

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4987786号
(P4987786)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 1 B 45/00 (2006.01) B 2 1 B 45/00 B
B 2 1 B 45/02 (2006.01) B 2 1 B 45/02 3 2 O T

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-101011 (P2008-101011)	(73) 特許権者	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22) 出願日	平成20年4月9日(2008.4.9)	(74) 代理人	100107250 弁理士 林 信之
(65) 公開番号	特開2009-248163 (P2009-248163A)	(74) 代理人	100120868 弁理士 安彦 元
(43) 公開日	平成21年10月29日(2009.10.29)	(72) 発明者	林田 輝樹 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新 日本製鐵株式会社内
審査請求日	平成22年8月10日(2010.8.10)	(72) 発明者	荒木 慎一 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱延鋼板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

連続鋳造により作製されたスラブを粗圧延して粗圧延鋼板を得る粗圧延工程と、
 上記粗圧延鋼板を複数の圧延スタンドからなる仕上げ圧延機で熱間圧延して熱延鋼板を得る仕上げ圧延工程とを有し、

上記仕上げ圧延工程は、全ての圧延スタンドで、各圧延スタンドを通過後の鋼板の表面温度 T () と当該鋼板表面に接触する雰囲気中の酸素濃度 M (体積%) の関係が、下記数式(1)を満たし、且つ酸素濃度 M が 10 体積% 以上(但し、10 体積% は除く)となるように、前記鋼板の表面温度 T と前記酸素濃度 M を調整すること

$$M = 36.4 - 0.022 \times T \dots\dots\dots (1)$$

を特徴とする熱延鋼板の製造方法。

【請求項2】

上記仕上げ圧延工程は、上記圧延スタンドを通過後の鋼板に対して窒素ガスを噴射することにより、上記酸素濃度 M (体積%) を制御すること
 を特徴とする請求項1記載の熱延鋼板の製造方法。

【請求項3】

上記仕上げ圧延工程は、上記圧延スタンドを通過後の鋼板に対して、冷却水を 1.5 ~ 4.5 l / m² / min の割合で霧状に噴射することにより、上記酸素濃度 M (体積%) を制御すること

を特徴とする請求項1記載の熱延鋼板の製造方法。

【請求項 4】

水滴サイズが 0.1 mm 以下の霧状に噴射すること
を特徴とする請求項 3 記載の熱延鋼板の製造方法。

【請求項 5】

上記仕上げ圧延工程では、上記圧延スタンド間におけるスケール成長速度を 1.2 μm / 秒以下に抑制すること
を特徴とする請求項 1 ~ 4 のうち何れか 1 項記載の熱延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等のように表面の美麗さが要求される用途に好適な熱延鋼板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車及び産業機械等に使用される熱延鋼板は、一般に、粗圧延工程及び仕上げ圧延工程を経て製造される。熱延鋼板の製造工程においては、先ず、所定の組成に調整した溶鋼を連続鑄造して得たスラブを粗圧延機により圧延した後、更に複数の圧延スタンドで構成される仕上げ圧延機により熱間圧延して、所定の厚さの熱延鋼板とする。

【0003】

このような熱延鋼板の製造方法においては、粗圧延後の粗圧延鋼板には、表面に酸化物からなるスケールが生成している。スケールは、その後に行う仕上げ圧延において疵（スケール疵）発生の原因となるため、従来の熱延鋼板の製造方法においては、デスケーリング装置のノズルから粗圧延鋼板に向かって高圧水を噴射することにより、鋼板の表面のスケールを除去した後、仕上げ圧延を行っている。

【0004】

しかしながら、粗圧延後にデスケーリングを行って表面のスケールを除去しても、その後の仕上げ圧延工程において再度スケールが生成し、製品にスケール疵が発生するという問題点がある。具体的には、第 1 段目の圧延スタンド（以下、第 1 スタンドともいう。）の熱間圧延中に生成したスケールは、第 1 スタンドと第 2 段目の圧延スタンド（以下、第 2 スタンドともいう。）との間で成長する。

【0005】

そして、この成長した表面のスケールは、部分的にふくれて剥離したり、割れたりして、第 2 段目以降の圧延スタンドでの圧延の際に鋼板内に押し込まれ、これがスケール疵及び外観不良の原因となる。

