(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6821872号
(P6821872)
(45)発行日　令和3年1月27日(2021.1.27)　(24)登録日　令和3年1月12日(2021.1.12)

(51)Int.Cl.　　F I
F16L 23/08 (2006.01)　　F16L 23/08
F16J 15/06 (2006.01)　　F16J 15/06　L

請求項の数 10　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2019-506360(P2019-506360)
(86)(22)出願日　平成29年7月31日(2017.7.31)
(65)公表番号　特表2019-525093(P2019-525093A)
(43)公表日　令和1年9月5日(2019.9.5)
(86)国際出願番号　PCT/CN2017/095213
(87)国際公開番号　WO2018/024174
(87)国際公開日　平成30年2月8日(2018.2.8)
審査請求日　平成31年4月2日(2019.4.2)
(31)優先権主張番号　201610626698.7
(32)優先日　平成28年8月1日(2016.8.1)
(33)優先権主張国・地域又は機関
中国(CN)

(73)特許権者　520474967
塩城市特一管件科技有限公司
中国江蘇省塩城市阜寧県経済開発区瀏陽路５号
(74)代理人　110001139
ＳＫ特許業務法人
(74)代理人　100130328
弁理士　奥野　彰彦
(74)代理人　100130672
弁理士　伊藤　寛之
(72)発明者　楊順立
中華人民共和国江蘇省塩城市阜寧県阜城東大街２９号

審査官　柳本　幸雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】オレンジピール型の斜平面クランプ及びその管連結部材

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
２組に分け、各組内の各枚のクランプ同士がパイプ軸に平行であるピンで連結され、組同士がパイプ軸に垂直であるボルトで連結され、各々のクランプの何れの外形も部分的な円環柱であり、裏面は円弧の溝であり、溝の上下面は対称である部分的な内錐面であり、各クランプが環状に連結されるとブロックチェーンになり、各々のクランプの内錐面の中間部分が突出して台形の平面を備えることを特徴とするオレンジピール型の斜平面のパイプ連結用クランプ。
【請求項２】
クランプの内錐面の円錐角つまり内錐面の法線方向とブロックチェーンの軸方向との夾角はα＝１０～２０°であり、前記クランプの枚数Ｎは偶数であり、Ｎは前記ボルトの個数を越えないことを特徴とする請求項１に記載のパイプ連結用クランプ。
【請求項３】
平面が錐面に平行であり、つまり平面の斜角が錐面の円錐角に等しいことを特徴とする請求項１に記載のパイプ連結用クランプ。
【請求項４】
単一クランプの台形の斜平面の２つの側辺がブロックチェーンの円心に延ばして形成された台形角γの合計はΓ＝１８０～３００°であり、単一クランプの台形角はγ＝Γ／Ｎであることを特徴とする請求項１に記載のパイプ連結用クランプ。
【請求項５】

一端が管頭であり、他端が突出したテーパーであり、管頭は管路に溶接され、テーパーの外円錐角がクランプの内円錐角に等しく、テーパーの外錐面に錐面に平行であるＮ個の凹んだ台形の斜平面が切削されることを特徴とする請求項１乃至４に記載のパイプ連結用クランプに合わせた連結管。

【請求項６】

連結管のテーパーにおける台形の斜平面の２つの側辺が連結管の円心に延ばして形成された台形角の合計はＢ＝９０～１２０°であり、クランプの台形角と連結管の台形角との比はγ／β≧２であることを特徴とする請求項５に記載の連結管。

【請求項７】

連結管のテーパーの底面は密封面であり、ガスケットを採用し、密封面の形態は平面、凹凸面、さねはぎ面、リング溝面又は三角ループの内溝面であり、自己締付機能を持つソフトガスケットを採用してもよいことを特徴とする請求項５に記載の連結管。

【請求項８】

連結管の管頭と管路とは、ねじ山で連結されることを特徴とする請求項１乃至４に記載の連結管。

【請求項９】

請求項１に記載のブロックチェーン及び請求項５に記載の連結管からなる管路の連結部材において、１セットのブロックチェーン及び１対の連結管が１セットの管路の連結部材を構成し、２つの連結管のテーパーの間にガスケットが置かれ、２つの連結管の管頭がそれぞれ両側の管路に溶接され又はねじ山で連結されることを特徴とする管路の連結部材。

【請求項１０】

請求項９に記載の管路の連結部材であって、請求項５に記載の連結管と請求項１に記載のブロックチェーンとを備えることを特徴とする管路の連結部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は機械分野に属し、クランプ及びクランプパイプの連結部材に関し、石油加工、化学工業、製薬、電力、冶金、ボイラー等の業界における管路の連結に好適に用いられる。

【背景技術】

【０００２】

工業において、管路の連結として、一般的にフランジを採用し、バルブもフランジ型のバルブである。フランジは、大きく粗く、材料を無駄にし、取り付けも面倒であるが、好適な代用物はまだない。ＤＮ５０以下の小口径の管路であれば、フランジの代わりにユニオンを使用してもよい。ユニオンは、フランジよりも取り付けやすく、重量がフランジの２０～３０％のみであり、コストが３０～５０％低下する。ユニオン型のバルブも、フランジ型のバルブの材料及びコストより大体同様な比例で低下し、現在、民間用管路の連結業界にしか使用されないが、遅かれ早かれ化学工業の業界に普及する。本発明者の提出した三角ループ状のガスケットにより、ユニオンの化学工業の業界での使用の密封の問題が既に解決される（ＣＮ２０３７５６９８２Ｕ、ＣＮ２０４７１７１８１Ｕ参照）。大口径の管路については、フランジの代わりにクランプを使用してもよいが、クランプはゴムシールであり、水管路の連結のみに適合され、現在、消火用水主管、食品及び製薬の業界のみに使用されるが、他の業界ではめったに使用されない。石油工業用の高圧クランプは、硬いシールワッシャーを採用し、加工精度に対する要求が高く、コストが高いので、普及することはできない。

【０００３】

従来のクランプは、主に、水管の連結に用いられ、クランプ、ハブフランジ、ボルト及びガスケットからなる。図１を参照されたい。クランプは、一般的に２枚であり、せいぜい３枚（中華人民共和国国家標準参照）しかない。取り付けられた後で、クランプの内錐面とハブフランジの外錐面とがぴったり合い、図面においてｂは切点である。仮にガスケ

ットを石綿マットとして、暫く使用された後で従来の漏洩現象が発見され、締め付ける必要があり、ボルトを締め付けた後でクランプが内へ収縮し、切点がｂからｃ点に移し、この場合、軸方向の断面Ｄ-Ｄにおいて、クランプの雌コーンの直径がハブフランジの雄コーンの直径よりも大きく、他の断面でもその通りである。この場合、２つの錐面が既に緊密に結合されず、１枚のクランプの内錐面とハブフランジの外錐面とが１枚のクランプの内錐面の中部に位置する１本の線のみで貼り合わせ、クランプの両側が浮き上がって、２枚のクランプに対して２本の線のみで貼り合わせる。クランプを取り付ける場合にｂ点にならないうちに、ガスケットが既にしっかりシールし又はナットを締め付けることができなくなると、この場合、１枚のクランプとハブフランジの錐面とがクランプの外縁に位置する２本の線で貼り合い、クランプの真ん中が膨れ、隣接する２枚のクランプのラグの距離が近く、２本の貼り合わせ線の作用が１本に相当する。これにより、従来のクランプガスケットとしては、ソフトシールしか採用できず、石綿板、金属巻きガスケット等の強制的なガスケットを採用できないことが判明される。

【０００４】

まとめていうと、従来のクランプでは、取り付けられた後で、何れもクランプの内錐面と連結管のテーパーの外錐面とを貼り合わせ、僅かなズレも許さず、所定の位置まで締め付けられた後でボルトが少し締め付けられると、クランプが浮き上がるので、ゴム製のＯリング、ゴム製のＣリングのような自己締付作用を持つソフトシールしか使用できず、使用範囲が非常に狭い。

【０００５】

石油工業において、クランプを高圧管路の連結に使用されることもあり、ガスケットとして八角リングを採用し、製造過程としてはクランプにガスケットを加えて環状に取り付けた後で旋盤で仕上げ、価格が高く、且つ小口径の管路しか適用されない。実際的に、ＧＢ１５０．３「圧力容器第３部：設計」には、クランプの「シールリングは自己締付機能を持つべきである」（ｐ２８１）、シールリングとしてはゴム製のＯリング及びゴム製のＣリングしか採用できないことが指摘されている。

【０００６】

そのため、クランプは、工業でずっと普遍に普及されず、現在、消防及び下降管・上昇管のみに管理部門により強制に普及され、シールリングはゴム製のＣリングである。化学工業の業界における管路で輸送される流体は殆ど可燃物・爆発物の媒質であり、且つ温度が高く、ガスケットとして一般的にゴム材料の使用を許さないので、従来のクランプは、化学工業の業界に適用されることはできない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

