

可とう管に関する検査基準 (案)

目次

1	適用範囲	1
2	引用規格	1
3	用語の定義	1
4	材料	3
4.1	ベローズの材料	3
4.2	端管継手の材料	3
5	強度評価	3
5.1	ベローズの強度評価	3
5.2	端管継手の強度評価	3
6	溶接の方法など	4
6.1	ベローズ	4
6.2	溶接施工方法の確認試験	4
6.3	溶接士	4
7	検査の方法	4
7.1	設計の検査	4
7.2	材料の検査	5
7.3	外観検査	5
7.4	寸法検査	5
7.4.1	ベローズ形伸縮管継手の寸法検査	5
7.4.2	フレキシブルチューブの寸法検査	5
7.5	溶接部の検査	5
7.5.1	一般	5
7.5.2	非破壊試験	6
7.6	加圧試験	6
7.7	耐圧試験	7
7.8	気密試験	8

附属書 A (参考) 加圧試験記録の例
解説

可とう管に関する検査基準（案）

1 適用範囲

この基準は、一般高圧ガス保安規則、液化石油ガス保安規則及びコンビナート等保安規則が適用される配管類に接続される可とう管のうち、ベローズ形伸縮管継手及びフレキシブルチューブであって、断面が円形で金属製のものに関する製造時における設計及び検査に適用する。なお、次に掲げるものは適用範囲外とする。

- a) 熱交換器、ジャケット付き容器等に設けられた伸縮継手
- b) **JIS B 8277** の 4 に定める成形シェル形
- c) **JIS B 0151** の 4109 に定める伸縮ベンド
- d) 設計圧力が 25MPa を超える水素のベローズ形伸縮管継手及びフレキシブルチューブ

2 引用規格

次に掲げる規格は、この基準に引用されることによって、この基準の規定の一部を構成する。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・追補には適用しない。

- a) **JIS B 0151** : 2001 鉄鋼製管継手用語
- b) **JIS B 2352** : 2005 ベローズ形伸縮管継手
- c) **JIS B 8277** : 2008 圧力容器の伸縮継手
- d) **JIS B 8285** : 2003 圧力容器の溶接施工方法の確認試験
- e) **JIS Z 3104** : 1995 鋼溶接継手の放射線透過試験方法
- f) **JIS Z 3105** : 2003 アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法
- g) **JIS Z 3106** : 2001 ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法
- h) **JIS Z 3107** : 1993 チタン溶接部の放射線透過試験方法
- i) **JIS Z 3801** : 1997 手溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- j) **JIS Z 3805** : 1997 チタン溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- k) **JIS Z 3811** : 2000 アルミニウム溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- l) **JIS Z 3821** : 2001 ステンレス鋼溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- m) **JIS Z 3841** : 1997 半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準

3 用語の定義

この基準で用いる用語の定義は、平成 13 年 12 月 28 日付通達「特定設備検査規則の機能性基準の運用について（平成 13・12・27 原院第 5 号）」（以下「機能性通達」という。）、**JIS B 0151** 及び **JIS B 2352** によるほか、次による。

3.1

ベローズ形伸縮管継手

軸方向、軸直角方向、軸曲げなどの変位を、ベローズの伸縮・屈曲によって吸収する可とう管。(JIS B 0151 の 4201 参照) (図 1 参照)

3.2

フレキシブルチューブ

波形に加工した管(ベローズ)によって、配管系の熱膨張、屈曲運動、振動などを吸収するもの(JIS B 0151 の 4107 参照)であって、ベローズを所定の長さに保持するため、ベローズの内圧力に対する耐圧力強度保持のためのワイヤー又は帯状板を編組したブレードを取り付けた可とう管。(図 2 参照)

3.3

ベローズ

ベローズ形伸縮管継手及びフレキシブルチューブを構成する部品であって、波形に加工された1層以上からなる伸縮素子を一山以上もつもの。なお、コルゲーション部と一体のベローズ末端の円筒部を含む。(図 1 及び図 2 参照)

3.4

端管継手

ベローズを配管又は機器に接続するための管継手で、フランジ、ユニオン及びブレード押えリングを含む。なお、複式ベローズにあつては、中間パイプ部を含む。(図 1 及び図 2 参照)

