

「ワールドラリーカー (WRCar)開発における CFD の実際」

Subaru World Rally Team

下山 浩

車両開発の概要

機能 Function; 専門分野による組織化

造形 Styling

造形部署付き設計者 Studio Engineer

設計 Engineering Design

実験 Test

開発工程 Production Process; 製品としての形にしていく過程

構造設計 Structural Design; 設計空間を定義し構造化する → Packaging

性能設計 Performance Design

機能設計 System Design

要素設計 Parts Design

量産設計 Product Design

構造基準寸法 Datum Geometries; 開発工程での機能間の合意

造形参照 Referenced Geometries; 造形->設計

造形指示 Requests For Styling; 設計->造形

開発精度 Production Convergence; 構造基準寸法の固定

基本寸法 Principal Geometries

ガラス基準面 Glass Datum Surfaces Fix

窓方上固定 Shoulder Lines and Upper Openings Fix

窓周り固定 Side Openings Fix

アーチ線固定 Arch Lines Fix

関連設計 Parametric Design; 構造基準寸法の相関性の解決

WRCar の空力開発工程

性能要件; 冷却 Heat Management、車両挙動特性の補完 (DF、SF、DF)

造形要件; 製品イメージの踏襲

評価値; 空力値[ms⁻²], 空気流量[ms⁻¹] → ラップタイム[s] (非連続シミュレーション)

評価方法; 1/4、1/1 風洞、実走、CFD → CFD only

開発要素; ダクティング → バンパ開口、フード開口造形

ガーニ、スプリッタ → バンパ、フェンダ造形

リアスポイラ

造形固定 Model Fix; データ公正化後、要素設計へ

設計承認 Sign Off; 製作側での量産設計へ

工具固定 Tool FIX; 初物承認後、量産へ

部品承認 Parts Off; 集成し、WRCar としての評価へ

車両承認 Styling Fix; 外観の検査と承認

リベリー; ラッピング、ステッカー類の調整、塗装色の調整

写真撮影; Shooting; 公式発表用の写真、メディアキットの準備

リアスポイラの開発工程

性能設計; 目標性能、翼特性の決定、競技規則への適合

機能設計; 翼構造の決定、構造基準線の定義

造形指示; 3次元翼の構造定義、造形境界の明確化

公正化; 面の品質確保、境界条件への適合

要素設計; 固定構造、要素分解

量産設計; パターン設計、シーミング、加工正順解決

SWRTでのCFDの実際

計算リソース; PCクラスタ 1単位 SPEC 12Node-24CPU:C2D、48GBRAM 18H/Case

全体最大で20Case/日が可能

ソルバ; 3Dは、OpenFOAM 1.4.3-e (モジュール改変) 2Dは、M-Solver、XFoil

WRCar2008のケースでは、3Dにて約4ヶ月内に130Case以上の計算を実行

→ CFDによる、設計での開発要素毎のケーススタディが可能になっている

プロトタイプ (フランクフルトショーカー) とアクロポリス車の相違

計算概要

フロントバンパ周り事例紹介

ダクティング事例紹介

リアスポイラ周り事例紹介

CFD の課題

プリプロセッサ; CFD 屋のトレンドは、CAD レス化のようですが...

- 実験ニーズとして風洞の代替としては良いが、設計ツールとしては物足りない
構造基準寸法を扱えるパラメトリック且つプリミティブなジオメトリエンジンを
搭載したプリプロセッサを期待

計算能力; TFlops 級の PC クラスタであれば、インタラクティブな CFD が可能

- CFD に特化したハードウェアアクセラレータの開発 (Nvidia Tesla 等の GPU、
CPLD/FPGA)

ソルバ; 並列化コストの問題

- パラレルは、オープンソースに移行するだけのメリットが拡大
モデリングコストの問題
- オートメッシュ (SnappyHexMesh) もしくは、メッシュレス (M-Solver)

ポストプロセッサ; 結果ファイルの容量の増大、ハンドリング

- 並列化、オンメモリ処理、構造格子での計算 (M-Solver)