

(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2006-15910
(P2006-15910A)

(43) 公開日 平成18年1月19日(2006.1.19)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
B 6 3 B 27/30 (2006.01) B 6 3 B 27/30
B 6 3 B 25/04 (2006.01) B 6 3 B 25/04 Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2004-196775 (P2004-196775) | (71) 出願人 | 591118041 財団法人シップ・アンド・オーシャン財団 東京都港区虎ノ門1丁目15番16号 |
| (22) 出願日 | 平成16年7月2日(2004.7.2) | (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 |
| | | (71) 出願人 | 000005902 三井造船株式会社 東京都中央区築地5丁目6番4号 |
| | | (74) 代理人 | 100066865 弁理士 小川 信一 |
| | | (74) 代理人 | 100066854 弁理士 野口 賢照 |
| | | (74) 代理人 | 100068685 弁理士 斎下 和彦 |

最終頁に続く

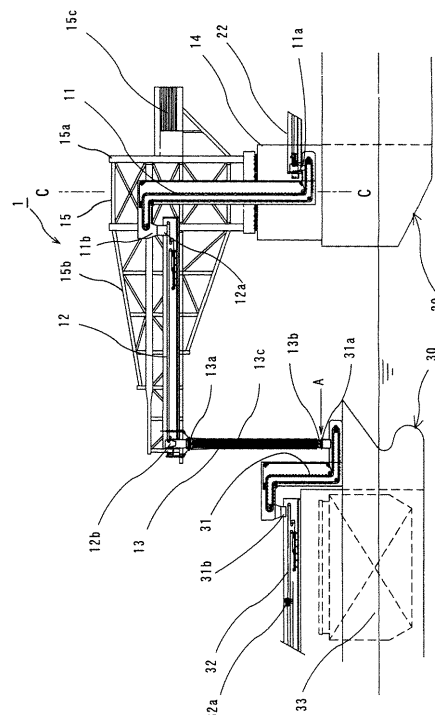
(54) 【発明の名称】 洋上オフローディング装置

(57) 【要約】

【課題】 天然ガスハイドレートペレット等の固体物を、洋上生産設備や輸送船等の複数の洋上浮体間で、海象によって生じる洋上浮体間における相対変位を吸収しながら、移送できる洋上オフローディング装置を提供する。

【解決手段】 第1洋上浮体20から第2洋上浮体30へ固形物を移送するオフローディング装置1であって、前記第1洋上浮体20側から前記固形物を受ける垂直コンベア11と、該垂直コンベア11で上昇された前記固形物を受け入れ部12aで受けて先端部12bに移送する水平コンベア12と、該水平コンベア12の先端部12b近傍に配置され、該水平コンベア12で移送された前記固形物を落下させながら、前記第2洋上浮体20側に導くシューター13とからなり、該シューター13を前記第1洋上浮体20と前記第2洋上浮体30の間の相対変位を吸収する伸縮性を備えた蛇腹構造で形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 洋上浮体から第 2 洋上浮体へ固形物を移送するオフローディング装置であって、前記第 1 洋上浮体側から前記固形物を受ける垂直コンベアと、該垂直コンベアで上昇された前記固形物を受け入れ部で受けて先端部に移送する水平コンベアと、該水平コンベアの先端部近傍に配置され、該水平コンベアで移送された前記固形物を落下させながら、前記第 2 洋上浮体側に導くシューターとからなり、該シューターを前記第 1 洋上浮体と前記第 2 洋上浮体の間の相対変位を吸収する伸縮性を備えた蛇腹構造で形成したことを特徴とする洋上オフローディング装置。

【請求項 2】

前記固形物が天然ガスハイドレートのペレット状固形物であり、前記第 1 洋上浮体が洋上生産設備であり、前記第 2 洋上浮体が輸送船であることを特徴とする請求項 1 記載の洋上オフローディング装置。

【請求項 3】

該洋上オフローディング装置を、前記第 1 洋上浮体のヨウ方向に揺動可能に設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の洋上オフローディング装置。

【請求項 4】

前記シューターの下端に設けた第 1 接続部を、第 2 洋上浮体側に配置した第 2 接続部に接続及び切り離し可能に設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の洋上オフローディング装置。

【請求項 5】

前記シューターの下端側の第 1 接続部、あるいは、該第 1 接続部と切り離し可能に接続する第 2 接続部に、前記シューターの軸方向に垂直な方向を回転軸とする回転を許容する回転継手、又は、前記シューターの軸方向を回転軸とする回転を許容する旋回継手の少なくとも一つを設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の洋上オフローディング装置。

【請求項 6】

前記シューターを、複数の蛇腹部を中間継手で結合すると共に、前記中間継手をパンタグラフの交差部分にピン結合したことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の洋上オフローディング装置。

【請求項 7】

前記シューターを、複数の蛇腹部を中間継手で結合すると共に、前記中間継手間の蛇腹の伸び止めのために伸び止めワイヤーを設け、更に、最下端に緊張ワイヤーを取り付けて、該緊張ワイヤーに常時所定のテンションを付加するようにしたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の洋上オフローディング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、天然ガスハイドレート洋上生産設備で生産した天然ガスハイドレートのペレット状固形物等の固体貨物を、洋上で輸送船に移送するための洋上オフローディング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

