

## ガラス繊維の紡糸に就て（第6報）

珪酸・礬土・石灰・苦土系を主成分とするガラスの紡糸

### 澤 井 研 究 室

工學博士 澤 井 郁 太 郎

工 學 士 嶺 正 男

宍 戸 久 雄

### 1) 緒 言

ガラス長繊維の最も將來性のある用途の一は電氣絶縁用に利用する方面で、近年我が國に於ても石綿に代る耐熱性絶縁材料としてガラス長繊維を電線被覆や電動機の絶縁テープ等を使用して種々の性質を試験した結果が多數發表されてゐる。それ等によると一時的の過負荷に耐へる性質が強く、重量が軽くて絶縁性が優れて居るので一定出力に對する機器の重量並に容積を著しく輕減せしめ、熱の放散性が良好であるため機器の温度を過度の上昇より防ぎ、又腐蝕性の雰圍氣中で使用しても從來のものより安全である等の優れた性質を有することが確められてゐる。

併しガラス繊維はガラスを非常に細くした状態、言ひ換へると表面積の著しく大きい状態で使用するものであるからガラスが水分に侵される性質が顯著に表れて來る。従つて普通のソーダ石灰珪酸ガラスのやうにアルカリを多量に含むガラスでは空氣中の水分により所謂風化の現象を起すので耐久性が悪く、種々の缺點を惹起して使用に耐えなくなる。然しアルカリを含まない無アルカリガラス繊維ならばこれ等の缺點を防ぐことが出來、充分使用に耐え得ることが最近試験の結果明にされてゐる。

### 2) 實 験 目 的

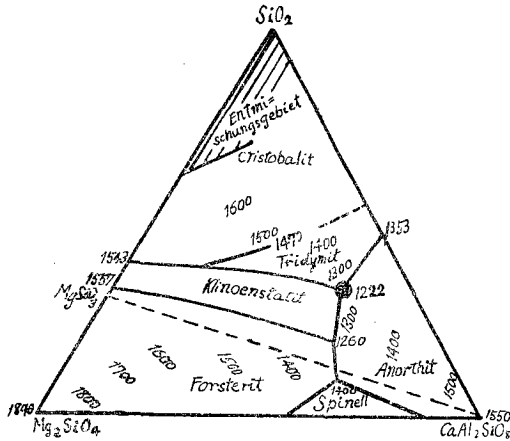
從來の無アルカリガラス繊維にはガラスの熔融温度を下げるためとガラスを化學的に安定にするために普通 13%程度迄の硼酸を加へてある。然るに硼酸は輸入品であつてガラス繊維以外更に重要な用途があるので、極力節約を計らなければならない事情にある。そこで著者等は電氣絶縁用ガラス繊維としてアルカリも硼酸も含まず、入手し易い原料のみの組合せで、工業的に熔融出來、而も性質の良い安定なガラスを見出す目的で實驗を行つてゐる。差當り  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-}$

CaO-MgO系を主成分とするガラスを系統的に研究することにしたが着手後日が浅いので此處では豫報の程度で今迄に得た結果を簡単に報告する。

### 3) 實驗方針

SiO<sub>2</sub>を含む4成分系の平衡關係は從來殆ど明にされておない。この系の鑛滓に就ては Mc.

Caffery<sup>1)</sup>等が主として1400°C以上の粘度と組成の關係を調べてゐるが、その組成の範圍はガラスとしては必しも適當でない。只この4成分系平衡圖中第1圖の如く SiO<sub>2</sub>-Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>-CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>を3頂點とする平衡圖は Andersen<sup>2)</sup>等によつて古くから調べられて居り、この最低共融點に相等するガラスに就ては最近 Thomas<sup>3)</sup>が電球用ガラスとして研究し空洞ガラスとして充分良い性質を持つてゐることを報告してゐる。著者等も大體この附近の組成を選び失透性を押へるためと粘度の溫度

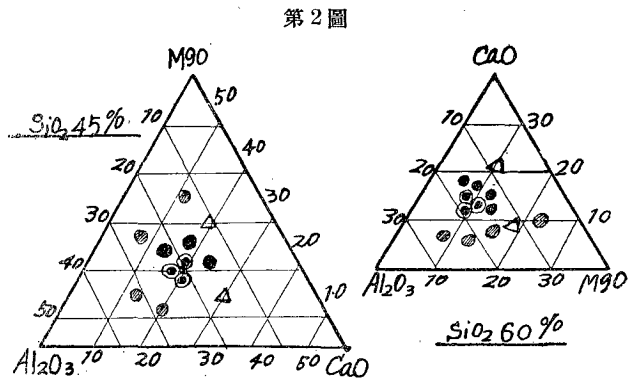


第1圖 SiO<sub>2</sub>-2MgO-SiO<sub>2</sub>-CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2SiO<sub>2</sub>系平衡圖 (Andersen)

