

# SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

## 再使用可能な取鍋用スライドプレート (エコプレート)

Reusable Sliding Gate Plate (ECO Plate)

森 井 浩 明

Hiroaki MORII

南 晴 彦

Haruhiko MINAMI

足 立 真 司

Shinji ADACHI

## 品川技報

# 再使用可能な取鍋用スライドプレート（エコプレート）

## Reusable Sliding Gate Plate (ECO Plate)

森 井 浩 明<sup>\*1</sup>  
Hiroaki MORII

南 晴 彦<sup>\*2</sup>  
Haruhiko MINAMI

足 立 真 司<sup>\*3</sup>  
Shinji ADACHI

### Abstract

A new type of sliding gate plate called “ECO plate” has been developed. The ECO plate can be reused several times by exchanging a small core plate installed at the bore area. In the field trial, the performance of the ECO plate was the same as that of conventional plates even when reused twice. ECO plates can contribute to the reduction of the customer’s refractory cost and the amount of refractory waste.

### 1. はじめに

取鍋からタンディッシュへ、またタンディッシュからモールドへ溶鋼の流量を制御するスライドプレートは製鋼の生産性や鋼品質に影響する重要な耐火物である。スライドプレートは高耐久性が求められることから、高純度な高級原料が使用され<sup>1)</sup>、また組織の緻密化を目的に焼成後にピッチ含浸まで行われる。しかしながら、損傷する部位は溶鋼と直接接触する孔周りが主であり、外周部は損傷されていないのが一般的である (Fig. 1)。そこで、使用後れんがの有効利用、ならびに顧客の耐火物コスト低減を目的に再使用可能な取鍋用スライドプレート (通称 エコプレート) を開発した。エコプレートは外周部に相当する本体部と孔周りに挿入された小型プレート (通称 コアブロック) で構成され、コアブロックを交換することで複数回の再使用が可能である。実機試験においてエコプレートは再々使用され、総使用回数は20ch以上を達成した。

### 1. Introduction

Sliding gate plates are used for controlling the flow of molten steel from the ladle to the tundish or from the tundish to the mold, and have been widely used for continuous casting. The precise control of the flow of molten steel is an important process because it influences not only the productivity of the steel making plant but also the steel quality. In order to achieve high durability and tight air sealing, sliding gate plates are typically made of high purity synthetic raw materials and pitch impregnation after burning is also required. However, the location of the damage of a used sliding gate plate is limited to the area around the bore and the area outside can be reused in many cases (Fig. 1). In order to minimize industrial waste and to reduce the customer’s refractory cost, we have developed a reusable sliding gate plate called “ECO Plate”. It can be reused

<sup>\*1</sup> 岡山工場 製造部 技術室 主任部員 Managing Engineer, Technical Section, Okayama Works

<sup>\*2</sup> 京浜営業所 主任部員 Manager, Keihin Sales Office, No. 1 Sales Dept.

<sup>\*3</sup> 赤穂工場 製造部 技術室 主任部員 Managing Engineer, Technical Section, Ako Works

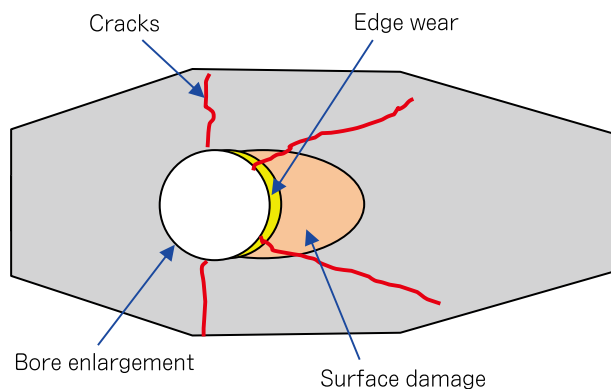


Fig. 1 Example of typical damage of sliding gate plate after use.

