

システム開発評価・危機管理センター庁舎

安井建築設計事務所
辻 英一



同
保田秀樹



同
大淵敏行



同
園田隆一



1. はじめに

システム開発評価・危機管理センター庁舎は、航空交通管制情報処理システムの「開発評価」とシステム障害時の代替機能および東京航空交通管制部の管制機能などが大規模災害等により被災した場合の代替機能を担う「危機管理」の2つの部門を合わせもつ施設であり、建物性能として①大地震に対する完全な機器保全（床レベルでの水平加速度を $250\text{cm}/\text{sec}^2$ 以下に押さえることが目標）②フレキシビリティに富む機器室空間が要求された。

そこで本建物では、地震に対して建物および設置機器類を無被害にとどめ完全な機能保全を目指すため免震構造とし、また梁にパーシャルプレストレストコンクリート構造（以下、PRC造）を採用して大スパン架構にすることにより、免震装置に柱軸力を集中させてアイソレーター面圧の調整を行い、免震構造としての経済性の向上を図り、かつ、フレキシビリティに富む機器室空間の確保を実現した。

以下に建物概要を示す。

[建物概要]

- 建築主 : 国土交通省航空局
- 建設地 : 大阪府池田市空港2丁目2番
- 設計・監理 : 国土交通省航空局
株式会社 安井建築設計事務所
- 施工 : 大林・浅沼・東洋特定建設工事共同企業体
- 敷地面積 : $6,532.72\text{m}^2$
- 建築面積 : $3,116.85\text{m}^2$
- 延床面積 : $9,387.52\text{m}^2$
- 階数 : 地上3階、地下0階、塔屋1階
- 軒高 : 15.3m
- 最高部高 : 19.8m
- 基準階階高 : 4.95m



