

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

ノンカーボン質モールドパウダーによる 鋼品質の向上

Improvement of Steel Quality by Application of
Carbon Free Mold Powder

山 下 翔 悟
Shogo YAMASHITA

鈴 木 貴 之
Takayuki SUZUKI

品川技報

ノンカーボン質モールドパウダーによる鋼品質の向上

Improvement of Steel Quality by Application of Carbon Free Mold Powder

山下 翔 悟^{*1}
Shogo YAMASHITA

鈴木 貴 之^{*2}
Takayuki SUZUKI

要 旨

カーボンピックアップ（浸炭）の低減が不可欠である鋼種の鋼品質向上を目的に、炭素原料を使用しないノンカーボン質モールドパウダーを開発した。本報告では、ノンカーボン質モールドパウダーの極低炭素鋼、高酸素鋼、ステンレス鋼における適用効果を紹介する。

Abstract

Carbon free mold powder was developed in order to improve the quality of steel in where it is required to have no carbon pick up. Improvements to steel quality by the application of the carbon free mold powder on ultra-low carbon steel, high oxygen steel, and stainless steel are introduced.

1. 緒言

鋼の連続 casting に使用されるモールドパウダー（以下、パウダー）中に含まれるカーボンブラックや黒鉛などの炭素原料は、パウダー溶融時の焼結防止や、溶融速度を制御する役割を持つ。一方、炭素原料を含んだ未溶融パウダーが溶鋼と直接接触することで、溶鋼のカーボンピックアップが発生する場合がある。溶鋼へのカーボンピックアップは鋼欠陥を招くことが多く、特に、極低炭素鋼や、高酸素鋼、ステンレス鋼においては、カーボンピックアップの低減が品質維持に不可欠な要素となる。本報では、溶鋼のカーボンピックアップを抑えることを目的に開発した、炭素原料を使用しないノンカーボン質モールドパウダーと、その適用効果について紹介する。

2. カーボンピックアップの発生メカニズム

Fig. 1に連続 casting 中のモールド内模式図を示

1. Introduction

Carbon material, such as carbon black or graphite, is contained in the mold powder for continuous casting of steel. The carbon material can prevent roping in the mold and control the melting speed of the mold powder. However, when the unmelted mold powder containing carbon material directly comes in contact with the molten steel, carbon pick up in the molten steel occurs. In many cases, the carbon pickup causes defects on the surface of cast steel. In particular, it is important to reduce the carbon pick up in ultra-low carbon steel, high oxygen steel, and stainless steel. This report introduces our carbon free mold powder designed for reducing the carbon pick up in the molten steel and its applications.

^{*1} 技術研究所 第3研究部 Research Dept. No. 3, Research Center

^{*2} 技術研究所 第3研究部 室長 Team Manager, Research Dept. No. 3, Research Center

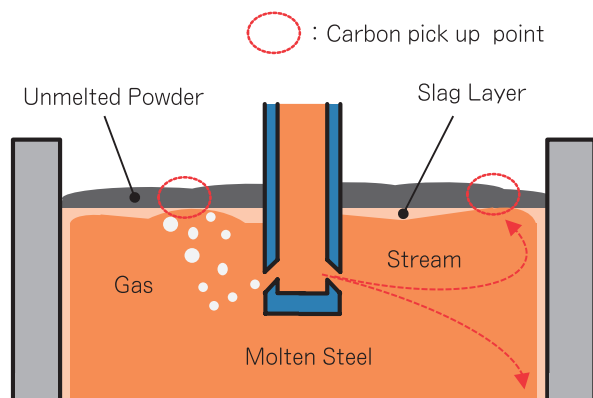


Fig. 1 Probable mechanisms of the carbon pick up.

す。モールド内溶鋼上に投入されたパウダーは溶鋼上で熔融し、パウダースラグ層を形成する。通常未熔融パウダーはパウダースラグ層によって溶鋼と隔てられているが、操業中は、ガス気泡の浮上や、モールド短辺における溶鋼の盛り上り部において溶鋼上のスラグ層が切れ、溶鋼が露出する場合がある。このような状況下においては溶鋼がフリーカーボンを含んだ未熔融パウダーと直接接触することによりカーボンピックアップが発生する。

3. ノンカーボン質モールドパウダー

一般にパウダー中にはカーボンブラックや黒鉛といった炭素原料が1～10%程度含まれており、パウダーの熔融性状を制御する役割を持つ。そのため、カーボンピックアップ抑制のために炭素原料量を少なくすると、炭素原料の脱炭が早過ぎるために、パウダーの異常焼結や熔融不良を起こしやすくなる。加えて、炭素原料の燃焼による溶鋼保温機能が損なわれる不具合が生じる。そこで、炭素原料を無添加とする代わりに金属を添加して発熱させることにより、保温性を損なうことなく熔融速度を制御したノンカーボン質モールドパウダーを開発した。Fig. 2に通常のパウダーと、ノンカーボン質パウダーの外観を示す。ノンカーボン質パウダーは白っぽい外観であり、パウダー使用時の設備・衣服への汚れを軽減できるという特長もある。

