

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

釉薬塗布焼成ブロックCST-A53の適用 — コークス炉ドア整備の容易化

Application of Glaze Coated Burnt Block CST-A53
— Facilitation of Coke Oven Door Maintenance

飯 田 正 和
Masakazu IIDA

森 孝 一 郎
Koichiro MORI

西 口 英 邦
Hidekuni NISHIGUCHI

那 須 洋 一
Yoichi NASU

品川技報

釉薬塗布焼成ブロックCST-A53の適用 — コークス炉ドア整備の容易化

Application of Glaze Coated Burnt Block CST-A53 — Facilitation of Coke Oven Door Maintenance

飯 田 正 和^{*1}

Masakazu IIDA

森 孝 一 郎^{*3}

Koichiro MORI

西 口 英 邦^{*2}

Hidekuni NISHIGUCHI

那 須 洋 一^{*4}

Yoichi NASU

要 旨

釉薬を塗布して焼成したコークス炉ドアブロックの有効性と長期安定性について、実験室評価と12年実窯で使用されたブロックの調査結果をもとに述べた。このブロックは低膨張で割れ難いCST-A53に最適組成の釉薬を塗布したもので、製造工程には多くの管理が必要である。本製品の適用によりドア整備における付着タールの除去が容易になり、コークス炉における限られた要員での高生産性操業の継続に寄与すると考えられる。

Abstract

In this report, the effectiveness of the suppression of coal tar pitch adhesion and long term stability of glaze coated burned block for the coke oven door is demonstrated according to laboratory evaluation as well as investigation results after 12 years commercial application. The desirable properties of this block are attributed to excellent material design of CST-A53, optimum glaze composition, and a carefully controlled manufacturing process. Application of this product reduces the door maintenance work load of adhered coal tar pitch removal, resulting in high coke oven productivity with limited numbers of maintenance operators.

1. 緒言

コークス炉では、石炭を乾留する際発生する炭化水素系のガスを冷却してタールピッチとして回収、有機化成品の原料としているが、コークス炉の炉体からガスとして漏出すると環境に悪影響を与える。タールピッチガスは炭化室の両側に設置されているドアから漏出する場合があるため、ドアブロックの側面にはガスを上部で捕集するため

1. Introduction

Along with the coal coking process, coal tar pitch gas, which is used in the chemical industry as a raw material, is also generated followed by collection and condensation. In spite of its usefulness, the gas deteriorates the environment once it is emitted from the coking chamber, thus, gas ascending channels are installed on both side

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

*2 技術研究所 第1研究部 主任研究員 Assistant Manager, Research Dept. No.1, Research Center

*3 西日本工場 岡山製造部 技術室 室長 General Manager, Technical Sec., Okayama Works, West Japan Works

*4 帝国窯業株式会社 製造室 Manufacturing Division, Teikoku Yogyo Co., Ltd.

の上昇流路が設けられている。

しかし、ガスの上昇流路が付着固化したタールピッチによって塞がれると炉内ガスはドアブロックと炉枠の隙間を通して外部に放出されるため、付着したタールピッチはドアクリーナーと呼ばれる機械でコークス押し出し中に除去される。さらにタールピッチ付着の激しいドアは交換してオフラインで人力による付着タールピッチの除去作業が行われる。このような付着タールピッチの除去作業には大きな負荷がかかっており、ドアの耐火物ブロックが、タールピッチを付着し難い特性や付着しても容易に除去できる特性を持っていればドア整備が容易になる。また、ドアブロックは石炭装入-コークス排出のサイクルに伴う熱衝撃を受ける。従って、ドアブロックの寿命を延ばしてブロックの交換頻度を低下させるためには耐熱衝撃性に優れた材質の適用が必要である。

そこで、表面に施釉することで平滑化を図り付着タールの除去を容易にした高耐熱衝撃性焼成ブレキャストブロックCST-A53を開発した。釉薬を塗布して焼成したCST-A53のブロックは実窯で良好な付着タールの剥離性と10年以上の長期耐用を示し、限られた要員での高生産操業の維持に寄与している。ここでは、施釉したドアブロックの12年間使用した後の状況とブロックの品質特性について述べる。

