

(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2004-148376

(P2004-148376A)

(43) 公開日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 2 D 11/108

B 2 2 D 11/07

B 2 2 D 11/111

F I

B 2 2 D 11/108

B 2 2 D 11/07

B 2 2 D 11/111

テーマコード (参考)

4 E 0 0 4

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2002-317324 (P2002-317324)

(22) 出願日 平成14年10月31日 (2002.10.31)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(74) 代理人 100107892

弁理士 内藤 俊太

(74) 代理人 100105441

弁理士 田中 久喬

(72) 発明者 梶谷 敏之

君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君

津製鐵所内

(72) 発明者 田中 重典

東京都千代田区大手町2-6-3 新日本

製鐵株式会社内

Fターム(参考) 4E004 MB14

(54) 【発明の名称】 鋼の連続鑄造用パウダー

(57) 【要約】

【課題】極低炭素鋼の連続鑄造において、パウダー巻き込みを防止しつつ、一部巻き込まれたパウダーがプレス割れの原因とならないような鋼の連続鑄造用パウダーを提供する。

【解決手段】 CaO/SiO_2 が1.1～1.2の範囲であり、1300における粘度が3～10 poiseであることを特徴とする鋼の連続鑄造用パウダー。 ZrO_2 : 1～7質量%と B_2O_3 : 1～7質量%の一方又は両方を含有する。また、 CaO/SiO_2 が1.0～1.2の範囲であり、 ZrO_2 : 1～7質量%を含有し、1300における粘度が3～10 poiseであることを特徴とする鋼の連続鑄造用パウダー。さらに B_2O_3 : 1～7質量%を含有する。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

$\text{CaO} / \text{SiO}_2$ が 1.1 ~ 1.2 の範囲であり、1300 における粘度が 3 ~ 10 p o i s e であることを特徴とする鋼の連続铸造用パウダー。

【請求項 2】

ZrO_2 : 1 ~ 7 質量% と B_2O_3 : 1 ~ 7 質量% の一方又は両方を含有することを特徴とする請求項 1 に記載の鋼の連続铸造用パウダー。

【請求項 3】

$\text{CaO} / \text{SiO}_2$ が 1.0 ~ 1.2 の範囲であり、 ZrO_2 : 1 ~ 7 質量% を含有し、1300 における粘度が 3 ~ 10 p o i s e であることを特徴とする鋼の連続铸造用パウダー。 10

【請求項 4】

さらに B_2O_3 : 1 ~ 7 質量% を含有することを特徴とする請求項 3 に記載の鋼の連続铸造用パウダー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鋼の連続铸造において鑄型内に添加する鋼の連続铸造用パウダーに関するものである。

【0002】 20

【従来の技術】

鋼の連続铸造においては、鑄型内に注入された溶鋼表面上に連続铸造用パウダーを添加する。連続铸造用パウダーはモールドパウダー、あるいは単にパウダーとも呼ばれ、高温の溶鋼に加熱されて溶融し、鑄型と凝固シェルの間に流入する。パウダーは主として、鑄型内溶鋼表面の保温および酸化防止、溶鋼中から浮上した非金属介在物の吸収、鑄型と凝固シェル間に流入するスラグフィルムによる潤滑作用、このフィルムによる鑄片よりの抜熱の制御を行うことを目的とする。これによって、優れた表面性状の鑄片を得るとともに、溶融したパウダーが溶鋼中に巻き込まれにくく、正常で良好な鑄片を製造する。

【0003】

ところで、連続铸造操業時には、操業条件の如何又はその変化による局所的な湯面変動に起因し、あるいは鑄型内に注入された溶鋼の注入流がメニスカス近傍で溶融したパウダーと溶鋼との界面を乱し、パウダーを溶鋼中に巻き込み、凝固シェルへ付着したりする場合がある。特に高速連続铸造においては注入流の流速が大きくなるので、パウダーを巻き込みやすくなる。巻き込まれたパウダーが鑄片に付着したままの状態では、圧延を行うと、伸展されて冷延鋼板の表面欠陥の原因となるため、連続铸造用パウダーには、鑄造中にパウダー巻き込みを起こさない性質を有することが要請される。 30

