

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5586419号  
(P5586419)

(45) 発行日 平成26年9月10日(2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日(2014.8.1)

(51) Int.Cl. F 1  
F 1 6 L 27/12 (2006.01) F 1 6 L 27/12 C

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-239920 (P2010-239920)	(73) 特許権者	000222174 東洋エンジニアリング株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目5番1号
(22) 出願日	平成22年10月26日(2010.10.26)	(74) 代理人	100123788 弁理士 官崎 昭夫
(65) 公開番号	特開2012-92888 (P2012-92888A)	(74) 代理人	100127454 弁理士 緒方 雅昭
(43) 公開日	平成24年5月17日(2012.5.17)	(72) 発明者	野田 謙介 千葉県習志野市茜浜2丁目8番1号 東洋 エンジニアリング株式会社内
審査請求日	平成25年9月24日(2013.9.24)	審査官	鈴木 貴雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配管システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

機器の機器ノズルに繋ぎこむベローズ形伸縮管継手を含む配管システムであって、  
本管と、  
前記本管の一端に接続された第1のベローズと、  
前記機器から延びる前記機器ノズルに接続された第1の配管部材であって、前記本管の  
一端に前記第1のベローズを介して接続された前記第1の配管部材と、  
一端が前記本管の側部に接続された第2の配管部材と、  
前記第2の配管部材の、前記本管の側部とは反対の他端に接続された第2のベローズと  
、  
前記第2の配管部材の他端に前記第2のベローズを介して接続された第3の配管部材と  
、  
前記第1の配管部材の外周に固定された第1のタイロッド支持部材と、  
前記第3の配管部材の外周に固定された第2のタイロッド支持部材と、  
前記第1のタイロッド支持部材と前記第2のタイロッド支持部材の間を一定の距離に維  
持するタイロッドと、  
前記本管の、前記第1のベローズの近傍部分を固定点とするために敷設されたアンカと  
、を有し、  
前記機器ノズル、前記第1の配管部材、及び、前記本管の、前記アンカより機器ノズル  
側の配管部材の熱伸びに対して、前記第1及び第2のベローズの変位(収缩量)の差より

発生し前記機器ノズルに伝わるペローズばね反力を最小とするため、前記第1のペローズが収縮し、かつ、前記第1及び第2のタイロッド支持フランジ間でのすべての配管部材の熱伸びによって前記第2のペローズが該第1のペローズと同じ収縮による変位（収縮量）となるように、前記第1のタイロッド支持部材と前記第2のタイロッド支持部材の間の配管部材の長さが決定されていることを特徴とする配管システム。

【請求項2】

前記機器ノズルの温度変化による変位量 [ mm ] を D 1、

前記第1の配管部材の、前記機器ノズルとの接続端から前記第1のタイロッド支持部材までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L 1、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L1, t)$ 、

前記第1の配管部材の、前記第1のタイロッド支持部材の機器ノズル側とは反対の端から前記第1のペローズまでの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L T 1、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(LT1, t)$ 、

前記本管の、前記本管と前記第1のペローズの接続端から前記アンカまでの配管部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L T 2、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(LT2, t)$ 、

前記アンカから前記第2のペローズまでの配管部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L T 3、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(LT3, t)$ 、

前記第3の配管部材の、前記第3の配管部材と前記第2のペローズの接続端から前記第2のタイロッド支持部材の機器ノズル側の端までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L T 4、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(LT4, t)$ 、

前記第1のペローズのある温度におけるばね定数 [ N / mm ] を  $k_{(B1, t)}$ 、

前記第2のペローズのある温度におけるばね定数 [ N / mm ] を  $k_{(B2, t)}$ 、

配管システムを吊り上げる調整力を F [ N ]

とするとき、次式

$$L T 3 = ( 1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} ) \cdot ( D 1 / (L T 3, t) + (L 1, t) / (L T 3, t) \cdot L 1 ) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (L T 1, t) / (L T 3, t) \cdot L T 1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (L T 2, t) / (L T 3, t) \cdot L T 2 - (L T 4, t) / (L T 3, t) \cdot L T 4 + 1 / k_{(B2, t)} / (L T 3, t) \cdot F + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (L B 1, t) / (L T 3, t) \cdot L B 1 - (L B 2, t) / (L T 3, t) \cdot L B 2$$

を満たすことを特徴とする請求項1に記載の配管システム。

【請求項3】

前記本管はエルボ管またはティーで構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の配管システム。

【請求項4】

前記本管は直管で構成されていることを特徴とする請求項1に記載の配管システム。

【請求項5】

前記第2の配管部材が、前記本管の、前記アンカより機器ノズル側とは反対側における側面に接続され且つ前記本管の延長方向とは角度をなす方向に延びており、前記タイロッドがタイプレートおよびカムプレートを用いて前記角度を持って配設されていることを特徴とする請求項4に記載の配管システム。

【請求項6】

前記機器ノズルの温度変化による変位量 [ mm ] を D 1、

前記第1の配管部材の、前記機器ノズルとの接続端から前記第1のタイロッド支持部材までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L 1、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L1, t)$ 、

前記第1の配管部材の、前記第1のタイロッド支持部材の機器ノズル側とは反対の端から前記第1のペローズまでの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を L T 1、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(LT1, t)$ 、

前記本管の、前記本管と前記第1のペローズの接続端から前記アンカまでの配管部分に

10

20

30

40

50

ついて、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 2$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 2, t)$ 、

前記アンカから前記第 2 のベローズまでの配管部分における、前記アンカから前記タイププレートに設置されている回転軸までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 3 1$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 3 1, t)$ 、

前記アンカから前記第 2 のベローズまでの配管部分における、前記タイププレートに設置されている前記第 2 のベローズに近い方の回転軸から前記第 2 のベローズと前記第 2 の配管部材の接続端までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 3 2$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 3 2, t)$ 、

前記第 3 の配管部材と前記第 2 のベローズの接続端から前記第 2 のタイロッド支持部材の機器ノズル側の端までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 4$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 4, t)$ 、

前記第 1 のベローズのある温度におけるばね定数 [ N / mm ] を  $k_{(B1, t)}$ 、

前記第 2 のベローズのある温度におけるばね定数 [ N / mm ] を  $k_{(B2, t)}$ 、

配管システムを吊り上げる調整力を  $F$  [ N ]

とするとき、次式

$$L T 3 1 = ( 1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} ) \cdot ( D 1 / (L T 3 1, t) + (L 1, t) / (L T 3 1, t) \cdot L 1 ) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (L T 1, t) / (L T 3 1, t) \cdot L T 1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (L T 2, t) / (L T 3 1, t) \cdot L T 2 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (L B 1, t) / (L T 3 1, t) \cdot L B 1 + 1 / k_{(B2, t)} / (L T 3 1, t) \cdot F$$

