

第2回 沼津高専技術職員 学内発表会 予稿集

日 時：

平成25年2月25日（月） 14:00～15:30

会 場：

沼津高専 共通棟2F 選択制教室1

プログラム：

- 14:00 開会挨拶
石和嘉衛 技術長
- 14:10～14:25 「三次元樹脂成型機の材料保管方法と強アルカリ溶剤管理について」
桶田真司 機械系班
- 14:30～14:45 「マシニングセンタを用いたサイクロイド歯車の加工」
内野 拓 実習工場班
- 14:50～15:02 「旋盤部品の経年変化とその状況」
船本和重 実習工場班
- 15:07～15:19 「技術職員の企業体験（自動車部品用金型部品の制作）」
中川秀則 実習工場班

（各発表15分および12分・質疑応答5分）

- 15:20 閉会挨拶
西田友久 技術室長

三次元樹脂造型機の方法保管方法と強アルカリ溶剤管理について

桶田 真司

沼津工業高等専門学校 技術室 機械系班

概要

沼津工業高等専門学校では平成22年10月に富士山麓医用機器開発エンジニア養成プログラムでの利用を目的として三次元 ABS 樹脂造型機を導入致しました。この度は、この樹脂造型機の簡単な説明と、湿気に弱い材料の保管方法の紹介、ABS 樹脂材料の剥離に利用するアルカリ溶剤（水酸化ナトリウム）の管理を紹介します。

1 ABS 樹脂造型機

本校で導入している Strasys 社製 Dimension Elite（図1）は、剛性や耐久性など優れた特性を持つ ABS 樹脂と、造形物を保持固定するサポート材（共に 920cc の線材料）の先端を上部の造形ヘッドにて熱して溶かし、X 軸・Y 軸方向の動作制御と造形テーブルの Z 軸昇降（0.254mm もしくは 0.178mm の積層ピッチ）でモデルの積層造形を行います（図2）。造形は付属ソフトウェア Catalyst EX に3次元 CAD で作成したデータ（STL フォーマット形式）を読み込ませて利用します。サポート材を除去した後の ABS モデル材はヤスリがけやネジ切り等の追加工が可能であり、強度も十分に備わっているため試作部品として既存の機械に組み付けることも可能ですが、強度については積層方向に脆いので造形方向に注意が必要です。

2 材料の湿気による影響

ABS 樹脂材料・サポート材料共に吸湿するとさまざまな不具合が発生するため、メーカー側は72時間以上本体から取り出した状態で放置しないことを推奨しています。材料が吸湿すると、線材料切断時に糸を引くような状態になります（図3）。本機は造型一層毎にヘッド先端部をクリーニングする動作を行いますが、糸引き状態がひどくなるとクリーニングポジションの方向に糸引きが発生し、造形物の特定箇所凸凹が発生するので正しい形状が作成されない場合があります。また、吸湿した ABS 線材料はカートリッジ交換時に自動でヘッド先端部へうまく入っていかない不具合が頻繁に発生します。これは吸湿した古い材料は新品の物に比べて柔らかく、線材をヘッド内部へ誘導する為の歯付ブリー一部分で材料が潰れてしまいヘッドの内部で目詰まりが発生するため起こります。よって、古い材料の利用時はメンテナンスモードで造型ヘッドを開けた状態にし、手作業で線材をヘッド内部に導くなどの面倒が発生します。



図1 Dimension Elite 本体

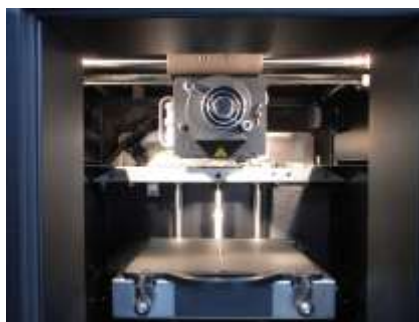


図2 造形ヘッドと造形テーブル



図3 吸湿した ABS 樹脂材料

3 材料の保管方法

Dimension Elite の運用上で抱えている主な問題点は、材料の吸湿対策となります。以前は封を開けた材料カートリッジは湿気取り剤を入れた衣装ケースに入れて保管をしましたが、湿気の多い夏の保管が課題でした。そのため現在は、バルブ付衣類圧縮袋で材料カートリッジを密閉して保管しております（図4）。

