

N-272

模型による軌道特性評価に関する基礎的研究

東光コンサルタンツ 正会員 渡辺貞之

日 本 大 学 学生員 松本洋一

日 本 大 学 正会員 佐藤吉彦

1. はじめに

鉄道的高速化に伴い、軌道の騒音、振動問題が顕著となっている。そこで、本研究では軌道条件をいくつか変えた新幹線軌道の縮尺 1/5 模型を作成し、静的載荷試験による軌道の構造的特性を調べた。さらに輪軸落下試験を行い、模型試験の有効性を確認するとともに軌道の動的特性を調べた。

2. 模型理論と軌道構造

模型試験は、①軌道と輪軸の慣性力、②軌道材料と輪軸の弾性力の2つの物理法則、および相似率を原型に合わせた。相似率は 1/5 としたので物理量は以下のようになる。

長さ：[L] = 1/5 軌道バネ係数：[K] = $MT^{-2} = 1/5$

時間：[T] = 1/5 軌道減衰係数：[C] = $MT^{-1} = 1/25$

試験は有道床軌道と高架橋スラブ軌道で行った。前者は図-1 に示すような断面である。使用したマクラギは、図-2、3 に示すような RC 横マクラギと RC 縦マクラギについて行った。ここで使用した締結装置は、磷青銅($t = 0.3mm$)を加工したものでばね係数が $10.78 N/cm$ の締結 A と、円形の鋼製ワッシャ($t = 3mm$)を利用し $3.3kN$ 程度の力で剛結した締結 B の2種類である。レールパッドは第2種軌道パッドと同じ材質で、大きさ $30 \times 50mm$ で厚さ $2mm$ のものを使った。レールは 60 キロレールの 1/5 模型で長さは $730mm$ である。高架橋スラブ軌道は、図-4 に示したような単径間ビームスラブ式ラーメン高架橋の上にセメントモルタル $10mm$ を敷き、さらに $468 \times 1000 \times 40mm$ の RC 軌道スラブを設置した。

3. 試験方法

(1) 静的載荷試験

ここでは、有道床軌道において RC 横マクラギ軌道と RC 縦マクラギ軌道のたわみの比較を、試験値と3次元骨組構造解析によって求めた計算値を用いて行った。載荷方法は、レール中央の締結装置の間に直径 $30mm$ の鋼製支点を置いて、その上に2本の溝型鋼を渡

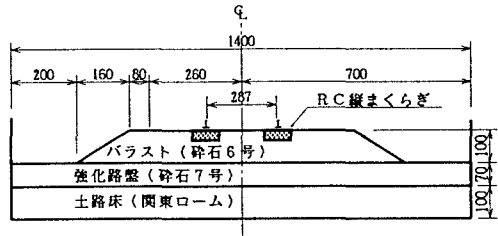


図-1 模型軌道断面図

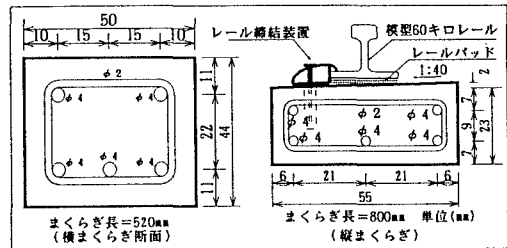


図-2 RC 横まくらぎ断面図

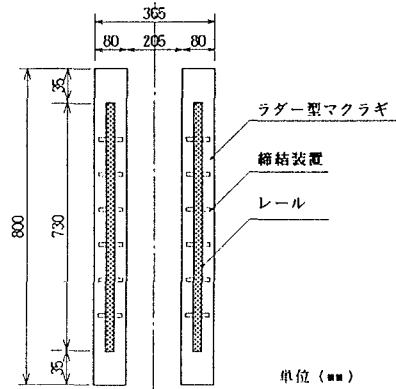


図-3 RC 縦まくらぎ軌道平面図

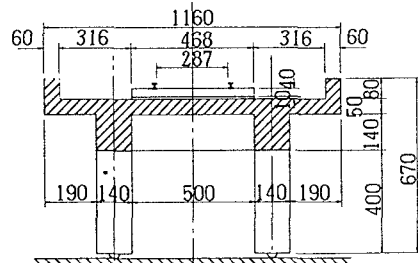


図-4 模型高架軌道概略図

した。さらに1枚23kgの板状の重りを20枚載せて、その時のレールとマクラギの変位量を測定した。

(2) 輪軸落下試験

模型軌道の上に組んだやぐらに、縮尺 1/5 の新幹線車両の模型輪軸($w=12\text{kg}$)を吊り、結んである針金を切ることによってレールに衝撃をあたえる仕組みになっている。このときレールのウェブ中立軸に貼り付けたひずみゲージで、主応力方向のひずみを計り輪重の時間変化を測定した。そこから軌道ばね係数 K と軌道減衰係数 C を求めたものを図-7に示す。また、原型のデータに換算して国鉄・鉄道技術研究所で行われた原型のデータ¹⁾と比較したものを図-8に示す。

