

明 細 書

発明の名称： L N G 船または L P G 船

技術分野

[0001] 本発明は、この発明は液化天然ガス（L N G）または L P G 船に関する。

背景技術

[0002] L N G は、燃焼時に窒素酸化物や亜硫酸ガスの排出量が少ないため、クリーンエネルギーとして年々需要が増大している。L N G は天然ガスを -162°C ほどに冷却して液化したものであり、これを海上輸送する L N G 運搬船のタンクは広範囲の温度変化に耐えられるよう低温材料を使用し、温度差による熱収縮・熱応力を考慮した構造を備えている。また、L N G 運搬船は高速・大量輸送の使命を担うため、20ノット前後の航海速力を備えているのが普通であり、船体は大型化の傾向があり、タンク容量200,000 m^3 を越えるものが現在計画されている。

[0003] 従来の L N G 運搬船では、それに搭載される L N G タンクは大きく2つのタイプに分けられ、一つがモス型球形タンク方式であり、もう一つがメンブレン方式である（例えば、米国特許5697312号、同7137345号）。

[0004] モス型球形タンク方式は、アルミ合金で作られた球形タンクを、その赤道部から下に延びるスカート状の支持構造を介して船倉内に据え付けるものである。このタンクでは、その中に積載した液荷の重量および、船の動揺によって液荷に作用する動的な力はすべてタンク自体で担い、スカートを介して船体に伝えるようになっている。タンクの防熱材は、もちろん、タンクの外面に設けられる。

[0005] 他方、メンブレン方式タンクは、船体の二重船殻構造の内側に防熱材を設け、その表面をメンブレンで液密に覆ったものである。この方式のタンクでは、L N G の液圧が防熱材を介して船体構造に伝えられる。メンブレンにはステンレス鋼や熱膨張係数の小さなニッケル合金（インバー）が用いられる

。

[0006] しかるに、船倉の形状はほぼ箱型であるので、そこにモス型球形タンクを収めた場合、球形タンクの周りに無駄なスペースが生じるのは避け難い。このため、モス型球形タンクは、船体の大きさの割に、タンク容積が小さいという欠点がある。

[0007] 一方、メンブレン方式のタンクは、船倉に沿った形状に作ることができるので、タンクスペースが大きく取れ、容積効率がよい。反面、メンブレン方式のタンクは、積荷が半積状態のときに荒天に遭遇すると、船体の揺れとLNG液面の揺れが同調してタンク内壁に過大圧がかかるスロッシング（sloshing）現象、すなわち船体動揺によりタンク内の液荷が激しく波立ち、その衝撃でメンブレンや防熱材が損傷を受けることがある。球形タンクでは、タンク壁が曲面なので衝撃を受け流すことができ、また、防熱材がタンクの外側にあるので、スロッシングはほとんど問題にならない。したがって、メンブレン方式のタンクについては、積荷のLNGが波立たないように、タンクをいつも満載あるいはそれに近い状態に保っておくことが要請される。

[0008] LNG船のカーゴタンクはモス型、メンブレン型が主流を占めているが、これらには、前述のように、一長一短があり、その得失を充分考慮した船種選定がLNG船の使用には重要である。そこで、これら得失を踏まえて、理想的LNGカーゴタンクとして独立方形タンクが日本の主な造船所により開発された。その例としてIHI社のSPBタンクがある。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：米国特許5697312号

特許文献2：米国特許7137365号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 独立方形タンクは、球形タンクのように、船体の大きさの割にタンク容積が小さくなる欠点がなく、理想的な方式である。

しかし、その使用板の材質が極低温領域においてその強度特性を持つ材質に限られ、その材質として、ステンレス鋼、アルミ材が主に使用されるため、建造コストの面でモス型、メンブレン型に経済性の点で不利であり、数隻の建造実績にとどまっている。

[0011] 本発明の主たる課題は、船大きさに対するタンク容積が大きく、しかも材料コストを低減できる独立方形タンクを採用することができ、経済的な船体構造を得ることにある。

