

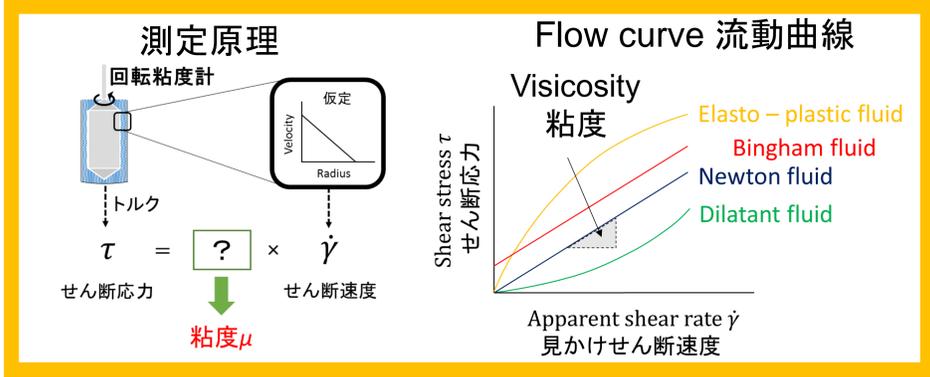
# 二重円筒内の速度分布形状に基づいた流体の流動特性に関する考察

## Study on rheological characteristics based on the velocity distribution

### [背景: 粘度測定 of 仮定と実現象の乖離]

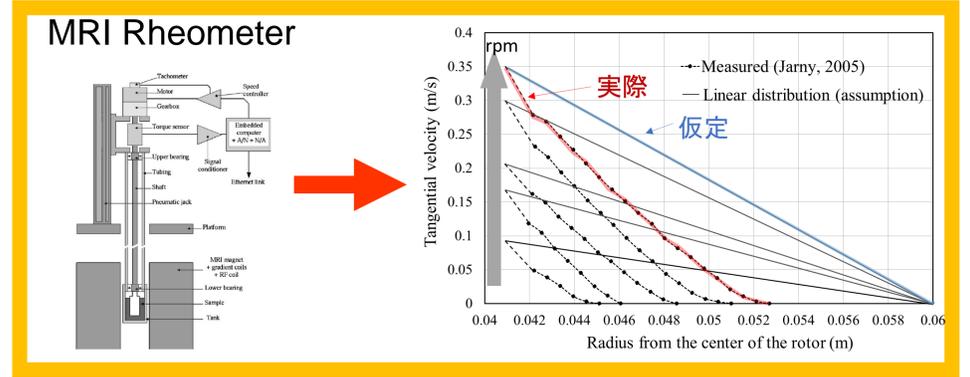
コンクリートやモルタルの流動性を定量的に評価するために、レオロジー的検討が行われるようになってきている。回転粘度計はその代表的な手法の1つである。粘度測定では、円筒内の流体が単純で、すなわち「直線」形 of 速度分布を有していることを仮定している。しかし、Jarnyらは速度分布をMRI(核磁気共鳴画像法)によって観察したところ、実際には非線形であり、さらに、低回転速度では部分流動となっていたことを報告している。

#### 回転粘度計による粘度評価



#### MRIによる速度分布の実測

Jarnyら(2005)



### [目的]

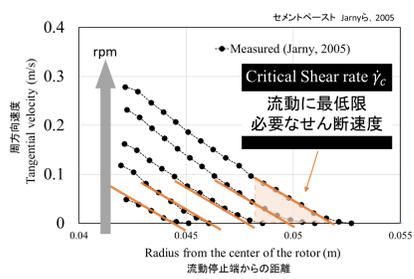
実際の速度分布は、ローターと外壁間のクリアランスが大きいほど仮定と乖離してしまう。骨材を含むモルタルのようなサスペンションを測定する場合、必然的に大きなクリアランスを確保しなければならず、もはや一般的な「速度分布の線形性」という仮定は成り立たない。本検討は、実現象に即したサスペンションのレオロジー特性評価を構築することを目的とし、速度分布の非線形性の理解を試みたものである。

### [二次関数による速度分布の表現と流動構成則に関する考察]

MRIにより実測された、種々の流体の速度分布を分析し、特徴的な挙動を抽出した。そして、二次関数がそれらの挙動を表現可能なことを確認した。さらに、速度分布が二次関数となることを仮定することで、実せん断速度—せん断応力関係を導出し、流体の構成則に関する考察を行った。

