

明 細 書

発明の名称： 運航管理システム

技術分野

[0001] 本発明は、L N G (Liquefied Natural Gas) 運搬船用の運航管理システムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、船舶と陸上設備との間で情報を通信する運航管理システムが知られている。例えば、特許文献1には、海気象データ等に基づいて陸上設備で最適航路が導出され、その最適航路が陸上設備から船舶に送信される運航管理システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4 2 4 7 4 9 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、船舶の中には、L N Gを貯留するカーゴタンクを含み、そのL N Gが気化した天然ガスを推進用の燃料とするL N G運搬船がある。このようなL N G運搬船では、少しでも多くのL N Gをアンロードするために、ラーデン航海（ローディング基地からアンローディング基地までの航海）時に、バラスト航海（アンローディング基地からローディング基地までの航海）に必要なL N G量、つまりカーゴタンク内に残すべきヒール量を正確に把握したいという要望がある。

[0005] そこで、本発明は、ラーデン航海中にバラスト航海に必要なヒール量を正確に算出することができる運航管理システム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

[0006] 前記課題を解決するために、本発明の運航管理システムは、L N Gが気化した天然ガスを推進用の燃料とするL N G運搬船であって、前記L N Gを貯

留するカーゴタンク、前記LNGを前記カーゴタンクの内面に吹き付けるスプレー作業を行うスプレー装置、および船側通信装置、を含むLNG運搬船と、前記船側通信装置と通信可能な陸側通信装置、および処理装置、を含む陸上設備と、を備え、前記処理装置は、海気象データに基づいて、予定バラスト航路を通ったときに前記カーゴタンク内に残存するLNGから発生する自然気化ガスの総量を推定する第1気化ガス量推定部と、前記海気象データに基づいて、前記予定バラスト航路を通ったときに前記スプレー作業によって気化するスプレー気化ガスの総量を推定する第2気化ガス量推定部と、推定された前記自然気化ガスの総量と推定された前記スプレー気化ガスの総量とを足し合わせて必要ヒール量を算出するヒール量算出部と、を含み、前記陸側通信装置は、前記LNG運搬船がラードン航海中に、前記必要ヒール量を前記船側通信装置へ送信する、ことを特徴とする。

[0007] バラスト航海時には、カーゴタンク内の気相領域の容積が液相領域の容積に比べて格段に大きい。しかも、カーゴタンクにおける気相領域を取り囲む部分の温度は、外気温によって上昇し易いため、LNGをカーゴタンクの内面に吹き付けるスプレー作業を頻繁に行ってカーゴタンクを冷却する必要がある。このため、スプレー作業による気化ガスが多量に発生する。さらに、波や風によって船体が揺れれば、カーゴタンク内のLNGから発生する自然気化ガスの量も変動する。

[0008] このようなバラスト航海に対して、上記の構成では、海気象データに基づいて予定バラスト航路を通った時の自然気化ガスの総量およびスプレー気化ガスの総量が推定され、これらが足し合わされることによって必要ヒール量が算出される。そのため、必要ヒール量を正確に算出することができる。そして、算出された必要ヒール量はラードン航海中にLNG運搬船へ送信されるので、LNG運搬船のクルーは、その必要ヒール量を参照してアンロードすべきLNGの量をこれが最大となるように決定することができる。

[0009] 前記処理装置は、前記海気象データに基づいて、燃料消費量が最小となる最適バラスト航路を導出する最適航路導出部を含み、前記予定バラスト航路

は、前記最適バラスト航路であってもよい。この構成によれば、算出される必要ヒール量を最も少ない量とすることができる。

[0010] 例えば、前記第1気化ガス量推定部は、前記海気象データに基づいて、前記自然気化ガスの単位時間当たりの発生量を、前記LNG運搬船のローリングおよびピッチングの影響により変化するように求め、バラスト航海期間において前記自然気化ガスの単位時間当たりの発生量を集計することによって、前記自然気化ガスの総量を推定してもよい。

