

明 細 書

発明の名称： 船形構造物及び船形構造物の設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物との間で共通のタンク構造を有する船形構造物及び船形構造物の設計方法に関する。

背景技術

[0002] 近年では、FPSOと呼ばれる浮体式海洋石油・ガス生産貯蔵積出設備や、FSOと呼ばれる浮体式海洋石油・ガス貯蔵積出設備が、海底のエネルギー資源の開発および利用のために用いられている。

[0003] このFPSOは、洋上で石油・ガスを生産し、生産物を設備内のタンクに貯蔵して、直接輸送タンカーへの積出を行う設備であり、FSOは、石油・ガスの生産を行なう設備を持たず、洋上での貯蔵及び積出するための専用の設備であって、固定式の生産設備、TLP（緊張係留式プラットフォーム）のような貯蔵設備を持たない浮体式の生産設備、あるいは陸上の生産設備等で生産された原油を受け入れて設備内のタンクに貯蔵し、輸送タンカーへ積出を行う設備である。ここでは、これらをまとめて、浮体式洋上貯蔵構造物ということにする。

[0004] 図7及び図8に示すように、この洋上で石油や液化天然ガス等を貯蔵する浮体式洋上貯蔵構造物は、その貯蔵用の構造は、液体の貨物を洋上に浮いている構造物に貯蔵するという面で、図9及び図10に示すような、石油や石油製品等を輸送するタンカーの船体構造と非常によく似ている。

[0005] なお、ここでいう「浮体式洋上貯蔵構造物」とは、FPSOとFSOのように、石油や液化ガス等の液体の貨物を貯蔵するカーゴタンクを有するが、タンカーの様な自航するための推進装置を持たない洋上に浮かぶ構造物のことをいう。

[0006] そして、図7に示すように、浮体式洋上貯蔵構造物1Xでは、居住区等の上部構造物30に加えて、随伴ガス燃焼装置31や、油処理設備、ガス処理

設備、水処理設備、発電設備等の生産設備（プロセス、トップサイド）３２や、クレーン３３、先端側にアンカーに接続される係留索とライザー管（フローライン）が接続される係留設備（ターレット）３４、ヘリポート（図示しない）等備えているが、一方、図９に示すように、タンカー１Ｙでは、船体１０の後方部に機関室２０と、船橋と居住区がある上部構造物３０を備えると共に、航行のためにプロペラ４１と舵４２等を備えている。

[0007] その一方で、図８及び図１０に示すように、浮体式洋上貯蔵構造物１Ｘとタンカー１Ｙは、大型の場合には、共に、船体１０に、センターカーゴタンク１１、ウイングカーゴタンク１２、バラストタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画１３、スロップタンク１４を備えて構成される。なお、小型のタンカーでは、センターカーゴタンク１１が無い構造となる場合が多い。

[0008] これらのタンカーや浮体式洋上貯蔵構造物の建造では、それぞれがオーダーメイドの受注生産方式で、タンカーに対しては運航機能や荷役機能を重視し、浮体式洋上貯蔵構造物に対しては生産機能や貯蔵機能や荷役機能を重視して、それぞれの用途に合わせて、載貨重量、航海速度、推進性能、復原性能、耐航性能などを個別に最適化した構造のタンカーや浮体式洋上貯蔵構造物が提供されている。

[0009] そして、この洋上に係留されて航行を主としない浮体式洋上貯蔵構造物の建造に際しては、航行するタンカーとは別の船級（ＮＫ，ＡＢＳ等）規則が船体構造に適用されており、タンカーに適用されるタンカー用の規則ではなく、浮体式洋上貯蔵構造物用の規則が適用されている。

[0010] また、一方で、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物とは、同じ受注生産であるが、商い習慣が異なり、タンカーが受注から納期まで二年から数年の期間があるのに対して、浮体式洋上貯蔵構造物では受注から納期までが１年～２年未満と非常に短納期となっている。

[0011] この浮体式洋上貯蔵構造物の納期が非常に短いので、設計時間短縮のために、タンカー向けの構造設計を浮体式洋上貯蔵構造物に利用したり、逆に、

浮体式洋上貯蔵構造物向けの構造設計をタンカーに利用することが可能になるように、予め、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物の構造を共通化しておくことが考えられる。

[0012] しかしながら、洋上を航行しない浮体式洋上貯蔵構造物向けの構造設計をタンカーに利用しようとする、輸送効率が最重要視されるタンカーの構造とは異なるため、そのまま利用することが難しいという問題がある。特に、タンカーと異なり、浮体式洋上貯蔵構造物、特に生産を行う浮体式洋上貯蔵構造物では、精製設備（プラント）等の大型構造物を上甲板に搭載するため重心が上昇し、復原性（船体が傾斜した際に、転覆せずに持ちこたえることができ、もとの姿勢に戻る性能）が悪化するので、船体損傷時の復原性確保のために大幅な設計変更が必要になる。

[0013] この船体損傷時の復原性の問題に対しては、洋上を航行しないことを前提にする浮体式洋上貯蔵構造物では、下側からの船体の損傷即ち船底部の損傷を考える必要は少なく、船側側における損傷が重要視され、その一方で、洋上を航行することを前提にするタンカーでは、座礁する危険性があるので、船側側における損傷に加えて、船底側における損傷も重要視されている。