2. 釉薬塗布焼成ブロックCST-A53

当社で製造・販売している釉薬塗布焼成ドアブロックの外観をFig.1に示す。滑らかで光沢のある表面を示している。Fig.2に実窯で12年使用された釉薬焼成ブロックの外観および切断面を示す。表面および切断面に亀裂が観察されるものの軽微で組織はしっかりしている。また、外観、切断面とも黒色を呈していることから、タールピッチが付着し、内部にも浸入していることが示された。それにも関わらず表面の平滑性は維持されているように観察される。

そこで、使用後品と未使用品の表面粗度Saを測定し施釉していないブロックと比較した。また、それぞれの表面組織を観察した。表面粗度の測定

of the door block in order to collect the gas at the ceiling.

Since obstruction of the channel by solidified coal tar pitch allows gas emission through the gaps between the oven door and frame, adhered coal tar pitch is scraped off automatically by a door cleaner during the coke pushing out operation. In addition, doors on which coal tar pitch is severely adhered can be exchanged followed by manual coal tar pitch removal at the door clinic. Because of the heavy work load for coal tar pitch removal, application of a refractory door block, on which coal tar pitch does not adhere easily and from which adhered coal tar pitch is easily removed, markedly reduces the door maintenance workload. Moreover, since the door block suffers frequent thermal shock in accordance with the coal charging-coke discharging cycle, high thermal shock resistance is necessary to obtain a long service life that can lower the block exchange frequency.

Hence, we developed high thermal shock resistance glaze coated burnt refractory block CST-A53 with an extremely smooth surface. The glaze coated burnt block CST-A53 shows a long service life, more than 10 years, with excellent removability of the adhered coal tar pitch. Thus, it contributes to continuous high productivity coke oven operation requiring limited maintenance. In this report, investigation results of the block after 12 years commercial application and properties of the glaze coated burnt block CST-A53 are described.

2. Glaze Coated Burnt Block CST-A53

The external appearance image in Fig.1 shows the smooth shiny surface of the glaze coated burnt block CST-A53. Fig.2 shows the external appearance and cross section of glaze coated burnt block CST-A53 after 12 years commercial application. While some slight



Fig.1 External appearance of glaze coated door block.

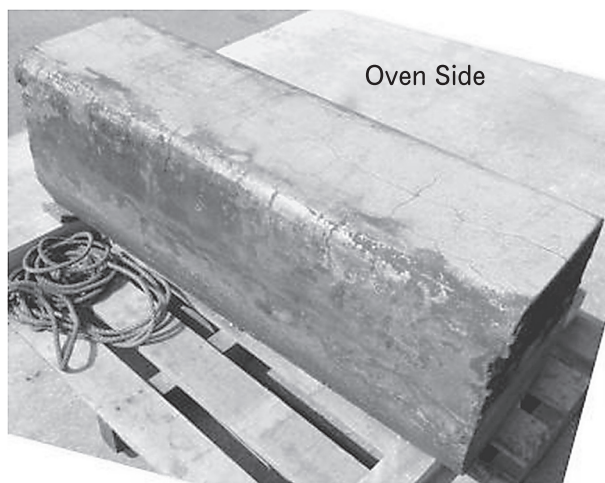


Fig.2 External appearance and cross section of glaze coated door block after 12 years commercial application.

結果と表面組織をFig.3にまとめて示す。釉薬を塗布することで表面粗度 (Sa) は $35.6\mu\text{m}$ から $9.2\mu\text{m}$ に低下し、平滑化していることがわかる。釉薬塗布ブロックの使用後品のSaは $9.8\mu\text{m}$ と小さく、12