【0006】

このため、従来においては、例えば特許文献 1 において、熱延スタンドの入り側の出側それぞれにおいて、熱延鋼板の表面に冷却水を噴射し、スタンド間におけるスケールの生成を抑制し、表面性状を向上させる技術が提案されている。ちなみに、この特許文献 1 における開示技術では、仕上げ圧延機列における圧延スタンド当たりの圧下率を所定範囲に制御するとともに、当該仕上げ圧延機列の入側より少なくとも 3 スタンドまでの各スタンドについては、冷却水を平均水量 5 ~ 50 l / min / m² で 0.3 ~ 4 秒噴射し、また各スタンドの出側では、冷却水を平均水量 10 ~ 100 l / min / m² で 0.1 ~ 1.5 秒噴射する。

【0007】

しかしながら、かかる特許文献 1 の開示技術では、各スタンドにおける冷却水を少なくとも平均水量 5 l / min / m² としており、冷却水量そのものが非常に大量であることから、熱延鋼板の表面温度が大きく低下するとともに温度ムラを生じやすくし、温度ムラに伴う鋼材の機械的性質のバラつきが生じる場合がある。特に薄い仕上げ板厚の製品を製造する場合には、仕上げ圧延工程において熱延鋼板の表面温度をより高く設定する必要があるが、特許文献 1 の開示技術では、かかる熱延鋼板の表面温度を過度に冷却してしまう

10

20

30

40

50

ために、熱延鋼板の板厚をより薄く圧延しようとしたときには、材質を低下させてしまうという問題点があった。

【0008】

また、特許文献2では、ランナウトテーブルの上方と下方のそれぞれに、噴射圧力が 20 kg/cm^2 以上 100 kg/cm^2 未満のデスクレーン装置を熱延鋼板の走行方向に沿って複数配置した製造設備が開示されている。この特許文献2の開示技術では、熱延による減厚が完了した熱延鋼板に対して高圧水を噴射することにより、スケールを除去するものであるが、製品のスケール厚みを薄くすることができるものの、圧延スタンド間で発生したスケールのふくれに基づく表面疵の発生を防止することができないという問題点があった。

10

【特許文献1】特開2002-086209号公報

【特許文献2】特開2006-247707号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、熱間圧延時におけるスケール疵の発生を抑制して表面形状を良好にすることができる熱延鋼板の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

20

請求項1に記載の熱延鋼板の製造方法は、連続鑄造により作製されたスラブを粗圧延して粗圧延鋼板を得る粗圧延工程と、上記粗圧延鋼板を複数の圧延スタンドからなる仕上げ圧延機で熱間圧延して熱延鋼板を得る仕上げ圧延工程とを有し、上記仕上げ圧延工程は、全ての圧延スタンドで、各圧延スタンドを通過後の鋼板の表面温度 T () と当該鋼板表面に接触する雰囲気中の酸素濃度 M (体積%) の関係が、下記数式(1)を満たし、且つ酸素濃度 M が10体積%以上(但し、10体積%は除く)となるように、前記鋼板の表面温度 T と前記酸素濃度 M を調整すること $M = 36.4 - 0.022 \times T \dots \dots$
 $\dots (1)$ を特徴とする

【0011】

請求項2に記載の熱延鋼板の製造方法は、請求項1記載の発明において、上記仕上げ圧延工程は、上記圧延スタンドを通過後の鋼板に対して窒素ガスを噴射することにより、上記酸素濃度 M (体積%) を制御すること を特徴とする。

30

【0012】

請求項3に記載の熱延鋼板の製造方法は、請求項1記載の発明において、上記仕上げ圧延工程は、上記圧延スタンドを通過後の鋼板に対して、冷却水を $1.5 \sim 4.5 \text{ l/m}^2/\text{min}$ の割合で霧状に噴射することにより、上記酸素濃度 M (体積%) を制御すること を特徴とする。

【0013】

請求項4に記載の熱延鋼板の製造方法は、請求項3記載の発明において、水滴サイズが 0.1 mm 以下の霧状に噴射することを特徴とする。

40

【0014】

請求項5に記載の熱延鋼板の製造方法は、請求項1～4のうち何れか1項記載の発明において、上記仕上げ圧延工程では、上記圧延スタンド間におけるスケール成長速度を $1.2 \mu\text{m/秒}$ 以下に抑制することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

上述した構成からなる本発明では、スケールのふくれやはがれの発生を防止することができ、ひいては鋼板の表面性状を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

