

(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2010-236587

(P2010-236587A)

(43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.
F17C 1/06 (2006.01)

F1
F17C 1/06

テーマコード(参考)
3E172

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-83935(P2009-83935)
(22) 出願日 平成21年3月31日(2009.3.31)

(71) 出願人 391018019
JFEコンテナ株式会社
東京都千代田区岩本町3丁目2番4号
(74) 代理人 100105968
弁理士 落合 憲一郎
(72) 発明者 山内 直樹
東京都文京区湯島三丁目26番9号 JFE
コンテナ株式
会社内
(72) 発明者 柿原 清貴
東京都文京区湯島三丁目26番9号 JFE
コンテナ株式
会社内

最終頁に続く

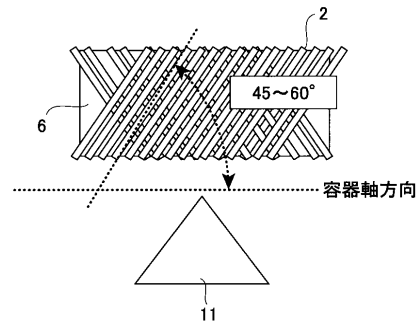
(54) 【発明の名称】 FRP圧力容器

(57) 【要約】

【課題】FRP積層構造を有する耐破裂性に優れ、軽量な高压容器を提供することを目的とする。

【解決手段】樹脂を含浸したガラス繊維またはカーボン繊維をライナーに巻付けて形成したFRP積層構造を有する圧力容器であって、前記FRP積層構造の外側側の層として、ライナー胴部の軸方向に対して、45~60°の配向角を有する高角度ヘリカル巻き層としたことを特徴とするFRP圧力容器。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

樹脂を含浸したガラス繊維またはカーボン繊維をライナーに巻付けて形成したFRP積層構造を有する圧力容器であって、前記FRP積層構造の外面側の層として、ライナー胴部の軸方向に対して、 $45 \sim 60^\circ$ の配向角を有する高角度ヘリカル巻き層としたことを特徴とするFRP圧力容器。

【請求項 2】

前記FRP積層構造を形成する各層は、それぞれ同一繊維で構成され、さらに、前記高角度ヘリカル巻き層は、前記ガラス繊維またはカーボン繊維を少なくとも1回転以上巻付けた層であることを特徴とする請求項1記載のFRP圧力容器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、FRP圧力容器の積層構造に関する。

【背景技術】

【0002】

金属またはプラスチック製ライナーに繊維強化プラスチック（以下FRPと呼ぶ）を巻付けて形成された圧力容器は軽量で強度が得られるので、各種の高圧力容器、特に自動車に搭載する天然ガスタンクとしての応用が図られている。

【0003】

20

本圧力容器は、一般に円筒状の胴部とその両端に鏡部を有する円筒タンク形状をしており、この鏡部の一方または両方の略中央部にガスが出入りする開口部が設けられている。

【0004】

ライナーは、圧力容器の内面を形成するもので、通常軽量化の観点からアルミニウム合金が用いられる。この場合のFRPの積層構造は、ライナーの胴部にFRPを巻付けたフープ巻き（ライナー胴部の軸方向に対して約 90° の配向角）とライナー全体にFRPを巻付けたヘリカル巻き（ライナー胴部の軸方向に対して約 $10 \sim 20^\circ$ の配向角）が知られている。また、これらの巻きパターンを組み合わせた形がとられることが多い。

【0005】

すなわち、円筒形圧力容器は、破壊時の安全性を考慮して、軸方向強度 > 周方向強度となるように設計され、これを歪比で表すと軸方向歪と周方向歪の比 $\frac{\epsilon_{axial}}{\epsilon_{hoop}}$ は $0.9 \sim 1.0$ となる。そして、この軸方向強度をヘリカル巻き層が、周方向強度をフープ巻き層がそれぞれ担うこととなる。したがって、この場合は、ヘリカル巻き層が崩れるのを防止する目的で最外層はフープ巻き層とするのが一般的である。

30

【0006】

特許文献1は、従来のヘリカル巻き層が、口金部まで鏡部全体を覆う構造であったのに対して、ライナー胴部に、胴部の軸方向に対して $40 \sim 75^\circ$ の配向角を有するヘリカル巻き層として鏡部全体を覆わない構造として軽量化を図ったもので、最外層はフープ巻きが施されている。

【0007】

40

特許文献2は、薄いアルミニウム合金等の軽合金等でできた内殻の軸方向に対して内面側を $5 \sim 50^\circ$ と外面側を $75^\circ \sim 105^\circ$ の角度で配した補強繊維系の巻層を形成し、補強繊維系として炭素繊維系等、樹脂としてエポキシ樹脂等の熱可塑性樹脂を用いることによって、軽量化し、繰り返し衝撃に対する耐圧性能の向上を図っている。この場合も内面側のヘリカル巻き層を外面側のフープ巻き層が保護する形をとっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平10-220691号公報

