

NC 同時 5 軸制御への挑戦

NC 専攻班 前田悠登 酒井翼 村山雄亮

1. テーマの設定理由

NC ルーターの、5 軸制御機能を最大限に活用し、去年の先輩たちの作品である椅子の構造やデザインを上回る、椅子「ロッキングチェア」の製作をしたい。

2. 活動内容

月	活 動 内 容
1 月	活動計画
2~4 月	Auto CAD と NC の操作を覚える
5~9 月	CAD でロッキングチェア的设计
10 月	CAD の设计データを AlphaCAM に変換
11 月	試作品製作
12 月	販売会の準備 改良版ロッキングチェア的设计
1 月	改良版の完成 卒業論文と発表会の準備

3. 昨年度の NC 専攻班活動内容

昨年度の先輩は、成果として、これまで使用したことのない NC 同時 5 軸制御の機能を使い、右写真の木製椅子を制作した。その中で、写真左下のような治具を使用することで、ほぞ穴の加工時に NC 本体が治具に接触しないように工夫し、NC のみで椅子の部品全てが作れるようになった。

去年の課題・反省点として、NC プログラムの Z 値指定を間違えたため NC の刃が治具と接触し、NC 刃物と治具の両方を破損した。数値の入力には、細心の注意を払う必要がある

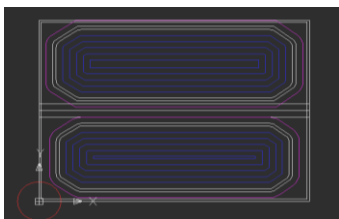


4. 今年度の活動内容

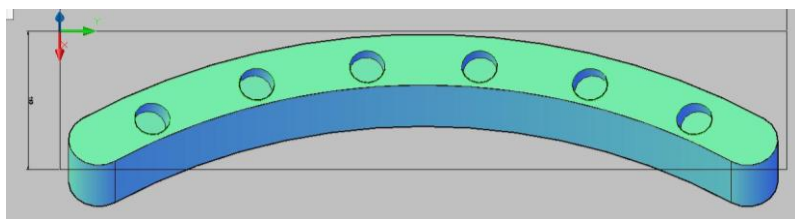
① Auto CAD を利用した 3D-CAD 設計

CAD = 「Computer Assisted Design」 = 「コンピュータによる設計支援」

AutoCAD には様々な種類があり、授業では主に 2D 製図の技術を学ぶ。



<2次元 CAD 画面>



<3次元 CAD 画面>

私たちが課題研究で使った AutoCAD は、バージョンが 2010 で、3D 製図機能がある。本校の CAM(AlphaCAM)は、AutoCAD や SolidWorks などの、3D-CAD データの互換性があり、授業で学んだ CAD 技術を設計に役立てられることが分かった。しかし、3D-CAD 操作は、使用したことが無いため、基礎から学ぶことになった。

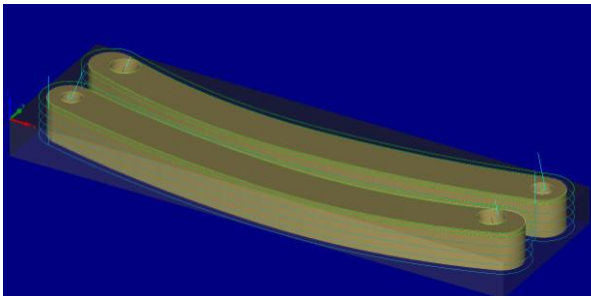
CAD で 3D 切削線〈刃物中心が通る線〉を描くことで、5 軸制御切削を簡単に行うことができる。

②Alpha CAM による NC プログラム作成 (CAD (DWG) データ → NC プログラム 変換)

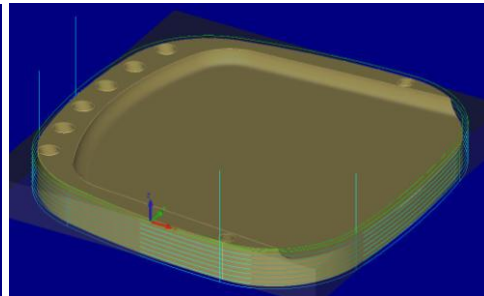
CAD で作図した 3D-CAD データを AlphaCAM で読み込み、NC 切削するための、刃物の指定、刃物の動くスピードの指定、1 つの切削部分を何度に分けて削るかなどを指定し、NC プログラムに変換した。

CAM 作成部品…脚部 (左右)、座面、手すり (左右)、背もたれ 合計 6 点

工夫したところは、材料の歩留まり (材料体積に対しての部品活用割合) と、切削の効率を上げるため、左右の部品をまとめて加工できるように設計した。



＜CAM 画面例 (手すり左右)＞



＜CAM 画面例 (座面)＞

③ロッキングチェアの NC 切削 (1 号の切削)

CAD/CAM で設計した、座面、背もたれ、手すり、脚部を NC で切削した。

【作業上の問題点】

- ・ AlphaCAM の変換プログラムにバグがあった。 → CAM 製造元(富山)で 2 度改良
- ・ 座面の表と裏の穴の位置に違いが生じた。 → NC 刃物原点の見直しと修正
- ・ 材料の寸法を間違えて脚の曲線部分が歪になった。 → 材料の大きさを再確認
- ・ 作成部品に応じた治具(切削木材を固定する台)が必要。 → 必要なものは作成した



