

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4909336号
(P4909336)

(45) 発行日 平成24年4月4日 (2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012.1.20)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 1 J 1/02 (2006.01)

B 2 1 J 1/06 (2006.01)

B 2 1 F 1/02 (2006.01)

B 2 1 J 1/02 Z

B 2 1 J 1/06 A

B 2 1 F 1/02 B

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-274565 (P2008-274565)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成20年10月24日 (2008.10.24)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2010-99712 (P2010-99712A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
(43) 公開日	平成22年5月6日 (2010.5.6)	(74) 代理人	100131750
審査請求日	平成22年11月15日 (2010.11.15)		弁理士 竹中 芳通
		(74) 代理人	100146112
			弁理士 亀岡 誠司
		(74) 代理人	100167335
			弁理士 武仲 宏典
		(74) 代理人	100164998
			弁理士 坂谷 亨
		(74) 代理人	100089196
			弁理士 梶 良之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼線材の矯正方法及び鋼線材の鍛造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段とを備えた鋼線材を直線化するためのラインにおいて鋼線材の先端に発生する曲がりを矯正する方法であって、
前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材（以下、「冷間矯正された鋼線材」という。）を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分（以下、「鋼線材の先端部分」という。）を前記加熱手段に入れ、所定の温度 T まで加熱する工程と、
前記所定の温度 T まで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、
前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、加熱する工程と、
を有したことを特徴とする鋼線材の矯正方法。

【請求項 2】

前記所定の温度 T は、550 T 1200 である請求項 1 に記載の鋼線材の矯正方法。

【請求項 3】

コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル

状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段、切断手段、熱間鍛造手段とを備えた鋼線材の鍛造ラインにおける鋼線材の鍛造方法であって、

前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材（以下、「冷間矯正された鋼線材」という。）を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分（以下、「鋼線材の先端部分」という。）を前記加熱手段に入れ、所定の温度 T まで加熱する工程と、

前記所定の温度 T まで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、

前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、下流側へ搬送しながら鍛造に必要な温度まで加熱し、この加熱された鋼線材を順次前記切断手段で切断し、前記熱間鍛造手段で熱間鍛造する工程と、

を有したことを特徴とする鋼線材の鍛造方法。

【請求項 4】

前記所定の温度 T は、550 T 1200 である請求項 3 に記載の鋼線材の鍛造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば軸受鋼等の延性の低い鋼種において、コイル状の鋼線材を直線化するための冷間矯正後の加熱で鋼線材の先端に発生する曲がりを修正し、安定した熱間鍛造を行うことが可能な鋼線材の矯正方法及び鋼線材の鍛造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、コイル状の線材を冷間で矯正しながら送り出し、続いて所定の温度まで加熱後に、一定の長さに切断し、鍛造し、製品を得るまでの工程を、1つのラインで行うことが主流になってきている。例えば、熱間圧延された線材をハンガーに掛け、先端を送り出し、矯正ローラで冷間矯正する。次に、この冷間矯正によって直線化された線材を加熱装置で所定の温度まで加熱する。その後、切断装置で所定の寸法に切断した素材を、複数段の鍛造機で所定の製品まで鍛造する。この場合、低炭素鋼のような一般的な材料では、このようなラインで何ら問題なく製造が可能である。しかし、軸受鋼のように冷間での延性が低い素材については、冷間矯正後の加熱で線材の先端が曲がり、加熱装置に詰まってしまうという問題が起こる。また、この問題を改善するために冷間矯正の矯正量を上げると、素材の延性が低いために内部割れが発生してしまうという問題が起こる。

【0003】

上述の問題を解決する方法として、延性を向上させる目的で、冷間矯正後の線材を400 以上に加熱し、高温で矯正する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【特許文献 1】特開平 10 - 225742 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載された方法を用いた場合は、以下のような問題点が存在する。

