

β（ベータ）値とは？

日本では従来、“メッシュ”、“3μ、5μ”といった「公称濾過精度」や「絶対濾過精度」等を基準にフィルタを選定してきました。しかし、これらの選定基準は、実運用時の濾過性能を正確に表すものではありません。油圧・潤滑システムをコンタミから守ることのできるフィルタを選定するときに有効な規格は、マルチパスフィルタ性能評価法（ISO16889）から導き出される β（ベータ）値です。現在世界で最も信頼されている濾過精度であり、β（ベータ）値を基準にフィルタエレメントを選定する事が重要です。

従来のフィルタ選定方法

- ・メッシュ : 1インチあたりの金網の線数。目の細かさを表すものではない。
- ・公称濾過精度：各メーカーの独自評価で示される。実性能とは大きな隔たりがある。
- ・絶対濾過精度：シングルパスでの通過最大粒子径を表す。実運用時と大きく異なる。

現在のフィルタ選定方法 β 値

(表記例)

$$\beta \underline{1}(\underline{c}) \geq \underline{200}$$

① ②

③

① 粒子サイズ

② ISO11171の校正規格に準拠した自動粒子計数器を用いて評価したことを表す

③ ベータ値 = $\frac{\text{フィルタ通過前の粒子数}}{\text{フィルタ通過後の粒子数}}$

粒子サイズ表示

以前、フィルタは“網”と考えられていました。網の穴の径から網を通過する粒子のサイズが分かるため、フィルタの濾過性能を孔（穴）のサイズで表示するようになりました。公称濾過精度や絶対濾過精度表示でフィルタの濾過精度を粒子サイズで表す理由です。単純構造の金属メッシュフィルタの場合は、フィルタの孔を通過する粒子サイズで濾過精度を正確に表示できました。しかし、油圧システム

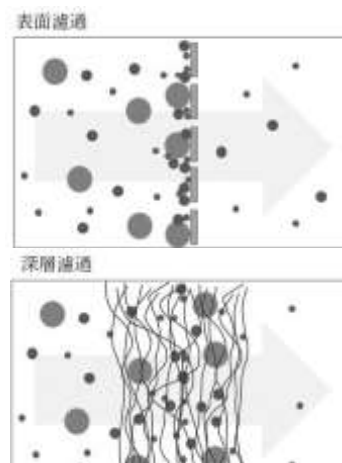


図1：表面濾過と深層濾過イメージ

が精密になり、高い清浄度管理が要求されるに従い、フィルタの構造も変化してきました。最近のフィルタは、従来の金属メッシュ（表面濾過）とは異なり、ガラス等の細かな繊維から形成される不織布を使用しています。不織布は多数の細かい繊維で形成される深い濾過層で粒子を除去（深層濾過）します。

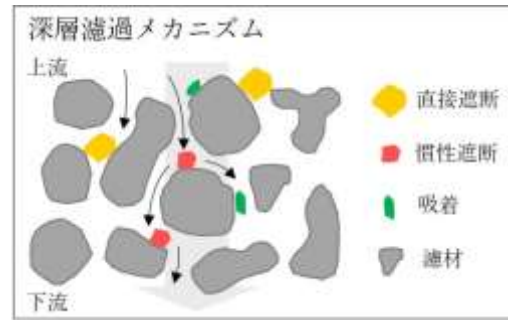


図2：深層濾過メカニズムイメージ

(図1：表面濾過と深層濾過イメージ参照)

表面濾過と深層濾過では、濾過のメカニズムが異なります。表面濾過の主な捕捉メカニズムは直接遮断ですが、深層濾過では、直接遮断に加え、慣性衝突、吸着による捕捉も（が）起こります。(図2 深層濾過メカニズムイメージ参照) したがって、現代の油圧・潤滑システムに使用されている深層フィルタの濾過性能は金属メッシュフィルタのような粒径だけでは正しく表せません。粒子サイズ毎に濾過比（ベータ値）で表すことがフィルタの濾過性能を正しく表記できる方法です。

β 値算出方法

| 上流の粒子数 | 下流の粒子数 | β 値(x) | 効率(x) |
|---------|--------|-------------------------------|-------|
| 100,000 | 50,000 | $\frac{100,000}{50,000} = 2$ | 50.0% |
| 100,000 | 5,000 | $\frac{100,000}{5,000} = 20$ | 95.0% |
| 100,000 | 1,333 | $\frac{100,000}{1,333} = 75$ | 98.7% |
| 100,000 | 1,000 | $\frac{100,000}{1,000} = 100$ | 99.0% |
| 100,000 | 500 | $\frac{100,000}{500} = 200$ | 99.5% |
| 100,000 | 100 | $\frac{100,000}{100} = 1000$ | 99.9% |

