

技術講座

iPhoneを活用した振動、騒音測定ツール

渡辺 康太郎

三菱電機ビルテクノサービス株式会社

1. はじめに

エレベーターの走行中に振動や異常音が発生した場合、原因を特定するために、様々な計測器を活用してデータ測定、分析し、調査を行います。この調査作業は、計測器に関する知識や、データを分析するノウハウが必要であると共に、エレベーターが走行している状態でデータ測定を行うため一人作業では実施できないケースもあります。

そこで、これらの課題を解決すべく、振動、異常音調査における作業容易化と安全性向上を目的として、iPhoneを活用した振動・騒音測定ツールを開発しましたので、その概要について紹介します。

2. 機能概要

「iPhoneを活用した振動、騒音測定ツール」はiPhoneに内蔵されたセンサーを活用し、容易に振動・騒音データを採取できるiPhoneアプリで、主な機能として①振動、騒音の記録機能、②記録波形の再生機能、③測定データのアップロード機能があります(図1参照)。

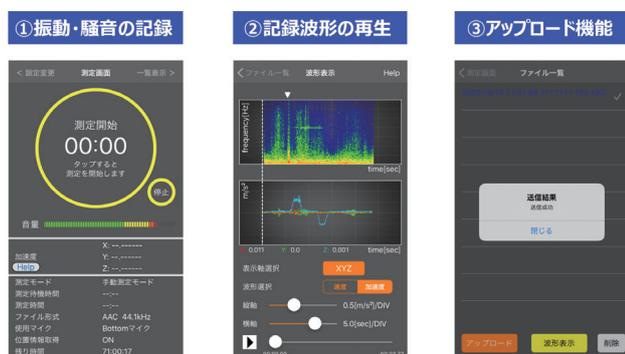


図1 アプリ機能

2.1 振動・騒音の記録機能

iPhoneには加速度センサーおよびマイクを内蔵していますが、それらセンサーの詳細スペックおよび内部処理は公開されておらず、センサーの生値データを取得する

ことができません。そこでiPhone内蔵の各センサーのデータ出力特性を評価しました。加速度センサーの出力特性は、図2のようにiPhoneとリファレンス加速度センサーを同時に加振器へ搭載し、所定の正弦波振動を与えた時の両者の出力値を比較する方法で評価しました。

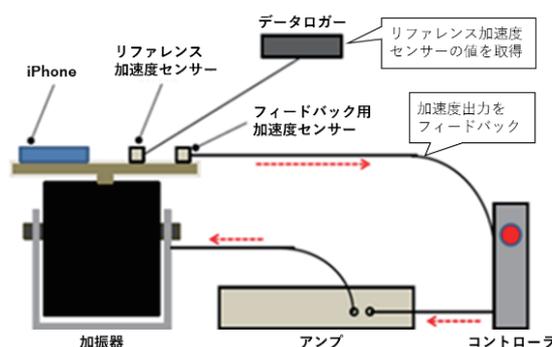


図2 加振試験構成

加振振幅を変化させた試験では、各軸(X, Y, Z)において、リファレンス加速度センサーの出力値に対しiPhoneのデータ出力がリニアな特性を示しており、振幅について計測結果に影響を与える内部フィルター処理が実施されていないことがわかりました(図3参照)。

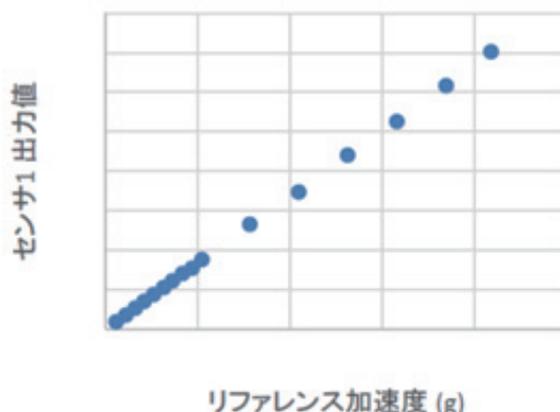


図3 ダイナミックレンジ特性結果 (Y軸例)

技術講座

また、周波数特性を確認する試験では、エレベーターの走行中に発生する主な周波数帯域においては、おおよそフラットな周波数特性が得られていることから、iPhone内蔵の加速度センサーは、エレベーターの振動測定を行う用途として、問題ない性能であることが確認できました（図4参照）。

