

圧縮水素蓄圧器用複合圧力容器に関する基準の制定に対する パブリックコメント（意見募集）の結果について

平成30年9月14日
圧力容器規格委員会
委員長 小林 英男

この度、圧力容器規格委員会が作成を行っている規格案「圧縮水素蓄圧器用複合圧力容器に関する基準」についてパブリックコメントを実施し、ホームページ上で広く皆様方のご意見を募集いたしました。

ご意見をお寄せいただきました皆様に厚くお礼を申し上げます。

今回寄せられたご意見及びそれらに対する考え方並びにその対応について、圧力容器規格委員会での審議の結果、別添のとおり取りまとめましたのでご高覧のほどお願い申し上げます。

1. 意見募集の結果

ご意見提出数：12件

2. 対応結果

今回いただいたご意見及びご意見に対する考え方・対応内容を別添のとおり整理し、平成30年7月23日に開催された圧力容器規格委員会において審議の結果、了承されました。

以上

問合せ先：

高圧ガス保安協会 機器検査事業部 検査企画課 梶山卓慎

TEL:03-3436-6104

FAX:03-3436-0688

e-mail: insp@khk.or.jp

圧縮水素蓄圧器用複合圧力容器に関する基準の制定案に寄せられた意見に対する対応
 (注：ご意見及び理由並びにご意見に対する考え方・対応内容は、その趣旨、概要を取りまとめて示しています。)

