

## 日新呉1高炉(4次)の高出鉄比操業下における炉体延命対策

Extending the Campaign Life under the High Productivity Operation of

Kure No. 1 Blast Furnace (4th)

日新製鋼(株)呉製鉄所 寺山 統\*・大石 忠  
 星隈 豊・尾内 武男  
 鉄鋼研究所 田中 勝博

## 1. 緒言

呉第1高炉(4次)では、炉命10年以上かつ1炉代平均出鉄比 $2.2 \text{ t/m}^3/\text{d}$ 以上を目標に、炉体延命対策を展開している。その結果 92年3月現在で炉命7年5カ月、平均出鉄比 $2.29 \text{ t/m}^3/\text{d}$ となり、さらに $2.20 \text{ t/m}^3/\text{d}$ 以上の高出鉄比操業を継続中である。本報では呉第1高炉(4次)の高出鉄比操業と炉体延命対策の概要について報告する。

## 2. 炉体延命対策の考え方

呉製鉄所における歴代高炉での経験を集約し、徹底した予防保全を前提とした長期計画を作成した。また、この計画を円滑確実に実行されるよう、保全部門と操業部門が定期的に会議(「Life 10」連絡会議)を開催し情報交換を行っている。

さらに現状では高炉本体の機械関係以外に付帯、電気・計装設備まで範囲を拡大しオーバーホールなどのスケジューリングを行っている。

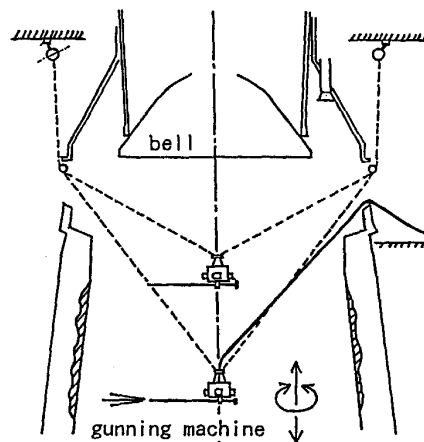


Fig. 1 Schematic drawing of gunning repairing

## 3. 呉1高炉(4次)の炉体延命対策の概要

## (1) シャフト部

呉1高炉のシャフト上部は建設当初無冷却状態で、火入れ3年目くらいから煉瓦の損耗が顕著に現れてきた。プロフィール維持のため、休風毎の吹き付け補修を実施している。旋回式吹き付け機による円周方向および高さ方向の均一化を図っている(Fig. 1)。現状の吹き付け材の寿命は2カ月と短いので、ダミークーラー挿入による冷却能付与そして吹き付け材の品質改善を実施中である。シャフト下部については硬質圧入によるステーブ

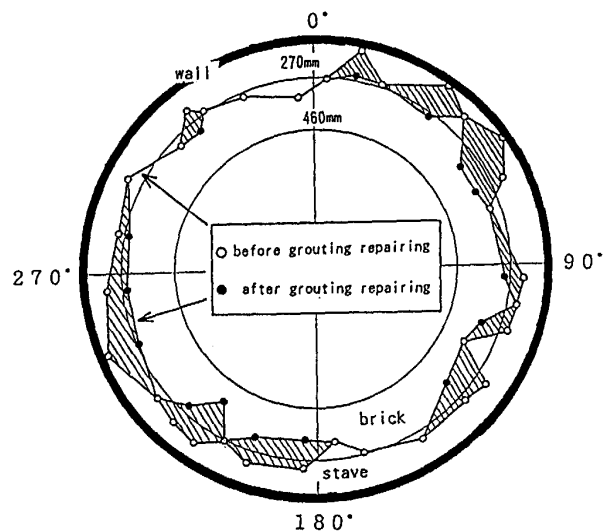


Fig. 2 Formation of wall thickness at the Belly after grouting

平成 4年 5月 8日受付 (Received on May 8, 1992)

\* Osamu Terayama (Kure Works, Nisshin Steel Co., Ltd., 11-1 Showa-cho Kure 737)

前面の造壁保護を実施している。特にステープ目地の損耗が朝顔部で進行していたが、この部位を中心に休風当たり15~20カ所、1カ所当たり150~200kg圧入することで現在は完全に保護されている。(Fig. 2)

