



全体パース

■建物概要

建物名称	十和田市立中央病院
発注者	十和田市
建物位置	青森県十和田市西十二番町133番地内他
用途	病院（新本館：315床、既存改修棟：64床）
地域・地区	第一種住居地域、第二種住居地域、事務所地区
防火地域	準防火地域
指定建蔽率	60%
指定容積率	200%、300%
敷地面積	27,702.28 m ²
建築面積	9,173.21 m ²
延べ床面積	35,696.43 m ² （新本館 26,330.93 m ² ）
階数	地下1階、地上6階、塔屋1階
構造	プレキャストプレストレストコンクリート造（圧着工法）＋免震構造
高さ	建物高さ：29.95m
設計・監理	昭和・佐々木設計共同体
工期	平成17年10月～平成19年12月

■はじめに

計画地は、十和田市の中心街「日本の道百選」の官庁街通り（愛称：駒街道）に面しており、市役所をはじめ、県合同庁舎、中央病院、消防署、保健所等官庁施設が建ち並び市の中心地に位置する。また、当敷地の北西方向には、八甲田連峰を望むことができ、風光に恵まれた位置にある。

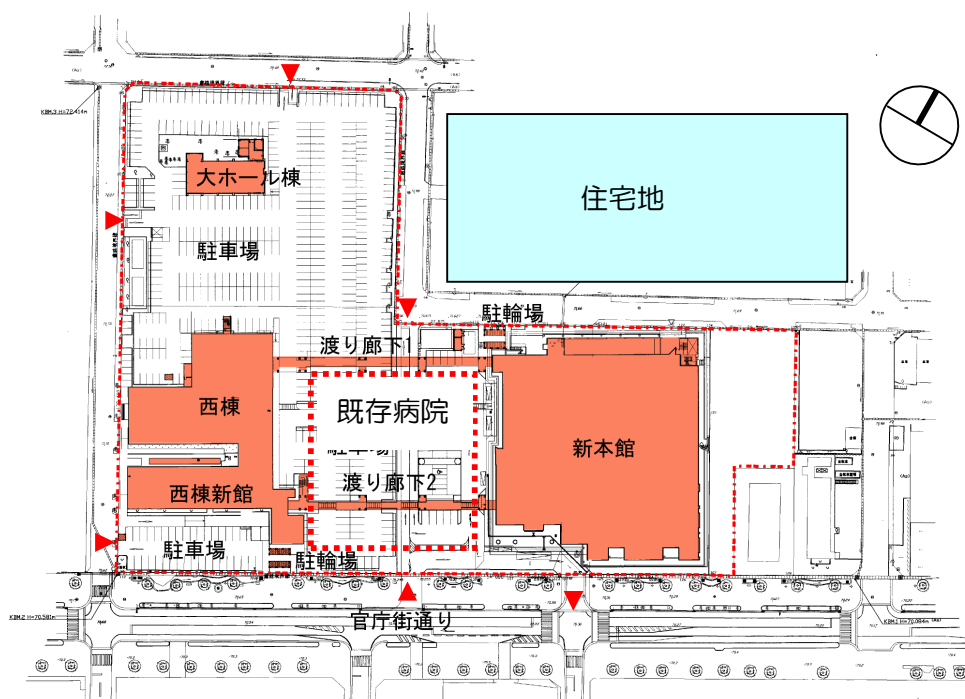
近年、医療環境が変化する中、病院建築は将来の方向性を読み解き、各部門において適切なリニューアルの配慮手法を実践することが求められている。そこで、「将来への医療変革への対応及びライフサイクルコストの低減」を基本方針の一つに掲げ、成長と変化に柔軟に対応し、価値が継続する病院づくりを目指している。

このような病院建築に適した構造としてPC圧着工法を採用した。
採用に当たり、以下の項目について検討した。

- 1.周辺環境への配慮
- 2.建物全体のフレキシビリティ
- 3.寒冷地での施工対応
- 4.地震への対応
- 5.ライフサイクルコストの低減

1.周辺環境への配慮

当敷地は東側に既存病院、北側に住宅地が近接しているため、建設時の騒音に配慮する必要がある。PC圧着工法は工場で製作し、現場で組み立てるため、建設時の騒音の低減、運搬車両総数減による交通振動・渋滞の低減ができ、当敷地条件に適合した工法といえる。

