

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5073531号  
(P5073531)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 2 2 D</b>	<b>11/115</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 11/115 C
<b>B 2 2 D</b>	<b>11/10</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 11/10 3 3 O E
<b>B 2 2 D</b>	<b>11/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 11/20 A

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-44775 (P2008-44775)	(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2月26日(2008.2.26)	(74) 代理人	100090697 弁理士 中前 富士男
(65) 公開番号	特開2008-279501 (P2008-279501A)	(74) 代理人	100127155 弁理士 来田 義弘
(43) 公開日	平成20年11月20日(2008.11.20)	(72) 発明者	西原 良治 東京都千代田区大手町2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2月9日(2010.2.9)	(72) 発明者	楠 伸太郎 東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新 日本製鐵株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2007-103047 (P2007-103047)		
(32) 優先日	平成19年4月10日(2007.4.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラブの連続鑄造装置及びその連続鑄造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熔融金属の流路を形成する筒体の下部の両側側方に吐出口が設けられ、しかも該吐出口の軸心を水平方向から水平方向に対して下向きに60度の範囲内とした浸漬ノズルと、断面矩形状の空間部を有し、該空間部を形成する幅広の長片部材に対向配置された少なくとも一対の電磁攪拌装置が設けられた連続鑄造用鑄型を備え、前記浸漬ノズルの前記吐出口を介して前記連続鑄造用鑄型内に熔融金属を供給し、該連続鑄造用鑄型内の熔融金属を前記電磁攪拌装置によって攪拌し凝固させながらスラブを製造する連続鑄造装置において、前記浸漬ノズルの前記吐出口の上端位置は、前記電磁攪拌装置の下端位置以下の位置にあり、前記各電磁攪拌装置の下方位置には、該電磁攪拌装置によって発生する磁場による前記連続鑄造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制する磁気遮蔽板が設けられ、しかも前記電磁攪拌装置のコアの高さ方向の厚みをhとした場合、前記磁気遮蔽板と前記電磁攪拌装置との間隔をh/5以上h以下の範囲内とすることを特徴とするスラブの連続鑄造装置。

【請求項2】

請求項1記載のスラブの連続鑄造装置において、前記磁気遮蔽板の上端位置を、前記浸漬ノズルの前記吐出口の上端位置以下の位置とし、前記磁気遮蔽板の下端位置を、前記浸漬ノズルの前記吐出口の下端位置以下の位置とすることを特徴とするスラブの連続鑄造装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のスラブの連続鋳造装置において、前記磁気遮蔽板の高さ方向の長さを 50 mm 以上 200 mm 以下の範囲内とし、その厚みを 10 mm 以上とすることを特徴とするスラブの連続鋳造装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のスラブの連続鋳造装置において、前記浸漬ノズルの前記吐出口の内幅  $d$  と該浸漬ノズルの内幅  $D$  との比 ( $d/D$ ) を、1.0 以上 1.7 以下の範囲内に設定していることを特徴とするスラブの連続鋳造装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のスラブの連続鋳造装置を用いて前記スラブを製造することを特徴とするスラブの連続鋳造方法。

10

## 【請求項 6】

請求項 5 記載のスラブの連続鋳造方法において、前記スラブの鋳造速度は 1.0 m / 分以上であることを特徴とするスラブの連続鋳造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、熔融金属を浸漬ノズルを介して連続鋳造用鋳型に注入しスラブを製造する連続鋳造装置及びその連続鋳造方法に関する。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

従来、スラブの連続鋳造に際しては、スラブの製品品質の向上を目的として、連続鋳造用鋳型（以下、単に鋳型ともいう）に電磁攪拌装置を設け、浸漬ノズルの吐出口を介して鋳型内へ供給された溶鋼を電磁攪拌し、鋳型内に旋回流を発生させる方法が使用されてきた。

例えば、特許文献 1 には、溶鋼湯面の位置が電磁攪拌装置のコア中心からコア上端までの範囲内となるように、電磁攪拌装置を鋳型に設置し、鋳型内に流動を付与して鋳造を行う方法が開示されている。

また、特許文献 2 には、電磁攪拌装置により鋳型内に流動を付与して鋳造を行うに際し、浸漬ノズルの吐出口位置が電磁攪拌装置の電磁コイルの下端位置より低い位置となるように設置する方法が開示されている。

30

なお、特許文献 3 には、製造する鋳片がスラブと異なる丸鋳片（ブルームの一種）ではあるが、鋳型の外周全面に移動磁界方式の電磁コイルが配設され、しかもこの電磁コイルの下方には電磁遮蔽材が配置された連続鋳造装置が開示されている。

## 【0003】

【特許文献 1】特開平 7 - 314104 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 42062 号公報

【特許文献 3】特開平 7 - 256414 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0004】

しかしながら、前記従来技術には、未だ解決すべき以下のような問題があった。

特許文献 1 の方法では、図 7 に示すように、電磁攪拌装置にて形成される溶鋼流動（以下、攪拌流ともいう）と、浸漬ノズルからの吐出流の向きが逆方向の部位では、流れの干渉が発生し、淀みにより気泡と介在物が鋳片に取り込まれたり、更には干渉域における溶鋼流の乱れによる湯面変動で鋳片のパウダー巻込みを生じさせる。このため、鋳片清浄性が劣化し、製品品質の低下を招く恐れがある。

また、溶鋼流動と吐出流の向きが同じ順方向の部位では、浸漬ノズルの吐出流の増大を招き、気泡と介在物の侵入深さを増大させ、その浮上障害を招くため、鋳片の表面から奥深い位置で気泡と介在物が凝固シェルに付着し、製品欠陥を発生させる恐れがある。前記逆

50

方向、順方向の課題が同時に鑄型内で発生し、いずれも製品品質の低下の原因となる。そして、特許文献2の方法では、電磁コイルの下方まで磁場が形成されるため、前記した攪拌流と吐出流の流れの干渉及び吐出流の増大を招き、前記と同様に気泡と介在物の浮上分離を阻害させる恐れがある。

