

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3797105号
(P3797105)

(45) 発行日 平成18年7月12日(2006.7.12)

(24) 登録日 平成18年4月28日(2006.4.28)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 3 1 O J
B 2 1 C 37/08 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 3 1 O S
B 2 1 C 37/30 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 3 1 O W
C 2 1 D 9/08 (2006.01)	B 2 1 C 37/08 C
C 2 1 D 9/50 (2006.01)	B 2 1 C 37/08 F

請求項の数 2 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-75 (P2001-75)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成13年1月4日(2001.1.4)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2001-287061 (P2001-287061A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成13年10月16日(2001.10.16)	(74) 代理人	100105968
審査請求日	平成15年3月4日(2003.3.4)		弁理士 落合 憲一郎
(31) 優先権主張番号	特願2000-28119 (P2000-28119)	(74) 代理人	100116230
(32) 優先日	平成12年2月4日(2000.2.4)		弁理士 中濱 泰光
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	鈴木 雅仁
			東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72) 発明者	日下 修一
			東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マルテンサイト系ステンレス鋼板を成形ロールで円筒状のオープンパイプに成形してスクイズロールでアプセット加圧しつつレーザー溶接を行うマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法において、オープンパイプの相対する両エッジ部を、高周波加熱法により予熱した後、スクイズロールの近傍の前記両エッジ部がV字型に突き合わされている部分で、予熱の大きさE・I、アプセット量U、および前記両エッジ部のなす角度 α により決定される位置Xが式(4)を、溶接速度v、板厚tおよびレーザー出力Pが式(5)、(6)を満足する条件でレーザー照射し、スクイズロールで加圧後、内外ビードを切削することを特徴とするマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法。

$$90 \leq E \cdot I \leq 250 \quad (1)$$

$$0.1 \leq U \leq 1.0 \quad (2)$$

$$X a = (30 + E \cdot I / 15 + 10 U) / \exp(0.2 \alpha) \quad (3)$$

$$0.8 X a \leq X \leq 1.2 X a \quad (4)$$

$$v \leq 0.17 X \quad (5)$$

$$0.5 \leq P \cdot \exp\{(250 + E \cdot I) / 500\} / (v \cdot t) \leq 1.0 \quad (6)$$

ここで、E：高周波加熱電圧(kV) I：高周波加熱電流(A) U：スクイズロールでのアプセット量(mm) α ：V角(°)(予熱前のスクイズ点より40mm以内での鋼板エッジ部開口部角度) X：レーザー照射位置適正範囲(mm)(スクイズロール中心点から上流側への距離) P：レーザー出力(kW) v：溶接速度(m/min) t：鋼板厚(mm)

【請求項 2】

溶接後の鋼管の溶接部を A_{c1} 点以上830 以下の温度に加熱した後、空冷又はそれ以上の冷却速度で150 以下の温度まで冷却し、再び550 以上 A_{c1} 点以下の温度に加熱することを特徴とする請求項 1 記載のマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルテンサイト系ステンレス鋼板を成形ロールで円筒状のオープンパイプに成形してスクイズロールでアプセット加圧しつつレーザー溶接を行うマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

レーザービーム等の高密度エネルギービームの集中熱源による溶接鋼管の製造は、アーク溶接等のエネルギー密度の低い溶接熱源に比べて高速溶接を行うことが可能であり、溶接入熱を少なくすることができるという長所がある。その結果、溶接部の幅が狭く熱影響による素管材質の劣化が少なく、品質の優れた鋼管の製造が可能である。また、高速溶接により溶接鋼管の生産性が向上する。しかし、この方法は、レーザービームを素管の突合わせ部に照射して板厚を貫通溶接させる方法であるため、溶接部にブローホール等の溶接欠陥が発生しやすい。その結果、溶接部の靱性が低下する傾向があった。

【0003】

20

その対策として、例えば、特開平9 - 168878号公報には、優れた靱性および耐食性を有する2相ステンレス溶接鋼管を高生産性で製造する方法が提案されている。この技術は、2相ステンレス鋼板をオープンパイプに成形し、鋼板の両エッジ部をそのままあるいは加熱してから、突き合わせてレーザー溶接し、溶接部に管外面側または管内面側もしくは両側からアーク溶接するというものである。

