

製鐵製鋼用耐火物の進歩

毛利 定 男*

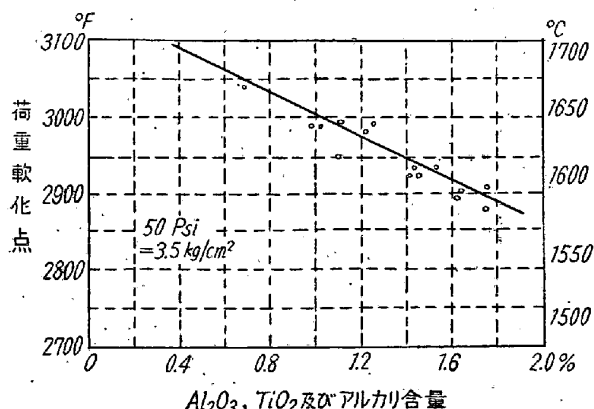
はしがき

製鐵工業の合理化による鋼材の價格低下は國家的な重要問題として各社に於て製鉄より鋼材に至る迄の各設備の合理化が目下鋭意實施されており、爐材に對しても品質、形狀、價格の三點よりいろいろと要望されて來ました。吾々耐火煉瓦業者も終戦以來國內原料の活用、設備の改良等資金の許す限りに於て鋭意改善してまいりましたことは需要家各位に於ても確認される所と信じております。以下こゝ數年來の本邦製鐵製鋼用耐火材の進歩に就いて外國と比較して用途別に簡単に述べさせていただきます。

I. 平 爐

(1) 天井

近時天井用珪石煉瓦の品質は著しく向上して參りました。鹽基性煉瓦の使用分野が擴大され爐體部分の壽命が長くなつて來た結果必然的に天井の壽命の延長と言うことが問題となつて來ました。既に歐米に於ては Super Duty Silica Brick が使用されて居り更に一步進んでクロマゲ系鹽基性煉瓦と珪石煉瓦との組合せの Zebra Roof も實用の時代となつて來た様であります。第1表は歐米の Super Duty Silica Brick の品質の一例でありま



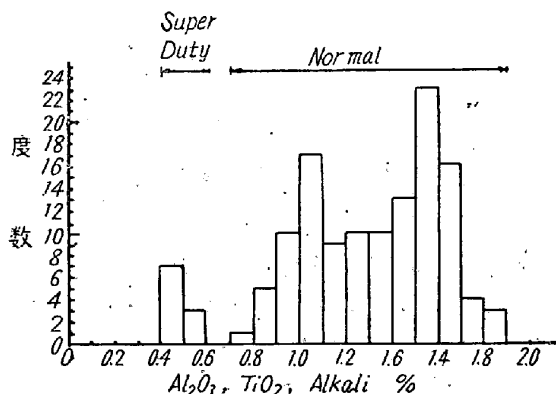
from "Relative Effect of Alkalis and Alumina on Refractoriness of Silica Brick" A. I. M. E.-National Open Hearth Committee Proceedings. (1949)

第1圖 珪石煉瓦の不純物の荷重軟化に及ぼす影響

* 品川白煉瓦株式会社

す。各國共その行き方は同一でありまして、耐火度の低下に害のある Al_2O_3 , TiO_2 , アルカリの量を極力減らし、そして物理的には鑛滓の侵入吸収を出来るだけ避ける爲に粒度を調整して低氣孔率の方向へと進んでおります。第1圖¹⁾は是等 Flux 成分の量と軟化點との相關々係を示すものであり、第2圖²⁾は米國製鋼用珪石煉瓦の Flux 成分の量のヒストグラムであります。本邦に於ける天井用珪石煉瓦の改良の方向は矢張り外國と同様でありまして $SiO_2\%$ の向上と氣孔率の低下の二つの方向に進みつゝあります。

本邦の赤白系の珪石原料は鐵分の含有量が2%位ある



"Relative Effect of Alkalis and Alumina on Refractoriness of Silica Brick" A. I. M. E.-National Open Hearth Committee Proceedings (1949)

第2圖 6種類の珪石煉瓦に就いての不純物含有量のヒストグラム

第1表 歐米の Super Duty Silica Brick の一例

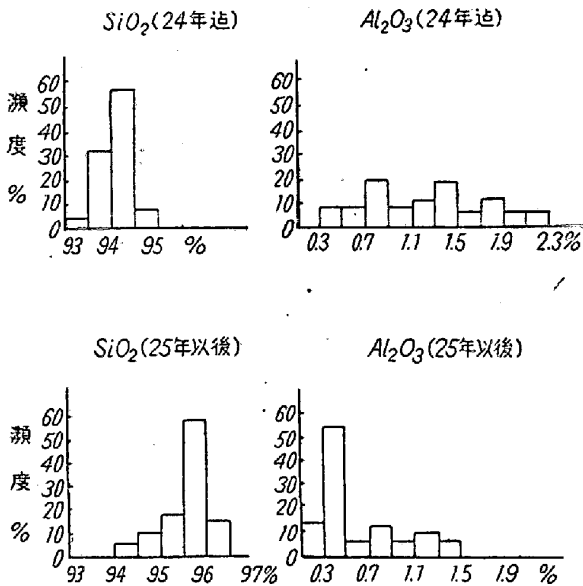
	米 國	英 國	獨 乙	歐 州
SiO_2	% 96.70	96.06	95—96	96—97
Al_2O_3	% 0.30	0.77	—	} 0.7
TiO_2	% 0.04	0.06	—	
Fe_2O_3	% 0.40	1.19	—	0.7
CaO	% 2.40	1.65	—	2.0
アルカリ	% 0.06	—	—	—
見掛氣孔率	% 24—29	25.5	16—20	22—24
見掛比重	2.23—2.35	2.31	嵩比重 1.9—2.0	2.35
耐壓強度 kg/cm^2	140—246	—	250—500	300
荷重軟化溫度 $^{\circ}C$	1673	1690	1670— 1700	1705

