

Table 5. Comparison of high-volatile American and Japanese coals.

Nationality	Name	Ash (%)	V. M. (%)	Fuel ratio	F.S.I.*	Caking index* (%)	Crushing strength of coke (%)
America	Kooperston	5.22	31.12	2.05	7.0	93.3	91.0
Japan	Takashima Chūō	6.50	42.56	1.19	5.0	88.6	60.4
		9.11	39.12	1.32	3.0	77.8	65.3

* Index of quantity of caking constituents.

こともあろうが、主として装入炭に配合される高揮発分炭の性状の相異が大きく影響しているためであると考えられる。また、米国製コークスと当所製コークスとは前述の通り前者の方が後者より乾留温度が少し高いように見受けられたが、このことも米国製コークスの性状が向上している原因の一つではないかと推察される。

以上の点から判断すると、当所製コークスの品質を高級の米国製コークスなみに向上せしめるには、弱粘結炭の品質が劣る点をなんらかの方法によつて補うことが先決問題であろう。そのためには最近いろいろと言われている Oiling 法²⁾ Sovaco 法³⁾, Oiling-Screening-Crushing 法の事前処理手段を取入れることもこの方策と考えられる。

V. 結 言

(1) 米国製コークス4種を購入し、いろいろの角度から性状を調査した。結果 U. S. Steel 社および Armco Steel 社のものは、当所製コークスに較べてすべての点で優れ Koppers 社のものは強度は当所のものとほぼ同程度であるが、その他の性状では優れていた。また Kaiser Steel 社のものは当所製コークスよりかなり性状が劣っているのが認められた。

(2) U. S. Steel 社および Armco Steel 社製コークスの性状が当所製コークスより優れている主な原因は、装入炭中の弱粘結炭に相当する高揮発分炭の性状が当所の場合に較べてはなはだしく相異していることによると思われた。すなわち上記の米国製コークスの場合には弱粘結炭と称する高揮発分炭はその揮発分が 22~33% でコークス化性も良好で、強粘結炭に近い性状のものを用いていた。このことから今後当所において、上記2社製コークスと同程度の品質を有するコークスを製造するためには、弱粘結炭の性状が劣るのを補うために、いろいろと事前処理を講ずる必要があると認められた。

文 献

- 1) 城, 児玉: 欧米出張報告 (1) (1959)
井上, 研野, 今井田: 欧米出張報告書, (1960)
- 2) H. ECHTERHOFF: Glückauf, 94, (1958) 110~21

- D. A. HALL et al: J. INST. Fuel, (1960) 63~72
W. OHND: Brennst, Chem., 34, (1953) 338~40
3) E. BURSTLEIN: Glückauf, 92, (1956) 606
C. ABRAMSKI: Glückauf, 91, (1955) 714~727
城, 井田: コークスサーキュラー, 9 (2), (1960) 63~6

(67) コークス炉解体煉瓦の性状について

八幡製鉄所製銃部

中原 実・佐田 敏彦

〃 技術研究所

大庭 宏・田中 正義

〃 製銃部

○柴田 崇

On Physical and Chemical Properties of Coke-Oven Bricks after Long Service.

Minoru NAKAHARA, Tosihiko SADA,
Hirosi ŌBA, Masayosi TANAKA
and Takasi SIBATA

I. 緒 言

コークス炉の寿命は、以前は 10 年位が目標であつたが、近年では約 30 年位要求されるようになった。かかる長年月にわたつて苛酷な条件下で稼働するので、使用煉瓦の品質がとくに重要である。先般、当所東田第3コークス炉および洞岡第4コークス炉(一次)を解体した際、主要部分の煉瓦の物理化学性状の変化を試験したので、今後のコークス炉築炉上、作業上の参考として報告する。

II. 解体炉の炉歴および使用炉材

1. 東田第3コークス炉

炉式は黒田式単式で、昭和8年11月に40室、12月に50室計90室作業を開始したが、昭和21年2月まで約12年間稼働し、高炉用コークスを約350万t製造した

Table 1. Dimension and capacity of the Higasida No. 3 coke oven and properties of its bricks produced by Yawata Works.