(2) 出銑口煉瓦の取り替え

出銑口のガスリーク防止ため、全出銑口煉瓦についてこれまで2回の取り替えを行った。典型的な施工方法をFig. 3に示すが、補修工事は12時間程度の休風で行った。過去の補修履歴をTable. 1に示す。No. 1, 3出銑口煉瓦の第1回目の取り替えでは2層目まで解体し、2層目をキャストブルの流し込み施工とした。また、No. 2出銑口煉瓦は漏銑トラブルにより3層目まで解体し、3層目をキャストブル、2層目を成型煉瓦で施工した。

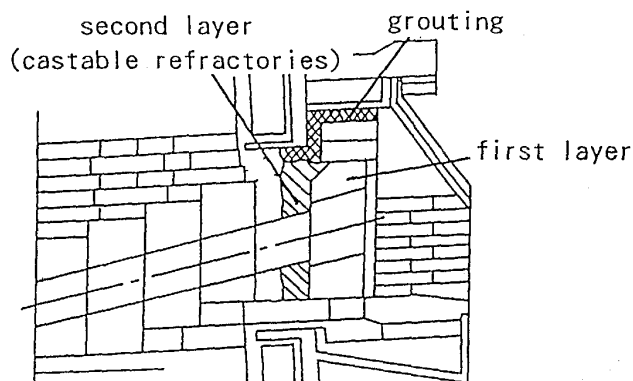


Fig. 3 Structure of tap holes after repairing

Table. 1 Refractories for the tap hole repairings at Kure No. 1 BF

tap hole No.	first repairment					second repairment				
	date	3rd layer	2nd layer	1st layer	upper part	date	3rd layer	2nd layer	1st layer	upper part
No. 1	Dec. '86		castable	brick	brick + castable	Mar. '91		1/2 cast	brick	brick + grouting
No. 2	Apr. '85	castable	brick	brick	brick + castable	Apr. '90		1/2 cast + 1/2 brick	brick	brick + stamp
No. 3	Oct. '85		castable	brick	brick + castable	Mar. '92		castable	brick	brick + grouting

(cast : castable)

当初、キャストブルの寿命は2年程度とされていたので、平成2年4月以降キャストブルの状態調査を兼ねて各出銑口煉瓦の第2回目の取り替えを順次行った。キャストブルへの炉底圧入材が浸透していて、一部解体が困難な部位がでるほど強固であった。第2回目の補修についても、2層目はキャストブルの流し込み施工とした。また、3層目についてはいずれの出銑口とも健全な状態で残っていた。さらに、亀裂については確認はされたが、いずれの亀裂も幅は微細であった。また上部についてこれまで煉瓦積みとキャストブルの流し込み施工で行っていたが、目地切れが発生しガス道となっていた。今回その改善策としてキャストブルの圧入施工を実施し上部と2層目の充填性を高めることで耐ガスリーク性の向上を図った。現在では煉瓦取り替えと休風毎の炉底圧入の効果より出銑口からのガスリークはほとんど見られない。

(3) 炉底

呉製鉄所では炉底の保護対策として以下を実施している。

- ①炉底温度上昇時の装入TiO<sub>2</sub>増(炉底温度レベルに応じた装入TiO<sub>2</sub>基準の設定)
- ②休風毎の継続的な圧入の実施
- ③監視強化のための側壁温度計の増設
- ④冷却水冷凍機の設置
- ⑤局所的な損耗に対応するための、羽口からの砂鉄吹き込み<sup>1)</sup>

以下、装入 $TiO_2$ アクション、羽口からの砂鉄吹き込み、冷却水冷凍機について述べる。

#### (4) 装入 $TiO_2$

呉1高炉では過去数回炉底敷温度が $330^{\circ}C$ を越える上昇を経験している。そこで、この経験を踏まえて、炉底敷温度管理基準をTable. 2のように定め、炉底温度 $300^{\circ}C$ で最大限のアクションを行い、 $330^{\circ}C$ 以下に維持することを狙っている。

