

(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2010-52022

(P2010-52022A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 D 11/115 (2006.01)	B 2 2 D 11/115 L	4 E 0 0 4
B 2 2 D 11/00 (2006.01)	B 2 2 D 11/00 B	
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 2 Z	
C 2 2 C 38/28 (2006.01)	C 2 2 C 38/28	
C 2 2 C 38/50 (2006.01)	C 2 2 C 38/50	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)		

(21) 出願番号	特願2008-220933 (P2008-220933)	(71) 出願人	000001258
(22) 出願日	平成20年8月29日 (2008.8.29)		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
		(74) 代理人	100105968
			弁理士 落合 憲一郎
		(74) 代理人	100130834
			弁理士 森 和弘
		(72) 発明者	阿部 正道
			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	堤 康一
			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】 フェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法

(57) 【要約】

【課題】電磁攪拌により、溶鋼温度の制御が容易で、かつ表面品質を低下させずにリジンの発生を防止できるフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法を提供する。

【解決手段】質量%で、C:0.01%以下、Si:0.03~0.3%、Mn:0.1~0.5%、P:0.05%以下、S:0.01%以下、N:0.005~0.015%、Cr:20~25%、Ti:0.2~0.5%を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる組成を有する鋼を、電磁攪拌により鑄型内凝固界面における溶鋼の流速が5~60cm/secの範囲になるようにして鑄造することを特徴とするフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C:0.01%以下、Si:0.03~0.3%、Mn:0.1~0.5%、P:0.05%以下、S:0.01%以下、N:0.005~0.015%、Cr:20~25%、Ti:0.2~0.5%を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる組成を有する鋼を、電磁攪拌により鑄型内凝固界面における溶鋼流速が5~60cm/secの範囲になるようにして鑄造することを特徴とするフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法。

【請求項2】

鋼に、さらに、質量%で、Cu:0.3~0.8%およびNi:0.1~0.8%を含有させることを特徴とする請求項1に記載のフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法、特に、電磁攪拌によりリジングの発生を防止するためのフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フェライト系ステンレス鋼板は、耐食性に優れ、美しい光沢を長時間にわたり保持でき、しかも比較的安価であることから、厨房器具や家電製品等に広く使用されている。通常、このフェライト系ステンレス鋼板は、転炉や電気炉等を用いてCrを含有する鋼を溶製し、真空精錬を行った後、連続鑄造あるいは造塊鑄造等により鋼片とした後、薄板に圧延加工して製造されるが、その使用時にはプレス加工等の二次加工を受ける場合が多い。しかし、フェライト系ステンレス鋼板は二次加工を受けると、鋼板表面にリジングと呼ばれる微小な凹凸の表面欠陥(しわ)が発生し、表面の美観を損なうだけでなく、微小な割れの起点にもなるので、研磨等の手段により凹凸を除去する必要があり、製品の生産性の低下やコスト増を招く。

20

【0003】

このリジングは、鑄造時に鋼片内部に発達した粗大なデンドライトの凝固組織に起因しており、その影響が鋼板となった後の結晶組織にも残り、鋼板の二次加工時に結晶粒ごとの変形挙動の差によって生じる現象であり、特に、鑄造後の製造過程において相変態が起こらず、結晶組織が粗大になりやすいフェライト系ステンレス鋼では発生しやすい。

30

【0004】

リジングを防止する対策としては、凝固組織を微細等軸晶化する方法、あるいは圧延-再結晶によって組織を微細化する方法が挙げられる。前者の方法としては、凝固時にTiNのような析出物を生成させたり、連続鑄造時に電磁攪拌を行う方法が、また、後者の方法としては、熱間圧延時に強圧下を行ったり、冷間圧延時の圧下回数を増やす方法が知られている。しかし、TiNのような析出物が過剰に生成したり、圧延時に強圧下したり圧下回数を増すと、表面疵が発生しやすくなり、表面品質を低下させる。