従来のクランプに基づいて、本発明の目的は、新規なパイプ連結用クランプ及びその管連結部材を提出することである。オレンジピール型の斜平面クランプ及びオレンジピール型の斜平面クランプパイプの連結部材を、フラットフープ及びバックルと略称する。クランプと連結管のテーパーとの結合面は斜平面であり、石綿マット、金属巻きガスケット及び金属リング等の各種のガスケットを採用してよく、ＤＮ５０以上の口径のフランジの代わりに、低圧、中高圧及び可燃物・爆発物媒質の管路の連結に用いられてよい。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明の技術案は、２組に分け、各組内の各枚のクランプ同士が連結パイプ軸に平行であるピンで連結され、組同士がパイプ軸に垂直であるボルトで連結され、各々のクランプの何れの外形も部分的な円環柱であり、裏面は円弧の溝であり、溝の上下面は対称である部分的な内錐面であり、各クランプが環状に連結されるとブロックチェーンになるオレンジピール型の斜平面パイプ連結用クランプである。

【０００９】

前記クランプにおいて、クランプの内錐面の円錐角、つまり内錐面の法線方向とブロッ

クチェーンの軸方向との夾角はα＝５～８０^{0}であり、最も好ましくは１０～２０^{0}である。前記クランプの枚数Ｎは偶数であり、Ｎは最も好ましくは同じ口径のフランジのボルト数を越えず、例えば４枚、６枚、８枚、１０枚、１２枚、１８枚等であってよい。

【００１０】

前記クランプにおいて、各々のクランプの内錐面の中間部分が突出して台形の平面になり、平面が軸平面に平行であり、つまり平面の斜角が錐面の円錐角に等しい。

【００１１】

前記クランプにおいて、単一クランプの台形の斜平面の２つの側辺がブロックチェーンの円心に延ばして形成された台形角γの合計はΓ＝４０～３３０^{0}であり、最も好ましくは１８０～３００^{0}であり、単一クランプの台形角はγ＝Γ／Ｎである。

【００１２】

本発明は、上記パイプ連結用クランプに合わせた管連結部材つまり連結管を更に提出し、従来のクランプの基準ではハブフランジと呼ばれ、ここで連結管と呼ばれる。連結管は、一端が管頭であり、一端が突出したテーパーであり、管頭が連結管路によって溶接され、ねじ山で連結されてもよい。テーパーの外円錐角がクランプの内円錐角に等しく、テーパーの外錐面にバイトで錐面に平行である凹んだＮ個の台形の斜平面が切削される。連結管の台形の斜平面の２つの側辺が連結管の円心角に延ばして形成された台形角の合計はＢ＝２０～１８００であり、最も好ましくは９０～１２００であり、クランプ台形角と連結管の台形角との比はγ／β≧１．１であり、最も好ましくはγ／β≧２である。

【００１３】

前記連結管において、連結管のテーパーの底面は密封面であり、例えば石綿マット、金属巻きガスケット及び金属リング等の強制的なガスケットを採用し、密封面の形態は平面、凸凹面、さねはぎ面、リング溝面又は三角ループの内部溝面等である。例えば、ゴム製のＯリング、ゴム製のＣリングのような、自己締付機能を持つソフトガスケットを採用してもよい。

【００１４】

上記ブロックチェーンが連結管に合わせて、オレンジピール型の斜平面クランプパイプの連結部材（バックルと略称する）と呼ばれる新しい管路の連結部材を形成する。１セットのブロックチェーン及び１対の（２つの）連結管が１セットのバックルを構成して、２つの連結管のテーパーの間にガスケットが置かれ、２組のクランプの連結ボルトを締め付け、２つの連結管の管頭をそれぞれ両側の管路に溶接すると、バックルの取り付けが完成される。

【発明の効果】

【００１５】

本発明の提出したバックルは、ＤＮ１５～３０００管路の連結に用いられてよいが、最も好ましくはＤＮ５０～７００である。圧力で、低圧から高圧にする。温度で、零下の低温から高温にする。クランプ材は、亜鉛メッキ炭素鋼であり、黒変、リン酸塩処理、ニッケルメッキ等をされてもよく、ステンレス材料を採用してもよい。連結管材は炭素鋼又はステンレスであり、他の材料を採用してもよい。クランプ及び連結管の製造は、何れも半完成品を鍛造した後で機械加工し、主に、化学工業の業界に用いられ、民間用管路の連結に使用される場合に鋳造されてもよい。

【００１６】

本発明の提出したバックルは、連結管直段の重量を除去すれば、１対のフランジの重量と比較すると、単にフランジの重量の２０～３０％である。直管段を除去した連結管の重量のみを算出すれば、重量は１対のフランジの２．５～６％のみである。バックルの製造に当たっては、円錐角に対して厳しく要求する以外、他のサイズに対する要求は高くなく、製造しやすい。バックルが市販された後で、低圧炭素鋼のバックルは、価格がフランジの半分のみであり、中高圧の価格の優勢がより大きい。ステンレスのバックルは、価格がステンレスのフランジの２０～３０％のみである。バックルは、バルブの製造に用いられることができ、バルブの両側のフランジを連結管に変え、管路用クランプに連結させて、

バルブの製造コスト及び価格を大幅に低下させる。本発明のバックルの普及により、工業パイプ弁部材の業界及び管路の連結分野で革命が起こる可能性があり、現代工業の発進や国民経済に重大な意義がある。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】Ａは従来のクランプの取付図であり、ＢはＡの局部拡大図である。

【図２】バックルの３次元図であり、Ａはめど辺箍であり、Ｂはラグ辺箍であり、Ｃは組立図である。

【図３】バックル部品の３次元投影図であり、Ａは連結管であり、Ｂはラグ辺箍であり、Ｃはめど辺箍である。

【図４】バックルの断面図であり、１は連結管であり、２はガスケットであり、３はクランプであり、４は下連結管である。

【図５】連結管の標識図であり、Ａ、Ｂはそれぞれ上連結管の縦断面図及び上面図であり、ＣはＢにおける局部拡大図であり、Ｄ、Ｅはそれぞれ下連結管の下面図及び縦断面図である。

【図６】４枚のクランプの標識図である。Ａ、Ｂはそれぞれ縦断面図及びＡにおける局部拡大図の上面図であり、Ｃ、Ｄはそれぞれ図面におけるＡ-Ａの左右の部材の断面図であり、Ｅ、Ｆはそれぞれ図Ｃにおける２点での断面図であり、Ｇ、Ｈはそれぞれ図Ｄにおける２点での断面図である。

【図７】６枚のクランプの標識図である。Ａ、Ｂはそれぞれ縦断面図及びＡにおける局部拡大図の上面図であり、Ｃ、Ｄはそれぞれ図面における左右の部材及び上下の部材の断面図であり、Ｅ、Ｆはそれぞれ図Ｃ、Ｄにおける２点での断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

１．命名

【００１９】

本発明は新規な製品であり、述べる前に製品及び部品を命名しなければならず、図２～７を参照されたい。

【００２０】

本発明では、クランプを４枚以上に分け、従来のクランプの錐面のよる貼り合わせを斜平面による貼り合わせに変え、学術名はオレンジピール型の斜平面クランプであり、フラットフープと略称する。従来のクランプを錐箍と略称する。クランプの連結部材と管路との溶接部を、従来の基準及び文献でハブフランジと呼ばれ、ここで連結管という。連結管の管路に連結される辺を溶接端と称し、クランプに連結される辺をテーパーと称する。

【００２１】

クランプパイプの連結部材は、クランプ、連結管、ボルト及びピンの４つのパーツからなり、クランプ及び連結管は主材であり、ボルト及びピンは連結部材（付属品）である。クランプは周辺箍及び中央箍の２つに分け、周辺箍はまためど辺箍及びラグ辺箍に分け、めど辺箍、ラグ辺箍及び中央箍はまた単箍と称される。クランプの枚数は２の倍数（偶数）であり、少なくとも４枚である。図２、３は４枚の箍の管路の連結部材の３次元図及び３次元投影図であり、Ａはめど辺箍であり、Ｂはラグ辺箍であり、ｃは組立図であり、クランプパイプの連結部材をまとめてバックルと略称する。周辺箍（Ａ、Ｂ）の一端はラグであり、めど辺箍（Ａ）の他端はピンめどであり、ラグ辺箍（Ｂ）の他端はピンラグである。４枚からなるクランプについては、１つのめど辺箍及び１つのラグ辺箍をピンで連結すると、１組のクランプになり、２組のクランプをボルトで連結すると、ブロックチェーンと呼ばれる１つの全体になり、ブロックチェーンと連結管とがバックルを構成する。

【００２２】

図７は６枚のクランプであり、６枚の箍が２組に分け、１組に３枚がり、両側はめど辺箍、ラグ辺箍であり、中間は中央箍である。中央箍は、一端がピンめどであり、一端がピンラグである。中央箍がピンによって周辺箍に連結される。６枚以上のクランプからなる

