

珪石耐火物の粒度調整に就て

稲 村 泰*

THE GRAIN CONTROLING OF SILICA BRICK

Yasushi Inamura

Synopsis:

The grain controlling method of silica brick is very effective for the improvement of the properties of silica brick.

In this report, as first step, the meaning and the method of grain controlling is explained and next, the application of this method to the manufacture of silica brick is being treated.

As a result of studies, it was understood that the grain controled silica bricks have the following properties.

1. Low porosity : very available for the roof brick of the open hearth furnace.
2. High resistance to spalling : very available for the roof brick of the electric furnace as intermitted operation.
3. High resistance to abrasion : very available for the inside brick of the rotary kiln.
4. High viscosity in the melting state : very available for the utilization of the second class raw materials.

I. 緒 言

珪石煉瓦製造技術はこの十年間に長足の進歩をした。現在の市販珪石煉瓦の品質は一應その水準に達して居る。然し現在の製造技術は行く處迄来たと云う感じで最近見る可き進歩がない。これは各珪石煉瓦製造業者が標準規格に捉はれ過ぎて漫然と規格上の優秀性を競う事のみ熱中して居るからではなからうか。規格は一應の水準を示すもので總花的である。従つて漫然と總花的努力を傾けてもその水準をやゝ高めるたけであつて劃期的進歩とはなり得ない。

今後は珪石煉瓦の物理的化學的性質中どの項目がその使用中に一番必要となるかを見きわめてこの性質を最も満足させる様な製造法を考える事が必要である。即耐火物の特性を強調し得る様な製造法を研究することである。

著者はこの製造法を粒度調整の観点から検討して見たのである。

II. 粒度調整法

(イ) 粒度調整の意義

耐火物の製造法は原礦を粉碎して一定の形状を作りこれを焼成して安定なものとするのが原則である。故に粉碎と焼成は當然耐火物の性質を左右する根本条件となる

べきである。原礦を粉碎して一定の形状を作るには粒子の組合せが問題となる。この粒子組合せの問題を處理するのが粒度調整である。更に具體的に言へば次の事項の研究である。

- a. 粗粒子、微粒子の大きさの検討
- b. 粗粒子、微粒子の組合せ使用比率検討
- c. 粒子形状の検討

以上三點の研究結果を實際の製造に適用して、出來た耐火物がどんな特性を持つか、言いかへれば粒度調整耐火物は普通一般の耐火物と比較してどんな特徴があるか、そして實際使用上どんな利點があるかを究明するのが著者の目的である。

(ロ) 粒子の大きさ

珪石煉瓦製造の常識的見解に依れば粗粒は煉瓦を密質なものとする爲に使用され微粒は機械的強度を附與する爲に用いられる。然し珪石煉瓦製造の理想は密質で然も安定なものを作る事に在るから如何に粗粒を使用するかが根本問題である。即成可く大きな粗粒を出來得る限り少量の微粒で完全に密着する事が望ましいがこれは珪石煉瓦製造の難易面から又その安定性の見地からも自から限度がある。

珪石煉瓦の温度に對する安定性の上で問題になるのは

* 黒崎窯業株式會社清水工場長

石英の變態である。餘り粒子が大き過ぎれば變態が困難となつてますます高温度焼成が必要となる。これらは製造原價に及ぼす影響が大きい。又粒子が大きくなるとその變態過程に於て自體崩解を起して密質粒子の意義がなくなる。

