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 KHKS 0121 改正案

目　　次

第１章　総則

1．適用範囲 ---- 1

2．引用規格 ---- 1

3．用語及び~~の~~定義 ---- 2

第２章　製造の方法の基準

4．材料 ---- 3

5．肉厚 ---- 3

6．構造及び仕様 ---- 4

7．加工の方法 ---- 5

第３章　設計確認試験及び組試験

8．容器検査 ---- 5

9．設計確認試験における設計検査 ---- 8

10. 設計確認試験における層間せん断試験 ---- 8

11. 設計確認試験における破裂試験 ---- 9

12. 設計確認試験における常温圧力サイクル試験 ---- 9

13. 設計確認試験における環境圧力サイクル試験 ---- 10

14. 設計確認試験における温度圧力サイクル試験 ---- 10

15. 設計確認試験における最小肉厚確認試験 ---- 11

16. 設計確認試験における火炎暴露試験 ---- 11

17. 設計確認試験における落下試験 ---- 12

18. 組試験におけるライナー材料引張試験 ---- 13

19. 組試験における炭素繊維材料引張試験 ---- 14

20. 組試験における外観検査 ---- 14

21. 組試験における膨張測定試験 ---- 15

22. 組試験における常温圧力サイクル試験 ---- 15

23. 組試験における破裂試験 ---- 16

第４章　型式試験

24. 型式試験 ---- 16

解　説 ---- 18

~~（序文）~~

~~このアルミニウム合金ライナー・炭素繊維製一般複合容器の基準は、アルミニウム合金ライナー・炭素繊維製一般複合容器の製造及び検査に関する基準を定めることにより、その事故を防止し、もって公共の安全を確保することを目的とする。~~

読点の修正（、→，）を以降同様に行います。

第１章　総則

1　適用範囲

この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（以下「基準」という。）は、容器保安規則（昭和 41 年通商産業省令第 50 号）（以下「規則」という。）第 3 条，~~、~~第 6 条，~~及び~~第 7 条及び第 58 条に定める技術的要件を満たすべき技術的内容のうちアルミニウム合金製継目なしライナーに樹脂含浸連続炭素繊維及びガラス繊維を巻き付けたフルラップ構造を有する一般複合容器（内容積が 150 L 未満のものに限る。）であって，~~、~~規則第 8 条第 1 項第 9 号又は第 62 条に基づく刻印等において示された年月から 15 年を経過して充塡~~され~~しないものとして製造されたもの（以下「容器」という。）~~及び規則第 58 条第 1 項に定める型式承認に要する容器の数量~~についてできる限り具体的に示すものである。

2　引用規格

次に掲げる引用規格は、この基準に引用されることによって、その一部又は全部がこの基準の要求事項~~規定の一部~~を構成している~~する~~。これらの引用規格は，記載の年の版を適用し，その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

JIS H 4000:2022~~(2017)~~　アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条

JIS H 4040:2023~~(2015)~~　アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線

JIS H 4080:2023~~(2015)~~　アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管

JIS H 4140:~~(~~1988~~)~~　アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品

JIS K 7010:~~(~~1995~~)~~　繊維強化プラスチック用語

JIS K 7078:~~(~~1991~~)~~　炭素繊維強化プラスチックの層間せん断試験方法

JIS R 3413:~~(~~2012~~)~~　ガラス糸

JIS R 3420:~~(~~2013~~)~~　ガラス繊維一般試験方法

JIS R 7608:~~(~~2007~~)~~　炭素繊維－樹脂含浸ヤーン試料を用いた引張特性試験方法

JIS Z 2241:2022~~(2011)~~　金属材料引張試験方法

ASTM B557~~-~~15　アルミニウム及びマグネシウム合金材料引張試験方法

ASTM D2343~~-~~17　ガラス繊維ストランド，ヤーンの引張特性及び強化プラスチックに用いたロービングの試験方法

ASTM D2344/D2344M~~-~~2216　ショートビーム試験による平行繊維複合材料の見掛けの層間せん断強さ試験方法

ASTM D4018~~-~~2317　炭素及び黒鉛繊維特性の試験方法

ASTM E8/E8M~~-~~2416ae1　金属材料の引張試験方法

JIS L 0204-2:2020　繊維用語（原料部門）－第２部：化学繊維 ~~ISO 472(1999)「プラスチック－用~~

~~語~~

3　用語及び~~の~~定義

この基準で用いる主な~~において使用する~~用語及び定義は、次によるほか、規則において使用する~~用語の~~例による~~ほか、次に定めるところによる~~。

a)　設計確認試験　容器検査において行う試験のうち、組試験に先立ち同一の型式ごとに 1 回限り行うもの

b)　組試験　容器検査において行う試験のうち、一定数量によって構成される組又は個々の容器ごとに行うもの

c)　自緊処理　ライナーに圧縮残留応力を施すための処理

d)　型式　基本型式及び部分変更型式の総称

e)　基本仕様　型式~~ごとに~~の仕様範囲を定めるに~~あ当~~たり，基本となる仕様であって、設計確認試験又は型式試験における全ての試験項目に合格した~~すべき~~容器に係るもの

f)　基本型式　設計確認試験又は型式試験を行う単位となる仕様範囲であって、基本仕様に対する変更が次の **1)** から **8)** までに掲げる全ての事項に該当するもの（基本仕様を含む。）

1)　同一の規格ライナー材料又は同等ライナー材料（箇条 **4** の~~=~~**a)** に定めるものをいう。）から同一の製造方法により製造されたライナーとする~~ものであること~~。ここで、「同一の製造方法」とは、ライナーの製造においてエルハルト式、底部接合を行わないマンネスマン式及びカッピング式の製造方法の区分が同一であるものをいう。

2)　ライナーの肉厚は~~が~~同一とする~~のものであること~~。

3)　容器は、同一の容器製造所において、炭素繊維にあっては同一の繊維製造業者により製造された同一の種類の特定炭素繊維材料（箇条 **4** の~~=~~**c) 1)** に定めるものをいう。）を、ガラス繊維にあっては同一の規格繊維材料（箇条 **4** の~~=~~**c) 2)** に定める~~掲げる~~ものをいう。）、同一の繊維製造業者により製造された同一の種類の特定ガラス繊維材料（箇条 **4** の~~=~~**c) 3)** に定めるものをいう。）又は同一の繊維製造業者により製造された同一の種類の同等繊維材料（箇条 **4** の~~=~~**c) 4)** に定めるものをいう。）をそれぞれ用い、同一の製造方法により製造された同一のワインディングパターンのものとする~~であること~~。ここで、「同一の製造方法により製造された同一のワインディングパターンのもの」とは、フープ巻、ヘリカル巻及びインプレーン巻のフィラメントワインディングパターンの組合せ並びにそれらのフィラメントワインディング成形（樹脂含浸連続繊維をライナーに巻きつける成形をいう。）の順序が同一であるものをいい、ワインディングパターンには巻込む繊維材料の構成が同一であることが含まれる。

4)　耐圧試験圧力が同一~~のもの~~又は低いもの~~であること~~。

5)　胴部の外径（繊維、樹脂及び保護層を含む。）の変更~~が~~は 10 %未満とする~~であること~~。なお~~ただし~~、設計上~~=~~荷重を分担する容器壁面の構成材料に働く応力が同一又はそれ以下の場合に限る~~ものとする~~。

6)　内容積の変更は~~が~~ 30 %未満とする~~であること~~。

7)　当該容器に装置すべき附属品のうち安全弁の数が減少してはならない~~ないこと~~。

8)　当該容器に装置すべき附属品のうち安全弁の方式は~~が~~同一とする~~のものであること~~。なお~~=~~

~~の場合~~、ガス放出通路断面積が同一~~のもの~~又は大きい場合並びに~~いものであり、かつ、~~作動圧力及び~~又は~~作動温度が同一~~のもの~~又は~~若しくは~~低い~~もの~~場合に限る~~であること~~。

g) 部分変更型式　設計確認試験又は型式試験を行う単位となる仕様範囲であって、基本仕様に対する変更が次の **1)** から **3)** までに掲げる事項のいずれか~~一~~に該当するもの

