

参 考 資 料

- 1 . 機械系開発教材 「高効率・高精度化のための加工技術」(抜粋)
- 2 . 情報・通信系開発教材 「VB による Web ブラウザの作成」(抜粋)
- 3 . 管理・事務系開発教材 「キャッシュフロー計算書の作成」(抜粋)
- 4 . アイテム教材 (抜粋)

機械系開発教材

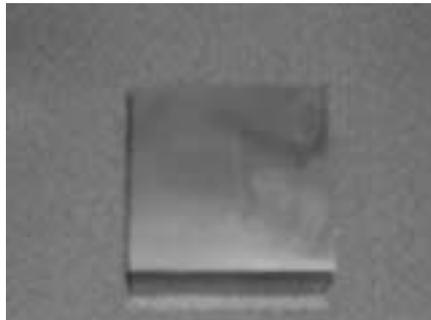
「高効率・高精度化のための加工技術」(抜粋)

能力開発セミナーカリキュラム(案)

プロジェクトメンバー：古城、金政、遠藤、亀山		-	
訓練分野	機械系	訓練コース名	高効率・高精度化のための加工技術 －マシニングセンタ編－
訓練対象者	「CAD」か「NC加工」のどちらかを少し理解している方。		
訓練目標	CAD/CAMシステムとマシニングセンタを活用し、製品に要求される加工能率・低コスト化・品質・要求精度などを加工に反映するために必要な知識と技能を習得する。		
教科の細目	内 容 (教 材)		
・技術動向	(1) <u>マシニング加工</u> (2) <u>CAD/CAM</u> (3) <u>工具</u>		
・加工理論	(1) <u>加工条件・カタログ</u> (2) <u>工具摩耗と工具寿命</u> (3) <u>構成刃先</u>		
・形状精度	(1) <u>寸法公差</u> (2) <u>表面粗さ</u> (3) <u>幾何公差</u>		
・マシニングセンタ概要	(1) <u>各種機能</u> (2) <u>プログラムの概要</u> (3) <u>NCエディター操作</u>		
・CAD/CAM 概要	(1) <u>中間フォーマットの概説</u> (2) <u>加工パスの種類</u> (3) <u>加工情報の作成</u>		
・加工技術	(1) <u>加工精度を出すための手法 (マシニングセンタ、CAD/CAM)</u> (2) 穴あけ <u>立形MC (リーマ) 作業工程</u> <u>(ポーリング) 作業工程</u> <u>(スパイラル) 作業工程 (Word)</u> <u>横形MC (リーマ、ポーリング、スパイラル) 作業工程</u> (3) 溝加工 <u>(エンドミル) 作業工程</u> <u>(Z浅切り込み) 作業工程</u> <u>(トロコイド) 作業工程</u> (4) 平面加工 <u>立形MC (正面フライス) 作業工程</u> <u>(エンドミル) 作業工程</u> <u>(fp) 作業工程</u> <u>横形MC (fp) 作業工程</u> (5) <u>三次元形状への適用。高速加工・一発かけあがり加工</u> (6) <u>品質・加工時間・使用工具の価格などの検証</u>		
・まとめ	(1) <u>事例報告、加工事例</u> (2) <u>意見交換</u>		
使用する機械器具等	<u>マシニングセンタ</u> 、 <u>表面粗さ・真円度測定器</u> ・ <u>工具顕微鏡</u> など測定器、 <u>CAD/CAM システム</u> 、 <u>技術資料</u>		

平面加工		
加工材料		加工部品形状・寸法
被削材の名称 材質 硬さ 加工前熱処理状態	テストピース S50C	
使用工具		
名称 切れ刃材種 刃数 型式(メーカー) 工具保持方法 価格(定価)	正面フライス 超硬P30(A30N) 4 ミルミルくん住友電工 コレットチャック チップ 500円/個	工具
切削条件		
切削速度(m/min) 回転数(min-1) 送り速度(mm/min) 切込み量(mm) 切削油剤(名称)	150 830 660 Z0.2 乾式	
使用機械		
名称 型式(メーカー) 機械出力(kw) NC装置(軸数) 主軸テーパ	立型マシニング センタ mv-40m(森精機) 5.5(連続) FANUC16M BT40	
加工時間 : 評価項目 : 表面粗さ 強靱超硬合金A30Nとして、広く使用されている。鋼の一般～重切削用。		