[0014] そのため、中古のタンカーを浮体式洋上貯蔵構造物、特に生産設備を備えるFPSOに改造する場合には、上甲板に巨大な生産用構造物が搭載されるために、タンク用の区画を増加して、適用される浮体式洋上貯蔵構造物の規則を満足させるなど、大きな改造が必要となる場合がある。

[0015] 一方、予め洋上を航行しない浮体式洋上貯蔵構造物向けの構造設計と、タンカー向けの構造設計とを別のものとして、設計及び建造方法を別にしておくと、類似した船体構造に対して、2つの設計及び建造方法を用意することになり、多くの工数とコストが必要となる。

[0016] このタンカーの区画の例としては、例えば、日本出願の特開平7-2165号公報に記載されているようなオイルタンカーの船体構造や、例えば、日本出願の特開2003-81177号公報に記載されているようなオイルおよび清水タンカーの船体構造がある。また、例えば、日本出願の特開平11

－ 1 1 5 8 7 5 号公報に記載されているように、バラスト水の自由水面の影響による見掛けの重心位置の上昇を抑えて、船体の復原性を確保するために、船体を外殻部材と内殻部材とからなる二重殻構造とし、貨油タンクの外側にU字型のバラストタンクを区画形成し、船首尾方向に並ぶバラストタンクを、交互に左舷側の位置と右舷側の位置で船首尾方向に延びる仕切り部材により仕切って、船体が傾いたときに、傾いた側とは反対側に位置する分割バラストタンク部内のバラスト水の移動を仕切り部材で阻止する油槽船が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：日本出願の特開平 7－2 1 6 5 号公報

特許文献2：日本出願の特開 2 0 0 3－8 1 1 7 7 号公報

特許文献3：日本出願の特開平 1 1－1 1 5 8 7 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 上記の状況を鑑みて、本発明者らは、このタンカーと浮体式洋上貯蔵構造物に対して構造を共通化した船形構造物を用意するためには、船体の貨物用のタンクとバラストタンクやボイドスペースなどの区画割りが重要であり、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物の両方の船級規則を満足しつつ、相互間の流用を可能とするためには、従来のタンカーの構造よりも、ウイングカーゴタンクの片舷の数をセンターカーゴタンクの数より多くして細分化して、この船形構造物への船舶の衝突等の万一の事故により受ける損傷が及び易いウイングカーゴタンクの一つ当りの容量を小さくする容量減少化をして、想定される損傷範囲の区画の容積を最小化するように隔壁を配置することが重要であるとの知見を得た。

[0019] 本発明は、この知見を基になされたものであり、その目的は、コスト増となるタンクの数、つまり、タンクを区切る水密隔壁の面積をできるだけ増や

さずに、特に船側損傷に強い区画配置を計画し、タンカーとしての使い勝手の良さとコスト競争力を維持しつつ、そのまま、浮体式洋上貯蔵構造物に流用可能な区画配置とし、設計コストの減少やリードタイムの短縮につながり、安価で且つ迅速に浮体式洋上貯蔵構造物を供給できる船形構造物及び船形構造物の設計方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0020] 上記のような目的を達成するための本発明の船形構造物は、タンク構造を有する船形構造物であって、船幅方向に関して左右対称に、センターカーゴタンクとその両側にウイングカーゴタンクを備え、該ウイングカーゴタンクの外側に、バラストタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画を備えると共に、スロップタンクを除いたタンクまたは区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数を前記センターカーゴタンクの数よりも多くするように構成される。

[0021] つまり、船舶の衝突等の万一の事態で損傷を受けた場合でも、船形構造物に過度の傾斜や沈下を引き起こさず、十分な損傷時復原性を維持できるように、船側及び船底区画の内側に位置するウイングカーゴタンクを細分化して小さくして損傷を受けるタンクの総合容積を小さくすると共に、損傷範囲に含まれ難いセンターカーゴタンクを可能な限り大型化して、工数やコストの増加につながる水密隔壁の数及び面積を減少させる。

[0022] なお、スロップタンクは、カーゴタンク内を洗浄した油污水を一時的に貯蔵して静置し、油水分離するためのタンクであり、通常のカーゴタンクとして使用されないタンクである。

[0023] この構成によれば、万一、船舶の衝突等により、船形構造物の船側及び船底区画が二区画にわたり損傷し、ウイングカーゴタンクの外側の縦通隔壁やウイングカーゴタンクの前後方向を区分するウイングカーゴタンク用横隔壁が損傷しても、ウインカーゴタンクの数が増加し、ウイングカーゴタンク一つ当りの容量が減少しているので、船形構造物の船側損傷時における復原力を大きくでき、また、ウイングカーゴタンク内の貨物の流出を少なくする

ことができる。

[0024] また、センターカーゴタンクの数にウイングカーゴタンクの片舷の数よりも小さくして、従来技術のタンカーと同じような数に留めているので、製造工数や船体重量の増加に繋がるセンターカーゴタンクを前後方向に区分するセンターカーゴタンク用横隔壁の数、即ち、水密隔壁の数及び面積が増加しないので、タンカーとしての使い勝手を維持しつつ、コストの増加を抑制できる。

