

MillForce Version 1.0

Force Software Inc.

IGESインポート

□ ヒーリング機能

MillForceのIGESインポートにはトリム面の境界曲線の自動接続修復機能が搭載されています。他社のCADで作成したモデルデータをインポートする際にトリム面の境界曲線の接続状況により自動的に修復作業を行います。

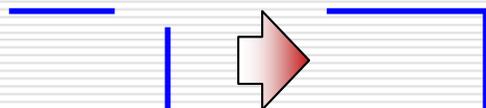
LV0:接続修復しない

LV1:交点で接続修復する(初期設定)

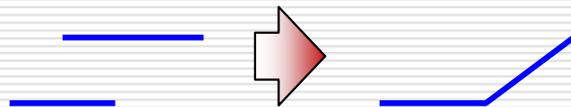
LV2:強制的に接続修復する

の3つのモードがあります。

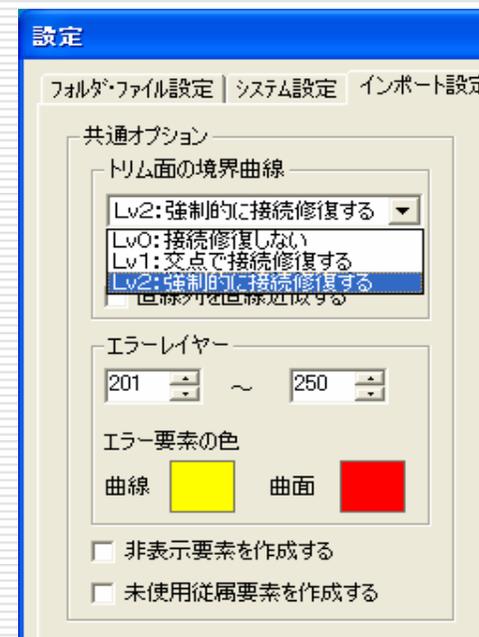
■ LV1 (交点まで互いに伸縮し接続します)



■ LV2 (一方の端点をもう一方の端点到強制的に接続します)



※接続修復以外にも**多数のヒーリング機能を搭載**しています。



IGESインポート

□ 事例

実用モデルを使用したIGESインポート結果です。

■実行環境

OS	Windows XP Professional SP2
CPU	Intel Core2 2.4GHz
メモリ	2.0GB
仮想メモリ	2.0GB

■インポート結果

	面数	エラー面数	インポート時間
1	5647	0	2分22秒
2	3494	1	1分13秒
3	3494	1	1分11秒
4	2252	0	1分34秒
5	2081	0	2分7秒
6	1946	0	3分48秒

■補足

エラー面: 面要素の幅が許容誤差未満のトリム面のためインポート時にエラーが発生しました。

このようなエラー面は特定のレイヤーに読み込み、インポート後にモデリング機能を使って修復することが可能です。

MillForceのCADカーネルは独自のサーフェスマデラーを搭載し**インポート時のエラーにも柔軟に対応**できます。

加工工程設計

作業時間を短縮する優れた操作性

MillForceでは加工工程の管理が容易なリスト形式のGUIを採用しています。各加工法毎に設定された加工パラメータが一覧形式で表示されますので、主要なパラメータを確認しながらの工程設計が可能となります。また、工程設計用のダイアログはビュー上にドッキング表示させることができ、ビューで製品形状を確認しながらの工程設計ができます。

The screenshot displays the MillForce software interface. On the left, a 3D model of a green mechanical part is shown. Below the model is a parameter table with the following data:

No	パス名	工具	ピッチ/ス加ッ*	回転	送り	減速	O	T	H	D	ウ	種代	精度	高さ	矩形	ルーフ	制限面	計算	表示	コメント
1	荒どり	B16	Z 4.000 P 8.000	3600	2000	100	1	0	0	--	--	0.500	0.100	共	共	--	--	--	--	--
2	等高線B10	B8	Z 2.000 P 4.000	3600	2000	100	2	0	0	--	--	0.500	0.100	共	共	--	--	--	--	--
3	等高線B6	B6	Z 2.000 P 1.000	3600	3000	100	3	0	0	--	--	0.100	0.100	共	共	--	--	--	--	--
4	隅とりB6	B6	P 2.000	3600	3000	100	4	0	0	--	--	0.000	0.100	共	共	--	--	--	--	--
5	隅とりB3	B3	P 2.000	3600	3000	100	5	0	0	--	--	0.000	0.100	共	共	--	--	--	--	--

Below the table, there are fields for '工程表' (Mill), '設定' (設定), '新規' (新規), '複写' (複写), and '削除' (削除). At the bottom, there are input fields for '材質高さ' (100.000), '中間退避高さ' (2.000), '原材料Z' (0.000), and '最終加工Z' (0.000). A '閉じる' (閉じる) button and a 'ヘルプ(H)' button are also present.

A red arrow points from the table to a docked dialog box on the right, which shows the same table and fields, demonstrating the docking functionality.

加工工程設計

□ 複雑な操作が不要

加工工程設計ダイアログには工程設計に必要な全てのコマンドがまとめられています。そのため[工程設計]→[パス計算]→[パス確認]→[ポスト処理]を簡単に行うことができます。複雑なコマンドメニューを覚えることなく簡単にNCデータが作成でき、初期導入のコストを抑えることができます。



工程設計のコマンド群

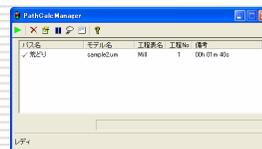


ポスト処理のコマンド群

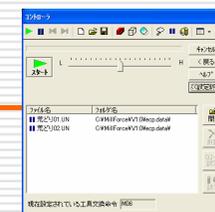


工程表の管理コマンド群

パス計算のコマンド群



パス確認のコマンド群



加工工程設計

□ スマートな工程管理機能

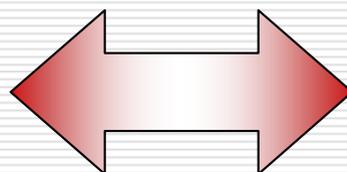
加工工程設計ダイアログで工程表を複数個作成でき、簡単に切り替えることができます。例えば、加工したい部位ごとに工程表を分けたり、3Dの加工法と2Dの加工法を分けて管理したり用途は様々です。複数の工程表を作成し管理することで煩雑になりがちな**加工工程の設計がスマート**に行えます。



