

(I - 16) ある制振構造体に関する一考察

東海大学 学生会員 松山 俊樹
東海大学研修員 佐伯 秀
東海大学 正会員 島崎 洋治

1. はじめに

制振は、一般には何らかのダンパー装置やアクチュエーターなどの装置を建物の下部、頂部、各階、隣棟間などに取り付けて、構造物の振動を制御、または構造物を揺れにくくする¹⁾。従来の制振装置は、その性能を確実にするために複雑化し、メンテナンスや製作コストが高くなるなどの問題がある。そこで本研究では、特別な装置を取り付けず、構造物そのものを柔軟にして、振動に対する減衰を格段に大きくする構造体を提案する。ここでは横方向の振動に対して、縦方向にも運動するように構造体を組み合わせる。この組み合わせ形状の違いによる定性的な減衰効果を実験により求め、これらを数値解析により確認する。

2. 実験方法

図-1 に示すように、高減衰ゴムをはさんだ2基のラーメン構造模型を用意する。それぞれの模型は高さ50cm、幅15cm、柱長42cmである。模型はアルミニウム製で上部の質量は $1.32 \times 10^{-4} \text{ kgf} \cdot \text{s}^2 / \text{cm}$ 、柱の断面2次モーメントは $1.33 \times 10^{-3} \text{ cm}^4$ である。

実験は点Aにインパルス加振を与え構造物を自由振動させる。この振動応答を点Bに設置した加速度計で受信し、デジタル・スペクトラム・アナライザでこの波形を計測する。

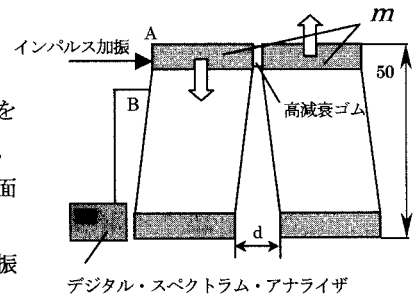


図-1 実験模型

3. 運動方程式

図-1 の構造体は、点Aをインパルス加振することで横方向に運動すると同時に、縦方向にも運動する。図-2 は一方の構造体の質量 m についての自由物体図である。ここで y は縦方向変位、また z は柱に垂直な方向の変位である。図を参考にして、 m に加わる力のつりあいを考えると運動方程式は次のように示すことができる。

$$-kz - (k'y) \cos \theta - (c'y) \cos \theta = m\ddot{z} \quad (1)$$

$$\text{ここで、} \dot{y} = \dot{z} \cdot \cos \theta + z(-\sin \theta \cdot \dot{\theta}) \quad (2)$$

$$\dot{\theta} = \frac{\dot{z}}{L} \quad (3)$$

式(1)に式(2)、(3)を代入すると、式(4)のように整理することができる。

$$m\ddot{z} + c'(\cos^2 \theta - \sin \theta \cos \theta \frac{z}{L})\dot{z} + (k + k' \cos^2 \theta)z = 0 \quad (4)$$

ここで、
 m : 質量
 k : 構造物のばね定数
 L : 柱の長さ
 c' : 高減衰ゴムの減衰係数
 k' : 高減衰ゴムのばね定数
 θ : 柱の角度

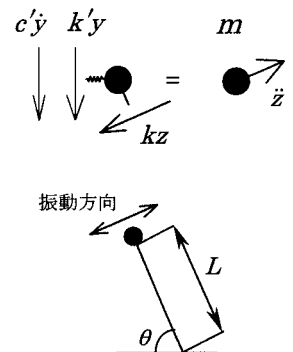


図-2 モデル化

キーワード：制振、高減衰ゴム、減衰、

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 東海大学土木工学科

TEL 0463 (58) 1211 FAX 0463 (50) 2045

4. 実験結果および解析結果

実験では図-1 に示す 2 基の構造体の下部の間隔 d を 0~10mm まで変化させたときの応答加速度を計測した。図-3 は実験により得られた結果である。解析では高減衰ゴムのばね定数 k' の値を 50kgf/cm と仮定して、高減衰ゴムの減衰係数 c' は実験と合うような適当な値を代入し、 d が変化しても同じ c' 値を用いた。式(4)の解析には 4 次のルンゲ・クッタ法を使用した²⁾。図-4 は得られた結果である。図中の横軸は時間、縦軸は加速度である。点 B の加速度の最大値は 1000gal 程度である。図をみればわかるように d が大きくなるにしたがって制振効果が大きくなっていることがわかる。

図-5 は実験と解析より求めた構造物の対数減衰率 h を示してある。

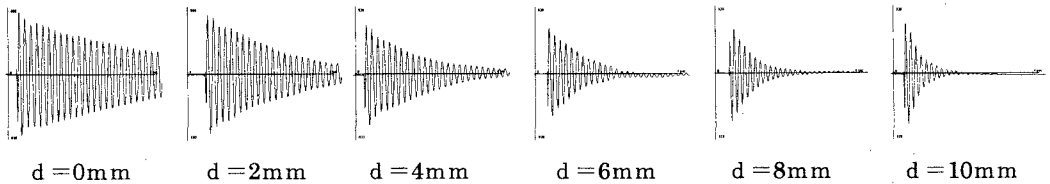


図-3 実験結果

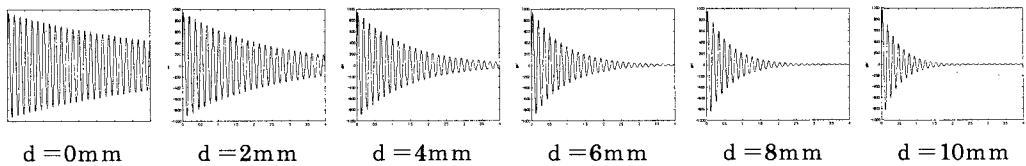


図-4 解析結果

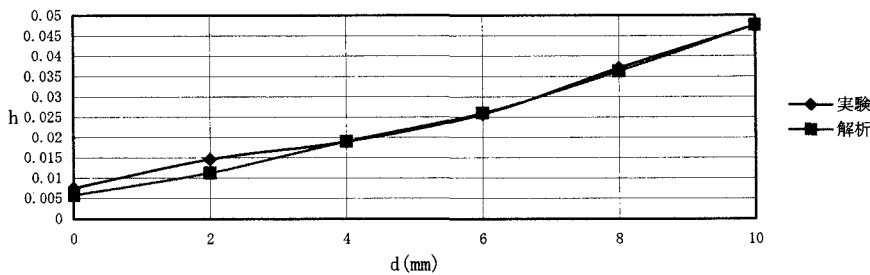


図-5 対数減衰率と間隔の関係

5. まとめ

構造体の組み合わせ形状の違いにより、格段に大きな減衰効果を得られる構造体を提案し、実験と解析によりこの有効性を示した。本研究では制振効果を得るために使用した高減衰ゴムのばね定数や減衰係数を仮定して解析したがこれらの値を詳しく調べることで、定量的な評価を行える可能性を示した。

参考文献

1) 金田勝徳他：建築の耐震・耐風入門，彰国社，1996，pp.112 - 128.
2) Daniel J. Inman：Engineering Vibration，1994，pp.454 - 463.