今の有様では収入は少ないのに費用は多く入用といふので、基本金の利子は全部消費するのみならず、広告料で収入を考へ又本籍を賣つて其利益を見込み、漸くにして借金はせずに今日迄進んで來たが、今年から新に維持會員を募集せんとか、會員中、前述の如き報文に興味多き會員よりは會費を増徴しては如何など申出づる方もあり、何とかして此第 500 號の記念に収入を増すべき良案を提出して頂きたいのである、第一に小子の愚案としては會員を多くする事である、今の會員で 1 名に付新に 1 名を御勧誘を願へば 2,600 名に達し會費は増加せずとも優に此難關を通過する事が出來ると信ず、然し會員を増すには雑誌の記事を改良して、もう少し何人にも解し易く又實驗の出來得る様な記事を挿入して貰ひたい。

次の考へは數年前より理事者側に發意ありしが未だ實現せずに居る問題である、夫は本部は支部又は他の地方に於ける窯業關係者のある地方へ、時々本部又は支部員を派遣して時によりては講演會又は質問會を開催する事である、斯くするときは其地方の事情も判明し、其地方の通信も出來又研究の結果を討議する事となり、知識交換の意味に於ても、又は地方開發の意味に於ても、又は本部との聯絡を取り協會雜誌を活かす點に於ても大に良策と考へる、本年からは非實現せん事を此 500 號記念の一として切望するものである。

報 文

珪酸苦土質の耐火及び電気材料ステアタイトの研究 (第2報)

永井彰一郎・深井吉之助

Studies on Magnesium Silicates, "Steatite", Part II

By Shoichiro Nagai and Kichinosuke Fukai

Abstract

The authors, in continuing their previous studies, reported in the present paper the further studies on fine refractory and electric insulating material "steatite". The results were reported in Japanese, which are here briefly abstracted, as following:

(a) The effects of several plastisers on moulding, shrinkages of drying and burning, strengths, densities, etc., were systematically studied and the following results were obtained.

Table 1. Results of Comparative Studies on Effects of Various Plastisers (I)

No. of Sample	Plastiser in Solution			Moulding P.essure	Burning Condition		Burning Shrinkage	Weight Decrease by Burning	Transverse Strength	Apparent Density	True Density	Porosity
	Plastiser Concentration	Volume			Temperature	Time						
5S-101	Water Glass	5%	25%	100 kg/cm²	1250°C	2 hrs	4.4%	8.8%	59.2 kg/cm²	2.74	2.97	7.7%
10S-101	" "	10	"	"	"	"	3.2	8.8	*	2.74	3.00	8.6
2B-101	Borax	2	"	"	"	"	3.8	8.9	79.7	2.68	2.84	5.7
5B-101	"	5	"	"	"	"	3.6	8.7	*	2.75	3.03	9.2
101	Water	"	"	"	"	"	0.3	8.6	30.3	2.71	2.94	7.8
123	Starch	2	"	"	"	"	1.1	9.0	41.6	2.82	3.01	6.2
5S-102	Water Glass	5	"	"	1300	"	5.8	8.5	116.2	2.73	3.05	10.4
10S-102	" "	10	"	"	"	"	4.3	8.8	97.3	2.73	3.06	10.7

2B-102 Borax	2	"	"	"	4.5	9.0	88.3	2.74	2.90	5.6
5B-102 "	5	"	"	"	4.4	9.0	218.2	2.73	3.06	10.7
104 Water	20	"	"	"	1.2	8.8	71.2	2.73	2.97	8.0
124 Starch	2	"	"	"	2.3	9.0	106.6	2.70	2.94	8.1

* These specimens cracked in water and could not be tested on strength

It is clearly seen that sodium silicate and borax have no good effects on burning and other physical properties of steatite.

(b) F. Reinhard (Tonindustrie-Zeitung, 1932, **56**, 323) reported that alkali silicate or chloride has good effect on to produce magnesium orthosilicate ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) and to make good refractories. Hautefeuille (Ann. Chim. Phys., 1865, **4**, 175) also reported that magnesium chloride has the same effect. The next table shows the results of studies on the effects of addition of magnesium chloride, which are better than those of sodium silicate and borax shown in the above table 1.