【0005】

1) 従来のラインと比較して高温で矯正するための高温矯正手段を追加したために、この高温矯正手段の前に400 以上に加熱するための新たな加熱手段が必要になり、設備投資が大きくなるという問題点があった。

2) また、鋼種によっては、上記新たな加熱手段の途中で線材が詰まってしまうため、この新たな加熱手段を分割し、その間にさらに上記高温矯正手段以外の別の高温矯正手段

10

20

30

40

50

を設けなければならない。したがって、さらなる設備投資を要するばかりか、分割された新たな加熱手段間の距離が長くなり、加熱効率が低下し、かつ、温度分布が大きくなりやすいという問題点もあった。

3) また、線材の変形抵抗が低下する高温で矯正するために、上記のような加熱効率が低下し、かつ、温度分布が大きくなりやすい分割された加熱手段を用いた場合、加熱温度によっては高温での矯正により線材の寸法が変化し、最終鍛造後の形状の寸法精度を悪化させるという問題点もあった。

4) さらに、高温で矯正するため、線材の変形抵抗の点からは矯正量を大きくすることは可能であるが、ライン構成上、必ず高温矯正手段に向かって線材の先端から進入させなければならない。したがって、矯正量を大きくしようとすると、高温矯正手段を構成するローラに線材の先端が当たり詰まってしまい、矯正加工ができないという問題点もあった。この問題点を回避しようとすると、線材を前進、後退させながら徐々に矯正量を大きくする必要があり、このための長い調整時間を要し、生産性を阻害するという問題点もあった。

【0006】

本発明の目的は、コイル状の鋼線材を直線化するためのラインにおいて、新たな加熱手段を追加したりする必要がないばかりか、加熱手段の加熱効率が低下したり、温度分布が大きくなり難く、さらに高温矯正時の調整時間の短縮も可能な鋼線材の矯正方法、及び、コイル状の鋼線材から鍛造品を1つのラインで製造する工程において、新たな加熱手段を追加したりする必要がないばかりか、最終鍛造後の形状の寸法精度を悪化させることもなく、さらに高温矯正時の調整時間の短縮も可能な鋼線材の鍛造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の発明は、コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段とを備えた鋼線材を直線化するためのラインにおいて鋼線材の先端に発生する曲がりを矯正する方法であって、前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材（以下、「冷間矯正された鋼線材」という。）を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分（以下、「鋼線材の先端部分」という。）を前記加熱手段に入れ、所定の温度Tまで加熱する工程と、前記所定の温度Tまで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、加熱する工程と、を有したことを特徴とする鋼線材の矯正方法である。

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記所定の温度Tが、550 T 1200 である。

請求項3に記載の発明は、

コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段、切断手段、熱間鍛造手段とを備えた鋼線材の鍛造ラインにおける鋼線材の鍛造方法であって、

前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材（以下、「冷間矯正された鋼線材」という。）を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分（以下、「鋼線材の先端部分」という。）を前記加熱手段に入れ、所定の温度Tまで加熱する工程と、

前記所定の温度Tまで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻

10

20

30

40

50

し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、
前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、下流側へ搬送しながら鍛造に必要な温度まで加熱し、この加熱された鋼線材を順次前記切断手段で切断し、前記熱間鍛造手段で熱間鍛造する工程と、
を有したことを特徴とする鋼線材の鍛造方法である。

【 0 0 0 8 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の発明において、前記所定の温度 T が、 $550 \leq T \leq 1200$ である。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

以上のように、本発明の鋼線材の矯正方法によれば、
コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段とを備えた鋼線材を直線化するためのラインにおいて鋼線材の先端に発生する曲がりを矯正する方法であって、
前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材（以下、「冷間矯正された鋼線材」という。）を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分（以下、「鋼線材の先端部分」という。）を前記加熱手段に入れ、所定の温度 T まで加熱する工程と、
前記所定の温度 T まで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、
前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、加熱する工程と、
を有しているため、新たな加熱手段を追加したりする必要がないばかりか、加熱手段の加熱効率が低下したり、温度分布が大きくなり難く、さらに高温矯正時の調整時間の短縮も可能な鋼線材の矯正方法を実現することができる。

