

自動沈下補正まくらぎを用いた軌道構造の移動荷重載荷試験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○中村 貴久
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 村本 勝己

1. はじめに

接続軌道のような剛な軌道構造と有道床軌道との境界部は、軌道支持剛性の変化が急激であり、局所的な軌道変位にともなう浮きまくらぎが発生しやすいことから、軌道保守量が多く弱点箇所となっている。そこで、本研究では、局所的な軌道変位に対する対策工として自動沈下補正まくらぎを考案し、その有効性について検討するため、接続軌道を想定した軌道模型の移動荷重載荷試験により評価を行った。

2. 自動沈下補正まくらぎ

開発中の自動沈下補正まくらぎとは、繰返し列車荷重による道床沈下によって、まくらぎと道床との間に生じる空隙を自動的に補正する機構を有するまくらぎである。本まくらぎは、剛な軌道構造との境界部に隣接して設置することにより、局所的な軌道変位や浮きまくらぎを抑制することを目的としており、詳細については参考文献 1)を参照されたい。

3. 試験概要

図1に移動荷重載荷試験装置と軌道模型の概要を示す。移動荷重載荷試験には、16基のアクチュエータをリアルタイム制御することで列車荷重波形を再現するマルチアクチュエータ方式移動荷重載荷試験装置を用いた。軌道模型は1/5スケールであり、まくらぎ奥行き方向の平面ひずみ条件を満たす構造とした。本試験では、軟弱地盤上の既設営業線を想定し、路盤は5.6mmふるい通過分の粒度調整碎石を締固めて作製し、軟弱地盤はEPSにより構築した。道床バラストは単粒度碎石6号を締固めて作製し、その上に3号PCまくらぎ、連軌ブロックおよび50Nレールに相当する軌道模型を設置して、各まくらぎの初期荷重分担が均一となるように調整を行った。レール締結は有道床軌道区間が11箇所、接続軌道区間が5箇所の計16箇所とした。なお、レールを介してまくらぎに作用する荷重(以下、まくらぎ荷重とする)はレールとまくらぎとの間に設置したロードセル(1~16番まで計16箇所)により測定し、まくらぎ変位はまくらぎ上に設置した変位計(3~12番および14番、16番の計12箇所)により測定した。

試験条件は表1に示すように、載荷荷重は2kN、移動速度は1000mm/sであり、載荷回数は10両編成(40軸)の列車が6000回(240000軸)通過することとした。移動荷重載荷パターンは表2に示すように、100列車目までを1列車ずつ、101列車目から6000列車目までを100列車ずつ載荷方向を変えて載荷した。なお、模型端部の載荷荷重は、端部のレール荷重分担が中央部と比較して大きくなることから、端部よりまくらぎ2本分を設定荷重より1/3ずつ減少させることとした。実験ケースは、接続軌道端部から5本のまくらぎ(7番~11番)を自動沈下補正まくらぎとした軌道と未対策軌道の2種類である。

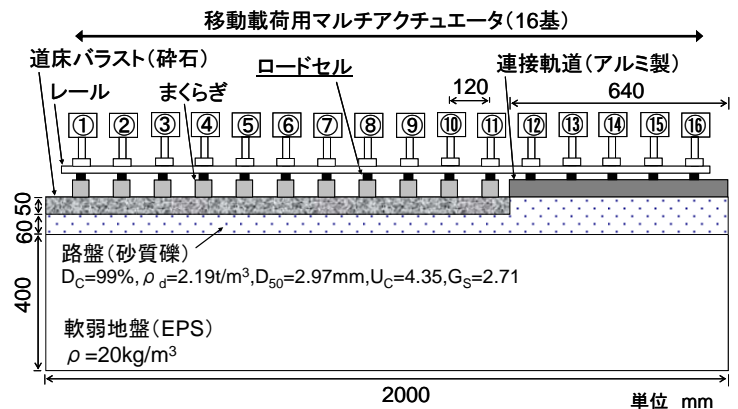


図1 移動載荷試験装置と軌道模型の概要

表1 試験条件の一覧

模型縮尺	1/5
模型軌道延長	1800mm(16締結分)
載荷荷重	2kN
荷重移動速度	1000mm/s
走行回数	6000回(240000軸)

表2 移動載荷パターン

列車数	載荷方向	備考
1	No.1→No.16	1列車毎
2	No.16→No.1	
⋮	⋮	100列車毎
100	No.16→No.1	
101~200	No.1→No.16	100列車毎
⋮	⋮	
2101~2200	No.1→No.16	100列車毎
⋮	⋮	
5901~6000	No.1→No.16	

キーワード：自動沈下補正まくらぎ、構造境界、移動荷重載荷試験、浮きまくらぎ、局所的軌道変位

〒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. 試験結果

図2は未対策および自動沈下補正まくらぎの2ケースについて、1軸目の軸重が各まくらぎ直上に作用しているときの各载荷回数におけるまくらぎ変位分布である。どちらのケースとも1列車目の変位分布はほぼ均一となっているが、未対策ケースにおいて、2101列車目付近から接続軌道との境界部において変位分布形状が乱れており、5901列車目には9番まくらぎ下に局所的な軌道変位が発生していることがわかる。一方、自動沈下補正まくらぎケースについては、連続的な変位分布形状となっており、境界部における局所的な軌道変位が抑制されていることがわかる。

