

1. はじめに

走行システムの
ダイナミクス性能検証方法

- 1) 実車両による走行試験
- 2) 試験装置による台上試験
- 3) 計算機によるシミュレーション

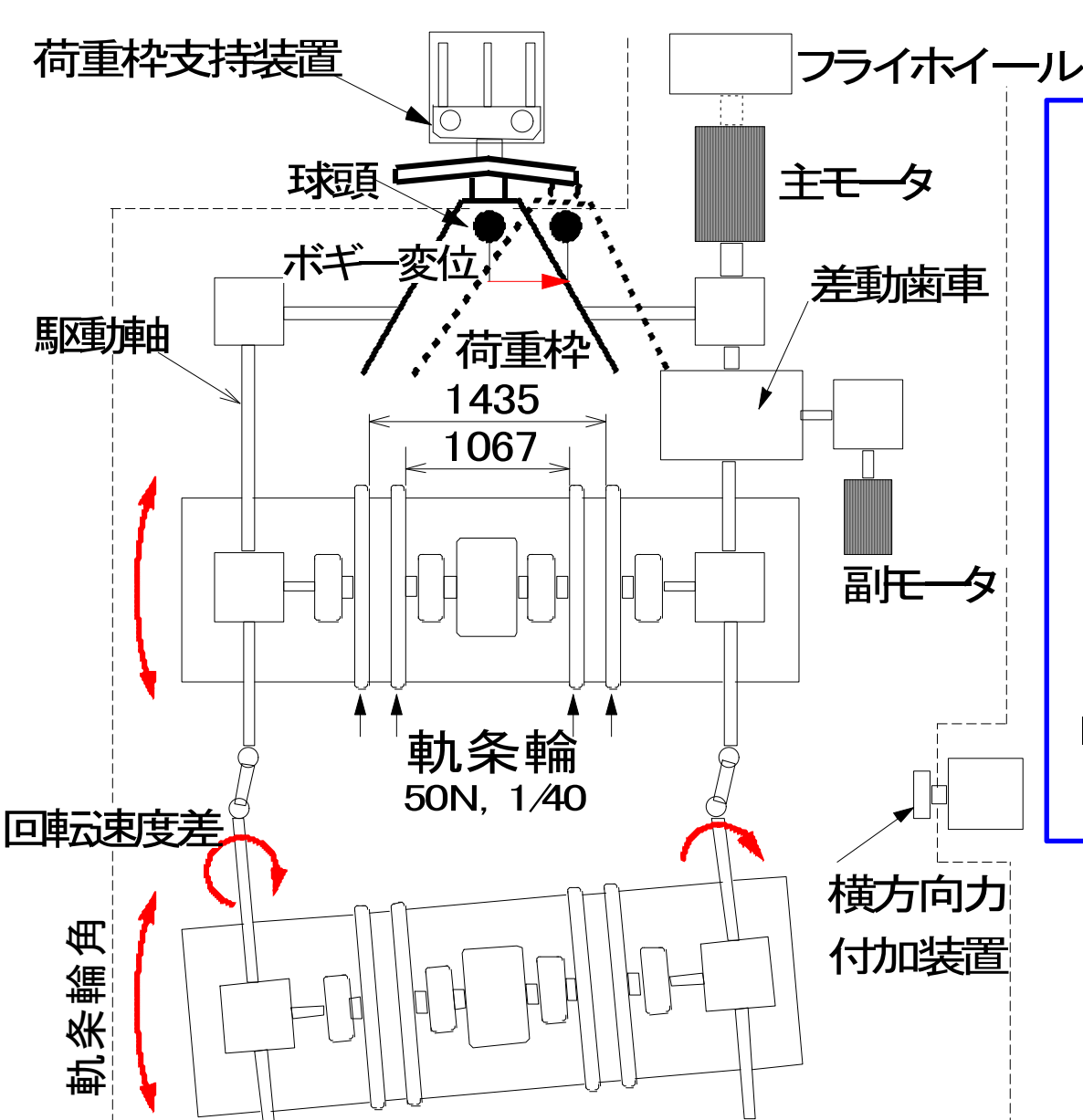
- ✓ 走行試験に比べて外乱が少なく、いろいろな条件を変えて系統的に試験が行える
- ✓ シミュレーションで必要となる計算モデルや入力諸元の調整が、台上試験では実物を扱うため不要

