

DieDesign

コース概要

このコースでは、バージョン 2014.1 より TD Professional の標準機能となったアドオン DieDesign の機能(トリム線展開、ファジーオフセット、スパインツイスト、フィレット逃し)を学習します。

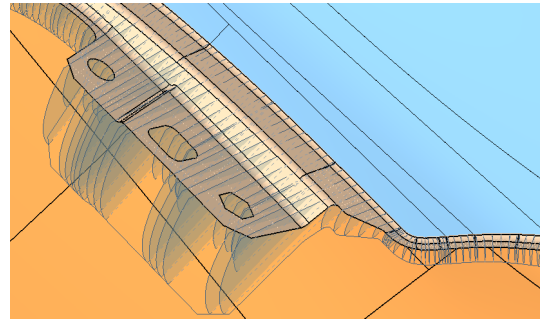
使用するファイル	TrimCurve.e3
	FuzzyOffset.e3
	SpinedTwist.e3
	FilletReduction.e3

目次

Step 1: DieDesign とは.....	3
Step 2: トリム線展開	4
Step 3: ファジーオフセット	11
Step 4: スパインツイスト	16
Step 5: フィレット逃し	26

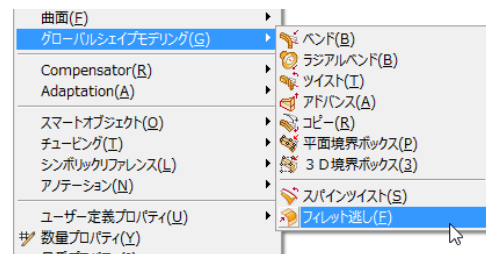
Step 1: DieDesign とは

DieDesign とは、プレス金型設計などの業務に向けた各種コマンドを装備したモジュールです。



DieDesign には次のコマンドが含まれます。

- ・トリム線展開
- ・ファジーオフセット
- ・スパインツイスト
- ・フィレット逃し

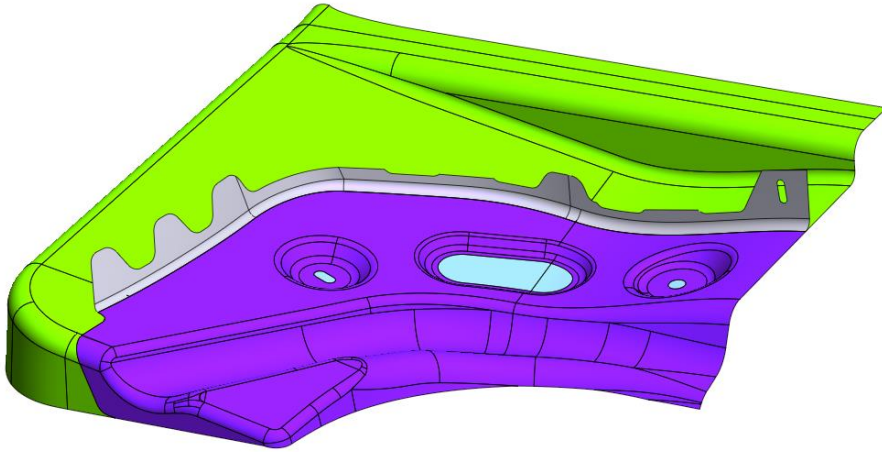


DieDesign の各機能は、バージョン 2014.1 よりライセンス TD Professional で動作する機能となりました。

Step 2: トリム線展開

トリム線コマンドは、曲面の輪郭を別の曲面上に展開するコマンドで、プレス金型設計においてトリム工程に必要な曲線を得るのに使用するコマンドです。

ダウンロードしたファイルから、TrimCurve.e3 を開きます。






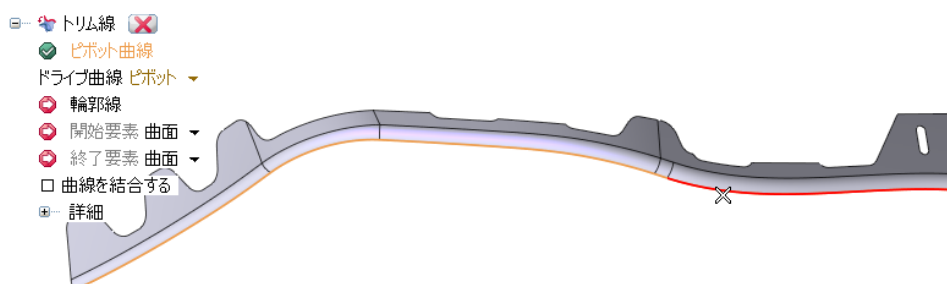
ファイルにはソリッド(スキン)が1つといくつかの曲面があります。


ソリッドが展開対象の形状で、この形状を緑色の曲面上に展開します。


レイヤータブを開き、レイヤー「製品部」と「展開先の面」を非表示にします。



カ...	名前	表...	要素
✓	0		
	フランジ		1
	製品部		94
	展開先の面		19

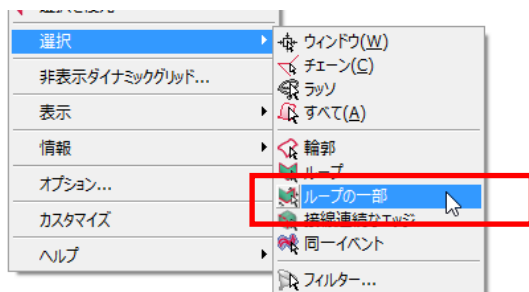
- 挿入  曲線  トリム線 コマンドを選択します。
-  ピボット曲線 に、形状下端の境界線(5本)を入力します。



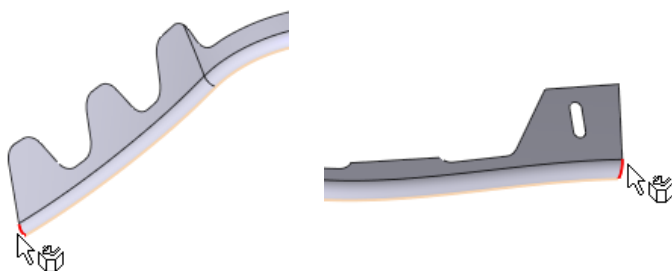
- **ドライブ曲線** で **ピボット** を選択します。
-  **輪郭線** に、展開したい輪郭を入力します。

境界線を1つ1つ入力してもいいのですが、ここは、 **ループの一部** 選択で一度に入力します。

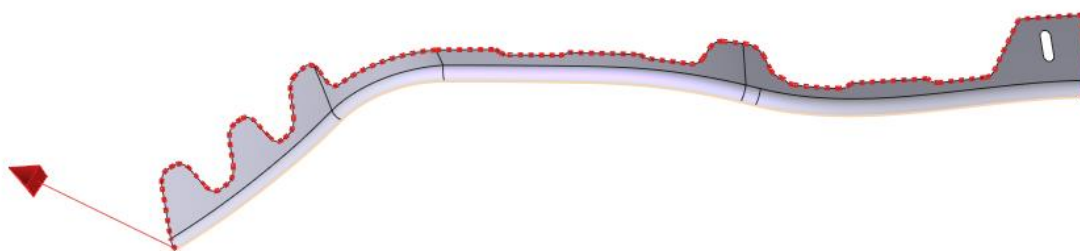
- グラフィック領域のコンテキストメニューより、**選択**   **ループの一部** と選択します。



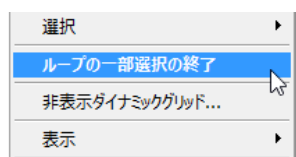
- 形状左端の境界線(開始要素)と、右端の境界線(終了要素)を選択します。





- 開始要素から終了要素までの間の境界線が一度に選択され、赤くハイライトします。
- また、赤い矢印が表示され、ダブルクリックすると選択の向きを反転することができます。




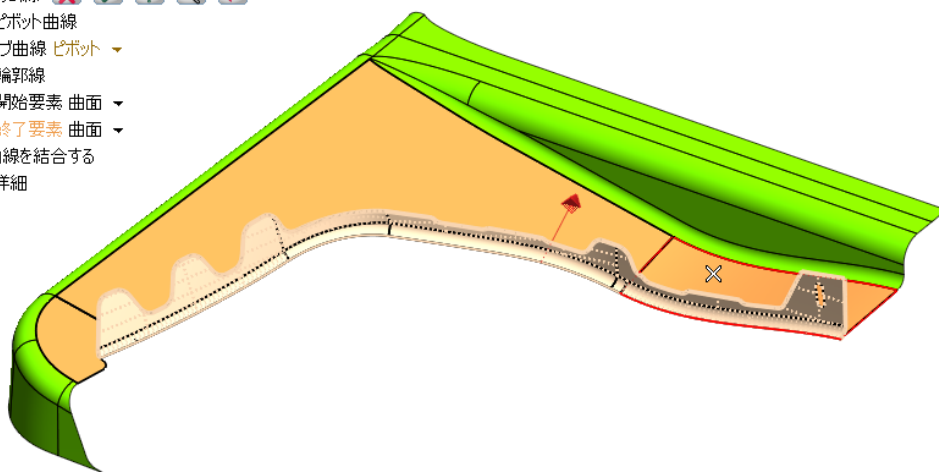
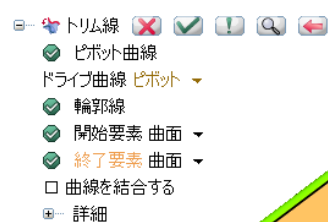
- グラフィック領域のコンテキストメニューから **ループの一部選択の終了** を選択します。




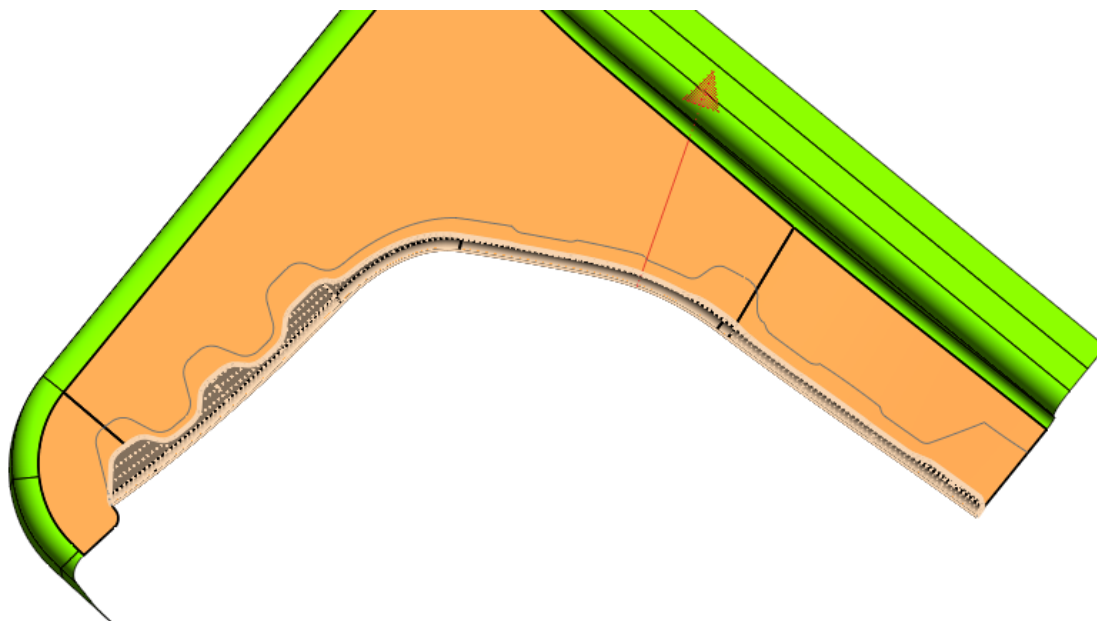
- 選択を終了すると、境界線が輪郭線として選択されている面は、自動的に  **開始要素** に入力されます。
- 選択されなかった3面も  **開始要素** に追加して入力します。
- 「展開先の面」レイヤーを表示します。

カ...	名前	表...	要素
✓	0		
	フランジ		1
	製品部		94
	展開先の面		19

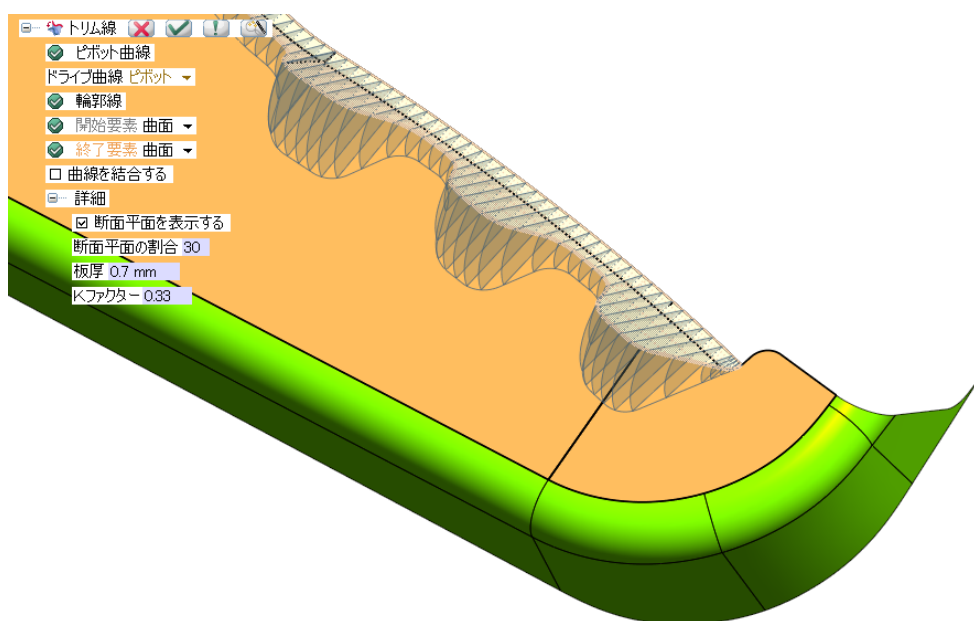
-  **終了要素** に形状の展開場所の要素(下図でハイライトした3面)を入力します。



