

## 住金鹿島第3高炉(2次)における改修と火入れ操業

## The Relining and Blow-in of the Kashima No. 3 Blast Furnace (2nd)

住友金属工業(株)設備技術・開発部 中村 義久\*・石松 節生  
鹿島製鉄所 高田 耕三・小池 厚則・二反田英則

## 1. 緒言

鹿島第3高炉(1次:内容積=5050 m<sup>3</sup>)は、1976年9月9日に火入れして以来、稼働日数4893日(13年5カ月)、累計出銑量4815万tに達し、いずれも高炉の世界最高記録を樹立して、1990年1月31日に羽口レベルまで減尺し吹卸した。

吹卸し後3日間で炉内冷却を完了し、直ちに改修工事に入った。

改修に当っては、センターフィード型ベルレス炉頂装入装置の採用や炉体周り計測装置の拡充及び炉前作業省力化機器を導入し、更に長寿命化対策として、炉体冷却設備の改善など積極的に実施した。

改修工事は、1990年2月1日より開始して206日間で完工し、1990年8月24日に火入れを行った。以後順調に立上がり、現在安定操業を継続中である。

本報では、吹卸し操業、改修工事並びに火入れ立上げ操業について報告する。

## 2. 吹卸し操業

## 2.1 鹿島第3高炉(1次)操業成績

表1に鹿島第3高炉(1次)の操業成績を示す。

Table 1. First campaign results of Kashima No. 3 BF

Inner volume (A)	5050 m <sup>3</sup>
Days worked	4893 days
Total production (B)	48151714 t
B/A	9535 t/m <sup>3</sup>
Productivity	1.95 t/d·m <sup>3</sup>
Fuel rate	472.9 kg/t

## 2.2 吹卸し及び炉底出銑

吹卸し操業は、炉内冷却、解体工程の時間短縮をねらいとして、羽口レベルまでの減尺吹止めとし、更に減尺末期に炉底出銑を合わせて実施した。

図1に減尺吹卸し操業推移図を示す。また、表2に炉底出銑実績を示す。溶銑はトープード車と一部ドライピットで受け、炉底出銑量は711tであり、その下に約975tの残銑が残り、解体時に撤去された。

## 2.3 炉内注水冷却

冷却方法は、貯水式にて羽口上9mの貯水レベルに到達後、出銑口、羽口から排水し、炉底内容物の冷却を促進するために、出銑口からの排水を優先した。

表3に注水冷却実績を示す。

Table 2. Salamander tapping condition

Items	Plan	Actual
Metal production	1200 t	711 t
Slag production	-	130 t
Tapping time	300min	237min

Table 3. Furnace quenching conditions

Items	Plan	Actual
Quenching hours	72 h	69h40min
Used water	2510 t	2994 t
Top gas composition	H <sub>2</sub> max 40% CO max 25%	max 45% max 30%

