

実物大試作を用いた自動沈下補正まくらぎの実証試験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○櫻井祐 村本勝己 中村貴久

1. はじめに

筆者らは、軌道変位抑制対策として自動沈下補正まくらぎを考案し、これまで、軌道構造境界部における小型模型試験により、自動沈下補正まくらぎによる局所的な軌道変位の抑制効果を確認している。¹⁾ 本研究では、自動沈下補正まくらぎの実物大試作を用いて、実物大レベルで自動沈下補正機構が作動し、軌道沈下を抑制することができるかを検証するための実証試験を行なった。

2. 自動沈下補正まくらぎ概要

自動沈下補正まくらぎとは、繰返し作用する列車荷重によって沈下する道床とまくらぎ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。図1に基本構造を示す。本まくらぎは、上部ブロックおよび下部ブロックの2段構造となっており、その間を自動沈下補正機構が連結している。一般に、踏切部の接続軌道のように剛性が高い軌道と有道床軌道との境界部では、図2(a)のように境界部に浮まくらぎが発生しやすい。このような個所に図2(b)のように自動沈下補正まくらぎを設置すると、道床の沈下に下部ブロックが追随し、レールに締結されている上部ブロックとの相対変位を自動沈下補正機構が補正することで、浮まくらぎを防止することができる。

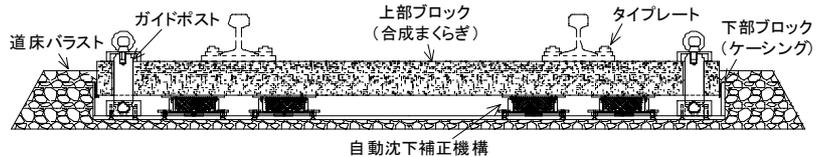


図1 自動沈下補正まくらぎの基本構造

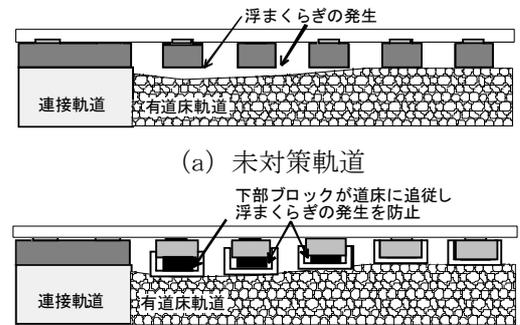


図2 自動沈下補正まくらぎの適用箇所

3. 試験概要

図3に実物大模型の概要を示す。実物大模型は、まくらぎ3本からなる軌きょうを用いたが、両端のまくらぎを路盤に直結した不動点とし、さらに締結間隔を通常の2倍に拡大することで中央の荷重点下のまくらぎが浮まくらぎとなりやすい構造となっている。

道床は粒度調整碎石と珪砂を用いて作製した。まず、中央まくらぎの試験土槽に粒度調整碎石を投入し、水準変位が発生しやすいようにまくらぎ左右で高低差が20mmとなるように勾配を付けて締め固めた。この粒度調整碎石層の上に、軌道沈下が発生しやすい道床を想定して珪砂を撒き出し、締め固めてから軌きょうを設置した。なお、珪砂の厚みは中央まくらぎの右側端部位置で40mm、左側端部位置で20mmとした。図4に試験状況を示す。

繰返し荷重は、0~50kNの正弦波輪重を30万回荷重した後、最大輪重を80kNに増加してさらに40万回行なった。荷重周波数は5Hzである。

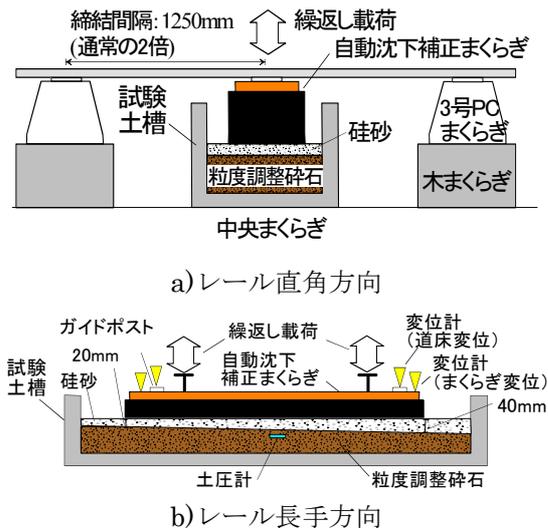


図3 実物大模型試験概要

(自動沈下補正まくらぎケース)

