

南相馬市立総合病院脳卒中センターの設計・施工 — ドライジョイントとした PCaPC 細幅外周架構を有する病院 —

奥野 親正*1・吉田 和史*2・加藤 誠一*3・富岡 宏一*4

本建物は、福島県南相馬市における東日本大震災からの復興シンボルとして計画された市立総合病院である。構造は、内部架構を鉄骨造、外周架構をドライジョイント（現場打ちコンクリートによる部材の接合がない）で計画したプレキャスト鉄筋コンクリート造（大梁：PCaPC 圧着工法、柱：PCaRC 造）とした混合構造（一部、SRC 造）となっている。この外周架構は、スレンダーなコンクリート断面（見付け幅 420 mm）とし、建物のファサードとしての役割に加え、耐震要素としての機能も有しており、意匠と構造の融合を図っている。外周架構を PCa 化した本建物の施工では、生コン車両の往來を低減できるなど、隣接する既存病院や近隣住民への負担軽減を図っている。また、PCa 部材の製作では、打込み、養生に配慮して品質と精度を確保し、建方時には、緊張時の軸伸縮量を想定して据付け位置を管理するなど、高い精度の建物を実現した。

キーワード：細幅柱梁架構、圧着工法、混合構造、ドライジョイント

1. はじめに

福島県南相馬市は、太平洋沿岸部に位置し、2011年3月11日に発生した東日本大震災において、海岸沿いの津波被害など、多くの地震被害を受けた地域の一つである。

本建物は、東日本大震災という大きな困難を乗り越え、南相馬市民の希望となるべく「相双地区の医療復興拠点施設」となることを目指し、積極的に政策医療（脳血管疾患、救急医療）に取り組み、死亡率の高い脳卒中や脳関連疾患の患者受け入れを中心としてリハビリ機能の充実を図った計画となっている。これらの医療サービスが提供できる「機能的でコンパクトな形態」と相双地区における医療復興のシンボルとなり得る「端正で安心感を与える外観」により、医療を通じて「安全・安心に暮らせる地域社会の実現」に向けた病院となっている。

設計時において、意匠的に外観を復興のシンボルとして安心感を与えるデザインとするとともに、既存病院敷地内での増築となることから、低騒音かつ建設中であることを極力感じさせない計画が求められた。

これに対して、構造計画は、外観を復興のシンボルとし

て耐震要素となる細幅断面のプレキャスト鉄筋コンクリート柱（以下、PCaRC 柱）とプレキャストプレストレストコンクリート梁（以下、PCaPC 梁）を 3.1 m ピッチで配置し、病室の正形な開口部によって端正で奥行きがあり、力強く安心感を与えるデザインとした。これにより既存病院敷地内における増築工事に対して低騒音で建設中であることを極力感じさせない計画が可能となった。写真 - 1 に建物外観（南西面）、図 - 1 に計画建物の配置図を示す。