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
1	<p>【該当項】 1 適用範囲 d)</p> <p>使用期間は 20 年または 25 年に対応すべきと考えます。</p> <p>(理由)</p> <p>米国の複合容器の規格（ANSI NGV2 等）では、使用期間 25 年が主流となっており、国内でも経済産業省開催の「FCV に関する検討会」にて使用期間を 20 年～25 年とする議論が前向きに進められています。</p> <p>また、本基準（KHKS0225）の拠り所である ASME Sec.X Appendix8 でも使用期間は 20 年と定められていることから、新たに制定する基準は 20 年～25 年に対応したものが望ましいと考えます。</p>	<p>最大使用期間は 15 年のまま変更しないこととする。</p> <p>(理由)</p> <p>複合圧力容器の最大使用期間は、当該圧力容器の寿命を担保する各種確認試験との関係で定まる。</p> <p>KHKS0225 案の寿命に関する確認試験として、疲労試験、最小厚さ試験、環境試験、水素ガスサイクル試験、温度クリープ試験があるが、このうち疲労試験と最小厚さ試験は設計圧力サイクル数に依存するため、当該圧力容器の最大使用期間とは直接関係ない。</p> <p>環境試験のサイクル回数及び温度クリープ試験の保持時間も、使用期間の上限を 20 年とする ASME Sec.X に準拠しているため、変更の必要はない。</p> <p>水素ガスサイクル試験は KHKS 0128 に基づいており、KHKS 0128 の最大使用期間が 15 年であるため、KHKS0225 案では当該圧力容器の最大使用期間を 15 年としている。</p> <p>最大使用期間を延長する場合は、水素ガスサイクル試験のサイクル数を増やす必要があるが、水素ガスサイクル試験は樹脂ライナー製複合圧力容器に対して課せられる試験で、最大使用期間の延長に対応して増加させる試験サイクル数を適切に推定する試験データ等は見あたらない。</p> <p>コメントは金属製ライナーを想定していると思われるが、金</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
		<p>属製ライナーだけを考慮した最大使用期間の延長は好ましくないため、最大使用期間は15年のまま変更しないこととする。</p>	
2	<p>【該当項】 4.3.2 非金属材料 c) 1)</p> <p>E ガラスには強度要求は不要と考えます。</p> <p>(理由)</p> <p>E ガラスは非耐圧部分に使用する非金属材料であり、「設計上荷重を分担しない繊維」であるため。</p>	<p>E ガラスの強度要求については変更せず、現行どおり強度要求を行うこととする。</p> <p>(理由)</p> <p>KHKS0225 案では、ガラス繊維は当該圧力容器の非耐圧部分の材料とされているが、その用途は、当該圧力容器外面の保護層及び内面の防食層の2種類が考えられる。</p> <p>外面の保護層に用いる場合は、引張強さは大きな問題とはならないが、内面の防食層の場合は、内圧によって大きな応力が発生する。</p> <p>特定設備は設計段階での破損は認められず、一定の強度保証が必要であるため、KHKS0225 案では、KHKS0128 等を根拠として引張強さの値を定めている。</p> <p>このため、強度要求は必要と判断する。</p>	
3	<p>【該当項】 4.3.2 非金属材料 c) 1)及び 2)</p> <p>本基準案の該当箇所は容器則（KHKS0128など）を参照されており、保護層目的のガラス繊維の規格材料としてJIS R3413が引用されているが、これは単糸、より糸、引き揃え糸（ヤーンなど）の規格であり、一般的な複合圧力容器に使用されている保護層のガラス繊維は、ダイレクトロービングを使用して巻回されている。</p>	<p>ガラス繊維の規格材料について、JIS R3412 への変更または併記は行わず、現行の規定のままとする。</p> <p>(理由)</p> <p>E ガラスロービングは JIS R3412 で規定されているが、規格で定められている引張強さは品質に係わる N/tex であり、KHKS0225 案が求める機械的特性 (N/mm²) ではない。</p> <p>E ガラスに求めている 1,400N/mm²に対応する引張強さが E</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
	<p>ガラス繊維ダイレクトロービングはJIS R3412で規格化されており、ガラス繊維メーカ各社は本規格で運用している。</p> <p>よって、ガラス繊維の規格材料は、JIS R3412 への変更または併記が妥当と考える。（引張強さの表記も JIS R3412 のロービング値に変更または併記）</p>	<p>ガラスロービングで示されなければ、JIS R3413 を JIS R3412 に変更することはできず、追加も困難であるため、現行の規定のままとする。</p>	
4	<p>【該当項】 5.2.2.1 破裂試験 a) 5)</p> <p>「試験は設計温度で行う（常温で行い、適切な方法で補正することも可）。」</p> <p>TypeⅢの蓄圧器においてはアルミニウム及びCFRP 試験の引張試験結果（常温及び設計温度）を利用し補正することも、お認め願います。</p> <p>（理由）</p> <p>−40℃～85℃の使用においては、強度の変化量も少なく、各材料の温度強度特性により算出することが可能であるので。</p>	<p>コメントを踏まえ、以下のとおり修正する。</p> <p>「試験は設計温度で行う。」</p> <p>→「試験は設計温度で行う。</p> <p>ただし、破裂圧力を温度補正する場合は、設計温度以外の温度で試験を行うことができる。」</p> <p>（理由）</p> <p>設計温度以外の温度で破裂試験を行った場合に、破裂圧力を温度補正することはASME Sec.VIII Div.1 UG-101 等で認められているが、KHKS0225 案の元となっている KHKTD5202 では、複合圧力容器の温度補正方法を明確に規定できないため、温度補正に係わる記載を見送った経緯がある。</p> <p>設計温度以外の温度で破裂試験を行うことを否定するものではないため、温度補正を行うことを条件に許容するよう修正する。</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
5	<p>【該当項】 5.2.2.2 金属ライナーの破裂前漏洩の確認</p> <p>項目名を「5.2.2.2 金属ライナー及びプラスチックライナー製複合圧力容器のボスの破裂前漏洩の確認」とすべき。 要求内容・評価方法は現行案と同じ。</p> <p>(理由) プラスチックライナー製複合圧力容器のボス（金属製）においても、その設計（形・寸法、発生応力）によっては、ねじ部以外で疲労破壊する可能性がある。 よって、プラスチックライナー製複合圧力容器のボスについても、金属ライナーと同様に破裂前漏洩の確認が必要と考える。</p>	<p>本項については修正せず、現行の規定のままとする。</p> <p>(理由) KHKS0225 案では、金属ライナーの寿命において、試験による確認を除くと、破裂前漏洩でき裂進展後の脆性破壊の有無を、S-N 曲線ベースの疲労解析及びき裂進展解析で疲労破壊を確認している。 き裂進展解析における限界き裂深さ a_c には破裂前漏洩と同じクライテリアを用いているが、a_c に基づく設計許容繰返し回数にはさらに安全係数が考慮されているため、疲労破壊を防ぐために、単純に破裂前漏洩の評価を行っているのではない。 プラスチックライナー製複合圧力容器のボス部の寿命においては、試験による確認を除くと、KHKS0225 案では、ねじ部のみ疲労解析及びき裂進展解析を行っている。 ねじ部以外で疲労破壊するという事は、破壊モードがモード I（開口モード）とは異なる可能性があることを意味すると思われるため、5.2.2.2 ではなく 5.2.3.6 にプラスチックライナー製複合圧力容器のボス部を加えるか否かを検討する必要があると考える。 このため、本項の修正は行わないこととする。</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
