

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4223262号  
(P4223262)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.

F I

**B 2 2 D 11/108 (2006.01)**

B 2 2 D 11/108 F

**B 2 2 D 11/07 (2006.01)**

B 2 2 D 11/07

**B 2 2 D 11/111 (2006.01)**

B 2 2 D 11/111

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-305708 (P2002-305708)  
 (22) 出願日 平成14年10月21日(2002.10.21)  
 (65) 公開番号 特開2004-136360 (P2004-136360A)  
 (43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)  
 審査請求日 平成16年5月11日(2004.5.11)  
 審判番号 不服2006-17975 (P2006-17975/J1)  
 審判請求日 平成18年8月17日(2006.8.17)

(73) 特許権者 000001971  
 品川白煉瓦株式会社  
 東京都千代田区九段北四丁目1番7号  
 (74) 代理人 100110423  
 弁理士 曾我 道治  
 (74) 代理人 100084010  
 弁理士 古川 秀利  
 (74) 代理人 100094695  
 弁理士 鈴木 憲七  
 (74) 代理人 100111648  
 弁理士 梶並 順  
 (74) 代理人 100122437  
 弁理士 大宅 一宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼の連続铸造用モールドパウダー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋼の連続铸造用モールドパウダーにおいて、ポルトランドセメント及びオラストナイトを合計量で35～70質量%、ホタル石を15～40質量%、 $\text{SiO}_2$ 原料を10質量%以下(ゼロを含む)、熱間膨張原料を0.1～4質量%、フラックスを15質量%以下(ゼロを含まず)及びカーボンを1～10質量%より構成され、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 質量比が1.82～4.0の範囲内にあり、 $\text{CaO}/\text{F}$ 質量比が1.91～5.53の範囲内にあり、JIS R 8101に示されたゼーゲルコーンをJIS R 2204に示す方法で試験用受台に設置し、5 /分で昇温した時の軟化着地温度と軟化開始温度の差が80以下であり、且つ高周波誘導炉で $\text{MgO}-\text{C}$ 系耐火物ルツボ中で銑鉄を溶解し偏心させながら、鋼の連続铸造用モールドパウダー300gを溶銑上に投入して完全に滓化溶解するまでの時間が3分以下であることを特徴とする鋼の連続铸造用モールドパウダー。

【請求項2】

融点が1100以上、結晶化温度が1100以上である、請求項1記載の鋼の連続铸造用モールドパウダー。

【請求項3】

請求項1または2記載の鋼の連続铸造用モールドパウダーを铸造速度0.8m/分以上で使用しながら铸造することを特徴とする鋼の連続铸造法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、鋼の連続鑄造用モールドパウダーに関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

鋼の連続鑄造には、モールド内に鋼の連続鑄造用モールドパウダーが添加され、(1)溶鋼の保温及び酸化防止、(2)溶鋼中の介在物の吸収、(3)凝固シェルの潤滑性の確保、(4)抜熱の調整をすることによって、モールド内メニスカスでの凝固シェルの均一に生成して表面割れを防止することと、モールドと凝固シェルの焼き付きを防止することである。

## 【0003】

鋼の連続鑄造用モールドパウダーには $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 等の酸化物を母材にして溶融調整剤として $\text{MgO}$ や $\text{Na}_2\text{O}$ 等のアルカリ、アルカリ土類金属酸化物が添加されている。溶融速度調整を目的に、炭素質原料、例えば、カーボンブラック、コークス粉、黒鉛等が添加されており、鋼の連続鑄造用モールドパウダーの形状には、粉末と顆粒がある。

## 【0004】

一般的な鋼の連続鑄造用モールドパウダーの化学成分は、 $\text{SiO}_2$ ：20～45質量%、 $\text{CaO}$ ：20～45質量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ：0.5～10質量%、 $\text{MgO}$ ：1～20質量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ ：1～20質量%、 $\text{F}$ ：2～15質量%、 $\text{C}$ ：10質量%以下で構成され、必要に応じて $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{MnO}$ 等の金属酸化物が添加されている。

## 【0005】

また、物性値としては、1300 での粘度が0.1～10ポイズ、軟化点が800～1200 の範囲内にある鋼の連続鑄造用モールドパウダーが使用されている。

## 【0006】

近年、特に鋼の品質に対する要求が一段と厳しくなっている。例えば、鋼中のカーボン量が0.08～0.18質量%の中炭素鋼では、鑄片表面割れが発生し易く、表面割れを防止するために種々鑄造技術及び鋼の連続鑄造用モールドパウダーの改良がなされているが、品質規格の厳格化に対応できておらず、新しい鋼の連続鑄造用モールドパウダーの開発が求められている。

## 【0007】

例えば、特許文献1では、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び $\text{SiO}_2$ を主成分とする鋼の連続鑄造鑄型添加剤であって、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ が1.1～1.8で、 $\text{CaO}/\text{F}$ が9～40であることを特徴とする鋼の連続鑄造用鑄型添加剤が開示されている。

## 【0008】

また、特許文献2には、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ が0.6～1.8の範囲内であり、2～10wt.%(質量%)のフッ素、および、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含有するケイ酸カルシウムの製造用原料と、アルカリ金属・アルカリ土類金属の炭酸塩とを、1200～1700 の範囲内で溶融し、炭酸ガスを分解除去した後、急冷し水砕しそして粉碎することによって調製されたモールドパウダー主原料が70～95wt.%(質量%)の割合で配合され、そして、炭素分以外の原料中から混入する炭酸等のイグニッションロスの量が7wt.%(質量%)以下に限定されていることを特徴とする鋼の連続鑄造用モールドパウダーが開示されている。

