

関西医科大学附属枚方病院の設計・施工

奥出 久人*1・前川 元伸*2・椿 英顯*3・森田 将史*4

1. はじめに

近年の医療技術の進歩や医療制度の変化はめまぐるしく、人々の医療に対するニーズや医療施設に対する関心も大きく変わってきている。そうしたなかで関西医科大学は、新しい医療機能の展開、患者サービスの向上、地域との連携強化等をめざして、守口市にある附属病院本院を枚方市に移転新築することを決定した。

高度先進医療を提供する大規模大学病院の設計にあたって、立案した構造設計方針を以下に示す。

- ①耐震安全性の高い基礎免震構造を採用する。
- ②将来頻繁に発生する設備配管の更新やルート変更に対応しやすい構造計画とする。
- ③耐震壁はプラン変更の影響を受けないコア周辺のみ配置し、他の部分は純ラーメン構造として間仕切壁の自由度を高める。
- ④小梁および大梁の削減によって躯体工事の合理化を図る。
- ⑤プレキャスト PC 圧着工法と鉄骨造の混合構造によって高層部の工期短縮を図る。
- ⑥高層部の病棟部分に PC 圧着工法を採用することによってひび割れの少ない品質の高い構造とする。

本稿では、全体の構造計画について述べたのち、PC 圧着工法を用いた高層部の設計内容および施工方法について詳細に報告する。

2. 建築計画概要

本病院は病床数 700 床、一日の想定外来患者数 2 000 人超として計画され、病院機能としては低層部に診療部門および管理・供給部門を、高層部に病棟を配置している。建物の平面規模は、低層部では 120.9 m × 76.5 m の整形な形状をしており、高層部では 55.8 m × 65.1 m の東西面がややくびれた鼓状の形をしている。階高は B 1 階から 4 階ま



写真 - 1 建物外観

だが 5.0 m または 5.5 m、5 階から 13 階までが 3.8 m または 4.3 m である。写真 - 1 に建物外観を、図 - 1 に断面構成を、以下に建物概要を示す。

建物名称：関西医科大学附属枚方病院
 建築地：大阪府枚方市新町 2 丁目
 建築主：学校法人関西医科大学
 設計監修：株式会社 日本設計
 設計者：株式会社 竹中工務店
 施工者：株式会社 竹中工務店
 工期：2003 年 3 月～2005 年 8 月（29 箇月）
 敷地面積：58 452.31 m²
 建築面積：9 535.82 m²
 延床面積：71 851.19 m²
 構造種別：鉄筋コンクリート造（一部 PC 造、鉄骨造）
 基礎免震構造
 規模：地下 1 階・地上 13 階・塔屋 2 階



