

(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2010-5665

(P2010-5665A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 2 D 11/10 (2006.01)	B 2 2 D 11/10 3 3 0 G	4 E 0 0 4
B 2 2 D 41/50 (2006.01)	B 2 2 D 41/50 5 2 0	4 E 0 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-168822 (P2008-168822)	(71) 出願人	000006655
(22) 出願日	平成20年6月27日 (2008. 6. 27)		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
		(74) 代理人	100096389
			弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100095957
			弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(72) 発明者	峰田 暁
			東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新
			日本製鐵株式会社内
		(72) 発明者	宮崎 雅文
			東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新
			日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

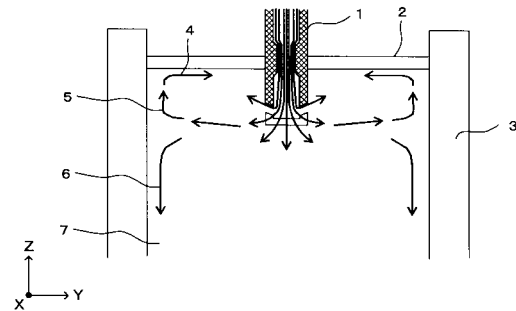
(54) 【発明の名称】 連続鋳造用の浸漬ノズル

(57) 【要約】

【課題】二孔とそれを連結するスリットを有する浸漬ノズルにおいて、溶鋼を浸漬ノズルの開孔部全方向に均一に吐出することで、介在物欠陥や気泡欠陥の発生を抑制し鋳片の品質を向上させる。

【解決手段】溶鋼を鋳型3内に注入する浸漬ノズル1において、浸漬ノズル1下端近傍に形成され、浸漬ノズル1の中心線上から鋳型幅方向に向けて対称に開孔した一对の吐出孔と、該浸漬ノズル1底部に形成され、前記一对の吐出孔を連結する開孔スリットを備えており、前記吐出孔の吐出角度 θ が、水平方向を基準として仰角 5° から 30° の範囲内にあり、前記一对の吐出孔と前記開孔スリットとで構成される開孔部の、鋳型幅方向内側両端面への水平投影面積の和をSS、前記開孔部の鉛直下向き投影面積をSBとし、投影面積比SS/SBが、 $2.5 \leq SS/SB \leq 15$ の範囲内にあることを特徴とする連続鋳造用の浸漬ノズル。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶鋼を鑄型内に注入する浸漬ノズルにおいて、
 浸漬ノズル下端近傍に形成され、浸漬ノズルの中心線上から鑄型幅方向に向けて対称に開孔した一対の吐出孔と、
 該浸漬ノズル底部に形成され、前記一対の吐出孔を連結する開孔スリットを備えており、
 前記吐出孔の吐出角度 θ が、水平方向を基準として仰角 5° から 30° の範囲内にあり、
 前記一対の吐出孔と前記開孔スリットとで構成される開孔部の、鑄型幅方向内側両端面への水平投影面積の和を SS 、前記開孔部の鉛直下向き投影面積を SB とし、投影面積比 SS/ SB が、

$$2.5 \leq SS/ SB \leq 15$$

の範囲内にあることを特徴とする連続鑄造用の浸漬ノズル。

【請求項 2】

浸漬ノズル上端と吐出孔上端との間の浸漬ノズル内壁に、浸漬ノズルと軸心が一致した溶鋼の流路を狭める浸漬ノズル内径よりも径の小さい円筒状の段差を有しており、
 浸漬ノズルの内径と段差部のノズル内径との差の $1/2$ を段差高さ $H1$ [mm] とし、吐出孔上端から段差部下端までの距離を段差位置 $H2$ [mm] とし、段差部のノズル円筒軸方向の長さを段差長さ $H3$ [mm] とし、段差部下端とノズル内壁を結ぶ傾斜部の鉛直方向長さを傾斜長さ $H4$ [mm] としたときに、前記 $H1 \sim H4$ が下記の式 (1) ~ (4) を満たしていることを特徴とする請求項 1 に記載の連続鑄造用の浸漬ノズル。

$$2 \leq H1 \leq 25 \quad \dots (1)$$

$$50 \leq H2 \leq 500 \quad \dots (2)$$

$$20 \leq H3 \leq 300 \quad \dots (3)$$

$$0 \leq H4 \leq H1 \quad \dots (4)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、本発明は、鋼などの溶融金属を連続鑄造する際に、溶融金属を鑄型内に供給する浸漬ノズルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

溶鋼をはじめとする溶融金属の連続鑄造では、溶鋼は取鍋から溶鋼を受ける中間容器であるタンディッシュに移され、タンディッシュの底部に配置された浸漬ノズルを介して鑄型内に注入される。鑄型に注入された溶鋼は鑄型に接する部分から冷却されて凝固を開始して凝固シェルを形成し、順次鑄型下方のロール帯に引き抜かれて凝固が進行し、最終的に凝固が全て完了して鑄片となる。

