

# 特集

## [食品衛生と安全対策]

# 食品パッケージのピンホール問題 その解決に向けた取り組みについて

グンゼ株式会社 プラスチックカンパニー 営業統括部

## 1 はじめに

まだ食べられる可食部分と考えられる食品ロスは年間約612万トンとも言われており、食べ残しや過剰除去などに該当する家庭廃棄とは異なる事業廃棄は328万トンに上る。特に穴あき（ピンホール）による腐敗促進や生鮮野菜の消費期限切れなどの店頭廃棄が原因として挙げられる。

昨今、フードロスの観点から長期保存かつ全国配送を可能とするコールドチェーン（低温流通網）化が加速しているが、低温下ではフィルムが固くなり、ピンホールの増加が懸念されている。

グンゼでは約60年前に自社製品の肌着やストッキングを包むパッケージを自社製造することからプラスチック事業に派生した経緯がある。独自の異種積層技術により、1枚のフィルムに複数の機能を付与し、時代によって変化するニーズに合わせてさまざまな課題を解決してきた。2016年から始まったコールドチェーン対応の冷凍耐ピンフィルムの投入もその1つである。

従来グンゼでは、フードロスの観点からピンホールの研究を続け、課題を解決した実績があ

り、今回はこのピンホールの分類とその評価方法、解決策について解説したい。

## 2 ピンホールの分類とその評価方法

ピンホールとは、大きさ200 $\mu$ m程度の目視で確認できないレベルで空くフィルムの穴のことを指す。穴の大小に関わらず、内容物の酸化や液漏れにつながり、食品の劣化や梱包へのダメージなど深刻な問題を引き起こすため、ゼロ化させるのが大きなテーマとなっている。

ピンホールと一口に言っても、その発生現象は多岐にわたるため、ピンホールの解決のためには発生に至った原因調査、その原因に即した評価が必要不可欠である。当社でのピンホールの分類とその評価方法を図1に示す。ピンホールは大別すると4種類あり、種類ごとに発生現象、特徴と評価方法を述べる。

### ①突き刺しのピンホール（写真1）

硬く鋭利なものが、袋を突き刺して穴が空く。製造ライン上のバリ、もしくは鋭利な内容物が充填落下時に突き刺す場合もある。穴の周囲には別段損傷がない場合が多く、大きさはさまざまである。貫孔試験により評価し、数値の大きいフィルムが優れていると判断できる。

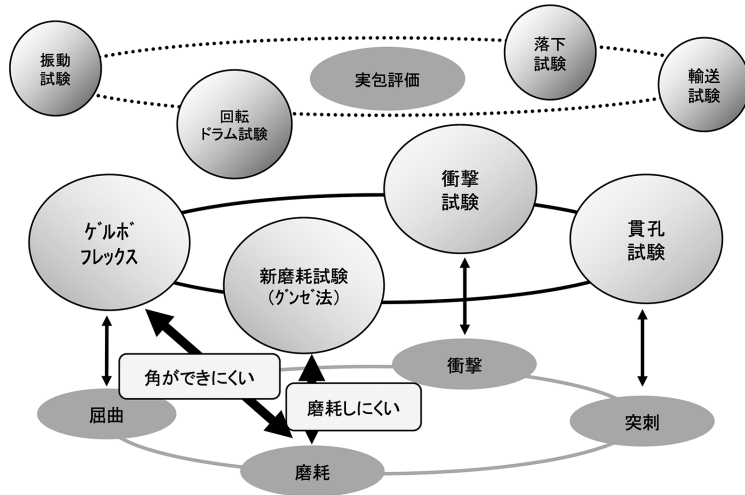


図1 分析と評価方法

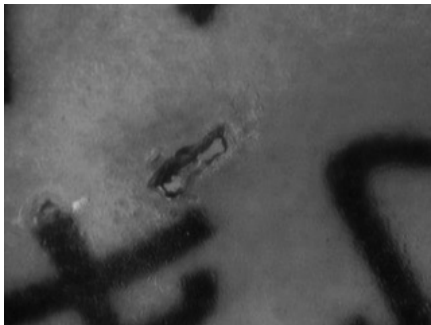


写真1 突き刺し

### ②衝撃のピンホール(写真2)

商品の落下時など、袋に強い衝撃が加わることで穴が空き、目視でも確認できる大きさである。衝撃試験により評価し、数値の大きいフィルムが優れていると判断できる。



写真2 衝撃

### ③屈曲のピンホール(写真3)

輸送時などに商品が振動し、袋の特定部分が屈曲運動を繰り返し、部分疲労により穴が空く。低温下でより発生しやすい。大きいものでは長さが800 $\mu\text{m}$ にも達し、ところどころ穴が完全には空ききっておらず、橋(ブリッジ)を形成しているように見えるものもある。ゲルボフレックステスターで発生した穴の数で優劣を判断する。