衣類圧縮袋で密閉された材料カートリッジは、カートリッジ内に残った水蒸気のみが材料に吸湿され、一週間後は湿度30%程での保管状態になりました。また、シリカゲルよりも吸湿効果の高い合成ゼオライト板を同梱し衣類圧縮袋で密閉したカートリッジは、密閉後2日で湿度12%程度の安定保管状態に維持する事が可能となりました。よって、衣類圧縮袋で梱包した材料カートリッジの保管は外部からの湿気混入阻止に有効であり、合成ゼオライト板を同梱することで梱包内に残留した水蒸気の影響も抑えることができるのではないかと考えております。

4 アルカリ溶剤（水酸化ナトリウム）の管理

Dimension Elite での造型作業で一番苦勞するのが ABS 樹脂造形物とサポート材の剥離作業です。ABS 樹脂が強度に優れているとはいえ剥離作業中に破損する場合があります、特に造形物内側の除去作業は困難を極めますが、本校では超音波洗浄機（図5）によりサポート材の除去を行うことが可能なため、細長い空洞や複雑な形状など手作業では外しにくい部分のサポート材もきれいに除去することができます。しかしながら、超音波洗浄機で用いるアルカリ洗浄剤は「強アルカリ水溶液」であるため、劇物扱いとなり、水溶液を作るための薬剤の管理・水溶液の取り扱い・廃液の処理について安全管理はもちろん法的制約が発生します。

洗浄剤（ソリュブル粉末）（図6）は購入時に必ず劇物譲受書を返送いたします。その後、赤文字で「医薬用外劇物」とラベルの付いた鍵付き棚で保管します。この保管庫は転倒防止措置を施しており、薬剤は管理台帳によって管理され、年1回の校内監査が行われます。アルカリ洗浄液作成の際は、マスク・手袋を装着し水溶液を作成します。洗浄液には使用限度があり、サポート材が解けたものは黒く濁り、限度を超えると造形物に付着するので交換します。廃液は安全のため一時保管は極力避けるように心がけており、その日のうちにリンゴ酸を用いて中和滴定を行います。洗浄液中和時に炭酸ガスによる泡が発生するので、輸送・中和に利用するポリタンクには廃液が容積の1/4程度になるように留めます。また、溶剤を利用する道具には、第三者が間違っ使用しないように注意書きを施しております。

5 今後の課題

現在は富士山麓医用機器開発エンジニア養成プログラムでの利用があるため、材料費や保守にかかる経費をこの予算で賄うことができしておりますが、今後の維持費用をどのように捻出して維持管理すべきかが課題となっております。



図4 衣類圧縮袋による梱包保管



図5 超音波洗浄機



図6 洗浄剤（ソリュブル粉末）

マシニングセンタを用いたサイクロイド歯車の加工

内野 拓

国立沼津工業高等専門学校 技術室 実習工場班

1 はじめに

本校実習工場にあるマシニングセンタを使用し、2枚歯はすばサイクロイド歯車(図1)を加工した。この加工プログラム作成にはCAD/CAMを使わず、解析的に工具座標を計算した。本稿では、このプログラム作成方法と実際の加工について述べる。

通常、3次元曲面を持つような立体の切削加工には、CAD/CAM・多軸マシニングセンタを用いる。だが、これらは高価なものであるため、気軽に購入・利用できるものではない。

今回の手法を用いれば、適用できる場面は限られるものの、CAD/CAM無しで3次元加工が可能となる。この報告がNC加工の一助となれば幸いである。

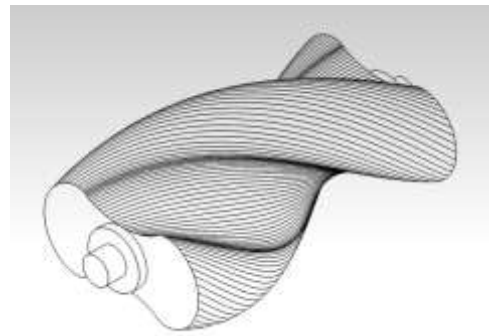


図1 2枚歯はすばサイクロイド歯車

2 サイクロイド曲線

サイクロイド曲線の式を以下に示す。

- ・外サイクロイド

$$\begin{aligned}x &= (r_c + r_m) \cos \theta - r_m \cos \left(\left(\frac{r_c}{r_m} + 1 \right) \theta \right) \\y &= (r_c + r_m) \sin \theta - r_m \sin \left(\left(\frac{r_c}{r_m} + 1 \right) \theta \right)\end{aligned}$$