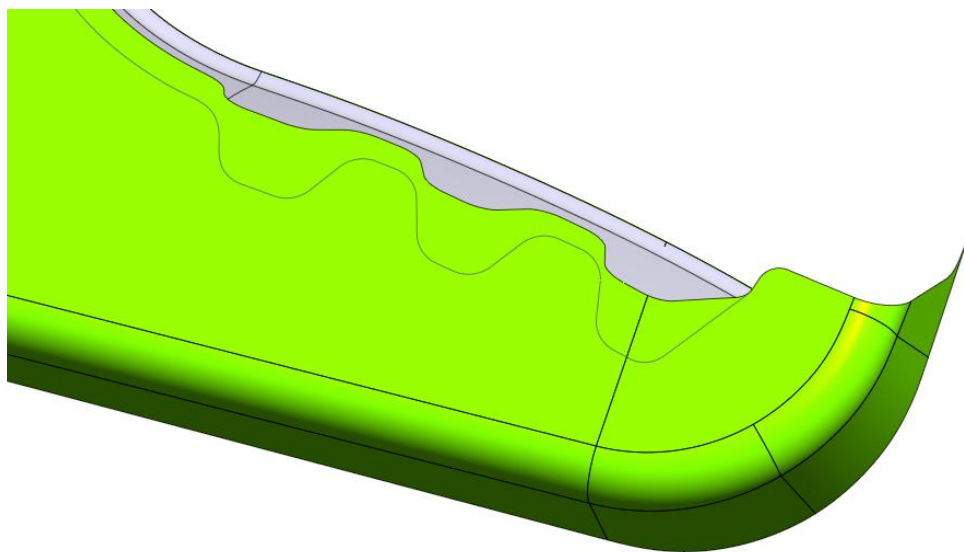
-  **プレビュー** ボタンを押すとプレビューが表示されます。



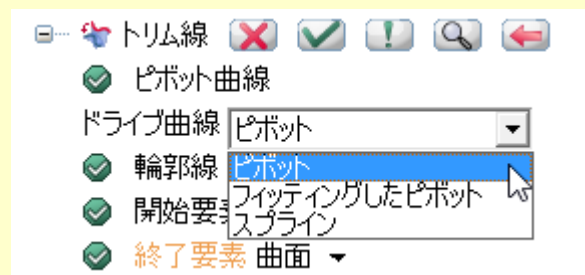
- ☒ **詳細** オプションを展開し、☒ **断面平面を表示する** オプションにチェックすると、画面上に展開に使用した断面を表示して確認することができます。



- ☒ **OK** を押して曲線を作成し、コマンドを終了します。



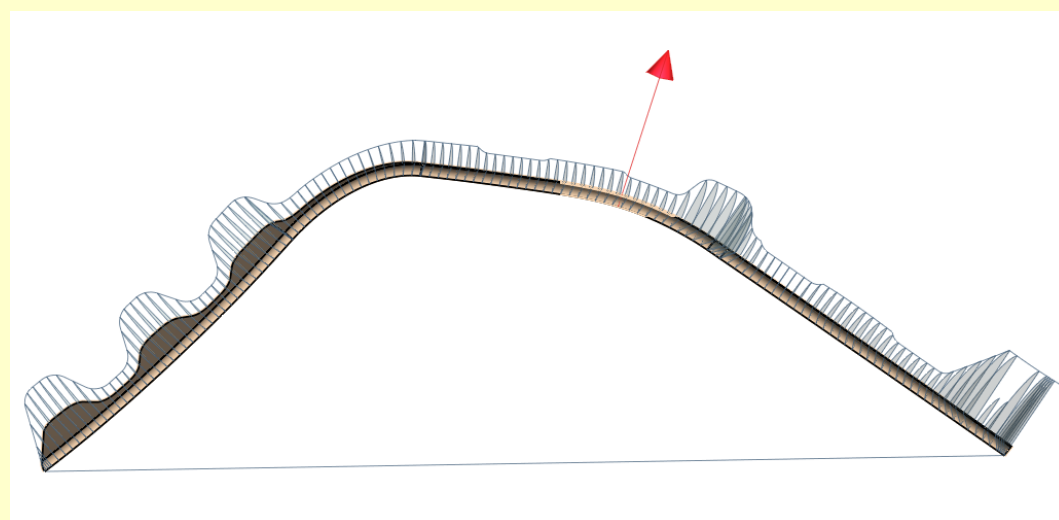
ドライブ曲線:



トリム線のドライブ曲線オプションには、**ピボット**、**フィッティングしたピボット**、**スプライン** の3つのオプションがあります。それぞれ、以下のような違いがあります。

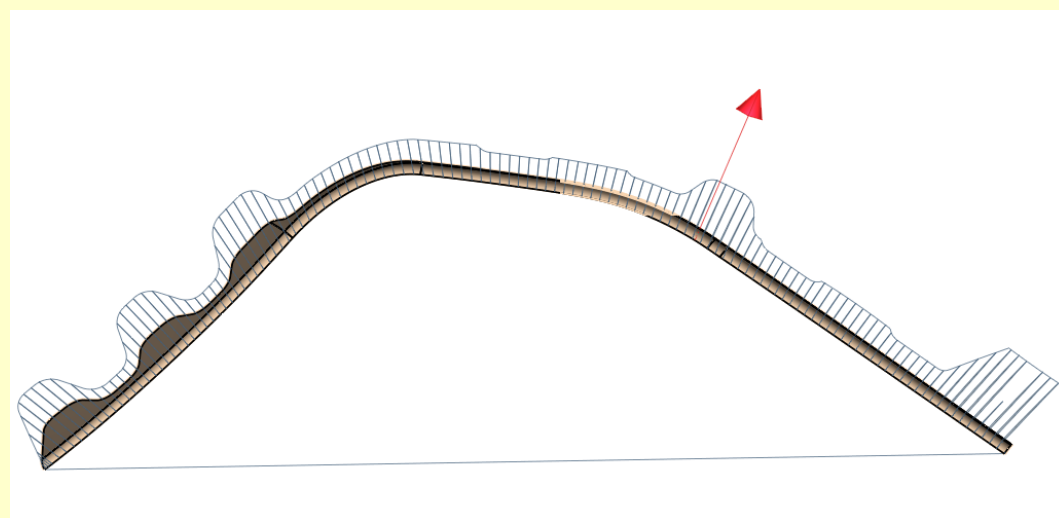
ピボット:

デフォルトのオプションです。入力したピボット曲線をドライブとして使用します。



フィッティングしたピボット:

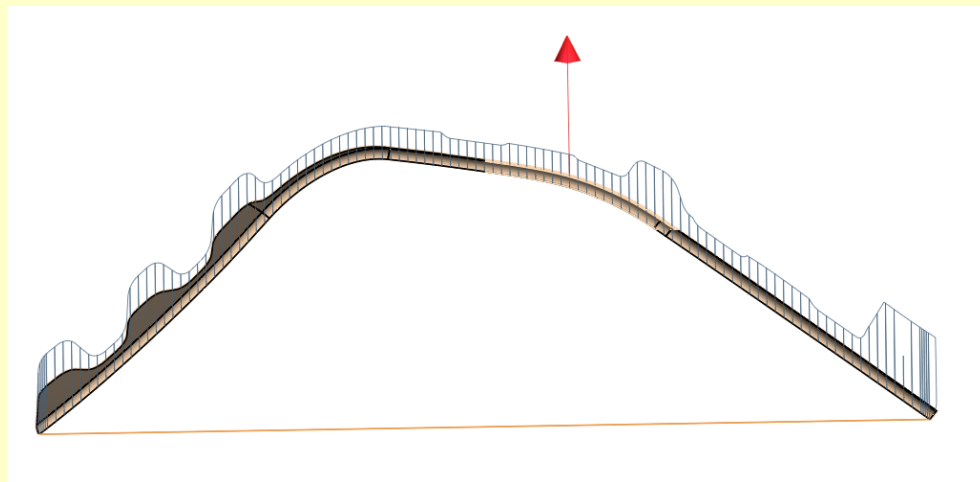
入力したピボット曲線をフィッティングして使用します。ピボット曲線の形状変化が激しい場合などに使用します。



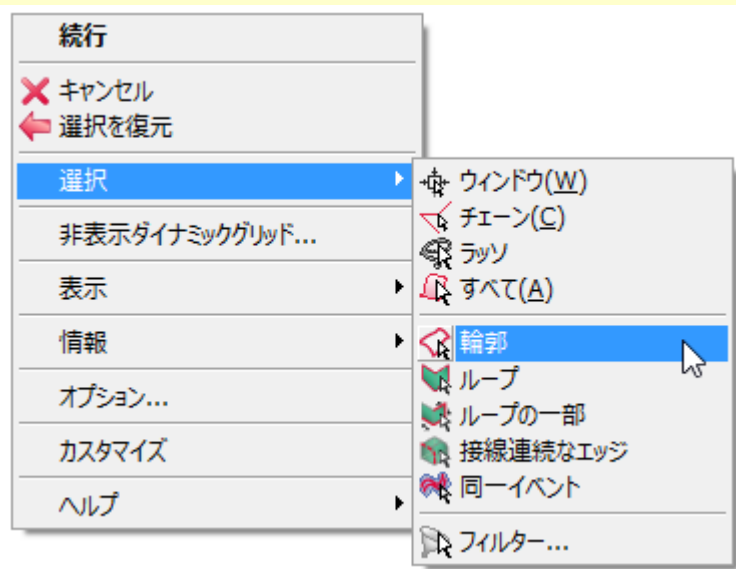
スプライン:

フィッティングしたピボット でも良好な結果が得られない場合、ドライブとして使用したい曲線を作成して指定します。

下図の例は、形状の左右を結ぶ直線をドライブとして指定した例で、各断面が入力した直線に垂直に作成されています。



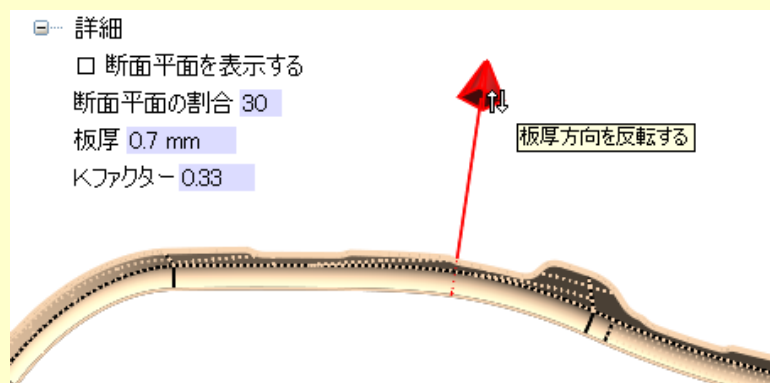
要素の選択:



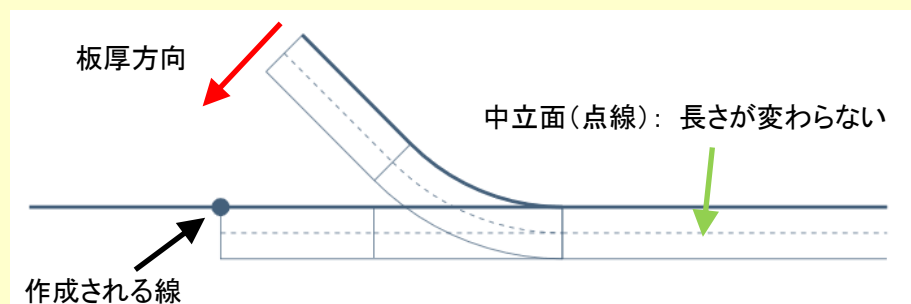
トリム線コマンドをはじめとしていくつかのコマンドでは、グラフィック領域のコンテキストメニューから、輪郭、ループ、ループの一部などの選択方法を選択することができます。これらの選択方法は、対象がソリッド(スキン)の時にのみ有効で、ソリッドのトポロジーを追いかけてながら、一連の要素を一度に選択することができます。

板厚とその方向:

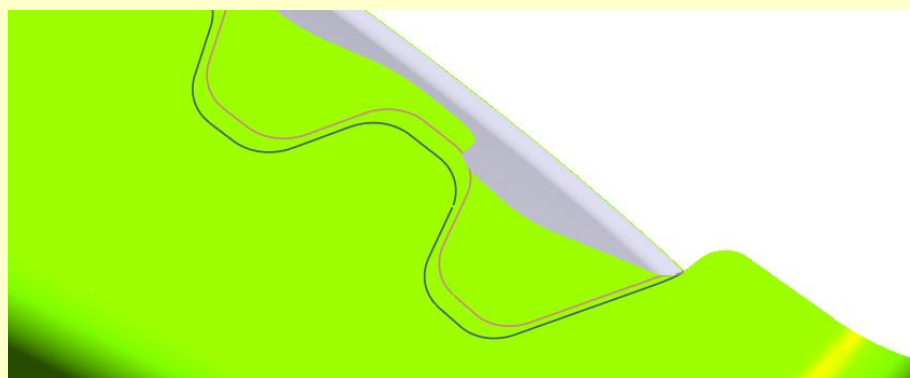
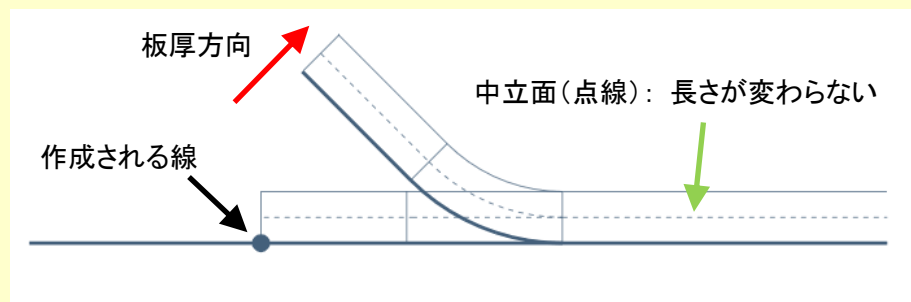
トリム線コマンドでは、想定する板厚の方向を矢印で表示しています。ダブルクリックすると方向を反転することができます。