機械的安定性の上からは粒子間の結合力が問題である。粒子が大きくなるとこれを結合する微粒子との接觸面積が少なくなつて機械的強度が不足する。

又製造上の面から見ても粒子が大きくなればなる程成型が困難となり、その上焼成破損率が増加する。

上記の問題を解決する爲種々粒度を變化した珪石煉瓦を現行製造法の下で作り適性粒子の大きさを検討することとした。

れからその大體の傾向を知る事が出来る。

(ハ) 粗粒と微粒の理論的組合せ

等半径の粗粒(扁平な圓形と考える)が圖の様に完全に相接して居る場合を考え大圓の半径を r 、小圓の半径を r' とすれば

$$r+r'=r \times 1/\cos 30^\circ$$

$$r'=0.154r$$

故に粗粒の大きさを 4mm とすれば粗粒子間に入る可き粒子は約 0.6mm となる(粗粒子を完全な球と考えれば r' は更に小さくなる)。

これは中間粒子不要論の基礎をなすもので密質な耐火物を作る根本原理である。然し理論的には粗粒の次に 0.5mm 程度の粒子が入り更にこれを等比級数的に小さ

第1表 粒子の大きさと珪石耐火物の性狀

品質 耐火物 記 號	粒 度					見掛比重	氣 孔 率	耐 壓 強 度	燒 成 破 損 率	摘 要
	5mm+	mm 5~3	mm 3~1	mm 1~400	mesh 400					
A	18.3	33.3	11.1	8.6	28.5	2.45	20.14	100.2	82.5	成型困難
B	10.2	25.1	13.4	9.7	41.6	2.42	18.85	182.6	50.2	"
C	5.5	20.2	17.1	6.8	50.3	2.39	17.20	230.5	28.4	成型稍困難
D	2.3	22.7	19.6	6.5	48.9	2.39	17.33	225.7	29.1	"
E		20.6	22.6	5.4	51.4	2.38	18.56	241.5	26.9	"
F		13.0	24.2	7.4	55.4	2.38	19.82	250.3	23.7	"
G		5.3	25.3	14.0	55.4	2.35	21.48	310.8	10.0	普 通
H		1.7	22.7	13.8	61.7	2.33	24.40	356.2	8.5	"
I		0.7	18.6	11.4	69.1	2.32	25.57	385.7	6.3	"
J		0.3	15.3	7.4	77.0	2.30	26.50	403.2	5.5	"
K		0.2	8.4	5.8	85.6	2.30	26.81	428.6	12.4	粘り強く成
L		0.2	3.3	2.3	94.2	2.29	27.15	451.8	15.6	型稍困難

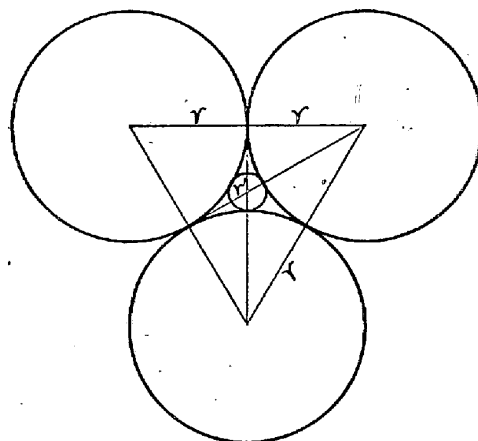
- 註 1. 試験體は各記號毎に並型 50 個を作る(同一原料)
 2. 試験體の製法は工業的製造法に依る
 3. 焼成温度は SK17 とす

上表の結果から見て珪石煉瓦の製造上、品質上難點のない粒子の大きさは次の通りである。

- a. 粗粒限界
 5mm 前後のもの.....約 5%
 3~5mm のもの.....約 25%
- b. 微粒限界
 成可く小さい程良好

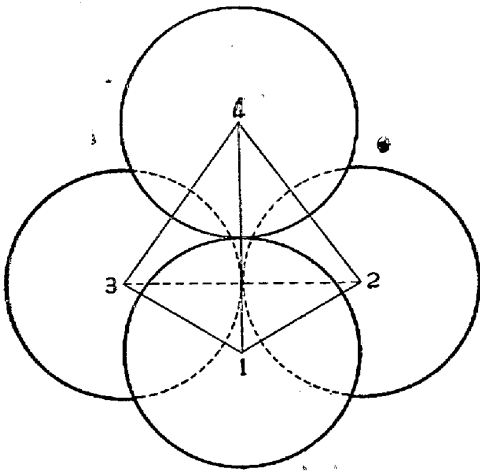
微粒子は粗粒子を結合する目的に使用されるものであるから成可く小さい程結合力が強化されて良好である。この試験に使用した微粒子より更に微細なものを使用出来れば上記の粗粒限界は更に大きくなつて使用量も更に増加させる事が出来るものと思われる。

