

設計教育用機構モデルの設計製作

～セルフロックシステムのモデル製作～

宮崎大学工学部教育研究支援技術センター

○田之上 二郎 玉作 真一 木村 正寿 山口 久光 後藤 隆志 弓削 俊夫

はじめに

これまでの工学部工作センターが発展的に解消して、平成 16 年 10 月に「宮崎大学工学部ものづくり教育実践センター」（以下ものづくりセンター）となった。ものづくりセンターは技術系の学部・大学院の技術教育の支援部門と位置づけられ、研究支援に加え、「デザイン能力の育成」や「実践型教育の充実」などの教育支援を行う。このものづくりセンターには、旧工作センター職員を初めとして、今まで分散配置されていた、機械系・土木環境系の技術職員を集中して配置している。その中で、ものづくりセンターで支援を行う機械系の技術職員は、これらの支援業務を円滑に行うため、スキルアップの要請がセンター長と総括技術長からあり、本年度、「設計教育用機構モデルの設計製作」、「機械の修理と調整」二つの技術について研修を実施した。

今回は「設計教育機構モデルの設計製作」について報告する。

キーワード：ものづくり、セルフロック、設計・製作

1. スキルアップの方法

機械システム工学科では、毎年「応用機械設計製図Ⅰ」という科目において、学生のグループを作り予め与えられた条件のもとで、自らアイデアを出し合いモデルの製作を行う、これらを通して設計・製図・製作が関連する、全国でも斬新なデザイン能力を身につけるためのものづくり実践型の授業が行われている。技術職員は、その授業において学生の理解力を増すための見本モデルを製作することによって、スキルアップも兼ねた実践型教育の支援が行える。

本年度の技術職員の製作課題はセルフロックの製作である。

2. スキルアップの到達点

設計教育用機構モデルの設計・製作を通じて、工作機械等が使えるように基本的な技術力を習得することを目的に具体的に下記のことを行う。

- ・ 与えられたモデル課題の設計
- ・ 設計に基づいた製図
- ・ 図面に基づいたモデルの製作
- ・ 動作の確認、不具合個所の改良

3. セルフロックシステム

セルフロックとは摩擦などを利用して、物体のある方向の動きを制止し、その方向への力が大きければ大きいほど制動の力も大きくなり、機構が破壊されない限りその動きが固定されるシステム

をいう。

4. モデル設計の考慮点

応用機械設計製図の授業で学生に配布された資料に記載されてある 4 つのセルフロック機構例図 1 から直感的に学生が各所の機構や構造を理解できるように簡略することなく設計することにして、各部の材料にはアクリルを使用し可動部の構造が見えるようにした。また、ロック板はアクリル製で、材料の接合には接着剤等は使用しないものとした。これより①の機構例の設計について説明する。