## 【0009】

更に、特許文献3には、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ およびフッ素化合物を基本成分として、下記(X)式で表される $\text{CaO}'/\text{SiO}_2$ が0.9～2.8であり、下記(Y)式で表される $\text{CaF}_2$ 含有率が、下記条件(A)または条件(B)のいずれかを満足し、さらに $\text{Na}_2\text{O}$ を0～25重量%(質量%)、 $\text{C}$ を0～10重量%(質量%)含有することを特徴する鋼の連続鑄造用モールドパウダーが開示されている：

(A) $\text{CaO}'/\text{SiO}_2$ が0.9以上、1.9以下のとき $\text{CaF}_2$ 含有率が15～60重量%(質量%)

10

20

30

40

50

(B)  $\text{CaO}' / \text{SiO}_2$  が 1.9 を超えて 2.8 のとき  $\text{CaF}_2$  含有率が 5 ~ 60 重量 % (質量 %)

ここで、 $\text{CaO}' = \text{T} \cdot \text{CaO} - \text{F} \times (56 / 38) \cdots (X)$

$\text{CaF}_2 = \text{F} \times (78 / 38) \cdots (Y)$

T・CaO：パウダ中の全 CaO 含有率の CaO 換算量 [重量 % (質量 %)] F：パウダ中の全 F 含有率 [重量 % (質量 %)]

【0010】

また、特許文献 4 には、中炭素鋼の連続鋳造に用いられる連続鋳造用モールドパウダーであって、塩基度 ( $\text{CaO}^* / \text{SiO}_2$ ) が 1.6 ~ 2.5 の範囲内にあり、周期律表 I A 族に属する元素の酸化物を 2 種類以上、以下の (1) 式の範囲内で含有し、かつ F を 5 ~ 15 重量 % (質量 %) の範囲で含有し、鋳型側に固着した際にその固着層が周期律表 I A 族に属する元素の酸化物を含む結晶を有することを特徴とする連続鋳造用モールドパウダーが開示されている：

$0.13 < (\text{I A 族酸化物の合計のモル数}) / (\text{Ca のモル数}) < 0.6 \cdots (1)$  ただし、塩基度の  $\text{CaO}^*$  はパウダー中の Ca のモル数から CaO に換算した値である。

【0011】

更に、特許文献 5 には、CaO、 $\text{SiO}_2$  およびフッ素化合物を基本成分とし、0 ~ 10 質量 % の  $\text{ZrO}_2$  を含み、かつ、下記 (a)、(b) および (c) 式を満足することを特徴とする連続鋳造用モールドパウダーが開示されている：

$0.9 \leq f(1) \leq 1.9 \cdots (a)$

$0 \leq f(2) \leq 0.4 \cdots (b)$

$0.05 \leq f(3) \leq 0.25 \cdots (c)$

$f(1) = (\text{CaO})_h / (\text{SiO}_2)_h \cdots (イ)$

$f(2) = (\text{CaF}_2)_h / ((\text{CaO})_h + (\text{SiO}_2)_h + (\text{CaF}_2)_h) \cdots (ロ)$

$f(3) = (\text{アルカリ金属の弗化物})_h / ((\text{CaO})_h + (\text{SiO}_2)_h + (\text{アルカリ金属の弗化物})_h) \cdots (ハ)$

$(\text{CaO})_h = (W_{\text{CaO}} - (\text{CaF}_2)_h \times 0.718) \cdots (A)$

$(\text{SiO}_2)_h = W_{\text{SiO}_2} \cdots (B)$

$(\text{CaF}_2)_h = (W_F - W_{\text{Li}_2\text{O}} \times 1.27 - W_{\text{Na}_2\text{O}} \times 0.613 - W_{\text{K}_2\text{O}} \times 0.403) \times 2.05 \cdots (C)$

$(\text{アルカリ金属の弗化物})_h = W_{\text{Li}_2\text{O}} \times 1.74 + W_{\text{Na}_2\text{O}} \times 1.35 + W_{\text{K}_2\text{O}} \times 1.23 \cdots (D)$

ここで、 $W_{\text{CaO}}$ 、 $W_{\text{SiO}_2}$ 、 $W_F$ 、 $W_{\text{Li}_2\text{O}}$ 、 $W_{\text{Na}_2\text{O}}$  および  $W_{\text{K}_2\text{O}}$ ：モールドパウダー中の CaO、 $\text{SiO}_2$ 、F、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  および  $\text{K}_2\text{O}$  の含有率 (質量 %)。

【0012】

また、特許文献 6 には、パウダー中の炭酸塩濃度が  $\text{CO}_2$  濃度に換算して 4 ~ 15 mass % であって、1573 K における粘度が  $0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  未満、融点が 1273 K 以上であり、下記の質量濃度比が 0.9 ~ 1.3 であることを特徴とする鋼の連続鋳造用モールドパウダーが開示されている：

質量濃度比 =  $(\text{CaO} + \text{CaF}_2 \times 0.718) / \text{SiO}_2$

【0013】

更に、特許文献 7 には、CaO、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  およびフッ素化合物を基本成分とし、下記 (A) 式で表される  $(\text{CaO})_h$  含有率 [重量 % (質量 %)] と  $\text{SiO}_2$  含有率 [重量 % (質量 %)] との比  $(\text{CaO})_h / \text{SiO}_2$  が 0.9 ~ 1.9 であり、下記 (B) 式で表される  $\text{CaF}_2$  を 5 ~ 60 重量 % (質量 %) 含み、かつ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を 3 ~ 40 重量 % (質量 %)、 $\text{Na}_2\text{O}$  を 0 ~ 10 重量 % (質量 %)、 $\text{MgO}$  を 0 ~ 15 重量 % (質量 %) 含有し、1300 における粘度が  $1.5 \text{ poise}$  以上であることを特徴とする鋼の連続鋳造用モールドパウダーが開示されている：

$$(CaO)_h = T \cdot CaO - F \times (56/38) \cdots (A)$$

$$CaF_2 = F \times (78/38) \cdots (B)$$

ここで、 $T \cdot CaO$  : パウダ中の全  $Ca$  含有率の  $CaO$  換算量 [重量% (質量%)]

