
水島第 2 高炉 (3 次) 改修について

Reconstruction of Mizushima No.2 Blast Furnace for the Third Campaign

門元 啓五(Keigo Kadomoto) 加藤 伸直(Nobunao Kato) 石原 徹(Toru Ishihara)
大石 昌右(Masasuke Oishi)

要旨：

水島第 2 高炉は、1978 年 7 月 31 日吹出しをし経済速度で改修を行ない、1979 年 3 月 20 日火入れをした。火入れ後の操作は極めて順調に推移している、今回の改修はそのほとんどを自社で行ったが、当社で蓄積してきた技術および設備を有効に活用した結果、空炉吹出しおよび熱風炉徐冷を順調に実施できた。そのほか、次に示すような諸改善を行なった。(1) 炉命を延長するための種々の対策実施 (2) 高炉鉄皮および大ベルを炉低部から取込む新工法の採用 (3) 横向自動溶接装置の開発 (4) 俯仰式集塵フードの開発 (5) 硬質水砕スラグ装造のための K-N 式溶融スラグ冷却機の開発

Synopsis：

No.2 blast furnace at Mizushima Works was blown out on July 31, 1978 and blown in on March 20, 1979 for the third campaign. The period of a little over seven months is considered resonable from economic viewpoint. With major reconstruction work including the blowing-out without burden, the slow cooling of hot stoves, and the following items all carried out within and by the company alone, the recent work indicates a sufficient capability of the company in this field covering hardware and software including manning to a point of pracitical application anywhere: (1) New approaches for prolongation of blast furnace campaign life, (2) A new way of taking in shell plates and large bell from the furnace bottom, (3) Automatic horizontal welding machine for girth seams on shell plates, (4) A new retractable hood for secondary dust collection around the tap hole, and (5) Molten slag cooler(called K-N type) for hight-density granulated slag.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

水島第2高炉(3次)改修について

Reconstruction of Mizushima No. 2 Blast Furnace for the Third Campaign

門 元 啓 五*
Keigo Kadomoto

加 藤 伸 直**
Nobunao Kato

石 原 徹***
Toru Ishihara

大 石 昌 右****
Masasuke Oishi

Synopsis:

No. 2 blast furnace at Mizushima Works was blown out on July 31, 1978 and blown in on March 20, 1979 for the third campaign. The period of a little over seven months is considered reasonable from economic viewpoint. With major reconstruction work including the blowing-out without burden, the slow cooling of hot stoves, and the following items all carried out within and by the company alone, the recent work indicates a sufficient capability of the company in this field covering hardware and software including manning to a point of practical application anywhere:

- (1) New approaches for prolongation of blast furnace campaign life,
- (2) A new way of taking in shell plates and large bell from the furnace bottom,
- (3) Automatic horizontal welding machine for girth seams on shell plates,
- (4) A new retractable hood for secondary dust collection around the tap hole, and
- (5) Molten slag cooler (called K-N type) for high-density granulated slag.

1. はじめに

水島第2高炉は、1978年7月31日吹卸し、経済速度での改修を行い計画どおり1979年3月20日火入れを行った。

今回の第2高炉(3次)改修は、当社では初めて、自社を中心に設計・施工した改修であり、工事費の低減をはかることはもちろん、設備投資においてもライフサイクルコストの概念を徹底するなどの方針により、従来の改修費と比較し約65%の金額で完成することができた。

また、自社改修を基本とした中で、次の点に重点をおき技術検討、改良を加えた特色のある改修とした。

- (1) 新技術の確立(空炉吹卸し、熱風炉徐冷)

- (2) 高炉炉命延長対策
- (3) 改修費およびランニングコストの低減ならびに省エネルギー対策
- (4) 鑄床集塵対策の強化

Photo. 1に第2高炉(3次)全景を、Table 1に第2高炉(3次)仕様と改修内容を示す。

本報では第2高炉(3次)改修における特徴的な技術、設備の概要を紹介する。

2. 吹卸し

2-1 空炉吹卸し

今回の第2高炉吹卸しは、空炉吹卸し法を採用した。

空炉吹卸し操業では、炉内でのガスの吹抜けに

* 水島製鉄所保全部部长兼高炉改修室室長

*** 水島製鉄所企画部設計室主査(副部长待遇)

(昭和55年3月13日原稿受付)

** 水島製鉄所高炉改修室工事管理班班長(副部长待遇)

**** 水島製鉄所高炉改修室主査(掛長待遇)

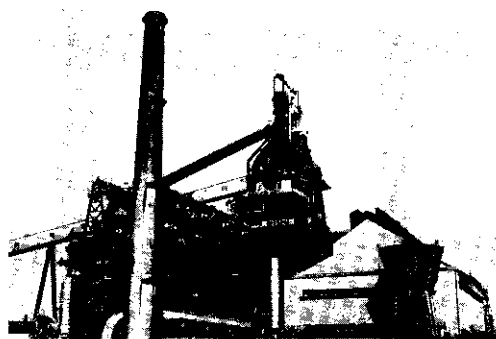


Photo. 1 No. 2 blast furnace at Mizushima Works

よって起こる炉頂温度の急上昇や、炉内ガスの急速燃焼による設備の故障、破損が懸念されるため、その防止策について慎重な検討を行い、次のような対策をとった。

- (1) 計算により吹抜け限界時の炉内ガス速度を求め、これをもとに送風量を決定した。なお、この算出過程では、炉中心部と周辺部でのガス速度の違いを考慮した。
- (2) 炉頂ガス分析によって吹抜けの有無をチェックし、酸素濃度 0.2% を管理値として、これ以上になると減風などの処置をとることにした。
- (3) テレビカメラにより、羽口を通して常時監視を行い、異常時には減風などの処置を迅速にとれるようにした。