- ・内サイクロイド

$$\begin{aligned}x &= (r_c - r_m) \cos \theta + r_m \cos \left(\left(\frac{r_c}{r_m} - 1 \right) \theta \right) \\y &= (r_c - r_m) \sin \theta - r_m \sin \left(\left(\frac{r_c}{r_m} - 1 \right) \theta \right)\end{aligned}$$

r_c : 基礎円半径 r_m : 動円半径 θ : 媒介変数

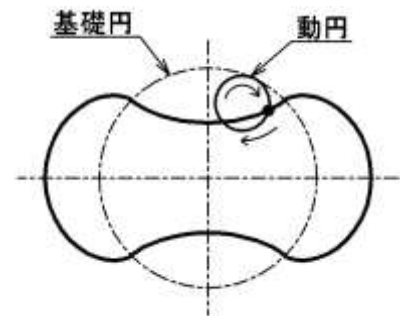


図2 サイクロイド曲線

外サイクロイドが、サイクロイド歯車の歯先部となり、内サイクロイドが、歯ミゾ部となる。

二枚歯サイクロイド歯車の曲線を求めるには、 $0 < \theta < 90$ ・ $180 < \theta < 270$ では内サイクロイド、 $90 < \theta < 180$ ・ $270 < \theta < 360$ では外サイクロイドとし、さらに基礎円と動円の半径比を4:1とすればよい。

ただし、上記の式通りに計算すると、図2のものから45度反時計回りに傾いた曲線となってしまう。そのため、計算で得た座標値に対し、時計回りに45度の角度変換を行う必要がある。

3 サイクロイド歯車諸元

加工するサイクロイド歯車の諸元を、表 1 に示す。これらの諸元を基に前項の関数に従って、サイクロイド曲線を計算した。

確認のため、サイクロイド歯車の樹脂モデルを本校技術職員に作成していただいた（図 3）。求めたサイクロイド曲線を Solid works 上で三次元モデルにし、そのデータを基に 3 次元造型機を用いて樹脂モデルを作成した。結果、二つのサイクロイド歯車は滑らかにかみ合い回転し、計算結果の正しさが確かめられた。

表 1 サイクロイド歯車諸元

外形（軸部除く）	φ 60×100
材質	アルミニウム合金 (A5052)
歯数	2
基礎円直径	φ 40
動円直径	φ 10
ねじれ勾配	180° / 100mm
基礎円筒ねじれ角	32.14°



図 3 樹脂モデル

4 NC プログラム作成

加工にはボールエンドミルを用いる。加工面に垂直かつ工具半径分だけ離れた位置を計算し、工具中心位置とする。

単純にサイクロイド曲線から工具半径分外側を加工経路とすれば良いわけではない。はすば歯車のため、表面はねじれた面となっており、そのねじれ面に対して垂直な位置に工具中心を求めねばならない。

・工具中心座標の計算

以下の方法でボールエンドミルの工具中心座標を計算した（図 4）。

手順 1

上記のサイクロイド曲線の関数を、媒介変数 θ で微分し、サイクロイド曲線の傾きを表すベクトル 1 を求める。

手順 2

軸方向のねじれによる傾きを表すベクトル 2 を求める。
これは、ねじれ勾配と軸中心からの距離によって求まる。

手順 3

この二つのベクトルの外積を計算し、加工面に垂直な法線ベクトルを求める。

手順 4

法線ベクトルの長さを、ボールエンドミルの工具半径と等しくなるように計算し、工具中心座標を求める。

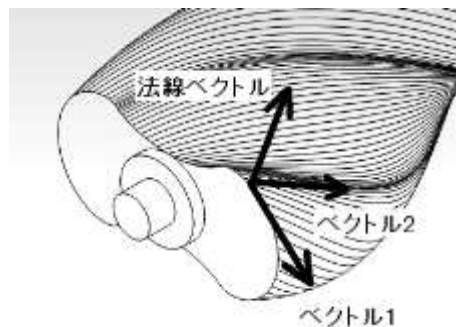


図 4 工具中心座標の計算方法

面の傾きを表す二つのベクトルを求め、その外積を計算することにより法線ベクトルを得る、という方法である。

微分が難しい関数であればエクセルで座標計算を行い、座標データから差分計算をすることでベクトルを求めることもできる。微分により求めた工具中心座標と差分により求めたものが、ほぼ一致することを確認している。