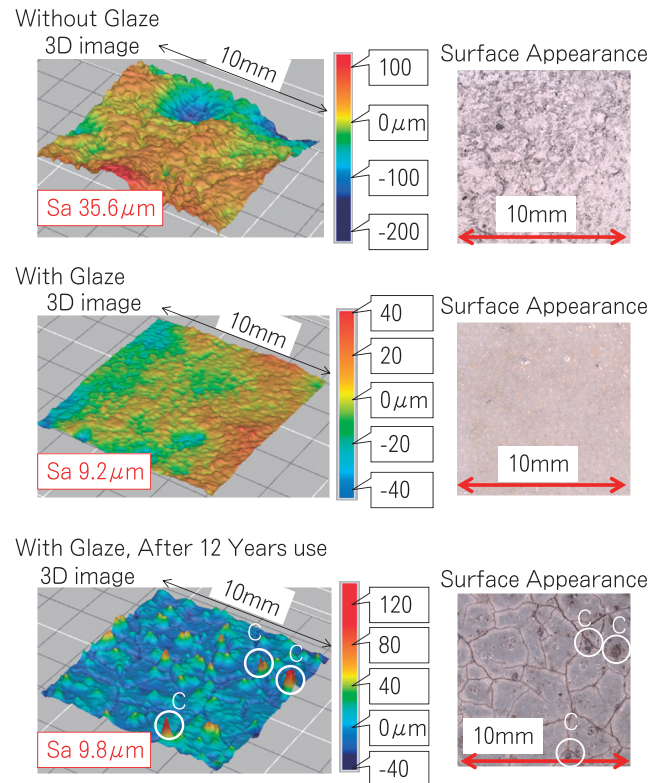


Fig.3 Comparison of surface configuration among unglazed block, glaze coated block and glaze coated block after 12 years commercial application.

cracks can be recognized, the rigid structure is maintained. The blackish appearance of the outer surface and cross section indicate coal tar pitch adhesion and penetration, respectively. Nevertheless, the surface smoothness seems to have been retained for 12 years.

Therefore, the surface roughness “Sa” and surface texture were evaluated. Fig.3 summarized the evaluated results. The glaze coating Sa decreased from 35.6 to $9.2\mu\text{m}$. Smallness of the Sa evaluated for the block used for 12 years, i.e. $9.8\mu\text{m}$, is evidence of the retention of the glaze coating effect for 12 years commercial application. The sharp peaks recognized in the 3D image of the block used for 12 years were confirmed as carbon adhesion according to the surface texture. While fine cracks were observed in the glazed surface of the block

Table 1 Typical properties of CST-A53

		CST-A53
Chemical Composition / mass %	Al ₂ O ₃	51
	SiO ₂	38
	MgO	6
Apparent Porosity / %		24
Bulk Density / g・cm ⁻³		2.10
Cold Crushing Strength / MPa		45

年間実窯で使用されても表面は初期の平滑性を維持していることがわかった。3D像には鋭く高いピークがまばらに観察されるが、表面組織より付着カーボンであることがわかった。また、表面組織観察で釉薬の表面に細かい亀裂が観察されたが、釉薬層に剥離はなく釉薬層はブロック全体を覆っていた。

コークス炉のドアブロックは生成したコークスを押し出す度に開放され、繰り返し熱衝撃にさらされるが、12年間使用されてもしっかりした組織を維持し、かつ釉薬層は剥離せず平滑な表面を維持している。これは、熱サイクルに対する耐性に優れたCST-A53の材質設計と適正な施釉技術、および高度なブロック製造技術によって可能になる。

Table 1に焼成ドアブロックCST-A53の代表品質を、Fig.4にCST-A53焼成品の熱膨張曲線を他の代表的なれんがと比較して示す。CST-A53は極めて低膨張で、そのため加熱-冷却の繰り返しによる熱衝撃に対する耐性に優れる。

また、CST-A53に塗布する釉薬は、母材と同等の熱膨張となるよう調整されており、熱膨張の不一致に起因する釉薬層の剥離を生じない。さらに適正に管理された釉薬層形成と焼成れんがの製造で培った焼成管理によって大きなブロック全表面への安定した釉薬層形成が可能となっている。Fig.5は、(A) 製品、(B) 熱サイクルテスト後、(C) 12年使用後、の釉薬層の断面である。いずれのケースでも健全な釉薬層が密着していることがわかる。なお、熱サイクルテストはバーナーを用い表面を1200℃×15分加熱し3分水冷12分放冷するサイクルを5回繰り返すことで実施した。

