

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-280617
(P2005-280617A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005. 10. 13)

(51) Int. Cl.⁷

B63H 9/06
B63H 21/21
// GO1M 9/08

F I

B63H 9/06
B63H 21/21
GO1M 9/08

テーマコード(参考)

2G023

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-101115 (P2004-101115)
(22) 出願日 平成16年3月30日(2004. 3. 30)

(71) 出願人 501204525
独立行政法人海上技術安全研究所
東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(74) 代理人 100071401
弁理士 飯沼 義彦
(74) 代理人 100106747
弁理士 唐沢 勇吉
(72) 発明者 藤原 敬文
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立
行政法人 海上技術安全研究所内
(72) 発明者 北村 文俊
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立
行政法人 海上技術安全研究所内

最終頁に続く

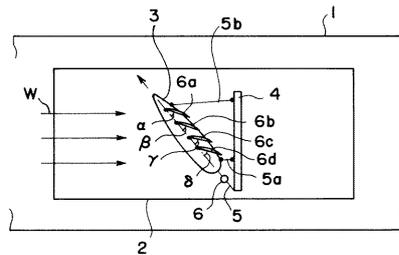
(54) 【発明の名称】 帆装船の帆の最適設定角探索方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、複数帆が船体上に存在し、帆どうしや船体との干渉影響により単独状態の帆性能と異なる場合に最大推進力を得るための帆装船の帆の最適設定角探索方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 風洞 1 内の水槽 2 に浮かべた模型船 3 の各帆 6 a ~ 6 d を船体に対する風 W の所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に回転させながら、張力計 6 を用いて、第 1 の帆 6 a につき最大の推力を得るための最適設定角(船体中心線に対する角度)を求める。ついで、第 1 の帆 6 a を、その最適設定角で停止させたまま第 2 の帆 6 b , 第 3 の帆 6 c , . . . をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に回転させながら、張力計 6 を用いて第 2 の帆 6 b につき最大の推力を得るための最適設定角 を求め、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角を求める操作が行われる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

船上において船首側から船尾側へ所要の間隔で複数の帆を第 1 の帆，第 2 の帆，第 3 の帆，・・・として順次装備された帆装船の各帆の最適設定角を求めるのに際し、上記の第 1 の帆，第 2 の帆，第 3 の帆，・・・を船体に対する所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、まず第 1 の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、ついで第 1 の帆をその最適設定角で停止させたまま第 2 の帆，第 3 の帆，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら第 2 の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角を求めることを特徴とする、帆装船の帆の最適設定角探索方法。

10

【請求項 2】

上記複数の帆を備えた模型船を用いて、風洞等により上記模型船に風を当てて上記各帆の上記最適設定角を求めることを特徴とする、請求項 1 に記載の帆装船の帆の最適設定角探索方法。

【請求項 3】

上記複数の帆を備えた実船を係留して、風による係留索の張力を計測することにより上記各帆の上記最適設定角を求めることを特徴とする、請求項 1 に記載の帆装船の帆の最適設定角探索方法。

【請求項 4】

上記複数の帆を備えた実船の同帆と推進用主機関との併用状態での航走時に、船速を一定に保った際の上記主機関の燃料消費の減少量により上記各帆の上記最適設定角を求めることを特徴とする、請求項 1 に記載の帆装船の帆の最適設定角探索方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風の利用により船の推進力を増加させることを目的として船体上に複数の帆を設置し、風速、風向、船の推進状態を考慮した上で推進力が最大となるような帆の最適設定角を求めて、これにより船の燃料消費量を減少させようとするものである。

【背景技術】

【0002】

船体上に帆を設置して風により推進力を得るようにした船の運航手段は、古来存在する形態である。また、船のエンジンを補助するために帆を船体上に設置し、推進力の一部として帆による推力を利用する方法は、既に実船において実現されている。その際に、帆の設定角は、単独帆や複数帆の如何に拘わらず経験により推進力が最大となるであろう状態にするか、または単独帆の性能より求められた最大推進力を発生する帆の設定状態としていた。

30

その際、複数帆の場合の帆どうしや帆と船体との干渉影響により複数の帆全体の推進力は単独帆により想定される力に比べて減少しているが、その推力減少を低減させる、または帆の干渉影響を利用して推力増加を図る指針は示されていない。

