

## マルチボディダイナミクスを用いた鉄道車両の運動解析に関する研究

日大生産工(院) ○本多 紫苑 日大生産工 綱島 均

## 1 緒言

鉄道は、高速性、安全性といった特性を持つ交通機関として、重要な役割を果たしている。しかし、鉄道は、自動車や航空機の競争が激しくなり、車両の高速化が求められると同時に、安全性や快適性の向上が重要な課題となっている。

近年、コンピュータの発展とともに著しい進展を遂げたマルチボディダイナミクス（以下、MBD）の考え方を利用した車両運動の解析技術が格段に向上している<sup>1)</sup>。MBDは多自由度系モデルに対応する数学モデルが構築され、運動方程式を自動的に導出し、高速かつ高精度な運動解析が可能となり、実車両に近い運動を再現できることが特徴である。また、実験条件を自由に変更でき、様々な状況下でのシミュレーションを効率的に行う点で、開発時間の短縮やコストの問題<sup>2)</sup>を解決することができる。

本研究では、初期検討としてシミュレーションで連接車両の特徴を表すことができるか検討する。車両モデルとして、比較の対象となる連接車両、基準となる1両と1両を連結した非連接車両を作成し、連接車両と非連接車両に同一軌道を入力する。シミュレーションにより出力された挙動を比較し、連接車両の特徴について検討する。

## 2 モデル概要

鉄道車両のマルチボディを構築するにあたり、鉄道作成モジュールSIMPACKを用いて車両モデルを構築する。図1に連接車両モデル・非連接車両モデルを示す。連接車モデルは車体2、台車3、輪軸6の計11剛体で構築され、編成車両モデルは車体2、台車4、輪軸8の計14剛体で構築されている。輪軸・台車・車体間には、ばね・ダンパ要素を設定し、輪軸・台車間にはコイルばねと防振ゴムを、台車・車体間には空気ばねを用いて連結・支持した。車体の前後・左右・上下を比較するために車体の台車直上に

加速度センサーを取り付けた。また、中間台車の輪軸の輪重・横圧・脱線係数を比較するため、連接車の第3輪軸と非連接車の第5輪軸とを比較する。今回、連接車両モデルは、2車体連接構造でボルスタレス台車を採用した。図2に作成した連接車両モデルを示す。本研究で用いる車両パラメータは、在来線の連接車両の主要諸元をもとにモデル構築をおこなった。車両諸元を表1に示す。

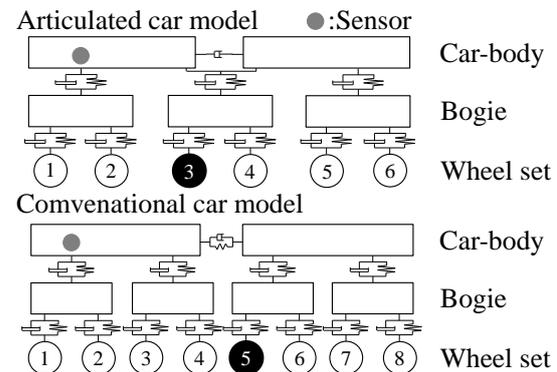


Fig.1 Vehicle Model

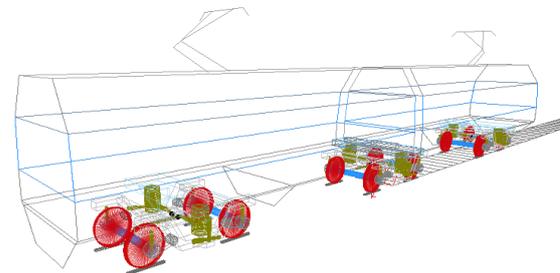


Fig.2 Articulated car model

Table.1 Vehicle parameter

Description	Value	Unit
Car-body mass	20000	kg
Bogie mass	3000	kg
Wheel mass	1200	kg
Car-body base	8.7	m
Wheel base	2.56	m

## Dynamic Analysis of Vehicles using Multibody Dynamics

Shion HONDA, Hitoshi TSUNASHIMA

### 3 走行シミュレーション

#### 3.1 シミュレーション条件

作成した車両モデルの特性を確認する目的で、曲線通過シミュレーションを行った。シミュレーションに用いた軌道の概要を図2に示す。緩和曲線 125m, カント 73mm, 定曲線 50m の軌道を入力し、台車中心直上での車体前後・左右・上下加速度, 車輪の接触点における輪重・横圧・脱線係数を算出する。それぞれでの挙動の値を比較することで連接車両モデルの特徴を検討する。本シミュレーションにおいて、走行速度は併用軌道走行を想定して 36km/h とする。

