

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.or.jp/hiroshima/college/		
電話番号	084-923-6408（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	佐藤 和史		

開発（制作）年度・期間

2017 年度 ・ 10 月

（内訳）設計：5月～1月、 部品製作：9月～1月、 組立調整：12月～2月

開発（制作）学生数

6名

（内訳）生産技術科：6名

習得した技能・技術

設計するカートの性能向上のため軽量化を目標に設計を行った。評価のために材料力学やCAE解析を理解し活用することで、必要な剛性を維持しながら軽量化のための設計を行うことができた。

グループでの製作であることから、自らの役割を進めるだけでなく、他メンバーとの協調を意識して進めました。グループ内での連絡を密に行うことでコミュニケーション能力を習得しました。

製作過程においては、当初の設計で実際に部品の製作や組立調整を行うと数々の問題が発生しました。その度に、対処策を検討し試すことで問題解決能力を習得することができました。

課題に取り組むことで身に付けた設計や加工の技能と知識が、就職した会社で活かされています。

開発（制作）のポイント

全日本ゼロハンカーレースは地元で開催されており、近隣の大学や工業高校などが多く参加しています。当校のものづくりに対する技術や技能のPR効果を高めるために製作しました。

学生の学習意欲を喚起するため、要求される機能が分かりやすく制約条件が明確であるゼロハンカー製作は適していました。車両規則への適合を制約条件として大会で入賞することを目標に掲げて取り組みました。

訓練（指導）のポイント

ゼロハンカーの製作では専門課程で行うすべての技術が必要になります。

また、車の構造を考えて理解しどのような仕組みで行うのか考えることから始まります。設計する部品の公差やはめあいなども、実際に加工を行い組立て調整する体験を行うことで設計や図面の大切さを理解することができます。

ゼロハンカー製作を通じて、学校にあるすべての機械を使用できるようになり、加工機械や加工工程、工具や加工条件など自ら考えて行うことで、ものづくりの奥の深さや楽しさを実感させることができました。

開発物の仕様

項目	内容
Aチーム サイズ (W×D×H) 重量	1010×2025×1400 84.8kgf
エンジン	50cc オートマエンジン (SA36J)
Bチーム サイズ (W×D×H) 重量	990×1990×1200 73.1kgf
エンジン	50cc 遠心クラッチ3速エンジン (CRF50)

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）

マシニングセンタ（森精機）、NC 旋盤（大隈）、レーザ加工機（渋谷）、ワイヤー放電加工機（ファナック）、フライス盤（静岡）、旋盤（タキザワ）、MAG 溶接機（ダイヘン）、TIG 溶接機（ダイヘン）、プレスブレーキ（アマダ）、動力シャー（コマツ）、帯のこ盤（アマダ）

