珪石粉末及びその他の不純物による線像を認め得るも之等は甚だ弱し。また非晶質珪酸の眞比重は略 2.10 にして A 及び B のそれらは何れもこの値よりも稍大なるは非晶質珪酸以外に礬土、鐵その他の不純物を含む爲にしてまたクリストバライト及びトリディマイトの眞比重は各 2.32 及び 2.26 なれども C~R に於て概して之等の値より大なるは、之また不純物及び少量の珪石粉末の影響による。今 X 線圖の一例を示さん第 10~12 圖は夫々第 1 表の A, H, P に相當する X 線圖にして A は殆ど非晶質珪酸よりなる故に少しも線像が認められず。H にては非晶質珪酸が僅に結晶化したるを見る。P にては結晶質の量が非常に多量となりこれによる線像が明瞭に認識さるるを見る。之等の事實と既述の佐渡産の珪藻土につきて得たる結果より推察すれば C~H は略 900°C 附近に、I~M は 1000°C 附近に、N~D は 1100°C 附近に、Q 及び R はそれから更に高温にて焼成を行ひたるものの如し。

之を要するに珪藻土質保温煉瓦の製造に際しては

(1) その焼成加工に當りては焼成窯内の温度をなるべく均一に保ちて 1000°C を越えざる様に焼成を行ふべき事。然し焼成温度が餘りに低きに失する時は、實際に使用したる場合に收縮を來たす患ひあり。

(2) 斯くして製造したる製品は 1000°C 以上の高温に使用する時は、内部の分子構造に著しき變化を來たし保温力を低下せしむるが故、に使用温度の限度は 1000°C 迄なり。

(3) 珪藻土質保温煉瓦を 1000°C 以上にも使用せんとすればアルカリ分少なく、從つて耐火度高き原料を用ゆるか、或はアルカリ分を除去する方法を考ふべきものと思はる。

總 括

(1) 熱傳導率測定の一法を紹介せり。この方法は設備に餘り費用を要せず、測定は簡單且つ迅速にして正確なる結果を與ふ。

(2) 硝子綿につき熱傳導率を測定し、之が密度と温度との關係を試験せり。

(3) 珪藻土粉末につきても、硝子綿の場合と同様の試験を行ひたり。

(4) 珪藻土質保温煉瓦に關し、熱傳導率、眞比重、氣孔率、密度及び X 線の觀察を行ひて、材質の分子構造の變化が如何に保温力に影響するものなるかを見、製造上の參考に資せり。(京都市工業研究所) (昭 14. 3. 29 受付)

Abstract

STUDIES ON HEAT INSULATING MATERIALS

By T. Nakai & Y. Fukami

Heat insulating materials are essential for the saving fuels in all heat availing industries,¹ and they are numerous in kind as in their characteristics, and the studies especially on insulating refractory materials are considered the most important of the recent days. To insure the most accurate testing results, the authors succeeded by thorough studies to introduce a new measuring method of heat conductivity, and numbers of refractory insulating materials have given through the new method. On glass wool they investigated and concluded the close relation between the density of the material and the heat conductivity, and also the like relation with diatom earth. They examined also diatom earth brick by means of X-ray method and measurement true density, and verified that the change of inner structure of the material affects very much the heat conductivity of the brick.

(Kioto Municipal Institute of Technical Research)

フォルステライト耐火物の製造に關する研究 (第 1 報)

輕燒マグネシア及び滑石の各種配合物の焼成に依る變化に就て

池 田 壽 夫・古 川 傳

緒 言

滿洲には耐火原料として極めて優秀なる菱苦土礬が豊富に在り、又滑石も各地に産出する。之等の原料を使用してフォルステライト耐火物の製造研究を行ふ事は極めて有意義のものと考へる。フォルステライト煉瓦の利用方面に關しては F. A. Harver & R. E. Birch (Ind. & Eng. Chem., 1938, 30 [1] 27~32) に依ればその顯著なる利用は銅精鍊に於ける熔融反射爐の天井及び精製爐の天井に使用したもので、後者の場合に於ては珪石煉瓦を使用した場合に比較して、

約 10 數倍の期間に互つて全く故障なく作業を續けてゐる。又鹽基性製鋼用の平爐の壁及び天井に使用せんとする機運にもある。その他セメント並びにドロマイト焼成用廻轉爐に試験的に使用されて良好なる成績を示してゐる。

