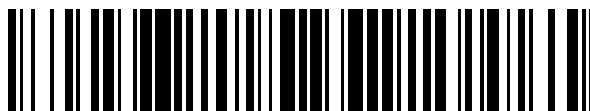


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 518**

51 Int. Cl.:

B22D 11/20 (2006.01)

B22D 11/00 (2006.01)

B22D 11/128 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2014** **PCT/JP2014/066050**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014** **WO14203902**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2014** **E 14813339 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** **EP 3012044**

54 Título: **Método para colada continua para fundir chapas de acero de espesor extra**

30 Prioridad:

18.06.2013 JP 2013127208

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.09.2018

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**YAMANAKA, AKIHIRO;
TAGUCHI, KENJI y
TAJIMA, NAOKI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 682 518 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para colada continua para fundir chapas de acero de espesor extra

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método de colada continua de desbastes planos que se utilizan como materia prima para fabricar chapas de acero de gran espesor que se utilizan para puentes, componentes de construcción, etc.

Estado de la técnica

10 En el caso en el que los desbastes planos de colada continua se laminan como materia prima para la fabricación de chapas de acero de gran espesor, no se puede conseguir una elevada ratio de reducción (espesor de desbaste plano tras la colada/ espesor de acabado de la chapa de acero laminada). Por lo tanto, existe el problema de que los pequeños orificios, que son defectos de colada (en lo sucesivo denominados "porosidades"), permanecen alrededor de los centros de los desbastes planos en la dirección del espesor sin ser lo suficientemente presionados como para que se colapsen, lo que provoca defectos en el producto. En el caso de una colada continua de desbastes planos con grandes secciones transversales, se asume que para un ratio de reducción elevado se necesita una colada a baja velocidad, debido al límite de longitud de la máquina, lo que es muy ineficiente. Aunque pese a dicho método, también se considera el que los lingotes de diámetros grandes se moldeen mediante fundición común de lingotes pero sin colada continua, la eficacia es mucho peor que con la colada continua.

20 Los inventores de la presente invención proponen, en el documento de literatura de patente 1, el siguiente método para fabricar planchas de acero de gran espesor para resolver el problema anterior: bajo la condición de que el ratio de reducción r hasta el acabado sea de 1,5 a 4,0, laminado en caliente, como materia prima, un desbaste plano que se moldea por reducción, en la parte central del desbaste plano en la dirección de la anchura, de unos 3 a 15 mm, mediante un par de rodillos de reducción en condiciones en las que el desbaste plano incluye una parte no solidificada mientras que la proporción de fase sólida de la parte central del desbaste plano en la dirección del espesor no es inferior a 0,8 e inferior a 1,0, con el fin de reducir el volumen de porosidad central. La aplicación de este método hace que las porosidades en la chapa de acero de gran espesor se reduzcan considerablemente entre 1/4 y 1/3 del nivel de las porosidades cuando se utiliza como materia prima un desbaste plano original moldeado sin reducción.

30 Incluso si se aplica el método de la literatura de patente 1 anteriormente mencionado, todavía quedan considerables porosidades en los desbastes planos para planchas de acero de gran espesor. Por lo tanto, debe decirse que el método antes mencionado de la literatura de patente 1 no es suficiente como medidas para la disminución de porosidades desde el punto de vista del requisito de la disminución de las porosidades, que se prevé será cada vez más estricto en el futuro, de la tendencia a considerar deseable que los desbastes planos más delgados se moldeen a alta velocidad y de que el ratio de reducción en la laminación se mantenga bajo, para acabados de planchas de acero, y así sucesivamente.

35 Las literaturas de patente 2 y 3 describen equipos de colada continua para acero en los que se disponen varios pares de rodillos, cada uno de los cuales está formado integralmente en la dirección axial con un gran diámetro de rodillo de más de 400 mm. Si bien se considera que la reducción en los desbastes planos con varios pares de rodillos de este tipo, es extremadamente efectiva para disminuir las porosidades, cabe esperar la aparición del siguiente problema.