ために歐米の煉瓦の如く煉瓦にして平均 SiO_2 96% 台にすることは現在の處困難であります、原料の選別、及び洗滌等の操作により煉瓦の SiO_2 は 95% 台に上つてきました。第3圖は弊社の製品に顯われました昭和22年度以降の製鋼用珪石煉瓦の Al_2O_3 , SiO_2 % の傾向をヒストグラムに示したものであります。25年度を境として可成り向上し得たと考えております。第4圖は氣孔率低下の傾向を示したもので粒度の調整、成形法の改良、

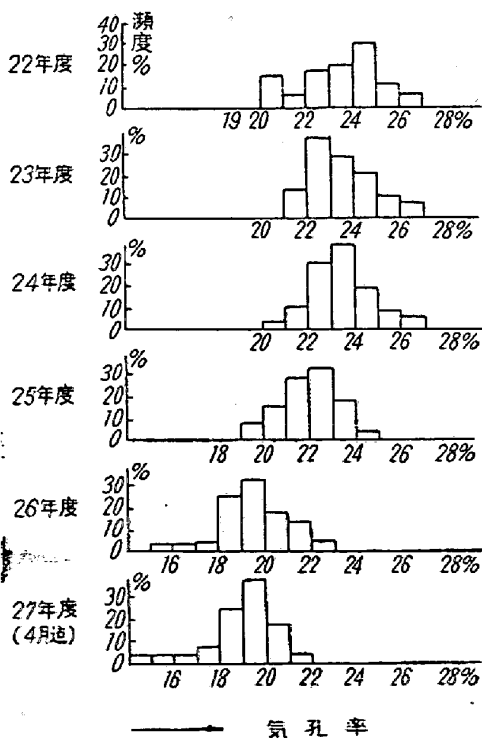
及び焼成度の向上等にて現在天井煉瓦は 20% 以下の氣孔率を確保出来る様になりました。第2表は最近の天井煉瓦の品質であります。

第2表 弊社製品の最近の品位範囲

SiO_2	%	94.5—96.0
Al_2O_3	%	0.6 以下
Fe_2O_3	%	1.5—2.5
CaO	%	1.8—2.3
耐火度	S. K.	33
見掛氣孔率	%	16—20
見掛比重		2.32—2.34
耐壓強度	kg/cm ²	300—480
荷重軟化點 (T_1)	°C	1650—1670
熱膨脹率 (1000°C)	%	1.30—1.40
殘存膨脹率 1550°C—2hrs	%	0.5 以下



第3圖 昭和 24~25 年を境とした SiO_2 と Al_2O_3 含有量のヒストグラム



第4圖 珪石煉瓦の年度別氣孔率のヒストグラム

Zebra Roof に就いては本邦では二、三の平爐に試験的に採用されている程度で未だ確定的の結果が出ておりませんが、本年は實用試験の年ではないかと思つております。米國に於ては採用した例全部が成功したというわけではありませんが天井壽命を 20~30% 延長出来たという實例も少くはありません。唯この式は鹽基性煉瓦と珪石煉瓦とを目地なしで組合せる關係上、兩方の煉瓦の形狀が正確であり、又築造も丁寧に行わないと失敗する危険があります又煉瓦の形狀の研究も本邦の平爐の様式に適した様に研究する餘地も殘されております。然し裏壁寄りの天井及び出鋼口の上部等の侵蝕の甚だしい部分に Zebra Roof を應用して天井の熔流を平均化し、壽命を延ばすことは興味ある課題であります。又これによりて途中の天井煉瓦の差し換えによる時間的損失も防止出来るのではないかと存じております。

(ロ) 爐體

こゝに、三年來前壁、裏壁、袖壁及び衝當り壁に就いては珪石煉瓦がクロム、クロマグ及びマグネシヤ系煉瓦のものに殆んど置換えられて來ました。特にクロマグ系の鹽基性煉瓦が多く用いられ焼成品、不焼成品の兩方が採用されています。不焼成品はメタルケース又はスチールクラッドのものであります。焼成品、不焼成品何れの場合も築造の時に薄鐵板を三、四段毎か、或は各段毎に入れその外側をバックステイに溶接することによりて壁全體としての強度を増すという方向に進んでおります。前壁の如く機械的の衝撃を受ける箇所には並形よりも更に長い異形をもつて構造的に丈夫にすることも今後の研究問題の一つであります。前壁及び衝當り壁の水冷管の存在は煉瓦の壽命に重大な關係を持つものであります、一方熱經濟の點より見れば相當な熱損失であり、鹽基性煉瓦の品質形狀の研究と築造方法の研究によりて、この

