

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-141936
(P2004-141936A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

| | | |
|----------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int. Cl. ⁷ | F I | テーマコード (参考) |
| B 2 1 D 5/01 | B 2 1 D 5/01 | 4 E 0 2 8 |
| B 2 1 C 37/08 | B 2 1 D 5/01 | 4 E 0 6 3 |
| | B 2 1 C 37/08 | E |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2002-310474 (P2002-310474) | (71) 出願人 | 000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 |
| (22) 出願日 | 平成14年10月25日 (2002.10.25) | (74) 代理人 | 100099531 弁理士 小林 英一 |
| | | (72) 発明者 | 関 春彦 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 山下 道雄 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 山本 治 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社千葉製鉄所内 |

最終頁に続く

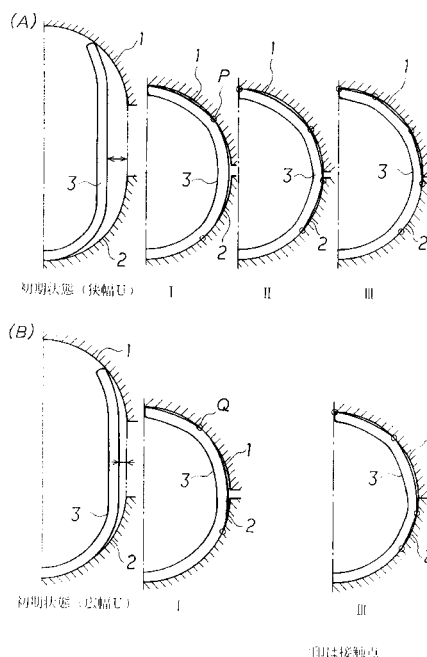
(54) 【発明の名称】 UOE鋼管の製造方法

(57) 【要約】

【課題】新たな金型、装置等の製作や工程追加を行うことなく、高強度厚物UOE鋼管の製品寸法精度を改善できるUOE鋼管の製造方法を提供する。

【解決手段】幅端部を曲げた鋼板をU字形に曲げ成形するUプレス工程と、次いでパイプ形状にプレス成形するOプレス工程とを有するUOE鋼管の製造方法において、API X 6 0 級以上でかつ肉厚/外径比が4%以上の製品を製造する際に、Uプレス工程に用いる金型のUパンチ幅を製品外径の70%以下、好ましくは65%以下とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

幅端部を曲げた鋼板をU字形に曲げ成形するUプレス工程と、次いでパイプ形状にプレス成形するOプレス工程とを有するUOE鋼管の製造方法において、API X 60 級以上でかつ肉厚/外径比が4%以上の製品を製造する際に、Uプレス工程に用いる金型のUパンチ幅を製品外径の70%以下とすることを特徴とするUOE鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、UOE鋼管の製造方法に関し、特に、高強度厚物UOE鋼管を良好な製品寸法精度で製造しうるUOE鋼管の製造方法に関する。 10

【0002】

【従来の技術】

UOE鋼管は、鋼板を所望寸法に切断成形後、端面研削、端曲げ成形(Cプレスとも称する)、Uプレス、Oプレス、溶接、拡管による矯正の各工程を順次経て製造される。最終製品は、パイプの溶接部を上にしたときに真円に近いことが重要である。通常一般には(縦径-横径)/製品外径目標値で表される真円度が指標として使用されることが多く、この値が0に近いほど好ましい。ところで、鋼板の幅端部で突き合わせ、溶接した部分は、他の部分が滑らかな曲線となるのに対し、尖った形状になりやすい。これは、素材である鋼板が高強度であるほど、そして厚くなるほど顕著に起こりやすい。また、拡管による矯正の工程を経ても完全には解消しない。そのため、Cプレスによる端曲げ成形工程で、製品の外径と厚さに応じて鋼板の両幅端部の所定範囲(例えば幅端から180 ~ 320 mm 内側の範囲)を適切な量(例えば曲率半径200 ~ 400 mm)だけ予め曲げ加工して成形した上で、Uプレス、次いでOプレスを行うようにしている。また、元来、高強度鋼板の成形に必要な曲げモーメントを与えられるようにするため、そして、所望の製品寸法精度を確保するため、端曲げ加工用Cプレス機、Uプレス機では成形力が数千トン、Oプレス機に至っては成形力が数万トンに達する設備が使われている。 20