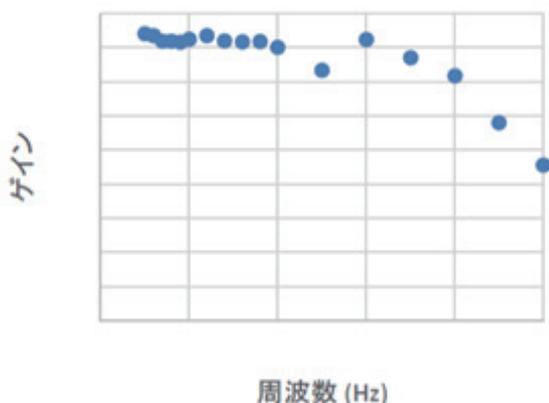
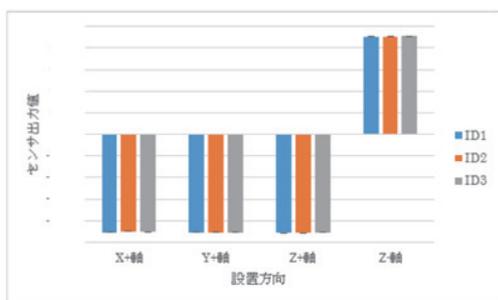


図4 周波数特性結果（Z軸例）

これらの評価結果から、iPhoneの内部処理が計測結果に影響を与えず、振動計測ツールとして使用可能であると確認できました。

また、iPhone個体毎のセンサー特性に差がないか確認するため、3台のiPhoneを2通りのサンプリング周波数（10Hzと100Hz）で加振試験を実施しました。その結果、各個体間のセンサー出力に差が生じず問題ないことが確認できました（図5参照）。

■ サンプリング周波数10Hz時の結果



■ サンプリング周波数100Hz時の結果

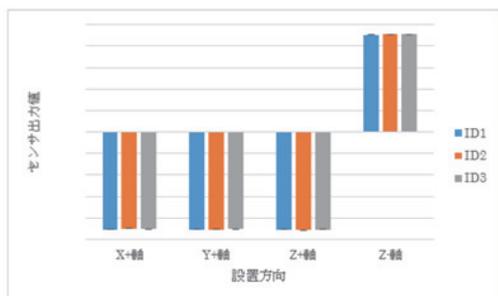


図5 iPhone個体毎の試験結果

次に、iPhone内蔵マイクの性能を評価する為、リファレンスとして周波数特性計測用マイクとの周波数特性比較試験を実施しました。その結果、周波数特性に大きな差が認められないことから、データ採取に影響を与える内部処理が実施されていないことが確認できました（図6参照）。

<評価環境>

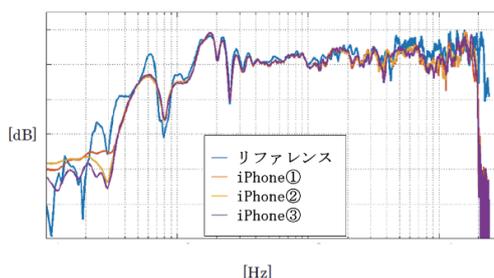
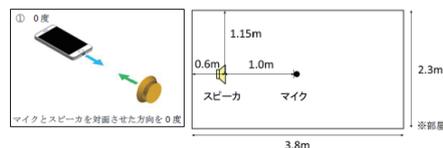


