

簡易に多点計測可能な振動モニタリングシステム

鹿島建設(株) 正会員 ○北田健介 田淵哲也 末吉隆信 永谷英基 中本詩瑠
CACH(株) 鈴木良昌 石川幸佑 小林康成

1. 背景および目的

建設現場では、周辺住民の生活環境保全の観点から、工事振動に対する十分な配慮が求められる。

従来、振動の影響が懸念される工事現場では、ピックアップ振動計を敷地境界線などに設置してモニタリングしながらの工事が進められてきた。しかし、その設置箇所は、通常、現場内に数か所程度であり、複数の建設機械が様々な場所で同時に作業している建設現場において、振動の発生源を特定することは難しかった。

今回開発した振動モニタリングシステムは、簡易に多点での振動を計測できることが大きな特長である(図-1)。振動の発生状況が明確化して、作業内容と照合し事前に有効な対策を講じることで、工事に伴う周辺環境が改善され、苦情等による工事遅延リスク等が回避されることを期待できる。本報ではシステムの概要と活用方法について述べる。

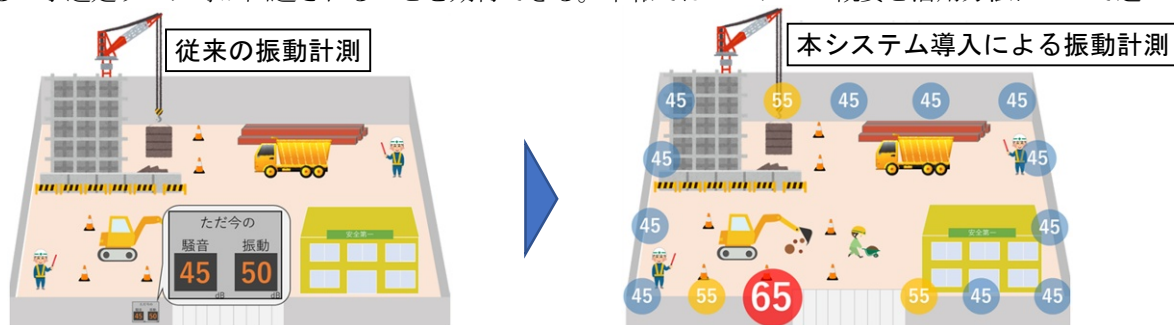


図-1 本システム導入の特長

2. システムの概要

2.1 システムのコンセプト(測定範囲と精度)

本システムは、多点で多量のデータを取得することで、建設現場での振動に対する管理レベルを向上させることをコンセプトとしている。センサの実用測定範囲は40dB~120dBだが、45dB~75dBと管理に必要な範囲に限定し、送信するデータは現場管理データとして十分であると考えられる5dB単位としている。高精度な計測ではなくても、連続的な評価を多量に蓄積することで、苦情の未然防止に繋がる管理が可能となる。

なお、内蔵するセンサの出力値については、各周波数とも理論値(与えた振動加速度レベル:102.8dB)と同等の最大値が出力されることを確認済みである(図-2)。

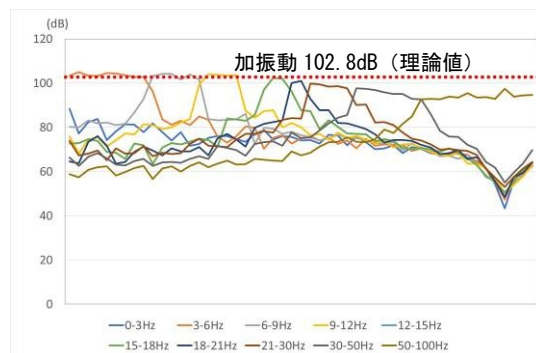


図-2 加振動に対する周波数帯ごとの出力

2.2 システムの特長

本システムはCACH(株)の開発デバイスAC-COMMを利用しており、下記のような特性を有する。

- ・手のひらサイズのデバイス(図-3)であり、多数の導入が容易で、振動発生状況を面的に把握できる。
- ・プロセッサを内蔵しており、デバイス内でFFT解析を実施し、時系列で周波数分析結果を蓄積できる。
- ・データをクラウド上で管理しており、いつでもどこでも現在・過去のデータをWebアプリで閲覧できる(図-4)。
- ・LPWA(低消費電力広域無線ネット)を利用しており、通信にかかるコストが非常に安い。
- ・電池で数ヶ月駆動するので配線作業が不要であり、工事進捗に合わせての盛替えが容易となる。

解析結果である振動レベルの数値は現場図面等に重ねて表示され、今現在の現場全体の振動レベルが一目で把握できる(図-1 右図のイメージ)。詳細画面では、振動レベルと周波数帯ごとの振動加速度レベルを時系列で閲覧することができ、これをCSV出力することも可能である。表-1にシステムの仕様を示す。

