

常時振動監視システムの概要と活用例

振動に配慮した施設に対する工事発生振動の制御手法

矢田 雅一^{*1}・佐久間 政志^{*1}

Keywords : control of construction vibration, micro-vibration monitoring system, frequency calculation, alarm system

工事振動制御、常時振動監視システム、周波数分析、警報発報

1. はじめに

電子デバイス工場など振動制御がなされた施設に隣接して、新棟建設、既存棟解体、あるいは当該施設内での改修・実装などが行われる際、工事により発生する振動を制御し、既存施設の振動環境を確保する必要がある。そこで、工事期間中の振動環境を常時監視し、生産環境を確保するために設定した閾値を超える振動が発生した場合、振動環境の定量的な担保、作業員の意識改革、作業法の改善の観点から、工事関係者に警報を流し、工事を一時中断させるシステムが有効である。以下では、工事振動制御手法の一環として、常時振動監視システムの概要と特長、活用例を示す。

2. システムの概要

2.1 常時監視システムの構成

本システムの基本ユニット (M V M S と称す) は, サーボ型振動加速度センサー, 振動增幅部, コンピューター部および警報ユニットからなる。コンピューター部でのデータ処理詳細については 2.2 にて後述するが, あらかじめ設定した閾値を超える振動を検出した場合には, 警報を発報するシステム構成となっている。

本システムの構成は、現地状況や工事体制などで異なる。開発初期の基本構成を図-1に示す。基本ユニットは常時監視する工場内に、現場事務所にはモニタ用PCを設置するが、基本ユニットPCとは距離によるが光ケーブルの敷設が必要となる。警報ユニットは、現場事務所のみに設置される場合が多い。そのため、基本構成では警報発報情報は、現場事務所員→工事監督者→工事作業員という伝達経路になるため、情

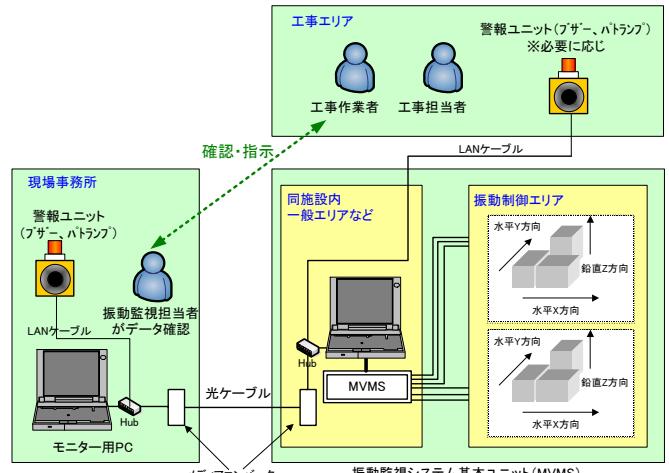


図-1 常時振動監視システム構成（基本形）
Fig.1 Micro-Vibration Monitoring System unit (basic system)

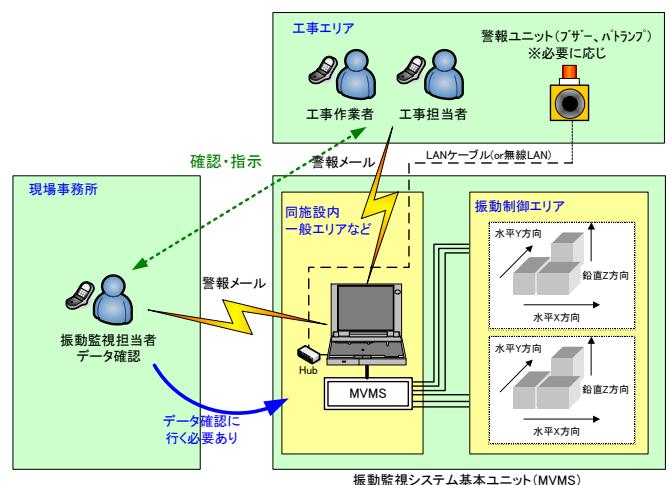


図-2 常時振動監視システム改良構成①（メール転送）
 Fig.2 MVMS unit (mail forwarding)