40 La disposición de varios pares de rodillos con diámetros tan grandes hace que se produzca varias veces un abombamiento entre los rodillos cuando los desbastes planos cuyas partes centrales están sin solidificar pasan a través de los rodillos. Esto provoca una peor segregación de componentes como el carbono, el azufre y el fósforo en las partes centrales de los desbastes planos (segregación de la línea central), la aparición de grietas en las interfaces de solidificación (agrietamiento interno), y así sucesivamente. Incluso son desbastes planos completamente solidificados los que pasan a través de los rodillos con diámetros grandes, y se intenta realizar la reducción en los mismos con rodillos de diámetros grandes en múltiples etapas con el fin presionar hasta el colapso las porosidades que se producen en la solidificación, existe el problema de que reducción entre rodillos continuos hacen que progrese el endurecimiento por deformación y que no progrese tanto la reducción.

50 El documento WO 2009/066929 describe un procedimiento para colada continua de un desbaste plano en el que las capas solidificadas de un desbaste plano de colada que tiene una capa no solidificada se comprimen entre ellas durante un proceso de colada continua para prevenir fundamentalmente la aparición de defectos, tales como segregación del centro o porosidad, que deterioran la calidad del desbaste plano de colada, disminuyendo de este modo los defectos. Un método de colada continua para producir un desbaste plano estirando acero fundido de un molde incluye el preparar una unidad de compresión y reducir al menos un lado del desbaste plano de colada estirado mediante la unidad de compresión, en donde se hace retornar un soluto enriquecido de acero fundido residual en una dirección opuesta a la dirección de colada.

Lista de citas

Literatura de patentes

Literatura de patente 1: JP2007-196265 A

Literatura de patente 2: JP2009-255173 A

5 Literatura de patente 3: JP2010-227941A

Resumen de la invención

Problema técnico

10 Como se ha descrito anteriormente, en un caso en el que se fabrica la plancha de acero de gran espesor con desbastes planos de colada continua como materia prima, no se puede proporcionar un ratio elevado de reducción, y por lo tanto se da el problema de que las porosidades permanecen alrededor de los centros de los desbastes planos en la dirección del espesor, lo que causa defectos del producto.

15 La presente invención se realiza a la vista del problema anterior. Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de colada continua de desbastes planos para chapas de acero de gran espesor con el que se puede fabricar un desbaste plano que se utiliza como materia prima para fabricar planchas de acero de gran espesor y en el que se reducen de forma extremada las porosidades que quedan alrededor de su centro en la dirección del espesor, sin ocasionar una peor segregación en la línea central ni grietas internas, y sin endurecimiento por deformación que evita la reducción.

Solución al problema

20 Los inventores de la presente invención han llevado a cabo repetidamente análisis de transferencia de calor y diversas pruebas para resolver el problema anterior. Como resultado, descubrieron que el siguiente método es efectivo para disminuir las porosidades, y además, no surgen problemas de aparición de otros defectos tales como una peor segregación en la línea central y grietas internas:

(a) se utilizan dos pares de rodillos de reducción para la reducción sobre un desbaste plano. Es deseable que el diámetro de cada rodillo sea de 450 mm o superior;

25 (b) se disponen dos parejas de rodillos de reducción con un intervalo entre las parejas en el intervalo de 3 m a 7 m (disposición separada), y se disponen rodillos de apoyo, con un intervalo normal de rodillos (330 mm o menos), entre las parejas de los rodillos de reducción. El intervalo entre una pareja de los rodillos de reducción y los rodillos de apoyo adyacentes a la pareja puede ser superior a 330 mm, pero se acorta tanto como sea posible.

30 (c) se lleva a cabo la reducción en el desbaste plano con los primeros rodillos de reducción (en la primera etapa) en las condiciones en las que el desbaste plano incluye una porción no solidificada en el rango de la proporción de fase sólida de su parte central de 0,8 a menos de 1 hasta que la reacción que actúa sobre los rodillos (en lo sucesivo también denominada "reacción de reducción") sea la mayor.

35 (d) además, se lleva a cabo la reducción sobre el desbaste plano con los rodillos de reducción en la segunda etapa en las condiciones en las que el desbaste plano está completamente solidificado hasta que la reacción de reducción sea la mayor.

La presente invención se hace basándose en el anterior descubrimiento, y su resumen radica en el siguiente método para colada continua.

40 Esto es, un método para moldear continuamente un desbaste plano que se utiliza como materia prima para fabricar chapa de acero de gran espesor mediante laminación en caliente que incluye el uso de dos parejas de rodillos de reducción, estando las parejas dispuestas separadas entre sí con un intervalo entre las parejas en una rango de 3 m a 7 m, colocando entre las parejas un rodillo de apoyo, realizando la reducción sobre un desbaste plano de 3 a 15 mm con un par de rodillos de reducción ubicados en una primera etapa en unas condiciones en las que el desbaste plano incluye una porción no solidificada con una proporción de fase sólida, de una parte central del desbaste plano en una dirección de espesor, en un rango de 0,8 a menos de 1 y, adicionalmente, realizando la reducción en el desbaste plano con otra pareja de los rodillos de reducción situados en una segunda etapa, en unas condiciones en las que el desbaste plano está completamente solidificado.

