

# 大スパン梁にPRC構造を採用した免震構造建物 —システム開発評価・危機管理センター庁舎新築工事—

辻 英一\*1・保田 秀樹\*2・大淵 敏行\*3・園田 隆一\*4

## 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等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つの部門を併せもつ施設であり、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  $250 \text{ cm/s}^2$  以下に抑えることが目標）
- 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留め、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免震性能の向上を図り、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)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：6 532.72m<sup>2</sup>

建築面積：3 116.85m<sup>2</sup>

延床面積：9 387.52m<sup>2</sup>

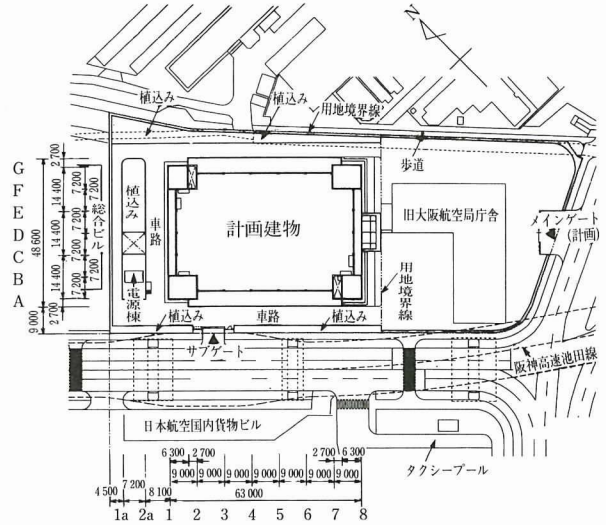


図-1 建物配置図

階数：地上3階，地下0階，塔屋1階

軒高：15.3 m

最高部高：19.8 m

基準階階高：4.95 m

## 2. 構造設計概要

### 2.1 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（管制室および開発評価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の矩形平面をもち、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。

### 2.2 構造種別

構造種別を表-1に、構造種別概要図を図-2に、構造概要略伏図を図-3に示す。

### 2.3 架構形式

X方向：純ラーメン架構

表-1 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



写真-1 建物外観

\*1 Hideichi TSUJI：(株)安井建築設計事務所 常務取締役 大阪事務所 構造部長 工学博士

\*2 Hideki YASUDA：(株)安井建築設計事務所 東京事務所 構造部 副部長

\*3 Toshiyuki OHBUCHI：(株)安井建築設計事務所 大阪事務所 構造部 統括主任

\*4 Ryuichi SONODA：(株)安井建築設計事務所 大阪事務所 工事管理部 主任

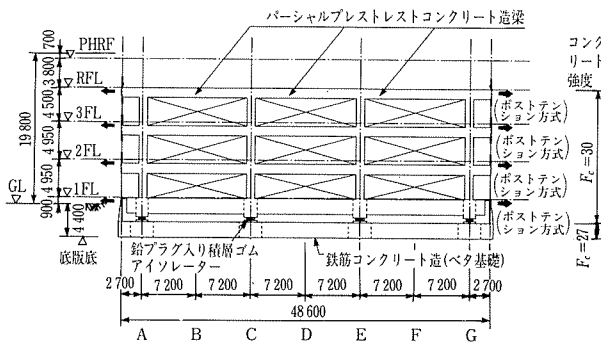


図-2 構造種別概要図

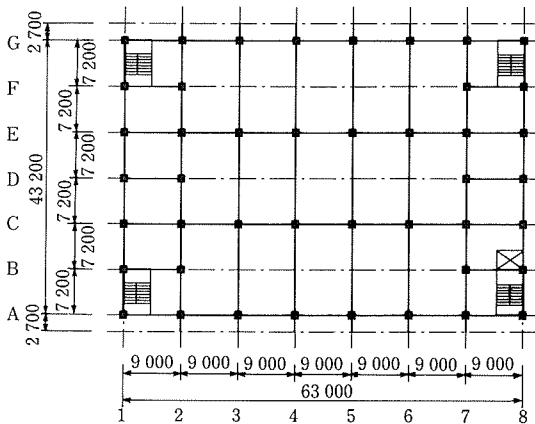


図-3 構造概要略伏図(基準階)