実施した吹卸し操業はほぼ計画どおりに進み、懸念されていたトラブルもなく終了し、空炉吹卸し操業技術を確立できた。

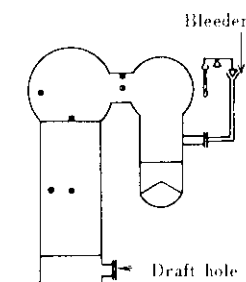
2・2 熱風炉徐冷

第 2 高炉の熱風炉は、2 次改修時に鉄皮、レンがなど主要部を更新したが、その際設備的改善を行っており、2 次操業での適切な熱風炉操業管理と相まって、設備はほぼ健全に保たれてきた。また蓄熱室ギッタレンが圧力損失の経年変化も少なく良好なため、さらに 1 が代使用することにした。

改修期間中の熱風炉の保管に関しては、技術面では十分な検討を必要とするものの、保管コスト面で保熱法に較べて有利な、徐冷後常温で保管する方法を採用した。熱風炉の徐冷にあたっては、珪石レンが熱膨張率変化の急激な温度域を有し、徐冷方法が不適切な場合は破壊する恐れのある点

を重視した。このため徐冷方法の決定にあたり、依熱計算により技術的検討を行った。その結果、徐冷方法は原則として完全閉め込みの自然放冷とし、スケジュールに遅れを生じた場合には自然通風冷却を行うことにした。Fig. 1 に熱風炉徐冷設備を示す。

徐冷実績を、Fig. 2 に示す。冷却速度は計画よりやや速かったが、冷却後のレンが状況は良好で、問題なく再使用できると判断した。



● means a position of thermocouple.

Fig. 1 Slow cooling arrangement of hot stove

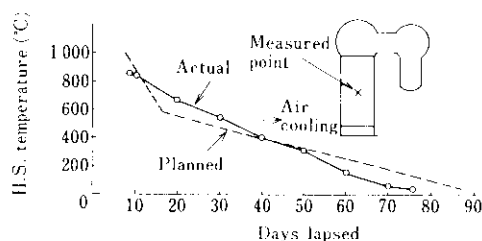


Fig. 2 Cooling performance of No. 5 hot stove

また、2 次操業の初期より、熱風炉の操業および設備管理に活用するため、蓄熱室の圧力損失を定期的に測定し、次式により抵抗係数 k を求めてギッタレンがの異常の有無や経年変化を調査している。この抵抗係数は Table 2 および Fig. 3 に示すように、冷却に際して大きな変化は見られず、良好である。

Table 2 Friction factors before and after cooling of hot stove

	#5HS	#6HS	#7HS	#8HS	Mean
Before cooling	71	87	72	75	76
After cooling	76	75	57	67	69

Table 1 General and reconstruction items of Mizushima No.2 blast furnace and auxiliary equipments

Main specifications		Reconstructed items
Blast furnace		
Type	Free standing	Renewed : Furnace shell ; Brickworks ; Staves ; Piping for water cooling of furnace body
Daily production	6 000t/d	
Inner volume	2 857m ³	Repaired : Shaft decks ; Water circulation pumps for staves ; Chemical dosing equipments and heat exchanger of stave cooling water
Hearth diameter	11.8m	
Tapholes	3	
Cinder notches	0	
Tuyeres	33	
Cooling system		
Bottom	Water conduit	
Shaft, belly, bosh	Stave cooling	
Hearth	Water spray	
Hot stove		
Type	Koppers type with external combustion chamber	Newly installed : Air preheater
Number of stoves	4	Renewed : Ceramic burner ; Refractories for hot blast branch pipes ; Expansion joints of hot blast main pipe
Heating area per a stove	51 800m ²	
Max. dome temperature	1 450°C	Repaired : Hot stove valves
Blast temperature	1 350°C	
Blast pressure	4.7kgf/cm ²	
Blast volume	6 300Nm ³ /min	
Burner capacity per a stove	80 000Nm ³ /h	
Fuels	Mixture of B.F. and coke oven gases	
Air preheater	IHI Rothemuehle type	
Charging equipment		
Type	2 bell, 1 valve seal type	Renewed : Large bell ; Lower parts of large bell cup and small bell ; Movable armor plates
Diameter of large bell	6.8m	
Diameter of small bell	2.96m	Repaired : Valves for pressure equalizing and relieving ; Gas seal valves ; Dust collector ; Oil unit for bells and revolving chute ; Driving unit of movable armor ; Stock line detector
Movable armor	GIH type	
Top gas pressure	Max. 2.5 kgf/cm ²	
Material feeding equipment		
Ore bins	16 400m ³ , 4 250m ³	Renewed : Screen for sinter ; Charging conveyer belt
Coke bins	4 850m ³	
Weighing hoppers for ores	16 11m ³ , 4 4m ³	Repaired : Coke bins ; Feeders for ore and coke ; Hopper scales ; Driving units of belt conveyor ; Charging belt conveyor gallery ; Dust collector for stock house
Weighing hoppers for cokes	2 55m ³	
Coke screens	2	
Aperture : Upper	60mm ϕ	
: Lower	33mm ϕ	
Ore screens	12	
Aperture : Upper	6×11×550(<i>l</i>)mm	
Lower	3×6×25(<i>l</i>)mm	
Charging conveyer		
Width	2 000mm	
Belt speed	120m/min	
Capacity	3 400t/h	