Table 2. Results of Comparative Studies on Effects of Various Plastisers (II)

No. of Sample	Plastiser in Solution			Moulding Pressure	Burning Condition		Compressive (C) or Transverse (T) Strength	Apparent Density	True Density	Porosity
	Plastiser	Concentration	Volume		Temperature	Time				
L-351	MgCl ₂	2%	5%	300 kg/cm ₂	1250°C	2 hrs	T:195 kg/cm ²	2.74	2.90	5.5%
351	....	Water	"	"	"	"	T:145	2.75	2.89	4.2
CL-211	MgCl ₂	2	10	200	"	"	C:331	2.74	2.91	5.8
CL-351	"	"	5	300	"	"	C:394	2.72	2.86	4.9
C-351	....	Water	"	"	"	"	C:388	2.69	2.79	3.6
CL-212	MgCl ₂	2	10	200	1300	"	C:786	2.72	3.02	9.9
C-212	....	Water	"	"	"	"	C:631	2.72	3.03	10.2

It is seen from these results that magnesium chloride gave slightly good effect.

(c) Nextly, it was studied that the relation between the compressive strength of the products and the moulding pressure, the amount of moulding water. The results were tabulated in the following table 3.

Table 3. Relations between Moulding Pressures, Amounts of Moulding Water, etc. and Compressive Strengths of Steatite

No. of Sample	Moulding Condition		Burning Condition		Compressive Strength	Burning Decrease	Apparent Density	True Density	Porosity
	Amount of Water	Pressure	Temperature	Time					
C-51	20%	50 kg/cm ₂	1250°C	2 hrs	160 kg/cm ₂	....%	....	....	....
C-101	"	100	"	"	241	....	....	....	....
C-103	15	"	"	"	257	....	....	....	....
C-151	20	150	"	"	293	....	....	....	....
C-153	15	"	"	"	305	....	....	....	....
C-201	20	200	"	"	340	....	....	....	....
C-353	5	300	"	"	388	8.5	2.71	2.99	9.3
C-212	10	200	1300	"	631	8.8	2.72	3.03	10.1
C-311	"	300	"	"	701	8.7	2.70	3.00	10.0

From these results, it is clear that the compressive strength of the products depends

li early on the moulding pressure, and the greater the moulding pressure is, the better the physical strength of the steatite. Relating to the amount of moulding water, E. A. Schoenberg (Elektrochem. Zeitschrift, 1933, **23**, 545) reported on the dry moulding (Trockenpressung). The authors studied also on this point, which will be reported hereafter.

(d) Compressive strengths of the specimens during heating at high temperatures (600°C and 1000°C) were tested by the small cylindrical test pieces (Dia: 2 cm and Length: 2.5 cm) and compared the results with those of chamotte refractory materials (S. Nagai and S. Man-nami, this Journal, 1930, **38**, 788). The compressive strengths of steatite at high temperatures (600°C, 1000°C, etc.) were lower than that at the room temperature, this fact being quite contrary to that of chamotte refractories, as shown in the following table 4.

Table 4. Results of Compressive Strength Testing at High Temperatures

No. of Sample	Moulding Condition		Burning Condition		Compressive Strength (kg/cm ²) at			Apparent Density	True Density	Porosity
	Pressure	Amount of Water	Temperature	Time	Room Temp.	600°C	1000°C			
CL-211	200 kg/cm ²	10%	1250°C	2 hrs	331	....	310	2.73	3.02	9.6%
C-212	"	"	1300	"	631	....	481	2.74	2.91	5.8
CO-36	300	5	1400	6	993	872	796	2.66	2.82	5.6
CO-6	600	"	1450	"	1136	....	....	2.63	2.71	1.0
CP-4	400	"	"	"	969	562	....	2.63	2.67	1.5
Chamotte (A)	150	....	1200	2	....	135	219	1.90	2.74	30.6
" (B)	"	....	1300	"	....	140	255	....	....	....
" (C) 100	"	....	1400	"	....	211	440	1.87	2.71	31.0

(CL-211 was the sample moulded by 2% solution of magnesium chloride)

The steatite has far greater compressive strengths than those of chamotte refractories and it must be tested on at higher temperatures, which is now being studied and will be reported hereafter.

