課題情報シート

テ　ー　マ	リンク・カム機構を用いた切削加工機		
大　学　校	近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/kyoto/college/		
電 話 番 号	0773-75-7609（学務課・学務援助課）		
訓 練 課 程	専門課程	訓　練　科	生産技術科
担当指導員	楠本　佳弘		

開 発 （ 制 作 ）年 度 ・ 期 間

2017　　年度　　・　　6　　カ月

（内訳）設計：2 カ月、試作製作：0.5 カ月、加工・組立・調整：3.25 カ月、電気配線：0.25 カ月

開　発　（ 制　作　）学　生　数

2 名

（内訳）設計、NC、汎用機、シーケンス、組立、調整：1 名、 ：設計、NC、汎用機、組立：1 名

習　得　し　た　技　能　・　技　術

メカニズム、機械加工、機械設計、工具研削、シーケンス技術、組立・調整までのものづくりに係るプロセスについて実習を通して習得することで、実務に適応した技能と技術を身につけます。

機械の仕様決定のため、切削動力実験によるモータ選定や完成バイト研削によるバイト形状の習得知識確認など切削のスキルが上がります。また、リンク・カム曲線を検討するための計算や拘束バネなどは試作製作により検証し、本製作を行う方法を行い、実際の製品開発の手順に従って製作を行いました。制御部分についてはリレーシーケンス制御を用い、シーケンスの授業で習得した内容の習得を深めました。組立・調整作業では、組立手順を考慮した設計の重要性を理解できます。

開 発 （ 制 作 ） の ポ イ ン ト

仕様書の決定において、切削実験の実施や完成バイトを研ぐときに角度を変化させ実験を行ったりし、授業での実験スキルの活用を行います。また、組立や調整の難しさやリンク・カムによるメカニズムの動作タイミングの難しさなどを習得し、部品加工の精度の重要性を理解し、就職後の製造業務において問題意識を持つことができます。

訓 練 （ 指 導 ） の ポ イ ン ト

実習場にない機械の製作です。リンク・カムの動作の面白さを理解するために試作を製作します。学生が容易に動作確認できるものを製作することから始め、学生に興味の持てる内容であることを理解してもらいます。また、試行錯誤することが多いため、モチベーションの下がらないように製作を進めることが重要です。

開 発 物 の 仕 様

項目	内容
幅×高さ×奥行	1000×600×600〔mm〕
重量	約 100〔Kg〕
電源	AC100V
加工物のサイズ	φ20〔mm〕
加工物の材質	黄銅
切削工具	幅 5mm　完成バイト　SKH
送り速度	0.05　〔mm/rev〕
切削速度	30〔m/min〕
工具の移動量	15〔mm〕
製品の加工回数	3 回

使 用 機 器

開発において使用した機器等（機器名・メーカー・型番）

実験器（切削動力計・キスラー）、加工機（マシニングセンター・大隈）、加工機（ワイヤー放電加工機・三菱電機）、加工機（普通旋盤・滝沢）、加工機（フライス盤・イワシタ）、加工機（ボール盤）、設計製図（2 次元 CAD・AutoCAD®）、設計製図（3 次元 CAD・SolidWorks®）

参 考 文 献

日本カム工業会技術委員会編（1999 年）『カム機構図例集』日刊工業出版社

リンク・カム機構を用いた切削加工機の製作

京都職業能力開発短期大学校
生産技術科 指導教員　　楠本佳弘

昨年，行われた近畿職業能力開発大学校でのコマ対戦で製作したコマに興味を持ち，コマの専用工作機械に取り組んだ．構造はカムとリンク機構を用い，複数の工具を動作させ，半自動で製品を切削加工する．私たちは本製作を通じて，機械設計・メカニズムの理解ならびに製作プロセスの習得により，技能・技術の向上に繋げたいと考えた．また，メカニズム動作による切削加工により，ものづくりに多くの方が興味を持ってもらえることを期待する．
Keywords ：リンク機構，カム機構，コマ，専用加工機，切削加工機

１．はじめに

製作した加工機は加工物が回転し，工具が相対運動し加工する専用切削加工機である．切削動作はリンク・カム機構を用い，一定の切込み動作を行う．また，刃物（完成バイト）は独自ホルダにより取替えを行い，製品形状の変更を可能にし，汎用性を持たせたることとした．動力は AC100V を使用し，制御部も簡易的なものとし，設置や配線を容易になるよう設計・製作に取り組んだ．