Table. 2 The standard of input  $TiO_2$

	hearth temp.	input $TiO_2$
step 1	under $290^{\circ}C$	7 kg/t
	①rising during 5 successive days ②rising over $5^{\circ}C$ a day	
step 2	over $290^{\circ}C$	15 kg/t
step 3	over $300^{\circ}C$	20 kg/t

Fig. 4 に炉底敷温度上昇の一例を示す。第

1期は装入 $TiO_2$ のアクション量が少なく炉底敷温度は $Max\ 332^{\circ}C$ まで上昇し、温度低下まで時間を要している。それに対して第2期では装入 $TiO_2$ のアクション量が多く、 $Max$ 温度も $310^{\circ}C$ 程度と第1期より低く抑えられている。

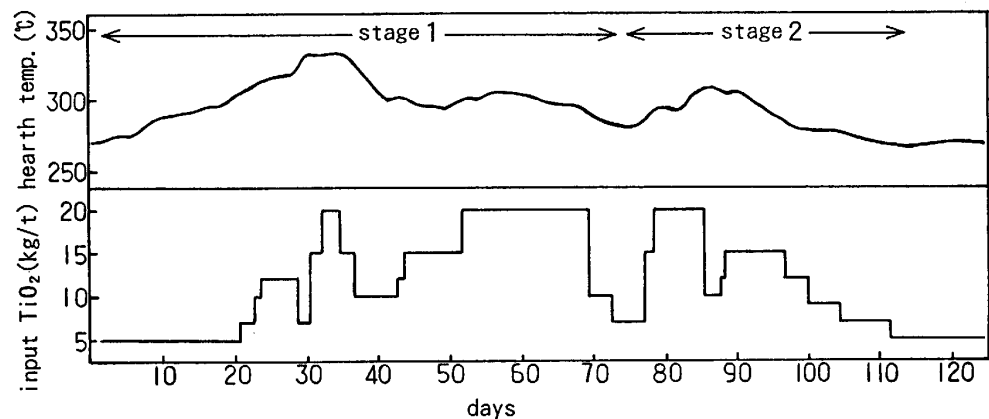


Fig. 4 Transition of Hearth temperature and input  $TiO_2$

#### (5) 羽口からの砂鉄吹き込み

滴下溶銑中の $[Ti]$ を選択的に増大させて、局所的な熱負荷を軽減させることを目的として羽口からの砂鉄吹き込みを行った。<sup>1)</sup>  $Ti$ 源は含 $Ti$ 溶銑が炉底側壁近傍を流動されると推定される羽口位置から吹き込んだ。Fig. 5に示すように砂鉄を吹き込んだことにより炉底側壁温度の上昇は抑制された。

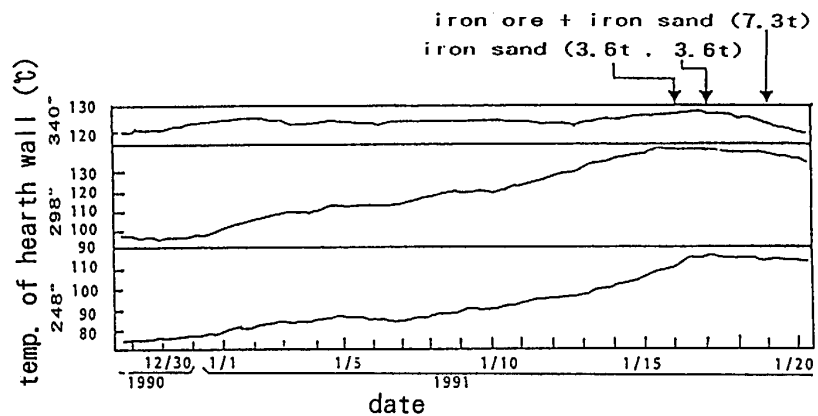


Fig. 5 Change in Hearth wall temperature

#### (6) 炉底冷却水冷凍機

水資源問題、そして装入 $TiO_2$ のコストデメリット等の問題解決のため、当所では炉底冷却水冷凍機の設置を行った(Fig. 6)。炉底冷却水は閉回路循環水とし、この中に冷凍機を設置して、最低温度として $5^{\circ}C$ まで得られる設備となっている。冷凍機の最大能力は $420 \times 10^4$  kJ/hrで、炉床全面が $1300$  mm (2.5段)まで侵食されたときの理論抜熱量に対応できるものである。

