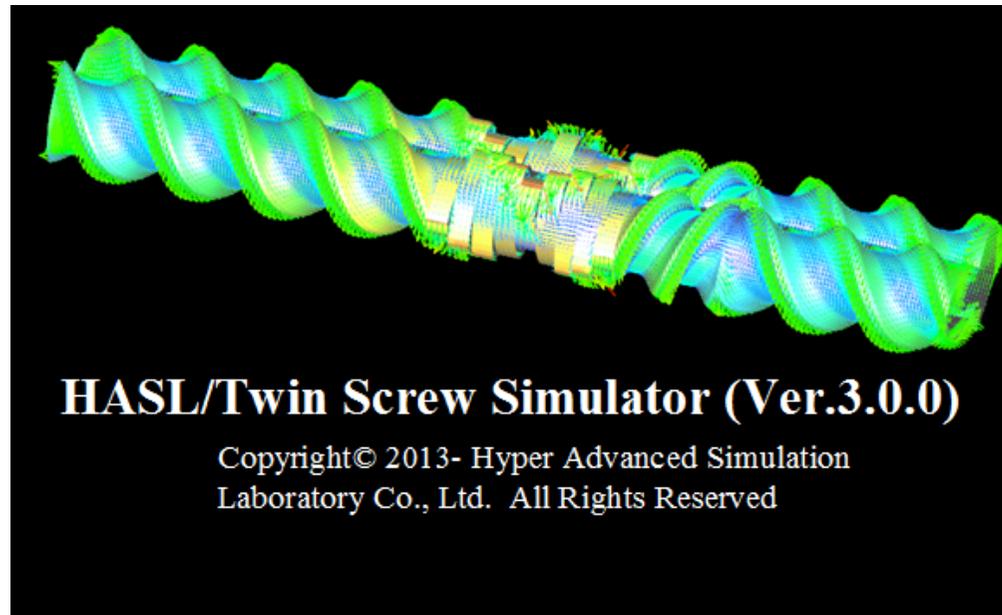


---

# Twin Screw Simulator(Ver.3.0.0) 改良成果資料(発表用ダイジェスト版)



2015/11/25  
株式会社HASL

---

本資料では、Twin Screw Simulator (Ver.3.0.0)の下記改良成果についてご報告します。

- ① 滞留時間解析機能、Side feed解析機能の実装
- ② 3条セルフワイプスクリュへの対応
- ③ 計算要素編集機能の強化
- ④ 粒子運動解析による混練性能の評価

## ① 滞留時間解析機能、Side feed解析機能の実装

TwinScrewSimulator TemplateのタブメニューにBinary System Condition Setタブメニューが新たに追加されました。当タブメニューを利用することで滞留時間解析やSide feed解析が可能です。

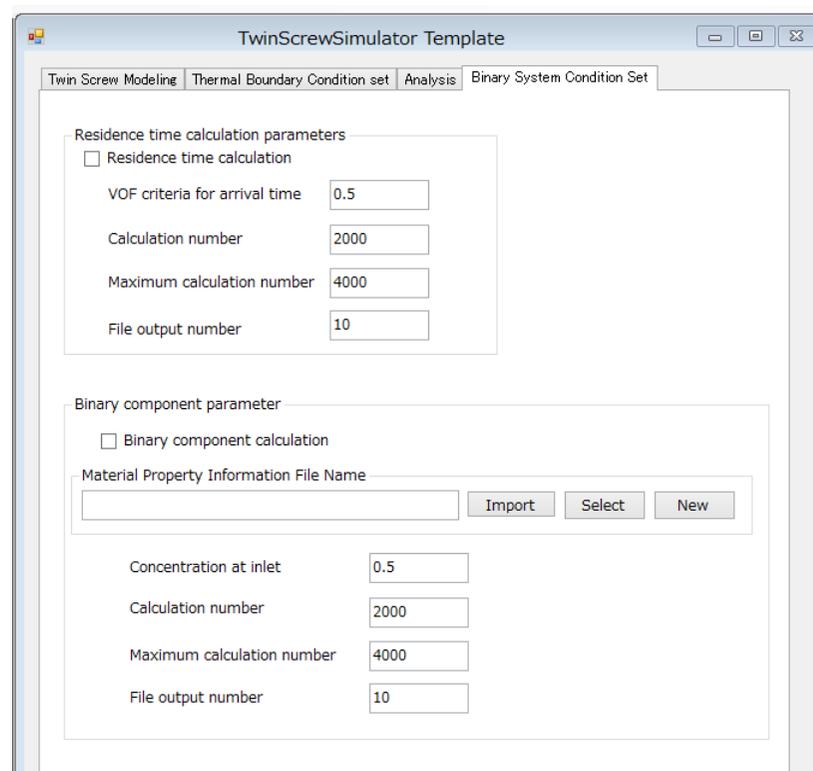


図1 新規実装されたBinary System Condition Setタブメニュー

## Side feed 定量化モデル

VOF (Volume Of Fluid)法 :

$$\frac{DF}{Dt} = \frac{\partial F}{\partial t} + u \frac{\partial F}{\partial x} + v \frac{\partial F}{\partial y} + w \frac{\partial F}{\partial z} = 0$$

$F$  : Side feed 材料の体積占有率

各種材料物性の評価法:

$$\rho = F\rho_s + (1-F)\rho_M,$$

$$\eta = F\eta_s + (1-F)\eta_M,$$

...