The screenshot shows the 'Process Table' dialog box with a toolbar at the top containing icons for 'Process Table', 'Roughing', 'Grid', 'Contour', 'Pen', 'Hole', and 'Profile'. The table below lists five operations:

No	パス名	工具	ピッチ/寸
1	荒どり	B16	Z 4.00
		B8	Z 2.00
2	等高線B10	B10	Z 2.00
3	等高線B6	B6	Z 2.00
4	隅とりB6	B6	P 2.00
5	隅とりB3	B3	P 2.00

At the bottom, the 'Process Table' dropdown is set to '標準工程' and the 'Clearance Height' dropdown is set to '標準工程'.



The screenshot shows the 'Process Table' dialog box with the same toolbar as the first view. The table below lists two operations:

No	パス名	工具	ピッチ/寸
1	部分加工[輪郭]01	F6	Z 2.00
2	部分加工[輪郭]02	F6	Z 2.00

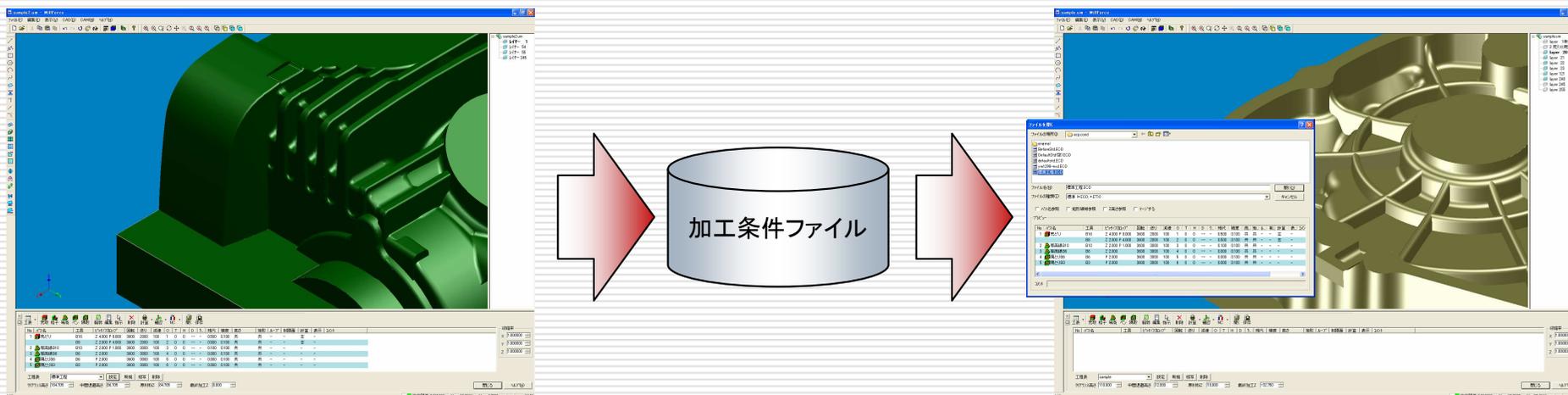
At the bottom, the 'Process Table' dropdown is set to '部分加工[輪郭]' and the 'Clearance Height' dropdown is set to '部分加工[輪郭]'.

加工工程設計

□ 加工ノウハウの蓄積

加工工程設計ダイアログで設計した加工条件をファイルとして出力することができます。作成済みの工程設計を加工条件ファイルとして保存し再利用すれば**独自の加工ノウハウを蓄積**することができます。加工条件ファイルは製品形状に依存しないので、製品形状の変更や設計変更にも柔軟に対応することができます。

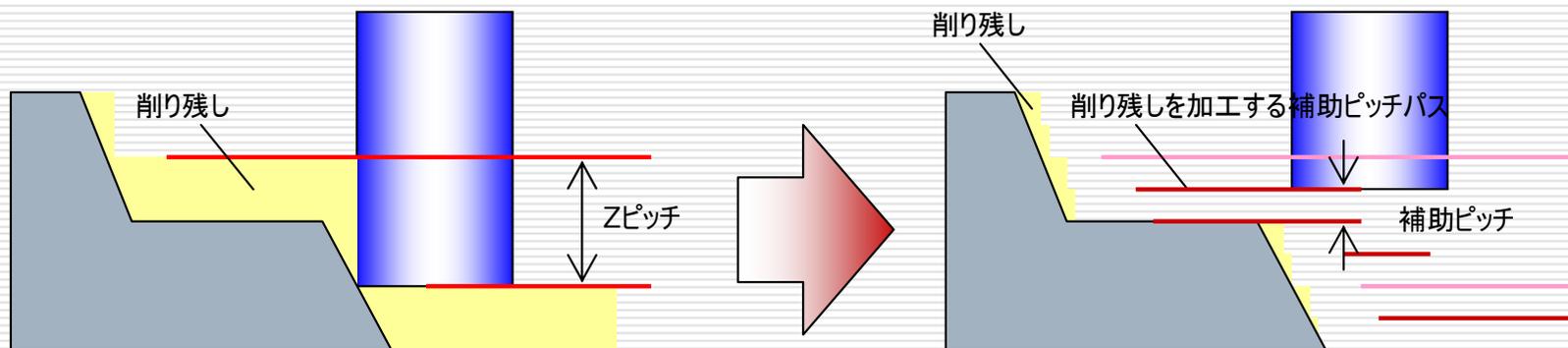
加工条件の読み込みコマンドには条件のプレビュー機能が搭載されていますので、必要な加工条件ファイルも簡単に見つけることができます。また、加工工程の部分的な読み込みにも対応していますので条件の再利用がより容易になります。



荒どり加工

□ 補助ピッチパス(加工時間の短縮)