【0003】

しかし、近年、要求製品仕様の多様化に伴い、特に高強度・厚肉・小径の製品では、端曲げ成形の不足およびOプレスによる成形の不足により、Oプレスによる成形後の突き合わせ溶接した部分が尖った形状になる傾向が一段と大きくなり、真円度等に代表される製品寸法精度も悪化するという問題が発生してきた。 30

この問題の解決策として、Cプレス機やOプレス機の成形力をさらに増強することは、莫大な設備投資を必要とし、實際上極めて困難である。このため、成形の仕方によって設備の成形力不足を補う方法の提案が望まれている。

【0004】

そのような方法として、例えば、Uプレス後の鋼板にOプレスを複数回行い、各回のOプレスでは、プレス用金型に対する突き合わせ部の角度位置を変更する、という方法が知られている(特許文献1参照)。それによれば、Uプレス後の鋼板を各回のOプレス毎に特定の角度位置に回転させて所望の箇所成形圧縮力が加わるようにすることで、既存のOプレス機でも高強度厚肉UOE鋼管製品の形状が改善されるとしている。 40

【0005】

【特許文献1】

特開平11-285729号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1所載の方法では、突き合わせ部の形状は改善するものの、一旦Oプレス用金型を開放し、被加工材を回転させ、さらにまたOプレスする、という工程が追加されることになるため、それに要する時間の分、生産性が低下する、という問題があった。 50

【0007】

本発明は、かかる従来技術の問題を解決し、新たな金型、装置等の製作や、工程の追加を行うことなく、高強度厚物UOE鋼管の製品寸法精度を改善できるUOE鋼管の製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

発明者らは、前記目的を達成するために鋭意検討し、その結果、高強度厚物UOE鋼管の製造に際して、Uプレス工程に用いる金型のUパンチ幅を小さくし、Oプレス成形開始時の被加工材の外側面とこれに相対するOプレス用金型の内面との隙間を広くとった場合に、Oプレス後の被加工材の突き合わせ部の形状が尖る傾向が軽減され、真円度も改善されるという知見を得て本発明に想到したものである。

10

【0009】

すなわち本発明は、幅端部を曲げた鋼板をU字形に曲げ成形するUプレス工程と、次いでパイプ形状にプレス成形するOプレス工程とを有するUOE鋼管の製造方法において、API X60 級以上でかつ肉厚/外径比が4%以上の製品を製造する際に、Uプレス工程に用いる金型のUパンチ幅を製品外径の70%以下とすることを特徴とするUOE鋼管の製造方法である。

【0010】

本発明では、前記Uプレス工程に用いる金型のUパンチ幅は、製品外径の65%以下とすることがさらに好ましい。

20

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明によれば、高強度厚物UOE鋼管（本発明では、グレードがAPI X60 以上かつ肉厚/外径比が4%以上の製品を指す）を、既存のCプレス機、Oプレス機を用いて製造する際に、Oプレス工程に先立つUプレス工程において、用いる金型のUパンチ幅を製品外径の70%以下としたので、Oプレス成形開始時の被加工材の外側面とこれに相対するOプレス用金型の内面との隙間が広くなり、それによってOプレス時に被加工材の幅端部の変形の仕方が変わって、Oプレス後の被加工材の突き合わせ部の形状が尖る傾向が軽減され、真円度が改善されて、製品寸法精度が向上するのである。

【0012】

ここで、製品寸法精度をより改善するためには、前記Uパンチ幅を製品外径の65%以下とするのがさらに好ましい。

30

本発明によれば、Uプレス工程に用いる金型のUパンチ幅を製品外径の70%以下にするのに、通常各製品外径に対応して所持している複数のUパンチ幅から適切な幅の金型を選択することで足りるから新たな金型、装置等の製作や、工程追加を行うことなく強度厚物UOE鋼管の製品寸法精度を向上できる。

