

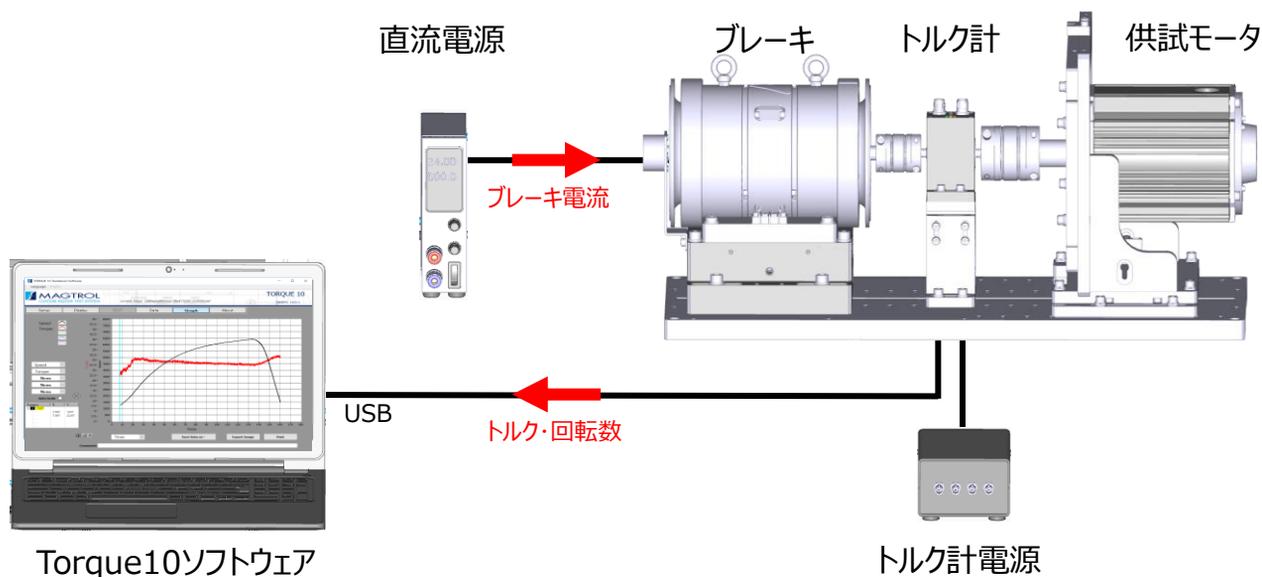
モータトルク計測システムカタログ



- ① N-T特性(回転数-トルク性能)の手動測定
- ② N-T特性(回転数-トルク性能)の自動測定
- ③ モータ効率測定
- ④ PMSMのベクトル制御パラメータ測定
- ⑤ モータ温度上昇試験
- ⑥ 恒温槽付モータトルク試験ベンチ
- ⑦ モータ負荷ベンチシステム
- ⑧ コギングトルク計測
- ⑨ トルクリップル計測
- ⑩ 電磁加振力に伴う音振動解析
- ⑪ 高速ロストルク計測
- ⑫ 誘起電圧測定
- ⑬ ギヤ効率測定
- ⑭ ステッピングモータトルク試験
- ⑮ 耐久試験/インバータ評価

①N-T特性(回転数-トルク性能)の手動測定

モータのトルクと回転数をトルク計で測定します。ブレーキの負荷は、ブレーキに流す電流値をブレーキ用直流電源の手動操作で調整します。

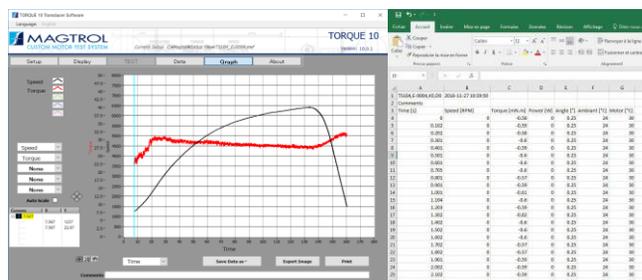
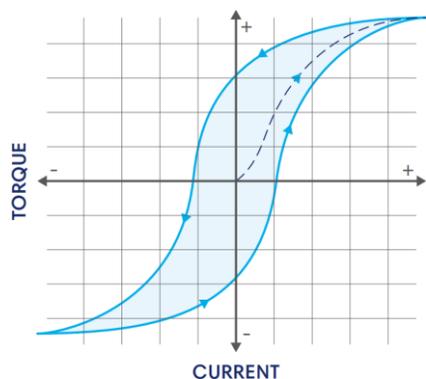


N-T特性を手軽に評価

- ・エンコーダ内蔵のトルク計でモータ出力(トルク・回転数)を同時に計測
- ・ブレーキはブレーキ電流に応じた負荷トルクを発生し、複雑な設定不要でトルク試験が可能

無償ソフトウェアですぐに計測

- ・トルク計とPCをUSB直結し、スケーリングの設定不要ですぐに計測が可能
- ・保存した計測値はExcelで確認可能
- ・Torque10ソフトウェアは無償ダウンロード



使用機器



トルク計
TSシリーズ



ヒステリシスブレーキ
HB/AHB/BHB

トルク計 TSシリーズ

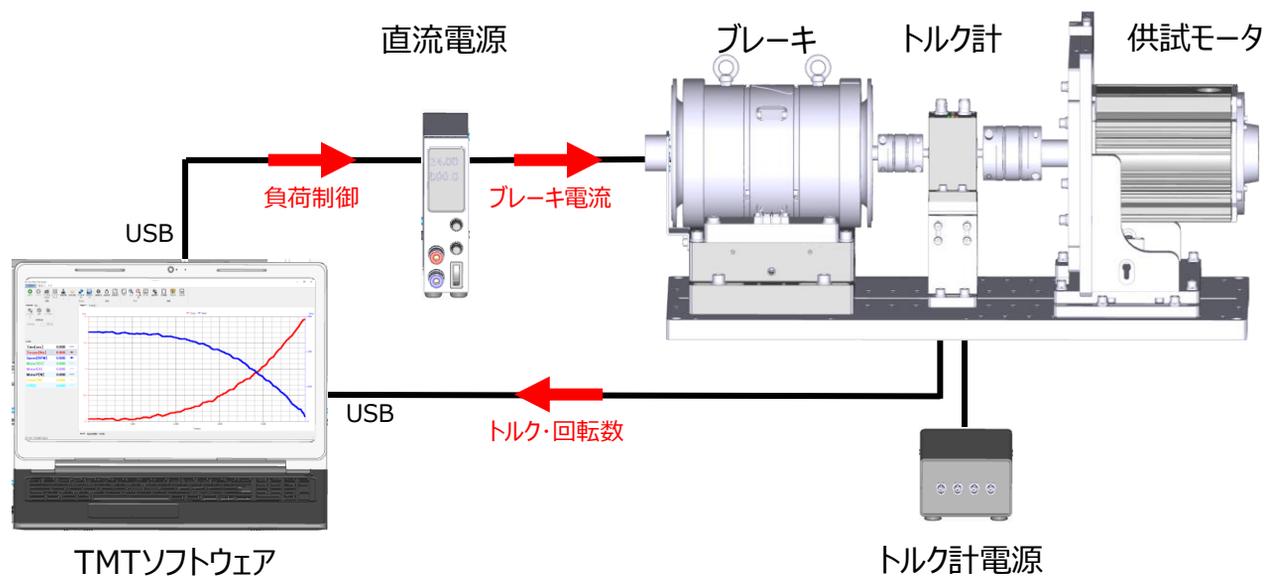
- ・定格トルク50mN・m～500N・mまでラインアップ
- ・保証精度±0.1% (オプション ±0.05%以内)
- ・トルク計とPCをUSB直結でトルク・回転数計測可能

ヒステリシスブレーキ HB/AHB/BHB

- ・定格トルク20mN・m～24N・mまでラインアップ
- ・10,000rpmを超える高速回転の試験に対応

②N-T特性(回転数-トルク性能)の自動測定

負荷制御・計測ソフトウェアTMTでブレーキ負荷制御(オープンループ・トルク制御・回転数制御・出力制御)と計測(トルク・回転数)を行います。

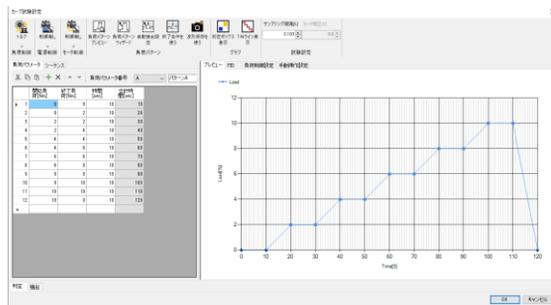
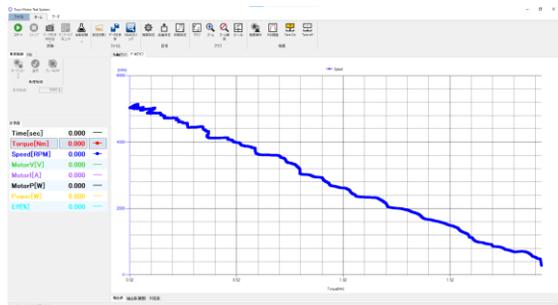