写真1. 建物外観

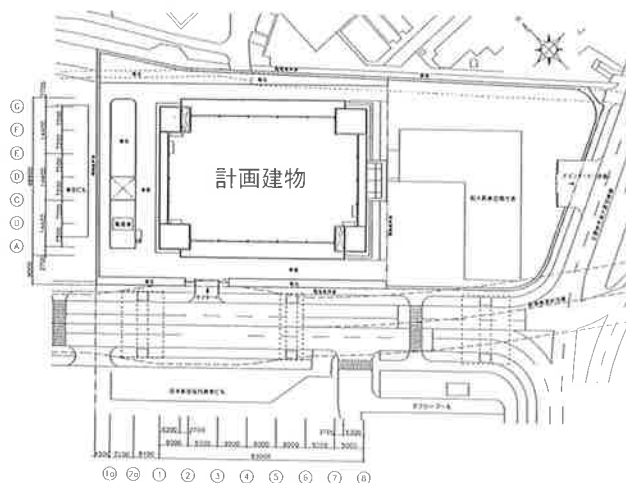


図-1. 建物配置図

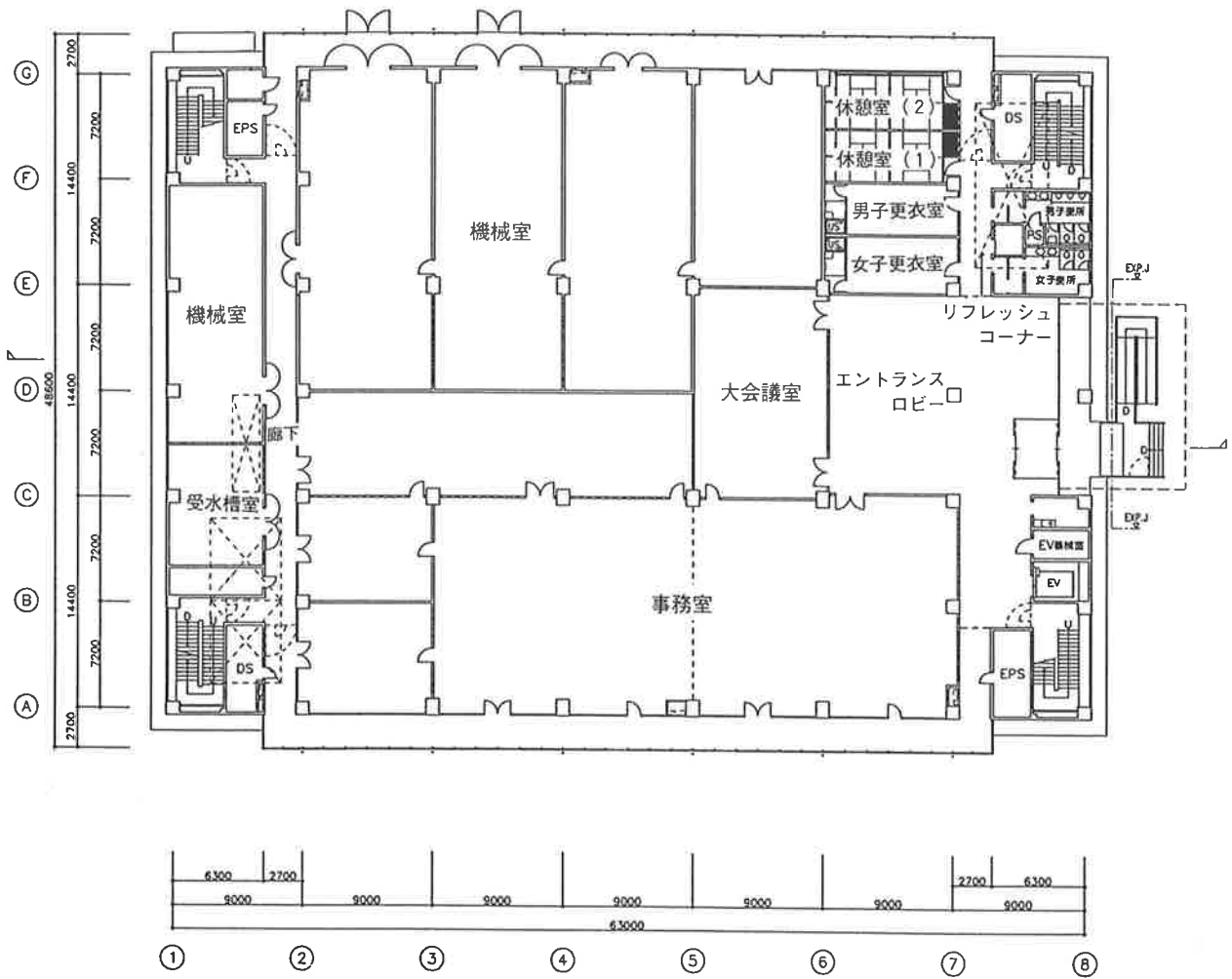


図-2. 1階平面図

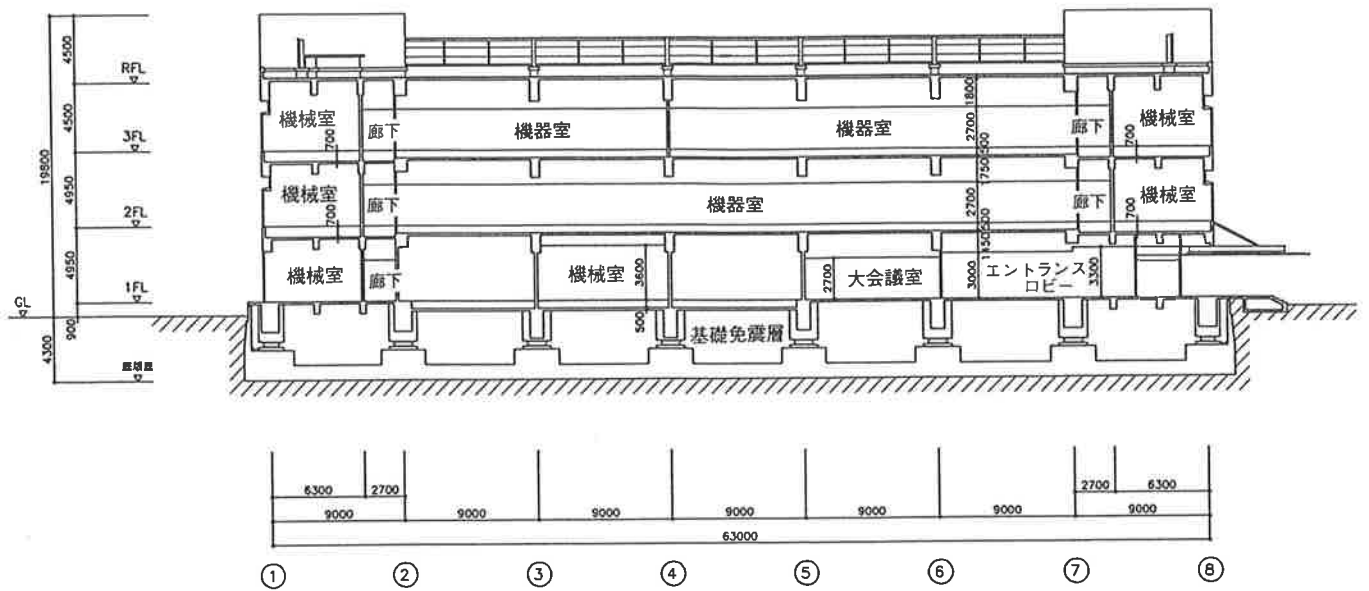


図-3. 断面図

2. 地盤概要

建設地は、阪急宝塚線蛍池駅の西北西約800m付近で大阪国際空港敷地の北東部にあり、低位段丘堆積層よりなる台地の西縁部に位置している。

地層は上から盛土（層厚1～1.5m程度）、洪積段丘層（伊丹層：粘性土（層厚2.5m程度）、礫質土（層厚3～4m程度）、砂質土（層厚0.7m程度）、礫質土（層厚2～3m程度）の互層構造、大阪層群（砂質土（層厚3m程度）、粘性土（層厚7m程度）の順に分布している。洪積段丘層はほぼ水平に分布しているのに対し、大阪層群はゆるく南または東に傾斜している。土質想定断面図を図4に示す。

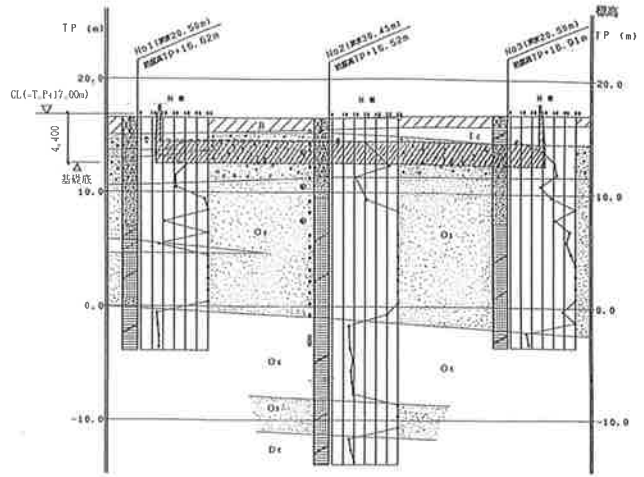


図-4. 土質想定断面図

3. 地震活動度と模擬地震波

(1) 地震活動度

建設地の地震活動度を歴史地震より調べた。