1) **f)1)** 及び **f)3)** から **f)8)** までに掲げる全ての事項~~に該当するもの~~

2) **f)1)** から **f)4)** まで、及び **f)6)** から **f)8)** までに掲げる全ての事項~~に該当するもの~~

3) **f)1)** から **f)5)** まで、並びに **f)7)** 及び **f)8)** に掲げる全ての事項~~に該当するもの~~

~~=~~

第 2 章　製造の方法の基準

4　材料

規則第 3 条第 1 号に規定する「適切な材料」とは、次の **a)** から **d)** までに定めるものをいう~~ところにまること~~。

a) ライナーの耐圧部分には、次の **1)** から **4)** までに掲げる規格に適合する材料（以下「規格ライナー材料」という。）又はこれらと同等の材料として **b)** に定めるもの（以下「同等ライナー材料」という。）であってアルミニウム合金中における鉛及びビスマスの含有率が~~は~~いずれも 0.005　% 以下のものを使用しなければならない~~すること~~。

1) JIS H 4000（A6061P に限る。）

2) JIS H 4040（A6061BE 又は A6061BD に限る。）

3) JIS H 4080（A6061TE 又は A6061TD に限る。）

4) JIS H 4140（A6061FD 又は A6061FH に限る。）

b) **a)** の同等ライナー材料とは、次の **1)** から **3)** までに掲げるいずれかに適合するものとする。

1) 規格ライナー材料と化学~~的~~成分及び機械的性質が同一であって板厚の範囲が異なるもの

2) 規格ライナー材料と化学~~的~~成分及び機械的性質が同一であって製造方法又は形状が異なるもの

3) 規格ライナー材料と化学~~的~~成分、機械的性質、試験方法及び試料採取方法が近似しており、かつ、規格ライナー材料と当該材料の性質が類似しているもの

c) 繊維は、炭素繊維にあっては特定炭素繊維材料（次の **1)** に定める材料をいう。）、ガラス繊維にあっては規格繊維材料（次の **2)** に定める~~掲げる~~材料をいう。）、特定ガラス繊維材料（次の **3)** に定める材料をいう。）又は特定ガラス繊維材料と線径及び機械的性質が同等の材料（次の **4)** に定める材料をいう。）とする~~であること~~。

1) JIS L 0204-2~~ISO 472~~ に定める炭素繊維（以下「炭素繊維」という。）であって、JIS R 7608 又は ASTM　D4018 によって求めた引張強さ、破断ひずみ及び縦弾性係数がそれぞれ容器製造業者が保証する値（以下「保証値」という。）以上でなければならない~~あること~~。ただし、保証値のうち引張強さ及び破断ひずみの最小値はそれぞれ 3　500　N/mm^2 及び 1　% とする~~であること~~。

2) JIS R 3413 の「4 種類」に定める E ガラスであって、JIS R 3420 又は ASTM D2343 によって求めた引張強さが 1 400 N/mm^2 以上のものとする~~であること~~。

3) JIS　K　7010 に定める S ガラス繊維であって、JIS　R　3420 又は ASTM　D2343 によって求めた

引張強さが 2 800 N/mm^2 以上のもの（以下「S ガラス繊維」という。）とするものであること。

4) JIS R 3420 又は ASTM D2343 によって求めた引張強さ及び破断ひずみが S ガラス繊維と同等以上のものとするものであること。

d) 樹脂は、エポキシ樹脂又は変性エポキシ樹脂とするものであること。

5 肉厚

規則第 3 条第 2 号に規定する「適切な肉厚」とは、有限要素法による計算において次の **a)** から **d)** までのいずれについても適合するものをいうものであること。ただし、**d)** における応力は、**11.3**、**12.3**、**13.3**、**14.3** 及び **17.3** における破裂試験の合格基準に適合することをもって有限要素法による計算に代えてもよいものとすることができる。

a) 容器は、設計肉厚からガラス繊維層を除いた肉厚を用いて算出した最高充塡ぐあい圧力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。ここで、最小破裂圧力とは、次に掲げる **1)** 又は **2)** に定める圧力のいずれか大なるものの値をいう。

1) 最高充塡ぐあい圧力の 3.4 倍の圧力

2) 設計肉厚（ガラス繊維層を含む。）を用いて算出した胴部における炭素繊維の応力が炭素繊維の破断する応力となる圧力

b) 容器に圧力を加えないときのガラス繊維層を含めて評価したライナーの応力は、耐力の 95 %以下とするものであること。ここでこの場合、耐力は、当該容器製造業者が保証する当該材料の耐力（JIS Z 2241 の「13 耐力（オフセット法）R_p の測定」、ASTM E8/E8M の「7.7 耐力の測定」又は ASTM B557 の「7.6 耐力」に規定するオフセット法（ただし、塑性伸びの値は 0.2 %とする。）によって求めた値ものに限る。以下同じ。）の値とする。

c) 容器に最高充塡ぐあい圧力を加えたときのガラス繊維層を除いて評価したライナーの応力は、耐力の 60 %以下とするものであること。ここでこの場合、耐力は、当該容器製造業者が保証する当該材料の耐力の値とする。

d) 最小破裂圧力における容器の胴部以外の部分における応力は、胴部における応力の値未満とするものであること。

6 構造及び仕様

規則第 3 条第 3 号に規定する「適切な構造及び仕様」とは、次の **a)** から **j)** までに掲げるものをいう。

a) 容器は、ライナーに樹脂含浸連続繊維（同一層内に 2 種類以上の繊維が混在しないものに限る。）をフィラメントワインディング成形によりライナー全体に巻き付けたフルラップ構造とするものであること。

b) 開口部は容器の端部のみとし、かつ、開口部の中心線は容器の軸心に一致していなければならないこと。

c) ライナーの端部の形状は、容器の外側に凸形とするものであること。

d) ライナーは、底部接合によって製造してはならないものでないこと。

e) 附属品を装置するためのねじは、平行ねじとするものであること。

f) 樹脂の硬化温度は、ライナーの金属的性状及び樹脂に影響を与えない温度とするものであること。

g) ライナーは、しわ、重なり、割れ等がなく、のない滑らかでなければならないなものであること。

h) ライナー外表面には、電食を防止するための措置を講ずること。

i) 最外繊維強化樹脂層は、樹脂含浸連続ガラス繊維を巻き付けるたものであること。

j) DC（規則第 8 条第 1 項第 15 号に定める許容傷深さをいう。以下同じ。）及び DD（規則第 8 条第 3 項第 3 号ヌサに定める許容傷深さをいう。）は、炭素繊維層に達しない深さとするであること。

7　加工の方法

規則第 3 条第 4 号に規定する「適切な加工、溶接及び熱処理の方法」とは、次の **a)** から **f)** までに掲げるものをいう。

a) ライナーには、溶体化処理及び T6 時効処理（以下総称して「熱処理」という。）を行うこと。

b) **a)** の T6 時効処理は、溶体化処理を行った後であってフィラメントワインディング成形を行うは前に施すこと。

c) ライナーに溶体化処理を施すための熱処理炉のは、炉内の容器を加熱する部分の各部分の温度差はが 16.7 ℃以下とするであること。

d) ライナーに T6 時効処理を施すための熱処理炉のは、炉内の容器を加熱する部分の各部分の温度差はが 11 ℃以下とするであること。

e) ライナーは、熱処理をした後、洗浄し、スケール、石油類その他の異物を除去すること。

f) 自緊処理は、樹脂を硬化させた後、大気圧におけるライナーの応力が耐力の 95 %以下であり、かつ、最高充塡ん圧力におけるライナーの応力が耐力の 60 %以下となるように加圧して行うこと。