$F$  : パウダ中の全  $F$  含有率 [重量% (質量%)]

【0014】

また、特許文献 8 には、 $CaO$ 、 $SiO_2$  およびフッ素化合物を基本成分とし、下記 (A) 式で表される  $(CaO)_h$  [重量% (質量%)] と、 $SiO_2$  含有率 [重量% (質量%)] との比  $(CaO)_h / SiO_2$  が、 $0.9 \sim 1.9$  であり、さらに下記 (B) 式で表される  $CaF_2$  を  $15 \sim 60$  [重量% (質量%)] 含み、かつ  $Na_2O$  を  $0 \sim 15$  [重量% (質量%)]、 $MgO$  を  $1 \sim 20$  [重量% (質量%)] 含有することを特徴とする鋼の連続鑄造用モールドパウダが開示されている；

$$(CaO)_h = T \cdot CaO - F \times (56/38) \cdots (A)$$

$$CaF_2 = F \times (78/38) \cdots (B)$$

$T \cdot CaO$  : パウダ中の全  $Ca$  含有率の  $CaO$  換算量 [重量% (質量%)]

$F$  : パウダ中の全  $F$  含有率 [重量% (質量%)]

【0015】

更に、特許文献 9 には、 $CaO$ 、 $SiO_2$  およびフッ素化合物を基本成分とするモールドパウダであって、 $T \cdot CaO$  の  $SiO_2$  に対する質量%の比  $T \cdot CaO / SiO_2$  が  $1.3 \sim 2.5$  であり、 $F$  を  $4 \sim 20$  質量%およびアルカリ金属の酸化物を合計で  $4 \sim 12$  質量%含有し、アルカリ金属の酸化物の合計の質量%に対する  $F$  の質量%の比が  $0.6 \sim 2.5$  であり、 $1300$  における粘度が  $2 \text{ poise}$  以下、凝固点が  $1180$  以上であることを特徴とする連続鑄造用モールドパウダか (請求項 1) ; 及び  $Ar$  雰囲気下において  $1400$  で熔融させた後、 $1 \sim 50$  / 分の速度で室温まで冷却した場合、凝固組織中に最も多く析出する結晶が  $3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot CaF_2$  の組成であることを特徴とする請求項 1 に記載の連続鑄造用モールドパウダ (請求項 2) が開示されている。

【0016】

上述のような鋼の連続鑄造用モールドパウダーは、カスピダイン ( $3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot CaF_2$ ) を初めとする結晶の生成量を高める技術であり、化学組成を調整するだけでは、安定操業と鑄片品質を両立するには困難である。即ち、適切な原料を組み合わせることで、良好な溶融性状を指向することが重要である。しかも、従来技術に開示されている化学成分で、その性能を発揮させるには、保温材は溶融するまでの特性、即ち、溶融特性が良好でなければ、結局、溶融スラグ層の化学成分が不均一になり、鑄片品質の向上や安定操業は達成されず、溶融特性の向上には原料の配合技術が極めて重要である。

【0017】

また、セメントとオラステナイトを使用した鋼の連続鑄造用モールドパウダーについては、特許文献 10 に、高温の鉍物化反応を経て水和反応が封じられた生成物である加熱処理合成物、ないしはこれと人工、または天然産鉍物類との混合物よりなり、 $CaO$   $39 \sim 46$  重量% (質量%)、 $SiO_2$   $45 \sim 56$  重量% (質量%) および  $Al_2O_3$   $4 \sim 15$  重量% (質量%) を主要成分として含有する組成のスラグ基材を  $70 \sim 90$  重量% (質量%) と、軟化点調整剤を  $3 \sim 15$  重量% (質量%) と、粘度調整材を  $2 \sim 10$  重量% (質量%) および溶解速度調整材を  $5$  重量% (質量%) 以下との配合物の造粒成形顆粒から成り、全組成中の  $CaO / SiO_2$  の値が  $0.87 \pm 0.2$  で、かつ  $Al_2O_3$  含有量が  $2.8 \sim 13.5$  重量% (質量%) であり、しかも上記加熱処理合成物が全組成中に  $50 \sim 90$  重量% (質量%) を占めることを特徴とする鋼の鑄造用顆粒状フラックスが開示されている。しかしながら、 $CaO / SiO_2$  の値が  $1.07$  を超えると、フラックス (鋼の連続鑄造用モールドパウダー) の軟化点が急激に高くなるとしている。

【0018】

更に、特許文献 11 には、(a) トライ・カルシウム・アルミネートが低含有量のセメント・クリンカーおよびウオラストナイトのうちの 1 種または 2 種の混合物  $\cdots 45 \sim$

