

- 2) J. O. EDSTROM & G. BITSIANES: Trans. Met. Soc. Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 203 (1955), p. 760
- 3) W. M. MCKEWAN: Trans. Met. Soc. Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 212 (1958), p. 791
- 4) 児玉惟孝他: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, p. 270
- 5) 相馬胤和: 鉄と鋼, 48 (1962) 3, p. 377

(35) キャスタブル耐火物吹付による高炉改修について

三栄鉄工

安武正幸・佐藤勝美・小方利栄・○森田治男

The Repair of Blast Furnace with Castable Gunning.

Masayuki YASUTAKE, Katsumi SATO, Toshie OGATA and Haruo MORITA.

I. 緒 言

三栄鉄工第4次高炉は鑄物用銑専用高炉として順調な操業を続けてきたが、昭和37年11月下旬、シャフト部煉瓦の脱落事故が起り、これがさらに発達する状況にあつたため急拠改修を行なうこととした。直ちに修理を開始し、しかも極めて短期間に改修を行なう必要があるためボッシュ以上の全ライニングにわが国では最初のキャストブル吹付を行なうこととした。12月11日吹卸、12月25日火入を行ない、方針決定より吹卸まで6日間、改修期間14日間の短期間で工事を完了した。

II. 改 修 工 程

工期は極めて短期間のため、各作業は原則として1日24時間作業を行なつた。極めて困難な工程ではあつたが改修期間中大した災害もなく、予定通り12月25日火入を行なつた。工程表をTable 1に示す。

III. キャスタブル耐火物の品質

キャストブル耐火物の製造および吹付工事は米国GR

Table 1. Time schedule of castable gunning.

Item	Date	Dec. 19	20	21	22	23	24	25
Gunning preparation		■						
Gunning for bosh & belly		■	■	■				
Gunning for shaft				■	■	■	■	
Water curing		■	■	■	■	■	■	
Scaffolding removal							■	
Carry-out of rebound-loss					■	■	■	
Drying							■	
Filling-up of timber							■	
Filling-up of ore							■	

社と技術提携を行なつた白川白煉瓦(株)が担当し、ボッシュおよびベリー部にブリックキャスト3000、シャフト部にハイストレングスブリックキャストを使用した。このキャストブル耐火物の諸性質をTable 2に示す。

IV. 吹 卸 作 業

今回の吹卸は羽口線以下の煉瓦を全面的に再使用する方針のため、吹止後の注水冷却および内容物掻出作業に特別の注意を払つた。先づ最終出銑は炉底煉瓦の損傷を防ぎ、かつ冷却水による炉底煉瓦の被水を防ぐため、少しの残銑を残す目的で、当初の出銑口より400mm下つた位置で行なつた。炉内容物の冷却用水には水道水を用い、羽口前コークスの状況を観察し、過剰の水を用いないよう注意した。炉内容物掻出はボッシュ部鉄皮を切開き行なつた。吹卸後の炉体ライニングは、ボッシュ部は侵食により約50mmとなり、ベリーおよびシャフト部は脱落により極く一部の煉瓦を残すのみであつた。湯溜部煉瓦は冷却水により相当被水したが、炉底部は残銑により完全に高温に保たれていた。キャストブル吹付に際し、シャフト部およびボッシュ部煉瓦は全く信頼できない物であつたので、羽口煉瓦以上の全ライニングを全部取除いた。