Cast house and auxiliaries		
Cast floors	Two floors on the opposite side of the furnace	Renewed : Splash covering crane; Tapping machine Repaired : Cast houses; Cast floors; Mud guns and relating oil units
Mud guns	3	
Type	All oil pressure	
Mud volume	0.25m ³	
Openers	3	
Splash covering cranes	3	
Type	Wall crane	
Capacity	12t	
Dust collector		
Type	Dry type (Bag filter)	
Capacity	20 000Nm ³ /min	
Outlet dust content	0.01g/Nm ³	
Gas cleaning equipment		
System	Dust catcher Venturi scrubber Electric precipitator	Renewed : Throat assembly of venturi scrubber; Water feeding and drainage piping of venturi scrubber and electric precipitator
Capacity	510 000Nm ³ /h	
Outlet dust content	0.005g/Nm ³	
Repaired : Dust discharge equipment of dust catcher; Power pack of electric precipitator		
Top gas pressure recovery turbine		
Type	Radial type	Repaired : Turbine; Generator (Turbine impeller was remodeled to increase output)
Output	8 200kw	
Slag granulation equipment		
Capacity (t/min)	Nor. 3, max. 9, 5	All equipment was newly installed.
Capacity of slag cooler for high density granulated slag (t/min)	Nor. 3, max. 5	

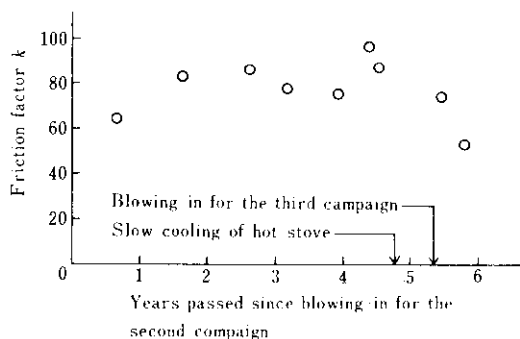


Fig. 3 Secular change of friction factor of No. 6 hot stove

$$k = \Delta P g / (\rho v^2 / 2g) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで

$\Delta P g$: ギッタれんが部圧力損失 (kgf/m²)

ρ : 排ガス密度 (kg/m³)

v : 排ガス流速 (m/s)

g : 重力加速度 (m/s²)

3 次火入れ後、熱風炉は順調に稼動しており、今回の経験により、れんがが再使用を可能にする熱風炉徐冷技術を確立できた。

3. 高炉鉄皮の設計～施工

今回の高炉鉄皮は当社ではじめて自社設計、製作した。

3.1 設 計

高炉の炉命にとって、鉄皮の設計は、炉体れんが積や炉体冷却設備と同様重要である。

各部設計のためには、高炉各部に作用する力(部材力、応力)を求める必要があるが、これは Fig. 4

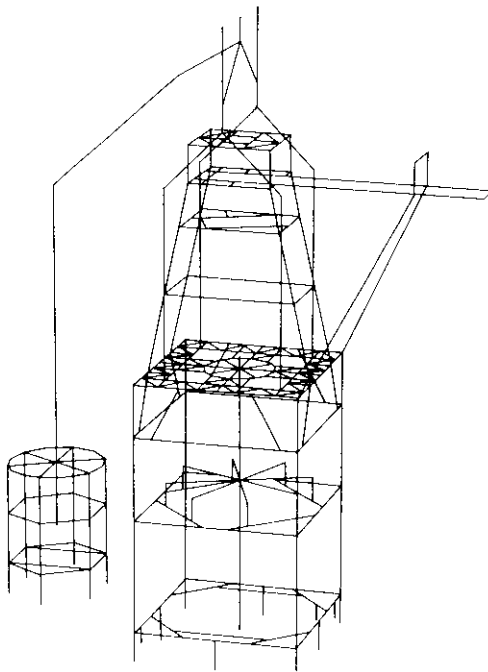


Fig. 4 Skelton structure model for coupled three dimensional structural analysis

の骨組モデルに示すように、4本柱と除塵器および炉体とを連成させ、立体骨組解析プログラムにより算出した。高圧操業時、休風時、地震時を想定した多くの荷重条件下の計算を行っているが、当社で作成した周辺プログラム（Pre & Post Processor、断面係数計算プログラム、合成応力まで含めた極値選択機能）の利用により、計算作業が容易になった。

炉体については、炉体への作用力をもとに、炉体各部の応力状態を求めるが、これには、別途当社で行った光弾性実験や有限要素法による開孔部周辺の応力解析、炉体ナックル部の局部応力解析などの結果を用いた。

これらの応力状態をASME Code Sec. IIIの考え方で評価し、合理的な鉄皮設計を行った。

そのほか鉄皮設計にあたっては、寿命延長の目的で、耐亀裂性に富む材質の使用、水島第2厚板工場の広幅材使用による鉄皮の大ブロック化をはかった。Table 3に、今回採用した鉄皮の材質と板厚を示す。

Table 3 Grade of shell plate used for No.2 blast furnace

	Steel grade	Thickness of shell plate (mm)
Bottom shell	JIS G3106 SM50B-N	60
Shell around tap hole		75
Shell around tuyeres		80
Bosh shell	JIS G3106 SM41C-N	70
Belly shell		60
Shaft shell (1)		55
Shaft shell (2)		40

