

第6 可撓管継手に関する技術上の基準

(昭和56年3月9日消防危第20号(平成11年9月24日消防危第86号改正)、昭和56年8月14日消防危第107号、昭和57年5月28日消防危第59号)

液体の危険物を貯蔵し、又は取り扱うタンク(以下第6において「タンク」という。)と配管との結合部分が地震等により損傷を受けるのを防止するための措置として、可撓管継手を用いる場合における当該可撓管継手については、次の基準によるものとする。

1 フレキシブルメタルホース(JISB0151「鉄鋼製管継手用語」に定める波形たわみ金属管継手をいう。)又はユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手を用いる場合は、次によること。

(1) フレキシブルメタルホースは、次によること。

ア フレキシブルメタルホースの構成

フレキシブルメタルホースは、ベローズ、端管、法兰ジ、ブレード等から構成され、ブレードによりベローズを補強し、所要の応力及び変形に耐える構造としたものであること。(図3-6-1)

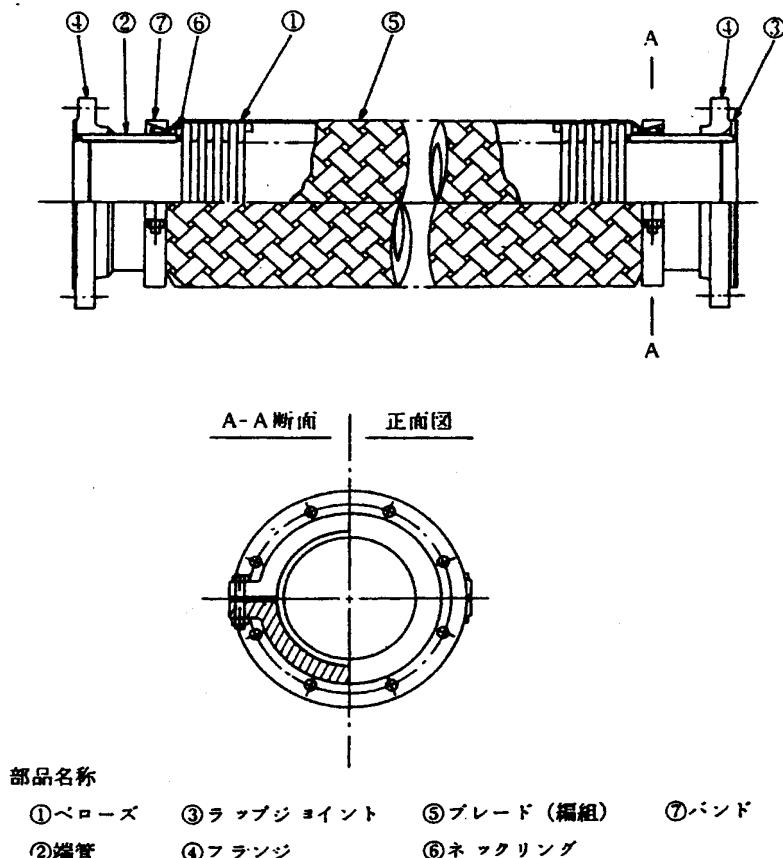


図3-6-1 フレキシブルメタルホース構造図例

イ 材料

ベローズ、端管、ラップジョイント、法兰ジ、ブレード、ネックリング及びバンドの材料は、次に掲げるもの又はこれらと同等以上の耐食性、耐熱性、耐候性及び機械的性質を有するものであること。

