

スラリーリサイクル概説 第4章 (Part2)

今月は、第4章「計測と装置設計」に関し、スラリー液の粘度上昇とそれに伴う様々な問題事象を説明する。

4-6 セラミックフィルターの粘度上昇と透過水量の関係

ヒュームドシリカ用濃縮装置には、主に当社では次の2種のセラミックフィルターを使用している。

*1 MSE19P3L50UZ:チャンネルは丸形でφ3mmの形状をしている。フィルター素子1本には、チャンネルが37個であり、1ハウジングの中に19本で成り立っている。以下「丸形チャンネルフィルター」とする。

*2 MSE12P5L50UZ:チャンネルは菱形で1辺4mmの形状をしている。フィルター素子1本には、チャンネルが47個であり、1ハウジングの中に12本で成り立っている。以下「菱形チャンネルフィルター」とする。

上記の濃縮用セラミックフィルターは、UF膜に分類されるポア径50nmを採用した。ポア径はスラリー中砥粒のメジアン径程度とするのが最も好都合である。

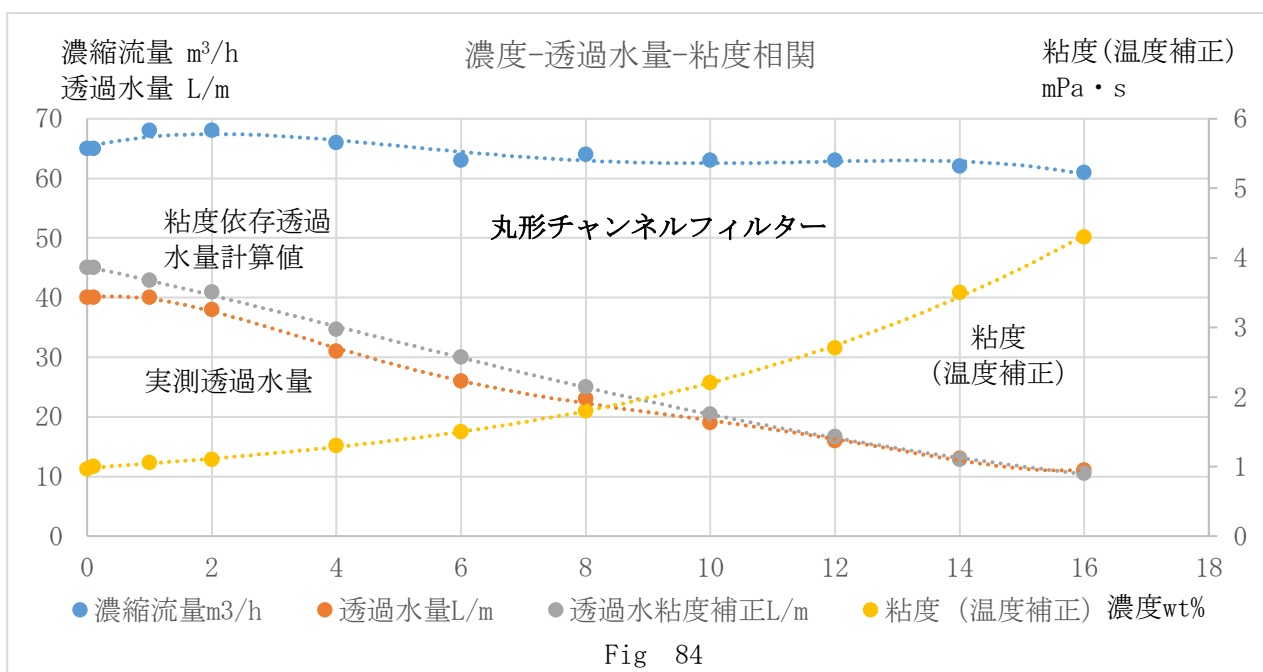


Fig 84 は、移動型濃縮装置にて、ポンプ周波数 60Hz、濃縮流量 61~66m³/h にて濃縮した場合の濃度 0~16wt% における濃度—透過水量の関係である。濃度及び粘度の上昇と共に透過水量が減少する事がわかる。

*粘度については、計測は 25℃で行う為に、実際の濃縮時の温度に対して、粘度の温度補正後の値を採用している。

*ここでは、濃度 0wt%の実測透過水量は、純水での実測値を用いた。
 *粘度依存透過水量計算値とは、粘度 1 の透過水量を基準に粘度値で除した値を採用している。
 実測透過水量と粘度依存透過水量計算値との相関値は、一致していると言える。