50 En el método para método para moldear continuamente un desbaste plano para chapa de acero de gran espesor de la presente invención, el diámetro de cada una de las parejas de los rodillos de reducción es de 450 mm o superior. Por lo cual se puede mejorar la eficiencia de reducción en la parte central de un desbaste plano, en donde existen porosidades. Por lo tanto, es deseable.

Es preferible que en el método para moldear continuamente un desbaste plano para chapa de acero de gran espesor de la presente invención, se dispongan una pluralidad de los rodillos de apoyo entre dos parejas de rodillos de reducción, y que el intervalo entre los rodillos de apoyo, que son adyacentes entre sí, sea de 330 mm o inferior. De este modo, se impide fácilmente el abombamiento entre rodillos, y por lo tanto, se impide fácilmente la aparición de grietas internas y una peor segregación en la línea central.

En la presente invención "Plancha de acero de gran espesor" significa plancha de acero que se obtiene laminando un desbaste plano obtenido por el método de colada continua, y que tiene un grosor de 80 mm o superior.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con el método para la colada continua de la presente invención, se puede fabricar un desbaste plano, que se usa como materia prima para fabricar planchas de acero de gran espesor mediante laminado en caliente, y en el que las porosidades que quedan alrededor de su centro en la dirección del espesor se reducen de forma extremada, sin ocasionar una peor segregación en la línea central, ni grietas internas o similares.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 representa esquemáticamente una estructura de una máquina de colada continua de tipo plegado vertical que se utiliza para una prueba de colada continua.

Descripción de las formas de realización

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención es un método para colar continuamente un desbaste plano que se usa como materia prima para fabricar chapa de acero de gran espesor mediante laminación en caliente, incluyendo el uso de dos parejas de rodillos de reducción, estando las parejas separadas entre sí con un intervalo entre las parejas en un rango de 3 m a 7 m, entre las parejas se dispone un rodillo de apoyo, llevando a cabo una reducción, sobre el desbaste plano, de 3 a 15 mm con un par de rodillos de reducción ubicados en una primera etapa, en unas condiciones en las que el desbaste plano incluye una porción no solidificada con una proporción de fase sólida de una parte central del desbaste plano en una dirección del espesor, en un rango de 0,8 a menos de 1 y, además, realizando una reducción en el desbaste plano mediante otro par de los rodillos de reducción situados en una segunda etapa, en unas condiciones en las que el desbaste plano está completamente solidificado.

El método para la colada continua de la presente invención se describirá con referencia al dibujo de abajo.

La FIG. 1 representa esquemáticamente una estructura de una máquina de colada continua del tipo de plegado vertical que se utiliza para una prueba de colada continua. El acero fundido 4 que se vierte desde una artesa (no representada) a través de una buza sumergida 1 en un molde 3 se enfría mediante lanzamiento de agua pulverizada desde el molde 3 y un grupo de boquillas de pulverización de enfriamiento secundarias que está debajo del molde 3 (no representado), y se forma una costra solidificada 5 para ser un desbaste plano 8. El desbaste plano 8 pasa a través de un grupo de rodillos de apoyo 6 mientras mantiene partes no solidificadas en su interior, y se retira mediante rodillos extractores (no representados).

La razón por la cual la colada continua no se aplica a los desbastes que se utilizan como materia prima para fabricar planchas de acero de gran espesor es la descrita anteriormente, en el caso en que la plancha de acero de gran espesor se fabrica mediante el laminado en caliente de los desbastes planos de colada continua, no se puede conseguir un elevado ratio de reducción; y por lo tanto existe el problema de que las porosidades que existen alrededor de los centros de los desbastes planos en la dirección del espesor, permanecen incluso después del laminado en caliente, lo que provoca defectos en el producto. Para resolver el problema, en la presente invención se fabrica un desbaste plano para chapa de acero de gran espesor en el que las porosidades en el desbaste plano se reducen de forma extremada de modo que las porosidades no permanecen en la plancha de acero después del laminado en caliente.