を満たすことを特徴とする請求項 5 に記載の配管システム。

【請求項 7】

前記カムプレートと一部または全部のタイロッドの代わりにプーリーとチェーンを用いることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の配管システム。

【請求項 8】

前記本管の側面に固定され且つ前記本管の延長方向とは直角な方向に延びる支持プレートを更に有し、

前記第 2 の配管部材の前記一端が前記支持プレートの機器ノズル側とは反対側に接続され、且つ少なくとも 2 つの前記第 2 の配管部材が前記本管に並列に配置されており、前記第 2 のベローズの有効径での面積の総和が前記第 1 のベローズの有効径での面積に等しいことを特徴とする請求項 4 に記載の配管システム。

【請求項 9】

前記機器ノズルの温度変化による変位量 [ mm ] を  $D 1$ 、

前記第 1 の配管部材の、前記機器ノズルとの接続端から前記第 1 のタイロッド支持部材までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L 1$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L 1, t)$ 、

前記第 1 の配管部材の、前記第 1 のタイロッド支持部材の機器ノズル側とは反対の端から前記第 1 のベローズまでの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 1$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 1, t)$ 、

前記本管の、前記本管と前記第 1 のベローズの接続端から前記アンカまでの配管部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 2$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 2, t)$ 、

前記アンカから前記第 2 のベローズまでの配管部分における、前記アンカから前記第 2 の配管部材を前記本管に固定する支持部材までの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 3 1$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 3 1, t)$ 、

前記アンカから前記第 2 のベローズまでの配管部分における、前記第 2 の配管部材を前記本管に固定する支持部材から前記第 2 のベローズまでの部分について、当該部分の長さ [ mm ] を  $L T 3 2$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 3 2, t)$ 、

前記第 3 の配管部材の、前記第 3 の配管部材と前記第 2 のベローズの接続端から前記第 2 のタイロッド支持部材の機器ノズル側の端までの部分について、当該部分の長さ [ mm ]

10

20

30

40

50

] を  $L T 4$ 、常温からある温度まで変化したときの熱膨張率を  $(L T 4, t)$ 、  
前記第 1 のペローズのある温度におけるばね定数  $[N / m m]$  を  $k_{(B 1, t)}$ 、  
前記第 2 のペローズのある温度におけるばね定数  $[N / m m]$  を  $k_{(B 2, t)}$ 、  
配管システムを吊り上げる調整力を  $F [N]$ 、  
とすとき、次式

$$L T 3 1 = ( 1 + k_{(B 1, t)} / k_{(B 2, t)} ) \cdot ( D 1 / (L T 3 1, t) + (L 1, t) / (L T 3 1, t) \cdot L 1 ) + k_{(B 1, t)} / k_{(B 2, t)} \cdot (L T 1, t) / (L T 3 1, t) \cdot L T 1 + k_{(B 1, t)} / k_{(B 2, t)} \cdot (L T 2, t) / (L T 3 1, t) \cdot L T 2 - (L T 4, t) / (L T 3 1, t) \cdot L T 4 + k_{(B 1, t)} / k_{(B 2, t)} \cdot (L B 1, t) / (L T 3 1, t) \cdot L B 1 - (L B 2, t) / (L T 3 1, t) \cdot L B 2 + 1 / k_{(B 2, t)} / (L T 3 1, t) \cdot F - (L T 3 2, t) / (L T 3 1, t) \cdot L T 3 2$$

10

を満たすことを特徴とする請求項 8 に記載の配管システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、石油化学プラントあるいは発電プラントなどにおいて配管が繋がる機器、その中でも、FCC（流動接触分解装置）のエキスパンダのような配管から受ける荷重負荷許容値が小さい回転機、または高温の反応器などと接続される配管システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

20

FCC（流動接触分解装置）のエキスパンダは精密な回転機構を備えているので、この種の機器には外部から過剰な力やモーメントが加わらないようにする必要がある。このため、そのような機器に備わっている機器ノズルに繋ぎこむ金属製の配管システムにおいては該ノズルの荷重負荷を軽減する措置が採られている。

【0003】

その措置の一つとして、従来、設備運転時の温度変化に伴う、機器ノズルや配管の熱伸びによる変位を、配管システムに設けた伸縮管継手で吸収させることが行われている。伸縮管継手としては、ペローズを備えたペローズ形伸縮管継手（JIS B 2352 参照）が一般に知られており、JIS B 2352 の表 1 中で幾つかの種類のペローズ形伸縮管継手が示されている。その中で最も単純な非拘束ペローズ形伸縮管継手を配管同士の連結に適用すれば、吸収できる変位に限界はあるものの、配管の軸方向変位、軸直角方向変位、及びねじれを除く任意平面内の角変位を吸収でき、ノズルに作用する荷重をペローズのばね定数に応じて軽減できる。

30

【0004】

しかし、このタイプの継手では配管の内圧によって配管同士を引き離す方向（あるいは引き付ける方向）に作用する力（以下、内圧推力）が発生し機器ノズルへ作用する。このため、口径や内圧が大きくなると単純な非拘束ペローズ形伸縮管継手を単体で使うことが難しくなる。このような場合にはペローズの軸方向の伸びを拘束する機構を設けて、内圧推力がペローズ形伸縮管継手外部へ伝達することを抑制した継手を使用される。公知のペローズ形伸縮管継手の種類には、ペローズを介して連結した配管端部にヒンジを用いて一平面内の角変位のみを吸収するヒンジ形伸縮管継手、一平面だけでなく任意平面内の角変位のみを吸収するジンバル形伸縮管継手、及び任意平面内の軸直角方向変位を吸収するユニバーサル形伸縮管継手などがある（特許文献 1 参照）。

40

【0005】

なお、それらの配管システムは各配管部材の熱伸びにより移動するため、その重量の支持も配管の移動に追従させる必要がある。これにはスプリングハンガ、或いは、移動に対してより吊上げ力変動の少なくなる機構を備えたコンスタントスプリングハンガと呼ばれるハンガサポートを用いて、配管システムを吊り上げた状態で設置することが行われている。

【0006】

50

また、内圧推力のベローズ形伸縮管継手外部への伝達を発生させずに更に軸方向変位を吸収できるようベローズ形伸縮管継手を使用する方法として、内圧による内圧推力を内部的にバランスさせて相殺するためのベローズ、及びそのバランスを保った状態で軸方向変位を許容するように配置されたタイロッドを追加装備した、いわゆる内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手が使用されている（特許文献1の図8や、特許文献2の図参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平10-141565号公報

