

円形ドレーン材を用いた柱列式地中防振壁工法の開発 — 鉄道振動を対象とした現場実証実験及び FEM 解析による検討 —

五洋建設（株） 正会員 小野田 浩二
" 正会員 田村 保
" 正会員 大島 貴充

1. はじめに

近年、都市部の鉄道や道路の沿線施設に対する環境振動問題が増加している中、鉄道の列車走行による地盤振動や道路交通振動を低減する方法として、振動源である車両から、伝播経路である軌道、地盤、そして受振部である沿線構造物まで広範囲にわたり、多くの振動低減手法が提案・実施されている。本研究では、伝播経路における振動低減法として地中防振壁に着目し、液状化対策等に一般的に用いられる円形ドレーン材を用いた防振壁を提案している。本論文では、実際に鉄道沿線で施工した防振壁の振動低減効果実証実験、および FEM 解析による検討について報告する。

2. 現場実証実験

図-1 に実験概要を、図-2 にドレーン材の写真を示す。地盤は表層を除き、G.L.-20m 付近まで N 値 10 以下のシルト質地盤である。防振壁は深さ 6m、延長 30m、幅 0.65m とし、ドレーン材（外径 125mm、内径 60mm）は正三角形配置（300mm ピッチ）で 3 列とした。なお、防振壁の諸元は、事前計測および FEM 解析を実施して決定した。防振壁は、削孔機による泥水削孔（φ165mm）後、ドレーン材を設置して外周空隙にセメントベントナイトを注入して構築した。ドレーン材は、ポリプロピレンを立体網状体とし、その相互接点を溶着成型した構造となっており、空隙率が大きく軽量かつ構造的に非常に丈夫である（重さ 1.2kg/m）。また、ドレーン材の周囲には土砂流入を防止するために不織布を巻いている。

計測は、図-1 に示す Line 毎に加速度計を設置し、列車通過時の振動を計測した。計測した加速度データから最大振動レベルを算出してデータ整理を行った。鉛直振動の計測結果として、図-3 に全 Line 平均最大振動レベル分布を示す。例えば防振壁近傍である振動源から 5.5m 地点では、2 列施工後で 2.0dB、3 列施工後で 3.6dB の振動低減効果が確認された。また、防振壁から遠い、