曲線の多い路線における走行安全性確保、レール・車輪摩耗の低減等の課題に対応するため、曲線通過試験が可能な「鉄軌道台車試験施設」(以下、「本施設」という)を昭和63年に設置

踏面形状、接触面の摩擦調整などの車輪・レール接触系の研究や独立回転車輪台車、アクティブ操舵台車など各種台車の研究開発

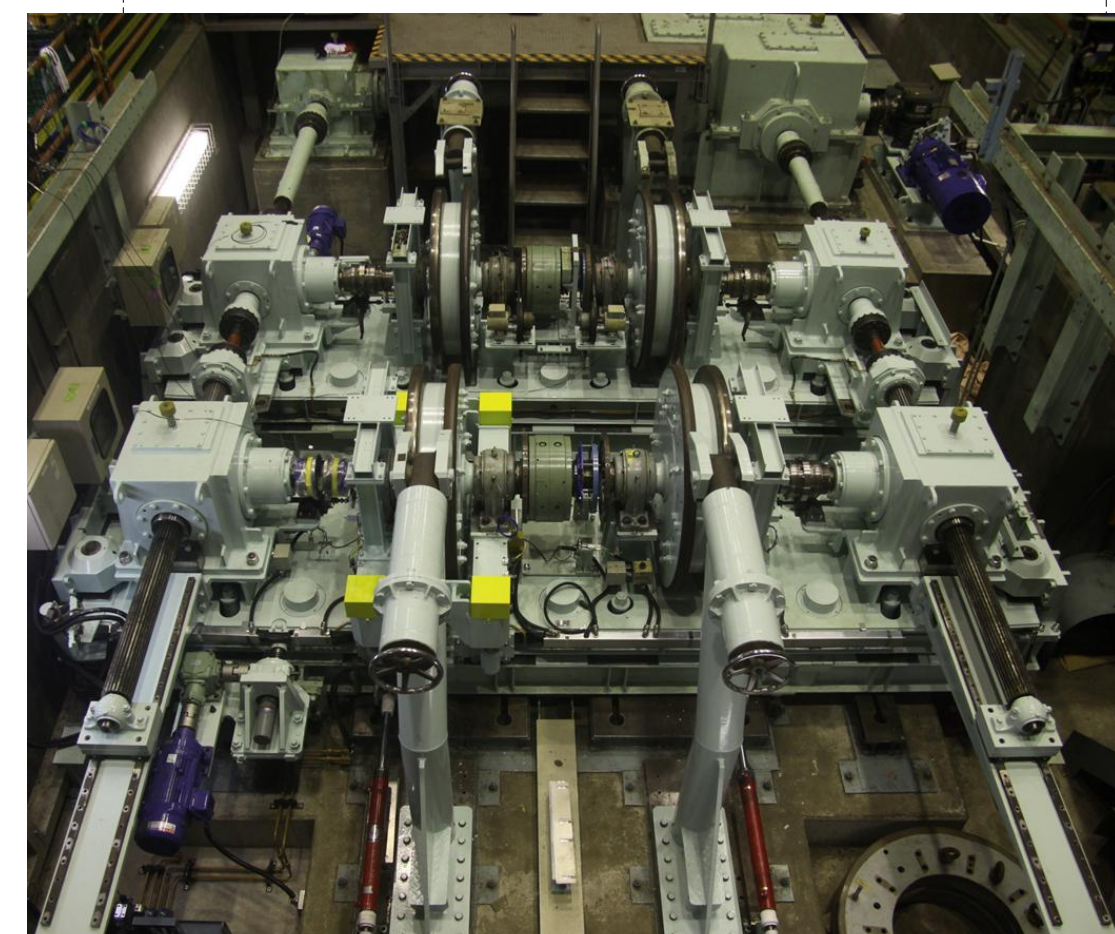
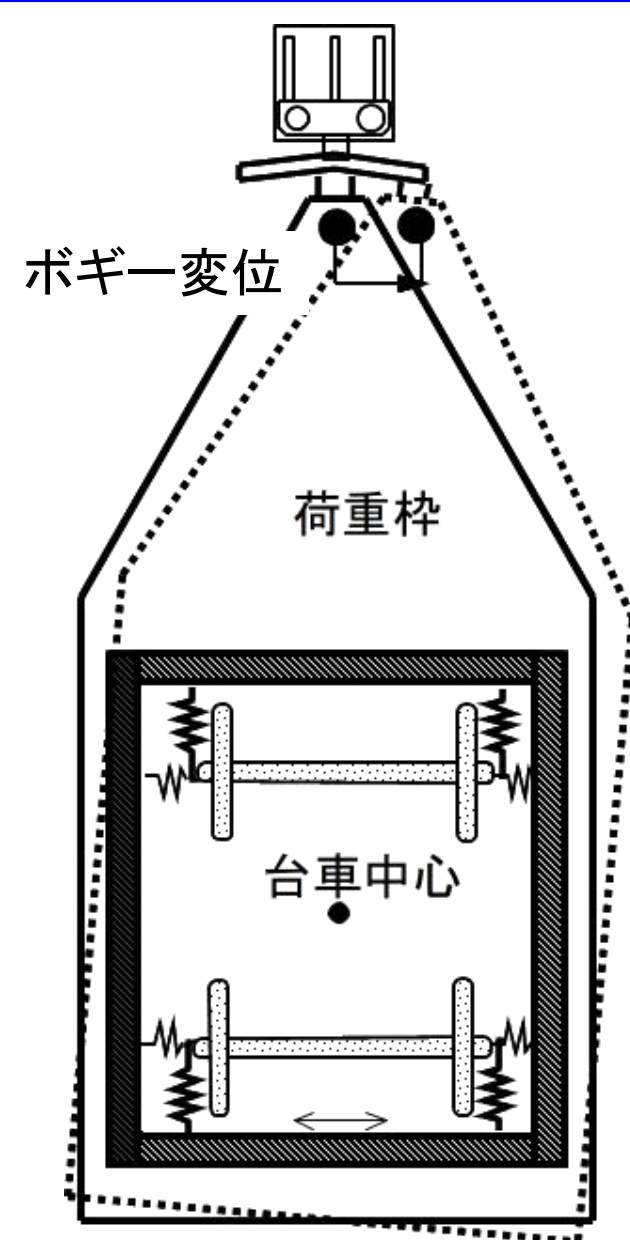
これまでの経緯と令和7年3月に更新後の機能概要について報告