$\rho_s$  : Side feed材料の密度

$\eta_s$  : Side feed材料の粘度

$\rho_M$  : 主材の密度

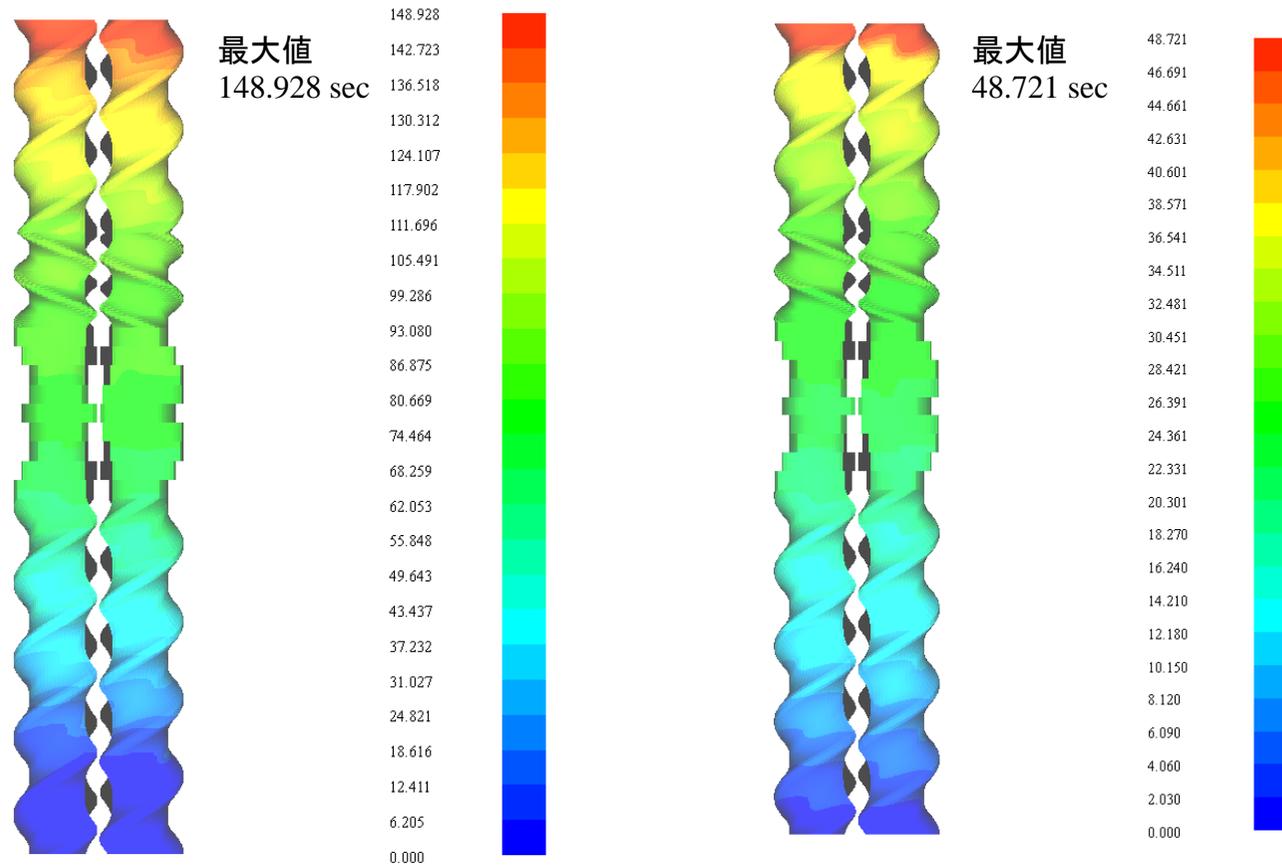
$\eta_M$  : 主材の粘度

Single Screw Simulatorと同様

滞留時間計算: VOF輸送方程式を流体解析終了後に単独で解析。  
境界条件は、流入口に自動設定。

Side feed 解析: VOF輸送方程式と流体支配方程式を連成。  
境界条件は、解析者が任意設定。

充満状態の解析結果を滞留時間分布の解析に反映できるようになりました。未充満状態を伴う解析モデルでは、未充満部が実効体積に寄与しないため、下図に示すように滞留時間が短く評価されます。



充満率計算結果を未反映 (完全充満)

充満率計算結果を反映

図2 滞留時間分布解析結果の比較

従来の方法で2.5D解析用メッシュを選択し、Main menu/Modify/Boundary Condition Setをプルダウンすると、Boundary Condition Set Formがポップアップ表示されます。このフォームを利用し、任意の節点を選択して、Side feed 条件を設定可能です。

