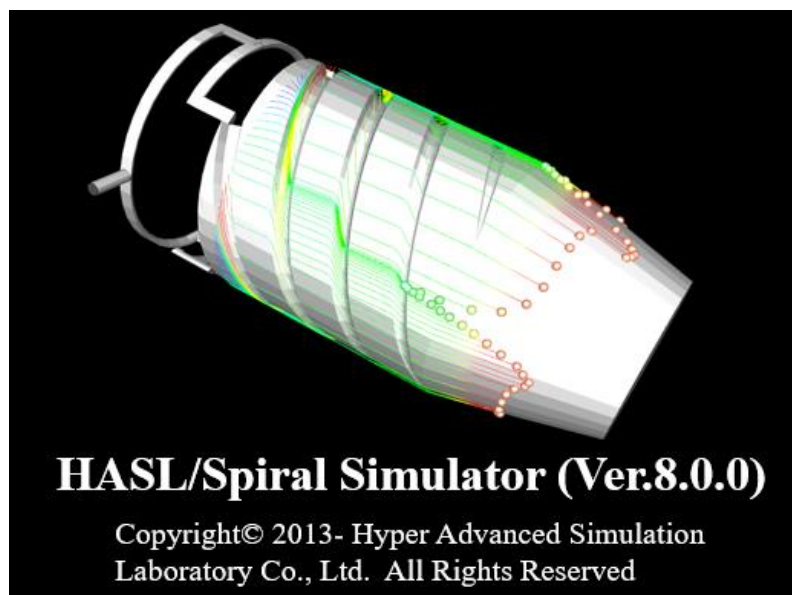


Spiral Simulator(Ver.8.0.0)

改良成果資料(発表用ダイジェスト版)



2018/11/15

株式会社HASL

溶融樹脂の定常非等温非ニュートン純粘性 多層流動に関する2.5D FEM 定式化

2.5D FEM formulation
for steady non-isothermal non-Newtonian viscous
multi-layer flow of polymer melt

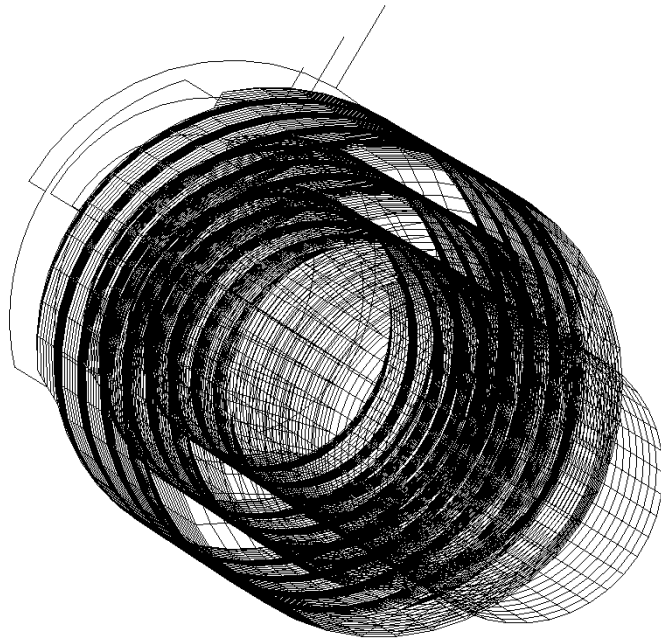
特許出願中

出願日 2018/10

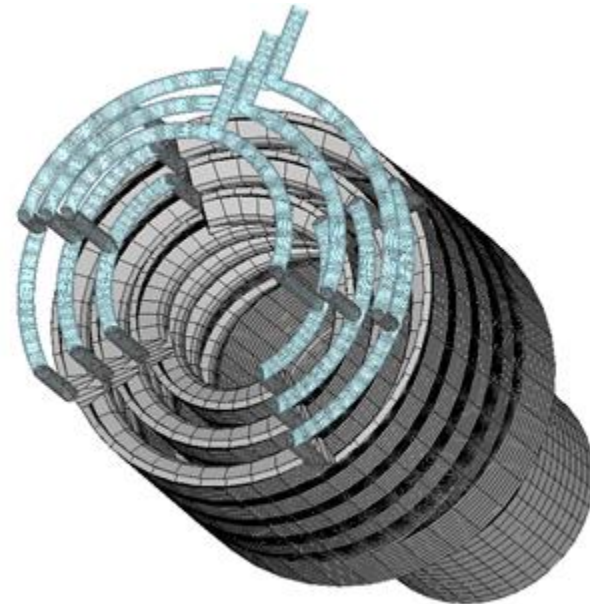
出願人 株式会社HASL 谷藤眞一郎

開発目的

多層スパイラルマンドレルダイの2.5D FEM全域解析
(従来, 多層流動解析には3D FEMあるいは2D FEMのみ限定利用)



2.5D FEM model



3D visualization model

Multilayer spiral mandrel die

多層流動2.5D FEM 離散化方程式*)

圧力方程式

*) 詳しくは Flat Simulator 改良成果資料(2018)参照

$$S_{\alpha\beta}^l P_{\beta}^l + Q_{\alpha}^l + F_{\alpha}^l = 0 \text{ for } l = 1 \sim n$$

層毎に圧力方程式を解析＝
層毎の流入出収支を保証

$$S_{\alpha\beta}^l = \gamma^l \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \phi_{\alpha,i} \phi_{\beta,i} J_{\xi\eta} d\xi d\eta, \quad \alpha^l = \int_0^{h^l} \frac{1}{\eta_{vis}^l} dh, \quad \beta^l = \int_0^{h^l} \frac{h}{\eta_{vis}^l} dh, \quad \gamma^l = \int_0^{h^l} \frac{h^2}{\eta_{vis}^l} dh$$