*1 Hisato OKUDE

(株)竹中工務店 設計部
構造部門



*2 Motonobu MAEKAWA

(株)竹中工務店 設計部
構造部門



*3 Hideaki TSUBAKI

(株)竹中工務店 設計部
構造部門



*4 Masashi MORITA

(株)竹中工務店 機材センター
構造部門

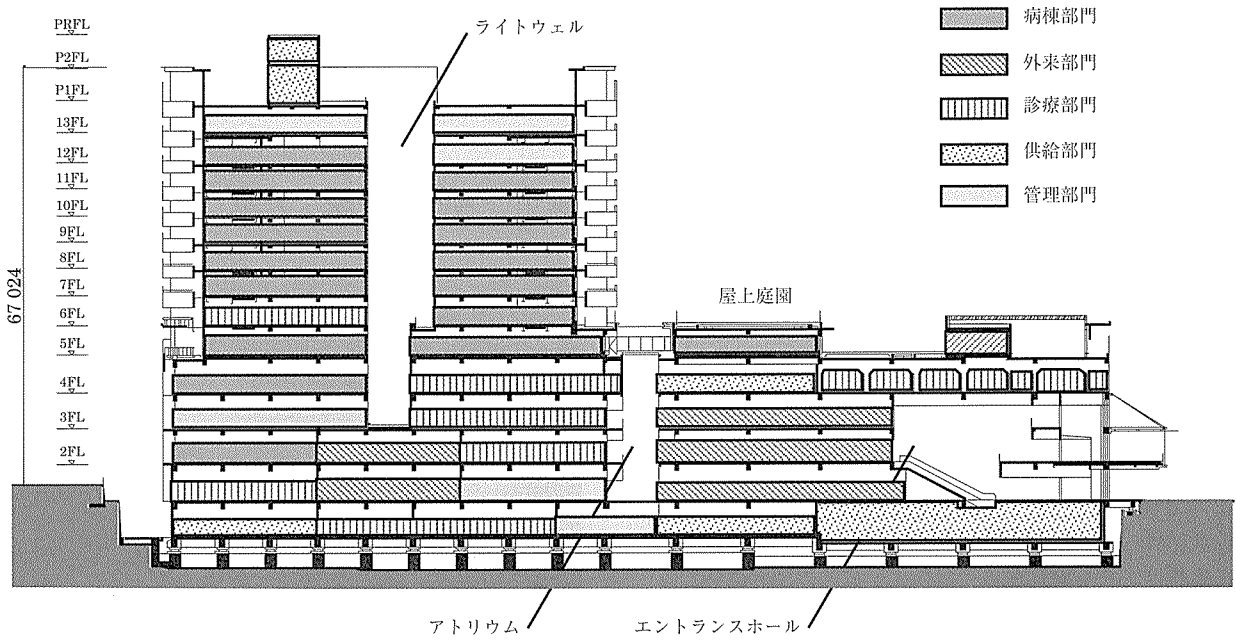


図 - 1 断面構成

軒 高： 61.324 m
建物高さ： 67.024 m

3. 構造計画概要

3.1 構造計画方針

本建物は救命救急病院としての高度な耐震安全性能を要求されたため、B 1 階床下に免震層を配置した基礎免震構

造とした。P 1 階床までの主体構造は、免震構造として十分な剛性を確保する目的から鉄筋コンクリート造（設計基準強度は $F_c 30 \sim F_c 45$ ）とし、塔屋階および低層部 5 階屋上設備室は鉄骨造とした。免震材料には、天然ゴム系積層ゴムおよび鉛プラグ入り積層ゴムを用いた。

