

II 資料の(2)

講演

珪石煉瓦の熔融状態に於ける粘りと腰の強さに就て

日本製鐵株式會社八幡製鐵所

田所芳秋 須賀晉吉

I. 緒言

本邦に於ける現在珪石煉瓦の主要なる用途は製鋼爐用
 コークス爐用としてその 70% 餘は平爐作業に使用され
 つゝあり、日支事變以來鐵鋼業界は劃期的飛躍をなし製
 鋼作業の傾向は必然的に高温作業となり従て珪石煉瓦の
 性狀に於て特に優良化を絶對必要とするに至れり。平爐
 に於て最も良質の珪石煉瓦を要するは天井及びガス噴出
 口にして煉瓦の不良焼より來る急激なる膨脹の少なきこ
 と、耐火度の高きこと及び熱間に於ける龜裂折損等の少
 なきこと、鋼滓その他の装入物に侵蝕され難きこと等數
 多の物理化學的條件を要求されつゝあり。この外近時最
 も製鋼業者に依りて要求さるゝは熔融點近くの高温に曝
 露さるゝ時速かに龜裂折落の少なき何れかと云へば鉛狀
 に粘く尾を引きて流れる様な所謂熱間に於て粘りのある
 煉瓦を切望しつゝあり。而して是等種々の性質を満足せ
 しむるためには原料の精撰は勿論原料の粉碎方法その粒
 度分布、製型並に乾燥方法の改良研究なほ更に焼成方法
 に一段の注意を拂ふべき事勿論なり。他種煉瓦に比し特
 に珪石煉瓦には數段の結晶轉移を有しその取扱ひの如何
 により品位に至大の關係を及ぼすを以て適切なる焼成方
 法の確立は最も重要な項目なるべし、著者は本研究に
 於て同一の珪石原料を使用し唯粉碎方法、混練方法及び
 焼成方法を夫々別にした場合珪石煉瓦として如何なる優
 劣を生ずるか例示し更に平爐用珪石煉瓦としての最適な
 る性質如何等の問題に及ぼんとす。特に熔融状態に於け
 る珪石煉瓦の粘りと腰の問題を取扱はんとす。

II. 試料煉瓦の製造方法

(1) 試験用素地煉瓦の製造

(イ) 原料及び配合割合 原料配合は重量にて下記の
 割合となせり。

丹波珪石(甲) 70%, 若狹珪石(二號) 30%, 石灰
 2%: 但し(甲)及び(二號)等は八幡製鐵所第二窯業課
 に於て選別の上適宜附せる等級なり。

(ロ) 同粉碎及び混練方法 粉碎方法及び混練方法は
 下記の四通りの方法を採用せり。

第一荒石法: 一本法は山出しの原石を破碎機に依り
 2~3 in (50~80 mm) 以下に荒割りし希望の配合割合に
 なる様に濕式下廻りフレットに投入し規定通りの石灰乳
 を入れ粉碎しつゝ混練す。この時間約 37 分にて粒は
 3 mm 以下となる又別途に他の破碎機に依り 2~3 in (50
 ~80 mm) 以下に破碎せるものを乾式フレットに依りて
 3 mm 以下の粒度の粉末となし置き是れを 30% 丈け前
 記濕式フレットに入れ 3 分間混練することに依り製型に
 適當なる粘りとなるを待つて製型作業に移し平爐天井用
 煉瓦を手打に依り製型せるものなり。

第一粉末法: 一山出しの原石を破碎機に依りて 2~3 in
 (50~80 mm) となしこれを目皿フレット設備と云ふ一聯
 の粉碎設備に移す。目皿フレット設備は目皿フレット、
 Ball mill 及び他の上廻りフレット並に廻轉篩よりなる。
 先づ目皿フレットに依り 7 mm 以下の粒度となす。この
 7 mm 以下になつた粉末は次に Ball mill 及び上廻りフ
 レットを以て粉碎され 3 mm の孔を有する廻轉篩を通過
 す。この際廻轉篩に残りたる 3 mm 以上のものは上廻り
 フレットに返して粉碎せられ順次廻轉篩に至る。而して
 廻轉篩を通過したる 3 mm 以下の粉末は混練用下廻り濕
 式フレットに送入せられ此處にて石灰乳と共に混練せら
 る。この時間約 17 分なり。斯くして混練されたる物を
 更に製型に適する粘りとなすために豫め前記目皿フレ

ト設備に依りて別途に作り置きたる 3mm 以下の調合粉 30%をこの濕式下廻りフレットに混入して約 3 分間混練す是れを以て所要煉瓦を製型す。

第二荒石法：一相當大なる荒石を所定の割合に配合して直ちに濕式下廻りフレットにて石灰乳と共に約 37 分粉砕混練す。又別に破砕機に依りて 2~3 in (50~80 mm) に破砕せる原料を目皿フレット設備に依り 3mm 以下の同配合粉末となし置き是れを 30% (目方にて) 丈け前記濕式下廻りフレットに混入投合して 3 分間混練粉末とす。是れを所定の煉瓦に製型するものなり。即ち第一荒石法と異なるは後よりの調合粉の製作方法に於て前者は乾式フレットを用ひ後者は目皿フレット設備に依ることなり。

第二粉末法：一山出しの原料を夫々破砕機に依りて 2~3 in (50~80 mm) とに破砕す。次に是れを目皿フレット設備に依り 3mm 以下の粉末とす。是れを濕式下廻りフレットにて所定配合割合に石灰乳と共に約 32 分間混練す。又別途に目皿フレット設備にて作りたる 3mm 所定同上の調合粉 30% をこの濕式下廻りフレットに入

れ再び 3 分間混練す。これを以て所定の煉瓦を製型す。即ち第一粉末法と異なるは濕式フレットの混練時間に於て前者は 17 分なるに本志は 32 分を要せしめたるものなり。

今これ等の四方法の破砕から製型法の順序を圖表を以て示せば第 1 表の如し。

(2) 素地煉瓦の乾燥

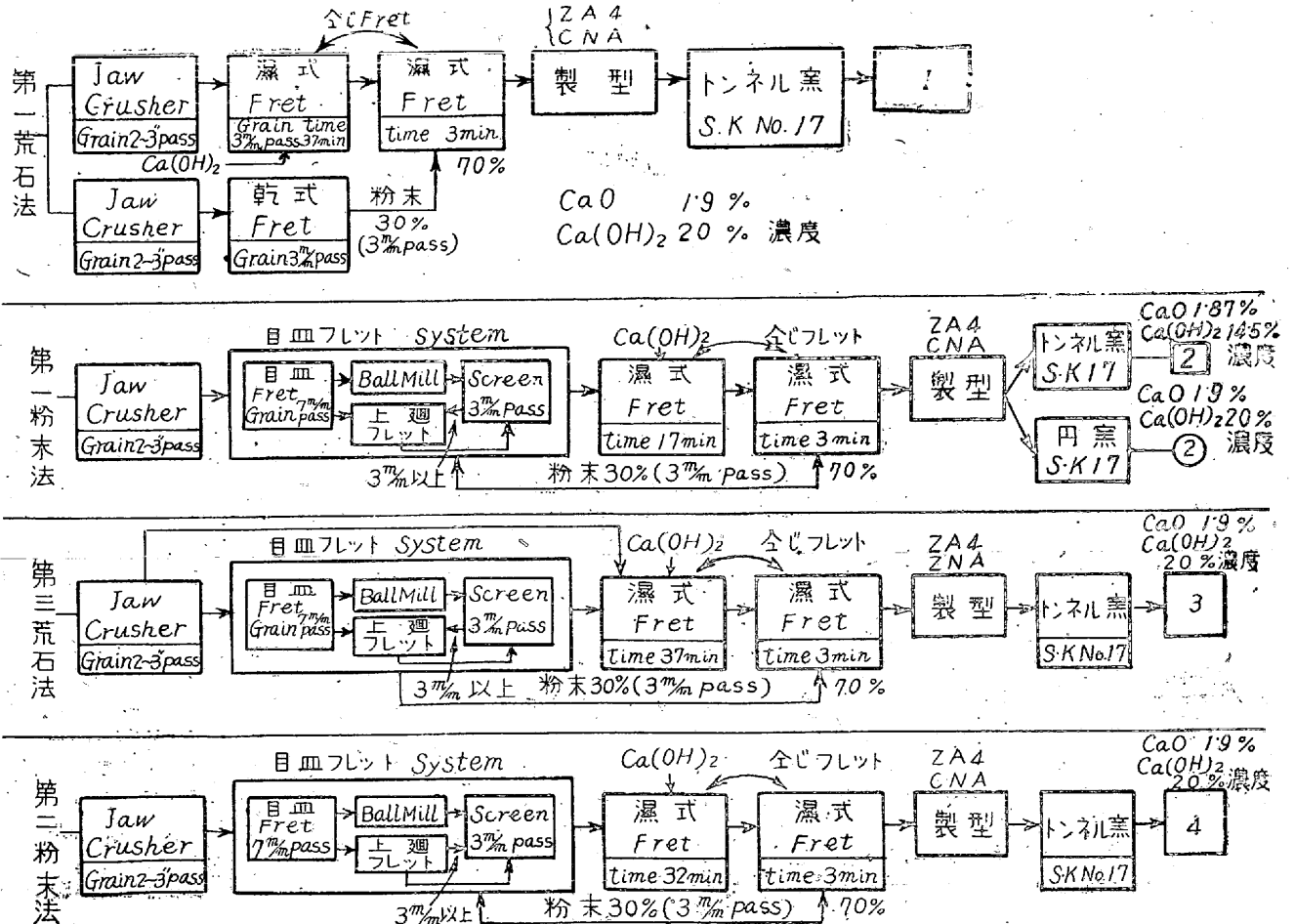
素地煉瓦は濕度調節式トンネル乾燥爐を用ひたり。この爐の入口の溫度は 70° にして出口の溫度 120° なり。通過時間は 18 時間なり。但し濕度調節はこれを行はず。

(3) 煉瓦の焼成方法と試験煉瓦の符號

煉瓦焼成に際してはこれを丸窯及びトンネル窯の二種を使用せり。試験煉瓦の符號次の如し。

製作方法	焼成方法	符號
第一荒石法	トンネル窯	[1]
第一粉末法	トンネル窯	[2]
	丸窯	②

第 1 表



第二荒石法 …… トンネル窯 …… [3]

第二粉末法 …… トンネル窯 …… [4]

今丸窯に於ける焼成の時間と温度との関係曲線は第 1 圖 (略) に示す如く燃料として石炭を使用し SK 17 に上昇する迄約 10 日を要せしめ SK 17 (曲線は側部を光高温計にて測定せるに依り温度の指示低し) に保留すること約 10 時間にして火止めを行ひその儘數日間放置して爐外に搬出す。次にトンネル窯に依る焼成はドレスラー式トンネル窯にして燃料としてガスを使用せり。爐内の温度配布は第 2 圖 (略) に示す如くにしてこの中を通過せしむるに總計 11 日を要せしむ、即ち最高温度 1,450° (SK.14+2) に達せしむるに 4 日を要し丸窯に比較して 6 日間短縮せり。同温度に保留されたる状態にある事曲線より見て約 10 時間となる。即ち概して丸窯焼成は最高温度に達するにトンネル窯に比し總日數に於て 4 日長く且つ最高温度に於て 65° 高し、以上に依りて粉碎、混練の方法を異にし且つ焼成方法を二方法に分つ事に依り煉瓦材質に如何なる結果を生ずべきやを検討せんとす。

III. 素地煉瓦の粒度篩別試験

一旦製型乾燥せる素地煉瓦 CNA 型及び 2A4 型に就

てこれを破壊し水に侵して全く製型前の粒度となし再びこれ等粉末を充分乾燥し篩別試験に供す。篩別試験器は Tyler 式標準試験篩を使用せり、該試験篩は 1 吋の長さにて就ての孔數即ち Mesh は 3 Mesh=9 孔, 4 Mesh=16 孔, 6 Mesh=36 孔, 8 Mesh=64 孔, 10 Mesh=100 孔, 14 Mesh=196 孔, 20 Mesh=400 孔, 28 Mesh=784 孔, 35 Mesh=1,225 孔, 48 Mesh=2,304 孔, 65 Mesh=4,225 孔, 100 Mesh=10,000 孔, 150 Mesh=22,500 孔, 200 Mesh=40,000 孔にして一聯の粒度篩別可能なり。この篩を用ひて篩別試験の結果第 2 表の數字を得たり、數字中細字は各孔に於ける百分率、太字は各孔の加算百分率 (Cumulative Percentage) を示す、第 3 圖の (1) 及び第 3 圖の (2) は夫々 CNA 及び 2A4 に就ての曲線を表はす。圖中何れも A 群は加算百分率にして B 群は普通百分率なりとす。

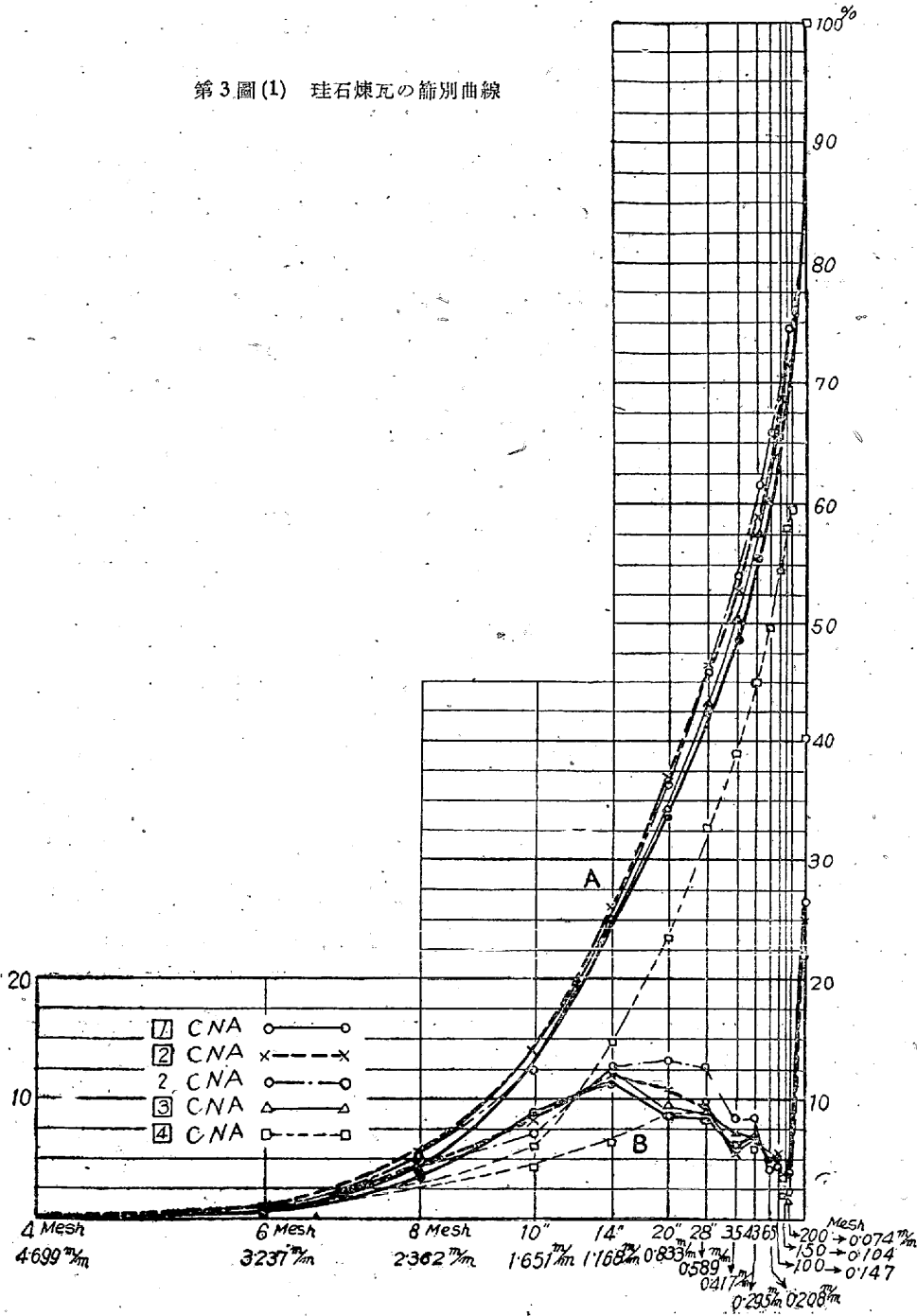
IV. 珪石の膨脹變化

此處に二、三の原料珪石に就て膨脹を測定し珪石の變化に關する概念を記述し本研究に入る爲めの豫備的參考に供す。先づ膨脹測定装置に就て概説せんに第 4 圖はこれを示すものにして圖中黒鉛管電氣爐 (F) 望遠顯微鏡 (T) 高温計 (P) より構成せらる、試料は徑 20 mm, 長

