

I-177 動吸振器における最適粘性値について

東北工業大学 正 高橋 龍夫, 東北大学 正 倉面 茂

構造物や機械等の振動を防止するため、あるいは、橋梁等の耐震設計の1つの手段として、吸振器(ダイナミックダンパー)やオイルダンパー等が使用されることは周知である。これ等の装置により、振動防止の効果や耐震性の評価を数値的に表わす場合、簡便法として、1質点系あるいは2質点系の振動をとりあげ、これ等の振動系の解析結果を用いる場合も時々みられる。この簡便法のように、構造物や機械を、種々の考察のもとに、等価な質量や等価なバネに置換して、1質点系として解析することは、結果的に適当な近似値を与えることもある。あるいは、定性的な傾向を把握するには充分な場合もあり、phase lagや振動モードの解析等においては不都合はあっても、便宜的な方法の1つであり得る。しかし、従来の簡易解析結果は、主振動系($m_0 \sim k_0 \sim c_0$)の振動性状の解析結果に重点がおかれて述べられているものが多い。動吸振器を防振あるいは耐震の目的で設置するためには、動吸振器の振動性状及び主振動系と動吸振器の相互関係を明白にしておく必要がある。

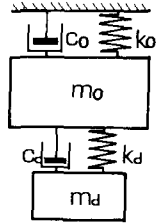
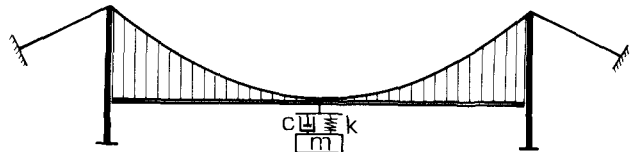


FIG. 1



本発表は、FIG. 1に示される2質点系($m_0 \sim k_0 \sim c_0$ を主振動系、 $m_d \sim k_d \sim c_d$ を動吸振器)における振動性状とその減衰自由振動に付きとり、従来、とりあげられなかった二つの問題は重点を指摘し、動吸振器の粘性係数 c_d の最適値について考察を加えようとするものである。さらにFIG. 2で示すように、吊橋におけるたわみ振動の減衰と対比しようとするものである。

FIG. 3は、FIG. 1において $c_0=0$ 、 $c_d=0$ とした場合の固有振動数の変化を表わしたものであり、縦軸は、主振動系の円振動数 $\omega_0 = \sqrt{k_0/m_0}$ と2質点系の円振動数 ω_2 の比、 ω_2/ω_0 であり、横軸は、動吸振器の円振動数 ω_d ($c_d=0$ の場合)と ω_0 との比 ω_d/ω_0 である。図中のパラメーターは、主振動系の質量と動吸振器の質量比を表わしている。これ等の振動数の変化は、 c_d の値により大きく影響を受ける。

FIG. 4は $m_0/m_d = 30.0$ の場合において

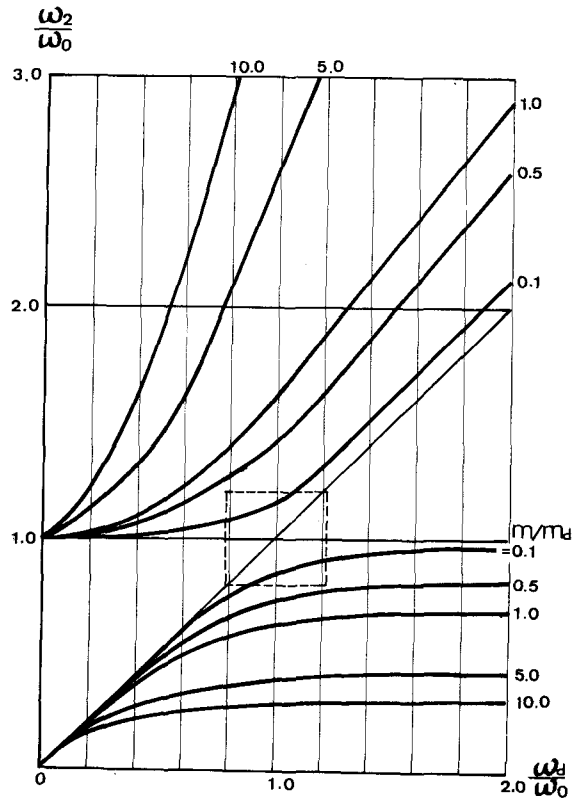


FIG. 3

2質点系の振動数 ω_2 が重た吸振器の粘性係数 C_d の大きさにより、多大な影響を受けることを示したものである。図中のパラメーター μ は $\mu = C_d / \sqrt{m_0 k_0}$ を意味している。(このパラメーターを重た吸振器の臨界減衰係数 C_c を用いて表わすと $\mu = (2 C_d \omega_d / C_c \omega_0) \times (m_d / m_0)^{1/2}$ であり、 $m_0 / m_d = 30.0$, $\omega_d / \omega_0 = 1.0$ の場合、 $\mu = 6.7 \times 10^{-2} C_d / C_c$ である)。