【0004】

また、特開平8 - 206861号公報には、低Cマルテンサイト系ステンレス鋼溶接管の製造方法として、レーザー出力P、素材帯鋼肉厚h、および素材帯鋼エッジ部の予熱温度 T_0 によりレーザー溶接の溶接速度を決定する方法が提案されている。この技術では、溶接速度を、 $V=1.35(P/h) \times [1000/(1000-T_0)]$ の式で計算されるVの値以上とするものである。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、ブローホール等の溶接欠陥は、溶接部靱性を低下させるのみならず、溶接部溶接補修(TIG溶接等)の作業を必要とし、また製品不適合品の増加につながる。例えば、ユーザー仕様等で、ブローホールの許容寸法、単位長さ当りの許容数等が規定され、仕様によりTIG溶接を行わなければオーダー充当できない場合がある。仕様によっては、溶接補修を認めず不合格(オーダー充当不可)となる場合もある。また、溶接の際、溶込み不足となると、溶込み不足は手直しできないため、製品不適合品となる。

【0006】

40

しかし、従来技術においては、鋼板の突合わせ部に対してのレーザー照射の位置や、レーザー照射後のアプセット条件については開示されていない。そのため、レーザー溶接の実施に当たっては、過去の経験に頼る他ないという問題がある。

【0007】

また、特開平9 - 168878号公報記載の技術は、2相ステンレス溶接鋼管を対象としており、マルテンサイト系ステンレス鋼溶接管を対象とした技術ではない。即ち、ステンレス鋼帯自体の変形能およびレーザー溶接後の溶融金属の物性の為に、適正な予熱の大きさ、アプセット量、およびレーザー最適照射位置などが大きく異なり、マルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造技術に本技術は適用できない。さらにこの技術では、レーザー溶接後にアーク溶接するので、溶接部のアングカットは解消されるが、装置が複雑となるこ

50

とが避けられないという問題がある。

【0008】

特開平8-206861号公報記載の技術は、レーザー溶接については、溶接速度を帯鋼肉厚当たりのレーザ出力に比例させ、昇温必要量(1000 - 予熱温度)に反比例させるということである。しかし、これは溶接に必要な以上の熱量を供給することを避けると言うだけであり、これだけで、溶接欠陥の発生が防止できるとは考えにくい。また、レーザー照射の位置およびアブセット条件については何ら記載されていないという問題がある。

【0009】

本発明は以上の問題を解決し、生産性を低下させることなくブローホールや溶込み不足等の溶接欠陥の発生を抑制することが可能な、マルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法を提供することを目的とする。

10

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の課題は次の発明により解決される。

【0011】

その発明は、マルテンサイト系ステンレス鋼板を成形ロールで円筒状のオープンパイプに成形してスクイズロールでアブセット加圧しつつレーザー溶接を行うマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法において、オープンパイプの相対する両エッジ部を、高周波加熱法により予熱した後、スクイズロールの近傍の前記両エッジ部がV字型に突き合わされている部分で、予熱の大きさ $E \cdot I$ 、アブセット量 U 、および前記両エッジ部のなす角度 α により決定される位置 X が式(4)を、溶接速度 v 、板厚 t およびレーザー出力 P が式(5)、(6)を満足する条件でレーザー照射し、スクイズロールで加圧後、内外ビードを切削することを特徴とするマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法である。

20

$$90 \quad E \cdot I \quad 250 \quad (1)$$

$$0.1 \quad U \quad 1.0 \quad (2)$$

$$X_a = (30 + E \cdot I / 15 + 10U) / \exp(0.2 \quad) \quad (3)$$

$$0.8 X_a \quad X \quad 1.2 X_a \quad (4)$$

$$v \quad 0.17 X \quad (5)$$

$$0.5 \quad P \cdot \exp\{(250 + E \cdot I) / 500\} / (v \cdot t) \quad (6)$$

ここで、 E ：高周波加熱電圧(kV) I ：高周波加熱電流(A) U ：スクイズロールでのアブセット量(mm) α ：V角($^{\circ}$)(予熱前のスクイズ点より40mm以内での鋼板エッジ部開口部角度) X ：レーザー照射位置適正範囲(mm)(スクイズロール中心点から上流側への距離) P ：レーザー出力(kW) v ：溶接速度(m/min) t ：鋼板厚(mm)

