

道床バラストの沈下に与えるまくらぎ下面性状の影響

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 河野 昭子

正会員 堀池 高広

1. はじめに

有道床軌道の破壊現象の主因の一つは、列車走行に伴うまくらぎ下部の道床バラストの側方流動であると考えられている。そこで本研究では、まくらぎ下面の性状を変えることにより、まくらぎと道床バラスト間の摩擦抵抗力を高め、道床バラストの側方流動を抑制することに着目し、下面の材質・形状が異なる模型まくらぎを作成し、模型試験を実施した。

2. 試験概要

2.1 試験装置：本研究で行った横引き試験および繰返し移動載荷試験で用いた模型試験機は、縮尺比 1/5 で、土槽内部に厚さ 50cm の模型道床（単粒度碎石）を構築した。2次元平面歪条件とするため、土槽側面内側にはグリースを塗布しメンブレンを挟み、模型バラストの摩擦を低減させた。

2.2 まくらぎ条件：模型まくらぎの底面条件は、骨材露出型、レール下突起型、鋼製枠型の3通りとした（図3参照）。骨材露出型では、模型まくらぎの下面に模型道床を埋め込み、全体に凹凸を付けた。一方レール下突起型は、レール直下の部分にモルタルで 5mm の突起を設けたものである。鋼製枠型は鋼製のまくらぎ底面の周囲を 4mm の鋼製の枠で囲ったものである。横引き試験では、上記の3種類のまくらぎ下面と同条件の正方形の板（200mm×200mm）を用いる事とした。

2.3 試験方法：横引き試験では、上述の正方形の板を模型道床上に設置し、鉛直方向に荷重しながらスクリージャッキで水平方向に引く（図1）。鉛直荷重は 1、2、3、4kN の4通りで、各ケース複数回行った。測定は、水平方向荷重と水平変位について、水平移動距離が 10mm に達するまで行った。

移動繰返し載荷試験では、模型バラスト上に 15 本のまくらぎと左右レールを設置し、車輪に鉛直荷重を荷重しながら往復走行させた。鉛直荷重は予備荷重により徐々に増加させ、4kN になった後に 100 往復（200 回走行）させた。測定は、各まくらぎに設置したロードセルと変位計によって、荷重と変位について行った。

3. 試験結果

3.1 横引き試験：図4に横引き試験結果より、水平変位と水平荷重の例を示す。また図5に各鉛直荷重時の最大水平荷重の平均値を示す。この結果の直線近似式より、傾きの値を各模型まくらぎの摩擦係数として算出した値を表1に示す。これより、摩擦係数は、骨材露出型が最も大きい値を示している。

キーワード 有道床軌道、模型試験、繰返し載荷、道床沈下、摩擦係数

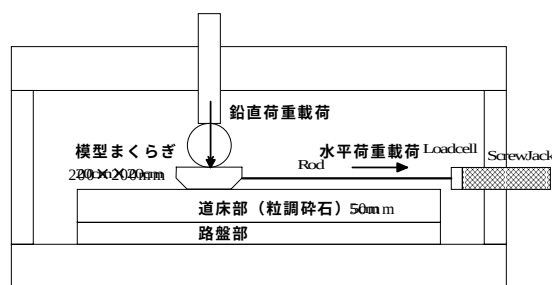


図1 横引き試験

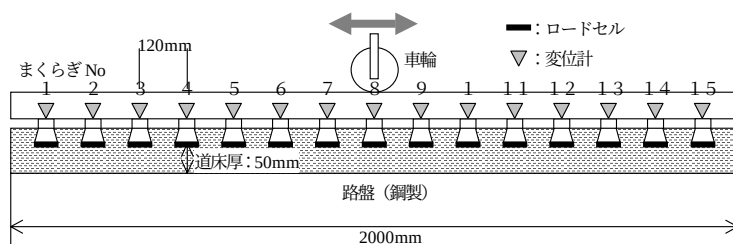


図2 繰返し移動載荷試験



骨材露出型

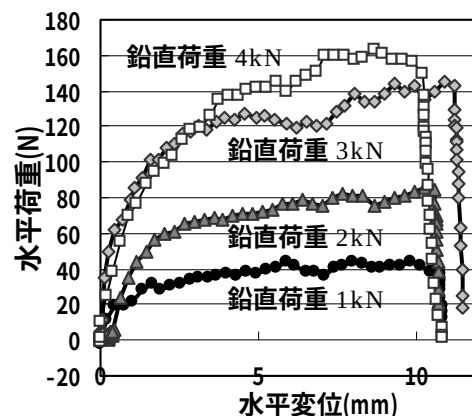


レール下突起型



鋼製枠型

図3 模型まくらぎ

図4 横引き試験結果
水平変位－水平荷重

3.2 繰返し移動載荷試験：図6に繰返し移動載荷試験の結果より、まくらぎ No8 の荷重-変位曲線を示す。各ケース、4 kN で 200 回の載荷を終了した時点での沈下量(図中グレー矢印)を最終残留沈下量とすると、骨材露出型は 2.4mm 程度で、3 ケース中、最も小さい値を示している。一方、レール下突起型の場合、予備載荷の過程で各載荷段階の載荷前と載荷後(除荷時)の沈下進み(図中黒矢印)が大きく、最終残留沈下量は 5.3mm と 3 ケース中、最も大きな値を示している。また鋼製枠型の最終残留沈下量は 3.4mm 程度となっている。

