

# 精密工場を対象とした 工事振動監視システム「かんしん」 Vibration Monitoring System 'Kanshin' for High-Precision Factories Subjected to Construction Vibration

中村 充  
吉田 治

Mitsuru Nakamura  
Osamu Yoshida

## 1. はじめに

近年、いわゆるIT産業の発展に伴い、半導体や液晶パネルといったIT機器の基幹部品を製造する工場の建設工事を受注する例が増加している。これらの工場の建設工事においては、既存工場に近接して新棟を建設したり、あるいは既存棟を増築するというケースが頻繁に発生する。一方、工事現場に隣接して稼働しているこれらの精密工場では、極めて微小な製品加工を行っていることから、製造工場内における振動環境には厳しい条件が課せられている。このため、建設工事に伴う振動が既存工場の製造に影響を与えることがないように、配慮しながら施工を行なうことが要求される。

これらの顧客の要求に対応するため、工事振動監視システム「かんしん」を開発し現場へ適用している。このシステムは、稼働中の工場内において工事振動を連続的に監視し、工事振動が許容条件を越えそうな場合には工事現場に警報をフィードバックすることで、工事による製造現場への影響を未然に防ぎ、工事品質の保証を可能にするものである。

## 2. 精密工場における工事振動監視の必要性と特殊性

半導体や液晶パネルに代表される、いわゆる精密工場で行なわれている加工精度は、近年では $1\mu\text{m}$ をさらに数桁下回っている。これに伴い製造現場の振動環境は、通常のオフィスなどと比較して桁違いの厳しさを要求されるようになってきている。

一般の建設工事に伴う工事振動については、振動規制法により建設現場の隣地境界地盤上における管理値が定められている。しかしながら、地盤上における振動を監視しても製造工場内の振動の大きさを保証することはできない。製造に影響を与えないことを証明するためには、工場内における製造装置近傍において振動を監視する必要がある。これが、通常の振動公害

に対する振動監視と大きく異なる点である。

また、振動規制法では振動レベルの時刻歴最大値を管理値としているのに対し、精密工場における製造装置の振動許容値は振動数ごとに細かく規定されており、工事振動の影響を評価するためには、測定した振動波形をリアルタイムで分析する技術が要求される。さらに、これらの精密工場は通常、クリーンルームと呼ばれる、塵や特殊な揮発成分を持ち込むことが厳しく制限される空間であるため、測定器の設置に際してさまざまな制約がある。

このように、精密工場における工事振動監視は、一般現場の工事振動監視とは全く異なる特殊な条件を課せられている。

## 3. 工事振動監視システム「かんしん」の概要

### 3.1 システムの基本構成

このような厳しい諸条件に対応し、製造に与える工事振動の影響を未然に防ぐために、精密工場を対象とした工事振動監視システム「かんしん」を開発した。

システムの概念図をFig. 1に示す。システムは大きく3つの部分から構成される。まず、稼働中の工場内における振動監視の対象となる製造装置の近傍に加速度センサを設置する。クリーンルーム内にセンサを設置する際には、クリーンルームにおける振動測定業務の実績を通じて蓄積したノウハウが活用されている。

加速度センサで捉えた信号は、センサケーブルを通じて監視装置本体に伝えられる。監視装置本体は、アンプ、PC、パトライトコントローラ、無停電電源などから構成される。これらは、監視期間中のメンテナンスの利便性を考慮して、通常、クリーンルーム内外の空きスペースや場合によっては屋外の仮設小屋等に設置される。Photo 1に屋外に設置した例tとして小屋の外観と内観を示す。