ブロックチェーンであれば、何れもめど枚箍、ラグ辺箍及び中央箍の３つの単箍からなり、３つの金型だけで製造することができる。

【００２３】

１セットのブロックチェーン及び１対の（２つの）連結管が１セットの管路の連結部材を構成し、２つの連結管の錐底は密封面であり、密封面及びガスケットとしては各種の形態を採用してよく、２つの連結管の管頭がそれぞれ両側の管路に溶接され、ねじ山で連結されてもよい。

【００２４】

ブロックチェーンの材料は炭素鋼、ステンレス等の金属であり、半完成品の鍛造、機械加工の方法で製造され、高温・高圧に耐え、可燃物・爆発物媒質に用いられることができる。

【００２５】

前記クランプパイプの連結部材は、バルブの製造の連結に使用され、つまり従来のフランジで連結されるバルブにおけるフランジの代わりに前記連結管を使用し、バルブと管路とが前記ブロックチェーンで連結されてよい。

【００２６】

前記クランプパイプの連結部材として、強制型ガスケットを採用し、そのサイズを化学工業及び石油化学工業の設計基準に基づいて設計し、中高圧、可燃物・爆発物媒質の管路及び設備の連結に用いられる。

【００２７】

前記クランプパイプの連結部材において、クランプは鋳造の方法で製造されてもよく、連結管の管頭と管路とが溶接され又はねじ山で連結され、ガスケットとして強制ガスケット又はソフトガスケットを採用し、民間用、低圧及び不燃媒質の管路の連結に使用される。

【００２８】

前記クランプパイプの連結部材（バックル）として、連結管の口径はＤＮ１５～３０００であり、最も好ましくはＤＮ５０～７００である。

【００２９】

２．定義

【００３０】

バックルは、新しい製品であり、主に、ＤＮ５０以上の大口径のフランジの代わりに、化学工業、石油、発電、精錬等の工業分野に使用され、圧力容器の中華人民共和国国家標準及び工業金属管路の中華人民共和国国家標準の規範に基づいて設計されなければならない。設計式を導き出す前に、まず、添付図面を参照して、各部位について命名し及び標識符号を選択すべきである。

【００３１】

Ｂ――ガスケットの有効幅であり、

C_1――連結管の溶接端の管肉厚の負偏差であり、C_1＝１２．５％であり、

C_{Dn}――連結管のテーパーの斜平面の内接円D_nで形成された弓形の弓長であり、算出時に円の直径としてD_n+2v_Dを取るべきであり、

C_{Dw}――連結管のテーパーの斜平面の外接円D_Wで形成された弓形の弓長であり、

C_{En}――クランプの斜平面の内接円D_nで形成された弓形の弓長であり、算出時に円の直径としてD_n+2v_Eを取るべきであり、

C_{Ew}――クランプの斜平面の外接円D_wで形成された弓形の弓長であり、

D_i――連結管の溶接端の内径であり、

D_o――連結管の溶接端の外径であり、

D_1――連結管と錐面との過渡円弧が錐面と交差して形成された円の直径であり、$D_1=D_o+2r_1(1-\sin\alpha)$であり、

D_n――内接円の直径であり、つまり連結管のテーパーの切点での直径であり、ブロックチェーンの孔径にも等しく、

D_W――外接円の直径であり、つまり連結管のテーパーの底面直径であり、
D_G――密封面の有効直径であり、
d_1――スタッドの最小断面の直径であり、
d_2――ボルト孔の直径であり、
d_3――ピンの直径であり、
d_4――ダウエルホールの直径であり、
d_5――ピンラグの外径であり、
E_i――クランプの内径であり、
E_O――クランプの外径であり、
f_n――クランプ孔での直段高度であり、つまり内切点でクランプの厚さであり、
f_W――クランプの切点での厚さであり、つまり外切点でクランプの厚さであり、
g_D――連結管のテーパーの錐面と斜平面との間隔であり、
g_E――クランプの錐面と斜平面との距離であり、
Δg――バックルが組み立てられた後で連結管のテーパーの斜平面とクランプの斜平面との距離であり、
h_n――連結管のテーパーの切点での厚さであり、つまり連結管のテーパーの内切点での厚さであり、
h_W――連結管のテーパーの円柱段の高度であり、つまり連結管のテーパーの外切点での厚さであり、
L_a――ラグの力臂の長さであり、
L_w――ラグの幅であり、
L_n――ラグの厚さであり、
M――ガスケットの係数であり、ディメンションゼロであり、
N――クランプの枚数であり、
n_b――材料の引っ張り強度の安全係数であり、
n_S――材料の降伏強度の安全係数であり、
PN――公称圧力、設計の最大使用圧力、ｂａｒであり、
P――内圧（ＭＰａ）であり、ｐ＝（ＰＮ＋１）／１０であり、
r_1――連結管の錐面との過渡円弧の半径であり、
r_2――加工内過渡円弧の半径、つまり内面取りであり、１～２ｍｍを取り、
r_3――加工外過渡円弧の半径、つまり外面取りであり、０．５～１ｍｍを取り、
u_1――ピンラグの高度であり、
u_2――ピンめどの高度であり、
v_D――連結管のテーパーの斜平面の外接円で形成された弓形の弓高であり、
v_E――クランプの斜平面の内接円で形成された弓形の弓高であり、
y――ガスケットの密封単位圧力（ＭＰａ）であり、
α――円錐角又は斜角であり、錐面の錐底に対する夾角であり、つまり錐面の法線方向と錐軸方向との夾角であり、連結管頭の外錐面とクランプの内錐面との円錐角、連結管の斜平面及びクランプの斜平面の軸方向の断面との夾角を含み、４つの角が等しく、
B――連結管のテーパーのＮ個の台形角の合計であり、
β_W――連結管の台形角であり、連結管のテーパー台形の斜平面の２つの側辺が連結管の円心に延ばして形成された台形角であり、外接円D_Wを基準として、$\beta = B / N$であり、
β_n――連結管の台形角であり、内接円D_nを基準とし、
Γ――ブロックチェーンのＮ個の単一クランプの台形角の合計であり、
γ_n――クランプの台形角であり、単一クランプの台形の斜平面の２つの側辺がブロックチェーンの円心に延ばして形成された台形角であり、内接円D_nを基準として、$\gamma = \Gamma / N$であり、
γ_w――クランプの台形角であり、外接円D_Wを基準とし、
δ_D――連結管の溶接端の肉厚であり、

δ_E――クランプの円筒段の肉厚であり、

ΔＣ――弓長許容量であり、取り付けられた後で、同一の円周においてクランプの斜平面の弓長が連結管のテーパーの斜平面の弓長より長い部分であり、両側に同様な長さが出ることを指し、

ΔＬ――バックルの間隔であり、ブロックチェーンの孔辺と連結管のテーパーの台形の斜平面における底線との距離であり、

μ――摩擦角であり、鋼・鋼のμ＝５～８°、小さい値μ_2＝５°、大きい値μ_2＝８°であり、

σ_{b1}――連結管材の引っ張り強度（ＭＰａ）であり、

σ_{b2}――クランプ材の引っ張り強度（ＭＰａ）であり、

σ_{s3}――ボルト及びピン材料の降伏強度（ＭＰａ）であり、

$[\sigma]_{b1}$――連結管材の許容応力（ＭＰａ）であり、

$[\sigma]_{b2}$――クランプ材の許容応力（ＭＰａ）であり、

$[\sigma]_{s3}$――ボルト及びピン（軸）材料の許容応力（ＭＰａ）であり、

φ――溶接係数であり、連結管の溶接端にグローブ、電気溶接が設計され、φ＝０．８を取ってよく、

ω――弓長比であり、取り付けられた後で、同一の円周においてクランプの斜平面と連結管のテーパーの斜平面の弓長との比である。

【００３２】

３．はめ合い寸法

【００３３】

（１）台形角

【００３４】

台形の斜平面の２つの側辺が円心まで延伸して形成された台形角の略称であり、実際的に、斜平面の２つの側辺は直線ではなく、単に直線に近似する。連結管の斜平面の面積を連結管の外錐の総面積の１／４と規定し、つまり連結管の台形角の合計Ｂ＝９０^{0}であり、連結管のテーパーの円柱段の直径D_Wを基準として、連結管のテーパーにおける単一の斜平面の夾角は、下記の通りである。

【００３５】

$$\beta_w = \frac{B}{N} \qquad (3\text{-}1)$$

【００３６】

このような設計によれば、バックルの連結部材の接触面（クランプと連結管との斜平面）がフランジの連結部材の接触面（フランジとボルト）より遥かに大きく、フランジが浮き上がって曲がる現象はなく、ガスケットの名義幅b_Oを矯正する必要はなく、つまりｂ＝b_Oである。