【0013】

以下に、本発明に至ったOプレスでの被加工材の変形挙動の解析結果について説明する。まず、肉厚（板厚）38.1mm、肉厚/外径比6.25%のTS600Mpa級鋼管の被加工材（同TS、寸法の鋼板）を対象とし、Uプレスのパンチ幅条件を同鋼管の製品外径の75%（広幅U）、70%（狭幅U）の2条件とし、Oプレス圧縮率を0.4%として、Oプレス時の被加工材の変形挙動をFEM（有限要素法）により解析した。

40

【0014】

なお、ここでいう圧縮率とは、円周方向の初期被加工材長さ（被加工材である鋼板の幅に相当）をL_I、金型締め込み時の被加工材の板厚の1/2相当部分の円周方向長さをL_Aとしたとき、 $(L_I - L_A) / L_I$ （×100%）で定義される。

結果を図1、図2に示す。図1は、Oプレス時の被加工材の変形挙動を示す断面模式図であり、図2は、Oプレス荷重と圧縮率の関係を示す図である。図2中に示すI~IIIは、図1のI~IIIの被加工材の状態と対応する。

【0015】

50

広幅Uの条件(B)では、被加工材3の幅端部とOプレス用上金型1が接触する直前のOプレスの初期状態では、図1(B)に示すように、被加工材3の下部から側面にかけての領域とOプレス用下金型2との隙間が小さく、また、上金型1が降下してくると、まずは被加工材3の幅端が上金型1と接触後、上金型1の最上部に向けて摺動していくものの、さらに上金型1の降下が進むと、図1(B)にIの状態として示すように、上金型内面最上点から約45°の点Q一点で被加工材が上金型1とは接触するようになり、図2に(B)として破線で示すように、I~IIIにかけて、Oプレス荷重が上昇していく。その間、Oプレス荷重は上昇していくものの、金型1、2と被加工材3の接触点数、位置とも変化することはなく、次第に被加工材3全体が金型1、2の形状に馴染んで行く。

【0016】

一方、狭幅Uの条件(A)では、初期状態で被加工材3の側面と下金型2の間に条件(B)の場合に対し比較的広い隙間が存在し、図1(A)に示すIの状態では被加工材3は上金型1の内面の最上点から約60°の点P一点で上金型1とは接触するようになる。このIの状態では、条件(B)に対して被加工材3の側面には比較的広い隙間が存在している、下金型2とあまり馴染んでいない。さらに上金型1の降下が進むと、点Pと上金型1の最上部の間の領域が張り出し、II~IIIと成形が進むにつれて接触点が次第に増えながら、すなわち折れ曲がりながら変形が進み、被加工材3全体が金型1、2の形状に馴染んで行く。

【0017】

ここで注目すべき点は、被加工材3の金型への馴染み方で、(B)ではIIIの状態まで被加工材3の変形が進んでも、端曲げ部を含む被加工材3の幅端部が上金型1にあまり馴染んでいないのに対し、(A)ではI以降、II~IIIと成形が進むにつれて、接触点が端曲げ部を含む被加工材3の幅端部で次第に増えていくことからしてもわかる通り、被加工材3の上金型1への馴染みがより確実に進行している点である。

【0018】

図2の圧縮率と荷重との関係で見ても、狭幅Uの条件(A)では、広幅Uの条件(B)が1段の変形であるのに対し、2段の変形となっている。以上のことから言えることは、(B)に対し(A)は被加工材3の幅端部の突き合わせの形状が尖るのとは逆に正対し、その外形が滑らかにつながる作用がある、ということである。図3は、初期形状からIIIまでの被加工材幅端部の曲率半径の変化を示したものである。ここで、被加工材幅端部の曲率半径は、突き合わせ部を境に製品外周の18%相当長さだけ円周方向両側について、その領域の管断面の円周形状の曲率半径を別個に求め、相加平均した値で表され、さらに図3ではその値を製品外径の1/2(製品外半径)で割り算した比率として表示している。初期の先端部の曲率半径は(A)、(B)の両条件とも曲率半径が製品外半径の2倍となっている。(B)の条件では、成形が進んでも曲率半径にはほとんど変化が見られないが、(A)の狭幅Uを使用した条件では、IからII、IIからIIIへと成形が進むにつれて被加工材3の幅端部の変形が進行し、最終的には製品外半径に近い曲率半径が得られている。

