

コーティングボトルの脱コート装置

村田 勝 英*

Bottle De-coater

Katsuhide MURATA

Much efforts are being currently made in the study of coating glass bottles with plastic films. In fact, our company has already developed a new system of bottle coating, called "bottle coater," and a system to remove the plastic films from bottle is now required. Of the four methods investigated, the incineration method was applied to the decoating. A tunnel kiln-like furnace of mesh belt type was designed and built in June, 1973.

The present paper describes the design and construction of the furnace and some findings of its experiments.

ビールびん、コーラびんなどに、プラスチックコーティングする技術の開発が行われている。当社でも、すでにボトルコータ1号機を開発しているが、コーティング材を取り除く脱コート技術も必要である。

千葉研究所では、この脱コート装置の開発を担当し、可能性のある種々の脱コート法の中から、燃焼法を選び、テスト機を試作した。これは、トンネルキルン型の燃焼炉と呼ばれるものであるが、テストの結果、比較的良好な結果が得られ、脱コート装置として成立することを確認した。

本報は、この脱コート装置の概要ならびに運転結果などを報告したものである。

1. ま え が き

ビールびん、コーラびんなど、内圧を有する飲料びんの破裂事故防止のため、これらのびんにプラスチックコートする技術の開発が望まれている。当社においても、このボトルコータの開発が、三井ポリケミカル(株)と共同で、進められているが、プラスチックコートされたびんから、プラスチックをはがす技術(脱コート技術)の開発も同時に必要である。千葉研究所では、化工機部(現機械事業部)の依頼で、昭和47年9月から、この脱コート技術の開発に着手し、昭和48年6月、燃焼法によるテスト機の試作に成功した。本報は、テスト機の運転報告である。

2. 開発の経過

脱コートは、次のような場合に必要となる。すなわち、

- (1) ボトルコータにおける不合格びんを再コートする場合
- (2) いったん市場に出回ったコートびんのうち、コーティング状態の悪くなったものを再コートする場合、または、カレット(新びんを製造するさいの原料)とする場合
- (3) コートびんを捨てる場合。プラスチックコートさ

れたびんをそのまま投棄すると、公害源となる恐れがある

などであるが、脱コート技術は、コーティングする技術と表裏一体をなす重要な技術であることはいうまでもない。

コートびんを脱コートする方法は、種々考えられるが、一応、下記の四つの方法を選び、検討を行った。

- (1) 破砕法
- (2) 溶剤法
- (3) 熱水浸漬法
- (4) 燃焼法

破砕法; 碎破法は、コートびんを破砕機にかけて破砕したのち、はがれたプラスチック膜を水に浮かせて、回収しようとするものであるが、8 mesh 以下に碎破されたガラス片にも、なおプラスチック膜のついているものが観察されたこと、および破砕法では、びんの原形を保ったままの回収はできないことなどから放棄した。

溶剤法; びんコーティングに用いられる樹脂は、当社で開発中のボトルコータでは、もっぱら三井ポリケミカルで製造されているデュミラン(商品名)が使われているが、このデュミランは、キシレンとイソプロピルアルコールの混合液により、溶解することができる。キシレンとイソプロピルアルコールの比が、1対1(容積比)の混合液による実験では、55°Cで5分間、75°Cで

* 技術本部 千葉研究所 環境装置開発室

は3分間で、コーティングされたデミランを溶かすことができ、脱コートプロセスとして可能である。しかしながら、溶剤法には、以下のような問題点があげられる。

- (1)キシレン、イソプロピルアルコールは、ともに、第4類の危険物であるので、合法的な危険物取扱い場所を必要とするとともに、取扱いそのものにも注意を要する。
- (2)蒸発による溶剤の損失と、臭気の発生がある。
- (3)溶剤回収工程を必要とし、場合により水処理も必要となる。