【0003】

タンディッシュから鑄型に溶鋼を注入する浸漬ノズルは、有底円筒状の形状であり、その側壁下部には鑄型の幅方向、すなわち鑄型の長辺方向に沿って平行に溶鋼を注ぐための、浸漬ノズルの円筒軸に対して対称な二個の吐出孔が設けられている。二個の吐出孔を有する浸漬ノズル（以下、二孔ノズルと記載する場合がある）において、二個の吐出孔は各々鑄型短辺を向くように鑄型幅方向に平行に配置される。

【0004】

タンディッシュから二孔ノズルを介して、鑄型内に注がれた溶鋼は吐出流として鑄型の短辺に位置する凝固シェルへと衝突して、上昇流と下降流に分岐する。この上昇流は適度な範囲内では介在物や気泡の浮上除去を促進するが、大きすぎると湯面変動や溶融パウダーの巻き込みを引き起こし、操業性や鑄片品質に悪影響を及ぼす。また下降流は介在物や気泡の侵入に寄与するため、出来る限り小さい方が好ましい。この上昇流および下降流の流速は、二孔ノズルの吐出流速の増加に伴い大きくなり、その流速は二孔ノズルの吐出角度にも影響される。二孔ノズルの形状と二孔ノズルによって形成される鑄型内での流動に

10

20

30

40

50

は以下の問題がある。すなわち、二孔ノズルの吐出角度が下向き（すなわち水平方向を基準とした俯角方向）の場合には、下降流速が大きくなるため、下降流に付随した介在物や気泡が深くまで侵入して浮上しきれずに凝固シェルに捕捉され、介在物欠陥や気泡欠陥となり鑄片品質の低下を招く。これに対して、吐出角度が上向き（すなわち水平方向を基準とした仰角方向）の場合には、上昇流速が大きくなるため、湯面を激しく揺動し、溶融パウダーが溶鋼内に巻き込まれて凝固シェルに捕捉され、パウダー系の欠陥となり鑄片品質の低下を招く。吐出角度が水平の場合には、溶鋼吐出流が減衰なく短辺側の凝固シェルに衝突するため、凝固シェルが再溶解して、ブレイクアウトが生じる恐れがある。

【0005】

鑄造速度を小さくして吐出流速を抑えた限りでは上述の問題が発生する可能性は低い。しかし、生産量の増加を図ろうとした場合には鑄造速度を増加しなければならず、それに伴い吐出流速も増加して、上述した特に鑄片品質に関する問題が生じる。この課題を解決するための技術として、二孔ノズルの底部に鑄型幅方向と平行に吐出孔と連結したスリットを設けた特許文献1記載の浸漬ノズル（以下、分散ノズルと記載する場合がある）が知られている。分散ノズルでは、溶鋼を吐出孔及びスリットから鑄型内に注入することにより、溶鋼を鑄型幅全方向に吐出可能であり、二孔ノズルよりも下降流速が小さくなり、介在物の侵入深さが低減して、介在物欠陥が低減するとしている。また、分散ノズルでは溶鋼の均一吐出により、浸漬ノズル閉塞抑制とパウダーの円滑な溶融を可能としている。

【0006】

【特許文献1】特開昭61-14051号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

更なる増産の要求に応えつつ、高い品質レベルの鑄片を提供するためには、分散ノズルの吐出流速をさらに低減することが必要である。しかし、特許文献1記載の分散ノズルにおいて、吐出角度が下向きの場合は鑄造速度の増加に伴って下降流速が増加してしまい、鑄片品質を悪化させるのみである。

そこで、分散ノズルの吐出角度を上向きとして開孔部の方向を鑄型全方向に拡張して、分散ノズルの吐出流速をさらに低減することが考えられる。しかしながら、特許文献1記載の分散ノズルにおいて、単純に吐出角度を上向きとしただけでは、吐出流が分散ノズルの吐出孔上端壁から剥離してしまい、吐出流は吐出角度の方向には流出しないため、開孔部全方向に均一に溶鋼を吐出することは非常に困難であることがわかった。

よって、特許文献1記載の分散ノズルにおいて、吐出角度を上向きとしても吐出流は浸漬ノズルの開孔部全方向に均一に吐出しないため、吐出流速の低減には到らず、生産性向上と鑄片品質向上の両立を図るには不十分である。

【0008】

本発明は、二個の吐出孔とそれを連結するスリットを有する浸漬ノズルにおいて、溶鋼を浸漬ノズルの開孔部全方向に均一に吐出することで吐出流速を低減して、介在物欠陥や気泡欠陥の発生を抑制し鑄片の品質を向上させるとともに、生産性を向上することが可能な連続鑄造用の浸漬ノズル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】

本発明の要旨とするところは以下の通りである。すなわち、本発明は、溶鋼を鑄型内に注入する浸漬ノズルにおいて、浸漬ノズル下端近傍に形成され、浸漬ノズルの中心線上から鑄型幅方向に向けて対称に開孔した一对の吐出孔と、該浸漬ノズル底部に形成され、前記一对の吐出孔を連結する開孔スリットを備えており、前記吐出孔の吐出角度 θ が、上向き、すなわち水平方向を基準として仰角（以下、上向きと記載する場合がある） 5° から 30° の範囲内にあり、前記一对の吐出孔と前記開孔スリットとで構成される開孔部の、鑄型幅方向内側両端面への水平投影面積の和を S_S 、前記開孔部の鉛直下向き投影面積を S_B とし、投影面積比 S_S/S_B が、

