

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

低膨張シリカ質キャストブル

Low Thermal Expansion Silica Castable

東 川 夏 海
Natsumi HIGASIKAWA

品川技報

低膨張シリカ質キャストブル

Low Thermal Expansion Silica Castable

東 川 夏 海*
Natsumi HIGASIKAWA

要 旨

珪石れんがの代替品として、シリカ質キャストブルCST-K57を開発した。CST-K57は珪石れんがと同様に優れた高温特性を示した。また、CST-K57の耐熱衝撃性は珪石れんがより優れていた。このことからCST-K57は各種工業炉における珪石質れんが使用部位への適用が可能であると考えられる。

Abstract

Silica castable CST-K57 was developed as a substitute for fired silica brick linings. In our tests, CST-K57 exhibited excellent high temperature characteristics, similar to those of fired silica brick. In particular, the thermal shock resistance of CST-K57 was superior to that of silica brick. It has been concluded that CST-K57 is applicable as a replacement for silica refractory linings in various industrial furnaces.

1. 緒言

珪石質れんがは、耐熱性が高い、600℃以上の高温における熱膨張が極めて小さい、クリープが小さい、などの優れた高温特性を有することから、コークス炉、高炉の熱風炉、ガラス溶解炉などで数十年間に渡って広く用いられてきた。これらの炉の築造には多数の複雑形状れんがが用いられ、また、れんが積み際には高い精度が要求されるため、熟練した築炉技能者が必要とされている。

一方、多くの耐火物施工において、熟練工不足への対応や施工の省力化を目的に不定形化が進められてきたが珪石質耐火物の施工はれんが積みで実施されているケースが多い。そこで、本報では当社で開発したシリカ質キャストブルCST-K57を紹介する。

1. Introduction

Fired silica brick has been widely applied to industrial furnaces such as coke oven, blast furnace hot stoves, glass melting furnaces, and so on, for several decades, because of unique high temperature characteristics including high refractoriness, extremely low thermal expansion at the temperature range above 600℃, and high creep resistance. Employing many skilled masons is essential for constructing furnaces such as those indicated above, since many complexly shaped bricks must be laid with little deviation.

On the other hand, thanks to the considerable development of monolithic technology, applications of monolithic refractories have been

*技術研究所 部員 Engineer, Research Center

2. シリカ質キャストブルCST-K57

2. 1 加熱後の品質特性

Table 1にシリカ質キャストブルCST-K57の代表品質を示す。CST-K57は緻密質で良好な強度特性を示している。

2. 2 熱膨張特性

熱膨張は15×20×85mmの形状のサンプルを大気雰囲気下毎分4℃で昇温して測定した。Fig. 1にシリカ質キャストブルCST-K57の110℃乾燥後の熱膨張曲線を珪石れんが、高アルミナキャストブル($\text{Al}_2\text{O}_3=79\%$)と比較して示す。CST-K57は熱膨張が小さい特徴がある。

2. 3 クリープ特性

クリープ試験には110℃乾燥後の $\phi 40 \times 40\text{mm}$ のサンプルを使用し、大気雰囲気下で0.4MPaの荷重をかけ毎分5℃で1450℃まで昇温、その状態で25時間保持した。Fig. 2にクリープ曲線を示す。1000℃で1.5%の収縮性を示すが、その後大きな変

extended so as to reduce labor costs as well as counter the lack of skilled masons. However, fired brick linings have still been adopted for most the silica linings. Therefore, silica castable CST-K57, which has been developed as a substitution for silica brick, is introduced in this paper.

2. Properties of Silica Castable CST-K57

2. 1 General properties after heating

As summarized in Table 1, CST-K57 shows good physical/mechanical properties.

2. 2 Thermal expansion

The thermal expansion values of 15×20×85mm rectangular specimens were evaluated after drying at 110℃. For each measurement, temperature was raised as 4℃ per minute until 1450℃ in an air atmosphere. Fig. 1 shows a comparison of the thermal expansion curves of CST-K57, fired silica brick, and high alumina castable (Al_2O_3 content: 79%). CST-K57 shows low thermal expansion behavior.

2. 3 Creep resistance

The thermal creep behavior of a $\phi 40 \times 40\text{mm}$ cylindrical specimen was evaluated after drying at 110℃. In creep measurement equipment,

Table 1 Typical properties of CST-K57

Brand name	CST-K57	
Chemical composition (mass%)	SiO_2	96
	Al_2O_3	0.2
	CaO	2.2
Permanent linear change (%)	110℃-24h	-0.03
	1000℃-3h	+0.06
	1500℃-3h	-0.87
Bulk density (g/cm^3)	110℃-24h	1.87
	1000℃-3h	1.85
	1500℃-3h	1.90
Modulus of rupture (MPa)	110℃-24h	5.9
	1000℃-3h	3.5
	1500℃-3h	6.7
Cold crushing strength (MPa)	110℃-24h	25
	1000℃-3h	29
	1500℃-3h	61
Apparent porosity (%)	110℃-24h	16
	1000℃-3h	18
	1500℃-3h	19
Thermal conductivity ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)	600℃	0.96
	800℃	1.15
	1000℃	1.36
Water requirement (%)	8.0	