【特許文献2】米国特許第4265472号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前述したように、従来のベローズ形伸縮管継手を含む配管システムでは、ベローズのばね定数に応じて機器ノズルに作用する荷重負荷を軽減できるが、現在の大型プラントにおいてはその荷重負荷軽減策も不十分なものとなっている。

【0009】

プラントの大型化によって配管口径が拡大すると配管システムにかかる内圧推力が大きくなり、ベローズのばね定数自体も増加する。配管自体の長さも長くなるため、吸収すべき変位も大きくなる。また、これらによりヒンジ、ジンバルなどの摺動部では摩擦力も増大し、機器ノズルへの荷重負荷の増加に繋がる。更に、配管システムはハンガサポートによって吊上げられた状態で設置されるため、熱伸びにより移動した配管システムにはハンガサポートの摺動部の摩擦に対する作動抵抗力が働く。ハンガサポート内部の摺動部などの摩擦のため、配管の移動に伴って動作するときに必要な力（いわゆる初動荷重）は、吊上げている配管重量の5%程度になると言われており、ハンガサポートに内在する初動荷重が機器ノズルに与える影響が無視できなくなってきた。例えば、配管径3500mm、配管肉厚135mmのステンレス管では1m当り11トンの配管重量となる。この配管の長さを約14mとして150トンの配管を吊っていればハンガサポートの初動荷重は7.5トン程度にもなるため、この荷重が支配的となり、機器の荷重負荷許容値を超えてしまうことがある。

【0010】

このような配管システムの内圧推力、ばね反力、摩擦力、及びハンガサポートの作動抵抗力を含む種々の荷重負荷が機器ノズルに掛からないようにするためには、機器ノズルと配管部材との間にベローズを設け、その配管部材のベローズのなるべく近くに固定点（アンカ）を設置して配管システムを固定する方法が、概念的には考えられてきた。このアンカにより、配管システムで生じる初動荷重等の荷重負荷を完全に支持して、機器ノズル側へ伝わる荷重負荷を防止できるはずである。しかしながら、従来技術では以下の点でその設置が困難であった。

【0011】

このような条件にすると、機器ノズルには、内圧推力とベローズの変位によるばね反力が掛かる。内圧推力については、前述した内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手を採用することにより吸収することができる。しかし、ベローズ直近の配管部材を固定してしまうと、ノズルの軸方向への熱伸びの全てを、ベローズが圧縮する変位で吸収することになる。更に、内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手を採用すると、配管口径の拡大によって、ベローズ単体のばね定数が増大している上に、バランス用ベローズ追加の影響によってばね定数が更に増加する。これにより、ばね反力が増大し、やはり機器ノズルの荷重負荷許容値を超えてしまうため、従来技術の範囲内ではベローズ直近の配管部材にアンカを設置することは現実的に不可能であった。そこで、内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手において、変位吸収によって生じるベローズのばね反力を相殺する新たな技術を開発し、ベローズ直近の配管部材にアンカを設置する方法を実現することが喫緊の課題となって

10

20

30

40

50

いる。

【0012】

本発明は、上記背景技術の実情に鑑み、配管口径の拡大に伴う機器への荷重負荷を軽減できる配管システム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】

【0013】

本発明は、機器の機器ノズルに繋ぎこむベローズ形伸縮管継手を含む配管システムに係わるものである。

【0014】

この配管システムに関する本発明の態様の一つは、  
本管と、  
機器から延びる機器ノズルに接続された第1の配管部材であって、本管の一端に第1のベローズを介して接続された第1の配管部材と、  
一端が本管の側部に接続された第2の配管部材と、  
第2の配管部材の他端に第2のベローズを介して一端が接続され、他端が閉構造とされた第3の配管部材と、  
第1の配管部材の外周に固定された第1のタイロッド支持部材と、  
第3の配管部材の外周に固定された第2のタイロッド支持部材と、  
第1のタイロッド支持部材と第2のタイロッド支持部材の間を一定の距離に維持するタイロッドと、  
本管の、第1のベローズの近傍部分を固定点とするために敷設されたアンカとを有する。

10

20

【0015】

そして、上記の課題を解決するために、本発明では、機器ノズル、第1の配管部材、及び、本管の、アンカより機器ノズル側の配管部材の熱伸びに対して第1のベローズが収縮し、かつ、第1及び第2のタイロッド支持部材間でのすべての配管部材の熱伸びによって第2のベローズが該第1のベローズと同じ収縮による変位（収缩量）となるように、第1のタイロッド支持部材と第2のタイロッド支持部材の間の配管部材の長さが決定されていることを特徴とする。

【0016】

このような構成は、内圧バランス式のベローズ型伸縮管継手の構造を用いているため、内圧による内圧推力を第1のベローズと第2のベローズによってバランスさせることができる。更に、第1のタイロッド支持部材と第2のタイロッド支持部材の間での各配管部材の長さを調整して、機器ノズルと全ての配管部材の熱伸びに対して常に両ベローズの収縮による変位が同じになるようにされていれば、常にベローズのばね反力も相殺される。

【発明の効果】

【0017】

従って本発明によれば、機器ノズルに対して該機器ノズルより重量があり、しかも内部流体の温度により熱伸び（または熱収縮）を伴う配管を繋ぎこむ配管システムにおいて、機器への荷重負荷を小さくすることができる。従来のヒンジ形伸縮継手、ジンバル形伸縮継手、ユニバーサル形伸縮継手を適用する設計手法に比べてノズル近傍にアンカがあることにより配管システムから機器ノズルに作用する摩擦力、作動抵抗力を大幅に小さくことができ、しかも、ベローズのばね反力も配管システム中の配管部材の熱伸びによるベローズの変位を利用して相殺させているため、機器ノズルにかかる荷重負荷を従来の内圧バランス形伸縮継手に比べてより小さくできる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明による配管システムの一実施形態の概要を示す側面図。

【図2】他の実施形態の配管システムを示す側面図。

【図3】他の実施形態の配管システムを示す側面図。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0019】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

## 【0020】

本発明の配管システムは内圧バランス式のペローズ形伸縮管継手が採用されたものであり、この配管システムの一実施形態の概要を図1に側面図で示す。この図に示されるように、本実施形態の配管システムの下端は回転機等の機器ノズルに繋がれており、該配管システムはこの機器ノズルへの外力（配管自重、配管の熱伸び、ペローズのばね反力、内圧推力や、その他の各所の荷重負荷、摩擦力、作動抵抗力など）を小さくするための装置となっている。