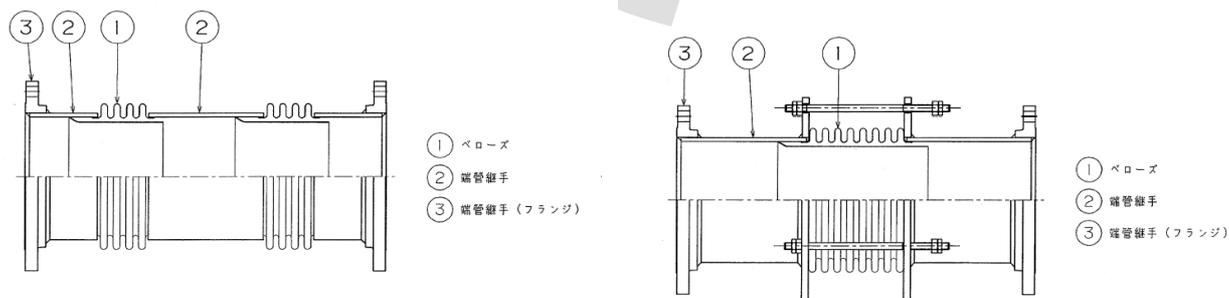


図 1-ベローズ形伸縮管継手 (例)

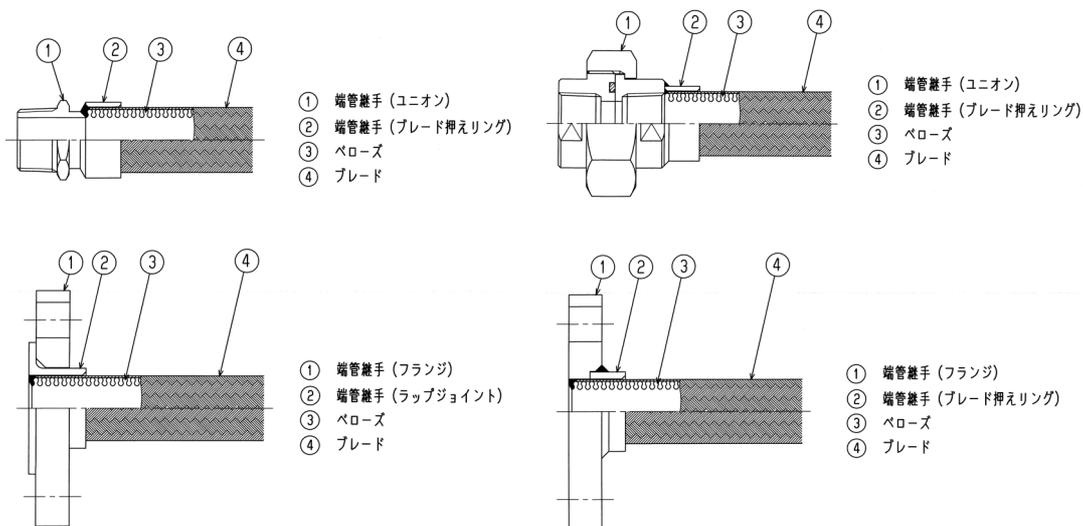


図 2—フレキシブルチューブ（例）

4 材料

4.1 ベローズの材料

ベローズに使用する材料は、機能性通達に例示された「別添 1 特定設備の技術基準の解釈」（以下「別添 1」という。）第 4 条に規定する材料（炭素鋼、低合金鋼及び鋳鋼品を除く。）に適合すること。

4.2 端管継手の材料

端管継手に使用する材料は、別添 1 第 4 条に規定する材料（鋳鋼品を除く。）に適合すること。

5 強度評価

5.1 ベローズの強度評価

ベローズの強度評価は、**JIS B 2352 の附属書 2** ベローズ形伸縮管継手の強度評価基準の **3.1 a)**又は **3.1 b)**によることとし、この場合における許容引張応力の値は、別添 1 第 8 条に規定する値を、降伏点又は 0.2%耐力の値は、別添 1 別表第 3 に規定する値を使用すること。ただし、**JIS B 2352 の附属書 2 の 3.1 a)**又は **3.1 b)**による強度評価が適用できないフレキシブルチューブにあっては、**7.6** の加圧試験で強度を確認することに代えることができる。