参考文献

ゼロハンカーの設計・製作

福山職業能力開発短期大学校

1. はじめに

私たちは昨年に引き続き、第9回全日本E V & ゼロハンカーレースin府中に出場するために、ゼロハンカーを設計・製作することにした。

ゼロハンカーとは 50 ccのエンジンを自作フレームに乗せて、ダートコースを走る4輪レーシングカーである。

2. ゼロハンカーの構造

ステアリングはレーシングカートと同じアッカーマン式ステアリングを採用した。

リアサスペンションは軽量化の観点から取り付けないことにした。

メインフレームやサイドフレームの多くにアルミ材を使用することで軽量化を図り、サスペンション周りや後輪付近には強度が特に必要なため鋼材を使用した。

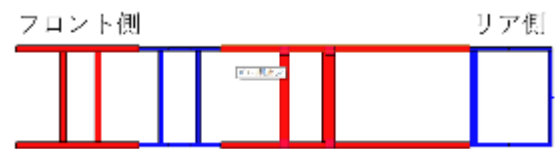


図1. フレーム構造

赤：アルミ（A6063T5）

青：機械構造角形鋼管（STKM290）

3. 取り組み

A・Bの2チームに分かれて1台ずつ製作することにした。エンジン・サスペンションはA・Bで異なる種類を使用することで性能の差別化を図った。

表1. A・Bの比較

	Aチーム	Bチーム
エンジン	JOG(SA36J)	CRF50F
サスペンション	ダブルウィッシュボーン	ストラット

大会への出場は今年度製作した2台と昨年度製

作した2台の合計4台をエントリーし、昨年の1台は改造しE V部門にエントリーした。

表2. 大会へ出場する車体

車体名	ドライバー	
レイブン	Y	Aチーム製作
クレイン	M	Bチーム製作
ターキー	S	昨年度の車体
ポリウスα	M	E Vカーに改造

4. 製作手順

ゼロハンカー製作手順を図2に示す。

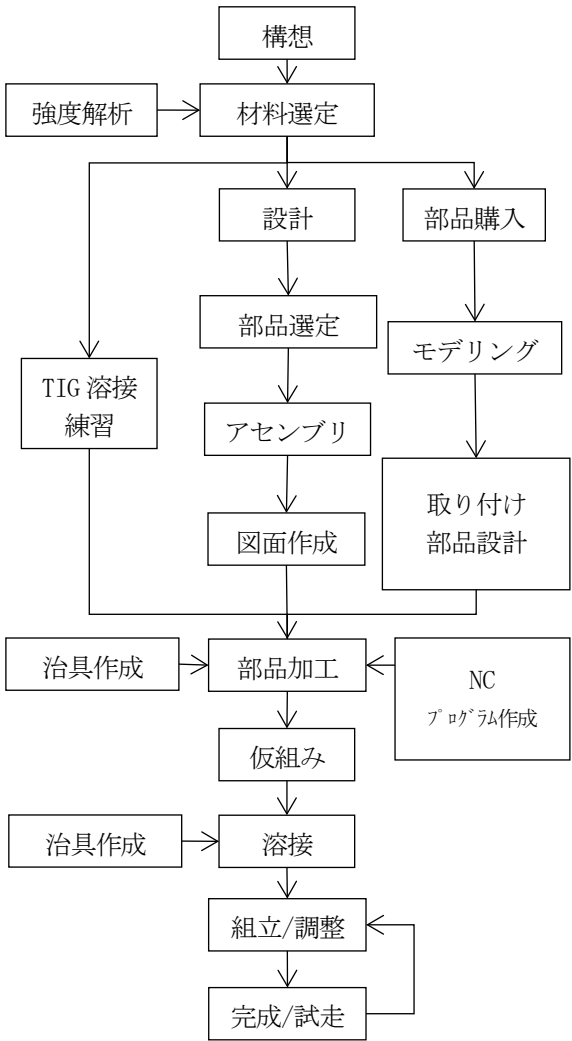


図2. 製作手順

5. 材料について

軽量化のために、アルミ材を使用することにした。アルミ材は鋼材の質量約3分の1であるが、引張強さが約65%、許容応力（耐力）が約70%である。そのため、力のかかる前輪、後輪部分は機械構造用角形鋼管 STKM290（降伏点 $175\text{[N/mm}^2\text{]}$ ）を使用した。メインフレームは A6063 で作製した。

メインフレームは強度が必要であるため、昨年と比較して材料の寸法を検討しなおした。その結果、強度は約1.6倍強く、重さは約半分になった。

外形フレームは、曲げやすい純アルミ A1050 を使用した。

図3はメインフレームの簡易モデルで解析を行った図である。荷重は600N、安全率は6とし解析を行い強度の確認を行った。

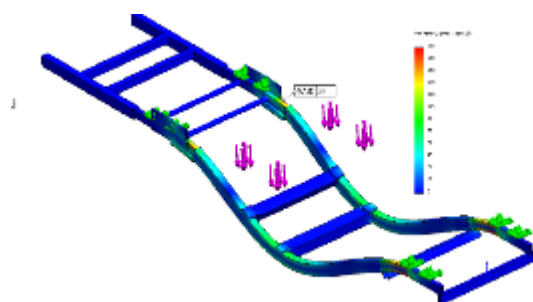


図3. 解析の様子

6. TIG溶接について

今回、軽量化のためにサイドガードやメインフレームの一部でアルミ材を使用したためTIG溶接を行った。TIG溶接は、タングステン電極を使って母材との間にアークを発生させその熱で溶接棒を溶かして接合を行う。シールドには、アルゴンガスなどを使用する溶接である。TIG溶接が難しいと感じた点は主に3つあった。

1 つ目に、鋼材と比べアルミ材は融点が低いことである。鋼材の融点は $1500^{\circ}\text{C}\sim 1600^{\circ}\text{C}$ であるが、アルミ材は 660°C ととても低い。そのため、溶けやすく穴が開いたり、ひずんだりするため、欠陥が出やすいことである。

2 つ目に、熱伝導率がとても良いことである。溶接の熱が伝わり母材の温度が上昇してのので、溶接始めと溶接中の溶け具合が変わっていく。そのため、溶接のスピードが一定ではなく、早めていかなければならない。

3 つ目に、溶接する際は、溶接トーチと溶接棒を使用するので両手を使う。それに加え、溶接棒

は溶けて短くなっていくが母材と溶接棒の距離は一定に保たなければならないので、片手で溶接棒の長さを調節していかなければならない。

次に、TIG溶接の失敗例と成功例を示す。



図4. 実際行った溶接
(左：失敗例、右：成功例)

7. Aチームの仕様

Aチームの仕様を以下に示す。(図5・表3)



図5. 3DCAD図(左)、完成写真(右)

表3. 各車体の仕様

全長	2025mm
全幅	1010mm
全高	1400mm
重量	84.85kgf
ホイールベース	1180mm
トレッド幅	810mm
フロントサスペンション	ダブルウィッシュボーン式
駆動方式	リアドライブ方式
ブレーキ	リアドラムブレーキ
エンジン	JOG(SA36J)
最大トルク	3.9【N・m/6500】
最大出力	4.2【ps/8500rpm】

