

第5節 インフレーション成形フィルムの異物、フィッシュアイ、黒点、ゲルの検査

フロンティアシステム(株) 古田 俊治

はじめに

インフレーション成形フィルムにおける検査は、品質安定と品質保証、生産能力向上の観点から、必要不可欠な存在と変わりつつある。ひと昔前の検査装置における評価は、人間の目視検査の評価が高く、検査装置は付加価値を生まないだけでなく、生産の歩留まり低下につながるために設備投資からは敬遠されてきた。

しかし、検査装置を導入して自動化を進めていく企業は、SDGsの観点からも、持続可能な目標を立てて社会の課題に取り組み、不良品の流出を防ぐことにより、原料の無駄をなくし、資源の無駄と品質の向上を目指していくための努力が、社会貢献意識の高い企業として認知されるだけでなく、商品の信頼性向上につながるものとして、積極的に取り組まれている。

1. 自動検査と目視検査について

検査装置は、とにかく人間の目と比較されることが多い。しかし、人間の目と機械の目の違いは明白である。人間は官能検査の判断が可能となるために、習熟した経験で判定している。判定基準も人によってあいまいであり個人差も大きい。人材不足が今後さらに深刻となる世の中においては、有能な人材がいつまでも確保できるとは限らない。人による品質の検査は優秀であるが、常にヒューマンエラーが発生する確率も考えなくてはならない。検査装置は、品質のパラツキの下限を、確実に押し上げるために有効であることは理解されている。近年では、ディープラーニング



写真1 カメラ設置例

により人間の目視検査により近い検査が可能となってきた。欠点を大中小や濃淡レベルだけで判定してしまうだけでなく、細かく欠点の種別を区別することができれば、区別された種別により、再判定して救済される資材を増やすことが可能となる。ここでは、設備のコストと付加価値とのバランスが問われることになり、品質管理者においてはその判断が難しい。当社は、素材検査のシステムインテグレータとして、33年間お客様様の品質管理における様々な課題や問題などを検査装置の開発を通して向き合い、解決方法を提案してきた。システムに採用した検査装置はさまざまであり、多数の画像処理メーカーとも協力関係を結び、システム開発を構築してきた実績がある。

2. インフレーション成形されたフィルムに発生する欠点の特徴

インフレーション成形は、樹脂原料を熱と空気圧で膨張させ、特定の形状に成形するプラスチック加工プロセスのことをいう。このプロセスによって作られたチューブ状のフィルムは、さまざまな最終製品に使用される。ポリプロピレンやポリエチレンなどの樹脂にて袋状に成形されたチューブフィルムが中心となり、色は透明だけでなく青や緑などの素材に色がついているものも多く存在する。特性も色々であり、何層にも重ねて成型されたフィルムが商品を守り、使用目的にあった袋が作られる。

インフレーション成形されたフィルムの欠点としては、フィッシュアイ、ブツ、黒点、異物、ゲル、ピンホールなどさまざまな欠点が発生する。押出機の中で樹脂を溶かして押し出されたときに、樹脂が滞留して焦げたものが出る場合や、樹脂が原料から溶けきれない場合、樹脂に不純物が入っていた場合、樹脂が押し出されてから異物などが付着した場合、などが考えられる。これはTダイ成形でも同じ欠点が発生する。

3. 用途による欠点検査の重要度

インフレーション成形されたフィルムの用途としては、パッケージング材料に使われることが多く、おもにフードパッケージング、医療用パッケージングなどがある。

フードパッケージングは、食品や飲料の包装用袋やラップフィルムなどに使用され、医療用パッケージングは、医薬製品の包装材などに使用される。一般の用途としては、スーパーの買い物袋など様々な製品の包装に使用されている。

各製造プロセスごとに、品質管理上の用途や業界規制が異なり、欠点に対する重要度が変わる。

食品用の包装材であれば、食品の保存中にフィルムが破れたり、穴が開いている事態は絶対に許容されない。これらは食品の鮮度を保つ上で問題となる。異物や黒点なども、商品の品質に影響を与えるだけでなく、消費者の信用にも影響を与える。虫などの付着などは、製造環境までが疑問視されるだけでなく、流出した場合には、企業の存続に影響を与えるといっても過言ではない時代となった。

医療用包装材においては、高い品質と清潔さが求められる。そのためにも、製造環境におけるクリーン度は重要で、衛生上のリスクも考慮して清潔で無菌状態を保たなければ、汚染は健康への危険をもたらす可能性があると考えられる。

検査装置を導入して自動化を進めていくためには、これらのリスクを考慮してシステムを構築していかなければならない。

4. 代表的な欠点の種類について

黒点：プラスチックやポリマーフィルムなどの製品の表面に見られ、製品の外観品質を損なう要因となり、特に視覚的な要求が高い場合には問題となる。視覚的な要求とは、例えば袋に乳製品や粉ものなど白いものに黒点が付着していると、内容物の品質に問題がなくても、品質が疑われる要因となる。

異物：製品内に不純物や異物が混入していると、製品の品質が低下し、使用の用途に適さなくなる場合がある。機能性に影響を与えるだけでなく、あらゆる欠点の発生要因となる。

フィッシュアイ：表面に小さな凹凸や突起が発生し、均一な表面仕上げを妨げる要因となる。フィッシュアイと異物や黒点とが核の部分に形成されると、ピンホールを発生させる要因にもなる。