従来の荒どり加工で均一な加工残りを実現するためには工具のZピッチを細かくする必要があり加工時間の増加を招いていました。**MillForce**の荒どり加工では補助ピッチ機能を搭載し効率的なパスを作成することができます。補助ピッチを有効にすると各工具に設定されたZピッチ刻みのパスで削り残した領域を更に細かいピッチで加工するパスを作成します。この機能により**最小限の加工経路で最大限の加工効率**が得られるようになります。



■ 適用事例

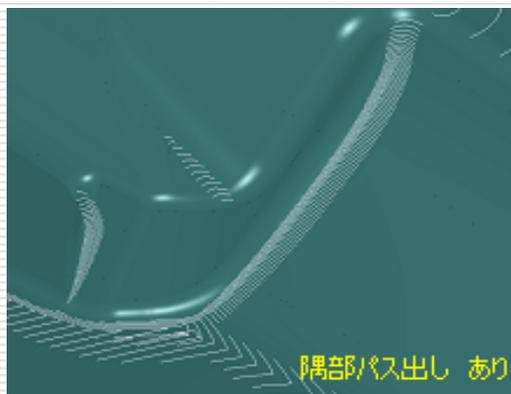
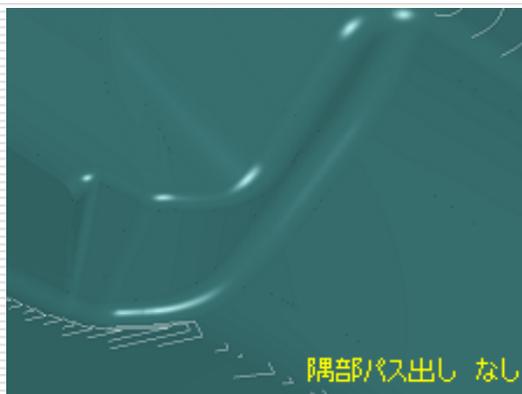
ワークサイズ: 200 x 135 x 85 mm 使用工具: ラジアス 直径16 mm コーナー半径3 mm

条件 ①	Zピッチ 1mm	加工長	274,683mm	加工時間	2時間17分41秒
条件 ②	Zピッチ 2mm + 補助ピッチ 1mm		142,437mm		1時間12分10秒

荒どり加工

□ 隅部パス出し機能(大規模モデル対策)

従来のストックモデル(前工程の削り残しを表現するデータ方式)では大規模な製品形状を十分な精度で表現することはメモリの消費量や計算時間の面から困難でした。そのため前工程との工具径の差が少ない場合にはストックモデルの精度不足からパス抜けなどの問題が発生していました。この問題を解消するために前工程との工具径差を考慮して製品隅部に強制的にパスを作成する隅部パス出し機能を**MillForce**に搭載しました。この機能により大規模モデルで小径工具を使用しても安定したパスが出力されるようになります。**他のモデルレンジCAMとは一線を画す機能**です。



■適用事例

ワークサイズ 1250 x 830 x 235 mm

使用工具 ラジラス 6mm Zピッチ 0.1mm

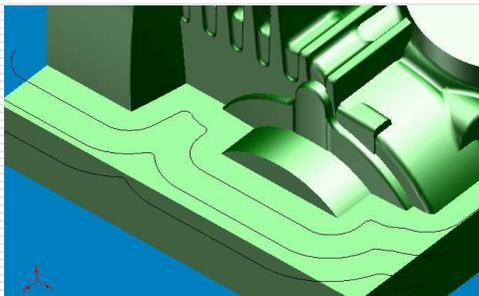
ラジラス 3mm Zピッチ 0.1mm

左図は6mmの工具で加工した削り残しを3mmの工具でパス計算したもの。隅部パス出しをオンにすると削り残しを認識することができなかった製品隅部にもパスが出るようになります。

荒どり加工

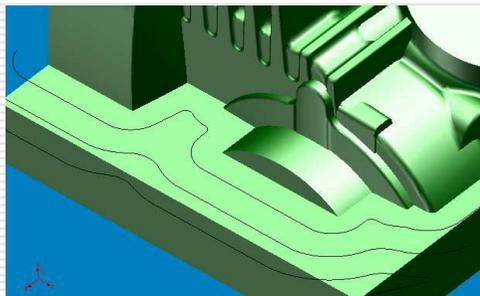
□ パスのスムーズング(高速加工)

加工時間を短縮するために無くてはならないパスのスムーズング機能。**MillForce**にも加工経路の鋭角コーナーを検出し自動的に角丸めを行うスムーズング機能を搭載しています。この機能によりパスのコーナー部での減速動作を緩和し、高速に工具を送ることができるようになります。パスをスムーズングしても丸め半径が小さいと鋭角なコーナー部では減速しなければなりません。従って丸め半径はある程度の大きさを指定することになります。しかしながら丸め半径を大きくすればするほど製品隅部の削り残り領域が大きくなります。**MillForce**では製品沿いを加工するパスとそれ以外のパスに対して個別に角丸め半径を設定することができます。ワークを削り取るパスは大きい丸め半径で高速に工具を送り、製品形状沿いは削り残しを最小限に抑えるために小さい丸め半径を設定する、**少し気の利いた機能**です。



