

高耐用SVプレート

High Performance Slide Gate Valve Plate

佐 伯 恒 信^{*1}
Tsunenobu SAEKI

今 井 伸 彦^{*2}
Nobuhiko IMAI

森 脇 宏 治^{*3}
Koji MORIWAKI

Abstract

Sliding surface damage of the SV plate severely affects its durability. The main cause of sliding surface damage is considered to be the abrasion or peeling of the decarbonized layer which is formed by dissolution of carbon in molten steel. In this report, a new plate material with low carbon content which has both high abrasion resistance and high spalling resistance was described. The newly developed SV plate material was used in an actual ladle and sliding surface damage was suppressed.

1. 緒 言

スライドゲートバルブ（以下SV）は、取鍋→タンディッシュ間やタンディッシュ→モールド間の溶鋼流量を制御する方法として広く普及している。SVプレートの面損傷は、溶損、摩耗、亀裂による剥がれ、焼付きによる剥がれ等様々な損傷を示し、多くの場合SVプレートの耐用に大きく影響する。

当社では、これまでSVプレートの損傷抑制のために様々な手法で改善を行い耐用の向上を実現してきた¹⁻³⁾。今回、低カーボン化により面損傷を抑制して耐用向上を図った新材質を開発し、実機で良好な結果を得ることができたので紹介する。

2. 開発品の特徴

一般に、プレート材質が溶鋼流にさらされた場合、稼働面のカーボンが溶鋼に溶解して脱炭層が形成されると考えられる。この脱炭層は、カーボンが消失してしまった部分が空隙となり組織劣化を起こすため、摩耗損傷や地金の焼付きによる剥がれ等の面損傷の要因となると考えられる。我々は脱炭後組織を強化することで面損傷を抑制できると考え、低カーボン化により脱炭後組織を緻密化して組織脆化を抑制した新材質を開発した。

1. Introduction

A slide valve gate (SV) system is generally used to control molten steel flow from a ladle to a tundish, or from a tundish to molds. There are various forms of Sliding surface damage (e.g. corrosion, abrasion, peeling by spalling and peeling by sticking skull). In many cases, Sliding surface damage affects the durability of the SV plate.

We have improved the SV plate properties from various viewpoints and extended the plate performance.¹⁻³⁾ Recently, we have developed a new SV plate material with low carbon content which suppresses sliding surface damage in order to prolong SV plate life. The newly developed plate material was used in an actual ladle with good result. We introduce the newly developed SV plate material below.

2. Characteristics of the Newly Developed SV Plate Material

When plate material is exposed to molten steel flow, it is generally supposed the carbon on the hot surface dissolves in molten steel and a decarbonized

*1 岡山工場 製造部 生産技術グループ 連铸チームリーダー Team Manager, Technical Group, Okayama Works

*2 岡山工場 製造部 第3製造室長 Manager, No.3 Manufacturing Section, Okayama Works

*3 技術研究所 第1研究グループ 主任研究員 Managing Research Engineer, Shaped Refractories R & D Group, Research Center

Table 1 Typical properties of newly developed and conventional SV plates

	Conventional	Developed
Chemical composition (mass%)		
Al ₂ O ₃	77	79
SiO ₂	1	1
ZrO ₂	11	11
C	7	5
Apparent porosity (%)	4.0	4.0
Bulk density (g/cm ³)	3.36	3.43
Cold crushing strength (MPa)	240	240

また、低カーボン化により耐スポーリング性の低下起因の亀裂損傷が懸念されるため、開発品は粒度構成の適正化により耐スポーリング性も向上させた材質となっている。

3. 開発品の品質値と評価試験結果

3. 1 品質特性

本開発品の品質値をTable 1 に示す。

3. 2 脱炭後組織の脆化度の評価

脱炭後組織の脆化度を評価するために熱間摩耗試験を実施した。Table 1 に試験に供した開発品 (C=5%) と当社従来品 (C=7%) の品質表を示す。試験は900℃酸化条件で0.5～1.5mmのアルミナ粒をサンプルに吹付けて実施し、試験後の摩耗体積を測定した。試験後のサンプルの外観写真をFig. 1 に、摩耗体積を指数化して比較したグラフをFig. 2 に示す。外観写真から、従来品の試験後サンプル表面では脱炭層が摩耗されて黒い原煉瓦組織が剥き出しになっている部分が見られるが、開発品では脱炭層が残っており脱炭後組織が強化されていることがわかる。摩耗体積を比較しても開発品の耐摩耗性が優れていることがわかる。