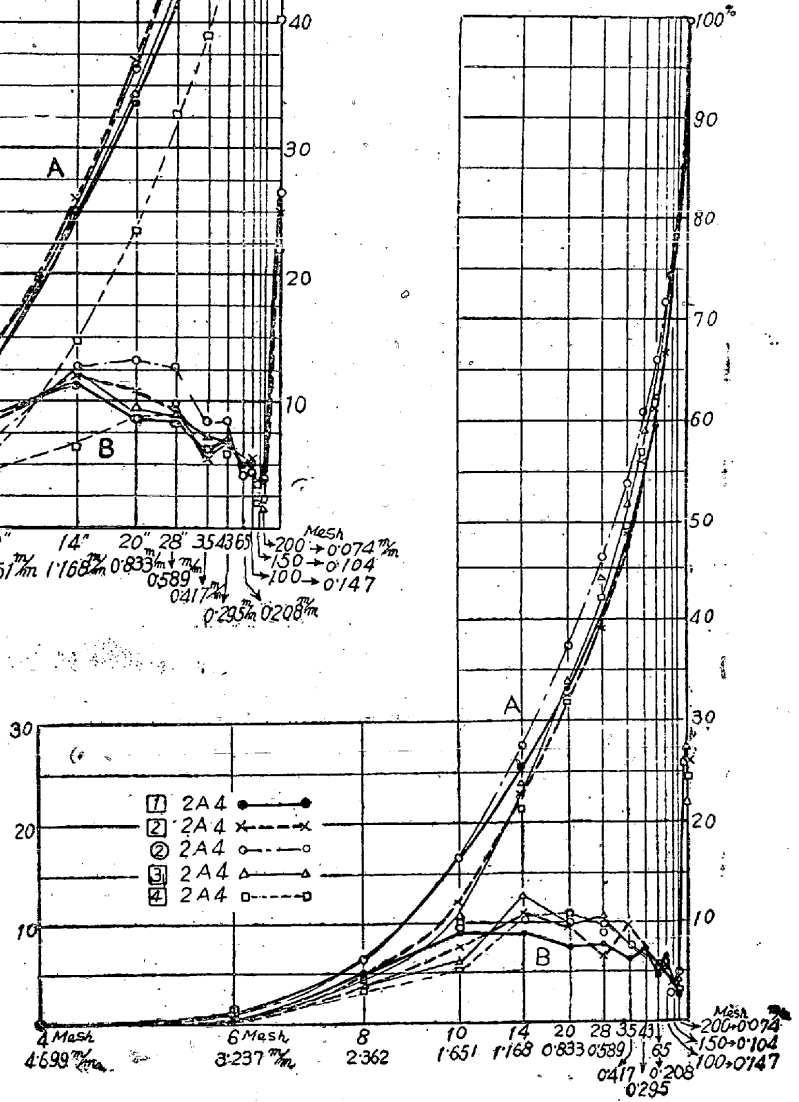
第 2 表 素地煉瓦の粒度篩別試験結果表

符 號	4 mesh	6 mesh	8 mesh	10 mesh	14 mesh	20 mesh	28 mesh	35 mesh	43 mesh	65 mesh	100 mesh	150 mesh	200 mesh	200 mesh Pass		
	4.699 m/m %	3.237 m/m %	2.362 m/m %	1.651 m/m %	1.168 m/m %	0.833 m/m %	0.589 m/m %	0.417 m/m %	0.295 m/m %	0.208 m/m %	0.147 m/m %	0.104 m/m %	0.074 m/m %	0.074 m/m %		
2A4 型	[1] 百分率	0.25	1.30	5.44	9.51	9.25	7.63	7.87	6.32	7.34	4.49	6.30	2.37	4.68	27.25	
	[1] 累加百分率	0.25	1.55	6.99	16.50	25.75	33.38	41.25	47.57	54.91	59.40	65.70	68.07	72.75	100.00	
	[2] " 百分率	0.11	0.60	4.02	7.53	10.98	9.57	6.61	6.94	6.80	5.40	5.45	2.69	4.63	25.97	
	[2] " 累加百分率	0.11	0.71	4.73	12.26	23.24	32.81	39.42	49.06	55.86	61.26	66.71	69.40	74.03	100.00	
	[3] " 百分率	0.13	0.33	5.61	9.95	10.47	10.46	9.02	7.34	6.99	5.34	5.52	2.68	3.64	22.02	
	[3] " 累加百分率	0.13	0.96	6.57	16.52	26.99	37.45	46.47	53.81	90.30	66.14	71.66	74.34	77.68	100.00	
	[4] " 百分率	0.16	0.75	3.67	6.51	12.81	10.26	10.48	7.09	7.16	5.48	5.52	3.73	4.22	22.16	
	[4] " 累加百分率	0.16	0.91	4.58	11.09	23.90	34.16	44.64	51.73	58.88	64.37	69.89	73.62	77.84	100.00	
	[4] " 百分率	0.18	0.81	3.74	5.77	10.98	10.92	10.09	7.17	7.08	5.68	5.94	3.91	3.26	24.47	
	[4] " 累加百分率	0.18	0.99	4.73	10.50	21.48	32.40	42.49	49.66	56.74	62.42	68.36	72.27	75.53	100.00	
	CNA 型	[1] " 百分率	0.15	0.36	3.72	8.83	11.53	8.92	8.76	6.31	6.90	4.88	5.30	3.15	4.32	26.87
		[1] " 累加百分率	0.15	0.51	4.23	13.06	24.59	33.51	42.27	48.58	55.48	60.36	65.66	68.81	73.13	100.00
		[2] " 百分率	0.14	0.78	4.76	8.30	11.91	10.99	9.61	5.85	6.51	4.99	5.42	2.29	3.31	25.22
		[2] " 累加百分率	0.14	0.92	5.63	13.68	25.89	36.79	46.40	52.26	58.77	63.76	69.18	71.47	74.78	100.00
		[3] " 百分率	0.22	0.47	4.63	7.23	12.63	10.80	10.28	7.60	7.65	4.19	4.43	3.92	3.91	21.94
		[3] " 累加百分率	0.22	0.69	5.32	12.55	25.23	36.03	46.31	53.91	61.55	65.75	70.23	74.15	78.06	100.00
[4] " 百分率		0.20	0.65	3.79	7.94	11.73	9.92	9.17	7.11	7.02	5.22	5.05	3.11	1.63	27.40	
[4] " 累加百分率		0.20	0.86	4.65	12.59	24.32	32.24	43.41	50.52	57.54	62.76	67.81	70.92	72.60	100.00	
[4] " 百分率		0.14	0.61	3.16	4.46	6.51	8.65	8.73	6.60	6.35	4.77	4.69	2.53	2.17	40.64	
[4] " 累加百分率		0.14	0.75	3.91	8.37	14.88	23.53	32.25	38.85	45.20	49.97	54.65	57.19	59.36	100.00	

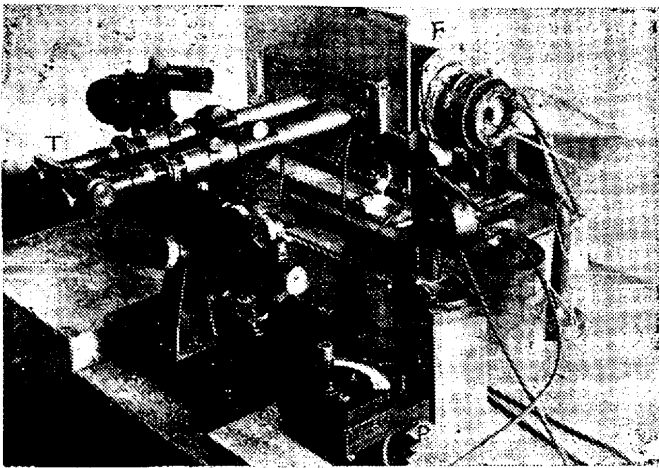
第3圖(1) 珪石煉瓦の篩別曲線



第3圖(2) 珪石煉瓦の篩別曲線



第4圖 膨脹測定装置



さ 120 mm にして中央に径 8 mm の孔を貫通し温度測定に便す、今試料を爐 (F) の中央に置き加熱に依る試料の両端の膨脹を爐に穿ちたる 2 個の孔を通して望遠顕微鏡に依り測定するものとす。

例一：—若狹産珪石 (薄桃色) の原石の膨脹 (1,500°)

第 5 圖 (例一) は若狹産薄桃色の珪石の儘に就て大氣温度より 1,500° に至る膨脹性状を示すものにして 575° 附近に於ける Quartz の α -結晶より β -結晶に移る大なる膨脹を示す。爾後殆んど變化なく 1,200° に達してより β -Quartz が Cristobalite へ變化するための龜裂に依る膨脹を見る、この龜裂膨脹に引き續き β -Quartz から Crist への轉移膨脹を示す事圖に見るが如し、次に冷却曲線に於ては 600° 附近迄は全く變化を生ぜず、この 600° 附近に到りて残留せる β -Quartz から α -Quartz への收縮あり且つ 230° 附近に於ける收縮は前記加熱の爲め生成せる Cristobalite の可逆變化なるは明かなり。

例二：—若狹産珪石粉末試料の膨脹 (70 Mesh 粉末 1,500° 迄)

第 5 圖 (例二) は 70 Mesh 以下となし糊料を以て固型せしめ充分乾燥して供試せるものなり。加熱に於て 575° 附近の α -Quartz より β -Quartz に移る膨脹は前記原石の儘のものと同様なれども粉末なるが故に轉移に時間の差異を生じ二回の變化あるを示す。この現象は實は一回の膨脹なれども粉末に加はる熱の傳導に差を生じ二段に表示されるものなるべし。而してなほ温度上昇する時は順次 1,200° 迄收縮の現象を起す。これ即ち珪石自體は容積變化なき筈なるも粉末固型なるを以て焼締りに依る收縮を生じたるものなるべし。

而してこの温度 1,200° 以上となりては原石の儘の時

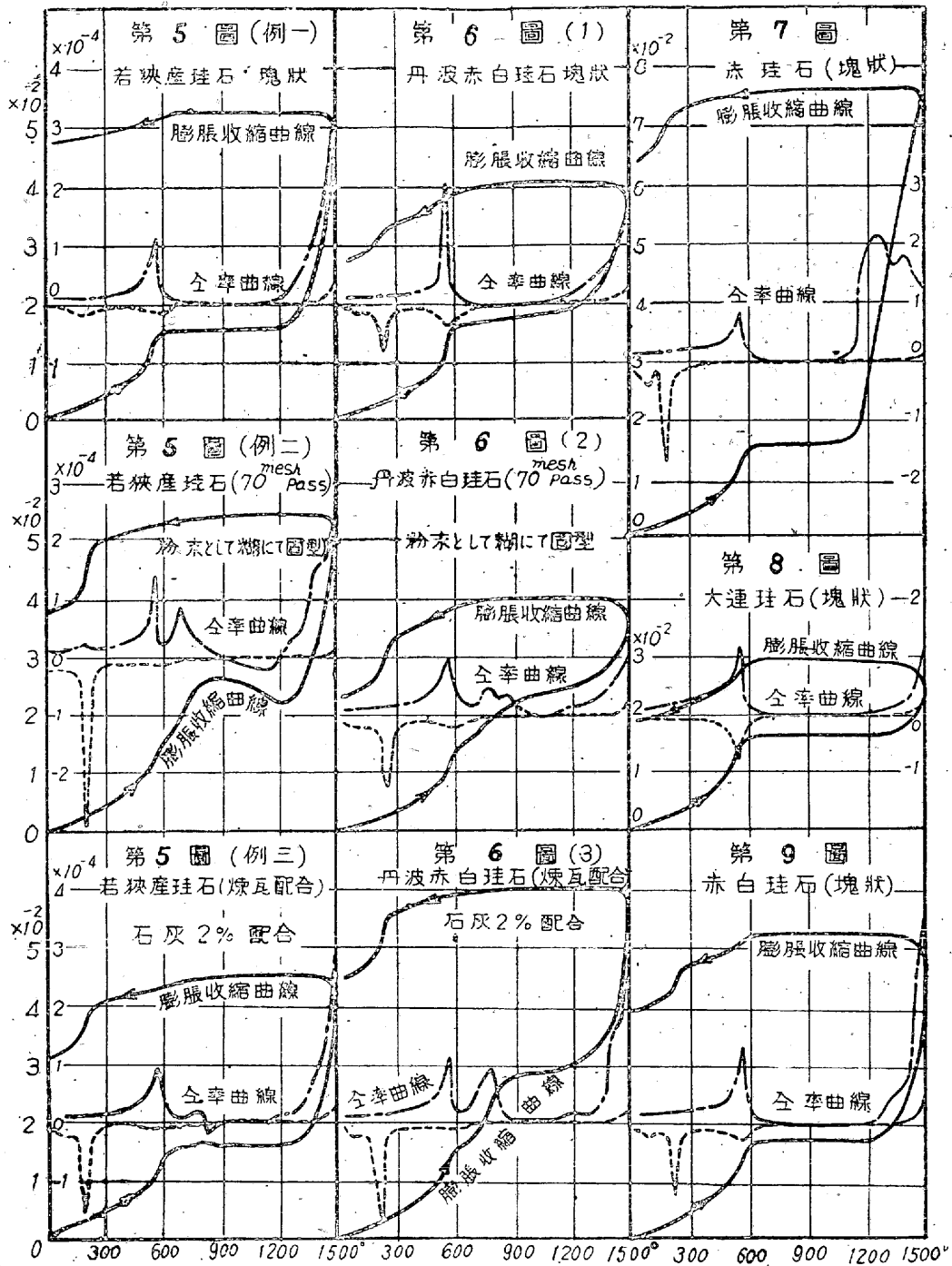
と同じく先づ Cristobalite に轉移の爲の龜裂膨脹を各粒子粒子に依り段階的に不規則的に生ず、同時に引き續きて又 β -Quartz から Crist に粒子粒子に依り段階的の轉移膨脹を示す事圖に見るが如し、次に冷却曲線に於ては原石の儘の試料と大差なく 60° 附近の β -Quartz から α -Quartz への收縮及び 230° 前後に於ける Crist の可逆收縮變化あり、是れは加熱の時に 1,200° 附近から β -Quartz から轉移した Crist なり。

例三：—若狹産珪石の煉瓦配合の膨脹 (粉末に石灰 2% 配合 1,500°)

次に珪石煉瓦配合として石灰 (CaO 2%) 乳を加へたる試料に就て 1,500° 迄の膨脹收縮を測定せん大體に於て前記例二の粉末単味のものと同様なる経路を見ること第 5 圖 (例三) の如し、即ち 575° 附近に於て α -Quartz から β -Quartz への大部分の變化あり、引き續きて殘部 α -Quartz から β -Quartz への轉移が 780° 附近に於て起りその後は焼締りの收縮ある事 CaO なき場合より大なり、なほ 1,100° 附近に於て焼締りを見る。この附近に於て β -Quartz から Tridy への變化も亦多少想起せらるる事と思はる。更に 1,200° 前後より珪石粒子の部分は龜裂膨脹引き續きこの β -Quartz から Crist への轉移膨脹等が數段に別れ段階的に膨脹變化ある事圖に見るが如し、次に冷却に於ては β -Quartz から α -Quartz への收縮が矢張り 600° 附近に於て見られ又 230° 附近の Crist の可逆變化及び 110° 附近の (第 5 圖 (例三) 冷却の收縮率曲線参照) Tridy の可逆變化あるを認めらる。

例四：—丹波赤白珪石の原石の儘の膨脹 (1,500°)

第 6 圖 (1) は丹波赤白珪石の原石の 1,500° 迄の膨脹收縮を示し、第 6 圖 (2) は 70 Mesh 以下を固型乾燥せる試料の 1,500° 迄の膨脹收縮を示す、又第 6 圖 (3) は CaO 2% 配合せる珪石煉瓦の生成に就て 1,500° 迄の膨脹收縮を示すものなり。先づ第 6 圖 (1) を見るに若狹珪石の原石と殆んど等しく先づ 575° 附近の α から β -Quartz への膨脹變化あり、次いで 1,200° 附近迄全く膨脹を示さず、1,200° 附近より β -Quartz から Crist への變化の前提としての龜裂に依る異常膨脹を示し引き續き Crist への轉化膨脹を示す、冷却曲線にては 600° 附近に残留 β -Quartz から α -Quartz への轉化收縮あり、次いで 230° 附近に於ての Crist の可逆收縮變化あり、なほ 1,500° 迄の 1 回の加熱冷却の爲赤白は大