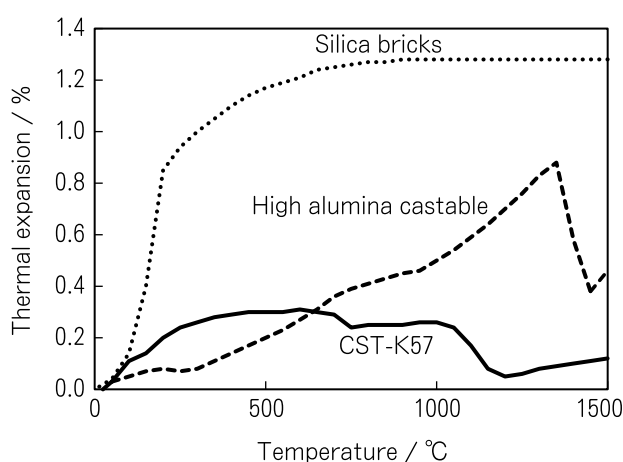


Fig. 1 Thermal expansion curves comparing CST-K57 to silica brick and high alumina castable.

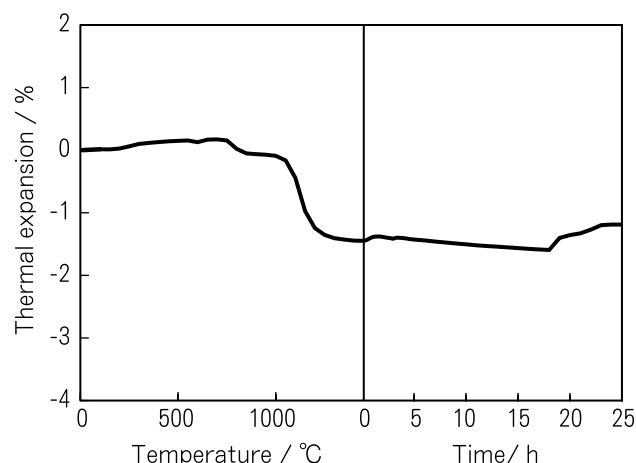


Fig. 2 Thermal creep behavior of CST-K57.

Table 2 Results of thermal spalling resistance test

Temperature / °C	CST-K57	Silica bricks
200	○	○
300	○	×
700	○	×
800	○	×
900	○	×
1000	×	×

○ : No cracks × : Cracks

形は見られなかった。

2. 4 耐急加熱性

急加熱試験は110℃乾燥後の65×115×230mmのサンプルを所定温度に保持した電気炉に投入、20分加熱後に電気炉から取り出し断熱ブランケットシートの上に挟んで徐々に冷却し、亀裂の有無を目視で確認することで行った。この手順を亀裂が確認されるまで温度を変えて繰り返した。

Table 2に試験結果を珪石れんがと比較して示す。900℃以下の急加熱では亀裂発生は認められず、優れた耐スポーリング性を示した。

3. 大型ブロックの試作

CST-K57を用いて、約270kgの大型のブロック

the specimen was heated with the temperature raised at 5℃ per minute until 1450℃ in an air atmosphere under a load of 0.4MPa. The maximum temperature was kept for 25h. Fig. 2 shows the result. While small creep deformation (1.5%) was recognized at 1000℃, subsequent deterioration did not occur.

2. 4 Thermal shock resistance under quick heating

To evaluate thermal shock resistance, after drying at 110℃ and then cooling to room temperature 65×115×230mm rectangular specimens were inserted into a temperature controlled electric furnace for 20min. After the 20min heating, the specimen was removed from the furnace and gradually cooled between thermal insulation blanket sheets to room temperature followed by careful observation to determine crack initiation. The procedure was repeated for different temperatures until cracking was recognized.

Table 2 shows the results compared to fired silica brick. Although the minimum cracking temperature of silica brick is 300℃, that of CST-K57 is 1000℃, confirming the excellent thermal shock resistance of CST-K57.

3. Large Scale Fabrication

In order to evaluate practical application of the castable, large scale complexly shaped blocks were cast. Fig. 3 shows the external appearance of a large block (approximately 270kg) dried at 200℃. In spite of the complexity of its shape, no cracking was recognized and the accuracy of the dimensions was high. Also, a rigid structure of the installed body was confirmed by hammering inspections.

4. Conclusion

Silica castable CST-K57 was introduced in this paper. CST-K57 exhibits good physical /

を試作した。Fig. 3にブロックの外観を示す。複雑な形状であるにもかかわらず、亀裂は認められなかった。打音は良好で寸法精度も高いことを確認した。

4. 結言

シリカ質キャストブルCST-K57を紹介した。CST-K57は高強度で優れた高温特性を有し、特に急加熱に対しては焼成レンガより高い抵抗性を示した。CST-K57で試作した大型ブロックは寸法精度も高かった。CST-K57は珪石質レンガが使用されている部位への適用が可能であると考えられる。



Fig. 3 Appearance of large size block.

mechanical properties. In particular, CST-K57 shows excellent thermal shock resistance. Large scale complexly shaped blocks could be casted with very small deviations in dimension. As a result of this investigation, it is concluded that CST-K57 is applicable as a substitute for fired silica brick linings.