Y方向：純ラーメン架構

### 2.4 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)程度に留まり、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-2に、免震装置配置図を図-4に示す。

### 2.5 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。

## 3. 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、市場用途(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。PC鋼材緊張順序を図-5に示す。プレストレス導入の妨げとなるPRC造梁

表-2 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(kgf/cm <sup>2</sup> )	92	96	112
使用数(総数32基)	14	6	12

凡例 ○ : 900φ ◎ : 1100φ  
● : 1000φ (鉛プラグ入り積層ゴム)

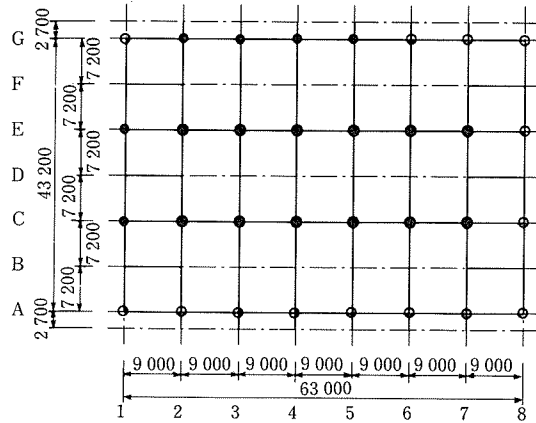
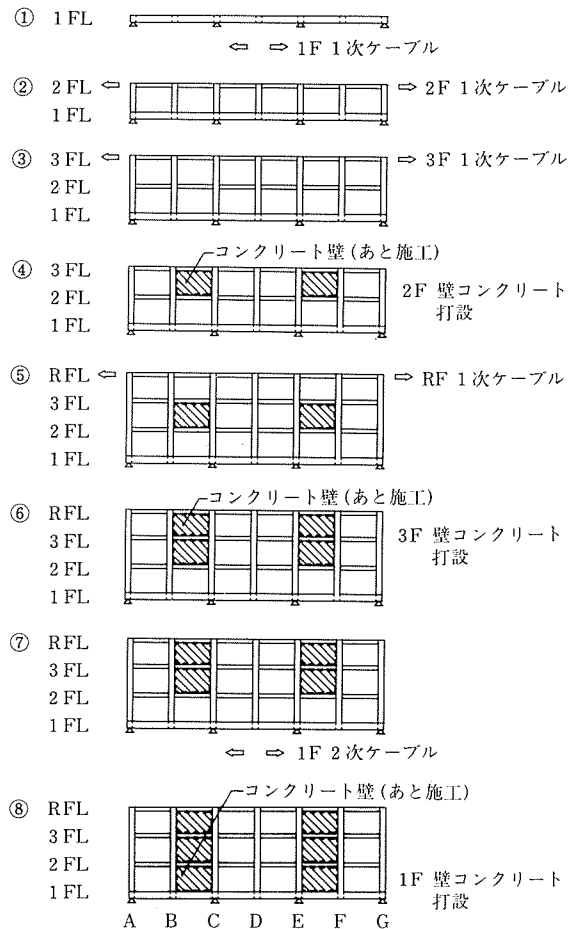


図-4 免震装置配置図



①, ⑧ フレーム

図-5 PC鋼材緊張順序



表-3 PRC造梁構造概要

1. コンクリート		
設計基準強度	30 N/mm <sup>2</sup>	
導入時圧縮強度	27 N/mm <sup>2</sup>	
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	1 F	2 F~RF
使用鋼材	12-SWPR 7B φ12.7	7-SWPR 7B φ12.7
初引張力	1 591 kN/ケーブル	928 kN/ケーブル
導入時許容引張力	1 684 kN/ケーブル	982 kN/ケーブル

に付随する壁は、プレストレス導入後に施工した。PRC造梁配筋・配線図を図-6に示す。PRC造梁構造概要を表-3に示す。

### 4. 地震応答解析

#### 4.1 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ひずみ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。

#### 4.2 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

表-4 採用地震波

採用地震波	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
	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