基礎構造は二重スラブ形式のベタ基礎（一部フラットスラブ構造）とし、基礎底は $GL - 9.80 m \sim 10.40 m$ である。

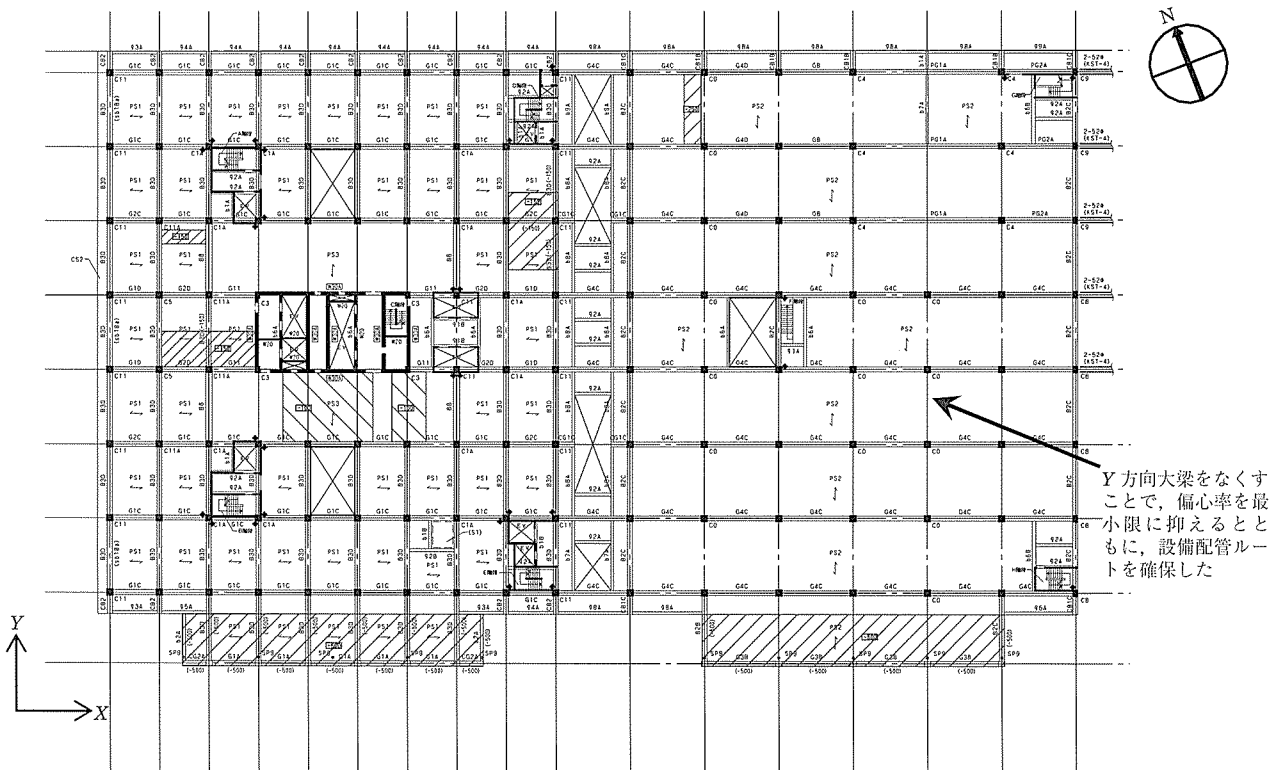


図 - 2 低層部の構造計画図（4 階床伏図）

基礎底から GL - 11.5 m までの範囲は、液状化防止対策として浅層混合処理工法による地盤改良を行った。

3.2 低層部の構造計画

低層部は平面規模が大きく階高も大きいので、施工性に優れた構造計画を目指した。図 - 2 に低層部の構造計画図を示す。スパン 9.3 m の床板に穴あき PC 板（スパンクリート）合成スラブを採用することによって、スラブ型枠を省略すると同時に小梁を配置しないことによる躯体工事の合理化を図った。

また、高層部が低層部に偏在して配置される形状の建物では、低層部の上階で偏心が大きくなり、そのための躯体補強が必要となる。この現象を回避し躯体工事の合理化を図るため、Y 方向の大梁を配置しない計画とした。低層部上階の Y 方向剛性を小さくすることで偏心率を 0.15 以下に抑えることができ、構造強度のバランスと施工の合理化の双方の要求を満たすことができた。また、大梁の配置を削減することで、東西方向の設備配管ルートが確保され、設備更新のフレキシビリティを向上させることにも寄与している。

3.3 高層部の構造計画

高層部の病棟は、将来の病室プラン変更に対応しやすくすること、主に廊下上に設置される設備配管の更新や増設等を容易にすることを目的として、コア部分の連層耐震壁（厚さ 300 mm）と必要最小限のラーメン架構によって地震力を負担させる架構形式とした。

図 - 3 に高層部の構造計画図として、建築平面図および

構造床伏図を示す。

中央のコア部分は将来の変更の可能性が低いため、連層耐震壁として地震力を大きく負担させ、全層せん断力の 1/2 ~ 1/3 程度を負担させる構造計画とした。コア部の耐震壁以外に地震力を負担させる架構は、X 方向は南北面の PC 圧着梁の架構、Y 方向は各所に分散して配置した RC 造の 1 スパンラーメン架構である。これら以外の梁は床を支えるためのみに必要であるため、鉄骨造とし両端はピン接合としている。

スラブは主に 9.3 m 方向に配置し、工場製作の穴あき PC 板（スパンクリート）合成スラブを採用した。それ以外のスパンの小さなスラブは、通常の鉄筋コンクリート造（捨て型枠付き工法）とした。

4. 免震設計概要

4.1 耐震設計方針

設計に用いた水平地震動波形は、建設省告示第 1461 号に示されているスペクトルに適合した模擬地震動（告示スペクトル適合波）3 波とした。また従来の設計との連続性を考慮して、標準 3 波（レベル 1 に対して 25 cm/s およびレベル 2 に対して 50 cm/s）を設計用地震動として採用した。

各地震動入力レベルに対して設定した耐震設計の目標値を表 - 1 に示す。免震材料の圧縮側最大面圧および引張側最小面圧の検討は、水平動による応答値だけでなく、上下動の影響も考慮し、上下動による軸力は自重 W に対して 0.30 W（レベル 2）とした。

