

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6819782号  
(P6819782)

(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6日(2021.1.6)

(51) Int.Cl. F I  
**B 2 1 B 19/04 (2006.01)** B 2 1 B 19/04  
**B 2 1 B 23/00 (2006.01)** B 2 1 B 23/00 Z

請求項の数 2 (全 14 頁)

|                    |                              |           |  |
|--------------------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号          | 特願2019-525373 (P2019-525373) | (73) 特許権者 | 000006655<br>日本製鉄株式会社<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 |
| (86) (22) 出願日      | 平成30年6月8日(2018.6.8)          | (74) 代理人  | 110001553<br>アセンド特許業務法人                    |
| (86) 国際出願番号        | PCT/JP2018/021960            | (72) 発明者  | 山根 康嗣<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日<br>本製鉄株式会社内   |
| (87) 国際公開番号        | W02018/230450                | (72) 発明者  | 下田 一宗<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日<br>本製鉄株式会社内   |
| (87) 国際公開日         | 平成30年12月20日(2018.12.20)      | (72) 発明者  | 井上 祐二<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日<br>本製鉄株式会社内   |
| 審査請求日              | 令和1年11月13日(2019.11.13)       |           |  |
| (31) 優先権主張番号       | 特願2017-115418 (P2017-115418) |           |  |
| (32) 優先日           | 平成29年6月12日(2017.6.12)        |           |  |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP)                      |           |  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 継目無金属管の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の傾斜ロールと前記複数の傾斜ロールの間に配設されたプラグとを備えた穿孔機を用いた継目無金属管の製造方法であって、

直径B (mm) を有するピレットを準備する工程と、

前記ピレットを加熱する工程と、

加熱された前記ピレットの後端中央部に、式(1)を満たす溝幅D (mm)、式(2)を満たす溝高さH (mm) 及び式(3)を満たす溝深さL1 (mm) を有し、前記ピレットの軸方向に延びる4つの溝を含む穴を形成する工程と、

前記穿孔機により、前記穴が形成されたピレットを先端から穿孔圧延する工程とを備え

10

前記ピレットの軸方向から見て、前記4つの溝は十字形状に設けられ、

前記4つの溝は、前記ピレットの後端面から延びる、継目無金属管の製造方法。

$$0.12 \leq D/B \leq 0.25 \quad (1)$$

$$0.10 \leq H/B \leq 0.20 \quad (2)$$

$$0.05 \leq L1/B < 0.10 \quad (3)$$

【請求項2】

請求項1に記載の継目無金属管の製造方法であって、

前記ピレットの後端面上において、前記ピレットの後端中央から溝底面までの最大距離の2倍であるL2 (mm) は、式(4)を満たす、継目無金属管の製造方法。

20

0 . 3 0 L 2 / B 0 . 6 0 ( 4 )

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、継目無金属管の製造方法に関する。さらに詳しくは、穿孔機を用いた継目無金属管の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

継目無金属管の製造方法の1つに、穿孔機を用いる方法がある。穿孔機は、パスラインの周りに等間隔に配置された複数の傾斜ロールと、複数の傾斜ロールの間のパスライン上に配置されるプラグとを備える。

10

【0003】

穿孔機を用いた継目無金属管の製造方法は次のとおりである。初めに、加熱された丸ビレットを準備し、パスライン上に配置する。穿孔機の前方に配置されたプッシャを用いて、丸ビレットを複数の傾斜ロールの間に押し込む。丸ビレットが複数の傾斜ロールに噛み込まれると、丸ビレットは螺旋状に回転しながら傾斜ロール及びプラグにより穿孔圧延され、中空素管となる。

【0004】

穿孔圧延中、プラグは丸ビレットを穿孔する。プラグ先端が丸ビレットの後端から抜け出ると、丸ビレットの後端部のうち、プラグ先端が抜け出る直前までプラグ先端と接触していた部分（以下、「接触部分」という）が突き破られる。突き破られた接触部分は、バリとなって中空素管内面又は後端に残存する。

20

【0005】

バリは、穿孔圧延後、穿孔機内に落下して堆積することがある。この場合、定期的に穿孔機内の清掃が必要となる。その他にも、大きなバリが中空素管内面又は後端に残存すると、後続工程の延伸圧延時に、中空素管内面及びマンドレルバー等に疵を発生させる。

【0006】

バリの発生を抑制する方法が、国際公開第2009/122620号（特許文献1）、特開2001-219205号公報（特許文献2）、特開2015-167960号公報（特許文献3）及び特開平7-214113号公報（特許文献4）に開示されている。

