

細井 隆
T. Hosoi

板倉 広明
H. Itakura

西村 哲郎
T. Nishimura

近年、携帯型パソコン(PC)に対する市場の要求は非常に強く、製品はますます小型・軽量化が進められている。当社のパソコンを例に挙げれば、ラップトップサイズからサブノート型のB5ファイルサイズへと小型化が進み、同時に製品の質量は6.6kgから約2kgへと著しく減少した。製品の小型・軽量化を実現するためには、筐(きょう)体も薄肉化し軽量化しなければならない。そこで当社では、比重の小さなエンジニアリングプラスチックを使用し、ガスアシスト成形法を採用して筐体の薄肉化を図っている。

ここでは、成形過程での樹脂の流れとガスの挙動を解析し、品質の高い筐体を開発した事例を紹介する。

Personal computers have recently become smaller and lighter in weight to meet the market demand for portability. Toshiba PCs have also evolved according to this trend, with laptop size computers being replaced by B5-file size models and total weight being reduced from 6.6kg to about 2kg.

In order to realize smaller and lighter products, the outer housings are required to be thinner and lighter. We have developed a thinner housing by employing gas-assisted polymer processing, and using engineering plastics to obtain material of low specific gravity.

This paper introduces the development of a high-quality outer housing based on the results of the analysis of polymer flow and gas flow in the process of polymer processing.

1 まえがき

近年、携帯型パソコンに対する市場の要求は非常に強く、製品はますます小型・軽量化が進められている。小型・軽量化を実現するためには、筐体も薄肉・軽量化しなければならない。そこで、比重の小さなエンジニアリングプラスチックを使用し、ガスアシスト成形法を採用して薄肉筐体を成形する技術を開発している。

ここでは、Pentium™(注1)サブノートPC(海外モデルPORTÉGÉ610CTと、国内モデルDynaBook SS-R590)(口絵参照)で全面的にこの技術を採用し、品質の高い筐体を開発した事例を紹介する。

2 ガスアシスト成形法の概要

ガスアシスト成形法とは、図1に示すように金型内に充てんした溶融樹脂の内部にガスを封入する方法である⁽¹⁾。特に、偏肉部にガスを封入すると“ひけ”を直接的に防止することができる。通常の成形法でいわれる保圧過程がないので、樹脂に過大な圧力が加わらない。したがって残留応力は低減し、“反り”の発生を抑止することができる。

(注1) Pentium は、インテル社の商標。

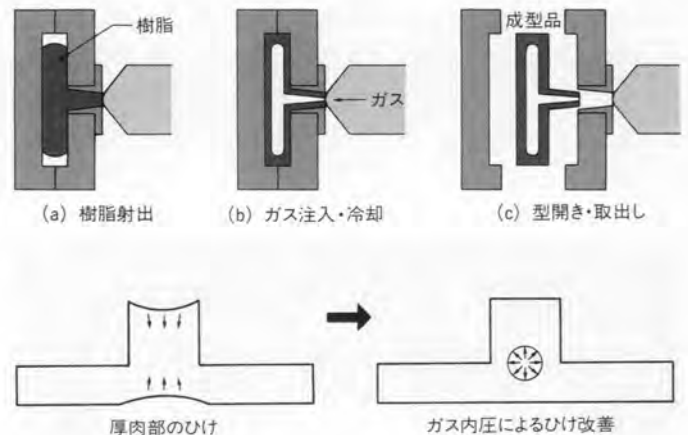


図1. ガスアシスト樹脂成形の概要 金型内部に充てんした溶融樹脂の内部にガスを封入する。

Outline of gas-assisted polymer processing

3 解析技術の開発

金型内部での樹脂の流動は筐体設計、材料特性、成形条件と密接に関連している。さらに、溶融樹脂の内部に封入されたガスの挙動は、樹脂の流れはもとよりガス封入位置、封入

圧力・時間・時刻などに依存する。ガスアシスト成形法の特長を十分に発揮させるためには、成形現象を定量的に把握し、多岐にわたる設計・成形パラメータを総合的に適正化することがきわめて重要である。そこで、この成形法を対象とした解析技術を開発した⁽²⁾。