3.2 製作

高炉鉄皮の製作には、長年にわたり大型船舶用溶接構造物を製造してきた高度の技術と大型諸設備を最大限に活用した。

鉄皮製作に際しては、省力および能率・品質向上の面で、次に示す溶接装置の開発や改善をはかった。

- (1) 横向自動溶接装置¹⁾を開発し、従来手溶接によっていた横向溶接の省力に成功した。
- (2) 消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接法に改良を加え、2箇所のナックル部を含む12mの鉄皮縦継手の溶接を可能にし、鉄皮の大ブロック化に成功した。

Photo. 2に仮組した高炉鉄皮を示す。

3.3 施工

従来の改修では、炉頂装入装置一式を解体し、高炉鉄皮や大ベルなどを、炉頂クレーンで、炉上部より取込む工法をとっていた。

今回の改修では、改修範囲の決定に際し事前に十分な設備診断を行い、ライフサイクルコストの考えを取入れると同時に工事工法についても検討した。その結果、Fig. 5に示すように、炉頂装入装置の解体を必要最小限にとどめ、高炉鉄皮や大ベルなどを炉底部から取込む新工法を採用し、改修コストの面で大きな利益をあげた。

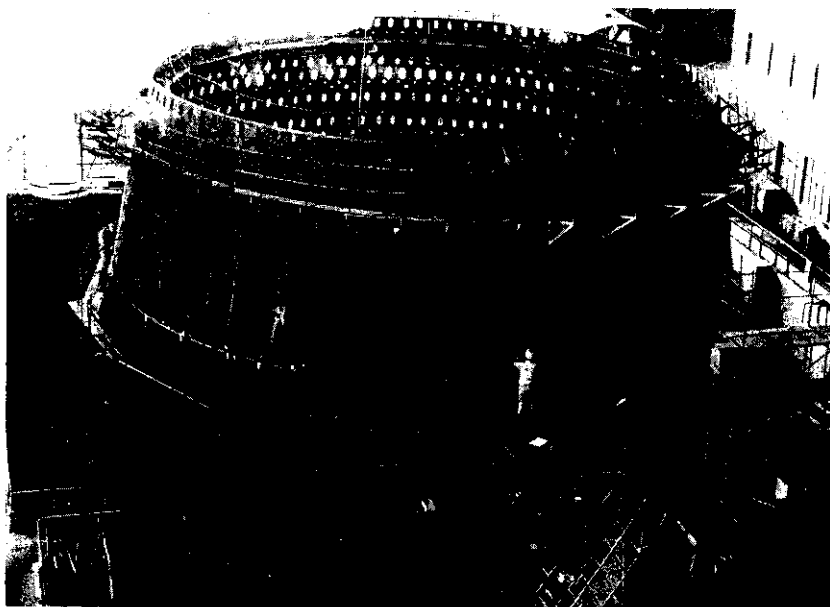


Photo. 2 Pre-assembled shell of No. 2 blast furnace

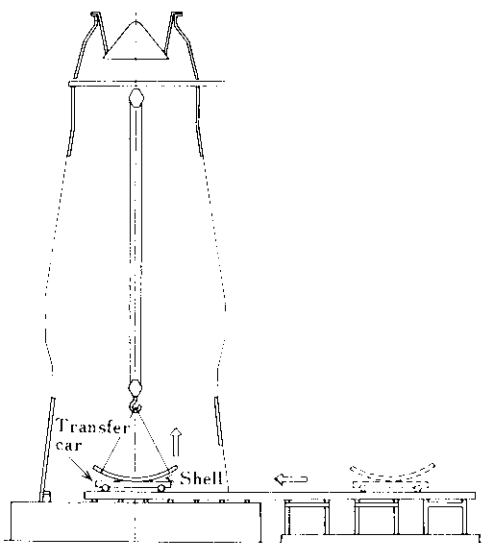


Fig. 5 New handling way of blast furnace shell plates and large bell

4. 炉体冷却

4-1 炉底側壁部の冷却

第2高炉(2次)の炉底側壁部の冷却はステーブ方式であったが、今回の改修にあたり、この方式

と鉄皮散水冷却方式のいずれが効果的であるかを伝熱解析により検討した。伝熱解析は、有限要素法を使用し、次の3ケースについて行った。

ケースA：高炉操業当初

ケースB：シャモットレンガ半減時

ケースC：シャモットレンガ残存厚さ200mmの時

冷却効果は、同位置の温度により比較した。計算結果をFig. 6に示す。またTable 4に、Fig. 6の×点におけるカーボンレンガが表面温度の比較を示す。

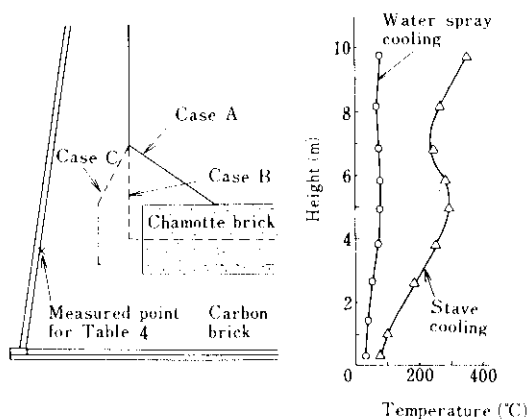


Fig. 6 An example of calculated temperature at brick surface of blast furnace bottom in the form of case C shown in the figure

