振動ふるい用防音ハウスの設計方法に関する解析的検討

(株)奥村組　正会員　金澤　朗蘭
(株)奥村組　正会員　○外木場康将
(株)奥村組　正会員　木下　茂樹
(株)奥村組　稲留　康一

１．はじめに

シールド工法によるトンネル推進工事，連続壁工事，基礎杭打工事，ダム・港湾等で発生する排泥水から残土と泥水を分離するため，振動ふるい機が使用される．振動ふるい機は，モーター及び振動体によってふるい面（網）上の原料をふるい分けするが，振動ふるい本体の動きが空気を加振するため，超低周波数の騒音を発生し周囲に伝搬する．振動ふるいから発生する超低周波音は振動ふるいの偏芯した動特性のため，指向性を持つことが知られているが，振動ふるいの動特性と伝搬する超低周波音の関係は明確になっていない．

超低周波音の対策として振動ふるい用の防音ハウスがあるが，ベルトコンベアを使用して分離後の土砂を搬出することから，防音ハウスに開口部を設ける必要がある．そこで本研究では，超低周波音の指向性を利用して開口部を比較的音圧の小さな位置に設けた，合理的な防音ハウスの設計方法の確立を目的とした．振動ふるいで計測した音圧および振動加速度の値を用いて，音圧分布の時間的な変化を比較的容易に把握可能な時間領域差分法（FDTD 法）[1]により，超低周波音の伝搬状況を予測した．本報ではその概要について述べる．

２．振動ふるいの動特性

振動ふるいの概要を**図－１**，**写真－１**に示す．振動ふるいは，掘削で発生した土砂と泥水の混合物を泥水と大きさの異なる礫に分級する機械である．分級することで，土砂＋泥水の一部を再利用し，廃棄物を減らすことができる．振動ふるいの周囲において音圧と振動加速度を計測した．計測点の配置を**図－２**に示す．音圧の計測点は上面と，4 側面の計 5 面を対象とし，各面における計測点の間隔は 1～2.7m とした．また，図に示した計測点の他，リファレンス用に振動ふるいから約 1.5m，高さ 1.5m の地点においても同様に音圧を計測した．振動加速度は図に示す位置で 3 方向を計測した．サンプリング周波数は音圧，振動とも 44100Hz とした．

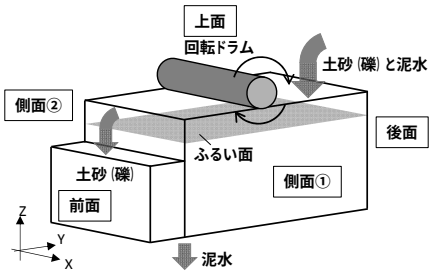

図-1　振動ふるいのイメージ図

写真-1　振動ふるい

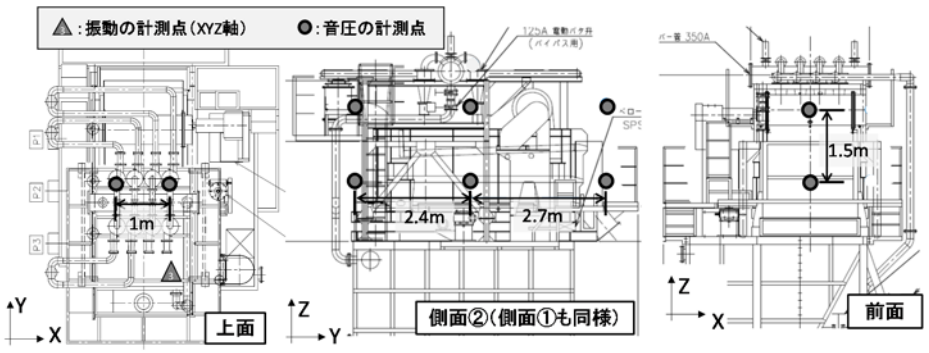

図-2　音圧および振動の計測点

音圧の計測結果を**図－３**に示す．約 80Hz 以下において各面の周波数特性はほぼ同等であった．また，回転ドラムの回転数に起因した 16Hz 付近において非常

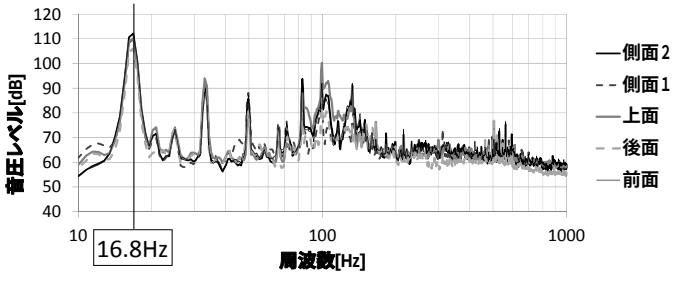

図-3　振動ふるい音の周波数特性

キーワード　振動ふるい，騒音対策，超低周波音，FDTD 法
連絡先　〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387　(株)奥村組 技術研究所 TEL:029-865-1521 FAX:029-865-1522

© Japan Society of Civil Engineers

に大きな音圧となっていた. これは周知のとおり振動ふるいの回転ドラムの回転数に起因している. 計測した各軸における振動加速度を**図－4**に示す. 偏芯した回転ドラムの動きに追従し, 振動ふるい全体についても偏芯した回転の動きをしていた. このため, 水平方向よりも上下方向の加速度が大きく, また側面よりも前後方向への加速度が大きくなった.