R. E. Ewell, E. N. Bunting & R. F. Geller (G. Research Natl. Bur. Standards 1935, 15, [5] 551~6) に依れば滑石は 800~840°C にて脱水してエンスタタイト及び無定形珪酸となり、1200°C 以上にて次第にエンスタタイトはクリノエンスタタイトに變化し、1300°C にては殆ど完全に變化し珪酸はクリストバライトになる。又仲井俊雄

氏(工化 39, 494)に依ればメルク珪石と苦土をフォルステライトの割合に混合して熱処理を行つたものは 1200°C にて既に此の結晶の生成を認め、1400°C にてはフォルステライトのみ明瞭に認められた。菱苦土と珪石(本邦産)とより同様の実験を行はれたる結果は前実験に比較して幾分反應の速やかなる事を報告されてゐる。

筆者等は満洲産の原料を使用して最も容易にフォルステライト耐火物を製造し得る一方法として輕燒マグネシア及び滑石を試料としてその合成実験を行つた。即ち 1000°C にて燒成脱水せしめた滑石に輕燒マグネシアを添加してエンスタタイト及び無定形珪酸と苦土とを反應せしめてフォルステライト化せしめんと試み、兩試料の混合割合を種々に變化して混練、成型、乾燥、及び燒成を行つた燒成物の物理的性質を調べる故その實驗結果を報告するものである。

實 驗 原 料

大石橋所在高振東産の菱苦土を約 900°C に燒成して製品とした輕燒マグネシアと海城産滑石を使用した。何れも南滿鐵業株式會社供給の原料であつて實驗室に於て更に輕燒マグネシアは 1200°C にて、滑石は粉碎後 1000°C にて各々 2 時間宛燒成し次いでボールミルにて充分粉碎して試料とした。

原料の分析結果は第 1 表の通りである。

第 1 表 試料の化學成分

	輕燒マグネシア(%)	滑石(%)
珪 酸	4.83	60.88
礬土及酸化鐵	1.22	0.82
石 炭	0.44	0.00
苦 土	90.80	32.60
灼 熱 減 量	3.37	4.87
合 計	100.66	101.17

次に試料の篩分試験を行ひ粉末度を決定した。其の結果は第 2 表の通りである。

第 2 表 試料の粉末度

試 料	200メッシュ以上 (%)	200~300メッシュ (%)	300メッシュ以下 (%)
輕燒マグネシア	4.23	4.17	91.60
滑 石	痕 跡	痕 跡	100.00

次に試料の配合割合を第 3 表に示す(以下配合記號を使用する)。

第 3 表 配 合

配合記號	配合組成	輕燒マグネシア	滑 石
A	MgO·SiO ₂	0.111	1.00
B	2MgO·SiO ₂	0.622	1.00
C	3MgO·SiO ₂	1.172	1.00
D	4MgO·SiO ₂	1.760	1.00
E	5MgO·SiO ₂	2.405	1.00
F	MgO	1.00	0.00
G	3MgO·4SiO ₂	0.00	1.00

混練は上記配合物を磁製乳鉢で混合し充分均一となつた後一定量(50 瓦)を秤取し小乳鉢にとり適量な水量(5~7 cc)を注加した。充分混練したものは直径 4 寸の成型用鋼鐵容器に入れて充分撞き固めた後、小型耐火試験機で 500 kg/cm² の壓力を加へ 1 分間同壓に保持した後加壓を止めた。成型したものは 24 時間、120°~150°C の電気乾燥器中で乾燥し完全に近く添加水分を追ひ出して後燒成した。燒成にはエレマ發熱體を使用した電気マッフル爐を使用して 1250°C、1350°C 及び 1450°C の各温度に 2 時間保持した。燒成の際に

はシャモット煉瓦の上にアルミナの粉末を水で練つて塗り、更にその上に輕燒マグネシアを散布してその上に成形試料を置いた。成形試料は直径 4.03~4.05 cm、高さは 2.30~2.50 cm の大きさである。上の様にして燒成したものに就て收縮率、吸水率、容積比重、眞比重及び耐壓強度等を測定した。