天然ガス資源として、最近、東南アジアやオセアニアに、小規模のガス田が集中的にあることが知れるようになったが、これらのガス田の殆どが海洋ガス田である。

【0003】

この天然ガスの輸送に関しては、従来技術では、天然ガスを液状化した状態で、洋上生産設備（F S P O : Floating Production Storage Offloading system）からシャトルと呼ばれる輸送船に移送し、輸送船で港湾に移動し陸揚げする方式が考えられている。

【0004】

10

20

30

40

50

これらのLNG等の液体貨物を移送する場合には、輸送船を洋上生産設備に係船し、貨物をオフローディングするが、移送対象が流体貨物であるため、パンタグラフ機構等を採用して搬送と動揺吸収機構を兼用する配管やフレキシブルホースを採用したりしている。このパンタグラフ式の場合は、リンクの結合点にスイベルを採用することにより、パンタグラフ機構の簡略化を図っている。

【0005】

これらの装置の一つに、洋上生産設備と輸送船との間にパイプラインを形成させるためのオフローディング接続装置が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0006】

しかしながら、この比較的小規模の海洋ガス田においては、ガス田の直上の海面に洋上生産設備を配置して、採掘した天然ガスを洋上で直接、天然ガスと水とが所定の圧力及び温度条件下で固体として安定したシャーベット状の水和物であるハイドレート（NGH：Natural Gas Hydrate）にして、ペレット状固形物として取り扱うことにより、安全性、安定性及び輸送効率を高めることができる。

【0007】

天然ガスを洋上で直接ハイドレート化し、積み出すことにより、洋上で天然ガスハイドレートを生成して輸送する方式は、陸上まで天然ガスを搬送し、陸上で天然ガスハイドレートを生成する方式に比べて、輸送コストを20%程度削減できると見込まれている。この天然ガスハイドレートの海上輸送においては、洋上生産設備で製造した天然ガスハイドレート貨物を、予定の運用条件下において安全かつ確実に効率良く輸送船に移送することが重要となる。この天然ガスハイドレートペレットのオフローディングにおいては、搬送物が固体貨物であるため、液体貨物搬送用のスイベル等を利用した管路やホース等を使用することができないので、固体搬送用の装置が必要となる。

【0008】

この天然ガスハイドレートの搬送用装置として、スラリー化して輸送する荷揚げ装置や荷役方法が提案されている（例えば、特許文献2，特許文献3参照。）。また，スラリー化せずにペレット状で移送する荷役並びに輸送方法も提案されている（例えば、特許文献4参照。）。また、一方で、石炭等のばら荷を輸送船から陸揚げするための荷役装置として多くのアンローダー装置が提案されている（例えば、特許文献5参照。）。

【0009】

しかしながら、これらの輸送方法においては、港湾内の岸壁や棧橋で荷役することを想定しており、波浪や風や潮流等の海象条件により、動揺する洋上生産設備から、この洋上生産設備と同様に動揺している輸送船に移送するという、洋上における移送を想定していない。そのため、これらの装置は、洋上オフローディングでは、移送元となる洋上生産設備と、移送先となる輸送船の相対運動や相対変位が、陸揚げの場合に比較して著しく大きくなり使用できないという問題がある。

【0010】

例えば、全長300mの洋上生産設備（FPSO）に、全長300mの輸送船に係船し、有義波高4m，周期8sの波、風速10m/s，風向30degの風、流速1ktの潮流を想定した場合に、計算で、洋上生産設備の船尾と輸送船との相対変位は最大で、X方向0.96m，Y方向2.84m，Z方向14.34mとなっている。

【0011】

これだけ、大きな相対変位を吸収できる装置は、従来技術の装置ではないため、新たに開発する必要がある。

【特許文献1】特開2003-146400号公報

【特許文献2】特開2003-285792号公報

【特許文献3】特開2003-171678号公報

【特許文献4】特開2002-220353号公報

【特許文献5】特開平11-49374号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0012】**

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、天然ガスハイドレートペレット等の固体物を、洋上生産設備や輸送船等の複数の洋上浮体間で、海象によって生じる洋上浮体間における相対変位を吸収しながら、移送できる洋上オフローディング装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0013】**

上記の目的を達成するための本発明の洋上オフローディング装置は、第1洋上浮体から第2洋上浮体へ固形物を移送するオフローディング装置であって、前記第1洋上浮体側から前記固形物を受ける垂直コンベアと、該垂直コンベアで上昇された前記固形物を受け入れ部で受けて先端部に移送する水平コンベアと、該水平コンベアの先端部近傍に配置され、該水平コンベアで移送された前記固形物を落下させながら、前記第2洋上浮体側に導くシューターとからなり、該シューターを前記第1洋上浮体と前記第2洋上浮体の間の相対変位を吸収する伸縮性を備えた蛇腹構造で形成したことを特徴として構成される。

【0014】

このシューターの蛇腹構造の伸縮により、洋上における荷役において、海象条件によって生じる両洋上浮体間の相対運動及び相対変位、特に垂直方向の大きな相対運動及び相対変位を吸収することができるので、垂直コンベアと水平コンベアとシューターという比較的単純な機構で、両洋上浮体の動揺による相対変位を吸収しながら、効率よく固形物を、第1洋上浮体から第2洋上浮体へ移送できる。

【0015】

そして、この洋上オフローディング装置は、前記固形物が天然ガスハイドレートのペレット状固形物であり、前記第1洋上浮体が洋上生産設備であり、前記第2洋上浮体が輸送船である場合に、特に、大きな効果を奏することができる。

