小型電気熔融槽による硼珪酸ガラスの熔融 (続)

石 野 幸 三

(名古屋工業大学)

Melting of Boro-Silicate Glass by Small Electric Tank Furnace (Continued)

By Kozo ISHINO

(Nagoya Institute of Technology)

緒 言

筆者は一昨年から硼珪酸ガラスの電気熔融について種々実験考察し、ある程度の成果を収めることができた。すなわち初期の実験では、普通のソーダガラス同様、コルハートブラックやシャモット煉瓦で炉を築造し、これに筆者考案の電極装置¹⁾を使用して、直接通電式により熔融したのであるが、硼珪酸ガラスの熔融では、コルハートブラックやシャモット煉瓦の侵蝕がはなはだしく、その結果ガラス素地が極端に汚染されて、到底実用に供することができなかった。このため蠟石煉瓦の使用により、ガラス素地の汚染を防いで、一応製品らしいものを作ることに成功したのであるが、蠟石煉瓦は耐火度が低いため、長期にわたって安定した炉の操作を行うことは、かなり困難なように思われた。そして、これら実験結果については、前報²⁾で詳細に報告したが、その後旭硝子株式会社の厚意によってコルハートザックの提供を受け、内壁がザックのみによる熔融容量 0.5 t の day tank を築造して、好成績を収めたので、続報としてここに報告する。耐火物にコルハートザックを使用した場合には、耐火物の侵蝕が僅かで均一に侵され、ガラス素地の汚染や脈理は認められない。また炉の熔融容量が小さく、しかも硼珪酸ガラスは、粘度の高い素地であるにもかかわらず、温度操作さへ適当に行えば、泡切れもさほど困難ではなく、機械製壘や人口吹も容易に行うことができる。

I. 実験設備

電源設備としては、200 kVA のタップ付油入自冷変圧器を使用し、その二次電圧は 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 155, 180, 220, 250, 280 V の 14 段に切替えることができるようになっている。また研究炉は Fig.1 (A), (B) に示すような外観構造寸法を持ち(極間 60, 巾 60, 深さ 54 cm) 熔融容量は 0.5 t で、内壁にはすべてコルハートザックが使用してある。この炉ではザックの寸法その他の関係から、ザックの周囲はさらにシャモット煉瓦でつつんであるが、普通のコルハートブラックの炉同様、ザッ

(A) Appearance

(B) Construction and Size

Fig. 1 Small Electric Tank Furnace

クのみで築炉し、ザックの外表面は空冷した方がよいように思われる。それはザックの目地を通った素地がシャモット煉瓦を侵し、これがまた目地を通して槽中に戻り、素地を汚染したり、泡を生じたりするからである。

II. 起動特性

起動は最初重油バーナーにより表面を加熱し、極間に電気が通ずるようになったら、電気重油併用加熱とし、以後漸次重油加熱を電気加熱に移行する。起動時

における熔融ガラスの通電性（電流を電圧で割ったもの、すなわち平均電気抵抗の逆数で表わす）の変化状態を示せば、Fig. 2 のようになり、この曲線は熔融ガラスの温度上昇の傾向をも示すものである。

Fig. 2 Change of Conductivity of Glass

III. 実験結果

A) 炉の電気的特性 実験炉であるため、原料投入、熔融素地の引揚げ、電圧電流は一定せず、したがって正確なデータは得られないけれども、炉の操作記録を Table 1 に示す。炉の電気容量は 145~160 V, 220~235 A で平均 34 kW である。ただし 1 日の素地引揚量は、実験炉であるため少なく、平均 10 kg であった。

