

明 細 書

発明の名称：カーゴタンクユニット及び船舶

技術分野

[0001] 本開示は、カーゴタンクユニット及び船舶に関する。

本願は、2019年12月27日に日本に出願された特願2019-238408号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 天然ガス等の液化ガスを運搬する船舶は、液化ガスを収容するカーゴタンクを備えている。例えば特許文献1には、カーゴタンクが、円筒形のスカートを紹介して船体に支持された構成が開示されている。この特許文献1に記載されたスカートの上端部は、カーゴタンクの赤道位置に配置されている。そして、このスカートの上端部は、カーゴタンクの赤道部分に対して溶接により固定されている。

[0003] ところで、このようなカーゴタンクは、国際海事機関（IMO）が定めた液化ガス船の安全規則であるIGC（International Gas Carrier）コードに規定される、IMOタンク・タイプBの要件に従って設計されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第6342358号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、IMOタンク・タイプB方式のカーゴタンクは、モデルテストや詳細解析手法などを用いて構造各部の応力を精密に把握し、疲労解析や破壊機構解析を正確に実施した形式である。よって、カーゴタンクとスカートとの溶接部も、タンクと同様な疲労強度の要件を満たす必要がある。このため、カーゴタンクの赤道部分とスカートとの溶接部には、削り出し加工によって形成されたリング状部材が一般に用いられている。このリング状部

材は、カーゴタンクの上半部と下半部との間に接合されている。そして、リング状部材の下端部には、カーゴタンクの下半部の上端と、カーゴタンクの径方向外側に配置されるスカートの上端部とが、それぞれ溶接されている。そのため、リング状部材の下端部は、カーゴタンクの下半部の肉厚と、スカートの上端部の肉厚とを合わせた厚みを有している。

[0006] IMOタンク・タイプB方式のカーゴタンクでは、材料がアルミニウム合金である場合を除き、リング状部材を含め、各部の肉厚の上限が40mmとなっている。カーゴタンクの下半部の肉厚は、溶接されるリング状部材の厚さ（最大40mm）からスカートの上端部の肉厚を引いたものとなる。つまり、カーゴタンクの少なくとも下半部においては、肉厚を一定以上大きくすることができないこととなる。このことは、耐圧性が求められるカーゴタンクの大型化の妨げとなっている。

[0007] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、カーゴタンクの肉厚を増大させ、ひいてはカーゴタンクの大型化を図ることができるカーゴタンクユニット及び船舶を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本開示に係るカーゴタンクユニットは、カーゴタンクと、スカートと、溶接部と、を備える。前記カーゴタンクは、IGCコードにおけるIMOタンク・タイプCである。前記スカートは、上端が前記カーゴタンクの下半部に周方向にわたって接続されている。前記スカートは、下方に向かって延びて船体に固定されている。前記溶接部は、前記スカートの上端を前記カーゴタンクに前記周方向にわたって固定する。

発明の効果

[0009] 本開示の船舶によれば、カーゴタンクの肉厚を増大させ、ひいてはカーゴタンクの大型化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施形態に係る船舶の全体構成を示す平面図である。

[図2]本開示の実施形態に係る船舶に設けられたカーゴタンクを船首尾方向か

ら見た半断面図である。

[図3]本開示の実施形態に係るカーゴタンクとスカートとの接合部の構成を示す拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 図1は、本開示の実施形態における船舶の全体構成を示す平面図である。

図2は、上記船舶に設けられたカーゴタンクを船首尾方向から見た半断面図である。

図1及び図2に示すように、本開示の実施形態の船舶1は、液化天然ガス等の液化ガスを貯蔵・運搬等をする。この船舶1は、船体2と、カーゴタンク20と、スカート30と、溶接部40と、を少なくとも備えている。