第3表 現在市販のクローム及び鹽基性煉瓦の品質の一例

焼成鹽基性煉瓦

		クロム煉瓦			クロマグ・マグクロ煉瓦				
		N社	O社	S社	H社			O社	
		1	2	3	1	2	3	1	2
化學成分	Ig-loss (%)	1.94	—	0.16	0.3	0.52	0.52	—	—
	SiO ₂ //	8.87	8.38	9.23	8.86	7.22	6.40	6.91	5.49
	Al ₂ O ₃ //	16.86	22.66	18.62	17.40	13.53	13.74	12.67	8.83
	Fe ₂ O ₃ //	15.62	14.66	17.12	14.41	9.92	8.34	14.36	10.03
	CaO //	tr.	1.38	0.57	0.91	0.77	0.99	0.61	0.59
	MgO //	23.48	19.61	26.56	29.09	41.09	41.00	32.74	52.51
	Cr ₂ O ₃ //	33.26	32.85	28.04	28.44	26.77	23.91	32.76	22.51
MnO //	—	—	0.41	—	—	—	—	—	
耐火度 (SK)		36以上	38以上	36以上	37以上	37以上	37以上	38以上	38以上
吸水率 (%)		7.1	—	3.2	8.9	7.1	7.3	—	—
氣孔率 (%)		21.1	25以下	24.3	25.5	21.9	22.2	26以下	26以下
嵩比		2.97	2.92	2.96	2.86	2.95	2.94	2.88	2.86
見掛比重		3.77	3.92	3.96	3.84	3.78	3.78	3.89	3.87
耐壓強度		358	250以上	333	220	404	358	250以上	250以上
荷重軟化點 °C	T ₁	—	1380	1515	1400	1500	1570	1472	1470
	T ₂	—	1437	1430	1470	1565	1595	1552	1560
	T ₃	—	1465	1451	—	—	—	1650	1680
再熱膨脹收縮		—	1600°C	1550°C	—	—	—	1600°C	1600°C
線膨脹		—	0.6	-0.85	—	—	—	-0.2	-0.2
スポーリング		—	0.73	0.80	0.88	0.82	0.78	0.79	0.82
		—	—	—	800°C 5回	#	#	—	—
		—	—	—	15.69	8.88	5.70	—	—

		クロマグ・マグクロ煉瓦			フオルスセライト煉瓦		マグネシヤ煉瓦		
		Y社	N社		K社		N社	S社	
		3	1	2	1	2	—	—	
化學成分	Ig-loss (%)	—	0.20	1.54	1.00	0.86	0.5	0.60	0.5以下
	SiO ₂ //	4.59	15.50	7.33	5.27	31.97	15~20	3.72	3.0~5.0
	Al ₂ O ₃ //	6.43	23.57	10.57	5.90	1.15	3~5	1.22	1.0~3.0
	Fe ₂ O ₃ //	7.43	12.66	12.07	7.33	8.40	6~10	3.78	4.0~6.0
	CaO //	0.58	0.46	1.00	2.32	1.53	—	3.32	3.0~4.5
	MgO //	64.90	28.21	42.63	68.15	55.07	45~50	87.30	85以上
	Cr ₂ O ₃ //	16.08	19.27	23.28	9.97	—	13~17	—	0.5以下
MnO //	—	0.32	—	—	0.85	—	—	—	
耐火度 (SK)		38以上	37	36以上	36以上	37	38以上	36以上	40以上
吸水率 (%)		—	9.6	7.5	4.7	10.8	—	7.5	—
氣孔率 (%)		26以下	26.2	22.1	14.3	26.4	22~26	21.2	18.0~22.0
嵩比		2.84	2.71	2.95	3.08	2.45	2.4~2.6	2.83	2.7~2.9
見掛比重		3.85	3.68	3.80	3.60	3.32	3.2~3.6	3.59	3.5~3.6
耐壓強度		250以上	280	351	522	185	200~300	292	300~400
荷重軟化點 °C	T ₁	1455	1440	—	—	1410	1420~1475	—	—
	T ₂	1600	1560	1460	—	1500	1510~1580	—	1450~1500
	T ₃	1705	1650	—	—	—	—	—	—
再熱膨脹收縮		1600°C	1400°C	—	—	—	—	—	1550°C
線膨脹		-0.2	+0.17	—	—	—	—	—	0.5以下
スポーリング		0.85	—	—	—	0.74	0.5~0.7	—	1.39
		—	—	—	—	—	—	—	—

