

FEM への AVS の利用

岡山大学大学院 学生員 〇片桐 弘樹
岡山大学大学院 学生員 藤後 尚史
岡山大学環境理工学部 正会員 谷口 健男

1. はじめに

FEM(有限要素法)による解析は、Pre-processing → Main-Processing → Post-Processing という手順で行われる。具体的には、解析モデルの作成→解析計算→解析結果の表示及び評価という流れである。ところで、3次元問題に対してこの方法を適用する際には、多くの困難な問題が生じることは広く知られているが、ここで生じる問題の多くは、3次元での解析モデル及び解析結果の表示が困難であるという理由によるところが大きい。そこで、Application Visualization System(米 AVS 社、以下 AVS と略)を利用して、効率的に3次元の FEM 解析を行えるシステム設計の検討を本研究で行う。

2. 3次元 FEM の流れと AVS の役割

3次元 FEM 解析の流れの中での AVS の利用例を以下に示す。ここでは1例として、ISRM(International Society for Rock Mechanics)で岩の破壊じん性の検討を行うために提案されている、Chevron Bend モデルを挙げ、FEM 解析の流れの中での AVS の役割の検討を行ってみる。なお、この Chevron Bend モデルは、3軸方向のうち1方向についてのみ異方性(ヤング率・ポアソン比が異なる)をもつ異方性体である。なお、図1は ChevronBend を、図2は3次元 FEM モデルを示す。

解析手順

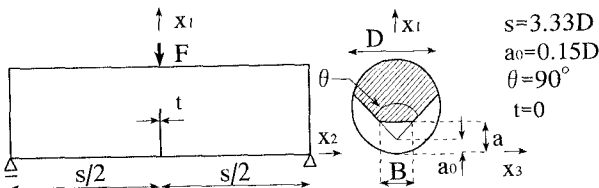
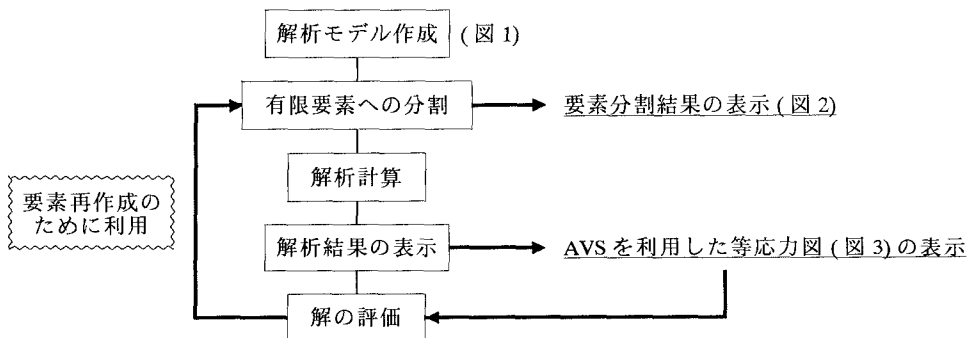


図1 Chevron Bend モデル

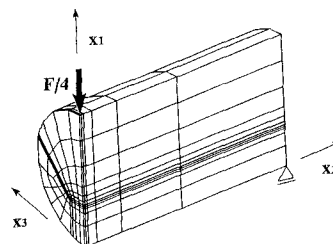


図2 解析用有限要素モデル(1/2モデル)

図3で示すように、AVSを用いると、容易に解析結果の表示を得ることができる。そして、この段階で適切な結果が得られていない場合には、同じ図の中に要素を構成する節点番号や要素番号をも表示させることができるため、再び有限要素分割を行う際、モデルの改良に有用なデータとして活用できる。さらに、この例では利用していないが、解析モデルを有限要素へ分割した要素分割図も、AVSによって容易に表示させることが可能であり、要素分割の時点で不適切な要素を認識しやすく、要素形状に対する適当な判定条件を与えれば、AVSを用いて解析上好ましくない要素の存在位置の把握が容易となり、不適切な有限要素モデルを用いた不要な解析計算を行わなくてもよいことになる。これは特に自動要素分割法を適用したときに有効になると思われる。

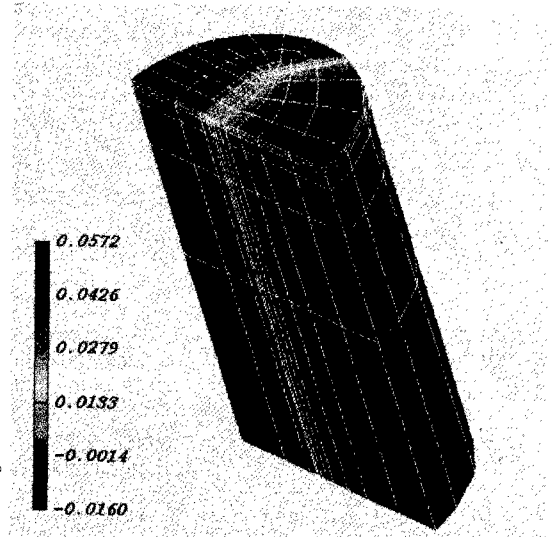


図3 等応力図

3. AVS 利用に関する一提案

現在我々は、AVSを、有限要素分割モデルや解析結果の表示部として利用している。有限要素モデルの改良や、解析結果の評価を行うために、その都度使用するツールとしては、現在の利用方法のみでも満足できるものである。しかし、高機能なAVS環境下において、有限要素モデルの作成から解析及び解析結果の評価を一貫して行うことを考えた場合、仮にそこで満足できる解が得られていなければ、その解析結果を踏まえた上で再び有限要素モデルの作成段階にまで戻り、以前より良好な有限要素モデルを作成する、ということが可能となり、そうすることによって、さらによりよい解析結果が得られるのは明らかである。のみならず、解析者の労力軽減が図られ、時間的なコストも縮小することも可能であろう。すなわち、AVS環境下での、3次元有限要素解析システムの開発を行うことができれば、3次元FEM解析を著しく効率化できると思われる。

それを可能とするにはいくつかの条件が必要である。解析作業を行う際、特に手間のかかるのは有限要素モデルの作成であることは容易に理解できるが、このためには、有限要素分割の自動化という条件は決して避けて通れないものとなる。しかも解析対象が3次元であるため、2次元とは比較にならないような複雑さを呈する場合が多い。AVSを用いた場合、前回の解析モデルによる数値解を容易に次の解析モデル作成のための情報としてフィードバックさせることができる。例えば、図3に示した解（ここでは等応力面）の3次元の様相（形状）の認識が可能であることから、その様相を用いて、新しいモデルを作ることには例えば3次元Delaunay Triangulationを用いれば可能である。ここに挙げたような機能を備えた、AVSと自動要素分割及び解析プログラムを統合したシステムを構築できれば、その利用価値は非常に高いものになると思われる。

4. あとがき

前述したように、現段階では、これまでの3次元FEM解析の手順の中で、AVSを便利な可視化ツールとして利用しているという程度のものである。これをさらに発展させ、AVSの環境下で、Pre・Main・Post-Processingのすべての作業を行うことが可能な、システムの構築を目指すことが3次元FEMの今後の1つの方向であると思われる。