

起振機実験から得られた PC 柱列壁の防振効果に関する解析的検討

東海旅客鉄道（株） 正 石井啓稔 正 神田 仁 正 吉岡 修
 日本コンクリート工業（株） 正 川村淳一 正 寺川洋平 正 土田伸治

1. はじめに

交通振動等の低減を目的とした伝播経路対策の一つであり、中空部を利用した中掘工法により地盤を緩めず安全性の高い地中壁が施工できる PC 柱列壁について、打設深さ、中空部の大きさを変えて起振機実験を実施し、防振効果の検証を行った¹⁾²⁾。本稿では、同実験を模擬した、3次元の動的相互作用を考慮した地盤振動シミュレーションを実施し、PC 柱列壁の振動低減性能に関する基礎的な検討を行った。

2. 解析条件

解析には有限要素法と薄層要素法を組み合わせたサブストラクチャー法に基づいて計算する SuperFLUSH/3DS を使用した。地盤は水平成層地盤として薄層要素を用いてモデル化した。図-1 に実験箇所で行った標準貫入試験及び PS 検層（1m 間隔）の結果を示す。地盤物性値は PS 検層から得られた V_p (m/s) および V_s (m/s) を基本に、実測値と解析値の対応を高めるよう補正した波動伝播速度と、土質区分から推定した単位体積重量等を用いて設定し、減衰定数は 2% とした。

図-2 に測定の詳細を示すが、PC 柱列壁（外幅 800mm × 13 本 = 延長 10.4m、深さ 12m）および起振機のコンクリート製基礎（縦横各 1.5m、高さ 40cm）の解析モデルは、3次元ソリッド要素を用いてモデル化した。PC 柱列壁と起振機基礎は図-3 に示すよう

に 3次元ソリッド要素でモデル化した。壁体のモデル化は、中空部の内径が 3 ケース（620mm、350mm、0mm）に対して設定できるようなメッシュ配置とした。PC 柱列壁および起振機基礎の物性値は、ヤング係数 2.06×10^4 N/mm、単位体積重量 24.5kN/m³、ポアソン比 0.167、減衰定数 2% であり、中空部の剛性および重量は 0 としている。

加振力については、基礎上面中心の 1 点に正弦波を作用させ、振幅は A（中央）測線の 2m 地点における施工前の解析結

果が実測結果に一致するよう周波数ごとに補正を行い、施工前後で同じ振幅を入力している。なお、壁打設直後の地盤と壁の緩みを考慮し、地盤物性から求まる壁と地盤の動的バネ値を 0.7 倍に低減している。

3. 位相速度と分散曲線

まず設定した地盤の妥当性を判断するため、位相速度について比較を行

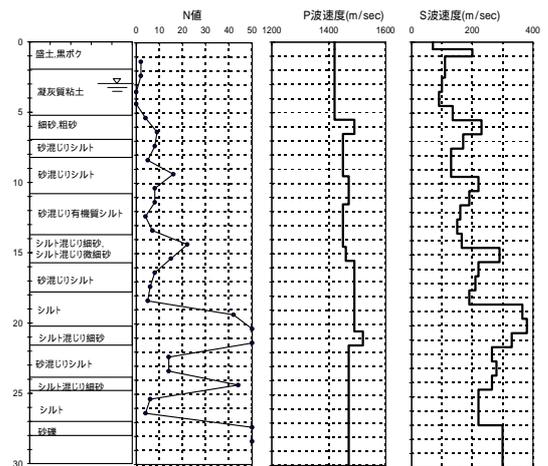


図-1 柱状図及び PS 検層結果

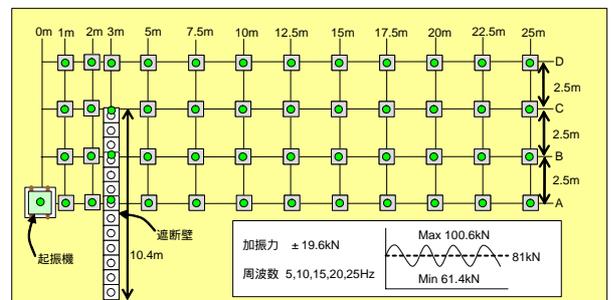


図-2 測定の概要

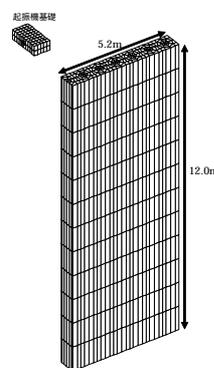


図-3 解析モデル（有限要素）

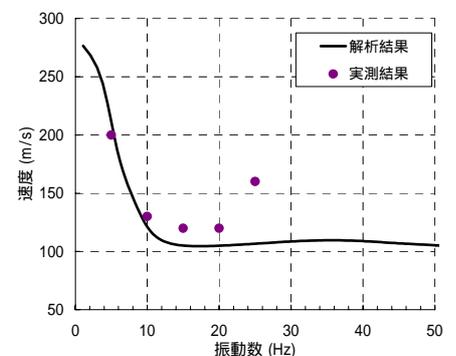


図-4 位相速度（解析と実測の比較）

キーワード：解析、地中壁、起振機実験、地盤振動、防振

連絡先：愛知県小牧市大山 1545-33 電話 0568-47-5370 Fax0568-47-5364

った。測定では、図-2 に示すように測定点をメッシュ状に配置し各点で位相差を整理しているが、測定結果から推定した位相速度と、本解析の地盤モデルから計算した位相速度を図-4 に比較して示す。25Hz 付近の解析結果は実測結果より大きいが、全体的には良い対応を示しており、設定した地盤が適切であるものと考えられる。また、同じ地盤モデルを用いて計算した分散曲線では、1次モードの10Hz 付近で群速度が落ち込んでおり、10Hz 付近の振動数が最も伝播しやすいことを確認している。