[0012] 本発明の他の課題は、タンク間の2重バルクヘッド（隔壁）工事を避けて、経済的な船体構造を得ることにある。

[0013] その他の課題は、以下の説明により明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決した本発明は次のとおりである。

[0015] <請求項1記載の発明>

実質的に方形の独立タンクを、船体構造材と一体化することなく、船倉内に設置した構造を有し、

前記タンクは、船幅方向より船長方向が長いロングタンクであり、船長方向に沿って船倉内に設置し、

前記ロングタンクは、船幅方向の1枚の板で仕切る隔壁板によって船長方向に2以上の液荷室に分割されている、

ことを特徴とするLNG船。

[0016] （作用効果）

方形の独立タンクを、船体構造（たとえば二重船殻構造）材と一体化することなく（溶接構造は採らない）、船倉内に設置した構造であると、高価な材料は不要であり、経済的なものとなる。

二重船殻ブロック工事とロングタンクの製造工事とが独立し並行的な工事が可能であるので、建設コストが低減し、全竣工時間の短縮にも寄与する。

タンクは実質的に方形であるから、タンクの容積効率が球形タンクより大きい。

船体に独立タンクを複数設置しようとする場合、たとえば衝突があっても、他方のタンクへの影響を防止するため、あるいは熱変形防止のために、独立タンク間に二重のバルクヘッド工事をする必要がある。この二重のバルクヘッド工事及びその必要材料が、コストを高める要因である。

しかるに、本発明に従って、ロングタンクとし、船幅方向の1枚の板で仕切る隔壁板によって船長方向に2以上の液荷室に分割すると、隣接する液荷室（タンク）間の二重のバルクヘッド工事及びその材料は、1枚の板で仕切る隔壁板に代替できるので、きわめて経済的なものとなる。すなわち、船体強度メンバーとしての二重のバルクヘッド板、その断熱工事などが不要とすることができる。

[0017] <請求項2記載の発明>

前記ロングタンクの前後に隔壁を有しないタンクを配置した、船長方向に連なるタンク群列を有し、ロングタンクと隣接するタンクとの間のそれぞれは、コファダム構造を有する請求項1記載のLNG船。

[0018] （作用効果）

ロングタンクと隣接するタンクとの間のそれぞれは、コファダム(c o f f e r d e m)構造とする。ここに「コファダム構造」とは、バルクヘッド（隔壁）の相互間に空の空間（ボイド(v o i d)）スペースが形成される構造をいう。これにより火災発生時の熱やガスを遮断できる。

[0019] <請求項3記載の発明>

前記ロングタンクは、船の中央線方向を境とする左右にそれぞれ設けられている請求項1記載のLNG船。

[0020] （作用効果）

幅広の船体に対して、その容積の利点を発揮できる。

[0021] <請求項4記載の発明>

前記ロングタンクの船長方向中央の液荷室の上部に、キ一部を突出して一

体的に設け、このキー部に対応する船の中央線方向前後に、熱変形移動止めチョックを船体構造材側に設けた請求項 1 記載の L N G 船。

[0022] (作用効果)

キー部に対して熱変形移動止めチョックを設けると、独立ロングタンクの船長方向の熱変形移動止を防止できる。

詳しくは、ロングタンクの船長方向中央の液荷室の上部を、前後方向のタンクの熱変形の中心点にするために、船幅方向に幅を持った熱変形移動止めチョックを船体側に設け、タンクの前後方向の移動を最小限にすると共に、この点を熱変形の中心とする。これにより、タンクとタンク接続の L N G 管、タンクとタンク外の配管とのエキスパンションジョイントの接続部の応力を最小とすることができる。

[0023] <請求項 5 記載の発明>

前記ロングタンクは船長方向に 2 つの液荷室を有し、ほぼ船長方向中央上部に、キー部を突出して一体的に設け、このキー部に対応する船の中央線方向前後に、熱変形移動止めチョックを船体構造材側に設けた請求項 1 記載の L N G 船。