図3は6000列車通過後の接続軌道の境界部における両ケースの軌道状態である。未対策ケースでは、接続軌道に隣接するまくらぎが浮きまくらぎとなり、接続軌道端部下の路盤にもかなり影響を与えていることがわかる。一方、自動沈下補正まくらぎケースについては、5本のうち、3本の自動沈下補正まくらぎが作動し、軌道変位を抑制していることがわかる。

続いて、図4および図5に、未対策と自動沈下補正まくらぎの各ケースについて、1軸目の軸重が各まくらぎ直上に作用しているときの各载荷回数におけるまくらぎ荷重分布を示す。

未対策ケースについては、载荷回数の増加とともに荷重分担が不均一となり、支持点となるまくらぎ前後のまくらぎ荷重が減少する傾向にあることがわかる。接続軌道との境界部においては、9番、12番まくらぎの荷重分担が増加することで、隣接する8番、10番、11番まくらぎの荷重分担が減少しており、2101列車目にはほぼ0kNまで減少している。すなわち、接続軌道との境界部では、繰返し载荷により荷重分布が変化して支持点となるまくらぎが発生し、それに隣接するまくらぎの荷重が抜けることから不連続支持構造となり、支持点となるまくらぎに荷重が集中するため、局所的な軌道変位が発生すると考えられる。

一方、自動沈下補正まくらぎケースについては、载荷回数の増加とともに荷重分布は不均一になるが、自動沈下補正まくらぎ区間では支持点前後のまくらぎにもある程度のまくらぎ荷重が発生しており、これによって軌道変位が抑制されているものと考えられる。

5. まとめ

接続軌道を想定した軌道模型の移動荷重载荷試験を行い、自動沈下補正まくらぎの有効性について検討した。その結果、接続軌道のような剛な軌道構造と有道床軌道との境界部に自動沈下補正まくらぎを隣接して設置することにより、局所的な軌道変位を抑制できるものと考えられる。

参考文献：

1)「軌道構造変化箇所における浮きまくらぎ発生メカニズムとその対策」村本，中村，第62回年次学術講演会概要集第IV部（投稿中），2007，土木学会

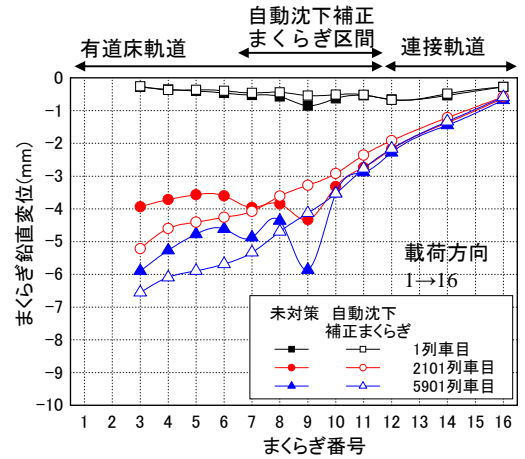
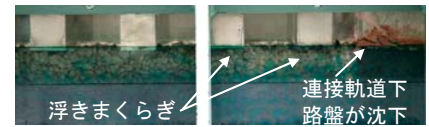
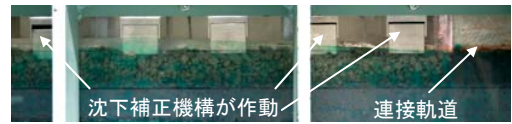


図2 まくらぎ変位



未対策ケース



自動沈下補正まくらぎケース

図3 6000列車通過後の軌道状態

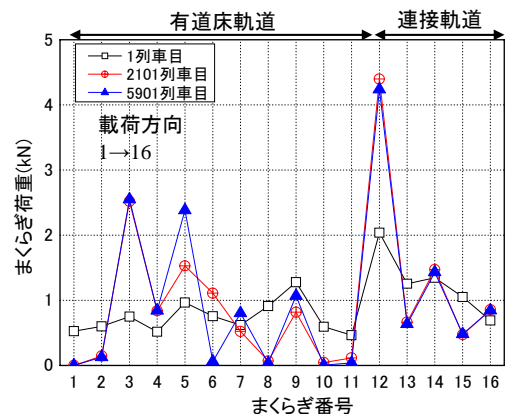


図4 まくらぎ荷重(未対策)

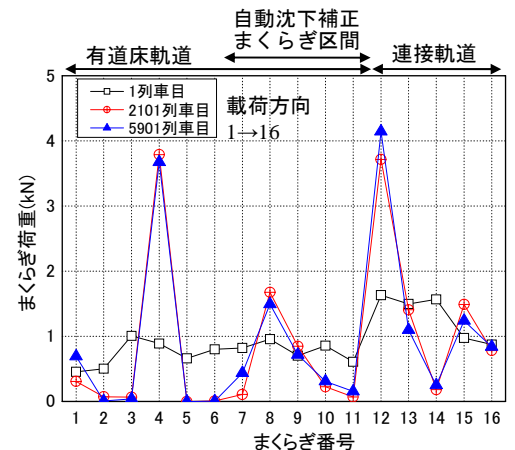


図5 まくらぎ荷重(自動沈下補正まくらぎ)