# S7-2-5 鉄道車両の地震に対する走行安全性の研究

## （転覆の形態と加振条件との関係）

○ 香山 義人（明星大学（院））
[機] 宮本 昌幸（明星大学） 宮田 泰生（明星大学（院））
内田 智博（明星大学） 白石 訓大（明星大学）

Study on the Running Safety of Railway Vehicles in Earthquake
(The relation between the Over turn type and the condition of excitation)

KAYAMA Yoshito (Meisei University)
MIYAMOTO Masayuki (Meisei University) MIYATA Yasunao (Meisei University)
UTIDA Tomohiro (Meisei University) SHIRAISHI Mitihiro (Meisei University)

Some experimental investigations were carried out to get the relation between the safety limit of excitation displacement value and excitation frequency. In relative low excitation frequency and large displacement, overturn phenomena were observed. Information of wheel rise in which whether perfectly overturns or returns are obtained.

キーワード：走行安全性、地震、模型車両、大変位加振、転覆
Keywords : Running safety , Earthquake , Scaled model , large deviation excitation , Over turn

### 1．はじめに

走行中の鉄道車両が地震に遭遇した場合の、脱線や転覆に対する安全性の評価を行い、人的被害の程度を推測する事は、大地震に対する防災対策を立てる上で非常に有効である。今までシミュレーションや台上実験が行われて来ているが、大振幅での完全に転覆に至る経過を検証したものはない。

前報[1]では、車輪形状が限界振幅に与える影響を、実車比約1/8スケールの模型車両を使用する実験と、機構解析プログラムＤＡＤＳ（Dynamic Analysis and Design System）によるシミュレーションにより検証した。
今回は、低振動数で大変位加振領域での模型車両実験を行い、高振動数で低振動数領域では見られなかった転覆現象の報告を行う。

### 2．実験方法

#### 2．1 模型車両

新型新幹線車両を元に縮尺比が約1/8で、半車両に相当し、重心位置を変えられる構造をしている。概要を図1に示す。設計はモデルニクス社製の台車エコノトラック2を参考にして行われており、前面から見て中央の前後に空気ばね（ブリジストン制：WL0016）が、ストッパーとしてスポンジゴムを車体と台車枠が接触する左右に、それぞれ取り付けられている。車体は車体枠としてアルミ板を使用しており、四隅に車両重心調整の為の重錘を取り付けられる長ねじが通されている。車両重心はこの重錘を上下させる事で変えられる。今回は重心を、主にレール面から 140,167[mm]の高さに設定して実験を行った。

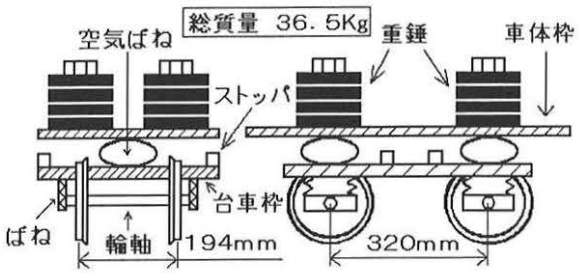


図1 模型車両の概要図

#### 2．2 加振実験、加振装置

停車中の模型車両に対して、左右方向へ振動を加える加振実験を、ピストンクランク機構を用いた自作の振動台で行った。全貌を図2に示す。加振振幅はクランクの偏心板との取り付け点の中心からの距離を変化させる事で、加振振動数はモータの回転数を変更させる事で、それぞれ設定した。振動台の最大全振幅は 200[mm]、最大振動数は10[Hz]となっている。

