

明 細 書

発明の名称：内圧容器

技術分野

[0001] 本発明は、内圧容器に関するものである。

背景技術

[0002] 逆浸透膜法による海水の淡水化プラント設備においては、海水等を中空糸膜やスパイラル膜を装填した圧力容器（内圧容器）に導入して圧力をかけ、淡水と濃縮水（濃海水）とに分離する方法を用いるのが一般的である。

[0003] この逆浸透膜法においては圧力容器の内部に、 $800 \sim 1200 \text{ PSI}$ （ $5.5 \sim 8.3 \text{ MPa}$ ）という、通常のコンプレッサーで発生させる圧搾空気 1 MPa の $5.5 \sim 8.3$ 倍の内圧が常時かかっている。このため、圧力容器には極めて高い耐圧力性が求められる。また、海水や濃海水に接液するため、圧力容器には、耐腐食性及び耐圧力性を備えた繊維強化プラスチック（FRP）が用いられるのが一般的である。

[0004] このFRPの成形方法としては、耐圧力性を高く設計できるフィラメントワインディング（FW）法が採用されている。

[0005] 一般的に、FRPは、その繊維の配向が機械的特性に大きく影響を及ぼすことが広く知られている。例えば、FRPの繊維の長さ方向（X方向）に引張り荷重を加えれば大きな耐力が得られるが、繊維の幅方向（Y方向）に引張り荷重を加えると大きな耐力は得られない。これを異方性といい、FRPが金属などの等方性材料とは大きく異なる特性である。

[0006] この異方性を生かして、FW法によるFRPで内圧を保持するために、そのフィラメント（ガラス繊維）をマンドレルにワインディング（巻回）する際の角度をマンドレルの軸心方向に対して 55 度（計算方法によっては 50 度から 60 度）にして管体を作ることが望ましいとされている。この軸心方向に対して繊維の巻回角度が斜めになっている繊維層をFW法ではヘリカル層と呼んでいる（図1参照。図1はヘリカル角度が 55 度の場合を例示して

いる。) 。

[0007] このヘリカル層を形成する繊維の巻回角度は、周方向だけに耐力があっても長さ方向に耐力がない（例えば、圧力がそのFRP圧力容器にかかったときに周方向の変化はないが、長さ方向に伸びてしまう。例えば、繊維の巻回角度が90度に近い場合。図2参照。）、若しくは、長さ方向だけに耐力があっても周方向に耐力がない（例えば、圧力がそのFRP圧力容器にかかったときに長さ方向の変化はないが、周方向に内径が伸びてしまう。例えば、繊維の巻回角度が0度に近い場合。図3参照。）ということ为了避免のため、圧力に対して圧力容器の周方向の耐力と長さ方向（軸心方向）の耐力とがバランスした角度である。

[0008] 単純なFWによる圧力容器では、この55度の角度の繊維層（ヘリカル層）を巻回積層して管体を作製するものである。この管体に内圧がかかると、圧力容器両端に備えられた管体両端の閉塞蓋2に大きな荷重（内圧によって閉塞蓋を管体の外に押し出そうとする力）が働く。

[0009] 圧力容器に内圧がかかると、管体51の両端にある閉塞蓋52と管体51を係止しているリテイナリング53にその力が伝わる（図4参照）。この力のベクトルは管体の軸心方向と平行に働くため、リテイナリング53により管体51のリテイナリング前面のFRP層を軸心と平行に管体外部へ押し出そうとする力が働く。この力は55度の巻回積層のFRP層及び90度の巻回積層のFRP層のいずれの層においても周方向それぞれの層に層間せん断力として作用し、リテイナリング前面のFRP層を破壊してしまう（図5参照）。

[0010] このような構造の圧力容器の場合、800～1200PSI（5.5～8.3MPa）という高い圧力を保持するために、巻回積層の層を厚くするか（高剛性化するか）、若しくはリテイナリングから管体端部までの距離を長くしてせん断距離を大きくするか（高せん断力化するか）、いずれかの方法が取られるが、いずれも圧力容器の重量が重くなってしまう。

[0011] また、圧力容器では管体51の胴体部は堅固であり、その内圧の耐力は多く

の場合、このリテイナリング周囲のFRP層の耐力に依存することになる。

[0012] 業界における技術基準であるASME Section X (American Society Mechanical Engineer セクションX) では、内圧による破壊圧力（安全率）を運転圧力の6倍以上と規定しており、FRP圧力容器においては、この部の繊維配向の設計（異方性の設計）は、圧力容器としての良否に大きく影響を及ぼす。