【0004】

高粘性のパウダーを用いることにより、鑄型内溶鋼流動によるパウダーの巻き込みを防止することができ、パウダー巻き込みに起因する欠陥発生が低減されることが知られている。特に炭素濃度が 0.01 質量% 以下である IF 鋼 (I n t e r s t i t i a l F r e e 40 e 鋼) は、パウダー巻き込みに起因する鑄片及び冷延鋼板の表面欠陥が発生しやすい。極低炭素鋼は鑄造時の溶鋼表面付近に生成する凝固シェル先端の爪が長くなりやすく、この爪が原因でパウダー巻き込みが発生しやすいと考えられる。

【0005】

特許文献 1 においては、極低炭素鋼用のモールドパウダーとして、1300 におけるパウダーの粘度を 3 p o i s e 以上とすることで、高速鑄造においてもモールドパウダーの巻き込みを低減できる点が記載されている。

【0006】

【特許文献 1】

特開平 10 - 263767 号公報

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

極低炭素鋼用のモールドパウダーに粘度 3 p o i s e 以上の高粘性パウダーを使用することにより、溶鋼中へのモールドパウダーの巻き込みの頻度を減らすことは可能になった。ただし、鑄片へのパウダー巻き込みが皆無になるわけではない。モールドパウダーの粘度を上げた結果として、一部残存する巻き込みパウダーが、この鑄片を用いて製造した鋼板をプレス成形するに際し、プレス割れの原因となり易くなるという現象が発生することとなった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、極低炭素鋼の連続鑄造において、パウダー巻き込みを防止しつつ、一部巻き込まれたパウダーがプレス割れの原因とならないような鋼の連続鑄造用パウダーを提供することを目的とする。 10

【 0 0 0 9 】

【 課題を解決するための手段 】

即ち、本発明の要旨とするところは以下の通りである。

(1) $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ が 1 . 1 ~ 1 . 2 の範囲であり、1 3 0 0 における粘度が 3 ~ 1 0 p o i s e であることを特徴とする鋼の連続鑄造用パウダー。

(2) ZrO_2 : 1 ~ 7 質量% と B_2O_3 : 1 ~ 7 質量% の一方又は両方を含有することを特徴とする上記 (1) に記載の鋼の連続鑄造用パウダー。

(3) $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ が 1 . 0 ~ 1 . 2 の範囲であり、 ZrO_2 : 1 ~ 7 質量% を含有し、1 3 0 0 における粘度が 3 ~ 1 0 p o i s e であることを特徴とする鋼の連続鑄造用パウダー。 20

(4) さらに B_2O_3 : 1 ~ 7 質量% を含有することを特徴とする上記 (3) に記載の鋼の連続鑄造用パウダー。

【 0 0 1 0 】

【 発明の実施の形態 】

極低炭 A l キルド鋼の連続鑄造において、熔融金属中に巻き込まれたパウダーは、その成分中の SiO_2 が溶鋼中の A l によって還元され、かわりに Al_2O_3 が生成し、パウダーは $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ の 2 元系介在物となる。 $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ 2 元系介在物中の $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ 比と介在物の融点との関係についてみると、 $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ 比が 1 30 1 . 1 近傍で介在物の融点が最も低くなる。

【 0 0 1 1 】

従来、モールドパウダーの粘度を上げ、1 3 0 0 における粘度を 3 p o i s e 以上にするためには、パウダー成分における塩基度 ($\text{CaO} / \text{SiO}_2$) を 0 . 8 程度の低塩基度とすることによって実現していた。低塩基度で SiO_2 含有量が多いパウダーが溶鋼中に巻き込まれると、A l によって還元され Al_2O_3 となるべき SiO_2 が多いので、 Al_2O_3 含有量が多く、 $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ 比が 1 . 1 よりも低い $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ 系介在物となる。このような組成の介在物は融点が高く、その後の圧延段階において介在物が破砕されにくい性質を有する。従来、高粘性パウダーを用いることによってパウダー巻き込みが減少するものの皆無とはならず、パウダー巻き込み起因介在物がプレス割れの原因となっていたのは、以上のように残存したパウダーの融点が高いのが原因であった。 40