第 3 章　設計確認試験及び組試験

8　容器検査

8.1　容器検査の方法

規則第 6 条第 1 号及び第 2 号の容器検査の方法は、**9.2**、**10.2**、**11.2**、**12.2**、**13.2**、**14.2**、**15.2**、**16.2**、**17.2**、**18.2**、**19.2**、**20.2**、**21.2**、**22.2** 及び **23.2** に定めるものとする。

8.2　製造の方法に係る基準

規則第 7 条第 1 項第 1 号に規定する「第 3 条で定める製造の方法の基準に適合するように設計すること。」に適合するものは、**9.1** 及び **9.3** に定める設計確認試験における設計検査に合格するものをいう。

8.3　耐圧試験に係る基準

規則第 7 条第 1 項第 2 号に規定する「耐圧試験圧力以上の圧力で行う耐圧試験を行い、これに合格するもの」とは、**21.1** 及び **21.3** に定める組試験における膨張測定試験に合格するものをいう。

8.4　充塡ん圧力等に応じた強度に係る基準

規則第 7 条第 1 項第 3 号に規定する「充填~~それ~~圧力及び使用温度に応じた強度を有するもの」とは、**10.1** 及び **10.3** に定める設計確認試験における層間せん断試験、**11.1** 及び **11.3** に定める 設計確認試験における破裂試験、**12.1** 及び **12.3** に定める設計確認試験における常温圧力サイクル試験、**18.1**、**18.3** 及び **18.4** に定める組試験におけるライナー材料引張試験、**19.1** 及び **19.3** に定める組試験における炭素繊維材料引張試験、**22.1**、**22.3** 及び **22.4** に定める組試験における常温圧力サイクル試験並びに **23.1**、**23.3** 及び **23.4** に定める組試験における破裂試験に合格するものをいう~~であること~~。

8.5　有害な欠陥に係る基準

規則第 7 条第 1 項第 4 号に規定する「使用上有害な欠陥のないもの」とは、**20.1** 及び **20.3** に定める組試験における外観検査に合格するものをいう~~であること~~。

8.6　外的負荷に係る基準

規則第 7 条第 1 項第 6 号に規定する「その使用環境上想定し得る外的負荷に耐えるもの」とは、**13.1** 及び **13.3** に定める設計確認試験における環境圧力サイクル試験、**14.1** 及び **14.3** に定める設計確認試験における温度圧力サイクル試験、**15.1** 及び **15.3** に定める設計確認試験における最小肉厚確認試験、**16.1** 及び **16.3** に定める設計確認試験における火炎暴露試験並びに **17.1** 及び **17.3** に定める設計確認試験における落下試験に合格するものをいう~~であること~~。

8.7　基本仕様

基本仕様の容器は、**8.2**、**8.4** 及び **8.6** の規定に掲げる全ての設計確認試験を行い、これに合格しなければならない~~するものであること~~。

8.8　基本型式

基本型式（~~前記~~ **8.7** に基づき現に設計確認試験を行い、合格した~~った~~容器に係る基本仕様が属するものをいう。）に属する当該基本仕様以外の容器は、8.2，8.4 及び 8.6 の規定にかかわらず、設計確認試験を行わなくてもよい~~うことを要しない~~。

8.9　部分変更型式

部分変更型式に属する~~仕様の~~当該基本仕様以外の容器は、8.2，8.4 及び 8.6 の規定にかかわらず、基本仕様に対する変更に応じて、次の **a)** から **c)** までに掲げる設計確認試験を行い、これに合格しなければならない~~事項のいずれかに該当するものであること~~。

a)　箇条 3 の g) 1) に該当する容器にあっては~~基本仕様に対する変更において、**3　f) 2)** のみが該当しない場合であって、ライナーの肉厚を減ずるときは~~、次の**表 1** の左欄に掲げる **a)** に対応する同表 ~~1~~ の右欄に掲げる設計確認試験~~を行い、これに合格するものであること。~~

b)　箇条 3 の g) 2) に該当する容器にあっては~~基本仕様に対する変更において、**3　f) 5)** のみが該当しない場合であって~~、胴部の外径の変更に応じて、**表 1** の左欄に掲げる **b)** 又は **c)** に対応する同**表 ~~1~~** の右欄に掲げる設計確認試験~~を行い、これに合格するものであること。~~

c)　箇条 3 の g) 3) に該当する容器にあっては~~基本仕様に対する変更において、**3　f) 6)** のみが該当しない場合であって~~、内容積の変更に応じて、**表 1** の左欄に掲げる **d)** 又は **e)** に対応する同**表 ~~1~~** の右欄に掲げる設計確認試験~~を行い、これに合格するものであること。~~

表１－部分変更型式に属する仕様の容器における設計確認試験

基本仕様に対する変更	設計確認試験								
	~~9~~8. 設計検査	10~~9~~. 層間せん断試験	11~~8~~. 破裂試験	12~~1~~. 常温圧力サイクル試験	13~~2~~. 環境圧力サイクル試験	14~~3~~. 温度圧力サイクル試験	15~~4~~. 最小肉厚確認試験	16~~5~~. 火炎暴露試験	17~~6~~. 落下試験
a) ライナーの肉厚を減ずる~~もの~~	○	×	○	○	×	×	○	×	○
b) 胴部の外径（繊維、樹脂及び保護層を含む。）の変更が 10% 以上 20%以下~~のもの~~	○	×	○	○	×	×	○	○	○
c) 胴部の外径（繊維、樹脂及び保護層を含む。）の変更が 20%超~~のもの~~	○	×	○	○	○	○	○	○	○
d) 内容積の変更が 30%以上 50%以下~~のもの~~	○注)~~a~~	×	○	○	×	×	×	○	○
e) 内容積の変更が 50%超~~のもの~~	○	×	○	○	○	○	○	○	○

凡例　○　適用する。　×　適用しない。

注)~~a~~　応力解析については除いてもよい~~ことができる~~。

8.10　設計確認試験の例外

部分変更型式（~~前記~~ **8.9** に基づき現に設計確認試験を行い、合格した~~もの~~容器に係る仕様（以下「部分変更標準仕様」という。）が属するものをいう。）に属する当該部分変更標準仕様以外の容器であって、次の **a)** から **c)** までに掲げる容器~~（当該部分変更標準仕様のものは除く。）~~は、設計確認試験を行わなくてもよい~~ことを要しない~~。

a)　箇条 **3** の~~(f)~~ **1)** に適合する容器であって、ライナーの肉厚が当該部分変更標準仕様と同一のもの

b)　箇条 **3** の~~(f)~~ **2)** に適合する容器であって、胴部の外径（繊維、樹脂及び保護層を含む。）が当該部分変更標準仕様と当該基本仕様との間のもの。なお~~ただし~~、設計上~~、~~荷重を分担する容器壁面の構成材料に働く応力は、部分変更標準仕様と同一又はそれ以下の場合に限る~~ものとする~~。

c)　箇条 **3** の~~(f)~~ **3)** に適合する容器であって、内容積が当該部分変更標準仕様と当該基本仕様との間のもの

8.11　高圧ガスの種類等に係る基準

規則第 7 条第 1 項第 9 号に規定する「高圧ガスの種類、充塡~~そん~~圧力、内容積及び表示方法を制限することが適切である容器にあっては、当該制限に適合するもの」とは、次の **a)** から **c)** までに適合するものをいう。

a)　可燃性ガス（液化ガスに限る。）を充塡しない~~そんするものでないこと~~。

b)　塩化エチル、塩化ビニル、塩素、クロルメチル、三ふっ化窒素、臭化ビニル、ふっ化ビニル、ふっ素、ホスゲン、塩化水素、臭化水素又はヨウ化水素を充塡しない~~そんするものでないこと~~。

c)　最高充塡~~そん~~圧力が 35（酸素を充塡~~そん~~する容器にあっては 20）MPa 以下である~~こと~~。

9　設計確認試験における設計検査

9.1　検査の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様ごとに、**9.2** の方法により設計検査を行い、**9.3** の基準に合格しなければならない~~すること~~。