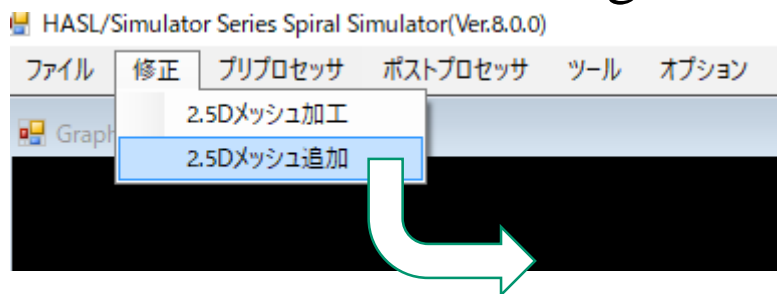
$$Q_{\alpha}^l = \int_{\Gamma_e} \phi_{\alpha} q_i^l n_i^l d\Gamma,$$

$$F_{\alpha}^l = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \phi_{\alpha,i} f_i^l J_{\xi\eta} d\xi d\eta$$

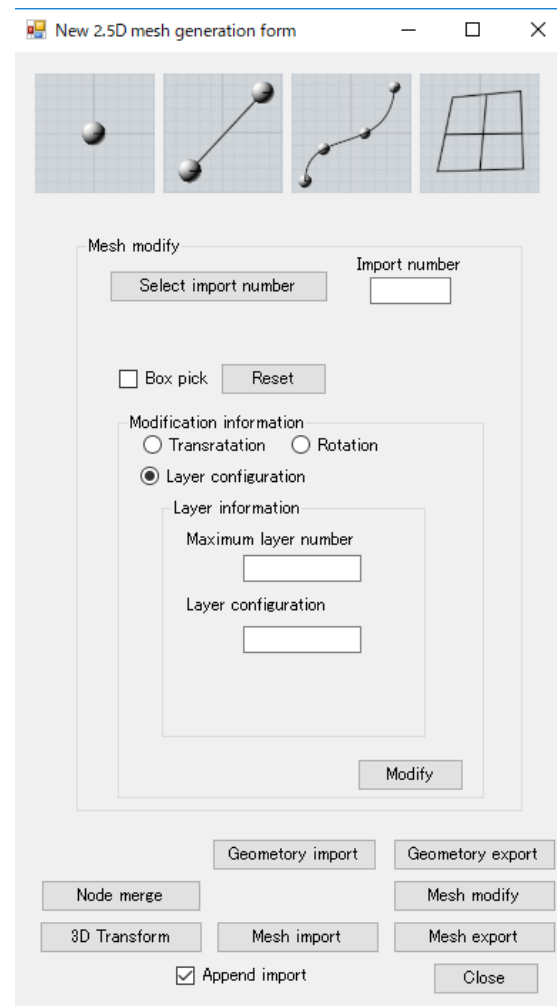
$$f_i^l = A_i^l \beta^l - h^l B_i^{l+1} \text{ for } l = 1 \sim n-1,$$

$$f_i^n = A_i^n \beta^n$$

新規実装 New 2.5D mesh generation form の機能

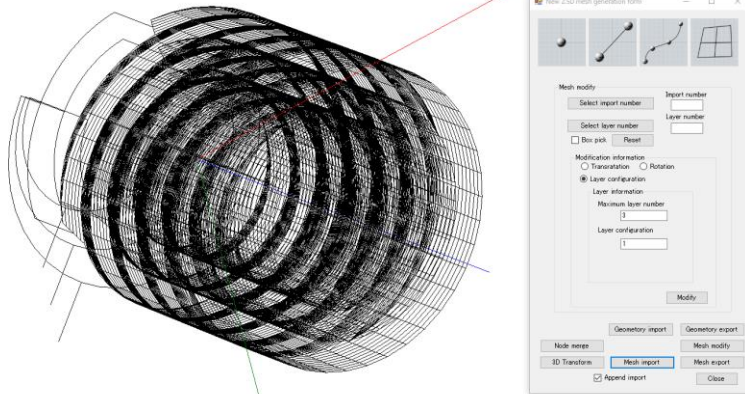


- 1) 構成要素 mesh 情報の Append import
- 2) 構成要素 Mesh 情報の Line or Spline-curve による結線領域の作成
- 3) 結線領域内の 2.5D mesh 生成
(回転押出生成)
- 5) 任意メッシュの選択/回転/併進移動
- 6) ランナー要素の生成
- 7) 要素構成番号の設定
- 8) 2.5D mesh の 3D visualization 変換 ₄

