

酸素・ガス燃焼試験炉による気中溶融

東洋ガラス(株) 生産技術本部生産技術部

岩本 正憲, 佐藤 敬蔵, 浜田 明典, 金子 一憲, 海老原 保興

Report on In-flight Glass Melting by Oxygen-gas Burner

Masanori Iwamoto, Keizoh Satoh, Akinori Hamada, Kazunori Kaneko, Yasunori Ebihara
TOYO GLASS CO., LTD

1. はじめに

弊社は2005年より独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下 NEDO とする)の委託による先導研究¹⁾に参加した。この先導研究の結果についてはNEDOのホームページに公開²⁾されている。その後, この先導研究は2008年よりは所謂国プロ(2013年終了予定)となり, 本原稿執筆時点(2011年1月)ではほぼ3年が経過し, 2010年11月にはNEDOにおいて中間報告が行われ, 更に2年間プロジェクトが継続されることとなった。

この国プロの中, 弊社は2008年に弊社川崎工場内に酸素・ガス燃焼による気中溶融試験炉(1t/d)を設置し, 微小な珪砂, 石灰, ソーダ灰などを混合しスプレードライ法により作成された造粒原料の供給を同プロジェクトメンバーである旭硝子株式会社より受けて実験を行ってきた。

ここでは, 2010年11月に大阪で開催された

国際会議 ICC 3 での発表内容を中心に現況を報告する。

2. NEDO 委託プロジェクトの体制と担当など

プロジェクト体制と各参加主体の主な担当範囲は図1に示す通りとなっている。

3. 溶融炉システム概要

図2に設置した溶融炉の写真とシステムフローの概要を示す。溶融炉の火上げは通常のガラス溶融炉と同様にエクセスバーナを使用して行い, 溶融炉天井温度(内面)が約1000-1100℃となったところで溶融炉本体の酸素・ガスバーナに切り替えるという方式によって行っている。

4. 気中溶融試験炉の運転条件と結果概要

4.1 造粒原料

溶融実験に使用した造粒原料の粒度分布を図3に示す(表1および図3のデータはいずれも旭硝子社による)。粒度分布からも判るように, 造粒原料の出発原料としては微粒の珪砂および石灰石を使用している。

〒210-0863 神奈川県川崎市川崎区夜光3-2-3
TEL 044-276-5217
FAX 044-277-2259
E-mail: Masanori_iwamoto@toyo-glass.co.jp

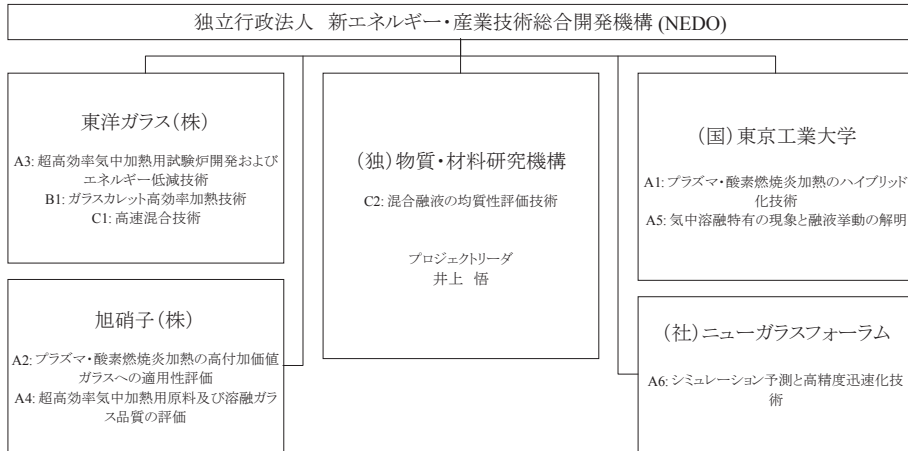


図1 NEDO 革新的ガラス溶融プロジェクト体制

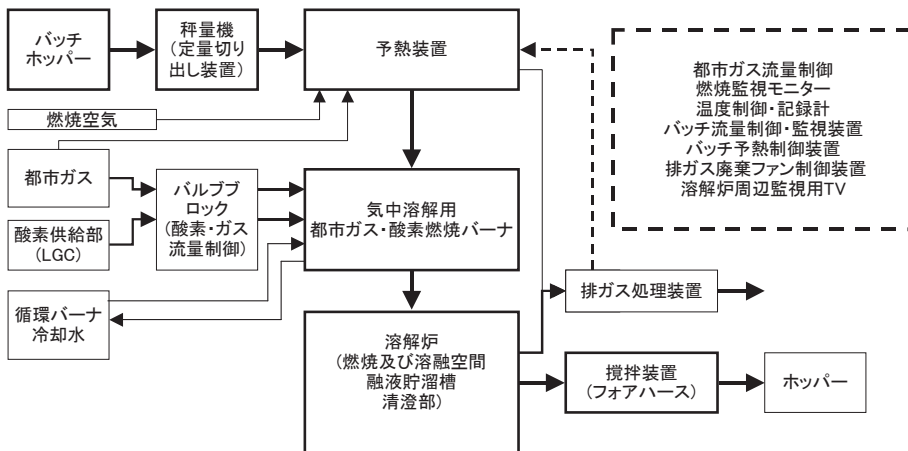
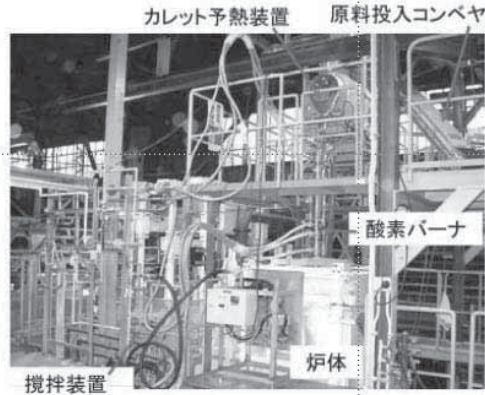


