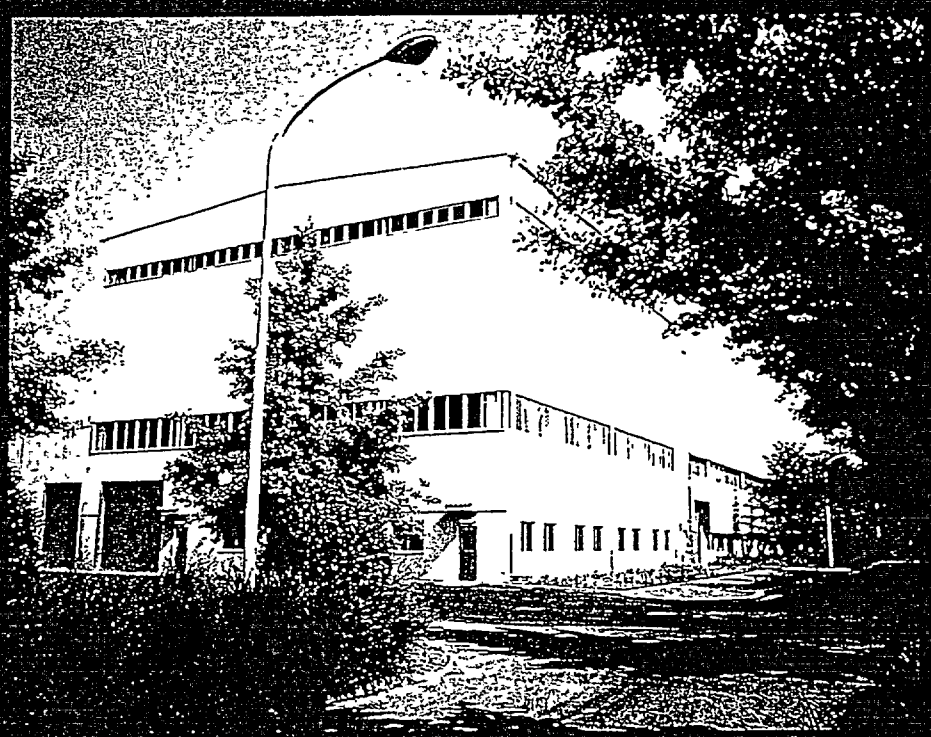
RAS 5662 72-22-ISFSI State Exhibit 200 Rec'd 6/5/02

三次元大型振動台

LARGE-SCALE THREE-DIMENSIONAL SHAKING TABLE



独立行政法人土木研究所

Public Works Research Institute

Template=SECY-028

SECY-02

実時間ハイブリッド振動実験装置
Real-Time Hybrid Vibration Experiment System

実時間ハイブリッド振動実験装置は、三次元大型振動台による振動実験と数値解析をリアルタイムに統合し、構造物の一部分のみを模型化して供試体として用い、それ以外の部分については数値解析を行うことにより、構造物全体の地震時挙動をシミュレートする振動実験装置です。例えば、下図のように、地盤を含む橋梁全体の実験を行う場合、橋脚および上部構造の振動応答のように解析モデル化が比較的容易な部分は、コンピュータを用いた振動応答解析を行い、橋梁基礎模型に作用させる変位を計算します。また、地盤と基礎間の相互作用のように、解析モデル化が困難な部分は振動実験により基礎模型から発生する反力を計測し、振動応答解析に反映させます。

このように、振動応答解析と振動実験をうまく組み合わせて、全体構造物の一部を実験模型として取り出し実験を行うことができるのがハイブリッド振動実験の特徴です。

The Hybrid Vibration Experiment System integrates numerical response computation and vibration experiments to carry out full-scale experiment with simplified experimental models. In this system, numerical computation takes a role of evaluating response of such structures as bridge piers and superstructures which are huge in size but easy to model for computational analysis, while phenomena whose behavior is difficult to compute precisely, such as the soil-structure interaction effects, are dealt with by vibration experiments. The schematic illustration shows an experiment of a bridge foundation with its subsoil, where the response of the bridge piers and the superstructure are numerically computed and then applied to the foundation model experimentally, whereas the reaction force is measured at the foundation and fed back to the computation.