50×50×23



7° ロ-チ角 45度
軸方向すくい角+15度
半径方向すくい角-4度



O2(MIRUMIRU)

G92X0Y0Z50.0

G90G00X80.0

S830M03

G01Z-0.2F660

X-25.0

G00Z50.0

M05

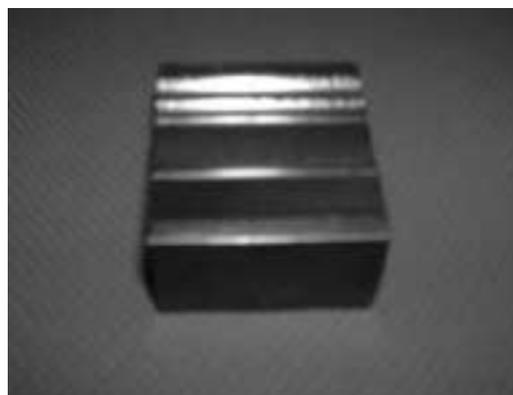
M30

表面粗さ（送り方向）：1.28 Ra, 7.42 Ry

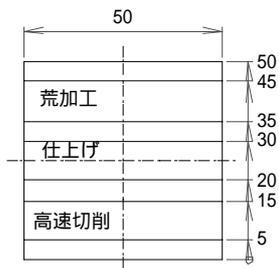
加工時間 16秒

平面加工		
加工材料		加工 部 品 形 状 ・ 寸 法
被削材の名称 材質 硬さ 加工前熱処理状態	テストピースt15 S50C	
使用工具		
名称 切れ刃材種 刃数 型式(メーカー) 工具保持方法 価格(定価)	ボールエンドミル S 8 超硬Cコート 2 日立ツールエポックボール コレットチャック 16,600円	工 具
切削条件	次項 一方向切削 ダウンカット	
使用機械		突き出し量は、必要最低限に！
名称 型式(メーカー) 機械出力(kw) NC装置(軸数) 主軸テーパ	立型マシニングセンタ mv-40m(森精機) 5.5連続 FANUC16M BT40	
加工時間 : 評価項目 : 表面粗さ(送り方向・ピックフィード・f pコンセプト) エポック 21 は、超高速・高送りにより高能率切削ができます。生材から焼入れ高硬度材・非鉄金属まで、幅の広い切削用途を持った万能タイプのエンドミルです。二十一世紀に向けた画期的な工具としてエポック 21 と名前が付いています。 1 超高速回転、高速送りにより高能率切削ができます。 2 工具寿命は従来の超硬エンドミルと比べて大幅に伸びます。 3 抜群の仕上げ面粗さと良好な仕上げ面精度が得られます。 4 一本の工具で生材から焼入れ材・非鉄金属まで幅広く切削できます。 5 切削音が静かで、信頼性の高い安定した切削ができます。		

50×50×23



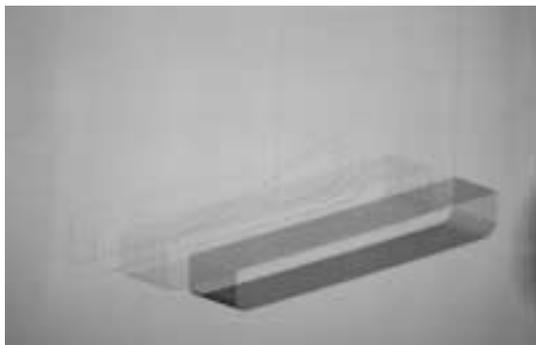
平面加工：ボールエンドミルS 8



荒加工 切削速度 (m/min) 75 ~ 120
 回転数 (min-1) 3900
 送り速度 (mm/min) 600 (0.077mm/刃)
 切込み量 (mm) Z方向2.1mm (0.3D)
 ピックフイード 5.6mm (0.7D)
 切削油剤 (名称) I7-7⁺ 0-

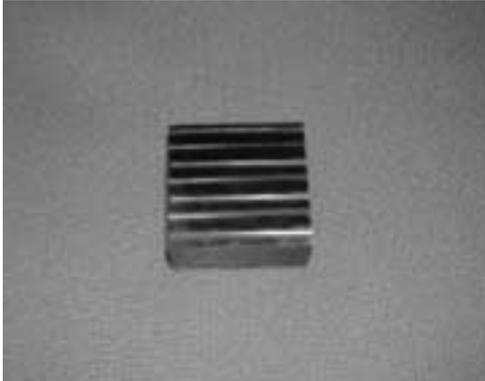
仕上げ 切削速度 (m/min) 100 ~ 150
 回転数 (min-1) 5000
 送り速度 (mm/min) 980 (0.098mm/刃)
 切込み量 (mm) Z方向0.8mm (0.1D)
 ピックフイード 0.8mm (0.1D)
 切削油剤 (名称) I7-7⁺ 0-