図2 気中溶融試験炉とそのシステムフロー概略図

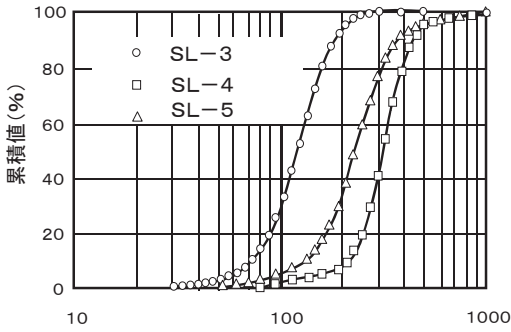


図3 造粒原料粒度分布例

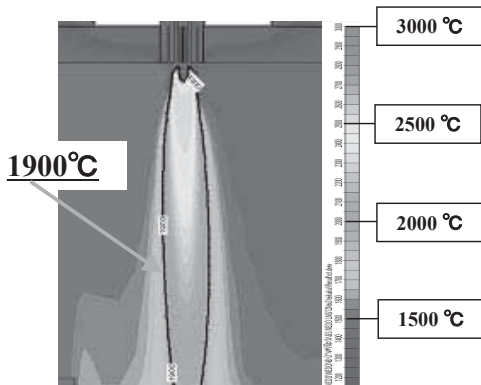


図4 燃焼炎温度プロファイル

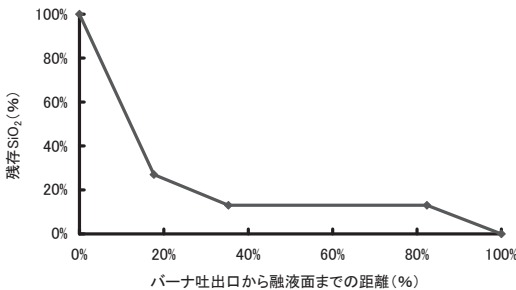


図5 燃焼炎中での造粒原料のガラス化推移

4.2 燃焼炎プロファイル

シミュレーションによって得られた酸素・都市ガス燃焼炎の温度プロファイルを図4に示す。他のシミュレーション結果から造粒原料の全量近くが1900℃以上の温度域を通過しているものと考えている。

4.3 燃焼炎中での造粒原料のガラス化

燃焼炎中より採取した試料のX線回折によるSiO₂のピークを比較した結果を図5に示す。図から判るようにバーナ吐出口よりガラス液面までの半分程度の距離でSiO₂ピークはおよそ10%程度まで減少し、液面で採取した試料ではSiO₂のピークは観察されず、100%ガラス化していると判断している。

4.4 溶融ガラス品質

現段階で得られている溶融ガラス試料の組成、泡、脈理などは以下の通りとなっている。

(1) 溶融ガラス組成

気中溶融は火炎中での溶融となるため、通常より高温でガラスが溶融される。このため、アルカリ成分が大量に揮発するのではと考えられた。このため、造粒原料と溶融ガラスの組成分析を蛍光X線により行い比較した。分析結果の一例を表1に示す。この結果より、ソーダライム組成でのアルカリ成分揮発は数%に止まるとみられ、バッチ組成の調整により目標組成を得ることは可能と判断している。

(2) 泡 (プリスター 1mmφ以上)

本プロジェクトは清澄工程を経ない粗溶融までとなっており、平成21年度の泡目目標値は20個/g (50個/cm³)としている。

表1 造粒原料と溶融ガラス分析例

	mass%	
	造粒原料	溶融ガラス
SiO ₂	71.4	71.8
Al ₂ O ₃	2.0	2.10
CaO	10.1	10.2
MgO		0.06
Na ₂ O	15.6	15.4
K ₂ O		0.04
Fe ₂ O ₃	0.1	0.10
TiO ₂		0.01
SO ₃	0.5	0.30
Total	99.7	100.0