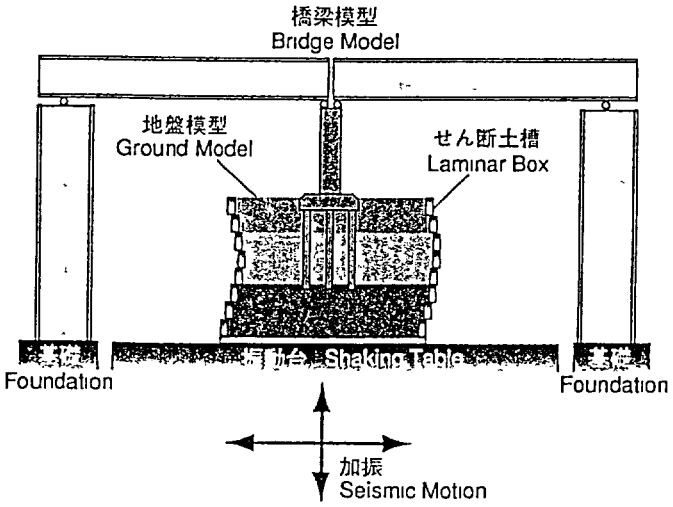
本実験のメリット

1. 大縮尺で精度の良い実験可能
2. 模型作成に要するコストの低減
3. 上部構造モデルの変更が容易

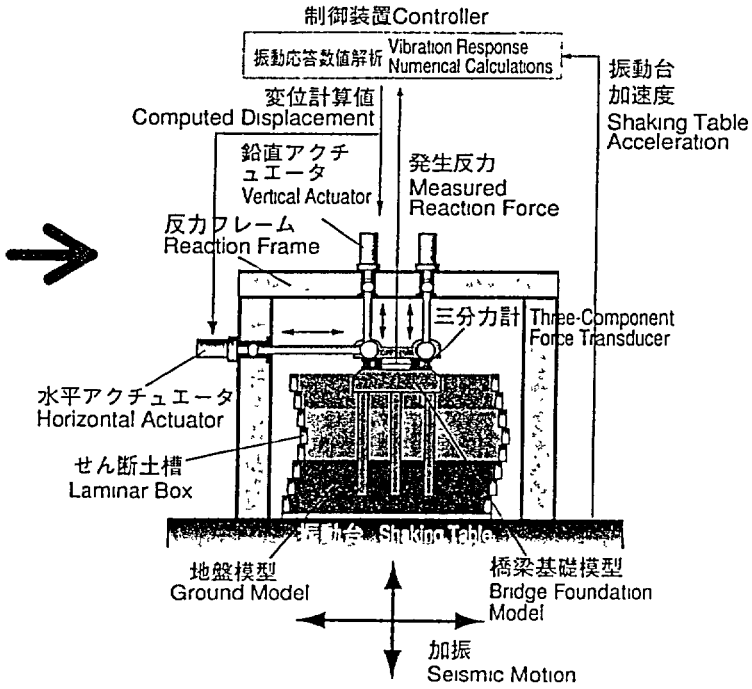
Advantages of the Real-Time Hybrid Experiment

1. Accurate Experiment
2. Low-cost Experiment
3. Versatility

一般的な振動台実験
Shaking Table Experiment



実時間ハイブリッド振動実験
Real-time Hybrid Vibration Experiment



主要諸元
Specifications

振動台仕様
Specifications for the Shaking Table

項目 Item		仕様 Specifications
テーブルサイズ Table Size		(W) 8 m × (D) 8 m
搭載重量 Loading Capacity		定格 Rated 100 tf 最大 Max. 300 tf
最大変位 Max. Displacement	水平 H	±60 cm
	鉛直 V	±30 cm
最大速度 Max. Velocity	水平 H	±200 cm/s
	鉛直 V	±100 cm/s
最大加速度 (100 tf 搭載時) Max. Acceleration (for 100 tf Loading)	水平 H	±2.0 G
	鉛直 V	±1.0 G
加振周波数 Exciting Frequency		DC～50 Hz