氣溫度に於て2.7%の残留永久膨脹を有し若狹珪石は同4.7%を有する點注意に値す。第6圖(2)の70 Mesh以下の粒末を糊料にて固型供試せるものは前述若狹珪石のそれと同じく575°附近の變化に次いで粉末の焼締りに依る膨脹の停止及び引き續きて起る緩慢なる膨脹ありこの幾段かの膨脹は實は一回に終了するものが幾段かに別れて表れたる結果に依る事は若狹の場合と同様なるべし、次に1,100°附近より生ずる膨脹はβ QuartzよりTridymiteへの變化膨脹を意味し又1,200°以上に於ては粒子の龜裂膨脹引き續きβ-QuartzからCristへの變化膨脹等數段の膨脹ある事圖に見るが如し、冷却曲線にあり

ては600°附近にβからα-Quartzへの可逆收縮變化あり。又230°附近のCristの可逆收縮變化あるを見る。次に第6圖(3)の煉瓦配合の試料を見るに加熱曲線に於ては殆んど前記粉末の場合と同様なれど、冷却曲線に於ける600°附近のβ-Quartzからのα-Quartzへの變化少なく又230°附近に於けるCristの可逆收縮變化が明瞭に顯はる、なほ石灰の配合あるため加熱の際1,100°附近にて出來たTridymite(この時膨脹や焼締り等あり)が冷却曲線に於ては110°附近に多少顯はれ是れは又加熱の時又この溫度附近に於て顯はるゝ可逆的變化なり。

上記の如く若狭及び赤白珪石の例に見る如く原石の場合と粉末状となしたる場合とはその加熱冷却の際の膨脹収縮曲線に差違を生ず、即ち加熱に於て粉末のものは 575° 附近の α - β 結晶變化が幾段かに表はれ且つ $1,100^{\circ}$ 附近に至りて Tridy の生成が見られ同時に焼締りに依る多少の収縮を生ず、而して $1,200^{\circ}$ 附近より Crist 生成前の粒子の龜裂に依る幾段かの不規則なる異常膨脹を示す、然るに原石の儘にてはこの現象なく $1,200^{\circ}$ 附近より Crist への前驅龜裂あり、引き続き Crist への轉移膨脹が規則正しく現はる、次に珪石煉瓦はその原料となる原石中の Flux (鐵分) 量の大小に依りて Crist や Tridy 結晶の生成量並に永久残留膨脹に多大の差違を生ずる事は云ふ迄もない、即ち煉瓦に焼成した場合に早く安定組織に變り易い物と、變り難い物との差違を生ずる赤白珪石が從來内外國に於ける最優秀な原石として尊重せられる理由は何か？ 多少是れに關聯して膨脹の方面から説明せん、今 Flux となる鐵分の多き例として赤珪石を、少なきものゝ例として大連珪石をとりその中間の珪石として赤白珪石を試験せん、試料は何れも原石の儘を加工して供試體とした。

(a) 赤珪石の原石の儘の膨脹 ($1,500^{\circ}$) 第 7 圖にこれを示す、赤珪石の大體耐火度 32~33 番を有し特質は煉瓦とした場合焼締りよく且つ早く安定組織に轉化して煉瓦になり易い、他方缺點としては鐵分含量多きため從つて耐火度低く平爐天井の如く高温度の場所には使用し難いものである、加熱に於て 575° 附近の α から β -Quartz への結晶轉移は同様なり、次に $1,100^{\circ}$ 附近から急に膨脹を生ずる、是れは主として Crist 結晶への豫備龜裂と尙この温度附近から β -Quartz から Tridy に多少變化する爲に起るものと考へらる、次に $1,300^{\circ}$ 附近より Crist への轉移に依る引き続きの急なる膨脹を生ず、且つその量甚だ多し、即ち Crist へ轉移し易し、冷却に於ては $1,500^{\circ}$ より殆んど膨脹収縮なく温度下降し 575° 附近に於ては赤珪石は變化を認めず、即ち β -Quartz の残留なし、是れ加熱の時に Quartz は全部 Crist 及び Tridy 組織に轉化せるがためなり、 200° 附近 (實際は 230°) の Crist の可逆變化及び 110° 附近 Tridy の可逆變化相當大きく現はる、大氣温度に於ける永久残留膨脹量約 6.5% の多きに及ぶ、赤白珪石 (2.7~3.0%)、大連珪石 (2%)、若狭珪石 4.7% に比し相當多し。

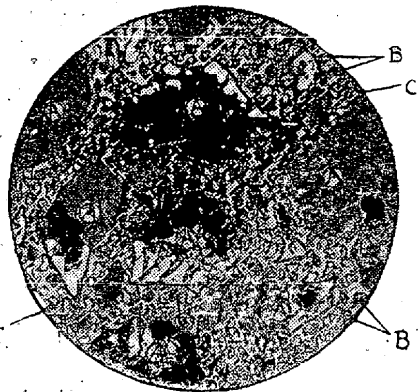
(b) 大連珪石の原石の儘の膨脹 ($1,500^{\circ}$)

大連珪石は耐火度より云へば 34.4 番もありて甚だ結構なれども原石の本質上含鐵分少なきのみならず他の含有不純分等の關係もあり從來珪石煉瓦の原料としては優良なものに非ず、即ち煉瓦として焼成しても中々容易に安定組織に變化せずして煉瓦として窯に使用後徐々に膨脹を來し作業中龜裂折損等を生じて從來使用し難き原料珪石なり、今この性質の由來する點を膨脹試験結果より説明せん、第 8 圖に於て見る如く 575° 附近に於て α から β -Quartz に轉移せる收態は赤珪石と同様なれども $1,200^{\circ}$ 附近からの Crist へ轉化前の粒子の豫備的龜裂膨脹非常に少なきを知る、更に冷却に於て 230° 附近 Crist の可逆變化を認めずして 575° 附近の β から α -Quartz への變化非常に大なり、大氣温度での永久残留膨脹も僅か 2% に過ぎず、即ち大連珪石は一回の加熱で赤珪石と同様な時間で加熱冷却しても Crist 組織は全々出來ない、2% の永久膨脹は唯粒子の龜裂から來たものである事が證明せらる、この煉瓦を窯に使用せば作業時間の間に徐々に Crist に轉移しその時急激に膨脹する爲龜裂折損等を起して粘りのない非常に作業し難い煉瓦となる、即ち大連珪石は成因上鐵分の含有量非常に少なくなほ且つ粒子結合部に不純分が相當含有せられてゐる部分があつて非常に硬く出來てをり爲に一回位の加熱では安定な Crist 迄轉移し能はずして唯單に粒子の龜裂を生ずる程度に留まる事を意味するものにしてこの粒子間の結合部にある不純成分は一度 CaO 鐵等の熔融促進劑と化合せば急激なる熔融點の低下を來すものと推定せらる、これ等の性質のため大連珪石は最初の耐火度高きも從來原料珪石としては餘り重要されてゐない、煉瓦用珪石としては鐵分少なく耐火度の高いのは結構だが他方前述大連珪石の如く是れが安定組織への變移が一回の窯焼成では十分に達成されない爲に作業に使用した際龜裂折損して用途に堪へ難い、一方赤珪石はこの點では前述の如く安全な組織となり焼締りも大なれども缺點は耐火度低し、故にこの鐵分の多い赤珪石と鐵分の少ない白珪石との両者が適當の割合に組成せられたる赤白珪石が優良なる素質を有する珪石煉瓦の原料として從來重要視せらるゝ所以なり、第 8 圖に於てこれを實證せらる。

(c) 赤白珪石の原石の儘の膨脹 ($1,500^{\circ}$) 優良なる赤白珪石の耐火度は普通 33.5~34.0 番にして鐵分少なき大連珪石 (34.0 ~ 34.5 番) と鐵分多き赤珪石 (32.0 ~ 33.0 番) と

番)の中間にあり、第9圖に赤白珪石の原石の儘の膨脹收縮を1,500°迄の間のCristへの轉移膨脹量即ち冷時間の永久残留膨脹(約4%)によりて證明せらるべし、なほ又230°附近のCristの可逆變化の量が赤珪石よりは多少少い點及び575°附近のQuartzが多少残留する點等より見て赤珪石に次ぐ轉化性を有する事を知るべし以上に於て本文に入る豫備的研究として珪石煉瓦として使用される珪石の原石並に煉瓦配合材が煉瓦焼成溫度(1,480°×10 hrs)迄加熱冷却された場合に如何なる熱的膨脹收縮を起すかを説明した、同時に煉瓦用珪石として赤白珪石を優秀なる理由も説示した、序に参考として煉瓦の配合製型したる生素地に就て珪石煉瓦は如何なる風に組成されてある物かを説明せん第10圖中(A)は粗粒の珪石粒子にして黒きは赤珪石部にして白きは白珪石部なり、(B)は細粒なる赤珪石と白珪石の混合してなれる煉瓦の基地部分なり、而して配合せる2%の石灰分はこれ等基地部分と粒子との部分とを緊密にセメントせること(C)の如し、而してこれを焼成する時前記せる如き膨脹性状(第5圖(三)第6圖(3))を展示し煉瓦として適當なる組織を形成するものなり。

第10圖 煉瓦として配合製型したる素地の組織



V. 試験煉瓦の比重、氣孔度並に耐火度

II.の項に於て述べたる試験煉瓦製造方法に依りて焼成を完了せる煉瓦につき比重、氣孔度並に耐火度を測定すること次の如し、即ち假比重は各煉瓦特に煉瓦内部より25mmの立方體を切削加工し嚴密に數ヶ所寸法を測定し重量との關係よりこれを求め、更に眞比重は粉末となしピクノメータを使用して嚴重測定したり、眞比重、假比重とも3回宛測定を行ひこれが平均値を採用したり、氣孔率はこれ等の數字より算出す、耐火度は製法別、窯別にこれを數回測定し平均値を表示せり、但し2A4及び

第3表 試料煉瓦の比重、氣孔度並に耐火度表

符號	號	假比重	眞比重 (20°C)	氣孔率 (%)	耐火度	
					SKNo	°C
2A4印	[1]	1.846	2.390	22.76	32.2	1,714
	[2]	1.816	2.333	23.79	32.1	1,712
	②	1.813	2.352	22.92	32.4	17,18
	[3]	1.866	2.398	22.19	32.3	1,716
	[4]	1.875	2.366	20.75	32.2	1,714
CNA印	[1]	1.852	2.382	22.25	—	—
	[2]	1.876	2.412	22.22	—	—
	②	1.836	2.357	22.10	—	—
	[3]	1.836	2.365	21.23	—	—
	[4]	1.825	2.381	23.35	—	—

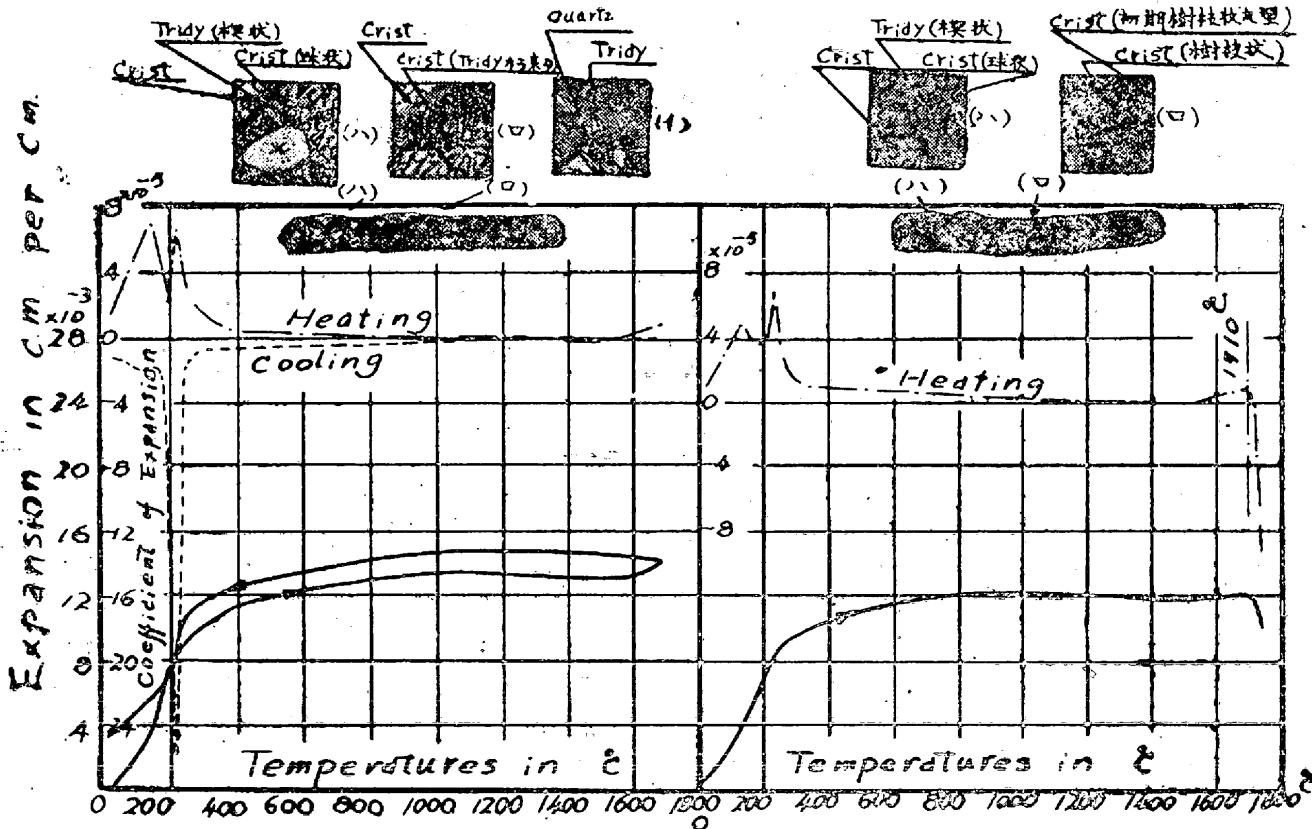
CNAは唯形狀の異なるのみなるを以て2A4に就てのみ測定せり、第3表はこれを示す、これを通覽するに眞比重に於て2A4に於ても或は又CNAに於ても②即ち丸窯を使用して焼成せるものは何れも2.35程度を示せるに他のトンネル窯を以て焼成の煉瓦は概して2.35以上の値を示せり、即ち丸窯に於ては後述顯微鏡試験に於ける組織の發達を参照しても明かなる如くトンネル窯に於ては焼成日數に於て短く熱經濟的なる丈け製品としての煉瓦は丸窯に比し多少劣れるを察知せらる、但しトンネル窯に於ても能率の點に重點を置かず品位本位に充分長く焼成せば品位の向上改善せらるゝは明かなるべし、なほ氣孔率及び耐火度にありては配合割合及び粉末の一定せる點よりして同表の如く大差なきは考へ得る所なるべし。

VI. 試験煉瓦の膨脹性状(1,700°×1hr)

上記比重、氣孔度等の測定に於て丸窯焼成の煉瓦は製造方法の何れに於てもトンネル窯焼成に比較し焼成結果良好なる事を前述せしが次に膨脹性状に於ては兩者如何なる差を生ずるやを研究せんと欲す、測定方法は前述IVの珪石の膨脹變化例に於て述べたると同様なり、即ち第4圖に圖示せる方法なり、第11圖は[I]2A4印の煉瓦に就て大氣溫度より1,700°迄の加熱冷却時の膨脹收縮曲線を示す、圖に見る如く120~150°附近に於ける變化はTridyの可逆變化なり、次いで200~230°前後に於ける異常變化はCristの可逆變化なり、次に575°附近に於て現はるべきα-β Quartzの變態は殆んど見えすなほ溫度上昇して1,400~1,500°範圍の異常膨脹はβ QuartzからCristへの轉移膨脹にして更に1,550。

第 11 圖 珪石煉瓦(トンネル窯) [1] 2A4 印
(1700°C 迄加熱後 1hr 保留)

第 12 圖 珪石煉瓦(トンネル窯) [1] 2A4 印
(1740°C 迄加熱)