実験では模型車両が転覆する為に、防護ネットを取り付けて実験者や周辺に被害が出ない様、安全対策に気を付けた。

#### 2．3 高速度カメラ

加振実験中の模型車両の挙動を高速度カメラで撮影した。高速度カメラはレッドイメージング社のPCI8000Ｓを用いた。今回は60フレーム/sを基本として撮影を

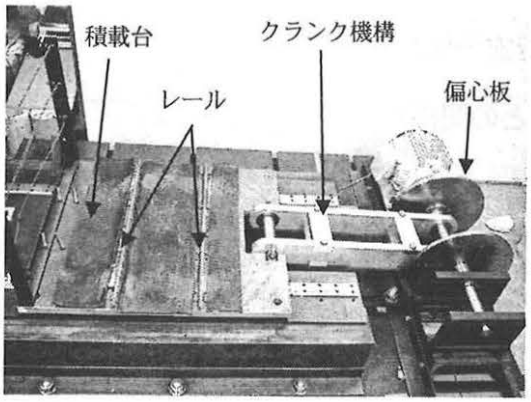


図２　振動台の全貌

行った。また車両各点の動きの時系列波形を画像解析で得るには、ディテクト社の DIPP-MOTION２Ｄを用いた。

３．実験結果

３．１　　大変位加振時の限界振幅

前報の実験範囲よりさらに低振動数で大変位加振領域の模型車両実験を行った。加振開始から 10s 間の結果の傾向を調べ、前報と合わせてまとめたものを図３に示す。

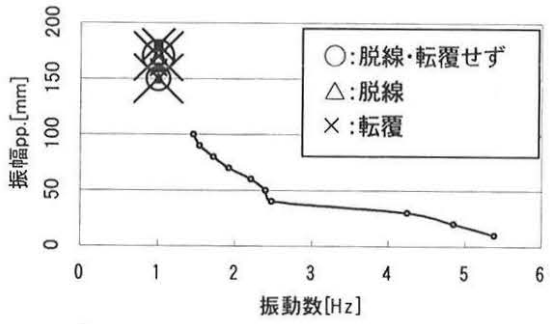


図３　振動数による車両の状態

加振振動数 1.5Hz 以上は前報に報告した結果で、安全限界線を示している。今回は 1.5Hz 未満の実験を行った。実験結果の回数は印の大きさで表現している。例えば、pp.150mm での脱線・転覆をしなかった回数が 16 回に対して、転覆した回数は 31 回となっている。

前回と今回との大きな違いは、転覆現象が見られる様になった事である。これは、前回までの比較的に高振動数・小振幅では車輪が小刻みに揺れるレールの動きに付いて行けず飛び越えてしまうのに対して、今回の比較的に低振動数・大振幅だと車輪がレールの動きに追従でき、その力が十分に車体へ伝わり車体が大きく揺れる為だと考えられる。

さらに転覆する割合は、脱線する割合に対してかなり多かった。

また前回（1.5Hz 以上）では、ある振動数に対して脱線・転覆が生じるか生じないかが比較的明確に分かれたのに対し、今回（1.5Hz 未満）では同じ条件でも両者が混在した。

更に脱線へ至るまでの挙動も変化した。前回（1.5Hz 以上）では前述の様に車輪がレールを飛び越える様にして脱線したが、今回（1.5Hz 未満）では車輪が浮いて下がった着地点は既にレール外側であるか、レールに戻っても下がる勢いが止まらずにそのまま車輪が滑る様にして脱線する形態が殆どであった。

これも転覆が起こる様になった理由と同様、車体が大きく揺れる為に車輪にかかる力が 1.5Hz 以上と比べて大きくなった為だと考えられる。

３．２　　重心高さによる挙動への影響

高速度カメラで転覆までを撮影し、挙動の変化を調べた。その画像を図４に示す。ｈはレールと車輪との一番

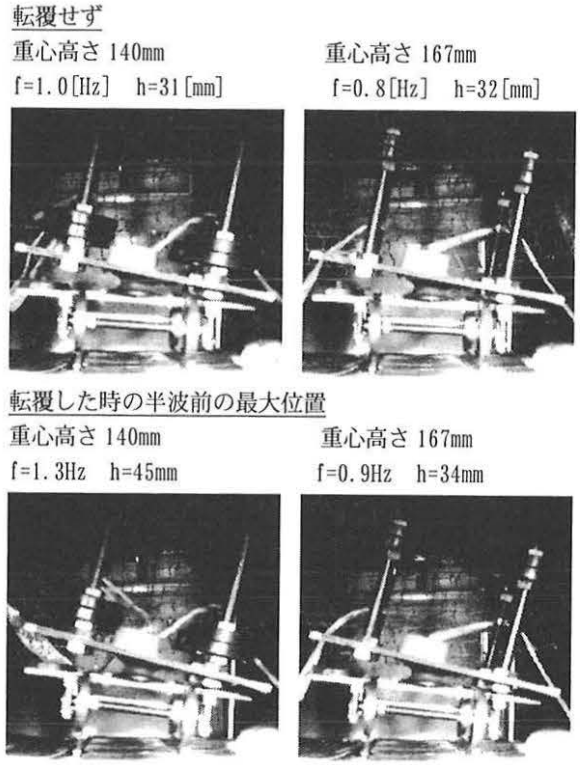


図４　加振振幅 pp180 時の足上げ量

長い上下距離で画像解析により求めた。この結果から、ある加振振動数の時にどれだけのｈ量があると、転覆に至る可能性が高くなるかが判断できる事が分かった。また重心位置が高くなるとｈが短くても転覆に至ると推測される結果が得られた。

参考文献

(1) 中村行秀他２名、鉄道車両の地震に対する走行安全性の研究（車輪形状の影響）、電気学会第 11 回鉄道技術連合シンポジュウム講演論文集、pp.535-538（2004.12）