50

以下、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。以下、組成における質量％は、単に％と記載する。

【0017】

本発明者らは、仕上げ圧延工程後の熱延鋼板において、圧延スタンド間でスケールのふくれを防止する条件を見出すために、以下のような実験を行った。

【0018】

鋼板を窒素雰囲気中で800～1100の温度に加熱した後、酸素濃度を変えた雰囲気の中に入れて3～10秒保持し、その直後に窒素雰囲気中の箱に入れることで無酸化状態で冷却した。冷却後の鋼板表面のスケールのふくれ状態を調査した結果、図1に示すように、鋼板の温度T()と前記酸素濃度M(体積％)が下記式(1)を満足するときにスケールのふくれが発生しないことを見出した。

$$M = 36.4 - 0.022 \times T \dots\dots\dots (1)$$

【0019】

さらに、スケールのふくれの発生には、スケールの厚みよりもスケールの成長速度の影響が大きく、スケール成長速度を1.2μm/秒以下に抑制することにより、スケールのふくれを防止することができ、ひいては鋼板の表面性状を向上させることができることを見出した。

【0020】

また、圧延スタンドを通過後の鋼板に対して窒素ガスを噴射することにより、上記酸素濃度M(体積％)を制御することが有効であることを見出した。

【0021】

また、仕上げ圧延工程は、圧延スタンドを通過後の鋼板に対して、冷却水を1.5～4.5l/m²/minの割合で水滴サイズが0.1mm以下の霧状に噴射することにより、酸素濃度M(体積％)を制御することが有効であることを見出した。

【0022】

以下、本発明を適用した熱延鋼板の製造方法を実施するための仕上げ圧延機の詳細について説明をする。図2に示すように、第1段目の圧延スタンド21aと第2段目の圧延スタンド21bとの間に窒素ガス噴射筒22が複数段に亘って形成されている。この窒素ガス噴射筒22は、圧延スタンド21aにより圧延された熱延鋼板24に対して窒素ガスを噴射するものである。熱延鋼板24に対して窒素ガスを噴射させることにより、当該熱延鋼板24周囲の雰囲気について酸素濃度を減少させることが可能となる。

【0023】

また、仕上げ圧延機13は、上述した図2に示す窒素ガス噴射筒22を配設する代替として、例えば、冷却水噴霧筒23を設けるようにしてもよい。冷却水噴霧筒23は、冷却水を霧状に噴射することにより、熱延鋼板24周囲の雰囲気について酸素濃度を減少させることが可能となる。

【0024】

また、これら窒素ガス噴射筒22、冷却水噴霧筒23は、第1段目の圧延スタンド21a以降に配置されていればよい。

【0025】

なお、本実施形態における熱延鋼板の製造方法においては、鋼組成がC:0.01～0.3％、Si:0.001～1.5％、Mn:0.05～2.5％、P:0.001～0.1％、S:0.001～0.04％、Al:0.005～1.5％、N:0.001～0.015％を含有し、必要に応じてCr:0.01～0.5％、Cu:0.1～1.5％、Ni:0.1～1.5％、Ti:0.02～0.15％、Nb:0.01～0.1％、V:0.01～0.1％、Mo:0.01～0.1％、Ca:0.001～0.05％、B:0.0003～0.005％を添加されていることが好ましい。

【0026】

以下、鋼組成の成分の好ましい範囲について説明をする。

【0027】

10

20

30

40

50

C : 0.01 ~ 0.3 %

Cは、鋼板の強度を確保するために必要な元素である。しかしながら、このC含有量が0.01%未満では、高い強度の要求に応えることができず、また、本手法を用いなくてもスケール疵が発生することなく外観は良好である。これに対して、C含有量が0.3%を超えると、スケールに起因する疵の発生が激しくなるため、美観上好ましくない。このため、C含有量は、0.01~0.3%とする。

【0028】

Si : 0.001 ~ 1.5 %

Siは、鋼板の強度確保のため必要な元素である。また、このSiは、添加量が増加するにつれてスケールの密着性が向上し、外観は良好になる。このSi含有量を0.001 10
未満とするには、製造コストが上昇してしまい好ましくない。一方、Si含有量が1.5%を超えるとSiの酸化物量が増加し、それが外観を低下させる原因ともなる。このため、Si含有量は、0.001~1.5%とする。

【0029】

Mn : 0.05 ~ 2.5 %

Mnは、鋼板の強度を確保すると共に、鋼中のSに起因する熱間圧延時の割れを防止する効果がある。しかしながら、Mn含有量が0.05%未満である場合には、熱間圧延時の割れを防止することができず、外観性状が低下してしまう。また、Mn含有量が2.5%を超える場合には、その効果が飽和し、却ってスケールに起因する疵が顕著になる。このため、Mn含有量は、0.05~2.5%とする。 20