【特許文献2】特開平9-257193号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

カーボン繊維を用いた一般高圧ガス用FRP容器の適用法令としては、高圧ガス保安法容器保安規則に定める技術的要件を満たすものとして「アルミニウム合金ライナー・炭素繊維製一般複合容器の技術基準」（通称KHKS0121(2005)）が適用される。当該基準において、高圧容器の耐衝撃性能確認試験として落下試験が規定されている。

【0010】

当該試験は、高圧容器を高さ3m以上の高さから容器を垂直にした状態で床面に落下させる垂直落下試験を行い、次に容器を水平にした状態で床面に落下させる水平落下試験を行い、次いで、容器を水平にした状態で床面の鋼製アングル（1辺が38mm以上40mm以下で、厚さが4.8mm以上5mm以下）に落下させる。

10

【0011】

そして、上記試験後の容器を大気圧と最高充填圧力以上の上限圧力との間で圧力サイクル試験を1000回以上繰り返す。圧力サイクル試験後に破裂試験を実施する。破裂性能は破裂圧力が設計破裂圧力の90%以上であって、破裂の起点が当該容器の胴部であることが必要とされる。

【0012】

上記した落下性能を満足するためには、FRP積層を従来の設計値よりも大幅に増やす必要があり、圧力容器の容器重量が増加することとなり、経済性にも問題があった。

20

【0013】

そこで、本発明は、このような問題の解決を図るため、高圧容器の肉厚や重量を増大させることなく、上述した技術基準で定めた落下試験を満足するFRP積層構造を有する高圧容器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】

【0014】

発明者等は、上述した課題を鋭意検討し、発明を完成させたもので、その要旨は以下の通りである。

【0015】

第一の発明は、樹脂を含浸したガラス繊維またはカーボン繊維をライナーに巻付けて形成したFRP積層構造を有する圧力容器であって、前記FRP積層構造の外側側の層として、ライナー胴部の軸方向に対して、45～60°の配向角を有する高角度ヘリカル巻き層としたことを特徴とするFRP圧力容器である。

30

【0016】

第二の発明は、前記FRP積層構造を形成する各層は、それぞれ同一繊維で構成され、さらに、前記高角度ヘリカル巻き層は、前記ガラス繊維またはカーボン繊維を少なくとも1回転以上巻付けた層であることを特徴とする第一の発明に記載のFRP圧力容器である。

【発明の効果】

【0017】

本発明のFRP圧力容器を得ることによりFRP繊維層の厚みを増大させることなく、強度と耐衝撃性能が大幅に向上し、小型軽量化を図ることができ、落下試験も満足できるようになった。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明のFRP圧力容器を鋼製アングルに落下させたイメージ図である。

【図2】本発明のFRP圧力容器の断面積層構造を示す図である。

【図3】従来のFRP圧力容器を鋼製アングルに落下させたイメージ図である。

【図4】従来のFRP圧力容器の断面積層構造を示す図である。

【図5】本発明の一実施の形態を示すFRP圧力容器である。

50

【図6】従来のFRP圧力容器を示す側面図である。

【図7】配向角度による破裂圧力の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図6は、従来のFRP圧力容器を示す側面図である。ライナー3はアルミニウム合金製であり、5はその胴部を、6は鏡部を、4は高圧ガスを取り出す口金部である。このライナー3の外面側にヘリカル巻き層2と最外層にフープ巻き層1が積層されている。ヘリカル巻き層は、口金部まで鏡部全体を覆う構造になっており、その配向角も口金/胴部の外径比によって定まるが、概ね10～20°である。最外層のフープ巻き層1はライナー胴部5上に胴部の軸方向に対して約90°の配向角で巻き付けられている。

10

【0020】

図5は本発明の1実施の形態を表したもので、最外層はライナー胴部の軸方向に対して、45～60°の配向角を有する高角度ヘリカル巻き層2を表したものである。

【0021】

図3は、従来のFRP圧力容器のFRP積層構造を有する圧力容器を水平にして、鋼製アングル上へ落下試験を行った例を示す。図4は、図3に使用したFRP圧力容器のFRP積層構造の断面図で、内層側からフープ巻き層(90°)1.2mm厚、中間層はヘリカル巻き層(12°)0.9mm、外層はフープ巻き層(90°)1.1mmと、積層厚は3.2mmである。

20

【0022】

鋼製アングルの角部は鋭角のため、フープ巻き層の奥深く、そのダメージ範囲12は中間層であるヘリカル巻き層までおよんでいる(図3、図4)。よって、落下後に強度を担う層は内面側のフープ巻き層と中間のヘリカル巻き層の2層13となる。従って本積層構造をとる場合は、落下によるダメージを小さくするには、最外層のフープ巻き層を更に厚くする必要がある。

