

浮まくらぎ状態における道床横抵抗力特性に関する基礎的実験

横浜国立大学大学院 正会員 ○早野 公敏

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 中村 貴久 桃谷 尚嗣

元横浜国立大学大学院 市川 拓真

1. はじめに 軌道においてはレール温度上昇に伴う軸力増加によるレール座屈の懸念があり、座屈を防止するうえでは、水平安定性の確保が必要になる。バラスト軌道では道床バラストのなかにまくらぎを敷設して、このまくらぎの横方向（レール直角方向）の移動に対する横抵抗力、いわゆる道床横抵抗力により水平安定性を確保している。しかしながらレールの座屈発生の危険度が高いと考えられる、図-1のようにまくらぎが浮いた状態、いわゆる、“浮きまくらぎ”状態が道床横抵抗力に及ぼす影響については未解明な点が多い。そこで本研究では、室内模型実験を実施して、浮きまくらぎ状態における道床横抵抗力特性について基礎的検討を行った。

2. 浮きまくらぎ状態の道床横抵抗力試験 実軌道の 1/5 サイズスケールの模型実験を行った。用いた試験装置を図-2に示す。試験装置や道床寸法の詳細については文献 1)を参照にされたい。同図に示すように浮きまくらぎ状態を再現するためにワイヤーでまくらぎを吊り上げた。5本のまくらぎを剛なフレームで連結し、所定の高さになるように吊り上げたのち、水平载荷を行った。具体的にはジャッキによりまくらぎを水平方向に 0.4mm/min の速度で载荷し、水平荷重、水平変位などを測定した。なお、まくらぎ中心間距離は 116mm である。水平载荷の様子を図-3に示す。

実験には 1/5 スケールの 3H まくらぎを使用した(図-4(a)参照)。これを無対策とする一方で、まくらぎ両端にエポキシ系の接着材を用いて座屈防止板を固定した対策を施したものも用いた(図-4(b)参照)。座屈防止板(II(rec)として表す)は縦 81×横 114×厚さ 4mm の鉄板である。防止板とまくらぎの上面の位置を合わせてまくらぎの両側面から等しく水平に張り出すようにまくらぎ端面に固定した。バラストには、1/5 相似粒度となるように粒度調整した碎石を用い、道床密度 1.60g/cm³ となるように締固めた。

3. 浮きまくらぎ状態の道床横抵抗力特性 3H まくらぎ(無対策)の場合には浮き量 $S = 0, 10, 20, 30\text{mm}$ になるように、座屈防止板(II(rec)付 3H まくらぎの場合には浮き量 $S = 0, 10, 20, 30, 40\text{mm}$ になるようにまくらぎの吊り量を調整してまくらぎの水平载荷試験を実施した。水平载荷試験で得られた水平荷重～水平変位関係を図-5に示す。どちらの場合も浮き量が増加するにつれて同じ水平変位に対して水

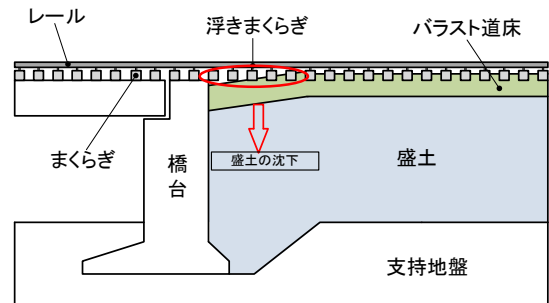
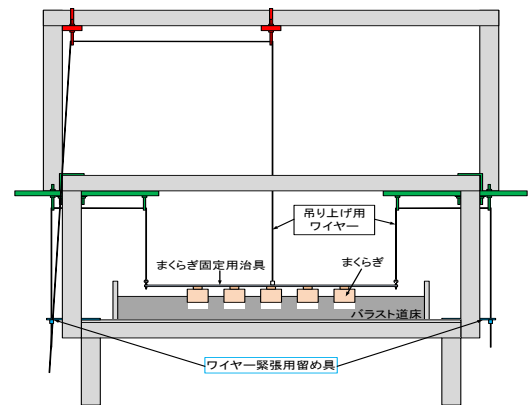


図-1 浮きまくらぎ状態



(紙面垂直方向に水平载荷)

図-2 用いた実験装置概要



図-3 水平载荷の様子

キーワード バラスト軌道, 浮きまくらぎ, 模型試験, 道床横抵抗力

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学 土木工学棟

平荷重が低下している。しかし同じ浮き量であれば座屈防止板(II(rec))付3Hまくらぎのほうが3Hまくらぎ(無対策)に比べて大きな水平荷重を示している。

図-6は道床横抵抗力比と浮き量の関係を示したものである。ここで道床横抵抗力比とは、浮き量ゼロの場合の道床横抵抗力に対する、任意の浮き量の場合の道床横抵抗力の割合を表す。なお、道床横抵抗力は、図-5の関係において変位量が5～10mmのときの水平荷重の平均値で求めた。図-6に示すように浮き量が増加するにつれて道床横抵抗力比が低下している。同図には、各まくらぎで浮きが発生した瞬間に、まくらぎ底面の摩擦力が失われると想定した評価式を点線で示した。なおまくらぎ底面の摩擦力は全体の1/3と仮定し、まくらぎ高さもしくは防止板の高さ以上に浮き量が発生すると横抵抗力は完全にゼロになるとしている。実験結果は比較的评价式に近い形になっている。