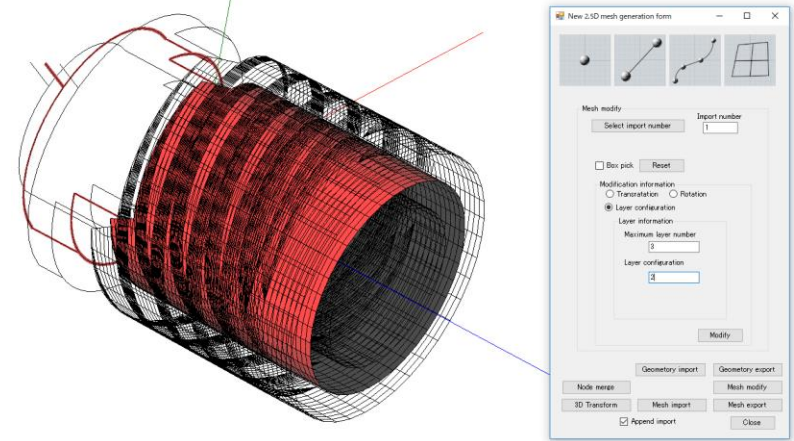


New 2.5D mesh generation form の運用手順

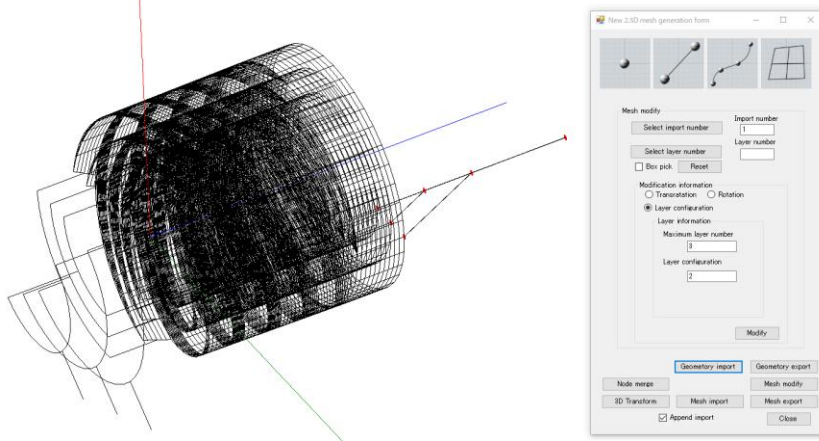
① メッシュ情報のAppend import



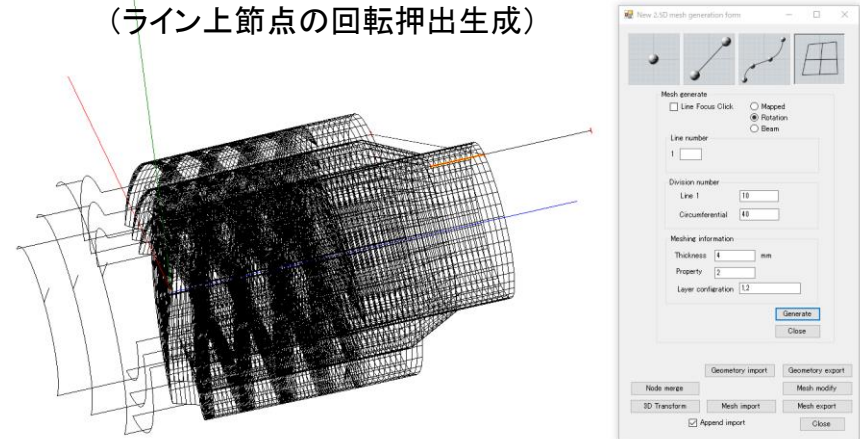
② 層情報の設定

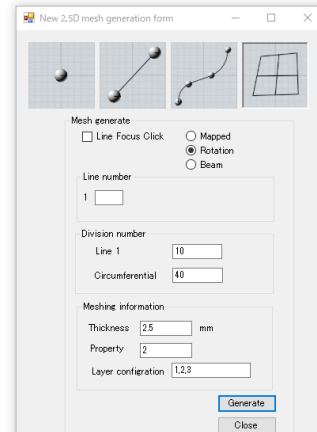
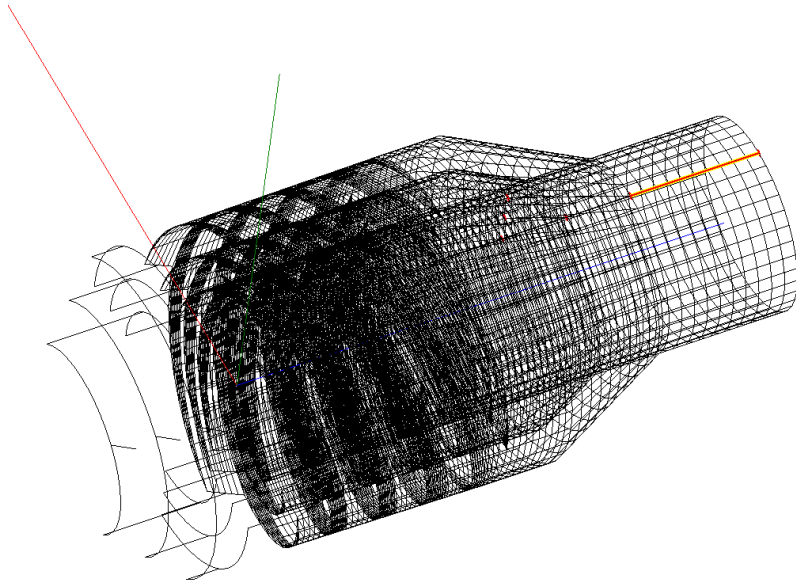


③ 合流流路形状の定義



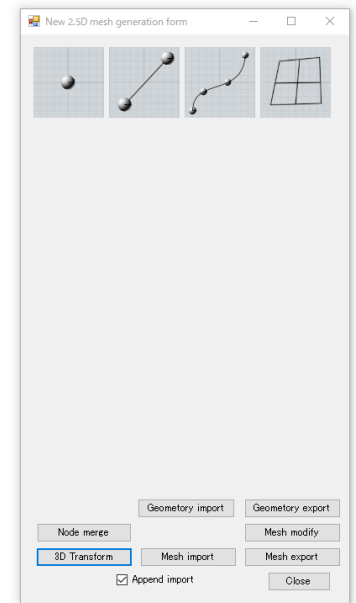
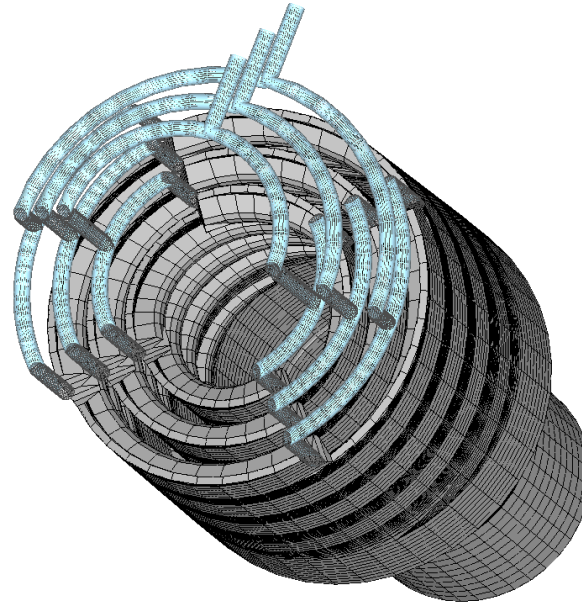
④ 合流流路メッシュ情報の作成 (ライン上節点の回転押出生成)



