福島庄次 望月 隆 加藤元三郎

Development of Ultrasonic Sealer for Plastic Tubes

Shoji Fukushima, Takashi Mochizuki, Motosaburou Katou

Commercially available seamers for plastic tubes generally use heat or high frequency but they have such problems as difficult sealing if the internal surface of the tube is contaminated with its contents.

Particularly, when the tube content is viscous and has thread-forming properties or is of low viscosity and readily forms droplet the probability of defective sealing due to contamination increases resulting in consumers.

The authors have initiated a study aiming at the development of a perfect sealing method even if the appropriate parts of tube are contaminated with the contents. In this study, heat sealing and high-frequency sealing were not considered to be suitable to solve the problems and methods employing ultrasonic energy were examined under various conditions. Favorable results were obtained by the use of diagonal vibration as the vibration source and a honeycomb shape for the pattern.

1. 緒 言

現在市場に出回っている樹脂チューブのシール方法としては、熱シール・または高周波シールが一般的であるが、いずれもシール部の内面に充填物が付着するとシールができないという問題がある。

特に充填物の粘度が高く洩糸性を有する場合や、低粘度で飛沫化しやすい場合などでは、充填物が付着してシール不良を起す確率が高くなり、消費者のクレームが多発することになる。我々は、内容物が付着しても確実にシールできる方法の開発を目的として本研究に着手した。開発の狙いとしては、熱シール法や高周波シール法では、解決が困難と考え、新しい技術として超音波振動エネルギーを応用する方法について種々の条件下で検討を加え、振動方法としては、斜め振動。パターン形状としては、ハニカム型を採用することにより、所期の目的を達することが出来たので報告する。

2. 結 果

2-1 超音波シール機

・試験用超音波シール機（ポーラ自社開発）(Photo)

ポーラ化成工業(株)静岡研究所：静岡市弥生町648
R & D Laboratories POLA Corporation ; 648
Yayoi-cho, Shizuoka

Fig.-1

- ・超音波発振機：20KHZ
- ・アンビル加圧シリンダー：ボア $\phi 30\text{mm}$
- ・加圧方法：油圧利用

2.2 超音波振動方式

従来から使用されている 1) 縦振動方式, 2) 横振動方式, に加えて新しく 3) 斜め振動方式について検討した。斜め振動方式については傾斜角度 θ の影響についてもテストした (Fig.-1)。

2.3 シール面のパターン形状

シール面のパターン形状としては, 1) 縦線型, 2) 横線型, 3) ピラミッド型, 4) 斜め型。新しく考案した 5) ハニカム型の 5 種類について検討した (Fig.-2)。

パターン名	形 状
1. 縦 線 型	
2. 横 線 型	
3. ピラミッド型	
4. 斜 め 型	

Fig.-2

2.4 チューブ材質と形状について

材質については一般的に使用されている低密度ポリエチレン (LDPE)。内容物の多様化に伴って最近使用され始めた多層チューブ (中密度ポリエチレン/エチレ

ン, ビニールアルコール/MDPE)。歯磨き等に使用されている AL ラミネートチューブの 3 種類について検討した。

チューブ内径は, $\phi 13$, $\phi 22$, $\phi 25$, $\phi 30$, $\phi 45$
肉厚は, $t 0.3$, $t 0.36$, $t 0.45$

2.5 内容物

シール面への付着を起こし易い下記 3 種について検討した。

- 1) 洩糸性が非常に高いピールオフタイプのバック料。
- 2) 低粘度で飛散性が高いファンデーション類。
- 3) 高粘度で付着するとシール性が非常に悪くなる洗顔クリーム, また特殊な例として食品 (バター, マヨネーズ), 工業製品 (接着剤ボンド, シリコングリース) についてもテストした。その結果を (Table-1) に示す。

2.6 シール性能の評価

- 1) シールの外観
パターン, ロットナンバーの鮮明度, バリ発生度を目視で評価する。
- 2) シール強度
圧縮力, 耐荷重で評価。
測定機: テンシロン UTM-111-100
条 件: 常温。圧縮スピード 100mm/min
圧縮面積 $\phi 60\text{mm}$
- 3) シール時間

Table-1

No	塗布内容物	シール強度 $\times$
0	塗布無し	82.0
1	バック類	77.8
2	洗 顔	62.0
3	コールドクリーム	75.6
4	ファンデーション	60.0
5	シャンプー	70.4
6	リンス	81.5
7	ヘアトニック	76.4
8	口 紅	75.9
9	香 水	80.9
10	バター	80.3
11	ジャム	79.1
12	マヨネーズ	79.2
13	み そ	75.5
14	醬 油	79.1
15	牛 乳	77.3
16	のり佃煮	78.2
17	洗 剤	76.4
18	機械グリース	60.0
19	シリコンオイル	60.3
20	バスコーク	78.2