なお、便宜上、カーゴタンク20とスカート30と溶接部40を併せて、カーゴタンクユニットと呼称する。

[0012] 船体2は、その外殻をなす、一对の舷側3A、3Bと、船底4と、上甲板5と、を有している。舷側3A、3Bは、左右舷側をそれぞれ形成する一对の舷側外板を備える。船底4は、これら舷側3A、3Bを接続する船底外板を備える。これら一对の舷側3A、3B及び船底4により、船体2の外殻は、船首尾方向Daに直交する断面において、U字状を成している。上甲板5は、外部に露出する全通甲板である。船体2には、船尾2b側の上甲板5上に、居住区を有する上部構造7が形成されている。

[0013] 船体2には、上部構造7よりも船首2a側に、貨物搭載区画（ホールド）8が形成されている。貨物搭載区画8は、上甲板5に対して下方の船底4に向けて凹み、上方に開口している。

[0014] カーゴタンク20は、貨物搭載区画8内に複数設けられている。これら複数のカーゴタンク20は、船首尾方向Daに並んで配置されている。各カーゴタンク20の上部20aは、船体2の上甲板5よりも上方に突出している。これら複数のカーゴタンク20の上部20aは、上甲板5上に設けられたタンクカバー25によって覆われている。これら複数のカーゴタンク20の外表面には、それぞれ外部からの入熱を抑える断熱材（図示無し）が設けら

れている。

[0015] カーゴタンク 20 は、球形をなしている。カーゴタンク 20 は、その内部に、運搬対象である液化ガスを収容する。本開示の実施形態において、カーゴタンク 20 に収容される液化ガスは、例えば 9 ~ 20 (Bar G) 程度の高圧低温ガスである。カーゴタンク 20 は、IMO が定めた IGC コードに定められた、IMO タンク・タイプ C 方式のタンクである。

[0016] 各カーゴタンク 20 は、下半部 21 と、上半部 22 と、を備えている。

下半部 21 は、カーゴタンク 20 の下部において、半球状とされている。下半部 21 は、下方から上方に向かって径寸法が漸次拡大している。下半部 21 は、例えば、図 2 に示す断面において、一定の曲率半径を有した半真球状であってもよいし、下方から上方に向かって段階的に曲率半径が大きくなるよう形成されていてもよい。

[0017] 上半部 22 は、下半部 21 の上部に設けられている。上半部 22 は、カーゴタンク 20 の上部において、半球状とされている。上半部 22 は、下方から上方に向かって径寸法が漸次縮小している。本開示の実施形態において、上半部 22 は、一定の曲率半径を有した半真球状であってもよいし、下方から上方に向かって段階的に曲率半径が大きくなるよう形成されていてもよい。

なお、カーゴタンク 20 は、上記に示した形状に限らない。カーゴタンク 20 は、上半部 22 と下半部 21 との間に、円筒状部（図示無し）等を備える構成とすることも可能である。

[0018] このような各カーゴタンク 20 は、スカート 30 によって船体 2 に支持されている。各カーゴタンク 20 は、船体 2 とは独立したタンク構造である。カーゴタンク 20 は、液密構造で、その内部に収容した液化ガスの荷重を自己支持する。

[0019] 図 3 は、上記カーゴタンクとスカートとの接合部の構成を示す拡大断面図である。

スカート 30 は、カーゴタンク 20 を支持する。スカート 30 は、全体と

して上下方向D vに延びる円筒状である。スカート30の下端部は、貨物搭載区画8の底部に設けられたファウンデーションデッキ部9上に固定される。スカート30の上端30 tは、カーゴタンク20の下半部21の外周面21 fに接続されている。

[0020] スカート30は、筒状部31と、タンク支持部32と、を備えている。

筒状部31は、上下方向D vに延びる円筒状で、上下方向D vにわたって一定の径寸法を有している。この実施形態における筒状部31は、カーゴタンク20の船幅方向中心を通る軸線aを中心にした円筒状をなしている。