また、本発明の鋼線材の鍛造方法によれば、

コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段、切断手段、熱間鍛造手段とを備えた鋼線材の鍛造ラインにおける鋼線材の鍛造方法であって、
前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材（以下、「冷間矯正された鋼線材」という。）を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分（以下、「鋼線材の先端部分」という。）を前記加熱手段に入れ、所定の温度 T まで加熱する工程と、
前記所定の温度 T まで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、
前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、下流側へ搬送しながら鍛造に必要な温度まで加熱し、この加熱された鋼線材を順次前記切断手段で切断し、前記熱間鍛造手段で熱間鍛造する工程と、
を有しているため、新たな加熱手段を追加したりする必要がないばかりか、最終鍛造後の形状の寸法精度を悪化させることもなく、さらに高温矯正時の調整時間の短縮も可能な鋼線材の鍛造方法を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の一実施形態の鋼線材の鍛造ラインにおける概略製造工程を時系列的に説明するための模式図であって、（ a ）は冷間矯正された鋼線材を高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、鋼線材の先端部分を加熱手段に入れ、所定の温度 T まで加熱する工程図、（ b ）は所定の温度まで加熱され曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻す工程図、（ c ）は加熱

10

20

30

40

50

により曲がった鋼線材の先端部分を高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程図、(d)は高温矯正手段による矯正が終了し、ほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分を説明する工程図、(e)はほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び加熱手段へ送り込み、下流側へ搬送しながら鍛造に必要な温度まで加熱し、加熱された鋼線材を順次切断手段で切断し、熱間鍛造手段で熱間鍛造する工程図である。

【0011】

最初に、鍛造ラインの構成から説明する。図1において、1aは熱間圧延されたコイル状の鋼線材、2は冷間矯正手段としての冷間矯正ローラ、3は高温矯正手段としての3点曲げ矯正機、3aは3点曲げ矯正機3を構成する上下に可動できる上側ローラ、3bは3点曲げ矯正機3を構成する下側ローラ、4は加熱手段としての誘導加熱式炉、4aは誘導加熱式炉4を構成する上流側誘導加熱式炉、4bは誘導加熱式炉4を構成する下流側誘導加熱式炉、5は切断手段としての切断機、6は熱間鍛造手段としての熱間鍛造機、7は熱間鍛造機6で最終鍛造された後の鍛造製品である。また、紙面左側を上流側、紙面右側を下流側と定義し、鋼線材の進行方向を白抜きの大きな矢印で示した。また、コイル状の鋼線材1aは、炭素(C)の含有量が質量%で約1%程度と高く、常温での延性が約5%以下と低い鋼である。この鋼種としては、例えば、JISG4805に規定される高炭素クロム軸受鋼(SUJ1、2、3、4、5)やJISG4303に規定されるステンレス鋼(SUS440C)等が該当する。この中でも特にSUJ1~5は、耐摩耗性、耐衝撃性に優れながら、比較的安価なこともあり需要としても高い。また、コイル状をなす鋼線材1aの直径Dとしては、 $\phi 15 \sim \phi 50$ が好ましい。

10

20

【0012】

次に、上述の鍛造ラインを用いて、鋼線材を鍛造する方法を時系列的に説明する。

【0013】

図1(a)において、コイル状をなす直径D(mm)の鋼線材1aを搬送手段(図示せず)により送り出し、鋼線材1aを冷間矯正ローラ2により冷間でほぼ直線状に矯正し、冷間矯正された鋼線材1bを得る。次に、3点曲げ矯正機3の上側ローラ3aを上昇させ、3点曲げ矯正機3では冷間矯正された鋼線材1bを高温矯正せず、上側ローラ3aと下側ローラ3bの間をそのまま通過させ、冷間矯正された鋼線材1bの先端の所定の長さの部分(以下、「鋼線材の先端部分」という。)1cを上流側誘導加熱式炉4aに入れる。この上流側誘導加熱式炉4aに入れられた鋼線材の先端部分1cの長さをL(mm)とする。この状態で搬送手段を停止し、鋼線材の先端部分1cを所定の温度Tまで加熱する。

