

Topics for Your Update

2010

Vol.20 フィルターの ベータ値(ろ過比)を理解する Understanding Filter Beta Ratios

著者：Eric Ringholm (HYDAC Technology Corporation)

翻訳：稲子みどり (コンパス・トゥーワン) Tel. 03-5609-9829 midori@compass21.jp

▼TYUバックナンバー

Vol. 1 RCM分析からみる52の潤滑故障モード
Vol. 2 ワールドクラス潤滑プログラムへの転換
Vol. 3 オイル分析を成功に導く9ステップ
Vol. 4 鉄粉濃度を理解する
Vol. 5 今どきのオイル分析士には今どきの秘策がある
Vol. 6 潤滑剤の貯蔵限界 - その推奨値を求めて -
Vol. 7 グリース選定 一歩ずつ戦略
Vol. 8 オイル分析統計情報入門
Vol. 9 粒子計数技術 - ふるい式と減光式 -
Vol.10 信頼性プロよ、内省すべし
Vol.11 オイルサンプリングの"べし・べからず"リスト
Vol.12 現場のメンテナンスと粘度計測
Vol.13 オイル分析 vs. 顕微鏡分析 状況に応じた選択法
Vol.14 油中水分汚染の除去
Vol.15 お粗末な潤滑管理で損しないために
Vol.16 フィルター・エレメントの検査

Vol.17 ギヤ油に関する7つのQ&A
Vol.18 潤滑貯蔵庫 - 改善の機会を逃すな -
Vol.19 オイル分析と振動解析の統合
Vol.20
Vol.21
Vol.22
Vol.23

油圧システムの故障停止の原因に踏み込んで調べると、故障原因の大半が、現場の過度の固体粒子汚染であることがわかってくる。高レベルの汚染は、通常、不適切なろ過の結果からくるものだ。油圧システムにて実施された効果的なろ過は、故障停止を予防し、重要かつ高価な機器の期待寿命を延長する。適切なろ過の適用と維持を含む予防保全プログラムを実施すれば、機器修理費やシステム故障の高額なコストは、最少化することが可能だ。消耗品の価格と納期は、メンテナンス戦略の重要な検討事項であるとはいえ、何よりも重要なのは、フィルター・メディアの性能である、とすべきであろう。

油圧機器における継続的な需要の増加は、今日のシステムが、要求されるフィルターの精度が、高い粒子除去率を有していなければならないことを意味している。適切なフィルター数とフィルター性能は、システム設計の初期段階において十分考慮されなければならない。同様に、稼働させつつフィルターを変える能力 — つまり二重の装備が必要であること — これは、導入のための重要な事前評価として実施される。

機器設備の設計技師によって創りだされた良質の設計書は、強力な価格要請などによって、しばしば

覆される。システム提供者や購買者は、フィルターサイズ、ミクロン等級、型番などの変更によって、実施すべき“ろ過戦略”を変更することが多い。これは、システム全体にわたってコストを下げる、安直な方法だ。機器設備のユーザーは、システムを購入し、据付、操業後に、必要なシステム性能が到達するようろ過を、後付で加えなければならないかもしれない。

マルチパス試験

1999年に改訂されたマルチパス試験規格（ISO 16889）の目的は、油圧作動油用フィルター・エレメントの、塵埃・異物捕捉容量と粒子除去効率（ベータ値）の試験データを供給するための“分析ラボ基準の手順”を明示することにある。この試験は、系統に侵入した塵埃粒子の除去効率を計測する。当然データは、再現可能なものでなければならない。

予め定められた粒径分布のテスト用ダストが、注入リザーバーの中へ加えられ、試験用溶液として、指定された汚染濃度に到達するまで、一定量加えられる。注入リザーバー中の溶液は、試験溶液リザーバーの清浄なオイルの中へ継続的に送られ、汚染粒子濃度が希釈された試験溶液ができ上がる。マルチ