2. 本施設の概要



曲線走行状態の再現

- 設置当初より
 - ✓ 軌道の平面曲率に対応する軌条輪角
 - ✓ 軌道の内外軌の長さの差に相当する回転速度差
 - ✓ 遠心力とカントの過不足分に相当する横方向力
- 平成16年追加
 - ✓ 台車ボギー角付与機能

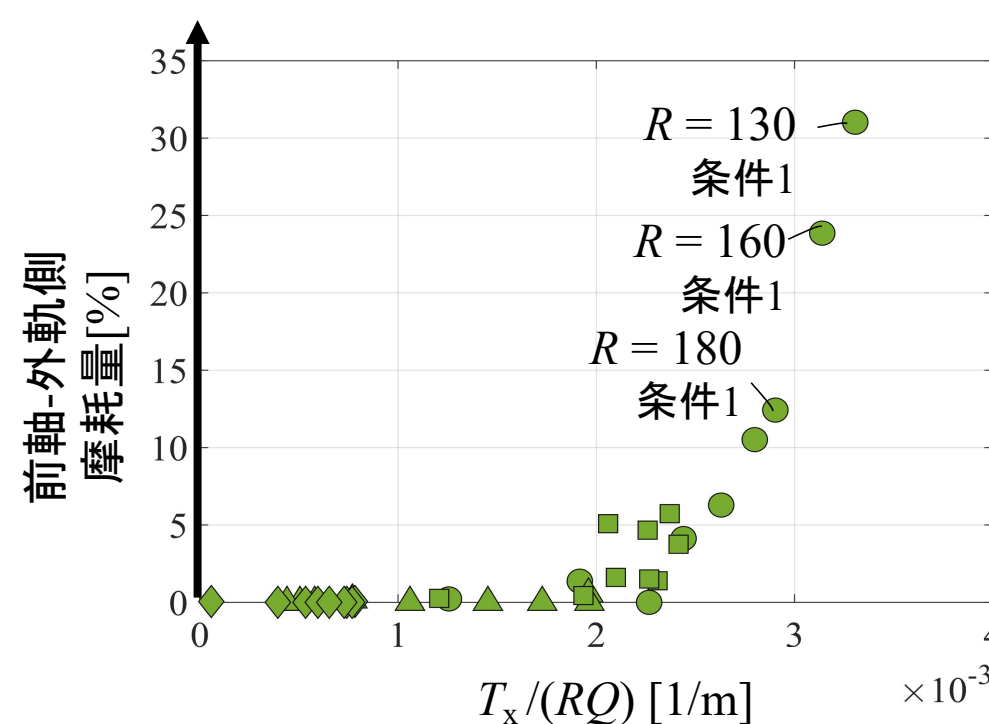
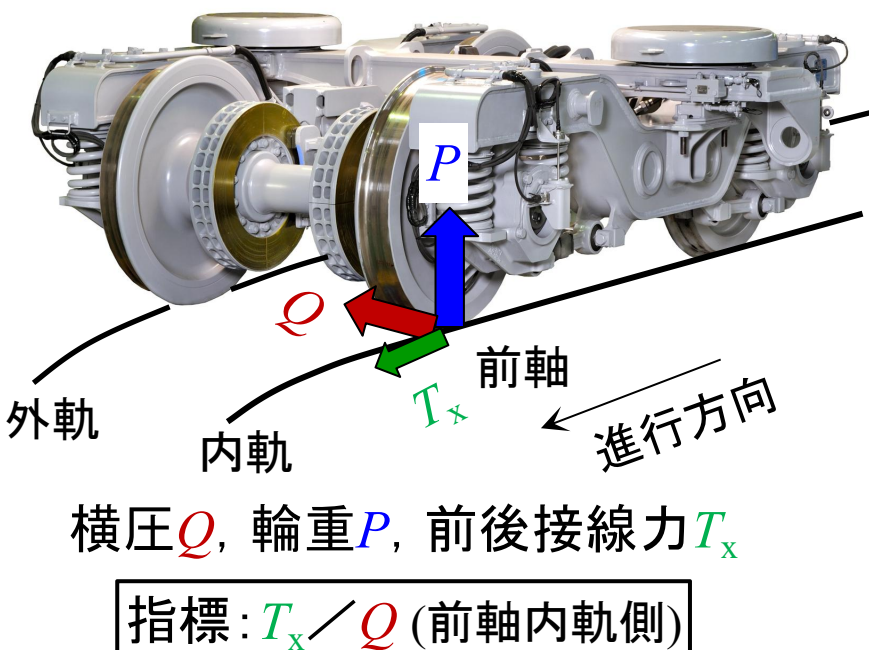
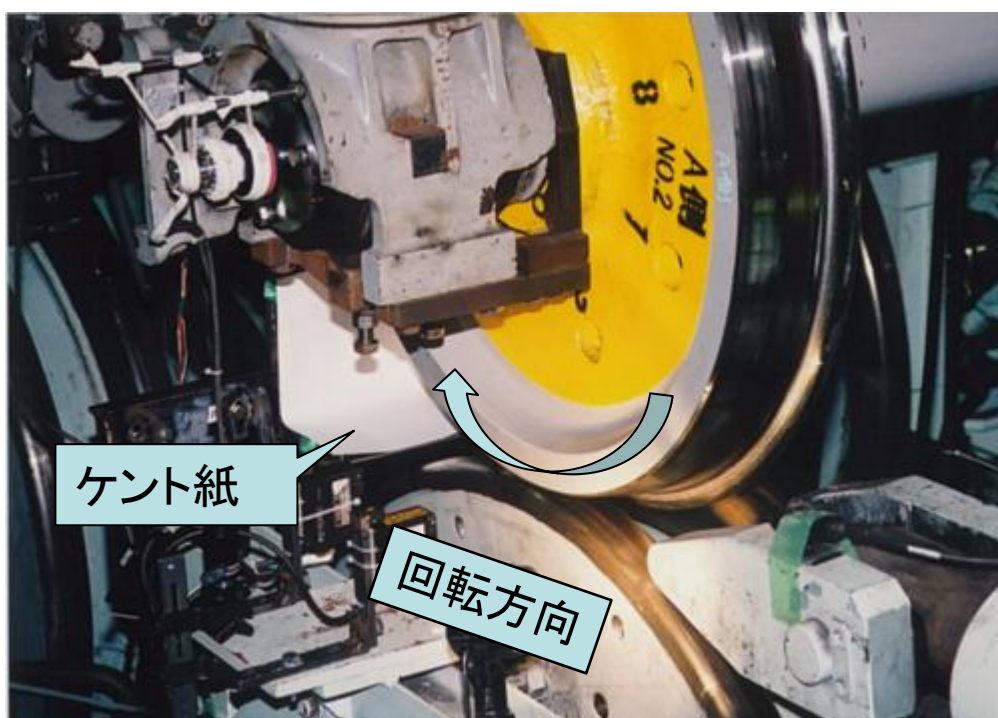


