

有限要素法による

7L-4

3次元場渦電流解析結果の可視化法

上甲達也、谷詰靖宏、山下英生、中前栄八郎

(広島大学)

1. はじめに

3次元有限要素解析から得られる渦電流は、3次元空間分布ベクトルである。この分布状況を人間にわかりやすく可視化するには、その大きさ、方向、その軌跡(流線)を同時に表示し、自由な視点から観察できることが望ましい。本論文では、渦電流分布状況をできるだけわかりやすく可視化するために、高機能グラフィックス・ワークステーションのグラフィックス専用プロセッサを積極的に利用して、対話性に優れた、二つの動画表示法を提案する。

① 渦電流密度の大きさに対応する、色づけされた複数本の渦電流線の、任意の視点からのステレオ動画表示。

② 任意の視点からの、導体切断面上におけるカラー渦電流分布の動画表示。

①の方法は、渦電流線上の電流の大きさ、方向、軌跡を同時に観察でき、解の妥当性の検討および現象の物理的な意味の理解に役立つ。②の方法は、切断面の渦電流分布を把握するのに適した方法である。この複数枚の切断面を、種々の視点から透視表示することにより、導体中のほぼ全領域の渦電流分布を把握することができる。

2. 渦電流線の可視化

3次元空間中の渦電流線を次のようにして求める。(1)任意の出発点を与え、その点を通る渦電流線を渦電流ベクトルを用いて逐次追跡することにより渦電流線上の点列を求める。(2)各点列間を、渦電流密度の大きさに対応した色の線分によって結ぶ。こうして求めた渦電流線を、ワークステーションのCRT上にステレオカラー表示し、視点の移動による動画表示を行う。この際、解析者にとって物理現象が理解しやすいように、コイル・導体・鉄心などの機器、構成部品の幾何形状も同時に線画表示する。なお、動画表示は、ワークステーションのグラフィックス専用プロセッサを用いて行う。

ポストプロセッサは、解析者にとって対話性の優れたシステムである必要がある。本システムでは、メニュー画面とマウスを使用することにより操作性の優れたシステムを構築した。以下に、操作性向上のための機能を示す。

- 1) 視点の移動: 視点を任意の速度で、任意の方向へ制御することができるので、解析対象物体と渦電流線の様相を、実物を直接見る感覚で観察することができる。
- 2) カラースケールの選択: 渦電流値を正確に読みとることができるカラースケールと、渦電流分布の全体的な様相を直感的に理解しやすいスケールの二つを備えている。
- 3) 渦電流線の太さの変更: 観察目的に適合した太さで渦電流線を表示できる。
- 4) 渦電流線の選択: 特定の渦電流線を任意に選択できる。

3. 渦電流密度分布の可視化

導体を xy , yz , zx 平面に平行な複数の断面に分割し、各断面の渦電流分布をカラー表示する。これらの断面をコイル・鉄心などの機器とともにCRT上に透視投影し、視点の移動による動画表示を行う。ただし、ステレオ表示は行わな

Visualization on 3-D Magnetic Field by F.E.M

Tatsuya Johkoh, Yasuhiro Tanizume, Hideo Yamashita, Eihachiro Nakamae
Hiroshima University

い。の表示は、まず、平面上に格子点を発生させ、渦電流分布各格子点に渦電流密度の大きさに対応した色を割り当てる。格子点に囲まれた正方形要素領域内部の色は、格子点色データを用いて補間により求める。この補間処理は、ワークステーションのグラフィックス専用プロセッサにより高速に処理される。本システムでは、対話性の向上のために2節と同様に、メニュー画面により視点の移動およびカラースケールの選択を可能にしている。また、渦電流分布を表示する断面は xy , yz , zx の各平面に平行な複数の面からなるが、観察者は目的に応じて任意の断面を選択することができる。

4. 適用例

図1のモデルにおいて、1000[AT]の起磁力をコイルに与えたときの3次元渦電流場解析を行い、アルミ導体中の渦電流の可視化を行った。なお、動画表示に使用したワークステーションは、SiliconGraphics社のIRIS-4D120GTXであり、リアルタイムでの動画表示が可能である。