【００３７】

クランプ台形角の合計はΓであり、設計案により比較すると、Γ＝１８０～３００^{0}を取ることが好ましく、クランプ孔の直径D_nを基準として、各々のクランプの斜平面の夾角は下記の通りである。

【００３８】

$$\gamma_n = \frac{\gamma}{N} \qquad (3\text{-}2)$$

【００３９】

公差、加工誤差及び取り付ける場合のズレを考慮すると、クランプの斜平面と連結管の斜平面とがぴったり合うように保証するために、γ／β≧２を取ることが好ましい。

【００４０】

（２）斜平面と錐面との間隔

【００４１】

図５に示すように、連結管のテーパーの斜平面の外接円D_Wで形成された弓形の弓高ｖ

$_D$は下記の通りである。

$$v_D = \frac{D_w}{2}\left(1-\cos\frac{\beta_w}{2}\right)$$

（３-３）

【００４２】

連結管のテーパーの斜平面と錐面との間隔ｇ$_D$は下記の通りである。

$$g_D = \frac{D_w}{2}\left(1-\cos\frac{\beta_w}{2}\right)\tan\alpha$$

（３-４）

【００４３】

図６に示すように、クランプの斜平面の内接円Ｄ$_n$で形成された弓形の弓高ｖ$_E$は下記の通りである。

$$v_E = \frac{D_n}{2}\left(1-\cos\frac{\gamma_n}{2}\right)$$

（３-５）

【００４４】

クランプの錐面と斜平面との距離ｇ$_E$は下記の通りである。

$$g_E = \frac{D_n}{2}\left(1-\cos\frac{\gamma_n}{2}\right)\tan\alpha$$

（３-６）

【００４５】

バックルが組み立てられた後で、連結管の出縁の錐面とクランプの錐面との距離Δｇは下記の通りである。

$$\Delta g = g_E - g_D$$

（３-７）

【００４６】

設計によると、Δｇをできるだけ大きくするように要求され、０．７ｍｍより小さくしてはならず、つまり２つの錐面はできるだけ大きい間隔を有するべきである。

【００４７】

斜平面が錐面に平行であり、ｇ$_D$が何処でも等しいので、ｖ$_D$は何処でも等しく、製図する場合に、これにより、台形の斜平面側辺の投影曲線を作ってよく、直線に近似する。

【００４８】

（３）弓長比

【００４９】

図５に示すように、連結管の出縁の斜平面の外接円Ｄ$_w$（錐底円）で形成された弓形の弓長Ｃ$_{Dw}$は下記の通りである。

$$C_{Dw} = D_w \sin\frac{\beta_w}{2}$$

（３-８）

【００５０】

斜平面が錐面に平行であり、ｇ$_D$が何処でも等しいので、ｖ$_D$は何処でも等しく、これにより、下記のことが判明される。内接円Ｄ$_n$（ブロックチェーン孔円）における連結管の出縁の台形角β$_n$は下記の通りである。

$$\beta_n = 2\cos^{-1}\left[1-\frac{D_w}{D_n-2v_D}\left(1-\cos\frac{\beta_w}{2}\right)\right]$$

（３-９）

【００５１】

連結管の出縁の斜平面の内接円で形成された弓形の弓長Ｃ$_{Dn}$は下記の通りである。

$$C_{Dn} = (D_n - 2v_D)\sin\frac{\beta_n}{2}$$

（３-１０）

【００５２】

同様に、クランプの斜平面の内接円で形成された弓形の弓長Ｃ$_{En}$は下記の通りである。

$$C_{En} = (D_n - 2v_E)\sin\frac{\gamma_n}{2}$$

（３-１１）

【００５３】

外接円におけるクランプの台形角γ$_w$は下記の通りである。

$$\gamma_w = 2\cos^{-1}\left[1-\frac{D_n-2v_E}{D_w}\left(1-\cos\frac{\gamma_n}{2}\right)\right]$$

（３-１２）

【００５４】

クランプの斜平面の外接円で形成された弓形の弓長Ｃ$_{Ew}$は下記の通りである。

$$C_{Ew} = D_w \sin\frac{\gamma_w}{2}$$

（３-１３）

【００５５】

クランプと連結管の出縁の内外接円での弓長との比はそれぞれ下記の通りである。

$$\omega_n = \frac{C_{En}}{C_{Dn}}$$

（３-１４）

$$\omega_w = \frac{C_{Ew}}{C_{Dw}}$$

（３-１５）

【００５６】

クランプと連結管のテーパーの内外接円での弓長許容量はそれぞれ下記の通りである。

$$\Delta C_n = \frac{C_{En}-C_{Dn}}{2}$$

（３-１６）

$$\Delta C_w = \frac{C_{Ew}-C_{Dw}}{2}$$

（３-１７）

【００５７】

弓長比ω及び弓長許容量ΔＣにより、クランプの斜平面の連結管のテーパーの斜平面に貼り合う信頼度が反映される。ＤＮ５０以上のバックルに対しては、ω≥２、ΔＣ≥１０ｍｍに設計されることが要求される。クランプと連結管との弓長比ωが台形角比に近似し、つまりω≈γ／β≥２である。

【００５８】

（４）バックルの間隔

【００５９】

連結管のテーパーの斜平面の中心線における剪断点での円の直径はＤ$_n$であり、クランプ孔の直径もＤ$_n$である。連結管の外径と錐面との過渡円弧ｒ$_1$が錐面と交差して形成された円の直径はＤ$_1$であり、連結管のテーパー台形の斜平面台形における底辺線が円Ｄ$_1$と交差する。ブロックチェーン孔辺（Ｄ$_n$円）と連結管のテーパー台形の斜平面台形における底辺線（Ｄ$_1$円の箇所）との距離をバックルの間隔ΔＬと称し、図５によると、下記のことが判明される。

$$\Delta L = \frac{D_n-D_1}{2} - v_D$$

（３-１８）

【００６０】

ΔＬ＝４～６ｍｍを取るように設計され、大口径のバックルに対しては、大きいΔＬを取るべきである。

【００６１】

４．応力分析

【００６２】

下記設計・算出式は、主に、中華人民共和国国家標準ＧＢ１５０-２０１１「圧力容器」の基準釈義、中華人民共和国国家標準ＧＢ１５０．１～4-２．１１「圧力容器」、中華人民共和国国家標準ＧＢ５０３１６-２０００「工業金属管路の設計規範」、国家化学工業の業界基準ＨＧ／Ｔ２０５８２-２．１１「鋼製化学工業容器強度の算出規定」を参照する。

【００６３】

４．１軸方向の荷重

【００６４】

（１）内圧の連結管の軸方向の断面に作用する引っ張り強さＦ$_i$は下記の通りである。

$$F_i = 2 \times \frac{\pi}{4} D_i^2 p$$
$$F_i = \frac{\pi}{2} D_i^2 p$$

（４-１）

【００６５】

（２）内圧のクランプ及び連結管のテーパーに作用する軸方向の引っ張り強さＦ$_G$は下記の通りである。

$$F_G = \frac{\pi}{2} D_G^2 p$$

（４-２）

【００６６】

（３）ガスケットの軸方向の予締付力Ｆ$_m$は下記の通りである。

$$F_m = \pi D_G b \quad y$$

（４-３）

【００６７】

自己締付型のガスケットを採用する場合、Ｆ$_m$＝０である。

【００６８】

式中、ｂ＝ｂ$_0$であり、ブロックチェーンの連結管のテーパーにはフランジが浮き上がって曲がる現象はない。

【００６９】

（４）操作状態でのクランプの受けた軸方向の合計の引っ張り強さ

【００７０】

各国の圧力容器基準の何れも１９４０年代の研究成果に基づいたものであり、操作状態時の密封面での締固応力は設計圧力ｐの２ｍ倍であると考えられ、つまり下記の通りである。

$$F_p = 2\pi D_G b m p$$

（４-４）

【００７１】

ｍはガスケットの係数と称され、ガスケットの材料、形態及びサイズによって、表３-４-１に列記される。自己締付型のガスケットを採用する場合、Ｆ$_p$＝０である。

【００７２】

操作状態での軸方向の引き伸ばし力Ｆ$_t$は媒質圧力による軸方向の力ＦＧとガスケットの操作状態に必要な密封締固応力による軸方向の力Ｆ$_p$との合計であるべきであり、下記のように示されてよい。

$$F_t = F_G - F_p = \frac{\pi}{2} D_G^2 p - 2\pi D_G b m p$$
$$F_t = \frac{\pi}{2} D_G \quad p \ (D_G - 4bm)$$

