

明 細 書

発明の名称： 浮体式構造物

技術分野

[0001] 本発明は、既存のLNG運搬船や浮体式構造物に搭載されたタンクを移載した浮体式構造物に関する。

背景技術

[0002] 従来より、積載する液化天然ガスに腐食性がないLNGタンクは老朽化が進みにくいことが知られている。このようなLNGタンクの性質に着目し、老朽化したLNG運搬船のLNGタンクを移載して新たな浮体式構造物を建造する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この技術によれば、製造に時間を要するLNGタンクを、液化天然ガスを貯蔵するためのタンクとして再利用することで、新造浮体式構造物の建造工程を大幅に短縮することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-86768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、上述の技術において、新たな浮体式構造物にさらに天然ガス処理設備を配置することも可能である。この場合、図2（a）及び図2（b）に示すように、天然ガス処理設備108を船首側に寄せて配置することが考えられる。しかしながら、このように配置すると、LNGタンク106の配置スペースが狭くなり、LNGタンク106の基数に影響するという問題が生じる。

[0005] また、船体部104の中央にLNGタンク106が配置されている場合、舷側に天然ガス処理設備108の配置スペースを確保するのが困難である。そこで、舷側の幅方向に張出部を増設し、増設部上に天然ガス処理設備10

8を配置することも考えられる。しかし、この場合、浮体式構造物102が大型化するという新たな問題が生じる。

[0006] 本発明の目的は、タンクの配置スペースを確保しながら天然ガス処理設備を配置したスリムな浮体式構造物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の浮体式構造物は、
既存のLNG運搬船または既存の浮体式構造物から移載され、船体部の長手方向に連続的に配置されたタンクと、

前記船体部の幅方向において、前記タンクの両サイドのうちの少なくとも一方のサイドに配置された天然ガス処理設備と
を備えた浮体式構造物であって、

前記天然ガス処理設備が、前記船体部の幅方向内側に配置されている。

[0008] また、本発明の浮体式構造物では、
前記天然ガス処理設備が、前記タンクの両サイドに配置されている。

[0009] また、本発明の浮体式構造物では、
前記天然ガス処理設備が、前記船体部の右舷および前記船体部の左舷に沿って配置されている。

[0010] また、本発明の浮体式構造物では、
前記天然ガス処理設備が、天然ガスを前処理するための前処理設備と、天然ガスを液化するための液化設備とを、備え、

前記前処理設備が、前記船体部の長手方向における端部に配置され、
前記液化設備は、前記船体部の幅方向内側に配置されている。

[0011] また、本発明の浮体式構造物では、
前記天然ガス処理設備は、天然ガスを前処理するための前処理設備と、天然ガスを液化するための液化設備とを、備え、

前記液化設備が、前記船体部の幅方向内側に配置され、かつ2系列設けられ、

一の系列の前記液化設備が前記船体部の右舷側に配置され、他の系列の前

記液化設備が前記船体部の左舷側に配置されている。

[0012] また、本発明の浮体式構造物では、
前記液化設備と前記タンクとが、前記液化設備で液化された液化天然ガスを前記タンクに液送するための配管で連結されている。

[0013] また、本発明の浮体式構造物では、
前記タンクが、前記船体部の長手方向に 6 基以上連続的に配置されている。

[0014] また、本発明の浮体式構造物では、
前記タンクが球形タンクである。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、液化天然ガスを貯蔵する L N G タンクの配置スペースを確保しながら天然ガス処理設備を配置したスリムな浮体式構造物を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]実施の形態に係る浮体式構造物の概略図である。
[図2]従来の浮体式構造物の概略図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態に係る浮体式構造物について説明する。図 1 (a) は、実施の形態に係る浮体式構造物 2 を上方から視た模式図であり、図 1 (b) は、これを側方(右舷側)から視た模式図である。図 1 (a)、(b) に示すように、浮体式構造物 2 は、船体部 4 を本体とする洋上構造物である。実施の形態の浮体式構造物 2 においては、6 基のタンク 6 が連続して一列に船体部 4 の中央長手方向に配置されている。隣り合うタンク 6 の間には、両舷にまたがる横置隔壁(図示しない)が適宜配置される。また、浮体式構造物 2 上には、天然ガス処理設備 8、居住区 10、レイダウンエリア 12、動力装置 14 が配置されている。なお、本実施の形態に係る「船体部」とは、建造時に一つの構造物として外縁が定められた構造物を意味し、建造後、当該構造物を拡張させる目的で付加的に接合された構造物を含む。

