

# 神戸大学学生フォーミュラチーム FORTEK

## 2014 年度 Inspire 使用報告書

2014 年度プロジェクトリーダー

神戸大学大学院工学研究科

中尾 亮太

### 1. 概要

本紙は神戸大学学生フォーミュラチーム FORTEK (FORTEK)が、2014 年度プロジェクト(FORTEK2014)においてアルテアエンジニアリング株式会社の支援を受け、”solidThinking-INSPIRE” (INSPIRE)を利用してブレーキペダル(B ペダル)の開発を行った結果について報告する。

FORTEK は神戸大学の学生により 2003 年に発足したサークルであり、2004 年の第 2 回全日本学生フォーミュラ大会に参戦し、以降毎年学生フォーミュラ車両の設計および製作を行っている。Fig. 1 に 2014 年度車両の (a) CAD モデルおよび (b) 実写真を示す。

2012 年度プロジェクトより、アルテアエンジニアリング株式会社から解析ソフトウェア”Hyper Works”および”solidThinking”を支援いただいている。

### 2. 開発背景および目標

FORTEK では車両を学内の工作技術センターで制作しており、設備上、B ペダルの材料および製作方法として「炭素鋼/TIG 溶接」、「アルミ合金/ワイヤ放電加工 (Electrical Discharge Machining, EDM)」が考えられた。

過去の設計では設計における人的リソース不足から、修正の容易な前者を選択し安全側での設計を行っていた。しかし、2013 年度プロジェクトにおいてレイアウトの問題から、強度を満たすことを目的とするとかなり重量のある部品となってしまった。また、強度が設計目標であったために剛性も低く、制動力の立ち上がりやブレーキフィーリングに悪影響を与えていたと考えられた。

Fig. 2 に 2013 年度 B ペダルの外観図を示す。

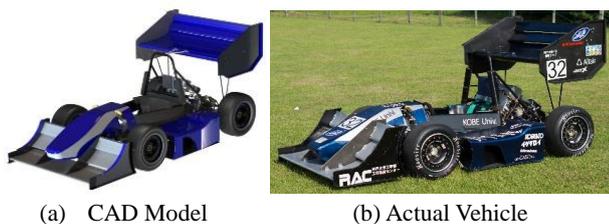


Fig. 1 FORTEK-2014

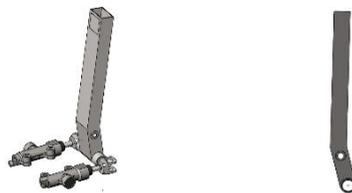


Fig.2 Appearance of Brake Pedal (2013ver.)

FORTEK2014 では開発コンセプトを”Fun to Ride”と掲げ、これを達成するために B ペダルには以下の 3 つの設計目標が与えられた。

- ① ドライバーの踏力に耐えうる”強度”
- ② 制動力の立ち上がり改善のための”高剛性化”
- ③ ヨー慣性モーメント低減のための”軽量化”

特に今年度は、エアロデバイス搭載による高速域での輪荷重の増加を制動時にも活用するため、②”高剛性化”を主目的と定め、2000N 負荷時の変形量を前年度比で 50% 減少させることを目標に開発を行った。

### 3. 解析手法および条件

B ペダルの開発にあたって、形状モデリングおよび有限要素解析(FEA)には主にダッソーシステムズ・ソリッドワークス社製 3D CAD ソフトウェア”SolidWorks”を使用し、形状検討のために INSPIRE を用いたトポロジー最適化を行った。設計時の制約条件としては、車両レイアウトおよびドライバーの踏力から決定される各種取付け部や踏面の位置と、加工機の都合による本体部分の 2 次元形状という幾何的条件の 2 種類があった。FEA に用いた解析条件は、「ペダルマウント部」の並進運動固定、「マスターシリンダーマウント部」の作動方向固定、踏面部への 2000N の垂直荷重入力で、ペダル本体が 2 次元系上であることを利用してシェルメッシュによる線形静解析解析を行った。INSPIRE によるトポロジー最適化の際は、上記の拘束条件及び荷重条件に加えて、各条件に関わる部分の周囲 4mm の領域以外を設計領域として設定し、”剛性の最大化”機能による解析を行った。Fig. 3,4 に SolidWorks および Inspire での解析条件の模式図を示す。