En la presente invención, se usan dos parejas de rodillos de reducción, que se disponen separados entre sí (es decir, dispuestos con un intervalo predeterminado), para obtener un desbaste plano en el que se disminuyen de forma extremada las porosidades tal como se describe a continuación.

La primera razón por la cual se utilizan dos parejas de rodillos de reducción que están dispuestos separados entre sí con un intervalo entre rodillos en el rango de 3 m a 7 m, es inhibir la aparición de abombamiento entre los rodillos.

El intervalo entre rodillos está generalmente predeterminado incluso con un cierto rango permisible. De este modo, si el intervalo entre los rodillos de reducción es inferior a 3 m, se producen diversos intervalos largos de rodillos y entre los rodillos de reducción y los rodillos de apoyo o entre los rodillos de apoyo en la dirección longitudinal de la colada. Si el intervalo de los rodillos de reducción se acorta más, no hay espacio para colocar los rodillos de apoyo entre dos parejas de rodillos de reducción, y como resultado, los propios rodillos de reducción están dispuestos de forma continua, lo que provoca igualmente la aparición de diversos intervalos largos entre rodillos. Se sabe que en el caso de que el intervalo de rodillos sea largo, el abombamiento entre los rodillos aumenta por la potencia del intervalo de rodillos. La existencia de una pluralidad de tales intervalos dentro de un rango pequeño en la dirección de colada hace que aumente el riesgo de que se produzca un agrietamiento interno, y también provoca una peor segregación en la

línea central. En vista de lo anterior, es preferible que el intervalo entre dos parejas de rodillos de reducción que están dispuestos separados entre sí y los rodillos de apoyo adyacentes a los mismos, no sea superior a 330 mm.

La segunda razón por la cual se usan dos parejas de rodillos de reducción que están dispuestos separados entre sí es porque en el caso en el que los rodillos de reducción en la primera etapa y los rodillos de reducción en la segunda etapa están dispuestos dentro de una sección pequeña, la reducción en la segunda etapa no progresa tanto debido al endurecimiento por deformación en la superficie del desbaste plano, que está causada por la reducción en la primera etapa. Los inventores de la presente invención han descubierto que la disposición de dos parejas de rodillos de reducción con un intervalo de al menos 3 m hace que la relajación de la tensión progrese entre la reducción en la primera etapa y la reducción en la segunda etapa y se puede asegurar una reducción mayor en la reducción en la segunda etapa que en el caso donde el intervalo entre los rodillos de reducción es pequeño. Se considera que debido a que el desbaste plano está todavía a una temperatura elevada, puede progresar dicha relajación de la tensión.

Los rodillos de apoyo se disponen entre dos parejas de rodillos de reducción debido a que el desbaste plano que pasa a través de dos parejas de rodillos de reducción está apoyado. Es preferible que el intervalo entre rodillos de apoyo adyacentes entre sí, que están dispuestos entre dos parejas de rodillos de reducción, no sea más de 330 mm a la vista de lo fácilmente que inhibe la aparición de agrietamiento interno o la peor segregación en la línea central la fácil inhibición del abombamiento entre rodillos. Aunque el límite inferior del intervalo entre los rodillos de apoyo no está especialmente especificado, es deseable que el intervalo sea mayor que al menos el diámetro de un rodillo de apoyo más 30 mm con vistas a la instalación de tuberías de pulverización para enfriamiento secundario entre los rodillos de apoyo.

El máximo del intervalo entre los rodillos de reducción en la primera etapa y los rodillos de reducción en la segunda etapa es de 7 m porque si el intervalo de dos parejas de rodillos de reducción es mayor de 7 m, la temperatura del desbaste plano disminuye mucho, la resistencia a la deformación del desbaste plano aumenta, y la reducción mediante los rodillos de reducción en la segunda etapa no progresa tanto. Además, se supone que la diferencia de temperatura entre el centro y la superficie del desbaste plano disminuye y decae la eficiencia de reducción en el centro del desbaste plano.

En la presente invención, se usan dos parejas de los rodillos de reducción descritos anteriormente. Con los rodillos de reducción en la primera etapa, se lleva a cabo una reducción sobre el desbaste plano de 3 a 15 mm en las condiciones en las que el desbaste plano incluye una porción no solidificada con la proporción de fase sólida de la parte central del desbaste plano en la dirección del espesor en el rango de 0,8 a menos de 1. Además, con los rodillos de reducción en la segunda etapa, se realiza una reducción sobre el desbaste plano en las condiciones en las que el desbaste plano está completamente solidificado.