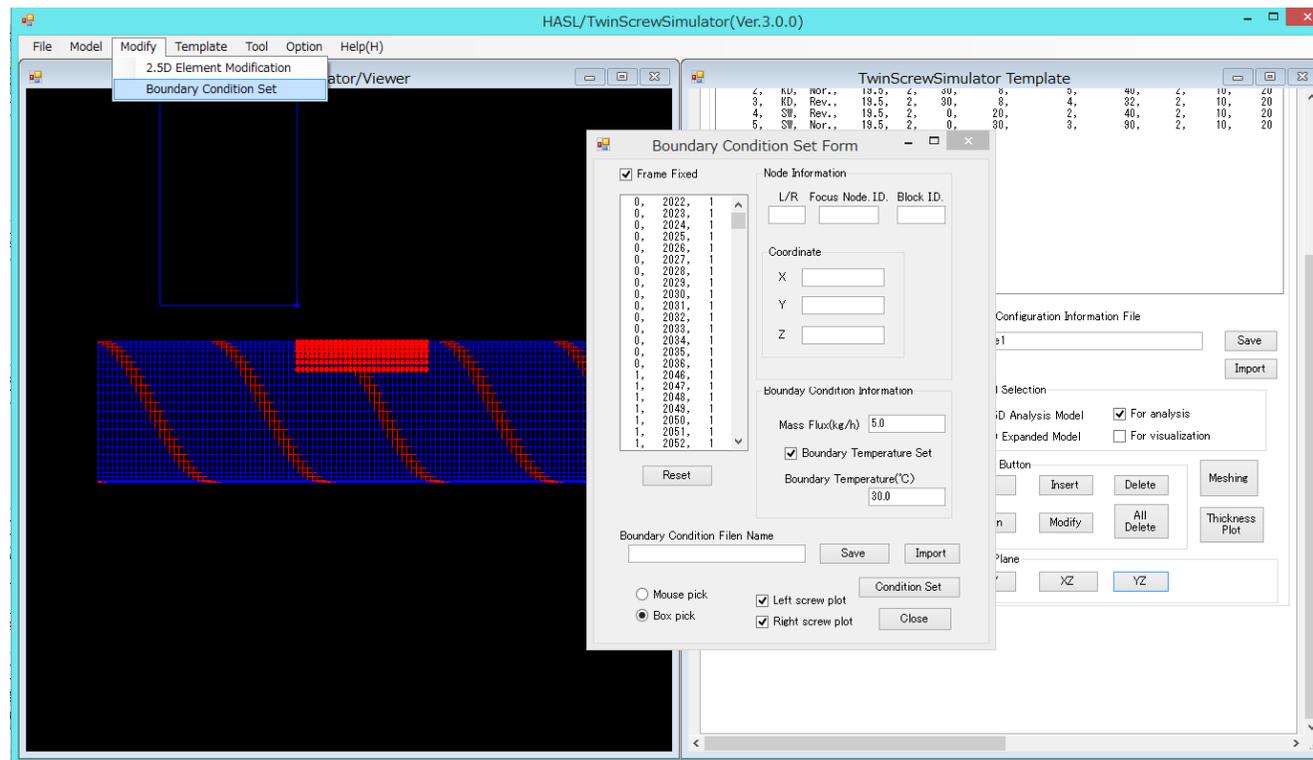


図3 新規実装されたBoundary Condition Set Form

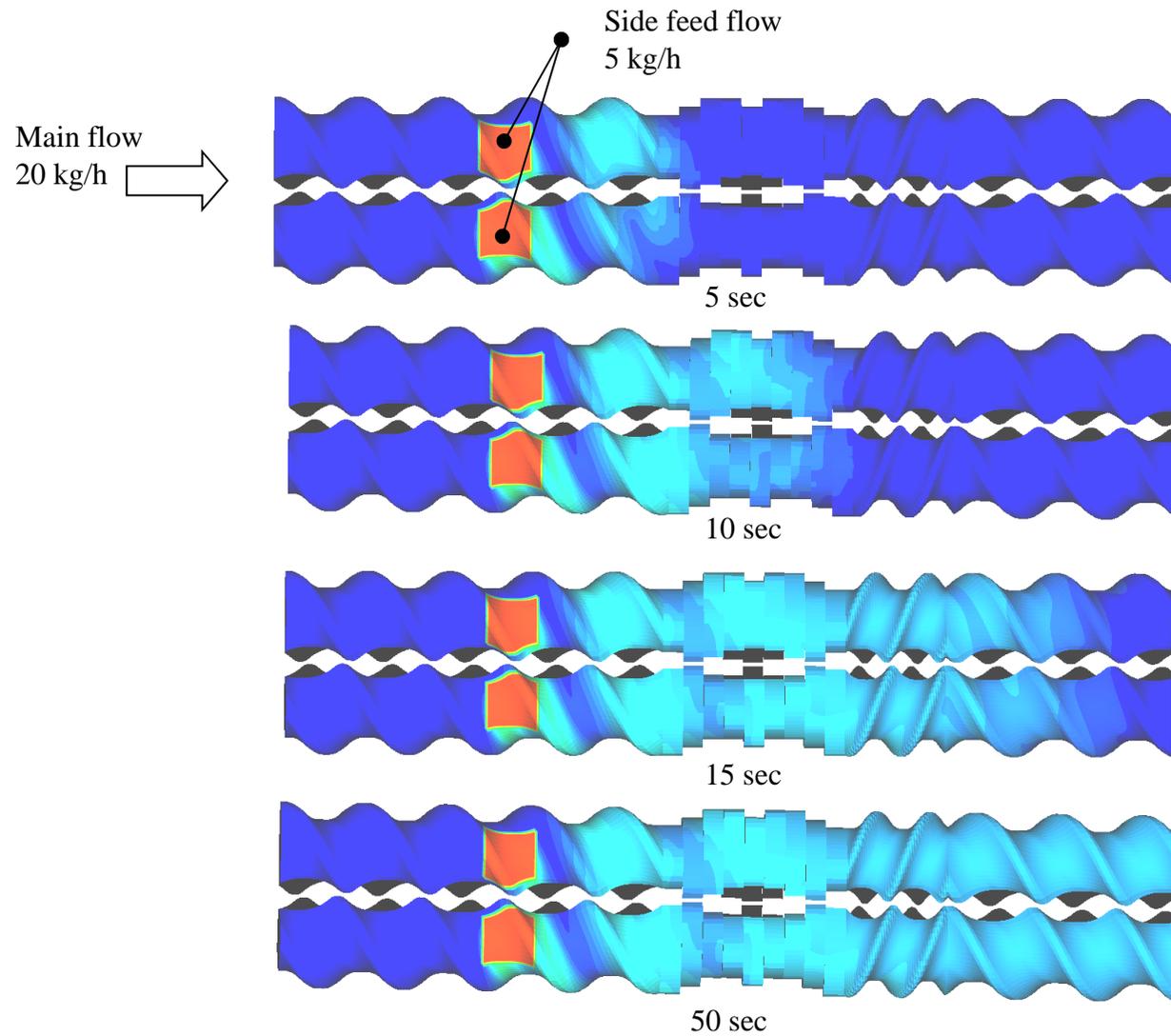


図4 副材濃度の時間変化

## ② 3条セルフワイプスクリューへの対応

TwinScrew template機能を整備し、3条スクリューへの対応が可能になりました。3条スクリューのみ、あるいは2条と3条の混在利用が可能です。しかしながら、混在利用の場合は、周方向メッシュ分割数を一定とするため、以下の条件を満足する必要があります。

2条スクリュー周方向メッシュ分割数:

$$4 \times (\text{Top} + \text{Flank})$$

3条スクリュー周方向メッシュ分割数:

$$6 \times (\text{Top} + \text{Flank})$$

例えば、2条スクリューをデフォルト値Top=2, Flank=10としますと、周方向の分割数は、48となり、3条スクリューと連結する場合は、Top=2とするとFlank=6に制限されます。

条数の指定欄 →

Input Parameters  
Element Type  
Self-wiping screw

Normal  Reverse

Screw radius(mm) 19.5

Tip number 2

Screw pitch(mm)