Table 1 Data of Electric Tank Furnace

Days	Time	Voltage	Current	Electric Power	Remarks
1	A.M. 0	155 V	220 A	34.1 kW	Charge
	6	156	250	39.0	(Batch 20kg)
	P.M. 0	152	240	36.5	
	6	165	240	39.6	
2	A.M. 0	165	220	36.3	Charge
	6	157	200	31.4	(Batch 20kg)
	P.M. 0	162	235	38.1	
	6	152	231	35.1	
3	A.M. 0	154	233	35.9	
	6	157	256	40.2	
	P.M. 0	—	—	—	
	6	—	—	—	
4	A.M. 0	152	242	36.8	
	6	152	241	36.6	
	P.M. 0	150	240	36.0	
	6	150	220	33.0	Charge
5	A.M. 0	150	240	36.0	(Batch 20kg)
	6	150	245	36.8	
	P.M. 0	150	250	37.5	
	6	150	230	34.5	Charge
6	A.M. 0	155	240	37.2	(Batch 20kg)
	6	155	240	37.2	
	P.M. 0	155	240	37.2	
	6	145	230	33.4	
7	A.M. 0	160	250	40.0	
	6	150	245	36.8	
	P.M. 0	150	230	34.5	
	6	140	195	27.3	
8	A.M. 0	140	210	29.4	
	6	150	220	33.0	

P.M. 0	145	220	31.9	
6	145	210	30.5	
9 A.M. 0	150	210	31.5	
6	150	215	32.3	
P.M. 0	150	200	30.0	
6	170	185	31.5	Charge
10 A.M. 0	160	210	33.6	(Batch 20kg)
6	150	210	31.5	
P.M. 0	150	225	33.8	
6	160	220	35.2	

B) 耐火物の侵蝕 コルハートザックは使用期間が 1 箇月であったため、十分なことは判らないけれども、侵蝕は極めて少なく、ザックからの汚染や泡の発生も認められなかった。Fig. 3 は使用後におけるザックの顕微鏡写真 (50 倍) を示す。ザックは ZrO_2 と Al_2O_3 とを主成分とした鑄造耐火物で、顕微鏡下では太さ 1/50 mm, 長さ 0.5 mm 前後の柱状結晶の集合体となり、この柱状体は詳細に調べると、長さ 1/20 mm 前後の短い柱状体が、長軸方向にならんで生じており、さらにこの短い柱状体 (Al_2O_3) には、多数の微晶が含まれ、この微晶はバッドレイト (baddeleyite ZrO_2) である。そしてこれらの柱状晶の間隙は、無色のガラス質マトリックスで充填されている。

Fig. 3 Corrosion of Corhart Zacc ($\times 50$)

熔融ガラス素地に接した部分は、ザックが均質なため一様に侵蝕され、柱状晶がガラスにより侵されているが、共融されているバッドレイトは、そのままガラス中に徐々に流れ込み、鏡検資料では、境界面から約 0.5 mm の範囲までバッドレイトの流れ込んでいるのが認められる。

ジルコニア質の耐火物が硼珪酸ガラスの侵蝕に対して特に強いのは、そのマトリックスがジルコニアに富んだガラス質からなることによるものと考えられる。

C) ガラス素地の汚染、脈理、泡切れ 電気熔融は高温が容易に得られることと、熔融素地の対流が大きいいため、一般に脈理の発生は少ない。特に耐火物にコルハートザックを使用すれば、侵蝕が極めて少ないため、脈理の発生は全くなく、また素地の汚染もな

い。泡切れに関しては炉の熔融容量が小さいのと清澄室がないため、操作はかなり困難であるが、温度を1,600°C位に上げて完全に熔融した後、1,400°C位でしめれば、ほとんど泡を切ることができる。この泡切れに関しては、普通のソーダガラスでも、熔融容量が3t以下の場合には完全に切ることができないから、0.5t程度の実験炉では相当の無理があるように思われるものの、本実験では予想以上の好成績を収めることができた。

D) 熔融素地の諸特性

(1) 原料バッチの調合

Table 2 Mixed Rate of Raw Material Batch

Fine Sand	100 kg
Boric Acid	8.67 "
Borax	30.84 "
Aluminium Hydroxide	3.78 "
Sodium Nitrate	1.1 "
Arsenious Acid	0.2 "
Total	144.23 kg