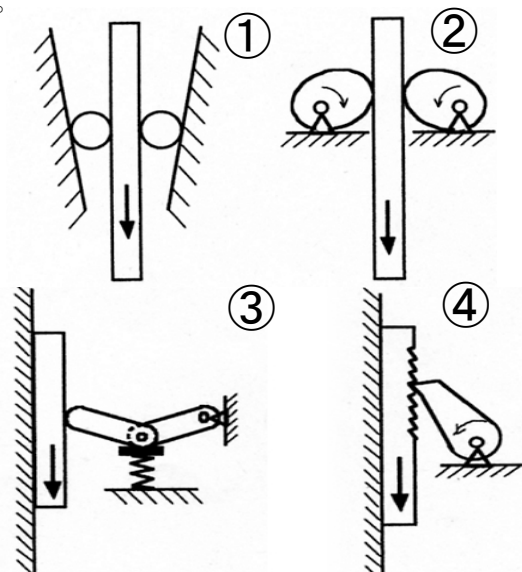


図 1 セルフロック機構例

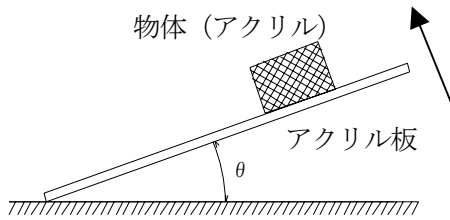


図2 摩擦実験

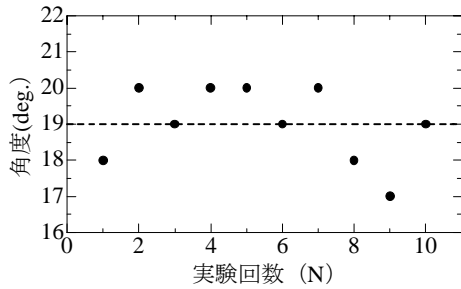


図3 実験結果

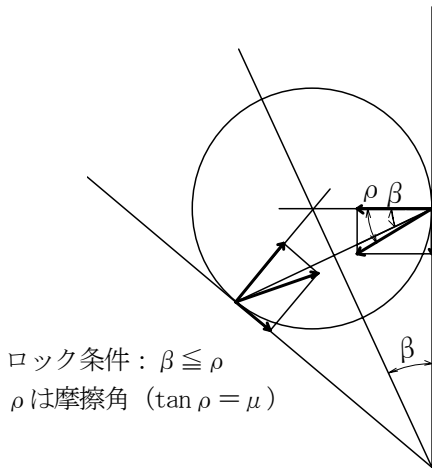


図4 ロック条件

4.1 機構の説明

①のモデルは円柱（もしくは球）とロック板との摩擦でロックする機構である。そのため傾斜板の最適なロック角 β を求めることが重要である。

4.2 ロック角の選定

机や板の上に物体を置いた場合、その机や板を徐々に傾けていくと、やがて物体は滑り始める。この滑り始めた角度を摩擦角 θ という。今回①のモデルに使用する材料はすべてアクリルなので図2の実験を10回行い摩擦角 θ と静止摩擦係数 μ_0 を求めた。図2の実験の結果を図3に示す。

実験の結果、摩擦角 θ は約 19° であることがわ

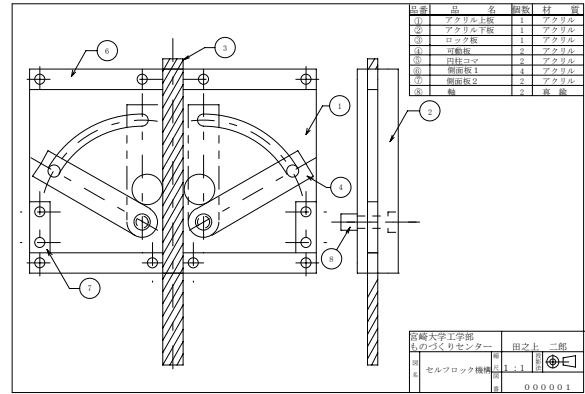


図5 組み立て図

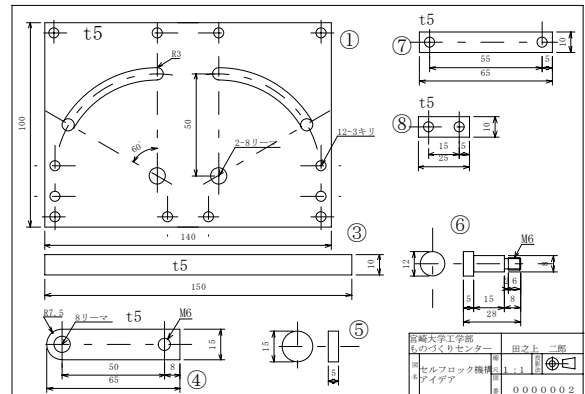


図6 部品図1

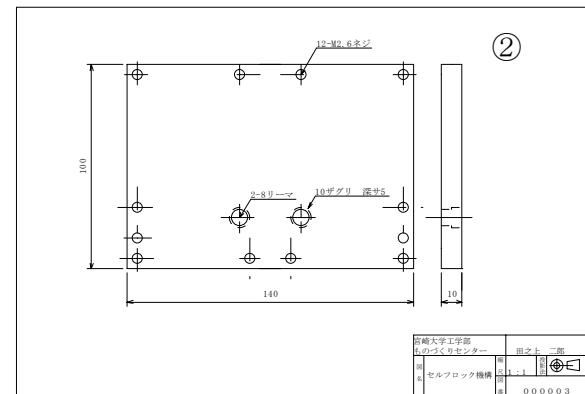


図7 部品図2

かり静止摩擦係数 μ_0 は 0.34 となる。

実際の使用条件ではロック棒を手で引き抜く際に動摩擦が加わる。動摩擦係数 μ は一般に静止摩擦係数 μ_0 の半分程度¹⁾ と考えられるので、動摩擦係数 μ を 0.17 、このときの摩擦角 θ は 9.6° となる。