9.2　検査の方法

設計検査は、設計書、構造図及び材料証明書により行う~~こと~~。

9.3　合格基準

当該容器の設計における材料及び肉厚が箇条 **4** 及び箇条 **5** の基準に適合する~~こと~~。

10　設計確認試験における層間せん断試験

10.1　試験の実施

樹脂及び炭素繊維は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器に用いる同一の樹脂製造所において同一の製造方法により製造された樹脂及び同一の繊維製造所において同一の製造方法により製造された炭素繊維とし、その当該仕様のものから採取した樹脂及び炭素繊維について、**10.2** の方法により層間せん断試験を行い、**10.3** の基準に合格しなければならない~~すること~~。

10.2　試験の方法

層間せん断試験は、次の **a)** から **d)** までに~~定めるところに~~従って行う~~こと~~。

a)　試験片は 5 個とする。

b) 試験片の形状及び寸法は、JIS K 7078 の「5.試験片」又は ASTM D2344/D2344M の「8.サンプリング及び試験片」とする。

c) 試験は、JIS K 7078 の「6.操作」又は ASTM D2344/D2344M の「11.手順」により行うこと。

d) 試験片が中央部以外で破壊した場合（水平な層間せん断破壊であって中央部以外で破壊した場合をいう。）又は水平な層間せん断破壊以外で破壊した場合は、当該試験を無効とし、試験片をとり直して層間せん断試験をやり直してもよいことができる。

10.3 合格基準

JIS K 7078 の「7.計算」又は ASTM D2344/D2344M の「12.計算」により求めた値が 50 N/mm^2 以上であること。

11 設計確認試験における破裂試験

11.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 1 個のものについて、**11.2** の方法により破裂試験を行い、**11.3** の基準に合格しなければならないすること。

11.2 試験の方法

破裂試験は、非水槽式によりるものとし、容器に気相部が残らないように液体を充満させた後、毎秒 1.4 MPa を超えない均等な速度で圧力を加え、最小破裂圧力以上において 60 秒間以上保持し、その後再び同じ速度で容器が破裂するまで昇圧すること。

11.3 合格基準

次の **a)** 及び **b)** のいずれにも適合すること。

a) 最小破裂圧力以上の圧力で破裂すること。

b) 破裂の起点は、胴部であること。

12 設計確認試験における常温圧力サイクル試験

12.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 2 個のものについて、**12.2** の方法により常温圧力サイクル試験を行い、**12.3** の基準に合格しなければならないすること。

12.2 試験の方法

常温圧力サイクル試験は、次の **a)** から **e)** までに定めるところに従って行うこと。

a) 試験は、非水槽式によりるものとし、容器に気相部が残らないように液体を充満させることにより行うこと。

b) 大気圧と最高充塡ぢん圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 1 万回以上繰り返すこと。この場合、当該最高充塡ぢん圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は 1.2 秒間を超えなければならないること。

c) **b)** の操作後、大気圧と耐圧試験圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 30 回以上繰り返すこと。この場合、当耐圧試験圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならないること。

d) **b)** 及び **c)** の「最高充塡ぢん圧力以上の上限圧力」及び「耐圧試験圧力以上の上限圧力」は、それぞれ自緊処理圧力以下の一定の値を用いること。この場合ただし、「最高充塡ぢん圧力以上の

上限圧力」は「耐圧試験圧力以上の上限圧力」を超えてはならないないこと。また、**b)**による加圧を行う前に耐圧試験圧力以上の上限圧力を超える圧力を加えてはならないないこと。なお、**13.2**、**14.2**、**15.2** 及び、**17.2** 及び **22.2** についても同様とする。

e) **c)**の操作後、11.2 に定める方法に従って破裂試験を行うこと。この場合において、11.2 中「最小破裂圧力以上」とあるのは「最小破裂圧力の 90 %以上」と読み替える試験は **11.2** の方法に従って行うこと。

12.3 合格基準

次の **a)**から **c)**までのいずれにも適合すること。

a) **12.2** a)から **c)**までに定める試験の間に容器に変形又は漏れがないこと。

b) **12.2** **e)**に定める試験において破裂圧力が最小破裂圧力の 90 %以上であること。

c) **12.2** **e)**に定める試験において破裂の起点は胴部であること。

13 設計確認試験における環境圧力サイクル試験

13.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した塗装を施していない 2 個のものについて、**13.2** の方法により環境圧力サイクル試験を行い、**13.3** の基準に合格しなければならないすること。

13.2 試験の方法

環境圧力サイクル試験は、次の **a)**から **e)**までに定めるところに従って行うこと。

a) 試験は、非水槽式によりるものとし、容器に気相部が残らないように液体を充満させることにより行うこと。

b) 容器の圧力を大気圧、温度が 60 ℃以上、相対湿度が 95 %以上の状態にして 48 時間以上保持し、その状態において大気圧と最高充塡そんし圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 5 000 回以上繰り返すこと。この場合、当該最高充塡そんし圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならないること。

c) **b)**の操作後、容器の圧力を大気圧、温度及び湿度を試験室雰囲気にして容器の状態を安定させた後、容器を-50 ℃以下の温度に保持し、その状態において大気圧と最高充塡そんし圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 5 000 回以上繰り返すこと。この場合、当該最高充塡そんし圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならないること。

d) **c)**の操作後、容器の圧力を大気圧、温度及び湿度を試験室雰囲気にして容器の状態を安定させた後、その状態において大気圧と耐圧試験圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 30 回以上繰り返すこと。この場合、当該耐圧試験圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならないること。

e) **d)**の操作後、11.2 に定める方法に従って破裂試験を行うこと。この場合において、11.2 中「最小破裂圧力以上」とあるのは「最小破裂圧力の 90 %以上」と読み替える試験は **11.2** の方法に従って行うこと。

13.3 合格基準

次の **a)**から **c)**までのいずれにも適合すること。

a) **13.2 d)** までに定める試験の間に容器に変形又は漏れがないこと。

b) **13.2 e)** に定める試験において破裂圧力が最小破裂圧力の 90 %以上であること。

c) **13.2 e)** に定める試験において破裂の起点は胴部であること。

14 設計確認試験における温度圧力サイクル試験

14.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 2 個のものについて、**14.2** の方法により温度圧力サイクル試験を行い、**14.3** の基準に合格しなければならないすること。

14.2 試験の方法

温度圧力サイクル試験は、次の **a)** から **e)** までに定めるところに従って行うこと。

a) 試験は、非水槽式によりするものとし、容器に気相部が残らないように液体を充満させることにより行うこと。

b) 大気圧と最高充塡ぐん圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 1 万回以上繰り返すこと。この場合、当該最高充塡ぐん圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならないること。

c) **b)** の操作後、温度 93 ℃以上の熱媒中に 10 分間以上浸漬させた後、-50 ℃以下の冷媒中に移して 10 分間以上浸漬させること。

d) **c)** の操作は、最高充塡ぐん圧力以上の圧力を容器に加えて保持した状態で 20 回以上繰り返すこと。この場合、移し替えは、1 分間以上 3 分間以下で行うものとする。

e) **c)** の操作後、11.2 に定める方法に従って破裂試験を行うこと。この場合において、11.2 中「最小破裂圧力以上」とあるのは「最小破裂圧力の 90 %以上」と読み替える試験は **11.2** の方法に従って行うこと。

