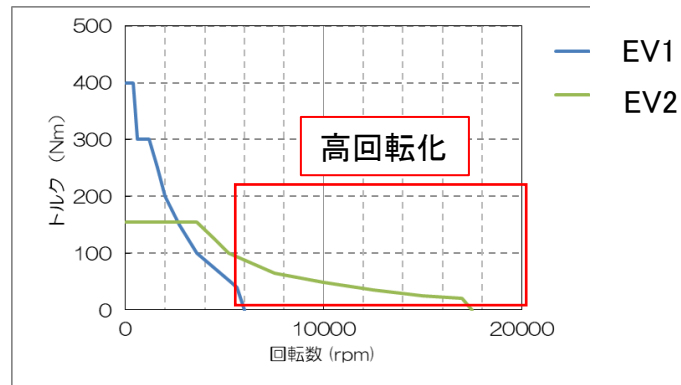


③ アプリケーション: モータ振動の電流進角依存性

モータ振動の電流進角依存性

高トルクおよび高回転など広い動作範囲が要求されるEVモータでは、「弱め界磁制御」が用いられています。この制御方法は誘起電圧の位相に対して、電流位相を動かすことにより、高回転化を図るものですが、同時に振動が増加するという課題も懸念されます。

上記課題に対して、薄フィルム技術を用いることにより、モータ振動要因であるエアギャップ磁束密度の評価が可能になり、制御方法によるモータ振動解析の高精度化に寄与できます。

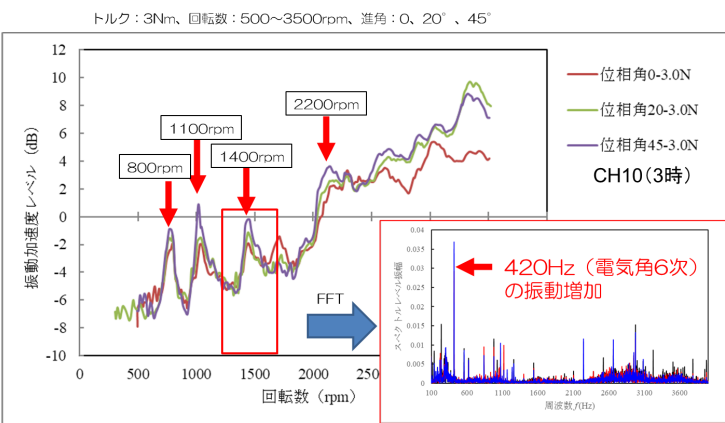


高回転領域では、逆起電力が増加し、電源電圧の制約により、電流が流れない(トルクが出ない)

弱め界磁制御

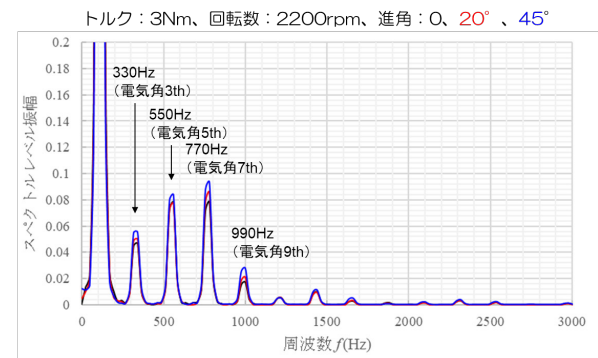
磁石磁束を弱め、逆起電力を下げる
→ 高回転領域まで運転可能

振動とギャップ磁束の関係は？
→ 薄フィルムを適用



■電流進角増加によって、振動加速度レベルは増加

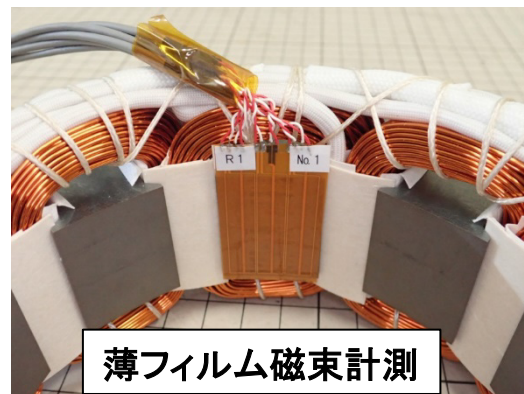
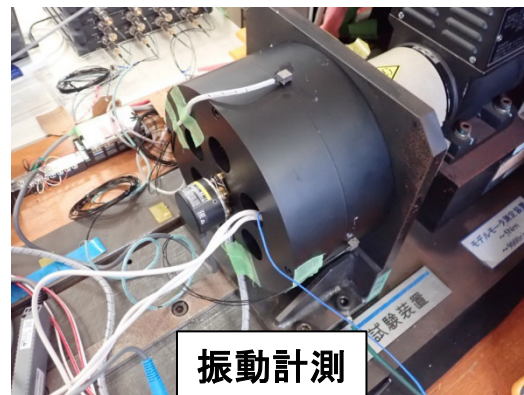
【振動加速度レベルの電流進角変化】



