



LaserNet 200 シリーズ

ダイレクト画像認識型使用済みオイル用 油中パーティクルカウンターのご紹介

Ken Caldwell Product Manager | Spectro Scientific

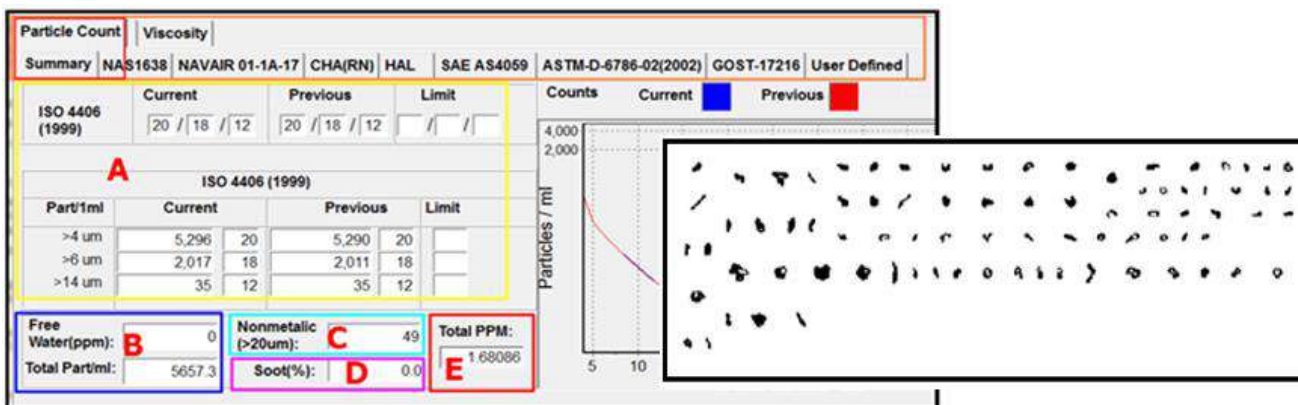
輸入代理店：㈱エステーエム

ご紹介

機器コンディションの予防保全を目的としたオイル分析において、一つの重要な指標として油中コンタミネーションの把握が挙げられます。

パーティクルカウンターは使用済みオイルの汚染度モニターとなり、その汚染原因は機器内部の表層での潤滑油酸化による酸化固形物の発生や周辺環境からの砂・埃の混入、メカニカルシールの劣化、フィルターの劣化等によるコンタミが考えられます。もっとも多いケースとして、固さの異なる金属稼働部の接触面での摩擦が挙げられ、ある研究結果では、機器の故障によるダウンタイム発生原因の50%以上の場合、異常摩擦が原因とされています。パーティクルカウンターには、測定報告形式が多数ありますが、その中でもISO 4406が最も一般的となります。

ISO等級はオイルの洗浄度を示す為、各分布のパーティクル数の増減を簡潔に表記されています。ISO等級は1 mlのサンプルに>4, >6, >14 μm 以上の各粒子がどこくらいの数含まれているかカウントし、その数値をコード表へあてはめコード分類を行っています。



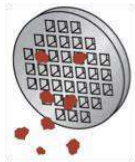
パーティクルカウンターについて

機械用使用済みオイル分析で用いられているいくつかのパーティクルカウンターについてご紹介をさせていただきます。

▶ブルーブローケージ型

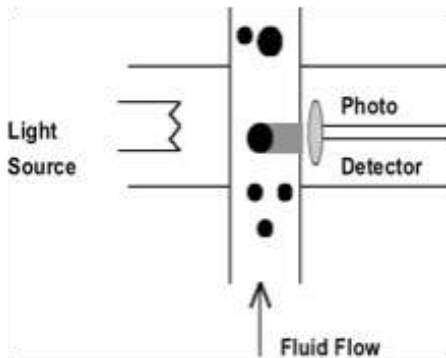
ブルーブローケージ型パーティクルカウンターは主に、機器を使用されている現場にて簡潔に使用することを想定したポータブル型フィールドオイル分析向けと位置付けています。きめ細かなメッシュにオイルを通しパーティクルを蓄積させ、パーティクルの数量測定は一定流量方式又は一定圧力方式にて行われます。定流量方式は、一定のオイル流量をメッシュフィルターへ与えその圧力低下を測定します。一方で、一定圧力方式は一定のオイル圧力をメッシュフィルターへ与えそのオイル流量を測定します。