【 0 0 1 2 】

一方、パウダーの 1 3 0 0 粘度を 3 p o i s e 以上に確保しつつパウダーの塩基度を上げることができれば、パウダー中の SiO_2 含有量が減少し、A l で還元された後の介在物中の $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ 比が増加し、最も融点の低い $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1 . 1$ 近傍の値を実現することが可能になる。

【 0 0 1 3 】

脱酸生成物としてのアルミナの浮上によってもパウダー中の Al_2O_3 は増加するが、増加代は無視できるほど小さく、同様に溶鋼中でのアルミナ系介在物とパウダー系介在物の合体によるパウダー系介在物中の Al_2O_3 増加も非常に小さい。 50

【0014】

本発明は、以上の知見に基づいてなされたものであり、1300における粘度が3～10 poiseとしつつ、塩基度(CaO/SiO_2)を1.1～1.2の範囲とすることにより、極低炭素鋼の連続鑄造においてパウダーの巻き込みを減少し、たとえ溶鋼中に巻き込まれても融点の低い介在物を生成し、プレス割れの少ない良好な品質の鑄片を製造することを可能にした。

【0015】

パウダーの塩基度を1.1～1.2としたのは、この範囲であればAlで還元された後の介在物中の $\text{CaO}:\text{Al}_2\text{O}_3$ 比を最適な1.13付近に保持することが可能であり、介在物の融点を低く保つことができるからである。塩基度を1.1以上とすることで介在物の融点を十分に低くすることができ、また塩基度を1.2以下とすることで介在物の融点を十分に低くできるとともに粘度の低下しすぎを抑制することができる。

10

【0016】

パウダーの1300での粘度を3 poise以上としたのは、これによって連続鑄造時のパウダー巻き込みを低減することが可能だからである。また粘度を10 poise以下としたのは、この範囲であれば鑄型と凝固シェルの間隙へのパウダー流入が適正に行われ、鑄片の鑄型との潤滑が正常に保たれるからである。粘度を10 poise未満とするとより好ましい。

【0017】

パウダーの粘度を上記のような高粘度に保持しつつ、塩基度を1.1～1.2の範囲とするための手段として、本発明においては、 $\text{ZrO}_2:1\sim7$ 質量%と $\text{B}_2\text{O}_3:1\sim7$ 質量%の一方又は両方を含有することとすると好ましい。 ZrO_2 や B_2O_3 にはパウダーの粘度を上昇させる働きがあり、塩基度1.1以上の高塩基度でありながら高粘性を実現することが可能になる。

20

【0018】

ZrO_2 含有量を1%以上としたのは、これによって ZrO_2 によるパウダーの粘度上昇効果を得ることができるからであり、7%以下としたのは、さらに添加量を増やすと ZrO_2 の大きな結晶が析出しパウダーの特性が不均一になるからである。 ZrO_2 含有量は3～7%とするとより好ましい。

【0019】

B_2O_3 含有量を1%以上としたのは、これによって B_2O_3 によるパウダーの粘度上昇効果を得ることができるからであり、7%以下としたのは、さらに添加するとパウダーの融点が低下し鑄型内伝熱が不良になるからである。 B_2O_3 含有量は3～7%とするとより好ましい。

30

【0020】

本発明のモールドパウダーは、 CaO 、 SiO_2 を主成分とし、好ましくは上記の通り ZrO_2 と B_2O_3 の一方または両方を含む。さらに、凝固温度や粘度等を調整するために、例えば Al_2O_3 、 Na_2O 、F、 MgO 、 Li_2O 等を添加することができる。これらの成分の添加量は、この発明で規定している要件を具備する範囲内で目的に応じ所望量を任意に選べばよい。なお、これらの添加物は、従来のモールドパウダーに含まれているものである。