3.1 実験解析

樹脂の流れおよびガスの挙動をリアルタイムでモニタリングする実験解析システムを開発した。すなわち、金型内部で直接採取した樹脂やガスの充てん圧力、金型温度、成形機により検知したプランジャ圧力・位置などを任意の時間間隔でサンプリングすることができる。圧力の測定には水晶圧電式圧力センサを使用した。

3.2 数値解析

樹脂の金型内部での圧力損失と粘度分布を非定常で解析し、さらに解析結果とガス封入位置・圧力から樹脂内部へのガスの進入状態を究明する技術を開発した。そこで求めた樹脂の体積収縮率分布から筐体の残留応力と“反り”を解明することも可能である。

4 解析

パソコン筐体を模した図2のモデルを用いて解析を実行した。このモデルの平均肉厚は1.2 mmであり、厚さ2.5 mmの偏肉部がある。図3は、実験解析システムをガスアシスト成形用の金型に取り付けた状態である。圧力センサはランナ、キャビティおよびガス導入口に設置した。図4は、樹脂およびガスの圧力履歴を解析した結果である。金型内部での樹脂の充てん圧力やガスの封入圧力を詳細にとらえている。まず、ガスを偏肉部に十分進入させることのできる樹脂温度、金型

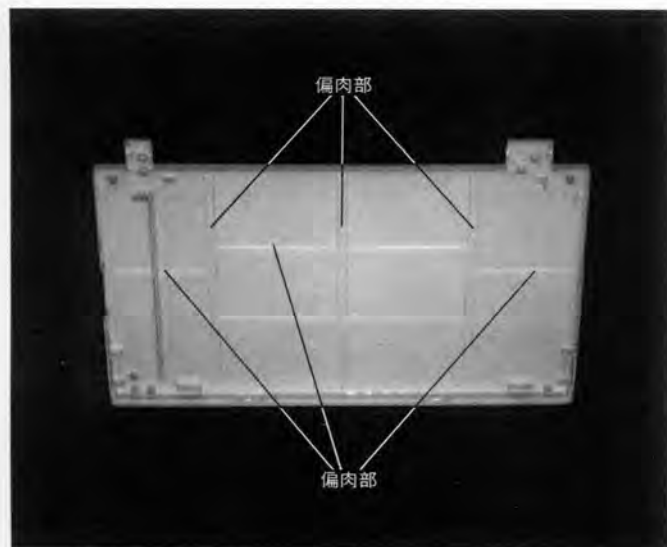


図2. 解析モデル ガスアシスト成形現象を解明するために、解析の対象としたモデル。

Analysis model for gas-assisted polymer processing

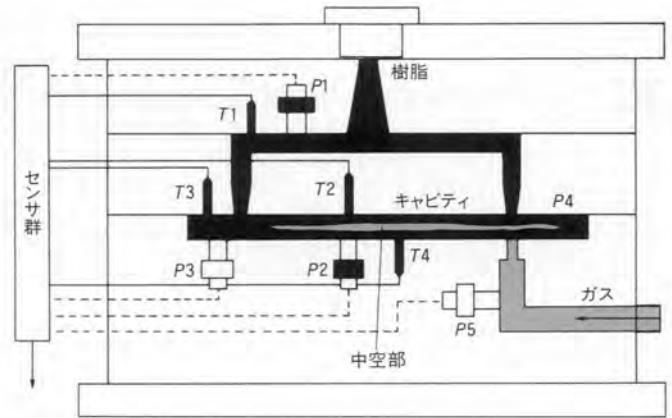


