

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6204512号  
(P6204512)

(45) 発行日 平成29年9月27日 (2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日 (2017.9.8)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>B 2 1 D 19/08 (2006.01)</b>	B 2 1 D 19/08 A
<b>B 2 1 D 41/02 (2006.01)</b>	B 2 1 D 19/08 F
<b>B 2 1 D 19/00 (2006.01)</b>	B 2 1 D 41/02 A
	B 2 1 D 19/00 A

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-6909 (P2016-6909)	(73) 特許権者	316000172
(22) 出願日	平成28年1月18日 (2016.1.18)		株式会社エム・エス・ケー
(65) 公開番号	特開2017-127880 (P2017-127880A)		群馬県伊勢崎市日乃出町703-5
(43) 公開日	平成29年7月27日 (2017.7.27)	(73) 特許権者	504145364
審査請求日	平成28年7月19日 (2016.7.19)		国立大学法人群馬大学
			群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地
		(74) 代理人	100147913
			弁理士 岡田 義敬
		(74) 代理人	100091605
			弁理士 岡田 敬
		(74) 代理人	100197284
			弁理士 下茂 力
		(72) 発明者	松原 香
			群馬県伊勢崎市日乃出町703番地5 株
			株式会社エム・エス・ケー内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼管の冷間フレア成形加工装置及びその装置を用いた鋼管の冷間フレア成形加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒形状の貫通した空間部を有し前記空間部を介して鋼管の外周面を挾持して前記鋼管を固定するクランプを有するクランプ機構と、

前記クランプの一側面から導出した前記鋼管に対して冷間フレア成形加工を行う円錐形状の加工面を有する第1のパンチと、

前記第1のパンチにより前記冷間フレア成形加工が施された前記導出した前記鋼管に対して、前記冷間フレア成形加工によりフランジ部を形成する平坦形状の加工面を有する第2のパンチと、

前記クランプ機構により固定された前記鋼管に対して前記第1のパンチと前記第2のパンチとを切り替えるパンチ切替機構と、

前記パンチ切替機構にて選定された前記第1のパンチまたは前記第2のパンチを前記導出した前記鋼管に向けて押し出し、前記第1のパンチの前記円錐形状の加工面及び前記第2のパンチの前記平坦形状の加工面により前記導出した前記鋼管の内周面に対して多段式のプレス加工を行うプレス機構と、を備え、

前記クランプの前記一側面に形成される円形状の開口端部に成形されると共に、前記プレス加工時に前記フランジ部の必要長さを形成する曲面が成形され、

前記クランプは、前記空間部を構成する内周面である第1の加工面と、前記一側面である第2の加工面と、前記第1の加工面と前記第2の加工面とを結ぶ前記曲面である第3の加工面と、を有し、

10

20

前記第 1 のパンチには、前記冷間フレア成形加工時において、前記鋼管の内側に進入すると共に、前記円錐形状の加工面よりも先端側に配置され、前記鋼管の内側への変形を抑制する第 1 の円筒形状部が形成され、

前記第 2 のパンチには、前記冷間フレア成形加工時において、前記鋼管の内側に進入すると共に、前記平坦形状の加工面よりも先端側に配置され、前記鋼管の内側への変形を抑制する第 2 の円筒形状部が形成されていることを特徴とする鋼管の冷間フレア成形加工装置。

【請求項 2】

前記クランプの前記開口端部には、加工前の前記開口端部から半径 6 mm から 9 mm の前記曲面が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置。

【請求項 3】

前記空間部を囲む前記クランプの前記内周面には凹凸形状の加工が成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置。

【請求項 4】

前記凹凸形状は、前記鋼管の延在方向に対して傾斜角を有するように前記内周面に形成された複数の溝であり、

前記クランプの前記一側面側へと傾斜する前記溝の傾斜面と前記溝の加工前の前記クランプの前記内周面との成す角が、前記クランプの前記一側面と対向する面側へと傾斜する前記溝の傾斜面と前記溝の加工前の前記クランプの前記内周面との成す角よりも小さく、

前記クランプ機構は前記クランプを前記鋼管の延在方向に対して垂直方向に稼働させる油圧装置を有し、前記油圧装置は前記クランプを介して前記鋼管の前記外周面から前記垂直方向の力を加えることを特徴とする請求項 3 に記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置。

【請求項 5】

前記凹凸形状は、前記内周面に対してサンドブラスト加工により形成されている凹凸であることを特徴とする請求項 3 に記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置。

【請求項 6】

前記クランプの内径は前記鋼管の外径より小さく、前記クランプの内径は前記鋼管の外径の 99.5 % 以上の大きさであることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置を用いた鋼管の冷間フレア成形加工方法であり、

前記鋼管を準備し、前記クランプ機構を稼働させ前記鋼管の一端側が前記クランプの前記一側面から導出するように前記鋼管の前記外周面を挟持して前記クランプにて前記鋼管を固定する工程と、

前記パンチ切替機構により前記第 1 のパンチを選定し、前記第 1 のパンチの軸心と前記鋼管の軸心とを位置合わせした後、前記プレス機構により前記第 1 のパンチの前記円錐形状の加工面が前記導出した前記鋼管の前記内周面をプレス加工すると共に、前記第 1 のパンチの前記第 1 の円筒形状部が前記鋼管内に進入し、前記鋼管の内側への変形を抑制するように前記第 1 のパンチを前記鋼管に向けて押し出す工程と、

前記パンチ切替機構により前記第 2 のパンチを選定し、前記第 2 のパンチの軸心と前記鋼管の前記軸心とを位置合わせした後、前記プレス機構により前記第 2 のパンチの前記平坦形状の加工面が前記導出した前記鋼管の前記内周面をプレス加工すると共に、前記第 2 のパンチの前記第 2 の円筒形状部が前記鋼管内に進入し、前記鋼管の内側への変形を抑制するように前記第 2 のパンチを前記鋼管に向けて押し出す工程と、を備え、

前記クランプの前記一側面に形成される前記円形状の前記開口端部に形成される前記曲面は、前記第 1 のパンチ及び前記第 2 のパンチを用いたプレス加工時に、前記クランプの前記一側面から前記導出した前記鋼管に対して必要な長さの前記フランジ部を形成する曲面であることを特徴とする鋼管の冷間フレア成形加工方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

前記プレス機構では、予め設定された前記プレス機構の油圧シリンダの限界圧力または  
予め設定された前記第 1 のパンチ及び前記第 2 のパンチのストローク量のどちらか一方の  
条件を満たした段階にて前記多段式のプレス加工を終えることを特徴とする請求項 7 に記  
載の鋼管の冷間フレア成形加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冷間方式にて鋼管の端部にフランジ部を形成する鋼管の冷間フレア成形加工  
装置及び鋼管の冷間フレア成形加工方法に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

冷凍食品加工工場や冷蔵食品加工工場等のプラント設備の配管は、鋼管材質の質向上も  
含め、常に最先端の機械設備の導入と共に改良を繰り返しながら今日に到っている。そし  
て、配管用鋼管継手部の多くは溶接による接合に委ねられており、施工の効率化、作業効  
率化、施工期間の短縮、コスト削減等が追及されている。

## 【0003】

また、配管用鋼管継手の接合方法としてフランジ接合による施工も行われている。この  
フランジ接合も、鋼管とフランジ部分は溶接を要し、溶接時の火花による火災発生の危険  
性は、上記溶接による施工方法と同様に大きな問題である。その他、溶接を用いた施工方  
法では、環境負荷の低減、低コスト化、作業効率、溶接作業者の習熟度や人材不足と言っ  
た観点からも大きな問題である。

20

## 【0004】

上述した問題への対策として、配管用鋼管端部につば出し加工（以下、「フレア加工」  
と呼ぶ。）を行うことで、上記溶接による施工工程を省略する鋼管のフレア加工方法が知ら  
れている。

## 【0005】

従来の鋼管の加工方法として、図 5 ～ 図 7 に示す加工方法が知られている。図 5（A）  
～ 図 5（C）及び図 6（A）～ 図 6（C）は、ダイス方式による鋼管のフレア加工方法を  
説明する断面図である。

30

## 【0006】

図 5（A）に示す如く、フレア加工が行われる素管 101 を準備し、素管 101 をダイ  
ス方式のフレア加工装置の所望の箇所へと装着する。尚、素管 101 は、その先端側に形  
成された厚肉部に対してフレア加工が行われる。図示したように、フランジ形成領域の素  
管 101 の端部周囲には誘導コイル 102 が配設され、素管 101 は誘導加熱される。そし  
て、円錐形状の成形面 103A を備えたダイス 103 に対して素管 101 の端部を押し  
込んでいく。