[0021] タンク支持部32は、スカート30の上端部に設けられている。タンク支持部32は、筒状部31の上部に連続して設けられている。タンク支持部32は、上方に向かうに従って径方向D r内側に向かって延びている。言い換えれば、タンク支持部32は、先端32 tから下方に向かうに従って径方向D r外側に向かって延びている。この実施形態において、タンク支持部32は、上方に向かって径方向D r内側に湾曲する湾曲部32 wを備えている。湾曲部32 wは、上方に向かうに従って、筒状部31の中心軸とのなす角度が漸次大きくなるように形成されている。この実施形態における湾曲部32 wの径方向D r内側の先端32 tは、スカート30の上端30 tとなっている。そして、湾曲部32 wの先端32 tは、カーゴタンク20の下半部21の外周面21 fに突き当てられている。ここで、径方向D rとは、上述した軸線aを中心とする径方向を意味する。また、以下の説明において、周方向とは、軸線aを中心とする周方向を意味する。

[0022] カーゴタンク20の外周面に対する湾曲部32 wの先端32 tの交差角度 θ は、例えば、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 程度とすることができる。ここで、交差角度 θ とは、軸線aを含む断面において（図3参照）、上端30 tの内面30 fのうち最も径方向D r内側の部分（言い換えれば、先端32 t）と、上記内面30 fと交差する位置におけるカーゴタンク20の外周面21 f（図3において円弧状）の接線t a 1とのなす角度である。この実施形態では湾曲部32 wを有し内面30 fの先端32 tも湾曲しているため、交差角度 θ は、

軸線 a を含む断面視で、内面 30 f (図 3 において曲線状) の先端 32 t における接線 t a 2 と、外周面 21 f の接線 t a 1 とのなす角度となる。

[0023] 図 2 に示すように、スカート 30 の上端 30 t (湾曲部 32 w の先端 32 t) の内径 D 1 は、カーゴタンク 20 の赤道部分における外径 D 2 よりも小さい。なお、図 2 において、内径 D 1 及び外径 D 2 は、都合上、半径分のみを示している。

これにより、カーゴタンク 20 は、スカート 30 の上端 30 t により、下方から支持されている。

[0024] 図 3 に示すように、カーゴタンク 20 とスカート 30 とは、溶接により接合されている。これにより、カーゴタンク 20 とスカート 30 との接合部には、溶接部 40 が形成されている。カーゴタンク 20 とスカート 30 とを溶接する際に用いる溶接材としては、例えば 9% N i 鋼等の高強度溶接材を用いることができる。このような高強度溶接材を用いることで、溶接部 40 の強度を高めることができるため、溶接部 40 の信頼性を向上できる。

[0025] 溶接部 40 は、スカート 30 の上端 30 t をカーゴタンク 20 に固定する。この実施形態で例示する溶接部 40 は、スカート 30 の上端 30 t をカーゴタンク 20 の外周面 21 f に対して、周方向全周にわたって連続的に固定している。なお、溶接部 40 が周方向全周にわたって連続的に形成される場合について説明したが、この構成に限られない。例えば、溶接部 40 が周方向の一部に形成されるようにしてもよい。このようにすることで、スカート 30 の上端 30 t がカーゴタンク 20 に対して周方向の一部で固定される。この場合、溶接部 40 は、カーゴタンク 20 の周方向に断続的、すなわち複数個所に設けてもよい。

[0026] カーゴタンク 20 の下半部 21 の外周面 21 f と、スカート 30 において径方向 D r 内側を向く内面 30 f との間には、接合部材 50 が設けられている。接合部材 50 は、カーゴタンク 20 の下半部 21 の周方向に間隔を空けて複数個所に設けられている。この実施形態で例示する接合部材 50 は、周方向に直交する鉛直面 (言い換えれば、軸線 a を含む仮想平面) に沿う平板

状に形成されている。接合部材50は、径方向D_r内側でカーゴタンク20の下半部21の外周面21fに沿って溶接された内側縁部50aと、径方向D_r外側でスカート30の内面30fに沿って溶接された外側縁部50bと、を有している。なお、溶接は内側縁部50aと外側縁部50bのいずれか一方のみであってもよい。この実施形態で例示する接合部材50の下縁部50cは、その径方向D_r中央部において上方に向かって窪む円弧状に形成されている。なお、下縁部50cの形状は、径方向D_r中央部が上方に向かって窪む円弧状に限られない。

