

軌道模型の繰返し載荷試験におけるまくらぎ下面材料の影響

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 高橋貴蔵
正会員 堀池高広

1. はじめに

道床バラストを有する有道床軌道では、列車の安全・安定輸送に支障をきたす軌道破壊現象を効果的に抑制することが、保守の省力化の観点から重要である。一般に圧縮が進んだ有道床軌道における軌道破壊現象の主因の一つは、列車走行に伴うまくらぎ下面の道床バラストの側方流動にあると考えられている。そこで、本研究では、模型まくらぎの下面材料を変えることで、まくらぎと道床バラスト間の摩擦抵抗力がバラストの側方流動に対して抑制効果があるか基礎的な検討を行った。

2. 試験概要

まくらぎ下面の材料が異なる模型まくらぎを用いて模型有道床軌道を作製し、1)模型まくらぎ横引き試験、2)移動繰返し載荷試験を行う。まくらぎ下面に用いる材質は、ゴム、鋼板、モルタルの3種類である。

横引き試験に用いたバラスト道床模型を図1に示す。模型まくらぎに鉛直荷重を載荷した状態でスクリージャッキを用いて10mm程度横引き、鉛直荷重載荷時の模型まくらぎ下面での摩擦係数を測定した。模型まくらぎの寸法はW20cm×L20cmであり、鉛直荷重の載荷パターンは1,2,3,4kNである。

移動繰返し載荷試験に用いたバラスト道床模型を図2に示す。縮尺は1/5であり、試験装置側面にはグリースを塗油しメンブレンを張り付けることで、側面方向に対する変形の拘束と側面摩擦の低減を図った。試験装置底面・鋼製路盤にはサンドペーパー（No. 80）を張り付け、厚さ50mmの道床部、模型まくらぎ15本、レール2本で模型軌道を構築した。載荷方法に関しては、まくらぎ下面材料が鋼板とモルタルの場合、載荷輪荷重4kN、繰返し回数200回で行う。まくらぎ下面がゴムの場合のみ、載荷輪荷重2kN、繰返し回数200回で試験した後、載荷輪荷重4kN、繰返し回数200回で試験を行った。

3. 横引き試験結果

バラストとまくらぎ下面材料との関係を検討するために、W20cm×L20cmの鋼材からなる供試体を作成し、底面にゴム、鋼板、モルタルを順次張り替えて摩擦係数の測定を行った。図3に各鉛直荷重時における摩擦係数をそれぞれ示す。

図3より、まくらぎ下面の材料が異なると「まくらぎ/道床バラスト」間の摩擦係数には差異が生じることがわかった。鉛直荷重4kN時においてはゴムが最も大きかったものの、鉛直荷重が小さい場合においては、ゴムの摩擦係数はモルタルのものよりも小さな値を示した。

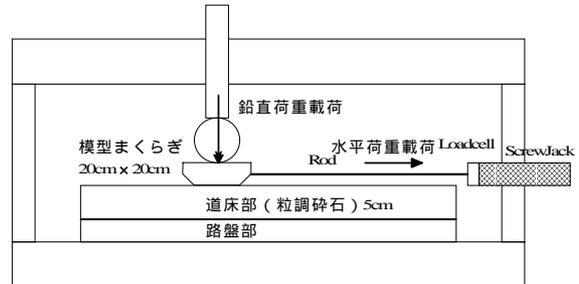


図1 横引き試験

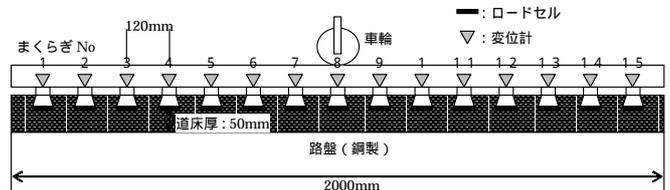


図2 移動繰返し載荷

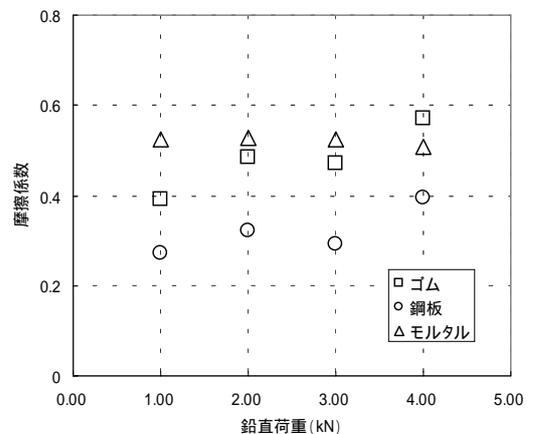


図3 鉛直荷重-摩擦係数

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

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38(財)鉄道総合技術研究所 TEL: 042-573-7276 FAX: 042-573-7413

4. 移動繰返し载荷試験

図4に繰返し回数とまくらぎ沈下量関係を示す。ここで、まくらぎ沈下量は载荷輪が模型軌道端部に位置したときの、まくらぎ No.6~No.10の平均値である。図より、まくらぎの沈下は繰返し载荷初期に比較的急激な沈下を生じ、その後、ほぼ一定の傾きにより緩やかな沈下を示した。まくらぎ下面にゴムを用いたものは载荷試験直後に急激な沈下を示しているが、これは、事前に载荷輪荷重2kNで試験を行ったためであり、この試験での沈下量を含めても、他種のまくらぎよりも最終沈下量は少なかった。また、繰返し回数100回以降の载荷回数あたりの沈下量（以下、沈下速度）についても、ゴムが最も小さく、次いでモルタル、鋼板の順に大きくなった。