5.2 端管継手の強度評価

円筒部は、機能性通達に例示された「別添 7 第二種特定設備の技術基準の解釈」（以

下「別添7」という。)第6条第1項(1)イに規定する算式により得られる最小厚さ以上の厚さを有すること。フランジ継手は、別添7第6条第2項によるものとする。なお、許容引張応力の値は別添1第8条に規定する値を使用すること。

6 溶接の方法など

6.1 ベローズ

フレキシブルチューブのベローズの長手を溶接する場合は、自動溶接によること。

6.2 溶接施工方法の確認試験

ベローズ及び端管継手に係る溶接は、溶接の方法、母材の種類、溶接棒の種類、予熱の温度、応力除去の方法、シールドガスの種類などに応じ、**JIS B 8285**又はこれと同等と認められる溶接施工方法確認試験により、あらかじめ確認された溶接施工方法による。

備考1：「これと同等と認められる溶接施工方法確認試験」とは、次の1)～4)に示すものをいう。

- 1) 電気事業法に基づく溶接施工方法確認試験
- 2) ガス事業法に基づく溶接施工方法確認試験
- 3) 労働安全衛生法に基づく溶接施工方法確認試験
- 4) 海外の溶接施工方法確認試験であって当該国で認められたもの

備考2：「あらかじめ確認された溶接施工方法」とは、溶接前に溶接施工方法確認試験の記録書が、設計の検査において確認された溶接施工方法をいう。

6.3 溶接士

ベローズ及び端管継手に係る溶接に従事する者は、材料、溶接の方法などに応じて**JIS Z 3801**、**JIS Z 3805**、**JIS Z 3811**、**JIS Z 3821**若しくは**JIS Z 3841**に基づく資格又は次のいずれかの資格を有していなければならない。

- a) 電気事業法に基づく資格
- b) ガス事業法に基づく資格
- c) 労働安全衛生法に基づく資格
- d) 海外の溶接士資格であって当該国で認められた資格

7 検査の方法

7.1 設計の検査

設計の検査は、次による。

- a) ベローズ及び端管継手の材料が、**4**に適合していることを確認する。
- b) 強度評価が、**5**に適合していることを確認する。
- c) 溶接の方法などが、**6**に適合していることを確認する。

7.2 材料の検査

材料の検査は、ベローズ、端管継手、ブレード並びに常時荷重を受けるボルト及びナットについて次により行う。

- a) 当該材料の製造業者が発行した材料試験成績書と構造図に記載された材料の種類の記事が一致していることを確認する。
- b) 材料試験成績書に記載された機械的性質及び化学的成分が構造図に記載された材料規格に適合していることを確認する。

7.3 外観検査

表面に使用上有害な傷、打こん、腐食などの欠陥がないことを目視により確認する。

7.4 寸法検査

7.4.1 ベローズ形伸縮管継手の寸法検査

ベローズ形伸縮管継手の寸法検査は、次による。

- a) ベローズの寸法が、構造図（公差が仕様書などで規定されている場合は、仕様書などを含む。以下同じ。）どおりであることを寸法測定器により確認する。
- b) 端管継手の寸法が、構造図どおりであることを寸法測定器により確認する。ただし、フランジなどの購入部品は当該部品の製造業者が発行した試験成績書により確認することができる。

7.4.2 フレキシブルチューブの寸法検査

フレキシブルチューブの寸法検査は、次による。

- a) 検査を受検するフレキシブルチューブと同一の製造設備により同一のチャージから同一の管理条件で製造された同一形状のフレキシブルチューブのベローズについて、構造図どおりであることを寸法測定器により確認する。
- b) 端管継手の寸法が、構造図どおりであることを寸法測定器により確認する。ただし、フランジなどの購入部品は当該部品の製造業者が発行した試験成績書により確認することができる。

7.5 溶接部の検査

7.5.1 一般

溶接部の検査は、次による。

- a) ベローズに係る溶接部は、溶け込みが十分であり、かつ、欠陥がないこと。
- b) 端管継手の溶接部は、溶け込みが十分であり、かつ、割れ又は深さ 0.4 mm を超えるアンダーカット、長さ 4 mm を超えるオーバーラップ及びクレータ、スラグ巻き込み、ブローホールなどで有害なものがないこと。