[0027] 上記実施形態の船舶は、カーゴタンク20の下半部21の周方向に間隔を空けた複数個所に設けられ、カーゴタンク20の下半部21とスカート30の内面とを接合する接合部材50、をさらに備えている。

そのため、周方向に複数設けられた接合部材50により、球形の下半部21とスカート30の内面30fとを、より強固に接合することができる。その結果、スカート30によるカーゴタンク20の支持強度をさらに高めることが可能となる。

[0028] 上記実施形態の船舶では、スカート30の上端部は、下方に向かうに従ってカーゴタンク20の径方向D_r外側に向かって延びている。そして、カーゴタンク20を支持するスカート30の上端30tは、カーゴタンク20の下半部21に接続されている。また、スカート30の上端30tは、カーゴタンク20の下半部21の外周面21fに対し、径方向D_r外側から突き当たるようにして溶接部40により接続されている。

したがって、スカート30の上端30tとカーゴタンク20の下半部21の外周面21fとが確実に溶接され、溶接部40の接合強度を有効に高めることができる。

[0029] 上記実施形態の船舶では、スカート30の上端部は、上方に向かって径方向D_r内側に湾曲する湾曲部32wを有し、湾曲部32wの先端32tがカーゴタンク20の外周面21fに溶接されている。

このようにスカート30の上端部に湾曲部32wが形成されることで、湾

曲部 3 2 w の下端と筒状部 3 1 の上端とを滑らかに連続させて形成することができる。そのため、カーゴタンク 2 0 の外周面 2 1 f に湾曲部 3 2 w の先端 3 2 t が溶接されたスカート 3 0 において、カーゴタンク 2 0 の荷重による応力が局所的に集中することが抑えられる。

[0030] 以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

上記実施形態では、スカート 3 0 の上端部に湾曲部 3 2 w を設けるようにしたが、これに限るものではない。スカート 3 0 の上端部は、下方に向かうに従ってカーゴタンク 2 0 の径方向 D r 外側に向かって延びていけばよく、例えば円錐筒状としてもよい。この場合、スカート 3 0 の上端部において円錐筒状の部分の下端と、筒状部 3 1 の上端との接合部分に角部が生じる。そのため、カーゴタンク 2 0 の荷重による応力が、円錐筒状の部分の下端と筒状部 3 1 との角部に局所的に集中する可能性がある場合は、十分な強度を確保するべく、上記角部に補強等を行うようにしてもよい。

[0031] また、上記実施形態では、スカート 3 0 の上端部を、下方に向かうに従ってカーゴタンク 2 0 の径方向 D r 外側に向かって延びるように設けたが、これに限られるものではない。例えば、スカート 3 0 の上端部は、上下方向 D v に沿って一定の径を有した円筒状としてもよい。

[0032] 上記実施形態では、接合部材 5 0 を備えるようにしたが、接合部材 5 0 の形状については何ら限定するものではない。接合部材 5 0 は、カーゴタンク 2 0 の下半部 2 1 とスカート 3 0 の内面 3 0 f とを接合するのであれば、適宜他の形状とすることができる。また、接合部材 5 0 の周方向における設置間隔、設置数等についても適宜変更可能である。さらに、接合部材 5 0 を備えない構成とすることも可能である。

[0033] 上記実施形態では、カーゴタンク 2 0 及びスカート 3 0 は、船体 2 内に形成された貨物搭載区画 8 内に設ける構成としたが、これに限るものではなく、例えば、カーゴタンク 2 0 及びスカート 3 0 は、例えば、上甲板 5 上に設

けるようにしてもよい。

また、上記実施形態では船体２に設置する場合を想定しているが、これに限るものではなく、例えば図示しない浮体上に設けるようにしてもよい。

[0034] <付記>

実施形態に記載の船舶１は、例えば以下のように把握される。

[0035] (１) 第１の態様に係るカーゴタンクユニットは、ＩＧＣコードにおけるＩＭＯタンク・タイプＣのカーゴタンク２０と、上端３０ｔが前記カーゴタンク２０の下半部２１に周方向にわたって接続されているとともに、下方に向かって延びて船体２に固定されたスカート３０と、前記スカート３０の上端３０ｔを前記カーゴタンク２０に前記周方向にわたって固定する溶接部４０と、を備える。

