

# FEMプリプロセッサ用ソリッドモデラ(B-Solid)の開発

4T-3

FEM解析支援システムBNASS(1)

郷右近茂、権藤宏、宮中英司、田沼正也、榎本博康  
 パブコック日立(株) 横浜研究所

## 1. 緒言

構造・流動解析等各種場の問題を対象とした解析支援システムのための解析モデル生成用ソリッドモデラ B-Solid を開発した。本モデラの目的は従来多大な時間のかかっていたモデル入力的大幅な効率向上とメッシュ生成処理への情報提供にある。我々は、解析支援という開発目的を考慮し、立体表現を多面体近似にとどめ、処理速度、信頼性及び対話性に留意したソリッドモデラを開発したので、その機能概要について報告する。

## 2. ソリッドモデラの概要

図1にソリッドモデラの機能概要を示す。ソリッドモデラはFEM解析に適したB-Reps(境界表現)を採用し、データはWinged edge 構造とした<sup>1)</sup>。

基本立体生成においては、2次元図形入力機能により生成した任意断面を、長手方向へ引き延ばす、または回転させることで挿引立体を生成できる。

## 3. 集合演算の方法

### 3.1 指定方法

集合演算のための部品の位置は、図2に示すように部品固有の局所座標系と集合演算のための全体座標系の2種類を用い、次のステップで指定する。

- (1)部品の移動、回転を局所座標系で行う。
- (2)局所座標①②を全体座標に移す。このとき、局所座標①②は全体座標系に対して、回転(原点、座標軸)及び移動を行う。

集合演算では、操作を容易にするため三面図(正面、平面、側面)及び斜視図を同時に表示し、応答速度を向上させるためワイヤフレームを用いる。また隠面処理表示を行い、集合演算の結果を確認できる。

### 3.2 集合演算処理

立体の集合演算処理は、和、差及び積から構成されており、以下の処理方法により、信頼性が高く対話処理可能な性能を得た。

#### (1)干渉線生成処理

二つの立体の干渉線を求めた後、それを採用するかどうかの判定は、通常、位相処理の過程で行っている。我々は、幾何計算で全ての干渉線の採用判定を行う方法を試みた。

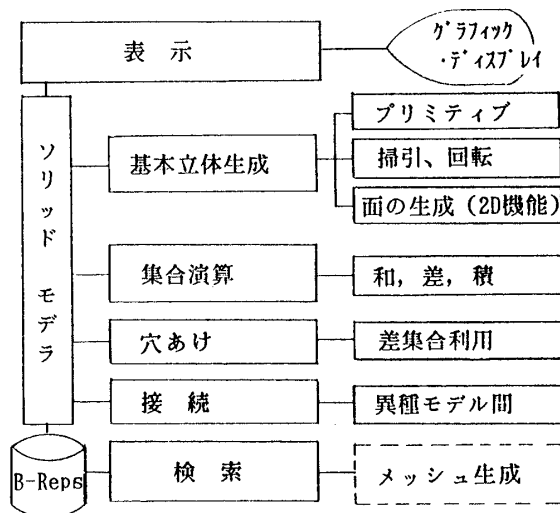


図1. ソリッドモデラの機能概要

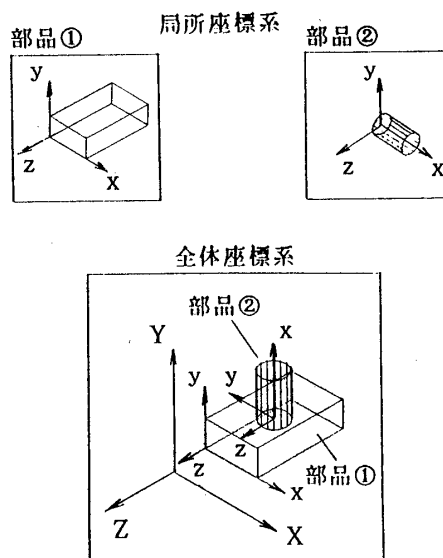


図2. 全体座標系と局所座標系

Development of Solid Modeler (B-Solid) for FEM pre-processor.