30

【0007】

特許文献1に開示された方法では、穿孔圧延前に丸ビレットの後端中央部に、所定の深さを有し、内面に複数の溝を有する穴を形成する。隣合う溝の間には、下穴の形状の一部が現れる。この複数の溝を有する穴が形成された丸ビレットを穿孔圧延する。プラグの先端が丸ビレットの後端を突き破るとき、突き破られた後端面の接触部分は、バリの起点となり得る突起部を形成しようとする。しかしながら、穴の内面に形成された溝が、突起部となり得る接触部分を吸収する。また、穴を形成することにより、突起部のサイズを増大させ得る余肉が除去されている。これにより、バリの発生を抑制できる、と特許文献1には記載されている。

40

【0008】

特許文献2及び特許文献3に開示された方法では、穿孔圧延前に丸ビレットの後端中央部に、所定の深さの溝を有しない穴を形成する。穴が形成された丸ビレットを穿孔圧延する。これらの文献には、丸ビレットの後端中央部に穴を形成することにより、バリとなり得る余肉が除去され、バリの発生を抑制できる、と記載されている。

【0009】

特許文献4に開示された方法では、後端面に-（マイナス）形状又は+（プラス）形状のすじ溝が形成された丸ビレットを穿孔圧延する。後端面にマイナス形状又はプラス形状のすじ溝が形成されるために端面中央領域に余肉が存在しないかあるいは余肉が少ないので、バリの発生を抑制できる、と特許文献4には記載されている。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0010】

【特許文献1】国際公開第2009/122620号

【特許文献2】特開2001-219205号公報

【特許文献3】特開2015-167960号公報

【特許文献4】特開平7-214113号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

しかしながら、継目無金属管の製造においては、さらなるバリの発生の抑制が望まれている。また、特許文献1～特許文献4の方法は、変形能が低い合金鋼に適用できるかは不明である。さらに、本発明者らは、従来技術によるバリ抑制対策では、中空素管内面にかぶれ疵が発生する場面があることを知見した。そのため、バリとかぶれ疵の両方を同時に抑制する手法の開発が望まれるようになった。

## 【0012】

本発明の目的は、変形能が低い合金鋼であっても、穿孔圧延後の中空素管の後端に発生するバリ及びかぶれ疵を抑制できる継目無金属管の製造方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

本実施形態による継目無金属管の製造方法は、複数の傾斜ロールと複数の傾斜ロールの間に配設されたプラグとを備えた穿孔機を用いる。製造方法は、直径B(mm)を有するピレットを準備する工程と、ピレットを加熱する工程と、加熱されたピレットの後端中央部に、式(1)を満たす溝幅D(mm)、式(2)を満たす溝高さH(mm)及び式(3)を満たす溝深さL1(mm)を有し、ピレットの軸方向に伸びる4つの溝を含む穴を形成する工程と、穿孔機により、穴が形成されたピレットを先端から穿孔圧延する工程とを備える。

$$0.12 \leq D/B \leq 0.25 \quad (1)$$

$$0.10 \leq H/B \leq 0.20 \quad (2)$$

$$0.05 \leq L1/B < 0.10 \quad (3)$$

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明によれば、変形能が低い合金鋼であっても、穿孔圧延後の中空素管の後端に発生するバリ及びかぶれ疵を抑制できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】図1は、バリの発生を示す断面図である。

【図2】図2は、大きなバリの発生を示す断面図である。

【図3】図3は、後端部に円錐形状の穴が形成されたピレットを穿孔圧延する場合の断面図である。

【図4】図4は、後端部に円柱形状の穴が形成されたピレットを穿孔圧延する場合の断面図である。

【図5】図5は、後端部に深い溝を有するピレットの穿孔圧延中の断面図である。

【図6】図6は、後端部に浅い溝を有するピレットの穿孔圧延中の断面図である。

【図7】図7は、本実施形態のピレットの斜視図である。

【図8】図8は、本実施形態のピレットの正面図である。

【図9】図9は、本実施形態のピレットの断面図である。

【図10】図10は、一般的な溝を有する穴が形成されたピレットの正面図である。

【図11】図11は、ピレットの後端中央部に穴を形成する工程を示す図である。

【図12】図12は、穿孔圧延工程を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、組成の異なる鋼の温度と絞り値との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本実施形態について詳述する。図中同一又は相当部分には、同一符号を付してその説明を援用する。以下では、鋼からなる丸ビレット（以下、単に「ビレット」という）を穿孔圧延し、継目無鋼管を製造することを前提に説明する。

【0017】

[バリの発生]

穿孔圧延後の中空素管の後端に発生するバリ及びかぶれ疵について説明する。

【0018】

図 1 は、バリの発生を示す断面図である。図 1 では、後端部に穴が形成されていないビレットを穿孔圧延する場合を示す。図 1 を参照して、穿孔圧延において、プラグ 1 の先端がビレット 2 の後端面 1 4 から抜け出るとき、プラグ 1 の先端が抜け出る直前までプラグ 1 の先端と接触していた部分（接触部分）3 が突き破られる。この接触部分 3 は、中空素管 4 にとって余肉である。したがって、プラグ 1 によって突き破られた接触部分 3 は、中空素管 4 の内面又は後端にバリ 5 として残存する。