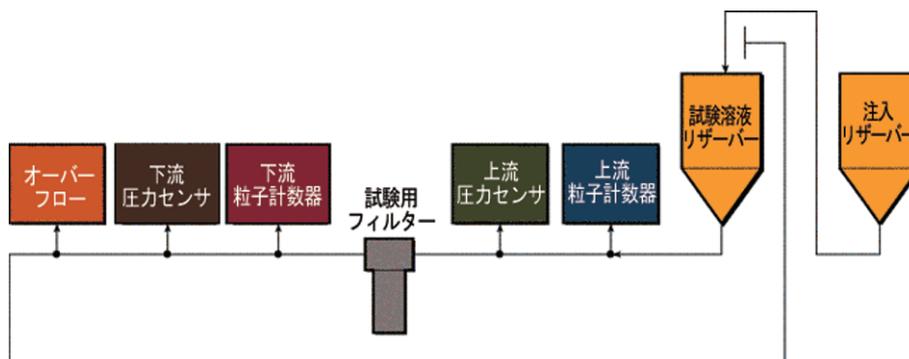


図1 マルチパス試験の基本構成要素

パス試験機は、この溶液が、一定の流速で試験用フィルターを継続的に循環するように設定されている。そして、エレメントによってろ過され、ろ過されなかった粒子と共に試験溶液リザーバーへと戻っていく。ろ過された溶液は、注入リザーバーの溶液中の粒子に再度汚染され、再び試験用フィルターに送られる。これを繰り返していく。

試験中は、エレメントの差圧、上流と下流の粒子数、注入された汚染物質の量が継続的に監視される。ほとんどの場合、エレメントの差圧が指定された限界値に達するとき、あるいはベータ値が指定されたレベル以下に落ちたとき、マルチパス試験は完了となる。

ベータ値（ろ過比）の計算

エレメントのベータ値は、上記のような試験モデルに則ったマルチパス試験の実施によって決定され

る。マルチパス試験の概要を明記したISO 16889-1999は、この試験が平均ベータ値75以上を示すフィルター・エレメントに適用できるとしている。それぞれのエレメント製造者は、各エレメントのためのベータ値仕様を決定している。現在では、最小のベータ値として、200が使われることが多い。

マルチパス試験は、小さな時間単位に分割され、それぞれの時間単位で粒子が計測される。これらの単位で計測されたそれぞれの粒子は、特定の大きさの粒子（Xミクロン）の数と、フィルター上流のXより大きな粒子の数が合算され、その後サイズXとフィルター下流のXより大きな粒子の数が合算される。フィルターの上流で捕捉された粒子の数をフィルター下流の粒子の数で割った値は、特定の粒子サイズにおけるエレメントのベータ値に等しい（図2）。

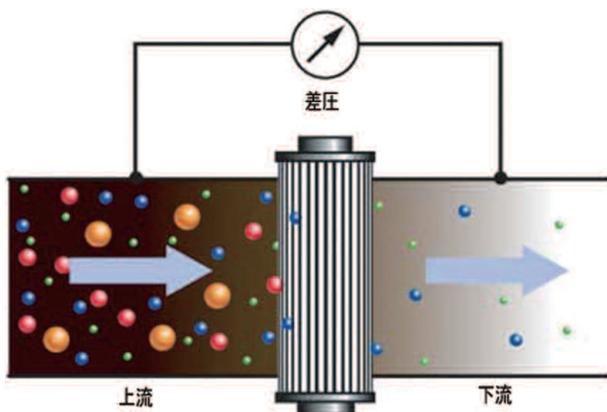
図3と4は、二つのフィルター・エレメントが、試験の開始から終わりまでの間、ベータ値とエレメントにかかる差圧がいかに変化したかを示している。

平均ベータ値の計算

ベータ値等級の平均値を計算するために、エレメントの差圧の限界値（あるいは予め決められた値）に達した試験時間の総計を、当分化された10の試験時間枠に割っておく。それぞれの時間枠において、枠ごとに上流の粒子の合計値を計算し、平均値を取る。同様に、下流の粒子数も合計し、平均値を取る。これらの値を、時間枠ごとに、異なった圧力に対してグラフ化していく。これらは、ベータ値が異なった圧力ごとに決定されることを示すものである。

単独ベータ値の計算

試験時間のための単独のベータ値は、10回の時間枠のそれぞれから、上流の粒子数の平均値を合計し



$$\beta_x = \frac{\text{フィルター上流側の } X\mu\text{m 超の粒子数}}{\text{フィルター下流側の } X\mu\text{m 超の粒子数}}$$