造物（以下、張出部ともいう）は含まれない概念である。

[0018] 浮体式構造物 2 は、海上プラントとして用いられる。このような設備としては、石油や天然ガスなどの生産、貯蔵、積出しを行う F P S O（浮体式生産貯蔵積出設備）、生産設備を持たず貯蔵、積出しのみを行う F S O（浮体式貯蔵積出設備）、貯蔵のみを行う F S U（浮体式貯蔵設備）などが知られている。また、F P S O の一つとして、液化天然ガス（L N G）の生産、貯蔵、積出しに特化した F L N G（浮体式液化天然ガス生産設備）などが知られている。本発明の実施の形態においては、浮体式構造物 2 が F L N G である場合を例に説明する。なお、浮体式構造物 2 は、自走機能を有しておらず、移動する場合には、動力船によって曳航される。

[0019] 船体部 4 は、長手方向および短手方向を有する一方向に長い構造物である。船体部 4 は、ハル（h u l l）と称せられ、船体部が二重構造となっているものはダブルハルと称せられる。実施の形態に係る浮体式構造物 2 において、船体部 4 は新たに建造されるものである。なお、本実施の形態における船体部 4 の全長は、3 5 0 m ～ 4 5 0 m である場合を想定しているが、船体部 4 の全長は、これよりも長くてもよく、また、短くてもよい。

[0020] タンク 6 は、直径が 2 5 m ～ 6 0 m 程度のアルミ製合金製の球形タンクであり、マイナス 1 6 2 ℃ に冷却された液化天然ガスを貯蔵する。具体的には、後述する液化設備 8 b とタンク 6 とは図示しない配管で連結されている。液化設備 8 b で液化された液化天然ガスは、当該配管を介してタンク 6 に液送され、タンク 6 内で貯蔵される。このような球形のタンク 6 はモス式球形タンクと呼ばれる。タンク 6 の上部は船体部 4 から突出し、図示しない鋼製のタンクカバーで覆われている。タンク 6 の下部は船体部 4 の内部に収容されている。これらのタンク 6 は、既存の L N G 運搬船から移載されたものであり、船体部 4 の長手方向にその中心が一行に並ぶように連続的に配置されている。なお、既存浮体式構造物のモス式球形タンクは、比較的老朽化が進んでおらず、十分使用可能な状態にあるので、低コストで丈夫なタンクを再利用することができる。

[0021] 天然ガス処理設備 8 には、前処理設備 8 a と、重質分除去設備（図示しない）と、液化設備 8 b とが含まれる。前処理設備 8 a は、井戸元から供給された原料天然ガスを液化する前段階の工程を実行するための設備であり、船体部 4 の船首側に配置されている。この前処理設備 8 a では、原料天然ガスに含まれるコンデンセートを分離する分離工程、酸性ガスを除去する酸性ガス除去工程、水銀を除去する水銀除去工程、脱水処理を行う脱水工程までのプロセスが実行される。

[0022] ここで、分離工程において、分離されたコンデンセートは、図示しないコンデンセートタンクに貯蔵される。酸性ガス除去工程においては、図示しない吸収塔内において、原料天然ガスにアミンを向流接触させ、炭酸ガスや硫化水素などの環境汚染物質をアミンに吸収させて除去する。

[0023] 水銀除去工程は、原料天然ガスに微量の水銀蒸気が含まれている場合に、原料天然ガスから水銀を除去する工程である。水銀は、低温部材として使用されるアルミニウム合金を腐食するため、除去する必要がある。脱水工程においては、不純物を除去した原料天然ガスから、吸着剤により水分を除去する。この脱水は、後の液化工程で氷が生成されて配管が氷結することを防止するために行われる。

[0024] なお、原料天然ガスは井戸元によって組成が異なるため、原料天然ガスに含まれる、前処理設備 8 a で除去すべき除去対象物の量も井戸元によって異なる。すなわち、前処理設備 8 a に配置される機器の種類やサイズは井戸元の原料天然ガスの性状に応じて設計されるため、どの井戸元の原料天然ガスを処理するかによって機器の種類及びサイズが異なる可能性がある。