【0019】

図 2 は、大きなバリの発生を示す断面図である。図 2 では、後端部に穴が形成されていないビレットを穿孔圧延する場合を示す。図 2 では、先端が平坦なプラグ 1 によってビレット 2 を穿孔圧延する。図 2 を参照して、先端が平坦なプラグ 1 は、先端が尖った又は丸まったプラグ（図 1 参照）と比較して、接触部分 3 の体積が大きい。そのため、プラグ 1 によって突き破られた接触部分 3 は、図 1 に示すバリよりも体積の大きいバリ 5 として残存する。

【0020】

このようなバリの発生は、ビレットの後端部に余肉があることに起因する。バリの発生を抑制するため、後端部に穴が形成されたビレットを用いる方法がある。しかしながら、単に穴を設けただけでは、かぶれ疵や堆積物が生じる可能性がある。

【0021】

[かぶれ疵の発生]

図 3 は、後端部に円錐形状の穴が形成されたビレットを穿孔圧延する場合の断面図である。図 3 を参照して、後端部に円錐形状の穴 7 が形成されたビレット 2 では、バリの原因となる余肉が穴 7 の容積分だけ除去されている。そのため、バリは発生しにくい。しかしながら、後端部に円錐形状の穴 7 が形成されたビレット 2 を穿孔圧延すると、中空素管 4 の内面にかぶれ疵 6 が生じることがある。

【0022】

[堆積物の発生]

図 4 は、後端部に円柱形状の穴が形成されたビレットを穿孔圧延する場合の断面図である。図 4 を参照して、後端部に円柱形状の穴 7 が形成されたビレット 2 では、穴 7 の容積分の余肉が除去されている。そのため、バリは発生しにくい。しかしながら、たとえば、先端が平坦なプラグ 1 によってビレット 2 を穿孔圧延した場合、プラグ 1 の先端の接触部分 3 が中空素管 4 から切り離されやすい。切り離された接触部分 3 は、穿孔機に堆積するため、定期的な清掃が必要となる。

【0023】

この点、特許文献 1 に開示されるように、後端部に溝を有する穴が形成されたビレットを穿孔圧延すれば、バリの起因となる接触部分が溝に吸収されるため、基本的にはバリの発生は抑制される。しかしながら、穴の形状、ビレットの変形能等によっては、バリ又はかぶれ疵が残存することがある。したがって、バリ及びかぶれ疵の両方の発生をより確実に抑制することが望まれている。また、油井等で使用される継目無金属管では強度、耐食性等が要求される。そのため、継目無金属管の製造には高い強度及び耐食性を有する合金鋼からなるビレットが用いられることがある。しかしながら、合金鋼は炭素鋼に比べて変

10

20

30

40

50

形能が高い。ピレットの変形能が低ければ大きなバリが発生しやすく、バリ全体が溝に収まりきらない場合がある。したがって、合金鋼からなる継目無金属管をバリ及びかぶれ疵を発生させることなく製造することが望まれている。

【 0 0 2 4 】

そこで本発明者らは、バリ及びかぶれ疵の両方の抑制を実現するため、ピレットの後端部に形成される溝を有する穴の詳細な形状について検討した。

【 0 0 2 5 】

バリの発生を抑制するには、バリの起因となる接触部分を吸収する溝が重要となる。したがって、バリを吸収しやすくするために、溝の深さを深くすることが考えられる。しかしながら、溝の深さを深くすれば、後述する実施例に示すように穿孔圧延後の中空素管の内面にかぶれ疵が発生しやすいことが分かった。本明細書において、「溝の深さ」とは、ピレットの軸方向に沿った溝の長さを意味する。

【 0 0 2 6 】

図 5 は、後端部に深い溝を有するピレットの穿孔圧延中の断面図である。図 5 を参照して、ピレット 2 の直径 B に対して溝 8 の深さ L 1 が深い場合、接触部分 3 が後端面 1 4 近傍に達する前に突き破られる。プラグ 1 がピレット 2 の後端に向かってさらに進むと、突き破られた接触部分 3 がプラグ 1 によって圧延される。このため、穿孔圧延後の中空素管の内面にかぶれ疵が発生しやすい。

【 0 0 2 7 】

図 6 は、後端部に浅い溝を有するピレットの穿孔圧延中の断面図である。図 6 を参照して、ピレット 2 の直径 B に対して溝 8 の深さ L 1 が浅い場合、接触部分 3 はピレット 2 の後端面 1 4 近傍で突き破られる。この場合、突き破られた接触部分 3 はプラグ 1 によって圧延されにくい。このため、穿孔圧延後の中空素管の内面にかぶれ疵が発生しにくい。ただし、溝 8 の深さ L 1 が浅すぎれば、接触部分 3 が溝 8 に収まりにくいためバリが発生する（図 1 参照）。