後工程における印刷加工では、印刷のインクが乗らない要因となる。

ゲル：製造プロセスにより未溶融の樹脂が排出されると、透明な粒状の欠点が形成されゲルの発生要因となる。原料と同じ色のために目視では見逃される可能性があり、大きいブツの場合はその前後にピンホールが形成される場合がある。後工程における印刷加工では、印刷のインクが乗らない要因にもなる。

ピンホール：製造プロセスでの不均一な材料分布や不純物の影響により、フィルムの表面に小さな穴が開いてしまう場合がある。よほどのことが無い限りはそのようなことはないが、大きなフィッシュアイやブツなどが要因となり引っ張られて発生する。

フィルムの密封性やバリア性能が低下し、内容物の品質が損なわれる場合がある。

しわ：フィルムが製造プロセスや取扱いの過程において、折りたたまれたり伸縮したりすることが原因でしわが発生する場合がある。欠点として扱うケースは少ないが、外観上の問題や性能に影響を与える場合がある。

5. 欠点の発生原因について

欠点の発生は、製造プロセス、設備、原料、環境、ヒューマンエラーなど様々な条件が重なり発生すると考えられる。過去の経験から考えられる欠点の発生原因を整理してみた。

①不純物や異物の混入：原料に不純物や異物がフィルム中に存在すると、凹凸や突起を形成する原因となり、黒

点、異物などが発生する要因となる。

- ②空気中の微粒子：製造現場の環境やプロセスによって微粒子や埃が付着することがあり、黒点や異物を形成する要因となる。
- ③不適切なプロセス条件：プラスチック素材が成型機や押し出し機を通過する際、適切な温度、圧力、速度、押出条件などが原因で不均一な流れが生じることがある。これは原料供給、温度制御、圧力制御などの製造条件に関して不整合な条件が成立すると、欠点の発生原因になりやすく品質上の問題にもなる。
- ④再利用：プラスチックのリサイクルにおいて、廃材を再粉砕して原料として使用する場合がある。再利用材料には不均一な物性が含まれる可能性があるために、欠点の発生要因になる。ただし、製造過程の端部スリットされているものを再利用する場合は、不純物が混入しない限りにおいて欠点の発生要因になる可能性は低いと思われる。
- ⑤油分や添加剤の混合：フィルム製造において、使用される潤滑剤や添加剤が均一に混合されていない場合、油分や添加剤が表面に集まり、フィッシュアイが形成される可能性がある。
- ⑥原料配合のバランス：特性の異なる原料の配合において、製造条件によりフィッシュアイが形成される。この逆の考え方でフィッシュアイの発生状況を管理していくことにより、これらの製造条件が目的としている製品の条件に正しいかを確認することも可能となる。「12. 不良発生と検査装置」の項目を参照していただきたい。
- ⑦原料の酸化：プラスチックの表面に付着して形成されるもので、原料が長時間滞留し炭化したものが主な黒点の発生要因となる。
- ⑧原料の未溶融：未溶融のままですり出された場合には、ゲルやフィッシュアイの発生要因となる。

6. 欠点検査における光学系の重要性

検査において大切なのは、画像処理技術だけでなく、光の当て方によって可視化する光学技術がもっとも大事なことである。そのことを実証する例として、電子ディスプレイ用パネルの50 μ 程度のヤケ欠点を対象として、光の当て方によって判断が変わることを、カメラで撮らえた3枚の画像を参考にさせていただきたい。この例は、フィルムではないが、光の当て方によって欠点の見え方が変わることを知っていただきたい。

透過検査方式には明視野と暗視野の検査方式があり、光の当て方によって次のように画像が変わる。

画像1は、明視野検査をした場合の欠点画像である。画像2では、中心に黒点のような画像が見られる。



さらに、光の当て方を変えて暗視野検査にした場合は、画像3のようになり、黒点と思われていた部分が明るくなり、その周辺にわずかなクレーターのような変化が現れる。画像3は、画像処理によりそのクレーター部分を明確にわかるようにした。

欠点を検出することのみをもってすれば、明視野検査でも検査することは可能である。ただし、それでよいのだろうか。検出はできても、欠点の特性が画像として現れていないために、間違った判断をしてしまうのではないだろうか。実際は重大欠点であるのに、微小欠点として処理してしまい、その後の製造工程に影響を与えてしまう恐れがあるのではないだろうか。

欠点の種類によっては、容易に可視化できない欠点もあるが、経験豊富な技術者であれば可視化は可能である。

ただし、ここで注意しなければならないのは、その欠点が重要な欠点（排出してはいけない欠点）かどうかである。極端な言い直しになるかも知れないが、対象となる欠点が重要でないのであれば可視化する必要はない。必要のない欠点まで可視化できる光学系を採用した場合には過検出となり、逆に重要な欠点との差がなくなる。結果として満足な結果が得ることができないだけでなく、生産の歩留まりに影響してしまい設備導入に失敗したということになる。

ここで大切なことは、欠点に対する認識が甘いと設備の導入コストが上がるだけでなく、検査の自動化に失敗する可能性があるということだ。

フィルム検査における欠点の認識判断で一番難しいのが、フィッシュアイと異物、黒点の見分け方である。

検査における光学系を間違えると、フィッシュアイも異物も黒点も同じように見えてしまい、重要な欠点を見逃してしまう。逆に、問題の無い欠点を重要な欠点としてしまうと過検出となり、歩留まりが悪くなるだけでなく不良を流出してしまうケースがある。