形状の展開時には、**板厚** と **Kファクター** より、展開前後で長さの変わらない中立面を元の形状からオフセットした場所に想定して形状を展開し、展開先形状の上に曲線を作成しています。下図の例では、実線が ThinkDesign 内に作成されている形状で、細線が指定した板厚方向に想定した形状、点線が長さの変わらない中立面です。



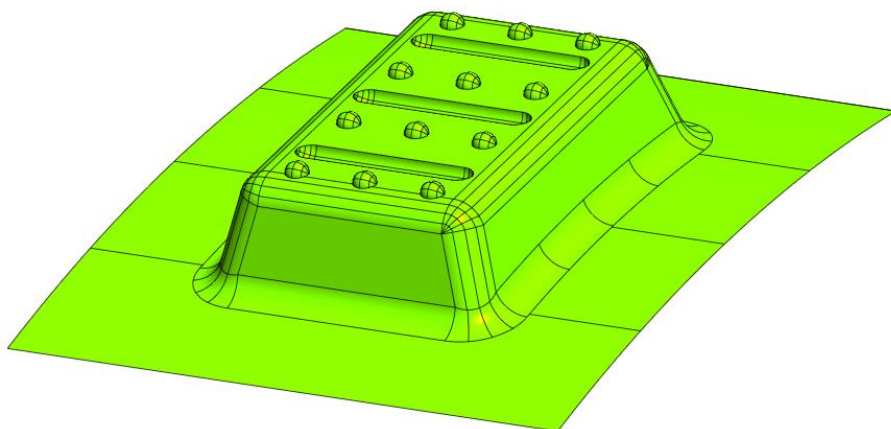
板厚方向を逆に設定すると作成される線の位置も変わります。



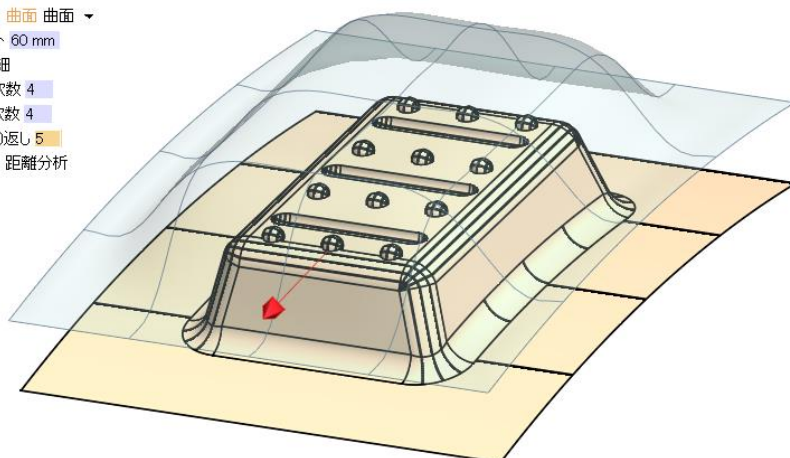
Step 3: ファジーオフセット

ファジーオフセットコマンドは、形状のざっくりしたオフセット形状を作成するコマンドで、鋳物モデルの裏肉面の作成などが想定された用途です。形状が複雑で通常のシェルやオフセットコマンドではオフセットできない形状からもオフセット面を作成することができますが、逆に、非常にざっくりとしたオフセットを行うので、得られる形状は元の形状とは少し違う形状になります。また、結果は1面で得られます。

ダウンロードしたファイルから、**FuzzyOffset.e3** を開きます。








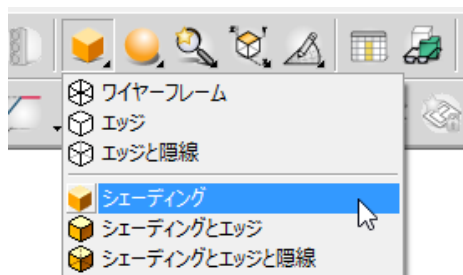
- 挿入 曲面 ファジーオフセット コマンドを選択します。
- ソリッド にソリッド(スキン)を入力します。
- オフセット はデフォルトの 60mm で変更しません。
- 詳細 オプションを展開し、U次数、V次数 共に 4 、繰り返し に 5 を入力します。
- プレビュー ボタンを押すとプレビューが表示されます。
- 距離分析 オプションをクリックすると、画面上に想定したオフセット距離との差違がグラフで表示されます。



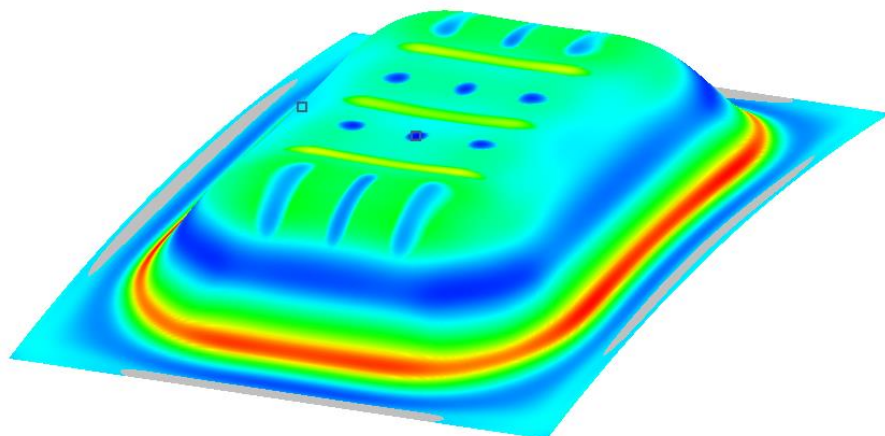
- OK を押して曲面を作成し、コマンドを終了します。

次に、作成した曲面と元の形状との距離を測定してみます。

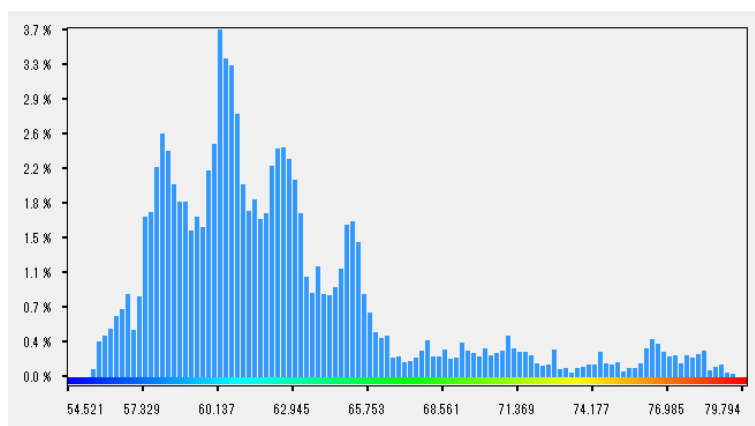
- ツール  情報   2要素間距離マップ コマンドを選択します。
-  要素1 に作成した曲面、 要素2 に元のソリッド(スキン)を選択します。
- ☒ 絶対距離 と ☒ 非表示 にチェックします。最大想定距離 を 80 mm 程度に変更します。
- ツールバーより表示を シェーディング に切り替えます。



-  プレビュー ボタンを押すと曲面とメッシュの間の距離が評価され、画面に表示されます。



測定結果をグラフ表示することもできます。指定したオフセット量 60mm 付近にピークがありますが、それよりも少し離れている部位もあります。



繰り返し:

- 詳細
- U次数 4
- V次数 4
- 繰り返し 5
- 距離分析

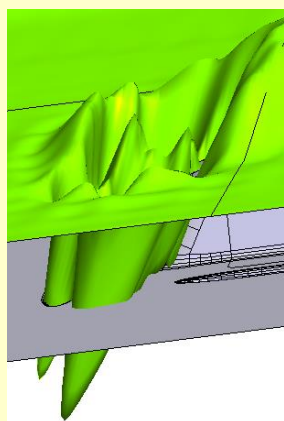
詳細 オプション以下の **繰り返し** は、作成される曲面のセグメント数(UV共)に影響を与えます。
セグメント数は、入力した **繰り返し** 数を n とすると、 $2^{(n-1)}$ になります。

例: 繰り返し数 5 の場合、セグメント数は $2^{(5-1)} = 2^4 = 16$

要素タイプ	NURBS 面	
制御点	U: 20	V: 20
次数	U: 4	V: 4
連続性	U: 3	V: 3
セグメント数	U: 16	V: 16
<input type="checkbox"/> トリム	境界曲線: 0	内周ループ:
	<input type="checkbox"/> 閉じた	<input type="checkbox"/> 平面
	<input type="checkbox"/> 有理	

結果が波打つ:

ファジーオフセットで入力するソリッドは、構成する面の方向が揃っていないと結果が大きく波打ちます。



この場合、法線の反転コマンドの **方向を揃える** モードで法線方向を揃えると良いでしょう。

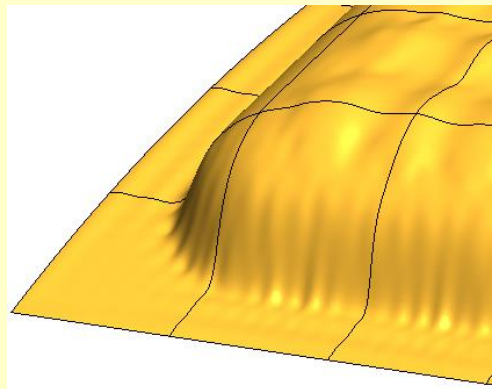
- 法線の反転
- モード 方向を揃える
- ソリッド
- 参照面
- 詳細

より滑らかにしたい:

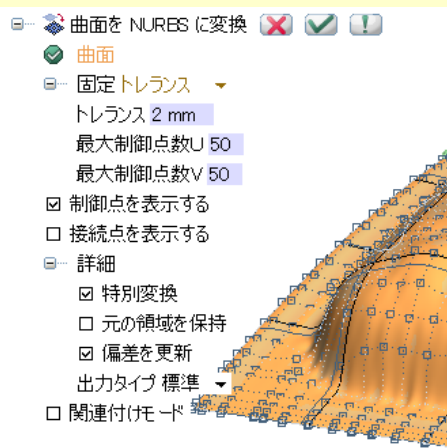
本テキストでは繰り返し数として 5 を入力しました。

およそ 7 あたりより、得られる曲面は、だんだん滑らかではなくなってきました。(目標オフセットとの差は少なくなります。)