10

20

30

40

50

2. $5 \leq SS / SB \leq 15$

の範囲内にあることを特徴とする連続鑄造用の浸漬ノズルである。なお、浸漬ノズルの中心線とは、浸漬ノズルの中心を通して鉛直方向に延伸する中心線のことをいう。鑄型幅方向に向けて対称に開孔したとは、鑄型幅方向と同じ方向において対称に開孔していることをいう。

【0010】

さらに、浸漬ノズル上端と吐出孔上端との間の浸漬ノズル内壁に、浸漬ノズルと軸心が一致した溶鋼の流路を狭める浸漬ノズル内径よりも径の小さい円筒状の段差を有しており、

浸漬ノズルの内径と段差部のノズル内径との差の $1/2$ を段差高さ $H1$ [mm] とし、吐出孔上端から段差部下端までの距離を段差位置 $H2$ [mm] とし、段差部のノズル円筒軸方向の長さを段差長さ $H3$ [mm] とし、段差部下端とノズル内壁を結ぶ傾斜部の鉛直方向長さを傾斜長さ $H4$ [mm] としたときに、前記 $H1 \sim H4$ が下記の式 (1) ~ (4) を満たすようにしてもよい。

$$2 \leq H1 \leq 25 \quad \dots (1)$$

$$50 \leq H2 \leq 500 \quad \dots (2)$$

$$20 \leq H3 \leq 300 \quad \dots (3)$$

$$0 \leq H4 \leq H1 \quad \dots (4)$$

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、鑄造速度を増加させた場合でも、浸漬ノズルの開孔部全方向に溶鋼を均一に安定的に吐出することができるため、吐出流速が低減し、これに伴い下降流速が小さくなり、介在物や気泡の侵入深さも小さくなり、介在物や気泡の侵入を抑制できる。さらに、上昇流速も適度に確保されるため、介在物や気泡の浮上除去を促進できる。よって、介在物欠陥や気泡欠陥の発生が抑制され、鑄片品質を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

上述の通り、鑄造速度を増加しつつ鑄片品質を向上するためには、浸漬ノズルから開孔部全方向になるべく均等に安定的に溶鋼を吐出させ、吐出流速および下降流速を小さくして、介在物や気泡の侵入を抑制する事が望ましい。さらに、介在物や気泡の浮上除去促進のためには、湯面を激しく揺動しない範囲で上昇流速を適度に大きくする事が望ましい。

しかし、分散ノズルで、吐出角度が下向きの場合は、下降流速が大きく、上昇流速が小さいため、介在物や気泡の浮上除去には不十分である。また、分散ノズルで単に吐出角度を上向きとした場合の溶鋼流動を図2に示すが、ノズル内側壁近傍を流れてきた溶鋼は、吐出孔上端に到達するとノズル内壁面から剥離してしまうため、溶鋼は吐出角度の方向に流出せず、開孔部全方向への均一吐出は達成されない。さらに、このとき吐出孔上部では負圧が生じるため、浸漬ノズル内への溶鋼や溶融パウダーの吸い込みが発生して、溶鋼流動を不安定にして鑄片品質を低下してしまう。

【0013】

本発明者は鋭意検討により、分散ノズルの吐出角度を上向きとしても、吐出流が吐出孔上端壁から剥離せずに、例えば図1に示すように吐出角度方向に流出し、溶鋼が鑄型全方向に安定的に、かつ均一に吐出できることを明らかにした。

【0014】

以下、本発明の内容について詳細に説明する。なお、本発明の浸漬ノズルは、図1および図3に示す分散ノズルである。

【0015】

本発明にかかる分散ノズルは、以下の三点を検討した。一点目が、浸漬ノズル1の吐出角度 θ である。二点目が、浸漬ノズル1の開孔部の鑄型3の幅方向内側両端面（鑄型3の短辺）へ投影された水平投影面積の和 SS と、当該開孔部の鉛直下向き投影面積 SB との投影面積比 SS / SB である。なお、浸漬ノズル1の開孔部とは、浸漬ノズル1の下端近

10

20

30

40

50

傍に形成され、浸漬ノズル 1 の中心線 C (図 3 (a)) から鑄型 3 の幅方向 (図 1 中の Y 方向、図 3 (a) 中の Y 方向) に向けて対称に開孔した一对の吐出孔 9、9 と、浸漬ノズル 1 の底部に形成され、一对の吐出孔 9、9 を連結する開孔スリットとしてのスリット 8 と、で構成されるものである。三点目が、浸漬ノズル 1 の上端と吐出孔 9 の上端との間の浸漬ノズル内壁 10 への浸漬ノズル 1 と軸心が一致したノズル縦孔 12 内の溶鋼の流路を狭める、浸漬ノズル 1 の内径よりも径の小さい円筒状の段差の付与である。