【0030】

P : 0.001 ~ 0.1 %

Pは、不純物として鋼中に不可避免的に含有される元素である。このP含有量を0.001未満とするには、製造コストが上昇してしまい好ましくない。また、P含有量が0.1%を超える場合には、局部的な偏析によって鋼板表面にスジ状模様が発生し、外観性状が低下してしまう。このため、P含有量は、0.001~0.1%とする。

【0031】

S : 0.001 ~ 0.04 %

Sは、Pと同様に不純物として含有される元素であり、意図的に添加される元素ではない。このS含有量を0.001未満とするには、製造コストが上昇してしまい好ましくない。また、このSが0.04%を超える場合には、熱延時における鋼板表面において荒れが生じてしまう。このため、S含有量は、0.001~0.04%とする。 30

【0032】

Al : 0.005 ~ 1.5 %

Alは、鋼を製造する上での脱酸元素として必要であり、Nによる延性低下を防止して鋼板の加工性を確保するために使用される。このAlが0.005%未満では上述した効果を十分に発揮することができず、Alが1.5%を超えると効果が飽和してしまう。このため、Al含有量は、0.005~1.5%とする。

【0033】

N : 0.001 ~ 0.015 %

Nは、溶鋼処理中に空気中の窒素が取り込まれることから、鋼中に不可避免的に混入する元素である。このNは、鋼板の延性低下原因となるため、少ないほうが望ましい。しかしながら、このNが0.001未満では、鋼板の結晶粒が局部的に異常成長を起こす場合があり、その場合は局部的に強度が低下する等デメリットがある。また、このNが0.015%を超えると、鋼板の延性低下が著しくなる。このため、N含有量は、0.001~0.015%とする。

【0034】

Cr : 0.1 ~ 0.5 %

Crは、強度上昇に有効であるが過剰に添加すると韌性を低下するため、上限を0.5%としている。また、0.1%以下ではその効果を発揮しないため、下限を0.1%とし 50

ている。

【0035】

Cu : 0.1 ~ 1.5 %

Cuは、鋼板の強度上昇とともに、スケールの密着度を向上させる効果がある。このCuが1.5%を超えると熱延における鋼板表面の荒れが発生してしまうため、上限を1.5%としている。また、0.1%以下ではその効果を発揮しないため、下限を0.1%としている。

【0036】

Ni : 0.1 ~ 1.5 %

Niは、焼入性を高め、低温脆化を防止するのに有用な元素であり、またスケールの密着性を向上させる上で有効な元素である。しかしながら、このNiが1.5%を超えるとその効果は飽和するため、上限を1.5%としている。また、0.1%以下ではその効果を発揮しないため、下限を0.1%としている。

10

【0037】

Ti : 0.02 ~ 0.15 %

Tiは、0.02%以上添加することにより、細粒化を通して靱性改善に効果がある。また、Tiは、Nとの親和力が強く凝固時にTiNとして析出して、Nによる延性低下を防止するために用いられる。しかしながら、このTiが0.15%を超えるとその効果が飽和するため、上限を0.15%としている。

20

【0038】

Nb : 0.01 ~ 0.1 %

Nbは、0.01%以上添加することにより、組織の微細粒化により靱性を向上させる。Nbは、Nによる延性低下を防止する役割も果たすが、Nb含有量0.1%を超えるとその効果が飽和する。このため、Nbの上限を0.1%としている。

【0039】

V : 0.01 ~ 0.1 %

Vは、0.01%以上添加することにより、母材の強度を増加させるとともに靱性を向上させる元素である。しかしながら、このV含有量が0.1%を超えると、その効果が飽和してしまう。このため、Vの上限を0.1%としている。

30

【0040】

Mo : 0.01 ~ 0.1 %

Moは、鋼の強度向上に有用なだけでなく、靱性も大幅に向上させる。しかし、このMo含有量が0.1%を超えるとその効果は飽和するため、上限を0.1%としている。また、0.01%以下ではその効果を発揮しないため、下限を0.01%としている。

【0041】

Ca : 0.001 ~ 0.05 %

Caは、MnS生成による鋼板の強度低下を防止するために添加される。このような効果を発揮させるには、少なくとも0.001%含有することが必要であるが、Ca添加量が0.05%を超えるとその効果が飽和するため、上限を0.05%としている。

