

# Single Screw Simulator(Ver.7.0.0) 改良成果資料(発表用ダイジェスト版)



2016/11/25

株式会社HASL

① 繊維破断解析機能 (Fiber Attrition Model) の改良

② ひずみ計算モデル

③ Morphological Evolution Model

④ その他の改良項目

- 解析結果出力図の反転表示
- Job管理システム

## ① 繊維破断解析機能 (Fiber Attrition Model) の改良

### 既往

Fiber供給条件:  
Side feed

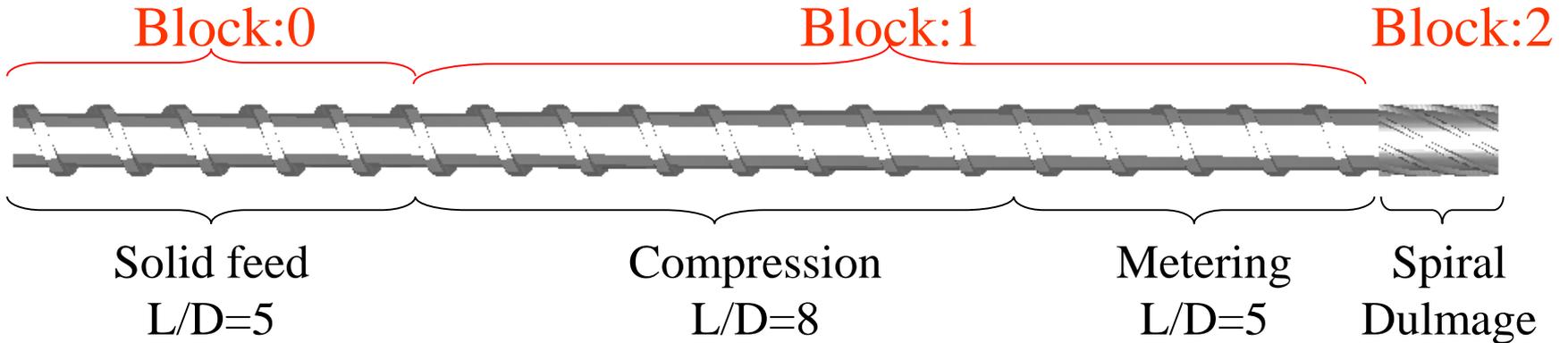
解析モデル:  
単一ブロック

### 新規

Fiber供給条件:  
Side feed + 主材  
(ペレット内包)

解析モデル:  
マルチブロック

# 繊維破断テスト解析モデル



$\phi : 38.1 \text{ mm}$   
60 rpm  
15 kg/h

- フィードホッパー領域内圧力計算
- 固体輸送領域内圧力計算
- Tadmor溶解可塑性モデル計算
- 溶融体輸送領域内熱流動計算
- 先端ダイ内熱流動計算
- Side feed流入計算
- Side feed 供給材料
- 
- Fiber attrition model計算
- Fiber attrition modelパラメータ
- ブロック間情報補間設定
- Morphological Evolution Model 計算

