

2101 台車旋回性能試験装置の開発

正 [機] ○飯田 浩平 (鉄道総研) 正 [機] 田中 隆之 (鉄道総研)
西山 幸夫 (鉄道総研) 渡辺 信行 (鉄道総研)
正 [機] 鈴木 貢 (鉄道総研) 正 [機] 宮本 岳史 (鉄道総研)

Development of Bogie Rotational Resistance Test Machine

Kohei HIDA, Railway Technical Research Institute, 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji City, Tokyo

Takayuki TANAKA, Railway Technical Research Institute

Yukio NISHIYAMA, Railway Technical Research Institute

Nobuyuki WATANABE, Railway Technical Research Institute

Mitsugi SUZUKI, Railway Technical Research Institute

Takefumi MIYAMOTO, Railway Technical Research Institute

The authors have developed the bogie rotational resistance test machine for railway vehicles. The test machine moves a bogie, which is equipped to a carbody as usual, rotationally around the center pin of the carbody. The turn table of the test machine is set on the r-guide so that it can move very smoothly. The test machine has the measurement mechanisms for wheel loads and lateral forces, in addition to load cells for bogie rotational resistance forces. This paper describes the structure of the test machine and the test results of its own basic characteristics.

Keywords : Railway vehicle, Curving performance, Bogie rotational resistance, Running safety, Measurement system

1. はじめに

従来、ボルスタレス式台車の旋回性能(旋回抵抗力)は空気ばねの前後剛性およびヨーダンパで決まると考えられてきた。そして、そのようなモデルを用いた車両運動シミュレーションと走行試験は多くの場合で良く一致していた。しかし、いくつかのケースにおいて、シミュレーション結果と走行試験結果が一致しないことがあり、台車の旋回性能が正しく見積もれていない可能性が考えられた。そこで、車両運動シミュレーションの精度向上に資することを目的として、台車の旋回性能を車両に装着した在姿の状態で直接試験するための装置を開発した。本報告では装置の概要と基礎特性試験結果について述べる。

2. 装置の構成

図1に装置の外観、図2に装置の構造概略図を示す。また主な仕様を表1に示す。本装置は鉄道総研国立研究所の車両試験台のピット内に設置されている。そして車両に装着された状態の供試台車を装置の旋回台に、他方の台車(非試験台車)をピット内線路方向に自走できる輪軸移動装置上に載せ試験を実施する。旋回台は支持台上にRガイド(円弧状のリニアガイド)を介して設置されており、旋回軸を中心にスムーズに回転する機構となっている。なお、車両搬入時にRガイドに作用する偏荷重を緩和するためRガイド下には硬質ゴム製の緩衝材を設置している。旋回台上には台車が載るためのレールが設置され、各車輪位置には輪重相当の垂直荷重、横圧相当の水平荷重を測定できる輪重・横圧測定ユニットが配置されている。旋回台上のレールおよび輪重・横圧測定ユニットの配置を変更することにより、表1に示した軌間、軸距に対応する。旋回台には負

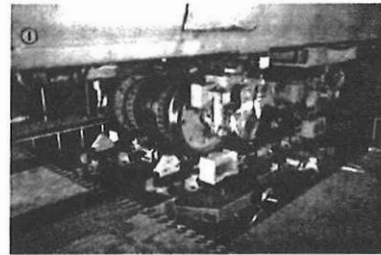


図1 試験装置の外観(供試台車積載状態)

表1 装置の主な仕様

対象台車	軌間: 1067, 1435mm 軸距: 2100, 2150, 2500mm など 軸重: 最大 125kN
試験動作	旋回台旋回角 一定速駆動: 最大 6deg 正弦波加振: 最大 4deg, 1deg/s

荷に応じて1本~2本の電動アクチュエータを用いて旋回力を発生し、アクチュエータ先端に設置されたロードセルで試験時のアクチュエータ力を検出し、台車旋回抵抗力に換算する。

非試験台車を自走式の輪軸移動装置に固定し輪軸移動装置を用いて位置決めを行うため、牽引車による位置合わせよりも精度良く位置決めを行うことができる。また、輪軸移動装置上の輪軸固定治具も押しねじによる位置微調整機能を有しており、さらに高精度な位置決めを行うことができる。

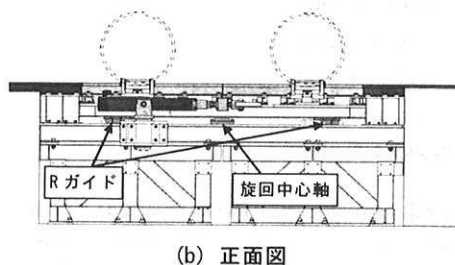
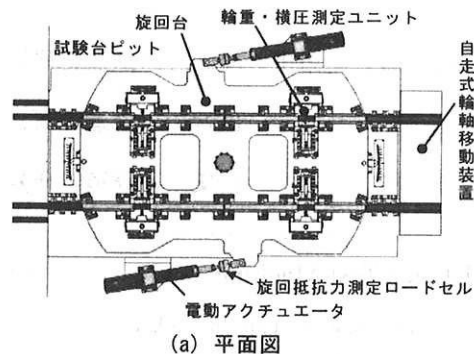


