

ばね下質量の道床沈下量への影響に関する解析

鉄道総合技術研究所 正会員 ○西本 正人
 鉄道総合技術研究所 正会員 古川 敦

1. はじめに

バラスト軌道では、動的輪重に起因する道床沈下により高低変位が進み、走行安全性、乗り心地及びそれらを一定のレベルに保つための軌道保守量に影響を与える。この道床沈下量には、まくらぎ本数やバラスト厚などの軌道構造とともに、車両諸元が大きく影響する。とくに車両諸元のうちばね下質量は、軌道に直接荷重を加える要素であり、その影響度が大きい。ここでは、各車両諸元が軌道保守量へ及ぼす影響の評価を目的に、ばね下質量の変化による軌道沈下量の変化を算定した結果を紹介する。

2. 道床沈下量の推定手法

道床沈下量は、以下の手法¹⁾により推定した。

(1) 車両／軌道動的応答

軌道に発生する動的輪重の算定は、図1に示す車両／軌道動的応答モデルを用いた。本モデルは、レールをティモシェンコ梁とし、まくらぎ、バラスト道床を3層とする質点をばねとダンパーで結合する軌道モデルに半車体モデルを組み合わせたものである。

(2) 道床沈下則

動的輪重による道床沈下量は、式1により算定した。まくらぎ下面圧力については、上記の車両／軌道動的応答モデルにより計算されたレール圧力と、まくらぎ有効支持面積から算出した。

$$\beta_{by} = a \cdot (P_t - b)^2 \cdot y \quad \cdots \text{式 1}$$

ここで、

β_{by} : 道床沈下量 (mm/軸)

P_t : まくらぎ下面圧力 (kPa)

a : 係数 (2.7×10^{-10})

b : 係数 ($0.02 \times h_B + 34.6$) ※ h_B : 道床厚 (mm)

y : 道床振動加速度係数 ($y = 1.6 - 0.0024 \times h_B$)

※ $K_{30} \geq 110 \text{ MN/m}^2$ K_{30} : 地盤反力係数

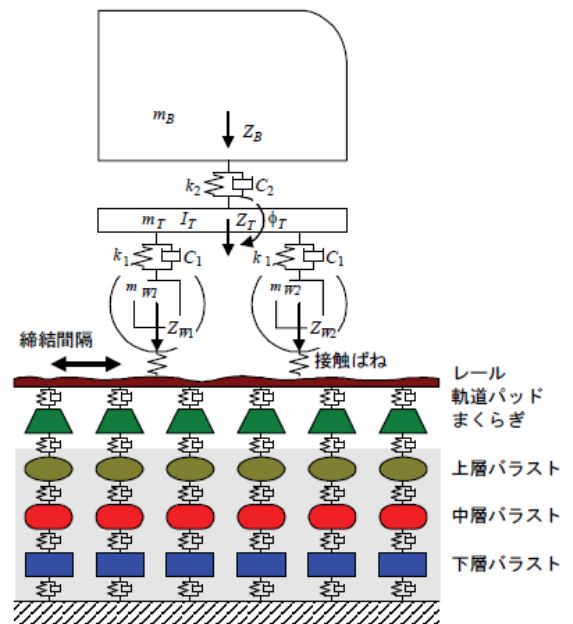


図1 車両／軌道動的応答モデル

表1 ばね下質量パターン

No	t/軸	
	ばね下質量	ばね間質量
1	1.50	3.10
2	2.00	2.60
3	2.30	2.30
4	2.60	2.00

3. ばね下質量の影響

ばね下質量が変化した場合の道床沈下への影響について算定し考察する。ここで、車両条件については、既存車両の一般的な諸元を用い、ばね下質量について台車質量を一定としてばね下質量の増減に伴い、同量をばね間質量から増減する想定とした。計算パターンを表1に示す。なお、走行速度は130km/hとした。軌道条件については、在来線を対象とし、レール：50N、まくらぎ：PC3号(39本/25m)、道床厚：250mm、その他バラストのばね定数等の諸元は、一般的な値とした。また、入力する高低変位(レール凹凸を含む)は、図2に示す、波長2m、波高3mmのコサイン波とした。道床沈下量の計算結果を図3に示す。これよ

キーワード 軌道動的応答解析, 道床沈下則, 高低変位, ばね下質量

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-33 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL042-573-7278

り、ばね下質量の増加により道床沈下量はほぼ線形に増加する傾向が見られ、ばね下質量 1.5t/軸の場合と比較して 2.6t/軸では 192%の道床沈下量と推定される。