繊維破断  
解析実行

Fiber attrition model/パラメータ設定フォーム

繊維情報

初期繊維長   $\mu\text{m}$

繊維断面直径   $\mu\text{m}$

繊維ヤング率  GPa

初期繊維本数

Dimension less parameters

$C_b$

$S$

$\xi$

計算制御情報

繊維長区分数

Option 情報

破断計算最低肉厚  mm

破断計算ひずみ速度閾値  1/s

計算パラメータ

時刻計算用分割数

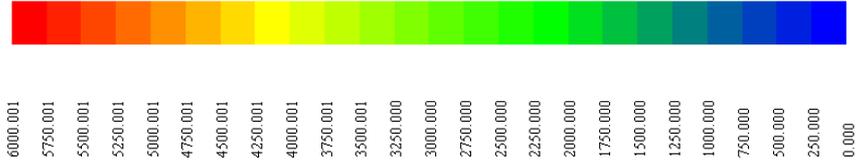
最大計算回数

閉じる

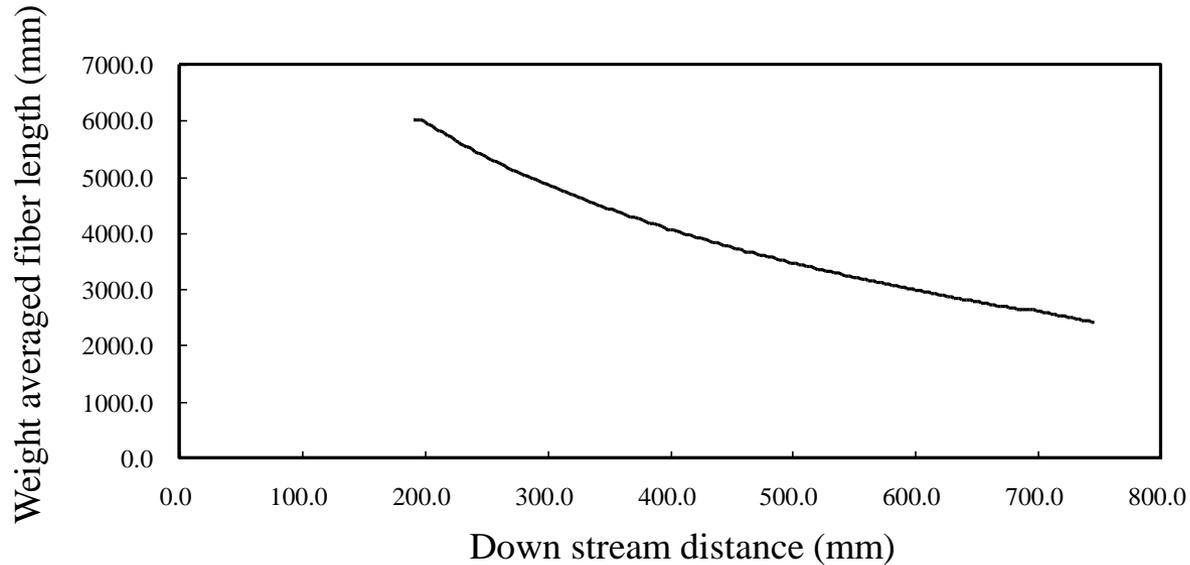
破断計算を行う最低肉厚を指定(フライト部の破断を無視する場合、フライトクリアランス値以上に設定)

# 纖維破断テスト解析結果

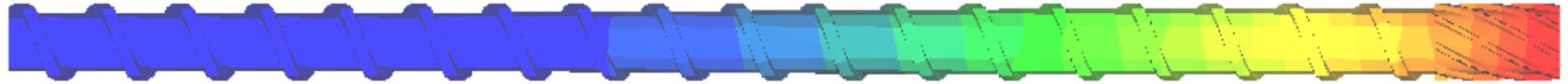
Weight averaged  
fiber length



## 重量平均纖維長分布



1900 0



Segment 1 (Fiber length:0~600 $\mu\text{m}$ )

250 0



Segment 5(Fiber length:2400~3000 $\mu\text{m}$ )

1000 0



Segment 10(Fiber length:5400~6000 $\mu\text{m}$ )

## 長さセグメント内繊維数分布

## ② ひずみ計算モデル

フィードホッパー領域内圧力計算

固体輸送領域内圧力計算

Tadmor:溶融可塑化モデル計算

溶融体輸送領域内熱流動計算

先端ダイ内熱流動計算

Side feed流入計算

Side feed 供給材料

Fiber attrition model計算

ブロック間情報補間設定

Morphological Evolution Model 計算

FE  
要  
節

ひずみを計算  
する際は、当  
チェックボク  
スをチェック

Morphological evolution model/パラメータ設定フォーム

ひずみ計算

Morphological evolution model 計算

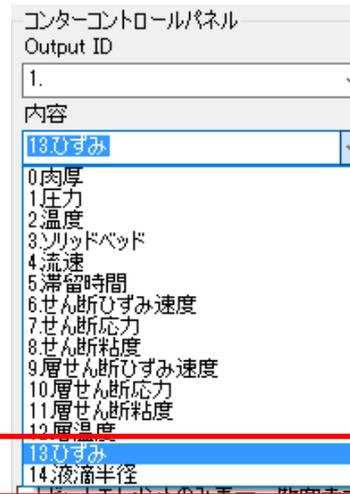
注:後述のMEM計算を行う  
場合は、ひずみ計算は必須

Morphological Evolution Model 計算パラメータ

初期液滴半径 (μm)	<input type="text" value="2000"/>
計算時間刻みsec	<input type="text" value="0.02"/>
計算サイクル数	<input type="text" value="4000"/>
体積分率	<input type="text" value="0.05"/>
液滴平衡半径(μm)	<input type="text" value="0"/>
表面張力係数(N/m)	<input type="text" value="0.04"/>
ひずみ計算最低肉厚(mm)	<input type="text" value="0.3"/>