【0042】

B : 0.0003 ~ 0.005 %

Bは、NをBNとして固着する作用もあることから、Nによる鋼板の延性低下を防止する役割を果たすとともに、口ウ付け強度を向上させる作用もある。しかしながら、このB含有量が0.005%を超えるとその効果が飽和してしまうため、上限を0.005%としている。また、0.0003%以下ではその効果を発揮しないため、下限を0.0003%としている。

40

【0043】

次に、本発明を適用した熱延鋼板の製造方法の条件について詳細に説明する。

【0044】

仕上圧延機の各圧延スタンドを通過後の鋼板表面の温度をT ()とする。また、鋼板

50

表面に接触する雰囲気中の酸素濃度M(%)とする。ここでいう鋼板表面に接触する雰囲気とは、鋼板表面から2cm以内の領域をいう。具体的には、この酸素濃度Mは、鋼板表面に窒素ガス又は冷却水を噴射している際の鋼板表面から10mm離間した位置における酸素濃度を表している。酸素濃度Mの測定は、各種温度に加熱した熱延鋼板表面に窒素ガス又は冷却水を噴射し、鋼板表面から10mm離間した位置における酸素濃度を酸素センサーにより測定する。

【0045】

このとき、数式(1)を満足するように鋼板表面温度Tと酸素濃度Mを調整する。

$$M = 36.4 - 0.022 \times T \dots\dots\dots (1)$$

【0046】

ちなみに、この数式(1)の関係は、圧延スタンド21aを通過後、圧延スタンド21gに至るまでの全区間において成立している必要がある。このため、上述した例では、あくまで、窒素ガス噴射筒22を、第1段目の圧延スタンド21aと第2段目の圧延スタンド21bとの間のみ配設する場合に限定されるものではなく、数式(1)の関係を満たす範囲において、いかなる圧延スタンド21の間に配設されていてもよい。

10

【0047】

実際に、この数式(1)における酸素濃度Mを制御するためには、仕上げ圧延工程において、圧延スタンド21を通過後の熱延鋼板24に対して窒素ガス噴射筒22を介して窒素ガスを噴射する。この窒素ガスを噴射することにより、熱延鋼板24表面に接触する雰囲気について窒素濃度を上昇させ、ひいては酸素濃度を低下させることが可能となる。実際に、この酸素濃度Mを制御するためには、鋼板表面近傍において図示しない酸素センサーを配置し、酸素濃度を測定しながら窒素ガス噴射筒22からの窒素ガスの排出量をコントロールすることになる。

20

【0048】

また、この窒素ガス噴射筒22を設ける代替として、冷却水噴霧筒23を設けた場合には、圧延スタンド21を通過後の熱延鋼板24に対して、冷却水を霧状に噴射することにより、微細な水滴を均質に熱延鋼板24へ噴射することが可能となり、その水滴が鋼板の熱によって水蒸気となり、熱延鋼板24表面を被覆することになる。その結果、熱延鋼板24の温度を低下させることなく酸化速度を低下させることが可能となる。

【0049】

窒素ガス噴射筒22を設ける代替として、冷却水噴霧筒23を設けた場合においても同様に、酸素濃度Mを制御するためには、鋼板表面近傍において図示しない酸素センサーを配置し、酸素濃度を測定しながら冷却水噴霧筒23から噴射する霧状の冷却水の水量や水滴サイズをコントロールすることになる。

30

【0050】

ちなみに本発明を適用した熱延鋼板の製造方法では、この冷却水噴霧筒23を介して噴射すべき冷却水については、 $1.5 \sim 4.5 \text{ l/m}^2/\text{min}$ の割合で霧状に噴射することを必須の構成要件として規定している。その理由として、水量が $1.5 \text{ l/m}^2/\text{min}$ 未満では、水蒸気の量そのものが不足し、熱延鋼板24に接触する雰囲気において酸素濃度が低下してしまう。その結果、熱延鋼板24におけるスケール成長速度が増加することにより膨れが生じ、熱延後の表面性状が低下してしまう。また、水量が $4.5 \text{ l/m}^2/\text{min}$ を超えると、熱延鋼板24の温度が過度に冷却されてしまい、温度ムラに伴う鋼材の機械的性質のバラつきが生じる場合がある。即ち、熱延鋼板24の表面温度を過度に冷却してしまうために、熱延鋼板24の板厚をより薄く圧延しようとしたときには、材質を低下させてしまう。このため、本発明を適用した熱延鋼板の製造方法では、冷却水を $1.5 \sim 4.5 \text{ l/m}^2/\text{min}$ の割合で霧状に噴射することを要件としている。