7.5.2 非破壊試験

溶接部の非破壊試験は、次による。

- a) 耐圧試験を空気その他の気体によって行う場合 (7.7 e) を適用する場合) には、突合せ溶接に係る溶接部の全長に対して放射線透過試験、突合せ溶接以外の溶接部の全長に対して **JIS Z 2343-1** により浸透探傷試験を実施する。放射線透過試験の試験方法及び合格基準は表 1、浸透探傷試験の合格基準は別添 1 第 65 条第 2 項による。
- b) 強度評価において放射線透過試験の割合に応じた溶接継手の効率を用いた場合は、別添 1 第 13 条に規定する溶接継手の効率と放射線透過試験の割合に応じて放射線透過試験を実施する。放射線透過試験の試験方法及び合格基準は、表 1 による。
- c) 非破壊試験に従事する者は、(財)日本非破壊検査協会、ASNT (American Society for Nondestructive Testing, Inc. 一米国非破壊検査協会) などの第三者機関により技量を認められた者でなければならない。

表 1 - 放射線透過試験の試験方法及び合格基準

溶接金属の種類	試験方法	合格基準
鋼材	JIS Z 3104 の 6 透過写真の撮影方法に規定する方法	透過写真が、 JIS Z 3104 の附属書 4 透過写真によるきずの像の分類方法による 1 類又は 2 類であること。
アルミニウム及びアルミニウム合金	JIS Z 3105 の 7 透過写真の撮影方法に規定する方法	透過写真が、 JIS Z 3105 の附属書 4 透過写真によるきずの像の分類方法による 1 類又は 2 類であること。
ステンレス鋼、耐食耐熱超合金、9%ニッケル鋼その他これらに類するもの	JIS Z 3106 の 7 透過写真の撮影方法に規定する方法	透過写真が、 JIS Z 3106 の附属書 4 透過写真によるきずの像の分類方法による 1 類又は 2 類であること。
チタン及びチタン合金	JIS Z 3107 の 5 透過写真の撮影方法に規定する方法	透過写真が、 JIS Z 3107 の附属書透過写真によるきずの像の分類方法による 1 類又は 2 類であること。

7.6 加圧試験

加圧試験は、フレキシブルチューブのうち、5.1 の強度評価を適用できないものについて、次により行う。

- a) 次の条件のいずれも満足する型式ごとに 1 個行う。ただし、試験対象機器の設計圧力及び設計温度が、既に加圧試験に合格している型式の設計圧力及び設計温度以下の場合にあつては、加圧試験を省略することができる。
- 1) 設計圧力及び設計温度が同じ
 - 2) 構成する各部材（5.2 の強度評価を適用する部材を除く。）の材料の種類の記事がそれぞれ同じ
 - 3) ベローズの形状及び寸法（ベローズ軸方向の全体長さを除く。）が同じ
 - 4) 溶接部の溶接施工要領が溶接部毎に同じ
 - 5) ブレードの形状及び巻数が同じ
- b) 加圧試験圧力は、次式により得られる圧力とする。

$$P_{4t} = 4P \frac{\sigma_0}{\sigma_a}$$

ここに、

P_{4t} : 加圧試験圧力 (MPa)

P : 設計圧力 (MPa)

σ_0 : 試験温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)

σ_a : 設計温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)

- c) 水その他の安全な液体を使用して行うこと。
- d) 加圧試験圧力まで昇圧して圧力保持した後、破壊を生じない場合、これを合格とする。

7.7 耐圧試験

耐圧試験は、次により行う。

- a) 7.1～7.6 の試験に合格した後に行うこと。
- b) 可とう管が、ぜい性破壊を起こすおそれのない温度において行うこと。
- c) 水その他の安全な液体を使用して行うこと。ただし、構造などにより水を使用することが適当でないものは、乾燥した空気、窒素などの気体を使用して耐圧試験を行うことができる。
- d) 液体による耐圧試験圧力は、次式により得られる圧力とする。

$$P_t = 1.5P \frac{\sigma_t}{\sigma_a}$$

ここに、

P_t : 耐圧試験圧力 (MPa)

P : 設計圧力 (MPa)

σ_t : 試験温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)

σ_a : 設計温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)

- e) 気体による耐圧試験圧力は、**d)**に規定する算式での定数 1.5 を 1.25 とした式により得られる圧力とする。
- f) 耐圧試験圧力まで昇圧して 10 分間以上保持した後、局部的なふくらみ、漏れなどの異状がない場合、これを合格とする。
- g) 気体により耐圧試験を行う場合、設計圧力又は試験圧力の 1/2 の圧力まで圧力を上げ、設計圧力又は試験圧力の 1/10 の圧力ずつ段階的に圧力を上げること。