30

【0012】

この発明は、マルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製管プロセスについて鋭意検討する中でなされた。その過程で、スクイズロールの近傍のレーザを照射する位置により、溶接部の品質が大幅に変化することに着目した。レーザを照射する位置が適切であれば、溶接部の品質が向上することが可能であり、以下、このようなレーザの照射位置を(レーザー照射の)最適位置と呼ぶ。

【0013】

引き続き検討の結果、レーザー照射の最適位置は、固定的なものではなく、製造条件により種々変化することがわかった。さらに、レーザー照射の最適位置は、予熱の大きさ、アブセット量、および両エッジ部のなす角度により決定されることを見出した。

40

【0014】

種々の検討結果をまとめて、実験式として表すと次のようになる。

【0015】

$$X_a = f(EI, U) \cdot g(\quad) \quad (i)$$

ここで、 X_a はレーザー照射の最適照射位置、 EI は予熱の大きさであり、高周波加熱装置の消費電力(kW)を用いればよく、 U はアブセット量(mm)でありその数値を用いる。また、 α は、スクイズロールの近傍でV字型に突き合わされた両エッジ部のなす角度である。

50

【 0 0 1 6 】

この式の $f(EI, U)$ は、予熱の大きさ EI とアプセット量 $U(\text{mm})$ が、いずれも最適照射位置 X a に対して、単調増加の関係が見られるので、簡単のため、 EI と U の1次式とすればよい。

【 0 0 1 7 】

$$f(EI, U) = a \cdot EI + b \cdot U + c \quad (\text{ii})$$

ここで、 a, b, c は係数で、実験等により予め求めておく。

【 0 0 1 8 】

一方、 $g(\quad)$ については、 \quad を通常の角度より大きくすると最適照射位置が大幅に変化するのに対して、 \quad を小さくする場合は殆ど変化しないので、そのような挙動を示す関数とする。このような関数として、例えば、指数関数を用いると次のようになる

$$g(\quad) = h \cdot \exp(k \cdot \quad) \quad (\text{iii})$$

ここで、 h, k は係数で、これも実験等により予め求めておく。

【 0 0 2 1 】

この発明は、前述の実験式(i)~(iii)の係数について具体的な数値を求めたもので、式(1)~(2)により予熱の大きさ $E \cdot I$ とアプセット量 U を決定すると、式(3)~(4)からレーザー照射位置 X が決まる。その後、式(5)~(6)から、使用する鋼板の厚み $t(\text{mm})$ に応じて、必要なレーザー出力 $P(\text{kW})$ と溶接速度 $v(\text{m/min})$ を求める。その際、溶接速度は式(5)を満たす値以上であればよく、生産性をよくするために少しでも早い溶接速度の条件を求めるためには、保有しているレーザー発振装置の最大出力を式(6)に代入すれば、溶接品質上問題が無い最大速度を求めることができる。以上の数式(1)~(6)については、「発明の実施の形態」の項で詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

最後に内・外面のビードに関しては、溶融金属中に残存しているガスがスクイズロールでのアプセットによりビードの中にブローホールとして残る恐れがあるので、内外ビードを切削する。

【 0 0 2 3 】

このようにして、適切な溶接位置および溶接条件でレーザー溶接することにより、ブローホール等の溶接欠陥が抑止されて靱性が向上するのみならず、溶込み不足等も抑止される。その結果、溶接部溶接補修(TIG溶接等)の作業が削減でき、製品不適合品も低減することができる。

【 0 0 2 4 】

これらの発明において、さらに、溶接後の鋼管の溶接部を Ac_1 点以上 830 以下の温度に加熱した後、空冷又はそれ以上の冷却速度で 150 以下の温度まで冷却し、再び 550 以上 Ac_1 点以下の温度に加熱することを特徴とするレーザー溶接マルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造方法としてもよい。

