

【蒸気機関の製作①～理想的な蒸気機関の研究～】

Development of steam engines
機械コース 笠井 敬太 (Kasai Keita)

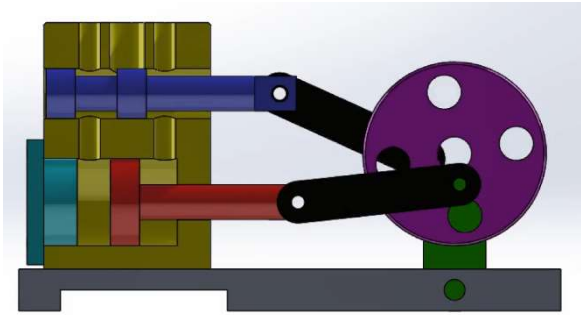
1. はじめに

本研究を選んだ理由は、蒸気機関の製作を通じて、自ら各部品を設計し、複数の数値制御機器を用いて加工・組立し、動きのあるモノづくりに挑戦したいと考えたからである。また多くの人に本研究の成果物を見てもらうことで、仕組みや原理に興味を持ってもらいたいと考えた。

蒸気機関とは、蒸気のもつ熱エネルギーを機械的仕事に変換する熱機関で、水を外部から加熱する外燃機関に分類される。蒸気機関には、蒸気をシリンダーに導きピストンを往復運動させる往復動型と、蒸気で羽根車を回すタービン型があるが、本研究では往復動型のものを指す。

2. 研究内容

- ①設計
- ②部品製作
- ③組立・動作確認
- ④解析
- ⑤性能評価



③～⑤は【蒸気機関の製作②】を参照

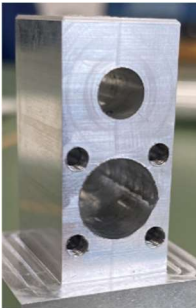
3. 取組状況

まず完成イメージ図をもとに構想設計を行った。次に SOLIDWORKS を用いて各部品を作図し、数値制御機器で加工できるように形状設計を行った。構成部品は右図のとおり計 9 種類 11 個とした。

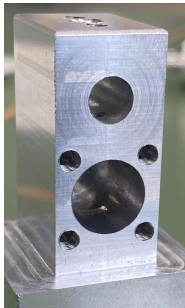
材料の選定は、蒸気を使うことから、錆びにくいアルミニウム A5052 を使用した。

1. シリンダー

上面・側面・底面のプログラムをそれぞれ Mastercam で作成し 3 軸ロボドリルで加工した。しかし、側面加工で不具合が生じ、下側の穴が歪になった。この箇所はドリルではなくエンドミルでポケット加工を行ったが、歪が一直線に並んでいることから、エンドミルが Z 方向に下がる際に負荷が増大したと考えられる。改善策として、円弧補間を行いながら円弧の中心軸と並行方向に切り込むヘリカル加工に変更し、負荷を分散させたことで不具合を修正できた。



Before (ポケット加工)



After (ヘリカル加工)



2. パワー側／3. 制御側ピストン

CNC 旋盤で外径加工した。しかしパワー側ピストンの径がフレてしまいシリンダーにはめることができなかった。フレてし

まう原因は、径が細長い形状であるためと考え、切削抵抗を小さくするために、加工手順を修正し、軸方向を 2 回に分けて加工した。その結果、フレが減少しシリンダーにはめ合うことができた。その後、5 軸ロボドリルで締結部を加工した。

4. フライホイール

上面と側面のプログラムを CAM で作成し、5 軸ロボドリルで加工した。

5. フタ

プログラムは CAM で作成し、3 軸ロボドリルで加工した。CAM シミュレーションでツールパスを確認したところ、ドリルと仕上げ面の干渉が見られた。これまでセンタ穴加工に使っていた $\phi 6.0$ リーディングドリルがフタの輪郭に干渉していたので、R1 ボールエンドミルに変更して対処した。

6. ベース

輪郭・M3 ねじ切りのプログラムを CAM で作成し、3 軸ロボドリルで加工した。また軸受をはめる $4.5\text{mm} \times 2\text{mm}$ 穴および部品の切り落としはワイヤー放電で加工した。

7. 軸

CNC 旋盤で $\phi 4\text{mm}$ にして突切りで切り落とした。約 $\phi 1\text{mm}$ 残ったのでペンチで切った後やすりで削った。

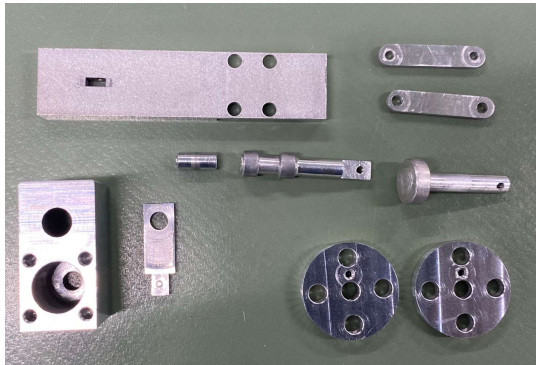
8. コンロッド／9. 軸受

ワイヤー放電で加工した。しかし、コンロッド穴部の円形に、歪で溶けた様な形跡があった。原因は、部品の肉厚が薄く熱が上がり過ぎたと考えられるが、今回は細穴放電で $\phi 1.5\text{mm}$ の穴を空けた後、ボール盤で $\phi 2\text{mm}$ 加工をした。

4. 成果

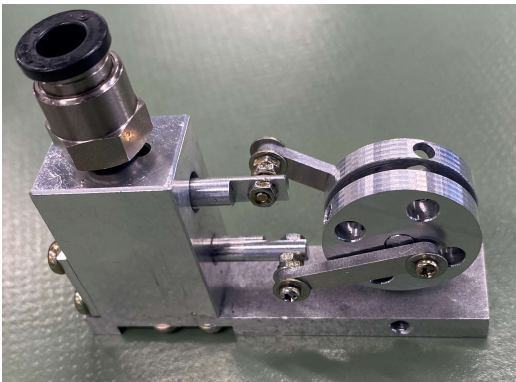
設計から部品の製作まで行うことができた。完成イメージ図をもとに、各部品を設計し、複数の数値制御機器を用いて加工することができた。

部品形状や加工手順を修正すると、はめ合いやストロークなど連鎖的に他の部品も修正が必要になり、予想以上に設計が難しかったが、多くのことを学ぶことができた。



5. 考察

数値制御機器を用いた加工であっても工具の負荷はなくならず、加工方法を工夫しなければならない。今回の製作を経て、加工方法が寸法精度に与える影響や CNC 旋盤 (数値制御) でも汎用旋盤と同じようにフレが起こることを学んだ。以上より、機械を操作するだけでなく、加工の知識や起こり得る現象など、これまで実習や座学で学んだことを効果的に活用する必要があると考える。



6. おわりに

設計は難しいという抽象的なイメージだったが、本研究を通して、その難しさと奥深さを学ぶことができた。具体的には、形状設計と再設計、それに伴い連鎖的に他の部品にも修正が必要で、組付き部品が相互に与える影響を学んだ。また、数値制御機器を用いた加工であっても、寸法精度をだすには方法・手順を考える必要があり、設計・製作の奥深さを学んだ。

この経験を今後のモノづくりに生かしていきたい。