模擬地震波2波の計5波である。諸元を表-4に示す。

#### 4.3 耐震性能目標

表-5に耐震性能目標を示す。

#### 4.4 解析結果

解析結果の一例を図-7, 8に示す。レベル2時における免震層の最大相対変位は25.5cmで、免震装置の性能保証変形(40cm)に対して十分余裕のある応答レベルであった。

表-5 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 (25 cm)	性能保証変形以内 (40 cm)	限界変形以内 (50 cm)
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

X方向レベル2(バラツキ：上限)

□—□ EL CENTRO 1940 NS (CALTEC)	531.2 cm/s <sup>2</sup> 52.0 cm/s
△—△ TAFT 1952 EW (CALTEC)	496.6 cm/s <sup>2</sup> 50.0 cm/s
×—× HACHINOHE NS 1968.5.16 (14-50SEC)	330.1 cm/s <sup>2</sup> 50.0 cm/s
○—○ NANKAI SIMULATED EARTHQUAKE OSAKA	117.4 cm/s <sup>2</sup> 38.3 cm/s

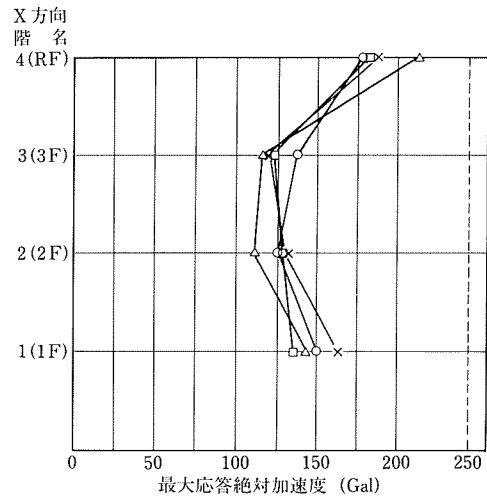
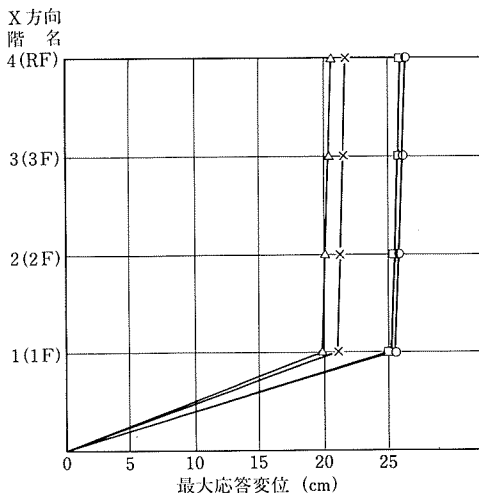


図-7 最大応答加速度

X方向レベル2(バラツキ：標準)

□—□ EL CENTRO 1940 NS (CALTEC)	531.2 cm/s <sup>2</sup> 52.0 cm/s
△—△ TAFT 1952 EW (CALTEC)	496.6 cm/s <sup>2</sup> 50.0 cm/s
×—× HACHINOHE NS 1968.5.16 (14-50SEC)	330.1 cm/s <sup>2</sup> 50.0 cm/s
○—○ NANKAI SIMULATED EARTHQUAKE OSAKA	117.4 cm/s <sup>2</sup> 38.3 cm/s



X方向余裕度検討レベル(バラツキ：標準)

□—□ EL CENTRO 1940 NS (CALTEC)	766.1 cm/s <sup>2</sup> 75.0 cm/s
△—△ TAFT 1952 EW (CALTEC)	744.9 cm/s <sup>2</sup> 75.0 cm/s
×—× HACHINOHE NS 1968.5.16 (14-50SEC)	495.2 cm/s <sup>2</sup> 75.0 cm/s
○—○ ARIMA-TAKATUKI FAULT WAVE AT SUR	723.3 cm/s <sup>2</sup> 112.3 cm/s