上記の数値は現在一般に使用されて居る珪石煉瓦製造設備に依る結果であつて理想的のものではない。然しこ

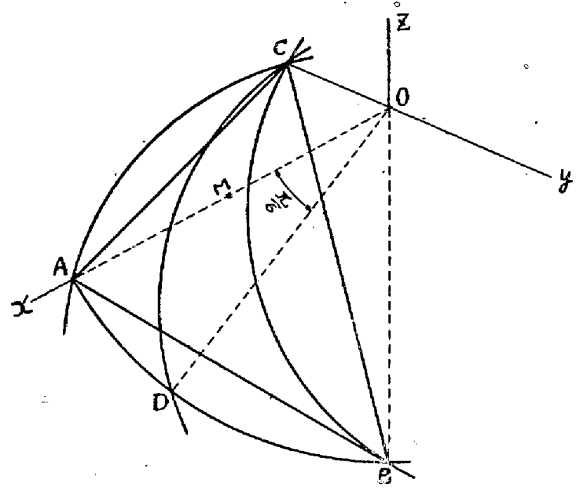


第1圖

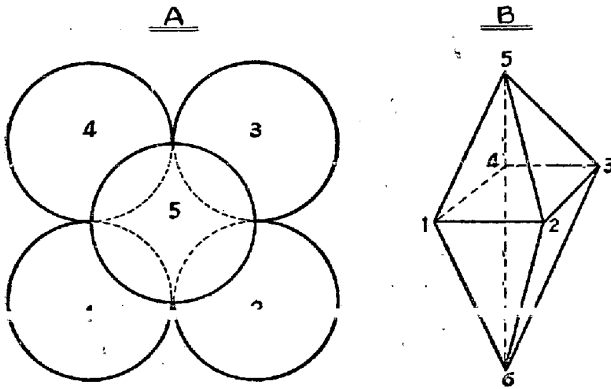
くなる微粒子で密着するわけであるがこれでは事實上粒子間の結合力が不足する。従つて粗粒を結合するには中



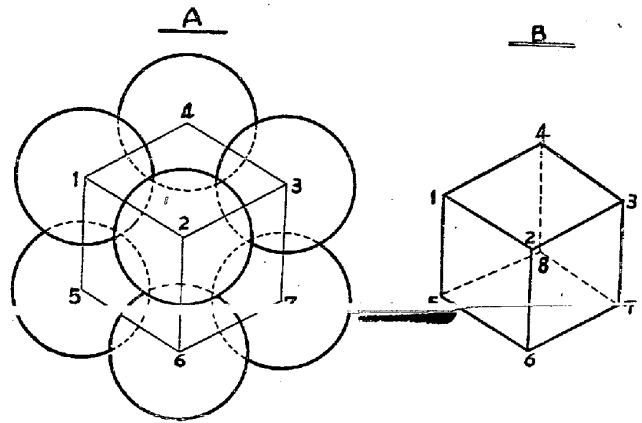
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖

間粒子を除いて直に微粒子を使用する事が望ましいのである。

次に粗粒が完全に相接して居る場合を假想しこの時の粗粒の容積と粗粒間に出来る空間の容積比を求め理論的に使用すべき粗粒の量と微粒の量を求めることにする。

正四面體の體積から各球(1~4)が切取る體積を引く。第3圖のOは球の中心でありOA, OB, OCは半径であつてこれを1とする。圓OACを含む平面の方程式を(1)式としてこれからa, b, cを計算する。

$$ax+by+cz=0 \dots\dots\dots(1)$$

B座標.....1/2, $\sqrt{3}/2$, 0

C座標.....1/2, $\sqrt{3}/6$, $\sqrt{2}/\sqrt{3}$

M座標.....1/2, 0, 0 (MはOAの中點)