熱水浸漬法；この方法は、コーティングされたデミランの膜を、ナイフなどを用いて、はがすのは容易ではないが、熱水に長時間浸しておく、比較的容易にはがすことができる性質に着目して、脱コートしようとするものである。これは、比較的簡単な装置で行うことができるので、当初もっとも期待された方法であったが、大気圧下の沸騰水中に、約10時間浸したものでも、それほど容易にははがれない。とくに、びんの文字の部分とか、底部にわずか残るコーティング材を完全に除去するために、非常に手間がかかり、人ひとりが、1日(8hr)に脱コートできる量は、たかだか100本以下である。このため、この方法により、人件費に見合うだけの本数を脱コートするのは難しいと思われる。また、排水の処理、はがれたプラスチックの処理なども行う必要があるので、ごく少量を処理する場合にのみ有効であろうと思われる。

燃焼法；デミランは、500°C以上に加熱すれば、自然着火して燃焼する。また、デミランは、C、H、Oの化合物であるので、HCl、SO₂などの有害ガスを発生する恐れはなく、完全燃焼すれば、炭酸ガスと水蒸気になるので、排ガス処理の必要はない。しかし、一方では、燃焼により、びんの温度があがるため、ガラスの変形、変質などが生じる恐れがある。電気炉を用いて行ったテスト結果によれば、電気炉内の温度を600°C以下に設定し、その中へコーティングされたびんを挿入した場合には、燃焼後のガラスに、外見上の変化は認められない。しかし、炉内温度の設定が700°Cになると、燃焼後のガラスの縁が丸くなるのが観察され、さらに800°Cになると、ガラスは互いに粘着し、形がくずれることがわかった。また、焼却炉を用いて、コートびん40本を一度に炉内に挿入して行った実験でも、ほぼ同様な結果を得た。燃焼法の問題点としては、

- (1)ガラスの変形、変質
- (2)破びん率
- (3)未燃分の有無と排ガス処理

などがあげられるが、前3法と比較して、問題点が少ないので、燃焼法を脱コートに採用することに決定し、トンネルキルン方式の燃焼炉を製作し、テストを行った。その結果、以下、述べるような比較的良好な結果を得ることができた。

3. テスト機の概要

テスト機は、通称トンネルキルンといわれる型のもので、Fig. 1に示すように、縦長に作られた炉内をメッシュ

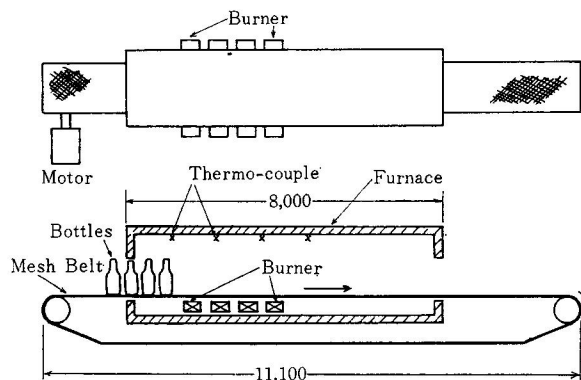


Fig. 1 Bottle De-coater (Tunnel Kiln of Mesh Belt Type)
(脱コート装置(メッシュベルト式トンネルキルン))

ベルトが移動し、被熱物は、この上に乗って、加熱ゾーンを通過する間に、加熱、燃焼される、装置としては、比較的簡単なものである。炉長、ベルトの移動速度、予熱区間、燃焼区間、徐冷区間の長さとおバーナの位置、炉内温度の設定などは、テスト結果にもとづいて定めた。以下、概略の仕様を示す。

- 型式 メッシュベルト式トンネルキルン
- 寸法 1,050W×11,000L×1,340Hmm
(炉内有効寸法 450W×8,000L×440Hmm)
- メッシュベルト 450W×プリー間10,500mm
- 材質 SUS 304
- 移動速度 12.0cm/min~48.0cm/min
- バーナ 片側4本(計8本)、触媒燃焼方式
- 出力 12,000kcal/本・hr
- 燃料 LPG(約8kg/hr)
- 炉負荷 2.5×10⁴kcal/m³・hr
- びんの処理速度 80本/hr~320本/hr

装置としては、以上のようなものであるが、トンネルキルンは、一般には、レンガの乾燥、焼成、ガラスびんの焼付印刷など吸熱をともなう工程に用いられるものであるため、今回のような燃焼反応を行うに際しては、安定な燃焼状態が得られるかどうか不安であった。