[0025] つまり、船側損傷時に損傷範囲とならないセンターカーゴタンクの数でできるだけ少なくし、かつ、ウイングカーゴタンクを増やすことで、コスト増となる横隔壁の増加を抑えることができ、船側の損傷に強い区画配置とすることができる。これにより、タンカーとして使用する場合には、タンカーとしての使い勝手、コスト競争力を維持しつつ、そのまま、FPSOやFSSO等の浮体式洋上貯蔵構造物に流用可能な区画配置とすることができ、設計コストやリードタイムの減少につなげることができ、しかも、浮体式洋上貯蔵構造物として使用する場合には、安価でかつ迅速に浮体式洋上貯蔵構造物を供給できる。

[0026] これにより、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物の両方の要求を満足している船形構造物、又は、タンカーから浮体式洋上貯蔵構造物に設計変更又は改造し易い船形構造物、又は、浮体式洋上貯蔵構造物からタンカーに設計変更又は改造し易い船形構造物を提供することが容易にできるようになる。つまり、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物との間で共通のタンク構造を有する船形構造物を提供できる。

[0027] 上記の船形構造物において、船長方向に関して、前記船側及び船底区画を区分するサイド区画用横隔壁を、前記ウイングカーゴタンクの前後方向を区分するウイングカーゴタンク用横隔壁に対して、予め設定した距離だけずらして設けて構成する。

[0028] この構成によれば、万一、船舶の衝突等により、船形構造物の船側及び船底区画が二区画にわたり損傷しても、それに隣接するウイングカーゴタンク

の損傷が一区画に留まる可能性が大きくなるので、船形構造物の船側損傷時における復原力を大きくでき、また、ウイングカーゴタンク内の貨物の流出を少なくすることができる。

[0029] この設定した距離としては、船形構造物の乾舷長さを L とすると、「 $L^{(2/3)}/3$ 」又は「 14.5 m 」のいずれか小さいほうの長さ L_s 以上で、かつ、2つのウイングカーゴタンク用横隔壁の間の距離の半分以下とすると、損傷が一つのウイングカーゴタンクで留まる可能性が大きくなるのでより好ましい。上記の長さ L_s 未満とすると、損傷部位が長くなった場合に、2つのウイングカーゴタンクに損傷が及ぶ可能性が大きくなるからである。

[0030] 上記の船形構造物において、前記船側及び船底区画の片舷の数を前記センターカーゴタンクの数よりも多くすると、この構成により、万一、船舶の衝突等により、船形構造物の船側及び船底区画が二区画にわたり損傷しても、船側及び船底区画の数が増加し、船側及び船底区画一つ当りの容量が減少しているので、船形構造物の船側損傷時における復原力を大きくできる。

[0031] 上記の船形構造物において、前記船側及び船底区画の片舷の数を、前記スロップタンクを除いたタンクまたは区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数以上とすると、この構成により、万一、船舶の衝突等により、船形構造物の船側及び船底区画が二区画にわたり損傷しても、船側及び船底区画の数が増加し、船側及び船底区画一つ当りの容量が減少しているので、船形構造物の船側損傷時における復原力を大きくできる。

[0032] 上記の船形構造物において、前記スロップタンクを除いたタンクの数または区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数を前記センターカーゴタンクの数 1.5 倍以上かつ 2 倍以下とすると、従来技術のタンカーとの構造的な差が少なく、従来技術のタンカーの構造設計の多くを利用できるので、設計変更が少なく済む。

[0033] 上記の船形構造物において、前記センターカーゴタンクと前記ウイングカーゴタンクとの間の縦通隔壁の船幅方向の位置を、その船長方向における位置での船幅を B_s とした場合に、船側外板よりも内側に「 $20\% B_s$ 」より

も大きく、かつ、船側外板よりも内側に「30% B_s 」以下の範囲内とする。この構成によれば、タンカーとして必要な損傷時の復原性を十分に確保しながら、かつ、上甲板に巨大なプラントが搭載される浮体式洋上貯蔵構造物において、船側損傷を受ける可能性のあるウイングカーゴタンクの容積を小さくできる。

[0034] なお、このセンターカーゴタンクとウイングカーゴタンクとの間の縦通隔壁の位置を「20% B_s 」以下の位置にすると、船舶の衝突等の万一の事態により、この縦通隔壁が損傷を受ける可能性が生じるので、好ましくなく、また、「30% B_s 」より大きくすると、ウイングカーゴタンクの容量を小さくして得られる上記の復原力の減少抑制効果と、センターカーゴタンクを大きくする効果が小さくなるので、好ましくない。

[0035] なお、従来技術においては、センターカーゴタンクとウイングカーゴタンクとの間の縦通隔壁の位置は、船幅方向に関して、その船幅 B_s に対して船側及び船底区画の幅 B_1 を除いた、センターカーゴタンクとウイングカーゴタンクの幅の和($B_s - 2 \times B_1$)をおよそ3等分した位置「当該縦通隔壁の船側からの距離 $B_t = (B_s - 2 \times B_1) / 3 + B_1$ 」=「($B_s + B_1$) / 3」とし、センターカーゴタンクとウイングカーゴタンクの容量をほぼ同じとするように構成している。この従来技術の構成に対して、上記の本発明の構成では、ウイングカーゴタンクの容量を小さくして、損傷時の影響を少なくすることができる。