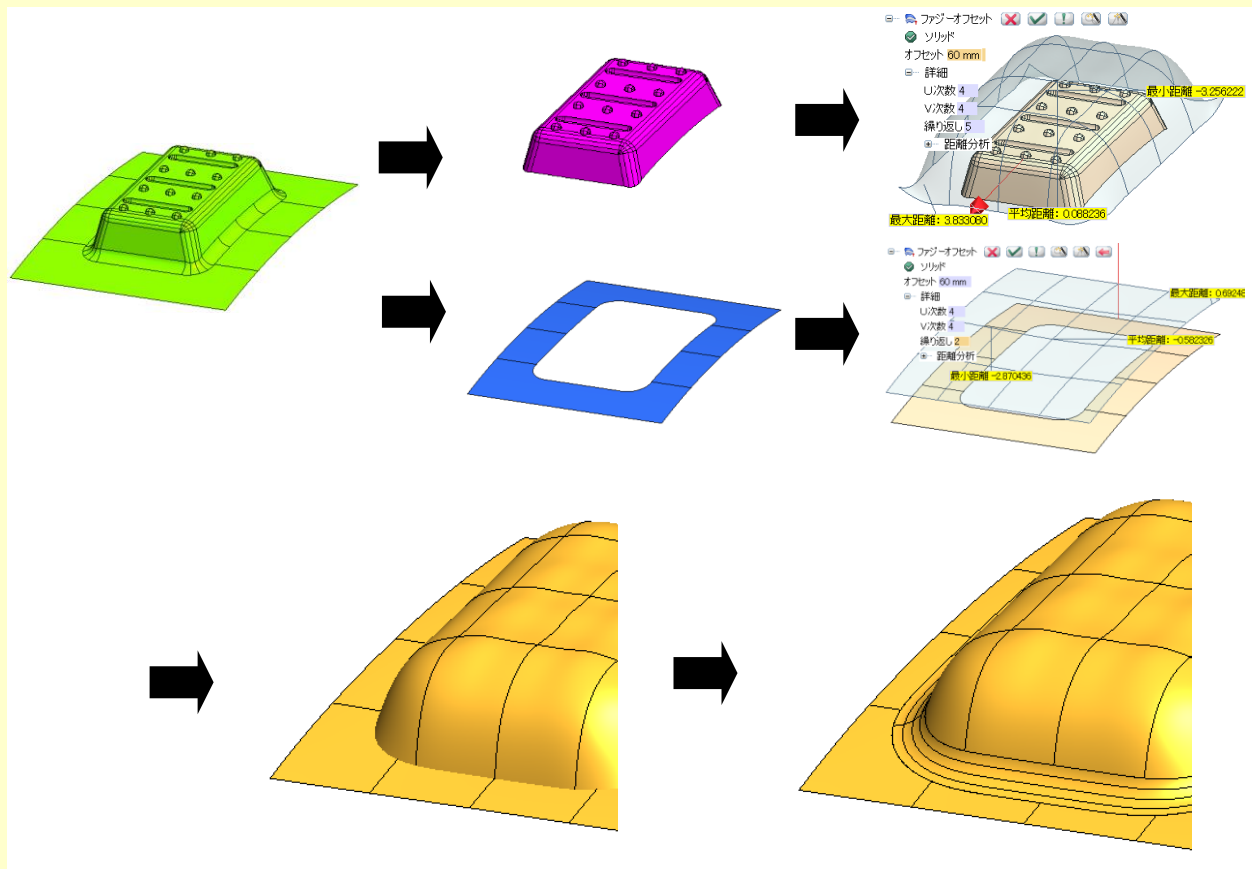
この場合の形状をなるべく滑らかにしたい場合、次の2つの方法があります。



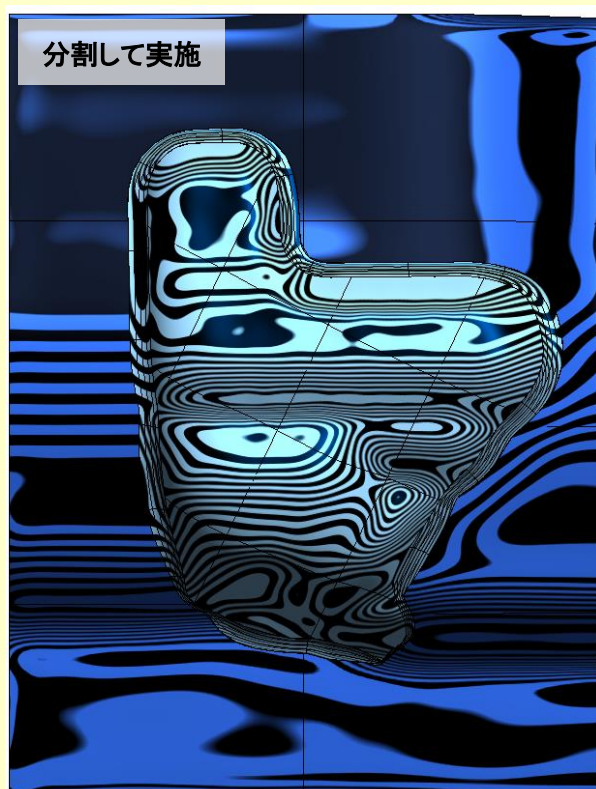
1: NURBS 変換する



2: 形状を分割してオフセットし、あとで合成する



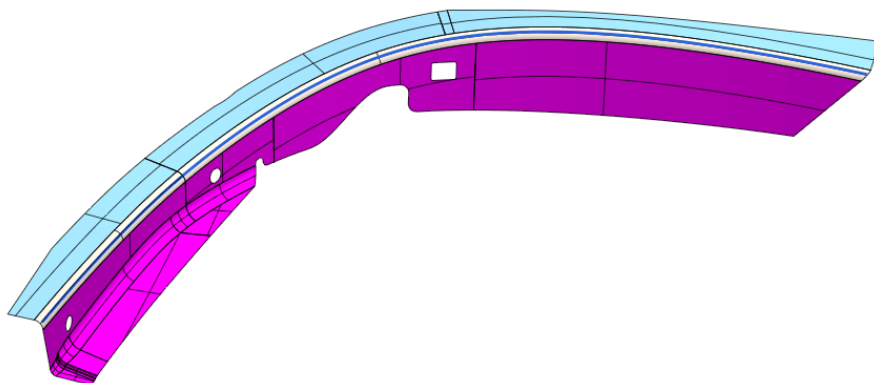
結果が波打つ：分割してオフセットして、あとから合成した例



Step 4: スパインツイスト

GSMスパインツイストコマンドでは、基準線上に一定間隔で断面を作成し、その断面を回転させるようなGSM変形を行って形状を変形します。板金プレスのスプリングバック修正のうち、形状をひねって修正するようなケースに適応します。

ダウンロードしたファイルから、**SpinedTwist.e3** を開きます。



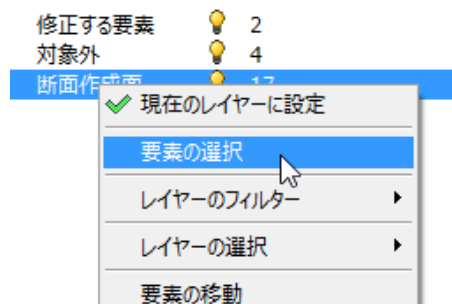
いくつかの曲面と曲線が1本含まれています。また、データはレイヤーに分類されています。

カ...	名前	表...	要素
✓	0		
	ツイストの基準線		1
	修正する要素		2
	対象外		4
	断面作成面		17

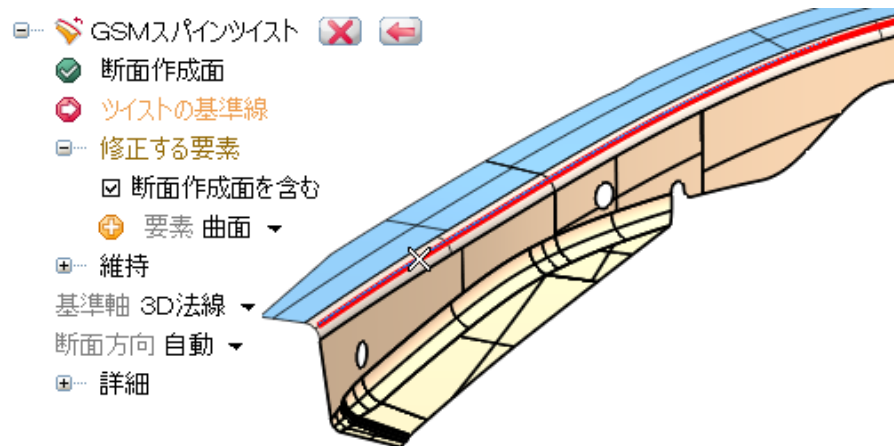
- **修正** (Globe icon) **グローバルシェイプモデリング** (Twist icon) **スパインツイスト** コマンドを選択します
- **断面作成面** (Red circle icon) に断面を作成したい曲面(紫色の曲面)をすべて選択します。

断面作成対象の曲面はレイヤー **断面作成面** にあらかじめ分けてあります。

そこで、レイヤーのコンテキストメニューから **要素の選択** を選択すると簡単に入力することができます。

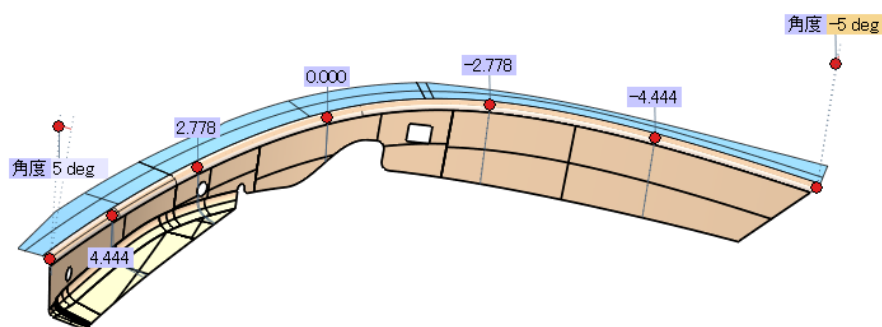


- ツイストの基準線 に回転断面を作成する基準線を入力します。
このノードには、曲線を1本のみ入力することができます。



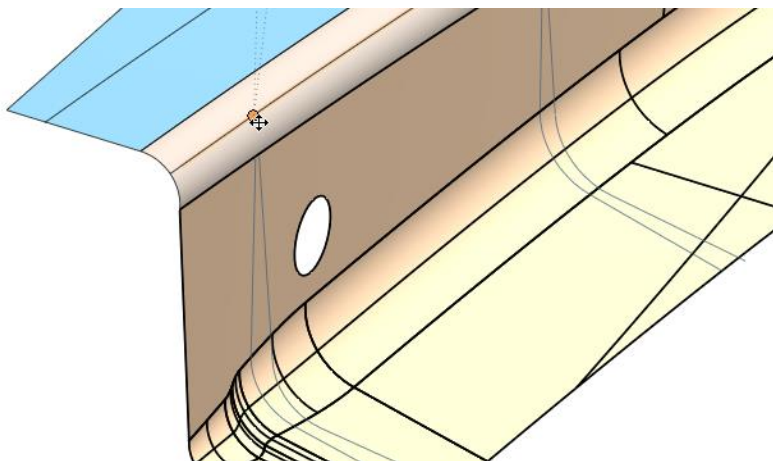
ツイストの基準線を入力すると、基準線に沿って断面が作成され、角度ハンドルが両端に表示されます。




- 左の 角度 5 deg 、右の 角度 -5 deg と入力します。
左で5度、右で反対側に5度回転させ、形状の真ん中で角度が反転する、という設定です。
- 詳細 オプションを展開すると、画面上に赤い丸で表示された断面作成部位での回転角度が表示されます。

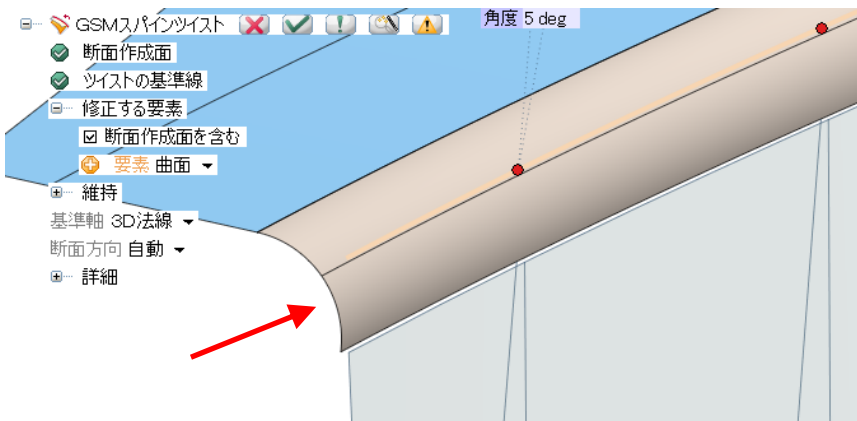




断面の位置を示す赤いハンドルはドラッグしてその位置を変更することができます。

形状によっては端の断面がすべて作成されないことがあるので、両端の断面は少し内側に寄せると良いでしょう。







-  **プレビュー** ボタンを押すと変形のプレビューが表示されます。
-  **修正する要素** 以下の ☒ **断面作成面を含む** がデフォルトでチェックされているため、 **断面作成面** ノードに入力した曲面はすべて変形されています。しかしそれ以外の面(下図フィレット部など)は変形対象になっていません。

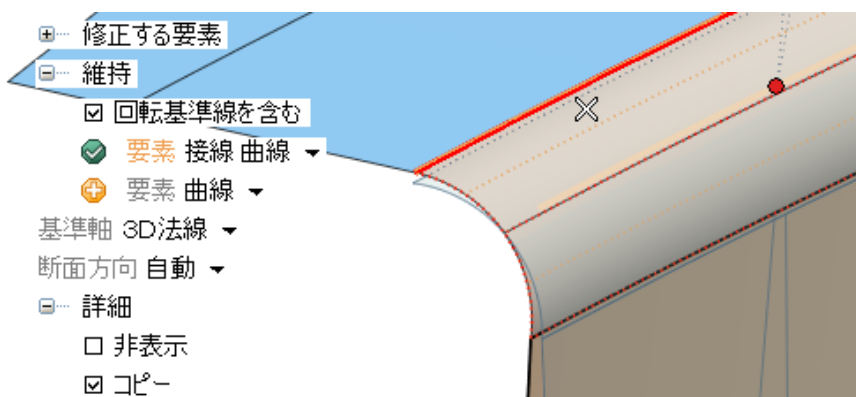




- そこで、 **修正する要素** 以下の  **要素** ノードに、追加して変形したいフィレット部の曲面も入力します。
修正する要素 レイヤーの2面です。

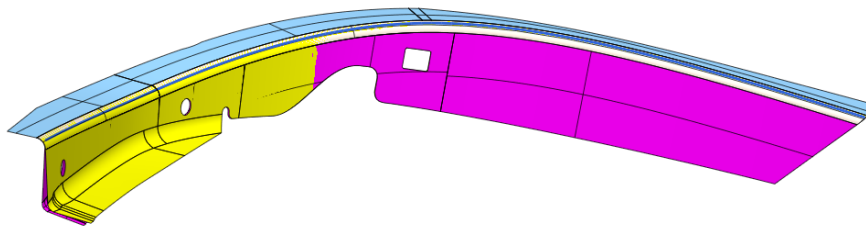
後から追加した2面の左側の境界線には何も条件が付加されていないため、プレビューすると下図のように位置が移動します。そこで、この境界線に条件を追加します。