【0016】

吐出角度 θ と投影面積比 S_S / S_B が溶鋼 7 の流動に与える影響について検討した。浸漬ノズル 1 から鑄型 3 内に流出する流体の挙動を 1/2.5 スケールの水モデル実験により確認した。水モデル実験装置は、幅が 1300 mm 相当、厚さが 250 mm 相当の鑄片を
10 実機連続鑄造機にて鑄造する場合を想定し、メニスカスから 2.3 m 相当までの液相部分を再現した。水量は実機鑄造速度に相当する種々の水量で変化させた。浸漬ノズル 1 には、種々の吐出角度 θ 及び投影面積比 S_S / S_B を設定した分散ノズルを用いた。鑄型 3 内の流動状態を観測するために、着色水を用いて目視にて流動状態を確認した。

【0017】

水モデル実験の結果、吐出角度 θ は水平方向を基準として仰角 5° から 30° の範囲、かつ、投影面積比 S_S / S_B は 2.5 から 15 の範囲にて、図 1 に示す様な、吐出流が均一に開孔部全方向に吐出する溶鋼流動を示す事が明らかとなった。この理由は、浸漬ノズル 1 内を流れてきた流体が浸漬ノズル 1 底部にて十分な圧損を受けることで、圧損がない
20 場合にはスリット 8 から流出していた流量の一部が吐出孔 9 に分配され、吐出孔 9 からの流量が増加したためである。また、鑄型全方向に流体が均一に吐出した事に伴って、相対的に上昇流 5 の流速 (以下、上昇流速という) は大きくなり、下降流 6 の流速 (以下、下降流速という) は小さくなった。

【0018】

具体的には、吐出角度 θ が水平方向を基準として仰角 5° よりも下向きの場合は、溶鋼が鑄型全方向には吐出せずに、図 2 に示すような従来の分散ノズルと同等の流動パターンとなり、下降流速は大きかった。吐出角度 θ が水平方向を基準として仰角 30° 超では、吐出流が直接メニスカスに衝突するため、液面の揺動が非常に大きくなった。投影面積比 S_S / S_B が 2.5 未満では、浸漬ノズル 1 底部にて十分な圧損を受ける事ができずにスリット 8 から流出する流量が多くなり、開孔部から均一な吐出流を得る事が出来なかった
30 。投影面積比 S_S / S_B が 15 超では、浸漬ノズル 1 底部で受ける圧損が大きくなりすぎ、吐出孔 9 からの流体流出量が非常に多くなり、全方向吐出が達成されず下降流速、液面変動ともに大きくなった。

【0019】

さらに本発明者は、図 3 に示した浸漬ノズル 1 内部への段差の付与が浸漬ノズル 1 内部の溶鋼流動及び鑄型 3 内の溶鋼流動に与える影響について鋭意検討を行った。浸漬ノズル 1 内部の溶鋼流動及び鑄型 3 内の溶鋼流動について水モデル実験にて評価した。実験に用いた装置及び実験条件は上述の検討と同様である。浸漬ノズル 1 には種々の寸法の段差を付与した分散ノズルを用いた。また、このときの吐出角度 θ は水平方向を基準として仰角 5° から 30° 、投影面積比 S_S / S_B は 2.5 から 15 の範囲とした。鑄型 3 内の流動
40 状態を観測するために、着色水を用いて目視にて流動状態を確認した。

【0020】

浸漬ノズル 1 内部の段差は図 3 に示す様に、浸漬ノズル 1 の内径と段差部 11 の内径との差の 1/2 を段差高さ H_1 [mm] を $2 \leq H_1 \leq 25$ とし、ノズル吐出孔 9 の上端から段差部 11 の下端までの距離を段差位置 H_2 [mm] を $50 \leq H_2 \leq 500$ とし、段差部 11 のノズル円筒軸方向の長さを段差長さ H_3 [mm] を $20 \leq H_3 \leq 300$ とし、段差部 11 の下端とノズル内壁 10 を結ぶ傾斜部 13 の鉛直方向長さを傾斜長さ H_4 [mm] を $0 \leq H_4 \leq H_1$ とした。

なお、段差部 11 とは、段差高さ H_1 である部分を意味しており、傾斜部 13 は含まない。

10

20

30

40

50

水モデル実験の結果、上記の段差を浸漬ノズル1内部に設けることにより、浸漬ノズル1内部の流動がより安定化し、また、鑄型全方向への流体がより均一に吐出した。この理由を説明する。段差部11の下端以降では、ノズル内壁面側を通過する流体よりもノズル中央部を通過する流体の方が流速は大きくなる。ノズル中央部を通る流体は、ノズル内壁近傍を通る流体よりも先にノズル底部に到達して、そこで十分な圧損を受けることで、流体の流量は吐出孔9に多く分配される。また、ノズル内壁面側を通過する流体は段差部11の下端にて一時的にノズル壁面から剥離して流速が小さくなり、吐出孔9を通過する際に、先にノズル中央部を通りノズル底部にて圧損を受けた流体に押し戻される形となり、吐出孔9を流体が充填して鑄型3内に流出することとなる。よって、ノズル内部流動がより安定化し、また、開孔部全方向により均一な流体吐出を達成した。