■進角増加に伴い、奇数次磁束高調波が増加

特に5次、7次の増加 → トルク脈動(6次成分)を増加(振動との相関あり)

【エアギャップ磁束密度のFFT解析結果】



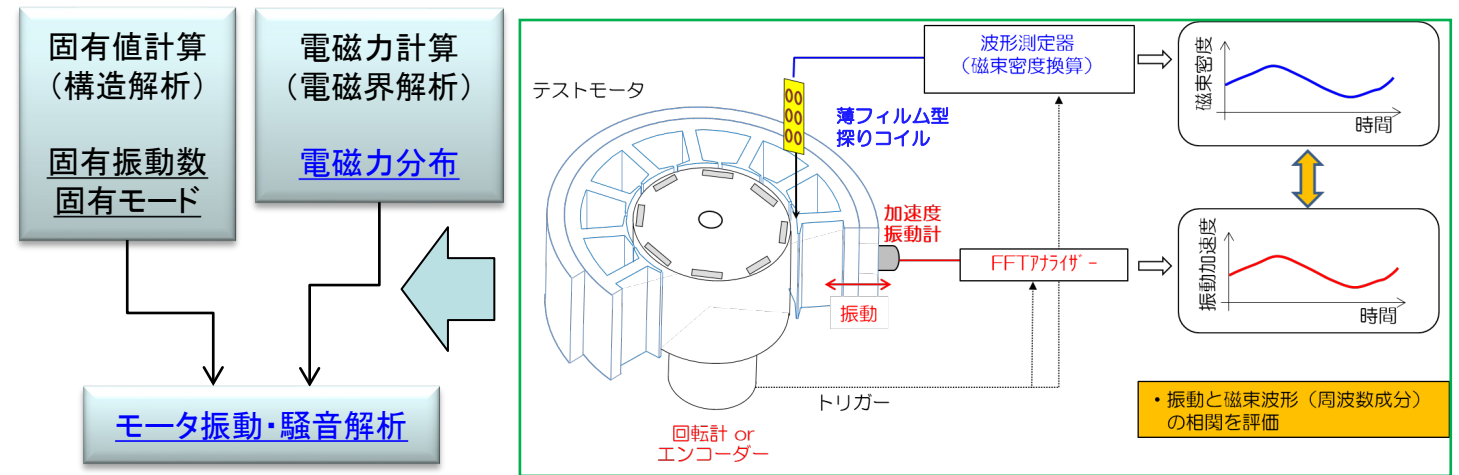
薄フィルム型探りコイルを用いたモータ振動解析

① モータにおけるエアギャップ磁束密度計測、振動計測、振動・騒音解析

特徴

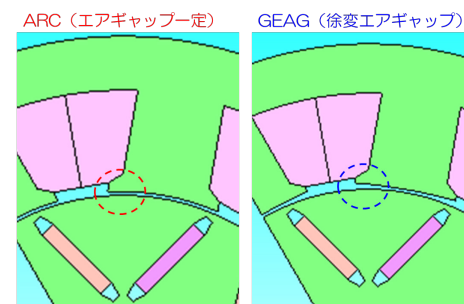
埋込型磁石同期モータ(IPMSM)は電気自動車やコンプレッサなどに多く使用されており、高効率・高性能だけでなく、低振動・静粛性への要求が高まっています。モータノイズ低減には、起振源であるモータの低起振力化が重要です。本技術では、独自に開発した薄フィルム型探りコイルを用いることにより、音・振動に関わる電磁加振力の発生要因であるエアギャップ磁束密度分布が計測可能です。当社では、上記磁束密度分布計測と併せ、モータ振動計測、振動・騒音解析の総合評価が可能です。