キーワード: 振動、モニタリング、IoT、見える化、環境負荷、LPWA

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株) 環境本部 TEL 03-5544-0793

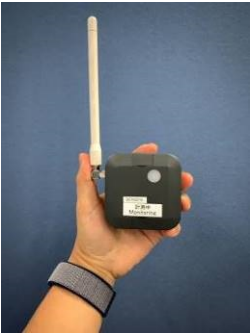


図-3 デバイス外観

日時	1	2	3	4	5
02/16 10:37:26	45 (4-6.3Hz)	45 (8Hz)	45 (10Hz)	45 (12.5Hz)	45 (16Hz)
02/16 10:32:25	45 (4-6.3Hz)	45 (8Hz)	45 (10Hz)	45 (12.5Hz)	45 (16Hz)
02/16 10:27:25	55 (4-6.3Hz)	55 (8Hz)	55 (10Hz)	55 (12.5Hz)	50 (16Hz)
02/16 10:22:26	45 (4-6.3Hz)	45 (8Hz)	45 (10Hz)	45 (12.5Hz)	45 (16Hz)
02/16 10:17:26	45 (4-6.3Hz)	45 (8Hz)	45 (10Hz)	45 (12.5Hz)	45 (16Hz)
02/16 10:12:26	45 (4-6.3Hz)	45 (8Hz)	45 (10Hz)	45 (12.5Hz)	45 (16Hz)
02/16 10:07:26	65 (4-6.3Hz)	65 (8Hz)	65 (10Hz)	65 (12.5Hz)	60 (16Hz)
02/16 10:02:26	60 (4-6.3Hz)	60 (8Hz)	55 (10Hz)	55 (12.5Hz)	55 (16Hz)
02/16 09:57:26	45 (4-6.3Hz)	45 (8Hz)	45 (10Hz)	45 (12.5Hz)	45 (16Hz)

図-4 Web アプリ詳細画面の例

表-1 システムの仕様

項目	仕様
測定周波数	4～125Hz
データ取得速度	416Hz
使用環境	温度-10～50℃ 湿度 90%以下
防水防塵性能	IP67 相当
測定対象	振動レベル(dB) 振動加速度レベル(dB)
測定範囲	8段階で表示
	～45dB ～50dB
	～55dB ～60dB
	～65dB ～70dB
	～75dB 75dB 以上

2.3 デバイスの設置方法

5dB 単位でピックアップ振動計と同程度の反応が得られることを、稼働中の現場で実証した。ピックアップ振動計は、十分踏み固め等の行われている固い場所、傾斜及び凹凸がない水平面を確保できる場所への設置が求められる。一方、本デバイスは、独立した打込単管に固定するか、地面に接地した鉄板に内蔵磁石で固着することが望ましい（図-5）。



図-5 設置方法の一例

3. システムの活用方法

3.1 管理閾値の再設定によるきめ細かい対応

本システムでは、周波数帯ごとの振動加速度レベルが時系列で蓄積される。何らかの苦情が発生した際（図-6 ②④）には、その原因と考えられる周波数帯の振動加速度レベルの管理閾値を下げて再設定（図-6 ③⑤）し、苦情が発生し得る状況を記憶する。同様の振動が発生すると早めのアラートが鳴るため、管理レベルを上げてより慎重な施工を行うこととなり、次の苦情発生を未然に防止できる。振動の捉え方、感じ方は人それぞれであるが、周辺住民の感性に合わせたきめ細かな管理が可能となる。

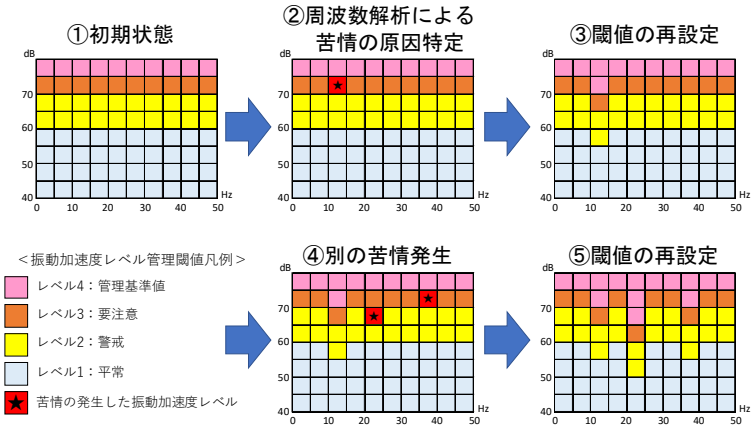


図-6 管理閾値の再設定の例

3.2 振動源の特定と効果的な対策

苦情があった場合に、その近傍の測定点でのデータ履歴と、日々の作業間連絡における重機配置と作業内容とを紐づけることにより、どの作業内容が苦情に繋がったかを特定するツールとして非常に有効である。さらに、周波数帯ごとの振動加速度レベルのデータを分析することで、振動源特定の精度をさらに高めることができる。どの作業内容が苦情に繋がったが特定されることで、ピンポイントで効果的な対策を講じることができ、その効果を数値で確認することも可能である。これらの情報を蓄積・学習することにより、将来的には計画段階において、作業に伴う振動発生と、その対策効果について予測ができるようになることが期待される。

3.3 オペレーターや運転手の作業の見直し

本システムで蓄積したデータをオペレーターや運転手と共有することで、自らの作業状況を省みて、改善に結び付けることが可能となる。時系列の数値で明確に見える化されることから、自覚をもって作業への反映がしやすい。今回、本システムを試行した現場では、バックホウによる作業振動の低減が確認された。

4. 今後の展開

工事現場における振動対策を効果的に進めることを可能にする、IoT 技術を活用した振動モニタリングシステムを新たに開発した。すでに実現場での使用を開始しているが、今後、さらなる展開として、NETIS 登録とリース展開を予定している。