

キーワード：損失係数、制振処理、制振材、振動制御、騒音制御、快適環境

#### 概要

近年、低振動化・低騒音化を図り静音化による「人にやさしい」ことや音環境の快適化のために振動・音響を制御した製品の開発研究が活発に行われている。例えば、構造材として使用される線状、梁状、板状などの素材を形態別に見ると、線状では人工衛星搭載アンテナの宇宙での展開後の自由振動の防止、テニスガットの打撃後の振動減衰の強化、また梁状では道路照明用ポール風の風による自励振動防止、さらに板状では制振鋼板を使用して洗濯機の騒音防止、スキー板の滑降時の振動減衰の強化などがある。

一般に物体が振動した場合、振動の減少割合を表す物理特性として損失係数が用いられる。機会が稼動して振動すると騒音を発生したり、機械の性能や寿命などに影響を及ぼすので、振動を制御することが必用になり、素材や構造における振動・騒音の制御のための制振材や制振処理技術の開発が活発である。ここでは、損失係数の測定方法を構造材として使用される素材の形態別に紹介する。

#### 損失係数測定方法

線状(弦やワイヤ-)、梁状(短冊や棒)、板状(正方巻板や矩巻板)のそれぞれの試料の取り付け方法を図1に示す。弦の場合はウォームギア方式巻取機で張り、2個の琴柱で両端支持する。梁の場合は両端自由の境界条件における曲げ振動や縦振動の理論上の振動モードの節の位置を吊り糸で水平に支持する(二本吊り法)。正方巻板の場合は周辺自由の境界条件における面外振動の理論上の振動モードの節線をピンにて水平に弾性支持する。これらの1次の振動モードの巻態は、弦の場合は中央が腹で琴柱の位置が節、梁の場合は中央が腹で梁の両端から梁長の0.224倍の位置が節、正方巻板の場合は対辺

の中央を結ぶ直交直線が節線で正方巻板の四隅が腹である。これらの測定ブロック線図は図1(b)と同じであり、試料の加振方法としては、振動モードの腹の位置をインパルスハンマーで打撃加振するか、または事前に求めたn次の固有振動数の正弦波でゴム円筒付スピーカからの音響放射により非接触加振する。一方、加振停止後の試料の減衰自由振動の計測法としては、振動モードの腹の位置に配置した渦電流式非接触変位計のセンサで振動変位を計測するか、または非磁性体の試料の場合は試料からの放射音を精密騒音計のマイクロホンで計測する。次に、計測した減衰自由振動の信号をn次の固有振動

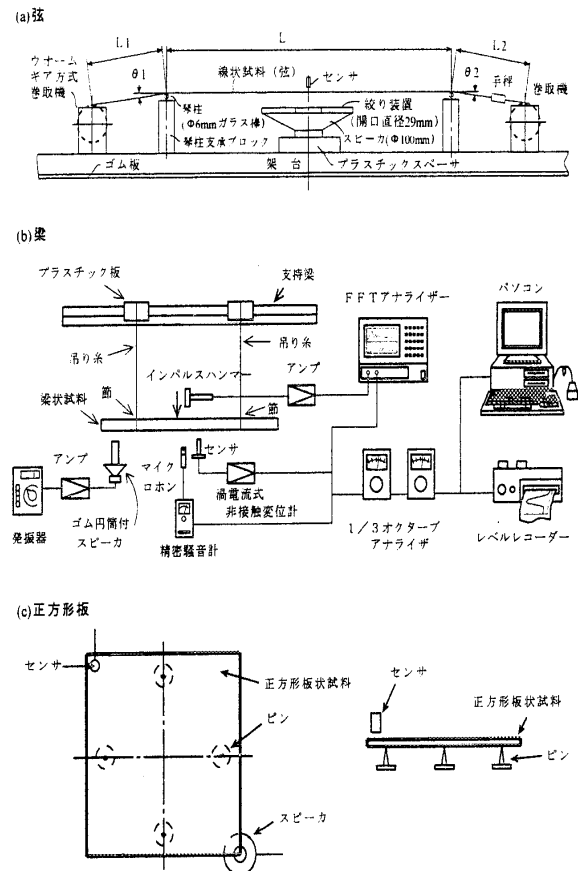


図1 損失係数測定装置概略図

数  $f_n$  (Hz) を包含する 1/3 バンドパスフィルタを通した後、 $n$  次の損失係数  $\eta$  を算出するが、損失係数が 0.01 以下の場合にはレベルレコーダで対数変換して減衰曲線(図 2)を舞かせ、その傾き  $K$  から減衰度  $D_n$  (dB/s) を求め、 $D_n = 27.3 f_n \eta$  から  $\eta$  を算出する方法が簡単である。