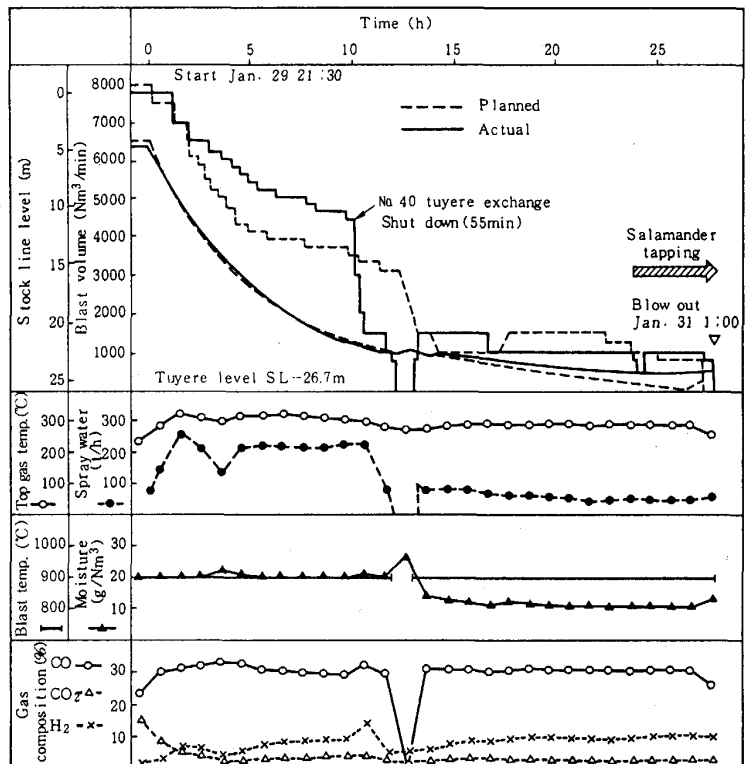


Fig. 1 Transition of blow-out operational conditions

平成4年5月13日受付 (Received on May 13, 1992)

\* Yoshihisa Nakamura (Plant Engineering & Development Department, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 1 Higashi-mukojima Nisino-cho Amagasaki 660)

2.4 吹卸し後の炉内状況<sup>1)</sup>

第3高炉(1次)は、当社として13年5カ月という最長寿命を記録した高炉であり、炉体のれんがや付着物はほとんどなく、ステープが完全に露出していた。また、炉底は極端な損耗もなくカーボンレンガは、ほぼ全段が残存していた。

2.5 炉底損傷状況

図2に炉底部侵食プロフィール・炉底残留物状況を示す。

- (1) 湯だまり上部のカーボンブロックは健全であったが、湯だまりから炉底部にかけてノラクロ状に侵食されていた。最大侵食部の健全カーボンブロックの残厚は、約400mmであった。
- (2) カーボンブロックの健全層の炉内側に脆化層及び銑鉄の侵入した変質層が存在していた。
- (3) 底部の敷カーボンブロックは健全で、シャモットレンガも2~3m残存していた。

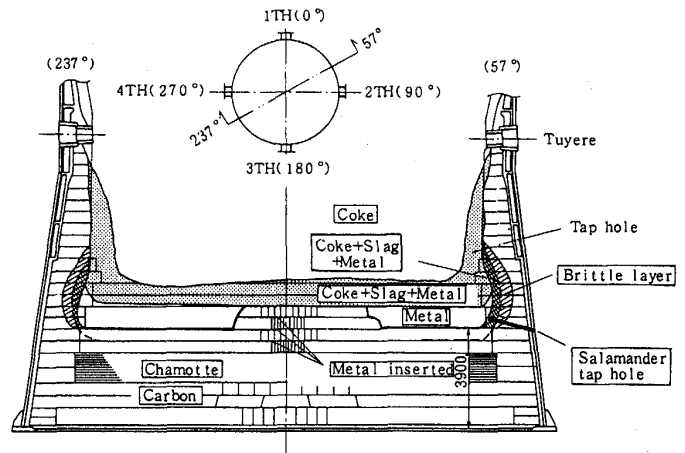


Fig. 2 Schematic illustration of eroded profile of hearth

3. 改修工事

3.1 改修の基本的な考え方

今回の改修に当っては、自社改修を指向し、自社設計範囲を拡大して、技術の蓄積を図ることとした。

設備面においては、炉命15年以上長期にわたり、安定操業を維持するため、炉体長寿命化設備・新技術の導入、またコスト競争力を維持するための省エネ・合理化及び作業性改善のための省力化機器の導入を積極的に行った。

