

OPTIMOL



スリップ - ローリング 下における
摩擦摩耗分析用 2円筒試験機

Dr. Ameneh Schneider
ameneh.schneider@optimol.com

2021 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL

2円筒試験機

本2円筒試験機は OPTIMOL社のテクノロジープラットフォームに基づいております

ソフトウェア + エレクトロニクス + オプション機能

SRV® テストシステム 2円筒試験機


2021 2 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL

なぜ 2円筒試験機?

高荷重領域での”スリップ - ローリング”コンタクトにおける機能改善に対する下記のようなアプローチが必要です:

- 材料疲労の低減 → 例) 窒化 / 軟窒化 / 焼入れ 等
- 軽量設計 → 例) 硬質薄膜
- 耐荷重性能の向上 → 例) 極圧添加剤の性能向上
- 環境に配慮したエンジニアリング → 例) エコ - フリカング
- 保守・保全間隔の延長によるメンテナンス費用の圧縮 → 低フリクション化 / 高疲労強度化



2021 3 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL

2円筒試験機

業界ではよく”トライブ・フィルム”について議論されます。
「どのように規定化されたトライブ・フィルムを作りますか？」
潤滑剤開発者は、トライブ・フィルムに大きな興味と期待を寄せている
また、”コールド・ハードニング” (冷間加工) についても議論される
「どのように冷間加工を実施しますか？」
メタリストは冷間加工により興味を示す。

2円筒試験機は:
冶金 / 硬質薄膜 / 添加剤 / ベースオイルに関する複合的なエンジニアリングをする上で有意義なツールとなります。

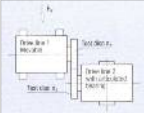

2021 4 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL **2円筒試験機**

試験原理

- 2基の各自独立したドライブシャフト上に2つの円筒型ディスクをセット
- 2つのディスクの接触面でお互いに押し付け合う
- 2基の独立した駆動源により個々に異なる速度でディスク回転を制御する事で接触面における同期/非同期での運転が可能

Videoclip: [twnkzisk_2017_19_komp.avi](#)

2021 5 New Horizons in Tribotesting

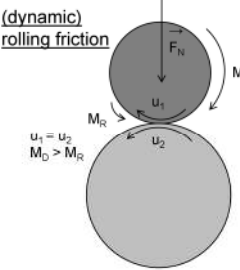
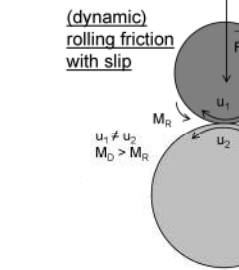
OPTIMOL **フリクションの種類**

(dynamic) rolling friction

(dynamic) rolling friction with slip

rolling friction: $\mu = \frac{M_R}{M_D}$

Slide-roll-ratio = $2 \frac{u_1 - u_2}{u_1 + u_2}$





2021 6 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL **OIP製 2円筒試験機**

2円筒試験機で調整可能なパラメータ:

- スリップ・ローリング比率: 0% - 100%
- 段取替えにより最大荷重を変更可能
 - 2N - 200N [低荷重]
 - 25N - 2500N [一般荷重]
 - 50N - 5000N [高荷重]
- 回転速度:
 - 逆転(-)方向 -3000rpm - 正転(+)方向 3000rpm
- 最大ドライブパワー: 11kW



2021 7 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL **OCAソフトウェア**

2円筒試験機用ソフトウェア **OCAソフトウェア** [Operation Control and Analysis Software]

- 出力パラメータ
 - フリクションフォース[N]
 - 回転数(各駆動軸)[rpm]
 - 荷重[N]
- ローテーション制御特性(傾斜orステップ)制御プログラム
- 自動スリップ比率調整
- 回転駆動モーターの制御タイプ:
 - 同期制御
 - 非同期制御

分析パッケージ1(データ出力形式MS-Word / MS-Excel / PDFフォーマット / テキスト) 付きOCAソフトウェア

2021 8 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL **2円筒試験機**

2円筒試験機ヘッドユニットの納入範囲:

- 工業用PC + タッチパネル式23インチモニター
- Φ45mm x 10mm 試験片 x 1セット
- 専用工具 x 1式 + 取扱説明書 etc

オプションを追加する事で様々な
アップグレードが可能

例1.) 電気接触抵抗値測定
例2.) アコースティックエミッション測定 等



2021 9 New Horizons in Tribotesting

OPTIMOL **2円筒試験機 オプション**

追加可能な**オプション**例):