N-T特性を自動で取得

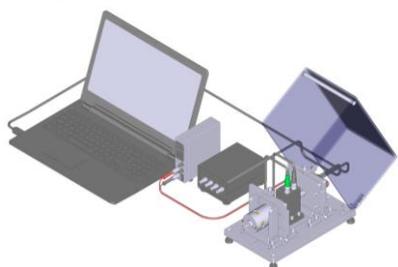
- ・負荷制御のパターンを自由に設定して、簡単にN-T特性を自動で計測
- ・オープンループ・トルク制御・回転数制御・出力制御のブレーキ制御方式で試験が可能

専用コントローラ不要で試験

- ・専用コントローラや表示計は不要で、トルク計とブレーキ電源をPCにUSB直結し、ソフトウェアで負荷制御と計測が可能
- ・トルク計やブレーキ電源のモデルを自動認識



使用機器



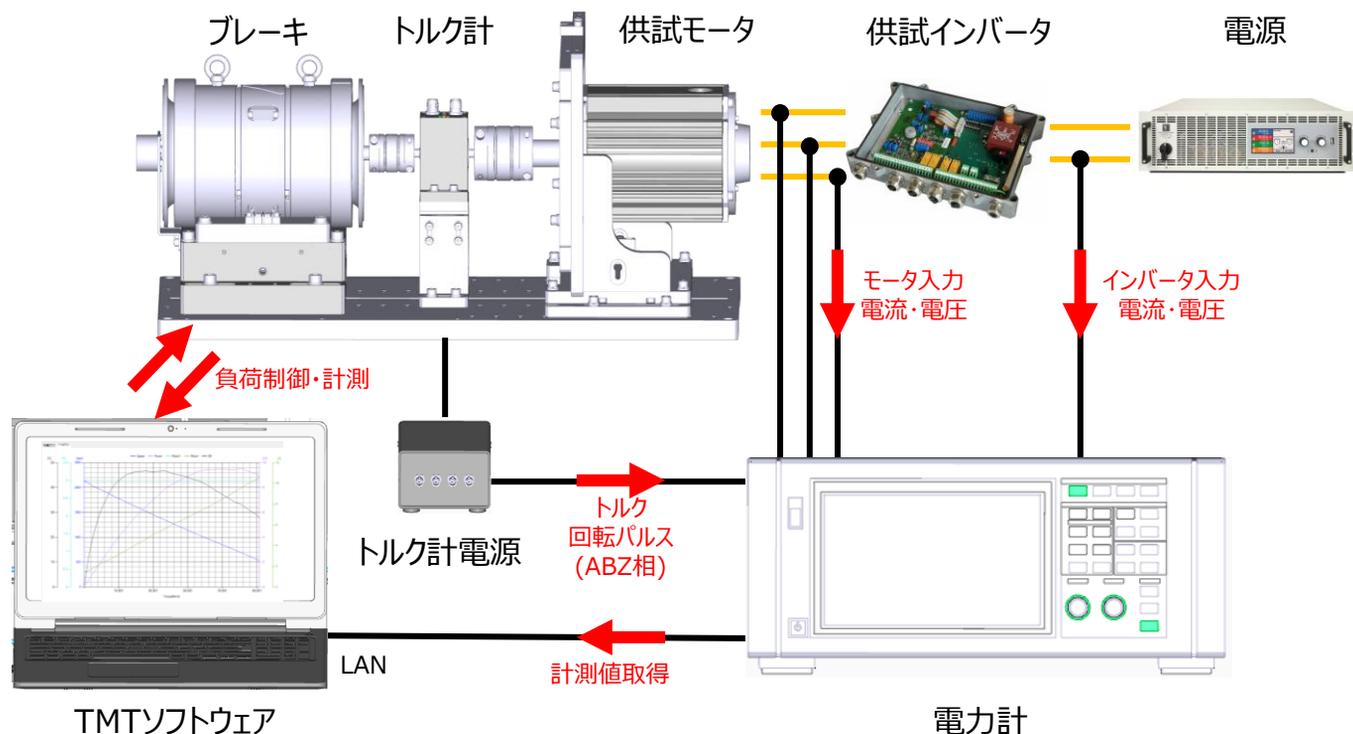
オールインワンモータトルク試験ベンチ
TSBシリーズ

オールインワンモータトルク試験ベンチ TSBシリーズ

- ・モータの性能評価に必要なトルク計、ブレーキ、負荷制御・計測ソフトウェア、ベンチ治具一式を備えた、オールインワンのシステム
- ・定格トルク0.02N・m~48N・m、最大回転数8,000rpm~15,000rpm、最大出力20W~14kWまでのトルク試験に適合

③モータ効率測定

モータ出力(トルク・回転数)とインバータ入出力の電力(電流・電圧)を電力計で同時に計測、モータ効率・インバータ効率・総合効率を高精度に算出します。TMTソフトウェアは電力計から直接計測値を取得できます。

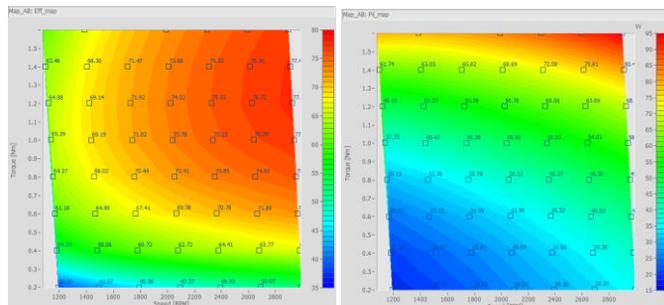
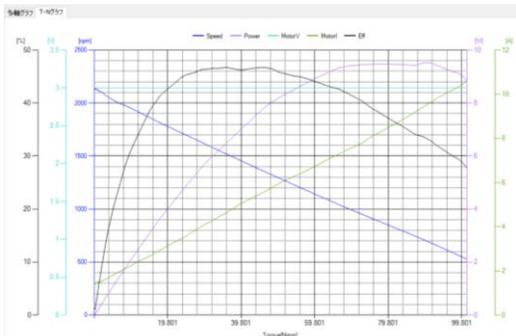


電力計接続フルサポート

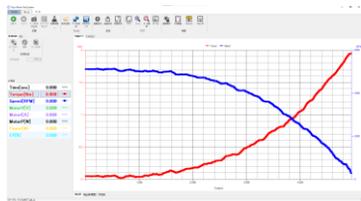
- ・TMTソフトウェアで電力計の接続に対応
- ・T-I特性や効率特性を同時に計測

効率・損失マップの描画

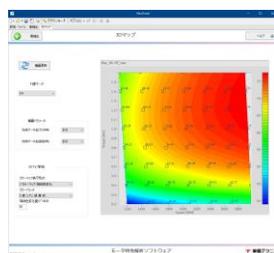
- ・実測したデータから簡単に効率マップや銅損/鉄損の損失マップ描画できるツールを用意



使用機器



負荷制御・計測ソフトウェア TMT



モータ特性解析ソフトウェア TMCA

負荷制御・計測ソフトウェア TMT

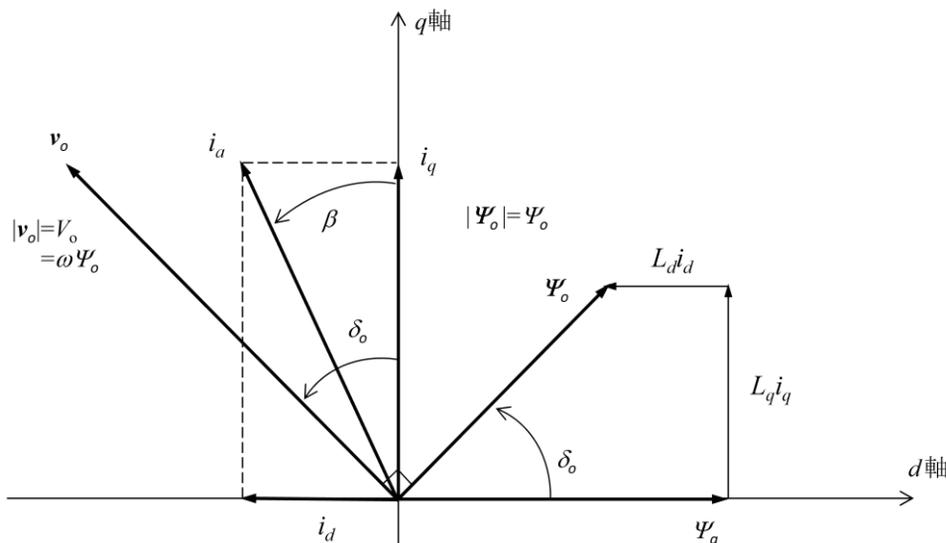
- ・オープンループ/トルク制御/回転数制御/出力制御の負荷制御モード
- ・電力計接続フルサポート

