明　細　書

発明の名称 ： 浮体設備

技術分野

[0001] 本発明は、液化天然ガスプラントを備えた浮体設備に関する。

背景技術

[0002] ガス田から産出された天然ガス（ＮＧ：Natural Gas）の液化処理を行う設備として、洋上に船体などの浮体部を配置し、当該浮体部上にＮＧの液化を行うプラント（液化天然ガスプラント、以下「ＬＮＧプラント」ともいう）を設けたＦＬＮＧ（Floating LNG）と呼ばれる浮体設備が知られている。

[0003] 浮体部やＬＮＧプラントの稼働にあたっては、水（海水、清水）や窒素、空気などの各種ユーティリティが使用されるため、ＦＬＮＧにはこれらユーティリティの供給などを行うユーティリティ設備が多数、搭載されている。

ＦＬＮＧは、全長が数百メートルにもなり、１年以上の期間をかけて建造される巨大な構造物である。このため、ＬＮＧプラントや浮体部側の設備のみならず、ユーティリティ設備を含めた各設備のレイアウトが、ＦＬＮＧの設計や建造の難易度を左右する要因のひとつとなる。

[0004] 例えば特許文献１には、ＬＮＧを貯蔵するタンク領域と、天然ガス液化プラントを含む工場領域とを別個の浮体構造物として建造した後、これらの浮体構造物を長さ方向に繋ぎ合わせる技術が記載されている。当該特許文献１においては、ユーティリティ設備の１つであるガスボイラーは、浮体部である船体の内部に配置されている。

一方で特許文献１には、内部にタンクが形成された浮体部の上面側にＬＮＧプラントを配置した浮体設備におけるユーティリティ設備の配置については何ら記載されていない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１５－１３４９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、このような背景の下になされたものであり、液化天然ガスプラントを備えた浮体設備の設計・建造を簡素化する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の浮体設備は洋上に配置される浮体部と、

前記浮体部上に設けられた液化天然ガスプラントと、

前記液化天然ガスプラントにユーティリティを供給するプラント用ユーティリティ設備と、

互いに共通の機能を有するユーティリティ設備であって、前記浮体部にユーティリティを供給する第１のユーティリティ設備、及び前記液化天然ガスプラントにユーティリティを供給する第２のユーティリティ設備と、を備え、

前記第プラント用ユーティリティ設備、及び第２のユーティリティ設備は、前記浮体部上に設けられ、前記第１のユーティリティ設備は前記浮体部内に設けられていることを特徴とする。

[0008] 前記浮体設備は以下の特徴を備えてもよい。

（ａ）前記プラント用ユーティリティ設備は、海水ポンプ、熱交換器、冷却水ポンプからなる冷却水供給設備群から選択した少なくとも１つの設備を含み、前記共通の機能を有するユーティリティ設備は、清水製造装置、窒素製造装置、空気圧縮装置、燃料油供給装置、油圧供給装置、消火水供給設備、消火媒体供給設備、イナートガス発生装置からなる設備群から選択された少なくとも１つの設備を含むこと。

（ｂ）前記液化天然ガスプラントは、架構内または基台上に、当該液化天然ガスプラントを構成する機器群を設置してなる複数のモジュールにより構成されていること。

（ｃ）前記浮体部内には、複数の液化天然ガスのタンクが設けられ、これらの液化天然ガスタンクの少なくとも一部は、前記浮体部の船長方向に沿って

１列に並べて配置されていることと、前記浮体部の船幅方向の中央領域には、前記各タンクに繋がる配管が当該浮体部の上面側へと引き出される引き出し位置が設けられ、前記複数のモジュールは、これらの引き出し位置を挟んで、前記船幅方向の左右両舷の領域に分けて配置されていること。

発明の効果

[0009] 本発明は、ユーティリティの供給先に応じてユーティリティ設備の設置場所を浮体部の内外に分けているので、各ユーティリティ設備、ひいてはＦＬＮＧの設計、製造に伴う負担を分担、軽減できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]従来例に係るＦＬＮＧの模式図である。

