

土のう積層体を用いた鉄道路盤の振動低減特性

名古屋工業大学 正会員 松岡 元

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 門田 浩一

○芦刈 義孝

1. はじめに

近年、土のう積層体が鉄道路盤として十分な強度を持つとともに、鉄道振動対策としての有効性が報告されている^{1), 2), 3)}。本研究は、振動低減対策として土のう積層体を用いた鉄道路盤において、供用後の鉄道振動を対象に振動低減確認調査（振動加速度調査、周波数分析）を実施した。調査は土のう積層体路盤部と通常路盤部において実施し、土のう積層体の有無での周波数特性を比較した。本編は、鉄道振動の発振側での対策として、土のう積層体を鉄道路盤部に敷設した場合の振動低減特性について報告する。

2. 調査方法

仮線路盤部において土のう積層体を施工し、土のう積層体の路盤部と隣接する通常の路盤部において、供用後の鉄道振動を対象に伝搬状況を調査した。

図-1 に土のう積層体の敷設状況および調査地点を示す。路盤部に砕石（粒径 40mm 以下）を中詰め材とした土のう（40×40×高さ 8cm）を 4 段、延長約 40m 敷設した。調査地点は、土のう積層体路盤部および通常路盤部の測線について、現地の状況を勘案し、バラスト上（測点①-A、測点②-A：軌道中心から 0.8m）、法尻部（測点①-B、測点②-B：軌道中心から 4.2m）、その後地（測点①-C：軌道中心から 6.8m、土のう積層体路盤部のみ）の計 5 測点設置した。調査は、列車通過時の振動加速度を測定し、土のう積層体路盤部と通常路盤部の結果（振動加速度レベル、振動レベル、周波数特性）を比較して、土のう積層体の振動低減効果を検討した。特に振動加速度レベル最大値と周波数別の振動加速度レベルの低減量に着目し、振動低減特性の把握を行った。

3. 調査結果

1) 振動加速度レベルおよび振動レベル

列車の走行による振動発生時に各測点で観測した振動加速度レベルと振動レベルの最大値（測定した列車 32 本の上位半数の平均値）を図-2 に示す。土のう積層体路盤部は通常路盤部と比べて、法尻部（測点 B：軌道中心から 4.2m）で、振動加速度レベルが 5dB、振動レベルが 4dB 低い結果が得られた。また、軌道中心から 0.8m（測点 A：バラスト上）では、土のう積層体路盤部の振動レベルが大きくなっているが、これはバラスト層と土のう積層体層の性状の違いによる反射波の影響と考えられる。バラスト部の反射波や表面波が法尻側へ伝わらないようにするため、今回のように土のう積層体は路盤部全幅に敷設し、伝搬経路を遮断することが大切である。

