



ブリスター包装機における成形シミュレーション技術

New Simulation System for Blister Packaging Machine

鎌子 奈保美 Naomi Kamako

矢野 嗣士 Masashi Yano

近年ますます設備リードタイム短縮が要求される中、ブリスター包装機におけるポケット成形の要求レベルも上がってきている。例えば食品のロングライフ化である。包装フィルムの中にバリア層が加わり、バリア層が容器内に侵入する酸素の量を抑える仕組みで賞味期限を延ばすことが出来る。このバリア性を維持するためには、フィルム全体を伸ばしながらもバリア層を破らないようにポケットを成形する必要がある。このとき重要になるのが肉厚分布である。ポケットの肉厚分布を均一にすることが、バリア層の肉厚保持に繋がる。肉厚分布を均一にするため、従来は型を試作してから正規部品を製作していたが、失敗したらやり直しをする様な時間の余裕は無い。

そこで当社は独自に成形シミュレーション技術を構築し、肉厚分布を予測できる技術確立した。

With demand for shorter lead time for machine production recently, requirement level of pocket forming quality on blister packaging machines has been advanced.

Long life of food, for example. This can be realized by using packaging film with barrier layer to minimize intrusion of oxygen to container. In order to keep this barrier property, film forming needs to be done without breaking barrier layer.

Important point is distribution of formed film thickness, and evenness of formed film thickness will lead to securing barrier layer thickness.

To verify evenness of formed film thickness, we made a trial die first and then made a formal die, however such time allowance is not available any more now and time for remaking cannot be considered.

Under this situation, we have developed unique simulation technology for forming to calculate distribution of formed film thickness.

This article introduces our simulation technology for forming which is utilized on our blister packaging machines.

1 はじめに

当社の食品向けブリスター包装機(Fig. 1)では、ゼリーやガムシロップなどを、それぞれに適した形状で包装している。(Fig. 2)



Fig. 1 食品向けブリスター包装機



Fig. 2 包装例

最近では、個食ブームの影響もあり、食品のロングライフ化が一層進んでいる。ロングライフ化とは、食品の劣化を、製造条件や保存条件、そして包装によって遅らせることである。劣化する要因には

- ・水分、湿度
- ・酸化
- ・光
- ・温度
- ・微生物

がある。温度については保管方法の考慮、微生物については殺菌という方法があり、それ以外の要因に対しては包装が鍵になってくる。水分に関しては、乾燥剤が効果的な一方、包装の面からは、水蒸気バリア包材による包装が有効になる。酸化に関しては、真空包装・不活性ガス置換包装・脱酸素剤封入・酸素バリア包材による包装が効果有り。光に対してもUVカット包装などが効果的である。

バリア包材とは、一般的に、包装フィルムの中にバリア層が加わり、バリア層が容器内に侵入する酸素や水蒸気などの量を抑える仕組みである。(Fig. 3)このバリア性を維持するためには、ポケット成形時にフィルム全体を伸ばしながらもバリア層を破らない必要がある。このとき重要になるのが肉厚分布である。ポケットの肉厚分布を最適にすることが、バリア層の肉厚保持に繋がるのである。