タールピッチの除去と浸透に対する釉薬の効果

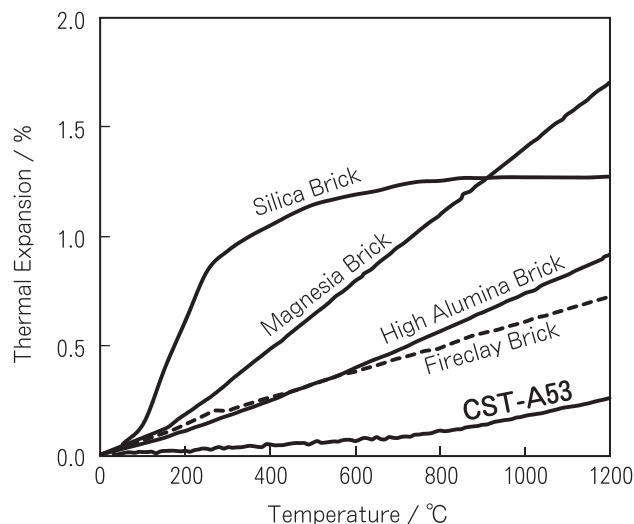


Fig.4 Thermal expansion curve of CST-A53 compared to those of various kinds of bricks.

used for 12 years, no peeling-off of the glaze layer was recognized.

Retention of the rigid structure and glaze coating effect though 12 years operation is attributed to the high thermal shock resistant material design of CST-A53, optimum glaze composition, and carefully controlled block manufacturing process.

Table 1 and Fig.4 show the typical properties of burnt block CST-A53 and thermal expansion curve of CST-A53, respectively. According to Fig.4, it is obvious that CST-A53 shows extremely small thermal expansion which results in high thermal shock resistance.

The glaze composition is adjusted to achieve similar thermal expansion to the base refractory block. Hence, no peeling-off of the glaze layer induced by difference in thermal expansion is expected. Additionally, strictly controlled glaze layer formation procedure and advanced firing technology cultivated by burnt brick production permit the formation of a stable glaze layer on the whole surface of the large block. Fig.5 shows cross sections of the glaze layers of the samples (A); as received, (B); after the cyclic thermal

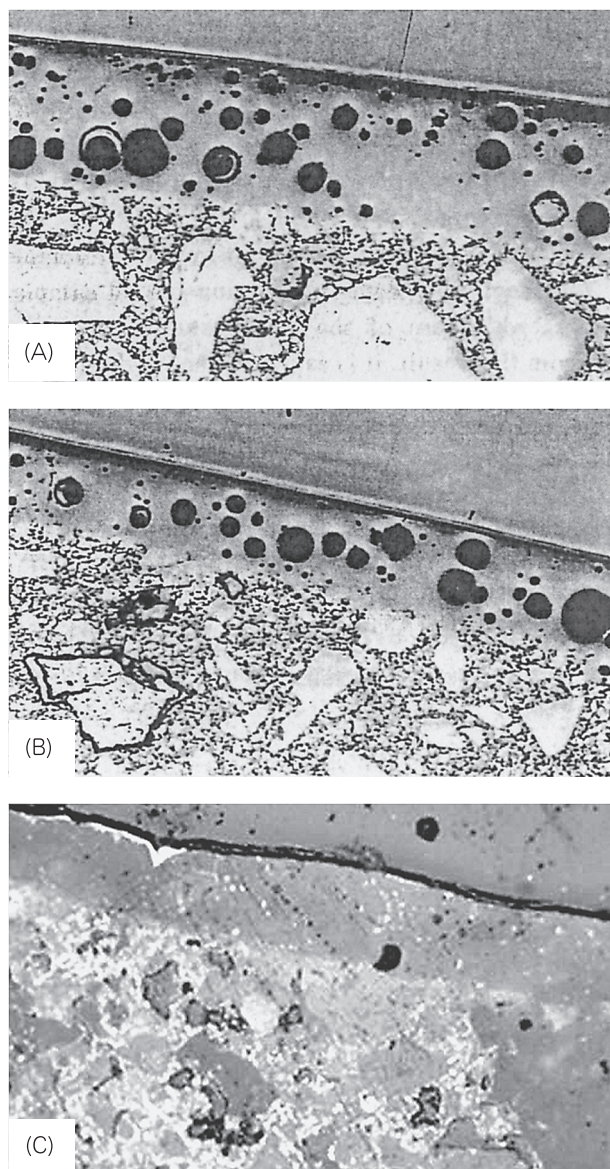


Fig.5 Status of glaze layer of (A) as received, (B) after frequent thermal shock test, and (C) after 12 years commercial application.