10

20

30

40

50

70重量%（質量%）（b）シリカ・・・10～30重量%（質量%）（c）カーボン・・・2～8重量%（質量%）（d）フラックスとしてアルカリ金属の炭酸塩、硫酸塩、弗化物などの塩類のうちの1種または2種以上・・・10～25重量%（質量%）、上記（a）～（d）を含有することを特徴とする連続鑄造アルミキルド鋼用鑄型添加剤が開示されている。この連続鑄造アルミキルド鋼用鑄型添加剤は、 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ を0.8～1.2の範囲となるように適宜組み合わせることによって熔融特性及びアルミナ吸収能の効果を上げるとしているが、該公報では $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ が1.07または1.2以下と低いために、結晶化特性を向上させることが困難である。また、シリカ原料が10質量%以上であると、連続鑄造アルミキルド鋼用鑄型添加剤のかさ比重が低くなり、熔融制御が困難であり、またモールド上での飛散、発塵が多くなるために好ましくない。更に、粘性や融点を調整するフラックス、アルカリ金属の炭酸塩、硫酸塩、弗化物などの塩類のうち1種または2種以上を15～25質量%使用しており、まだ満足する熔融性状を確保することができない。

10

【0019】

【特許文献1】

特開平5-269560号公報 特許請求の範囲

【特許文献2】

特許第3119999号公報 特許請求の範囲

【特許文献3】

特開平11-320058号公報 特許請求の範囲

20

【特許文献4】

特許第3179358号公報 特許請求の範囲

【特許文献5】

特開2001-179408号公報 特許請求の範囲

【特許文献6】

特許第2671644号公報 特許請求の範囲

【特許文献7】

特開2000-218348号公報 特許請求の範囲

【特許文献8】

特開2000-158105号公報 特許請求の範囲

30

【特許文献9】

特開2002-239693号公報 特許請求の範囲

【特許文献10】

特公昭56-17403号公報 特許請求の範囲

【特許文献11】

特開昭50-61327号公報 特許請求の範囲

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

上述に記載した従来の技術における鋼の連続鑄造用モールドパウダー（鑄型添加剤）は、鋼の連続鑄造用モールドパウダーの結晶化特性を考慮したものである。鋼の連続鑄造用モールドパウダーは、溶鋼表面に添加され、溶鋼からの熱を受けて熔融し熔融スラグ層を形成した後、モールドと凝固シェル間に流入し、モールドによって冷却され、結晶が晶出する。即ち、実際には、鋼の連続鑄造用モールドパウダーが結晶化する前に、熔融する過程を経過しなければならず、いくら結晶化を考慮しても熔融する過程で均一な熔融をしなければ均一成分から構成されず均一な熔融スラグ層が形成されない。従って、熔融層の成分が不均一であれば、自ずから結晶化特性が変化、変動してしまい、その結果、抜熱特性が変動してしまい鑄片品質を劣化してしまう。上述の開示されている技術は結晶化を考慮したものであり、従来の技術だけではその熔融特性を制御することが困難であり、鑄片品質を向上させるには不十分で、熔融特性の優れた鋼の連続鑄造用モールドパウダーが必要である。

40

50

## 【 0 0 2 1 】

特に、従来技術の高塩基度、高結晶化温度の特性を有した鋼の連続鑄造用モールドパウダーでは、溶鋼表面に添加した時に、焼結が発生し、鋼の連続鑄造用モールドパウダーがごわついた状態となり、スムーズに熔融せず、熔融層厚みが薄くなり、モールド内で熔融層がばらつく現象が発生し、ブレークアウトや熔融スラグの不均一流入によって鑄片品質が逆に悪くなる欠点を有していた。また、従来技術の高塩基度、高結晶化温度の特性を有する鋼の連続鑄造用モールドパウダーでは、スラグベアーが生成しやすく、安定操業と鑄片品質の向上の双方を満足できず、安定した熔融特性を有することが重要である。

## 【 0 0 2 2 】

一方、従来技術では、塩基度 ( $\text{CaO} / \text{SiO}_2$  質量比) 1.8 以上の高塩基度組成に鋼の連続鑄造用モールドパウダーを設計する場合、使用できる主原料は、塩基度 3 前後のポルトランドセメントか、高塩基度合成ケイ酸カルシウム及び石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ )、またはリンスラグに限られる。現在既存の合成ケイ酸カルシウムはその塩基度は 1.5 前後が製造上の理由から上限である。従って、塩基度 1.8 以上の鋼の連続鑄造用モールドパウダーを設計する場合、粉体特性を調整する  $\text{SiO}_2$  系原料の添加量を少なくせざるを得ないか、または全く使用しない配合となり、熔融特性が著しく悪化し、且つかさ比重も大きくなるために安定した熔融特性が得られない。また、かさ比重の高くなることでモールド内での粉体流動性も低下して焼結が進行しやすくなる。リンスラグも塩基度が約 1.3 程度であり、塩基度 1.8 以上の鋼の連続鑄造用モールドパウダーを設計する際、合成ケイ酸カルシウムと同様な欠点を有している。

## 【 0 0 2 3 】

また、石灰石を配合することにより塩基度 1.8 以上の鋼の連続鑄造用モールドパウダーを設計することは可能であるが、石灰石の熱分解時の吸熱反応とその時多量に発生する  $\text{CO}_2$  ガスによる発塵によって、鋼の連続鑄造用モールドパウダーの効果を低下さ、作業環境を悪化するため、主原料として石灰石を配合することは困難である。

## 【 0 0 2 4 】

更に、従来技術品では、化学成分上、JIS R 8101 に示されるゼーゲルコーンを JIS R 2204 に示す方法で試験用受台に設置し、5 / 分で昇温した時の軟化着地温度と軟化開始温度の差が 80 を超える広範なために熔融時に固液共存領域が発生するために、その過程で結晶化され焼結を引き起こし、熔融性状が悪くなる等の欠点があった。