モータ特性解析ソフトウェア TMCA

- ・効率/銅損/鉄損/出力/電流マップなどの描画が可能

④PMSMのベクトル制御パラメータ測定

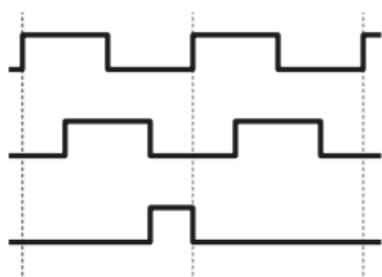
PMSM(永久磁石同期モータ)は、EVやエアコンなど多くの製品に使用されており、低消費電力、高効率という特長を持っております。PMSMを制御するには、ロータの位置角度を検知して、ステータコイルへの電流をフィードバックするベクトル制御が使用されております。Magtrol社のトルク計TSシリーズは、角度の測定が可能なABZ相のエンコーダが搭載されており、ベクトル制御のパラメータが解析可能な電力計と組み合わせて使用することで、駆動中の i_d 、 i_q 、 L_d 、 L_q といったベクトル制御のパラメータを測定することが可能です。



参考文献 森本 茂雄、真田 雅之共著:省エネモータの原理と設計法~永久磁石同期モータの基礎から設計・制御まで~, 科学情報出版株式会社刊

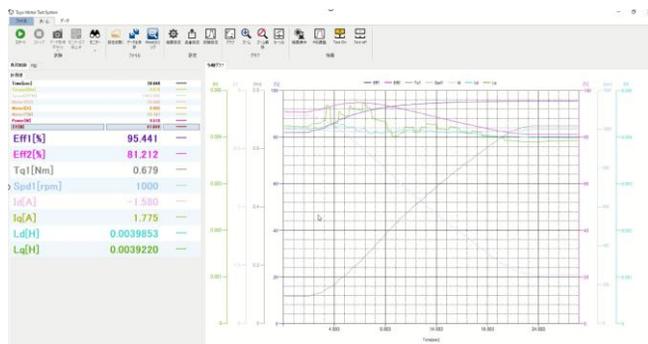
ABZ相のエンコーダ標準内蔵

- ・トルク計TSシリーズはABZ相のエンコーダが標準内蔵でモータの角度計測が可能



ベクトル制御パラメータ取得

- ・電力計のユーザー演算機能で計算式を入力して、ベクトル制御の解析値をTMTソフトウェアで取得



使用機器



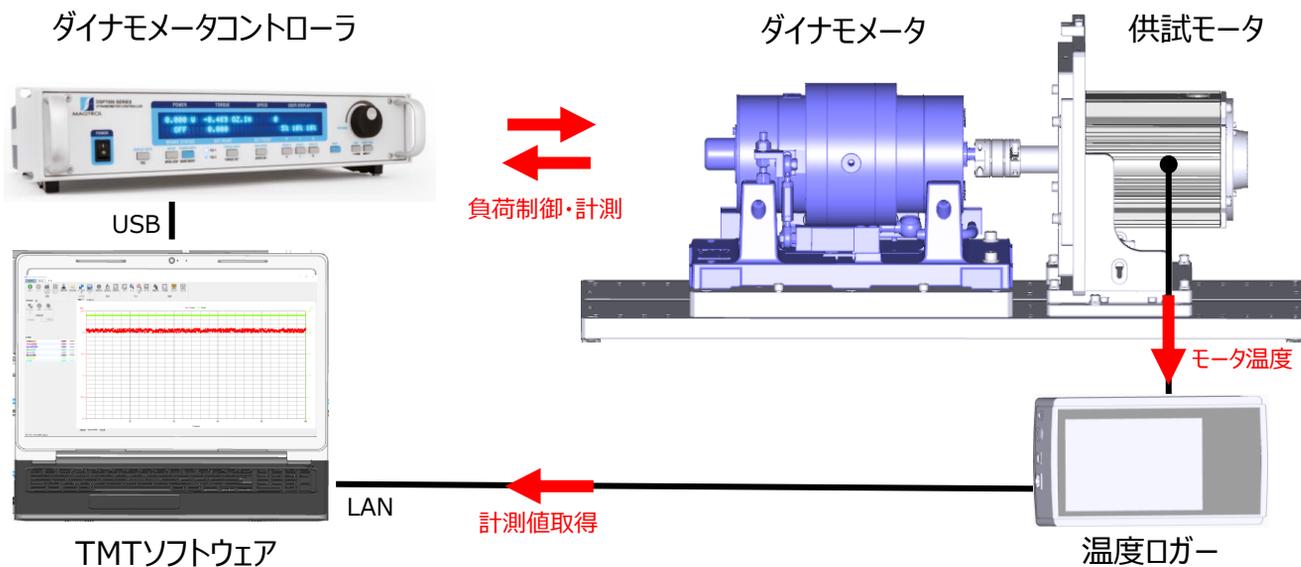
トルク計
TSシリーズ

トルク計 TSシリーズ

- ・360パルス/回転のABZ相エンコーダ標準内蔵しており、外付けエンコーダ不要でモータの角度計測が可能
- ・エンコーダのパルス数はオプションでトルク計のサイズ変更なしで1,000パルス/回転や5,000パルス/回転に変更が可能

⑤モータ温度上昇試験

負荷制御・計測ソフトウェアTMTでモータの軸出力が一定になるように出力フィードバック制御が可能で、モータが熱飽和するまで一定出力で長時間運転が可能です。また、温度ロガーと接続して計測が可能です。

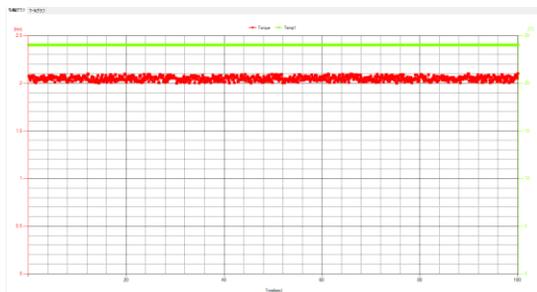


出力フィードバック負荷制御

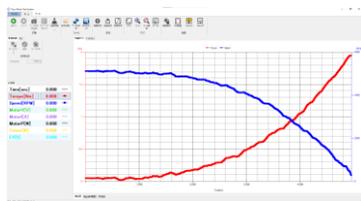
- 出力制御モードにより、すべりがあるモータでも一定出力で長時間試験が可能
- 温度ロガーと接続し最大40ch温度計測可能

高負荷吸収ブレーキ

- 試験仕様に併せて水冷式ブレーキなど0.15kW～最大140kWまで各種ブレーキを用意
- ダイナモメータを2台連結して、出力アップ



使用機器



負荷制御・計測ソフトウェア
TMT



ダイナモメータ
PB/WBシリーズ

負荷制御・計測ソフトウェア TMT

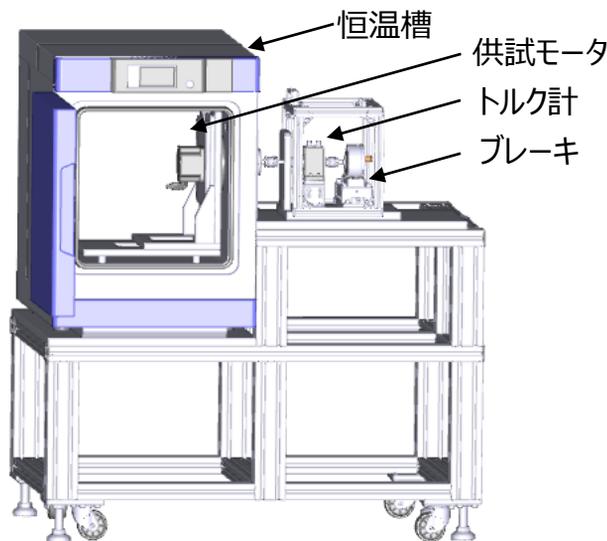
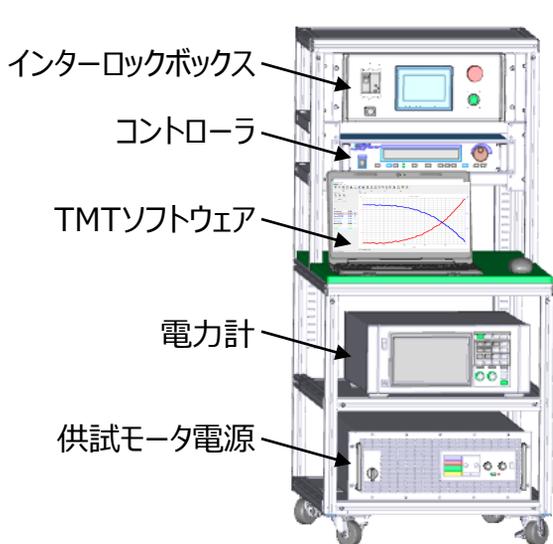
- モニターモードで長時間運転の試験に対応
- 温度ロガー接続サポート

