

土のうを用いた新しい軌道構造

東海旅客鉄道株 正会員 可知 隆
名古屋工業大学 正会員 松岡 元

1. まえがき

鉄道において仮設物として使用されることが多い土のうを積層体とした場合、本設軌道構造物として十分な強度を發揮し、実用上有効であることは既に報告されている^{1),2)}。またさらに、土のうが、そのしなやかさにより鉛直方向の振動エネルギーを吸収することから鉄道の路盤部に敷設した場合、鉄道振動の低減に対しても効果があることが報告されている^{3),4)}。そこで本工法を活用して新しい軌道構造を開発すべく、加振試験装置を使用した振動低減に関する試験を実施したので概要を報告する。

2. 試験方法

土のうを道床部に敷設した際の効果を確認するため、軌道起振機（以下ピロジール試験装置と記す（写真-1参照））で実物大試験軌道を起振させ、各種項目の測定を実施した。ピロジール試験装置のコンクリート槽内に実物大の軌道をパターン毎に敷設、マクラギおよび道床内の振動加速度、ならびにマクラギ沈下量を測定した。試験の6パターンを図-1に示す。なお、ピロジール試験装置の支持台がコンクリート槽上に設置されている（写真-2参照）。よってピロジール試験装置で起振した場合、加振装置からコンクリート槽を伝わり、下から軌道に振動が伝わる恐れがあったため、念のため「基礎土のう」を敷設し、下からの振動の伝達を抑えるパターンも実施した（図-2参照）。なお、「土のう」および「基礎土のう」の中詰め材はクラッシュラン13-20および同20-40を均等に混合したものをを使用した。

3. 測定結果

3.1 振動低減

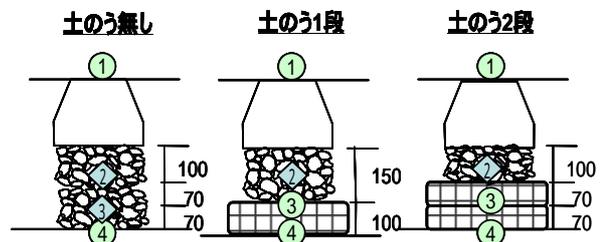
測定結果の一例を図-3に示す。基本的に「マクラギ-土のう上-土のう間-土のう下」と上から下に伝わるにつれ、振動加速度は順に小さくなるのがわかる。軌道の状態やピロジール試験装置の起振性能の差を考慮し、マクラギにおける振動加速度（gal値）を1とした場合の比較点（図-1の振動加速度計）における振動加速度の比率（以下伝達率と記す）で評価することとした。