Table 4 Calculated surface temperatures* of carbon bricks with different cooling methods for three cases of erosion (°C)

Case	Cooling method		Difference (1)-(2)
	(1) Stave	(2) Water spray	
A	100	42	58
B	181	55	126
C	291	76	215

* Temperature at × point in Fig.6

これらの結果により、第2高炉(3次)の炉底側壁部には、冷却効果の大きな散水冷却方式を採用した。また、炉底鉄皮スケール付着による伝熱量の減少を防止するため、鉄皮にAl溶射を行った。

4.2 鉄皮保護対策

吹卸しをした高炉の調査によると、鉄皮の亀裂発生箇所は、ステーブが消失し鉄皮内面が露出した位置に対応しており、鉄皮貫通亀裂の周辺内面には、Photo. 3 に示すようなネットワーク状の亀裂が発生していた。この亀裂の原因を究明するため、調査・実験を行った。

ステーブが脱落したと考えられる炉胸下部では、Fig. 7 に示すように鉄皮の温度が急激に変化している。この結果より、鉄皮が急激な温度変化を受ける時の熱負荷を求め、これを用いて Fig. 8 の加熱状態を想定し、非定常弾性有限要素法で熱応力を求めた。その結果、Fig. 9 に示すように、加熱時の鉄皮には降伏応力をこえる圧縮応力が発生することがわかった。この時に生じる圧縮塑性変形のため、鉄皮が再び定常温度に戻ったときに引張応力が発生し、これが亀裂発生の原動力になると考えられる。

また、Fig. 10 に示す方法で亀裂再現実験を行った結果、加熱、冷却の繰返しにより微小亀裂の発生を再現できた。

これらの鉄皮亀裂原因調査から、炉命を延長するためには、レンガやステーブが消失しても鉄皮が高温ガスにさらされないような対策が必要であると考えられた。

今回の改修では、この考えにもとづいて、鉄皮を高温ガスから保護する目的で、鉄皮内面に保護



Photo. 3 Cracks in blast furnace shell plate

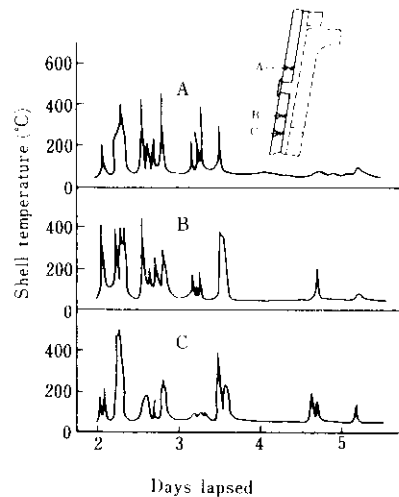


Fig. 7 Temperature change of blast furnace shell measured at 10mm inside from the inner surface

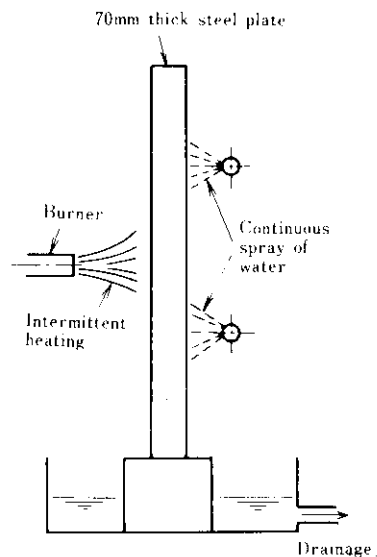


Fig. 10 Schema of crack test of steel plate

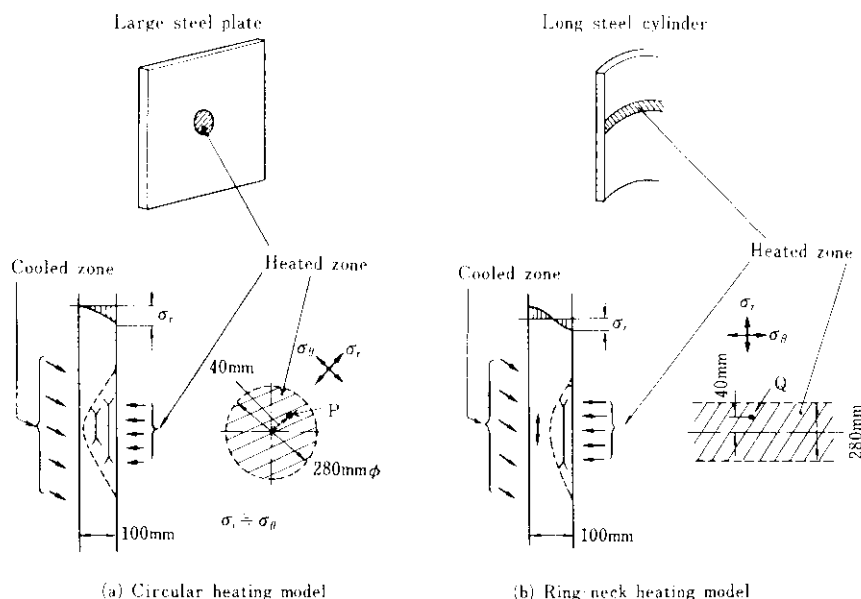


Fig. 8 Schematic modelling of heated shell for calculating thermal stress distribution

