

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-856

(P2006-856A)

(43) 公開日 平成18年1月5日(2006.1.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 1 B 1/38 (2006.01)	B 2 1 B 1/38 L	4 E O O 2
B 2 1 B 45/00 (2006.01)	B 2 1 B 45/00 K	
B 2 1 B 45/02 (2006.01)	B 2 1 B 45/02 3 2 O S	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-176311 (P2004-176311)	(71) 出願人	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(22) 出願日	平成16年6月15日 (2004.6.15)	(74) 代理人	100116230 弁理士 中濱 泰光
		(72) 発明者	諏訪 稔 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	深井 英明 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	小俣 一夫 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極厚鋼板の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】連続鋳造スラブや、連続鋳造スラブを予備圧延した鋼板を圧下比2未満で、板厚200mm以上の内質が均一な極厚鋼板とする製造方法を提供する。

【解決手段】複数の鋼片を、重ね合わせる面の黒皮を除去して重ね合わせ、界面を真空状態とした後、周囲を溶接して組立てた複合スラブまたは、周囲を溶接後、界面を真空状態として組立てた複合スラブを熱間圧延前に1100 以上に加熱後、圧下比2未満で熱間圧延し、必要に応じて徐冷BOXまたは保温材を用いて冷却する冷却時間tが下記式を満足する。 $t = (Ra)^2 / 0.15$ 但し、t：圧延終了後、500 までの冷却時間(sec)、Ra：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ(μm)とする。熱間圧延後、更に50MPa以上の静水圧を付加する場合は冷却時間tを $t = (Ra)^2 / 0.6$ とする。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の鋼片を重ね合わせる面の黒皮を除去して重ね合わせる工程と、界面を真空状態にする工程及び周囲を溶接して接合界面が真空状態のまま圧延が可能な複合スラブに組立てる工程を具備し、それらの工程を経た後、熱間圧延する極厚鋼板の製造方法において、前記複合スラブを 1100 以上に加熱して圧下比 2 未満での熱間圧延を行い、その後の冷却時間が下記式を満足するように冷却することを特徴とする極厚鋼板の製造方法。

$$t = (Ra)^2 / 0.15$$

但し、 t ：圧延終了後、500 までの冷却時間 (sec)

Ra ：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ (μm)

10

【請求項 2】

複数の鋼片を重ね合わせる面の黒皮を除去して重ね合わせる工程と、界面を真空状態にする工程及び周囲を溶接して接合界面が真空状態のまま圧延が可能な複合スラブに組立てる工程を具備し、それらの工程を経た後、熱間圧延する極厚鋼板の製造方法において、前記複合スラブを 1100 以上に加熱して圧下比 2 未満での熱間圧延を行った後、更に 50 MPa 以上の静水圧を付加し、その後の冷却時間が下記式を満足するように冷却することを特徴とする極厚鋼板の製造方法。

$$t = (Ra)^2 / 0.6$$

但し、 t ：圧延終了後、500 までの冷却時間 (sec)

Ra ：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ (μm)

20

【請求項 3】

熱間圧延後、徐冷 BOX 内で圧延材を冷却することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の極厚鋼板の製造方法。

【請求項 4】

熱間圧延後、保温材で圧延材を覆うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の極厚鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続鑄造スラブや、連続鑄造スラブを予備圧延した鋼板を圧延接合して内質が均一な極厚鋼板を製造する方法に関し、特に圧下比 2 未満で、板厚 200 mm 以上のものを製造する方法として好適なものに関する。

30

【背景技術】

【0002】

金型、架台、磁気遮蔽および機械構造用鋼として板厚が 200 mm を超える極厚鋼板が用いられている。極厚鋼板は、所定の板厚とする際の圧下率を大きく取れないため内部欠陥が発生しやすく、その防止のため種々の提案がなされている。

【0003】

特許文献 1 は、連続鑄造法で極厚鋼板を製造する方法に関し、連続鑄造材 (CC スラブ) におけるセンターポロシティが未圧着のまま残留し内部欠陥となるのを防止するため、板厚が最大 350 mm 程度となる CC スラブを 150 ~ 300 mm に圧延後、2 枚を重ね合わせ、所定の温度域で圧下比 2.5 以上で圧延することを特徴とする。

