

振動を面で計測して抑制する

振動を計測するセンサといえば、加速度ピックアップなどを思い浮かべる方が多いと思います。ところが、これらのセンサには弱点があり、正確に振動を計測することができない場合があります。

分布定数系センサとは

加速度ピックアップのように、点の情報が得られるもの、すなわち集中定数系のセンサに対し、PVDF (Polyvinylidene Fluoride) フィルムのような材料を用いたセンサを分布定数系センサと呼びます。構造物が振動する際には図1に示すような振動モードが励起されています。この振動モードを見ると、構造物の中に振動しない部分（節）が存在することが分かります。これをノードラインと呼びます。このノードライン上に加速度ピックアップを設置しても、その場所では振動を検出することができません。これに対し、分布定数系センサは、貼付したエリアの振動をすべて集約した情報を得ることが出来ます。このため、センサを貼付したエリア内をノードラインが通過しても、ある条件を満たすセンサ¹⁾ ならば、出力がゼロになることはありません。これが分布定数系センサと集中定数系センサの大きな違いです。

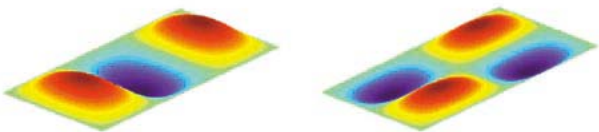


図1. 単純支持矩形平板のモード形状
(左) (1,3) モード、(右) (2,2) モード



図2 加速度ピックアップ(左下)とPVDFフィルム(右上)

分布定数系センサの効果

では分布定数系センサを用いるメリットについて、実験を用いて説明します。矩形平板上に加速度ピックアップとPVDFフィルムをそれぞれ設置します。2種類のセンサを設置した平板を振動させ、その時のセンサ出力を比較します。図3に加速度ピックアップ、図4にPVDFフィルムの出力をそれぞれ示します。ここで注目すべきは、450Hz付近にある(4,2)モードです。図3の加速度ピックアップでは、(4,2)モードのピークが検出されていません。これは、加速度ピックアップが(4,2)モードのノードラインと合致してしまったためです。

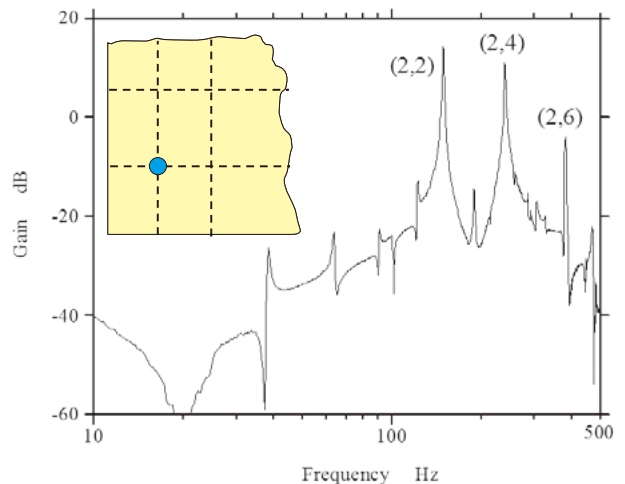


図3 ノードライン上に加速度ピックアップを設置した振動計測例(クラスタリング)

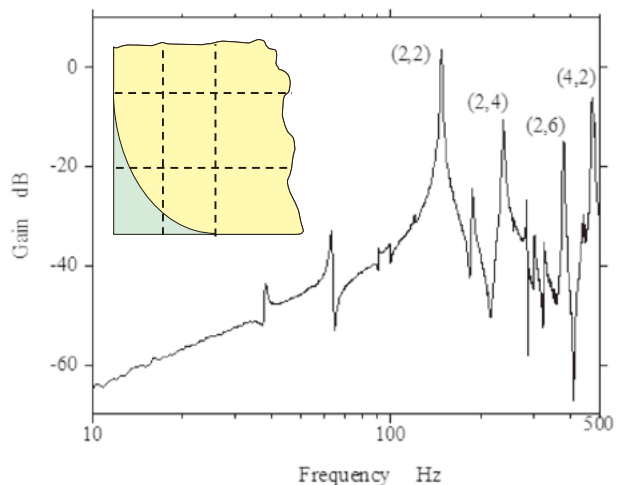


図4 分布定数系センサ(PVDFフィルム)を用いた振動計測例(クラスタリング)