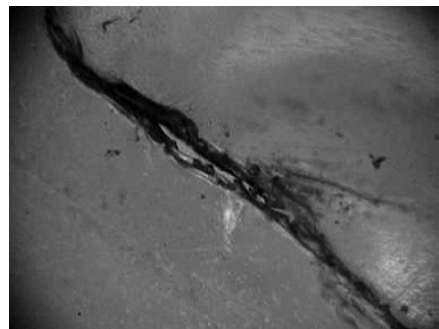


写真3 屈曲

### ④磨耗のピンホール(写真4)

商品が振動し、外箱ともしくは商品同士が擦れて穴が空く。穴の周囲には擦れた傷が残り、80~300 $\mu\text{m}$ 程度の楕円を呈する。発生メカニズムは、まず(1)袋に角ができる(2)そ

の角が磨耗すると生じる。(1)を具体的に考えると、できる角の数が少なく、R(径)が大きく、潰れやすいもの、すなわち柔らかいフィルムが優れていることになり、当社ではゲルボフレックステスターで、角のできやすさ(にくさ)を判断している。(2)の評価には、当社独自の新磨耗試験(写真5)を用いた。これは、角錐状の治具の尖った先端にフィルムを固定し角を作り、一定荷重を加え段ボール上を往復運動させ、任意の回数で穴発生の有無を確認するものである。この評価であれば、角の数、Rの大きさ、潰れやすさの影響を除外することができ、単純な磨耗のしやすさ(にくさ)を判断できる。したがって、「磨耗のピンホールに強いフィルム」とは、ゲルボフレックステスターで発生する穴の数が少なく、新磨耗試験の往復回数が大きいフィルムと言える。



写真4 磨耗

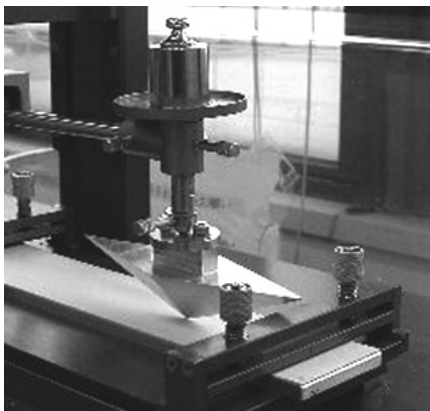


写真5 新磨耗試験

### 3 実包評価による耐ピンホール効果の確認

発生に至った原因調査、その原因に即した評価を行ったあと、現行品と改善サンプルでの実用評価で効果の確認を行う。当社での実用評価とは、ある拠点間を往復するような輸送試験ではなく、耐ピンホール性能差を増幅させるために試験環境、条件ほかを過酷に設定した評価方法である。そのため穴が空くまで実施している。以下、2つの実用試験についての評価方法を述べる。

#### ①振動試験(写真6)

商品が梱包された段ボールを用意し、恒温恒湿室の振動試験機にセットする。35Hzの微振動を任意の設定時間、段ボールに与えることで、所謂輸送トラックのアイドリング状態を再現する評価方法となる。微細な揺れで商品が折れ曲がり発生した角が段ボールと擦れることにより、袋の四隅に屈曲磨耗のピンホールが発生し、その個数をカウントする。

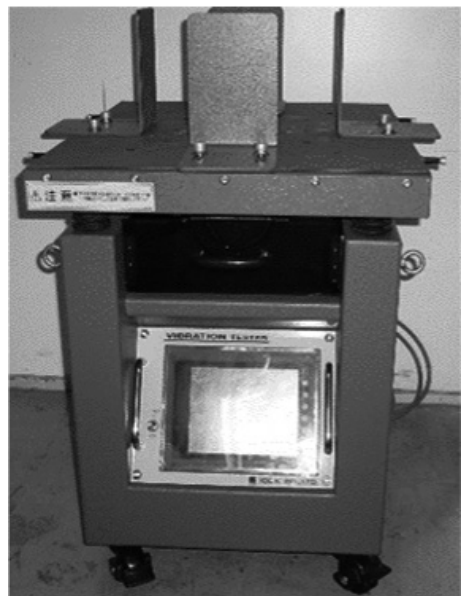


写真6 振動試験



②回転ドラム試験 (写真7)

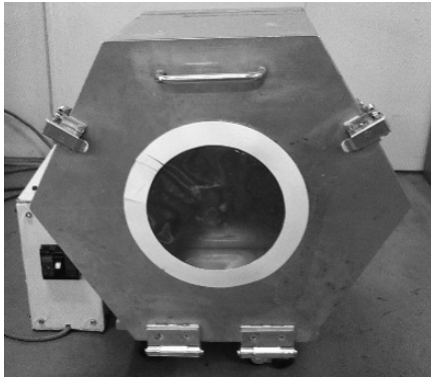


写真7 回転試験

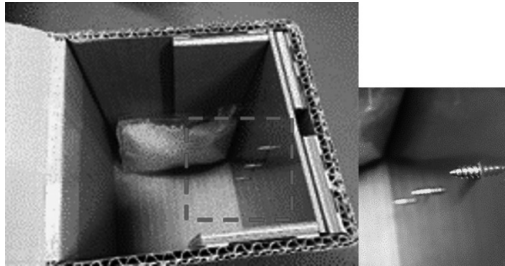


写真8 突き刺しピンホールの再現

樹脂ペレット 120gを入れた12cm × 12cmの三方袋を作成し、当サンプルを段ボールケースに入れ、六角形のドラムで一定数回転させる。回転時に商品が折れ曲がり発生した角が段ボールと擦れることにより、袋の四隅に屈曲磨耗のピンホールが発生し、その個数をカウントする。段ボール壁面にタッピンネジを配置し、

