

軌道バネモデルにおける左右レールの影響に関する研究

A study on influence of rails in the estimation of track elastic model

北海学園大学工学部土木工学科

北海学園大学工学部土木工学科

日本貨物鉄道㈱北海道支社 札幌保全センター

○学生員 秋葉昌孝 (Masataka Akiba)

正 員 上浦正樹 (Masaki Kamiura)

青島健 (Ken Aosima)

1. まえがき

軌道の基本的な構造は、レール、まくらぎ、バラスト、路盤等により構成されている。本来、レール表面は水平を維持すべきであるが、そこに軌道狂いが生じると補修を行わなければならない。しかし現在、軌道狂いの原因がわからないまま、突き固め作業などの補修工事が行われていることが多い。もしその原因が、バラストの劣化であるなら、突き固め作業だけでは軌道狂いが生じやすくなり、保守周期が短いままである。そこで保守計画を効率よく立てるため、軌道構造をひとつの構造物と見ると維持・管理・補修において指標が必要である。

本研究では、軌道ばね係数をこの指標とするため、HFWDを用いレール上に衝撃荷重を与えてレール方向（縦方向）とまくらぎ方向（横方向）のたわみを測定する。縦方向では3連モーメントを用いたプログラム¹⁾を用いてレール支持バネ係数K（軌道ばね係数と軌道バッドのばね係数の和）を算定する。横プログラムはまくらぎ変位を考慮して有限弾性はり支承モデルにより理論によるたわみを算定する。これらの理論による変位と実際の変位を比較して逆解析の手法により軌道ばね係数の最適解をもとめる。

2. 目的

一方のレールに衝撃荷重を与えたとき、もう一方のレールに与える影響をレールとまくらぎの締結装置をはずすことにより、比較検討することを目的とする。

3. 実験方法

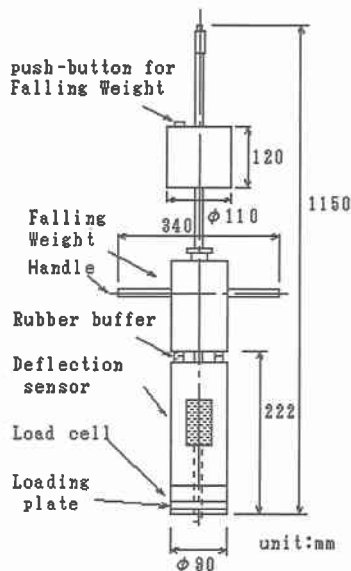
①HFWDを使用してレール上に载荷し、第2センサーにより各点のたわみを測定する（参考図1、2）。測定内容は以下のとおりである。

- 両方の締結装置をはずし、まくらぎ方向のたわみを測定する。ただし、このときだけはまくらぎの中央に载荷する。（図1）
- 载荷側と反対側の締結装置をはずし、まくらぎ方向のたわみを測定する。（図2）
- 両方の締結装置をはずさずに、レール方向（手前側、奥側）のたわみを測定する。（図3・4）
- 両方の締結装置をはずさずに、まくらぎ方向のたわみを測定する。（図5）

②縦・横プログラムを用いて、実際の変位と一番近い理論による変位を算定し、そのときにプログラムで使ったKがレール支持バネ係数の最適解であり、それぞれグラフ化する。



参考図1 HFWDの载荷点と各方向



参考図2 HFWDの概要

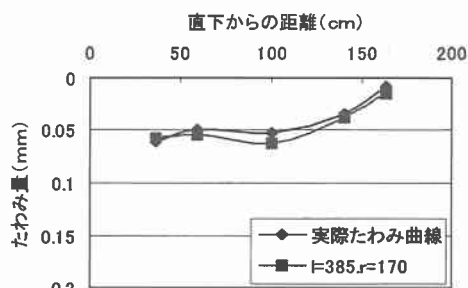


図1 横たわみ曲線(両締結なし)

③理論による変位と実際の変位をそれぞれグラフ化し、締結装置の有無を考慮して、左右レールの影響を検討する。

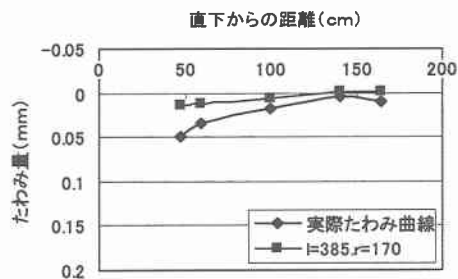


図2 横たわみ曲線(片締結なし)