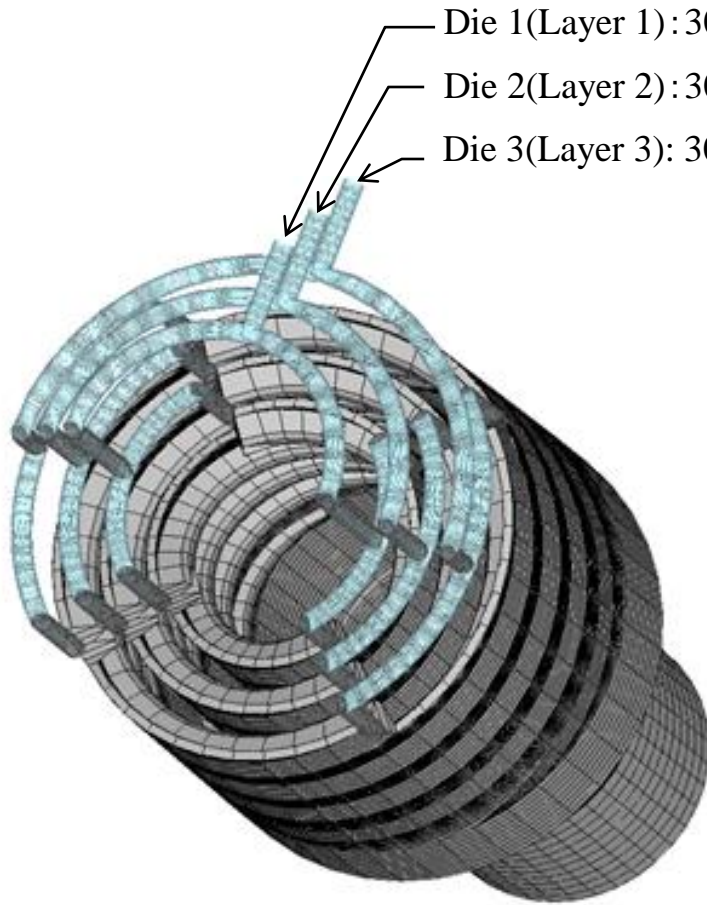


⑤ 節点のマージ
(新規追加2.5D FEMモデルの結合)

⑥ 視覚確認用3Dモデルの生成



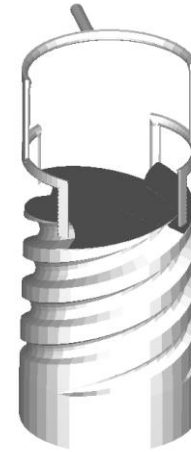
テスト解析結果(三種三層)



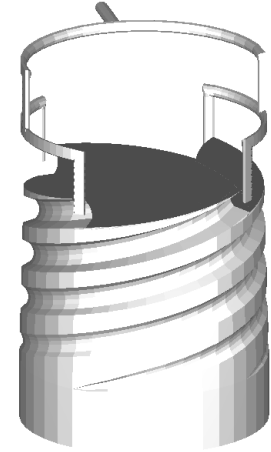
Die 1(Layer 1): 30 kg/h, 1000 Pa·s

Die 2(Layer 2): 30 kg/h, 3000 Pa·s

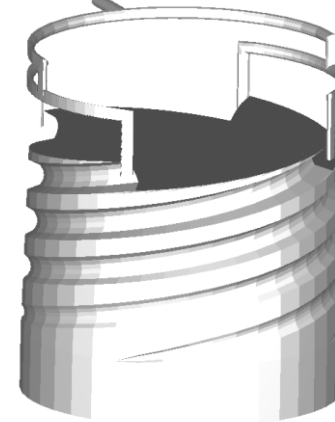
Die 3(Layer 3): 30 kg/h, 2000 Pa·s



Die 1: $\phi(300mm)$



Die 2: $\phi(400mm)$



Die 3: $\phi(500mm)$

同心円状に積層

三種三層多層流動2.5DFEM解析モデル

基本情報 ボディ マンドレル チャンネル ランナー ダイ インフレーション メッシュ生成 解析実行

底部曲率半径(mm) 25

溝深さPolyline設定

形状設定パラメータ

高さ比率H/Hb	高さH(mm)	直径Φc(mm)	深さ(Φb-Φc)/2(mm)	深さ(Φm-Φc)/2(mm)
0,	0.00000,	220,	40.00000,	30.00000
1,	300.00000,	275,	12.50000,	2.50000

Append import で合成(一体化)させる解析モデルは長さ方向=周方向の分割数を共通に設定する。

高さ比率H/Hb 0 上へ 全削除 削除

直径Φc(mm) 220 下へ 挿入 修正 追加 確定

断面分割数 6 長さ方向 40 展開図 チャンネルメッシュ 確認

チャンネルタブメニュー

多層流動解析条件設定フォーム

層数 3

物性データファイル

vis 1000
vis 3000
vis 2000

選択 削除 全削除 上へ 下へ

押出量(kg/h)