【0005】

一方、電磁攪拌によりリジングを防止する方法としては、例えば、特許文献1には、フェライト系ステンレス溶鋼を連続鑄造法によって鑄造するに際し、中間容器内溶鋼の過熱温度を15~25℃となし、かつ鑄造中の鑄片湯面下1.5m~3.0mの位置に電磁攪拌装置を設置し、鑄片未凝固相を攪拌推力60mmHd以上で攪拌する方法が提案されている。また、特許文献2には、フェライト系ステンレス鋼を連続鑄造するさいに、溶鋼の鑄造温度を(凝固点+25℃)以上とし、45mmHd以上130mmHd以下の攪拌推力のもとで鑄片内の未凝固部分を電磁攪拌し、かつその攪拌方向を10ないし30秒間隔で正逆方向に変化させる方法が提案されている。

40

【特許文献1】特開昭52-47522号公報

【特許文献2】特開昭54-125132号公報

【非特許文献1】岡野ら：「鉄と鋼」、61(1975)69

50

【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に記載の方法では、中間容器内溶鋼の過熱温度を15～25℃に制御することが困難であるとともに、過熱温度が低いため鑄型へ溶鋼を供給するノズル内で溶鋼が凝固するおそれがある。また、特許文献2に記載の方法では、攪拌方向を正逆方向に変化させることにより鑄型内の溶鋼流動が大きく乱れ、非金属介在物等を浮上除去できなくなって表面品質を低下させるおそれがある。

【0007】

本発明は、電磁攪拌により、溶鋼温度の制御が容易で、かつ表面品質を低下させずにリジングの発生を防止できるフェライト系ステンレス鋼の連続鑄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】

【0008】

本発明者らは、電磁攪拌によりリジングを防止するフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法について検討を行った結果、以下のことを見出した。

i) フェライト系ステンレス鋼の組成を適正化するとともに、電磁攪拌により鑄型内凝固界面における溶鋼流速を5～60cm/secの範囲になるようにすれば、溶鋼温度の制御が容易で、かつ表面品質を低下させずにリジングの発生を防止できる。

【0009】

本発明は、このような知見に基づきなされたもので、質量%で、C:0.01%以下、Si:0.03～0.3%、Mn:0.1～0.5%、P:0.05%以下、S:0.01%以下、N:0.005～0.015%、Cr:20～25%、Ti:0.2～0.5%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる組成を有する鋼を、電磁攪拌により鑄型内凝固界面における溶鋼流速が5～60cm/secの範囲になるようにして鑄造することを特徴とするフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法を提供する。

【0010】

本発明のフェライト系ステンレス鋼の連続鑄造方法では、鋼に、さらに、質量%で、Cu:0.3～0.8%およびNi:0.1～0.8%を含有させることが好ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明の方法により、電磁攪拌によって、溶鋼温度の制御が容易で、表面品質を低下させずにリジングの発生しないフェライト系ステンレス鋼板を製造できるようになった。また、本発明の方法により鑄造後の凝固組織は微細等軸晶化するので、その後の圧延工程において圧下率や圧下回数に対する負荷を軽減できることにもなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下に、本発明の詳細について説明する。

【0013】

1) 組成(以下の「%」は「質量%」を表す。)

C:0.01%以下

C量を0.01%以下にすると、凝固温度を上昇させ、過冷却を起こりやすくして凝固組織の等軸晶化を促進したり、Cr炭化物の形成を妨げ、耐食性を良好にする固溶Cr量を増加させる効果が顕著に発現される。このため、C量は0.01%以下とする。

【0014】

Si:0.03～0.3%

Siは精錬時に生成するCr酸化物の還元と脱酸に有用な元素であるため、その量を0.03%以上とする。一方、Si量が0.3%を超えると、鋼板の加工性が劣化する。このため、Si量は0.03～0.3%とする。

【0015】

Mn:0.1～0.5%

10

20

30

40

50

Mnは脱酸や高強度化に有用な元素であるため、その量を0.1%以上とする。一方、Mn量が0.5%を超えると、MnSが析出量が増加して耐孔食性が劣化したり、コスト増を招く。このため、Mn量は0.1~0.5%とする。