報の伝達にどうしてもタイムラグを生じてしまうという欠点があった。また光ケーブルの敷設はメディアコンバーター等も含めると高額であり、工事費に占める割合は少なくない。そこで、速やかな情報伝達、光ケーブルレスを可能とする図-2に示すような警報メー

* 1 技術センター建築技術研究所防災研究室

ル送信機能付与の機能を持つ改良構成①を開発した。これによって、工事作業員あるいは工事監督者がほぼリアルタイムに警報発報を把握し、速やかに工事を一時中断することが可能となった。この構成では、振動監視担当者が既存工場のMVMSまで行き、画面上で警報データを確認できる。一方で警報発報は、有感・無感地震、外部振動(交通機関や周辺施設など)、内部振動(操業による施設振動)、工事振動などさまざまな要因で発生するため、警報発報時には、時刻歴波形データや周波数データ(2.2にて後述の図-5データ)をメタファイル化し、データ付警報メールの発信機能を追加した改良構成②を開発し、今後の運用が可能となっている。本構成により、リアルタイムでの警報発報確認、警報発報データの速やかな確認による原因判定、光ケーブル敷設不要といったさまざまな効果が期待できる。また、これまで現場の工事担当者しかリアルタイムに警報発報データ確認ができなかつたが、技術センター担当者によるデータ確認も可能となる。警報発報頻度の確認やより精度高い要因の分類などにも利用できる。

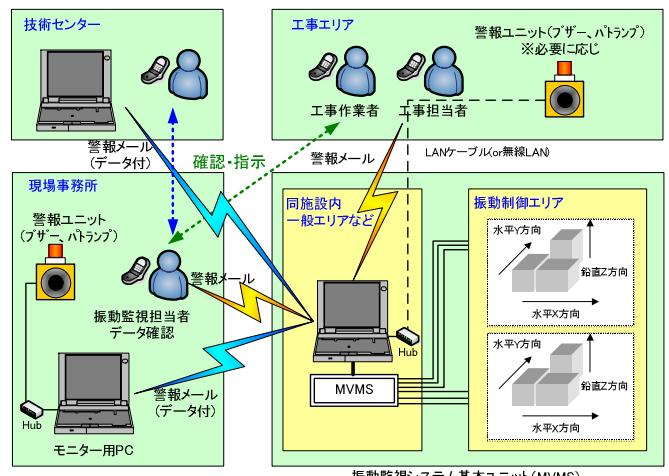


図-3 常時振動監視システム改良構成②(データ転送)
Fig.3 MVMS unit (mail and data forwarding)

2.2 常時監視システムの振動分析・データ収録機能

コンピューター部では、常時、振動の周波数分析(1/3オクターブバンド)を行い、周波数データおよび時刻歴波形データを自動的に収録することができる。データの収録は、

- ①指定した時間間隔ごと
 - ②設定した閾値を超えた時
 - ③観測者の手動による任意の時間
- の3通りに対して行える。②の閾値は、周波数領域(1/3オクターブバンド)で方向ごとに設定が可能である。