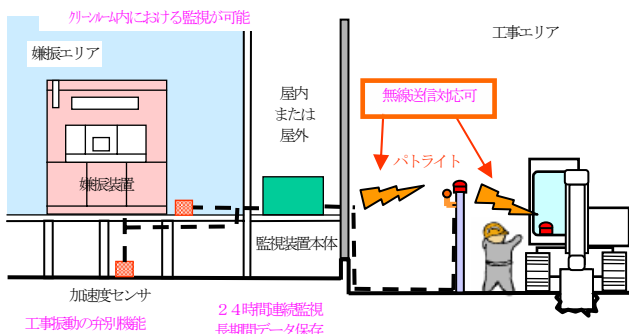


Fig. 1 振動監視システムの概要図  
Outline of the Vibration Monitoring System



Photo 1 振動監視システム設置例（設置小屋外観・内観）  
Setting Example in a Small Cabin

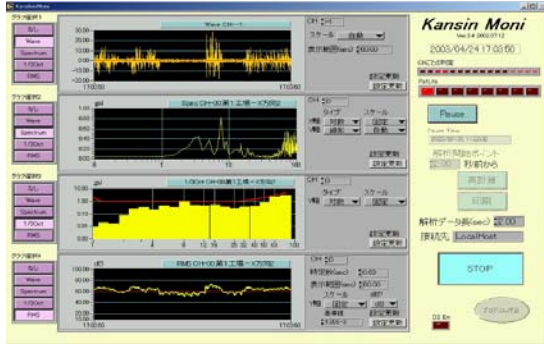


Photo 2 振動監視システムPC画面例  
Example of the Monitoring PC Display



Photo 4 重機に設置したパトライト  
Warning Light on a Construction Machine

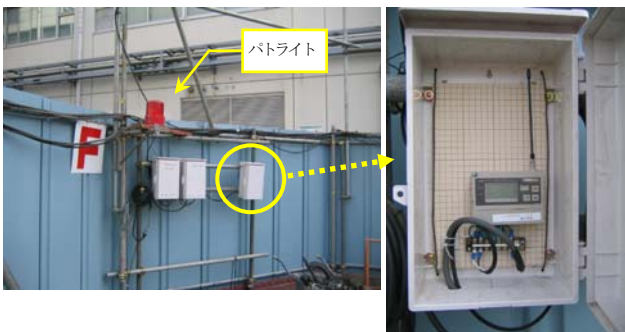


Photo 3 仮囲に設置したパトライトおよび無線ボックス  
Warning Light and Wireless System at a Construction Site

センサから伝えられた加速度波形は、PCに取り込まれ、リアルタイムで周波数分析を行ないながら、あらかじめ設定された振動監視目標値と逐次比較される。センサから来る信号が振動監視設定値を越えると、パトライトに信号が伝えられ警報が発令される。監視設定値は、製造装置の要求振動条件値よりやや厳しく設定しておき、工事振動が製造装置の許容値に至る前に警報が発令できるようにしておく。Photo 2 に監視PCの画面例を示す。

監視システムの3番目の構成要素は、工事現場に設置される警報装置である。この警報装置としては通常パトライトが用いられる。現場の状況や必要性に応じて、警報音付のパトライトが用いられることもある。工事現場が広い場合は複数台のパトライトを設置したり、場合によっては工事事務所の室内にも設置することができる。

監視装置本体とパトライトのあいだは、通常、ケーブルにより有線で接続されるが、現場の状況によっては無線を使用する場合もある。無線化することにより、パトライトを建設重機に設置することも可能となる。Photo 3 に、現場の仮囲に設置したパトライトと無線装置のボックス、Photo 4 に重機に設置したパトライトの例を示す。

### 3.2 システムの特徴

振動監視システムの特徴のひとつが、長期間の連続監視が可能で、かつ全監視期間のデータを保存可能なことである。警報が発令された場合に、発令時点のデータを事後に詳細に分析することで、警報が工事振動によるものであったのか、またその程度が軽微なものであったのか等の追加分析が可能となってい

る。これらの分析は、警報発令時に顧客の信頼を維持するために重要な作業となる。

もうひとつの特徴として、製造工場内に設置したセンサ近傍で発生する作業振動と、建設工事振動とを区別する工夫を行っている。これは、複数のセンサを設置し、これらのセンサの情報から独自の方法（特許出願済み）により警報発令の判定を行なうものである。

### 3.3 監視レベルの設定

振動監視の設定値は、監視対象となる製造装置の許容値に基づくのが基本である。通常、監視の設定値は許容値より厳しく設定しておき、工事振動が許容値に至る前に警報が発令されるようにしておく。

客先から具体的な数値が示されない場合は、客先との協議により、工事作業のない状態で工場内の振動を一定期間測定し、その結果に基づいてこちらから提案することもある。この振動測定は「かんしん」を使って実施することができる。

### 3.4 実績

この工事振動監視システム「かんしん」は、過去3年あまりのあいだに20件以上の建設現場において設置され、最も長期のケースでは15ヶ月間にわたって振動監視を行った実績がある。

いずれの現場においても、工事振動による障害が問題になったことは一度もなく、客先から当社の工事に対する評価を獲得している。

このような工事振動が問題となる施工では、通常、振動の少ない工法が選ばれるが、実際に発生する振動は重機オペレータの操作如何によるところが大きい。振動監視システムを設置することにより、体感ではわからない振動を具体的に把握することが可能となることで、作業員の意識改革につながり、結果的に振動障害を防ぐことに役立っている。

## 4. まとめ

精密機械工場を対象として、稼働中の工場内において工事振動を連続監視し、工事による製造工場への影響を未然に防ぐ振動監視システム「かんしん」を紹介した。