建設地付近には数多くの活断層（建設地のすぐ北側に有馬一高槻構造線、西側に伊丹断層、東側に上町断層、生駒断層）が確認されており、内陸域で震源の浅い地震が多く発生し、また太平洋沖合の南海トラフを震源とする地震が繰り返し建設地付近に影響を与えている。

(2) 模擬地震波

歴史地震の整理、付近活断層分布より、建設地に大きな被害をもたらす地震動として①南海トラフを震源とするプレート境界（海溝型）地震（→「南海模擬波*1」と称する）、②プレート内（直下型）地震（→「有馬・高槻模擬波*2」と称する）の2つのタイプを想定した。

4. 構造設計概要

(1) 規模・形状

平面規模および平面形状は、1階～3階まで東西方向9m×7スパン、南北方向7.2m×6スパン（機器室等はフレキシビリティ確保のため14.4m×3スパンとして計画）の63m×43.2mの矩形平面を持ち、立面形状も整形である。また、高さ幅比（建物高さ/建物幅）は東西方向で0.24、南北方向で0.35程度である。

(2) 構造種別

| | | 構造種別 |
|---------------|-----|---------------------------------|
| 上部構造 (柱・梁) | 塔屋階 | 鉄筋コンクリート造 |
| | 一般階 | 鉄筋コンクリート造（一部PRC造（大スパン（14.4m）梁）） |
| 基礎梁 | | 鉄筋コンクリート造 |

