

地球シミュレータ

山下設計
酒井和成



フジタ
鳥居次夫



1. はじめに

海洋科学技術センターは、平成10年度から地球変動現象の解明と予測に向けて準備を進め、横浜市金沢区の神奈川県工業試験所跡地に地球変動研究における最強の武器となる超高速計算機システム、地球シミュレータを擁する横浜研究所を設立しています。平成13年4月には、それまで東京都浜松町に本拠を置いて地球変動研究を進めていた地球フロンティア研究システム、地球観測フロンティア研究システムおよび、地球シミュレータの開発を担う地球シミュレータ研究開発センターが横浜に移転し、平成14年3月には地球シミュレータが完成して稼働を開始しています。

今回、現在世界トップ500における世界一の性能を誇る超高速計算機システム、地球シミュレータを紹介します。

2. 地球シミュレータの概要

地球シミュレータでは、

- ①気候変動・災害予測の高信頼化
- ②地殻変動の解明
- ③シミュレーション科学技術の推進等

を行うことが出来ます。このシミュレータはピーク性能が40TFLOPS（1秒間に40兆回の計算が可能）のバクトル型超高速並列計算機システムのため、質的・量的に格段に飛躍したシミュレーションが可能となります。例えば地球環境の変動については、地球温暖化のようなグローバルな現象と台風のような局所的現象を同時に高解像度でシミュレーションすることができます。



写真-1 建物外観



図-1 地球シミュレータの模型

3. 建物概要

本建物は、地上2階、軒高15.8mの電算機械室を用途とする建物であり、1階床下と基礎の間に免震装置を配置した免震建物です。

1階は設備機械室、2階は電算機械室が配置され、計算機械室の電磁波対策として建物外郭部及び計算

機械室を囲む仕上げには電磁波シールドを設けています。また、基礎構造には、アラミド繊維補強筋を使用して、上部構造を地盤から電氣的に絶縁することにより、地盤内・地表面の迷走電流の影響を軽減する計画としています。

平面形状は、長辺方向10.8m×6スパン、短辺方向21.9m×2スパンで、長方形の形状を呈しています。図-2に2階伏図、図-3に軸組図を示し、下記に建物概要を示します。

建物名称：シミュレータ棟

建築場所：神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25

用途：計算機械室

建物概要：敷地面積 33,389.95m²

建築面積 3,375.51m²

延床面積 6,363.25m²

階数 地上2階

軒高 15.8m

階高 1階 8.0m

2階 6.8m

構造 鉄骨造

基礎 直接基礎（深層混合処理工法による地盤改良）、一部杭基礎

建築主：海洋科学技術センター

設計：株式会社 日建設計

施工者：清水・大林・三井 建築工事共同企業体

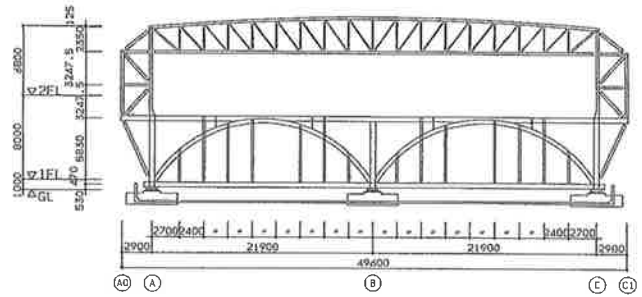


図-3 ④通り軸組図

4. 構造計画概要

本建物の構造形式は、長辺方向はブレース付きラーメン構造（一部トラス構造）で、短辺方向はアーチ及びトラス構造で、構造種別は鉄骨造です。

下部構造は、N値60以上の泥岩層を支持層とし、この泥岩層の上部の軟弱地盤を深層混合処理工法による地盤改良を行い、その上に鉄筋コンクリート造の直接基礎（一部杭基礎）を設けています。

免震装置は、上部構造と下部構造との間に1000φの高減衰積層ゴムアイソレータ11台を設置しています。

5. 構造設計概要

本建物の耐震性能は、2つのレベルの地震動を想定し、表-1に示す目標耐震性能に基づき上部構造・免震装置・下部構造について設計を行っています。

表-1 目標耐震性能

地震動レベル	免震部材	上部構造	基礎の状態
	せん断力係数 (相対変位)	せん断力係数 (状態)	
レベル1	-	-	-
レベル2	0.21 (40cm)	0.23~0.34程度以下 (許容応力度以内)	許容応力度以内

地震応答解析モデルは、免震層下部を固定とした3質点等価せん断型モデルとし、上部構造は弾性とし、免震装置をNormal Bi-linearとしてモデル化しています。