40

【0004】

特許文献 2 は、連続鑄造スラブを素材として厚さが 100 mm 以上の極厚鋼板を製造する方法に関し、連続鑄造スラブを重ね合わせて複合スラブを製造する際、重ね合わせ面を予め黒皮除去処理し、アモルファス金属を挟んだ後に圧下比 1.6 以上で熱間圧延することを特徴とする。

【0005】

特許文献 3 は、圧延クラッド鋼板の製造方法に係り、鉄基金属からなる母材と鉄基金属またはニッケル基金属からなる合せ材の間にそれらの両材料より低融点の Ni-B 系中間

50

材を装入し、界面を所定の真空度とした後、所定の温度域に加熱して、当該温度域で圧下を加えることを特徴とする。

【特許文献 1】特開平 4 - 1 9 0 9 0 2 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 1 5 4 6 6 号公報

【特許文献 3】特開平 6 - 2 6 9 9 6 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 記載の方法は連続鋳造スラブを対象とする技術のため、スラブ寸法に制約があり、所望の寸法の極厚鋼板が得られない場合がある。特許文献 2、3 に記載の方法は、重ね合わせるスラブ間にアモルファス金属や Ni - B 系金属からなる中間材を挟むため、スラブの組立てが容易でなく生産性も劣り、更に中間材のコストも高価となる。

【0007】

また、これらの特許文献に記載の方法では現在稼動している設備能力（1 パス当たりの圧下量）の制約により、板厚 200 mm 以上の鋼板の製造が困難で、需要家の要望に応じることができない場合もあった。

【0008】

本発明は、圧下比 2 未満で、板厚 200 mm 以上の極厚鋼板を製造する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】

【0009】

本発明者等は、中間材を用いずにスラブを重ねあわせた場合において、重ね合わせた面の接合状態について鋭意検討し、重ね合わせたスラブの圧延パスや加熱温度などの圧延条件として適切な条件を選定した場合、中間材を用いずに、圧下比 2 未満で、中心応力場が十分でない場合においても、良好な接合状態が得られることを見出した。

【0010】

本発明は以上の知見を基に更に検討を加えてなされたものであり、すなわち、本発明は、

1 複数の鋼片を重ね合わせる面の黒皮を除去して重ね合わせる工程と、界面を真空状態にする工程及び周囲を溶接して接合界面が真空状態のまま圧延が可能な複合スラブに組立てる工程を具備し、それらの工程を経た後、熱間圧延する極厚鋼板の製造方法において、前記複合スラブを 1100 以上に加熱して圧下比 2 未満での熱間圧延を行い、その後の冷却時間が下記式を満足するように冷却することを特徴とする極厚鋼板の製造方法。

【0011】

$$t \quad (Ra)^2 / 0.15$$

但し、t：圧延終了後、500 までの冷却時間（sec）

Ra：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ（μm）

2 複数の鋼片を重ね合わせる面の黒皮を除去して重ね合わせる工程と、界面を真空状態にする工程及び周囲を溶接して接合界面が真空状態のまま圧延が可能な複合スラブに組立てる工程を具備し、それらの工程を経た後、熱間圧延する極厚鋼板の製造方法において、前記複合スラブを 1100 以上に加熱して圧下比 2 未満での熱間圧延を行った後、更に 50 MPa 以上の静水圧を付加し、その後の冷却時間が下記式を満足するように冷却することを特徴とする極厚鋼板の製造方法。

【0012】

$$t \quad (Ra)^2 / 0.6$$

但し、t：圧延終了後、500 までの冷却時間（sec）

Ra：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ（μm）

3 熱間圧延後、徐冷 BOX 内で圧延材を冷却することを特徴とする 1 または 2 記載の極厚鋼板の製造方法。

4 熱間圧延後、保温材で圧延材を覆うことを特徴とする 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の極厚鋼板の製造方法。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、従来、造塊スラブから製造しなければならなかった板厚寸法の極厚鋼板が、その内質を劣化させずに安価な連続鋳造スラブを素材とし、簡易な保温設備や圧延製造設備を用いて製造可能で産業上極めて有用である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明は、複合スラブを圧延する際の圧下比が小さい場合は複合スラブの接合界面にミクロボイド（空隙）が残存することを前提として、前記ミクロボイド（空隙）を圧延によって減少させ、更に、接合界面上で酸化被膜を形成する酸素原子の母材内への固溶を促進させ、接合面上の非金属介在物を減少させて接合界面の接合状態を向上させることを特徴とする。