3. これまでの主な成果

3. 1. 摩耗試験

曲線状態で連続的に走行を続け、採取した摩耗粉の量を試験条件(曲線半径やレール・車輪潤滑条件等)により比較

- ✓ 走行中に測定が可能なレール・車輪接触力から摩耗量を推定する新たな指標を提案
- ✓ この指標により潤滑条件によらず摩耗量を推定することが可能



- 条件1 潤滑無し
- ▲ 条件2 外軌潤滑
- 条件3 内軌潤滑
- ◆ 条件4 内外軌潤滑

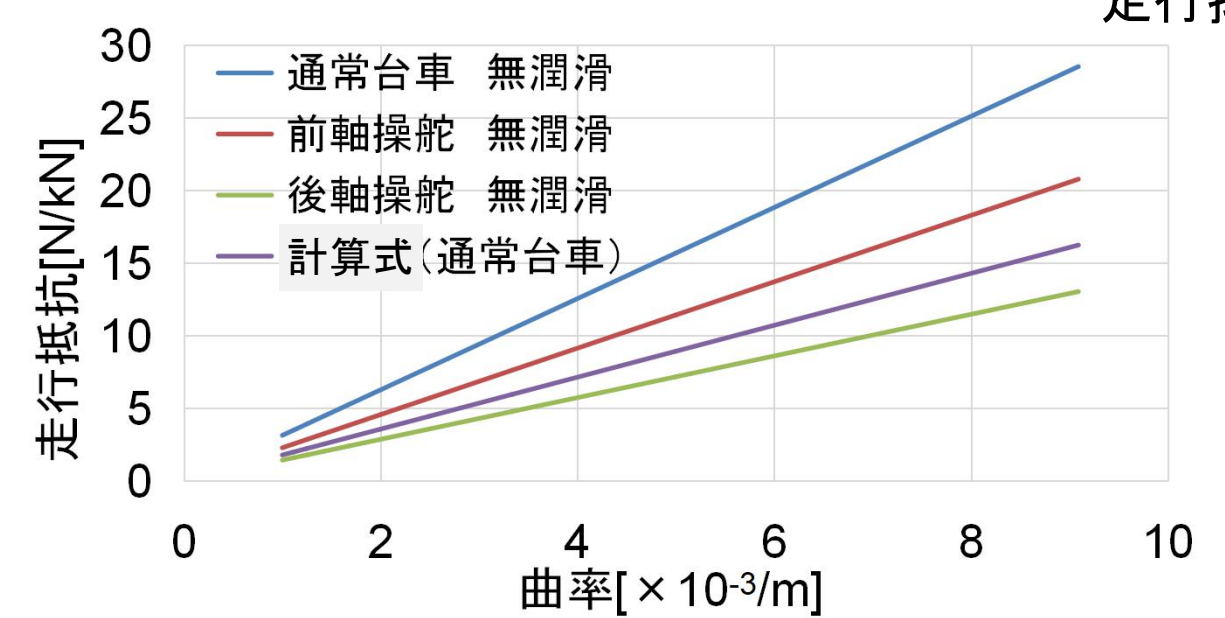
【参考文献】

一柳ほか, 交通研フォーラム2023, pp.29-32 (2023)