ダイナモメータ PB/WBシリーズ

- 0.15kW～最大140kWまでパウダー方式や渦電流方式など各種ダイナモメータをラインアップ

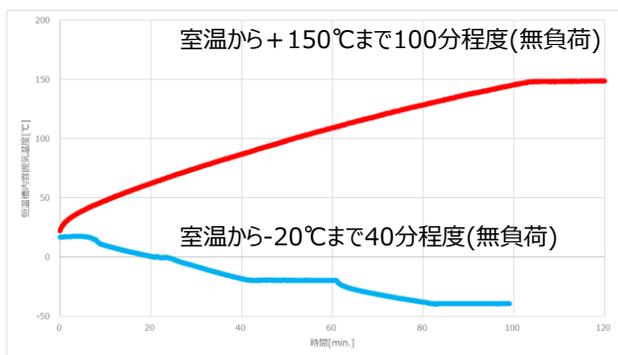
⑥恒温槽付モータトルク試験ベンチ

供試モータを恒温槽内に置き、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ などの温度環境や湿度環境を変えてモータの性能を評価します。恒温槽の壁には穴をあけ、トルク計やブレーキは温度の影響を受けないよう恒温槽の外に設置します。恒温槽内のモータ・固定台を支えるための堅牢な治具を製作いたします。Magtrol社のトルク計は温度変化に強く、恒温槽ベンチのように回転軸から熱が伝わりやすい場合でも安心してご使用頂けます。



試験環境を変えて性能評価

- ・温度や湿度の試験環境を変えてモータ性能評価
温度設定範囲： $-40^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$
湿度設定範囲：30%rh \sim 95%rh
恒温槽内寸：400mm \times 400mm \times 400mm

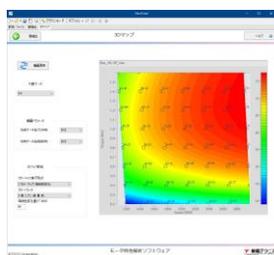


安全装置含めたシステム提案

- ・タッチパネル搭載インターロックボックス
非常停止ボタン、タッチパネル、カバー用電磁ロック、異常信号入力、非常停止出力、運転許可出力などお客様の設備安全仕様に併せて対応可能



使用機器



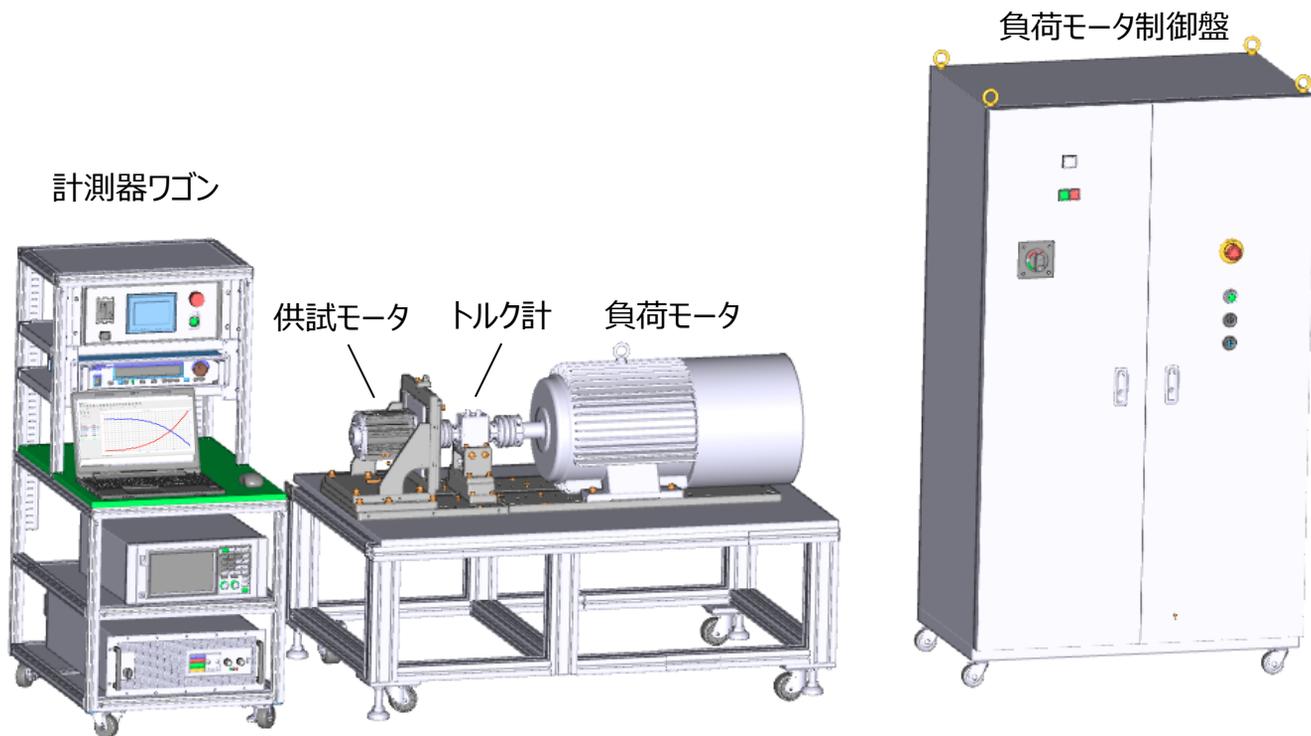
モータ特性解析ソフトウェア
TMCA

モータ特性解析ソフトウェア TMCA

- ・効率は回転数やトルクにより変化するため、モータ設計や制御設計の評価を行う上で実測したデータから効率マップを描画することは有益です。通常、効率マップ描画には結果の整理や計算に時間を要しますが、モータ特性解析ソフトウェアにより、実測したデータから簡単に効率マップを描画することができます。また、各動作点での銅損や鉄損の損失マップも描画することができます。

⑦モータ負荷ベンチシステム

負荷装置側をモータ負荷にすることで、力行・回生の双方向試験や誘起電圧測定ができます。

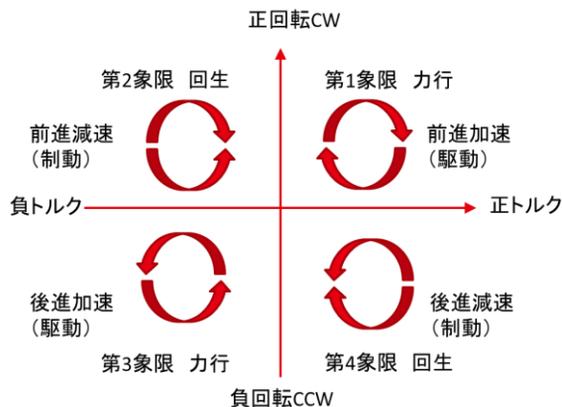


試験仕様に併せてご提案

【モータ負荷ベンチ仕様例】

- ①ベンチ動力 : 18.5kW/100N・m
回転数 : 6,000rpm/1,500rpm
- ②ベンチ動力 : 11kW/20N・m
回転数 : 10,000rpm/4,000rpm
- ③ベンチ動力 : 5.5kW/10N・m
回転数 : 10,000rpm/4,000rpm
- ④ベンチ動力 : 0.75kW/3N・m
回転数 : 6,000rpm

力行・回生の双方向試験可能



使用機器



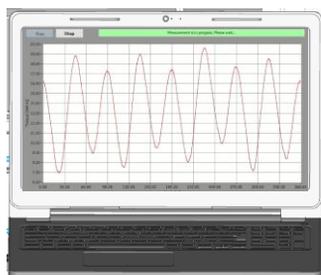
モータ負荷ベンチシステム

モータ負荷ベンチシステム

・トルク計・負荷装置の販売だけでなく、コントローラ・ソフトウェア・ベンチ治具・安全装置を含めたシステム一式のご提案しています。モータのトルク、出力、効率などのモータ特性を高精度に計測できるシステムを提供いたします。

⑧コギングトルク計測

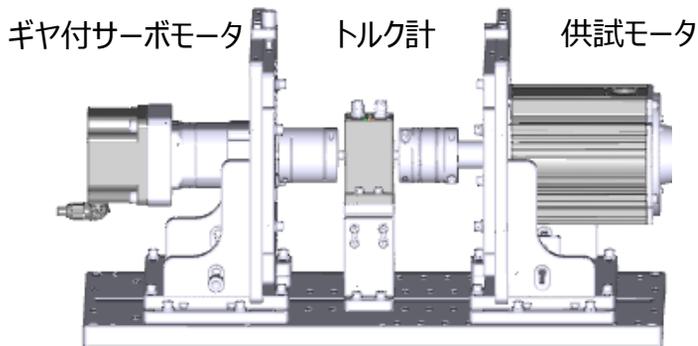
ギヤ付サーボモータで供試モータを外部から1rpm程度の低速で回転させてコギングトルクを計測します。