は実験室で評価した。Fig.6に示すように試料にリングを乗せリング内に無水タールを添加，電気炉を用い500℃で3 h加熱し，加熱後のせん断力を測定するとともに試料の切断面観察を行った。その結果，Fig.7に示すように釉薬層があるとタールピッチの剥離が容易で，また，タールピッチの浸入も抑制されていることがわかる。一方，12年使用後のサンプルには内部へのタールピッチの浸入が認められたが（Fig.2），長い時間をかけて少しずつ浸入した可能性とタールピッチが蒸気で浸入し内部で凝縮した可能性が考えられる。これに対

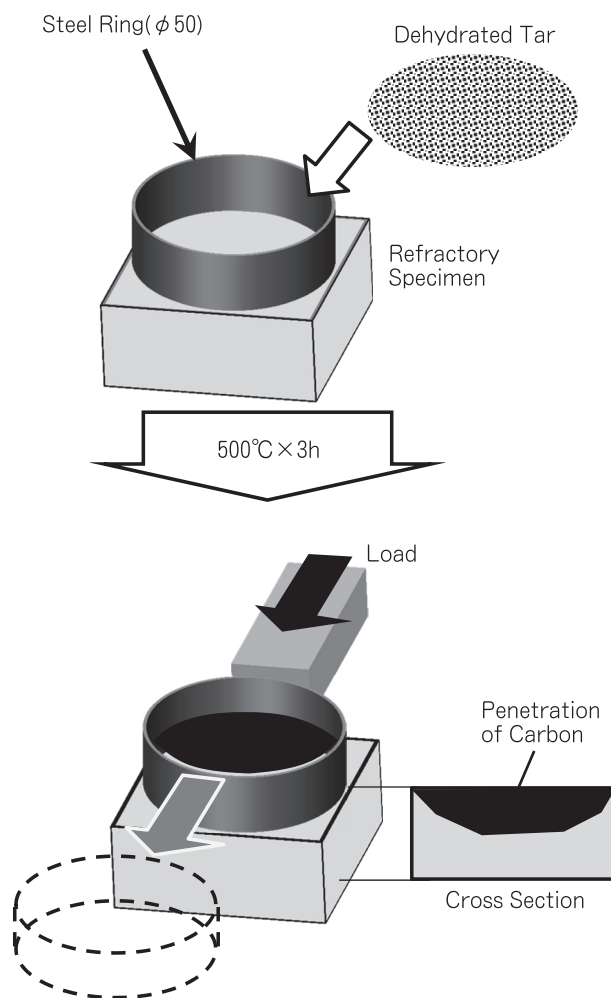


Fig.6 Evaluation procedure of coal tar adhesive strength and coal tar penetration.

shock test, and (C) after 12 years commercial application. In all samples, good contact of the glaze layers was observed. The cyclic thermal shock test is a 5 time repetition of the following heating-cooling cycle; the glazed surface was heated at 1200℃ for 15 minutes by burner flame followed by 3 minutes water cooling and 12 minutes natural cooling.

The influence of the glaze coating on coal tar pitch scrapability and permeability was evaluated by laboratory experiment as shown in Fig.6. The specimens shown in Fig.6 were prepared as follows; steel rings were placed on a glazed specimen and unglazed specimen, filled

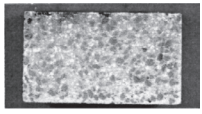
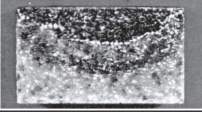
	Adhesive Strength	Carbon Penetration Area	Cross Section
Block with Glaze	0 kPa	0.2 cm ²	
Block without Glaze	80 kPa	18.8 cm ²	

Fig.7 Influence of glaze coating on coal tar adhesive strength and penetration.