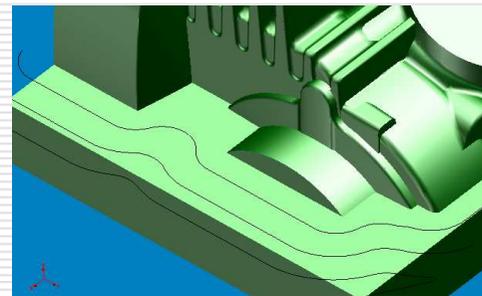
削り残り 小

コーナー部での減速 必要



削り残り 最小限

コーナー部での減速 最小限



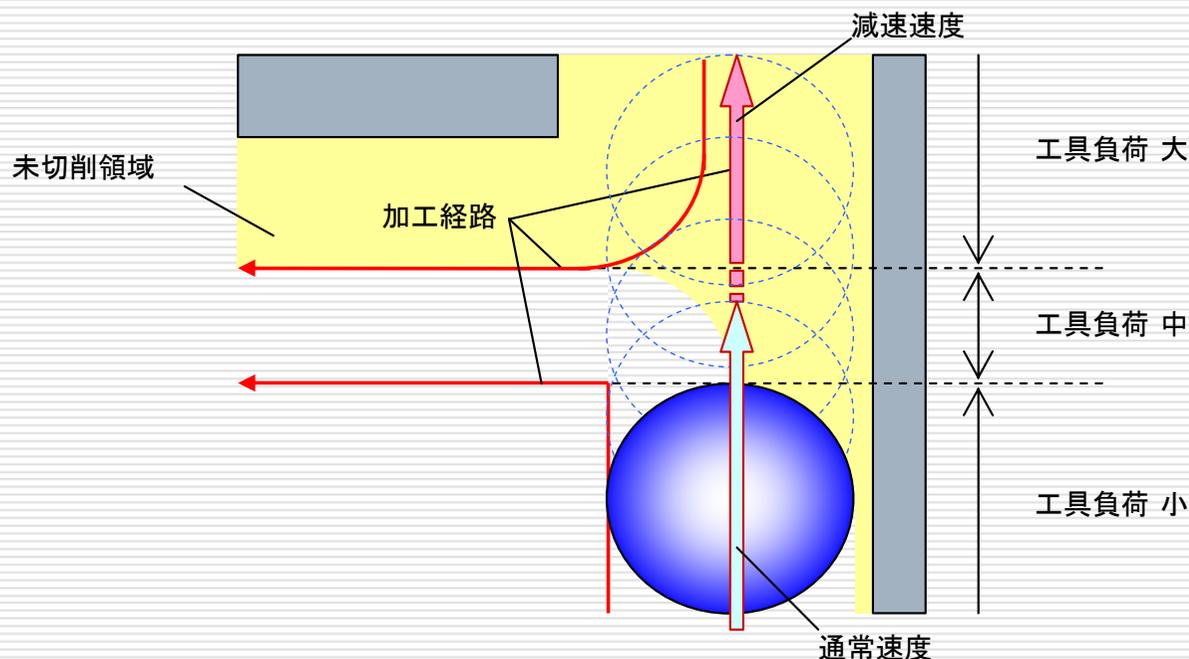
削り残り 大

コーナー部での減速 不要

荒どり加工

□ 工具負荷の高い経路の自動減速機能

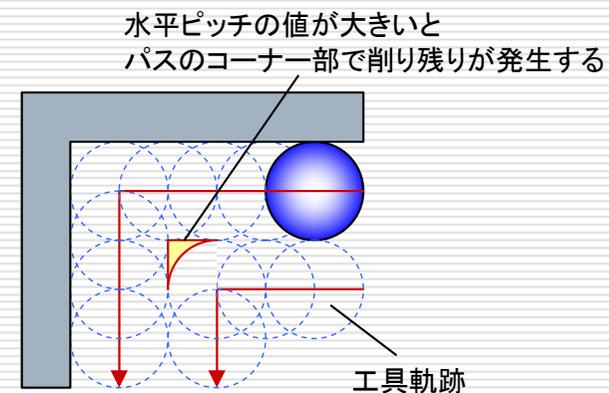
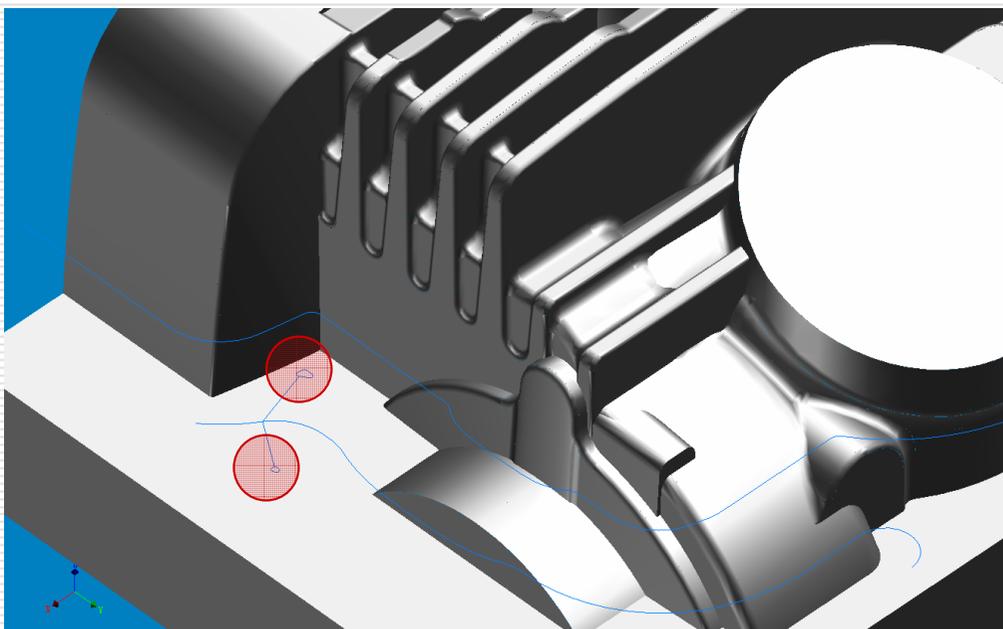
MillForceの荒どり加工には工具負荷の高い経路を検出し工具の送り速度を自動的に減速する機能が搭載されています。この機能を利用することにより工具の送り速度は低負荷の経路を基準にしてパス計算することが可能となります。工具負荷の検出は**パス計算時にシミュレーションを逐次行うことで加工によるワークの変化も考慮**します。高負荷の判定基準は工具毎に設定することができますので、複数工具を一括して計算する場合でも剛性の低い小径工具に条件を合わせる必要がありません。



荒どり加工

□ 削り残し領域の自動検出

水平ピッチに工具半径より大きい値を設定した場合やパスのスムージングを指定した場合など、パスのコーナー部分で削り残しが発生することがあります。**MillForce**の荒どり加工ではこの様な削り残し領域を自動的に検出しパスを補完します。この機能により**工具性能を最大限に発揮**させる加工条件の設定が可能となります。



