

ソーラーカーボディの空力解析

博多 温輝 徳島大学理工学部理工学科機械科学コース
 山中 建二 徳島大学大学院社会産業理工学研究so 理工学域 電気系

1. はじめに

徳島大学ソーラーカープロジェクトは図1のようなソーラーカーを製作している。これは、三重県の鈴鹿サーキットで毎年開催される「ソーラーカーレース鈴鹿」に出場し、出場チームの上位半分以上の順位をとることを目標としている。また、本プロジェクトは既製品に頼らず自分たちの手で制御装置や部品加工のほとんどすべてを作ることを方針としている。



図1 製作したソーラーカー

2. 車体概要

本プロジェクトが製作したソーラーカーの特徴は、車高の低い流線形の四輪の車両である。

製作は車体班と電装班に分かれて行った。電装班では、インバータ、制御回路、計測回路およびプログラムを含むすべての制御装置の製作をおこなった。車体班はシャーシとボディの設計及び製作を行った。そして、機械加工や溶接によってシャーシの製作を行った。また、ボディは溶接でフレームを作成し、フレームの側面にプラスチック段ボールとスチレンボードを貼り付けて製作した。

表1に製作した車両諸元を示す。

表1 ソーラーカーの車両諸元
車両諸元

全長	5.00 [m]
全高	1.00 [m]
全幅	1.50 [m]
車体総重量	150 [kg]
トレッド	0.600 [m]
ホイールベース	1.60 [m]
前方投影面積	0.857 [m ²]
バッテリー	LG 化学
制御装置	徳島 SP
モーター	ホンダ ZE2
最高時速	100 [km/h]

3. 目的

車が走行する際に受ける走行抵抗には、転がり抵抗、空気抵抗、勾配抵抗、加速抵抗の4種類が存在する。少ないエネルギーで走行するには4つの抵抗を低減すればよいが、特に空気抵抗は、時速60km付近から転がり抵抗を上回り、走行抵抗の中で一番大きくなる。

本稿では、製作したソーラーカーのボディの空気抵抗を知り、来年度のボディの設計に活かすことを目的として空力解析を行った。空気抵抗の低減は、上位の順位を目標としている本プロジェクトにとって必要不可欠である。

4. 空力解析の方法

3次元CADであるFusion360でボディのモデルを作製し、クレイドル社の熱流体解析ソフト

scFLOW でソーラーカーボディにかかる力を解析した。解析の条件としてk-εモデルを使用し、空気の温度を20℃、相対速度を10.0m/sとした。

空力性能の指標となる空気抵抗係数Cd、揚力係数Cl、空気抵抗Fの式を以下に示す。

$$Cd = \frac{2D}{\rho v^2 A} \quad (1) \quad Cl = \frac{2L}{\rho v^2 A} \quad (2)$$

$$F = \frac{Cd}{2} \rho A \left(\frac{V}{3.6}\right)^2 \quad (3)$$

D:抗力(surfForce_Z) [N]

L:揚力(surfForce_Y) [N]

ρ:空気密度 1.205[kg/m³]

v:相対速度 10.0[m/s]

A:前方投影面積 0.857[m²]

F:空気抵抗 [N]

V:走行速度 [km/h]

5. 空力解析の結果

空力解析により得られたデータを以下に示す。図2にソーラーカーボディにかかる圧力の分布、また、図3にソーラーカーボディに働く力を示す。

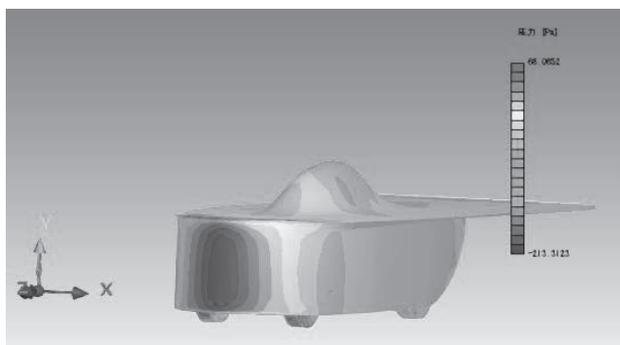


図2 ソーラーカーボディの圧力分布

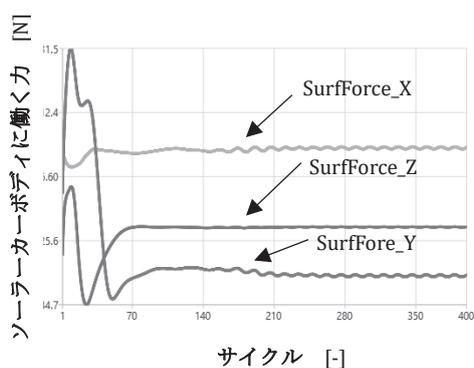


図3 ソーラーカーボディに働く力

空力解析の結果を式(1)および式(2)に代入すると、Cd値とCl値の値は以下に示す通りである。

$$Cd = 0.418 \quad (4) \quad Cl = 0.695 \quad (5)$$

また、求めたCd値より空気抵抗の式は以下の通りである。

$$F = 0.0166V^2 \quad (6)$$

式(6)より、走行速度と空気抵抗の関係を図4に示す。

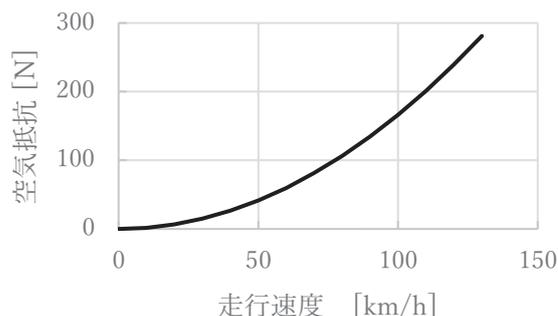


図4 走行速度-空気抵抗曲線

6. 考察

図2より前面部に集中して圧力がかかっていることがわかる。これは前面部が丸まっておらず、空気の流れが乱れて渦が発生しているからだと考えられる。来年度のレースで使用する予定の、現在設計中の新たなボディでは、前面部の形状を変更しCd値を小さくし、空気抵抗を低減したいと考える。

7. プロジェクト活動を通して学んだこと

ソーラーカープロジェクトの活動を通して、大学の講義で学んだことを実践し専門分野の理解を深めることができた。また、自分たちで考えたアイデアを実現することで問題解決能力や主体性が養うことができた。