図3. 実験解析システム 成形過程での充てん圧力(P)と金型温度(T)をリアルタイムで実測する。

Experimental analysis system

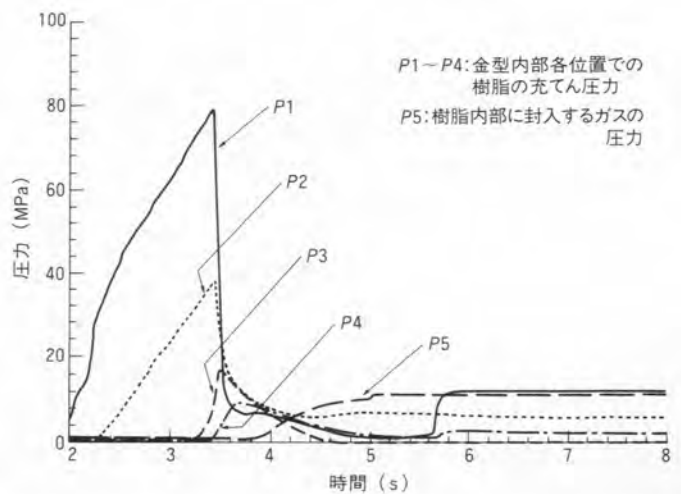


図4. 金型内部における樹脂とガスの圧力履歴 ガスアシスト成形現象を定量的に評価するために、実験解析システムにより樹脂とガスの圧力履歴を把握した。

Polymer and gas filling pressure

温度、樹脂の充てん圧力、ガスの封入圧力およびガスの封入時刻などを特定した。そして筐体の性状を評価した。

外観面での“ひけ”を実測した結果を図5に示す。通常の成形法を採用した場合には偏肉部で56 μm以上の“ひけ”があった。これに対し、ガスアシスト成形法を採用した場合には、“ひけ”はほとんど完全に防止できている。図6は透明樹脂で成形した筐体のひずみを偏光板により評価した結果である。ガスアシスト成形法で成形した筐体のひずみは通常の成形法で成形した場合に比べて小さいことがわかる。このモデルで“反り”を実測した結果、ガスアシスト成形法では通常の成形法の約1/5であった。

一方、図7(a)は樹脂の流れを数値解析した結果である。図7(b)の充てん途中の成形サンプルと比較すると非常に良好に一致している。さらに、図8は、1か所から封入したガスの挙動を数値解析した結果である。超音波探傷法により筐体内部の

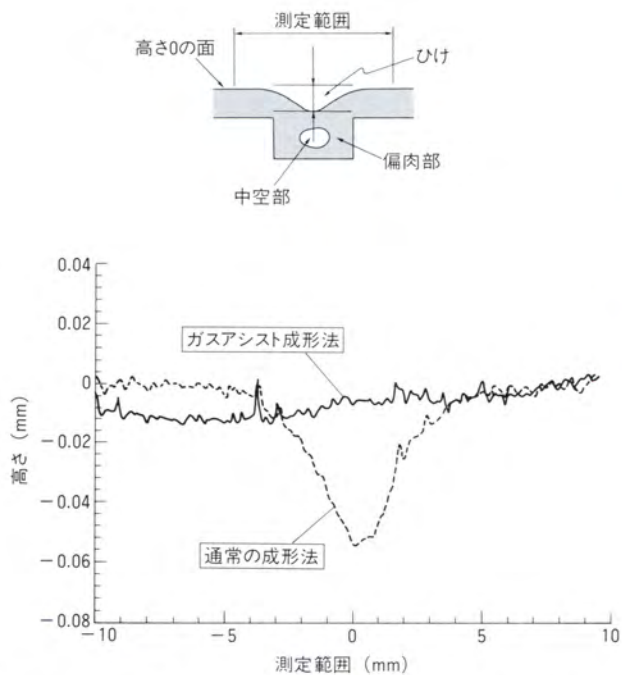
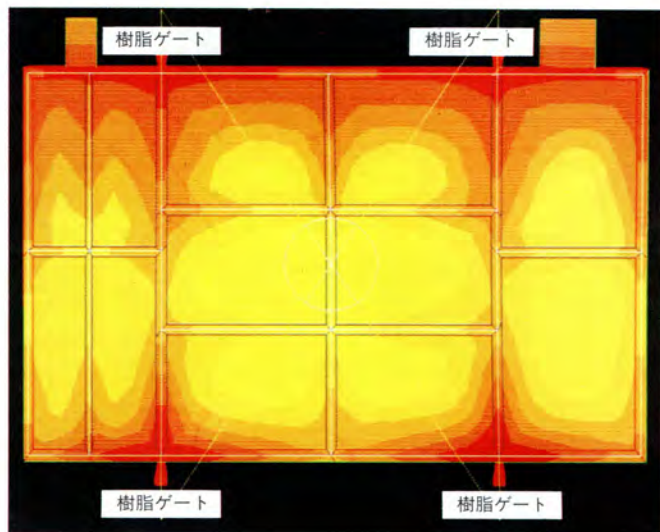


