS1で算出又は取得したプロペラボス21の直径に基づき、多段ラダーバルブ40の前部直径41Dを定める(前部直径設定ステップS2)。

次に、プロペラ20のプロペラ荷重度又はプロペラピッチを取得する(プロペラ条件取

得ステップS3)。なお、プロペラ条件取得ステップS3は、プロペラボス直径設定ステップS1又は前部直径設定ステップS2より前に行ってもよい。

次に、プロペラ条件取得ステップS3で取得したプロペラ荷重度又はプロペラピッチに基づいて多段ラダーバルブ40の後部最大直径42Dを定める(後部最大直径設定ステップS4)。

【0045】

ここで、ラダーバルブの効果は、次の3つに分類される。

- (1) プロペラが誘起するハブ渦の拡散効果
- (2) ラダーバルブが誘起するポテンシャル伴流による伴流改善効果
- (3) ラダーバルブの誘導抵抗による逆効果

ラダーバルブの効果は、船速、所要馬力に起因するプロペラ設計条件としてのプロペラ荷重度及びこの設計条件での最適なプロペラピッチにより、上記(1)から(3)の効果それぞれ増減する。そこで本実施形態では、以下に説明するように、上記(1)から(3)の効果の総和として最適な効果が発揮されるように、多段ラダーバルブ40の大きさを設定する。これにより、高速船から低速船まで様々な船種において、ハブ渦を整流して自航要素の改善や推進性能の向上などによる省エネ効果を大きくできる。

【0046】

まず、前部直径設定ステップS2において、前部41の前部直径41Dをプロペラボス21の直径と略同一径と定める。このとき、プロペラボス21の形状が円筒形状以外の場合もあり、角のある円筒形状や回転楕円体形状である場合は流れの状況に従い、相当する直径を同一径として定める。すなわち、プロペラボス21の表面から流れが剥離するよどみ点の径と同一径と定める。この理由は、よどみ点の径より小さい範囲は流れが遅く乱れている死水領域となるため、これより大きい範囲は流れが速く前部41が抵抗となり省エネ性能が悪化し、これより小さすぎる範囲に前部41が形成されると死水領域が大きくなり、ハブ渦の整流効果が弱くなる。そのため、前部直径41Dがプロペラボス21の直径を超えず、小さすぎない範囲を略同一径の範囲とすることが好ましい。具体的には、プロペラボス21が角のある円筒形状の場合は、その角がよどみ点となるためよどみ点の径はプロペラボス径と同一であり、プロペラボス21の直径と前部41の直径の比は1.0が好ましい。一方、プロペラボス21が回転楕円対の場合一般的によどみ点の径の位置はプロペラボス21の最大径との比で0.8を中心として0.6から1.0より小さい範囲となることが多い。そのため、プロペラボス21の直径と前部41の直径の比が、0.6より大きく1.0以下であることが好ましく、0.8より大きく1.0以下であることが更に好ましい。

さらに、前部41の前端とプロペラボス21の後端との距離を、前部直径41Dの1/20より大きく2以下の範囲、より好ましくは前部直径41Dの1/20より大きく1以下の範囲として、多段ラダーバルブ40をプロペラボス21に近接して配置する。これは、1/20より小さくなると、操舵時に前部41を後部42の中へ移動可能に構成したものであっても、前部41の前端とプロペラボス21の後端とが接触するおそれが生ずるためである。例えば、8万トンクラスの船に使用される直径6.5m程度のプロペラ20を想定すると、プロペラボス21の後端部が100cm程度になることが多い。前部41の前部直径41Dを、プロペラボス21の後端部と略同一径の100cmとするとこの1/20は5cmとなる。重量物であるプロペラ20が片持ち状態で軸受けに支持されることによる歪みや、運航中におけるプロペラ20の軸受けの摩耗、また海洋生物の付着等を想定すると、余裕を見ても5cm程度の間隙は必要である。

また、前部41の前端とプロペラボス21の後端との距離を開けすぎると、ハブ渦の集中がしやすくなる。通常の運航状態においてハブ渦は、その半回転する距離が、プロペラボス21の後端部の直径とほぼ同一かやや短い距離となる。このためハブ渦が完全に集中しないように、すなわち1回転しないような距離に留めることが好ましく、半回転のうちに留めることがより好ましい。好ましくは前部直径41Dの2以下の範囲、より好ましくは前部直径41Dの1以下の範囲は、この理由により若干の余裕をみて設定されるもので