## 【0007】

図 5（B）及び図 5（C）に示す如く、素管 101 の先端側は、誘導コイル 102 によ  
り誘導加熱されながら、ダイス 103 に押し込まれることで、除々にダイス 103 の成形  
面 103A に沿って円錐形状に拡管される。

40

## 【0008】

図 6（A）及び図 6（B）に示す如く、フレア加工装置では、円錐形状の成形面 103  
A を備えたダイス 103 から平坦形状の成形面 104A を備えたダイス 104 へと切り替  
える。そして、引き続き、円錐形状に拡管された素管 101 を誘導コイル 102 により誘  
導加熱しながら、除々にダイス 104 へと押し込んでいく。

## 【0009】

図 6（C）に示す如く、素管 101 の先端側は、ダイス 104 の成形面 104A に沿っ  
て、円錐形状から平坦形状へと成形される。このとき、ダイス 104 の成形面 104A の  
外周端に設けられたストッパー 104B に素管 101 の先端が当たることで、それ以上の

50

加工が止まり、素管 101 の先端側には所定外径の平坦形状のフランジが成形される（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0010】

また、従来のステンレスパイプの加工方法として、図 7 に示す加工方法が知られている。図 7 (A) 及び図 7 (B) は、ステンレスパイプのフレア加工方法を説明する断面図である。

【0011】

図 7 (A) に示す如く、各種プラントに用いられる配管端部にフランジを成形するため、例えば、ステンレスパイプ 121 を所定の長さ に 切断し、ステンレスパイプ 121 をフレア加工装置の所望の箇所へと装着する。

10

【0012】

先ず、ステンレスパイプ 121 のフランジ加工が行われる一端側が露出するように、ステンレスパイプ 121 の周囲から拘束型 122 により押圧して固定される。一方、ステンレスパイプ 121 の他端側は拘束型 122 の直径内を摺動可能な下型 123 により固定される。次に、フレアーボンチ 124 によりステンレスパイプ 121 の一端側を押圧することで、円錐形状のフレアーボンチ 124 に沿ってステンレスパイプ 121 の一端側は円錐形状に拡管される。

【0013】

図 7 (B) に示す如く、上記拡管したステンレスパイプ 121 を熱処理した後、再び、拘束型 122 及び下型 123 によりステンレスパイプ 121 を固定し、平坦形状を備えたプレスラム 125 により押圧し、ステンレスパイプ 121 の一端側に平坦形状のフランジが成形される（例えば、特許文献 2 参照。）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献 1】特開平 10 - 146623 号公報

【特許文献 2】特開昭 64 - 71527 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

30

先ず、図 5 ~ 図 6 を用いて説明した温間方式のフレア成形加工方法では、フレア成形加工の前工程として素管 101、111 を加熱する熱処理工程が必要となり、その熱により素管 101、111 が塑性変形（拡管）するため、寸法精度を高めることが難しいという問題がある。

【0016】

また、上記熱処理工程では、バーナー等により素管 101、111 を加熱するため、素管 101、111 に酸化スケールが発生し、寸法精度を高めることが難しいという問題がある。

【0017】

次に、図 7 (A) 及び図 7 (B) に示すフレア成形加工方法では、拘束型 122 及び下型 123 を用いて 2 方向からステンレスパイプ 121 を押圧して固定した状態にて、フレアーボンチ 124 及びプレスラム 125 を用いて、ステンレスパイプ 121 の一端側にフランジを成形している。

40

【0018】

特に、下型 123 がステンレスパイプ 121 の他端側を押圧することで、フレアーボンチ 124 及びプレスラム 125 がステンレスパイプ 121 の一端側を押圧した際に、ステンレスパイプ 121 が押し出されるようにずれることが防止される。

【0019】

つまり、このフレア成形加工装置では、拘束型 122 だけではフレアーボンチ 124 及びプレスラム 125 の押圧力に対抗出来ず、下型 123 が必須の構成となっている。その

50

ため、短いステンレスパイプ 1 2 1 に対してはフレア加工を行うことが出来るが、ある程度長いステンレスパイプ 1 2 1 に対しては下型 1 2 3 により固定することが難しく、加工時にステンレスパイプ 1 2 1 がずれるため、フレア加工出来ないか、寸法精度良くフレア加工し難いという問題がある。仮に、長いステンレスパイプ 1 2 1 に対応可能なフレア成形加工装置とするためには、フレア加工装置が大型化し、設置箇所も限られ、装置コストも大幅に増加するという問題が考えられる。現実的には、このフレア成形加工装置では、短いステンレスパイプ 1 2 1 にしか対応出来ないという問題がある。

#### 【 0 0 2 0 】

また、丸印 1 2 6 にて示すように、ステンレスパイプ 1 2 1 を押圧して固定する拘束型 1 2 2 の端部に曲面が成形されていないため、フレアーボンチ 1 2 4 及びプレスラム 1 2 5 がステンレスパイプ 1 2 1 の一端側を押圧した際に、拘束型 1 2 2 の端部がステンレスパイプ 1 2 1 へ食い込み、ステンレスパイプ 1 2 1 の曲げ加工部が破損したり、亀裂等が入る恐れがあり、フランジ部の製品品質が安定しないという問題がある。その結果、ステンレスパイプ 1 2 1 の継手箇所において、フランジ部間にパッキンを介装してルーズフランジをボルト締結するが、時間の経過と共に、上記フランジ部が破損し、漏水現象が生じ、致命的な性能不良をきたす恐れがある。

#### 【 0 0 2 1 】

更には、拘束型 1 2 2 の端部においても、フレアーボンチ 1 2 4 及びプレスラム 1 2 5 がステンレスパイプ 1 2 1 の一端側を押圧した際に、拘束型 1 2 2 の端部がステンレスパイプ 1 2 1 へ食い込むことを繰り返すことで、拘束型 1 2 2 が破損するという問題がある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 2 2 】

前述した各事情に鑑みて成されたものであり、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工装置は、円筒形状の貫通した空間部を有し前記空間部を介して鋼管の外周面を挾持して前記鋼管を固定するクランプを有するクランプ機構と、前記クランプの一側面から導出した前記鋼管に対して冷間フレア成形加工を行う円錐形状の加工面を有する第 1 のパンチと、前記第 1 のパンチにより前記冷間フレア成形加工が施された前記導出した前記鋼管に対して、前記冷間フレア成形加工によりフランジ部を形成する平坦形状の加工面を有する第 2 のパンチと、前記クランプ機構により固定された前記鋼管に対して前記第 1 のパンチと前記第 2 のパンチとを切り替えるパンチ切替機構と、前記パンチ切替機構にて選定された前記第 1 のパンチまたは前記第 2 のパンチを前記導出した前記鋼管に向けて押し出し、前記第 1 のパンチの前記円錐形状の加工面及び前記第 2 のパンチの前記平坦形状の加工面により前記導出した前記鋼管の内周面に対して多段式のプレス加工を行うプレス機構と、を備え、前記クランプの前記一側面に形成される円形状の開口端部に成形されると共に、前記プレス加工時に前記フランジ部の必要長さを形成する曲面が成形され、前記クランプは、前記空間部を構成する内周面である第 1 の加工面と、前記一側面である第 2 の加工面と、前記第 1 の加工面と前記第 2 の加工面とを結ぶ前記曲面である第 3 の加工面と、を有し、前記第 1 のパンチには、前記冷間フレア成形加工時において、前記鋼管の内側に進入すると共に、前記円錐形状の加工面よりも先端側に配置され、前記鋼管の内側への変形を抑制する第 1 の円筒形状部が形成され、前記第 2 のパンチには、前記冷間フレア成形加工時において、前記鋼管の内側に進入すると共に、前記平坦形状の加工面よりも先端側に配置され、前記鋼管の内側への変形を抑制する第 2 の円筒形状部が形成されていることを特徴とする。

#### 【 0 0 2 3 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工装置は、前記クランプの前記開口端部には、加工前の前記開口端部から半径 6 mm から 9 mm の前記曲面が成形されていることを特徴とする。