7.8 気密試験

気密試験は、次により行う。

- a) 耐圧試験に合格した後に、乾燥した空気その他の危険性のない気体を使用して行うこと。
- b) 気密試験圧力は、設計圧力以上の圧力とする。
- c) 可とう管が、ぜい性破壊を起こすおそれのない温度において行うこと。
- d) 気密試験圧力まで昇圧（気体による耐圧試験合格後、引き続き行う場合は、気密試験圧力まで降圧）して 10 分間以上保持した後、漏れなどの異状がない場合、これを合格とする。

案

附属書 A
(参考)
加圧試験記録の例

序文

この附属書は、加圧試験記録の様式の一例を示すものであって、規定の一部ではない。

A.1 加圧試験記録の例

フレキシブルチューブの加圧試験記録の様式例を、次に示す。

案

様式例

フレキシブルチューブ 加圧試験記録

試験を実施した者

責任者氏名 印

担当者氏名 印

番 号			
製造者の名称			
試験実施場所			
試験実施年月日			
品名・型式（機器番号）			
型 式 仕 様	最大の設計圧力	MPa	
	最高の設計温度	℃	
	使用厚さ	mm（実測値 mm）	
	機器の処理容積等	呼び径、外径又は内径 A, mm	
構造図面	図面名称	図面番号	材質
許容応力	設計温度の許容引張応力 σ_a		N/mm ²
	試験温度の許容引張応力 σ_0		N/mm ²
加圧試験圧力	$P_{4t} = 4P \times \sigma_0 / \sigma_a$		MPa
備考			

年 月 日

検査機関名

承認	確認	担当

備考 1：構造図面には、設計条件、各部材の材料の種類、ベローズ及びブレードの形状・寸法・巻数が記載されていること。

備考 2：図面番号には履歴を含めること。

解説

この解説は、基準に規定・記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、規定の一部ではない。

I 制定の趣旨

高圧ガス設備は、高圧ガス保安法第 8 条第 1 号、第 12 条第 1 項及び第 13 条に基づき経済産業省令で定める技術上の基準に適合しなければならない。技術上の基準は、一般高圧ガス保安規則、液化石油ガス保安規則及びコンビナート等保安規則（以下「一般則等」という。）において機能性基準として規定され、その例示として一般則等の関係例示基準に各種試験の内容について規定されている。しかし、可とう管は、一般則等の関係例示基準を適用することが難しい。また、高圧ガス保安協会が実施する高圧ガス設備試験においても、平成 9 年 4 月 1 日付通達「一般高圧ガス保安規則第 6 条第 1 項第 11 号等の規定による試験を行う者及び同項第 13 号等の規定による製造を行う者の認定等について（平成 09・03・31 立局第 42 号）」に基づき、貯槽、熱交換器、その他の圧力容器類、往復動式圧縮機、往復動式ポンプ、管類、弁類などの高圧ガス設備の試験（特定設備に該当する場合を除く。）を実施しているが、当該通達において可とう管は高圧ガス設備試験の対象外となっている。そのため、高圧ガス保安法第 5 条の規定により都道府県知事の許可を受けようとする場合などでは、製造業者、使用者などは、機能性基準への適合性を確認するための可とう管の試験内容について、あらかじめ独自に決定する必要があった。そこで、可とう管の試験内容をまとめた規定を制定することが望ましいとの判断から、新規製作する可とう管に対する一般則等の関係例示基準の試験内容に即した基準を示すこととした。

II 各項の解説

1 適用範囲

一般則等が適用される配管類に接続される金属製の可とう管であって、特定設備検査又は高圧ガス設備試験の対象外となるものを対象とした。本体 1 の a) から d) を適用除外とした理由は、それぞれ次のとおり。

- a) 特定設備検査規則対象となるため
- b) 成形シェル形は、主に熱交換器等の機器の一部として用いられるため
- c) 高圧ガス設備試験の管類に該当するため（熱交換などの機能を有する場合、管類以外に該当する。）
- d) 高圧水素による金属材料の劣化を考慮して、圧力による使用制限を設けた。