[0024] (作用効果)

請求項 4 と同様の作用効果を奏する。

[0025] <請求項 6 記載の発明>

前記ロングタンクの隔壁板の上部がロングタンクの天板と離隔しており、その離隔空間により隣接する液荷室相互が連通している請求項 1 記載の L N G 船。

[0026] (作用効果)

ロングタンクは、図 3 に示すように、隔壁板により独立の液荷室に隔離することができる。しかし、この場合には、各液荷室について、液面制御及びその液面調整操作が必要となるとともに、各液荷室に対応したタンクの蒸気ドームと上部ストッパーとの関係構造が複雑なままである。

これに対し、図 9 に示すように、天板と離隔した離隔空間により隣接する

液荷室相互が連通していると、隣接する液荷室相互の圧力が均等となり、液面制御及びその液面調整操作を一つの液荷室と同様に取り扱うことができ、しかも、タンクの蒸気ドームと上部ストッパーとの関係構造が簡易となり、経済的でもある。

[0027] <請求項 7 記載の発明>

前記ロングタンクの隔壁板の下部がロングタンクの底板と離隔しており、その離隔空間により隣接する液荷室相互が連通している請求項 1 記載の L N G 船。

[0028] (作用効果)

図 10 に示すように、底板と離隔した離隔空間により隣接する液荷室相互が連通していると、隣接する液荷室相互の圧力が均等となり、請求項 6 の場合と同様な作用効果を奏する。

[0029] <請求項 8 記載の発明>

L N G 船は、L N G 運搬船、F L N G 船、F S R U 船、S R V 船を含む請求項 1 記載の L N G 船。

[0030] (作用効果)

本発明の「L N G 船」の用語は、L N G 運搬船、F L N G 船、F S R U 船、S R V 船などを含む広義で使用している。

[0031] <請求項 9 記載の発明>

運搬対象が L P G である請求項 1 記載の L P G 船。

発明の効果

[0032] 以上のとおり、本発明によれば、船大きさに対するタンク容積が大きく、しかも材料コストを低減できる独立方形タンクを採用することができ、経済的な船体構造を得ることができる。

また、ロングタンク使用することで、従来、タンク間の 2 重バルクヘッド（隔壁）工事が必要であったのに対し、2 重バルクヘッド（隔壁）工事が不要となり経済的なものとなる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1] L N G 船の正面図である。

[図2] L N G 船の平面図である。

[図3] ロングタンクの概要斜視図である。

[図4] L N G 船の横断面図である。

[図5] 5 - 5 線矢視図である。

[図6] ロングタンクの他の形状例の横断面図である。

[図7] ロングタンクの別の形状例の横断面図である。

[図8] L N G 船の他の例を示す平面図である。

[図9] 他のロングタンク例の概要斜視図である。

[図10] 別のロングタンク例の概要斜視図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しつつ説明する。

[0035] 図 1 および図 2 に示すように、この L N G タンカーは、前から、船首部 1 0、タンク区画 1 2、機関室 1 4、船尾部 1 6 の順で連っており、機関室の上に居住区 1 8 さらに操舵室 2 0 が設けられている。タンク区画は横隔壁 3 2 によって複数の区画に仕切られている。

[0036] 本発明においては、実質的に方形の独立タンク 3 0 を、船体（二重船殻）構造材 3 6， 3 5 と一体化することなく、船倉内に設置した構造を有する L N G 船である。

また、独立方形タンク 3 0 底面に、船体構造材 3 5 と一体となった受け台 3 6， 3 6 … を設け、タンク 3 0 を、受け台 3 6， 3 6 … 上に設置したものである。

[0037] 本発明においては、タンク群の少なくとも一部を独立方形の、船幅方向より船長方向が長いロングタンク 3 0 とし、船長方向に沿って船倉内に設置したものである。