図2 マルチパス試験とベータ値

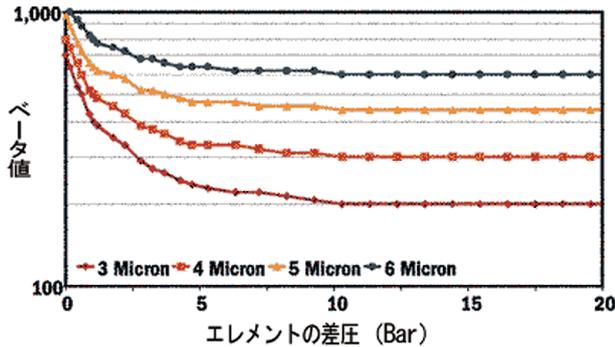


図3 エレメント番号1番

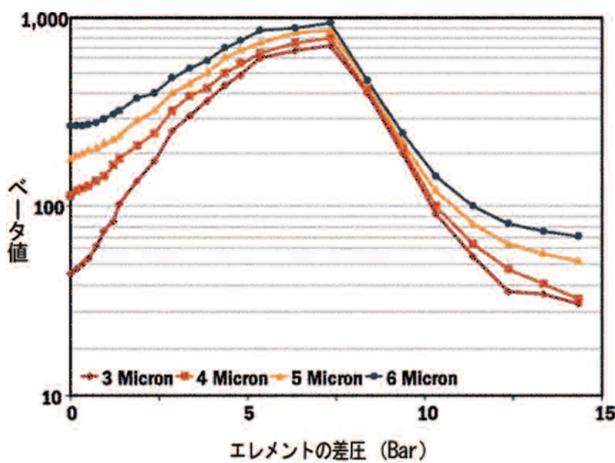


図4 エレメント番号2番

た数によって割られる。そして、同様に、下流の粒子数の平均値の合計から割られる。その後、これらの値は、2、10、75、100、200または1,000の平均ベータ値を与える粒径を決定するのに用いられる。

除去効率

粒子のミクロン等級のためのフィルター・エレメントの効率は、このベータ値によって決定される。計算式は単純で、このベータ値から1を引き、ベータ値によって割り、それから100を掛ける。たとえば、某ミクロン等級・ベータ値200によるエレメントは、以下の除去効率となる。

$$(200-1) / 200 = 99.5\%$$

表1は、各除去効率に応じたベータ値を示すものであり、エレメントの上流側において捕捉された10万個の粒子に対し、エレメントの下流側に向け通過した粒子数を示している。

サンプル曲線が示す事実

図3と4に示すフィルター・エレメントの二つのサンプル曲線は、汚染に敏感なサーボバルブ用途のエレメントの比較である。実は二つのフィルターとも、3ミクロン・ベータ値300と同等の平均値を有している。この平均ベータ値から判断すれば、エレメントは同一の性能であるはずだ。

図3が示すように、エレメント番号1番のベータ値は、3ミクロンにおいては値が700に近いが、その後ゆっくりと200まで落ちていく。このエレメントは、試験の始まりの時点で優れた汚染物質保護性能を発揮し、試験終了後も良い性能を提供している。すなわち、このエレメントは、最小ベータ値が200であり、油圧機器の適切な保護のために必要とされる、全ての用途で使うことができる、ということになる。

一方、2番のエレメント（図4）は試験開始直後、3ミクロンにおいてはベータ値が50であるが、徐々に700にまで値が上昇している。しかし平均ベータ値は300のはずだ。恐らく、このエレメントは、油圧システムへの初期導入の時点で、何らかの損傷があったと思われる。塵埃がフィルターにたまってメッシュを塞いだ後（そして、おそらくシステム故障の後）、それは必要な保護性能を提供することになる。図3のグラフから読み取れるもう一つの情報は、差圧領域が20 Barになると、ベータ値が200あるいはそれ以上の良好な性能を維持することである。このエレメン

