

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

高炉樋向け高熱間強度ケミカルボンド
キャストブル

Cement Free Castable with High Hot Modulus
of Rupture for Blast Furnace Trough

飯 國 恒 之
Tsuneyuki IKUNI

森 本 喜 久
Yoshihisa MORIMOTO

田 中 大 輔
Daisuke TANAKA

品川技報

報文 REPORT

高炉樋向け高熱間強度ケミカルボンドキャストابل

Cement Free Castable with High Hot Modulus of Rupture for Blast Furnace Trough

飯 國 恒 之^{*1}
Tsuneyuki IKUNI

森 本 喜 久^{*2}
Yoshihisa MORIMOTO

田 中 大 輔^{*3}
Daisuke TANAKA

要 旨

近年、セメントを使用せず、バインダーとしてシリカゾル溶液を用いたケミカルボンドキャストابلが注目されている。高炉樋向けケミカルボンドキャストابلの耐用性向上を目的に、熱間強度向上の検討を行った。その結果、添加物Xを添加することによって、熱間強度が大きく向上することがわかった。添加物Xを添加したケミカルボンドキャストابلを実炉でテストし、良好な結果が得られた。

Abstract

Recently, attention is being given to cement free castable using colloidal silica as a binder. In this report, the hot modulus of rupture of a cement free castable was investigated. As a result, it was found that the hot modulus of rupture was greatly improved by adding additive X. The newly developed cement free castable containing additive X was tested in an actual furnace with good results.

1. はじめに

現在国内で使用されている高炉樋用キャストابلの多くは、アルミナセメントを用いたセメントタイプのキャストابلである。セメントタイプのキャストابلは、施工が簡便であること、組織が緻密であることなどの優れた特性を有する。

一方、セメントを使用せず、バインダーとしてコロイダルシリカ溶液を用いたキャストابل（ケミカルボンドキャストابل）も存在する。ケミカルボンドキャストابلは、セメントタイプのキャ

1. Introduction

Today, cement castable is applied to almost every blast furnace trough in Japan. Cement castable has excellent properties such as the ease of installation and dense texture.

On the other hand, there is a castable without cement using colloidal silica as a binder (hereinafter referred to as cement free castable). In previous studies, cement free castable showed a lot of excellent properties such as high explosion

*1 技術研究所 第2研究部 第1研究室 Unshaped Refractories R&D Sec. No.1, Research Dept. No.2, Research Center

*2 中国・アジア事業部 販売チーム マネージャー Manager - Marketing and Sales, Overseas Business Dept. for China & Asia

*3 Manager, Grindwell Norton Ltd., India

スタブルに比べて、耐爆裂性や乾燥性に優れることなどが報告されている^{1,2)}。これらの報告は、施工に関する特性に主な焦点を当てており、耐用に関する特性の報告は少ない。一方、ケミカルボンドキャストابلは、セメントタイプのキャストابلで生成する Al_2O_3 - SiO_2 - CaO 系の低融点物質が生成しないため、熱間での特性が大きく異なることが予想される。そこで本検討では、従来のセメントタイプのキャストابلよりも大幅に熱間強度を向上させたケミカルボンドキャストابلの開発を目指した。

種々の検討を行った結果、ケミカルボンドキャストابلは添加物Xを添加すると熱間強度が大幅に向上することがわかった。実炉使用結果も良好であったため、以下に報告する。

2. 開発品の特徴

今回の検討に用いた配合をTable 1に示す。サンプルAは、滓樋用の一般的なセメントタイプのキャストابلである（従来品）。サンプルBは、添加物Xを添加した、ノンセメントタイプのケミカルボンドキャストابلである（開発品）。

重量変化率、線変化率、曲げ強さ、圧縮強さ、動弾性率、見掛け気孔率、かさ比重の測定結果をFig.1～7に示す。サンプルBは、1000℃加熱後の曲げ強さ、圧縮強さ、動弾性率がサンプルAに比べて高い値を示した。一方、1500℃加熱後の曲げ強さ、圧縮強さ、動弾性率はサンプルAに比べて低

resistance and drying ability^{1,2)}。While these reports mainly focused on the properties of installation, there are few reports regarding the service life. Meanwhile, cement free castable can be expected to differ in hot properties because no eutectic reaction among Al_2O_3 , SiO_2 and CaO that produces liquid phase at low temperature is assumed since it exclude cement. In this report, therefore, the hot modulus of rupture of cement free castable was investigated. As a result, cement free castable with significantly improved hot modulus of rupture compared to conventional cement castable was developed successfully.