:FEM Analysis Supporting System BNASS(1)

Shigeru GOUKON, Hiroshi GONDOH, Hideshi MIYANAKA, Masaya TANUMA, Hiroyasu ENOMOTO

Yokohama Research Laboratory, Babcock-Hitachi K.K.

表1にその判定方法の一例を示す。基本的には、稜線の端点が相手の面に接触した場合は、隣接する稜線の位置関係を調べ、交点としての採用、不採用を決定する。また稜線が面に接触した場合は、隣接する面の位相を調べる。これにより干渉計算で、最終的な干渉稜線を決定できる。

(2)穴あき立体の処理

穴を有する立体の表現方法は、面の境界をPループ(反時計廻り)、穴の境界をCループ(時計廻り)と定義し、面と穴の関係は、PとCを親子付けすることで表わす<sup>2)</sup>。穴のある面に干渉稜線が生成された場合は、ループの面積と位置関係を調べ、新たに親子付けする事により、穴あき立体の集合演算を可能とした。

(3)立体の分離方法

位相処理において、干渉稜線を立体に生成後、相手立体の内部に入った不要稜線を除去する必要がある。その効率向上のため、Winged-edge構造がグラフと等価になることに着目し、立体内部の稜線と外部の稜線を効率よく分離する方法を開発した。

(4)接合処理

二つの立体の接合は、基本的にはオイラー操作で行っている。具体的には、二つの立体の間に架橋稜線を張りループを接合するが、架橋稜線と立体の状態を判定し、架橋稜線の除去、頂点の消去及び頂点の接合処理のうち、必要な処理を自動的に選択する。

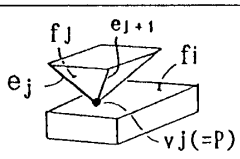
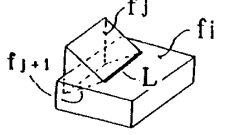
4. 表示機能

表示機能は、ワイヤフレーム表示、半隠線表示、隠面表示及びシェーディングを有する。さらにマルチウィンドウ、視点、光点及び平行、透視投影等も操作可能である。

5. メッシュ生成用インターフェース

自動メッシュ生成用幾何情報検索処理を開発した。B-Repsは常にモデルの幾何情報を有しているため、会話型のメッシュ生成に対し、必要な情報を容易に検索できる。

表1. 干渉線の採用判定の一例

	交差パターン	判定
点接触		$f_i$ に対し、 $e_j, e_{j+1}$ が両者共正領域 ↓ 交点P不採用
線接触		$f_i$ に対し、 $f_j, f_{j+1}$ が正、負領域混在 ↓ 交線L採用

面： $f_i, f_j$ 、稜線： $e_j, e_{j+1}$ 、頂点： $v_j$ 、交点： $P$   
交線： $L$

6. 立体の生成例

図3にボイラドラムの生成例を示す。集合演算回数は和集合9回、差集合6回であり、最終面数は約2000面である。(VAX 8300 : FORTRAN)

7. 結言

解析支援システムに適用可能なソリッドモデラを開発した。本モデラは接触や複数穴を含む複雑な集合演算を可能とするとともに、会話処理に十分対応できることを確認した。

参考文献

- 1)B. B. Baumgart : National Comp.Conf. ('75)
- 2)千代倉：ソリッドモデリング，工業調査会(S60)

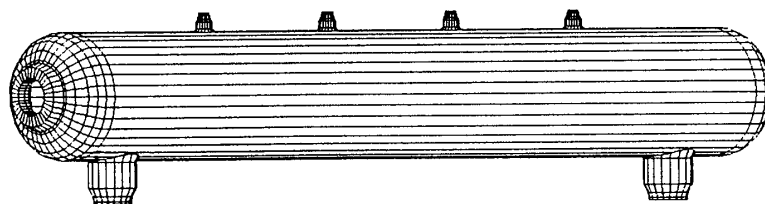


図3. ボイラドラムの生成例