

環境対応型炭素含有れんが (ECONOSシリーズ)

Environment Friendly Carbon Containing Bricks (ECONOS series)

多 田 秀 徳^{*1}
Hidenori TADA

富 谷 尚 士^{*2}
Hisashi TOMIYA

吉 田 昌 弘^{*3}
Masahiro YOSHIDA

Abstract

The ECONOS series of environment friendly carbon containing bricks has several excellent advantages such as little generation of fumes during the heat-up process of furnaces, energy saving effect, and so on. Therefore, the ECONOS series is mainly used in steel ladles and torpedo ladles by our customers.

1. はじめに

MgO-C系、 Al_2O_3 -MgO-C系及び Al_2O_3 -SiC-C系れんが等の炭素含有不焼成れんがは、溶鋼鍋等の精錬用容器の内張りライニング、または溶銑搬送容器である混銑車や溶銑鍋の内張りライニングとして広く使用されている。しかしながら、これら炭素含有不焼成れんがは、炉の昇熱過程において臭気が発生することや、比較的熱伝導率の高い材料であるため、熱ロスが大きく溶銑または溶鋼の温度低下、鉄皮変形等が問題視される場合があり、環境対応という側面から改善が望まれる。

上記の問題は、炭素含有れんがに一般的に使用されているフェノール樹脂に起因していると考えられることから、当社では、10年以上前からフェノール樹脂に代わる「環境に優しいバインダーシステム（新バインダーシステム）」の開発、製品化に取り組んでいる。現在では、当社で製造販売している溶鋼鍋、混銑車及び溶銑鍋用炭素含有れんがのうち、約6割が新バインダーシステムを採用した「環境対応型炭素含有れんが」に切り替わっている。

本報では、環境対応型炭素含有れんがの各種炉での使用実績を中心に紹介する。

2. 環境対応型炭素含有耐火物 (ECONOSシリーズ) の特徴

環境対応型炭素含有耐火物 (ECONOSシリーズ：以下ECOシリーズと記す) は、その用途によりMgO-C系、

1. Introduction

Carbon containing bricks are widely applied as lining materials for vessels in the steel making process. MgO-C and Al_2O_3 -MgO-C are main materials for refining vessels in Japan such as steel ladles, and Al_2O_3 -SiC-C bricks are the main materials for liquid iron transport vessels such as hot metal ladles and torpedo ladles because of excellent performance. However, these carbon containing unburned bricks cause some environmental problems. Fumes generated during the furnace heat-up process cause environmental problems in some steel plants. Moreover large temperature loss from molten iron and shell deformation often occur on account of the high thermal conductivity of these materials. Therefore, these materials must be improved from an environmental point of view.

The phenol resin binder used for carbon containing bricks is the cause of the above problems. We have wrestled with the development of an environment friendly binder system (New binder system) which can replace phenol resin, and also products using the new binder system for more than 10 years. Up to now, approximately 60% of the carbon containing bricks produced and sold for steel lades, torpedo ladles and hot metal ladles have been converted to environment friendly products.

This report describes the characteristics of

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

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

*3 岡山工場 日生製造部 Hinase Manufacturing Dept., Okayama works

Table 1 Typical properties of ECONOS

Quality	MgO-C	Al ₂ O ₃ -MgO-C	Al ₂ O ₃ -SiC-C
Brand and codes	ECO-M3B	ECO-A2B	ECO-A2E
Chemical composition [mass%]			
MgO	77	10	
Al ₂ O ₃		71	66
SiO ₂			12
SiC			6
C	15	10	12
After drying			
Apparent porosity [%]	4	5	9
Bulk density	2.95	3.05	2.80
Cold crushing strength [MPa]	35	35	40
Thermal conductivity [W/m°C] at 600°C	16	10	12
Applications	Steel ladle	Steel ladle	Torpedo car