4. まとめ 浮きまくらぎ状態がまくらぎの道床横抵抗力に及ぼす影響について実験的検討を行った結果、浮き量が増加するにつれて道床横抵抗力が低下する一方で、座屈防止板の有無にかかわらず、その低下率は簡易な方法で評価できる可能性があることが分かった。

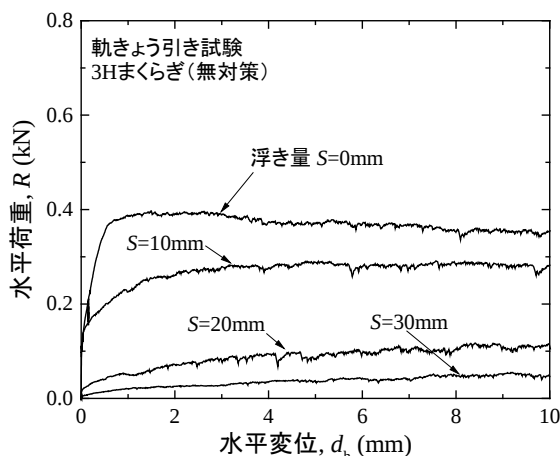
参考文献 1) Koike, Y., et al. Numerical method for evaluating the lateral resistance of sleepers in ballasted tracks, Soils and Foundations 54.3 (2014): 502-514.



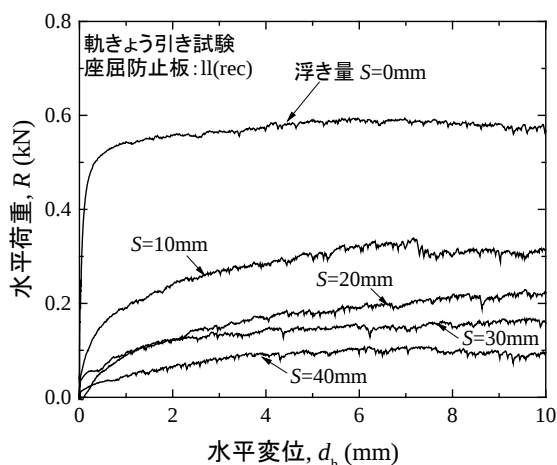
a) 模型 3H まくらぎ(無対策)



b) 座屈防止板(II(rec))付模型 3H まくらぎ
図-4 用いたまくらぎ

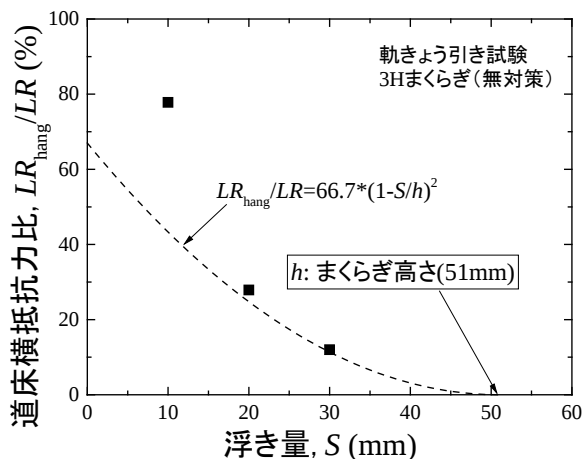


a) 模型 3H まくらぎ(無対策)

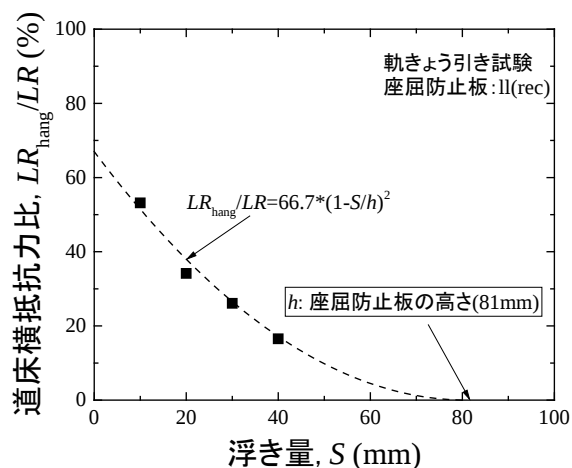


b) 座屈防止板(II(rec))付模型 3H まくらぎ

図-5 水平荷重～水平変位関係



a) 模型 3H まくらぎ(無対策)



b) 座屈防止板(II(rec))付模型 3H まくらぎ

図-6 道床横抵抗力比～浮き量関係