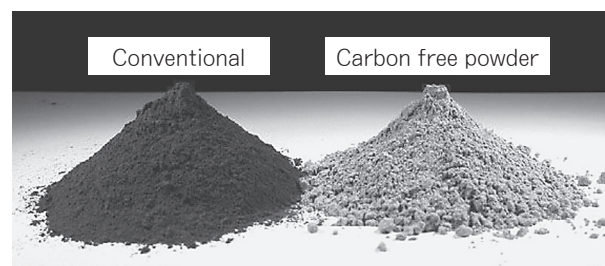


Fig. 2 Appearances of mold powder.

2. Mechanism of Carbon Pickup

Fig. 1 shows the schematic drawing of a top section of the casting mold. Mold powder added to the surface of molten steel in the mold melts and forms a molten slag layer. The molten slag layer prevents the unmelted mold powder from contacting the molten steel. In some case, however, the molten steel is exposed to the unmelted mold powder layer through the molten slag layer. This is caused by the floatation of gas bubbles from molten steel through the molten slag layer and the upward movement of steel near the narrow face of the mold. As a result, the molten steel directly contacts the carbon containing unmelted mold powder, causing carbon pickup.

3. Carbon Free Mold Powder

Mold powder usually contains 1–10 % carbon material as graphite and carbon black, and the carbon material has important roles in controlling melting properties. Therefore, reducing the carbon material in mold powder for preventing carbon pickup can cause problems with the melting behavior, such as abnormal sintering or decarburization of mold powder. In addition, it also lowers the insulation properties of the mold powder and the effect of heat supply through its combustion. In order to solve these issues, a metallic material is added in the carbon free mold powder instead of carbon material.

4. 鋼種による適用例

4. 1 極低炭素鋼への適用

自動車外板材などの極低炭素鋼に対する品質要求は年々厳しくなっており、操業だけでなく、モールドパウダーの面からも铸件表面品質の改善への対策が重要となっている。その中でも、鋼中へのカーボンピックアップ防止は最も重要な課題の一つであり、パウダーのノンカーボン化が望まれている。

Fig. 3に極低炭素鋼に従来のパウダーおよびノンカーボン質パウダーを適用した際のカーボンピックアップ量を示す。通常のパウダー使用時に比較して、ノンカーボン質パウダーの使用により casting 中のカーボンピックアップ量が著しく低下した。

4. 2 高酸素鋼への適用

ホーロー鋼などの高酸素鋼は、未熔融のモールドパウダーが溶鋼と直接接触すると、モールドパウダー中の炭素原料が溶鋼中の酸素と反応してCOガスを発生する。発生したCOガスは気泡として铸件にトラップされ、ブローホール欠陥の原因となる。

Fig. 4に高酸素鋼板用鋼種にノンカーボン質パウダーを適用した時のスラブ表面品質結果を示す。従来品に対して開発品はカーボンピックアップの低減によって、COガス発生によるブローホール欠陥が著しく減少した。

4. 3 フェライト系ステンレス鋼への適用

現在ステンレス鋼の主要鋼種はオーステナイト

The metallic material provides heat through an exothermic reaction and can improve the melting properties without carbon material. Fig. 2 shows the appearance of conventional mold powder and the carbon free mold powder. The carbon free mold powder shows a whitish color, hence, it can reduce stains on facilities and operators.

4. Application

4. 1 Application to ultra-low carbon steels

The quality demands on ultra-low carbon steels for automobile is increasing, hence, it is important to improve the steel quality not only by optimizing casting condition but also by improving mold powder. Preventing carbon pickup in the steel is one of the most important issues, and carbon free mold powder is required.

Fig. 3 shows the amount of carbon pickup for the conventional mold powder with carbon material and the carbon free mold powder. The carbon free mold powder achieved very low carbon pickup during casting.

4. 2 Application to high oxygen steels

High oxygen steel, such as enameled steel, has blow hole defect issues. When unmelted mold powder contacts the molten steel, carbon material in the mold powder reacts with oxygen

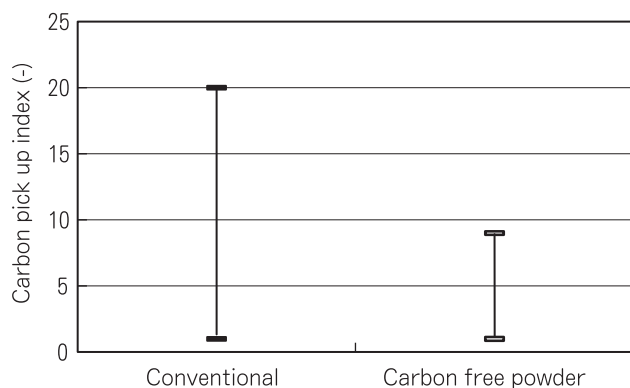


Fig. 3 Amount of carbon pick up in ULC steel.