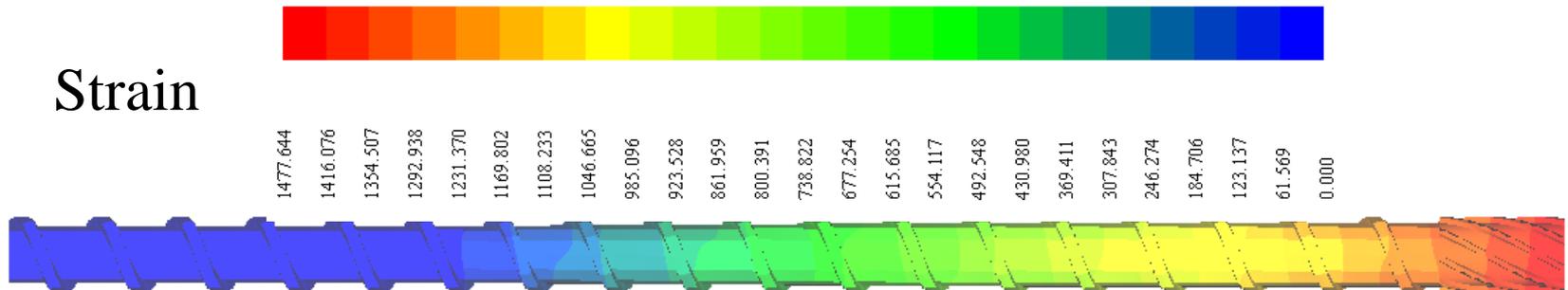
液滴物性ファイル名

# ひずみ計算結果



← 新規に追加された作画項目

## Strain



### ③ Morphological Evolution Model

液滴の分裂状態を規定するキーパラメータ: Capillary number

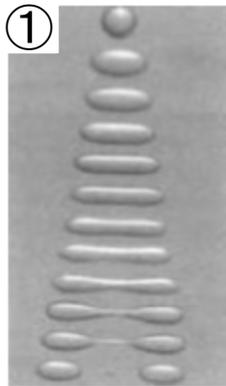
$$Ca = \frac{\eta_m \dot{\gamma}}{\sigma / R} = \frac{\text{Shear stress}}{\text{Surface tension}}$$