これらの手順をサイクロイド歯車の上部半周分にわたって行い、工具中心座標を計算する。

この一連の工具中心座標をもとに、サイクロイド歯車を加工する NC プログラムを作成する。

・工具座標から NC プログラムへ

A 軸を回転させつつマクロプログラムにより、繰り返し加工を行う。

加工方法には二つある。一つは、求めた工具中心座標を直線補間で連ねて加工経路とし、X 軸と A 軸の移動を行い繰り返す方法 (図 5)。またもう一つは、求めた工具中心座標へ位置決めした状態で、X・A 軸の同時二軸制御で加工する方法 (図 6) である。今回は前者の方法を採用した。

Z 軸を下げながらこの一連の加工経路を繰り返して、片面を加工する NC プログラムを作成した。

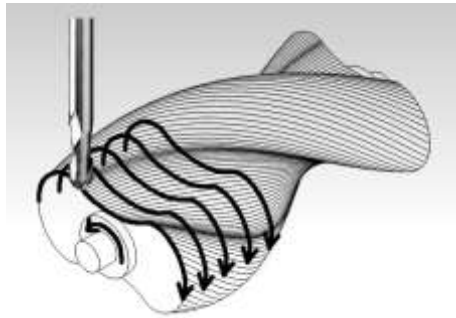


図 5 加工方法その 1

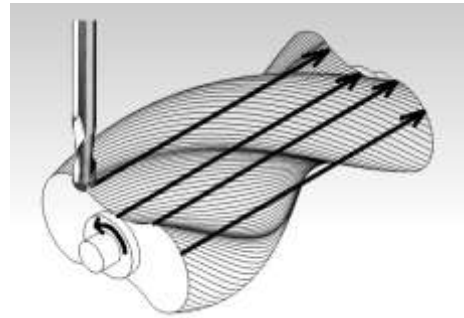


図 6 加工方法その 2

5 実際の加工

加工にはオークマ製の GENOS M460-VE を用いた。

事前に $\phi 60$ アルミ丸棒 (A5052) を、汎用旋盤を用いてワーク形状 (図 7) に加工した。

ワークの固定には、工具ホルダとコレットチャックを用いた。通常のスcrewチャックと生爪では、主軸が干渉する可能性があり、この方式を採用した。もう一方の端面は芯押し台で支えることにより、加工中の振動を抑えるようにした。

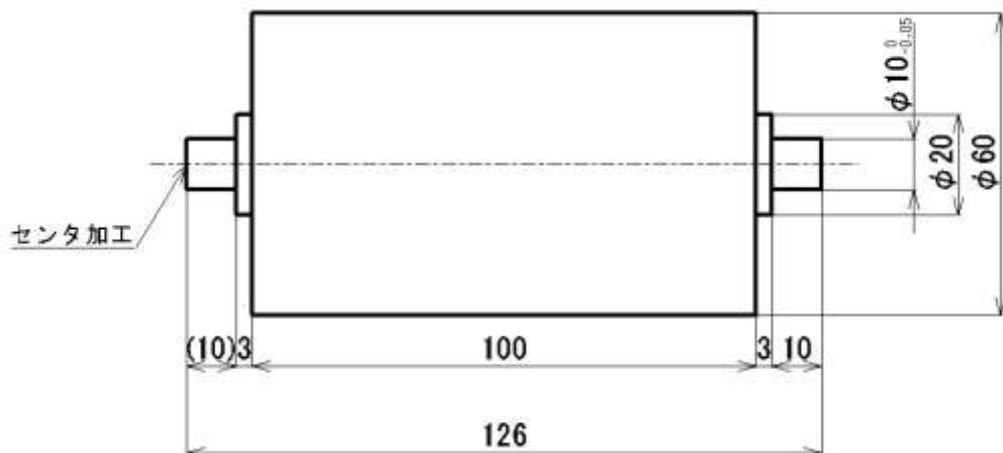


図 7 ワーク形状

加工条件を表 2 に示す。

初回の加工は X 方向の加工ピッチを 1mm とし、プログラムの確認をしつつ慎重に行った。このため片面の加工に 7.5 時間ほど要した。裏側の加工は加工条件を見直し、X 方向の加工ピッチを 2mm へと大きくした。結果、3.5 時間ほどで片面の加工が終了した。