Turns

Division Number  
Top 2 Flank 10

Add

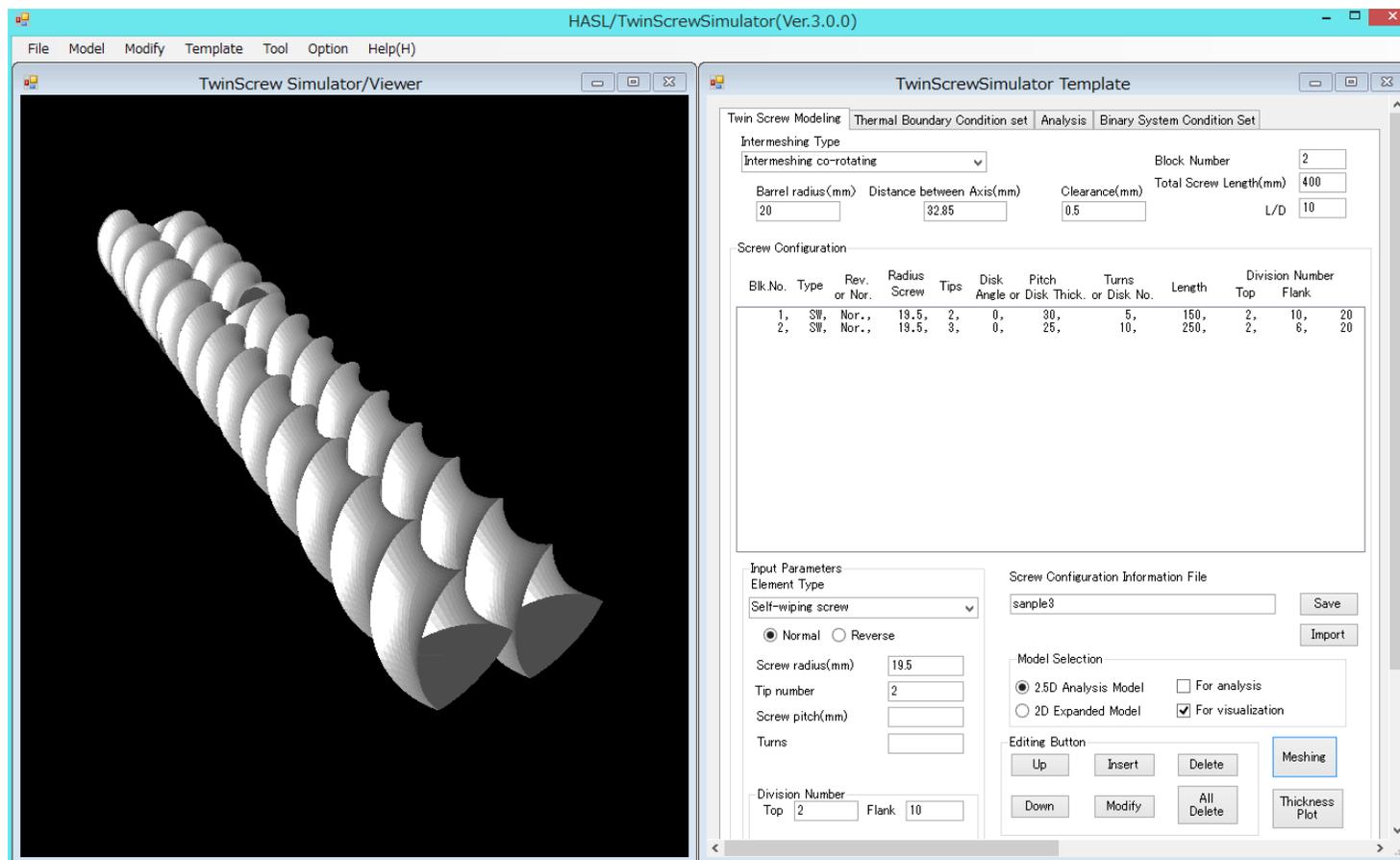


図5 2条/3条混在セルフワイプスクリュ解析モデル作成例

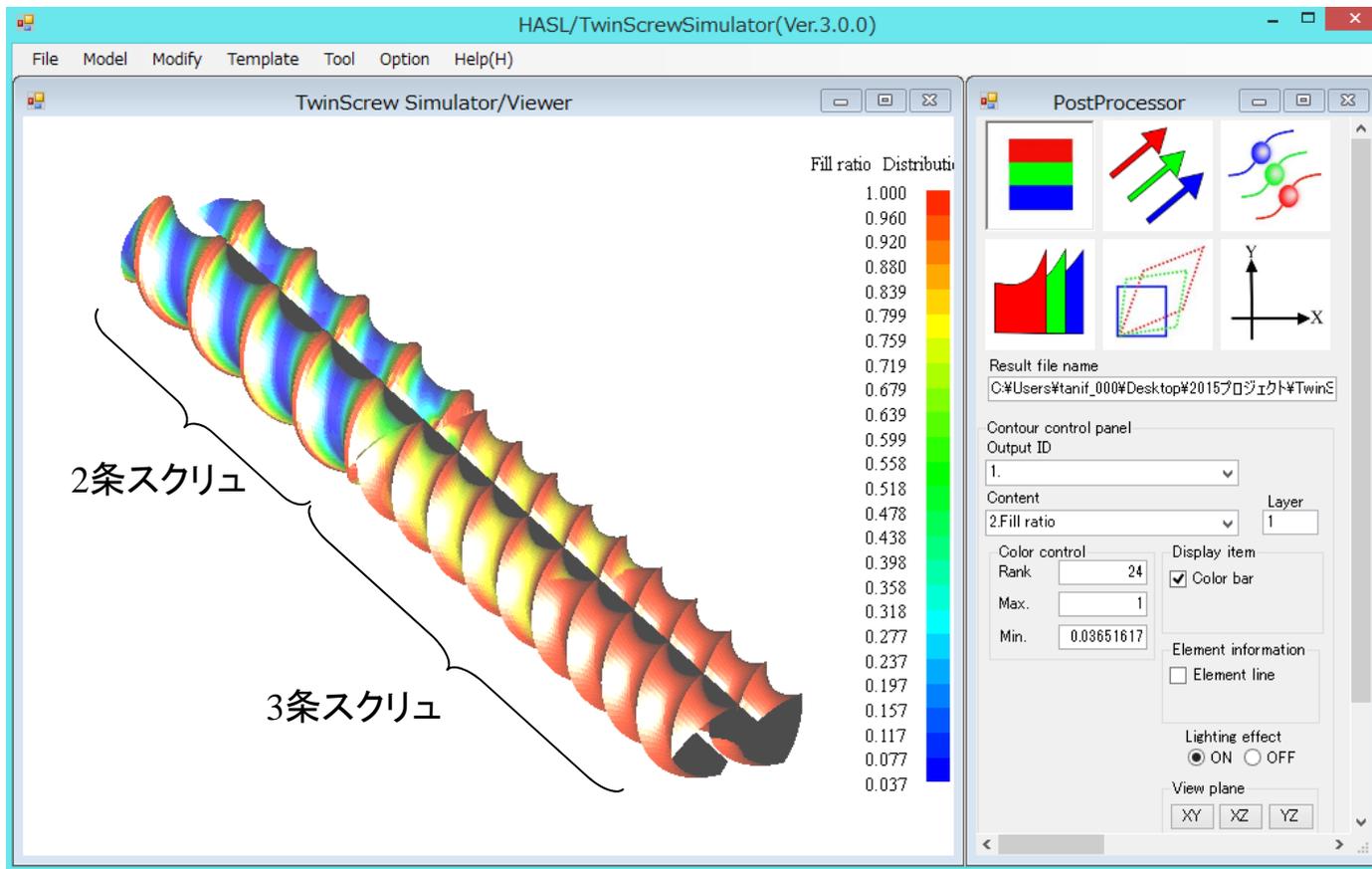


図6 2条/3条混在セルフワイプスクリュで計算された充満率分布

### ③ 計算要素編集機能の強化

Single Screw Simulatorと同様、任意要素の肉厚を編集可能な機能を新規に実装しました。当機能を利用して2.5D解析モデルの肉厚分布を変更することで特殊スクリューエレメントを表現可能です。

2.5D解析モデルの修正機能(新規実装機能)