$Z=91.5[\text{mm}]$ の点を始点とする渦電流線のみを表示した結果を図2に示す。このモデルのコイルとアルミ導体板は xy 平面に関して正方形であるが、コイル中央の鉄心は長方形のために、渦電流の流れ方も導体中央部で鉄心の形状に沿った楕円形状になっている。渦電流密度分布の表示結果を図3に示す。渦電流は鉄心の形状にそった楕円形状に分布し、渦電流が分布し、また、アルミ板の厚さ方向への渦電流の侵透状況がよく判り、アルミ板の周辺部で厚さ方向に渦電流が増加する様相が観察できる。このように、渦電流についての細部にわたる振舞いが、本可視化法を用いることにより容易に認識できる。

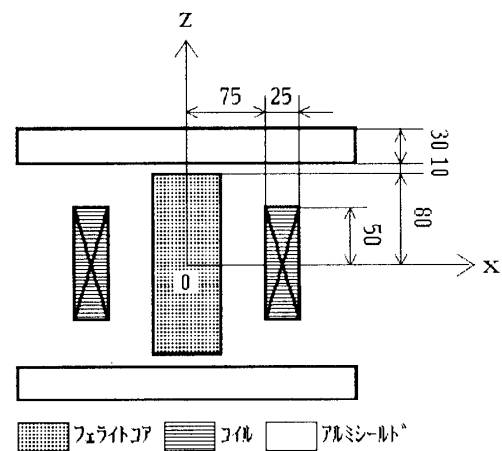
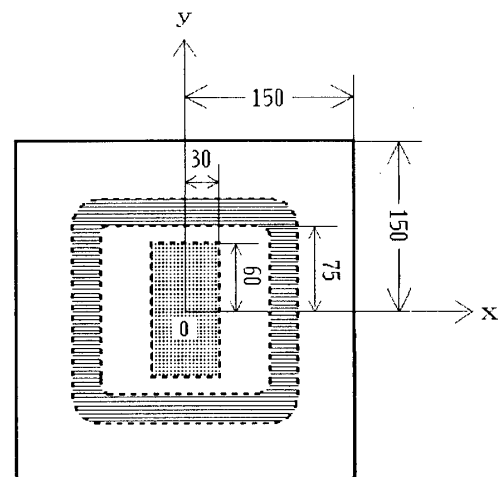


図1 解析モデル

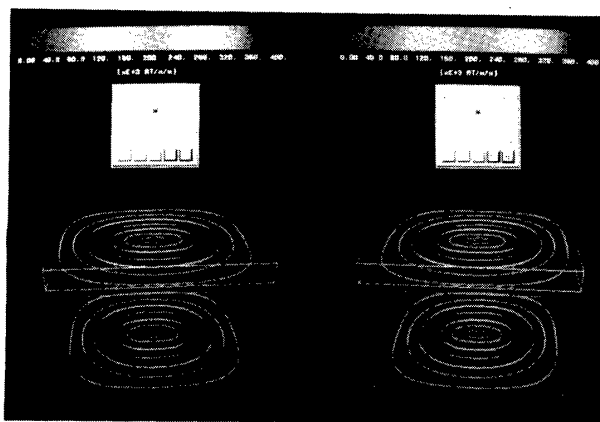


図2 渦電流線ステレオ表示

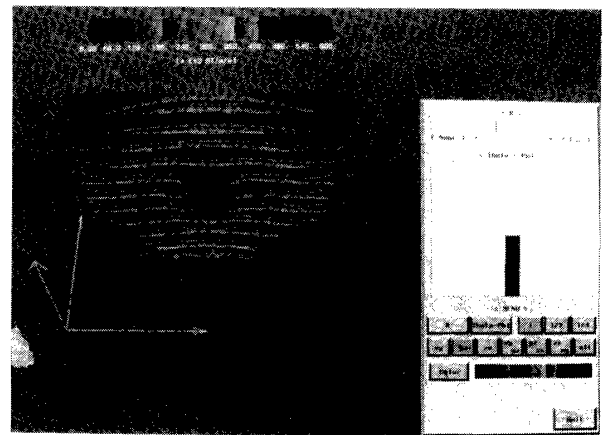


図3 渦電流密度分布

5. おわりに

3次元渦電流解析結果の可視化法の一つとして、渦電流線のステレオ表示と渦電流分布の表示について、ワークステーションのグラフィックス専用プロセッサを用いて操作性のよい動画表示システムを構築した。