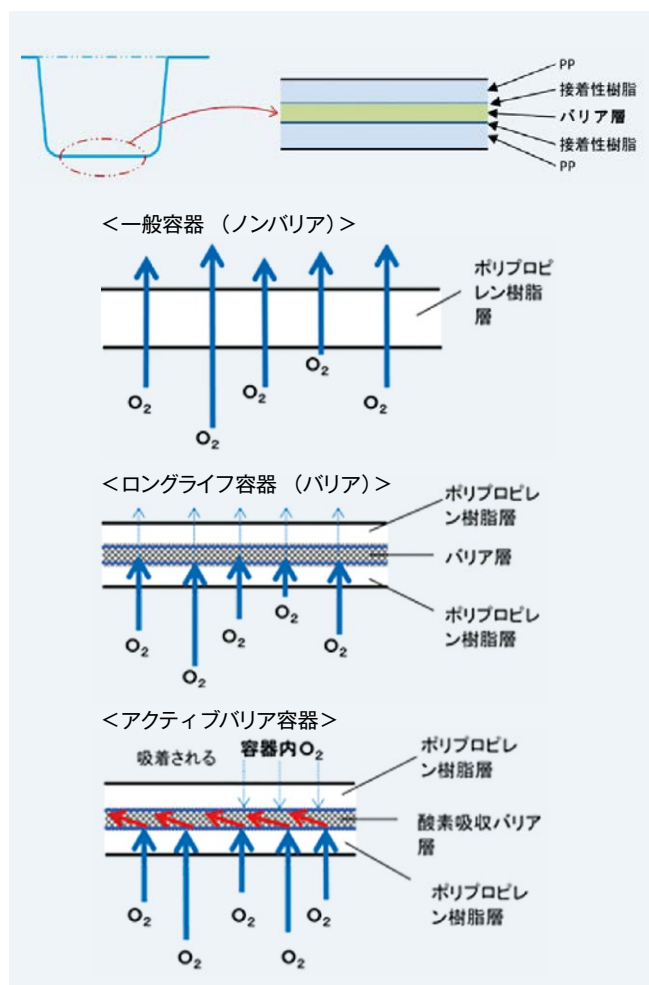


Fig. 3 バリア包材の断面図

2 フィルムの成形技術と課題

ブリスター包装機で容器包材として使われるのは、熱可塑性フィルムである。PVC(ポリ塩化ビニル)やCPP(無軸延伸ポリプロピレン)、A-PET(ポリエチレンテレフタレート)、バリア層の入った各種フィルムなど、様々なものがあるが、ポケットを形作る原理は変わらない。

工程としては、容器包材である熱可塑性フィルムを

- (1)加熱ゾーンで温めて軟化させる
- (2)成形ポジションに移動
- (3)成形上型と成形下型で挟む
- (4)プラグ型でフィルムを押し伸ばす
- (5)圧空エアを吹く

という流れになる。この成形方式を、プラグアシスト圧空成形と言う。(Fig. 4)

また、薄い軟質フィルムなどで包装する際には、加熱されたフィルムに、プラグを使わずにエアのみ吹くまたは真空引きして形作ることもある。

この様にして、下型に加工されたポケット形状(凹形状)にフィルムが倣い、狙いのポケットを形作ることが出来る。この後、充填工程で内容物を詰めて、蓋をして(シール)、最終形状に切り出す(打抜)という流れになる。(Fig. 5)



Fig. 4 プラグアシスト圧空成形

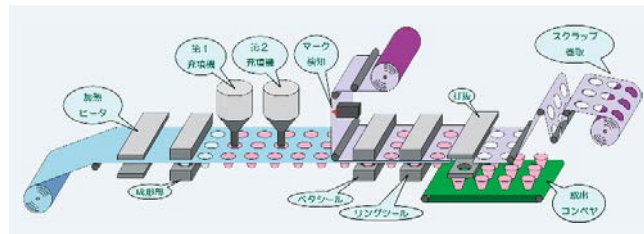


Fig. 5 全体工程図

先にも述べたとおり、成形する時に一番重要なのが、ポケットの肉厚分布である。特にバリア包材の場合は、フィルムに薄いバリア層が入っているため、肉厚が極端に薄いと一番薄いバリア部分から破れてしまう。如何に最適な厚みに仕上げるかが重要である。

フィルムの厚みを最適なものにする要素の一つとして、成形ポケットを形作る下型の形状と、全体のフィルム厚みを左右するプラグの形状がある。これを誤ると成形ポケットの一部が破れたり、極端に薄くなったりして、内容物を保護するというブリスター包装としての役割を果たせなくなってしまう。また、ランニングコストを抑えるためには包装材料の厚みを少しでも薄くしたい。一方、中身の商品を衝撃から守るために包装材料を厚くせざるを得ない場合もある。

包装の機能としては、内容物の保護が第一優先ではあるが、包材コストも抑えたい。当社が目指すところは、成形後のフィルムの各部厚みを最適に保ちつつ、最小限の包装材料を使って内容物を衝撃から守れるようにすることである。

今まではフィルム厚みを左右するプラグを何度も作り直すこともあった。試作して、成形して、肉厚を測り、プラグを修正してまた成形して、ということを繰り返して、最適な形状を見つけていた。しかし最近は求められるリードタイムがますます短くなってきており、そのような時間が取れない場合が多い。つまり、ポケット形状・プラグ形状を一度決めたらやり直しがきかないケースが多くなってきたのである。

3 成形シミュレーションの活用

短期間でリスクを低減できる技術として、CAE (Computer Aided Engineering) を用いた“成形シミュレーション解析”を行っている。金型とプラグ、フィルムのモデル(Fig. 6)を作成し、機械特性と各種材料物性パラメータを入力することにより、成形後のポケットの肉厚分布を事前予測することが可能となる。

