

パルプモールド緩衝材設計支援システムの開発

山本昌治^{*1}、中川幸臣^{*2}、佐藤幹彦^{*2}、依田康宏^{*1}

Development of the CAD system for pulp-mold cushion

Masaharu YAMAMOTO^{*1}, Yukiomi NAKAGAWA^{*2}, Mikihiko SATO^{*2}
and Yasuhiro YODA^{*1}

Research and Development Division, AITEC^{*1} Industrial technology Division, AITEC^{*2}

組み付け式金型方式で製造するパルプモールド緩衝材の設計開発において、包装対象物の3次元CADデータを基にコンピュータ上で緩衝材の緩衝設計、及び、3次元形状設計を行い、金型製作図面まで出力できる設計支援システムを構築した。ガス器具用緩衝材の設計へ応用した結果、本システムが有効に機能することを確認した。

1. はじめに

パルプモールド緩衝材とは、古紙100%で製造される環境に優しい製品包装用の緩衝材であるが、製品の形状に合わせた金型が必要なことや緩衝特性が簡単に計算できないため開発に時間とコストがかかる課題があった。この課題を解決するために、緩衝性能が既知の脱着可能な緩衝部材（コンポーネント）を用いた金型製作方法¹⁾が考案された。本方式を用いると低コストかつ短納期で金型が制作可能なため、多品種小ロットの工業製品の緩衝材製造方法として注目を浴びている。そこで、本製造方法に基づいた緩衝材の設計開発を支援するシステムを開発した。

2. 試作システム

試作システムは、以下のコンセプトに基づき開発した。

- ・緩衝材のユーザーである製造業では、3次元設計データの有効活用による生産の効率化、迅速化が進められている。そこで、発注者から包装対象物の3次元形状データを受け取り、このデータを基に緩衝材設計開発を行うシステムとする。
- ・専門的な3次元CADの操作に習熟していない緩衝材設計者が容易に操作可能なことを目標として、組み付け式金型設計の流れに沿って、対話形式で金型図面まで作成できることとする。
- ・実験で得られた緩衝部材の緩衝特性²⁾をデータベースとして内蔵し、設計の迅速化を図る。
- ・短期間で安定した性能を発揮するシステムを開発するために、実績の高い3次元機械設計支援ソフトウェアを活用する。

