

サブサイズシャルピー衝撃試験片加工の自動化

Automation of Machining for Charpy Subsize Impact Specimen

住友金属工業(株)鹿島製鉄所

西野和美*・谷 博・渡辺幹夫
田中光至・村井 悟

1. 緒 言

従来よりシャルピー衝撃試験片の加工は、加工工程が多岐にわたる事、加工精度が厳しい事からマニュアル加工が大勢を占め、近年になり、自動化設備の導入が活発に行われ始めた。中でも、サブサイズシャルピー試験片は試験片寸法が小さいため切削抵抗に負けない加工治具の開発が必要であり、又、発生数量が少ない事から自動化対象から除外される傾向が強く、近年のシャルピー試験片加工の自動化はフルサイズシャルピーを主目的としているのが一般的である。^{1) 2)}

住友金属工業(株)鹿島製鉄所では、マシニングセンター、NCフライス、ロボットを組み合わせたサブサイズシャルピー試験片専用の自動加工設備を開発したのでその概要を報告する

2. 鹿島製鉄所における従来のシャルピー試験片加工方法

2-1 フルサイズシャルピー試験片の加工方法

シャルピー試験片加工機(トランスファーマシン)の加工工程をFig-1に示す。ガス切断の状態の素材を55mm巾加工した中間素材をトランスファーマシンにて完成させる。フルサイズシャルピー試験片加工トランスファーマシンは、27ステーション(71ステーションを含む)とローディング装置より構成され、自動運転がなされている。

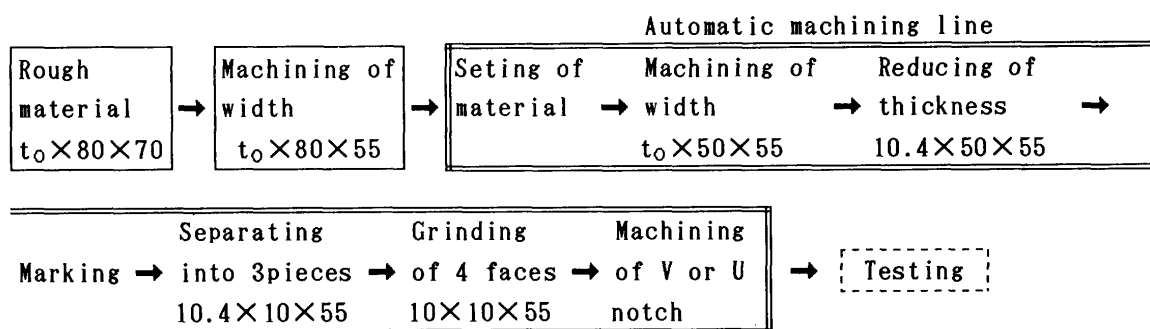


Fig-1 Machining process of Charpy fullsize impact specimen

2-2 サブサイズシャルピー試験片の加工方法

マニュアル加工の概要を Fig-2 に示す。

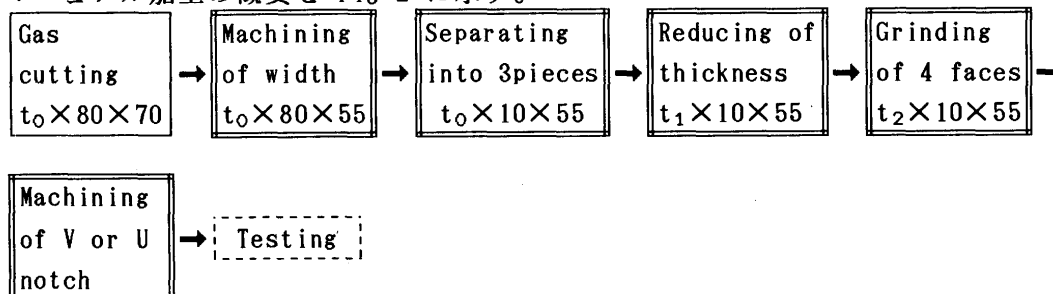


Fig-2 Machining process of Charpy subsize impact specimen

2-3 マニュアル加工の問題点

- ① 搬送から加工までの全工程にわたり作業員が介在する。
- ② 試験リードタイムが遅延する。
- ③ 生産性が悪く、熟練を要する。
- ④ 多種多様な機械を用いなければならない。(広い面積が必要である)

2-4 自動化対象試験片形状

自動化対象試験片は下記の4種類で、その形状をFig-3に示す。

- ① $10.0(t_2) \times 10 \times 55$ V, Uノッチ
- ② $7.5(t_2) \times 10 \times 55$ V, Uノッチ
- ③ $6.67(t_2) \times 10 \times 55$ V, Uノッチ
- ④ $5.0(t_2) \times 10 \times 55$ V, Uノッチ