【0016】

更に、上記の洋上オフローディング装置において、該洋上オフローディング装置を、前記第1洋上浮体のヨウ(Yaw)方向に揺動可能に設けて構成する。この構成によれば、第1洋上浮体に設置されているオフローディング装置全体を、第1洋上浮体のヨウ方向に揺動、即ち、小角度の範囲内で自動又は手動で旋回させて、オフローディング装置を第2洋上浮体に略正対させることができるようになるので、即ち、第1洋上浮体から見た第2洋上浮体の相対方位を略一定にすることができるので、両洋上浮体間の水平回転方向(ヨウ)の相対変位の内の長周期部分をこの旋回により吸収することができるようになる。従って、シューターによる吸収量を波の周期に対応する相対変位部分に対処できる量に減少することができるようになるので、水平回転方向の相対変位に対するシューターによる吸収量を大幅に軽減することができる。

【0017】

また、この垂直コンベア、水平コンベア、シューターからなるこの洋上オフローディング装置を、移送元となる第1洋上浮体側に配設し、このシューターの下端に設けた第1接続部を、移送先となる第2洋上浮体側に配置した第2接続部に接続及び切り離し可能に設けることにより、洋上オフローディング装置と第2洋上浮体との接続及び切り離しが容易にできるようになる。

【0018】

また、前記シューターの下端側の第1接続部、あるいは、該第1接続部と切り離し可能に接続する第2接続部に、前記シューターの軸方向に垂直な方向を回転軸とする回転を許容する回転継手、又は、前記シューターの軸方向を回転軸とする回転を許容する旋回継手の少なくとも一つを設けることにより、両洋上浮体間の動揺によって生じるシューターの軸方向に垂直な回転軸に対する回転変位やシューターの捩じれを容易に吸収することができるようになる。

【0019】

10

20

30

40

50

そして、上記の洋上オフローディング装置において、前記シューターを、複数の蛇腹部を中間継手で結合すると共に、前記中間継手をパンタグラフの交差部分にピン結合して構成する。この構成により、シューターの自重により上部と下部のブロックで、蛇腹に作用する力特に垂直荷重が大きく異なるにもかかわらず、シューターにおいて局部的に大きな蛇腹の変形が発生するのを防止して、各部の蛇腹の変形量が略同一にすることができる。

【 0 0 2 0 】

あるいは、前記シューターを、複数の蛇腹部を中間継手で結合すると共に、前記中間継手間の蛇腹の伸び止めのために伸び止めワイヤーを設け、更に、最下端に緊張ワイヤーを取り付けて、該緊張ワイヤーに常時所定のテンションを付加するようにして構成する。この伸び止めワイヤーにより、極端に上側の蛇腹だけが伸びきらないようにすることができる。また、緊張ワイヤーによりシューター使用中における相対変位に、シューター下端の接続部を追従させる効果を増すことができる。

10

【 0 0 2 1 】

この緊張ワイヤーに所定のテンションを付加する機構としては、テンションコンペンセーター、オートテンションウインチやこれらと同等の機構を用いることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明の天然ガスハイドレートの洋上オフローディング装置によれば、蛇腹構造で形成した伸縮性を有するシューターを設けたことによって、第1及び第2洋上浮体間の相対運動及び相対変位を、このシューターの伸縮により吸収できるので、洋上でも、固形物を容易に、第1洋上浮体から第2洋上浮体に移送できるようになる。

20

【 0 0 2 3 】

また、洋上オフローディング装置を、第1洋上浮体のヨウ方向に揺動可能に設けることにより、第1洋上浮体から見た第2洋上浮体の方位変化量を容易に吸収できる。

【 0 0 2 4 】

また、シューターの下端の接続部と、第2洋上浮体側の接続部とで接続及び切り離しを行うことにより、このオフローディング装置と第2洋上浮体との切り離しが容易にできるようになる。

【 0 0 2 5 】

従って、所定の海象気象条件下における洋上浮体の動揺時においても、両洋上浮体の動揺による相対変位を吸収しながらオフロードできるので、両洋上浮体間の洋上における固形物の移送を可能にする洋上オフローディング装置を提供できる。

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下図面を参照して本発明に係る洋上オフローディング装置の実施の形態について説明する。図1～図4に示すように、この洋上オフローディング装置1は、第1洋上浮体である洋上生産設備20から、第2洋上浮体である輸送船30へ、固形物である天然ガスハイドレートペレット(以下NGHペレットと称する。)を移送する装置である。

【 0 0 2 7 】

この洋上オフローディング装置1は、NGHペレットを搬送する搬送装置からなる搬送部とこれらの搬送装置を支持する構造部とからなる。

40

【 0 0 2 8 】

この洋上オフローディング装置1の搬送装置は、洋上生産設備20側からNGHペレットを受け渡され、垂直に揚げる垂直コンベア11と、この垂直コンベア11で揚げられたNGHペレットを受け入れ部12aで受けて先端部12bに搬送する水平コンベア(払い出しコンベア)12と、この水平コンベア12の先端部12b近傍に、取り入れ口が配置され、この水平コンベア12で搬送されたNGHペレットを落下させながら、輸送船30側に導くシューター13とからなる。このシューター13は、洋上生産設備20と輸送船30の間の相対変位を吸収するのに十分な伸縮性を備えた蛇腹構造で形成される。