[0025] たとえば、井戸元の原料天然ガスに通常よりも多量の CO_2 や水銀が含まれている場合には、酸性ガス除去工程や水銀除去工程を実施する機器のキャパシティが大きくなる。このため、前処理設備 8 a は、機器の種類やサイズに応じて配置スペースを広げるまたは狭めるなど柔軟に設計できるように、タンク 6 が配置されていない船首側など、比較的広いスペースに配置するのが好ましい。また、前処理設備 8 a を船首側に配置することで、原料天然ガス

の組成の変更により設計変更が生じた場合でも、船体部４の長手方向の長さを調整することで対応できるので、前処理設備８aの設計変更による船体部全体の設計への影響が小さい。

[0026] 重質分除去設備では、原料天然ガスから重質分を除去する重質分除去工程が実施される。重質分除去設備は、前処理設備８aで処理された天然ガスをメタン、エタン、プロパン等の留分に分離する部分である。重質分除去設備では、メタンを分離する他、エタン、プロパン、ブタンなどの重質炭化水素が分離回収される。重質分除去設備は、前処理設備８aに隣接して船首に配置されてもよく、船体部４の幅方向におけるタンク６の側方に配置されてもよい。また、重質分除去設備に設置された機器のうち、一部の機器を船首側に配置し、それ以外の機器をタンク６の側方に配置してもよい。

[0027] 液化設備８bは、原料天然ガスを液化する工程を実行するための設備であり、船体部４の幅方向において、タンク６の両サイドに配置されている。液化設備８bは、２系列設けられ、一の系列の液化設備８bが船体部４の右舷側に長手方向に沿って配置され、他の系列の液化設備８bが船体部４の左舷側に長手方向に沿って配置されている。本実施の形態では、液化設備８bは、一つの前処理設備８aに対して２系列設けられている。なお、本実施の形態では、右舷側の液化設備８bと左舷側の液化設備８bとは、船体部４の長手方向において同じ位置に位置する（船体部４の幅方向で重なる）ようにタンク６を挟んで対向している。

[0028] また、液化設備８bは、船体部４からはみ出ないように船体部４の幅方向内側に配置されている。このため、舷側に配置スペースを確保するために幅方向に張出部を増設する必要がなくなり、スリムな船体部４を設計することができる。また、液化設備８b内には、図示しない脱メタン塔で分離されたメタンを液化するための熱交換器、および熱交換器に冷媒を供給する冷媒サーキットなどが設けられている。なお、本実施の形態において、２系列の液化設備８bは、同量の液化天然ガスを生産できるように各機器（熱交換器および冷媒サーキット）が同一サイズで設計されている。

- [0029] この液化設備 8 b では、原料天然ガスを液化する液化工程が実行される。具体的には、液化設備 8 b は、重質分除去装置内の脱メタン塔で分離されたメタンを液化する部分である。液化工程においては、熱交換器に送られた原料天然ガスが、冷媒サーキットから供給された低温ガスと熱交換され、マイナス 162℃以下まで冷却されて液化する。液化した低温の原料天然ガスは、配管を介してタンク 6 に液送され、タンク 6 内に貯蔵される。
- [0030] ここで、液化設備 8 b は、前処理設備 8 a で処理済みの原料天然ガスを扱う設備であるため、原料天然ガスの生産量が決定されれば、機器のサイズ及び当該機器の設置位置などのレイアウトが早期に確定する。すなわち、液化設備 8 b は変動の要素が少ない設備である。したがって、液化設備 8 b が船体部 4 の長手方向に沿って一方向に延びる細長い形状になるように、早い段階で設計しておくことも可能である。かかる設計を予め行うことにより、図 1 に示すように、液化設備 8 b を船体部 4 の右舷および左舷に沿ってタンク 6 の側方が省スペースとなるように設計することができる。
- [0031] なお、居住区 10 は、船員室や厨房などを備えた設備であり、レイダウンエリア 12 は、メンテナンス時における対象機器などを一時的に置くエリアである。また、動力装置 14 は、天然ガス処理設備 8 を稼働させるための発電機を備えた設備である。これらの居住区 10、レイダウンエリア 12、および動力装置 14 は、船尾側にまとめて配置される。
- [0032] 本実施の形態に係る発明によれば、レイアウト変動の要素が少ない液化設備 8 b を船体部 4 の長手方向に沿って一方向に延びる細長い形状に予め設計し、タンク 6 の両サイドに配置することにより、タンク 6 の配置スペースを確保しながら天然ガス処理設備 8 を配置したスリムな浮体式構造物を提供することができる。
- [0033] また、液化設備 8 b はレイアウト変動の要素が少ないので、液化設備 8 b を予め船体部 4 の幅方向におけるタンク 6 の側方のスペースに対応した細長い形状になるように設計しておくことにより、タンク 6 の両サイドのスペースを有効に利用しつつ船体部 4 の幅方向の長さを抑えた浮体式構造物 2 とす

