

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4529640号
(P4529640)

(45) 発行日 平成22年8月25日 (2010. 8. 25)

(24) 登録日 平成22年6月18日 (2010. 6. 18)

| | | |
|---------------------------------|---------------|-------|
| (51) Int. Cl. | F 1 | |
| B 2 1 B 25/04 (2006. 01) | B 2 1 B 25/04 | B |
| B 2 1 B 17/02 (2006. 01) | B 2 1 B 17/02 | Z |
| B 2 1 B 17/14 (2006. 01) | B 2 1 B 17/14 | Z |
| B 2 1 B 45/02 (2006. 01) | B 2 1 B 45/02 | 3 1 0 |
| B 2 1 B 45/04 (2006. 01) | B 2 1 B 45/04 | Z |
| 請求項の数 2 (全 11 頁) 最終頁に続く | | |

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2004-314391 (P2004-314391) | (73) 特許権者 | 000002118 |
| (22) 出願日 | 平成16年10月28日 (2004. 10. 28) | | 住友金属工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2006-122951 (P2006-122951A) | | 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 |
| (43) 公開日 | 平成18年5月18日 (2006. 5. 18) | (74) 代理人 | 100103481 |
| 審査請求日 | 平成18年11月20日 (2006. 11. 20) | | 弁理士 森 道雄 |
| | | (72) 発明者 | 日高 康善 |
| | | | 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 |
| | | | 住友金属工業株式会 |
| | | | 社内 |
| | | (72) 発明者 | 安楽 敏朗 |
| | | | 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 |
| | | | 住友金属工業株式会 |
| | | | 社内 |
| 最終頁に続く | | | |

(54) 【発明の名称】 ステンレス鋼管の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マンドレルミル圧延およびストレッチレデューサー圧延で製造したステンレス鋼管に熱処理を施し、酸洗処理により表面に生成したスケールを除去するステンレス鋼管の製造方法であって、

前記マンドレルミル圧延でのマンドレルバー表面に付着する潤滑剤の単位面積当たり炭素相当重量 (g / m^2) を X 軸とし、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の加熱温度 () を Y 軸とする関係図で表したとき、

前記ステンレス鋼管の熱処理に際し、前記関係図中の A ($2 g / m^2$ 、1000)、B ($20 g / m^2$ 、1000)、C ($100 g / m^2$ 、1150)、D ($100 g / m^2$ 、1300)、E ($20 g / m^2$ 、1300) および F ($2 g / m^2$ 、1300) の各点を直線で結ぶ範囲内の条件で加熱した後、急冷することを特徴とするステンレス鋼管の製造方法。

ここで、炭素相当重量 (g / m^2) は、マンドレルバー表面に付着する潤滑剤の単位面積当たりの潤滑剤中の黒鉛および有機バインダー中に含まれる炭素相当重量を示す

【請求項2】

前記ステンレス鋼管の熱処理に際し、前記関係図中の B ($20 g / m^2$ 、1000)、C ($100 g / m^2$ 、1150)、D ($100 g / m^2$ 、1300) および E ($20 g / m^2$ 、1300) の各点を直線で結ぶ範囲内の条件で加熱した後、急冷することを特徴とする請求項1に記載のステンレス鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マンドレルミル圧延で製造されるステンレス鋼管の製造方法に関し、さらに詳しくは、マンドレルミル圧延およびストレッチレデューサー圧延、並びにその後の熱処理により鋼管表面に生成したスケールを、酸洗処理で容易に除去することができるステンレス鋼管の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、油井用、ボイラー用や化学工業、石油工業等の熱交換器用としてステンレス鋼からなる鋼管の需要が高まり、これを高品質で効率的に製造するため、熱間継目無鋼管の製法としてマンドレルミル圧延による製造が増加している。

10

【0003】

マンドレルミル圧延による製造においては、素材のステンレス鋼ビレットを回転炉床加熱炉において加熱し、穿孔（ピアサ - ）圧延によって中空素管を製造し、続いてマンドレルミル圧延によって仕上げ用素管を延伸圧延する。その後、必要に応じ再加熱を施した後、ストレッチレデューサーによって仕上げ圧延が行われる。