$\eta_m$ : マトリクス粘度

$\dot{\gamma}$ : マトリクスひずみ速度

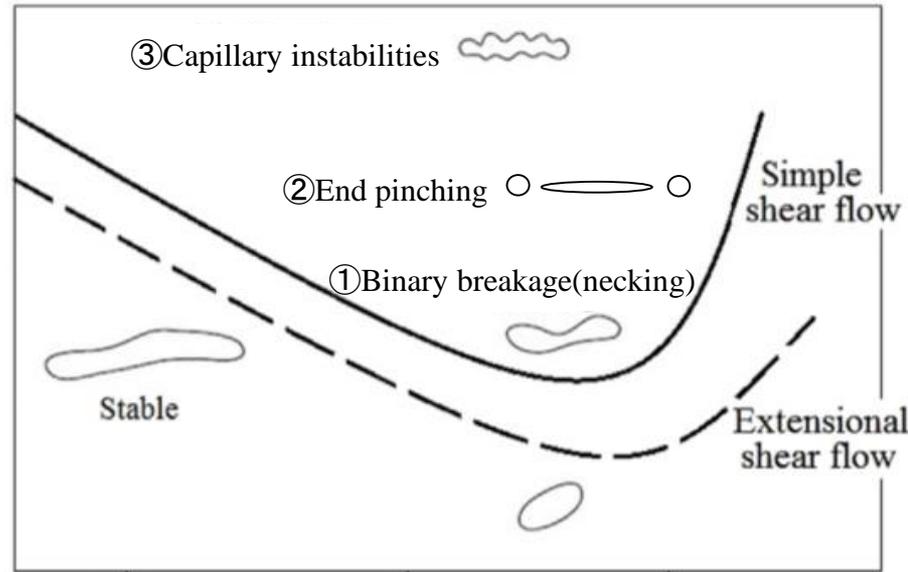
$\sigma$ : 表面張力係数

$R$ : 液滴半径

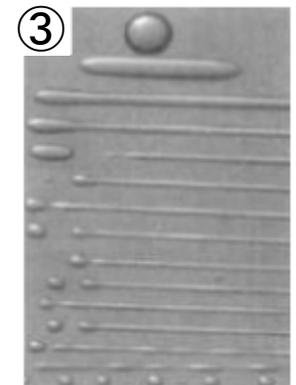
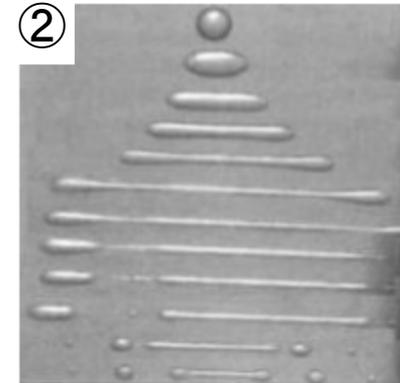


せん断流動場内の液滴の変形状態\*\*)

Critical capillary number ( $Ca_{crit}$ )



Viscosity ratio ( $\lambda = \eta_d / \eta_m$ )  $\eta_d$ : 液滴粘度  $\eta_m$ : マトリクス粘度



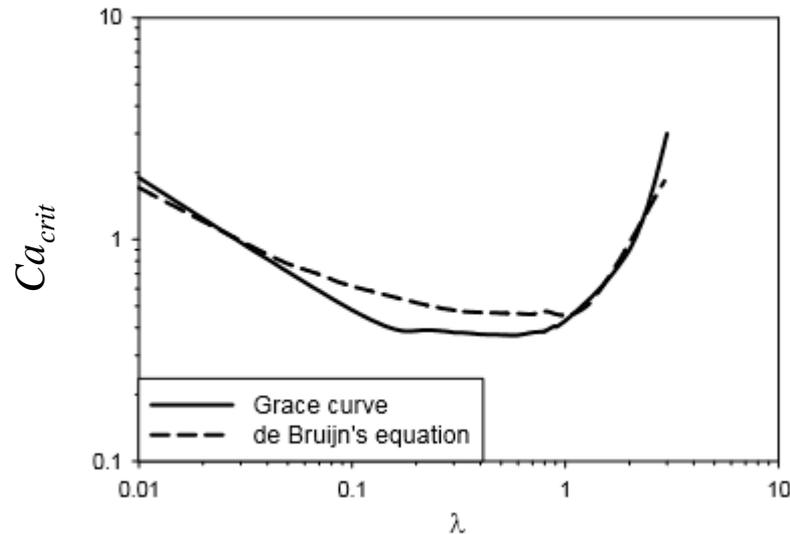
### 臨界キャピラリー数の粘度比依存性\*)

\*) 出典: H. P. Grace : *Eng. Found. Res. 3<sup>rd</sup> Conference on Mixing*, Andover(1971)

\*\*\*) 出典: LIU, H., XU, X.M., GUO, S.D., : *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 15(1),1-5 (2007)

臨界キャピラリー数に対するBruijnの経験則評価式\*):

$$\log(Ca_{crit}) = -0.5060 - 0.0994 \log \lambda + 0.1240 (\log \lambda)^2 - \frac{0.1150}{\log \lambda - 0.6110}$$



Grace curve のBruijn モデルフィット\* )

\* ) 出典 : R. A. De Bruijn, PhD thesis, Eindhoven University of Technology, The Netherlands(1989)

# Morphological Evolution Model<sup>\*)</sup>

液滴の単位体積当たりの分裂/合体に伴う形状(半径)変化を定量化する現象論的計算モデル

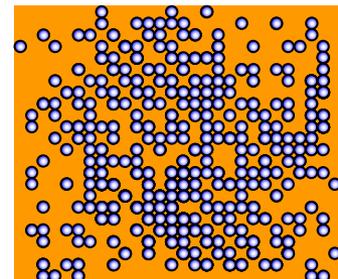
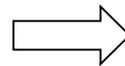
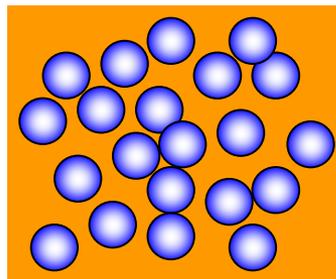
$$\frac{DR}{Dt} = -\frac{\dot{\gamma}R}{3Ca_{crit}t_b^*} + \frac{C_{coalescence}}{R} \phi^{8/3} \dot{\gamma} \quad \text{for } 1 \leq C^* \leq 4$$

