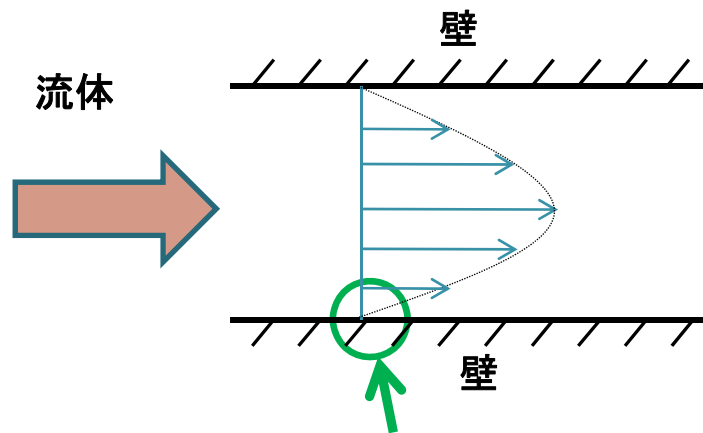


高分子溶液の乱流抵抗減少と フリーズドライによる微視的構造の観察

生産システム工学専攻 加藤裕介

流体の摩擦



流体と壁面の間には、摩擦が発生！

※矢印の長さは流体の流れの速さを表す

壁面摩擦により、**流体の持つエネルギー**は失われる

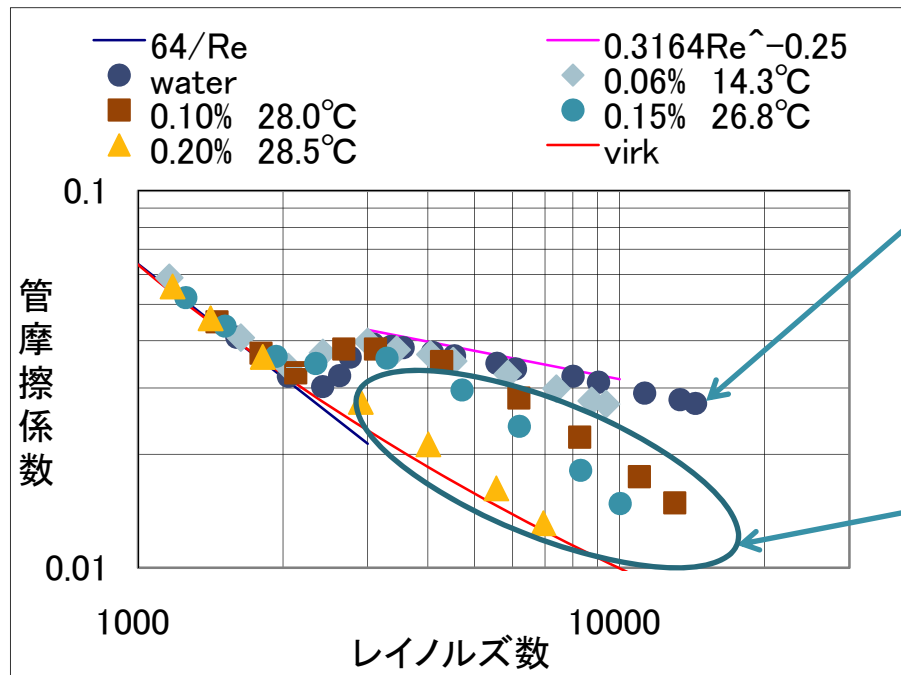


左図のような大量の液体を輸送するパイプライン等においては、**膨大なエネルギー**が必要とされる

高分子溶液

高分子溶液とは、分子量が一萬程度以上の物質を溶かした溶液のことを言い、抵抗減少効果やワイゼンベルグ効果、バラス効果と呼ばれる特異流れを生じることが知られている。

この高分子溶液には摩擦を減少させる効果がある



ニュートン流体である水では、ハーゲン・ポアズイユの式に沿っている

粘弾性流体である高分子溶液では、水よりも管摩擦係数が小さくなっている

現状と問題点

石油のパイプラインに利用されている。高分子溶液の抵抗減少率は最大で約70%生じることが知られているが、実際に得られている減少率は約30%にとどまっている。

原因

- ・ 高分子溶液の劣化