特性上糸に引易い様に改良するため、組成を少しづつ變へて百種餘りのガラスを熔して見た。

### 4) 實驗結果

其中 SiO<sub>2</sub> 45%及び60%の三角圖に丁度乗るものを選んで説明を加へると第2圖の如く ●の部分には熔融溫度が高くガラスになり難く、●の部分では大體ガラスになり、○の部分では比較的良質のガラスが出来、又△の部分ではガラスにはなる



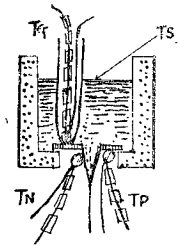
- 1) D. R. S. McCaffery, J. F. Oesterle, O. O. Fritsche; Am. Inst. Min. Met. Eng. Tech. Pub. No. 383, 1931.
- 2) O. O. Andersen; Am. J. Sci., 39, 407~454, 1915; N. Jahrb. f. Mineral. Beil-Bd. 40, 701, 1916.
- 3) M. Thomas; Glastech. Ber., 18, 210, 1940.

第 1 表

種類 項目	(D) 無硼酸無アルカリ	(C) 含硼酸無アルカリ <sup>4)</sup>	(B) 10%アルカリ <sup>5)</sup>	(A) 18%アルカリ <sup>6)</sup>
比 重	2.62	2.64	2.45	2.49
軟化温度(°C)	785	735	565	535
固着温度(°C)	880	800	740	650
流動温度(°C)	1150	1100	950	900
熔融温度(°C)	1450	1400	1350	1350

が非常に失透し易いと云ふ結果が定性的に判つた。其中代表的なものを選んで他種のガラスと其性質を比較して見ると第1表の如く、比重は含硼酸無アルカリガラスと同様稍、重くなり、ガラス棒の熱膨脹より測定した軟化温度及ガラスから糸を引き上げ得る最低の温度即ち固着温度は含硼酸のものより 50—80°C 高く、ガラスが流動し始める最低温度(假に流動温度と名付ける)及び熔融温度に於ても 50°C ばかり高い。また安定に紡糸し得る条件のもとに於いて第3圖の如く塔塙各部の温度を測定し、他のガラスと比較して見ると第2表の如く、各部とも A>B>C>D の順序に温度は高くなり、ガラスの表面温度で著者等のガラス D は並ガラス A に比し約 100°C 高く、又紡糸孔板下面の温度 T<sub>p</sub> も同程度の差があり、各部を通じ D と C は 30°C 程度迄の開きがあることがわかる。更にこのガ

第 3 圖 紡糸温度



第 2 表 紡 糸 温 度 (°C)

項 目	T <sub>S</sub>	T <sub>G</sub>	T <sub>N</sub>	T <sub>P</sub>
A 18%アルカリ	1300	1150	930	750
B 10%アルカリ	1340	1230	1000	800
C 含硼酸無アルカリ	1380	1280	1040	850
D 無硼酸無アルカリ	1400	1300	1050	880
		-1250	-980	-850
		-1300	-1030	-900
		-1330	-1070	-930
		-1350	-1080	-950

ラスを紡糸して平均約 7μ の糸を作り種々の性質を調べ、これを學術振興會第18小委員会で最近決定された電氣絶縁用ガラス纖維規格と對比して見ると第3表の如くである。

使用した試料は規格の第一種一號品に相當し 10 番手のものである。抗張力は試長 20 cm を採り、10 本の試料に就て測定しその平均値を以て示し、耐熱性は 300° の空氣中に 1 時間加熱

4) 可兒弘一：窯協誌, 50(1), 附1-4, 昭和17, 記載.

5) 第4,5報の實驗に使用したガラス.

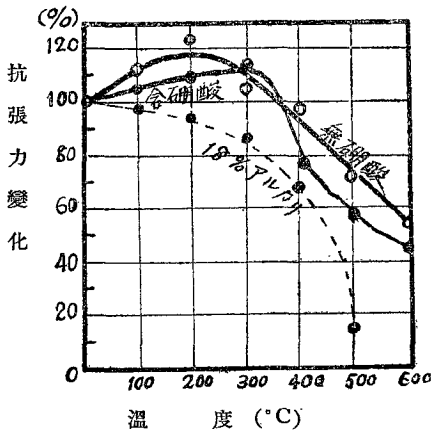
6) 第3報の實驗に使用したガラス.

