

I-513 軽量機器を対象とした免震架台の振動特性

(財)電力中央研究所 正会員 松田泰治 正会員 青柳 栄
(財)電力中央研究所 増子芳夫 正会員 益見 哲

1. まえがき

コンピュータシステムの耐震性向上を計る目的で、それらを収納する部屋の床を免震構造にすることにより床応答加速度を低減し、システムの機能停止を回避する免震床の開発が行われ、現在普及しつつある。しかし、これらの免震床に対するコスト面、あるいは既存の施設に導入する際の大幅な改造工事等の問題から、コンピュータ機器単体のための免震装置の開発も望まれている。

本研究は磁気ディスク装置等のコンピュータシステムの中で特に耐震強度が劣っている軽量機器を対象とした免震架台の開発を行うことにより、コンピュータシステム全体としての耐震協調を計ることを目的として行っている。今回はその中で水平免震に着目して行った振動台実験等の内容について報告する。

2. 免震装置概要

免震架台は地震時に大きな加速度が生じると伝達されず動く部分と、それらを支持してゐる支柱部分からなっている。支柱部分はさうに、架台と一体となって動く可動部分と免震架台に適度な復元力を与えるとともに安全装置としての機能を持つラバースプリングと固定している固定部分に分けられる。本装置の地震時作動開始加速度はボールベアリングとその下のスベリ板の間の摩擦係数(μ)によって決定される。本装置では約80galに設定されている。支柱部分の弾性を図-1に示す。また、図-2にはラバースプリングの静的荷重試験時の変位～荷重曲線を示した。この4個のラバースプリングの平均値を用いて計算した免震系の固有振動数は0.31Hzである。

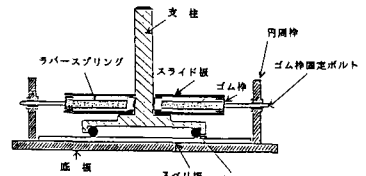


図-1 免震支柱構造

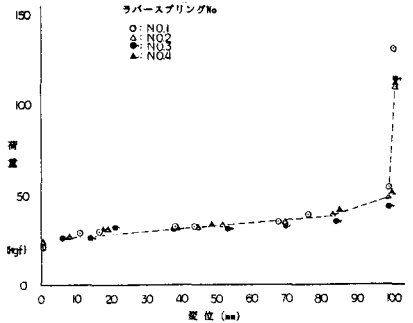


図-2 ラバースプリングの変位～荷重曲線

3. 振動台実験概要

免震架台の振動特性、免震性能を把握する目的で各種振動台実験を行った。実験時には免震架台上に磁気ディスク装置の代りに、重量が既存の磁気ディスク装置約2台分に相当するダミーを設置した。以下に実施した試験の詳細を示す。

i) 正弦波加振試験: 免震架台の振動特性を把握する目的で加速度制御による正弦波加振試験を行った。振動台入力加速度は免震装置が作動状態である100gal一定とし、加振振動数は0.5Hzから20Hzまでとした。また、免震装置の地震時作動開始加速度を把握する目的で変位制御による地震波加振試験を行った。振動台入力変位は10mm, 20mm, 30mmの3種類とし、加振振動数は各々0.5Hzから2Hzまでとした。ピックアップの配置を図-3に示す。

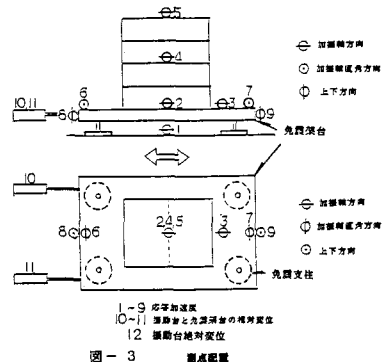


図-3 測定配置

ii) 地震波加振試験: 免震架台の免震性能を把握する目的で地震波加振試験を行った。入力にはElcentro波(1940年, Imperial Valley 地震, NS方向), 深浦波(1933年, 日本海中部地震, NS方向), 建屋観測波(A: 11階建建物の11階, B, C: 5階建建物の屋上)の最大加速度を200galから500gal(ただし建屋観測波は800galまで)まで100galずつ変化さ

せて標準化したものを用いた。また、免震架台上の上載物の重心位置の影響を把握する目的でダミーの重心を通常の高さからその約2倍の高さまで6段階に変化させて地震波加振試験を行った。入力はEl Centro波を最大加速度30galに標準化したものを用いた。