【 0 0 2 5 】

この発明は、オンラインでの短時間熱処理により、溶接部の靱性を向上させるための高温焼戻し処理を施す。最初の加熱では、 Ac_1 点以上に加熱することで部分的にオーステナイト化させ、空冷ないしそれ以上の冷却速度で 150 以下の温度まで冷却することにより、完全なマルテンサイト組織に変態させる。

【 0 0 2 6 】

その後の2度目の加熱は焼戻し処理である。この焼戻し処理の処理条件については、加熱温度が 550 未満では十分な焼戻しが行われず、 Ac_1 点を超えると再度部分的にオーステナイト化され、その後の冷却で焼入ままのマルテンサイト組織が生成し靱性を著しく劣化させる。従って、焼戻し温度は、 550 以上 Ac_1 点以下の温度とする。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

発明の実施に当たっては、マルテン発明の実施サイト系ステンレス鋼板を、ブレイクダウンロール群やケージロール群、フィンパスロール群等に通してオープンパイプ状に連続的に成形し、オープンパイプの両エッジ部を誘導加熱コイルあるいはコンタクトチップを用

10

20

30

40

50

いた高周波加熱法により加熱する。その後、上方よりレーザービームを照射し、スクイズロールにてアブセットを加え、内・外面ビードを切削する。この製造工程において、生産性が良くかつ健全な溶接部を得るためには、多くの実験結果から、前述の(1)～(6)式の条件を満足する必要がある。以下にその理由を述べる。

【0028】

$$1 \quad 90 \quad E \cdot I \quad 250 \quad (1)$$

この式は高周波加熱の適正範囲を規定したもので、 $E \cdot I$ すなわち予熱の電力(kW)が90kW未満では、予熱の効果が非常に少なく、溶接速度が遅くなるため生産性が悪い。予熱の電力が250kWを越えるとオーバー入熱となり、予熱を受けた突合わせエッジ面が著しく酸化を受け、溶接品質を損ないかつエッジ表面の溶融等が発生する。そのため、適切なエッジ面形状が維持できなくなり、安定したレーザー溶接ができなくなる。

10

【0029】

$$2 \quad 0.2 \quad U \quad 1.0 \quad (2)$$

この式はスクイズロールでの適正アブセット量を規定したもので、0.2mm未満のアブセット量では、レーザー照射された溶融金属中にブローホールが残存する恐れがある上ビード切削部にアンダーカットを生じ易い。一方、1.0mmを越えてアブセットを加えると、メタルフローの立上り角度が大きくなり、ビード切削後、フッククラック等の欠陥が生じ易くなる。

【0030】

$$3 \quad X_a = (30 + E \cdot I / 15 + 10U) / \exp(0.2) \quad (3)$$

この式は、前述の一般式的具体例であり、レーザーを照射する最適な突き合せエッジ部のスクイズロール中心からの距離 X_a (mm)を示したものである。一般にレーザー溶接においては、突き合せ位置にレーザーを照射すると表現されているが、その明確な位置は規定されていない。そこで最適な照射位置の定量化を図るべく繰返し実験を行った。まず、マルテンサイト鋼板を成形ロールで成形しスクイズロールまで通した時に、スクイズロール上流側の突き合せエッジ部がV字型の形状(Vシェーブ)を呈する。このエッジ部のなす角をV角($^\circ$)と呼ぶ。

20

【0031】

但し、ここで言う θ は、一般に電縫鋼管で用いているV角が、主としてロール等の幾何学的位置関係により定義されていたのに対して、スクイズロール中心から上流側40mm以内でのエッジ開口角とする。なお、従来技術におけるV角とは、フィンパスロールもしくはシームガイドロールカリバー、フィンパスロールもしくはシームガイドロールフィン、スクイズロール胴径、及びフィンパスロールもしくはシームガイドロール中心とスクイズロール中心もしくはV収束点の距離により決まる角度である。