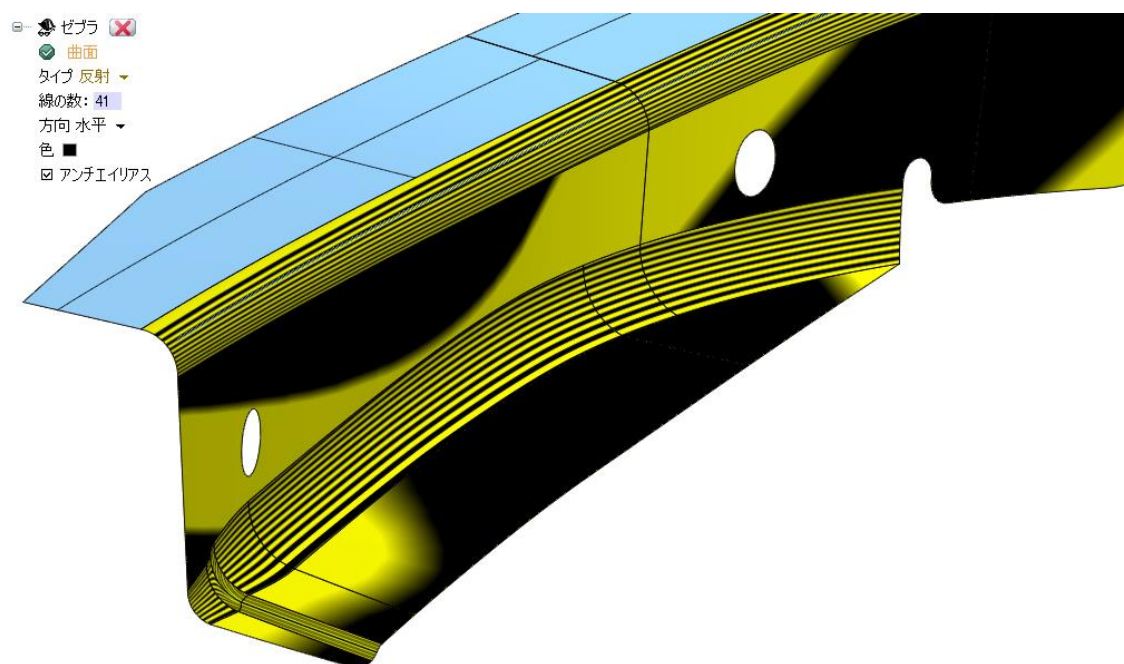
-  **維持** オプションを展開し、 **要素** ノードで **接線 曲線** を選択します。
-  **詳細** オプション下の ☐ **非表示** のチェックを外すと選択した変形対象面が表示されるので、 **要素** ノードに後から追加したフィレット面の左側の境界線を入力します。



- 再度  プレビューして形状を確認します。
-  OK を押してコマンドを終了します。



ゼブラ表示で形状を確認してみてください。変形はすべてGSM変形で行われるため、元面の品質が保たれています。



維持する条件：回転基準線を含む

維持する条件ノード下に **回転基準線を含む** オプションが設けてあり、デフォルトでチェックされています。



このオプションは、ツイストの基準線の位置を拘束する(GO拘束)ものです。通常はチェックしたままで使用してください。

基準軸と断面方向:

基準軸 3D法線 ▼

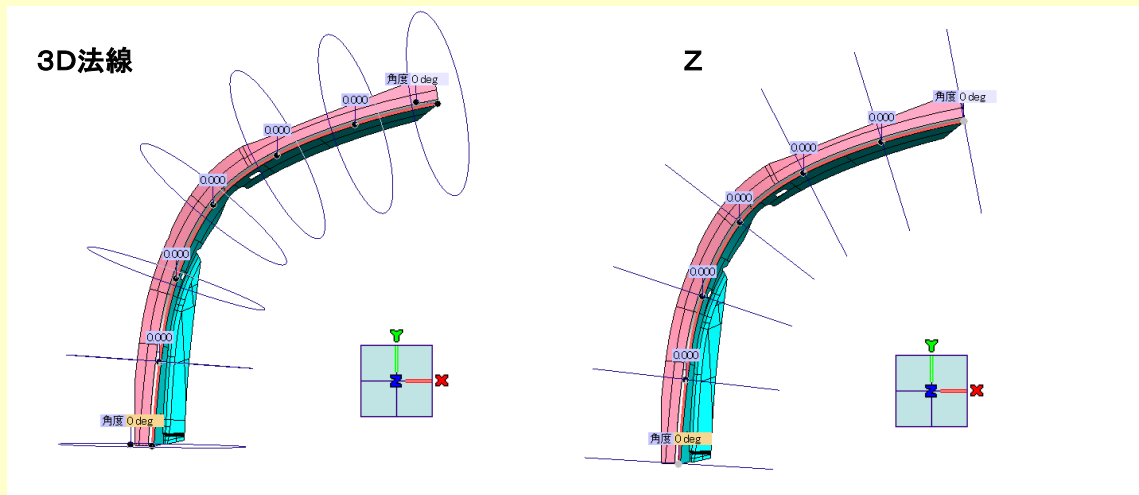
断面方向 自動 ▼

⊕ 詳細

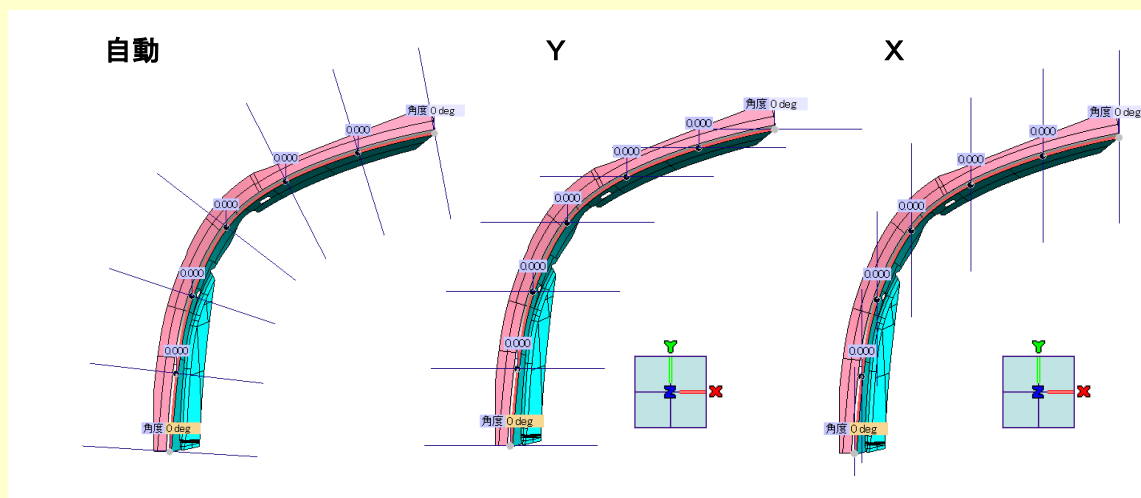
基準軸: 断面平面 のX方向を決定します。

3D法線: 基準線の平均平面の法線方向から決定されます。

Z: 座標系のZ方向に向きます。プレス設計向き。

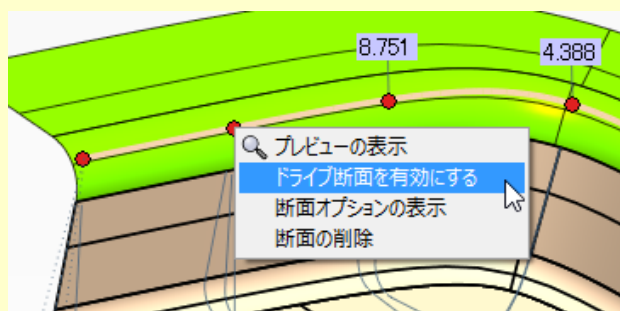


断面方向: 断面平面 のZ方向を決定します。(推奨: 自動)



断面の操作:

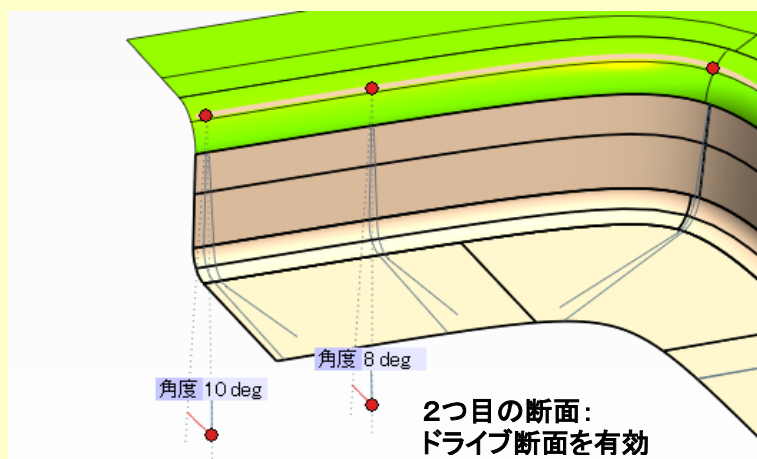
各断面は、ハンドルを右クリックするとコンテキストメニューが表示されます。



ドライブ断面を有効にする を選択すると、その断面の角度を変更できるようになります。

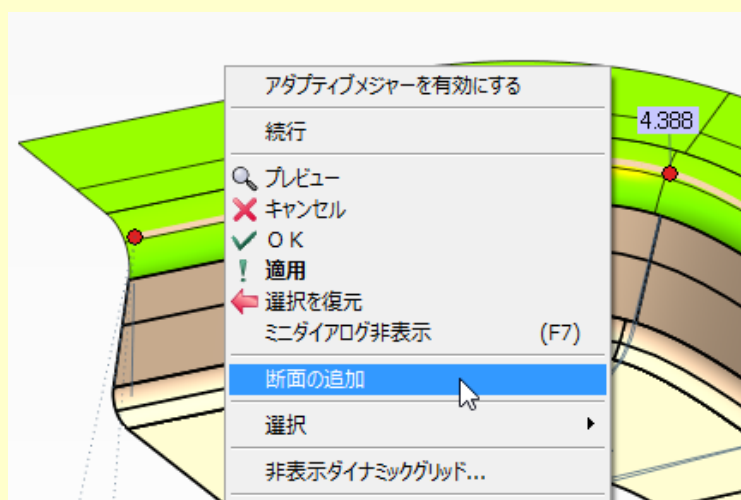
断面オプションの表示 を選択すると、その断面のオプションを表示します。

断面の削除 を選択すると、その断面を削除します。



また、グラフィック領域のコンテキストメニューから、新しい断面を追加することができます。

新しい断面は、クリックした場所に近い位置に追加されます。

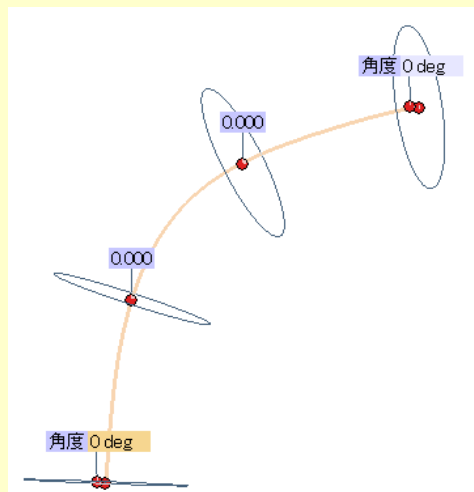


アドバンスオプション:

詳細オプション下に **アドバンスオプション** ノードがあります。



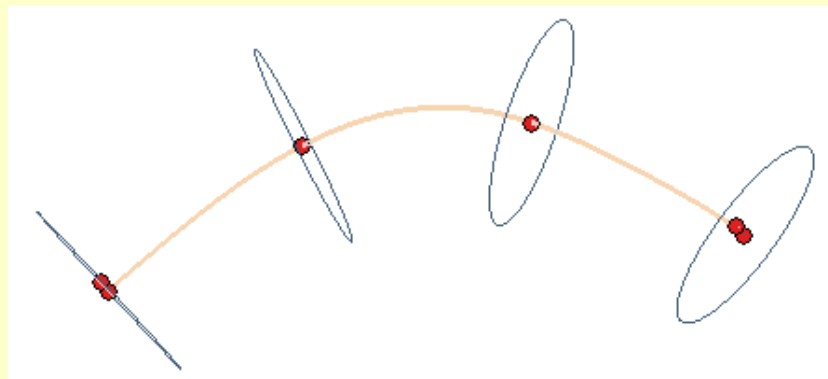
断面の数: 基準線を分割する数を示します。例: 断面の数: 3。基準線を3分割。断面は両端をあわせて4。