第 3 表

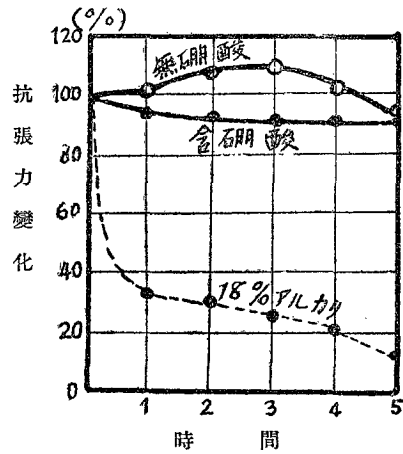
項 目	規 格	(D)	(C)
		無硼酸無アルカリ	含硼酸無アルカリ
織 度	7 ± 0.7 μ	7.4 μ	7.0 μ
抗 張 力	300 g 以上	480 g	—
耐 熱 性	80 % 以上	100 %	110 %
耐 風 化 性	90 % 以上	100 %	95 %

した後の抗張力の平均値の加熱前の抗張力に對する百分率を以て表す。又試料を 140° の飽和水蒸氣中にて 1 時間處理した場合の抗張力の變化を以て耐風化性を表してゐる。第 4 圖は各溫度に 1 時間加熱した時の抗張力の變化を示し、含硼酸及無硼酸共に強度は加熱によつて一時増加することが認められ、且無アルカリガラスは何れも 500°C 以上に加熱するも尙相當の強度を保持してゐることがわかる。又 140°C の水蒸氣中に各時間處理した蒸熱試験の結果は第 5 圖に示

第 4 圖 耐 熱 性

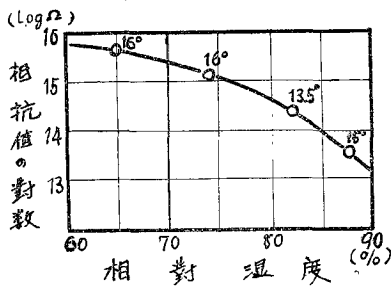


第 5 圖 蒸 熱 試 験



す様に 5 時間放置せるものでも無アルカリガラスは何れも 90 % 以上の抗張力を有し優秀なる結果を収めてゐる。次に同規格には電氣絶縁性は相對濕度 90 % に於ける 10 cm 當りの絶縁抵

第 6 圖 絶 縁 抵 抗



抗が試料 3 本の平均値に於て 10<sup>10</sup>Ω 以上と規定されてゐるが著者等は装置の關係上大西氏<sup>7)</sup>の方法を採用した。即ち單纖維 30 本よりなる糸 10 本を電極間隔 5cm に張り硫酸を入れたデシケーター中に 24 時間放置し、82.7—82.9 V の直流電壓印加 30 分後直偏法により測定した抵抗値を單纖維 10 cm 當りに換算したもので其の結果は第 6 圖に示す。即ち濕度 90 %

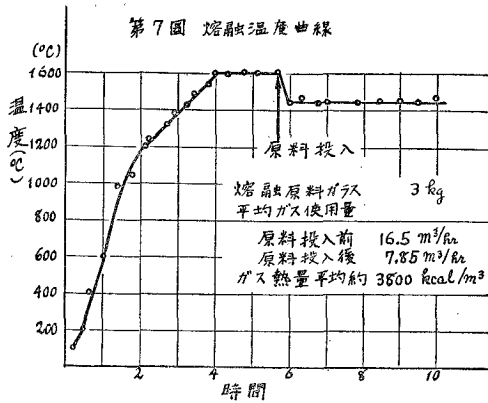
7) 大西亮：電氣試験, 5 (4) 185—188, 昭和 16.

第 4 表

ガラス熔融用坩堝

調 合 比	木 節 25%	蠟 石 20%	アルミナ 20%	焼粉(特製) 35%
焼 成 温 度	1600°C 2時間			

に於ても  $10^{13} \Omega$  以上の抵抗値を示してゐる。次にこのガラスを第4表の様な条件の坩堝を使用



して實驗室で熔融する際の温度曲線を取つて見ると第7圖の如く、坩堝の焼締めが1600°C 2時間、原料投入後平均1450°C 4時間で大體使用に耐へるガラスを得た。又この際使用した坩堝は熔融に際して殆ど侵蝕されてゐないことを確かめた。

以上述べた無硼酸無アルカリガラスは失透性も少く比較的紡糸も容易で繊維の性質も従來の含硼酸無アルカリ繊維に比して遜色がないが、未だ充分なる實驗を行つてゐないのでこれが理想的な組成であるとは斷言し得ない。今後更に研究改良を加へて行きたいと思ふ。(終)