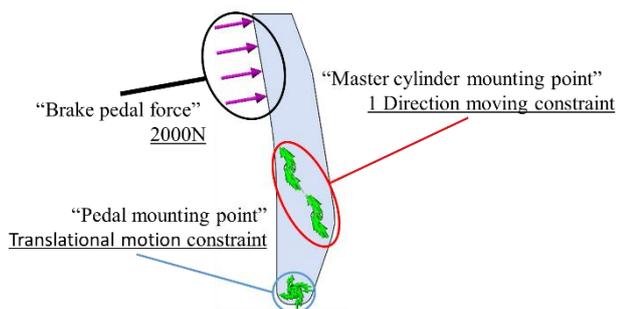


Fig. 3 Analytical conditions on SolidWorks



Fig. 4 Analytical conditions on Inspire

今年度は Inspire 導入初年度ということもあり、Inspire の導入に失敗した場合備え、平行してトポロジー最適化を行わずに肉抜きを行ったモデルも作成を行った。

以下の3種類のモデルについての解析結果を比較し検討を行った。

Model 1: 取付け穴や踏面の位置が出た基本形状

Model 2: トポロジー最適化を行わずに作成したモデル

Model 3: トポロジー最適化を行って作成したモデル

#### 4. 結果

Fig. 5 に Model1, 2 の外観を示し、Fig. 6 (a) に Inspire 上での解析結果を、(b) にそれを元に作成した Model3 の外観を示す。

また、Fig. 7 にこれらのモデルと昨年度モデルについて、(a) ペダル重量と (b) 解析時の踏面の変形量をそれぞれ示す。

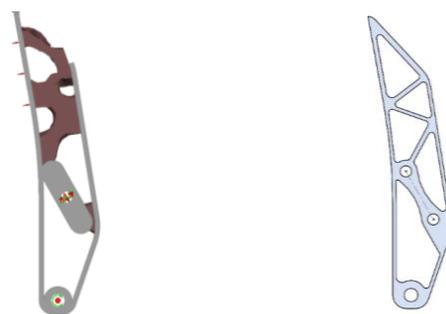


(a) Model 1



(b) Model 2

Fig. 5 Appearances of Brake Pedal (Model 1&2)



(a) Result of Analysis

(b) Appearance of Model 3

Fig. 6 Result of Analysis with Inspire & Model 3

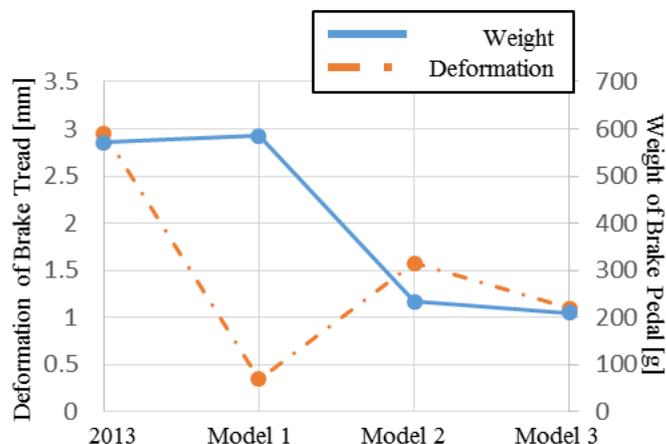


Fig. 7 Result of Analysis for each model

以上の解析結果から、昨年度比で 62% の変形量低減を実現し目標である「変形量 50% 低減」を達成しており、かつ最も軽量の Model 3 を採用した。重量に関しては約 210g と昨年度から 63% の軽量化を実現しており、Inspire を用いた開発は十分な効果を発揮しているものと考えられる。

また作業時間についても、Inspire の操作が直感的に理解しやすい簡易なものだったため、新規ソフトの導入であるにもかかわらず、非常に短時間に設計を完了することができた。

以上より、Inspire によるトポロジー最適化を利用した形状決定は、性能向上だけでなく設計時間の短縮にも大きく貢献すると考えられ、次年度以降の開発ではより様々な部品に適用することで更に高効率な設計開発が行えるものと思われる。