【0004】

従来から、ステンレス鋼の製造過程では、熱間圧延時に析出したCr炭窒化物を固溶化して耐食性を改善するとともに、機械的特性を確保するため、熱間圧延後に溶体化処理が行われる。通常、ステンレス鋼板の製造においては、溶体化処理後の表面に生成したスケール除去を図るため、ショットブラスト等の機械的方法や酸洗、またはそれらを組み合わせた処理が行われている。このステンレス鋼板のスケール除去に関し、種々の提案がなされている。

20

【0005】

例えば、特許文献1では、オーステナイト系ステンレス鋼板において、熱間圧延した後の溶体化処理として約1010～1150に加熱して急冷する熱処理を施し、酸洗後、冷間圧延、仕上げ焼鈍、酸洗を経て製造する従来技術に代えて、熱間圧延に際し、粗圧延および仕上げ圧延の累計圧下率や圧延終了温度を規定し、さらに熱延鋼帯の巻き取り温度や冷却条件を制限することによって、溶体化処理を省略することができるステンレス鋼帯の製造方法が提案されている。

30

【0006】

また、特許文献2には、オーステナイト系ステンレス鋼板における高温下での溶体化処理に代え、1000以下の温度域における低温熱処理に止めるか、溶体化処理にともなうスケール層直下のCr欠乏層の生成を軽減ないし回避した上で、ショットブラストによる機械的な予備脱スケールを行った後に、塩酸単味の酸洗浴中で酸洗してスケール除去を行うステンレス鋼冷延板の製造方法が提案されている。

【0007】

一方、フェライト系ステンレス鋼帯および熱延鋼帯をバッチ焼鈍した鋼帯において、硫酸酸洗における粒界侵食溝が要因となって、鋼板表面の品位を低下させることがある。このため、特許文献3では、結晶粒界のP濃度を低減することにより品位低下を抑制することに着目し、硫酸酸洗前に熱延鋼帯およびバッチ焼鈍鋼帯を酸洗前に熱処理することで、粒界に偏析したPを拡散処理させ、硫酸酸洗での粒界侵食溝の発生を防止することができるフェライト系ステンレス鋼板の製造方法が提案されている。

40

【0008】

上記特許文献1～3で提案された製造方法によれば、所期のスケール除去が図れるとともに、硫酸水溶液でのデスケールによる鋼板表面の品位低下を防止することができる。しかし、ここで提案された製造方法は、ステンレス鋼板において所定の効果を発揮するものであり、マンドレルミル圧延で製造したステンレス鋼管の表面に生成したスケールの除去に適用しても、その効果は不十分であり、特に、鋼管内面に部分的にスケールが残存し、

50

確実なスケール除去ができない。

【0009】

【特許文献1】特開昭60-59022号公報

【特許文献2】特開昭56-158819号公報

【特許文献3】特開2002-60911号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上述したマンドレルミル圧延で製造されたステンレス鋼管の表面に生成したスケール除去の問題点に鑑みなされたものであり、マンドレルミル圧延でのマンドレルバー表面に付着する潤滑剤の単位面積当たり炭素相当重量 (g/m^2) と、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の熱処理条件を適正に選択することにより、効率よくスケールを除去することができるステンレス鋼管の製造方法を提供すること目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者らは、上記の課題を解決するため、マンドレルミル圧延で製造したステンレス鋼管の表面性状に関し詳細な調査を行うことにより、鋼管内面に発生する部分的なスケール残りは、マンドレルミル圧延に用いられる潤滑剤に起因することを明らかにした。

【0012】

20

マンドレルミルでステンレス鋼を圧延する際に、マンドレルバーと被圧延材との焼き付きを防止するため、圧延前のマンドレルバーに潤滑剤を吹き付け表面に潤滑皮膜を形成する。マンドレルミル圧延後にマンドレルバー表面の潤滑剤が鋼管内面に付着し残存した状態で、その後の再加熱やストレッチレデューサー圧延が行われると、鋼管内面では通気状態が悪いため、潤滑剤が異常酸化を起こし、得られたステンレス鋼管の内表面に局所的にスケールが厚くなる異常酸化スケールを生成する。