#### 【0005】

上記した特許文献1、2の問題点を解決する手段として、特許文献3に開示された連続鑄造装置が考えられるが、特許文献3の製造対象は丸鑄片であり、本発明が製造対象とするスラブとは以下に示す相違点がある。

丸鑄片を製造する鑄型は、通常、鑄型の内径が300mm以下程度の大きさであり、スラブ（例えば、厚み：120～300mm程度、幅：800～1800mm程度）を製造する鑄型と比較して大幅に小さく、鑄型内の電磁攪拌による溶鋼流と浸漬ノズルからの吐出流の関係は全く異なる。

即ち、丸鑄片を製造する鑄型内の電磁攪拌流は、電磁攪拌に用いる電磁コイルが鑄型壁面の全周囲に沿って設置され旋回流を形成する（特許文献3の図2参照）。このため、浸漬ノズルからの溶鋼吐出流には、鑄型内の電磁攪拌による溶鋼流と浸漬ノズルからの吐出流の流れの干渉及び加速を招くという二つの問題が発生しない。これは、浸漬ノズルの吐出口が、特許文献3のように、真下になるように配置されていることによる。

また、丸鑄片を製造する鑄型は、電磁コイルが鑄型周囲に配設された構成であり、幅広の長片部材（鑄型2面）に電磁攪拌装置を対向配置させたようなスラブを製造するための設備とは、その構成が全く異なる。

更に、スラブの用途は薄板材であり、厚減比を大きくとった圧延がなされ、また自動車用外板に代表されるように、高品質が必要であるため、鑄片内のパウダー、気泡、及び介在物等の微小な異物が製品欠陥に結びつく。従って、丸鑄片に比べ、製品品質の要求レベルは非常に高い。

以上のことから、特許文献3の連続鑄造装置では、特許文献1、2の課題すら発生しないのみならず、その解決も図れない。

#### 【0006】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、連続鑄造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制し、製品疵の少ない良好な品質のスラブを製造可能なスラブの連続鑄造装置及びそ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】

#### 【0007】

前記目的に沿う第1の発明に係るスラブの連続鑄造装置は、熔融金属の流路を形成する筒体の下部の両側側方に吐出口が設けられ、しかも該吐出口の軸心を水平方向から水平方向に対して下向きに60度の範囲内とした浸漬ノズルと、

断面矩形状の空間部を有し、該空間部を形成する幅広の長片部材に対向配置された少なくとも一対の電磁攪拌装置が設けられた連続鑄造用鑄型を備え、

前記浸漬ノズルの前記吐出口を介して前記連続鑄造用鑄型内に熔融金属を供給し、該連続鑄造用鑄型内の熔融金属を前記電磁攪拌装置によって攪拌し凝固させながらスラブを製造する連続鑄造装置において、

前記浸漬ノズルの前記吐出口の上端位置は、前記電磁攪拌装置の下端位置以下の位置にあり、前記各電磁攪拌装置の下方位置には、該電磁攪拌装置によって発生する磁場による前記連続鑄造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制する磁気遮蔽板が設けられ、しかも前記電磁攪拌装置のコアの高さ方向の厚みを $h$ とした場合、前記磁気遮蔽板と前記電磁攪拌装置との間隔を $h/5$ 以上 $h$ 以下の範囲内とする。

#### 【0008】

第1の発明に係るスラブの連続鑄造装置において、前記磁気遮蔽板の上端位置を、前記浸漬ノズルの前記吐出口の上端位置以下の位置とし、前記磁気遮蔽板の下端位置を、前記浸漬ノズルの前記吐出口の下端位置以下の位置とすることが好ましい。

第1の発明に係るスラブの連続鑄造装置において、前記磁気遮蔽板の高さ方向の長さを5

10

20

30

40

50

0 mm以上200 mm以下の範囲内とし、その厚みを10 mm以上とすることが好ましい。

第1の発明に係るスラブの連続鋳造装置において、前記浸漬ノズルの前記吐出口の内幅dと該浸漬ノズルの内幅Dとの比(d/D)を、1.0以上1.7以下の範囲内に設定していることが好ましい。

【0009】

前記目的に沿う第2の発明に係るスラブの連続鋳造方法は、第1の発明に係るスラブの連続鋳造装置を用いて前記スラブを製造する。

第2の発明に係るスラブの連続鋳造方法において、前記スラブの鋳造速度は1.0 m/分以上であることが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

請求項1～4記載のスラブの連続鋳造装置、及び請求項5、6記載のスラブの連続鋳造方法は、連続鋳造用鑄型の長片部材に設けた電磁攪拌装置の下方に、磁気遮蔽板を所定の間隔で設けているので、熔融金属の流動、即ち攪拌流と浸漬ノズルからの吐出流との干渉、及び吐出流の流速の加速の影響を軽減できる。これにより、連続鋳造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制し、製品疵の少ない良好な品質のスラブを製造できる。

特に、請求項2記載のスラブの連続鋳造装置は、浸漬ノズルの吐出口に対する磁気遮蔽板の設置位置を規定するので、攪拌流と吐出流との干渉、及び吐出流の流速の加速の影響を更に軽減できる。

【0011】

請求項3記載のスラブの連続鋳造装置は、磁気遮蔽板の高さ方向の長さおよび厚みを規定するので、磁気遮蔽板からの漏洩磁場を抑制しながら、磁気遮蔽板による連続鋳造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制する効果を高めることができる。

請求項4記載のスラブの連続鋳造装置は、浸漬ノズルの内幅Dと吐出口の内幅dとの比(d/D)を規定することで、吐出口からの吐出流の速度が過剰に速くなることを抑制しながら、吐出口から鑄型内へ熔融金属を安定に供給できる。これにより、従来発生していた攪拌流と吐出流との干渉、及び吐出流の流速の加速の影響を軽減でき、連続鋳造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制し、製品疵の少ない良好な品質のスラブを製造できる。