回転数指令

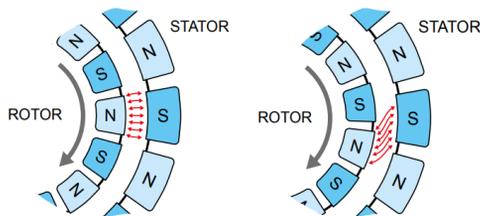
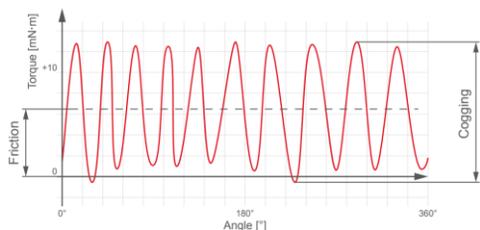


トルク・回転数・角度



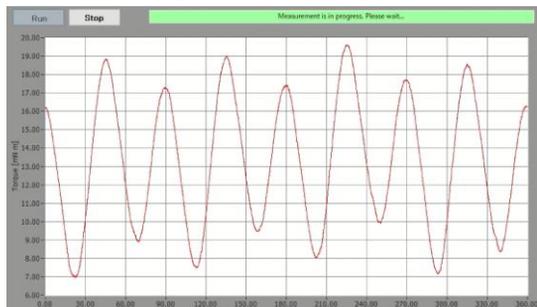
コギング計測ソフトウェア

ドラックトルクやディテントトルクは、永久磁石モータ(PM)の重要なパラメータです。ディテントトルクはコギングトルクと摩擦トルクで構成されます。コギングトルクは通電していないモータに対しての磁極と鉄芯の歯との間の磁気的な吸引力によるものです。トルクリップルや振動・騒音の原因となるため、PMの重要なパラメータの1つです。コギングはロータとステータの位置によって変動し、変動の振幅として評価します。摩擦トルクは、ベアリングの摩擦や組み立て精度など機械的な構造に起因するもので一般的にトルクの平均値として評価します。



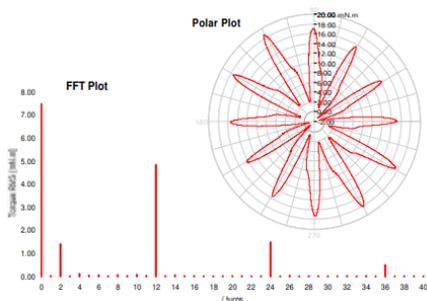
高精度にコギングトルク計測

- ・高トルク計測精度 $\pm 0.1\%$ (実力値 $\pm 0.05\%$)
- ・高角度分解能 0.018° (5000パルス/回転)

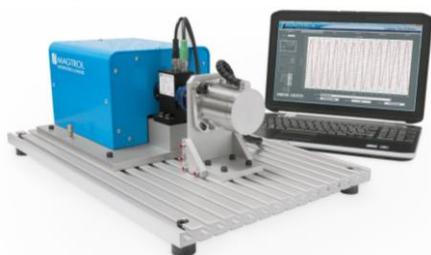


極座標・FFTグラフで描画

- ・FFT解析機能で高次成分まで評価



使用機器



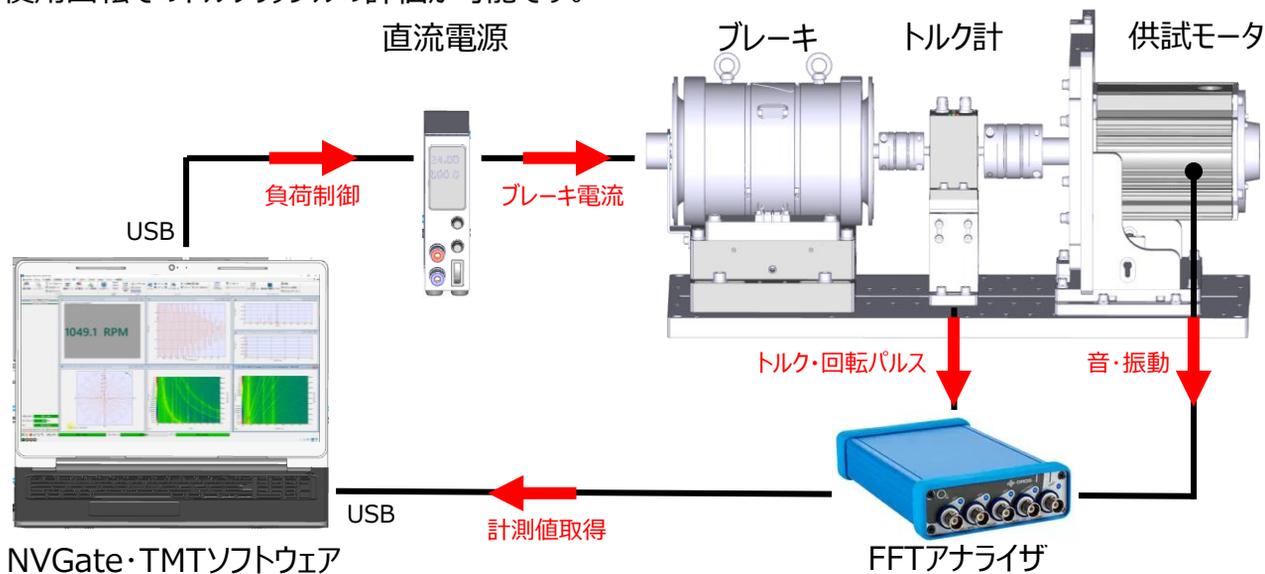
モータコギングトルク計測システム CTSシリーズ

モータコギングトルク計測システム CTSシリーズ

- ・本体にAC100Vを入力し、PCとUSB接続とシンプルな構成
- ・自動でコギングトルク計測・解析し、レポート出力が可能
- ・高角度分解能 0.018° (5,000パルス/回転)のエンコーダ内蔵
- ・トルク計を載せ替えることで、計測レンジ変更対応

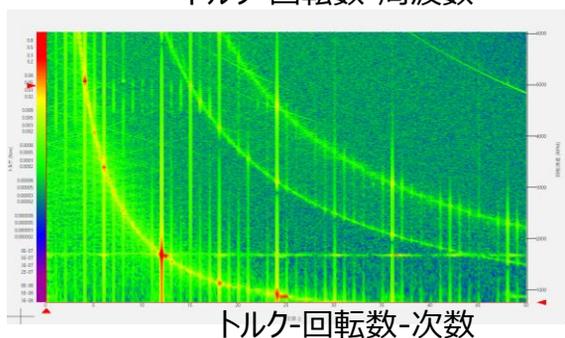
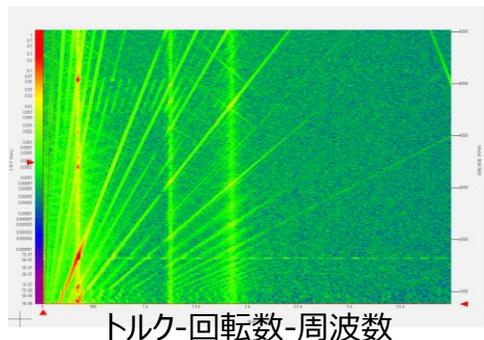
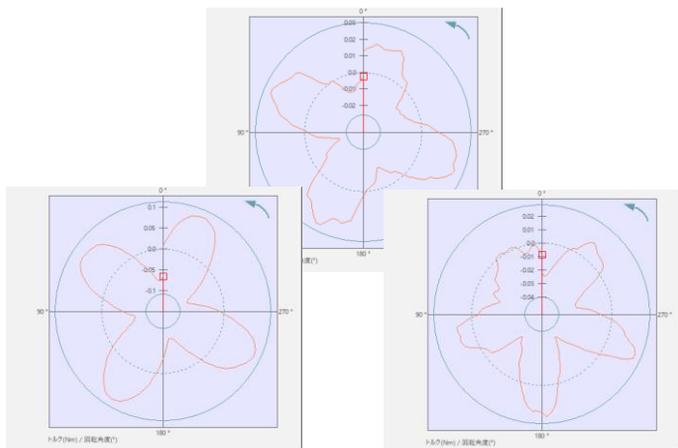
⑨トルクリップル計測

モータのトルクリップルとは、通電しているモータから発生する1回転中のトルクの変動で、モータの騒音や振動の原因となります。最大5kHzの高速応答のMagtrol社のトルク計TMシリーズにより、1,000rpmなどモータ実使用回転でのトルクリップルの評価が可能です。



1回転中のトルク変動の可視化

- ・1回転中のトルク変動を極座標表示
- ・FFT分析及び次数比分析によりトルク変動周波数を特定
- ・回転数毎のトルク変動をカラーマップ表示



使用機器



トルク計
TMシリーズ



ヒステリシスブレーキ
HB/AHB/BHB

トルク計 TMシリーズ

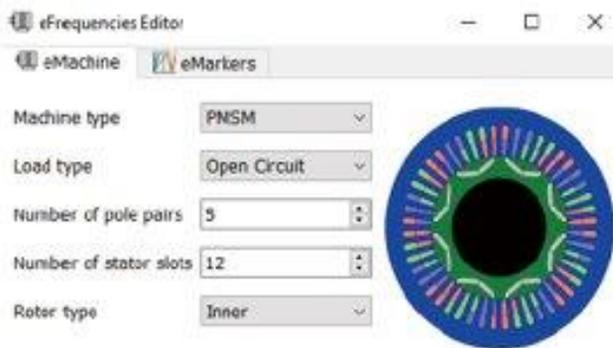
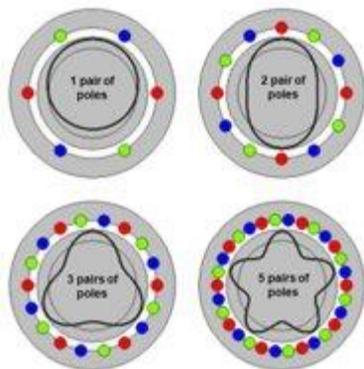
- ・最大5kHz(-3dB)の高速応答
- ・高精度でトルクリップル計測用途に最適