3.2 主要設備概要

表4に改修前後の主要設備仕様比較を示す。

3.2.1 高炉本体

炉体プロフィール  
図3に改修前後の炉体プロフィール・れんがが配材比較を示す。

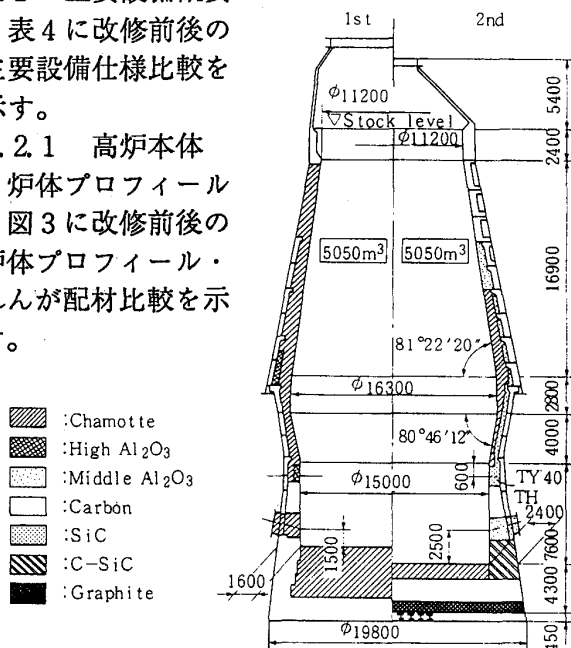


Fig. 3 Comparison of furnace body and refractories between 1st and 2nd Kashima No. 3 BF

Table 4. Specification of Kashima No. 3 Blast Furnace

	1st	2nd
Blast furnace		
Inner volume m <sup>3</sup>	5050	5050
Hearth dia. m	15.0	15.0
No. of tuyeres	40	40
No. of tap holes	4	4
Cooling system		
Upper shaft	—	Cooling plate
Shaft, belly, bosh	Stave cooling	Stave cooling
Tuyera area	Stave cooling	Stave cooling
Hearth mantle	Water spray	Water spray
Bottom	Cooling pipe	I beam+cooling pipe
Refractory		
Upper shaft	Chamotte	—
Middle shaft	Chamotte	Middle Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Lower shaft	Chamotte/High Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Chamotte/SiC
Belly, bosh	Chamotte	Chamotte/SiC
Tuyera	Chamotte	SiC
Tap hole	Chamotte	Middle Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Hearth wall	Carbon	C-SiC
Hearth bottom	Chamotte/Carbon	Chamotte/Carbon/Graphite
Cast house		
Layout	4 cast house	4 cast house (flat floor)
Cast house crane	80tf/10tf×4	80tf/10tf×4 (telecommunication)
Mud gun	Hydraulic×4	Hydraulic×4 (telecommunication)
Tap hole opener	Hydraulic traverse type×4	Hydraulic traverse type×4 (telecomm.)
Rod changer	—	Electric+hydraulic drive ×4 (telecomm.)
Charging		
Top charging system	2 bells+movable armor	Bell-less (center feed)
Force top pressure	Max. 0.245MPa	Max. 0.294MPa
Gas cleaning equipment		
System	DC+VS+EP	DC+RSW
Top gas recovery turbine	12500kW	19000kW
Others		
Control system	Analog instrumentation	Digital CRT instrumentation

### 3.2.2 鋳床設備

#### (1) 鋳床レイアウト

鋳床レベルを最大限フラット化し、作業性の改善を図った。

#### (2) 省力化機器の導入

- a. 鋳床機器の自動化 ロッドチェンジャー、マッド自動供給装置、滓傾注樋及び傾注樋用フード移動台車の設置
- b. 鋳床機器のテレコン化 マッドガン、出銑口開孔機、ロッドチェンジャー及び鋳床クレーン
- c. 受銑量の計測精度向上 トーピードレベル計の設置
- d. 水砕設備の増強

### 3.2.3 炉頂装入設備

バル式から装入物分布制御性向上のため、単ポート式センターフィード型バルレス装入装置を採用した。

### 3.2.4 炉体計測装置

図4に炉体計測装置の設置図を示す。

### 3.3 改修工事概要

今回の第3高炉(2次)改修は、第1高炉(3680 m<sup>3</sup>)及び第2高炉(4800 m<sup>3</sup>)の2/3基稼働下で施工するため、短期改修の必要性は特になかったが、他社改修工事との重複要因や工事量の観点より、短期改修を指向しつつ、経済期間の206日間で完工した。