V. キャスタブル吹付作業

- (1) 準備作業 キャスタブル耐火物に接する面と

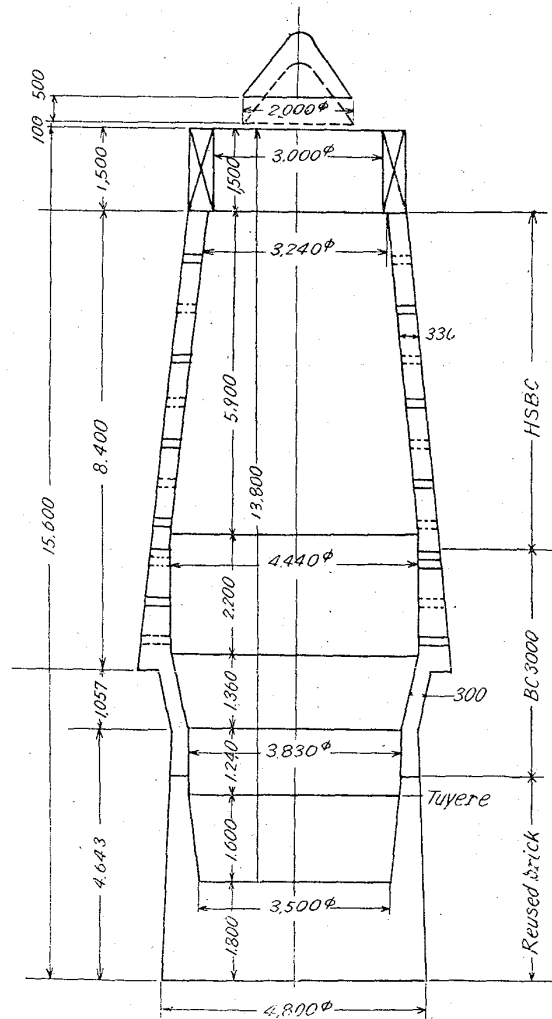


Fig. 1. Profile of the 5th blast furnace.

Table 2. Properties of castable refractories.

Item	Chemical analysis (%)								Size grading (%)							
	Ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	TiO ₂	μ > 4000	4000~2000	2000~1000	1000~500	500~250	250~125	125~62	62 μ >
BC 3000	0.67	42.44	45.30	7.13	2.22	0.32	0.10	1.95	0.03	14.12	29.14	11.61	6.35	7.86	6.45	24.44
HSBC	0.31	43.58	40.14	11.98	2.68	0.33	0.10	0.87	0.02	13.54	15.52	14.42	8.38	7.58	8.08	32.46

Kind	Item	T	Refractoriness	Apparent porosity (%)	Bulk density	Compressive strength (kg/cm ²)	Bending strength (kg/cm ²)		Load test (load 2 kg/cm ²)			Reheat linear shrinkage (%)
							Cold state	Hot state	T ₁	T ₂	T ₃	
BC 3000	after curing		30	17.6	2.14	294	36.8	—	1245	1314	1396	—
	500		—	26.2	2.10	284	34.1	32.4	—	—	—	0.00
	700		30	27.2	2.07	274	31.6	31.3	1293	1340	1421	0.00
	1000		—	27.8	2.06	138	26.7	—	—	—	—	-0.12
	1200		—	26.1	2.04	150	31.2	—	—	—	—	-0.19
	1350		—	25.6	2.07	264	74.5	—	—	—	—	-0.32
HSBC	1400		—	17.0	2.13	706	129.0	—	1435	1461	1489	-0.85
	after curing		—	15.1	2.05	476	55.0	—	1220	1319	1364	—
	500		—	34.6	1.85	424	49.0	39.3	—	—	—	0.00
	700		—	35.4	1.86	398	43.9	39.6	1286	1328	1373	-0.20
	1000		—	34.9	1.84	332	37.8	—	—	—	—	-0.25
	1200		—	32.3	1.88	342	44.6	36.3	—	—	—	+0.14
HSBC	1350		—	32.1	1.80	400	75.0	—	1294	1334	1390	+0.94

T: Treatment temp. (°C)

Table 3. Hours needed for each work.