これに対し、図4に示すPVDFフィルムセンサでは、(4,2)モードのピークが検出されていることが分かります。これが分布定数系センサの効果です。

スマート・クラスタ制御

それでは、分布定数系センサを用いて建造物の振動を抑制した実験を紹介します。図5のような、分布定数系センサを用いたスマート・クラスタ制御

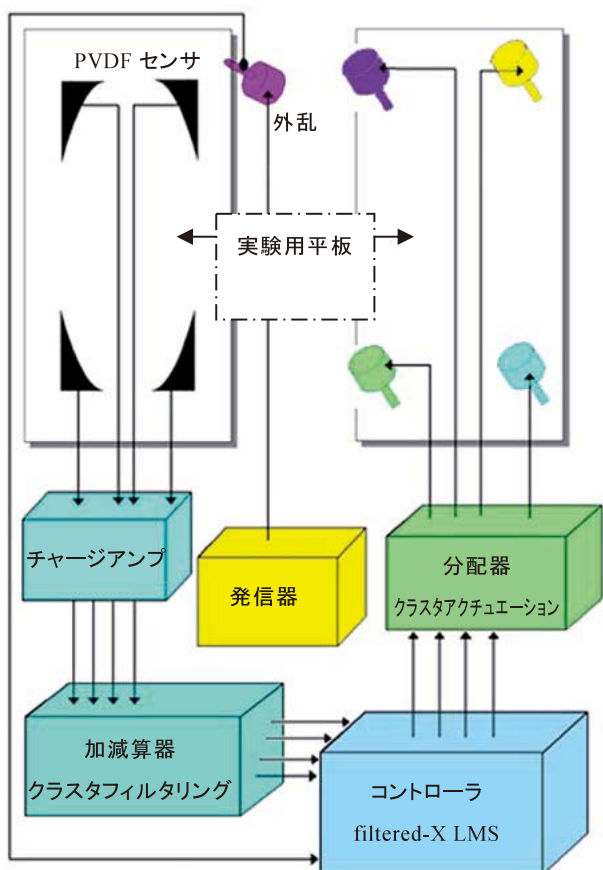


図5 スマート・クラスタ制御系

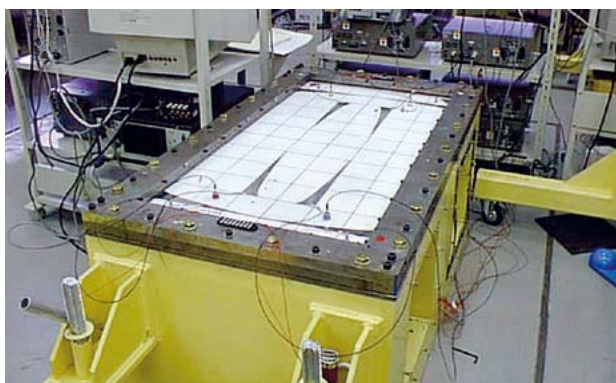


図6 スマート・クラスタ制御実験装置

系を用いて、図6に示す鉄板の振動を抑制しました。平板上にはPVDFフィルムにより作成した、スマート・クラスタセンサが見えます。図7に、本制御系による振動制御効果（平板の加速度）を示します。500Hzまでの周波数領域には22個の振動モードが存在しますが、スマート・クラスタ制御により、全てのモードが十分に抑制されていることが分かります。

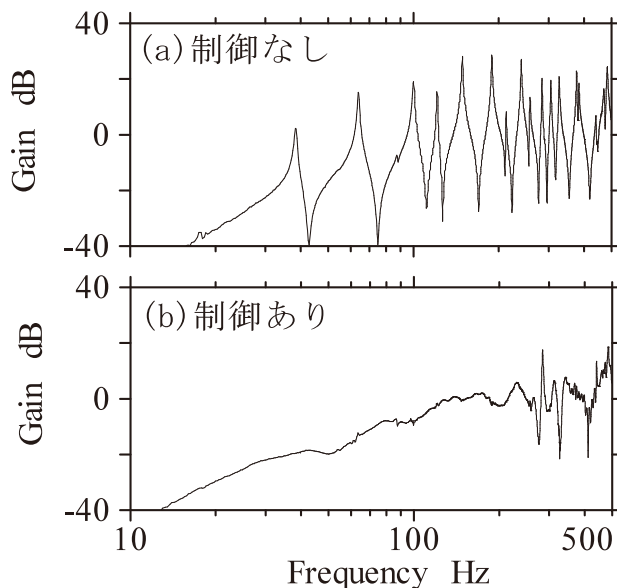


図7 スマート・クラスタ制御による振動抑制効果（平板の加速度）

おわりに

分布定数系センサは、加速度ピックアップ等では達成し得なかった、ノードライン上での振動情報の検出を可能にしました。ほかにも、特定の振動モードのみを抽出するモードセンサや、音響パワーモードを検出するセンサとしても応用されています。分布定数系センサには、さらに研究の余地があると言えるでしょう。

参考文献

- 1) 福田良司・田中信雄, 矩形平板における一般化スマート・クラスタフィルタリングとスマート・クラスタ制御について, 日本機械学会論文集, C編, 68 (667), pp.825-832

研究開発部第一部 デザイングループ <西が丘本部>

福田良司 TEL 03-3909-2151 内線 417

E-mail: fukuda.ryouji@iri-tokyo.jp