

設計現場を支援する CFD の理想像を求めて — パーシャルセル法の開発とその応用 —

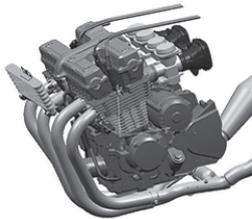


図1 ソリッドモデル

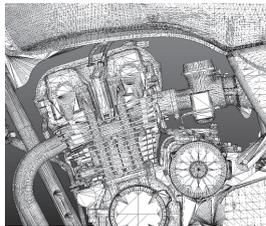


図2 STL データへ変換

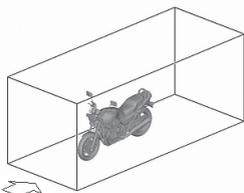


図3 境界条件設定

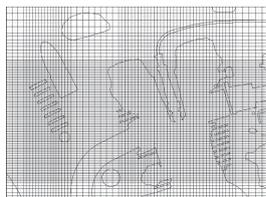


図4 直線直交格子

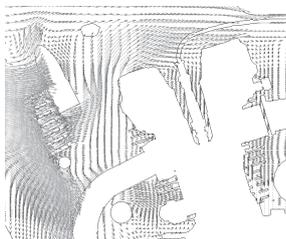


図5 CFD 結果 (流速ベクトル, ほか)



図6 熱伝達率分布

1. はじめに

実車開発における設計支援ツールの理想は、エンジンなど各部の状態を完成車の運転状態で解析評価することであろう。このような複数の要因の相互作用を考慮した解析は、いわゆる「複雑系」の問題に相当し、計算規模は膨大になる。本稿ではこの問題に関し、二輪車開発現場における、CFD (Computational Fluid Dynamics) の活用事例を紹介する。

2. パーシャルセル法の開発

複雑系とよばれる解析には、全体像の把握が必要である。ところが二輪車の熱流れを実車運転状態で解析するような場合、解析時間の問題が顕在化する。これには形状データ作成、メッシュ生成、計算時間、ポスト処理のすべての行程を含むが、解析精度と大きな相関があるため、全体のバランスが重要である。

一般の境界適合格子法はメッシュで形状を表現することから、形状が複雑になるに従いメッシュ数が増大し、また計算精度向上には細かなメッシュを要す。メッシュ数の増大は、計算時間の増加につながる。

開発現場の設計支援ツールとして製品形状を扱う際、形状の簡略化は最大の誤差要因となるのに対し、求める流れは全体像の把握程度で済む場合が多い。また解析コストは実験コストとの対比から限られている。

このような開発現場の解析の特徴に適した手法がパーシャルセル法であり、メッシュから形状表現を切り離すことにより、比較的少ないメッシュ数で複雑形状を扱うことを可能とし、計算時間の大幅低減を計る。

本手法ではメッシュが解析形状に直接依存しないことから直線直交格子が用いられ、メッシュ生成の自動化も容易に可能となった。形状の簡略化が必要ないことは、デザイン・設計から試作・量産へのデータ一元化構想への対応にも好都合である。

3. 二輪車開発への適用事例

図に空冷エンジンの解析事例を示す。空冷エンジンにはフィン形状など非常に細かな部位があるが、形状データの簡略化は必要ない。CFD 結果 (図5) からポスト処理として熱伝達率分布 (図6) を求めた。これによりエンジンと車体の相関を考慮した

冷却性能の検討が可能となった。形状データさえ整えば計算は数時間であり、流用部品をうまく使えば、概念設計段階での解析も可能となった。この熱伝達率を用いた伝熱計算により、エンジン本体の温度分布計算が可能となる。さらにシリンダ熱歪や冷却を考慮した燃焼解析へとつながる。

4. 課題と今後の展開

従来は実験結果との比較により計算結果の妥当性を検証していた。しかし実験では求められないものを計算対象とする場合、その結果の妥当性確認が一つの課題となる。ここでは計算により計算を検証する概念が必要となる。パーシャルセル法ではメッシュと形状の組合せは無限にあるので、この組合せを変えて結果の差異を調べることは妥当性検証のひとつである。

また、形状データの作成も大きな課題である。図面仕様を定めるための計算のはずなのに、現状は図面から三次元形状を作成しないと計算が出来ない。鶏が先か卵が先かの議論になってしまうが、この回答の一例は「同時」である。つまり設計者が三次元で設計し自ら解析して図面に反映する。この具現化には各設計者の仕事量を考慮すると、操作の簡易化も求められ、周辺ソフトの充実も重要となる。

さらに、二輪車開発における CFD の適用も部品単位から完成車単位へと広がり、次はライダーを含めた解析へと進む。二輪車の楽しみの一つは風を楽しむことにある。風や音と快適性の相関など、人間の感性も CFD の解析対象になって来た。

5. おわりに

コンピュータの進歩は常に新しい概念をもたらす。そしてそれは、技術領域に留まることなく、開発手法や組織にも影響を及ぼす。大型二輪車は趣味の要素が強く、多様な顧客ニーズへの対応が求められている。多品種少量生産のビジネスモデル構築も CFD 活躍の道となるだろう。

(原稿受付 2006年11月24日)

〔高橋易資 (株) 本田技術研究所〕

●文 献

- (1) 高橋・稲吉・後閑・石間・小保方, カルマンのアナログによる局所熱伝達率の数値予測と二輪車用空冷エンジンへの応用, 日本機械学会論文集, 72-724, B (2006), 2886-2893.