薄フィルム探りコイルによる電磁力評価

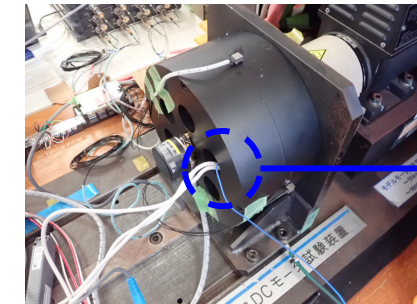


モータ振動・騒音解析フロー

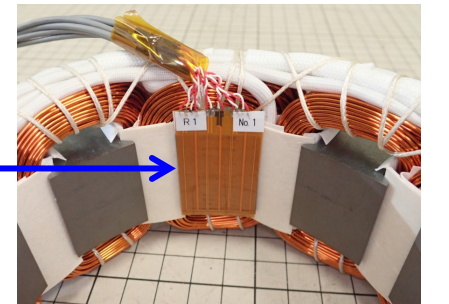
薄フィルム型探りコイルを用いたモータ振動解析ブロック図



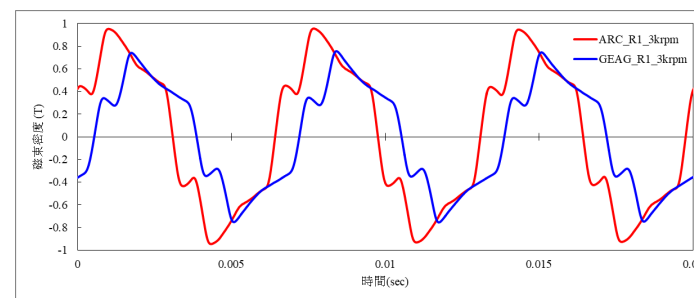
モデルモータ模式図



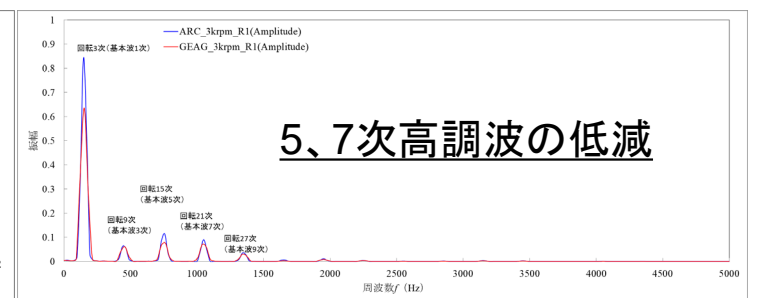
モータ試験外観



ステータへの薄フィルム型探りコイル取付



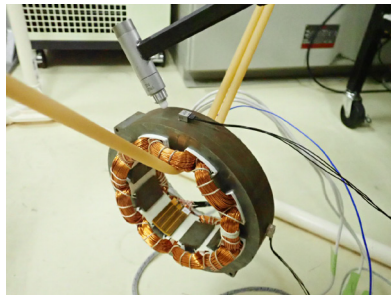
薄フィルム型探りコイルによる径方向(R)磁束密度波形



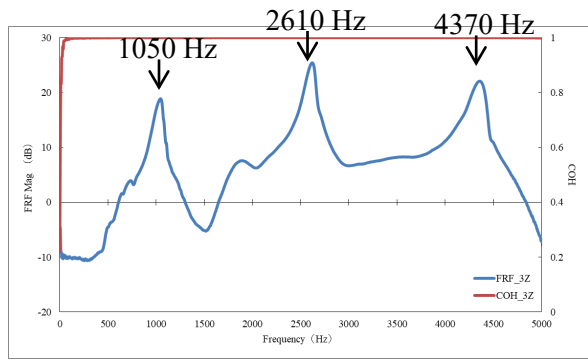
径方向(R)磁束密度波形の周波数解析

② モータ部材の固有振動数計測およびモータ駆動時における実稼働解析

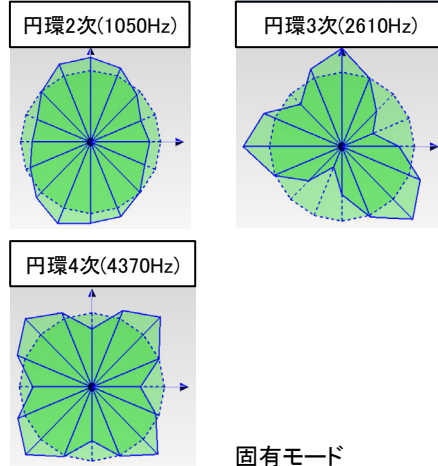
ハンマリング試験による周波数応答関数(伝達関数)計測



ハンマリング試験

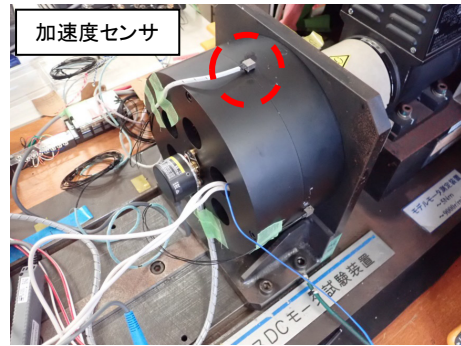


ステータの周波数応答関数

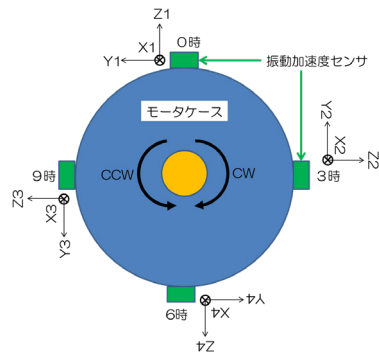


固有モード

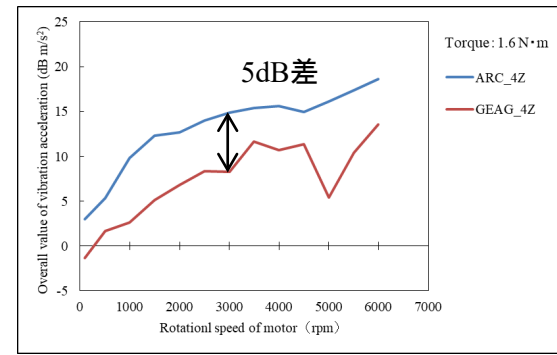