写真-1 ピロジール試験装置

写真-2 ピロジール試験装置の支持台

【基礎土のう無し】



【基礎土のう有り】

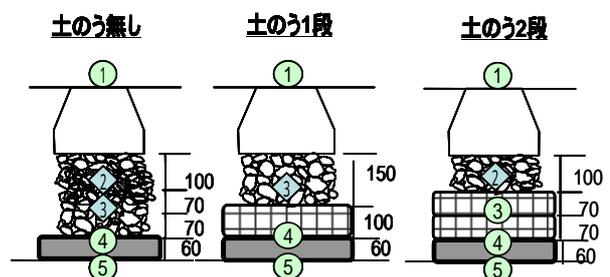


図-1 ピロジール加振試験の6パターン

■ 土のう
■ 基礎土のう

◆ 道床振動加速度
● 振動加速度
▲ マクラギ沈下計

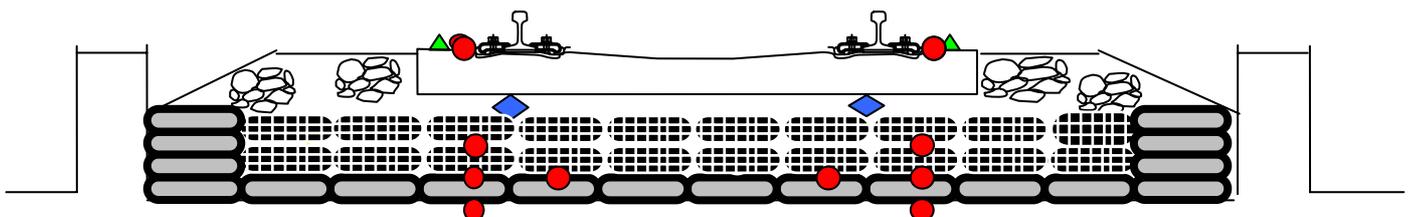


図-2 試験パターンの一例（土のう2段:基礎土のう有り）

キーワード 土のう、振動低減、鉄道振動

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545-33 東海旅客鉄道株 総合技術本部技術開発部 TEL. 0568-47-5380

加振周波数 15Hz および 20Hz における測定結果の一部を図 - 4 ~ 図 - 7 に示す。なお、加振力は平均荷重である。まず、基礎土のう無しの場合、土のう下の位置における伝達率と比較すると、一部のパターンを除いて、土のう無しと比べ、「土のう1段」、「土のう2段」での伝達率は小さくなっていることが確認できる。同様に基礎土のう有りの場合についても、「土のう無し」-「土のう1段」-「土のう2段」の順で伝達率は小さくなっていることが確認できる。これらの試験結果から土のう積層体は、鉄道の道床部のみに用いた場合にも、有効な振動対策として活用できることを確認した。

3.2 沈下抑制

基礎土のう無しにおいて、加振力 40 kN、周波数 40Hz で 100 万回の繰返載荷を実施した場合のマクラギ沈下量を図 - 8 に示す。「土のう2段」は、3つのケースの中で初期沈下およびその後の沈下の傾きともに最も小さいことが確認できる。次に「土のう1段」は、「土のう無し」のケースと比較して、初期沈下およびその後の傾きともにほぼ同程度の沈下特性を持つことが確認できる。

4. まとめ

「土のう」は、路盤部に用いた場合に加え、道床部のみに用いた場合も支持力補強効果による振動低減機能および沈下抑制機能を確認できた。振動低減機能については、軌道直下の道床部に「土のう」を敷設することにより、振動エネルギーをしなやかな「土のう」自体の微小変形に伴い、粒子間の摩擦熱エネルギーとして吸収することや隣接する「土のう」へ振動が伝わりにくいこと等の「土のう」特有の振動低減特性（防振装置のような特性）が発揮されたためと考えられる。今回の結果から「土のう」は高架橋上の有道床軌道等の従来は振動低減対策が困難であった箇所においても振動低減と沈下抑制双方の効果を満足する新軌道構造として活用できることがわかった。