## 2. エコプレートの特徴

### 2. 1 形状特徴

エコプレートは本体部と交換可能なコアブロックから構成される (Fig. 2)。コアブロック外周には段差が設けられており、この段差は使用中のコアブロックのズレを防ぎ、摺動面への地金差しや外気吸引を防止する。またFig. 2に示すように、コアブロックの稼働面長さ(a)はプレート孔径(b)より十分長く設計されており、溶鋼が casting 中に本体部とコアブロックのモルタル目地や本体部に接触することを防止する。これにより、本体部の損傷は極めて少なく、エコプレートでは複数回の再使用が可能となった。

### 2. 2 材質設計

一般にスライドプレートは $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$ 質であり、同様にしてエコプレートも $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$ 質が使用される。しかしエコプレートの場合、Ca-Si処理鋼や高酸素鋼といった溶損鋼種の casting に対しては、コアブロック部に高耐食性の $\text{MgO-C}$ 質や $\text{ZrO}_2$ 質を適用することが可能である。エコプレートに使用可能な材質の品質例をTable 1に示す。熱膨張率が大きい $\text{MgO-C}$ 質や原料費の高い $\text{ZrO}_2$ 質は大型の取鍋用プレートには使用困難であったが、エコプレート方式を採用することで使用可能となり、材質設計の自由度は大幅に向上した。

### 2. 3 再生方法

Fig. 3にエコプレートの再生方法を示す。使用

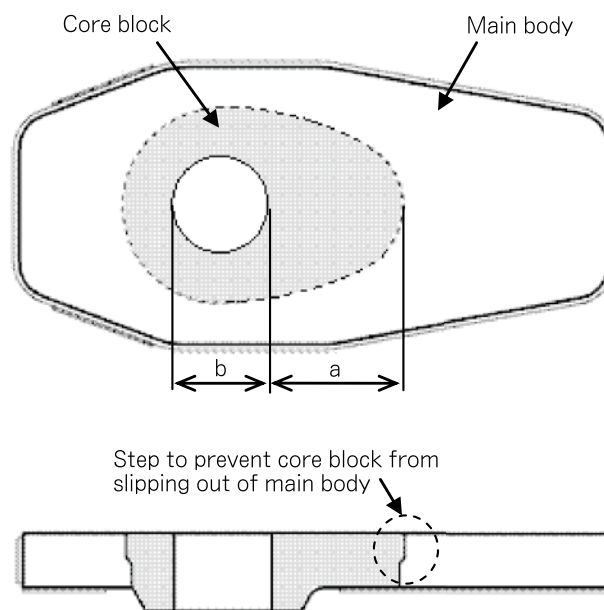


Fig. 2 Schematic view of ECO plate.

several times by exchanging a small core plate installed at the bore area. In the field trial, the performance of ECO plate was the same as that of conventional plates even when reused twice, where it achieved over 20 heats in total.

## 2. Features of ECO Plate

### 2. 1 Design features

An ECO plate consists of a main body and a replaceable core block (Fig. 2). The core block has a step along the side so that the core block will not slip out of the main body in use, which assures the prevention of hot metal penetration and air aspiration through the area between the sliding surfaces. The other design feature of ECO plate is that the surface length of core block "a" is longer than the bore size "b" so that the main body and the mortar joint between the main body and the core block will not be exposed to molten steel during casting. Since the damage of the main body is little, the main body of ECO plates can be reused several times.

Table 1 Material properties for ECO plate

| Material                       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -C | MgO-C      | ZrO <sub>2</sub> |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------|
| Apparent Porosity (%)          | 11.5                              | 10.0       | 15.6             |
| Bulk Density                   | 3.26                              | 3.00       | 4.53             |
| Cold Crushing Strength (MPa)   | 130                               | 70         | 172              |
| Chemical Composition (mass%)   |                                   |            |                  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 82                                | -          | -                |
| MgO                            | -                                 | 92         | -                |
| SiO <sub>2</sub>               | 2                                 | -          | 0.3              |
| ZrO <sub>2</sub>               | 5                                 | -          | 94               |
| Carbon                         | 5                                 | 4          | -                |
| Application for ECO plate      | Core block<br>Main body           | Core block | Core block       |

