

## SnO<sub>2</sub>コーティングによるリターナブルガラスびんの軽量化

日本山村硝子(株) ガラスびんカンパニー生産本部技術開発部成型成形チーム

大西 邦和

### Lightweight Returnable container glass with SnO<sub>2</sub> coating

**Kunikazu Ohnishi**

Mold Design & Forming Section Technical & Development Department, Production Division Glass Bottle Company,  
Nihon Yamamura Glass Co., Ltd.

#### 1. はじめに

ガラスびんの年間出荷量はダウントレンドが進んでおり、近年は食調びんや酒造びんの減少が顕著である<sup>1)</sup>。

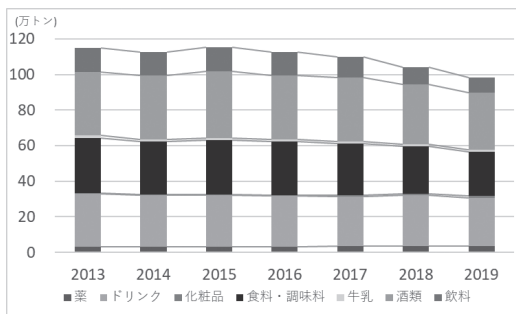


図1 ガラスびん年間出荷量推移  
※日本ガラスびん協会データより作成

このようにガラスびん業界を取り巻く環境は厳しい状況が続いているものの、一方で持続可能な開発目標「SDGs」が掲げられ環境に対する活動が活発に行われている中、資源循環が確立されているガラスびんが再び注目を集める可能性を秘めている。容器再利用の取組みとして循環型ショッピングシステム「LOOP™」が実証実験を行っており、リターナブルびんの需要が高まることを期待している<sup>2)</sup>。

リターナブルびんは市場を循環する回数（トリップ数）を重ねるごとに外表面に擦り傷が形成され強度低下の原因となるため、外傷を防ぐためのコーティング技術が重要になってくる。

本件はキリンホールディングス株式会社様と共同で開発を進めてきたSnO<sub>2</sub>コーティングによる強度改善と軽量化について紹介する。

#### 2. ガラスびんのコーティング技術

ガラスびんの外表面の傷付きを防ぎ、強度低下を防止するためのコーティング技術として、高温状態で処理を行うホットエンドコーティン

〒660-8580

兵庫県尼崎市西向島町15-1

TEL 06-4300-6261

FAX 06-4300-6391

E-mail: ohnishi\_k@yamamura.co.jp

グ（以下 HEC）および徐冷後に噴霧されるコールドエンドコーティング（以下 CEC）の 2 層を重ねるデュアルコーティング（以下 DC）が主流である。

HEC では酸化スズ（SnO<sub>2</sub>）の皮膜層をガラスびんの外表面に蒸着させ耐加傷性の向上を行い、CEC では潤滑性を与え摩擦係数を小さくすることで、外表面への加傷を防ぐ役割がある。CEC のみの処理と比べ、DC 処理を行うことで耐内圧強度が約 20 % 向上することが確認されている。

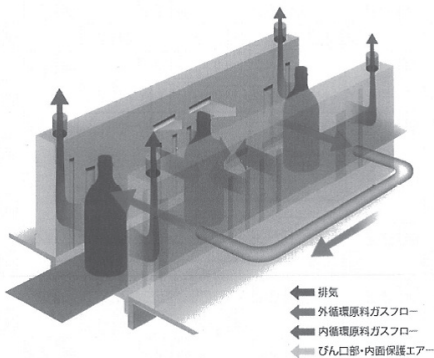


図 2 HEC コーティングフード

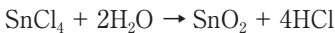
HEC の膜厚管理は専用の膜厚測定器を使用し、CTU（Coating Thickness Unit :1CTU=0.19 nm）と呼ばれる単位で管理する。