三角形AOCの重心の位置をGとしこの座標(x_0, y_0, z_0)を求める。

$$x_0 = (2 \times 1/2 + 1/2) / 3 = 1/2$$

$$y_0 = \sqrt{3} / 6 \times 3 = \sqrt{3} / 18$$

$$z_0 = \sqrt{2} / \sqrt{3} \times 3 = \sqrt{2} / 3\sqrt{3}$$

直線BGの方向係数は

$$(1/2 - 1/2, \sqrt{3}/2 - \sqrt{3}/18, 0 - \sqrt{2}/3\sqrt{3})$$

$$= (0, 4\sqrt{3}/9, -\sqrt{2}/3\sqrt{3})$$

且BGは△OACに垂直であるからa, b, cは次の様になる。

$$a=0, b=4\sqrt{3}/9, c=-\sqrt{2}/3\sqrt{3}$$

球座標を使用すれば

$$x = r \cos \varphi \cdot \cos \theta$$

$$y = r \cos \varphi \cdot \sin \theta$$

$$z = r \sin \varphi$$

これを(1)式に代入すれば次式を得る。

$$\varphi = \tan^{-1}(2\sqrt{2} \sin \theta) \dots\dots\dots(2)$$

又中心O底面が球面上の面素になつて居る角錐の體積は $1/3 r^3 \cos \varphi d\varphi d\theta$ であるから扇形體OACDの體積は次式で求め得る。

$$V = 1/3 \int_0^{\pi/6} \int_{\tan^{-1}(2\sqrt{2} \sin \theta)}^{\pi/2} \cos \varphi d\varphi d\theta \dots\dots\dots(3)$$

$$= 1/3 [\sin^{-1} 2\sqrt{2} t / 3]_{1/3}^1 \text{ 但 } \cos \theta = t$$

四つの球から切取る部分 V_1 は(3)式から次の通りである。

$$V_1 = 8/3 [\sin^{-1} 2\sqrt{2} t / 3]_{1/3}^1 = 0.764$$

又四つの球の中心を結ぶ正四面體の體積 V_2 は

$$V_2 = \sqrt{3} \times 2\sqrt{2} / \sqrt{3} \times 1/3 = 2\sqrt{2}/3 = 0.9426$$

故に相接する球と球の間に出来る空間と球の容積比は $V_2 - V_1/V_2$ となり約 31% である。

同様に第4圖第5圖の場合を考えれば夫々 53%, 48% となる。以上の計算に依れば微粒子の使用量は 20~50% が理論的である。然しこれは前述の實驗値と相當の開きがある。即實際の場合の粗粒限界は約 30% であるのに理論的には 50~80% となる。これは實際に使用する微粒子の附着力が足りない事を意味するものであるから微粒は成可く細い程よい事になる。即ち極小微粒子を使用する事に依つて理論値と實驗値を接近させる事が必要である。

従つて粗粒子珪石煉瓦の製造に當つては極小微粒子の利用を考え出来る限り多量の粗粒子を配合し得る様に製造方法を改善すべきである。(J. Am. Ceram. Soc. 13, 767, 1930 参照)

(=) 粒の形状

珪石煉瓦の製造方針は密質で然も安定なものを作るに在る。それ故に使用する粒子の形状もこの觀念から検討すべきである。密質なものを作る點から言へば粗粒の形状は球であつてこの粗粒を密着する爲に少量の微粒を使用する事が理想的である事は前述の通りである。然し實際には強度不足となるから使用する微粒の量は理論數値よりも遙かに多くなる。これでは煉瓦が密質とならない。こゝで粒子の形状と附着力の關係が問題となる。粗粒と微粒の附着力は兩者の接觸面積の總和に比例するから粗粒はその質量に比して表面積の大きいものがよい事になる。即粗粒は球よりも稜角の多い扁平なものがよい。