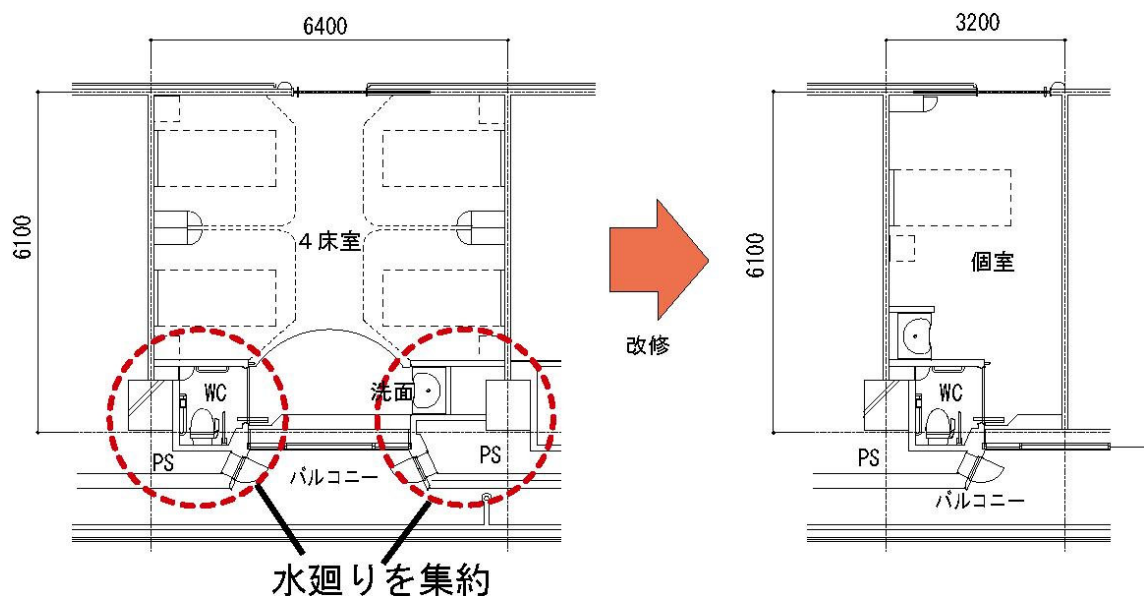


2.建物全体のフレキシビリティ

平均在院日数の短縮による病床数の変化、疾病構造の変化による病棟再構成、病室療養環境の更なる向上等に対応する為に、病院建築は常にフレキシビリティが要求されている。

病棟においては、将来の病床数の変化、多床室からの個室化等様々な変化が予想される。そのような変化に柔軟に対応する為に、水廻りを外壁側に集約し、P Sを建物外周部分に配置することにより、内部空間のフレキシビリティを高めた計画としている。合わせて構造的には柱スパン拡張による平面の自由度の確保をめざした。

今回 PC 圧着工法を採用することで、6.4m×9m、6.4m×12mの大スパンで計画が可能となった。耐震壁を配置しないので病棟及び外来のフレキシビリティを高めることができる。又、RC 造、SRC 造に比べ、梁背が小さくできるので、設備計画にも自由度が増している。但し、梁貫通ができる箇所が限られてくるので、設備との十分な調整が必要となる。



3.寒冷地での施工対応

東北地方という寒冷地では雪による工期の遅れ、温度低下による品質の悪化等が予想された。PC 造にすることで、天候に左右されず高品質で均一な部材が得られ、現場作業員の省人化により、工期の安定と短縮を図ることができた。

4.地震への対応

当病院は災害拠点病院として整備しており、地震時における人命の保護、病院機能の継続、災害拠点病院の機能維持のため、建物に免震構造を採用している。PC 圧着工法を採用することで、地震時には柱、梁のジョイント部分が柱のコーベルの上で安定した挙動を示す。スパンをとばし軸力を集約できるため、免震構造との相性もよい。又、柱にもプレストレスを導入する為、直下型地震に対する強度も大きい。以上より、PC 圧着工法により、耐震性及び医療環境の向上が図れる。

5.ライフサイクルコストの低減

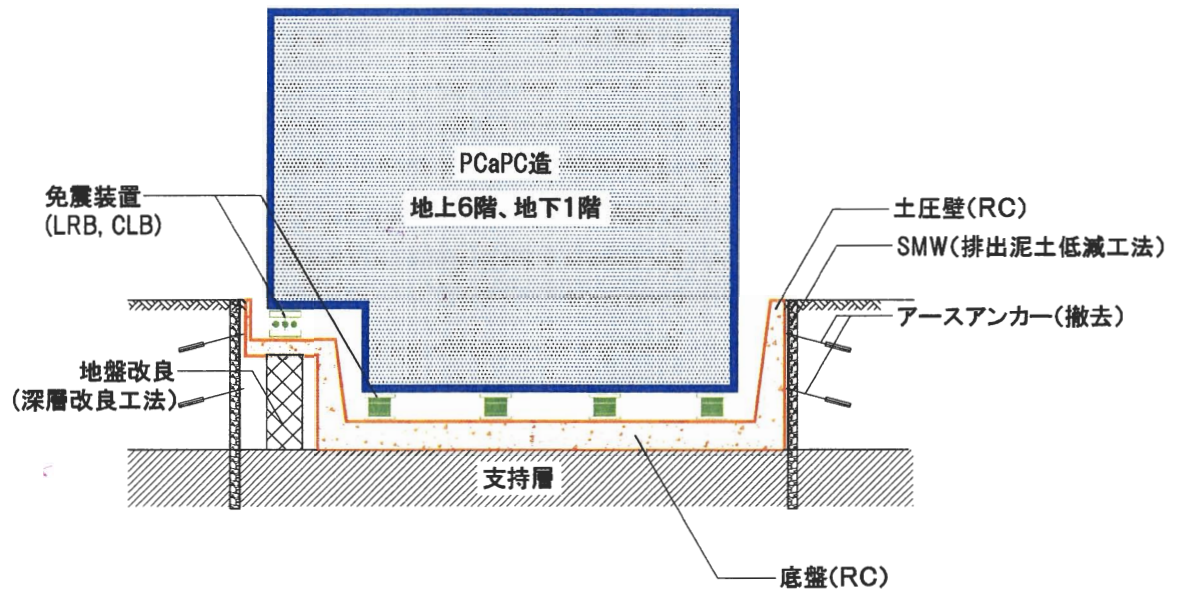
PC 造を採用することで、躯体の耐久性の向上、躯体用型枠ベニヤ板の不使用、運搬車両総数減等、ライフサイクルコストの低減が図れた。