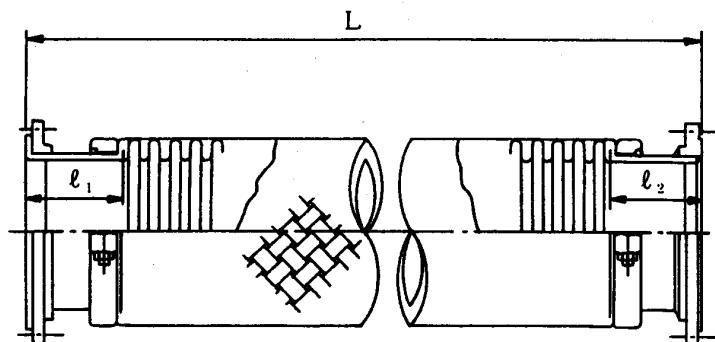
- (ア) ベローズにあっては、JISG3459「配管用ステンレス鋼管」、JISG4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帶」に定めるSUS304、316、316、317又は317に適合するもの
- (イ) 端管及びラップジョイントにあっては、JISG3452「配管用炭素鋼鋼管」、JISG3454「圧力配管用炭素鋼鋼管」若しくはJISG3457「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」に適合するもの又はJISG3101「一般構造用圧延鋼材」に定めるSS400に適合するもの
- (ウ) フランジにあっては、JISB2220「鋼製溶接式管フランジ」及びJISB2238「鋼製管フランジ通則」に適合するもの
- (エ) ブレードにあっては、JISG4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帶」又はJISG4309「ステンレス鋼線」に定めるSUS304に適合するもの
- (オ) ネックリング及びバンドにあっては、JISG3101「一般構造用圧延鋼材」に定めるSS400に適合するもの又はJISG4051「機械構造用炭素鋼鋼材」に定めるS25Cに適合するもの

ウ フレキシブルメタルホースの長さ及び最大軸直角変位量

長さは、次の表の左欄に掲げるフレキシブルメタルホースの呼径（端管の内径をいう。以下同じ。）の区分ごとに同表右欄の上段に掲げる最大軸直角変位量に応じ、同表右欄の下段に掲げる数値以上の長さであること。

なお、この場合において最大軸直角変位量（図3-6-2）は、予想されるタンクの最大沈下量、配管の熱変形量、配管の施工誤差量、地震時等におけるタンクと配管との相対変位量等及び余裕代を勘案し、設定したものであること。

表3-6-1 フレキシブルメタルホースの長さ



単位: mm

呼 径	最大軸直角変位量							
	50	100	150	200	250	300	350	400
N D	フレキシブルメタルホースの全長L							
40	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
50	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
65	600	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
80	700	800	1000	1100	1200	1300	1400	1500
100	700	900	1100	1200	1300	1400	1500	1600
125	800	1000	1200	1300	1400	1500	1600	1800
150	800	1100	1300	1500	1600	1700	1800	1900
200	900	1200	1400	1500	1700	1800	1900	2100
250	1000	1400	1500	1700	2000	2100	2200	2300
300	1100	1400	1700	1900	2200	2300	2500	2600
350	1200	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800
400	1300	1600	2000	2200	2500	2700	2900	3200

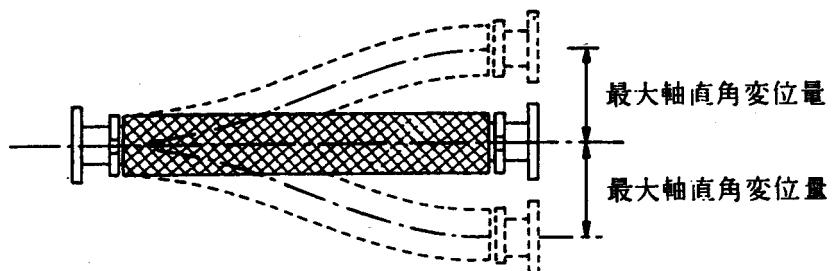


図 3-6-2 最大軸直角変位量

エ 端管部の長さ

端管部の長さ（表 3-6-1 中の ℓ_1 及び ℓ_2 の合計をいう。）は、当該フレキシブルホースの呼径に応じ、表 3-6-2 に掲げる数値以下の長さであること。

表 3-6-2 端管部の長さ 単位: mm

呼 径	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
端管部の長さ ($\ell_1 + \ell_2$)	160	200	220	240	280			320	360			

オ ベローズの厚さ

ベローズの厚さ（ベローズが多層の場合は、その合計厚さをいう。以下同じ。）は、当該フレキシブルメタルホースの呼径に応じ、表3-6-3に掲げる数値以上の厚さであること。

表3-6-3 ベローズの厚さ

単位：mm

呼 径	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
ベローズの厚さ	0.5		0.8		1.0		1.2		1.5			