そのような判断となるのは、フィッシュアイの特徴により誤判定してしまうことが原因と考えられる。

7. フィッシュアイの特徴と光学的特性

フィッシュアイの形状は、大別して2種類に区別される。

即ち、円へ楕円形の形態コントラストを示すものと、筋状の形態コントラストを示すものがあり、断面形状は、中心部分が膨らんだパターンを示すものが大部分にある（図1参照）。

又、内部異物として微少な粒状物がふくまれるものが多い。



図1 フィッシュアイ形状

これらは、レンズの表面で光が屈折するために起こる光学的な現象となり、そして、遠くの物は上下反転して見える。その現象はカメラでとらえた映像からも理解できる。

8. フィルム検査における光学系とは

現在では、各メーカーが高感度カメラや高機能画像処理ボードを開発しているが、目視検査されているプロの目と、欠点を判断する能力には脱帽させられる。検査の自動化にとって大切なことは、欠点を見えるようにする可視化技術である。可視化技術として大切なことは、要求される欠点に対して適切な光学系を選択しているかどうかにかかっているといっても過言ではない。

現在の画像処理メーカーは、自社の画像処理技術を駆使し、画像処理技術によって検査可能としている傾向性があり、十分なサンプルテストにて光学系を検証することなく、システムを構築しているのではないだろうか。その結果、大規模なシステムとなって設備コストは高くなってしまっている。

フィルム検査において最も大切なことは、その欠点に最適な光の当て方と光源の選択、検出精度に見合ったカメラやレンズの選択によって、欠点を可視化していく技術が重要なことであり、それが出来て初めて画像処理技術が生かされるのである。適切な機器を選択し、高度な画像処理技術に頼らなくても検査を実現することで、結果として安定した検査、操作の容易性、設備のコストダウンが得られるのである。

次の項目を、可視化するための必要な条件として参考にいただきたい。

- ①自分の目、もしくは検査担当者はどのような目の角度と光の当て方によって、欠点を確認されているかを検証し、仮説を立てて光学系を決めていく。
- ②カメラ素子の分光感度特性を参考に光源を選択する。光源は照度が高ければよいだけでなく、光学フィルムの検査では、輝度の高いLED光源と、指向性を工夫したLED光源を使用することで、欠点の種類によってはSN比を向上させることが可能となる。
- ③精度の高いレンズを選択する。

レンズの精度が悪ければ、数十ミクロンから数ミクロンの欠点を検出したい場合でも、欠点がカメラの精度より1bit以上の大きさがあっても、SN比が得られず検出できない場合がある。

レンズは欠点を検出するために必要な要求精度に合わせて選択する必要がある。レンズの選択に必要なのは、レンズの精度も大事であることを知っていただきたい。

下図2は、実際に光源とカメラの間を一定スピードでフィッシュアイのあるフィルムを通過させた画像である。カメラの視野位置により、撮像されたフィッシュアイの画像の変化をみていただきたい。