■加工条件例

フラット工具 20.0mm (直径)

水平ピッチ 18.0mm

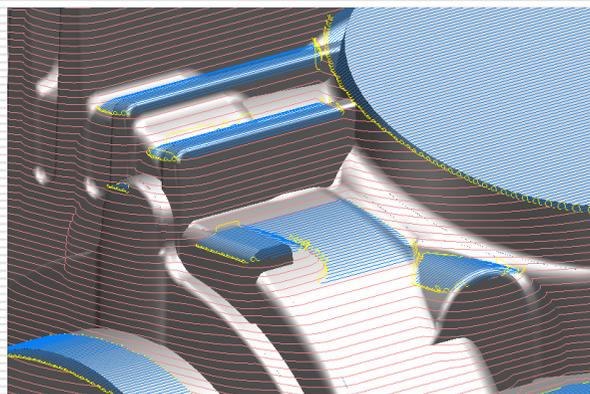
丸め半径 10.0mm

※左図の赤丸印が削り残し除去パス

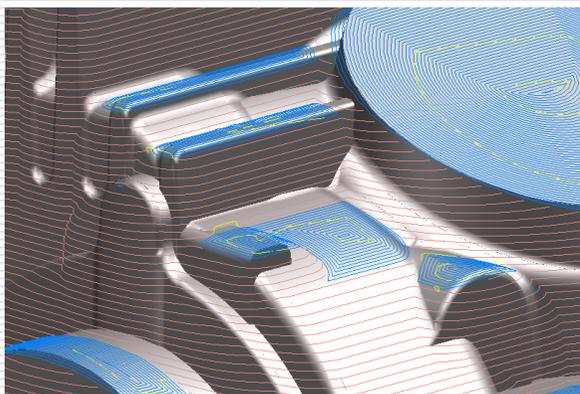
等高線加工

□ 角度制限、平坦部の織り込みパス

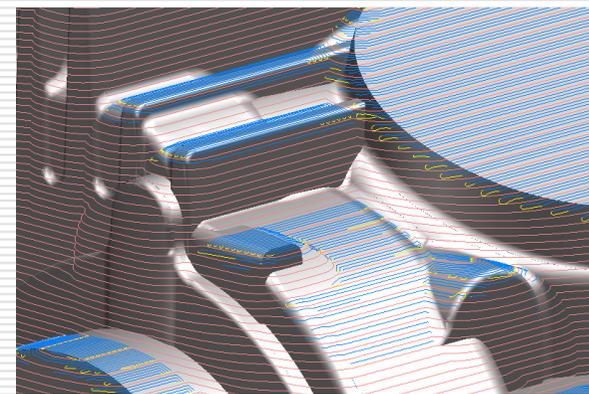
MillForceの等高線加工には製品形状の傾きに応じて等高線と平坦部のパスを自動的に切り替える機能を搭載しています。この機能により緩斜面部は平坦部加工で急斜面部は等高線加工で加工することができ、等高線あるいは格子状のみで加工するよりも**効率的でかつ仕上がりが綺麗なパス**が作成されます。また傾斜角度に応じて加工法を切り替える角度制限以外に、等高線と等高線の間を埋める平坦部パスを作成する機能も搭載しています。



角度制限(往復)



角度制限(渦巻)