40

【特許文献 1】特開昭 60 - 139593 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、複数帆が船体上に存在し、帆どうしや船体との干渉影響により単独状態の帆性能と異なる場合に最大推進力を得るための帆装船の帆の最適設定角探索方法を提供することを課題とする。なお、帆が単独で船体上に存在する場合においても本方法により最大推進力を得ることが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0004】

50

本発明の帆装船の帆の最適設定角探索方法は、船上において船首側から船尾側へ所要の間隔で複数の帆を第1の帆、第2の帆、第3の帆、・・・として順次装備された帆装船の各帆の最適設定角を求めるのに際し、上記の第1の帆、第2の帆、第3の帆、・・・を船体に対する所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、まず第1の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、ついで第1の帆をその最適設定角で停止させたまま第2の帆、第3の帆、・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら第2の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角を求めることを特徴としている。

【0005】

また、本発明の帆装船の帆の最適設定角探索方法は、上記複数の帆を備えた模型船を用いて、風洞等により上記模型船に風を当てて上記各帆の上記最適設定角を求めることを特徴としている。

【0006】

さらに、本発明の帆装船の帆の最適設定角探索方法は、上記複数の帆を備えた実船を係留して、風による係留索の張力を計測することにより上記各帆の上記最適設定角を求めることを特徴としている。

【0007】

また、本発明の帆装船の帆の最適設定角探索方法は、上記複数の帆を備えた実船の同帆と推進用主機関との併用状態での航走時に、船速を一定に保った際の上記主機関の燃料消費の減少量により上記各帆の上記最適設定角を求めることを特徴としている。

【発明の効果】

【0008】

船上において船首側から船尾側へ所要の間隔で第1の帆、第2の帆、第3の帆、・・・として複数の帆が順次装備されていると、各帆の推力は船体との相対関係により変化するほか、帆どうしの相対関係によっても影響を受けるので、各帆を船体に対する所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、まず第1の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求めると、その第1の帆についての最適設定角の選定が適切に行われるようになる。なお、上記推力の計測は、帆を支持するマストの根元部における曲げ荷重の計測などにより行うことができる。

【0009】

ついで、第1の帆をその最適設定角で停止させたまま第2の帆、第3の帆、・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、第2の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求めることができ、以下同様の手順により第3の帆以降の各帆について最適設定角を順次求めてゆくことができる。

【0010】

そして、船体に対する所定の風向も、例えば5度ずつ変化させるようにして、それぞれの所定風向における各帆の最適設定角を系統的に求めることができる。

【0011】

また、上記複数の帆を備えた模型船を用いて、風洞実験により船体に対する種々の風向につき各帆の最適設定角を系統的に求めることができる。

【0012】

さらに、上記複数の帆を備えた実船を岸壁などに係留して、風による係留索の張力を計測することにより各帆の最適設定角を求める場合は、船体の係留状態を変化させることによって船体に対する所定の風向を種々の設定状況に変化させることができるので、各帆の最適設定角について多様なデータを得ることができる。

【0013】

また、上記複数の帆を備えた実船の同帆と推進用主機関との併用状態での航走時に、船速を一定に保った際の上記主機関の燃料消費の減少量は、上記各帆の推力に対応するので

10

20

30

40

50

、上記減少量が最大となるときの各帆の設定角が最適のものとして容易に求められるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

風洞内に水槽を設けて、同水槽内に、複数の帆を第1の帆，第2の帆，第3の帆，・・・として順次船首側から船尾側へ所要の間隔で装備された帆装船の模型を係留し、船体に対する所定の風向を複数の係留索の調整により実現することができる。

そして、上記複数の帆を上記所定の風向に対し迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直軸線のまわりに徐々に回転させながら、まず第1の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求める。なお、上記推力の計測は、上記係留索の張力測定によって行われる。

ついで、第1の帆をその最適設定角で停止させたまま第2の帆，第3の帆，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、第2の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求めることができ、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角を求めることができる。

また、船体に対する所定の風向は、上記複数の係留索の調節により順次変更され、このようにして得られる多様なデータに従って、実船における帆の最適設定角への制御が行われる。