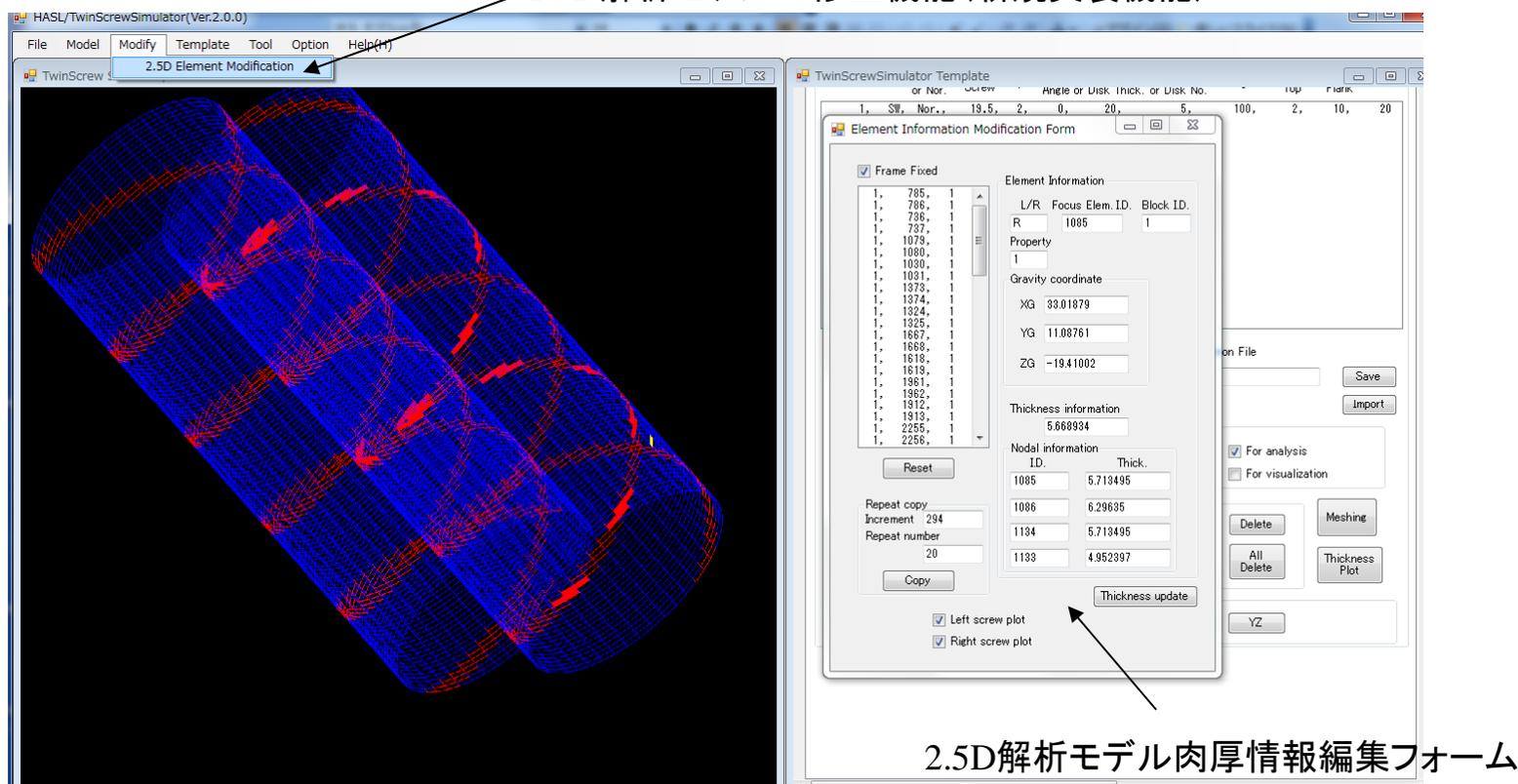
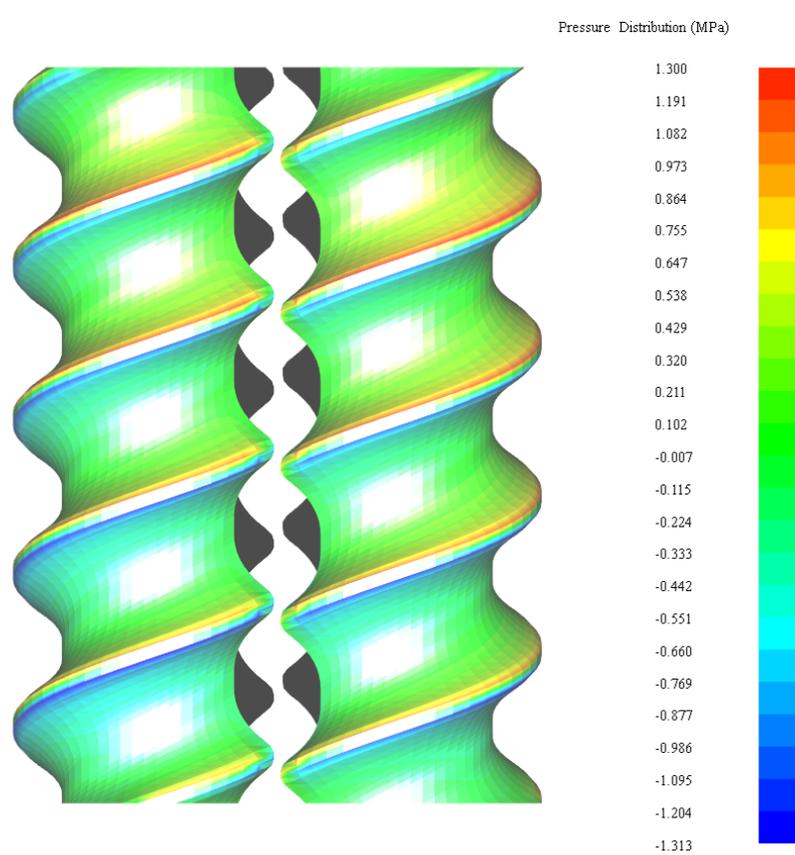
