

# 3次元CAD/CAMによるアクリルの曲面加工

機械制御技術部 機械制御チーム 齊藤 光弘  
DESIGN ACADEMY EINDHOVEN 井上 史郎

アクリルなどの樹脂は金属材料と比較すると工具への負担が少なく、加工性に優れているが、深いリブ溝などを含む加工を行う場合、加工条件が適切でないと切削屑の排出が適切に行われず、加工性が悪化する。本稿では、アクリルブロックに対しキャビ型の曲面加工を行った例を報告する。

キーワード：CAD/CAM, NC, キャビ型加工

## 1 はじめに

図1のような深いリブ溝を含むキャビ型を製作する場合、ラピッドプロトタイプ装置を利用するのが適切と思われる。しかし今回、透明度の高いアクリルを用い、短時間でなおかつ低コストで加工を行って欲しい、との依頼を受けたので、CAD/CAMにより設計・加工データ作成を行い、マシニングセンタにより切削加工を行った。

## 2 工具の突き出し長さ

エンドミル加工では、加工精度を高め、なおかつ工具破損などのトラブルを防ぐため、工具の突き出し長さは必要最小限にする。工具のたわみ量と突き出し長さの間には次の関係があり<sup>1)</sup>、

$$\text{たわみ量} \quad \sigma = \frac{R \times L^3}{3 \times E \times I}$$

$\sigma$ : エンドミルのたわみ量

R: 切削抵抗  
L: 突き出し長さ  
E: エンドミルの縦弾性係数  
I: 断面2次モーメント  
D: エンドミルの相当丸棒直径

突き出し長さが2倍になれば、刃先のたわみ量は8倍になってしまう。しかし今回の加工のリブ溝は深さ約30mm、最深部はR2なので、工具径3mm、最大切削深さ40mmのボールエンドミルなどを利用し、加工精度と加工時間、工具への負荷のバランスを考慮した加工条件を検討した。

## 3 加工条件

アクリルなどの樹脂は柔らかく加工性に優れており、長時間の切削を行った場合でも工具の摩耗は小さい。ただ、融解点が低く延性が高いので、加工条件が適切でないと切削屑がエンドミルに溶着し、加工性を著しく悪化させる。特に今回のように、径に対して突き出しの長い工具を使用して深いリブ溝加工を行う場合、溝に残った切削屑により切

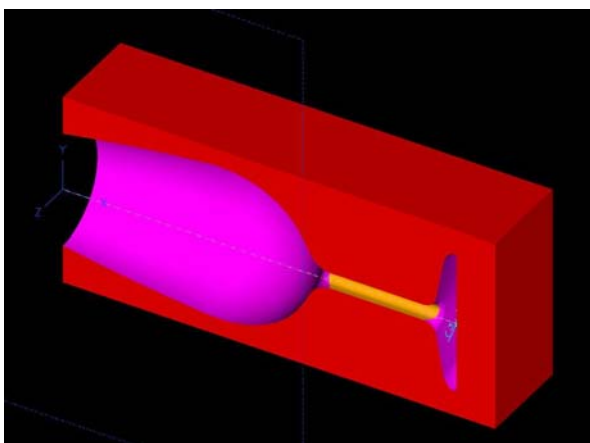


図1 加工モデルのデザイン

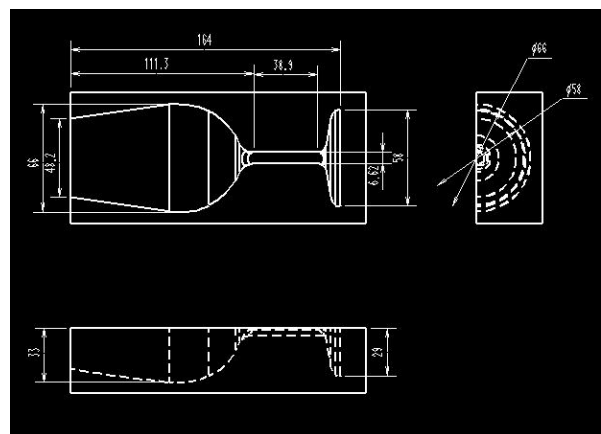


図2 モデルの寸法

削抵抗が増大し、回転数が低下することで工具が破損する  
 場合がある。よって、特に自動運転を行う場合、加工条件  
 を慎重に検討する必要がある。

以上の点を考慮し、次の条件で加工を行った。加工工程  
 は4つのオペレーションで構成され、使用工具は径8mm  
 のボールエンドミルと径3mmのボールエンドミルとした。

なお、表記の加工時間はCAD/CAMにおける計算値であ  
 り、実際の加工時間とは若干異なる。クーラントタイプは  
 全てエアブローとした。

オペレーション1	
カテゴリ	フライス加工 (ミリング)
タイプ	ボリウムクリア (Rough)
使用工具	ボールエンドミル (8mm)
ステップ オフ 距離	40°セト (工具径に対し)
切削タイプ	アップカット
最大切削深さ	2mm
送り速度	1200mm/m
スピンドル速度	3000rpm
切削時間	17.35min

オペレーション2	
カテゴリ	フライス加工 (ミリング)
タイプ	ボリウムクリア (Rough)
使用工具	ボールエンドミル (3mm)
ステップ オフ 距離	40°セト (工具径に対し)
切削タイプ	アップカット
最大切削深さ	0.8mm
送り速度	800mm/m
スピンドル速度	6000rpm
切削時間	8.52min

オペレーション3	
カテゴリ	フライス加工 (ミリング)
タイプ	フローライン (Finish)
使用工具	ボールエンドミル (8mm)
ステップ オフ 距離	5°セト (工具径に対し)
切削タイプ	双方向
最大切削深さ	-----
送り速度	1200mm/m
スピンドル速度	3000rpm
切削時間	13.74min

オペレーション4	
カテゴリ	フライス加工 (ミリング)
タイプ	プロファイル (Finish)
使用工具	ボールエンドミル (3mm)
ステップ オフ 距離	-----
切削タイプ	アップカット
最大切削深さ	0.2mm
送り速度	1000mm/m
スピンドル速度	6000rpm
切削時間	13.21min

## 4 まとめ

アクリルブロックに対し、深リブを含む曲面加工を行った。  
 複数個の加工を行うため、加工時間短縮や工具耐久性に考  
 慮して加工条件を検討した。今回の加工品は図3のように、  
 アクリルの透明度を生かし、キャビ型を2個ずつ組み合わ  
 せてそのままディスプレイするので、曲面部分の加工精度  
 が要求されたが、十分な仕上げ精度を得られた。本例では  
 削り出し量の多いポケット加工 (ボリウムクリア) 時にも  
 ボールエンドミルを用いたが、今後同様の加工で、高効  
 率化が求められた場合は、高速ミーリングに対応したラジ  
 アスエンドミル<sup>2)</sup>などの使用による加工条件の検討を行っ  
 ていきたい。



図3 加工モデルの使用例

## 文 献

- 1) “NCプログラミング”、(株)牧野フライス製作所、p4-40.
- 2) “ものづくりQ&A”、(株)ミスミ、p36.