【実施例1】

【0015】

図1は本発明方法の実施例1を示す風洞内要部の平面図であって、一様流としての風Wの吹く風洞1の内部に水槽2が設置されており、同水槽2内の水面に模型船3が浮かべられて、固定部材4に係留索5，5a，5bで係留されている。

【0016】

そして、模型船3の船長方向における係留索5には、張力計6が介装されている。

模型船3は、船上において船首側から船尾側へ所要の間隔で複数の帆を第1の帆6a，第2の帆6b，第3の帆6c，第4の帆6dの順に備えており、図示しない遠隔制御可能の駆動機構を介して鉛直線のまわりに各帆を同じ回転方向および同じ回転速度で旋回させたり個別に停止させたりできるように構成されている。

【0017】

上述の設備を用いて、各帆6a～6dの最適設定角は次のようにして探索される。

まず、各帆6a～6dを船体に対する風Wの所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、張力計6を用いて、第1の帆6aにつき最大の推力を得るための最適設定角（船体中心線に対する角度）を求める。

【0018】

ついで、第1の帆6aを、その最適設定角で停止させたまま第2の帆6b，第3の帆6c，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、張力計6を用いて第2の帆6bにつき最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角を求める操作が行われる。

【0019】

このような帆の最適設定角の探索は、風Wに対する模型船3の向きを係留索5a，5bの調節により順次所要の角度（例えば5度）ずつ変えながら行われ、このようにして得られた各帆6a～6dについての多様なデータが実船における帆の制御系に用いられる。

【0020】

上述の実施例1の帆装船の帆の最適設定角探索方法によれば、各帆6a～6dについて、船体との相互干渉および帆どうしの相互干渉による影響を加えた状態で最適設定角を探索することが可能になり、しかも能率よく短時間で探索作業を行うことができる。

なお、この実施例1では模型船が風洞内に設置された水槽の水面に浮かべられているが、喫水線よりも上方の形状のみを有する模型船を風洞内のターンテーブル上に載置して、

10

20

30

40

50

同模型船に複数の帆をそれぞれ鉛直線のまわりに旋回可能に立設し、上記のターンテーブルと模型船との間にロードセルを介設するようにしてもよい。このような構成の場合も、ターンテーブルの回動調節により模型船に対する相対的な風の向きを変えながら、各帆と船体との相互干渉および帆どうしの相互干渉に配慮した各帆の最適設定角を探索することができる。

【実施例 2】

【0021】

図 2 は本発明方法の実施例 2 において実船 11 の岸壁 12 への係留状態を示す平面図である。この実施例 2 の場合も、帆装船としての実船 11 を係留する係留索 13 ~ 15 のうち、船長方向の係留索 15 には張力計 16 が介装されている。

【0022】

そして、実船 11 上には船首側から船尾側へ所要の間隔で複数の帆を第 1 の帆 16 a , 第 2 の帆 16 b , 第 3 の帆 16 c , 第 4 の帆 16 d の順に備えており、図示しない遠隔制御可能の駆動機構を介して鉛直線のまわりに各帆を同じ回転方向および同じ回転速度で旋回させたり個別に停止させたりできるように構成されている。

【0023】

このような構成により、この実施例 2 における帆装船の帆の最適設定角の探索は、風 W を受けて各帆 16 a ~ 16 d で発生する推力による船長方向の係留索 15 の張力を、張力計 16 にて計測することにより行われる。

【0024】

まず、各帆 16 a ~ 16 d を船体に対する風 W の所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、張力計 16 を用いて、第 1 の帆 16 a につき最大の推力を得るための最適設定角（船体中心線に対する角度）を求める。

【0025】

ついで、第 1 の帆 16 a を、その最適設定角で停止させたまま第 2 の帆 16 b , 第 3 の帆 16 c , . . . をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、張力計 16 を用いて第 2 の帆 16 b につき最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角を、を求める操作が行われる。

【0026】

このような帆 16 a ~ 16 d の最適設定角の探索は、風 W に対する実船 11 の向きを係留索 13 ~ 15 の調節により順次所要の角度（例えば 5 度）ずつ変えながら行われ、このようにして得られた各帆 16 a ~ 16 d についての多様なデータが実船 11 における帆の制御系に用いられる。

