

(Ⅲ-4) 不連続体解析 FESM による可視画像化に関する研究

前橋工科大学大学院建設工学専攻 ○学生会員 荻原 律
前橋工科大学建設工学科 正会員 濱島 良吉

1. はじめに

本研究では 3 次元不連続体解析 (FESM) により、地殻変動解析さらには火山噴火シミュレーションを行っている。この新しい解析手法は、結晶構造モデルを扱うことが可能であり、しかも要素間の滑り、剥離、更に要素間の変形をも考慮した解析が可能である。弾性、弾塑性、粘弾性、動的解析や、熱・流体・応力が連成した複雑系の解析まで応用が可能である。現在、文部科学省の地球シミュレータープロジェクトにおいて日本列島の地震発生メカニズムの解析を行っており、この場合、プレートの潜り込み、更に断層系を考慮した三次元的な動的解析を行っている。この解析手法は多面体としてのボロノイ分割要素を用いることが可能である。現在、2 次元のボロノイ分割法 (ティーセン分割法) (図 1) は地理情報システムにおいて各種シミュレーションを行うために必要かつ重要な研究テーマとされているが、3 次元ボロノイ分割は未だ地理情報システムには利用されていないのが現状である¹⁾。本解析モデル (図 2) はボロノイ分割による結晶構造要素を用いており、3 次元 GIS の構築が可能であると考えられる。そこで、本研究では GIS 解析の一貫として、3 次元不連続体解析 FESM を組み込んだ 3 次元 GIS の確立を目的とする (図 3)。次に FESM を 3 次元 GIS として利用可能にするために行った任意断面で切断される多面体構造の可視画像化について述べる。

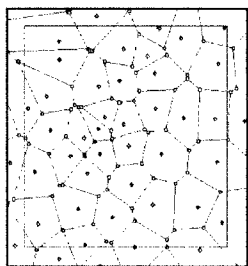


図 1. 2 次元ボロノイ図

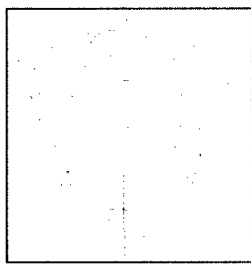


図 2. 3 次元結晶構造モデル

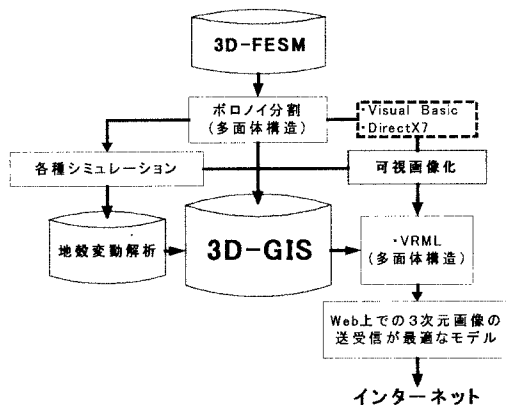


図 3. 3-DFESM による 3D-GIS の確立

2. 可視画像化

可視化プログラムは 3 つのプログラムで構成されている (図 4)。データの読み込み・保存・呼び出しプログラムは、FESM での解析前のモデルのインプットデータと、解析後のアウトプットデータの読み込み・保存 (配列に格納)・呼び出しを行うプログラムである。画像描画プログラムは、DirectX6/7 の機能を使い、画像描画を行うプログラムである。DirectX7 の基本的手順は、まず、初期化をし、次に 3D 空間上に物体、カメラ、光源といったオブジェクトを配置し、最後に描画命令を発行するだけでよい。アニメーションプログラムは、Visual Basic のタイマーコントロールを用いて、火山噴火に伴う地殻変動の経緯をアニメーションで表すプログラムである。これらのプログラムの流れは、図 4 のようになる。