2.1 支援機能

組み付け式金型による緩衝材設計手順を図1に示す。この設計手順に沿って、本システムに組み込んだ設計支援機能について、以下に述べる。

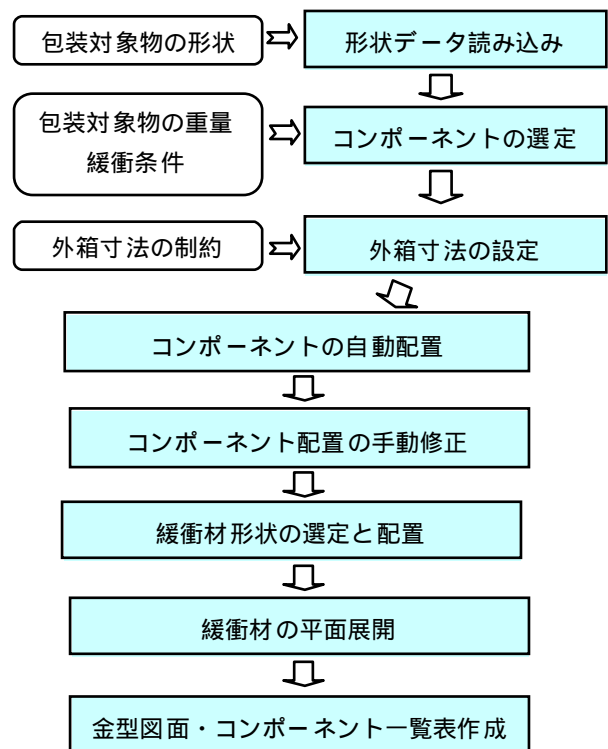


図1 緩衝材設計手順

2.1.1 形状読み込み

包装対象物の形状を定義する3次元CADデータを読み込む。データ形式は、IGES、STEP AP203/213、Parasolid、ACIS、Pro/Eである。

2.1.2 コンポーネントの選定

包装対象物の重量と最大許容加速度、コンポーネントの種類を指定すると、コンポーネントの緩衝特性データベースを基に、緩衝特性グラフを表示し、適切なコンポーネントの個数を提示する。緩衝コンポーネント選定画面を図2に示す。選択可能なコンポーネントの種類を表1に示す。緩衝特性グラフは横軸にコンポーネントの個数を、縦軸に最大加速度と変形量を表している。設計者は多面的に検討し、提示されたコンポーネントの個数を修正することができる。

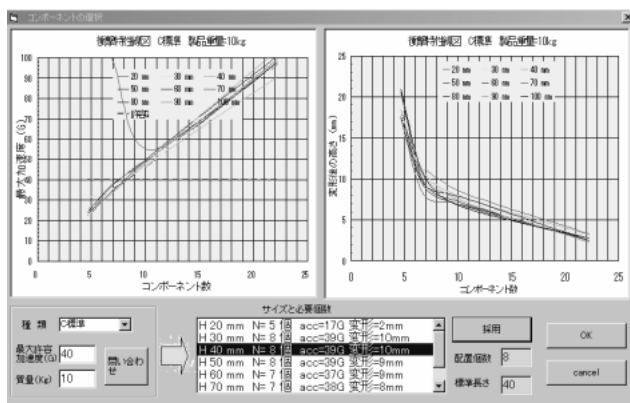


図2 緩衝コンポーネント選定画面

(左：個数と最大加速度、右：個数と変形量グラフ)

表1 データベース登録済のコンポーネント

接触面形状	25mm円形、25x50mm楕円形、25mm円形傾斜付き（10,20,30度の3種類）
長さ	20～100mm(10mm間隔)
厚さ	2mm, 3mm

2.1.3 外箱寸法とコンポーネント長さの設定

外箱寸法とコンポーネント長さの決定方式として、図3に示す2方式を用意した。そのひとつは、衝撃吸収後のコンポーネントの変形を考慮し設計者が安全なコンポーネント長さを指定するコンポーネント優先方式である。システムは、包装品の外形寸法とコンポーネント長さから外箱寸法を計算し提示する。

2つ目の方式は、外箱寸法が仕様として決められている場合に使用する外箱寸法優先方式である。始めに決定されている外箱内寸を設計者が入力すると、緩衝空間の寸法と配置可能なコンポーネントの長さを計算し表示する。コンポーネントと外箱との間に隙間が生じる可能性、

及び、コンポーネント長さが短くて底付きを起こす可能性があるため、設計者は状態を認識しこのような事態が生じないように対処する必要がある。

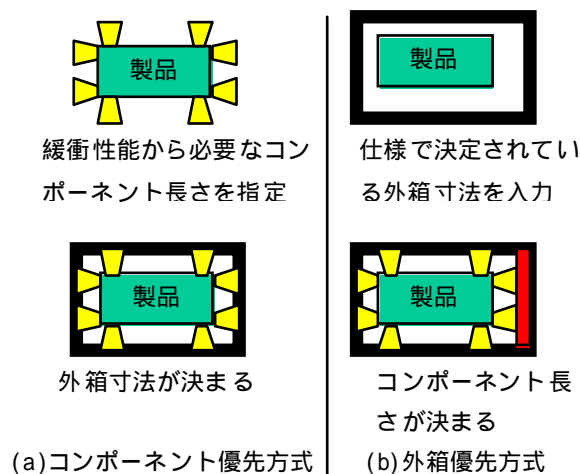


図3 コンポーネント長さ決定方式

2.1.4 コンポーネントの配置

外箱内側の6面に設定された数量のコンポーネントを自動配置する。自動配置方式としては、図4に示す3種類（均等配置、周辺配置、スケッチ指定配置）を用意した。製品特徴に合わせて各面毎に配置方式を指定できる。スケッチ指定配置の場合は、あらかじめ、配置位置を指定するスケッチが必要となる。自動配置されたコンポーネントは、手動操作によりサイズ、種類、配置位置の変更や、削除、追加が可能である。

