

3607 大変位する車両の2次サスペンション試験装置の開発

○ 鈴木 貢 (鉄道総研)

正[機] 飯田 浩平 (鉄道総研)

正[機] 中嶋 大智 (鉄道総研)

西山 幸夫 (鉄道総研)

正[機] 宮本 岳史 (鉄道総研)

Mitsugi SUZUKI, Railway Technical Research Institute
Ko-hei IIDA, Railway Technical Research Institute
Daichi NAKAJIMA, Railway Technical Research Institute
Yukio NISHIYAMA, Railway Technical Research Institute
Takefumi MIYAMOTO, Railway Technical Research Institute

Investigations for railway safety in seismic motion use numerical simulation and experiment on vibration table. In case that an experimental result and a numerical analysis may not be in agreement, some parameters of springs and dampers aren't difference between normal and large vibration. We developed a new testing device for performance of 2nd suspension of railway vehicle when it is vibrating largely as an earthquake. This paper describes an introduction of the testing device and some results of experiment.

Keywords: railway vehicle, earthquake, shaking test, suspension, safety, seismic motion

1. はじめに

地震による脱線に対する安全性の検討は、その性質上、数値シミュレーションと振動台上の加振試験が中心となっている。

これまで、振動台上試験の結果などを数値シミュレーションによりトレースした場合、両者が必ずしも良い一致をみないことが知られていた。これは、車両が大きく変位して振動する時のばね・ダンパの特性が通常時と異なるためと考えられている⁽¹⁾。

このため、地震時の車両運動シミュレーションの精度向上には、大変位時のばね・ダンパ特性を把握することが必要といえる。しかしながら、これまではそのような特性を調査するツールは存在しなかった。

鉄道総研では、大変位時の車体/台車間の2次サスペンションの挙動調査に特化した、大型振動台により運用する車両2次サスペンション試験装置を開発した。

今回は、本装置の概要と、これを用いて実施した加振試験の結果を以下に紹介する。

2. 試験装置概要

2.1 大型振動台

鉄道総研の大型振動台は、鉄道の大規模地震に対する被害低減、今後の耐震対策等の開発に資することを目的に、国土交通省からの補助金を受け2008年度に竣工した(Fig.1)。

最大50tfまで積載可能な7m×5mのテーブル上に供試体を配し、油圧サーボ制御方式により加振を行う。加振方向はX、Yの水平2軸方向の加振のみであるが、X方向については最大変位±1m、Y方向については最大加速度±19.6m/s²での加振が可能であり、振動台としては国内最大級の加振性能を有している。また、加速度および変位制御により0.1~20Hzまでの周波数帯において正弦波および任意の地震波を模擬した加振が可能である。更に、加振時の波形の乱れを抑制する反力補償機能も設け

られている⁽²⁾。

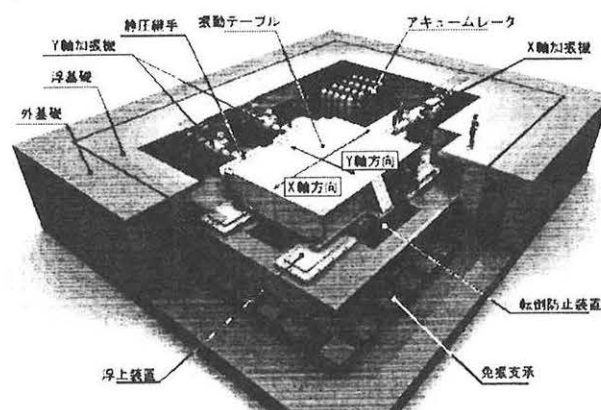


Fig.1 Large two-dimensional shaking test facility

2.2 車両2次サスペンション試験装置

製作した車両2次サスペンション試験装置の外観をFig.2に示す。

装置は実物の新幹線用台車を基に作製されており、基礎部、台車枠部、荷重枠部から構成されている。台車枠部は基礎部から1次ばねにより支持されており、この台車枠部と荷重枠部の間に供試空気ばねおよびダンパ類を配置し試験を実施する。この際、供試体の形状に合わせた取り付け用アダプタを作製することにより、様々な種類のものに対応が可能である。また、基礎部と荷重枠部の間は、加振中の不測の事態により荷重枠が転倒するのを防止するための転倒防止リンクが設けられている。

なお、本装置は2次サスペンションの挙動調査に特化させるため、これに必要な要素を極力排除している。このため、通常の車両のような車輪やレールに該当する要素は存在しない。