構造種別概要図を図5に示す。

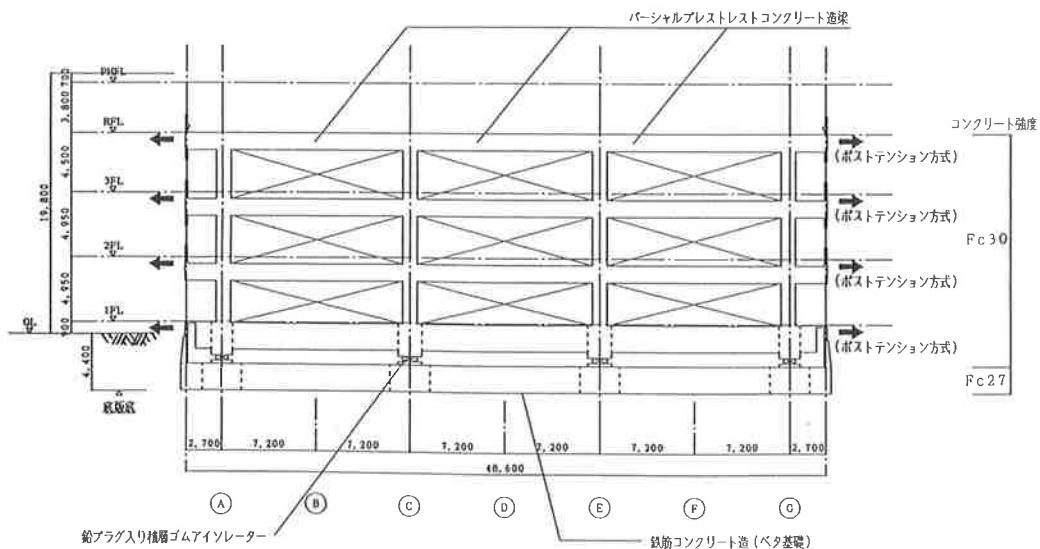


図-5. 構造種別概要図

(3)架構形式

X方向：純ラーメン架構

Y方向：純ラーメン架構

(4)免震装置

免震装置は鉛プラグ入り積層ゴムを採用し、1階柱下と基礎の間に配置している。その最小径は免震層に要求される変形性能を考慮して900φに設定した。さらに、作用軸力に応じて1000φ、1100φの3種類を適宜使い分け、積層ゴム総数32基により建物を支持している。ダンパー量は余裕度検討レベルにおいても、性能保証変形(40cm)程度にとどまり、かつ風荷重により降伏しないよう設定している。免震装置の剛性は上部構造の重心と免震層の剛心がほぼ一致するよう調整し、配置を計画している。免震装置諸元を表1に、免震装置配置図を図6に示す。免震装置設置状況を写真2に示す。

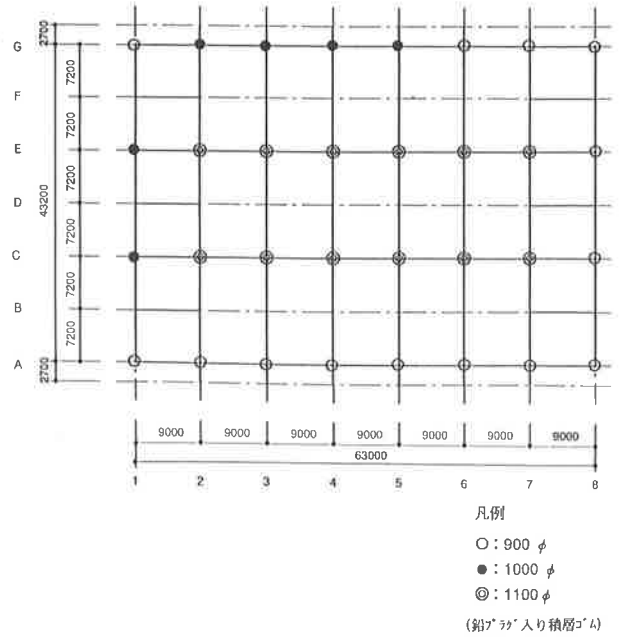


図-6. 免震装置配置図

表1 免震装置諸元

| | 900φ | 1000φ | 1100φ |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 積層ゴム径(mm) | 900 | 1000 | 1100 |
| 鉛径(mm) | 160 | 180 | 200 |
| ゴム層 | 6.0mm×34層 | 6.0mm×34層 | 7.0mm×29層 |
| 2次形状係数 | 4.4 | 4.9 | 5.4 |
| 長期平均面圧(N/cm ²) | 902 | 941 | 1098 |
| 使用数(総数32基) | 14 | 6 | 12 |