図5. “ひげ”の評価 ガスアシスト成形法は、“ひげ”の防止にも有効である。

Evaluation of surface sink



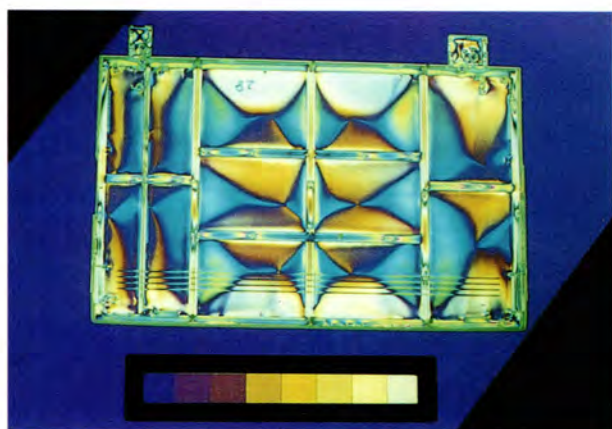
(a)数値解析



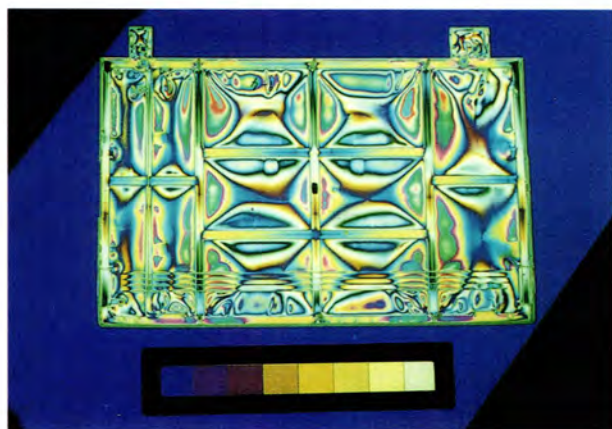
(b)実験

図7. 樹脂の流動解析 筐体内部に充てんされる樹脂の流れを数値解析し、実験により検証した。

Polymer flow analysis



(a)ガスアシスト成形法



(b)通常の成形法

図6. 筐体のひずみ ガスアシスト成形法を採用するとひずみは著しく減少する。

Strain of housing model

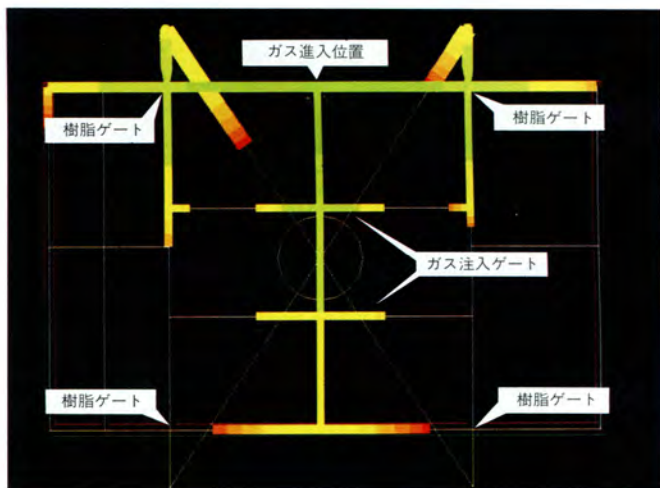


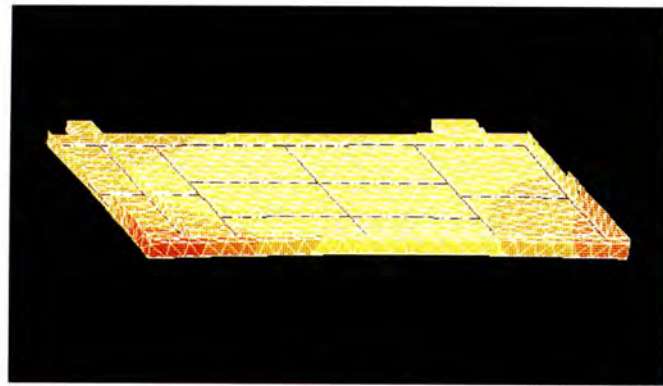
図8. ガス進入の数値解析 溶融樹脂の内部に進入しているガスの数値解析結果。

Numerical analysis of gas behavior

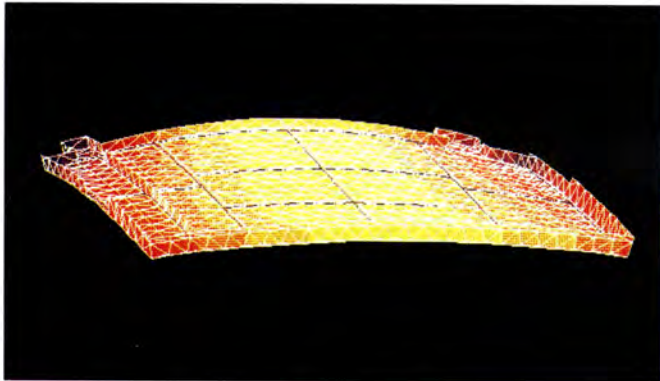
中空部を観察し、数値解析は実際のガスの挙動も高い精度でとらえていることを確認した。

図9は“反り”解析の結果である。ガスアシスト成形法は通常の成形法と比較して、“反り”の軽減に有効であることを理論的にも明らかにした。

数値解析はガスアシスト成形の現象を予測する有効なツールであると考えられる。



(a)ガスアシスト成形法



(b)通常の成形法

図9. 反りの解析 樹脂の体積収縮率から反りを数値解析した。ガスアシスト成形法は通常の成形法に比べ反りの軽減に有効である。

Numerical analysis of warpage

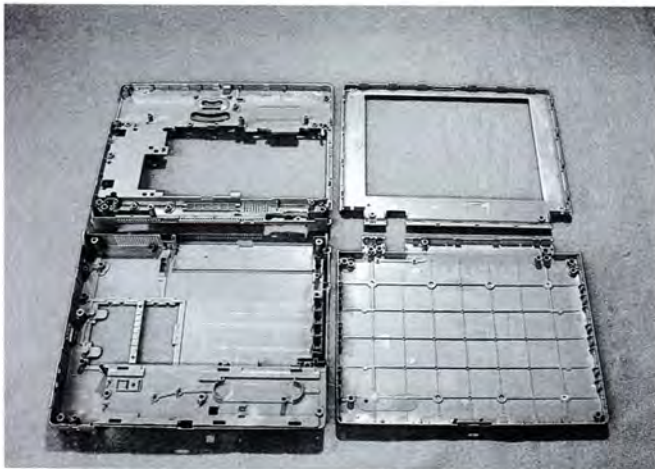


