

課題情報シート

テーマ	ゼロハンカーの設計・製作		
大学校	中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校		
ホームページ	http://www3.jeed.go.jp/hiroshima/college/		
電話番号	084-926-2351（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	佐藤和史 福嶋一哉		

開発（制作）年度・期間

2019（令和1）年度 ・ 10 カ月

（内訳）企画：1 カ月、設計：3 カ月、製作：5 カ月、テスト・調整：1 カ月

開発（制作）学生数

6 名

（内訳）車体製作：3 名、エンジン製作：3 名

習得した技能・技術

機器の設計・選定方法、構造力学の計算やCAE解析を行い安全に配慮した装置を製作しました。

専門課程で学んできた幅広い分野の知識を活用し、部品の設計・選定方法、設計した部品の加工・組立・調整を行いました。「ものづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させる開発工程について習得しました。

開発（制作）のポイント

「全日本EV&ゼロハンカーレース」の大会規定に「手作りエンジン部門」があります。排気量65ccの水冷式2ストロークエンジンの手作りエンジンを搭載し、それを載せて走行する車体を製作し、当該部門へ初出場しました。

今まで学んできた知識を生かして、学生が自らのアイデアをどのようなすれば実現できるのか試行錯誤を重ねながら製作しました。また、製作の過程で、設計、各種工作機械を用いた機械加工、組立て、調整等、ものづくりの一連の流れを学びました。なお、大会出場後、製作したカートは学校でのイベントで生産技術科の教育訓練内容の説明に活用することとし互換性を有しています。

訓練（指導）のポイント

リーダーを中心に役割分担し、班員全員が積極的に課題に取り組むよう指導しました。また、問題が発生した場合はしっかりと分析し、確実に問題が解決するよう指導しました。

開発物の仕様

項 目	内 容
ゼロハンカー（車両本体）	重量 (98kgf)、ホイールベース (1430mm)、トレッド幅 (1025mm)
水冷式 2 ストロークエンジン	排気量 64cc、ボア×ストローク (45. 2mm× 40. 0mm)

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）」

普通旋盤（滝沢鉄工所・TAL-540N）、フライス盤（静岡鉄工所・SV-WⅡ）、NC 旋盤（オークマ・LB3000 EX(MY)CX450）、マシニングセンタ（DMG 森精機・NVX5100Ⅱ/40）、TIG 溶接機（ダイヘン・DA300P）、半自動溶接機（ダイヘン・M350）、プレスブレーキ（アマダ・RG35S）、ワイヤカット放電加工機（ファナック・ROBOCUT α -c400iA）、炭酸ガスレーザ加工機（渋谷工業・FALCON-WTS4112）

ゼロハンカーの設計・製作

福山職業能力開発短期大学校

生産技術科

1. はじめに

私たちは昨年に引き続き、第 11 回全日本 EV&ゼロハンカーレース in 府中に出場するために、ゼロハンカーの設計・製作を行った。

今大会は、自作エンジン部門にエントリーを行った。自作エンジン部門は、70cc 以下のエンジンを搭載した 4 輪レーシングカーで、私たちのチームは、フレームを製作し、エンジンチームが製作した自作エンジンを搭載し、大会に出場することを目標に活動した。

2. 車体の特徴

メインフレームをフロント部とリア部で分け、スイングアームを採用した。自作エンジンのパワーに耐えられる強度を求め、フレームには鋼材を使用した。

また、コーナリング性能の向上を狙い、デファレンシャルギヤも導入した。

3. 材料について

フレームには、丸パイプを使用した。曲げやすく (降伏点 $195[\text{N}/\text{mm}^2]$)、入手しやすい OST-2 を使用した。フロント側のメインフレームには $\phi 22$ (厚み $2[\text{mm}]$) と $\phi 16$ (厚み $2[\text{mm}]$)、外形フレームには $\phi 12$ (厚み $2[\text{mm}]$)、リア側には $\phi 25$ (厚み $2[\text{mm}]$) を使用した。

簡易モデルを使用し、強度解析した様子を図 1 へ示す。なお、リア部との接続箇所を固定し、椅子の箇所

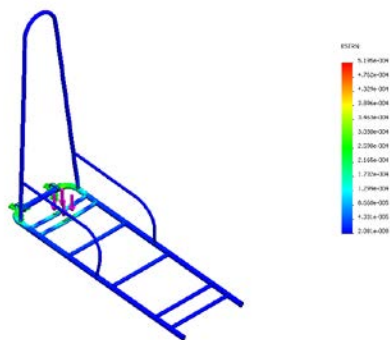


図 1 解析の様子

4. 仕様

今までの車両の中で一番走行性のよい車体を参考に、新たに車体を製作した。今回の車体の仕様と参考車両と比較を表 1、図 2 に示す。

表 1 車体仕様

	今年	参考車両	備考
重量	98.15	85.45	kgf
ホイールベース	1430	1375	mm
トレッド幅	1025	980	mm
最低地上高	180	125	mm
駆動方式	2st 65cc	4st 50cc	—
エンジン	自作	市販	—