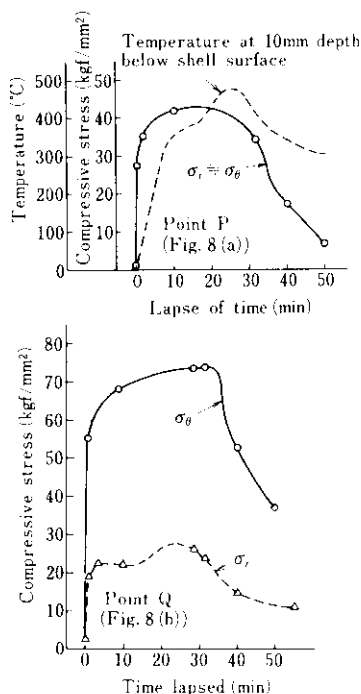


Fig. 9 Change of stress with time calculated at P and Q points shown in Fig. 8

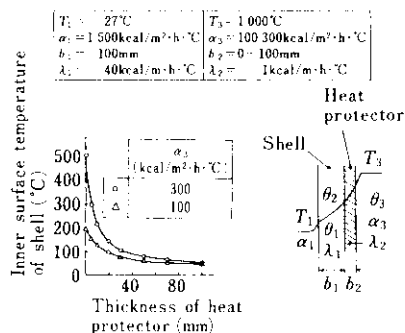


Fig. 11 Calculated effect of heat protector thickness on inner surface temperature of shell

5. れんが積の検討と浸蝕の推定

5.1 炉腹～炉胸下部れんが

炉腹～炉胸下部は、炉底部とともに炉命を左右する最も重要な部分である。この部分のれんがの選定にあたっては、当社における各種れんがの比較試験結果のほか、熱衝撃破壊や化学反応による浸蝕の面も考慮し、総合判定した。

まず、熱衝撃破壊については、熱衝撃破壊抵抗係数を次式により求めた。

層を設けた。Fig. 11 にこの場合に期待される温度降下の計算例を示す。

$$R = \frac{S(1-\mu) \cdot k}{E \cdot \alpha} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで

R : 熱衝撃破壊抵抗係数 (kcal/m $\cdot$ h)

S : 圧縮強さ (kg/cm 2)

μ : Poisson 比

k : 熱伝導率 (kcal/m $\cdot$ h $\cdot$ °C)

E : 常温弾性率 (kgf/cm 2)

α : 線膨張係数 (°C $^{-1}$)

また、化学反応による浸蝕に関しては、れんがの浸蝕は化学反応律速であり、反応速度は低温ほど小さく、ある温度以下では浸蝕が停止することを前提条件とした、Koenig の理論による式を用い、れんがの熱平衡残厚値 S_x を求めた。

各種れんがについて求めた R および S_x を Table 5 に示す。これらの値はいずれも大きいほど好ましく、炭珪 炭素質れんがが最も優れていることがわかる。

また、当社において実施した耐アルカリ性、熱間曲げ強さ、熱間容積安定性など多くの試験の結果、熱間性状においても炭珪 炭素質れんがが優れていた。これらの結果をもとに総合判定し、第2高炉(3次)では、炉腹～炉胸下部に炭珪 炭素質れんがを採用した。

Table 5 Comparison of R^* and S_x^{**} for various bricks

Type of brick	R (kcal/m $\cdot$ h)	$10^3 S_x$ (m)
Chamotte brick (Al=43%, λ =1.3kcal/m $\cdot$ h $\cdot$ °C)	3×10^2	7
High alumina brick (Al=97%, λ =9kcal/m $\cdot$ h $\cdot$ °C)	17×10^2	140
SiC-C brick (SiC=78%, λ =15kcal/m $\cdot$ h $\cdot$ °C)	47×10^2	653
Carbon brick (λ =12kcal/m $\cdot$ h $\cdot$ °C)	42×10^2	312

* R : Coefficient of resistance against thermal shock fracture

** S_x : Residual thickness of brick under thermal equilibrium

5-2 炉体れんが積の熱膨張代

従来の炉体れんが積では、炉腹～炉胸部で2～3箇所のれんが熱膨張代を設けており、これが火入れ初期におけるれんが脱落の最大の原因になると考えられていた。

今回、れんが熱膨張代の必要性について有限要素法による弾性応力解析を行い検討した。Fig. 12 に解析の条件であるれんが温度分布を示し、

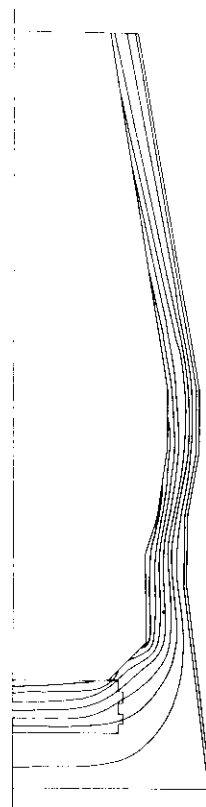


Fig. 12 Temperature distribution in blast furnace wall and bottom presumed for calculation

Fig. 13, 14 に解析結果を示す。Fig. 13 で熱膨張代を3箇所設けた場合でも、れんがの熱膨張は目地の収縮により大部分が緩和され、熱膨張代による吸収は少ない。また Fig. 14 からは、鉄皮やれんがの中に発生する応力には熱膨張代の有無による差がほとんど認められない。したがって、れんが熱膨張代設置の必要性は極めて薄いと考えられ、今回の改修ではこれを設けず、れんが熱膨張を目地で吸収させる構造とした。