Con la proporción de fase sólida de la parte central del desbaste plano, en la dirección del espesor, en el rango de 0,8 a menos de 1, aún permanece algo del acero fundido no solidificado en la parte central. La temperatura en la parte central sigue siendo muy alta y la resistencia a la deformación es baja, y se puede lograr eficientemente una gran reducción eficiente en la parte central. A estas temperaturas (temperaturas donde la proporción de fase sólida es 0,8 o superior, e inferior a 1), la formación de porosidades está casi terminada. Por lo tanto, es bastante efectivo para disminuir las porosidades que se realice la reducción sobre el desbaste plano con los rodillos de reducción en la primera etapa en las condiciones en las que el desbaste plano incluye una porción no solidificada.

Para disminuir las porosidades es necesaria una reducción de al menos 3 mm. Cuanto mayor es la reducción, más se reducen las porosidades. Sin embargo, en este momento (es decir, cuando la proporción de fase sólida está entre 0,8 y menos de 1), la reducción hecha por rodillos en una etapa es como máximo de unos 15 mm. Para asegurar una reducción de más de 15 mm, se requieren aparatos estructurales excesivos y aumenta el diámetro del rodillo de reducción. Como resultado, es probable que surjan los problemas descritos anteriormente, tales como la aparición de abultamientos, una peor segregación en la línea central y la aparición de grietas internas acompañadas de protuberancias, y así sucesivamente.

A continuación, se realiza la reducción sobre el desbaste plano con los rodillos de reducción en la segunda etapa, en las condiciones en las que el desbaste plano está completamente solidificado. Mientras que los rodillos de reducción en la segunda etapa están distanciados de los de la primera etapa, lo que permite que progrese el enfriamiento del desbaste plano, tal como se describió anteriormente la resistencia a la deformación del desbaste plano no es muy grande si la distancia es de 3 m o superior e inferior o igual a 7 m (intervalo de tiempo requerido para atravesar la distancia). Aunque la reducción con los rodillos de reducción en la segunda etapa es menor que la de los rodillos de reducción en la primera etapa, se observó que si los rodillos de reducción en la segunda etapa tiene los mismos diámetros de rodillo y el mismo rendimiento de reducción que los de la reducción en la primera etapa, se puede obtener aproximadamente entre el 50 y el 70% de la reducción de los cilindros de reducción de la primera etapa con los de la segunda etapa.

Cuanto mayor es la relación entre la resistencia a la deformación interna y externa de la parte central y de la superficie del desbaste plano (resistencia a la deformación de la superficie/resistencia a la deformación en la parte central), más aumenta la eficacia de la reducción en la parte central. Se descubre mediante análisis que mientras que la relación de resistencia a la deformación interna y externa del desbaste plano en la reducción en la primera etapa es de 5 a 7

cuando se realiza un ajuste de enfriamiento adecuado en el desbaste plano, en la reducción en la segunda etapa está todavía cerca de 4 a 5, lo que significa que se produce una diferencia tan grande. Esto se debe a que mientras la reducción se desplaza desde la primera etapa a la segunda etapa, la temperatura en la parte central del desbaste plano no disminuye tanto.

5 Es decir, se estima mediante análisis de transferencia de calor de solidificación que si la temperatura en la parte central del desbaste plano en la reducción en la primera etapa es "temperatura solidus más 50°C", en la reducción en la segunda etapa cae desde la temperatura en la primera etapa en unos 100 a 150°C, y la parte central del desbaste plano aún mantiene una temperatura lo suficientemente alta en comparación con la temperatura en la superficie del desbaste plano.

10 Con referencia a los resultados de la prueba en los Ejemplos que se describen a continuación, la reducción en la primera etapa disminuye el volumen de porosidades entre un 30% y un 40% cuando no se lleva a cabo la reducción. La reducción en la segunda etapa disminuye el volumen de porosidades entre un 40% y un 60% con respecto a antes de la reducción en la segunda etapa. La reducción continua en la primera etapa y la segunda etapa consigue que el volumen de porosidades sea entre el 12% y el 24% en comparación con el caso en el que no se lleva a cabo la reducción. Se obtiene un efecto notable de disminución de porosidades.

En la presente invención, el diámetro de dos parejas de rodillos de reducción es de 450 mm o superior, lo que permite mejorar la eficacia de la reducción en la parte central del desbaste plano donde existen las porosidades. Lo que es deseable.