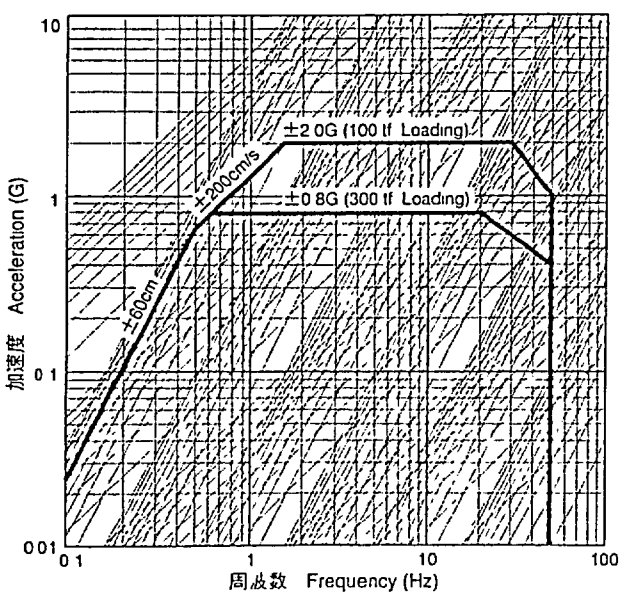
浮き基礎諸元
Specifications for the Floating Foundation

項目 Item	仕様 Specifications
浮き基礎重量 Weight of the Floating Foundation	8700 tf
空気バネ Number of Air Springs	216 sets
オイルダンパー Number of Oil Dampers (sets)	672 sets

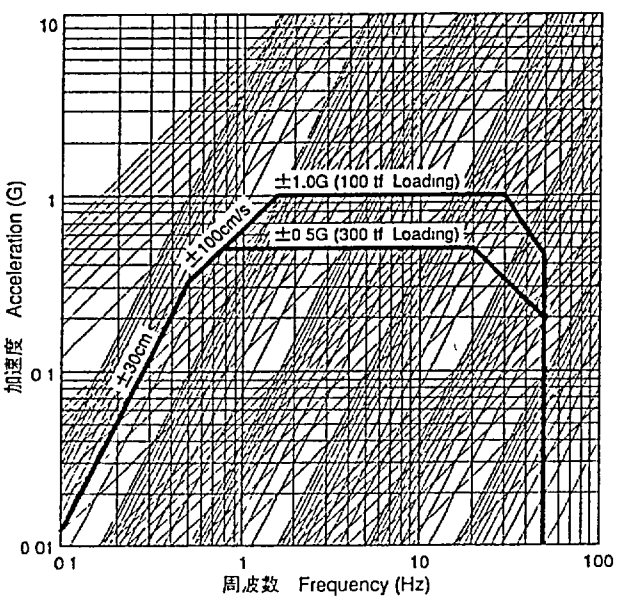
ハイブリッド振動実験装置仕様
Specifications for the Hybrid Vibration Experiment System

項目 Item		仕様 Specifications
上下方向加振機 Vertical Actuator	総加振力 Total Excitation Force	500 tf
	最大変位 Max displacement	±30 cm
	最大速度 Max velocity	±50 cm/s
水平方向加振機 Horizontal Actuator	総加振力 Total Excitation Force	100 tf
	最大変位 Max. Displacement	±60 cm
	最大速度 Max Velocity	±200 cm/s
せん断土槽 Laminar Box	寸法 Planar Area	4 m× 4 m
	高さ Height	3 5 m
反力フレーム Reaction Frame	内寸 Inner Dimensions	(W) 6 m × (L) 6 m × (H) 6 m
	外寸 Outer Dimensions	(W)8 m × (L) 8 m × (H) 8 m
	重量 Weight	120 tf