[0013] 圧力容器に圧力がかかると、閉塞蓋52の周囲は周方向の変形がともなうため、このリテイナリング周囲のみに軸心に対して90度の繊維巻回層（フープ層）を設け、この部分の管体の厚さを厚くすることが多い。このため、多くの海水淡水化用FRP圧力容器はダンベルのように、その両端の直径が大きくなっている。

[0014] 特に、前述のASME Section Xの安全率の要求を満たすため、FRP層の引張り破壊による力はFRP層のせん断破壊による力に比べてかなり大きな耐力を得られることから、例えば特許文献1に開示されるようなFW法を用いた圧力容器が提案されている。特許文献1では、インナーリングの両側の領域にマンドレルの周方向に巻回するフープ層を設け、それ以外の領域にマンドレルの軸心方向に対して鋭角に巻回されるヘリカル層を設ける構成（特許文献1の図1）を開示している（なお、上記ヘリカル層の両端部に限り、さらにフープ層を設けている。）。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特許第4219862号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] また、近年では、図4に図示したように、圧力容器両端の横断面の12時と6時の位置に大きな開口を設け、この開口部分にサイドポートと呼ばれる

管部材55を配設し、一端側のサイドポートから海水を圧力容器内に供給し、他端側のサイドポートから逆浸透による海水淡水化によって生じた濃海水を排出する、所謂マルチポート型圧力容器が多く利用されている。このマルチポート型圧力容器は、海水供給や濃海水排出の機能を圧力容器に持たせ、錆びやすい金属の配管を減らすことができるという効果により急速に普及している。

[0017] また、このマルチポート型圧力容器は、両端部の12時と6時の位置の開口（サイドポート穴）を大きくすればするほど、海水、濃海水の通水量を大きくできる。最近では、通称8インチ圧力容器（管体の内径：202mm）、通称11インチ圧力容器（管体の内径：280mm）において、その両端に4インチ（101.6mm）の開口を設けたものがある。

[0018] 上述のように、FRPは異方性があり、繊維が繋がっていることで大きな耐力が得られ、さらにその断面の正円形状を維持しているが、サイドポート穴加工によってFRPの繊維を切断してしまうと、その部分の形状維持力が損なわれる。さらに、そのサイドポート穴が管体の内径に対して大きくなればなるほど、その形状を維持することが難しくなる。具体的には、内径8インチの圧力容器に12時と6時の位置に4インチのサイドポート穴加工をすると、その部位の横断面において、12時－6時の位置を短径、3時－9時の位置を長径とする楕円に変形してしまう（図6参照）。なお、内径11インチの圧力容器に2.5インチ（63.5mm）のサイドポート穴加工を施しても同様な現象が起こる。

[0019] このようにサイドポート穴加工によって、管体の横断面が楕円形状に変形した場合、閉塞蓋に設けられた止水シール54（例えば、断面が円形状のリングや断面がX形状のクワッドリング）と管体内壁面との接触が十分ではなくなる。

[0020] 具体的には、管体51の止水シール部位の横断面が楕円となり、閉塞蓋52の止水シール部位の横断面が正円となって正円に楕円が接触することになり、特に楕円の長径部分においては、正円と楕円との直径の差が生じ、この部分

から水漏れ（圧力漏れ）が発生し、海水淡水化用の圧力容器としての機能を失ってしまう。

[0021] 即ち、圧力容器の閉塞蓋近傍でのシール性及び耐内圧性は、逆浸透膜法による海水淡水化用圧力容器において重要な機能である。

[0022] なお、特許文献1は、内圧に対して大きな耐力を得られる構造、構成を開示しているが、この管体両端部の開口による楕円変形に対する配慮はなされていない。

[0023] また、圧力容器両端の閉塞蓋近傍のシール性及び耐内圧性だけでなく、圧力容器の胴体部分（概ね、一端の閉塞蓋52のシール54から他端の閉塞蓋52のシール54までの区間）についても同様に、シール性及び内圧への耐力が求められる。

[0024] 即ち、上述の通り、圧力容器においては内圧を保持するためにヘリカル層の巻回角度を55度に行っているが、ガラス繊維とマトリックス樹脂（例えば、エポキシ系樹脂や不飽和エステル系樹脂）だけであると、圧力に対する耐性は得られるが、圧力容器内部にある液体（例えば、海水や濃海水若しくは逆浸透によって得られる生成水）が漏れないようにすることは極めて難しい。

