

## 3

## MCナイロンの加工法

## 3.1 機械切削加工法

## 3.1.1 概要

MCナイロンは、プラスチック材料の中では機械加工性の良い材料であり、一般に使われている金属加工用の工作機械を用いて加工することができる。しかしながら、より良い製品を生み出すためには材料に最も適した加工法を選ばなければならない。MCナイロンは、その他の熱可塑性のプラスチックと類似の性質をもっているが、個々の加工においては多少異なった挙動がみられるため、MCナイロンとしての独自の加工法を見つけなければならない。

ここに記載した加工法は、わずかな経験と知識に基づいてまとめたもので一例にすぎず、また今後変更すべき点が多々あると思うが、参考として以下に記載する。

## 3.1.2 加工精度

施盤加工の一般的な加工精度はJIS10級であるが、径が18mm以下になると10級でもやや難しいため、最小公差を0.084mmとする。熟練した技術をもって注意しながら加工をすれば9級の加工精度も可能であるが、経済的でなく一般的とはいえない。長尺で比較的幅の狭い平板の加工には平削盤（プレーナー）より平フライスによる加工の方が精度を出しやすい。

非対称形のものの加工では「歪み」あるいは「ソリ」が発生しやすいので、荒削り後、アニーリングあるいは長時間放置し仕上げ加工を行なう必要がある。

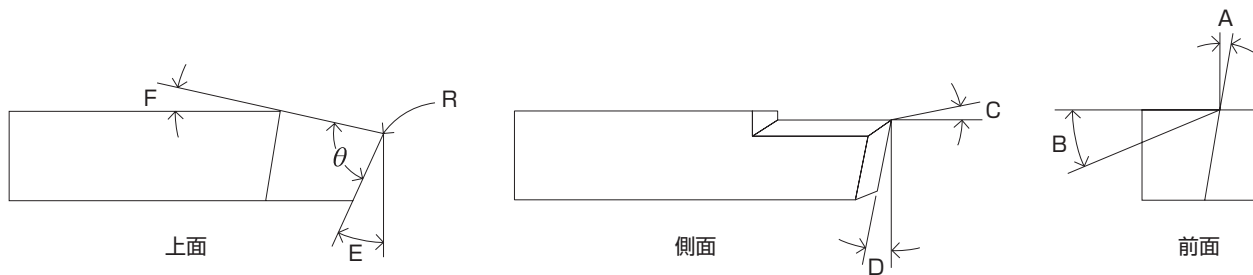
## 3.1.3 旋削

## (1) 円周切削

## (a) バイト

普通の剣バイトを使用する。刃先の形状は、図75が適している。

(図75) バイトの形状



|                 |          |
|-----------------|----------|
| A : 横逃げ角        | 5° ~ 10° |
| B : 横すくい角       | 0°       |
| C : 上すくい角       | 0°       |
| D : 前逃げ角        | 10°      |
| E : 前切刃角        | 12°      |
| F : 横切刃角        | 8° 前後    |
| R : ノーズ半径       | 0.4R 前後  |
| $\theta$ : ノーズ角 | 90°      |

バイトの材質は普通の工具鋼が良いが、長時間使用するためには超硬バイトが良い。被削面の状態はバイトの切れによって大きく変わるので、特に超硬バイトを用いる場合には入念な研削が必要である。

