

IV-272

模型による防振軌道の基礎的研究

日本大学 ○正員 渡辺貞之 正員 佐藤吉彦 学生員 奥富 誠

1. はじめに

本研究は、鉄道の高速化に伴って顕著となる振動問題に対してより効果的な防振軌道を考案することを目的として、ゴム板を用いた模型軌道の輪軸落下試験を行ったものである。この試験においては、縮尺5分の1の模型有道床軌道を作り、レールと木まくらぎの間にゴム板をはさんで試験を行った。この結果を実物のデータと比較し、模型による試験の有効性とゴム板の防振効果について検討した。

ここで輪軸落下試験(以下「落重試験」と称す)とは、輪軸を一定の高さからレールに落下させて軌道を衝撃し、この時の軌道各部の振動の特性を解析することにより、軌道の動的な基本特性のほか、列車走行時の特性を予測することを目的としたものである。

2. 模型試験の理論

模型試験を確実に行うためには、適切な物理法則および相似比を実物と合わせることが重要であり、本模型落重試験では、以下の物理法則を拘束した。

軌道と輪軸の慣性力 : $F_i = \rho L^4 T^{-2}$

軌道の材料・輪軸の弾性力 : $F_e = E \varepsilon L^2$

ここで、 T は時間、 L は長さ、 E はヤング係数、 ε はひずみ量、 ρ は密度を表す。模型では実物と同じ材料を用いたので、 E 、 ε 、 ρ は実物と同じになる。よって求める相似則(パイナンバー) π は、

$$\pi = F_i / F_e = L / T$$

となり、この模型のパイナンバーを実物に合わせた。

T 、 L 、 MV (力積)の相似比は以下のように決まる。

$$T = 1/5, \quad L = 1/5, \quad MV = 1/125$$

3. 試験方法と結果

模型軌道の構成を図-1に示す。輪軸の衝撃点はレールの中央部で、図-2に示すように木まくらぎの間とした。防振材として実物のレールパッドと同じ材質のゴムを厚さを変えた2種類用意して、レールと木まくらぎの間に挟み、その防振効果を確かめた。また輪軸の落高を1~5cmの間で変化させてその影響を調べた。図-3にタイプ1と2のゴム板形状を示す。

落重試験では、軌道特性を求めることを目的として、せん断法による輪重の時間変化を測定した。試験結果は次のとおりである。

(1) 落重試験で測定したせん断ひずみから輪重の変化を求め、ゴム無しの時の全体波形図を図-4に、またそれぞれの最初の衝撃波形を図-5に示す。

(2) 左右車輪の着着時間のずれが接触持続時間の1/4以内のものを有効データとした。

(3) 輪軸重量は12kgfで、これを静的載荷するとレールのせん

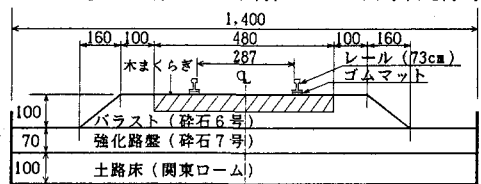


図-1 軌道のモデル

単位: mm

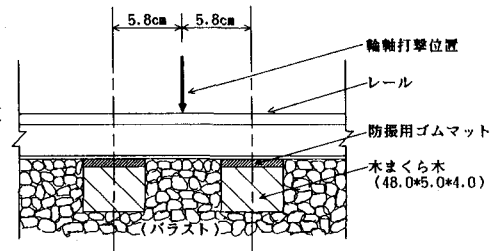


図-2 輪軸落下位置

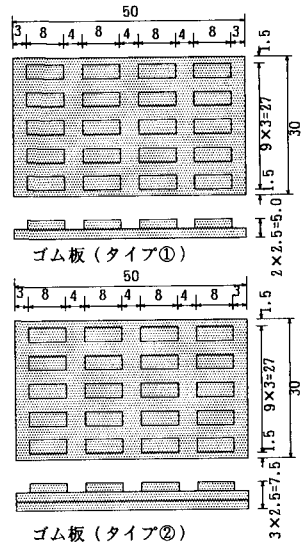


図-3 ゴム板形状図

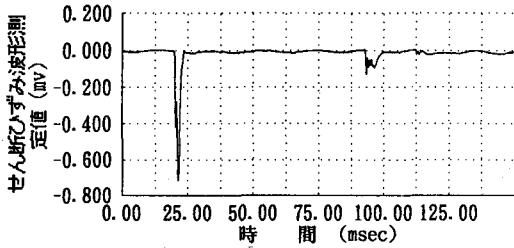


図-4 セン断ひずみ波形(ゴム無し h=4cm)