(2) 熔融素地の分析結果

Table 3 Composition of Boro-Silicate Glass

SiO ₂	77.54%
B ₂ O ₃	10.36
Al ₂ O ₃	5.37
Fe ₂ O ₃	0.48
CaO	0.25
MgO	0.13
Na ₂ O }	5.31
K ₂ O }	
Total	99.44%

(3) アルカリ溶出試験 供試容器に蒸留水をみだし、これを沸騰水中で3時間加熱した場合のアルカ

リ溶出量は

$$\text{溶出 Na}_2\text{O} = \frac{18 \text{ mg}}{1000 \text{ dm}^2}$$

(4) 耐熱試験 肉厚 1 mm, 直径 6 cm の球状フラスコの場合、320°C までの急熱、急冷に耐えうる。

(5) 熱膨張の測定 25~150°C における線膨張係数は 36.6×10^{-7} である。

結 論

以上述べたように、耐火物にコルハートザックを使用し、電極装置に筆者考案のクリプトル充填法を採用して、熔融温度をソーダガラスの場合よりも約 200°C 上昇すれば、従来熔融が極めて困難とされていた硼珪酸ガラスの、タンクによる熔融もソーダガラスの電気熔融同様、割合容易に行うことができ、しかもソーダガラスの電気熔融同様、熱効率が極めて良いこと、引揚率の大きいこと、温度操作が容易で調整し得る範囲の広いこと、熔融槽の構造が簡単で場所を取らないこと、操作が簡単で人件費の節減ができること等、幾多の特長をもっているから、今後の研究発展が期待される。

最後に、本研究に対しては通産省の工業化試験研究補助金、文部省科学試験研究費の交附があり、また株式会社藤原工業所、旭硝子株式会社、東工大山内、森谷両教授、東大永井教授、工業技術試験所田村部長、本学杉村助教授の御援助によるところが極めて大きく、ここに衷心より謝意を表する次第である。

文 献

- 1) 石野幸三, 窯協, 61 [687] 425 (1953)
- 2) 石野幸三, 窯協, 61 [687] 429 (1953)
(5/25/54 受付)

(10 頁から)

(1) 大正焼製品として玩具類、ブルーの肉皿形ものでは焼縮率 7.0%, 色調白色, 無貫入, (2) 硬質陶器用としての肉皿類成形ものでは焼縮率 7.6%, 色調白色, 無貫入となり、この組成による素地は大正焼用半磁器にも硬質陶器用にも利用できる。

東濃モザイク好況 東濃モザイクタイルの中心地笠原町のタイル生産の急上昇線はまことにめざましい。東濃は並品というかつての通り相場を脱却して、少しでもよい品を焼出しようと、研究熱心な指導者や業者によってたゆみない改良向上の努力が続けられてきた結果、かずかずのニューフェイス(ダイヤタイル、カメラヤ、ウェーブタイル、マルモサイク、ランダム、ダイヤゴン、フリーコーナタイル、ウランドタイル、ノーブル、小ボーダー)をつくりあげ、建材市場でつぎつぎと好評を博している。これら新型製品はいずれも

尺角で 100~110 円卸で、一般並品の 40~50 円に対し、2 倍以上の高値であるが好売行で滞貨などはみられない。

輸出最低価格めぐり業界の対立表面化 輸出陶磁器業界が対米ダンピング輸出防止のためディナー・セット用全食器にチェック・プライス制を実施して1ヶ月を経ぬのに、その運営をめぐる輸組と輸出業者のトラブルが起り、輸出業者と生産者は米人バイヤーまで動員して名古屋通産局に陳情運動を行うにいたり、問題は表面化してきた。米国ストロング商会極東支配人や山津陶業、山十製陶所代表者などバイヤー、メーカー十数名は 11 月 12 日名古屋通産局を訪れ、このほど網太商会とストロング商会が契約した 9 $\frac{1}{2}$ in スープ皿が 9 日の日陶輸組判定委員会に協定価格の対象となる 9.5 in ディナー・プレートと判定され、商談の

(17 頁へ続く)