また，制作した専用機ではコマ形状を加工する切削加工機の製作を目指した．

２．設計

本加工機は，加工するコマの材質を黄銅とし，製品加工時間を 3 分間とした．

2.1 仕様

切削加工機の仕様を表 1 に示す．

表 1　切削加工機の仕様

幅×高さ×奥行	1000×600×600〔mm〕
重量	約 100〔Kg〕
電源	AC100V
加工物のサイズ	φ20〔mm〕
加工物の材質	黄銅
切削工具	幅 10mm　完成バイト　SKH
送り速度	0.05　〔mm/rev〕
切削速度	30〔m/min〕
工具の移動量	15〔mm〕
製品の加工回数	3 回

2.2 基本設計

切削加工機の仕様より，主軸用モータ・カム軸用モータの選定，主軸の減速装置，カム形状，工具動作構造リンク・カム機構，カム軸の動力伝達構造，カム軸の減速装置，加工物取付け構造，刃物ホルダ，制御方法等の設計を行った．

2.3 モータの選定

主軸モータは，黄銅を仕様条件での切削実験を行い，比切削抵抗の実験値から，モータの選定を行った．

2.4 減速装置

表 2 に主軸用モータとカム軸用モータの減速比を示す．また図 1 に全体図を示す．

表 2　主軸用モータとカム用モータの減速比

主軸用モータ〔60Hz〕	回転数	1710〔min^{-1}〕
	減速比	27/100
カム軸用モータ〔60Hz〕	回転数	3400〔min^{-1}〕
	減速比	1/10000

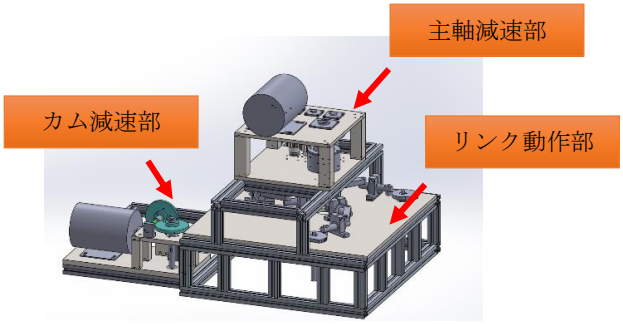

図 1　全体図

３．主な動作

主な動作は，モータが動作すると，カムが回転し，カムに接しているリンクがカムの曲線をなぞりながら，上昇していく．リンクの先には工具（バイト）が取り付いており，それが動作することで，主軸に取り付けられた加工物を切削する機構である．図 2 にリンク・カム機構，工具の動作線図を示す．

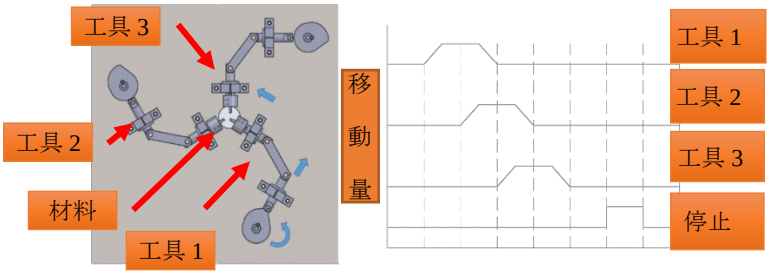

図 2　リンク・カム部の機構と動作線図

４．部品，機構の設計・製作

4.1 カム・カム軸の設計・製作

カムはカム線図を用いて設計を行い，最大変位を 15mm, 割付角を 90°，直動従節の圧力角の限界値 30°から基礎円を計算した．ワイヤー放電加工機を用いて

ポリテックビジョン舞鶴 2018
2018.02.16-17.

カムを加工した．図 3 にカム線図を示す．

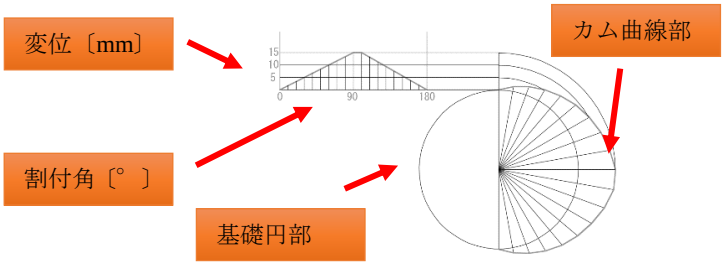

図 3　カム線図

4. 2 リンクの設計・製作

リンクは鋼材の丸棒を使用し，加工を行った．リンクのカム接触部には，カムフォロアーを取り付けることでカムの動きに対して滑らかな動きを得た．図 4 にカムとリンク接触部を示す．