【0012】

請求項6記載のスラブの連続鋳造方法は、スラブの鋳造速度を1.0 m/分以上とすることで、従来、攪拌流と吐出流との干渉、及び吐出流の流速の加速の影響が顕著に現れていた鋳造速度においても、連続鋳造用鑄型内での熔融金属の流れの乱れを抑制できる。これにより、製品疵の少ない良好な品質のスラブを、従来よりも生産効率を向上させて製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

ここで、図1は本発明の一実施の形態に係るスラブの連続鋳造装置に使用する連続鋳造用鑄型の側断面図、図2は同スラブの連続鋳造用鑄型の平面図である。

【0014】

図1、図2に示すように、本発明の一実施の形態に係るスラブの連続鋳造装置(以下、単に連続鋳造装置ともいう)10は、浸漬ノズル11と連続鋳造用鑄型(以下、単に鑄型ともいう)12とを備え、浸漬ノズル11の吐出口13を介して鑄型12内に溶鋼(熔融金属の一例)14を供給し、鑄型12内の溶鋼14を鑄型12に設けられた電磁攪拌装置15によって攪拌させながら凝固させてスラブを製造する装置であり、鑄型12には、電磁攪拌装置15の下方位置に、電磁攪拌装置15によって発生する磁場を調整する磁気遮蔽板16が設けられている。以下、詳しく説明する。

【0015】

浸漬ノズル 11 は、溶鋼を貯留するタンディッシュ（図示しない）の底部に設けられ、溶融金属の流路 17 を形成する筒体 18 を有するものであり、この筒体 18 の下部の両側側方には吐出口 13 が設けられている。ここで、流路は、断面円形（断面楕円形でもよい）となっているが、吐出口は、例えば、断面円形、断面楕円形、断面矩形（正方形又は長方形）、又は断面多角形でもよく、筒体の片側に 1 個又は複数個形成することができる。このとき、吐出口の形状が断面円形の場合、その内幅は直径であり、他の形状の場合は、その断面積を円の面積とした場合の直径であり、また、吐出口が複数個ある場合は、全ての断面積を合計し円の面積とした場合の直径である。

また、吐出口 13 の軸心の向きは、水平方向、即ち 0 度（好ましくは、水平方向に対して下向き 15 度）から水平方向に対して下向きに 60 度（好ましくは 40 度）までの範囲内に設定する。ここで、吐出口の軸心を、水平方向に対して下向きに 60 度を越える領域内に設定した場合、即ち、下方（真下も含む）へ向ける場合は、介在物と気泡がスラブの内部へ侵入し、内部欠陥が形成される。また、吐出口の軸心の向きを、水平方向に対して上向きに設定した場合には、強い上昇流を形成させ、パウダー巻込みを助長する。

#### 【0016】

この吐出口 13 の内幅  $d$  と流路 17 を形成する浸漬ノズル 11 の筒体 18 の内幅  $D$  との比（ $d/D$ ）を、1.0 以上 1.7 以下の範囲内に設定することが好ましい。なお、筒体 18 の内幅  $D$  は、例えば、50 mm 以上 90 mm 以下（ここでは、70 mm）程度である。ここで、比（ $d/D$ ）が 1.0 未満の場合、吐出口 13 の内幅  $d$  に対して、筒体 18 の内幅  $D$  が大きくなり、吐出口 13 からの吐出流の流速が速くなり過ぎるため、電磁攪拌装置 15 による攪拌流の効果が得られにくくなる。このため、製造するスラブの製品品質の更なる向上が望めない。

一方、比（ $d/D$ ）が 1.7 を超える場合、吐出口 13 の内幅  $d$  に対して、筒体 18 の内幅  $D$  が小さくなり、吐出口 13 からの吐出流の流速が遅くなるため、磁気遮蔽板 16 による目立った効果が現れにくくなる。

以上のことから、吐出口 13 の内幅  $d$  と筒体 18 の内幅  $D$  との比（ $d/D$ ）を、1.0 以上 1.7 以下の範囲内としたが、上限を 1.5、更には 1.3 とすることが好ましい。

#### 【0017】

連続鑄造用鑄型 12 は、間隔を有して対向配置される一対の幅狭の短片部材 19、20 と、この短片部材 19、20 を挟み込むようにして対向配置される一対の幅広の長片部材 21、22 とを有している。なお、各短片部材 19、20 と長片部材 21、22 とは、従来公知のものであり、例えば、溶鋼と接触する銅又は銅合金で構成された冷却板と、その背後に取付け固定された冷却水を流すバックプレートで構成されている。

これにより、内側には、断面矩形状（長方形）の空間部 23 が形成される。なお、この空間部 23 は、平断面の短辺の長さが、例えば、120 ~ 300 mm 程度、長辺の長さが、例えば、800 ~ 1800 mm 程度であり、長片部材 21、22 に対して短片部材 19、20 を摺動させ、その間隔を可変にもできるが、固定のものでもよい。

#### 【0018】

長片部材 21、22 の上側（詳細には、バックプレート内）には、それぞれ前記した従来公知の電磁攪拌装置 15 が設けられている。

この電磁攪拌装置 15 は、多数枚の電磁鋼板を積層したコア 24 に、電磁コイル 25 を巻き、これを金属製（例えば、ステンレス）のケーシング（図示しない）内に配置したものである。従って、電磁攪拌装置 15 の下端とは、ケーシングの下端を意味する。この電磁攪拌装置 15 は、各長片部材 21、22 に少なくとも一個ずつ（即ち一対）設けられていればよい。ここで、各電磁攪拌装置に 2 個以上ずつ（即ち 2 対以上ずつ）設ける場合は、長片部材の幅方向に配置される。

