耐震マットの素材の違いによる美術工芸品の転倒防止効果の比較に関する一考察

立命館大学大学院　　学生会員　○岸　祐介
立命館大学　　正会員　伊津野和行
立命館大学　フェロー会員　土岐　憲三

１．はじめに

物体の地震時転倒問題には，理論的に解決する事の難しい点が多く存在する．

2004 年に発生した新潟県中越地震では，十日町市博物館で展示されていた縄文式土器の半数以上が破損した．このとき，免震台上に置かれていた国宝の火焔型土器も転倒してしまった．免震台は，JMA 神戸 100%の地震動に耐えられる性能を持っていたが結果は上記のようなものだった．文化遺産は人類の精神活動の証，先人の精神活動を知る縁であり，地震時の転倒から守ることは，破損を防いで後世によりよい形で文化を継承するために重要なことである．

近年は地震時の家具転倒を防止するために，様々な器具が普及している．その中でも耐震マットは手頃な転倒防止装置として，市販量も豊富である．一方で耐震マットによる転倒防止効果に関しては，研究例が少ない．そこで本研究では，耐震マットの転倒防止効果による対象物への影響について，振動台実験による検討を行った．

２．実験概要

１）実験方法

実験は，素材の異なる２種類の耐震マットを対象となる供試体底面に設置し，3 次元振動台上で加振した．なお入力地震波には 1995 年兵庫県南部地震の神戸海洋気象台記録を使用し，振動台の作動範囲の都合により水平方向は振幅の 100%，垂直方向は振幅の 50%として入力した．

後述での説明を簡便に済ませるため，入力成分としては図－１示す X 方向に NS 成分，Y 方向に EW 成分，Z 方向に UD 成分を入力した．

２）実験器具

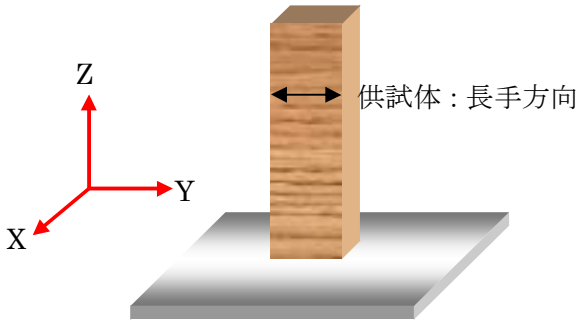
供試体の寸法に関して，転倒しやすいように等価な水平震度 0.2G 以下（約 0.14G）で転倒するように諸元を設定した．供試体上部と底部および振動台における加速度の測定に関しては加速度計を用いた．また供試体と振動台における変位の計測には，モーションキャプチャー装置を利用した．

供試体：寸法 9×13×62(cm)，重さ 2.03kg の木製直方体

加速度計：供試体上部測定（１台），同底部測定（１台），振動台測定（１台）

耐震マット：ウレタンエラストマー(以下耐震マット１）寸法 50×50×5(mm)：４片，
シリコン(以下耐震マット２）寸法 50×50×3(mm)：４片）

モーションキャプチャー装置：カメラ２台，ポインタ 10 個



図－１：供試体・振動台の方向成分

３．実験結果

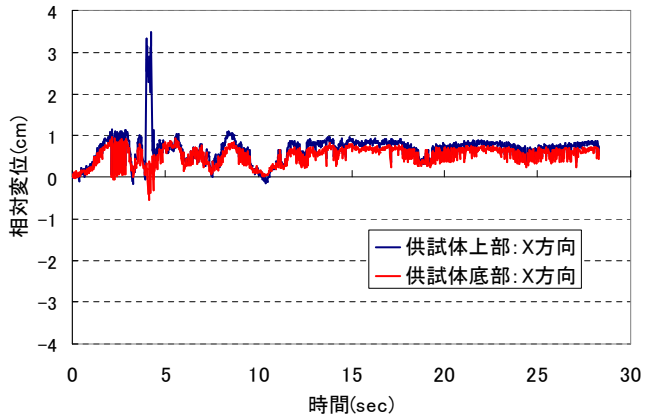
耐震マット 1，耐震マット２ともに供試体は転倒に至ることはなかった．

供試体の最大加速度は耐震マット１において，供試体底部で 948cm/sec^2，供試体上部で 1012cm/sec^2 を共に X 方向成分で記録した．耐震マット２では供試体底部で 966 cm/sec^2，供試体上部で 1042 cm/sec^2 を耐震マット１と同様に X 方向成分で記録した．