【 0 0 2 8 】

そこで、本発明者らはかぶれ疵及びバリの発生の双方を抑制する方法について鋭意検討を重ねた。その結果、溝が浅い場合であっても、溝形状を工夫することで、溝 8 がプラグ 1 によって突き破られた接触部分 3 を吸収できることが分かった。より具体的には、溝幅及び溝高さが適切な形状であればバリの発生を抑制できることを見出した。また、溝深さが適度に浅ければかぶれ疵の発生も抑制できることを見出した。さらに、上記の知見により、炭素鋼だけでなく、合金鋼であってもバリ及びかぶれ疵の発生を抑制できることを見出した。

【 0 0 2 9 】

本発明の継目無金属管の製造方法は、以上の知見に基づいて完成されたものである。本実施形態による継目無金属管の製造方法は、複数の傾斜ロールと複数の傾斜ロールの間に配設されたプラグとを備えた穿孔機を用いる。製造方法は、直径 B (mm) を有するピレットを準備する工程と、ピレットを加熱する工程と、加熱されたピレットの後端中央部に、式 (1) を満たす溝幅 D (mm)、式 (2) を満たす溝高さ H (mm) 及び式 (3) を満たす溝深さ L 1 (mm) を有し、ピレットの軸方向に延びる 4 つの溝を含む穴を形成する工程と、穿孔機により、穴が形成されたピレットを先端から穿孔圧延する工程とを備える。

$$0.12 \leq D/B \leq 0.25 \quad (1)$$

$$0.10 \leq H/B \leq 0.20 \quad (2)$$

$$0.05 \leq L1/B < 0.10 \quad (3)$$

【 0 0 3 0 】

本実施形態の製造方法では、溝を有する穴が後端中央部に形成されたピレットを穿孔圧延する。式 (1) 及び式 (2) を満たすため、穴の形状は軸方向視で十字である。また、後述する実施例に示すように、式 (1) 及び式 (2) を満たす溝は適度な大きさであるため、溝はプラグにより突き破られた接触部分を吸収できる。これにより、穿孔圧延後の中

10

20

30

40

50

空素管にバリが発生しにくい。また、溝の形状は式(3)を満たす。後述する実施例に示すように、式(3)を満たす溝は、接触部分がピレット後端面近傍で突き破られる。すなわち、ピレットの穴の浅い位置で接触部分が突き破られる。そのため、突き破られた接触部分がプラグに圧延されにくい又はプラグにより圧延される時間が短い。これにより、中空素管の内面にかぶれ疵が発生しにくい。バリの発生が抑制されることにより、穿孔機にバリが堆積しにくい。また、バリ及びかぶれ疵の発生が抑制された中空素管を延伸圧延することで継目無金属管の内面及び圧延機の工具(例：マンドレルバー)に疵が発生しにくい。

【0031】

好ましくは、ピレットの後端面上において、ピレットの後端中央から溝底面までの最大距離の2倍である $L2$  (mm)は、式(4)を満たす。

$$0.30 \leq L2/B \leq 0.60 \quad (4)$$

【0032】

$L2/B$ は、ピレット後端面において、ピレット直径に対する穴の最大幅の比率を意味する。したがって、 $L2/B$ が小さければ小さな穴を意味し、 $L2/B$ が大きければ大きな穴を意味する。 $L2/B$ が小さければ、プラグによって突き破られた接触部分が溝に吸収されにくい。 $L2/B$ が大きければ、過剰に溝が大きいため、穴の加工に費やす時間が増える。また、プレス加工により穴を形成する場合はプレス荷重が増大する。したがって、後述する実施例にも示されるように、 $L2/B$ は所定の範囲内(式(4))であるのが好ましい。

【0033】

好ましくは、ピレットの軸方向から見て、4つの溝は十字形状に設けられ、4つの溝は、ピレットの後端面から延びる。

【0034】

本明細書において「4つの溝は十字形状」とは、ピレットの軸方向から見て、溝がピレットの軸心周りに等間隔に配置され、周方向に隣接する2つの溝同士が直交することを意味する。このような十字形状の4つの溝がピレットの後端面から延びるということは、穴の断面形状が後端面から一定であることを意味する。この場合、穴の形成が容易にできる。

【0035】

本実施形態の製造方法は、たとえば、質量%で、Cr：1～12%を含有する合金鋼に適用できる。また炭素鋼は合金鋼よりもバリが発生しにくいので、当然、本実施形態の製造方法にて炭素鋼におけるバリ及びかぶれ疵の発生も抑制できる。

【0036】

後述する実施例に示されるように、穴を適正な形状にすれば、1300℃未満に加熱された合金鋼からなるピレットであってもバリ及びかぶれ疵の発生を抑制して穿孔圧延できる。これにより、加熱工程でのエネルギー原単位の低下を抑制できる。