高速切削 切削速度 (m/min) 200 ~ 300
 回転数 (min-1) 8000 (推奨条件より小)
 送り速度 (mm/min) 3200 (0.23mm/刃)
 f p (0.4mm/rev)
 切込み量 (mm) Z方向0.16mm (0.02D)
 ピックフイード 0.4mm (0.05D)
 切削油剤 (名称) 水溶性クーラント

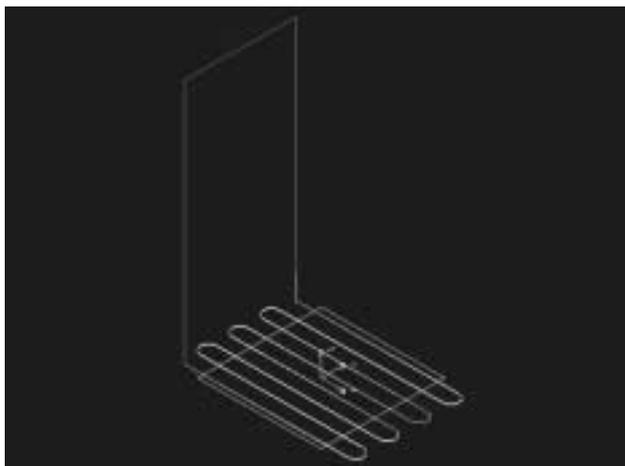


加工時間 切削送り 5分1秒, 総加工時間 6分2秒

	送り方向	ピック方向	45度方向
荒加工	1.7Ra : 9.70Ry		
仕上げ	0.51Ra : 2.86Ry	5.16Ra : 21.14Ry	
高速切削 f p	0.35Ra : 2.78Ry	0.54Ra : 3.06Ry	0.55Ra : 3.50Ry

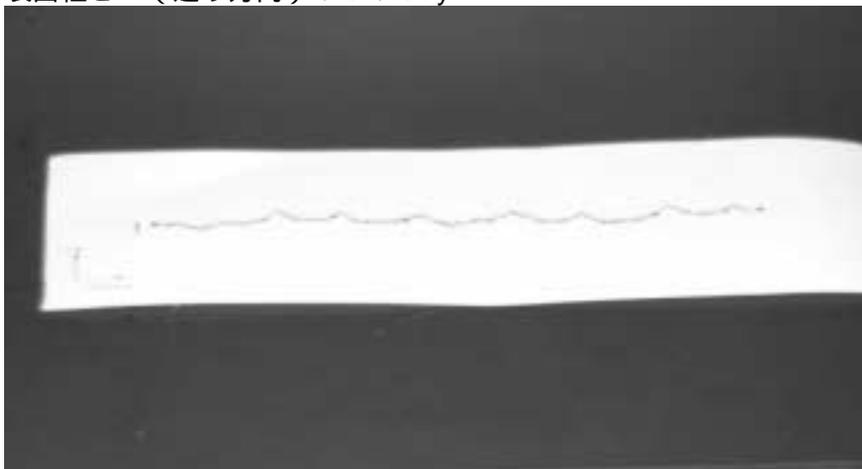
平面加工		
加工材料		加工 部 品 形 状 ・ 寸 法
被削材の名称 材質 硬さ 加工前熱処理状態	テストピース t15 S50C	
使用工具		
名称 切れ刃材種 刃数 型式(メーカー) 工具保持方法 価格(定価)	エンドミル 8 ファインセラミックス 2 日立ツールMax1 コレットチャック 14,900円	
50×50×23		
切削条件		工 具
切削速度(m/min) 回転数(min-1) 送り速度(mm/min) 切込み量(mm) 切削油剤(名称)	96 4000 400 Z0.5, W8 0% 乾式、I7-ブロー	
使用機械		
名称 型式(メーカー) 機械出力(kw) NC装置(軸数) 主軸テーパ	立型マシニングセンタ mv-40m(森精機) 5.5(連続) FANUC16M BT40	
		