また、構造形式が複雑であり、かつ大スパンのトラス梁が含まれているため、質量を分散させた立体モデルによる固有値解析を行い、固有周期や振動モードについて、詳細な検討を行っています。

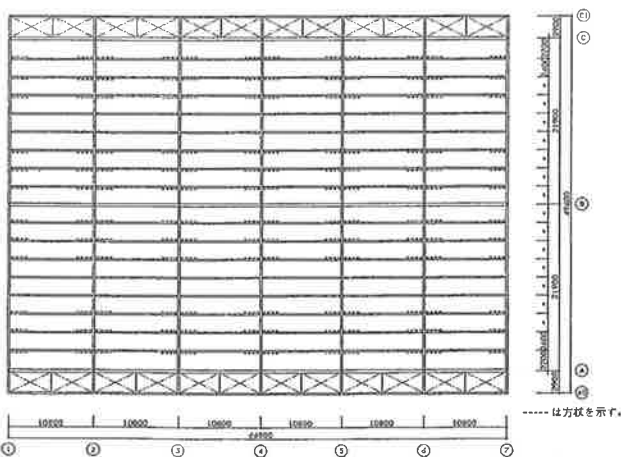


図-2 2階伏図

免震構造の一次固有周期は、レベル2相当地震時の変形40cm ($\gamma=200\%$) に対して3.28秒程度です。

採用地震波は、実地震動記録波形3波、模擬地震動波形2波を採用しています。表-2に採用地震波及び最大入力加速度・速度を示します。設計用の入力地震動レベルは、稀に発生する地震動(レベル1)、極めて稀に発生する地震動(レベル2)を設定しています。

表-2 採用地震波及び最大化速度・速度

地震波	レベル1		レベル2	
	加速度 (cm/sec ²)	速度 (cm/sec)	加速度 (cm/sec ²)	速度 (cm/sec)
EL CENTRO NS 1940	245	25	490	50
TAFT EW 1952	250	25	500	50
HACHINOHE NS 1968	167	25	334	50
ART WAVE 474	141	27.8	282	55.5
関東地震	-	-	243	47.8

表-3に最大値となる関東地震によるレベル2地震応答解析結果を示します。各レベルにおいて、上部構造・免震装置・下部構造は、表-1に示した耐震性能目標を満足しています。

表-3 応答解析結果(関東地震)

免震部材	最大相対変位	X方向	37.9 cm
		Y方向	38.2 cm
免震部材	最大せん断力係数	X方向	0.181
		Y方向	0.182
上部構造	2階床最大加速度	X方向	183 cm/sec ²
		Y方向	189 cm/sec ²
	1階最大せん断力係数	X方向	0.184
		Y方向	0.197
	最大層間変形角(2階)	X方向	1/674
		Y方向	1/571

6. 見学記

計算機械室と免震層と建物外周を見学しながら、説明して頂きました。ここではその様子を写真で紹介いたします。

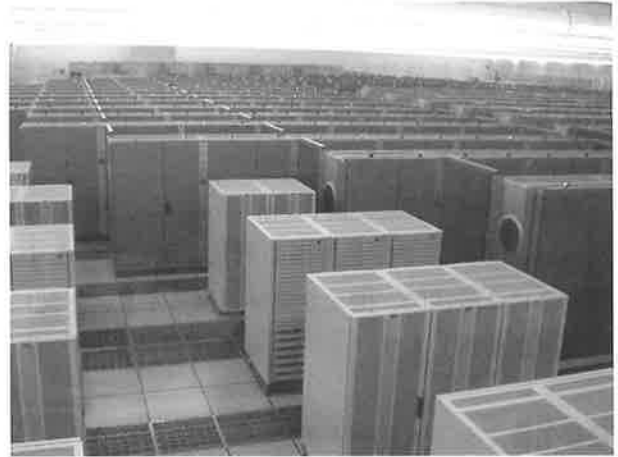


写真-2 地球シミュレータ内部



写真-3 シミュレータ研究棟(右)とシミュレータ棟(左)を繋ぐ渡り廊下



写真-4 空調機械室



写真一五 建物外周の犬走り



写真一七 佐藤氏（前列中央）及び訪問メンバー



写真一六 免震層への入口

7. おわりに

この地球シミュレータは、電磁波や地震の影響からシステムを保護するために、様々な工夫がされています。見学を通して、免震構造を採用するにふさわしい施設であると思いました。

最後に、お忙しい中、貴重なお話を聞かせて頂きました。海洋科学技術センター横浜研究所管理課の佐藤副主任、ならびに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。