（４-５）

【００７３】

４．２縦方向の荷重

【００７４】

（１）ガスケットの予締付時に発生した縦方向の内圧力

F_{Dj}

は下記の通りである。

$$F_{mj} = \pi D_G b \quad y \tan(\alpha - \mu_2)$$

（４-６）

【００７５】

（２）操作状態でのクランプの受けた縦方向での合計外圧力Ｆ$_{tj}$は下記の通りである。

$$F_{tj} = \frac{\pi}{2} D_G p \ (D_G - 4b \quad m) \ \tan(\alpha - \mu_1)$$

（４-７）

【００７６】

鋼・鋼摩擦係数ｆ＝０．１～１．５、摩擦角μ＝ｔａｎ$^{-1}$ｆ＝５．７１～８．５３^0&

#8776;５～８^{0}であり、算出結果を信頼的にするために、予締付時のμとしてμ$_{2}$＝８^{0}の大きい値を取り、使用状態のμとしてμ$_{2}$＝５^{0}の小さい値を取り、つまり応力としてできるだけ最大値を取る。

【００７７】

４．３ボルト及びピンの荷重

【００７８】

クランプの如何なる縦方向の断面において、その受けた両側への合計引っ張り強さは縦方向の圧力の

$\frac{\alpha}{\pi}$

倍であるので、クランプの対向する２つのボルトの受けた引っ張り強さ（ボルトの合計荷重）を算出することができ、その値がクランプの対向する２対のピンの合計荷重にも等しい。

【００７９】

（１）予締付状態でのボルトの合計荷重

F_{mM}

は下記の通りである。

$$F_{mM}=2D_G b\ y\ \tan(\alpha-\mu_2)$$

（４-８）

【００８０】

（２）操作状態でのボルトの合計荷重Ｆｔｍは下記の通りである。

$$F_{tM}=D_G\ p\ (D_G-4b\ m)\ \tan(\alpha-\mu_1)$$

（４-９）

【００８１】

ボルトのサイズを算出する場合、

F_{mM}、F_{tM}

における最大値を取るべきであり、つまり下記の通りである。

$$F_M=max(F_{mM}, F_{tM})$$

（４-１０）

【００８２】

４．４説明

【００８３】

従来のクランプパイプの連結部材であれば、クランプとハブフランジとの錐面がちょうど貼り合わせるという１つの結合状態しか持たず、このような状態は変わらず、ボルトが固定の作用しか果たさないため、基準及び文献の応力分析及び強度の算出式の何れも実際に即さない仮設に基づいたものだと言ってもよい。

【００８４】

ＧＢ１５０．３において、クランプ強度の算出に対して更に予荷重状態が規定される。クランプの連結部材の予締付状態の場合に２つの密封面が互いに接近し、ハブフランジの外錐面がクランプの内錐面に対して外へ移動し、クランプの錐面に裏への摩擦力Ｆが発生する。操作状態で、２つの密封面が分離する趨勢にあり、ハブフランジの外錐面がクランプの内錐面に対して裏へ移動し、クランプのハブフランジに対する接触面の摩擦力方向が予締付状態の方向に反対し、クランプの錐面に外への摩擦力Ｆが発生する。予締付状態から操作状態へ変更する過程中、クランプの斜面における摩擦力Ｆが裏へから外へまで変更する。媒質圧力が上昇する場合、２つの密封面が分離しようとする趨勢にある瞬間で、クランプの斜面に作用する摩擦力が相変わらず裏に向き、この場合、予荷重状態と呼ばれ、ボルト荷重と軸方向の応力との関係としては、式（４-９）における（α-μ$_{2}$）を（α＋μ）に変える。実際的に、これは、生産におけるある特別な状況、つまり始める場合に操作不適当による瞬間の超高圧に対するものであり、このような状況ＤＮ１５～２５以下の小口径の管路で発生しやすいが、クランプがＤＮ５０以上の大口径の管路の連結のみに適応され、このような状況は発生することはなく、或いは発生する可能性は非常に低い。

【００８５】

ＧＢ１５０．３において、内圧のクランプ及び連結管のテーパーに作用する軸方向の荷重F_pは下記のように算出される。

$$F_G=\frac{\pi}{4}D_G^2p$$

（４-２ａ）

【００８６】

これは内圧がクランプ及び連結管のテーパーの軸方向に作用する片面の応力であり、明らかに誤る。ＧＢ１５０．１において、炭素鋼、低合金鋼材料の引っ張り強度の安全係数n_b＝２．７、降伏強度の安全係数n_s＝１．５（ボルトを除く）、炭素鋼ボルト材料の降伏強度の安全係数n_{sm}＝２．７であると規定される。n_{sm}／n_s＝１．８であり、ボルト降伏強度の安全係数を大きくするのは、実際的に式（４-２ａ）のミスに対する補償である。式（４-２）で内圧の軸方向の荷重を算出し、ボルト降伏強度の安全係数として１．５を取るのは、ＧＢ１５０．３による算出結果と実に同じであり、且つより信頼的であり、このように、ボルト材料の安全係数に対する特別な規定を取り消し、算出方法の設計を簡単化する。

【００８７】

５．サイズの算出

【００８８】

従来のクランプのサイズの設計・算出式はいずれも非常に複雑であり、例えば、ＧＢ１５０．３において、算出式が３７個もある。既に連結管の斜平面の面積が連結管の外錐の面積の１／４を占めると設定され、連結管のテーパーの切点での厚さを算出する場合、切点での円周の１／４のみに対して強度を算出するが、他の３／４の円周が強化の作用を果たすことができる。そのため、クランプ及び連結管のサイズに対する算出については、連結管の管肉厚δ、連結管のテーパーの切点での有効厚さh_n、クランプの切点での厚さf_wのみを算出し、連結管のテーパー及びクランプの錐面の湾曲変形を考慮する必要はなく、設計・算出過程が大いに簡単化される。

【００８９】

５．１連結管の管肉厚

【００９０】

従来の管肉厚の算出式は、何れも簡単化されて近似式であり、算出過程が複雑であり、それはコンピュータ及びカルキュレイターが現れる前に得られた式である。応力平衡によると、管肉厚の精確な算出式が得られる。

$$\delta_D=\frac{D_o}{2\phi(1-C_1)}\left(1-\sqrt{\frac{1}{1-2p/[\sigma]_{b1}}}\right)$$

（５-１）

【００９１】

上記式の算出結果がＧＢ５０３１６における算出式の算出結果と同じである。

【００９２】

５．２クランプの肉厚

【００９３】

ブロックチェーンボルトラグ及びピンでの逃げ角を合計で６０°とし、つまりＮ個のクランプの円弧の合計円周をブロックチェーンの円周の３００／３６０とし、力平衡から下記式が得られる。

$$\frac{F_t}{\frac{\pi}{4}\left(E_o^2-E_i^2\right)\times\frac{5}{6}}=[\sigma]_{b2}$$

$$\delta_E=0.5\left(\sqrt{E_i^2-\frac{2.4pD_G\left(D_G-4b_m\right)}{[\sigma]_{b2}}}-E_i\right)$$

（５-２）

【００９４】

ピンラグ及びボルトラグを設計する場合、ブロックチェーンの逃げ角の合計は６０°よ

り小さいべきである。

【００９５】

５．３連結管のテーパーの切点での厚さ

【００９６】

力平衡から、下記式が得られる。

$$\frac{F_t/2}{\frac{\pi D_f h_{Df}}{4}} = 0.8[\sigma]_{b1}$$

$$h_{Df} = \frac{F_t}{0.4\pi D_f [\sigma]_{b1}}$$

（５-３）

【００９７】

０．８$[\sigma]_{b1}$は許容せん断応力である。

【００９８】

５．４クランプの切点での厚さ

$$h_{Et} = \frac{F_t}{0.4\pi D_t [\sigma]_{b2}}$$

（５-４）

【００９９】

５．５ボルト

【０１００】

（１）スタッドの直径

【０１０１】

単一ラグのクランプに対して、力平衡から、下記式が得られる。

$$\frac{F_M}{2\times\frac{\pi}{4}d_1^2} = [\sigma]_{s3}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{2F_M}{\pi[\sigma]_{s3}}}$$

（５-５）

【０１０２】

ダブルラグのクランプについては、算出式は下記の通りである。

$$d_1 = \sqrt{\frac{F_M}{\pi[\sigma]_{s3}}}$$

（５-６）

【０１０３】

（２）ラグの算出

【０１０４】

クランプラグの抗折力、対向する２対のボルトの合計荷重は４つのラグにより分担され、下記式が得られる。

$$[\sigma]_{S3} = 0.75F_M\frac{L_a}{L_w L_h^2}$$

（５-７）

$$L_h = \sqrt{\frac{0.75F_M L_a}{L_w[\sigma]_{S3}}}$$

（５-８）

【０１０５】

力臂L_w＝ナットの外接円の直径＋５～６である。ラグ幅L_a、単一ラグはL_a＝０．８Ｅであり、ダブルラグはL_a＝１．５×ナットの外接円の直径である。ボルトの孔径d_2＝１．２d_1である。

