

### 離散体モデルを用いたレール継目部における軌道弾性化パターンの比較

公益財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 ○河野 昭子

#### 1. 目的

レール継目部における軌道弾性化パターン3通りを想定した軌道動的応答シミュレーションを行った。また、レール継目部周辺の3本のまくらぎを有する離散体バラスト軌道モデルを作成し、個別要素法(以下DEM)によるシミュレーションを行い、軌道弾性化パターン3通りにおける、道床バラスト層内の粒子間接触力の分布とバラスト砕石の動きを比較した。

#### 2. 解析概要

図1に道床バラスト層の継目部付近を模擬した離散体モデルを示す。一番手前のまくらぎ要素は継目部直下の大判木まくらぎを、また隣接する2本はPC3号まくらぎを模擬した。まくらぎ間隔は実際のレール継目部付近と同様とした。



図1 離散体バラスト軌道レール継目部モデル

本研究で設定したレール継目部諸元を図2に、また比較した軌道弾性化3パターンを図3に示す。ここで、Case1では継目部直下の大判木まくらぎにおいて軌道パッド低ばね化とまくらぎ下弾性化の両方を実施し、Case2ではCase1に加えて隣接するPC3号まくらぎで軌道パッド低ばね化をした。またCase3では、Case2に加えて隣接するPC3号まくらぎのまくらぎ下弾性化を実施した。

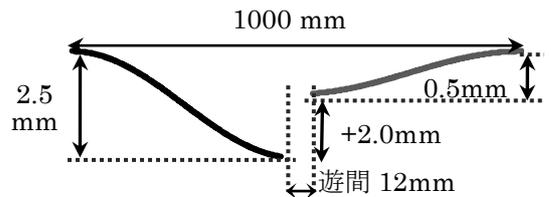


図2 継目部諸元

これらの3パターンに対して、車両/軌道動的応答モデルを用いた軌道動的応答シミュレーションを行った結果より、レール圧力波形を図4に示す(ここでの解析諸元は文献1参照)。離散体モデルを用いたDEMシミュレーションでは、図4に示すレール圧力波形を各まくらぎ要素に入力した(DEMパラメータについては文献1参照)。またDEMシミュレーションはDEM-CS<sup>2)</sup>を用いた。

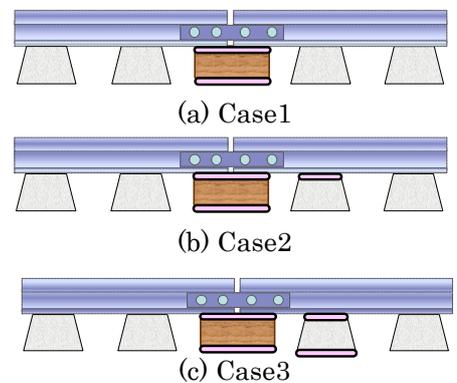


図3 軌道弾性化パターン

#### 3. 解析結果

図4の一台車通過荷重波形を入力した後の各まくらぎの残留沈下量を図5に示す。図中、灰色四角印は、軌道弾性化を行っていない無対策条件の結果である。

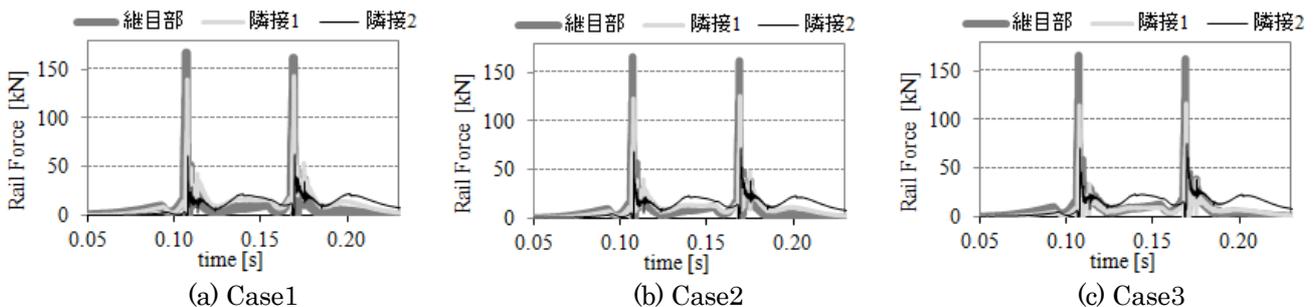


図4 軌道動的応答シミュレーションより得られるレール圧力波形)

キーワード 離散体モデル, 個別要素法, 粒子間接触力, レール継目部, 軌道弾性化

連絡先 〒185-8540 国分寺市光町2丁目8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道力学 TEL 042-573-7291

図5より、大判木まくらぎにおいて残留沈下量が最も減少するのはCase1であるが、隣接する1本目のPC3号まくらぎでは、Case1では残留沈下量が無対策条件よりも増加する。これは、Case1では、軌道弾性化した大判木まくらぎの荷重分担率が著しく減少し、それにより隣接するPC3号まくらぎの荷重分担率が著しく増加することを示している。同図において、大判木まくらぎと隣接するPC3号まくらぎにおいては、Case3よりもCase2において残留沈下量が減少する。