[0011] 例えば、前記第2気化ガス量推定部は、前記海気象データに基づいて、前記カーゴタンクの基準点での温度が所定温度以下に保たれるように前記スプレー作業の時期を決定し、バラスト航海期間において各スプレー作業におけるスプレー気化ガスの発生量を集計することによって、前記スプレー気化ガスの総量を推定してもよい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ラードン航海中にバラスト航海に必要なヒール量を正確に算出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態に係る運航管理システムの概略構成図である。

[図2]LNG運搬船の全体的な模式図である。

[図3]予測されるバラスト航海中の、自然気化ガスの単位時間あたりの発生量の経時的変化を示すグラフである。

[図4]予測されるバラスト航海中の、スプレー気化ガスの発生量の経時的変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 図1に、本発明の一実施形態に係る運航管理システム1を示す。この運航管理システム1は、LNG運搬船2と陸上設備5を含む。

[0015] LNG運搬船2は、図2に示すように、船体31と、船体31に搭載された、LNGを貯留する複数のカーゴタンク32を含む。船体31には、カーゴタンク32の後方にブリッジ36が設けられている。本実施形態では、各

カーゴタンク 3 2 が球形状のモス型タンクである。ただし、カーゴタンク 3 2 は、メンブレンタンクであってもよいし、自立角形タンク（S P B）であってもよい。

[0016] また、L N G 運搬船 2 には、各カーゴタンク 3 2 を冷却するためのスプレー装置 7 が装備されている。このスプレー装置 7 は、カーゴタンク 3 2 の底にそれぞれ配置された複数のポンプ 7 1 と、カーゴタンク 3 2 の外側に配置された集合管 7 3 と、各ポンプ 7 1 と集合管 7 3 とを接続する吐出管 7 2 と、集合管 7 3 から各カーゴタンク 3 2 内に延びるスプレー管 7 4 を含む。そして、スプレー装置 7 は、カーゴタンク 3 2 に貯留された L N G を、ポンプ 7 1、吐出管 7 2、集合管 7 3 およびスプレー管 7 4 を介して、カーゴタンク 3 2 の内面に吹き付けるスプレー作業を行う。

[0017] L N G 運搬船 2 は、L N G が気化した天然ガス（B O G ともいう）を推進用の燃料とする。具体的に、L N G 運搬船 2 は、スクリュープロペラを駆動する主機 3 5 と、カーゴタンク 3 2 から主機 3 5 へ天然ガスを導く供給ライン 3 3 を含む。供給ライン 3 3 には、圧縮機 3 4 が設けられている。

[0018] 主機 3 5 は、天然ガスを燃焼させて動力を得るものであれば、どのようなものであってもよい。例えば、主機 3 5 は、レシプロエンジン、ガスタービンエンジン、ガス焚きボイラと蒸気タービンの組合せなどである。レシプロエンジンは、天然ガスのみを燃焼させるガス専焼エンジンであってもよいし、天然ガスと燃料油の一方または双方を燃焼させる二元燃料エンジンであってもよい。

[0019] L N G 運搬船 2 のブリッジ 3 6 には、図 1 に示す船側通信装置 2 1、処理装置 2 2、記憶装置 2 3 および表示装置 2 4 が設けられている。これらのうち処理装置 2 2、記憶装置 2 3 および表示装置 2 4 は、操舵室内に配置される。例えば、処理装置 2 2 および記録装置 2 3 は、R O M や R A M などのメモリと C P U を有するコンピュータであり、R O M に格納されたプログラムが C P U により実行される。記録装置 2 3 は、コンピュータのメモリと、コンピュータに接続されたデータロガーで構成されてもよい。