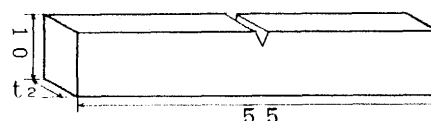


Fig-3 Charpy impact test specimen

3. サブサイズシャルピー衝撃試験片自動加工機の概要

3-1 設備レイアウト

設備レイアウトをFig-4に示す。

- ① マシニングセンター
Machining center
- ② 横型NCフライス
N.C Plain milling machine
- ③ ハンドリングロボット
Handling robot
- ④ 生産管理用パソコン、プリンター
Personal computer and printer
- ⑤ 供給・排出コンベアー
Stock conveyer and
strage conveyer of test specimen

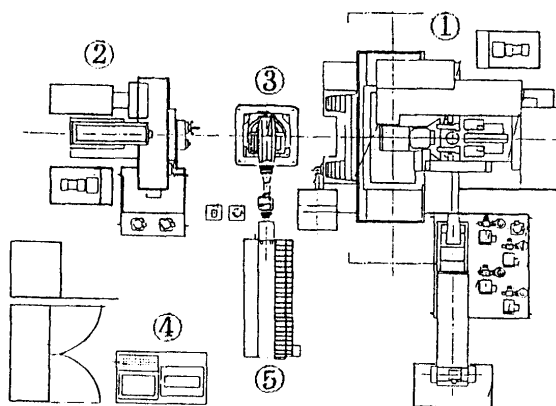


Fig-4 Layout of the plant for
Charpy subsize impact specimen

3-2 工具仕様

マシニングセンター、横型NCフライスに取り付けられている工具についてTable-1に示す。

Table-1 Tool lay out

Tool	Use
Rough machining cutter	$\phi 42$ End mill. Roughing cut of material(Heavy cutting).
Finish machining cutter -1	$\phi 40$ Face mill. Finishing cut of test specimen.
Corner rounding cutter	Duble corner rounding cutter. corner rounding of test specimen.
Carving cutter	$\phi 1$ End mill. Carving of Number for identification.
Finish machining cutter -2	$\phi 20$ End mill. Finishing cut of scrap material.
Separating cutter	Cemented carbide. Separating into 3piece of material.
V or U notch cutter	Machining of V or U notch.
Touch sensor	Measuring dimension of rough material.

3-3 加工工程

ガス切断状態から直接、投入が可能である。又、生産管理パソコンへ試験番号、形状を入力することによりデーターの管理、保管をしている。ワークストックコンベアーには16個の素材がストックされ、約8時間の無人運転が可能である。

各工程での加工プロセスをFig-5に示す。

第1工程 縦型マシニングセンター

- 素材寸法の計測 (タッチセンサー)
- 不良素材は排出する

- スクラップ部のブロック加工
- スクラップ部の面取り加工

第2工程 縦型マシニングセンター

- 試験片厚みの減厚から仕上げ加工
- スクラップ部の仕上げ加工
- 試験片部の面取り加工
- 代符マークの彫刻マーキング

第3工程 横型NCフライス盤

- 試験片の3分割

第4工程 縦型マシニングセンター

- 試験片の巾切削
- 試験片の面取り加工

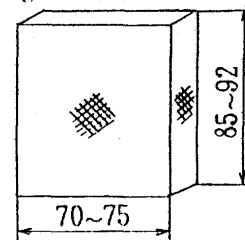
第5工程 横型NCフライス盤

- 試験片及びスクラップ (ダミー材) の同時、ノッチ溝切り加工

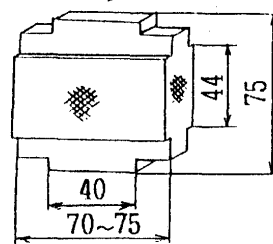
完了品排出

- 生産管理用パソコンに加工完了日時が取り込まれ試験番号と共に一覧表が作成される。

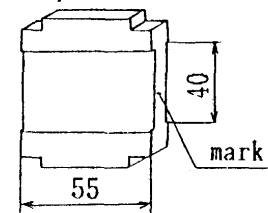
Rough material



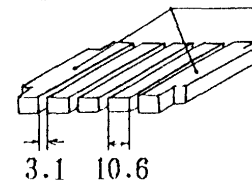
1st process



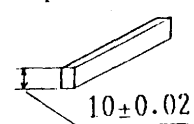
2nd process



3rd process scrap



4th process



5th process notch

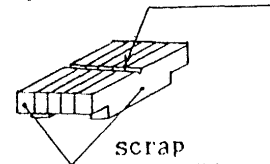


Fig-5 Machining process

4. 設備の構成

4-1 マシニングセンターの構成

マシニングセンター治具構成の特徴として、ビルド式多連NC割出台を用いている点である。この割出台は1°毎の反転が可能であり、試験片の直角精度についての保証は充分である。Photo-1に第1工程で素材をクランプしている様子を表している。