10

【0021】

具体的には、段差高さH1が2mm未満では、段差の無い分散ノズルと流動状態が同等であり、段差の効果がほとんど見られない。また、段差高さH1が2.5mm超では、段差部11の上端にて浸漬ノズル1の上端へと向かう反転流が発生してしまい、浸漬ノズル1の内部での流れが不安定になりやすい。また、この場合には段差部11では流路が非常に狭くなるため吐出孔9から十分な流量が得られにくくなる。段差位置H2が50mm未満では、段差部11の下端にて流体が剥離した直後に吐出孔9の上端に到達するため、吐出孔9から流出せずにスリット8からの流量が多くなる。段差位置H2が500mm超では、段差部11の下端から吐出孔9の上端までの距離が十分に長いため、剥離した流れが再度ノズル壁面に沿う流れとなり、段差の効果が得られにくい。段差長さH3が20mm未満では、段差部11にて径方向に均一な流れが得られず、浸漬ノズル1の内部にて偏流が生じやすくなる。段差長さH3が500mm超ではノズル寸法の制約上好ましくない。傾斜長さH4が0mm未満はノズル構造上好ましくない。また、傾斜長さH4>段差高さH1では、剥離した流れが再度ノズル壁面に沿う流れとなり、段差の効果が得られにくい。

20

【0022】

以上により、吐出角度 θ が水平方向を基準として仰角 5° から 30° 、投影面積比 S_S/S_B が2.5から15、段差形状を段差高さH1が2mmから2.5mm、段差位置H2が50mmから500mm、段差長さH3が20mmから300mm、傾斜長さH4が0mm以上段差高さH1以下にて、溶鋼吐出流をより安定的に、かつ、より均一に浸漬ノズル1の開孔部全方向に吐出する事が可能となった。

30

【実施例】

【0023】

以下に、本発明の実施例について説明する。

【0024】

(実施例1)

転炉一脱ガスを経て成分調整した炭素濃度30ppm以下の極低炭素鋼を、垂直曲げ型スラブ連続鑄造機にて鑄造速度1.5、2.0、2.5m/minで連続鑄造した。スラブ厚さは240mm、スラブ幅は1000~2000mm、溶鋼取鋼容量は300tである。浸漬ノズルには、表1~3記載の本発明分散ノズルを含む種々の分散ノズル及び二孔ノズルを用いた。

40

【0025】

【表 1】

試験No.	鑄造速度 [m/min]	ノズル形状	吐出角度 θ [°]	開孔部面積比 SS/SB	湯面変動	気泡欠陥指数	介在物欠陥指数	鑄造状況	
1	1.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	上向き5	5	○	0.58	0.58	安定	本発明
2			上向き15	3	○	0.56	0.56	安定	
3				5	○	0.55	0.55	安定	
4				10	○	0.56	0.55	安定	
5				15	○	0.57	0.55	安定	
6			上向き30	5	○	0.57	0.58	安定	
7	1.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き15	5	○	0.81	0.84	安定	比較例
8			水平0	5	○	0.77	0.77	安定	
9			上向き15	1	○	0.75	0.80	安定	
10				20	×	0.76	0.76	湯面変動大	
11			上向き45	5	×	0.75	0.79	湯面変動大	
12		二孔ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き30	—	○	1.00	1.00	安定	

【0026】

【表 2】

試験No.	鑄造速度 [m/min]	ノズル形状	吐出角度 θ [°]	開孔部面積比 SS/SB	湯面変動	気泡欠陥指数	介在物欠陥指数	鑄造状況	
13	2.0	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	上向き5	5	○	0.55	0.54	安定	本発明
14			上向き15	3	○	0.48	0.55	安定	
15				5	○	0.51	0.52	安定	
16				10	○	0.51	0.53	安定	
17				15	○	0.53	0.54	安定	
18			上向き30	5	○	0.48	0.54	安定	
19	2.0	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き15	5	○	0.83	0.85	安定	比較例
20			水平0	5	○	0.81	0.77	安定	
21			上向き15	1	○	0.77	0.79	安定	
22				20	×	0.77	0.75	湯面変動大	
23			上向き45	5	×	0.78	0.81	湯面変動大	
24		二孔ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き30	—	○	1.00	1.00	安定	

【0027】

【表 3】

試験No.	鑄造速度 [m/min]	ノズル形状	吐出角度 θ [°]	開孔部面積比 SS/SB	湯面変動	気泡欠陥指数	介在物欠陥指数	鑄造状況	
25	2.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	上向き5	5	○	0.52	0.53	安定	本発明
26			上向き15	3	○	0.46	0.49	安定	
27				5	○	0.49	0.51	安定	
28				10	○	0.46	0.47	安定	
29				15	○	0.51	0.50	安定	
30			上向き30	5	○	0.45	0.52	安定	
31	2.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き15	5	○	0.84	0.85	安定	比較例
32			水平0	5	○	0.83	0.80	安定	
33			上向き15	1	○	0.76	0.81	安定	
34				20	×	0.78	0.79	湯面変動大	
35			上向き45	5	×	0.80	0.83	湯面変動大	
36		二孔ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き30	—	○	1.00	1.00	安定	