14.3 合格基準

次の **a)** から **c)** までのいずれにも適合すること。

a) **14.2 d)** までに定める試験の間に容器に変形又は漏れがないこと。

b) **14.2 e)** に定める試験において破裂圧力が最小破裂圧力の 90 %以上であること。

c) **14.2 e)** に定める試験において破裂の起点は胴部であること。

15 設計確認試験における最小肉厚確認試験

15.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 1 個のものの胴部について、**15.2** の方法により最小肉厚確認試験を行い、**15.3** の基準に合格するしなければならないこと。ただし、DC を最外層の繊維を含まない樹脂層の厚さ以下とした場合であって、当該仕様の容器が箇条 **12** の試験「設計確認試験における常温圧力サイクル試験」に合格するときは、当該仕様のものは、最小肉厚確認試験に合格したものとみなす。

15.2 試験の方法

最小肉厚確認試験は、次の **a)** から **c)** までに定めるところに従って行うこと。

a) 試験は、非水槽式によりするものとし、容器に気相部が残らないように液体を充満させることにより行うこと。

b) 試験に供する容器は、胴部においてフィラメントワインディング成形を施した部分を設計肉厚から DC の深さまで切削、研削等により減じた肉厚とすること。

c) 大気圧と最高充塡圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 1 万回以上繰り返すこと。この場合、当該最高充塡圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならないこと。なお、容器の表面温度が 60 ℃を超えるときは、容器を冷却してもよいすることができる。

15.3 合格基準

容器に変形又は漏れがのないこと。

16 設計確認試験における火炎暴露試験

16.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 2 個のもの（液化ガスを充塡するものにあっては 3 個のもの）について、**16.2** の方法により火炎暴露試験を行い、**16.3** の基準に合格しなければならないすること。

16.2 試験の方法

火炎暴露試験は、次の **a)** から **f)** までに定めるところに従って行うこと。

a) 試験に供する容器には当該容器に装置すべきバルブ及び安全弁を装置し、容器に充塡すべきガスを用いて、圧縮ガスを充塡する容器にあっては当該容器の最高充塡圧力、液化ガスを充塡する容器にあっては規則第 22 条に定める C の値を用いたときの当該容器に充塡できる質量を容器に充塡すること。ただし、当該容器に充塡するガスが圧縮ガスの場合にあっては、空気ガス又は窒素ガスを用いてもよいることができる。

b) 試験は、軽油を染み込ませた木材、ガソリン又は軽油の燃焼火炎により行うこと。

c) 容器の最低部は、木材の燃焼による場合は炎の低部から、ガソリン又は軽油の燃焼による場合は液面から、それぞれ 0.1 m の高さに位置させること。

d) 火炎がは、容器を包み込む完全に包むようにして行うすること。ただし、安全弁には、火炎が直接当たらないように、必要に応じ金属板等で覆うこと。

e) 試験は、容器の内容物が完全に排出されるまで行うこと。

f) 試験は、圧縮ガスを充塡する容器にあっては垂直方向でについて 2 個の容器について、液化ガスを充塡する容器にあっては垂直方向でについて 2 個及び水平方向でについて 1 個の容器についてを行うこと。この場合、安全弁が容器の片側のみに装置される容器についてであって、垂直方向方法で試験を行うするときは、安全弁を上側にして行うこと。

16.3 合格基準

内容物が安全弁から排出され、かつ、容器が破裂しないこと。

17 設計確認試験における落下試験

17.1 試験の実施

容器は、基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 1 個又は 2 個のものについて、17.2 の方法により垂直落下試験、水平落下試験及びアングル落下試験（以下総称して「落下試験」という。）を **17.2** の方法により行い、**17.3** の基準に合格するしなければならないこと。

17.2　試験の方法

落下試験は、当該仕様の容器から採取した 1 個のものについて試験を行う場合にあっては **a)** から **e)** までに、当該仕様の容器から採取した~~=~~2 個のものについて試験を行う場合にあっては **f)** に~~定めるところに~~従ってそれぞれ行う~~こと~~。

a)　試験は、容器にバルブを装置した状態で行う~~こと~~。

b)　落下させる床面は、平滑で水平なコンクリート又はこれと同等以上の堅固な水平面とする~~こと~~。

c)　試験は、次の **1)** から **3)** までに~~定めるところに~~従って行う~~こと~~。この場合、落下させる床面から容器最低部（当該床面から最も近い部分）までの高さは、3 m 以上とする~~こと~~。

1)　垂直落下試験は、容器を垂直にした状態で床面に落下させることにより行う~~こと~~。なお~~ただし~~、容器最低部は、バルブを装置していない端部とする~~こと~~。

2)　水平落下試験は、容器を水平にした状態で床面に落下させることにより行う~~こと~~。

3)　アングル落下試験は、~~次の~~**図 1** に示す配置により容器を水平にした状態で床面の鋼製アングル（1 辺の長さが 38 mm 以上 40 mm 以下であって厚さが 4.8 mm 以上 5 mm 以下のもの）に落下させる~~ことにより行うこと~~。

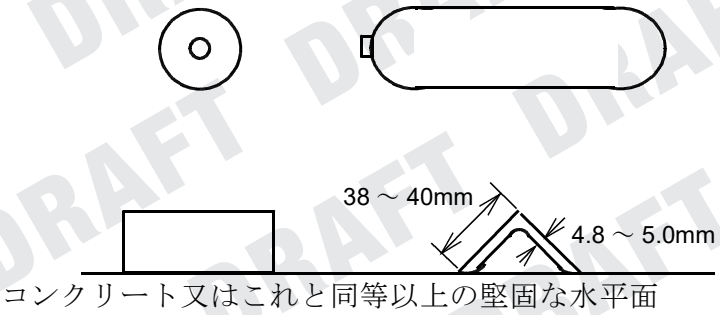

図 1－アングル落下試験

d)　**c)** の試験の後、大気圧と最高充塡~~そん~~圧力以上の上限圧力との間の圧力変動を毎分 10 回以下の割合で 1 000 回以上繰り返す~~こと~~。この場合、~~当該~~最高充塡~~そん~~圧力の 90 %以上の圧力における保持時間は、1.2 秒間を超えなければならない~~こと~~。また、試験は、非水槽式により~~るもの~~~~とし~~、容器に気相部が残らないように液体を充満させる~~ことにより行うこと~~。

e)　**d)** の操作後、11.2 に定める方法に従って破裂試験を行うこと。この場合において、11.2 中「最小破裂圧力以上」とあるのは「最小破裂圧力の 90 %以上」と読み替える~~試験は **11.2** の方法に従って行うこと~~。

f)　2 個の容器について **a)** から **c)** までに定める試験を行った後、1 個の容器にあっては **d)** に定める試験を、他の 1 個の容器にあっては **e)** に定める~~破裂~~試験をそれぞれ行う~~こと~~。

17.3　合格基準

当該仕様の容器から採取した 1 個のものについて試験を行った場合にあっては **a)** に、当該仕様の容器から採取した 2 個のものについて試験を行った場合にあっては **b)** にそれぞれ適合する~~合格する~~~~こと~~。

a)　**17.2 d)** に定める試験において、容器に漏れ又は損傷の拡大がなく、**17.2 e)** の試験における破裂圧力が最小破裂圧力の 90 %以上であって、かつ、破裂の起点は胴部である~~こと~~。

b) **17.2** a)から c)まで及び **d)** に定める試験を行った 1 個の容器にあっては 17.2 d)の~~当該~~試験において漏れ又は損傷の拡大がなく、**17.2** **a)** から **c)** まで及び **e)** に定める試験を行った他の 1 個の容器にあっては **17.2** **e)** の試験における破裂圧力が最小破裂圧力の 90 %以上であって、かつ、破裂の起点は胴部である~~こと~~。

