

転炉出鋼ロスリーブの実績

Tap Hole Sleeve for BOF

中 村 真^{*1}
Makoto NAKAMURA

河 田 洋 祐^{*2}
Yousuke KAWATA

須 藤 実^{*3}
Minoru SUTOH

国 井 仁^{*4}
Hitoshi KUNII

Abstract

An improvement on BOF tap hole sleeve is required for many steel makers in order to avoid decreasing BOF productivity. The newly developed low carbon MgO-C bricks for the BOF tap hole sleeve are appreciated by many customers in the world because of the performance stability with long life and less spalling damage. In this report, we describe the features and actual results of our typical products

1. はじめに

近年、鉄鋼メーカー間の国際的な競争が激しくなる中で、各製鉄所においては生産性の向上が大きな課題となっている。転炉においては稼働率向上のために操業していない時間の短縮が求められており、炉修や焼付け・吹き付け補修、さらに、出鋼ロスリーブの交換といった作業の低減が求められている。出鋼ロスリーブについては交換頻度低減のために耐用向上が求められ、さらに、突発的な交換が生産計画の変更を招き大きな生産性低下をもたらすため、トラブル無く安定して使用できることも強く求められている。

弊社はこのような要求に答えるべく転炉出鋼ロスリーブ用低カーボンMgO-Cれんがを開発し¹⁾、国内外の製鉄所においてご使用いただき好評を得ている。本報告では、代表的な弊社転炉出鋼ロスリーブれんがの特徴と使用実績について報告する。

2. 転炉出鋼ロスリーブ用低カーボンMgO-Cれんが

Table 1 に弊社の代表的な転炉出鋼ロスリーブ用MgO-Cれんがの品質を示す。いずれもカーボン量12%

1. Introduction

Recently, improvement in steel plant productivity is one of the most important subjects among the steel makers in the world. Many makers try to reduce the time needed for lining installation, gunning and hot casting repairs, and tap hole sleeve exchange to avoid decreasing BOF productivity. As for tap hole sleeve bricks, increased life and performance stability without unneeded early sleeve exchange are strongly required.

We have developed low carbon MgO-C bricks for the tap hole sleeve of the BOF¹⁾. The newly developed products are used for many customers in the world and show good performance. In this report, we describe the features and actual results of our typical low carbon MgO-C bricks for the BOF tap hole sleeve.

*1 湯本工場 技術グループ グループマネージャー Manager of Technical Group, Yumoto Works

*2 岡山工場 製造部 第1製造室長 Manager, No.1 Manufacturing Section, Okayama Works

*3 岡山工場 製造部 生産技術グループ 主任部員 Assistant Manager, Technical Group, Okayama Works

*4 湯本工場 技術グループ Technical Group, Yumoto Works

Table 1 Typical property of low carbon MgO-C bricks for BOF tap hole sleeve

Brand name		STH-1AS4	STH-2AS7	STH-2AB16	STH-2AB15	STH-2AB14
Chemical composition (%)	MgO C	92 6	89 8	86 8	83 10	81 12
Apparent porosity (%)		4.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Bulk density (g/cm³)		3.13	3.07	3.08	3.04	2.97
Cold crushing strength (MPa)		65	55	60	55	50
<After heating at 1000℃>						
Apparent porosity (%)		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Bulk density (g/cm³)		3.06	3.02	3.03	2.99	2.92
Cold crushing strength (MPa)		25	30	45	43	40
Hot modulus of rupture (MPa) at 1400℃		13	15	21	20	20
Additive	Anti-oxidation* Pitch powder	• ○	△ ○	○ ○	○ ○	○ ○

