

地震時における編成鉄道車両の車両運動とその安全性評価

Vehicle Dynamics and Safety Assessment of Railway Train Set during Earthquakes

Partner: Railway Technical Research Institute

概要 Introduction

日本は世界でも有数の地震大国であり、過去には地震により鉄道車両が脱線・転覆する事例は数少ないものの生じている。鉄道の各分野においてさまざまな地震時の安全対策が進められているが、引き続き安全性向上に向けた取り組みが重要である。一方、実車を用いて脱線・転覆が生じるような試験は困難であり、また、従来の車両運動シミュレーションでは主に脱線までの車両挙動が扱われてきた。そこで、模型車両を用いて現象把握を行い、新たな車両運動シミュレーションを開発してこれらの課題を克服する研究を行っている。

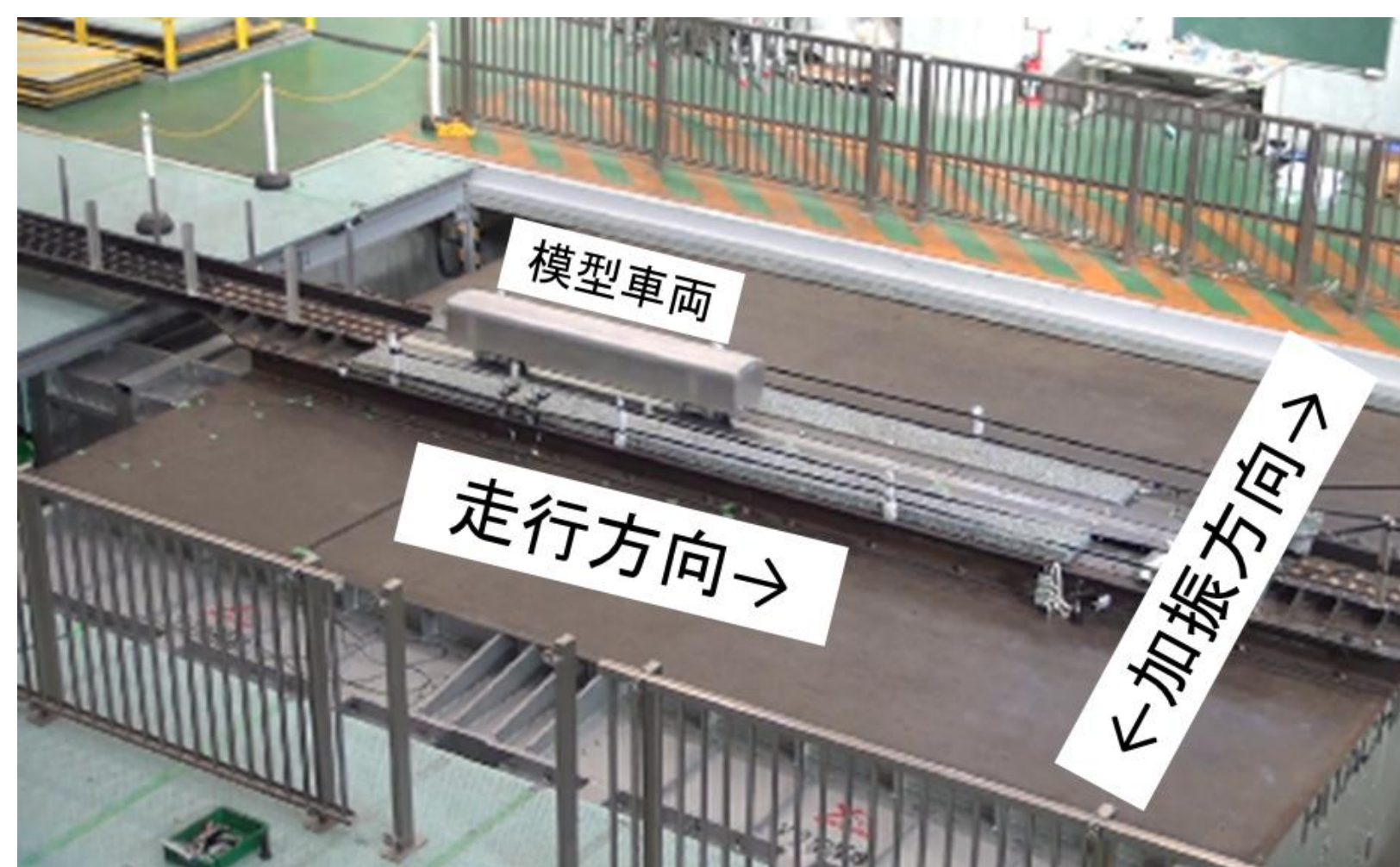


1/10 scale model vehicle

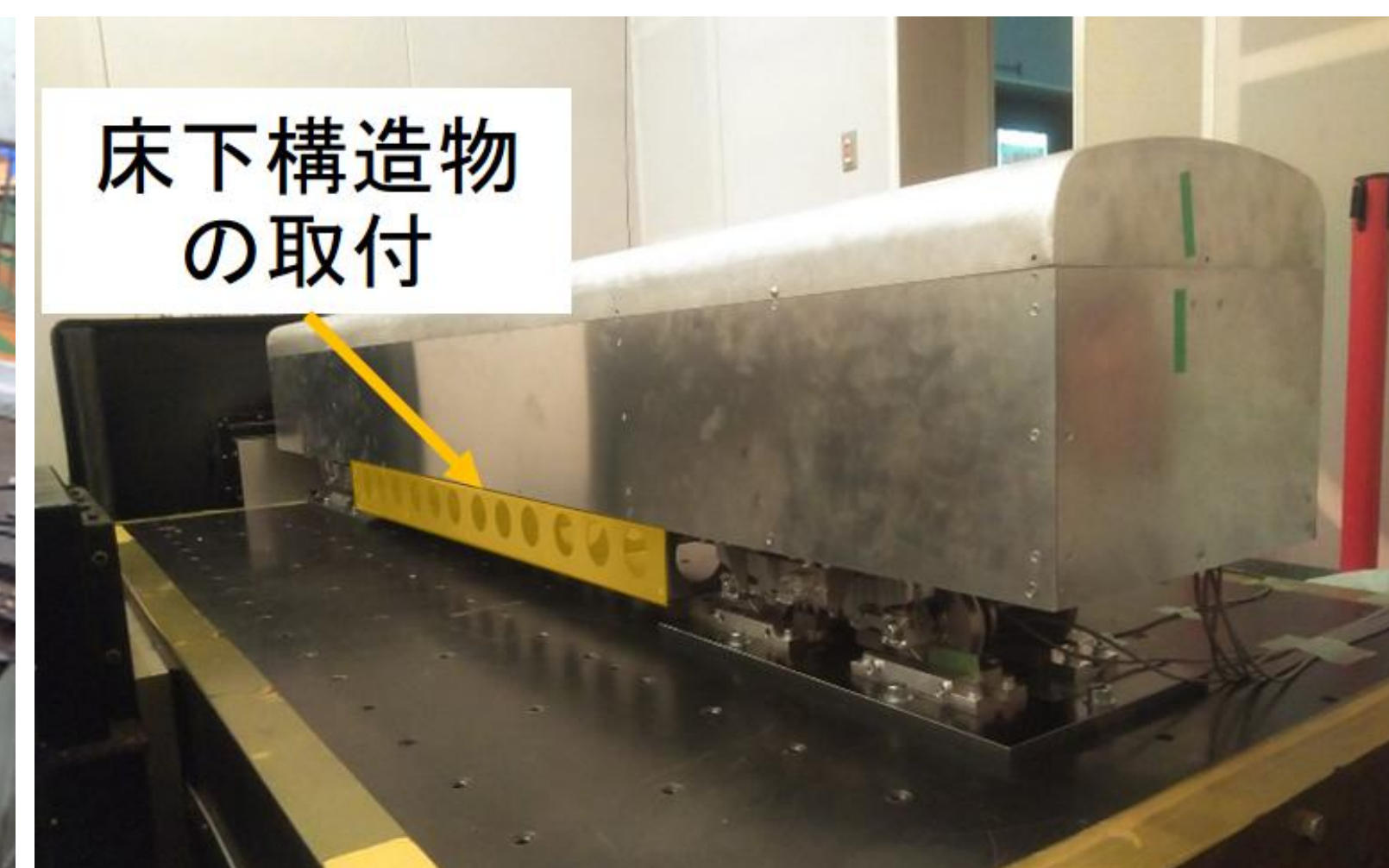
模型試験による現象把握

Understanding phenomena through model vehicle testing

- ・微小変位での加振試験により基礎的な動特性を調査し、左右・ロール系の固有振動数（下心・上心ロール）が実車両と概ね相似であることを確認
- ・大変位での加振試験により模型車両が脱線・転覆する場合の加振周波数・加振振幅を調査し、安全限界線図を作成
- ・模型車両の床下構造を変更した場合の安全限界の差異を把握