40

【0021】

Al_2O_3 含有量は2～10%の範囲が好ましい。 Al_2O_3 が高すぎるとパウダーの粘度を上げることができるが、溶鋼と反応した後の $\text{CaO}:\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が低くなり介在物の融点が高くなる。 Al_2O_3 が低すぎるとパウダーの凝固温度が高くなり鑄型潤滑不良を招く。

【0022】

介在物中に ZrO_2 が含有されていると、介在物の破碎性が向上する効果が生まれる。介在物中において、 ZrO_2 は樹枝状晶として微細に析出するため、非常に容易に破碎されるのである。従って、 ZrO_2 を含有するモールドパウダーについては、介在物の破碎性

50

を良好にするためのパウダーの $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ 比率範囲を $1.1 \sim 1.2$ から $1.0 \sim 1.2$ の範囲に拡大する効果を有する。

【0023】

本発明の鋼の連続铸造用パウダーは、上記知見に基づき、 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ が $1.0 \sim 1.2$ の範囲であり、 ZrO_2 : $1 \sim 7$ 質量%を含有し、 1300 における粘度が $3 \sim 10 \text{ poise}$ であることとすることにより、良好な結果を得ることができた。

【0024】

ZrO_2 含有量を 1% 以上としたのは、これにより ZrO_2 の介在物破砕性改善効果を発揮することができ、塩基度の下限を 1.1 から 1.0 に拡大することが可能になるからである。 7% 以下としたのは、それ以上添加すると微細ではなく巨大な ZrO_2 結晶が晶出するからである。 ZrO_2 は、塩基度を確保しつつ粘度を上昇させる効果をも有する。 ZrO_2 含有量は $3 \sim 7\%$ とするとより好ましい。塩基度の上限、粘度の範囲については、前記本発明の限定理由と同様の理由による。

10

【0025】

上記本発明はさらに、 B_2O_3 : $1 \sim 7$ 質量%を含有することとすると好ましい。 B_2O_3 は塩基度を確保しつつ粘度を上昇させる効果を有するからである。 B_2O_3 含有量は $3 \sim 7\%$ とするとより好ましい。

【0026】

本発明のモールドパウダーは、極低炭 Al キルド鋼の連続铸造に用いると好適である。極低炭 Al キルド鋼とは、炭素濃度が 0.01 質量%以下であり、さらに、 Si : 0.03 %以下、 Al : $0.01 \sim 0.06\%$ である。

20

【0027】

本発明においてはさらに、本発明のモールドパウダーを使用しつつ鑄型内の電磁攪拌を用いると好ましい。電磁攪拌によって、鑄型内への溶鋼の供給に伴う必然的に生じる溶鋼流動とは独立に鑄型内溶鋼に流動を付与することで、熱の供給不足の部位に熱を供給し均一化することによって、パウダーの流入を促進して、高粘度パウダーを用いてより高速での铸造が可能となる。また、電磁攪拌によってメニスカス近傍の溶鋼流れの淀み部をなくすることができ、淀み部起因のパウダー流入不良をも解消することができる。本発明では十分に粘性の高いパウダーを使用することが可能なので、電磁攪拌によって溶鋼流動が増大してもパウダー巻き込みが増えるおそれはない。

30

【0028】

電磁攪拌を行うとともに本発明の高粘度のパウダーを用いることで、パウダーの巻き込みなしに攪拌推力を増加させて溶鋼流速を上げることが可能となり、鑄型内に侵入してきた介在物の凝固シェルへの捕捉防止が可能となり、パウダー系以外の欠陥、例えばタンディッシュから持ち込まれたスラグやアルミナ等の介在物も低減する。