突発的な突き刺しピンホールの再現も可能となる。(写真8)

4 フィルムでの解決策

時代の変化に伴い、ピンホールの原因も変化してきた。従来は、ピンホールの主要因は輸送中の屈曲磨耗が多くを占めており、当社のフィルムにおいても屈曲磨耗に優れたバリアナイロンを展開してきた(図2)。



図2 バリアナイロン

しかしながら冒頭で述べたようにコールドチェーンの拡大に伴い、冷凍・冷蔵商品の流通量が増え、冷凍で固くなった内容物による突き刺しピンホールも近年増加傾向にある。つまりフィルム設計も低温下での屈曲磨耗、突き刺しの両方に適したフィルムである必要がある。

ゲンゼでは2016年よりコールドチェーン対応の冷凍耐ピンフィルム PFタイプ・PGタイプ(図3)を展開しており、冷凍食品、畜肉加工食



PFタイプの特長

冷蔵・冷凍を想定した耐ピンホール性能を大幅向上。



PGタイプの特長

PFタイプの技術を応用し、冷凍に特化したナイロンフィルム。

図3 冷凍耐ピンナイロン

品、業務用調味液、半生菓子などの用途で多くの採用をいただいている。異種積層技術により複数の機能を付与することで従来の当社製品と比べても屈曲磨耗、突き刺しなどあらゆるピンホール防止に効果を発揮する（図4・図5）。

さらに、当社では冷凍・冷蔵向けの共押出多層チューブも取り扱っている。従来の無延伸ナイロンポリチューブの強度向上は通常厚みを

上げて対応するため、約70 $\mu$ m~100 $\mu$ m程度の厚みが必要とされてきた。これを独自の原料配合・多層化技術により、同等以上の強度を35 $\mu$ m, 39 $\mu$ mで実現するFS35Nタイプ・FS40Nタイプを開発した。従来品と比較して約50%の薄膜化を実現しており、プラスチック使用量の削減および環境対応が可能である（図6）。すでに水産加工食品（真空切り身）、畜肉加工食品

項目	単位	PF EVOH系	HF EVOH系
厚み	$\mu$ m	15	15
貫孔強度	N	13.1	9.6
衝撃強度	J	1.3	1.0
ゲルボフレックス	室温 1000回	個	0.0,0
	5 $^{\circ}$ C 1000回		0.0,0
	-5 $^{\circ}$ C 1000回		0.0,1
新磨耗試験	回	500	300
酸素透過度	※	13.8	18.6

※新単位：ml/m<sup>2</sup>・24HR・MPa(20 $^{\circ}$ C×65%RH) 旧単位系への変換→9.87で割る



図4 PFタイプの耐ピンホール性

項目	単位	PG	一般ONY	
厚み	$\mu$ m	15	15	
貫孔強度	N	13.0	11.6	
衝撃強度	J	1.35	1.26	
ゲルボフレックス	室温 1000回	個	0.0,1	
	-25 $^{\circ}$ C 1000回		20,32,34	
新磨耗試験	室温	回	500	350



図5 PGタイプの耐ピンホール性

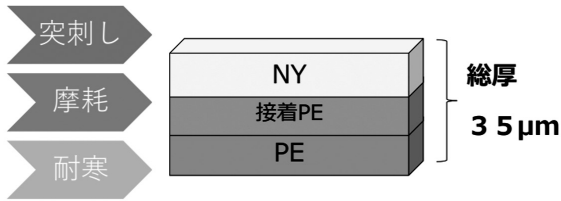


図6 薄膜多層チューブ

(真空生肉)などで採用となり、今後もさまざまな用途での採用を見込んでいる。

このように、フィルムでの課題解決が可能な場合には、実包評価に向けてその用途や目的に応じた製品の提案を行っている。提案事例・製品ラインナップなど、詳細は当社ホームページをぜひご覧いただきたい。

5 おわりに

前述したようにピンホールの発生現象は多岐にわたるため、原因分析が重要な鍵となる。安易にフィルムの厚みを上げる、段ボールサイズを見直すなどを行い、逆効果になる場合も少なくない。

当社では市場から年間100件ほどのピンホールの調査依頼をいただき、フィルムのアドバイスだけではなく、製造ライン・梱包や輸送方法の見直しなど多岐にわたる解決を提案してきた経緯がある(下記QRコード参照)。今後もグンゼはサステナブルな社会の構築に向けて、事業活動を通じてさまざまな課題解決を推進していく。



グンゼ プラスチックチャンネル【公式】  
ピンホールのご相談について  
[https://www.youtube.com/watch?v=-\\_a-sYRtrFg](https://www.youtube.com/watch?v=-_a-sYRtrFg)