3. 運転状況

バーナに点火してから、炉内最高温度(炉入口から2番目の熱電対により測定される温度)が600°Cになるまでに、約2時間を要した。当初、この温度が500°Cで運転したところ、コーティング材の燃焼は起こらず、デミランの一部が分解し、黒こげの状態のまま出てき

た。また、550°Cでは、着火による火炎が認められ、脱コートできるが、もえ残りの有無、不完全燃焼による臭気の発生などから、600°Cのほうが良いと思われる。550°Cと600°Cにおける、びんの変形、破びん率の差違は認められなかった。

びんの並べ方については、当初の計画では、メッシュ上に立てることになっていたが、びんを立てて、炉内を通すと、着火後まもなく倒れるびんが続き、倒れたびん全部が破損した。こころみに、メッシュサイズを変化させたり、鉄板をメッシュに乗せ、その上に、びんを並べたりしたが、大きな効果はあげられなかった。このため、びんを最初から寝かせて供給したところ、破びん率は著しく減少し、安定した運転を行うことができたので、以下の実験は、すべてこの方法で行った。この場合、メッシュの目の関係で、びんは、9 cm 間隔で並べられているので、処理量は、80~320本/hr である。なお、本テスト機の予熱および徐冷区間は、それほど長くないので、処理速度が 300本/hr 以上になると、急熱、急冷のため、破びん率が高くなる傾向が認められた。

ここで、運転状況の写真を Photo 1~4 に示す。Photo 1 は、トンネルキルンの入口側を示し、びんは、メッ

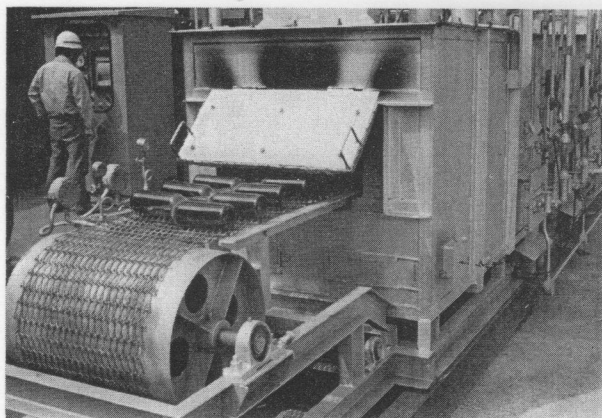


Photo 1 Inlet of Coated Bottles
(コートびんの入口)

ッシュ上に寝かせた状態で供給される。Photo 2 は、燃焼状況を示している。火炎の形成される位置は、メッシュの移動速度により変化するが、移動速度を一定にすれば、火炎は、ある決まった地点に安定して形成される。コートびんが挿入されてから、着火するまでの距離およびその逆数である着火おくれ時間の測定結果を、Fig. 2 に示す。これは、コートびんを挿入しないときの炉内温度が 600°C の結果であるが、着火おくれ時間が一定でないのは、炉内に温度分布があり、入口付近は、それほど温度が高くないためである。温度分布の詳細については後述

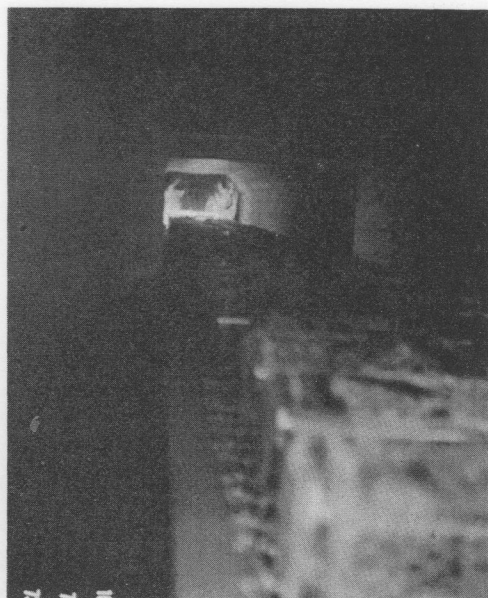


Photo 2 Bottles in Furnace
(炉内のびん)

