

愛媛大学工学部 正会員 大賀 水田生 愛媛大学大学院 学生員 ○竹村 慎一郎
 愛媛大学大学院 学生員 浜 西 将 之 愛媛大学工学部 フェロー会員 大久保 禎二

1. はじめに

本研究では、振動エネルギーの吸収機構としての機能を果たすダンパーに着目し、粘性ゴムを構造物に付着させた場合の振動減衰効果の基本的性質を明らかにするため、鋼材のみのモデル(図-1(a) : Model A)および2枚の鋼材間に粘性ゴムを数枚挿入した合成断面構造モデル(図-1(b~f) : Model B~F)について実験および理論的な研究を行ったものである。

2. 動的応答実験

実験モデル 動的応答実験に用いるモデルは、図-1 に示す Model A~F の6種類とした。Model A は鋼材(長さ : 73.0cm(下端の固定部分を含む)、幅 : 3.8cm、厚さ 0.6cm)のみの材料とした。Model B~F は2枚の鋼材(長さ : 73.0cm、幅 : 3.8cm、厚さ 0.3cm)の間に粘性ゴム(長さ : 7.0cm、幅 : 3.8cm、厚さ 0.6cm)を数枚挟んだ3層サンドイッチモデルとした。動的応答実験では、各実験モデルの下端部分を振動台に固定して片持梁形式とするとともに、各実験モデルの自由端に質点として質量 0.5kg および 1.0kg の重りを付加した。

外力の入力条件 本研究での動的応答実験は次の3種類の入力外力、1)入力条件1 : 振動台に衝撃変位(図-2)が作用した場合、2)入力条件2 : 振動台に強制変位が短時間作用した場合、3)入力条件3 : 振動台に兵庫県南部地震で記録された加速度記録を与えた場合、について行った。動的応答実験では、これらの3種類の入力条件を与えた場合の振動台の変位および実験モデル先端の応答変位を変位計測器を用いて測定した。

減衰特性の検討 質点質量 0.5kg を有する実験モデルに入力条件1 (図-2)を与えた場合の応答波形の比較を図-3 に示している。Model B~F での応答波形は、いずれの場合も Model A に比較して非常に大きな減衰効果が現れており、その大きさは粘性ゴムの枚数の増加とともに大きくなっている。Model A と Model C との比較においては、Model A の最終段階(24 周期目 : $t = 4.88s$)での応答変位は最大変位に対して 40%減少しているのみであるのに対し、Model C での応答変位は2 周期目ですでに最大変位に対して 70%減少しており、7 周期目以降はほとんど変形が生じていない。図-4 に粘性ゴムの枚数と減衰係数の関係を示している。粘性ゴムの枚数と減衰係数の関係は比例でなく、粘性ゴムの枚数の増加に伴う減衰係数の増加の程度は減少する傾向が見受けられる。粘性ゴムを使用した各実験モデルの最大応答変位の比較を表-1 に示している。Model B~F の最大応答変位はほとん

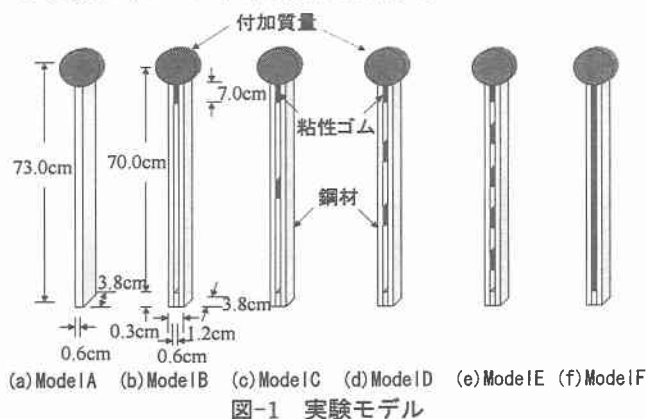


図-1 実験モデル

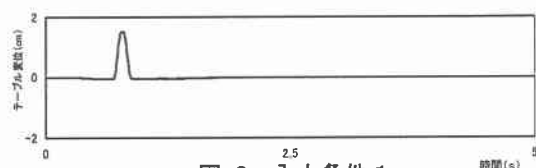


図-2 入力条件 1

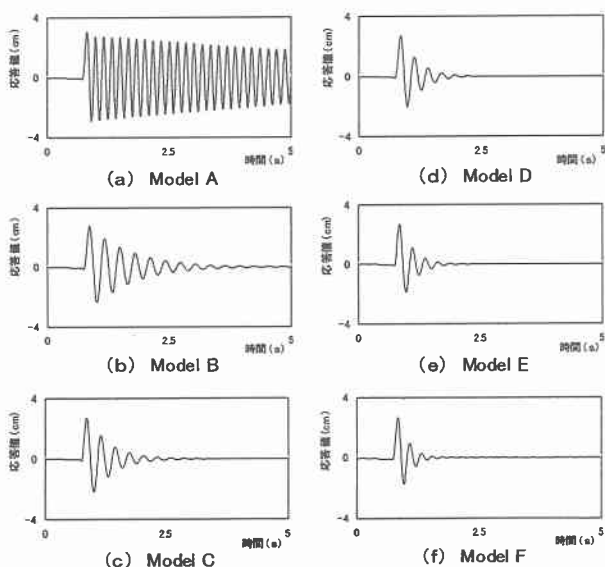


図-3 応答波形の比較 (質点質量 0.5kg)

ど一致しており、粘性ゴムが最大応答変位に及ぼす影響は非常に小さくなっているが、これは粘性ゴムのせん断剛性が鋼材の曲げ剛性に比較して非常に小さいためであると考えられる。