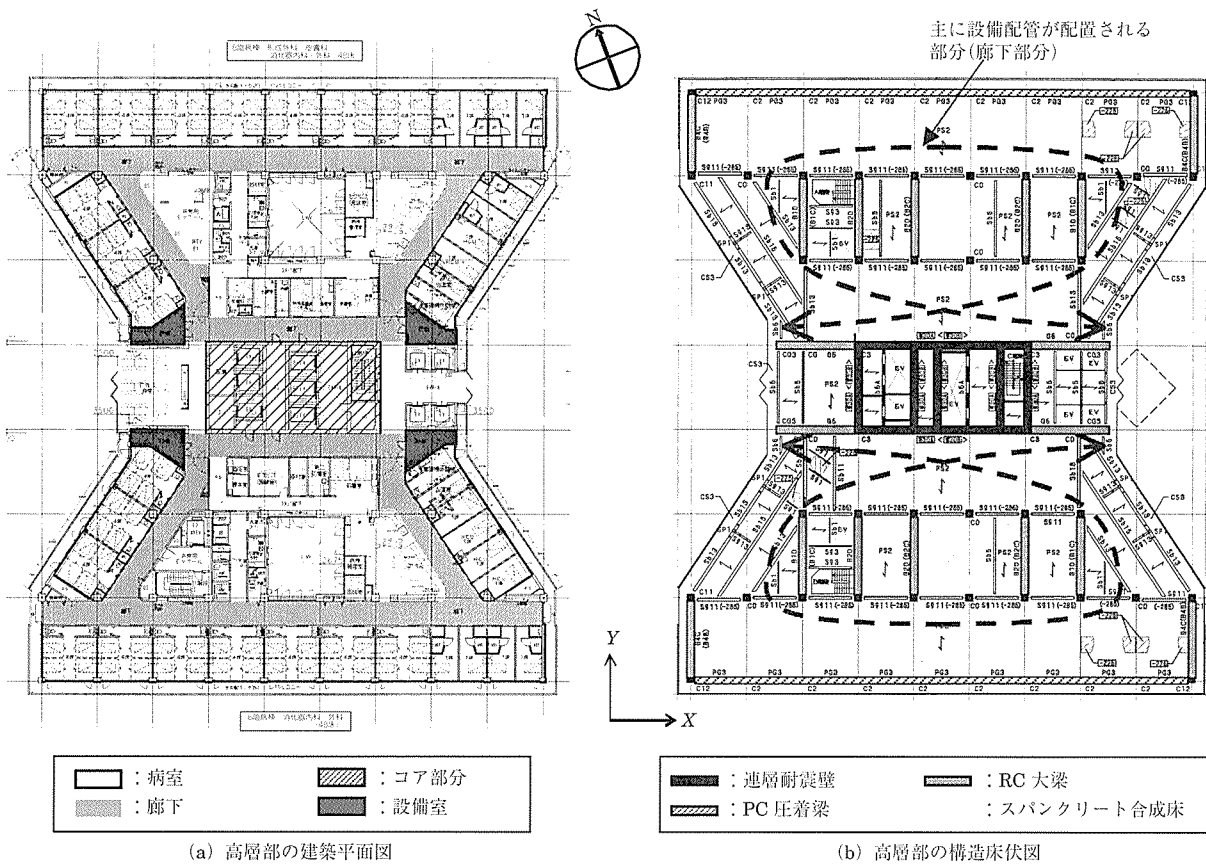


図 - 3 高層部の構造計画図

表 - 1 耐震性能の目標値

部 位	項 目	レベル 1	レベル 2
上 部 構 造	層間変形角	1/400 以下	1/200 以下
	部 材 応 力	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下
免 震 層	水平移動量	30 cm 以下	60 cm 以下
鉛プラグ入り 積層ゴム系 天然ゴム系 積層ゴム	圧縮応力度	30 N/mm ² 以下	
	引張応力度	生じない	1 N/mm ² 以下
	せん断歪	200 % 以下	300 % 以下
基 礎 構 造	部 材 応 力	短期許容応力度以下	
	支 持 力	短期許容支持力度以下	

4.2 免震材料の配置計画

免震材料の設置階（免震層）は、建物最下階 B 1 階梁直下とした。使用した免震材料は、天然ゴム系積層ゴム（RB）82 基および鉛プラグ入り積層ゴム（LRB）71 基で、合計 153 基を用いた。

図 - 4 に免震材料の配置図を示す。LRB は免震層のねじれ剛性を高める目的から、主に外周部に配置することを基本方針とし、レベル 2 地震時における免震層の偏心率が最小となるように LRB と RB の位置を調整した。また、積層ゴムにはせん断弾性係数が $G = 0.39 \text{ N/mm}^2$ ($G 0.4$) のものを使用し、柱軸力の大きさに応じて $\phi 800 \sim \phi 1200$ の範囲内でゴム径を使い分けた。

なお、基礎固定時の 1 次固有周期は X 方向が 1.36 sec、Y 方向が 1.80 sec となっており、レベル 2 地震時相当の水平変形時の 1 次等価固有周期は X 方向が 4.19 sec、Y 方向が 4.29 sec となっている。