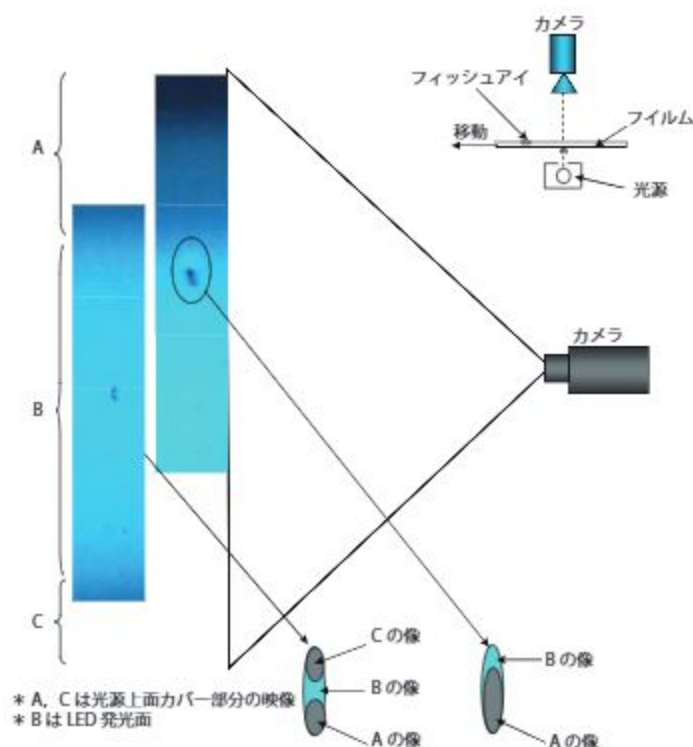


図2 光源とカメラの視野位置によるフィッシュアイ映像の変化

光を通す対象物を検査する場合には、透過照明方式を採用する場合がほとんどである。

光を通すのに反射照明方式で検査する場合には、表面の凹凸や付着物の検査が代表としてあげられる。

フィッシュアイやノツなどを検査する場合には透過照明方式を採用し、検査方法としては明視野検査、暗視野検査の2種類がある。

その他には、カメラを斜めに固定して、表面の状態を反射光と透過光と両方で検査し、製品によって切り替えて検査する方法もある。

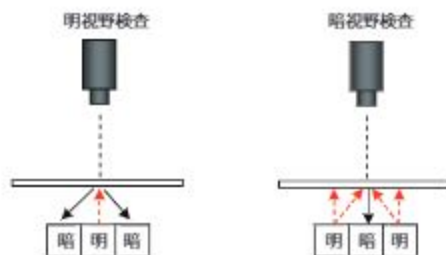


図3 光源とカメラの視野位置によるフィッシュアイ映像の変化

ここでは、フィッシュアイの検査を対象とした検査方法の違いによる説明を行う。

明視野検査であっても暗視野検査であっても、検査対象となるフィッシュアイの持っている形状特性を利用していることに変わらない(図3参照)。

暗視野検査は、光を見ていて遮光されたものを異物としてとらえ、屈折して結像された像が影となるものをフィッシュアイとしてとらえるが、いずれも暗レベル側にベクトルがあるために異物との判別はできない。この光学系のメリットは、光学設定が簡単でありベースが光(明側)であるために、パスラインと光源の距離を調整することにより目視に近い大きさに分けることが可能である。微小な異物黒点を検出し、内容物の無いフィッシュアイは検出しないで、内容物のあるフィッシュアイを検出することができる(図4参照)。

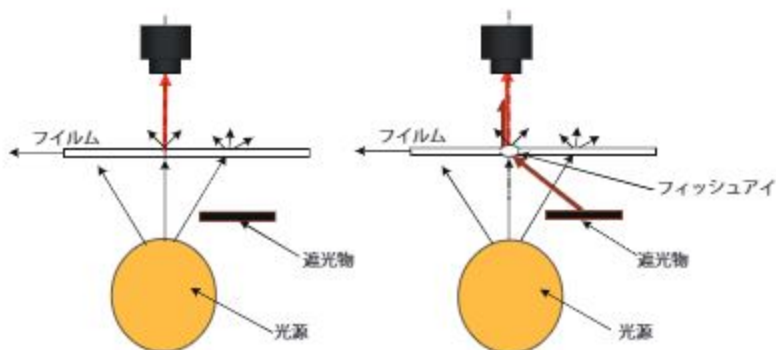


図4 光源とフィッシュアイ形状による遮光物の映り込み(明視野)

フィッシュアイは、直透過ではなぜ明として検出できないか。それは、フィッシュアイの形状により光学的な特性が影響するためである。

凸レンズは光を集光する特性を持っており、その特性により同じ特性を持っているフィッシュアイを光らせて検出することが可能であるが、その方法は屈折透過の場合であり、直透過の場合にはフィッシュアイの変化がカメラでは見えない(光らせて検出できない)。その理由として、光源の真中(光の中心)をフィッシュアイが通過しても、そのフィッシュアイが集光した光はフィッシュアイの焦点位置で集光してしまい、発光している光よりわずかな変化なのでわからない(発光している光以上には光らないと考えたほうがよい)。直透過の場合には、光源とパスラインとの距離によってフィッシュアイの結像する状態が変わり、距離が短ければ見えなくなり、距離が長ければフィッシュアイが映し出す画像に影響する(映し出す)ために、光を遮る画像となりカメラには暗となる(図5参照)。

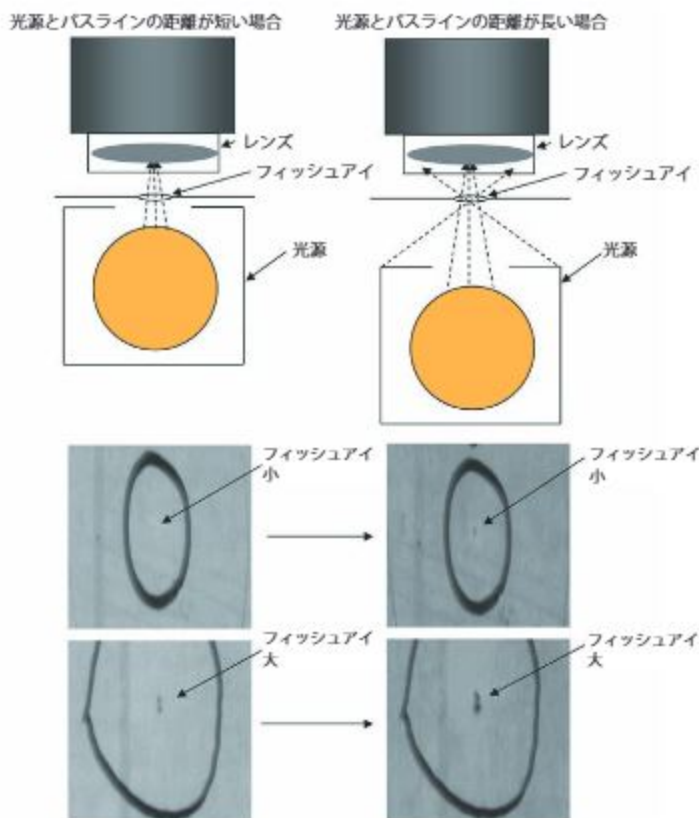


図5 バスラインによる画像の違い

暗視野は直接光を見るのではなく、光を視野からはずした位置を見る。フィッシュアイの特性上カメラが見ているベースとなる部分が暗いため、フィッシュアイが光を屈折させカメラに像を結び検出が可能となる。樹脂の配合や厚み等の特性により、フィルムを通過した光は表面の状態や内容物（微粒子）の状態により拡散、乱反射をする。

暗視野では、異物の検出はできないのではと考えられるが、フィルムの部分で拡散した光でも、高感度カメラの場合には十分な光量を得ることができる。そのために、異物等の黒い欠点も検出可能となる。ただし、少ない光量を高感度に検査するために、カメラのレンズは絞りを開けなくてはならない。フィッシュアイの検出レベルは大きいものになると飽和レベルに達する（図6参照）。