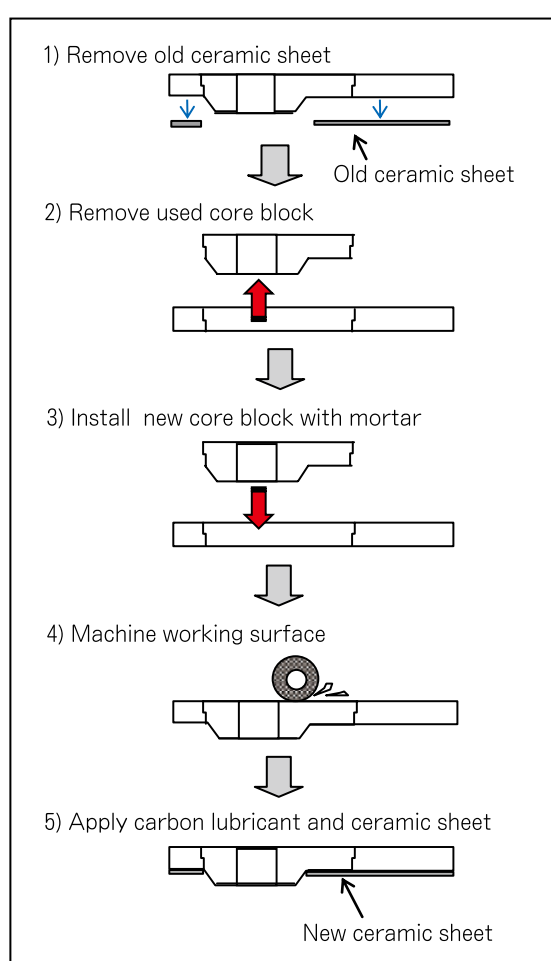


Fig. 3 Recycling procedure for ECO plate.

## 2. 2 Materials for ECO plate

ECO plates are typically made of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C material, which is the same as conventional plates are made of. In the case of ECO plates, ZrO<sub>2</sub> or MgO-C materials can be applied to the core block part for corrosive steel grade casting such as Ca treatment steel or high oxygen steel if necessary. Table 1 shows some typical examples of ECO plate material properties. In general, it is difficult to apply MgO-C materials to the whole body of a large ladle plate because of the increased thermal spalling damages due to the high thermal expansion of the materials. Increased raw material costs accompany the use of ZrO<sub>2</sub> for the whole body. The variety and the flexibility of ECO plate material selection can be broadened in order to satisfy various customer's particular operating requirements.

## 2. 3 Recycling procedure

Fig. 3 shows the recycling procedure for the ECO plate. First, the used plates are sent back to our plant. 1) The old ceramic sheet attached to the back surface is removed. 2) The used core block is removed from the main body by pressing. 3) A new core block is installed into the main body with high alumina mortar. 4) After the mortar has set, the working surface of the ECO plate is machined by approximately 0.5mm thickness. 5) After drying, carbon

後プレートは当社工場に返送され、1)まずは背面クッション材が除去される。2)その後、使用済みのコアブロックがプレス機で押し抜かれ、3)新しいコアブロックがモルタルで挿入される。4)モルタル固化後にプレート摺動面は約0.5mm研磨さ

れ、5)乾燥後に新しい背面クッション材が貼られ、摺動面には黒鉛塗布材が塗布される。再生されたエコプレートは寸法と外観検査が行われ、再使用品として出荷される。

### 3. 実機テスト結果

エコプレートの実機テストが以下の条件で実施された。

①鍋容量330ton, ②平均鑄造時間50分/ch, ③孔径 $\phi$ 82.5mm, ④プレート最大使用回数8ch。

本試験では、5枚のエコプレートが下プレートとして使用された。試験品の5枚全てが再使用され、再使用品の5枚中の4枚が再々使用された。Fig. 4に使用後プレートの損傷量測定部位を、Fig. 5に従来品とエコプレートの損傷量を、

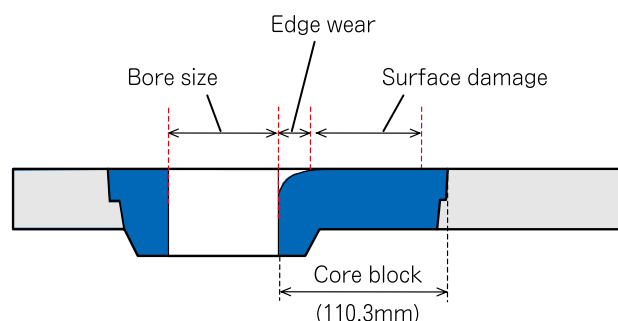
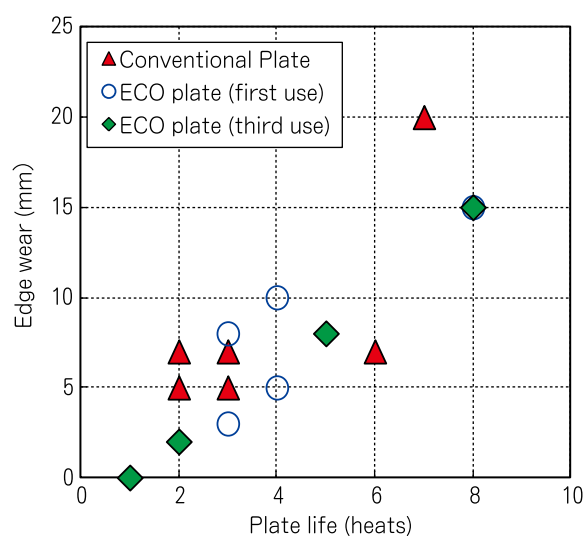