#### 【 0 0 2 4 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工装置は、前記空間部を囲む前記クランプの内

10

20

30

40

50

周面には凹凸形状の加工が成されていることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工装置は、前記凹凸形状は、前記鋼管の延在方向に対して傾斜角を有するように前記内周面に形成された複数の溝であり、前記クランプの前記一側面側へと傾斜する前記溝の傾斜面と前記溝の加工前の前記クランプの前記内周面との成す角が、前記クランプの前記一側面と対向する面側へと傾斜する前記溝の傾斜面と前記溝の加工前の前記クランプの前記内周面との成す角よりも小さく、前記クランプ機構は前記クランプを前記鋼管の延在方向に対して垂直方向に稼働させる油圧装置を有し、前記油圧装置は前記クランプを介して前記鋼管の前記外周面から前記垂直方向の力を加えることを特徴とする。

10

【 0 0 2 6 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工装置は、前記凹凸形状は、前記内周面に対してサンドブラスト加工により形成されている凹凸であることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工装置は、前記クランプの内径は前記鋼管の外径より小さく、前記クランプの内径は前記鋼管の外径の 99.5% 以上の大きさであることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工方法は、前記プレス機構では、予め設定された前記プレス機構の油圧シリンダの限界圧力または予め設定された前記第 1 のパンチ及び前記第 2 のパンチのストローク量のどちらか一方の条件を満たした段階にて前記多段式のプレス加工を終えることを特徴とする。

20

【 0 0 2 9 】

また、本発明の鋼管の冷間フレア成形加工方法は、上記記載の鋼管の冷間フレア成形加工装置を用いた鋼管の冷間フレア成形加工方法であり、前記鋼管を準備し、前記クランプ機構を稼働させ前記鋼管の一端側が前記クランプの前記一側面から導出するように前記鋼管の前記外周面を挾持して前記クランプにて前記鋼管を固定する工程と、前記パンチ切替機構により前記第 1 のパンチを選定し、前記第 1 のパンチの軸心と前記鋼管の軸心とを位置合わせした後、前記プレス機構により前記第 1 のパンチの前記円錐形状の加工面が前記導出した前記鋼管の前記内周面をプレス加工すると共に、前記第 1 のパンチの前記第 1 の円筒形状部が前記鋼管内に進入し、前記鋼管の内側への変形を抑制するように前記第 1 のパンチを前記鋼管に向けて押し出す工程と、前記パンチ切替機構により前記第 2 のパンチを選定し、前記第 2 のパンチの軸心と前記鋼管の前記軸心とを位置合わせした後、前記プレス機構により前記第 2 のパンチの前記平坦形状の加工面が前記導出した前記鋼管の前記内周面をプレス加工すると共に、前記第 2 のパンチの前記第 2 の円筒形状部が前記鋼管内に進入し、前記鋼管の内側への変形を抑制するように前記第 2 のパンチを前記鋼管に向けて押し出す工程と、を備え、前記クランプの前記一側面に形成される前記円形状の前記開口端部に成形される前記曲面は、前記第 1 のパンチ及び前記第 2 のパンチを用いたプレス加工時に、前記クランプの前記一側面から前記導出した前記鋼管に対して必要な長さの前記フランジ部を形成する曲面であることを特徴とする。

30

40

【 発明の効果 】

【 0 0 3 0 】

本発明では、鋼管を固定するクランプの加工面側の開口端部に曲面が成形され、その曲面を加工面として利用し、鋼管の先端側にフランジ部が成形される。この構造により、冷間フレア成形加工時にクランプが鋼管に食い込むことがなく、フランジ部が破断し、フランジ部に亀裂が入ることが防止され、製品品質の安定したフランジ部の成形が実現される。

50

## 【 0 0 3 1 】

また、本発明では、クランプの加工面側の開口端部に対し、その端部から半径 6 mm から 9 mm の曲面が成形されることで、鋼管の内側への変形が大幅に低減され、所望の平坦長さを有するフランジ部の成形が実現される。

## 【 0 0 3 2 】

また、本発明では、クランプの内周面に対して、溝形状やサンドブラスト加工による小さい凹凸形状が形成されることで、冷間フレア成形加工時における鋼管の滑りを防止し、寸法精度の高いフランジ部の成形が実現される。

## 【 0 0 3 3 】

また、本発明では、クランプの内径は鋼管の外径より小さく、クランプの内径は鋼管の外径の 99.5 % 以上の大きさとするすることで、冷間フレア成形加工時における鋼管の滑りを防止し、寸法精度の高いフランジ部の成形が実現される。

10

## 【 0 0 3 4 】

また、本発明では、鋼管に対して垂直荷重を加える稼働式のクランプ機構が配設されることで、垂直方向からの押圧力により鋼管を確実に固定することができ、様々な長さの鋼管に対してもフランジ部の成形加工が実現される。

## 【 0 0 3 5 】

また、本発明では、クランプ機構と、パンチ切替機構と、プレス機構とを有し、クランプ機構にて鋼管を確実に固定した状態にて、パンチ切替機構にて第 1 のパンチと第 2 のパンチとを切替ながら多段式の冷間フレア成形加工が成される。この成形加工方法により、冷間式によるフランジ部の寸法精度が優れ、クランプ形状による製品品質の安定したフランジ部の成形が実現される。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 6 】

【図 1】本発明の実施の形態における冷間フレア成形加工装置を説明する (A) 斜視図、(B) 側面図である。

【図 2】本発明の実施の形態における冷間フレア成形加工装置の (A) クランプを説明する斜視図、クランプの曲面を加工面として用いた解析及び実験結果に基づく (B) 断面図、(C) 断面図、(D) 断面図、(E) 断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態における冷間フレア成形加工装置のクランプを説明する (A) 斜視図、(B) 断面図、(C) 鋼管の外周面を説明する解析図である。

30

【図 4】本発明の実施の形態における冷間フレア成形加工方法を説明する (A) 断面図、(B) 断面図、(C) 断面図、(D) 断面図である。

【図 5】従来の鋼管のフレア加工を説明する (A) 断面図、(B) 断面図、(C) 断面図である。

【図 6】従来の鋼管のフレア加工を説明する (A) 断面図、(B) 断面図、(C) 断面図である。

【図 7】従来の鋼管のフレア加工を説明する (A) 断面図、(B) 断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 3 7 】

以下に、本発明の一実施形態である鋼管の冷間フレア成形加工装置 (以下、フレア加工装置と呼ぶ。) について図面に基づき詳細に説明する。尚、一実施形態の説明の際には、同一の部材には原則として同一の符番を用い、繰り返しの説明は省略する。

40

## 【 0 0 3 8 】

最初に、図 1 (A) はフレア加工装置の加工エリアを中心に部分的に図示した斜視図であり、図 1 (B) はフレア加工装置全体を簡略化して模式的に図示した側面図である。以下の説明では、紙面 X 軸方向はフレア加工装置の幅方向を示し、紙面 Y 軸方向はフレア加工装置の高さ方向を示し、紙面 Z 軸方向はフレア加工装置の奥行方向を示す。尚、紙面 Z 軸方向は鋼管の延在方向とも一致している。

## 【 0 0 3 9 】

50

図 1 ( A ) 及び図 1 ( B ) に示す如く、フレア加工装置 1 は、主に、クランプ機構 2 と、クランプ機構 2 を構成するクランプ 3 と、パンチ切替機構 4 と、パンチ切替機構 4 にて、適宜、切替られる第 1 のパンチ 5 及び第 2 のパンチ 6 と、第 1 のパンチ 5 及び第 2 のパンチ 6 を押し出すプレス機構 7 とを備えている。

【 0 0 4 0 】

フレア加工装置 1 は、例えば、配管用ステンレス鋼管（以下、S U S 管と呼ぶ。）  
配管用炭素鋼管（以下、S G P 管と呼ぶ。）等の鋼管 8 の端部にフランジ部 8 A（図 2（B）参照）を成形し、管外径 4 0 A ~ 2 0 0 A、管厚 3 ~ 6 m m の鋼管 8 を取り扱うことができる。詳細は後述するが、クランプ 3 にて確実に鋼管 8 を固定した状態にて、形状の異なる加工面を有する第 1 及び第 2 パンチ 5、6 を用いて 2 段式のプレス加工を行うことで、冷間フレア成形加工を実現している。

