

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

耐摩耗性に優れる Al_2O_3 - SiO_2 系れんが

Excellent Al_2O_3 - SiO_2 Bricks in Abrasion
Resistance

森 孝一郎
Koichiro MORI

舩 井 博 文
Hirohumi MASUI

品川技報

耐摩耗性に優れる Al_2O_3 - SiO_2 系れんが

Excellent Al_2O_3 - SiO_2 Bricks in Abrasion Resistance

森 孝一郎^{*1}

Koichiro MORI

舩 井 博文^{*2}

Hirohumi MASUI

要 旨

配合原料および成形、焼成条件の工夫により、高強度で耐摩耗性に優れる Al_2O_3 - SiO_2 系れんがを種々開発している。開発当初にターゲットとした工業炉だけでなく、さまざまな用途に利用が可能である。これらのれんがの特徴と適用例を紹介する。

Abstract

Various Al_2O_3 - SiO_2 bricks which are excellent in strength and abrasion resistance have been developed by adjusting manufacturing parameters such as raw material composition, molding and sintering. These bricks can be used not only for industrial furnaces which were the original target but also other various applications. We will introduce the features and some application examples of these bricks.

1. はじめに

工業炉の内張り耐火物において、鉍石、鋳片、クリンカー、ダスト等が衝突または接触する部位は、耐熱性が十分であっても機械的な摩耗により損耗が進行する。耐摩耗性に優れる材質としてはSiC質があげられるが、高価であり高温下で酸化しやすいという欠点がある。そこで、当社では各工業炉の使用条件に応じた耐摩耗性に優れる Al_2O_3 - SiO_2 系れんがを種々開発している。本報では、各種製品の特徴、用途について紹介する。

2. Al_2O_3 - SiO_2 系高耐摩耗性れんがの特徴と用途

Table 1に耐摩耗性に優れる Al_2O_3 - SiO_2 系れんがの品質および用途を示す。NX-Lシリーズは1000℃以下の低温域、NX-H37L-3は1350℃までの中温域、DRL-95Sは1600℃までの高温域で使用可能である。いずれも適用温度域において高強度であり、耐摩耗性に非常に優れている。

1. Introduction

Locations where lining refractories for industrial furnaces contact ore, steel, clinker and dust, etc. are easily worn by mechanical abrasion even if they exhibit sufficient heat resistant. Though SiC brick is known to have excellent abrasion resistance, it has the drawbacks of being expensive and oxidizing easily under high temperatures. For this reason our company is developing many kinds of Al_2O_3 - SiO_2 bricks which have high abrasion resistance corresponding to various industrial furnace service conditions. The features and applications of these Al_2O_3 - SiO_2 bricks are introduced in this paper.

*1 岡山工場 製造部 技術室 室長 Manager, Technical Section, Okayama Works

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

Table 1 Typical properties of abrasion-resistant Al_2O_3 - SiO_2 bricks

Properties	Brand name	NX-L series			NX-H37L-3	DRL-95S
		NX-L	NX-L-1	NX-L-4		
Apparent porosity /%		14.0	14.0	12.0	14.0	13.5
Bulk density		2.10	2.20	2.15	2.45	3.23
Cold crushing strength /MPa		100	90	125	100	195
Thermal linear expansion /% at 1000°C		0.30	0.35	0.30	0.45	0.75
Chemical composition /mass %						
Al_2O_3		32	33	32	55	96
Fe_2O_3		2.0	1.5	2.5	1.5	0.2
Applications		Coke oven (Wharf) Incinerator (Waste chute)	CDQ (Cooling chamber)	Coke oven (Wharf)	CDQ (Flue)	Reheating furnace (Hearth)
Maximum service temperature		1000°C			1350°C	1600°C

2. 1 NX-Lシリーズ

NX-Lシリーズは高強度かつ低熱膨張であり、耐摩耗性、耐スポーリング性に優れている。主にコークス乾式消火設備（CDQ）冷却帯、コークス炉ワーフ、焼却炉ごみシュート部等で使用されている。