【0013】

マンドレルバーに吹き付けられる潤滑剤は、黒鉛および有機系バインダーを多く含有しており、その黒鉛およびバインダーに含まれる炭素 (C) が原因となり異常酸化スケールが発生する。この異常酸化スケールはその厚さが厚く、スケール除去に用いられる酸洗液が浸透し難いため、スケール除去が困難になる。

30

【0014】

前記特許文献1～3で提案された製造方法は、ステンレス鋼板に適用される熱処理および酸洗処理の改善であり、従来の機械的スケール除去よりも効率的ではあることが確認されている。ところが、ステンレス鋼板の熱間圧延に際して、マンドレルミル圧延で製造したステンレス鋼管で観察されるような異常酸化スケールは生成されない。

【0015】

このため、前記で提案のステンレス鋼板に適用される熱処理および酸洗処理の改善を、マンドレルミル圧延で製造されるステンレス鋼管に採用しても、異常酸化スケールの発生を回避できず、確実にスケールを除去することができない。したがって、マンドレルミル圧延されたステンレス鋼管に熱処理と組み合わせた酸洗処理でスケール除去を行う場合は、新たな改善が必要になる。

40

【0016】

このような認識に基づき、実際のマンドレルミル圧延にて異常酸化スケールを生成させた鋼管を用い、実験的に熱処理条件を変更して酸洗処理によるスケール除去を確認した結果、マンドレルミル圧延でのマンドレルバー表面に付着する潤滑剤の単位面積当たり炭素相当重量 (g/m^2) と、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の熱処理条件を適正に選択することにより、効率よくスケールを除去できることを知見した。

【0017】

ここで、炭素相当重量 (g/m^2) とは、マンドレルバー表面に付着する潤滑剤の単位

50

面積当たりの潤滑剤中の黒鉛および有機バインダー中に含まれる炭素相当重量（以下、「C相当重量」という）を意味している。また、C相当重量はマンドレルバーへ吹き付けた潤滑剤中のC相当重量を塗布すべきマンドレルバーの表面積で除した値である。

【0018】

図1は、上記の知見を説明するために、C相当重量（ g/m^2 ）をX軸とし、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の加熱温度（ ）をY軸とした場合の関係を示す図である。本発明者らの検討によれば、図1中の各点を直線で結ぶ範囲内の条件でステンレス鋼管を熱処理した後、急冷することにより効率よくスケールを除去できることが明らかになる。

【0019】

本発明は、上記の知見に基づいて完成されたものであり、次の(1)および(2)ステンレス鋼管の製造方法を要旨としている。

(1) マンドレルミル圧延およびストレッチレデューサー圧延で製造したステンレス鋼管に熱処理を施し、酸洗処理により表面に生成したスケールを除去するステンレス鋼管の製造方法であって、前記マンドレルミル圧延でのC相当重量（ g/m^2 ）をX軸とし、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の加熱温度（ ）をY軸とする関係図で表したとき、前記ステンレス鋼管の熱処理に際し、前記関係図中のA（ $2g/m^2$ 、 1000 ）、B（ $20g/m^2$ 、 1000 ）、C（ $100g/m^2$ 、 1150 ）、D（ $100g/m^2$ 、 1300 ）、E（ $20g/m^2$ 、 1300 ）およびF（ $2g/m^2$ 、 1300 ）の各点を直線で結ぶ範囲内の条件で加熱した後、急冷することを特徴とするステンレス鋼管の製造方法である（以下、「第1の製造方法」という）。

(2) 前記ステンレス鋼管の熱処理に際し、前記関係図中のB（ $20g/m^2$ 、 1000 ）、C（ $100g/m^2$ 、 1150 ）、D（ $100g/m^2$ 、 1300 ）およびE（ $20g/m^2$ 、 1300 ）の各点を直線で結ぶ範囲内の条件で加熱した後、急冷することを特徴とする請求項1に記載のステンレス鋼管の製造方法である（以下、「第2の製造方法」という）。