10

【 0 0 4 1 】

ここで、冷間フレア成形加工とは、上記 S U S 管、S G P 管等の鋼管 8 を常温にて塑性変形させ、鋼管 8 の端部にフランジ部 8 A を成形する方法である。温間フレア成形加工のように鋼管 8 を高温加熱した状態にて加工を行わないため、冷間加工では、成形荷重を要する事や成形形状に限界がある事等の加工条件は温間加工と比較して制限されるが、鋼管 8 の金属組織が緻密となり形状精度を高めるフレア成形加工が可能となる。

【 0 0 4 2 】

クランプ機構 2 は、例えば、上型 9 と下型 1 0 から成るクランプ 3 と、上型 9 を保持する上型保持クランプ 1 1 と、下型 1 0 を保持する下型保持クランプ 1 2 と、上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 を一体にフレア加工装置 1 の上下方向（紙面 Y 軸方向）に稼働させる電動油圧装置（図示せず）とを有している。尚、電動油圧装置は、例えば、その一部がフレア加工装置 1 に隣接して配設され、油圧シリンダ 1 3 と、電動モータと、作動油タンクと、油圧ポンプ等から構成されている。

20

【 0 0 4 3 】

クランプ 3 は、冷間フレア成形加工を行う鋼管 8 の径サイズに応じて、適宜、上型 9 と下型 1 0 も鋼管 8 の径サイズに応じた型へと取替えられることで、確実に鋼管 8 を固定した状態での冷間フレア成形加工を行うことが実現される。そして、上型 9 及び下型 1 0 は、それぞれ上型保持クランプ 1 1 及び下型保持クランプ 1 2 に対してボルト締結されている。

30

【 0 0 4 4 】

図 1（B）に示すように、クランプ 3 に固定された鋼管 8 の軸心 1 4 の高さは、フレア加工装置 1 に対して一定の高さに設定される。これは、クランプ 3 の下型 1 0 が、鋼管 8 の径サイズに応じて、それぞれ掘り込み深さを変えて形成されることで、下型 1 0 上に配置された鋼管 8 の軸心 1 4 の高さは、常に、一定の高さとなるように設計されている。

【 0 0 4 5 】

つまり、後述する第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 及びプレス機構 7 の油圧シリンダ 2 1 の軸心の高さは、予め、鋼管 8 の軸心 1 4 の高さに一致するように、フレア加工装置 1 に配設されているので、冷間フレア成形加工時に、それぞれの軸心の高さを調整する作業を省略することができる。尚、以下の説明では、一点鎖線にて示すラインが、鋼管 8、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 及びプレス機構 7 の油圧シリンダ 2 1 の共通の軸心 1 4 として説明する。

40

【 0 0 4 6 】

下型保持クランプ 1 2 は、台座 1 5 上面にボルト締結により固定されている。一方、上金型保持クランプ 1 1 の上面には上記電動油圧装置の油圧シリンダ 1 3 が配設されており、その油圧シリンダ 1 3 により上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 を一体にフレア加工装置 1 の高さ方向（紙面 Y 軸方向）に稼働させる。そして、鋼管 8 を下型 1 0 上に位置合わせして配置した後に、上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 を一体に下降させ、鋼管 8 をクランプ 3 にて固定する。尚、図示したように、油圧シリンダ 1 3 と上型保持クランプ 1 1 とは 1 枚のプレート 1 3 A を介して連結することで、油圧シリンダ 1 3 からの押圧力がより均

50



等にクランプ 3 及びクランプ 3 内の鋼管 8 に伝えることが可能となる。

【 0 0 4 7 】

次に、パンチ切替機構 4 は、クランプ機構 2 よりもフレア加工装置 1 の奥側（紙面 - Z 軸方向側）へ配設され、例えば、一对の移動レール 1 6 と、移動レール 1 6 上面を紙面 X 軸方向に摺動自在に配設された台座 1 7 と、台座 1 7 を移動レール 1 6 対して移動させる電動油圧装置（図示せず）と、台座 1 7 上面に配設された一对の移動レール 1 8 と、移動レール 1 8 上面に配設される第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 とを有している。尚、電動油圧装置は、例えば、その一部がフレア加工装置に隣接して配設され、油圧シリンダと、電動モータと、作動油タンクと、油圧ポンプ等から構成されている。

【 0 0 4 8 】

一对の移動レール 1 6 が、フレア加工装置 1 の幅方向（紙面 X 軸方向）に一定間隔に並列して 1 組配設されている。そして、台座 1 7 は、その下面にて移動レール 1 6 と摺動自在に勘合し、電動油圧装置の油圧シリンダ（図示せず）を介して移動レール 1 6 上を紙面 X 軸方向に移動可能である。

【 0 0 4 9 】

台座 1 7 上面には、一对の移動レール 1 8 が、フレア加工装置 1 の奥行方向（紙面 Z 軸方向）に一定間隔に並列して 2 組配設されている。移動レール 1 8 は、第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 の下方にそれぞれ配設されている。そして、第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 は、移動レール 1 8 と摺動自在に勘合して、それぞれ単独に紙面 Z 軸方向に移動可能である。

【 0 0 5 0 】

第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 には、それぞれ第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 が固定され、第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 のクランプ 3 側（紙面 + Z 軸方向側）からは、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 の加工面 5 A、6 A が突出している。

【 0 0 5 1 】

台座 1 7 上面の第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 の紙面 X 軸方向の移動量は、例えば、インデックス装置（図示せず）にて制御されている。詳細は後述するが、鋼管 8 がクランプ 3 にて固定された後、第 1 のパンチ 5 にてプレス加工を行い、その後、第 2 のパンチ 6 にてプレス加工を行うが、台座 1 7 が移動レール 1 6 上を所定の距離だけ移動することで、第 1 のパンチ 5 と第 2 のパンチ 6 が入れ替わる。

【 0 0 5 2 】

このとき、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 の軸心 1 4 とクランプ 3 に固定された鋼管 8 の軸心 1 4 とが一致するための移動量が、インデックス装置により制御され、台座 1 7 を移動させる油圧シリンダの伸縮量が制御される。この制御により、1 回のフレア成形加工毎に軸心 1 4 の位置合わせを行う工程を省略でき、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 による連続したプレス加工により、鋼管 8 の先端側にフランジ部 8 A を成形することができる。

【 0 0 5 3 】

第 1 のパンチ 5 は、その大部分が円筒形状の剛体、例えば、S K D 1 1 からなり、その先端側（クランプ 3 側）が 4 5 度の角度にてなる円錐形状に成形され、その円錐形状の先端が、再び、円筒形状に成形されている。詳細は後述するが、第 1 のパンチ 5 の円錐形状の側面が加工面 5 A として用いられ、第 1 のパンチ 5 の加工面 5 A が鋼管 8 の内周面と接触しながら紙面 + Z 方向へと鋼管 8 をプレスしていくことで、鋼管 8 の先端側が、第 1 のパンチの加工面 5 A に沿って拡管される。尚、第 1 のパンチ 5 の先端側の円筒形状部 5 B（図 4（B）参照）は、特に、プレス加工する面ではないが、鋼管 8 が内側へと変形することを防止するため、鋼管 8 の内側へと進入する領域である。

【 0 0 5 4 】

第 2 のパンチ 6 は、その大部分が円筒形状の剛体、例えば、S K D 1 1 からなり、その先端側（クランプ 3 側）が平坦面として成形され、その平坦面の中心側が、再び、円筒形状に突出して成形されている。詳細は後述するが、第 1 のパンチ 5 にて拡管された鋼管 8 の先端に対し、第 2 のパンチ 6 の平坦面が加工面 6 A として用いられ、第 2 のパンチ 6 の

10

20

30

40

50

加工面 6 A が鋼管 8 の内周面と接触しながら紙面 + Z 軸方向へと鋼管 8 をプレスしていくことで、鋼管 8 の先端側にフランジ部 8 A が成形される。尚、第 2 のパンチ 6 の先端側の円筒形状部 6 B (図 4 (D) 参照) は、特に、プレス加工する面ではないが、鋼管 8 が内側へと変形することを防止するため、鋼管 8 の内側へと進入する領域である。

【 0 0 5 5 】

プレス機構 7 は、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 をフレア加工装置 1 の奥行方向 (紙面 Z 軸方向) に移動させる電動油圧装置 (図示せず) を有している。電動油圧装置の油圧シリンダ 2 1 が、パンチ切替機構 4 よりもフレア加工装置 1 の奥側 (紙面 - Z 軸方向側) へ配設されている。尚、電動油圧装置のその他の構成として電動モータと、作動油タンクと、油圧ポンプ等を有し、例えば、その一部がフレア加工装置に隣接して配設されている。