18 組試験におけるライナー材料引張試験

18.1 試験の実施

ライナーの材料は、同一のライナー製造所において同一のチャージから製造されたライナーであって肉厚、胴部の外径及び形状が同一であるもの 200 個にライナー材料引張試験、常温圧力サイクル試験及び破裂試験に供するものの数を加えた数以下を 1 組とし、その組から採取した 1 個のライナーについて、**18.2** の方法によりライナー材料引張試験を行い、**18.3** の基準に合格しなければならない~~すること~~。ただし、18.3 の基準~~ライナー材料引張試験~~に合格しなかった場合にあっては、**18.4** により再度ライナー材料引張試験を行ってもよい~~い、**18.3** の基準に合格すること~~。

18.2 試験の方法

ライナー材料引張試験は、次の **a)** から **d)** までに~~定めるところに~~従って行う~~こと~~。

a) 試験片は、ライナーの軸方向に採取する~~こと~~。

b) 試験片の形状及び寸法は、次の **1)**、**2)** 又は **3)** による~~こと~~。

1) JIS Z 2241 の「6 試験片」の 12 号試験片又は常温において打撃を加えないで平片とした 5 号試験片とし、試験片の厚さはライナーの肉厚とする。ただし、試験機の能力が不足する場合は、5 号試験片の幅を 19 mm にしてもよい~~することができる~~。

2) ASTM E8/E8M の「6.試験片」の図 7~~13~~ の 2 号試験片、4 号試験片、6 号試験片又は常温において打撃を加えないで平片とした図 1 の Sheet-Type 試験片とし、試験片の厚さはライナーの肉厚とする。

3) ASTM B557 の「6.試験片」の図 7 の試験片又は常温において打撃を加えないで平片とした図 6 の Sheet-Type 試験片とし、試験片の厚さはライナーの肉厚とする。

c) 試験は、JIS Z 2241 の「10 試験条件」、ASTM E8/E8M の「7.手順」又は ASTM B557 の「7.手順」により行う~~こと~~。

d) 試験片が標点間の中心から標点距離の 1/4 以外で切断し、伸びの成績が規定に合格しないときは、当該試験を無効とし、同一のライナーから試験片をとり直してライナー材料引張試験をやり直~~し~~してもよい~~ことができる~~。

18.3 合格基準

次の **a)** から **c)** までのいずれにも適合する~~合格すること~~。

a) 引張強さが当該材料の当該容器製造業者が保証する引張強さの値以上である~~こと~~。

b) 耐力が箇条 **5** の肉厚の計算において用いる耐力の値以上である~~こと~~。

c) 伸びの値が 14 %以上である~~こと~~。ただし、ライナーの胴部の肉厚が 8 mm 未満の場合は、その肉厚が 8 mm から 1 mm 又はその端数を減ずるごとに 1 を減じて得た数値とする。

18.4 再試験

18.1 の規定により採取したライナーが 18.3 の基準~~ライナー材料引張試験~~に合格しなかった場合にあっては、当該ライナーの属する組の他のライナーについて熱処理をした後、任意に 1 個のライナ

ーを採取し、18.1 の試験に合格した場合に限り、当該組容器は合格したものとみなす ~~1 回に限り、再びライナー材料引張試験を **18.2** の方法により行うことができるものとする~~。

19　組試験における炭素繊維材料引張試験

19.1　試験の実施

炭素繊維の材料は、同一の繊維製造所において同一の製造方法により 1 月間以内に引き続いて製造された炭素繊維を 1 組とし、その組から採取した炭素繊維について、**19.2** の方法により炭素繊維材料引張試験を行い、**19.3** の基準に合格しなければならない~~すること~~。

19.2　試験の方法

JIS R 7608 の「6.装置及び材料」から「10.結果の表示」まで又は ASTM D4018 の「4.試験方法の概要」から「12.計算」までにより行う~~こと~~。

19.3　合格基準

引張強さ、破断ひずみ及び縦弾性係数が保証値を満足する~~ものであること~~。

20　組試験における外観検査

20.1　試験の実施

容器は、容器ごとに、**20.2** の方法により外観検査を行い、**20.3** の基準に合格しなければならない~~すること~~。

20.2　検査の方法

外観検査は、容器の内外表面について、次の **a)** 及び **b)** に~~定めるところに~~従って行う~~こと~~。

a)　さびその他の異物を取り除いた後、目視により行う~~こと~~。

b)　内表面の検査は、照明器具を用いて行う~~こと~~。

20.3　合格基準

容器の使用上支障のある腐食、割れ、すじ、しわ等がない~~こと~~。

21　組試験における膨張測定試験

21.1　試験の実施

容器は、容器ごとに、**21.2** の方法により膨張測定試験を行い、**21.3** の基準に合格しなければならない~~すること~~。

21.2　試験の方法

膨張測定試験は、次の **a)** から **c)** までに~~定めるところに~~従って行う~~こと~~。

a)　容器には、自緊処理の後であって膨張測定試験の前に耐圧試験圧力の 90 % を超える圧力を加えてはならない~~ないこと~~。

b)　膨張測定試験は、次の **1)** から **3)** までに掲げる方法により行う~~こと~~。

1)　全増加量は、耐圧試験圧力以上の圧力を加えて容器が完全に膨張した後、30 秒間以上その圧力を保持し、漏れ又は異常膨張のないことを、水槽式にあっては圧力計及び膨張計により、非水槽式にあってはこれに加えて目視により確認した上で読み取る~~こと~~。

2)　恒久増加量は、耐圧試験圧力を除いたときに残留する内容積を読み取る~~こと~~。

3)　非水槽式の全増加量は、次の式により求めた値とする。

$\Delta V = (A - B) - \{(A - B) + V\} P\beta$

この式においてΔV、V、P、A、B及びβは、それぞれ次の数値を表す。

ΔV　耐圧試験における全増加量（単位　cm^3）の数値

V　容器の内容積（単位　cm^3）の数値

P　耐圧試験における圧力（単位　MPa）の数値

A　耐圧試験における圧力における圧入水量（単位　cm^3）の数値であって、膨張計の水位等の変化量として示されるもの

B　耐圧試験における圧力における水圧ポンプから容器の入口までの連結管に圧入された水量（単位　cm^3）の数値であって、容器以外への圧入水量として示されるもの

β　耐圧試験時の水の温度における圧縮係数であって、次の算式により計算して得た数値

$\beta = (5.11 - 3.8981t \times 10^{-2} + 1.0751t^2 \times 10^{-3} - 1.3043t^3 \times 10^{-5} - 6.8P \times 10^{-3}) \times 10^{-4}$

この式においてtは、次の数値を表す。

t　耐圧試験時の水の温度（単位　℃）の数値

c)　b)においてライナーとプラスチックの間に水が入り込むおそれのある場合は、樹脂により防止措置を講ずること。

21.3　合格基準

漏れ又は異常膨張がなく、かつ、恒久増加率が5 %以下であること。

22　組試験における常温圧力サイクル試験

22.1　試験の実施

容器は、同一のライナー製造所において同一のチャージから製造されたライナーであって肉厚、胴部の外径及び形状が同一であるものを用いて製造された容器200個にライナー材料引張試験、常温圧力サイクル試験及び破裂試験に供するものの数を加えた数（以下「組本数」という。）以下を1組とし、その組から採取した1個の容器について、**22.2**の方法により常温圧力サイクル試験を行い、**22.3**の基準に合格しなければならないこと。ただし、~~**22.2**の方法により常温圧力サイクル試験を行い、~~**22.3**の基準に合格しなかった場合にあっては、**22.4**により再度常温圧力サイクル試験を行ってもよい~~ことができる~~。

22.2　試験の方法

常温圧力サイクル試験の試験方法は、**12.2**の設計確認試験における常温圧力サイクル試験の例による~~こと~~。

22.3　合格基準

常温圧力サイクル試験の合格基準は、**12.3**の設計確認試験における常温圧力サイクル試験の例による~~こと~~。

22.4　再試験

22.1の規定により採取した容器が**22.3**の基準~~常温圧力サイクル試験~~に合格しなかった場合にあっては、当該容器の属する組の他の容器について任意に5個の容器を採取し、当該5個の容器全てが**22.1**の試験に合格した場合に限り、当該組容器は合格したものとみなす。