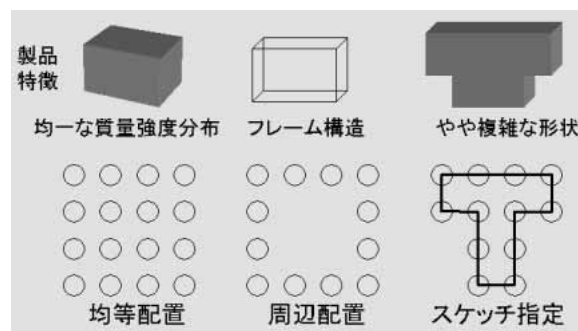


図4 自動配置パターン

2.1.5 緩衝材形状の選定と配置

設計者が緩衝材形状を図5に示す種類の中から選択し、配置したい面を指定することにより、システムはコンポーネントが組み込まれていない状態の緩衝材を自動生成する。外箱内寸に一致する緩衝材の寸法は自動設定され、また、任意設定可能な寸法は設計者が入力する。

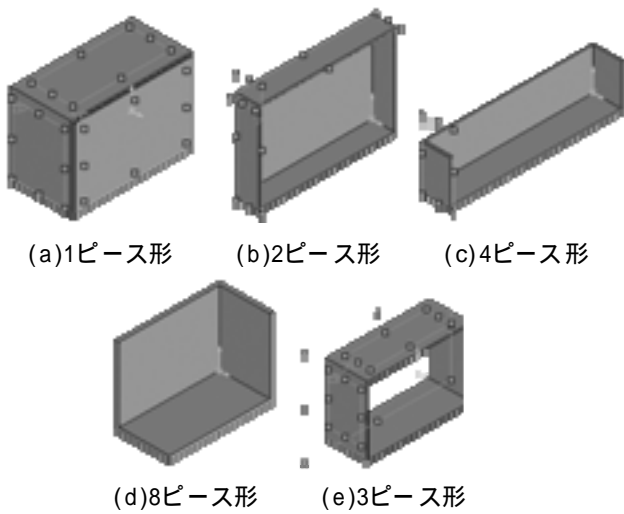


図5 緩衝材の種類

2.1.6 金型製作図面作成

緩衝材は展開した状態で成型する。また、コンポーネントは展開した状態で金型のねじ穴上に位置しなければならない。金型のねじ穴は10mm間隔で配置されている。このため、緩衝材の内部に含まれるコンポーネントの位置を展開した状態で金型のねじ穴上に一致するように自動修正される。そして、緩衝材を平面展開し、金型製作図面を作成し、コンポーネントの種類と位置を一覧表の形で出力する。ここまでの一連の処理を自動で行い、図面を出力する。設計者は、出力された図面上に寸法や注記を入力することができる。

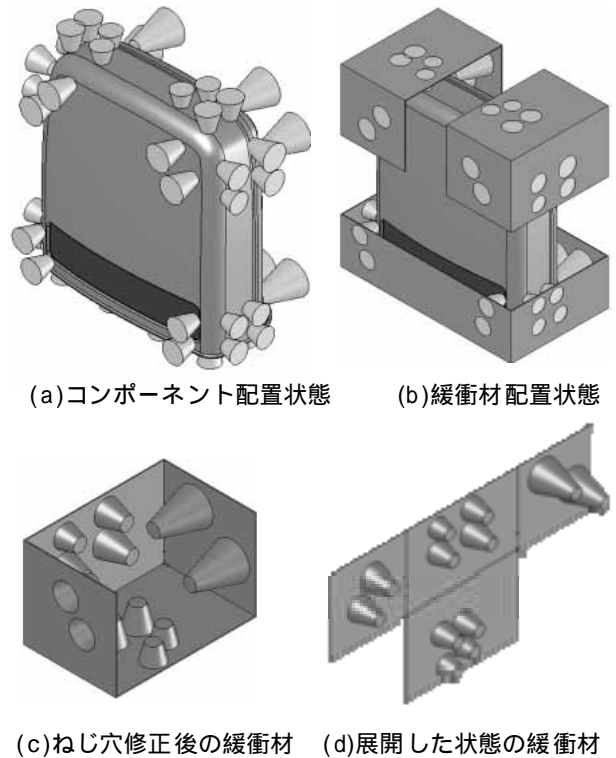
コーナー部でコンポーネントが干渉していると、平面展開ができないため、自動処理が停止する。この場合は、削除後、再度緩衝材作成からやり直す必要がある。

