

インライン型 PET ボトル異物検査装置

西垣内 章治 *

Shoji Nishigaichi

1. はじめに

飲料充填工場では、炭酸飲料、茶系飲料、果実飲料、コーヒー飲料などさまざまな飲料が生産されており、飲料用容器も缶、ビン、PET ボトル、紙容器などさまざまな種類やデザインの容器が使用されている。店頭などを見ても最近では缶に代わり、リシール性や携帯性といった利便性がある PET ボトルが主流になっている。充填速度も高速化が進み、現在主流の 600bpm (bottle per minute) に代わって 800bpm 以上の高速充填システムが採用されてきており、今後は 800bpm 以上が主流になると考えられる。

また、消費者の品質に対する要求も高くなってきており、金属片やパッキンなどの異物の混入の問題が重要視されてきている。飲料製造企業では異物混入品が市場に出まわらないようにするために品質の高い PET ボトル製品を製造する必要があるため、従来使用されていた異物検査装置では検出しにくかった飲料中の微小異物を高速で検出できる異物検査装置が求められている。当社（高嶋技研株式会社）ではオフライン型の微小異物検査装置（出荷検査装置）を製品として納入しているが、今回、飲料生産工程中に検査するインライン型 PET ボトル異物検査装置を開発し、1号機を納入したので紹介する。

2. 装置概要

インライン型 PET ボトル異物検査装置（以下検査装置という）は、飲料充填ラインに設置して全数検査を行い、PET ボトル内の異物を検出する装置である。検査装置外観を写真 1 に示す。

装置は、側面水滴除去部、間隔調整回転機構部、側面検査部、排出装置（側面用および底面用）、底面検査部で構成している。

検査は、底面から撮像し沈殿異物を検出する底面検査と、側面から撮像し浮遊・液面異物を検出する側面検査で行い、検出可能な最小異物寸法は $0.3 \times 0.3\text{mm}$ （他社従来装置： $0.5 \times 0.5\text{mm}$ ）である。異物を検出した場合は、排出装置により生産



写真 1 検査装置外観

* 高嶋技研株式会社 第一企画室 課長

ラインから不良ボトルとして排除し下流に流出しないようにしている。

3. 検査原理

(1) 撮像方式

撮像方式は、可視光線、X線、超音波などを使用して検出する方法が考えられる。当社ではX線、超音波を使用した検査装置を納入しているが、X線は、不透明な容器や液体に含まれる異物の検出には有効だが、容器内の液体と比べ透過量の差が小さい微小異物やパッキン片などは検出しにくい傾向にある。

また、超音波の場合は、不透明な容器や液体に含まれる異物の検出には有効だが、音波の反射の少ない微小異物では検出しにくい傾向にある。

PETボトルの異物検査の場合は、容器が透明なことおよびX線、超音波では微小異物の検出がしにくいことから、今回は、可視光線で検査する方式を採用している。

PETボトルに充填し、ラベルを貼る工程の前に検査をするため、ラベルの影響はない。使用したカメラは、0.3mm × 0.3mmの異物を

安定して検出するため、2Lボトルを0.1mm/画素で撮像できる140万画素の高解像度カメラを使用している。

(2) 検査装置の構成

検査ステージの概略図を図1に示す。

① 側面検査

検査は第1ステージと第2ステージで行い、第1ステージではボトルの側面（左側）を、第2ステージで反対側（右側）を検査する。各ステージともボトルの上下を分けて撮像するためにカメラを2台/ボトル設置し、上下流の2箇所撮像するので4台/ステージのカメラを設置している。（2ステージ合計で8台設置）