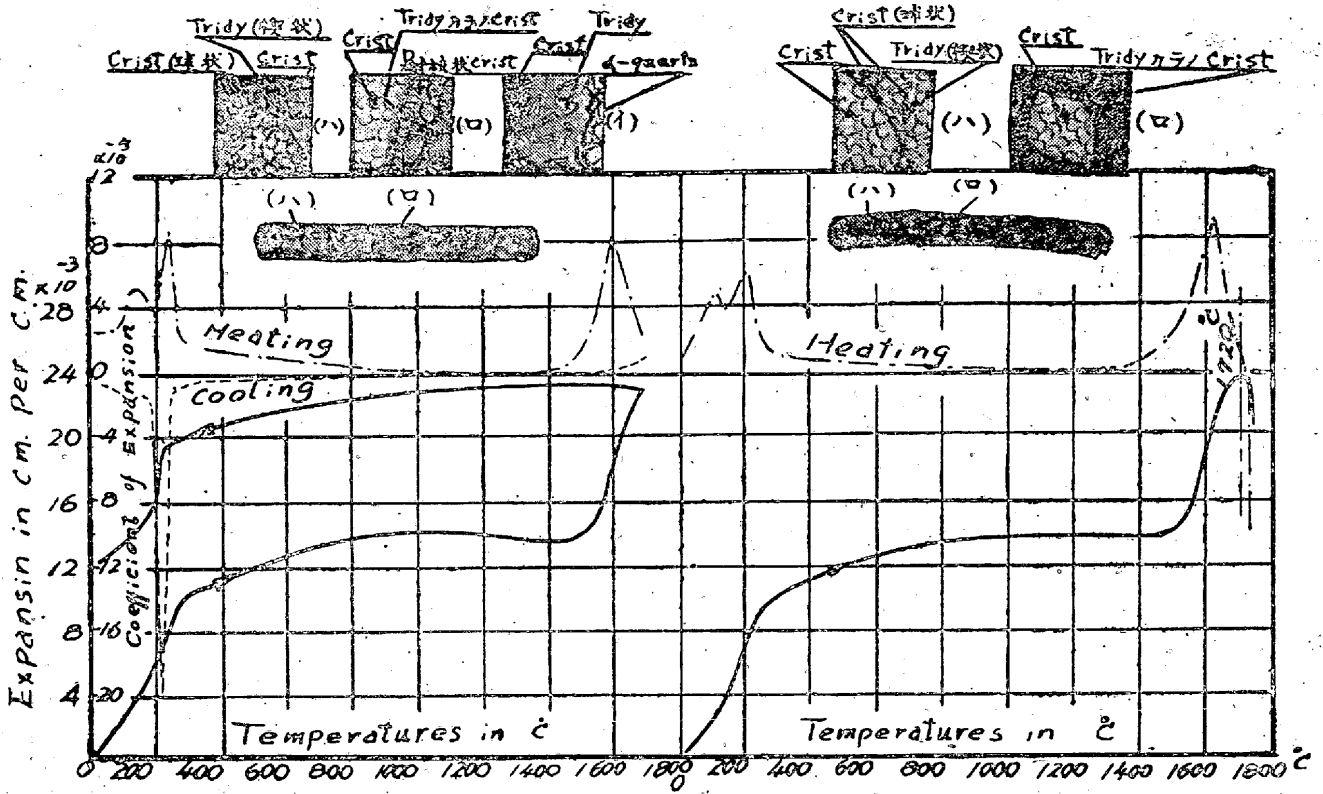
に於て起る最大の變化は煉瓦の基地部をなす Tridy 組織が龜裂細粒化して互に廻轉移動等を起し好都合の組織の物同志相集つて初期の樹枝状丸形 Crist 組織に變化する際の膨脹と推定さる。この 1,550° 附近の異常膨脹は良焼煉瓦には全然現はれずして不良焼煉瓦のみに見る膨脹なり。即ちこの變化の有無に依り珪石煉瓦の焼成の良か否かを判定する一つの規準となるものなり更に 1,700° に於て 1 時間保留するもたいした變化を見ず(第 11 圖)然るに珪石の耐火度は 32 番 (1,710°) にして僅か是より 10° 低き溫度に於て 1 時間も長く保留するに何等の變形異常を認めざるは珪石煉瓦の熱間に於て腰の強さを證するものなり。これに反し粘土や鐵石煉瓦は耐火度 1,730° にして軟化は已に 1,100~1,200° 於て開始するに比すれば熱間に於て腰の強さは珪石煉瓦の優れたる特徴なり。次に 1 時間 1,700° に保留後冷却するに 200° 及び 130° 附近に於て夫々 Crist 及び Tridy の可逆變化あるを見る。第 11 圖 (イ) は試験前の該煉瓦の顯微鏡組織なり(圖参照の事), (ロ) は 1,700° × 1hr 加熱試験後の試料中央の組織にして粒子の鱗状 Crist は殆ど試験前と同様にして基地部の Tridy は大部分初期の樹枝状丸型 Crist に轉移し唯一部分の (D) 印の處丈け樹枝

状 Crist に轉移せるを見る。次に第 11 圖 (ハ) は試料の端部にして電氣爐の溫度配布上稍々低き部分にありしため基地部分の Tridy は未だ充分なる Crist に轉移せずして元の Tridy と Crist の混在組織を示せり。

次に第 12 圖は同じく試料 [2] 2A4 印煉煉を 1,740° (SK.33.5) 迄加熱膨脹を測定せるものなり、該煉瓦の耐火度は約 32 番なる爲この溫度に於て軟化するは當然なり(第 12 圖参照)、なほ加熱中の異常膨脹に關しては第 11 圖試料の時と同様なり、第 12 圖 (ロ) 及 (ハ) は夫々試片の中央と端部の試験後の組織を示す。試験前の試料の組織は第 11 圖 (イ) と同じものなり。以上の第 11 圖、第 12 圖は何れも [1] 2A4 印煉瓦のトンネル窯焼成品に就ての 1,700° 及び 1,740° 迄の膨脹測定結果なり。1,550° 附近に異常な膨脹變化あるを注意すべきなり。次に同煉瓦を丸窯にて焼成せるものに就て同様 1,700° × 1hr 及び 1,740° 迄加熱膨脹を測定して第 13 圖及び第 14 圖に是れを示す。又第 13 圖 (イ) は試験前の 2A4 印の試料煉瓦の組織を示すものなり。1,700° 耐火度は 1,710°) に 1 時間加熱するに軟化變形なく 1,740° に加熱せば直に軟化する事は上記トンネル窯焼成品と何等異なる處なし。然るに 1,700° × 1hr 加熱後の永

第 13 圖 珪石煉瓦(丸窯) ②2A4 印
(1700°C 迄加熱後 1hr 保留)

第 14 圖 珪石煉瓦(丸窯) ②2A4 印
(1740°C 加熱)



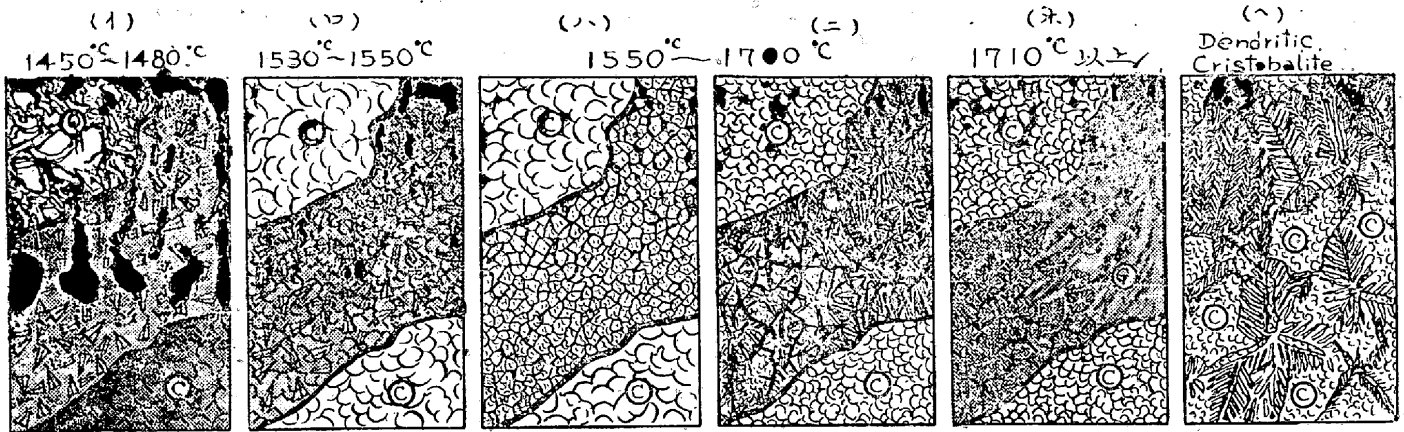
久殘存膨脹を比較對照すれば非常な差異あり。トンネル窯燒成煉瓦は 1.2% 膨脹殘存し、丸窯煉瓦は 0.3% に過ぎず、即ち約 1/4 なり。是れ何が爲に然るか、第 11 圖、第 12 圖、第 13 圖、第 14 圖を参照せば明かなる如く丸窯煉瓦は 1,550° 附近の異常膨脹を認めず、なほ組織圖第 13 圖、第 14 圖の (ロ) に見る如く丸窯燒成品は Tridym から Crist に變化し然も變化の仕方がトンネル窯煉瓦の第 11 圖、第 12 圖 (ロ) と比較すれば明かなる如く生成 Crist は大部分樹枝狀組織に轉移せるを示せり。即ち丸窯煉瓦の如く良燒珪石煉瓦(第 3 表の眞比重 2.35 の様に値少なる點より見て)の基地 Tridym 組織は煉瓦窯に於て燒成の節已に熟成組織に迄燒成せられ従つて各 Tridym は龜裂や分散現象が殆どなくして直に樹枝狀 Crist に轉移する性質を有するが爲なり。なほトンネル窯、丸窯に限らず何れにせよ良燒せばこの 1,550° の異常膨脹を避け得べきは明かなり。更に珪石煉瓦の熱間の粘りがこの異常膨脹を生ずる不良燒煉瓦には殆んど顯現せずして平爐天井に使用の際 1,500~1,600° の間に於て千切れてポタポタ落つるはこの不良燒膨脹より來るものなりと信ず、飴の如く粘りて流れ垂下するが如き煉瓦は良燒煉瓦に非らざれば得難し。良燒煉瓦の條件は眞比重の點より云へば 2.35 以下なるを要す。この値を規

準となす。平爐天井、電氣爐珪石煉瓦の如く優良品位の珪石煉瓦は是非これに準據するを可と信ず、なほ珪石煉瓦の熱間の粘りや龜裂折損現象の發生が煉瓦の良燒、不良燒に歸因する事に就ては後述の珪石煉瓦の加熱に依る自重軟化試験の項に就て説明せん。

VII. 珪石煉瓦の加熱に依る組織變化とそれに就ての批判

燒成を終了せる珪石煉瓦はこれを大氣溫度より加熱する時組織の上に於て如何なる結晶變化をなすべきかを例示次に述べんとす。第 15 圖中 (イ) は煉瓦窯に於て燒成せられた儘の煉瓦組織を例示するものにして珪石煉瓦は一部は珪石粒子より又一部は石灰乳の混入して出來た微粒珪石部分即ち基地部 (或は石基部と云ふ) の二部分よりなるものなり。例へば (イ) に於て (Q) は白色不變石英粒子 (C) は赤色石英粒子の Crist 組織の二組成部分を示すものなり。即ち第 15 圖 (イ) の石基部は楔形雙晶、短冊形の Tridym 組織の約 0.04~0.08 mm 大の結晶が發達し淡黃褐色を呈する Lime Silicate との區別明かなるを例示せるものなり、又第 15 圖 (ロ) に於て (C) は煉瓦組織の珪石粒子部分が何れも鱗狀 Crist 組織への轉移せるを示すものなり。次に (ロ) の石基部の

第 15 圖 珪石煉瓦の加熱に依る (1700°C迄) 組織の概示



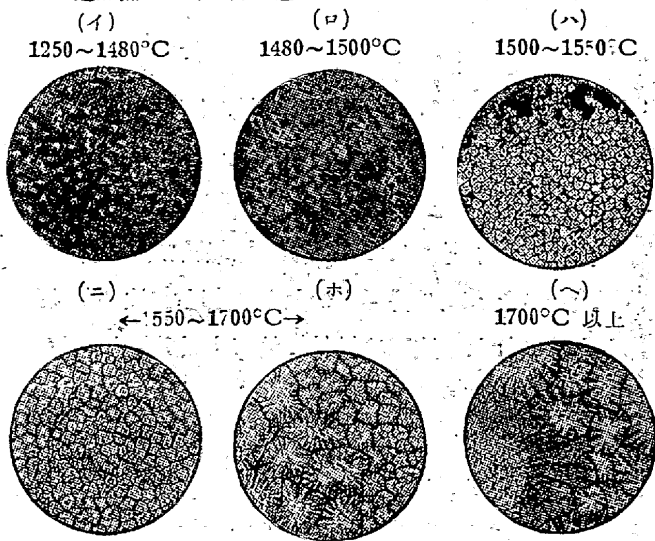
遷移温度	遷移形態		真比重	屈折率
575°C	α Quartz → β Quartz	Quartz	Endell 測定 2.650	$\frac{w}{e}$ 1.544 1.553
870°C ± 10°C	β Quartz → β ₂ Tridymite	Tridymite	2.270	1.469 1.473
1250°C	β Quartz → β Cristobalite	Cristobalite	2.333	1.484 1.487
1470°C ± 10°C	β ₂ Tridymite → β Cristobalite	Quartz Glass	2.210	以上 Endell 測定

状態は楔形雙晶。短冊形 Tridy が珪石煉瓦の焼成温度 (普通は 1,480° × 20 hrs) より更に加熱上昇せられた場合の組織にして球状の罅裂組織が普遍的に發生せるを見る。この球状の罅裂組織が發生する温度は大凡そ 1,480 ~ 1,500° と推定せられる。更に温度上昇せば第 15 圖 (ハ) に於けるが如き組織となる。即ち石英粒子の部分 (C) は鱗狀 Crist の儘遺存し粒周邊は僅かに Flux に侵され稜角を失ひ石基部全く熔着して一體となり組織頗る密となる。石基部は約 0.02~0.8 mm 大の略等大なる圓狀構造 Crist となり併せて圓狀構造内部には Crist の特性なる鱗狀劈開あるを認めらる。次に (=) に於て石英粒子の (C) は依然として鱗狀 Crist の儘遺存し石基部と充分熔着して組織愈々密となる。石基部の圓狀構造 Crist の内部は數多棒狀の結晶を生じこれ等は相聚りて放射狀構造を形成せり。且つ放射狀構造の芯部及び棒狀部の外は鱗狀劈開あるを認む。然してこれ等組織の顯はるゝ温度は 1,500~1,700° 範圍と推理せらる。これ等を更に温度上昇して 1,700° 以上に至れば試料中央部表面は硝子狀に熔融す。第 15 圖の (ホ) は斯の如き部分の組織を示すものにして石英粒子の Crist (C) の周邊部及び石基の一部は硝子狀 (G) となり熔融す、石基部の Tridy より遷移せる球状及び放射狀、樹枝狀 Crist は個々に分離し所謂 Quartz glass 中に浮遊せるが如き組織を示す、第 15 圖 (ヘ) は又球状 Crist (C) の周邊に發達せる樹枝狀 Crist 組織を示し是れは勿論石基部の Tridy 組織より轉化せるものなり、是れは八幡製鐵所製

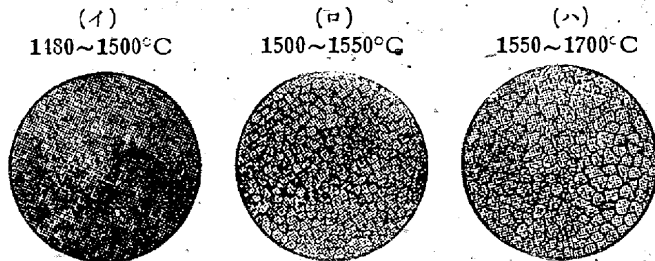
(A) 印珪石煉瓦の平爐天井使用後のものゝ組織なり、是れは直接高温度に長時間曝露されたるものなるを以て樹狀結晶は最も森林の如く簇生發達し石英粒子 (C) は鱗狀組織の儘なほ存在し唯一部 Quartz glass に變化せる部分をも認めらる。今珪石煉瓦の如熱に依る内部組織の變化を綜合概説すれば第 15 圖 (イ) は焼成煉瓦の儘の組織 (ロ) は大約 1,480~1,500° 範圍の結晶組織 (ハ) 及び (=) は 1,500~1,700° 間の組織にして (ホ) 圖は 1,700° 以上の組織を示せるものなり。又第 15 圖の下方には從來知られたる珪酸の轉移温度と真比重、屈折率の夫々の値を参考の爲表示す。これを要するに珪石煉瓦を組成する石英粒子は 1,700° 前後に於て軟化する迄鱗狀 Crist の儘遺存し粒の周邊が僅か硝子狀に熔融するのみなれども他の組成要素たる珪石煉瓦の石基部は多少早く硝子狀に移化す、第 16 圖の組織圖は良焼せられたる珪石煉瓦の 1,700° 迄の石基部の組織の變化を示すものにして樹枝狀並に放射狀 Crist の組織がよく發達せるを見るべし、これに反して第 17 圖は不良焼煉瓦を 1,700° 迄加熱せる場合の煉瓦石基部の組織の變化を示せるものにして Tridy から Crist 組織に然も單に粒狀 Crist 組織に變化するのみにして少しも樹枝狀 Crist 組織を示さずして熔融状態に達す、即ち不良焼の珪石煉瓦は放射狀樹枝狀組織を経ずして熔融するを示すものなり。