【0029】

【実施例】

転炉にて溶製した溶鋼 300 ton を、 RH にて所定の成分濃度に調整した極低炭素鋼の溶鋼を、タンディッシュ、浸漬ノズルを介して垂直曲げ型の連続铸造機で、厚み 250 mm 、幅 1600 mm の鑄片に铸造した。溶鋼成分範囲を表1に示す。铸造速度を $1.5 \text{ m} / \text{min}$ とした。鑄片は 1200 で加熱した後に通常の方法で熱間圧延を行い、さらに冷間で圧延した。

40

【0030】

【表1】

鋼成分(質量%)						
C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
0.001 ～ 0.003	0.010 ～ 0.020	0.10 ～ 0.15	0.005 ～ 0.010	0.005 ～ 0.010	0.02 ～ 0.04	0.02 ～ 0.05

【 0 0 3 1 】

鑄造に使用した連続鑄造用パウダーの成分、性質及び鑄造結果を表 2 に示す。

【 0 0 3 2 】

パウダーの粘性は 1 3 0 0 での粘性を用いた。粘度測定にあたっては、回転円筒法を用いた。測定対象パウダーを 7 0 0 にて 6 0 分間脱炭処理した試料を黒鉛坩堝に挿入し 1 4 0 0 にて 1 0 ～ 1 5 分間予備溶解した後鉄坩堝に移し、縦型管状炉（エレマ炉）に入れ、E 型粘度計のローターをスラグ中に浸漬し、1 3 0 0 で 3 0 分間安定させた後、ローターを回転させ粘性抵抗によるトルクを測定し、粘度を求めた。なお E 型粘度計は事前に標準粘度液にて較正しておく。

【 0 0 3 3 】

介在物個数については、鑄片の介在物集積帯にあたる部位（表面から 4 0 ～ 5 0 m m ）から鑄片（1 k g ）を切り出して、スライム溶解法によって鉄を溶解し、介在物を抽出した。介在物の個数測定にあたってはアルミナクラスターは無視し、球形のパウダー系介在物のみをカウントした。

【 0 0 3 4 】

介在物組成については、スライム法によって抽出した介在物を樹脂に埋め込み、S E M - E D X 法によって介在物組成の定量分析を行った。

【 0 0 3 5 】

プレス割れ成績については、製品となった 0 . 8 m m 厚の鋼板を、1 0 0 m m φ の球状のダイを用いて 3 2 m m 張り出させたときの割れ発生枚数比率を評点化し、プレス割れ評点とした。プレス割れ評点は、プレス割れ発生枚数比率 0 . 2 % 未満を、プレス割れ発生枚数比率 0 . 2 % 以上 1 % 未満を、プレス割れ発生枚数率 1 % 以上 3 % 未満を○、プレス割れ発生枚数率 3 % 以上 5 % 未満を、プレス割れ発生枚数率 5 % 以上を×とした。

【 0 0 3 6 】

【 表 2 】

10

20

30

	No.	連続製造用パウダー組成(質量%)										パウダー 粘度(poise) at1300℃	パウダー 塩基度	鑄片介在物		プレス 割れ 評点
		C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	F	MgO	ZrO ₂	B ₂ O ₃			Li ₂ O	個数 (個/kg)	
本 発 明 例	1	2.0	37	3		41	3.5	6		5		2	55	1.11	0.98	◎
	2	2.5	37	3		41	3.5	6			5		40	1.11	0.98	◎
	3	1.5	36	3		40	3.5	5		5	5	1	20	1.11	0.98	◎◎
	4	1.5	38	10		42	3.5	3	1			1	65	1.11	0.98	◎
比 較 例	5	1.5	38	7		39	3.5	3		7		1	50	1.03	0.91	◎
	6	1.5	40	3		42	4	6				2	60	1.05	0.93	○
	7	2.0	42	5		35	2	9	5				55	0.83	0.74	△
	8	1.5	40	4		38	3	6	5				66	0.95	0.84	△
	9	2.0	30	5		40	10	11				1	300	1.33	1.18	×
	10	1.5	36	4		43	4	11					180	1.19	1.06	×

