

輪軸落下試験による軌道構造別動特性の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○鈴木 貴洋
 鉄道総合技術研究所 正会員 石田 誠

1. はじめに

列車走行に伴う動的輪重の変動や軌道各部に生じる振動現象を車両／軌道動的モデルで精度良く予測するためには、実測値を説明できるモデルのパラメータ同定が必要となる。従来から、軌道各部の動特性を把握するために輪軸落下試験が行われ、その結果を用いて軌道全体のばね係数と減衰係数が求められている¹⁾。そこで、各種軌道構造における輪軸落下試験結果から従来用いられている実用近似解を適用して軌道ばね係数と減衰係数を調べるとともに、軌道動的モデルのパラメータ同定を目的に実測波形とシミュレーション波形の比較・検討を行った。

2. 輪軸落下試験による軌道の特性値

輪軸落下試験は、図1に示すように輪軸をワイヤーで吊り上げ、所定の高さから試験軌道に落下させることで行われた。レール長手方向における落下位置はまくらぎスパン中央部とした。表1に示す各種軌道構造について検討し、各試験から読み取った輪重波形の最大輪重値と衝撃作用時間から実用近似解により軌道ばね係数と減衰係数を求めた。なお、実用近似解による軌道ばね、減衰係数は軌道全体のものを表わしていることに注意されたい。求められた軌道ばね、減衰係数をレール種別、軌道パッド、レール支持構造別にそれぞれ図1(a)、(b)に示す。

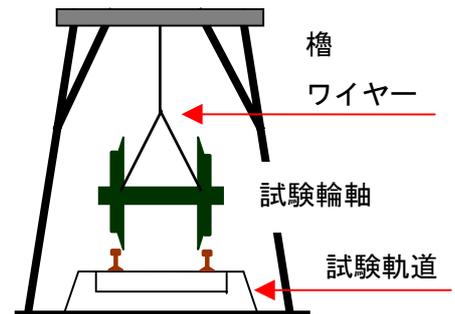
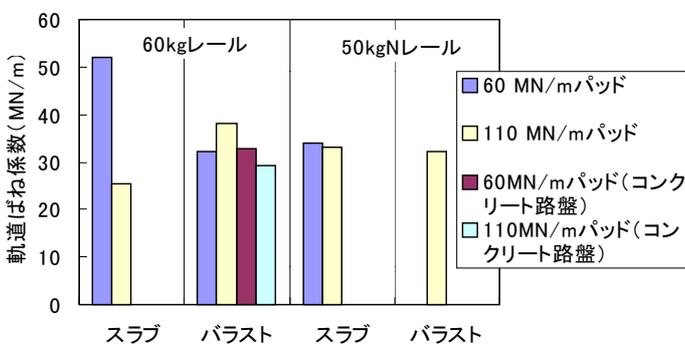


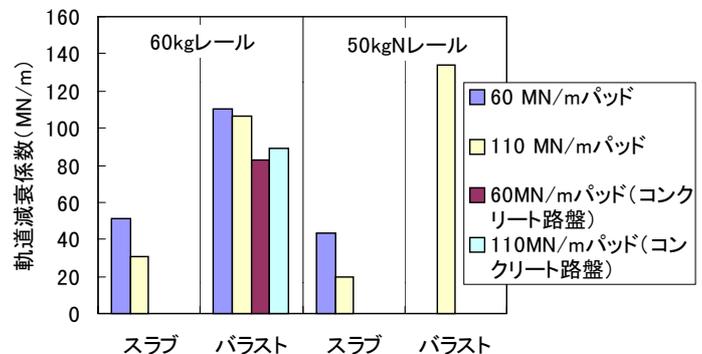
図1 輪軸落下試験模式図

表1 輪軸落下試験における各種軌道構造

軌道構造			
レール	軌道パッド	レール支持構造	路盤
50kgN	60MN/m	スラブ	コンクリート
	110MN/m	スラブ	コンクリート
60kg	60MN/m	バラスト	土
		スラブ	コンクリート
	110MN/m	スラブ	コンクリート
		バラスト	土



(a) 軌道ばね係数



(b) 軌道減衰係数

図2 各種軌道構造における軌道動特性値

キーワード 輪軸落下試験、軌道動特性、実用近似解、軌道動的モデル

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL042-573-7291 FAX042-573-7360