【0015】

本発明が対象とする複合スラブは、複数の鋼片を、重ね合わせる面の黒皮を除去して重ね合わせる工程と、界面を真空状態にする工程及び周囲を溶接して界面が真空状態のまま圧延が可能な複合スラブを組立てる工程を具備するもので、重ね合わせる鋼片の枚数は、最終製品の板厚や、CCスラブの板厚より適宜決定する。重ね合わせる面の黒皮は、2 mm 程度研削することが望ましい。複合スラブの周囲の溶接は、EB溶接、MIG溶接等を用い 20
ればよいが、真空チャンバー内でEB溶接すると、真空引きのためのパイプの接合などの負荷が無く容易に良好な真空状態が確保でき好ましい。

【0016】

本発明では複合スラブの圧延において圧下比が小さい場合には、接合界面に残存する空隙の高さ方向の最大寸法を、接合予定面の中心線平均粗さ R_a (μm) と同じと仮定して、前記中心線平均粗さ R_a (μm) による空隙を、熱間圧延後、500 までの冷却過程（時間）においてFe原子が表面拡散して埋めるように、熱間圧延後の冷却時間を規定する。中心線平均粗さ R_a (μm) はJIS B 0601に定義されるものとする。

【0017】

本発明では、圧延終了から500 までの冷却時間において、Fe原子の表面拡散する 30
距離が前記中心線平均粗さ R_a の10倍以上の距離となった場合、Fe原子が表面拡散して空隙を埋めたものと見なして、該表面拡散に必要な時間を圧延終了から500 までの冷却時間であって式（1）を満足する時間と規定する。

【0018】

$$t = (R_a)^2 / 0.15 \quad (1)$$

但し、 t ：圧延終了後、500 までの冷却時間（sec）

R_a ：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ（ μm ）

熱間圧延前の加熱条件は、圧延後の冷却が上述した式（1）で規定される冷却時間を容易に満足できるよう加熱温度を1100 以上とする。

【0019】

圧延後、更に、静水圧を付加する場合は、前記表面拡散に必要な時間を圧延終了から500 までの冷却時間が式（2）を満足する時間と規定する。静水圧の付加はプレスなどを利用することも可能で、静水圧で50 MPa以上とする。

【0020】

$$t = (R_a)^2 / 0.6 \quad (2)$$

但し、 t ：圧延終了後、500 までの冷却時間（sec）

R_a ：黒皮除去後の鋼片表面の中心線平均粗さ（ μm ）

尚、本発明では、極厚鋼板の材質は規定せず、SS400などの一般構造用鋼、純鉄、SC材などに適用できる。

【0021】

また、熱間圧延終了後 500 までの冷却時間 (sec) が式 (1)、(2) の規定を満足できない場合、徐冷BOXを用いたり、保温材などで圧延材を覆うことも可能である。

【実施例】

【0022】

本発明の効果を実施例を用いて説明する。材質SS400、種々の板厚のCCスラブを、接合界面となる表面を2mmの深さまでベルトグラインダで研削し、表面粗さを測定した後重ね合わせ、真空チャンバー内で界面を真空状態とした後、接合界面の周囲をEB溶接して圧延可能な複合スラブとした。

【0023】

前記複合スラブを加熱後、圧下比2未満の種々の圧下比で熱間圧延し、常温まで冷却後、接合界面におけるUT欠陥の有無を調査した。熱間圧延前の加熱温度は、圧延終了から500まで種々の冷却時間が得られるように1100～1250の温度範囲内とした。一部の複合スラブについては、熱間圧延後、更にプレスにより静水圧を付加し、またさらに一部については徐冷BOXあるいは保温材により保温を行った。

