

# 免震構造と PC 構造梁の採用により実現された自由度の高い事務所建物 —アズワン株式会社本社ビルの設計と施工—

田中 秀人<sup>\*1</sup>・岸本 光平<sup>\*2</sup>・長瀬 正<sup>\*2</sup>・藤永 弘<sup>\*3</sup>

## 1. はじめに

アズワン株式会社本社ビルの設計において、建築性能として以下の性能が要求された。

- ①自由度の高さ
- ②風格のある外観
- ③働きやすさ
- ④安全と安心
- ⑤ランニングコストの抑制

そこで本建物では、オフィスゾーンにプレストレストコンクリート（以下、PC と称する）構造梁を採用することにより 19 m × 26 m の整形な無柱空間を創出した。また、建物外周架構の 3 構面を、つなぎ梁の存在しない列柱と壁柱で形成することにより、彫りの深い風格あるデザインを可能とした。これにより、広い開口部が確保され、かつ内部には柱型が存在しないため、自由度が高く心地の良いオフィス空間を実現した。さらに、建物の耐震性能を向上させるために免震構造を採用するとともに、躯体のメンテナンスを容易にするために 耐久性改善剤使用による超高耐久性コンクリートを採用した。

### 建築概要

建 築 主：アズワン 株式会社  
 建 築 地：大阪市西区江戸堀 2 丁目 1 番 27 号  
 設計・監理：株式会社 竹中工務店 大阪一級建築士事務所  
 施 工 者：株式会社 竹中工務店 大阪本店  
 敷 地 面 積：775.68 m<sup>2</sup>  
 延 床 面 積：5 303.42 m<sup>2</sup>  
 階 数：地上 8 階，地下 1 階，塔屋 2 階  
 軒 高：33.85 m  
 建物高さ：34.70 m  
 基準階階高：4.00 m



写真 - 1 建物外観

## 2. 構造計画概要

本建物は長辺方向 31 m，短辺方向 19 m の整形な平面形状をしている。配置図兼 1 階平面図を図 - 1 に，基準階伏図を図 - 3 に，スパン方向軸組図を図 - 4 に，桁行方向軸組図を図 - 5 に示す。自由度の高い事務所空間を実現するために上部構造の耐震要素を限定して配置した。主な耐震要素は，建物外周部に存在する鉄筋コンクリート造の 6 本の柱及び内外壁である。また，基準階スパン方向梁は PC 構造，1 - 2 階の梁の一部は鉄骨鉄筋コンクリート造，8 階柱



<sup>\*1</sup> Hideto TANAKA

(株) 竹中工務店 技術研究所  
建設技術開発部



<sup>\*2</sup> Kouhei KISHIMOTO

(株) 竹中工務店  
大阪本店 設計部



<sup>\*3</sup> Tadashi NAGASE

(株) 竹中工務店  
大阪本店 設計部



<sup>\*4</sup> Hiroshi FUJINAGA

(株) 竹中工務店  
大阪本店 作業所

およびR階梁の一部は鉄骨造である。PC構造梁概要を表-1に、PC構造梁詳細図を図-6に示す。また、耐震性能を向上させるためにB1階柱頭に鉛プラグ入り積層ゴムと1階床を支持するすべり支承を設置した。建物の固有周期を長周期化するために積層ゴムの数を可能な限り少なくすることを旨とし、外周部の6個所のみの配置とした。免震層

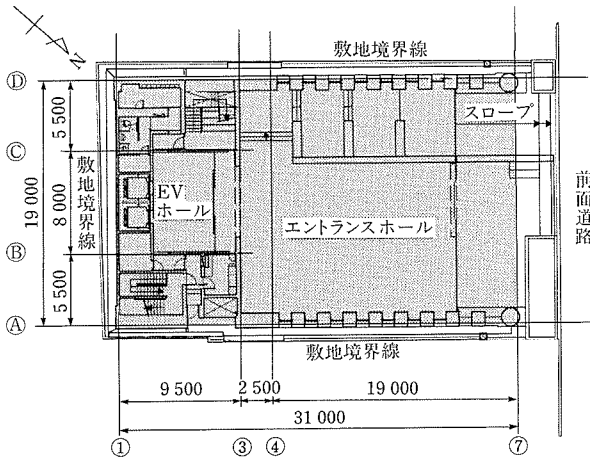
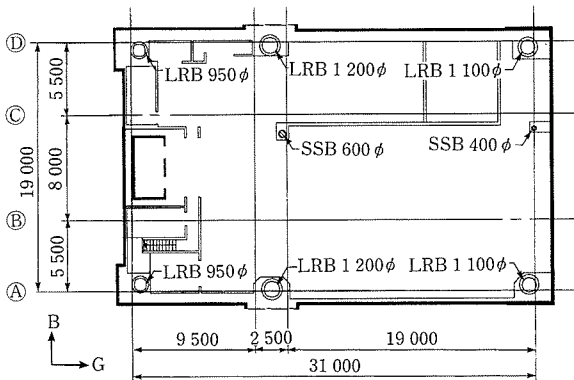