カ ベローズの強度

(ア) 内圧によってベローズに生ずる周方向及び長手方向の引張応力は、当該ベローズの材料の0.2パーセント耐力の60パーセント以下であること。

なお、周方向及び長手方向の引張応力の計算方法は、次によること。

a 周方向引張応力

$$\sigma_{tc} = \frac{P \cdot dp}{2 \cdot n \cdot tp} \left(\frac{1}{0.571 + 2w/q} \right)$$

b 長手方向引張応力

$$\sigma_{ta} = \frac{P \cdot W}{2 \cdot n \cdot tp}$$

P : 最大常用圧力 (MPa)

n : ベローズの層数

w : ベローズの山の高さ (mm)

tp : 成形による板厚減少を考慮したベローズ1層の板厚 (mm)

$$(tp = t \cdot (d/dp)^{0.5})$$

t : ベローズ1層の呼び板厚 (mm)

d : ベローズの端末直管部外径 (mm)

dp : ベローズの有効径 (mm) (dp = d + w)

q : ベローズのピッチ (mm)

(イ) 内圧によってベローズに生ずる曲げ応力は、当該ベローズの材料の0.2パーセント耐力の60パーセント以下であること。

なお、曲げ応力の計算方法は、次によること。

$$\sigma_b = \frac{P}{2 \cdot n} \left(\frac{w}{tp} \right)^2 C_p$$

P : 最大常用圧力 (MPa)

n : ベローズの層数

w : ベローズの山の高さ (mm)

t_p : 成形による板厚減少を考慮したベローズ 1 層の板厚 (mm)

$$(t_p = t \ (d / d_p)^{0.5})$$

t : ベローズ 1 層の呼び板厚 (mm)

d : ベローズの端末直管部外径 (mm)

d_p : ベローズの有効径 (mm) ($d_p = d + w$)

C_p : 図 3-6-3 に示す曲げ応力に対する補正係数

q : ベローズのピッチ (mm)

