

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

コークス炉各種プレキャストブロック用
キャストブル

Variety of Castable for Coke Oven Block

佐 川 和 貴

Kazuki SAKAWA

東 川 夏 海

Natsumi HIGASHIKAWA

山 下 恭 平

Kyohei YAMASHITA

品川技報

コークス炉各種プレキャストブロック用キャストابل

Variety of Castable for Coke Oven Block

佐 川 和 貴*
Kazuki SAKAWA

東 川 夏 海*
Natsumi HIGASHIKAWA

山 下 恭 平*
Kyohei YAMASHITA

要 旨

コークス炉には多くのプレキャストブロックが使用されているが、使用部位により要求特性が異なる場合がある。これに対して、当社は使用原料比率および粒度構成、バインダーの最適化により、それぞれの要求特性に対応する各種プレキャストブロックをラインナップしている。本報では、各種プレキャストブロックの特徴と適用例を紹介する。

Abstract

Many kinds of precast blocks have been applied as coke oven refractories, according to the individually varying requirements. Corresponding to the requirements, we produce various kinds of castable materials optimizing in chemical composition, grain size, and binding system to achieve the desirable properties for each application. In this report, the characteristics of those castables and their applications are introduced.

1. はじめに

コークス炉は建設から40年程度の長期に渡って停炉することなく稼働する設備であり、その間炉内の多くの耐火物は更新されことなく稼働し続ける。しかし、炉の外側は温度の変動があったり風雨に曝されたりして耐火物が劣化するため取り替え工事が行われる。取り替えまでの期間は部材にもよるが5～10年で、製鋼に使用されるような溶融物と接触する内張り用耐火物に比較するとその使用期間は長期に及ぶ。

このような部位に使用される耐火物は、①比較的大型で、②異形状のものが多く、③個数が少ない、といった特徴からプレキャストブロックが用いられる場合が多い。材質について、(1)使用温度が比較的低い、(2)比較的緩やかな熱衝撃を受け

1. Introduction

Since coke ovens operate more than 40 years without stoppage, most of the refractories in such ovens should have a long service life. On the other hand, the refractories installed on the outer side of coke ovens are replaced frequently due to deterioration induced by temperature change and/or weathering. The frequency of replacement is every five years to ten years, which is much longer than for the refractories used in the steel making process which are exposed to molten steel and/or slag.

Precast blocks are useful for these applications since many of the refractories are made in ① bigger sizes, ② complex shapes, and

*技術研究所 第1研究部 Research Dept. No. 1, Research Center

Table 1 Properties of precast blocks

Brand name Properties		CST-N48	CST-N418	CST-N417	CST-N413	CST-N415
Chemical composition / mass%	SiO ₂ Al ₂ O ₃ MgO	40 49 6	43 47 6	60 31 3	60 34 3	82 16
Permanent linear change / %	110°C-24h 1000°C- 3h 1200°C- 3h	-0.01 -0.03 +0.02	-0.04 -0.06 -0.08	-0.05 -0.17 -0.02	-0.03 -0.08 -0.07	-0.03 -0.14 -0.17
Modulus of rupture / MPa	110°C-24h 1000°C- 3h 1200°C- 3h	11.8 10.2 12.1	11.0 9.6 8.3	13.9 9.6 10.4	8.8 9.0 9.9	9.0 10.0 12.1
Cold crushing strength / MPa	110°C-24h 1000°C- 3h 1200°C- 3h	42.5 60.3 67.1	57.9 61.0 50.8	81.5 63.2 94.3	39.0 51.0 55.0	42.8 60.7 58.8
Apparent Porosity / %	110°C-24h 1000°C- 3h 1200°C- 3h	14.3 18.5 22.5	18.8 25.5 26.7	12.1 17.9 18.9	17.9 22.1 22.6	12.0 15.0 15.2

Table 2 Performance list of precast block for coke ovens

Application sites	Suitable materials
Gus conduit base block	CST-N48 CST-N413
Paving block	CST-N48
Flue hole frame block	CST-N48
Charging hole frame block	CST-N413 CST-N415
Charging hole lid block	CST-N48
Door block	CST-N48

ながら数年間使用される点を考慮し、低膨張材質が使用されるのが一般的である。しかし、そのなかでも個々の部材に着目すると、耐熱衝撃性が要求される場合や高強度が要求される場合などさまざまである。また、最近は低熱伝導が要求されるケースもある。