Item	No. of work	Average time of one time		Total hour	Rate
		h	min		
Preparative work	3	2	17	6.50	5.2
Gunning	42	1	13	50.45	38.4
Scaffolding work	9	1	29	13.25	10.2
Carry-out of rebound loss	9	1	17	11.35	8.7
Trouble	15		21	5.20	4.0
Water supply for pressure tank	7		18	2.05	1.6
Water curing	4	2	28	9.50	7.5
Stoppage of electric current	1		50	50	0.6
Elimination of defective part	1	11	45	11.45	8.9
Work meeting	2	3	18	6.35	5.0
Meal time	14		56	13.00	9.9
Total				132.000	100.0

なる羽口煉瓦上面は、煉瓦とキャストブル耐火物との密着をよくするため、鉍滓、コークスなどの混合物や変質煉瓦を取除き、煉瓦壁内面よりマンテルまで約 300mm 巾の水平の煉瓦棚を作った。またライニングを取除いたマンテル内面のカーボン、鉍滓、モルタルなど付着物を完全に取除いた。次にキャストブルライニングの冷却および脱落防止を計るため、ボッシュ部 マンテルに長さ 150mm の L スタッドを 6 段、計 300 本溶接し、シャフト部には鋳鉄製開放型冷却函を 10 段、計 134 ケ取付けた。

(2) 吹付作業 第 5 次高炉のプロフィールを Fig. 1 に示す。施工方法は乾式ガンによる吹付方式を採用し、BC3000, 72 t, HSBC, 75 t を使用した。吹付設備としては、ダブルホッパー式ドライガン 3 台、モルタル

ミキサー 2 台、空気圧縮機 2 台および養生水散水用スプレーノズル 2 本などを準備した。ガンは連続使用時における故障に備え、常用 2 台、予備 1 台とした。キャストブル耐火物に対する添加水分は、ガンに供給前にモルタルミキサーにて、2~3% の水分をプレミックスし、さらに吹付時にノズル先端にて約 10% の水分を加えた。吹付機器配置を Fig. 2 に示す。

ボッシュおよびベリー部には BC3000 を使用したが、マンテルに直接吹付ける場合は骨材が反発し、多量のリバウンドロスを出した。硬化の際の発熱は極めて少なく、300~600mm の厚みを一度に吹付けたが、ライニングの温度上昇は約 6 時間後より始り、養生水は少量で足りた。シャフト部は HSBC を使用したが、BC3000 に較べリバウンドロスは少なく作業能率は上った。当初

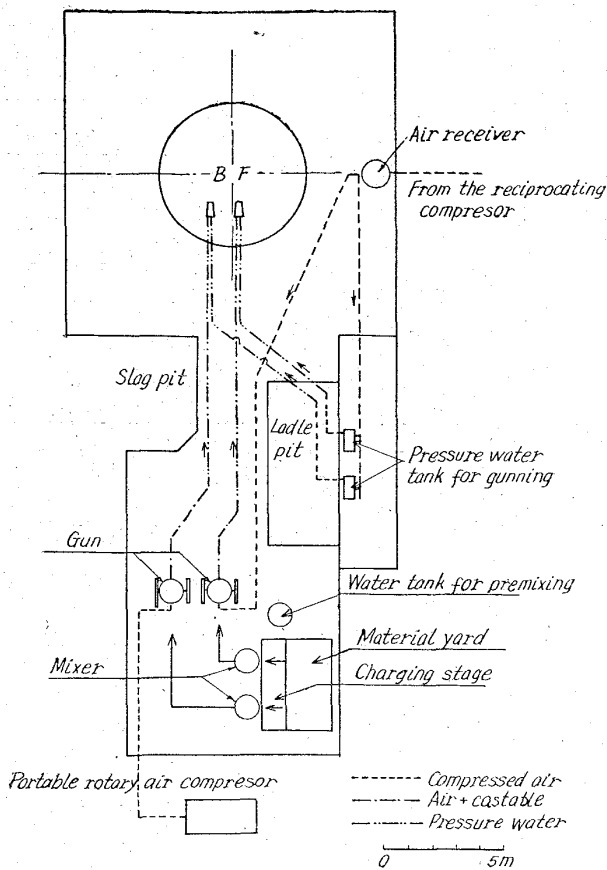


Fig. 2. Layout of castable gunning.

