

磁粉体を用いた減衰装置の減衰性能の検討

熊本大学 学生会員 廣山 剛果 熊本大学 正会員 山尾 敏孝
 熊本大学 正会員 宮崎 靖雄 崇城大学 正会員 平井 一男

1. はじめに

構造物の振動エネルギーの損失、あるいは構造物の振動制御について従来から様々な方法が提案され実用化されてきた。文献1)で著者らは上下電磁石間に磁性粉体を用いた柱体を設置し電流や磁性粉体を調整して減衰あるいは振動制御が可能となる磁性減衰装置の開発を行ってきた。しかし、磁性粉体のみでは充分なせん断剛性が得られなかった。そこで本研究では、図-2に示すような磁性粉体に磁性ゴムを加えた装置の開発を試みた。なお、静的な繰返しせん断載荷実験によりせん断変形性能を明らかにする。

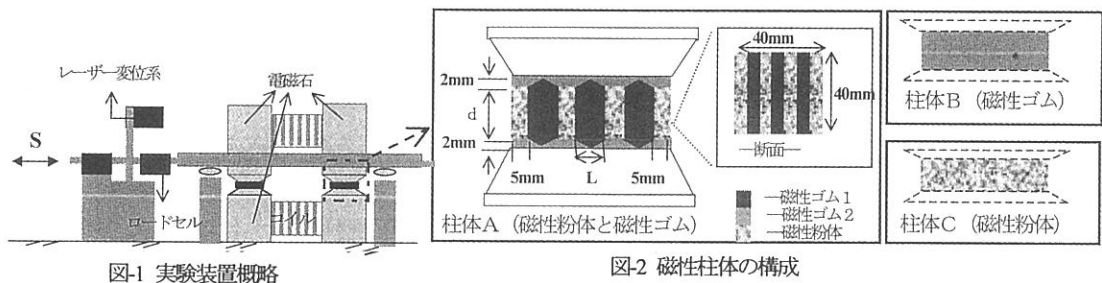


図-1に示すように上下電磁石の間に磁粉柱体を設置した。上下電磁石間の距離(磁性柱体の高さ)3mmから10mmまで変化させる。磁性材料はSr(ストロンチウム)フェライト焼結体の粉砕粉末(同主成分が鉄)及びフェライト製ゴムを使用した。図-2は使用した磁性柱体3種類の構成状態を示したものである。磁性柱体Aは磁性ゴム1(幅 $L=5\text{mm}$ で一定、高さ $d=3,4,5\text{mm}$ に変化させる)を3本柱にして等間隔にその磁性ゴム1のすき間と側面に磁性粉体を埋めたものからなっている。

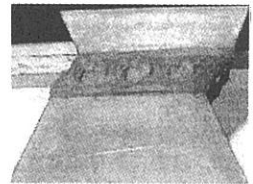


写真-1 せん断ひずみ試験

2. 実験装置と磁性柱体の概要

いる。磁性ゴム1の柱の上下を三角に尖らせV字に造作った磁性ゴム2と接している。なお磁性ゴム2は電磁石に接着させた。このように、磁性ゴムで柱を作ることによって上下磁石間の密度の調整ができ、磁性柱体を大きくすることで大きな変形を得ることが可能となる。写真-1は柱体Aの変形後の様子を示したものである。また、柱体Bは磁性ゴムのみ(電磁石と接着 $d=3\text{mm}$)を示し、柱体Cは文献1)の磁性粉体のみを示している。

3. 実験方法

実験では磁粉柱体を柱状にして磁場内に設置して、せん断変形を与える水平力 S と変位 u を測定し、せん断応力度 τ ($=S/Am$)とせん断ひずみ γ ($=u/d$)の関係を示して、その時グラフで囲まれた履歴曲線の面積をエネルギー吸収量とした。これは、微粉状態の磁粉同士が磁場内で相互に接触を高め、変形時に摩擦力によるものと磁性ゴムとしての高分子材同士による摩擦によるエネルギー損失を生じると考えられる。磁性柱体は電磁石の間に置くので、電流の強さや柱体の高さによって磁粉同士の摩擦力に変化が生じ、エネルギー吸収の大きさに影響することとなる。せん断試験ではコイルに流す電流0.2Aから0.5Aまで、磁粉柱体の高さ d は3mmから5mmまで、せん断ひずみは100%から300%まで変化させた。水平変位はレーザー変位計(1/500mm)で、水平力 S はロードセルでそれぞれ測定した。