## 【 0 0 2 5 】

一方、ポルトランドセメントを主原料にすると、ポルトランドセメントの高融点と、鋼の連続鑄造用モールドパウダーの粘性調整に使用するフラックス原料、例えば  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaF}$ 、氷晶石、 $\text{Li}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{MgO}$  などとの融点のギャップが大きくなり安定した熔融特性が得られず、熔融不良、スラグベアーの生成が大きく、十分な結晶化特性が得られない。

## 【 0 0 2 6 】

従って、本発明の目的は、上記事情を考慮して更なる鑄片品質を向上させるために、塩基度 1.8 以上の極めて高い領域でも安定且つスムーズに熔融し、更に鑄片品質を向上する鋼の連続鑄造用モールドパウダーを提供することにある。

## 【 0 0 2 7 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

即ち、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーは、ポルトランドセメント及びオラストナイトを合計量で 35 ~ 70 質量%、ホタル石を 15 ~ 40 質量%、 $\text{SiO}_2$  原料を 10 質量%以下 (ゼロを含む)、熱間膨張原料を 0.1 ~ 4 質量%、フラックスを 15 質量%以下 (ゼロを含まず) 及びカーボンを 1 ~ 10 質量%より構成され、 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$  質量比が 1.8 ~ 4.0 の範囲内にあり、 $\text{CaO} / \text{F}$  質量比が 1.91 ~ 5.53 の範囲内にあり、JIS R 8101 に示されたゼーゲルコーンを JIS R 2204 に示す方法で試験用受台に設置し、5 / 分で昇温した時の軟化着地温度と軟化開始温度の差が

80 以下であり、且つ高周波誘導炉でMgO-C系耐火物ルツボ中で銑鉄を溶解し偏心させながら、鋼の連続鑄造用モールドパウダー300gを溶銑上に投入して完全に滓化溶解するまでの時間が3分以下であることを特徴とする。

【0028】

更に、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーは、融点が1100 以上、結晶化温度が1100 以上であることを特徴とする。

【0029】

更に、本発明の鋼の連続鑄造方法は、上記鋼の連続鑄造用モールドパウダーを鑄造速度0.8m/分以上で使用しながら鑄造することを特徴とする。

【0030】

10

【発明の実施の形態】

本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーは、JIS R8101に示されるゼーゲルコーンをJIS R2204に示す方法で試験用受台に設置し、5 /分で昇温した時の軟化着地温度と軟化開始温度の差が80 以下であり、且つCaO/SiO<sub>2</sub>質量比(塩基度)が1.8以上であることを特徴とするものである。ここで、JIS R8101に示されるゼーゲルコーンをJIS R2204に示す方法で試験用受台に設置し、5 /分で昇温した時の軟化着地温度と軟化開始温度の差が80 を超えると、固液共存層が広く発生し溶融不良が引き起こり好ましくない。なお、軟化着地温度と軟化開始温度の差は、75 以下にあることが更に好ましい。

【0031】

20

また、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーにおいて、CaO/SiO<sub>2</sub>質量比が1.82未満であると、高結晶化特性が得られないために好ましくない。なお、CaO/SiO<sub>2</sub>質量比は、1.82~4.0の範囲内にあることが更に好ましい。

【0032】

次に、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーを配合するに際して、原料として、高塩基度(3前後)であるポルトランドセメントと、低塩基度(0.9前後)であるオラストナイトを組み合わせて設計することが好ましい。これは、両原料が共に結晶質原料であることと、両原料の融点が共に1300 以上の高融点であるために、溶融時に溶融ギャップが減少するために、塩基度1.8以上でも、JIS R2204における軟化着地温度と軟化開始温度の差が80 以下で、スラグベアーが生成せず、且つ焼結せずにスムーズに溶融する極めて溶融特性に優れる鋼の連続鑄造用モールドパウダーを提供することができるためである。

30

【0033】

ここで、ポルトランドセメントとオラストナイトを併用する場合、ポルトランドセメントとオラストナイトの合計量は、鋼の連続鑄造用モールドパウダーの35質量%以上が好ましく、より好ましくは35~70質量%の範囲内である。なお、ポルトランドセメントとオラストナイトの合計量が70質量%を超えると鋼の連続鑄造用モールドパウダーの溶融性状が悪くなることがあるために好ましくない。また、ポルトランドセメントとオラストナイトの合計量が35質量%未満となると、他の原料の影響を強く受けるために、安定した溶融性状が得難くなるために好ましくない。

40

【0034】

また、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーにおいては、ホタル石を15質量%以上の量で含有させることで、前記ポルトランドセメント及びオラストナイトを併用する場合よりも更に鋼の連続鑄造用モールドパウダーの溶融がスムーズになるために好ましい。なお、ホタル石の配合量は、15質量%以上が好ましく、より好ましくは15~40質量%の範囲内である。ホタル石の配合量が、15質量%未満では、その添加効果が発現しないために好ましくなく、また、40質量%を超えると、ポルトランドセメントとオラストナイトによる溶融の安定化効果が得られなくなり、焼結も助長するために好ましくない。

【0035】

次に、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーにおいては、SiO<sub>2</sub>原料を10質量

50

%以下の量で配合することが好ましい。ポルトランドセメント及びオラストナイトを併用し、更に、 $\text{SiO}_2$ 原料を使用することで、従来の高塩基度モールドパウダーより低かさ比重になり、溶鋼表面で鋼の連続鑄造用モールドパウダーに流動性が発現し、熔融性状がさらに向上する。 $\text{SiO}_2$ 原料には、ケイ藻土、フライアッシュ、ケイ石等のような慣用・公知のシリカ系原料のいずれをも使用することができ、シリカ系原料は結晶質であっても、非晶質のものであっても良く、結晶質の場合、その結晶鉱物はクォーツ、クリストバライト等であることができる。 $\text{SiO}_2$ 原料の添加量は10質量%以下が好ましく、より好ましくは0.5~10質量%の範囲内である。 $\text{SiO}_2$ 質原料が、10質量%を超えると、かさ比重が小さくなりすぎ発塵が発生したり、カーボンの赤熱等が発生し好ましくない。