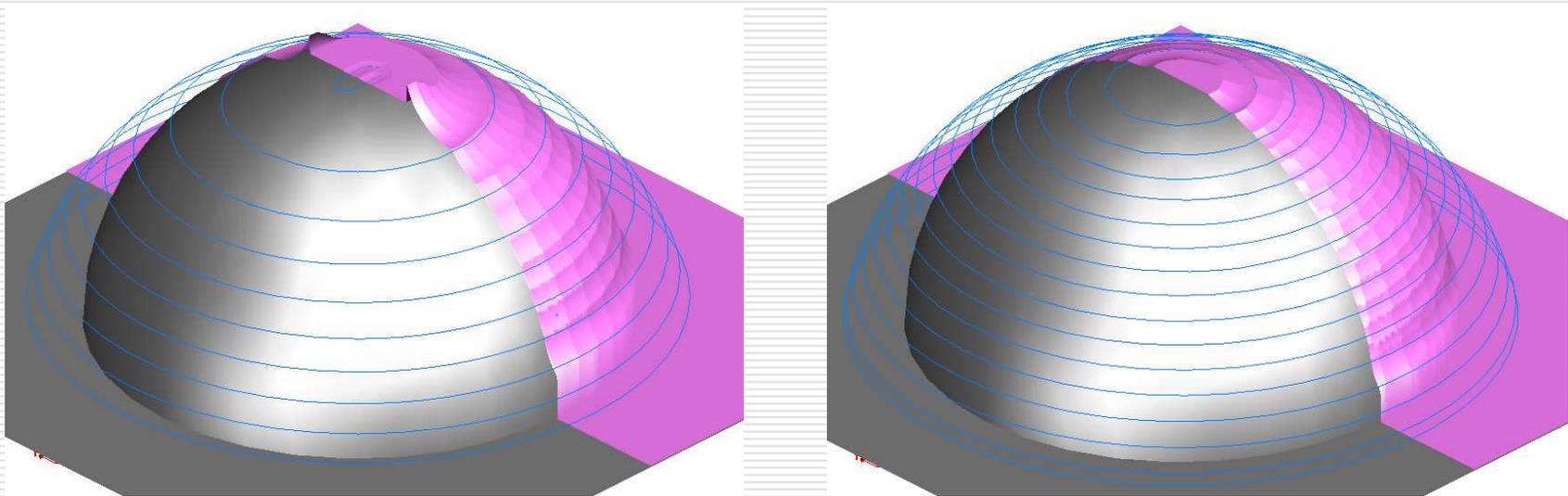


平坦部織り込み

等高線加工

□ 不等Zピッチ

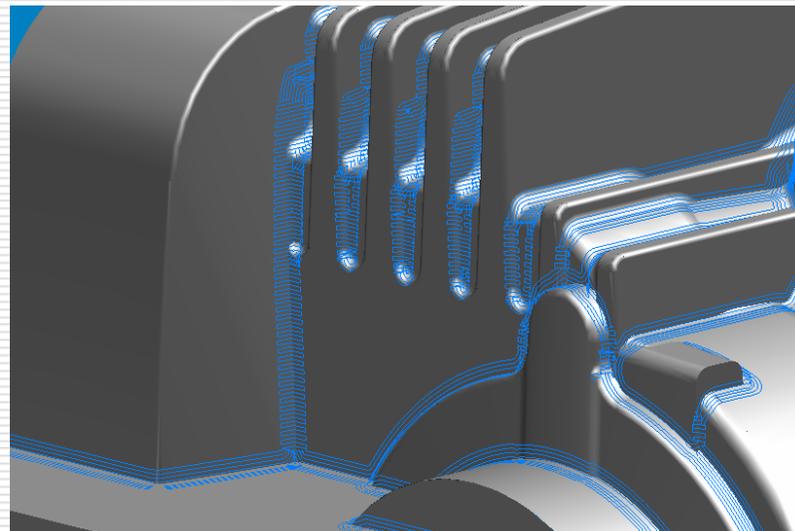
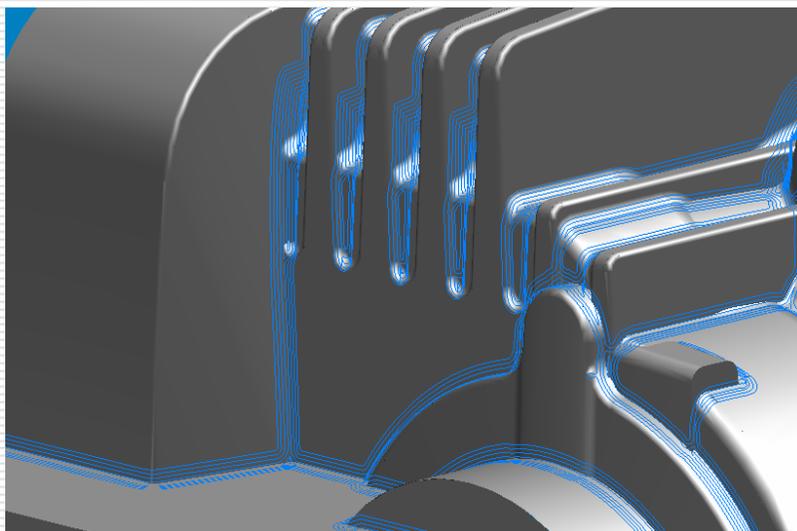
製品形状を等しい間隔で等高線加工を行うと緩斜面部などは等高線パスの間隔が開きすぎてしまい均一に仕上がらない場合があります。**MillForce**の等高線加工には製品形状を均一に仕上げるために**傾斜角度に応じてZピッチを自動調整する不等Zピッチモード**が搭載されています。この機能を利用することで複雑な製品形状であっても均一な仕上がりを実現します。



隅とり加工

□ 傾斜角度に応じた経路の自動切換え

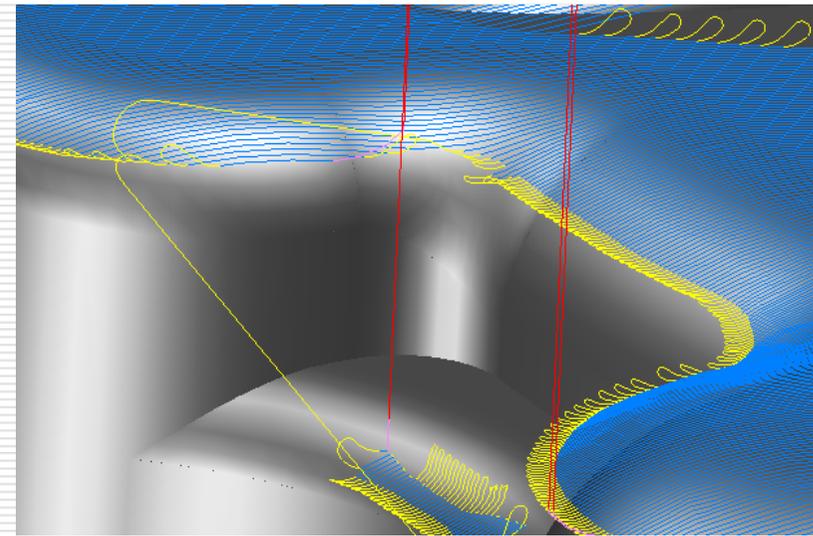
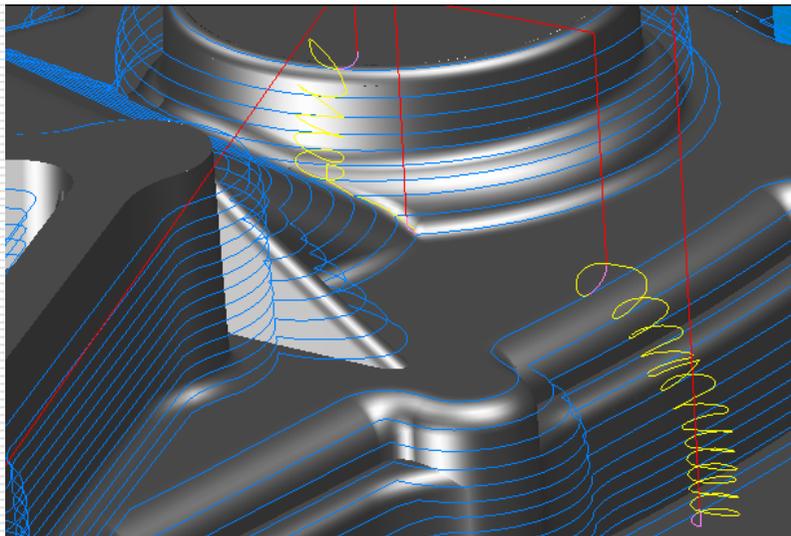
前工具の削り残した領域を認識する隅とり加工では製品形状の**傾斜角度に応じて急斜面部には等高線パスを作成**する機能を搭載しています。この機能を利用することにより急激な縦方向の移動が加工経路に発生しなくなりますので工具負荷の高い動きが抑制されます。