加振性能図
Shaking Limit Diagram

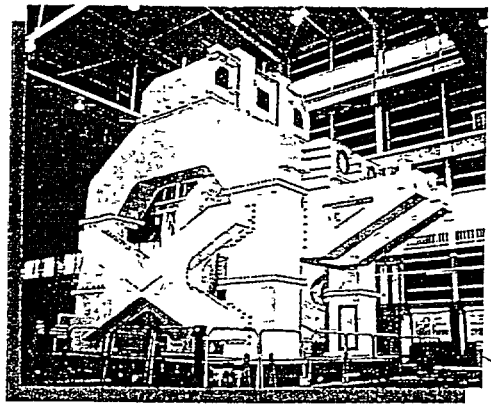


水平方向 Horizontal

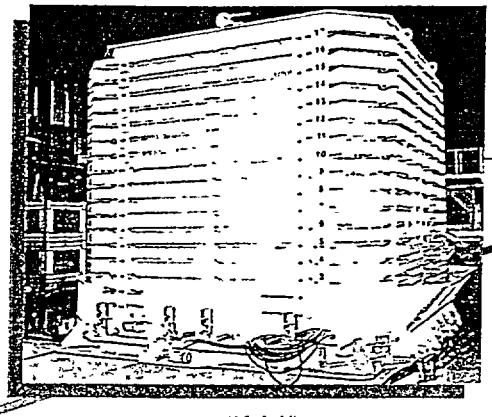


鉛直方向 Vertical

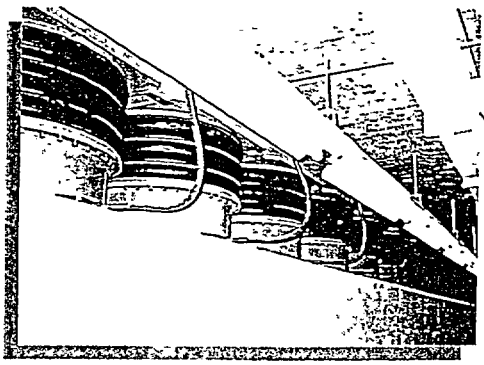
三次元大型振動台概念図
Plan of Large-Scale Three-Dimensional Shaking Table