1. シール条件
全品同一条件でテスト実施
2. 使用チューブ
 $\phi 22, t0.35$ mm
LDPE透明チューブ
3. 測定条件
RTにてテンシロン100Kg
ロードセル
フルスケール100Kg
圧縮スピード100mm/min
 $\phi 60$ 円柱
4. 各品テストサンプルn=30本
5. シール面に内容物を全周塗布。

*単位 (Kg)

Table-2

方 式	縦振動	横振動	斜め振動
項 目			
1. 内容物の飛散力	×	○	○
2. シーム外観	○	×	○
3. シーム強度	小	小	大
4. シームの安定性	中	小	大
5. シーム時間	短かい	長 い	短かい

(評 価) ×…悪い ○…良い

時パリが何かの要因で発生することがあり未解決である。

3.2 斜め振動方式によるシールパターンの影響

振動方式の比較で斜め振動は優れていることが判明したが更にシールパターンの形状が振動伝達に重要であると考え検討を加えた。

内容物としては飛散しにくいと思われる、ピールオフタイプのバック料を選定、チューブ材質は低密度ポリエチレンを使用、Fig-2 に示したパターンの形状4種について、同一条件下でテストした。結果をまとめるとTable-3 の如くである。

Table-3

項 目	パターン形状			
	①縦線型	②横線型	③ピラミッド型	④斜め型
1. シーム強度	弱小	小	中	大
2. シーム外観	○	○	○	○
3. 摩擦熱	弱小	小	小	中
4. 内容物の飛散力	弱小	小	中	大
5. 単層チューブ適応性	△	△	△	◎
6. 多層チューブ適応性	×	×	△	△

(評 価) ×…不敵 △…やや不敵 ○…良 ◎…良好

1本当りシールにかかる実時間。

4) 付着物の飛散性

透明チューブのシール面に内容物を塗布。シール後パターン部分に内容物が残っているかを目視で評価する。

5) シール音

シール時に発生する溶着音

3. 結果と考察

3.1 振動方式の影響

低密度ポリエチレンチューブを用い、シール面にピールオフタイプのバック料、ファンデーション類、洗顔クリームを塗布して、振動方式の優劣を比較実験した。結果をTable-2 に示す。

従来の縦振動、横振動方式と比較して、斜め振動方式は全ての評価項目が優れており良好な結果である。また斜め振動に於ける角度 θ の影響についても種々の実験を行った結果、内容物の飛散力とシール外観が特に20°前後が最良であった。斜め振動方式で好結果が得られたのは、シール内面に付着した内容物を振動エネルギーによって上下方向にシール外観を損うことなく効率よく飛散させる為と推定する。

しかし、シール部と胴部のさかいにピンホール、溶着

1) 縦線型、2) 横線型は凸部面が大きく、樹脂面とでスリップが発生、振動によるエネルギーが内部に伝達されず内部発熱が小さい。

また付着した内面の内容物を飛散させる力が小さい。

2) ピラミッド型は凸部が尖っており、樹脂へのくい込みは良くスリップを防ぐが、凸部先端のフラット面がないため発熱が小さい。

3) 斜め型は各項目ともほぼ良好な結果であるが、多層チューブでの適応性はシール時の発熱不足で十分な溶着が得られない結果である。

3.3 チューブ材質とパターン形状の影響

多層チューブは、異融点材質の組合わせである。今ま

でのパターン形状ではクリアーできない為にパターンの役割について見直した。

- 1) 効率の良いエネルギーの伝達。
- 2) 振動による摩擦熱の発生。
- 3) 溶融樹脂の流れ抵抗の均一化。

以上の役割を満たすパターン形状が多層チューブでは尚一層求め（必要）られることが推定された。種々のパターン形状について実験し六角形のハニカムを考案した (Fig.-3)。

Fig.-3

3.4 内容物の影響

最終確認として斜め振動とハニカムパターンの組合せでチューブ材質は最もシールが困難である多層チューブ (MDPE/エパール/MDPE), 外径 $\phi 22$, 肉厚 $t 0.45$ を用いて前述の 2—5 に示す全ての内容物を塗布したテ

ストでは良好な結果を得た。但しファンデーション類, 洗顔クリームは若干シール強度が下がる傾向にあることが解った。

4. 総括

樹脂チューブ用の斜め振動方式による超音波シール機を開発し当初の目的を達成した。また、チューブ材質のシール可能な範囲をハニカムパターン考案により拡大することが出来た。

その結果

1. シール内面に内容物が付着してもシール可能。
2. 単層, 多層チューブでもシール可能。
3. シール時の音が小さい。
4. 外観品質の向上。
5. シール強度の安定性。

以上の項目が満足された。

今迄、シール内面に内容物が付着すると『シール出来ない』という概念は今後消えて行くであろう。化粧品以外の他分野でも広く活用が期待される優れた方法であると考ええる。

現在、この方法は PUF-2000 型 (超音波シール付チューブ充填機) として実用化されるに至った。

(昭和62年10月12日受理)