50

【 0 0 2 9 】

また、この洋上オフローディング装置 1 の構造部は、洋上生産設備 2 0 の船尾の甲板上に設けられた旋回台 1 4 と、この旋回台 1 4 に載置され、船尾から後方に大きく張り出したトラス構造の支持部 1 5 とからなる。この支持部 1 5 は、支柱部 1 5 a と水平張出部 1 5 b とカウンターウエイト部 1 5 c で形成される。この支持部 1 5 を旋回台 1 4 上で、洋上生産設備 2 0 のヨウ方向 (Y a w 方向 : 静止時の水平回転方向) 即ち、回転軸 C 周りに、所定の範囲内 (例えば、後方から $\pm 4 \text{ deg}$) で揺動即ち旋回できるように構成される。

【 0 0 3 0 】

そして、垂直コンベア 1 1 が、旋回台 1 4 と支持部 1 5 の支柱部 1 5 a の内部に、水平コンベア 1 2 が、支持部 1 5 の水平張出部 1 5 b にそれぞれ配置される。この水平コンベア 1 2 は、その受け入れ部 1 2 a が、垂直コンベア 1 1 の排出部 1 1 b の下部に、その先端部 1 2 b が水平張出部 1 5 b の先端部近傍に位置するように、略水平に配置される。そして、シューター 1 3 が、この水平張出部 1 5 b の先端部近傍、即ち、水平コンベア 1 2 の先端部 1 2 b の下側に吊り下げて設けられる。

10

【 0 0 3 1 】

この垂直コンベア 1 1 は、石炭搬送、木材チップ搬送、廃プラスチック搬送等に使用されるフランジ及びクリート (棧) 付きのコンベア等の周知のコンベアで形成される。このコンベアは、主搬送ベルトの幅方向両側における表面に全長にわたって波形フランジを備えるとともに、波形フランジ間の空間部を搬送方向に等間隔に仕切るクリートをベルト表面に備えて形成される。また、更に、垂直部でフランジ付きベルトから N G H ペレットがこぼれ出ないようにするため、フランジ付きベルトは平ベルト (カバーベルト) でカバーされる。この平ベルトはフランジ付きベルトに同期させて動かされる。また、水平コンベア 1 2 はトラフ型ベルトコンベアで形成される。また、これらの周囲は、天然ガスの漏出を防止するために、気密構造に構成され、また、温度保持のための保温対策や放熱防止対策が施される。

20

【 0 0 3 2 】

シューター 1 3 は、水平コンベア 1 2 で搬送された N G H ペレットを上部から落下させながら輸送船 3 0 側の搬送装置である受け入れ側垂直コンベア 3 1 に導く装置であり、その搬送路に蛇腹 1 3 c を採用することにより、その上端と下端との間で、上下方向、左右方向、前後方向の 3 自由度を主に吸収し、更に 4 自由度目の軸方向の回転変位である捩じれも吸収する。この変位吸収機能により、両洋上浮体 2 0 , 3 0 の動揺による相対変位、特に大きな垂直方向の変位を吸収できる。また、蛇腹 1 3 c で形成することにより、容易に気密性を保持できる。そして、図 1 の A の部分で、輸送船 3 0 側と接続する。

30

【 0 0 3 3 】

更に、シューター 1 3 の捩じれを吸収し易くするため、図 5 ~ 図 8 に示すように、上端の水平張出部 1 5 b の先端に取り付けられる部分であるシューター 1 3 の取付部 1 3 a と、下端の輸送船 3 0 側に接続する部分である第 1 接続部 1 3 b のそれぞれに、2 組の自在継手からなるような回転継手、例えば、2 軸ユニバーサルジョイント 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 が設けられる。これにより、シューター 1 3 の軸方向に垂直な方向を回転軸とする回転を吸収する。また、シューター 1 3 の軸方向を回転軸とする回転を許容する旋回継手 4 5 , 4 6 も設けられる。これにより、シューター 1 3 の捩じれを吸収する。

40

【 0 0 3 4 】

また、両洋上浮体 2 0 , 3 0 の動揺による大きな相対変位に対して、シューター 1 3 において局部的に大きな蛇腹 1 3 c の変形が生じないように、蛇腹 1 3 c 部分を複数個 (図 5 及び図 6 では 6 個、図 7 及び図 8 では 7 個) のブロックに分割し、各ブロックの蛇腹 1 3 c を中間継手 1 3 e で接続する。この蛇腹 1 3 c は通常は断面円形に形成されるが、他の断面形状であってもよい。また、この蛇腹 1 3 c に関しても、必要に応じて 2 重構造等の放熱防止対策、静電気防止対策が取られる。

【 0 0 3 5 】

50

更に、シューター 13 の自重により、上部と下部のブロックで、蛇腹 13 c に作用する力特に垂直荷重が大きく異なるため、図 5 及び図 6 に示すようなパンタグラフ機構を用いたパンタグラフ式シューター 13 A や、図 7 及び図 8 に示すようなワイヤー吊り機構を用いたワイヤー式シューター 13 B を採用する。

【 0 0 3 6 】

そして、パンタグラフ式シューター 13 A の場合には、図 5 及び図 6 に示すように、パンタグラフ 13 d を、蛇腹 13 c を挟むように蛇腹 13 c の外周部に 2 組取り付け、各ブロック間の中間継手 13 e の取付ピン部 13 f にその交差部分を取り付ける。この上下方向の変位を吸収するパンタグラフ機構により、シューター 13 A の伸縮にかかわらず、各蛇腹部 13 c の変形量が同じになる。なお、シューター 13 A を格納するために吊り上げワイヤー 13 i が設けられている。