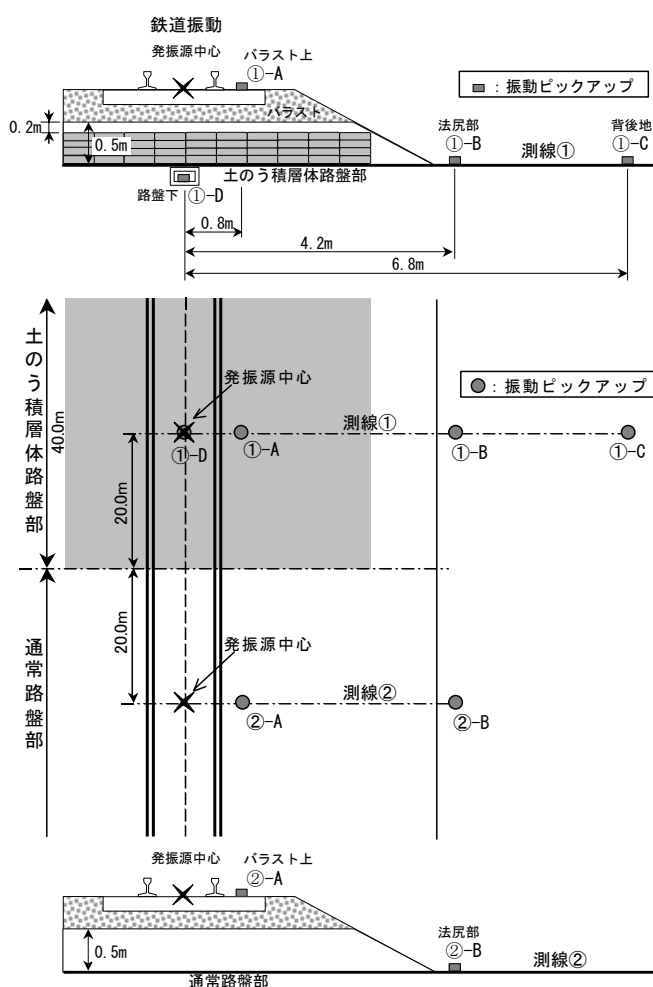


図-1 施工概要および測点位置図

キーワード 土のう、鉄道路盤、鉄道振動、周波数分析、振動低減特性

連絡先 〒541-0052 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 パシフィックコンサルタンツ（株） TEL:06-4964-2326

2) 周波数特性

軌道中心から 0.8m (測点 A: バラスト上), 4.2m (測点 B: 法尻部) および軌道中心の土のう積層体路盤下 (測点 D) における FFT 分析結果を図-3 に示す. 軌道中心から 0.8m (測点 A: バラスト上) では, 土のう積層体路盤部と通常路盤部の周波数特性は同様の傾向を示し, 60Hz 以上の高周波数帯域で卓越している. 軌道中心の土のう積層体路盤下 (測点①-D) では, ①-A より 50Hz 以上の周波数帯域で低下している. また, 軌道中心から 4.2m (測点 B: 法尻部) では, 通常路盤部の周波数特性は 25~60Hz の周波数帯域で卓越しているのに対し, 土のう積層体路盤部は 30Hz 付近の周波数で卓越している.

図-4 は両路盤の振動加速度レベルの減衰量 (各測線における地点 A から B の振動加速度レベルの低減量) を示したものである. 図-4 より 30Hz 以下はほぼ同程度あるが, 30Hz 以上の周波数帯域で土のう積層体路盤部の方が大きく低減 (最大 10dB) しているのが見られる.

これらのことから, 土のう積層体の振動低減特性は, 発生した振動が土のう積層体部を通過するとき, 土のう積層体の固有振動数と考えられる 30Hz 付近で卓越する振動に変化し, そこでよく揺れて振動エネルギーをロスすることによって, 通常路盤部の卓越周波数である 30Hz 以上の周波数帯域での振動が低く抑えられる結果生じると考えられる. すなわち, 土のう積層体がしなやかな特性を活かして防振装置として働き, その卓越振動が相対的に大きくなることによって, 他の周波数帯域での振動低減が得られると考えられる.

4. まとめ

供用後の鉄道振動を対象とした土のう積層体路盤部と通常路盤部の対比により, 振動加速度レベル: 5dB, 振動レベル: 4dB の振動低減効果が得られ, 振動対策としての有効性が確認された. また, 土のう積層体は等価減衰定数 0.15~0.30 の高減衰の防振装置 (免震装置) であることがわかっている^{4), 5)}. これらのことから, 土のう積層体の振動低減特性は, 土のう積層体がしなやかさを活かして防振装置 (免震装置) として作用し, 土のう積層体の固有振動数である 30~50Hz 付近 (载荷重によって変化する: 今回の鉄道振動では 30Hz 付近) の振動が相対的に大きくなることによって振動エネルギーを減衰させ, 他の周波数帯域での振動を低減させるということである.