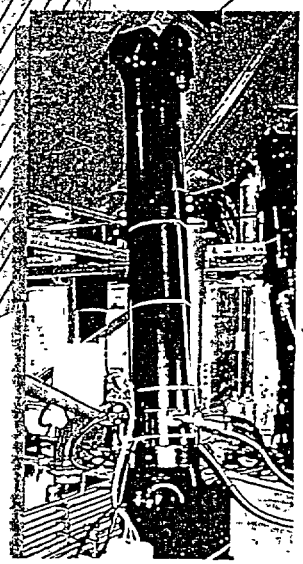
反力フレーム
Reaction Frame

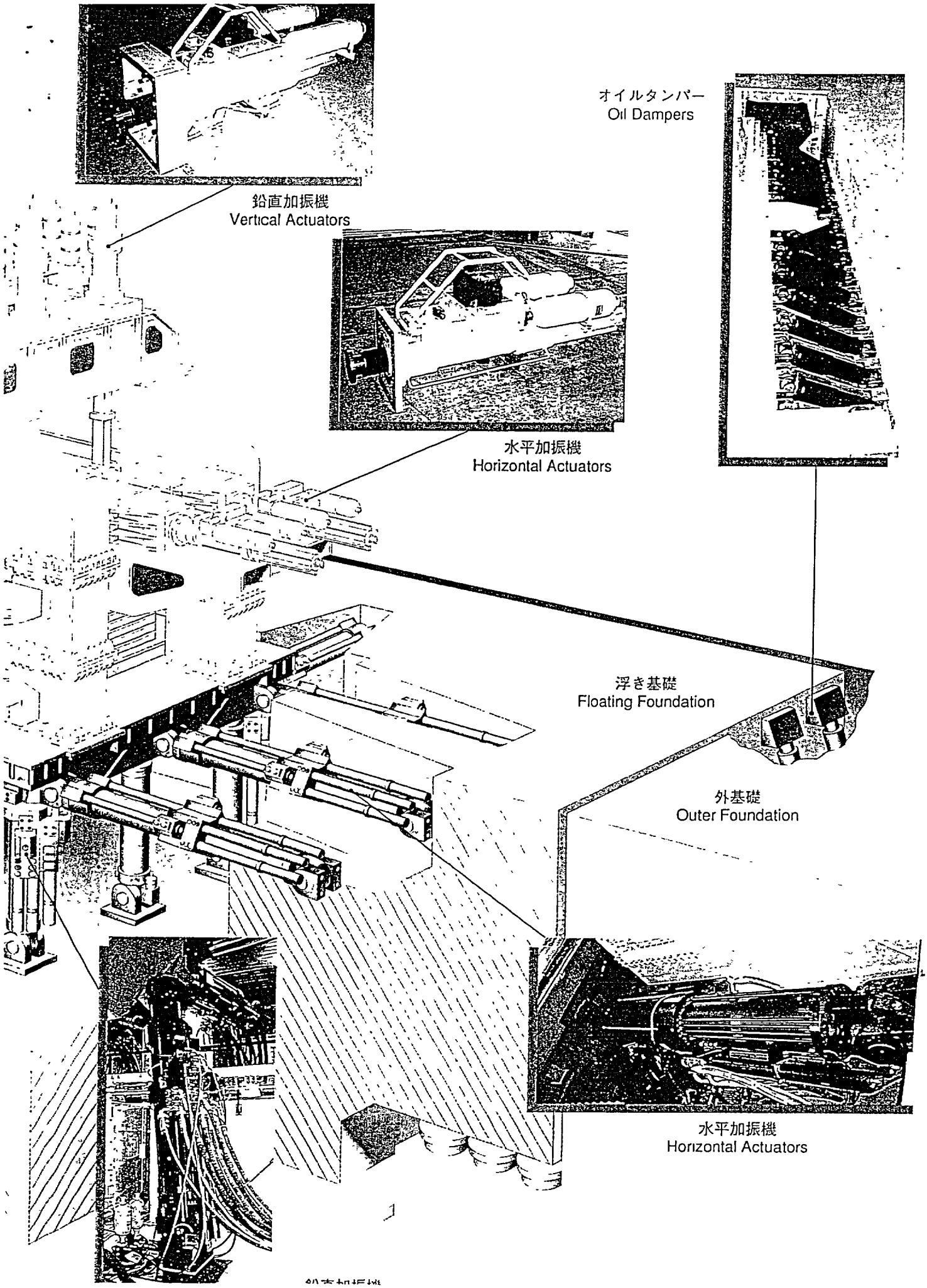


せん断土槽
Laminar Box

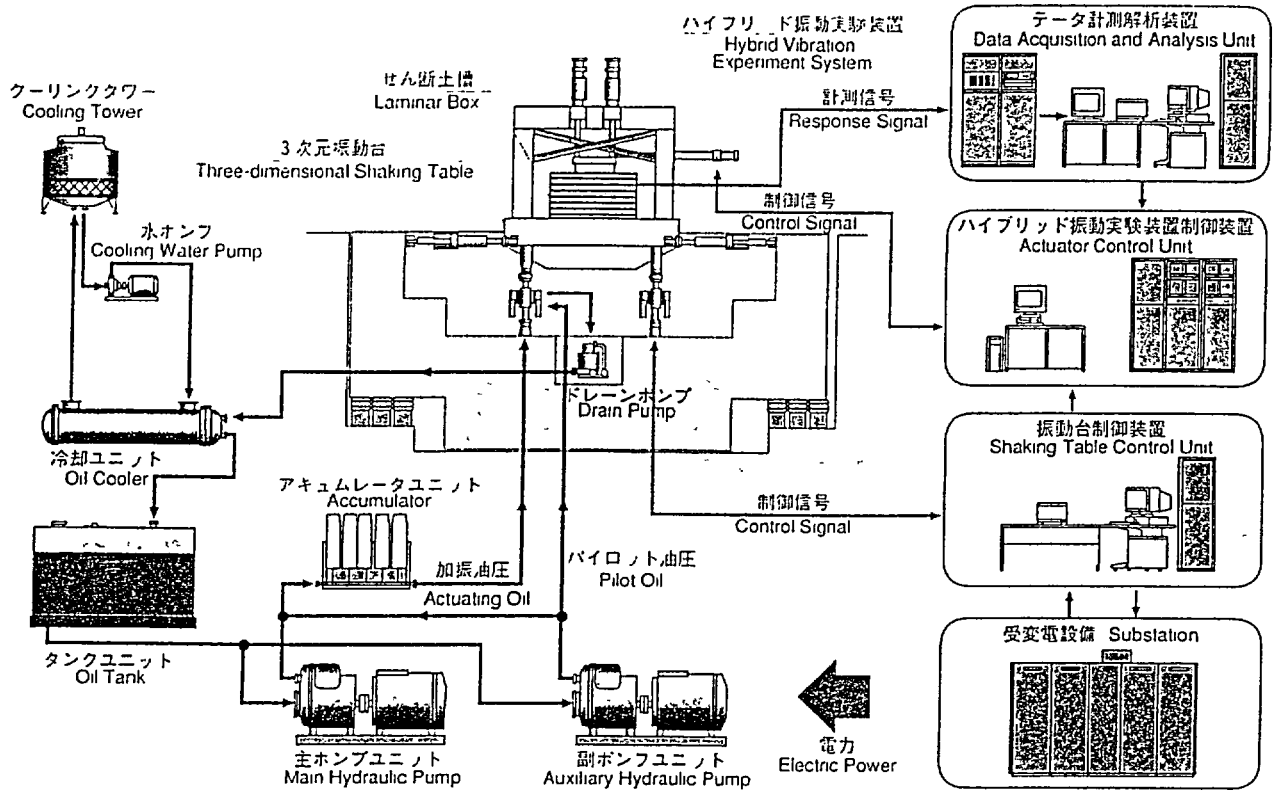


空気バネ
Air Springs

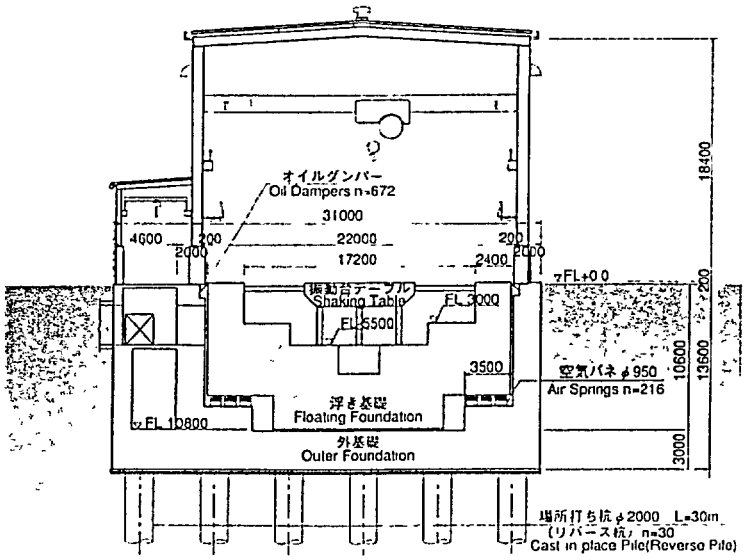



オイルダンパー
Oil Dampers
鉛直加振機
Vertical Actuators
水平加振機
Horizontal Actuators
浮き基礎
Floating Foundation
外基礎
Outer Foundation
水平加振機
Horizontal Actuators

システム構成
System Configuration



基礎構造
Foundation Structure