これらに対して、当社はいくつかの特徴的なコークス炉用プレキャストブロックをラインナップしている。本報では、各種プレキャストブロックの特徴、用途について紹介する。

2. 汎用CST-N48

Table 1に各種ブロックの品質表を示す。CST-N48は粒度構成の最適化により容積安定性に優れており、緻密かつ高強度でありながら割れにくい材質である。Table 2の使用実績からわか

③ smaller numbers for each shape. Generally, low thermal expansion castables are selected considering the conditions such as; (1) lower operating temperature, and (2) long term operation with moderate thermal shock. However, the desirable characteristics vary according to the conditions of the individual application site, i.e., temperature, geometrical dimension, installation method, and so on. Furthermore, lower thermal conductivity is often required from the environmental point of view.

We produce many kinds of precast blocks to satisfy the qualities demanded by our customers. In this report, the features and applications of castable refractories for coke oven blocks are described.

2. CST-N48 ; Generic Material

Table 1 shows the typical properties of our products. CST-N48 is a high density high strength castable with good spalling resistance. These favorable properties are attributable to volume stability which was achieved by

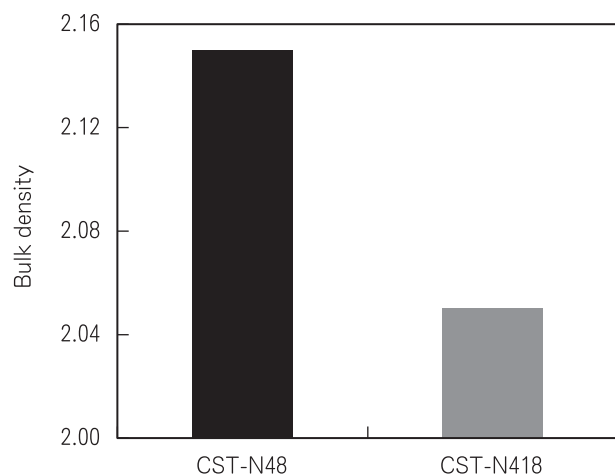


Fig. 1 Bulk density of precast blocks.

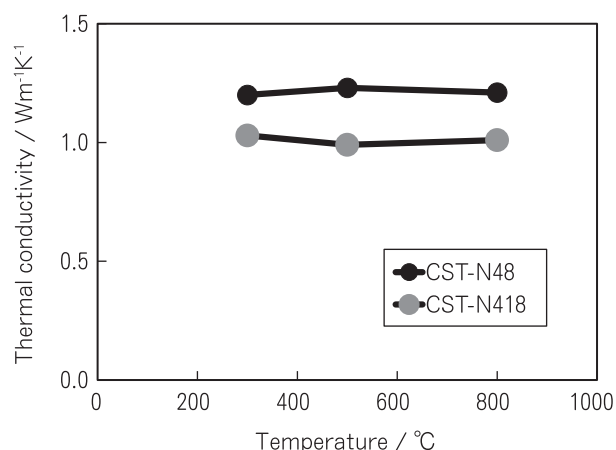


Fig. 2 Thermal conductivity of precast blocks.

るように、CST-N48はコークス炉のほぼすべての部位で汎用的に使用可能な材質である。そのため、開発以来安定して使用され続け、多くの使用実績を残している。

3. 軽量低熱伝導CST-N418

CST-N418は粒度構成や微量添加成分の調整で必要強度を維持しつつ多孔質化を図った材質である。Fig. 1にかさ比重を、Fig. 2に熱伝導率を示す。CST-N418はCST-N48に比較して5%軽量化されており、約10%熱伝導率が低い。一般に低熱伝導化により耐熱スポーリング性が低下する。そこで、CST-N418とCST-N48について空冷スポーリング試験による耐熱スポーリング性の評価を行った。

空冷スポーリング試験は並型れんが形状の試料の長手方向50mmを、電気炉に出し入れすることで行った。電気炉内の雰囲気温度は1200℃とし、加熱45分、放冷15分を1サイクルとして8サイクル行った。Fig. 3に空冷スポーリング試験後の切断面を示す。CST-N418、CST-N48ともに亀裂は確認されず、良好な耐熱スポーリング性を示した。

これらより、軽量低熱伝導化を図ったCST-N418はCST-N48の使用されている多くの部位で

adjusting grain size distribution. As shown in Table 2, which summarizes the results of some actually applied examples of the castables, CST-N48 can be used for almost all types of block. Therefore, it has been long time seller since its development.