なお、電磁攪拌装置 15 のコア 24 の高さ方向の厚み  $h$  は、例えば、100 mm 以上 300 mm 以下（ここでは、200 mm）程度である。

この連続鑄造用鑄型 12 の空間部 23 内に、吐出口 13 が短片部材 19、20 と対向するように浸漬ノズル 11 を配置（このとき、浸漬ノズル 11 の吐出口 13 の上端位置を、電

10

20

30

40

50

磁攪拌装置 15 の下端位置以下の位置に配置)し、この浸漬ノズル 11 の吐出口 13 を介して鋳型 12 内に溶鋼 14 を供給し、鋳型 12 内の溶鋼を電磁攪拌装置 15 によって攪拌する。これにより、鋳型 12 内に、浸漬ノズル 11 を中心として時計回り又は反時計回りに溶鋼流動、即ち攪拌流を形成し、溶鋼を凝固させながらスラブを製造する。

#### 【0019】

しかし、このようにしてスラブを製造するに際しては、図 7 に示すように、電磁コイル 25 の下方まで磁場が形成されることによる溶鋼流動、即ち攪拌流と、浸漬ノズル 11 の吐出口 13 からの吐出流との干渉、及び攪拌流に伴う吐出流の加速の影響による問題が発生する。このため、製品疵が多く、製品品質が悪いスラブの製造を余儀なくされる。

そこで、この影響を積極的に軽減すべく、電磁攪拌装置 15 の下方位置に電磁攪拌装置 15 と幅方向に同じ長さ以上の磁気遮蔽板 16 を配置するとともに、その設置位置を最適化することで、製品疵の少ない良好な鋳片を製造する。

この磁気遮蔽板 16 は、例えば、磁場を通さない電磁鋼板で構成できるが、鉄もしくは一般炭素鋼で構成してもよい。なお、鉄もしくは一般炭素鋼で構成する場合は、電磁攪拌装置の誘導加熱により発熱するので、水冷構造とする。

なお前記した、浸漬ノズル 11 の吐出口 13 の上端位置を、電磁攪拌装置 15 の下端位置以下の位置に配置とする理由は下記の通りである。

吐出口軸心の向きが水平から水平に対して下向き 60 度の範囲としているため、吐出口 13 の上端位置を電磁攪拌装置 15 の下端位置より上に配置すると、磁気遮蔽板を設置しても、抑制し難い干渉や加速が起こるためである。

#### 【0020】

この磁気遮蔽板 16 は、電磁攪拌装置 15 のコア 24 の高さ方向の厚みを  $h$  とした場合、磁気遮蔽板 16 と電磁攪拌装置 15 (ケーシングの下端、以下同様)との間隔  $s$  を  $h/5$  (以下、 $1/5h$  ともかく) 以上  $h$  以下の範囲内となるように、長片部材 21、22 に設置する。このとき、磁気遮蔽板 16 は、長片部材 21、22 を構成する冷却板の厚みにもよるが、長片部材 21、22 の溶鋼接触面 26、27 から 50 mm 以上 100 mm 以下の範囲内にあるバックプレート内に設置する。

ここで、磁気遮蔽板 16 と電磁攪拌装置 15 との間隔  $s$  が  $h/5$  未満の場合、磁気遮蔽板 16 と電磁攪拌装置 15、即ちコア 24 との距離が近くなり過ぎ、攪拌が必要な領域における必要攪拌力が、磁気遮蔽板 16 により低減して、目的とする製品品質を確保できない。

一方、間隔  $s$  が  $h$  を超える場合、磁気遮蔽板 16 と電磁攪拌装置 15 との距離が遠くなり過ぎ、前記した必要攪拌力は確保できるものの、吐出流と攪拌流の干渉及び吐出流の加速を防止できず、やはり目的とする製品品質を確保できない。

以上のことから、磁気遮蔽板 16 と電磁攪拌装置 15 との間隔を  $h/5$  以上  $h$  以下としたが、上限を  $4h/5$ 、更には  $3h/5$  とすることが好ましい。

#### 【0021】

磁気遮蔽板 16 は、その高さ方向の長さ  $x$  を 50 mm 以上 200 mm 以下の範囲内とし、その厚みを 10 mm 以上とすることが好ましい。また、磁気遮蔽板 16 の幅方向の長さは、電磁攪拌装置 15 の幅方向長さと同様、もしくはそれ以上にすることが好ましい。

ここで、磁気遮蔽板の長さ  $x$  が 50 mm 未満の場合、磁気遮蔽板の下方への漏洩磁場の残存影響が大きくなる。一方、磁気遮蔽板の長さ  $x$  が 200 mm を超える場合、磁気遮蔽板の下方からの漏洩磁場が少なくなり、磁気遮蔽板による攪拌流の改善効果は低位になる。

以上のことから、磁気遮蔽板の高さ方向の長さ  $x$  を 50 mm 以上 200 mm 以下の範囲内に設定したが、下限を 70 mm とすることが好ましく、上限を 170 mm、更には 150 mm とすることが好ましい。

また、磁気遮蔽板の厚みを 10 mm (好ましくは 20 mm) 以上とすることで、電磁攪拌装置 15 から発生した磁場の調整ができるため、その上限値については規定していないが、例えば、長片部材 21、22 への取付け時の作業性、及び経済性を考慮すれば 100 mm 以下とすることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0022】

更に、磁気遮蔽板16の高さ方向の設置位置は、磁気遮蔽板16の上端位置を、浸漬ノズル11の吐出口13の上端位置以下の位置とし、磁気遮蔽板16の下端位置を、浸漬ノズル11の吐出口13の下端位置以下の位置とすることが好ましい。なお、磁気遮蔽板16の長さ $x$ は、吐出口13の内幅 $d$ より長くしている。

