

道床厚が道床沈下量に及ぼす影響について

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○桶谷 栄一

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 古川 敦

1. はじめに

従来、道床厚が大きいほど、軌道保守において有利であると考えられてきた。しかしながら、道床沈下に着目した場合、1/5 縮尺の模型実験¹⁾によると「道床沈下量が極大となる道床厚が存在すること」が確認されている。そこで、本研究では有道床軌道の設計に用いられる「鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造〔有道床軌道〕(案)」(以下、「有道床設計標準」と記す)に基づいて道床沈下量を計算し、道床厚と道床沈下量の関係を分析した。以下にその結果の概要について述べる。

2. 有道床設計標準における軌道沈下量の計算方法

軌道の上下方向の構造解析で連続弾性支持モデルを用いた場合の有道床設計標準における軌道沈下量の計算フローを図1に、道床沈下量および路盤沈下量の算定モデルをそれぞれ図2、図3に示す。また、有道床設計標準に基づく軌道沈下量の計算において道床厚が関係する項目を以下にまとめる。

- ① 道床厚が直接変数となっている項目は路盤ばね係数算出に用いる平均路盤圧力分布面積である(図4)
- ② 道床沈下量算定式(式(1))の係数 b と道床振動加速度係数 $\ddot{y}$ は道床厚に応じて離散的に定められている
- ③ レール支点支持ばね係数を構成する道床ばね係数は道床厚に関らず一律 200MN/m とされている
- ④ 有道床軌道アスファルト路盤や高架橋上の有道床軌道での沈下量は道床沈下量のみで評価する

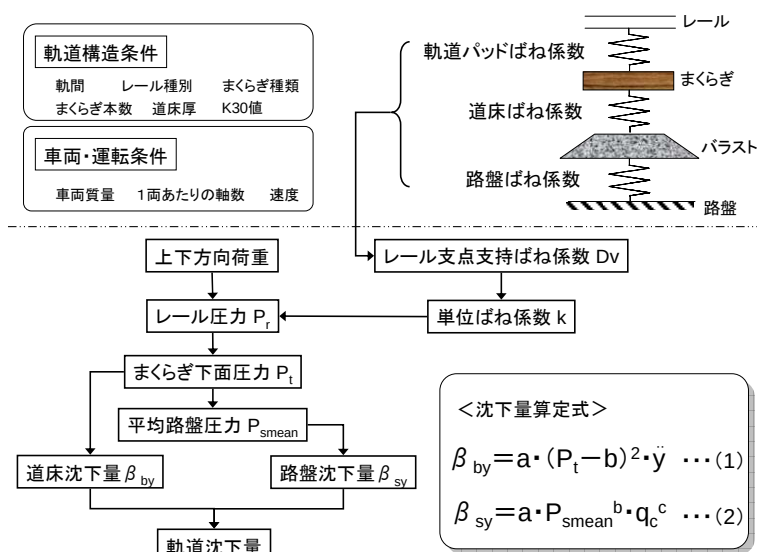


図1 軌道沈下量の算定フロー(連続弾性支持モデル)

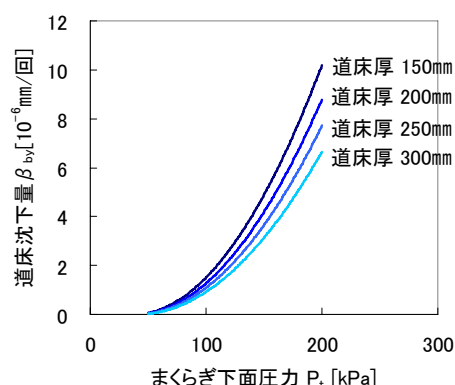


図2 道床沈下量の算定

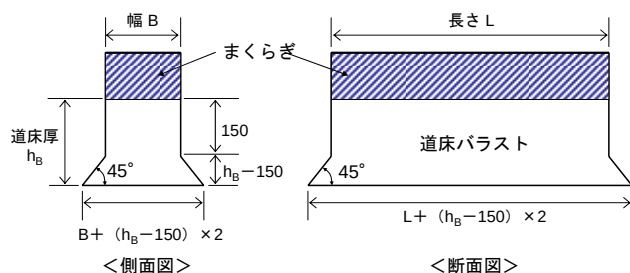


図4 平均路盤圧力の分布面積

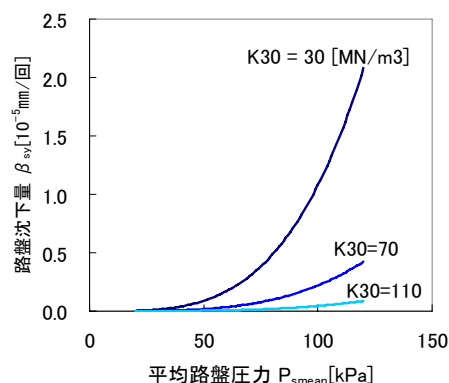


図3 路盤沈下量の算定

キーワード 有道床軌道, 設計標準, 道床沈下量, 路盤沈下量, 道床厚

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7278

3. 道床厚をパラメータとした道床沈下量の分析

有道床設計標準に準拠して道床沈下量を計算すると、上述した②の影響から離散的な結果が得られる。これは、例えば道床厚 249 mmでの計算結果が 250 mmの計算結果と不連続となり、現実には即したものではない。また、現行の計算条件では道床ばね係数は道床厚に依存しない一定値となっているが、実物大軌道載荷試験²⁾の結果では、道床ばね係数は道床厚の増加とともに大きくなることが確認されている。そこで、今回の分析では表 1 のような条件設定で計算を行った。