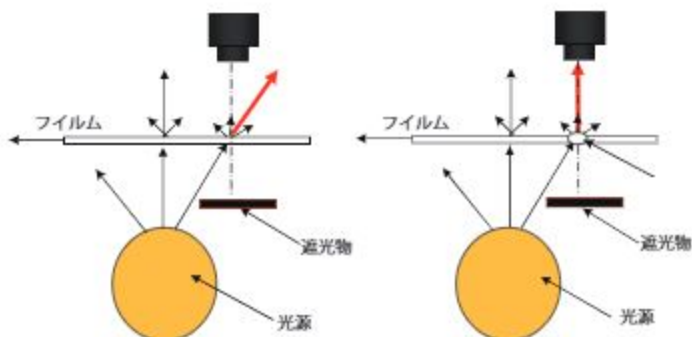


図6 光源とフィッシュアイ形状による遮光物の映り込み（暗視野）

フィッシュアイの中に内容物（異物）が混入していても、その異物が小さい場合や光を通す異物（目視では黒く見える）（*1）の場合には、飽和したレベルに引っ張られて（ハレーション）内容物（異物）が隠れてしまう。

そのために、異物であっても明側のレベルで検出し、誤った判断をしてしまう。

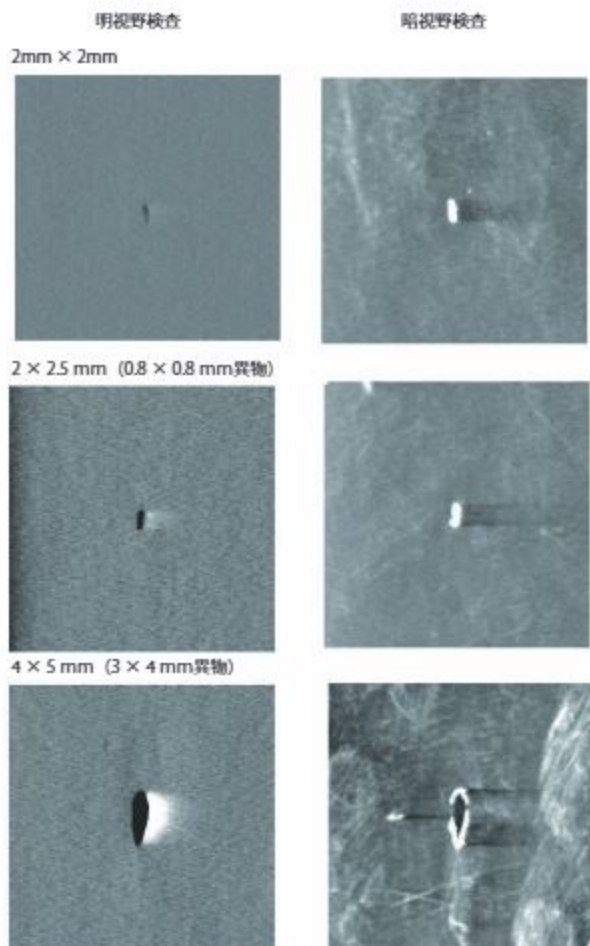
又、ハレーションによる異物が隠れた像になっていなくても、暗レベルが低い場合には感度設定によっては同じく明側のレベルで検出し、誤った判断をしてしまう。

その事を証明するためのテストを行ったので、次ページの画像を参照していただきたい。

左側画像は直透過にて検出した画像で、右側は屈折透過にて検出した画像を表示している。

対象となる欠点は同一のものである（画像4参照）。

*1：ここで説明している小さいという表現は、相対的な表現であって絶対的な表現ではなく、カメラの精度により見る大きさが変わるために、抽象的な表現をあえて使っている。



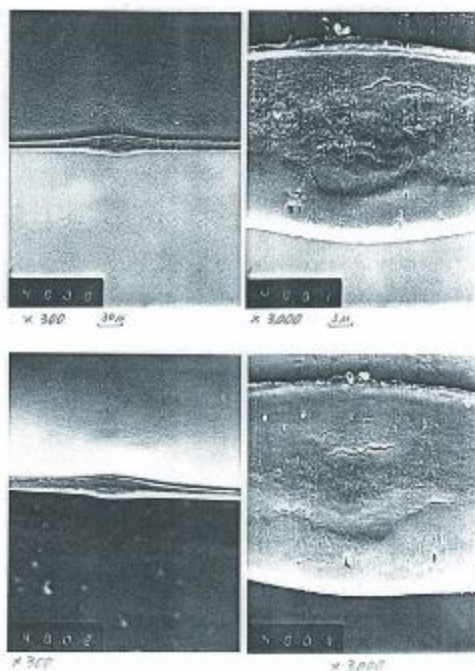
画像4 光学系による異物画像の違い

前述にて説明したように、フィッシュアイはレンズのような特性を持っているが、その形状は種類ではなく一定の形状を持っている。樹脂の特性や内容物によっても、像として得られるものは一様ではない。同じ大きさのフィッシュアイであっても、膨らみ（凹凸状態）、内容物の状態により結像の状態が変わり、像として得られるが検出して判定された大きさは異なる。この原因は次の事が考えられる。