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

本発明例 No. 1 ~ 3 は、パウダー中に Z r O₂ あるいは B₂ O₃ を含有させ、パウダーの塩基度を 1 . 1 以上としつつパウダーの粘度を 3 p o i s s e 以上としているものである。鑄片へのパウダー巻き込みは非常に少なく、なおかつ鑄片に巻き込まれた介在物中の C a O / A l₂ O₃ 比が 0 . 9 8 と高いので、製造した鋼板のプレス割れ成績は非常に良好であった。特に本発明例 No. 3 は、Z r O₂ と B₂ O₃ を両方含有した結果として、粘度を 4 . 6 まで上昇させることができ、パウダー巻き込みによる介在物の個数が極めて少なく、結果としてプレス割れ評点も最も良好な結果であった。

【 0 0 3 8 】

本発明例 No. 4 は、Z r O₂ や B₂ O₃ を用いずにパウダーの塩基度を 1 . 1 以上とし

つつパウダーの粘度を 3 p o i s e 以上としているものである。A l ₂ O₃ を高めにする
ことで粘度を 3 p o i s e とした。巻き込みはある程度抑制されたが、Z r O₂ や B₂ O₃
を含むものに比べて個数はやや多めである。プレス割れ評点も比較的良好であった。

【 0 0 3 9 】

本発明例 N o . 5 は、Z r O₂ を含有させ、パウダーの塩基度を 1 . 1 未満であるが 1 .
0 以上とし、パウダーの粘度を 3 p o i s e 以上としているものである。パウダーの塩基
度がやや低いので介在物組成における C a O / A l₂ O₃ 比はやや低いが、Z r O₂ を含
有させた結果として介在物の破碎性が改善されており、プレス割れ評点は良好な結果を得
ることができた。

【 0 0 4 0 】

比較例 N o . 6 は、パウダーの塩基度が 1 . 0 以上 1 . 1 未満であり、パウダーの粘度を
3 p o i s e 以上とし、Z r O₂ を含有していない。その結果、介在物組成における C a
O / A l₂ O₃ 比はやや低く、プレス割れ評点がやや劣る結果となっている。

【 0 0 4 1 】

比較例 N o . 7、8 は、粘度を 4 p o i s e とし、パウダー巻き込みの低減を図っている
が、パウダー塩基度が 1 未満であり、パウダー巻き込み起因の介在物組成における C a O
/ A l₂ O₃ 比が低く、プレス割れ評点が という結果であった。

【 0 0 4 2 】

比較例 N o . 9、10 は、パウダー塩基度は 1 . 1 以上であるが、パウダー粘度が 2 p o
i s e 以下の非常に低い粘度であり、鑄造中におけるパウダー巻き込みに起因して介在物
個数が極めて多く、その結果としてプレス割れ評点も × であって非常に悪い結果となつた
。

【 0 0 4 3 】

本実施例においては垂直曲げ型連続鑄造設備を使用した、湾曲型及び垂直型連続鑄造設
備においても同様の効果が得られる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施例では自動車用の薄鋼板用の鑄片製造にあたっての例で述べたが、本技術の
本質とするところは、パウダーの巻き込みによって生じる欠陥を防止することであり、缶
用鋼板、鋼管など他の鋼種の鑄片を製造する場合にも有効である。

【 0 0 4 5 】

【 発明の効果 】

本発明の鋼の連続鑄造用パウダーは、1 3 0 0 での粘度を 3 p o i s e 以上に確保しつ
つ塩基度を 1 . 1 ~ 1 . 2 の範囲とすることにより、鑄造中のパウダー巻き込みの低減と
、パウダー巻き込みに起因する介在物の破碎性の向上を両立させ、プレス割れの少ない良
好な品質の鋼製品を製造可能にする。

【 0 0 4 6 】

本発明の鋼の連続鑄造用パウダーはまた、Z r O₂ を含有して 1 3 0 0 での粘度を 3 p
o i s e 以上に確保しつつ塩基度を 1 . 0 ~ 1 . 2 の範囲とすることにより、同様の効果
を得ることができる。

10

20

30