次に、载荷輪位置とまくらぎ No.8に加わる鉛直荷重の関係を図5に示す。鉛直荷重は、まくらぎ下面がゴムの場合に最も小さく、次いでモルタル、鋼板の順に大きくなった。ただし、バラスト軌道の場合、不陸が生じることでまくらぎが負担する荷重が異なる可能性がある。そこで、まくらぎ No.6~No.10の直上に载荷輪が位置したときのそれぞれの鉛直荷重を平均した。その結果、図5内に示したように、モルタルの値が2.38kNと最も大きくなった。

5. 考察

バラストの側方流動に起因するまくらぎの沈下は、道床バラストの圧密終了後、道床部に作用するせん断力がバラスト粒子間の摩擦抵抗力を上回ることによって発生するものと考えられるので、ほぼ一定の傾きを示した繰返し载荷回数100回以降の沈下速度を基に比較を行った。図6に各種まくらぎ下面材料におけるまくらぎ No.6~No.10の沈下速度とまくらぎ鉛直荷重の関係を白抜ききのプロット、それらの平均を黒塗りきのプロットで示す。

まくらぎ下面材料を鋼板もしくはモルタルにしたものは、载荷輪重の分担率が各まくらぎで異なり、まくらぎ下面材料をゴムにしたものよりもばらつきが大きくなった。しかしながら、モルタルの方が鋼板よりもまくらぎ鉛直荷重が大きく、沈下速度は小さくなるという傾向を得ることができた。

図6のゴムの結果に着目すると、まくらぎ沈下に及ぼす影響の主たる要因にまくらぎ鉛直荷重をあげることができる。しかしながら、まくらぎ鉛直荷重の大小で沈下速度を比較すると、モルタルよりもまくらぎ鉛直荷重が小さい鋼板の方が、沈下速度が大きくなるという結果が得られた。この原因の一つとして、まくらぎ下面の摩擦力が道床バラストの側方流動に何らかの影響を与えているものと考えられる。

6. まとめ

試験の結果から、まくらぎ下面の摩擦力を大きくすることで、まくらぎ沈下を抑制する可能性が見いだされた。しかしながら、あくまでも定性的な検討であるため、今後は平面ひずみ分布の結果から道床バラストの移動傾向に着目して検討を重ねていく予定である。

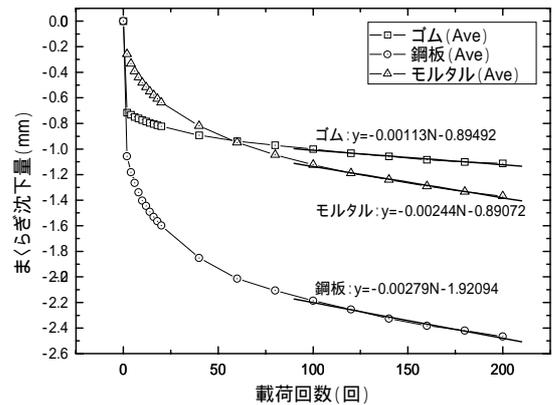


図4 载荷回数-まくらぎ沈下量

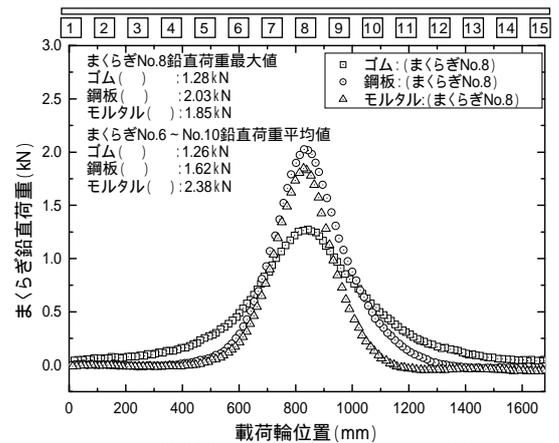


図5 载荷輪位置-まくらぎ鉛直荷重

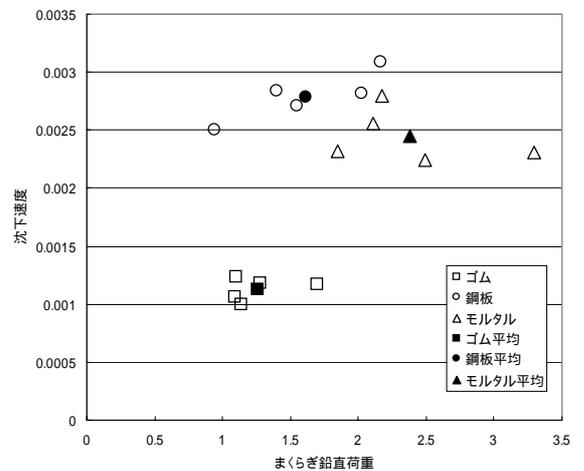


図6 まくらぎ鉛直荷重-沈下速度