

## 予引張あるいは予圧縮ばねを利用した免震床の研究

## (第4報 実大モデルについての実験—その1—)

An Earthquake Isolation Floor Using Pre-Tensed or Pre-Compressed Springs

(4th Report : Experiments of An Actual-Size Model - Part 1 -)

藤 田 隆 史\*・石 田 二 郎\*・服 部 忍\*

Takafumi FUJITA, Jiro ISHIDA and Shinobu HATTORI

## 1. ま え が き

電子計算機の設置台数が多くなり、しかも、オンライン使用のように使用形態が高度化した今日、コンピュータ機器の耐震対策は非常に重要なものとなっている。ところで、電算機システムは種々の理由から建物の上層階に設置されることが多いが、破壊的地震の際には、建物、特に中・低層建物の上層階での床応答加速度は1Gあるいはそれ以上になることが判明している。そのため、コンピュータ機器の転倒、損傷を防止する措置として、地震加速度を低減させる免震床の必要性が生じている。

本研究では、予引張あるいは予圧縮ばねを利用した(通常は予引張ばね方式が採用される)、地震時の作動の信頼性の高い免震床を考案し、それについての基礎研究および実用化のための研究を行っている。研究の第一段階では、前三報<sup>1)~3)</sup>に述べたように、本免震床に用いる免震装置の実験モデルを製作し、実験と解析により、基本的な振動特性と免震性能を調査した。次の第二段階では、共同研究者である三菱製鋼(株)により試作された実機の一部を利用して実大規模の実験モデルを製作し、それに実際の電算機システムを搭載して加振実験を行い、免震床の地震時挙動に関するデータを得るとともに、加振中の電算機システムの作動確認を行っている。なお、実験は水平二方向同時加振が可能な三菱重工業(株)高砂研究所の振動台を使用して行われた。本報および続報はこの実験の概要と結果について述べたものである。

## 2. 免震装置と免震床の構造

第1報<sup>1)</sup>でも免震装置と免震床の基本構造について述べているが、ここでは試作された実機をもとにその構造を説明しよう。図1は免震装置の組立図であり、図2は免震装置と免震床(実験モデル)の組立工程を示したものである。図2.(a)に示されているのは免震装

置の可動部分であり、可動枠に9個の自由方向ボールベアリング(1個当たりの許容荷重は1960N(200kgf))をセットにして取り付けられている。このベアリングによって荷重を支えるとともに低摩擦での移動が実現される。また、枠の四隅には外面に低摩擦材(ターカイトB)を貼付した緩衝用ゴムが取り付けられている。(b)ではベアリングの移動範囲に焼き入れされた鋼板(1070×1070)を敷く。このように広い面積を持つ板を熱変形なしに焼き入れすることが免震装置製作上の一つのポイントである。(c)では固定枠を取り付ける。この固定枠の内面は防蝕のためにエルコ処理が施されており、また、内面には突起があって、それが次に述べる拘束部材のストッパーの役目をする。(d)では可動枠を四方から拘束するための拘束部材を配置する。(e)では拘束部材を互いにばねで連結し、予引張を与える。この予引張ばねによって、可動部分はセットされた力以下の外力では移動せず、地

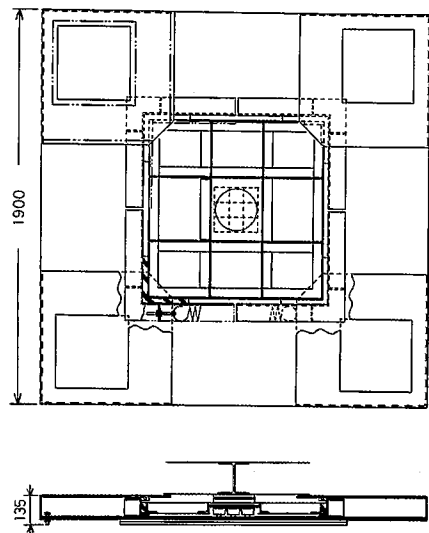
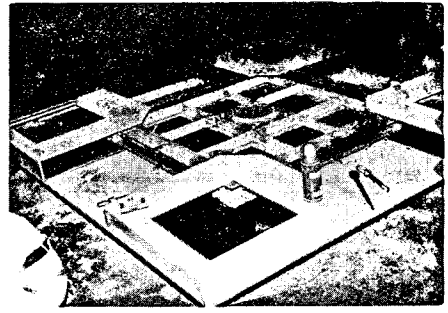


図1 免震装置

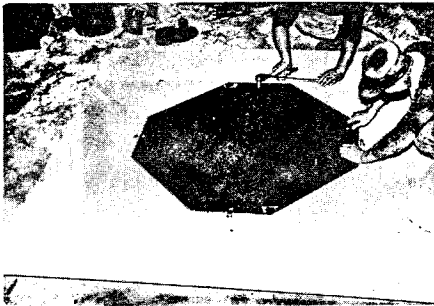
\* 東京大学生産技術研究所 第2部



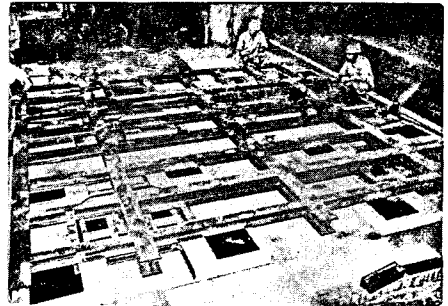
(a)