【０１０６】

５．６）ピン

【０１０７】

（１）ピンの直径

【０１０８】

各々のピンは４つの剪断面を有し、力平衡から、下記式が得られる。

$$\frac{F_M}{2\times\frac{\pi}{4}d_3^2\times4}=0.8[\sigma]_{b3}$$

$$d_3=\sqrt{\frac{F_M}{1.6\pi[\sigma]_{b3}}}$$

（５-９）

【０１０９】

（２）ピンラグ及びピンめど（クランプごとの両端の連結部材）

【０１１０】

孔の直径はピン直径の１．２倍であり、$d_4=1.2d_3$である。ピンラグの高度をu_1、ピンめどの高度をu_2、$u_2=2u_1$、$u_2+2u_1=0.8F$とすると、$u_1=0.2F$である。力平衡から、下記式が得られる。

$$\frac{F_M}{(d_5-d_4)\times0.4F\times2\times2}=[\sigma]_{b4}$$

$$d_5=1.2d_4-\frac{F_M}{1.6F[\sigma]_{b4}}$$

（５-１０）

【０１１１】

５．７材料の安全係数

【０１１２】

材料の許容応力を算出するために、材料の引っ張り強度の安全係数n_b及び降伏強度の安全係数ｎｓを必要とする。ＧＢ１５０により、「現在、圧力容器の安全法規及び技術基準に採用される安全係数は粗放的なものであり、数多くの細かい問題を全て安全係数によって保障するため、装置又は設備の安全限界を正確に評価できないという問題がある」ことが指摘される。ＧＢ１５０の紹介した米国動的安全係数の理念を採用し、安全係数として各国の国家基準における低い方、つまりイギリスの国家基準を採用し、ＤＮ≤１５、ＰＮ≤１００のパイプに係数２（最も操作ミスして超高圧になりやすいもの）をかけ、ＤＮ２０～２５、ＰＮ≤４０のパイプに係数１．５をかけ、ＤＮ３２～５０、ＰＮ≤４０のパイプに係数１．２をかける。

【０１１３】

表５-１　イギリス基準材料の安全係数

材料	引っ張り強度n_b	降伏強度n_s
炭素鋼及び低合金鋼	２．３５	１．５
オーステナイト系ステンレス鋼	２．５	１．５

【０１１４】

５．８材料のパラメーター

【０１１５】

（１）力的性質

【０１１６】

本発明の実例に用いられる材料の力的性質については、ＧＢ１５０．２-２０１１、ＧＢ／Ｔ１２２０-２０００から取られ、表５-２を参照されたい。

【０１１７】

表５-２　鋼材鍛造品の力的性質（ＭＰａ）

材料	２０#	３５#	１６Ｍｎ	３０ＣｒＭｏ	３０４	３２１	３１６
引っ張り強度σ_b	４１０	５１０	４８０	６２０	５２０	５２０	５２０
降伏強度σ_s	２３５	２６５	３０５	４４０			

【０１１８】

（２）ガスケットの係数

【０１１９】

本発明の実例のガスケットとして、ステンレス・石墨巻きガスケットを採用し、ガスケットの係数ｍ＝３、ガスケットの単位圧力ｙ＝１７であり、石綿マットの単位圧力１１の１．５倍を採用する。本発明の実例では、密封面としてさねはぎ面を採用し、ガスケット幅ｂ＝（ほぞ幅＋ガスケット幅）／２で算出する。基準及び文献において、ステンレス・石墨巻きガスケットの単位圧力ｙ＝９０であり、これにより算出すれば、フランジが石綿マットから金属ガスケットに変わった後で、ボルトを締め付ける力の強さが８倍大きくなり、フランジの厚さも８倍大きくなり、これは明らかなミスであり、又は機械により測定された粗末な結果である。実際的に、フランジが石綿マットから金属ガスケットに変わった後で、ボルトを締め付ける力は僅かに増大すればよいが、均一に締め付けなければならず、つまりボルトを締め付ける場合に対向して１回ずつにゆっくりと締め付けなければならず、これは石綿マットを締め付ける場合の要求よりも高い。ブロックチェーンの締め付けは非常に簡単であり、力を入れてボルトを締め付ければよいので、これもバックルの優勢の一つである。

【０１２０】

６．本発明の設計・算出結果

【０１２１】

前記の本発明の設計方法によって、ＤＮ５０～６００のバックルのサイズ、圧力ＰＮ２５、４０、６３を算出し、密封面はさねはぎ面であり、ガスケットはステンレス・石墨巻きガスケットであり、ガスケットの厚さは３．２であり、設計された連結管を表６-１、２、３に示し、そのいずれも典型的な実施例である。表中のデータから、弓長許容量は１３～３７ｍｍであり、バックルの間隔は４．７～６．３ｍｍであり、加工精度に対する要求が高くではなく、製造しやすいことが判明される。クランプのサイズが明らかにフランジより遥かに小さく、大口径のバックルはフランジのように粗いボルトを要するものではなく、価格がフランジより遥かに低い。

【０１２２】

更にフランジと比較するために、バックルの重量を算出する。バックルとフランジとの重量を比較する場合、フランジは、１対の（２枚）の重量であるべきである。バックルの重量は１セットのクランプの重量に１対の連結管のテーパーの重量を加えるものであるべきである。連結管のテーパーの重量を算出する場合に、内径としては管外径を取るべきであり、つまりフランジの取り付ける場合にもあるパイプを除去し、便利に説明するために有効テーパー重量と呼ばれる。バックルボルトとピンとの重量の合計は、フランジの１セットのボルトの重量より軽く、ボルトの価値が低いので、両者の重量を比較する場合にこれを計算しない。フランジの重量は、ＧＢ／Ｔ９１２４-２０１０の板型下向き溶接フランジから由来する。算出結果を表に示す。バックルの重量はフランジの１０～３０％のみであり、口径が大きいほど、圧力が高く、バックルがフランジより軽いことが判明される。バックル連結管の有効テーパーの重量はフランジの重量の２．５～６％のみであり、バックルがフランジに取って代わる場合に連結管をステンレスに変えればよいので、クランプとして炭素鋼（亜鉛メッキ、ニッケルメッキ）を使用してよい。ステンレスのバックルはステンレスのフランジよりも価格の優勢が大きい。

【０１２３】

表６－１　圧力ＰＮ２５バックルの設計結果

公称直径ＤＮ	５０	６５	８０	１００	１２５	１５０	２００	２５０	３００	３５０	４００	５００	６００
クランプの枚数Ｎ	4	4	4	4	6	6	8	8	8	１２	１２	１６	１６
円錐角α	１５	１５	１５	１５	１５	１５	１５	１５	１２	１０	１０	１０	１０
Ｂ	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０	９０
β_w	２２．５	２２．５	２２．５	２２．５	１５	１５	１１．２	１１．２	１１．２	７．５	７．５	５．６	５．６
Γ	２４０	２４０	２４０	２４０	３００	３００	３００	３００	３００	３００	３００	３００	３００
γ_n	６０	６０	６０	６０	５０	５０	３７．５	３７．５	３７．５	２５	２５	１８．７５	１８．７５
シール溝の幅	９	９	９	９	９	１０．５	１２．５	１４	１４．５	１６	１５．５	１７	１７
さねはぎの隙間	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８	０．８
Ｂ	５．２	６．１	６．１	６．１	６．１	６．８５	７．８５	８．６	８．８５	９．６	９．３５	１０．１	１０．１
連結管材	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#
クランプ材	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	２０#	３５#	３５#	３５#	３５#	３５#
管外径D_o	５７	７６	８９	１０８	１３３	１５９	２１９	２７３	３２５	３７７	４２６	５３０	６３０
管内径D_i	５０	６９	８２	１０１	１２６	１５１	２０７	２６１	３１１	３６１	４１０	５１０	６１０
過渡円弧r_1	6	6	6	7	7	8	8	１０	１０	１０	１０	１０	１０
D_1	６５．９	８４．９	９７．９	１１８．４	１４３．４	１７０．９	２３０．９	２８７．８	３４０．８	３９３．５	４４２．５	５４６．５	６４６．５
D_n	７７	９６	１０９	１３０	１５５	１８３	２４４	３０１	３５４	４０７	４５６	５６０	６６０
D_w	９３	１１２	１２７	１５０	１７５	２０７	２７０	３２９	３８４	４３９	４８８	５９６	６９６
D_G	５５．６	７４．６	８７．６	１０７．６	１３２．６	１５７．６	２１４．６	２６８．６	３１８．６	３６８．６	４１８．６	５１９．６	６１９．６
g_D	０．２４	０．２９	０．３３	０．３９	０．２０	０．２４	０．１７	０．２１	０．２０	０．０８	０．０９	０．０６	０．０７
g_E	１．３８	１．７２	１．９６	２．３３	１．９５	２．３０	１．７３	２．１４	２．０	０．８５	０．９５	０．６６	０．７８
Δg	１．１４	１．４３	１．６３	１．９５	１．７５	２．０６	１．５６	１．９３	１．８０	０．７６	０．８６	０．６０	０．７０
管肉厚δ_D	３．５	３．５	３．５	３．５	３．５	４	６	６	７	８	８	１０	１０
論理値	０．６	０．８	０．９	１．１	１．４	１．７	２．３	２．８	３．４	３．９	４．４	５．５	６．６