4-2 横型NCフライス盤の構成

横型NCフライス盤の治具構成をPhoto-2に表している。その特徴として、試験片の3分割、V、Uノッチ溝切り加工を一括して行っている点である。

4-3 ロボットシステムの構成

生産管理パソコン及び、システム制御よりの情報を元に加工パターン毎の動作を教示させ、加工原点の位置決めをロボットシステムで行っている。S-700型ロボットは、多関節6軸制御でACサーボモーターにて駆動している。Fig-6にS-700型ロボットの略図を表している。

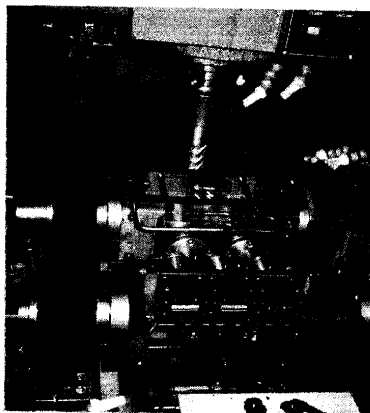


Photo-1 Jig of 1st process

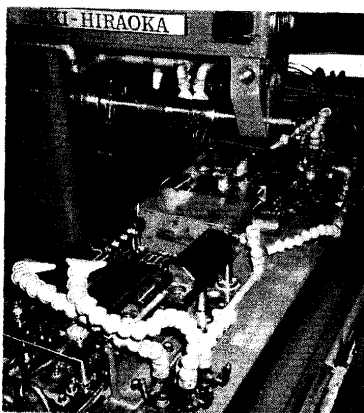


Photo-2 Jig of 3rd, 5th process

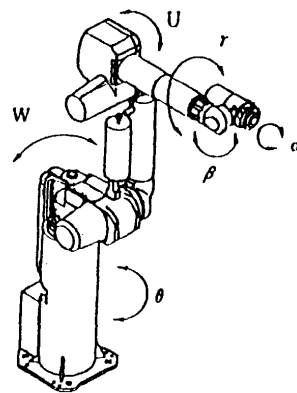


Fig-6 Articulated Robot

5. 加工時間及び加工精度

5-1 加工時間

1 サイクルに30分の加工時間を要する。工具の取り替えに約2時間要するが、その後の22時間は無人運転が可能である。

5-2 加工精度

- (1) 加工精度で最も重要な点はノッチ部形状であろう。今回の自動加工装置はノッチ形状の乱れやすい入側と出側の両端にスクラップを置き、試験材を挟んだ状態でノッチ加工をするため試験材ノッチ部形状は常に良好な精度を得ることができる。

Photo-3 に入側(1)と試験片部(2)の比較を表している。

- (2) 次に試験片の面粗度について測定した。この装置での試験片の仕上げ加工はフェースミルで行っているため、面粗度への悪影響が心配されたが測定結果はFig-7 に表しているように $2.75 \mu\text{m}$ と、良好な結果が得られた。

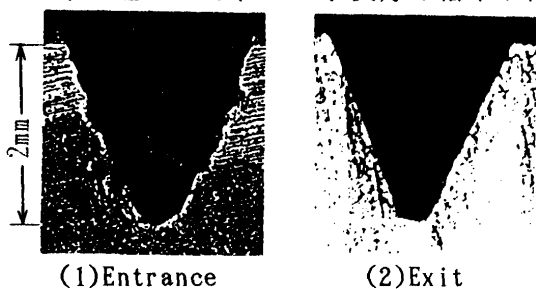


Photo-3 Figure of notch

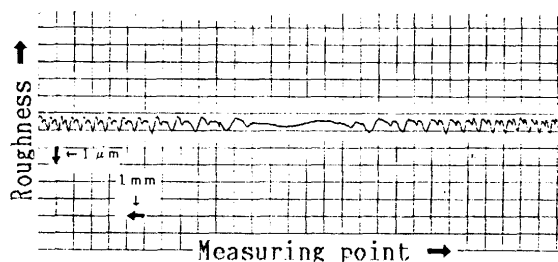


Fig-7 Surface roughness of specimen

6. 結 言

汎用の縦型マシニングセンター及び、横型NCフライス並びに、ロボットを組み合わせるサブサイズシャルピー試験片の専用加工セルを開発し、加工精度・加工能力共に満足する結果が得られた。今後は素材供給の自動化を行い連続化する事により、一層の機械試験リードタイム短縮及び、効率化を目指して行きたい。

《参考文献》

- 1). 白石 利明 ら : 川崎製鉄技報, 16 (1984) 1, P60
- 2). 斉藤 久雄 ら : 鉄と鋼, 76 (1990), P102