4. 実験結果と考察

図-2は磁性柱体A～Cについての高さ $d=3\text{mm}$ 、電流 0.5A としてせん断応力とせん断ひずみ関係を示したものである。なお、柱体Bについては磁力の効果を比較するため電流 0A (磁力無し)でも行った。図からわかるように柱体Cではせん断剛性が非常に小さい、一方、磁性ゴムのみでは大きくなるが大きな変形では亀裂が入り耐えれなくなる。磁性ゴムと磁性粉体からなる柱体Aは磁粉のみと比べてせん断剛性が大きくなりエネルギー吸収量の増加が期待できる。図-3は磁性柱体AとCについて電流 0.5A 、高さ $d=3\text{mm}$ と一定にして最大せん断応力度を比較したものである。図が示すように柱体Aが柱体Cより最大せん断応力度が約2倍となった。つまり、エネルギー吸収量が約2倍となることが分かった。これは磁性粉体に磁性ゴムを加えることにより磁性密度が増すためと思われる。図4-(a),(b),(c)では柱体Aにおけるせん断特性を示したものである。図4-(a)は電流 0.5A で高さ $d=3\text{mm}$ 固定してせん断ひずみを200%、300%と変化させて比較した結果を示す。せん断ひずみが100%まで最大せん断応力度は増加したがその後変化は見られなかった。図4(b)は電流 0.5A で一定にして高さ $d=3,4,5\text{mm}$ の場合と比較したものである。高さ d が低いほど、せん断剛性は高くなる。 $d=4\text{mm}$ と固定して電流 $0.2\sim 0.5\text{A}$ まで変化させた結果を示す。図から電流を強くすればせん断剛性も増加する。これらの結果から柱体Aはせん断ひずみ300%までは電流は強いほど、柱体高さは低いほど磁力によるエネルギー吸収量は大きくなる。今後、ゴム幅 L を増加し体積を大きくし磁性密度の増加を図ることでエネルギー吸収量を上げることが可能か、また、磁性柱体の高さを大きくしてせん断応力度を下げずにせん断変形を大きくすることが可能か検討する予定である。

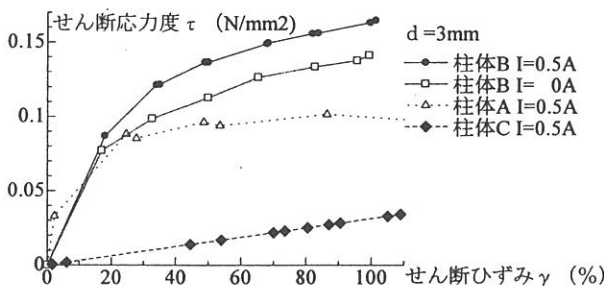


図-2 柱体A、B、Cでの比較

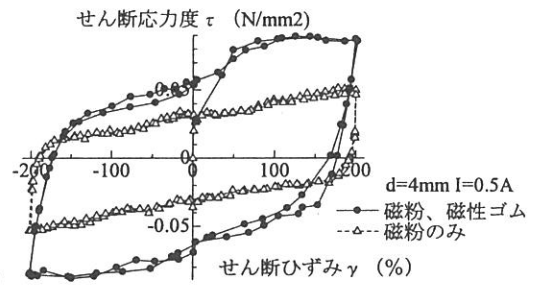


図-3 柱体Aと柱体Cとの比較

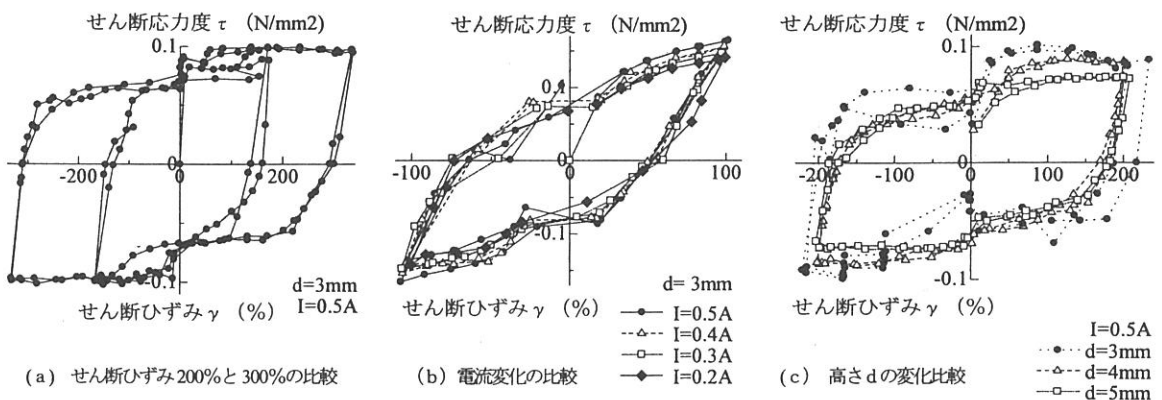


図-4 柱体Aのせん断特性

参考文献

- 1) 伊藤 圭也：磁性材料を用いた振動減衰装置の開発と挙動特性に関する基礎的研究、熊本大学修士論文、2002
- 2) 阿部 雅人：振動モードの変化を利用した磁石ダンパーによる自励振動のパッシブ制御、構造工学論文、1999