收 縮 率

收縮率はすべて試験體の上部表面の直径を標準にとつて測定を行つた。第 4 表は燒成温度に對する各配合體の收縮率を表したもので之を圖に示すと第 1 圖及び第 2 圖になる。

第 4 表 收 縮 率

配合記號	1250°C 燒成物(%)	1350°C 燒成物(%)	1450°C 燒成物(%)
A	2.58	6.41	14.52
B	3.90	10.88	15.54
C	2.75	5.02	8.38
D	2.09	4.85	10.84
E	1.39	4.15	12.69
F	2.47	5.57	12.13
G	2.83	4.91	14.50

第 1 圖 燒成温度に依る收縮變化

第 2 圖 組成の差に依る收縮變化

も收縮率は低く D 配合物、E 配合物と苦土の量の増加するに従つて再び收縮率は増大してゐるが、1250°C 及び 1350°C に燒成した場合は、苦土の量が増加してゐる配合では收縮率は低くて、1450°C に

第 1 圖は收縮率を温度に對して表し、第 2 圖は收縮率を苦土のモル數に對して表した。之の收縮率の變化を見ると化合物を生成する様な配合のものは收縮率は大きく、燒成を示してゐる。即ちステアタイト配合物(3MgO·4SiO₂)とクリノエンスタタイト配合物(MgO·SiO₂)はフォルステライト配合物(2MgO·SiO₂)と共に高温に於て著しき收縮をなしてゐる。B 配合物は 1250°C で既に充分收縮をなして極めて反應の容易なる事を示してゐる。又 G 配合物即ち滑石を燒成したものは 1450°C で急に收縮してよく結合してゐる。過剰に苦土を添加したものは收縮は緩慢で C 配合物は 1450°C に燒成したものの中で最

焼成した場合と逆の現象を示してゐる。之の變化より次の様な事が想像される。即ち焼成によるフォスフェイトの生成はマグネシアのペリクレーズへの結晶變化より低温度にて容易に進行するといふ事である。故に C 配合物、D 配合物及び E 配合物の様に B 配合物より過剰に苦土を含有する配合物では、その苦土の量により低温度に焼成した場合は主としてフォスフェイトの結晶の生成による影響を受けて収縮變化を起し、高温度に焼成した場合はペリクレーズの結晶發達の影響を受けて収縮するものと考へられる。D 配合物及び E 配合物の様に苦土が過剰となるに従ひ、苦土は高温度に於て容易に反應してペリクレーズへの發達が進行するものと考へられる。C 配合物の場合はフォスフェイトの結晶が低温度に於て發達し過剰の苦土は生成せるフォスフェイトの結晶の爲に互に分散され高温度に焼成した場合にも依然として苦土の結合が妨げられるものと考へられる。

吸 水 率

吸水率の測定には真空ポンプによつて水銀柱 30 耗に減壓した硝子容器内に試験體を 1 時間保留した後容器内に蒸餾水を注加しながら常壓に復し一定時間放置した後濕つた布で試験體を拭ひ直ちに豫め秤量した秤量罐に入れて蓋をして秤量し増加した重量を吸水量とし、之を乾燥重量で除したものを吸水率とした。

測定結果は第 5 表、第 3 圖及び第 4 圖に示す。

第 3 圖 焼成温度に依る吸水率の變化

第 4 圖 組成の差に依る吸水率の變化

配合記號	第 5 表 吸 水 率		
	1250°C 焼成物(%)	1350°C 焼成物(%)	1450°C 焼成物(%)
A	28.72	19.17	7.45
B	25.88	13.49	6.82
C	27.65	24.22	13.34
D	29.50	25.53	11.62
E	28.55	23.49	9.65
F	23.64	19.38	7.91
G	26.93	23.50	6.58

上圖より吸水率は収縮率と全く逆の値を示し、B 配合物は 1350°C にて吸水率は著しく低く焼締りの良好な事をよく表してゐる。1450°C では化合物を生成する配合物は殆ど一致した値になつてゐる。苦土を過剰に添加した配合物 C, D, E 及び F は珪酸の減少に従ひ直線的に吸水率を減少してゐる。即ち高温度焼成の場合に珪酸は苦土の焼締りを妨害する事を示してゐる。

容 積 比 重

吸水量を測定した濕つた儘の試験體を絹糸で吊り下げて水中に浸して秤量し重量の減少を容積と見做し乾燥重量を除して容積比重とした。第 6 表と第 5 圖及び第 6 圖にその結果を示す。

