

進捗報告

～粘弾性流体ソルバー-viscoelasticFluidFoam～

秋山善克

粘弾性流体

粘性流体に弾性的な性質が付加されたもの

【粘弾性流体の特徴】

- ・せん断速度依存粘度
- ・ワイゼンベルグ効果
- ・バラス効果
- ・二次流れ
- ・サイフォン現象
- ・急縮小流路部の流れ
- ・線状体の自由落下



法線応力差
伸長粘度

による影響

viscoelasticFluidFoamのインストール

viscoelasticFluidFoam-1.0-OpenFOAM-2.1.x.tgzをダウンロード

解凍後OpenFOAM-2.1.0フォルダー内にコピー

`./wmakeViscoelasticFluidFoam` で実行

粘弾性流体方程式

$$\mathbf{T} = \mathbf{T}_1 + \mathbf{T}_2$$

粘弾性成分 粘性成分

$$\mathbf{T}_1 = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{T}_1 = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{T}_1 + \lambda \overset{\nabla}{\mathbf{T}}_1 = 2\eta_1 \mathbf{D}$$

$$\mathbf{T}_2 = 2\eta \mathbf{D}$$

$$\mathbf{T}_2 = 2\eta(\dot{\gamma}) \mathbf{D}$$

$$\mathbf{T}_2 = 2\eta_2 \mathbf{D}$$

ニュートン流体

非ニュートン流体

粘弾性流体

(上対流微分マクスウェルモデル)

上対流微分

$$\overset{\nabla}{\mathbf{T}} = \frac{\partial \mathbf{T}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{T} - \mathbf{D} \cdot \mathbf{T} - \mathbf{T} \cdot \mathbf{D}^T$$

OpenFOAMの粘弾性流体モデル

OpenFOAM

ソルバー

DCPP
FENE-CR
FENE-P
Feta-PPT
Giesekus
Leonov
Oldroyd-B
PTT-Exponential
PTT-Linear
S_MDCPP
WhiteMetznerLarson
WhiteMetznerCross
WhiteMetznerCarreauYasuda
XPP_DE
XPP_SE
Maxwell
multiMode

tutorial

DCPP
FENE-CR
FENE-P
Feta-PPT
Giesekus
Leonov
Oldroyd-B
PTT-Exponential
PTT-Linear
S_MDCPP
WhiteMetznerCarreauYasuda
XPP_DE
XPP_SE

モデルは17モデル
うちTutorialでは13モデル

viscoelasticFluidFoam tutorial

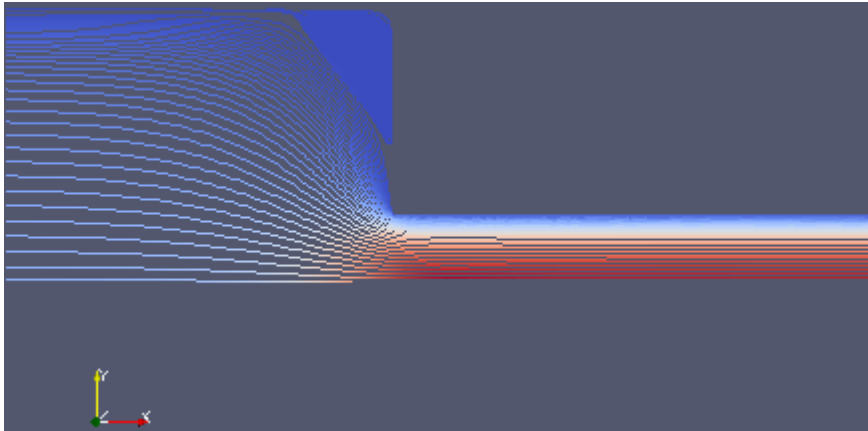
Giesekus

$$\mathbf{T}_1 = \sum_{k=1}^n \mathbf{T}_k$$

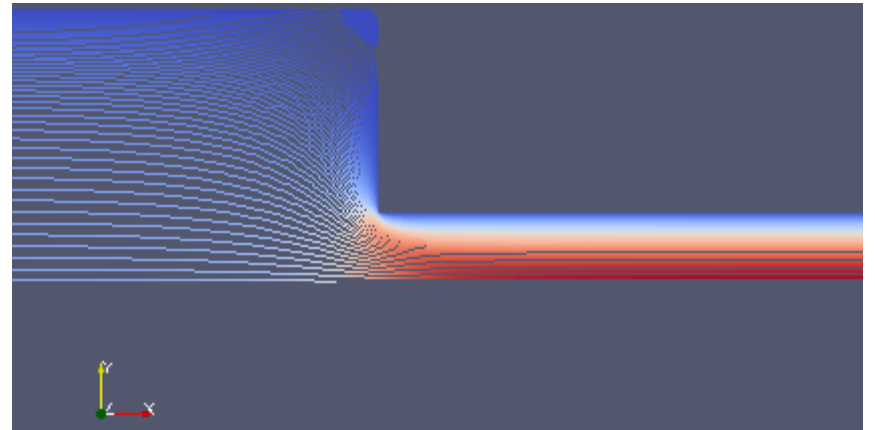
$$\mathbf{T}_k + \lambda_k \overset{\nabla}{\mathbf{T}}_k + \frac{\beta_k \lambda_k}{\eta_k} \mathbf{T}_k^2 = 2\eta_k \mathbf{D}$$

Mode	Model parameter	lambda	etaP	etaS
1	0.5	0.6855	0.0400	0.002
2	0.2	0.1396	0.2324	0.002
3	0.3	0.0389	0.5664	0.002
4	0.2	0.0059	0.5850	0.002

解析結果(流線)



粘弾性流体



ニュートン流体(層流)