以上の結果から、PC 圧着工法を採用することにより、敷地条件、環境条件をクリアしながら、病院建築の医療環境の向上を図れた。



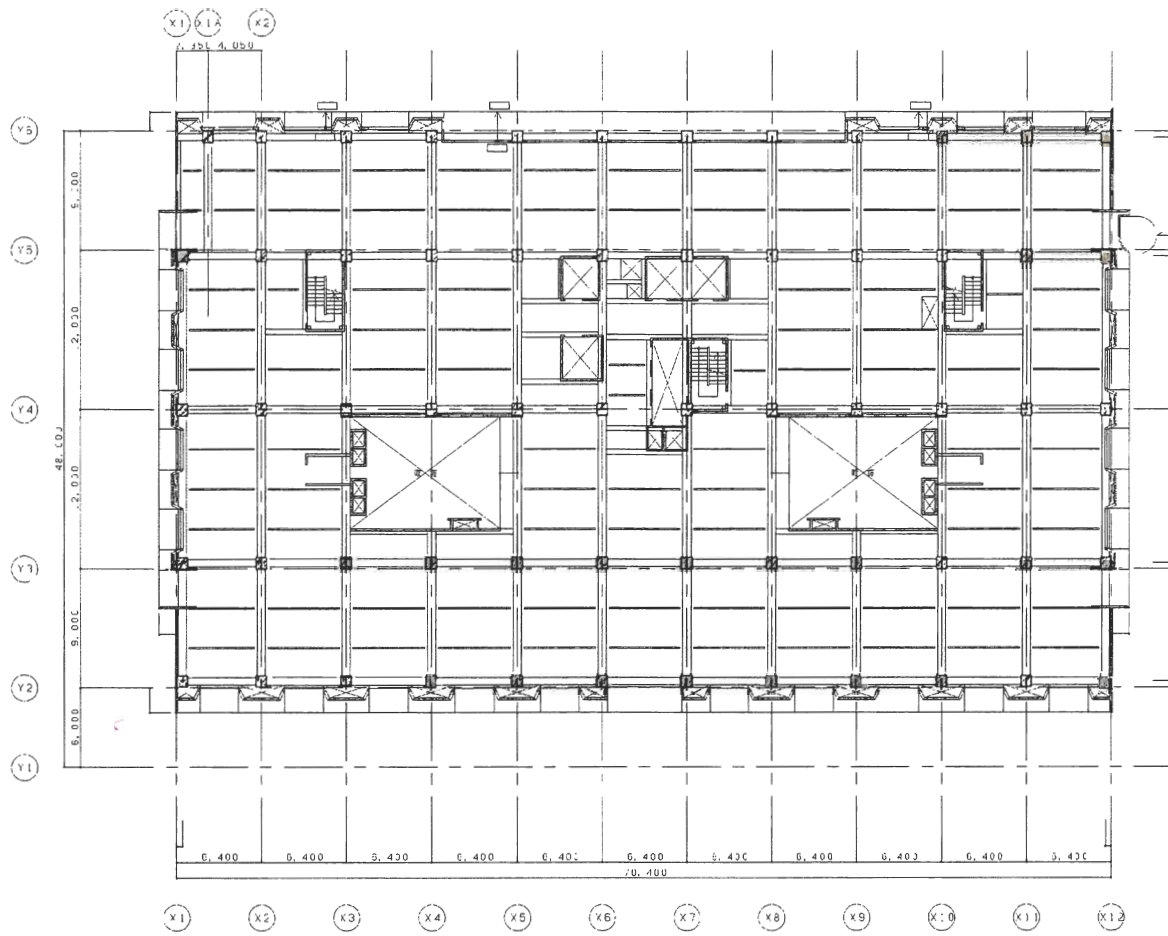
南西外観パース

■構造計画概要

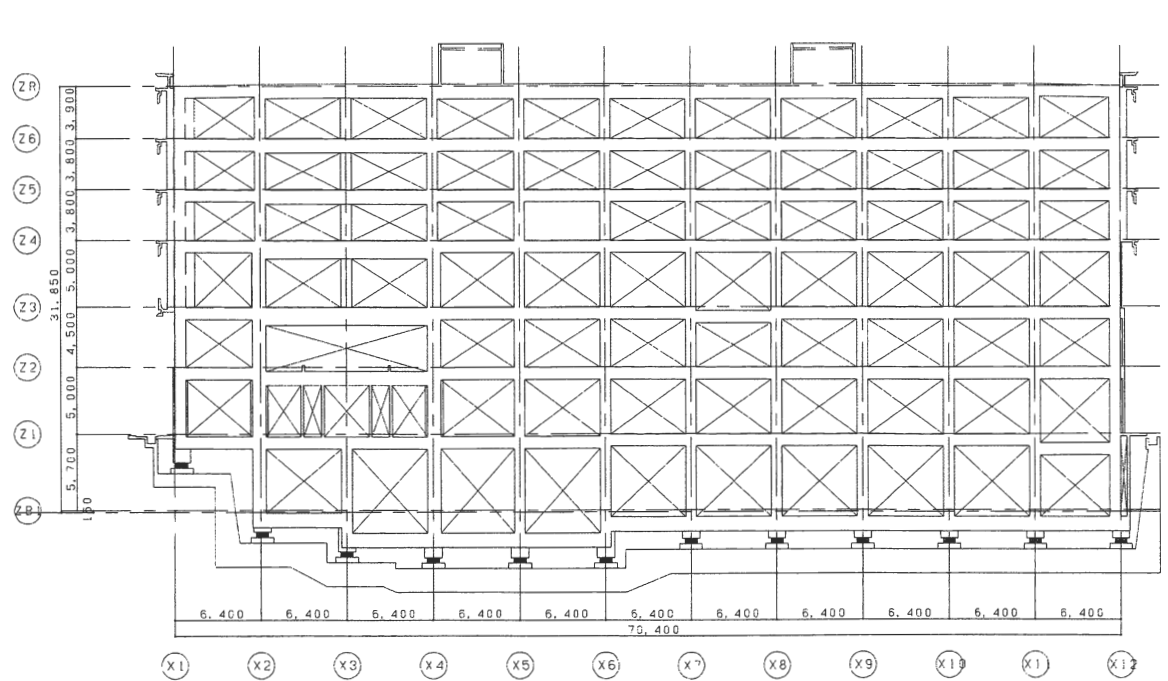


構造計画概要図

- ・構造種別 上部構造 : PcaPC 造 (圧着工法)
 基礎 : RC 造
 基礎部分に免震装置を配置
- ・構造形式 XY方向とも純ラーメン構造
- ・基礎形式 直接基礎 (布基礎)
- ・使用材料 PCa 部材 : $F_c 50 \text{ N/mm}^2$
 RC 部材 : $F_c 30 \text{ N/mm}^2$
 (トップコンクリート含む)