(第3表つゞき) 不焼成鹽基性煉瓦

		クロム・マグネシヤ煉瓦									フオルス・テライト・マグネシヤ煉瓦				
		F社		H社			Y社			S社			K社	S社	F社
		—	1	2	1	2	3	1	2	3	—	—	—		
化 學 成 分	Ig-loss (%)	4.33	1.86	0.94	5.68	5.72	6.74	1.5~3.0	1.5~3.0	1.5~3.0	5~8	1.5~3.0	4.52		
	SiO ₂ "	8.16	3.58	5.36	13.62	11.58	13.12	6.0~8.0	6.0~8.0	6.0~8.0	15~18	3.0~5.0	6.92		
	Al ₂ O ₃ "	18.20	27.97	21.23	17.43	15.08	6.64	9.0~11.0	15.0~17.0	17.0~19.0	2~4	1.0~3.0	2.52		
	FeO "	13.24	9.92	10.39	9.02	9.98	7.61	8.0~10.0	11.0~13.0	13.0~15.0	6~9	4.0~6.0	3.02		
	CaO "	0.56	0.51	0.66	1.29	1.15	0.64	1.0~2.0	0.5~1.0	0.5~1.0	—	2.5~3.5	1.98		
	MgO "	31.76	29.92	40.70	39.85	42.57	55.63	61.0~63.0	41.0~43.0	33.0~35.0	42~48	83~84	81.01		
	Cr ₂ O ₃ "	23.31	25.95	20.58	13.95	15.19	9.63	6.5~9.0	19.0~21.0	23.0~25.0	10~15	—	—		
MnO "	—	—	—	0.32	0.57	0.66	0.5	0.5以下	0.5以下	—	0.5以下	—			
耐火度 (SK)		36以上	37以上	37以上	37	37	37	40以上	40以上	40以上	38以上	40以上	36以上		
吸水率 (%)		—	5.9	3.3	5.3	5.4	6.5	—	—	—	5~8	—	—		
氣孔率 (%)		7.5	13.3	10.2	14.9	14.9	16.9	10.0~13.0	8.0~11.0	9.0~12.0	12~15	8.0	8.1		
嵩比重		3.27	3.03	3.10	2.77	2.76	2.60	2.9~3.1	3.1~3.2	3.1~3.2	2.7~2.8	10.0	2.94		
見掛比重		3.55	3.50	3.45	3.25	3.24	3.12	3.3~3.4	3.5~3.6	3.5~3.6	3.4~3.5	2.9~3.1	3.19		
壓縮強さ (kg/cm ²)		460	140	183	345	283	222	650~750	750~850	750~850	250~350	3.2~3.3	431		
荷重軟化點 °C T ₁		1515	1250	1270	1390	1400	1300	—	—	—	1400~1450	800~900	1380		
" T ₂		1608	1440	1440	1560	1580	1448	1500~1550	1550~1600	1550~1600	1490~1560	—	1430		
" T ₃		1633	—	—	1650	1640	1550	—	—	—	—	1450~1500	1442		
再熱膨脹收縮線 膨脹		—	—	—	1400°C	"	"	1550°C	"	"	—	1550°C	—		
線 膨 脹		—	—	—	-0.45	-0.79	-0.85	0.5以下	0.5以下	0.5以下	—	0.5以下	—		
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5~0.7	1.35	—		

水冷管をどの程度少くし得るかの問題も今後の研究課題と思われます。

重油専焼爐が遂次増加の傾向にあります。この場合のポートは構造簡単な故鹽基性煉瓦の特徴を充分發揮出来る様であります。然し瓦斯爐の場合に於けるガスポートの鹽基性化に就いてはスケール及び鐵滓の堆積の點でいろいろ研究すべき點が残されていると存じます。歐州では早くからこの問題が取上げられ爐材の選擇、ポートの設計、築造方法の三點から解決されている様であります。本邦では今後の問題として協同研究されるべきであると存じます。一般に鹽基性煉瓦は急熱急冷を嫌うものであり従つてガスポートの場合時々ガス煙道の掃除のための爐の冷却が鹽基性ポートの諸性質に影響するところが大きい様に思われます。

第3表の國産のクロム、クロマグ系、及びマグネシヤの鹽基性煉瓦の諸性質の一例であります。國內の鹽基

性質煉瓦の生産も需要家の要望に望じて漸次増産して参りました。第4表は最近二、三年間の鹽基性煉瓦の生産量を示すものであります。

第4表 鹽基性煉瓦の生産 (月平均)

煉瓦名	25年度	26年度	27年度
クロム煉瓦	1,910t	2,900t	2,750t
クロマグ "	50	240	870
マグネシヤ "	200	350	390

(註 27年度は9月迄の生産量である)

鹽基性煉瓦に對する煉瓦業者の設備も遂次改善され原料の精選、粒度の調整、高壓成形、及び高温焼成の手法が取り入れられ不焼煉瓦の製造には Chemical Binderの研究及び鐵板の活用等が目立つて來ました。

(ハ) 蓄熱室及び鐵滓室

この部分に於て目下問題となつております點はシヤモ

ツト質ギッター煉瓦の利用，ギッター煉瓦積方の研究，立上り部分の鹽基性化，蓄熱室及び鑄滓室天井にシャモット煉瓦の應用，及び保温コンクリートの利用による熱損失と空氣侵入の防止等であろうと存じます。

シャモット質ギッター煉瓦と珪石質ギッター煉瓦と何れが利益かの點に就いては，個々の蓄熱室の實狀により一概には言えませんが熔滓の侵蝕にはシャモット質の方が遙かに強いものですから漸次シャモット質の採用が多くなつて來ました。この種の用途には氣孔率の少ない，よく焼締つた煉瓦が成績がよい様であります。品質はSK 32~33, Al₂O₃ 36~42%, 嵩比重 2.05~2.10 氣孔率 18~22% 程度のものが利用されています。

保温材としては米國では使用に便利な斷熱コンクリートが一般に利用されている様であります。この種の國産品も近く市場に出ることゝ存じます。

平爐の構造様式が Basic End になつた場合には Silica End の場合に比して鑄滓室の鑄滓の堆積の様子が異つて來ると思われまゝ。堆積した鑄滓を取除き易い様に考へることは今後の一課題と思われまゝ。

平爐全體として以上の如き爐材の變化，設計の改良のため 1 campaign 當りの出鋼量が増加し鋼塊連當りの煉瓦消耗單位も年を追つて減つて參りました。平均的に見まして

昭和 23—24 年度	40~45 kg/t
昭和 25—26 年度	35~40 kg/t
昭和 27 年度	30~35 kg/t

で成績のよい處では 25~28 kg/t という數字も出ております。この傾向で行きますと米國の水準 20 kg/t に達する時期も遠くはないものと豫想されます。

酸素製鋼と爐材消費に就いては各所に於いて現在研究されていますが酸素製鋼法採用の初期に於いては不熟練のため爐材の部分的の熔損が激しい様ですが，操業の熟練と，爐材の選擇よろしきを得れば原單位的に見て爐材の消耗が特に大となるという様なことはないのではないかと豫想しています。