① NX-L-1

NX-L-1はCDQ冷却帯用に開発したものである。CDQ冷却帯の主な損傷要因は、コークスによる摩耗、繰り返しの温度変動によるスポーリングと脆化であるため、耐摩耗性と耐スポーリング性に優れるNX-L-1が適している。例えば、近年、中国ではCDQ建設が活発であり、CDQ冷却帯の一部にNX-L-1をテスト使用した。その結果、損耗量は中国製レンガの約50mm/年に対し、4.4mm/年と非常に良好であった。

Fig. 1にCDQ冷却帯でのNX-L-1の使用年数を示す。これらは現在も継続使用中であり、約30年間積み替えなく使用されている炉もある。

② NX-L-4

コークス炉のワーフレンガは冷却されたコークスを受ける傾斜面に使用されるため、耐摩耗性が寿命を律速する。NX-L-4はコークス炉ワーフ用として、使用原料と焼成条件を検討し、NX-Lの耐摩耗性をさらに向上させた材質である。Fig. 2にJIS R 2252-1に準じた摩耗試験結果の一例を示すが、NX-L-4はNX-Lと比較して30%以上向上している。NX-L-4は2012年より実炉に適用されている。

2. 2 NX-H37L-3

NX-H37L-3はCDQ吸引帯用として、NX-L-1、NX-L-4よりも高温帯用に開発した材質で、高強

2. Features and Usage of Al_2O_3 - SiO_2 High Abrasion Resistance Bricks

Table 1 shows the material properties and the applications of Al_2O_3 - SiO_2 bricks with excellent abrasion resistance. The NX-L series can be used in low temperature regions up to 1000°C, NX-H37L-3 is suitable for use in middle temperature regions up to 1350°C, and DRL-95S is for high temperature regions up to 1600°C. Those materials have high strength with excellent abrasion resistance for each application temperature range.

2. 1 NX-L series

Because the NX-L series has high strength and low thermal expansion, it is excellent in abrasion resistance and spalling resistance. It is applied chiefly to the cooling chamber of the coke dry quenching (CDQ), the wharf of the coke oven, and the waste chute of the incinerator, etc.

① NX-L-1

NX-L-1 was developed for the cooling chamber of the CDQ. The main damage factor of the CDQ cooling chamber is abrasion from coke, spalling and loosening of texture due to the temperature change caused by the operation heat cycle. Therefore, NX-L-1 is suitable for this application because of its excellent abrasion and spalling resistance. For instance, a lot of CDQs were constructed in China in recent years, and NX-L-1 was tested in part of a CDQ

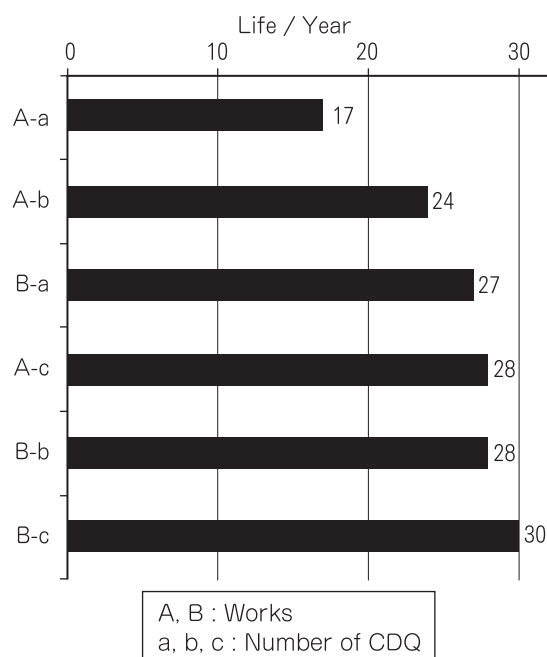


Fig. 1 Life of NX-L-1 in CDQ cooling chamber until 2013.

