

鉄まくらぎの応力分散効果に関する研究

日本貨物鉄道(株)	正会員	○遠藤	康敬
北海学園大学	正会員	上浦	正樹
太平工業(株)	正会員	辻	匡明

1. はじめに

まくらぎは軌間保持機能と道床への応力分散機能を有している。まくらぎのこの第二の機能である道床への応力分散機能に関して鉄まくらぎは木まくらぎやPC まくらぎと同様の機能を有しているものと考えられる。鉄まくらぎの構造はシートパイルのように解放された中空形状でウェッブのレールを支持する部分と左右のフランジの荷重を伝達する部分から構成される。しかし、この中空部分でバラストが十分に充てんされていれば、鉄まくらぎウェッブであっても道床バラストに接して荷重の伝達が行われ、かつ鉄まくらぎの左右のフランジからも荷重が伝達されている。このようにPC まくらぎ等がまくらぎ底面から荷重に応力分散する方法に対して、鉄まくらぎは異なった応力の分散方法が考えられる。そこで本研究では鉄まくらぎの応力分散について実験と解析によって検討することとした。

2. 載荷時の鉄まくらぎ本体の変形

まくらぎはレールを介して伝わる輪重を路盤へ分散して伝える役目をもっているが、鉄まくらぎは形状が開放型の形状であるため、構造体としての変形を考慮する必要がある。図1は鉄まくらぎの名称としてまくらぎのウェッブとフランジを示している。鉄まくらぎはそれ自体が弾性変形するが、その挙動を検討するため、まくらぎ本体から30cmを切り出した供試体を用いることとした。そして断面において鉄まくらぎの外側の表面にひずみゲージをセットした(図-1)。この供試体ウェッブの中央部分で小型FWDを用いて約5000Nの動的な荷重を発生させた。その結果、フランジのショルダー部③での引張り応力が他のものより大きいことが明らかになった(図-2)。これは鉛直方向の載荷荷重が鉛直方向だけでなく水平方向へも伝達していることを意味している。

3. 実験による路盤への圧力分散状態の推定

鉄まくらぎの路盤への応力分散状態を調べるために模擬軌道として鉄まくらぎフランジ底部端から20cm下にコンクリート路盤を設定した。路盤上の不陸に対応するために上面に0.5cmの砂層を設置し土圧計を水平

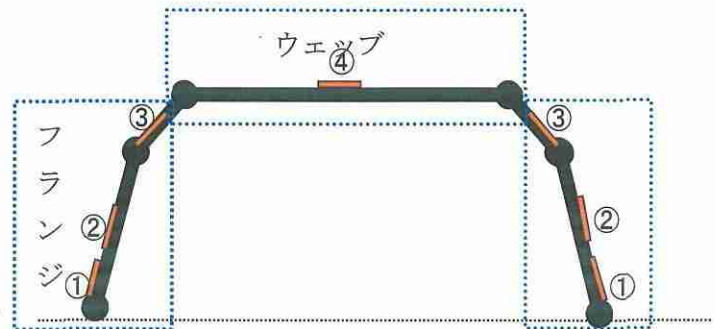


図-1 ひずみゲージの位置

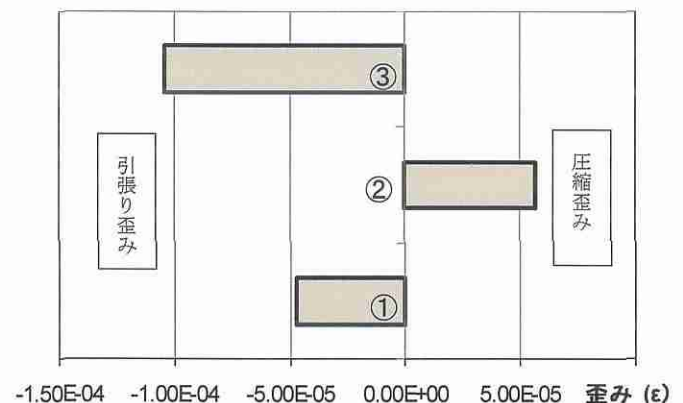


図-2 鉄まくらぎ(フランジ部)のひずみ

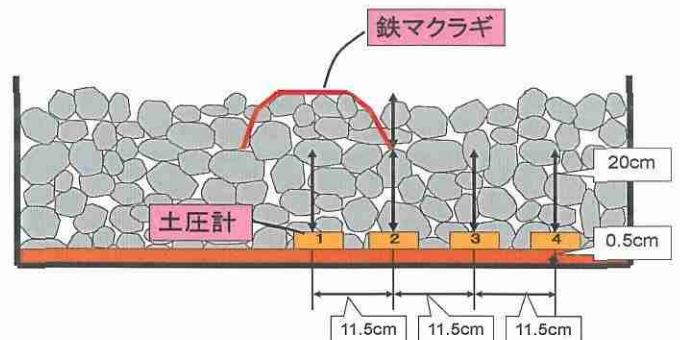


図-3 路盤上における鉛直圧力の測定

キーワード 鉄まくらぎ、応力分散、FEM 解析、道床、路盤

連絡先 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-13-1 日本貨物鉄道株式会社 保全工事部 TEL 03-3239-9164