然し粒の形状も耐火物の所要目的に依つて左右される事は勿論で例へば耐壓強度とか磨耗性とか又はスポーリングに對して抵抗性の強い事を目的とする様な場合には單に密質とする事にのみ意を用いずこの特性を強調する事が第一條件となるのでこの場合は粗粒の量は犠牲にしても球に近い丸味を帯びたものを使用する事が望ましい。

III. 粒度調整の結果生ずる珪石煉瓦の特性

(イ) 低氣孔性

一般に耐火物の氣孔率と粒度とは密接な關係に在る事は周知の事實であり珪石煉瓦に於ても第1表に示す様に粒度調整の結果低氣孔率煉瓦を作り得る事が實驗的に證明される。低氣孔率煉瓦は強壓成型に依つても製造する

事が出来るがこの場合成型壓が 500kg/cm^2 以上でないとする可き成果がない。この點粒度調整法は極めて容易に現場作業に移し得て便利である。粒度調整と強壓成型の兩者を併用すれば更に良い結果を得るであろう事は論を待たない。

耐火物中平爐用珪石煉瓦の様にスラッグの蒸氣にさらされるものに在つては低氣孔性のものが好成績を収めるであろう事は容易にうなづかれる。何故ならば氣孔率の少いものはそれだけスラッグを吸収する餘地が少いからである。又粒度調整の結果粗粒を使用したものはスラッグ吸収のメカニズムにも特性を見る事が出来る。それは平爐用耐火物のスラッグ吸収は毛細管現象に依るものであると考えられ微粒のみからなる煉瓦は毛管が長く連続するが粗粒子煉瓦はこれと反對に毛管が斷續する爲に吸収されたスラッグは耐火物の内部に浸透する事が困難である。

故に粗粒子組成の珪石煉瓦は低氣孔性で然もスラッグの吸収を比較的少くする事が出来る。

これは平爐用耐火物にとつて極めて重要な事であつてスラッグ吸収の結果起る耐火度低下率を少くするものである。言葉を變へて言へば珪石煉瓦の耐火度を高めた事になる。平爐用珪石煉瓦に於ては耐火度の高い事が絶対條件でこの微少の差と雖も看過する事は出来ない。故に粒度調整低氣孔率珪石煉瓦は平爐用として最適であると言ひ得る。

(ロ) 耐スポーリング性

スポーリングには熱的原因に依るもの機械的原因に依るものと構造的な原因に依るもの三種類があつて Winkelmann-Schott 氏はスポーリングの抵抗性を次式に依つて説明して居る(構造的な原因に依るものを除く)

$$F^2 = K \times P \alpha / E \beta$$

F スポーリング抵抗性
 K 恒數
 P 抗張力
 E 彈性率
 α 溫度傳導度
 β 熱膨脹係數

上式中の α は溫度傳導度であつてこれは密度と比熱に逆比例する即 Kt を熱傳導度 ρ を密度 C_p を比熱とすれば上記 α は次式で示される。

$$\alpha = Kt \times 1/\rho \cdot C_p$$

此等の式より考えれば密質に作つた粗粒子珪石煉瓦は熱容量が大きくなつて却つてスポーリングに弱くなる事になる。事實從來の珪石煉瓦製造法に依れば氣孔率の小さい密質なものはスポーリングの抵抗性を缺くと言はれ

て居た。然し Winkelmann-Schott 氏の式に示す熱膨脹係数は時間の函數として考える必要がある。

珪酸鹽物の熱膨脹と温度の關係は周知の様にとリヂマイト、クリストバライト、石英の三種鹽物に就いて特異の一時膨脹があつてこの間には時間的のずれがある。それ故に珪石煉瓦がこれ等三種の鹽物の適宜の組合せから出來て居る場合は一番熱的膨脹に依る内部の歪が小さいわけである。これと反對にこの中の一種類の鹽物のみで出來て居る時は一時に大きな熱的衝擊を受ける事になつてスポーリングに極めて弱い事になる。

