



効率の良い回転機を開発するための 数値解析技術

—埋込磁石構造回転機の渦電流解析—

研究・開発機関 : 東洋電機製造(株)、岐阜大学、(独)海洋研究開発機構
 利用施設 : (独)海洋研究開発機構 地球シミュレータ
 計算規模 : 約1300万要素、CPU64台利用 1ステップ440秒(約7.3分)
 利用ソフトウェア : femeem (磁界解析)

Before

●回転機の大規模かつ高速な磁界解析技術が強く望まれていましたが、コンピュータを利用する場合、細部まで精密にモデル化する際に膨大な主記憶容量を必要とし、時間軸方向の刻み幅を細かくすると膨大な計算時間を要するなど、実用化には大きな課題がありました。

After

○地球シミュレータを用いることにより、鉄心の積層構造を考慮した大規模な回転機の磁界解析の計算を現実的な時間で行うことができました。
 ○これにより、軸方向の磁束が鉄心端部に渦電流損を発生させる様子を確認でき、また鉄損を高精度に計算するためには、鋼板中の渦電流の計算が必要であることがわかりました。

背景と目的

国内の電力消費のうち50%以上が回転機による消費であると言われており、回転機の効率向上は環境問題において避けることのできない課題のひとつです。高効率な回転機の開発設計のためには、回転機本体だけでなくケースやその他の構造物等、細部まで精密にモデル化して解析する必要があり、コンピュータを活用する場合、膨大な主記憶容量を必要とします。また、インバータ等による電圧波形や電流波形を正確に考慮するためには、時間軸方向の刻み幅を細かくする必要があり、膨大な計算時間を要します。そのため、回転機の磁界解析の大規模化・高速化技術の開発が強く望まれていました。

回転機の鉄心は、鉄心内に流れる渦電流の低減を目的として、表面に絶縁処理を施した薄い鋼板を積み重ねた構造になっています。このため、鉄心内に流れる渦電流およびそれによって生じる損失を精度よく計算するためには、鉄心を積層構造として解析する必要があります。しかしながら、そのような解析は計算規模および計算時間が膨大になるため、実現が困難でした。



図1. 回転機(永久磁石型同期電動機)

■ 利用成果

図2に解析モデルを示します。解析は回転体の形状を考慮して、周方向に1/6、軸方向に1/2の領域としました。図3に解析に用いたメッシュを示します。鉄心の積層構造を考慮して渦電流解析を行うために、軸方向のメッシュは鋼板1枚の厚さである0.5mmごとに分割されています。

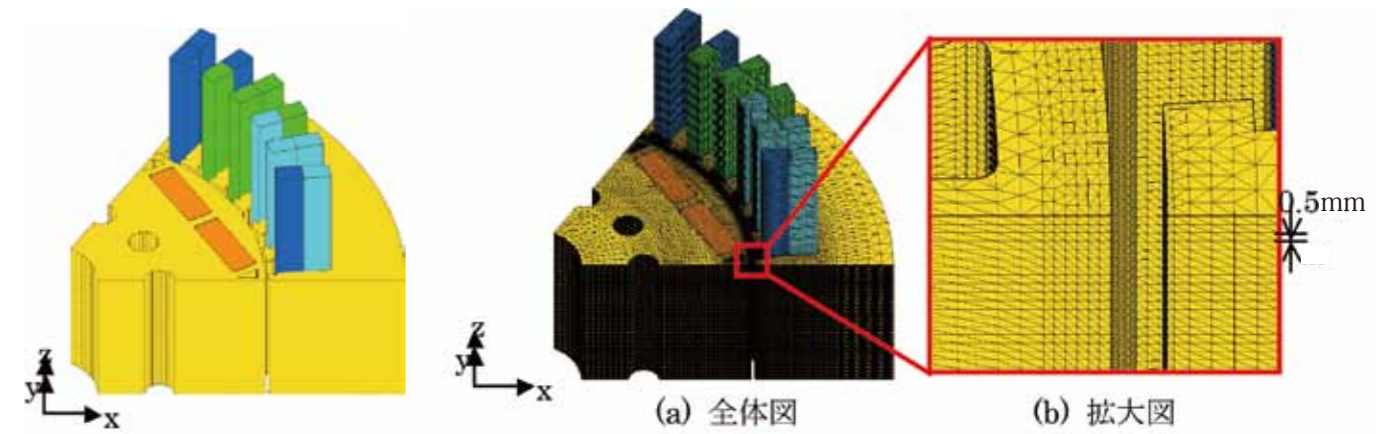


図2. 解析モデル

図3. メッシュ

図4に磁束密度から近似計算した渦電流損分布を示します。鉄心上面付近で、渦電流を考慮した場合の方が考慮していない場合よりも、若干損失が大きくなっていることが分かります。

表1に鉄損特性を示します。渦電流を考慮した場合の方が、考慮していない場合よりも鉄損の合計が約47%大きくなっていることが分かります。これは、渦電流を考慮していない場合では軸方向の磁束に起因する渦電流損が評価できていないため、鉄損を精度よく計算するためには、鋼板中の渦電流の計算が非常に重要であると言えます。(Je: 渦電流密度、B: 磁束密度)

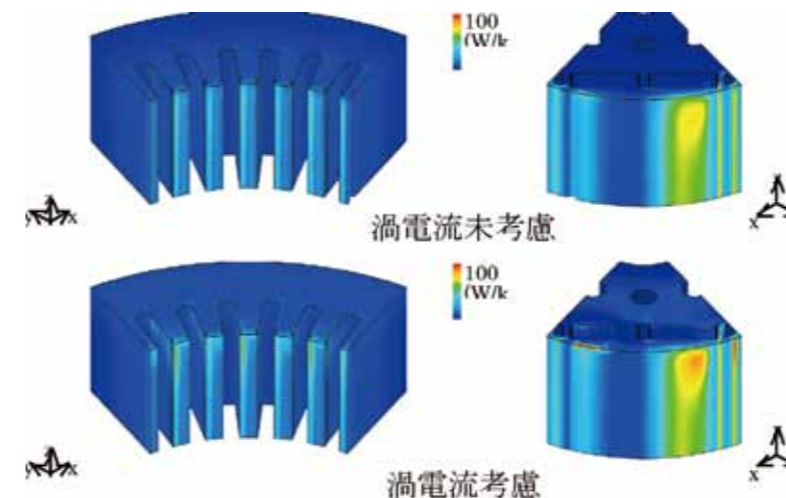


図4. 渦電流損分布

	渦電流未考慮	渦電流考慮
Je から直接計算した渦電流損 (W)	—	309.5
B から近似計算した渦電流損 (W)	187.0	187.4
B から近似計算したヒステリシス損 (W)	494.4	505.7
合計 (W)	681.3	1002.6

表1. 鉄損特性(W)