<p>加工時間 : 評価項目 :表面粗さ</p> <p>エンドミル用に開発したファインセラミックス系新素材で、全く新しいタイプの強靱性サーメットです。これを用いたエンドミルの最大の特長は、切削作業で良質の仕上げ面が得られることで、研削作業の省略や磨き工程の短縮ができるなど、流れの改善・コスト低減に大きなメリットがあります。また、高速切削用としても適し、最新の高速機械の能力を十分に引き出します。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 美しい仕上げ面...1Ry 鏡面に近い美しい仕上げ面が得られます。 2 高速・高能率切削...最高 200m/min Vが 30 から 200と適用範囲が広い。 3 長い工具寿命...最適条件下で連続 5 時間以上の切削が可能。 4 高い加工精度...超精密加工用、温度上昇がなく、熱による寸法誤差が生じません。 5 難削材の切削...硬さ 50HRC 切削加工 		

%
 O0001(max1)
 T01
 M09
 G91G28G00Z0
 G49
 M05
 G91G30X0Y0
 M06
 G90G00G54X0Y0
 G43Z100.H01S4000M03
 G00X-33.Y22.6
 Z9.7
 G01Z-0.3F400
 X33.F400
 G02Y16.2I0.J-3.2
 G01X-33.
 G03Y9.8I0.J-3.2
 G01X33.
 G02Y3.4I0.J-3.2
 G01X-33.
 G03Y-3.10.J-3.2
 G01X33.
 G02Y-9.4I0.J-3.2
 G01X-33.
 G03Y-15.8I0.J-3.2
 G01X33.
 G02Y-22.2I0.J-3.2
 G01X-33.
 G00Z100.
 Y22.6
 Z9.5
 G01Z-0.5F400
 X33.F400
 G02Y16.2I0.J-3.2



加工時間 3分11秒

表面粗さ (送り方向) : 0.8 Ry

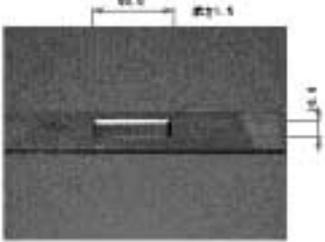


構成刃先は、どうでしょうか。観察してください。
 加工後、刃先を手で触れてみて温度を体感してみてください。
 刃先に注意!!

G01X-33.
G03Y9.8I0.J-3.2
G01X33.
G02Y3.4I0.J-3.2
G01X-33.
G03Y-3.10.J-3.2
G01X33.
G02Y-9.4I0.J-3.2
G01X-33.
G03Y-15.8I0.J-3.2
G01X33.
G02Y-22.2I0.J-3.2
G01X-33.
G00Z100.
T00
M09
G91G28G00Z0
G49
M05
G91G30X0Y0
M06
M30
%



2パレット仕様

三次元形状への適用：ポケット加工		
加工材料		荒ヤスリ 50×10 深さ 1.5ポケット 
被削材の名称 材質 硬さ 加工前熱処理状態	鉄工ヤスリ 工具鋼 64.3 HRC	
使用工具		
名称 切れ刃材種 刃数 型式（メーカー） 工具保持方法 価格（定価）	ボールエンドミル S 6 超硬Cコート 2枚 日立ツールポケットボール コレットチャック	加工部品形状・寸法 <ul style="list-style-type: none"> ヤスリの固定は、マシンバイス確実に固定すること。
切削条件		
切削速度(m/min) 回転数(min-1) 送り速度(mm/min) 切込み量(mm) ピッチフィード(mm) 切削油剤(名称)	8000 3800 3800 Z0.12(0.02D以下) 0.3(0.05D) 水溶性クーラント	工具 
使用機械		
名称 型式（メーカー） 機械出力(kw) NC装置(軸数) 主軸テーパ	立型マシニングセンタ mv-40m(森精機) 5.5(連続) FANUC16M BT40	
加工時間 : 評価項目 : 表面粗さ 高硬度材へのトライアル加工、汎用的なMCでの効果的な活用と加工技術の確立。		
使用上の注意 1 切削方法はダウンカットです。高速切削は水溶性切削油を、乾式の場合はエアブローを推奨します。 2 安定した切削を行うため、剛性の高い機械（主軸BT50を推奨）で使用します。		

表面粗さ（ピック方向）：1.02 Ra, 6.20 Ry

加工時間 早送り5分42秒, 切削送り7分50秒, 総加工時間13分32秒