10

【 0 0 5 6 】

プレス機構 7 の油圧シリンダ 2 1 の軸心 1 4 は、予め、クランプ機構 2 のクランプ 3 に固定される鋼管 8 の軸心 1 4 に対して一致するように配設され、油圧シリンダ 2 1 は紙面 Z 軸方向に伸縮稼働するのみである。

【 0 0 5 7 】

そして、第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 が、その後端面側から油圧シリンダ 2 1 に押し込まれることで、第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9、2 0 が移動レール 1 8 に沿って紙面 Z 軸方向に移動し、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 が鋼管 8 に対してプレス加工を行う。このとき、油圧シリンダ 2 1 の限界圧力が、例えば、1 7 5 t と、予め、設定され、または、ストローク量が、例えば、1 0 0 mm と、予め、設定され、どちらかの条件を満たした段階にてプレス加工を終了することで、鋼管 8 には所望形状のフランジ部 8 A が成形される。尚、油圧シリンダ 2 1 の限界圧力及びストローク量は、冷間フレア成形加工される鋼管 8 に応じて、適宜、設計変更が可能である。

20

【 0 0 5 8 】

次に、図 2 を参照し、加工面側 (紙面 - Z 軸方向側) におけるクランプの開口端部の曲面に関し、図 2 (B) ~ 図 2 (E) の解析及び実験結果を用いて説明する。図 2 (A) は、上型が下型と当接するまで下降した状態のクランプを説明するための斜視図であり、図 2 (B) ~ 図 2 (E) は、図 2 (A) に示す A - A 線方向の断面図であり、クランプの開口端部の所定の曲面を有する形状を説明する断面図である。

【 0 0 5 9 】

30

尚、図 2 (B) ~ 図 2 (E) では、説明の都合上、図 2 (A) では図示していない冷間フレア成形加工後の鋼管 8 も図示している。そして、図 2 (B) ~ 図 2 (E) では、6 5 A の S G P 管の鋼管 8 に対し、フランジ部 8 A の平坦長さ X が 8 . 4 2 5 mm 以上となることを目標値とし、同一荷重にて冷間フレア成形加工を行った場合を図示している。

【 0 0 6 0 】

図 2 (A) に示す如く、上型 9 と下型 1 0 とが当接した状態のクランプ 3 では、紙面 Z 軸方向に貫通した円筒形状の空間部 2 2 が形成されている。クランプ 3 の紙面 - Z 軸方向側の側面は加工面 3 A として用いられ、その加工面 3 A には円形状の開口部 2 3 が形成され、その開口部 2 3 の環状の開口端部には一環状に渡り所定の曲面 2 3 A が成形されている。

40

【 0 0 6 1 】

図 2 (B) は開口部 2 3 の曲面 2 3 A が、点線にて示す開口部 2 3 の加工前の開口端部 2 3 B から半径 3 mm の曲面として成形された場合を図示している。平坦長さ X は鋼管 8 のフランジ部 8 A の平坦部の長さを示し、隙間長さ Y は曲面 2 3 A 近傍の鋼管 8 とクランプ 3 の内周面 3 B との間の隙間の最大値を示している。そして、平坦長さ X は 1 1 . 4 4 9 mm となり、隙間長さ Y は 1 . 0 4 1 mm となった。クランプ 3 の加工面 3 A、開口部 2 3 の曲面 2 3 A 及び内周面 3 B は、鋼管 8 の冷間フレア成形加工の際の加工面として用いられる。

【 0 0 6 2 】

図 2 (C) は開口部 2 3 の曲面 2 3 A が、点線にて示す開口部 2 3 の加工前の開口端部

50

2 3 B から半径 6 mm の曲面として成形された場合を図示している。そして、平坦長さ X は 10.249 mm となり、隙間長さ Y は 0.631 mm となった。

【0063】

図 2 (D) は開口部 2 3 の曲面 2 3 A が、点線にて示す開口部 2 3 の加工前の開口端部 2 3 B から半径 9 mm の曲面として成形された場合を図示している。そして、平坦長さ X は 8.558 mm となり、隙間長さ Y は 0.450 mm となった。

【0064】

図 2 (E) は開口部 2 3 の曲面 2 3 A が、点線にて示す開口部 2 3 の加工前の開口端部 2 3 B から半径 12 mm の曲面として成形された場合を図示している。そして、平坦長さ X は 7.296 mm となり、隙間長さ Y は 0.274 mm となった。

【0065】

先ず、上記解析及び実験結果から、クランプ 3 の加工面 3 A の開口部 2 3 の開口端部に対する曲面 2 3 A において、半径の小さい曲面 2 3 A を成形すると隙間長さ Y は大きくなり、半径の大きい曲面 2 3 A を成形する程、隙間長さ Y が小さくなることが分かった。この結果により、隙間長さ Y が大きくなるということは、冷間加工によって硬い鋼管 8 に対してプレス加工を行うことで、開口部 2 3 近傍の鋼管 8 が内側に変形しているものと考えられる。つまり、クランプ 3 の加工面 3 A の開口部 2 3 の周端部に対して半径の大きい曲面 2 3 A を成形することで、鋼管 8 が内側に変形することが大幅に低減され、製品品質を向上させることができる。

【0066】

次に、上記解析及び実験結果より、クランプ 3 の加工面 3 A の開口部 2 3 の開口端部に対する曲面 2 3 A において、半径の大きい曲面 2 3 A を成形すると平坦長さ X は短くなり、半径の小さい曲面 2 3 A を成形する程、平坦長さ X が長くなることが分かった。この結果により、鋼管 8 は、開口部 2 3 の曲面 2 3 A に沿って変形するため、平坦長さ X を長くするためには、クランプ 3 の開口部 2 3 の開口端部に対して半径の小さい曲面 2 3 A を成形する方が良い。

【0067】

ここで、フランジ部 8 A はルーズフランジの内側へ配設され、フランジ部 8 A の内側にはガスケットが配設され、ルーズフランジがボルト締結されることで、配管継手での止水が成されるが、フランジ部 8 A の平坦長 X が短い場合には、ガスケットを十分に保持できず、十分な止水効果が得られなくなってしまう。

【0068】

以上より、クランプ 3 の開口部 2 3 の開口端部の曲面 2 3 A において、内側への変形量を低減し、且つ、フランジ部 8 A によるガスケット保持による止水性を考慮すると、点線にて示す開口部 2 3 の加工前の開口端部 2 3 B に対して半径 6 mm ~ 9 mm の曲面 2 3 A が成形されることが良いことが分かった。尚、40 A ~ 200 A のサイズの鋼管 8 に対しても同じ解析及び実験を行ったが、同様な傾向の結果が得られた。

【0069】

また、クランプ 3 の開口端部の曲面 2 3 A が加工面として用いられることで、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 によるプレス加工によりフランジ部 8 A の平坦面が成形される。そのため、本実施形態の冷間フレア成形加工では、フランジ部 8 A の平坦面を成形する切削工程を省略できるので、製造コストが大幅に低減される。

【0070】

次に、図 3 を参照し、クランプにより鋼管の滑りを防止する方法及びクランプ構造について説明する。図 3 (A) は、上型が下型から上昇した状態のクランプを説明する斜視図であり、図 3 (B) は、クランプの内周面の溝形状を説明する拡大断面図であり、図 3 (C) は、クランプの内径を鋼管の外径よりも小さくしてクランプした場合の鋼管の外周面の解析図である。

【0071】

先ず、クランプ 3 では、上型 9 と下型 10 とが当接した状態でのクランプ 3 の空間部 2

10

20

30

40

50

2 (図2 (A) 参照) 内に鋼管 8 を挟み込み、上型 9 及び下型 10 により紙面 Y 軸方向から鋼管 8 を固定することで、プレス加工時に鋼管 8 が紙面 + Z 軸方向へ滑ることが防止される。

【0072】

詳細は後述するが、鋼管 8 の冷間フレア成形加工では、鋼管 8 には第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 により紙面 + Z 軸方向にプレスする力が加わり、この力による鋼管 8 の紙面 + Z 軸方向への滑りを防止する為に、このパンチによる力に対向する垂直荷重を鋼管 8 へ加える必要がある。つまり、上型 9 及び下型 10 により紙面 Y 軸方向から鋼管 8 に垂直荷重を加えることで、鋼管 8 の紙面 + Z 軸方向への滑りを防止する。