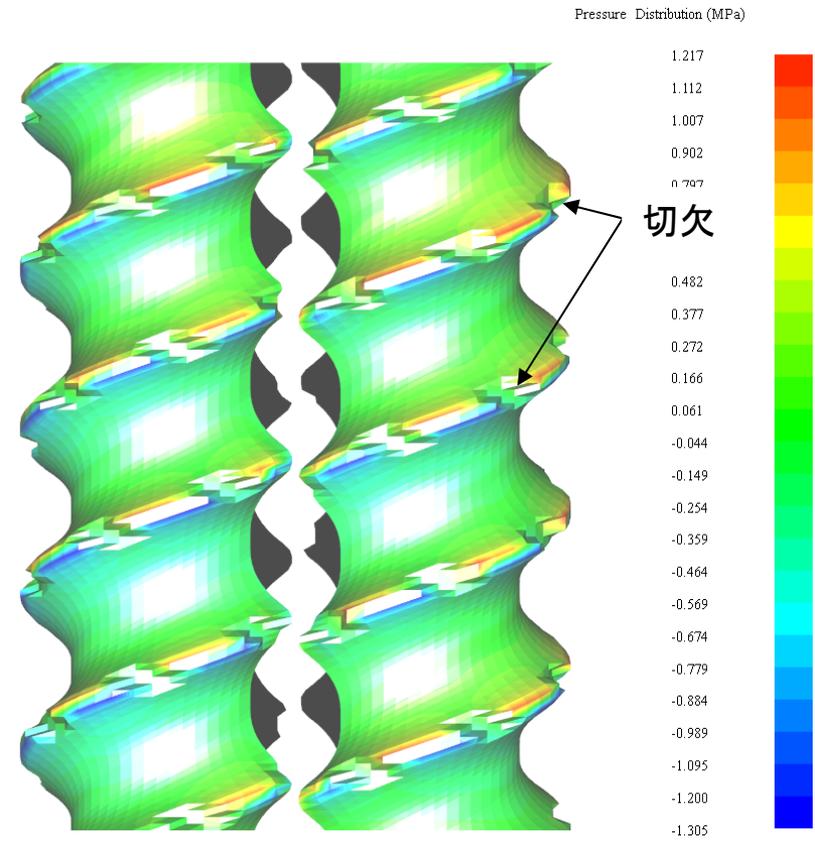