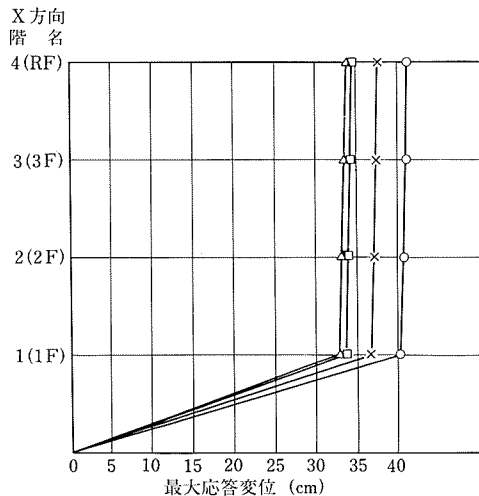


図-8 最大応答変位

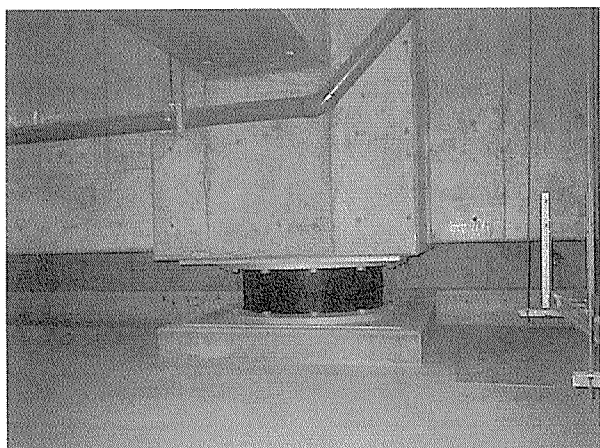


写真-2 免震装置設置状況



写真-4 1階梁側面PC鋼材(2次ケーブル)設置状況

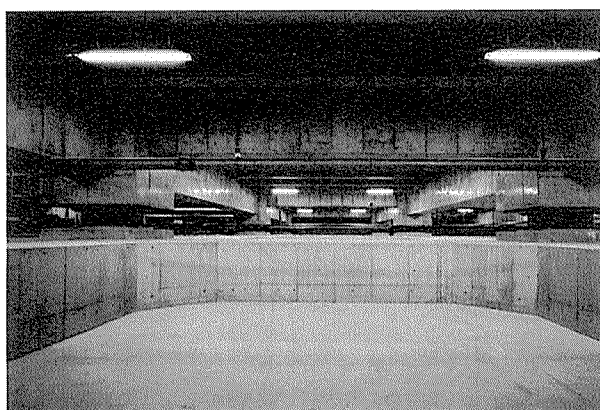


写真-3 免震層全景

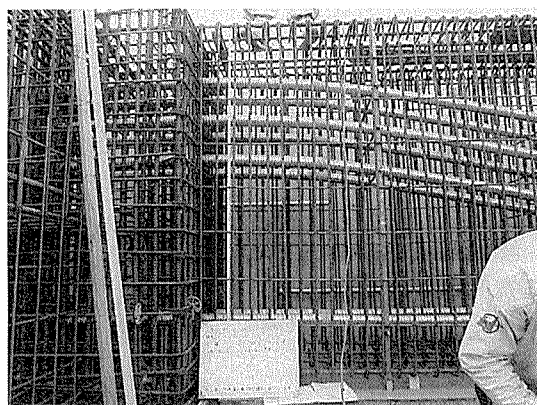


写真-5 1階梁端部シース管設置状況

また、上部構造の3階レベル最大応答加速度は  $137 \text{ cm/s}^2$  で、 $250 \text{ cm/s}^2$ 以下であった。

## 5. 施工状況概要

施工状況の概要を写真-2~5に示す。

## 6. 施工時の成果

本建物の1階妻面PRC造梁(免震層地下外壁に梁側面が面するため地下外壁側からの2次緊張が困難)のPC鋼材緊張施工を容易に行うため、梁片側面(部屋内側)からの2次ケーブル緊張(写真-4)を考えた。現場施工においては好評を得ることができ、施工性を重視した設計となった(図-6参照)。

## 7. 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。本構造システムが次々と採用されることを期待している。

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さま、ならびにその他関係者に多大なご協力とご指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

【2000年6月4日受付】