

## 鉄道橋の免震化に関する振動台実験

J R東海コンサルタンツ(株) 正会員 ○岩田秀治, 京都大学大学院工学研究科 フェロー 家村浩和  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 村田清満, J R東海 正会員 稲熊 弘  
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 大塚隆人, 京都大学大学院工学研究科 学生会員 仲谷俊昭

### 1. はじめに

阪神・淡路大震災における構造物等の被害を教訓として、構造物の耐震性能の向上を図るべく、道路橋や建築物などで大々的に採用されている免震構造を、本格的に鉄道構造物においても採用し、大規模地震時においても損傷を極限に抑え、早期復旧を可能とすることを目指している。

鉄道構造物の免震化においては、常時・L1地震時の列車走行安定性の確保と、軌道-構造系の動的相互作用の影響の解明が必要であり<sup>1)</sup>、特に、軌道構造の動的挙動は、その拘束力により地震時の構造物の振動数や応答変位に影響を及ぼし、正確な耐震性能の評価を左右させるものである(図-1)。

以下、軌道-免震構造系の動的相互作用等の解明のため実施した振動台実験について示す。

### 2. 鉄道免震橋モデルの振動台実験

#### (1) 振動台実験の目的など

鉄道免震構造の軌道との動的相互作用メカニズムは、速度依存性、摩擦依存性等の影響が大きいため、静的な載荷実験では検証しきれないため、今回、地震動等を直接入力できる振動台実験装置を用いた。

#### (2) 振動台実験装置

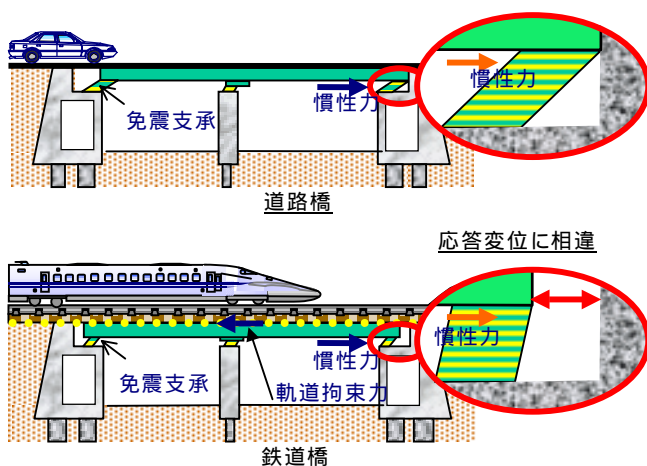


図 1 鉄道免震構造の軌道の影響

本実験は、京都大学防災研究所内にある大規模強震応答実験装置(振動台実験装置)を用いた。その上載荷重 15 t 時の諸元を示す。

- ・ 振動台テーブル(3次元6自由度)5.0m × 3.0m
- ・ 最大変位 x 方向: ±300mm, y 方向: ±250mm, z 方向: ±200mm
- ・ 入力最大加速度 x, y, z 方向: 1.0G
- ・ 加振周波数 20Hz まで

#### (3) 試験体

試験体は、鉄道免震橋の橋桁端部を想定し、振動台テーブルと同じ挙動をするよう橋台部と免震橋部を模しし、軌道の拘束力は、橋台部と免震橋部分の相対変位に影響を与えるようにしている(図-2)。

軌道構造は、標準軌間のバラスト軌道(60kg レール)実物大モデル等を用いた。

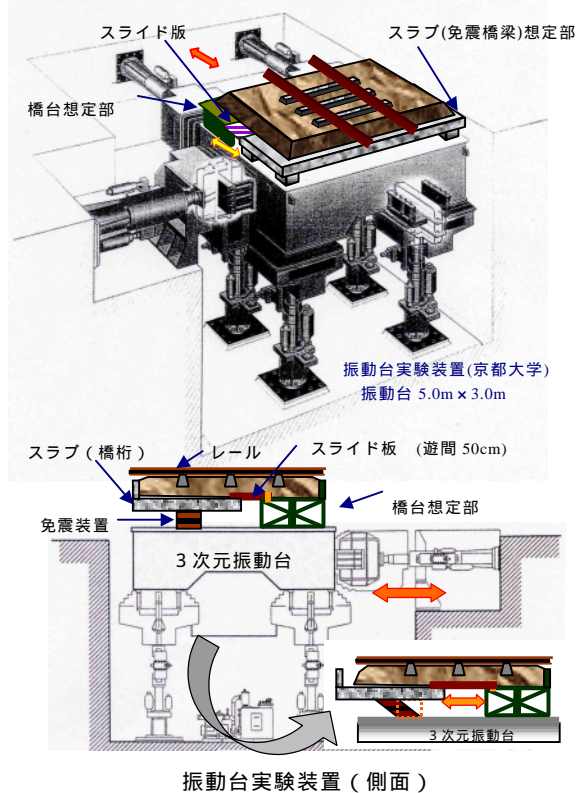
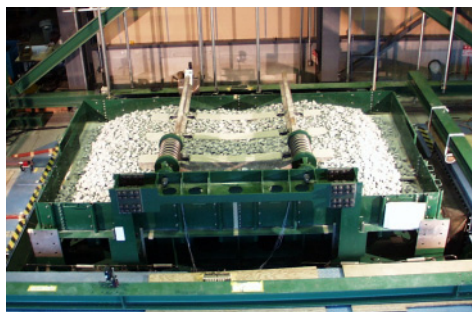