走査電子顕微鏡による切断面電子像から見ていただいてもわかるように、フィッシュアイの中心にある内部異物は、周囲の正常組織と屈折率が異なる為、界面での屈折や散乱、拡散を生じさせる。その結果として、種々のサブピークが発生すると考えられる。その内部異物は非常に微小な粒状物の含まれているものもあり、透過しフィッシュアイを通過した光は微小物に影響され、屈折光や拡散光としてフィッシュアイの像を作る（画像5参照）。



図7 フィッシュアイの内部異物



画像5 走査電子顕微鏡によるフィッシュアイ切断面

基本的な原理として、平行光における結像作用を参考にいただきたい。
レンズの結像原理としては以下の通りの図となる。

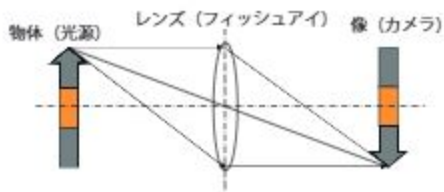


図8 レンズの結像原理とフィッシュアイ

この図の中のレンズをフィッシュアイとすると、カメラは検査対象物（フィルム）を通して光源からの光を見ている。焦点はフィルム面（検査対象物）に合っていることではあるが、その像はフィッシュアイを通した像を見ていることになる。すなわち、その先の光源本体（およびその周辺）を見ていることにもなり、フィッシュアイに映った像が検出（検査）に大きく影響していることがこの原理からもわかる（図8参照）。

9. 欠点に対する装置の対応能力と拡張性

装置の対応能力と拡張性が、検査の安定性に大きく関わってくる。

検査装置を導入する前提として、メーカーは必ず検査する対象物と対象欠点によるサンプルテストを実施しなければならない。

このサンプルテストが、検査装置メーカーにとってはカメラ、レンズ、光源などの光学系を決定してシステムを構築していくことが目的でもあるが、導入した後の検査を保障するうえでの、検査装置の校正などにも必要になってくる大事なテストとなる。

新たな品質のものを製造する場合には、当初導入した検査条件と異なる場合がある。その場合に、そのシステムが柔軟に対応できるのか、品質管理の要求精度が上がった場合において、カメラの追加に検査装置のアプリケーションやインターフェースなど周辺機器が対応できるのかが一つのチェックポイントでもあり、その部分のシステムの柔軟性も選択の判断となる。将来的なことではあるが、柔軟性と拡張性があることにより新たに更新しなければならないか、改善や改良修正にて対応できるかによって、設備コストが変わることになる。

10. 検査装置導入までのステップ

検査装置導入における重要なポイントは、現場レベルでの不良流出に対する問題意識である。どのような欠点が発生するのか、原因が何であるのか、その原因は対処可能であるのかが問われる。

もうひとつは、管理者レベルでの不良流出となる欠点そのものの認識である。品質の限界を判断し、決定するのは品質管理の責任者でもある。その責任の重さは言葉では言いあらわせないが、この判断が製品の品質レベルと生産効率とのバランスに影響し、導入する検査装置のコストにはね返ってくることに間違いはない。

検査装置を導入するためにはまず、何が欠点であり、100%流出させてはならない欠点と、問題の無いレベルの欠点なのかを切り分けなければならない。そのためにもサンプルテストが大変重要である。

サンプルテストは、検査システム設計において中核をなすものであり、サンプルテストの結果により、システムの構成が決定されるだけでなく、当初の計画が変更される場合もある。

このテストにより、カメラとレンズの選択、光学系の選択、出力の選択など現場にとって必要な条件をもとに設計される。

検査システム設計者にとっても、サンプルテストのデータが生産管理における大切な保険となる資料であることに間違いはない。

導入までのステップは、以下の通り参照していただきたい（図9参照）。

当社には、コストも含む要求に応じたシステムをカスタマイズして提供できる準備がある。他社と比較しても十分満足していただけるスペックを提供できる。



図9 検査装置導入までのステップ

11. 24時間連続運転での安定検査と耐環境性

あらゆる検査において、要求された欠点を24時間連続運転で安定した検査をすることは必要最低条件である。

その他の条件は、目的としての不良流出防止、品質管理、次工程対策などによりシステムの構築内容が変わり、検査画面の操作性や作業性が重視される。そして、メンテナンスや保守性能が、生産現場においてはシステム選定における重要なポイントとなる。

12. 不良発生と検査装置

現在では、多品種小ロット生産から多品種生産が多くなってきた。製造現場において、不良発生の原因と対策は、原料の問題、温度、湿度の問題、製造装置の問題などが複雑に影響して欠点の発生原因となる。

例えば、品種切替時の、原料交換時における残留原料や滞留した原料が原因となって、欠点が発生するのの一つの例ではないだろうか。残留した原料を出して安定した製品が流れるまでには時間を要するだけでなく、どの時点から安定した製品が流れているのかがどうしても熟練オペレーターでないと判断できない場合がある。

その場合においても、検査装置はその判断するための情報を与えることが可能である。例えば、インフレーションフィルムの製造工程において、原料変更時に大量のフィッシュアイやゲルが発生する。その場合において、フィッシュアイやゲルの発生が減って、無くなったタイミングで製品が安定して製造できる段階であると判断する。この判断が早いと不良流出の原因となり、遅すぎると原料の無駄が発生する(図10参照)。