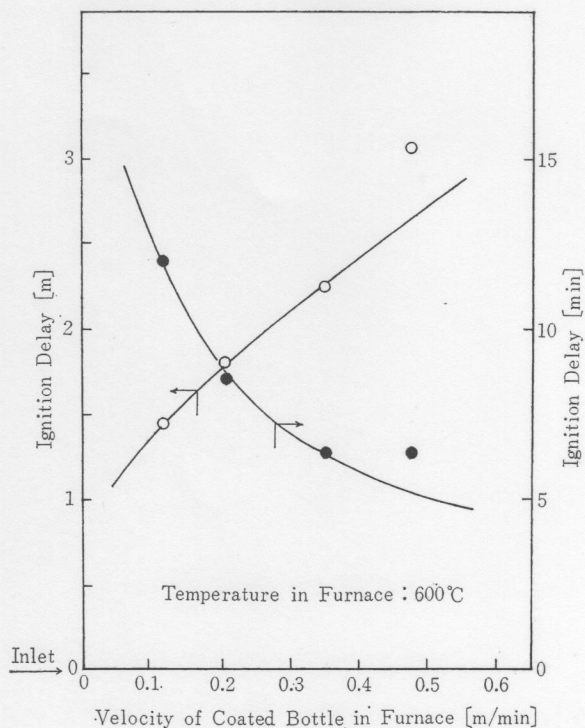


Fig. 2 Time and Distance of Ignition Delay
(着火おくれ時間と距離)

する。また、火炎を出して燃えているびんは、定常時には 2~4 本で、時間にすれば、5~10 分間燃焼が続くものと思われる。

Photo 3 は、脱コート後のびんを示すが、キルンから

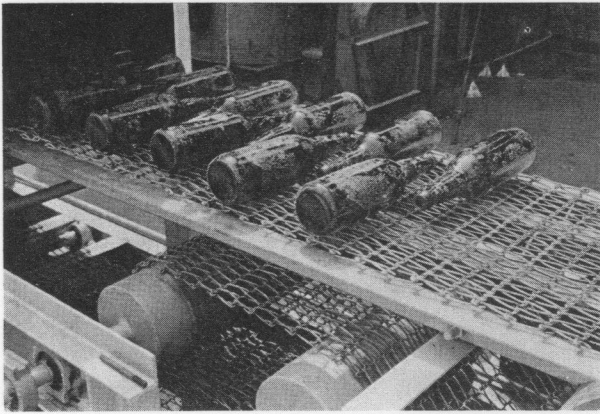


Photo 3 Outlet of De-coated Bottles
(脱コート後のびん)

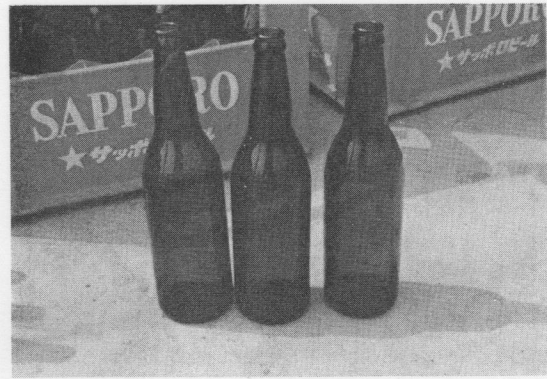


Photo 4 De-coated Bottles Washed with Shower Water
(水洗後のびん)

出た直後のびんが白く見えるのは、デューミランの灰分によるものである。このびんの表面に残る灰分は、シャワー程度の水洗をすれば、容易に落ち、Photo 4 に示すようなきれいなびんにすることができる。

またびん類は、しばしば屋外へ置かれるため、びんに水が貯まっている場合があるが、びん内に20~30ccの水が入ったまま供給すると、びんは完全に割れてしまうのに対し、びんを逆さまにして、中の水を出してしまえば、多少表面がぬれたまま供給しても、破びんすることはなかった。

4. びんの温度変化

前節で、炉内温度について若干述べたが、炉内に固定された温度計では、詳細なびんの温度は測定できない。このため、長さ10mのシーツ熱電対(CA)を用いて、炉内における時々刻々のコートびんの温度変化を測定することをこころみた。しかし、ガラスの温度を直接測定することは難しいので、熱電対を2本用意し、これをコートびんの内側と外側ガラス付近にセットし、同時に内外の温度を記録した。一例を Fig. 3 に示す。Fig. 3 は、炉入口からの距離を横軸にとり、コートびんの温度変化を示したもので、炉入口から燃焼が終了するまでは、び