進入退避経路の最適化

□ 多彩なアプローチ経路

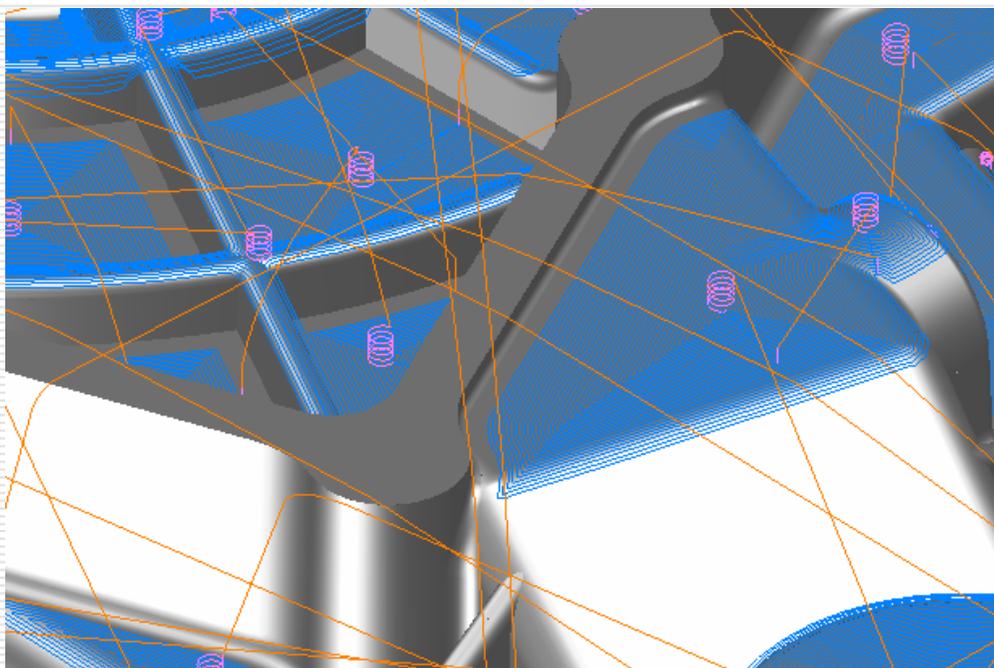
MillForceの仕上げ加工には**多彩なアプローチ・リトラクト経路**を指定することができます。各加工法毎に個別に経路パターンを設定することができますので、等高線加工と平坦部加工のそれぞれに適したアプローチ経路を設定することができます。これにより工具の進入退避におけるツールマークの発生を抑制することができます。



退避経路の最適化

□ 最短距離での退避動作(加工時間の短縮)

MillForceの仕上げ加工には退避動作を最適化する機能を搭載しています。製品形状に干渉しない高さまで退避経路を下げる[最低Z]モードや2点間を結んだ経路上空のZ高さが一番低くなるように移動する[最短]モードなど加工時間を短縮するための機能が揃っています。



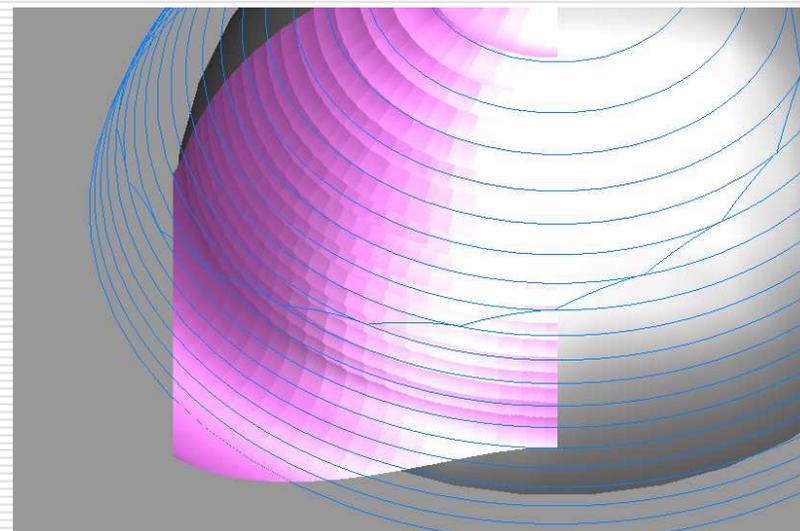
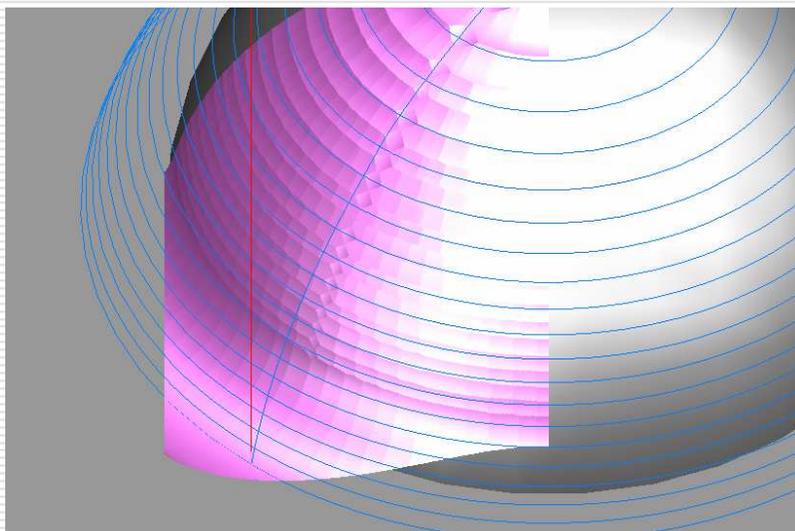
■適用事例
ワークサイズ 210 x 130 x 34 mm
使用工具 ボール 3mm ピッチ 0.5mm