(5) PRC造梁の採用

免震構造を効果的に機能させるためには上部構造に必要な剛性と重量を確保(→鉄筋コンクリート系構造)し、免震装置に適切な軸力を作用させる(→大スパン化)ことが必要となる。また、建物要求性能であるフレキシビリティに富む機器室空間を実現するため、架構スパンを14.4mに計画した。この「架構剛性の確保」と「大スパン化」という相反する2条件を満足させるため梁には、床仕上げ、市場性(コンクリート強度など)、施工性を加味してPRC造を採用した。PRC造梁構造概要を表2に、PRC造梁配筋・配線図を図7に示す。

(6)基礎構造

基礎は設計GL-4.4m以深に分布するN値21~60以上の伊丹層(礫質土層・砂質土層)を支持層とする直接基礎(ベタ基礎)とした。



写真-2. 免震装置設置状況

表2 PRC造梁構造概要

| | | |
|---------------|---------------------|----------------|
| 1. コンクリート | | |
| 設計基準強度 | 30N/mm ² | |
| 導入時圧縮強度 | 27N/mm ² | |
| 2. プレストレス導入方式 | | |
| ポストテンション方式 | | |
| 3. PC鋼材 | | |
| 使用場所 | 1F | 2~RF |
| 使用鋼材 | 12-SWPR7B φ12.7 | 7-SWPR7B φ12.7 |
| 初引張力 | 1591KN/ヶ-フル | 928KN/ヶ-フル |
| 導入時許容引張力 | 1684KN/ヶ-フル | 982KN/ヶ-フル |