即ち珪石煉瓦の良焼、不良焼の區別は組織の點より見れば 1,700° 迄に途中 1,500~1,650° 附近に於て石基部の Tridy 組織が熟成發達して相互が均一安定せる關係

第 16 圖 ② 2A4 印珪石煉瓦 (丸窯燒成) の 1700°C 迄加熱せる時の煉瓦基地部の Tridy 組織の變化順序



第 17 圖 [1] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯燒成) の 1700°C 迄加熱せる時の煉瓦基地部の Tridy 組織の變化順序



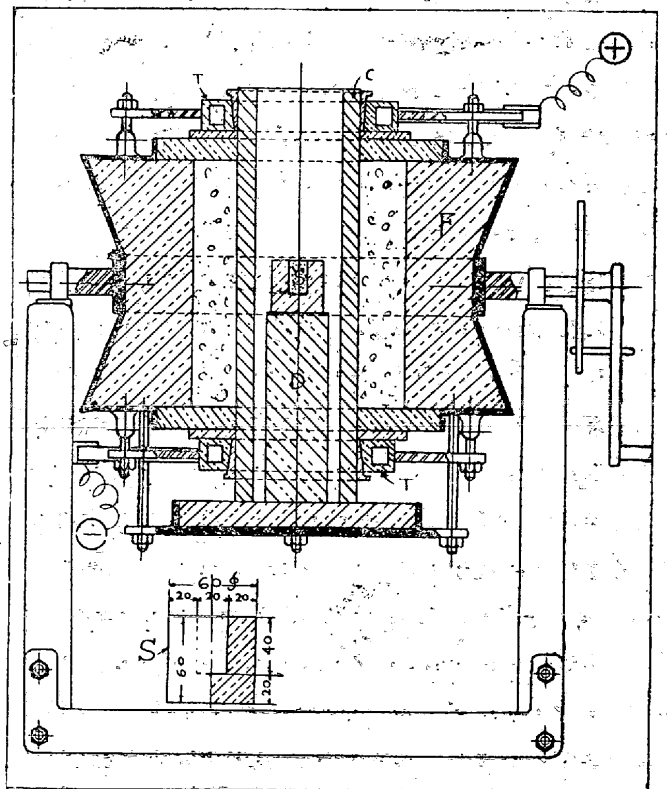
上龜裂分散等少なくして樹枝狀 Crist 組織に轉移する、従つて 1,500° からの急激なる膨脹なし (第 13 圖, 第 14 圖参照) 是れが爲め平爐天井等に使用した際この高温度で龜裂折損なくして高温度になれば飴の如く粘く垂下する特性を顯はし所謂熱間の粘りある珪石煉瓦となる。これに反して不良燒珪石煉瓦は第 11 圖, 第 12 圖に實驗せる如く 1,500° 附近より急激なる膨脹の爲め天井に使用の際龜裂折損を起し千切れて落下し所謂熱間の粘りない如石煉瓦となる。是れを組織の上より見れば第 17 圖 (ロ) 及び (ハ) に示す如く樹枝狀 Crist は全く顯はれずして唯鱗狀, 球狀及び放射球狀組織のみなり。是れは煉瓦燒成の際石基部の Tridy 組織が不良燒不熟成の爲め各 Tridy は結晶不均一性の爲め Crist に轉移する際先づ龜裂分散移動等の爲め急激なる膨脹を示し爲めに樹枝狀組織迄發達し得ずして又龜裂をも惹起するものと推定せらる。なほ珪石煉瓦の良燒不良燒は眞比重の點より云へば 2.35 より以下が良燒で 2.35 以上は不良燒である。

VIII. 珪石煉瓦の鹽基性平爐滓に依る侵蝕試験

平爐天井用珪石煉瓦はその操業中平爐滓の飛沫に依り

侵蝕作用を受け熱的熔融に平行して煉瓦の壽命を甚だしく短縮す。本來珪石煉瓦は酸性なるが故に鹽基性滓には何れにしても侵蝕は免れ得ざる所なれども煉瓦の原料製型方法或は燒成方法等に依りてこの影響を甚だしく少なからしめ得るものなり、今その程度を前記の試験煉瓦に就き實驗を試みるに次の如し。先づ測定装置の大略を述べれば第 18 圖は黒鉛管電氣爐の装置にして (C) は内徑 10 mm の黒鉛管にして上下を Terminal (T, T') に依りて締めつけ電流を通ずることによりて温度を上昇せしむ。最高温度 1,600° × 10 hrs 保留す、その時の電力 1,200 Amp × 11 Volt = 13.2 kW なり、(D) は試料 (S) を載すべき臺 (クロム煉瓦使用) にして試料 (S) は爐の中央に位する如く靜置す。試料の寸法は外徑 60 mm 高さ 60 mm の圓筒状のものを試料煉瓦より切り取り内部に徑 20 mm の孔を穿ち深さを 40 mm とす。然る時は底の厚み及び壁の厚み何れも 20 mm となる、この孔中に鹽基性平爐滓にして SiO_2 21.4, FeO 9.53, Fe_2O_3 3.22, Al_2O_3 3.45, MgO 3.98, CaO 6.42 の成分を有する粉末 70 Me-h pass のものを 20 g 装入し置く、今電氣爐に電流を通じて順次温度を上昇する時は内部の平爐滓は温度の上昇に伴ひ熔融して試料の壁面を侵蝕し始む

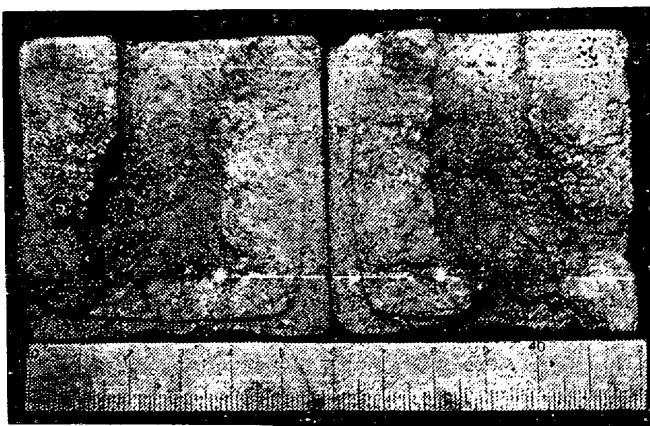
第 18 圖 侵蝕試験装置



温度範囲は大気温度より $1,600^{\circ}$ 迄なり。又加熱速度は $7.5^{\circ}/min$ にしてなほ $1,600^{\circ}$ に達して 10 時間同一温度に保定す。この際内部の平爐滓の状態は絶えずその内部温度を観測すると同時に記録す。冷却後試料を取出して中央より縦に切斷して研磨し侵蝕の状態を寫眞に撮り比較研究す。同時に粒子の分布状態より原料の配合方法の良否や粒子の太さ等も比較觀察せらるるものなり。

[1] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—温度上昇して $1,140^{\circ}$ に至りて Slag 集結硬化し且つ收縮し始め試料内壁面との間隙を生じこの間隙は温度上昇に伴ひ益々大となる。而して $1,270^{\circ}$ に及びて熔解を始め $1,350^{\circ}$ に於て熔解終了す。然も熔解進むにつれ順次壁面に滲透し熔解終りし時は殆んど内部に滓の残存は認めず、その後 $1,600^{\circ}$ に保定するも外觀上異常を見ず、第 19 圖は試験後これを切斷研磨してその侵蝕状態を検したるものにして一側のみ激しく侵され恰も海綿狀を呈せり。これはその粒と基地部とが均等に配列されず然も部分的に基地部と粒の接着不良なりしものと考へらる。

第 19 圖 [1] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)



[2] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

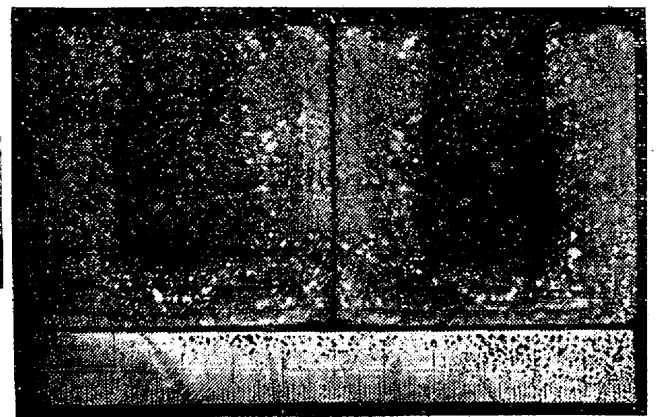
$1,160^{\circ}$ に至りて Slag 集結硬化し收縮を始め、内壁面との間に間隙を生じ順次大となる。 $1,280^{\circ}$ に及び Slag 熔解し始め $1,320^{\circ}$ に於て熔解を終る。Slag は順次壁面に侵入減少し $1,420^{\circ}$ に於ては少量の残存を見るも $1,600^{\circ} \times 10 \text{ hrs}$ に達して全くこれを見ず、第 20 圖 (略) の如く切斷し研磨して見るに全周に互りて海綿狀に侵蝕されたるを認む。この場合は粒と基地部とは均等なれども熔合の程度不良なりしものと考へらる。

② 2A4 印珪石煉瓦 (丸窯製品):—

温度 $1,150^{\circ}$ に於て前記と同じく Slag は收縮硬化を始め壁面との間に間隙を生じ順次温度上昇に依り大とな

る。而して $1,240^{\circ}$ に達して熔解し始め $1,280^{\circ}$ に於て熔解終る。熔解は内部の Slag 沸騰しつゝ漸次膨脹し $1,350^{\circ}$ に至りて試料上面より溢出す。なほ温度上昇して $1,430^{\circ}$ に達するや略舊態に復し引續き順次壁面に滲透し減少し始め $1,500^{\circ}$ に於て全く残存なき状態となる。第 21 圖は試験結果にして圖の如く内壁面は粒と基地部との侵蝕状態稍平滑にして粒の配合状態及び基地部との熔着優良なるを推理し得るものなり。即ち前述の如く②印即ち良焼されたる煉瓦は侵蝕に於ても優秀性を認むる所なり。

第 21 圖 ② 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)



[3] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

$1,160^{\circ}$ に至りて Slag 硬化收縮すること前記の如し、 $1,270^{\circ}$ に達して Slag 熔解し始め $1,320^{\circ}$ に於て終る。熔解直後より内部 Slag は沸騰し $1,300^{\circ}$ に至りて試料上面より溢れ出で $1,540^{\circ}$ に上昇してより漸次減少して壁内に吸収され $1,600^{\circ}$ に至りて全く残存なきを認む。第 22 圖 (略) はこの結果を示すものにして本試料も前記の②印に近き成績を示せり。

[4] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

$1,160^{\circ}$ に達して Slag 硬化收縮す。 $1,270^{\circ}$ に至りて Slag 熔解し始め $1,350^{\circ}$ に於て終了す。熔解直後直ちに内部に於て沸騰し始め $1,380^{\circ}$ に至りて試料上面より溢出す。 $1,410^{\circ}$ より順次壁に滲透し減少を始め $1,500^{\circ}$ に達しては全く残存を見ず、第 23 圖 (略) の結果を見るに部分的に侵蝕の激しき部分と然らざる部分あり、即ち煉瓦に基地と粒との接着甚だ不良なる部分が存在せる爲なるべし。

[1] CNA 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

温度 $1,150^{\circ}$ に於て Slag 硬化收縮し内壁との間に間隙を生ず、 $1,240^{\circ}$ に及びて熔解し始め順次壁内に滲透し

熔解終りし 1,360° に於て大半減少し 1,420° に達しては全く残存を認めず、第 24 圖 (略) の結果に見る如く一方的に甚だしき侵蝕を受けたるを見る。寫眞に於ても明瞭に認め得る如く粒の混在狀況が均等ならず。従つて粉末即ち基地部が部分的に多く存在しこの部に特に侵蝕せしならんと推定せらる。この現象は [1] 2A4 印と全く同じきものなるを知る。

[2] CNA 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

試料内の Slag は稍早く 1,130° に於て既に硬化收縮し 1,200° に至りて熔解し始めると同時に壁内に吸収滲透し熔解の終りし時は大半の減少を見たり。而して 1,410° に於ては全く残存なく 1,600° 保留時に於て試料の形状歪曲を來す。第 25 圖 (略) はこの状態を示すものにして侵蝕の狀況は比較的均等なるを認む。即ち粒と基地部とが均等に配布されあるは圖に見る如し。

② CNA 印珪石煉瓦 (丸窯製品):—

1,150° にて硬化收縮を始め 1,240° に至りて熔解を始めれど順次壁内に滲透し 1,430° に達して全く残存なく第 26 圖 (略) の結果に見る如く全周囲甚だ不規則なる侵蝕を受け恰も海綿狀を呈す。これ即ち ② 2A4 印に比し甚だしく成績悪し、これ製型焼成に際し粒と基地部との熔着不完全なりしを推定し得るものなり。

[3] CNA 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

1,280° に達せし頃 Slag は熔解し始め 1,320° に及びて沸騰を見るも試料表面より溢出することなく漸次沈下して 1,450° には存在を認めず。侵蝕の程度は全周に互りて平滑に即ち侵蝕面に凸凹なく基地と粒との熔着充分なりしを想像し得ること第 27 圖 (略) の如し。

[4] CNA 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品):—

温度 1,160° に至りて Slag は硬化收縮し試料内面との間に間隙を生じ順次増大すれども 1,260° に達して熔解し始め 1,300° に於て終る。熔解後は徐々に減少し 1,600° に達しては存在全くなし、實驗後第 28 圖 (略) の如く切斷するに比較的凸凹を生ぜざれども底部比較的多く侵蝕せられたるを認む。

以上侵蝕試驗結果を綜合觀察するに 2A4、CNA 印何れも大體同じ焼成方法に於ては成績同様なれども ② 2A4 印は最も成績よろしきも ② CNA 印に於ては優秀なる試驗結果を示さず。却つて [3] CNA 印及び [3] 2A4 印即ちトンネル窯焼成のもの侵蝕試験に限り比較的良好的結果を示すを見る。この原因は焼成方法の丸

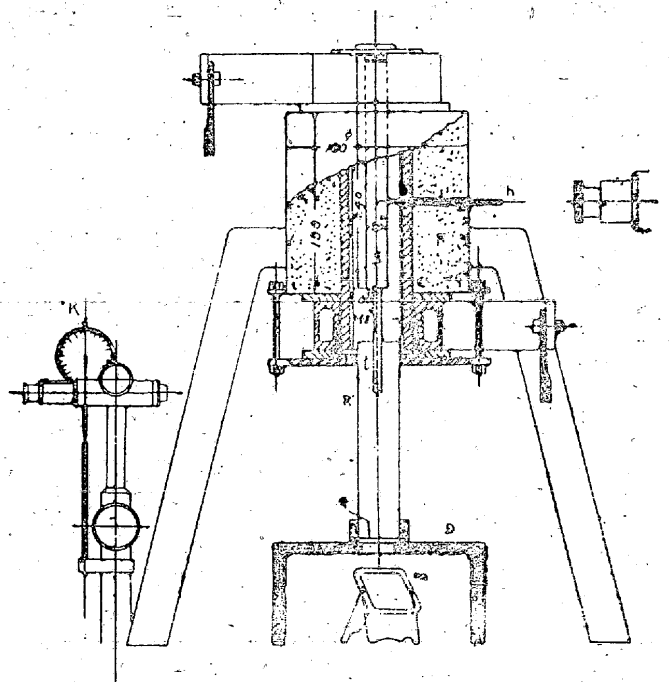
窯焼成及びトンネル窯焼成の如何に拘らず粉碎方法の中第二荒石方法が他の粉碎法に比し適當なりしかとも察知せらる。侵蝕試験以外に於ては何れの實驗に於ても大體丸窯焼成品が優れたる成績を見る。第二荒石の粉碎方法を採用したるものを丸窯にて焼成せる煉瓦が或は優るものならんかとも推理し得るれども本試験中の試料にこれなきを遺憾とす。