振動台は周辺への振動伝幡を軽減するため浮基礎により支持されています。浮き基礎は防振装置である216個の空気バネと672本のオイルダンパーを介して外基礎に支持されており、外基礎は周辺地盤が比較的軟らかいため杭基礎構造となっています。

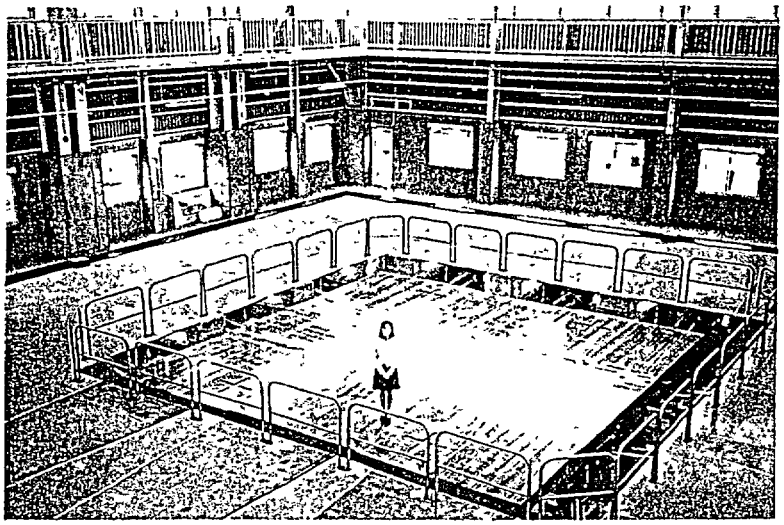
The shaking table is supported by a floating foundation to mitigate vibration propagating into the neighborhood. The floating foundation is supported through a vibration isolating system consisting of 216 air springs and 672 oil dampers by an outer pile-foundation in relatively soft soil.