断ひずみは $0.834 \mu \varepsilon$ となり、1kgf当たり $0.139 \mu \varepsilon$ のセン断ひずみを得た。これより落重試験の衝撃力を求めたものを図-6に示す。

(4) ゴム無し・ゴム有り(タイプ1・2)の3種類の有効データから、軌道支持バネ係数Kと軌道減衰係数Cを求め平均した値と、国鉄・鉄道技術研究所で行われた実物のデータ¹⁾を図-7に示す。

4. 考察

以上の結果について考察すると次のとおりである。

(1) 図-4の波形および図-7のK-C相関図から、模型による落重試験は実現象と同様の挙動を示しており、その値も妥当であることが確認できた。

(2) 図-7よりゴム板の防振効果について、ゴムが厚いほど支持バネ係数Kが小さくなり軌道が柔らかくなったが、減衰係数Cも小さくなった。その結果、図-5の波形より、ゴム板によってレール自体の振動が現れやすくなっている。

(3) 図-6より衝撃力は落高の平方値に比例しており、またゴム板によって衝撃力は緩和されていることが確認できた。

5. まとめ

これらの結果から、模型軌道による落重試験は実物と同様の挙動を示すことが明らかになったが、ゴム板によりレールに振動が残存しやすくなることが認められた。今後はゴム板が振動に果たしている効果を解明するとともに、さらに防振効果の高い軌道の考案を進めたい。

最後に、模型用レールパッドに関してご協力をいただいた、興和化成KK・宇佐美雄氏に謝意を表する。

参考文献

- 1) 佐藤吉彦他 「防振G型スラブ軌道の開発実用化」 鉄道技術研究所速報 NO.1357 1987.3)
- 2) 上部誠、渡辺貞之、佐藤吉彦 「防振軌道の考案に向けた模型による基礎的研究」第21回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集 PP410-411 1994

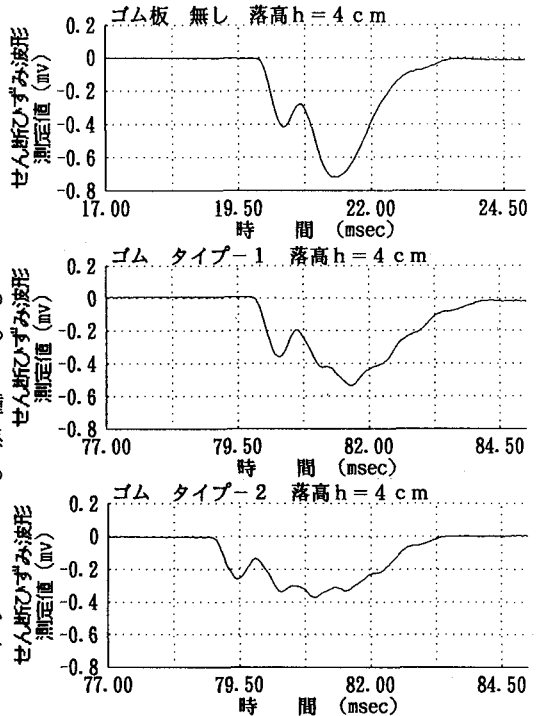


図-5 セン断ひずみ波形(第1衝撃波)

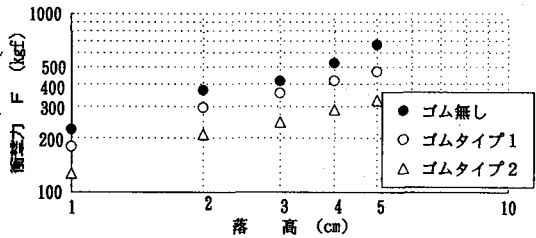


図-6 落高に対する衝撃力最大値

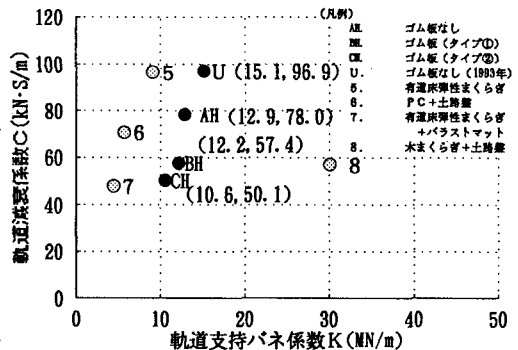


図-7 実物の軌道とのK-C相関図による比較