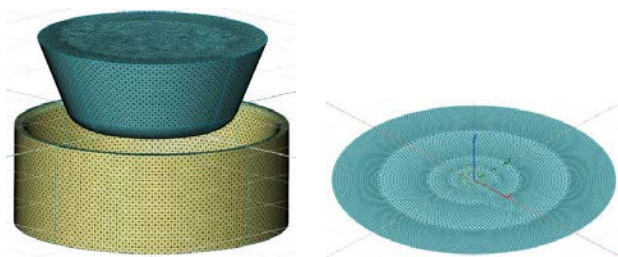


Fig. 6 解析モデル

この材料物性パラメータを設定する為には、対象となるフィルムの物性を知る必要がある。これに関しては、対象となる素材(フィルム)の測定試験をしている。粘性や引張強度について、各種測定をしてデータを採取する。このデータを使って、解析ソフトのパラメータを決めることができる。Fig. 7に測定データの一例(伸張粘度)と、それを基にフィッティングした結果を示す。このグラフからわかることは、歪みが大きくなると粘度も高くなるということである。成形時、変形すればするほど粘度が高くなり、変形するのに必要な力が大きくなっていくということが解る。試験データを完全に再現するのは難しいので、主に計算に使う範囲内を合わせ込むのがコツである。

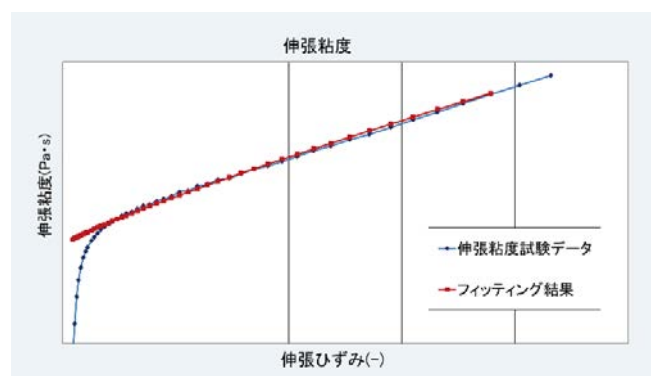


Fig. 7 材料の測定データ

材料物性がわかれば安心というわけではない。プラグとフィルム間のすべりを考慮する必要がある。すべりとは、物と物が擦れあう時に発生する摩擦力と考えて良い。同じポケット形状でも、すべりが違うだけで肉厚分布は大きく変わる。この値を決めるには、合わせ込みが必要となる。実際に成形したポケットの肉厚実測データを基にして、すべり値を様々に変えてシミュレーションを行い、一番近い解析結果から、最適なすべり値をみつけるという方法である。シミュレーションを行う時、このすべりに関する入力項目についてはフィルム材質やプラグ材質に合わせて変えている。

この様にして成形シミュレーションを行った結果(Fig. 8)から、成形後のポケットの肉厚がどの程度か、最薄部はどこでどれくらいの厚みかを判定し、最適な肉厚分布が得られなかった場合にはプラグの押し込み量を変更したり、プラグ形状を修正したりして、再度シミュレーションを行う。シミュレーションなので、すべ