μ が小さい範囲においては、FIG.3と同様の傾向を示しているが $\mu > 0.011$ においては、主振動系と重た吸振器の2者が、同位相で振動する場合と、逆位相で振動する場合の振動数の変化がそれぞれ逆の傾向をたどらねることがわかる。この性質を2質点系の減衰自由振動における対数減衰率で表わしたものがFIG.5である。図中のパラメーター μ はFIG.4の場合と同じである。 $\omega_d / \omega_0 \ll 1.0$ の場合は、同位相の振動(実線)が生じ易く、逆位相の振動が生じにくいことを示している。 $\mu < 0.011$ の範囲においては、 ω_d / ω_0 のある値を境にして、同位相の振動と逆位相の振動の対数減衰率の大きさが逆転している。即ち、同位相の振動が生じにくく、逆位相の振動が生じ易い。 μ が0.011を超えた範囲においては μ の大きさ、即ち重た吸振器の粘性係数 C_d の増加とともに逆位相の振動はほとんど生じにくくなり、同位相の振動だけが生じ易くなることを示している。

$m_0 / m_d = 30.0$ の場合においては、 $\mu \approx 0.011$ の時、即ち重た吸振器の円振動数が主振動系の振動数の約97%の大きさに同調され、かつ粘性係数 C_d が重た吸振器の臨界減衰係数の16.4%に定められた場合、最も大きな振動の減衰効果が見られることを示している。この粘性係数の最適値は主振動系の質量と重た吸振器の質量比により変化するが、いずれの場合においても、最適粘性係数が存在することが確かめられており、FIG.2

で示される実構造物においても同様の傾向を示している。

※1. T. TAKAHASHI, S. KURANISHI; DYNAMIC BEHAVIOR OF FLEXIBLE STRUCTURES WITH VIBRATION ABSORBER, 7th WCEE at ISTANBUL 1980. Proceedings, Vol. 5

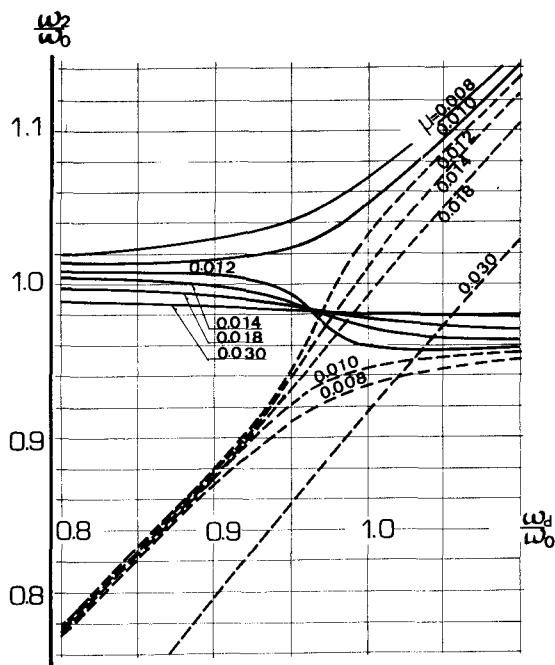


FIG. 4

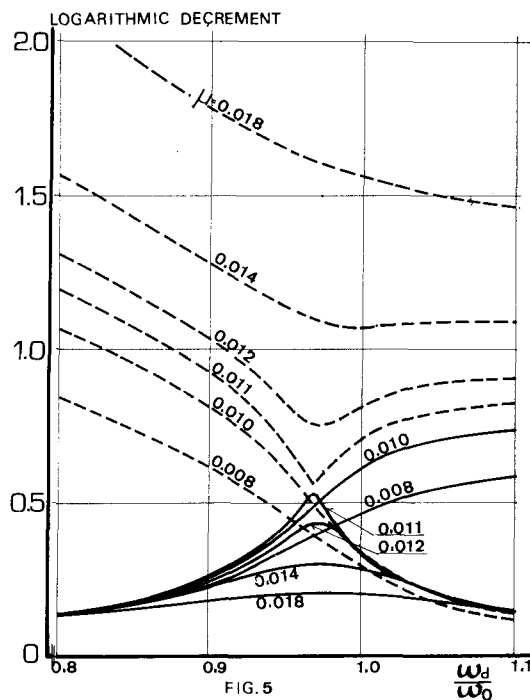


FIG. 5