6 階梁床伏

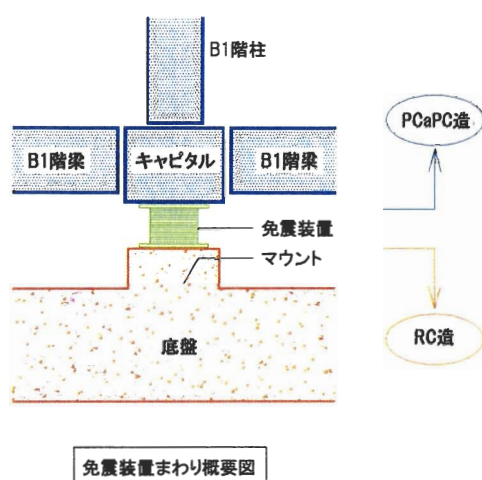


Y3通り軸組図

1. 材料区分

上部主体構造はPCa部材としているが、コスト削減や地元産業の活性化のために現場打ちRCも併用している。

下図に免震装置まわりの材料区分を示す。免震装置をはさんで上部構造をPCaPC造、下部をRC造とした。上部構造は免震装置との接合部であるキャピタルを含めて圧着工法としている。

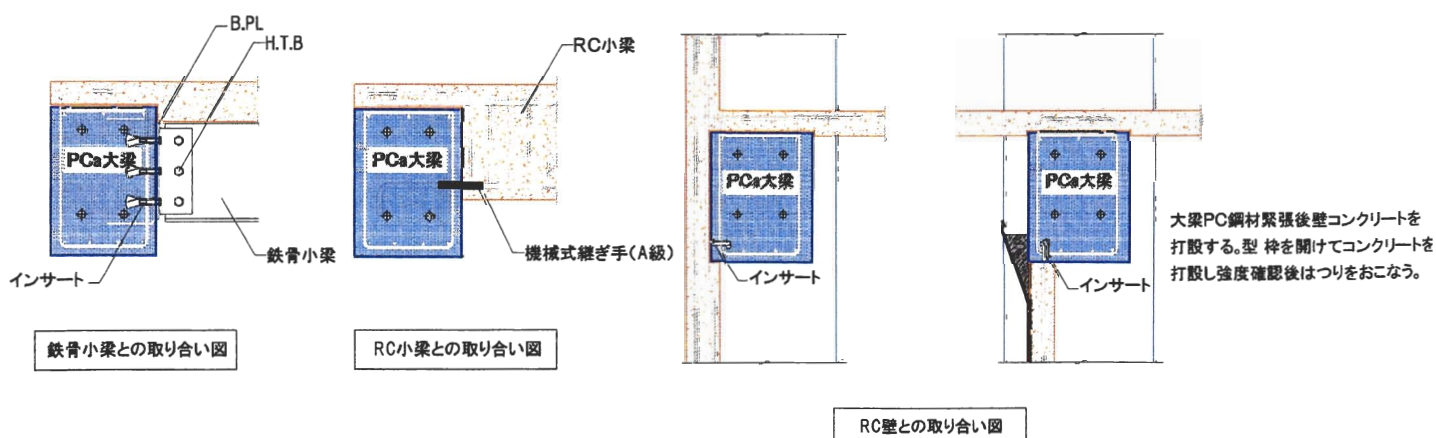


免震装置まわり施工状況

スラブは鉄筋組込デッキスラブ（ロッドデッキ）を採用した。設備開口が密集する部分は在来工法による2方向スラブとした。

小梁は鉄骨造とした。地下一階や屋外などの防錆が必要な部分についてはRC小梁とした。EVや階段のRC壁を受ける箇所にもRC小梁を配した。各小梁とPCa大梁との取り合い図を下に示す。

壁はRC造とした。フレーム内の壁にはすべてスリットを設け、フレームの挙動を明確にした。壁とPCa大梁との取り合い図を下に示す。



2. 免震構造計画

建物の西面および南面の一部は地下がないが、地震時の挙動を明快にするため1階基礎部分をローラーとし、B1階基礎下で全ての水平力を負担する計画とした。免震装置には、鉛直支持性能、減衰性能、復元性能の全てを併せ持つ鉛プラグ入り積層ゴムを採用した。1階基礎下のローラー部には、摩擦係数が極めて小さく、温度による性能のばらつきのない転がり支承を採用した。転がり支承は、B1階でも一部用いて免震層の偏心を小さく抑えた。

3. 基礎構造計画

SGL-10m付近の火山灰層を支持層とする直接基礎とした。接地圧はX方向の布基礎で負担させている。一階に基礎がある部分については、底盤下を深層混合処理工法にて地盤改良を行った。地盤改良部分の鉛直変位差を考慮して底盤の設計を行っている。底盤および土圧壁はマスコンクリートとなり、水和熱に起因する温度ひび割れが発生する可能性があった。膨張材および防水材を添加し、施工においても十分に配慮した結果、良好なコンクリートとなった。

■構造設計概要

免震構造の告示式による設計を行った。構造モデルは、免震層を支点ばねとし、地下一階床をモデル上の第1層とする8層モデルとなる。

地震時の設計は、極めて稀に発生する地震動（大地震動）に対して、上部構造を許容応力度設計している。PS検層の結果から、せん断波速度が420m/sのGL-40m以深を工学的基盤とし、解放工学的基盤における大地震動時の標準地震動を減衰定数5%の加速度応答スペクトルの形で算出し、表層地盤の増幅率を与えて地表面における地震動とした。下記の組み合わせ応力について、PCa部材の設計を行った。また、大地震時の層間変形角は1/300以下である。

積雪荷重は、多雪地域に該当し垂直積雪量は青森県の指導から117cmとした。長期時応力に70%、地震時応力に35%の積雪荷重を組み合わせている。

設計用組み合わせ応力

長期時	$G + P + 0.7S$	長期許容応力度以下 (一部Ⅲ種PC)
大地震時	$G + P + 0.35S + K$	短期許容応力度以下 (PC鋼材降伏点×0.85)
	$1.7(G + P) + 0.35S$	