#### 3.2 シミュレーション結果

非連接車両の前車両後台車中心直上と連接車の中間台車直上での車体の前後・左右・上下加速度を図4, 非連接車両の第5輪軸と連接車第3の輪重・横圧・脱線係数を図5に示す。図4より、車体の前後・上下加速度は同様な結果が得られた。しかし、車体の左右加速度に関しては、連接車両が曲線区間において、非連接車両より多少大きい振幅を示した。図5より、連接車両は非連接車両に比べ輪軸が少ないため、連接車の輪重は高くなるが、連接車両の脱線係数は通常車両と同程度であることがわかった。

### 4 結 言

本研究では、初期検討として連接車両の特徴を表すため、シミュレーションを用いて連接車両、非連接車両の車両モデルを作成し、同一軌道を入力して、連接車の特徴について検討した。車体の左右加速度に関しては、連接車両が曲線区間において、非連接車両より多少大きい振幅を示す特徴がある。連接車両は非連接車両に比べ輪軸が少ないため、連接車の輪重は高くなるが、連接車両の脱線係数は通常車両と同程度であることを示し、連接車両の特徴について、検討することができた。

#### 「参考文献」

- 1) 森山 淳, 谷藤 克也, SIMPACK を用いた鉄道車両の走行シミュレーション (摩耗レールが走行特性に及ぼす影響), 北陸信越支部第 39 期総会・講演会論文集
- 2) 嘩道 佳明, マルチボディダイナミクスを応用した鉄道車両の運動解析とその動向, 日本機械学会誌, 2009, pp.50

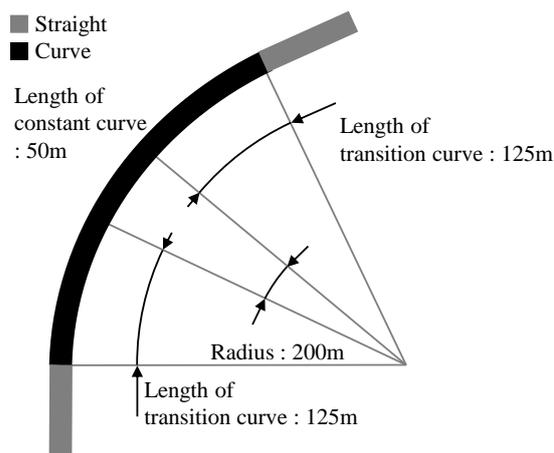


Fig.3 Track profile

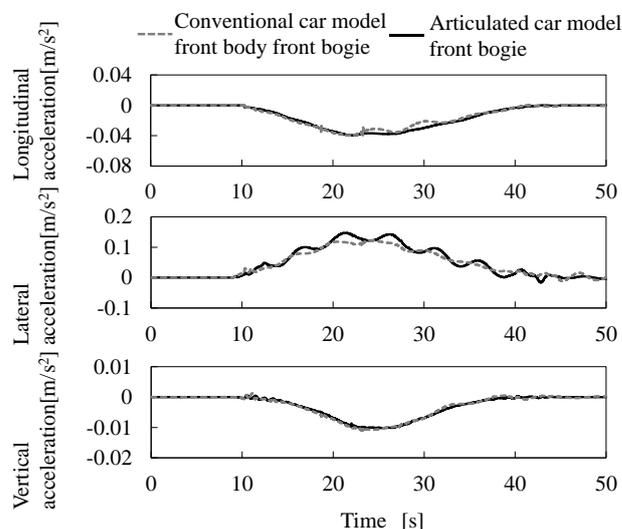


Fig4 Car-body lateral acceleration

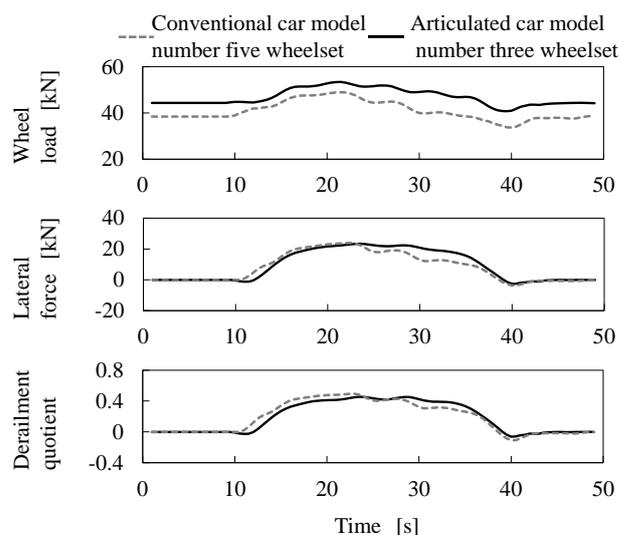


Fig.5 Comparison of derailment coefficient