40

【0051】

また、本発明では、水滴サイズを0.1mm以下の霧状に噴射することを要件としている。仮に水滴サイズが0.1mmを超える場合には、噴射された水滴が熱延鋼板24に接触した際にすぐに水蒸気とならず、水滴のまま熱延鋼板24表面に残存することになる。

50

その結果、熱延鋼板 24 の表面には、大量の水滴が付着することにより、部分的に酸素濃度の高い領域が生成され、当該領域についてはスケール成長速度が増加してしまい、表面性状が低下してしまうためである。なお、ここでいう水滴サイズは、冷却水噴霧筒 23 から噴射された霧状の冷却水を、熱延鋼板 24 の表面から 150 mm 離間させて固定したアクリル板等のプラスチック製の樹脂板に吹き付け、これを光学顕微鏡により拡大することにより測定した水滴の直径である。

【0052】

また、仕上げ圧延工程では、圧延スタンド 21 間におけるスケール成長速度を $1.2 \mu\text{m}/\text{秒}$ 以下に抑制している。このスケール成長速度は、窒素雰囲気仕上げ圧延と同じ濃度で無酸化加熱した鋼板を大気中に取り出すと同時に種々の条件でスプレー水を噴射し、その後直ちに窒素雰囲気の箱に入れることで無酸化として冷却し、鋼板を切断してその断面を顕微鏡で観察することにより生成したスケール厚みを測定した。スケール成長速度を $1.2 \mu\text{m}/\text{秒}$ 以下に抑制することにより、スケールのふくれの発生を防止することができ、ひいては鋼板の表面性状を向上させることができる。これに対して、スケール成長速度を $1.2 \mu\text{m}/\text{秒}$ 以下に抑制することができない場合には、生成したスケールの一部が膨れて剥離しやすくなる。

10

【0053】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではない。数式(1)の条件を達成するための手段として、鋼板に対して窒素ガスを噴射するか、冷却水を霧状に噴射する以外に、いかなる手法を用いてもよいことは勿論である。

20

【実施例 1】

【0054】

以下、本発明の実施例について説明する。先ず、本発明の実施例として、上述した熱延鋼板の製造方法に基づいて熱延鋼板を作製した。具体的には、下記表 1 に示す組成で、厚さが 250 mm のスラブを 1210 に加熱した後、粗圧延機 12 によって 40 mm の厚さまで粗圧延し、粗圧延鋼板を作製した。次に、この粗圧延鋼板に向けてデスクレーン設備 16 により 15 MPa の圧力で水を噴射し、表面に生成したスケールを除去した後、直ちに 7 機の圧延スタンド 21a ~ 21g 間を連続的に通過させて熱間圧延する仕上げ圧延を行って、厚さが 4.5 mm の熱延鋼板を作製した。このとき、圧延スタンド 21a を通過後の熱延鋼板の表面温度 T ()、鋼板表面に接触する雰囲気中の酸素濃度 M を窒素ガス噴射筒 22 からの窒素ガスの排出量を介して調節して、仕上げ圧延機 13 から出た熱延鋼板について、表面性状を観察した。表面性状の判断基準は、スケールが付着した熱延鋼板の外観を観察し、任意の位置の鋼板幅 \times 長さ 2 m の範囲内に、スケール色が周囲と異なる幅 1 mm 以上、長さ 5 mm 以上のサイズの領域が 5 箇所以上あるものを表面性状不良とし、それ未満のものを表面性状良好とした。その結果を下記表 2 にまとめて示す。また、下記表 2 には、各実施例及び比較例における表面温度 T ()、酸素濃度 M (体積%) も併せて示す。

30

【0055】

なお、下記表 1 に示す鋼組成における残部は、Fe 及び不可避免的不純物である。また、下記表 2 における下線は、本発明の範囲外であることを示す。また、表 1 における太字は、各成分における上限又は下限を示している。

