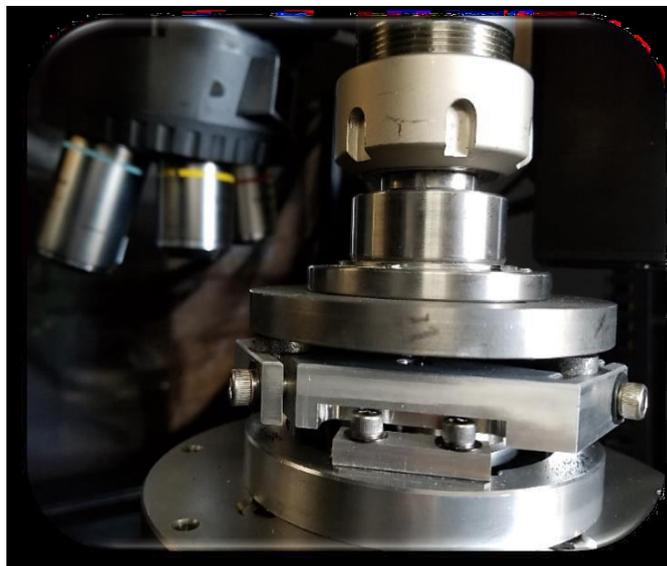


## 【はじめに】

ブレーキシュー摩擦材料は、すべての車両の重要な要素である。ハイブリッドおよび電気自動車の出現、回生制動および最新の安全規制は、ブレーキ摩擦材料を開発するための重要な動機です。ブレーキ材料は、通常、本格的なダイナモメータの SAE J2522 などの標準的なプロトコルによって評価されます。

この試験は、変化する圧力、速度、温度および減速条件における摩擦材料の挙動を評価することを含みます。このようなテストのための実際のコンポーネントの設計と製造は、しばしば面倒で費用のかかるプロセスです。



Rtec 社製モジュール交換型 多機能摩擦摩耗試験機（以下、MFT5000）は、同じプラットフォームで複数の ASTM / ISO / DIN 標準およびカスタマイズされたテストを提供するモジュール式摩擦計です。具体的には、ブレーキ業界にとって MFT 5000 は迅速なブレーキ材料試験のための費用対効果の高い方法を提供します。多用途のプラットフォームは、ダイナモメータ試験をシミュレートした条件でブレーキパッド材料の機能性と耐摩耗性をテストできます。インライントルク、摩擦、圧力、温度、速度を測定できます。さらに、特許取得済みのインラインイメージングオプションにより、研究者は摩耗回数の特徴付けることができます。このアプリケーションノートでは、標準テスト（SAE J2522）の実行に MFT 5000 を使用する方法と、ブレーキパッド摩擦材の摩耗率を測定するカスタムテストについて説明します。ディスク上のピン、直線往復摩耗、フレットング摩耗などの他のテストも同じプラットフォーム上で実行できます。

## 【MFT 5000 プラットフォームでのブレーキ試験のシミュレーション】

ブレーキ材料の表面は非常に不均一である。ブレーキ材料の非均質性を反映するテストクーパーを使用することが重要です。Rtec MFT 5000 は、標準的なベンチトップ試験システムや本格的なダイナモメータに勝るユニークな利点を提供します。ヘビーデューティのフロアスタンド設計により、研究者はサンプルに最大 5000N の加重を加えることができます。これにより、必要な接触圧を維持しながらサンプルサイズを柔軟に変更することができます。典型的なダイナモメータ・テストでは、キャリパーの設計も重要な役割を果たします。このため、物質間の相互作用を具体的に研究することは困難です。MFT プラットフォーム上の一貫したジオメトリのサンプルは、デザインとは無関係にブレーキパッド材料組成を評価するテスト手順を可能にします。ディスクブレーキまたはドラムブレーキが装備された自動車の材料を評価するために同じセットアップを使用することができます。この技術は、成分レベルの試験に進む前に、候補物質の有効性の挙動およびトライボロジー特性を評価します。意味のあるテストを実行するには、ブレーキシステムの物理パラメータをシミュレートすることが重要です。

- スライドパッドとブレーキロータ間の接触圧力
- 初期温度
- スライディングスピード
- 減速

試験中に記録される重要なパラメータには、摩擦、摩擦係数、トルク、接触圧力、すべり速度および相互作用する表面の温度が含まれます。標準テストは、車両の減速度のシミュレーション条件を含みます。Rtec MFT 5000 プラットフォームで一定のスライド速度（ドラッグモード）でテストを実行することもできます。

## 【テストの準備、及び結果】

ここでは、SAE J2522 のサブセクションをシミュレートするための Rtec MFT 5000 の使用方法を示します。テストピースでテストすることにより、異なる材料の組み合わせを迅速に評価することができます。3つの円柱状試料をブレーキ材料の代表として取り付けます。鋳鉄ディスクがカウンター表面として使用されます。12.7 mm×6.35 mm [0.5 "X0.25"]の最小サンプルサイズと、ロータの 50.8 mm 半径[2 "]のディスクが推奨されます。他のサンプルサイズもプラットフォーム上で簡単に調整できます。