30

【0014】

上記所定の温度Tの下限温度は、以下のように定義される。例えば、高温矯正処理を受けることなく、冷間矯正された鋼線材1bが上流側誘導加熱式炉4aと下流側誘導加熱式炉4bで熱間鍛造前の加熱処理を施されると、冷間矯正ローラ2による冷間加工で受けた鋼線材1b内に蓄えられた残留応力がここで初めて開放され、鋼線材1bが上流側誘導加熱式炉4aや下流側誘導加熱式炉4b内で曲がる。この曲がり方が熱間鍛造前の加熱処理で発生しない(ほぼ直線状が維持できる)ように、予め残留応力を開放できる最低温度である。この最低温度は、主に鋼種や冷間加工等で受けたストレス度合いの影響を受けるため、予め実験等により決定される。

40

【0015】

また、上記所定の温度Tの上限温度は、以下のように定義される。この所定の温度Tの上限温度は、鋼線材の先端部分1cが3点曲げ矯正機3で高温矯正加工される前に、上流側誘導加熱式炉4aから受けた熱でバーニングに起因した欠陥(例えば、最終鍛造後の鍛造製品7の外周部に割れ)や同加熱状態における高温矯正加工時の変形に起因した最終鍛造後の鍛造製品7に形状の寸法不良を生じない最高温度(すなわち、過加熱とならない温度)である。この最高温度は、主に鋼種、高温矯正加工前の加熱条件、高温矯正加工条件や熱間鍛造条件等の影響を受けるため、予め実験等により決定される。

【0016】

また、上記鋼線材の先端部分1cの長さLは、以下のように定義される。鋼線材1bを

50

3点曲げ矯正機3で高温矯正加工する前に所定の温度 T (例えば、下限温度)にて上流側誘導加熱式炉4aで加熱されたことで冷間加工時の残留応力が開放され曲がった鋼線材1d(図1(b))に示す。詳細説明は、後述する。)の自由端の曲がり量を3点曲げ矯正機3で高温矯正し、ほぼ直線状にしやすい適当な長さである(例えば、3点曲げ矯正機3の左右の下側ロール3b間の距離を A とすると、 L は A より長い所定の長さであればよい。より具体的には、 $A = 300\text{ mm}$ の場合、 $300\text{ mm} < L < 600\text{ mm}$ に設定すればよい。)。何故ならば、鋼線材の先端以外の部分は、熱間鍛造前の加熱により、自重によるクリープが生じ上流側誘導加熱式炉4a内や下流側誘導加熱式炉4b内で自然に曲がり改善され、ほぼ直線状になるため、鋼線材1f(図1(d))に示す。詳細説明は、後述する。のように、高温矯正加工により鋼線材の先端がほぼ直線状に矯正され、熱間鍛造前の加熱のために上流側誘導加熱式炉4aや下流側誘導加熱式炉4b内にスムーズに進入可能でありさえすればよいからである。上記鋼線材1dの自由端の曲がり量は、主に鋼種、鋼線材の直径 D の大きさ、先端部分1cの長さ L や冷間矯正された際に受けた残留応力の大きさ等の影響を受けるため、予め実験等により決定される。

【0017】

図1(b)は、鋼線材の先端部分1cを所定の温度 T まで加熱した(上記図1(a)に示す工程の説明で詳述した)後、鋼線材の先端部分1cを上流側誘導加熱式炉4aから上流側に戻していく途中の鋼線材1dの自由端の曲がりの様子を示したものである。このように、鋼線材の先端部分1cを所定の温度 T まで加熱すると、上述したように冷間矯正ローラ2による冷間加工で受けた鋼線材1b内に蓄えられた残留応力が開放され、冷間矯正ローラ2で冷間加工を受ける前のコイル状の鋼線材1aのような曲がりが見れる。

