

IntelligentPadの境界要素法解析への応用に関する研究

1M-10

島瀬 浩*
*王子製紙株式会社

田中 譲**
**北海道大学工学部

1.緒言

近年の有限要素法(FEM)や境界要素法(BEM)などの各種シミュレーション技術の発達に伴い、これまでの解析的手法では困難であった任意形状物体の解析が可能になった。

本論文では、我々が開発している思考支援システムの構築ツールを目指した総合環境システムであるIntelligentPad_[1]を開領域音場の境界要素法解析(BEM:Boundary Element Method)に応用し、対象領域の要素分割、計算、解析結果処理を総合的に支援することを提案する。IntelligentPadシステムは全てのものをコンピュータ上の紙(Pad)とみなし、それらを組合せ、機能合成することが可能なシステムである。

2.境界要素法による開領域音場予測

音響問題における支配方程式はHelmholts方程式とよばれ、以下で示される。

$$\nabla^2\phi + k^2\phi = 0 \dots(1)$$

ただし、 ϕ :速度ポテンシャル k :波長定数 ∇ :Laplace演

算子である。境界要素法ではこの支配方程式を重み付き残差法を用いて積分方程式に変換し、さらに離散化することにより連立1次方程式を得る。この連立1次方程式に境界条件を代入することにより境界上の速度ポテンシャルが求められ、領域内のポテンシャルを求めることができる。定式化は三角形一定要素で行った。

3.要素分割パッド

このシステムでは要素分割データ作成を要素分割パッドの集合として取り扱う。要素分割作業はMeshPadを任意の大きさに変え、それを貼合わせることにより行う。MeshPadは以下のような機能を持つ。
 ・自分自身の領域により内部を三角形要素に要素分割する
 ・MeshPadの三角形要素の大きさの指定はダイアログボックスで1要素最大面積を設定することにより行う
 ・境界条件はマウス操作により対象要素を選び入力する

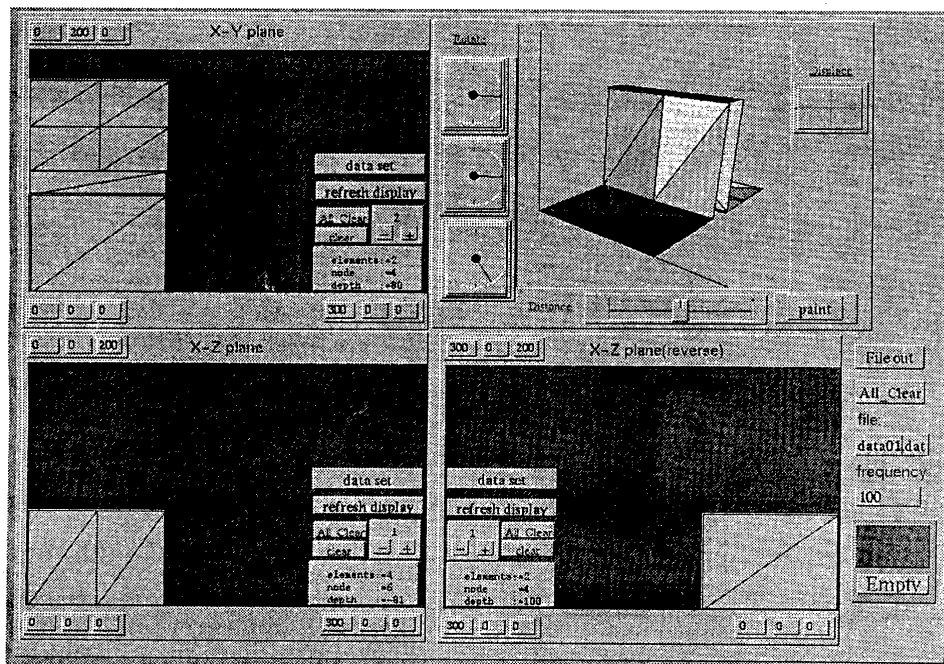


fig 1 要素分割パッド

Application of IntelligentPad to numerical analysis based on Boundary Element Method
 Hiroshi SHIMASE, Yuzuru TANAKA
 Hokkaido Univ.