SpectroScientific社製FieldLabタイプではこちら的方式を採用しています。



▶光遮蔽式パーティクルカウンター

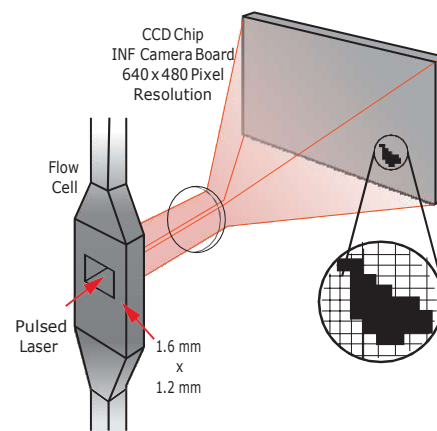
光遮蔽式パーティクルカウンターは使用済みオイル分析においてもポピュラーな測定方式となります。測定原理は以下となります。レーザーを主とする光源よりサンプルへ向け照射された光はサンプル内の流路を流れる粒子に当たることにより光が遮断されます、その光が遮蔽された箇所をフォトディテクターにて電圧変化を捕えます。



古くからあるパーティクルカウンター形式ですが、フォトディテクターによる検知において、特にサービソイルサンプル中の水分や気泡などの存在やダークな色のサンプルの測定には限界があります。

▶LaserNet Fines(レーザーネットファイン ダイレクトイメージングパーティクルカウンター)

SpectroScientific社製 LaserNet Fines (LNF) パーティクルカウンターは、ソリッドステート型CCDチップレーザー検知で、以下の図のようにダイレクトにパーティクルの画像を捕えカウントを行います。



レーザー光はサンプルセルへ照射され、光学レンズにてその光を拡大し、CCDビデオチップにて画像を捕えメモリーへ記憶させます。それらの画像はサイズと形を分析した上で、円相当径を計算し、ISOコード分類と共に20 μ m以上の大型パーティクルの形状の種別及び大きさを報告します。また、上記のLNF試験機では、ISO4406の報告以外にもNAS等級等その他報告値の演算も可能です。加えて、LNFはまるで定性フェログラフィー分析の様に、パーティクルのシルエットを分析し画像分類を行います。20 μ m以上の全ての大型パーティクルに対して試験機に搭載されたアルゴリズム機能にて、切断摩耗・疲労摩耗・異常スライディング摩耗・非金属混入・遊離水混入・繊維類等混入へ自動分類を行います。それら摩耗粒子のタイプ分類機能やサイズ測定機能の他、最上位機種には、定量フェログラフィー分析の様に、鉄粉濃度測定を行う機能を備えております。詳しくは是非、弊社レーザーネット (LNF) 製品カタログをご参照願います。

LNF と光遮蔽式パーティクルカウンターとの比較

サービスオイル（使用済みオイル）におけるLNFと光遮蔽式パーティクルカウンターの主要な特徴の違いをTable 1にまとめました。ご参照願います。

▶校正について

LNFの校正は基本的に工場出荷時に光学工房にて校正される一回のみとなります。その他ユーザーでの日常的な校正作業は必要としません。機器のパフォーマンスは専用標準液を通常の測定の様に定期的に測定して頂き、精度確認を行って頂きます。

光遮蔽式パーティクルカウンターの場合、光学部分の変化によりたいいの場合、年に一度の再校正を要求され、その校正をする為に製造業者の元へ返送、もしくはサービスマンを派遣する必要があります。レーザー光遮蔽式パーティクルカウンターはISO 11171に準拠した校正が必要となりますが、検知方式の異なるLNFではNIST（アメリカ国立標準技術研究所）適合標準油による精度確認のみでISO 11171校正を要求されません。