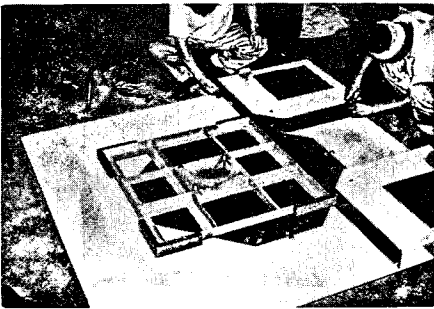
(e)



(b)



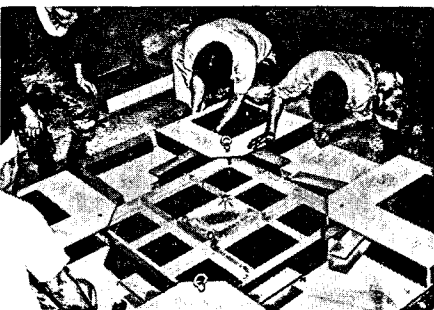
(f)



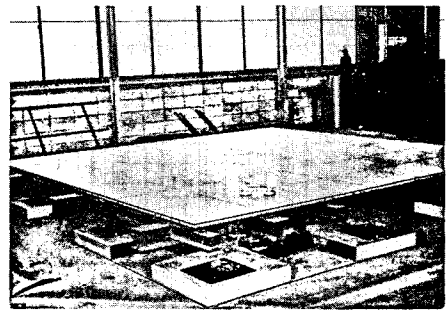
(c)



(g)



(d)



(h)

図2 免震装置と免震床（実験モデル）の組立工程

震時にそれを上回る慣性力が動いた時に動き出すことが可能になる。以上の段階で免震装置は完成する。次の (f) では組み立てられた4個の免震装置の可動部分を剛

な梁で連結する。(g)では梁に板状のペDESTALを取り付け、600×600のパネルを敷きつめる。(h)が完成した免震床（実験モデル）である。

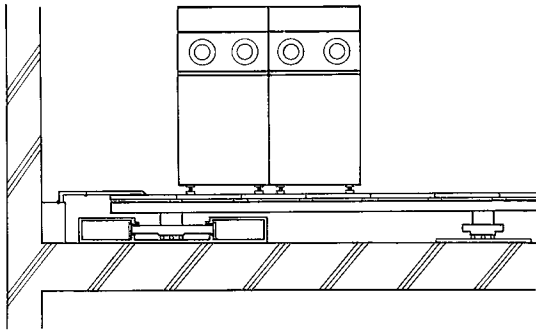


図3 免震床の基本構造

実際の電算機室に適用する場合には、図2(h)の実験モデルよりもさらに広い面積の免震床が必要となるため、図3に示すように、免震装置を室の四隅に用い、ばねを持たない可動部分だけのものを中間部に用いて荷重を分担させる構造が取られる。