てPC上で行うことが出来、試作部品代も部品製作時間もかからず、コストを抑えられるのが大きなメリットである。

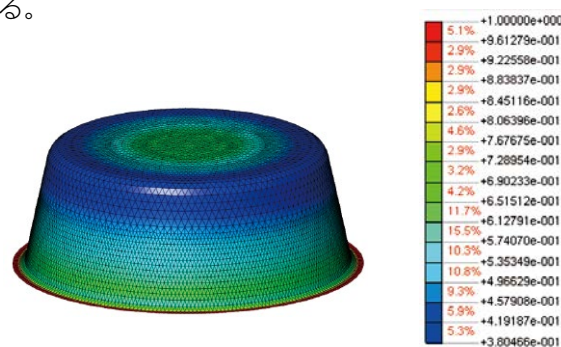


Fig. 8 解析結果

シミュレーションで最適な肉厚分布が得られてから実際に金型を作って成形したものが、Fig. 9のポケットである。

シミュレーション時の肉厚分布と実際に成形したポケットの肉厚分布の比較をFig. 10に表す。特に最薄部の肉厚が同等であることがわかる。



Fig. 9 実際の成形品

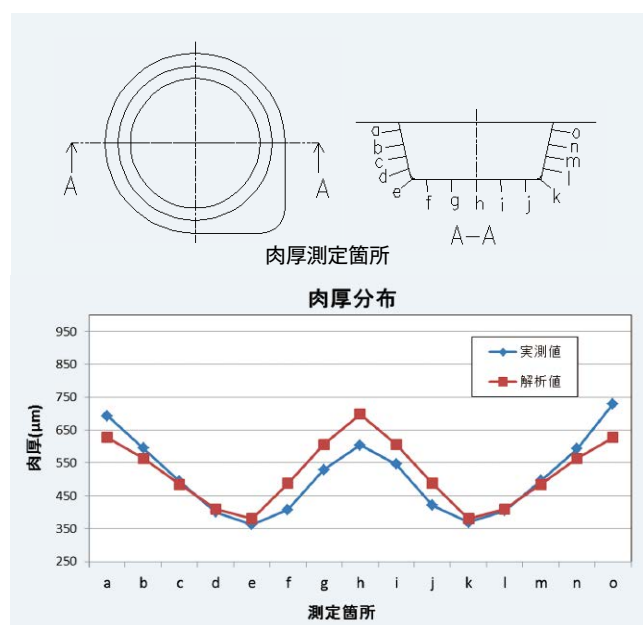


Fig. 10 肉厚分布比較

4 他への展開 (薬品包装機)

ここまで食品向けブリスター包装機の成形シミュレーションについて述べてきたが、薬品向けブリスター包装機(薬品包装機=PTP包装機=Fig. 11)でも成形シミュレーションは活用されている。



Fig. 11 薬品包装機

PTP包装とは薬を包装する方法の1つで、錠剤やカプセルを、成形された樹脂フィルムに詰めて、アルミフィルムで蓋をしたものである。(Fig. 12) PTPとはPress through Packageの略で、薬の入ったプラスチック部分を強く押す事で蓋をしていたアルミフィルムが破れ、中の薬が1錠ずつ取り出される仕組みになっている。容器材料にはPVCやCPP、蓋材料にはアルミがよく使われる。



Fig. 12 PTP包装例

また、容器包材にアルミラミネートフィルムが使われる場合もある。両面アルミPTPと呼ばれ、蓋材にアルミフィルム、容器材にアルミラミネートフィルムを用いたPTP形態である。(Fig. 13) 海外(欧米、韓国など)では、この両面アルミPTPの比率が日本よりも高い。両面アルミPTPが選ばれる理由としては、薬剤特性により最高レベルの防湿性、遮光性が求められること、ピロー包装などの二次包装が不要となり、過剰包装でなくなること、1ポケット毎に品質保持が出来ること、新薬開発のスピードアップのために用いられることなどが考えられる。



Fig. 13 両面アルミPTP包装例

5 PTP包装の成形技術と課題

PVCやCPPなどの樹脂フィルムを使ったPTP包装を樹脂PTPとし、両面アルミPTPとの区別をして説明する。

樹脂PTPの場合、ポケット側フィルムは熱可塑性樹脂フィルムである。このフィルムの成形は、事前にフィルムを適正な温度で加熱し、軟化した状態で成形する。その成形方法は、圧空成形やプラグ成形、または真空成形である。浅めのポケットの場合、プラグを使わない圧空成形や真空成形で成形可能であるが、深いポケットの場合にその成形方式を使うと底の部分のフィルム厚みが薄くなってしまふ。その場合にはプラグを使用して成形する必要がある。プラグでフィルムを底の方まで押し運び、全体的にフィルム厚みを均一にするイメージだ。当社で主流な成形方式は、エアアシストプラグ成形(Fig. 14)と、プラグアシスト圧空成形(食品向けブリスターと同じ方式)である。

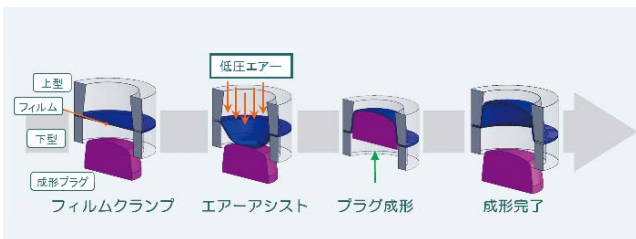


Fig. 14 エアアシストプラグ成形

一方、両面アルミPTPのポケット側フィルムは一般的に「NY25 μ m/接着剤/印刷/AL40or45 μ m/接着剤/PVC60 μ m」という構成が主である(Fig. 15)。