20 La razón por la cual el diámetro deseable de un rodillo de reducción es de 450 mm o superior, es impedir la deformación del rodillo y mejorar la eficiencia de reducción en la parte central del desbaste plano donde existen las porosidades. Si la tensión de deformación (resistencia a la deformación) del desbaste plano es elevada y el diámetro del rodillo es inferior a 450 mm, cuando se reduce el desbaste plano al final de la solidificación, con el fin de disminuir las porosidades, es fácil que se deformen los mismos rodillos reductores. Además, si el diámetro del rodillo es pequeño, la deformación debida a la reducción se absorbe en las proximidades de la superficie del desbaste plano, y disminuye la eficacia de reducción en el interior.

25 El límite superior del diámetro de un rodillo de reducción no está especialmente especificado. Sin embargo, es deseable que sea 600 mm. Si el diámetro del rodillo es mayor que 600 mm, aumenta la reacción a la reducción, y aumentan las estructuras de bastidor y otras partes para los rodillos de apoyo. Por lo tanto, se da el caso de que no se pueden instalar los rodillos en una máquina de colada continua, lo cual no es práctico.

30 Ejemplos

Para confirmar los efectos de la presente invención, se moldeó con colada continua un desbaste plano, de 300 mm de espesor y 1800 mm de ancho, de acero al 0,6% de carbono, y se realizó una comprobación de porosidades en el desbaste plano obtenido.

35 Una máquina de colada continua utilizada aquí fue una máquina de colada continua de tipo de plegado vertical que tenía la estructura representada esquemáticamente en la FIG. 1. Cada uno de los rodillos de reducción 7 en la primera etapa y en la segunda etapa tenía un diámetro de 470 mm, y la fuerza de compresión de los mismos era de $5,88 \times 10^3$ kN (600 toneladas) como máximo. El diámetro de cada rodillo de apoyo 6 alrededor de los rodillos de reducción 7 era de 210 mm.

40 Los rodillos de reducción 7 en la primera etapa se dispusieron 21 m aguas abajo de un menisco de acero fundido 2 en el molde 3. Los rodillos de reducción 7 en la segunda etapa se dispusieron a 24 m aguas abajo (caso I) o 27 m aguas abajo (caso II) desde el menisco 2. El intervalo entre los rodillos de reducción 7 y los rodillos de apoyo 6 que estaban justo antes de los rodillos 7 era de 380 mm. El intervalo entre los rodillos de reducción 7 y los rodillos de apoyo 6 que estaban justo después de los rodillos 7 era de 255 mm. El intervalo entre los rodillos de apoyo 6 fue de 245 mm.

45 El acero fundido 4 que se vertía a través de la bufa sumergida 1 en el molde 3 se enfrió mediante chorro de agua pulverizada desde el molde 3 y un grupo de boquillas de pulverización de enfriamiento secundario que estaba debajo del molde 3 (no representado), y se formó la costra solidificada 5 para convertirse en el desbaste plano 8. El volumen de agua de enfriamiento secundario fue de 0,85 L (litros)/Kg-Acero. El desbaste plano pasó a través de un grupo de rodillos de apoyo mientras mantenía las porciones no solidificadas en su interior, y se retiró mediante rodillos extractores (no representados).

50 La Tabla 1 representa las condiciones de la prueba y los resultados de la prueba de colada continua del a desbaste plano.

[Tabla 1]

Nº	Vc (m/min)	Proporción Fase sólida en Centro de espesor justo antes de Reducción en Primera Etapa (-)	Reducción (mm)		V/V0 (%)
			Primera Etapa	Segunda Etapa	
Ejemplo I-1	0,58	0,81	12	8,5	12,4
Ejemplo I-2	0,57	0,86	10	6,3	19,5
Ejemplo I-3	0,55	0,95	8	4,8	22
Ejemplo II-1	0,58	0,81	12	7,3	15,6
Ejemplo II-2	0,57	0,86	10	5,2	21,2
Ejemplo II-3	0,55	0,95	8	4,1	23,8
Ejemplo 1 comparativo	0,58	0,81	12	0	30,4
Ejemplo 2 comparativo	0,57	0,86	10	0	35,8
Ejemplo 3 comparativo	0,55	0,95	8	0	38,9
Ejemplo 4 comparativo	0,58	-	0	0	100
Ejemplo 5 comparativo	0,57	-	0	0	100
Ejemplo 6 comparativo	0,55	-	0	0	100

Las proporciones de fase sólida (fs) en el centro del desbaste plano en la dirección del espesor, justo antes de la reducción, se determinaron calculando la distribución de la temperatura en la dirección del espesor por medio del análisis de transferencia de calor inestable.