【0037】

[製造方法]

以下、本実施形態の継目無金属管の製造方法について説明する。製造方法は、準備工程と、加熱工程と、形成工程と、穿孔圧延工程と、を備える。

【0038】

[準備工程]

準備工程では、直径 $B$  (mm)を有するピレットを準備する。ピレットの材質はたとえば、鋼である。ピレットはたとえば、連続鋳造法や造塊法によって製造される。ピレットの直径は、特に限定されない。しかしながら、一般に、継目無金属管に製造されるピレットの直径は、20～400 (mm)である。

【0039】

[加熱工程]

加熱工程では、ピレットを加熱炉で加熱する。加熱温度は特に限定されない。しかしな

10

20

30

40

50

から、エネルギー原単位の低下を抑制する観点から、加熱温度は1300未満であるのが好ましい。また、ピレットの変形能の観点から、加熱温度は1100以上であるのが好ましい。

#### 【0040】

##### [形成工程]

図7は、本実施形態のピレットの斜視図である。図7を参照して、形成工程では、ピレット2の後端中央部に穴7を形成する。穴7は、後端面14からピレット2の軸方向に延びる。また、穴7は、後端面14からピレット2の軸方向に延びる4つの溝8を含む。4つの溝8はそれぞれ、ピレット2の軸心の周りに等間隔に配置されている。4つの溝8それぞれの形状は、同一である。したがって、以下では、4つの溝8のうちの1つの溝について説明する。

10

#### 【0041】

##### [穴形状]

溝8は、式(1)を満たす溝幅D(mm)、式(2)を満たす溝高さH(mm)及び式(3)を満たす溝深さL1(mm)を有する。ここで、溝幅Dは、2つの溝側面9の間の距離を意味する。溝高さHは、溝側面9の端から溝底面10までの距離を意味する。溝深さL1は、溝8のピレット軸方向の距離を意味する。

$$0.12 \leq D/B \leq 0.25 \quad (1)$$

$$0.10 \leq H/B \leq 0.20 \quad (2)$$

$$0.05 \leq L1/B < 0.10 \quad (3)$$

20

#### 【0042】

式(1)について説明する。後述する実施例に示すように、D/Bが0.12未満であれば、溝幅Dが小さいためプラグによって突き破られた接触部分を溝が吸収しにくい。したがって、D/Bの下限は0.12である。好ましくは、D/Bの下限は0.15であり、さらに好ましくは、0.17である。D/Bが0.25よりも大きければ、溝幅Dが大きいため、軸方向視で、溝を有する穴の形状が円に近づく。そのため、溝による接触部分を吸収する効果が得られにくい。したがって、D/Bの上限は0.25である。好ましくは、D/Bの上限は0.23である。

#### 【0043】

式(2)について説明する。H/Bが0.10未満であれば、溝高さHが低いためプラグによって突き破られた接触部分を溝が吸収しにくい。したがって、H/Bの下限は0.10である。好ましくは、H/Bの下限は0.12である。H/Bが0.20よりも大きければ、溝高さHが高いため、過大な空隙を圧延することとなり、折れ込み疵や割れが発生しやすい。したがって、H/Bの上限は0.20である。好ましくは、H/Bの上限は0.16である。

30

#### 【0044】

式(3)について説明する。L1/Bが0.05未満であれば、溝深さL1が浅いためプラグによって突き破られた接触部分を吸収する十分な溝の容積がない。したがって、L1/Bの下限は0.05である。好ましくは、L1/Bの下限は0.07である。L1/Bが0.10以上であれば、後述する実施例に示すように、溝深さL1が深いため穿孔圧延後の中空素管の内面にかぶれ疵が発生しやすい。したがって、L1/Bの上限は0.10である。好ましくは、L1/Bの上限は0.09である。

40

#### 【0045】

図8は、本実施形態のピレットの正面図である。図8を参照して、ピレット2の軸方向から見た穴の形状について説明する。溝8は式(1)及び式(2)を満たすため、ピレット2の穴7の形状は十字となる。溝8の溝側面9はピレット2の径方向に平行であり、溝側面9の後端中央Cに近い方の端は、隣接する他の溝8の溝側面9の後端中央Cに近い方の端と繋がる。つまり、隣接する溝8の間に下穴の形状の一部100は現れない(図10参照)。溝底面10はR形状である。しかしながら、溝底面10の形状はこれに限定されない。溝底面10の形状はたとえば、平坦であってもよい。