10

## 【0021】

図1に示す態様では、横方向に延在する配管を機器ノズルに繋ぎこむ例を示している。図1を参照すると、エルボ管（曲管）1が入口端2と排出端3を有する。エルボ管1の排出端3は、横方向に延在する配管と接続される。エルボ管1の入口端2はペローズ4を介して直管5と接続されている。直管5は機器ノズル6に接続されている。またエルボ管1のアーチ形部分の表面には直管7がエルボ管1の直管部分と直列に並ぶように溶接されている。直管7はエルボ管1の内部と連通している。直管7とエルボ管1とは同じ径であり、直管7の温度はエルボ管1の温度と等しくするため、温度を持つ内部流体が十分に直管7に流れ込むようにその連通部分の開口は大きくする方が好ましい。従って、エルボ管1のエルボをティーに置き換えることも考えられる。直管7の、エルボ管1とは反対側の端には、ペローズ4と同じ径のペローズ8を介して直管9が接続されている。直管5及び9にはタイロッド支持フランジ10及び11がそれぞれ形成されており、これらの2つのタイロッド支持フランジ10及び11は、等間隔に配置された同一長さの複数本のタイロッド12により連結されている。なお、本願ではタイロッド支持部材としてフランジを例に挙げて説明しているが、タイロッド支持部材はこれに限定されるものでなく、その他の支持手段も適用可能である。

20

## 【0022】

更に、エルボ管1の、ペローズ4近傍の直管部分はアンカ13に連結されており、この連結部分は外力で動かない場所（すなわち固定点）とされている。アンカ13は、板材で構成され、エルボ管1に溶接されており、アンカ13の取付け部が、機器14を設置したコンクリートの基礎に直接固定された形鋼等の構造物に固定されるものとする。なお、機器14も外力で動かないように固定されており、機器の固定点15と配管システムのアンカ13（固定点）は機器ノズルと配管システムのそれぞれの熱伸びの基点となるが、これらは機器14の設置面に対して垂直直線上にあればよく、図1のように必ずしも機器ノズル6の中心線上にある必要はない。

30

## 【0023】

以上のように機器ノズル6とその上に繋がるエルボ管1との間にペローズ4を設け、更に、エルボ管1のペローズ4の製作上可能な限りの近傍をアンカ13によって固定点としていることで、ペローズ4の収縮（すなわちばね反力）をなるべく小さくしながらかつ、配管システムの外力が直接的に機器に掛からないようにしている。ここで、製作上可能な限りの近傍とは、熱影響を考えてペローズ4とエルボ管1の接続端（溶接線）から例えば、配管の肉厚の4～5倍程度の距離あるいは、その他の製作上、設置上等の制限事由により適宜決定できる。

40

## 【0024】

このような配管システムでは、エルボ管1を通る流体の圧力（すなわち管の内圧）によりペローズ4の両端に軸方向の内圧推力が掛かる。また、各配管部材が熱伸びした時のペローズ4やペローズ8の変位によるばね反力も機器ノズル6に掛かる。ところがペローズ4に内圧推力が働いたときペローズ8にも内圧推力が働く。ペローズ4の下向きの内圧推力は直管5に、ペローズ8の上向きの内圧推力は直管9にそれぞれ伝わるが、直管5と9はタイロッド12で繋がれているため、両者の内圧推力は相殺される。従って、ペローズ

50

による内圧推力は機器ノズル6には作用しない。

【0025】

ここで、説明の便宜上、タイロッド支持フランジ10の上端とタイロッド支持フランジ11の下端の間の熱伸びによる変位を全く考慮しないとすると、機器ノズル6の熱移動に対してベローズ4が縮み、それと同じだけベローズ8が伸びることにより、これらの変位によるベローズのばね反力が同じ方向に共に機器ノズル6に作用する。

【0026】

本発明では、この変位により生じるベローズ4及びベローズ8のばね反力を相殺し、機器ノズル6に荷重負荷が掛からなくするために以下の設計手法をとる。

【0027】

先ず機器ノズル6からアンカ13までの間の熱伸びを確認する。機器ノズル6、直管5、及びエルボ管1のアンカ13より下の部材の熱伸びはアンカ13が固定されているために全てベローズ4が吸収して収縮する。次にタイロッド支持フランジ10、11間の熱伸びを確認する。このタイロッド支持フランジ10、11間の部材は機器ノズル6の熱伸びにより長さを保ったまま全体的に上方に移動する。また、この間はタイロッド12により拘束されているため、エルボ管1、直管7、直管5のタイロッド支持フランジ10よりエルボ管1側の部材、及び直管9のタイロッド支持フランジ11より直管7側の部材の熱伸びはベローズ4とベローズ8が収縮して吸収する。

【0028】

エルボ管1にアンカ13が在ることによりベローズ4の収縮量は決定される。従ってその残りの変位がベローズ8のものとなる。このタイロッド支持フランジ10、11間の距離LT0は長い寸法を採用しているがこれは、タイロッド12が上に移動する量よりもタイロッド支持フランジ10、11間の直管5、7の部材とエルボ管1の熱伸びの量が大きくなるようにしてベローズ8の変位を収縮させる方向にするためである。更に、タイロッド支持フランジ10、11間の距離LT0は計算を行い厳密に決めることによってベローズ4とベローズ8の収縮量を等しくすることができる。これによってベローズ4とベローズ8の収縮によるばね反力は方向は逆向きで大きさは等しくなり、タイロッド支持フランジ10、11間で相殺されるため、ベローズのばね反力も機器ノズル6には作用しない。

【0029】

図1に本実施形態の配管システムの構成に計算式で使うパラメータを付して示す。この図に付した設計用パラメータの概要は以下のとおりである。

【0030】

D1：機器ノズルの温度変化による変位量 [ mm ] (機器ノズル6からみてタイロッド支持フランジ10の方向をプラスとする)

L1：直管5の、機器ノズル6との接続端からタイロッド支持フランジ10の機器ノズル6側とは反対の端までの部分の長さ [ mm ]

LT0：タイロッド支持フランジ10の機器ノズル6側とは反対の端とタイロッド支持フランジ11の機器ノズル6側の端との間のタイロッド12の長さ [ mm ]

LT1：直管5の、タイロッド支持フランジ10の機器ノズル6側とは反対の端から、ベローズ4と直管5の接続端までの部分の長さ [ mm ]

LB1：ベローズ4の軸方向の長さ [ mm ]

LB1：ベローズ4の軸方向の変位量 [ mm ] (収縮方向をプラスとする)

LT2：エルボ管1の、エルボ管1とベローズ4の接続端から固定点(アンカー13)までの部分の長さ [ mm ]

LT3：固定点(アンカ13)からベローズ8と直管7との接続端までの配管部分の長さ [ mm ]

LB2：ベローズ8の軸方向の長さ [ mm ]

LB2：ベローズ8の軸方向の変位量 [ mm ] (収縮方向をプラスとする)

LT4：直管9の直管9とベローズ8の接続端からタイロッド支持フランジ11の機器ノズル6側の端までの部分までの長さ [ mm ]