6	<p>【該当項】 5.2.3.1 疲労試験</p> <p>「試験体に同一仕様の複合容器又は同一仕様のサブスケール複合圧力容器を用い、」に変更し、応力分布が同じであれば、サブスケールでの疲労試験もお認め頂きたい。</p> <p>(理由) 応力分布が同じであれば、サブスケール試験においても同じ結果が得られるので。</p>	<p>コメント通り修正する。</p> <p>(理由) KHKS0225 案では、試験の困難さを考慮して、環境に係る確認試験について同一仕様のサブスケール複合圧力容器の使用を認めた経緯がある。</p> <p>また、規制緩和要求に基づいて、詳細基準事前評価における包括申請について、「円筒胴の長さについては、当該申請に係る特定設備検査規則の機能性基準規定条項及び対応策に影響がない場合にあっては変更することは差し支えない。」としている。</p> <p>従って、疲労試験において同一仕様のサブスケール複合圧力容器の使用を認めることに技術的な問題はないと思われる。</p> <p>なお、サブスケール複合圧力容器の定義と許容範囲については、「3用語の定義」の「x) 設計確認試験」において、以下のとおり定義されている。</p> <p>x) 設計確認試験 複合圧力容器の製造に先行して、当該複合圧力容器と材料、設計、形状寸法、加工、構造、検査、製造設備等がすべて同一の複合圧力容器（以下「同一仕様の複合圧力容器」という。）又は同一仕様の複合圧力容器で胴の長さのみ胴部の応力分布に影響を与えない長さ以上とする複合圧力容器（以下「同一仕様のサブスケール複合圧力容器」という。）を用いて設計の妥当性を確かめるために行う試験をいう。</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
7	<p>【該当項】 5.2.3.6 疲労解析及びき裂進展解析</p> <p>文面を以下①②のように改訂。</p> <p>① 5.2.3.6 頭書き (現行) 金属ライナー及びねじ部は、次の a)及び b)の規定により、 ・ ・ 合格基準を満足しなければならない。</p> <p>(改定案) 金属ライナー及びプラスチックライナー製複合圧力容器のボス及びこれらのねじ部は、次の a)及び b)の規定により、 ・ ・ 合格基準を満足しなければならない。</p> <p>② 5.2.3.6 2) 2.2) (現行) 2.2) 金属ライナー材料の疲労き裂進展速度は、 ・ ・ ・ 当該データを用いることができる。</p> <p>(改定案) 2.2) 金属ライナー材料、プラスチックライナー製複合圧力容器のボス材料の疲労き裂進展速度は、 ・ ・ ・ 当該データを用いることができる。</p>	<p>プラスチックライナー製複合圧力容器のボス部に対する疲労解析及び亀裂新展解析の要求は追加せず、現行のままとする。</p> <p>(理由) プラスチックライナー製複合圧力容器のボス部の疲労解析及びき裂進展解析を行う際の技術的課題は以下①及び②のとおりである。 これらの技術的課題に対する対応策が示されなければ、プラスチックライナー製複合圧力容器の寿命は、最終的に疲労試験で担保されていることを考慮して、プラスチックライナー製複合圧力容器のボス部を 5.2.3.6 に加えることには慎重を期すべきであるため、現行のままとする。</p> <p>① 現象として、ねじ部以外でどのような疲労破壊が生じているのかを確認する必要がある。</p> <p>② 疲労解析及びき裂進展解析を行う際には、使用可能な S-N 曲線及びき裂進展特性の有無、用いる疲労解析手法の妥当性 (KHKS0225 案では KHKS0220 を用いているが、それで問題ないか) について確認する必要がある。</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
	<p>(理由)</p> <p>プラスチックライナー製複合圧力容器のボス（金属製）においても、その設計（形・寸法、発生応力）によっては、ねじ部以外で疲労破壊する場合があります。</p> <p>よって、プラスチックライナー製複合圧力容器のボスについても、金属ライナーと同様に疲労解析及びき裂進展解析を実施する必要があると考える。</p>		
8	<p>【該当項】 7.3.1 製造確認試験における試験の種類</p> <p>「200基ごとを1組とし、・・・製造確認試験を行う。ただし、1組の製造が1年を超える場合には、1年を超える時点で再度製造確認試験を行うものとする。」となっておりますが、現状は数本、数十本の少量の生産で1年に1回の製造確認試験の実施は製品価格を押し上げる結果となります。</p> <p>年間の生産数に応じた、段階的な製造確認試験の頻度設定が必要と考えます。</p>	<p>製造確認試験の頻度については変更せず、現行のままとする。</p> <p>(理由)</p> <p>製造確認試験の頻度は、複合圧力容器の品質を担保することが目的であり、ASME Sec.V 8-700.3でも同様の規定が定められている。</p> <p>製造確認試験の頻度を変更するためには、現行の規定に替わる品質保証方法が提案される必要がある。</p>	
9	<p>【該当項】 7.3.3 製造確認試験における試験の方法及び合格基準 b) 1)</p> <p>「試験圧力サイクル数Nは、5.2.3.1 a) 3) の試験圧力サイクル数Nとする。」となっておりますが、5.2.3.1は試験体n数によって、試験サイクル数Nが変化する条件となっております。製造確認試験はn=1のため、安全率Knをいずれにするのか不明確。</p>	<p>コメント通り修正する。</p> <p>(理由)</p> <p>KHKS0225案の7.3.3b)の規定は、JPECが作成した「圧縮水素ステーション蓄圧機用複合容器ガイドライン」に基づいている。しかし、製造確認試験で試験圧力サイクルNに安全率Kn (Kn=2.6~4.0)を考慮するのは過重な要求ではないかとのコメ</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
	<p>また、製造上の品質管理を目的とする当該試験の条件として、安全率を含む試験圧力（設計圧力）に、更に安全率を乗じた回数を上乗せすることは、製品価格と出荷までのリードタイムを押し上げる結果となります。（$Kn4$で約3か月）</p> <p>容器則の考えを準用し、漏洩までの試験回数は、保証回数（設計回数）で目的を達成すると考えます。</p> <p>「試験圧力サイクル数は、設計圧力サイクル数とする。」</p>	<p>ントは理解できるため、$Kn=1$として要求値を設計圧力サイクル数に緩和する。</p>	
10	<p>【該当項】 8.3.2 加工の検査の方法 a) 9)</p> <p>「・・・防食塗装が、ライナー全面に塗布されているかピンホール検査または、寸法測定器等を用いて測定する。」とピンホール検査を追加願いたい。</p> <p>(理由)</p> <p>部分的な寸法検査より、ピンホール検査の方が、信頼性が高く作業性も良いから。</p>	<p>以下のとおり修正する。</p> <p>「防食層として設けた塗膜又は樹脂含浸ガラス繊維層の厚さについて、寸法測定器等を用いて測定し、」</p> <p>→「防食層として設けた塗膜又は樹脂含浸ガラス繊維層の厚さについて、寸法測定器等を用いて測定する。</p> <p>また、膜外面について、ピンホール検出器等により異常がないことを確認する。」</p> <p>(理由)</p> <p>膜厚さの測定に加えて、他の検査を追加することは同意する。（ピンホール検査では膜厚さを測定することはできないため、コメントにある代替検査とする案は認められない。）</p>	