AlarmLog Data : 3F1012

Date 1/5/2005 Time 12:23:11 ----- Date 7/5/2005 Time 13:34:9

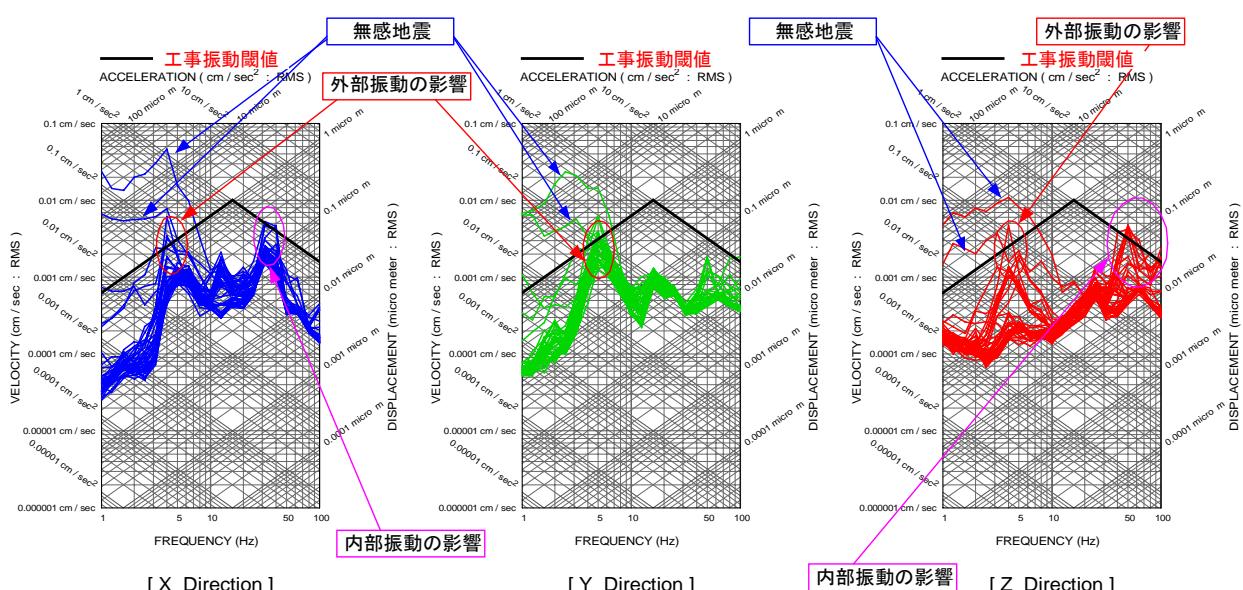


図-4 一括データ表示例
Fig.4 Example of output form – all data

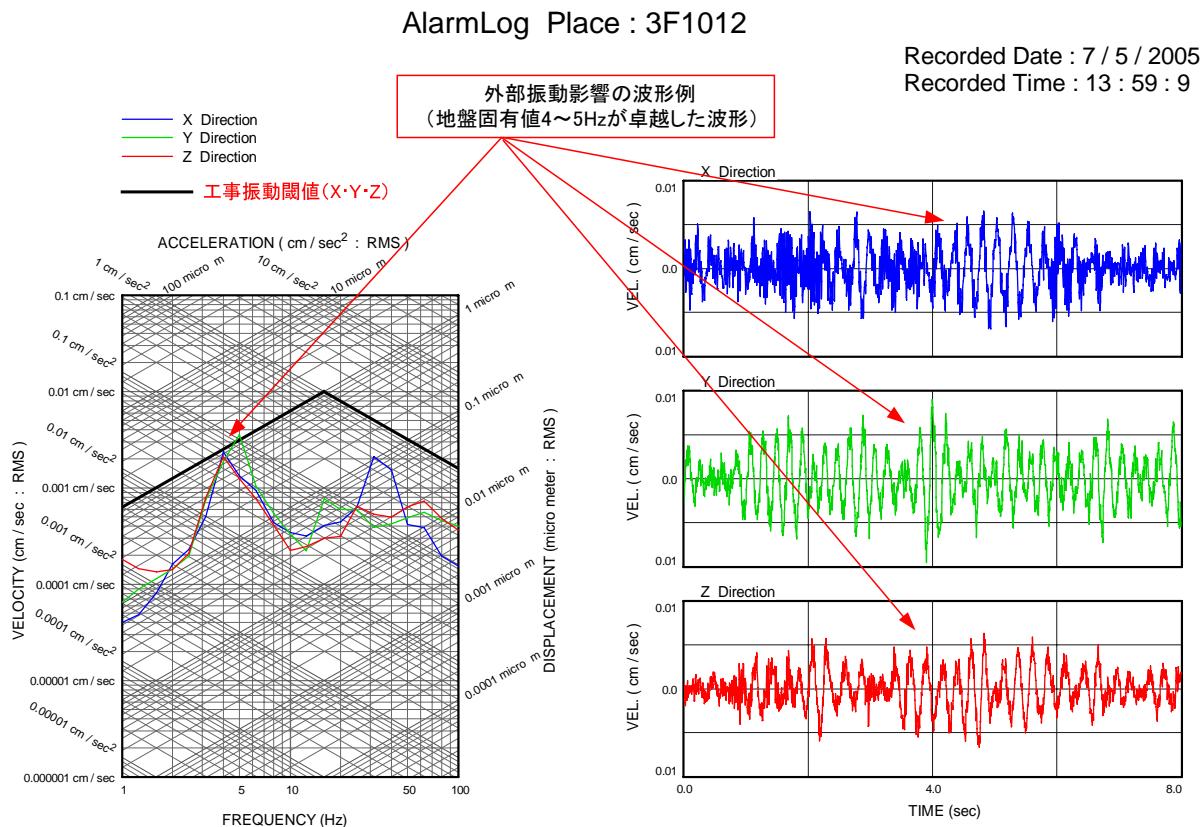


図-5 個別データ表示例
Fig.5 Example of output form –individual data

る。また、収録したデータは、一括データ表示（図-4）、個別データ表示（図-5）により画面上で確認、あるいはプリンターへの出力ができる。さらにデータの詳細活用が必要な場合は、CSVファイルへの書き出しも可能である。

3. 活用例

これまで本システムを利用し、電子デバイス工場や変電施設内外での新築・解体・実装工事などを年間数例実施している。図-6～図-8に実施例の模式図を示す。図-6は操業中の施設に隣接して新施設の新築工事が行われた事例で、現場事務所にモニター用PCを設置し警報発生を管理した（基本形を使用）。図-7は操業中施設内の未装エリアに実装工事が行われた事例、図-8は地下に周辺地域への送電中の変電施設を有し、上部建物の解体撤去工事が行われた事例である。図-7および図-8の例では、現場事務所にモニター用PCは設置せず、警報発生は工事監督者（図-8の例では工事作業者も含む）の携帯電話にメール送信する改良構成①の方式をとった。