【0027】

上述のごとく、実施例 2 における帆装船の帆の最適設定角探索方法の場合も、各帆 16 a ~ 16 d について、船体との相互干渉および帆どうしの相互干渉による影響を加えた状態で最適設定角を探索することが可能になり、しかも能率よく短時間で探索作業を行うことができる。

【実施例 3】

【0028】

図 3 は本発明方法の実施例 3 において実船 21 の航走状態を示す船体側面図であり、図 4 はその船体平面図である。

本実施例では、スクリュープロペラ S を駆動する推進用主機関 E を備えた実船 21 に、船首側から船尾側へ所要の間隔で第 1 の帆 26 a , 第 2 の帆 26 b , 第 3 の帆 26 c および第 4 の帆 26 d が立設されており、これらの帆 26 a ~ 26 d は図示しない遠隔制御可能の駆動機構を介して鉛直線のまわりに同じ回転方向および同じ回転速度で一斉に旋回させたり個別に停止させたりできるように構成されている。

【0029】

そして、各帆 26 a ~ 26 d と推進用主機関 E との併用状態での航走時に、船速を一定に保

10

20

30

40

50

った際の主機関 E の燃料消費量の減少が燃料消費計 27 で計測されるようになっており、その減少量は航走状態の実船 21 に対する相対的な風 W を受けて各帆 26 a ~ 26 d が推力を発生することによるものであるから、これにより各帆 26 a ~ 26 d の最適設定角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ が次のようにして求められる。

【 0 0 3 0 】

すなわち、実船 21 の航走状態で、各帆 26 a ~ 26 d を船体に対する相対的な風 W の風向に対し迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させる操作が行われる。そして、燃料消費計 27 の計測により、まず、第 1 の帆 26 a につき最大の推力を得るための最適設定角（船体中心線に対する角度 θ_1 ）を求める。

10

【 0 0 3 1 】

ついで、第 1 の帆 26 a を、その最適設定角 θ_1 で停止させたまま第 2 の帆 26 b , 第 3 の帆 26 c , . . . をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、燃料消費計 27 を用いて第 2 の帆 26 b につき最大の推力を得るための最適設定角 θ_2 を求め、以下順次同様の手順により各帆 26 c , 26 d の最適設定角 θ_3, θ_4 を求める操作が行われる。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、横軸に船の前進速度を考慮した相対的な風 W の向きをとり、縦軸に複数の帆による全推進力をとって、本発明により得られた帆の最適設定角を用いる場合の効果を実験により求めたグラフである。すなわち、船上の各帆について帆どうしの相互干渉にも配慮して本発明により求めた最適設定角を用いる場合の性能曲線 A の方が、各帆について単独に求めた最適設定角を用いる場合の性能曲線 B よりも優れていることが明らかである。

20

なお、図 5 において、原点 0 は船体に対する向かい風状態を示し、横軸の P 点は船体に対する追い風状態を示している。

【 0 0 3 3 】

図 6 は、帆装実船において、本発明の方法により探索された帆の最適設定角を適用するための制御系を示している。すなわち、船上の制御器 30 には、第 1 の帆 36 a および第 2 の帆 36 b について本発明の方法により予め得られた種々の相対風向に対する最適設定角についてのデータが、データ入力器 35 から入力されており、制御器 30 へ風速計 31 , 風向計 32 および船速計 33 から時々刻々に入力される計測値に応じて、同制御器 30 から帆旋回機構 34 a , 34 b および主機関 37 ならびに操舵系 38 へ所望の船速を保持するための制御信号が送られるようになる。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 4 】

推進用主機関を備えた帆装船について航海計画をたてる場合は、帆の有効利用が前提となるので、船体に対する種々の相対的な風向について本発明により各帆の最適設定角を求めておくことが重要である。このようにして帆の有効利用により主機関の燃料消費量が減少すれば、CO₂の排出量が減少し、環境負荷の軽減に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