【発明の効果】

【0020】

本発明のステンレス鋼管の製造方法によれば、マンドレルミル圧延でのC相当重量（ g/m^2 ）と、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の熱処理条件を適正に選択することにより、鋼管内面に発生する異常酸化スケールを抑制するとともに、熱処理後の急冷により、ステンレス鋼管表面に形成されたスケールを効率よく除去することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の内容をC相当重量（ g/m^2 ）と加熱温度（ ）との関係、適用ステンレス鋼、第1の製造方法および第2の製造方法に区分して説明する。

【0022】

1. C相当重量（ g/m^2 ）と加熱温度（ ）との関係

本発明を完成させる技術的根拠となった、マンドレルミル圧延でのC相当重量（ g/m^2 ）とステンレス鋼管の加熱温度（ ）との関係を得るため、実際のマンドレルミル圧延で異常酸化スケールを生成させた鋼管を製作し、実験的に熱処理条件を変更して酸洗試験を実施した。表1は、供試した鋼A、Bの化学組成を示す。

【0023】

10

20

30

40

【表 1】

表 1

| 鋼種 | 供試材の化学組成 (質量%、残部F e) | | | | | | | |
|----|----------------------|-----|-----|-------|-------|-----|------|-----|
| | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo |
| 鋼A | 0.04 | 0.3 | 1.5 | 0.015 | 0.004 | 8.0 | 18.0 | - |
| 鋼B | 0.02 | 0.3 | 1.5 | 0.015 | 0.004 | 8.0 | 18.0 | 2.2 |

【0024】

10

表 1 に示す鋼 A、B を用いて直径 200 mm、長さ 3000 mm のピレットを製作した。得られたピレットを 1200 に加熱し、マンネスマンピアサー圧延により外径 192 mm、肉厚 16 mm の中空素管を製造し、C 相当重量を 2 ~ 100 g/m² の範囲で変化させたホウ酸系および/または黒鉛系の潤滑剤を塗布したマンドレルバーを用いて、仕上温度 1100 のマンドレルミル圧延により外径 151 mm、肉厚 6.5 mm の仕上げ用素管を製造した。そののち、再加熱炉で 1000、20 分加熱し、ストレッチレデューサーで外径 63.5 mm、肉厚 5.5 mm に仕上げ圧延を行った。

【0025】

マンドレルバー表面に付着させる潤滑剤の C 相当重量の調整は、C 相当重量が 2 g/m²、10 g/m² および 20 g/m² からなるホウ酸系潤滑剤、C 相当重量が 40 g/m² および 60 g/m² からなるホウ酸系潤滑剤と黒鉛系潤滑剤との配合剤、並びに 80 g/m² および 100 g/m² からなる黒鉛系潤滑剤を使い分け、さらにマンドレルバー表面への潤滑剤の付着量も変更して行った。

20

【0026】

仕上げ圧延された鋼管を長さ 250 mm に切断した後、電気炉で加熱温度を 950 ~ 1300 の範囲で変化させて加熱し、20 分保持後、水槽内に浸漬して急冷した。得られた鋼管を 5% NaOH の溶液槽に 15 分浸漬したのち、フッ酸 5% + 硝酸 8% のフッ硝酸溶液に 6 分間浸漬し、最終的に高圧水で洗浄した。洗浄後の鋼管の外表面を目視で観察し、スケールの除去状況を確認した。

【0027】

30

図 2 は、マンドレルミル圧延での C 相当重量 (g/m²) と当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の加熱温度 () を変化させた場合におけるスケール除去状況を示す図である。図 2 に示す結果から、潤滑剤中の黒鉛および有機バインダー中に含まれる炭素重量、すなわち C 相当重量および加熱温度を適正に選択することにより、効率よくスケールを除去できることが分かる。

【0028】

図 2 に示すように、異常酸化スケールの発生に起因するスケール残りは、C 相当重量の影響を受け、C 相当重量が多くなるほど、異常酸化スケールが発生する面積が大きくなり、スケール厚さも増してくる。