【0018】

図1(c)は、図1(b)に示した鋼線材1dの自由端の曲がりを3点曲げ矯正機3で高温矯正するために鋼線材の先端部を3点曲げ矯正機3の下まで移動させ、高温矯正途中の鋼線材1eの様子を示したものである。

【0019】

図1(d)は、図1(c)に示した3点曲げ矯正機3での高温矯正が終了し、鋼線材の先端部を3点曲げ矯正機3より上流側へ移動させた時の鋼線材1fの様子を示したものである。このように、高温矯正が終了した後は、鋼線材1fのように鋼線材の先端部がほぼ直線状になっている。

【0020】

図1(e)は、図1(d)に示したようにほぼ直線状に矯正された鋼線材1fを3点曲げ矯正機3の上側ローラ3aを上昇させた後、鋼線材1fの先端部分から再び上流側誘導加熱式炉4a内へ送り込み、上流側誘導加熱式炉4aを通過して、さらに下流側誘導加熱式炉4bへ鋼線材を搬送しながら熱間鍛造に必要な温度まで加熱し、加熱された鋼線材1gを順次切断機5で切断し、熱間鍛造機6で熱間鍛造し、最終鍛造された後の鍛造製品7を得る工程を示す。図1(e)に示すように、上流側誘導加熱式炉4aや下流側誘導加熱式炉4bを通過中および熱間鍛造に必要な温度まで加熱した後に下流側誘導加熱式炉4bから出た鋼線材1gのいずれも鋼線材はほぼ直線状を維持している。また、コイル状の鋼線材1aは冷間矯正ローラ2により順次、冷間でほぼ直線状に矯正され、冷間矯正された鋼線材1bは下流側に搬送される。

【0021】

以上のように本発明の鋼線材の鍛造方法によれば、コイル状の鋼線材を送り出す搬送手段と、この搬送手段により送り出された前記コイル状の鋼線材を冷間でほぼ直線状に矯正する冷間矯正手段と、この冷間矯正手段より下流側に高温矯正手段、加熱手段、切断手段、熱間鍛造手段とを備えた鋼線材の鍛造ラインにおける鋼線材の鍛造方法であって、前記冷間矯正手段によりほぼ直線状に矯正された鋼線材(以下、「冷間矯正された鋼線材」という。)を前記高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、前記冷間矯正された鋼線材の先端の所定の長さの部分(以下、「鋼線材の先端部分」という。)を前記加熱手段に

10

20

30

40

50

入れ、所定の温度 T まで加熱する工程と、
前記所定の温度 T まで加熱されたことにより曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻し、前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程と、
前記高温矯正手段でほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び前記加熱手段へ送り込み、下流側へ搬送しながら鍛造に必要な温度まで加熱し、この加熱された鋼線材を順次前記切断手段で切断し、前記熱間鍛造手段で熱間鍛造する工程と、
を有しているため、以下のような作用効果を奏する。

1) 冷間矯正された鋼線材 1 b を高温矯正手段 (例えば、3 点曲げ矯正機 3) で高温矯正するにあたって、所定の温度 T まで加熱するために従来の鋼線材の鍛造ラインに既設されている加熱手段 (例えば、上流側誘導加熱式炉 4 a) を利用することができるため、新たな加熱手段を追加したりする必要がない。したがって、設備投資が大きくなることもない。

10

2) 上述したように、従来の鋼線材の鍛造ラインに既設されている加熱手段 (例えば、上流側誘導加熱式炉 4 a と下流側誘導加熱式炉 4 b) を利用しているため、線材の変形抵抗が低下する高温で矯正する際に、加熱手段の加熱効率が低下したり、温度分布が大きくなり難いので、高温での矯正により鋼線材の寸法が変化し、最終鍛造後の形状の寸法精度を悪化させることもない。