【0016】

P:0.05%以下

P量が0.05%を超えると、靱性、熱間加工性および耐食性が著しく劣化する。このため、P量は0.05%以下とするが、少ないほど好ましい。

【0017】

S:0.01%以下

S量が0.01%を超えると、Pと同様、靱性、熱間加工性および耐食性が著しく劣化する。このため、S量は0.01%以下とするが、少ないほど好ましい。

10

【0018】

N:0.005~0.015%

Nは凝固時にTiNとして析出し、凝固組織を微細等軸晶化してリジングの発生を防止するのに有用な元素である。こうした効果を得るには、N量を0.005%以上にする必要がある。一方、その量が0.015%を超えると、析出物が過剰に生成して表面疵が発生し、表面品質を低下させるとともに、靱性の著しい低下を招く。このため、N量は0.005~0.015%とする。

【0019】

Cr:20~25%

Crはフェライト系ステンレス鋼の耐食性および耐酸化性を確保するために有用な元素である。こうした効果を得るには、Cr量を20%以上にする必要がある。一方、その量が25%を超えると、いわゆる475℃脆性が起こりやすくなり、靱性の著しい低下を招く。このため、Cr量は20~25%とする。

20

【0020】

Ti:0.2~0.5%

Tiは凝固時にTiNとして析出し、凝固組織を微細等軸晶化してリジングの発生を防止するために有用な元素であり、また、Cと結合して炭化物を形成し、加工性、耐食性および靱性を向上させる作用も有する。こうした効果を得るには、Ti量を0.2%以上にする必要がある。一方、その量が0.5%を超えると、Tiの酸化物や窒化物が過剰に生成して表面疵が発生し、表面品質を低下させる。このため、Ti量は0.2~0.5%とする。

30

【0021】

残部はFeおよび不可避的不純物であるが、以下の理由により、さらにCu:0.3~0.8%およびNi:0.1~0.8%を含有させることが好ましい。

【0022】

Cu:0.3~0.8%

Cuはフェライト系ステンレス鋼の耐食性を向上させる元素である。こうした効果を得るには、Cu量を0.3%以上にする必要がある。一方、その量が0.8%を超えると、熱間圧延工程(加熱時または圧延時)で低融点のCu化合物が形成されて表面疵が発生し、表面品質を低下させる。このため、Cu量は0.3~0.8%とする。

【0023】

Ni:0.1~0.8%

Niはフェライト系ステンレス鋼の耐食性を向上させる元素である。こうした効果を得るには、Ni量を0.1%以上にする必要がある。一方、その量が0.8%を超えると、C含有量によっては熱間圧延工程でオーステナイト相が生成し、フェライト+オーステナイトの2相組織となって耐食性が劣化する。このため、Ni量は0.1~0.8%とする。

40

【0024】

2)電磁攪拌による鋳型内凝固界面における溶鋼流速:5~60cm/sec

特許文献1や2に開示されているように、電磁攪拌を利用して凝固組織を微細等軸晶化してリジングの発生を防止する技術は従来から検討されており、いわゆる攪拌推力の原動力となる磁場印加強度を増加するほど効果的であると考えられている。しかし、磁場印加強

50

度を単に増大した場合には、溶鋼流動が激しくなり、非金属介在物やモールドパウダー等を巻き込み表面品質を低下させる場合があり、磁場印加強度を単純に増大するという制御ではリジングと表面品質を共に向上させることは困難である。そこで、本発明者らが検討したところ、磁場印加強度ではなく鑄型内凝固界面における溶鋼流速を5~60cm/secに制御すれば、非金属介在物やモールドパウダー等を巻き込みを起こさず凝固組織を微細等軸晶化でき、リジングの発生を防止できることがわかった。これは、溶鋼流速が5cm/sec未満では、凝固界面を洗い流す効果が低下し、非金属介在物やモールドパウダー等が凝固界面に付着しやすくなり、また、溶鋼流速が60cm/secを超えると、非金属介在物やモールドパウダー等を巻き込み、表面品質を低下させるためである。

【0025】

10

ここで、鑄型内凝固界面における溶鋼流速は、電磁攪拌の磁場印加強度、浸漬ノズル吐出流速、溶鋼スループット、鑄型幅などの鑄造条件を制御すれば制御可能である。なお、鑄型内凝固界面における溶鋼流速は、非特許文献1に記載された凝固組織のデンドライト樹枝状晶の傾き角度から算出する方法で求めることができる。また、その制御は、予め上記のような鑄造条件と溶鋼流速との関係を求めておけば可能となる。