[0036] 上記の船形構造物において、船長方向に関して、前記船側及び船底区画を区分するサイド区画用横隔壁に隣接する船側及び船底区画の一方を、前記センターカーゴタンクの下側部分と前記ウイングカーゴタンクの下側部分と外側の側面部分を連通して覆うU字型区画で形成されるU字型区画構造と、他方を前記センターカーゴタンクの下側部分と前記ウイングカーゴタンクの下側部分と外側の側面部分を連通して覆うと共に前記センタータンクの下側に船底縦通隔壁を有するJ字型区画の2つが対となるJ字型区画構造とで形成して、船長方向に関して、前記船側及び船底区画を、前記U字型区画構造と

前記 J 字型区画構造を交互に配置して構成する。

[0037] この U 字型区画構造では、左舷側の船側及び船底区画と右舷側の船側及び船底区画が船底部分で連通しているため、片舷側の損傷で、船側及び船底区画内のバラスト水が流出しても、また、船側及び船底区画内に海水が流入しても、両舷に及ぶ。そのため、バラスト水の流出または海水の流入による船体の横傾斜への影響を少なくすることができる。

[0038] 一方、J 字型区画構造は、左舷側の船側及び船底区画と右舷側の船側及び船底区画が船底部分で区分され、遮断されているため、片舷側の損傷で、船側及び船底区画内のバラスト水が流出しても、また、船側及び船底区画内に海水が流入しても、片舷のみに留まるため、バラスト水の流出または海水の流入により船体の横傾斜が生じるが、バラスト水の流出量及び海水の流入量が片舷のみに留まるため、船体の沈下量への影響を少なくすることができる。

[0039] そのため、U 字型区画構造と J 字型区画構造を交互に配置することにより、船舶の衝突等による二区画損傷の影響を、損傷区画における沈下量への影響と復原性の向上効果と、横傾斜量への影響の両方をバランスよく分散でき、総合的な損傷への対応を向上できる。なお、非損傷時には、左右の J 字型区画の一方のみにバラスト水を入れることにより、横傾斜(ヒール)の調整をすることができるが、U 字型区画のみであると、この横傾斜の調整ができなくなる。

[0040] 上記の船形構造物において、前記船側及び船底区画において、前記センターカーゴタンクの下側で前記船底縦通隔壁の間に船底中央区画を設け、タンカーとして使用するときは前記船底中央区画をバラスト水を入れる区画とし、浮体式洋上貯蔵構造物として使用するときは前記船底中央区画をバラスト水を入れない区画とする。

[0041] この構成によれば、浮体式洋上貯蔵構造物として使用するときはバラスト水を入れない船底中央区画を設けることにより、バラスト水を入れる場合に比べて、メンテナンスフリーに近い状態にでき、メンテナンスを著しく簡

易化することができる。また、航行を前提としない浮体式洋上貯蔵構造物においては、航行を前提とするタンカーと異なり船底の損傷を考慮しなくても良く、この部分もカーゴタンクにすることが出来るので、改造時にこの船底中央区画をセンターカーゴタンクと連通させることにより、非常に簡単にカーゴタンクの容量を増加できる。

[0042] 上記のような目的を達成するための本発明の船形構造物の設計方法は、タンク構造を有する船形構造物の設計方法であって、船幅方向に関して左右対称に、センターカーゴタンクとその両側にウイングカーゴタンクを備え、さらに、該ウイングカーゴタンクの外側に、バラストタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画を備えると共に、スロップタンクを除いたタンクまたは区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数を前記センターカーゴタンクの数よりも多くすることを特徴とする方法である。

[0043] この方法によれば、上記のような効果を奏することが出来る船形構造物を容易に設計することができる。

発明の効果

[0044] 本発明に係る、船形構造物と船形構造物の設計方法によれば、コスト増となるタンクの数、つまり、タンクを区切る水密隔壁の面積をできるだけ増やさずに、特に船側損傷に強い区画配置を計画し、タンカーとしての使い勝手の良さとコスト競争力を維持しつつ、そのまま、浮体式洋上貯蔵構造物に流用可能な区画配置とし、設計コストの減少やリードタイムの短縮につながり、安価で且つ迅速に浮体式洋上貯蔵構造物を供給できる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態の船形構造物のカーゴタンクの区画割りを模式的に示す平面視図である。