第 5 圖 焼成温度に依る容積比重の變化

第 6 圖 焼成温度に依る容積比重の變化

第 6 表 容 積 比 重

配合記號	1250°C 焼成物	1350°C 焼成物	1450°C 焼成物
A	1.622	1.920	2.538
B	1.751	2.219	2.604
C	1.721	1.828	2.289
D	1.683	1.796	2.407
E	1.714	1.876	2.543
F	1.923	2.093	2.751
G	1.634	1.730	2.422

1450°C 焼成の B 配合物は F 配合物に次いで高い値を示し 1350°C では最も高い値を示してゐる。

眞 比 重

眞比重は各焼成試料を粉末となして比重瓶を使用して測定した。水の代りにキシロールを用ひて試料に対する水の作用を避けた。恒温槽の温度は 30°C にして測定を行つた。

測定結果は第 7 表と第 7 圖及び第 8 圖に示す通りである。

配合記號	1250°C 焼成物	1350°C 焼成物	1450°C 焼成物
A	3.0208	3.0426	3.1234
B	3.0492	3.1750	3.1967
C	2.9350	3.1842	3.2138
D	2.8410	3.0645	3.2958
E	3.0534	3.2209	3.4828
F	3.4839	3.5160	3.5471
G	2.9283	2.9454	2.9616

第 7 圖 焼成温度に依る眞比重の變化

眞比重の測定結果を見れば B 配合物は 1250°C で比重を増加し 1350°C より緩慢となつて來てゐる。即ちフォルステライトは低温度にて容易に生成する事を暗示してゐる。1250°C に焼成した各配合物の眞比重を一覧すると D 配合物が最低を示し次に C 配合物, E 配合物, B 配合物の順序になつてゐる。添加した苦土は化合物を生成する様な配合では低温度で容易に反應して比重を増加し化合物の生成を示すが, 苦土が過剰に存在する場合には高温で焼成する事によつて始めて充分な結合をして比重を増加する。即ち過剰に苦土を添加した場合には滑石の分解により生成したクリノエンスタタイトと苦土とは低温度でも反應し, 過剰の苦土と遊離の珪酸との反應は低

第 8 圖 組成の差に依る眞比重の變化

温度では進行し難い爲に共に遊離の状態に存在する結果比重に不規則な變化を來すのではないかと考へられる。各焼成温度全體を通じて見るとステアタイト, クリノエンスタタイト及びフォルステライトの如き配合組成になつてゐるものは焼成により容易に反應して結合するが, 苦土が過剰に且遊離の状態に存在する場合は既に存在するクリノエンスタタイトと反應して先づフォルステライトを生成し, 漸次高温で於て遊離状態に在る珪酸と結合して二次的にフォルステライトを生成し, 尙過剰の苦土は最後にベリクレーズへの發達として進む様に考へられる。

眞 氣 孔 率

容積比重と眞比重とより眞氣孔率を求めた。第 8 表と第 9 圖及び第 10 圖の通りである。

第 8 表 眞 氣 孔 率

配合記號	1250°C 焼成物(%)	1350°C 焼成物(%)	1450°C 焼成物(%)
A	46.31	36.93	18.73
B	42.56	27.00	18.55
C	41.40	42.60	28.78
D	40.79	41.40	26.97
E	43.87	41.76	26.99
F	44.80	40.47	22.44
G	44.20	41.26	18.22

眞氣孔率は化合物を生成する配合物は何れも低く A, B 及び G 配合物の如く 1450°C では殆ど一致した値に達して居る。次いで F

第 9 圖 焼成温度に依る眞氣孔率の變化

第10圖 組成の差に依る真氣孔率の變化

配合物, D 配合物, E 配合物, C 配合物の順序に氣孔率は高くなつてゐる。過剰の苦土の存在は一部フォーステライトを生成し未反應の苦土は未だ充分なる結晶が發達せず従つて焼締り不充分的儘存在し氣孔率を大ならしめたものと考へられる。この現象は特に 1350°C に焼成した場合の B 配合物, 即ちフォーステライトの著しき收縮率の影響が最も甚しく第 10 圖の如き興味ある影響を示してゐる。

