

4T-7

ソリッドモデル集合演算における
立体データの分離方法
FEM解析支援システムBNASS(4)

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

1. 緒言

境界表現(B-Rep)を用いたソリッドモデル¹⁾の集合演算では, 立体の内部に埋没する頂点, 稜線, 面データは不要となり, データベースから除去する必要がある。そのためには, 稜線が立体の内部にあるか, 外部にあるかを判定する内外判定が必要となるが, データ数が多いとその処理時間が問題となる。我々は, winged edge構造²⁾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良く分離する方法を検討したので報告する。

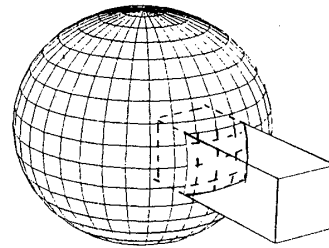
2. 集合演算における立体データの分離

B-Repを用いたソリッドモデルの集合演算では, 図1に示すように, 立体の内部に埋没する部分が発生する。立体のボックスチェックにより明らかに外部にあるデータは容易に抽出できるが, それ以外のデータは全て内部データになる可能性を持っており, その内外判定が必要となる。立体内部に隠れる部分のデータ(ここでは稜線データで代表させる)と外部に現われるデータを分離する方法として, 次の二つのが考えられる。

- i) 存在領域が明確でない全ての稜線について, 立体の内外判定を行う。
 - ii) 内部又は外部と判定された稜線を基点に, 接続する稜線を探索する。
- i) は3次元内外判定を必要とし計算時間の点で不利となるため, ii) を検討することにした。

3. グラフによる立体稜線の探索

winged edge構造²⁾では, 図2のように稜線に隣接するウイング稜線情報を保持しており, 立体を図3のようなグラフに変換できる。更に, 干渉線によって複数の部分に分離された立体データは, 図4に示すように, 二つのグラフに分離でき, 内部・外部データの判定は, グラフの連結性の判定問題に帰着できる。つまり, 図4の稜線のうち, 干渉計算時に内部と判定された稜線(例えば2A)を出発点として, そこから到達できる稜線を探索することにより全ての内部稜線を抽出できる。外部の稜線も同様である。干渉計算において, 干渉稜線の周囲の面又は稜線の内外判定は必ず行われるので, 上記のような探索は可能である。



--- 内部データ

図1 集合演算における内部データの発生

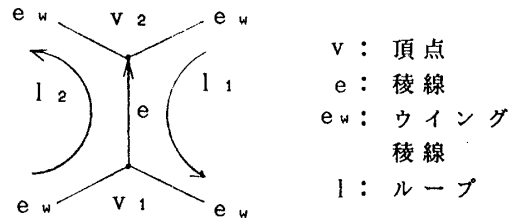


図2 winged edge構造

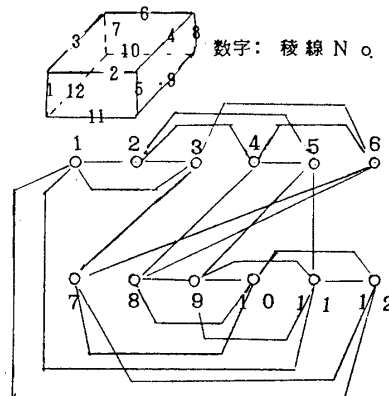


図3 立体データのグラフへの変換(1)

4. 立体データの分離方法

グラフの連結性の判定には、接続行列から可到達行列を求める方法もあるが、行列のべき乗計算に膨大な時間を要し、実用的でない。

このため、図5に示すように接続稜線を順次探索する方法を採用した³⁾。テーブルとしては、基点から到達できる稜線を格納する接続稜線スタック (CEST) と立体内部に埋没する稜線を格納するテーブル (IDST) を用意し、初期値としてIDSTには干渉計算で、内部データとして保証された探索開始稜線 (例えば図4の2A), CESTには上下のウイング・データを格納しておく。稜線スタックCESTから、稜線No.を取り出し、IDSTに既に登録されているかどうか調べ、既登録であれば、CESTから次のデータを取り出す (図5 I)。もし、未登録であれば、IDSTに登録すると共に、winged edgeデータから上下のウイングデータ (4個) を取り出し、IDSTに未登録のデータをCESTに登録する (II)。この処理を、CESTが空になるまで続ける。この方法には、次の利点がある。

- i) 処理内容、処理時間が立体の形状に左右されない。
- ii) 処理の終了、つまり必要なデータが全て探索できたかどうか、の判定が容易である。
- iii) IDSTを工夫することにより、稜線数に比例した時間で処理可能である。

球を例として、処理時間を実測した結果を表1に示す。

5. 結 言

B-Repモデルの集合演算において必要となる稜線データの内外判定法に、グラフを用いることが有効なことを示した。本法は、集合演算の干渉処理と組み合わせることが容易である。

文 献

- 1) 千代倉：ソリッド・モデリング，工業調査会 (S60)
- 2) B. G. Baumgart: National Comp.Conf. ('75)
- 3) 野崎：アルゴリズムと計算量，共立 (S63)

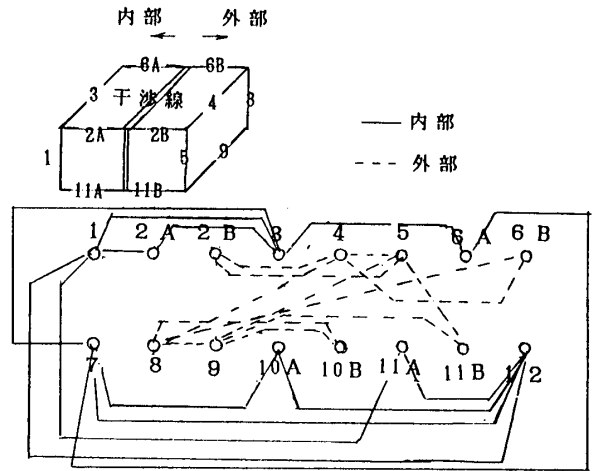
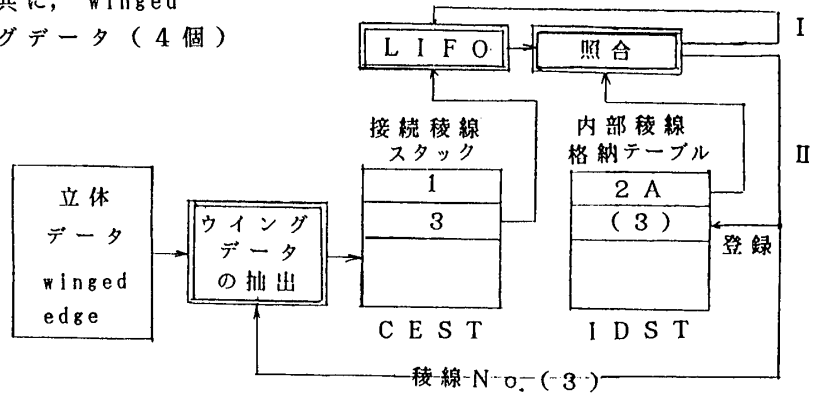


図4 立体データのグラフへの変換 (2)



I: CESTからの抽出データがIDSTに存在していた場合
 II: CESTからの抽出データがIDSTに存在しない場合
 (3): 1回目の処理により生成される稜線No.

図5 内部稜線データの抽出方法

表1 処理時間の実測値

探索稜線数	処理時間 (s)
1000	0.65
4000	1.83
7000	2.84

(VAX8300)