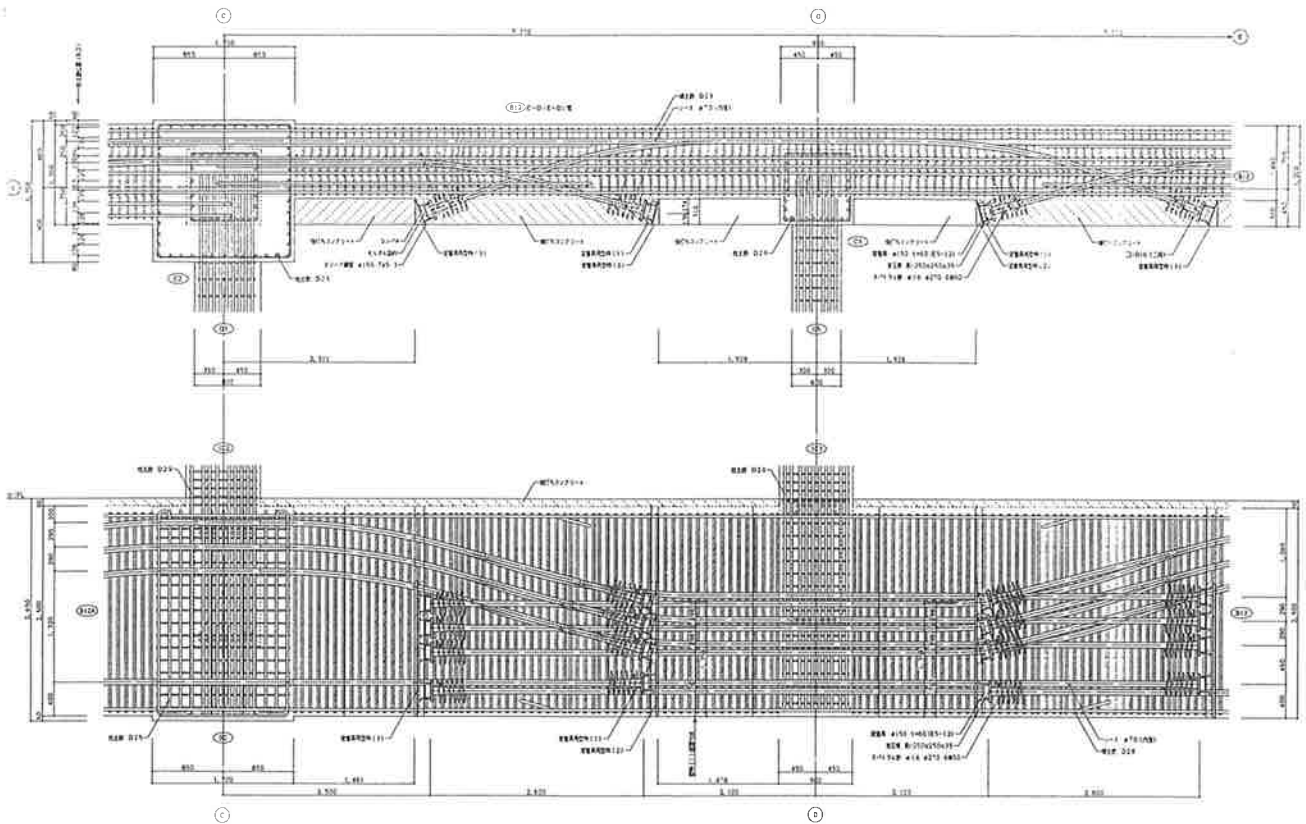


図-7. PRC造梁配筋・配線図

5. 地震応答解析

(1) 解析モデル

解析モデルは免震層下部の基礎を固定とした4質点等価せん断型モデルとし、上部構造の復元力特性は静的弾塑性解析より求めた荷重-変形曲線をTri-Linear型に置換した。履歴則はDegrading Tri-Linear型とした。また、免震装置の復元力特性は歪依存性を考慮した修正Bi-Linear型とした。減衰定数は上部構造を1%、免震装置は0%とした。

(2) 採用地震波

地震応答解析に用いる地震波は標準的な観測波3波と模擬地震波2波の計5波である。その諸元を表3に示す。

表3 採用地震波

| 採用地震波 | 最大加速度(cm/sec ²) | | |
|-------------------|-----------------------------|-------|----------|
| | レベル1 | レベル2 | 余裕度検討レベル |
| EL CENTRO 1940 NS | 275.8 | 531.2 | 766.1 |
| TAFT 1952 EW | 268.2 | 496.6 | 744.9 |
| HACHINOHE 1968 NS | 198.1 | 330.1 | 495.2 |
| 南海模擬波 | - | 117.4 | - |
| 有馬・高槻模擬波 | - | - | 723.3 |

(3) 耐震性能目標

表4に耐震性能目標を示す。

表4 耐震性能目標

| | レベル1 | レベル2 | 余裕度検討レベル |
|------|------------------|--------------------|------------------|
| 上部構造 | 許容応力度以内 | 許容応力度以内 | 弾性限耐力以内 |
| 免震装置 | 安定変形以内 (25cm) | 性能保証変形以内 (40cm) | 限界変形以内 (50cm) |
| 基礎構造 | 許容応力度以内 | 許容応力度以内 | 弾性限耐力以内 |

(4) 解析結果

解析結果の1例を図8～図11に示す。余裕度検討レベルの地震動に対して免震層の最大相対変位は42.0cm(X方向)で、免震装置の限界変形(50cm)に対して十分余裕のある応答レベルであった。

また、上部構造の3階レベル最大応答加速度は199.6cm/sec²(Y方向)で、250cm/sec²以下であった。

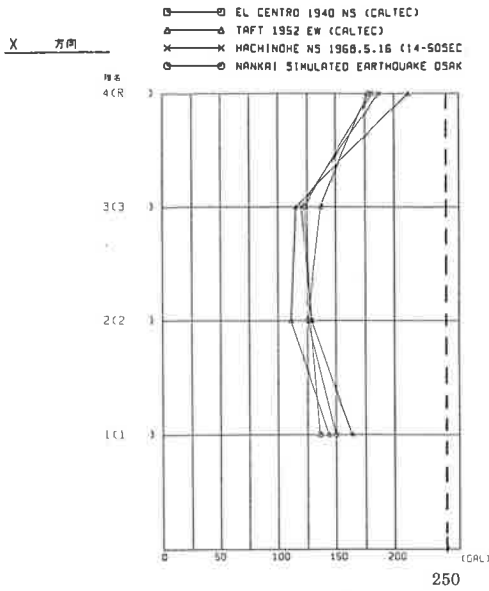


図-8. 最大応答加速度
(レベル2)