G：固定荷重による応力

P：積載荷重による応力

S：積雪荷重による応力

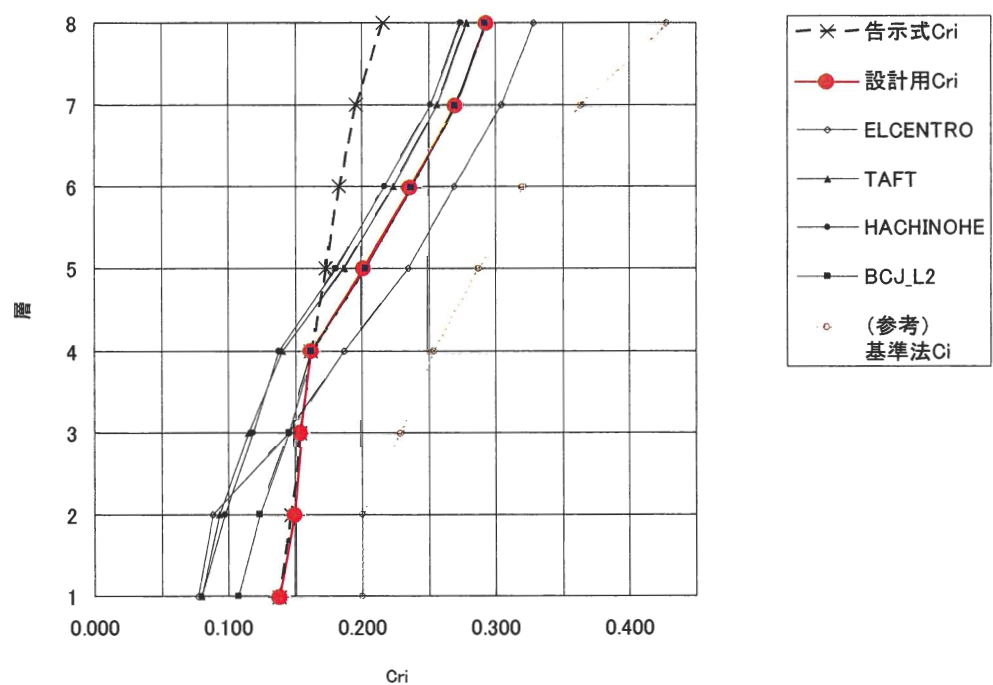
K：免震告示式による大地震動時の応力

上部構造は、平面計画のフレキシビリティが要求されていることから、耐力壁を設けず純ラーメンとしている。質点モデルの地震応答解析による建物の固有周期を下表に示す。柱梁断面も小さく上部構造の剛性が小さい。地震力は地震応答解析結果を元に告示式を割り増した。

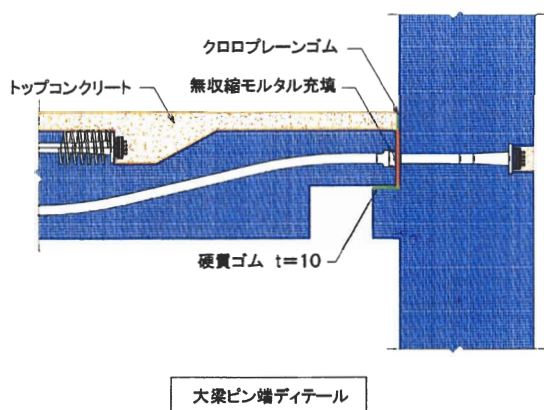
固有周期

	免震なし	免震あり
X方向	0.83 sec	3.6 sec
Y方向	0.92 sec	3.6 sec

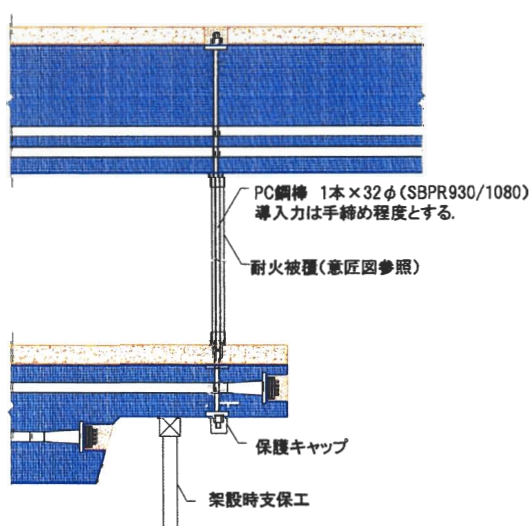
地震層せん断力係数 Cri (Y方向)



免震構造の告示式による設計において免震装置の引き抜きが許されていないため、引き抜きが生じる箇所には、PC圧着工法のディテールを工夫したピン接合を用いた。



エントランス上部の張り出し部分に、PC鋼棒を用いた吊構造を採用した。6.5mの張り出し床を無柱とすることができた。



2階跳ね出しスラブ吊詳細図

PC圧着工法の採用は、品質や工期、既設病院への配慮、寒冷地での施工性、免震構造との相性等において優れていた。病院施設は床レベルの種類が多く、設計段階においてPCa大梁のレベル調整やケーブル取り合いの検討を行っていたが、現場においても施工性などを含めて再度調整が必要となった。ケーブルの配置が煩雑であったため、予定していた設備の貫通孔があげられず天井内に収める変更もあった。また確認申請において、ケーブルレベルの変更に伴い変更申請が必要であった。