ここで、磁気遮蔽板の上端位置を、吐出口の上端位置を超える上位置、即ち吐出口の上端より上位置に磁気遮蔽板を配置した場合、浸漬ノズルの吐出口からの流れが直接作用しない領域に磁気遮蔽板を設置することになり、攪拌流との干渉と加速という課題が発生しないばかりか、磁気遮蔽板の上端から一定の間隔をもって配置される電磁攪拌装置による攪拌領域を逆に縮小してしまうことになり、かえってスラブの表面品質を悪化させてしまうことになる。

10

また、磁気遮蔽板の下端位置を、吐出口の下端位置を超える上位置とする場合、吐出流と攪拌流の悪影響を低減する方法として、浸漬ノズルの鑄型内への浸漬深さを深くすることが考えられるが、この場合、浸漬ノズルの筒体の長さを過剰に長くする必要があり、浸漬ノズルに関する鑄造準備作業が実用的でないだけでなく、他の鑄造周辺装置との干渉等の問題も発生する。

以上のことから、磁気遮蔽板の上端位置を、浸漬ノズルの吐出口の上端位置以下の位置とし、しかも磁気遮蔽板の下端位置を、吐出口の下端位置以下の位置としたが、磁気遮蔽板の上端位置は浸漬ノズルの吐出口の上端位置に極力近づけて配置することが望ましい。

## 【0023】

20

続いて、本発明の一実施の形態に係るスラブの連続鑄造方法について説明する。

スラブの製造に際しては、タンディッシュ（図示しない）に溶鋼を供給し、このタンディッシュから浸漬ノズル11を介して、連続鑄造用鑄型12へ溶鋼が供給される。そして、連続鑄造用鑄型12内の溶鋼14を、電磁攪拌装置15によって攪拌し凝固させながら、製造したスラブを下流側へ送り出す。

このとき、スラブの鑄造速度（引き抜き速度）は、通常0.8m/分以上であるが、本発明の効果を顕著に得るためには1.0m/分以上、好ましくは1.2m/分以上、更には1.4m/分以上とすることが好ましい。これにより、スラブの生産効率を従来よりも向上できる。

なお、スラブの鑄造速度の上限値については規定していないが、現状可能な上限値としては、例えば、2.5m/分程度である。

30

## 【実施例】

## 【0024】

次に、本発明の作用効果を確認するために行った実施例について説明する。

まず、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板との距離 $s$ が、鑄型内の溶鋼流に及ぼす影響について、図3(A)、(B)を参照しながら説明する。この図3(A)は、電磁攪拌装置、浸漬ノズル、及び磁気遮蔽板の相対位置関係と、そのときの鑄型内の溶鋼の流れについて示している。ここでは、浸漬ノズルの吐出口の上端位置と、電磁攪拌装置の下端位置を一致させている。また、(B)は、このときに製造したスラブの清浄性評点について示している。この清浄性評点とは、鑄造後のスラブの欠陥（例えば、介在物、パウダー、及び気泡等）の数を評価したものであり、詳細には、スラブ表面から1mmごとに研磨したサンプルを作製し、光学顕微鏡で欠陥の数を数え、欠陥個数（個/cm<sup>2</sup>）に比例する数値を表したものである。即ち、清浄性評点が高くなれば製品品質が悪く、逆に低ければ製品品質が良好であることを意味する（以下、同様）。

40

## 【0025】

なお、試験条件は、電磁攪拌装置の下端位置に浸漬ノズルの吐出口の上端位置を配置し、筒体の内幅 $D$ を70mm、 $d/D$ を1.0、吐出口の軸心を水平（0度）、磁気遮蔽板の長さを100mm、厚みを30mmに固定し、スラブの鑄造速度 $V_c$ を1.4m/分にした。

図3(A)から明らかなように、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板との間隔 $s$ を狭くする（磁気

50

遮蔽板を上方へ動かす)に伴い、溶鋼の流動が変化することが分かる。また、間隔  $s$  を広くする(磁気遮蔽板を下方に動かす)に伴い、溶鋼の流動の変化が小さくなることが分かる(図3(A)中の実線と点線との関係)。

詳しくは、図3(B)から明らかなように、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板の間隔  $s$  を狭くし(磁気遮蔽板を上方へ動かす)、コア厚み  $h$  の  $1/5$  未満の距離にした場合、電磁攪拌装置前面の流速に影響し、必要な攪拌力を付与することができなくなる。

次に、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板の間隔  $s$  を  $h/5$  以上  $h$  以下にした場合、電磁攪拌装置前面に必要な攪拌力を得ながら、電磁攪拌装置下方の攪拌力を低減することができ、浸漬ノズルの吐出口からの吐出流との干渉及び加速を防止できる。

最後に、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板の間隔  $s$  をコア厚み  $h$  を超えるようにした場合、電磁攪拌装置下方の攪拌力を低減することができず、浸漬ノズルの吐出口からの吐出流との干渉及び加速を防止できない。

即ち、電磁攪拌装置の下方位置に磁気遮蔽板を有し、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板の間隔  $s$  を上記した適正範囲に設置することで、製品品質に影響を及ぼすスラブ表面の清浄性を改善するために必要な箇所を必要な攪拌力以上で、ピンポイントに攪拌して、清浄性評点を改善できることを確認した。

#### 【0026】

次に、磁気遮蔽板と浸漬ノズルの吐出口との相対位置が、鋳型内の溶鋼流に及ぼす影響について、図4(A)、(B)を参照しながら説明する。ここで、図4(A)は、電磁攪拌装置、浸漬ノズル、及び磁気遮蔽板の相対位置関係と、そのときの鋳型内の溶鋼の流れについて示しており、(B)は、このときに製造したスラブの清浄性評点について示している。