10

#### 【0036】

なお、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーにおいて、かさ比重は1.0以下が好ましく、より好ましくは0.95~0.5の範囲内である。かさ比重が、0.5未満となると、発塵が多くなり、作業環境が悪化することがあるために好ましくない。また、かさ比重が1.0を超えると、モールド内でのパウダー流動が悪くなるために好ましくない。

#### 【0037】

本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーにおいて、カーボン量は1~10質量%が好ましく、より好ましくは2~10質量%である。更に、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーには、その他の原料由来の不可避微量カーボンも存在するために、トータルカーボン量は、2.5質量%以上が好ましく、より好ましくは3.0質量%以上であり、更に

20

#### 【0038】

また、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーには、フラックス原料を使用することが好適である。フラックス原料としては、例えばフッ化ソーダ、氷晶石、ソーダ灰、炭酸リチウム、炭酸マンガンを、酸化マンガンを使用することができるが、フラックス原料の合計量は15質量%以下（ゼロを含まず）、より好ましくは1~14質量%の範囲内である。フラックス原料の合計量が15質量%を超えると鋼の連続鑄造用モールドパウダーの融点を1100 以上に設定することができないために好ましくない。

#### 【0039】

更に、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーには、熱間膨張原料を配合する。熱間膨張原料を配合すると、鋼の連続鑄造用モールドパウダーの焼結抑制効果を高くすることができる。熱間膨張原料としては、受熱時の結晶相変態に伴って膨張する材質を利用することができ、例えばケイ石、スポジューメン等を例示することができる。また、シリカ質原料を発泡させた、所謂、パルーン形状の合成原料は、加熱時に内部が膨張し、その結果、原料自体も膨張する特殊原料を熱間膨張原料として使用することもできる。更に、熱間膨張力を有するカーボン、所謂、熱膨張性黒鉛を使用することもできる。なお、熱間膨張原料の配合量は、熱間膨張効果を発現させるために、0.1質量%以上配合することが好ましく、より好ましくは0.2~4質量%の範囲内である。ここで、熱間膨張原料の配合量が、4質量%を超えると、カーボン原料の赤熱が発生するために好ましくない。また、熱間膨張原料として熱膨張性黒鉛を配合する場合、その配合量が4質量%を超えると、発塵が発生することがあるために好ましくない。なお、上記熱間膨張原料のうち、シリカ質のものは、上記の $\text{SiO}_2$ 原料の一部または全部として、熱膨張性黒鉛は、上記のカーボン原料の一部または全部として使用することができる。

30

40

#### 【0040】

なお、本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーの融点は1100 以上で、結晶化温度は1100 以上が好ましく、好ましくは融点が1100~1250、結晶化温度は1100~1250 である。この範囲を外れると溶融が不安定となり、高塩基度のポルトランドセメント及び低塩基度のオラストナイトを併用して塩基度を1.8以上としても良好な熔融性状が得られないことがあるために好ましくない。

50



## 【 0 0 4 1 】

また、本発明の鋼の連続铸造用モールドパウダーにおいて、高周波誘導炉装置で、MgO-C系ルツボを使用して銑鉄を溶解して、1500～1550 の間で温度を安定化させた後、炉体を10～30rpmで偏心させて湯面変動を付与した条件で鋼の連続铸造用モールドパウダーを300g投入した後の鋼の連続铸造用保温材の完全に滓化溶解するために要する時間は3分以内であることが好ましく、更に好ましくは0.8～2.9分の範囲内である。完全に滓化溶解するために要する時間が3分を超えると、実際の溶鋼表面で、溶解不良を起すことがあるために好ましくない。

## 【 0 0 4 2 】

なお、本発明の鋼の連続铸造用モールドパウダーは、その形状に限定されるものではなく、例えば、粉末タイプや押し出し顆粒、中空スプレー顆粒、攪拌造粒顆粒、押し出し顆粒などの形状を目的に応じて適宜選択して使用することができる。

10

## 【 0 0 4 3 】

また、本発明の鋼の連続铸造用モールドパウダーは、铸造速度0.8m/分以上、好ましくは1.0m/分以上、更に好ましくは1.2m/分以上で使用する事が好ましい。铸造速度が0.8m/分未満となると、モールド内メニスカス温度が低く、安定した溶解が確保され難いために好ましくない。