図-1 配置図兼一階平面図



◎：鉛プラグ入り積層ゴム(LRB)    ●：すべり支承(SSB)  
 2-1200φ                                    1-600φ  
 2-1100φ                                    1-400φ  
 2-950φ

図-2 免震装置配置図

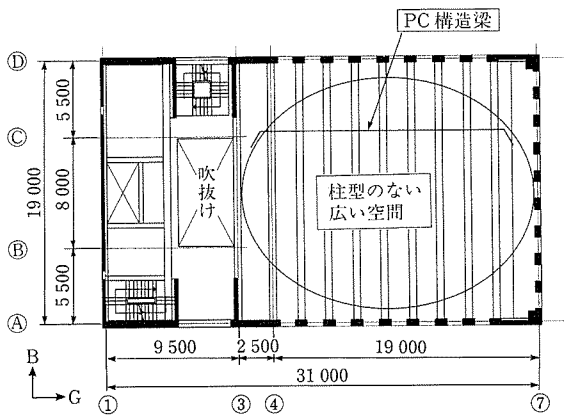


図-3 基準階伏図

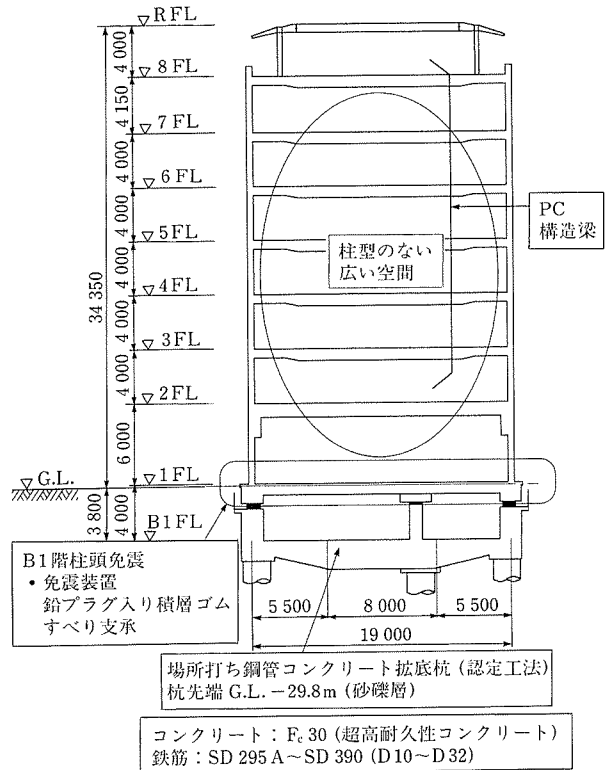


図-4 スパン方向軸組図

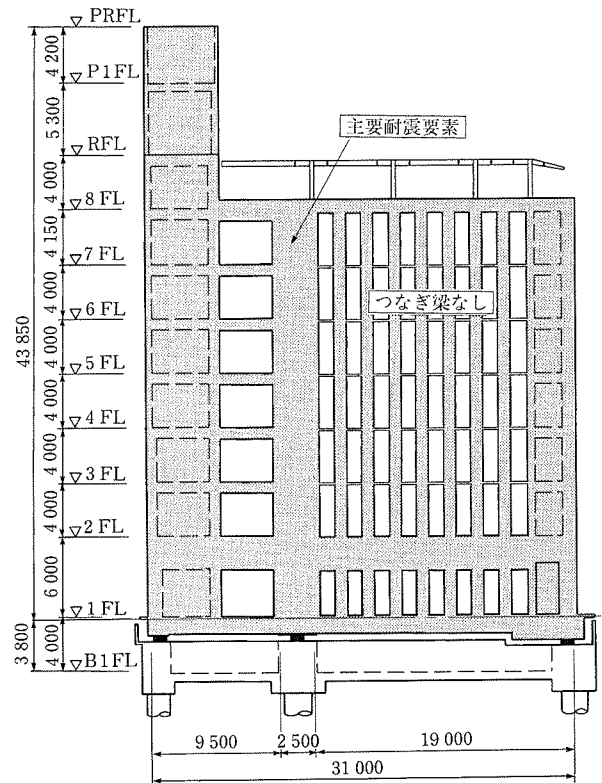


図-5 桁行方向軸組図

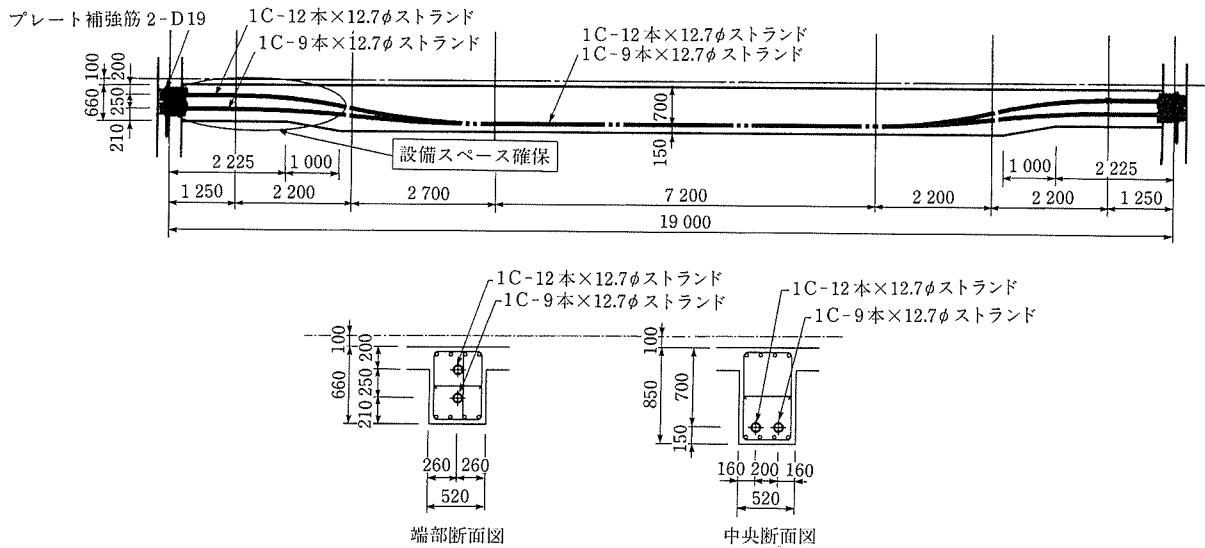


図 - 6 PC 構造梁詳細図

表 - 1 PC 構造梁概要

コンクリート	
設計基準強度	30 N/mm <sup>2</sup>
プレストレス導入時圧縮強度	27 N/mm <sup>2</sup>
PC 鋼材 (SWPR 7B - 12.7 φ ストランド)	
使用鋼材	1) 9本×12.7 φ ストランド 2) 12本×12.7 φ ストランド
導入力	125 kN/本

の可動クリアランスは 500 mm である。図 - 2 に免震装置配置図を示す。

地下階は鉄筋コンクリート造であり、基礎形式は場所打ち鋼管コンクリート拡底杭による杭基礎である。支持層は GL-29m に深に分布する N 値 50 以上の砂礫層とした。

### 3. 地震応答解析結果

#### 3.1 設計用水平入力地震動

水平入力地震動として、建設省告示 1461 号に規定される開放工学的基盤スペクトルに適合する基盤模擬地震動を作成し、表層地盤モデルの応答解析により基礎位置の入力地震動とした告示スペクトル適合波 3 波，上町断層の活動に