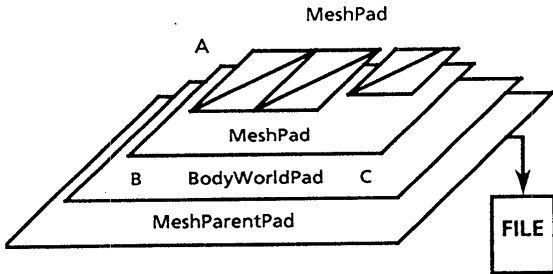


fig2 座標変換

MeshBasePadには上にはられた複数枚のMeshPadのデータを内部に保存し、データ番号を指定することによりMeshPadの情報(接点数、要素数etc)を表示する。MeshPadの接点座標は、このMeshBasePadの大きさに対する相対的な座標に変換される。

BodyWorldPadは与えられたMeshPadの接点座標(2次元)をMeshBasePadの3点のA,B,Cの座標を与え、3次元座標系に変換する。MeshPadはdepthという設定値を持ち、BodyWorldPadで設定された平面に対し距離depthの垂直な平面を与えるが、座標変換はこのパッドが行う。

MeshParentPadは全ての要素分割情報をBEMプログラムに必要なフォーマットでファイル出力する。このとき計算に必要な周波数などのファクタも追加される。

作成した要素分割データの確認は3DPadで行う。このパッドは出力されたファイルを3次元的に表示する機能を持ち、視点と対象物の距離、角度を変えて確認が行える。パッドの構成例をfig1に示す。

4.境界要素法計算パッド

境界要素法計算パッド(BEMPad)は開領域音場の音圧分布を計算することができる。パッドはデータの入出力のみを行い、計算はネットワークでつながれた他のコンピュータ上のFortranプログラムを実行する。このようなパッドを代理人(proxy)パッドと呼ぶ。

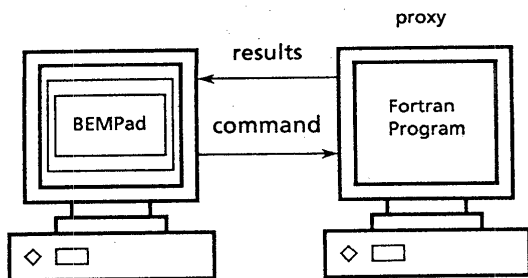


fig3 proxy pad

計算結果の評価は評価目的によって様々な形態に変換される。音圧分布を評価する最も一般的な方法は等音圧線図であるが、等音圧線パッド(ContaPad)は境界要素法計算パッドにより得られた領域内の代表点の音圧から等音圧線図を描く機能を持ち、パーメータをマウス操作することにより図の拡大縮小ができる。

セーブパッド(SavePad)はパッドのロットから受け取った情報を内部に保持する機能を持ち、得られた等音圧線図を記憶する媒体として利用した。データの格納はContaPadの上にSavePadをのせ、ボタンをクリックすることで行い、データの呼び出しは必要とするデータ番号を指定することで行う。データ番号を連続的に入力するパッドをSavePad上に貼ることにより、周波数が連続的に変化したときの等音圧線の変化を紙芝居的に表現することができる。

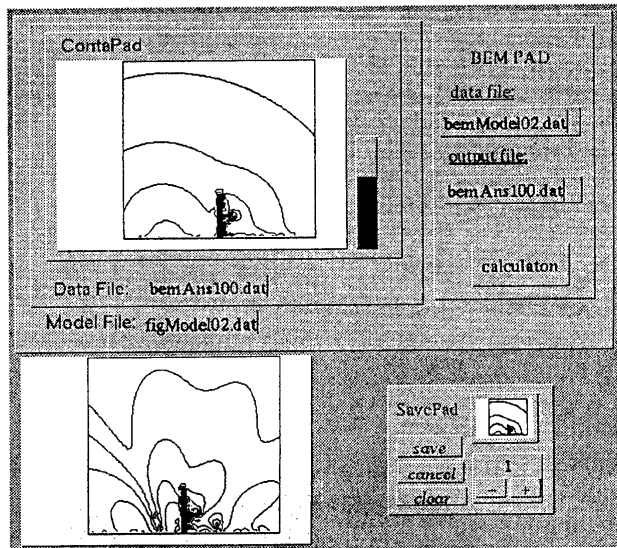


fig4 BEMpad

5. 結言

IntelligentPadシステムの応用例として、開領域音場の境界要素解析の支援ツールを開発した。

IntelligentPadを用いることにより、システムを切り替えることなく要素分割から結果処理までを統合的な環境下で行うことが可能である。開発したシステムでは対象領域の要素分割とその確認を対話的に行い、得られた計算結果を一貫した操作環境の中で多角的に利用することができることを示した。

[参考文献]

[1] Y.TANAKA and T.IMATAKI: IntelligentPad: A HYPERMEDIA SYSTEM ALLOWING FUNCTIONAL COMPOSITIONS OF ACTIVE MEDIA OBJECTS THROUGH DIRECT MANIPULATIONS, Proc. of the IFIP 11th World Computer Congress, pp.541-546, San Francisco(1989)
 [2] 長崎洋、今滝隆元、田中讓: IntelligentPadの機構、第40回情報処理学会全国大会講演論文集 pp1146-1147(1 990.3)