↑  
液滴半径の  
時間変化

↑  
分裂に伴う液滴  
半径の減少率

↑  
合体に伴う液滴  
半径の増加率

$R$ : 液滴半径  
 $t_b^*$ : 無次元時間  
 $\dot{\gamma}$ : ひずみ速度  
 $\phi$ : 液滴体積分率 (不変)  
 $Ca_{crit}$ : 臨界キャピラリー数  
 $C_{coalescence}$ : 液滴合体実験観測定数 ( $1.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ )

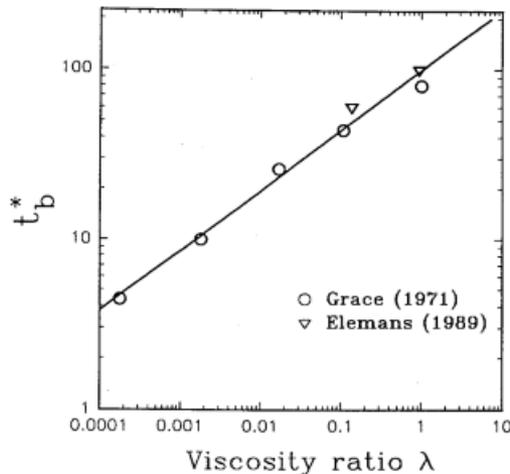


<sup>\*)</sup>参考文献:S. Maindarkar, A. Dubbleoer, and J. Meuldijk, H. Hoogland, and M. Henson: *Polym. Eng. Sci.* **118**,114(2014)

$$\frac{DR}{Dt} = 0 \quad \text{for } C^* < 1$$

$$R(t + \Delta t) = 2\sqrt{\frac{2}{3}}R(t)\gamma(t:t + \Delta t)^{-\frac{1}{2}} \quad \text{for } 4 < C^*$$

無次元パラメータ  $t_b^*$  は液滴分裂の実験観測結果より決定



$$\log_{10}(t_b^*) = 0.3396\log_{10}(\lambda) + 1.9604$$

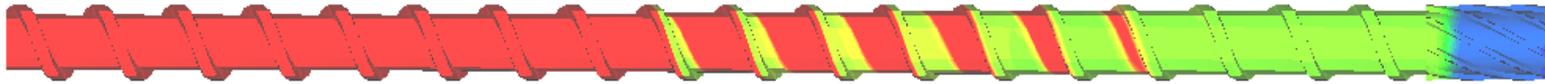
粘度比と無次元分裂時間の関係

# 液滴径解析結果

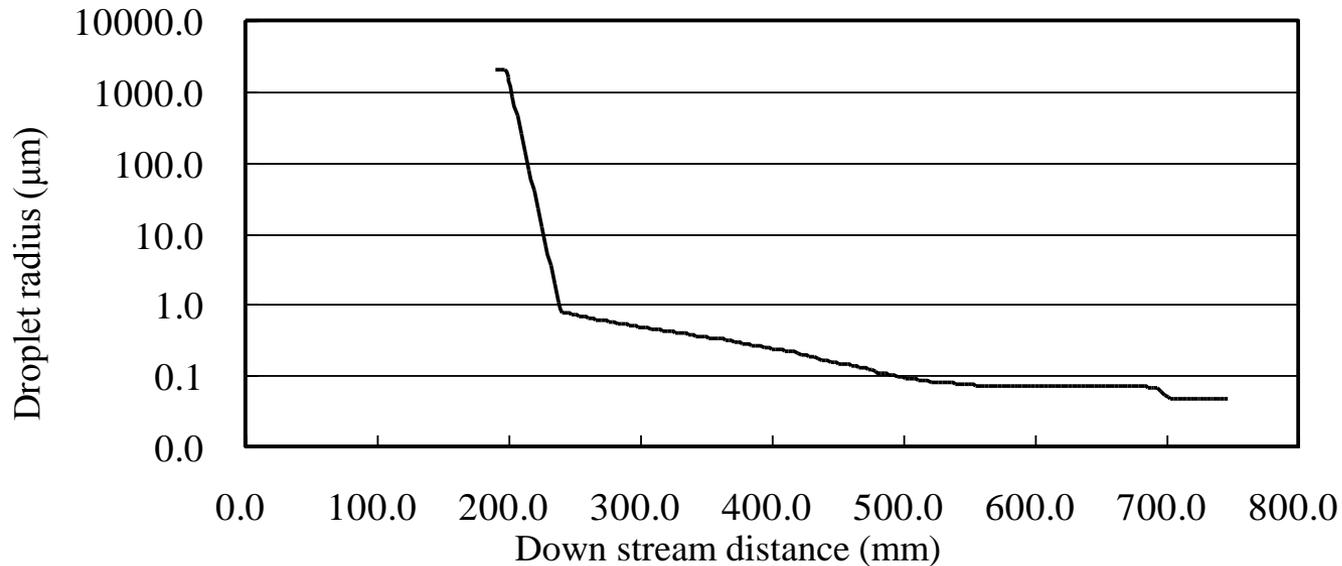
Droplet radius  
( $\mu\text{m}$ )