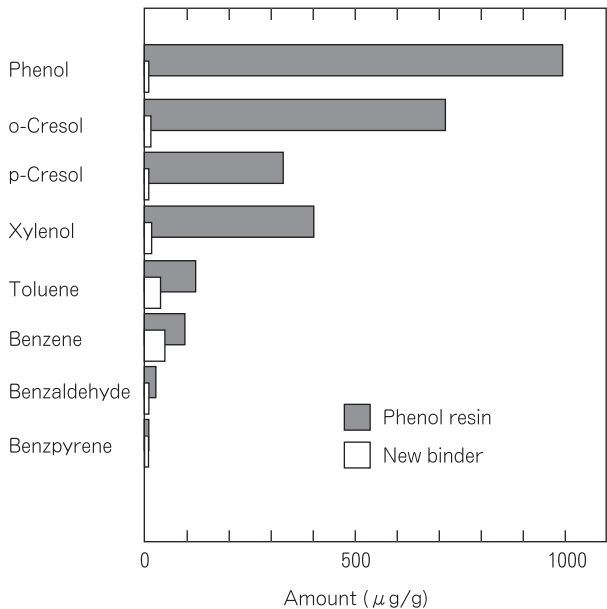


Fig. 1 Amount of gas components generated from MgO-C bricks during heat-up.

Al₂O₃-MgO-C系及びAl₂O₃-SiC-C系に分類される。Table 1 に各材質の代表的な品質を示す。鑄込鍋スラグライン用としてMgO-C系でECO-Mシリーズが、鑄込鍋メタルライン用としてAl₂O₃-MgO-C系のECO-Aシリーズが適用されている。また、混銑車用としては、Al₂O₃-SiC-C系のECO-Aシリーズが適用される。

ECOシリーズは、従来の炭素含有れんがと比較して次のような優れた特性を有する。

- ・昇熱過程においてフェノール、クレゾール、キシレノール等の芳香族化合物成分がほとんど発生せず、臭気のレベルを大幅に低減できる。(Fig. 1)
- ・同一カーボン量従来の製品に比し熱伝導率が約30%低く、熱ロスの低減化に有効である。(Fig. 2)

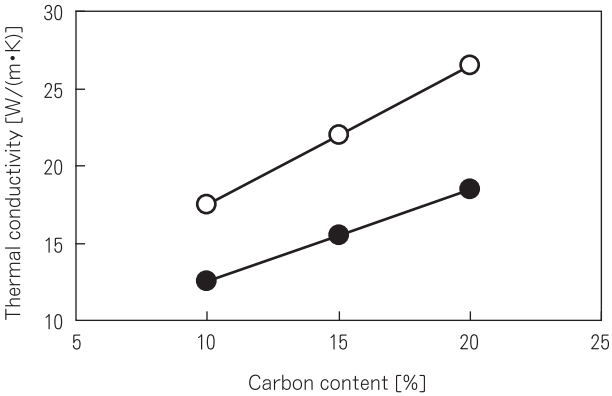


Fig. 2 Thermal conductivity of MgO-C bricks.

environment friendly carbon containing bricks and performances in various kinds of furnaces.

2. Characteristics of the ECONOS Series

ECONOS series, also referred to as ECO series are classified into MgO-C type, Al₂O₃-MgO-C type and Al₂O₃-SiC-C type according to the materials utilized. Table1 shows the typical properties of each material. ECO-M series (MgO-C type) is applied to the slag zone of steel ladles, ECO-A series (Al₂O₃-MgO-C type) is applied to metal zone of steel ladles and ECO-A series (Al₂O₃-SiC-C type) is applied to torpedo ladles.

ECO series have the following excellent characteristics compared with conventional products.

- ・Few aromatic compound gases such as phenol, cresol, xylenol and so on. The fume level during the heat-up process is greatly decreased. (Fig.1)
- ・Thermal conductivity of ECO series is about 30% lower compared with that of conventional product with the same carbon content. (Fig.2) Lower heat

- 従来の製品に比し、優れた耐スポーリング性を有し、低カーボン化が可能であることから、さらに熱伝導率を低減することが可能である。
- 従来の製品に比し、目地損傷が小さい特徴を有する。

3. ECOシリーズの実炉適用結果

3.1 溶鋼鍋への適用

溶鋼鍋等の鍋は、稼動前に屋内で予熱される場合が多く、その昇熱過程で炭素含有れんがから発生する臭気により作業環境が悪化するという課題がある。当社は、ECOシリーズの適用によりこの課題解決に取り組んでいる。

Fig. 3 にMgO-C系れんがを例にとって、臭気の原因となる製品 1 ton 当たりから加熱時に発生する芳香族化合物の量を示す。従来製品は2.7kg であるのに対し、ECOシリーズではわずか0.1kg であり、大幅に低減されている。MgO-C系だけでなく Al_2O_3 -MgO-C系のECOシリーズにおいてもこの特性は同様である。この結果、内張りに炭素含有れんがを適用している鍋では、ECOシリーズの適用により、炉昇熱時に発生する臭気が大幅に軽減される。ECOシリーズは、臭気性ガスの発生抑制による作業環境改善効果が認められ多くの客先で高い評価を得ている。