【0029】

40

C 相当重量は、黒鉛の添加量や有機バインダー中の C 量によって変更できる。通常、ホウ酸系潤滑剤は C 相当重量が 2 ~ 30 g/m² であり、黒鉛系潤滑剤は C 相当重量が 80 ~ 100 g/m² であり、C 相当重量を 30 ~ 80 g/m² とする場合には両潤滑剤を配合して用いる。したがって、潤滑剤の種類や配合およびマンドレルバー表面への潤滑剤の付着量によって C 相当重量を調整でき、異常酸化スケールの発生頻度もコントロールすることができる。

【0030】

さらに、所定厚さ以上のスケールを酸洗処理によって確実に除去するには、酸洗液がスケールを浸透できるように、スケールに亀裂を生成させる必要がある。このため、酸洗処理の前に熱処理を行い、加熱後急冷することにより、スケールに熱ひずみを加えて微小亀

50

裂（クラック）を発生させる。発生した亀裂を通して酸洗液を浸透させることによって、効率よくスケールを除去できる。

【 0 0 3 1 】

スケールに亀裂を発生させるには、加熱温度が高いほどその後の急冷でスケールに大きな熱ひずみを加えることができ、効果的に亀裂を発生させることができる。したがって、潤滑剤中の黒鉛および有機バインダー中のC相当重量に応じ、適正な加熱温度を選択すること、具体的には、前記図1および図2中の各点を直線で結ぶ範囲内の条件でステンレス鋼管を加熱した後、急冷することにより、効率よく、確実なデスケーリングを行うことができる。

【 0 0 3 2 】

2. 適用ステンレス鋼

本発明で適用できるステンレス鋼として、マンドレルミル圧延時に鋼管内面に異常酸化スケールが発生することがある鋼種が対象とされ、オーステナイト系ステンレス鋼、二相ステンレス鋼、フェライト系ステンレス鋼、さらにマルテンサイト系ステンレス鋼のいずれも適用対象とできる。

【 0 0 3 3 】

特に、オーステナイト系ステンレス鋼や二相ステンレス鋼は、他のステンレス鋼と比べて薄く緻密なスケールが生成するため、異常酸化スケールを発生した部分は、他の部分に比べて相対的に著しく厚いスケールとなる。そのため、通常の場合で酸洗を行った場合に、異常酸化スケール部の酸洗が不十分となり、スケール残存斑が目立つことになるので、そのスケール除去のために酸洗時間を通常より長くする必要がある。

【 0 0 3 4 】

このため、本発明では、異常酸化スケールにより酸洗時間が長くなり酸洗特性が悪化するオーステナイト系ステンレス鋼や二相ステンレス鋼が好適鋼種として用いられる。本発明で適用できる鋼種に特別な制約はないが、例えば、JIS規格のSUS304、SUS304H、SUS304L、SUS309、SUS309S、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316H、SUS316L、SUS317、SUS317L、SUS836L、SUS890L、SUS321、SUS321H、SUS347およびSUS347H等のオーステナイト系ステンレス鋼、SUS329J1、SUS329J3LおよびSUS329J4L等の二相ステンレス鋼、並びにこれらの相当鋼種を挙げることができる。また、Niはスケールの生成に影響が少ないためNCF800、NCF800H等の高Niオーステナイト系ステンレス鋼にも適用可能である。

【 0 0 3 5 】

適用できる鋼の化学組成を例示すれば、質量%で、C 0.15%、Si 1.5%、Mn 2.0%、P 0.05%、S 0.03%、Cr: 15~28%およびNi: 3~35%を含み、必要に応じてMo: 5%以下、Cu: 2.5%以下、Ti: 1%以下、Nb: 1%以下およびAl: 1%以下の一種または二種以上等を含むことができるオーステナイト系ステンレス鋼や二相ステンレス鋼である。

【 0 0 3 6 】

3. 第1の製造方法について

本発明の第1の製造方法は、ステンレス鋼管の熱処理に際し、前記図1中のA、B、C、D、EおよびFの各点を直線で結ぶ範囲内の条件で加熱した後、急冷することを特徴としている。