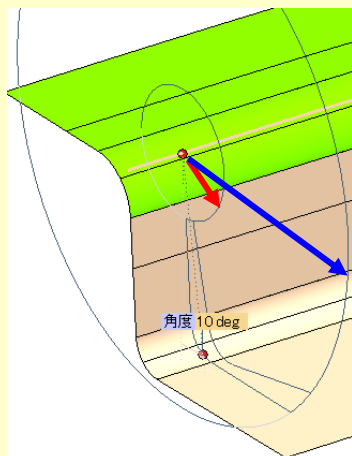
モード: 基準線上に断面を配置する際の計算方法。パラメトリック／比例。

更新: 断面の数等の変更を反映させる際にクリックします。

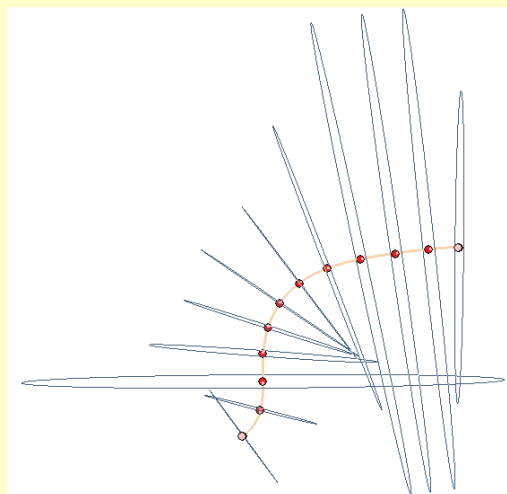
プレビュー表示: 選択すると円形の断面プレビューを表示します。



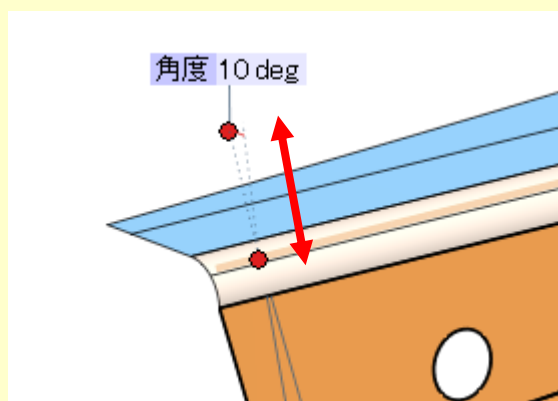
最大／最小半径：断面を作成する範囲を指定(限定)します。



曲率限定：基準線の曲率が小さい場所で断面が自己干渉するのを防ぎます。

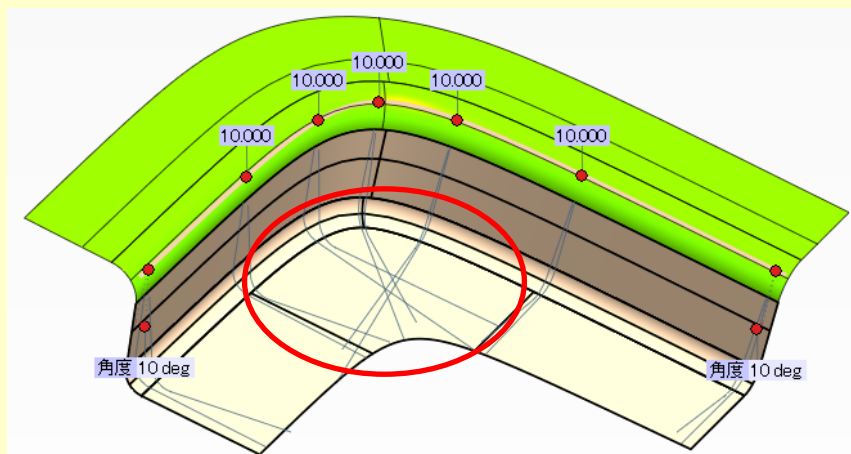


角度長：角度ハンドルの長さを指定します。



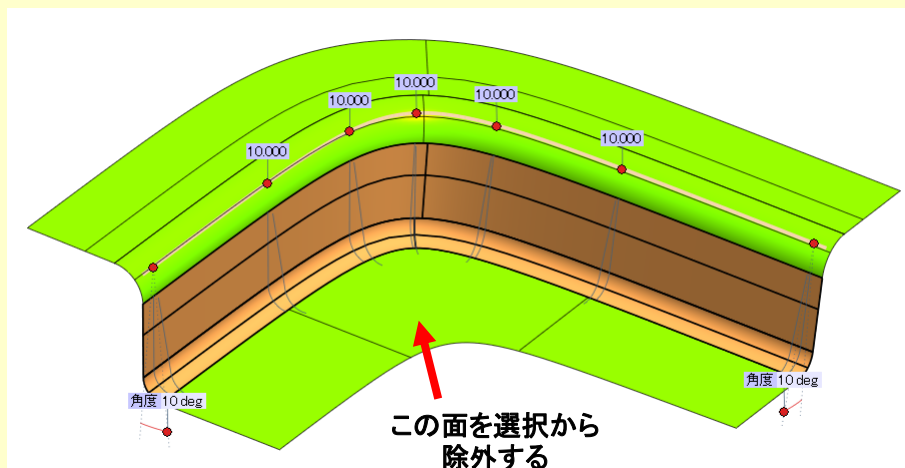
断面の干渉を防ぐには:

基準線の曲率が小さくなる場所などでは、作成される断面が相互に干渉して、適切に変形できないことがあります。

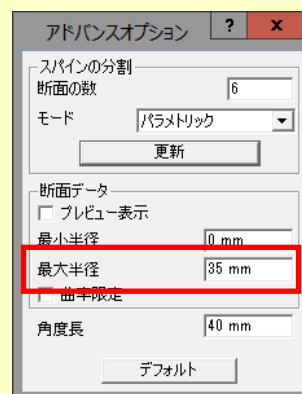
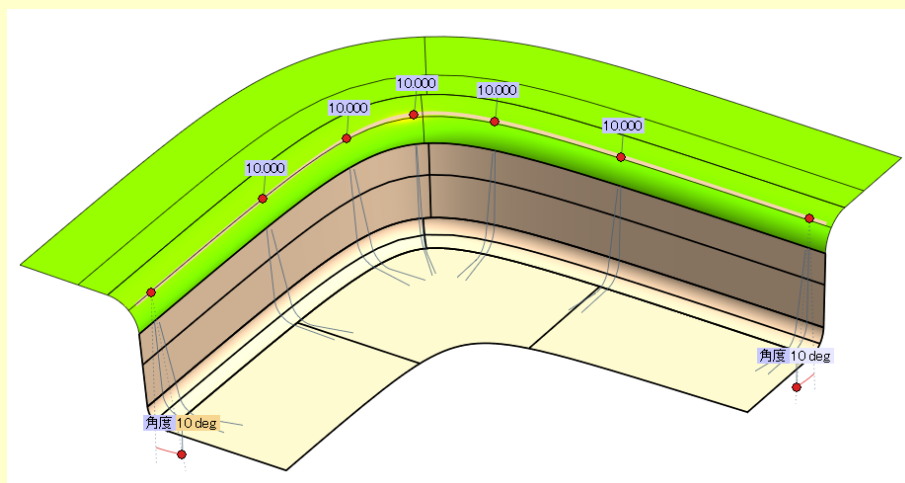


アドバンスオプションの **曲率限定** を使用すると避けられる場合もありますが、いつも必ず回避できるとも限りません。この場合、以下の方法で回避します。

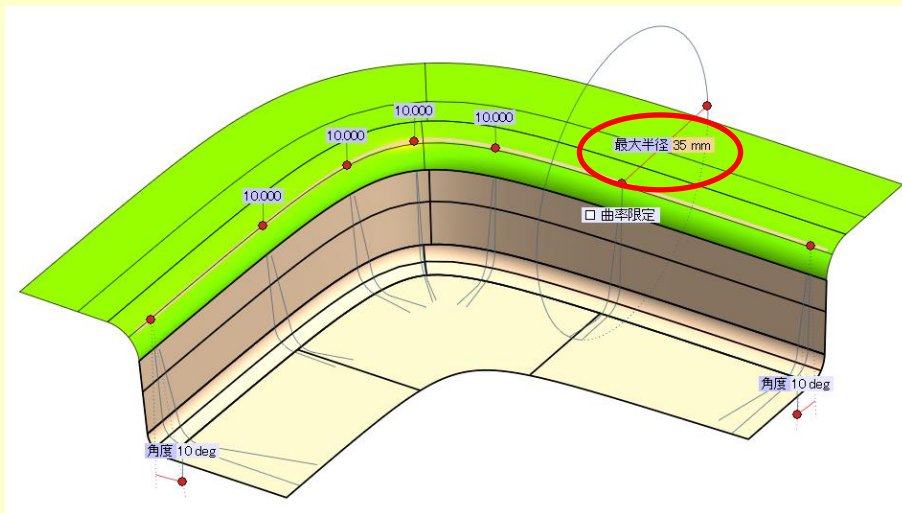
断面の範囲を小さくする その1: 断面作成面を減らす(選択から除外した要素は **修正する要素** に追加します。)



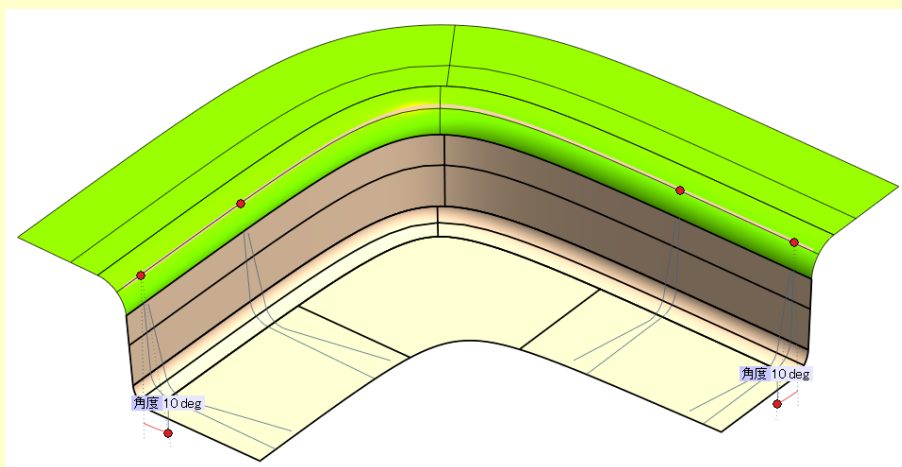
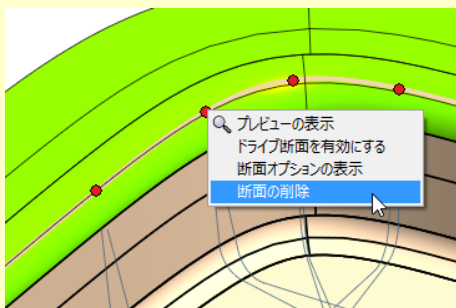
断面の範囲を小さくする その2: 断面を小さくする(アドバンスオプションで最大半径を調整)



断面の範囲を小さくする その3: 断面を小さくする(断面オプションを表示し個別に指定)



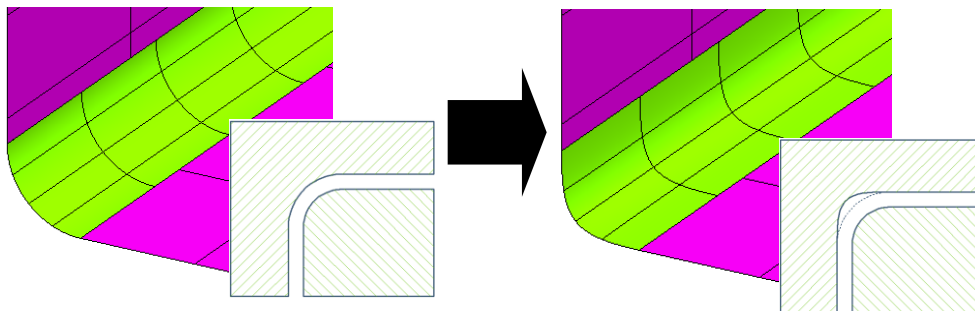
断面の数を減らす／位置を変える: 断面を削除する、または移動する



これらの方法を組み合わせて、形状に対して適切な断面が作成されるよう調整してください。

Step 5: フィレット逃し

GSMフィレット逃しコマンドでは、既存のフィレット形状を変形し、形状中央の半径を小さくします。

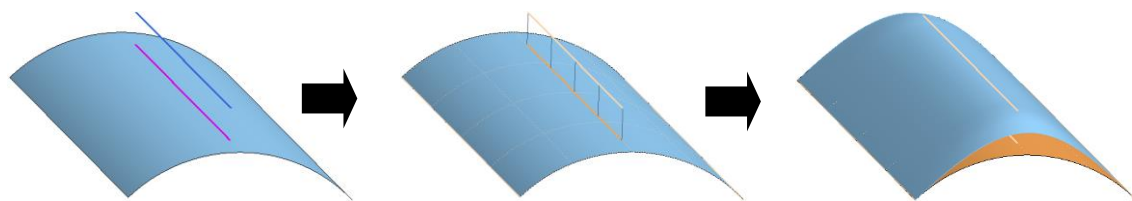


このような形状の修正（調整）は、通常プレス成形時におけるフィレット形状の品質確保のために行われます。フィレット逃しコマンドを使用すると、既存の形状を利用して、形状を作り直すことなく修正形状を得ることができます。

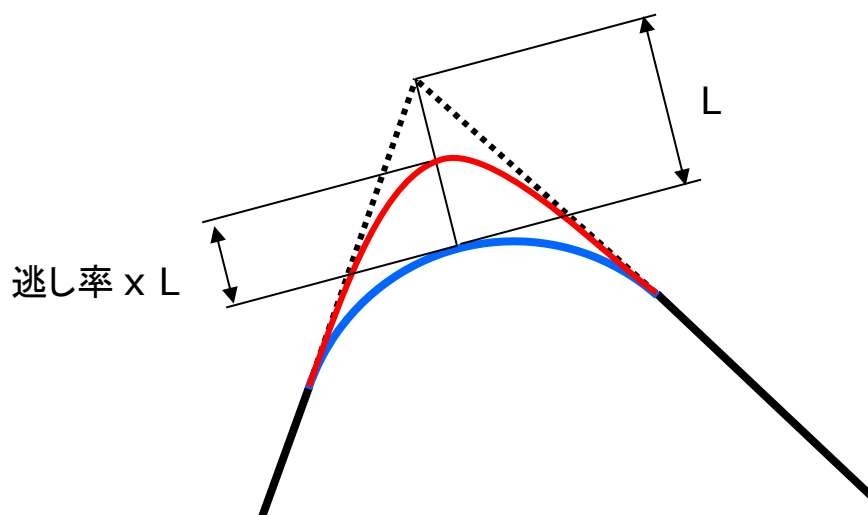
フィレット逃しコマンドの動作：

フィレット逃しコマンドでは、次の手順で形状を変形しています。

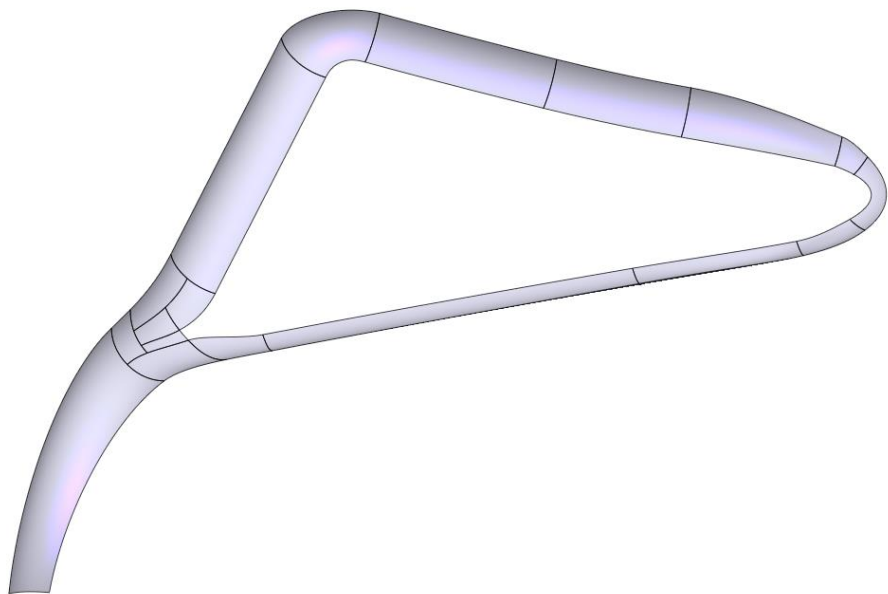
1. 入力された面の曲率変化からフィレットの方向を認識する
2. フィレット長手方向の中央にアイソパラメトリック曲線を作成する
3. 作成したアイソパラメトリック曲線を面の法線方向へオフセットする
4. 形状周囲の維持する条件などを加味してGSMで変形する