### 3. 実験の概要

#### 3.1 実験装置

図4.5に示すように、実験には上述の免震床(実験モデル)を振動台上に組み立て、その上にコンピュータ機器を設置し、免震床の一边は壁際を模擬してスライドカ

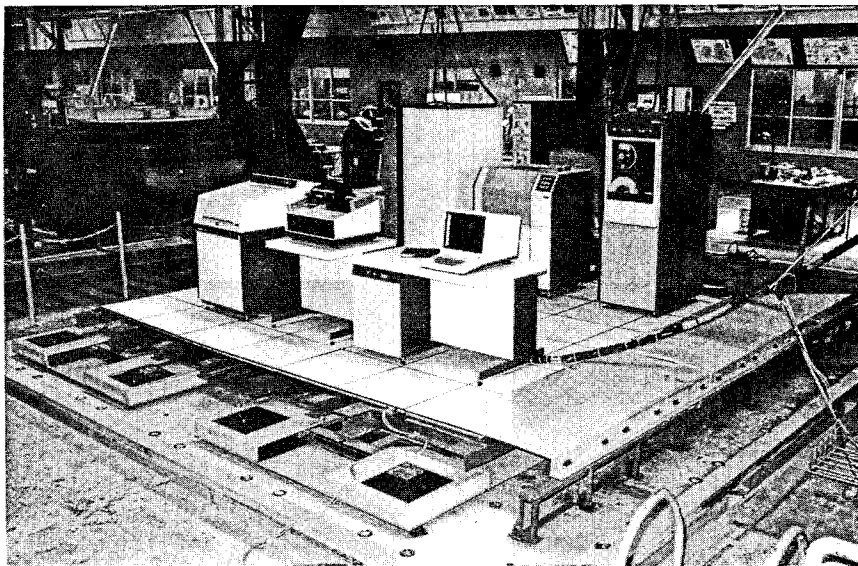


図4 実験装置

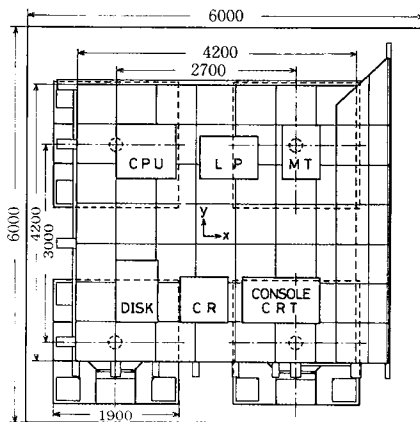


図5 実験装置の配置図

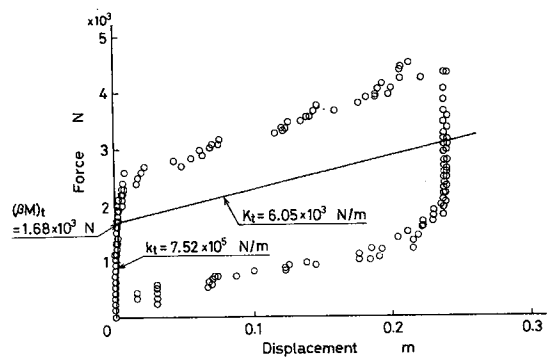


図6 供試体における復元力特性と静止摩擦力

バーを取り付けた状態のものを供試体として使用した。実験に用いたコンピュータ機器は中央処理装置(CPU), ラインプリンタ装置(LP), 磁気テープ装置(MT), 磁気ディスク装置(DISK), カード読取装置(CR), 操作卓とディスプレイ装置(CONSOLE, CRT)であり, これらの機器の免震床への設置はすべてレベラー支持によっている。その他, 電算機システムの作動を確認するための機器が振動台の横に設置された。以上の供試体の質量を表1に示す。

免震装置の予引張ばねには実験用として, 1本当たりのばね定数 755.8 N/m (0.7713 kgf/cm) のばねが使用され, 各ばねは1本当たりの予引張力が 210.4 N (21.47 kgf) となるようにセットされた。図6は免震床をX方向(図5参照)に静的に変位させたときの復元力と静止摩擦力の測定結果である。(免震床上に体重 62 kg の測定者が乗っていたため, このときの総質量は 3027 kgである。) 同図の実線はX方向にある8本のばねのばね定数, 予引張力の合計値から求めたものである。以上のデータから,

表1 供試体の質量

免震床 (可動部分)	1450 kg
電算機システム	1515
CPU	370
LP	400
MT	240
DISK	280
CR	70
CONSOLE	65
CRT	40
コード類	50
総質量	2965

表2 振動台の主な仕様

加振力	
水平二方向	50 ton・g (各方向)
水平一方向	100 ton・g
最大振幅	± 50 mm
振動台	6 m × 6 m
搭載重量	100 ton
周波数範囲	0.1 Hz ~ 50 Hz
起振方式	電気油圧サーボ式

ばねが予引張なしに取り付けられた(線形復元力を持つ)場合の免震床の固有振動数は 0.227 Hz (固有周期 4.40 sec) となる。

実験は水平二方向同時加振が可能な三菱重工業高砂研究所の振動台を用いて行われたが, 表2にこの振動台の主な仕様を示す。

### 3.2 実験内容

加振実験は正弦波加振と地震波加振を行い, 各々の場合について一方向加振と二方向同時加振を行っている。正弦波加振においては, 対象が非線形系であるため, 入力変位振幅が一定の場合と入力加速度振幅が一定の場合について, 各々振動数を上昇させた場合と下降させた場合の応答を測定している。また, 地震波加振の場合には, 実地震波として El Centro (1940年 Imperial Valley 地震), 八戸 (1968年 十勝沖地震), 東北大 (1978年 宮城県沖地震) での NS と EW 方向の記録を用い, 振動台からの制約により, 各々の波について, 地動では 300 gal 程度, 床応答 A (2 Hz, 3%の一質点系フィルターを使用) では 700 gal 程度, 床応答 B (3 Hz, 3%の一質点系フィルターを使用) では 1 G 程度の入力を用いて免震性能を実証している。

## 4. あとがき

上述の加振実験の結果については続報においてかなり詳細に述べられているのでここでは触れないが, 本実験では加振中の電算機システムの正常な作動を確認することも大きな目的であった。実験の結果, すべて正常に作動したことを述べておく。

最後に, 本実験に協力された電算機メーカーの関係諸兄および三菱重工業高砂研究所の白木万博室長はじめ振動騒音研究室の諸兄に心から感謝の意を表する。

(1980年10月8日受理)

### 参考文献

- 1) 藤田, 服部, 石田; 予引張あるいは予圧縮ばねを利用した免震床の研究 (第1報), 生産研究, Vol. 32 No. 8 (1980)
- 2) 藤田; 同 (第2報), 生産研究, Vol. 32, No. 10 (1980)
- 3) 藤田, 服部, 石田; 同 (第3報), 生産研究, Vol. 32, No. 12 (1980)