

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

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

1 はじめに

連接軌道等の直結系軌道とバラスト軌道との境界部では局所的な軌道変位が発生して浮きまくらぎになりやすいことはよく知られており、その発生メカニズムについては、支持バネ係数の急変による動的輪重の変動が原因とされてきた。しかしながら、動的輪重の変動は軌道変位に大きく依存するので、軌道変位進みを加速させる要因とはなっても、局所的な軌道変位発生の本質的な原因ではないと考える。

本報告では、軌道構造変化箇所における局所的な軌道変位から浮きまくらぎに到る過程について考察し、その対策案を紹介する。

2 軌道変位の発生と進展のメカニズム

多点の締結装置でレールが支持されている軌道構造を多径間連続梁と仮定すると、軌道構造は極めて不静定次数の高い構造物であり、支持点の剛性が荷重の分担率を決定する大きな要因となる。

例えば、一様なロングレールバラスト軌道であっても、バラストの締固め密度の高いまくらぎは多くの荷重を負担する実質的な支持点となり、密度の低い箇所はあまり荷重を負担しない。これは、弾性体は作用によって生じるポテンシャルエネルギーが最小になるように変形するためである。特に、直結軌道とバラスト軌道の境界のように支持剛性が急変する箇所では、荷重分担の不均一がより明確になりやすいと考えられる。

そこで、連接軌道境界におけるまくらぎ軸重分担率の変化を 1/5 スケールの小型移動載荷試験によって検討した。なお、本試験の詳細については文献 1) を参照されたい。ここに、軸重分担率とは、

$$(\text{10 両編成の列車の 1 軸目が直上を通過した際の各まくらぎ荷重}) / (\text{軸重}) \times 100$$

である。試験開始から最初の列車の軸重分担率はバラスト軌道区間では 40% 前後であり、バラスト軌道としては平均的な値であるが、連接軌道端部においては分担率がすでに 100% であることから連接軌道は車輪直下に荷重が集中する傾向にあることがわかる。さらに、5900 列車目になると、荷重を支持するまくらぎと支持しないまくらぎ (= 浮きまくらぎ) が明確に分かれ、軸重分担率が 100% を超える箇所も発生する。こういった箇所は隣接車軸の軸重まで分担しているため特に負担が大きいと考えられる。

このように、軌道構造境界では荷重分担の不均一および軌道変位が顕著になることが多いが、これは以下のメカニズムによると想定される。

- 1) 直結軌道に隣接するまくらぎは、軌道の剛性差が大きい上に、保守困難箇所でもバラスト密度が低いため、早いうちに浮きまくらぎとなりやすい。
- 2) 浮きまくらぎが発生すると、図 2 に示すように隣接まくらぎからの押え