整理 番号	提出されたご意見（理由）の内容	ご意見に対する考え方 対応内容	備考
11	<p>【該当項】 8.3.2 加工の検査の方法 a) 10)</p> <p>「・・・ワインディングの検査は、次の 10.1)～10.3)により設計書又は構造図に規定の施工条件どおりであるかどうかについて検査する。なお、角度計、張力計による計測は例示であり管理値に収まっているかを示せればよい。」と追加の記載をお認め頂きたい。</p> <p>(理由)</p> <p>工程中に角度計でワインディング角度を計測しようとする、ワインディングを止めざるを得ない。その結果、張力が下がり、ピックアップする樹脂量も増え、品質のバラツキを発生させるリスクがある。ワインディング制御の高性能化や検査の自動化（画像解析等）の余地を残して頂きたい。</p>	<p>検査方法の規定については変更せず、現行のままとする。</p> <p>(理由)</p> <p>KHKS0225 案では、8.3.2 10.1)～10.3)の何れの規定においても、計測方法は例示としての意味合いを持つ「等」とされているため、特段の追記は必要ない。</p>	
12	<p>【該当項】 8.4.1.3 耐圧試験及び気密試験 b) 1)</p> <p>「複合圧力容器等は、乾燥した空気、窒素、実ガス等を使用して、」</p> <p>(理由)</p> <p>耐圧試験後の気密試験においては、実ガス（水素）で気密試験を行い、機器元バルブ等も漏れがないことを確認すべきと考えるため。</p>	<p>気密試験で使用する気体については変更せず、現行のままとする。</p> <p>(理由)</p> <p>特定則の例示基準別添 1 における気密試験では、空気、窒素等の気体以外の使用が認められているのは、高圧ポリエチレン製造設備に対するエチレンのみである。</p> <p>当該圧力容器について、実ガス（水素）を用いて気密試験を行わなければならない必然性は認められない。</p>	