3. FEM 動的応答解析

動的応答解析法 動的応答解析に用いたモデルは図-1に示すModel A～Fの6種類とした。FEM 応答解析では20 節点を有するアイソパラメトリックソリッド要素を用いており、各解析モデルを幅方向に1 要素、長さ方向に10 要素、さらに厚さ方向に3 要素(鋼材、粘性ゴム各1 層)に分割した。応答実験モデルで自由端に取り付けた付加質量は解析モデルの先端節点に付加質点を加えることにより取り扱った。また、動的応答解析にはNewmark β 法を用いているが、本法でのパラメータは $\beta=1/4$ および $\gamma=1/2$ とした。

本解析法の妥当性の検討 本研究で取り扱った動的応答解析法の妥当性を検討するため、Model A を用いて鋼材の質量を無視した場合のFEM 動的応答解析を行い、得られた鋼材の動弾性係数と1 質点系理論に基づいて動的応答実験により得られた動弾性係数を比較した。FEM 動的応答解析および実験により得られた動弾性係数は1.3%以内の誤差で一致しており、本解析法の妥当性が確認された。

動的パラメータの同定 本研究の動的応答解析ではレイリー型減衰 $C=\alpha M+\beta K$ を用いており、減衰パラメータ α は鋼材のみに、 β は粘性ゴムのみに依存しするものとして同定を行った。動的応答実験より得られた応答波形の固有周期、減衰係数に着目して同定

した鋼材の動弾性係数、粘性ゴムの動弾性係数、動せん断弾性係数および減衰パラメータを用いた動的応答解析から得られた応答波形は動的応答実験により得られた応答波形とよく一致した。

実験値との比較検討 同定した鋼材および粘性ゴムの動弾性係数および減衰パラメータの妥当性を検討するため、これらの値を用いて種々の入力外力に対するFEM 動的応答解析を行った。図-5に入力条件1を与えた場合の動的応答解析により得られた応答波形と動的応答実験により得られた結果との比較を示しているが、両応答波形はよく一致しており、本研究で同定した動的パラメータの妥当性が確認された。

4. 結論

本研究では、振動エネルギーの吸収機構としての機能を果たすダンパーとして、2 枚の鋼材間に粘性ゴムを数枚挿入した合成断面構造モデルの減衰特性について実験的および理論的考察を行った。

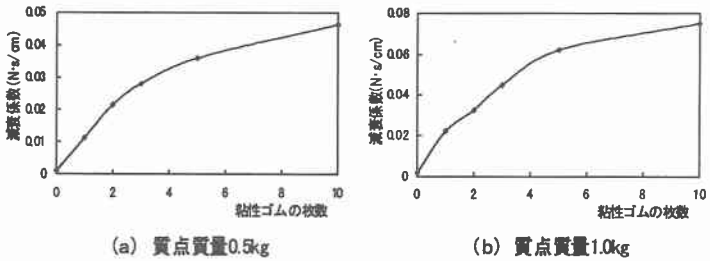


図-4 粘性ゴムの枚数-減衰係数関係

表-1 最大応答値 (入力条件1)

	最大応答変位(cm) (質点質量0.5kg)	Model B との差(%)	最大応答変位(cm) (質点質量1.0kg)	Model B との差(%)
Model B	2.76	0	2.27	0
Model C	2.74	0.85	2.25	0.81
Model D	2.73	1.19	2.28	0.46
Model E	2.71	1.86	2.28	0.46
Model F	2.66	3.93	2.41	5.94

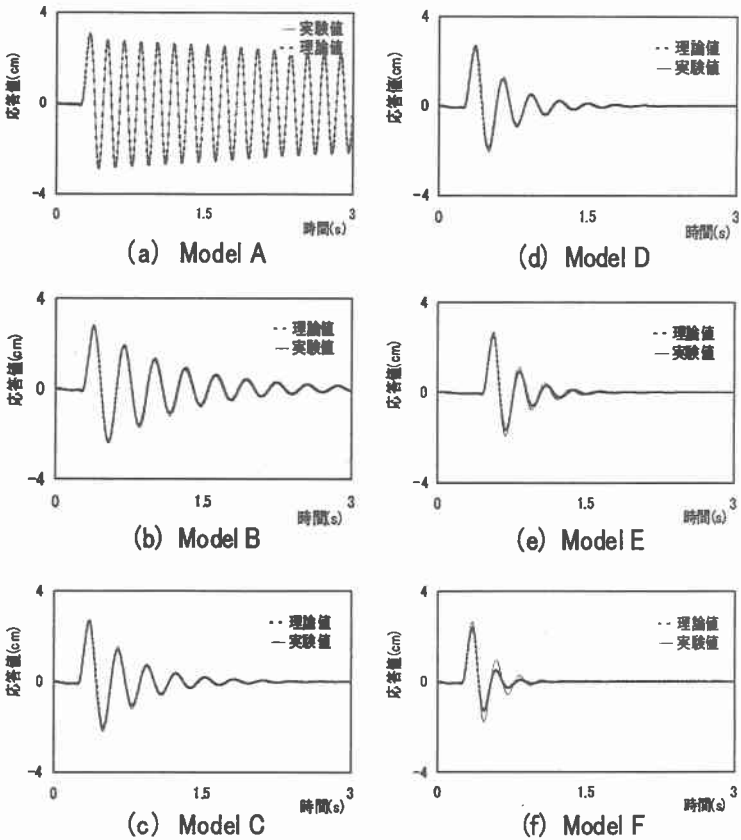


図-5 実験値と理論値との比較 (入力条件1)