3. CST-N418 ; Light Weight, Low Thermal Conductivity

By optimizing the grain size and small quantity additives, high strength porous material CST-N418 was developed. In comparison with CST-N48, approximately 5% reduction in density and approximately 10% reduction in thermal conductivity has been achieved as can be seen in Figs. 1 and 2, respectively. In general, a decrease in thermal conductivity causes deterioration in thermal spalling resistance. Hence, a thermal spalling test was conducted on CST-N418 and CST-N48 in order to compare spalling resistance.

The thermal spalling test was carried out on standard shape (rectangular 230×135×65mm) specimens by air cooling method. 50mm of one

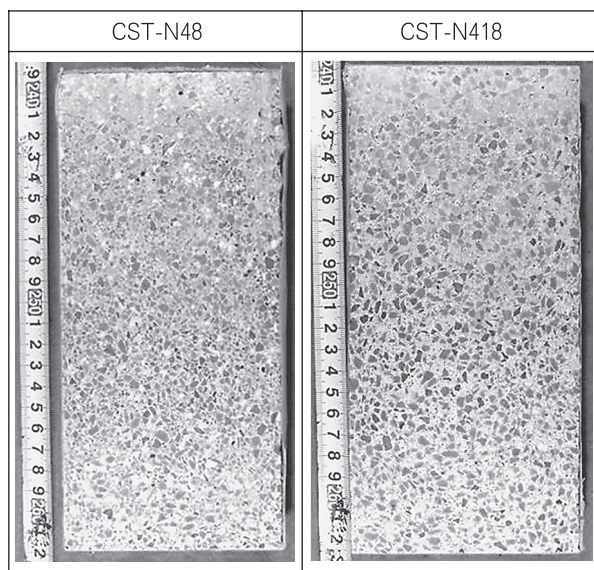


Fig. 3 Cut surfaces of specimen after air-cooling spalling test.

使用が可能である。

4. 高強度 CST-N417

CST-N417はバインダーの最適化により高強度化を図った材質である。主な適用部位としては、石炭装入孔枠があげられる。

コークス炉の石炭装入孔枠は、装入孔蓋の押し込みによる磨耗が発生する (Fig. 4)。この磨耗により蓋の沈み込みが発生し、低耐用の原因となることがある。そのため、CST-N417の装入孔枠への適用により寿命延長が可能になると考えられる。

5. 高耐熱衝撃性CST-N413, 超高耐熱衝撃性 CST-N415

CST-N413, CST-N415は使用原料銘柄と原料比率の最適化により、耐熱衝撃性をさらに向上させた材質である。これらの材質の耐熱衝撃性をより厳しい条件の試験で評価した。Fig. 5に急加熱試験装置の概要を示す。試験は $\phi 90\text{mm}$ の内孔を有する $150 \times 150 \times 45\text{mm}$ の直方体試料の内孔

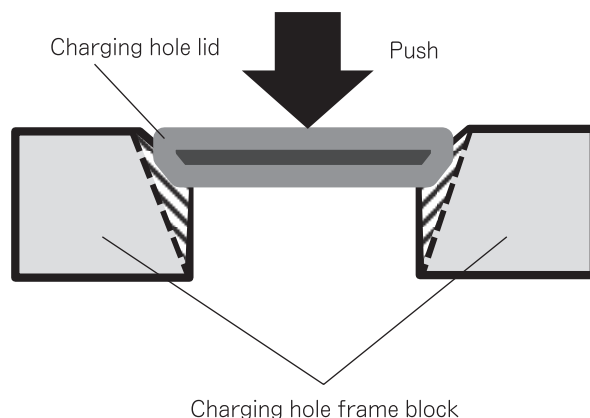


Fig. 4 Schematic illustration of charging hole.

end in the longitudinal direction was inserted into an electric furnace, in which the temperature was held at 1200°C for 45 minutes followed by 15 minutes natural cooling. The heating-cooling cycle was repeated 8 times followed by cross sectional inspection. Fig. 3 shows the cross sections of each specimen after the thermal spalling test. The test results, in which no crack initiation was observed in either specimen, show good thermal spalling resistance. Thus, CST-N418 is considered to be applicable as an alternative for CST-N48.