- ドライブシャフト水冷機能
- オイルバス用ヒーター [RT - 120°C]
- オイル循環ポンプ
- 摩耗量測定センサー
- 試験片(片側のみ)温度測定
- 電気接触抵抗値測定
- アコースティックエミッション測定



2021 10 New Horizons in Tribotesting

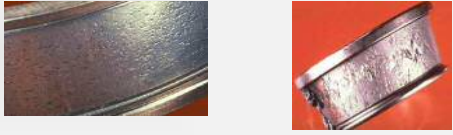
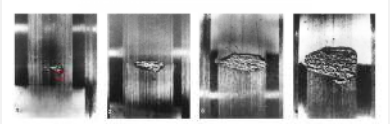
OPTIMOL **2円筒試験機 試験例**

1000万サイクルのスリップ - ロールング 環境下における 2枚の試験片での試験は下記のような特性を同時に示した:

- フリクションフォースと慣らし効果の可視化 評価
- 疲労に対するスリップ - ロールング 抵抗
- 事前に選択した接触応力下での総摩耗
- 様々な接触応力における対になる試験片同士の耐荷重能力

2021 11 New Horizons in Tribotesting

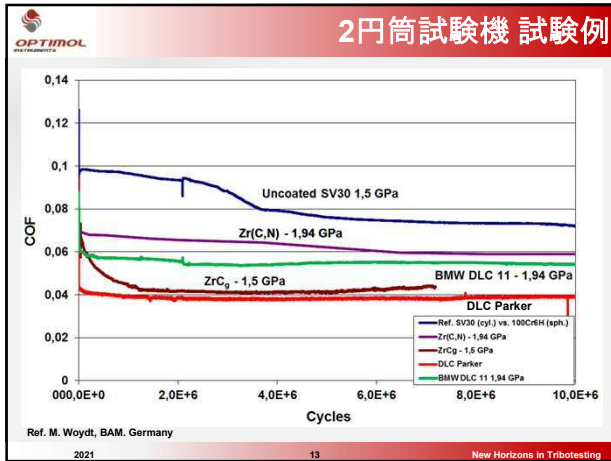
OPTIMOL **2円筒試験機 試験例**

転がり軸受表面の転がり接触による疲労ダメージの進行

<http://evolution.skf.com/the-progression-of-surface-rolling-contact-fatigue-damage-of-rolling-bearings/>

2021 12 New Horizons in Tribotesting



2円筒試験機 試験例

円筒試験機 摩耗痕(P0mean = 1.5 GPa, 1.94 GPa, 2.5 GPa と 2.62 GPa) の光学顕微鏡による転がり滑り抵抗例):

Material	1.5 GPa (930 N)		1.94 GPa (2,000 N)		2.5 GPa (4,400 N)		2.62 GPa (5,000 N)	
	Counter Body	Test Sample	Counter Body	Test Sample	Counter Body	Test Sample	Counter Body	Test Sample
102Cr6 (1,2087)	10 ⁷ cycles		10 ⁷ cycles		10 ⁷ cycles			
100Cr6H (1,3895)	10 ⁷ cycles		10 ⁷ cycles		6.75 · 10 ⁶ cycles			
Cromdur 30 (1,4108)	10 ⁷ cycles		10 ⁷ cycles		10 ⁷ cycles		10 ⁷ cycles	
							2.18 · 10 ⁶ cycles	

Ref. M. Woydt, BAM, Germany

2021 14 New Horizons in Tribotesting

- ### 2円筒試験機 アプリケーション
- 2円筒試験機を利用した試験で改善可能なコンポーネント試験例:
- 歯面
 - 転がり軸受
 - カムフワ
 - CVTギヤ (Continuously Variable Transmission)
 - シンクロナイザリング
 - ホイール vs レール 接触のアプリケーション
- Ref. M. Woydt, BAM, Germany
- 2021 15 New Horizons in Tribotesting

- ### サマリー
- 2円筒試験機による 摩擦応答 / 摩擦挙動 / 試験片同士の疲労を分類するための新しいスクリーニング試験法を下記に示す:
 - 無潤滑環境下でのスリップ - ローリング
 - 複合 / 境界 摩擦
 - 流体潤滑
 - 弾性流体潤滑
 - 本トライブプロファイルはベンチ試験を補完するものです
 - 2円筒試験機はオイル / 添加剤 / 材料 / 硬質薄膜のスクリーニング試験と製品開発に要する時間短縮に寄与します
- References: BAM, DB, HS Mannheim, Continental, Uni Erlangen, KYB in Japan
- Ref. M. Woydt, BAM, Germany
- 2021 16 New Horizons in Tribotesting