Oven dimension					Capacity (Max. per day)		
Width (mm)	Height (mm)	Length (mm)	No. of chamber	Amount of coal charge per chamber (t)	Total output of coal (t)	No. of coke discharge chamber	Coke production (t)
380 420	3,500	11,796	90	11.0	1,320	120	900
Physical property of silica brick							
Bulk-density	Apparent specific gravity	Porosity (%)	Water absorption (%)	Compressive strength (kg/cm ²)	Refractoriness (S.K.)		
1.72~1.76	2.34~2.35	21.8~26.6	14.3~15.5	177~259	31		
Chemical property of various bricks							
	Ig. loss (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Refractoriness (S.K.)
Silica bricks	0.38	92.10	1.91	1.82	4.12	0.56	31
Clay bricks	0.16	62.82	34.60	2.40	0.73	0.74	32
Light weight bricks	0.02	61.18	36.45	2.15	0.40	0.28	32

Table 2. Dimension and capacity of the Kukioka No. 4 coke oven and properties of its bricks produced by Yawata Works.

Dimension				Amount of coal charged per chamber	Total output of coal (t)	Coke production (t)			
Width (mm)	Height (mm)	Length (mm)	No. of chamber						
380 420	4,000	12,400	75	13.5	1,100	750			
Property of bricks									
Brick mark	Bulk density	True specific gravity	Porosity (%)	Compressive strength (kg/cm ²)	Refractoriness (S.K.)	Chemical analysis (%)			
						SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
12K B 23	1.739	2.346	25.9	162	31.6 32	93.30	1.90	1.65	3.35
12K C 5	1.755	2.356	25.5			92.88	1.05	1.45	4.80

後、生産減と設備の老朽化のため休止放冷し、その後 10 数年の後解体されたものである。Table 1 に能力、使用炉材を示す。使用炉材は当時当所で製造したコークス炉煉瓦を示している。

2. 洞岡第 4 コークス炉 (一次)

黒田式複式炉で、昭和 12 年 3 月、75 室作業開始し、昭和 20 年 8 月休止した。おもな炉歴は昭和 19 年 8 月、空襲により被弾し 20 余室使用不能となり約 2 カ月休止後、残部を復旧稼働したが昭和 20 年 8 月 8 日の空襲、その直後の終戦で休止放冷し、10 年有余の後改修のため解体したものである。Table 2 におもな能力、使用煉瓦を示す。使用煉瓦は当時当所で製造された珪石煉瓦を示

している。

III. 煉瓦のサンプリング場所

東田第 3 コークス炉は、平均損傷程度の炭化室 1 室を、pusher side 部 (西側, 3, 4 番フリュー), 中央部 (15, 16 番フリュー), coke side 部 (東側, 29, 30 番フリュー) に分け、サンプリングした。これを Fig. 1 に示す。Fig. 2 に洞岡第 4 コークス炉のサンプリングを示す。

IV. 試験結果

1. 東田第 3 コークス炉

Table 3 に物理化学性状を示す。

(i) 蓄熱室仕切壁、チェッカー煉瓦の化学成分、耐

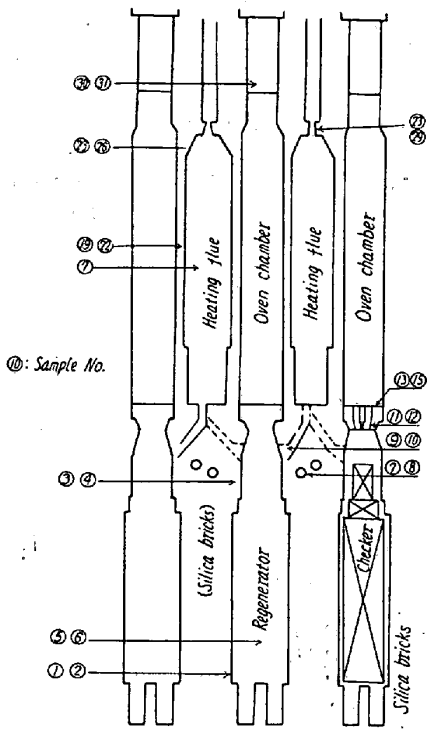


Fig. 1. Location of brick sampling for the Higasida No. 3 coke oven.

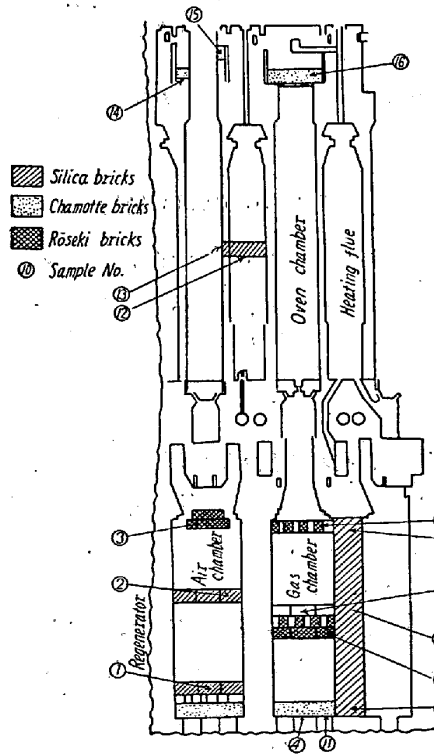


Fig. 2. Location of brick sampling for the Kukioka No. 4 coke oven.