(b) 旋削条件

表25に示す条件が適している。

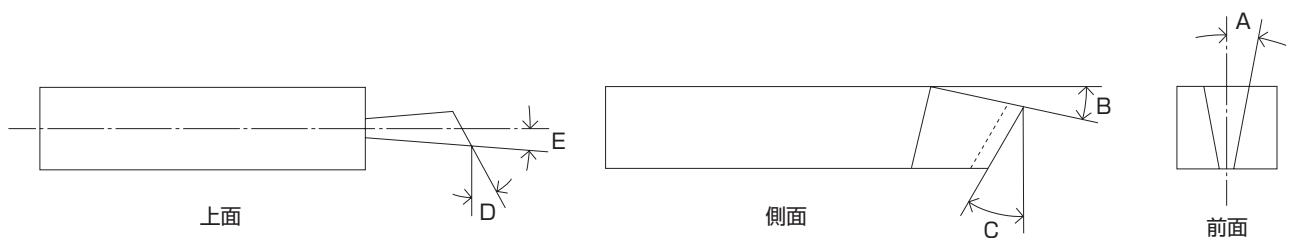
(表25) 旋削条件

|           | 荒 削 り          | 仕 上 げ          |
|-----------|----------------|----------------|
| 周 速 度     | 100~200m/min.  | 100~200m/min.  |
| 送 り 量     | 0.20~0.25mm/回転 | 0.10~0.15mm/回転 |
| 切 込 み 深 さ | 3~5mm          | 0.1~0.2mm      |

(2) 突切り

突切りには普通の突切りバイトを使用するが、刃の形状は図76のものが良い。

(図76) 突切りバイトの形状



- A : 横逃げ角      2 ~ 3°
- B : 上すくい角    0 ~ -5°
- C : 横逃げ角      15°
- D : 前切刃角      30°
- E : 後逃げ角      1°

横逃げ角をとることによってできるだけバイトの摩耗を防ぎ、さらにチップが詰まって発熱しないように多量の切削油を用いると良い。

また、切込みが深くなってくると、チップの流れが悪くなり除去しにくくなる。したがって、冷却とチップの流れを良くするためには必ず切削油を使用する。

バイトの先端の幅が3mm程度のものであれば、切込み深さは30~40mmが限度となるので、これ以上の切込みをするためにはバイトの幅を広くすると良い。

(3) ヘール仕上げ

MCナイロンを切削する際は、比較的バイトの摩耗が早いので、ヘール仕上げバイトで仕上げを行う際に切削面が大きいと途中で切れ味が悪くなり全体を均一仕上げすることができず、場合によっては被削面が非常に荒れることがある。

切込みが浅すぎると、かえってチップがバイトの刃先で溶融し付着することがあるので、切込み深さは普通よりやや深めの0.1~0.2mm程度が良い。またバイトの刃先にMCナイロンが溶融付着することを防ぐため、切削油を十分使用する等冷却を十分に行う。

### 3.1.4 平削り

バイトは横剣バイトあるいは剣バイトのいずれでも良く、  
前逃げ角 10～15° すくい角 0～5° ノーズ半径 1R程度 が良い。  
切削条件を表26に示す。

(表26) 平削り条件

|       | 荒削り             | 仕上げ             |
|-------|-----------------|-----------------|
| バイト速度 | 20～30m/min.     | 20～30m/min.     |
| 横送り量  | 0.3～0.5mm/ストローク | 0.2～0.4mm/ストローク |
| 切込み深さ | 2～3mm           | 0.1～0.3mm       |

### 3.1.5 フライス盤切削

#### (1) フライス盤およびカッター

普通の縦型フライス、あるいは横型フライス盤によって金属と同じように切削することができる。上向きの切削の方が「びびり」等による切削面の凹凸発生を防ぐことができる。

#### (2) エンドミルの切削条件

エンドミルの場合、送りは240～320 mm/min. (刃先径φ15程度) で、切込み深さは荒削りの場合5～6mmで行う。仕上げの場合は0.2～0.3mmとし、送りを少なくする。

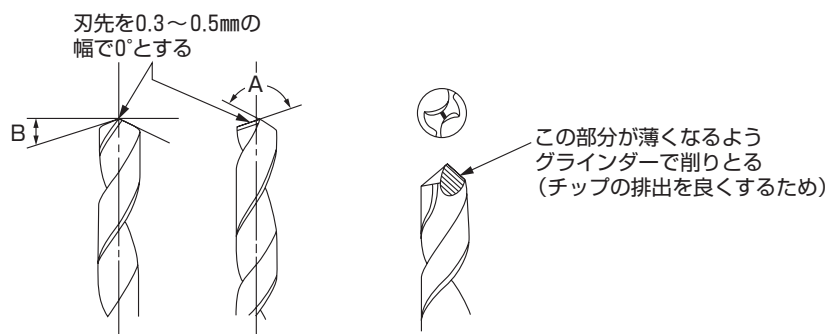
切削油はほかの加工と同様使用しなくても切削できるが、歪みを少なくし、仕上げ面を良くするために切削油を使うことを推奨する。