この間の事情を利用して粗粒子珪石煉瓦はスポーリングの抵抗性を強くする事が出来る粗粒と微粒の組合せに依る珪石煉瓦はこれを焼成した場合この兩者は當然受ける焼成効果が違つて來る。即ち微粒子石英は早くトリヂマイト、又はクリストバライトに變態するが粗粒に在つてはこの變態が起り難い。一般に珪石煉瓦の焼成温度は1500°Cであるがこの温度では粗粒子組成部分には未だ石英が残存する。然し微粒部分の焼成効果はこれで十分であるので煉瓦全體として考えれば一般使用には何等支障がない。それ故に粗粒子珪石煉瓦はスポーリングに強いものとする事が出来る。

然しこゝで注意しなければならない事は粗粒子珪石煉瓦と雖も焼成温度を更に高くして十分に石英を變態させたものはスポーリングの抵抗性が一般の珪石煉瓦と同一となる。構造的な原因に依るスポーリングに就いては記述しなかつたが簡単にこれを説明すれば粗粒子組成であるが故に悪いと言う事はない。却つて一般のものよりこの點に於ても亦一段と好成績である可きである。

これは粗粒子珪石煉瓦は密質であつてスラグの浸入少く使用中の構造的變化が一般の珪石煉瓦より安定であると考える事が出来るからである。

以上は珪石煉瓦を粗粒子組成とする事に依つてスポーリングの抵抗性と増す事が出ると言う理論的説明であるがこの事は實驗的にも亦確認する事が出来る。即ち第2表は粗粒子珪石煉瓦が一般市販珪石煉瓦よりもスポーリングに強い事を示す實驗値である。

(ハ) 耐 磨 耗 性

耐火物使用上耐磨耗性の要求される場合がしばしばある。例へばコークス爐炭化室爐底煉瓦とかロータリキルンの内張煉瓦等はこれである。

耐磨耗性は一般に焼成温度を高くする事に依つてこれを求めて居るが珪石煉瓦に於ては粒度調整に依つて特にこの性質を強調する事が出来る。これは極微粒と粗粒を適宜に配合して微粒部分の焼締効果を強め粗粒部分は木

第2表 粒度調整珪石煉瓦と一般珪石煉瓦の
スポーリングの比較

供試體の種類	見掛比重	氣孔率	剝落率	摘 要
粒度調整電氣爐用珪石煉瓦 (粗粒子煉瓦)	2.34	24.4 %	2.76 %	
粒度調整平爐用珪石煉瓦 (極粗粒子煉瓦)	2.36	18.7	11.55	
一般珪石煉瓦	2.34	23.5	17.73	中央より切落

註 1. 供試體は同一原料同一焼成温度とする。
2. パネル式スポーリング試験爐を使用。
3. 試験は 1000°C に於て 15 分間加熱後 15 分間冷却した結果である。

材中の節の様堅い組織を作る事に役立つ容易に製造する事が出来るのである。第3表は粒度調整珪石煉瓦の磨耗試験であつて普通品との間に明かにその差を認める事が出来る。

この珪石煉瓦は亦スラグの浸蝕に就いても好成績を示すものである。

第3表 粒度調整珪石煉瓦と一般珪石煉瓦の
磨耗率の比較

供試體の種類	磨減容積 cm ³	磨減率	摘 要
粒度調整珪石煉瓦 A	3.5	100	粗粒子配合で約 2% の酸化劑添加
粒度調整珪石煉瓦 B	4.2	120	粗粒子組成
一般珪石煉瓦	7.5	214	

註 1. 供試體は同一原料同一焼成温度
2. サンドブラスト試験法に依る
3. 試験は 1kg の砂粒を 4atm の壓力で 10cm の距離より供試體に吹きつける

