

課題情報シート

テーマ名 :	5軸加工機によるチェスの設計・製作				
担当指導員名 :	黒木 猛	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	九州職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	3	時間 :	16 単位 (288h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

本課題は、2 年次までに学習習得した知識、技術、技能をより確実なものにし、さらに深化させるために設定しました。NC 工作機械を使いこなすためには、機械操作だけでなく加工前の段取り作業、NC データの作成技術、製品のモデリング技術等が重要となります。今回は、より複雑な 5 軸加工機を用いて、CAD/CAM から加工までの全工程を学習しました。

【訓練（指導）のポイント】

はじめに、3次元 CAD (Solid Works®)によるモデルの作成、CAM ソフト (Hyper Mill®)による NC データの作成に時間を取りました。5 軸加工機は初めて操作する機械であったため、段取り作業、基本操作が確実になるようにしました。本加工前には、試し加工を行いデータの確認、修正を何度も行いました。全ての部分で学生には負荷がかかるため、製作する製品には少し遊び心をもたせチェスの駒を選択しました。未知の分野に少しの遊び心という組み合わせで、学生に興味を持たせて必要な技術を習得させることが出来ました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校
住所 : 〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1
電話番号 : 093-963-0125 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/fukuoka/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

5 軸加工機によるチェスの設計・製作

九州職業能力開発大学校 生産技術科

1. はじめに

これまでに授業で学んできた設計、マシニングセンタなどの機械操作の知識・技術をこの総合制作を通してより一層深めていくことを目的として、本校に新しく導入された hyper MILL と 5 軸加工機を使用してチェスの駒を製作した。

2. 5 軸加工機とは

今回使用した 5 軸加工機は、従来の 3 軸加工機 (X,Y,Z 軸) のテーブル上に 2 軸 (A,B 軸) を追加したものである。

5 軸加工機は、曲面形状とアンダーカット (3 軸では加工の不可能な部分) を伴うインペラ (発電機等に使用される羽根車) に代表されるような複雑形状の部品の加工に使用される。

今回使用した 5 軸加工機ではボールエンドミルを使用する際、先端点制御が使われている。NC プログラムの指令点が、A 軸と B 軸の回転に追従するように制御されるため、ボールエンドミルを使用する場合は常に 1 点で接触する。

今回使用した 5 軸加工機を写真 1 に示す。



写真 1 5 軸加工機 (FANUC ROBODRILL)

3. 5 軸加工の特徴

3-1. 5 軸加工のメリット

主なメリットとして次の 3 つが挙げられる。

- ・突き出し量の少ない工具で加工できる。
- ・一度のチャッキングで 5 面の加工が可能。
- ・切削条件の悪い工具先端での切削を避けることができる。

3 軸加工機では切削自体は可能だが、工具の突き出し量が大きくなってしまふ。3 軸加工による工具の突き出し量を写真 2 に示す。



写真2 工具の突き出し量 (3軸加工)

5軸加工機では、ワークを傾けることが可能なため、工具の突き出し量が3軸のものよりも小さくて済む。このため工具の剛性も上がり、精度も増す。5軸加工による工具の突き出し量を写真3に示す。

3-2. 問題点

- ・5軸加工機ではワークも動くため、加工範囲の問題や機械構造物との干渉などが出てくる。
- ・テーブルに付加した2軸の旋回中心位置から離れるほど加工精度が下がる。



写真3 工具の突き出し量 (5軸加工)

4. 加工

4-1. 工具

φ6 ボールエンドミルを荒加工に使用し、φ2、φ1のボールエンドミルを仕上げ加工、および、細部の加工に使用した。使用した工具を写真4に示す。



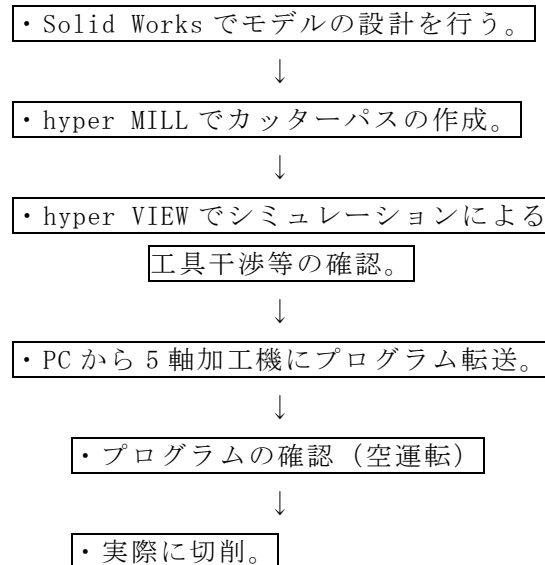
写真4 使用した工具

4-2. 切削条件

- ・荒加工
 - φ6 ボールエンドミル
 - 切削速度 36m/min
 - 回転数 2000min⁻¹
- ・仕上げ加工
 - φ2 ボールエンドミル
 - 切削速度 40m/min
 - 回転数 4000min⁻¹
 - φ1 ボールエンドミル
 - 切削速度 24m/min
 - 回転数 8000min⁻¹