表 - 2 採用地震動と入力レベル

地震波		レベル 1	レベル 2
告示波 A	V	16	51
	A	83	264
告示波 B	V	16	62
	A	86	284
告示波 C	V	13	60
	A	70	244
大阪市上町断層 模擬波 L2	V	-	67
	A	-	259
EL CENTRO 1940 NS	V	25	50
	A	255	511
TAFT 1952 EW	V	25	50
	A	248	497
HACHINOHE 1968 NS	V	25	50
	A	165	330

レベル 1：稀に発生する地震動  
 レベル 2：極めて稀に発生する地震動  
 V：最大速度 (cm/s)  
 A：最大加速度 (cm/s<sup>2</sup>)

よる模擬地震動波形 1 波，標準 3 波の計 7 波を採用した。表 - 2 に採用した地震動とその入力レベルを示す。また、免震装置の変形が免震層のクリアランス制限値 50 cm となるような地震動レベルを余裕度レベルとして設定した。この余裕度レベル地震動はレベル 2 の 1.3 倍となっている。

#### 3.2 耐震性能の目標値

表 - 3 に耐震性能の目標値を示す。

表 - 3 耐震性能の目標値

部 位	項 目	レベル 1	レベル 2	余裕度レベル
上部構造	層間変形角	1/500 以下	1/400 以下	1/300 以下
	部材応力度	短期許容応力度以下		終局耐力以下
免 震 層	水平移動量	30 cm 以下	40 cm 以下	50 cm 以下
	圧縮応力度	30 N/mm <sup>2</sup> 以下		
鉛プラグ入り 積層ゴム	引張応力度	生じない		
	水平変形量	安定変形以内	性能保証変形 以内	終局限界変形 以内
すべり支承	水平移動量	30 cm 以下	40 cm 以下	50 cm 以下
	圧縮応力度	30N/mm <sup>2</sup> 以下		
基礎構造	引張応力	生じない		
	部材応力度	短期許容応力度以下		終局耐力以下

ただし、PC 構造梁については、余裕度レベル部材応力の組み合わせに対して、終局強度設計を行った。

#### 3.3 応答解析モデル

水平動に対する弾塑性時刻歴応答解析に用いる構造物モデルは、各方向別に B 1 階以上の各床位置に質量を集中させた 11 質点の等価せん断モデルとし、B 1 階柱脚部分を固定とした。

上部構造の復元力特性は、静的弾塑性解析により求めた荷重-変形曲線を Tri-Linear 型に置換した。履歴則は鉄筋コンクリート部材を修正劣化型とし、PC 構造梁を弾性とした。また、免震層の復元力特性は正規型 Bi-Linear とした。上部構造の減衰定数は 1 階床を固定した一次固有振動数に対して 3% とし、免震層については 0% とした。

また、鉛プラグ入り積層ゴムの力学特性の変動として表

- 4 に示す値を、すべり支承の力学特性の変動として表 - 5 に示す値を設計上考慮した。

上下動に対する時刻歴応答解析モデルは、鉛直剛性を評価した建物モデルに地盤ばねを考慮して設定した。また、以下の①～②モデルを別途作成した。

- ①ねじれを評価する弾性固有値解析モデル（静的弾塑性解析モデルの全節点に質量を考慮）
- ②大スパン大梁の上下動検討のための弾性時刻歴応答解析モデル（①のモデルに大梁中間質量を考慮）

表 - 4 鉛プラグ入り積層ゴム力学特性のばらつき

項目	水平剛性の変動	降伏荷重の変動
製品誤差	-8~+8%	-10~+10%
0℃~30℃ 温度変化	-3~+4%	-13~+14%
60年に対する 経年変化	0~+10%	0%
組み合わせ 最大値	-11~+22%	-23~+24%

表 - 5 すべり支承力学特性のばらつき

項目	剛性の変動	摩擦係数の変動
製品誤差	-10~+10%	全て併せて考慮
0℃~30℃ 温度変化	-3~+5%	
60年に対する 経年変化	0~+10%	
組み合わせ 最大値	-13~+25%	-30~+30%

### 3.4 解析結果

水平動に対する解析モデルの固有周期を表 - 6 に示す。

時刻歴応答解析結果一覧を表 - 7 に示す。図 - 7~10 にレベル 2 地震時のスパン方向最大応答を示す。

表 - 6 固有周期 (秒)