ヒステリシスブレーキ HB/AHB/BHB

- ・負荷ノイズが少ないブレーキ
- ・一定のブレーキ電流で安定したトルクを発生

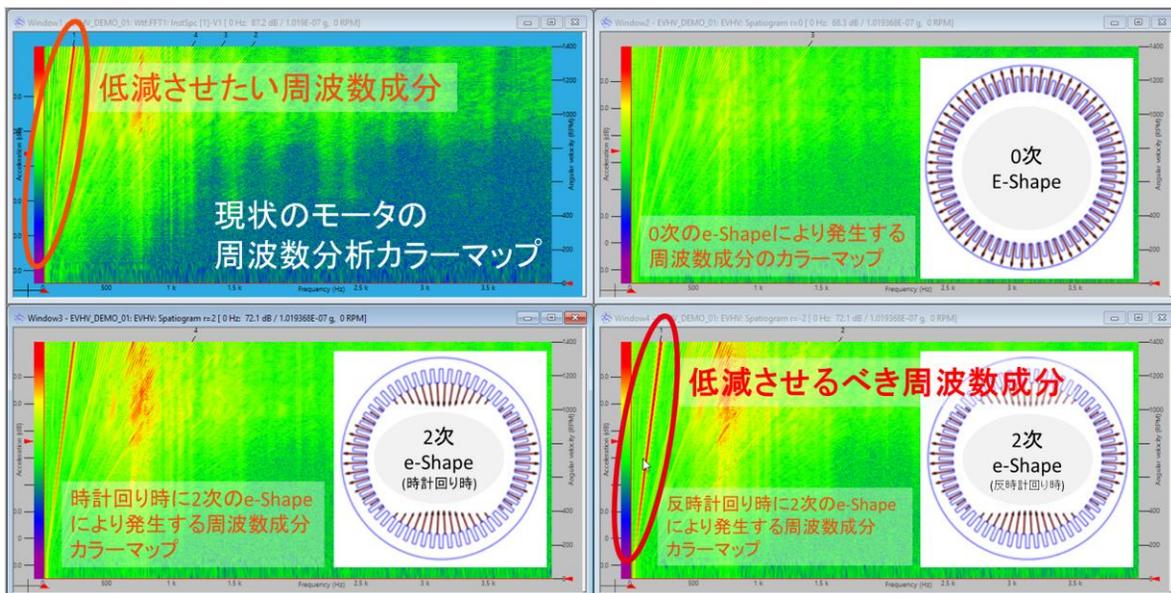
⑩電磁加振力に伴う音振動解析

モータ構造を考慮したトラッキングフィルタや回転に追従するトラッキングフィルタを適用したサウンドデザインにより振動・騒音の原因追及やモータのターゲットサウンドの作成をサポートしております。

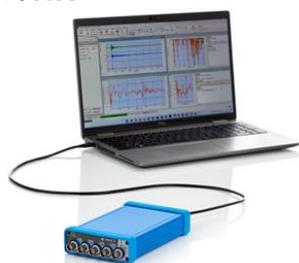


- ・モータ構造（スロット数、極数など）を考慮したトラッキングフィルタを搭載
- ・インバーターのスイッチング周波数のトラッキングに対応
- ・独自解析手法“Spatioqram（スパシオグラム）”によるモータ磁気振動の解析
- ・回転に追従するトラッキングフィルタを適用したサウンドデザインが可能
- ・豊富な解析機能（NVGate）で、あらゆる振動騒音の原因特定をサポート

騒音に影響の大きい電磁加振力モードを特定



使用機器



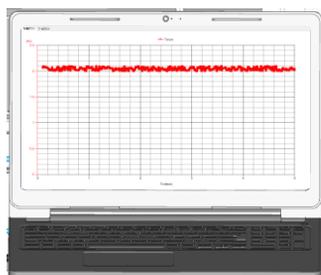
4ch FFTアナライザ
O4

プラグアンドプレイ 4ch FFT アナライザ O4

- ・最大サンプリング周波数 256kHz、24bitAD変換で高精度な計測を実現
- ・回転パルス計測用カウンタチャンネルは最大32.8MHz
- ・超小型設計。重さ534gで、給電および PC とのデータ通信を USB C ケーブル1本で実現。
- ・トルクおよび回転パルスの他に3ch分、加速度センサやマイクロホンを接続可能。アンプ内蔵型 ICP センサにも対応

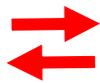
⑪ 高速ロストルク計測

駆動モータで供試モータやベアリングなどを外部から回転させてロストルクを計測します。

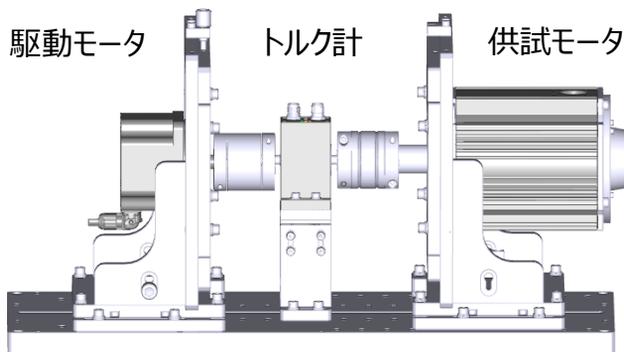


TMTソフトウェア

回転数指令



トルク・回転数



駆動モータ

トルク計

供試モータ

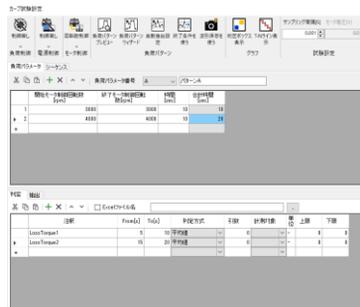
高速回転対応の計測機器

- ・トルク計TMシリーズは最大60,000rpmに対応
- ・バランス取りした高速回転対応カップリングを用意



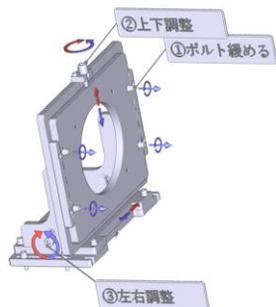
ソフトウェアで自動試験

- ・TMTソフトウェアから駆動モータに回転数指令
- ・解析機能で平均値を算出やOK/NG判定



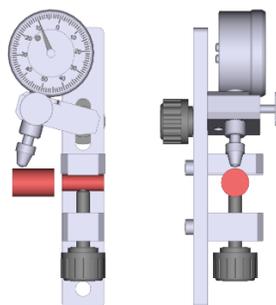
上下左右調整モータ固定台

- ・高速回転の試験を実現するために十分な軸合わせを可能にする固定治具



軸合わせ治具

- ・トルク計や被試験モータ間の偏芯を計測



使用機器



トルク計
TMシリーズ



高速回転対応カップリング
MICシリーズ

トルク計 TMシリーズ

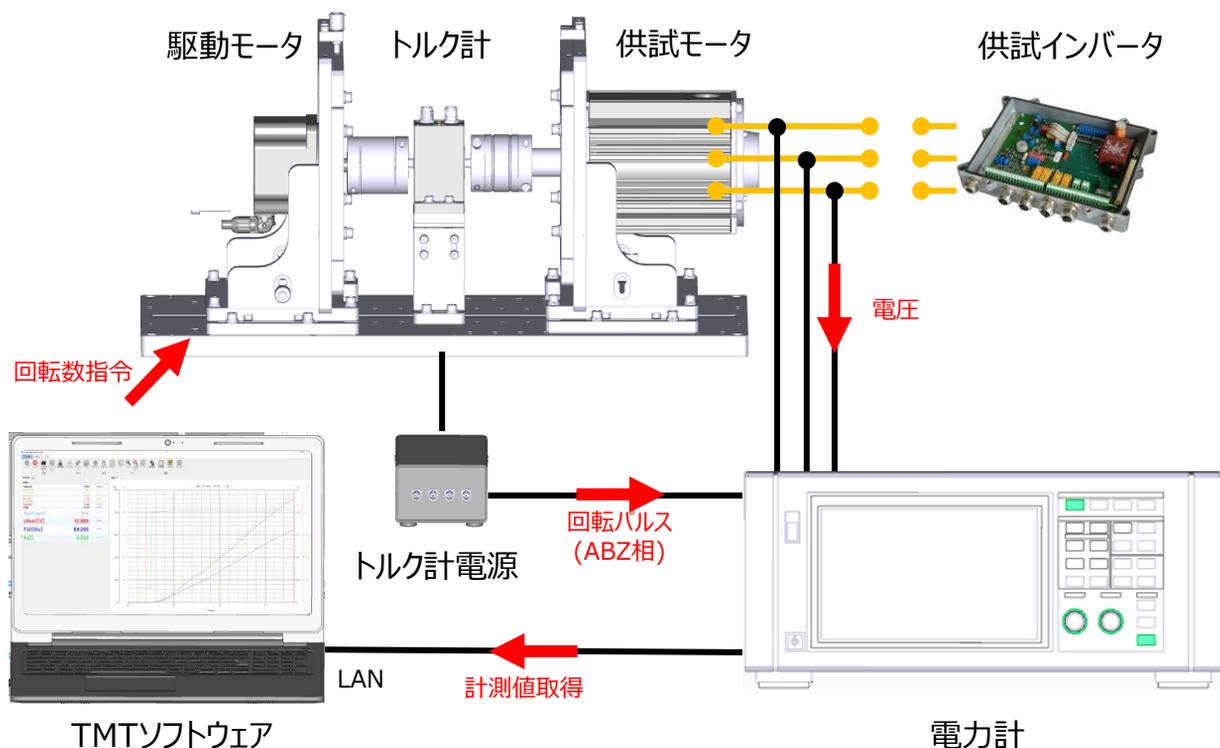
- ・最大回転数60,000rpm対応
- ・高速回転で高精度のトルク計測用途に最適