30

【0032】

この際、スクイズロールでの突き合せ形状はI型がよい。レーザー照射位置としては、実験結果からエッジ突き合せ部に僅かなギャップがある位置が最適である。また、この最適位置は、高周波予熱による入熱とスクイズロールによるアブセットの影響により変化する。つまり、高周波予熱による入熱電力を上げるとギャップは狭まり、アブセット量を増やすとギャップは狭まる。よって、最適なレーザー照射位置は $E \cdot I$ 、 U 、 θ の関係式で整理することができ、多くの実験結果から式(3)を得た。

40

【0033】

$$4 \quad 0.8 X_a \quad X \quad 1.2 X_a \quad (4)$$

上記の式(3)の説明において、レーザー照射位置 X_a としては、実験結果からエッジ突き合せ部に僅かなギャップがある位置が最適であると述べたが、その前後の許容範囲を示したのが式(4)である。まず、スクイズロール中心点から $1.2 X_a$ (mm)より離れた位置にレーザーを照射すると、突き合せ部のギャップが広過ぎ、レーザービームでのエッジ溶融が不十分な部分が発生したり、レーザーが突き抜けてしまうことがあり、溶接欠陥を生じ易い。

【0034】

50

その反対に、スクイズロール中心点から $0.8 \times a$ (mm) までの位置では、ギャップが狭すぎる状態の上、予熱及びスクイズアブセットの影響でエッジ部近傍の増肉が大きく、内面側の溶融が不十分なところが発生する。

【0035】

$$5 \quad v \quad 0.17 \times \quad (5)$$

マルテンサイト系ステンレス鋼のレーザー溶接部凝固割れを防止するためには、レーザー照射からスクイズロールでアブセットを加えるまでの時間を 0.35 sec 以内にする必要がある。そのためには、照射位置は決まっているので、溶接速度を式(5)の速度以上で溶接する必要がある。

【0036】

$$6 \quad 0.5 \quad P \cdot \exp \{ (250 + E \cdot I) / 500 \} / (v \cdot t) \quad (6)$$

これは、レーザー出力、予熱電力、溶接速度、鋼板厚の関係を多くの実験より求めたものである。式(6)の右辺の値が 0.5 未満の時には、溶け込み不足を生じる。また、式(6)の右辺の値の上限値を規定していないのは、レーザー出力は設備能力の最大値まで上げても一向に差し支えなく、また、溶接速度の下限値は式(5)で規定されているからである。

【0037】

このようにして、適切な溶接位置および溶接条件でレーザー溶接することにより、ブローホール等の溶接欠陥が抑止されて靱性が向上するのみならず、溶け込み不足等も抑止される。その結果、溶接部溶接補修(TIG溶接等)の作業が削減でき、製品不適合品も低減することができる。

【0038】

さらに、上述した方法で製造されたマルテンサイト系ステンレス溶接鋼管を、 A_{c1} 点以上 830 以下で熱処理した後、空冷以上の速さで 150 以下まで冷却し、再び 550 以上 A_{c1} 点以下に熱処理してもよい。これは、オンラインでの短時間熱処理で溶接部の靱性を向上させる高温焼戻し処理であり、1回目の熱処理で A_{c1} 点以上 830 以下に昇温後空冷以上の速さで 150 以下まで冷却するのは、部分的にオーステナイト化させてから完全なマルテンサイト組織を生成させるためである。

【0039】

その後 550 以上 A_{c1} 点以下に昇温させるのは、焼戻しによる靱性向上のためである。 A_{c1} 点を超えると部分的にオーステナイト化され、その後の冷却で焼戻し不十分のマルテンサイトが生成し、靱性が著しく劣化する。一方、 550 未満では十分な焼戻しが行われず靱性の向上が図れないため、 550 以上 A_{c1} 点以下とする。

【0040】

【実施例】

次に、本発明の実施例について説明する。表1に示す化学成分の熱延鋼板を用いて、外径 $273.0\text{mm} \times$ 管厚 5.0mm 、外径 $323.8\text{mm} \times$ 管厚 6.0mm 、外径 $406.4\text{mm} \times$ 管厚 9.5mm の3種類の鋼管を製造した。