	次数	桁行方向	スパン方向
免震層固定時	1	0.70	0.92
	2	0.28	0.33
	3	0.20	0.21
免震層の初期 剛性考慮	1	1.40	1.52
	2	0.41	0.49
	3	0.24	0.26
免震層層間 変形 30 cm 時 等価剛性考慮	1	4.06	4.10
	2	0.43	0.54
	3	0.24	0.27

表 - 7 時刻歴応答解析結果一覧

		入力レベル	桁行方向	スパン方向
免震装置	最大相対変位 (cm)	レベル 1	9.7 (TAFT)	10.1 (TAFT)
		レベル 2	35.5 (告示 B)	35.3 (告示 B)
	最大層せん断力係数	レベル 1	0.044 (TAFT)	0.045 (TAFT)
		レベル 2	0.084 (告示 B)	0.084 (告示 B)
上部構造	8階床最大絶対加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	レベル 1	133.6 (TAFT)	141.9 (EL CENTRO)
		レベル 2	172.9 (TAFT)	244.8 (EL CENTRO)
	1階層せん断力係数	レベル 1	0.052 (TAFT)	0.051 (TAFT)
		レベル 2	0.091 (告示 B)	0.095 (告示 B)
最大層間変形角 (×10 <sup>-3</sup> rad)	レベル 1	0.72 (TAFT)	1.07 (EL CENTRO)	
	レベル 2	0.95 (TAFT)	2.17 (EL CENTRO)	

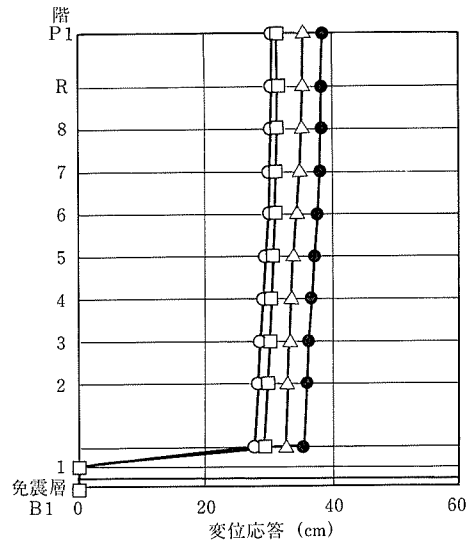


図 - 7 最大変位応答 (スパン方向, レベル 2)

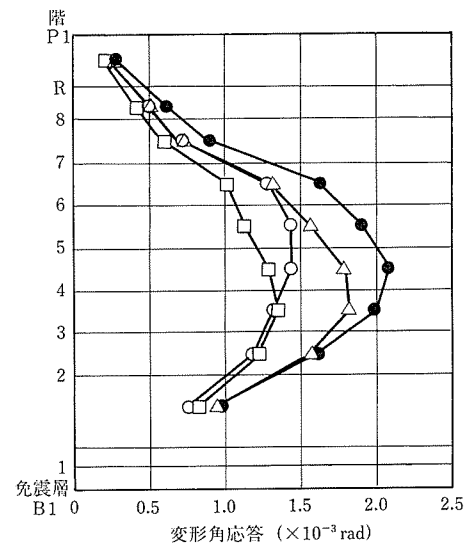


図 - 8 最大層間変形角応答 (スパン方向, レベル 2)

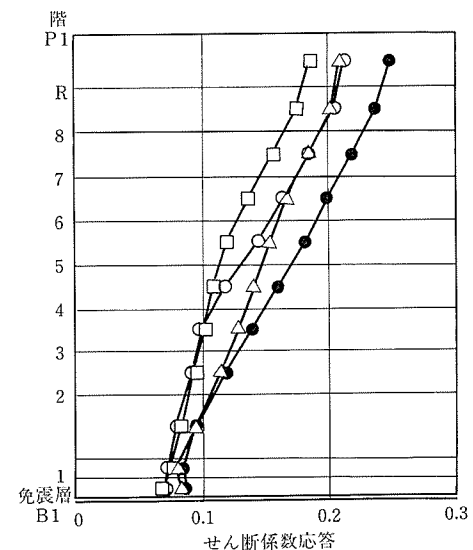


図 - 9 最大層せん断力係数応答 (スパン方向, レベル 2)