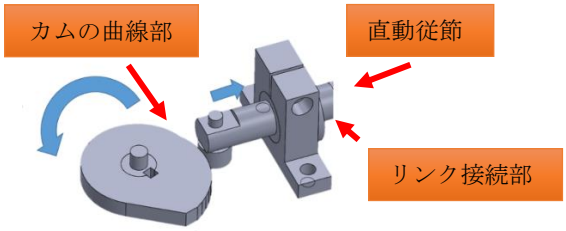

図 4　カムとリンク接触部

4. 3 工具の手研ぎ製作

今回の工具には SKH（高速度工具鋼）の完成バイトを使用した．バイトの刃先には，逃げ面，すくい面があり，それぞれ角度が与えられている．逃げ面の場合，角度はどの材質の加工物でも，5～15° とされている．しかし，すくい面は材質によってすくい角が変わり，軟らかい材質の加工物ほど，すくい角を少なくし，また硬い材料であれば大きくすく角を取らなければいけない．今回，切削する黄銅のすくい角は，0～5° とされるため，刃先のすくい角は 5° とした．図 5 にバイト刃先の逃げ角，すくい角．また図 6 に各バイトの形状を示す．

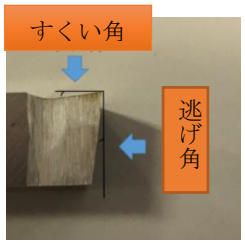

図 5　バイト刃先

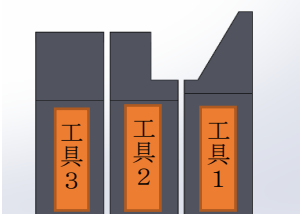

図 6　バイトの形状

4. 4 加工物取り付け方法の設計と製作

加工物取り付け方法は，テンションボルトによる取り付けを採用した．テンションボルトを締めることにより，テンションボルトにネジ止めしている押さえ口金が下がり，加工物を固定する機構である．図 7に加工物の取り付け機構を示す．

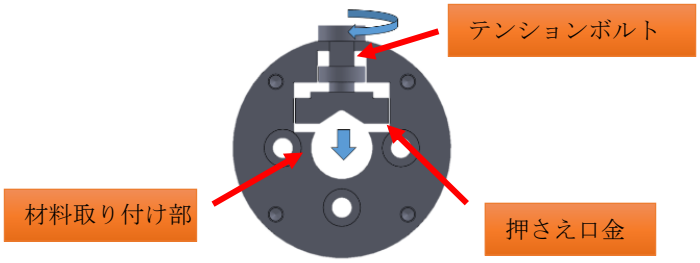

図 7　加工物の取り付け機構

4. 5 主軸ギヤボックスの設計・製作

主軸に用いたモータは，回転数が 1710 min^{-1}であり，仕様の主軸回転数 460min^{-1}に落とすには，減速比を27/100 まで落とさなければいけない．減速機構として，歯車を用いることで減速を行った．軸間の歯車は平行なため平歯車を用い，モータ軸と主軸は直交するため，ベベルギヤを用いて，主軸の減速装置の設計・製作を行った．

5．組立・調整

各工具のリンク動作のタイミングを取るためにタイミングベルトとプーリーを用いて，工具動作の調整を行った．

6．制御方法

制御方法は，光電センサを用い，コマ製品を作る 3 つの工具が加工動作を終えると停止するリレー回路設計と配線を行った．カム軸の減速された軸に光電センサを取り付け，軸が一回転するとモータが停止するようにした．加工物取り付けから加工終了までの流れを図 8 に示す．

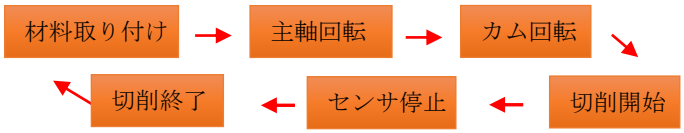

図 8　加工の流れ

7．終わりに

リンク・カム機構を用いた切削加工機製作を通し，目標であった機械に対しての理解，リンク・カムの設計，加工技術の向上が得たと考える．今回製作した加工機が人々に加工への興味を持つものとなったら，幸いだと考える．

8．謝辞

リンク・カム機構を用いた切削加工機の製作を通して，機械設計･製作のご指導をしていただきました楠本先生，またその他先生方にこの場を借りて厚く御礼申し上げます．

9．参考文献

[1]中田亮:(1977)『ヘリカル減速機の設計―設計シリーズ⑧―』株式会社パワー社
[2]日本カム工業会技術委員会:(1999)『カム機構図例集』日刊工業新聞社

（2018 年 01 月 12 日提出）