Fig. 4 Measurement location of used plate.



lubricant is coated on the working surface and a new ceramic sheet will be attached to the back surface of the plate. After dimensional inspections, the recycled ECO plate is ready for shipping for the next use.

### 3. Result of Field Trial

5 pieces of ECO plates were tested at a steel making plant for the first evaluation. The operating conditions of the trial were as follows.

1) The ladle capacity was 330 metric tons. 2) The average casting time was 50 minutes/heat. 3) The bore size was 82.5mm. 4) The maximum plate life was 8 heats.

In this trial, 5 pieces of ECO plate were used as the lower plate. All 5 pieces were reused for the second use. And 4 pieces out of 5 were reused again for the third use. Fig. 4 shows the measurement location of the used plate for the damage evaluation. Fig. 5 shows a comparison of the measurements between the conventional plates and the ECO plates. The damage of the ECO plates was the same as that of the conventional plates. Fig. 6 shows some photographs of a used ECO plate which was reused twice and

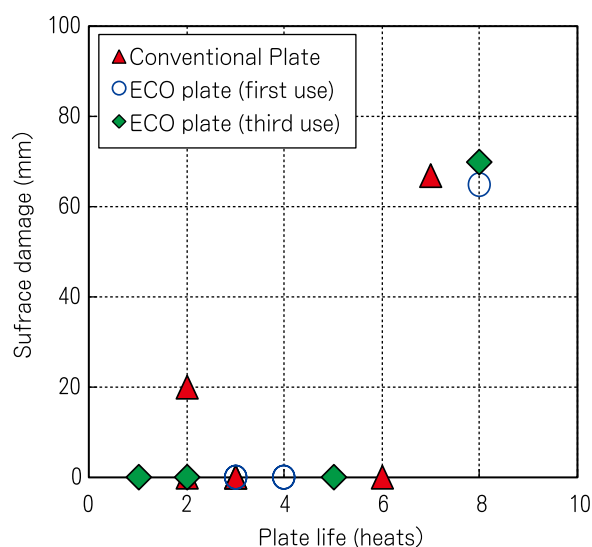


Fig. 5 Comparison of damage between conventional plate and ECO plate.

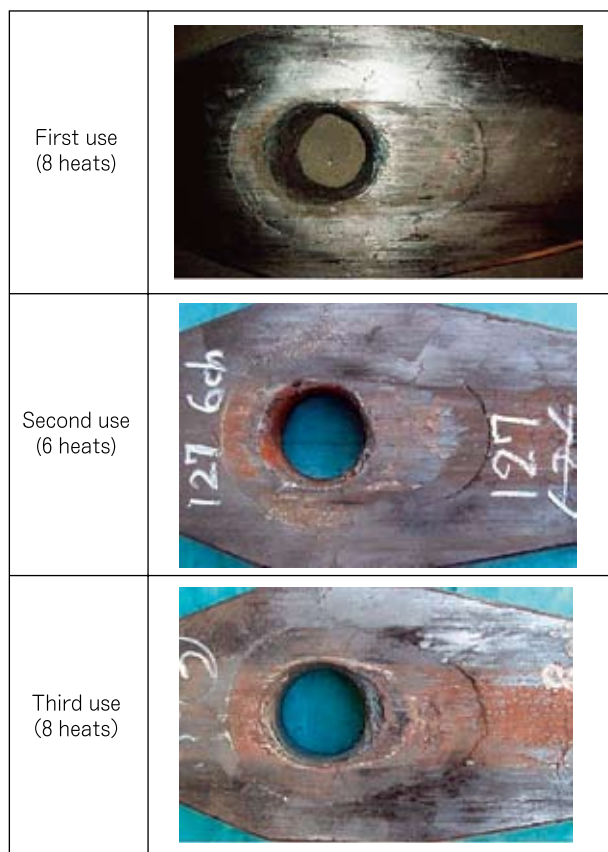


Fig. 6 Photographs of used ECO plate.  
(22 heats in total)