Running test of model vehicle

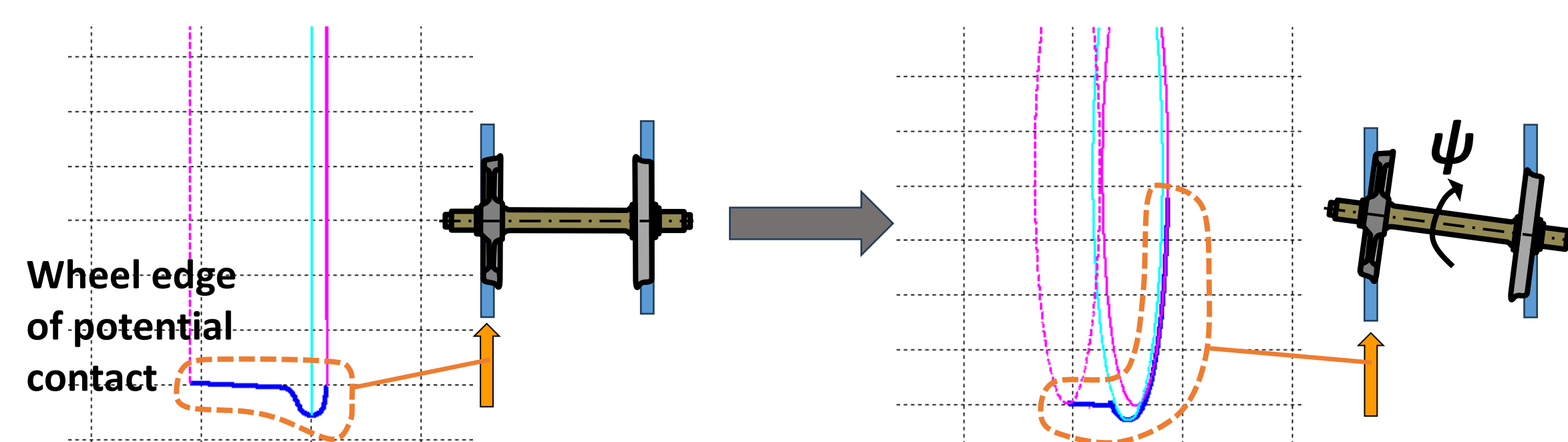


Attaching underfloor structure

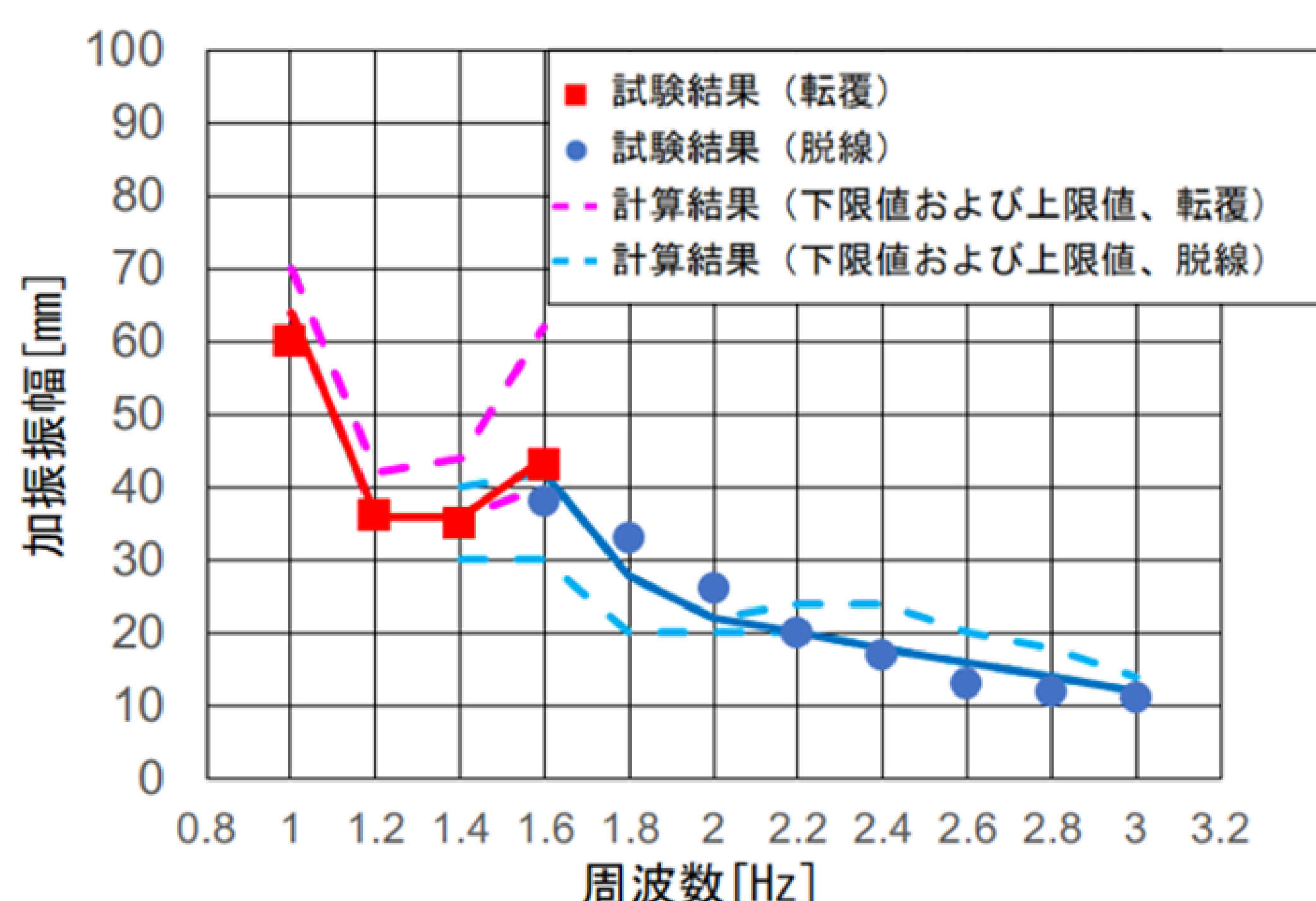
車両運動シミュレーションによる検証