第4表 粒度調整珪石煉瓦と一般珪石煉瓦の
平爐滓に依る浸蝕率の比較

供試體の種類	平爐滓に依る浸蝕率	通氣度	摘 要
粒度調整珪石煉瓦 A (第3表 A と同一)	38.2%	220.5 × 10 ⁻⁴	スラグは深く浸透して居ない
粒度調整珪石煉瓦 B (第3表 B と同一)	60.4	238.5 × 10 ⁻⁴	同上 スラグは深く浸透して蜂の巣の様浸蝕されている。浸蝕後容積測定困難な爲實際の浸蝕率は本表の数値より大きいと思はれる
一般珪石煉瓦	67.3	1,086.7 × 10 ⁻⁴	

- 註 1. 供試體に容積 A の孔を作り平爐滓を填充して1400°C に2時間保持後再び孔の容積(B)を計る
 2. 浸蝕率 = $B - A / A \times 100$
 3. 通氣度 = $lv / \Delta P \cdot A \cdot t$
 但し l 試料の厚さ cm
 A " の面積 cm²
 ΔP 試料中に空氣を通ずる爲の壓力, マノメーターの読み(水柱) cm
 V ΔP 壓力下の流出水量 c.c
 t 測定時間

(=) 熔融時の粘性増加

高温熔融時の粘性の大小は平爐用珪石煉瓦に於ては特に重要な役割をするものである。珪石煉瓦を平爐に使用した場合如何に耐火度が高くとも一旦熔融し初めた時に粘性が少く急激に流下する様なものでは實際使用時の損耗が激しく平爐用珪石煉瓦として適當なものであるとは言ひ得ない。これと反對に粘性の大きなものでは熔融開始の時期から滴下に至る迄の時間が長く平爐操業の監視に極めて便利である。一般に液體の粘性は次に示される様に温度函数であるから平爐用珪石煉瓦の様に熔融滴下する迄使用される耐火物に在つては粘性の強い事が耐火度の増強であるとも見る事が出来る。

$$\mu = c / (1 + \alpha t + \beta t^2) \quad \mu \cdots \text{粘度}$$

$\alpha, \beta, c \cdots \text{恒数}$
 $t \cdots \text{温度 } ^\circ\text{C}$

平爐用珪石煉瓦では耐火度が幾分でも高いと言う事がその品質決定の重要素因であるからこの粘性増加の問題は平爐用珪石煉瓦製造上の重要事項である。

粒度調整粗粒子珪石煉瓦はこの特性を持つが故に平爐用耐火物としては一步前進したものであると言う事が出来る。第6圖は粗粒子珪石煉瓦と普通品の熔融状態の比較を示すものであるが明かに粗粒子煉瓦が粘性の強い事が認められる。



第6圖

- 註 1. 供試體
 1A 粗粒子珪石煉瓦
 1B 一般珪石煉瓦(1Aと同一原料)
 2. 形状 15×15×50mm
 3. 熔融温度 1740°C
 4. 供試體一般物理性を第5表に示す

粗媒性コロイドの粘性に就いて明かな様に著しい粘性増加となる。熔媒中に小球が懸濁してこの懸濁粒が等質液中に運動すると考えれば Einstein 氏の次式を適用する事が出来る。

$$\mu = \mu_0(1 + kv) \quad \mu \cdots \text{不等質液體の粘度}$$

$\mu_0 \cdots \text{溶媒の粘度}$
 $k \cdots \text{恒数}$
 $v \cdots \text{單位容積中の懸濁粒の總容積}$

Einstein 氏に依れば粗媒性コロイドに就いて k は 2.5 である。珪石粒が熔流中に懸濁した場合はどの程度この式があてはまるかわからないが何れにしてもこれと類似