ることができる。

[0034] また、船体部の右舷および左舷に沿って天然ガス処理設備 8 を配置することにより、船体部 4 上のデッドスペースを有効活用することができる。そして、船体部 4 の長手方向に 6 基以上タンク 6 を配置すると、液化設備 8 b を配置するスペースが十分に確保されるので、液化設備 8 b の設計を早期に確立することができる。さらに、天然ガス処理設備 8 の配置スペースがタンク 6 の配置スペースと重ならないため、タンク 6 の基数を減らす必要がない。また、船体部 4 の幅方向内側に液化設備 8 b を配置することにより、舷側に液化設備 8 b を配置するスペースを確保するための張出部を増設する必要がなくなる。

[0035] また、前処理設備 8 a を船首側に集中的に配置し、かつ液化設備 8 b をタンク 6 の両サイドに配置することにより、最も船首側に位置するタンク 6 から船体部 4 の船尾までの長さ (X) を早期に確定することができると共に、船首から当該タンク 6 までの長さ (Y) を変更することが可能となる。このため、浮体式構造物 2 の設計及び建造工期を短くすることができると共に、前処理設備 8 a の設計変更に対応することができる。

[0036] また、一つの前処理設備 8 a に対して液化設備 8 b を 2 系列設けることにより、仮に一方の液化設備 8 b がダウンして天然ガスを生産できない状態となったとしても、他方の液化設備 8 b で天然ガスの生産を継続することができる。

[0037] また、一つの前処理設備 8 a に対して液化設備 8 b を 2 系列設け、タンク 6 を挟んで当該 2 系列の液化設備 8 b を配置することにより、船体部 4 の右舷に配置された液化設備 8 b と船体部 4 の左舷に配置された液化設備 8 b を配管で接続する必要がなくなる。すなわち、液化設備 8 b は、天然ガス処理設備 8 の最終段階のプロセスを実行する設備であり、液化された天然ガスは製品としてタンク 6 に払い出される。そのため、右舷側の液化設備 8 b と左舷側の液化設備 8 b との間に流体の移送が無く配管接続する必要が無い場合、タンク 6 が設置された領域に配管を敷設する必要がない。よって、天然ガ

ス処理設備 8 に配置する配管を大幅に削減でき、かつ配管設計が容易になる。

[0038] また、本実施の形態では、右舷側の液化設備 8 b と左舷側の液化設備 8 b とは、船体部 4 の長手方向において同じ位置に位置する（船体部 4 の幅方向で重なる）ようにタンク 6 を挟んで対向している。そのため、液化設備 8 b 以外の設備を設置する領域の広さや位置が早期に確定するので、右舷側と左舷側のレイアウトが容易となる。また、右舷側の液化設備 8 b と左舷側の液化設備 8 b は、各機器が同一サイズで設計されているので、一方の設計を他方の設計に利用することができ、液化設備 8 b 自身の設計が容易となる。

[0039] また、浮体式構造物 2 は、既存浮体式構造物に設置されていたタンク 6 を再利用して建造されるため、タンク 6 の製造に係るコスト及び工期が不要となる。そのため、低コスト且つ短納期にて浮体式構造物 2 を提供することができる。

[0040] なお、上述の実施の形態に係る浮体式構造物 2 において、天然ガス処理設備 8（液化設備 8 b）は、船体部 4 の幅方向において、タンク 6 の両サイドに配置されている場合について説明したが、天然ガス処理設備 8 は、タンク 6 の両サイドのうちの何れか一方のサイドに配置されていてもよい。