三次元大型振動台
Large-Scale Three-Dimensional Shaking Table

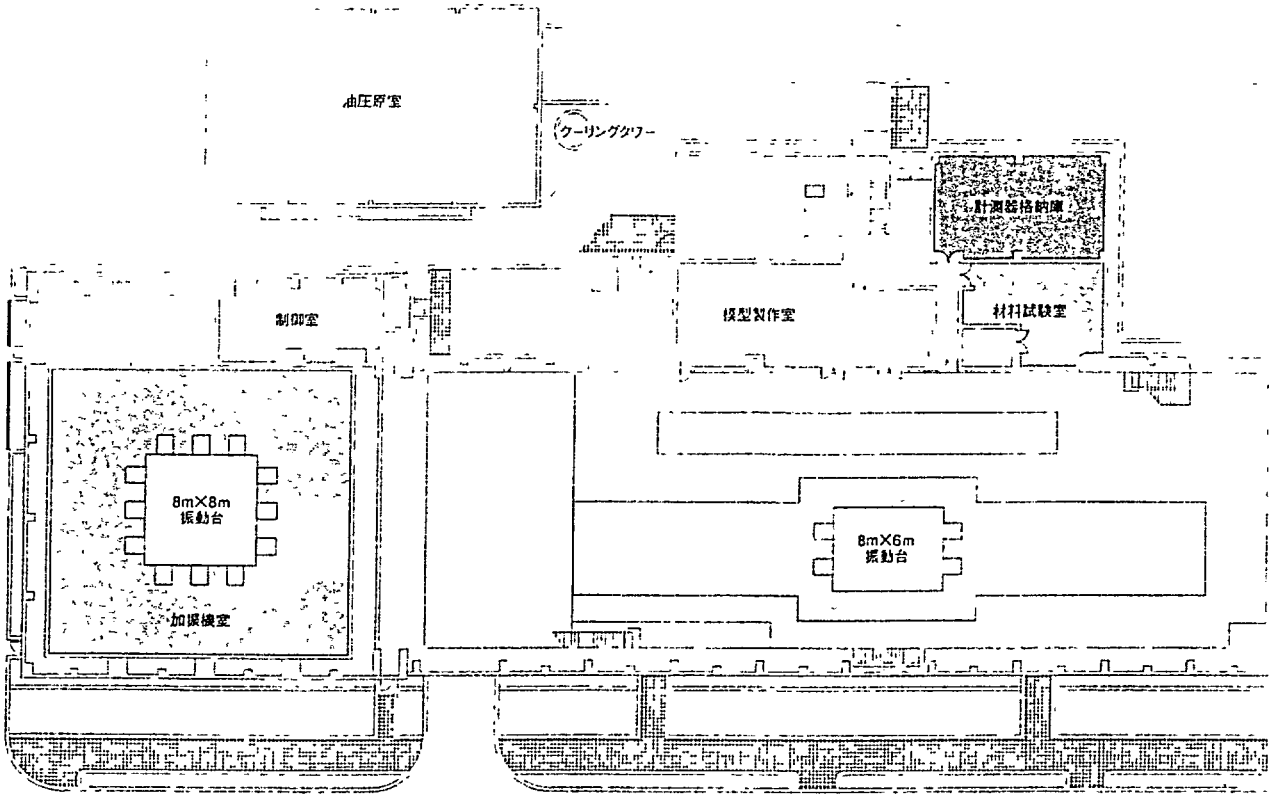
平成7年兵庫県南部地震においては、従来の耐震設計では考慮していなかった非常に大きな地震動により、各種の土木構造物が甚大な被害を被りました。三次元大型振動台は、このような大規模地震時における振動を再現することにより、地盤及び各種土木構造物の耐震性を実験的に調査・研究するための実験施設です。
下表は、これまでに地盤上で観測された地震動の最大加速度、最大速度、最大変位を示しています。兵庫県南部地震では、特に最大速度、最大変位が国内ではこれまでに観測されたことのない非常に大きな値を示しています。本装置では、このような非常に大規模な地震動を再現することが可能となっています。