4-6-2 菱形チャンネルフィルターの粘度と透過水量の相関

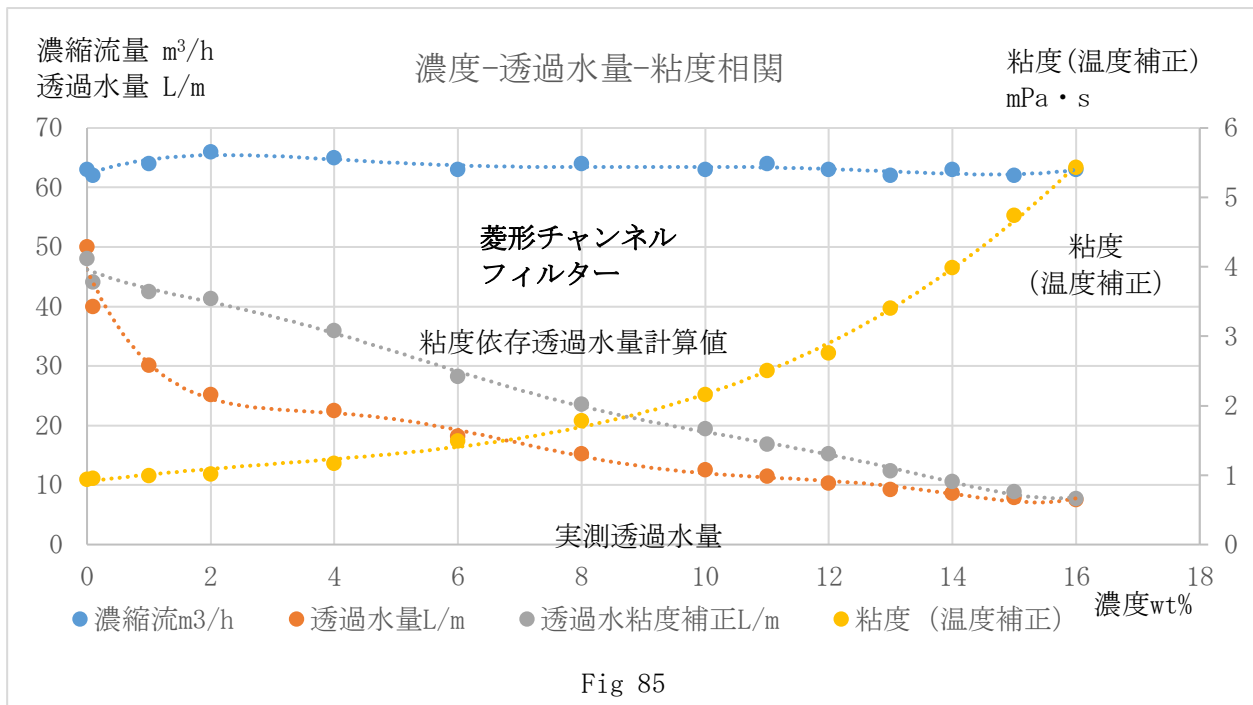
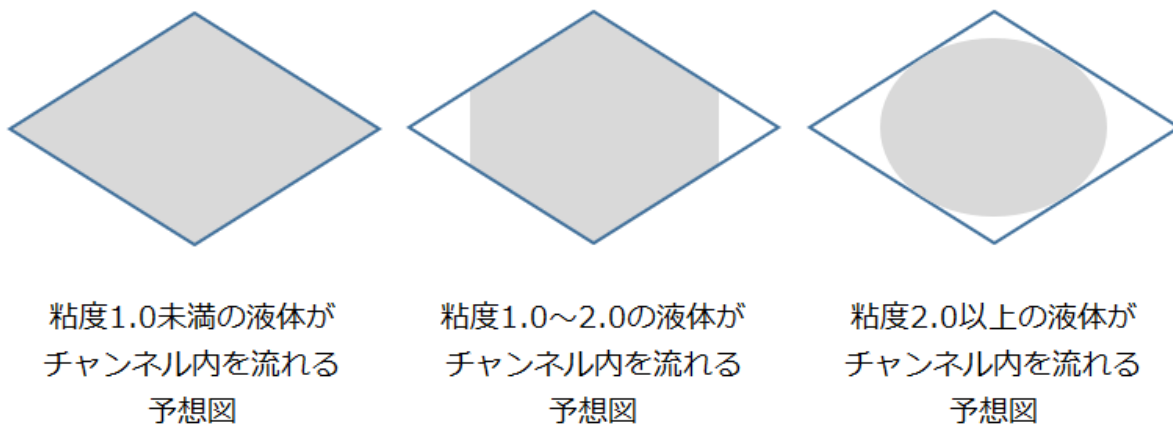