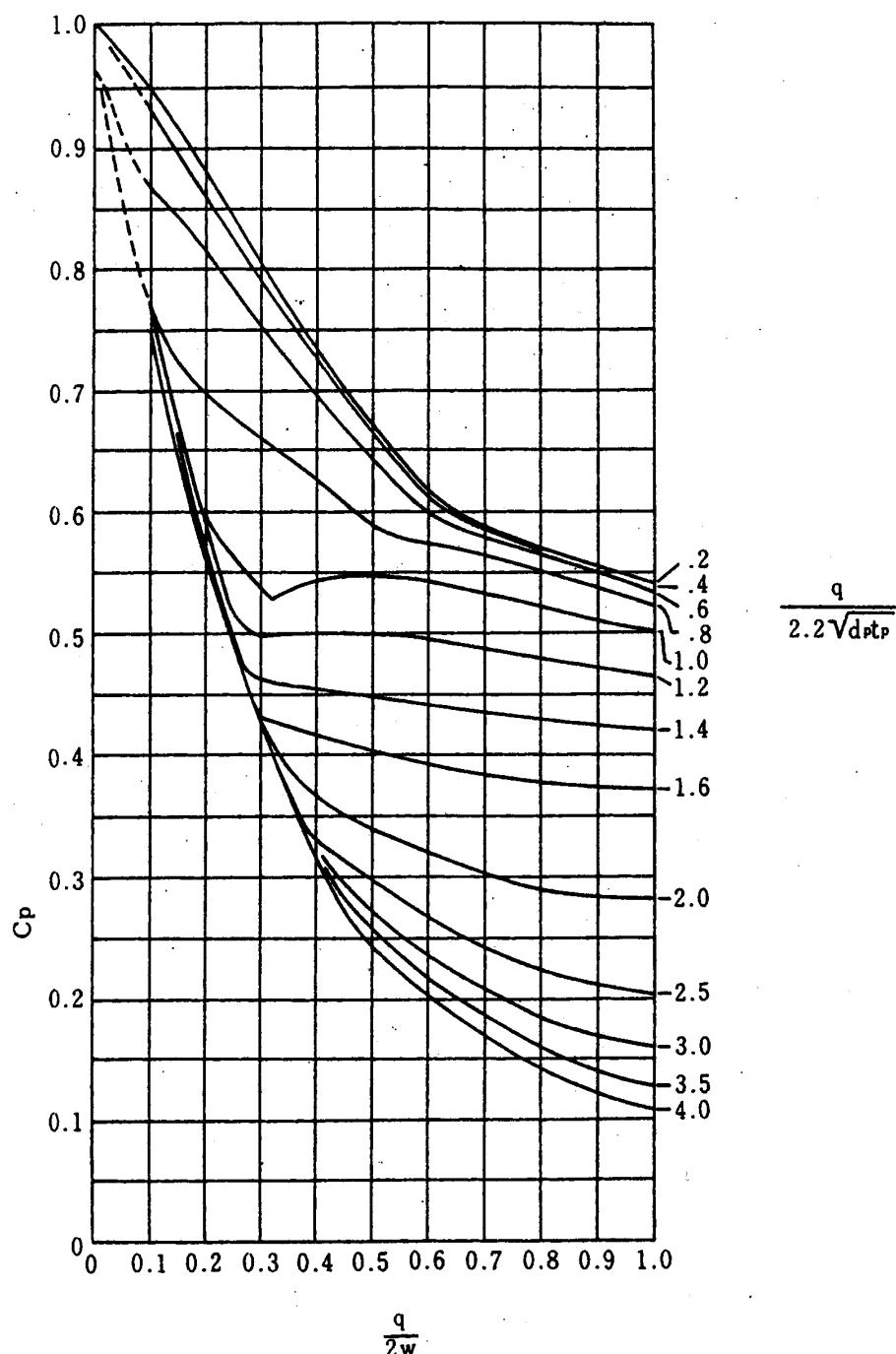


図 3-6-3 曲げ応力に対する補正係数 C_p

キ ブレードの強度

内圧によってブレードに生ずる引張応力は、当該ブレードの材料の0.2パーセント耐力の60パーセント以下であること。

なお、引張応力の計算方法は、次によること。

$$\sigma_t = \frac{\pi \cdot P \cdot dp^2}{4 \cdot nb \cdot \cos \frac{\phi}{2} \cdot A}$$

P : 最大常用圧力 (MPa)

dp : ベローズの有効径 (mm) ($dp = d + w$)

d : ベローズの端末直管部外径 (mm)

w : ベローズの山の高さ (mm)

ϕ : ブレードの交叉角 (度)

A : 線ブレードにあっては $0.78db^2$ 、帯ブレードにあっては $B tb$ (mm²)

db : 線ブレードの直径 (mm)

B : 帯ブレードの幅 (mm)

tb : 帯ブレードの厚さ (mm)

nb : 線ブレード又は帯ブレードの本数

ク 耐震性能

フレキシブルメタルホースは、地震動による慣性力等によって生ずる応力及び変形により損傷等が生じないものであること。

ケ 耐久性能

フレキシブルメタルホースは、次に掲げる試験を行ったとき異常がないものであること。

(ア) 表3-6-1に掲げる最大軸直角変位量まで変位させた状態で最大常用圧力以上の水圧を5分間加えた場合に各構成部材に有害な変形等がないこと。

(イ) 表3-6-1に掲げる最大軸直角変位量までの変形を1,000回繰返した後、最大常用圧力の1.5倍以上の圧力で水圧試験を行った場合に漏れ、損傷等がないこと。

(ウ) 最大常用圧力により2,000回以上の繰返し加圧を行った場合に当該フレキシブルメタルホースの長さが試験開始前の長さの105パーセント以下であること。

コ 水圧試験

最大常用圧力の1.5倍以上の圧力で10分間行う水圧試験（水以外の不燃性の液体又は不燃性の気体を用いて行う試験を含む。）を行ったとき漏れ、損傷等の異常がないものであること。