ある。

これらにより、ハブ渦の集中を避け、上記(1)の効果を最大化できる。

【0047】

次に、後部最大直径設定ステップS4において、後部最大直径42Dを前部直径41Dより大径となるように定める。

図4は、プロペラピッチと省エネ率の関係を示す図である。縦軸を省エネ率、横軸をプロペラピッチとし、前部直径41Dと後部最大直径42Dの比が1.0の場合を実線、1.5の場合を一点鎖線、2.0の場合を破線、2.5の場合を点線で示している。なお、プロペラピッチとプロペラ荷重度は相関があるため、プロペラピッチの代わりにプロペラ荷重度を用いることもできる。

10

図4に示す通り、高速船のようにプロペラピッチが高い場合と低速船のようにプロペラピッチが低い場合とでは、最適点(図中「 \square 」)が異なる。また、プロペラピッチが低い場合のほうが、プロペラピッチが高い場合よりも省エネ率が高い。

上記(2)の効果と上記(3)の効果は、設計プロペラピッチに対して逆相関にある。上記(2)の効果と上記(3)の効果を含めた多段ラダーバルブ40の省エネ効果は、図4に示す通り、プロペラピッチに対して前部直径41Dと後部最大直径42Dの比が1.0より大きく2.5以下で最適点(図中「 \square 」)が遷移していく。なお、3.0近くになると流れの速い位置に多段ラダーバルブ40の一部が位置することになるため省エネ率は低下する。

従って、前部直径41Dに対する後部最大直径42Dの比は、プロペラピッチ又はプロペラ荷重度によって、上記(2)の効果と上記(3)の効果を含めた多段ラダーバルブ40による省エネ効果が最大となるように、1.0より大きく2.5以下、より好ましくは1.5より大きく2.0以下の範囲で最適化する。

20

【産業上の利用可能性】

【0048】

本発明は、低速船(肥大船)や高速船(やせ型船)といった幅広い船種に適用することができ、各船種において優れた省エネ効果をもたらす。

【符号の説明】

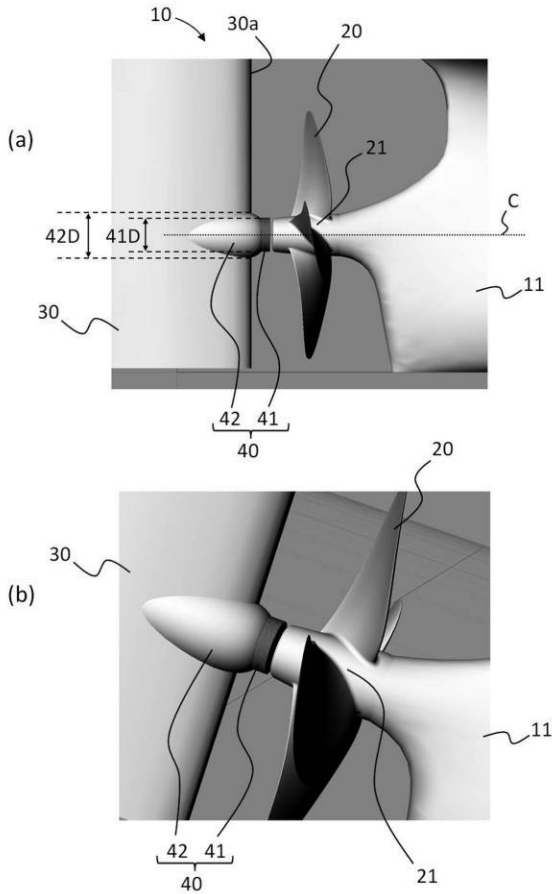
【0049】

- 10 船舶
- 11 船体
- 20 プロペラ
- 21 プロペラボス
- 30 舵
- 40 多段ラダーバルブ
- 41 前部
- 41D 前部直径
- 42 後部
- 42D 後部最大直径
- 50 フィン
- C 中心線