参考文献

- 1) 松岡元, 劉宏宏: 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/III-46, pp. 235~249, 1999. 3
- 2) 可知隆, 松岡元: 「土のう」を用いた鉄道振動低減法, 第 40 回地盤工学研究発表会, 発表会講演集, pp1161~1162, 2005. 7
- 3) 門田浩一, 芦刈義孝, 松岡元, 久保敷真一: 土のう積層体を用いた鉄道路盤工事における振動低減確認調査, 第 41 回地盤工学研究発表会, 発表会講演集, pp1091~1092, 2006. 7
- 4) 松岡元, 山本春行, 山口啓三郎: 土のう積層体の振動低減効果と等価減衰定数, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp233~234, 2003. 9
- 5) 松岡元, 佐野欣吾, 石橋敏久, 八幡夏恵子: 実地盤における土のう積層体の起振機加振実験 その 2: 土のう積層体の防振装置としてのモデル化, 第 41 回地盤工学研究発表会, 発表会講演集, pp1085~1086, 2006. 7

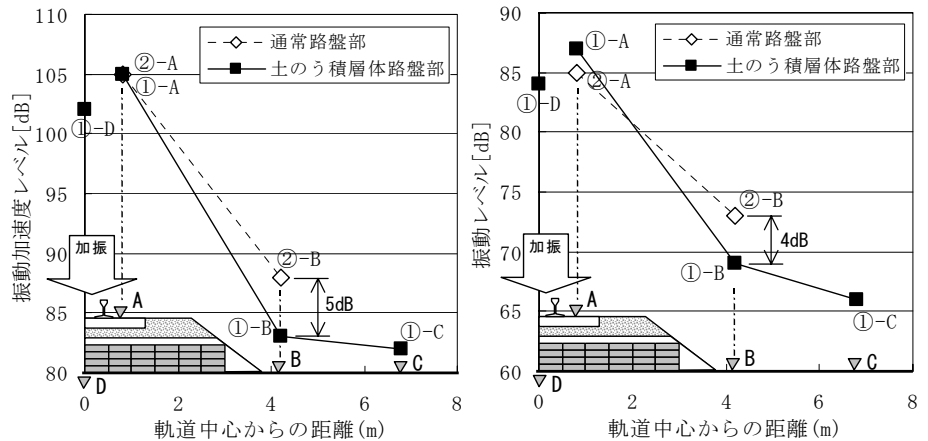


図-2 振動加速度レベルと振動レベルの調査結果 (距離減衰)

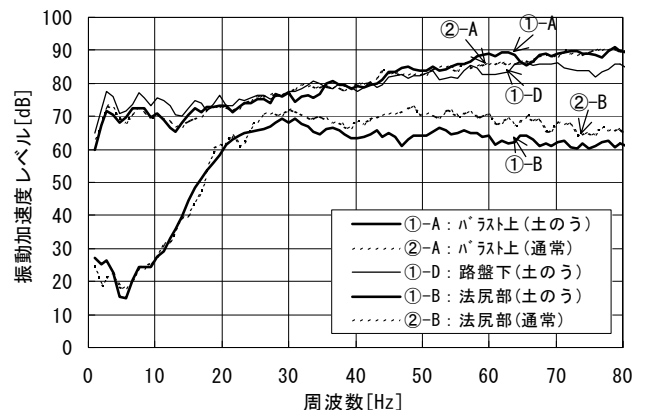


図-3 振動加速度レベルの周波数特性

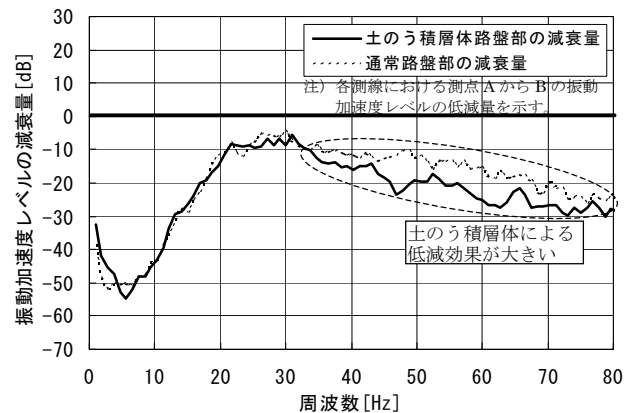


図-4 振動加速度レベルの減衰量の周波数特性