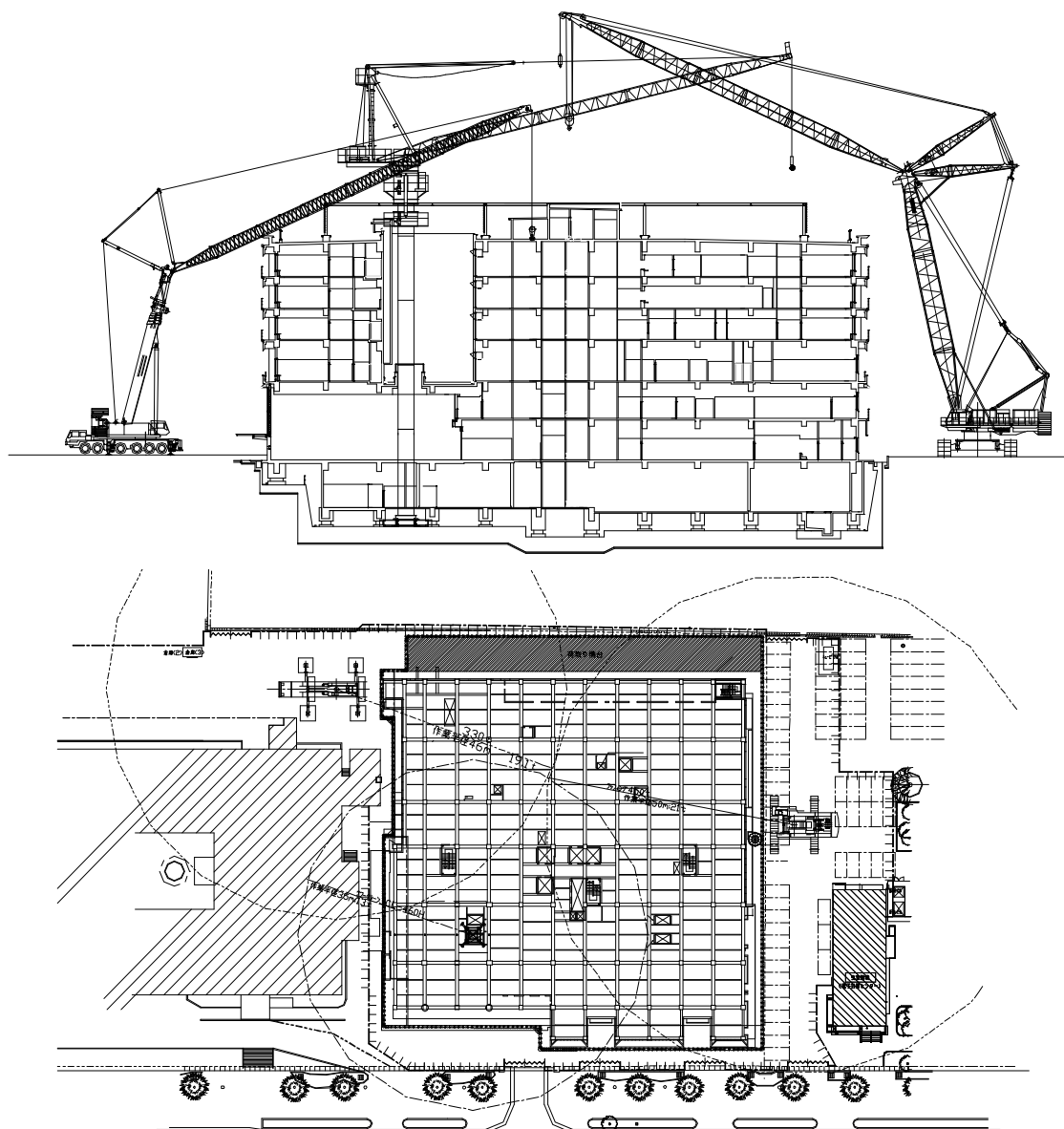


■施工概要

1. 揚重機と仮設計画

本建物敷地は西側には既存病院があり、南側と北側は比較的交通量の多い市道に接している。また東側は市役所の来庁者専用駐車場であるため、建設敷地としては狭あいな環境下にある。P C建て方計画にあたり、敷地条件を考慮し、西側の地上クレーンを設置出来ない部分にはクライミングクレーン（460tm）と設置は出来るがほとんど移動出来ない部分にはトラッククレーン（330t）で対応し、南北に移動しながら全域をカバーできる東側の範囲にクローラークレーン（450t）で計画した。

本建物の構造はメインフレームの柱・大梁はP C、小梁は鉄骨、壁・スラブはR C造であるため、建て方時にはP C柱・梁部材のそれぞれに、鉄骨や鉄筋及び仮設材等の部品の取付を行うため、搬入時に部材を一時仮置きするヤードを確保する必要があった。P C組み立てに影響しない部分（R C構造部分）を後施工とし、その部分に地下耐圧盤から支持させた構台を架設し、敷地の有効利用に役立てた。





南西外観 施工状況

2. 現場施工

PC架設工事は平成18年7月より開始し平成19年3月までの約1層1ヶ月サイクルの8ヶ月間で施工した。また、本建物はPCとRCの複合構造のため、PC架設後RC工事に着手し、鉄筋及び型枠の組立を行いPC架設との調整を計りながら順次コンクリート打設を行って行き、躯体コンクリート完了はPC架設完了後約1ヶ月で完了した。

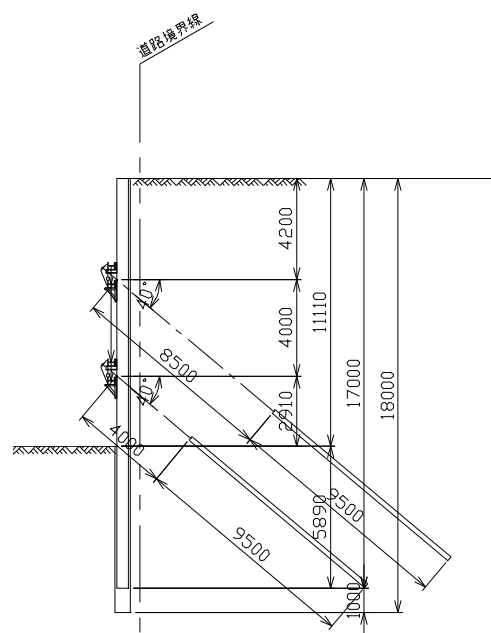
	平成18年					平成19年				
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
PC躯体工程								6F		
							5F			
					4F					
				3F						
			2F							
		1F								
	B1									
	B2									

3. 山留め計画

本敷地環境を考慮し山留めはSMW工法を採用した。また、支保工は当初計画段階では切梁工法を計画していたが、工程短縮及び資材搬出入車両等の交通量の減少が見込めるためアースアンカー工法で施工した。また、SMWにアースアンカーを貫通させることで構内への浸水による工程遅延が心配されたが、止水処理がスムーズに行えたため、掘削工事への影響も無く、工程短縮を図ることが出来た。