【0041】

【表1】

10

20

30

鋼種	mass%											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	N	Al	Mo	V
A	0.011	0.23	0.82	0.009	0.003	12.94	2.81	0.68	0.009	0.022	-	-
B	0.016	0.37	1.12	0.008	0.002	13.01	4.31	0.69	0.019	0.038	1.02	0.21

10

20

30

40

【 0 0 4 2 】

表 2 にレーザー溶接の溶接条件を示す。この表で、No. 1 ~ 7 は本発明の条件を満たす発明例であり、No. 8 ~ 1 4 は比較例である。比較例No. 8 は、照射位置がスクイズロールに近すぎ、 X/X_a が0.76で下限の0.8より小さくなっている。比較例No. 9 は溶接の入熱量が少なく前述の式(6)の右辺の値が下限0.5以下、比較例No. 1 0 はアプセット量が上限1.0mm超となっている。比較例No. 1 1 は予熱電力が上限250kW超、比較例No. 1 2 は溶接の入熱量が少ない(式(6)の右辺の値<0.5)。比較例No. 1 3 は溶接速度が遅すぎ(式(5) $v < 0.17X$ を満たさず)、比較例No. 1 4 はアプセット量が0で下限0.1mm未満となっている

50

。

【 0 0 4 3 】

【 表 2 】

No.	鋼種	外径 (mm)	鋼板 厚 t(mm)	レーザー 出力 P(kW)	照射位 置 X(mm)	溶接速 度 v(m/min)	予熱電 力 E·I(kW)	アーク 量 U(mm)	V角 α (°)	Xa	X/Xa	v/X	$\frac{\exp(250+EI)}{500} \times P/vt$	放射線透過 試験結果	超音波探傷 試験結果
1	A	323.8	6	20	37	10	165	0.5	1.4	34.8	1.06	0.27	0.76	◎	◎
2	A	323.8	6	23	37	11	180	0.5	1.4	35.5	1.04	0.30	0.82	◎	◎
3	A	273.0	5	25	32	15	160	0.8	1.7	34.6	0.92	0.47	0.76	○	◎
4	A	273.0	5	18	38	10	180	0.5	1.4	35.5	1.07	0.26	0.85	◎	○
5	A	273.0	5	20	35	12	160	0.8	1.7	34.6	1.01	0.34	0.76	○	○
6	B	406.4	9.5	25	38	12	200	1.0	1.6	38.7	0.98	0.32	0.54	◎	◎
7	B	406.4	9.5	20	33	7	160	0.5	1.6	33.2	1.00	0.21	0.68	◎	◎
8	A	323.8	6	20	27	10	180	0.5	1.4	35.5	0.76	0.37	0.79	x	x
9	A	323.8	6	15	37	12	180	0.5	1.4	35.5	1.04	0.32	0.49	x	x
10	A	323.8	6	20	37	12	200	1.2	1.4	41.8	0.88	0.32	0.68	△	x
11	A	273.0	5	20	40	12	270	0.5	1.4	40.1	1.00	0.30	0.94	△	△
12	B	406.4	9.5	20	32	12	180	0.5	1.6	34.1	0.94	0.38	0.41	x	x
13	B	406.4	9.5	20	33	4	160	0.5	1.6	33.2	1.00	0.12	1.19	x	x
14	B	406.4	9.5	25	30	10	200	0.0	1.6	31.5	0.95	0.33	0.65	x	x

下線部：発明の溶接条件の範囲外

【0044】

これらの試験について、各溶接条件による溶接部2.0m分全長にわたり、JIS規格Z3 50

10

20

30

40

104に従い放射線透過試験を、またJIS規格G0582に従い超音波探傷試験を実施した。

【0045】

表2では、試験結果の評価方法として、放射線透過試験については、0.4mm以下のブローホールが5個未満のものを、0.4mm以下のブローホールが5個以上10個未満または0.8mm以下のブローホールが5個未満のものを、0.4mm以下のブローホールが10個以上または0.8mm以下のブローホールが5個以上10個未満のものをで表し、0.8mm以下のブローホールが10個以上もしくは0.8mm越えのブローホールがあるもの、割れがあるもの、または溶け込み不足のいずれかがあるものを×で表す。