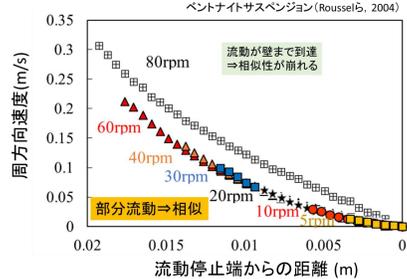
#### 流動速度分布の特徴的挙動の抽出

#### Critical Shear rateの存在



速度分布は有意な傾きを持ってゼロとなる。その傾き(Critical Shear rate)は回転速度によらず一定である。

#### 速度分布の相似性



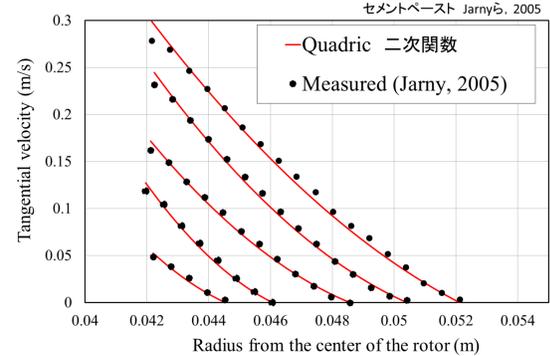
流体が部分流動している場合、速度分布は相似形となる。上図では、流動停止端を揃えている。

#### 二次関数による速度分布の表現

$$V(r) = \alpha (r_c - r)^2 + \beta (r_c - r)$$

非線形項⇒速度の減衰率

Critical Shear rate (定数)

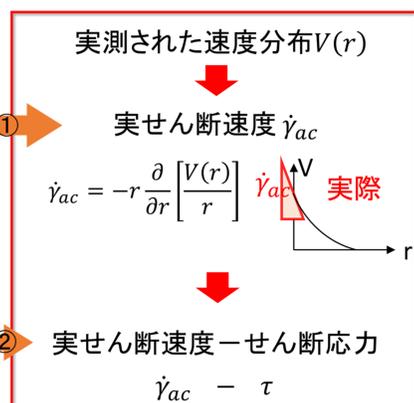
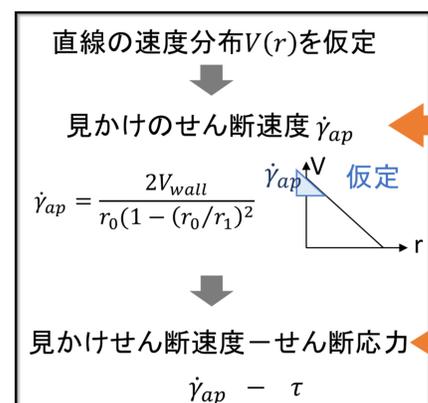


二次関数 ⇒  
 ✓ 流動速度分布の物理的特徴を係数に反映  
 ✓ 種々の流体の速度分布に精度よく表現可能

### 実せん断速度に基づいた流動曲線の算出

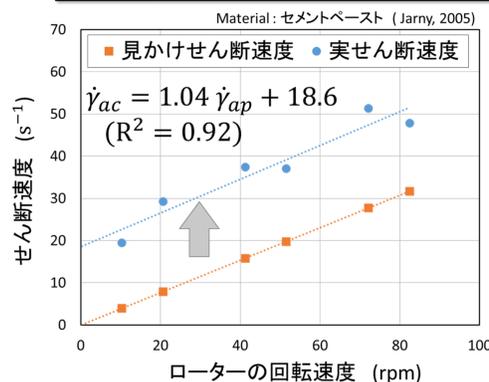
#### 従来

#### 本研究



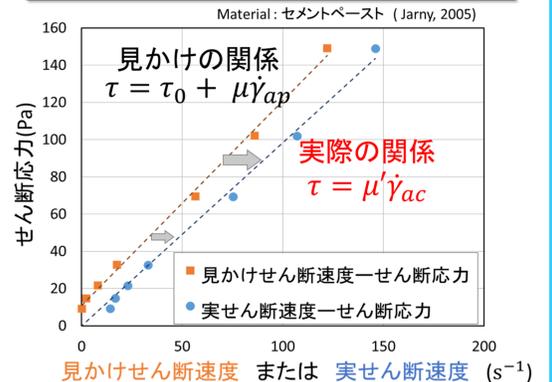
#### 検討①

$\dot{\gamma}_{ap}$  と  $\dot{\gamma}_{ac}$  の関係を定式化



#### 検討②

せん断応力と実せん断速度の関係を分析



### [まとめ]

検討の結果、セメントペーストの実せん断速度—せん断応力関係は、降伏値を持たない正比例となった。つまり、降伏値の存在は、流動速度分布の非線形性を考慮していないことによる、「見かけの現象」である可能性が示唆された。今後、他の流体においても同様の検討を行い、本仮説を検証していく。