50

## 【 0 0 4 6 】

図 9 は、本実施形態のビレットの断面図である。図 9 を参照して、ビレット 2 の穴の深さ方向の形状について説明する。溝 8 は式 ( 3 ) を満たすため、従来技術の溝と比べて浅い。溝 8 の先端面 2 4 は、R 形状である。しかしながら、溝 8 の先端面 2 4 の形状はこれに限定されない。溝 8 の先端面 2 4 の形状は平坦であってもよい。また、溝 8 はビレット 2 の軸方向と平行に延びている。しかしながら、溝 8 の延びる方向はビレット 2 の軸方向と平行でなくてもよい。たとえば、溝 8 は先端面 2 4 に向かって徐々に小さくなくてもよい。この場合であっても、軸方向から見た任意の位置の断面において、溝 8 は式 ( 1 ) 及び式 ( 2 ) を満たす。

## 【 0 0 4 7 】

図 1 1 は、ビレットの後端中央部に穴を形成する工程を示す図である。図 1 1 を参照して、加熱炉からビレット 2 を抽出後、クランプダイス 1 1 でビレット 2 を拘束する。クランプダイス 1 1 は、円形の孔型を有するダイス 1 2 と、ダイス 1 2 を昇降する駆動装置 1 3 とを含む。拘束されたビレット 2 の後端面 1 4 の中央部に、図示しない油圧シリンダの先端に取り付けたポンチを押し込む。これにより、穴 7 が形成される。穴 7 は、機械加工で形成されてもよいし、プレス加工で形成されてもよい。その他にも、穴 7 はビレット 2 の後端中央部をプラズマガス等で溶融することにより形成されてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

## [ 穿孔圧延工程 ]

図 1 2 は、穿孔圧延工程を示す図である。図 1 2 を参照して、ビレット 2 に穴を形成した後、ビレット 2 を穿孔機 1 5 を用いて穿孔圧延する。穿孔機 1 5 は、2 つのコーン型傾斜ロール ( 以下、単に「傾斜ロール」という ) 1 6 と、プラグ 1 と、芯金 1 7 とを含む。

## 【 0 0 4 9 】

2 つの傾斜ロール 1 6 は、パスライン P L を挟んで互いに対向して配置される。各傾斜ロール 1 6 は、パスライン P L に対して、傾斜角及び交叉角を有する。プラグ 1 は 2 つの傾斜ロール 1 6 の間であって、パスライン P L 上に配置される。芯金 1 7 は、穿孔機 1 5 の出側のパスライン P L に沿って配置される。芯金 1 7 の先端は、プラグ 1 の後端と接続される。

## 【 0 0 5 0 】

プッシャ 1 8 は、穿孔機 1 5 の入側前方に、パスライン P L に沿って配置される。プッシャ 1 8 は、シリンダ本体 1 9 と、シリンダ軸 2 0 と、接続部材 2 1 と、ビレット押し棒 2 2 とを含む。ビレット押し棒 2 2 は接続部材 2 1 により、周方向に回転可能にシリンダ軸 2 0 と連結される。接続部材 2 1 は、ビレット押し棒 2 2 を周方向に回転可能にするためのベアリングを含む。

## 【 0 0 5 1 】

駆動装置であるシリンダ本体 1 9 は、油圧式又は電動式であり、シリンダ軸 2 0 を前進及び後退させる。プッシャ 1 8 は、ビレット押し棒 2 2 の先端面をビレット 2 の後端面に当接させ、シリンダ本体 1 9 によりシリンダ軸 2 0 及びビレット押し棒 2 2 を前進させることで、ビレット 2 を後方から押し進める。

## 【 0 0 5 2 】

プッシャ 1 8 と傾斜ロール 1 6 との間のパスライン P L 上には、入口ガイド 2 3 が配設される。入口ガイド 2 3 は、ビレット 2 がプッシャ 1 8 に押されて前進している間、ビレット 2 がパスライン P L からずれるのを抑制する。

## 【 0 0 5 3 】

溝を有する穴が形成されたビレット 2 を、傾斜ロール 1 6 とプッシャ 1 8 との間のパスライン P L 上に配置する。このとき、ビレット 2 の後端面はプッシャ 1 8 と対向し、ビレット 2 の先端面はプラグ 1 と対向する。

## 【 0 0 5 4 】

プッシャ 1 8 は、ビレット 2 をパスライン P L に沿って押し進め、2 つの傾斜ロール 1 6 の間に押し込む。ビレット 2 は、2 つの傾斜ロール 1 6 に噛み込まれる。ビレット 2 は

10

20

30

40

50

、傾斜ロール16により螺旋状に回転しながら前進する。ピレット2の軸心にプラグ1が押し込まれる。これにより、プラグ1及び傾斜ロール16は、ピレット2を穿孔圧延する。ピレット2を穿孔圧延することで、中空素管が得られる。