- 5 El control de la porosidad en el desbaste plano obtenido se llevó a cabo obteniendo el cambio en el volumen de porosidades por unidad de masa en los dos casos en los que se realizó la reducción y no se realizó la reducción.

10 Específicamente, se definieron igualmente 15 puntos en la dirección de la anchura, en un bloque de una sección transversal de una porción constante del desbaste plano obtenido mediante colada continua, y se tomaron muestras de la parte central de cada punto en la dirección del espesor. Se midieron las densidades de las muestras para obtener el promedio, que se definió como la densidad en el centro en la dirección del espesor (ρ_v). El tamaño de cada muestra era tal que una superficie paralela a la sección transversal del desbaste plano era de 30 mm x 30 mm y el espesor era de 20 mm. De manera similar, se tomaron muestras del centro del desbaste plano en la dirección de la anchura a 1/4 en la dirección del espesor, y se midió su densidad. Por lo general, casi no había porosidad en la posición de 1/4 en la dirección del espesor. En consecuencia, se definió esta densidad como una densidad de referencia (ρ).

Las densidades se calcularon a partir de sus masas y volúmenes. Los volúmenes se calcularon a partir de la densidad del agua y la flotabilidad que se obtuvo sumergiendo las muestras en agua y midiendo sus masas en agua.

20 El volumen de porosidades por unidad de masa (V), que se definió mediante la siguiente fórmula (1), se calculó a partir de la densidad de referencia (ρ) en la posición de 1/4 en la dirección del espesor y la densidad en el centro en la dirección del espesor (ρ_v).

$$V = 1 / \rho_v - 1 / \rho \dots(1)$$

Además de lo anterior, también se tomaron muestras de un desbaste plano, moldeado por colada continua sin procedimiento de reducción, y se calculó el volumen de porosidades por unidad de masa. Esto fue definido como el volumen de referencia de porosidades (V_0).

25 "V/V0 (%)" representado en la Tabla 1 representa el cambio en el volumen de porosidades como la relación (porcentaje) entre el volumen de porosidades cuando se realizó la reducción (V) y el volumen de porosidades cuando se realizó la colada continua sin reducción (V_0) en condiciones de igual velocidad de colada (Vc).

En la Tabla 1, el Caso I de los Ejemplos (Casos I-1 a I-3 según con la velocidad de colada) fue un caso en el que los rodillos de reducción en la segunda etapa estaban dispuestos 24 m aguas abajo del menisco, y el Caso II (Casos II-1 a II-3) fue un caso en el que los rodillos de reducción en la segunda etapa se dispusieron 27 m aguas abajo del menisco. Los ejemplos comparativos fueron un caso en el que la reducción se realizó solo con los rodillos de reducción en la primera etapa (ejemplos comparativos 1 a 3) y un caso en el que no se llevó a cabo ninguna reducción (ejemplos comparativos 4 a 6).

La velocidad de colada (V_c) se seleccionó de acuerdo con la ubicación de la reducción de laminación en la primera etapa desde el menisco. En uno de los casos de estos ejemplos, se varió la velocidad de colada dentro del intervalo de 0,55 a 0,58 m/min en los rodillos de reducción en la primera etapa, que estaban colocados 21 m aguas abajo del menisco, tal como se representa en la Tabla 1.

Cada carga sobre la que se llevó a cabo la reducción se prensó con rodillos de reducción hasta que la reacción a la reducción llegó a $5,88 \times 10^3$ kN (600 ton), que era el máximo.

Como se representa en la Tabla 1, en el caso en el que la laminación se realizó en la primera etapa y en la segunda etapa (Ejemplos I-1 a I-3 y Ejemplos II-1 a II-3), mientras que la reducción en la segunda etapa fue menor que en la primera etapa en todas las condiciones, los volúmenes finales de porosidades disminuyeron de forma extremadamente eficaz a entre un 12,4 y un 23,8% del volumen original de porosidades (de los ejemplos comparativos 4 a 6 tomados como referencia). Por otro lado, en el caso en el que solo se realizó la laminación en la primera etapa (Ejemplos comparativos 1 a 3), los volúmenes de porosidades fueron entre un 30,4 y un 38,9% del volumen de porosidades de referencia. La disminución de las porosidades no progresó tanto en comparación con el caso en el que se realizó la laminación en la primera etapa y en la segunda etapa.