モータ駆動時における実稼働解析



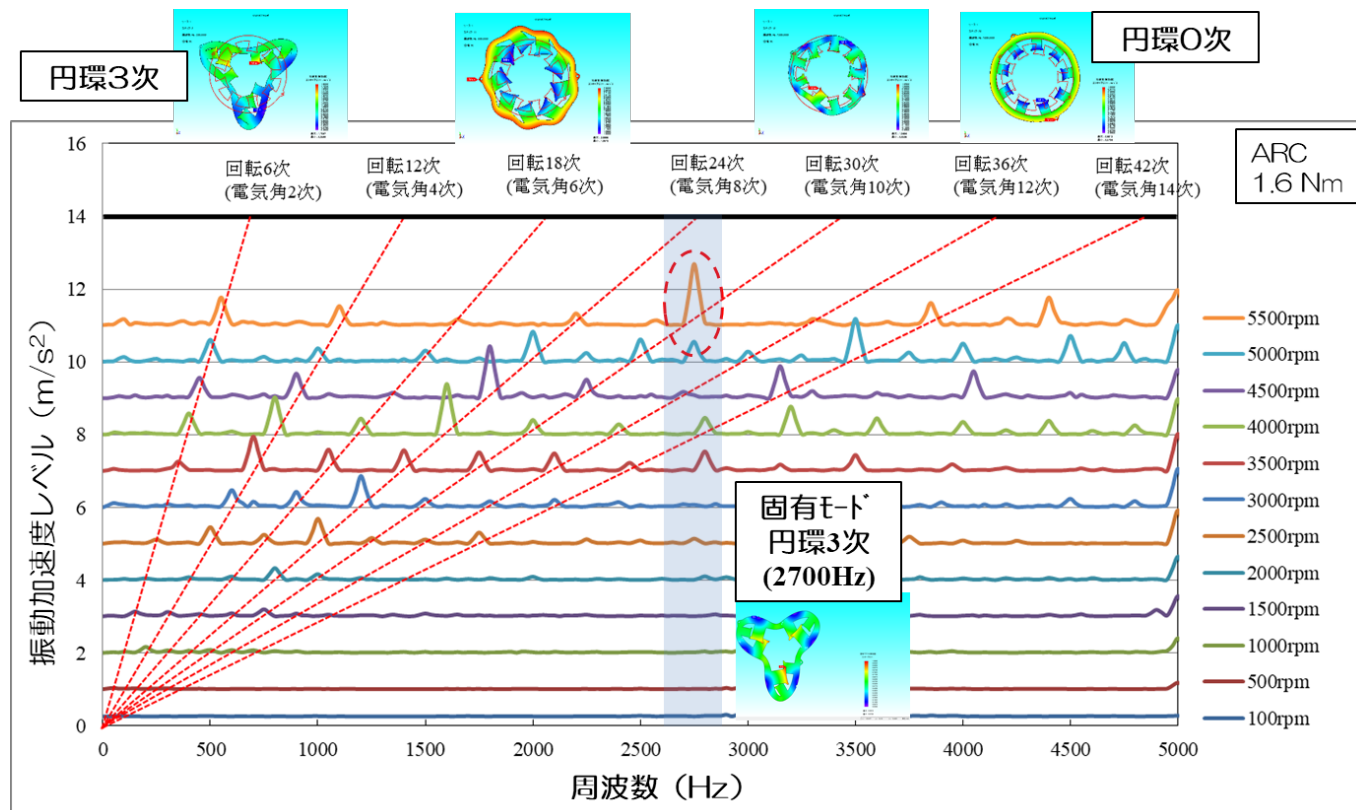
振動加速度計測の外観



振動加速度センサ取り付け位置



振動加速度レベルのオーバーオール値



振動加速度レベルの周波数分析

主要試験解析一覧

モータ性能等試験	評価項目例	試験条件等	アプリケーション事例
モータ駆動性能試験 (ベンチテスト)	トルク回転数-電流特性、効率・損失マップ、波形測定、長期耐久試験	大型~500Nm/2000rpm 小型~10Nm/10000rpm 長期連続耐久モード試験	EV、航空、エアコン、医療等、各種モータ(インバータ含)の性能試験、耐久試験
モータ破壊試験	スピンバースト試験(高速回転) 過電流発煙発火試験	~25万rpm(機種依存)、 過電流試験: 停止状態	高速・高出力極限条件下評価 +動画記録
コア材(電磁鋼板)の磁気特性、諸特性	BH曲線、鉄損等の磁気特性、熱・電気・機械・材料試験	直流/交流、応力印加 微少試料、粉末・薄帯材料	モータ、インバータ 変圧器、リアクトル設計解析
磁石材の磁気特性測定	高周波渦電流損、減磁曲線 保磁力、成分分析偏析調査	印加磁界~29kOe 計測周波数~20kHz	永久磁石モータ設計 特性評価、解析
コア材高精度損失解析	非対称BHループ、直流重量、 正弦波・PWM波形下磁気特性	~1.8T、~200kHz、 任意波形励磁可	モータ高効率化、高トルク化
高磁界高周波磁気測定 (高トルク・高回転対応)	BHヒステリシス曲線、鉄損	~200kHz、~80kA/m	高速・高出力モータ性能推定、 高回転・高トルク設計最適化