サ 防食措置

フレキシブルメタルホースの外面には、さび止めのための塗装を行うこと。た

だし、ステンレス鋼材を用いる部分にあってはこの限りでない。

シ 外観

フレキシブルメタルホースの構成部材は、亀裂、損傷等の有害な異常がないものであること。

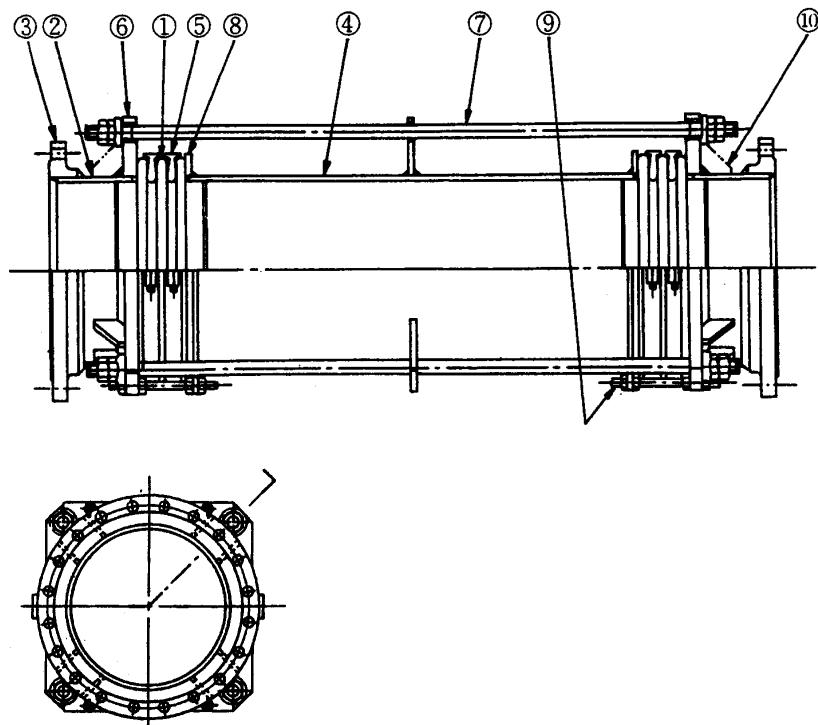
ス 表示

フレキシブルメタルホースには、容易に消えない方法により、最大常用圧力、ベローズの材質、製造年月及び製造者名を表示（いずれも略記号による表示を含む。）すること。

(2) ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手は、次によること。

ア ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の構成

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手は、ベローズ、端管、フランジ等から構成され、調整リングによりベローズを補強し、ステーボルトにより所要の応力及び変形に耐える構造としたものであること。（図3-6-4）



部分名称

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ①ベローズ | ⑤調整リング | ⑨セットボルト |
| ②端 管 | ⑥ステー板 | ⑩リ ブ |
| ③フランジ | ⑦ステーボルト | |
| ④中間パイプ | ⑧ネックリング | |

図3-6-4 ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手構造図例

イ 材料

ベローズ、端管、中間パイプ、法兰ジ、ステー板、ネックリング、ステートボルト及び調整リングの材料は、次に掲げるもの又はこれらと同等以上の耐食性、耐熱性、耐候性及び機械的性質を有するものであること。

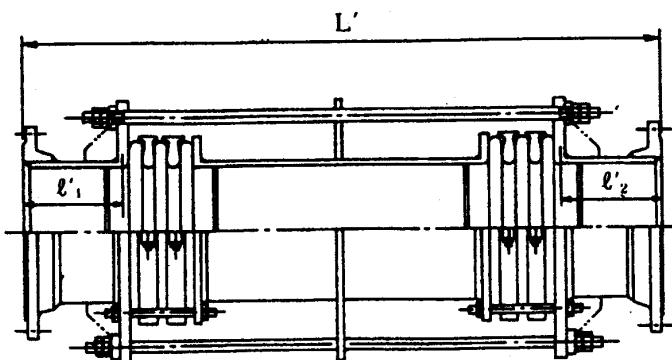
- (ア) ベローズにあっては、JISG3459「配管用ステンレス鋼管」又はJISG4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帶」に定めるSUS304、316、316L、317又は317Lに適合するもの
- (イ) 端管及び中間パイプにあっては、JISG3452「配管用炭素鋼鋼管」、JISG3454「圧力配管用炭素鋼鋼管」若しくはJISG3457「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」に適合するもの又はJISG3101「一般構造用圧延鋼材」に定めるSS400に適合するもの
- (ウ) フランジにあっては、JISB2220「鋼製溶接式管法兰」又はJISB2238「鋼製管法兰通則」に適合するもの
- (エ) ステー板、ネックリング及びステートボルトにあっては、JISG3101「一般構造用圧延鋼材」に定めるSS400に適合するもの又はJISG4051「機械構造用炭素鋼鋼材」に定めるS25Cに適合するもの
- (オ) 調整リングにあっては、JISG3101「一般構造用圧延鋼材」に定めるSS400に適合するもの又はJISG5501「ねずみ鉄鉄品」に定めるFC200に適合するもの