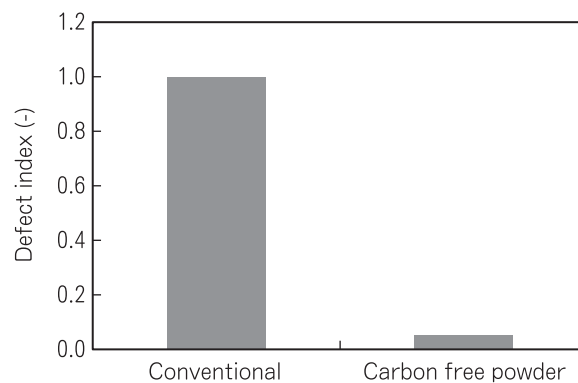


Fig. 4 Defect index of high oxygen steel.

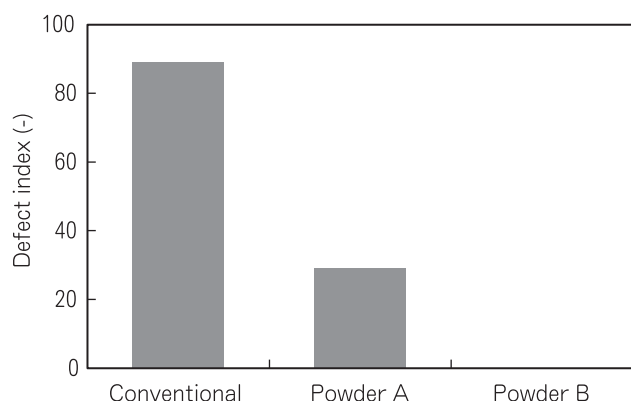


Fig. 5 Defect index of SUS409.

系ステンレスのSUS304であるが、近年、Niを使用せず価格が安いフェライト系ステンレスにおいても鋼特性の開発・改良が進み、需要が高まる気運を見せている。このフェライト系ステンレスの一つであるSUS409においては、カーボンピックアップによりマルテンサイト組織との2相共存が起きやすく、組織差による鋼特性の異常や、色調の違いが発生するといった課題がある。特に表面の美しさが求められるステンレス鋼において、色調差として現れる欠陥は大きな問題となる場合がある。

Fig. 5にノンカーボン質パウダー適用によるSUS409フェライト系ステンレス鋼の色調欠陥発生率の変化を示す。従来品と比べ、低カーボンとしたパウダー Aで色調欠陥発生率の低減が認められ、続いてノンカーボンタイプであるパウダー Bを適用した場合には色調欠陥が完全に解消された。この改善により鋼品質と歩留の向上に貢献できた。

5. 結言

今回、カーボンピックアップが問題となる鋼種に対するノンカーボン質モールドパウダーの適用効果を紹介した。本パウダーの適用により各所の鋼品質の改善、鋳片手入れ率の低減による歩留の向上に貢献している。今後も多様化する鑄造鋼種と鋼品質向上のニーズに対応した製品開発を行っていく。

dissolved in the molten steel. This reaction generates CO gas. The CO gas causes blow hole defects in the steel shell.

Fig. 4 shows the quality results on the surface of the slab. The developed carbon free mold powder showed remarkable improvement in the quality due to the reduction of carbon pickup.

4. 3 Application to ferritic stainless steels

Although the major grade of stainless steels is austenitic SUS 304, ferritic stainless steels which is less expensive due to lack of nickel, have come to be widely used for many applications. In case of SUS409, a ferritic stainless steel, there is a problem where the ferritic phase easily transforms into the dual phase of ferrite and martensite when carbon pickup is occurred. This phase transformation changes properties and color of the steel. A change in color on the steel surface is an important issue with stainless steel, where cleanness is required on its surface.

Fig. 5 shows the defect occurrence ratio of color variation on SUS409. Powder A containing very low carbon material reduced the defect compared with conventional mold powder which contains a normal level of carbon material. Powder B is the newly-developed carbon free mold powder. Powder B completely prevented the defect and improved the yield of the steel product.

5. Conclusion

This report introduces a carbon free mold powder for steels which have quality issues due to carbon pickup. This mold powder improves the steel quality and also improves the steel product yield by reducing steel treatments at many steel mills.