[図2]図2は、本発明の第2の実施の形態の船形構造物のカーゴタンクの区画割りを模式的に示す平面視図である。

[図3]図3は、本発明の第3の実施の形態の船形構造物のカーゴタンクの区画

割りを模式的に示す平面視図である。

[図4]図4は、本発明の第4の実施の形態の船形構造物のU字型区画構造を模式的に示す横断面図である。

[図5]図5は、本発明の第4の実施の形態の船形構造物のJ字型区画構造を模式的に示す横断面図である。

[図6]図6は、本発明の第5の実施の形態の船形構造物の三区画構造を模式的に示す横断面図である。

[図7]図7は、従来技術の浮体式洋上貯蔵構造物の構造を模式的に示す側断面図である。

[図8]図8は、従来技術の浮体式洋上貯蔵構造物のカーゴタンクの区画割りを模式的に示す平面視図である。

[図9]図9は、従来技術のタンカーの構造を模式的に示す側断面図である。

[図10]図10は、従来技術のタンカーのカーゴタンクの区画割りを模式的に示す平面視図である。

発明を実施するための形態

[0046] 以下、本発明に係る実施の形態の、船形構造物及び船形構造物の設計方法について、図面を参照しながら説明する。

[0047] 最初に、本発明に係る第1の実施の形態の船形構造物について、図1を参照しながら説明する。この本発明に係る第1の実施の形態の船形構造物1Aは、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物との間で共通のタンク構造を有する船形構造物である。なお、ここでいう「浮体式洋上貯蔵構造物」とは、FPSOとFSOのように、石油や液化ガス等の液体の貨物を貯蔵するカーゴタンクを有するが、タンカーの様な自航するための推進装置を持たない洋上に浮かぶ構造物のことをいう。

[0048] 図1に示すように、この船形構造物1Aは、船幅方向に関して左右対称に、センターカーゴタンク11とその両側にウイングカーゴタンク12を備え、このウイングカーゴタンク12の外側に、バラストタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画13を備えて構成される。そし

て、横並びの船側及び船底区画 1 3、ウイングカーゴタンク 1 2、センターカーゴタンク 1 1、ウイングカーゴタンク 1 2、船側及び船底区画 1 3 の列を船長方向に配置する。

[0049] また、最後部のウイングカーゴタンク 1 2 の後部の部分にスロップタンク用横隔壁 1 4 a を設けて区画して、スロップタンク 1 4（ハッチングで示す部分）を設ける。このスロップタンク 1 4 は、カーゴタンク 1 1、1 2 内を洗浄した油汚水を一時的に貯蔵して静置し、油水分離するためのタンクである。

[0050] このスロップタンク 1 4 では、油水分離された水分は排水処理設備へ、油分は油回収タンクへそれぞれ回送され、タンカーでは、スロップタンク 1 4 に集められた油汚水を分離した後、下層の水分を必要に応じて油分濃度を低下させる排水処理した後に船外に排出し、一方、油と水とを完全に分離できないで最終的に残った油と水との混合物を貯蔵し、寄港時に陸揚げしている。

[0051] 更に、この船形構造物 1 A では、スロップタンク 1 4 を除いたタンクまたは区画の数で、ウイングカーゴタンク 1 2 の片舷の数（図 1 の構成では 6） N_w をセンターカーゴタンク 1 1 の数（図 1 の構成では 3） N_c よりも多くするように構成される。つまり、 $N_w > N_c$ とする。

[0052] さらに好ましくは、船側及び船底区画 1 3 の片舷の数 N_s をセンターカーゴタンク 1 1 の数 N_c より多くする。つまり、 $N_s > N_c$ とする。あるいは、船側及び船底区画 1 3 の片舷の数 N_s を、スロップタンク 1 4 を除いたタンクまたは区画の数で、ウイングカーゴタンクの片舷の数 N_w 以上とする。つまり、 $N_s \geq N_w$ とする。これらの構成により、万一、船舶の衝突等により、船形構造物 1 A の船側及び船底区画 1 3 が二区画にわたり損傷しても、船側及び船底区画 1 3 の数が増加し、船側及び船底区画 1 3 一つ当りの容量が減少しているので、船形構造物 1 A の船側損傷時における復原力を大きくできる。

[0053] これにより、船側及び船底区画 1 3 とその内側に位置するウイングカーゴ

タンク 1 2 を細分化して小さくして船側において損傷を受けるタンクの総合容積を小さくすると共に、損傷範囲に含まれ難いセンターカーゴタンク 1 1 を可能な限り大型化して、工数やコストの増加につながる水密隔壁の数及び面積を減少させる。

[0054] また、スロップタンク 1 4 を除いたタンクの数または区画の数で、ウイングカーゴタンク 1 2 の片舷の数 N_w を、センターカーゴタンク 1 1 の数 N_c の 1.5 倍以上かつ 2 倍以下とする ($1.5 \times N_c \leq N_w \leq 2 \times N_c$)。これにより、従来技術のタンカーとの構造的な差が少なく、従来技術のタンカーの構造設計の多くを利用できるので、設計変更が少なく済むようになる。

[0055] 次に、本発明に係る第 2 の実施の形態の船形構造物について、図 2 を参照しながら説明する。この本発明に係る第 2 の実施の形態の船形構造物 1 B は、第 1 の実施の形態の船形構造物 1 A とは、船長方向に関して、船側及び船底区画 1 3 を区分するサイド区画用横隔壁 1 3 a をウイングカーゴタンク 1 2 の前後方向を区分するウイングカーゴタンク用横隔壁 1 2 a に対して、予め設定した距離 L_{t1} 、 L_{t2} だけずらして設けて構成する点異なるが、その他の構成は同じである。