高速回転対応カップリング MICシリーズ

- ・ダブルディスクカップリング
- ・低イナーシャ、小型、軽量

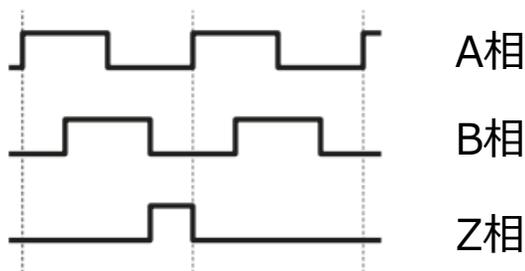
⑫誘起電圧測定

駆動モータで供試モータをインバータと切り離れた状態で外部から回転させて、電力計で誘起電圧を測定します。



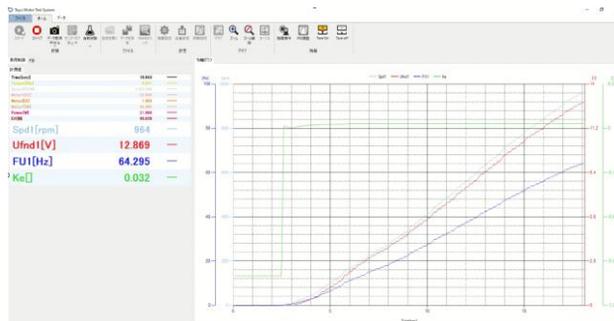
機械角原点で電気角の補正

- ABZ相内蔵トルク計と電力計の組み合わせにより、機械角原点(Z相)を基準にして、電気角の補正が可能



誘起電圧定数Keの測定

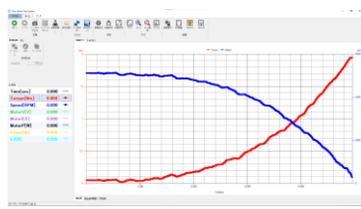
- PMSMのベクトル制御パラメータ測定に必要な誘起電圧定数Keの測定がTMTソフトウェアで可能



使用機器



トルク計
TSシリーズ



負荷制御・計測ソフトウェア
TMT

トルク計 TSシリーズ

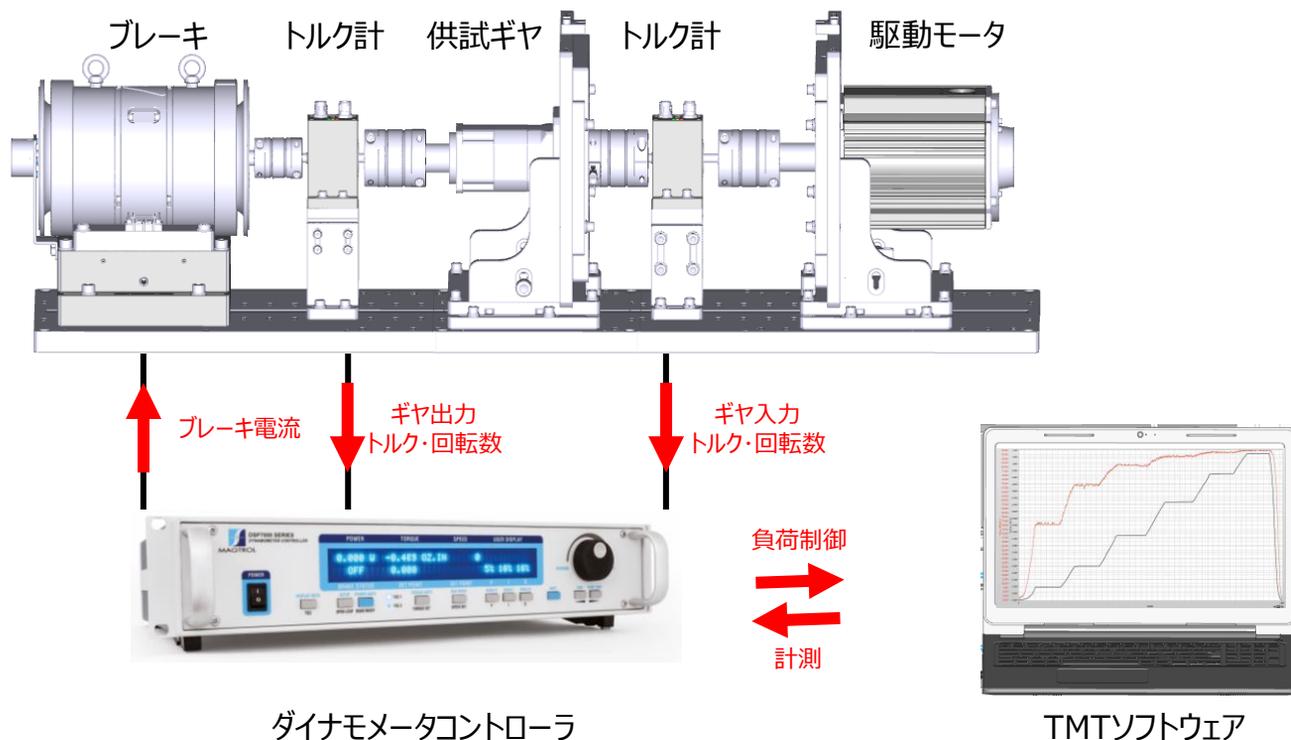
- 360パルス/回転のABZ相エンコーダ標準内蔵しており、外付けエンコーダ不要でモータの角度計測が可能

負荷制御・計測ソフトウェア TMT

- ユーザで定義可能な計算チャンネル機能で、誘起電圧定数の計算が可能

⑬ギヤ効率測定

ギヤの入力と出力のトルク・回転数を同期して計測し、ギヤ効率を測るシステムです。2台のトルク計とブレーキをダイナモメータコントローラDSP7002に接続し、TMTソフトウェアで自動で効率計測をします。



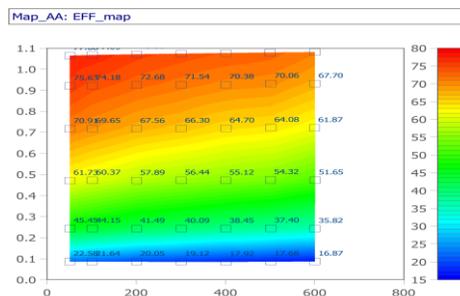
ギヤ入出力特性を同期計測

$$\text{ギヤ効率} = \frac{\text{ギヤ出力トルク} \times \text{ギヤ出力回転数}}{\text{ギヤ入力トルク} \times \text{ギヤ入力回転数}}$$