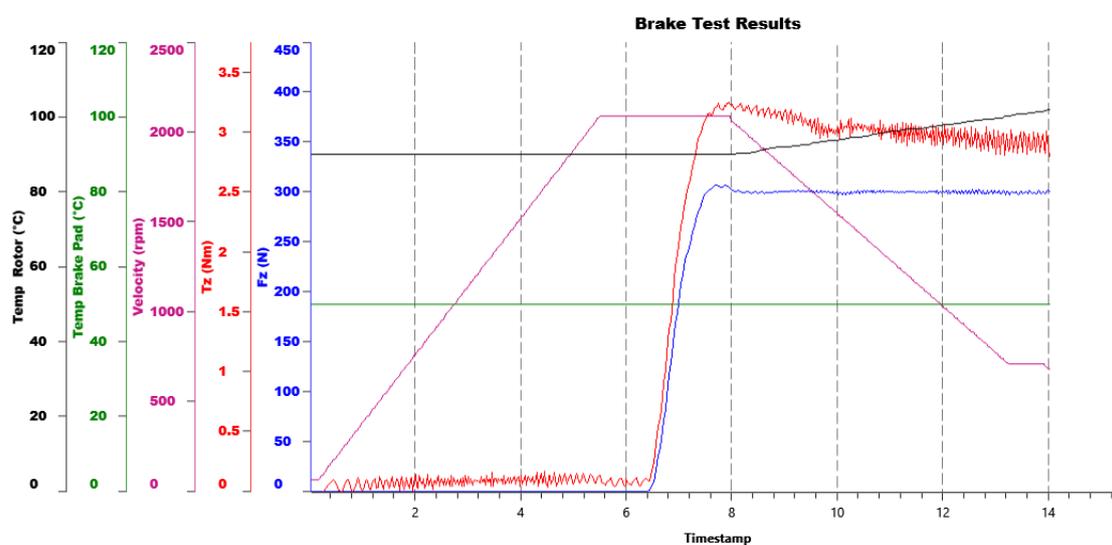
このアプリケーションノートでは、市販のブレーキパッドから得られた 12.7 mm×6.35 mm のシリンダーを使用したテスト設定から得られた結果について説明します。試料を下部サンプルとしました。半径 50.8mm の鋳鉄ディスクを用いてロータを表しています。それを上部サンプルとしました。セットアップは、均一な接触のためのセルフレベリングプラットフォーム（面接触になるように遊びがある試験片ホルダ）に取り付けます。SAE J2522 からスナップをシミュレートするために、サンプルを 2089rpm で 300N (0.75MPa の接触圧) まで負荷しました。その後、5.5 秒間の負荷の下で速度を 787rpm に下げた。これらの条件は、自動車の速度の変化を 80~30Km / hr とします。負荷は、流体ラインで 3000kPa を表すように選択しました。相互作用する表面のトルク、摩擦および温度を測定しながら速度および負荷を制御します。



セルフレベリングプラットフォーム（面接触になるように遊びがある試験片ホルダ）

高度なセンサーと高速データ収集システムを使用して、テストデータを収集します。1 サイクル中に収集されたデータを下図に示します。

このテストは、任意のサイクル数を繰り返すことができます。MFT 5000 プラットフォームは、さまざまな負荷（最大 5000N）と速度（最大 3000 rpm）にわたって動作します。さまざまな速度と圧力の組み合わせがプラットフォーム上で簡単にテストできます。グリーンμ特性、速度/圧力感度、コールドアプリケーション、フェード、リカバリなど SAE J2522 プロトコルのいくつかのステップをシミュレートできます。また、温度や湿度などの環境条件を制御することもできます。生成された破片は、さらなる分析のために収集することができます。