[0025] FRPは繊維と樹脂から構成されているが、これらは微視的に見ると別々に存在していて、巨視的に見たときに均一となっている。この微視的にFRPを見たときに、繊維と繊維の間には樹脂が埋まっている。しかしながら、繊維と繊維の間にわずかな空洞がある場合、この空洞を入り口として内容液体の漏れが発生することがある。事実、FRPの空洞率は概ね1～2%程度あり、この空洞が圧力容器内表面にある場合、そこが内容液体の漏れの入り口になる可能性は十分にある。

[0026] 圧力容器の胴体部分においては、前述のように、ヘリカル層の繊維角度を55度にしたことによって、圧力を保持するという点（耐内圧性）では十分であるが、圧力容器内の流体を外部に漏らさないという点（シール性）では不十分なところがある。巻回角度55度のヘリカル層の繊維は、当然ながら

ある繊維とこれに隣接する繊維とが５５度となっている。このため、圧力容器内表面に何らかの欠陥がある場合（例えば、繊維と繊維の間の空洞部分が容器内表面に位置する場合）、圧力容器内の流体（例えば、海水淡水化においては、海水や濃海水）がその欠陥に浸入し、さらに、その流体に印加された圧力も加わり、５５度に配された繊維と樹脂との界面を徐々に侵食していった（５５度の方向に侵食していった）、やがては「流体の漏れ」になる。

[0027] 即ち、一度、漏れの入り口ができると、山に含まれた水のように、長い時間をかけて圧力容器表面に向かって、通水路が形成され、内容液体の漏れとなることがある。内容液体の漏れは圧力容器の圧力保持性能を損ねるばかりか、海水淡水化プラントに塩分を含んだ液体（海水や濃海水）を撒き散らすことになる（内圧がかかっているので噴水のように撒き散らすことになる）ので、周辺機器への腐蝕といった大きな問題を引き起こす。事実、海水淡水化プラントにおいては、敷設当初において、水漏れはないものの、短いものでは３～６ヵ月後に、長いものでは２～３年後に水漏れが発生する圧力容器もある。

[0028] 即ち、圧力容器の胴体部分でのシール性及び耐内圧性も同様に、逆浸透膜法による海水淡水化用圧力容器における重要な機能である。

[0029] 本発明は、上述のような現状に鑑みなされたもので、圧力容器の閉塞蓋近傍部分及び胴体部分におけるシール性及び耐内圧性を向上させることができ、サイドポートの穴加工によっても楕円に変形せず正円形状を維持して８００～１２００ＰＳＩという高い圧力を保持できる実用性に秀れた圧力容器を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0030] 添付図面を参照して本発明の要旨を説明する。

[0031] フィラメントワインディング法により連続繊維を巻回積層して形成される管体１から成り、逆浸透膜法による海水淡水化処理若しくは純水化処理に用いられる内圧容器であって、前記管体１の管体軸心方向両端部には該管体１を閉塞する閉塞蓋２が設けられ、この管体１の周面にして前記閉塞蓋２の管

体軸心方向内方側には該管体 1 の周面から流体を導入若しくは導出する導入出部 3 が設けられ、この管体 1 は繊維をヘリカル巻きして形成されるヘリカル層 4 及び繊維をフープ巻きして形成されるフープ層と、最内層に設けられるシール層 6 とで構成され、また、前記管体 1 の管体軸心方向両端部にして前記ヘリカル層 4 には少なくとも前記閉塞蓋 2 の管体軸心方向外方側位置から前記導入出部 3 の管体軸心方向内方側位置にかけて前記シール層 6 から周方向外方側へ離反する離反部 7 が設けられ、前記フープ層は、前記ヘリカル層 4 の前記離反部 7 と前記シール層 6 との間に設けられる第一のフープ層 8 と、前記ヘリカル層 4 の外周にして前記閉塞蓋 2 の管体軸心方向外方側位置から前記導入出部 3 の管体軸心方向内方側位置にかけて設けられる第二のフープ層 9 とで構成されていることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0032] また、請求項 1 記載の内圧容器において、前記シール層 6 は、繊維配向が無作為な等方性を有する基材と、前記ヘリカル層 4 及び前記フープ層のマトリックス樹脂と同一のマトリックス樹脂とから成ることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0033] また、請求項 2 記載の内圧容器において、前記シール層 6 の樹脂含有率は前記ヘリカル層 4 及び前記フープ層の樹脂含有率より大きいことを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0034] また、請求項 3 記載の内圧容器において、前記シール層 6 の樹脂含有率は 40～85 重量%に設定され、前記ヘリカル層 4 及び前記フープ層の樹脂含有率は 20～30 重量%に設定されていることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0035] また、請求項 2～4 いずれか 1 項に記載の内圧容器において、前記シール層 6 にはガラス不織布と前記マトリックス樹脂とから成る層が含まれていることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0036] また、請求項 2～4 いずれか 1 項に記載の内圧容器において、前記シール層 6 は、ガラス不織布と前記マトリックス樹脂とから成る第一のシール層 10 及びポリエステル不織布と前記マトリックス樹脂とから成る第二のシール層 11