10

【 0 0 3 7 】

また、ワイヤー式シューター 13 B の場合には、図 7 及び図 8 に示すように、極端に上側の蛇腹 13 c だけが伸びきらないようにするため、それぞれのブロックの蛇腹 13 c に伸び止めワイヤー 13 g を設ける。更に、シューター 13 の使用中における相対変位に追従する効果を増すために、蛇腹 13 c の最下端の周囲 4 カ所に緊張ワイヤー 13 h を設け、テンションコンペンサター、オートテンションウインチ等と同等の機構（図示しない）を用いて、この緊張ワイヤー 13 h に一定のテンションを常時加える。

【 0 0 3 8 】

このワイヤー式では、パンタグラフ 13 d を組み付けるための取付ピン部 13 f が中間継手 13 e に不要なため中間継手 13 e の厚みを薄くできるため、重量を軽減でき、その分蛇腹 13 c 部分を長くできるので、伸縮量を増加させることができる。

20

【 0 0 3 9 】

このワイヤー式シューター 13 B においては、図 7 に示すように、シューター 13 B が縮んだ状態では、各ブロックの蛇腹 13 c が収縮し、伸び止めワイヤー 13 g は緩んだ状態であるが、図 8 に示すように、シューター 13 B が伸びきった状態では、伸び止めワイヤー 13 g が伸びきった状態で、各ブロックの蛇腹 13 c の伸び量を制限する。そして、シューター 13 B が完全に伸びきらない状態、即ち、図 7 と図 8 の間の状態では、上部のブロックの蛇腹 13 c は伸び止めワイヤー 13 g で伸び量が制限された状態となるが、下部のブロックの蛇腹 13 c は、伸びていない状態となる。

30

【 0 0 4 0 】

そして、このオフローディング装置 1 では、輸送船 30 側に取付けられたシューター 13 の第 1 接続部 13 b と旋回台 14 との間の、X 方向（洋上生産設備の静止時の船首方向）、Y 方向（洋上生産設備の静止時の左右方向）、Z 方向（静止時の上下方向、即ち、垂直方向）の各運動及び変位は、シューター 13 の伸縮性により吸収する。

【 0 0 4 1 】

また、洋上生産設備 20 と輸送船 30 の間の水平変位及び水平回転変位は、シューター 13 の伸縮性及びシューター 13 の第 1 接続部 13 b 等の回転継手により吸収する。なお、水平回転変位の内の、長周期漂流力に基づく長周期運動に起因する、両浮体間の運動の過渡的な変位である相対的回転変位である、洋上生産設備 20 から見た輸送船 30 の方位変化は、オフローディング装置 1 のヨウ方向の揺動即ち旋回により吸収する。

40

【 0 0 4 2 】

そして、第 1 洋上浮体である洋上生産設備 20 は、図 3 及び図 4 に示すように、N G H 貨物倉 21 の容積を大きくとるために、例えば、船首尾をカットアップした箱型バージ船型で形成され、損傷時の残存能力を踏まえて二重底、二重船側構造が採用される。なお、この二重構造部に生成水を受け入れるためのバラスト兼用のタンクが配置される。

【 0 0 4 3 】

この洋上生産設備 20 の上甲板の下には船首機械室 23、貨物倉 21、船尾機械室 24 が設けられ、また、上甲板上には居住設備 25、N G H 生成プラント 26、搬送装置である搬出側水平コンベア 22 が、貯蔵設備である貨物倉 21 から船尾部に向かって船長方向

50

に延びるように設けられる。

【 0 0 4 4 】

また、この洋上生産設備 2 0 の係留方式は海象条件及び貨物倉の容積効率を考慮して、図 3 及び図 4 に示すように、船首に外装式でターレットにヨーク係留されるので、安全を考慮し、居住設備 2 5 が風上となる船首部に配置され、オフローディング装置 1 が船尾部に配置される。

【 0 0 4 5 】

また、輸送船 3 0 は、NGHペレット輸送用として建造され、図 3 及び図 4 に示すように、NGHペレット用に船倉 3 3 が船長方向に配置されると共に、船首部に受け入れ用垂直コンベア 3 1 が配置され、更に、上甲板上に受け入れ用水平コンベア 3 2 が配置される。この受け入れ用水平コンベア 3 2 は、受け入れ用垂直コンベア 3 1 の排出口 3 1 b から船長方向に延びて、各船倉 3 3 に届くように配置される。

10

【 0 0 4 6 】

次に、この洋上オフローディング装置 1 による NGHペレットの移送について説明する。輸送船 3 0 が洋上生産設備 2 0 に、係留索により係船されると、洋上オフローディング装置 1 のシューター 1 3 が格納位置から輸送船 3 0 に降ろされ、シューター 1 3 の下端の第 1 接続部 1 3 b が、下端に設けたクランプ機構により、輸送船 3 0 側の受け入れ側垂直コンベア 3 1 の第 2 接続部 3 1 a に接続される。

【 0 0 4 7 】

この接続が完了すると、冷却天然ガスをこの洋上オフローディング装置 1 の NGHペレットの搬送路内に送り、NGHペレットが通過する部分を予冷する。この予冷が終了した後、NGHペレットの搬送を開始する。

