

## CAD/CAE一体型システムの開発

2H-5

川崎敬二 平田律子 小堀研一  
 シャープ(株) 技術本部 コンピュータシステム研究所

## 1. はじめに

最近、コンピュータによる解析システムの実用化とともに、CADシステムとCAEシステムの一体化が進んでいる。これらのシステムはシステム間のデータ変換の複雑さを無くしたり、マンマシンインタフェースを統一化することにより、解析システムの利用効果を高めようとするものである。しかし現状では境界条件の設定、形状のメッシュ分割作業など複雑な作業があり、解決しなければならない問題が多くある。本稿ではこれら複雑な作業を自動化もしくは最小限におさえ、一般の設計者でも容易に解析結果を得られるCAD/CAE一体型システムを開発したので報告する。

## 2. システムの概要

このシステムは図1で示すようにモデラ、プリプロセッサ、解析、ポストプロセッサの4つのシステムを一体化したものである。特徴として

1. 全てのシステムのマンマシンインタフェースの統一化
2. パラメトリックな形状変更
3. メッシュ作成機能の全自動化
4. 解析誤差の判定による最適メッシュの自動作成

がある。以下にそれぞれのシステムの詳細を記す。

## 2-1. モデラ

Brepsのデータ構造をもつ複合幾何モデラ<sup>1)</sup>を基盤にし、履歴属性、アセンブリ属性などの幾何属性と物性値などの解析用属性を同時に持ち、さらにデータベースとしてはパラメトリックな幾何データとメッシュデータ及び解析結果データの2種類を持つ(図2)。モデリング機能としてパラメトリック形状変更があり、形状の各頂点間の寸法、各稜線間の寸法、体積、面積、重心などをパラメトリックに設定し、これらのパラメータから形状作成のための寸法拘束方程式を求め、これらを解くことにより形状を決定する<sup>2)</sup>。このパラメトリック形状変更と履歴属性データによる自動履歴再操作で、解析結果に対する形状の変更を容易にする。加えて形状に境界条件などの属性が付随するため、境界条件設定などの操作は変更された形状には不要となり、パラメータの変更のみで解析結果が得られる。

## 2-2. プリプロセッサ

システムを一体型にしたため、モデラで作成した形状に対して形状がもつ要素単位(頂点、稜線、面、物体)で境界条件が設定でき、メッシュ分割後のメッシュに対しては境界条件を付ける必要がない。メッシュ分割はBoundary fit法を応用して全自動で歪みの無いメッシュ作成を実現している<sup>3)</sup>。解析後、解析誤差の大きいメッシュについては解析システムからのデータのフィードバックによって自動でそのメッシュのみの再分割をおこない、メッシュの最適化をおこなう。また非常に

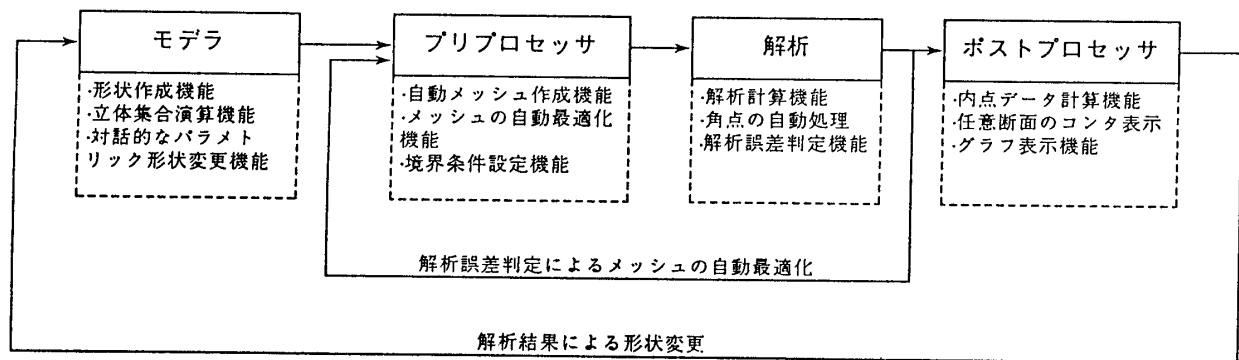


図1システムの構成図

Development of integrated CAD-CAE system

Keiji KAWASAKI, Ritsuko HIRATA, Ken-ichi KOBORI

Computer Systems Laboratories, R & D Group, SHARP Corporation

複雑な作業の一つである、異なる物性値を持つ物体間のメッシュ作成についても、モデラで立体集合演算を行った際に属性として接続情報を記憶させることで両物体の接続部分に同一形状のメッシュを作成できる。