【 0 0 3 7 】

この第1の製造方法の構成を言い換えると、マンドレルミル圧延でのC相当重量を2~100g/m²とするマンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管を対象とし、その鋼管の熱処理に際し、前記C相当重量が20g/m²未満の場合に、加熱温度を1000~1300とした後、または前記C相当重量Xが20g/m²以上の場合に、加熱温度が1000~1300であり、かつ図1のBおよびCを結ぶ直線に相当する前記C相当重量Xおよび加熱温度Yの下記(1)式に示す関係を満足させた後、急冷することを特

10

20

30

40

50

徴としている。

【0038】

$$Y = (15/8)X + 962.5 \quad \dots \quad (1)$$

第1の製造方法では、マンドレルミル圧延でのC相当重量を2～100 g/m²としている。C相当重量の下限を2 g/m²としたのは、ホウ酸系潤滑剤がマンドレルミル圧延に必要な潤滑剤本来の特性（潤滑効果）を発現するために必要な最小量であることによる。一方、C相当重量の上限を100 g/m²としたのは、これ以上の潤滑剤を塗布しても潤滑効果が飽和し、また、マンドレルバーへの塗布にともない液垂れが発生し、均一な厚さで潤滑剤を塗布できないことによる。

【0039】

C相当重量が20 g/m²未満と少ない場合には、異常酸化スケールの発生が少なく加熱温度への依存性が少ないことから、加熱温度を1000～1300 とする。ここで、加熱温度の下限を1000 とするのは、マンドレルミル圧延後に引き続き行われる冷間加工のための軟化処理や溶体化処理に必要とされる最低温度であるとともに、C相当重量が少ない場合におけるスケール除去が可能な温度であることによる。

【0040】

一方、加熱温度の上限を1300 とするのは、加熱温度が高いほどその後の急冷でスケールに大きな熱ひずみを加え亀裂を発生し易くなり、酸洗処理でのスケール除去がより確実になるが、1300 を超えて高温になると、スケール生成量も増えて製品歩留まりを低下させるだけでなく、エネルギー原単位も悪化させることによる。

【0041】

本発明の製造方法では、ステンレス鋼管の加熱保持時間を規定するものではないが、軟化処理や溶体化処理の効果を発揮させるとともに、熱処理後の機械的特性の安定化を図るため、保持温度で1分以上にするのが望ましい。

【0042】

C相当重量Xが20 g/m²以上と多い場合には、加熱温度を1000～1300 とすると同時に、前記C相当重量Xおよび加熱温度Yの下記(1)式に示す関係を満足させる必要がある。

【0043】

$$Y = (15/8)X + 962.5 \quad \dots \quad (1)$$

上記(1)式を満足させることとしたのは、異常酸化スケールの厚さに応じて、加熱温度を高めて急冷することにより、スケールに大きな熱ひずみを加え亀裂の発生を容易にするためである。また、加熱温度の下限を上記(1)式とするのは、冷間加工のための軟化処理や溶体化処理に必要とされる温度であるとともに、C相当重量に応じてスケール除去が可能な温度であることによる。一方、加熱温度の上限を1300 とするのは、C相当重量が20 g/m²未満の場合と同様の理由による。

【0044】

第1の製造方法では、ステンレス鋼管を加熱した後急冷する。所定厚さ以上のスケールを酸洗処理によって確実に除去するため、急冷によりスケールに熱ひずみを加えて亀裂を発生させることによる。急冷の手段は、ステンレス鋼種によって水冷、油冷等を適宜選択する。一般的な手段としては、水冷が採用される。

【0045】

本発明の製造方法では、熱処理後の酸洗条件を規定しない。ステンレス鋼種によって、硫酸洗、塩酸洗、フッ硝酸洗等の条件を適宜選択すればよい。オーステナイト系ステンレス鋼のスケール除去を行う場合には、硝酸とフッ酸と水の混合液によるフッ硝酸溶液によれば、酸洗時間が短くなり酸洗特性に優れることから多く用いられている。

【0046】

4. 第2の製造方法について

本発明の第2の製造方法は、ステンレス鋼管の熱処理に際し、前記図1中のB、C、DおよびEの各点を直線で結ぶ範囲内の条件で加熱した後、急冷することを特徴としている

10

20

30

40

50

。

【0047】

この第2の製造方法の構成を言い換えると、マンドレルミル圧延でのC相当重量を20～100g/m²とするマンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管を対象とし、その鋼管の熱処理に際し、加熱温度Yが1000～1300であり、かつ前記C相当重量Xおよび加熱温度Yの下記(1)式に示す関係を満足させた後、急冷することを特徴としている。

