



アルミ飲料ボトルの多目的最適設計 —温熱感と成形性の両立—

研究・開発機関 : ユニバーサル製缶(株)(当時:三菱マテリアル(株))
 利用施設 : 社内設備
 計算規模 :
 利用ソフトウェア : 汎用非線形構造解析プログラムMSC.Marc

Before

●ホット販売用アルミ缶飲料は自動販売機で温めると、缶は約50℃～60℃まで熱くなり、手で握りづらくなる場合があります。

After

○缶胴を握る指の変形解析や熱伝導解析などにより、指の温熱感と缶の成形性の両方を考慮したアルミ・ボトルのリブ状エンボス缶胴形状を最適設計することが可能となり、エンボスなしと比較して、熱伝導量は少なくとも30%減少することが分かりました。

背景と目的

ホット販売用アルミ缶飲料は自動販売機で温めると、缶は約50℃～60℃まで熱くなり、手で握りづらくなる場合があります。その対策の一つとして、缶胴にシュリンクフィルム(緩やかに巻きつけたフィルムに熱を加えて縮ませ、梱包物を固定させるもの)を貼ることによって熱伝導を弱める方法があります。

さらに、缶胴を柱状エンボス(板金や紙などの裏面を押し上げて表面を浮かす)加工することにより、フィルムと缶胴間空気による熱伝導遮断効果をより一層高くすることができます。(図1参照)

そこで指に熱を伝導しにくく、かつ軸方向金型押し付けエンボス成形性が良い缶胴のリブ形状を見出すための研究開発を行いました。



左:リブ形状を施したボトル 右:シュリンクフィルムでラップしたボトル

図1. 2ピースアルミ飲料ボトル

利用成果

図2に示すような缶胴を握る指の変形・熱伝導解析モデルを確立し、リブ形状の指温熱感への影響を考察しました。

次に、軸方向金型押し付けエンボス加工シミュレーションを実施し、リブ形状が成形性へ与える影響を検討しました。

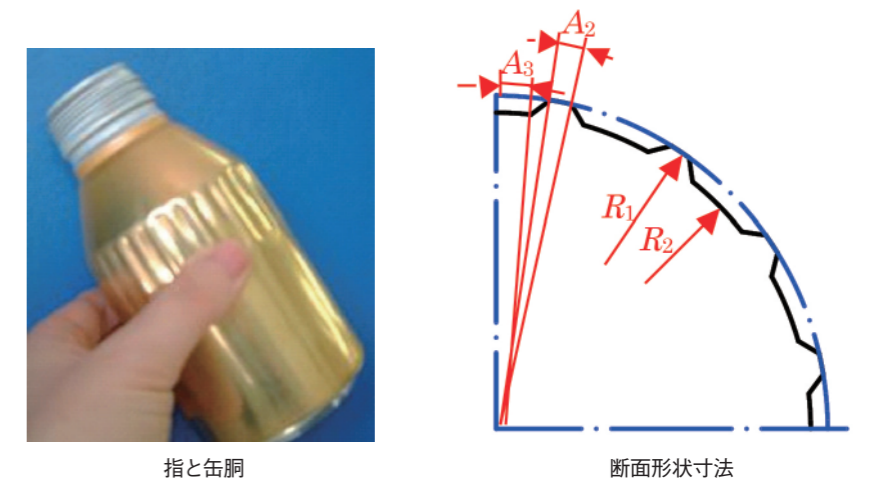


図2. エンボス・ボトル

さらに、構造最適化手法を用いて、指の温熱感と缶の成形性の両方を考慮した、最適なアルミ・ボトルのリブ状エンボス缶胴形状の設計を可能とするシステムを開発しました。すなわち、リブの形状変数(例えばリブの山幅と谷幅の中心角度)の値を動かさうる範囲の中で変化させ、温熱感とエンボス成形性の計算結果を可能解としてプロットしたものを図3に示します。

温熱感と成形性を反映させた指標を定めて、それを特に最大値にする最適解と記されている赤い点を結んだ線(パレートフロント)は、リブの形状変数の動かさうる範囲の中で温熱感とエンボス成形性を同時に最も良く満たす条件を示しています。

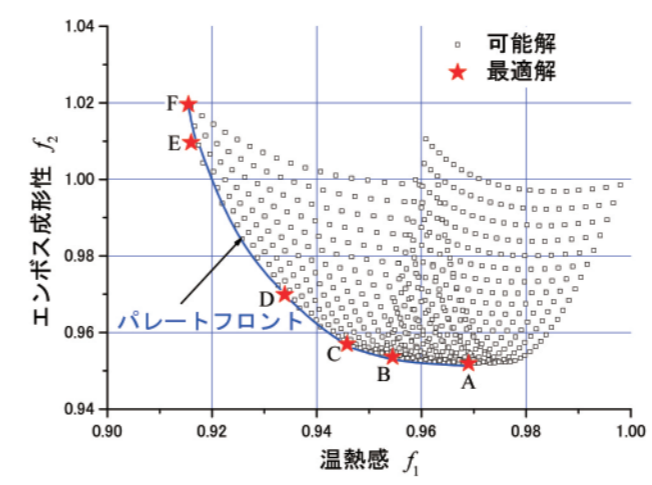


図3. 目的関数空間エンボス・ボトル

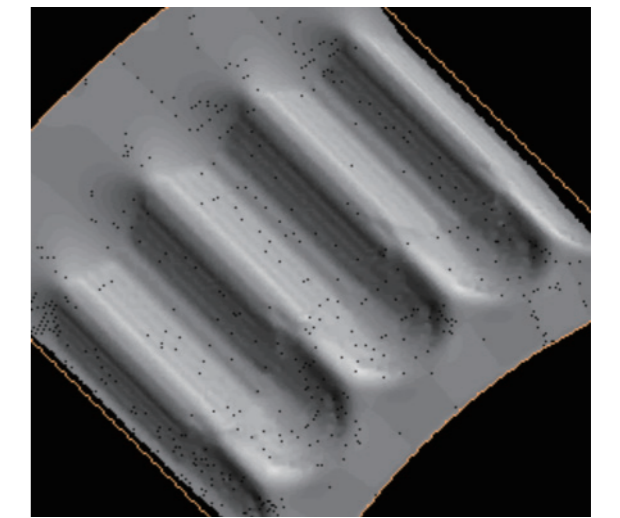


図4. 最適モデルのエンボス成形シミュレーション結果

この結果を用いることによりアルミ・ボトルのリブ状エンボス缶胴形状を最適設計することができ、一例として、エンボスなしと比較して、点Cの熱伝導量は少なくとも30%減少することが分かりました。(図4参照)

■出典: Struct Multidisc Optim (2006) 32: 141-151