Fig 85 は、菱形チャンネルフィルターの場合である。丸形チャンネルフィルターの試験と同じ条件で行っている。しかし、粘度依存透過水量計算値に対して、実測透過水量は、濃度 0wt%より濃度 2wt%、粘度 1.02 程度から急激に実測透過水量との乖離が生じ、濃度 14wt%付近で、粘度依存透過水量計算値と実測透過水量が近づく傾向となっている。



同条件運転下における丸形-菱形フィルターの粘度と透過水量の相関

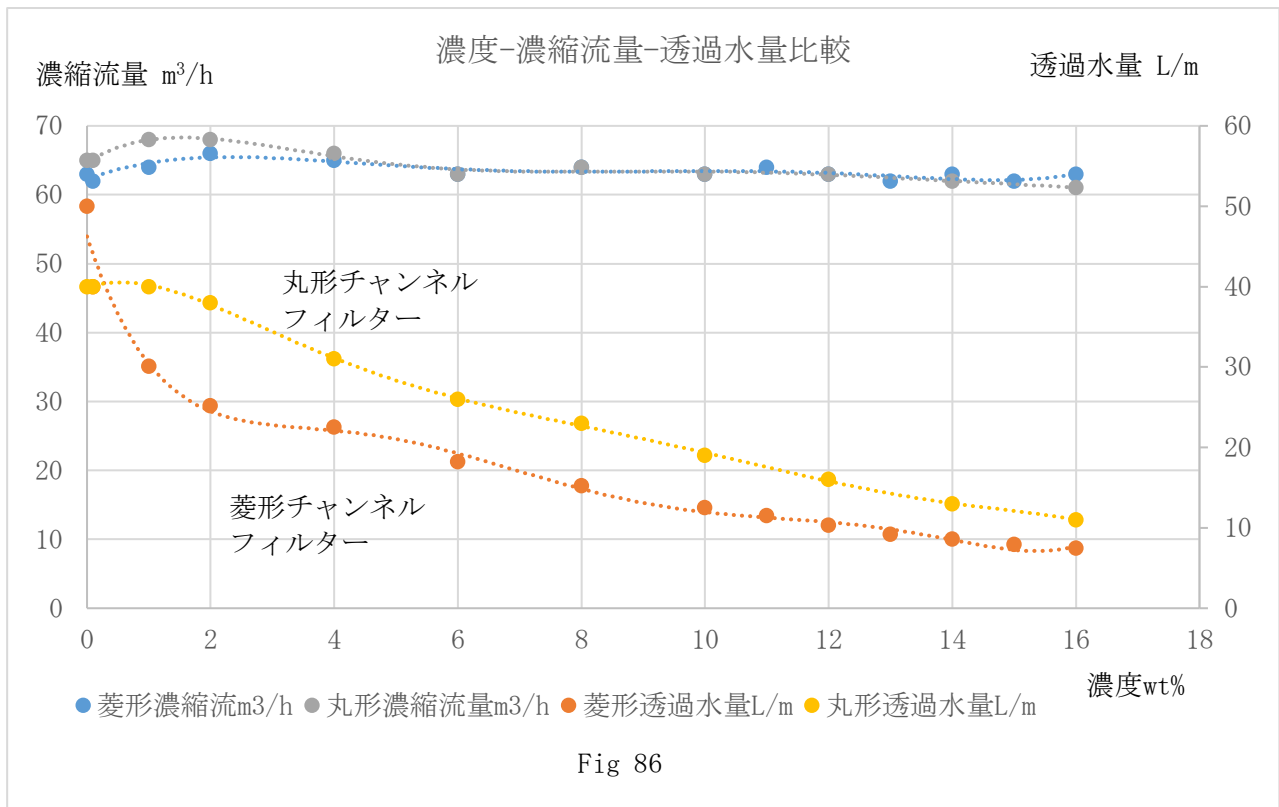


Fig 86

Fig 86 は、ほぼ同条件下で濃縮運転を行った場合の丸型チャンネルフィルターと、菱形チャンネルフィルターの透過水量の差異を表している。濃度 0wt% (純水運転) では、菱形チャンネルフィルターの方が、透過水量は高いが、濃度が 0.5wt% 程度より大きく下がり、濃度 14wt% 程度から双方が近づく傾向になる。これは、粘度による流量の変化以上に、菱形チャンネルフィルター特有の形状による粘度と透過水量の相関が影響していると推測する。このような事象は、今回の菱形チャンネルフィルターだけでなく、他のセラミック膜や UF 用中空糸膜と言われる物でも起こっている。