3. 2. 操舵台車の走行抵抗試験

台車のボギー角に応じて輪軸を操舵する方式の操舵台車について、曲線通過時の横圧や走行抵抗を測定

- ✓ 直線走行時の本施設の消費電力に対する曲線通過時における増加分を測定し、走行抵抗に換算
- ✓ 操舵台車では通常台車と比較して曲線通過時の走行抵抗が減少



操舵台車の試験状況

曲率と走行抵抗の関係(実験式)

計算式: (摩擦係数) × (軌間+軸距) × (曲率)

【参考文献】

岩本ほか, 操舵台車の曲線通過性能評価(曲線走行抵抗, 省エネ効果の確認), J-RAIL2014, S3-2-2 (2014)

4. 本施設の更新

4. 1. 更新の経緯

電気関係部品の故障等を契機に老朽化の調査を実施

- ✓ 主モータや副モータ及び動力制御盤(直流モータ及びサイリスタ制御方式)に後継機種や代替機種がないため修理が不可能
- ✓ 平成16年に更新した制御コンピュータが故障し、制御コンピュータ及びソフトウェアの更新が必要

営業列車を用いた軌道の状態監視の研究開発

軌道の異常の早期発見を支援する状態監視システム(センサ)を搭載した台車の技術要件の検討等に活用

軌道変位の機能追加を検討

4. 2. 更新後の仕様

- ✓ 主モータや副モータを交流モータに変更
- ✓ 動力制御盤をインバータ駆動方式に変更

項目	仕様	備考
速度	0~220km/h	
加速度	0~4km/h/s	
軌間	1067mm, 1435mm	
スラック	0~35mm	
軸距	1.6~2.5m	
軌条輪直径	1.2m	
軌条輪角	0~1.5° (軸距2.1m以上: 2°)	曲線半径 30m相当
軌条輪回転数	0~973rpm	
左右軌条輪速度差	0.5~10rpm	
横方向力 最大)	20kN	
輪重 最大)	75kN	
荷重枠支持装置左右変位	±250mm(静的)	
軌条輪上下変位	±10mm (1輪のみ、静的)	新規仕様

軌道の通り変位に相当する曲率の模擬が可能な範囲

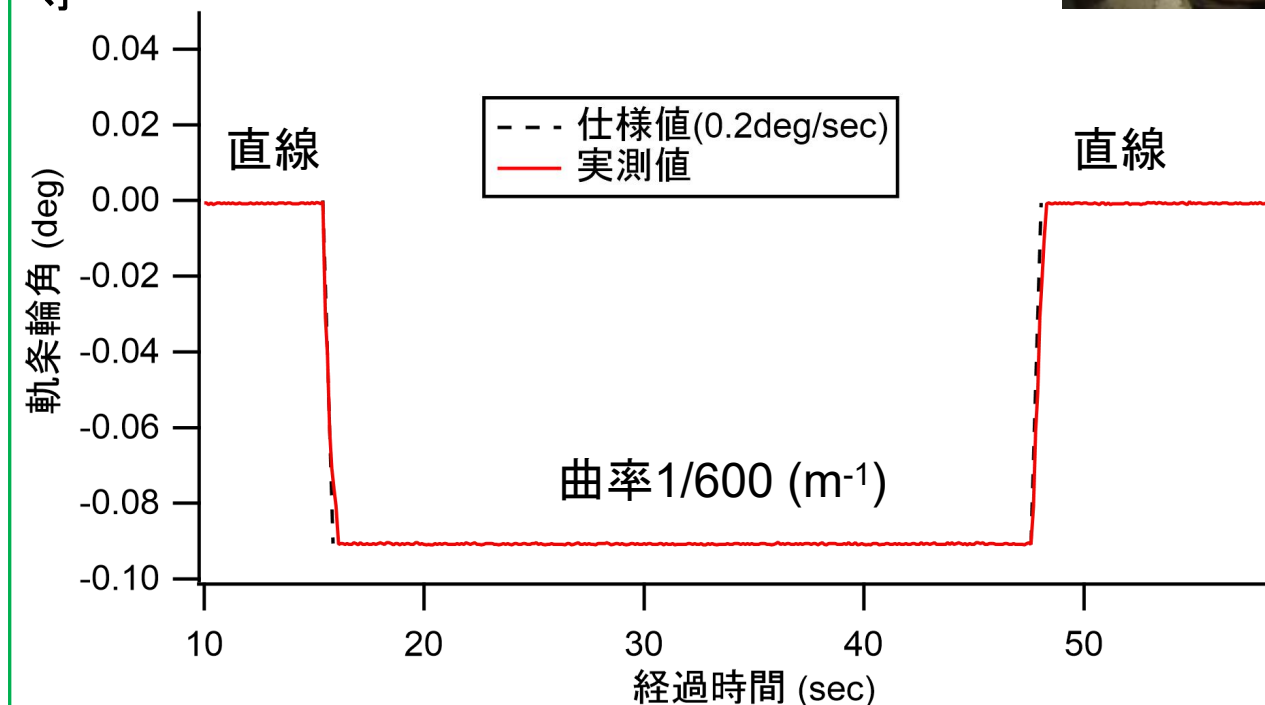
$$\text{軌条輪角と曲率との関係 } \psi = \sin^{-1}\left(\frac{b\rho}{2}\right) \quad (1)$$