- [0020] 記憶装置 2 3 には、海図データや航海計画データ等が予め格納されている。例えば、これらのデータは、図略の入力装置を介して処理装置 2 2 に入力され、処理装置 2 2 が記憶装置 2 3 に格納する。
- [0021] 処理装置 2 2 は、船速や位置情報（緯度および経度）等の各種センサ（図示せず）で計測される航海実測データを記憶装置 2 3 に格納する。また、処理装置 2 2 は、記憶装置 2 3 に格納された航海実測データを船側通信装置 2 1 へ出力するとともに、表示装置 2 4 を介して表示する。船側通信装置 2 1 は、処理装置 2 2 から出力された航海実測データを通信衛星 4 を介して後述する陸側通信装置 5 1 へ送信する。また、船側通信装置 2 1 は、陸側通信装置 5 1 から後述する最適バラスト航路を含む管理データを受信する。処理装置 2 2 は、船側通信装置 2 1 が受信した管理データを記憶装置 2 3 に格納するとともに、表示装置 2 4 を介して表示する。
- [0022] 一方、陸上設備 5 は、陸側通信装置 5 1、処理装置 5 2 および記憶装置 5 3 を含む。陸側通信装置 5 1 は、通信衛星 4 を介して船側通信装置 2 1 と通信可能なものである。例えば、処理装置 5 2 および記録装置 5 3 は、ROM や RAM などのメモリと CPU を有するコンピュータであり、ROM に格納されたプログラムが CPU により実行される。記録装置 5 3 は、コンピュータのメモリと、コンピュータに接続されたデータロガーで構成されてもよい。
- [0023] 記憶装置 5 3 には、海図データ、航海日程データ（ラードン航海の出発日時及び到着日時、バラスト航海の出発日時及び到着日時）等が予め格納されている。例えば、これらのデータは、図略の入力装置を介して処理装置 5 2 に入力され、処理装置 5 2 が記憶装置 5 3 に格納する。
- [0024] 処理装置 5 2 は、陸側通信装置 5 1 が受信した航海実測データを記憶装置 5 3 に格納する。また、処理装置 5 2 は、インターネット 1 1 に接続されており、インターネット 1 1 を介して気象庁や NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration) 等の外部機関 1 2 から海気象データを取得し、取得した海気象データを記憶装置 5 3 に格納する。記憶装置 5 3 は、単一の

ユニットであってもよいし、航海実測データが格納されるユニットと海気象データが格納されるユニットとに分かれていてもよい。

[0025] 処理装置 5 2 は、記憶装置 5 3 に格納された海図データ、航海日程データ、航海実測データおよび海気象データを使用して各種の演算を行い、管理データを作成する。例えば、LNG 運搬船 2 がラードン航海中であれば、管理データには今後の最適ラードン航路と最適バラスト航路が含まれる。処理装置 5 2 は、作成した管理データを記憶装置 5 3 に格納するとともに、陸側通信装置 5 1 に出力する。陸側通信装置 5 1 は、処理装置 5 2 から出力された管理データを通信衛星 4 を介して船側通信装置 2 1 へ送信する。

[0026] 次に、陸上設備 5 の処理装置 5 2 について、より詳細に説明する。処理装置 5 2 は、最適航路導出部 6 1、第 1 気化ガス量推定部 6 2、第 2 気化ガス量推定部 6 3 およびヒール量算出部 6 4 を含む。

[0027] 最適航路導出部 6 1 は、記憶装置 5 3 に格納された海気象データに基づいて、燃料消費量が最小となる最適航路を導出する。例えば、LNG 運搬船 2 がラードン航海中であれば、最適航路導出部 6 1 は、今後の最適ラードン航路と最適バラスト航路を導出する。最適バラスト航路は、本発明の予定バラスト航路に相当する。

[0028] 第 1 気化ガス量推定部 6 2 は、記憶装置 5 3 に格納された海気象データに基づいて、最適バラスト航路を通ったときにカーゴタンク 3 2 内に残存する LNG から発生する自然気化ガスの総量 Q_n を推定する。具体的に、第 1 気化ガス量推定部 6 2 は、図 3 に示すように、海気象データに基づいて自然気化ガスの単位時間当たりの発生量を求め、その自然気化ガスの単位時間当たりの発生量をバラスト航海期間で集計することによって、自然気化ガスの総量 Q_n を推定する。自然気化ガスの発生量の単位時間は、1 時間であってもよいし、12 時間（半日）であってもよいし、24 時間（1 日）であってもよい。

[0029] より詳しくは、第 1 気化ガス量推定部 6 2 は、海気象データのうちの特に波情報および風情報から、LNG 運搬船 2 が最適バラスト航路を通ったとき