2 個目の加工では、さらに加工ピッチを上げ 2.5mm としたが、ビビリ音が大きくなった。このため、裏面を加工するときには 2mm に戻した。

表 2 加工条件

工具	φ10 DLC コート 超硬ボールエンドミル
回転数	7200rpm
送り速度	800mm/min
加工ピッチ (X 方向)	粗加工 2mm (初回のみ 1mm) 仕上 0.5mm
加工ピッチ (Z 方向)	粗加工 1mm 仕上 0.5mm



図 8 加工の様子

2 個目の加工後、ワークを取り外してみたところ、コレットで締め付けた部分にビビリによると思われる摩耗痕が認められた。また同じ箇所に締め付け過ぎによる変形も認められた。締め付け過ぎによる変形でワーク保持力が弱まったことに加え、加工ピッチを大きくしたことにより、大きなビビリが発生したと思われる。

6 完成

片面加工後、A 軸を 180 度反転し残りの片面を加工した。さらにねじれを逆方向にしたものを同様に加工した。この 1 セットを組み立てたところ、滑らかにかみ合い回転することが確認できた。

ただし、加工の際にバックラッシュを考慮していなかったためか、組立当初は動きが固かった。これは多少軸穴を広げることで解決している。



図 9 完成品

7 問題点・改善案

今回の加工の問題点・改善案を以下に示す。

表 3 問題点・改善点

問題点	原因	改善案
組立時にかみ合いが固い	座標計算時にバックラッシュを考慮していなかった	座標計算時に工具の径を実物より小さくすることで、バックラッシュを与えることができる
加工中にビビリが発生	ワーク固定のための軸部が細い	軸径 φ10 をより大きくする
	締め付け過ぎにより軸部が変形し、保持力が低下	軸部の加工精度を上げ、締め付け過ぎが起きないようにする
	加工ピッチの上げすぎ	適正な加工ピッチにする。ただし、この問題点は上記の軸部の問題と密接に関連している

8 再加工

その後、前項の改善点を考慮し、サイズを 1/2 としたサイクロイド歯車を加工した（図 10）。

座標計算プログラムに対し、バックラッシを考慮するような変更を施した。さらに軸部の径はφ10のままとすることで、相対的に固定部を大きくしている。また、ワークの加工を熟練の方に依頼し、軸部の精度を上げた。

粗加工をφ10 ボールエンドミル、仕上げ加工をφ3 ボールエンドミルとした。ワークが小さくなったことにより、φ10 ボールエンドミルでは凹部の加工ができなくなったため、仕上げではφ3 のものを用いた。φ3 ボールエンドミルのメーカー推奨加工条件は、回転数 24000rpm・送り速度 1200mm/min だが、M460-VE の最大回転数が 8000rpm のため、それに合わせた送り速度としている。

表 4 1/2 サイズ加工時の加工条件

工具	φ10 DLC コート 超硬ボールエンドミル	φ3 DLC コート 超硬ボールエンドミル
回転数	7200rpm	8000rpm
送り速度	800mm/min	400mm/min
加工ピッチ (X・Y 方向)	粗加工 2mm	仕上 0.3mm
加工ピッチ (Z 方向)	粗加工 1mm	仕上 0.2mm

加工中は大きなビビリもなく、無事に加工が終了した。軸方向に沿って加工する「加工方法その 1」と、径方向に沿って加工する「加工方法その 2」で加工を行った。どちらの加工方法でも、片面の加工に約 1.5 時間を要した。総計 6 時間要したことになる。