【0055】

穿孔圧延工程後、中空素管はマンドレルミル、エロンゲータ、サイジングミル等により圧延され、継目無金属管が製造される。

【0056】

図8を参照して、ピレット2の後端面14上において、ピレット2の後端中央Cから溝底面10までの最大距離の2倍であるL2(mm)は、式(4)を満たすのが好ましい。ピレット2の後端中央Cとは、ピレット2の後端面14上におけるピレット2の軸心を意味する。

$$0.30 \leq L2/B \leq 0.60 \quad (4)$$

【0057】

L2/Bは、ピレット2の後端面14において、ピレット直径Bに対する穴7の最大幅の比率を示す。L2/Bが小さければ、プラグによって突き破られた接触部分が溝に吸収されにくい。L2/Bが大きければ、過剰に溝8が大きくなり、穴7の加工に費やす時間が増える。またプレス加工により穴7を形成する場合はプレス荷重が増大する。したがって、後述する実施例に示されるように、L2/Bは所定の範囲内であるのが好ましい。

【0058】

ピレット2は、たとえば、質量%で、Cr:1~12%を含有する鋼(以下、「合金鋼」ともいう)であってもよい。油井等で使用される継目無金属管では強度、耐食性等が要求される。合金鋼は、強度、耐食性等が高いため、油井等で使用される継目無金属管の材料に適する。一方で、合金鋼は変形能が低い。ピレットの変形能が低ければ大きなバリが発生し易く、バリ全体が溝に収まりきらない場合がある。しかしながら、後述する実施例に示されるように、本実施形態の製造方法によれば、炭素鋼だけでなく、合金鋼からなるピレットであってもバリの発生を抑制して継目無金属管を製造できる。

【0059】

図13は、組成の異なる鋼の温度と絞り値との関係を示す図である。より具体的には、図13は、各種鋼を様々な温度に加熱し、各種鋼に対し引張試験を行った結果を示す。図13において、縦軸は絞り値(%)を示し、横軸は鋼の温度(°C)を示す。図13において、丸印は炭素鋼(S45C)の結果を示し、四角印は合金鋼(2Cr鋼)の結果を示す。なお、「絞り値」とは以下の式により算出される。

$$(\text{絞り値}[\%]) = \left( \frac{(\text{破断した部分の引張試験前の断面積}) - (\text{引張試験において破断した部分の断面積})}{(\text{破断した部分の引張試験前の断面積})} \right) \times 100$$

【0060】

図13に示す絞り値が95%未満であれば、ピレットの変形能が低いことにより、穿孔圧延後にバリが発生しやすいことが分かっている。図13を参照すると、炭素鋼では、温度が1000°C以上の範囲で絞り値が95%以上であるのに対して、合金鋼では、温度が1200°Cよりも低くなると極端に絞り値が小さくなるのが分かる。つまり、合金鋼では炭素鋼に比べて変形能が低いことが明らかである。合金鋼の場合、絞り値が95%以上となる温度は約1200°Cである。したがって、合金鋼からなるピレットを穿孔圧延する際、ピレットの温度は1200°C以上であるのが望ましい。これを実現するには、加熱工程において、ピレットを1300°C以上に加熱する必要がある。その理由は、加熱炉から穿孔機までピレットを搬送する間、ピレットの端面の温度は約100~200°C低下するからである。ピレットを1300°C以上に加熱することは、エネルギー原単位を低下させる。

【0061】

しかしながら、本実施形態の製造方法では、溝を有する穴を含むピレットを用いる。後述する実施例に示されるように、穴を適正な形状にすれば、ピレットの加熱温度によらず、つまり加熱温度が1300°C未満の合金鋼からなるピレットであってもバリの発生を抑

10

20

30

40

50

制して穿孔圧延できる。これにより、継目無金属管の製造において、エネルギー原単位の低下を抑制できる。

【実施例】

【0062】

本発明者らは、ピレット後端中央部に形成された穴の形状を種々変更し、穿孔圧延によって中空素管を製造した。より具体的には、ピレットを加熱し、ピレットの後端中央部に表2に示す溝を有する種々の穴を形成した。各ピレットの穴は4つの溝を有した。各ピレットの4つの溝は、ピレット周方向に等間隔に配置された。ピレットの加熱温度は、1245であった。加熱されたピレットを穿孔機で穿孔圧延し中空素管を製造した。中空素管の直径は82mmであり、肉厚は11mmであった。製造された中空素管について、本発明者らは、目視によりバリ及びかぶれ疵の発生について評価した。

10

【0063】

表1は、本実施例で用いたピレットの組成を示す。

【0064】

【表1】

Table 1

| 化学組成(単位は質量%、残部はFe及び不純物) |     |     |      |       |     |     |     |
|-------------------------|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|
| C                       | Si  | Mn  | P    | S     | Cr  | Mo  | W   |
| 0.05                    | 0.3 | 0.3 | 0.02 | 0.005 | 2.3 | 0.2 | 1.6 |

【0065】

表2は、ピレットの後端中央部に形成された穴の形状と、バリ及びかぶれ疵の発生の有無の評価結果を示す。表2中の「溝深さL1/B」、「最大穴径L2/B」、「溝幅D/B」及び「溝高さH/B」はそれぞれ、ピレット直径(B=70mm)で無次元化した値を示す。表2中の評価欄において、文字「NG」はバリ又はかぶれ疵が発生したことを示し、文字「A」は許容される僅かなバリ又はかぶれ疵が発生したことを示し、文字「G」は、バリ及びかぶれ疵が発生しなかったことを示す。