図10. ガスアシスト成形法を適用したパソコンの筐体 PORTÉGÉ 610CTの4筐体にガスアシスト成形法を採用した。

Outer housing for PORTÉGÉ 610CT

5 ガスアシスト成形技術の適用

実験および数値解析を基盤とした成形技術を B5 ファイルサイズノートブック PC の筐体成形に適用した。図 10 は成形した 4 種類の筐体である。液晶表示装置 (LCD) マスク、ベース、カバーの平均肉厚は 1.2 mm、LCD カバーの平均肉厚は 1.4 mm である。いずれの筐体も“反り”、“ひけ”がなく品質は非常に高い。また、これまで開発した当社の類似機種と比較すると、筐体の質量は 17.5% 軽量化できている。

6 あとがき

ガスアシスト成形法を対象とした解析技術を基盤とし、成形技術を開発した。さらに、B5 ファイルサイズの PC に適用し、品質が高くしかも軽量化された筐体の開発に成功した。

今後、この成形法の適用範囲を拡大していく。

謝 辞

ガスアシスト成形技術の開発にあたり、旭化成工業㈱の関係各位から数々の有益な助言をいただいた。ここに謝意を表する。

文 献

- (1) 和田明紘：ガス射出成形の最新動向，工業材料，42，9，pp.65-73 (1994)
- (2) 西村哲郎，他：製品の高密度化，軽量化を支える樹脂成形技術，東芝レビュー，50，4，pp.281-284 (1995)



細井 隆 Takashi Hosoi

1967 年入社。パソコンのハードウェアの開発に従事。現在、青梅工場パソコンハードウェア設計部課長。
Ome Works



板倉 広明 Hiroaki Itakura

1991 年入社。パソコンのハードウェアの開発に従事。現在、青梅工場パソコンハードウェア設計部。
Ome Works



西村 哲郎 Tetsurô Nishimura

1978 年入社。成形を対象とした解析技術の開発に従事。現在、生産技術研究所主任研究員。
Manufacturing Engineering Research Center