Table 3. Results of test on dismantled bricks of the Higasida No. 3 coke oven.

Location of sample	Material of brick sample	Refractometry (S.K.)	Apparent specific gravity	Porosity (%)		Strength (kg/cm ²) Comp. Transverse	Reheating under-load (%)			Max. expansion (%)	Irreversible expansion or contraction (%)	Chemical analysis (%)				Sample No.
				Ap-parent	True		T ₁	T ₂	T ₄			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	
Regenerator	Partition wall (under)	30.5	2.33	25.5	26.1	94	1570	1585	1.35	0.41	92.71	1.22	2.13	1.99	1	
	" (upper)	30.5	2.34	26.1	26.5	63	1600	1615	1.237	0.139	91.73	1.51	1.86	2.67	3	
	Checker	31	2.34	25.8	26.3	81	1620	1635	1.18	0.23	91.43	0.92	2.03	3.08	5	
Roof	"	31+	2.36	27.4	27.9	117	1630	1630	1.07	0.01	90.56	0.93	2.20	4.97	11	
P. S. Chamber sole	"	32	2.32	23.1	24.2	259	1680	1680	1.19	0.08	90.36	1.09	2.56	4.21	13	
	Center	31+	2.30	23.6	26.0	177	1605	1630	1.04	-0.06	91.50	1.62	1.98	2.96	14	
	C. S.	31+	2.23	21.7	26.3	403	1670	1695			90.47	1.32	2.63	3.47	15	
Chamber wall	" (under)	29	2.35	20.2	22.0	426	1665	1580	0.96	0.53	89.14	2.72	2.18	4.56	16	
	" (")	30	2.26	20.9	23.8	309	1560	1670	0.90	0.04	89.43	1.72	2.16	4.46	17	
	" (")	31	2.26	21.0	24.2	201	1640				89.56	1.61	3.27	3.83	18	
	C. S. end (middle)	31+	2.35	27.1	27.8	57	1570	1610	1.05	0.05	90.12	1.82	2.38	4.51	19	
	" (")	32	2.31	30.3	30.9	364	1590	1600	0.91	0.26	91.13	2.61	1.29	3.13	21	
Center	30-	2.36	22.9	23.6	381	1620	1630	0.93	0.22	91.08	3.59	3.11	1.29	22		
C. S. end (upper)	32	2.33	26.5	27.3	144	1660	1610	1.05	0.01	90.81	1.10	2.43	3.03	23		
Center	32	2.35	27.5	27.6	88	1650	1660	1.21	0.11	90.92	2.51	0.78	3.60	25		
Flue	Partition wall (center)	31.5	2.35	28.1	28.2	221	1660	1670	1.17	0	90.77	1.07	2.31	3.82	27	
	Roof	31.5	2.35	26.5	27.0	247	1640	1640	1.25	0.33	91.50	1.48	2.22	3.90	28	
Chamber roof (center)	"	31	2.35	26.9	27.2	105	1610	1620	1.31	0.29	92.47	1.59	0.73	3.19	30	

P.S.: Pusher side, C.S.: Coke side

Table 4. Results of test on dismantled bricks of the Kukioka No. 4 (First) coke oven.