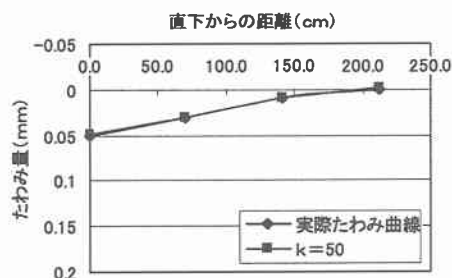


図3 縦たわみ曲線(手前側)

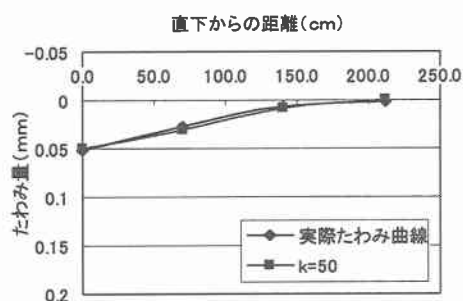


図4 縦たわみ曲線(奥側)

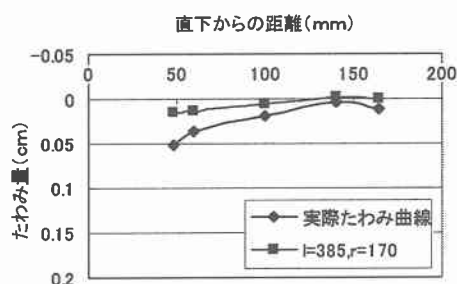


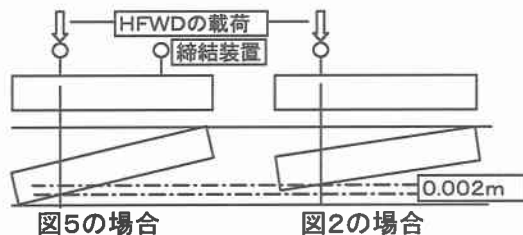
図5 横たわみ曲線(両締結あり)

4. 結果

理論によるたわみと実際のたわみをグラフ化したものの、算定したレール支持ばね係数を以下に示す。1は左レール側の軌道ばね係数であり、rは右レール側の軌道ばね係数である。図1はまくらぎのばね係数、図2はさらに回転ばね係数を考慮したばね係数、図3・4はそのさらに軌道パットを考慮したばね係数、図5は図4に左右レールの影響を考慮したばね係数である。

5. 考察

- ① 図1・3・4は、理論によるたわみと実際のたわみの曲線がほぼ一致している。これらの図の



参考図3 まくらぎの沈下断面

共通点は回転ばね係数を使用していないということである。

- ② 図2の左側のレール支持ばね係数は385 kgf/cm²であり、軌道パットのばね係数を考慮すると図3・4のばね係数50 kgf/cm²と一致することとなる。そこで、軌道パットのばね係数をKとすると、

$$(385+K)/385 \cdot K = 1/50$$

という式が成り立つ。これを解くとK=57.5 kgf/cm²であり、この値は軌道パットのばね係数とほぼ一致する。つまり、縦プログラムと横プログラムは整合性が高いと考えられる。

- ③ 図2と図5は、载荷側と反対側の締結装置の有無の違いである。図2のHFWD直下のたわみは0.0505 mmであり、図5の直下のたわみは0.0525である。これらの差は0.0505-0.0525=0.002 mmとなり、締結装置ありの方が沈下している。これはまくらぎを通して左右のレールは締結されていて、一方のレールに荷重がかかるともう一方はその影響を受けて、さらにその影響が载荷側のレールに伝わっていると考えられる(参考図3)。つまり、左右レールの影響をばね係数として考慮し、レール支持ばね係数をもとめなければならないということになる。

6. 結論

レール方向(縦方向)とまくらぎ方向(横方向)のたわみを統一して、軌道ばね係数で評価した。回転ばね係数を考慮したばね係数を用いない条件下で理論によるたわみと実際のたわみの曲線がほぼ一致している。

今後は、回転ばね係数を考慮したばね係数について検討を加えていく。また、今回の実験で使用した衝撃荷重が300 kgfであり、より大きい荷重を使用したときに与えるレール支持ばね係数のへの影響を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 鈴木元：PCまくらぎの縦・横方向のレール支持ばね係数Kの評価、土木学会北海道支部論文、2000。