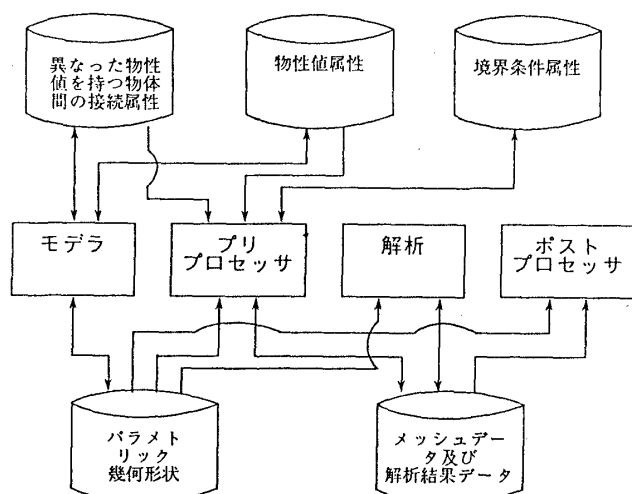


図2 システムとデータ及び属性の関係図

### 2-3. 解析

境界要素法解析で、熱伝導解析や弾性解析をおこなう場合に生じる問題に角点の処理がある(境界上の節点で法線ベクトルが不連続になる角点について、特別な入力データが必要となる)。この問題に対し幾何データの面の情報を用いて、角の要素上に着力点を自動で発生し解決している<sup>4)</sup>。また、メッシュの最適化を実現するために解析を行いながら同時に解析結果の誤差を求める。(ここで述べている解析誤差とはメッシュを構成する複数の頂点の解析結果の平均値とそのメッシュの重心での解析結果との差をいう。) 誤差の大きいメッシュの判定基準は、メッシュの最適化による解析の再計算の処理時間と関連するため、解析許容時間の指示または解析誤差の許容値を指示することで、再分割するメッシュを自動で決定している。

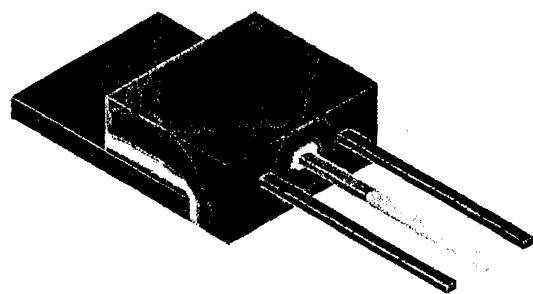


図3 解析結果例

### 2-4. ポストプロセッサ

境界要素法を取り入れることで、今まで解析する以前に設定しなければならなかった表示断面などの指定を無くし、解析計算後にインタラクティブに任意断面を指示し解析結果のコンタを表示することが可能になった。また同様に内点の計算もインタラクティブにおこなえるため、任意な箇所のグラフ表示も可能になった。

### 3. 実験例

図3、図4で実際に本システムを用いてパワートランジスタの熱伝導解析を行った解析結果を示す。要素数は三角形要素で483個、メッシュ生成に要したCPU時間は2MIPS程度のコンピュータで19.8秒、また解析時間は約37分であった。

### 4. おわりに

独立しているシステムを単に一体化するのではなく、それぞれのシステムの特徴を継承することで、個々の処理の効率があがり、さらに一体化ならではの機能も発生する。本稿ではCADシステムとCAEシステムを一体化することでメッシュ作成の全自動化、解析誤差判定による最適メッシュの作成を実現し、今まで複雑だった作業をなくすことができた。またマンマシンインタフェースの統一化やパラメトリックな形状変更が可能になったことで操作性の向上がはかられた。

### 参考文献:

- 1)小堀 "複合幾何モデルによる形状生成法および三次元CAD/CAMへの応用に関する研究"大阪府立大学学位論文 1987
- 2)Robert Light and David Gossard "Modification of geometric models through variational geometry" CAD vol 14 num.4 july 1982
- 3)平田他 "境界要素法のための全自動メッシュ生成法"第38回情報処理全国大会
- 4)光成他 "境界要素法における角点の自動処理"第39回情報処理全国大会

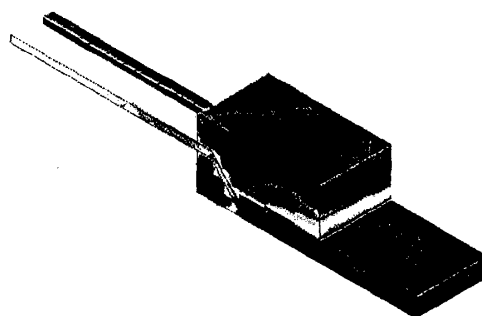


図4 解析結果例 (断面表示)