SMW 施工状況



山留め断面図



アースアンカー 施工状況

4. 寒中コンクリート

本工事の2階躯体から4階躯体までが寒中コンクリートの適用を受けるため、コンクリートが初期凍害を受けることなく、また所定の材齢で所要の強度が得られるよう、養生計画を行った。具体的な養生方法は上屋を設置してシート被覆養生とその内部空間を加熱する加熱養生を併用し、コンクリートの圧縮強度が所定の材齢で所要の強度が確認できるまで継続し、冬期間のコンクリート施工を行った。



シート被覆養生外観



スラブシート被覆養生



シート被覆養生内でのスラブコンクリート打設状況

5. PC a PC施工計画概要

1) プレキャスト PC 部材の製作

本体に使用されるキャピタル・柱・梁部材数は秋田県で1工場・岩手県で1工場
北海道1工場で製作した。3工場あわせて1593ピース、総部材量約6000m³、
製作期間は12ヶ月であった。

2) PC 建方

プレキャストPC部材の架設は3つのエリアに分け、450tクローラークレーン・330
t油圧クレーン、460tmクライミングクレーンで建方を行った。

クレーンの作業半径によって、PC部材を分割したりしながら建方を行った。

3) 目地工事

2次ケーブルの挿入後、目地部のジョイントシー스를確認し、無収縮モルタルを充填
する。(緊張時強度36KN・4週強度50KN)

冬季においては、柱・梁の接合部をシートにて完全に覆いジェットヒーター等で採暖
し、モルタルが硬化するまで5度以上を保ち施工した。

4) 緊張工事

柱はPC鋼棒定着工法を使用して、緊張手順は柱1本に対して2台の緊張ジャッキを
対角となる位置にセットし、1台の油圧ポンプにてジャッキを同時に作動させ、均等
になるように緊張力を導入した。また、緊張作業は緊張力を50KNまたは100KN
を0とし、指定緊張力まで張力導入を行いナットを締め込み伸び量を確認した。伸び
量の許容範囲は、±5%以内を管理値とした。

梁の緊張手順はアンカーヘッド・くさびをセットし、目地部のモルタルの強度の発現
を確認する。次に緊張は200KN毎に区切り、指定緊張力まで張力導入を行い、伸び
量を確認した。伸び量の許容範囲は、 μ の値の0～5の範囲内を管理値とした。

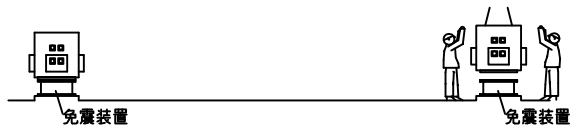
グラウトは、12月中～3月末まで施工しなかった。グラウト再開にあたりジェット
ヒーターにて部材を暖めてから再開した。