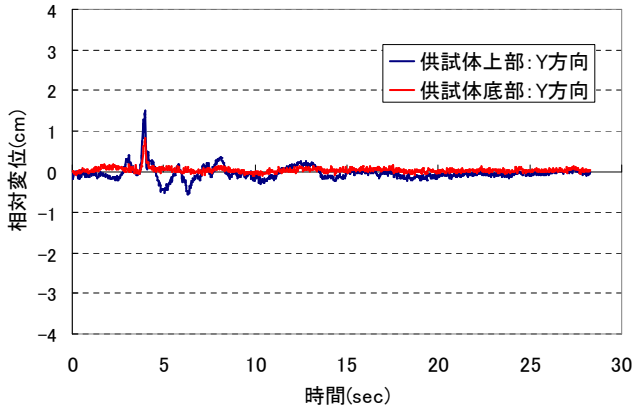
供試体の最大応答変位は，耐震マット１の X 方向において供試体底部で 9.5mm，供試体上部で 34.6mm となった．（図－２）耐震マット２においては供試体

キーワード　転倒防止，美術工芸品，耐震マット
連絡先　〒525-8577　滋賀県草津市野路東 1-1-1　立命館大学大学院理工学研究科　ＴＥＬ077-561-2666

底部で 8.2mm，供試体上部で 15.2mm を Y 方向で記録した．（図－３）



図－２：供試体と振動台の相対変位（耐震マット１）



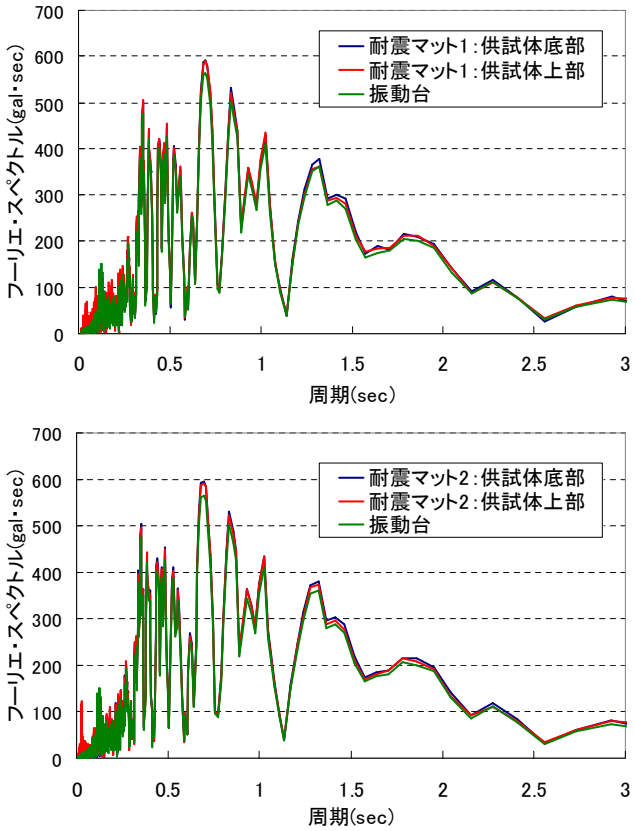
図－３：供試体と振動台の相対変位（耐震マット２）

４．考察

耐震マットの周期成分について着目すると，耐震マット１，耐震マット２共に 0.68 秒あたりで卓越していることが図－4 より確認できた．振動台の卓越周期と比較しても，特に差は見受けられないため，耐震マットには周期成分を変化させる作用はないものと考えられる．

変位に着目すると耐震マット１に比べて耐震マット２の方が，供試体底部で 1mm 以上，供試体上部では20mm近く変位を小さく抑えられていることが確認できた．耐震マット１，耐震マット２共に底部での相対変位が生じていることから，供試体はスウェイ振動を生じていると考えられる．供試体上部の相対変位に差が生じているのは，ロッキング運動による傾き具合が異なるためであり，耐震マット２は耐震マット１より傾き具合が小さかった．この水平変位と傾きの異なりは，耐震マット２の方が剛性が大きいことと，厚みが薄いことが影響していると考えられる．

耐震マットによる転倒防止効果としては，耐震マットそのもの粘着力による作用が大きな要因となっている．そのため，耐震マットと対象物との設置面の状態により効果が異なるものと考えられる．今回使用した供試体は形状が直方体であったため，設置面を平面で取ることができ，転倒に至らなかったものと考えられる．今後，底面形状の異なるものを用いて検討を行う必要がある．



図－４：供試体・振動台のフーリエ・スペクトル

５．まとめ

１）耐震マットの素材の違いに関わらず，供試体は転倒に至ることはなかった．

２）また加速度の成分においても，素材の違いによる差を確認できず，耐震マットには地震動の成分を変化させるような効果はない．

３）応答変位に関しては，耐震マット２の方が小さい値に抑えられており，これは剛性が大きいことと，厚みが薄いことが影響している．

謝辞

本研究を進めるにあたり，ご協力を頂きましたプロセブン株式会社の皆様に厚く御礼申し上げます．