Max.0.1  
Min. 0.042



60 rpm, 15kg/h



$R_0 = 2000(\mu m),$   
 $\eta_m = 1000(\text{Pa} \cdot \text{s}),$   
 $\eta_d = 200(\text{Pa} \cdot \text{s}),$   
 $\Omega = 60 \text{ rpm},$   
 $Q = 15\text{kg/h},$

## ④ その他の改良項目

### 解析結果出力図の反転表示

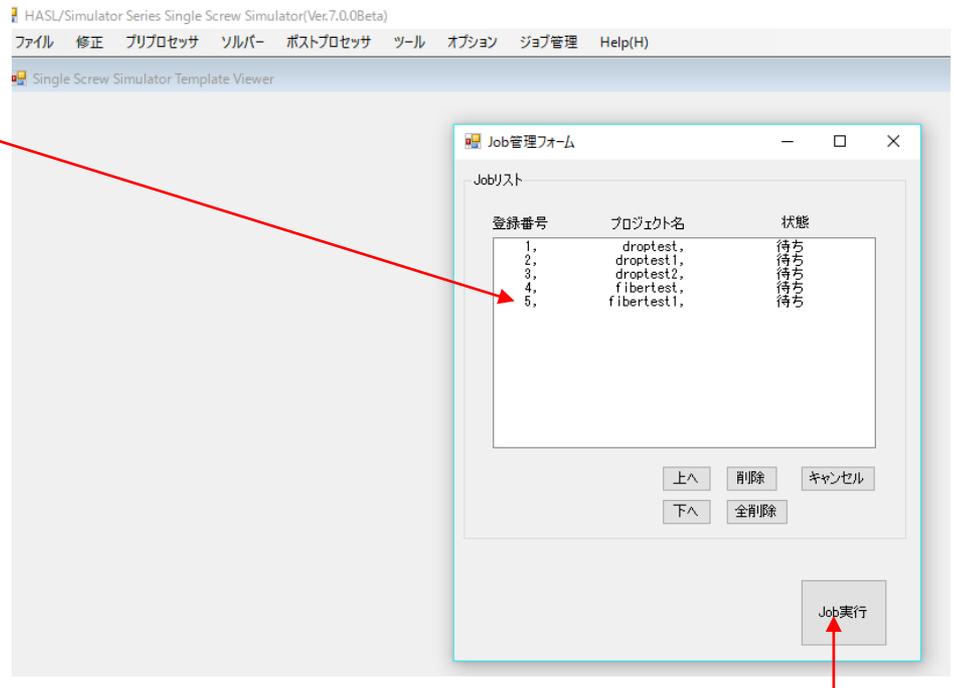
Pressure Distribution

3.874
3.713
3.551
3.390
3.229
3.067
2.906
2.744
2.583
2.422
2.260
2.099
1.938
1.776
1.615
1.453
1.292
1.131
0.969
0.808
0.647
0.485
0.324
0.162
0.001

何社かのお客様のご要望に対応し、左から右に向かう流動方向(スクリュ軸方向)を、右から左に反転表示させる機能を追加しました。作画制御パネル内に新しく設けられたYZ-ReverseのチェックボックスをON状態とし、YZボタンを押すと、下図に示すように反転表示されます。

YZ-Reverse  
チェックボックス

# Job管理システム



ジョブ管理リストへ登録ボタンを押すと計算コントロールデータファイル名が管理リストに登録されます。

Job実行ボタンを押すと、リストに登録された解析が順次自動的に実行されます。