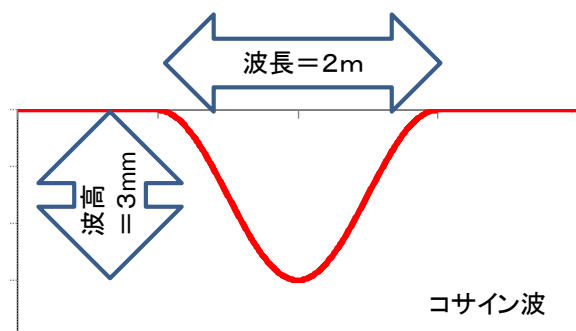


図2 高低変位波形

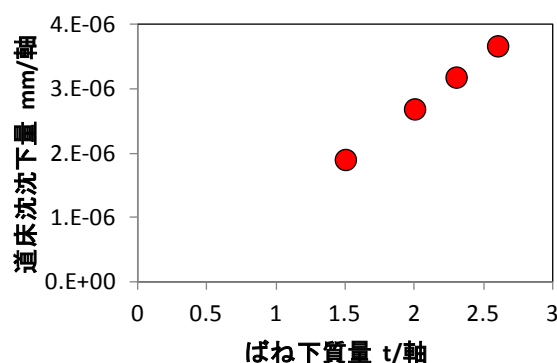


図3 ばね下質量の影響による道床沈下量

4. 高低変位の波長・波高による差異

次に、道床沈下量の算定において、入力する高低変位の波長・波高による差異を検証した。図4は、ばね下質量 1.5t/軸と 2.6 t/軸のパターンについて、高低変位の波長・波高を変えて計算した結果及びそれらの比である。これより、実軌道に存在する波長・波高の領域において、より短波長の高低変位が道床沈下量に与える影響が大きい傾向にある。これは、レール凹凸が大きいレール継目個所等で著大輪重の発生及びそれに伴う大きな高低変位進みが見られる現象を表していると考えられる。また、道床沈下量の比についても波長・波高による差は大きい。したがって、車両諸元の変更に伴う保守量の算定は、普通継目、溶接継目別に行う必要がある。このため、今後は軸箱加速度等を用いて継目部の波長・波高を把握する必要があると考えている。

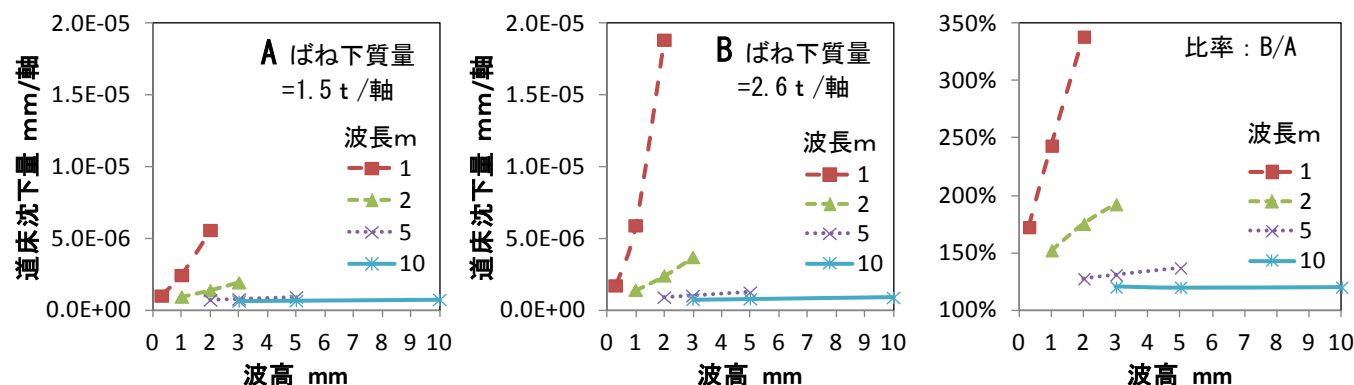


図4 高低変位の波長・波高による道床沈下量の差異

5. まとめ

- (1) 車両のばね下質量の道床沈下量への影響について、車両／軌道動的応答モデル及び道床沈下則を用い、一定の諸条件において算定した。
- (2) 道床沈下量の算定における高低変位波長・波高による差異を検証した結果、波長・波高による差異は大きく、特に短波長域の高低変位の影響が大きいので、車両諸元の変更に伴う保守量の算定は、普通継目、溶接継目別に行う必要がある。

参考文献

- 1) 小野重亮, 石田誠, 内田雅夫: 軌道動的応答解析による軌道狂い進みシミュレーション, 鉄道総研報告, 第15 巻第4 号, pp. 39-44, 2001.4