

磁性材料を用いた振動減衰体のせん断変形特性に関する実験

熊本大学工学部 学生員 西原 大介 熊本大学自然科学研究科 伊藤 圭也
 熊本大学工学部 正会員 山尾 敏孝 熊本大学工学部 宮崎 靖男

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は従来からさまざまな方法が提案され実用化されてきた。本研究では文献1) で開発された電磁石と磁粉柱体を用いた制振装置をさらに改良したものである。この装置は、コイルに流す電流を変化させる事により磁場を変化させる事ができるので、磁粉柱体のエネルギー吸収量を外部より調整可能という特徴を有する。そこで改良した装置を用いて基礎的研究として静的な繰り返し載荷実験を行って磁性材料と磁力による振動減衰体のせん断変形特性を明らかにするものである。特に、磁力と磁粉柱体によるエネルギー吸収量について検討する事を目的としている。

2. 実験装置

図-1 及び写真1 に示すように上下電磁石の間に磁粉柱体を設置した。下部の電磁石は、上下左右に移動しないように固定し、上部電磁石は支持棒を取り付け、この両端にロードセルを通したネジ棒に回転を与える事により水平力 S を作用させた。図-1 の拡大図に示した上下電磁石間の距離(磁性柱体の高さ) d は、3mm から 10mm で変化させる事が可能である。また、1 個の磁粉柱体の断面積は $40\text{mm} \times 40\text{mm} = 1600\text{mm}^2$ であり全体の断面積 A_m は 3200mm^2 となる。磁性材料は、Sr (ストロンチウム) フェライト磁石焼結体の粉砕粉末(主成分が鉄)を使用した。上下電磁石のコイルの巻数はそれぞれ 5500 回転、コイル 1 本の断面積 A_s は $0.8\text{mm} \Phi$ とし、電流の強さは 0.4A から 1.0A、磁粉柱体内の磁束は、コイルに流す電流の量で調節可能である。コイルの巻数はコイル線の大きさと電磁石の形状で決定したものである。

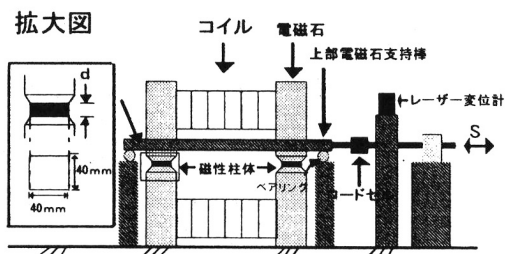


図-1 実験装置概略

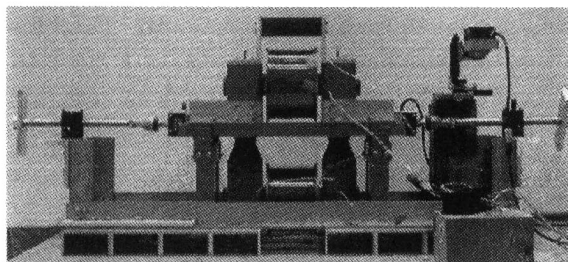


写真1 実験装置全景

3. 実験内容

実験では、磁粉を柱状にして磁場内に設置し、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 τ ($=S/A_m$) 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力を強め変形時に摩擦力によるエネルギー損失を生じたものと考えられる。磁粉は上下電磁石の間に置くので、磁粉の粒度や密度あるいは電流の強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事になる。そこで今回は、基礎的研究として次のような引張り試験とせん断試験を実施した。引張り試験は、磁力と上下電磁石間の距離の関係を調べるために行った。また、せん断試験はエネルギー吸収量について検討するために行った。なお、せん断試験では、コイルに流す電流の量を 0.4A から 0.8A まで、磁性柱体の高さ d は 0.3mm から 10mm まで、せん断ひずみは 100% から 300% まで変化させた。

4. 実験方法

引張り試験は、写真2のように上部電磁石の中心点にロードセルを通し、上部電磁石をフリー、下部電磁石を固定し電流を流して行った。上部電磁石と下部電磁石間で発生した磁力をロードセルで計測し、上部電磁石の左右に設置した変位計(1/200mm)で上下電磁石間の距離を計測した。なお、上下電磁石間の距離 d は左右の距離測定値の平均値 D とした。せん断試験における水平力 S の作用サイクルは、中央を原点とすると、原点(0)～最大変位(+ u)～原点(0)～最大変位(- u)～原点(0)を1サイクルとした。なお、水平変位はレーザー変位計(1/500mm)で、水平力はロードセルでそれぞれ計測した。