【0046】

また、超音波探傷試験に関しては、1.6ドリルホールの人工欠陥に対し、ピーク指示高さが、10%以下のものを、20%以下のものを、40%以下のものを、40%越えものを×で表す。試験結果は表2に併せて示す。表2から、本発明により製造された鋼管の溶接部品質は、非常に優れていることが明白である。

【0047】

また、この発明の製法で製造した鋼管を、種々条件で熱処理し、JIS規格Z2202に従い、5mmサブサイズ試験片に加工し、JIS規格Z2242に従い、衝撃試験を実施した。試験温度は-60とし、試験片の数は3本とした。熱処理条件およびその結果を表3に示す。

【0048】

【表3】

10

20

試験 No.	熱処理温度(°C)		吸収エネルギー(J)			延性破面率(%)			備考
	1回目	2回目	N=3			N=3			
21	750	650	108	112	107	100	100	100	発明例
22	750	700	95	95	97	100	100	100	
23	800	650	102	100	108	100	100	100	
24	800	600	92	98	97	100	100	100	
25	680	650	72	57	55	100	85	85	比較例
26	880	600	61	67	59	95	100	90	
27	750	500	49	42	40	70	60	60	
28	800	750	67	35	41	90	45	50	

下線部：発明の熱処理条件の範囲外

【0049】

ここで、No. 21 ~ 24 は本発明の条件を満たす発明例であり、No. 25 ~ 28 は比較例である。比較例No. 25 と 26 は1回目の熱処理温度がそれぞれ発明の下限 Ac_1 点未満と上限温度830 超であり、比較例No. 27 と 28 は2回目の熱処理温度がそれぞれ下限温度550 未満と上限 Ac_1 点超である。表3 から、本発明により熱処理された鋼管の溶接部靱性は、非常に優れていることが明白である。

【0050】

【発明の効果】

この発明は、マルテンサイト系ステンレス溶接鋼管の製造において、スクイズロールの近傍でレーザを照射する位置を、予熱の大きさ、アセット量、および両エッジ部のなす角度により決定される最適位置とすることにより、ブローホール等の溶接欠陥の発生を大幅に抑制し、溶接部靱性を向上させることができる。その結果、品質向上とともに、溶接補修の低減、不合格材の低減による歩留・生産性向上が可能であり、産業の発展に寄与するところ大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 発明の実施の形態の1例を示す図。

10

20

30

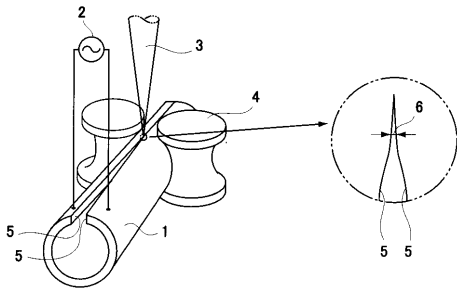
40

50

【符号の説明】

- 1 オープンパイプ
- 2 予熱用高周波電源
- 3 レーザービーム
- 4 スクイズロール
- 5 突合わせエッジ部
- 6 V角

【図1】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
 B 2 3 K 101/06 (2006.01) B 2 1 C 37/30
 B 2 3 K 103/04 (2006.01) C 2 1 D 9/08 F
 C 2 1 D 9/50 1 0 1 A
 B 2 3 K 101:06
 B 2 3 K 103:04

(72)発明者 関根 幸夫
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

(72)発明者 岩崎 謙一
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

(72)発明者 大石 邦保
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

(72)発明者 上井 清史
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 特開平10-192963(JP,A)
 特開平06-015447(JP,A)
 特開平11-254030(JP,A)
 特開平11-310823(JP,A)
 特開2001-179472(JP,A)
 社団法人日本鉄鋼協会, 鉄鋼便覧第3巻(2) 条鋼・鋼管・圧延共通設備, 日本, 丸善株式会社
 , 1980年11月20日, 第3版, 1180

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21C 37/08

B23K 26/00