### 3. リターナブルコーティングについて

#### 3.1 コーティング剤と反応式

一般的な HEC の膜厚は約 10 nm であるが、キリンビール株式会社様のリターナブルびんは膜厚が 40～100 nm と厚みを持った処理を行っている。

コーティング剤は四塩化錫を用い、CVD（化学蒸着法）による加水分解反応によって成膜している。反応式は下記となる。



#### 3.2 工程管理

びんの評価として回収洗浄によるコーティング剥離を想定したアルカリ溶出試験を行っている

るが、このリターナブルびんにおける HEC 処理時のびん温度管理は 550～700℃として定められている<sup>3)</sup>。

図 3 に示すようにアルカリ溶出試験において、550℃以下ではガラスとコーティング膜の接着力が弱く界面剥離を引き起こす事がわかっている。びん温度が高ければ皮膜はガラス表面だけでなく内部まで強固に結合するため耐剥離性は向上するが、700℃以上ではガラス軟化点を超過する為びんの変形を引き起こし形状が保てなくなる事からも温度管理は非常に重要である。

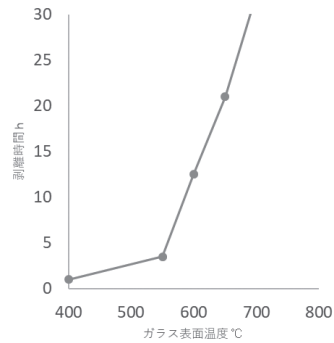


図 3 ガラス表面温度と剥離時間

びんの製造工程（図 4）のうち、びん温度管理の重要管理ポイントとしてびんの搬送工程がある。製びん機は Individual Section Machine (IS マシン) と呼ばれセクション毎にびんを成形し、全てのびんは 1 つのコンベアに並べられるが、コーティングフード通過時にはセクション間のびん温度差が発生するため、この影響を少なくする方法として 3 倍速コンベアを使用している。成形後のびんを素早く搬送することでフードに到達するまでの時間を短縮、かつ第 2 コンベアでびんピッチを縮めることで外気による急冷を抑制している。

温度管理においては上記びん温度のみならず、気化装置等各工程においても温度が膜厚に大きく影響するため、工程項目を細かく分類し厳しい管理が必要である。

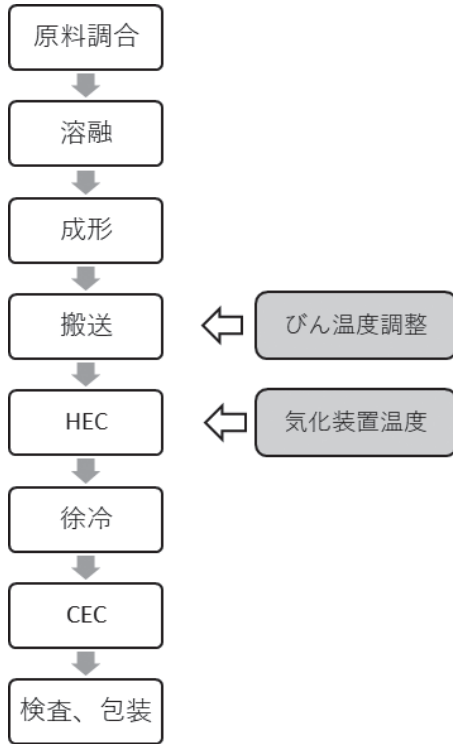


図4 製造工程とびん温度管理ポイント

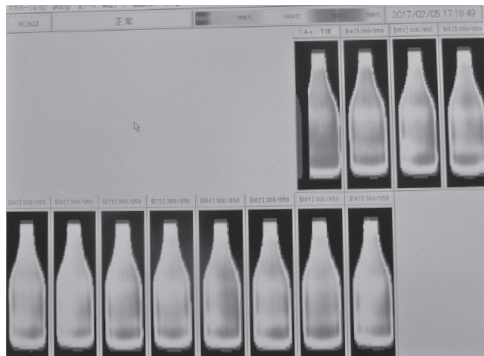


図5 びん温度管理

コーティング処理による品質管理として重点を置いている欠点のひとつが口部の白化である。ビールびんの飲み口を滑らかにするためファイヤーポリッシュを施しているが、バーナーフレームで口部を炙る際、このフレームにより口部周辺のコーティング層が白化する現象が発生する。白化を抑制するためにフレームをなるべく天面のみに当てることが重要であり、フレームの出力管理や金型嵌合形状の見直し等