製造過程において、焼けやゲル、フィッシュアイが徐々に数多く発生した場合には、機械側の清掃を含むメンテナンスを実行しなければならないことがわかる。

検査装置を導入することにより、熟練オペレーターでなくとも、検査装置からの情報を得ることにより容易に判断することが可能になるのではないだろうか。

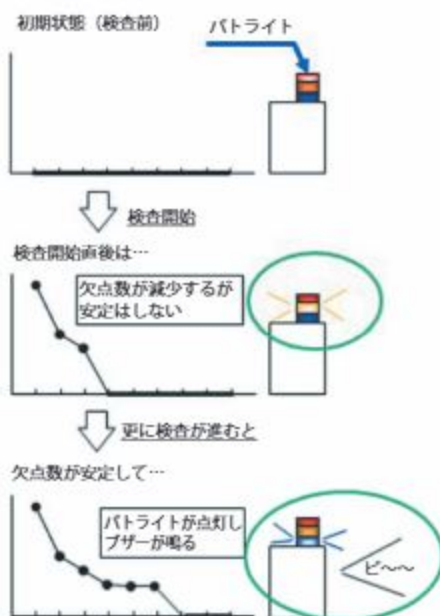


図10 フィッシュアイカウンターの応用

13. 各種検査装置

一昔前は、検査をする必要の無い（歩留まりが悪くなり利益を生むものではなく、マイナスの要因となるネガティブなイメージがあった）、もしくは外部流出したとしても大きな問題にはならないレベルであった。

品質管理以前の問題として、不良品の外部流出だけは絶対に避けなければならない。これは会社としての信用にかかわることでもあり、結果として大きな損失を被ることになる。

そのためにも、検査装置は製造にはなくてはならない存在であるが、検査装置を導入する費用はかけられない。しかし、不良の流出だけは避けなくてはならないと言う現場の要求に応えるコストパフォーマンスに優れた検査装置が、当社なら対応可能である。この装置は、検出して警報出力を出すだけであるが、検出能力は他の装置と変わらない。何を検出したか検出した欠点の画像を表示、保存する機能は持っていないが、欠点を見逃すことは無い。

当社の検査装置はあらゆる製造現場の要求に応えることが可能である（写真2参照）。



写真2 検査装置設置例

14. 簡易移動式検査

当社は、お客様の要求で20年以上前に移動式検査装置を開発した経緯がある。

この装置は、インフレーション成形によるフィルムのガセット巻取り機械の手前に設置して検査し、欠点位置にラベルシールでエッジ部分に貼り付ける機構を持ったものである。

検査部分のロール to ロールで機械の押出スピードとニップしたロールを同期させてテンションをコントロールして、シートのバタつきを無くし安定した検査を実現した装置である。

当時は、検査が必要な品種のフィルムと、検査が必要のない品種のフィルムがあり、検査が必要なインフレーション成形の機械まで検査装置を移動して検査していた。全てのインフレーション成形機に設置する必要がないために、そのようなお客様の要求を満たす提案をさせていただき開発した。

現在では、すべてのインフレーション成形機に設置させていただき移動する必要はなくなったが、新たな要求でオフラインで収束検査とインライン検査が可能な装置も開発している（写真3参照）。



写真3 簡易移動式検査装置

15. オフライン/オンライン移動式検査

インライン検査だけでなく、オフラインで収束検査の必要性があり装置を開発した経緯もある。

その理由は、指定された面積あたりにフィッシュアイやコンタミなどの、インラインでは検査する必要のない微細な欠点の数をカウントするための装置であり、品質管理のためのものである（写真4参照）。



写真4 オフライン検査機能付移動式検査装置

16. ガセットチューブフィルムの検査

カメラ視野内の明暗差が招く検査の難しさ

ガセットフィルムは、チューブフィルムに折り込みを入れるために、フィルムが2重部分と4重部分になっている。カメラで撮影した場合、真中が明るくて両側部分が暗くなるため検査において問題になる。それは、カメラの視野内に明るいエリア（2重部分）と、暗いエリア（4重部分）が発生することが原因となる。2重部分に発生する欠点を対象に感度設定をした場合には、4重部分に発生した欠点は見逃しするが、4重部分に発生する欠点を対象に感度設定をした場合には、2重部分が過検出状態となる。LED光源の明るさの調整、もしくはレンズの絞りで合わせた場合には、2重部分が明るくなりすぎて、ハレーションが発生して欠点を検出できない状況が発生する。チューブ内部にブロッキングが発生しても誤検出しやすい状況となり、安定した検査はできない。対策としては、それぞれの検査領域を分けてそれぞれの検査フローを作成し、画像処理を分けることにより安定した検査が可能となる。検査装置にはそのような機能を持っていることも、チューブフィルムの検査に適していると言える。

図11は、ガセットフィルムに当社の欠点シールを貼り付けて、2重部分と4重部分が問題なく安定して検査できるかをテストした例である（図11参照）。



図11 ガセットフィルム検出テスト例

17. チューブフィルムの印刷検査

食品用の包装には、1色もしくは2色印刷されたチューブフィルムがある。

印刷の検査は、専用の印刷検査装置が市場にはあるが、インフレーションフィルム専用の印刷検査は市場にはない。そのため、付加価値が要求される印刷専用の検査装置が必要になるために、検査装置が高価であるためにコストが高くなる。

しかし、当社の検査装置であれば、チューブフィルムに印刷された検査は可能である。たとえば、砂糖や塩やみそなどが入ったチューブ状のフィルムに印刷されたフィルムの検査や、お米など重袋に入ったチューブフィルムに印刷された欠点を検出することが出来る。複数の色を使って印刷された検査は、カラーカメラでないと検査できないが、単色であれば検査は可能であり、当社は実際にシステム化して使用していただいている。