また、振動監視をする上で、工事振動に対する閾値

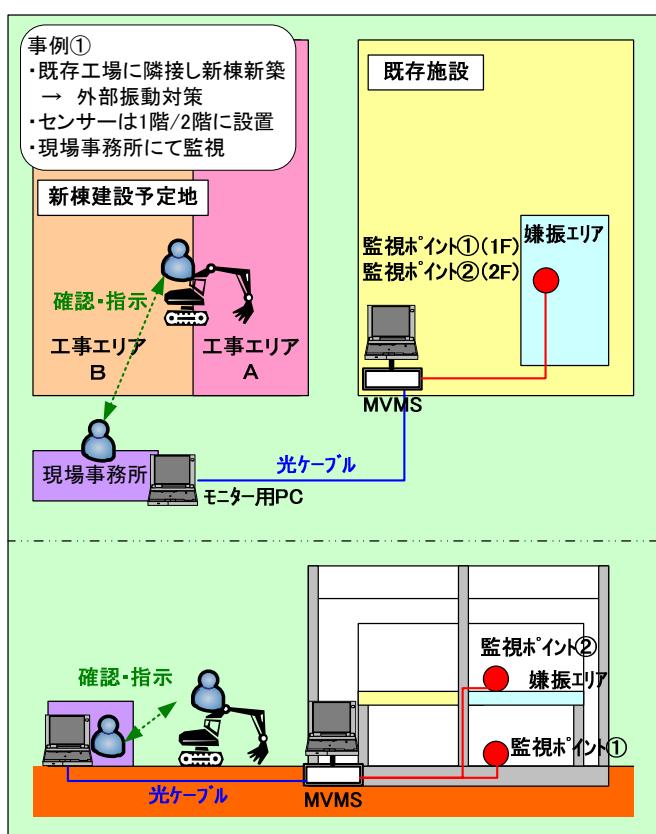


図-6 工事振動監視実施例（既存棟に隣接して新棟新築）
Fig.6 Build new facility next to producing facility

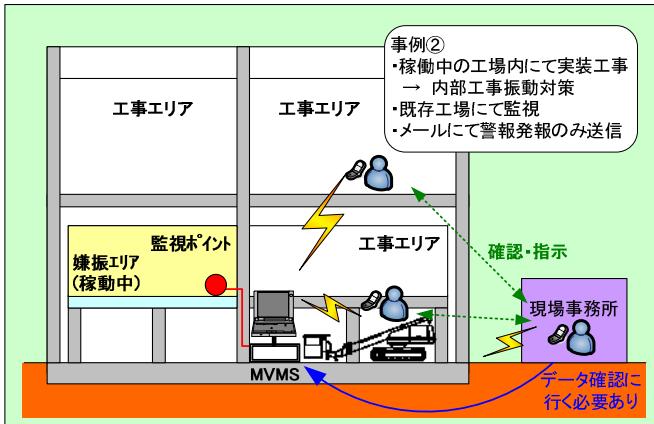


図-7 工事振動監視実施例（工場内実装工事）

Fig.7 Build new area in producing facility

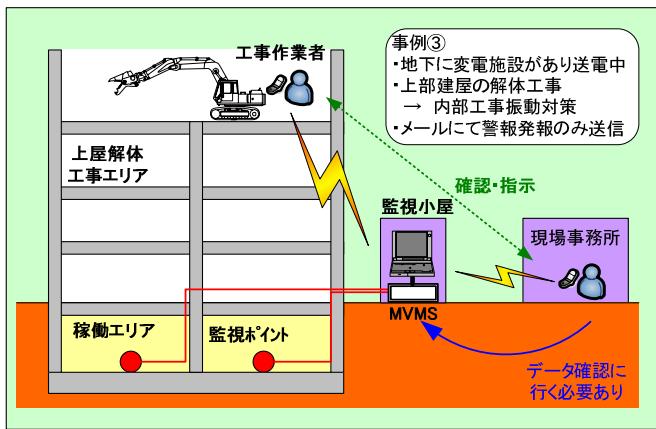


図-8 工事振動監視実施例（上部建屋の解体撤去工事）

Fig.8 Demolition of facility

設定の考え方方が重要であるが、①嫌振機器の振動許容値（メーカー提示条件）、②現状の嫌振機器設置振動環境（振動環境調査より）、③工事振動影響度（予測あるいは調査結果より）、④建設工事期間という特殊状態を考慮して、方向ごとに周波数範囲と数値を設定することが望ましい。

本システムはあくまでも振動監視および異常振動発報が目的であり、導入で工事振動障害を撲滅できるわけではない。そこで、工事振動制御対策として実際の工事では本システムに加え、以下を実施している。

表-1 工事制限条件表の例（図-6 事例）

Table 1 Restrictive condition of construction

工事・作業項目	使用重機・内容	工事・作業条件	
		工事エリアA	工事エリアB
工事用トラックの走行・移動	舗装道路部分 非舗装部分	20 km/h以下 10 km/h以下	
建設重機の走行・移動	バックホー(0.7m3級以下) クローラークレーン	低速走行(高速走行禁止) 最低速走行	
杭打ち工事	アースオーナー	削孔径Φ1000(拡張時Φ1350)以下	
山留工事	杭打ち機(0.7m3級以下) 矢板鋼の建て込み	パイプロの使用:禁止 パイプロの使用:可 重力、圧入による	
地盤掘削・道路撤去	バックホー(0.7m3級以下) シャフトブレーカー(0.7m3級以下)	バケット打撃による掘削・舗装撤去作業:禁止 使用禁止 使用可	
解体・撤去工事	ハンドブレーカー クラッシャー(0.7m3級以下)	使用可 使用可	
重量物の積載・荷置き	ガラ・廃土・残材の積込み	衝撃を与える積込み禁止	
建築資材の荷置き		衝撃を与える荷置き禁止	
敷き鉄板の敷設・移動	小型バックホー	ワイヤーで吊上げて行う	

①工事振動影響予測または工事振動影響調査による振動影響の想定

②予測や振動調査結果を踏まえた工事制限マニュアルの作成（表-1に図-6のケースで設定した工事制限条件表の例を示す）

③作業員への周知徹底・意識改革

④工事振動パトロール

これらを有機的に組み合せることにより、工事振動障害を起こすことなく工事の完了を迎えることができる。

4. おわりに

本システムは工事振動に対しての受動的な対策であるが、低振動な開発構法などと併せて、総合的な工事振動制御対策の一翼を担うものである。

今後も工事振動監視の需要はあると考えられることから、事前の工事影響振動予測技術の向上、監視システムの利便性の向上などを図っていきたい。

謝辞

本システムは、株式会社オービットにて開発した基本システムに、当社運用による改善案を取り込み、機能アップを図ったものである。関係各位に謝意を表します。