【0048】

$$Y = (15/8)X + 962.5 \quad \dots \quad (1)$$

第2の製造方法では、マンドレルミル圧延でのC相当重量を20～100g/m²と限定している。これは、マンドレルバーの寿命を考慮すると潤滑剤はマンドレルバー全面への均一潤滑剤の塗布が望ましいが、マンドレルバー全面に亘って均一に塗布されない場合があり、そのためC相当重量で20g/m²以上塗布すれば、全面に亘って潤滑剤の塗布が行われるため、下限を20g/m²とした。上限は第1の製造方法と同一の理由による。

10

。

【0049】

第2の製造方法では、加熱温度を1000～1300と規定している。これは、第1の製造方法と同様に、冷間加工のための軟化処理や溶体化処理に必要とされる最低温度を確保するとともに、スケール亀裂の発生の容易さと製品歩留まり、エネルギー原単位とのバランスを考慮したものである。さらに、異常酸化スケールの厚さに応じて、スケール亀裂を容易に発生させるために、前記C相当重量Xおよび加熱温度Yの下記(1)式に示す関係を満足させることにしている。

20

【0050】

$$Y = (15/8)X + 962.5 \quad \dots \quad (1)$$

第2の製造方法においても、所定厚さ以上のスケールを酸洗処理によって確実に除去するため、加熱後急冷が行われる。

【実施例】

【0051】

本発明の製造方法の効果を確認するため、前記表1に示す鋼種の鋼A、鋼Bから製作したピレットを用い、マンドレル圧延および仕上げ圧延されたステンレス鋼管を、実際の操業ラインで熱処理し、その後に酸洗処理を行った。

30

【0052】

鋼A、鋼Bから製作された直径200mm、長さ3000mmのピレットを回転炉床加熱炉において1100～1250の温度範囲で加熱し、マンネスマンピアサー圧延によって外径192mm、肉厚16mmの中空素管を製造し、続いてマンドレルミル圧延によって外径151mm、肉厚6.5mmの仕上げ用素管を製造した。その後、再加熱炉で1000～1050で20分加熱した後、ストレッチレデューサーによって外径63.5mm、肉厚5.5mmに仕上げ圧延を実施した。

【0053】

鋼Aのマンドレル圧延では、C相当重量が20g/m²(ホウ酸系潤滑剤)と60g/m²(ホウ酸系潤滑剤と黒鉛系潤滑剤を配合)の潤滑剤をマンドレルバーに塗布した。一方、鋼Bのマンドレル圧延では、C相当重量が40g/m²(ホウ酸系潤滑剤と黒鉛系潤滑剤を配合)と80g/m²(黒鉛系潤滑剤)の潤滑剤をマンドレルバーに塗布した。

40

【0054】

仕上げ圧延されたステンレス鋼管を15mに切断した後、加熱温度を950～1200の範囲で変化させ、加熱後水スプレーにより急冷する熱処理を行った。熱処理された鋼管を5%NaOHの溶液槽に15分浸漬したのち、フッ酸5%+硝酸8%のフッ硝酸溶液に6分間浸漬し、最終的に高圧水で洗浄した。表2には、洗浄後の鋼管の外表面を目視で観察し、スケールの除去状況を確認した結果を示す。

【0055】

50

【表 2】

表 2

| 鋼種 | C相当重量 (g/m ²) | ステンレス鋼管の加熱温度 | | | | |
|----|------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 950℃ | 1000℃ | 1050℃ | 1100℃ | 1200℃ |
| 鋼A | 20 | ● | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 60 | ● | ● | ● | ○ | ○ |
| 鋼B | 40 | ● | ● | ○ | ○ | ○ |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ○ |

注) 表中の○はスケール除去が十分になされた状態を示し、

●はスケール残りが発生した状態を示す。

【0056】

表 2 に示すように、鋼 A、鋼 B とともに、加熱温度が 950℃ ではスケール除去に十分な温度ではなく、いずれの C 相当重量の潤滑剤を用いた場合でもスケール残りが発生した。