3) 高温で矯正する際に、高温矯正手段に向かって鋼線材の先端から進入させる方法ではなく、連続する鋼線材を上流側に一旦戻すだけである (この時、上記鋼線材の先端は、後端となる) ため、高温矯正手段を構成するローラに鋼線材の先端が当たり詰まってしまうことも生じない。したがって、鋼線材を前進、後退させながら徐々に矯正量を大きくする必要もなく、高温矯正時の調整時間の短縮も可能であり、生産性を阻害することもない。

20

【0022】

(実施例 1)

本発明の実施例 1 の鋼線材の鍛造方法の作用効果を確証するため、上述の図 1 に示した鋼線材の鍛造ラインの構成を用いて、以下のような実験を実施した。

【0023】

コイル状の鋼線材 1 a の鋼種としては、JIS G 4805 に規定される高炭素クロム軸受鋼 (SUJ2) を用いた。この SUJ2 の成分組成は、質量%で、C: 0.95 ~ 1.10%、Si: 0.15 ~ 0.35%、Mn: 0.50% 以下、P: 0.025% 以下、S: 0.025% 以下、Cr: 1.30 ~ 1.60%、残部 Fe および不可避免的不純物よりなる鉄合金である。なお、不可避免的不純物として、Ni、Cu および Mo は、それぞれ 0.25%、0.20%、0.08% を超えてはならない。また、コイル状の鋼線材 1 a の直径 D としては、 $\phi 22$ を用いた。

30

【0024】

また、熱間鍛造機 6 を用いて熱間鍛造を行う時の温度は、1,170 に固定した (下記表 1 参照)。また、3 点曲げ矯正機 3 で高温矯正加工する前に、鋼線材の先端部分 1 c を上流側誘導加熱式炉 4 a で所定の温度 T にて加熱する時の温度を下記表 1 の試験 No. 1 ~ 試験 No. 11 に示すように、500 ~ 1,250 の範囲で変化させた。この時、上流側誘導加熱式炉 4 a 内に挿入される鋼線材の先端部分 1 c の長さ L は、450 mm に固定した (下側ローラ 3 b 間の距離 $A = 300$ mm)。

40

【表 1】

試験 NO.	高温矯正前の 所定の加熱温 度 T (°C)	熱間鍛造 温度 (°C)	熱間鍛造前の 加熱時の曲が りの有無	熱間鍛造後 の製品性状	備考
1	500	1170	有	鍛造不可能	比較例
2	550	1170	無	良好	発明例
3	600	1170	無	良好	発明例
4	700	1170	無	良好	発明例
5	800	1170	無	良好	発明例
6	900	1170	無	良好	発明例
7	1000	1170	無	良好	発明例
8	1100	1170	無	良好	発明例
9	1150	1170	無	良好	発明例
10	1200	1170	無	良好	発明例
11	1250	1170	無	バーニング 発生 及び 寸法不良	比較例

【 0 0 2 5 】

上記のような条件下で鍛造実験を行なった時の下流側誘導加熱式炉 4 b を通過直後の鋼線材 1 g の曲がりの発生の有無、熱間鍛造機 6 で熱間鍛造し、最終鍛造された後の鍛造製品 7 の欠陥や形状の寸法精度を確認した結果、以下のような知見を得た。

試験 No. 1 (比較例) に関して：

・下流側誘導加熱式炉 4 b を通過中にすでに鋼線材 1 g に曲がりが発生し、熱間鍛造が行えなかった。このように曲がりが発生したのは、高温矯正前に上流側誘導加熱式炉 4 a で所定の温度 T に加熱した時の温度が 5 0 0 とやや低いため、冷間矯正ローラ 2 による冷間加工で受けた鋼線材 1 b 内に蓄えられた残留応力がまだ十分に開放されていなかったためと考えられる。