* 粘度と透過水量の関係については、第 3 章で紹介した「ハーゲン・ポアズイユの式」で説明した。

$$Q = (\pi a^4 / 8) (\Delta P / \eta \cdot \ell)$$

Q : 流量

a : 管の半径

ℓ : 管の長さ

ΔP : 管出入口の圧力損失

η : 粘性係数

4-7 セリアスラリーの希釈-濃縮

前節 4-6 にて、ヒュームドシリカを使って、濃縮した場合の透過水量と粘度の相関について 2 種類のセラミックフィルターについての結果を説明したが、セリアスラリーの 0.1wt%から 15wt%までの濃縮実験結果を下図に示す。

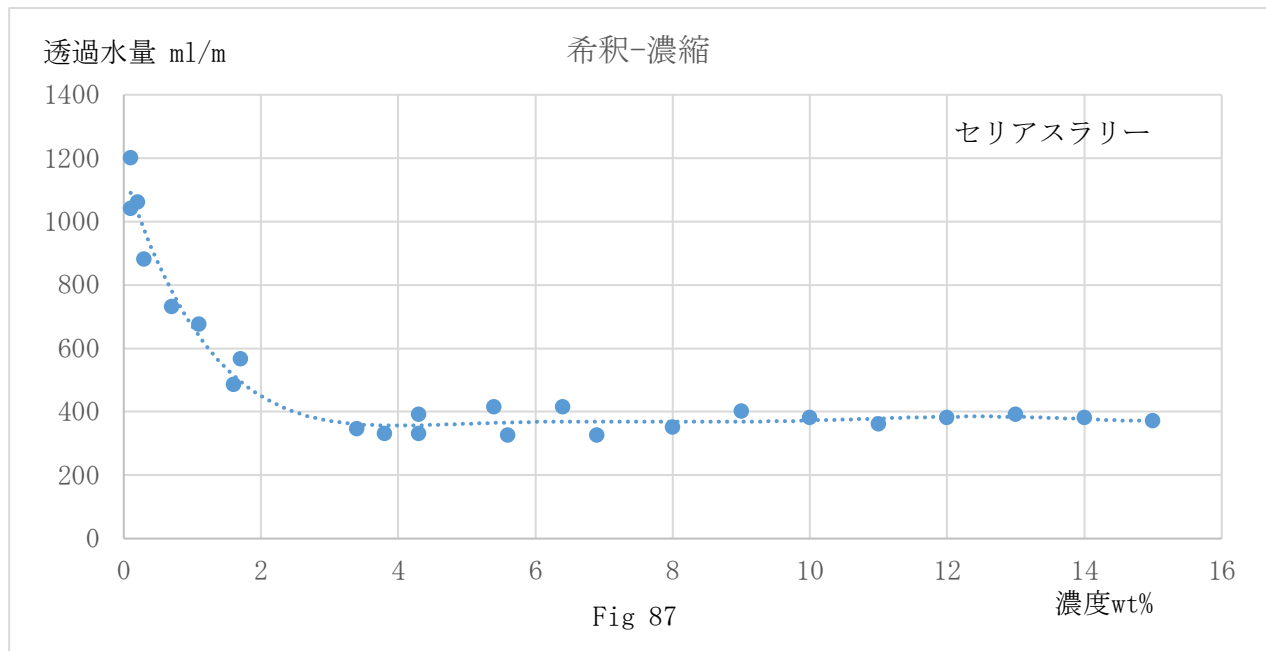


Fig 87 は、所有の小型実験機を一部改造し、フィルター素子 1 本で構成した装置での実験結果である。尚、フィルター素子のポア径は、20nm を採用している。濃度 2wt% から、透過水量はほぼ安定している。これはヒュームドシリカとは異なり、セリアスラリー最大の特徴で粘度が安定している事を表している。