4.3 応答解析結果

図 - 5 に本建物のきわめてまれに発生する地震動（告示スペクトル適合波）に対する時刻歴応答解析結果として、

最大加速度応答および最大層間変形角応答を示す。病棟、診療部門、外来部門がある階では、最大応答加速度は 150 gal 未満、最大応答層間変形角は 1/250 未満となっており、高い剛性を有する上部構造によって、免震効果が十分に発揮されていることがわかる。

5. PC 圧着工法

本建物においては、低層部の吹抜け回りの長大スパン梁にポストテンションの PC 梁を採用しているほか、高層部の北面および南面の病棟部分に圧着工法による PC 梁を採用している。以下に高層部に採用した PC 圧着工法の詳細について述べる。

PC 圧着工法を採用した目的は、架構の耐震強度の向上や施工の合理化を図ることに加えて、病棟部分における梁部材のひび割れを低減することにあった。PC 圧着梁は、プレストレスによる圧縮力が導入されるため地震後の復元力も大きく、常時および地震時に梁部材にひび割れが発生することはほとんどない。この工法を高層部の病棟部分に採用することで、ひび割れの発生による入院患者の不安感をなくし、安心できる病院の実現を図った。

図 - 6 に PC 圧着梁を採用した部分の軸組図を、図 - 7 に PC 圧着梁の断面リストを示す。また、写真 - 2 に架設状況写真を示す。

PC 梁の断面寸法は 500 mm × 800 mm で、スラブのコンクリート打設前にプレストレスを導入する計画とした。PC 鋼より線は 7 本より 15.2 ϕ (SWPR7B) を使い、12 本を 1 ケーブルとして 2 ケーブル設置した。PC 圧着架構は 6.2 m × 9 スパン、全長は 55.8 m である。短スパンのため長期の応力状態が端部と中央で大きな差がなく、地震時の応力が支