に保つこととした(図-3)。使用した鉄まくらぎ試験体は横幅 30cm で断面形状はウェーブ幅 16.7cm, 底部幅 26cm, 高さ 11cm である。PC まくらぎを模擬するものとして, 鉄まくらぎの試験体と同様な形状を確保するため縦・横が 30cm×30cm で厚さ 5cm のコンクリートブロック 2 枚によって高さの合計が 20cm のものを使用した。载荷方法は小型 FWD による動的荷重とし, 载荷時間は 7msecond であり, いずれの場合も载荷荷重は 5000N に統一した。路盤上の圧力の結果を図-4 に示す。この図から载荷点直下の路盤上面の圧力はコンクリート板が鉄まくらぎに比べ大きな圧力であるが, それ以外の箇所では鉄まくらぎが大きな値を示していることが分かる。これはまくらぎの応力分散効果の面で鉄まくらぎがコンクリート板よりも大きいことを示している。

4. FEM 解析による路盤への圧力分散状態 の推定

動的 FEM 解析¹⁾により最大载荷荷重 5000N, 载荷板半径 15cm, 道床バラストの弾性係数 100MPa, 単位体積重量 23.8N/cm³ である解析を行った(図-5)。この解析結果では, まくらぎ底部に相当する深さ 10cm の位置ではまくらぎに中央部付近と左右のフランジの付近で大きな応力が発生している。ここでまくらぎ内の道床バラストではまくらぎのウェーブの圧力が伝播しているが, それよりも深い位置では左右のフランジから伝播された圧力と合体して伝播している。鉄まくらぎ内部の道床バラストが支持力を有する場合とコンクリート板においては図-4 に示した実験結果と同様な結果であり, コンクリート板よりも鉄まくらぎにおいて応力分散が高い傾向を示していた。そこでまくらぎ直下応力で正規化して実験で路盤の圧力を測定した位置で応力分散傾向を求めた(図-6)。以上から鉄まくらぎがコンクリート板よりも路盤に対して応力分散効果が大きいことが確認された。

5. まとめ

鉄まくらぎの形状によって道床への荷重分散機能が大きくなることが明らかになった。

(文献)

- 1) 董勤喜, 姫野賢治, 八谷好高, 坪内将丈, 松井邦人: 動的荷重を受ける粘弾性多層構造の有限要素解析, 土木学会舗装工学論文集, vol.8, pp54-61, 2003.

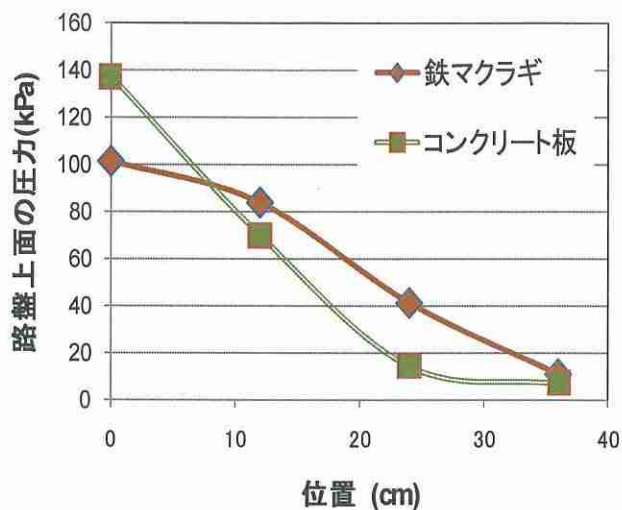


図-4 路盤上の圧力の比較

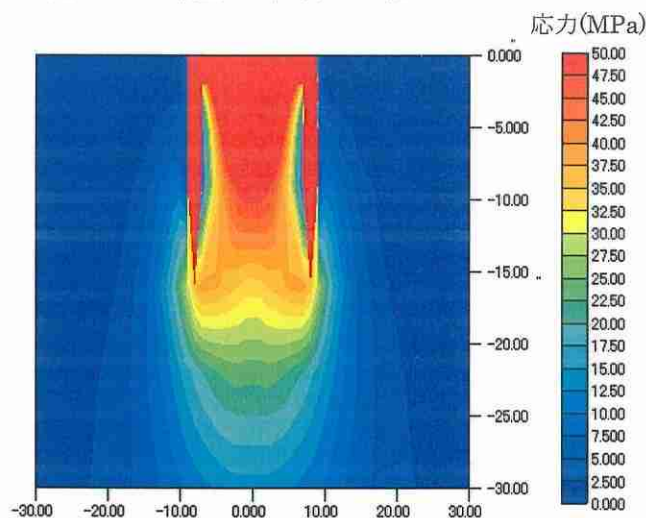


図-5 鉄まくらぎの応力コンター図

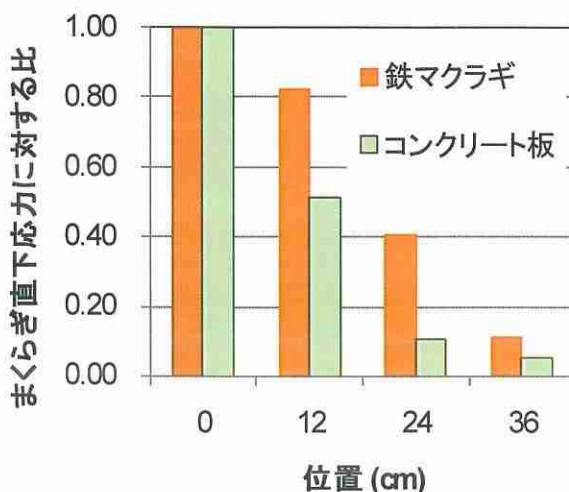


図-6 応力分散性の比較 (FEM)