20

【 0 0 4 8 】

この洋上生産設備 2 0 の NGH生成プラント 2 6 で生成され、貯蔵設備である貨物倉 2 1 に蓄えられた NGHペレットが搬出用水平コンベア 2 2 に載せられ、搬出用水平コンベア 2 2 によって、NGHペレットが貨物倉 2 1 から洋上オフローディング装置 1 の垂直コンベア 1 1 の下側に設けられた受け入れ部 1 1 a に搬送される。

【 0 0 4 9 】

垂直コンベア 1 1 の受け入れ部 1 1 a に搬送された NGHペレットは、垂直コンベア 1 1 によって、旋回台 1 4 と支柱部 1 5 a の内部を上昇し、垂直コンベア 1 1 の上側に設けられた排出部 1 1 b から、水平コンベア 1 2 の受け入れ部 1 2 a に受け渡される。水平コンベア 1 2 では、NGHペレットを受け入れ部 1 2 a から先端部 1 2 b に搬送し、先端部 1 2 b で、シューター 1 3 に落とす。つまり、洋上生産設備 2 0 側のオフローディング装置 1 の上部からシューター 1 3 内を通して輸送船 3 0 側の搬送装置 3 1 へ NGHペレットを落下させる。

30

【 0 0 5 0 】

このシューター 1 3 では、波浪や風や潮流による洋上生産設備 2 0 と輸送船 3 0 の動揺に起因するシューター 1 3 の下側の第 1 接続部 1 3 b の運動変位や擦れ等を吸収しながら、NGHペレットを第 2 接続部 3 1 a に導く。

【 0 0 5 1 】

この第 2 接続部 3 1 a に導かれた NGHペレットは、輸送船 3 0 側の受け入れ側垂直コンベア 3 1 により受け入れ側水平コンベア 3 2 に移され、各船倉 3 3 に搬送される。なお、この受け入れ側水平コンベア 3 2 には、移動スクレーパ 3 2 a が設けられており、この移動スクレーパ 3 2 a を、格納目標の船倉 3 3 部位に移動して NGHペレットをこの船倉 3 3 に落とす。これにより、NGHペレットが、洋上生産設備 2 0 の貨物倉 2 1 から輸送船 3 0 の船倉 3 3 に移送される。

40

【 0 0 5 2 】

そして、このオフローディング時においては、洋上生産設備 2 0 から見た輸送船 3 0 の方位変化に従って、オフローディング装置 1 の支持部 1 5 を旋回台 1 4 上でヨウ方向に手動又は自動により揺動させて、長周期漂流力に基づく長周期運動に起因する平均的な水平

50

方位の変動を吸収し、また、波周期に対応する洋上生産設備 20 と輸送船 30 の間の X 方向、Y 方向、Z 方向の相対運動及び相対変位を、シューター 13 の伸縮性により吸収する。また、水平回転変位は、シューター 13 の伸縮性及びシューター 13 の第 1 接続部 13 b 等の回転継手により吸収する。

【 0 0 5 3 】

そして、各船倉 33 が一杯になって荷役が終了すると、シューター 13 の下端の第 1 接続部 13 b において、クランプ機構を解除して、第 2 接続部 31 a と切り離す。このシューター 13 の下端は蓋をし、輸送船 30 から切り離れた後は、ウインチ等により吊り上げワイヤーを巻き上げて、シューター 13 を収縮させながら、格納位置まで引き上げて上昇させて、シューター 13 を格納し、次の輸送船 30 が来るまでの間、待機する。

10

【 0 0 5 4 】

一方、輸送船 30 側では、シューター 13 の第 1 接続部 13 b を外した後は、受け入れ側垂直コンベア 31 の第 2 接続部 31 a に蓋をし、更に、輸送船 30 の洋上生産設備 20 に対する係留を解いて、洋上生産設備 20 から離れる。そして、この洋上生産設備 20 における荷役を終了し、目指す港に向かって航行する。

【 0 0 5 5 】

次に、オフローディング装置 1 における変位の大きさやそれに対応したオフローディング装置 1 の主要寸法の計算例を示す。なお、この変位の大きさや主要寸法等は、洋上生産設備 20 と輸送船 30 や洋上オフローディング時の想定海象条件等によって変化するので、次に示す計算例は一例に過ぎない。

20

【 0 0 5 6 】

この計算において、洋上生産設備 20 と輸送船 30 の波浪中応答解析に、高次元境界要素法に基づく解析プログラム（著作権登録番号 P 第 7 7 0 4 号 - 1）を使用し、横揺れ動揺に対する粘性減衰力を考慮するため、10% の線形減衰係数を洋上生産設備 20 と輸送船 30 の両方にそれぞれ用いて、動揺応答解析を行った。

【 0 0 5 7 】

この動揺応答解析結果から、シューター 13 の長さを固定した状態における、洋上生産設備 20 側のシューター 13 の下端の第 1 接続部 13 b と、輸送船 30 側の第 2 接続部 31 a との動揺応答を求め、入射波の位相差を考慮して、両者の相対動揺解析を行った。なお、洋上生産設備 20 と輸送船 30 の間における流体力学的な相互干渉の影響は考慮していない。

30

【 0 0 5 8 】

洋上生産設備（FPSO）20 の大きさを、全長 300 m，幅 60 m，深さ 33 m，喫水 16 m、貨物容積 218,000 m³ とし、輸送船（シャトル）30 の大きさを全長 300 m，幅 46 m，深さ 24.5 m，喫水 14.5 m，貨物容積 174,000 m³ とした。