図 2 全体図

4. 1 前輪

前輪はダブルウィッシュボーン式を採用した。ダブルウィッシュボーンは、車軸をアッパーアームとロアアームの 2 本で支えている。このことから上下のアームによって車輪が支えられているのでタイヤの横方向からの入力に対する剛性 (曲げやねじれに対する強さ) が高く、車の走行性を高めることができる。また、上下のサスペンションアームによって剛性が確保されているため、コーナリング中に、スプリングやショックアブソーバーといった衝撃吸収装置に負荷がかからず、サスペンションの動きが常に垂直を保ったまま上下運動するため、タイヤが路面を捉える力が強くなり、駆動力を効果的に路面に伝えることができ、コーナリング性能をより高めることができる。

F1 や WEC（世界耐久選手権）のプロトタイプスポーツカーを始め、レーシングカーでは通常ダブルウィッシュボーン方式を採用している。



図3 ダブルウィッシュボーン

4. 2 後輪

後輪部の構造としては、デファレンシャルギヤとスイングアームが主となっている。

デファレンシャルギヤとは、コーナを曲がる際の内輪と後輪の左右の回転数の差を吸収し、スムーズにコーナリングができる装置である。

昨年までの設計では、コーナを曲がる際の左右のタイヤの回転数が同じになることにより内輪差でブレーキがかかり減速する原因となっていた。しかし、今回から取り入れたデファレンシャルギヤは、1本の軸ではなく、左右で別々のシャフトからなっており、中心にあるスペースで左右の回転数の差を吸収することにより、コーナでは、安全にかつスムーズに走り抜けることができる。

最小回転半径は3200[mm]から2380[mm]まで小さくなり、走行負荷は、直線時に19.6[N]前後と変わらないものの、コーナリング時の負荷は65[N]前後から40[N]前後まで軽減することができた。また、最低地上高も125[mm]から180[mm]に55[mm]高くしたことで、地面との接触することによる抵抗も軽減できるようになった。



図4 デファレンシャルギヤ

リア部のサスペンションはスイングアーム式を採用した。前後の車輪を独立させ、リア部を一体化構造にすることにより、路面の凹凸に対する衝撃をタイヤとスイングアームを介してサスペンションによって吸収し、追従性を向上させた。

また、デファレンシャルギヤを取り入れたことによ

るコーナリング時の遠心力もスイングアームやフレームのしなりによって吸収され、安定した走行が可能になった。



図5 スイングアーム

エンジンの取り付けは、エンジン固定ベースを前後に移動することによりチェーンのテンションも調節できる構造にした。また、インタークーラーやガソリタンクもベースに連結して一体構造にすることで、取り付け作業とチェーンの調節を比較的容易に行えるように設計した。

5. 試走

デファレンシャルギヤの導入により、コーナリングがスムーズに行えるようになった。また、65cc エンジンを使用したため、加速や最高速度も速くなった。

しかし、計算よりエンジンが強力であったため、エンジンの固定部が歪んでしまった。そこで、エンジンの固定部分の設計・製作を再度行った。

6. 評価及び考察

参考車両に比べ、トレッド幅とホイールベースは少し大きくなったが、後輪にデファレンシャルギヤを導入したことによって、コーナリングの性能が向上した。さらに、前輪のサスペンションをダブルウィッシュボーン方式にしたことやスイングアームの導入によって、振動も吸収され、安定して走行できるようになった。

また、参考車両に比べ、重量が増加したものの、自作 65cc エンジンを使用するため、速度は落ちなかった。

7. おわりに

設計では、走行性能だけでなく、部品の取り外しについても考えた。また、加工・組立をしながら課題点を見つけ、新しい部品の設計・製作を行った。

総合制作実習で学んだことを就職してからも生かしていきたいと思っています。生産技術科の先生からの多くの指導を頂きながらの製作になりました。ありがとうございました。

2 ストロークエンジンの設計・製作

福山職業能力開発短期大学校

生産技術科

1. はじめに

私たちは、第 11 回全日本 EV&ゼロハンカーレースの自作エンジン部門に出場するため、2 ストロークエンジン (65cc) の設計・製作に取り組んだ。

2. エンジンの仕様

KTM 社製のエンジン (KTM65SX) を参考にして、リバースエンジニアリングによって仕様を決定した。エンジンの仕様を表 1 に示す。

表 1 エンジンの仕様

全長	319.0mm
幅	246.0mm
高さ	222.4mm
排気量	64cc
ボア×ストローク	45.2mm×40.0mm
材質	A5052

3. 大会レギュレーション

エンジンは、大きくわけて腰上と腰下に分けられ、大会のレギュレーションにおいて、腰上部品 (シリンダーヘッド、シリンダー、ピストン、コンロッド) 及び腰下部品 (クラッチケース、クラッチカバー) が必要であり、自分たちで製作した。

4. 測定

参考モデルのエンジンの分解・組立てを行い、機能上重要な位置や精度が必要とされる箇所を確認した。組立て基準となる軸線位置を決定し、基準位置からの寸法を測定した。使用した測定機は、画像測定機と三次元測定機である。図1に示す。



