

技術紹介

ポリゴンモデルからソリッドモデルへ

～3次元CADにおけるソリッドモデル機能の技術開発について～

The Solid Model Function our Three-dimensional CAD and Overview of the Technical Processing of the Unique Features

藤江 和久 *1
Kazuhiisa FUJIE

伊東 孝*2
Takashi ITO

渡邊 幸史 *2
Kouji WATANABE

1. はじめに

近年、国土交通省が進めている CIM では、3次元 CAD におけるソリッドモデルを作成し、重量を算出する機能が必要になりました。これまで、川田テクノシステム(株) 当社の 3次元 CAD (V-nas/Clair) は、地形を中心にしたモデルの取扱いを主な用途として捉えてきたため、ポリゴン要素のみの対応でしたが、今後は、構造物(橋梁、トンネル、ダム、道路小構造物など)や土量計算への対応が必要となり、ソリッドモデルを検討することになりました。

2. ソリッドモデルの考え方

一般的に、ソリッドモデルは、幾何データと位相データに分類されて構成されています。

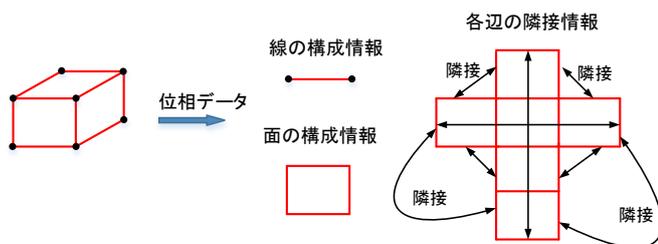
(1) 幾何データ

- ・点情報，線情報，面情報があります。
- ・線情報は，円，円弧およびスプライン曲線も含まれます。



(2) 位相データ

- ・点，境界線，面の隣接情報であり，モデルを構築するために必要なデータです。



3. 実装した要素

一般的には、幾何データと位相データを持つ要素で構

成されますが、実現性を優先して、現状のポリゴン要素を拡張させてサーフェス要素，ソリッド要素を搭載しました。

(1) ポリゴン要素

3点で構成された面で，既存システムで取り扱える要素です。



図3 ポリゴン要素

(2) サーフェス要素

境界線(線分で構成)で囲まれた面です。面外になるような場合には，折れ線を表示します。内部の構造は，ポリゴンを連結したものです。

サーフェス要素

サーフェス要素の内部構造

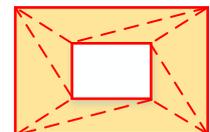


図4 サーフェス要素

(3) ソリッド要素

複数のサーフェスから構成され，閉じた空間になるものを指します。実際には，ポリゴンの隣接辺を調査し，連続化させて閉じた空間になっているかを判定しています。

ソリッド要素

ソリッド要素の内部構造

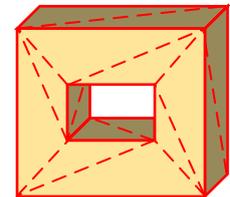
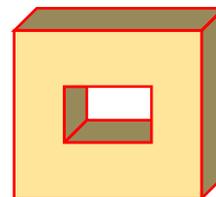