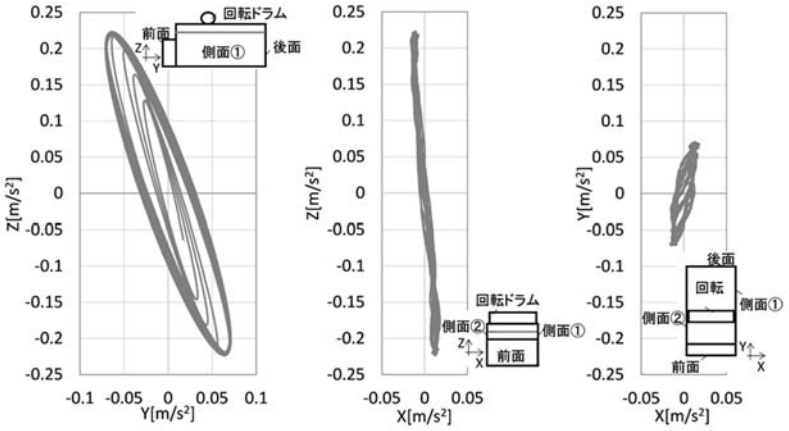

図-4　各軸の振動加速度

以上の結果から，振動ふるいから発生する騒音（超低周波音）は，振動ふるい本体が空気を加振して発生しており, その周期は約 16Hz であることを確認した.

３．振動ふるいから発生する超低周波音の予測

振動ふるいから発生する超低周波音の特性を予測するため，計測結果をもとに差分法（FDTD 法）を使用して振動ふるい周囲の音圧分布を解析した．FDTD 法とは，**図－５**に示すように，ヘルムホルツの波動方程式を差分化し，音圧と粒子速度を計算する方法である．FDTD 法の解析において，**図－６**に示すように振動ふるい境界位置に実測した音圧および粒子速度を使用し、解析領域における音圧分布を計算した．なお超低周波音の領域では 16Hz の音圧が最大であったため，解析においても 16Hz を対象とした．解析結果を**図－７**に示す．振動ふるいから発生する音圧の分布に指向性があることは知られているが, その状況が解析結果でも表現できている.

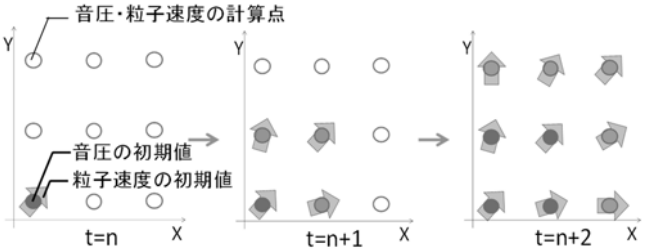

図-5　FDTD 法の概要

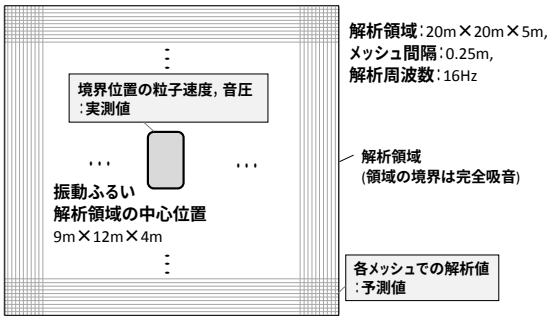

図-6　解析の解析条件

図－７に示すレファレンス点での音圧の計測結果と解析結果の比較を**図－８**に示す．なお、図は 16Hz 帯域の 1/3 オクターブバンドの幅を持つバンドパスフィルタをかけたもので，振動の動特性を計測と解析で同期させた時の値である．図より，両者は位相・振幅ともよく一致していることがわかる.

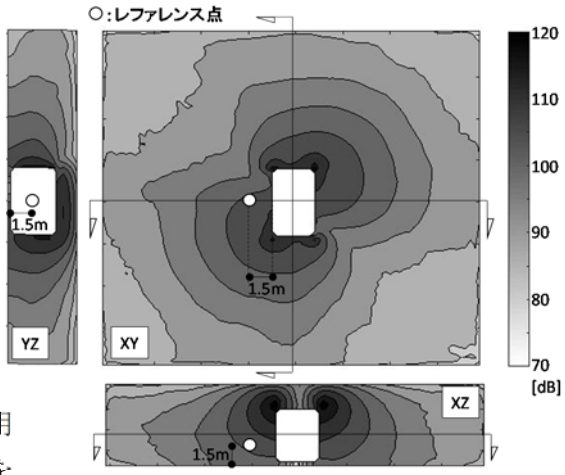

図-7　解析結果

４．おわりに

合理的な防音ハウスの設計方法の確立を目的として，振動ふるいの動特性を実測により把握し，振動ふるいの動特性を用いて時間領域差分法（FDTD 法）により超低周波音の伝搬状況を予測した．計測した値とシミュレーション結果による音圧を 16Hz 帯域で比較したところ，1 点のみであるが，両者の振幅および位相は概ね一致した. 今後は, 音圧分布による解析値の妥当性の検討や，解析に使用する実測データの合理的な項目の抽出を行う予定である.

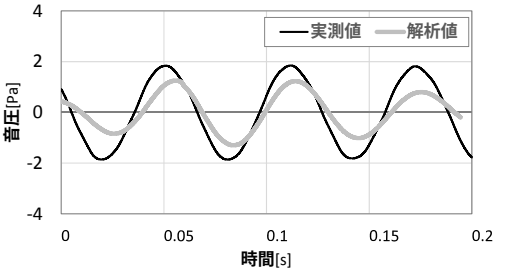

図-8　レファレンス点における実測値と解析値の比較

（16Hz 帯域）

参考文献

1)音環境の数値シミュレーション―波動音響解析の技法と応用―，日本建築学会，丸善出版株式会社，2011.9

© Japan Society of Civil Engineers