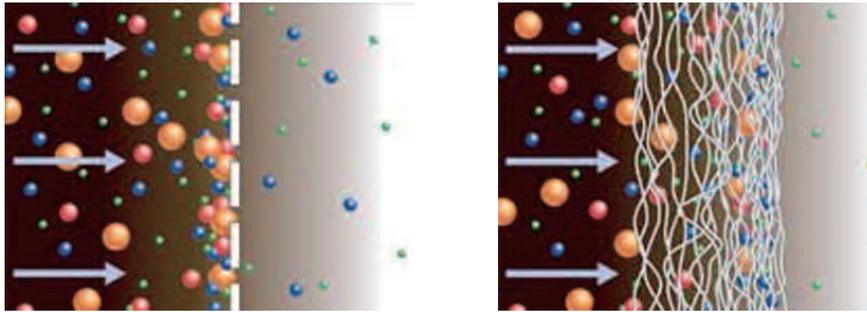


図5 左：表面ろ過フィルター（通常ろ過） 右：深層ろ過フィルター（絶対ろ過）

表1 ベータ値と除去効率

ベータ値	除去効率	上流捕捉数	下流捕捉数
2	50.0000%	100,000	50,000
4	75.0000%	100,000	25,000
10	90.0000%	100,000	10,000
20	95.0000%	100,000	5,000
40	97.5000%	100,000	2,500
60	98.3333%	100,000	1,667
75	98.6667%	100,000	1,333
100	99.0000%	100,000	1,000
125	99.2000%	100,000	800
150	99.3333%	100,000	667
200	99.5000%	100,000	500
300	99.6667%	100,000	333
500	99.8000%	100,000	200
1,000	99.9000%	100,000	100
2,000	99.9500%	100,000	50
4,000	99.9750%	100,000	25
5,000	99.9800%	100,000	20
10,000	99.9900%	100,000	10
20,000	99.9950%	100,000	5
50,000	99.9980%	100,000	2

トは、優れたベータ安定性と、全ての差圧状態において、必要な保護性能を提供することを示す。

一方、二番のエレメントのベータ値は、差圧領域が8 Bar以降になると急激に75以下に落ちる。したがって、このエレメントは差圧が8 Barを超える領域に

達するサーボバルブには、必要な保護性能を提供しない、ということになる。

ベータ値安定性

フィルターのベータ安定性は、通常の稼働領域において、限界を超えた圧力低下状況下で、フィルター・エレメントがいかにベータ値を維持できるかを計測するものである。例えば、ベータ値200 (=210 psid) の安定性とは、エレメント全体の圧力が210 psidに達するまで、そのベータ値がベータ200未満に下がらないことを意味する。

システムのための適正な清浄度目標値を維持するために設計される包括的なろ過戦略は、汚染に起因した故障を著しく減少させることができる。油圧システムや循環システムのためのフィルター・エレメントの選択は、フィルターの選択とともに始まる、清浄な流体の達成と維持のために、真剣に実施されるべき職務である。そして、現代の製造現場に用いられるフィルター・エレメントは、マルチパス試験を基準とした比較が必須である。ベータ値、あるいは粒子除去効率はまた、最優先の判断基準である。ベータ値等級が低く、効率がお粗末なフィルター・エレメントは、例え価格が安かったとしても、間違いな

く、はるかに高額なシステム故障という代償を、
後々かぶることになる。 **ML**

参考文献

1. International Organization for Standardization (ISO). (1999). ISO

Standard No. 16889:1999. Hydraulic fluid power filters - Multi-pass
method for evaluating filtration performance of a filter element.
Geneva, Switzerland.

2. Principles and applications of hydraulic filters. HYDAC Filtertechnik.

3. Scaglione, S. (1999). Summary of ISO 16889:1999. HYDAC
Technology Corp.



国内総代理店: コンパス・トゥーワン



セミナー講師:
Martin Williamson,
KEW Engineering Ltd.

潤滑管理のすべて
カスタマイズバージョン

Mastering Lubrication Management



講師との相互コミュニケーションで進行する
臨場感あふれるセミナーです。

日程・会場・内容に応じて設計いたします。

- ☑ 潤滑とオイル分析の基礎が理解できます。
- ☑ 潤滑戦略のアイデアが培われます。
- ☑ オイル分析の結果が改善できます。
- ☑ 信頼性を引き上げることができます。
- ☑ 利益率や投資効率が上がります。
- ☑ 品質ゴールが改善できます。
- ☑ ICML試験対策に実績があります。

まずはお問い合わせください。

KEW@compass21.jp Tel. 035609-9829