4. 実験結果および考察

i) 免震架台の振動特性: 加速度制御による正弦波加振で得られた共振曲線より免震架台上の加速度応答倍率はダミーの共振点付近を除けばほぼ1以下であり、ダミーはほぼ剛体挙動で動いていることが確認された。また変位制御による正弦波加振の結果、免震架台のすべりが共振台入力加速度70galから80galの間で発生していることが確認された。従ってボールベアリングとすべり板間の摩擦係数は0.7からの程度と考えられる。

ii) 免震架台の免震性能: 免震架台に対して地震波加振試験を行った際の共振台最大入力加速度と免震架台上の最大応答加速度および共振台と免震架台の相対変位の関係を図-4, 5に示す。これらの図よりすべての入力に対して免震装置が適切に作動し免震架台上の応答加速度は磁気ディスク装置の耐震保障限界である200gal以下、相対変位は許容相対変位である9cm以下となり十分な免震性能を示している。また図-6, 7はEl Centro波50gal入力時の共振台入力と免震架台上の応答加速度の時刻歴と応答スペクトルである。これらの図より周長数領域と比較しても免震効果が顕著に現れているのがわかる。ただしダミーの振動モードが卓越する17Hz付近では逆に免震架台上の応答スペクトルが増幅している。この原因は摩擦系の要素持有一種の衝撃的な入力によりダミーの高次モードが励起されたためである。しかしこれは本免震架台の免震効果(加速度低減効果)に重なる影響を及ぼすものではない。また、重心位置の変化が免震性能に及ぼす影響については、ダミーの重心位置が高くなるとトップヘビーになるにつれて免震架台上の応答加速度は若干増加したが200galを上回ることはなかった。通常使用されている磁気ディスク装置程度の形状寸法であれば、特に免震性能に影響を及ぼすことはないと判断される。

5. あとがき

共振台実験により本免震架台の振動特性、免震性能が明らかとなった。

今後は解析的な検討と各種の詳細な検討を行い当日発表する予定である。なお本研究を行うにあたり御協力いただいた中部電力(株)制御通信部通信技術課、(株)昭電の皆様には深甚なる謝意を表わしたい。

〈参考文献〉

1) 藤田也, 予引張ばねを利用した免震床の研究(第1報, 第2報) 日本機械学会論文集C編441号, 1983年5月)

2) 中川也, ダイナミック・フロアシステムに関する実験的研究(その1, その2) 大正組技術研究所報 No.16, No.17, 1978年

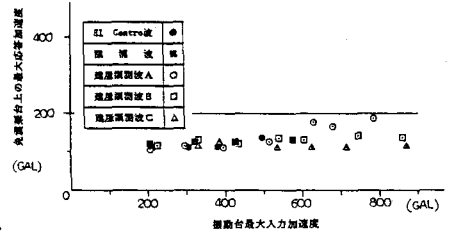


図-4 磁気ディスク装置ダミーを用いた免震架台の地震波加振試験

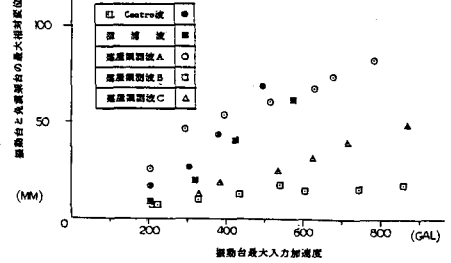


図-5 磁気ディスク装置ダミーを用いた免震架台の地震波加振試験

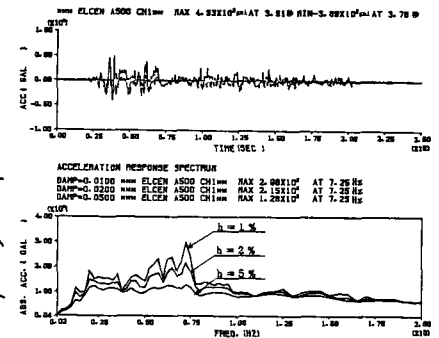


図-6 共振台入力加速度と加速度応答スペクトル (El Centro 波)

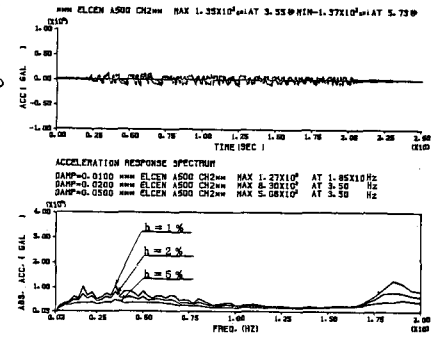


図-7 免震架台上の応答加速度と加速度応答スペクトル (El Centro 波)