#### 3.3.1 主要工事工程

図5に改修工事実績工程を示す。

事前工事を含む全労働延工数は、24.7万工数で、ピーク時の要員は1550人/日に達した。

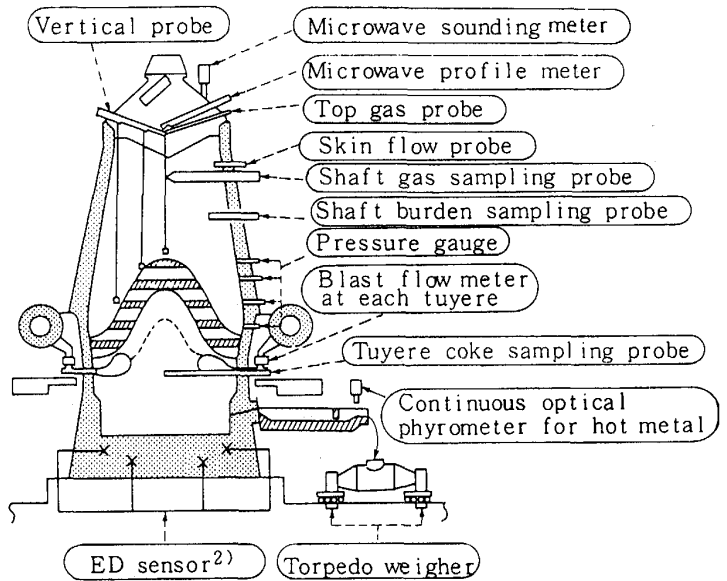


Fig. 4 Schematic illustration of measuring instruments

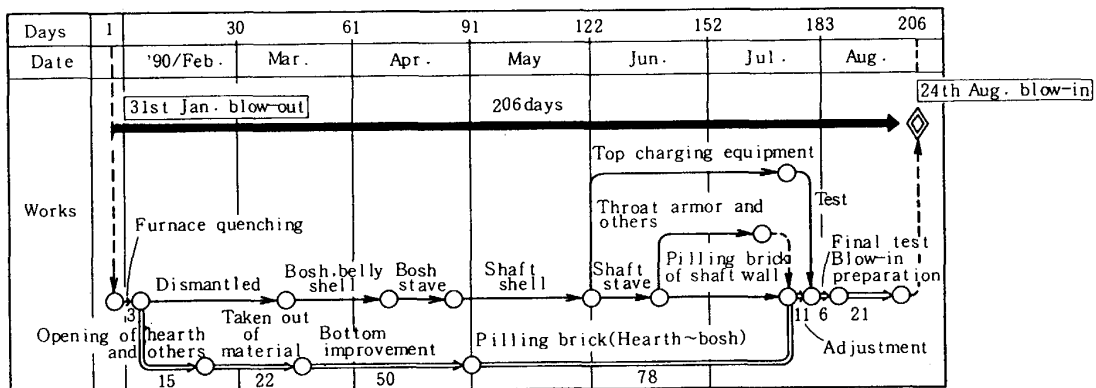


Fig. 5 Progress of relining works

## 4. 火入れ準備

### 4.1 炉体乾燥・高圧テスト

炉体乾燥は、過去の乾燥実績と非水系耐火物の使用割合などを考慮して7日間とした。炉体乾燥の後半2日間で高圧テスト(炉頂圧力Max. 0.05 MPa)と熱風炉の耐圧テスト(Max. 0.41 MPa)を実施した。