4-7-2 セリアスラリーの粘度特性

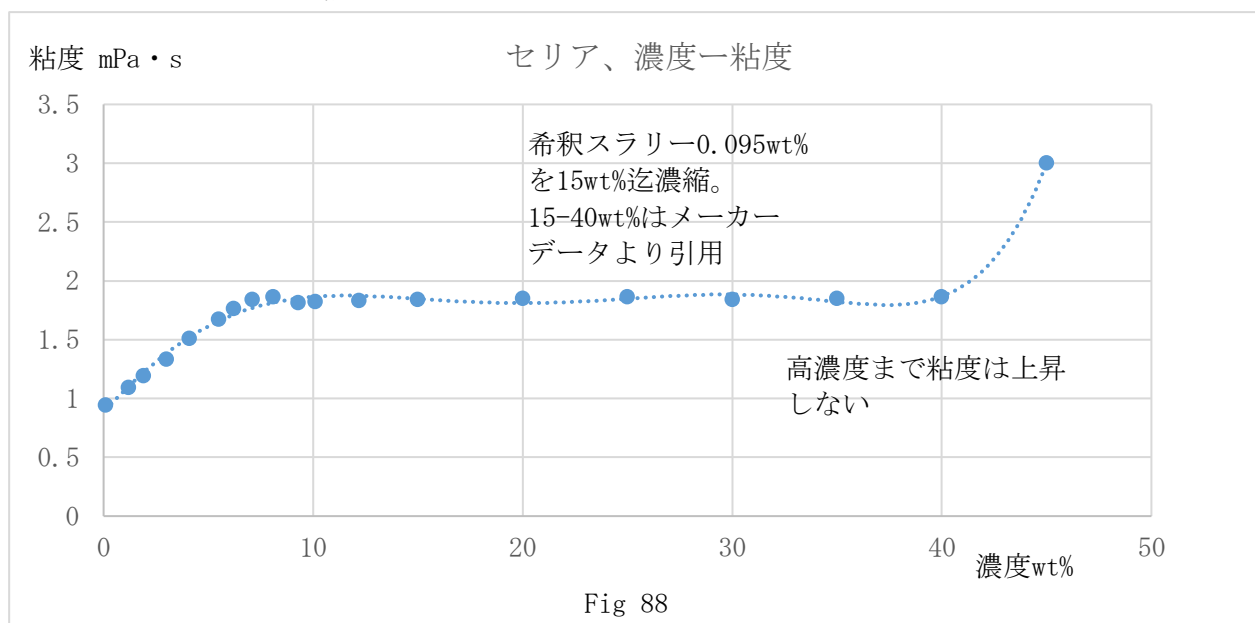


Fig 88 はセリアスラリーの濃度—透過水量—粘度の関係である。

セリアスラリーの大きな特徴は、実験では濃度 15wt%までは粘度は安定している。