1で構成されていることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0037] また、請求項2～4いずれか1項に記載の内圧容器において、前記シール層6はテープ状の基材をマンドレルに連続的に巻回することで形成されるものであることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0038] また、請求項5記載の内圧容器において、前記シール層6はテープ状の基材をマンドレルに連続的に巻回することで形成されるものであることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0039] また、請求項6記載の内圧容器において、前記シール層6はテープ状の基材をマンドレルに連続的に巻回することで形成されるものであることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0040] また、請求項1～4いずれか1項に記載の内圧容器において、前記ヘリカル層4の前記離反部7以外の部分は前記シール層6と接していることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0041] また、請求項5記載の内圧容器において、前記ヘリカル層4の前記離反部7以外の部分は前記シール層6と接していることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0042] また、請求項6記載の内圧容器において、前記ヘリカル層4の前記離反部7以外の部分は前記シール層6と接していることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0043] また、請求項7記載の内圧容器において、前記ヘリカル層4の前記離反部7以外の部分は前記シール層6と接していることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0044] また、請求項8記載の内圧容器において、前記ヘリカル層4の前記離反部7以外の部分は前記シール層6と接していることを特徴とする内圧容器に係るものである。

[0045] また、請求項9記載の内圧容器において、前記ヘリカル層4の前記離反部7以外の部分は前記シール層6と接していることを特徴とする内圧容器に係るものである。

発明の効果

[0046] 本発明は上述のように構成したから、サイドポートの穴加工によっても楕円に変形せず正円形状を維持して800～1200PSIという高い圧力を保持できる実用性に秀れた圧力容器となる。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]ヘリカル層の望ましい巻回角度（繊維角度）を示す概略説明図である。

[図2]ヘリカル層の巻回角度（繊維角度）が90度に近い場合の容器の伸びを示す概略説明図である。

[図3]ヘリカル層の巻回角度（繊維角度）が0度に近い場合の容器の伸びを示す概略説明図である。

[図4]圧力容器の一部を切り欠いた概略説明側面図である。

[図5]リテイナリングの位置と層間せん断力の働く位置との関係を示す概略説明図である。

[図6]楕円変形に関する概略説明図である。

[図7]本実施例の一部を切り欠いた概略説明側面図である。

[図8]本実施例の要部の拡大概略説明断面図である。

[図9]本実施例のシール層の拡大概略説明断面図である。

[図10]本実施例のシール層に関する実験説明図である。

[図11]実験結果を示す表である。

[図12]実験結果を示す表である。

[図13]実験結果を示す表である。

発明を実施するための形態

[0048] 好適と考える本発明の実施形態を、図面に基づいて本発明の作用を示して簡単に説明する。

[0049] ヘリカル層4の離反部7の離反状態（うねり状態）が第一のフープ層8と第二のフープ層9とで保持されることで、各層間のせん断力だけでなく、ヘリカル層4の繊維を分断する力によっても強度が維持されることになり、管体1の大型化や重量化を招くことなく圧力容器の閉塞蓋近傍部分における耐

圧力性を向上させることが可能となる。

[0050] また、管体 1 の正円形状を維持するために用いられるフープ層 8・9 にヘリカル層 4 が挟まれた構造となり、導入出部 3 の穴加工（サイドポート穴加工）によって繊維が切断されても、第一のフープ層 8 及び第二のフープ層 9 により管体 1 の正円形状を維持できる。また、ヘリカル層 4 の離反部 7 の存在によりヘリカル層 4 の両端部は、縦断面視においてアーチ形状となり、この点でも導入出部 3 の穴加工による楕円変形を阻止できる。よって、サイドポート穴加工により閉塞蓋 2 近傍のシール性が損なわれることを阻止できる。