[0056] この設定した距離 L_{t1} 、 L_{t2} としては、船形構造物の乾舷長さを L とすると、「 $L^{(2/3)} / 3$ 」又は「14.5 m」のいずれか小さいほうの長さ L_s 以上で、かつ、2 つのウイングカーゴタンク用横隔壁 1 2 a の間の距離 L_t の半分以下とすると、船側での損傷が一つのウイングカーゴタンク 1 2 で留まる可能性が大きくなるのでより好ましい。設定した距離 L_{t1} 、 L_{t2} をこの長さ L_s 未満とすると、損傷部位が長くなった場合に、2 つのウイングカーゴタンク 1 2 に損傷が及ぶ可能性が大きくなる。

[0057] この構成によれば、万一、船舶の衝突等により、船形構造物 1 B の船側及び船底区画 1 3 が二区画にわたり損傷しても、それに隣接するウイングカーゴタンク 1 2 が一区画の浸水に留まる可能性が大きくなるので、船形構造物 1 B の船側損傷時における復原力を大きくでき、また、ウイングカーゴタン

ク 1 2 内の貨物の流出を少なくすることができる。

[0058] 次に、本発明に係る第 3 の実施の形態の船形構造物について、図 3 を参照しながら説明する。この本発明に係る第 3 の実施の形態の船形構造物 1 C は、第 1 の実施の形態の船形構造物 1 A とは、次に挙げる点で異なるだけで、その他の構成は同じである。

[0059] つまり、センターカーゴタンク 1 1 とウイングカーゴタンク 1 2 との間の縦通隔壁 1 1 t の船幅方向の位置を、その船長方向における位置での船幅を B_s とした場合に、船側外板 1 0 a よりも内側に「 $20\% B_s$ 」よりも大きく、かつ、船側外板 1 0 a よりも内側に「 $30\% B_s$ 」以下の範囲内とする。この構成によれば、タンカーとして必要な損傷時の復原性を十分に確保しながら、かつ、上甲板に巨大なプラントが搭載される浮体式洋上貯蔵構造物において、船側損傷を受ける可能性のあるウイングカーゴタンク 1 2 の容積を小さくできる。

[0060] なお、このセンターカーゴタンク 1 1 とウイングカーゴタンク 1 2 との間の縦通隔壁の位置を「 $20\% B_s$ 」以下の位置にすると、船舶の衝突等の万一の事態により、この縦通隔壁 1 1 t が損傷を受ける可能性が生じるので、好ましくなく、また、「 $30\% B_s$ 」より大きくすると、ウイングカーゴタンク 1 2 の容量を小さくして得られる、損傷時の復原力の減少抑制効果と、センターカーゴタンク 1 1 を大きくする効果が小さくなるので、好ましくない。

[0061] なお、この第 3 の実施の形態の船形構造物 1 C の構成を、第 2 の実施の形態の船形構造物 1 B に適用しても、同じ効果を得ることができる。

[0062] 次に、本発明に係る第 4 の実施の形態の船形構造物について、図 1 及び図 4 及び図 5 を参照しながら説明する。この本発明に係る第 4 の実施の形態の船形構造物 1 D は、第 1 の実施の形態の船形構造物 1 A とは、次に挙げる点で異なるだけで、その他の構成は同じである。

[0063] つまり、船長方向に関して、船側及び船底区画 1 3 を区分するサイド区画用横隔壁 1 3 a に隣接する船側及び船底区画 1 3 の一方(例えば前方)を、セ

ンターカーゴタンク 1 1 の下側部分とウイングカーゴタンク 1 2 の下側部分と外側の側面部分を連通して覆う U 字型区画 1 3 A で形成される U 字型区画構造で構成する。

[0064] また、このサイド区画用横隔壁 1 3 a に隣接する船側及び船底区画 1 3 の他方(例えば後方)をセンターカーゴタンク 1 1 の下側部分とウイングカーゴタンク 1 2 の下側部分と外側の側面部分を連通して覆うと共にセンタータンク 1 1 の下側に船底縦通隔壁 1 3 t を有する J 字型区画 1 3 B の 2 つが対となる J 字型区画構造とで形成する。

[0065] これにより、船長方向に関して、船側及び船底区画 1 3 を、U 字型区画構造と J 字型区画構造を交互に配置して構成する。

[0066] この U 字型区画構造では、左舷側の船側及び船底区画 1 3 と右舷側の船側及び船底区画 1 3 が船底部分で連通しているので、片舷側の損傷で、船側及び船底区画 1 3 内のバラスト水が流出しても、また、船側及び船底区画 1 3 内に海水が流入しても、両舷に及ぶ。そのため、バラスト水の流出または海水の流入に関する船体の横傾斜への影響を少なくすることができる。

[0067] 一方、J 字型区画構造は、左舷側の船側及び船底区画 1 3 と右舷側の船側及び船底区画 1 3 が船底部分で区分され、遮断されているので、片舷側の損傷で、船側及び船底区画 1 3 内のバラスト水が流出しても、また、船側及び船底区画 1 3 内に海水が流入しても、片舷のみに留まる。そのため、バラスト水の流出または海水の流入により船体の横傾斜が生じるが、バラスト水の流出量及び海水の流入量が片舷のみに留まるため、船体の沈下量への影響を少なくすることができる。