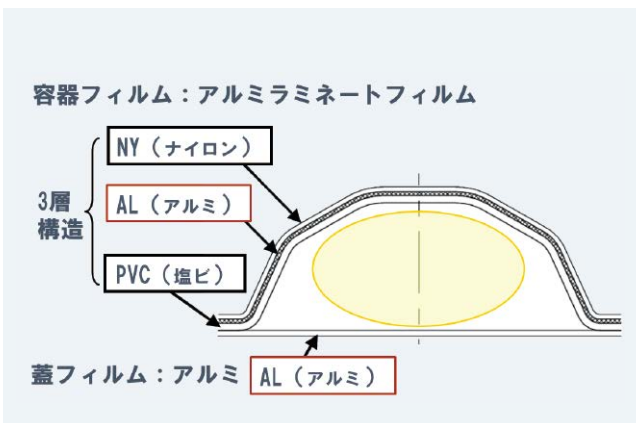


Fig. 15 両面アルミPTPの構成

熱可塑性樹脂フィルムの成形は、食品向けブリスター包装と同様、事前にフィルムを適正な温度で加熱してから成形するが、アルミラミネートフィルムには事前の加熱が適さない。加熱することにより接着層間に剥離が生じて成形時に破れてしまう可能性がある。よって、一般的にはアルミラミネートフィルムの成形には冷間成形(コールドフォーミング)(Fig. 16)が適している。フィルムに熱を加えずに成形するので、

加熱した柔らかい樹脂フィルムを成形するのに比べ、無理にフィルムを伸ばすとアルミ層のピンホール、クラック(Fig. 17)を発生させてしまうことがある。このピンホール、クラックをいかに発生させずにアルミラミネートフィルムを成形するかが重要な課題である。

ポケットの間口を広くし、ポケットの深さを浅くすれば上記課題の克服は容易であるが、当社はより樹脂成形に近い(ポケット深さに対してポケット間口を無駄に広げない)ポケット形状を目指している。これはPTPシートサイズの小型化、携帯性の向上、省資源化のためである。また、製菓メーカーからもそういった要望は多い。

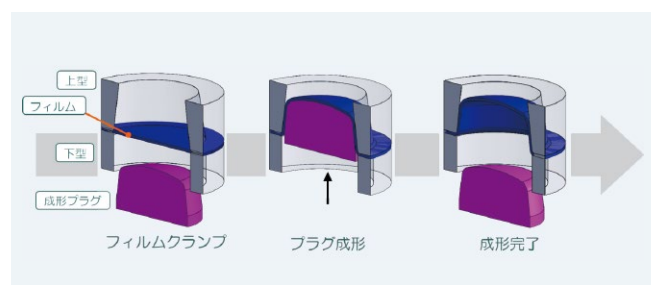


Fig. 16 冷間成形



Fig. 17 ピンホール・クラック

では、如何にピンホールやクラックを出さないようにするか。これも、食品用のブリスター包装と同様に最適な肉厚にする事である。通常、アルミラミネートフィルム内のアルミ層は40~45 μm あるが半分以上の厚みになるとピンホールの可能性があると言われている。当社では、過去のテスト実績から、アルミラミネートフィルムの接着層を含めた総厚み(135~140 μm 前後)に対しておよそ半分の厚みを下回ると、ピンホールの可能性が高くなると判断している。つまり、最薄部をアルミラミネートフィルムの総厚みのおよそ半分以上になるようにする必要がある。

6 PTPへの成形シミュレーションの活用

PTPの成形シミュレーション時にもすべりが重要になってくる為、合わせ込みを行い、最適なすべり値を見つけ出してシミュレーションに利用している。

Fig. 18とFig. 19に樹脂PTPの成形シミュレーション結果(コンター図と肉厚分布グラフ)を示す。シミュレーションの結果で成形後のポケットの最薄部の肉厚がどの程度かを判定し、成形可能かどうかを判断するようにしている。