20

【0066】

【表2】

Table 2

|        | 溝深さ   | 最大穴径  | 溝幅    | 溝高さ   | 評価 |
|--------|-------|-------|-------|-------|----|
|        | L1/B  | L2/B  | D/B   | H/B   |    |
| 試験番号1  | 0.300 | 0.314 | 0.086 | 0.114 | NG |
| 試験番号2  | 0.300 | 0.429 | 0.114 | 0.157 | NG |
| 試験番号3  | 0.300 | 0.429 | 0.171 | 0.129 | NG |
| 試験番号4  | 0.200 | 0.429 | 0.114 | 0.157 | NG |
| 試験番号5  | 0.200 | 0.429 | 0.171 | 0.129 | NG |
| 試験番号6  | 0.143 | 0.429 | 0.114 | 0.157 | NG |
| 試験番号7  | 0.143 | 0.429 | 0.171 | 0.129 | NG |
| 試験番号8  | 0.143 | 0.429 | 0.229 | 0.100 | NG |
| 試験番号9  | 0.100 | 0.429 | 0.229 | 0.100 | G  |
| 試験番号10 | 0.100 | 0.429 | 0.114 | 0.157 | A  |
| 試験番号11 | 0.100 | 0.429 | 0.143 | 0.143 | G  |
| 試験番号12 | 0.100 | 0.429 | 0.171 | 0.129 | G  |
| 試験番号13 | 0.057 | 0.429 | 0.114 | 0.157 | A  |
| 試験番号14 | 0.057 | 0.429 | 0.171 | 0.129 | G  |
| 試験番号15 | 0.057 | 0.429 | 0.229 | 0.100 | G  |

30

40

【0067】

50

試験番号 1、4 及び 5 では、中空素管の後端に大きなバリが発生した。

試験番号 2 及び 3 では、中空素管の内面にかぶれ疵が発生した。

試験番号 6 ~ 8 では、中空素管の後端にバリが発生し、内面にかぶれ疵が発生した。

試験番号 10 及び 13 では、中空素管の後端に許容される小さなバリが発生した。

試験番号 9、11、12、14 及び 15 では、中空素管にバリ、かぶれ疵はほとんど発生しなかった。

【0068】

本発明者らは、本実施例より、以下のように結論づけた。試験番号 1 ~ 8 より、ピレットの後端中央部に形成された溝深さ  $L1/B$  が浅いほど、かぶれ疵の発生は抑制される。また、試験番号 10 より、溝幅  $D/B$  が小さいとプラグによって突き破られた接触部分が溝に吸収されにくく、バリが発生しやすかった。

10

【0069】

以上、本発明の実施の形態を説明した。しかしながら、上述した実施の形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。したがって、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変更して実施することができる。

【符号の説明】

【0070】

1 : プラグ

2 : ピレット

3 : 接触部分

4 : 中空素管

5 : バリ

6 : かぶれ疵

7 : 穴

8 : 溝

9 : 溝側面

10 : 溝底面

11 : クランプダイス

12 : ダイス

13 : 駆動装置

14 : 後端面

15 : 穿孔機

16 : 傾斜ロール

17 : 芯金

18 : プッシャ

19 : シリンダ本体

20 : シリンダ軸

21 : 接続部材

22 : ピレット押し棒

23 : 入口ガイド

24 : 先端面

20

30

40




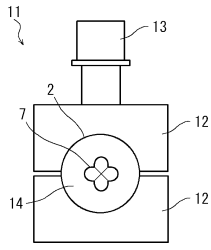
【 1 1】

FIG. 11




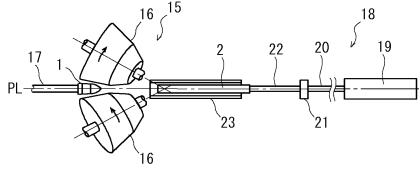
【 1 2】

FIG. 12




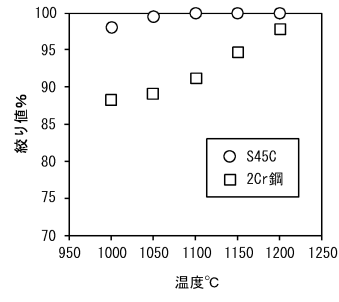
【 1 3】

FIG. 13



---

フロントページの続き

- (72)発明者 下岡 秀輔  
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内
- (72)発明者 山成 雄一  
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 国際公開第2009/122620(WO, A1)  
特開2004-082174(JP, A)  
特開昭60-124404(JP, A)  
特開昭59-174203(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B21B 19/04, 23/00