100,000 > (x)micron
(x) = > μm

計算方法は、上流の粒子数÷フィルタを通過した粒子数=β 値となります。

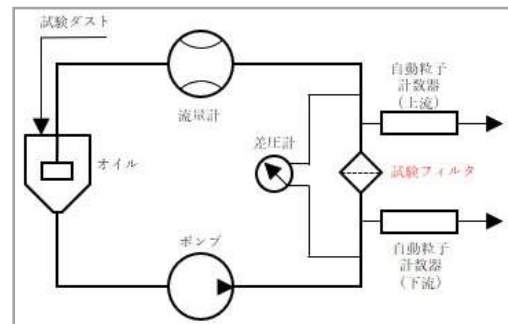
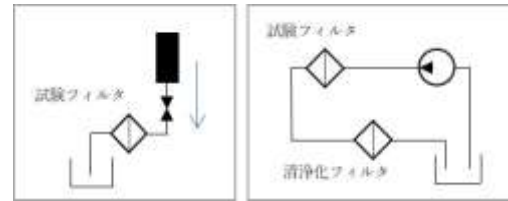
β x (c)=1000 * 1000 個のテストダストがフィルタを通過した後 1 個だけフィルタを通過するという考え方

試験方法

フィルタの濾過性能を評価する試験法についても、性能に強く影響を与えます。代表的な試験方法としては、試験フィルタに流体を流す方法の違いで 3 種類あります。①決められた量の試験油を試験フィルタに 1 回だけ流す方法、②フィルタ直前で試験ダストを断続的に投入し、フィルタを抜け出した試験ダストはすべて除去し、清浄な試験油を循環する方法、③試験ダストを連続的に投入しながらフィルタを抜け出した試験ダストと共に循環する方法。

①及び②の試験法で代表されるのは、公称濾過精度や絶対ろ過精度の米軍規格です。③の試験法は JIS B 8356-8 / ISO 16889 のマルチパスフィルタ試験法です。油圧や潤滑システムでは、外部からのダストの侵入やシステム内部での摩耗粉の発生などで連続的にダストが混入し、抜け出る試験ダストと共にシステム内を循環します。マルチパスフィルタ試験法は、このような実際のシステムと同様な環境でフィルタの濾過性能が評価できるように開発された

方法のため、他の試験法に比べ実システムに近い フィルタ性能を評価できます。また、試験ダストについても、実システム中に多く存在するシリカ系ダストを使用するマルチパスフィルタ試験法は実システムに近いですが、絶対濾過精度で知られている MIL-F-8815 については、実システムではほとんど存在しないガラス球を使用します。フィルタの孔の大きさを評価する表面ろ過の金属メッシュフィルタには適用可能と考えますが、深層フィルタに適した評価法ではありません。



流体の流れ③

* マルチパス性能評価法 油圧回路図

マルチパス試験の概要

1. 投入回路内の作動油に予めテストダストで懸濁させる (MTD:ISO12103-A3)
2. 試験開始と同時に試験ダストを含んだ作動油を試験回路へ投入する
3. 試験フィルタの上流、下流からパーティクルカウンタで粒子計測 (測定間隔 1 分以下)
4. 試験フィルタの差圧を連続計測し、予め定めた最終差圧に達するまで試験継続
5. 最終差圧に達するまでの試験フィルタの上流側及び下流側からのパーティクルカウンタの粒子毎に平均し、 β 値を算出する

試験法の信頼性

・公称濾過精度

試験機関によって結果が異なることが判明しており、アメリカ軍規格から外されました。同じ試験機関での繰り返し性は良好であることと、フィルタの性能を粒径で表せる便利さから、今でも採用されています。

・絶対濾過精度

フィルタの初期の性能を表しており、全寿命での評価ではありません。

深層濾過の場合、使用時間によって濾過性能は変化しますので、絶対濾過精度でフィルタの寿命、性能を把握することは困難です。

・マルチパス試験法

試験機関によって測定結果のバラつきが少なく、目詰まりするまで測定することから、寿命、性能が正確に把握できます。また繰り返し性も良好なことなどからグローバルに活用されているフィルタ評価法です。

マルチパスフィルタ試験法 (ISO16889) で求めるベータ値は以下の点で最も

有効な表示法です。

粒径毎のベータ値（濾過比）の表示法は濾過の実システムで使用されているフィルタの濾過メカニズムに適した方法です。実システムと同様な流体の流れとシリカ系粒子を試験ダストとして使用する事で、実システムに近い環境での評価となり、試験機関毎での試験結果バラつきも少なく、結果の繰り返し性も良好です。