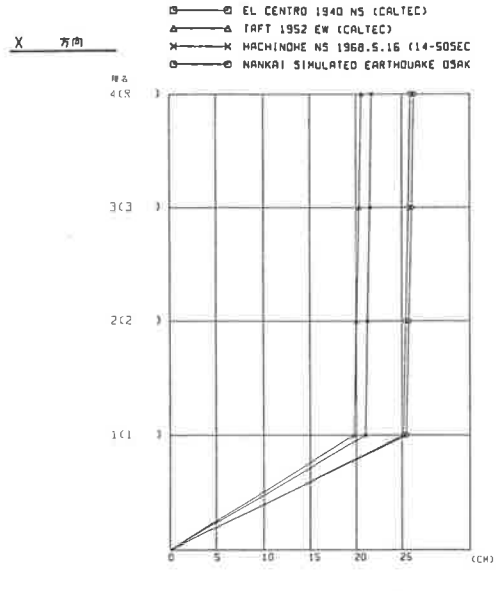


図-9. 最大応答変位
(レベル2)

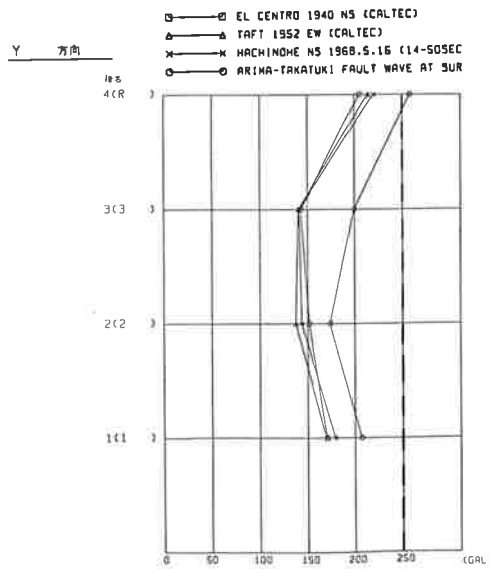


図-10. 最大応答加速度
(余裕度検討レベル)

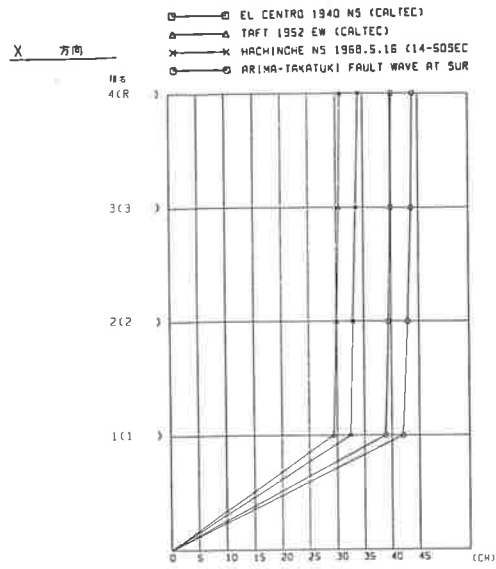


図-11. 最大応答変位
(余裕度検討レベル)

6. おわりに

大スパン梁にPRC（パーシャルプレストレストコンクリート）構造を採用した免震構造建物の概要を報告した。PRC造梁と免震構造による構造システムは極めて相性がよく、免震性能の向上とフレキシビリティを満足し、市場・経済性にも配慮した有効な組合せシステムである。本構造システムは今後多用できるのではないかと考える。

最後に、本建物の計画・設計・施工にあたり国土交通省航空局の皆様はじめ関係者の方々に多大

なご協力とご指導をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

[参考文献]

- *1：1946年南海地震(Mw=8)時の震源近傍及び周辺地域における強震動評価，釜江克宏・入江孝次郎，1994年1月，日本建築学会構造系論文集，P.61～P.71
- *2：大阪府土木構造物耐震対策検討委員会報告書，平成9年3月，大阪府土木部