＜座面の輪郭切削＞



＜足の斜めほぞ穴切削＞

【作業結果】

- ・ NC 製作品は、どの部品も設計どおり切削でき、材料の組み合わせ精度は高い。
- ・ ロッキングチェアが、少し前荷重で揺れもすこし控えめとなった。
- ・ 手すりと背もたれの棒を組み合わせたら、手すりの材料にヒビが入った。
- ・ 作図の段階では、座面にへこみを作る設計だったが、表面の仕上がりが悪く断念した。



＜AlphaCAM バグによる切削ミス＞



＜試作品(1号)の完成＞

1号完成が12月となり残り時間が少ないが完成度を上げるため改良版の製作に着手した。

④実習生産物販売会への参加

12月8日の実習生産物販売会では、今年も表札を販売した。



＜実習生産物販売会の販売風景＞



＜表札の作成＞

売上内訳 L…3個=12,000円・M…2個=7,000円・合計19,000円

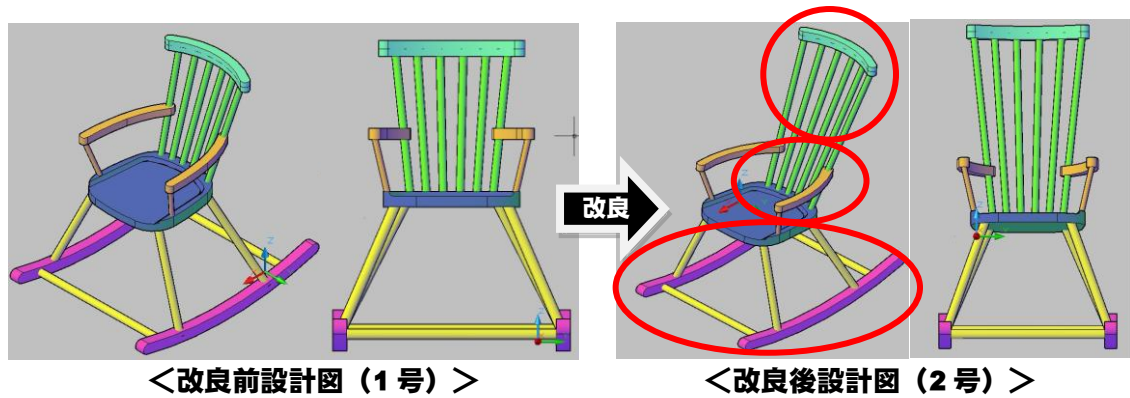
⑤ロッキングチェア改良版製作

これまでのCADとCAMの経験を生かし、1号の設計時間が半年かかったのに対して、改良版の設計は1日程度で終えた。1号の椅子で使用した材料は、学校にある材料で製作したが、改良版は質感を上げ強度を上げるため、ブナ材で統一することにした。材料は、八幡町の加藤木工(株)に発注し、丸棒は、丸八ホームセンターに発注した。

材料が揃ったのは1月中旬となり、研究のまとめと平行して改良版の製作を行った。

【改良版製作の問題点】

注文した丸棒は、φ32、φ24、φ18の3種を購入したが、φ32が33、φ24が24.5と指定寸法よりも太く、材料の破損や、丸棒の太さ調整などに苦労した。



5. 研究成果

- ① NCの5軸制御の活用が可能になり、材の接合部が斜めにできるようになり、デザインの幅が広がった。
- ② AutoCADによる3D設計ができるようになり、高度な設計が可能になった。
- ③ 既製品（丸棒等）を使用することで部品数を減らしNC切削効率上がる。
- ④ 設計どおりの材料が製作でき意図したロッキングチェアができた。
- ⑤ 今年の研究成果によってAutoCADによる3D設計とNCによる5軸切削を高度に連携させたNCの物づくりが可能になった。

材料費	ブナ材 3,161 円	+	丸棒 4,712 円	=	7,873 円
-----	-------------	---	------------	---	---------

6. 考察

- ① AutoCADの3D作図機能に熟練することで設計効率が上がる。
- ② 斜めほぞ穴加工の作図が正確なら、NC切削も正確に削ることができる。
- ③ CAM変換では、刃物高さ設定を間違えるとNCを破壊してしまう。
- ④ 木材強度には違いがあり、割れてしまうこともあるため材の選択も重要である。
- ⑤ CADの作図時にもNCの性能も考えて作図しないと、NC切削時にエラーがでたりNCを壊したりすることがあるので、NCの性能を理解しなければならない。
- ⑥ CAMで材料のサイズを指定する際に、ぴったりでは材が足りなかったり、購入材料の寸法が違くと組み立てられなかったりと、材料の準備には注意が必要である。

7. 今後の課題

- ① NC加工は材料の利用率（歩留まり）が悪い。（35%が木屑になる）
- ② 既製品の材料代（特に丸棒）は高価（材料のうち60%が丸棒の代金）
- ③ NCのバグ・トラブル対応が大変
- ④ 木工制作は加工にまとまった時間が必要
- ⑤ 木材等の材料の準備は早め行う必要がある
- ⑥ 強度試験を行ってほしい