$$\text{曲率と正矢との関係 } \rho = \frac{8A}{L^2} \quad (2)$$

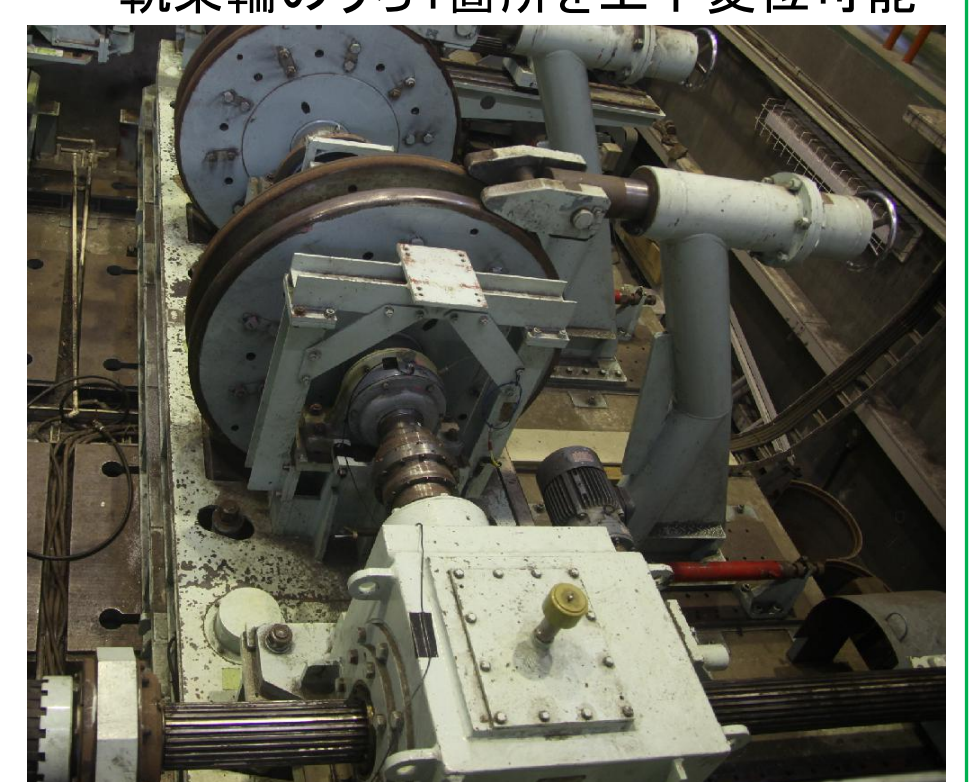
$$\text{軌条輪角付与の速度と軌条輪角との関係 } A_v = \frac{\psi}{\left(\frac{L}{2V}\right)} \quad (3)$$