その為に、濃度が上昇しても透過水量に殆ど変化無い。また、メーカーによると、濃度 40wt%程度までは粘度は変化しないとの話もある。

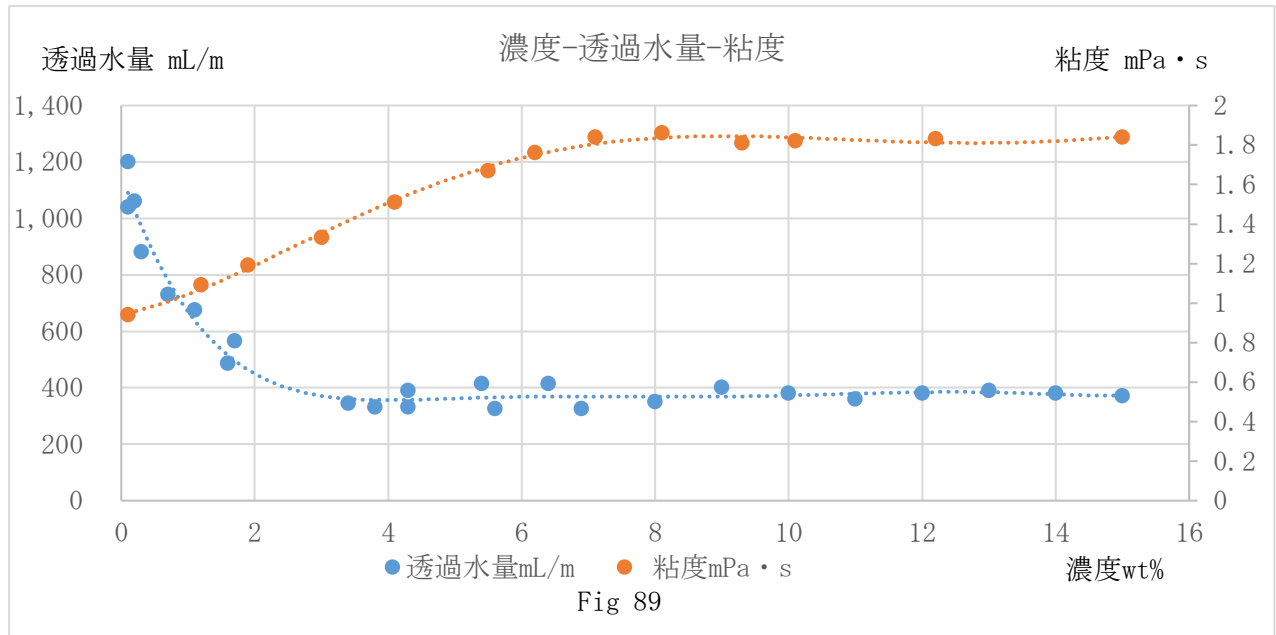
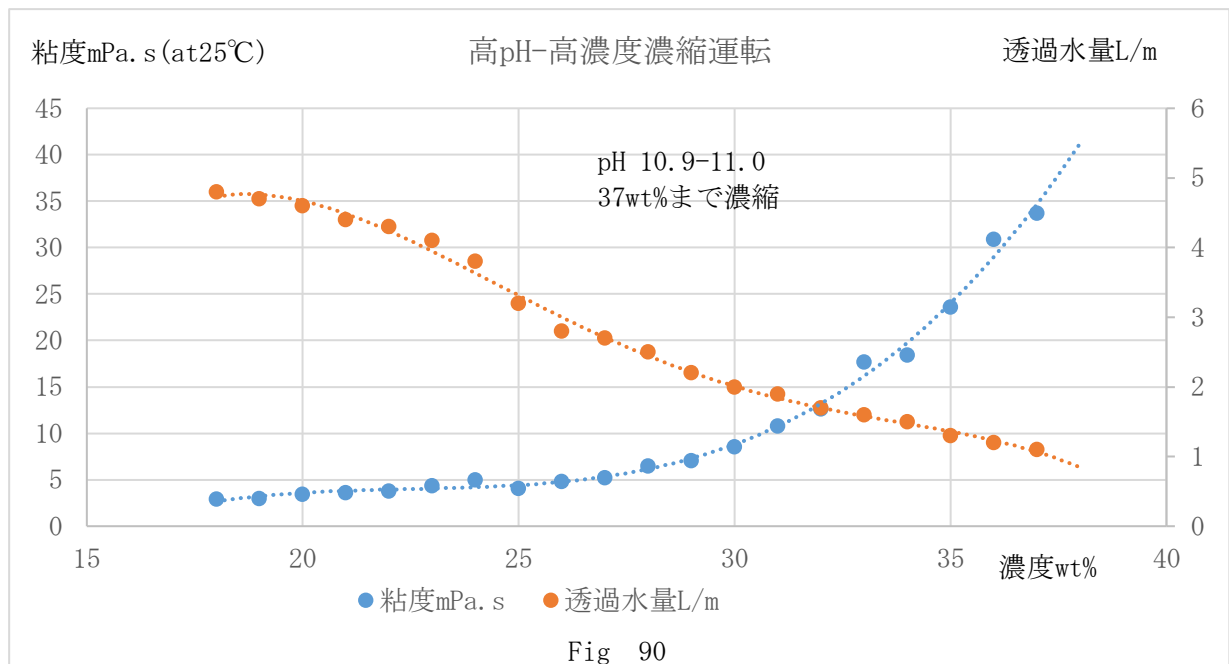