40

【0056】

【表 1】

鋼番号	C	Si	Mn	P	S	AL	N	Ti	Nb	Mo	V	Ni	Cr	Cu	Ca	B
1	0.15	0.005	0.31	0.004	0.002	0.043	0.0047									
2	0.01	0.007	0.42	0.006	0.003	0.045	0.0046									
3	0.3	0.013	0.55	0.007	0.004	0.047	0.0038									
4	0.13	0.001	0.32	0.004	0.003	0.044	0.0048									
5	0.11	0.11	0.35	0.005	0.004	0.045	0.0052									
6	0.09	0.95	0.35	0.005	0.004	0.045	0.0052									
7	0.13	1.5	0.35	0.005	0.004	0.045	0.0052									
8	0.15	0.006	0.05	0.004	0.004	0.045	0.0052									
9	0.15	0.006	2.5	0.006	0.003	0.036	0.0041									
10	0.22	0.006	0.35	0.001	0.003	0.038	0.0046									
11	0.08	0.006	0.35	0.1	0.004	0.045	0.0052									
12	0.09	0.005	0.31	0.004	0.001	0.043	0.0047									
13	0.18	0.005	0.31	0.004	0.04	0.043	0.0047									
14	0.25	0.005	0.31	0.004	0.002	0.005	0.0047									
15	0.15	0.005	0.31	0.004	0.002	0.15	0.0047									
16	0.15	0.005	0.31	0.004	0.005	0.043	0.001									
17	0.11	0.005	0.31	0.004	0.004	0.043	0.015									
18	0.05	0.12	1.16	0.015	0.012	0.028	0.0033	0.055								
19	0.06	0.15	1.42	0.018	0.009	0.014	0.0046		0.024							
20	0.05	0.12	1.15	0.015	0.012	0.028	0.0033			0.023						
21	0.06	0.45	0.97	0.008	0.006	0.016	0.0047		0.018	0.022						
22	0.05	0.12	0.35	0.015	0.01	0.028	0.0045			0.043						
23	0.05	0.12	0.33	0.007	0.009	0.032	0.0048					0.25		0.32		
24	0.05	0.12	0.35	0.007	0.007	0.033	0.0041					0.08	0.2	0.1		
25	0.05	0.12	0.34	0.008	0.006	0.028	0.0038								0.003	
26	0.05	0.12	0.35	0.007	0.012	0.044	0.0039									0.0021
27	0.017	0.005	0.28	0.004	0.002	0.045	0.0041	0.015	0.01	0.05	0.005	0.015	0.04	0.018	0.002	0.0004

10

20

【 0 0 5 7 】

【表 2】

	表面温度T(°C)	酸素濃度M(%)	$36.4-0.022 \times T$	実施鋼番号	表面性状
本発明例1	1100	10	12.2	1~17,27	○
本発明例2	1060	10	13.1	2,3,17~27	○
本発明例3	1050	11	13.3	1~15,27	○
本発明例4	1000	12	14.4	2~24,27	○
本発明例5	980	11	14.8	1~15,27	○
本発明例6	950	13	15.5	1~24,27	○
本発明例7	920	13	16.2	1~24,27	○
本発明例8	900	15	16.6	11~27	○
本発明例9	850	17	17.7	1~24	○
本発明例10	800	18	18.8	1~17,27	○
比較例1	1100	21	12.2	1~17,27	×
比較例2	1100	15	12.2	1~17,27	×
比較例3	1000	15	14.4	1~17,27	×
比較例4	950	18	15.5	1~17,27	×

30

【 0 0 5 8 】

表 2 に示す本発明例 1 ~ 10 は、数式 (1) を満足しており、表面性状は何れも良好であった。これに対して比較例 1 ~ 4 は、数式 (1) を満足しておらず、何れも表面性状が

40

【 0 0 5 9 】

また、鋼板表面に接触する雰囲気中の酸素濃度 M を、冷却水噴霧筒 2 3 により冷却水を霧状に噴射することで調節して、仕上げ圧延機 1 3 から出た熱延鋼板について、表面性状を観察した結果を表 3 に示す。

【 0 0 6 0 】

【表 3】

	表面温度T(°C)	噴射割合(l/m ² /min)	水滴サイズ(mm)	酸素濃度M(%)	36.4-0.022×T	実施鋼番号	表面性状
本発明例11	950	3.7	0.07	12	15.5	1~17.27	○
本発明例12	960	3.9	0.07	11	15.3	18~27	○
本発明例13	970	3.9	0.07	11	15.1	1~15	○
本発明例14	1000	4.1	0.08	13	14.4	2~24.27	○
本発明例15	1010	3.7	0.07	12	14.2	1~15	○
本発明例16	1030	3.7	0.07	12	13.7	1~15	○
本発明例17	1100	4.5	0.08	12	12.2	1~24.27	○
本発明例18	900	4.2	0.1	16	16.6	11~27	○
本発明例19	880	2.1	0.07	14	17.0	1~17.27	○
本発明例20	870	1.5	0.07	17	17.3	1~17.27	○
本発明例21	920	3.8	0.1	15	16.2	1~17.27	○
本発明例22	1050	4.3	0.07	11	13.3	1~17.27	○
本発明例23	980	3.4	0.08	14	14.8	1~17.27	○
本発明例24	850	2.2	0.1	17	17.7	1~17.27	○
比較例5	850	0.8	0.2	20	17.7	1~17.27	×
比較例6	1100	4.5	0.3	20	12.2	16~27	×
比較例7	1000	3.7	0.2	18	14.4	1~17.27	×
比較例8	1050	0.9	0.07	18	13.3	1~17.27	×
比較例9	950	4.1	0.5	20	15.5	1~17.27	×
比較例10	880	3.1	0.3	19	17.0	16~27	×
比較例11	850	2.5	0.2	20	17.7	1~17.27	×

