



PLECS DEMO MODEL

Two-Axle Vehicle with Driving Profile

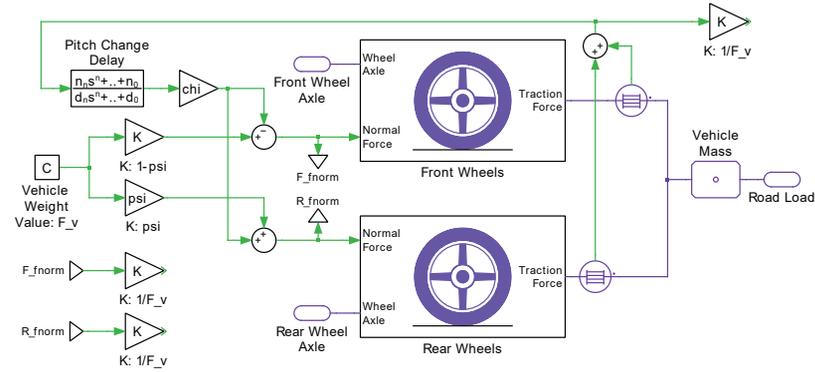
走行プロファイルを備えた2軸車両

Last updated in PLECS 4.3.1

KESCO KEISOKU ENGINEERING SYSTEM

計測エンジニアリングシステム株式会社
<https://kesco.co.jp>

図2: 2軸車両モデル



2.3 車輪モデル

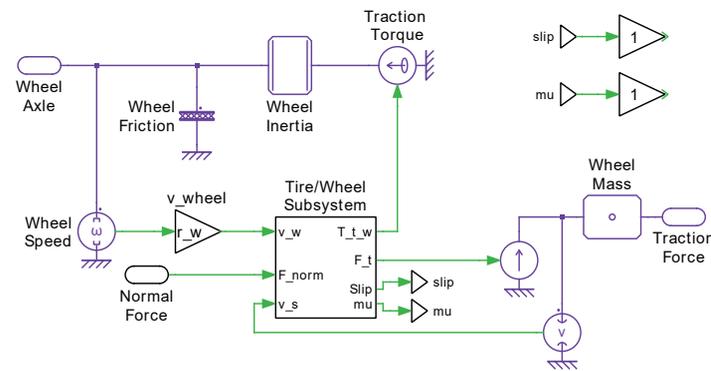
車軸に加えらるるトルクは車輪に作用し、Rotational Inertiaブロックとして一括してモデリングします。車輪の回転速度と車両の移動速度(V_s)の両方を測定します。車輪の回転速度は車輪の半径でスケールし、路面との接触点付近のタイヤの移動速度(V_w)を決定します。車軸に作用する法線力と測定した速度(V_w と V_s)は、車輪によって車両に作用する牽引力(F)を計算するために使用します。加えられた牽引力によって車両システム全体を動かします。

タイヤのスリップの計算には2つの実装があります。"Basic Tire Model"は基本となるタイヤモデルで、タイヤの過渡動作を無視しますが、"Restricted Fully Nonlinear Model"は、過渡動作を考慮します。どちらの実装でも、計算したスリップは、PacejkaのMagic Formula [1]を使用して牽引力に変換します:

$$F_{Traction} = D_x \cdot \sin(C_x \cdot \arctan(B_x \cdot \lambda))$$

ここで、 λ はタイヤのスリップ、 B_x 、 C_x 、 D_x は車両システムの実験的特性評価を通じて決定されるMagic Formulaの係数です。

図3: 車輪モデル

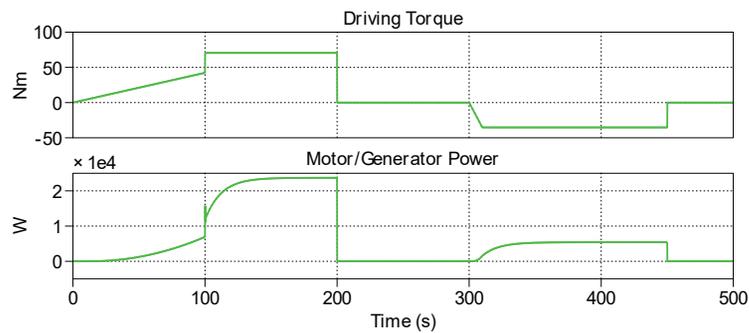


3 シミュレーション

3.1 走行プロファイル

図4は、シミュレーション期間中、電気モータが車両システムに印加するトルクを示しています。最初の100秒間は、加速のトルク勾配がモータに適用されます。t=100秒でアクセルを踏み込むため、電気機械によって加えられるトルクが段階的に変化します。t=200秒で、ドライバは機械ブレーキを操作して車両を減速します。これにより、モータに印加されるトルクがゼロになります。t=300秒で、モータから負のトルクが適用され、車両を後進させます。このトルクは、機械ブレーキを再び操作して車両が停止するまで、150秒間まで維持します。さらに、モータに必要な電力もプロットしています。ご覧のとおり、電気機械は、この走行周期では電動機モードでのみ動作します。