【0023】

図1は、本発明に係るFRP積層構造を有する圧力容器を水平にして、鋼製アングル上へ落下試験を行った一実施の形態を示す例である。本発明例は、フープ巻きと12°の配向角を有するヘリカル巻きとの中間に当たる高角度ヘリカル巻き(配向角45～60°)を最外層にクロスに巻いた例である。なお、配向角の取り方は容器軸方向に対しての角度となる。図2に、FRPの積層構造の断面の一実施の形態を示す。内層側からフープ巻き層(90°)0.8mm厚、中間層はヘリカル巻き層(12°)1.2mmとフープ巻き層(90°)0.8mm、最外層は高角度ヘリカル巻き層(55°)0.4mmと、積層厚は3.2mmと従来例と同じ厚さである。

30

【0024】

落下試験のダメージ範囲12は、図2に示すように、最外層の高角度ヘリカル巻き層で止まっており、落下後に強度を担う層は内面側のフープ巻き層(90°)と中間のヘリカル巻き層(12°)とフープ巻き層(90°)の3層13となる。本発明例によれば、積層厚を厚くすることなく落下衝撃を軽減することができる。

40

【0025】

次に、図7にヘリカル巻き層の配向角度を変化させた場合の落下試験後の破裂圧力の変化を調査した結果を示す。試験は、最外層までは同じ積層構造で、最外層のみの巻き角度を変えた容器について落下試験・破裂試験を実施した。落下試験・破裂試験は、「アルミニウム合金ライナー・炭素繊維製一般複合容器の技術基準」(通称KHKS0121(2005))に従って落下試験を行った後に、破裂試験をおこなった。

【0026】

横軸は、最外層ヘリカル巻き層の巻き角度を、縦軸は落下試験後の破裂圧力の変化を非落下試験材の破裂圧力に対する比率で表した。なお「アルミニウム合金ライナー・炭素繊維製一般複合容器の技術基準」(通称KHKS0121(2005))によると、「容器は最高充填圧力

50

における炭素繊維の応力が、最小破裂圧力における炭素繊維の応力の3/10以下となる肉厚を有すること」と規定されており、本試験で使用した試験体においては当該規定を満足する角度範囲は44度以上である。

【0027】

よって、配向角が45度未満では、設計における応力基準を満足しないこととなる。また60度超えでは、落下試験後の破裂圧力が70%以下に低下する。従って、応力解析と落下試験・破裂試験結果からヘリカル巻き層の配向角を45~60°とするのが好ましい角度であることがわかる。配向角が40~60°の範囲であれば落下後の破裂性能は通常の破裂圧力の70%までを確保できる。

【0028】

最外層の高角度ヘリカル巻き層は、ガラス繊維またはカーボン繊維で1層以上巻き付けた層とすることが望ましい。耐衝撃性を増すことができるからであり、望ましくは、1層以上巻き付けるのがよい。高角度ヘリカルは、繊維と垂直方向に刺さるアングルの衝撃に対して最も強い巻き方である。

【0029】

なお、本発明におけるFRP積層構造の層とは同一繊維を用いて、同一角度でライナーに巻き付けられた積層をいう。なお、上述した積層厚は一実施例を述べたものでこれに限るものではない。用途、部位、要求品質によって適宜決定される。

【実施例1】

【0030】

以下に具体的実施例について述べる。

【0031】

圧力容器のライナーとしてアルミニウム合金製で外径103mm、胴部肉厚1.5mm、長さ420mm、口金部外径31mm、容量2.8Lを用いて、その外装に本発明例として、内面側からフープ巻き層(90°)0.8mm、ヘリカル巻き層(12°)1.2mm、フープ巻き層(90°)0.8mm、最外層として高角度ヘリカル巻き層(55°)0.4mm、全厚みを3.2mmとした積層構造の圧力容器と、比較例として、内面側からフープ巻き層(90°)1.2mm、ヘリカル巻き層(12°)0.9mm、フープ巻き層(90°)1.1mm、全厚みを3.2mmとした積層構造の圧力容器を作成し、「アルミニウム合金ライナー・炭素繊維製一般複合容器の技術基準」(通称KHKS0121(2005))に従って落下試験を行った後に、破裂試験をおこなった。その結果を表1に示す。

【0032】

【表1】

No.	巻き形状(最外層)	落下試験後の破裂試験結果	区分
1	高角度ヘリカル巻き	80MPa以上	発明例
2	フープ巻き	50~70MPa	比較例

【0033】

設計強度62MPaに対して、比較例では50~70MPaであった。一方、本発明例では80MPa以上の強度が得られた。

【0034】

本発明例は、比較例と比較して、落下衝撃性能を大幅に向上させることができ、より軽い容器を製造可能となった。FRP積層量は2.8L容器で、比較例では1700gであったが、本発明例では1600gで同一性能を得ることができた。