キーワード：自動沈下補正まくらぎ，実物大繰返し荷重試験，浮まくらぎ，軌道変位抑制効果

〒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5に、PC3号まくらぎケースの荷重時および除荷時におけるまくらぎ沈下量の推移を示す。荷重時のまくらぎ沈下量に着目すると、荷重初期に左右ともに変位が急増し、荷重2000回付近で5mm程度で一定となった。この時点で、道床内の土圧もほとんど計測されなかったことから、中央まくらぎは荷重2000回程度で浮まくらぎとなったものと考えられる。次に、除荷時のまくらぎ沈下量に着目すると、荷重直後から右側で2mm程度沈下して一定となり、左側ではほとんど沈下していない。荷重時においても、このように砂の厚みが厚い右側でまくらぎ沈下量が大きい。これは、砂の厚みがまくらぎ左右間で異なることによって、水準変位が生じたことを示している。なお、PC3号まくらぎケースについては、中央まくらぎが浮まくらぎとなったことから、1万回程度で荷重を中止した。

図6に自動沈下補正まくらぎケースの荷重時および除荷時におけるまくらぎ沈下量(上部ブロック沈下量)の推移を示す。荷重時に着目すると、輪重50kNを荷重して初期沈下が生じてから、徐々に沈下が回復して0.5~1mm程度で推移している。その後、輪重を80kNに増加してもまくらぎ沈下量は1mm程度で推移している。次に、除荷時に着目すると、輪重が80kNであっても、左右ともに沈下はほとんど発生していない。以上のことから、荷重時における上部ブロック表面の沈下量は、荷重直後から徐々に回復し、結果としてレールレベルが一定に保持されることが確認された。また、荷重時と除荷時の沈下量の差分である変位振幅がある程度発生すると、自動沈下補正機構が作動し、変位振幅を1mm程度に補正することができると考えられる。

次に、自動沈下補正まくらぎケースについて、道床沈下量(下部ブロック底面の沈下量)の推移を図7に示す。自動沈下補正まくらぎケースにおいては、まくらぎ沈下量はほとんど発生しなかったにもかかわらず、荷重回数の増加とともに道床沈下量は線形に増加している。これは、自動沈下補正機構によって道床(砂)の沈下に下部ブロックが追従するため、浮まくらぎとならずに道床に荷重が伝達されて沈下量が増加していることを示している。また、PC3号まくらぎケースと同様に道床の砂が厚い右側は左側に比べて、最大で5mm程度道床沈下量が大きくなっている。一方、図5からわかるように、自動沈下補正まくらぎのまくらぎ変位の水準変位はほとんど生じていないことから、自動沈下補正機構によって、水準変位も補正することができると考えられる。

5. まとめ

自動沈下補正まくらぎの実物大試作を用いた実証試験により軌道変位抑制効果の検討を行なった。その結果、十分な浮まくらぎ抑制効果が発揮されることを実証し、基本構造を確立した。

【参考文献】1)「自動沈下補正まくらぎによる浮まくらぎ抑制対策」中村, 村本, 第64回年次学術講演会集概要集、土木学会(投稿中)。

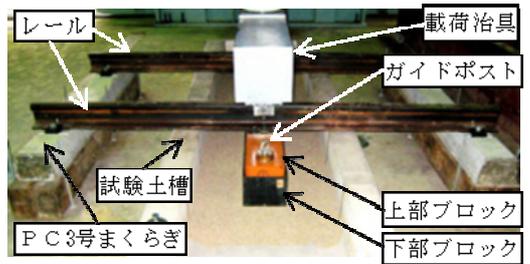


図4 試験状況(自動沈下補正まくらぎ)

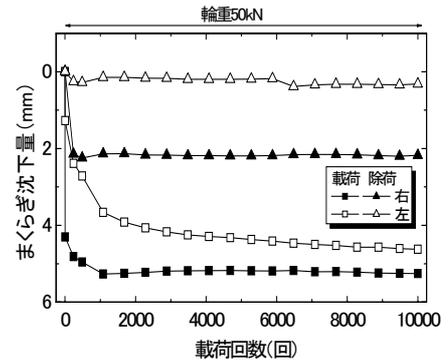


図5 まくらぎ沈下量の推移 (PC3号まくらぎ)

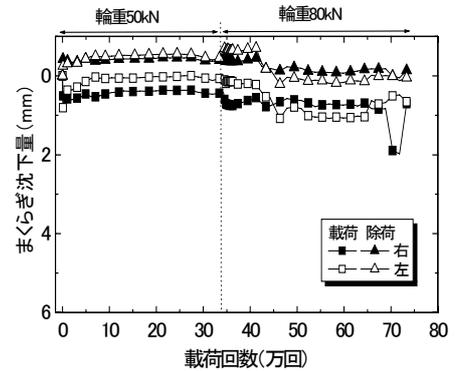


図6 まくらぎ沈下量の推移 (自動沈下補正まくらぎ)

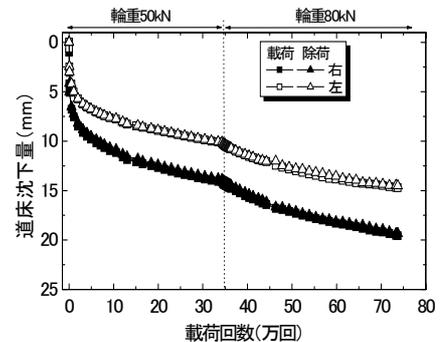


図7 道床沈下量の推移 (自動沈下補正まくらぎ)