【 0 0 5 9 】

また、海象条件としては、有義波高 4 m，周期 8 s の波、風速 10 m/s，風向 30 deg の風、流速 1 kt で方向 90 deg の定常流れの潮流で、水深 500 m を想定し、洋上生産設備 20 と輸送船 30 を係留索による係船をした場合に、以下のような計算値が得られた。

40

【 0 0 6 0 】

緩係船された洋上生産設備 20 と輸送船 30 は、波周期での運動の他に長周期漂流力に基づく長周期運動が発生し、この長周期運動を含む運動の最大値はサージ（Surge）で 15.8 m，スエー（Sway）で 2 m，ヨー（Yaw）で 7.8 deg であった。また、両洋上浮体 20，30 間の相対変位は、最大で、X 方向 0.96 m，Y 方向 2.84 m，Z 方向 14.34 m、満載時と軽荷時の喫水の差 3.5 m を考慮した場合には 17.84 m となった。

【 0 0 6 1 】

そのため、洋上生産設備 20 と輸送船 30 の間は、接触を避けるためには水平方向に最

50

小限 16 m の間隔が必要となり、安全性を考慮すると、係留索は、最大変位の 2 倍～3 倍、即ち、32～48 m 程度が必要となった。また、洋上生産設備 20 との接触を防ぐために、輸送船 30 は常に微速後進状態を保つことが必要になった。そして、オフローディング装置 1 と輸送船 30 との相対水平変位量は 3 m となった。

【0062】

また、洋上生産設備 20 の波との出会角を 0 deg, 30 deg、輸送船 30 の波との出会角を 0 deg, ±30 deg, ±60 deg と変化させた時のシューター 13 の最大伸縮量は、 $\theta = 30 \text{ deg}$ 、 $\theta = 30 \text{ deg}$ の時に、波振幅 2 m に対して 14.5 m となった。

【0063】

これらの解析結果を踏まえて、試設計すると、オフローディング装置 1 は、洋上生産設備 20 と輸送船 30 の接触を防ぐため、垂直コンベア 11 の高さが約 50 m、水平コンベア 12 の長さが、約 65 m、シューター 13 の高さが、最短約 18 m、最長約 37 m で、ストローク約 19 m 程度となった。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図 1】本発明の実施の形態の天然ガスハイドレートの洋上オフローディング装置の構成を示す側面図である。

【図 2】図 1 の洋上オフローディング装置の構成を示す平面図である。

【図 3】洋上オフローディング装置と、洋上生産設備、輸送船の関係を示す側面図である。

【図 4】図 3 の平面図である。

【図 5】パンタグラフ式シューターの短縮時の状態を示す側面図である。

【図 6】パンタグラフ式シューターの伸長時の状態を示す側面図である。

【図 7】ワイヤー式シューターの短縮時の状態を示す側面図である。

【図 8】ワイヤー式シューターの伸長時の状態を示す側面図である。

【符号の説明】

【0065】

- 1 オフローディング装置
- 11 垂直コンベア
- 11a 受け入れ部
- 12 水平コンベア
- 12a 受け入れ部
- 12b 先端部
- 13 シューター
- 13A パンタグラフ式シューター
- 13B ワイヤー式シューター
- 13a 上端の接続部
- 13b 第 1 接続部（下端の接続部）
- 13c 蛇腹
- 13d パンタグラフ
- 13e 中間継手
- 13f 取付ピン部
- 13g 伸び止めワイヤー
- 13h 緊張ワイヤー
- 14 旋回台
- 20 洋上生産設備
- 21 NGH 貨物倉
- 22 搬出側水平コンベア
- 30 輸送船

10

20

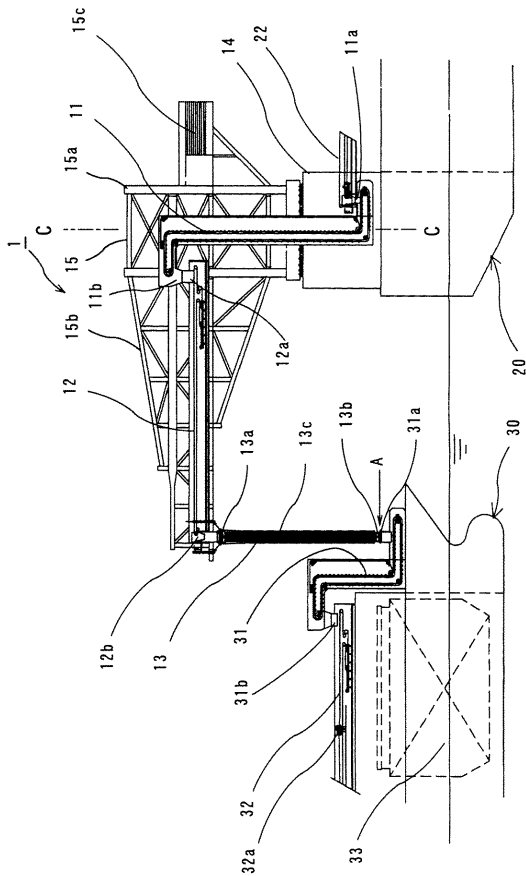
30

40

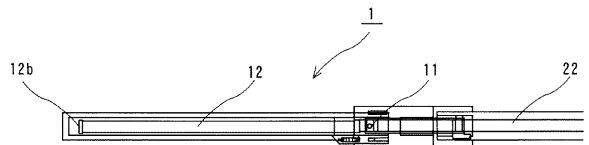
50

- 3 1 受け入れ側垂直コンベア
- 3 1 a 第2 接続部
- 3 2 受け入れ側水平コンベア
- 3 3 船倉
- 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 回転継手
- 4 5 , 4 6 旋回継手