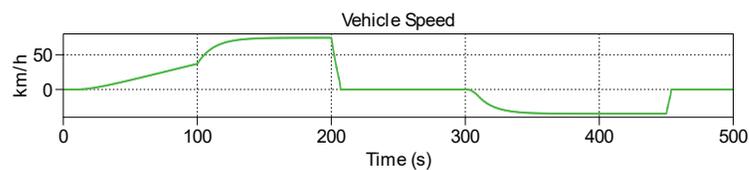
図4: 機械的駆動サイクル



3.2 速度

車両は最初は停止しています。車両は最初の100秒間で静止状態から36km/hまでゆっくりと加速します。t=100秒では、トルクの段階的な変化により、車両の加速が速くなります。車両は、t=150秒付近で最終定常速度74km/hに達するまで加速を続けます。この定常速度はt=200秒まで維持し、その後ブレーキを使用して、車両は4.7秒後に停止します。t=300秒で車両は後進し、t=380秒で最終速度-34.9m/sに達します。この速度はt=450秒まで維持し、ブレーキをかけて車両は3.2秒後に停止します。

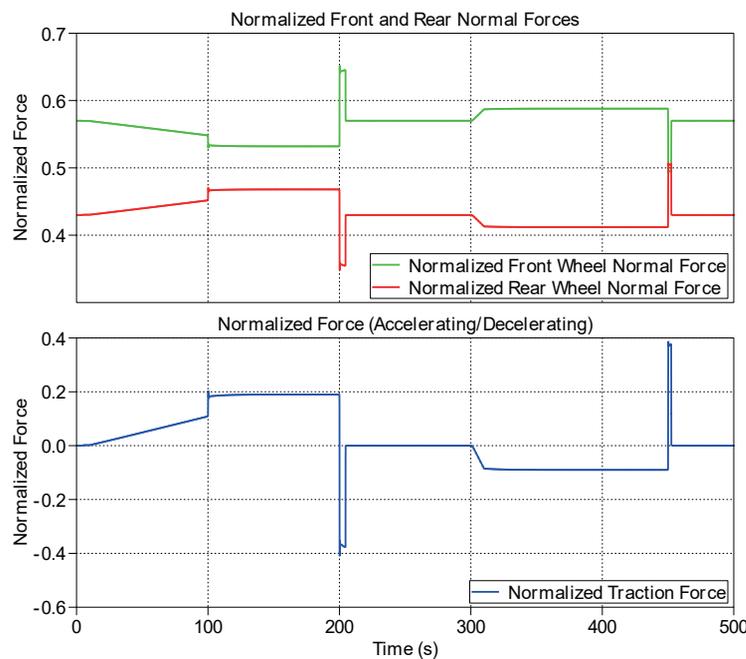
図5: 車両速度



3.3 重量配分と加速・けん引力

図6は、走行周期がこの車両の重量配分に与える影響をシミュレーションしています。車両にかかる加速力が追加のプロットに表示されています。ご覧のとおり、最初の100秒にわたる前方加速度の急激な増加により、車両の重量がゆっくりと車両後方に移動しています。駆動トルクの段階的な変化により、車両の重量配分が急激に後方に移動します。車両が定常速度に達すると、一定の重量配分が維持されます。車両が急速に停止すると、 $t=200$ 秒の緑色のスパイクでわかるように、重量が車両の前方に移動します。車両が後進すると、負の方向の加速度により車両の重量は車両前方に移動します。 $t=450$ 秒の赤色のスパイクでわかるように、後退中の車両が停止すると、車両の重量は車両後方に移動します。 $t=205$ 秒から300秒まで、および $t=450$ 秒から500秒までの波形は、停止時の車両の重量分布を示しています。