また、ECOシリーズは、その熱伝導率の低さから、鉄皮温度の低減や溶鋼温度ドロップの抑制にも効果を発揮している。Fig. 4 に、100ton LF鍋の内張り材にMgO-C系のECOシリーズ (C=12%) を適用した場合の鉄皮温度の例を示す。ECOシリーズの適用により鉄皮表面温度が約40℃低下する効果が得られている。

ECOシリーズを溶鋼鍋内張り材に適用することにより、昇熱時の作業環境改善、熱ロス抑制による省エネ効果が認められており、ECOシリーズの溶鋼鍋への適用

loss is realized by applications of ECO series.

- It is possible to decrease carbon content because ECO series have excellent spalling resistance. Lower thermal conductivity is realized by lower carbon content.
- Smaller joint erosion is realized by applications of ECO series.

3. Performance of ECO Series in Actual Use

3.1 Application to steel ladles

Steel ladles and hot metal ladles are commonly pre-heated indoors, therefore the environment of the working area is degraded by the fumes generated during the heat-up process. We make an effort in order to solve this problem by applying the ECO series to steel ladles.

Fig.3 shows amount of aromatic compound gas generated during the heat-up process per 1 ton of MgO-C brick. The amount of generated gas of the conventional product was 2.7kg/ton. That of ECO-M was only 0.1kg/ton. The amount of generated gas was greatly decreased. Also, this characteristic of ECO-A applied to metal zone is similar to that of ECO-M. As a result, in the case of steel ladles with carbon containing brick linings, fumes generated during the heat-up process are greatly decreased by applying the ECO series. The ECO series has won favorable reviews by many customers, because of the improvement in the working environment.

Moreover, the ECO series effect on decreasing shell temperature and preventing liquid steel temperature drop by the advantage of low thermal conductivity. Fig.4 shows an example of shell temperature in a case of the ECO series (C=12%, MgO-C bricks) was applied to a 100 ton LF ladle. The shell temperature showed a decrease of about 40℃.

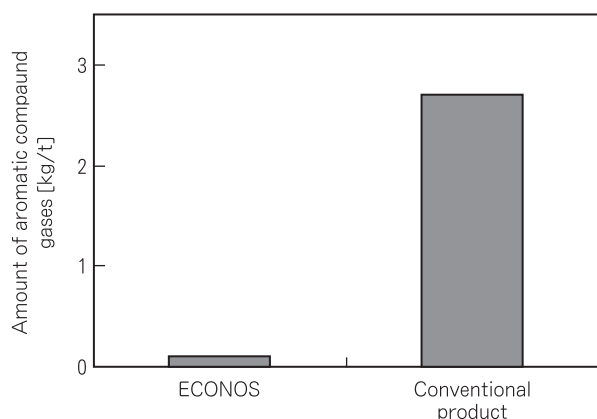


Fig. 3 Amount of aromatic compound gases generated from MgO-C bricks.

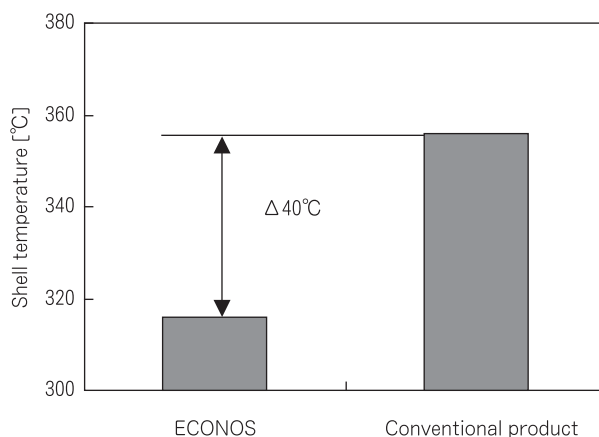


Fig. 4 Shell temperature of steel ladles.

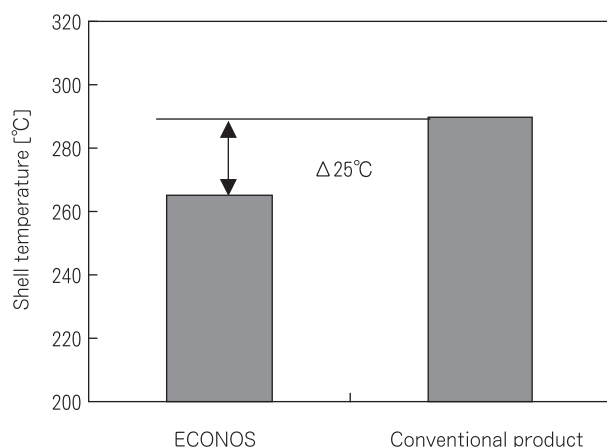


Fig. 5 Shell temperature of torpedo ladles.