図 2 鉄道免震の軌道の動的相互作用実験

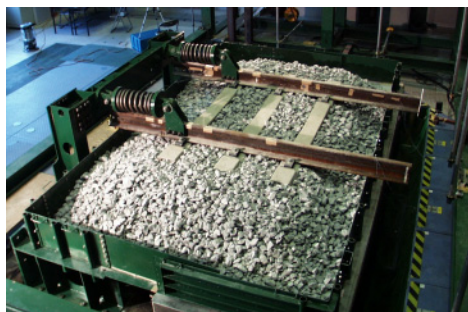
キーワード：免震設計，振動台実験，鉄道橋，軌道構造，動的相互作用

連絡先：J R東海コンサルタンツ(株)〒460-0008 名古屋市中区栄 2-5-1 Tel052-232-4125, Fax052-232-4129



試験体正面から（実大軌道上載）

写真 1 実験装置および試験体



試験体側面から（レールバネ固定時）

写真 2 実験装置および試験体

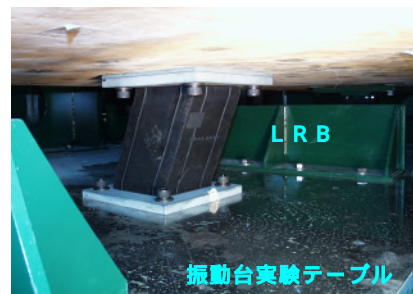


写真 3 免震支承の変形状況

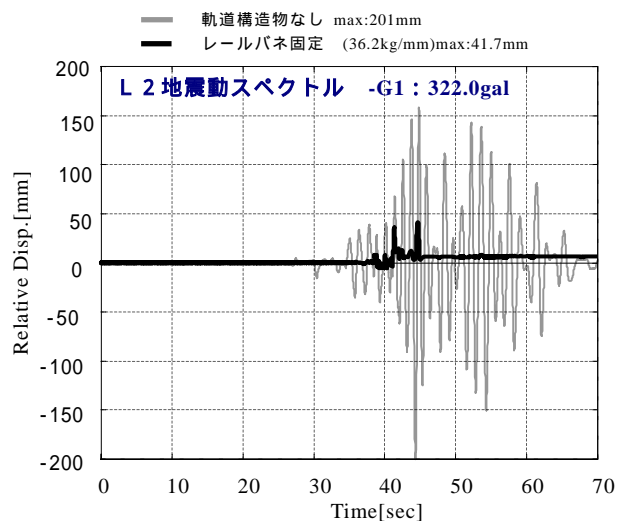


図 3 実験結果（軌道なし - バネ固定）

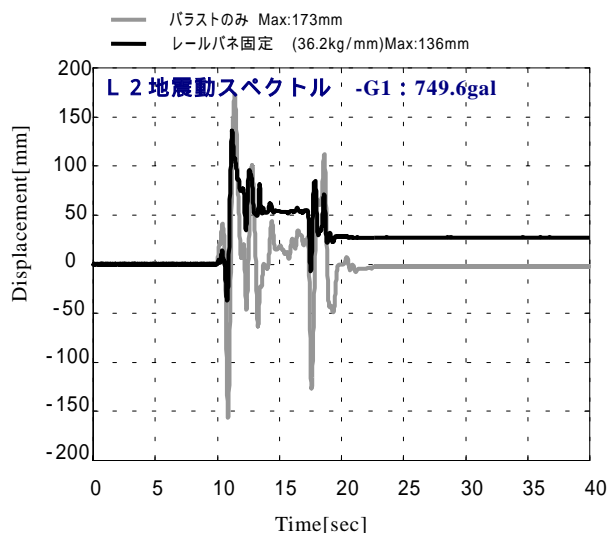


図 4 実験結果（バラストのみ - バネ固定）

#### （４）実験方法

実験方法は、振動台テーブル上に試験体を組上げ、その都度、加力させるもので、各部位の影響を把握した。入力地震動は、鉄道用想定地震動入力波<sup>2)</sup>を用いた。

また、本実験装置では、延々と続くレールを直接的に模しできないため、レールの固定方法をフリー、バネ固定、固定と変え、レールの境界条件を考慮した。使用したバネの定数は、149.0kg/mm、73.4kg/mm、36.2kg/mmである。

#### 3. 実験結果

主な、実験結果を図 - 3, 4 に示す。

図 - 3 は、L2地震動（スペクトル -G1: 322.0gal）入力時の軌道構造物無しのケースとレールバネ固定のケースの橋台部と免震部との相対応答変位を示す。各々の応答変位の差が、軌道構造の有無による影響を示している。

図 - 4 は、L2地震動（スペクトル -G1: 749.6gal）入力時のバラストのみ（レール・マクラギ無し）のケースとレールバネ固定のケースの橋台

部と免震部との相対応答変位を示す。各々の応答変位の差が軌道構造物の拘束効果を示している。また、本ケースは約 30mm 程度の残留変位が生じている

#### 4. まとめ

本振動台実験の結果から、鉄道免震構造においては、地震時に軌道構造による拘束力が生じることが確認された。今後、非線形動的解析に用いる軌道 - 構造系の相互作用モデルの考案および実橋梁の耐震評価を行い、免震鉄道橋が本格的に採用できるよう、鉄道構造物の耐震性能の向上・高性能化に努めたい。

#### 【参考文献】

- 1) Shuji IWATA, Hirokazu IEMURA, Kazuhiko KAWASHIMA, Kiyomitsu MURATA, Seismic design and seismic isolation of railway structures in Japan, Second International Workshop on Mitigation of Seismic Effects on Transportation Structures, 2000.9.
- 2) 運輸省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計），1999.10.