II. 熔鑄爐

戦後米國の代表的メーカーの高爐煉瓦が各所に輸入され，その品質も明らかにされました。この種煉瓦は米國

第5表 輸入米國製熔鑄爐用煉瓦の品質

Maker Brand Name.	Harbison Walker Ref. Co. (輸入品)		General Refractories Co. (見本品)	
	VARNON B	H—W 18 PA	H ₁	BF
Ig. loss %	0.44	0.96	0.08	0.10
SiO ₂ %	52.36	52.82	53.47	54.42
Al ₂ O ₃ %	40.90	38.90	39.90	38.93
Fe ₂ O ₃ %	2.11	2.52	1.93	2.62
TiO ₂ %	1.82	2.02	2.48	2.08
CaO %	0.26	0.32	0.46	0.40
MgO %	0.30	0.40	0.47	0.61
Alkali %	1.67	2.13	—	—
耐火度 S. K.	34.0	33.8	33.3	32.2
見掛氣孔率 %	10.43	12.20	12.17	17.15
全氣孔率 %	13.35	20.70	18.80	19.70
嵩比重	2.33	2.15	2.20	2.20
荷重軟化點 (T ₂) °C	1500	1475	1445	1305
耐壓強度 kg/cm ²	644	470	390	326

第6表 熔鑄爐用耐火物の一般的な特性

Type	First Quality	Hard Burn "Cone 18"	Extra Hard Burn "Cone 23"	Super Duty	Semi Silica
燒成溫度 cone	15~16	18	23	—	—
SiO ₂ %	51~53	51	53	51	78
Al ₂ O ₃ %	40~39	40	42	42	18
嵩比重 gr./cm ³	2.08~2.19	2.21	2.31	—	1.81
耐火度 P.C.E.	32~1/2	32~1/2	34	34	29
氣孔率 %	17	15	14	14	28
荷重軟化變形 1350°C %	1.1	0.8	0.1	—	1.0
(load: 1.75 kg/cm ²) 1450°C %	5.4	3.0	1.2	4	6.5
再熱線變化 % 1390°C	0.0	0.0	0	—	+0.2
1500°C	+0.5	+0.5	0	+0.1	-1.2
1600°C	+1.0	+1.0	-0.5	—	—

の大型高爐で出銑 200 萬~300 萬噸の壽命を示しているものであります。その發表された品質は河内・須賀兩氏⁴⁾によれば第 5 表の通りであり、又昨年(1955)の米國の雜誌⁵⁾に載つていた高爐煉瓦の品質表を第 6 表に掲げました。

米國でも最近では高爐建設の Initial Cost が高くなつたので尠くとも 200 萬噸以上の出銑量が保證されなければならぬと言われております。

シャフト部煉瓦の Carbon Deposit の原因となる鐵斑點の問題も SK 18 以上の高温燒成によりて、Carbon Deposit を著しく減少することが出来ることが明らかにされました。⁶⁾

本邦では戦前優良な復州及び博山粘土が自由に輸入され乾式成形、高温燒成にて相當優良な高爐煉瓦が生産されておりましたが、戦後一時輸入原料杜絶した爲に國內原料の活用が研究され、最近に至りて一部輸入原料も入荷

可能となりましたから、今後は國産の煉瓦も品質向上することゝ存じます。第 7 表は弊社の熔鑄爐煉瓦の品質の一例であり、又第 5 圖は昨年製造しました高爐シャフト煉瓦の氣孔率、嵩比重、及び寸法のバラツキの數字であります。今後輸入高壓プレスを活用によりて國産品も更に品質及び寸法の均一なものが出来て輸入品を防止し得ることも遠くはない見込であります。

III. 造塊用煉瓦

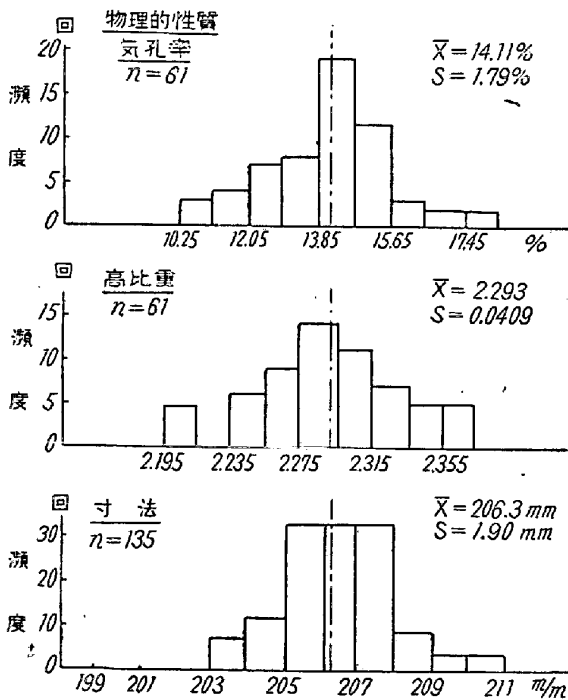
造塊用煉瓦は鋼塊製造の最後の重要工程であり、その品質の向上はこゝ數年來大きくクローズアップされて來ました。特に今後大型鋼塊の上注ぎが實施される様になれば、スリーブ煉瓦、ストッパー煉瓦、及びノズル煉瓦に就いての研究課題が起つて來ることゝ思われます。