右ネジレ・左ネジレの歯車を作成し、組み立てた。今回はバックラッシを考慮したため、歯面同士がせり合うこともなく、滑らかに噛み合い回転することを確かめられた。



図 10 1/2 サイズ完成品

9 最後に

2 枚歯のはすばサイクロイド歯車を、CAD/CAM 無しで 1 セット加工した。今回用いた手法は、3 次元数値データがあれば加工を可能にするもので、ほかの形状に対しても適用できる。

今回の加工は、そもそも 5 軸 MC と多軸対応の CAD/CAM があれば、もっと容易であったろう。だが本校実習工場の MC は X・Y・Z・A の 4 軸であり、所持している CAD/CAM は 2.5 次元であった。このような制約のもとで、曲面を持つ 3 次元加工の方法を考えるのは楽しいものであった。また時間があれば、1 枚歯・3 枚歯などのサイクロイド歯車も加工したい。

最後に、ワーク加工・3 次元モデル作成に協力していただいた本校技術職員の方々に感謝の意を表す。

旋盤部品の経年変化とその状況

沼津工業高等専門学校 技術室実習工場班 船本和重

1.はじめに

本校の旋盤は、何台あってどういうタイプのものがあるかを紹介する。またどういう使い方をしていくかも紹介したい。

アマダワシノ LR-55 タイプが 8 台、同じく LE-19K が 1 台、昌運 ST-5×650 型が 1 台、山崎 MAZAK-ACE640S（倣い装置付）が 1 台である。

アマダワシノ LR-55 タイプについては、1972 年製（LR-55）と 1973 年製（LR-55S）と 2006 年製（LR-55A）が各 1 台、2008 年製（LR-55A）が 5 台あり、これらを工作実習で一人一台の割当てで使用している。

その内の 1972、1973 年製の 2 台は、2008 年にレトロフィットを実施した。その機会をとらえ、1972、1973 年製の機械部品の消耗状況を一部調査したもので、これからの設備更新、レトロフィットへの一助となるものとして報告する。



図1. レトロフィット中の 1972 年製の旋盤（アマダワシノ LR-55）

2. 測定及び観察

まず、交換した送りねじと 2006 年製のバックラッシュを測定した。

表1. 各送りハンドルのバックラッシュ

	1972 年製	1973 年製	2006 年製
横送りハンドル	1.075mm	0.875mm	0.0125mm
刃物台送りハンドル	1.420mm	1.240mm	0.040mm