330mmの厚みを一度に吹付けたが、HSBCは、BC3000に比べ、アルミナセメントの配合率が高いため、セメント水和熱によるライニングの温度上昇が極めて大きく、このため水和水の一部が水蒸気となり、表面に上向の浅いクラックや小孔を作つて吹出し、一部は剝離脱落した。ライニングの温度上昇は吹付約3時間後より始まり、多量の散水により冷却したが温度上昇を抑え切れなかつた。この不良箇所はコンクリートブレイカーにて除去したが、吹付後8時間程度の時間経過にもかかわらず、極めて強固で作業は困難を極め、約3tの除去に12時間を要した。その後は330mmの厚みを3層に分け約100mmづつ3回に吹付けた。この場合も発熱は極めて大きく、養生水は流下して炉底に達する程度に散水しなければならなかつた。リバウンドロスの発生率は純所要量に対し34.6%にも達し、これの炉外搬出に多大の時間と労力を要した。吹付作業は19日7時に開始し24日19時に完了、132時間を要した。

(3) 乾燥、昇温 キャスタブル耐火物の特性である熱膨張率が0.2~0.3%に過ぎず、また膨張による目地切の心配のない一体構造である点を考え、乾燥工程を省略した。すなわち施工後足場を撤去し、養生水により被水した湯溜煉瓦表面を乾燥するため、約4時間の薪乾燥を行なつたのみで、直ちに填充、火入を行なつた。

VI. 考 察

(1) 材質 施工上問題となつた点は、HSBCにおいて硬化時の発熱が極めて大きく、このため多量の養生水を要し、さらにこれが下部の再使用煉瓦に悪影響をお

よぼすので、この点の改良が望まれる。

(2) 吹付作業 各作業別所要時間をTable 3に示す。

作業上最も支障をきたした点はガンの故障の続出である。表の吹付作業率は1台のみ稼動の場合も含むため、2台稼動を原則とすると、この値は30.7%となり、故障率は11.7%となる。また吹付時に発生するリバウンドロスの処置が問題で、これの排出は吹付中も並行して行なつたためこれに要した時間は約40時間にも達した。

(3) 能力、所要量 キャスタブル吹付能力は、全作業時間当りガン2台で1.11 t/hr、ガン1台吹付作業時間当り能力は、BC3000で1.78 t/hr、HSBCで1.93 t/hrとなつた。またライニング容積当り材料所要量は、リバウンドロスを含め、BC3000で3.06 t/m³、HSBCで2.72 t/m³であつた。

VII. 結 言

以上述べたごとく初めての試みであつたため、いろいろ問題はあつたが、従来のごとく煉瓦積を行なつた場合、築炉工事、炉体乾燥を含めて2~3カ月を要する改修期間が、キャストブル吹付工法の採用により2週間に完了し、高炉休止期間を大巾に短縮し得た。しかしながら、この工法採用の真の評価は今後の操業結果にまたなければならぬ。

文 献

- 1) 安武正幸: 品川技報(1963)10, p. 8

(36) 洞岡第1高炉使用後炉壁煉瓦およびモルタルの性状

(高炉用煉瓦の侵食に関する研究—Ⅳ)

八幡製鉄所, 技術研究所

大庭 宏・杉田 清・平櫛 敬資
○田中 正義・島田 康平

Properties of Used Bricks and Jointing Mortars of Kukioka No. 1 Blast Furnace Linings.

(Study of wearing mechanism of blast furnace linings—Ⅳ)

Hiroshi OHBA, Kiyoshi SUGITA,
Keisuke HIRAGUSHI, Masayoshi TANAKA
and Kohei SHIMADA.

I. 緒 言

高炉煉瓦の損耗機構に関する研究^{1)~3)}の一環として、高炉吹止め時炉壁付着物の性状を前回³⁾報告したが、その後付着物と同一位置の残存煉瓦およびモルタルの性状調査を行なつた。高炉煉瓦の損耗に関する研究は多いが、モルタルに関する研究はほとんどなく、煉瓦と同等とみなされてきた。本報告は高炉吹止め時残存していたモルタルの性状からその損耗機構を推察するとともに、同一位置の煉瓦および付着物と比較検討して、その特徴を明らかにすることとした。

II. 試 料

対象とした高炉は当所洞岡第1高炉(第4次)で、フ