### 3.1.6 穴あけ

#### (1) ドリルの形状

図77のようにスパイラルリードを大きく、縦横のみがきをよく修正したものが、チップの排出が良いと判断する。

(図77) ドリルの形状



A : 切刃の角度 (刃先角) 115～120°

B : 切刃の逃げ角度 (二番角) 10～15°

径が大きい場合は、特に二番角を殺してドリルがくい込みすぎないようにする。

## (2) 切削条件

- (a) ドリルの送りは0.15～0.25mm/回転が良い。手送りの場合は、送り量が大きくなりすぎて穴がそれたり、発熱しないように十分に注意する。ドリルが突抜ける瞬間は特に細心の注意を払い、送り量は0.1mm/回転以下とする。
- (b) 回転数は、ドリル径が12mm以下の場合は600～900r.p.mとし、12mmをこえる径の場合には径に従って回転を落とす。
- (c) 被削物の固定はドリルがくい込み過ぎ振りまわされることがあるので、金属の場合よりも注意を払い、しっかりと固定しなければならない。
- (d) 切削油を十分使用し、チップの排出を手まめに行ない、発熱を最小限に抑えるようにする。

## (3) 旋削による穴あけ

穴の径が30mm以上の場合、中ぐりバイトによる穴あけがよい。

径が50mm程度の場合には、100～150r.p.m送りを0.3mm、切込みは3～4mmが適している。

その他のバイトの刃先の形状、旋削条件等は「3.1.3 旋削」(P.44)を参考にすると良い。

## 3.1.7 切断

切断には帯鋸が最も良い。これは刃の部分が長く熱の消散が早く、また経済的であるためである。

### (1) 帯鋸

歯数は4～6山/インチが適している。素材が薄い場合にはこれより山数の多いものが良い。

歯の形状は、やわらかい金属(黄鋼材など)用の鋸刃で十分であるが、プラスチック用の鋸刃も出ているのでこれらを使用すると良い。

刃のアサリがついている方が鋸刃の接触が少なく、発熱が少ないので良い。刃は常に鋭くしておく方が良い。

#### ● 切削条件

刃の速度は、50mm厚さのものを切断する場合は50～100m/min.とする。厚さによって多少変更し、厚いものほど低速にする。

送りは小さい方が良く、チップの流れを見て都度決める。

冷却油を十分に補給して、鋸刃の加熱を防ぐようにする。

### (2) 丸鋸

薄板の場合は丸鋸でも切断できるが、最大50mm程度までで、切断長さは200～300mm程度である。

歯数2～3山/インチ程度の粗い方がチップや素材の溶融を防ぐことができる。また材質は超硬チップ付のものもある。

周速は500m/min.前後が良く、送りの速さは切れ具合によって決める。丸鋸は、刃の温度が上がりやすく歪みや揺れも起き、素材との摩擦が大きくなるので、水冷却を十分に行うことが必要である。

## 3.1.8 ネジ切り

### (1) 機械加工

(a) 旋盤によるネジ切りは、金属の場合に比べて容易にしかも良好な仕上り面にすることができる。

(b) 切込み深さを0.2～0.3mm程度にし、回転数はバイトの操作できる範囲で行う。

### (2) ハンドタップ

最初の数山の崩れに注意して行えば、普通のハンドタップでネジ切りができる。チップの除去を時々行う必要がある。

### (3) ネジの形状

MCナイロンは他のプラスチックと同様に切欠効果が大きいため、強度的にみてウイトウォースネジのような丸みの大きいネジが良い。

### 3.1.9 研削仕上げ

普通の研削盤を使用し砥石の粒度の細かいものを選べば、金属と同様の仕上げを行うことができる。粒度90メッシュ、材質アルミナ系の研削砥石（砥石番号WA901）で試験したところ、良好な結果が得られた。