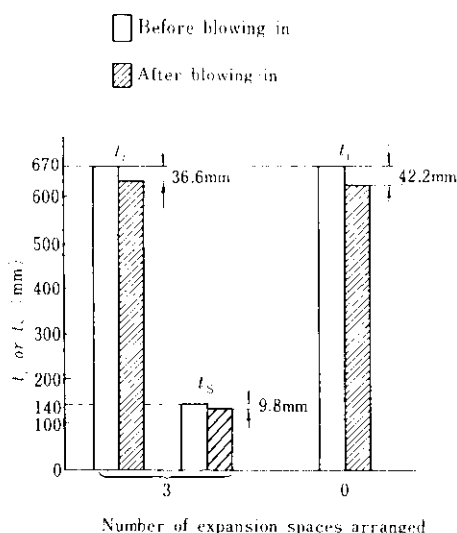


Fig. 13 Calculated changes of total joint thickness, t_j , and total expansion space, t_s , in the brickwork during the early stage of blast furnace operation after blowing-in

第2高炉(3次)火入れ後の鉄皮軸方向応力実測値を Fig. 15 に示すが, Fig. 14 に示した値よりかなり小さく, れんが熱膨張代を設置しなくても問題ないことが実証された。

5.3 炉底れんが浸蝕の推定

炉命を左右する炉底れんが浸蝕の状況を精度よく推定できれば, これをもとに設備および操業面で適切な処置をとり炉命延長をはかることができる。この目的で, 炉底温度の上昇した第2高炉

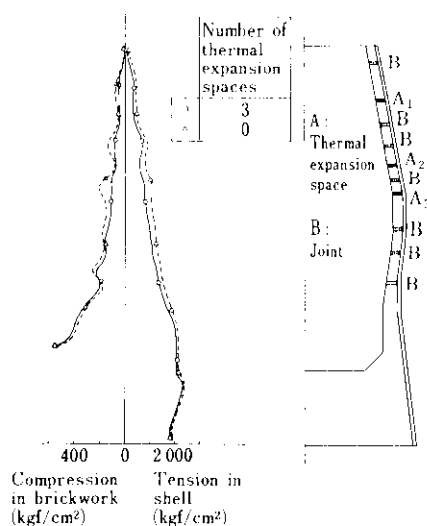


Fig. 14 Calculated vertical distribution of stress in BF shell and brickwork

(2次)を主な対象として, 炉底れんが浸蝕状況を推定する種々の計算を行ってきた。有限要素法による等温線図の一例を Fig. 16 に示す。

これらのれんが浸蝕推定計算結果を, 今回改修時の高炉解体調査によるデータ解析結果と比較し, 次のことがわかった。

- (1) 第2高炉(2次)炉底れんがの浸蝕推移を有限要素法²⁻⁵⁾を用いた伝熱モデルで計算すると, Fig. 17 のように, 火入れ初期に浸蝕が大幅に進み漸次平衡に達する。
- (2) 平衡に達した後の伝熱計算によると, 1150°Cの等温線が実際のれんが浸蝕ラインとほぼ一致している。

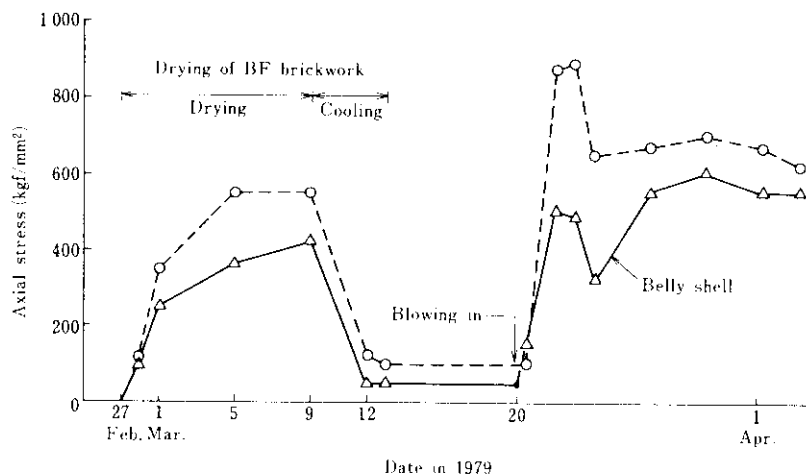


Fig. 15 Change of axial stress measured in No.2 BF shell

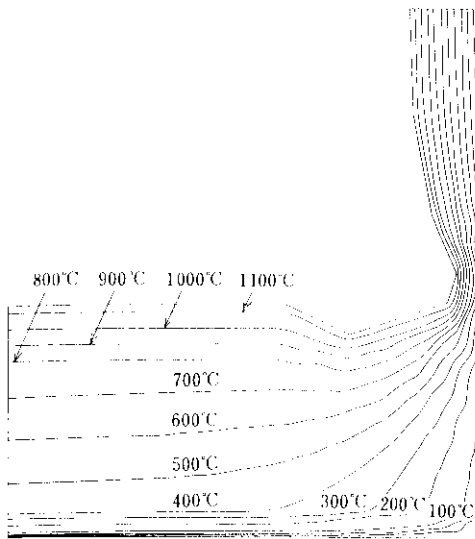


Fig. 16 Isotherms in blast furnace bottom calculated by finite element method

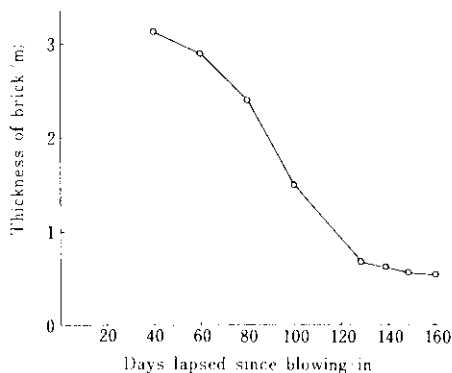


Fig. 17 Erosion trend of blast furnace bottom calculated by finite element method

