

# 工作実習スターリングエンジンの改良

石田 豊 (函館高専 機械加工技術班)

キーワード：工作実習、スターリングエンジン、ものづくり、機械加工

## 1. はじめに

函館高専の機械工作実習では平成24年度からスターリングエンジンの製作を行っている。スターリングエンジン製作は現在、第2学年後期(機械工作実習Ⅰ)から第3学年前期(機械工作実習Ⅱ)までの実質1年間の期間で完成させている。そして、その過程で多くの工作機械や加工方法を学べるようにしている。しかし、近年の予算削減の流れから材料費削減が必要になってきた。また同時に実習時間が想定よりも長くかかっている問題もあり、実習時間外での事前加工もあり職員の負担がかかっていた。

そこで、平成28年度から新しいスターリングエンジンへの改良の検討を開始し、平成29年度の第2学年から新しいバージョンの製作を開始することができた。ここでは、新しいバージョンのスターリングエンジンについて、改良した点を報告する。

## 2. 各部品の見直し

今回の改良は新しい設計ではなく、個々のパーツ形状や材質の見直しを中心である。形状を簡素化することで加工時間の短縮、材料費の削減することが狙いである。また、購入する機械要素についても安価な部品で代用できるものは変更し、コスト削減を目指した。図1に旧バージョンのスターリングエンジン(旧SE)外観、図2に新バージョンのスターリングエンジン(新SE)外観をしめす。また、今回の改良点を(1)から(5)にまとめた。

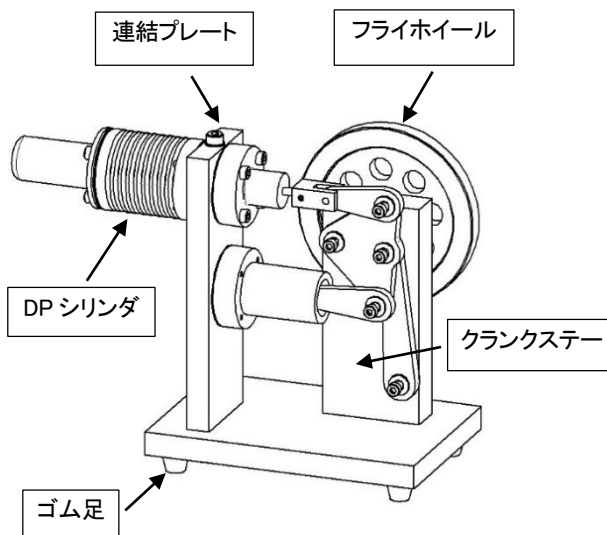


図2. 新SE外観

### (1) フライホイール

旧SEフライホイールは図3のように旋盤で表裏の両面に2mmの内側加工していた。実習時間内に両面の加工が不可能なため、職員が片面を事前加工しなければならなかった。そのため、図4のように2mmの内側加工は片面のみとし、ドリル加工を追加した。

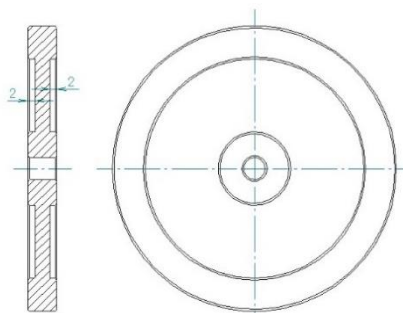


図3. 旧SEフライホイール

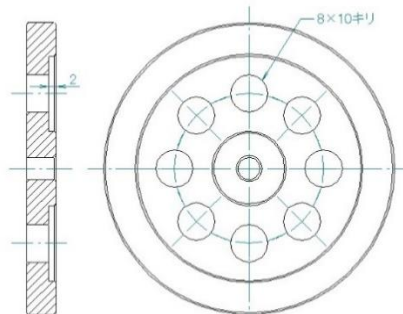


図4. 新SEフライホイール

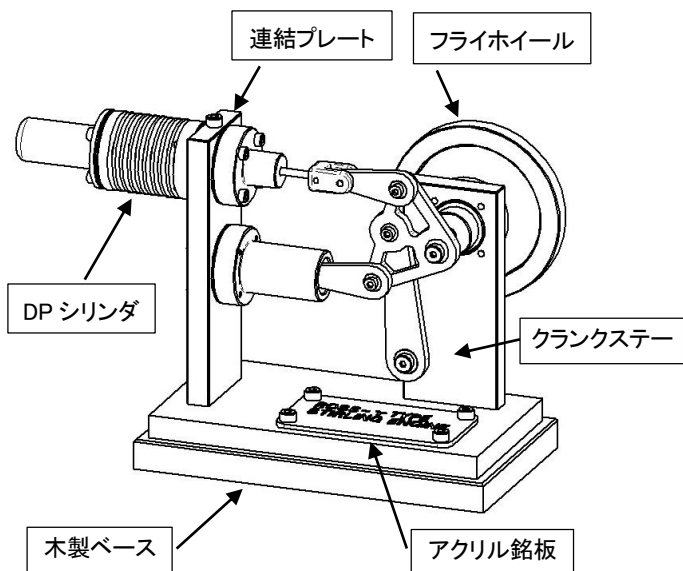


図1. 旧SE外観

(2) 段付き形状の削除

部品を組み立てる際には組合う部品同士、はめあう段形状が設計されていると作業が正確でスムーズである。図5のように連結プレートとDPシリンダの接続部もそれぞれ旋盤とフライス盤による段加工があったが、加工時間短縮のため削除した。