[0051] また、シール層 6 として、繊維配向が無作為な等方性を有する基材と、ヘリカル層 4 及びフープ層のマトリックス樹脂と同一のマトリックス樹脂とから成る、例えば、ガラス不織布とエポキシ樹脂とから成る層を含む構成を採用することで、最内層により堅固な止水層を形成できる。よって、容器胴体部におけるシール性が良好となる。

実施例

[0052] 本発明の具体的な実施例について図面に基づいて説明する。

[0053] 本実施例は、フィラメントワインディング法により連続繊維を巻回積層して形成される管体 1 から成り、逆浸透膜法による海水淡水化处理若しくは純水化处理に用いられる圧力容器であって、前記管体 1 の管体軸心方向両端部には該管体 1 を閉塞する閉塞蓋 2 が設けられ、この管体 1 の周面にして前記閉塞蓋 2 の管体軸心方向内方側には該管体 1 の周面から流体を導入若しくは導出する導入出部 3 が設けられ、この管体 1 は繊維をヘリカル巻きして形成されるヘリカル層 4 及び繊維をフープ巻きして形成されるフープ層と、最内層に設けられるシール層 6 とで構成され、また、前記管体 1 の管体軸心方向両端部にして前記ヘリカル層 4 には少なくとも前記閉塞蓋 2 の管体軸心方向外方側位置から前記導入出部 3 の管体軸心方向内方側位置にかけて前記シール層 6 から周方向外方側へ離反する離反部 7 が設けられ、前記ヘリカル層 4 は前記離反部 7 の内外両側では前記シール層 6 に接するように設けられ、前

記フープ層は前記管体 1 の両端部のみに設けられており、このフープ層は、前記ヘリカル層 4 の離反部 7 と前記シール層 6 との間に設けられる第一のフープ層 8 と、前記ヘリカル層 4 の外周にして前記閉塞蓋 2 の管体軸心方向外方側位置から前記導入出部 3 の管体軸心方向内方側位置にかけて設けられる第二のフープ層 9 とで構成されているものである。

[0054] 具体的には本実施例の管体 1 は、公知のフィラメントワインディング法により、エポキシ樹脂とこれらの硬化剤を含む樹脂を含浸したガラス繊維を円筒状の（後述するシール層 6 となる層が形成された）マンドレルに該マンドレルの軸心方向（管体 1 の軸心方向）に対して所定の傾斜角度で連続的に必要量を巻回し、エポキシ樹脂を加熱硬化させ、続いて、マンドレルを脱型することで形成される円筒状のものであり、海水淡水化や（超）純水化処理に用いられる管体 1 である。

[0055] 具体的には、マンドレルにして管体 1 の軸心方向の全域となる所定領域に、繊維配向が無作為な等方性を有するテープ状の基材を、端部が所定のラップ（ $1/4$ から $3/4$ の範囲）で重なるようにマンドレルに連続的に巻回すると共にマトリックス樹脂を含浸せしめてシール層 6 となる樹脂含浸層を形成し、このシール層 6 となる樹脂含浸層上にヘリカル層 4 及びフープ層となる樹脂含浸層を設ける。

[0056] 本実施例においては、ガラス不織布をマンドレルに連続的に巻回すると共にエポキシ樹脂を含浸させてなる第一のシール層 10 となる樹脂含浸層を設け、続いて、ポリエステル不織布をマンドレルに連続的に巻回すると共にエポキシ樹脂を含浸させてなる第二のシール層 11 となる樹脂含浸層を設ける。

[0057] また、上記は最内層がガラス不織布を用いたシール層とする例であるが、ポリエステル不織布を先に巻回し、ガラス不織布を後に巻回する構成としても良い（最内層にポリエステル不織布を用いたシール層としても良い。）。また、ポリエステル不織布の代わりに他の有機繊維製の不織布を採用しても良い。

[0058] なお、図 10 に最内層のシール層構造の相違による止水性（シール性）試

験の結果を示す。ポリエステル不織布を基材とした場合に比し、ガラス不織布を基材とした層を含む場合には止水性が良好となる。また、3／4ラップの方が1／4の場合より、このシール層の厚さが厚くできるために止水性が良好となる。従って、少なくともガラス不織布を基材とした層を含み、且つ、3／4ラップで端部が重なるように巻回して形成されたシール層は極めて止水性に秀れたものとなる。