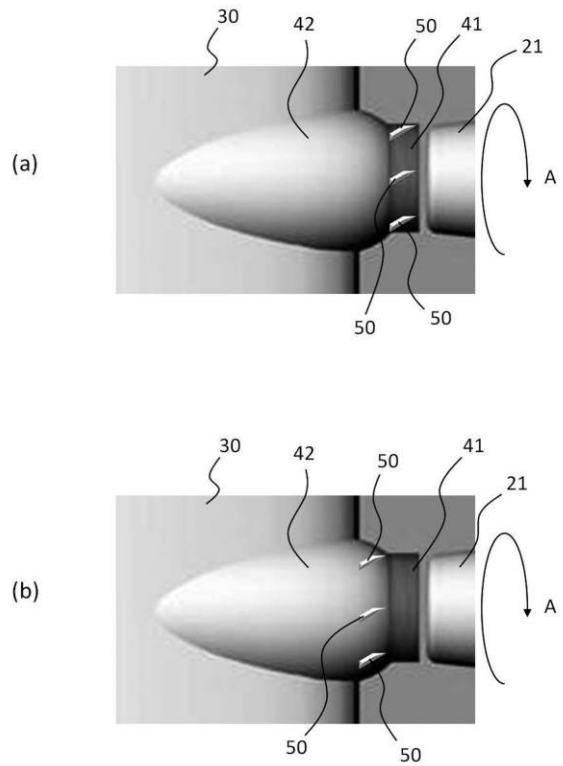
30

40

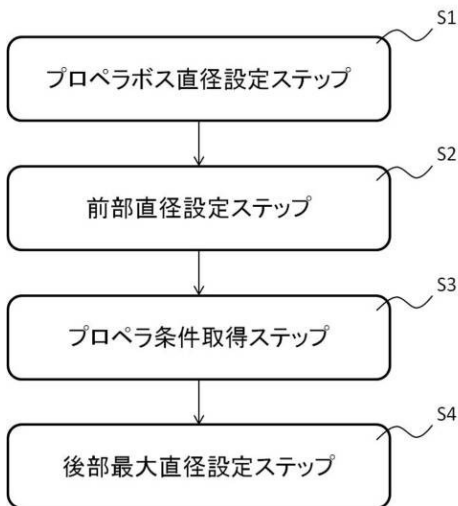
【図1】



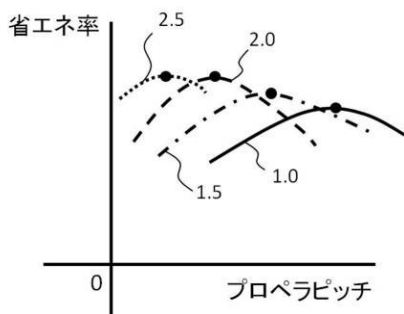
【図2】



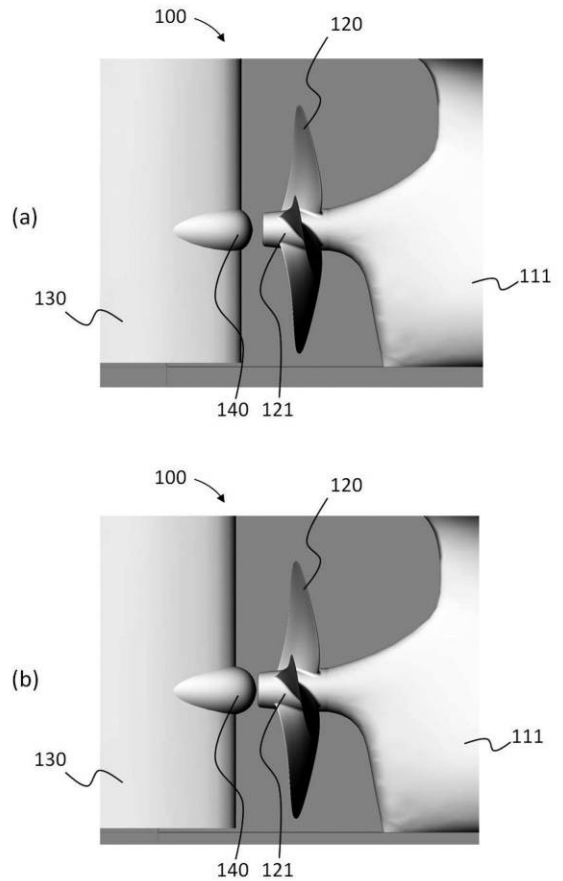
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 川北 千春

東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 川島 英幹

東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 坂本 信晶

東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

審査官 中島 昭浩

(56)参考文献 特開昭 6 1 - 2 7 5 0 9 6 (J P , A)

特公昭 3 7 - 0 1 1 7 6 6 (J P , B 1)

特開 2 0 0 3 - 0 1 1 8 9 4 (J P , A)

実開昭 5 8 - 0 8 7 6 9 8 (J P , U)

特開 2 0 0 2 - 1 6 6 8 8 8 (J P , A)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 4 - 0 0 8 0 6 8 0 (K R , A)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 3 - 0 0 7 5 4 8 2 (K R , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 3 H 2 5 / 3 8

B 6 3 H 1 / 2 0