

取鍋用不焼成 Al_2O_3 - MgO れんが “ALTIMA”

Unburned Al_2O_3 - MgO Brick “ALTIMA” for Steel Ladle

後 藤 哲 也^{*1}

Tetsuya GOTOH

多 田 秀 徳^{*3}

Hidenori TADA

飯 田 栄 司^{*2}

Eishi IIDA

富 谷 尚 士^{*4}

Hisashi TOMIYA

Abstract

Recently, the load on the ladle lining has been increasing due to the increase in the secondary refining rate of the steel ladle. High Al_2O_3 and carbon containing bricks are used for steel ladle linings, but they have insufficiencies such as poor corrosion resistance, heat loss and so on. Monolithic lining such as Al_2O_3 - MgO castable has good corrosion resistance and less heat loss problem, but it requires installation equipments and careful preheating to avoid the explosion problem. We have developed “ALTIMA”, an unburned Al_2O_3 - MgO brick to resolve these problems. This report describes the applications of this new product for the steel ladle lining.

1. はじめに

近年、鉄鋼各社において高品位の鋼を得るために溶鋼処理の重処理化が進み、それに伴い取鍋やLF鍋のメタルライン部において従来使用されてきた高アルミナれんがでは耐用的に満足のでられないケースが増加している。またカーボン含有系耐火物をメタルライン部に適用している場合には、れんが中のカーボンの溶鋼中への浸透（カーボンピックアップ）やれんが自体が高熱伝導であるために熱ロスや鉄皮の変形が問題となる。これらの問題に対する解答の一つとしてアルミナ-マグネシア質キャストブルの導入があるが、キャストブルの導入には不定形施工用の設備や型枠、施工用スペースなどが必要となり巨額の設備費用が必要となる。また不定形施工の場合は乾燥時の爆裂の問題があり、慎重な乾燥、昇温が必要となる。当社ではこれらの諸問題に対するユーザーニーズに応え、不焼成アルミナ-マグネシアれんが“ALTIMA”の開発を行ったので、その概要について紹介する。

1. Introduction

In the modern secondary refining process, steel quality and operating efficiency are important targets for steelmakers. Thus the load on refractories has been increasing with the increased use of secondary refining in steel ladles and has become far more severe than in previous years. High Al_2O_3 and carbon containing bricks such as MgO-C and Al_2O_3 - MgO-C are used for the steel ladle lining, but the former often shows insufficient durability due to its poor corrosion resistance. The latter have good corrosion and thermal shock resistance, but on the other hand have problems of carbon pick up into molten steel and heat loss which often occur because of high thermal conductivity. Al_2O_3 - MgO castable has been used to resolve these problems. Castable linings require big initial investments for mixers and installation equipment. Drying and preheating

*1 株式会社神戸製鋼所 鉄鋼部門 鉄粉本部 鉄粉工場 工場長 General Manager, Steel Powder Plant, Iron&Steel Sector, Steel Powder Division, Kobe Steel, Ltd.

*2 技術研究所 第1研究グループ グループマネージャー Manager, Shaped Refractories R&D Group, Research Center

*3 技術研究所 第1研究グループ 第2チームリーダー Team Manager, Shaped Refractories R&D Group, Research Center

*4 技術研究所 第1研究グループ Shaped Refractories R&D, Research Center

2. ALTIMAの品質と特徴

ALTIMAの品質特性を取鍋やLF鍋で広く使用されている代表的なアルミナ-マグネシア質キャストブルと比較してTable 1 に示す。ALTIMAは以下のような特徴を有しており、導入することにより様々な効果が得られることが期待される。