鋼塊の砂疵と造塊用煉瓦の品質とは直結的關係がある様に豫想されておりますが、現在各所に於いて統計的品質管理の立場よりこの問題が調査されておりますから早晩明らかにされることゝ存じます。以下こゝ數年來の造塊用煉瓦の進歩に就いて概略述べさせていただきます。

(イ) 鍋煉瓦

こゝ數年來シャモット質、蠟石質共に低氣孔率の方向に進んでおります。第 6 圖及び第 7 圖は耐火煉瓦技術會造塊用煉瓦専門委員會⁷⁾で調査致しました 17~23 工場よりの報告を取纏めたものであります。最近では氣孔率 20% 以下のものも量産される様になつて來ました。耐火度は第一義的に重要な要素でないことも明らかになつて來ました。

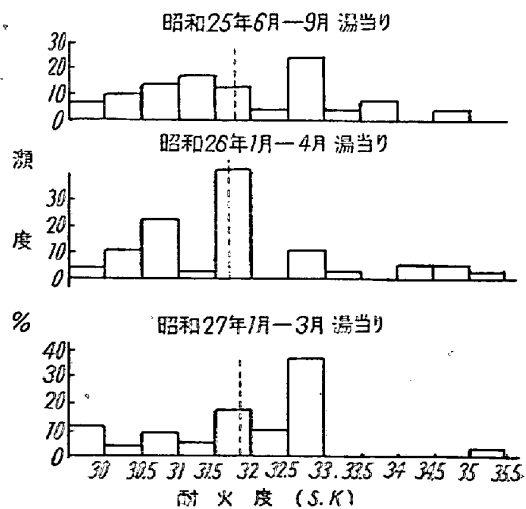
第 8 圖、第 9 圖は上述の専門委員會で調査致しました鍋の壽命回數と原單位の統計であります。最近では煉瓦の品質向上、注入時の鑄滓の溢流、及び中間修理等のた



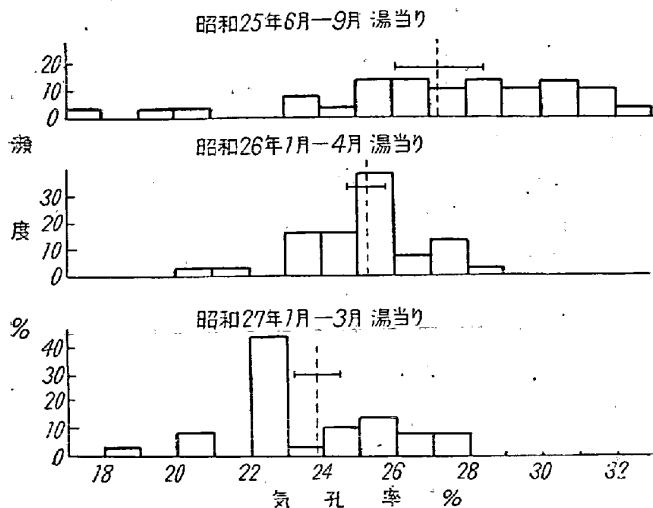
第 5 圖 製品の物理的性質並に寸法ヒストグラム

第 7 表 最近の弊社製熔鑄爐用煉瓦の品質一例

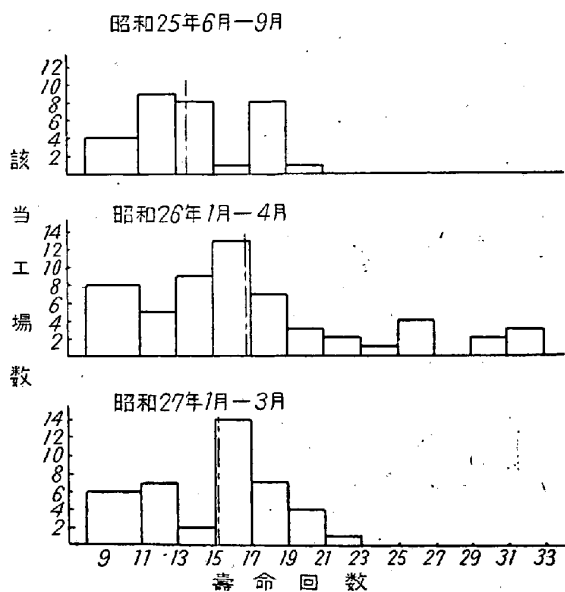
		爐底用	爐壁用
SiO ₂	%	52.98	55.64
Al ₂ O ₃	%	43.26	39.96
Fe ₂ O ₃	%	2.73	2.55
耐火度	S.K	33+	32+
見掛氣孔率	%	15.0	13.9
全氣孔率	%	17.8	16.8
嵩比重		2.31	2.25
荷重軟化點 (T ₂)	°C	1485	1430
耐壓強度	kg/cm ²	400~450	400~500



