

容器用表面処理ガラス

石塚硝子(株)研究開発部 下野富二雄

Surface Treated Glass for Containers

Fujio Shimono

Research & Development Department, Ishizuka Glass Co., Ltd.

1. はじめに

ガラスは容器材料としての古い歴史を持つ。透明性、ガスバリア性、化学的耐久性、形状の自由性など、ガラスは他の材料よりも優れた特性を多く持ち、現在も主たる材料の一つである。

容器ガラス（壺、食器）の表面処理として実施されているのは機械的強度増大、表面滑性（耐傷性）増大、化学的耐久性増大等を目的としたものであり、いずれも原理的には非常に古い技術に属する。ガラス壺は1分間に数百本も吹製する大量生産方式が前提なので、表面処理技術も大量生産性、経済性に主眼をおいた研究がなされている。当社のソーダ・ライムガラス壺・食器の表面処理例を中心に述べる。

2. 強度増大の処理

容器ガラスにおいては他素材の競合の中で「より強く、より軽く」が永遠の重要テーマとなっている。従来は積極的な強度増大処理を中心に検討されてきたが、現在は強度劣化を防止する方策に重きを置いている。特に軽量化に伴って、衝撃強度の劣化原因である成形工程での異物付着防止対策が検討されている¹⁾。

ここでは容器ガラスにおけるイオン交換法、急冷法の例を紹介する。

2.1 イオン交換法

ガラス中の Na^+ イオンをイオン半径の大きな K^+ イオンと交換することによってガラス表面に圧縮応力層を形成させるイオン交換法は一般的によく知られた技術である。一部のガラス食器は塩浴浸漬法で比較的時間を掛けて強化処理がなされているが、ガラス壺はその内外面でのイオン交換をより短時間に行うために種々の工夫をした。

当社が検討したものの中の一例を示す。カリウム塩の水溶液にテンポン、ゼラチン等の有機増粘剤を添加してペースト状にした流動体をガラス壺内外面に塗布し、その後熱処理の間、カリウム塩が十分に付着しているようにして連続的にイオン交換する方式である。Table 1に示す如くこの方法で2~3倍の強度増加が得られた²⁾。数社が独自の生産技術でのイオン交換法を試み製品を上市したが、現在は経済性のためか実施されていないようだ。

2.2 急冷法

高温のガラス表面を急冷することによって圧縮応力層を形成し強度を増大する方式もよく知られ

Table 1 Strength of chemically strengthened glass container

		未処理びん		強化処理びん	
		未加傷	1トリップ ^{*3}	未加傷	1トリップ
耐内圧強度 ^{*1} [kg f/cm ²]	平均	16.1	11.2	31.9	29.5
	最小	10.5	10.5	17.6	17.6
	最大	19.3	14.1	45.7	45.7
耐衝撃強度 ^{*2} [kg f·cm]	平均	3.62	2.57	7.63	7.59
	最小	2.30	1.73	4.03	4.03
	最大	4.60	2.87	11.50	12.65

試料：清涼飲料水用びん（内容量 600 ml）

* 1 耐内圧試験：JIS S 2302に準じて AGR 社製内圧試験器にて破損に至るまでの内圧値を測定した。

* 2 耐衝撃試験：JIS S 2302に準じて AGR 社製衝撃試験器で破損に至る衝撃値を測定した。

* 3 トリッ プ：充填時等のびんの扱いによる強度劣化を調べるために AGR 社のラインシミュレータにて1分の加傷を行い、これを1トリップとする。

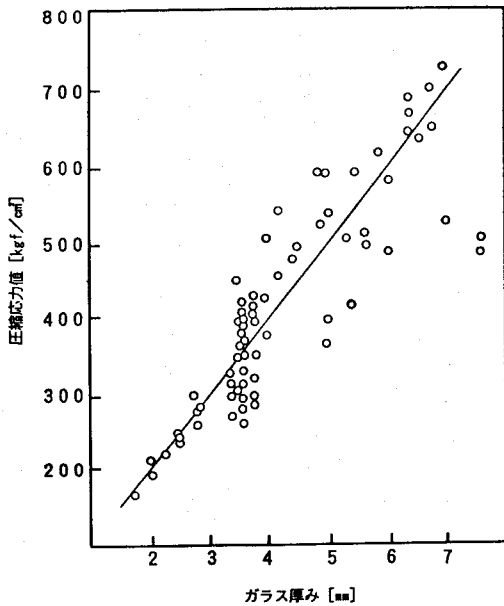


Fig. 1 Relation between glass thickness and residual compressive stress of tempered glass product

ている。当社では2つの製品群にこの方式を採用している。1つはガラスコップ類の口部強化で、口部1~2cmの部分に約200 kg/cm²の圧縮応力を入れることによってハンドリング時の口部破損防止効果をもたせている。もう1つは電子レンジ仕様の保存容器で約300~600 kg/cm²の圧縮応力を入れて、温度差120°Cの熱衝撃に耐え得る製品としている³⁾。残留応力はガラス厚み、形状の制

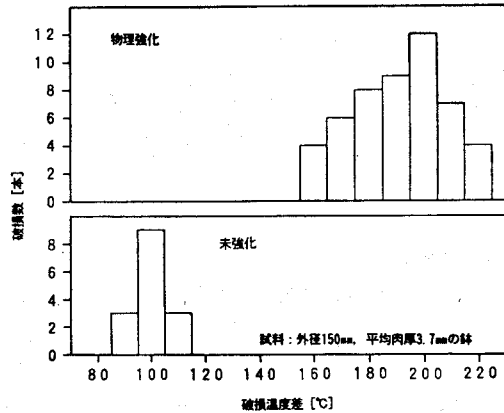


Fig. 2 Thermal shock resistance of quench-tempered glassware for microwave oven

限、冷却速度のコントロールで調整しているが、冷却空気の圧力（流速）に制限のある実際工程ではガラスの厚みが支配的である。典型的な鉢類におけるガラス厚みと残留応力の測定例を Fig.1 に示す。冷却速度は自然放冷の3~4倍である。また製品の耐熱衝撃テスト結果の例を Fig.2 に示す。この残留応力300~600 kg/cm²は強度増大としては大きな値ではないが、繰り返し熱衝撃の疲労による強度劣化を抑えるには十分な値と判断している。

当社ではガラス壺へも急冷法の応用を試みた。その際の測定例を Table 2 に示す⁴⁾。この表の製品は清涼飲料水用（容量1 l、重量580 g）であり、