(e) Spalling test was carried out by treating the small cylindrical test pieces (Dia: 2 cm and Length: 2.5 cm) heating at 1200°C for 30 minutes, throwing into cold water, and then compressive strengths, densities and porosities were compared to those before heat treatment.

The results are shown in the following table 5.

Table 5. Results of Spalling Tests of Steatite

No. of Sample	Moulding Condition		Burning Condition		C : Compressive or T. Transverse Strength			Apparent Density		True Density		Porosity	
	Pressure	Amount of Water	Temperature	Time	Before Heating	After Heating	% of Decrease	Before Heating	After Heating	Before Heating	After Heating	Before Heating	After Heating
C-101	100	20%	1250°C	2	C: 241	C: 97	59%	....	....	....	....	....	....
C-103	"	15	"	"	C: 257	C: 173	31	....	....	....	....	....	....
C-151	150	20	"	"	C: 293	C: 170	42	....	....	....	....	....	....
C-153	"	15	"	"	C: 305	C: 205	33	....	....	....	....	....	....
CL-211	200	10	"	"	C: 331	C: 185	40	2.74	2.81	2.91	3.03	5.8	7.2
	301	300	0	"	T: 138	T: 51.0	63	2.72	2.76	2.92	3.02	6.8	8.6
	351	"	5	"	T: 145	T: 50.4	65	2.74	2.79	2.90	3.03	5.4	7.9
O-36	"	"	1400	6	T: 251	T: 41.5	83	2.63	2.65	2.98	3.17	11.7	16.3
CO-36	"	"	"	"	C: 993	C: 652	34	2.66	2.70	2.82	3.19	5.6	15.3
P-5	500	"	1450	"	T: 190	T: 77	59	2.66	2.69	2.68	2.86	0.7	5.8
CP-6	600	"	"	"	C: 1286	C: 637	51	2.72	2.74	2.75	2.80	1.0	2.1

From these results, it can be clearly seen that compressive or transverse strength decreases

about 50-60% by heating at 1200°C for 30 minutes and quick cooling, and densities and porosities increase in every cases.

The authors are now further studying on various points, e. g., change of molar ratio (MgO/SiO_2) of steatite by adding magnesia or silica, thermal expansion, electrical properties, etc., which will be reported in the following reports.

(Institute of Silicate Industry, Department of Applied Chemistry,
Faculty of Engineering, Tokio Imperial University, Tokio, Nippon)

1. 緒 言

前報に於ては珪酸苦土質の耐火及び電気材料を研究するに當り、其の原料なる滑石、蛇紋岩、岫巖石等の化学成分の分析及び比重の測定を行ひ、本報研究の参考資料なる獨逸ステアタイト及び本邦製ステアタイト各數種宛の化学成分、比重等を比較試験して参考に供したり。先づ豫備實驗として滑石單味、滑石 90 分に木節粘土 10 分の配合物を水或は澱粉溶液にて混練後 $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 又は $100\text{kg}/\text{cm}^2$ の加壓の下に成形し $1230\sim 1250^\circ\text{C}$ に 2 時間焼成して得たる試験片の収縮、比重、強度等を試験したる結果を報告したり。

本報に於ては前述の豫備實驗に可塑性附與の目的を以て使用したる澱粉液と同様の目的の下に珪酸曹達液、硼砂液等を用ひて試験し、又成形水量の多少、成形壓力の大小等が製品の強度、比重、氣孔率等に及ぼす影響の僅少なからざる點に就き比較試験を重ね、又成形器を改良して $600\text{kg}/\text{cm}^2$ 迄の加壓成形をなし強度大に、比重も大なる試料を得たり。更に直徑 20 mm、高さ 25 mm の圓筒形試験片を焼成して前報に得たる破壊係數以外に耐壓強度を試験したり。同試験片を用ひて熱間に於ける耐壓強度を測定して之をシャモット質耐火材料と比較しステアタイトとシャモットとが冷間と熱間との強度關係が相反することを確めたり。尙一度焼成したる試料を 1200°C 加熱状態より冷水中に投入急冷して所謂スパーリングテスト（急冷試験）をなしたり。以下節を分ちて各實驗を説明し其の結果に就ての考察を試み本研究の第 2 報となす。