* Amount of anti-oxidation additive : • < △ < ○

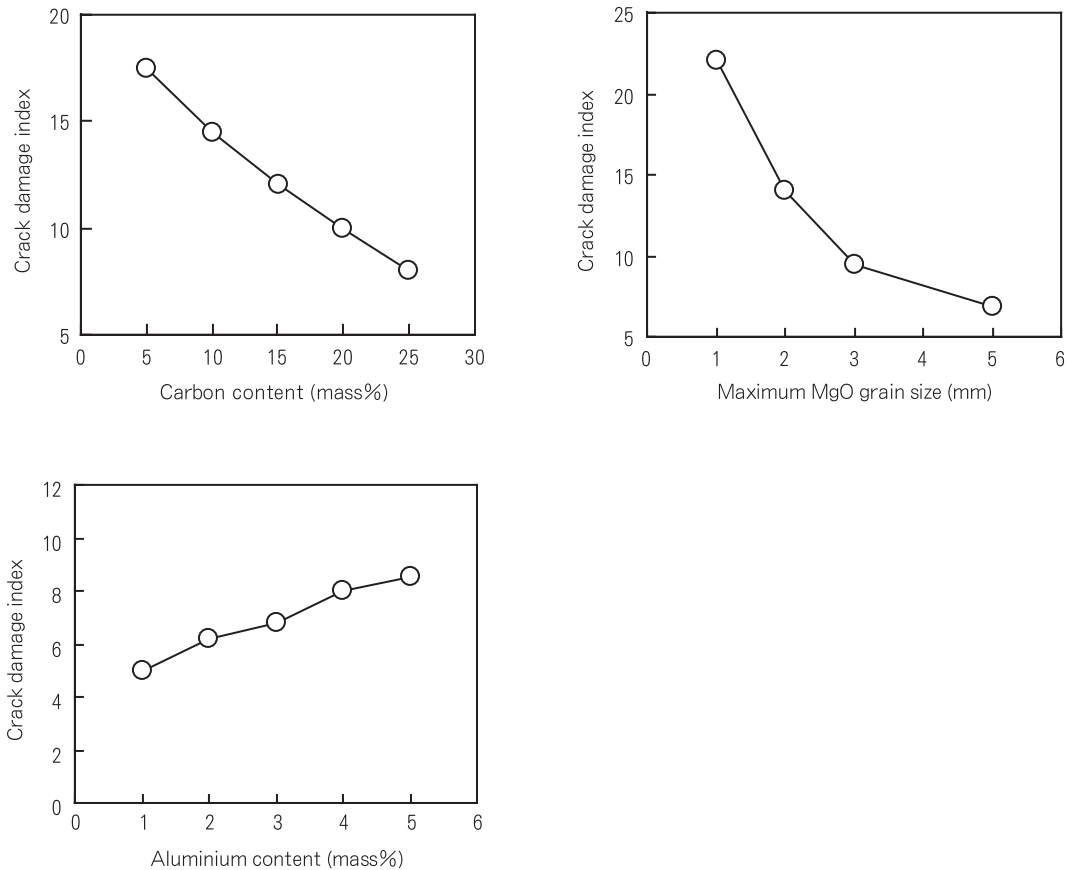


Fig. 1 Thermal spalling resistance of MgO-C bricks.

以下の低カーボン質の不焼成MgO-Cれんがである。従来の材質と比べて低カーボンであるが、金属添加量の低減や、粒径の大きいマグネシア骨材の使用により十分な耐熱スポーリング性が得られている（Fig.1）。また、低カーボン化，ならびに、ピッチ原料を活用したカーボンボンドの強化により耐摩耗性が向上しており，溶鋼流に対して高い抵抗性を有している。なお，表中の材質は

2. Low Carbon MgO-C Bricks for the BOF Tap Hole Sleeve

Table 1 shows the typical properties of our low carbon MgO-C BOF tap hole sleeve bricks. All of them are unburned MgO-C bricks with carbon contents below 12mass%. The carbon content is less

全てプレス成形とCIP成形のいずれも可能であるが、目地が無く耐用に優れるCIP成形の長尺一体品が多くのお客様で使用されている。以下に、各材質の特徴について述べる。

2. 1 STH-2AB14, STH-2AB15, STH-2AB16

C=8~12%の低カーボン質MgO-Cれんがである。酸化防止剤の複合添加により高い耐酸化性と共に、高い熱間強度が得られている。出鋼口スリーブに必要な耐スポーリング性、耐酸化性、耐食性、耐摩耗性といった特性バランスに優れており、カーボン量によって使用条件に適した材質の選定が可能である。また、熱間強度が高く、構造的に大きな応力が働くような場合においても安定して使用できるという特徴がある。

2. 2 STH-1AS4, STH-2AS7

C=6~8%の低カーボン質MgO-Cれんがである。前記の3材質よりもカーボン量が少なく、溶鋼磨耗に強く口径拡大速度が遅くなるため、耐用性に優れる。また、金属添加量が少ないため熱間強度が低く、低カーボン質ではあるが耐スポーリング性に優れている。そのため、スリーブ肉厚が厚く発生する熱応力が大きい場合においても、スポーリングによる損傷が少ないという特徴がある。

3. 使用実績

Table 2 に各所の製鉄所において差し替え用として使用された弊社転炉出鋼口スリーブ用低カーボンMgO-C

than ordinary materials, but the sufficient thermal spalling resistance is obtained by reducing the amount of anti-oxidation metal additive and by the addition of large MgO grains (Fig. 1). The abrasion resistance to molten steel flow is also improved by lowering the carbon content and adding pitch powder. We can supply tap hole sleeves molded by both cold isostatic press (CIP) and oil press. However, the sleeves molded by CIP are usually preferred by many of our customers, because they show better performance due to the monoblock type structure without joints.