10

20

30

40

50

$\alpha_{(t)}$  : 常温から温度  $t$  に変化するときの配管部材の熱膨張率 [ - ]

$k_{(B1, t)}$  : ベローズ 4 の温度  $t$  におけるばね定数 [ N / mm ]

$k_{(B2, t)}$  : ベローズ 8 の温度  $t$  におけるばね定数 [ N / mm ]

本配管システムの設計に使用する計算式は以下のとおりである。

【 0 0 3 1 】

図 1 において、機器の固定点 ( アンカ 1 5 ) から固定点 ( アンカ 1 3 ) までの間の熱伸びを計算する。ベローズ 4 の変位量 ( 収縮 )  $L B 1$  は機器の固定点 ( アンカ 1 5 ) から機器ノズル 6 の熱伸び、即ち機器ノズル 6 の変位量 (  $D 1$  ) に、該機器ノズルからアンカ 1 3 による固定点までの配管部分の熱伸びによる変位量を合計したものである。次の式 1 が成り立つ。

10

【 0 0 3 2 】

$$L B 1 = D 1 + \alpha_{(t)} ( L 1 + L T 1 + L T 2 ) \quad \dots \text{式 1}$$

上の式 1 は、配管システムにおける温度分布が一定かつ材料が同じであるとして考えて、各配管部分の熱伸びによる変位を同じ温度での熱膨張率  $\alpha_{(t)}$  で計算する式とした。但し、各配管部分の温度、材料等が異なる場合には配管部分ごとに熱膨張率を変えて計算する必要がある。

【 0 0 3 3 】

更に図 1 において、タイロッドの温度が不変であると仮定すると、タイロッド支持フランジ 1 0 の機器ノズル 6 側とは反対の端とタイロッド支持フランジ 1 1 の機器ノズル 6 側の端との間のタイロッド 1 2 の長さ  $L T 0$  は他の配管部分の温度変化に関係しないで一定となる。そのため、この間での全ての配管部分の熱伸びによる変位の和はベローズ 4 とベローズ 8 の変位 ( 収縮量 ) の和に等しいことになるので、次の式 2 が成り立つ。

20

【 0 0 3 4 】

$$\alpha_{(t)} ( L T 1 + L T 2 + L T 3 + L T 4 ) = L B 1 + L B 2 \quad \dots \text{式 2}$$

ここで、前述の温度分布の条件によりベローズ 4 とベローズ 8 のばね定数が等しいと考えれば、両ベローズの変位が等しければ両ベローズのばね反力も等しいと考えられる。機器ノズル 6 と全ての配管部分の熱伸びによる変位に対して常に両ベローズ 4, 8 の収縮による変位が同じになるようにされていれば、常に両ベローズのばね反力も相殺されて両ベローズのばね反力が機器ノズル 6 に作用しない。よって、上の式 2 において、両ベローズ 4, 8 の変位が等しいとすると、 $L B 2$  は  $L B 1$  に置き換えることができる。これにより、次の式 3 が得られる。

30

【 0 0 3 5 】

$$2 \cdot L B 1 = \alpha_{(t)} ( L T 1 + L T 2 + L T 3 + L T 4 ) \quad \dots \text{式 3}$$

先に説明したようにタイロッド支持フランジ 1 0 の上端とタイロッド支持フランジ 1 1 の下端の間の距離  $L T 0$  は従来の内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手に比べて長くなるが、これは、式 2 において左辺の熱伸びの変位量の合計を大きくとり、 $L B 2$  の値が  $L B 1$  と同じプラス ( 即ち収縮 ) とするためである。この間の長さを計算式に合わせるためには図 1 中の  $L T 3$  の寸法を調整するのが適切である。

【 0 0 3 6 】

上の式 1 と式 3 から  $L B 1$  を消去し、 $L T 3$  を計算する式を導くと、次の式 4 が得られる。

40

$$L T 3 = 2 \cdot D 1 / \alpha_{(t)} + 2 \cdot L 1 + L T 1 + L T 2 - L T 4 \quad \dots \text{式 4}$$

図 1 に示した実施形態による配管システムにおいて、この式 4 で求められた  $L T 3$  の寸法を持たせることにより、温度変化による機器ノズル 6 の熱伸びによる変位  $D 1$  ( 上下方向のみ ) に対して、その機器ノズル 6 の移動を吸収し、その時のベローズ 4, 8 のばね反力も釣り合うように相殺することができる。その上、本実施形態の配管システムは内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手の構造を持つため、内圧による内圧推力も相殺される。これらの作用により、配管システムから機器ノズルへの外力を極めて小さく抑えることができる。

【 0 0 3 7 】

50

以下に計算例を示す。

【 0 0 3 8 】

$$D 1 = 5 0 [ m m ]$$

$$L 1 = 5 0 0 [ m m ]$$

$$L T 1 = L T 2 = L T 4 = 5 0 0 [ m m ]$$

$$L B 1 = L B 2 = 1 0 0 0 [ m m ]$$

$(\alpha_t) = 0.01392 [ - ]$  (配管素材がステンレス304Hで、約20℃～約75℃  
0 変化した場合)

$$L T 3 = 2 \cdot 5 0 / 0.01392 + 2 \cdot 5 0 0 + 5 0 0 + 5 0 0 - 5 0 0$$

$$= 8 6 8 4 [ m m ]$$

$$L T 0 = 5 0 0 + 1 0 0 0 + 5 0 0 + 8 6 8 4 + 1 0 0 0 + 5 0 0$$

$$= 1 2 1 8 4 [ m m ]$$

$$L B 1 = L B 2 = 5 0 + 0.01392 \cdot ( 5 0 0 + 5 0 0 + 5 0 0 )$$

$$= 7 1 [ m m ]$$

なお、上記実施形態の配管システムでは本管としてエルボ管を用いているが、それに替えてティーを使用することも可能である。

【 0 0 3 9 】

以上は前述の通り各配管部分の熱膨張率は全て  $(\alpha_t)$  で等しいとして式1、式2、式3、式4を導いたが、各配管部分の温度または材料が等しくないため熱膨張率が異なる場合でも対応できるより一般的な式を以下に式1a、式2a、式3a、式4a、5として示す。以下の式の中で各配管部分、例えば図1中の直管5の寸法L1での熱膨張率は  $(\alpha_{L1,t})$  と表すものとする。