5) 全体工程

建物の全体工程25ヶ月に対して、PC建方工事は約9ヶ月(グラウト工事を除く)
で終了した。

PC架設手順

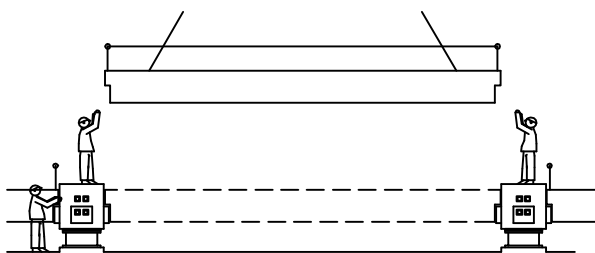
①



キャピタル据付



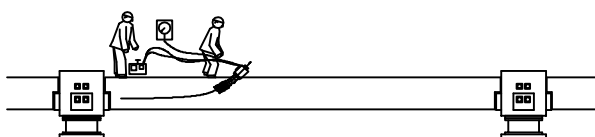
②



PC梁架設
PC鋼より線挿入
目地型枠・目地モルタル充填

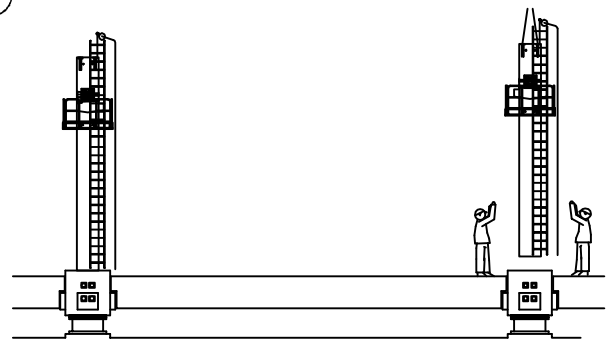


③



PC鋼より線緊張
現場打ち型枠取付

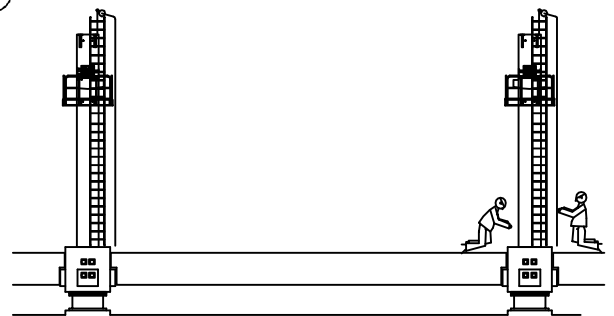
④



柱位置墨出し
柱建方・PC鋼棒接続



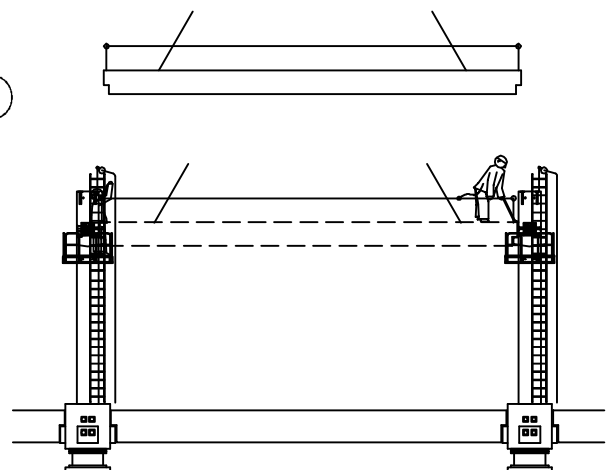
⑤



柱脚部目地型枠・モルタル充填
柱主筋継ぎ手モルタル注入

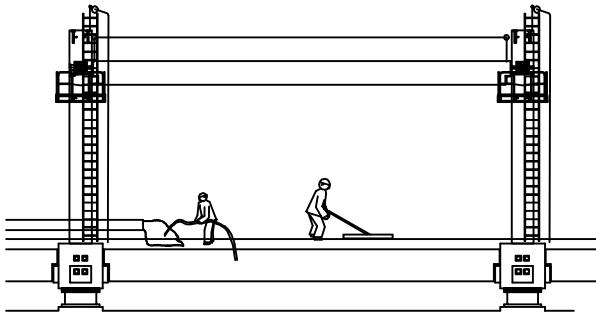


⑥



PC梁架設
鉄骨小梁取付・デッキスラブ敷き込み
PC鋼より線挿入
目地型枠・目地モルタル充填

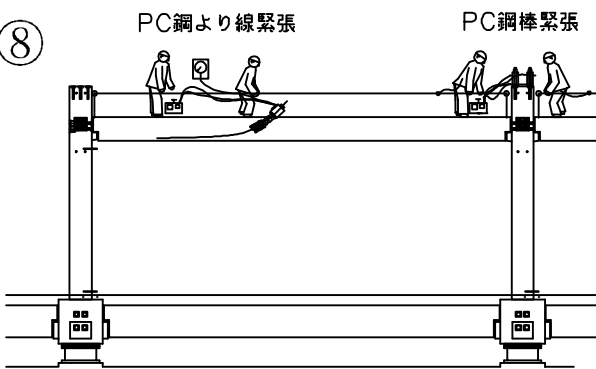
⑦



梁・スラブ配筋
コンクリート打設



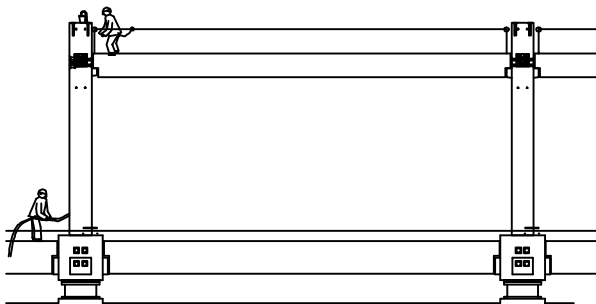
⑧



PC鋼棒緊張
PC鋼より線緊張

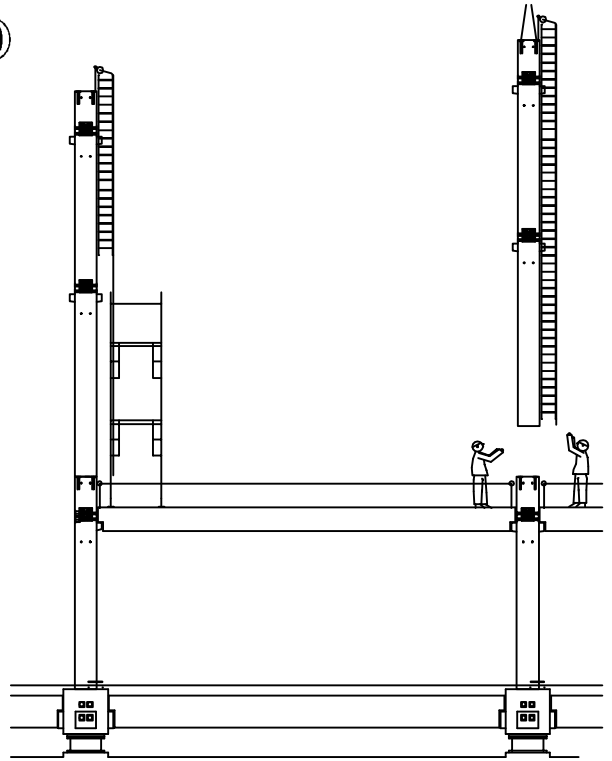


⑨



グラウト注入

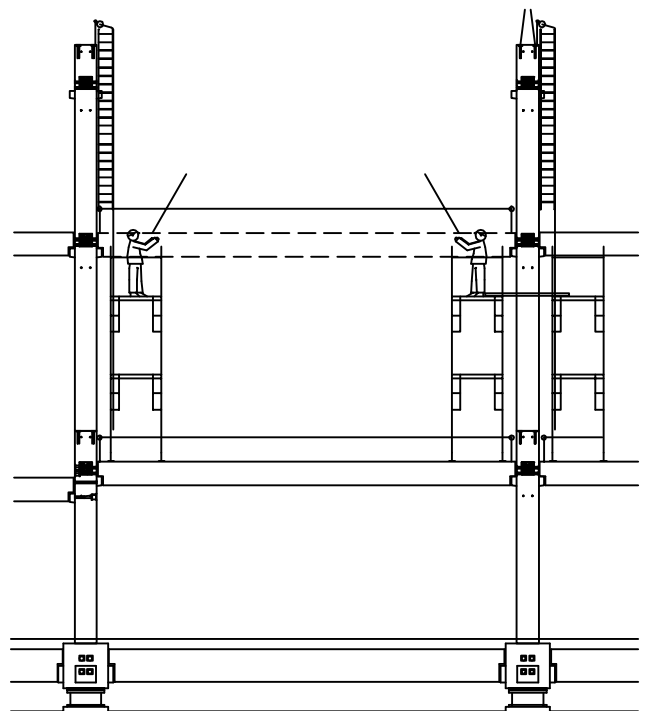
⑩



柱建方・PC鋼棒接続
柱主筋継ぎ手モルタル注入
梁架設用足場組み立て



⑪



PC梁架設
鉄骨小梁取付・デッキスラブ敷き込み
PC鋼より線挿入
目地型枠・モルタル充填