

電気自動車向け 車載モータの連成解析 —電磁界、熱流体、振動の連成解析—

研究・開発機関 : [株式会社戸田レーシング](#)
 利用施設 : 自社内設備、ワークステーション
 計算規模 : ワークステーションで数時間
 利用ソフトウェア : JMAG、scFLOW、Romax Nexus

Before

- 車載モータ開発においては、試作を行い、試験機で運転させて性能や温度、振動レベルなどを計測して改良点を見出し、次の試作でそれらを反映して改善するというサイクルで実施していました。
- 開発に必要な電磁界解析、熱流体解析、振動解析を個別に行っていたため解析工数が増えるので、効率的な手順が求められていました。

After

- 高精度の解析ソフトの活用により性能、温度、振動レベルの事前検証が容易に可能となり、効率的に解析性能ごおりの車載モータの試作を行えるようになりました。
- 電磁界解析を熱流体解析や振動解析と連成させて行うことにより、解析工数を削減でき、従来に比べ迅速かつ精度の高い解析結果を得ることが可能になりました。

背景と目的

地球環境の観点から自動車のハイブリッド化、電動化の波は避けられず、レース業界においてもその波は押し寄せています。トップカテゴリーであるFormula 1、世界耐久選手権ではハイブリッド化が進み、完全電動化となるFormula Eの誕生によってレースパーツサプライヤーとしてもその対応が求められています。

弊社は長年のレース活動を通して培われたものづくり技術とスキルの高い技術者およびマルチ技能者によって、少人数でありながらレーシングパーツを中心とした広範囲な商品開発と少量生産を実現してきました。

これまではレースエンジンの開発をスピードイーに行ってきましたが、そこで得られたノウハウを電気自動車向けの車載モータ、例えばインホイールモータの開発に適用させることで、電動化への対応を急速に進めています。これを効率よく推進するためには電磁界、熱流体、振動の連成解析が不可欠となっていました。



図1 超小型モビリティ車両(左)向けの薄型インホイールモータ(中央)とオンボードモータ(右)

■ 利用成果

電磁界解析

自動車で使われるモータは高い性能に加えて極めて高い信頼性が求められます。さらに、開発期間とコストに対するプレッシャーとも戦わなくてはなりません。

これらの厳しい要求に応えるためには設計段階における、より厳密なレビューが必要になります。弊社では電磁界解析ソフトJMAGを用いて2Dや3Dモデルで電磁界解析を行い、車載モータに求められる性能を得られる様にモータの内部形状の最適化を行っています。

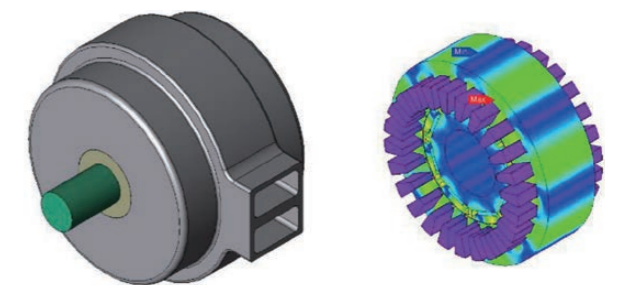


図2 車載モータの3Dモデルと電磁界解析結果(磁束密度分布)

電磁界解析と熱流体解析の連成

モータの高効率化および高出力化を実現するためには、温度上昇の問題をいかに解決するかが重要となります。温度上昇の問題の解決には、放熱性を向上させて温度上昇させないような熱設計を行うことも必要となります。精度良く熱設計を行うためには、まず発熱量とその発生部位を正確に把握する必要があります。電磁界解析でエネルギー損失を算出し、その損失分布を熱源として熱流体解析ソフトscFLOWに入力して、冷却水の流れやモータの回転による空気の流れをシミュレーションすることで車載モータの温度分布を評価しています。

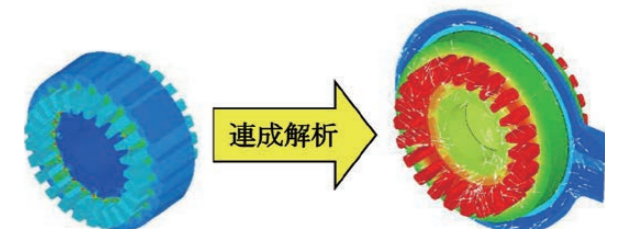


図3 電磁界解析結果(発熱量)から連成解析を行った熱流体解析結果(温度分布)

電磁界解析と振動解析の連成

昨今の電気自動車の市場拡大にあたり、モータを含むギヤボックスの設計開発プロセスにおいても効率化が求められています。より早い設計ステージにおけるギヤボックス振動・騒音問題の特定、対策の検討を行うにあたり、モータ部、ギヤボックス部を独立して解析を進めるのではなく、それぞれの相互関係を考慮する必要があります。電磁界解析だけをベースとしたモータ設計判断では不十分である場合があり、振動・騒音を把握した上で設計判断を行うことで、潜在的なリスクを避ける設計アプローチが必要となります。弊社では電磁界解析で求めたトルクや電磁力を振動解析ソフトRomax Nexusに入力して、発生し得る振動・騒音問題を予測するためのシミュレーションを包括的に行っています。

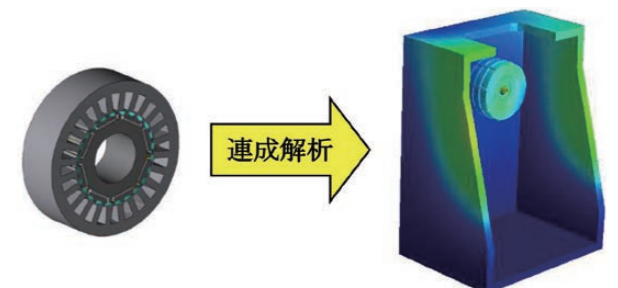


図4 電磁界解析結果(トルク/電磁力)から連成解析を行った振動解析結果(振動分布)

このように弊社では電気自動車向けをはじめ、迅速かつ性能の高い製品を提供するために、シミュレーション技術を効率よく活用して開発を進めています。

出典: [2020年JMAGユーザー会議講演文集「車載モータの電磁界熱流体解析連成2.0」](#)