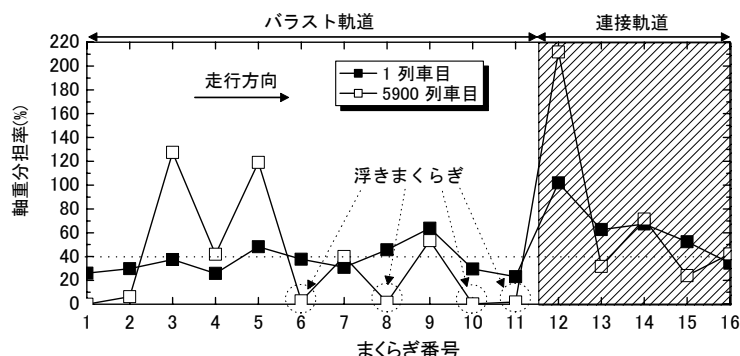


図 1 連接軌道境界におけるまくらぎ軸重分担率の変化

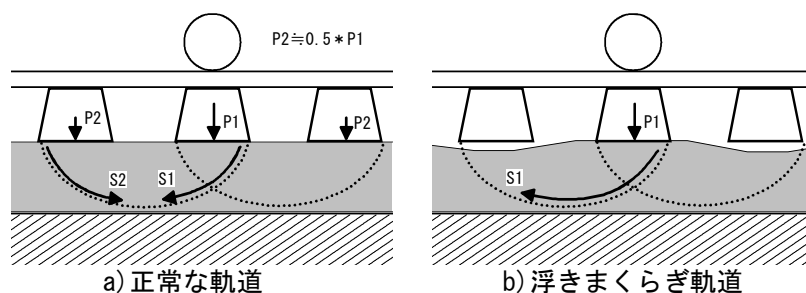


図 2 浮きまくらぎ軌道の沈下の概念図

キーワード：バラスト軌道，連接軌道，軌道沈下，踏切，浮きまくらぎ

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL:042-573-7276

FAX:042-573-7413

荷重が作用しなくなり、軌道構造としての支持力が低下し、軌道沈下が発生しやすい。

- 3) 図3に示すように、浮きまくらぎ箇所では、バラストが塑性変形しやすい波形の荷重が作用するため、局所的な塑性変形が卓越する²⁾。

以上のメカニズムが相互作用し、図4に示すように軌道構造境界において境界部を起点に軌道変位が断続的に進展する。

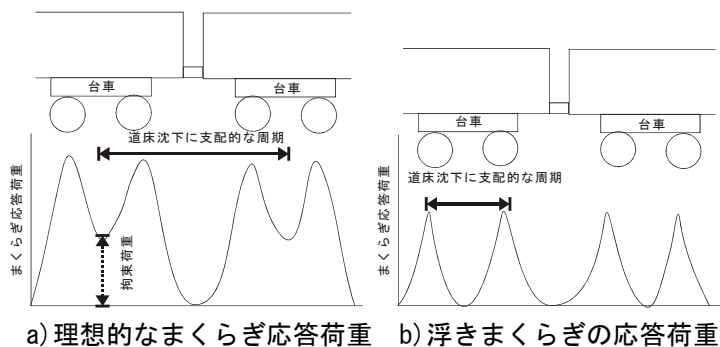


図3 バラストに作用する荷重波形の概念図

3 軌道構造境界部の軌道変位対策

鉄道総研では、直結系軌道とバラスト軌道の境界部における浮きまくらぎ発生を簡易に抑制する方法として、自動沈下補正まくらぎ(図5)の開発を行なっている。これは、まくらぎを上下の2ブロックに分割し、2つのブロックを自動沈下補正機構で連結した構造体である。また、自動沈下補正機構とは、伸長方向には自由に伸び、圧縮方向にはロックされるラチェット機構を持つ構造であり、複数の方式について検討している。

自動沈下補正まくらぎを浮きまくらぎが発生しやすい箇所に敷設すると、図6に示すように、レールの弾性回復によってまくらぎが持ち上げられても、上部ブロックだけが持ち上がり、下部ブロックはバラスト内に残されて列車荷重をバラストに伝達するため、浮きまくらぎとならない。この自動沈下補正まくらぎを用いた軌道構造境界部の例を図7に示す。基本的には、接続軌道端部から3~7本程度のまくらぎを自動沈下補正まくらぎとすることで、境界部の浮きまくらぎ発生を抑制することができると思われる。

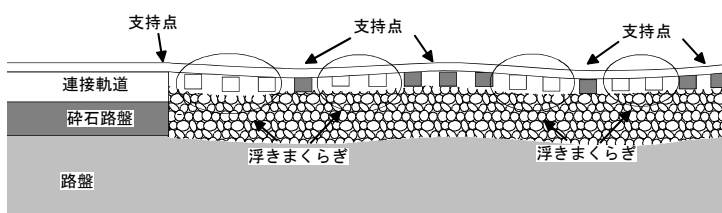


図4 軌道構造境界における軌道変位の概念図

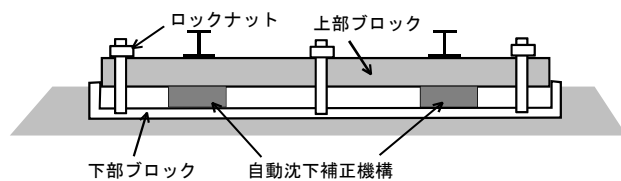


図5 自動沈下補正まくらぎの基本構造案

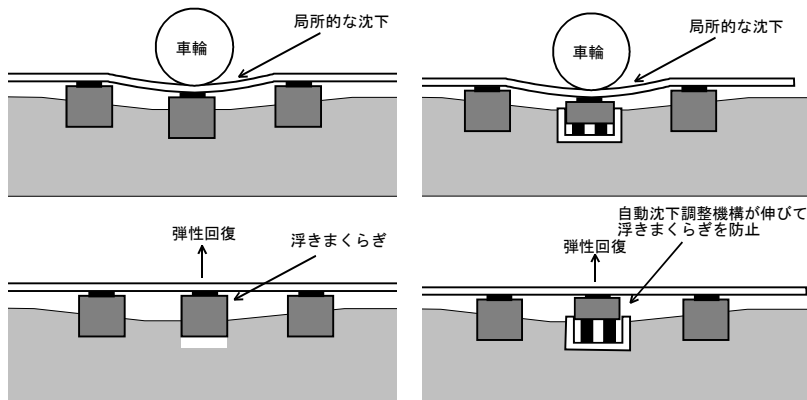


図6 自動沈下補正まくらぎによる浮きまくらぎ抑制効果の概念図

4 おわりに

現在、小型模型試験による効果の実証を行っており、2007年度中には実物大試験を行なう予定である。

参考文献:

- 1)「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」, 中村, 村本, 第62回年次学術講演会概要集第IV部(投稿中), 2007, 土木学会
- 2)「バラスト軌道の噴泥と列車荷重波形の関係」, 村本, 中村, 関根, 第41回地盤工学研究発表会概要集 pp. 1075-1076, 2006, 地盤工学会

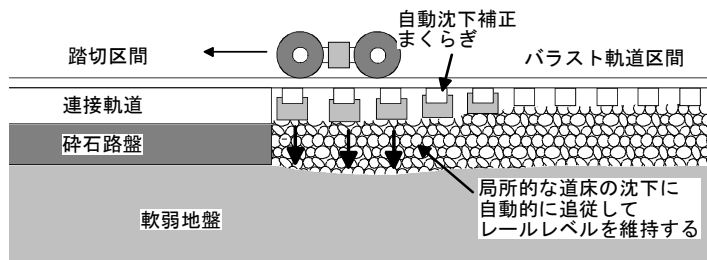


図7 自動沈下補正まくらぎを用いた軌道構造案