Fig 89 は、濃縮工程における、透過水量の変化 Fig 87、粘度の変化 Fig 88 を同じグラフで表した。透過水量は、粘度により制御される事を表している。この事は、ヒュームドシリカの濃縮工程において、pH 値の調整、液温の調整等により粘度を制御出来れば、透過水量を制御する事が可能である事を証明している。

4-7-3 高 pH に於けるヒュームドシリカ濃縮限界

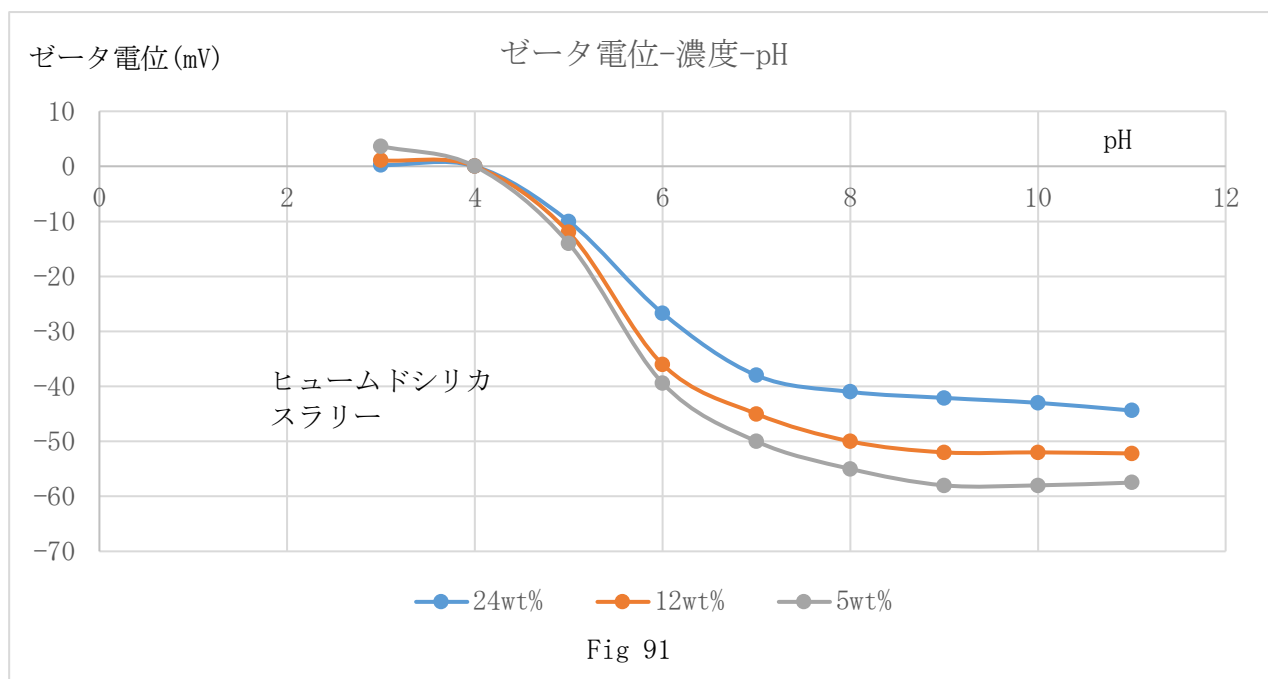


第3章で紹介したが、ヒュームドシリカの研磨排液において pH が 9.5 前後では、その廃液はを濃縮装置にて濃縮しても 20~25wt%付近で急激に粘度が上昇する事による問題点が生じる事を紹介したが、Fig90 は pH が 11 前後の高 pH で濃縮運転を行った場合の濃縮限界点である。37wt%が濃縮限界点といえる。

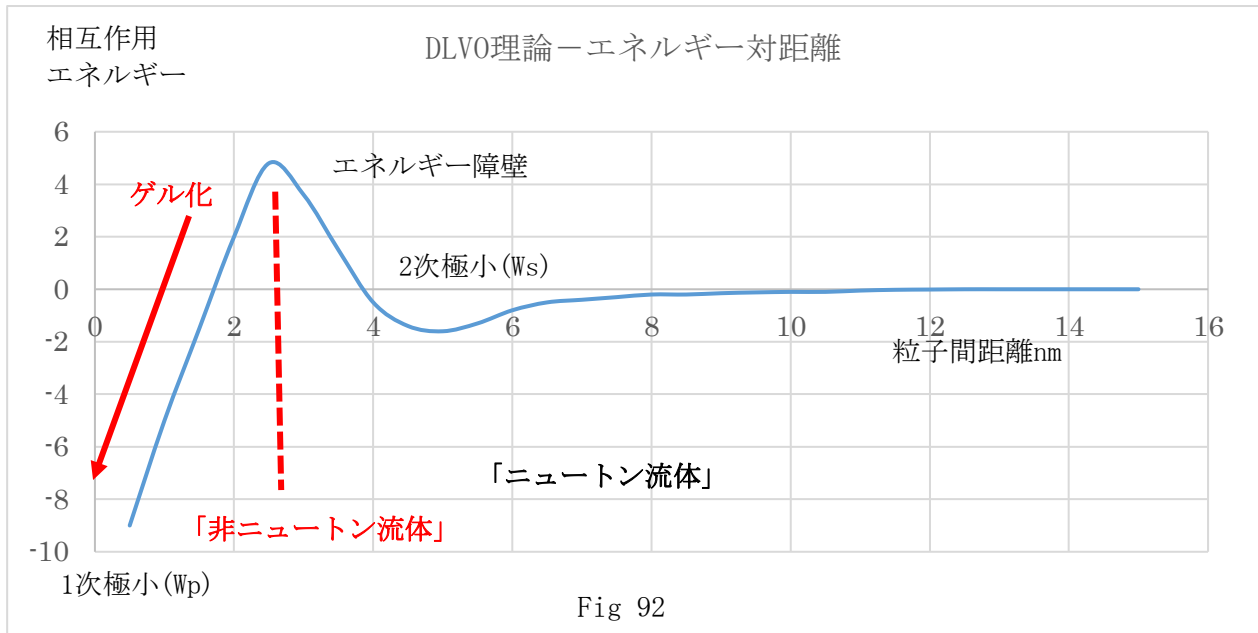
*pH 値と粘度の関係については、第3章で紹介した。

4-7-4 濃縮装置において粘度上昇回避の要点

ヒュームドシリカでは、凝集防止対策として「水酸化カリウム」や「アンモニア」により pH 調整がなされているが、pH 値はゼータ電位を維持する最も大切な要因である。