試験 No. 2 (発明例) ~ 試験 No. 10 (発明例) に関して：

・下流側誘導加熱式炉 4 b を通過直後の鋼線材 1 g に曲がりとは、発生しなかった。
・熱間鍛造機 6 で熱間鍛造し、最終鍛造された後の鍛造製品 7 に欠陥もなく、形状の寸法精度も良好であった。

注) 試験 No. 10 (発明例) に関しては、3 点曲げ矯正機 3 で高温矯正加工する前に、鋼線材の先端部分 1 c を上流側誘導加熱式炉 4 a で所定の温度 T に加熱する時の温度が 1, 2 0 0 と、熱間鍛造する時の温度 1, 1 7 0 より高いため、高温矯正加工後、鋼

10

20

30

40

50

線材 1 f の温度が規定温度に低下するまで鍛造ラインを停止し、規定温度に到達後、通材させた。

試験 No. 11 (比較例) に関して：

- ・下流側誘導加熱式炉 4 b を通過直後の鋼線材 1 g に曲がり、発生しなかった。
- ・3点曲げ矯正機 3 で高温矯正加工する前に、鋼線材の先端部分 1 c が上流側誘導加熱式炉 4 a から受けた過加熱によるバーニングに起因した欠陥（最終鍛造製品 7 の外周部に割れ）や同過加熱状態での高温矯正加工による変形に起因した最終鍛造製品 7 の形状の寸法不良を生じた。

注）試験 No. 11 (比較例) に関しては、3点曲げ矯正機 3 で高温矯正加工する前に、鋼線材の先端部分 1 c を上流側誘導加熱式炉 4 a で所定の温度 T にて加熱する時の温度が 1,250 と、熱間鍛造する時の温度 1,170 より高いため、高温矯正加工後、鋼線材 1 f の温度が規定温度に低下するまで鍛造ラインを停止し、規定温度に到達後、通材させた。

10

【0026】

なお、本実施例においては、コイル状の鋼線材 1 a の鋼種として、JIS G 4805 に規定される高炭素クロム軸受鋼 (SUJ2) を用いた例について説明したが、必ずしもこれに限定されるものではなく、JIS G 4805 に規定される高炭素クロム軸受鋼 (SUJ1、3、4、5) や JIS G 4303 に規定されるステンレス鋼 (SUS440C) 等、C の含有量が質量 % で約 1 % 程度と高く、常温での延性が約 5 % 以下と低い鋼を広く利用可能である。

20

【0027】

また、本実施例においては、コイル状の鋼線材 1 a の直径 D としては、φ22 を用いた例について説明したが、必ずしもこれに限定されるものではなく、φ15 ~ φ50 が好ましい。

【0028】

また、本実施例においては、鋼線材の先端部分 1 c の長さ L が 450 mm である場合について説明したが、必ずしもこれに限定されるものではなく、例えば、3点曲げ矯正機 3 の左右の下側ロール 3 b 間の距離を A とすると、L は A より長い所定の長さであればよい。より具体的には、A = 300 mm の場合、300 mm < L < 600 mm に設定すればよい。

30

【0029】

なお、本実施例においては、図 1 (a) に示すように、コイル状の鋼線材 1 a を搬送手段により送り出し、鋼線材 1 a を冷間矯正ローラ 2 により冷間でほぼ直線状に矯正し、冷間矯正された棒状の鋼線材 1 b を連続して 3点曲げ矯正機 3 以降の工程に流す連続ラインを用いた鋼線材の鍛造方法の例について説明したが、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、コイル状の鋼線材 1 a を搬送手段により送り出し、鋼線材 1 a を冷間矯正ローラ 2 により冷間でほぼ直線状に矯正し、冷間矯正された棒状の鋼線材 1 b を得る工程のラインと 3点曲げ矯正機 3 以降の工程のラインとを分けても構わない。