4. 結果および考察

- ① レールのたわみは、横マクラギ、縦マクラギとも計算値よりも0.2 mm程度大きく測定された。これはレールパッドとレールおよびマクラギの接面部が密着していなかったためと考えられる。
- ② マクラギのたわみは、縦マクラギでは計算値とほぼ一致したが、横マクラギは小さかった。
- ③ 縦マクラギは横マクラギに比べて、載荷荷重によるたわみの影響範囲が大きかった。また、試験値および計算値ともに縦マクラギの変位が大きくなっていた。これはバラストとの接地面積が小さいことと、マクラギ長が短かったと考えられる。
- ④ 高架橋は、締結装置が硬くなることによって K 、 C ともに大きくなるが、原型のデータよりも K が小さく C が大きい傾向になった。
- ⑤ RC縦マクラギは、RC横マクラギと比較すると K はほとんど変わらないが、減衰 C が大きい軌道であることが明らかになった。
- ⑥ 原型のデータと比較すると、有道床軌道では模型と原型に近い値を示している。高架橋では K が小さく C が大きい傾向にあった。

5. まとめ

静的載荷試験の結果からマクラギ形状の違いによる構造的特性がある程度明らかになった。今後試験方法の改善とレール長およびRC縦マクラギ長の検討を進めたい。また、輪軸落下試験から模型実験はほぼ原型と同様の挙動を示しており、RC縦マクラギがRC横マクラギに比べて減衰が大きい軌道であることがわかった。スラブ軌道では K 、 C が多少離れているが今後構造的な検討を試みたい。

最後に本研究を行うにあたり(財)鉄道総合技術研究所の内田研究室および涌井研究室の皆様適切な指導とご協力を頂いたことに心から感謝いたします。また奥富誠氏ほか協力してくれた学生に感謝致します。

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

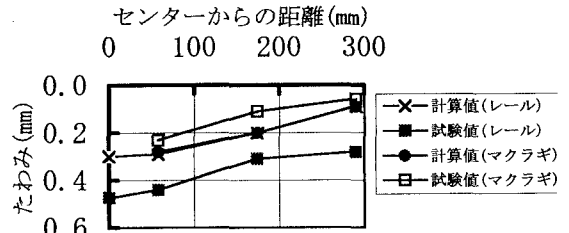


図-5 RC横マクラギ静的載荷試験

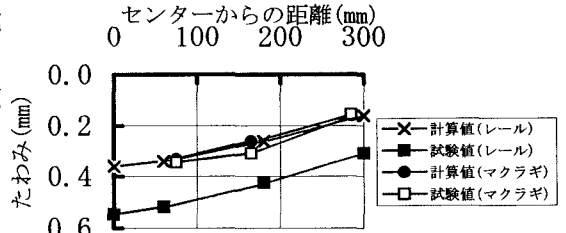


図-6 RC縦マクラギ静的載荷試験

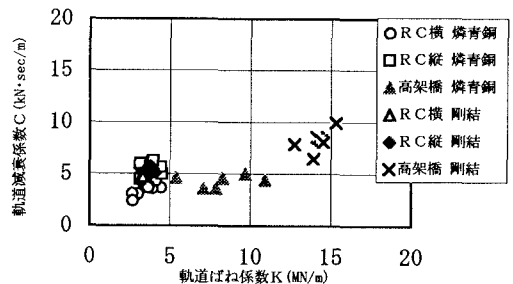


図-7 K-C 相関図 (模型)

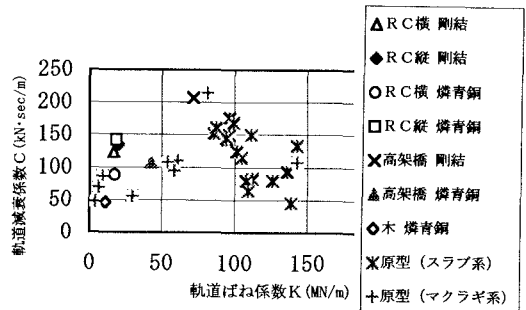


図-8 K-C 相関図 (原型比較)