[0068] そのため、U 字型区画構造と J 字型区画構造を交互に配置することにより、船舶の衝突等による二区画損傷の影響を、損傷区画における沈下量への影響と復原性の向上効果と、横傾斜量への影響の両方をバランスよく分散でき、総合的な損傷への対応を向上できる。なお、非損傷時においては、左右の J 字型区画 1 3 B の一方のみにバラスト水を入れることにより、横傾斜(ヒール)の調整をすることができるが、U 字型区画 1 3 A のみであると、この横傾

斜の調整ができなくなる。

[0069] なお、この第4の実施の形態の船形構造物1Dの構成を、第2の実施の形態の船形構造物1B、及び、第3の実施の形態の船形構造物1Cに適用しても、同じ効果を得ることができる。

[0070] 次に、本発明に係る第5実施の形態の船形構造物について、図1及び図6を参照しながら説明する。この本発明に係る第5の実施の形態の船形構造物1Eは、第1の実施の形態の船形構造物1Aとは、次に挙げる点で異なるだけで、その他の構成は同じである。

[0071] つまり、船側及び船底区画13において、センターカーゴタンク11の下側で、舷側側の区画13Cと区分する船底縦通隔壁13teを設け、この両舷の船底縦通隔壁13teの間に船底中央区画13D（クロスハッチングの部分）を設け、この船底中央区画13Dを、タンカーとして使用するときにはバラスト水を入れる区画とし、浮体式洋上貯蔵構造物として使用するときバラスト水を入れない区画とする。

[0072] この構成によれば、浮体式洋上貯蔵構造物として使用するときには、バラスト水を入れない船底中央区画13Dを設けることにより、バラスト水を入れる場合に比べて、メンテナンスフリーに近い状態にでき、メンテナンスを著しく簡易化することができる。また、航行を前提としない浮体式洋上貯蔵構造物においては、航行を前提とするタンカーと異なり船底の損傷を考慮しなくても良く、この部分もカーゴタンクにすることが出来るので、改造時にこの船底中央区画13Dをセンターカーゴタンク11と連通させることにより、非常に簡単にカーゴタンクの容量を増加できる。

[0073] なお、この第5の実施の形態の船形構造物1Eの構成を、第2の実施の形態の船形構造物1B、及び、第3の実施の形態の船形構造物1Cに適用しても、同じ効果を得ることができる。

[0074] そして、本発明に係る実施の形態の船形構造物の設計方法は、上記の第1～第5の実施の形態の船形構造物1A、1B、1C、1D、1E（以下、1A～1E）の設計において使用する方法であり、タンカーと浮体式洋上貯蔵

構造物との間で共通のタンク構造を有する船形構造物の設計の際に、船幅方向に関して左右対称に、センターカーゴタンク 11 とその両側にウイングカーゴタンク 12 を備え、さらに、このウイングカーゴタンク 12 の外側に、バラストタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画 13 を備えると共に、スロップタンク 14 を除いたタンクまたは区画の数で、ウイングカーゴタンク 12 の片舷の数 N_w をセンターカーゴタンク 11 の数 N_c よりも多くする方法である。

[0075] 上記の構成の本発明に係る第 1 ～ 第 5 の実施の形態の船形構造物 1A ～ 1E と本発明に係る船形構造物の設計方法によれば、万一、船舶の衝突等により、船形構造物 1A ～ 1E の船側及び船底区画 13 が二区画にわたり損傷し、ウイングカーゴタンク 12 と船側及び船底区画 13 の間の縦通隔壁 12t やウイングカーゴタンク 12 の前後方向を区分するウイングカーゴタンク用横隔壁 12a が損傷しても、ウインカーゴタンク 12 の数が増加し、ウイングカーゴタンク 12 一つ当りの容量が減少しているので、船形構造物 1A ～ 1E の船側損傷時における復原力を大きくでき、また、ウイングカーゴタンク 12 内の貨物の流出を少なくすることができる。

[0076] また、センターカーゴタンク 11 の数 N_c をウイングカーゴタンク 12 の片舷の数 N_w よりも小さくして、従来技術のタンカーと同じような数に留めているので、製造工数や船体重量の増加に繋がるセンターカーゴタンク 11 を前後方向に区分するセンターカーゴタンク用横隔壁 11a の数、即ち、水密隔壁の数及び面積が増加しないので、タンカーとしての使い勝手を維持しつつ、コストの増加を抑制できる。

[0077] つまり、船側損傷時に損傷範囲とならないセンターカーゴタンク 11 の数 N_c をできるだけ少なくし、かつ、ウイングカーゴタンク 12 の数 ($2 \times N_w$) を増やすことで、コスト増となる横隔壁の増加を抑えることができ、船側の損傷に強い区画配置とすることができる。これにより、タンカーとして使用する場合には、タンカーとしての使い勝手、コスト競争力を維持しつつ、そのまま、FPSO や FSO 等の浮体式洋上貯蔵構造物に流用可能な区画

配置とすることができ、設計コストやリードタイムの減少につなげることができ、しかも、浮体式洋上貯蔵構造物として使用する場合には、安価でかつ迅速に浮体式洋上貯蔵構造物を供給できる。