1972・1973 年製の各送りハンドルのバックラッシュは、非常に大きいことがわかった。

次に送りねじについて、調査を行った。特に刃物台の送りねじについては、大きな変化が表れていた。それを以後に示す。

刃物台送りねじ

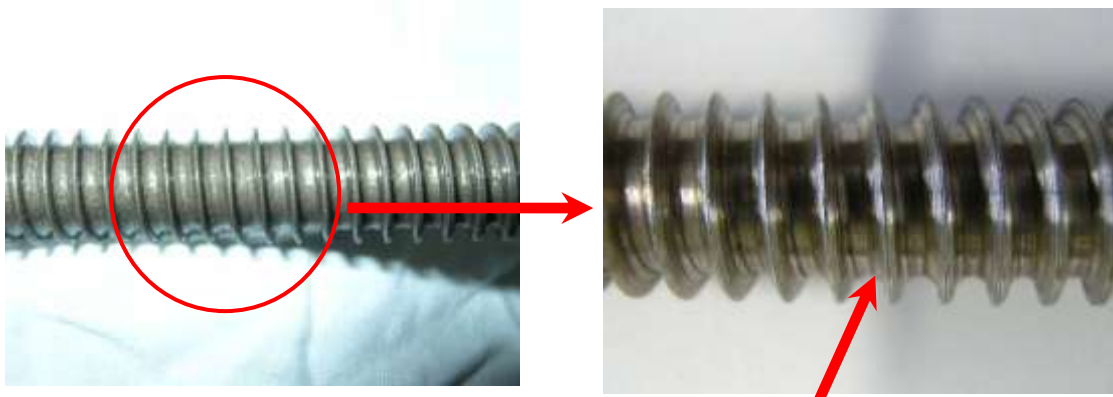


図2. 交換前の送りねじ

送りねじの磨耗が特に激しい

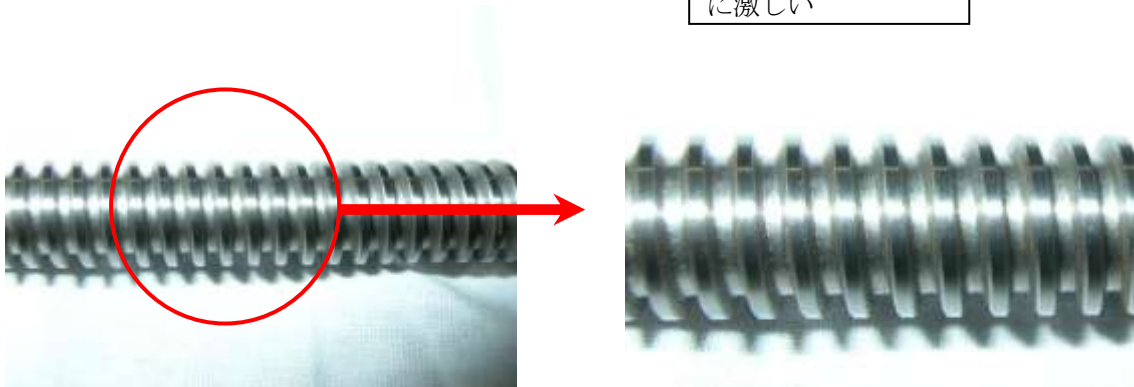


図3. 新品の送りねじ

交換前の刃物台送りねじは、台形ネジ形状の原形をとどめないほど、磨耗が激しかった。

ここまで、激しく磨耗している原因としては、36年間使用してきた結果、ワシノの旋盤には縦送りの目盛がなかったため、寸法を決めるために刃物台の送りハンドルを使用する頻度が多かったためと推測される。

動的な精度検査等も行った。

表2. 動的検査

		1972年製	1973年製	2006年製
外丸削り精度	真円度	0.011	0.004	0.005
	円筒度	0.055	0.023	0.006
面削り精度	平面度	0.140	0.140	0.020

円筒度、平面度についてはやや問題があるが、真円度については、ほぼ問題がないと言える。

3. 終わりに

観察、精度検査等の測定を行ったことで、普段気づかないような色々なことがわかり、大変参考になった。

更新された2008年製旋盤についても長期に使用していけば、同じようなことが起こり得るであろう。その際にまた、レトロフィットが可能であれば、それを行う必要があると思われる。

技術職員の企業体験（自動車部品用金型部品の制作）

沼津工業高等専門学校 技術室 実習工場班 中川秀則

背景および目的

近年、沼津高専中期計画において、職員の人事交流を求められているが、技術職員は業務の性質上、人事交流を行うことが困難である。そこで、学校の長期休暇を利用して企業で研修を行い、生産現場において実施されている加工方法や段取りを学び、個人のスキルアップをはかると共に、今後の学生指導に役立たせることを目的とした。



研修先企業：ビヨンズ株式会社 沼津工場(図1)

研修期間：15日間

図1.ビヨンズ沼津工場

研修内容

1.自動車用金型部品の一つであるダイキャストインサート部品の製造について

この製品は以下の3つの理由から今回の研修に適していると判断して選定した。

①限られた時間の中で一つの製品を完成させることを優先したため、実績のあるものの方が良いことから、過去にビヨンズにおいて生産したりピート品とした。

②現在の設計は三次元モデルによるものが多い。そのため三次元形状データ(図2)を基にCAD/CAMを利用して加工プログラムを作成できるものとした。

③放電加工における精密加工に関するノウハウを学びたいことから、スプール孔を有する製品とした。(図2)