連結管の高度Ｈ	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０	５０
剪断厚さh_{w1}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
h_{w2}	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
h_{n1}	５．９	５．９	６．１	６．３	６．５	７．０	８．３	８．５	８．０	８．７	８．７	９．１	９．１
h_{n2}	７．９	７．９	８．１	８．３	８．５	９．０	９．３	９．５	９．０	８．７	８．７	９．１	９．１
論理値	０．２３	０．２９	０．３０	０．３１	０．３７	０．４３	０．５７	０．６９	０．５６	０．４５	０．５１	０．６２	０．７２
クランプの外径E_o	１１１	１３０	１４７	１７０	１９７	２２９	２９６	３５５	４１１	４６７	５１６	６２６	７２６
クランプの内径E_i	１０１	１２０	１３６	１５９	１８５	２１７	２８０	３３９	３９５	４５１	５００	６１０	７１０
肉厚δ_E	5	5	５．５	５．５	6	6	8	8	8	8	8	8	8
論理値	０．５５	０．７９	０．８９	１．０６	１．２８	１．５２	２．０７	２．５９	２．４３	２．８０	３．１５	３．８８	４．６０
切点厚f_n	６．８５	７．８９	８．１７	８．９６	８．７７	９．７７	８．９４	９．７１	１０．２６	１０．０１	１０．０２	９．６４	９．６５
切点厚f_w	８．９９	１０．０４	１０．５８	１１．６４	１１．４５	１２．９９	１２．４２	１３．４６	１３．４５	１２．８３	１２．８４	１２．８１	１２．８２
論理値	０．１９	１０．２５	０．２５	０．２７	０．３３	０．３８	０．５１	０．６３	０．４１	０．３４	０．３８	０．４７	０．５５
クランプの高度Ｆ	３２	３４	３５	３７	３７	４０	４０	４２	４２	４２	４２	４２	４２
シングルラグボルトd_1	8	8	8	１０	１２	１２	１４	１６	１６	１６	１６	２２	２４
論理値	３．９	４．９	５．４	６．０	７．１	８．４	１１．１	１３．６	１２．５	１２．１	１３．５	１６．５	１９．４
L_a	２０	２０	２０	２４	２６	２６	３０	３４	３４	３８	４１		
L_w	２５．６	２７．２	２８	２９．６	２９．６	３２	３２	３３．６	３３．６	３３．６	３３．６		
L_h	6	7	7	8	１０	１１	１３	１５	１５	１６	１８		
L_h論理値	３．６	４．４	４．７	５．６	６．９	７．８	１１．１	１４．１	１２．３	１２．６	１４．６		
ダブルラグボルトd_1	6	6	6	8	１０	１０	１２	１４	１４	１４	１４	１４	１６
論理値	２．８	３．５	３．８	４．３	５．０	５．９	７．９	９．６	８．８	８．５	９．５	１１．７	１３．７
L_a	１７	１７	１７	２０	２５	２５	２７	３０	３０	３０	３０	３３	３３
L_w	１８	１８	１８	２３	２８	２８	３２	３７	３７	３７	３７	３７	４２
L_h	6	7	7	7	8	8	１０	１１	１１	１１	１２	１３	１４
L_h論理値	２．８	３．５	３．８	４．１	４．９	５．８	７．４	８．９	７．８	７．５	８．４	１０．１	１１．

													8	9
ピン直径d_3	6	6	6	8	8	8	10	10	10	10	10	12	14	
論理値	2.1	2.6	2.8	3.2	3.8	4.4	5.9	7.2	6.3	6.1	6.8	8.3	9.8	
ラグの直径d_5	12	12	12	15	17	17	20	20	20	20	20	22	24	
論理値	7.0	7.2	7.3	9.7	10.0	10.4	13.7	14.9	14.0	13.8	14.5	18.4	22.6	
弓長比ω	2.5	2.4	2.4	2.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
弓長許容量ΔC	13.5	13.8	15.7	18.7	22	25.9	26.6	32.9	38.8	30.2	33.9	31.4	37.1	
バックル許容量ΔL	4.7	4.5	4.3	4.4	5.1	5.2	5.9	5.8	5.7	6.3	6.2	6.4	6.3	
フランジの重量kg	5.46	6.96	8.64	12.14	16.38	20.66	28.66	40.2	53.2	83.6	115.2	174	254	
クランプの重量kg	1.66	2.19	2.90	3.97	5.03	7.32	11.6	16.6	19.5	22.8	26.3	38.7	48.5	
バックル／フランジの重量パーセント	30.5	31.5	33.6	32.7	30.7	35.5	40.6	41.3	36.7	27.2	22.8	22.3	19.1	
テーパー／フランジの重量パーセント	8.7	8.6	8.6	8.4	7.4	8.4	9.4	9.4	8.2	6.4	5.2	4.6	3.7	

【０１２４】

表6-2　圧力ＰＮ４０のバックルの設計結果

公称直径DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
クランプの枚数N	4	4	4	4	6	6	8	8	8	12	12	16	16
連結管材	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#
クランプ材	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	30CrMo	30CrMo
管肉厚δ_D	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4	6	6	7	8	8	10	12
論理値	0.92	1.2	1.4	1.8	2.2	2.6	3.6	4.4	5.3	6.1	6.9	8.6	10.2
連結管の高度H	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
剪断厚さh_{w1}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
h_{w2}	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
h_{n1}	5.9	5.9	6.1	6.3	6.5	7.0	8.3	8.5	8.0	8.7	8.7	9.1	9.1
h_{n2}	7.9	7.9	8.1	8.3	8.5	9.0	9.3	9.5	9.0	8.7	8.7	9.1	9.1
論理値	0.36	0.45	0.47	0.49	0.58	0.68	0.90	1.09	0.88	0.72	0.80	0.97	1.14
クランプの外径E_o	111	130	147	170	197	229	296	355	411	467	516	626	726
クランプの内径E_i	101	120	136	159	185	217	280	339	395	451	500	610	710
肉厚δ_E	5	5	5.5	5.5	6	6	8	8	8	8	8	8	8
論理値	0.70	1.00	1.13	1.34	1.62	1.92	2.62	3.27	3.81	4.40	4.95	5.02	5.95
切点厚f_n	6.85	7.89	8.17	8.96	8.77	9.77	8.94	9.71	10.26	10.01	10.02	9.64	9.65
切点厚f_w	8.99	10.04	10.58	11.64	11.45	12.99	12.42	13.46	13.45	12.83	12.84	12.81	12.82
論理値	0.24	0.31	0.32	0.34	0.41	0.48	0.65	0.80	0.65	0.53	0.60	0.60	0.71
クランプの高度F	32	34	35	37	37	40	40	42	42	42	42	42	42

シングルラグボルトd_1	8	8	8	10	12	14	18	18	18	18			
論理値	4.7	5.9	6.3	7.1	8.4	9.9	13.1	16.1	15.7	15.2	16.9	16.1	18.9
L_s	20	20	20	24	26	30	38	38	38	38			
L_w	25.6	27.2	28	29.6	29.6	32	32	33.6	33.6	33.6			
L_h	6	7	7	8	10	11	13	20	20	20			
L_h論理値	4.0	4.9	5.2	6.3	7.7	9.4	14.0	16.8	16.3	15.8			
ダブルラグボルトd_1	3.3	4.1	4.5	5.0	6.0	7.0	9.3	11.4	11.1	10.7	12.0	11.4	13.4
論理値	6	6	6	8	10	10	14	14	14	14	14	14	18
L_s	17	17	17	20	25	25	27	30	30	30	30	33	37
L_w	18	18	18	23	28	28	32	37	37	37	37	37	42
L_h	6	7	7	7	8	8	10	11	11	11	12	14	16
Lh論理値	3.1	3.9	4.3	4.6	5.5	6.5	8.4	10.1	9.8	9.5	10.6	12.3	14.4
ピン直径d_3	6	6	6	8	8	8	10	10	10	10	10	12	14
論理値	2.4	3.0	3.2	3.6	4.3	5.0	6.6	8.1	7.9	7.7	8.5	9.5	11.1
ラグの直径d_5	12	12	12	15	17	17	20	20	20	20	20	22	24
論理値	7.1	7.4	7.5	9.9	10.3	10.8	14.4	16.0	15.7	15.4	16.5	19.9	24.7
フランジの重量kg	5.46	6.96	8.64	12.14	16.38	21.6	35.8	59.6	90.2	133.4	194.2		
クランプの重量kg	1.66	2.19	2.90	3.97	5.03	7.32	11.62	16.60	19.55	22.77	26.29	38.75	48.54
バックル／フランジの重量パーセント	30.5	31.5	33.6	32.7	30.7	33.9	32.4	27.9	21.7	17.1	13.5		