図4より摩擦角と同じ、もしくは小さい角度のときにロック条件を満たすことになるのでロック角 β は 9.6° 以下とする。

4.3 その他の考慮点

図1の①から学生が直感的に機構を理解できるように傾斜板は両サイド2枚にし角度調整機能を

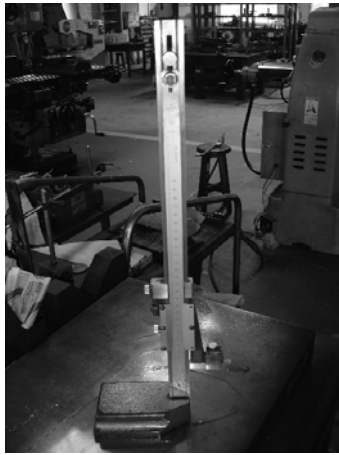


図8 ハイトゲージ



図10 立フライス



図9 コンタマシン



図11 NCフライス

もたすこととする。モデルの厚みや重量を考慮しロック用の玉は球ではなく円柱を使用する。ロック棒が垂直に円柱の間を通過するように上下にガイドを設ける。

これらを考慮し図5~7の図面の作成を行った。

5 モデルの工作

作成した図面を基に下記の工程で作業を行った。

- ・材料・工具の見積もり発注
- ・ケガキ
- ・荒切り加工
- ・外形加工
- ・穴あけ加工
- ・溝きり加工
- ・軸加工
- ・ねじ切り加工
- ・面取り・仕上げ加工・組み立て

5.1 材料のケガキと荒切り

ケガキは定盤の上でハイトゲージ図8を使用し行う。二次加工（仕上げ加工）を考慮して仕上がり寸法より約5mm大きくした。穴、溝の加工はフライス盤で行うためケガキ線は引かない。

荒切り加工はコンタマシン図9を用いて行った。

5.2 外形加工と穴あけ・溝きり

外形・穴あけ加工は立フライス盤図10、溝きり加工はNCフライス盤図11で行った。

アクリル板の切削加工は材料の欠けや割れを起こしやすいため、当て板や敷板を使い切削油が十分いきわたるように切削を行った。

穴あけ加工は、別途穴あけのための原点を設け、原点からの相対座標を記した図面、図12を準備し、立フライス盤にバイスを取り付け加工を行った。軸受け部の軸穴加工は下穴に7.9mmのドリルを使い8mmのリーマ加工を行った。

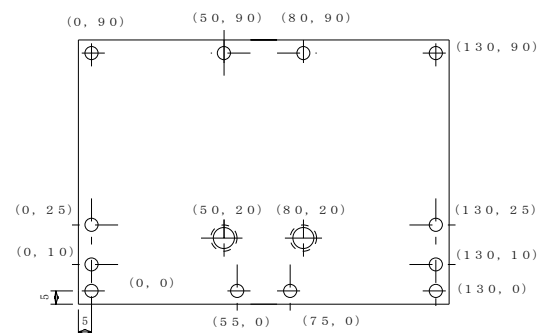


図12 立フライス加工用穴あけ図面（底板）

溝きり加工は玉作技術専門職員の指導のもと、バイス・材料の取り付け、工具原点の設定、プログラムを製作し加工を行った。

左側の円弧溝の加工プログラムの主要部分を図13に示す。

N100	S1500
N110	M3
N120	G3X-25Y-43.301150J0F50

S1500: 主軸回転数

M3: 主軸正転

G3: 反時計方向円弧切削

X: 終点のX座標

Y: 終点のY座標

I: 現在地から見た円弧の中心位置のX軸相対値

J: 現在地から見た円弧の中心位置のY軸相対値

F: 切削送り速度

図13 製作した円弧溝きり用のプログラム

5.3 軸の加工

一般的にリーマ穴の公差はH7である。軸部のはめあわせは、ほとんどガタのない精密な運動が要求される部分なので、すきまばめ(H7/g6)を選定した。

軸の材料は真鍮を使用し、旋盤図14で加工を行った。



図14 旋盤

5.4 ねじ切・面取り・仕上げ・組み立て

底板にM2.6×0.45のタップを使い、めねじを切る。その際の下穴ドリル径はφ2.2とする。

組み立てには皿ねじを使用するため上板のネジ止め部には皿穴加工を行う。すべての材料の面取り、バリ取りを行ってから組み立てる。

図15は完成したモデルの写真である。

6 動作の確認、不具合個所の改良

動作確認の結果、円柱コマが上板と底板に干渉

しスムーズに可動しないことがわかった。対応策として上板と底板の間のネジ部にスペーサーを取り付けた。

角度調整機能を持たしたことによりロック条件を変えることによってロックする、ロックしないが体感的に理解できるが、ロック条件が動摩擦で9.6°、静摩擦でも19°であるので、角度の可変幅0°~60°を小さくすることによってモデルのコンパクト化・軽量化が可能である。