### 制振処理と損失係数測定結果

図 3 は弦長の異なる 0.4mm のピアノ線の 1 次モード損失係数であるが、固有振動数が増加すると損失係数は小さくなる傾向にある。一方、図 4 は棒長の異なる 18.9mm の機械構造用炭素鋼の 1 次～高次モードの損失係数であるが、固有振動数と損失係数は線形関係が認められない。図 5 は道路照明用ポールが風による自励振動で破損するのを防止するために、各種制振処理した 1 次～5 次モードの損失係数であるが、ソフトウレタン処理の制振効果が 1 番大き

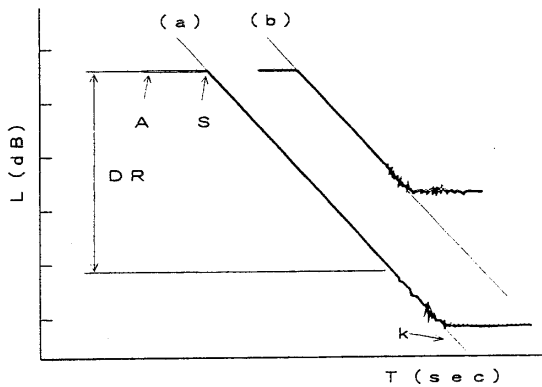


図 2 減衰曲線

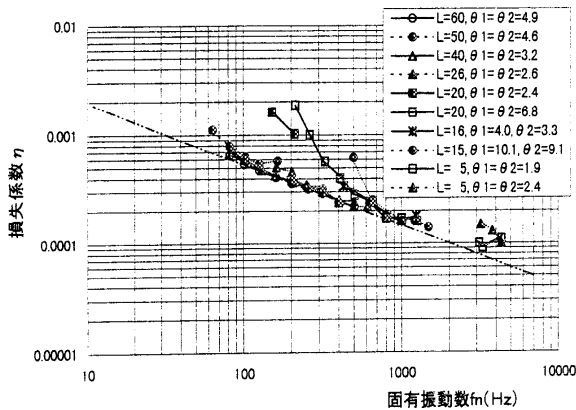


図 3 弦長の異なるピアノ線の 1 次モードの損失係数

い。図 6 は各種制振処理した異なる寸法の正方形板の 1 次モード損失係数を各種算出方法で求めた結果を示すが、制振プラスチック 1 と制振プラスチック 2 はゴム板に匹敵するほど高い制振効果を得ている。

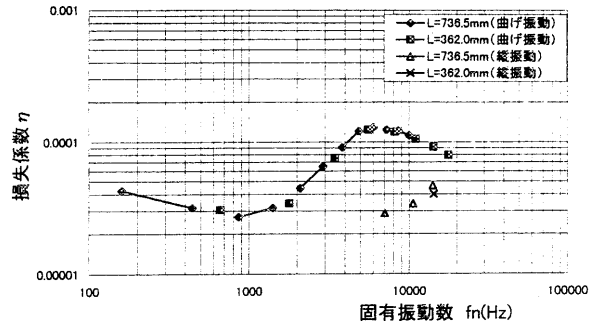


図 4 丸棒(機械構造用炭素鋼)の損失係数

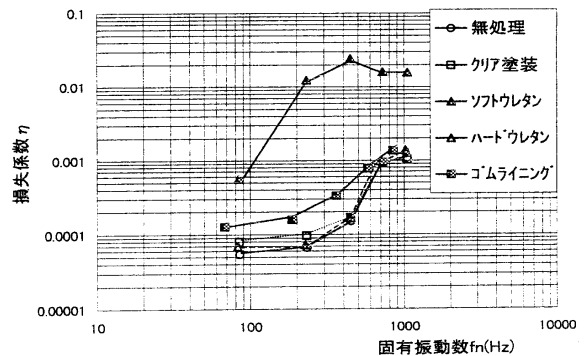


図 5 各種制振処理したポール(パイプ)の損失係数

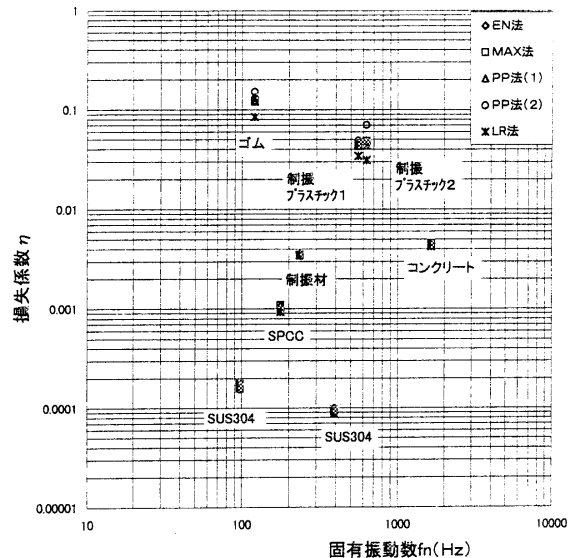


図 6 各種制振処理した正方形板の損失係数