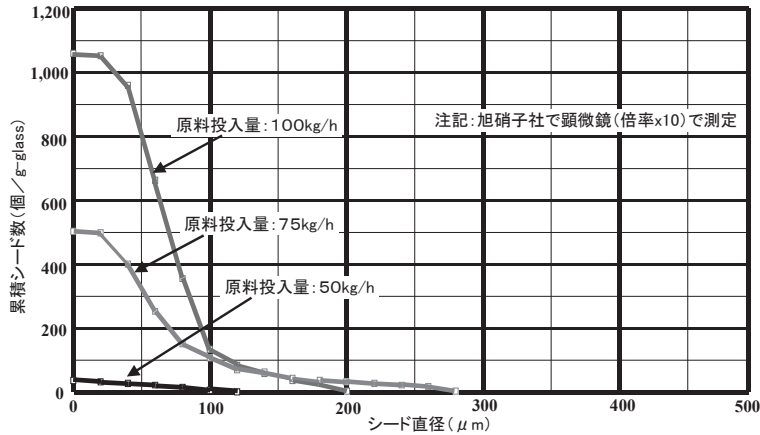


図6 原料投入量と泡の関係

図6に溶融ガラス試料の泡測定結果の一例を示す。細かなシードは存在するが、プリスターは観察されなかった。

(3) 脈理

造粒バッチを溶融したガラスとカレットを溶融したガラスには組成差が存在すると考えられ、何らかの均質化が必要となる。このため、試験炉にはフォアハース部分にスクリー式攪

拌子(スターラ)が取り付けられている。このスターラ前後での脈理を目視観察した例を図7に示す。これらは造粒バッチのみでの攪拌均質化の例であるが、1対の攪拌子を使用することで脈理はほとんど見られなくなった。

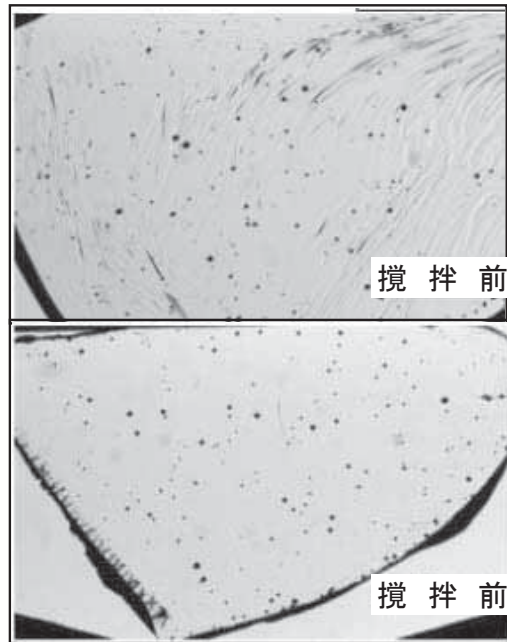


図7 原料投入量と泡の関係

4.5 溶融エネルギー原単位

現在、プロジェクトとしての最終目標は900 kcal/kg-glassとなっている。実のところ、この目標値は大型の実炉での値(但し、清澄工程、酸素製造エネルギー、原料粉碎エネルギー等を含む)と考えていたものが、いつのまにか小型実試験炉での目標値(清澄、酸素製造等は含まない)となってしまったものである。図8に示す溶融炉規模と原単位の関係からみて判るように非常にチャレンジングな目標設定となっている。

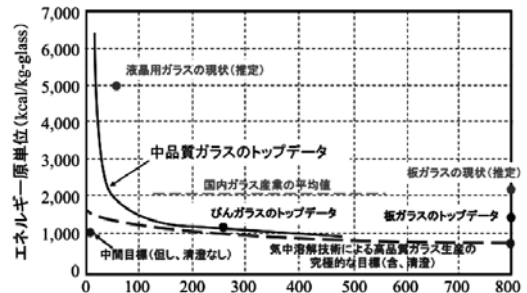


図8 溶融炉規模とエネルギー原単位

出典：Glass誌2004年5月号およびガラス工学ハンドブック

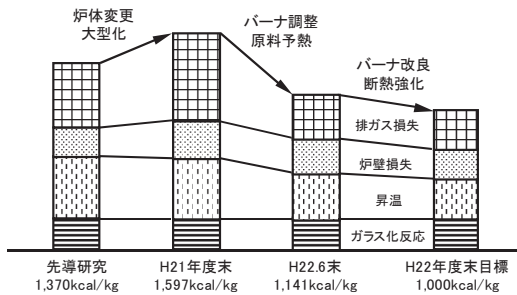


図9 溶融エネルギー原単位の推移

現況は図9に示すとおりで、ほぼ中間目標の1000 kcal/kg-glassは達成できる見込である。これまで、先導研究より始めて、炉体の1t/d規模への大型化、原料予熱、バーナ調整・改良、断熱強化などを行ってきた。

5. まとめ

本プロジェクトは粗溶融までという位置づけで、既に述べたようにプロジェクト目標の大半は既に達成している。しかし、我々はこれに拘らず、今後、更なる品質改善の努力を行っていく所存である。

参考文献

- 1) 伊勢田徹, NEDO先導プロジェクト「直接ガラス化による革新的省エネルギーガラス溶解技術」の紹介, NEW GLASS vol. 20 No. 42005 pp 40-44
- 2) NEDO平成17年度～平成19年度成果報告書 エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導的研究開発 直接ガラス化による革新的省エネルギーガラス溶解技術の研究開発, NEDO成果報告書データベース