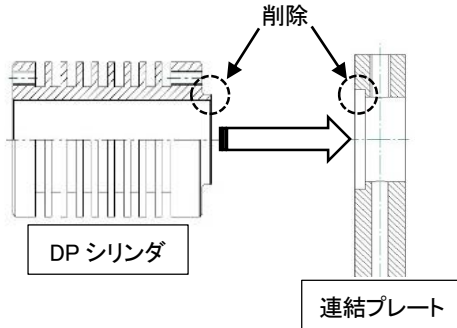


図5. 旧SE 連結プレートとDPシリンダ

段形状を削除することで、組立て時の位置合わせが難しくなるデメリットがあるが、加工時間短縮のメリットが大きいと判断した。特に連結プレートに関してはフライス盤でプレート両面から加工しなければならなかったが、段形状が無くなることで片面からのアプローチで済み、加工時間と段取り作業を大幅に減らすことができた。

(3) クランクステー位置の変更

図6に示すようにクランクステーの向きを反転させることで全体の大きさを30mmコンパクトにすることができた。ロス機構の諸元の変更はないが、部品同士の距離が近くなったので干渉を防ぐため肉厚などの変更は必要であった。

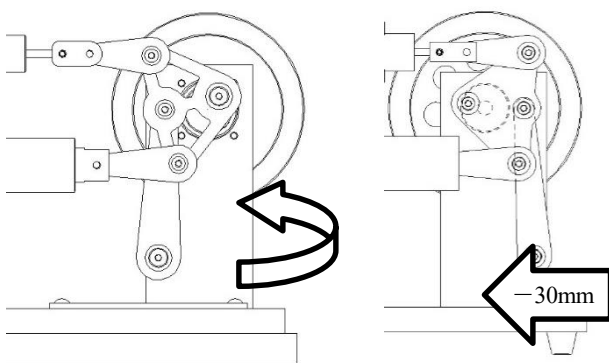


図6. クランクステー位置(左:旧SE、右:新SE)

(4) ベアリングの削減

旧SEで使用するベアリングはロス機構を中心にC693ZZを3個、C685ZZを2個使用し、主軸にC606ZZを2個使用していた。これらをコスト削減のため、主軸に使用するC606ZZを除く5個をブ

ッシュ(オイレス80:オイレス工業)に変更した。ブッシュへの変更に伴い、部品(軸パイプ)の追加が必要であった。しかし、リンク部品の干渉を防ぐために取り付けていたM3ワッシャーが不要になった(図7)。このような小さな部品を減らすことは組立て作業の効率化には有効である。

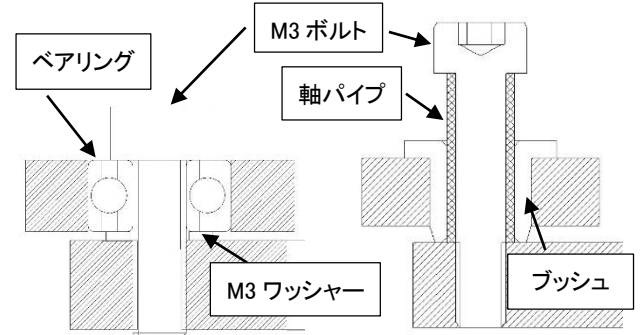


図7. ロス機構接続部断面(左:旧SE、右:新SE)

(5) その他

新SEでは、部品形状見直しの他、加工する部品そのものを廃止または購入することとなったものもある。図8にしめすベアリングホルダはベアリング(C606ZZ)を2個挿入するには不足するクランクステー板厚を補うために設計されていた。しかし、新SEではクランクステー板厚自体を厚くし、ベアリングホルダを廃止した。

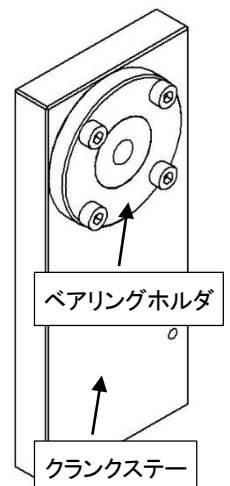


図8. ベアリングホルダ

さらに、鋸切断し穴加工していた木製ベースをゴム足に変更し、亚克力銘板も廃止した(図1、図2参照)。

また、3Dプリンタで造形していたコネクタ類は材料費が高いため亚克力(切削加工)に変更した。亚克力を加工する時間はかかるが、材料費を抑えることを優先した。

3. まとめ

函館高専工作実習で製作しているスターリングエンジンの改良について報告した。今回の改良は新しい設計ではなく、主要諸元は変更せずに現状でできる範囲での改良であった。しかしながら材料費では約5,000円/台必要であったものが約3,500円/台まで減らすことができた。また、加工部分の削除や加工部品数の削減で実習時間にも余裕ができ、より丁寧な指導をすることが可能になった。