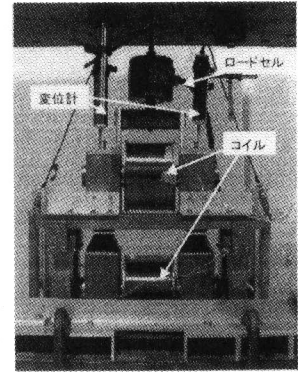


写真2 引張り試験

5. 実験結果と考察

引張り試験の結果を図-2に示す。この結果から、電磁石の磁力は変位が大きくなればなるほど小さくなる事がわかる。理論的には、変位が小さくなるに連れて磁力が無限に増加することになるが、現実には発生する磁力も微少な変位においては鉄の飽和磁化で飽和されることが推定されるため²⁾、実験結果では微少な距離での磁力が低くなったと考えられる。せん断試験の結果を図-3, 4, 5に示す。図-3は磁性柱体の高さは $d=3\text{mm}$ で電流を0.4Aと0.8Aを比較したものである。この結果から、エネルギー吸収が磁力の強さによって変化する事がわかる。図-4, 5は電流を一定(0.4A, 0.8A)にしてひずみを200%から300%へと大きく変化したものである。この結果から、ひずみが200%より大きくなってもせん断応力度はあまり大きくならない事がわかる。これは、ひずみが大きくなることによって磁性柱体にかかる磁力の面積が小さくなっていくためだと考えられる。また、今回のせん断応力度は文献1)の結果の半分程度しかなかった。それは、電磁石の強さに問題があり磁力が低くなったためだと考えられる。なお、曲線がなめらかにプロットできていないのはネジ棒に回転を与えて水平力を作用させた影響が出ていると思われる。問題点については現在検討中である。その他の結果については発表当日に説明する予定である。

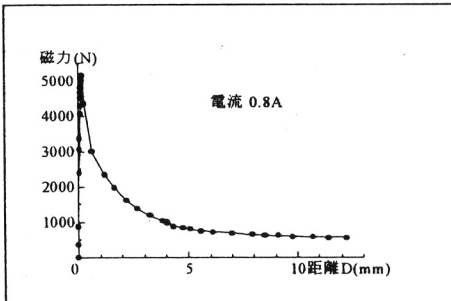


図-2 磁力-距離関係

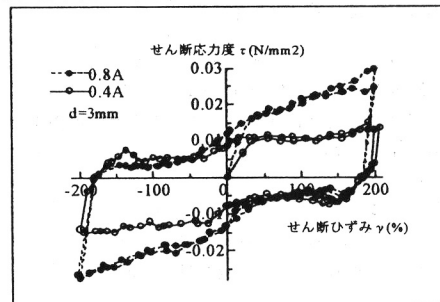


図-3 電流0.4Aと0.8Aの比較

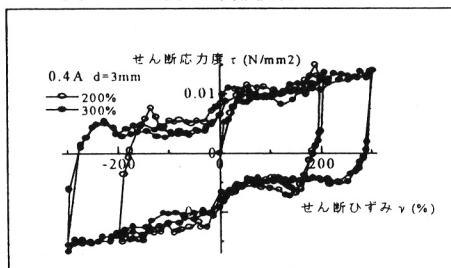


図-4 ひずみ200%と300%の比較(0.4A)

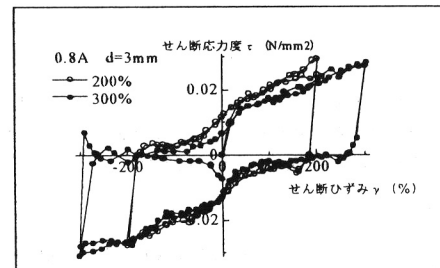


図-5 ひずみ200%と300%の比較(0.8A)

参考文献

- 1) 小山和幸：磁化磁性粉体のひずみ-応力度特性に関する研究、崇城大学修士論文、2001
- 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、構造工学論文集 1999