[図2]実施形態に係るＦＬＮＧの模式図である。

[図3]ＦＬＮＧの建造工程に係る説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 初めに、図１を参照しながら従来のＦＬＮＧ１ａの構成を説明する。

ＦＬＮＧ１ａにおいて洋上に配置される浮体部であるハル（Hull）１０の船首側には、係留設備であるタレット１２が設けられている。タレット１２は、係留索に接続されてハル１０の係留を行うと共に、採掘された天然ガス（ＮＧ）の水中輸送を行うライザーに接続されている（係留索やライザーは不図示）。以下、タレット１２が設けられている向きをハル１０の前方として説明を行う。

ハル１０の本体上の例えば船首側左舷寄りの位置には、ＬＮＧプラント２やＬＮＧタンク１１などで発生した余剰なガスを燃焼するためのフレアスタック１４が設けられている。

[0012] 図１（ｂ）に示すように、ハル１０を上面側から見たとき、船幅方向の中央領域には、ハル１０の長さ方向に沿って伸びるようにパイプラック２２が設けられている。パイプラック２２は、ＬＮＧプラント２内で取り扱われる各種の流体が流れる配管群を保持する架構構造体である。

[0013] パイプラック２２の左右両脇には、各々、ＬＮＧプラント２を構成する複

数のモジュール２１が前後方向に並べて設けられている。例えばモジュール２１は、共通の架構内に、ＮＧに対する各種処理などを行うプロセス部を構成する機器群を組み込んだ区分単位である。各モジュール２１内には、塔槽や熱交換器などの静機器、ポンプなどの動機器、各静機器と動機器の間や、パイプラック２２側の配管との間を接続する接続配管などの多数の機器群が配置される。

なお、架構内に各種機器群を配置してモジュール２１を構成することは必須の要件ではない。例えば、パレット状の基台の上にこれらの機器群を配置してモジュール２１を構成してもよい。

[0014] ＬＮＧプラント２を構成するプロセス部としては、ライザーから受け入れたＮＧに含まれる液体を分離する気液分離部、酸性ガス（二酸化炭素や硫化水素など）や水分、水銀の除去を行う前処理部、不純物が除去されたＮＧの蒸留分離を行い、メタンを得る蒸留分離部、メタンの液化を行う液化部などを例示することができる。

さらにモジュール２１やパイプラック２２が設けられている領域よりも後方側の位置には、居住部１３が設けられている。

[0015] また、ハル１０の本体内には、複数のＬＮＧタンク１１が形成されている。ＬＮＧタンク１１は、メンブレン方式のタンクにより構成され、本例のＦＬＮＧ１ａでは、これら複数のＬＮＧタンク１１は、ハル１０の船長方向に沿って２列に並べて設けられている（図１（ｃ））。

[0016] 上述の構成を備えるＦＬＮＧ１ａにおいて、ＬＮＧプラント２を稼働させる際には、電力、冷却水（海水や海水によって冷却された清水など）、熱媒（蒸気や温水、ホットオイルなど）、空気や窒素などの各種ユーティリティが使用される。

また、ハル１０側の機関部やＬＮＧタンク１１、居住部１３などにおいても電力、清水（飲用水や冷却水用）、空気、窒素などのユーティリティが消費される。

[0017] 上述の各種ユーティリティの供給を行うユーティリティ設備の配置に関し

、従来は、ハル１０内にスペースの余裕がある場合には、ＦＬＮＧ１ａの大型化を抑制する観点で、これらのユーティリティ設備をハル１０内に設けることが一般的と考えられていた。

即ち図１（ａ）に示すように、ＬＮＧプラント２にユーティリティを供給するプラント用ユーティリティ設備３１、ハル１０とＬＮＧプラント２との双方にユーティリティを供給する共通ユーティリティ設備３２の多くがハル１０内に配置されていた。