照明装置は蛍光灯を1ステージあたり6本、2ステージ合計で12本使用している。照明装置とカメラは、ボトルがこれらの間を流れるように配置している。

② 底面検査

グリップコンベヤによりボトル左右から挟み、ボトルの底を下からの撮像で検査する。カメラは側面検査同様の上下流2台1組で検査するようになっており、2台のカメラ

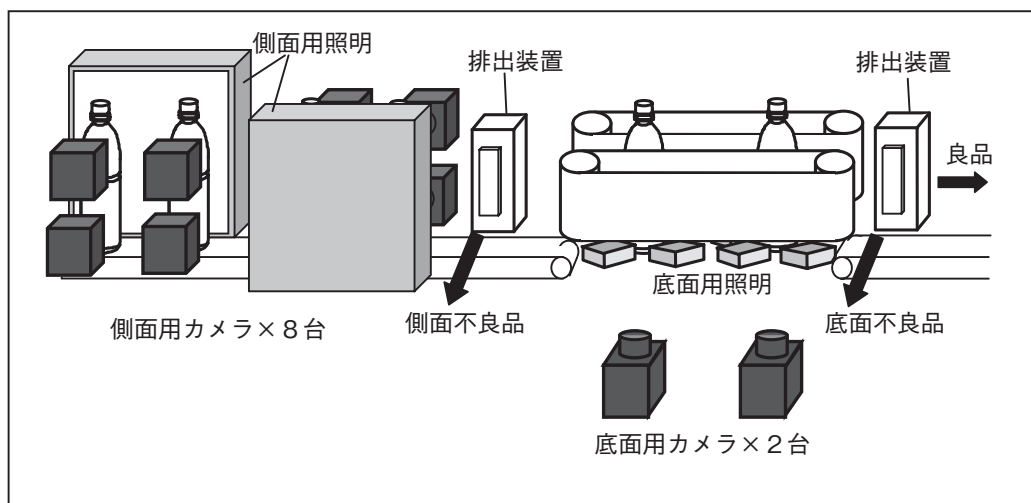


図1 概略図

で撮像している。照明装置はメタルハライドランプ搭載の光源と4分岐ライトガイド（ファイバー）のセットを2台使用し、各撮像位置でボトル下部の側面4方向から照らしている。

(3) 検出方式

下記の方式により異物を検出し、検出場所、液種等により最適な方式を選択できる。

- ① 撮像画像（2 値化）による検出
撮像したボトルの輝度としきい値により検出する方法である。
- ② 微分（HPF：High Pass Filter）による検出
輝度が変化している部分（エッジ）を検出する方法であり、輝度が均一な場所に異物があるような場合に有効な方法である。
- ③ 差画像による検出
移動した異物のみを検出する方法である。時間差をつけた2台のカメラで撮像した画

像を比較して、差画像により移動した異物を検出する。角ボトルの場合は搬送の振動などによって自然に発生する液体の移動を利用するが、丸ボトルの場合は検査前にグリップコンベヤ（間隔調整回転機構部）によって強制的にボトルに回転を与えて充填された液体を移動させることができる。

④ ティーチングによる検出

事前に複数の良品サンプルを読込んで良品データを作成し、良品には無いデータがあった場合に検出する方法である。

4. 装置構成

図2は、実際に生産ラインで稼働している検査装置の構成図である。ボトルの移動順に、側面水滴除去部、間隔調整回転機構部、側面検査部、側面検査用排出装置、底面検査部、底面検査用排出装置で構成している。

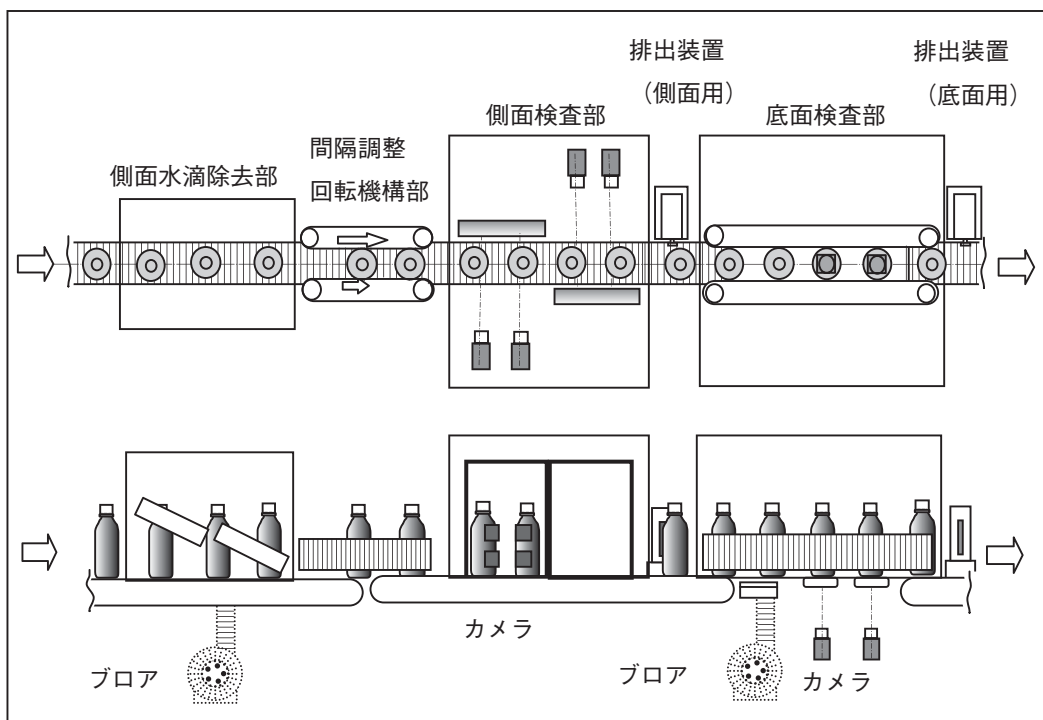


図2 構成図

(1) 側面水滴除去部 (写真2)