23　組試験における破裂試験

23.1　試験の実施

容器は、組本数以下を 1 組とし、その組から採取した 1 個の容器について、**23.2** の方法により破裂試験を行い、**23.3** の基準に合格しなければならないすること。ただし、~~**23.2** の方法により試験を行い、~~**23.3** の基準に合格しなかった場合にあっては、**23.4** により再度破裂試験を行ってもよい~~うことができるものとする~~。

23.2　試験の方法

破裂試験の試験方法は、**11.2** の設計確認試験における破裂試験の例による~~こと~~。

23.3　合格基準

破裂試験の合格基準は、**11.3** の設計確認試験における破裂試験の例による~~こと~~。

23.4　再試験

23.1 の規定により採取した容器が **23.3** の基準~~破裂試験~~に合格しなかった場合にあっては、当該容器の属する組の他の容器について任意に 5 個の容器を採取し、当該 5 個の容器全てが **23.1** の試験に合格した場合に限り、当該組容器は合格したものとみなす。

第４章　型式試験

24　型式試験

24.1　型式試験

規則第 7 条第 2 項に規定する「型式試験」は **24.4** から **24.8** までに~~定めるところに~~従って行う設計検査、層間せん断試験、破裂試験、常温圧力サイクル試験、環境圧力サイクル試験、温度圧力サイクル試験、 最小肉厚確認試験、火炎暴露試験、落下試験、ライナー材料引張試験、炭素繊維材料引張試験、外観検査及び膨張測定試験とする。

24.2　基本仕様に係る型式試験

基本仕様の容器は、**24.1** の規定に掲げる全ての型式試験を行い、合格しなければならない~~するものであること~~。

24.3　型式試験の例外

基本型式（前記 **24.2** に基づき現に型式試験を行った容器に係る基本仕様が属するものをいう。）に属する当該基本仕様以外の容器は、型式試験を行うことを要しない。

24.4　型式試験の実施

24.1 の設計検査、層間せん断試験、破裂試験、常温圧力サイクル試験、環境圧力サイクル試験、温度圧力サイクル試験、最小肉厚確認試験、火炎暴露試験及び落下試験は、それぞれ箇条 **9**、箇条 **10**、箇条 **11**、箇条 **12**、箇条 **13**、箇条 **14**、箇条 **15**、箇条 **16** 及び箇条 **17** の設計確認試験の例により行う~~こと~~。

24.5　型式試験におけるライナー材料引張試験

24.1 のライナー材料引張試験は、**18.1** から **18.3** までの~~に~~組試験におけるライナー材料引張試験の例により行う~~こと~~。この場合において、**18.1** 中「同一のライナー製造所において同一のチャージから製造されたライナーであって肉厚、胴部の外径及び形状が同一であるもの 200 個にライナー材料引張試験、常温圧力サイクル試験及び破裂試験に供するものの数を加えた数以下を 1 組とし、その組から採取した」とあるのは「基本仕様又は部分変更標準仕様の容器に用いる」と読み代える~~ものとする~~。

24.6　型式試験における炭素繊維材料引張試験

24.1 の炭素繊維材料引張試験は、箇条 19~~**19.1**~~ の組試験における炭素繊維材料引張試験の例により行う~~こと~~。この場合において、**19.1** 中「同一の繊維製造所~~材料製造業者~~において同一の製造方法により 1 月間以内に引き続いて製造された炭素繊維を 1 組とし、その組から採取した」とあるのは「基本仕様又は部分変更標準仕様の容器に用いる」と読み代える~~ものとする~~。

24.7　型式試験における外観検査

24.1 の外観検査は、箇条 **20** の組試験における外観検査の例により行う~~こと~~。この場合において、**20.1** 中「容器ごとに」とあるのは「基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 5 個のものについて」と読み代える~~ものとする~~。

24.8　型式試験における膨張測定試験

24.1 の膨張測定試験は、箇条 **21** の組試験における膨張測定試験の例により行う~~こと~~。この場合において、**21.1** 中「容器ごとに」とあるのは「基本仕様又は部分変更標準仕様の容器から採取した 5 個のものについて」と読み代える~~ものとする~~。

解　説

この解説は、本文に規定した項目及び関連する事項を補足説明をするものであって、この基準の一部ではない。

Ⅰ．制定・改正の経緯

この基準は、アルミニウム合金製のライナーに炭素繊維を巻き付けた容器の製造の方法、容器検査の方法・規格等を定めたものであり、ガラス繊維製の複合容器の例示基準である別添 6「アルミニウム合金ライナー製一般複合容器の技術基準の解釈」をもとに、米国 DOT 規格の BASIC REQUIREMENTS FOR FULLY WRAPPED CARBON-FIBER REINFORCED ALUMINUM LINED CYLINDERS（DOT-CFFC）（以下「DOT-CFFC 規格」という。）を参考にして作成された。

当初の基準番号は KHKS　1121 であり、DOT-CFFC 規格の SECOND　REVISION（1998）を参考に 2000 年 11 月に制定された。2005 年 4 月には、DOT-CFFC 規格の改正（FOURTH REVISION）及びこの基準の引用規格である JIS 規格・ASTM 規格の改正に伴う整合性を図るための改正が行われ、この改正の際に基準番号が KHKS 1121 から KHKS 0121 に変更となり、その後、2010 年、2016 年、2020 年、2025 年に改正が行われた。

Ⅱ．解説

この基準において、特に補足説明が必要と思われる事項を以下に示す。なお、各項目番号は本文と同一とした。

1　適用範囲

この基準は、DOT-CFFC 規格と同様にフルラップ構造の複合容器を対象としている。

~~2　引用規格~~

~~原則最新版を採用しているが、ISO　472（1999）「プラスチック－用語」は、2013 年版においてこの基準で参照している「炭素繊維」の用語が削除されているので 1999 年版を引用している。~~

4　材料

規格ライナー材料である A6061 については、DOT-CFFC 規格と同様に合金中の鉛及びビスマスの含有率を 0.005 %以下に制限している。これは、米国の A6351 製スクーバ用容器の破裂事故に起因しており、鉛及びビスマスを制限するに至った背景などは EIGA（European　Industrial　Gases Association）の発行文書（IGC Doc 57/11/E）などで公開されている。

5　肉厚

5 b）及び 5 c）の評価について、KHKS 0121（2005）の解説では次のように記載されており、主応力でライナーを評価することが示されていた。

「最高充填~~ね~~圧力におけるライナーの応力は、その応力が最大となる方向で評価することを明確にするため、「ライナーの応力」を「ライナーの引張応力」とした。なお、圧力を加えないときのライナー圧縮応力についても、最大となる方向の応力で評価する。」

2015 年の見直しにおいて、改めてライナーの応力評価について検討し、

①多軸応力場となるライナーの降伏の判定条件にはミーゼス応力を用いるのが合理的である。

②この基準以外の複合容器の例示基準では、大気圧におけるライナーの応力が耐力の値未満であること、最高充填~~ね~~圧力の 1.5 倍の圧力で降伏を起こさない肉厚であることなどの要求事項に対して、ミーゼス応力により評価が行われている。この基準でもミーゼス応力により評価が行われることによって規格間の運用上の齟齬がなくなる。

以上の理由からミーゼス応力が適当と判断し、「引張応力」や「圧縮応力」という方向を示唆する表現は用いずに単に「応力」という表現に統一することとした。

5 d)の応力の評価は、破裂試験における破裂の起点が胴部であれば、胴部以外の部分の応力は胴部の応力より小さいことが立証される。従って、最小破裂圧力における容器の胴部以外の部分の応力は、有限要素法による計算又は破裂試験により検証できる。