[0018] なお従来も、大型の発電機などを含む発電設備は、ＬＮＧプラント２と共にハル１０の甲板上に配置される一方、ＬＮＧプラント２の稼働開始時や非常時に用いられる電力の発電を行う小型の発電機は、ハル１０内に設けられる場合があった。また、蒸気、温水、ホットオイル加熱用のボイラーについても、従来、ハル１０上に設けるケース、またはハル１０内に設けるケースのいずれもあった。そこで、以下説明する実施の形態において、発電設備や変電設備、ボイラーなどは、下記のプラント用ユーティリティ設備３１、共通ユーティリティ設備３２に含めていない。

[0019] 再度、従来構成のＦＬＮＧ１ａの特徴をまとめると、プラント用ユーティリティ設備３１及び共通ユーティリティ設備３２の多くがハル１０内に設けられていた。

しかしながら、ＬＮＧプラント２とハル１０とは各々専業の会社が設計する場合が多い。このため、ハル１０の設計を行う造船会社が、ＬＮＧプラント２側に供給されるユーティリティの設備の設計を実施することは、ＦＬＮＧ１ａの設計プロセスを複雑化する要因となっていた。

[0020] また後述するように、ＬＮＧプラント２を構成する各モジュール２１と、ハル１０とは、互いに離れたヤード（ファブリケーションヤードと造船ドック）にて建造される場合もある。このため、例えばＬＮＧプラント２（モジュール２１）の建造の際に生じたユーティリティ設備に対する仕様変更の要求を、遠隔地で建造されているハル１０側の共通ユーティリティ設備３２に反映することは容易ではなかった。

[0021] 以上に説明した課題を解決するため、以下の実施形態に係るＦＬＮＧ１は、ユーティリティの供給先に応じて各種ユーティリティ設備の配置位置を最適化した構成となっている。

以下、図２、図３を参照しながら第１の実施形態に係るＦＬＮＧ１の構成について説明する。なお、これらの図において、既述のＦＬＮＧ１ａと共通の構成要素には、図１にて用いたものと共通の符号を付し、再度の説明を省略する。

[0022] 図２に示すように、第１の実施形態に係るＦＬＮＧ１は、従来のＦＬＮＧ１ａにおいて、ハル１０内に設けられていたプラント用ユーティリティ設備３１をハル１０の甲板上に設けている。プラント用ユーティリティ設備３１としては、冷却水供給設備を構成する海水ポンプ、熱交換器、冷却水ポンプからなる冷却水供給設備群から選択した少なくとも１つ以上の設備が含まれる。

[0023] 特にＬＮＧプラント２においては、ＮＧの液化に際して発生する熱の除去を主たる目的として大量の冷却水を使用する。冷却水としては、例えば海水によって冷却された清水が用いられる。この冷却水の供給を行う冷却水供給設備には、海中から海水を汲み上げる海水ポンプ、汲み上げた海水を使用して冷却水を冷却する熱交換器、冷却水をＬＮＧプラント２へと送る冷却水ポンプなどを備えたものを例示できる。なお、冷却水供給設備の構成は、上述の例に限定されるものではなく、例えば海水ポンプを用いて汲み上げた海水を直接、冷却水として利用するものであってもよい。この場合には、海水ポンプが冷却水供給設備を構成する。

[0024] 冷却水やその冷却を行う海水は、比較的使用量の多いユーティリティであり、他のユーティリティ設備と比較して冷却水供給設備内に設けられる機器（海水ポンプ、熱交換器、冷却水ポンプなど）も大型のものが用いられる。また、これらの機器は設置台数も多いばかりでなく、各機器間を接続する配管も大径となる。このため、ハル１０内にスペースの余裕がある場合には、当該スペースを利用して、ＦＬＮＧ１ａ全体の大型化を抑制することが常識

的な考え方であった（図１（ａ））。

[0025] 一方で、大型の機器を比較多く含み、構造も複雑な冷却水供給設備は、設計プロセスを複雑化させ、モジュール２１やハル１０の製造工程の柔軟性（双方の仕様変更を迅速に反映することなど）を低下させる大きな要因のひとつとなっていた。

そこで後述するように、本実施形態のＦＬＮＧ１は、大型化の抑制を犠牲にしたとしてもハル１０上にプラント用ユーティリティ設備３１を配置することを優先している点に１つ目の特徴を有している。