2 引用規格

この基準で引用している規格を列挙した。

3 用語の定義

原則、用語の定義は、**JIS B 0151** 及び **JIS B 2352** によることとし、新たに4つの用語を規定した。

4 材料

ベローズの厚さは端管に比べて極めて薄いことから、耐腐食性を考慮して材料を選定することが重要であり、使用実績を加味して使用材料を規定した。

5 強度評価

5.1 ベローズの強度評価

JIS B 2352 附属書 2 において、ASME B31.3 Appendix X-1996 に準拠した計算式 (EJMA 式) とケログ式を基準とする計算式が規定されていることから、同附属書を引用することとした。高圧ガス設備の許容引張応力は、一般則等の関係例示基準において別添 1 の値が使用されていることから、許容引張応力として別添 1 を使用することとした。

計算による強度評価を適用できない場合、強度評価に代えて行う試験として一般則等の関係例示基準でも規定されている加圧試験を規定した。

5.2 端管継手の強度評価

円筒部の計算式として、一般則等の関係例示基準においても配管及び導管の式が規定されているが、**JIS B 8265** と整合している特定設備検査規則関係の別添 7 の計算式を引用することとした。また、フランジについては、特定設備検査規則関係の別添 1 よりも別添 7 の方が引用しているフランジ規格が多いことから別添 7 を引用することとした。

6 溶接の方法など

フレキシブルチューブとベローズ形伸縮管継手は製造方法が異なることから、寸法検査の方法を区分するため、フレキシブルチューブの溶接方法を限定することとした。

ベローズ同士、端管継手とベローズ、端管継手同士、ベローズ又は端管継手に取り付く非耐圧部材に係る溶接について、溶接施工方法の確認試験及び溶接士の資格を規定した。

7 検査の方法

7.1 設計の検査

試験実施前に行う書類検査の内容を規定した。加圧試験を適用する場合は、その旨明示しておく必要がある。

7.2 材料の検査

ベローズ及び端管継手に対して材料の検査方法について、高圧ガス設備試験と同程度の内容を規定した。なお、フランジ等であって、材料メーカ発行の材料試験成績書に記載された化学的成分を鍛造メーカ等の材料試験成績書に転記している場合、鍛造メーカ等の材料試験成績書と材料メーカの材料試験成績書の両方を揃えておく必要がある。

7.3 外観検査

別添1を参考に規定した。

7.4 寸法検査

ベローズ及び端管継手について、適用する計算式に応じて強度評価に必要な呼び厚さ、ベローズの山の高さ、ベローズの山のピッチ、ベローズ端末円筒部長さ、補強カラーの厚さ、ベローズ端末円筒部の内径、フランジの内外径、フランジの厚さなどの寸法を確認するための検査として別添1 特定設備の技術基準の解釈を参考に規定した。購入部品については、購入部品の製造業者が発行する寸法検査記録で確認できる場合は、当該記録を使用できることとした。なお、購入者は、製造業者の寸法記録が妥当なものであることを確認しておく必要がある。

フレキシブルチューブは、ステンレス鋼のロール、長手方向の溶接及び波形成形の工程が同一ラインで連続的に成形する方法が一般的であることから、同一の条件で製造されたベローズについて寸法確認する方法を認めることとした。

7.5 溶接部の検査

7.5.1 一般

本体 7.5.1 の b) は別添1 特定設備の技術基準の解釈と同様の規定とした。ベローズは薄肉で繰返し変位のある部位であることから、一般的な圧力容器を対象とした b) の基準とは別に規定することとした。

7.5.2 非破壊検査

溶接部に対して要求する非破壊検査について規定した。なお、許容引張応力を採用する場合に非破壊試験が要求されることがあるが、その場合は本項にかかわらず実施する必要がある。

7.6 加圧試験

計算による強度評価を適用できない場合、強度評価に代えて行う試験として一般則等の関係例示基準でも規定されている加圧試験を規定した。加圧試験に用いるベローズの長さは、十分な長さ（目安としてベローズ外径の5倍又は500mm以上）を有している必要がある。なお、加圧試験を実施した可とう管は、製品として使用しないよう、識別、廃棄処分などを行うことが望ましい。

7.7 耐圧試験

高圧ガス設備試験と同様の規定とした。

7.8 気密試験

高圧ガス設備試験と同様の規定とした。

案