4. 解析結果と実測結果の比較

図-5 には、A(中央)測線における施工前後の鉛直方向の振動レベル(補正加速度レベル)VL (dB) の解析値と実測値を、代表的な周波数である(a)10Hz と(b)20Hz について整理した。施工後の結果の中口径は 620mm である。(a)10Hz の場合には、壁付近に加え壁から離れた遠方でも解析値は実測値を良く捉えている。一方、(b)20Hz の場合には、壁付近では解析値は実測値を良く捉えているが、壁から離れた箇所では実測値で顕著に見られた距離減衰の山谷の繰返しが、解析値では薄く均されており一部に乖離が見られる。

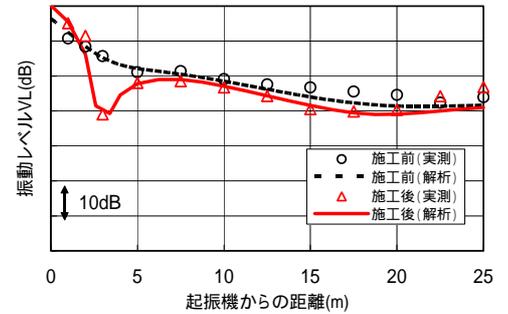
図-6 は、図-5 の結果から振動レベル増減量のみを取り出した。(a)の 10Hz の場合には、壁付近や壁から離れた遠方における低減効果など解析値は実測値を比較的良く捉えているのがわかる。次に(b)の 20Hz の場合には、解析値は実測値の低減効果の山谷の傾向(節の位置)についてはよく捉えているが変化量は小さい。これは、図-5 の山谷の繰返しが薄く均されたための差異であるが、解析地盤モデルが比較的単純化されていることなどを考慮すると、実測において壁体が比較的高い周波数で振動する際の挙動を、解析では十分に表現できていないことも想定される。

図-7 は、代表的な 10m(壁裏 7m)での振動レベルの増減量を整理した。解析値、実測値とも高い周波数(15Hz~25Hz 付近)の方が低い周波数(5Hz~10Hz 付近)に比べて低減効果が大きいという同様の結果が得られ、両者とも傾向的によく一致していることが見て取れる。

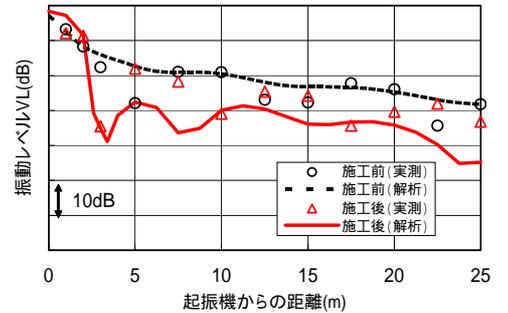
このように、起振機実験を模擬した PC 柱列壁の解析モデルを用いて、解析値を実測値と比較した結果、距離減衰の山谷の傾向や低減効果を比較的精度良く説明できることが確認できた。現在、PC 柱列壁の中口径の影響など詳細なメカニズム検討に取り組んでいるところであり、別の機会に報告したい。

謝辞 解析では(株)構造計画研究所のご協力を得た。記して謝意を表します。

参考文献 1) 神田他:起振機実験から得られた PC 柱列壁の防振効果について,土木学会第 59 回年次学術講演会概要集,3-313,pp.625-626,2004 2) 石井他:起振機実験から得られた地中壁施工前後の振動伝播特性,土木学会第 59 回年次学術講演会概要集,3-312,pp.623-624,2004

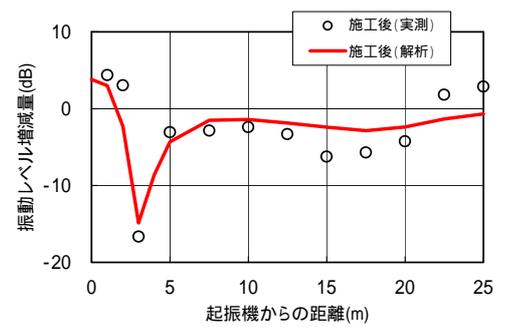


(a) 10Hz

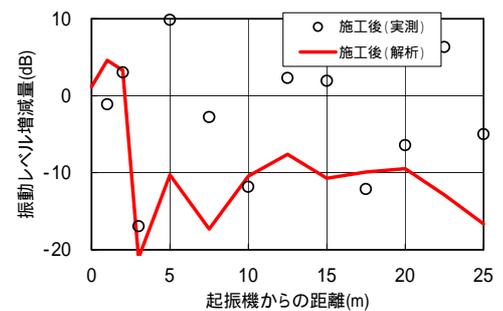


(b) 20Hz

図-5 振動レベル(距離減衰)



(a) 10Hz



(b) 20Hz

図-6 振動低減効果(距離減衰)

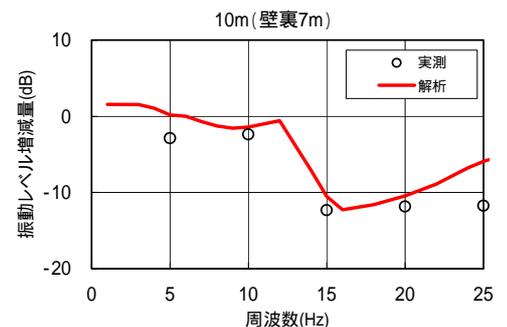


図-7 振動低減効果(周波数別)