次に加工工程を示す。加工に入る前に三次元データからCAMによりマシニングセンター用のプログラムを作成した。その後表1に示す工程伝票の流れに基づいて加工を行った。

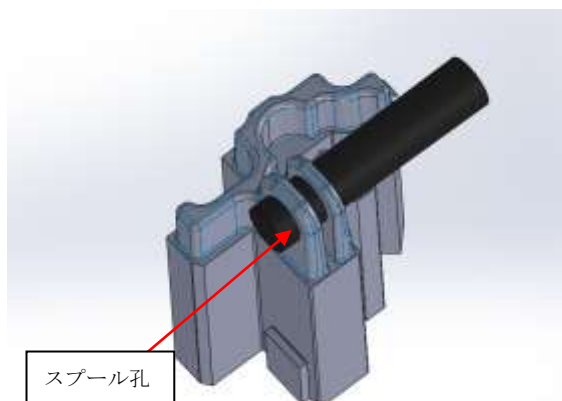


図2.三次元形状データ

納品に至るまでのすべての加工工程(外注したため熱処理は除く)をビヨンズの各加工現場の方の指導の基に実施した。完成した製品を図3に示す。

表1.管理・工程伝票

日作業伝票	納期	2012/9/5	2012/9/8	客先注書	前注
手配日	名称			工具番号(部品番号)	
9月20日				L713RTAP1	
年月	製造番号	数量	品名	記号	式番
	12-K8253-001	1	インサート	M05	0
材質	材料寸法	数量	熱処理	備	
SKD11	(H7+公差)52x70x73.8	1	HRC 45±2	備	
資料調査	納入日		最新仕様 加工仕様		
発注日	8/20 FAS		風速(ソック) FV0-CVD<		
工順	機種	作業内容		通過時間	フリーカー
				有入工数	空数
0-1-0	GS	穴研削		8-24	0.70
0-2-0	MC	中程加工		8-24	0.75
0-3-0	FS	クランプ・EWCスラスト孔		8-24	0.90
0-4-0	MC	形状仕上げ		8-25	0.60
0-5-0	PF			8-27	
0-6-0	FS	仕上		8-27	0.90
0-7-0	HT	熱処理		8-29	
0-8-0	GS	基準面研削		8-29	0.75
0-9-0	PF			8-30	
1-0-0	ED	スプール孔		9-4	2.00
1-1-0	EW	輪郭カット		9-5	7.00
1-2-0	ED	フランジ出し		9-6	5.00
1-3-0	FS	仕上・取付		9-7	0.90
1-4-0	PF			9-7	
1-5-0					
1-6-0					
1-7-0					
材料フリーカー	材料価格	備考・指示			
発注日	発注先	得意先	加工数量	総付数量	キャンセル
			1		22
請求書					
レユウ					

2.品質管理・受注・見積もり・業務の流れについて

管理部門の方に品質管理等の詳細を伺った。受注、工程、買掛、および工数の4部門で管

理している。

また、「見える現場作り」(図 4 参照)として流れている業務が容易に把握できる仕組みを紹介してもらった。



a) 外観



b) 上面

図 3.完成したインサート部品



図 4.見える現場一

3.企業が学校教育に望むことについて

新人教育に携わる方に新入社員に求める人間像・最低限備えて欲しいスキル等を伺った。また、若手社員の方に学生のうちにやっておくべきことをアドバイスしていただい

た。

まとめ

・一つの製品が出来上がるまでの全ての加工工程を体験させてもらえたことは、大変勉強になった。特に各工程のエキスパートは担当する工程だけでなく、後工程、全体の見通しを認識し、工場として不良や納期の遅れを出さない意識を持っていた。また、早く作業を行うことが最優先ではなく、時間をかけなければならない場合は、丁寧に作業をしていた。

学生指導する際も、限られた時間の中で時間をかけて指導する部分を、今回の研修の経験を生かして改めて検討し直したい。

・多品種少量生産の現場において加工現場の流れている業務が容易に把握できる「見える現場作り」(図 3 参照)は大変画期的であると感じた。本校でも整理整頓・製作中の品物の管理・工場内における棚のレイアウトなど、大いに参考としたい。

・学生に期待することとして、技術、知識より人間性という声が多く、もう一度人間教育について見つめ直したい。また、技術的な意見は少ない中でも数多く聞かれたのは、「図面を読む力を備えて欲しい」ということであった。今後もより一層、設計製図に関する教育を行っていく必要がある。

今後の課題

長期間に渡る研修のため通常業務の対応をすることが今後技術室として継続的に研修を行う上でのポイントとなる。

目的意識をしっかりとをもって望むことが効果の高い研修とすることができる。

他高専の実験実習を見学・実施研修する方が実務に直結するためより有益である。

謝辞

研修のご快諾および丁寧なご指導をしていただいたビヨonz株式会社様に感謝の意を表します。