Con respecto a la segregación en la línea central de los desbastes planos obtenidos, en cada Ejemplo I-1 a I-3, Ejemplo II-1 a II-3 y los ejemplos comparativos 1 a 3, se mantuvo el nivel del caso de la colada continua convencional, en la que no se procesó la reducción (Ejemplos Comparativos 4 a 6), y tampoco se confirmó la aparición de agrietamiento interno. Esto se debió a que se pudo inhibir la influencia del abombamiento entre los rodillos, para que fuera igual a la del abombamiento convencional, disponiendo tanto los rodillos de reducción como los rodillos de apoyo de forma apropiada tal como se ha descrito anteriormente.

Aunque no está representado, en el caso en el que el intervalo entre dos parejas de rodillos de reducción fue inferior a 3 m, la reducción en la segunda etapa no progresó tanto, y V/V_0 (%) no se diferenció mucho del V/V_0 (%) de los ejemplos comparativos 1 a 3, en los que solo se llevó a cabo la laminación en la primera etapa. Se supuso que esto se debía al endurecimiento por enfriamiento en la superficie del desbaste plano debido a la laminación en la primera etapa.

En el caso en el que el intervalo entre dos parejas de rodillos de reducción fue superior a 7 m, la reducción tampoco progresó tanto, y V/V_0 (%) no se diferenció mucho del V/V_0 (%) de los Ejemplos comparativos 1 a 3, en los que solo se realizó la laminación en la primera etapa. Se supuso que en este caso, esto se debió al aumento de la resistencia a la deformación debido a la disminución de la temperatura del desbaste plano, y peor eficiencia de reducción en la parte central del desbaste plano debido a una pequeña diferencia de temperatura entre el centro y la superficie del desbaste plano.

A partir de los resultados de la prueba anterior, se confirmó el efecto del método para colada continua de la presente invención en el que se redujo un desbaste plano mediante dos parejas de rodillos de reducción dispuestos en condiciones predeterminadas.

Aplicabilidad industrial

e acuerdo con el método para colada continua de la presente invención, se puede fabricar un desbaste plano para plancha de acero de gran espesor, en la que se pueden reducir las porosidades remanentes alrededor de su centro en la dirección del espesor, sin provocar una peor segregación de la línea central ni agrietamiento interno. Por lo tanto, la presente invención se puede utilizar de manera efectiva para fabricar desbastes planos que se utilizan como materia prima para fabricar planchas de acero de gran espesor que se usan para puentes, componentes de construcción, etc.

Lista de signos de referencia

1: bufa sumergida, 2: menisco de acero fundido; 3: molde de cobre, 4: acero fundido, 5: costra solidificada, 6: rollo de apoyo, 7: rollo de reducción, 8: desbaste plano

REIVINDICACIONES

1. Un método para colada continua de un desbaste plano, que se usa como materia prima para fabricación de planchas de acero de gran espesor, mediante laminado en caliente, comprendiendo el método:
 - 5 usar dos parejas de rodillos de reducción, disponiendo las parejas separadas entre sí con un intervalo entre las parejas en un rango de 3 m a 7 m, disponiendo entre las parejas un rodillo de apoyo;
llevar a cabo una reducción de 3 a 15 mm sobre un desbaste plano con una pareja de rodillos de reducción situados en una primera etapa, en unas condiciones en las que el desbaste plano incluye una porción no solidificada con una proporción de fase sólida de una parte central del desbaste plano en una dirección del espesor en un rango entre 0,8 y menos de 1; y
 - 10 además, llevar a cabo una reducción en el desbaste plano con otro par de rodillos de reducción situados en una segunda etapa, en unas condiciones en las que el desbaste plano está completamente solidificado.
2. El método para colada continua de un desbaste plano para fabricación de planchas de acero de gran espesor según la reivindicación 1,
en el que el diámetro de cada una de las parejas de los rodillos de reducción es de 450 mm o superior.
- 15 3. El método para colada continua de un desbaste plano para fabricación de planchas de acero de gran espesor según la reivindicación 1 o 2,
en el que se dispone una pluralidad de rodillos de apoyo entre dos parejas de rodillos de reducción, y el intervalo entre los rodillos de apoyo, que son adyacentes entre sí, es de 330 mm o inferior.

FIG. 1