また、修正量（変形量）は **逃し率** パラメータとして入力します。逃し率は下図のように、上記の手順3で作成したアイソパラメトリック曲線とフィレットの相貫線との距離(L)のうち、何%の位置まで変形させるかを割合(0～1)で表します。



ダウンロードしたファイルから、**FilletReduction.e3** を開きます。



曲面が18面含まれています。

一定半径のフィレットや、フィレットのような面、複数面で構成されるフィレットの合流部などが含まれています。

- **修正** **グローバルシェイプモデリング** **フィレット逃し** コマンドを選択します。
- **フィレット曲面** にすべての曲面を入力します。
- **逃し率** はデフォルトの **0.4** をそのまま使用します。
- **詳細** オプションを展開して **精度** ダイアログを開き、**ループ数** に **6** を入力します。

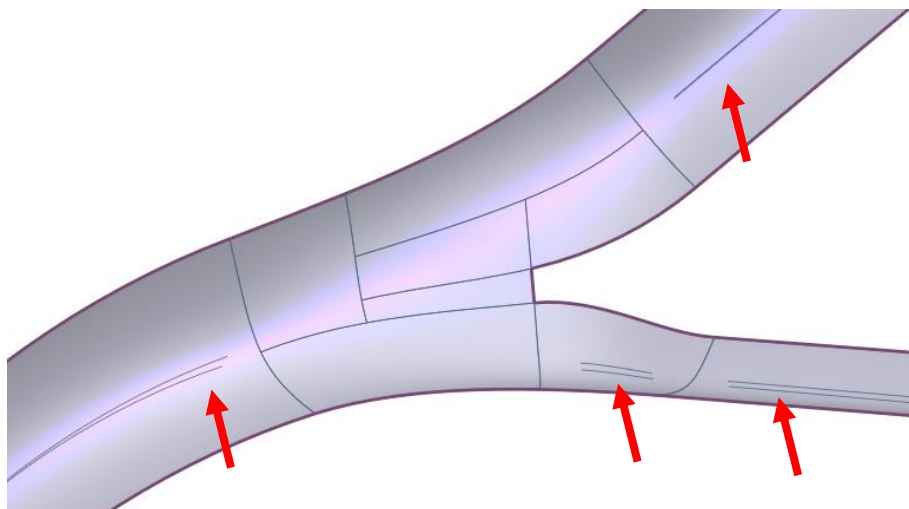


- **プレビュー** ボタンを押して形状を確認します。


しばらく計算したのち、画面にプレビュー形状が表示されます。

デフォルトで要素の **非表示** オプション (**詳細** オプション下) が選択されているため、元の面は非表示になります。

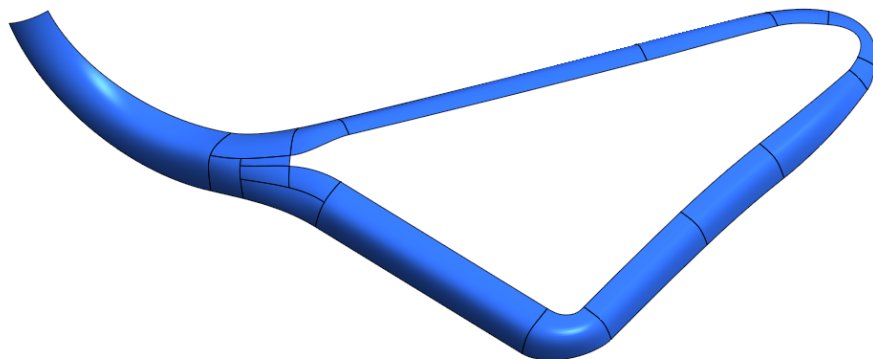
コマンドが「フィレット」と認識した形状の上には、一致条件として使用する曲線がプレビューされます。
また、形状の外周部には維持する条件が自動的に設定され、その場所は紫色で示されます。







フィレット合流部などは形状が不定になり、「フィレット」とは認識されませんが、周囲のフィレット形状の変形に合わせて、同時に変形されます。

-  OK を押して曲面を作成し、コマンドを終了します。


新しい面は元の面の向こう側(裏側)に作成されるので、形状をひっくり返して裏側を確認してください。

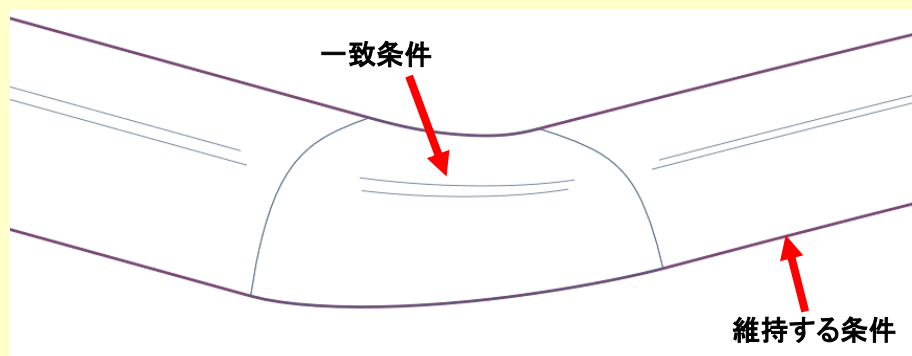


コマンドの  詳細 ノード以下にはいくつかオプションがありますが、非表示、コピー、クオリティチェック、近似、精度、形状コントロール は、通常のグローバルモデリング( アドバンスGSM コマンド)などのオプションと同様に動作します。

また、計算精度の確認／調整なども、 アドバンスGSM コマンドなどと同様、選択リストの  注意事項 ボタンで情報を表示し、精度 や 形状コントロール のパラメーターを調整することで行います。

計算精度の確認／調整：維持パラメーター と 一致パラメーター

 **フィレット逃し** コマンドで設定される拘束条件は、形状の外周部に設定される **維持する条件** と、面の中央付近に設定される **一致条件** の2種類です。前者は紫色、後者はグレーで画面に表示されます。



この各条件は、選択リスト内の **維持パラメーター**、**一致パラメーター** ノードで制御されます。

維持パラメーター

タイプ 接線 ▼

丸み: 0.1 mm

位置 0.001 mm

接線 0.1 mm

曲率 0.05 mm

デフォルト

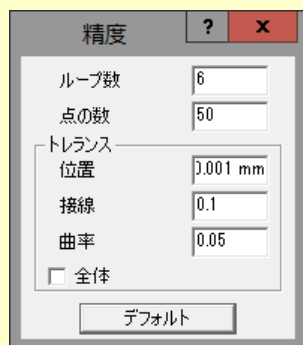
一致パラメーター



丸み: 0.1 mm

位置 0.01 mm

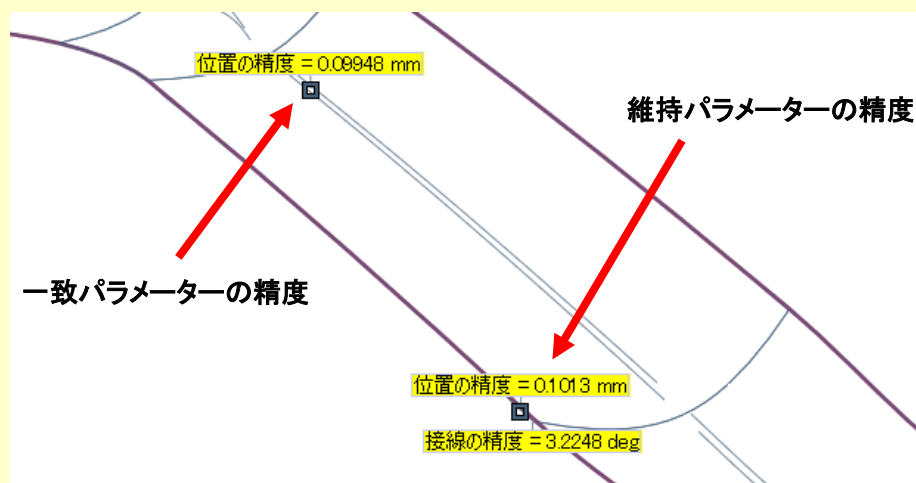
デフォルト

バーチャル頂点



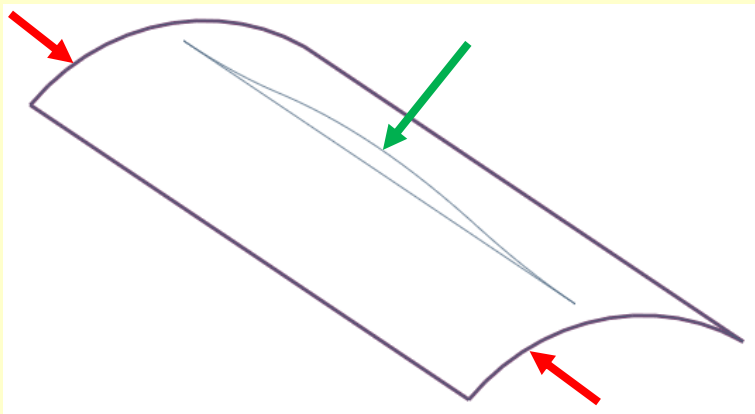
位置、接線、曲率 は計算精度に関する **注意事項** を表示させるためのしきい値で、 **アドバンスGSM** コマンドなどの **精度** ダイアログ内のトランスグループ内のパラメーターと同じ意味を持ちます。 **フィレット逃し** コマンドでは、**精度** ダイアログの **トランス** グループの設定は使用されず、選択リストの各ノードで設定する値が使用されます。

また、維持パラメーター、一致パラメーターそれぞれの注意事項(精度)が画面上に表示されます。

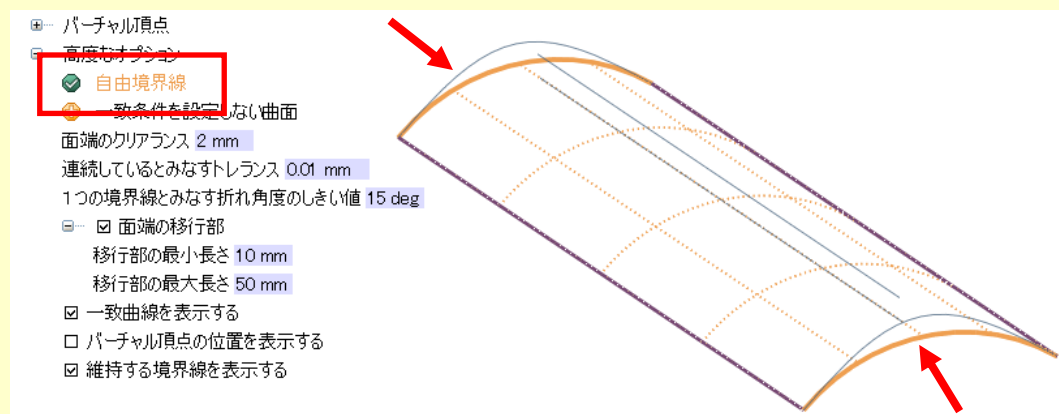


高度なオプション: 自由境界線 と 面端のクリアランス

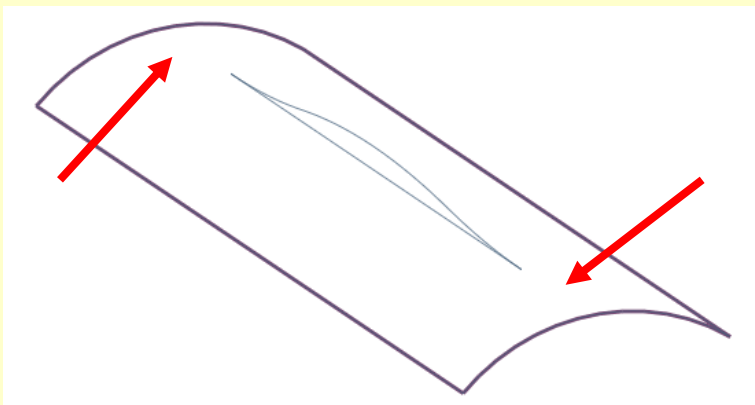
デフォルトではフィレット長手方向の形状末端の境界線にも **位置+接線を保つ** 条件が適用され、この部位の境界線はその位置を変えません。またそれにあわせて形状中央の一致条件も下図のように設定されます。