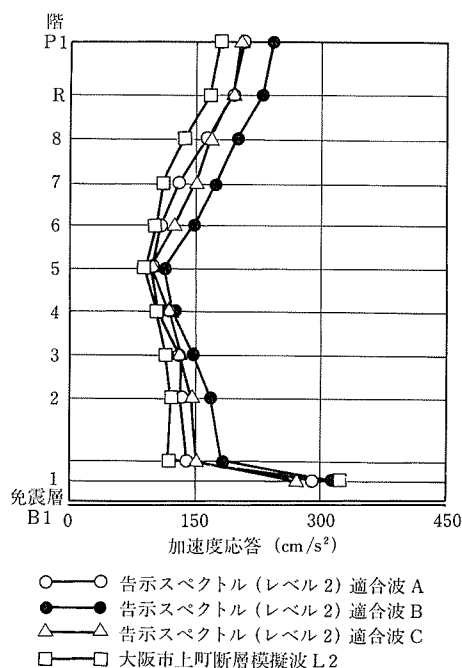


図 - 10 最大加速度応答 (スパン方向, レベル 2)

#### 4. 施 工

工期は平成 13 年 2 月からの 14 ヶ月であった。PC 構造梁には現場打ちのポストテンション工法を採用した。敷地境界に対して建物を有効に配置計画したために、建物外周には外部足場スペース (幅 900) を確保するのが限界であった。PC 鋼線の荷捌き場所等が確保できないことにより、PC 鋼線は梁配筋時にシース内へ先行挿入した。また、梁筋及びシースは丘組み作業としたので、シースの形状確保が容易になり、型枠駄目工事を低減することができた。これにより PC 鋼線配線作業がより安全なものとなった。また、緊張工事を考慮した外部足場割付計画を実施することにより、緊張時の品質確保が容易となり、施工性が向上した。PC 構造梁の施工状況を写真 - 2~5 に示す。すべり支承の

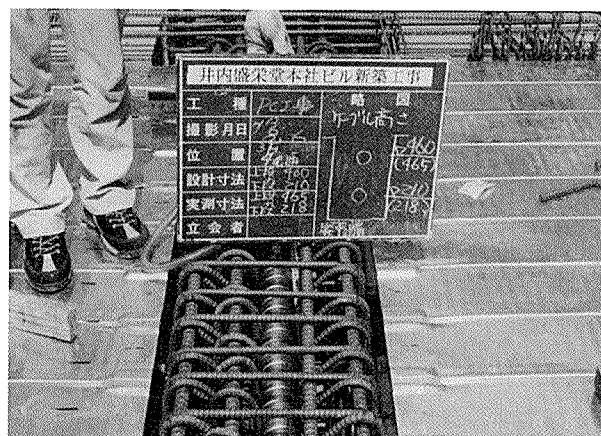


写真 - 3 シース設置状況 (梁端部)

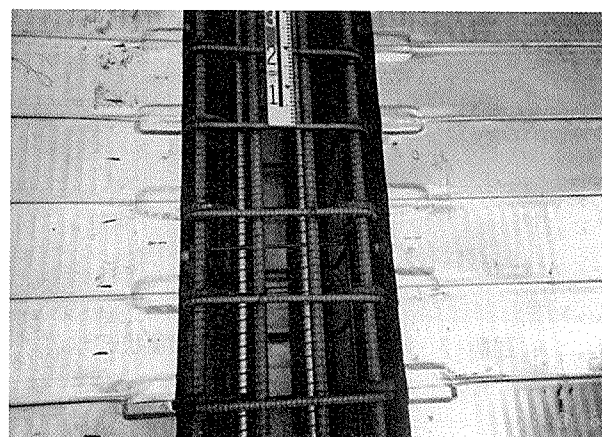


写真 - 4 PC シース設置状況 (梁中央部)