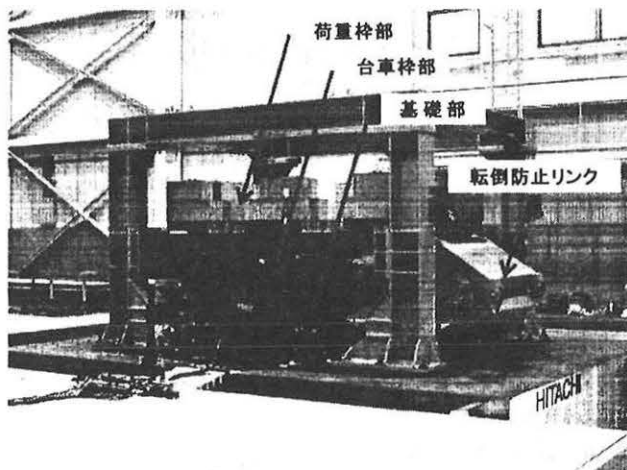


Fig.2 Testing set of secondary suspension

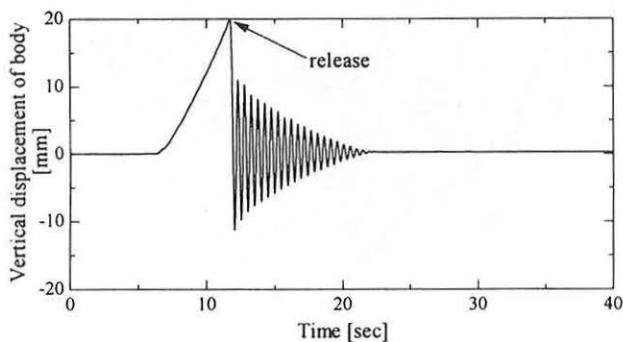
3. 加振試験

3.1 上下加振試験

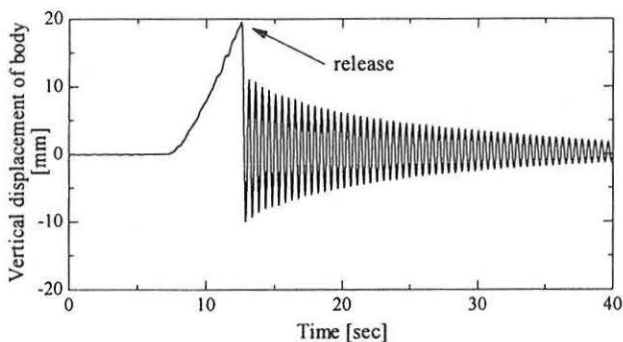
本装置を用いた試験の最終目的は大変位時のばね・ダンパ諸元の同定にある。この際、上下系諸元の同定のために上下加振試験の実施が必須となるが、本装置を運用する大型振動台は水平方向の加振のみ可能であるため上下加振を行う事が出来ない。そこで、荷重枠部を電磁吸着器で一定高さまで吊り上げ、切り離し、上下方向に自由振動させる方法で加振を行い、各部の変位および加速度を測定した。

Fig.3 に試験結果として得られた車体上下変位の時刻歴波形の例を示す。

また、本試験時には転倒防止リンクによる減衰の影響を併せて調査した。



(1) With anti-fall link



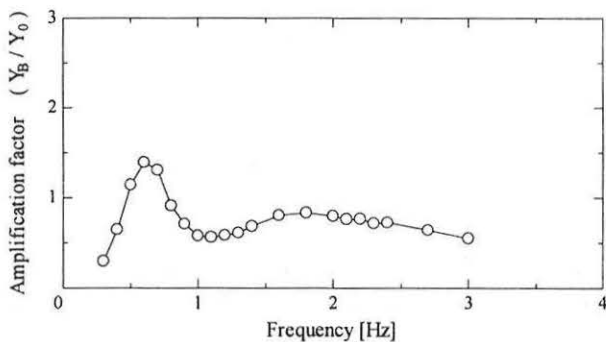
(2) Without anti-fall link

Fig.3 Time history of vertical displacement of body

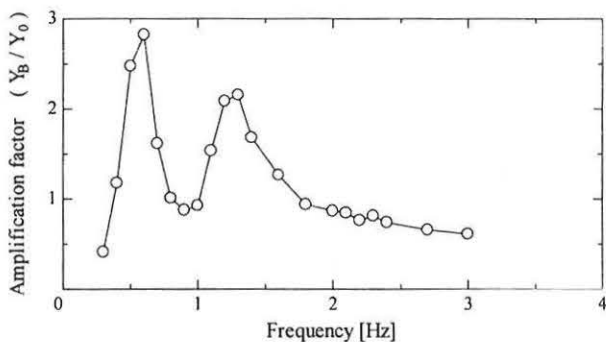
3.2 左右加振試験

ダンパ等の装備条件を変え、0.3~3Hz までの周波数で正弦波による加振を行い、各部の変位および加速度を測定した。この際、加振振幅は加振加速度が全ての周波数で一定となる大きさとした。また、今回は中心ピンが車体左右動ストッパに接触しない条件で加振を行った。

測定結果から、周波数毎の加振振幅に対する荷重枠左右変位の関係を整理し、周波数応答曲線を求めた。その例を fig.4 に示す。



(1) With Lateral damper, Axle damper



(2) Without Lateral damper, Axle damper

Fig.4 Amplification factor diagram

4. おわりに

地震時のような大変位下における車両の2次サスペンションの特性を調査するための試験装置を開発し、各種加振試験を実施した。本装置は車体一台車間の空気ばねやダンパ、牽引装置などを在姿状態で大きく加振し、その時の応答を測定することができる。この結果、大変位時の上下系自由振動の過渡応答波形、左右系周波数応答曲線などのデータを取得することができた。

今後は、今回得られたデータを基に、大変位時のばね・ダンパ諸元の同定を進めていく。

参考文献

- 1) 宮本岳史：地震時の鉄道車両の挙動に関する研究、東京大学学位論文、2006
- 2) 鉄道総合技術研究所ホームページ、2008