【0019】

以上のように、狭幅Uの条件では、広幅Uの条件に比べOプレス後の被加工材幅端部の突き合わせ形状が、尖るのとは逆に正対し、その外形が滑らかにつながる作用がある。また、その際に必要とされるOプレス成形力は広幅Uを使用した条件と同程度にしかない。

次に、図4は、種々の製品外径及びUパンチ幅とこれら条件下でFEM解析したOプレス後の被加工材の形状との関係を示したものである。被加工材はAPI X70及びX80級とし肉厚/外径比(t/D)は4.0~5.0%とした。図示のように、製品外径に関わりなく、製品外径に対するUパンチ幅が70%以下では、何れも真円度(縦径-横径)/製品外径目標値($\times 100\%$)が $\pm 0.7\%$ 以内と形状合格範囲に収まり、さらに0.65以下では真円度が $\pm 0.5\%$ 以内となり、非常に良好な製品寸法精度となる。これに対し、製品外径に対するUパンチ幅が70%を超えると真円度

10

20

30

40

50

が $\pm 0.7\%$ を超え、真円度が悪化する。

【0020】

【実施例】

肉厚 $t = 38.1\text{ mm}$ (1.5 inch)、外径 $D = 914.4\text{ mm}$ (36 inch)のAPI X70級UOE鋼管を、前記特許文献1に準じた方法によって製造した比較例と、本発明方法によって製造した本発明例について、製品寸法精度および作業能率を評価した。比較例の方法では、Uパンチ幅は製品外径の75%とし、Oプレスを3回に分け、被加工材をその突き合わせ先端の角度位置(被加工材断面形状の中心から鉛直上方を 0° とし、時計回りを正、半時計回りを負とする)を1回目では 0° 、2回目では 60° 、3回目では -60° となる位置に回転させて圧縮した。本発明例の方法では、Uパンチ幅を製品外径の65%とし、Oプレスは被加工材突き合わせ部の角度位置を 0° として1回で圧縮した。プレス荷重は、Cプレスが1500トン、Uプレスが3600トン、Oプレスが67000トンであった。

10

【0021】

結果を図5、図6、図7に示す。図5は、製品の突き合わせ部の未成形角度を示したものである。この角度は拡管前に測定したもので、小さいほうが良好であるが、比較例の 5° に対し、本発明例では 4° であり、比較例よりも優れている。また、図6は、拡管後の真円度を示したもので、比較例の 0.6% に対し、本発明例では 0.45% と優れている。このように、本発明例では、突き合わせ部形状、管全体の製品寸法精度ともに、比較例よりも優れたものとなった。

20

【0022】

ちなみに、拡管は元々、円錐台形状のスリーブを、一方向に移動させることで、くさび状の拡管用ジャッキを管内面側に押し当てて外方向に拡げる原理の装置で行われ、事前の予測計算で拡管の力を除荷後の管スプリングバックによる寸法の収縮分を補償するように、管外径が所定寸法になるまで、拡管するように行われる。

【0023】

また、図7は、生産性を単位時間当りのOプレス成形処理本数で表したものの(比較例の値を1とした相対値)で、本発明例では比較例の3倍の生産性となった。

【0024】

【発明の効果】

かくして本発明によれば、新たな金型、装置等の製作や工程追加を行うことなく、高強度厚物UOE鋼管の製品寸法精度を改善できるという効果を奏する。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】Oプレス時の被加工材の変形挙動を示す断面模式図である。