<特徴>

- (1) 厳選されたアルミナ骨材と高純度マグネシアを主原料とした不焼成れんがであり、アルミナ-マグネシア質キャストブルと同等以上の特性を有し、高耐用が期待できる。
- (2) キャスタブルと異なりセメントを全く含有しないので、中間温度域での強度劣化が皆無である。
- (3) 使用中のスピネル生成反応による膨張と適度なクリープ特性により目地が一体化し、極めて均一な内張り施工体が得られる。
- (4) 耐食性に優れるとともに、稼動面からのスラグ浸潤が極めて軽微で、スラグ浸潤に伴う構造的スポーリング損傷が抑制される。

<予想される効果>

- (1) カーボンを全く含まないので、溶鋼へのカーボンピックアップが皆無であり、且つカーボン含有れんがと比較して低熱伝導であり、熱ロスや鉄皮への熱影響を低減可能。
- (2) れんがであるため、不定形施工に必要なミキサー、型枠などの設備や養生時間が不要であり、施工後の乾燥においても爆裂等の心配が全くない。
- (3) ショット材補修との併用により、エンドレスライニング、長寿命が期待できる。

Table 1 Typical properties of Al_2O_3 -MgO brick and castable

		ALTIMA	Al_2O_3 -MgO castable
Chemical Composition/mass%			
Al_2O_3		88	92
MgO		7	6
Apparent porosity/%	after baking	10.5	14.3
	after 1000°C	13.5	16.4
	after 1500°C	17.5	19.8
Bulk density/g·cm ⁻³	after baking	3.30	3.21
	after 1000°C	3.25	3.19
	after 1500°C	3.05	3.00
Cold crushing strength/MPa	after baking	100	30.8
	after 1000°C	98	52.4
	after 1500°C	72	62.8

procedure must be also strictly controlled to prevent explosion accidents. In order to resolve these problems we developed “ALTIMA”, an unburned Al_2O_3 -MgO brick. In this paper, the features and trial result of “ALTIMA”, which has many excellent qualities, is described.

2. Characteristics of “ALTIMA”

Table 1 shows the typical properties of ALTIMA and Al_2O_3 -MgO castable for steel ladle. ALTIMA has the following features and effects of introduction:

[Features]

- (1) Unburned bricks which consist of high-quality Al_2O_3 aggregates and high purity MgO.
- (2) Strength decrease at about 800°C doesn't occur because it contains no cement.
- (3) Permanent linear change derived from spinel forming reaction and appropriate creep deformation in operation realize the uniform and stabilized wear lining.
- (4) Well-controlled balance between high corrosion resistance and high penetration resistance. Structural spalling from slag penetration is suppressed.

[Expected effect]

- (1) No carbon pick up into molten steel because brick is completely carbon free. For the same reason, they are characterized by having lower thermal conductivity and heat loss than carbon containing refractories such as MgO-C and Al_2O_3 -MgO-C.
- (2) They don't require any specific equipment or procedures for installation and preheating.

Table 2 Typical properties of field tested bricks

	ALTIMA	Conventional high Al_2O_3 brick	
		Metal line	Slag line
Chemical Composition/mass%			
Al_2O_3	88	82	90
MgO	7	-	-
Apparent porosity/%	10.5	14.7	14.9
Bulk density/g·cm ⁻³	3.30	3.00	3.10
Cold crushing strength/MPa	100	77	185

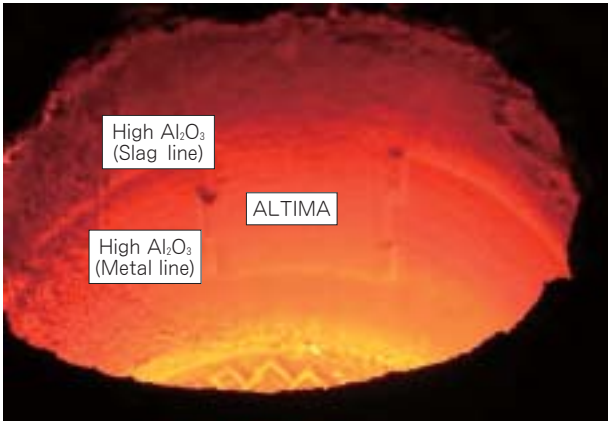


Fig. 1 Appearance of “ALTIMA” and high Al₂O₃ bricks in operation.