図7 新規実装されたElement Information Modification Form



標準セルフワイプスクリュー圧力分布  
解析結果

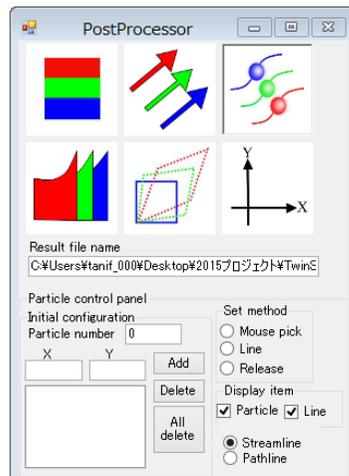


新規実装機能を利用して作成した切欠付き  
セルフワイプスクリュー圧力分布解析結果

図8 計算要素編集機能を利用した解析例

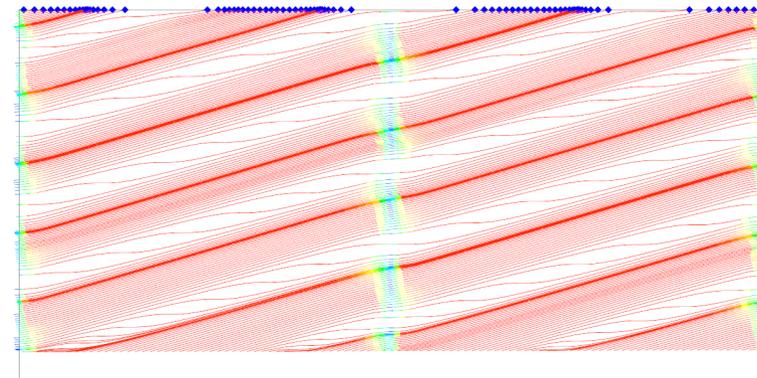
#### ④ 粒子運動解析による混練性能の評価

ポスト処理の一環として実施する粒子運動解析において、粒子運動計算コントロールパネル内のHistory cal. チェックボックスをONとすると、運動軌跡に沿った各種履歴情報が計算されます。

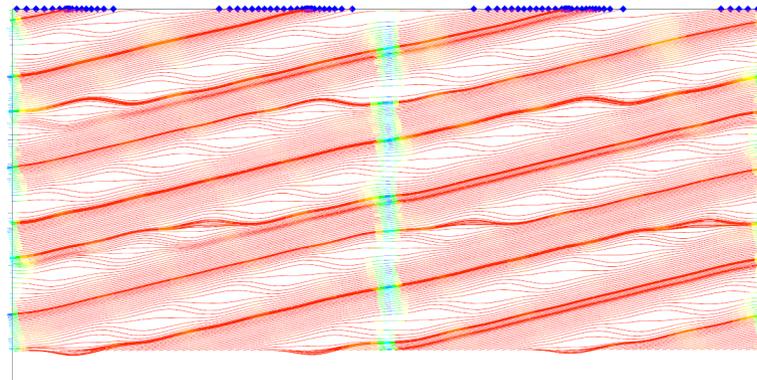


History cal.チェックボックス

図9 粒子履歴情報計算用Check box



標準セルフワイプスクリュ流線分布解析結果



切欠付きセルフワイプスクリュ流線分布解析結果

図10 流線分布の比較

表1 各種履歴情報計算結果の比較

Case	粒子平均 滞留時間 sec	粒子平均温度 ℃	粒子平均 ひずみ速度 1/s	粒子平均 ひずみ	粒子平均せん断 応力時間積分値 KPa*s	押出量 Kg/h
標準スクリュ	3.73	176.6	56.91	213.1	$58.11 \times 3.73$ =216.75	66.5
切欠スクリュ	4.95	177.3	54.16	268.6	$55.96 \times 4.95$ =277.1	50.7