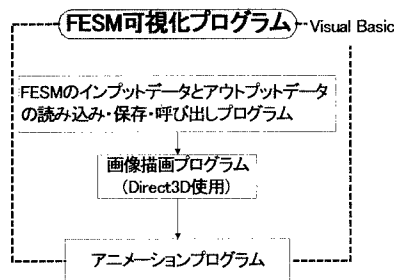


図 4. 可視画像化プログラムの構成

キーワード: FESM, 可視画像化, Direct3D

連絡先: 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1

TEL: 027-265-7361

FAX: 027-265-7361

3. 結果と考察

図5～10は直径20 km, 高さ10 kmの火山モデルのアウトプットデータを基にFESM可視画像化プログラムで描画を行ったものである²⁾。図5はフラット表示であるが、強度がランダムなのでモデルの壊れ方には明瞭な異方性が現れているのが確認できる。図6はモデルの見たい範囲を決めて描かせた要素分断機能であり、図7は任意の断面で切断した切断面を描画した機能である。図8はモデル内部の応力状態がどのように分布しているのかを捕らえるために、FESM解析後のデータから主応力のデータを抽出し、そのベクトルの大きさ別に色を変化させたものである。色は赤から青のグラデーションを32色用意し、モデルの切断面に彩色変化を与えられるようにした(赤; 応力強, 青; 応力弱)。これによりモデル内部の応力状態の変化を明瞭に示すことができる。また、本解析モデルは中実モデルであるので、要素内部の状態がどのように変化するかなどを捉える機能をFESM描画機能に付加することは必須である。これを解決するためにモデル全体に透過率を与え、(図9), モデルを透視することによりモデル内部の亀裂や開口を明瞭に描画できるようにした。

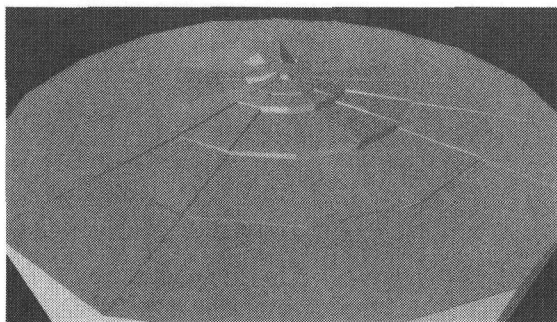


図5. フラット表示機能

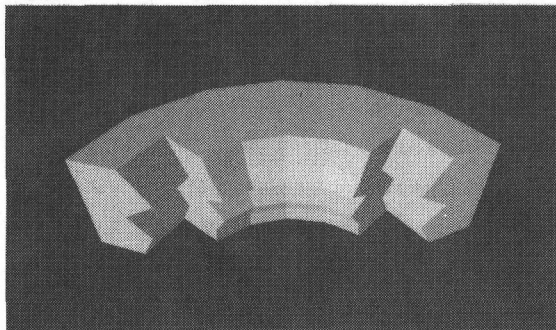


図6. 要素分断表示機能

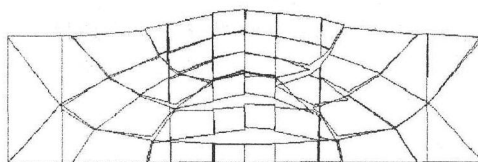


図7. 切断面表示機能

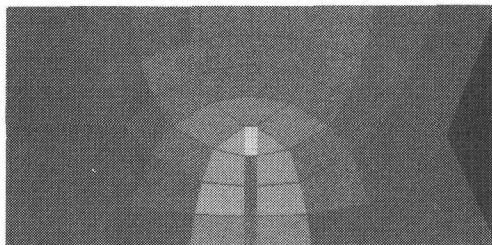


図8. 要素彩色表示機能

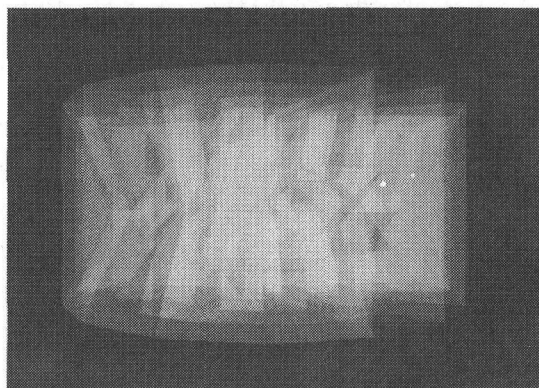


図9. 透明表示機能

4. まとめ

本モデルの要素は多面体要素となっており、インターネット上で3次元画像を送受信するのに有効なVRLM画像にも変換することが可能である³⁾。FESMを3次元GISとして利用する場合、地下の断層系を含んだ状態で各種シミュレーションが可能である。今後、都市開発において3次元地下空間の有効活用が必要となるが、こうした分野への活用が期待できる。

参考文献

- 1) 国土空間データ基盤推進協議会, “新しい生活情報基盤の創造 空間情報技術入門”, 国土空間データ推進協議会
- 2) 荻原, 濱島, “不連続体解析シミュレーションによる火山性地震活動に関する研究”, 第20回地震工学研究発表論文集, 2001.8, pp.145-148
- 3) 中山 茂, “VRLM 2 動く3Dグラフィックス”, (株) 技法堂出版