を行い、対策を講じている。

最後に排ガス工程については、排ガスに含まれる HCl を除去するため、吸収塔にて処理を行い排出することが必要である。

### 5. 中びんへの展開

大びんの軽量化技術をもとに、2010 年より中びんの軽量化についてキリンホールディングス株式会社様との共同開発に着手した。軽量化率は大びん実績をもとに約 20% で設計、びんの胴径は 1.5 mm 縮小し、ガラスの側壁厚みの分布においては強度の影響が少ない首部の余分なガラスを削ぎ、充填工程でびん同士が当たる部分から底部にかけては厚みを残しかつ接触しにくい形状を重視して設計を行った。コーティングについては大びん同様、温度ムラのないように工程管理を徹底した。

生産性評価、びんの強度評価を経て軽量化前後で強度に遜色ない製品を確立することができた。結果 470 g → 380 g と中びんビールびんでは国内最軽量を実現した。

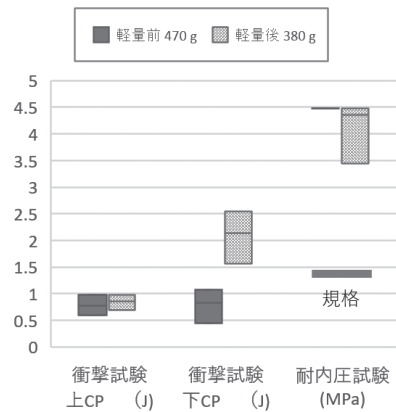


図6 軽量化前後のびん強度評価

2014 年よりキリンビール株式会社様でのテスト導入を開始、2016 年には全工場へ展開を行い市場への展開を開始した。軽量化により 1 ケースあたりの重量が軽くなることで持ち運びの作業負担を軽減するメリットもあり、本製品は 2017 グッドパッケージングの「飲料包装部門

賞」, 日本ガラスびん協会主催の第 14 回ガラスびんアワード「機能・環境賞」, 世界包装機構が主催するワールドスター 2018 コンテストでワールドスター賞」および, アジастター 2017 にて「アジастター賞」を受賞した。

## 5. おわりに

びんの加飾技術は種々進化を遂げている。高級感やデザイン性を向上させる印刷や塗装技術は発展し市場が活発であるが, 一方でびんの強度向上に寄与するコーティング方法はいくつか検討されているものの, 実用化に至っている技術は限られている。

本技術は持続可能な循環型社会において, リターナブル容器に求められる強度維持や外傷防止, 軽量化に大きく寄与し, リサイクルも可能

であるため環境負荷低減への貢献度は高い。設備上施工ラインは限定されるが他形状にも展開できる可能性を秘めており, 将来のリターナブルびんの発展における役割を担うことを期待している。

## 〈参考文献〉

- 1) 日本ガラスびん協会 マーケティングデータ, 2013 ~ 2019  
<http://glassbottle.org/glassbottlenews/marketing>
- 2) 片山 亜沙美, テラサイクルの新たな挑戦 - 廃棄物ゼロを実現する循環型ショッピングシステム『Loop<sup>TM</sup>』, 包装技術 Vol. 57 p60-66, 2019
- 3) 天野 勉, SnO<sub>2</sub> コーティングによるリターナブルガラスびんの軽量化, 表面科学 Vol. 38 No.6 p303-306, 2017