検査に影響のある側面の水滴を除去するためにエアナイフシステムを採用した。

このシステムは、水滴除去に必要な流速100m/秒以上、流量15.4m³/分を7.5kWのモーターで実現している。消費電力はコンプレッサー使用時の約1/10である。

(2) 間隔調整回転機構部 (写真3)

PETボトル同士の間隔を開け、検査に影響が出ないようにしている。

ボトル搬送コンベヤを間隔調整回転機構部の上下流に分けて設置し、下流側コンベヤの速度

を上流側コンベヤより早くし、この速度差によりボトル間の間隔を大きくしている。

また、グリップコンベヤの左右ベルトのスピード差によりボトルを回転させることにより内溶液を回転させ、強制的に異物を移動させることができる。

構造が簡単なためこの方式を採用しているが、丸ボトルのみが対象で角ボトル・長角ボトルには対応していない。

(3) 側面検査部

上下2段で左右から計8台のカメラを使用し、浮遊・液面異物の検出を行っている。

(4) 底面検査部

2台の底面用カメラにより撮像し、沈殿異物を検出している。

(5) 排出装置

検査部で不良を検出した場合、ボトルをライン外に排出するために高速エアシリンダーを使用しており、800bpmの排出を可能にしている。

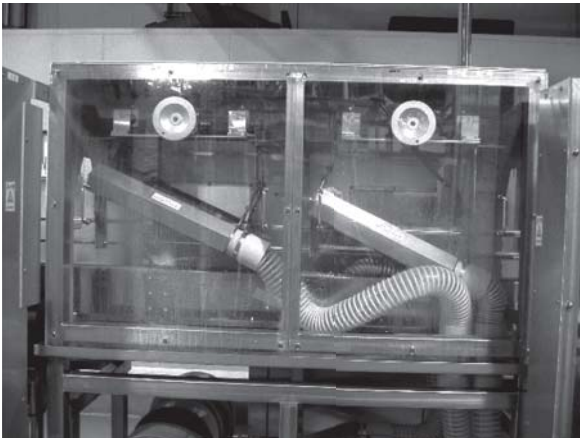


写真2 水滴除去部



写真3 間隔調整回転機構

5. 装置仕様

検査部仕様は下記のようにになっている。

検査対象： 200ml～2L PETボトル

処理能力： max800bpm

コンベヤスピード：

max60m/分

検査項目： 底面検査

0.3mm × 0.3mm 以上の黒色沈殿異物

側面検査

0.4mm × 0.4mm 以上の不透明浮遊異物

3mm × 3mm 以上の液面不透明異物

電源： 底面検査 AC200V (3相) 30A

側面検査 AC200V (3相) 20A

装置寸法： 底面検査 W2200 × D1250 ×
H2100
側面検査 W1050 × D1250 ×
H2100
各制御ラック W900 × D400 ×
H1880

6. 特 長

本検査装置の特長を以下に示す。

- (1) 0.3mm × 0.3mm の微小異物の検出
140万画素（1392 × 1030）の高解像度カメラを使用して1画素0.1mmの解像度で撮像し、0.3mm × 0.3mmの異物を安定して検出可能である。
- (2) 800bpm の高速ラインに対応
高速画像処理を行うことにより1秒間に13.3本（800bpm）の検査が可能である。
- (3) シンプルで安価な搬送方式
ストレートコンベヤとグリップコンベヤによ

る搬送であり、ロータリー方式を使用した搬送に比べ、シンプルで安価になっている。

ボトルの型替時に必要なグリップコンベヤの幅調整もハンドル操作により簡単に行える。

(4) 精度が高い検出方式

複数の検出方式を採用しているため、検出場所、液種等の条件に合わせた最適な検出方式が選択でき精度の高い検査を可能である。

7. まとめ

今回開発した検査装置は、すでに山形食品(株)のPETボトル生産ラインで稼働している。

納入初期にはボトル倒れや詰まり、水滴による誤検出などいろいろな問題が発生したが、適切な対策により順調に稼働しており、製品の品質向上に貢献している。

今後は、不透明液など対象液種の拡大、検査精度の向上、処理速度の向上等より一層の性能向上を実現すべく努力していきたい。



高嶋技研株式会社
第一企画室 課長
西垣内 章治

TEL. 0776-74-1111
FAX. 0776-74-1112