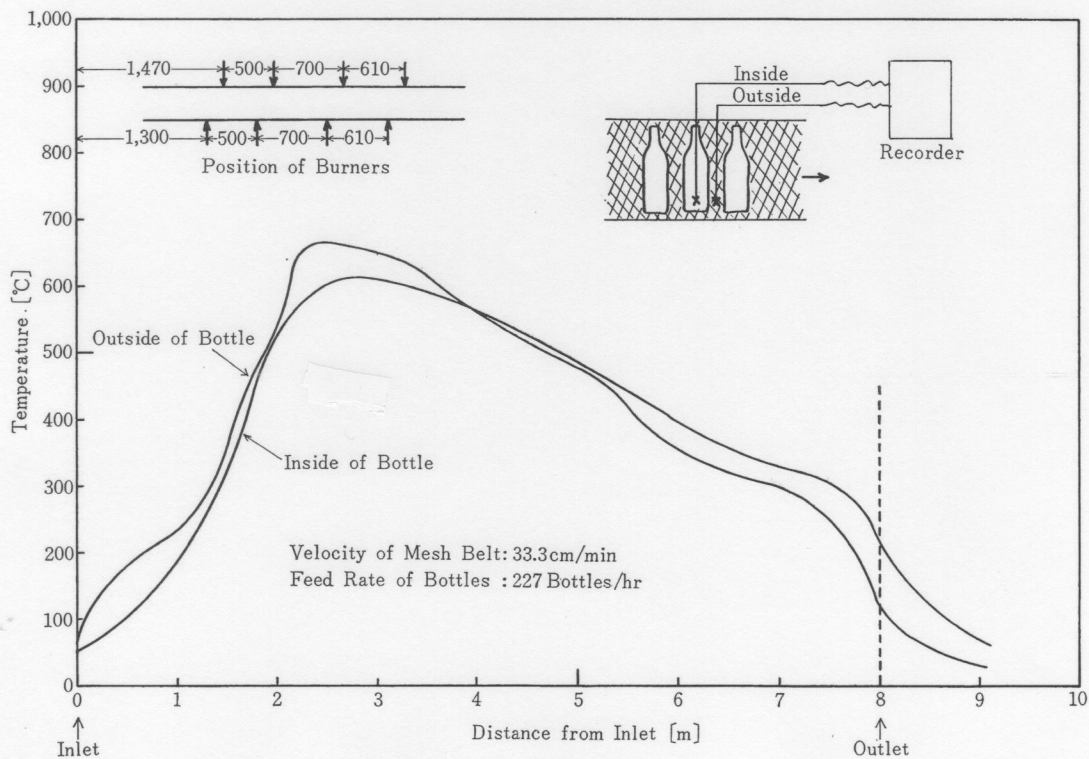


Fig. 3 Temperature Changes of Bottle in the Kiln
(びんの温度変化)

んの外側が高く、冷却ゾーンに入ると、びんの内側のほうが逆に高くなっている。また、コーティング材の燃焼は、炉入口から2.2m付近から起っており、びんの外側の熱電対は、火焰の影響を受けて、昇温が急勾配になる。炉出口における脱コート後のびんの温度は、まだ200°C以上であるので、冷却ゾーンは、もう少し長い方が良いと思われる。また破びんについていえば、昇温過程で破びんするもののほうが、冷却過程で割れるものより多い。これは、着火直後の急激な温度上昇によるものと考えられるが、燃焼法による限り、ある程度の温度勾配がつくことは避けられない。しかし、びん1本当りの燃焼量にも依存することから、バーナの位置、温度分布などを適当に定めることにより、破びんはある程度減少させることができる見通しは得られている。