- 研削条件

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| 周速    | 約2000m/min.             |
| 切込み深さ | 砥粒 100メッシュ前後 0.01 mm    |
|       | 砥粒 50メッシュ前後 0.05～0.1 mm |

普通の研削盤は切削油の循環装置が完備しているので、素材の発熱はほとんどない。

### 3.1.10 ラッピング仕上げ

- (1) 相手が金属製の部品の場合には、すり合わせが必要な面でも、MCナイロンの性質上一般的には必要でない。
- (2) ラップ剤は、粒度の細かいもの（細目200～300メッシュ）を使用し、3～5分程度のすり合わせを行う。
- (3) 粒度の粗いものを使用すると、素材の面に深い傷が生じ汚れが入り込んで落ちにくくなるので、不適切である。
- (4) ラッピングする面は、機械仕上げの粗さをできる限り細かくし、製品の「ソリ」を生じさせないように注意する。このような点から、薄板および面積の大きなもののラッピングは困難である。

### 3.1.11 機械加工不良とその原因

| 穴あけ作業                       |  |
|-----------------------------|--|
| 問題点                         | 原因   |
| 先細り穴                        | 1. ドリルの研磨が不正確。<br>2. 逃げ角が不十分。<br>3. 送りが大きすぎる。  |
| 表面の焼け<br>溶融                 | 1. ドリルの形が適切でない。<br>2. ドリルの研磨が不正確。<br>3. 送りが小さすぎる。<br>4. ドリルが鈍い。<br>5. ウエブが厚すぎる。  |
| 表面が欠ける                      | 1. 送りが大きすぎる。<br>2. 逃げ角が大きすぎる。<br>3. すくい角が大きすぎる。(薄いウエブでも)   |
| びびり                         | 1. 逃げが大きすぎる。<br>2. 送りが小さすぎる。<br>3. ドリルの突出が大きすぎる。<br>4. すくい角が大きすぎる。   |
| 内面<br>送りあとや<br>螺旋あとが<br>できる | 1. 送りが大きすぎる。<br>2. ドリルが中心を外れている。<br>3. ドリルの中心がずれて研磨してある。   |
| 穴が大きくなりすぎる                  | 1. ドリルの中心が狂って研磨してある。<br>2. ウエブが厚すぎる。<br>3. 逃げが不十分。<br>4. 送り速度が大きすぎる。<br>5. 開先角度が大きすぎる。   |
| 穴が小さくなりすぎる                  | 1. ドリルが鈍い。<br>2. 逃げ角が大きすぎる。<br>3. 開先角度が小さすぎる。  |
| 穴の中心が<br>合わない               | 1. 送りが大きすぎる。<br>2. スピンドルの速度が遅すぎる。<br>3. ドリルが次の材料に深く入りすぎる。<br>4. 切断バイトが突端を残し、これがドリルの方向を誤らせる。<br>5. ウエブがあまりにも厚すぎる。<br>6. ドリルのはじめの速度があまりにも速すぎる。<br>7. ドリルが中心に据えられていない。<br>8. ドリルが正確に研磨されていない。 |

| 問題点                   | 原因  |
|-----------------------|---|
| 穴の出口に<br>ギザギザを<br>生ずる | 1. 切断バイトが鈍い。<br>2. ドリルが完全にその部品を通り抜けていない。              |
| ドリルがすぐ<br>になまる        | 1. 送りが小さすぎる。<br>2. スピンドルの速度が速すぎる。<br>3. 冷却剤による潤滑が不十分。 |