[0041] また、上述の実施の形態に係る浮体式構造物 2 において、前処理設備 8 a は、船体部 4 の長手方向における端部に配置されていればよい。このため、前処理設備 8 a を船尾側に配置し、居住区 10、レイダウンエリア 12、動力装置 14 を船首側に配置してもよい。また、前処理設備 8 a は、船首及び船尾に分割して配置されていてもよい。さらに、動力装置 14 は、船体部 4 の幅方向において、タンク 6 の一方のサイドまたは両サイドに配置されていてもよい。これらの場合においても、機器の種類やサイズの変動に対応し得る広いスペースを確保することができる。

[0042] また、上述の実施の形態では言及するものではないが、前処理設備 8 a が船体部 4 の幅方向におけるタンク 6 の側方に配置されていてもよく、液化設備 8 b が少なくとも船首及び船尾のうちの一方に配置されていてもよい。

- [0043] また、上述の実施の形態に係る浮体式構造物 2 においては、6 基のタンク 6 が船体部 4 の長手方向に連続的に配置されている場合を例に説明しているが、タンク 6 の数は 7 基以上であってもよい。たとえば、7 基～9 基のタンク 6 が船体部 4 の長手方向に連続的に配置されていてもよい。また、タンク 6 は、6 基以上設置されるのが好ましいが、少なくとも複数基設置されていればよく、タンク 6 の数は 2 基～5 基であってもよい。
- [0044] また、上述の実施の形態では、液化設備 8 b が 2 系列設けられている場合について説明したが、これに限定されるものではない。液化設備 8 b は、1 系列であってもよく、また 3 系列以上設けられていてもよい。
- [0045] さらに、上述の実施の形態では、液化設備 8 b は、一つの前処理設備 8 a に対して 2 系列設けられている場合について説明したが、これに限定されるものではない。各液化設備 8 b に対して個別の前処理設備 8 a が設けられていてもよい。例えば、前処理設備 8 a は、船体部 4 の右舷側および左舷側に配置された各液化設備 8 b に対応するように、右舷側および左舷側にそれぞれ 1 系列ずつ設けられてもよい。
- [0046] また、上述の実施の形態においては、2 系列の液化設備 8 b 内の各機器（熱交換器および冷凍サーキット）が同一サイズで設計されている場合について説明したが、一方の系列の液化設備 8 b 内の機器と他方の系列の液化設備 8 b 内の機器とが異なるサイズで設計されてもよい。この場合、2 系列の液化設備 8 b のうちの一方の系列の液化設備 8 b における生産量を他方の系列の液化設備 8 b における生産量よりも多くすることができる。
- [0047] また、上述の実施の形態では、右舷側の液化設備 8 b と左舷側の液化設備 8 b とは、タンク 6 を挟んで対向するように配置されている場合について説明したが、これに限定されるものではない。右舷側の液化設備 8 b と左舷側の液化設備 8 b とは、船体部 4 の長手方向の位置が異なる（船体部 4 の幅方向で重ならない）ように配置されていてもよい。また、液化設備 8 b が複数系列設けられている場合に、全ての液化設備 8 b が船体部 4 の幅方向におけるタンク 6 の一方側に配置されていてもよい。

[0048] また、上述の実施の形態では、既存のL N G運搬船からタンク 6 を移載する場合を例に説明したが、既存の浮体式構造物からタンク 6 を移載してもよい。この場合、既存の浮体式構造物はF L N Gなどであってもよい。即ち、タンク 6 が専ら腐食性のない液化天然ガスの貯蔵タンクとして使用されていたものであれば再利用可能である。

[0049] また、上述の実施の形態では、自走機能を有していない浮体式構造物 2 を例に説明したが、浮体式構造物 2 の移動手段については特に限定されるものではなく、浮体式構造物 2 は、自走機能を有していてもよい。

符号の説明

- [0050] 2 浮体式構造物
4 船体部
6 タンク
8 天然ガス処理設備
8 a 前処理設備
8 b 液化設備
1 0 居住区
1 2 レイダウンエリア
1 4 動力装置
1 0 2 浮体式構造物
1 0 4 船体部
1 0 6 L N Gタンク
1 0 8 天然ガス処理設備