[0059] 一般的に、ガラス繊維は表面の処理技術が発達していて、繊維表面とエポキシ樹脂との接着が良好であり、ポリエステルなどの有機繊維は、その含水量など、エポキシ樹脂の硬化（架橋、重合反応）の阻害要因があるため、繊維表面とエポキシ樹脂の接着が難しいとされている。また、ポリエステル繊維はフリースに代表されるように、同一目付けにおいて嵩を大きくできる特徴があるので、樹脂を多く含有できる（嵩高くなった空隙部分に樹脂を含有できる性質がある。）。ガラス不織布とポリエステル不織布の組み合わせは、これらの材料のお互いの欠点を補完している。この組み合わせの構成（ガラス不織布とポリエステル不織布の組み合わせ構成）により、エポキシ樹脂とガラス繊維の接着が良好なガラス不織布層とガラス不織布より樹脂を多く含有できるポリエステル不織布とが組み合わせられて、良好なシール層（水漏れに対する止水層）を得ることができる。

[0060] 次に、閉塞蓋2（を設ける予定位置）の外方端部から導入出部3（を設ける予定位置）の内方端部から所定距離離れた位置までマンドレルの軸心方向に対して85度～89度のフープ巻きにより第一のフープ層8となる樹脂含浸層を形成し、続いて、管体1の軸心方向の全域にわたって50度～60度のヘリカル巻きによりヘリカル層4となる樹脂含浸層を形成し、続いて、管体1の管体軸心方向端部位置から第一のフープ層8の内方端部より内方側位置（離反していたヘリカル層4がシール層6に接した部位の内方側位置）まで85度～89度のフープ巻きにより第二のフープ層9となる樹脂含浸層を形成する。その後、各樹脂含浸層を加熱硬化させ、マンドレルを脱芯（脱型）することで管体1を得る。

- [0061] なお、エポキシ樹脂に限らず、ポリエステル樹脂やビニルエステル樹脂等、他の樹脂を用いても良いし、ガラス繊維に限らず、カーボン繊維等、他の繊維を用いても良い。また、シール層6のマトリックス樹脂は、ヘリカル層4及びフープ層のマトリックス樹脂と同一の樹脂を採用すると密着性がより向上するため、好ましい。また、第一のフープ層8は、その始点を閉塞蓋2の外方端部から所定距離離れた位置としても良いし、その終点を導入出部3の内方端部位置としても良い（導入出部3の穴加工時に穴周囲が変形しない位置に設定すれば良い。）。
- [0062] また、本実施例においては、加熱硬化後のシール層6（第一のシール層10及び第二のシール層11）の樹脂含有率は40～85重量%、ヘリカル層4及びフープ層（第一のフープ層8及び第二のフープ層9）の樹脂含有率は20～30重量%となるように設定している。これにより、シール層6の止水性（シール性）が一層良好となる。
- [0063] また、管体1の両端部は、管体1の内周面と略同径の繊維強化樹脂製（FRP製）の閉塞蓋2を、図7、8に図示したように管体1の内周面に設けられた凹部に配設されるFRP製のリテーナリング12にボルト13で接合することで閉塞されている。図中、符号14は閉塞蓋2と管体1の内周面との間を閉塞するOリング、15は管体1の内部と外部とを連通する連通孔部である。
- [0064] なお、リテーナリング12が配設される管体1の内周面に設けた凹部は、単に管体1の内周面（第一のフープ層8）を切削して凹溝を形成することで設けても良いし、予め繊維を巻回する際にマンドレルにリング体等を被嵌せしめておき、このリング体により内周面にリテーナリングが配設される凹部が形成されるようにしても良い。また、切削して凹溝を形成する場合、ヘリカル層4を切削しないように第一のフープ層8の形状を設定すると良い。
- [0065] 閉塞蓋2の管体1の軸心方向内方側には近接状態に導入出部3（サイドポート）が設けられている。具体的には、導入出部3は管体1の周面に穿設された導入出孔と該導入出孔に設けられ一端側に錨部16を有する筒体17とから成り、この筒体17の錨部16を、管体1の内周面に設けた段差部18に係止せし