ギヤの効率特性を可視化

・実測したデータからギヤ効率マップを描画



使用機器



トルク計
TSシリーズ

ダイナモメータコントローラ
DSP7002

トルク計 TSシリーズ

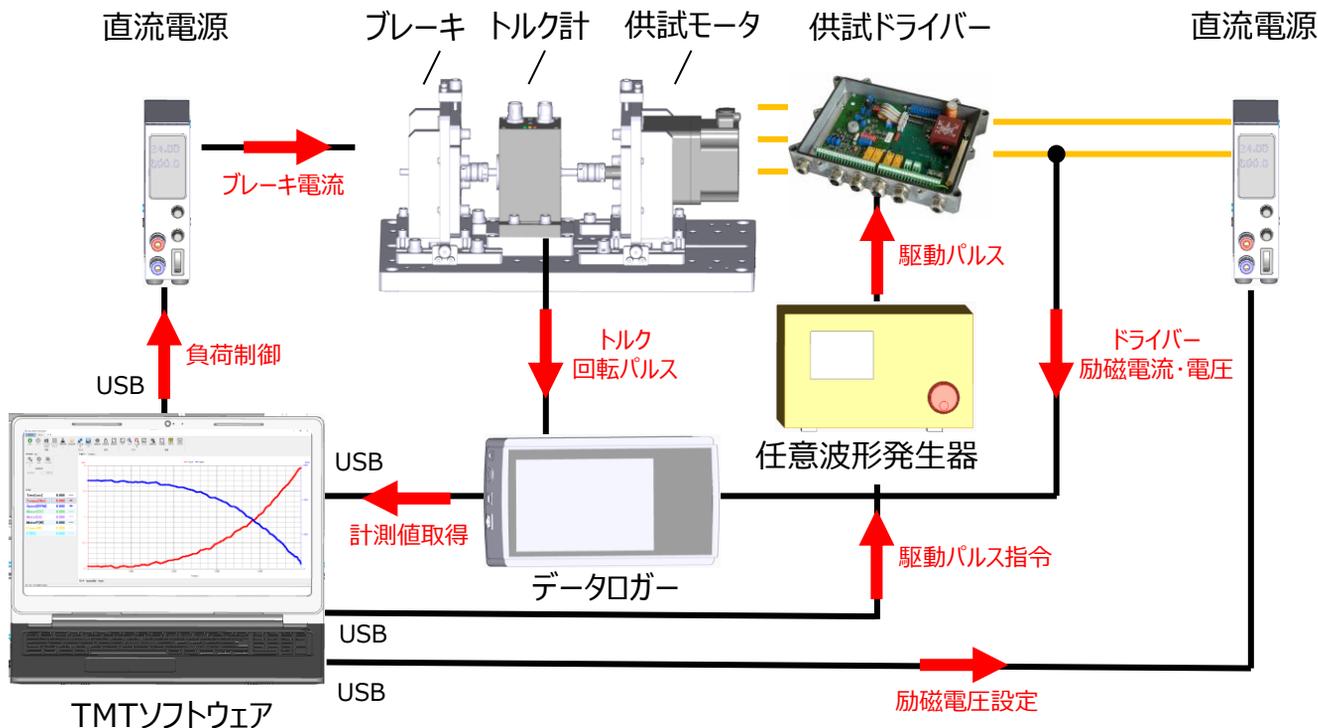
・トルク計内蔵のエンコーダは高角度分解能の1,000パルス/回転や5,000パルス/回転に変更が可能

ダイナモメータコントローラ DSP7002

・2台のトルク計とブレーキと接続し、ギヤの入出力の特性を同期計測およびブレーキの負荷制御が可能

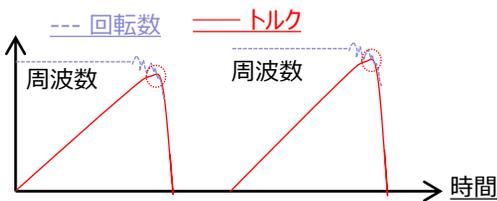
⑭ ステッピングモータトルク試験

ステッピングモータの特性は、同期して回るトルクを測るプルイン・プリアウト、保持トルクを測るホールディング・ディテントトルク、位置制御の性能を測る角度精度・ダンピングがあります。各特性を計測するには様々な機器の検討が必要ですが、東陽テクニカではステッピングモータの基本特性を計測するシステムをご提案しております。



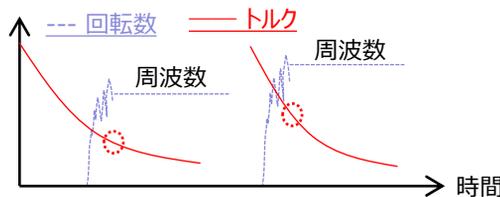
プリアウトトルク特性

・プリアウトトルクは、一定周波数のパルスで同期して回転している時に、負荷トルクを徐々に加え、モータが脱調する時のトルクです。

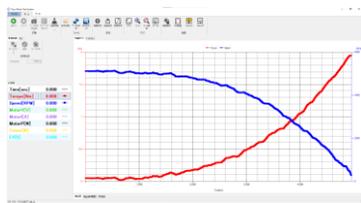


プルイントルク特性

・プルイントルクは、一定周波数のパルスを与えた時に、停止状態から負荷トルクを徐々に下げていき、モータが同期して回転する時のトルクです。



使用機器



負荷制御・計測ソフトウェア TMT



パウダーブレーキ TPBシリーズ

負荷制御・計測ソフトウェア TMT

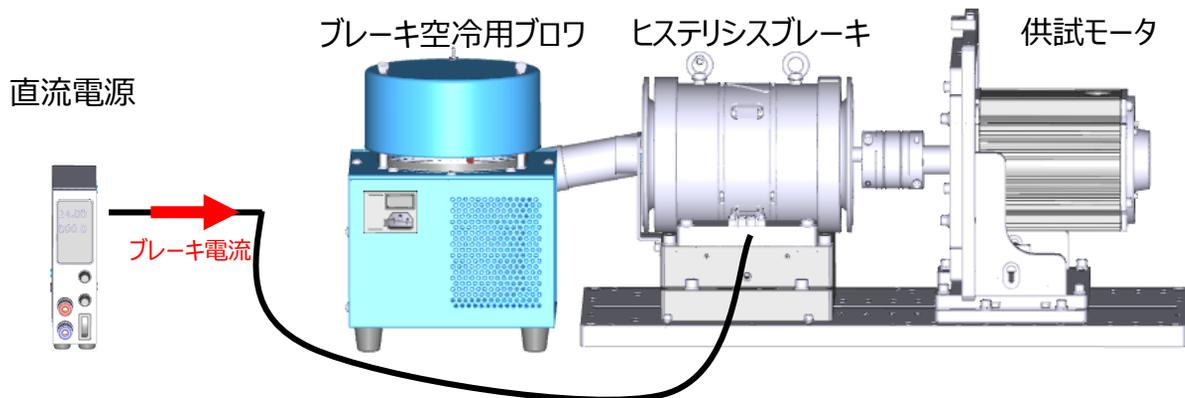
・任意波形発生器や励磁用電源などの制御が可能で供試モータへの駆動条件設定が可能

パウダーブレーキ TPBシリーズ

・停止状態から徐々に負荷トルクを下げていくことが可能でプルイントルク計測に適用

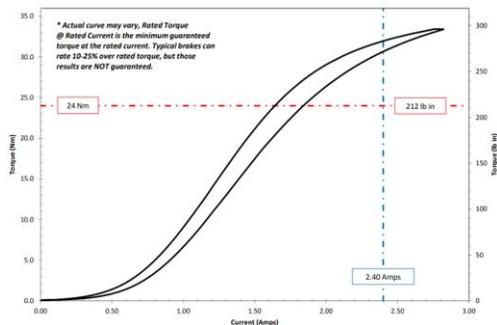
⑮ 耐久試験/インバータ評価

ヒステリシスブレーキは一定電流で長時間安定したトルクを発生するため、供試モータとヒステリシスブレーキを直結し、トルク計なしで供試モータの負荷試験が可能です。耐久試験や供試モータに負荷を印可して、インバータの評価などにご使用頂けます。



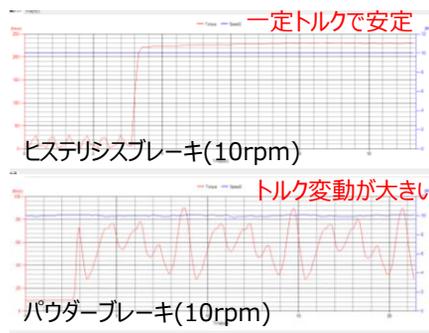
トルクvs.電流の校正

- ・出荷時にトルクvs.電流の校正データをヒステリシスブレーキに添付がオプションで可能



低回転においても安定動作

- ・ヒステリシスブレーキは0rpmから定格トルクを発生
- ・一定電流で安定した負荷トルクを発生



使用機器



ヒステリシスブレーキ
HB/AHB/BHB

ヒステリシスブレーキ HB/AHB/BHB

- ・10,000rpmを超える高速回転の試験に対応
- ・空冷可能モデルで高出力試験に適用
- ・負荷ノイズが少ないブレーキ
- ・一定のブレーキ電流で安定したトルクを発生
- ・低回転で安定した負荷トルクを発生

株式会社 東陽テクニカ

機械計測部 Magtrol担当

〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6

TEL.03-3279-0771 FAX.03-3246-0645 E-Mail: web-car@toyo.co.jp

www.toyo.co.jp/mecha/maker/magtrol/

大阪支店 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-6-1 (新大阪ブリックビル) TEL.06-6399-9771 FAX.06-6399-9781

名古屋支店 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄2-3-1 (名古屋広小路ビルディング) TEL.052-253-6271 FAX.052-253-6448

宇都宮営業所 〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷2-4-3 (宇都宮大塚ビル) TEL.028-678-9117 FAX.028-638-5380

技術センター 〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6 TEL.03-3279-0771 FAX.03-3246-0645

本カタログに記載された商品の機能・性能は断りなく変更されることがあります。