[0026] ここで、プラント用ユーティリティ設備３１から供給されるユーティリティをハル１０側で使用することは完全に禁止されるものではない。例えばプラント用ユーティリティ設備３１から供給されるユーティリティから一部（例えば３０パーセント以下の量）を抜き出して、ハル１０に供給する配管を設ける程度であれば、ハル１０やモジュール２１の設計、建造工程に大きな影響を生じさせない。

また、既述の冷却水設備群に含まれる全種の設備をプラント用ユーティリティ設備３１としてハル１０上に配置することは必須の要件ではない。設計・建設上の負担を考慮しながら、その一部の種類の設備をハル内に配置することを禁止するものではない。

[0027] さらに図２（ａ）、（ｂ）に模式的に示すように、本例のＦＬＮＧ１は、ハル１０内に設けられた従来例の共通ユーティリティ設備３２に替えて、ハル１０へのユーティリティ供給行うハル側ユーティリティ設備（第１のユーティリティ設備）３２ｂと、ＬＮＧプラント２へのユーティリティ供給を行うプラント側ユーティリティ設備（第２のユーティリティ設備）３２ａとが分けて設けられている点に２つ目の特徴を有する。

[0028] これらハル側ユーティリティ設備３２ｂとプラント側ユーティリティ設備３２ａとの各々には、互いに共通の機能を有するユーティリティ設備が設けられる。具体例を挙げると、海水から清水を製造する清水製造装置、空気から窒素を製造する窒素製造装置、計装用空気の供給などを行う空気圧縮装置

、発電機やボイラーに燃料油を供給する燃料油供給装置、油圧駆動機器に作動油を供給する油圧供給装置、消化水の供給を行う消火水供給設備、消化液などの消化媒体の供給を行う消火媒体供給設備、燃料の燃焼排ガスなどからイナートガス（不活性ガス）を得るイナートガス発生装置からなる設備群から選択された少なくとも１つのユーティリティ設備が、ハル側ユーティリティ設備３２ｂ、及びプラント側ユーティリティ設備３２ａの双方に設けられる。

[0029] そして、プラント側ユーティリティ設備３２ａはハル１０の甲板上に設けられ、ハル側ユーティリティ設備３２ｂはハル１０内に設けられる。

上述の構成を採用することにより、ハル１０の設計にあたって、ＬＮＧプラント２側で使用されるユーティリティに係る設備３１、３２ａの設計を行う必要がない。また、各ユーティリティ設備３１、３２ａ、３２ｂの各々の仕様変更に伴う影響を受けることなく、ハル１０及びモジュール２１を独立して建造することができる。

[0030] 図３は、ＦＬＮＧ１の製造工程の一例を示す模式図である。ＬＮＧプラント２は、ファブリケーションヤード側で複数のモジュール２１に分割された状態で製造される。このとき、ハル１０上に設置されるユーティリティ設備３１、３２ａについてもファブリケーションヤードにてモジュール化して製造してもよい。一方、ハル１０は、造船ドックにてハル側ユーティリティ設備３２ｂと共に建造される。

そして、所定のタイミングにてモジュール２１やユーティリティ設備３１、３２ａが、造船ドックへと輸送され、ハル１０上に設置されてＦＬＮＧ１が構成される。

[0031] ここで、プラント用ユーティリティ設備３１、プラント側ユーティリティ設備３２ａの配置位置をハル１０上に設定したことによるＦＬＮＧ１の製造工程への影響について説明する。

従来、ハル１０内のスペースを利用して設置されていたプラント用ユーティリティ設備３１を甲板側へ移動させると、当該プラント用ユーティリティ

設備３１を設置するための新たなスペースを確保する必要が生じる場合がある。さらに、従来例ではハル１０内に設けられていた共通ユーティリティ設備３２に替え、ハル側ユーティリティ設備３２ｂとは別にプラント側ユーティリティ設備３２ａを設けると、ハル１０上に確保すべき新たなスペースはさらに広くなる。

[0032] 新たな設置スペースを確保する手法としては、実施形態に係るハル１０の船長Ｌを、図１に示した従来例におけるハル１０の船長L_0よりも長くすることが考えられる。