【 0 0 4 0 】

$$L B 1 = D 1 + (\alpha_{L1,t}) \cdot L 1 + (\alpha_{LT1,t}) \cdot L T 1 + (\alpha_{LT2,t}) \cdot L T 2$$

$$\dots \dots \text{式 1 a}$$

$$(\alpha_{LT1,t}) \cdot L T 1 + (\alpha_{LT2,t}) \cdot L T 2 + (\alpha_{LT3,t}) \cdot L T 3 + (\alpha_{LT4,t}) \cdot L T 4 =$$

$$L B 1 + L B 2 \dots \dots \text{式 2 a}$$

各ベローズの温度または、材料が異なる場合は、ベローズの変位が等しければベローズのばね反力も等しいという考えは成り立たず、各ベローズのその温度でのばね定数とベローズ自身の熱膨張によるばね反力の増加を考慮する必要がある。以上よりベローズ4とベローズ8のばね反力が等しい場合の条件は以下の式5により考えられる。

【 0 0 4 1 】

$$k_{(B1,t)} \cdot ( L B 1 + (\alpha_{LB1,t}) \cdot L B 1 ) = k_{(B2,t)} \cdot ( L B 2 + (\alpha_{LB2,t}) \cdot L B 2 ) - F$$

$$\dots \dots \text{式 5}$$

式5でFは機器ノズルからみてタイロッド支持フランジ10の方向(図1で上向き)をプラスとする調整力だが、ベローズ4とベローズ8のばね反力を完全に等しくバランスさせる場合はゼロであり、もしバランスを崩してハンガ等の摩擦力、抵抗力等を考慮してバランスさせる場合はその値を使用する。

【 0 0 4 2 】

式2aと式5より  $L B 2$  を消去すると以下の式3aが求められる。

【 0 0 4 3 】

$$( 1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} ) \cdot L B 1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LB1,t}) \cdot L B 1 -$$

$$(\alpha_{LB2,t}) \cdot L B 2 + 1 / k_{(B2,t)} \cdot F = (\alpha_{LT1,t}) \cdot L T 1 + (\alpha_{LT2,t}) \cdot L T 2 + (\alpha_{LT3,t}) \cdot L T 3 + (\alpha_{LT4,t}) \cdot L T 4$$

$$\dots \dots \text{式 3 a}$$

この式3a、式1aより  $L B 1$  を消去し、 $L T 3$  を左辺に残すと以下の式4aが求められる。

【 0 0 4 4 】

$$L T 3 = ( 1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} ) \cdot ( D 1 / (\alpha_{LT3,t}) + (\alpha_{L1,t}) / (\alpha_{LT3,t}) \cdot L 1 ) + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LT1,t}) / (\alpha_{LT3,t}) \cdot L T 1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LT2,t}) / (\alpha_{LT3,t}) \cdot L T 2 -$$

$$(\alpha_{LT4,t}) / (\alpha_{LT3,t}) \cdot L T 4 + 1 / k_{(B2,t)} / (\alpha_{LT3,t}) \cdot$$

10

20

30

40

50

$$F + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (LB1,t) / (LT3,t) \cdot LB1 - (LB2,t) / (LT3,t) \cdot LB2 \dots \text{式 4 a}$$

(その他の態様例)

図1に示した配管システムは、本管用ベローズ4と内圧バランス用ベローズ8が縦一直線上に位置し、配管が機器ノズル6からエルボ管1で曲がって横方向に延びる構成である。しかし、その他に、配管を曲げずに鉛直方向に真っ直ぐ延ばすことも考えられる。図2及び図3はこのような鉛直方向に真っ直ぐに構成された配管システムを示す。これらの図では図1の例と同一機能を果たす構成部材には同じ符号を用いてある。

【0045】

まず図2を参照すると、鉛直方向(図2の上下方向)に配置された直管21が入口端2と排出端3を有する。直管21の排出端3は、鉛直方向に延在する管と接続される。直管21の入口端2はベローズ4(本管用ベローズ)を介して直管5と接続されている。直管5は機器ノズル6に接続されている。また直管21の上部側表面には直管7が直管21の延長方向とは直角な方向に延びるように溶接されている。直管7は直管21の内部と連通している。直管7の、直管21とは反対側の端には、ベローズ4と同じ径のベローズ8(バランス用ベローズ)を介して直管9が接続されている。直管5及び9にはタイロッド支持フランジ10及び11がそれぞれ形成されている。タイロッド支持フランジ10には、等間隔に配置された複数本のタイロッド12Aが接続され、タイロッド支持フランジ11にも、等間隔に配置された複数本のタイロッド12Bが接続されている。タイロッド12Aとタイロッド12Bは互いに直交する方向に延びており、直管21に設けられたタイププレート22に取り付けられている軸に嵌められたカムプレート25に連結されており、ベローズ4(本管用ベローズ)とベローズ8(バランス用ベローズ)が一直線上になくても各々の内圧推力をバランスさせることができる。また熱伸びした直管21と熱伸びの無いタイロッド12Aとの寸法の差もカムプレート25の回転によりタイロッド支持フランジ11に伝えることができる。但しこのタイププレート22は直管21に固定され、内圧による内圧推力の方向転換の力を受け止めるだけの強度が必要であると共に、前述の式2、式3、式4の適用を保つために直管21内の温度に対して熱伸びを抑制するために断熱されており、LT02の長さが変わらないようにする必要がある。

【0046】

更に、直管21の、ベローズ4近傍の直管部分はアンカ13に連結されており、この連結部分は外力で動かない場所(すなわち固定点)とされている。アンカ13は、図1の例と同様、機器14を設置したコンクリートの基礎に直接固定された形鋼等の構造物で固定されるものとする。

【0047】

このような配管システムにおいても、図1に示した例と同様に各配管部分の寸法を調整してベローズのばね反力を相殺させることができる。

【0048】

図2の例では、前述した式4における寸法LT3は、LT31 + LT32に相当する。LT31は固定点(アンカ13)から前記タイププレート22の回転軸(カムプレート25の中心)までの配管部分の長さ[mm]、LT32は前記タイププレート22の回転軸25のうち、前記第2のベローズ8に近い方の回転軸(図2では向かって左側のカムプレート25の中心)から前記第2のベローズと第2の配管部材7の接続端までの長さ[mm]である。

【0049】

つまり、式4の右辺( $2 \cdot D1 / (t) + 2 \cdot L1 + LT1 + LT2 - LT4$ )の計算結果を適宜の寸法に分けることにより寸法LT31と寸法LT32を決定することができる。決定した寸法LT31と寸法LT32を使って図2の配管システムを構築することにより、温度変化による機器ノズル6の熱伸びによる変位(上下方向のみ)に対して、その機器ノズル6の移動を相殺し、その時のベローズ4のばね反力も相殺することができる。その上、本形態の配管システムも内圧バランス式のベローズ形伸縮管継手の構造を持った