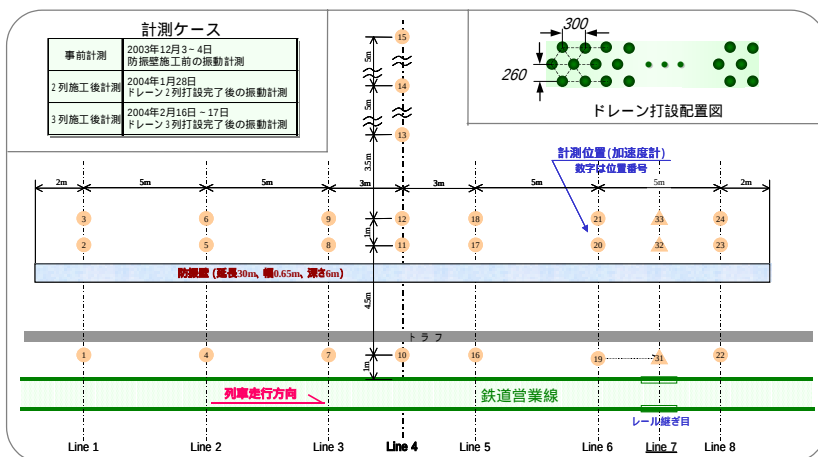


図-1 実験概要図

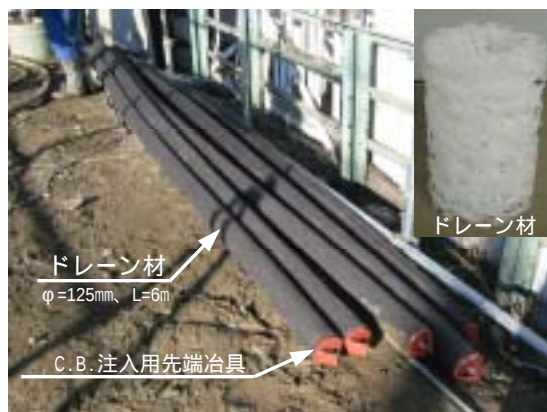


図-2 防振壁に用いたドレーン材

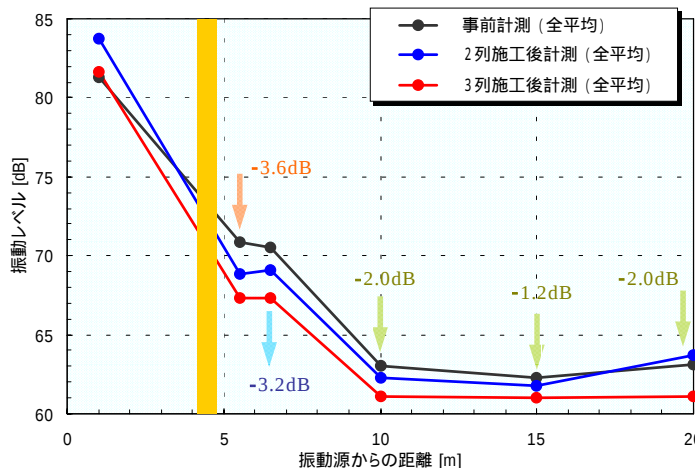


図-3 全 Line 平均最大振動レベル分布

キーワード 環境振動, 防振壁, 振動低減, 振動レベル, 鉛直ドレーン

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設（株）本社土木設計部 TEL03-3817-7803

振動源から 10m～20m 地点では 3 列施工後で 1.2dB～2.0dB の振動低減効果が確認された。また、図-4 に事前計測および 3 列施工後計測の防振壁中央 (Line4) 6.5m 地点における 1/3 オクターブバンド振動レベル分布を示す。この図から振動レベルの大きい 12.5Hz 以上で振動が大きく低減していることがわかる。

3. FEM 解析による検討

本検討は、2 次元 FEM 解析コード「SuperFLUSH/2D for Windows (株)構造計画研究所」(以下、FLUSH)により実施した。FLUSH は、2 次元有限要素法により地盤と構造物の動的相互作用解析を行うプログラムで、複素剛性を用いて振動数領域で応答解析を行うのが特徴である。施工前に実施したボーリング調査結果をもとに作成した解析モデルを図-5 に示す。防振壁の解析パラメータは、地盤・ドレン材の密度および剛性を防振壁の平面積で平均した値を用いた。また、加振点は外側レール(振動源)から 1m 地点とし、計測した振動波形を点加振で入力した。

検討結果として、図-1 に示す防振壁中央 (Line4) の最大振動レベル分布を図-6 に示す(実線: FLUSH 解析結果、プロット: 計測結果)。図-6 より、事前計測の全ての地点、および 3 列施工後の 5.5m、6.5m、10m 地点については、解析結果が計測結果と比較的に良く一致していることがわかる。ただし、3 列施工後の 15m および 20m 地点については、解析結果が計測結果より小さな値を示した。これは、本検討を 2 次元 FEM 解析により実施しており、振動源が移動振源であることや壁両端部からの回込みが考慮できないことの影響が、防振壁から離れるにつれて大きくなるためであると考えられる。