40

【図 1】本発明方法の実施例 1 を示す風洞内要部の平面図である。

【図 2】本発明方法の実施例 2 を示す帆装実船の岸壁への係留状態の平面図である。

【図 3】本発明方法の実施例 3 を示す帆装実船を示す側面図である。

【図 4】図 3 の帆装実船の平面図である。

【図 5】本発明の方法により得られた帆の最適設定角を用いる場合の効果を従来の場合と比較して示すグラフである。

【図 6】本発明の方法により得られた帆の最適設定角を用いて帆の制御を行う場合の制御系を示すブロック図である。

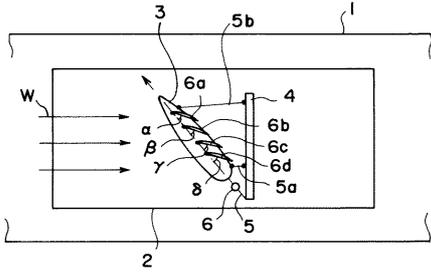
【符号の説明】

【 0 0 3 6 】

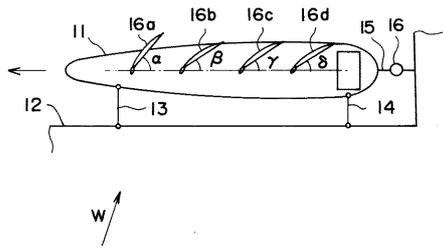
50

1	風洞	
2	水槽	
3	模型船	
4	固定部材	
5	船長方向係留索	
5 a , 5 b	係留索	
6	張力計	
6 a	第 1 の帆	
6 b	第 2 の帆	
6 c	第 3 の帆	10
6 d	第 4 の帆	
11	実船	
12	岸壁	
13 , 14	係留索	
15	船長方向係留索	
16	張力計	
16 a	第 1 の帆	
16 b	第 2 の帆	
16 c	第 3 の帆	
16 d	第 4 の帆	20
21	実船	
26 a	第 1 の帆	
26 b	第 2 の帆	
26 c	第 3 の帆	
26 d	第 4 の帆	
27	燃料消費計	
30	制御器	
31	風速計	
32	風向計	
33	船速計	30
34 a , 34 b	帆旋回機構	
35	データ入力器	
36 a	第 1 の帆	
36 b	第 2 の帆	
37	主機関	
38	操舵系	
E	推進用主機関	
S	スクリュープロペラ	
W	風	40

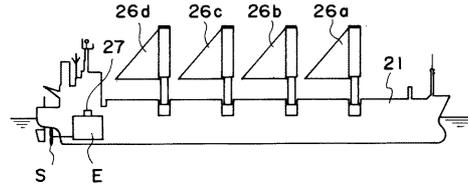
【図1】



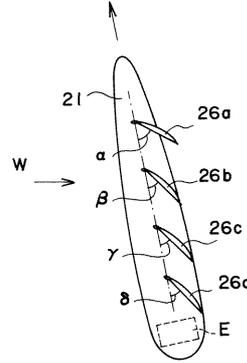
【図2】



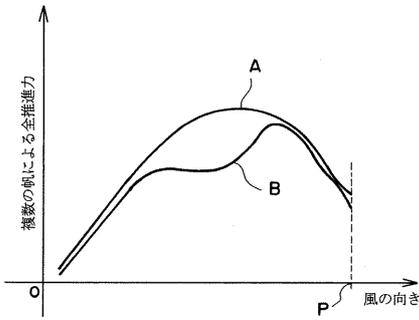
【図3】



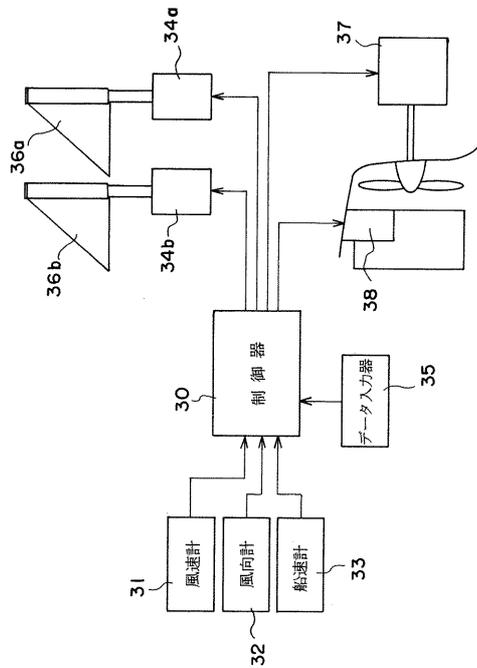
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 上野 道雄

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

Fターム(参考) 2G023 AA01 AC01 AD10