

受動型免震装置の効果について

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 熊本大学工学部 正員 松本 英敏
 熊本大学大学院 学生員 ○古川 昌裕
 熊本大学工学部 岡部 一治

1.はじめに 従来までに実用されてきた免震装置の大多数が積層ゴムを主とするものであった。しかし、高度情報社会の発達とともに需要が高まっているインテリジェントビルや、各種産業分野での研究開発施設や製造施設には高い免震効果が期待できる免震装置が必要とされる。そこで、本研究は低・中層ビルを対象に、ボールベアリングを用いて基礎底部の摩擦を大幅に低減した絶縁型のスライド方式免震装置を提案し、そのモデルの振動実験と応答解析より、本免震装置の効果を調べたものである。

2.実験概要 本免震装置はボールベアリングによって支持され、水平方向の地震入力的大幅に低減し、コイルばねによって復元力が得られる機構となっている。図1に示す免震装置のモデルは、ボールベアリング以外はアクリル製で、すべり時の摩擦抵抗は小さい。入力地震波は振動数が3~15Hz、最大加速度300galの正弦波形と、5種類の記録地震波(エルセントロ・サンフェルナンド・海北橋・幌満橋・板島橋)をそれぞれの最大加速度で入力したものである。2種類(ケース1:12.0g/cm、ケース2:61.8g/cm)のコイルばねを用いて実験を行なった。

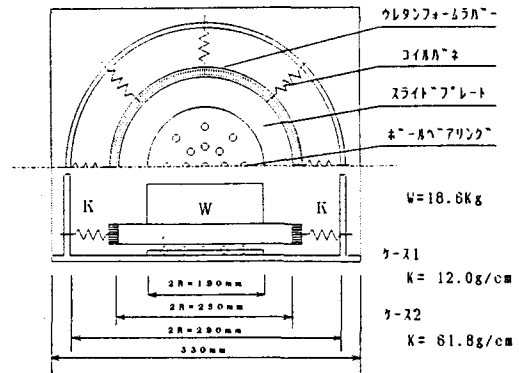


図1. 免震装置モデル

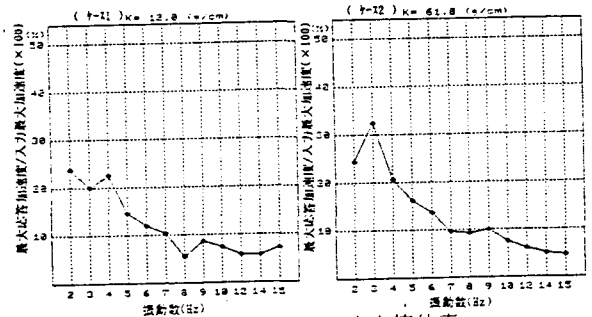


図2 剛体Wの絶対加速度応答倍率

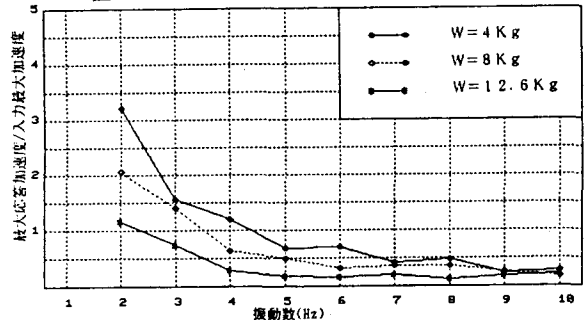


図3 剛体Wの絶対加速度応答比(ケース1)

3.実験結果と考察 (1)正弦波形入力の場合 図2に入力正弦波形の最大加速度に対する免震装置上の絶対最大加速度の比率を示す。ケース1では、入力に対して6.9~23.8%、ケース2では4.7~32.9%で、両ケースに顕著な相違はなく、どの領域の振動数についても良好な免震結果が得られている。特に7Hz以上の高振動数領域は入力に対して絶対最大加速度が10%以下まで低減され、その免震効果は絶大である。若干、ケース1の方が免震効果が優れているのは、ケース2よりもばね定数が小さいため、免震装置の固有周期がより長周期になっているためであろう。さらに、図3では载荷重量による最大応答加速度の変化を示している。载荷重量の増大とともに免震効果が増大しているのは構造系全体の固有周期が伸びることから説明できる。