Location of samples	Material of brick sample	Refracto- riness (S.K.)	Apparent specific gravity	Porosity (%)		Strength (kg/cm ²)	Reheating under-load (%)			Max. expan- sion (%)	Irreversible expansion or contrac- tion (%)	Chemical analysis (%)			Brick marks	Sample No.			
				Ap- parent	True		Closed	Comp- ressive	Trans- verse			T ₁	T ₂	T ₄			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Checker (air, under)	Silica	31.5	2.33	24.4	25.5	1.1	287	67	1680	1685	1690	1.006	-0.163	90.96	1.30	1.20	3.98	12K G A	1
" (" , middle)	"	31	2.35	25.3	25.9	0.6	204	39	1600	1615	1630	0.695	-0.304	89.60	1.31	1.44	4.00	"	2
" (" , upper)	Rōseki	32.5	2.66	26.2	26.6	0.4	190	56	1400	1450	T ₃ , T ₄ 1490	0.801	-0.163	60.10	33.90	2.20	0.35	12K G ホ	3
Checker (gas, under)	Cha- motte	33.5	2.70	25.4	26.4	1.0	197	64	1420	1470	T ₃ 1580	0.738	-2.668	54.66	39.69	2.56	0.17	12K G 一	4
" (" , middle)	Silica	31+	2.29	23.8	25.7	1.9	296	89	1600	1605	T ₃ , T ₄ 1650	1.214	0.405	91.15	0.99	1.89	3.44	12K G A	5
" (" ,)	Rōseki	33+	2.62	26.5	27.9	1.4	146	49	1320	1400	T ₃ 1530	1.081	-0.061	60.30	33.05	2.86	0.51	12K G ホ	6
" (" , upper)	"	33	2.65	25.9	26.9	1.0	166	41	1220	1370	T ₃ 1530	0.882	-0.152	59.20	33.87	3.07	0.36	12K G 二	7
Partition wall (under)	Silica	31+	2.32	28.6	29.8	1.2	140	18	1600	1645	1645	1.250	0.142	92.80	0.74	2.01	2.67	12K G 手	8
" (" , middle)	"	32-	2.32	27.6	27.9	0.3	164	54	1620	1620	1620	1.378	-0.489	92.80	0.46	1.91	2.17	"	9
" (" , under)	"	32.5	2.34	27.9	28.6	0.7	128	28	1580	1585	1585	1.157	0.008	93.00	0.66	1.97	2.90	"	10
Flue wall (middle)	"	31~ 32+	2.31~ 2.32	25.9~ 29.2	26.5~ 29.7	0.5~ 0.9	133 ~442	133	1600	1670	1670	0.632 ~1.061	-0.4701 ~+0.01	91.30 ~93.00	0.69 ~1.20	1.49 ~1.78	2.90 ~3.63	12K B	12
Chamber wall	"	32~ 33	2.21~ 2.30	17.4~ 27.7	22.2~ 28.2	0.5~ 4.8	293 ~444	293	1610 ~1680	1670	1700	0.803 ~1.003	-0.127 ~0.093	87.55 ~93.89	1.14 ~2.74	1.24 ~2.47	2.68 ~4.60	12K C	13
Charging hole	Cha- motte	32.5	2.71	26.0	26.0		154	41	1280	1430	T ₃ 1590	0.795	-0.947	54.30	39.29	3.11	0.23	12K G 六	15
Chamber roof	"	32.5	2.72	25.0	25.0		183	52	1280	1420	1540	0.782	-0.685	54.90	39.70	2.08	0.30	12K 三	16

火度、気孔率、残存膨張などは使用前と変りないが、組織が劣化して強度が約 1/2 に弱体化している。一般に荷重軟化点が低く、とくに仕切壁下部は使用前に比し 100~130°C 低下して、熱伝導率の低下も品質劣化を裏書きしている。

(ii) 炭化室炉敷は相当加熱効果を受け、気孔率も 22~23% と焼結し相当硝子化しているが、天井部は気孔率 26~27% で殆んど加熱効果を受けていない。炉敷はコークス灰分により、石灰分、鉄分が若干多いが、耐火度、荷重軟化点に異常がなく、未だ使用し得る状態にある。

(iii) 炭化室炉壁煉瓦は、下部が最も加熱効果を受け硝子化がいちじるしいが、上段はあまり変化していない。炭化室側より燃焼室側が、高温のためトリヂマイト化が最も進み結晶も大きい、炭化室側はコークス灰による化学変化のため、強度も大きくなっている。

2. 洞岡第 4 コークス炉

Table 4 に試験結果を示す。

(i) 装入口煉瓦の炭素透過部は、気孔率、強度が低下しているが化学組成の変化は認められない。

(ii) 蓄熱室仕切壁煉瓦は下段より上段になるにつれ、耐火度が上昇傾向にあるが、他の性状は差がわずかである。チェッカー煉瓦は、ガス、空気室の中段は下段に比し強度、耐火度が若干低下しているが、上段はあまり変化がない。

(iii) 燃焼室、炭化室煉瓦は硝子化しているが、炭化室天井部にはいちじるしい変化はな

い:

V. 考 察

東田第3コークス炉は、蓄熱室の耐火度、軟化点、強度が若干低くなり、炭化室下部の気孔率、耐火度が低くなり強度が増しているが、他の部分には大きな変化は見られない。とくに炭化室下部は、従来報告されたような、コークス灰による侵食はそれほどいぢるしくなかつた。洞岡第4コークス炉は、装入口、蓄熱室珪石煉瓦の強度が低下している程度で、他は殆んど変化はなかつた。

このように、当時の炉内構造の堅牢を主として、どちらかといえば炉材の品質、形状、寸法は若干ゆるやかであつた頃のものでも、10数年の使用で物理化学性状からは、とくに危険の感じられる点は見受けられなかつた。現在の新設コークス炉は多種にわたる異型煉瓦を用い、炭化室両端などの反覆加熱条件の苛酷な部分には、シャモット煉瓦を用いるなどの考慮を払つて、膨張係数の小さく均等な、かつ高品質の形状、寸法の勝れたものを条件に使用しているので築炉技術、操業技術の進歩と相まち30年にわたる使用も技術的には常識になりつつある。

(68) 高炉シャフト下部および炉腹部ライニングの溶食について

(高炉ライニングの溶食に関する研究—Ⅱ)

室蘭工業大学

田中章彦

Erosion of the Lining of the Lower Part of the Shaft and the Belly Part in the Blown-Out Blast Furnace.

(Study of the erosion in blast furnace lining—Ⅱ)

Akihiko TANAKA

I. 結 言

従来、高炉のシャフト下部および炉腹部ライニングの消耗の原因ならびにその対策については、内外ともに各製鉄会社の解体高炉についての調査研究、およびいろいろの角度からの実験室的研究がおこなわれ多くの成果が得られている。とくにその主原因と見られるライニング内の炭素の析出、アルカリによるレンガの溶食、鉄、亜鉛、チタンなどの滲透成分の挙動などについての最近の業績は注目すべきものがある。

しかしながら、この部分のライニングの溶食は炉の構造および操業条件のいかに多分に支配され、とくに最近の炉の大型化、酸素富化製錬高圧製錬の採用の傾向にともないその消耗原因がいよいよ複雑多岐となり、究明

把握が困難となつてきている。

著者はこの炉の操業条件の変化に対応して、炉の設計上、操業上、炉材選択上なんらかの資料を得んとして、富士製鉄室蘭製鉄所第1次第2高炉、第2次第2高炉、第2次第1高炉の3基の解体炉について調査研究を継続中である。このうち第1次第2高炉については29年10月、第2次第2高炉のシャフト上部については35年10月、それぞれ本講演会に発表した。本報告はこれにつぐものでシャフト下部、炉腹部ライニングについての結果とこれについての私見を述べる。なおこの炉の操業経過、成績、解体時の状況については前報において述べたので省略する。

II. 研究方法と結果

試料は Fig. 1 に示す、5水準4方向計20カ所より、それぞれ炉外側から炉内側に至る数枚ずつを採取した。これらの試料はたとえばW-6-26などのごとく方向—水準—炉外側より採取位置までの寸法 (cm) をもつて試料番号とした。外にメチ、付着物、析出物などの試料も多数採取した。

これらの採取試料について、なるべく1系列のレンガ積の組織変化、滲透成分の挙動を連続的に観察し得るよう多数の分析試料、顕微鏡薄片を作製し、それぞれ化学分析、偏光顕微鏡による観察をおこなつた。他にX線回折、冷間耐圧試験もおこない考察の資料とした。

Fig. 2 は各滲透成分の分布曲線、Table 1 は顕微鏡組織変化の2, 3の例である。

III. 結果の考察

各試験により判明した事実を列記し、若干の考察を加えると次のごとくである。

(1) 前報において、シャフト上部は炉外側より未変質性層、中性雰囲気層、還元性雰囲気層、ガラス質層、表

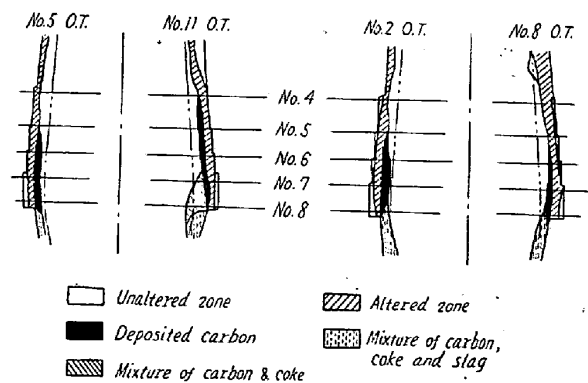


Fig. 1. Features of eroded furnace and the positions from which samples were taken.