4. まとめ

本論文では、円形ドレン材を用いた防振壁に関して、現場実証実験、および FEM 解析による検討を行った。得られた知見を以下にまとめる。

(1) 円形ドレン材を用いた防振壁により、鉄道

振動に対して防振壁近傍で最大 3.6dB 程度、振動が低減されることが確認できた。

(2) 防振壁により、振動レベルの大きい 12.5Hz 以上で振動が低減されることが確認できた。

(3) 2 次元 FEM 解析により、防振壁の振動低減効果を漸定的に再現できることが確認できた。特に、防振壁近傍では再現性が高いことが確認できた。

今後は、様々な地盤条件や振動に対して、円形ドレン材を用いた防振壁の振動低減効果の予測や最適な防振壁の設計を可能にするため、振動データ収集および FEM 解析の予測精度の向上が課題であるとする。

【参考文献】

- 1) 芦谷公稔, 横山秀史: 地盤振動対策の研究開発の現状, 鉄道総研報告, 第 16 巻 第 12 号, pp55-58, 2002.12

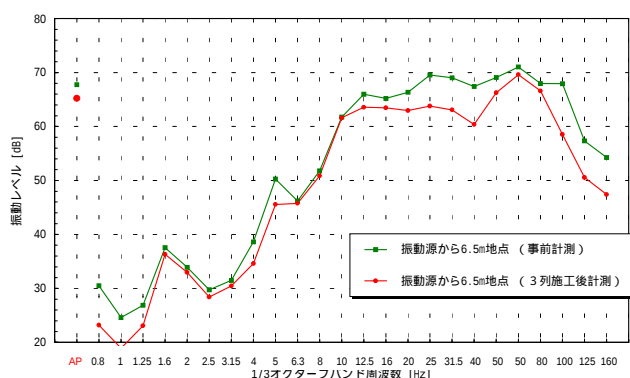


図-4 1/3 オクターブバンド振動レベル分布
(Line4 振動源から 6.5m 地点)

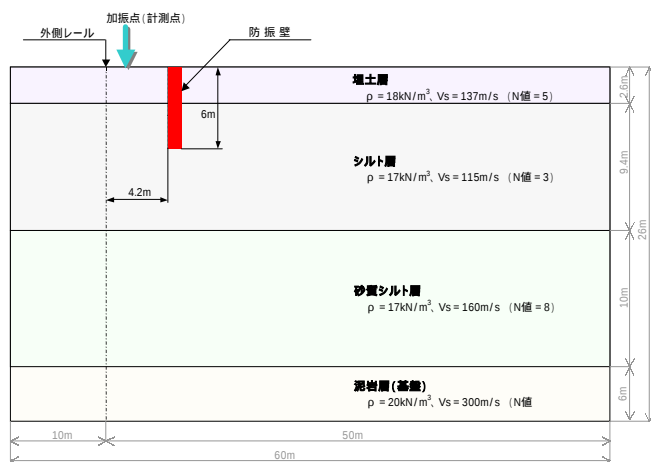


図-5 FEM 解析モデル

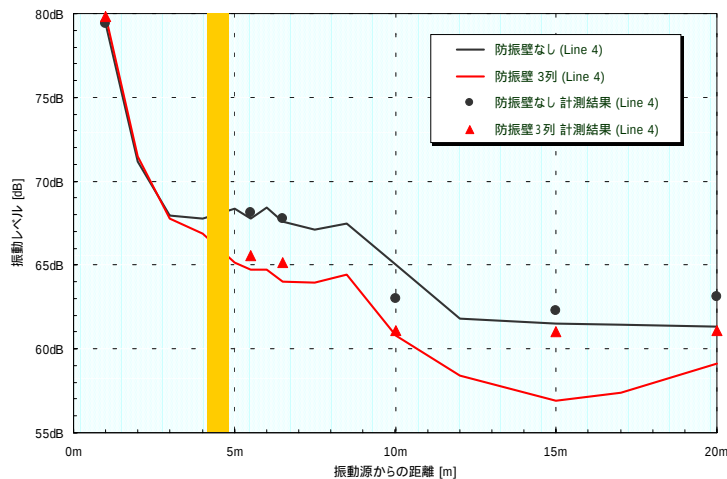


図-6 最大振動レベル分布 (Line4)