5. びんの変形

びんの変形の有無は、燃焼による脱コート法が成立するかどうかを決定する重要な要素であるので、脱コート後のびんについて以下のような測定を行った。

- (1)びんの高さ……ノギスによる
- (2)びんの偏心……Fig. 4 に示すような装置を用い、びんを回転させたときの振れの最大と最小の差を偏心とする。

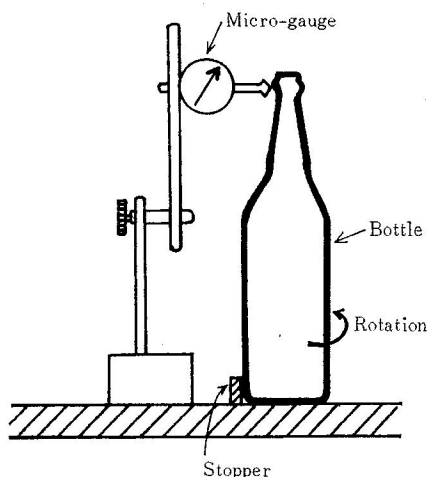


Fig. 4 Apparatus for Measurement of Bottle Deformation
(びんの変形の測定法)

測定結果を、Table 1 に示すが、新びんの場合の標準規格は、

ビールびん 高さ 289.00±2.50mm、偏心 4 mm以内
コーラびん // 282.58±2.50 //、// 3 //

であるので、Table 1 の結果は、規格内にある。新びんと脱コートに用いたびんとで、母集団が必ずしも同一でないことに若干の問題点を残すが、びんの変形に関しては問題ないと思われる。

Table 1 Deformation of the Bottles
(びんの変形)

Bottles	Furnace Temp. (°C)	Height (mm)			Eccentricity (mm)			Sample Numbers
		Max.	Min.	Av.	Max.	Min.	Av.	
Beer	600	290.3	288.8	289.4	3.90	0.95	2.41	36
Cola	600	283.0	282.6	282.7	2.95	0.95	1.71	20

6. 破びん率

Table 2 に、破びん率のデータを示す。これは、びんの供給のないときの炉内最高温度が600°C、メッシュの移動速度が24cm/minのときの破びん率を示すが、Run No. 1~5 のびんは、現在使われているびんで、Run No. 6のビールびんは、古びんであって、現在使用されていないものである。Run 7 のコーラびんは、新びんで、Run 8 のびんは、古びんである。一般に、古びんのほうが破びん率は高いが、中には、新びんであっても、破びんの多い銘柄も見られた。

Table 2 Break of the Bottles
(破びん)

Run No.	Bottles	Brokens / Total	Percentage of Brokens
1	Beer	2/65	3.07
2	"	4/145	2.76
3	"	5/186	2.69
4	"	4/140	2.86
5	"	2/119	1.68
6	"	35/255	13.7
7	Cola	0/110	0.0
8	"	12/24	50.0

Note (1) Furnace Temp. : 600°C
(2) Mesh Velocity : 24 cm/min

破びんの原因は、温度分布など装置上の原因によるものと、びん自体の欠陥によるものの2種類に分けられるが、テスト結果によれば、古びんとそうでないものの中には、明らかに破びん率に差が認められ、びんの種類による破びん率の違いはあると考えられる。しかし、温度分布とか昇温速度、冷却速度などを変化させることにより、どの程度破びん率を減少させることができるかという点に関しては、本テストでは明らかにすることはできなかった。

7. バーナと燃焼ガス

本装置に使われたバーナは、輻射加熱式バーナで、アルミナ触媒を用いて空気-LPG混合気の通常の燃焼限界をこえた広範囲の燃焼を行うことができる。燃焼ガスの分析値の例を示すと、

CO₂ 5.2%

O₂ 13.3%

N₂ Balance

である。燃料をプロパンとすると、空気比2.5に相当する。

8. ま と め

トンネルキルンによる脱コートは、大量処理が可能、廃棄物がないなどの長所があるが、破びん、びんの変形などの不安があった。本テストにより、びんの変形につ

いては、ほぼ問題ないことがわかったが、破びん率の方は、大部分3%程度であったにもかかわらず、一部の銘柄で30%台を記録し、改良の余地を残している。しかし、いままでに1万数千本のコートびんを本テスト機を使って処理しており、装置全体の安定性、操作性などについては、十分満足できるものと思われる。

おわりに、本装置を開発するにあたり、基礎実験の多くは、千機一設E牧野忠彦氏によるところが大きいことを付記して、感謝の意を表する。