Verification using vehicle dynamics simulator

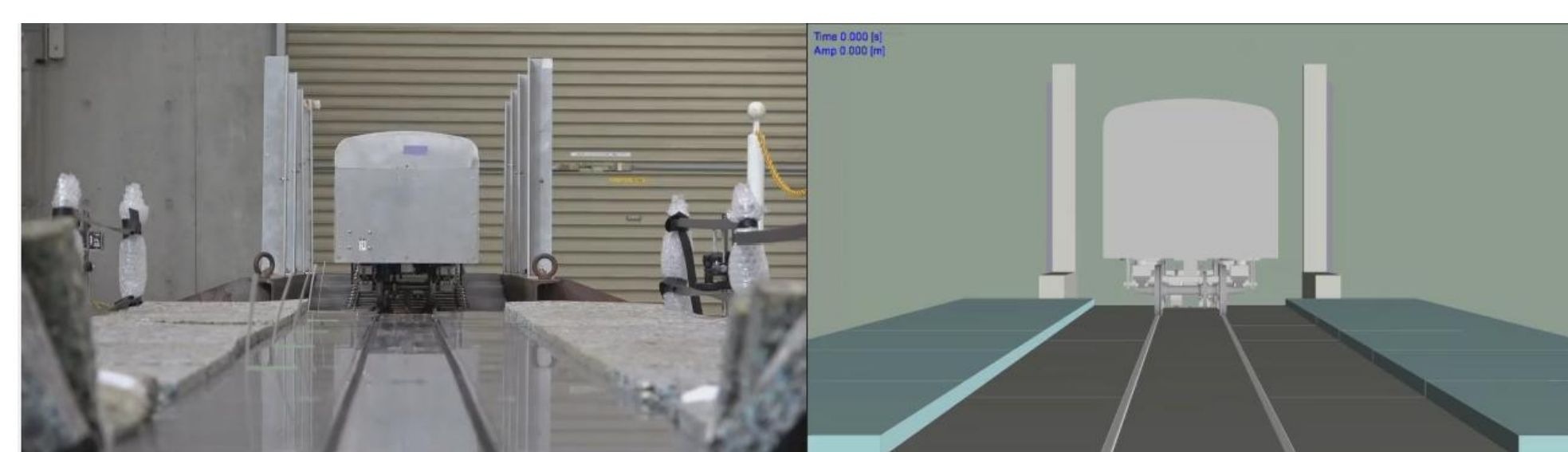
- ・従来の車両運動シミュレーションでは車輪の左右・ロール・ヨー変位に対し接触計算に必要な諸量を数表化→オンラインでの車輪・レール接触計算を行い、従来は計算不可能であった車両挙動の領域がシミュレーション可能