高度なオプション 以下の **自由境界線** では、維持する条件を設定しない境界線を設定することができます。

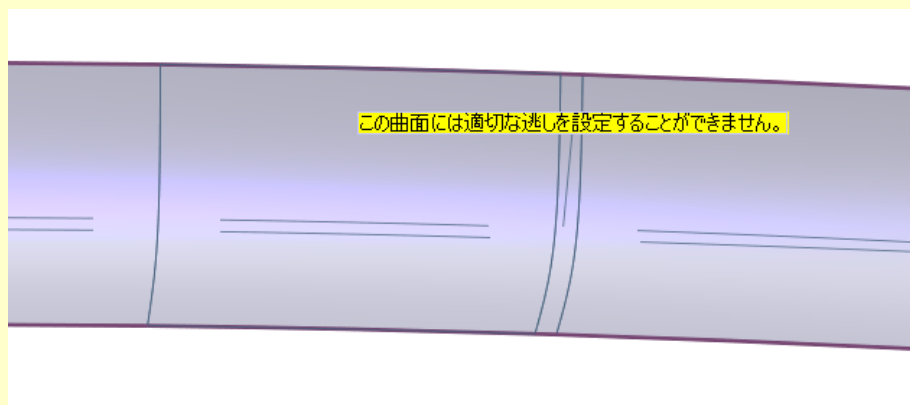


また、**面端のクリアランス** では、面の端から一致条件を設定するまでのクリアランスを設定します。



逃しの設定できない曲面:

「適切な逃しを設定することができません。」との注意事項が表示されることがあります。



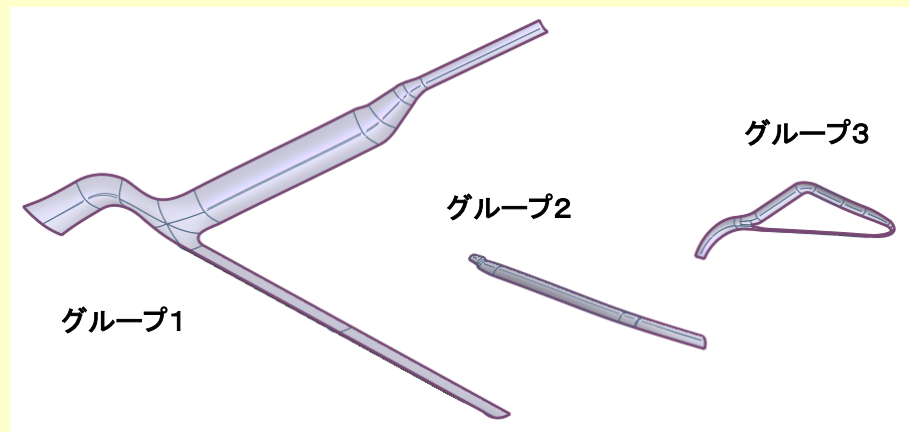
フィレット認識された曲面は、長手方向の長さが、**面端のクリアランス** の2倍以上必要です。この長さに満たない面は、中央部に一致条件を作成することができず、このメッセージが表示されます。したがってこのメッセージは通常、長手方向の長さの短い面に表示されます。

面端のクリアランス の値を調整し、中央に一致条件が作成できるようになるとメッセージは表示されなくなります。

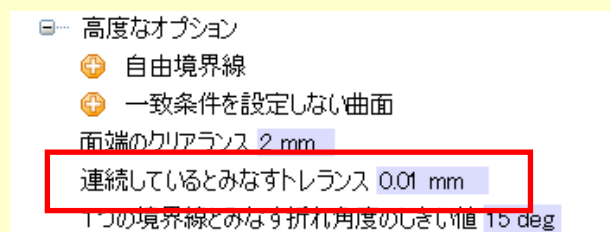
一方、このメッセージが表示される面も、周囲のフィレットの変形に合わせて変形されるため、このまま実行しても通常は大きな問題とはなりません。

連続しているとみなすトレランス:

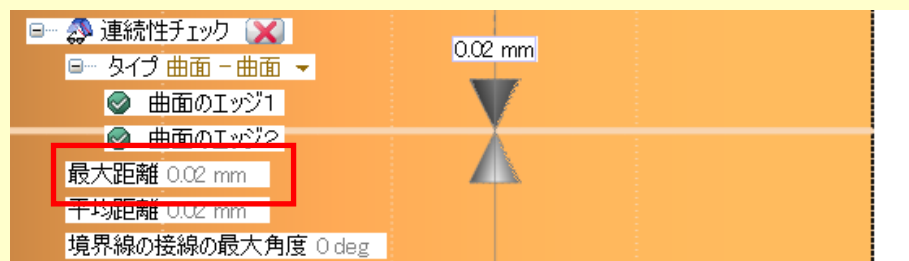
コマンドに入力された曲面は、一繋がりな面群は自動的に1つのグループと認識され、離れた場所にあるものは別のグループと認識され、グループごとに処理されます。



この時、近接した要素を別のグループと判断するしきい値を **連続しているとみなすトレランス** で指定します。

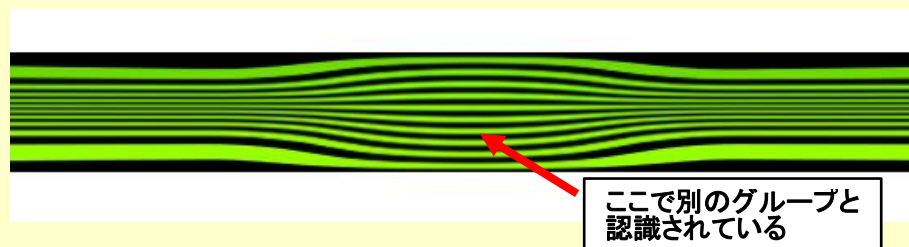


しかし、もし一繋がりと考えたい曲面間にこれ以上のすき間があった場合、



この部位で形状は別のグループと判断され、形状末端の維持する条件が設定されます。

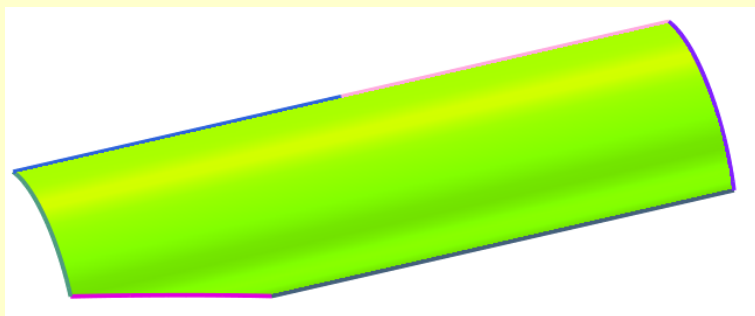
そのためその部位で予期せず形状がフラットに変形されます。



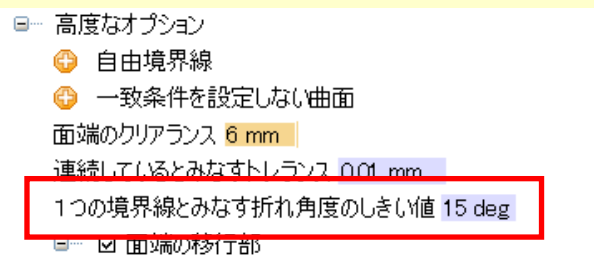
この場合、すき間がないように元の形状を修正するのがベストですが、代替策として、**連続しているとみなすトレランス** の値を調整するか、当該境界線を **自由境界線** に指定するような方法があります。

境界線の折れ：1つの境界線とみなす折れ角度のしきい値

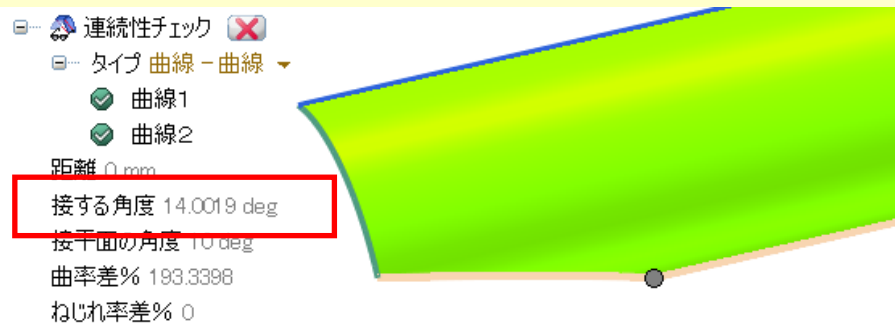
コマンドに入力された曲面は、フィレットとそうでない曲面に分類されます。フィレットと分類される曲面は、4つの境界線で囲まれていることが条件の1つとなっています。しかし多くの場合曲面は様々にトリムされており、5本以上の境界線を持つ場合があります。



境界線はスムーズに繋がっている部分は1組と判断し、折れている部分で別のグループだと判断されます。この時の、「折れている」と判断するしきい値を **1つの境界線とみなす折れ角度のしきい値** オプションで指定します。

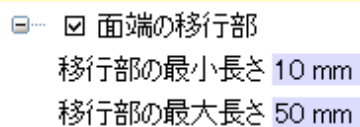


例えば下図の例では、境界線間の折れ角度が約 14 度であるため、デフォルト設定ではこの境界線は折れていないと判断され、その結果この面は「フィレット面」とであると判断されます。

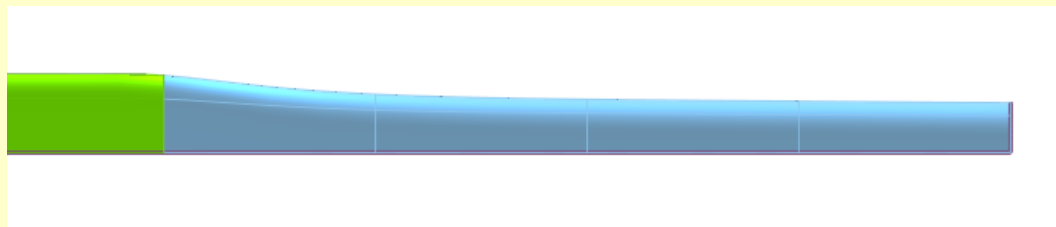


面端の移行部:

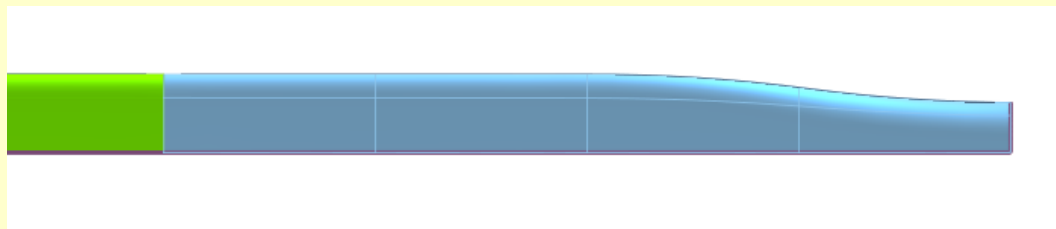
面端の移行部 オプションでは、形状末端の逃しを設ける部位から無くなる部位への形状変化について設定します。



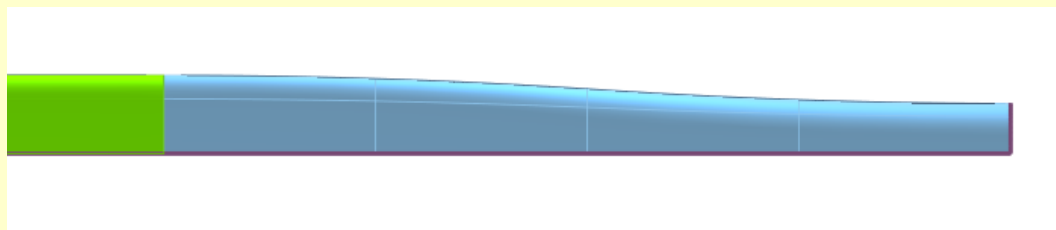
☐ **面端の移行部** オプションのチェックを外すと、形状末端の面は(フィレット面と判断されていても)中央の一致条件が設定されず、端から2番目の面に対して滑らかに繋がるだけの変形を行います。




チェックした場合は形状末端の面の中で移行部が設定され、面の途中から滑らかに逃しが無くなっていきます。

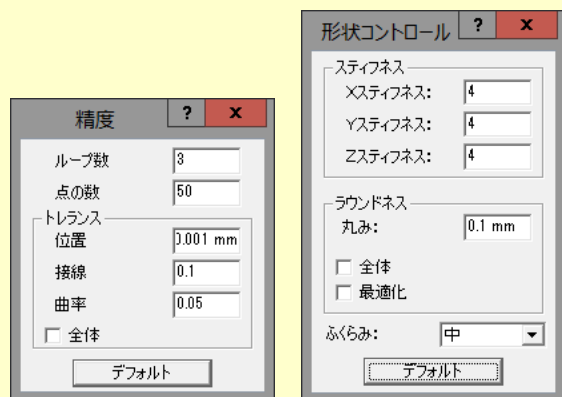


移行部の最大長さはデフォルトでは 50 mm ですが、この値を調整(大きく)し、移行部の形状変化を、よりなだらかにすることもできます。



計算精度と速度:

コマンドの計算精度は、 **アドバンスGSM** コマンド等と同様、**精度** ダイアログの **ループ数** と **点の数**、**形状コントロール** ダイアログ の **ふくらみ** の設定で決定されます。



簡単な形状の場合、**ふくらみ** を「大」に設定する場合は効果が大きく、精度を向上させやすくなります。ただし、形状が複雑になると、「大」または「特大」では変形に必要なエネルギーの方が大きくなり、精度を向上させづらくなります。

元の形状にGSM面(アドバンスGSM面をはじめとしたGSM変形で作成された面)が含まれている場合、あらかじめ NURBS 面に変換しておくことで処理速度が向上します。

また、複雑な形状、一度に多くの面を処理した場合、縦横比の極端に異なった形状(極端に細長い形状)を処理する場合などは、精度がなかなか向上しなかったり、また、必要な精度を得るまでの処理時間がかかなり長時間になることがあります。このような場合、すべて一度に処理するのではなく、形状をいくつかに分け、何度かに分けて処理すると良いでしょう。