2. 可塑性附與物質の影響

小川若三郎氏（電気材料の組織、昭和 8 年、139）等にはステアタイトの成形に當り珪酸曹達を使用することが良好なる結果を得る旨記述され居るを以て果して機械的強度を良好にするものなりや又電気的性質は如何なるものかと思ひ試験したり。然るに珪酸曹達即ち水硝子液を用ひたるものは成形、乾燥に當りては崩壊を生ずることなく好都合にして其の焼成品の強度は多少増加すれども焼成収縮は 3~4% も増加し時には微細なれども龜裂を生じ一般に氣孔率を増加して良好ならず。又伊藤集湧氏（マツダ時報、昭和 7 年 7、81）に依ればステアタイト製品の電気抵抗は其の溫度に依る變化を見れば電解傳導の式が適用されるを以て珪酸曹達は絶縁抵抗を低下せしむべく、次に記す如き成形壓力、成形水量、焼成溫度、焼成時間等の影響に比較すれば此の珪酸曹達に依る強度其の他の増加は僅かなり。此の點に關する實驗は次の如く 2、3 行ひたるのみにて中止したり。

次に硼砂を可塑性附與物として使用したる結果も略同様なれども此の方は成形、乾燥等に當つての好影響全く無く逆に乾燥焼成の際龜裂崩壊等の原因をなすが如く、硼砂結晶水の脱出に起因するものならん。次の第 1 表には珪酸曹達、硼砂等を加へたる焼成品の焼成収縮、強度、比重、氣孔率並に其の比較の爲め可塑性附與物を加へざる單味焼成品の數値をも加へて比較したるものなり。尙成形壓力は何れも $100\text{kg}/\text{cm}^2$ にして試料番號に附せる S は珪酸曹達、B は硼砂を示し、No. 123 及び 124 は澱粉液を加へるものも加へたり。×印を附したるものは比重測定の爲め水中に保つ間に龜裂を生じ強度を測定し得ざりしものにして此の種のものは自然

不良にして問題とならざるものなり。

第1表 珪酸曹達、硼砂等を添加したる試験結果

試料 番號	添加物溶液			成形 壓力 kg/cm ²	焼成條件		焼成 收縮 %	焼成 減量 %	破壊 係數 kg/cm ²	見掛 比原	眞 比重	氣孔 率%
	添加物	濃度 %	添加量 %		溫度 °C	時間						
5S-101	水硝子	5	25	100	1250	2	4.4	8.8	59.2	2.74	2.97	7.7
1CS-101	"	10	"	"	"	"	3.2	8.8	×	2.74	3.00	8.6
2B-101	硼砂	2	"	"	"	"	3.8	8.9	79.7	2.68	2.84	5.7
5B-101	"	5	"	"	"	"	3.6	8.7	×	2.75	3.03	9.2
101	—	水	"	"	"	"	0.3	8.6	30.3	2.71	2.94	7.8
133	澱粉	2	"	"	"	"	1.1	9.0	41.6	2.82	3.01	6.2
5S-102	水硝子	5	"	"	1300	"	5.8	8.5	116.2	2.73	3.05	10.4
10S-102	"	10	"	"	"	"	4.3	8.8	97.3	2.73	3.06	10.7
2B-102	硼砂	2	"	"	"	"	4.5	9.0	88.3	2.74	2.90	5.6
5B-102	"	5	"	"	"	"	4.4	9.0	2 8.2	2.73	3.06	10.7
104	—	水	20	"	"	"	1.2	8.8	71.2	2.73	2.97	8.0
124	澱粉	2	"	"	"	"	2.3	9.0	106.6	2.70	2.94	8.1