めている。図中、符号19は筒体17を管体1に係止するスナップリング、20はOリングである。

[0066] 従って、本実施例は、図8、9に図示したように、近接状態に設けられる閉塞蓋2と導入出部3の近傍においてヘリカル層4がシール層6から周方向外方側（放射方向外方側）に離反して（逃げて）アーチ状に屈曲した（うねった）形状を呈し、離反部7を除きシール層6（第二のシール層11）に接した状態となる。

[0067] また、ヘリカル層4の両端部は、第一のフープ層8及び第二のフープ層9により挟まれた状態（所謂サンドイッチ構造）となり、このヘリカル層4の離反部7のアーチ形状が保持されることになり、導入出部3の周囲に存する2つのフープ層による正円形状維持効果に加えてヘリカル層4自身も楕円変形しにくい構成となり、導入出部3の穴加工によっても正円形状が良好に維持される（第一のフープ層8と第二のフープ層9がサンドイッチ構造をなすためにフープ層の特徴である横断面の正円形状が維持される。）。よって、閉塞蓋2のOリング14による止水効果が良好に発揮される。また、ヘリカル層4の離反部7の両端部の立ち上がり角度は90度以下に設定する。

[0068] また、第一のフープ層8（離反部7）の内方端部は導入出部3から可及的に離れた位置に設定する方が好ましい。具体的には、管体1の内径が8、10、16インチの場合はこの内径とは無関係に、導入出部3の筒体17の内径D（ポート内径）に応じてポート中心から第一のフープ層8（離反部7）の内方端部までの距離Lを設定する。例えば、Dが1.5インチの場合にはLは70mm、Dが2インチの場合にはLは100mm、Dが3インチの場合にはLは150mm、Dが4インチの場合にはLは200mm、Dが6インチの場合にはLは300mm、Dが8インチの場合にはLは400mmに設定すると良い。従って、例えばD1インチあたりLは50mm以上に設定すると良い。

[0069] 本実施例は上述のように構成したから、ヘリカル層4の離反部7の離反状態（うねり状態）が第一のフープ層8と第二のフープ層9とで保持されるこ

とで、各層間のせん断力だけでなく、ヘリカル層４の繊維を分断する力によっても強度が維持されることになり、管体１の大型化や重量化を招くことなく圧力容器の閉塞蓋近傍部分における耐圧力性を向上させることが可能となる。

[0070] また、管体１の正円形状を維持するために用いられるフープ層８・９にヘリカル層４が挟まれた構造となり、導入出部３（サイドポート）の穴加工によって繊維が切断されても、第一のフープ層８及び第二のフープ層９により管体１の正円形状を維持できる。また、ヘリカル層４の離反部７の存在によりヘリカル層４の両端部は、縦断面視においてアーチ形状となり、この点でも導入出部３の穴加工による楕円変形を阻止できるとともに、ヘリカル層４によって、リテイナリングを握止している構造となり（両手で平皿をつかんでいるような構造）、管体の軸心方向内圧力を保持する力がはたらく。よって、サイドポート穴加工により閉塞蓋２近傍のシール性が損なわれることを阻止し、耐内圧性を確保できる。

[0071] 即ち、本発明は、サイドポートの穴加工によって繊維が切断されても、フープ層（第一のフープ層８と第二のフープ層９に加え、この両者によるサンドイッチ構造）により、横断面の正円の形状が維持され、周方向の耐内圧性を確保し、さらに、ヘリカル層をうねらせることで、管体への圧力支持部であるリテイナリングを握止する構造により長さ方向の耐内圧性を確保するものである。これにより、周方向だけに耐力があっても長さ方向に耐力がない、若しくは、長さ方向だけに耐力があっても周方向に耐力がない、例えば、圧力がそのＦＲＰ圧力容器にかかったときに長さ方向の変化はないが、周方向に内径が伸びてしまうというＦＲＰ製圧力容器の欠点を補うものである。

[0072] また、シール層６として、ガラス不織布とエポキシ樹脂とから成る層を含む構成を採用することで、最内層により堅固な止水層を形成でき、容器胴体部におけるシール性が良好となる。

[0073] よって、本実施例は、サイドポートの穴加工によっても楕円に変形せず正

円形状を維持して800～1200PSIという高い圧力を保持できる実用性に秀れたものとなる。

[0074] 本実施例の効果を裏付ける実験例について説明する。

[0075] 図11～13は、夫々管体の内径が異なる上述した実施例と同様の構造の実験例1～3と、上記特許文献1の図2に図示したような離反部のない従来構造の比較例1～3の楕円変形量を夫々測定した結果を示すものである。なお、水漏れに対する楕円変形量の許容値は0.4mmであり、楕円変形量は図6に図示したように、「絶対値(a-b)」より求められる。