肉厚及び圧力の区分に応じて、有限要素法による計算により検証すべき容器の応力は、次の表のとおりである。

<table>
<tr><th>肉厚
圧力</th><th>設計肉厚</th><th>設計肉厚からガラス繊維層を除いた肉厚</th></tr>
<tr><td>大気圧</td><td>5 b)のライナーの胴部及び胴部以外の部分の応力
（保証耐力の 95%以下であること。）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">最高充填~~ね~~圧力</td><td rowspan="2"></td><td>5 a)の容器の胴部及び胴部以外の部分の炭素繊維の応力
（最小破裂圧力のときの炭素繊維の応力の 0.3 以下であること。）</td></tr>
<tr><td>5 c)のライナーの胴部及び胴部以外の部分の応力
（保証耐力の 60%以下であること。）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">最小破裂圧力</td><td>5 a)2)の容器の胴部における炭素繊維が破断する応力
（保証引張強さ以上であること。）</td><td></td></tr>
<tr><td>5 d)の容器の胴部及び胴部以外の部分の応力 [a)]
（胴部以外の部分の応力が胴部の応力の値未満であること。）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">注 [a)] 最小破裂圧力のときの容器の胴部及び胴部以外の部分の応力は、有限要素法による計算又は破裂試験により検証できる。</td></tr>
</table>

6　構造及び仕様

6 a)は、DOT-CFFC 規格は 2 種類以上の炭素繊維が混在した巻付けを禁止しているので、それを参考に規定している。

6 h)は、炭素繊維の特性により、アルミニウム合金ライナーが電気腐食を引き起こす可能性が想定

されるため、DOT-CFFC 規格を参考に規定している。

7　加工の基準

a)に定める T6 時効処理には T651、T6511 及び T62 が含まれる。

8　容器検査

新たに設計した容器は、その妥当性を確認する観点から、設計確認試験を義務づけている。しかしながら、設計確認試験に合格した型式について、その型式の一部の変更する場合は、再度試験を行う合理的な理由がないものもあるため、DOT-CFFC 規格を参考に試験の一部を省略できる規定を設けている。

また、KHKS 0121(2005)及び KHKS 0121(2010)では、改正前の基準において基本仕様又は部分変更標準仕様に該当するものは、それぞれ新基準でも基本仕様又は部分変更標準仕様とみなされると注記で記載していたが、これらは検査機関などによって柔軟に判断されるべき内容であるため注記を削除することとした。しかしながら、特に問題が生じない限りはこれまでと同様の運用がなされるものと思われるので、参考までに次の表にこれまでの基準において部分変更標準仕様となる「基本仕様に対する変更」の対応関係を示しておく。この表から例えば、KHKS　1121(2000)において 7.7 ①に適合した容器の仕様は、KHKS　0121(2020)では表 1　b)の部分変更標準仕様に該当することがわかる。

KHKS 1121(2000)	KHKS 0121(2005)	KHKS 0121(2010)/(2016)/(2020)
－	表 1 ①	表 1 a)
7.7 ①	表 1 ②	表 1 b)
7.7 ②	表 1 ④	表 1 d)
7.7 ③	表 1 ③	表 1 c)
7.7 ④	基本仕様	基本仕様
－	表 1 ⑤	表 1 e)

12　設計確認試験における常温圧力サイクル試験

DOT-CFFC 規格では、サイクル試験における下限の圧力を最高充填~~そく~~圧力の 10%以下の圧力まで下げることを規定している。しかしながら我が国では、充填~~そく~~毎に大気圧までガスを放出してからガスを充填~~そく~~しているのでサイクル試験の下限圧力は大気圧と規定している。

2025 年の見直しにおいて、12.2 の e)で規定している破裂試験方法の改正を行った。サイクル試験後の破裂試験は「11.2 の方法に従って行うこと」と規定されていたため、最小破裂圧力において 60 秒間以上保持した後、破裂するまで昇圧することとされていた。一方、合格基準は最小破裂圧力の 90 %と規定されているため、試験方法と合格基準の圧力に乖離がみられていた。これらの圧力の整合を図り、破裂試験における保持圧力を最小破裂圧力の 90 %以上とする改正を行った。

13　設計確認試験における環境圧力サイクル試験

2025 年の見直しにおいて、13.2 の e)で規定している破裂試験方法の改正を行った。サイクル試験

後の破裂試験は「11.2 の方法に従って行うこと」と規定されていたため、最小破裂圧力において 60 秒間以上保持した後、破裂するまで昇圧することとされていた。一方、合格基準は最小破裂圧力の 90 %と規定されているため、試験方法と合格基準の圧力に乖離がみられていた。これらの圧力の整合を図り、破裂試験における保持圧力を最小破裂圧力の 90 %以上とする改正を行った。

14　設計確認試験における温度圧力サイクル試験

2025 年の見直しにおいて、14.2 の e)で規定している破裂試験方法の改正を行った。サイクル試験後の破裂試験は「11.2 の方法に従って行うこと」と規定されていたため、最小破裂圧力において 60 秒間以上保持した後、破裂するまで昇圧することとされていた。一方、合格基準は最小破裂圧力の 90 %と規定されているため、試験方法と合格基準の圧力に乖離がみられていた。これらの圧力の整合を図り、破裂試験における保持圧力を最小破裂圧力の 90 %以上とする改正を行った。

16　設計確認試験における火炎暴露試験

DOT-CFFC 規格において、火炎暴露試験における試験ガスは「窒素ガス」又は「空気ガス」となっている。しかしながら、別添 6 との整合上、液化ガスを除外する明確な理由がないため、液化ガスを充塡~~ぢ~~した場合の方法を別添 6 を参考に規定している。

17　設計確認試験における落下試験

この基準で製造・検査される容器は消防用として使用されることも多く、2 階から投げ出されることを想定し、落下高さを 3m と規定している。

2025 年の見直しにおいて、17.2 の e)で規定している破裂試験方法の改正を行った。サイクル試験又は落下試験後の破裂試験は「11.2 の方法に従って行うこと」と規定されていたため、最小破裂圧力において 60 秒間以上保持した後、破裂するまで昇圧することとされていた。一方、合格基準は最小破裂圧力の 90 %と規定されているため、試験方法と合格基準の圧力に乖離がみられていた。これらの圧力の整合を図り、破裂試験における保持圧力を最小破裂圧力の 90 %以上とする改正を行った。

21　組試験における膨張測定試験

容器製造管理におけるプラスチック強化繊維層及びライナーの強度のばらつきなど、全増加量などを測定して管理することで確認されるため、従来どおり膨張測定試験としている。

膨張測定試験を行う場合は、純水、反応抑制剤、脱塩素剤等を使用し、アルミライナーの内面が水と触れる時間をなるべく短くすることが重要である。

Ⅲ．改正の内容

(1)平成 22 年の改正

主に以下の点について改正を行った。

(a)　引用規格の最新版の適用

(b)　箇条 5 において「ライナーの引張応力」としていたものを「ライナーの応力」と改正

(c)　基準の構成に係る改正

(2) 平成 27 年の改正

主に以下の点について改正を行った。

(a) 引用規格の最新版の適用

(b) 箇条 5 において「ライナーの圧縮応力」としていたものを「ライナーの応力」と改正

(c) 表現、誤字等の修正

(3) 令和 2 年の改正

引用規格の最新版の適用を行った。

(4) 令和 7 年の改正

主に以下の点について改正を行った。

(a) 箇条 12 等における破裂試験方法の改正

(b) 引用規格の最新版の適用

(c) 基準の作成等を定めた日本産業規格（JIS Z 8301:2019）に準拠

(d) 表現の見直し

Ⅳ. 改正の履歴

平成 12 年 11 月 14 日　制定

平成 17 年 4 月 27 日　改正

平成 22 年 7 月 23 日　改正

平成 28 年 3 月 14 日　改正

令和 2 年 8 月 4 日　改正

令和 7 年●月●日　改正