- ・模型試験と同様な条件で車両運動シミュレーションを実施→安全限界線図や時系列の車両運動について、模型試験結果を概ね再現できることを確認



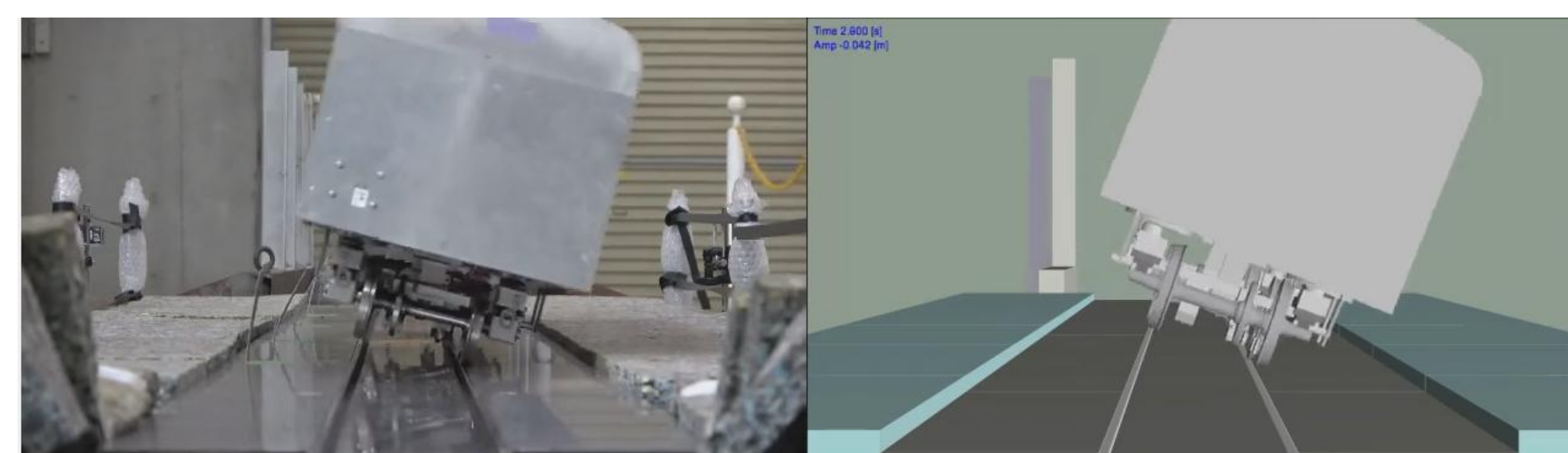
Changes in projected wheel shape due to attack angle