[0076] 図11～13より、本実施例の構造を有さない比較例全てで楕円変形量の許容値を超えたのに対し、実験例は全て許容値内に留まり、極めて楕円変形しにくく、止水性に秀れたものであることが確認できた。

請求の範囲

- [請求項1] フィラメントワインディング法により連続繊維を巻回積層して形成される管体から成り、逆浸透膜法による海水淡水化处理若しくは純水化处理に用いられる内圧容器であって、前記管体の管体軸心方向両端部には該管体を閉塞する閉塞蓋が設けられ、この管体の周面にして前記閉塞蓋の管体軸心方向内方側には該管体の周面から流体を導入若しくは導出する導入出部が設けられ、この管体は繊維をヘリカル巻きして形成されるヘリカル層及び繊維をフープ巻きして形成されるフープ層と、最内層に設けられるシール層とで構成され、また、前記管体の管体軸心方向両端部にして前記ヘリカル層には少なくとも前記閉塞蓋の管体軸心方向外方側位置から前記導入出部の管体軸心方向内方側位置にかけて前記シール層から周方向外方側へ離反する離反部が設けられ、前記フープ層は、前記ヘリカル層の前記離反部と前記シール層との間に設けられる第一のフープ層と、前記ヘリカル層の外周にして前記閉塞蓋の管体軸心方向外方側位置から前記導入出部の管体軸心方向内方側位置にかけて設けられる第二のフープ層とで構成されていることを特徴とする内圧容器。
- [請求項2] 請求項1記載の内圧容器において、前記シール層は、繊維配向が無作為な等方性を有する基材と、前記ヘリカル層及び前記フープ層のマトリックス樹脂と同一のマトリックス樹脂とから成ることを特徴とする内圧容器。
- [請求項3] 請求項2記載の内圧容器において、前記シール層の樹脂含有率は前記ヘリカル層及び前記フープ層の樹脂含有率より大きいことを特徴とする内圧容器。
- [請求項4] 請求項3記載の内圧容器において、前記シール層の樹脂含有率は40～85重量%に設定され、前記ヘリカル層及び前記フープ層の樹脂含有率は20～30重量%に設定されていることを特徴とする内圧容器。

- [請求項5] 請求項2～4いずれか1項に記載の内圧容器において、前記シール層にはガラス不織布と前記マトリックス樹脂とから成る層が含まれていることを特徴とする内圧容器。
- [請求項6] 請求項2～4いずれか1項に記載の内圧容器において、前記シール層は、ガラス不織布と前記マトリックス樹脂とから成る第一のシール層及びポリエステル不織布と前記マトリックス樹脂とから成る第二のシール層で構成されていることを特徴とする内圧容器。
- [請求項7] 請求項2～4いずれか1項に記載の内圧容器において、前記シール層はテープ状の基材をマンドレルに連続的に巻回することで形成されるものであることを特徴とする内圧容器。
- [請求項8] 請求項5記載の内圧容器において、前記シール層はテープ状の基材をマンドレルに連続的に巻回することで形成されるものであることを特徴とする内圧容器。
- [請求項9] 請求項6記載の内圧容器において、前記シール層はテープ状の基材をマンドレルに連続的に巻回することで形成されるものであることを特徴とする内圧容器。
- [請求項10] 請求項1～4いずれか1項に記載の内圧容器において、前記ヘリカル層の前記離反部以外の部分は前記シール層と接していることを特徴とする内圧容器。
- [請求項11] 請求項5記載の内圧容器において、前記ヘリカル層の前記離反部以外の部分は前記シール層と接していることを特徴とする内圧容器。
- [請求項12] 請求項6記載の内圧容器において、前記ヘリカル層の前記離反部以外の部分は前記シール層と接していることを特徴とする内圧容器。
- [請求項13] 請求項7記載の内圧容器において、前記ヘリカル層の前記離反部以外の部分は前記シール層と接していることを特徴とする内圧容器。
- [請求項14] 請求項8記載の内圧容器において、前記ヘリカル層の前記離反部以外の部分は前記シール層と接していることを特徴とする内圧容器。
- [請求項15] 請求項9記載の内圧容器において、前記ヘリカル層の前記離反部以

外の部分は前記シール層と接していることを特徴とする内圧容器。