当比較解析では、回転数(60rpm)、流出口圧力条件(開放)を共通に設定しました。切欠き付きモデルでは、牽引流れの影響が弱まり、押出量は低下します。また、流線分布の比較から解る様に、切欠きのケースの方が、流線の変向頻度が高く、より滞留時間が長くなります。混練性能の良否は、粒子平均ひずみや粒子平均せん断応力時間積分値と強い相関を示します。これらの計算値が大きいほど混練性能が良いと判断できます。定性的に予測される通り、本比較解析では、切欠き付きのケースの方が混練性能が良好と判定されます。

## その他の追加機能

### No-flow viscosity, Graphic Memory 情報の設定

Calculation Control Parameters

Analysis Method  
 1D FAN  2.5D FEM  3D FEM

Thermal-Flow Calculation Control Parameters

Non-Newtonian Iteration Number   Static  Dynamic

Layer Division Number

Temperature SOR iteration number

Optional information

Shear cutoff(1/s)  No-flow temperature (°C)

No-flow viscosity(Pa · s)  Viscous heating power ratio

従来、No-Flow temperature 未満の領域の粘度は、その指定温度で評価されている粘度を利用して解析していました。しかし、粘度依存性が高いモデルの場合、法外な粘度となり、温度計算が破綻することが、よくありました。この問題を回避するために、No-Flow Temperature 未満の粘度をユーザが、この欄に指定できるように仕様変更しました。

OptionForm

Viewer Window Setting  
Viewer initialize method  
 Auto  Software processing

Ground setting  
 Axis display  
 Ground display

Viewer back ground color  
 Gradation  
 White  
 DarkBlue  
 Black

Projection method  
 Parallel  
 Perspective

Color bar setting  
 Display  
Contour rank   
Contour line width   
 Rank value display  
Decimal digit

Model display setting  
 Reverse display  Wireframe

Model color  
 Black  Red  
 Gray  Green  
 SkyBlue  Blue

Particle display setting  
Radius   
Polygon div. number   
Particle color  
 White  Red  Black  
 Blue  Green

Focus point size

Graphic memory  
Maxsize   
Maxstep number

Execute window  
 Display  
 Not display

Scaling operation  
 Camera work  
 Model scaling

Modeler display setting  
 Axis  
 Grid  
 Line  
 Curve  
 Point  
Line number   
Curve number   
Point number   
Text height   
Line width

Contour display setting  
 Color map  
 Color line  
Lighting effect  
 ON  OFF

Node/Element information  
 Element line  
 Model surface  
 Node  
 Element number  
 Node number  
 Boundary condition

Node display setting  
Radius   
Polygon div. number   
Color  
 Black  White  
 Blue  Green  Red

Display center  
 Origin  Gravity ce

Specular setting  
 Specular ON  
 Specular OFF  
Intensity

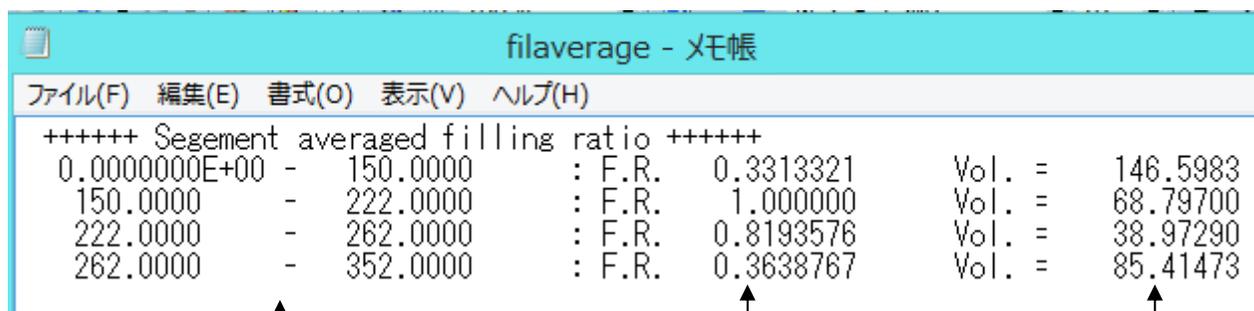
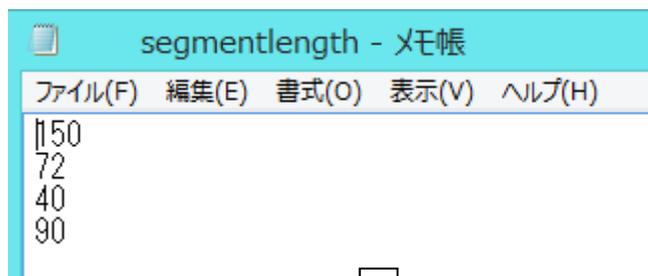
Close

定常解析表示時には、Maxstep numberを1とし、Maxsizeをできるだけ大きく設定します(例えば300000)。非定常解析結果表示時には、Maxstep numberに非定常解析結果の最大出力回数、Maxsizeは可能な限り節約します(PC環境に応じて変化)。

## Segment情報設定による充填率平均値、容積(cc)の計算

解析作業フォルダー内にsegmentlengthという名称のテキストファイルを作成し、スクリュウ流入口を基準としたMD軸方向の長さ(mm)を指定すると、指定セグメント区間内に含まれる計算要素の充填率の平均値と容積(cc)がfilaverageという名称のテキストファイルに出力されます。

Single Screw Simulatorにも同様の機能がサポートされています。



↑  
流入口を基準としたセグメントのMD方向区間幅 (mm)

↑  
セグメント内の平均充填率

↑  
セグメント内の計算要素容積(cc)