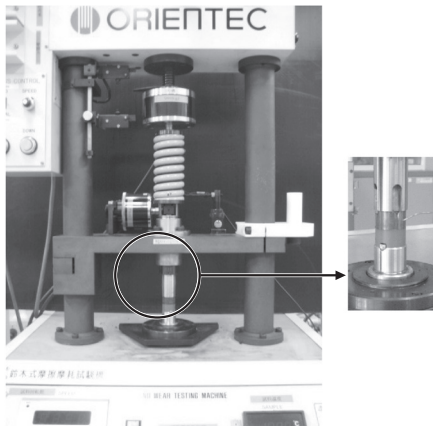
| 切削作業                  |   |
|-----------------------|---|
| 問題点                   | 原因  |
| 表面の溶融                 | 1. バイトがなまっている。<br>2. 横逃げ角が不十分。<br>3. 冷却剤の供給が不十分。  |
| 仕上げ粗悪                 | 1. 送りが大きすぎる。<br>2. バイトが正しい形に研磨されていない。<br>3. 刃先が磨かれていない。   |
| 螺旋状のす<br>じが出来る        | 1. 後退の間バイトが摩擦する。(昇る場合のカムと同じ落とし方をせよ)<br>2. バイトの先がギザギザ。   |
| 表面の凹凸                 | 1. 開先角度が大きすぎる。<br>2. バイトがスピンドルに対して垂直でない。<br>3. バイトの方向の誤り。(負のすくい角を使用せよ)<br>4. 送り速度が大きすぎる。<br>5. バイトが中心より上か下に据えてある。 |
| 切断点の突<br>端またはギ<br>ザギザ | 1. 開先角があまりにも不十分。<br>2. バイトが鈍い。<br>3. 送り速度が大きすぎる。  |
| 外径のギザ<br>ギザ           | 1. 切断の前に面とりしていない。<br>2. バイトが鈍い。   |

## 4

## 試験機

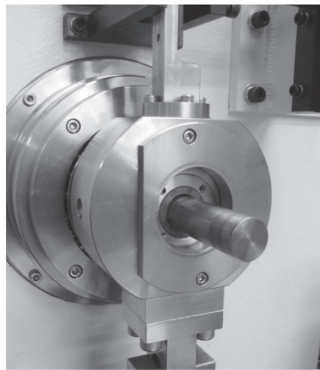
エンジニアリングプラスチックの実用化のためにはさまざまなデータが必要である。

当社では下の写真に示すような種々の試験機を用い、各種エンジニアリングプラスチックの基礎的物性のもとより、より実用に近い形状での性能試験を実施している。



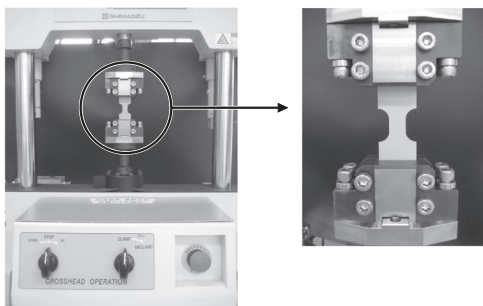
鈴木式摩擦摩耗試験機

円筒形状の試験片の端面を接触させ、摩擦係数や摩耗特性、PV値などを測定する試験機。恒温槽を使用することで低温～高温（-30～300℃）環境下で測定が可能。



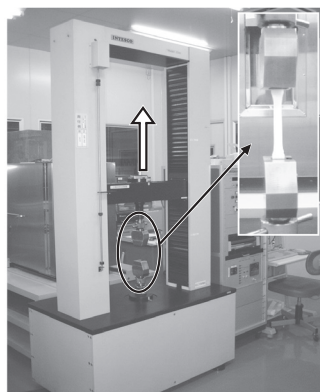
軸受試験機

摩擦係数や摩耗特性、PV値などを測定するためのラジアルタイプの試験機。



疲労試験機

材料の疲労特性（長期寿命特性）を評価するための試験機。恒温槽を使用することで低温～高温（-35～300℃）環境下で測定が可能。



精密万能材料試験機

材料の機械的強度を評価するための試験機。恒温槽を使用することで低温～高温（-30℃～250℃）環境下で測定が可能。