このロングタンク 3 0 は、船体構造（たとえば二重船殻構造）材 3 4， 3 5 と一体化することなく（溶接構造は採らない）、船倉内に設置した構造であると、高価な材料は不要であり、経済的なものとなる。また、ロングタン

ク 30 の横断面は実質的に方形であるから、タンクの容積効率が球形タンクより大きい。

[0038] ロングタンク 30 は、船幅方向の 1 枚の板で仕切る隔壁板 31 によって船長方向に 2 以上の液荷室に分割されている。図示例は、3 つの液荷室 30-1、30-2、30-3 の例である。

[0039] 各液荷室 30-1、30-2、30-3 の平面長さ及び幅は適宜選択できる。幅としては、18~35 m、船長方向に 2 又は 3 の液荷室を確保するのが望ましい。したがって、船長方向の長さは 40~180 m が望ましい。

[0040] 一方、ロングタンク 30 中央上部に、キー部 40 を突出して一体的に設け、このキー部 40 に対応する船の中央線方向前後に、熱変形移動止めチョック (c h o c k) 41 を船体構造材側に設けることが望ましい。これにより、タンクの前後方向の液荷の量変化に伴う熱変形移動について制限できる。

[0041] ロングタンク 30 外面には、図示しないが、防熱材を設けることができる。

[0042] ロングタンク 30 の前後に、本発明の隔壁 31 を有しない単一の液荷室のタンク 33、33 を配置した、船長方向に連なるタンク群列を構成してもよい。この場合、ロングタンク 30 と隣接するタンク 33、33 との間のそれぞれは、コファダム構造 32 によってインシュレーションすることが望ましい。

[0043] ロングタンク 30 は、図 8 に示すように、船の中央線方向を境とする左右にそれぞれ設けることができる。31 は図 2 の例と同様の船幅方向の 1 枚の板で仕切る隔壁板、37 は船の中央線方向に沿う 1 枚の板で仕切る隔壁板である。かかる形態によれば、幅広の船体に対して、その容積の利点を発揮できる。

[0044] 本発明における「実質的に方形の独立タンク」とは、横断面として全体的に方形であればよいのであって、厳密に方形であることを要しない。たとえば、図 6 のように、タンク 30 C の部分として、コーナー部に面取り部 30 a、アール部 30 b、上面に傾斜面 30 c を有するものでもよい。

- [0045] さらに、図7のように、上部に小タンク30d、下部に本体タンク30eを有するタンク30Dでもよい。
- [0046] タンク30の材料としては、アルミ合金、9%ニッケル鋼、ステンレス鋼などを使用できる。
- [0047] 他方、図9に示すように、ロングタンク30の隔壁板31Aの上部がロングタンク30の天板30Uと離隔しており、その離隔空間31Uについても、符号による図示を省略している同様の離隔空間によって、隣接する液荷室30-2, 30-3相互が連通している。
- [0048] 他方、図10に示すように、ロングタンク30の隔壁板31Aの下部がロングタンク30の天板30Dと離隔しており、その離隔空間31Dにより隣接する液荷室30-1, 30-2相互が連通しており、並びに他の隔壁板31Aについても、符号による図示を省略している同様の離隔空間によって、隣接する液荷室30-2, 30-3相互が連通させることもできる。図10に示す例では、下方の離隔空間31Dのほか、隔壁板31Aの上部もロングタンク30の天板30Uと離隔している。
- [0049] 連通は上部でもよいし、下部でもよく、勿論、両者でもよい。ここで、離隔空間31Uの高さは、隔壁板31Aの10%以内であることが、離隔空間31Dの高さは、隔壁板31Aの5%以内であることが、スロッシング防止と、隔壁板としてのロングタンク30の強度保持のために望ましい。
- [0050] 上記の実施の形態はさらに適宜組み合わせ採用できる。