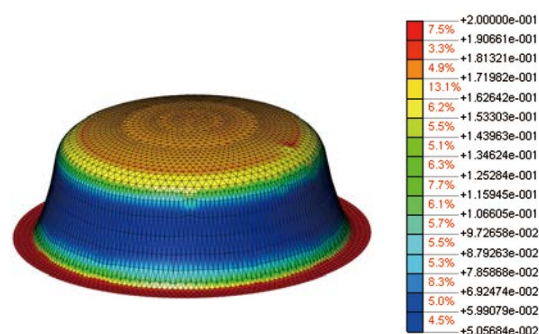


Fig. 18 樹脂PTPの解析結果

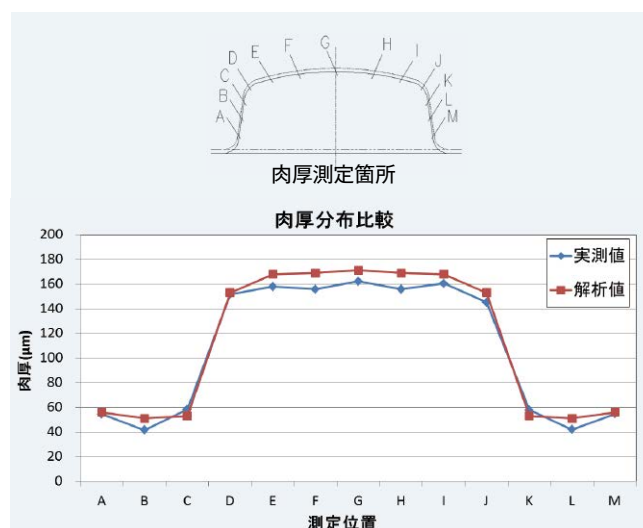


Fig. 19 樹脂PTPの解析結果

同様に、Fig. 20、Fig. 21に両面アルミPTPの成形シミュレーション結果を示す。実際に成形したポケットの肉厚実測値を比較すると、最薄部の値がほぼ同じになっている。両面アルミPTPの場合は特に最薄部が重要になってくるので、最薄部の値を優先的に合わせ込んだ。

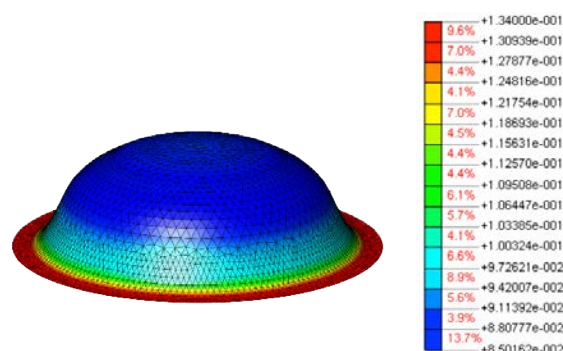


Fig. 20 両面アルミPTPの解析結果

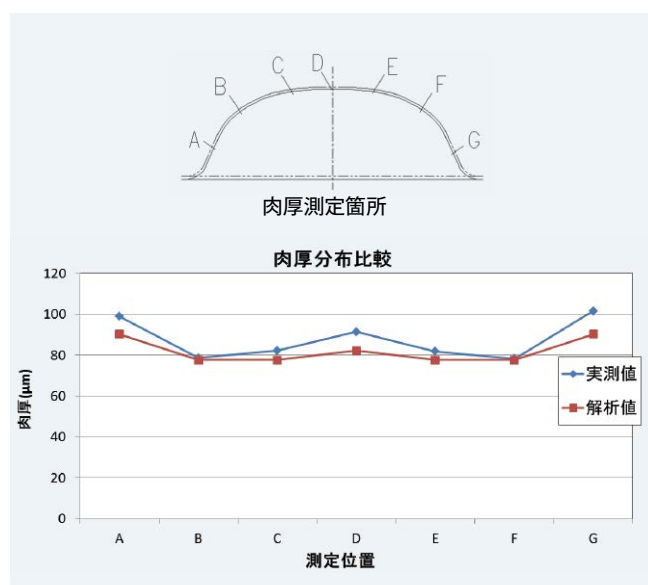


Fig. 21 両面アルミPTPの解析結果

7 今後の課題

今までは、製品の品質を保持することを目的にしたCAEの活用に取り組んできた。一方で、最近では、高齢者や子供にも対応できるように、ユニバーサルデザインの考え方がある。今後は、消費者がより使いやすい包装へ改善する為にCAEを活用していく。例えば、ゼリーなどの蓋をめくりやすくする為に「蓋フィルムのピール性の改善」、錠剤を取りだし易くする為に「押し出し性の改善」などに取り組んでいく。

執筆者プロフィール



鎌子 奈保美 Naomi Kamako
 自動機械事業本部 開発部
 Research & Development Department
 Automatic Machinery Business Division



矢野 嗣士 Masashi Yano
 自動機械事業本部 開発部
 Research & Development Department
 Automatic Machinery Business Division