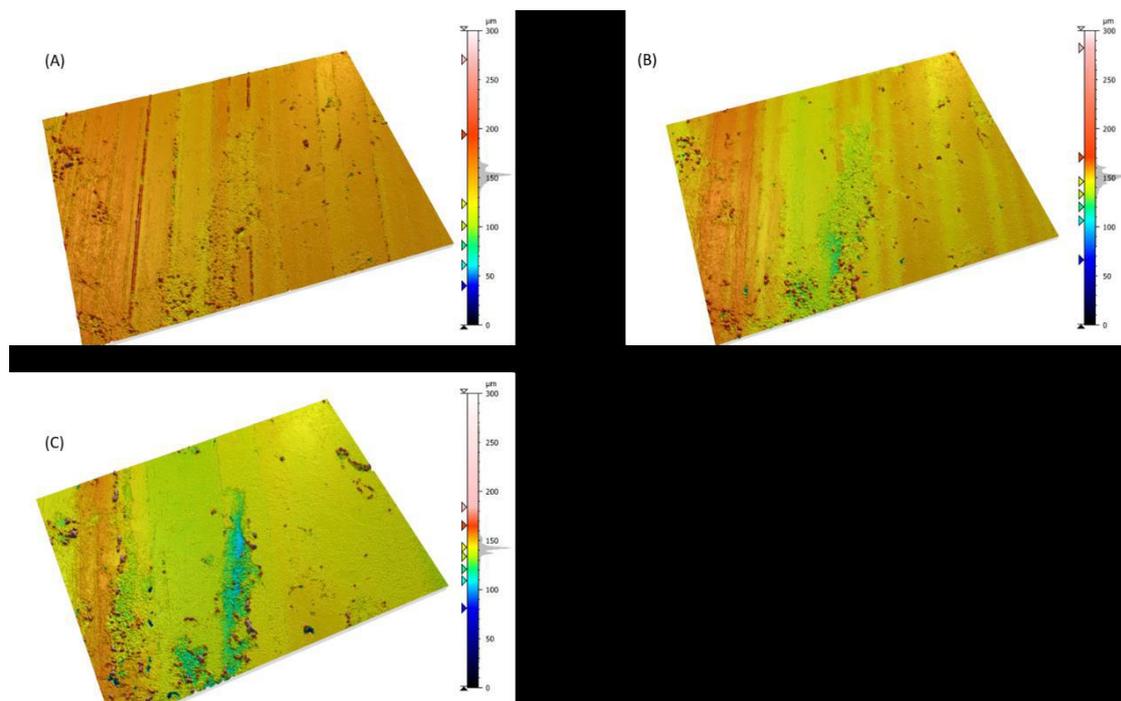


80Km /時からの速度の変化を表すために条件をシミュレートする典型的な試験の結果。  
~30Km / hr。 接触圧 0.75MPa で測定した。

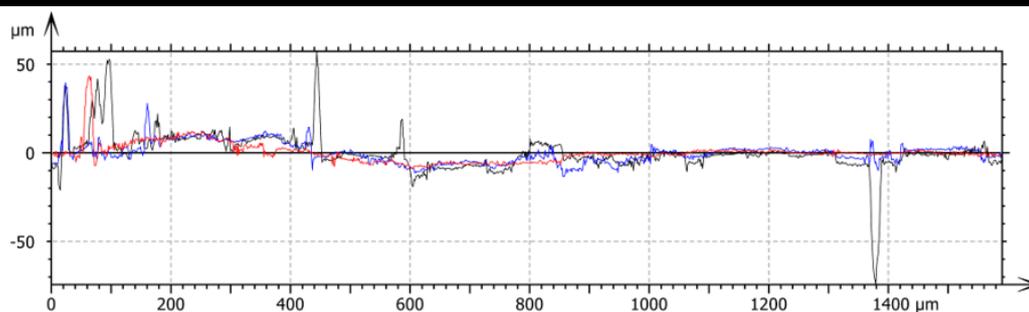
## 【摩耗研究 MFT 5000 プラットフォーム】

特許取得済みのインラインイメージング技術を取り入れた MFT 5000 は、摩耗とブレーキ材料のサイクル数による変化を確認します。設定は、スピニングディスクの共焦点と白色光の干渉計を組み合わせたトライボロジー用に特別に設計された 3D プロファイルメーターが含まれます。自動ステージ上の高度なエンコーダは、サンプルが機械的テスト領域とプロフィールメーターの間で交互に切り替わることを可能にします。nm 解像度の高解像度 3D 画像は、プロフィロメーターを使用してキャプチャされます。

これらの画像は、サイクル数、時間またはトルクの変化、温度などのユーザ定義の条件で取り込むことができます。この情報は、摩耗率、物質移動、粗さの変化を比較するのに非常に役立ちます。また、研究者はどの状態から変化が始まったか、その開始情報を取得することができます。1500 RPM で 15 秒ごとにテストを一時停止し、画像取得した例を示します。その後一定の荷重および速度で 60 秒間試験を継続しました。



ISO 25178			ISO 25178			ISO 25178		
Height Parameters			Height Parameters			Height Parameters		
Sq	8.96	μm	Sq	7.36	μm	Sq	8.36	μm
Ssk	2.61		Ssk	1.18		Ssk	1.57	
Sku	22.9		Sku	17.4		Sku	30.0	
Sp	115	μm	Sp	115	μm	Sp	125	μm
Sv	79.0	μm	Sv	71.1	μm	Sv	117	μm
Sz	194	μm	Sz	187	μm	Sz	241	μm
Sa	5.53	μm	Sa	4.90	μm	Sa	4.63	μm



Red Initial Blue After 15s Black After 60s

プロファイル分布 初期値 (赤)、15 秒後 (青)、60 秒後 (黒)

#### 結論

Rtec MFT 5000 は、ブレーキ材料をスクリーニングするための、高速で信頼性が高く、費用効果の高いツールです。高解像度センサーは、材料組成のわずかな変化を特徴付けることができます。インラインプロフィロメーターを使用すると、サブ nm 解像度でサンプル表面の変化を調べることができます。サイズと柔軟性の長所により、MFT 5000 は本格的なダイナモメータのテストを補完する理想的なツールになります。