3. 3 耐スポーリング性の評価

本開発品の耐スポーリング性を溶銑浸漬スポーリング試験で評価した。評価試験は、1550℃の溶銑に1分間浸

layer is formed at the surface. This decarbonized layer causes sliding surface damage (e.g. abrasion, peeling by sticking skull and so on) because the pore space made by decarbonization contributes to the deterioration of the texture. So we considered strengthening the texture of the decarbonized layer to suppress the sliding surface damage and developed the new plate material with low carbon content which has a dense decarbonized layer in order to suppress the deterioration of texture.

Plate material with low carbon content is thought to have lower spalling resistance and is damaged by cracking. We improved the spalling resistance of the new plate material by examining grain size distribution.

3. Properties of the Newly Developed SV Plate Material and Results of Evaluation Tests

3. 1 Properties

Table 1 shows typical properties of the newly developed SV plate material.

3. 2 Evaluation of the deterioration of decarbonized layer

The deterioration of the decarbonized layer was evaluated by the hot abrasion test. The conventional plate material (C=7%) and newly developed SV plate material (C=5%) were tested and their properties are shown in Table 1. Samples were sprayed with granular alumina (grain size = 0.5 ~ 1.5mm) under oxidation conditions at 900℃, and we measured the abraded volume of samples. Fig.1 shows the appearance of the samples after the hot abrasion test, and Fig.2 shows the comparison of index numbers of the abraded volumes of both samples.



Conventional



Developed

Fig. 1 Samples after hot abrasion test.

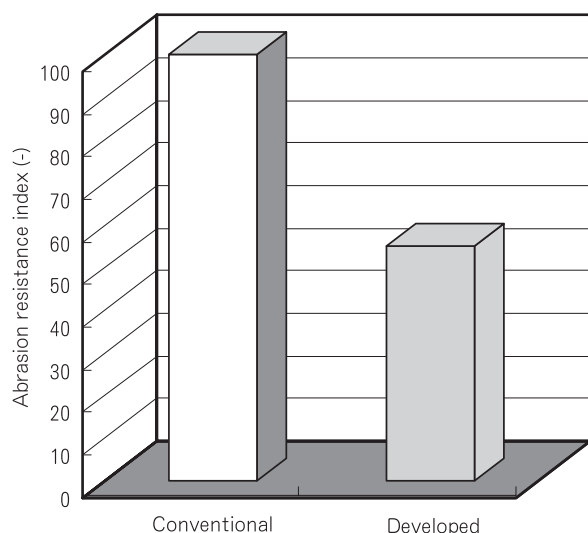


Fig. 2 Result of hot abrasion test.

漬したサンプルの切断面における亀裂発生状況を比較して行った。

Fig. 3 にスポーリング試験後の切断面を示す。本開発品はカーボン量が多い従来品と亀裂の発生状況ではほぼ同等である。また、亀裂周りの組織脆化を比較すると、従来品は若干組織の欠損が見られるが、開発品では見られない。

この結果から、低カーボン材質である本開発品の耐スポーリング性は従来品よりも良好になっていると考えられる。

4. 実機使用結果

本開発品を実機（270 t 取鍋SVプレート）で使用した結果について以下に示す。

従来品と開発品の代表的な損傷状況をFig. 4 に示す。従来品では脱炭層の剥がれによると推測される面損傷が見られるが、開発品は面損傷が軽微である。これは低カーボン化による脱炭後組織の強化が面損傷の抑制に寄与し

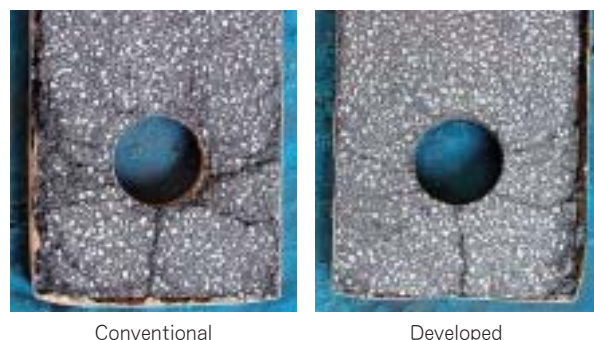


Fig. 3 Cut section of samples after spalling resistance test.