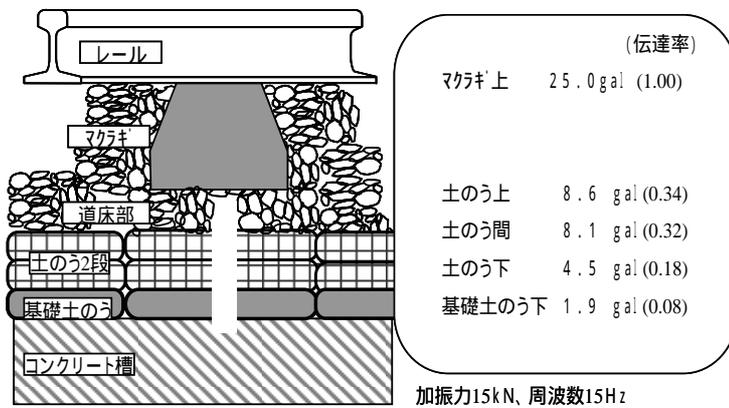


図 - 3 試験結果および伝達率の一例

【参考文献】

- 1) 松岡元、劉斯宏：地盤の一部を包み込む支持力補強方法に関する研究、土木学会論文集, No.617/ -46, pp.235-249, 1999, 3.
- 2) 可知隆、宮本秀郎、松岡元、館山勝、小島謙一：鉄道マクラギの支持力補強方法に関するモデル試験、土木学会第52回年次学術講演会, -388, pp.776-777, 1997
- 3) 松岡元、村松大輔、劉斯宏、井上泰助：土のうを活用した地盤の環境振動低減法、土木学会論文集No.764 / -67, pp.235 ~ 245, 2004, 6
- 4) 可知隆、松岡元：「土のう」を用いた鉄道における振動低減法、土木学会第60回年次学術講演会, 2005, 9
- 5) 可知隆、松岡元：「土のう」を活用した新起動構造、第41回地盤工学研究会, 2006, 7 (投稿中)

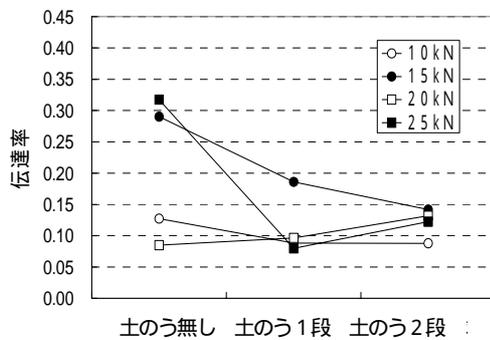


図 - 4 土のう有無と伝達率の関係 (基礎土のう無し: 周波数 15 Hz)

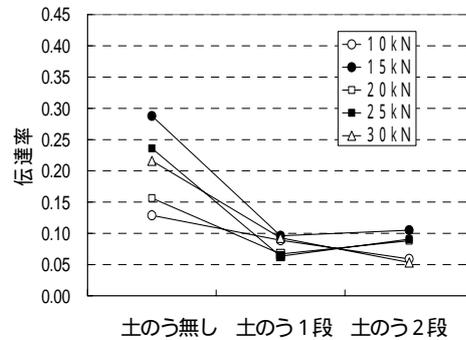


図 - 5 土のう有無と伝達率の関係 (基礎土のう無し: 周波数 20 Hz)

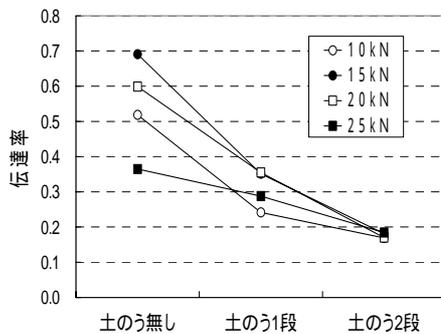


図 - 6 土のう有無と伝達率の関係 (基礎土のう有り: 周波数 15 Hz)

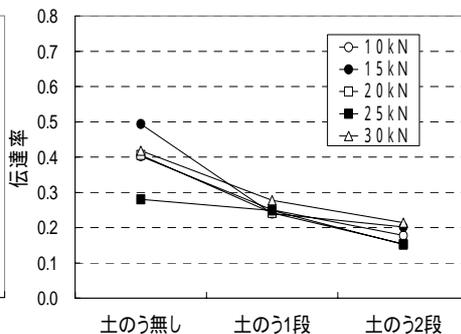


図 - 7 土のう有無と伝達率の関係 (基礎土のう有り: 周波数 20 Hz)

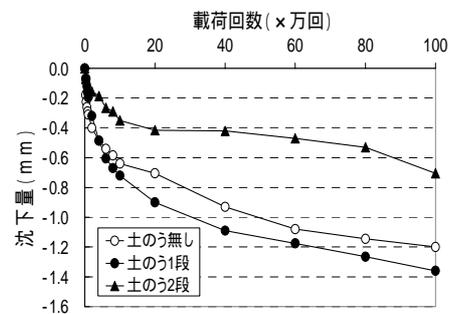


図 - 8 土のう有無と沈下量の関係 (加振力 40 kN、周波数 40 Hz)