

(Ⅳ－22) 防振軌道の考案に向けた模型による基礎的研究

日本大学理工学部交通土木工学科○学生会員 上部 誠

正会員 渡辺 貞之

正会員 佐藤 吉彦

1. はじめに

本研究は、鉄道的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、模型軌道の基礎的な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、輪軸落下試験を行った。この試験結果を実物のデータと比較し、模型による試験の有効性を検討した。

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る。そこで本模型落重試験では、以下の物理法則を拘束した。

$$\text{軌道と輪軸の慣性力} : F_i = \rho L^4 T^{-2}$$

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

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。よって求まる相似則（パイナナンバー） π は、

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

となり、この模型のパイナナンバーを実物に合わせた。よって T 、 L 、 MV （力積）の相似比は以下のように決まる。

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

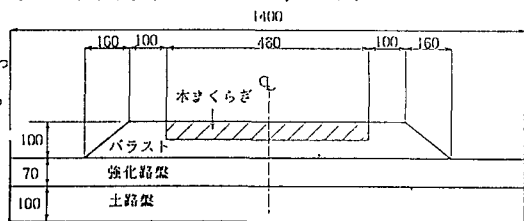
3. 模型試験

模型軌道の構成を、図－1に示す。ここでレール長は73 cmである。土路盤は千葉県船橋市の関東ローンを

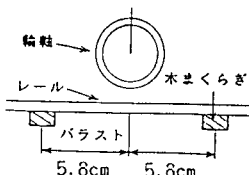
用い、地盤係数 $K_{30} = 12.7 \text{ kgf/cm}^3$ に突き固め施工した。強化路盤は碎石7号、バラストは碎石6号を用いた。輪軸の衝撃点はレールの中央部で、図－2に示す。

落重試験では、軌道特性を求めることとレールの強度管理を目的として、せん断法による輪重およびレールの曲げひずみの時間変化を測定した。この試験結果は次のとおりである。

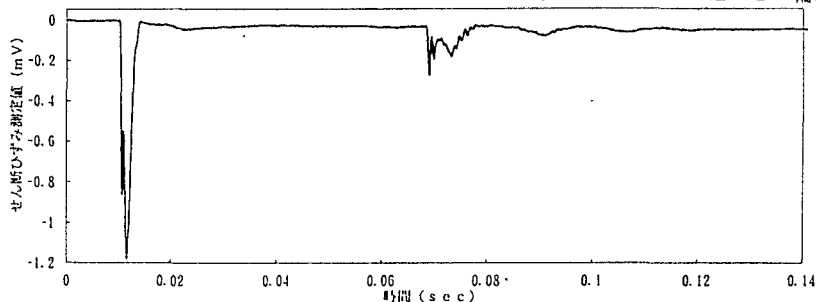
(1) 落重試験は落高4 cmに設定し、測定したひずみから輪重の変化とレール応



図－1 軌道のモデル 単位：mm



図－2 輪軸打撃位置



図－3 1/5 模型軌道による輪軸落下試験結果（せん断ひずみ波形）

力を算出した。レール応力の平均値は 888.71 kgf/cm^2 で、レール部材(SS41)の材料強度を超えるものはなかった。せん断ひずみによる輪重の変化の波形図を図-3に示す。

(2) 落重試験において、レールの左右車輪の接触時間のずれが、測定側車輪(左側)の接触持続時間の $1/2$ 以内のものを有効データをとした¹⁾。

(3) バラストの突固めは試験前と試験中に行った。試験前は模型作成時で、これは十分行い、試験中にも一度行った。定量的に行うことはできなかったが、鉄の棒($\phi 8 \text{ mm}$)で20回突き固めた。

(4) 有効データを一定回数ごとに4グループに分けて、軌道支持ばね係数Kならびに減衰係数Cを求め、K-C相関図を作成した。これを図-4に示す。

(5) 有効データの平均を算出後、代表的なデータを3つ選びだし模型試験データと実物データの比較を行った。これを表-1に示す。代表的なデータの平均値を実物の値に換算したものを図-5に示す。比較したデータは、国鉄・鉄道技術研究所²⁾において行われた落重試験のデータである。

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-3の波形から、模型による落重試験は実現象と同様の挙動を示していることが確認できた。

(2) 表-1から突固め後のデータは、突固め前のデータに比べてデータのばらつきが小さくなっている。このことから模型軌道においても、バラストの突固めによる管理は重要であると考えられた。

(3) 試験で得られたKおよびCの値は、実物のデータ²⁾と比較するとほぼ妥当な値である。

5. まとめ

これらの結果から模型軌道による落重試験は、実物の軌道と同様の挙動を示している。またこれを数値的に検討することも可能であることが明らかにされた。今後さらに、防振軌道で軌道各部が振動に果している役割の解明と新たな軌道の考案を進めることとしたい。

最後に、模型の製作には(財)鉄道総合技術研究所ならびに日本鋼管(株)のご協力を得たことを、ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 佐藤吉彦他 「新幹線総合試験線(小山地区)における軌道関係測定計画の検討」鉄道技術研究所速報 NO.81-116 (1981.9)
- 2) 佐藤吉彦他 「防振G型スラブ軌道の開発実用化」鉄道技術研究報告 NO.1357 (1987.3)

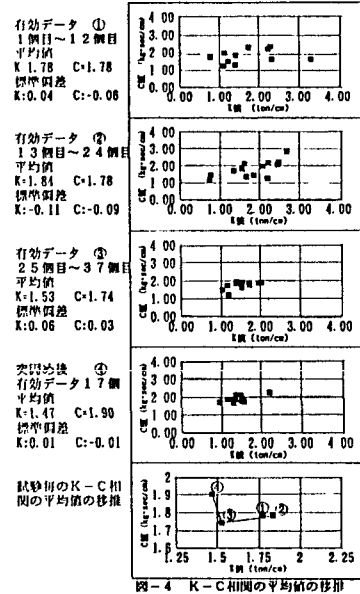


図-4 K-C相関の平均値の推移

表-1 輪軸落下試験有効データ表

突き固め前	反発係数	$K(\text{kg/cm})$	$C(\text{kg} \cdot \text{s/cm})$
有効データ 1	0.29	1.75	2.25
有効データ 2	0.30	1.87	1.40
有効データ 3	0.33	1.53	1.77
平均値	0.31	1.72	1.81
突き固め後			
有効データ 1	0.33	1.48	1.87
有効データ 2	0.33	1.44	1.84
有効データ 3	0.32	1.52	1.98
平均値	0.33	1.48	1.90

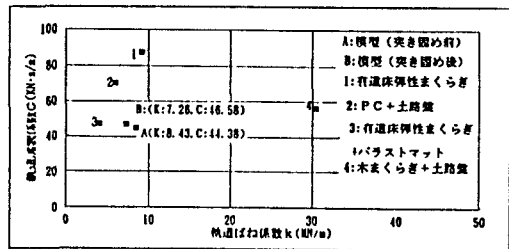


図-5 各軌道の軌道ばね係数と軌道減衰係数