このとき図２に示す例では、従来、２列に分けてハル１０の幅いっぱいに配置されていたＬＮＧタンク１１を、スロッシングの影響が出ないタンク幅の範囲で１列に配置している。一方で、ＦＬＮＧ１全体でのタンク容量を従来と同等に維持にするため、ハル１０の船長が長くなったことを利用して、当該長さ方向に沿ったＬＮＧタンク１１の設置数を増やしている。

[0033] ＬＮＧタンク１１の建造においては、ハル１０内にタンク構造を形成した後、当該ＬＮＧタンク１１に繋がる各種配管（ローディング用配管、オフローディング用配管やベーパー配管など）を甲板よりも上方へ引き出す引き出し位置となるタンクドーム１１０の設置が最終工程となる。このタンクドーム１１０の設置を終えなければ、当該タンクドーム１１０の設置位置の上方側に構造物を配置する作業を開始することができない。

[0034] ＬＮＧタンク１１内から均等にＬＮＧの払い出しを行う観点などから、タンクドーム１１０は、ハル１０の船幅方向に沿って各ＬＮＧタンク１１を見たときの中央位置に設けられる場合が多い。

このとき、図１（ｃ）に示す従来例に係るＦＬＮＧ１ａように、ＬＮＧタンク１１が２列配置されていると、各モジュール２１の下方側にタンクドームタンクドーム１１０が位置してしまう蓋然性が高くなる。このため、タンクドーム１１０の設置待ちが制約となって、ハル１０上へのモジュール２１設置を開始できない場合があった。

[0035] これに対して本実施形態のＦＬＮＧ１は、図２（ｃ）に示すように１列に

設けられた各ハル１０におけるタンクドーム１１０の配置位置に対して、複数のモジュール２１が、左右両舷の領域に分けて配置されている。この結果、タンクドーム１１０の設置完了を待たずに、ハル１０上へのモジュール２１の設置を開始できるというメリットもある。なお、ＬＮＧタンク１１の配列として、２列配置と１列配置を組み合わせてもよい。

[0036] また、１列に配置されたＬＮＧタンク１１のタンクドーム１１０を挟んだＬＮＧプラント２の建造は、ファブリケーションヤードなどで建造されたモジュール２１を設置する手法に適用する場合に限定されるものではない。ハル１０の甲板上にＬＮＧプラント２の構成機器を組み上げていく、いわゆるスティックビルト（stick-built）の建造法に適用してもよい。この場合にも、タンクドーム１１０の設置完了を待たずに、ＬＮＧプラント２の建造を開始できる領域が広くなる。

[0037] 本実施形態に係るＦＬＮＧ１によれば以下の効果がある。ユーティリティの供給先に応じてプラント用ユーティリティ設備３１、プラント側ユーティリティ設備３２ａ、ハル側ユーティリティ設備３２ｂの設置場所をハル１０の内外に分けているので、これらのユーティリティ設備３１、３２ａ、３２ｂの設計、製造に伴う負担を分担、軽減できる。

[0038] ここで、実施の形態に係るユーティリティ設備３１、３２ａ、３２ｂの配置は新造のＦＬＮＧ１に限定されるものではない。既存のＬＮＧ輸送船の両舷に浮体部を増設し、当該浮体部上にＬＮＧプラント２を設けてＦＬＮＧ１を設ける場合にも本技術は適用することができる。

例えばＬＮＧ輸送船側に設置されている既設のユーティリティ設備がハル側ユーティリティ設備３２ｂとなり、増設される浮体部上にＬＮＧプラント２と共に設置されるユーティリティ設備がＬＮＧプラント２のユーティリティ設備３１、３２ａとなる。

符号の説明

[0039] １、１ａ　ＦＬＮＧ

１０　ハル

１１	ＬＮＧタンク
２	ＬＮＧプラント
２１	モジュール
３１	プラント用ユーティリティ設備
３２	共通ユーティリティ設備
３２ａ	プラント側ユーティリティ設備
３２ｂ	ハル側ユーティリティ設備