【0073】

ここで、垂直荷重と摩擦力の関係式として以下の式がある。

【数 1】

$$F=2 \times \mu \times W \times 1.5$$

【0074】

F は、引き抜き力であり、つまり、鋼管 8 がクランプ 3 から滑るために必要な力であり、本実施形態では、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 から鋼管 8 にプレス加工時に加えられる力に対応する。数字の 2 は、接触面の数であり、本実施形態では鋼管 8 は上型 9 と下型 10 の 2 つの面と接触することに対応しており、その数とする。μ は静止摩擦係数であり、本実施形態では後述するクランプ 3 の内周面形状により決まる数値である。W は垂直荷重であり、本実施形態では上型 9 及び下型 10 を介して紙面 Y 軸方向から鋼管 8 に加えられる力である。数字の 1.5 は安全係数である。

【0075】

上記式 1 より、右辺の数値が左辺の数値よりも大きくなることで、クランプ 3 に対しプレス加工時に鋼管 8 が紙面 + Z 軸方向へ滑ることが防止されこととなる。例えば、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 から加えられる力を 37 トンとし、静止摩擦係数 μ を 0.3 とした場合、垂直荷重 W は 41 トンとなり、41 トン以上の力にて鋼管 8 をクランプ 3 にて固定することで、プレス加工時に鋼管 8 が紙面 + Z 軸方向へ滑ることが防止されこととなる。

【0076】

上述したように、クランプ 3 にはクランプ機構 2 の電動油圧装置の油圧シリンダ 13 を介して鋼管 8 を固定する力が加えられるが、フレア加工装置 1 の小型化を実現するためには、静止摩擦係数 μ を大きくすることが望ましい。

【0077】

図 3 (A) に示す如く、上型 9 及び下型 10 には、鋼管 8 の円筒形状に沿って曲面状に窪んだ内周面 9A、10A が形成され、内周面 9A、10A が鋼管 8 との接触面となる。そして、内周面 9A、10A には、それぞれ紙面 Z 軸方向と水平となるように半円上の複数の溝 24 が形成されている。

【0078】

図 3 (B) に示す如く、溝 24 の形状は、例えば、点線にて示す仮想の内周面 9A の表面から 0.4 mm 程度の深さ L であり、溝 24 の紙面 + Z 方向側の仮想の内周面 9A とのなす角 1 が、溝 24 の紙面 - Z 方向側の仮想の内周面 9A とのなす角 2 よりも大きくなる。この構造により、プレス加工時にクランプ 3 内にて紙面 + Z 方向側へと滑ろうとする鋼管 8 に対して溝 24 が引っ掛かり易くなり、静止摩擦係数 μ の値が大きくなる。

【0079】

上型 9 に形成される溝 24 と下型 10 に形成される溝 24 とは、上型 9 と下型 10 とが当接した際に、その内周面 9A、10A にて環状に繋がる場合でも、環状とならず紙面 Z

10

20

30

40

50

軸方向に互い違いに配設される場合でも良い。

【 0 0 8 0 】

また、溝 2 4 の形状も  $1 > 2$  になる場合に限定されるものではなく、溝 2 4 の形状が  $1 = 2$  となる場合でも良い。また、溝 2 4 は紙面 Z 軸方向と水平となるように配設される場合に限定されるものではなく、少なくとも溝 2 4 は紙面 Z 軸方向と平行して配設されず、紙面 Z 軸方向に対して交差するように傾斜角を有して配設されることで、静止摩擦係数  $\mu$  の値が大きくなる。上述したように、垂直荷重  $W$  を大きくすることで、プレス加工時に鋼管 8 が紙面 Z 軸方向へ滑ることを防止できるが、フレア加工装置 1 の小型化を実現するために、溝 2 4 の形状により静止摩擦係数  $\mu$  の値を調整することができる。

【 0 0 8 1 】

更には、4 0 A ~ 2 0 0 A のサイズの鋼管 8 に対して冷間フレア成形加工が行われるが、鋼管 8 のサイズが小さくなる程、第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 から加えられる力、つまり、上記数式 1 の  $F$  の値が小さくなる。この場合、垂直荷重  $W$  及び静止摩擦係数  $\mu$  の値も小さくすることが可能となる。そして、6 5 A 等小さいサイズの鋼管 8 では、上型 9 及び下型 1 0 の内周面 9 A、1 0 A に対してサンドブラスト加工を行い、内周面 9 A、1 0 A の全面に渡り小さい凹凸形状を形成する場合でもよい。この場合、溝 2 4 の構造の静止摩擦係数  $\mu$  の値よりも小さくなるが、 $F$  の値も小さくなるため、垂直荷重  $W$  を増加させなくても対応可能となる。

【 0 0 8 2 】

また、図 3 ( C ) では、上型 9 と下型 1 0 とが当接した状態のクランプ 3 の内径 ( 図 2 ( A ) 参照 ) は、鋼管 8 の外径より小さく設計されるが、クランプ 3 の内径 は鋼管 8 の外径の 9 9 . 5 % として設計され、そのクランプ 3 にて鋼管 8 をクランプした場合の鋼管 8 への相当ひずみ分布を図示している。図示したように、鋼管 8 には、上型 9 と下型 1 0 との当接面 9 B に沿って鋼管 8 の延在方向にひずみが集中していることが分かる。そして、このひずみが集中した領域の鋼管 8 では、バリが発生し、また、溶融亜鉛めっき被膜が剥離する等の製品品質の劣化が生じ易くなる。

【 0 0 8 3 】

上記解析結果に基づき実験することで、クランプ 3 の内径 が鋼管 8 の外径の 9 9 . 5 % 以上の場合には、多少のバリの発生や溶融亜鉛めっき被膜の剥離が生じるが、製品品質には問題がないことが分かった。一方、クランプ 3 の内径 が鋼管 8 の外径の 9 9 . 5 % より小さい場合には、バリや溶融亜鉛めっき被膜の剥離により、製品品質の劣化度が大きく、製品品質を保持出来ないことが分かった。そして、クランプ 3 の内径 が鋼管 8 の外径から更に小さくしていくことで、クランプ領域の鋼管 8 が変形し、あるいは、鋼管 8 を確実にクランプ出来ず、クランプ力が低下し、結局、冷間フレア成形加工時に鋼管 8 が滑ってしまう結果となった。

【 0 0 8 4 】

以上より、クランプ 3 の内径 は鋼管 8 の外径より小さく、クランプ 3 の内径 は鋼管 8 の外径の 9 9 . 5 % 以上の大きさの場合には、鋼管 8 が冷間フレア成形加工時に変形することを防止しつつ、上記紙面 Z 軸方向への滑りが更に防止出来ることが分かった。

【 0 0 8 5 】

また、図 3 ( A ) に示す如く、上型 9 の下型 1 0 との当接面 9 B には、3 箇所のガイド孔 9 C、9 D、9 E が形成されている。そして、ガイド孔 9 C、9 D、9 E は紙面 Y 軸方向に延在する孔である。一方、下型 1 0 の上型 9 との当接面 1 0 B には、3 本のガイドピン 1 0 C、1 0 D、1 0 E が形成されている。そして、ガイドピン 1 0 C、1 0 D、1 0 E は紙面 Y 軸方向に延在するピンである。

【 0 0 8 6 】

そして、ガイドピン 1 0 C、1 0 D、1 0 E はそれぞれガイド孔 9 C、9 D、9 E 内に挿入され摺動自在に稼働することができ、上型 9 はガイドピン 1 0 C ~ 1 0 E にガイドされながら紙面 Y 軸方向に昇降することができ、上型 9 と下型 1 0 とは位置精度良く当接することで、鋼管 8 を変形させることを防止できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 7 】

次に、図 4 を参照し、鋼管にフランジ部を成形する冷間フレア成形加工工程を説明する。図 4 ( A ) ~ 図 4 ( D ) は、冷間フレア成形加工領域を模式的に図示した拡大断面図である。

## 【 0 0 8 8 】

図 4 ( A ) に示す如く、冷間フレア成形加工を行う鋼管 8 を準備し、鋼管 8 をクランプ 3 の下型 1 0 上に設置する。上述したように、下型 1 0 及び下型保持クランプ 1 2 は台座 1 5 上面に固定され、上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 が紙面 Y 軸方向に昇降することで、クランプ 3 による鋼管 8 の固定状態または非固定状態が調整される。