ψ : 軌条輪角、 b : 軸距、 ρ : 曲率、 A : 正矢、 L : 弦長(10m)、 A_v : 軌条輪角付与の速度、 V : 通過速度

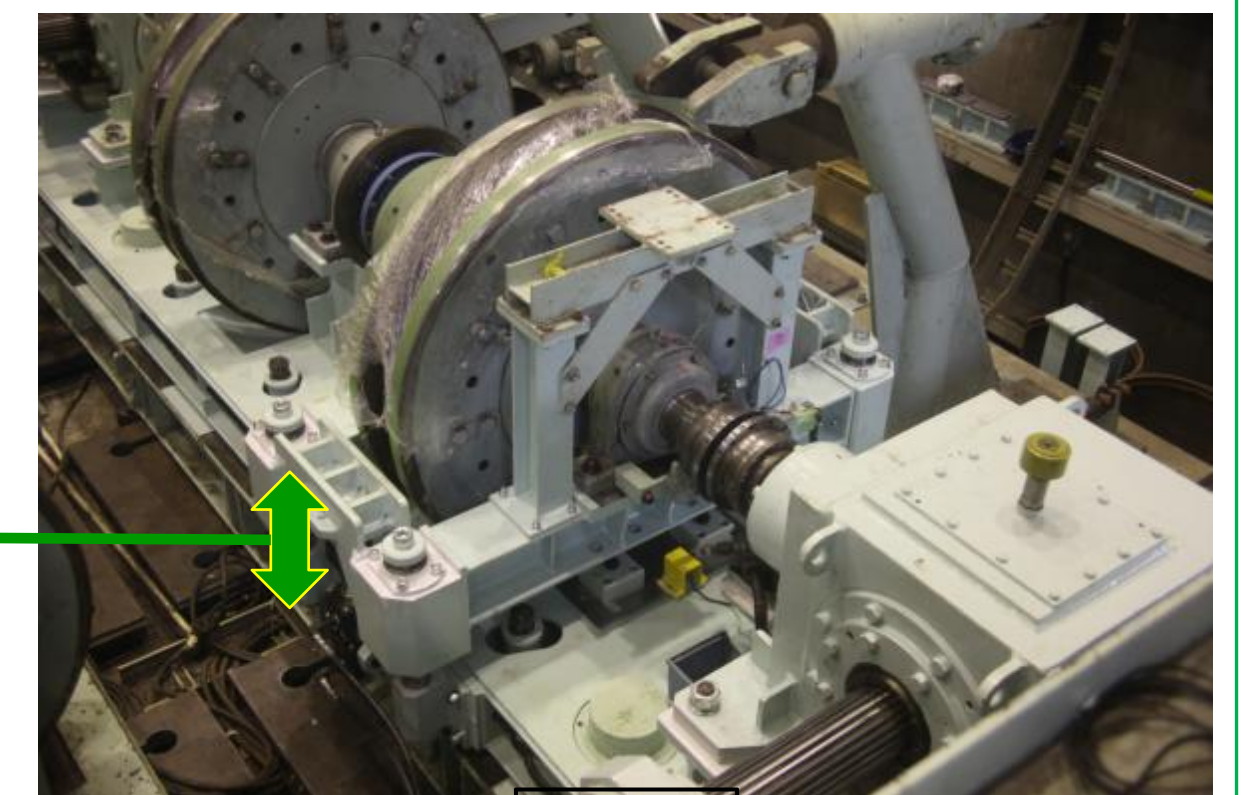
$A/2=22\text{mm}$, $V=40\text{km/h}$, $A/2=10\text{mm}$, $V=85\text{km/h}$ 等



更新後の軌条輪角の実測結果例



更新前



更新後

平面性変位の模擬が可能な範囲

緩和曲線長がカントの300倍となる緩和曲線を軸距2.1mの台車が走行する場合の構造的な軸距平面性変位 (2100mm/300=)7mm<10mm 等

5. まとめ

- ✓ 本施設の老朽化した動カシステム等を更新
- ✓ 軌道変位の機能追加のため、軌条輪角付与の速度向上及び軌条輪上下変位機能の追加を実施

今後は、状態監視システムを搭載した台車の試験を含め、さまざまな条件での試験等を通じ、引き続き各種台車の性能評価等に本施設を活用していく予定