After many investigations, it was found that the hot modulus of rupture was greatly improved by adding additive X. In this paper, the properties and actual use results of cement free castable containing additive X are described.

2. Characteristics of the Developed Cement Free Castable

Table 1 shows the compositions of the specimens. Sample A was designed on the bases of general slag runner cement castable. Sample B was newly developed cement free castable containing additive X.

Figures 1 to 7 show the weight change, linear change, modulus of rupture, cold crushing strength, dynamic modulus of elasticity, apparent porosity, and bulk density, respectively. After heating at 1000℃, the modulus of rupture, cold crushing strength, and dynamic modulus of elasticity of sample B were higher than those of sample A. On the other hand, after heating at 1500℃, the modulus of rupture, cold crushing strength, and dynamic modulus of elasticity of sample B were lower than those of sample A.

Figure 8 shows the hot modulus of rupture. The hot modulus of rupture were measured at 1500℃ in an N_2 atmosphere. For hot modulus

Table 1 Chemical composition and water addition

Sample I.D.		A	B
Binder type		Alumina cement	Colloidal silica
Chemical composition / mass%	Al_2O_3	70	
	SiO_2	2	3
	$\text{SiC} + \text{Si}$	22	23
	C	3	
	Others	7	3
	Additive "X"	a	10a
Water addition / mass%		6.5	6.2

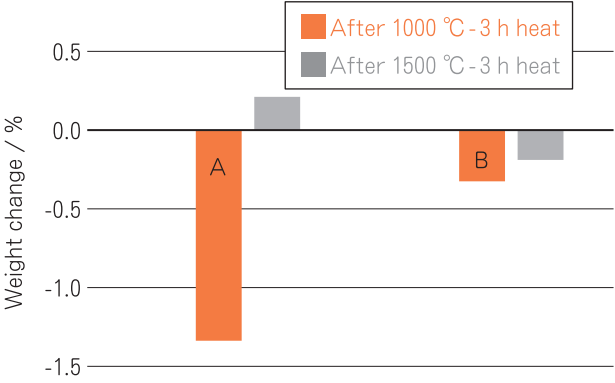


Fig. 1 Weight change.

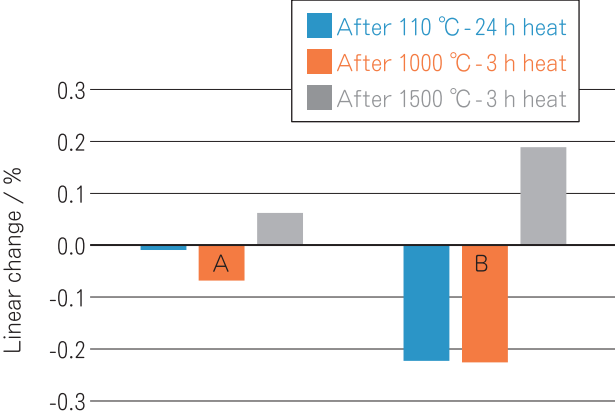


Fig. 2 Linear change.

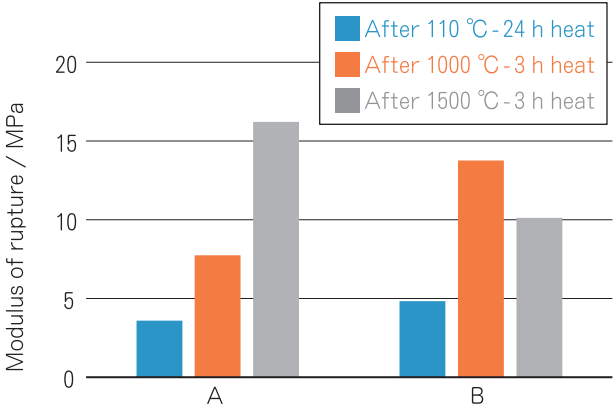


Fig. 3 Modulus of rupture.