IX. 軟化切落試験

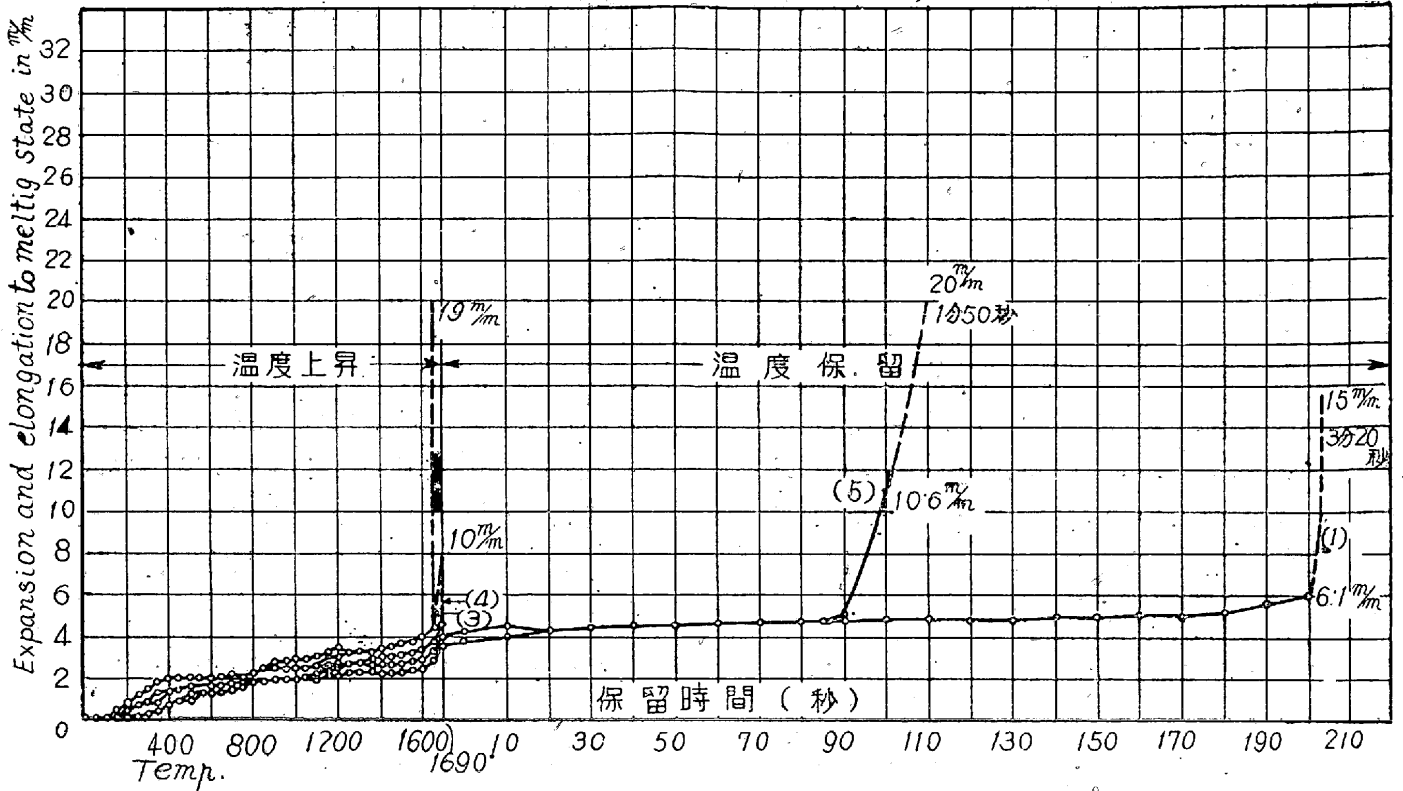
製鋼爐天井に使用すべき珪石煉瓦の日本學術振興會に於て審議したる標準は耐火度 SK.32 以上にして眞比重 2.35 以下とせり、實際使用に際しては唯これのみに止らず熔滓に依る侵蝕、加熱に依る膨脹性状等より來る龜裂折損所謂粘りのない煉瓦等の物理化學的性質の改善に於て要求する所少なからず。特に操業中に於ける珪石煉瓦の粘りは急熱急冷に依る龜裂性や破損折落等に密接なる關連を有し耐火度と平行して爐の能率壽命に關すること至大にして最も重要なるものなり。例へば操業温度に於ける天井の消耗に就て考ふるに、(i) 加熱面は粘りを有し鉛狀に順次垂れ下り消耗するものなり。(ii) 加熱面はスポールの如き現象を起して抜け落ちるもの等あり。これ等の性質は原料の精撰は勿論粉碎法、粒度分布、製型

第 29 圖

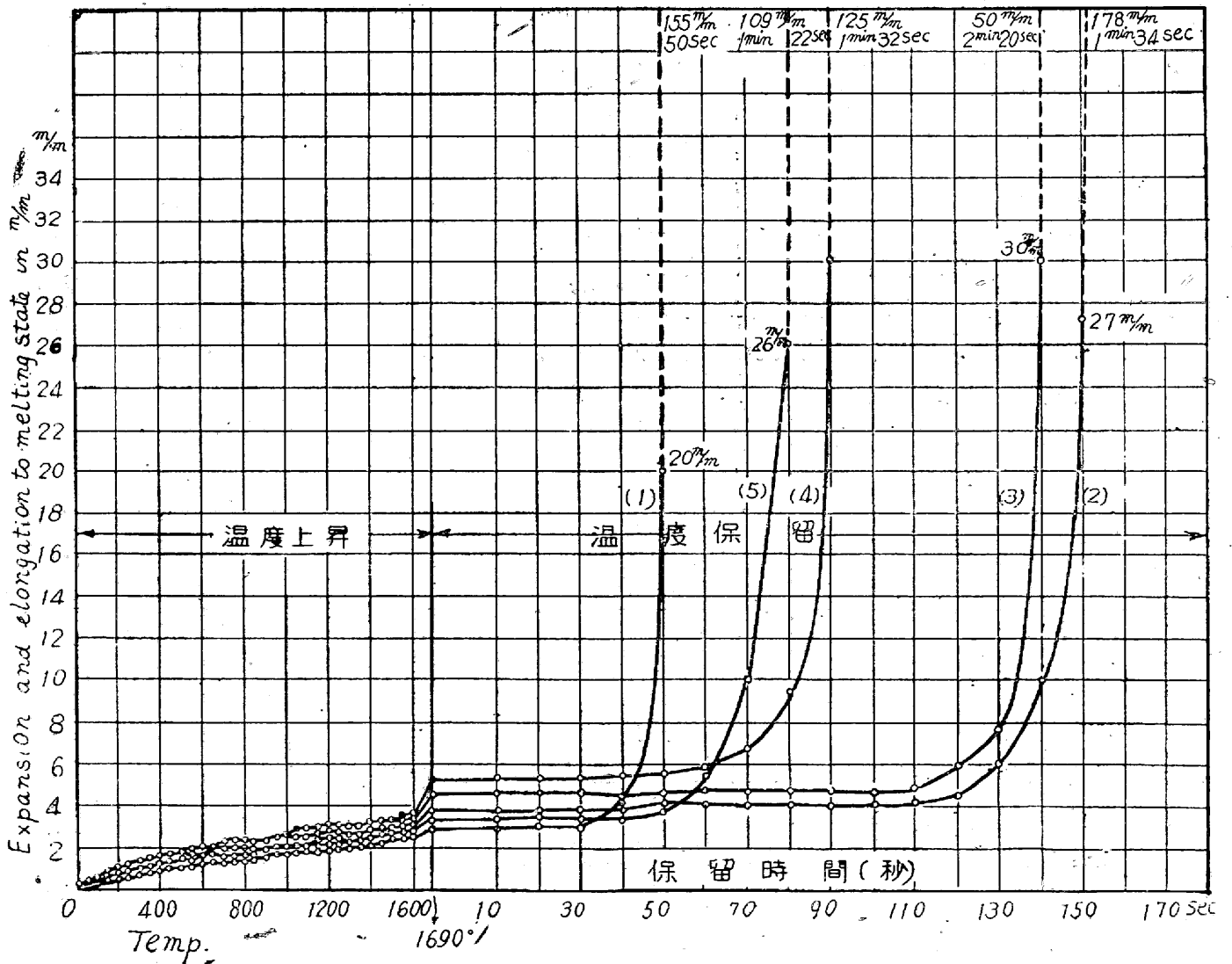
軟化切落試験装置



第 30 圖 軟化切落試驗結果 [1] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)



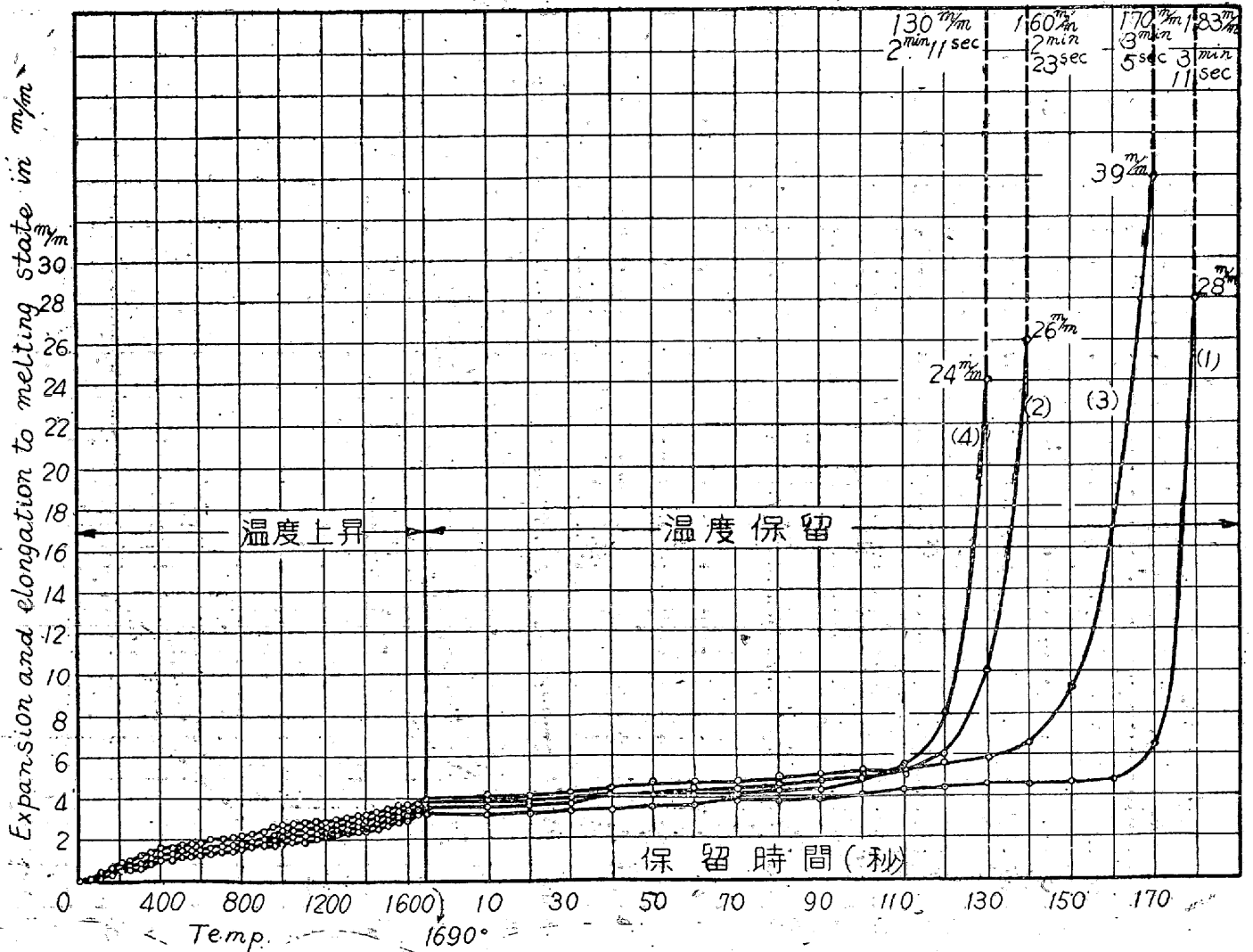
第 31 圖 軟化切落試驗結果 [2] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)



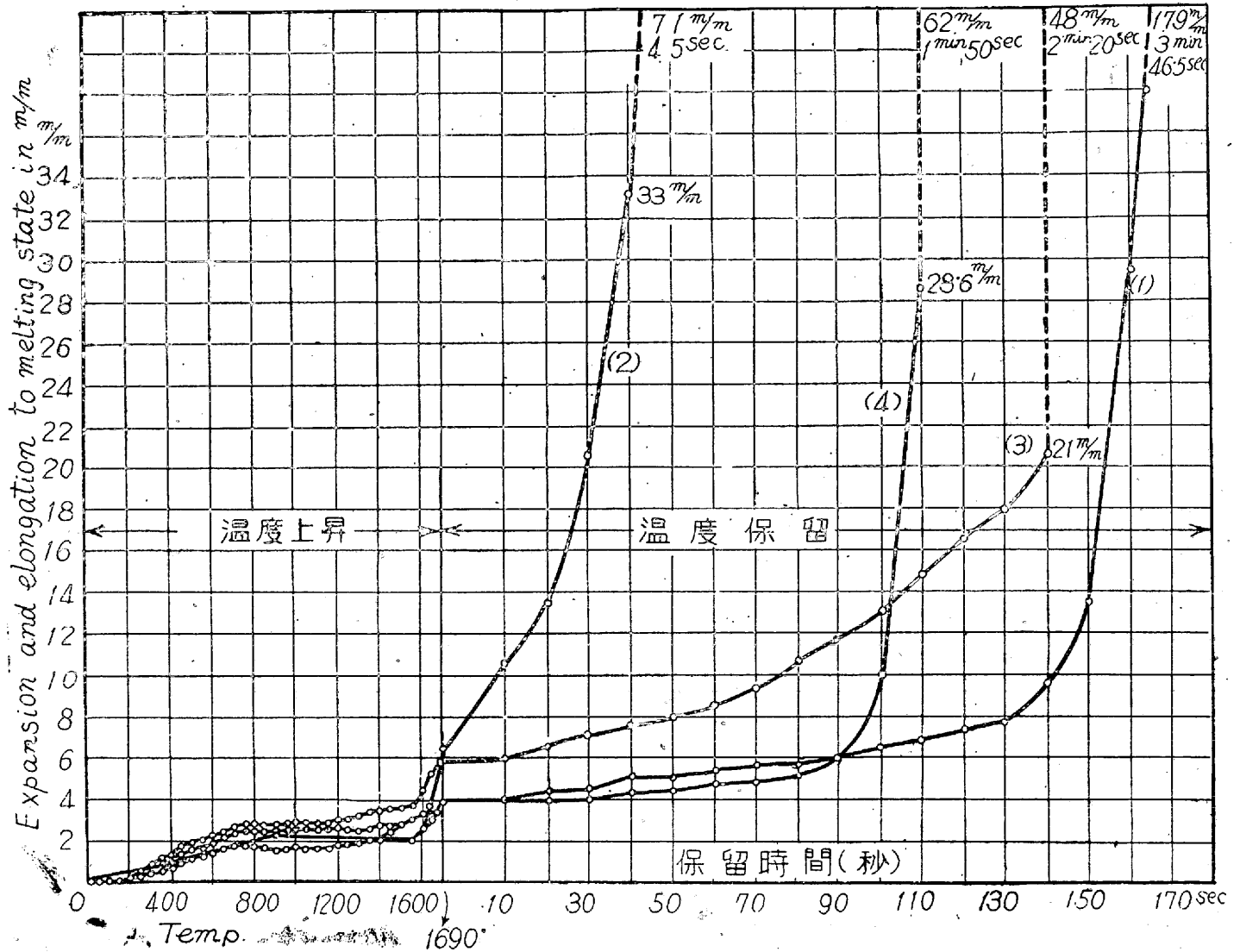
や乾燥法なほ更に焼成法等に至大の關係を有するは勿論なるを以て實驗的にこれを考究しその優劣を決定することは刻下の急務なりと信ず。著者はこの熱間の粘り度や熱間の腰の強さを實驗的に測定する装置を使用しこれを軟化切落試験と呼ぶこととする。第 29 圖はこの軟化切落試験装置の概略を示すものにして電氣爐 (F) は黒鉛管を抵抗體とするタンマン式爐にして内徑 60 mm, 長さ 320 mm の大きさを有す, 黒鉛管内には厚み 6 mm の耐火管を内接して挿入しあり試料 (S) は各供試煉瓦の一定場所より切削製型す。寸法は一辺 20 mm の正方形の斷面を有し長さは並煉瓦の長さ即ち 240 mm 前後とす。この試料の一端は稍々大きく製作し以て爐頂に於て適宜自由に眞直に懸垂せしむるに便ならしむ。爐内に於ける試料は上方より全長の 2/3 が爐中央に於ける溫度測定孔 (h) の部分に在る如く吊り下げ試料の末端には眞直なる小耐火管 (t) を耐火セメントに依り接着せしめその末