3. 軌道動的モデルによる軌道の特性値

図3に示す軌道動的モデルを用いて輪軸落下試験をシミュレートし、実測輪重波形の最大値と作用時間に着目して、これらが一致するようにモデルのパラメータを設定した²⁾。解析対象は表2に示す2種類とした。軌道動的モデルによる解析値と実測値の動的輪重を図3(a)、(b)に示す。実測輪重波形について、スラブおよびバラスト軌道で比較すると、スラブ軌道では輪重波形の最初にピークが見られるのに対し、バラスト軌道ではこのような傾向は見られないことが分かる。図3(a)に関して、解析と実測による輪重波形については、同様の傾向を得ることができている。一方、図3(b)では、解析値と実測値との最大輪重値および作用時間を合わせることはできているものの、輪重波形の傾向がやや異なるものとなった。表3に、図3を解析した際の軌道動的モデルにおける軌道特性値を示す。ここで、2.に示した軌道特性値は軌道全体のものであるため軌道動的モデルによる場合との直接比較は難しい。そのため、表3に示した軌道全体のばね係数、減衰係数は軌道動的モデルの1締結当たりのばね係数、減衰係数が締結スパン長分だけ連続支持しているものと仮定して換算し、レール有効長から軌道全体の特性値を求めている¹⁾。スラブ軌道とバラスト軌道について軌道全体の減衰係数で比較すると、その減衰性の違いが反映された結果となり図2の実用近似解と同様の傾向が得られた。軌道全体のばね係数については、スラブおよびバラスト軌道ともに実用近似解の値に比べて解析値がかなり大き目となった。

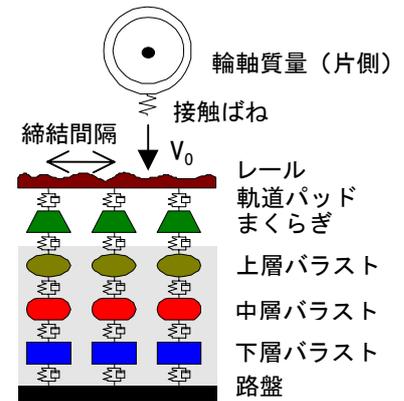


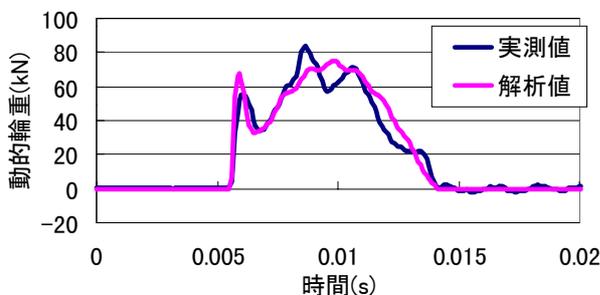
図3 軌道動的モデル

表2 解析諸元

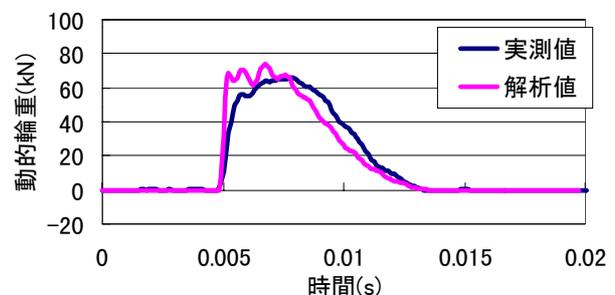
	バラスト軌道	スラブ軌道
輪軸質量(片側重量)	470kg	
落下高さ	10mm	
レール	60kg	
軌道パッド	60MN/m(公称値)	
締結間隔	585mm	625mm
道床厚	250mm	---
路盤係数	$K_{30}=13.5$	---

表3 動的モデルによる軌道特性値

		スラブ軌道	バラスト軌道
1締結当たり	ばね係数 (MN/m)	35	30
	減衰係数 (kNs/m)	5	46
軌道全体	ばね係数 (MN/m)	91	83
	減衰係数 (kNs/m)	21	117



(a) スラブ軌道



(b) バラスト軌道

図3 軌道動的モデルによる輪軸落下解析

4. おわりに

各種軌道構造における動特性に関して、輪軸落下試験結果に基づく実用近似解と軌道動的モデルに基づく解析解を比較した。軌道減衰係数については、レール支持構造による減衰性の違いを反映した傾向が得られ、絶対値は異なるが定性的な一致が認められた。一方、軌道ばね係数について、実用近似解による場合試験自体のばらつきも含まれて、軌道剛性の違いが分かりにくい結果となった。また、軌道動的モデルの解析解では剛性の違いが反映された値となり、実用近似解よりも大き目となった。以上、輪軸落下試験の実用近似解と軌道動的モデルによる解析解には相違があり、試験自体の方法とその精度も含めさらなる検討が必要である。また、輪軸落下試験による解析モデルのパラメータ同定については波形レベルの比較によりその可能性が示された。

参考文献

- 1) 佐藤 吉彦：落重試験による軌道各部特性係数の算出、鉄道技術研究所速報、No.74-153、昭和49年11月
- 2) 石田 誠：輪軸落下試験による軌道動特性の評価、新線路、第53巻第8号、pp25-27、平成11年8月