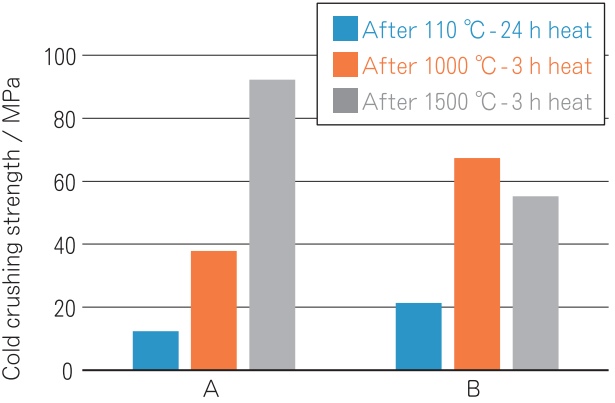


Fig. 4 Cold crushing strength.

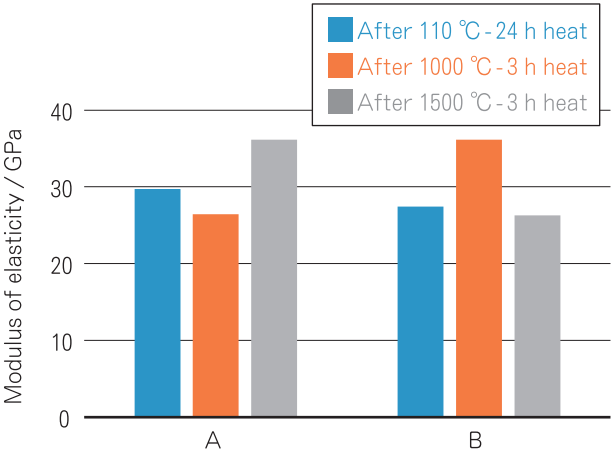


Fig. 5 Modulus of elasticity.

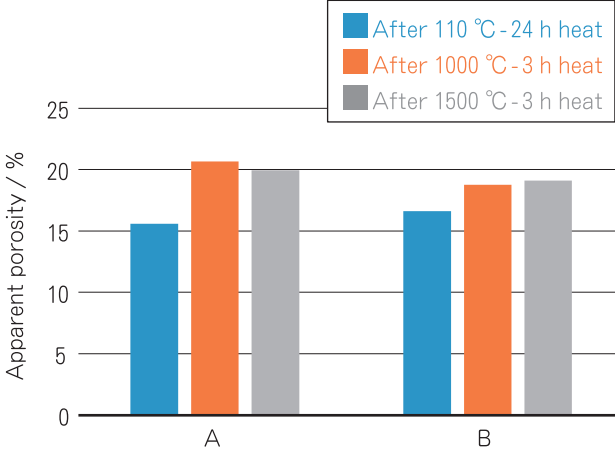


Fig. 6 Apparent porosity.

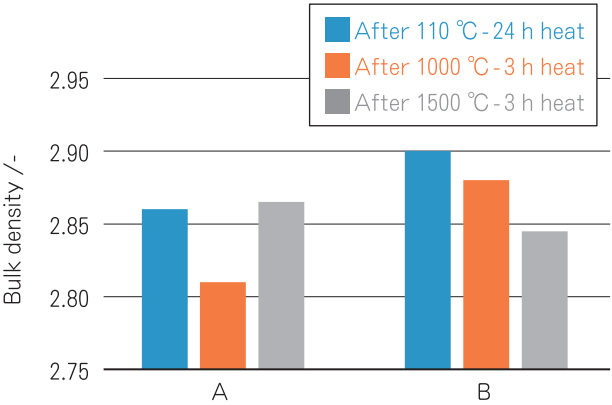


Fig. 7 Bulk density.

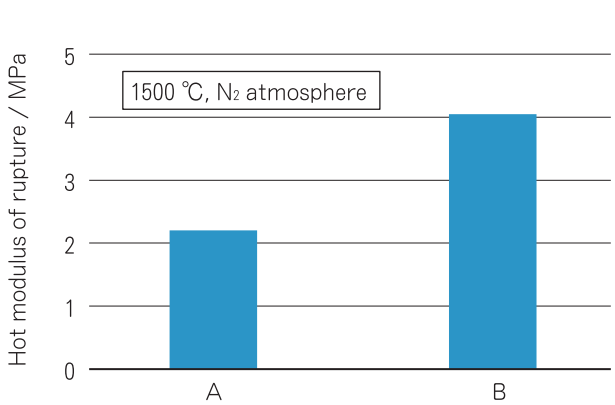


Fig. 8 Hot modulus of rupture at 1500 °C.