即ち珪酸曹達も硼砂も共に添加量多ければ共に機械的強度を低下する。但し 5B-101 が×印なるに對し5B-102 が著しく強度大なるは焼成温度が高く、硼砂が多きため化學的變化を起したるがためなるべく是等は後日更に比較試験せん。尙參考の爲め上表に使用したる珪酸曹達を記せば次の如く $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ にも到らぬもの

水分	珪酸	礬土及び酸化鐵	石灰	苦土	曹達	珪酸/曹達の分子比
39.10%	35.61%	0.10%	痕跡	0.14%	25.05%	1.47

である。尙此の珪酸曹達を添加する場合も一層高き成形壓力と焼成温度とを以つてすれば或は一層優良なる結果を得べく是等は後日の研究に俟つべし。

次にラインハルド氏 (F. Reinhard, Tonindustrie-Zeitung, 1932. 56, 323) はアルカリの珪酸鹽或は鹽化物を加ふれば $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ の生成に效果ありて優良なる耐火物を得る旨記述せり。又オートフ、イユ氏 (Hautefeuille, Ann. Chim. Phys., 1865, 4, 175) は正珪酸苦土 ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) の合成に鹽化苦土を用ふることを記したり。此處に此の鹽化苦土がステアタイトの焼成に及ぼす効果を比較試験したり。次に其の結果を示せば第2表の如く、焼成時間は2時間、焼成温度は 1250°C と 1300°C とを用ゐ、成形壓力は 200kg/cm^2 と 300kg/cm^2 とを以つてしたり。尙強度試験には第1表以後短冊型試験片に依る破壊係數の外徑 2cm、高さ 2.5cm の小型圓壩試験片を以つて耐壓力を測定したり。

第2表 鹽化苦土を添加したる試験結果

試料 番號	添加物溶液			成形 壓力 kg/cm ²	焼成條件		耐壓力 (C) 又は破壊係數 (T) kg/cm ²	見掛 比重	眞 比重	氣孔 率%
	添加物	濃度 %	添加量 %		溫度 °C	時間				
L-351	鹽化英土	2	5	300	1250	2	T:195	2.74	2.50	5.5
351	—	水	"	"	"	"	T:145	2.75	2.89	4.2
CL-211	鹽化苦土	2	10	200	"	"	C:331	2.74	2.91	5.8
CL-351	"	"	5	300	"	"	C:394	2.72	2.86	4.9
C-351	—	水	"	"	"	"	C:388	2.69	2.79	3.9
CL-212	鹽化苦土	2	10	200	1300	"	C:786	2.72	3.02	9.9
C-212	—	水	"	"	"	"	C:631	2.72	3.03	10.2

此の鹽化苦土の場合に於ても珪酸曹達及び硼砂と略同様にして其の效果は焼成温度を 1250°C より 1300°C に僅か 50°C 上昇せしめて強度が略倍大となる効果に較べて非常に僅少である。尙試料番號に(C)を附したる

は前述の小型圓筒試験片に依る耐壓力試験, (T) は破壊係数を示すもの, (L) は鹽化苦土添加を示すものなり。尙耐壓強度の試験は次節に詳し。

3 耐壓強度と成形条件との關係

耐壓強度は豫ねて著者の1人永井が萬波章太郎氏との共同研究(大日本窯業協會雜誌, 昭和6年, 39, 103)

第1圖 圓筒形試験片の加壓成形器

にてシヤモット質耐火材料の試験研究の際使用せる加壓成形器(第1圖参照)にて直径20mm, 高さ30mmの圓筒形試験片を作り, 小型萬能試験機に依りて耐壓強度を試験せり。成形の壓力の如何, 燒成温度の如何等に依りて直径を收縮し, 高さを減少し約25

mm位となれり。耐壓強度と成形及び燒成条件との比較試験結果は次の第3表の如く燒成減量, 比重, 氣孔率等は2,3の試験片に就て行ひたり。

第3表 耐壓強度と成形, 燒成条件との比較試験結果

試料 番號	成形条件		燒成条件		耐壓強度 kg/cm ²	燒成減 量 %	見掛比重	眞比重	氣孔率%
	水量%	壓力kg/cm ²	温度°C	時間					
C-51	20	50	1250	2	160	—	—	—	—
C-101	〃	100	〃	〃	241	—	—	—	—
C-103	15	〃	〃	〃	257	—	—	—	—
C-151	20	150	〃	〃	293	—	—	—	—
C-153	15	〃	〃	〃	305	—	—	—	—
C-201	20	200	〃	〃	340	—	—	—	—
C-353	5	300	〃	〃	338	8.5	2.71	2.99	9.3
C-212	10	200	1300	〃	631	8.8	2.72	3.03	10.1
C-311	〃	300	〃	〃	701	8.7	2.70	3.00	10.0