耐 壓 試 験

焼成試験體につき常溫で耐壓強度を測定した。

第9表 耐 壓 強 度 (kg/cm²)

配合記號	1250°C 焼成物	1350°C 焼成物	1450°C 焼成物
A	301	821	3.637
B	493	2.390	3.552
C	333	716	2.480
D	269	488	2.616
E	200	710	2.940
F	637	998	3.483
G	392	702	3.858

1250°C では F 配合物が著しい強度を示し 1350°C では B 配合物は最も著しい強度の増進を示してゐる。1450°C では G 配合物, A 配合物及び F 配合物が強度を増進して化合物の生成配合物の結合状態の良好なる事示してゐる。強度の對數を求めて曲線に示すと次の通りである。

第11圖 焼成溫度に依る耐壓強度

第12圖 組成の差に依る耐壓強度

化合物を生成する様な配合物は 1450°C に焼成する事によつて殆ど一致した強度に達してゐるが、苦土が過剰になる場合は苦土自身の結合とフォーステライトの結合との間に著しき差異の存在する爲に高温に焼成を行はなければ強度の増進は著しくない。フォーステライト配合物の 1350°C 焼成物の強度は特に驚異に値するものであらう。

總 括

1. 滿洲國產菱苦土鑛を原料とせる輕燒マグネシアと滿洲國產滑石を焼成したものにより $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, $3\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, $4\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, $5\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 及び $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ (滑石單味) 6 種の苦土—珪酸系の配合物と苦土單味のものを取り何れも適當なる水量を注加して混練し, 590 kg/cm² の加壓下に成型し乾燥後 1250°C, 1350°C 及び 1450°C の各溫度に焼成し焼成物の收縮率, 吸水率, 容積比重, 眞比重, 眞氣孔率及び耐壓強度を測定した。

2. 收縮率より觀察すれば苦土と珪酸とが化合物を生成する様な配合即ち $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 及び $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ の場合は充分焼締りを示し特に $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ の收縮率は 1350°C で既に著しい値に達してゐる。1450°C では 3 者共殆ど近似的値を示してゐる。然し苦土が過剰に存在する場合は高温に焼成して始めて充分な焼締りを見せるが、低温の焼成では焼締りは充分でない。

3. 吸水率より見れば $3\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, $4\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 及び $5\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ の各配合物の様に苦土を過剰に含有する場合は吸水率は高く, 1450°C では苦土の量に反比例して直線的に變化してゐる。 $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物は 1350°C で著しい吸水率の低下を示し, 焼締りの充分なる事を表してゐる。化合物生成配合物は 1450°C では何れも近似的値に達してゐる事は收縮率と同様である。

4. 眞比重は $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物及び $3\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物は 1350°C に於て殆ど 1450°C の値に近くなり, フォーステライトの眞比重には達してゐないが $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物に近い組成のものは 1350°C 附近にて結合は著しく進行し, $3\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物もこのフォーステライトの生成の影響を受けてゐる。 $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ 配合物 (滑石單味) は滑石を始めに豫焼した爲に比重の變化は著しくない。 $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物は 1450°C で比重を増加してゐる事は, 苦土と遊離の珪酸とが反應してクリノエンスタタイトを生成した事を示してゐる。苦土を過剰に添加した配合では 1250°C に焼成した場合は僅かにクリノエンスタタイトと苦土とよりフォーステライトを生成し, 未反應の苦土と遊離の珪酸の影響を受けて比重は増大しない。この影響

は $4\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物の場合に最も著しいが漸次高温度に焼成するに従つて成分間の反応は進行し、即ちクリノエンスタタイト及び珪酸と苦土とはフォルステライトを生成し、尙過剰の苦土は自らの結晶發達をなし高温度焼成による比重の變化に對し影響を及ぼすものと考へられる。

5. 眞氣孔率は化合物生成配合體に於ては 1450°C にて近似的値に達し充分緻密なる結合状態を示してゐる。過剰の苦土の存在する場合に著しく氣孔率の高いのは、低温度で生成したフォルステライトの強固な組織の爲と、高温度の焼成により苦土自身は結晶發達をなし焼締りによる之等の收縮率の差によるものと考へられる。

6. 耐壓強度は $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物が 1350°C で著しい強度の増進を示し、フォルステライトの生成結合を意味してゐる。その他化合物生成配合物は何れも 1450°C で滑石單味のものと共に著しい強度の増進をなしてゐる。