【実施例】

【0026】

溶銑を転炉に挿入して脱炭精錬を行い、さらにVODを用いて仕上脱炭、脱ガス精錬を行った後、Alを添加して脱酸を行った。次いでTiを添加して、得られた溶鋼を取鍋に収容して連続鑄造設備へ運搬した。そこで、取鍋から連続鑄造鑄型へ溶鋼を鑄込んでスラブを製造した。得られたスラブの成分は表1に示すとおりである。また、連続鑄造時には、電磁攪拌により鑄型内凝固界面における溶鋼流速を表1に示すとおりに制御した。

20

【0027】

こうして製造した厚み220mmのスラブを35mmの厚みまでリバース圧延で粗圧延して粗バーとした後、タンデム仕上圧延機で厚み4.0mmまで熱間圧延し、熱延鋼板を製造した。この熱延鋼板を950℃で連続焼鈍した後、酸洗し、厚み1.0mmまで冷間圧延し、900℃で連続焼鈍して冷延鋼板を製造した。そして、得られた冷延鋼板に対して、リジング特性および表面品質を以下の方法で評価した。

【0028】

リジング特性：冷延鋼板からJIS Z 2201に規定されたJIS 13号B引張試験片を圧延方向に平行に2本採取し、試験片の片面を600番の研磨紙で研磨後、歪量20%の単軸引張歪を付与し、粗度計により試験片中央部の研磨面のうねり高さ(リジングの凹凸)を測定した。そして、2本の平均のうねり高さが5μm未満をリジングなし(○)、5~15μmをリジング小(△)、15μm超えをリジング大(×)とし、○の場合を本発明とした。

30

【0029】

表面品質：冷延鋼板の表面を目視で観察し、冷延鋼板1000mあたりに観察されるへげ状の表面疵が2個以下を良(○)、3~5個を可(△)、6個以上を不良(×)とし、○の場合を本発明とした。なお、ここでは、析出物等に起因するへげ状の表面疵を評価しており、リジングに起因する表面欠陥は除外されている。

【0030】

結果を表1に示す。本発明の方法で製造された鋼No.1~7の冷延鋼板は、優れたリジング特性と表面品質を具備していることがわかる。

40

【0031】

【表 1】

鋼 No.	組成 (質量%)									溶鋼流速 (cm/sec)	リジング 特性	表面品質	備考
	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Ti	Cu	Ni			
1	0.0080	0.10	0.15	0.033	0.001	0.0070	20.8	0.25	tr.	tr.	39	○	発明例
2	0.0079	0.10	0.21	0.027	0.001	0.0084	20.8	0.28	0.42	0.28	59	○	発明例
3	0.0090	0.09	0.21	0.025	0.008	0.0060	20.5	0.21	0.41	0.15	6	○	発明例
4	0.0070	0.12	0.35	0.027	0.005	0.0100	23.1	0.33	0.51	0.77	33	○	発明例
5	0.0095	0.25	0.44	0.040	0.006	0.0110	22.4	0.45	0.45	0.51	41	○	発明例
6	0.0080	0.21	0.12	0.038	0.004	0.0080	21.3	0.29	0.65	0.44	28	○	発明例
7	0.0060	0.18	0.33	0.031	0.002	0.0090	24.8	0.37	0.71	0.36	10	○	発明例
8	0.0090	0.15	0.32	0.035	0.003	0.0099	21.1	0.31	0.45	0.30	3	△	比較例
9	0.0085	0.13	0.25	0.025	0.002	0.0081	20.9	0.29	0.40	0.33	65	○	比較例
10	0.0091	0.23	0.43	0.028	0.004	0.0082	20.8	0.11	0.38	0.32	25	×	比較例
11	0.0086	0.19	0.27	0.030	0.002	0.0032	21.2	0.29	0.39	0.33	48	×	比較例
12	0.0077	0.25	0.34	0.027	0.005	0.0170	22.1	0.55	0.45	0.43	55	○	比較例

10

20

30

40

フロントページの続き

(72)発明者 糸山 誓司

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) 4E004 AA09 MB12 NC02