退避抑制モード	退避経路の経路長
なし	8,667mm
最短	5,970mm

ステップ経路の最適化

□ 滑らかな乗り移り

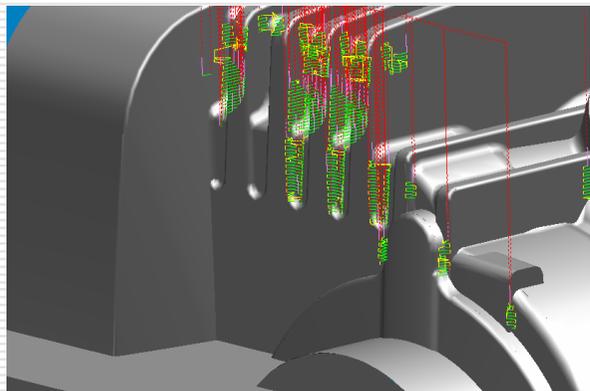
等高線加工など切削経路間を通常は直角ステップで移動する経路を作成しますが、ステップ経路の最適化機能を使用するとステップの開始点を徐々にずらす経路が作成できます。この機能を利用すると**工具の移動ベクトルの急変部が減少**し送り速度が落ちにくくなります。また加工時のツールマークも目立ちにくくなります。



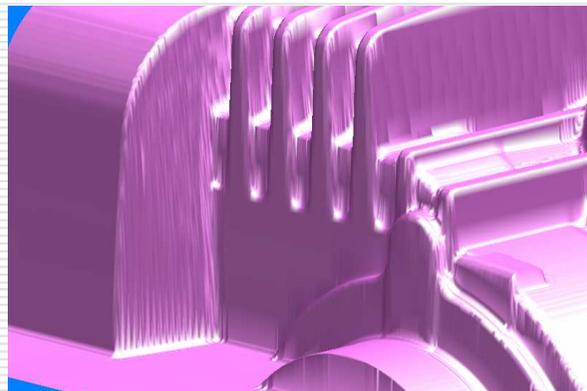
パス確認

□ 各種シミュレーション機能

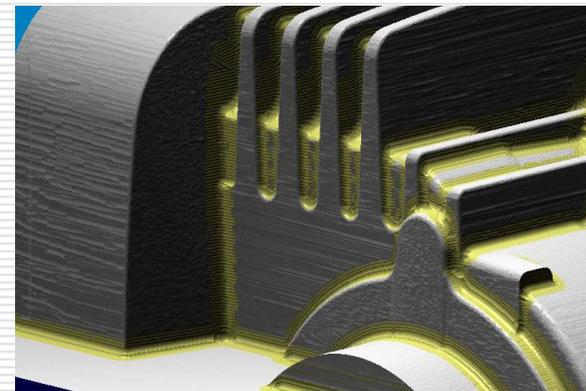
MillForceにはパス確認のための各種コマンド群が搭載されています。パスの加工順序を確認するための『APTアニメーション』、加工後のイメージを高速に計算する『加工イメージ』、加工状況をシミュレーションする『切削シミュレーション』。これらのコマンドを使用することで加工経路のチェックを簡単に行うことができます。



APTアニメーション



加工イメージ

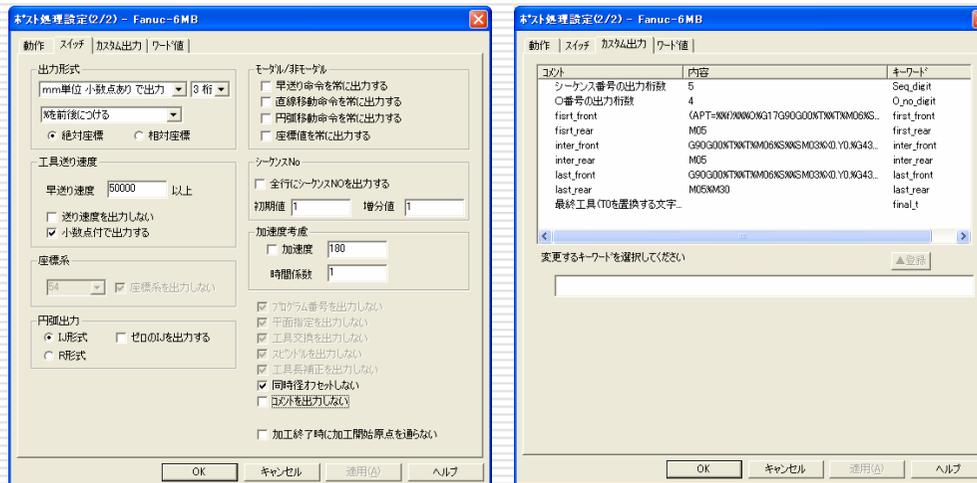


切削シミュレーション

ポスト処理

□ 簡単な設定変更でカスタマイズ可能

MillForceに搭載しているポスト処理はFANUCのコントローラーに準拠しています。工作機械に合わせたポストのカスタマイズも専用のツールを用意しています。加工一覧表の作成もポストと同時に出来ます。



- ポストの設定ファイルをカスタマイズした際は必ず試運転をし動作検証を行って下さい。
- 加工一覧表はCSV出力しEXCELで読み込んだものです。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	加工範囲	最小値	最大値															
2	X	-106.25	201.5															
3	Y	-66.25	201.5															
4	Z	-29.9	98.5															
5	ポスト名	C:\KSWAD\Y12.0\ecp.post\Fanuc-6MB.PC2																
6																		
	No	ファイル名	工具番号(T)	工具種類	直径	コーナー半径	最小Z値	長補正(H)	径補正(D)	送り速度	回転数(右)	ピッチ	Zピッチ	仕上げ代	加工精度	APTデータ	サイズ(KB)	加工時間(分)
8	1	退避抑制C3.PN	0	ホール	3	1.5	-29.5	0	0	3000	3600	0	0.5	0.1	0.05	退避抑制C3.UN	346	19
9	2	退避抑制C3-F.PN	0	ホール	3	1.5	-29.9	0	0	3000	3600	0.25	0.5	0.1	0.05	退避抑制C3-F.UN	2014	33
10																		0h52m