【0057】

鋼 A では、マンドレル圧延での C 相当重量が 20 g / m² の場合には、加熱温度が 1000℃ 以上でスケールが十分に除去されたが、60 g / m² の場合には、加熱温度が 1100℃ になるまでスケール残りが発生した。

【0058】

鋼 B では、マンドレル圧延での C 相当重量が 40 g / m² の場合には、加熱温度が 1000℃ でスケール残りが発生し、加熱温度が 1050℃ 以上ではスケールが除去されたが、マンドレル圧延での C 相当重量が 80 g / m² の場合には、加熱温度が 1100℃ でもスケール残りが発生した。

【0059】

加熱温度が 1200℃ になると、いずれの C 相当重量であってもスケール残りは発生しなかった。

【産業上の利用可能性】

【0060】

本発明のステンレス鋼管の製造方法によれば、マンドレルミル圧延での C 相当重量 (g / m²) と、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の熱処理条件を適正に選択することにより、鋼管内面に発生する異常酸化スケールを抑制するとともに、熱処理後の急冷により、ステンレス鋼管表面に形成されたスケールを効率よく除去することができる。これにより、熱間継目無ステンレス鋼管の製法として広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図 1】 C 相当重量 (g / m²) を X 軸とし、当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の加熱温度 () を Y 軸とした場合の関係を示す図である。

【図 2】 マンドレルミル圧延での C 相当重量 (g / m²) と当該マンドレルバーを用いて圧延されたステンレス鋼管の加熱温度 () を変化させた場合におけるスケール除去状況を示す図である。

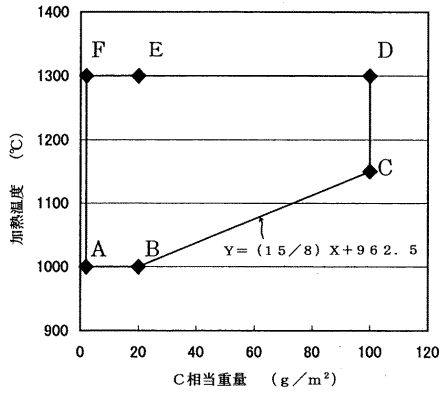
10

20

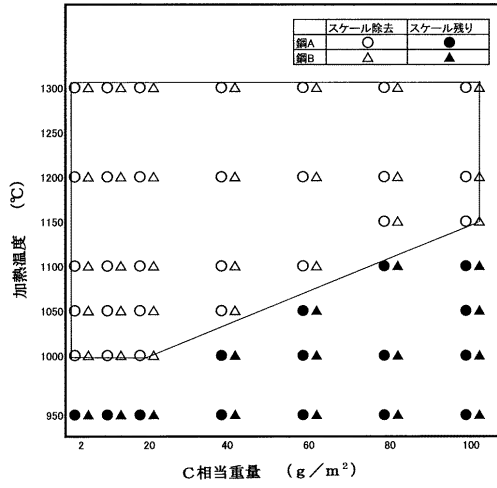
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

| | | | | | |
|----------------|--------------|------------------|----------------|--------------|----------------|
| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
| <i>C 2 1 D</i> | <i>8/10</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>C 2 1 D</i> | <i>8/10</i> | <i>D</i> |
| <i>C 2 1 D</i> | <i>9/08</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>C 2 1 D</i> | <i>9/08</i> | <i>E</i> |
| <i>C 2 2 C</i> | <i>38/00</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>C 2 2 C</i> | <i>38/00</i> | <i>3 0 2 Z</i> |
| <i>C 2 2 C</i> | <i>38/58</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>C 2 2 C</i> | <i>38/58</i> | |

(72)発明者 飯田 純生
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

審査官 池ノ谷 秀行

(56)参考文献 特開平04-168221(JP,A)
特開昭61-056721(JP,A)
特開平07-070777(JP,A)
特開平10-219358(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
B 2 1 B 1 7 / 0 0 - 2 5 / 0 6
B 2 1 B 4 5 / 0 2