【産業上の利用可能性】

【0035】

10

20

30

40

50

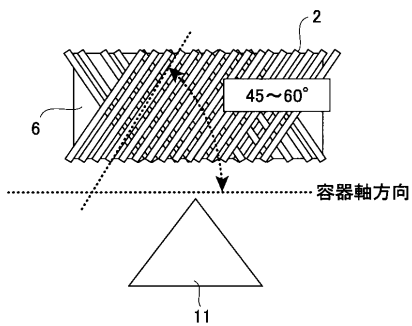
本発明は、一般高圧ガス容器として各産業分野において利用することが可能である。
1 例として、燃料電池用水素容器、在宅医療用酸素容器、消化用炭酸ガス容器等である。

【符号の説明】

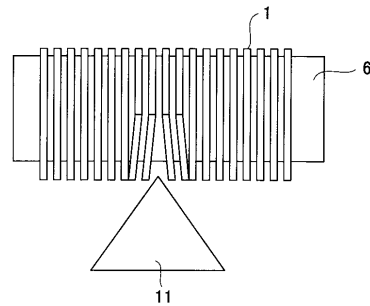
【0036】

- 1 フープ巻き
- 2 ヘリカル巻き
- 3 ライナー
- 4 口金部
- 5 胴部
- 6 鏡部
- 11 アングル
- 12 ダメージ範囲
- 13 落下試験後の荷重負担部

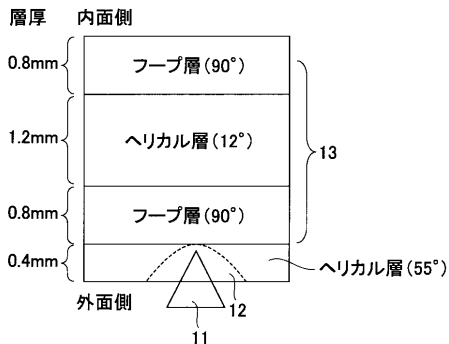
【図1】



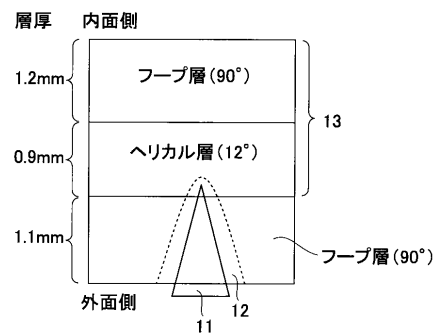
【図3】



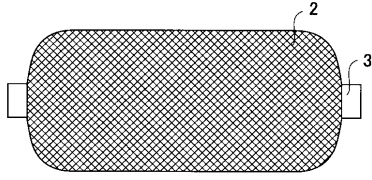
【図2】



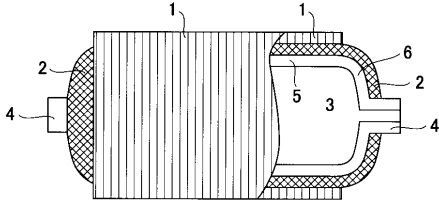
【図4】



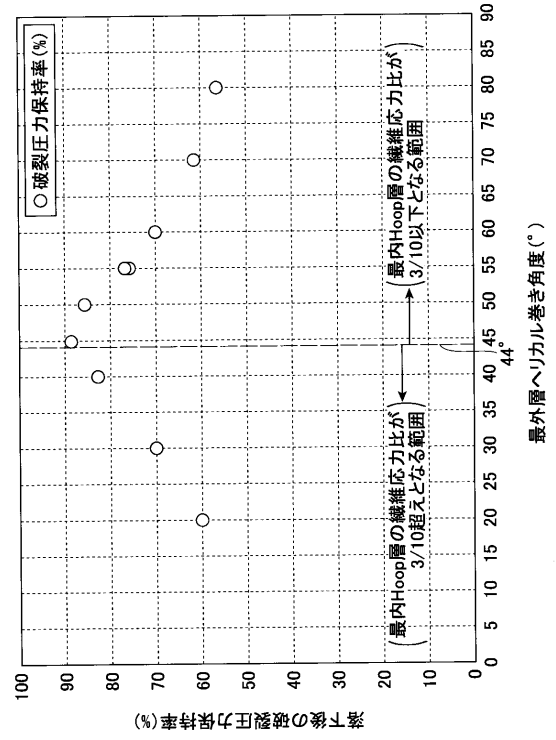
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3E172 AA02 AA05 AB01 AB12 AB13 BA01 BB03 BB12 BB13 BB17
BC04 BC08 BD03 BD05 CA12 CA13 CA14 CA15 DA37 DA38
EA02 EB02