Table. 3に冷凍機設置前後の炉底温度、装入 $TiO_2$ の比較を示す。このように冷凍機を設置す

ることで290℃以上への上昇回数と日数の減少、温度降下速度の上昇、また、装入TiO<sub>2</sub>の減少が顕著に見られる。

4. 炉体延命対策の効果

Fig. 7に示すように炉体延命対策実施後、炉況は安定化して、PC比を100kg/t以上に増量を図りつつ2.20t/m<sup>3</sup>/d以上の高出銑比操業を'86年7月以来69カ月連続で('92年3月現在)継続している。今後は、炉底が炉命の律速部位と考えられるので、煉瓦侵食量推定および冷凍機の効果について定量的な検討を行ってゆく所存である。

5. 結言

呉1高炉(4次)では、呉製鉄所における過去の経験を集約して、計画的に延命対策を実施している。その結果、安定的に高出銑比操業を継続中である。

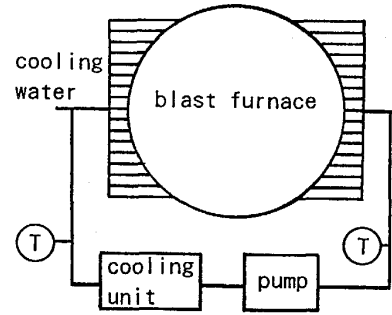


Fig. 6 Temperature controlling system of cooling water

Table. 3 Comparison of Hearth temp. and input TiO<sub>2</sub> between before and after establishing Temp. controlling system

	before establishing temp. controlling system	after establishing temp. controlling system
term	'91/1~'91/8	'91/9~'92/2
number of times of hearth temp. rised over 290℃	6 times	3 times
number of days of hearth temp. rised over 290℃	82 days	38 days
maximum temp.	310℃	315℃
temp. descending speed	1.53℃/day	4.07℃/day
input TiO <sub>2</sub> (average of each stage)	9.89 kg/t	6.69 kg/t
number of days that TiO <sub>2</sub> was charged over 20kg/t	45 days	0 day

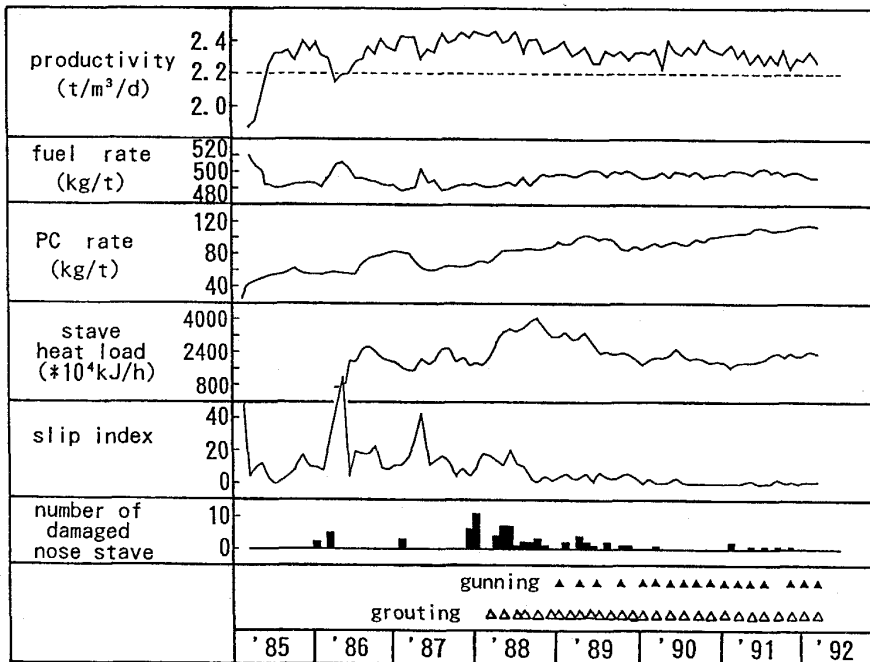


Fig. 7 Transition of operation at Kure No. 1 BF

[参考文献] 1) 田中ら; CAMP-ISIJ 4(1991)1028