【0028】

本発明にかかる分散ノズルの使用時の湯面変動量を評価するために、鑄型上部にて湯面レベル計を用いて鑄型短辺側でのメニスカスの湯面変動状況を確認した。

【0029】

また、鑄片品質の評価のために、鑄片内に残留した介在物個数を評価した。鑄片内の介在物個数は、鑄片の表面から鑄片厚み方向に120mm（鑄片1/2厚）の部分で全幅方

向に切り出し、鋳片内に存在する大きさ $50\mu\text{m}$ 以上の介在物個数を計測した。大きさ $50\mu\text{m}$ 以上の介在物は鋳片において欠陥となり得るサイズである。

【0030】

同様に、鋳片品質の評価のために、鋳片内に残留した気泡個数を評価した。鋳片内の気泡個数は、鋳片の表面から鋳片厚み方向に 75mm （鋳片 $1/4$ 厚）の部分在全幅方向に切りだし、直径 0.1mm 以上の気泡個数を計測した。直径 0.1mm 以上の気泡は鋳片において欠陥となり得るサイズである。

【0031】

まず、湯面変動の評価結果について述べる。その結果を表1～3に示す。本発明にかかる分散ノズルでの湯面変動状況は、湯面が安定した条件である吐出角度下向きの浸漬ノズル（No. 7、12、19、24、31及び36）と同程度の湯面変動状況であり、操業でも問題のないレベルであった。

10

【0032】

次に、鋳片内の介在物個数を調査した結果について述べる。その結果を表1～3に示す。表1～3の介在物欠陥指数は、No. 12、24及び36の下降流速が一番大きな二孔ノズル使用時の介在物個数を1として鋳造速度毎に相対的に表示している。その結果、本発明のNo. 1～6、13～18及び25～30の分散ノズルを用いて鋳造した鋳片では、二孔ノズルに比べて大幅に介在物欠陥指数が減少した。また、比較例No. 7～11、19～23及び31～35の分散ノズルと比較しても本発明にかかる分散ノズルでは介在物欠陥指数が減少した。

20

【0033】

次に、鋳片内の気泡個数の調査結果について述べる。その結果を表1～3に示す。表1～3の気泡欠陥指数は上記と同様の理由により、No. 12、24及び36の二孔ノズル使用時の気泡個数を1として鋳造速度毎に相対的に表示している。その結果、本発明のNo. 1～6、13～18及び25～30の分散ノズルを用いて鋳造した鋳片では、二孔ノズルに比べて気泡欠陥指数が大幅に減少した。また、比較例No. 7～11、19～23及び31～35の分散ノズルと比較しても本発明にかかる分散ノズルでは気泡欠陥指数が減少した。

【0034】

（実施例2）

30

転炉一脱ガスを経て成分調整した炭素濃度 30ppm 以下の極低炭素鋼を、垂直曲げ型スラブ連続鋳造機にて鋳造速度 1.5 、 2.0 、 2.5m/min で連続鋳造した。スラブ厚さは 240mm 、スラブ幅は $1000\sim 2000\text{mm}$ 、溶鋼取鍋容量は 300t である。浸漬ノズルには、表4～6記載の本発明分散ノズルを含む種々の分散ノズル及び二孔ノズルを用いた。

【0035】

【表 4】

試験No.	鋳造速度 [m/min]	ノズル形状	吐出角度θ [°]	開孔部面積比 SS/SB	段差[mm]				湯面変動	気泡欠陥指数	介在物欠陥指数	鋳造状況	
					高さH1	位置H2	長さH3	傾斜長さH4					
37	1.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	上向き15	5	1	150	100	0.5	○	0.57	0.56	安定	本発明
38					2			1	○	0.47	0.57	安定	
39					5			2.5	○	0.45	0.52	安定	
40					0	50	5	○	0.55	0.54	安定		
41					50			○	0.53	0.53	安定		
42					10			○	0.53	0.50	安定		
43					20			○	0.52	0.51	安定		
44					0	100	○	0.44	0.47	安定			
45					5		○	0.43	0.46	安定			
46					10		○	0.43	0.45	安定			
47					20		○	0.49	0.50	安定			
48					300	500	5	○	0.45	0.48	安定		
49					500			○	0.55	0.55	安定		
50					300			○	0.45	0.45	安定		
51					500			○	0.48	0.52	安定		
52					1000	100	5	○	0.50	0.54	安定		
53					25			○	0.45	0.51	安定		
54					30			○	0.55	0.55	安定		
55	1.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き15	5	10	150	100	5	○	0.82	0.83	安定	比較例
56			水平0	5					○	0.74	0.72	安定	
57			上向き15	1					○	0.73	0.78	安定	
58			上向き45	20					×	0.71	0.71	湯面変動大	
59			上向き45	5					×	0.72	0.74	湯面変動大	
60			下向き30	—					○	1.00	1.00	安定	
60	1.5	二孔ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き30	—	10	150	100	5	○	1.00	1.00	安定	比較例
60			下向き30	—					○	1.00	1.00	安定	