4. CST-N417, with High Strength

Optimization of the binder system created high strength castable CST-N417, which is suitable for the coal charging hole frame block. As illustrated in Fig. 4, the charging hole frame tends to be scratched by the charging hole lid. Since the abrasion caused by the scratching limits the durability of the charging hole frame, the life of the charging hole frame is expected to be prolonged by using CST-N417.

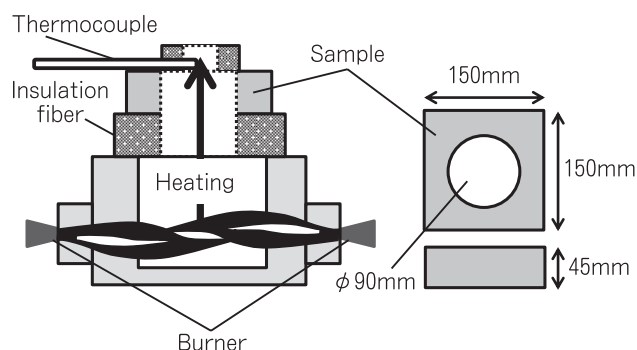


Fig. 5 Schematic illustration of burner spalling test.

を、バーナーにより20分急加熱することで行った。評価は発生した亀裂を上面側と側面側にわけ、それぞれの平均長さを比較した。Fig. 6に試験後試料の外観と亀裂長さを示す。Fig. 6よりCST-N413はCST-N48に比べ上面の亀裂長さが短く、CST-N415では亀裂が発生しなかったことがわかる。

そのため、CST-N413、CST-N415は炉内からの輻射熱で熱衝撃をうける装入孔枠や上昇管基部に適していると考えられる。Table 2に示すようにCST-N413は装入孔枠と上昇管基部へ、CST-N415は装入孔枠へ使用された実績がある。

5. CST-N413 and CST-N415, with Excellent Thermal Shock Resistance

CST-N413 and CST-N415 are castables which are specialized for thermal shock resistance. The target qualities are achieved by selecting a more suitable raw material combination. In order to evaluate the thermal shock resistance of these materials, an intensified thermal shock test was carried out. Fig. 5 shows the method. The inner hole of the rectangular specimen was quickly heated by burner frame for 20 minutes followed by crack length measurement on the top and side surfaces. As can be seen in Fig. 6, which summarizes the results, the crack length of CST-N413 was shorter than that of CST-N48 and no crack was observed on CST-N415. Hence, it is concluded that CST-N413 and CST-N415 are suitable for the gas conduit base block and charging hole frame block since the inner hole of those parts are quickly heated by radiation and convection from the coking chamber.

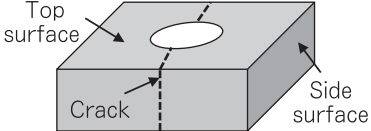
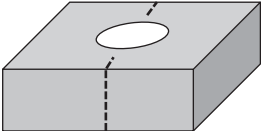
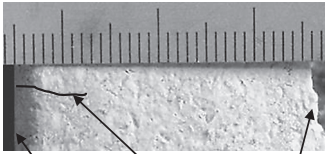
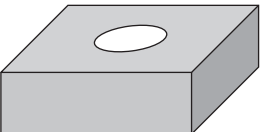
Sample	CST-N48		CST-N413	
Cracking appearance				
Crack length /mm	Top surface	Side surface	Top surface	Side surface
	30	45	15	45
Sample	CST-N415		Photograph of specimen top surface after test (CST-N413) 	
Cracking appearance				
Crack length /mm	Top surface	Side Surface		
	0	0		

Fig. 6 Results of burner spalling test.

6. まとめ

各種コークス炉用プレキャストブロックの特徴、用途について紹介した。当社は多くの使用実績のある汎用性CST-N48をはじめ、軽量低熱伝導性CST-N418、高強度性CST-N417、高耐熱衝撃性CST-N413、CST-N415をラインナップしている。これらプレキャストブロックによりコークス炉の各種要求特性を満たすことが可能である。

6. Summary

We manufacture the following coke oven block castables: CST-N48 for general use, CST-N418 with low thermal conductivity, CST-N417 with high strength, and CST-N413, CST-N415 with excellent thermal shock resistance. By application of these castable, it is possible to satisfy the varied demands for coke oven castable block.