10

20

30

40

50

め、内圧による内圧推力も相殺される。これらの作用により、配管システムから機器ノズルへの外力を極めて小さく抑えることができる。

【 0 0 5 0 】

配管システムにおける温度分布が一定でペローズ 4 とペローズ 8 のばね定数が等しいと考えられる場合、LT 3 1 の寸法は以下の式 6 で求められる。

【 0 0 5 1 】

$$L T 3 1 = 2 \cdot D 1 / \quad (t) + 2 \cdot L 1 + L T 1 + L T 2 - L T 4 - L T 3 2 \quad \dots \text{式 6}$$

各配管部分の温度、または材料が等しくなく熱膨張率が異なる場合、LT 3 1 の寸法は以下の式 7 で求められる。(式 2 a 中の  $(L T 3, t) \cdot L T 3$  を  $(L T 3 1, t) \cdot L T 3 1 + (L T 3 2, t) \cdot L T 3 2$  と置き換えることで求められる。)

$$L T 3 1 = ( 1 + k (B 1, t) / k (B 2, t) ) \cdot ( D 1 / \quad (L T 3 1, t) + \quad (L 1, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L 1 ) + k (B 1, t) / k (B 2, t) \cdot \quad (L T 1, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L T 1 + k (B 1, t) / k (B 2, t) \cdot \quad (L T 2, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L T 2 - \quad (L T 4, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L T 4 + k (B 1, t) / k (B 2, t) \cdot \quad (L B 1, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L B 1 - \quad (L B 2, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L B 2 + 1 / k (B 2, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot F - \quad (L T 3 2, t) / \quad (L T 3 1, t) \cdot L T 3 \quad \dots \text{式 7}$$

また、配管が鉛直方向に真っ直ぐ延ばす場合の他の例として、図 3 のようにバランス用のペローズを複数設けた配管システムも考えられる。

【 0 0 5 2 】

なお、前述したカムプレート 2 5 とタイロッド 1 2 A , 1 2 B に代えて、プーリーとチェーンを採用することも可能である。全てのタイロッドをチェーンに置き換えても良いし、一部のタイロッドをチェーンに置き換えても良い。

【 0 0 5 3 】

図 3 を参照すると、直管 2 1 の上部側表面には、支持プレート 2 3 が直管 2 1 の延長方向とは直角な方向に延びるように溶接されている。支持プレート 2 3 の上面には 2 つの直管 7 が固定され、かつ、直管 2 1 を挟んで並列に配置されている。各直管 7 は直管 2 1 の内部と各導管 2 4 により連通している。

【 0 0 5 4 】

各直管 7 の、支持プレート 2 3 とは反対側の端には、直管 2 1 の両側の 2 箇所との和でペローズ 4 と同じ断面積 (即ち同じ内圧反力) 及びペローズばね反力となるペローズ 8 (バランス用ペローズ) を介して直管 9 が接続されている。理解のためもう少し詳細に述べると、単体のペローズ 8 はペローズ 4 の 1 / 2 倍の断面積であるためその 1 / 2 倍の直径 (ペローズの有効径: ペローズの山と谷の中間径を指す。) となる。またこの直径との比で同じペローズの断面形状だとほぼ 1 / 2 倍のばね定数となるため、ペローズの山谷の高さをより大きくするなどして調整し、ペローズ 4 の 1 / 2 倍のばね定数にすれば 2 箇所のペローズ 8 でペローズ 4 とバランスさせることができる。直管 5 及び 9 にはタイロッド支持フランジ 1 0 及び 1 1 がそれぞれ形成されている。これらの 2 つのタイロッド支持フランジ 1 0 及び 1 1 は、等間隔に配置された同一長さの複数本のタイロッド 1 2 により連結されている。更に、直管 2 1 の、ペローズ 4 近傍の直管部分はアンカ 1 3 に連結されており、この連結部分は外力で動かない場所 (すなわち固定点) とされている。アンカ 1 3 は、図 1 の例と同様、機器 1 4 を設置したコンクリートの基礎に直接固定された形鋼等の構造物で固定されるものとする。

【 0 0 5 5 】

このような配管システムでも、前述の式 6、式 7 を用いて各配管部分の寸法を調整することでペローズのばね反力を相殺させることができる。このシステムでは図 2 のようなリンク式カムプレート等が無くなるので摩擦力、抵抗力が更に小さくなる。

【 0 0 5 6 】

ただし、図 3 では直管 2 1 と比較して口径の小さい導管 2 4 から直管 7 , 9 に通じてその先は閉構造となっているため内部流体の流れは止まっており、更に、直管 2 1 から配管部材の伝熱による熱の流れが図 1 及び図 2 に示した構造に比べて小さいため、直管 7、9

10

20

30

40

50

の温度と直管 2 1 の温度とを同じに保つことは難しい。従って直管 2 1 とは違う熱膨張率  $(\alpha_{t})$  の値を採用する必要がある。例えば直管 7、9 とベローズ 8 の温度上昇がなく、熱伸びがないとすると、式 7 において  $(\alpha_{LT32,t})$ 、 $(\alpha_{LB2,t})$ 、 $(\alpha_{LT4,t})$  がゼロとなるので、簡略され、LT 3 1 の寸法は以下の式 8 で示される。

$$LT\ 3\ 1 = (1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)}) \cdot (D\ 1 / (\alpha_{LT31,t}) + (L1,t) / (\alpha_{LT31,t}) \cdot L\ 1) + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LT1,t}) / (\alpha_{LT31,t}) \cdot L\ T\ 1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LT2,t}) / (\alpha_{LT31,t}) \cdot L\ T\ 2 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LB1,t}) / (\alpha_{LT31,t}) \cdot L\ B\ 1 + 1 / k_{(B2,t)} / (\alpha_{LT31,t}) \cdot F \quad \dots \text{式 8}$$

更に直管 5、2 1 の温度および材料が等しく、熱膨張率が等しいとすると  $(\alpha_{L1,t})$ 、 $(\alpha_{LT1,t})$ 、 $(\alpha_{LT2,t})$ 、 $(\alpha_{LT31,t})$  が等しいのでこれらを  $(\alpha_{L1,t})$  とすれば、以下の式 9 と  
10  
なる。

$$LT\ 3\ 1 = (1 + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)}) \cdot (D\ 1 / (\alpha_{L1,t}) + L\ 1) + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (L\ T\ 1 + L\ T\ 2) + k_{(B1,t)} / k_{(B2,t)} \cdot (\alpha_{LB1,t}) / (\alpha_{L1,t}) \cdot L\ B\ 1 + 1 / k_{(B2,t)} \cdot / (\alpha_{L1,t}) \cdot F \quad \dots \text{式 9}$$