## 【 0 0 8 9 】

鋼管 8 のサイズに応じた上型 9 及び下型 1 0 が上型保持クランプ 1 1 及び下型保持クランプ 1 2 に固定され、上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 が紙面 + Y 方向に昇降した状態にて、鋼管 8 を下型 1 0 内へと配置する。このとき、図 1 には示していないが、クランプ 3 の加工面 3 A 側の近傍には管位置調整機構 2 5 が配設され、クランプ 3 の加工面 3 A から突出する鋼管 8 の長さを調整することができる。

## 【 0 0 9 0 】

ここで、図示したように、管位置調整機構 2 5 は、例えば、紙面 Y 軸方向に延在し紙面 X Y 平面と平行面を有する、例えば、欧文字の略 L 字形状の板状部 2 5 A と、その板状部 2 5 A の下方側へ連結し紙面 Y 軸方向に稼働する昇降棒 2 5 B とを有する。そして、昇降棒 2 5 B は、例えば、第 2 のパンチ 6 によるプレス成形後に紙面 + Y 軸方向側へ上昇し、板状部 2 5 A が少なくとも下型 1 0 の下側の内周面 1 0 A よりも紙面 + Y 方向側へ位置するまで上昇する。その後、鋼管 8 が管位置調整機構 2 5 を利用して下型 1 0 上に設置され、上型 9 が下型 1 0 と当接するまで下降した後、一定時間の経過により、自動制御により昇降棒 2 5 B が紙面 - Y 方向側へ下降する。このとき、板状部 2 5 A が第 1 及び第 2 のパンチ 5、6 と接触しない領域まで昇降棒 2 5 B は下降する。

## 【 0 0 9 1 】

まず、作業者は、準備した鋼管 8 を開口した状態のクランプ 3 内へ挿入し、鋼管 8 の先端が管位置調整機構 2 5 の板状部 2 5 A に接触するまで挿入する。そして、両部材 8、2 5 A が接触した後、作業者は、鋼管 8 が下型 1 0 に正しい位置にてはまり込むように調整する。このとき、長い鋼管 8 に対し、フレア加工装置 1 の外部にて鋼管支持具 2 7 を一定間隔にて鋼管 8 の下へ配設することで、鋼管 8 の軸心 1 4 の位置調整を行い易くなる。尚、前回の冷間フレア成形加工時の第 2 のパンチ 6 によるプレス加工後に、自動制御によりパンチ切替機構 4 ( 図 1 参照 ) が稼働し、第 2 のパンチ保持ホルダー 2 0 の位置と第 1 のパンチ保持ホルダー 1 9 の位置が入れ替えられており、既に、第 1 のパンチ保持ホルダー 1 9 が加工位置に配置されている。

## 【 0 0 9 2 】

図 4 ( B ) に示す如く、作業者が、フレア加工装置 1 に配設されたクランプ下降ボタン ( 図示せず ) を押下すると、上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 が紙面 - Y 方向に下降し、上型 9 が下型 1 0 と当接するまで下降すると、上述したように、自動制御により昇降棒 2 5 B が紙面 - Y 方向側へ下降することで、管位置調整機構 2 5 がフレア加工領域外へと移動する。

## 【 0 0 9 3 】

その後、自動制御によりプレス機構 7 ( 図 1 参照 ) が稼働し、第 1 のパンチ 5 及び第 1 のパンチ保持ホルダー 1 9 が紙面 + Z 軸方向に移動し、第 1 のパンチ 5 が鋼管 8 に対してプレス加工を行う。第 1 のパンチ 5 の 4 5 ° の円錐形状の加工面 5 A が鋼管 8 の内周面に対して線接触しながら、プレス加工を行う。このとき、第 1 のパンチ 5 は、限界圧力が、例えば、1 7 5 t またはストローク量が、例えば、1 0 0 m m のどちらかの条件を満たすことでプレス加工を終了し、第 1 のパンチ 5 及び第 1 のパンチ保持ホルダー 1 9 は元の位置へ戻る。そして、鋼管 8 の先端側は、第 1 のパンチ 5 の加工面 5 A に沿って拡管される。

## 【 0 0 9 4 】

図示したように、第 1 のパンチ 5 の先端側の円筒形状部 5 B は、鋼管 8 の内側へと進入し、鋼管 8 の内周面と接するか、あるいは、若干、離れた位置に配置されることで、第 1 のパンチ 5 によるプレス加工の際に、鋼管 8 が内側へと変形する量を大幅に低減することができる。

## 【 0 0 9 5 】

図 4 ( C ) に示す如く、自動制御によりパンチ切替機構 4 ( 図 1 参照 ) が稼働し、第 1 のパンチ保持ホルダー 1 9 の位置と第 2 のパンチ保持ホルダー 2 0 との位置を入れ替える。上述したように、パンチ切替機構 4 のインデックス装置 ( 図示せず ) により、第 1 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 1 9 、 2 0 は紙面 X 軸方向に一定距離移動することで入れ替えられるが、入れ替えられた後の第 2 のパンチ 6 の軸心 1 4 と鋼管 8 の軸心 1 4 とは一致している。また、パンチ切替機構 4 が稼働している間もクランプ機構 2 では一定の押圧力、例えば、1 0 0 t の力により鋼管 8 を固定した状態のままである。

## 【 0 0 9 6 】

図 4 ( D ) に示す如く、自動制御によりプレス機構 7 ( 図 1 参照 ) が稼働し、第 2 のパンチ 6 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 2 0 が紙面 + Z 軸方向に移動し、第 2 のパンチ 6 が、拡管された鋼管 8 に対してプレス加工を行う。第 2 のパンチ 6 の平坦面の加工面 6 A が鋼管 8 の内周面に対して接触しながら、プレス加工を行う。このとき、第 2 のパンチ 6 は、限界圧力が、例えば、1 7 5 t またはストローク量が、例えば、1 0 0 mm のどちらかの条件を満たすことでプレス加工を終了し、第 2 のパンチ 6 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 2 0 は元の位置へ戻る。そして、鋼管 8 の先端には、フランジ部 8 A が成形される。その後、第 2 のパンチ 6 及び第 2 のパンチ保持ホルダー 2 0 は元の位置へ戻った後、自動制御によりクランプ機構 2 ( 図 1 参照 ) が稼働し、上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 が紙面 + Y 軸方向に上昇し、クランプ 3 による鋼管 8 の固定状態が解消され、作業員は下型 1 0 に嵌まり込んだ鋼管 8 を取り外し、冷間フレア成形加工が終了する。

## 【 0 0 9 7 】

上述したように、クランプ 3 の加工面 3 A の開口部 2 3 の周端部に対して曲面 2 3 A を成形することで、冷間フレア成形加工時にクランプ 3 の開口部 2 3 の開口端部が鋼管 8 に食い込み、鋼管 8 が破断することが防止される。このとき、点線にて示すクランプ 3 の開口部 2 3 の開口端部 2 3 B ( 図 2 ( B ) 参照 ) に対し、半径 6 mm ~ 半径 9 mm の範囲にて曲面 2 3 A が成形されることで、ガスケットを保持するための十分な平坦面を有するフランジ部 8 A が成形される。また、フランジ部 8 A 近傍の鋼管 8 での内側への変形も大幅に抑えられ製品品質に優れた冷間フレア成形加工が実現される。

## 【 0 0 9 8 】

更には、クランプ 3 の上型 9 及び下型 1 0 の内周面 9 A 、 1 0 A に溝 2 4 等の凹凸形状を形成し、クランプ 3 における静止摩擦係数  $\mu$  の値を大きくすることで、クランプ機構 2 の油圧シリンダ 1 3 を介して鋼管 8 を固定する力を小さくしても、プレス加工時に鋼管 8 が紙面 + Z 軸方向へ滑ることが防止される。そして、クランプ機構 2 の油圧シリンダ 1 3 等の電動油圧装置を小さくすることが可能となり、フレア加工装置 1 の小型化が実現される。

## 【 0 0 9 9 】

尚、本実施形態では、配管用鋼管について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、配管以外の建造物の杭打ち用の鋼管等、その端部に連結用のフランジ部が形成される鋼管についても、上述した説明と同様な効果を得ることができる。