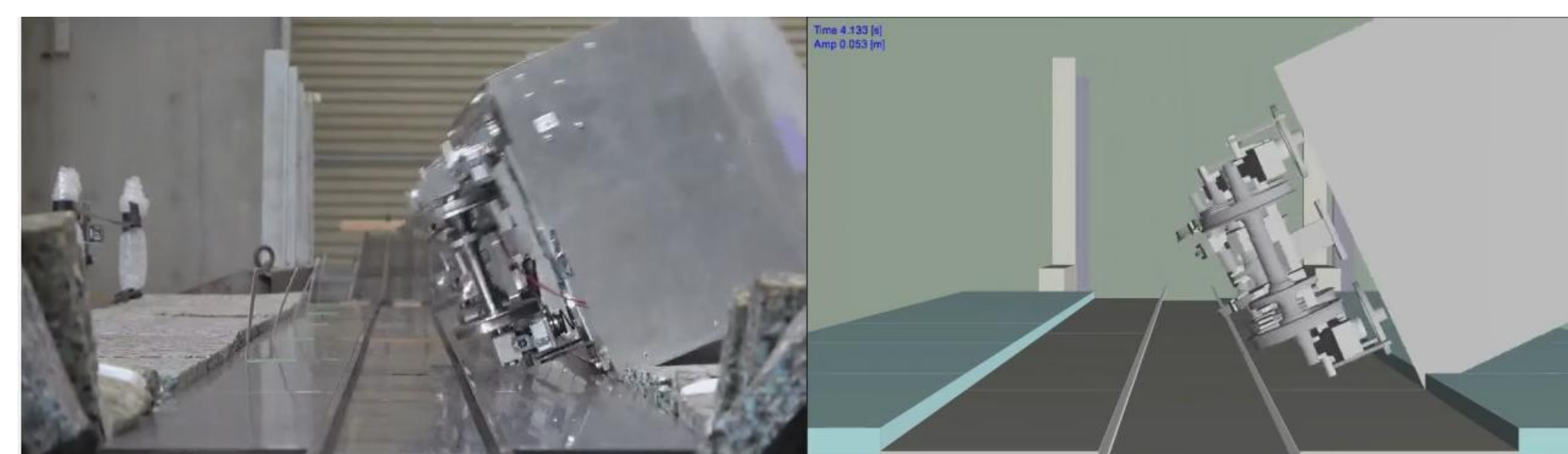
Safety limits of model vehicle
(Comparison between experimental and simulation results)



(a) 0 s



(b) About 2.9 s (The vehicle derailed to the right side of the paper.)



(c) About 3.5s (Overturn)

Motion of model vehicle

(Comparison between experimental and simulation results)

Publications

M. Kuzuta, K. Iida, and T. Shun and K. Nakano: "Experiments and Dynamic Simulations of Running 1/10 Scale Model Vehicle on Vibrating Track" Proceedings of Dynamics and Design Conference 2024, 2024. (in Japanese).