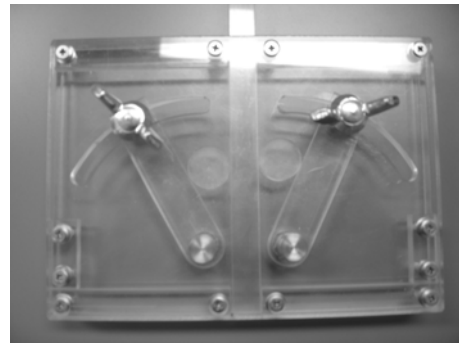


図15 完成したセルフロックモデル

7 その他のモデル

図16~18は、今回ものづくりセンターの技術職員が設計・製作したモデルである。図16は、図1の②に対応してコマを使っている。図17は図1の③に対応しバネを使って摩擦力を発生させている。図18は、図1の④に対応し切欠を使って腕の回転を止める機構を使っている。

8 モデル製作の成果

応用機械設計製図の授業の中で、ものづくりセンター職員が製作した4つのモデルの展示ブースを作り学生とモデルの設計・製作について考慮点、工夫点をディスカッションすることができた。学生が設計したモデルがディスカッション後の設計変更で飛躍的に製作側や、モデルを使う人を考慮した設計・デザインになり、今回のスキルアップが実践型教育の一翼を担ったと考えられる。

また、宮崎大学地域共同研究センターで開催された「第12回 技術・研究発表交流会」でポスター発表図19を行い、大学の教員だけではなく地域の方や民間企業の方からも、「ものづくり」「ものづくり教育」についていろいろと意見を頂き、今後のスキルアップへの参考になった。

今回「設計教育用機構モデルの設計製作」を通じて機械技術者にとっての物理学の大切さを改めて痛感することができ、この経験は今後の職務に生かされると思われる。

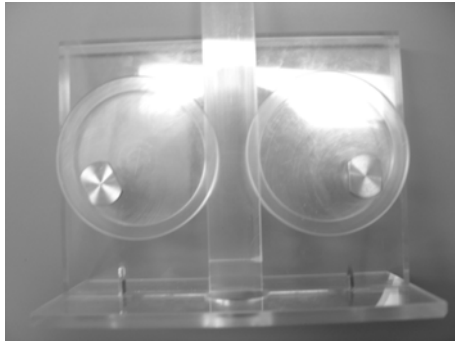


図 16 モデル② (山口・後藤製作)

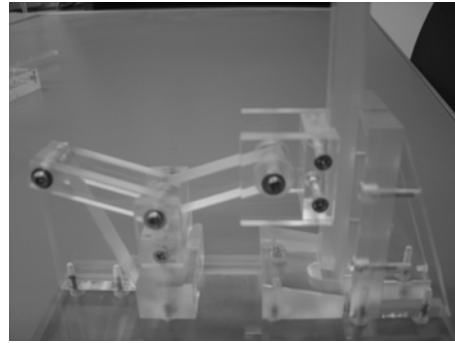


図 17 モデル③ (木村製作)

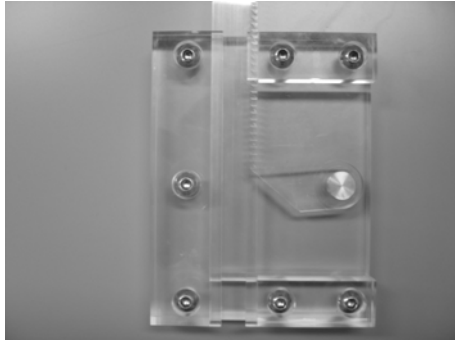


図 18 モデル④ (玉作製作)



図 19 技術・研究発表会でのポスター発表

9. 謝辞

本モデルの製作にあたり、ご指導・ご協力を頂いた宮崎大学工学部教育研究支援技術センター、弓削総括技術長、玉作技術専門職員ならびに機械システム工学科、鄧教員、木之下教員に心から感謝致します。

参考文献

- 1) 機械工学便覧 改訂第6版 日本機械学会編