4-3. 加工までの流れ

チェス駒のモデリングから実際の加工までの流れを以下に示す。



ナイトの加工に使用したカッターパスの例を以下に示す。

- ・等高線荒加工

荒加工

- ・5X 等高線仕上げ加工
 - ・3D 走査線仕上げ加工
 - ・5X 削り残し部加工
- } 仕上げ加工

考えておかなければ、切削の際にアンダーカット部ができてしまう。

- ・非常に径の小さい工具を使用したせいもあり、工具を何回も折ってしまった。切削条件やプログラムの変更を繰り返して、切削可能なものにした。

- ・当校に新しく導入された機械で、参考になるような加工例が少なかったため試行錯誤を繰り返してプログラムの作成に取り組んだ。

5. 結果

チェスの駒を製作することができた。

また、5軸加工と3軸加工の違いや、5軸加機の操作方法やメリットも知ることができた。

荒加工の状態を写真5、完成品を写真6に示す。



写真5 荒加工



写真6 完成品

6. おわりに

総合制作実習を通してチェスの駒を製作することができた。また、5軸加工と3軸加工の違いや、5軸加工の操作方法やメリットも知ることができた。

モデルの設計やプログラムの作成することの難しさを学ぶことができた。

今回の製作にあたり指導してくださった生産技術科の先生方に感謝申し上げます。

苦勞した点

- ・モデルの設計の段階で細部のことを

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：11月 20日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		3Dプリンタ及び5軸加工機による課題製作	
担当教員		担当学生	
○ 生産技術科 黒木 猛			
生産技術科 西原邦男			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>3Dプリンタ及び5軸加工機による課題製作をとおして、3次元CADによるモデリングとCAD/CAM技術を習得します。モデリングしたものを3Dプリンタおよび5軸加工機で実際に加工することで、各々の機器の操作、加工時に必要な機器のセッティング、切削加工技術について習得します。また、実習をとおして製作に必要なコストを意識し、スケジュール管理、コミュニケーションの重要性を学びます。</p> <p>実習テーマの完成時には、報告書作成、成果発表をすることでプレゼンテーション能力の向上を目指します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>製造業ではコストダウンおよび短納期が一層厳しく求められています。実習テーマの3Dプリンタは、製造業を中心に幅広い分野で普及しており、その用途については様々です。製品を作る前に部品などを試作することで、機能の検証などに使われています。また、機械加工分野においては、高速・高精度・複雑加工へのニーズが高まっており、これまで3軸加工機での対応が可能だったのでも、更なる加工効率の改善を求めて多軸加工、5軸加工への移行が進んでいます。本テーマに取り組むことで、各々の機器の概要や活用分野について理解を深めます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>チェスの駒（6種類）を題材として、3次元CADソフトでモデリングをおこない、3Dプリンタと5軸加工機で製作します。</p> <p>① 3次元CADソフト（SolidWorks®）で6種類のチェス駒をモデリングします。</p> <p>② 作成したモデルを3Dプリンタ（Dimension 3D Printer®）で成形します。</p> <p>③ CAD/CAMソフト（HyperMill）で5軸加工機（ROBODRILL®）用のNCデータを作成して切削加工をおこないます。</p> <p>課題の成果物として、HyperMill®の手順書、発表資料、報告書などを作成します。</p>			
No	取組目標		
①	製作する部品の3Dモデルを作成します。		
②	3Dプリンタの概要、活用事例について学習します。		
③	3Dプリンタの操作方法を習得し、モデリングした部品を試作します。		
④	5軸加工技術について情報収集します。		
⑤	5軸加工機（ロボドリル：テーブルに付加2軸）の操作方法を習得します。		
⑥	CAD/CAMシステムの操作方法と各種工具経路の作成方法について習得します。		
⑦	作成したNCデータを利用して5軸加工機で加工します。		
⑧	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑨	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑩	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		