30
30
30

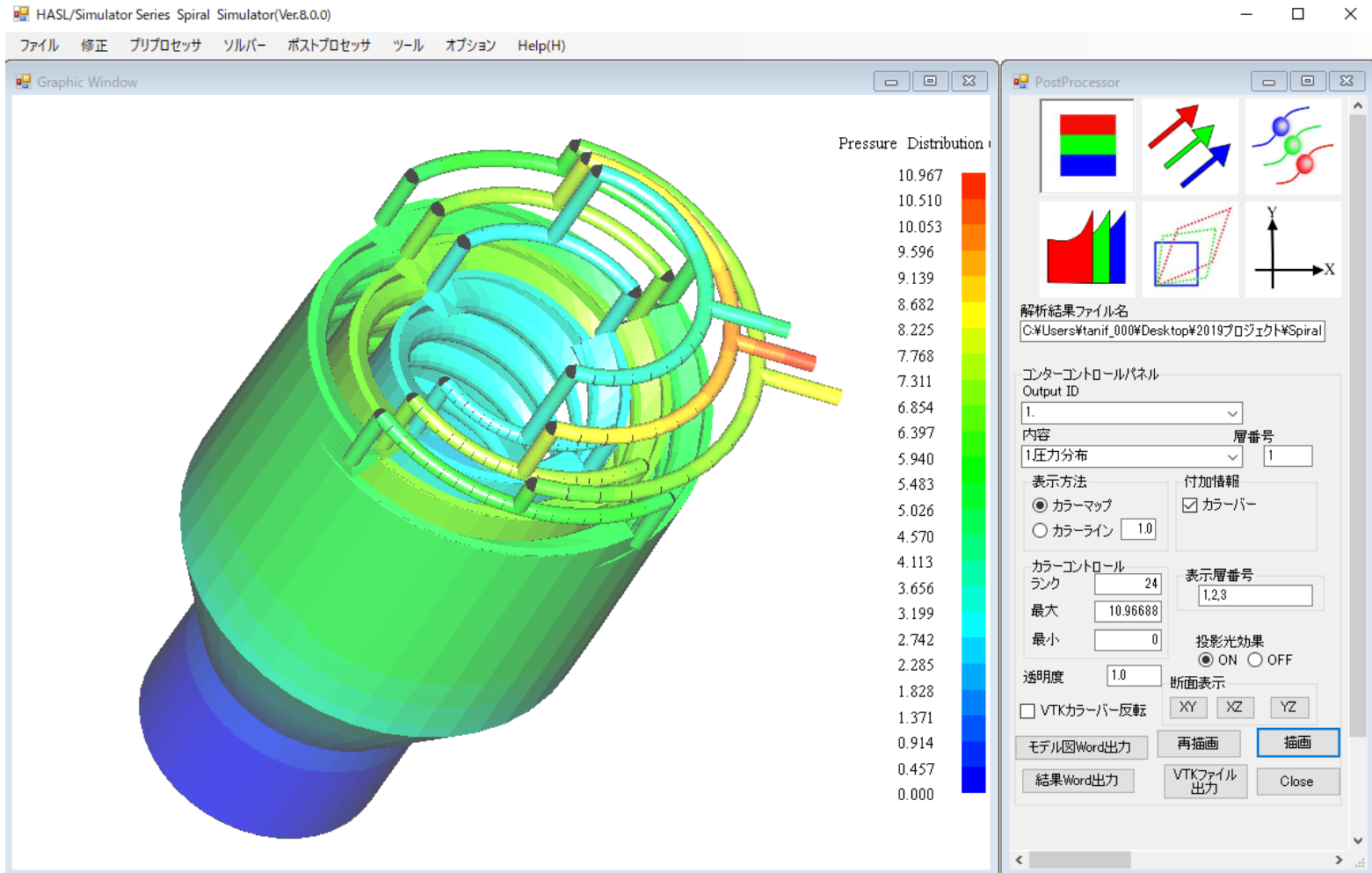
押出量(kg/h)

追加 修正 挿入

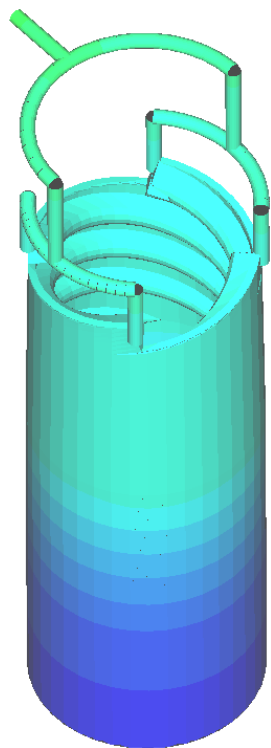
層数 3

削除 全削除 上へ 下へ 確定 閉じる

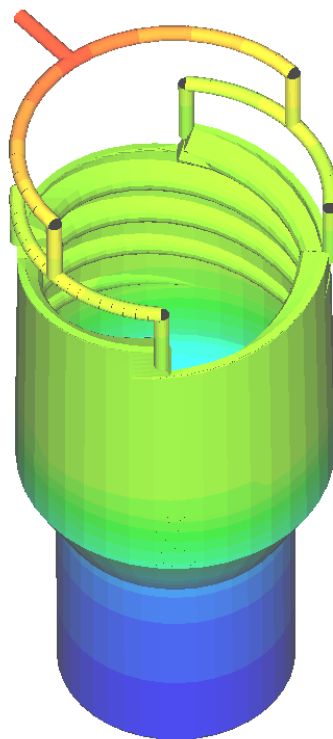
多層流動解析条件設定フォーム



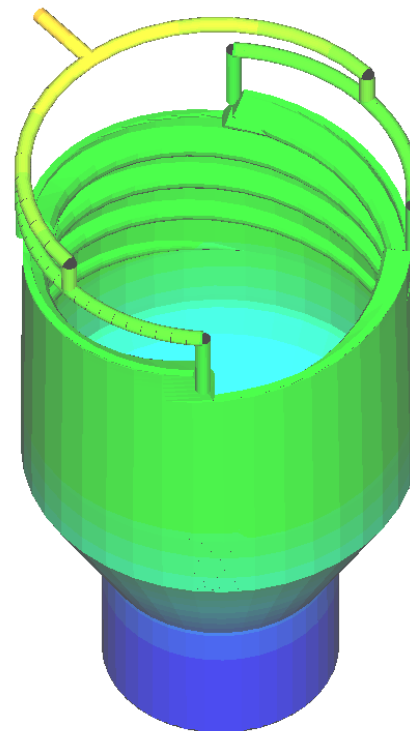
圧力分布コンター図(全体図)