此の第3表の結果を其の成形条件に就て見れば, 成形壓力は此の程度にては略壓力に比例して強度も大に緻密なるものとなる。成形水量に就ては其の素地の性質に關係ありて一概には適當なる水量を決定するに困難なりと考へらる。然れども10%以上用ひたるものは一般に強度低し。プロブスト氏(E. Ptobst, Ber. deut. keram. Ges., 1931, 12, 272)は無水成形法(Trockenpressung)が總べての磁器に適することを述べたのみならず, シェーンベルグ氏(E. A. Schönberg, Elektrotech. Zeitschrift, 1933, 23, 545)はステアタイトに關する研究文献中にも無水成形法が良好なる結果を與ふことを紹介したり。是等の點は更に後日試験研究を重ねることとし茲には先づ成形の便宜上先づ適當の成形水量を使用することとし5%として實驗を進めたり。次に燒成温度を1250°Cより1300°Cに上昇することに依りて著しく強度を大ならしめたり。更に1350°C, 1400°C等の高温度燒成は次節以下に試験を加へたり。

4 熱間耐壓強度の試験

熱間耐壓強度試験は一般耐火材料の試験に廣く使用される獨逸のエンデル・ステーゲル式又はトインダストリー社式等が使用せらる(永井「珪酸鹽工業要覽」, 昭和8年, 526; 永井「耐火材料及び其の試験法」, 共立社

實驗工學講座, 昭和8年, 118)る熱間荷重軟化試験方法は試験機が大きく且つ高價につき又使用電力等も多く當研究室には其の設備は遺憾ながら之を缺くを以て便宜上簡便法として著者の1人永井が考案し既に萬波

第2圖 小型熱間荷重試験機

章太郎氏との共同研究(大日本窯業協會雜誌, 昭和5年, 38, 788)に於てシヤモット質耐火材料の熱間耐壓強度測定に用ひたる三重槓杆式小型耐壓試験機に電氣爐を取り附けたる装置にて第2圖の如きものを用ひて試験したり。本節の實驗は豫備實驗にして實驗の數も多からざるを以て決定的結論を得がたきも一般に1000°C加熱状態に於ける耐壓強度は常溫に於けるものよりも低き結果を與ふ。即ちシヤモット質耐火材料が常溫に於けるものよりも1000°Cに於て遙かに大なる強度を有するのとは全く相反するものなり。次の第4表は是等の熱間耐壓強度をステアタイトとシヤモットとに就て比較試験したるものなり。尙試料番號 CO

—36, CO—6は滑石に苦土を加へて2MgO:SiO₂の分子比にしCP—4は3MgO:2SiO₂なる分子比となせるものにして詳細は後節に譲るべし。

第4表 熱間耐壓強度試験結果

試料 番號	成形條件		燒成條件		耐壓強度(kg/cm ²)			見掛け比重	眞比重%	氣孔率%
	水量%	壓力kg/cm ²	溫度°C	時間	常溫	600°C	1000°C			
CL—211	10	200	1250	2	331	—	310	2.73	3.02	9.6
C—212	"	"	1300	"	631	—	431	2.74	2.91	5.8
CO—36	5	300	1400	6	993	872	793	2.66	2.82	5.6
CO—6	"	600	1450	"	1136	—	—	2.68	2.71	1.0
CP—4	"	400	"	"	969	562	—	2.63	2.67	1.5
シヤモット(A)	—	150	1200	2	—	135	219	1.90	2.74	30.6
"(B)	—	"	1300	"	—	140	255	—	—	—
"(C)	—	100	1400	"	—	211	440	1.87	2.71	31.0