【0036】

【表 5】

試験No.	鋳造速度 [m/min]	ノズル形状	吐出角度θ [°]	開孔部面積比 SS/SB	段差[mm]				湯面変動	気泡欠陥指数	介在物欠陥指数	鋳造状況	
					高さH1	位置H2	長さH3	傾斜長さH4					
61	2.0	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	上向き15	5	1	150	100	0.5	○	0.54	0.54	安定	本発明
62					2			1	○	0.45	0.52	安定	
63					5			2.5	○	0.43	0.52	安定	
64					0	50	5	○	0.55	0.50	安定		
65					50			○	0.55	0.51	安定		
66					10			○	0.55	0.50	安定		
67					20			○	0.51	0.50	安定		
68					0	100	○	0.43	0.45	安定			
69					5		○	0.42	0.42	安定			
70					10		○	0.41	0.42	安定			
71					20		○	0.51	0.52	安定			
72					300	5	○	0.45	0.43	安定			
73					500		○	0.51	0.52	安定			
74					300		○	0.45	0.42	安定			
75					500		○	0.48	0.51	安定			
76					1000	100	○	0.52	0.53	安定			
77					25	150	○	0.45	0.49	安定			
78					30		○	0.53	0.53	安定			
79	2.0	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き15	5	10	150	100	5	○	0.83	0.85	安定	比較例
80			水平0	5					○	0.75	0.77	安定	
81			上向き15	1					○	0.75	0.79	安定	
82			上向き45	20					×	0.73	0.71	湯面変動大	
83			上向き45	5					×	0.73	0.74	湯面変動大	
84			下向き30	—					○	1.00	1.00	安定	

【0037】

【表 6】

試験No.	鋳造速度 [m/min]	ノズル形状	吐出角度θ [°]	開孔部面積比 SS/SB	段差[mm]				湯面変動	気泡欠陥指数	介在物欠陥指数	鋳造状況	
					高さH1	位置H2	長さH3	傾斜長さH4					
85	2.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	上向き15	5	1	150	100	0.5	○	0.50	0.52	安定	本発明
86					2			1	○	0.43	0.52	安定	
87					5			2.5	○	0.40	0.51	安定	
88					10	0	5	5	○	0.55	0.50	安定	
89									○	0.47	0.46	安定	
90									○	0.55	0.50	安定	
91						20	100	5	○	0.45	0.49	安定	
92									○	0.38	0.37	安定	
93									○	0.36	0.35	安定	
94						150	100	5	○	0.36	0.34	安定	
95									○	0.48	0.48	安定	
96							300	5	○	0.41	0.40	安定	
97									○	0.55	0.55	安定	
98									○	0.41	0.39	安定	
99						500	100	5	○	0.46	0.47	安定	
100									○	0.50	0.52	安定	
101									○	0.45	0.49	安定	
102						1000	100	5	○	0.50	0.50	安定	
103									○	0.84	0.85	安定	
104									○	0.75	0.80	安定	
105	2.5	分散ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き15	5	10	150	100	5	○	0.76	0.81	安定	比較例
106			水平0	5					×	0.75	0.75	湯面変動大	
107			上向き15	1					×	0.76	0.75	湯面変動大	
108			上向き45	20					×	0.76	0.75	湯面変動大	
108	2.5	二孔ノズル 外径:150mm 内径:90mm	下向き30	—	10	150	100	5	○	1.00	1.00	安定	比較例
108			上向き45	5					×	0.76	0.75	湯面変動大	

【0038】

本発明にかかる分散ノズルの使用時の湯面変動量を評価するために、鋳型上部にて湯面レベル計を用いて鋳型短辺側でのメニスカスの湯面変動状況を確認した。

【0039】

また、鋳片品質の評価のために、鋳片内に残留した介在物個数を評価した。鋳片内の介在物個数は、鋳片の表面から鋳片厚み方向に120mm（鋳片1／2厚）の部分を実幅方向に切り出し、鋳片内に存在する大きさ50μm以上の介在物個数を計測した。大きさ50μm以上の介在物は鋳片において欠陥となり得るサイズである。

【0040】

同様に、鋳片品質の評価のために、鋳片内に残留した気泡個数を評価した。鋳片内の気泡個数は、鋳片の表面から鋳片厚み方向に75mm（鋳片1／4厚）の部分を実幅方向に切りだし、直径0.1mm以上の気泡個数を計測した。直径0.1mm以上の気泡は鋳片において欠陥となり得るサイズである。

【0041】

まず、湯面変動の評価結果について述べる。その結果を表4～6に示す。本発明にかかる分散ノズルでの湯面変動状況は、湯面が安定した条件である吐出角度下向きの浸漬ノズル（No. 55、60、79、84、103及び108）と同程度の湯面変動状況であり、操業でも問題のないレベルであった。