なお、試験条件は、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板との間隔  $s$  を  $2/5 h$  とし、筒体の内幅  $D$  を  $70 \text{ mm}$ 、 $d/D$  を  $1.0$ 、吐出口の軸心を水平( $0$ 度)、磁気遮蔽板の長さを  $100 \text{ mm}$ 、厚みを  $30 \text{ mm}$  に固定し、スラブの鋳造速度  $V_c$  を  $1.4 \text{ m/分}$  にした。

図4(A)、(B)に示す実施例1から明らかなように、磁気遮蔽板の上端位置を浸漬ノズルの吐出口の上端位置より下方(磁気遮蔽板の上端の上方  $40 \text{ mm}$  の位置に吐出口の上端)に配置した場合、吐出流と攪拌流の干渉、及び攪拌流による吐出流の加速が一部発生し、清浄性評点を磁気遮蔽板がない場合の清浄性評点である3未満とすることはできたものの、浸漬ノズルの吐出口に付着物(例えば、介在物又は反応生成物)が堆積することにより、吐出口の軸心が変動し、清浄性評点が安定しない。

#### 【0027】

そして、図4(A)、(B)に示す実施例2から明らかなように、磁気遮蔽板の上端位置を浸漬ノズルの吐出口の上端位置に配置した場合、吐出流と攪拌流の干渉、及び攪拌流による吐出流の加速を防止でき、清浄性評点を改善できることを確認できた。

#### 【0028】

更に、図4(A)、(B)に示す実施例3から明らかなように、磁気遮蔽板の下端位置を吐出口の下端位置の上方  $40 \text{ mm}$  の位置とした場合、吐出流と攪拌流の干渉、及び攪拌流による吐出流の加速を防止でき、清浄性評点を改善できることは確認できたが、以下の問題がある。

通常、浸漬ノズルの浸漬深さは、 $200 \sim 300 \text{ mm}$  程度であるが、実施例3においては、浸漬ノズルの浸漬深さが  $400 \sim 500 \text{ mm}$  以上となり、その結果、鋳型上端から浸漬ノズル先端までの長さが  $600 \sim 700 \text{ mm}$  程度になる。このため、浸漬ノズルの重量が非常に重くなるとともに、浸漬ノズルをタンディッシュに装着した状態で、連続鋳造の開始作業と終了作業を行うには、浸漬ノズルと鋳型等の周辺装置との衝突防止のため、タンディッシュの昇降ストロークを大きくとり、浸漬ノズルを過剰に上昇させて回避させて搬送する必要が生じるので、実作業では実用的ではない。

#### 【0029】

続いて、磁気遮蔽板の長さが、鋳型内の溶鋼流に及ぼす影響について、図5(A)、(B)を参照しながら説明する。ここで、図5(A)は、電磁攪拌装置、浸漬ノズル、及び磁

10

20

30

40

50

気遮蔽板の相対位置関係と、そのときの鋳型内の溶鋼の流れについて示しており、(B)は、このときの電磁力について示している。なお、図5(B)に示す縦軸の電磁力は、図5(A)に示す磁気遮蔽板がない場合(図中の点線)の浸漬ノズルの吐出口の上端位置より深い領域に作用する電磁力を1.0として(図5(A)中の斜線部の面積の攪拌流を引き起こす電磁力)、磁気遮蔽板の長さを変化させたときの電磁力の減衰を示している。また、試験条件は、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板との間隔sを2/5hとし、磁気遮蔽板の厚みを10mmに固定した。

図5(B)から明らかなように、磁気遮蔽板の長さが長くなるに伴って、電磁力が小さくなることが確認された。特に、磁気遮蔽板の長さを50mm以上200mm以下の範囲内とすることで、磁気遮蔽板による効果を経済的に得ながら、吐出流と攪拌流の干渉、及び攪拌流による吐出流の加速を防止できることを確認できた。

#### 【0030】

次に、スラブの鋳造速度が、鋳型内の溶鋼流に及ぼす影響について、図6(A)、(B)を参照しながら説明する。ここで、図6(A)は、鋳型内の溶鋼の流れについて示しており、(B)は、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板の間隔及び鋳造速度を種々変えて製造したスラブの清浄性評点について示している。

なお、試験条件は、電磁攪拌装置の下端位置に浸漬ノズルの吐出口の上端位置を配置し、筒体の内幅Dを70mm、d/Dを1.0、吐出口の軸心を水平(0度)、磁気遮蔽板の長さを100mm、厚みを30mmに固定した。

図6(A)に示すように、浸漬ノズルの一方側の吐出口からの吐出流は、鋳造速度の増加に伴って増加する。その結果、攪拌流と吐出流とが干渉する領域においては、流速のばらつきが発生し、例えば、パウダーの巻き込みと湯面の乱れが助長され、製鋼に起因した製品欠陥が増加する結果となる。

また、浸漬ノズルの他方側の吐出口からの吐出流も、鋳造速度の増加に伴い増加する。その結果、加速領域では、介在物の侵入深さが一層深くなり(浮上効果が得られなくなり)、製鋼に起因した製品欠陥が増加する結果となる。

#### 【0031】

上記したこと、及び図6(B)に示す結果から、電磁攪拌装置と磁気遮蔽板との間隔sを1/5h以上h以下の範囲内とした場合、スラブの鋳造速度を速くしても、電磁攪拌装置による必要な攪拌力を得ながら、吐出流と攪拌流の干渉、及び攪拌流による吐出流の加速を防止でき、清浄性評点を改善できることを確認できた。

特に、スラブの鋳造速度を1.0m/分、1.4m/分、更には1.6m/分と上昇させることで、本発明の効果がより顕著に現れる結果が得られた。

更に、浸漬ノズルの吐出口の内幅dと流路の内幅Dとの比(d/D)についても試験を行ったところ、比(d/D)を1.0以上1.7以下の範囲内とすることで、磁気遮蔽板による効果が得られることを確認できた。