## 【 0 1 0 0 】

また、クランプ 3 の上型 9 及び上型保持クランプ 1 1 が紙面 + Y 軸方向に昇降し、クランプ 3 により鋼管 8 を固定する場合について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、クランプ 3 を構成する上型 9 または下型 1 0 が紙面 X 軸方向にスライドする場合でも良い。この場合でも、例えば、下型 1 0 及び下型保持クランプ 1 2 がフレア加工装置 1 の枠体等に固定され、上型 9 が紙面 X 軸方向にスライドすることで、鋼管 8 に対し

て垂直荷重を加えることができ、プレス加工時に鋼管 8 が紙面 + Z 軸方向へ滑ることが防止される。

【 0 1 0 1 】

また、加工面 5 A が 4 5 度の角度から成る第 1 のパンチ 5 と、加工面 6 A が平坦面から成る第 2 のパンチ 6 とを用い、2 段式の冷間フレア成形加工により鋼管 8 の先端側にフランジ部 8 A を成形する場合について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、その他、加工面が 3 0 度の角度から成るパンチや加工面が 6 0 度から成るパンチ等を準備し、3 段式、4 段式等の多段式の冷間フレア成形加工により鋼管 8 の先端側にフランジ部 8 A を成形する場合でも良い。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲にて種々の変更が可能である。

10

【 符号の説明 】

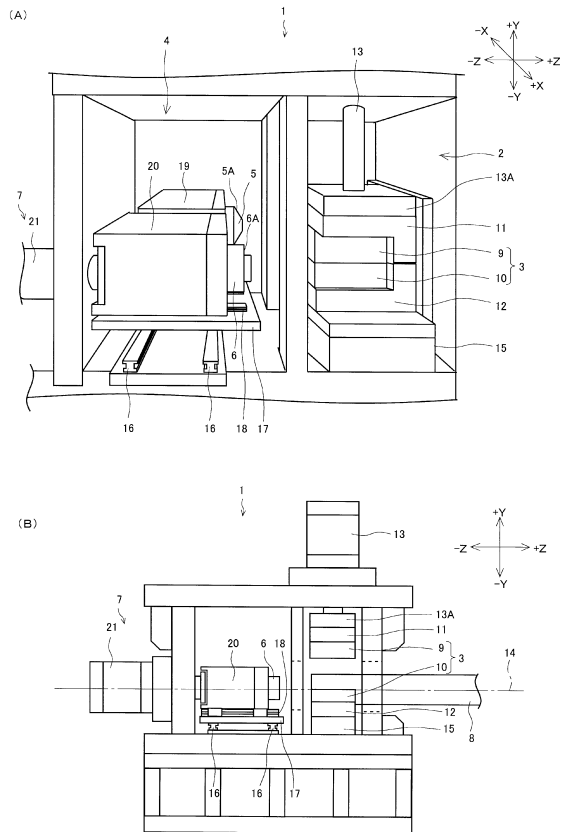
【 0 1 0 2 】

- 1 フレア成形加工装置
- 2 クランプ機構
- 3 クランプ
- 4 パンチ切替機構
- 5 第 1 のパンチ
- 6 第 2 のパンチ
- 7 プレス機構
- 8 鋼管
- 9 上型
- 1 0 下型
- 1 1 上型保持クランプ
- 1 2 下型保持クランプ
- 1 3 油圧シリンダ
- 1 4 軸心
- 1 9 第 1 のパンチ保持ホルダー
- 2 0 第 2 のパンチ保持ホルダー
- 2 1 油圧シリンダ

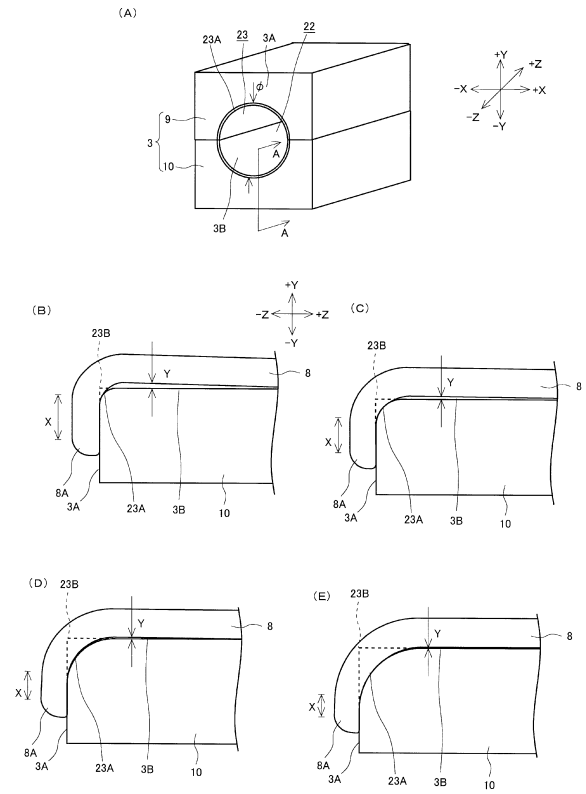
20



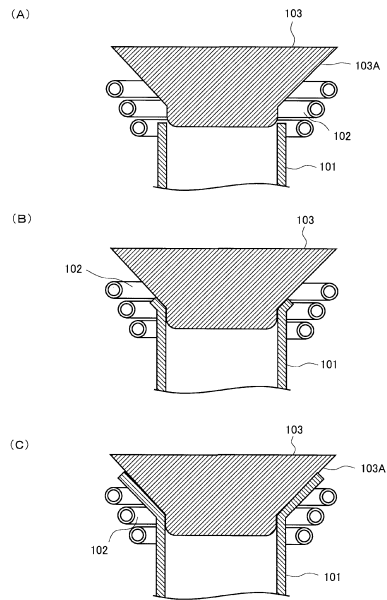
【図 1】



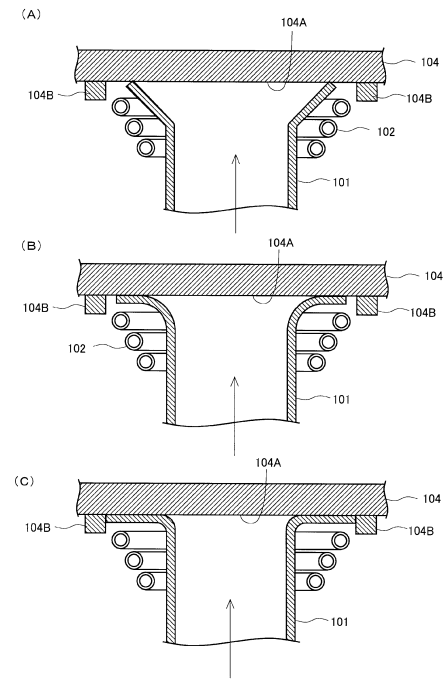
【図 2】



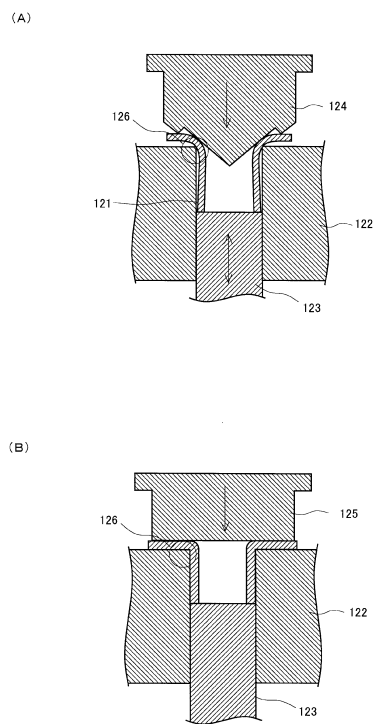
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 稲葉 敬祐  
群馬県伊勢崎市日乃出町703番地5 株式会社エム・エス・ケー内
- (72)発明者 佐藤 豊  
群馬県伊勢崎市日乃出町703番地5 株式会社エム・エス・ケー内
- (72)発明者 西田 進一  
群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地 国立大学法人群馬大学内

審査官 豊島 唯

- (56)参考文献 特開2003-10930(JP,A)  
特開昭62-107824(JP,A)  
特開昭52-146760(JP,A)  
特開昭60-222607(JP,A)  
特開2000-246352(JP,A)  
特開2012-179610(JP,A)  
米国特許第06044735(US,A)  
特開昭64-071527(JP,A)  
中国特許出願公開第102259129(CN,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| B21D | 19/08 |
| B21D | 19/00 |
| B21D | 41/02 |