[0078] これにより、タンカーと浮体式洋上貯蔵構造物の両方の要求を満足している船形構造物 1 A～1 E、又は、タンカーから浮体式洋上貯蔵構造物に設計変更又は改造し易い船形構造物 1 A～1 E、又は、浮体式洋上貯蔵構造物からタンカーに設計変更又は改造し易い船形構造物 1 A～1 Eを提供することが容易にできるようになる。

産業上の利用可能性

[0079] 本発明の、船形構造物と船形構造物の設計方法によれば、コスト増となるタンクの数、つまり、タンクを区切る水密隔壁の面積をできるだけ増やさずに、特に船側損傷に強い区画配置を計画し、タンカーとしての使い勝手の良さとコスト競争力を維持しつつ、そのまま、浮体式洋上貯蔵構造物に流用可能な区画配置とし、設計コストの減少やリードタイムの短縮につながり、安価で且つ迅速に浮体式洋上貯蔵構造物を供給できるので、数多くのタンカーや浮体式洋上貯蔵構造物の船形構造物及び船形構造物の設計方法に利用できる。

符号の説明

[0080] 1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E 船形構造物
1 O 船体
1 O a 船側外板
1 1 センターカーゴタンク
1 1 a センターカーゴタンク用横隔壁
1 1 t センターカーゴタンクとウイングカーゴタンクとの間の縦通隔壁
1 2 ウイングカーゴタンク
1 2 a ウイングカーゴタンク用横隔壁
1 2 t ウイングカーゴタンクと船側及び船底区画の間の縦通隔壁
1 3 船側及び船底区画

- 1 3 A U字型区画
- 1 3 B J字型区画
- 1 3 C 舷側側の区画
- 1 3 D 船底中央区画
- 1 3 a サイド区画用横隔壁
- 1 3 t、1 3 t e 船底縦通隔壁
- 1 4 スロップタンク
- 1 4 a スロップタンク用横隔壁

請求の範囲

- [請求項1] タンク構造を有する船形構造物であって、
- 船幅方向に関して左右対称に、センターカーゴタンクとその両側にウイングカーゴタンクを備え、該ウイングカーゴタンクの外側に、バラスタタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画を備えると共に、
- スロップタンクを除いたタンクまたは区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数を、前記センターカーゴタンクの数よりも多くすることを特徴とする船形構造物。
- [請求項2] 船長方向に関して、前記船側及び船底区画を区分するサイド区画用横隔壁を、前記ウイングカーゴタンクの前後方向を区分するウイングカーゴタンク用横隔壁に対して、予め設定した距離だけずらして設けることを特徴とする請求項1記載の船形構造物。
- [請求項3] 前記船側及び船底区画の片舷の数を前記センターカーゴタンクの数よりも多くすることを特徴とする請求項1又は2に記載の船形構造物。
- [請求項4] 前記船側及び船底区画の片舷の数を、前記スロップタンクを除いたタンクまたは区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数以上とすることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の船形構造物。
- [請求項5] 前記スロップタンクを除いたタンクの数または区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数を前記センターカーゴタンクの数 $\times 1.5$ 倍以上かつ2倍以下とすることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の船形構造物。
- [請求項6] 前記センターカーゴタンクと前記ウイングカーゴタンクとの間の縦通隔壁の船幅方向の位置を、その船長方向における位置での船幅を B_s とした場合に、船側外板よりも内側に「 $20\% B_s$ 」よりも大きく、かつ、船側外板よりも内側に「 $30\% B_s$ 」以下の範囲内とするこ

とを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の船形構造物。

[請求項7]

船長方向に関して、前記船側及び船底区画を区分するサイド区画用横隔壁に隣接する船側及び船底区画の一方を、前記センターカーゴタンクの下側部分と前記ウイングカーゴタンクの下側部分と外側の側面部分を連通して覆う U 字型区画で形成される U 字型区画構造と、他方を前記センターカーゴタンクの下側部分と前記ウイングカーゴタンクの下側部分と外側の側面部分を連通して覆うと共に前記センタータンクの下側に船底縦通隔壁を有する J 字型区画の 2 つが対となる J 字型区画構造とで形成して、

船長方向に関して、前記船側及び船底区画を、前記 U 字型区画構造と前記 J 字型区画構造を交互に配置して構成することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の船形構造物。

[請求項8]

前記船側及び船底区画において、前記センターカーゴタンクの下側で前記船底縦通隔壁の間に船底中央区画を設け、タンカーとして使用するときは前記船底中央区画をバラスト水を入れる区画とし、浮体式洋上貯蔵構造物として使用するときは前記船底中央区画をバラスト水を入れない区画とすることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に船形構造物。

[請求項9]

タンク構造を有する船形構造物の設計方法であって、

船幅方向に関して左右対称に、センターカーゴタンクとその両側にウイングカーゴタンクを備え、さらに、該ウイングカーゴタンクの外側に、バラストタンク若しくはボイドスペースとして使用される船側及び船底区画を備えると共に、

スロップタンクを除いたタンクまたは区画の数で、前記ウイングカーゴタンクの片舷の数を前記センターカーゴタンクの数よりも多くすることを特徴とする船形構造物の設計方法。