2.2 開発環境

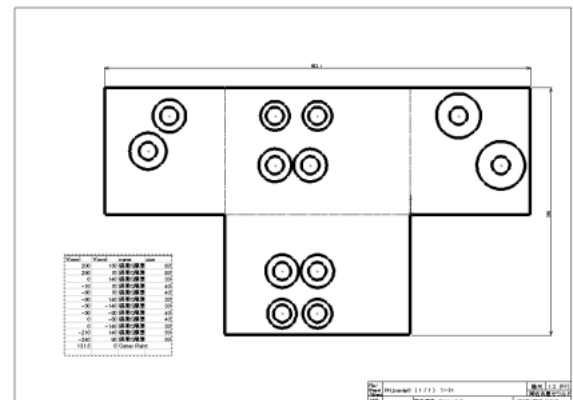
試作システムはVisual Basic 6を使用しWindows 2000上で作成した。3次元形状処理には3次元CAD (SolidWorks 2005)を、また、緩衝特性データベースの処理にはMicrosoft Excelをアウトプロセスサーバーとして使用した。

3. 試作例

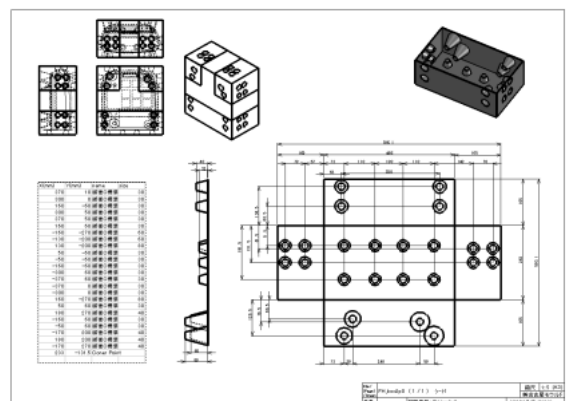
包装物としてガスファンヒータを取り上げ、機能評価試験を行った。一連の処理を図6に示す。図中の(a)は、製品の3次元CADデータを読み込み、コンポーネントの数量を決定し、コンポーネントを自動配置した後、手で位置を修正した状態である。(b)は下側に2ピース形緩衝材を、上側に4ピース形緩衝材を配置した状態である。(c)と(d)は、ねじ穴修正した状態の上側緩衝材と



(a)コンポーネント配置状態 (b)緩衝材配置状態
(c)ねじ穴修正後の緩衝材 (d)展開した状態の緩衝材



(e)自動作成した金型図面



(f) 金型図面

図6 ガスファンヒータ用緩衝材設計例

その展開状態を示す。(e)は自動作成された状態の金型図面である。この図面に注記等を加え、完成した図面を(f)に示す。

なお、緩衝材設計の手法やノウハウについては、共同研究グループの(株)名古屋モウルトの協力を得た。

4. 結び

3次元CADデータを利用して緩衝材を設計するシステムを開発し製造現場で試用した結果、本システムが緩衝材設計作業の効率化、迅速化に寄与できることを確認

した。本システムを運用する上で、3次元CADデータ交換に伴う課題が残っている。今後は、確実かつスムーズにCADデータ交換を実現するための方法について研究を進める予定である。

なお、本研究は、地域新生コンソーシアム研究開発事業として実施した。

文献

- 1) 佐藤,中川:愛知県産業技術研究所報告,3,22(2004)
- 2) 中川,佐藤:愛知県産業技術研究所報告,4,38(2005)