Die 1(Layer 1):
30 kg/h, 1000 Pa·s



Die 2(Layer 2):
30 kg/h, 3000 Pa·s



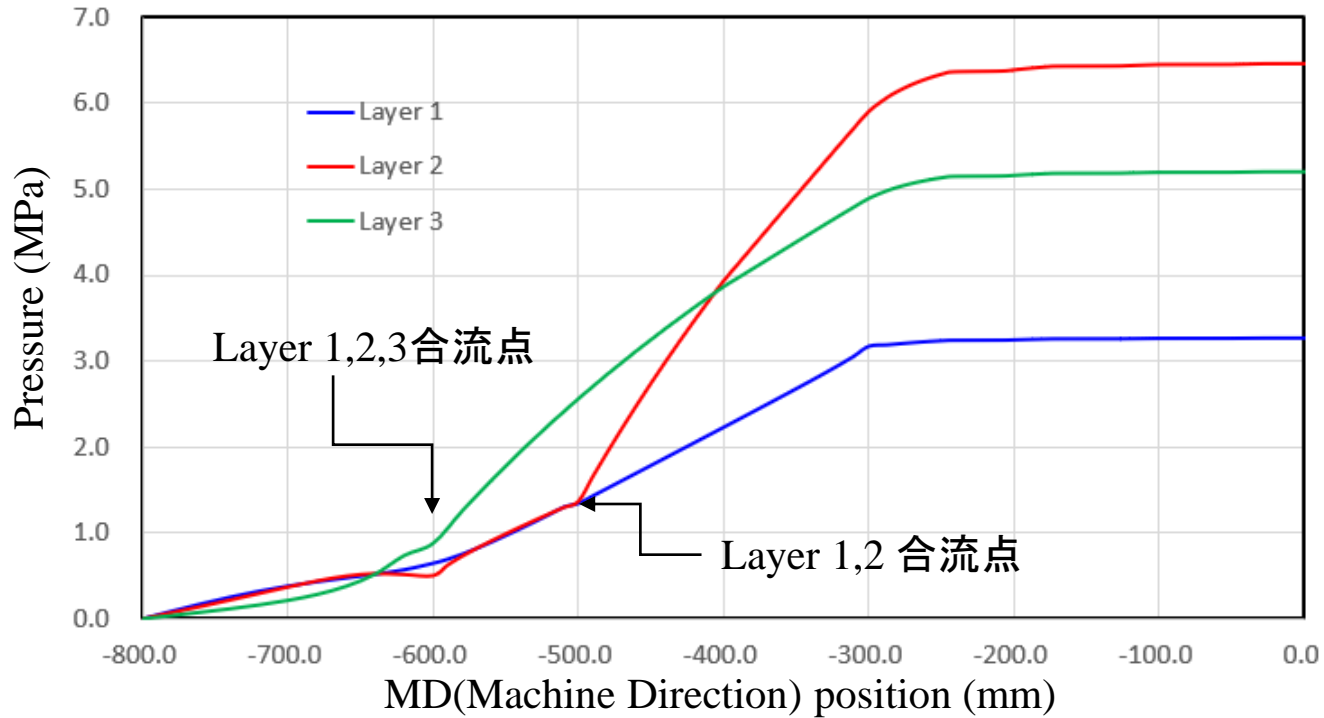
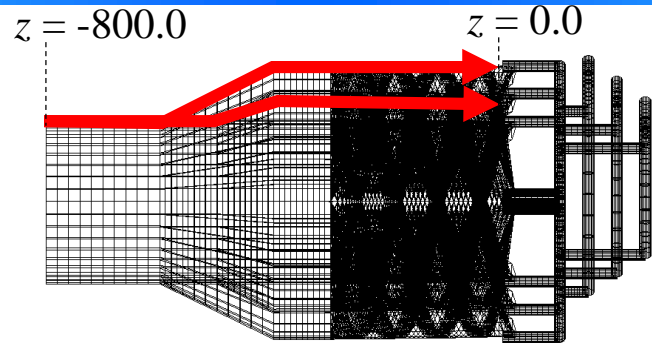
Die 3(Layer 3):
30 kg/h, 2000 Pa·s

Pressure Distribution (MPa)

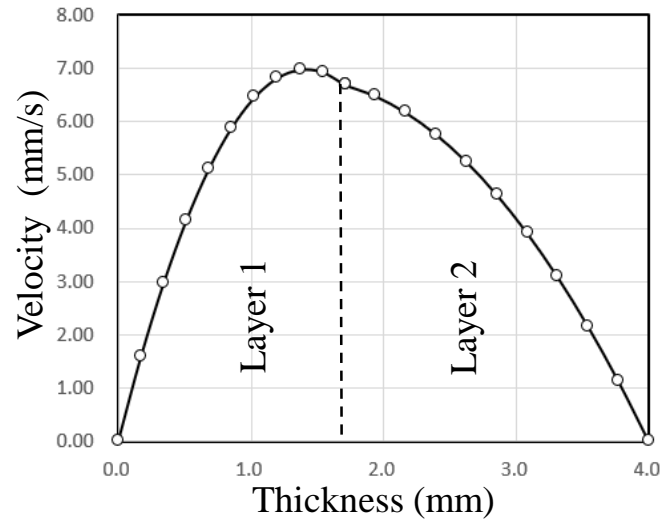
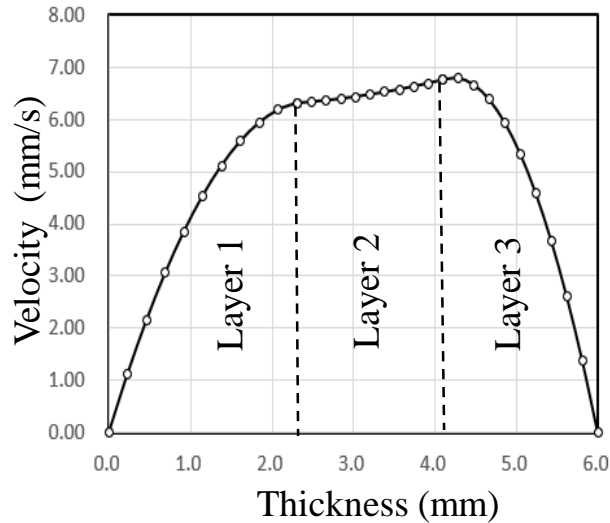
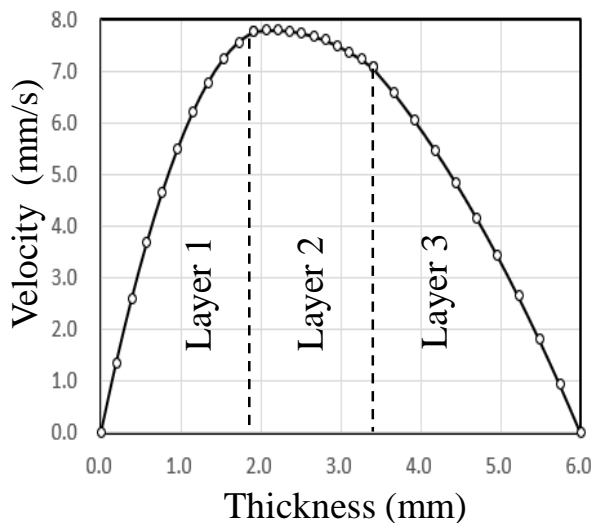
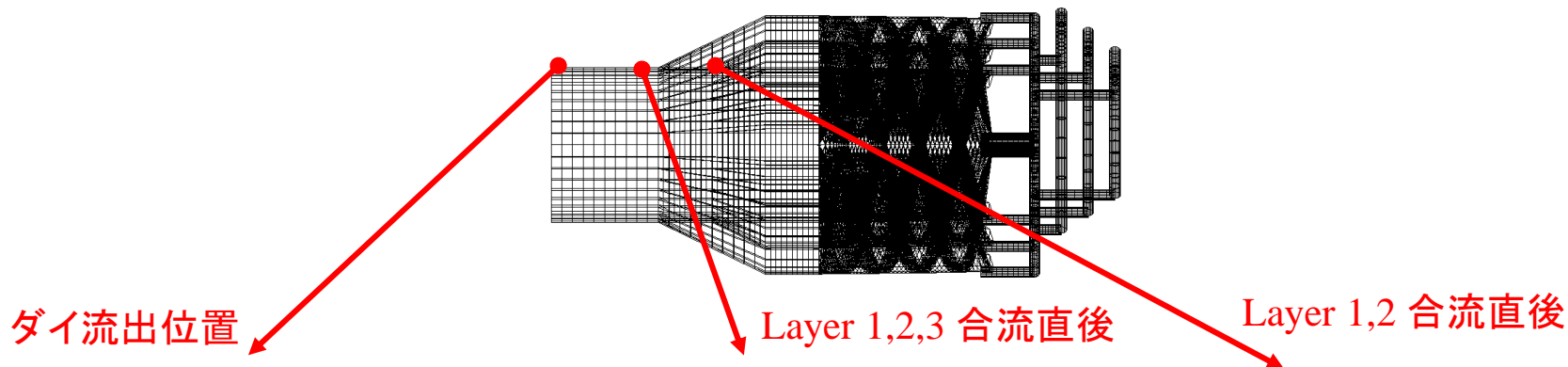
10.000
9.583
9.167
8.750
8.333
7.917
7.500
7.083
6.667
6.250
5.833
5.417
5.000
4.583
4.167
3.750
3.333
2.917
2.500
2.083
1.667
1.250
0.833
0.417
0.000