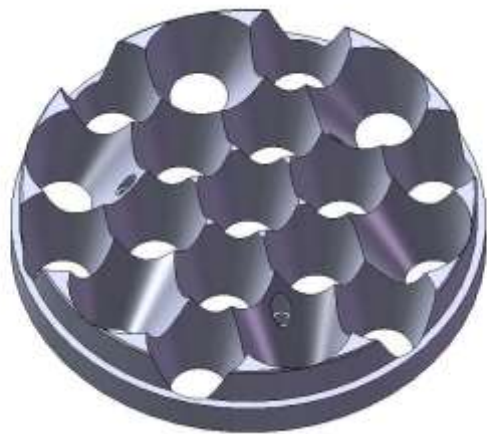


一連の技術紹介の最初の第1章で、この pH 値とゼータ電位を紹介したが、粒子間距離及び pH 値がゼータ電位の決め手となるが、このゼータ電位が次に示す DLVO 理論と共に考えると、水と同じような状態を示す「ニュートン流体」と、ゲル化した事による「非ニュートン流体」の壁は、pH 値が大きく左右する事、粒子間距離が狭くなり一旦は凝集しても粒子間距離が保たれれば、分散する事、繰返し圧力が加わる事や、粒子間距離が狭くなる事の繰返しにより、ニュートン流体から非ニュートン流体への途中に「粘度の上昇」がある事、これらが pH 値が関与している。



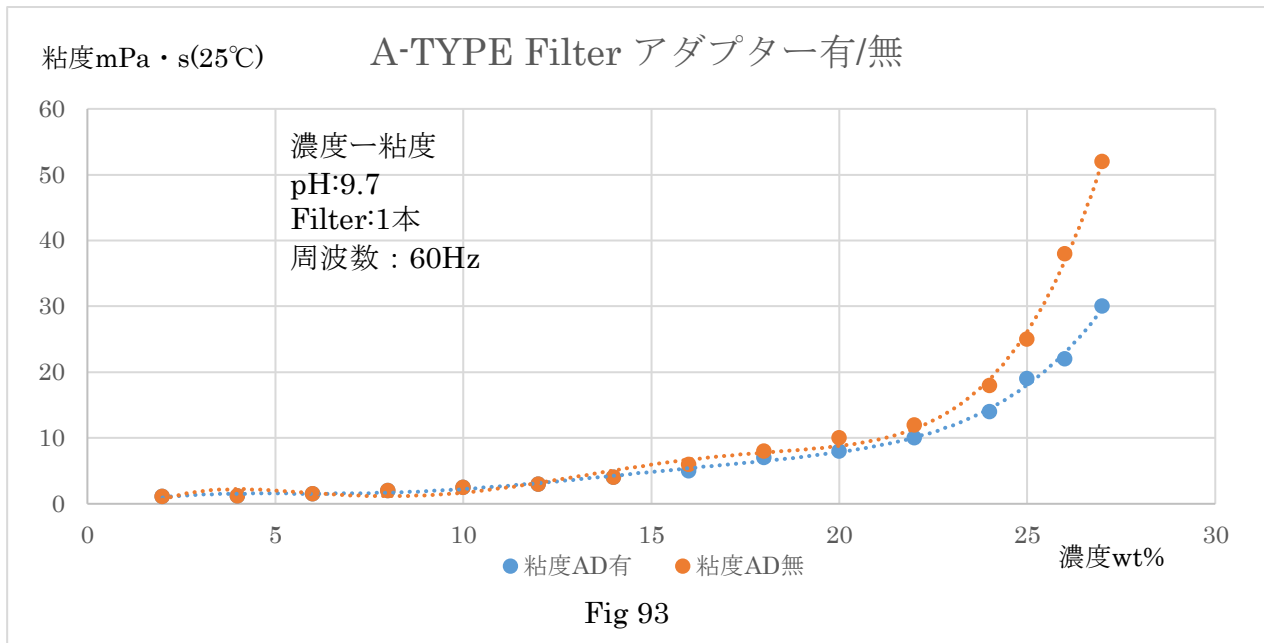
DLVO 理論については、第 2 章にて詳しく説明した。

濃縮装置の運転については、ヒュームドシリカについて特に pH 値が重要な要素になる事は繰り返したが、実際の生産において工場の制約などにより薬品を使用することが難しい場合がある。「KOH」等を添加出来ない運転条件等により pH 値を調整出来ない場合について、我々はフィルターハウジングの出入り口に取り付ける「アダプター」を開発した。



第 3 章で説明した「アダプター」であるが、効果の一例について次にしめす。

*アダプターについては、株式会社 MFC テクノロジーとして特許出願済みである。



pH 値は調整せずに濃縮濃度を上げて行くと、濃度 20wt%程度から粘度は急激に上昇する。
アダプターを取付ける事により、約 60%程度に抑えられている事が判る。
詳しくは、第 3 章に説明している。

今回は、濃縮装置の運転時に重要な案件として「粘度」に注目して説明した。
次回は、装置設計段階で考慮すべき、ポンプのキャビテーション、配管経路等におけるウォーターハンマーについて説明する。