以上のように、有限要素法による伝熱解析が、炉底れんが浸蝕状況の推定に極めて有効であることがわかった。

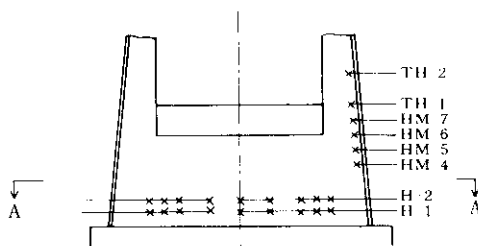


Fig. 18 Location of thermocouples in blast furnace bottom

第2高炉(3次)改修では、これらの調査、研究にもとづいて炉底部の測温点配置をFig. 18のようにし、有限要素法を用いた伝熱解析による炉底れんが浸蝕の推定精度向上をはかり、高炉操業時の炉底管理に十分活用できるものとした。

6. 付帯設備

6.1 鋳床集塵装置

鋳床集塵装置については、効率的な集塵方式の開発と省エネルギーを目指し建設を行った。

6.1.1 集塵フード

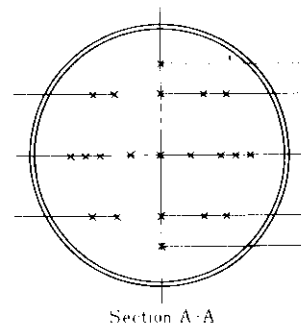
出鉄口近傍を覆う俯仰式集塵フード(2次集塵用)を開発した。その詳細は別報⁶⁾を参照されたい。

6.1.2 制御システム

俯仰式集塵フードおよび局所集塵を含めた集塵風量を、発塵量に合わせた吸引パターンに設定し、さらに、集塵ダクト経路、吸引条件によりダクト内圧力損失が異なるため、これら吸引条件に合わせたファンの回転数制御、吸引部ダンパの操作をミニコンに指令させ、連動、自動運転する集塵システムを開発した。本システムは、出鉄開始指令の押ボタン操作のみで、ダンパ操作、集塵風量の制御を含む一連の動作を自動制御できる。

Fig. 19 に吸引パターンを、Fig. 20 にダクト圧力損失(計算値)をそれぞれ示す。

このシステムの採用により大きな省エネルギー効果をあげている。



Section A-A

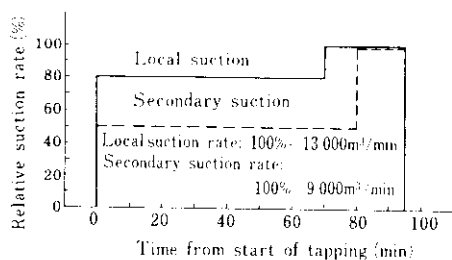


Fig. 19 Suction pattern for cast house emission control

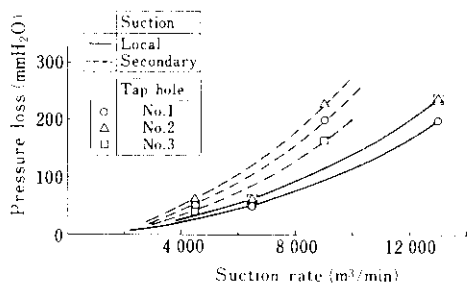


Fig. 20 Pressure loss in duct in relation with suction rate

6-2 硬質水砕スラグ製造設備

硬質水砕スラグ製造技術を確立するためのプロジェクトチームにより、K・N（川鉄 永田）式冷却機が開発され、第2高炉（3次）改修に際し第1号機を設置した。詳細は別報⁷⁾にゆずる。

7. むすび

以上、水島第2高炉（3次）改修について、技術改善を中心に概要を報告した。

第2高炉は火入れ後、設備面でのトラブルも少なく、従来の改修に較べて優れた稼動状況を示している。また操業面でも1980年2月に月間平均燃料比426kg/t pigの世界新記録を達成し、設備、操業両面ともきわめて順調であり、今回の自社改修方式に対し自信を深めた。

参考文献

- 1) 山下ほか：川崎製鉄技報，12（1980）2，
- 2) V. Paschkis, Taghi Mirsepassi: Iron and Steel Engineer, (1956) 6, 116
- 3) Robert D. Pehlke, Gary S. Hening: Canadian Metallurgical Quarterly, 15 (1976) 1, 83
- 4) 平谷，西山，市原：鉄と鋼，60（1974）2，A 79
- 5) 斉藤，新谷，大石：鉄と鋼，65（1979）11，S 539
- 6) 石原ほか：川崎製鉄技報，12（1980）2，174
- 7) 田中ほか：川崎製鉄技報，12（1980）2，56