(注意;シヤモット(A),(B),(C)はシヤモット90分に木節粘土10分を加へたるものなり。CL—211は前述の鹽化苦土3%溶液を用ひたるものなり)

此の結果で見らるゝ様にステアタイトはシヤモット質のものに比較すれば強度は極めて大にして耐壓試験機の耐火粘土質受臺を度々破損したるを以て實驗回數少く他の良質材料を得て更に實驗を續け一層高温度の點迄比較を進めんとす。

5. 急冷試験(スポーリングテスト)

耐火材料の急熱急冷試験として一般に行はる方法(前掲著書参照)とは異り便宜上茲には小型圓筒試験片に成形,燒成したるステアタイト試料に就て1200°Cに30分間加熱したる後冷水中に急に投じて急冷したる後其の耐壓強度,比重,氣孔率等の諸點に就て加熱の前後の變化を比較試験したるものは次の第5表の如し。

第5表 スポーリング試験の結果

試料 番號	成形條件		焼成條件		耐壓強度(C)又は 破壊係數(T) kg/cm ²			見掛比重		眞比重		氣孔率	
	水量 %	壓力 kg/cm ²	溫度 °C	時間	加熱前	加熱後	強度の減少	加熱前	加熱後	加熱前	加熱後	加熱前%	加熱後%
C-101	20	100	1250	2	C:241	C: 97	59	—	—	—	—	—	—
C-103	15	"	"	"	C:257	C:173	31	—	—	—	—	—	—
C-151	20	150	"	"	C:293	C:170	43	—	—	—	—	—	—
C-153	15	"	"	"	C:305	C:205	33	—	—	—	—	—	—
CL-211	10	200	"	"	C:331	C:185(1000°C)	40	2.74	2.81	2.91	3.03	5.8	7.2
301	0	300	"	"	T:138	T: 510	63	2.72	2.76	2.92	3.02	6.8	8.6
351	5	"	"	"	T:145	T: 50.4	65	2.74	2.79	2.90	3.03	5.4	7.9
O-36	"	"	1400	6	T:251	T: 41.5	83	2.63	2.65	2.98	3.17	11.7	16.3
CO-36	"	"	"	"	C:993	C:652	34	2.66	2.70	2.82	3.19	5.6	15.3
P-5	"	500	1450	"	T:190	T: 770	59	2.66	2.69	2.68	2.83	0.7	5.8
CP-6	"	600	"	"	C:1286	C:637	51	2.72	2.74	2.75	2.80	1.0	2.1

此の實驗は其の同數稍少く不完全を免れざるを以つて後日更に試験研究を重ねんとす。此のスポーリングテストにて比重、氣孔率の増加殊に氣孔率の増大は急冷に依つて龜裂等を生じ、從つて強度の低下の著しきことを認め得べく概して破壊係數の低下の方が大なり。尙試料 O-36, CO-36 を 1400°C で、P-5, CP-6 を 1450°C で焼成し且つ P-5 が 500kg/cm²、CP-6 を 600kg/cm² の加壓成形したことが強度に著しき上昇を來し氣孔率が非常に小さく又比重が大となることを見ればステアタイトの成形には 500~600kg/cm² 以上高壓を用ひ、焼成も 1400~1450°C 位の高温なるを要す。又試料 301 の如く水を使用せざる所謂 Trockenpressung も高壓を以つてすれば充分可能なるべく是等第 5 表の試料 301 以下の試料の如く (a)成形水量を 5% 以下で出来るだけ少く、(b)成形壓力を 500~600 kg/cm² 以上成るべく高く、(c)焼成溫度を 1400°C 以上に高めることは總べての點に優良なる結果を招來するものにして是等の點は目下試験中であるから後日精細に試験研究を積みたる結果を報告すべし。

6. 總 括

前報に引き続き珪酸苦土質の耐火及び電氣材料ステアタイトの製造の諸條件を比較實驗し、各種の試験をなしたるものゝ中本報に報告せるところを摘録すれば

(1) 可塑性附與物質として珪酸曹達、硼砂、鹽化苦土等の効果を試験したり。其の添加量多きに過ぎざれば焼成收縮の増加に依り龜裂を生ずる等のことなく何れの場合も機械的強度は若干増大せり。然れども其の添加に依る効果は餘り著しからざるのみならず電氣的性質への影響如何を考へ之は後日の機會に譲りて再検討せん。