産業上の利用可能性

- [0051] 本発明は、LNG運搬船のほか、同様にスロッシング(sloshing)現象への対処が問題となる、FLNG船(LNG-FPSO(Floating Production, Storage and Off-loading system))、FSRU船、SRV船に適用できる。
- [0052] FLNG船(LNG-FPSO)では、LNG貯蔵能力を有する船もしくはバージ上で、海洋ガス田から生産された天然ガスの不純物除去および液化を行いLNGを生産・貯蔵し、輸送用のLNG船へLNGを出荷する。陸上

に液化プラントを建設する場合と比較して、海洋ガス田から陸上までの海底パイプライン敷設を削減できることや、沿岸部の開発を伴わないため環境負荷を低減できること、ガス田開発とは異なる国や地域でLNG-FPSOを建造して現地へ曳航できるため労働者確保が比較的容易であること等の利点を有する。

[0053] 本発明のLNG船は、再ガス化設備を含むが、その例として、FSRU (Floating Storage and Re-gasification Unit) やSRV (Shuttle and Re-gasification Vessel) がある。FSRUでは再ガス化装置を搭載し、LNG貯蔵能力を有する船を洋上で固定し、他のLNG船からLNGを受け入れる。FSRUにて再ガス化した天然ガスを、陸上のパイプラインへ送り出す。SRVは他のLNG船からのLNG移送は行わず、液化基地で搭載したLNGを受け入れ地点まで輸送し、甲板上で再ガス化して陸上のパイプラインへガスを送り出す。

[0054] 他方、本発明の船の構造は、LNGのほかLPGの運搬にも適用できる。したがって、LPG船も対象とするものである。

符号の説明

[0055] 10…船首部、12…タンク区画、14…機関室、16…船尾部、18…居住区、20…操舵室、30、30A、30B…独立方形タンク、31…隔壁板、31D、31U…離隔空間、32…横隔壁、34、35…船体構造材、37…隔壁板。

請求の範囲

- [請求項1] 実質的に方形の独立タンクを、船体構造材と一体化することなく、船倉内に設置した構造を有し、
- 前記タンクは、船幅方向より船長方向が長いロングタンクであり、船長方向に沿って船倉内に設置し、
- 前記ロングタンクは、船長方向に1枚の板で仕切る隔壁板によって船長方向に2以上の液荷室に分割されている、
- ことを特徴とするLNG船。
- [請求項2] 前記ロングタンクの前後に隔壁を有しないタンクを配置した、船長方向に連なるタンク群列を有し、ロングタンクと隣接するタンクとの間のそれぞれは、コファダム構造を有する請求項1記載のLNG船。
- [請求項3] 前記ロングタンクは、船の中央線方向を境とする左右にそれぞれ設けられている請求項1記載のLNG船。
- [請求項4] 前記ロングタンクは船長方向に3つの液荷室を有し、船長方向中央液荷室の上部に、キー部を突出して一体的に設け、このキー部に対応する船の中央線方向前後に、熱変形移動止めチョックを船体構造材側に設けた請求項1記載のLNG船。
- [請求項5] 前記ロングタンクは船長方向に2つの液荷室を有し、ほぼ船長方向中央上部に、キー部を突出して一体的に設け、このキー部に対応する船の中央線方向前後に、熱変形移動止めチョックを船体構造材側に設けた請求項1記載のLNG船。
- [請求項6] 前記ロングタンクの隔壁板の上部がロングタンクの天板と離隔しており、その離隔空間により隣接する液荷室相互が連通している請求項1記載のLNG船。
- [請求項7] 前記ロングタンクの隔壁板の下部がロングタンクの底板と離隔しており、その離隔空間により隣接する液荷室相互が連通している請求項1記載のLNG船。
- [請求項8] LNG船は、LNG運搬船、FLNG船、FSRU船、SRV船を

含む請求項 1 記載の L N G 船。

[請求項9] 運搬対象が L P G である請求項 1 記載の L P G 船。