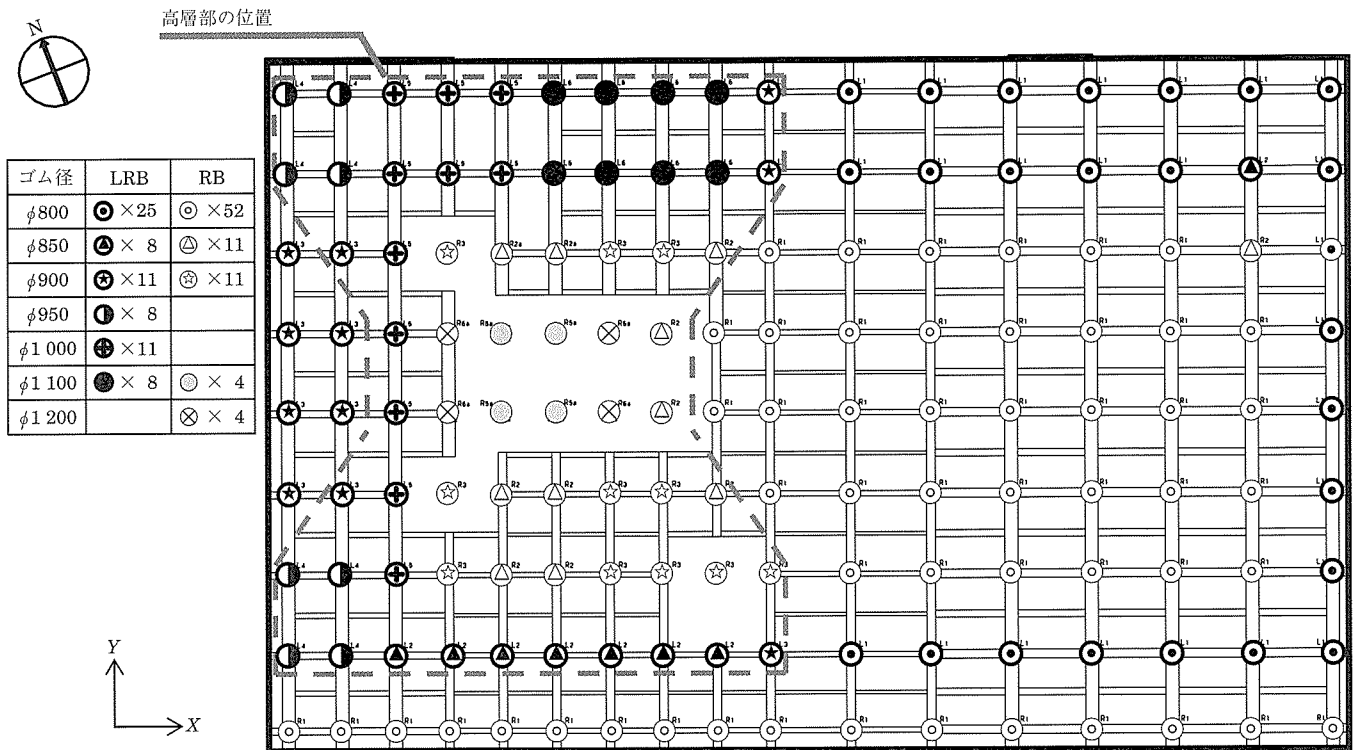


図 - 4 免震材料の配置図

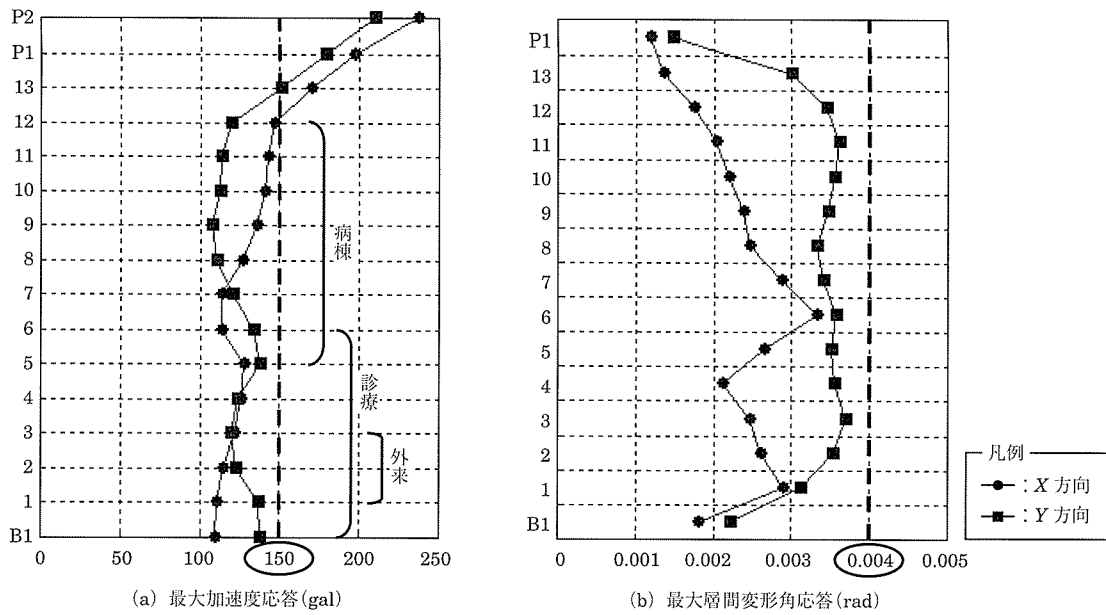


図 - 5 きわめてまれに発生する地震動に対する時刻歴応答解析結果

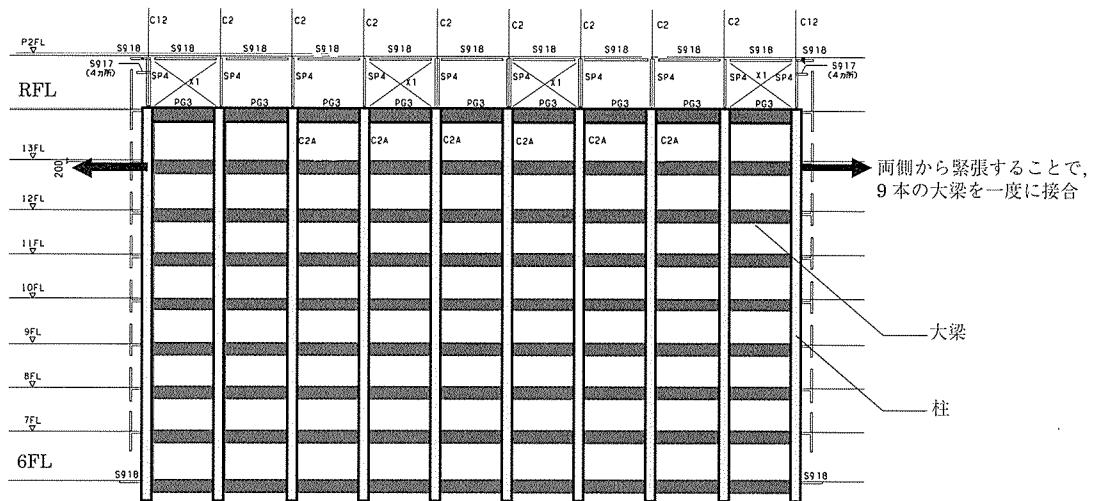


図 - 6 PC 圧着梁採用部の軸組図 (A 通)