ウ ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の長さ及び最大軸直角変位量

長さは、表3-6-4の左欄に掲げるユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の呼径の区分ごとに、同表右欄の上段に掲げる最大軸直角変位量に応じ、同表右欄の下段に掲げる数値以上の長さであること。

なお、この場合において、最大軸直角変位量（図3-6-5）は、予想されるタンクの最大沈下量、配管の熱変形量、配管の施工誤差量、地震時におけるタンクと配管との相対変位量等及び余裕度を勘案し、設定したものであること。

表3-6-4 ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の長さ



単位: mm

径 呼	最 大 軸 直 角 変 位 量							
	50	100	150	200	250	300	350	400
N D	ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の全長L'							
80	700	1000	1400	1700	2100	2400	2700	3100
100	700	1100	1400	1800	2100	2500	2800	3200
125	800	1200	1600	2000	2300	2700	3100	3500
150	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600
200	900	1300	1700	2100	2500	2900	3300	3700
250	1000	1400	1800	2200	2600	3000	3300	3700
300	1000	1400	1800	2200	2600	3000	3300	3700
350	1100	1500	1900	2300	2700	3100	3400	3800
400	1200	1600	2100	2400	2800	3200	3600	4000
450	1200	1700	2200	2600	3100	3500	4000	4500
500	1300	1800	2300	2800	3300	3800	4300	4800
550	1300	1900	2500	3000	3600	4100	4700	5300
600	1400	1900	2500	3000	3600	4100	4700	5300
650	1400	1900	2500	3000	3600	4100	4700	5300
700	1400	2000	2500	3000	3600	4100	4700	5300
750	1500	2100	2600	3100	3700	4200	4700	5300
800	1500	2100	2700	3200	3800	4300	4800	5400
900	1600	2200	2800	3400	4000	4600	5200	5800
1000	1800	2600	3300	4100	4800	5500	6300	7000
1100	1900	2800	3600	4400	5200	6000	6800	7600
1200	2000	2900	3800	4700	5600	6500	7300	8200
1300	2100	3100	4000	5000	5900	6900	7900	8800
1400	2200	3200	4300	5300	6300	7400	8400	9400
1500	2200	3400	4500	5600	6700	7600	8900	10000

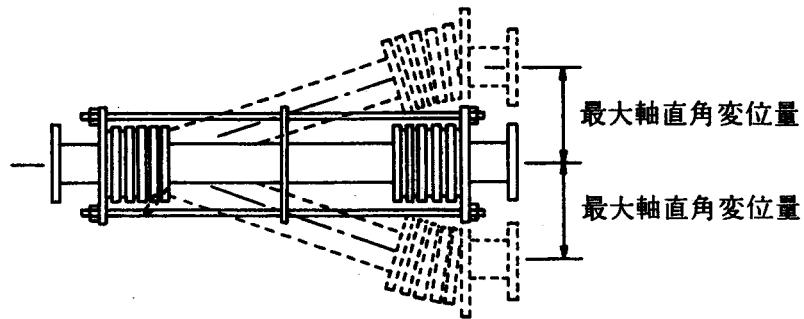


図 3-6-5 最大軸直角変位量

エ 端管部の長さ

端管部の長さ（表 3-6-4 中の ℓ_1' 及び ℓ_2' の合計をいう。）は、当該ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の呼径に応じ、次の表に掲げる数値以下の長さであること。

表 3-6-5 端管部の長さ

単位 : mm

呼 径	80	100	125	150	200	250	300	350
端管部の長さ ($\ell_1' + \ell_2'$)	200		220	300	320	400		

400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
460		480	500		550				

1000	1100	1200	1300	1400	1500
600					

オ ベローズの厚さ

ベローズの厚さは、当該ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の呼径に応じ、次の表に掲げる数値以上の厚さであること。