2. 1 STH-2AB14, STH-2AB15, STH-2AB16

STH-2AB14, STH-2AB15 and STH-2AB16 are low carbon MgO-C bricks with carbon contents of 8-12mass%. They have high oxidation and abrasion resistance due to the addition of anti-oxidation additives. And they have sufficient spalling, oxidation, corrosion and abrasion resistances needed for the tap hole sleeve. The bricks can be applied to a variety of conditions by selecting the carbon content. In addition, the bricks can be stably used due to the high hot strength even under high structural stress conditions.

2. 2 STH-1AS4, STH-2AS7

STH-1AS4 and STH-2AS7 are also low carbon MgO-C bricks with carbon contents of 6 and 8mass% respectively. Lower carbon content contributes to higher abrasion resistance and reduce the decrease in tapping time. Although the bricks have lower carbon content, they have higher thermal spalling resistance due to the lower amount of metal additives. Therefore, the bricks show good performance even when the sleeve is thick causing high thermal stress.

3. Actual Result

Table 2 shows the customer list of our low carbon MgO-C BOF tap hole sleeve bricks. Our products show good performance with 100-250heats in most of BOFs. Performance of the tap hole sleeve depends on many factors such as shape and sleeve material,

Table 2 Customer list of low carbon MgO-C bricks for BOF tap hole sleeve

Company	BOF capacity (t/heat)	Tap hole sleeve		
		Life (heats)	Thickness (mm)	Carbon (mass%)
A	250	200	120	10
	250	250	135	6
	300	140	55	12
	350	220	70	6
	340	200	70	8
B	250	160	65	10
	320	250	65	10
	250	180	50	12
	250	150	65	6
	250	150	32	8
C	250	100	44	12
	80	200	97	10
D	120	250	55	10
E	275	180	60	6
F	160	110	85	10
	250	200	89	6
G	350	120	66	10
H	200	120	67	12

れんがの使用実績を示す。各所の製鉄所において、弊社出鋼口スリーブは概ね100～250chの耐用を示している。出鋼口スリーブの耐用は、スリーブ形状や材質、操業条件、さらに、補修等によって左右されるが、スリーブれんがのカーボン量が低いほど高耐用を示す傾向が見られる。実機で使用された低カーボン質スリーブれんが稼働面にはMgO粒子が連結したMgOに富む反応層の生成が確認され、この反応層がスラグや溶鋼流かられんがを保護し、耐用を向上させていると考えられる¹⁾。また、Table 2 から、スリーブ肉厚が厚い場合にも高耐用を示す傾向が見られる。通常、肉厚が厚い場合はスリーブ内に発生する熱応力が大きくなり、スポーリングによる損傷が起きやすくなる。弊社の低カーボン質出鋼口スリーブは厚みが100mm以上の場合でもスポーリングによる損傷が非常に少なく、安定して優れた耐用を残している。

先に述べたように、出鋼口スリーブは耐用回数もさることながら安定して使用できることも重要であり、弊社の出鋼口スリーブ用低カーボン質MgO-Cれんがはスポーリングによる損傷が少なく、安定した耐用を示す点においても好評を得ている。

operating conditions, method and volume of repair and so on. As seen in Table 2, a lower carbon content of sleeve tends to permit a longer life. A reaction layer with MgO aggregates and slag can be seen to have formed on the hot faces of these bricks after actual use. That layer seems to play a protecting role against slag and molten steel flow¹⁾. On the other hand, a thick sleeve also tends to permit a longer life (Table 2). Thicker walls tend to increase thermal spalling due to higher thermal stress. But thermal spalling damage is less on our low carbon sleeve, which shows longer life and performance stability with thicknesses of even more than 100mm.

As mentioned above, performance stability is an important requirement for the tap hole sleeve as well as longer life. Our low carbon MgO-C bricks for BOF tap hole sleeves are appreciated by many customers because of performance stability with long life and less spalling damage.

References

- 1) C. Taki, H. Sugimoto, O. Nomura, Y. Kurashina and Y. Hoshiyama ; Shinagawa Technical Report, **38**, 23～32 (1995)