10

【0061】

また、上記表3には、各実施例及び比較例における表面温度T()、冷却水の噴射割合(l / m² / min)、水滴サイズ(mm)、酸素濃度M(%)、数式(1)により規定される値も併せて示す。

20

【0062】

表3に示す本発明例11~24は、数式(1)を満足しており、表面性状は何れも良好であった。これに対して比較例5~11は、数式(1)を満足しておらず、何れも表面性状が良好ではなかった。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】本発明の技術的特徴に相当する数式(1)の検証についての説明するための図である。

【図2】仕上げ圧延機の詳細についての説明するための図である。

30

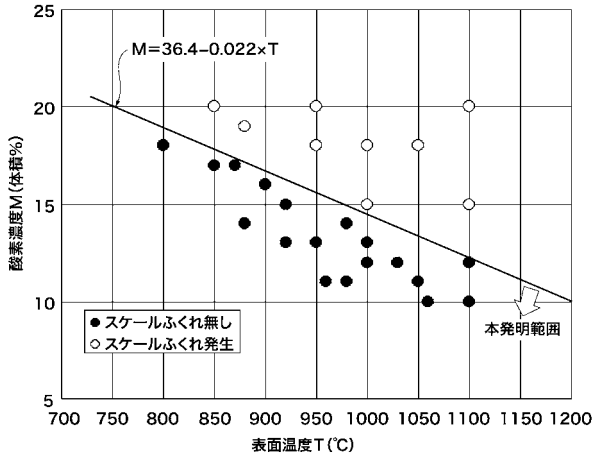
【図3】仕上げ圧延機の詳細についての説明するための他の図である。

【符号の説明】

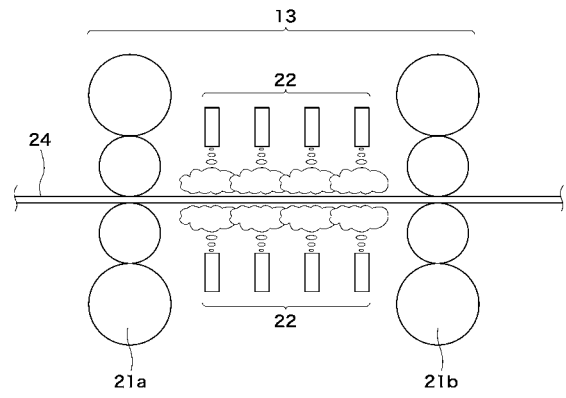
【0064】

- 13 仕上げ圧延機
- 22 窒素ガス噴射筒
- 23 冷却水噴霧筒
- 24 熱延鋼板

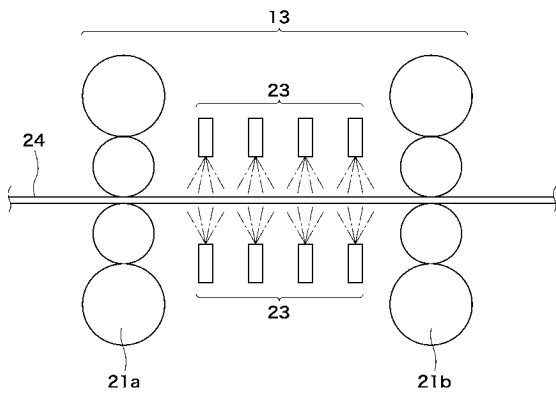
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 辛島 広祐
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 特開平10-263622(JP,A)
特開平08-276201(JP,A)
特開平04-066203(JP,A)
実開昭62-029808(JP,U)
特開2000-351014(JP,A)
特開平04-356313(JP,A)
特開2004-181479(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 45/00
B21B 45/02
B21B 1/00 - 1/46
B21B 9/00