は急速に拡大している。

3. 2 混鉄車への適用

溶鉄の搬送容器である混鉄車では、搬送中の溶鉄温度ドロップを抑制することは、省エネの面から非常に重要な課題である。当社は、ECOシリーズを混鉄車内張り材に適用することにより、この課題解決に取り組んでいる。

Fig. 5 に、混鉄車内張り材に $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ 系ECOシリーズ（C=12%）を適用した場合の鉄皮温度の例を示す。ECOシリーズの適用により鉄皮温度が約25℃低下する効果が得られている。

またECOシリーズは、目地損傷が小さいという特徴を有している。混鉄車では、しばしば目地が大きく先行損傷しそのことにより炉寿命が決定されるという現象があるが、ECOシリーズでは目地損傷が非常に軽微であり、炉の安定的な使用にも効果を発揮する。Fig. 6 にECOシリーズを適用した混鉄車の通鉄量20万ton後における炉内状況を示す。目地損傷は非常に軽微で平滑な損傷形態を示している。

ECOシリーズを混鉄車内張り材に適用することにより、熱ロス抑制による省エネ効果が確認されており、ECOシリーズの混鉄車への適用が拡大している。また、混鉄車だけでなく溶鉄鍋についても、同様な効果が期待されることからECOシリーズの適用が望まれる。

4. まとめ

環境型炭素含有れんが（ECOシリーズ）は、作業環境の改善ならび熱ロス低減といった優れた特性を有しており、溶鋼鍋、混鉄車を中心にその使用が拡大している。

当社は、今後もECOシリーズ等の環境対応型耐火物の開発、製造、販売を通じ、地球環境の保護に微力ながら貢献していく所存である。

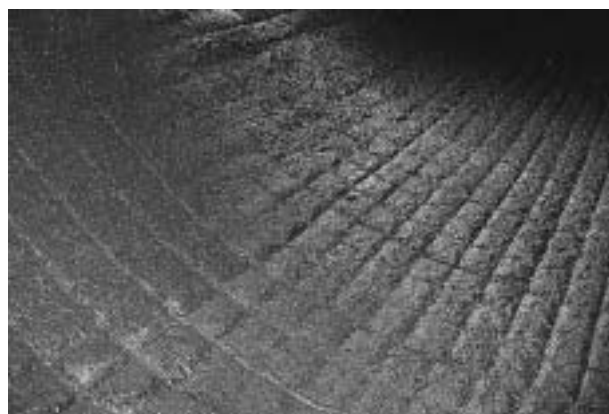


Fig. 6 Photograph of torpedo ladle after 200,000 ton throughput.

Improvements in the working environment and energy saving effects by applying the ECO series to the wear lining of ladles have been recognized. As a result, use of the ECO series for steel ladles by our customers has expanded rapidly.

3. 2 Application to torpedo ladles

In torpedo ladles for the transport of pig iron, the prevention of liquid iron temperature drop is serious issue for energy saving. We have made an effort to solve this problem by applying of the ECO series to torpedo ladles.

Fig.5 shows an example of the shell temperature in a case where the ECO series (C=12%, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ bricks) was applied to a torpedo ladle. The shell temperature showed a decrease of about 25℃.

Also, Eco series have the advantage of smaller joint erosion. In torpedo ladles, joint erosion often determines the service life of the furnace. Application of the ECO series effects the stability of furnace operation. Fig.6 shows the condition of a torpedo ladle after 200,000 ton throughput. Only slight joint damage was observed.

The energy saving effect on torpedo ladles lined with the ECO series lining has been recognized, and application of the ECO series to torpedo ladles has expanded. Also, application of the ECO series to hot metal ladles as well as torpedo ladles is expected.

4. Conclusion

The ECO series of environment friendly carbon containing bricks have come to be widely used for steel ladles and torpedo ladles on account of the improvement of the working environmental condition and energy saving effect.

We will contribute to the conservation of the global environment as much as possible through development, production and sales of environment friendly refractories such as ECO series bricks.