圧力分布コンター図(層毎個別表示図)

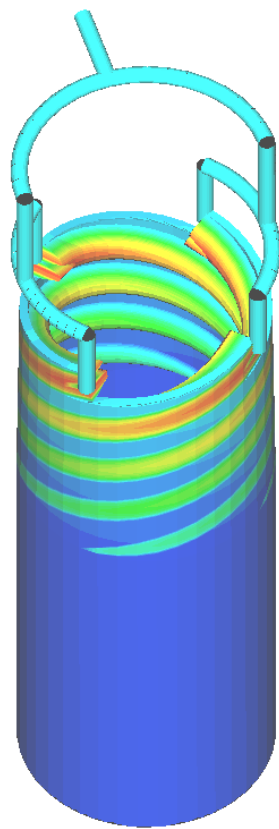


MD方向圧力分布グラフ図

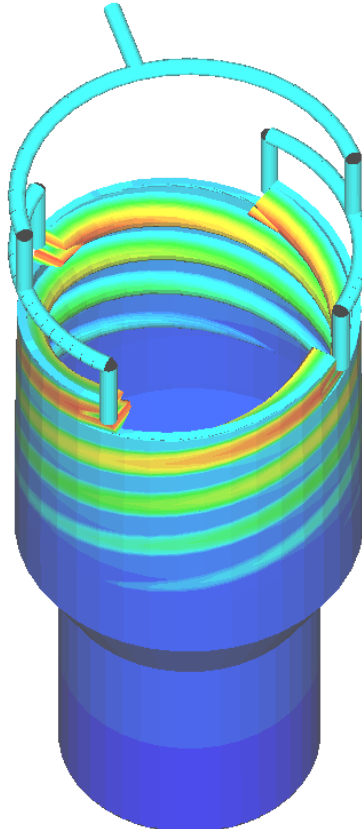


ダイ流出口位置及び層合流点近傍の流速分布グラフ図

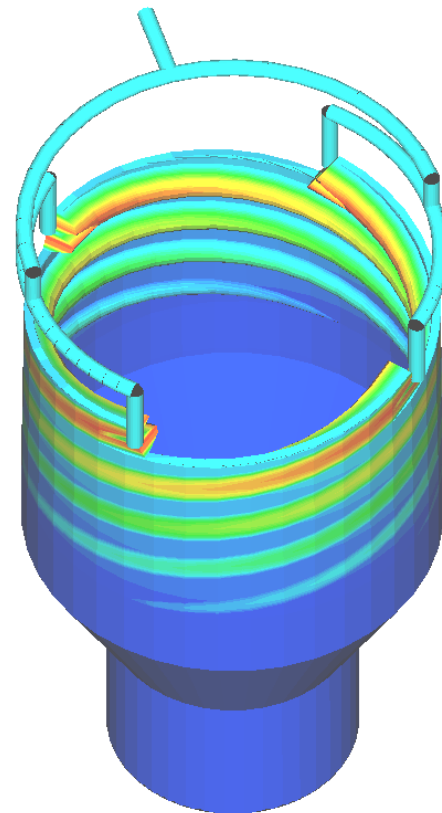
・Layer 1,2,3 合流直後、Layer 2の圧力勾配は反転し、牽引流支配の様相を呈する。