第 6 圖 耐火度ヒストグラム



第7圖 氣孔率のヒストグラム

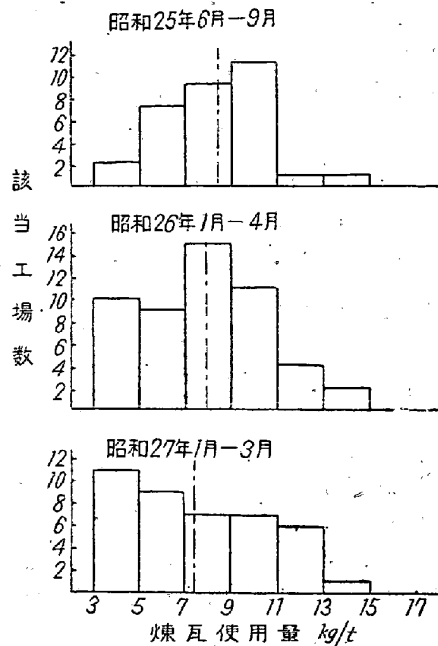


第8圖 壽命回数ヒストグラム

め壽命回数 25 回、原單位 6 kg 台の工場も珍らしくな
 くなつて來ました。今後の研究問題としては
 鍋煉瓦の形狀の標準化による價格の低下
 煉瓦の形狀の正確化による目地の節約
 目地材料の品質

Slag Inclusion の立場から見た鍋煉瓦の材質
 で最後の問題は特殊鋼方面にて特に重要視されている點
 であり、高 SiO₂ 低氣孔率のもの、又は米國で使用され
 ている様な低耐火度の Bloating Type (高温度で膨脹
 性のあるもの) 等の實用試験は今後興味ある問題である
 と存じます。第8表⁹⁾は米國の Inland Steel Co. に於
 ける鍋煉瓦の使用実績であります。

これを見ると大きい鍋の割合に内脹の厚みは厚くな
 い、即ち 6" で然も 8 1/4 × 6 × 3 1/2" の circle brick



第9圖 良塊噸當煉瓦使用量のヒストグラム

第8表 鍋煉瓦の使用実績

・ Ladle lining at Inland Steel Co.

Location	Thickness Inches			
	100-ton	145-ton	175-ton	200-ton
Wearing Bottom	6	6	6	6
Side Wall	6 (2'6" high)	6 (4'0" high)	6 (4'0" high)	6 (5'0" high)
Rest of lining	4 (8'0")	4 (8'6")	4 (9'0")	4 (8'6")

1950 Results

Ladles	Number of Linings	Number of Heats	Average per Hadle	Refractories lb/t
100-ton	426	9,688	22.74	7.604
145-ton	189	3,953	20.92	7.634
175-ton	300	4,778	15.93	9.946
200-ton	382	6,274	16.42	9.195

と 8 1/4 × 4 × 3 1/2" の Straight brick で巻かれたもの
 であると書いています。

(ロ) スリーブ煉瓦

スリーブ煉瓦の品質も遂次改良されて來ましたが、未
 だ棒切れ、縦割れ等の事故を絶無にする迄に至つており
 ません。熔鋼、熔滓の侵蝕に對しては尙材質的に改良の
 餘地も残されています。真空 Auger Machine の利用、シ
 ヤモット粒子の粒度調整、及び結合粘土の材質等の點更
 に研究されるべきであり、Slag line 及びストッパーヘ
 ッドの直上のスリーブ煉瓦の如く特に侵蝕の甚だしい箇
 所には Clay-Carbon 質、又は Al₂O₃ 分の高いシヤモ
 ット質が良好の様であります。縦割れに就いてはスリー

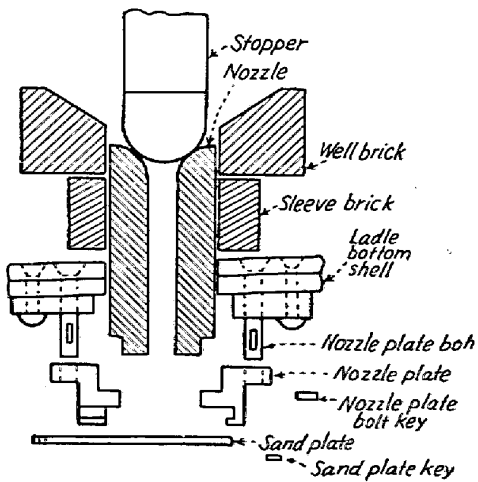
ブ煉瓦の取付け方法の改良も併せて工夫される可きでありましょう。目地からの侵蝕防止に就いては煉瓦の寸法の正確化と、継目のダボの山を深くすることが必要で、煉瓦の製作上あまり長いものは歪が多くなり勝ちでありますから、米國式の如く長さを 12" 以下にして形狀を正確化し、目地材料を特に研究した方が全體として有利ではないかと思われます。

(ハ) ストツパー煉瓦

戦前はストツパー煉瓦はシャモット質一點張りでありましたが米國、獨乙に於いて黒鉛質ストツパー (clay-carbon) 煉瓦が使用されている實情から數年來本邦にてこの問題が大きく取上げられ、一部輸入もされ、國産のものも二、三市場に出るに至りました。これは黒鉛を 15~30% 配合されたシャモット質のものであります。大型上注ぎの鍋及び特殊鋼の鍋に於てはシャモット質ストツパー煉瓦は軟化甚しく頭をとられる事故が起り勝ちでありますので、この方面より黒鉛質のものが逐次使用されて來る傾向にあります。第 9 表¹¹⁾は八幡製鐵の中原文夫氏が發表された米國製黒鉛ストツパー煉瓦の品質であります。シャモット質ストツパー煉瓦もコールタール處理することによりて熔損の程度もある程度防止出来る様であります。

(ニ) ノズル煉瓦

ノズル煉瓦には純シャモット質が普通使用されておりますが、大型鋼や高マンガン鋼等の場合はノズル孔径の擴大率が大きくなり、注入速度の變化のため鋳塊の材質に悪影響を及ぼす場合があります、この対策が研究課題の一つであります。たまたま昨年八幡製鐵株式會社に輸入された米國製のノズルは高さの高い筒型のもので、その取付方法によると第 10 圖¹²⁾の如く鍋の一部が改造されなければなりません、これが使用に於て成績良好の由灰