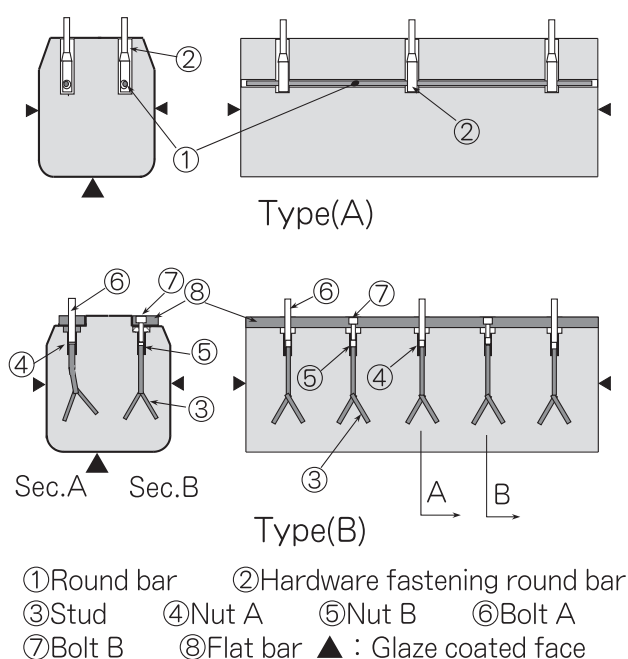


Fig.9 Two types of anchor arrangements for glaze coated door block.

して、釉薬塗布焼成ブロックは付着したタールの除去が容易であり、その効果が長期間継続することは実際のドア整備において確認されていることから、タールピッチの浸透抑制より表面平滑性の維持が重要であることがわかる。

ドアブロックはフレームに固定するための金属製のボルトが背面にセットされており (Fig.8)、また、脱落防止のためのアンカーが埋設されている。当社の製造プロセスでは焼成ブロックに金属部品をセットすることが可能で、主にFig.9に示す2つのタイプがあり、様々な設計への対応が可能である。



Fig.8 External appearance of outer side of glaze coated door block.

with tar, and heated at 500°C for 3h followed by peeling-off load measurement and cross section inspection. As summarized in Fig.7, the glaze layer not only inhibits the strong coal tar pitch adhesion but also coal tar pitch penetration. However, coal tar pitch penetration was recognized in the block after 12 years commercial application as indicated in Fig.2. That is considered attributable to long term exposure to coal as well as vapor penetration and condensation. Practically, long term retention of scraping-off easiness is ensured for commercial oven operation, hence, it is concluded that retention of surface smoothness is more important than coal tar pitch penetration inhibition.

In general, metallic bolts are installed on the back side of the block in order to fasten them to the door frame (Fig.8). Additionally, metallic anchors are embedded in the block. Our advanced manufacturing process allows installation and arrangement of the metallic members to the burnt block as shown in Fig.9. It is possible to produce the block with any kind of anchor arrangement.

3. Conclusion

We manufacture and sell a glaze coated burnt block for coke oven door. The glaze coated

3. まとめ

コークス炉のドア用として、表面が平滑な釉薬塗布焼成ブロックを製造・販売している。釉薬塗布によって表面が平滑になっているため稼働中のタールピッチの付着が少なく付着したタールピッチの除去も容易で、コークス炉における限られた要員での高生産性操業の継続に寄与している。このブロックには熱サイクルに対する耐性に優れたCST-A53と最適化された組成の釉薬が用いられ、管理された工程で製造されている。この製品の品質は12年実窯で使用されたブロックがしっかりした組織と平滑な表面を維持していることで実証された。

smooth surface reduces coal tar pitch adhesion as well as the work load for removal of adhered coal tar pitch. Hence, application of this product contributes to the high productivity coke oven operation with limited door maintenance requirements. This product is manufactured through a carefully controlled process using high thermal shock resistant material CST-A53 and an optimum glaze composition. Retention of the rigid structure and effectiveness of glaze layer were demonstrated by investigation of a block used for 12 years in a commercial oven.