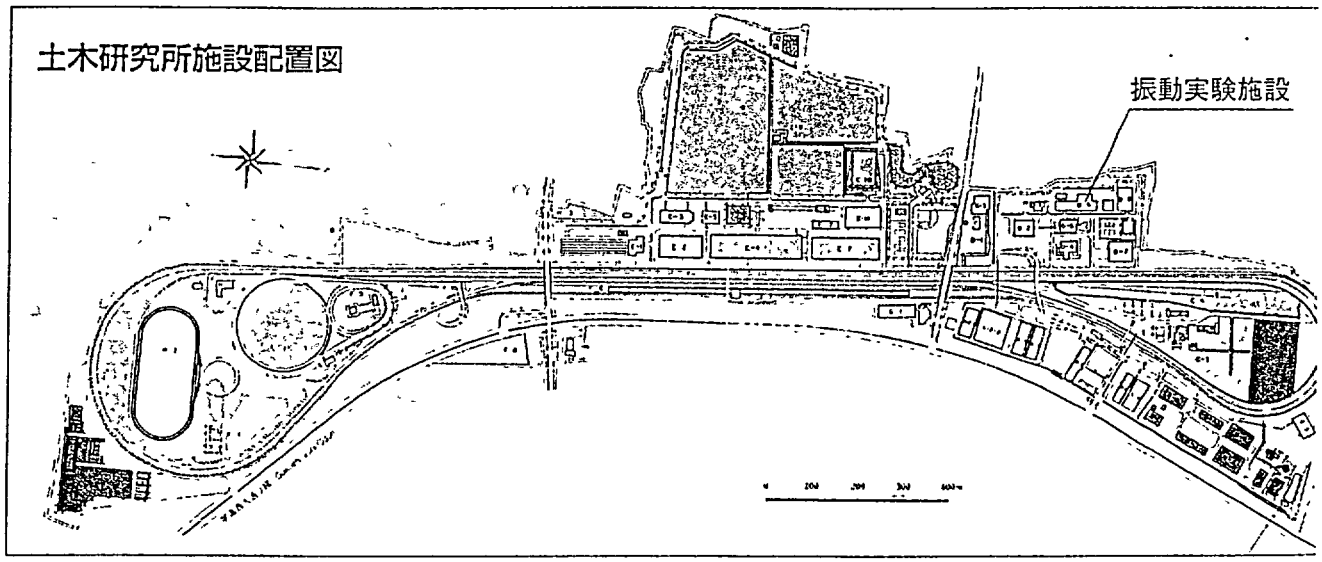
The Hyogo-ken Nanbu Earthquake of January 1995 caused very severe damage to civil infrastructures by its extremely strong motion. Large-Scale Three-Dimensional Shaking Table is to examine aseismicity of the ground and civil infrastructures by simulating strong motion of large earthquake.
Table below shows the peak acceleration, the peak velocity and the peak displacement observed on ground surface in the past. The Hyogo-ken Nanbu Earthquake recorded a very large velocity and displacement. This equipment was designed to be able to reproduce such a large strong motion.

		兵庫県南部地震 Hyogoken-Nanbu Earthquake (1995) M=7.2			釧路沖地震 Kushiro-Oki Earthquake (1993) M=7.8		宮城県沖地震 Miyagiken-Oki Earthquake (1978) M=7.4	日本海中部地震 Nihonkai-Chubu Earthquake (1983) M=7.7	ノースリッジ地震 Northridge Earthquake (1994) M=6.7
		神戸海洋気象台 Kobe Maritime Observatory	東神戸大橋 Higashi-Kobe Bridge	JR鷹取駅 JR Takaton Station	釧路気象台 Kushiro Observatory	大楽毛橋 Otanoshike Bridge	開北橋 Kaihoku Bridge	津軽大橋 Tsugaru Bridge	シルマー Sylmar
最大加速度 Peak Acceleration (cm/s^2)	水平 H	818	327	666	922	577	414	278	828
	鉛直 V	332	395	290	467	279	169	205	521
最大速度 Peak Velocity (cm/s)	水平 H	90	91	138	60	27	27	37	129
	鉛直 V	40	35	20	23	8	8	12	19
最大変位 Peak Displacement (cm)	水平 H	21	49	42	6	6	4	12	32
	鉛直 V	11	15	6	2	1	2	2	8



振動実験施設
Vibration Laboratory





独立行政法人土木研究所
耐震研究グループ振動チーム

〒305-8516　茨城県つくば市南原1-6
TEL: 0298-79-6771
FAX: 0298-79-6735
URL: http://www.pwri.go.jp/

Ground Vibration Research Team
Earthquake Disaster Prevention Research Group
Public Works Research Institute

Address: 1-6 Minamihara, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-8516, Ja
Telephone: +81-298-79-6771
Facsimile: +81-298-79-6735
URL: http://www.pwri.go.jp/

DOCKETED
USNRC

2003 JAN 31 PM 2:17

OFFICE OF THE SECRETARY
RULEMAKINGS AND
ADJUDICATIONS STAFF

NUCLEAR REGULATORY COMMISSION

Docket No. _____ Official Exh. No. 200

In the matter of PFS

Staff _____ IDENTIFIED ✓

Applicant _____ RECEIVED _____

Intervenor ✓ REJECTED _____

Other _____ WITHDRAWN _____

DATE 6/5/02 Witness Singh/Soler

Clerk L Shindurling