図6: 機械力

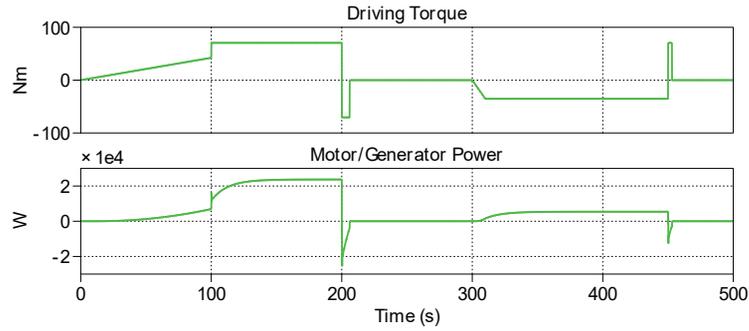


Forcesプロットは、走行周期全体を通して車両に作用する加速/減速力を示しています。 $t=150$ 秒から200秒の間で車両が定常速度に達すると、車両の加速牽引力がゼロになることがわかります。この間、電気モータが生成するトルクは、路面荷重による外力を乗り切るために使用します。

3.4 回生ブレーキ

機械ブレーキを使用して車両を減速する代わりに、電気機械を発電機として使用して運動エネルギーを回収することもできます。図7では、 $t=200$ 秒から205秒の間の負のトルクを使用して車両を減速し、システムを発電機モードで動作させ、運動エネルギーを回収しています。同様に、 $t=450$ 秒から453秒の間に加えられた正のトルクは、後退中の車両を減速させるために使用し、運動エネルギーを回収しています。

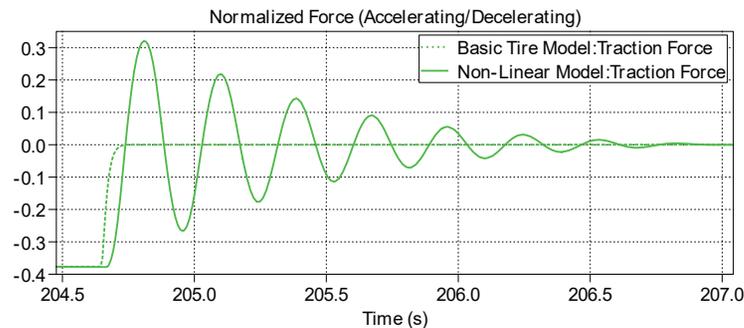
図7: 回生走行周期



3.5 制限付き完全非線形モデルと基本タイヤモデルの比較

シミュレーションは、"Restricted Fully Nonlinear Model"を使用して繰り返すこともできます。この実装では、タイヤ/ホイールの過渡動作をモデリングします。これにより、ホイールに加えられるトルクの段階的な変化によってワインドアップ振動が発生します。図8は、車両の瞬間的な機械ブレーキによって車両にかかる加減速力を示しています。これらの結果は、[1]の第8章の結果一致しています。

図8: 車輪の実装比較



4 まとめ

このモデルは、前輪駆動の2軸電気自動車モデルに焦点を当てています。PLECSの機械回路ブロックコンポーネントを使用して非線形の機械負荷を作成し、ユーザが電気駆動システムをより詳細に解析できるようにします。このモデルをさらに強化するには、さまざまなタイヤ寸法や道路状況を選択できるようにする必要があります。PLECSの機械回路ブロックを紹介している他のモデルについては、**PLECSデモモデルライブラリ**のフィルタ機能を使用してください。

参考文献

- [1] Pacejka, H.B, *Tire and Vehicle Dynamics*, 3rd Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2012, Chapters: 1, 4, 7, and 8.

改訂履歴:

PLECS 4.3.1 初版



Pleximへの連絡方法:

☎ +41 44 533 51 00	Phone
+41 44 533 51 01	Fax
✉ Plexim GmbH	Mail
Technoparkstrasse 1	
8005 Zurich	
Switzerland	
@ info@plexim.com	Email
http://www.plexim.com	Web



計測エンジニアリングシステム株式会社

<https://kesco.co.jp>

PLECS Demo Model

© 2002-2023 by Plexim GmbH

このマニュアルに記載されているソフトウェアPLECSは、ライセンス契約に基づいて提供されています。ソフトウェアは、ライセンス契約の条件の下でのみ使用またはコピーできます。Plexim GmbHの事前の書面による同意なしに、このマニュアルのいかなる部分も、いかなる形式でもコピーまたは複製することはできません。

PLECSはPlexim GmbHの登録商標です。MATLAB、Simulink、およびSimulink Coderは、The MathWorks、Inc.の登録商標です。その他の製品名またはブランド名は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。