名称	PG3
スパン	6 200
巾×成	500×800(1 075)
位置	中央
断面 (1:30)	
主筋	D25
あばら筋	D13□@150 および D13〓@150
腹筋	2-D10
PC 鋼より線	7 本より 15.2φ (SWPR7B)
より線数×ケーブル数	12 本×2 ケーブル
引張荷重 P_u (kN/ケーブル)	3 132
降伏荷重 P_y (kN/ケーブル)	2 664
作業緊張力 0.85 P_y (kN/ケーブル)	2 264
プレストレス導入時強度 (N/mm ²)	50

図 - 7 PC 圧着梁の断面リスト (PG3)



写真 - 2 プレキャスト柱および PC 圧着梁の架設状況

配的であったため、PC 鋼線の配線は角度変化によるプレストレス力の損失の少ない直線配置とした。また、両端から同時に PC 鋼線を緊張する両引工法を採用することで、各梁における導入力の不均一さを小さくする設計とした。

なお、工場製作したプレキャスト PC 梁およびプレキャスト柱の設計基準強度は $F_c = 50 \text{ N/mm}^2$ である。

6. 施工概要

6.1 躯体工事のプレキャスト化

施工においては、環境に配慮することを目的として、積極的に躯体のプレキャスト化を図った。

プレキャスト部材には、工場プレキャスト部材とサイトプレキャスト部材を併用しており、比較的高い寸法精度が要求される柱、高層部の大梁、PC 圧着梁、床版、外壁、バルコニー部材（合計約 10 500 m^3 ）は、工場製作のプレキャスト部材とした。一方で低層部分の大梁、小梁、免震材料取り合い部材（合計約 3 900 m^3 ）には、広大な敷地を有効利用した現場製作のサイトプレキャスト部材を採用した。写真 - 3 に工場製作プレキャスト部材の型枠・配筋状況を、写真 - 4 にサイトプレキャスト部材の製作状況を示す。

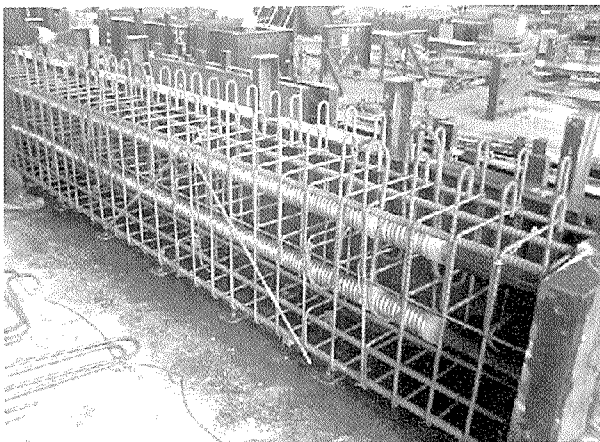


写真 - 3 工場製作 PC 圧着梁の型枠・配筋状況



写真 - 4 サイトプレキャスト製作ヤード

6.2 高層部の施工概要

高層部には、PC 圧着工法を併用したプレキャスト鉄筋コンクリート構造と鉄骨梁の混合構造を採用した。基準階面積が大きく形状も複雑なので、高層部の躯体工事の工期短縮は工程上の大きなポイントであった。そのため設計段階から工期の短縮を考え、床のトップコンクリートとコアの耐震壁以外はすべて工場製作によるプレキャスト部材を採用して、鉄骨梁との同時建て方が可能となるような架橋計画とした。写真 - 5 に高層部の躯体施工状況を示す。