JOG(JBH-SA36J)のエンジンを使用し、必要のな

い配線や機器を全て切断した。



図 6. SA36J

曲がる時にリア側よりフロント側に荷重が加わるため構造は複雑になるがフロント側にストラット式より性能が良いダブルウィッシュボーン式のサスペンション機構を採用し、できるだけ垂直になるように設計し、サスペンションの性能を活かせるようにした。



図 7. サスペンション

8. B チームの仕様

Bチームの仕様を以下に示す。(図8・表4)

昨年の CRF50F のエンジンを使用し、車体の軽量化に重点を置いて設計した。



図 8. モデリング(左)と完成図(右)

昨年のゼロハンカーに乗ってみて若干カーブが曲がりづらいと感じる車体であったので、ホイールベースを短縮し回転半径を小さくすることで改善できるのではと考えた。

そこで、前輪軸を足先から膝下に配置し、昨年の入賞したゼロハンカーより約 200mm の短縮に成

功した。

サスペンションには構造が容易なストラット式を採用した。(図9)

表 4. 車体の仕様

全長	1990mm
全幅	990mm
全高	1200mm
重量	73.15kgf
ホイールベース	1130mm
トレッド幅	930mm
フロントサスペンション	ストラット式
ブレーキ	フロントドラムブレーキ
駆動方式	リアドライブ
エンジン	CRF50F
最大トルク	3.3[N・m/4000rpm]
最大出力	3.1[ps/8500rpm]

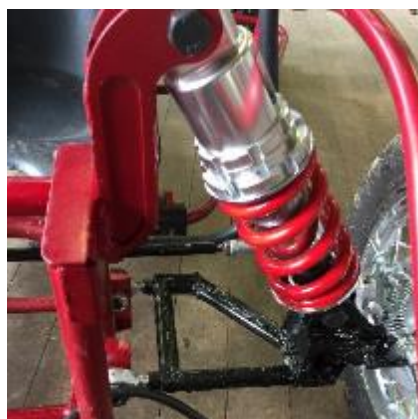


図 9. ストラット式サスペンション

フレームをアルミにするだけでなく、強度の必要ない部品の各所に軽量化のための肉抜きを行った。(図10)



図 10. 軽量化の一例

9. 共有部品について

A・Bチーム共にナックルアームの部品は昨年

の先輩のデータを元に設計を行った。



図 11. ナックルアームの分解図

リアタイヤのフランジはデザイン性と軽量化、耐久性を追求して設計した。加工はNC機械を使用し、シャフトとフランジの空回りと抜け防止対策のためにキーだけでなくピンを追加した。

タイヤとフランジの芯を出すため、フランジに段を付けてホイールをはめ合わせる事で簡単に心出しを行い、組み付けることができた。

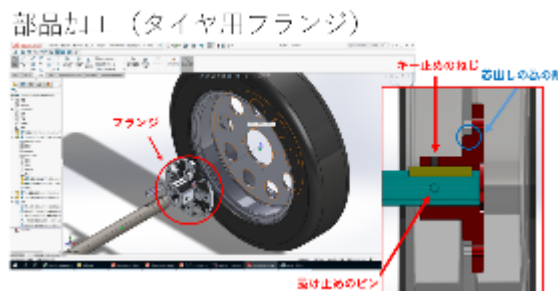


図 12. タイヤ用フランジ構造

10. 評価及び考察

アルミフレームで製作するにあたり強度解析をして材料の選定をしたが、実際に制作してみると、アルミフレームがたわむので、少し補強を追加することにした。

Aチームはフレームを2重にした。Bチームはフレームの間にVの字にアルミの角材を入れることによりねじれ剛性を強化した。



図 13. メインフレーム補強

表 5 に車体の重量を示す。車体のみだとAチームは 25%、Bチームは 21%の軽量化ができています。

表 5. 車体の重量比較 【kgf】

	昨年車体 ターキー	Aチーム レイブン	Bチーム クレイン
全重量	88.5	84.85	73.15
車体	68.9	51.8	54.7
エンジン	19.6	32.05	18.45

実際に乗ってみると、昨年度より曲がりやすい車になっており、ホイールベースを短くした結果が大きく出てきている。(表 6)

表 6. 左タイヤ回転半径 (右回り) 【mm】

ターキー	レイブン	クレイン
693	613	599



図 14. 完成車体 (左: クレイン 右: レイブン)

11. 試走およびエンジン調整

構内のグラウンドにコースを作り試験走行しながらタイムの比較をした。走行中に起きた不具合を改善し、車体を最適化して大会に臨んだ。

エンジン調整では、Aチームは駆動系を中心に改良し、Bチームは吸気と排気を中心に改良した。

12. おわり

この総合制作を通じて、形の無い状態から物を作り上げる難しさや、加工の段取りが大切なことがわかりました。加工や設計のノウハウを教えてくださいました先生や、資料を残してくださいました先輩方のおかげで大会に出場することができました。学んだことを就職先で活かしていきたいです。ありがとうございました。