## 【 0 0 4 4 】

## 【 実施例 】

以下に実施例を挙げて本発明の鋼の連続铸造用モールドパウダーを更に説明する。

20

## 実施例

以下の表1及び2に記載する原料の配合割合にて本発明品及び比較品の鋼の連続铸造用モールドパウダーを製造した。

## 【 0 0 4 5 】

## 【 表 1 】

表1

		本発明品				
		1	2	3	4	5
配合割合 (質量%)	合成ケイ酸カルシウム					
	ポルトランドセメント	39	41	44	50	45
	オーステナイト	20	15	20	15	20
	石灰石					
	SiO <sub>2</sub> 系原料	9	4	1	1	2.5
	SiO <sub>2</sub> バルーン(膨張性原料)				3	2.5
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>				1	
	フッ化ソーダ+氷晶石	3	3	5	6	3
	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4	6	5	4.2	5
	ホタル石	20	26	20	15	20
	カーボン原料	4.7	4	3.1	4.8	2
	熱膨張性黒鉛	0.3	1	1.9	0	0
		100	100	100	100	100
組成 (質量%)	SiO <sub>2</sub>	25.2	20.3	22.1	21.5	25.0
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.5	2.0	4.1	4.5	3.8
	CaO	51.8	55.1	50.7	52.6	51.8
	MgO	0.8	0.5	1.0	1.2	0.8
	Na <sub>2</sub> O	1.0	1.0	1.5	3.0	0.9
	Li <sub>2</sub> O	2.0	3.8	4.1	2.2	4.0
	F	10.5	12.0	11.2	9.5	11.2
	T.C	5.2	5.3	5.3	5.5	2.5
		100	100	100	100	100
	CaO/SiO <sub>2</sub> 質量比	2.06	2.71	2.29	2.45	2.07
	CaO/F 質量比	4.93	4.59	4.53	5.53	4.63
形 状		粉末	顆粒1	粉末	粉末	顆粒2
特性値	軟化着地開始温度差(°C)	5	20	10	30	25
	融点	1170	1190	1145	1200	1135
	結晶化温度(°C)	1210	1235	1190	1210	1120
	かさ比重	0.8	0.85	2.5	0.62	0.85
	高周波誘導炉で溶化時間(分)	2	3	2.5	2.5	1
	鑄造速度(m/分)	1.4	3.0	1.6	1.2	1.8
使用結果	焼結性	○	○	○	○	○
	溶融性状	○	○	○	○	○
	スラグベアー	○	○	○	○	○
	発塵状況	○	○	○	○	○
	鑄片品質	○	○	○	○	○

【 0 0 4 6 】

【 表 2 】

表1の続き

		本発明品			
		6	7	8	9
配合割合 (質量%)	合成ケイ酸カルシウム				
	ポルトランドセメント	23	28	40	46.5
	オラステナイト	20	19	25	10
	石灰石				
	SiO <sub>2</sub> 系原料	4	0	6	3
	SiO <sub>2</sub> バブルーン(膨張性原料)	1	0		0.5
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		2		
	フッ化ソーダ+氷晶石	5	6	4	2
	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	6	4	4
	ホタル石	40	25	18	30
	カーボン原料	4	3	2	2
	熱膨張性黒鉛	3	1	1	2
		100	100	100	100
組成 (質量%)	SiO <sub>2</sub>	19.9	23.5	26.5	16.5
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5	3.1	4.0	2.9
	CaO	42.0	46.3	48.3	55.0
	MgO	0.7	0.9	1.0	1.0
	Na <sub>2</sub> O	1.3	3.6	2.1	1.9
	Li <sub>2</sub> O	3.8	4.7	2.8	2.8
	F	22.0	13.5	12.1	15.1
	T.C	7.8	4.4	3.2	4.8
		100	100	100	100
	CaO/SiO <sub>2</sub> 質量比	2.11	1.97	1.82	3.33
	CaO/F 質量比	1.91	3.43	3.99	3.64
形 状		粉末	粉末	顆粒3	粉末
特性値	軟化着地開始温度差(°C)	50	75	15	50
	融点	1120	1145	1105	1250
	結晶化温度(°C)	1245	1190	1100	1250
	かさ比重	0.95	0.95	0.53	0.85
	高周波誘導炉で滓化時間(分)	2.8	2.9	2.2	3
	鑄造速度(m/分)	2.5	0.8	2.6	2.0
使用結果	焼結性	○	△	○	○
	溶融性状	○	○	○	○
	スラグベアー	○	△	○	○
	発塵状況	○	○	○	○
	鑄片品質	○	○	○	○

【 0 0 4 7 】

【 表 3 】

表2

		比較品					
		1	2	3	4	5	6
配合割合 (質量%)	合成ケイ酸カルシウム						
	ポルトランドセメント	35	40	35	42	61	35
	オラストナイト	20	20	19	22.1		7
	石灰石						
	SiO <sub>2</sub> 系原料	5	5	13	8	9	2
	SiO <sub>2</sub> バルーン(膨張性原料)						
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2				2.4	
	フッ化ソーダ+氷晶石	10	3	4	3	4.8	2
	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	6	4	5	4	3.5	7
	ホタル石	18	18	19	20	15	40
	カーボン原料	2	5	3	0.5	2	3
	熱膨張性黒鉛	2	5	2	0.4	2.3	4
		100	100	100	100	100	100
組成 (質量%)	SiO <sub>2</sub>	25.1	22.4	26.9	28.3	26.3	16.3
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.0	3.3	4.1	3.5	4.5	1.9
	CaO	47.7	44.5	47.2	52.0	48.7	48.9
	MgO	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.4
	Na <sub>2</sub> O	3.2	2.6	1.5	1.0	3.5	0.7
	Li <sub>2</sub> O	4.7	3.1	4.2	2.0	2.2	4.3
	F	9.9	12.0	9.5	11.2	9.6	20.1
	T.C	4.5	11.3	5.6	1.2	4.3	7.4
		100	100	100	100	100	100
	CaO/SiO <sub>2</sub> 質量比	1.90	1.99	1.75	1.84	1.85	3.00
	CaO/F 質量比	4.82	3.71	4.97	4.64	5.07	2.43
形 状		粉末	粉末	粉末	粉末	顆粒3	粉末
特性値	軟化着地開始温度差(°C)	100	25	90	5	115	75
	融点	1080	1200	1195	1170	1200	1270
	結晶化温度(°C)	1090	1200	1215	1210	1235	1265
	かさ比重	0.82	0.85	0.55	0.8	0.91	0.85
	高周波誘導炉で滓化時間(分)	2.5	3.8	2	2	2.5	3.8
	鑄造速度(m/分)	1.6	1.2	1.4	1.9	2.0	2.5
使用結果	焼結性	×	○	○	×	×	○
	熔融性状	×	×	△	×	×	×
	スラグベアー	×	△	○	×	×	△
	発塵状況	○	△	×	×	○	△
	鑄片品質	△	○	×	×	×	○