- ・ 温度変化による物性の変化



物性を測定することにより高分子溶液を評価することは困難なため、これらの問題点の対策ができていない。

研究目的

高分子溶液を定量的に評価することを目的とする。
本研究ではフリーズドライを用いて微視的構造を観察する手法を用いた。

研究内容

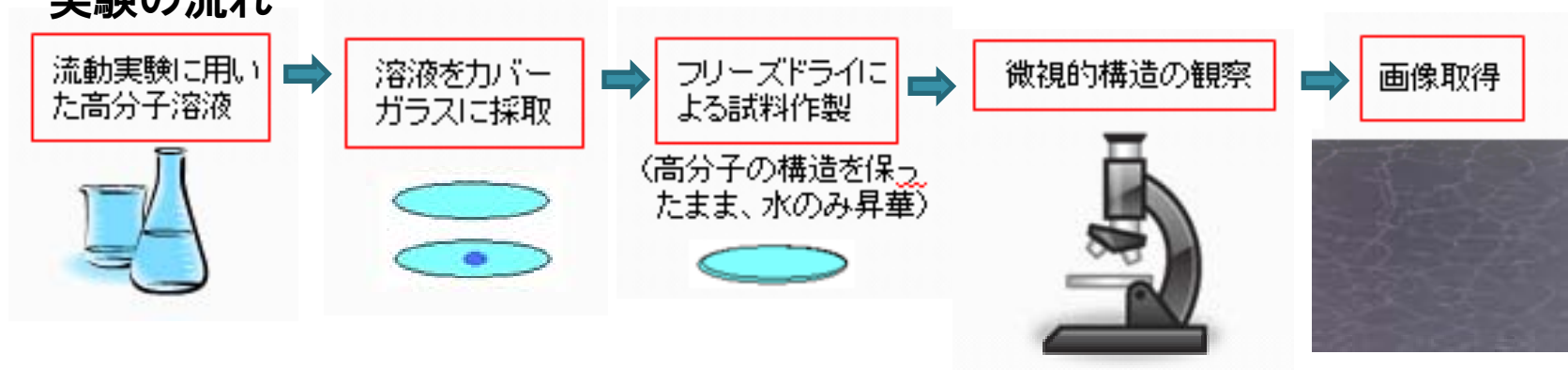
- 流動実験を行い、 $Re-\lambda$ 線図を作成
2種類の高分子剤を用いて、各濃度でのトムズ効果の有無を確認

PEO-8(分子量220万) : 濃度 0.06~0.2%

PEO-18(分子量450万) : 濃度 0.005~0.04%

- 高分子溶液の微視的構造を撮影
フリーズドライにより高分子溶液内の高分子を可視化

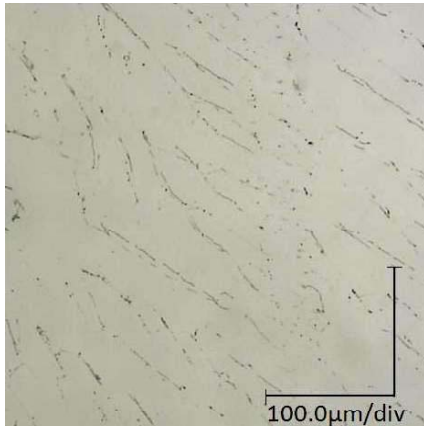
実験の流れ



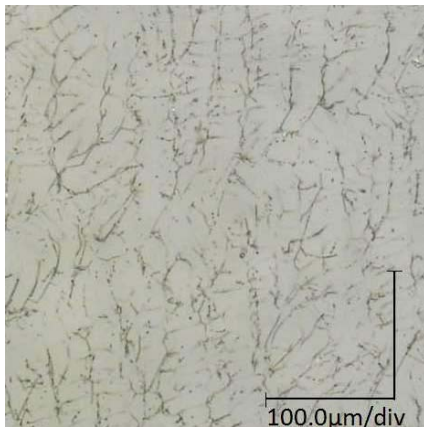
- 微視的構造の画像を定量的に評価
画像の持つ特徴を定量的な値として算出
 - ・ エントロピー解析 高分子繊維の乱雑さを求める解析手法
 - ・ フラクタル解析 高分子繊維の複雑さを求める解析方法

