

制振鋼板を用いた動吸振器の最適設計

Optimum Design of Dynamic Damper by using Steel Plate with Constrained Visco Elastic Layer

正 杉本 明男 (神戸製鋼) 正 宇津野 秀夫 (神戸製鋼)
正 田中 俊光 (神戸製鋼)

Akio SUGIMOTO, Kobe Steel, Ltd., 1-5-5, Takatsukadai Nishi-ku, Kobe, 651-22
Hideo UTSUNO, Toshimitsu TANAKA, Kobe Steel, Ltd.

Key Words: Optimum design, Damper, Visco Elasticity, Loss factor, Bending rigidity

1. 緒言

動吸振器については、これまでに数多くの研究がなされてきているが^{(1)~(4)}、その構成部材として、制振鋼板を用いた場合についての検討例は少ない。本報では、動吸振器のバネおよび減衰要素を構成する部材として短冊状の制振鋼板を用いる場合の鋼板厚さ、粘弾性樹脂厚さ、およびその長さの最適値を、Ross-Kerwin-Ungar モデル(以後 R K U モデル)^{(5)・(6)}を用いて計算する手法を提案する。ついで、本手法を用いて、アルミ矩形板の1次振動モードを抑制するための動吸振器の設計を行い、動吸振器を取り付けた際のアルミ矩形板の周波数応答曲線の実測値と計算値との比較により、本手法が制振鋼板を用いた動吸振器の設計に対して有効な手法であることを示す。

2. 制振鋼板を用いた動吸振器の設計

2.1 動吸振器の構造 動吸振器は、図1に示すように、3層型制振鋼板(上鋼板、粘弾性樹脂層、下鋼板)の両端に付加質量を取り付け、中央を支持する構造である。動吸振器を左右対称構造とすることにより、主振動系の動吸振器支持部にはせん断力のみ作用し、曲げモーメントは作用しない。したがって、主振動系の動吸振器支持部まわりの曲げ剛性は、動吸振器の振動に対して影響を及ぼさない。動吸振器を

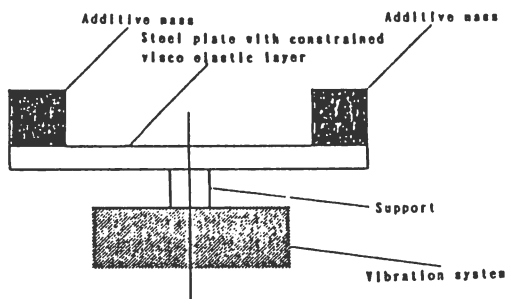


図1. 動吸振器の構造

図2に示すような自由端に付加質量を設けた片持ち梁でモデル化することができる。

2.2 動吸振器の動特性予測理論 3層型制振鋼板の梁は、R K Uモデルを用いて、複素縦弾性係数 $E(1+j\eta)$ を有する単層梁と考えることができる。梁の運動方程式は、式(1)で表される。

$$\rho A \frac{\partial^4 v}{\partial t^4} + E I (1+j\eta) \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} = 0 \quad (1)$$

ここで、 v 、 ρ 、 A 、 I はそれぞれ制振鋼板梁のY方向変位、密度、断面積、断面2次モーメントであり、 $E(1+j\eta)$ は鋼板の板厚及び縦弾性係数と粘弾性樹脂の板厚及び複素せん断弾性定数から計算される単層梁の複素縦弾性定数である。^{(5)・(6)}ここで、 η は梁の損失係数である。式(1)の一般解は、式(2)~(7)で表される。

$$v = W \exp(j\omega t) \quad (2)$$

$$W = A_1 \exp(-jhx) + A_2 \exp(jhx) + A_3 \exp(-hx) + A_4 \exp(hx) \quad (3)$$

ただし、 W は梁のY方向変位の振幅、 $A_1 \sim A_4$ は未知定数であり、

$$h = k_0 (\alpha - j\beta) \quad (4)$$

$$k_0^4 = \frac{\rho A \omega^4}{E I (1+\eta^2)} \quad (5)$$

$$\alpha = \cos\left(\frac{1}{4} \tan^{-1} \eta\right) \quad (6)$$

$$\beta = \sin\left(\frac{1}{4} \tan^{-1} \eta\right) \quad (7)$$

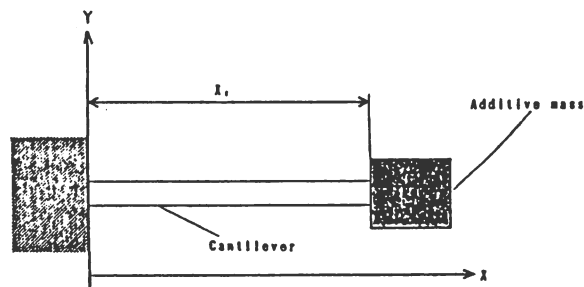


図2. 動吸振器の計算モデル