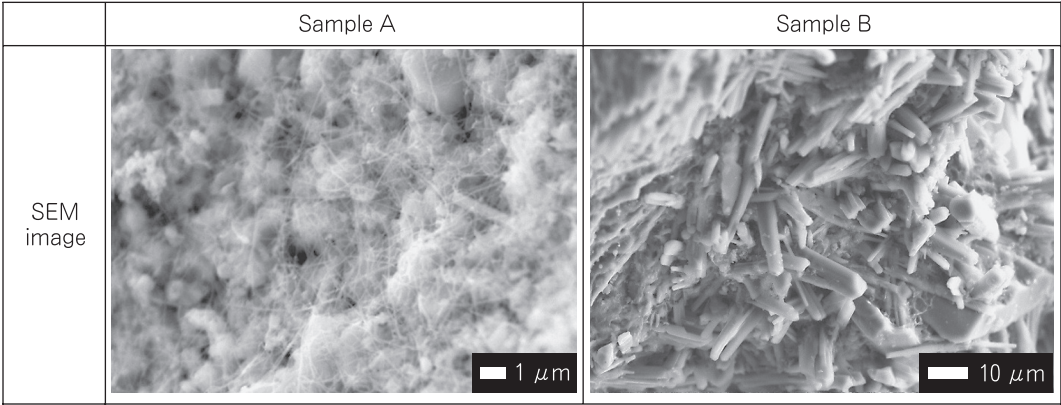


Fig. 9 SEM images of fracture surface after hot modulus of rupture test.

い値を示した。

1500℃、N₂雰囲気下での熱間曲げ試験の結果をFig.8に示す。サンプルBは、サンプルAに比べて高熱間強度であった。

熱間曲げ試験後の破断面をSEMで観察した結果をFig.9に示す。サンプルBは、添加物X由来の、径が～1μm、長さが～10μmの針状鉱物が多量に生成していた。サンプルAは、金属添加物由来の、径が～0.1μmのウィスカが生成していた。

3. 実炉使用結果

添加物Xを添加して熱間強度を向上させたケミカルボンドキャストブルを実炉の滓樋樋先部に用いた。従来品のセメントタイプのキャストブルと損耗速度を比較した結果をFig.10に示す。開発品は従来品に比べて大幅に損耗速度が低減され、良

of rupture tests, specimens were pre-heated at 1500 °C-3 h followed by natural cooling at room temperature, and then reheated for testing. The hot modulus of rupture of Sample B was higher than that of sample A.

Figure 9 shows the microstructure of the fracture surface after the hot modulus of rupture test. In Sample B, a large amount of needle-shaped minerals (diameter : ~1 μm, length : ~10 μm) were observed. The needle-shaped minerals originated from additive X. In Sample A, on the other hand, whiskers (diameter : ~0.1 μm) were observed. The whiskers originated from metallic additive.

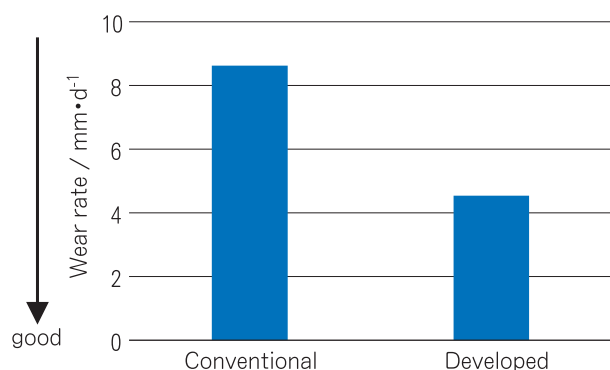


Fig. 10 Comparison of wear rates of conventional and developed products.

好な使用結果が得られた。現在は工程的に使用されている。

4. まとめ

- ・ケミカルボンドキャストابلは、添加物Xを添加すると熱間強度が大きく向上した。
- ・添加物Xを添加したケミカルボンドキャストابلを実炉でテストし、良好な結果が得られた。

3. Actual use Results

Figure 10 shows the actual use results of the newly developed additive X-containing cement free castable for the slag runner spout. The wear rate was significantly reduced by applying the newly developed cement free castable. After the tests, the newly developed cement free castable has been used as regular products.

4. Summary

- ・ The hot modulus of rupture of the cement free castable was improved by adding additive X.
- ・ The cement free castable containing additive X was applied to an actual furnace with good results.

References

- 1) M. R. Ismael, R. Salomao, V. C. Pandolfelli : Refractories Manual, (2007) pp.34-39.
- 2) T. Makihara, T. Kageyama and M. Kitamura : Shinagawa Technical Report, [53] 59-64 (2010).