度で耐摩耗性に優れる。また、低熱膨張性原料を活用しているため、耐スポーリング性も良好である。この特徴を生かし、鉬石による摩耗損傷が認められるロータリーキルンへの適用を図つ

cooling chamber. The wear rate result was very excellent with 4.4mm/year compared to about 50mm/year for bricks made in China.

Fig. 1 shows the CDQ cooling chamber life for NX-L-1. Those furnaces are still operating and some have been used for about 30 years without brick replacement.

② NX-L-4

Because coke oven wharf bricks are used for the slope where the cooled coke is received, service life depends on abrasion resistance. NX-L-4 is based on NX-L and was developed as a coke oven wharf brick with improved abrasion resistance by examining the raw materials and the sintering conditions. The abrasion resistance of NX-L-4 was confirmed to be improved by 30% or more compared with NX-L in one abrasion examination based on JIS R 2252-1, which is shown in Fig. 2. NX-L-4 has been applied to actual furnaces since 2012.

2. 2 NX-H37L-3

NX-H37L-3 was developed for the flue of the CDQ. This material is more suitable for the high temperature region than NX-L-1 or NX-L-4, and it has high strength and excellent abrasion resistance. Moreover, because low thermal

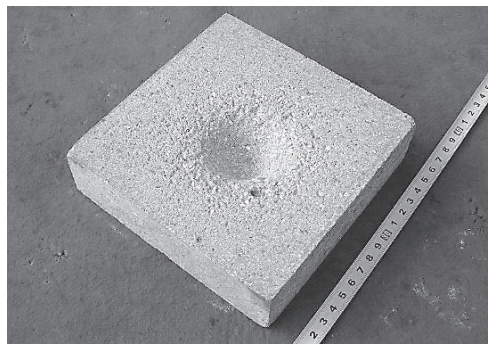
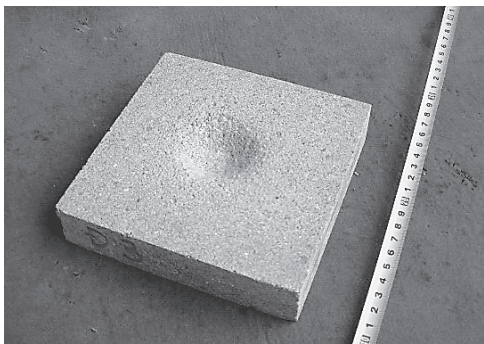
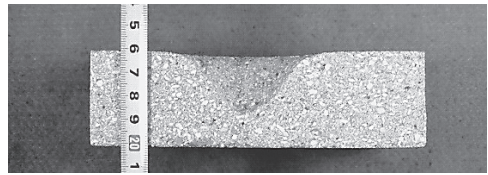
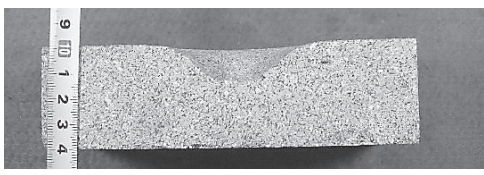
Test condition	JIS R 2252-1 is applied. (Abrading medium : SiC , Room temperature)	
Brand name	NX-L	NX-L-4
Appearances		
Cut sections		
Wear volume	27.4cm ³	17.7cm ³

Fig. 2 Comparison of abrasion resistance of NX-L and NX-L-4.