Die 1(Layer 1):
30 kg/h, 1000 Pa·s



Die 2(Layer 2):
30 kg/h, 3000 Pa·s



Die 3(Layer 3):
30 kg/h, 2000 Pa·s

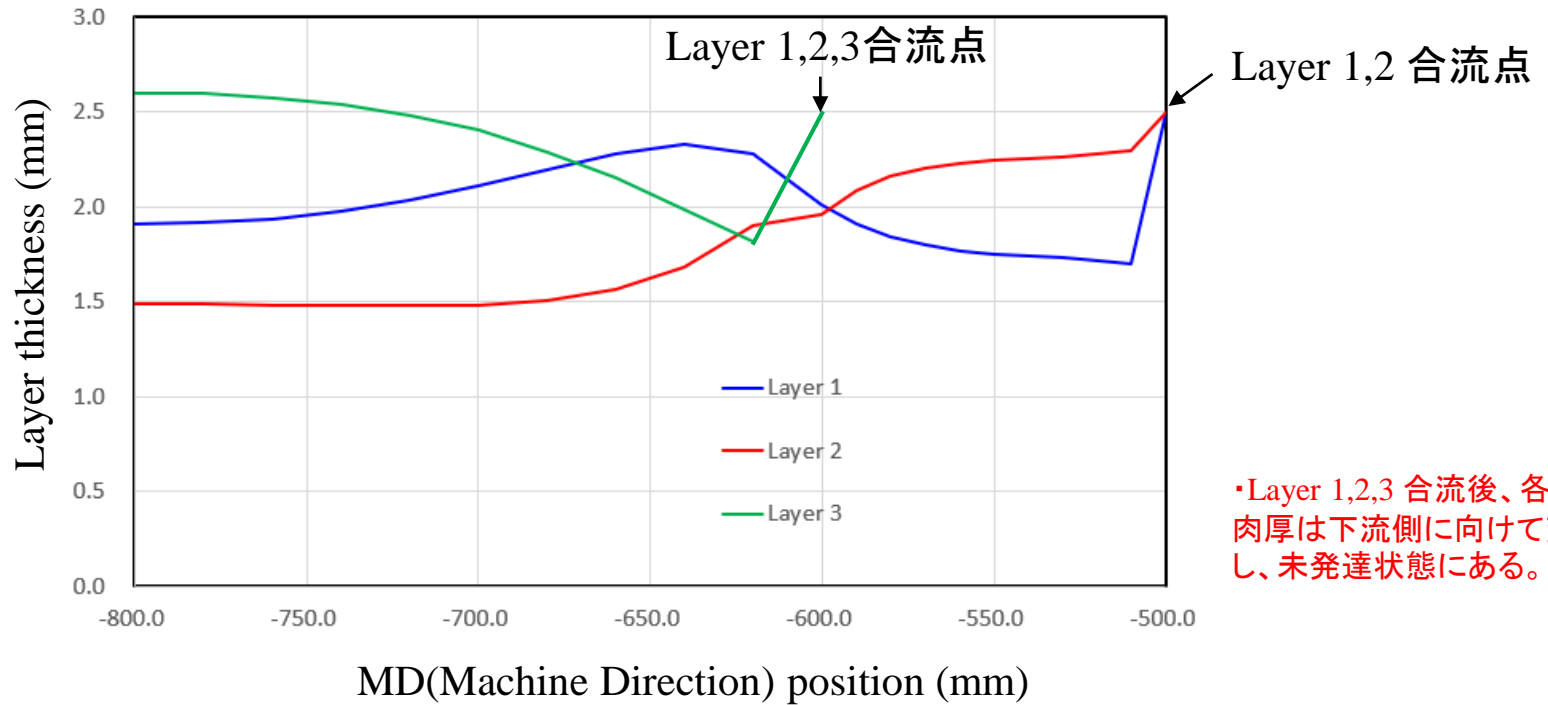
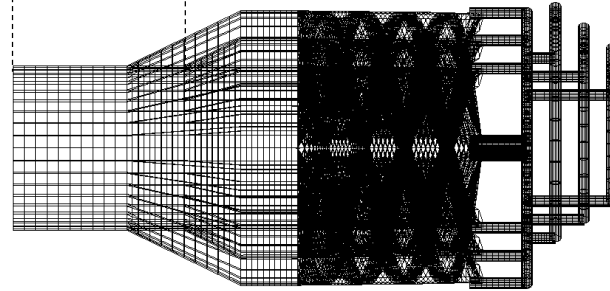
Thickness Distribution (mm)

40.000
38.333
36.667
35.000
33.333
31.667
30.000
28.333
26.667
25.000
23.333
21.667
20.000
18.333
16.667
15.000
13.333
11.667
10.000
8.333
6.667
5.000
3.333
1.667
0.000



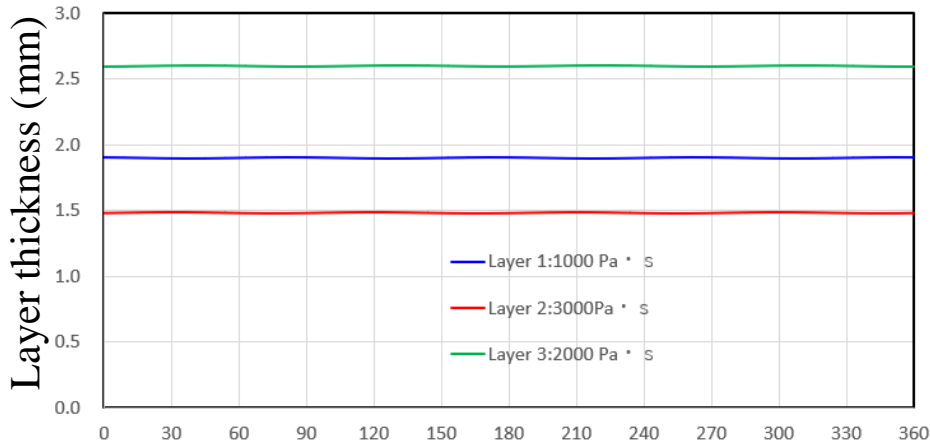
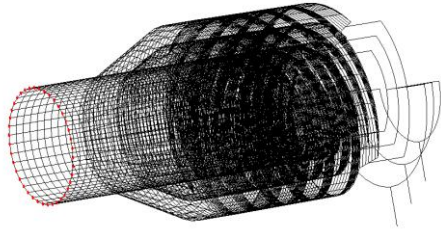
層厚分布コンター図(層毎個別表示図)

$z = -800.0$ $z = -500.0$



•Layer 1,2,3 合流後、各層の肉厚は下流側に向けて変動し、未発達状態にある。

MD方向層肉厚分布グラフ図



CD (Circumferential Direction) position (°)

ダイ流出口位置でのCD方向層厚分布グラフ図

- ・Layer 2は粘度が高いが中間層に位置し、平均流速が速いため肉厚が薄い。
- ・表層に位置するLayer 1,3は粘度が高いLayer 3の方が肉厚が厚い。
- ・各層の肉厚分布にはポート数(4)を反映した周期振動性が観られる(位相が異なる)。