【図2】Oプレス荷重と圧縮率の関係を示す図である。

【図3】変形の進展と被加工材幅端部の曲率半径の関係を示す図である。

【図4】製品外径及びUパンチ幅とOプレス後の製品寸法精度との関係を示す図である。

【図5】本発明例と比較例の製品の突き合わせ部の未成形角度を示す図である。

【図6】本発明例と比較例の製品の真円度を示す図である。

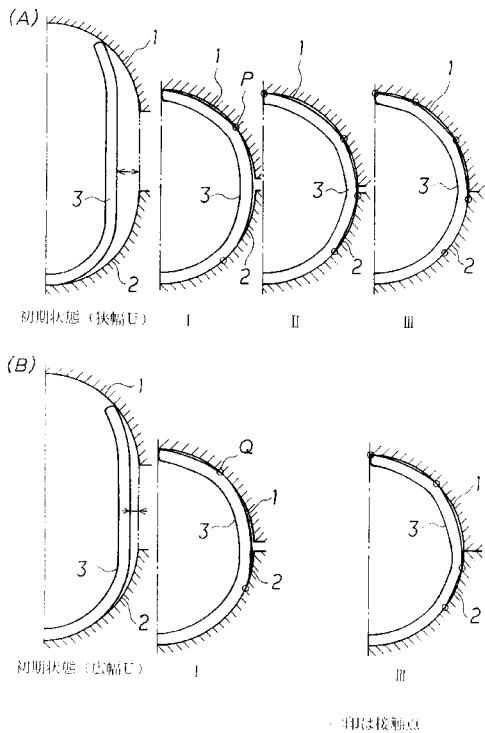
【図7】本発明例と比較例の生産性を示す図である。

40

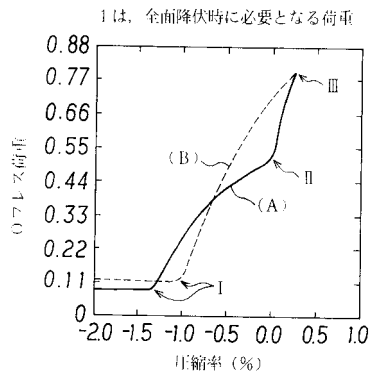
【符号の説明】

- 1 上金型
- 2 下金型
- 3 被加工材

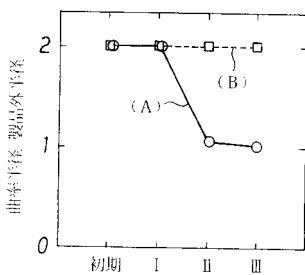
【図1】



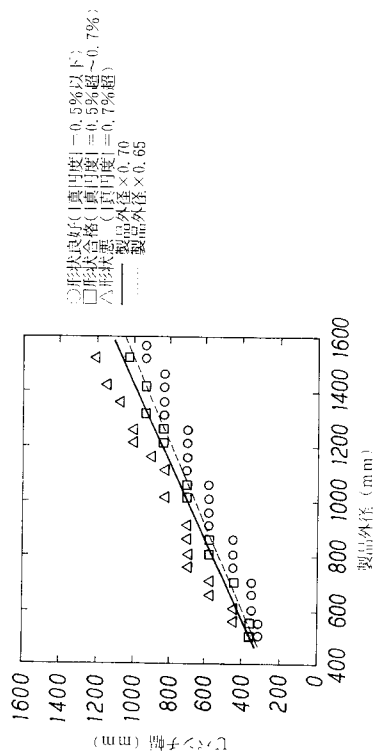
【図2】



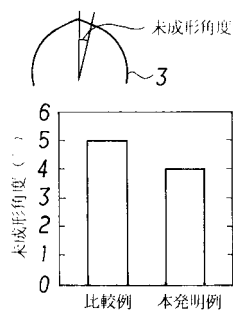
【図3】



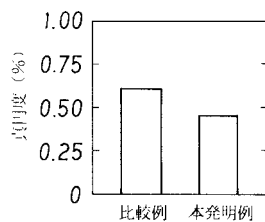
【図4】



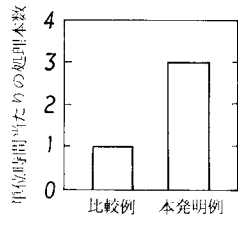
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 宗義

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社千葉製鉄所内

Fターム(参考) 4E028 CB01 CB08

4E063 AA01 BA09 JA07