(2) 直徑 20mm, 高さ 25mm の圓壩試験片を作りて耐壓強度並に他の諸性質を測定したり。

(3) 成形壓力を第一段として 300kg/cm² 迄増加したる比較試験にては成形壓力が大なる程強度大なる製品を得べきも焼成溫度 50°C の上昇に依る効果よりも著しからず。

(4) 成形水量を 10% 以上より次第に低下し 5%, 0% (所謂 Trockenpressung) 迄試験し水量少き程焼成收縮、氣孔率少き結果を得たり。

(5) 圓壩形試験片を用ゐて常溫、600°C 及び 1000°C の熱間耐壓強度を試験したり、其の結果はシャモット質耐火材料が常溫よりも 600°C、更に 1000°C の強度が大なるに反しステアタイト質のものは常溫に於て最高にして溫度が上るにつれて強度が低下せり。尤もシャモット質のものは 1000°C 附近が最大で 1000°C 以上急激に

低下するに對しステアタイト質は 1000°C 以上にて如何なる強度を有するか今回の實驗は 1000°C迄の豫備實驗なりしを以つて後日更に之を詳細に究めんとす。

(6) 圓筒試験片を 1200°C に加熱し冷水に投じ急冷するスポーリングテストに依り耐壓強度の低下, 比重, 氣孔率の變化等を試験し更に向後の研究の參考に供したり。

之を要するに滑石粉末よりステアタイト質耐火及び電氣材料の製作條件に就て第1及び第2報を通じての種々の比較試験結果は澱粉, 珪酸曹達, 硼砂, 鹽化苦土などの可塑性附與物の添加の效果よりも成形壓力を 500 ~ 600 kg/cm² 以上にし成形水量を出来るだけ少く 5% 以下或は全く水を加へずして成形し, 更に燒成溫度を 1400°C 以上に上昇することが充分良結果を挙げ得ることを明瞭にしたり。

此の研究には其の費用の一部を日本學術振興會よりの補助に依りたるものなることを記して深甚なる謝意を表し, 上述の如き豫備的結果を基礎とし更に各種の方面に試験研究を進めつゝあるを以つて第3報以下に逐次報告すべし。(東京帝國大學工學部應用化學科珪酸鹽工業化學研究室)(昭和9年6月受理)

珪酸石灰の研究 (第4報)

X 線 解 析

近 藤 清 治・山 内 俊 吉

Calcium Silicates Part 4. X-ray Analysis

By Seiji Kondo and Toshiyoshi Yamauchi

Abstract

A thorough X-ray study has been made of some synthetic silicates described in Part 1, namely granular $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ prepared at 1800°C, vitrified $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ prepared at 1800°C, $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ prepared at 1700°C, massive $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ prepared at 1475°C, dusty $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ prepared at 1475°C, and the $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ reheated and cooled suddenly or gradually from 1000°C to obtain β and γ modifications of the compound, with results as follows:-

(1) The granular $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ prepared at 1800°C is pure $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. The vitrified $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ prepared at 1800°C appears to be a mixture of $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ and $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

(2) The $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ prepared at 1700°C is α $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. It resembles $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ but there are some differences in the relative intensities of diffracted lines. The $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ produces γ and β $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ on reheating and cooling suddenly from 1000°C. It produces more γ modification on cooling gradually. α , β and γ modifications of $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ are almost alike in X-ray property.

(3) The massive $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ prepared at 1475°C is almost pure $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$. The dusty product is probably a mixture of $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ chiefly in γ form and $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$, since $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ dissociates into α $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ and a liquid at 1475°C.

(4) The $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ produced at 1500°C is pure α $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

(5) It is doubtful if samples of $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ reported hitherto by others did not contain appreciable amounts of α $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

(6) $\beta \rightarrow \gamma$ inversion of $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ occurs probably more rapid than $\alpha \rightarrow \beta$, and in fact it is