

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 氏 名     | 小 野 博 之<br>お の ひろ ゆき    |
| 学位の種類   | 工 学 博 士                 |
| 学位記番号   | 論 工 博 第 1161 号          |
| 学位授与の日付 | 昭 和 54 年 3 月 23 日       |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当 |
| 学位論文題目  | 化学強化によるガラスびんの軽量化の研究     |

(主 査)

論文調査委員 教授 功刀雅長 教授 田代 仁 教授 神野 博

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ガラスびんを化学強化法によって処理して、びんの内外表面に圧縮応力層を形成し、びんの強度を増加させることにより、ガラスびんの軽量化を行うことについて究明した結果をまとめたものであって、序言、本文7編及び結論からなっている。

序言では、本研究の目的、意義及び研究内容の概要を述べている。

第1編では、ガラス容器がガラス以外の容器とくにプラスチック容器と価格の点で対抗するためには、ガラス容器の重量を現在の半分に減らさなければならないこと並びにガラスの軽量化をはかるための製造方式としては、ブロー・ブロー方式に比べてびんの厚さをより均一に成形できるプレス・ブロー方式の方が適当であることを明らかにしている。しかし軽量化によってびんの機械的強度は低下するので、強度の増強方法を開発する必要があることを述べている。

第2編では、ガラスびんの化学強化のための基本的条件について検討している。その結果、大量生産に適した化学強化法としては、一般に行われているカリウム塩浴法は不適當であり、むしろ付着塩方式が有効であることを明らかにし、とくにびんの内表面の化学強化も行わねばならない関係上、冷間付着塩方式が良いことを認めている。さらに、工業的に可能な時間内に、びん表面に汚れの発生なしに適当な応力層を生成するために使用し得るカリウム塩としては、塩化カリウム、硝酸カリウム及び硫酸カリウムの3種類の組合せが最も優れていることを確めている。なお、ガラスびん表面に付着する薬品の必要最小量は  $2.5 \text{ mg/cm}^2$  程度であることを明らかにしている。

第3編では、ガラスびんの内面傷に関して、輸送中に傷が入る場合の強度変化を究明し、また輸送状況をシュミレートした装置を使用して、びん内に種々の加傷材を加えた化学強化びんの強度の変化について検討し、化学強化は内面傷に対する保護層として十分効果のあることを確認している。さらに、化学強化後外面にプラスチックコーティングしたびんについて、内面加傷がびんの耐圧及び衝撃強度に及ぼす影響を検討し、回収びんについてもびんの軽量化が可能であることを明らかにしている。

第4編では、ガラスびんの外表面の傷防止について各種コーティング剤の効果などを究明している。保

護コーティング層の表面状態に及ぼすコーティング剤の種類、洗びんの操作条件及び液の充てん条件などの影響を詳細に検討し、保護層の厚さとしては少なくとも15ミクロン程度は必要であることを明らかにしている。

第5編では、化学強化をほどこす前のびんについて、ガラスびんの形状が、その強度に及ぼす影響を検討している。とくにびんの底部の種々の形状のものについて、耐圧強度の測定、表面の傷の顕微鏡による観察などの結果から軽量びんには丸型の形状のものが適していることを確めている。

第6編では、生産工程の内圧リセクターによる破びんテストの結果1000本中1～2本の異常びんが存在し、これがびんの軽量化を阻害する要因であることを明らかにし、これらの異常びんを除外することによって、充てん工程における従来の破損率をその1/10に低減できたことを明らかにしている。

第7編では、軽量びんの衝撃強度について究明している。すなわち、軽量びんの衝撃による破壊は内表面の割れによるものであることを明らかにし、さらにびんの内表面の強度を下げる要因として、プランジャーの材質、塗油作業で発生する異物及びそれに起因する泡によるものであることなどを明らかにしている。

結論では、以上の結果をまとめて記述し、結論を述べている。

#### 論文審査の結果の要旨

本論文は、ガラスびんを化学強化法によって処理して、びんの内外表面に圧縮応力層を形成し、びんの強度を増加させることにより、ガラスの軽量化を行うことについて究明した結果をまとめたものであってその主な検果は次の通りである。

- 1) ガラスの軽量化をはかるためのびんの製造方式としては、ブロー・ブロー方式よりもびんの厚さをより均一に成形できるプレス・ブロー方式の方が適当であることを明らかにしている。
- 2) ガラスびんの大量生産に適した化学強化法としては、冷間付着塩方式が有効であり、使用するカリウム塩としては塩化カリウム、硝酸カリウム及び硫酸カリウムの3種類の組合せが最も優れていること、及びガラスびん表面に付着する塩類の必要量は $2.5 \text{ mg/cm}^2$ 程度であることを明らかにしている。
- 3) 化学強化びん中に種々の加傷材を加え、輸送状況をミュミレートした装置を使用してびんの強度変化について検討し、化学強化はびんの内面傷に対する保護層として十分効果のあることを明らかにしている。
- 4) ガラスびんの外表面の傷防止に対する保護層の厚さは少なくとも15ミクロン程度必要であることを確めている。
- 5) 種々の形状の底部を有するびんについて、耐圧強度の測定、表面の傷の顕微鏡観察などを行い、その結果から軽量びんとしては丸型の形状の底部をもつものが適当であることを確めている。
- 6) 生産工程の内圧リセクターによる破びんテストの結果、1000本中に1～2本の不良びんが存在し、これがびんの軽量化を阻止する一つの要因であることを明らかにし、これらのびんを除外することによって、内容物の充てん工程における破損率を1/10に低減できることを確めている。
- 7) 軽量びんの衝撃による破壊は内表面の割れによるものであることを明らかにし、さらにびんの内表

面を劣化させる原因は、プランジャーの材質、塗油作業で発生する異物及びそれに起因する泡によるものであることなどを明らかにしている。

以上要するに、この論文は化学強化法によってびんの内外表面に圧縮応力層を形成させ、びんの強度を増加させることによって、ガラスびんの軽量化をはかることについて究明し、多くの有益な知見を得たものであって、学術上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。