【図面の簡単な説明】

【0030】

40

【図 1】本発明の一実施形態の鋼線材の鍛造ラインにおける概略製造工程を時系列的に説明するための模式図であって、(a) は冷間矯正された鋼線材を高温矯正手段で矯正せずそのまま通過させ、鋼線材の先端部分を加熱手段に入れ、所定の温度 T まで加熱する工程図、(b) は所定の温度まで加熱され曲がった鋼線材の先端部分を上流側に一旦戻す工程図、(c) は加熱により曲がった鋼線材の先端部分を高温矯正手段でほぼ直線状に矯正する工程図、(d) は高温矯正手段による矯正が終了し、ほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分を説明する工程図、(e) はほぼ直線状に矯正された鋼線材の先端部分から再び加熱手段へ送り込み、下流側へ搬送しながら鍛造に必要な温度まで加熱し、加熱された鋼線材を順次切断手段で切断し、熱間鍛造手段で熱間鍛造する工程図である。

【符号の説明】

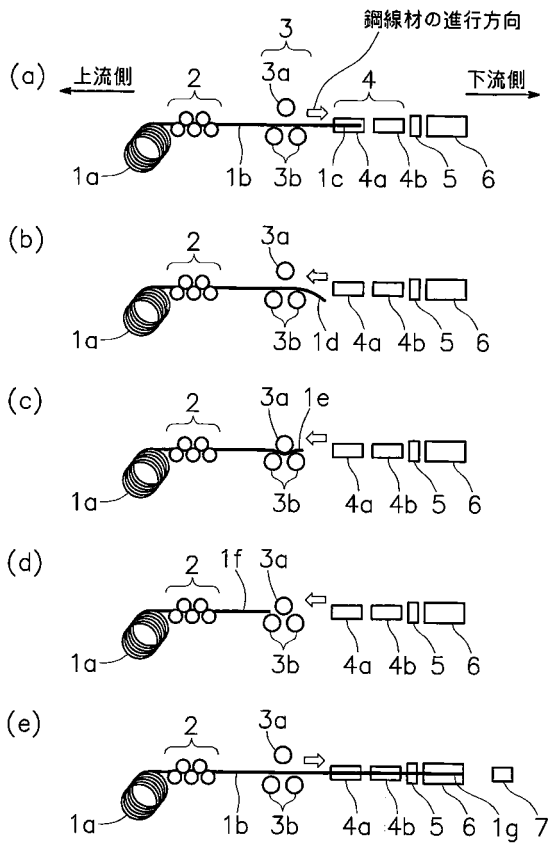
50

【 0 0 3 1 】

- 1 a : 熱間圧延されたコイル状の鋼線材
 1 b : 冷間矯正された鋼線材
 1 c : 鋼線材の先端部分
 1 d : 加熱したことにより曲がった鋼線材
 1 e : 高温矯正途中の鋼線材
 1 f : 高温矯正終了後に上流側へ移動させた鋼線材
 1 g : 誘導加熱式炉を通過直後の鋼線材
 2 : 冷間矯正ローラ
 3 : 3点曲げ矯正機
 3 a : 上側ローラ
 3 b : 下側ローラ
 4 : 誘導加熱式炉
 4 a : 上流側誘導加熱式炉
 4 b : 下流側誘導加熱式炉
 5 : 切断機
 6 : 熱間鍛造機
 7 : 鍛造製品

10

【 図 1 】



フロントページの続き

(74)代理人 100104226

弁理士 須原 誠

(72)発明者 串田 仁

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

(72)発明者 石上 修

大阪府大阪市備後町 4 丁目 1—3 株式会社神戸製鋼所 大阪支社内

審査官 福島 和幸

(56)参考文献 特開平 1 0 - 2 2 5 7 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 1 J 1 / 0 0 - 1 3 / 1 4

B 2 1 J 1 7 / 0 0 - 1 9 / 0 4

B 2 1 K 1 / 0 0 - 3 1 / 0 0

B 2 1 F 1 / 0 2