



超小型EVの実走行シミュレーション —レーンチェンジ時の操縦安定性解析事例—

研究・開発機関 : トヨタ車体(株)
 利用施設 : 自社設備
 計算規模 : 0.03Tflops (1ノド)
 利用ソフトウェア : Altair Engineering、MotionSolve

Before

- 車両の操縦安定性を確保するために、ボディ剛性を向上させて走行中のボディ変形を抑制する取り組みを行っています。
- 従来は走行中の代表的な変形モード(曲げ、振り)に対し静的解析を用いてボディ剛性の向上を検討してきました。しかし、走行中のボディ変形は非常に複雑ゆえに、これらの対策だけでは不十分で、実車を改造しながら改善点を探る非効率な開発でした。

After

- 実車の動特性を精度よく再現するマルチボディダイナミクス(Multi Body Dynamics:MBD)モデルを構築し、実走行シミュレーションを可能にしました。
- 実走行時のボディ変形が時系列で可視化できるようになり、従来の静的解析では抽出できないようなボディ変形に対し、効果的な対策を講じることが可能になりました。

■背景と目的

超小型EV「COMS」は現時点において原付ミニカーカテゴリの中で唯一、一般の方がナンバーを取得して公道走行できる車です。現在は2代目となり個人、法人ともに多くの方々にご利用頂いています(図1)。

「地域の手軽な移動手段としての超小型EVで低炭素・低エネルギー社会を目指す」という開発コンセプトから、キャッチフレーズを「ちょっと お出かけ 街まで スイスイ」としています。開発当初より超小型車両ならではの軽快感をドライバーに実感してもらうために、優れた操縦安定性の確保はこの車の商品性に関わる重要なテーマでありました。

操縦安定性の確保の一手法としてボディ剛性を向上させ、走行中のボディ変形を抑制する方法があります。COMSの開発では走行中の代表的なボディの変形モードである「曲げ、振り」といった観点に着目し、静的解析を行いボディ剛性を確保しました。ただし、これらの解析で抽出できない変形モードがあるのも事実で、解析結果のみならず実車を使ったトライ&エラーの改造を行って操縦安定性を確保してきました。

以上に鑑み、実走行に近い状態でのボディ変形を抽出し、それに対し効果的に対策を見出せる、解析手法の確立が不可欠となりました。



図1. 2代目 COMS

■利用成果

○解析モデル、解析条件

フレームボディと意匠パネルなどで構成されるトリムドボディは要素数約25万、全て弾性体でモデル化しました。それにドライバーモデルとシャシー側の機構解析モデルを組み合わせ、MBDモデルとしました(図2)。またMotionSolveを用いて自重解析で平衡状態を算出の後、過渡応答解析で初速度と操舵角を与えてレーンチェンジ走行させました。

○実験との比較

構築したモデルの妥当性を確認するためにレーンチェンジ走行させた場合の車両の動特性を計算と実験で比較しました(図3、4)。車速は両者とも一定で、実験で測定した操舵角をMBDモデルに入力してコンピュータ上で走行させた結果、MBDモデルは実車を精度よく再現していることを確認しました。

○プロトタイプでの操縦安定性向上検討

2人乗りプロトタイプ開発では更なる操縦安定性向上を目指し、サスペンションの諸元変更に加え、ボディ剛性向上に取り組みました。今回はMBDを用いた計算による操舵初期のボディ変形に着目し、変形の大きいフロントガラス下部周辺へ補強を施しました(図5)。その結果、最終的な実車でのテストドライバーの評価では「ステアリングの手応え感」や「どっしり感」が向上し、従来の実車を使ったトライ&エラーよりも計算で効率的に改善点を検討することができました。

なお、この2人乗りプロトタイプは国土交通省から募集があった「超小型モビリティ認定制度」を活用し、豊田市のカーシェアリング実証実験「Ha:mo RIDE(ハーモライド)」で実証運用中です(図6、7)。

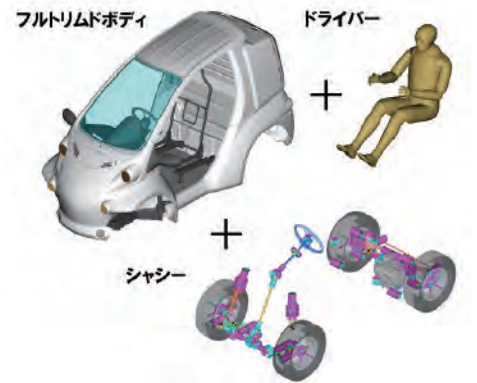


図2. MBDモデル

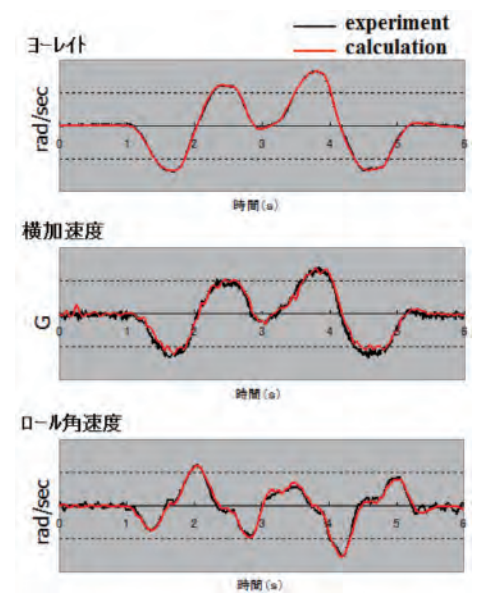


図3. 動特性比較 (赤: 計算、黒: 実験)

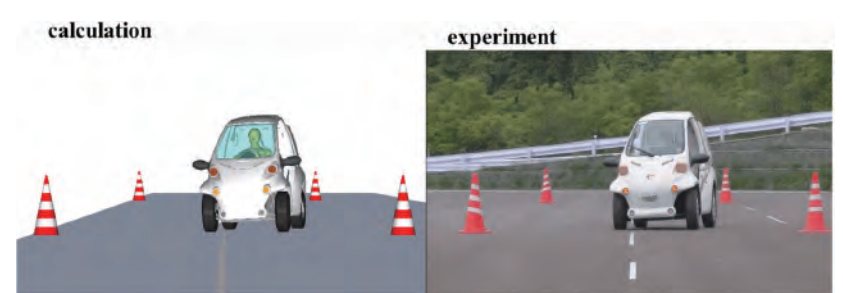


図4. レーンチェンジ走行 (左: 計算、右: 実験)



図5. 操舵初期のボディ変形 (変形倍率拡大後)



図6. 街中を疾走する2人乗りプロトタイプ



図7. 豊田市カーシェアリング「Ha:mo RIDE(ハーモライド)」