On the surface of the conventional SV plate material, the decarbonized layer was abraded and unoxidized black material appeared. On the other hand, the decarbonized layer remained on the newly developed SV plate material is indicating that it was strengthened. A comparison of the abraded volume of the samples also shows that the newly developed SV plate material has good abrasion resistance.

3. 3 Evaluation of spalling resistance

Spalling resistance was evaluated by dipping a sample into molten iron. The sample was dipped into molten iron at 1550 °C for 1 minute. The spalling resistance was evaluated by observing the cracks in the cut section.

The cut sections of the tested samples are shown in Fig.3. The number and opening width of the cracks of the newly developed SV plate material were the same as the conventional SV plate material with high carbon content. Deterioration around the cracks of the newly developed SV plate material was suppressed. While damage of texture around the cracks appeared with the conventional SV plate



Conventional



Developed

Fig. 4 Sliding surface damage of conventional and newly developed plates after used.

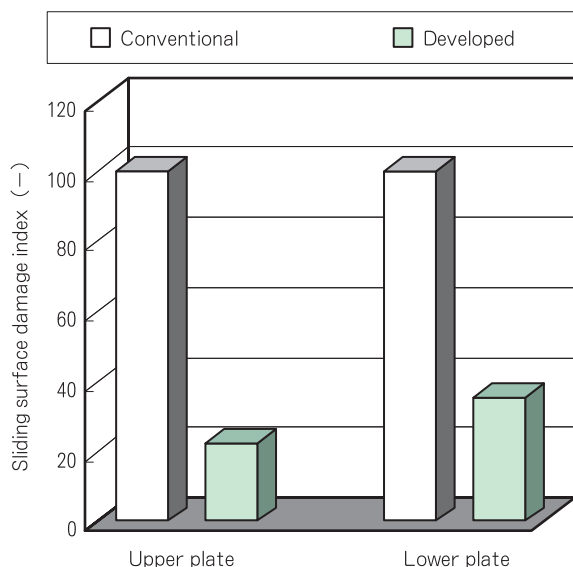


Fig. 5 Comparison of sliding surface damage between conventional and newly developed plates.

たものと推測される。Fig. 5に面損傷量を指数化して従来品と開発品で比較したグラフを示す。開発品の面損傷量は大幅に改善されていることがわかる。

5. まとめ

本報では、低カーボン化による面損傷の抑制と耐スポーリング性を両立した新材質を紹介した。

SVプレートの損傷は材質だけでなく使用状況によっても異なるため、実際の損傷状況から改善すべき特性を適切に判断して製品開発を進める必要があると考える。当社は今後もユーザーのコスト低減や生産性の向上に貢献できるよう新製品の開発に鋭意努めていく所存である。

material. This result confirms that the newly developed SV plate material with low carbon content has better spalling resistance than conventional SV plate material.

4. Results of Actual Use

The results of field trial of the newly developed material in a 270t ladle SV plate will be described below. Fig.4 shows the representative damage forms of the newly developed and conventional plate materials. Sliding surface damage by peeling of decarbonized layer is seen on conventional plate material but little sliding surface damage is seen on the newly developed plate material. It is supposed that the dense texture of the decarbonized layer created by decreasing carbon content made it possible to suppress sliding surface damage. Fig.5 shows a comparison of sliding surface damage indexes between the newly developed and conventional SV plate material. Sliding surface damage of the newly developed SV plate material was improved.

5. Conclusion

In this paper, we reported that the newly developed plate material suppresses both sliding surface damage and spalling damage. Plate damage depends not only on materials but also on operating conditions. So observing the damage forms of the plate material and developing a plate material suitable for the operating conditions is very important. We will develop new plate materials which contribute to the user's cost reduction and productivity improvement.

References

- 1) M.Terao, N.Tsukamoto, Y.Yoshimura and N.Imai; Shinagawa Technical Report **36**, 47-58 (1993)
- 2) Y.Kurashina, M.Ogata, N.Imai and H.Morii ; Shinagawa Technical Report **46**, 45-58 (2003)
- 3) M.Ogata, K.Moriwaki and H.Morii ; Shinagawa Technical Report **48**, 77-80 (2005)