図5 ソリッド要素

4. 搭載した機能

基本要素として実装したサーフェス，ソリッドを利用して搭載した主な機能を以下に示します。

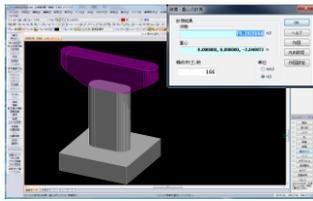
(1) 体積計算

サーフェス，ソリッドで閉じた空間をチェックし，閉じた空間の場合に体積計算を行います。

*1 川田テクノシステム(株) テクニカルイノベーションセンター テクニカルマネージャユニット Technical General Manager

*2 川田テクノシステム(株) テクニカルイノベーションセンター クリエータユニット

梁部分の体積を計測



各部位の体積を表示

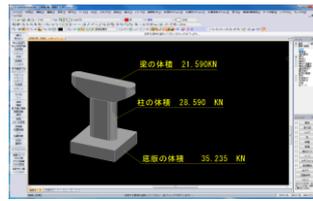


図 6 体積計算表示イメージ

(2) ブーリアン演算

ソリッド同士の和、差、積の処理を行います。

ソリッドの和、差、交差

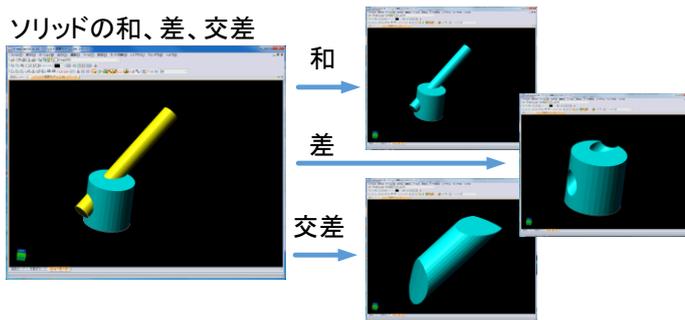


図 7 ソリッド同士の和、差、交差イメージ

5. 独自機能

ソリッドに関する独自に処理した機能を以下に示し説明します。

(1) 体積計算

今回、体積を扱う方法として、多角錐を離散化し、数値積分を行う方法を用いて処理することで、処理速度の高速化や汎用化を実現しています。

1) 離散化

ソリッドの変化点でスライスして離散化します。

三角錐モデルの場合(2箇所でスライス)

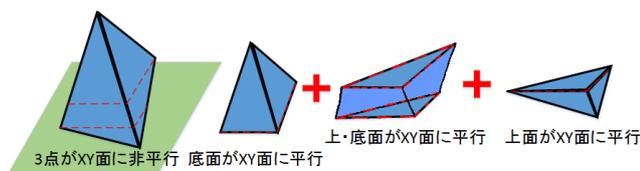


図 8 三角錐モデルの体積計算

2) 数値積分

X 勾配と Y 勾配があるので、2 次式になるため中間の断面を求めることにしました。以下の式で 1 区間の体積を求めます。全体の体積は、スライス面ごとにもとめた値の合計です。

四(多)角錐体

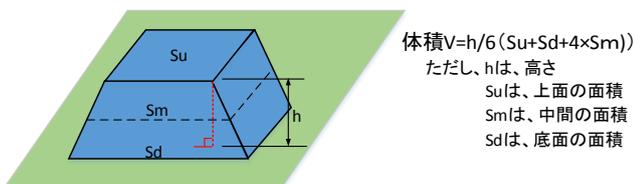


図 9 数値積分イメージ

(2) ソリッドブーリアン演算

① 演算対象となる 2 つのソリッドに対して、互いの交差面を抽出し、基準要素上の各面上に交差線を考えます。

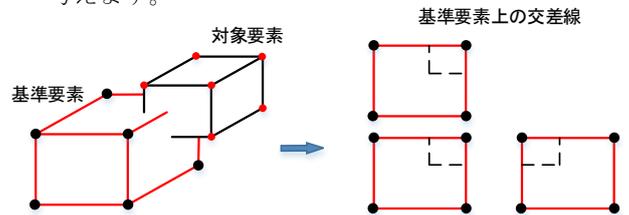


図 10 ソリッドブーリアン演算

② 交差線により閉じている面とその重心点を求めます。

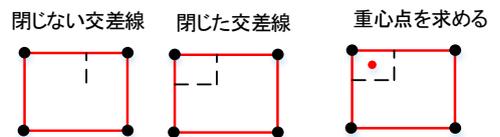


図 11 交差線の扱い

③ 対象要素に対して②の重心点から X,Y,Z 方向の無限線を考えて、交点の数で内外判定を行っています。これは、2 次元のハッチングの内外判定と同様です。

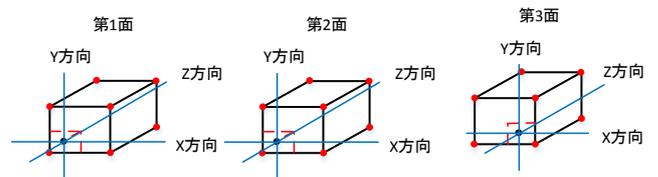


図 12 内外判定方法

④ 内外判定をもとにブーリアン演算を実現させています。

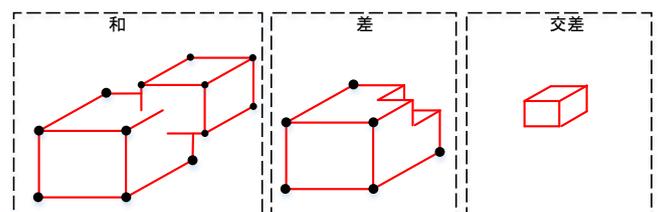


図 12 ソリッドブーリアン結果

6. 曲面を含むソリッドモデルへの展望

境界線が円弧である曲面モデルを利用する場面も多ありますが、現段階では曲面を表現する要素がないため、複数の三角形ポリゴンで擬似的に表現しています。そのため、要素を構成するポリゴン数が多くなり拡大すると角張っていたり、曲面部分の体積計算に誤差が出たりします。今後は、曲面を表現できる要素を新たに追加することで、データサイズの低減、見た目の滑らかさの向上および体積計算精度の向上を目標に開発を進めていきます。