なお、図 1 から図 3 ではハンガサポートを示していないが、例えば図 1 ではベローズ 4 より下側の部分である直管 5 及びタイロッド支持フランジ 1 0、バランス用ベローズ 8 より上側の部分である直管 9 及びタイロッド支持フランジ 1 1、およびタイロッド 1 2 の重量はスプリングサポート（或いはより移動による荷重変動の少ないコンスタントスプリングハンガ）により吊り上げることが必要である。また、この配管システムが水平配管に対して使われる場合は配管の中心の高さで支持する必要があるが、これらに対しても極力摩擦、作動抵抗力が小さくなるようにしなければならない。このような配管支持については図を簡略するために省略してある。  
20

【 0 0 5 7 】

但し、このようなコンスタントスプリングハンガの設置により、前述したコンスタントスプリングハンガの初動荷重の検討が出てくる。しかし本発明ではベローズ 4 の上側の管部材をアンカ 1 3 で動かないように固定している為、機器ノズル 6 の荷重負荷軽減のためにコンスタントスプリングハンガで吊る荷重はタイロッド 1 2 とそれで連結された配管部材に限られる。エルボ管 1 や直管 2 1 などの本管とこれらに繋がる配管の荷重負荷はアンカ 1 3 で支持される。このため、従来のタイプの配管システムでコンスタントスプリングハンガにほぼ配管システム全体を吊らせる場合の荷重に比べて大幅に小さくなり、コンスタントスプリングハンガの初動荷重も大幅に小さく抑えられる。従って、配管の大口径化に伴って配管荷重が増大する場合でも機器ノズルへの負荷も従来システムより大幅に軽減される。  
30

【 0 0 5 8 】

以上に本発明の実施例を図面とともに示したが、本発明は、図示した上下方向（鉛直方向）に延びる機器ノズル 6 に繋ぎこむ配管システムのみに限定されず、機器ノズルの延びる方向がいかなる方向であっても本発明による配管システムを適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

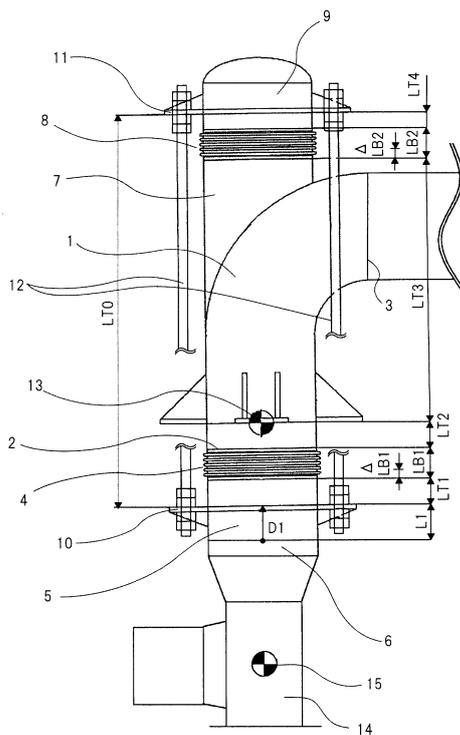
- 1 エルボ管（請求の範囲に記載の本管）
- 2 入口端
- 3 排出端
- 4 ベローズ（請求の範囲に記載の第 1 のベローズ）
- 5 直管（請求の範囲に記載の第 1 の配管部材）
- 6 機器ノズル
- 7 直管（請求の範囲に記載の第 2 の配管部材）
- 8 内圧バランス用のベローズ（請求の範囲に記載の第 2 のベローズ）
- 9 直管（請求の範囲に記載の第 3 の配管部材）
- 1 0、1 1 タイロッド支持フランジ（請求の範囲に記載のタイロッド支持部材）
- 1 2、1 2 A、1 2 B タイロッド

40

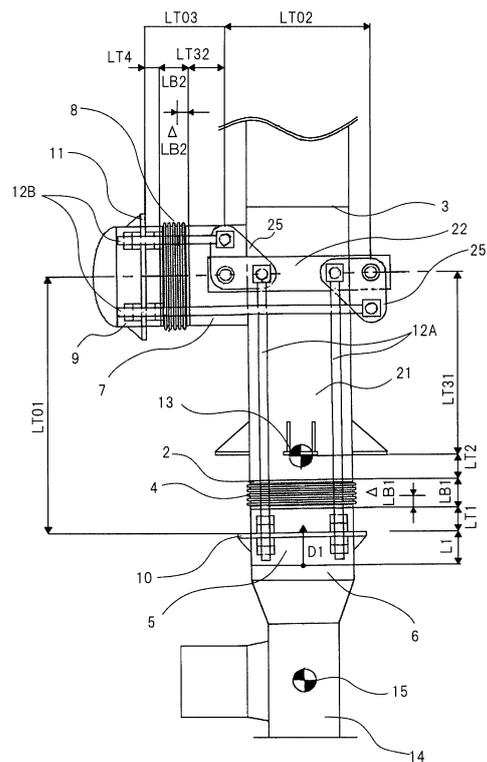
50

- 1 3 アンカ (固定点)
- 1 4 機器
- 1 5 機器の固定点
- 2 1 直管 (特許請求の範囲に記載の本管)
- 2 2 リンク式タイプレート (請求の範囲に記載のリンク)
- 2 3 支持プレート
- 2 4 導管 (請求の範囲に記載の第 2 の配管部材)
- 2 5 カムプレート

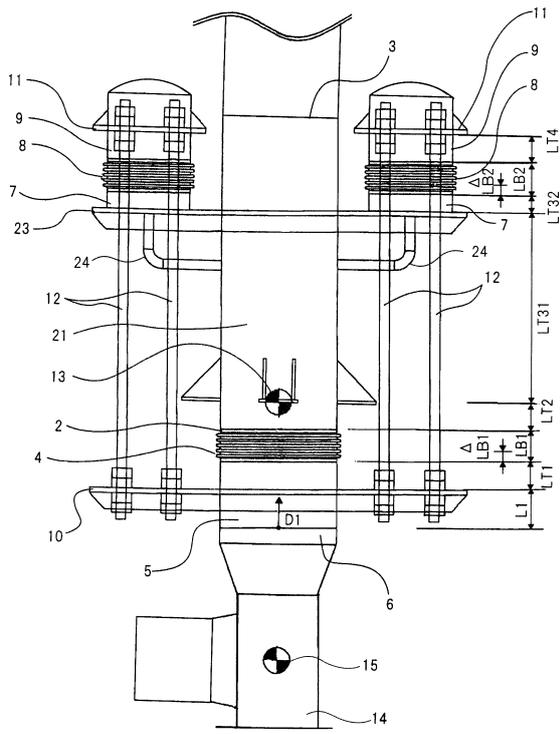
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭56-024285(JP,A)  
特開2003-083487(JP,A)  
特開2005-241414(JP,A)  
実開平05-092591(JP,U)  
特開昭61-211585(JP,A)  
特開2006-037981(JP,A)  
特表2008-542640(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16L 27/00 - 27/12