【 0 0 4 8 】

【 表 4 】

表2の続き

		比較品			
		7	8	9	10
配合割合 (質量%)	合成ケイ酸カルシウム	69			
	ポルトランドセメント		40	55	
	オラストナイト		19.9	16.5	
	石灰石				44
	SiO <sub>2</sub> 系原料	2.5	8	4	19
	SiO <sub>2</sub> バルーン(膨張性原料)				
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.5			
	フッ化ソーダ+氷晶石	3	3	2.5	8
	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5	4	3	5
	ホタル石	15	20	13	18
	カーボン原料	1.5	5.1	3	3
	熱膨張性黒鉛	2.5	0	3	3
		100	100	100	100
組成 (質量%)	SiO <sub>2</sub>	25.5	25.1	27.4	21.8
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5	3.5	2.9	4.3
	CaO	46.5	51.9	49.9	43.8
	MgO	0.5	0.8	0.6	0.7
	Na <sub>2</sub> O	4.3	1.0	1.9	5.5
	Li <sub>2</sub> O	4.5	2.0	1.9	2.7
	F	12.0	10.5	8.5	15.2
	T.C	4.2	5.2	6.9	6.0
		100	100	100	100
	CaO/SiO <sub>2</sub> 質量比	1.82	2.07	1.82	2.01
	CaO/F 質量比	3.88	4.94	5.87	2.88
形 状		顆粒2	粉末	粉末	顆粒1
特性値	軟化着地開始温度差(°C)	95	5	85	150
	融点	1225	1170	1190	1170
	結晶化温度(°C)	1200	1210	1175	1135
	かさ比重	1.11	0.8	0.85	0.47
	高周波誘導炉で滓化時間(分)	3.5	2	2.5	1
	鑄造速度(m/分)	2.5	2.5	1.0	0.8
使用結果	焼結性	×	△	△	×
	熔融性状	×	△	△	×
	スラグベアー	×	×	×	×
	発塵状況	○	○	○	○
	鑄片品質	×	△	×	×

## 【0049】

表中、合成ケイ酸カルシウムは、CaO/SiO<sub>2</sub> 質量比 = 1.5 のものである。

また、形状の欄において、粉末は、原料配合物をミキサーにて混合することによって得たものであり、顆粒1は、原料配合物をスラリー状にしてスプレードライヤーにより成形し、乾燥した得られたスプレー顆粒であり、顆粒2は、原料配合物をミキサーで混合する際、バインダーを添加して造粒することにより得られた攪拌造粒顆粒であり、顆粒3は、原料配合物にバインダーを添加して押出造粒機により成形することにより得られた押出顆粒である。

## 【0050】

使用結果は、本発明品及び比較品の鋼の連続鑄造用モールドパウダーを用い、溶鋼温度 1530 ~ 1570 の溶鋼を表に記載の鑄造速度で連続鑄造することによって得られた結果である。ここで、焼結性は、モールド内のモールドパウダー状況を目視により観察し

たものであり、    は、モールド内に焼結塊が発生せずを、    は、モールド内に小さな焼結塊が発生を、×は、モールド内に大きな焼結塊が発生をそれぞれ示す。また、熔融性状は、    は、プール厚を測定したものであり、    は、プール厚7～20mmを、    は、プール厚5～7mm未満を、×は、プール厚5mm未満をそれぞれ示す。更に、スラグベアーは、モールド内のモールドパウダー状況を目視により観察したものであり、    は、定常部及び非定常部共に発生せずを、    は、非定常部に若干発生を、×は、定常部及び非定常部で発生をそれぞれ示す。発塵状況は、モールド内のモールドパウダー状況を目視により観察したものであり、    は、発塵がほとんど認められずを、    は、モールドパウダー投入時に若干発塵が発生するを、×は、常に発塵が認められるをそれぞれ示す。鑄片品質は、鑄造後鑄片を目視により観察したものであり、    は、鑄片1枚当たりの割れ長さの合計が10mm未満のものを、    は、割れ長さの合計が10mm以上20mm未満のものを、×は、割れ長さの合計が20mm以上のものをそれぞれ示す。

10

【0051】

【発明の効果】

本発明の鋼の連続鑄造用モールドパウダーは、塩基度1.82～4.0の極めて高い領域でも安定且つスムーズに熔融し、鑄片品質を向上することができるという効果を奏するものである。

---

フロントページの続き

- (72)発明者 尾本 智昭  
東京都千代田区九段北四丁目1番7号 品川白煉瓦株式会社内
- (72)発明者 鈴木 貴之  
東京都千代田区九段北四丁目1番7号 品川白煉瓦株式会社内
- (72)発明者 伊藤 純哉  
東京都千代田区九段北四丁目1番7号 品川白煉瓦株式会社内

## 合議体

審判長 徳永 英男  
審判官 國方 康伸  
審判官 市川 裕司

- (56)参考文献 特開平9 - 164459 (JP, A)  
特開2001 - 334351 (JP, A)  
特開平5 - 269560 (JP, A)  
特開2000 - 71052 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B22D11/07-11/111