[0036] ＩＭＯタンク・タイプＣが適用されるカーゴタンク２０は、その内部に収容される液化ガスの温度・圧力に耐えうる圧力容器規格に基づいて設計される。ＩＧＣコードにおけるＩＭＯタンク・タイプＣでは、ＩＭＯタンク・タイプＢのようにスカート３０との接合部にまで疲労強度要件が要求されない。このため、カーゴタンク２０は、球形であるが故に優れた強度特性を有するのに加えて、その肉厚を増大させた設計が可能となり、強度を確保しつつ大径化、大容量化が可能となる。

[0037] (２) 第２の態様に係るカーゴタンクユニットは、(１)のカーゴタンクユニットであって、前記カーゴタンク２０の下半部２１の周方向に間隔を空けた複数個所に設けられ、前記カーゴタンク２０の下半部２１と前記スカート３０の内面３０ｆとを接合する接合部材５０、をさらに備える。

[0038] これにより、周方向に複数設けられた接合部材５０により、球形の下半部２１とスカート３０の内面３０ｆとが、より強固に接合される。したがって、スカート３０によるカーゴタンク２０の支持強度をさらに高めることが可能となる。

[0039] (３) 第３の態様に係るカーゴタンクユニットは、(１)又は(２)のカーゴタンクユニットであって、前記スカート３０は、筒状部３１とタンク支持

部 3 2 とを備え、前記筒状部 3 1 は、上下方向に延びる円筒状であり、前記タンク支持部 3 2 は、前記筒状部 3 1 の上部に連続して設けられると共に、下方に向かうに従って前記カーゴタンク 2 0 の径方向 D r 外側に向かって延びている。

[0040] これにより、タンク支持部 3 2 は、カーゴタンク 2 0 の下半部 2 1 の外周面 2 1 f に対し、径方向 D r 外側から突き当てるようにして接続されている。これにより、タンク支持部 3 2 とカーゴタンク 2 0 の下半部 2 1 の外周面 2 1 f とが確実に溶接され、溶接部 4 0 の接合強度が有効に高められる。

[0041] (4) 第 4 の態様に係るカーゴタンクユニットは、(3) のカーゴタンクユニットであって、前記タンク支持部 3 2 と前記筒状部 3 1 の中心軸とのなす角度は、上方に向かうに従って漸次大きくなるように形成されている。

[0042] このようにすることで、タンク支持部 3 2 と筒状部 3 1 との接合部分に角部が生じることが抑えられる。これにより、カーゴタンク 2 0 の外周面 2 1 f に溶接されたスカート 3 0 において、カーゴタンク 2 0 の荷重による応力が局所的に集中することが抑えられる。

[0043] (5) 第 5 の態様に係る船舶は、(1) から (4) の何れか一つのカーゴタンクユニットを備える。

[0044] カーゴタンク 2 0 を大容量化すれば、船体 2 に搭載するカーゴタンク 2 0 の個数を抑え、船舶 1 の製造コストを抑えることもできる。

産業上の利用可能性

[0045] 本開示によれば、カーゴタンクの肉厚を増大させ、ひいてはカーゴタンクの大型化を図ることができる。

符号の説明

- [0046] 1 …船舶
2 …船体
2 a …船首
2 b …船尾
3 A、3 B …舷側

4 …船底
5 …上甲板
7 …上部構造
8 …貨物搭載区画
9 …ファウンデーションデッキ部
20 …カーゴタンク
20 a …上部
21 …下半部
21 f …外周面
22 …上半部
25 …タンクカバー
30 …スカート
30 f …内面
30 t …上端
31 …筒状部
32 …タンク支持部
32 t …先端
32 w …湾曲部
40 …溶接部
50 …接合部材
50 a …内側縁部
50 b …外側縁部
50 c …下縁部
D1 …内径
D2 …外径
D a …船首尾方向
D r …径方向
D v …上下方向

θ … 交差角度