に、LNG運搬船2がいつでもどれだけローリングおよびピッチングするかを求める。ついで、第1気化ガス量推定部62は、自然気化ガスの単位時間当たりの発生量を、LNG運搬船2のローリングおよびピッチングの影響により変化するように求める。

[0030] 例えば、自然気化ガスの単位時間当たりの発生量は、まず、船体31の揺れがないときのカーゴタンク32内に残存するLNGから発生する基準発生量を算出し、ついで、この基準発生量に、LNG運搬船2のローリングおよびピッチングの度合いに応じた揺動係数（例えば、1以上）を乗じることによって求めてもよい。例えば、揺動係数は、LNG運搬船2のローリングおよびピッチングの度合いが激しくなるほど大きくなってもよいし、同程度のローリングおよびピッチングが継続する場合は、1に近い数値であってもよい。

[0031] 第2気化ガス量推定部63は、記憶装置53に格納された海気象データに基づいて、最適バラスト航路を通ったときにスプレー作業によって気化するスプレー気化ガスの総量 Q_s を推定する。具体的に、第2気化ガス量推定部63は、図4に示すように、海気象データに基づいてスプレー作業の時期を決定し、各スプレー作業におけるスプレー気化ガスの発生量をバラスト航海期間で集計することによって、スプレー気化ガスの総量 Q_s を推定する。図4では、各スプレー作業におけるスプレー気化ガスの発生量が一定であるが、スプレー作業ごとにスプレー気化ガスの発生量が異なってもよい。

[0032] より詳しくは、第2気化ガス量推定部63は、海気象データのうちの特に気温情報から、カーゴタンク32の基準点（モス型タンクでは、赤道上の点）での温度が所定温度（例えば、 -110°C ）以下に保たれるようにスプレー作業の時期を決定する。例えば、カーゴタンク32の基準点での温度が所定温度まで上昇したときにスプレー作業が開始されるようにタイムスケジュールを定めてもよい。あるいは、カーゴタンク32の基準点での温度が所定温度に至ることが確実に阻止されるような時間間隔でスプレー作業が開始されるようにタイムスケジュールを定めてもよい。

[0033] ヒール量算出部64は、第1気化ガス量推定部62で推定された自然気化ガスの総量 Q_n と第2気化ガス量推定部63で推定されたスプレー気化ガスの総量 Q_s とを足し合わせて必要ヒール量 Q_h を算出する($Q_h = Q_n + Q_s$)。算出された必要ヒール量 Q_h は、処理装置52から陸側通信装置51へ出力され、陸側通信装置51は、LNG運搬船2がラードン航海中に、必要ヒール量 Q_h を船側通信装置21へ送信する。

[0034] 以上説明したように、本実施形態の運航管理システム1では、海気象データに基づいて最適バラスト航路を通った時の自然気化ガスの総量 Q_n およびスプレー気化ガスの総量 Q_s が推定され、これらが足し合わされることによって必要ヒール量 Q_h が算出される。そのため、必要ヒール量 Q_h を正確に算出することができる。そして、算出された必要ヒール量 Q_h はラードン航海中にLNG運搬船2へ送信されるので、LNG運搬船2のクルーは、その必要ヒール量 Q_h を参照してアンロードすべきLNGの量をこれが最大となるように決定することができる。

[0035] (変形例)

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0036] 例えば、本発明の予定バラスト航路は、必ずしも燃焼消費量が最小となる最適バラスト航路である必要はなく、例えばアンローディング基地とローディング基地とを最短距離で結ぶ大圏航路であってもよい。ただし、前記実施形態のように予定バラスト航路が最適バラスト航路であれば、算出される必要ヒール量 Q_h を最も少ない量とすることができる。

符号の説明

- [0037]
- 1 運航管理システム
 - 2 LNG運搬船
 - 21 船側通信装置
 - 32 カーゴタンク
 - 5 陸上設備

- 5 1 陸側通信装置
- 5 2 処理装置
- 6 1 最適航路導出部
- 6 2 第 1 気化ガス量推定部
- 6 3 第 2 気化ガス量推定部
- 6 4 ヒール量算出部
- 7 スプレー装置