7. 本實驗により輕燒マグネシアと滑石とを配合して $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ の組成となし混練、成型、焼成を行へば低温度でフォルステライト耐火物を容易に得られる事を確めた。苦土が之の組成以上に増加する事はその量にも依るが焼締り等を著しく緩慢ならしめるやうである。即ちクリンカー製造の場合珪酸を嫌ふ事は當然であらう。比重の多少低い點から推定して未反應の珪酸の存在も考へられる。X 線に依る觀察を $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物及び滑石單味の焼成物に就て行つた結果、滑石單味の焼成物はクリノエンスタタイトと珪酸とになつてゐる事は確かであつた。又 1250°C に焼成した $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 配合物はクリノエンスタタイトが共存して居り 1450°C に焼成すれば殆ど完全にフォルステライトになつてゐる事を認めた。

最後に本研究をお許し下さつた吉村倫之助無機化學課長並びに研究上色々御注意御指導を賜つた關皓之主任及び田中泰夫氏に深甚の謝意を表すものである。(昭 14. 2. 14)

Abstract

STUDIES ON MANUFACTURE OF FORSTERITE REFRACTORIES, I.

Changes in burning of several mixtures of lightburnt magnesite and talc.

By Toshio Ikeda & Tsutau Furukawa

Lightburnt magnesite, calcined talc and the mixtures from these which consisted of 5 various magnesium silicate compositions are fired after compression at different temperatures. We attempted to obtain the better conditions to prepare for sterite refractories from measurements on the physical properties of these fired materials.

熔 融 石 英 の 粘 度 の 測 定

犬 塚 英 夫

普通のガラスの粘度に就ては色々の研究が行はれて居るけれども熔融石英に就てはほとんど報告が無い。唯一つ M. P. Volarovich, A. A. Leontieva の測定が報告されて居るばかりである。之の熔融石英の粘度の測定には S. English の方法を用ひた。自分も之の方法を用ひて以下の如く實驗した。之の方法は $10^{14} \sim 10^8$ poises の間を良く計る事が出来る。

之の測定温度は 1430°C まで行つた。(試料は透明な熔融石英を用ひた) 測定に用ひた装置は第 1 圖に見られる様に垂直のプラチナ電氣爐を用ひ、其の中に試料を下げた。之の爐は平均に加熱する部分が 5.0 cm であるから、試料は總て 5.0 cm 以下とした。通常ガラスの測定には金屬の線を用ひて試料を上から下げる。けれども今の場合温度が高い爲にそれが出来ないで第 1 圖に示した様に試料の上下に、太い同質の熔融石英の棒を熔接して其の棒を上から下げて、下に荷重を加へた。

豫め太い棒に 500 g の荷重を加へて 5 時間 1350°C に保つて何の伸びも認めなかつた。試料は長さ 40 mm ~ 45 mm を用ひ温度の測定に Pt ~ Pt. Rh の熱電對を用ひた。

實驗中氣の付いた事は、實驗中に失透を起こして表面に結晶が出來て伸びが悪くなる事である。

之の爲めに 1100°C 近くではカセットメーターで伸びを認めるのに 30 ~ 50 分を要するので一回の測定で試料は失透して仕舞ひ、従つて、2 回、3 回と測定が出来ない。又 1400°C 近くでは 30 sec 位で

十分に伸びが認められるので、同温度で數回測定が出来た。

伸び Δl から粘度は次の式によつて計算される。

$$\eta = \frac{Pl\tau}{\pi r^2 \Delta l}$$

P は荷重で dyne で表したものの、 l はの試料の長さ、 Δl は時間の伸び (cm)、 r は半径

之を管に用ひると

$$\eta = \frac{Pl\tau}{\pi(r^2 - r_0^2)\Delta l}$$

r は外徑の半分、 r_0 は内徑の半分、(初めと終りの伸びの差を考慮に入れても log のグラフには表れない) 試料は長さ 40 mm ~ 45 mm、太さ 1.5 mm、管の時はやはり外徑 1.5 mm、内徑 0.5 mm

T. 熱電對

C. 上下に付けた太い熔融石英の棒

F. 試料

P. 荷重

H. カセットメーター

第 1 表及び第 2 圖は其の温度で 1