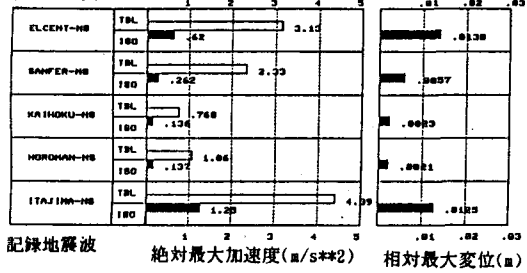
(2)記録地震波入力の場合

記録地震波入力時における免震装置上の剛体W(12.8Kg)の絶対最大加速度、及び相対最大変位をケース1は図4に、ケース2は図5にそれぞれ示す。最大応答加速度(図中黒帯)は入力(図中白帯)に対してケース1は11.2~28.5%、ケース2は11.4~31.4%であった。板島橋での記録地震波は、入力最大加速度が439galと大きい為、両ケースともに最も免震効果が悪く、入力レベルが免震効果に影響を及ぼすことが考察できる。しかし、板島橋を除く他の記録地震波では、最大応答加速度がほぼ20%以下に低減されて非常に大きな免震効果が得られている。次に変位は、ケース1の最大が1.38cm、ケース2の最大が1.31cmと、十分に変位も制御されており、妥当な免震装置を作成し得ることを示している。

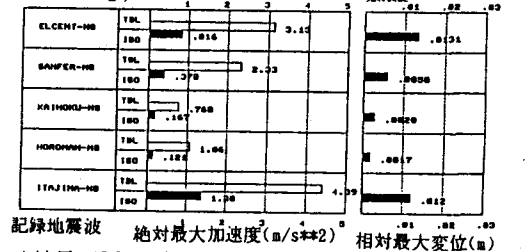
4. 数値シミュレーション解析 本免震装置で支承された上部構造の地震応答解析を行なうために、図6に示す6階建てのビルを解析対象モデルとする。入力地震波は最大加速度300galの正弦波形(加振振動数 $f=3, 6, 9\text{Hz}$ の3種類)を用いた。解析は積分手法としてニューマークの β 法($\beta=1/6$)、時間刻みを0.02秒として時刻歴応答解析を行なった。各階の絶対最大加速度と相対最大変位を図7に示す。正弦波形入力では相対変位は小さく、1階の絶対最大加速度は $f=3\text{Hz}$ で19.6gal、 $f=6\text{Hz}$ で24.3gal、 $f=9\text{Hz}$ で32.7galとなった。6階のばね定数を小さくしているため6階の加速度応答はやや大きくなるが、5階以下の制振の役割をしている。また、最大変位図は1次固有モードの変形を表わして、免震装置部での地震エネルギーの吸収がなされていることが解る。図8は、 $f=6\text{Hz}$ の正弦波形入力時の加速度スペクトルを示しており、当然のことながら6Hz付近の振動数で卓越している。

5. まとめ モデルの振動実験、及び上部構造を含めた応答解析よりスライド方式免震装置の有効性が確認できた。他の結果は講演時に譲る。
《参考文献》1)武田寿一編、構造物の免震・防振・制振 2)杉本一他5名、振動方向変換機構を備えた3次元免震床システムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、1989

(ケース1)



(ケース2)



振動実験結果 (図4(上): ケース1, 図5(下): ケース2)

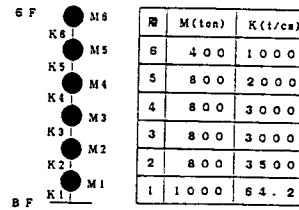


図6 解析対象モデル

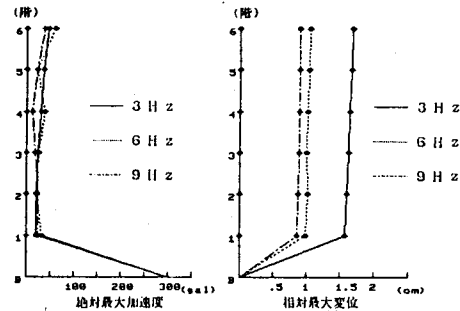


図7 6階建てビルの最大応答モード

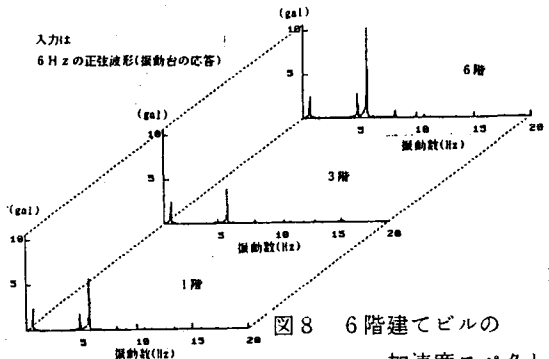


図8 6階建てビルの
加速度スペクトル