以上のことから、本発明により、連続鋳造用鋳型内での溶鋼の流れの乱れを抑制し、製品疵の少ない良好な品質のスラブを製造できることを確認できた。

#### 【0032】

以上、本発明を、実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形態に記載の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。例えば、前記したそれぞれの実施の形態や変形例の一部又は全部を組合せて本発明のスラブの連続鋳造装置及びその連続鋳造方法を構成する場合も本発明の権利範囲に含まれる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0033】

【図1】本発明の一実施の形態に係るスラブの連続鋳造装置に使用する連続鋳造用鋳型の側断面図である。

【図2】同スラブの連続鋳造用鋳型の平面図である。

【図3】(A)は電磁攪拌装置、浸漬ノズル、及び磁気遮蔽板の相対位置関係と鋳型内の

10

20

30

40

50

溶鋼の流れを示す説明図、(B)は電磁攪拌装置と磁気遮蔽板との距離が鋳型内の溶鋼流に及ぼす影響を示した説明図である。

【図4】(A)は電磁攪拌装置、浸漬ノズル、及び磁気遮蔽板の相対位置関係と鋳型内の溶鋼の流れを示す説明図、(B)は浸漬ノズルの吐出口と磁気遮蔽板との相対位置が鋳型内の溶鋼流に及ぼす影響を示した説明図である。

【図5】(A)は電磁攪拌装置、浸漬ノズル、及び磁気遮蔽板の相対位置関係と鋳型内の溶鋼の流れを示す説明図、(B)は磁気遮蔽板の長さが電磁力に及ぼす影響を示した説明図である。

【図6】(A)は鋳型内の溶鋼の流れを示す説明図、(B)は電磁攪拌装置と磁気遮蔽板の間隔及び鋳造速度を種々変えることにより鋳型内の溶鋼流に及ぼす影響を示した説明図である。

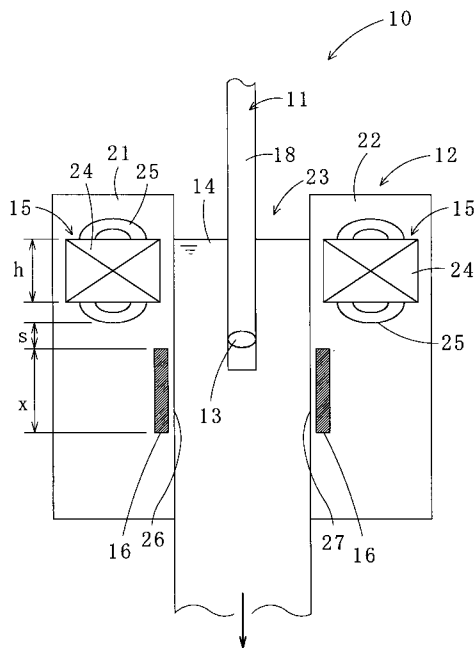
【図7】従来例に係る連続鋳造用鋳型内での溶鋼の流れを示す説明図である。

【符号の説明】

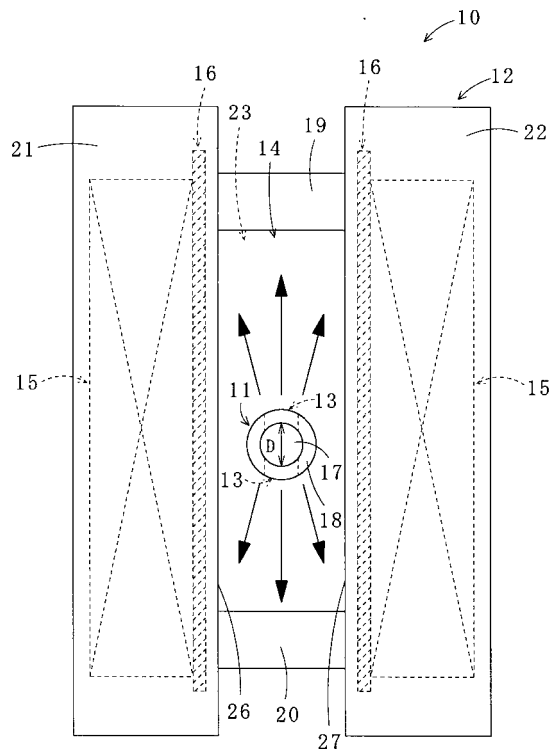
【0034】

10：スラブの連続鋳造装置、11：浸漬ノズル、12：連続鋳造用鋳型、13：吐出口、14：溶鋼（溶融金属）、15：電磁攪拌装置、16：磁気遮蔽板、17：流路、18：筒体、19、20：短片部材、21、22：長片部材、23：空間部、24：コア、25：電磁コイル、26、27：溶鋼接触面

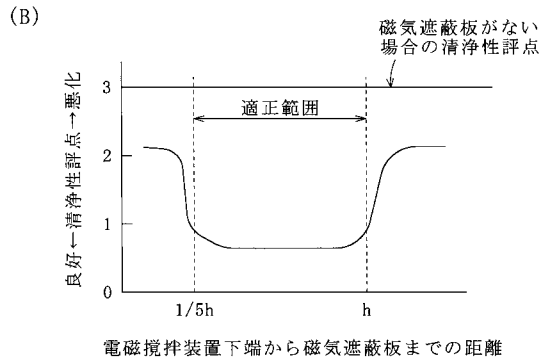
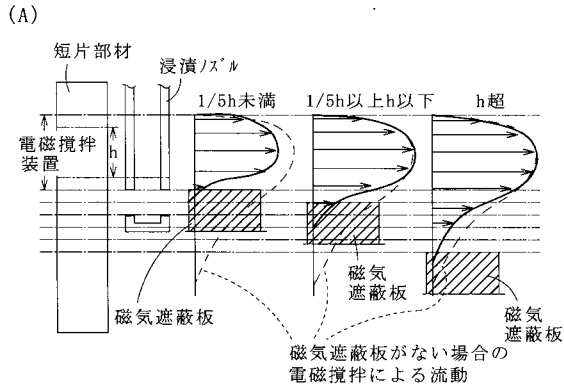
【図1】