を比較したグラフを示す。エコプレートの損傷量は再々使用品であっても従来品と同等であった。Fig. 6に再々使用され、総使用回数が22ch(=8ch+6ch+8ch)に達したエコプレートの使用後写真を示す。再々使用品においてもエコプレートに面間地金差しや外気吸引した形跡は認められなかった。

#### 4. 使用後れんがの廃棄物量削減

エコプレートは本体部が再使用可能であるため、再使用するごとに本体部重量分の廃棄物量を削減することができる。Fig. 7に従来品とエコプレートの廃棄物発生量を比較したグラフを示す。Fig. 7に示す従来品の重量は14.3kgで、エコプレートも同じく14.3kg(=本体部10.3kg+コアブロック4.0kg)である。エコプレートを1回再使用するとプレート廃棄物量は36mass%削減され、

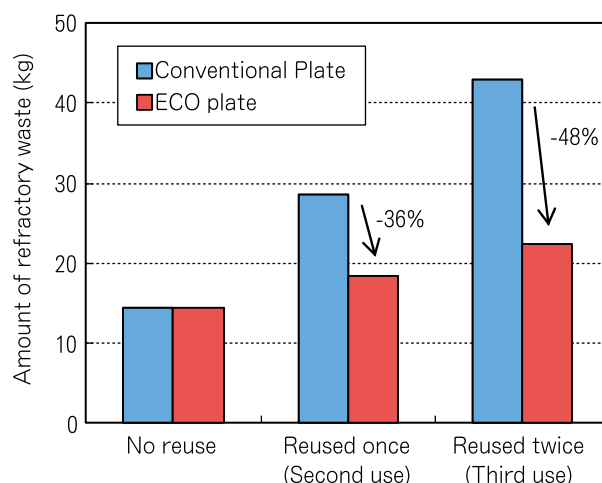


Fig. 7 Comparison of amount of refractory waste between conventional plate and ECO plate.

achieved 22 heats in total (=8 heats+6 heats+8 heats). Even though it was reused twice, no sign of hot metal penetration or air aspiration was observed on the sliding surfaces.

#### 4. Reduction of Refractory Waste

Since the main body of the ECO plate can be reused, the amount of refractory waste equal to the weight of the main body can be reduced in every reuse. Fig. 7 shows a comparison of the amount of refractory waste between the conventional plate and the ECO plate, where the weight of the conventional plate is 14.3kg and the weight of the ECO plate is 14.3kg as well (=10.3kg as the main body and 4.0kg as the core block). When the ECO plate is reused once, the amount of refractory waste can be reduced by 36mass% compared to the conventional plate. If it is reused twice, the amount of refractory waste can be reduced by 48mass%. In this way, the use of ECO plates can contribute to the reduction of refractory waste, which means the efficient saving of limited resources.

2 回再使用すると48mass%削減される。このようにして、エコプレートは使用後れんがの廃棄物量削減と資源の有効利用に大きく貢献する。

## 5. まとめ

再使用可能な取鍋用スライドプレート(通称 エコプレート)を開発した。エコプレートは孔部周辺に挿入された小型プレートを交換することで複数回の再使用が可能である。実機使用において、再々使用されたエコプレートは従来品と同等の耐用を示した。エコプレートを再使用することで使用後れんがの廃棄物量を削減でき、1 回再使用すると廃棄物量は従来品に比較し36mass%低減し、2 回再使用すると廃棄物量は従来の約半分になる。

## 5. Conclusion

A new sliding gate plate called “ECO plate” has been developed. ECO plates are reusable several times by exchanging a small plate installed at the bore area. In the field trial, the performance of the ECO plate was the same as that of conventional plates even when reused twice. The amount of refractory waste can be reduced by the use of ECO plates. The refractory waste can be reduced by 36mass% when an ECO plate is reused once and by a half when it is reused twice.

## Reference

- 1) H. Kinoshita, A. Ohshita, S. Takeshita and T. Okamoto : Taikabutsu, **56** [1], 26 (2004)