下図は、印刷検査の印字不良と、欠点検出処理をそれぞれの検出した画像を用いて説明している。図12については、実際の印字不良をテストさせていただいた結果であり、図13は、ラインに流れているフィルムに直接欠点シールを貼り付けて検出した処理の参考例である（図12、13参照）。

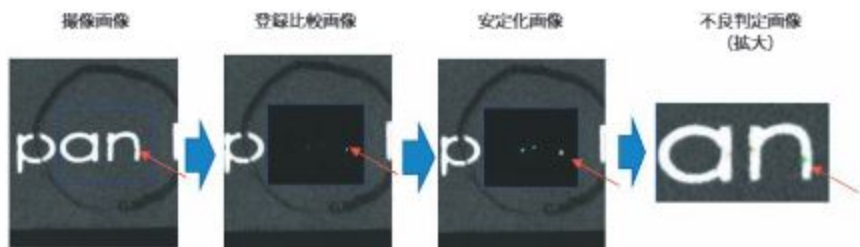


図12 印字不良検査処理例（文字部分）

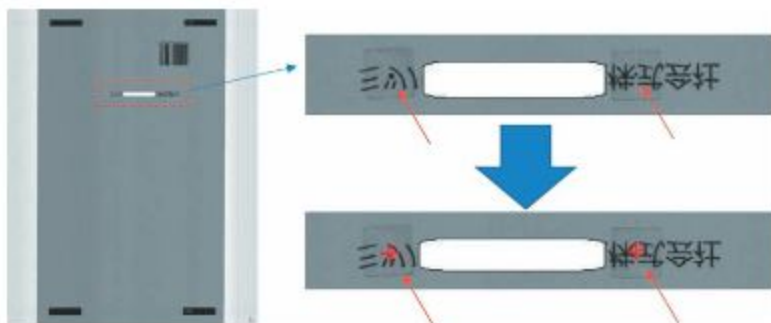


図13 印字部分黒点検査処理例（文字部分）

18. ラップフィルムの検査

ラップフィルムには、インフレーション成形と押し出し成形のどちらにも成形方法が存在するが、ここでは成形方法には関係なく、ラップフィルムの検査事例を紹介したい。

ラップフィルムは、フィルム成形時の検査だけでなく、フィルムがスリットされて巻替えの製品になる直前で検査する必要がある。

当社は、会社設立当初よりラップフィルムの巻取り機械に取り付けた検査装置の実績がある。

特徴としては、ラインスピードが400m/min～1000m/minという高速で巻き取られるために、カメラと検査装置両方の撮像スピードと処理能力が求められる。

小巻巻取り機に設置した検査装置は、高速で流れているフィルムに付着した微小な黒点や異物、ゲルなどを検出している。設定された大きさ以上のものを検出したタイミングで巻取り機械側に排出信号を出力して、製品を巻取り途中でであっても不良品として排出する。

写真5の制御盤は、巻取り機械の横に設置されるが、オペレーターの作業に影響を与えるほどには大きくなく、扱いやすい構造となっている（写真5参照）。



写真5 ラップフィルム検査装置設置例

19. マルチ検査システムへの応用

当社は、この度「マルチ検査システム」を開発した。このシステムのベースは、自動織機用検査システムへの応用である。一つの工場にインフレーション成形などの設備が複数台ある場合や、ラップフィルムなど小巻の巻替機が複数台ある場合には、このシステムを提案することにより、お客様のコスト面も含む提案ができると考えたからである。

マルチ検査システムに対応しているシステムには2種類あり、KE-XGMシリーズとZD-CFシリーズが存在する。それぞれのシステムには特徴があり、検査に要求される条件によりコスト面も含めて選択の余地が十分あると思われる。KE-XGMシリーズの場合、検査装置システム本体1台に対して、8Kカメラ最大6台接続できることを利用したマルチ検査システムを提案することが可能となる。下図は、検査装置本体1台にカメラ2台接続したラインを4ステージ検査管理可能なマルチ検査システムを参考例としてイメージしていただくと幸いである（写真6、図14、図15参照）。



写真6 マルチ検査用制御盤 (参考)



図14 マルチ検査画面 (参考)



図15 マルチ検査システムイメージ (参考)

20. 多様な出力装置

検査装置が欠点を検出した場合の対処方法としては、後工程にどのようにして繋げていくのが重要なポイントとなる。

システムには多様な出力をオプションで準備しており、お客様の要求にあわせて「ブザー & パトライト」「プリンター」「ペンマーカ―」「ラベラー」などがある。

パトライト (ブザー) は、オペレーターに対して目と耳に伝えることにより、アクションを促す方法である。

プリンターは、検査中もしくは検査終了後において、原反の検査情報を印刷することにより、後工程にアクションを促すだけでなく、品質管理上の重要な資料となる。

ペンマーカ―は、欠点の発生した流れ方向の位置にペンでシート端面にマークするものであり、後工程にてマークを光電センサなどで検出してライン停止、もしくは品質管理にて決められた対応をする (写真7 参照)。

ラベラーは、欠点の発生した流れ方向の位置にラベル用紙をシート端面に張り付けるものであり、後工程にて品質管理にて決められた対応をする (写真8 参照)。



写真7 マーキング装置 (参考)



写真8 ラベリング装置 (参考)