### 4.2 充填

鉱石充填の段割りは、枕木を除いて12段とし、最上段のOre/Cokeは2.10とした。

充填後半は、装入物落下軌跡、装入物分布調査などを行った。

センターフィード型の第3高炉(2次)では、装入分布プロフィール、粒度分布、混合層形成は、炉頂パンカ

一が平行配置の第2高炉(2次)に比べて円周方向のバランスがほぼ均一になっており、炉頂バンカー配置の違いにより装入物分布の影響が異なることを確認した。

5. 火入れ立上げ操業

火入れ初期は、炉耐保護及び増風優先のため、中心流指向とし、立上げに従い適度な周辺流を確保して荷下りの安定化を図ることとした。

5.1 火入れ操業

1990年8月24日11時20分に送風を開始し、翌25日9時00分に初出銑を行った。

5.2 立上げ操業実績

火入れ後は順調に推移し、約1カ月後で出銑比2.0 t/d・m<sup>3</sup>、燃料比490 kg/ptに到達した。火入れ後3カ月間の操業推移を図6に示す。

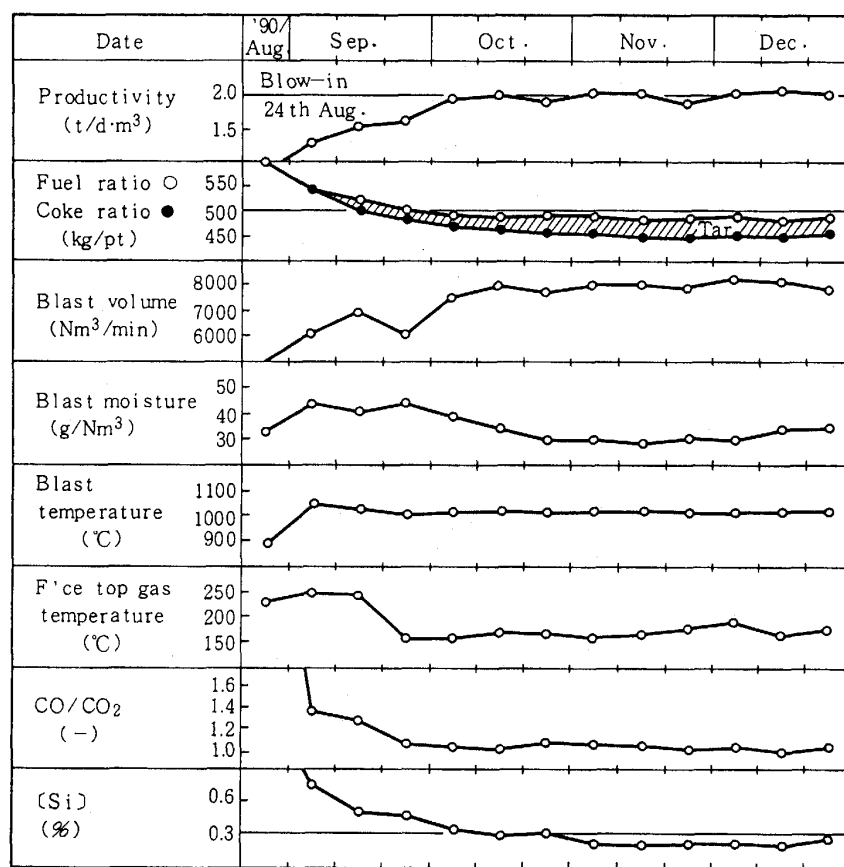


Fig. 6 Transition of blow-in operational conditions (for 3 months after blow-in)

6. 結 言

鹿島第3高炉(2次)は、1990年1月31日に吹卸し、206日間の改修工事中に、炉体長寿命化設備・新設備の導入及び炉前作業省力化機器の増強などを図り、同年8月24日に再火入れを行った。

火入れ後は、約1カ月で出銑比2.0 t/d・m<sup>3</sup>に達し、以後安定操業を継続している。

参考文献

1) 佐藤憲一, 高田耕三, 小池厚則, 槍山昌倫, 渡辺一郎, 鈴木隆夫: 鉄と鋼, CAMP-SISI Vol. 4 (1991)-177.  
 2) T. Shiraiwa, Y. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Katayama, N. Matsubara: Tetsu-to-Hagane (Japan) Vol. 61, No. 4, S44, (1975).