端は圖の如く爐外に出さしむ。次に爐下部よりの空氣の進入を防止する爲に黒鉛管内の内徑と略々等しき外径を有する透明耐熱硝子管 (R) を圖の如く使用す。その上端は爐内に下端は臺 (D) 上に靜置す, (D) 上の透明耐熱硝子管 (R) と接する部分にはこれと同形の孔を穿ちて爐内の状態を鏡 (m) に依り觀察に便せしむ。而して試料の下端に接着したる小耐火管 (t) の下端の溫度上昇に依る試料の膨脹垂下する量は Cathetometer 式 Dial Indicator (K) に依りて 1/100 mm 目盛迄正確に讀むものとす。今この装置を用ひて實驗すべき方法を述べれば電氣爐 (F) に電流を通じ 0~900° 範圍は 10°/min, これ以上を 4°/min の速度を以て加熱す。然る時は試料 (S) は漸次膨脹して下部の小耐火管 (t) は順次下方に動く。溫度の測定は大氣溫度より 1,300° 迄を Pt-Pt Rh 熱電對を使用しこれ以上は光高溫計を使用す。漸次溫度上昇して 1,690° (SK.31) に達したる時はその儘同

第 32 圖 軟化切落試験結果 [2] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)



第 33 圖 軟化切落試験結果 [3] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)

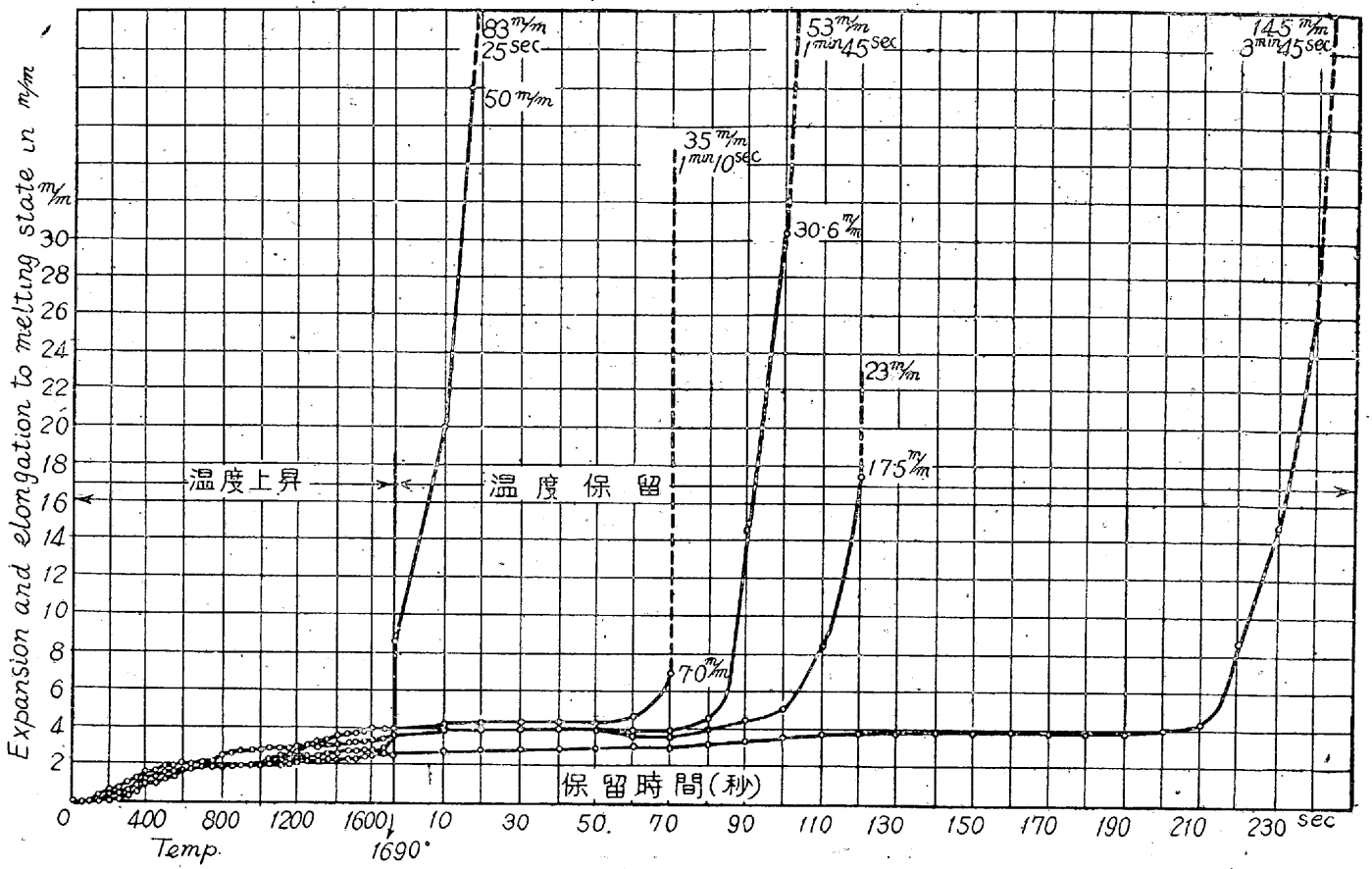


温度に保定し試料の軟化切落する迄の時間並にその變化量を記録するものとす。斯くして次に説明する如く試料一種に就き數回實驗を行ふ。

第 30 圖より第 39 圖 (第 35 圖~第 39 圖略) に提出したる曲線は 2A4 印煉瓦 (CNA 印煉瓦 35~39 圖略) のそれぞれ丸窯及びトンネル窯燒成品に就ての軟化切落試験結果を示すものなり。大氣温度より 1,690° (SK. 31) 迄は漸次温度上昇することに依り起る試料煉瓦の膨脹状態を示しなほこの 1,690° に達してより同温度に保定し試料軟化して自重に依り落下する長さを全く切落するに至る迄測定せるものなり。各種煉瓦に就き少なきは 3 回多きは 5 回試験を繰返し行ひたり。この結果を概括的に論ずるに第 32 圖の ② 2A4 印煉瓦即ち丸窯燒成品試料以外のトンネル窯燒成煉瓦各種は何れも 1,600° より 1,690° に達するに異常なる急激膨脹をなせるを明瞭に認めらる。これに返し丸窯燒成煉瓦はこの種

變態なく極めて自然に膨脹をなすを見る。この現象は前記膨脹の項に於ても述べたる如く丸窯燒成煉瓦はその組織上よりしても充分燒成せられたるに反しトンネル窯燒成煉瓦は不良燒なるに起因すること明らかなるべし。次に 1,690° に保留後切落迄の時間に就て云へば丸窯燒成品とトンネル窯燒成品は同一煉瓦にしてもその實驗後の試料の状態例へば熔融面の毛狀龜裂の有無或は粒と基地部との熔着融合度に非常なる差を生ず。即ち丸窯燒成の ② 2A4 印煉瓦は何れも軟化切落する時間はトンネル窯燒成煉瓦に比し極めて緩慢にして且つ各試片共均一なる試験結果を示し概して 1,690° に保留せられる時間長く即ち熱間の腰が強い結果となる。なほ切落後の伸びもこれに比例して甚だ長く丸窯燒成品は恰も鉛を延ばしたる如き形狀を呈し、即ち熱間の粘り度甚だ大なり。これに反し他のトンネル窯燒成煉瓦は切落時間短く且つ切落の際充分伸びず恰も引きちぎりたる如き状態を示せり。即

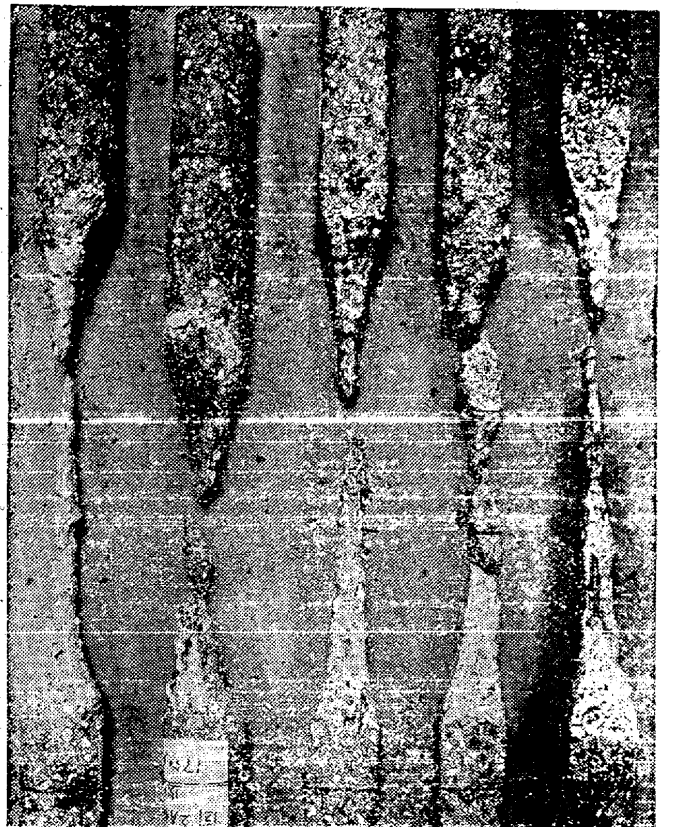
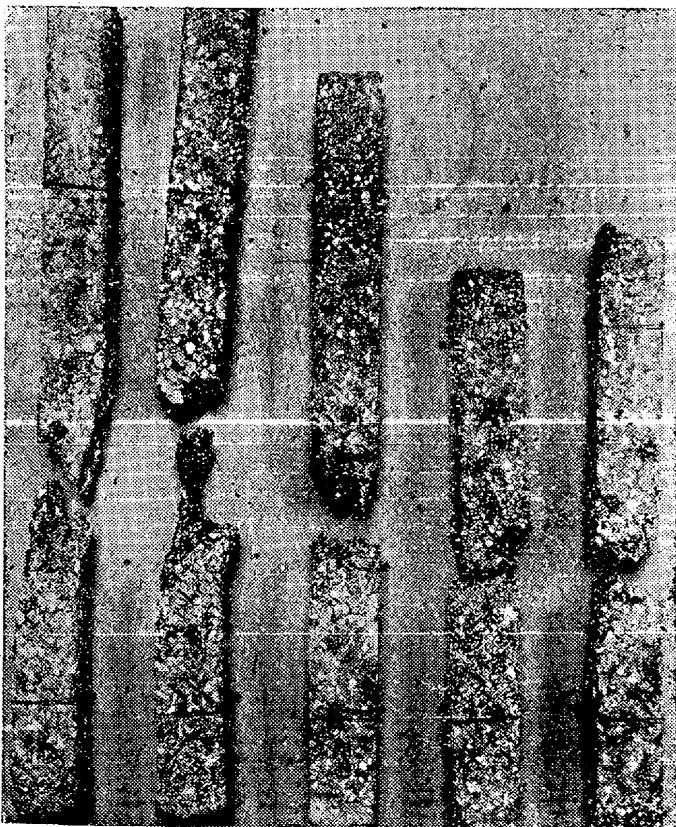
第 34 圖 軟化切落試驗結果 [4] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)



第 40 圖 (1) 軟化切落試驗結果

[1] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)

[2] 2A4 印珪石煉瓦 (トンネル窯製品)

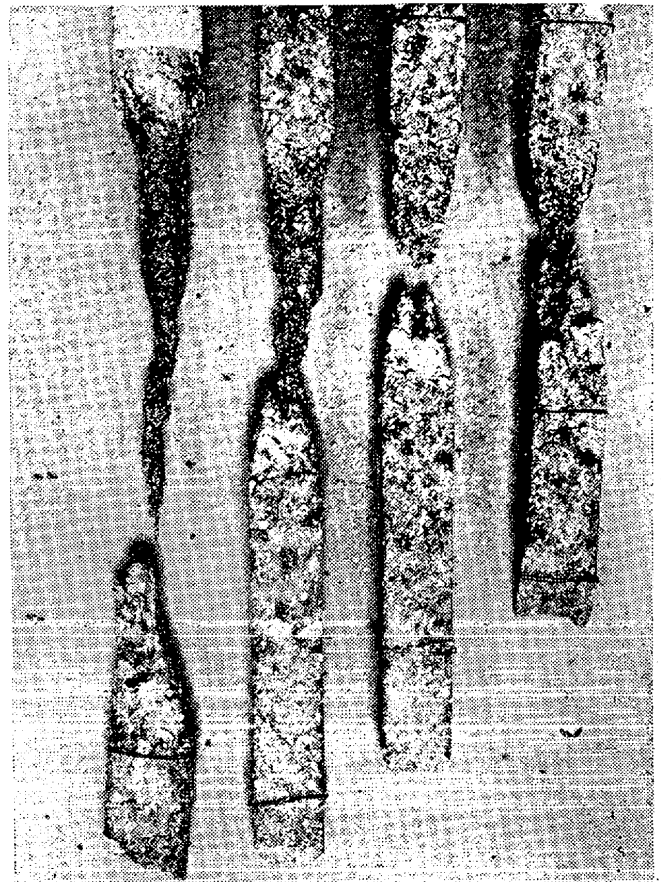


第 40 圖 (2) 軟化切落試験結果

② 2A4 印珪石煉瓦(丸窯製品)

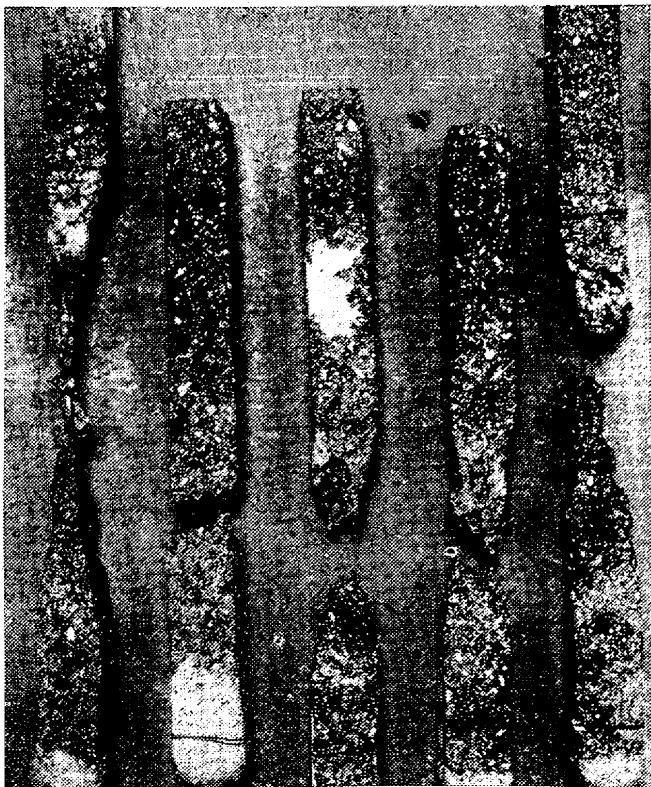


[3] 2A4 印珪石煉瓦(トンネル窯製品)



第 40 圖 (3) 軟化切落試験結果

[4] 2A4 印珪石煉瓦(トンネル窯製品)