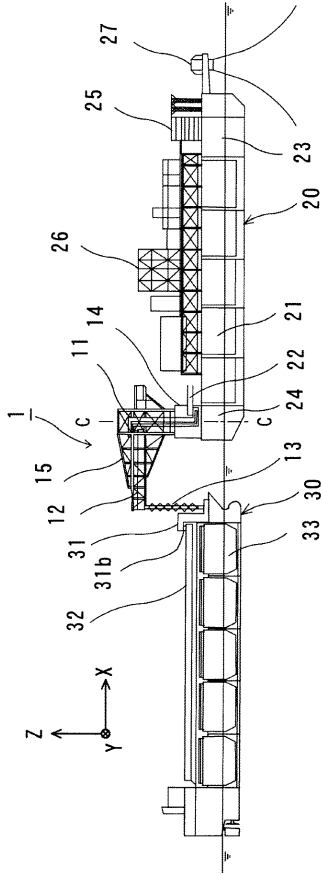
【 図 1 】



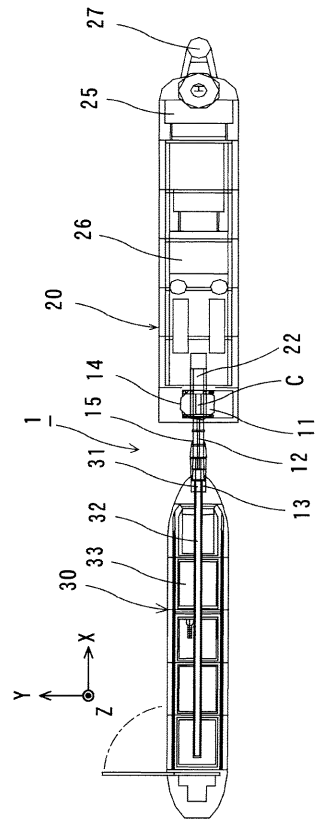
【 図 2 】



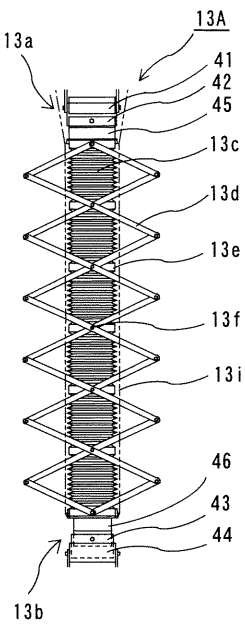
【 図 3 】



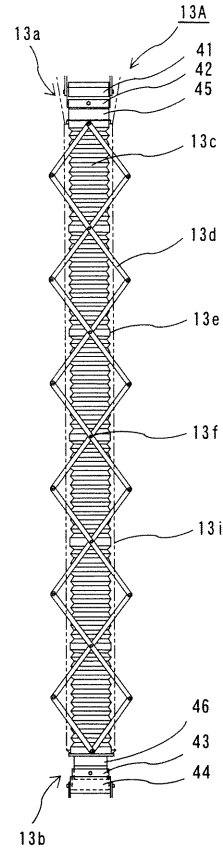
【 図 4 】



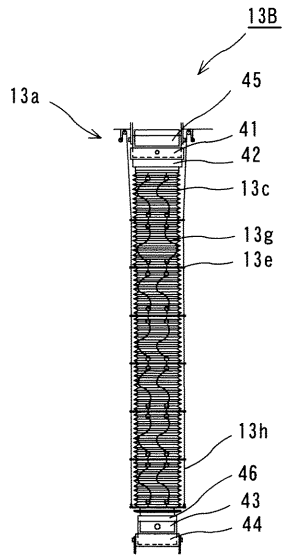
【 図 5 】



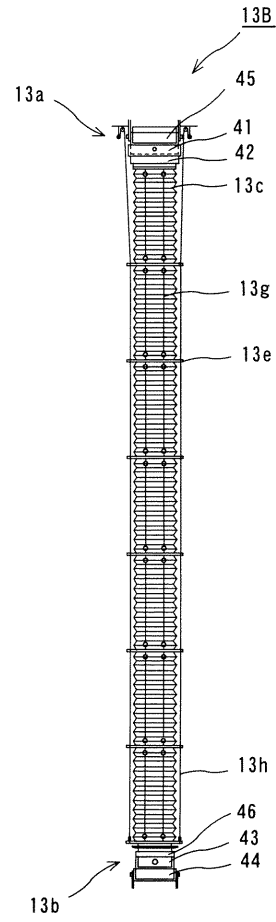
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 俊司
東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 独立行政法人海上技術安全研究所内
- (72)発明者 難波 康広
東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 独立行政法人海上技術安全研究所内
- (72)発明者 正信 聡太郎
東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 独立行政法人海上技術安全研究所内
- (72)発明者 平井 一司
東京都中央区築地 5 - 6 - 4 三井造船株式会社内
- (72)発明者 亀井 操
東京都中央区築地 5 - 6 - 4 三井造船株式会社内
- (72)発明者 神田 雅光
東京都中央区築地 5 - 6 - 4 三井造船株式会社内