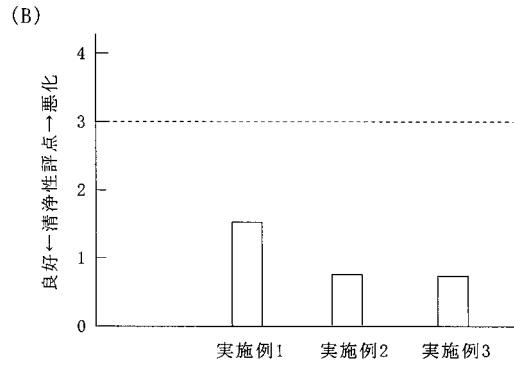
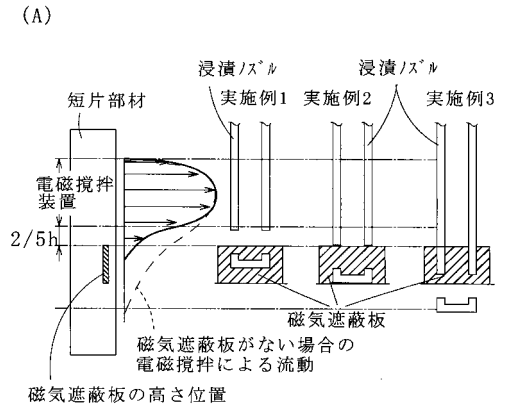
【図2】



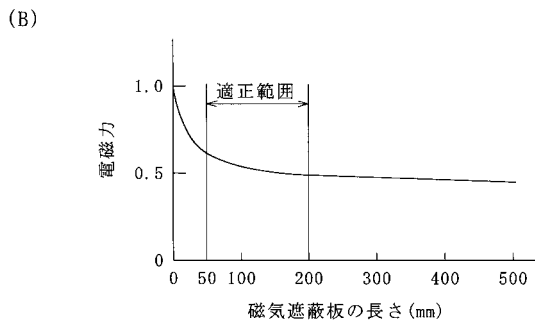
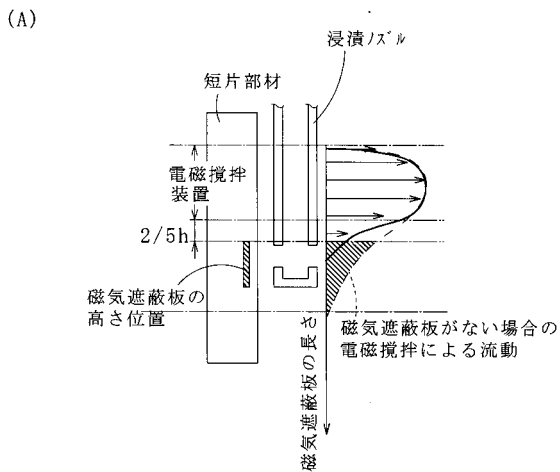
【図3】



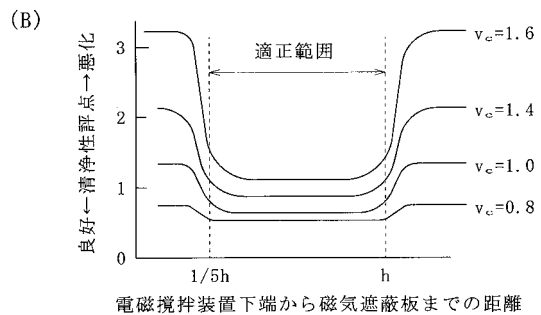
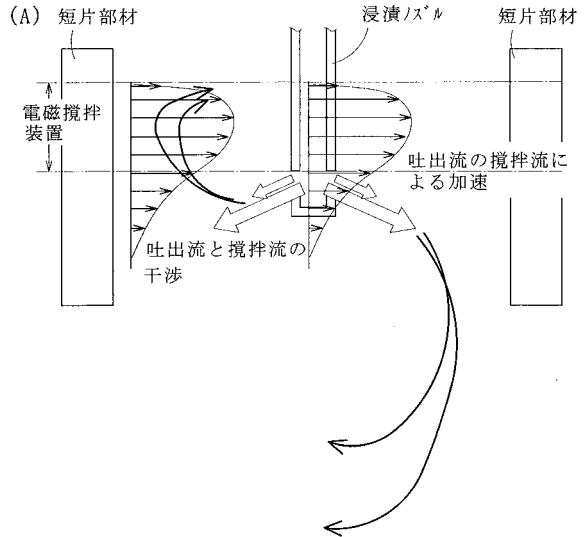
【図4】



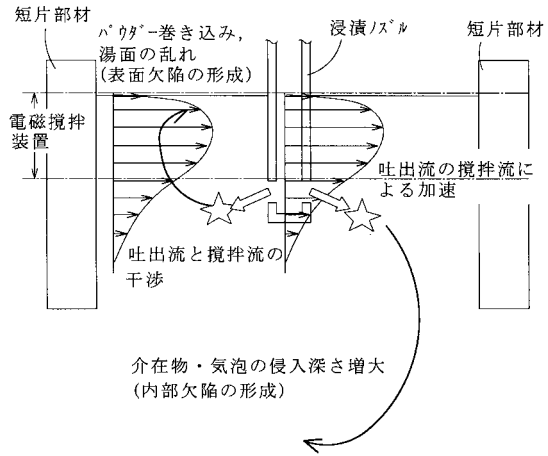
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

- (72)発明者 岩崎 潤哉  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 森 健一  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 横田 健  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 丸木 保雄  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 福永 新一  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 安光 和典  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内

審査官 川村 健一

- (56)参考文献 特開平07-314104(JP,A)  
特開2004-042062(JP,A)  
特開平07-256414(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B22D 11/00 - 11/22