図6 リファレンスとiPhoneマイクとの比較結果

これらの結果から、iPhone内蔵の加速度センサーおよびマイクはエレベーターの振動、騒音データを記録する簡易計測ツールとして使用可能であることが確認できました。

2.2 記録波形の再生機能

iPhoneの画面は小さく、各データを並べて表示すると、見にくくなります。そこで、iPhoneの画面に合わせた画面構成を検討しました。

音声データを上部、振動データを下部に3軸同時表示で配置しました。振動データは、選択により各軸単独での表示も可能としました（図7参照）。

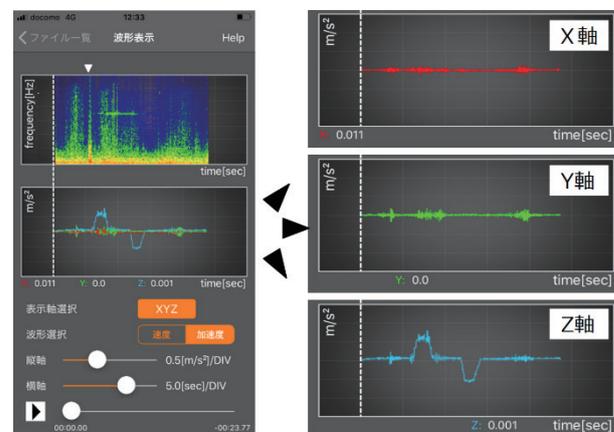


図7 iPhoneアプリ波形表示画面

Z軸については加速度データを積分し、速度波形表示する機能を搭載しています。加速度センサーの出力値は温度変化

技術講座

や経時変化、iPhoneケースによる微小な傾きにより、加速度センサーに動きを与えなくてもセンサーの出力値が徐々に変化するドリフト現象が発生します。このためドリフト補正せずに速度波形グラフを描画すると、図8のドリフト補正前グラフのように正確な描画ができません。そこで、本ツールではデータ記録中におけるドリフトは線形に変化することを前提とし、比較の変動の少ない記録開始後のサンプルと、記録終了前のサンプルについて加速度センサー出力値から移動平均値を算出し、その記録開始点平均値と終了点平均値2点間の一次関数の傾きを求めました。求めた傾きから加速度センサー出力値の各サンプル点についてドリフト補正値を算出し、ドリフト補正前の加速度センサー出力値との差分を計算することでドリフト補正を行います。

また、iPhoneからアップロードしたデータをPC等で表示するためのPC向け波形表示画面を別途開発しました（図10参照）。

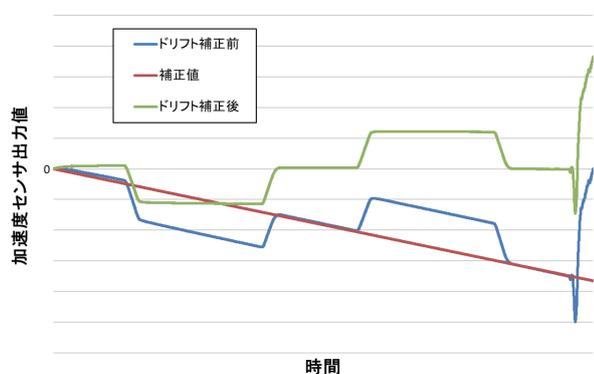


図8：ドリフト補正処理

2.3 測定データのアップロード機能

現地作業員だけでなく、事務所の技術者が測定データを確認して支援できるよう、データのアップロード機能を搭載しました。具体的には、計測したデータをファイル一覧として表示する画面（図9参照）から対象波形を選択することで、アップロード可能としています。アップロード先は、アプリインストール時に自動設定としており、ユーザーによる設定を不要とし、アップロードミスを防止しています。

3. おわりに

本稿では、振動・騒音調査における作業効率の向上と不安全作業誘発リスクの軽減を目的として開発した「iPhoneを活用した振動、騒音測定ツール」について紹介しました。現在、全国の現場で本ツールを活用し、振動、騒音の発生源特定に役立てています。

振動、騒音はエレベーターの所有者、管理者にはもちろんのこと、利用者には乗り心地の良し悪しとして感じやすいものであり、振動、騒音対応はお客様ニーズに応えるものとなります。私たちは、振動、騒音測定ツールを用いて、そのニーズにお応えすることで、顧客満足度を向上していきたいと考えております。

以上

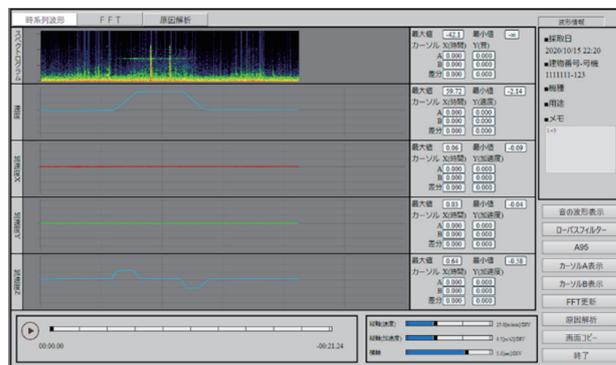


図10 波形表示画面



図9 ファイル一覧画面

iPhoneは、Apple Inc.の商標です。