取得した画像

PEO-8

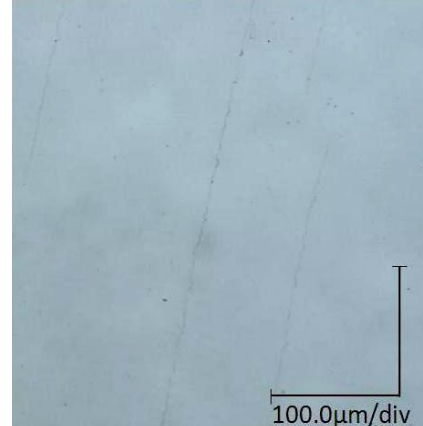


(a) 濃度0.06%

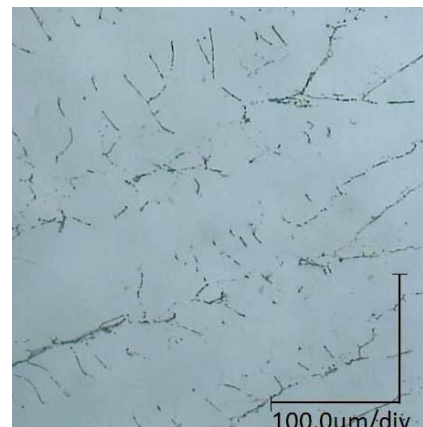


(b) 濃度0.2%

PEO-18



(c) 濃度0.01%



(d) 濃度0.04%

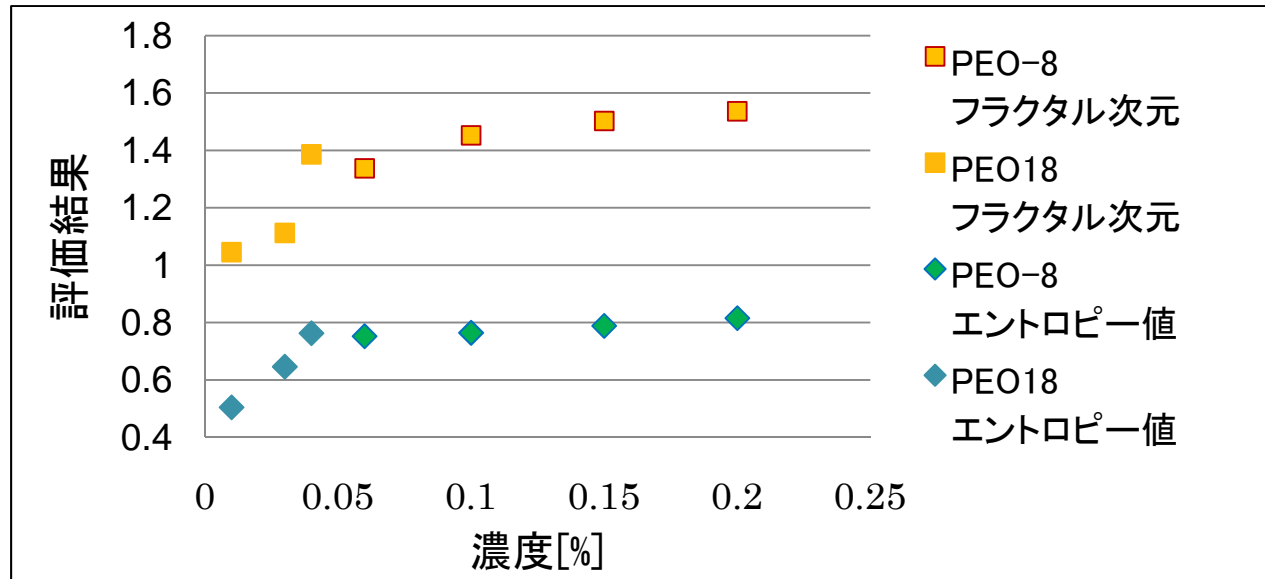
PEO-8とPEO-18の両方で、濃度が高い画像の方が高分子繊維が密な構造になっていることが分かる。

(a)と(d)より、濃度が近い画像内の高分子繊維の量は同じくらいに見えるが、高分子繊維の太さに着目すると分子量の大きなPEO-18の方が太い繊維が多いことが分かる。



分子量の大きなPEO-18の方が、高分子同士が絡まりやすいため、太い高分子繊維が形成されやすいと考えられる。

評価結果



・それぞれの評価結果は増加傾向にある

➡ 微視的構造は濃度の増加に伴い、複雑で乱雑な構造になっている

・増加傾向においてPEO-8の傾きよりPEO-18の傾きの方が大きいことが分かる.

・PEO-8の0.06%の評価結果よりPEO-18の0.04%の評価結果の方が大きい.

➡ 高分子剤の種類によって評価結果の増加傾向が異なると言え、分子量が大きい高分子剤になるほど評価結果の値が大きくなると考えられる.