表 3-6-6 ベローズの厚さ

単位 : mm

呼 径	80	100	125	150	200	250	300	350
ベローズの厚さ	0.8		1.0		1.2			

400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
1.5					2.0				

1000	1100	1200	1300	1400	1500
2.5					

力 ベローズの強度

内圧によってベローズに生ずる周方向及び長手方向の引張応力は、当該ベローズの材料の0.2パーセント耐力の60パーセント以下であること。

なお、周方向及び長手方向の引張応力の計算方法は、次によること。

(ア) 周方向引張応力

$$\sigma_{tc} = \frac{P \cdot dp \cdot q}{2 \cdot Ab} \left(\frac{R}{R + 1} \right)$$

(イ) 長手方向引張応力

$$\sigma_{ta} = \frac{P (w - 0.3q)}{2 \cdot n \cdot tp}$$

P : 最大常用圧力 (MPa)

n : ベローズの層数

w : ベローズの山の高さ (mm)

dp : ベローズの有効径 (mm) (dp = d + w)

d : ベローズの端末直管部外径 (mm)

tp : 成型による板厚減少を考慮したベローズ一層の板厚 (mm)

$$(tp = t (d / dp)^{0.5})$$

t : ベローズ1層の呼び板厚 (mm)

q : ベローズのピッチ (mm)

Ab : ベローズ1山当りの断面積 (mm²)

$$(Ab = 0.571q + 2w) \cdot tp \cdot n$$

R : ベローズによって抑止された内圧力と調整リングによって抑止された内圧力の比

$$Ab \cdot Eb / Ar \cdot Er$$

Eb : ベローズ材料の縦弾性係数 (N/mm²)

Ar: 調整リング 1 個の断面積 (mm²)

Er: 調整リング材料の縦弾性係数 (N/mm²)

キ ステーボルトの強度

内圧によってステーボルトに生ずる引張応力は、当該ステーボルトの材料の規格最小降伏点の60パーセント以下であること。

なお、引張応力の計算方法は、次によること。

$$\sigma_{tv} = \frac{P}{ns} \left(\frac{dp}{ds} \right)^2$$

P : 最大常用圧力 (MPa)

dp : ベローズの有効径 (mm) (dp = d + w)

d : ベローズの端末直管部外径 (mm)

w : ベローズの山の高さ (mm)

ds : ステーボルトのねじの谷径 (mm)

ns : ステーボルトの本数

ク 耐震性能

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手は、地震動による慣性力等によって生ずる応力及び変形により損傷等が生じないものであること。

ケ 耐久性能

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手は、次に掲げる試験を行ったとき異常のないものであること。

(ア) 表 3-6-4 に掲げる最大軸直角変位量まで変位させた状態で最大常用圧力以上の水圧を 5 分間加えた場合に各構成部材に有害な変形等がないこと。

(イ) 表 3-6-4 に掲げる最大軸直角変位量までの変形を 1,000 回繰返した後、最大常用圧力の 1.5 倍以上の圧力で水圧試験を行った場合に漏れ、損傷等がないこと。

コ 水圧試験

最大常用圧力の 1.5 倍以上の圧力で 10 分間行う水圧試験 (水以外の不燃性の液体又は不燃性の気体を用いて行う試験を含む。) を行ったとき漏れ、損傷等の異常がないものであること。

サ 防食措置

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の外面には、さび止めのための塗装を行うこと。ただし、ステンレス鋼材を用いる部分にあっては、この限りでない。

シ 外観

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手の構成部材は、亀裂、損傷等の有害な異常がないものであること。

ス 表示

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手には、容易に消えない方法により、最大常用圧力、ベローズの材質、製造年月及び製造者名を表示（いずれも略記号による表示を含む。）すること。

2 フレキシブルメタルホース又はユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手以外の可撓管継手を用いる場合は、1に掲げるフレキシブルメタルホース又はユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手と同等以上の安全性を有するものであること。

3 繰返し寿命計算式例

1 (1) ケ(イ)及び1 (2) ケ(イ)に規定する耐久性能試験は、当該可撓管継手と同一呼径（呼径が250ミリメートルを超えるものにあっては250ミリメートルのもの）の可撓管継手の試験成績によることができるものとし、この場合は次の計算式を参照すること。

(1) 最大軸直角変位量により作用するベローズ単位山の等価伸縮量 e (mm)