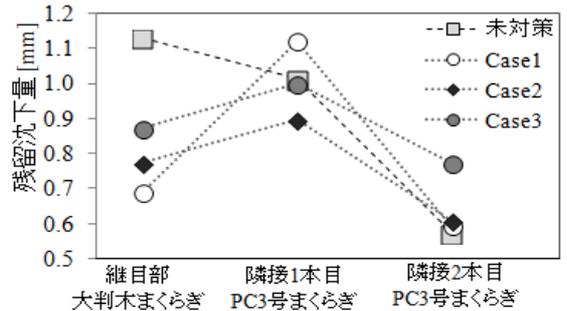


図5 一台車通過後の残留沈下量

これは、隣接1本目のまくらぎ下も弾性化するCase3においては、大判木まくらぎの荷重分担率がCase2よりも大きくなることを示唆している。

次に、離散体モデルを活用した観察事例として、前軸がレール継目部直下を通過する瞬間の道床バラスト層内の粒子間接触力の分布を図6に、一台車通過前後のバラスト砕石の動きを図7に示す。図6では図(a)に無対策の場合のシミュレーション結果を示す。

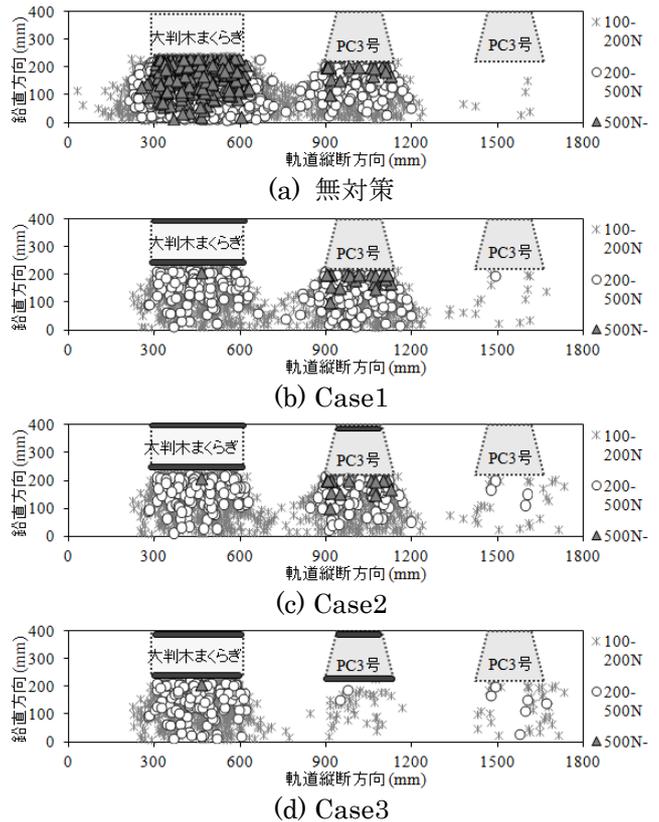


図6 バラスト層内の粒子間接触力分布の比較

図6より、継目部の大判木まくらぎの下部では、Case1~3のまくらぎ下弾性化により粒子間接触力が著しく減少するのが明瞭である。隣接する1本目のPC3号まくらぎの下部では、Case1では粒子間接触力が500N以上となる接触点が若干増加するが、Case2では若干減少し、Case3では著しく減少する。

図7より、継目部周辺のバラスト砕石の移動状況は、Case1では継目部に隣接する1本目のPC3号まくらぎ下で顕著となるが、Case2、3においては、この傾向はほとんど見られなくなる。また、Case2とCase3を比較すると、Case3において、継目部の大判木まくらぎの周囲のバラスト砕石の移動量が増加する。

#### 4. おわりに

レール継目部における軌道弾性化3通りを想定した解析的検討を行った結果より、(1)まくらぎ下弾性化により、バラスト層内の粒子間接触力が著しく減少すること、(2)連続するまくらぎ下を弾性化することで、バラスト砕石の移動量は増加すること、が示された。

#### 参考文献

- 1) 河野昭子：普通継目部周辺のバラスト粒子間接触力に関する解析的検討，鉄道工学シンポジウム論文集，No.16，pp.29-36，2012
- 2) 松島亘志，竿本英貴：複雑な砂粒子形状の個別要素モデル化手法の提案，第37回地盤工学研究会発表論文集，pp.357-358，2002

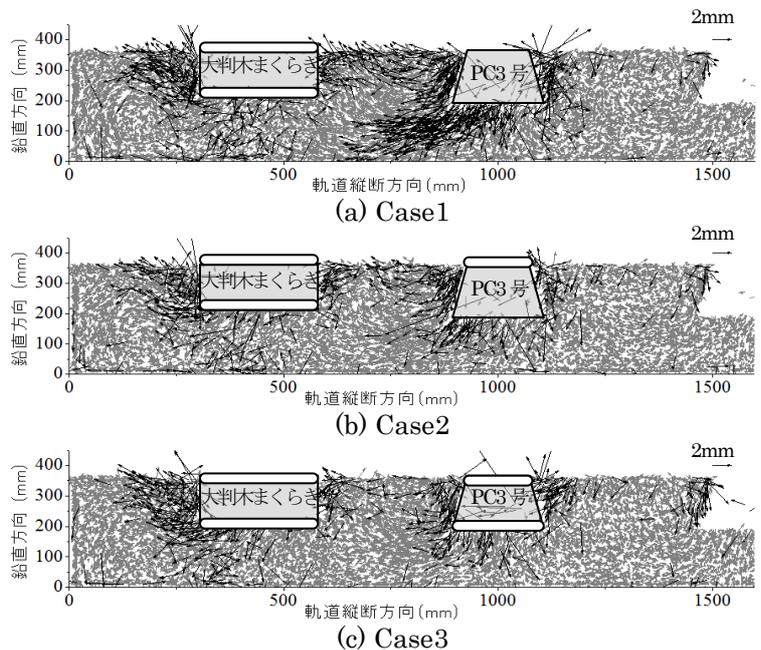


図7 一台車通過前後のバラスト粒子の移動状況