図2 試験装置の構造概略図

3. 装置の測定モードおよび駆動方法

本試験装置は以下の測定モードがある。

(1) 静的測定モード

旋回台を十分低速（例えば 0.2deg/s）で旋回駆動することで、準静的な台車旋回特性を得ることができる。

(2) 定速旋回測定モード

目標旋回角まで台形速度パターンによる一定角速度で旋回する測定モードである。このモードを用いることで、ヨーロッパ規格¹⁾に沿った、1deg/s の一定速で台車を旋回させるのに必要な力を測定することができる。

(3) 正弦波加振測定モード

初期旋回角を中心に、設定した周波数、角度振幅で正弦波加振を行うことができる。旋回角 0 度（図 2(a) の状態）を中心に加振を行うことを基本に、例えば旋回角 1deg を中心に -1deg ~ 3deg の範囲で加振を行うことも可能である。

このモードでは旋回台の旋回角加速度がわかるため、台車のヨー方向の慣性モーメントを求めることができる。

旋回台の駆動については、負荷に応じて 1 本 ~ 2 本の電動アクチュエータで行う。旋回台を精度良く駆動するため、各部にガタ（遊間）が生じないように組み付けており、2 本の電動アクチュエータ作用点および回転軸の 3 点が剛に結合されている。そこで、軽負荷の場合は 1 本のアクチュエータのみを用い、位置制御を行っている。一方、負荷が大きい場合には、1 本を主とし位置制御を行いつつ、他方を従とし、主に追従するような力制御を行っている。

4. 装置の基礎特性試験結果

供試台車の旋回特性を精度良く測定するためには、装置自体の特性を把握し、試験結果から差し引く必要がある。本章では装置自体の特性を把握するための基礎特性試験結果について述べる。

4.1 Rガイド部の摩擦抵抗

装置単体で低速旋回測定モードで動作させたときの旋回抵抗力定常値から R ガイド部の摩擦係数相当に換算したものを図 3 に示す。図 3 より、R ガイド部の摩擦係数は旋回速度および旋回台上の荷重に依存性があることがわかった。

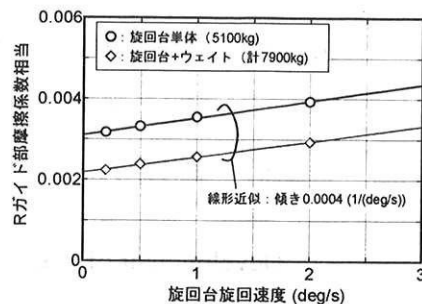


図3 旋回台 R ガイド部摩擦抵抗

旋回台自体の抵抗力を荷重・旋回速度から補間により求め、試験結果から差し引いて台車旋回抵抗を求める。

4.2 旋回台の慣性半径

旋回台の旋回中心軸回りの運動方程式は次式となる。

$$m \cdot i^2 \cdot \ddot{\theta} = -(F_A - F_R) \cdot r \quad (1)$$

ここで、 F_A : アクチュエータ力、 F_R : 旋回台自体の抵抗力、 r : アクチュエータ作用点 - 旋回中心間距離、 m : 旋回台質量、 i : 慣性半径、 θ : 旋回台旋回角である。なお、 θ は上から見て反時計回りを正とし、 F_A はアクチュエータ軸に引張力、すなわち旋回台に時計回り方向の力が作用する向きを正とする。また、アクチュエータ作用点と旋回中心を結ぶ線とアクチュエータ軸はほぼ垂直である。旋回台を加振周波数 f で正弦波加振した場合には、次式の関係が得られる。

$$F_A = \frac{m \cdot i^2 \cdot (2\pi f)^2}{r} \theta + F_R \quad (2)$$

図 4 に加振周波数 0.2Hz、振幅 4deg で正弦波加振を行ったときの旋回角と旋回抵抗力の関係を示す。なお、旋回台自体の抵抗力 F_R は除いてある。図 4 より旋回台の慣性半径は 1.28m であることがわかった。

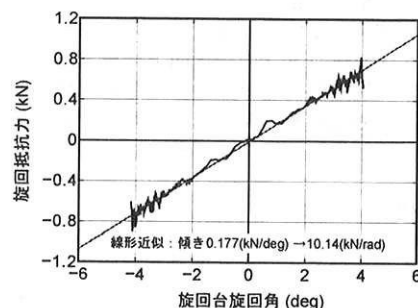


図4 旋回台単体での加振試験結果 (0.2Hz, 4deg)

5. まとめ

車両運動シミュレーションの精度向上に資することを目的として、台車の旋回性能を車両に装着した在姿の状態直接試験するための装置を開発した。本報告では装置の構造と基礎特性について述べた。続報にて本装置を用いた台車特性試験結果について述べる。

参考文献

- 1) European Committee For Standardization : Railway applications - Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - Testing of running behaviour and stationary tests, EN 14363:2005, 2005