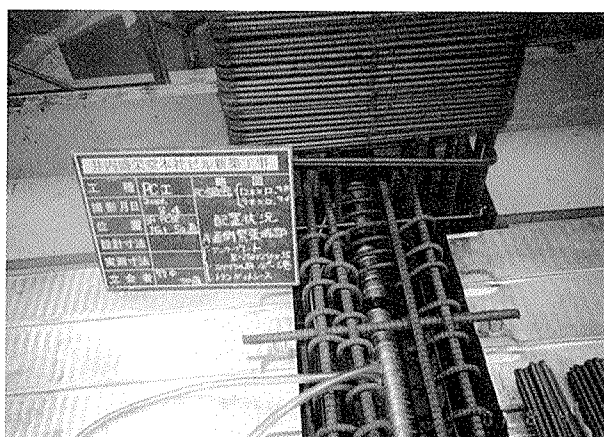


写真 - 2 支圧版, スパイラル筋設置状況

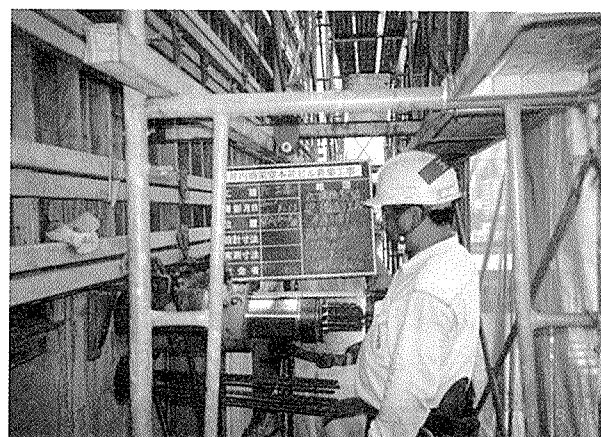


写真 - 5 PC 鋼材緊張状況  
(写真中、井内盛栄堂本社ビルとは本プロジェクトの旧名称)



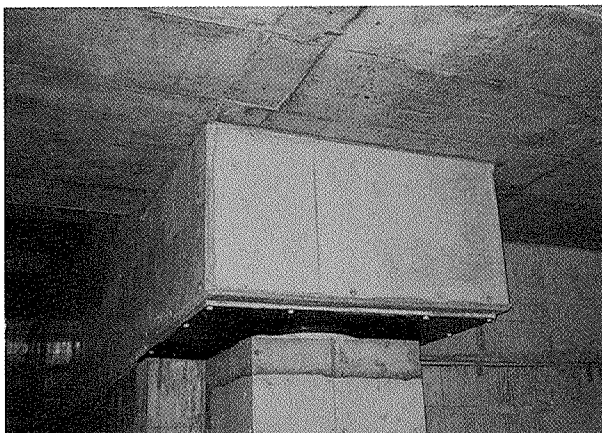


写真-6 すべり支承設置状況

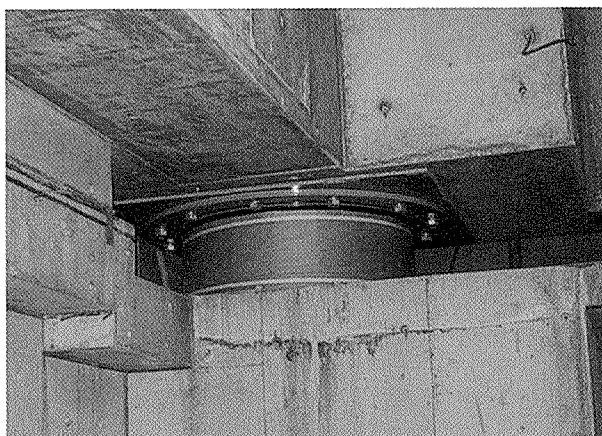


写真-7 鉛プラグ入り積層ゴム設置状況

設置状況を写真-6に、鉛プラグ入り積層ゴムの設置状況を写真-7に示す。

以上の方策により施工上の成果として、限られたスペースでのPC工事において無災害施工、工期内施工を達成し、緊張時の床クラックをゼロにすることができた。

## 5. おわりに

本報告では、19 m × 26 m のオフィスゾーンにPC構造梁を採用し、主要な耐震架構を鉄筋コンクリート造の外周部分の列柱と内外壁とした免震構造建物の設計施工概要を示した。本構造システムにより、将来の事業展開にも柔軟に対応できるフレキシビリティに富んだ広い無柱空間と高い天井高の確保が可能となった。また、耐震要素を限定配置し、鉛プラグ入り積層ゴムを建物外周6箇所だけの配置とすることにより建物の固有周期の長周期化が図れ、高性能な免震建物とすることができた。

最後に、本建物の計画・設計・施工に携わった関係各位のご尽力に深く感謝します。

【2002年6月21日受付】