第5表 第6圖供試體珪石煉瓦の物理性

供試體符號	粒 度				耐火度	見掛比重	氣孔率
	3mm 以上	3~1mm	1mm 400 mesh	400mesh 以下			
1 A	21.18%	21.1%	6.8%	50.3%	SK33	2.35	18.39%
1 B	4.1	26.2	16.5	58.0	SK33	2.35	21.48

上記は實驗的結果に基くものであるがこの事實は理論的にも説明する事が出来る。

粗粒子珪石煉瓦は熔融流下する場合でも熔流中に多數の粒狀珪石が残つて居る。これは不等質液體の粘性特性

の結果をもたらすであろう事は想像するに難くない。

尙珪石煉瓦を實際に平爐に使用する場合は低温熔融性のスラッグの浸入がある。この時も粗粒子珪石煉瓦は(イ)項で既に説明した通りスラッグの浸入は少いので

ある。低融性スラッグの混入が少なければこゝに生ずる熔融物も當然粘度の高いのは勿論である。

以上粗粒子珪石煉瓦は熔融時の粘性が高く平爐用耐火物として好適である事を述べたのであるがこの事實は同時に亦珪石原料対策上にも重大な示唆を與えるものである。

即ち平爐用珪石煉瓦原料は従來耐火度の高い結晶のよく發達した赤白珪石を使用して居たのである。これはこの原料が高温熔融時に粘性が強く且スラッグの浸蝕によく耐へるからである。粗粒子珪石煉瓦は低氣孔率とする事が出來スラッグの浸蝕に對しても其の構造上非常に強い事は既に説明して來た通りでありこゝに又粘性増加の特質があるので珪石煉瓦は粒度調整に依つて原料面の缺點を或程度補う事が出来る。それ故に従來耐火度はあつても粘性及スラッグの浸蝕面から見て平爐用珪石煉瓦原料としては不適であると言はれて居た所謂二級原料を粒度調整に依つて活用出来ることになる。これは優秀原料

少く將來に不安を感じる珪石煉瓦原料対策上重大な意義を持つものである。

IV. 結 言

著者は珪石煉瓦の品質改善を粒度調整法に求めた。

(イ) 粒度調整法の意義を述べこの方法を實驗的理論的に説明した。

(ロ) 粒度調整の結果珪石煉瓦に於て次の重要性質を強調し得る事がわかつた。

i 低氣孔性

ii 耐スポーリング性

iii 耐磨耗性

iv 高温熔融時の粘性の増加

(ハ) 今後これらの特性を備へた珪石煉瓦を作り實際の現場使用実績を検討する考えである。

(昭和 25 年 5 月寄稿)

ジルコニウム鋼に関する研究(I)

長谷川 正義*

THE INFLUENCE OF ZIRCONIUM ON IRON AND STEEL (I)

Masayoshi Hasegawa

Synopsis: In foreign countries, the influence of zirconium on iron and steel was studied quite a considerable time: the results were put to practical use. but, in Japan, there are few published systematic studies about this influence of zirconium, in fact, still many unknown points about the effects of zirconium and no commercial uses of it.

The author has studied about this problem since 1941 and reports on this essay I, the influence of a small amount of zirconium on iron and steel, mostly, the results of elemental studies in laboratory scale.

The results of these experiments are summerized as follows.

- (1) Commercial zirconium mother alloy of differentiated methods of preparation in assortment, chemical composition, action and yield in melting were tested.
- (2) When a small amount of zirconium is added into steel, blowholes in ingot can be reduced and sound ingot gotten, and oxygen and nitrogen contents in ingot can be reduced. The degree of deoxidizing action is stronger than silicon and pretty weaker than aluminium. Zirconium greatly reduces the percentage of acid-soluble nitrogen in an ordinary steel.
- (3) Pretty clean steel can be obtained with moderate treatments and many characteristic inclusions are recognized in zirconium-treated steel. Compositions and forms of these inclusions were studied.
- (4) Desulphurising capacity of zirconium is stronger than manganese and the maximum value of desulphurisation percentage was 65%.

* 早稲田大學理工學部冶金學教室, 助教授