次に図7に、繰返し回数とまくらぎ沈下量(負荷時および除荷時)の関係を示す。これより、各ケースとも急激な初期沈下は、載荷 80 回目程度で収束すると考えらる。これ以降のデータを直線近似した場合の一次式(図中)より、傾き β を沈下進み係数として算出する。

この値と表1に示す各模型まくらぎの摩擦係数との関係を図8に示す。まず各ケースの β 値を比較すると、レール下突起型が最も大きく、鋼製枠型、骨材露出型と続く。また摩擦係数との関係では、摩擦係数が高いほど β の値は小さくなることが明らかである。

4. まとめ

まくらぎ下面部の摩擦係数が高いほど、道床の沈下進み係数 β が小さくなる傾向が明らかとなった。

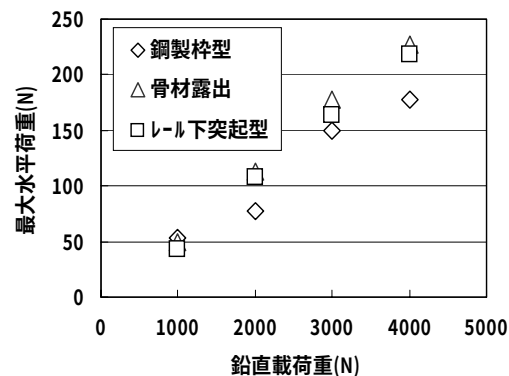


図5 横引き試験結果

表1 摩擦係数

まくらぎ底部条件	摩擦係数
骨材露出型	0.60
レール下突起型	0.55
鋼製枠型	0.45

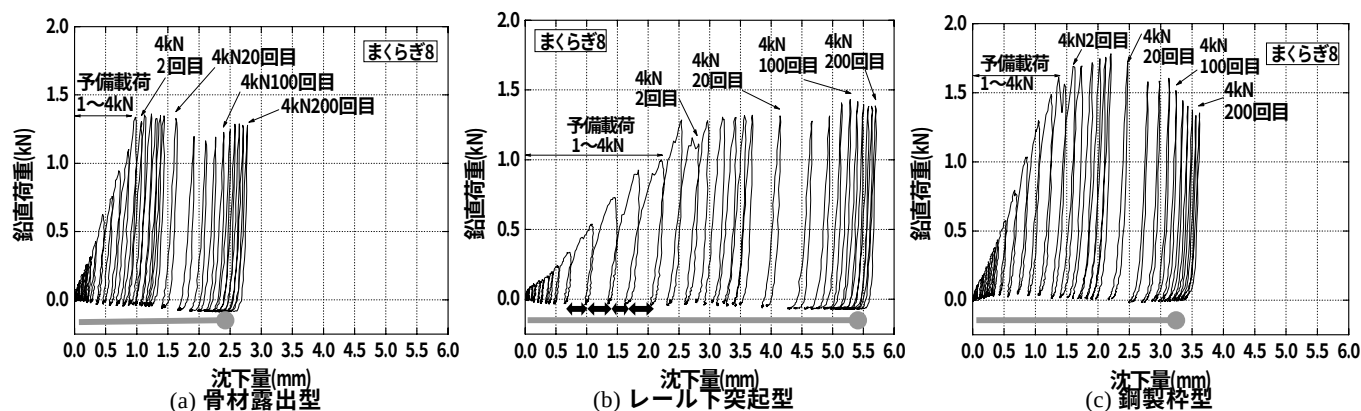


図6 荷重-変位曲線

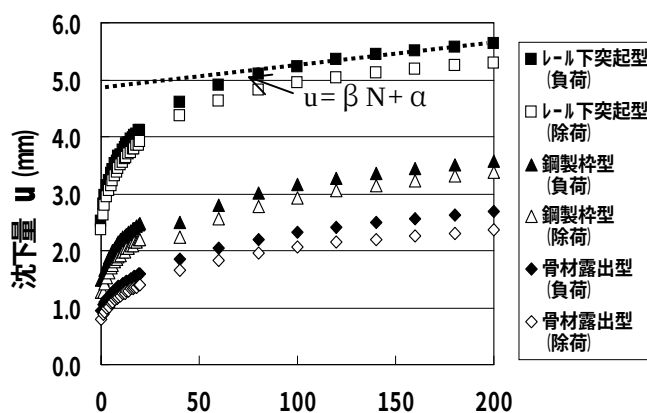


図7 載荷回数と沈下量の関係

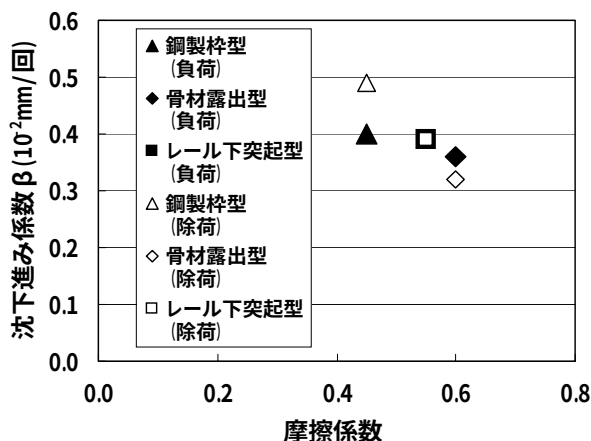


図8 摩擦係数と沈下進み係数 β の関係