表 1 計算に用いた各種係数の条件設定

条件設定名	道床振動、 加速度係数 y	係数 b	道床ばね係数
現 行	変更なし	変更なし	変更なし
変更 A	変更なし	変更なし	図 5
変更 B	変更なし	線形補間	図 5
変更 C	線形補間	線形補間	図 5

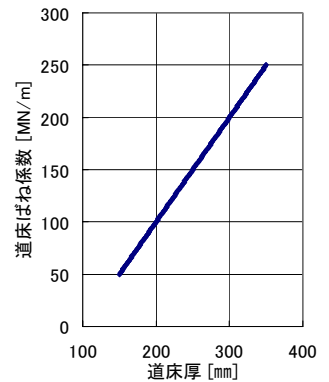


図 5 道床ばね係数

軸重 100kN、50N レール（ロング）、PC まくらぎ（39 本/25m）を主な計算条件として計算した結果を道床厚と道床沈下量の関係として図 6 に示す。また、得えられた知見を以下にまとめる。

- (1) 1/5 縮尺模型実験からの知見である「道床沈下量が極大となる道床厚が存在すること」が有道床設計標準に基づいた計算でも確認できた。今回の条件では、その極大となる道床厚は 250 mmであった。
- (2) (1) の傾向は K_{30} 値が大きいほど強くなる。 K_{30} 値=30 のような場合は道床沈下量に比べて路盤沈下量が大きくなり、道床沈下量の道床厚に対する依存性が相対的に小さくなるためだと考えられる。

(1) のメカニズムは、以下のように考えられる。すなわち、道床厚が大きくなると、①より平均路盤圧力分布面積が広くなり、単位ばね係数が大きくなるので、まくらぎ下面圧力 P_t が大きくなる（式は文献 3）参照）。図 2 より道床厚が一定であれば P_t が大きくなると道床沈下量 β_{by} が大きくなるが、一方で P_t が大きくなると道床厚の違いによる道床沈下量の差が大きくなる。これらの効果の大小関係により、ある道床厚で道床沈下量が最大となる。

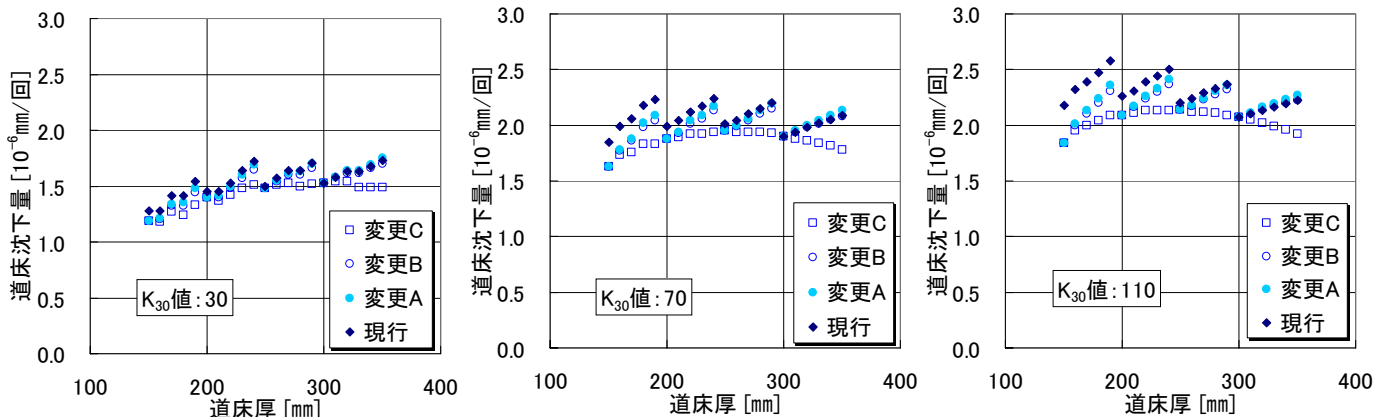


図 6 道床厚と道床沈下量の関係

4. おわりに

今回の計算シミュレーション結果より、1/5 縮尺模型による実験結果の妥当性を確認した。ただし、今回の検討結果は有道床設計標準で用いている道床沈下量算定モデルに基づくものであり、実際の軌道における現象は、このモデルに取り入れられていない要因等により、異なることも考えられる。道床沈下量の評価は軌道の保守量に大きく影響する事項であるので、実物大試験等により、さらに検討を深める必要があると考える。

参考文献

- 1) 関根，石川，河野：道床バラストの繰返し塑性変形に及ぼす道床厚さの影響，鉄道総研報告 Vol. 19, No.2, 2005. 2
- 2) 石川，名村，堀池：道床バラスト部の繰返し変形特性の定量化に関する検討，鉄道総研報告 Vol. 1. 8, No.11, 1994. 11
- 3) 鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造〔有道床軌道〕（案），1997. 3