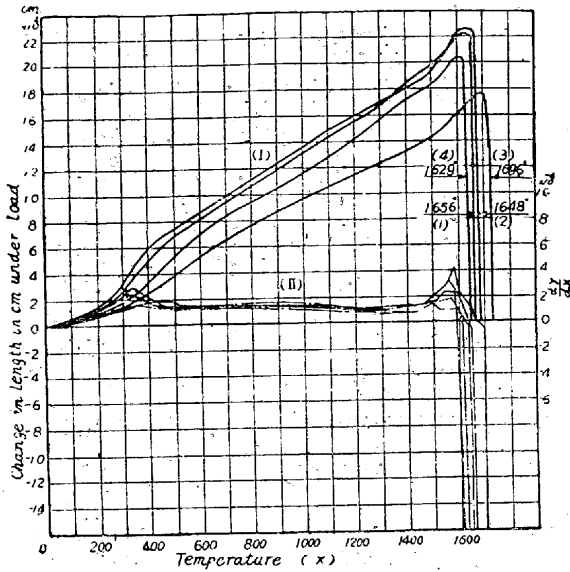


ち腰の強さ及び熱間の粘り度に於て缺除せるを見るべ

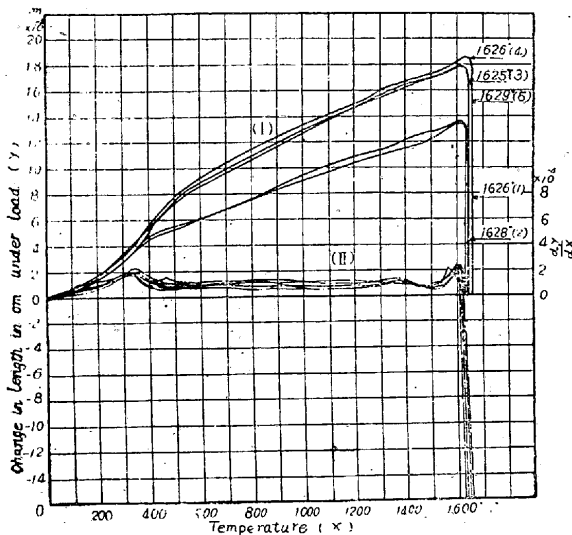
し。

第 40 圖 (1) (2) (3) は軟化切落試験後の試料を撮影せるものなり。第 40 圖(2)の丸窯焼成煉瓦たる ②2A4 印は最も高温度に於ける粘り強く前述の恰も飴を引き延ばしたる如き性質を有す。他のトンネル窯焼成煉瓦は第 40 圖 (1) の [2] 2A4 印に少々見るべきものあれど他は何れも切落部分は全く引きちぎりたる形状となり高温度に於ける粘性の缺除せるを觀察し得る。即ち是等煉瓦の實際に平爐使用に際し粘性を有する丸窯焼成煉瓦はその消耗が極めて遅々たるに反し不良焼各種煉瓦は端的に云へば煉瓦面が順次缺け落ち壽命に於て可成り早き損耗を來すこと想像に難からざる所なるべし。即ちこれ等の性状を總括考慮する時良焼丸窯焼成煉瓦はその組織の上より觀察しても將又膨脹性状等よりしても不良焼珪石煉瓦に比し格段の優秀さを示すものにしてこの軟化切落試験を以て明かにその珪石煉瓦の品位を豫め實驗推定し得ることを知るべし。要するに冒頭に述べたる如く珪石煉瓦に就ては粉碎方法その物は餘り品位に優劣の差を持ち來さず。然るに焼成作業の如何に依りてこそ初めて著しき差を招來することを實證するものなり。即ち本試験の

第 42 圖 (1) [1] 2A4 印珪石煉瓦(トンネル窯製品)
Heating Rate 20°/3 min Load 5 kg/cm²



第 42 圖 (3) [1] 2A4 印珪石煉瓦(トンネル窯製品)
Heating Rate 20°/3 min Load 5 kg/cm²



丸窯に於ては温度の上昇極めて充分にして且つ焼成温度に達してより相當長時間爐内に於てこれに近似の温度に放置され充分その組織の安定を期し得たるを示せり。然るに同原料を要し且つ同粉碎方法を用ひながら唯焼成不

良なる場合は珪石煉瓦に必須の熱時間の粘性甚だ缺除するものなることを證明せり。(CNA 印煉瓦 41 圖 1, 2, 3 略)

Ⅴ. 軟化温度に就て

軟化温度の決定はシャモット、蠟石及クロム煉瓦等に於ては極めて必要なる性質なることは常に論議せられつゝある所なるも珪石煉瓦は元來非常に熱間時の腰の強きを特徴とするものにして軟化試験の必要甚だ少なきものなり。従つて珪石煉瓦には軟化測定の必要なき事實を示す意味に於て前述の試験珪石煉瓦に就て測定せる結果を参考に示さんとす。軟化点測定方法としてはトン・インダストリー式、エルデル式等あれども本研究に於ては著者の創案の簡單なるも精密なる臺秤式軟化測定装置を使用せり。第 42 圖 1, 3) (2, 4, 5 略) は丸窯焼成及トンネル窯焼成の 2A4 印 (CNA 印煉瓦第 43 圖は略) 珪石煉瓦の軟化温度の測定結果の一部を示すものにして圖中 (1) は試料及びこれに使用せる押棒の膨脹相加はりたるものなり。又曲線 (II) は (1) 曲線に就て温度 1° に對する膨脹變化量即ち (1) 曲線の dy/dx なり。この試験方法に於ては $dy/dx=0$ の點を軟化點 (軟化最盛點) と定めたり。この軟化點の決定方法に就ては著者の詳細なる研究報告あり、第 4 表にその數値を表示す。これを見るに丸窯焼成の ② 2A4 印は何れも比較的軟化點低く 1,625° 前後を示すに他のトンネル窯焼成に依る煉瓦は皆軟化温度高きを見る。この原因を考察するに丸窯に依り焼成せられたる煉瓦は第 42 圖 (3) に見る如く 1,500~1,600° 附近の石基部の Tridy 組織から Crist 組織に移す際急激なる轉移膨脹が不良焼成煉瓦に比し甚だ少なきが爲めなり。詳細は膨脹測定試験の章にて説明せる理由に依るものなり。

第 4 表 軟化温度測定結果表
Heating Rate 20°/3 min Load 5 kg/cm²

試験回数	2A4 印 珪 石 煉 瓦					CNA 印 珪 石 煉 瓦				
	[1]	[2]	②	[3]	[4]	[1]	[2]	②	[3]	[4]
1	1,656°	1,641°	1,626°	1,646°	1,675°	1,629°	1,677°	1,628°	1,635°	1,659°
2	1,643	1,646	1,628	1,658	1,668	1,635	1,665	1,615	1,603	1,641
3	1,696	1,645	1,625	1,669	1,655	1,655	1,670	1,649	1,615	1,613
4	1,629	1,645	1,626	1,651	1,645	1,655	1,655	1,602	1,603	1,656
5	—	—	1,629	1,656	—	—	—	—	—	—
平均	1,657	1,644	1,627	1,658	1,661	1,644	1,667	1,626	1,615	1,649

以上軟化試験結果に見る如く珪石煉瓦は自分の耐火度 (SK.32, 1,710°) 附近の 1,650° 附近迄は全然軟化の性質なく且つ全然その温度迄収縮性を示さず。珪石煉瓦には軟化試験の必要なき理由なり。反之粘土質、蠟石質煉瓦は耐火度 (SK.33, 1,730°) あるも軟化は 1,200° 附近に始まるに比較せば熱間に於て腰の強きは珪石煉瓦の一大特徴なり。

XI. 結 論

八幡製鐵所平爐天井煉瓦として原石の粉碎法、混練の仕方、製型及び焼成を丸窯にした場合とトンネル窯に依る場合これ等の条件を變へた場合珪石煉瓦の品位が如何に變るかを研究せんがために各種物理試験を施行したり就中珪石煉瓦として最も重量なる熱間の粘りや腰の強さ等の性質に就ては特に意を注ぎ軟化切落試験として實際作業に最も近き試験方法を採用して本研究を遂行せり、次に本研究の結果を條項的に列記せんに：—

(1) 珪石煉瓦の良焼、不良焼と眞比重 珪石煉瓦の品位は焼成の如何に依り良焼、不良焼と云ふ言葉で明瞭に判定區別し得られる。眞比重の點より云へば 2.35 以下は良焼で 2.35 以上は不良焼である。

(2) 良焼、不良焼煉瓦と使用した窯の關係 本研究に使用した焼成窯は丸窯とトンネル窯で良焼煉瓦は丸窯焼成に依り不良焼煉瓦はトンネル窯焼成品であつた。但し焼成方法の如何に依り兩者の反對となることも考へられること勿論なり。

(3) 珪石煉瓦用原料が同じなれば粉碎方法に依つては珪石煉瓦の品質には大した優劣を生じない。焼成方法が著しき結果を招く。

(4) 珪石煉瓦を 1,700° 迄加熱せる際の組織の變化と轉移異常膨脹 良焼煉瓦では基地部の Tridy から Crist 組織に變化する時その温度 1,500~1,600° に於て急激なる轉移膨脹を示さず。即ち良焼煉瓦は 1,710° (SK.32) の熔融する迄急激な異常膨脹性なし。従つて天井に使用した場合龜裂等なくして粘く飴の如く滑かに垂下する結果となる。不良焼煉瓦はこの 1,500~1,600° の附近に於て基地部の Tridy 組織から Crist に變化する際先づ龜裂分散して球狀 Crist に變化するため(樹枝

狀 Crist にならず) 非常に急激にして且つ大なる膨脹を生ず。而して 1,710° の耐火度温度迄樹枝狀 Crist に轉移することなし。不良焼珪石煉瓦のこの熔融點直前の急激なる膨脹が龜裂折損に依る消耗の原因となりて所謂粘り度なき珪石煉瓦となるものなり。

(5) 珪石煉瓦は腰の強いこと 試験せる珪石煉瓦の耐火度は SK.32(1,710°) より僅か 10° 低い 1,700° に於て1時間加熱保留するも膨脹實驗に於て大した變形を認めず 1,710° に於て初めて變形を認めたり。又 5 kg/cm² の加重の下に於ては軟化點測定試験に於ける結果として良焼煉瓦では最高軟化温度 1,620° 内外にして不良焼煉瓦のそれは 1,650° 内外なり。不良焼煉瓦の軟化點高く出るは上述の轉移膨脹の存するが爲なり。粘土煉瓦は腰弱く耐火度 SK.33(1,730°) も普通 1,200° 内外にて軟化は始發す。

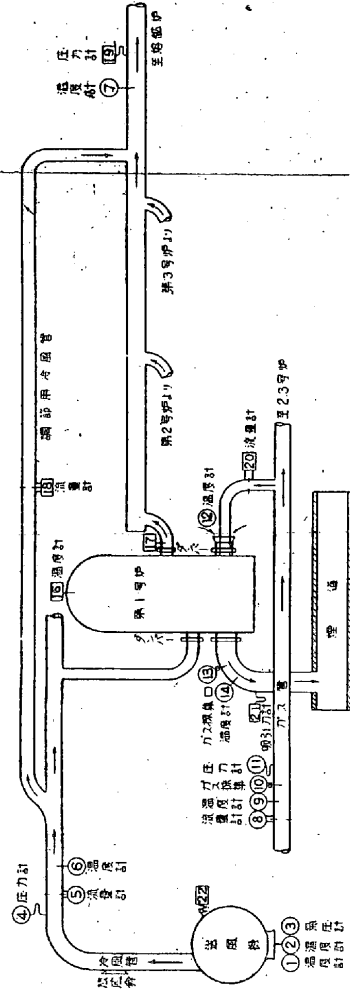
(6) 軟化切落試験と粘り及び腰の強さ 軟化切落試験の結果から珪石煉瓦の品位判定は實際作業に適應する豫想を興ふるものにしてこの實驗より珪石の粘り度及び腰の強さが判定せらる。即ち丸窯焼成の良焼煉瓦は熱間の粘り大にして腰の強さも一般に大なり。且つ製品に均一性がある。従つて天井に使用した場合飴の如く粘く垂れ下る特質を有す又不良焼煉瓦は 1,500~1,600° の間で Tridy 組織から Crist に轉移する時急激な轉移膨脹のため龜裂折損の缺點を有し所謂粘り度少なくして消耗早き結果となることが推定せらる。即ち原料は同じでも焼成方法如何に依りこれ等珪石の重要性が支配せられたることが證明せられる。

(7) 良焼珪石煉瓦と不良焼珪石煉瓦の侵蝕試験 平爐滓に依る侵蝕試験結果は丸窯の良焼煉瓦は均一に侵蝕され反之不良焼煉瓦は侵蝕度大にして且つ不均一に侵蝕せられる。

(8) 本邦獨特の赤白珪石が何故に優良珪石として尊重せられるかを膨脹測定結果から説明した。此處に本稿を擱くに當り試料の提供と共に深甚なる後援を興へられたる八幡製鐵所河内技師に對し深く感謝と敬意を表すると同時に研究所に於て終始熱心に研究に従事されたる職員並に技工員各位に感謝の意を致す。

II 資料の(3)

熱風爐効率試験用測定設備



測定番号	測定目的物	測定箇所	測定位置	測定の場合	機構	記載の場合	方法	測定範囲	備考
1	大気温度	送風機吸入口前	大気の状態を受けず空気の滞留せざる所	膨脹温度計又は抵抗温度計	膨脹温度計	理想的の場合	1 時間毎に讀取	-30°C ~ 40°C	記録とは通算記録又は逐次記録の両方である。アネロイド温度計は水銀温度計にて校正するを要す
2	大気湿度	送風機吸入口前	地上 1.5m 乃至 3m の所	絶対湿度を示すもの	毛管湿度計	理想的の場合	同上	通常	
3	大気圧力	送風機吸入口前	風流なく、温度の較ばなき所	アネロイド気圧計(補正付)	気圧計	理想的の場合	同上	通常	
4	冷風本管流速	放風管後、本管、尚流少き箇所	風力取出口は管の上側、管内に突出せざることを要す	水銀壓力計	金屬壓力計	理想的の場合	同上	+0 ~ +1,500 mmHg	
5	冷風本管流速	放風管後、本管、尚流少き箇所	ピトー管の場合は管の中央	オリフィス又はヴェンチュリ	ピトー管	理想的の場合	10 分毎に讀取	高感能力に應ず	
6	冷風温度	放風管後、本管、尚流少き箇所	送風機はなるべく管の中央より挿入	白金抵抗温度計	液体温度計	理想的の場合	同上	0°C ~ 150°C	D 管の内徑
7	熱風温度	調節冷風混合後熱風本管	同上	アルメル・クロメル熱電対	或は他の熱電対	理想的の場合	同上	200°C ~ 1,000°C	
8	燃料ガス流速	ガス供給本管前後に適當なる直線流路距離を要す	ピトー管の場合は管の中央より挿入	オリフィス又はヴェンチュリ	ピトー管	理想的の場合	同上	高感能力に應ず	
9	燃料ガス温度	同上、流量計の 5D 後	送風機先端は管の中央より挿入	白金抵抗温度計	液体温度計	理想的の場合	1 時間毎に讀取	0°C ~ 50°C	
10	燃料ガス成分	同上、流量測定箇所の後方 5D、流量測定箇所の後方 10D、以上の所	採取管先端は管の中央より挿入	逆標採集器	一時採集器	理想的の場合	切換毎に分析記録		
11	燃料ガス圧力	燃焼室空気流入口直前	壓力取出口は管の上側、管内に突出せざることを要す	水銀又は水柱壓力計	水銀又は水柱壓力計	理想的の場合	同上		
12	外氣温度	燃焼室空気流入口直前	日光直射の所	液体温度計	逆標採集器	理想的の場合	10 分毎に讀取	-40 ~ 500 mmHg	
13	廢氣温度	各煙の排氣道	採取管先端は管の中央より挿入	逆標採集器	一時採集器	理想的の場合	同上	-30°C ~ 40°C	逆標採集の場合には切換毎にて可
14	廢氣成分	同上、但し煙壁の影響少き箇所	排氣道の中央部	熱電対温度計	抵抗、水銀温度計	理想的の場合	10 分毎に讀取	0°C ~ 500°C	
15	廢氣流速	同上	排氣道の中央部	熱電対温度計	抵抗、水銀温度計	理想的の場合	10 分毎に讀取		
16	煙瓦温度	熱風爐頂内壁煙瓦の中央部	熱風の通り得る最高温度の位置、煙内に突出せざる所	白金、白金ロジウム熱電対	全備特高温計	理想的の場合	10 分毎に讀取		煙瓦の過熱を避けるを目的とす
17	各煙熱風温度	各煙熱風出口、ダンパー後調節節用冷風流重なる直線距離距離を要す	煙内の熱輻射を受けざる所の中央	白金、白金ロジウム熱電対	全備特高温計	理想的の場合	同上		各煙の熱効率測定に資す
18	調節節用冷風流速	調節節用冷風管、尚流少き箇所	ピトー管の場合は管の上側、管内に突出せざることを要す	オリフィス又はヴェンチュリ	ピトー管	理想的の場合	同上		同上
19	熱風圧力	熱風本管、尚流少き箇所	壓力取出口は管の上側、管内に突出せざることを要す	水銀壓力計	ピトー管	理想的の場合	同上		煙管の損傷の参考とす
20	各煙行ガス流速	各煙行ガス管、前後に適當なる直線距離を要す	ピトー管の場合は管の中央より挿入	オリフィス又はヴェンチュリ	ピトー管	理想的の場合	10 分毎に讀取		各煙の熱効率測定に資す
21	廢氣吸引力	各排氣道、尚流少き箇所	ピトー管の場合は管の中央より挿入	傾斜型吸引力計	傾斜型吸引力計	理想的の場合	同上		熱風爐損傷の参考
22	送風機用動力	送風機に使用する電力又は熱風	流れの動脈を受けざる位置	U 字型差圧計	U 字型差圧計	理想的の場合	10 分毎に讀取		同上
23	煙内抵抗	煙の前後に於ける壓力差	流れの動脈を受けざる位置	U 字型差圧計	U 字型差圧計	理想的の場合	10 分毎に讀取		同上