【0042】

次に、鋳片内の介在物個数を調査した結果について述べる。その結果を表4～6に示す。表4～6の介在物欠陥指数は、No. 60、84及び108の下降流速が一番大きな二孔ノズル使用時の介在物個数を1として鋳造速度毎に相対的に表示している。その結果、本発明のNo. 37～54、61～78及び85～102の分散ノズルを用いて鋳造した鋳片では、二孔ノズルに比べて大幅に介在物欠陥指数が減少した。また、比較例No. 55～59、79～83及び103～107の分散ノズルと比較しても本発明の分散ノズルでは介在物欠陥指数が減少した。

【0043】

次に、鋳片内の気泡個数の調査結果について述べる。その結果を表4～6に示す。表4～6の気泡欠陥指数は上記と同様の理由により、No. 60、84及び108の二孔ノズル使用時の気泡個数を1として鋳造速度毎に相対的に表示している。その結果、本発明のNo. 37～54、61～78及び85～102の分散ノズルを用いて鋳造した鋳片では、二孔ノズルに比べて気泡欠陥指数が大幅に減少した。また、比較例No. 55～59、79～83及び103～107の分散ノズルと比較しても本発明の分散ノズルでは気泡欠陥指数が減少した。

【産業上の利用可能性】

【0044】

鋼などの溶融金属を連続鋳造する際に、溶融金属を鋳型内に供給する浸漬ノズルに有用である。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明による浸漬ノズル内及び鋳型内の溶鋼流動を示す図である。

【図2】従来分散ノズルによる浸漬ノズル内及び鋳型内の溶鋼流動を示す図である。

【図3】本発明の浸漬ノズルを示した図であり、(a)及び(b)は浸漬ノズル内部に設置した段差を示す縦断面図であり、(c)は浸漬ノズル底部の平面図である。

10

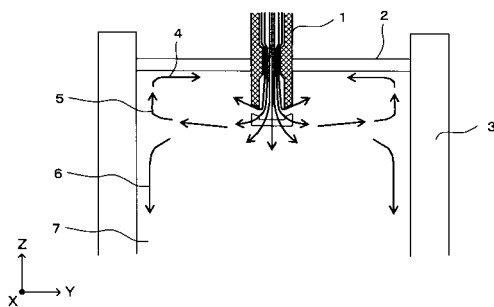
【符号の説明】

【0046】

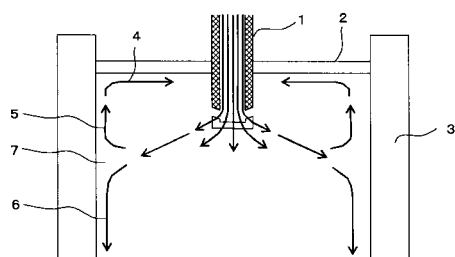
- 1 浸漬ノズル
- 2 モールドパウダー
- 3 鋳型
- 4 メニスカス反転流
- 5 上昇流
- 6 下降流
- 7 溶鋼
- 8 ノズル底部スリット
- 9 吐出孔
- 10 浸漬ノズル内壁
- 11 段差部
- 12 ノズル縦孔
- 13 傾斜部

20

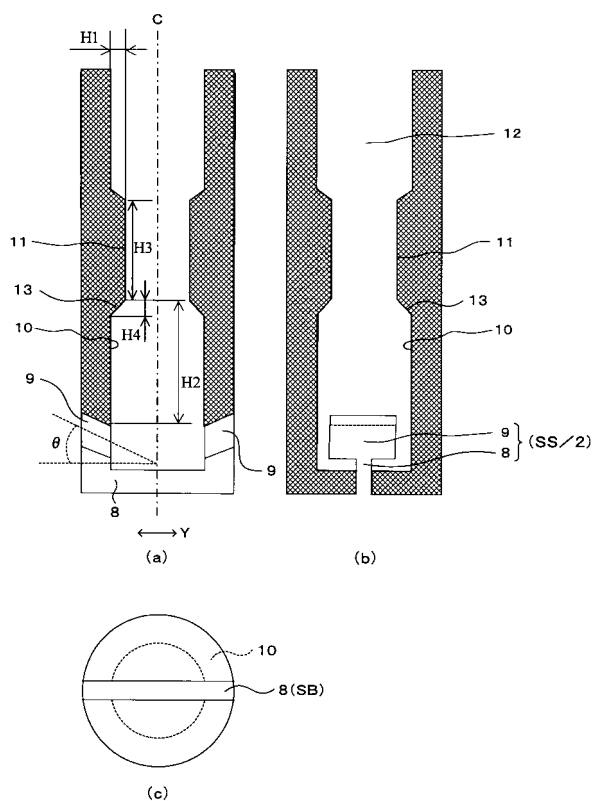
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤 健彦
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 山村 英明
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 長谷川 一
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 加藤 雄一郎
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- Fターム(参考) 4E004 FB06
4E014 DB04