表1に複合スラブの構成、複合スラブとする鋼片の接合予定面の表面粗さ、複合スラブの製造条件、圧延条件、冷却時間及び得られた極厚鋼板の接合界面のUT試験結果を示す。

【0024】

圧延終了から500までの冷却時間が本発明の規定を満足するNo.1, 3, 5、徐冷BOXあるいは保温材を用いて圧延終了から500までの冷却時間が本発明の規定を満足するようにしたNo.7, 8の実施例では、接合界面が良好でUT不良欠陥は検出されなかった。

一方、圧延終了から500までの冷却時間が本発明の規定を満足しないNo.2, 4, 6ではUT不良欠陥が検出された。

【0025】

表2は熱間圧延後、更にプレスにより静水圧を付加し、一部のものについては徐冷BOXあるいは保温材により保温を行う場合の複合スラブの構成、複合スラブとする鋼片の接合予定面の表面粗さ、複合スラブの製造条件、圧延条件、冷却時間及び得られた極厚鋼板の接合界面のUT試験結果を示す。

【0026】

圧延終了から500までの冷却時間が本発明の規定を満足するNo.9, 11, 13、徐冷BOXあるいは保温材を用いて圧延終了から500までの冷却時間が本発明の規定を満足するようにしたNo.15, 16は接合界面が良好で、UT不良欠陥は検出されなかったが、静水圧が本発明範囲外のNo.10、圧延終了から500までの冷却時間が本発明の規定を満足しないNo.12, 14ではUT不良欠陥が検出された。

【0027】

【表1】

表1

No.	スラブ板厚構成 (mm)	圧下比	製品板厚 (mm)	接合予定面中心線平均粗さ Ra (μ m)
1	245+245	1.9	260	25
2	247+247	1.9	260	35
3	305+305	1.7	360	70
4	306+306	1.7	360	80
5	204+204	1.7	240	30
6	204+204	1.7	240	30
7	308+308	1.8	340	85
8	215+215	1.6	270	85

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

【 表 2 】

表 1 (2)

No.	$(Ra)^2 / 0.15$	組立スラブ 加熱温度 (℃)	圧延終了温 度 (℃)	圧延終了から 500℃にな るまでの時間 (秒)	接合面の U T 評価
1	4167	1200	1000	7200	○
2	8167	1200	1030	7500*	×
3	32667	1250	970	40000	○
4	42667	1250	950	40000*	×
5	6000	1150	920	9000	○
6	6000	1170	920	5000*	×
7	48167	1200	910	86400	○
8	48167	1200	860	69000	○

* : 本発明の範囲外であることを示す。

No. 7 は圧延後、徐冷BOXを使用。No. 8 は圧延後、保温材を用いて冷却

10

20

【 0 0 2 9 】

【 表 3 】

表 2

No.	スラブ板厚構成 (mm)	圧下比	製品板厚 (mm)	接合予定面中心線平均粗さ Ra (μm)	$(Ra)^2 / 0.6$
9	308+308	1.9	320	70	8167
10	308+308	1.9	320	70	8167
11	215+215	1.9	230	60	6000
12	215+215	1.9	230	60	6000
13	180+180	1.8	200	50	4167
14	180+180	1.8	200	50	4167
15	180+180	1.8	200	85	12042
16	180+180	1.8	200	85	12042

30

【 0 0 3 0 】

【表 4】

表 2 (2)

No.	組立スラブ加熱温度 (℃)	圧延終了温度 (℃)	圧延終了から 500℃になるまでの時間 (秒)	静水圧 (MPa)	接合面の U T 評価
9	1220	910	12000	60	○
10	1220	900	12000	30*	×
11	1150	870	6800	50	○
12	1150	850	5000*	50	×
13	1200	900	5400	60	○
14	1100	850	3600*	60	×
15	1150	820	69120	60	○
16	1150	800	55200	60	○

*：本発明の範囲外であることを示す。

No.15 は圧延後、徐冷BOXを使用。No.16 は圧延後、保温材を用いて冷却

フロントページの続き

- (72)発明者 和田 典巳
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 工藤 光雄
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 多賀根 章
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 釣崎 勝義
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- F ターム(参考) 4E002 AD07 AD12 BD07 BD08 CA08