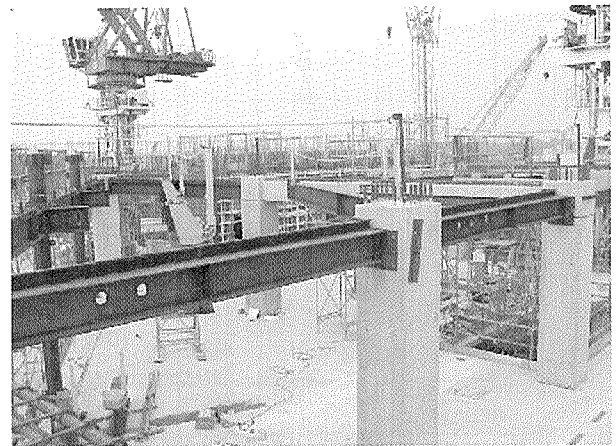


写真 - 5 高層部の躯体施工状況

6.3 PC 圧着梁の緊張工事

PC 圧着梁の緊張工事は図 - 8 に示すような施工手順で行った。プレキャスト柱梁を建方し、PC 鋼より線を挿入したのち、柱梁目地部に無収縮モルタルを充てんし、目地モルタルの強度発現（36 N/mm^2 以上）を待って、PC 鋼線の緊張およびグラウト注入を行った。

表 - 2 に PC 圧着工事の実施工程を示す。プレキャスト柱梁 19 本の建方から緊張およびグラウト注入まで圧着架構 1 列あたり 9 日間で完了させた。

緊張作業は、圧着躯体 1 列の両端に写真 - 6 に示す油圧ジャッキをセットし、緊張荷重 230 kN ごとに PC 鋼より線の伸びを確認、記録しながら所定の緊張力まで緊張を行った。写真 - 7 は緊張後の緊張端部分である。

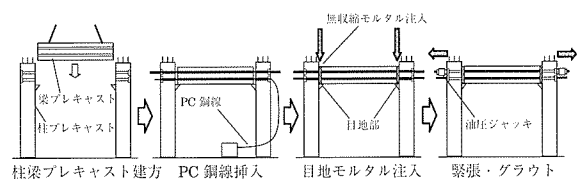


図 - 8 PC 圧着梁の施工手順

表 - 2 PC 圧着工事実施工程

1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目
PCa 建方			目地モルタル		養生		緊張	
		PC 鋼線挿入						グラウト

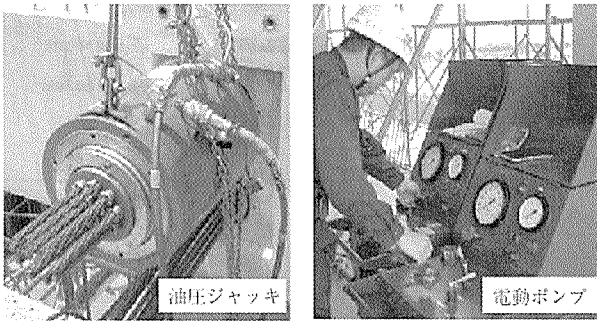


写真 - 6 PC 鋼線の緊張工事状況

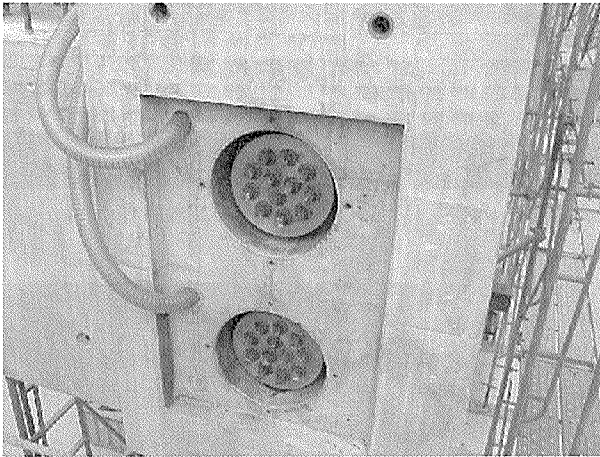
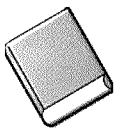


写真 - 7 PC 鋼線の緊張端部分

7. おわりに

本病院は2005年8月末に竣工引渡しを行い、その後医療機器の搬入等の開院準備を終え、2006年1月に無事開院を向かえることができた。建築主をはじめ、本病院の建設に協力をいただいた設計者および工事関係者等多数の方々に、心より感謝の意を表します。

【2006年5月15日受付】



新刊図書案内

PC技術規準シリーズ

複合橋設計施工規準

頒布価格：会員特価 6 000 円（送料 500 円）

：非会員価格 6 825 円（送料 500 円）

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会 編
技報堂出版