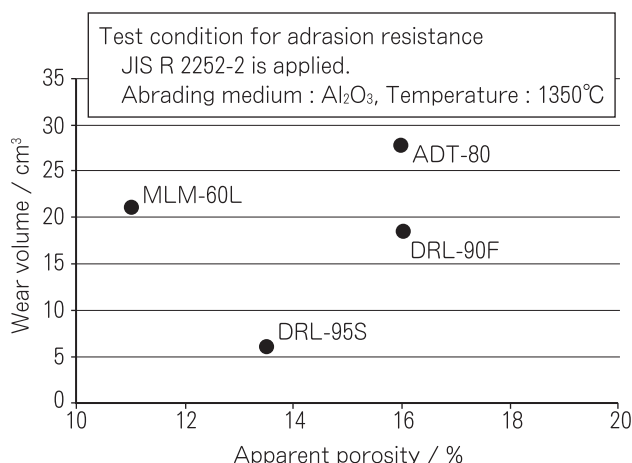


Fig. 3 Abrasion resistance and porosity of high-alumina bricks.

た。ロータリーキルンで使用されている従来材質（MLM-45L）とNX-H37L-3の常温摩耗試験を実施したところ、NX-H37L-3は従来材質と比較して摩耗量は半減した結果を得ている。その結果を踏まえて、現在実炉にてテスト中である。

2. 3 DRL-95S

回転炉床式の加熱炉では、炉床の耐火物が鋳片との接触による摩耗や、スケール反応層の形成による構造的スポーリングにより損耗される。そのためこの部位では、高強度で耐摩耗性に優れ、且つ、低気孔率で耐浸潤性に優れる材質が適している。

代表的な4種の高アルミナ質れんがについて、1350℃での摩耗試験結果をFig. 3に示す。DRL-95Sは低気孔率であると同時に、非常に優れた耐摩耗性を有している。DRL-95Sは耐熱性が高いため従来から高温のバーナー燃焼室で使用されているが、最近は耐摩耗性に優れる点を生かして加熱炉回転炉床にも適用されている。

3. まとめ

耐摩耗性に優れる Al_2O_3 - SiO_2 系れんがとして、用途に応じた種々の材質を取りそろえている。NX-LシリーズおよびNX-H37L-3は高強度で耐摩耗性に優れるだけでなく、低熱膨張率で耐スポーリング性、耐脆化性にも優れている。また、DRL-95SはSiC質では適用困難な高温、酸化雰囲気でも優れた耐摩耗性を有している。これらのれんがの特徴を生かし、開発当初にターゲットとした工業炉だけでなく、さまざまな用途に利用が可能である。

expansion raw material has been used for it, the spalling resistance is also excellent. With those excellent features, it has been applied as a rotary kiln brick where the main damage is abrasion from ore. A room temperature abrasion test was carried out to compare it with conventional material MLM-45L. NX-H37L-3 showed half the wear rate of MLM-45L. NX-H37L-3 is now being used in an actual rotary kiln for a trial.

2. 3 DRL-95S

In reheating furnaces of the rotary hearth type, the refractory is worn by abrasion caused by contacting with bloom and billet and damaged by structural spalling of a scale reaction layer. Therefore, the material for this application needs to be low porosity to have the high penetration resistance as well as higher strength and abrasion resistance.

An abrasion test at 1350℃ was carried out to evaluate four typical high-alumina bricks (Fig.3). DRL-95S is low porosity, and it showed very excellent abrasion resistance. DRL-95S has been used at the high temperature area of the burner combustion chamber because it has higher heat resistance. However, it is recently applied to the rotary hearth of the reheating furnace because of its excellent abrasion resistance.

3. Conclusion

There are a variety of Al_2O_3 - SiO_2 bricks which have high abrasion resistance to cope with various operating conditions. The NX-L series and NX-H37L-3 have higher spalling resistance and are excellent for preventing the brick texture from loosening because of its low thermal expansion as well as higher strength and abrasion resistance. On the other hand, DRL-95S has excellent abrasion resistance in an oxidative atmosphere at high temperatures where it is difficult to use SiC bricks. These Al_2O_3 - SiO_2 bricks can be used for not only industrial furnaces which were the original target but also various other applications by making the best use of their features.