▶サチュレーションリミットとコインシデンスロス

「コインシデンスロス」とはパーティクルが測定される検知エリアを通過する際、2つもしくはそれ以上の粒子が重なり合い、まるで一つの粒子としてカウントされてしまう誤検知現象です。それは検知エリアに対してパーティクルの数が多すぎる場合に発生します。その重なり合ってご検知されたパーティクル数の報告は、実際の数より少なくなる傾向とパーティクル粒子も、実際の粒子の大きさより大きく捕えてしまう傾向が発生します。

「サチュレーションリミット」とは、パーティクルの濃度に対する測定限界域を意味します。LNFのサチュレーションリミットは遙かに良く、1ml中に5億個のパーティクルを僅か2%程の重複エラーでカウントします。

なぜLNFが光遮蔽式パーティクルカウンターと比べ高いサチュレーションリミットと低い重複エラーを兼ね備えるかというと、LNFは1D焦点式フォトディテクターではなく、2Dの光検知アレイフォトディテクター（解像度640x480）を採用している点と、1600x1200 μ mサイズのフローセルをLNFに搭載し、数多くのパーティクルを同時に捕えます。それらにより個々のパーティクルの軌跡を映像で捕え、モニタリングを行うことにより、後ほど記載する様に2つの小さなものへの分離が可能となります。それはそれぞれ個々のパーティクルの軌跡を追い、その後に分離した画像を捉えることにより重なり合って見えたパーティクルを個々の2つのパーティクルへと捉えることとなります。それは通常のフォトディテクターでは困難でLNF特有のダイレクトイメージング方式により可能となります。

FACTORS	光遮蔽式パーティクルカウンター	LNF Q200
校正について	製造者による一年に一回の校正。	専用標準液使用による精度確認。校正の必要なし。
希釈について	黒色又は色の濃い場合や中・高粘度オイルの場合、ほとんど希釈を必要とします。	高粘度サンプル粘度320 cSt以下または約2%以下の煤分混入サンプルには不必要。
コインシデンスロス	8-10% (Typical)	< 2%
サチュレーションレベル	10,000-300,000 粒/ml (Typical)	5,000,000 粒/ml
円相当径の把握について	推定計算。光学トランスミッションによる。半透明のパーティクルや水分ではエラーを引き起こす可能性あり。	正確な検知及び分類機能。(20 μ m以上の非金属・水分・気泡に対してとなります。)
繰り返し性	使用済みオイルの場合、繰り返し検証の為、複数回の測定が必要な場合あり。	高い繰り返し性をご提供

Table 1

▶希釈について

LNFによる測定においてサンプルへの希釈は、320mm²/s以下の粘度サンプル又は約2%以下のすす分パーティクルを多く含んだダークで黒い色のサンプルに対しては必要とされません。

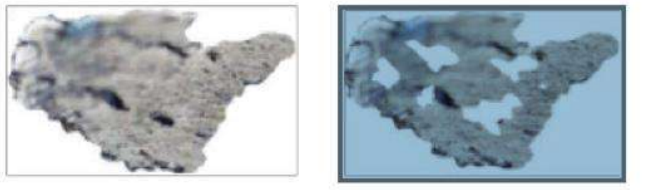
しかし、レーザー光遮蔽式のパーティクルカウンターでは、多くの場合サチュレーションリミットが低くサンプル測定する前に溶剤で希釈する前処理を必要とします。特に多くのパーティクルを含んだ黒色のエンジンオイル等はその典型です。仮に希釈を行わずに測定をすると測定エラーで測定結果が得られないケースや正確なパーティクルカウントが行えず、結果は実際の数より少なくなるケースが発生してしまいます。