テーパー／フランジの重量パーセント	8.7	8.6	8.6	8.4	7.4	8.0	7.5	6.3	4.9	4.0	3.1		

【０１２５】

表6-2　圧力PN63のバックルの設計結果

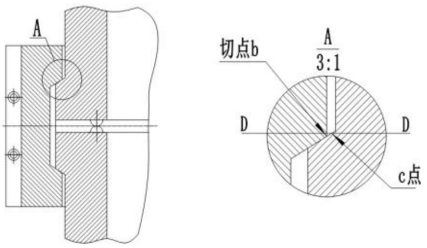
公称直径DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
クランプの枚数N	4	4	4	4	6	6	8	8	8	12	12	16	16
連結管材	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#	20#
クランプ材	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	35#	30CrMo	30CrMo
管肉厚δ_0	3.5	3.5	3.5	3.5	4	6	8	8	8	10	10	14	14
論理値	1.4	1.9	2.2	2.7	3.3	4.0	5.4	6.8	6.6	7.6	8.6	10.7	12.7
連結管の高度H	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
剪断厚さh_{w1}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
h_{w2}	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
h_{n1}	5.9	5.9	6.1	6.3	6.5	7.0	8.3	8.5	8.0	8.7	8.7	9.19.1	
h_{n2}	7.9	7.9	8.1	8.3	8.5	9.0	9.3	9.5	9.0	8.7	8.7	9.19.1	
論理値	0.56	0.70	0.73	0.77	0.90	1.03	1.34	1.64	1.08	0.89	1.00	1.24	1.45
クランプの外径E_o	111	130	147	170	197	229	296	355	411	467	516	626	726
クランプの内径E_i	101	120	136	159	185	217	280	339	395	451	500	610	710
肉厚δ_E	5	5	5.5	5.5	6	6	8	8	8	8	8	8	8
論理値	0.70	1.00	1.13	1.34	1.62	1.92	2.62	3.27	3.81	4.40	4.95	5.052	5.95
切点厚f_n	6.85	7.89	8.17	8.96	8.77	9.77	8.94	9.71	10.26	10.01	10.02	9.64	9.65
切点厚f_w	8.99	10.04	10.58	11.64	11.45	12.99	12.42	13.46	13.45	12.83	12.84	12.81	12.82
論理値	0.37	0.49	0.50	0.54	0.64	0.73	0.97	1.20	0.82	0.68	0.77	0.96	1.13
クランプの高度F	32	34	35	37	37	40	40	42	42	42	42	42	42

シングルラグボルトd_1	8	10	10	12	14	16	20	24	18	18			
論理値	5.8	7.3	7.9	8.9	10.5	12.2	16.1	19.7	15.1	14.7	16.4	20.3	23.8
L_s	20	20	20	24	26	30	38	38	38	38			
L_w	25.6	27.2	28	29.6	29.6	32	32	33.6	33.6	33.6			
L_h	6	7	7	8	10	11	13	20	20	20			
Lh論理値	5.0	6.1	6.6	7.8	9.6	11.6	17.2	20.5	18.3	17.9			
ダブルラグボルトd_1	6	6	6	8	10	10	14	16	14	14	14	18	20
論理値	4.1	5.2	5.6	6.3	7.4	8.6	11.4	14.0	10.6	10.4	11.6	14.4	16.8
L_s	17	17	17	20	25	25	30	33	31	31	31	36	40
L_w	18	18	18	23	28	28	37	42	37	37	37	47	52
L_h	6	7	7	7	8	10	13	14	13	14	14	16	18
L_h論理値	3.9	4.9	5.3	5.7	6.9	8.0	10.0	12.1	11.2	10.9	12.2	14.4	16.9
ピン直径d_3	6	6	6	8	8	8	10	12	12	12	12	14	16
論理値	2.9	3.7	4.0	4.5	5.3	6.2	8.1	10.0	8.9	8.6	9.7	12.0	14.0
ラグの直径d_5	12	12	12	15	17	17	20	22	22	22	22	28	34
論理値	7.4	7.9	8.0	10.5	11.2	11.8	16.2	20.6	19.1	18.8	20.2	26.1	32.3
フランジの重量kg	3.99	4.73	5.9	8.05	11.7	16.9	20.5	42.1	59.1	88.7	121		
クランプの重量kg	1.66	2.19	2.9	3.97	5.03	7.32	11.6	16.6	19.5	22.7	26.3	40.2	51.8
バックル／フランジの	20.	23.	24.	24.	21.	21.	28.	19.	16.	12.	10.		

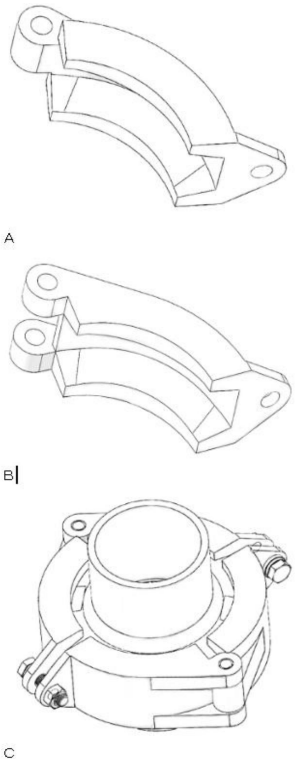
重量パーセント	8	2	6	7	5	7	3	7	5	8	9		
テーパー／フランジの重量パーセント	6.0	6.4	6.3	6.3	5.2	5.1	6.6	4.5	3.7	3.0	2.5		

【０１２６】
７．実例：１）ＤＮ１００ＰＮ２５バックルを、表６-１のデータに基づいて製造し、テスト水圧５ＭＰａで、２４時間保持し、漏洩はなかった。
【０１２７】
２）ＤＮ１５０ＰＮ４０バックルを、表６-２のデータに基づいて製造し、テスト水圧１０ＭＰａで２４時間保持し、漏洩はなかった。

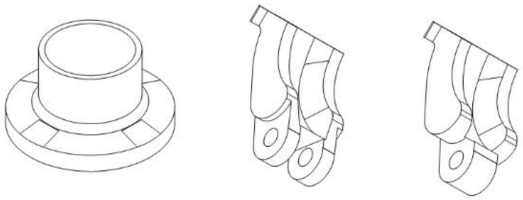
【図１】



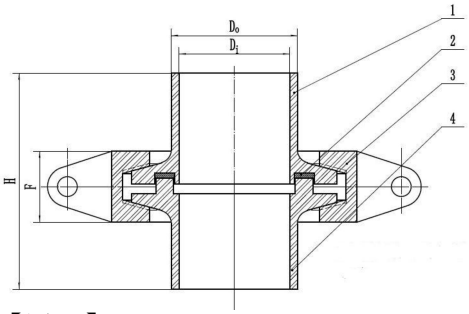
【図２】



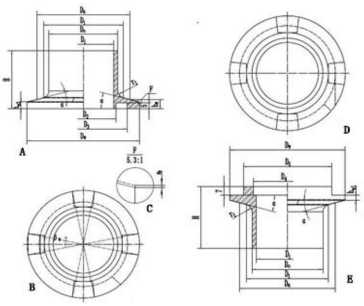
【図３】



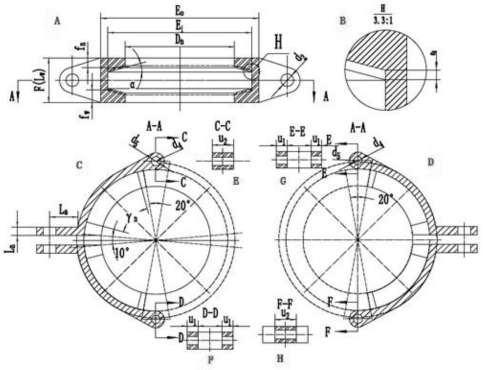
【図４】



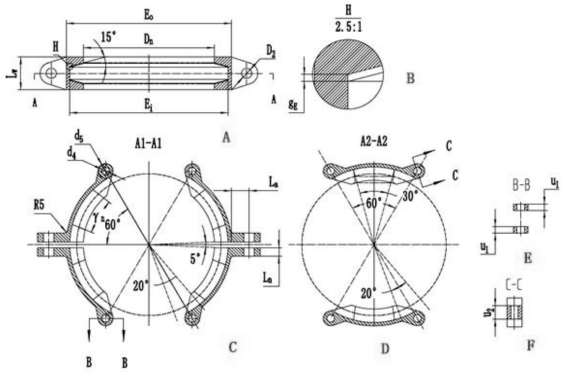
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－００３４５９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／０１９６２３（WO，Ａ１）
特開平０９－１０５４８８（ＪＰ，Ａ）
実開昭５８－１２６１９５（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｌ　２３／０８
Ｆ１６Ｊ　１５／０６