図1 画像測定機と三次元測定機

5. 設計

測定した寸法を元に 3DCAD で設計を行った。

図 2 に、設計した CAD モデルを示す。

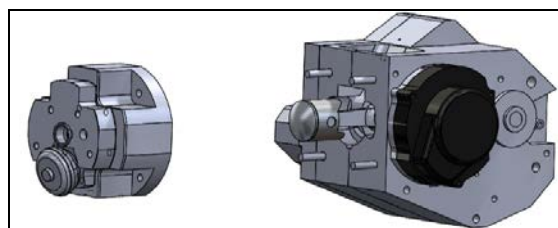


図 2 CAD モデル

一部の部品は形状を簡素化し、加工しやすいように設計した。

例としてシリンダーについて説明する。参考に行っているエンジンは鋳物で作られているため、円筒の側面に位置する吸排気の穴が切削加工にて再現することが難しい。したがって、部品を大きく 2 つに分け、入れ子式にすることで切削加工できるように設計した。図 3 にシリンダーを示す。

シリンダーは、穴基準によるしまりばめとした。しまりばめで挿入することで空気漏れを防ぐ。

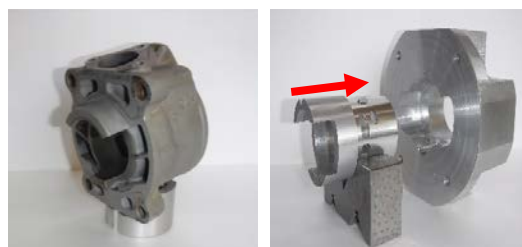


図 3 参考品と製作したシリンダー

6. 加工

普通旋盤、マシニングセンタ、ワイヤカット放電加工機など、各種工作機械を使用する必要があるため、加工工程を検討した。変形を最小限にするように治具を製作し段取りを行った。

6. 1 腰上の加工

材料は円形のアルミニウム材（A5052）を使用した。最大の切削深さが工具径の5倍以上あったため、工具長や突き出し量を考慮し、工具の選定をした。アルミニウム材を切削するためコーティングはDLC コートの工具を使用した。

例として、シリンダーヘッドの加工について説明する。

普通旋盤で加工の基準となる内径を作成し、汎用フライス盤を使用して4つの平面を加工した。これは、マシニングセンタのバイスに掴むための掴みしろである。

マシニングセンタでは、普通旋盤で作成した穴を基準として加工を行った。
完成したシリンダーヘッドを図4に示す。



図4 シリンダーヘッド

6. 2 腰下の加工

クランクケースは形状が複雑なためCAM(CATIA V5)を使用し、プログラムの作成をした。ベアリングを挿入する穴はベアリングの外輪より0.01~0.02mm 小さい精度で仕上げ、しまりばめで挿入する。製作したクランクケースを図5に示す。

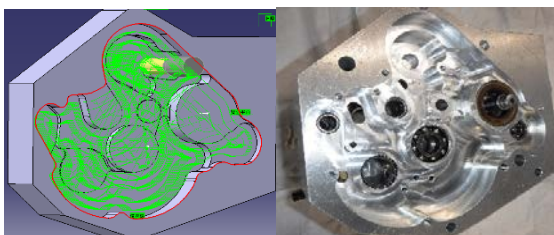


図5 クランクケース

7. 組立て・調整

オイル漏れ、空気漏れを防ぐためのガスケットを挟み、製作した部品を組み立てた。

シリンダーの排気穴にチャンバーを取り付けるとシリンダーと干渉する不具合が生じた。

そこでシリンダーの左右を干渉しない形状に修正するため、片側につき約20mm切削を行うことで解消することができた。製作したシリンダーを図6に示す。

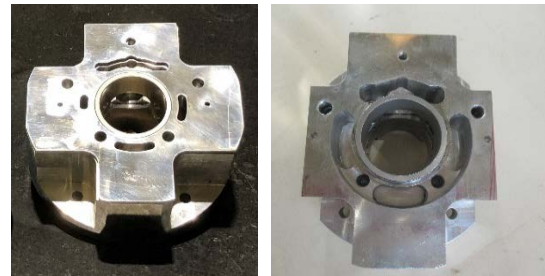


図6 修正前と修正後

組立て基準であるクランクシャフトを挿入した状態で腰上と腰下を組立てたところ、各ケースの上面に最大で0.27mmの加工誤差が生じたため、正面フライスを使用し平面加工を行った。完成したエンジンを図7に示す。



図7 エンジン

8. まとめ

今後は、動作チェックを行い、必要に応じて微調整を行う。調整後、自作エンジンゼロハンカーで試行を行い、大会に出場する予定。

9. おわりに

この1年を通して設計から加工、組立て・調整、ものづくりの一連の流れを経験して、各部品を組み上げ、形になった時はとても嬉しく思った。

学んだことを就職先で活かしたい。先生方、ありがとうございました。