その他、希釈を行った際に起こりうるパーティクルカウントのエラー原因として、希釈を行った際には希釈した希釈率ファクターによって外挿された値である事、希釈溶剤を使用する場合一般的に1対1の割合で行うことが推奨されますが、希釈率を高くするほど大きなパーティクルは溶剤の影響で早く沈殿を起こし、測定前に良く攪拌をしても、実際のサンプル測定時にパーティクルを均一に維持することが難しくなり、良い測定繰り返し性を生むことが困難となる場合があります。

LNFではサチュレーションリミットが高く、よりダークな色のサンプルを希釈なしで測定出来る点で、光の透過が難しい黒いサンプルなどの測定頻度が高いユーザー様で、測定にお困りの場合きっとお役立ち出来ると確信しております。

▶金属成分以外のパーティクル検出について

その他LNFのユニークな特徴として、固形のパーティクルの内部形状が半透光している様なパーティクルを見分けることが出来ます。それぞれ2種類のパーティクルで、一つは固形、一つは半透明になっているパーティクルについての範囲と形について考えてみますと、シリカ（二酸化ケイ素）とシリケート（ケイ酸塩:砂や泥に紛れる）は良くあるコンタミネーションで半透明なものが含まれます。LNFはトータルでのパーティクルカウントに加え、非金属成分のコンタミも別にカウントします。



▶パーティクル円相当径の読み取りについて

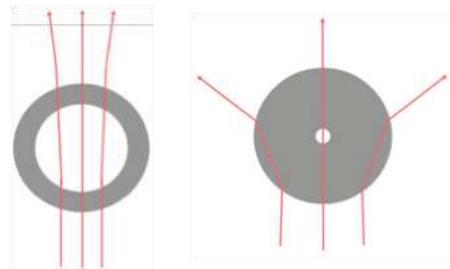
パーティクルカウンターはパーティクルのサイズを円相当径にて報告します。これは、サンプル円の直径を正しく読み取ることを意味しますが、複雑な形をしたパーティクルにおいて、レーザー光遮蔽式パーティクルカウンターにて測定した場合、パーティクル内の半透明箇所は光を透過するので、パーティクルの全てのエリアはフォトディテクターによって検出されません。その結果大型サイズのパーティクルにもかわらず過小に評価されてしまう恐れがあります。LNFのダイレクトイメージングシステムではこのような制限は無く、ニューラルネットワーク機能によりパーティクルの失われている箇所を穴埋めして認識し、正確にパーティクルのサイズを評価します。

▶水分と気泡の補正機能について

LNFは水分や気泡が含んでいるサンプルにおいてパーティクル数を補正する機能を持っています。水分や気泡の混在は油との屈折率の違いにより容易に識別することが出来、カウント数から減算を行い正確なパーティクルカウントを行います。LNFは20μm以上の大きさの水分に対して異なるカテゴリーとして報告を実施します。

▶ソフトなパーティクルについて

正確なパーティクルの測定には、水分や添加剤などソフトパーティクルと言われるようなオイルに溶解していないものを除外して数える必要があります。



上の図の左側の光の屈折はごく僅かです。なぜかというオイル中の水分の屈折率はオイルに近い為、この様になだらかになります。一方、右側では、オイル中の気泡を表し、気泡ではその屈折率が異なり、屈折が複雑になります。

▶遊離水の測定について

LNFではサンプル中の遊離水の測定と報告をします。この測定は20μm以上の直径がある水分を画像で捉えます。

▶すす分の測定について

LNFはサンプルを通じて得た画像自動色調調整機構を用いて約最大2%のすす分が混入したダークな色の試料も測定することができます。

▶機器の主な機能の一例と摩擦粒子形状分類例

- Particle size distribution⁺
- ISO 4406 cleanliness codes⁺
- Particle shape classification⁺

CUTTING



SLIDING



FATIGUE



NON METALLIC



WATER



日本代理店：株式会社エスティーエム

〒350-0436 埼玉県入間郡毛呂山町川角 502-6
TEL : 049-276-1060 FAX : 049-276-1059
URL : <http://www.j-stm.co.jp/>