低温・高温磁気特性 (コア材、磁石材等)	寒冷地温度下磁気測定、 磁石高温減磁測定	-60°C~200°C程度	北米等寒冷地仕様対応、 高低温環境試験データ取得

解析技術	調査項目	分析領域/手法	アプリケーション事例
磁気特性可視化	局所磁束密度、磁化力、損失	探針センサ、薄フィルム型探りコイル、 3軸ホールセンサ	エアギャップ磁束分布可視化、 ステータコア内損失分布解析
CAE解析	モータ特性モデリング (磁束密度分布、トルク、損失) 形状・材料設計最適化検討	JMAG(2D、3D)	材料物性・性能試験・解析 (3D-CAD含)のワンストップサービス、 リバースエンジニアリング
振動騒音評価・解析	モータ振動・騒音、騒音分布 モータ振動解析、振動モード解析	振動加速度FFT計測等、 トラッキング解析、次数比解析 実験モード解析	モータNV評価、 モータ構造最適化
筐体・樹脂・銅解析	分析、機械試験、物理観察	観察目的によって最適化	種々の観察目的に適合
軸・ベアリング解析	振り強度、振り疲労、転動疲労、 金属組織、清浄度	振り試験、スラスト転動	高トルク条件(~5.6kN・m)
複合環境試験、 振動試験等	部品の各種振動試験、CCT、SST、 冷熱衝撃試験、ストレスクイック (残留応力)、応力・歪分布可視化	複合振動40kN、 (温度-70~180°C・湿度~98%)、 腐食環境、その他応談	剪断、焼きめによるモータ コアの残留応力分布の評価、 複合環境下の振動影響評価