第 10 圖 ノズル設置の断面圖

開してあります。その品質數値は第 9 表¹¹⁾の如く低耐火度の Bloating 性のもので從來のノズル材質の觀念とは全く異なり興味ある原料より出來ているものであります。この種のノズルが今後の製鋼界に必要なものであれば、耐火煉瓦業者としてもこの種原料の探究に意を用う可きであり、又從來のシャモット質ノズルの品質も更に原料の精選加工、粒度の調整等によりて、もう一步改善す

第 9 表 米國ノズル、ストツパー品質試験結果

試料名		黒鉛質ストツパーヘッド	シャモット質ノズル	
試験項目	比重	1.77	2.10	
	見掛比重	2.40	2.60	
	眞比重	2.53	2.61	
氣孔率	見掛氣孔率 %	25.9	19.1	
	密封 "	4.1	0.4	
	眞 "	30.0	19.5	
耐火度 S.K.	耐火度	31.0	27.0	
	耐壓強度 kg/cm ²	115	406	
スポール	龜裂開始 (平均回口)	10回でせず	3.3 回	
	破壊開始 (")	10回でせず	10回でせず	
膨脹	最大膨脹率 %	0.51(1015°C)	2.69(1140°C)	
	永久收縮率 %	1.51	+1.99	
	收縮始發溫度 °C	1015	—	
荷重	硬	T ₁ (收縮始發) °C	1310	1065
		T ₂ (2% 收縮) "	1454	1144
		T ₃ (20% ") "	1661	1236
		T ₅ (50% ") "	1740	1275
	軟	T ₁ (收縮始發) °C	1185	1020
		T ₂ (2% 收縮) "	1329	1088
		T ₃ (20% ") "	1443	1158
		T ₅ (50% ") "	1507	1224
化學成分	Ig. loss %	17.24	0.20	
	SiO ₂	45.58	62.52	
	Al ₂ O ₃	29.42	27.83	
	Fe ₂ O ₃	3.30	3.92	
	CaO	1.10	1.16	
	MgO	0.99	1.17	
	MnO	trace	trace	
	Na ₂ O	0.61	0.66	
K ₂ O	0.81	1.86		

侵蝕試験 1400°C-30 min. 被蝕率 Wt/% 毎分一回轉4.8 回轉せず61.0

構成原料 天然鑄狀黒鉛炭 高珪酸質シャモット (3mm 以下) シャモット (1.5mm 以下) 高珪酸質粘土 粘土

(第9表つゞき) シヤモット質ノズル (SWANK) の加熱による比重、気孔率の變化

試験項目	試料名 原試料	同加熱 (1200°C- 2hr)	同加熱 (1400°C- 2hr)	同加熱 (1500°C- 2hr)
嵩比重	2.10	2.00	1.46	0.97
見掛比重	2.60	2.17	1.66	1.20
真比重	2.61	2.55	2.49	2.48
見掛気孔率%	19.1	8.3	14.7	19.2
密封気孔率%	0.4	13.2	26.6	41.6
真気孔率%	19.5	21.5	41.3	60.8
残存膨脹率%		3.22	9.30	34.40

ることも目下進行中であります。

IV. プラスチック耐火材

前述の断熱コンクリート用のキヤスタブル材料, Air Set のクロム・モルタル, プラスチック・クロムスタンプ, 又は塗付用材料, シヤモット質及び高アルミナ質のプラスチック材, 及び耐火コンクリート用のキヤスタブル材料等の所謂 Jointless 爐材としての各種のもの, 目地用としての Air Set, Heat Set の耐火セメント等米國に於けるこの種の爐材の發達事情に刺戟されて, 本邦に於ても漸次この種の耐火材の需要が増加の傾向にあります。現在では一部輸入に候つ有様であります。内地業者の研究の實用化により遂次この種の爐材も國産化の傾向に進みつゝある様であります。プラスチック・クロムは均熱爐の爐底の一部, 加熱爐の爐底の一部, 加熱爐

のスキッドパイプの保護, 及び平爐装入口ドアのスタンプ等に有効に利用される可能性があるます。

(昭和 28 年 2 月寄稿)

文 献

- 1), 2) L. L. Wells, A. I. M. E.-National Open Hearth Committee Proceedings, 1949, Vol. 32, 212.
- 3) 日本鐵鋼協會, 鐵鋼要覽.
- 4) 河内通, 須賀音吉, 耐火物工業, 1952, 第10, 11 集, 50.
- 5) Owen R. Rice, Blast Furnace and Steel Plant, 1952, No. 5, 513 及び No. 6, 657.
- 6) J. A. Shea, Amer. Ceram. Soci. Bull., 1949, Vol. 28, No. 7, 95.
- 7) L. J. Torostel, Jour. Amer. Cer. Soc, 1951, Vol. 34, No. 3, 76.
- 8) 耐火煉瓦技術會, 造塊用煉瓦専門委員會主査, 昭和 27 年 9 月, 4, 6, 12 及び 13.
- 9) C. E. Sumpter, A. I. M. E.-Open Hearth Proceedings, 1951, Vol. 34, 172.
- 10), 11) 中原文夫, 耐火煉瓦技術會講演會, 昭和 27 年 5 月.
- 12) W. G. McDonough, A. I. M. E.-Open Hearth Proceedings, 1950, Vol. 33, 81.