ア フレキシブルメタルホース

$$e = \frac{3 \cdot d_p \cdot Y}{N^2 \cdot q}$$

イ ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手

$$e = \frac{3 \cdot d_p \cdot Y}{\{L + \ell(\ell/L + 1)\} 2 \cdot N}$$

(2) 最大軸直角変位量による繰返し寿命 N_a (回)

$$N_a = \left(\frac{11033}{S_R} \right)^{3.5} \geq 1000$$

フレキシブルメタルホース

$$S_R = \frac{0.75 \cdot E_b \cdot t \cdot e}{(q/2)^{0.5} \cdot W^{1.5}} + \frac{P \cdot W^2}{2t^2}$$

ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手

$$S_R = \frac{0.75 \cdot E_b \cdot t \cdot e}{(q/2)^{0.5} \cdot W^{1.5}} + \frac{P \cdot W}{t}$$

d_p : ベローズの端末直管部外径 (mm)

Y : 最大軸直角変位量 (mm)

N : ベローズの山数 (複数について片側)

q : ベローズのピッチ (mm)

L : ベローズの長さ (中間パイプを含む) (mm)

ℓ : 中間パイプの長さ (mm)

E_b : ベローズ材料の綫弾性係数 (N/mm^2)

t	ベローズ一層の呼び板厚	(mm)
W	ベローズの山の高さ	(mm)
P	最大常用圧力	(MPa)

4 耐震性能評価基準

1 (1) ク及び1 (2) クに規定する耐震性能は次によること。

(1) フレキシブルメタルホースは、次によること。

ア 次の式（繰返し回数200回とした場合の計算式）による軸直角変位量の計算結果が表3-6-1に掲げる最大軸直角変位量の2倍以上の値であること。

$$Y = \frac{(q/2)^{1/2} \cdot w^{1.5} \cdot N^2 \cdot q}{2.25 E_b \cdot t \cdot d_p} \left(\frac{11033}{200^{1/3.5}} - \frac{P \cdot w^2}{2t^2} \right)$$

Y	軸直角変位量	(mm)
P	最大常用圧力	(MPa)
N	ベローズの山数	
w	ベローズの山の高さ	(mm)
t	ベローズ1層の呼び板厚	(mm)
d_p	ベローズの有効径	(mm)
q	ペローズのピッチ	(mm)
E_b	ベローズ材料の縦弾性係数	(N/mm ²)

イ 最大常用圧力の水圧で加圧した状態において最大常用圧力の3倍の加圧に相当する軸方向引張力を加えた場合に水漏れがなく、かつ、当該継手の長さが試験開始前の長さの115パーセント以下であること。

ウ 両端固定水平置きの状態（専用支持部材を使用するものにあっては、その状態）でその内部を満水にし、中央部に全重量の2分の1の荷重を加えた場合、水漏れ、損傷等がないこと。

(2) ユニバーサル式ベローズ形伸縮管継手は、次によること。

ア 次の式（繰返し回数200回とした場合の計算式）による軸直角変位量の計算結果が表3-6-5に掲げる最大軸直角変位量の2倍以上の値であること。

$$Y = \frac{(q/2)^{1/2} \cdot w^{1.5} \{L + I(I/L + 1)\} \cdot 2N}{2.25 E_b \cdot t \cdot d_p} \left(\frac{11033}{200^{1/3.5}} - \frac{P \cdot w}{t} \right)$$

Y	軸直角変位量	(mm)
P	最大常用圧力	(MPa)
N	ベローズの山数	(片側)
w	ベローズの山の高さ	(mm)

t : ベローズ 1 層の呼び板厚	(mm)
d_p : ベローズの有効径	(mm)
q : ベローズのピッチ	(mm)
E_b : ベローズ材料の縦弾性係数	(N/mm ²)
L : ベローズの長さ (中間パイプを含む。)	(mm)
l : 中間パイプの長さ	(mm)

- イ 最大常用圧力により加圧した状態において最大常用圧力の 3 倍の加圧に相当する軸方向引張力を加えた場合に水漏れがなく、かつ、当該継手の長さが試験開始前の長さの 102 パーセント以下であること。
- ウ 両端固定水平置きの状態でその内部を満水にし、中央部に全重量の 2 分の 1 の荷重を加えた場合、水漏れ、損傷等がないこと。