3. 実炉適用結果

(株)神戸製鋼所高砂鉄粉工場の30t取鍋においてALTIMAの張り分けテストを行った。Table 2 にテスト

(3) Used together with the cleanshot repair which can produce high density gunning body, a long life and endless lining can be expected.

3. Results of Field Trial

ALTIMA was used in an actual ladle (30t) at Kobe Steel Ltd. Takasago Steel Powder Plant. Table 2 shows the typical properties of ALTIMA and ordinary high Al₂O₃ brick for the ladle. Fig.1 shows the appearance of ALTIMA used in the upper metal line to the slag line. ALTIMA residual thickness is thicker than the surrounding high Al₂O₃ brick, and also, no significant joint wear, cracking or peeling were observed in the ALTIMA area. The cross sections and hot face microstructures of ALTIMA and the high Al₂O₃ brick after use in metal line are shown in Fig.2. The slag penetration thickness of

	ALTIMA (Metal line)	High Al ₂ O ₃ brick (Metal line)
Cross section		
Micro structure	1mm Slag penetration thickness	

Fig. 2 Cross sections and hot face microstructures of “ALTIMA” and conventional High Al₂O₃ bricks after use.

Table 3 Properties of bricks after field trial

	Metal line		Slag line	
Quality	ALTIMA	Conventional high Al ₂ O ₃ brick	ALTIMA	Conventional high Al ₂ O ₃ brick*
Apparent porosity %				
Hot face	12.3	16.4	13.3	16.5
Back side	13.8	17.8	13.6	
Bulk density g•cm ⁻³				
Hot face	3.18	2.88	3.27	3.07
Back side	3.25	2.85	3.25	
Wear speed mm/heat	0.95	2.26	1.10	1.80

※ : Residual thickness of high Al₂O₃ brick is only about 10mm

に用いられたALTIMAおよび従来の高アルミナれんがの品質を示す。Fig. 1 に取鍋での張り分けテストでの炉内写真を示す。ALTIMA施工部分はスラグライン部2段、メタルライン部3段分であるが、いずれも周囲の高アルミナれんがと比較して、凸な状態であり、目地損傷や剥離、割れなども認められなかった。Fig. 2 には使用後メタルラインれんがの切断面および稼動面近傍のマイクロ組織の写真を示す。ALTIMAは高アルミナれんがと比べ、スラグの浸潤が大幅に低減されていることがわかる。Table 3 に使用後れんがの物性および損傷速度を示す。ALTIMAは従来の高アルミナれんがと比較して損傷速度が約1/2であり、稼動面と背面の間の組織ギャップもほとんど認められず、良好な結果であった。

4. まとめ

今回開発を行った不焼成アルミナ-マグネシアれんが“ALTIMA”はアルミナ-マグネシア質キャストブルと同等以上の特性を持ち、目地損傷や構造的スポーリング起因の損傷も軽微であり、従来のれんがとは一線を画した特性を有している。また省エネ、高品位鋼の溶精といった観点からも十分に性能を発揮できると考えられる。

ALTIMA is presumably much thinner than conventional high Al₂O₃. Table 3 shows the properties and wear rates of each brick after the field test. The wear rate of ALTIMA is about one half that of conventional high Al₂O₃; moreover, there is hardly any difference in physical properties between the hot face and back side.

4. Conclusion

Our newly developed unburned Al₂O₃-MgO brick “ALTIMA” strikes a balance between high corrosion resistance and high penetration resistance, which gives higher performance than conventional high Al₂O₃ bricks and Al₂O₃-MgO castable. The characteristics are clearly superior to existing materials. In view of saving energy and refining high quality steel, we can expect much better performance with ALTIMA. We will promote the actual use of ALTIMA and go on studying to improve it further.