写真 - 1 建物外観（南西面）



*1 Chikamasa OKUNO

(株)久米設計
構造設計部



*2 Takashi YOSHIDA

佐藤工業(株)
東北支店



*3 Seiichi KATOU

オリエンタル白石(株)
東京支店 PC 建築グループ



*4 Kouichi TOMIOKA

オリエンタル白石(株)
東北支店 PC 建築グループ

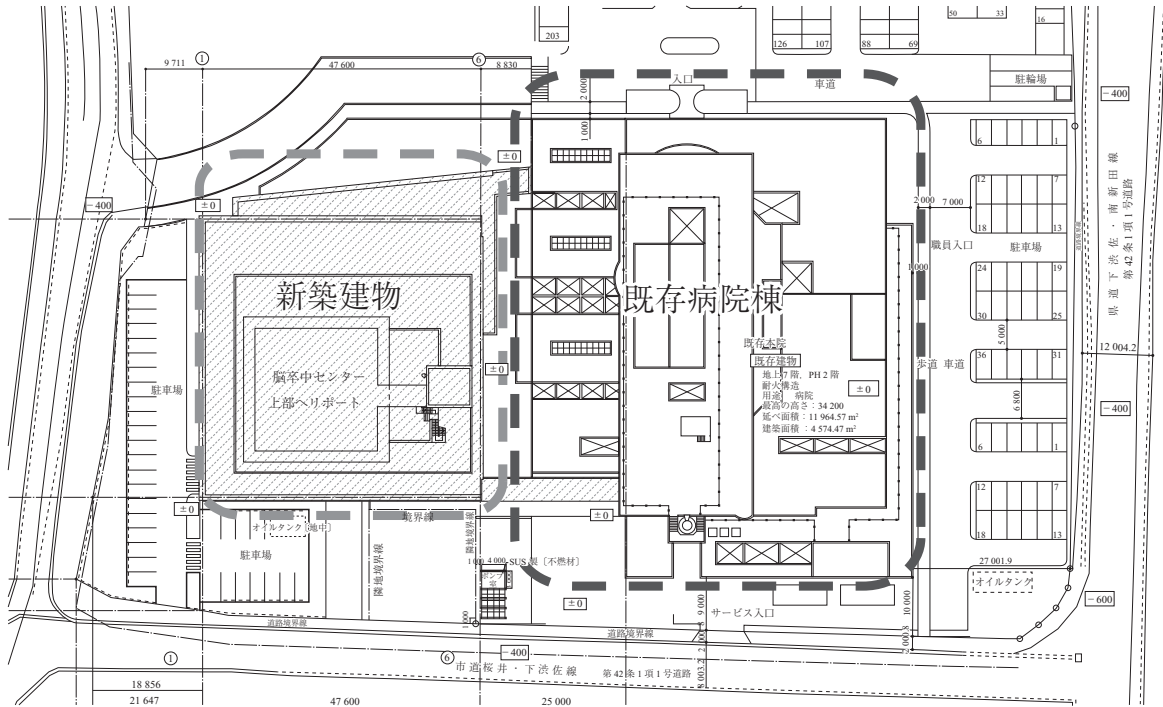


図 - 1 計画建物の配置図

2. 建築計画概要

2.1 建築概要

建物名称：南相馬市立総合病院脳卒中センター
 建設場所：福島県南相馬市原町区高見町2丁目
 建築主：福島県南相馬市
 設計・監理：(株)久米設計 東北支社
 施工者：佐藤工業・庄司建設工業
 特定工事共同企業体

PC 工事：オリエンタル白石 (株) 東北支店

建築面積：2 777.66 m²

延床面積：9 158.25 m²

階数：地上6階、塔屋1階

最高高さ：34.2 m

構造形式：基礎 直接基礎（独立基礎、地盤改良）

架構 鉄骨造、プレストレストコンクリート造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造

床 鉄筋コンクリート造

用途：病院

工期：2015年3月11日～2016年12月28日

2.2 建築計画

本建物は、1階の外来・救急・放射線部門から3・4階のスタッフゾーンまでを「メディカルモール」で縦に連続させることで、スタッフ動線を短縮するとともに、チーム医療を促進するつくりになっている。なお、この「メディカルモール」に近接して緊急用エレベーターを設置し、屋上ヘリポート・病棟・救急外来患者への迅速な対応も可能な計画となっている。

平面計画は、1階を外来待合がエントランスへのアプロ

ーチ動線に面した開放的な設えとし、災害時には避難場所やトリアージの場所にもできるオープンゾーンとしている。

2階は、リハビリ室や多目的室を配置しており、災害時の避難場所としても利用が可能となっている。

3階の急性期病棟や4階の回復期リハビリ病棟では、コの字型に病室棟を配置しており、スタッフステーションを取り囲んでいる。したがって、フロアの見通しが良く、各病室とスタッフの距離が近い機能的な構成となっている。さらに、各病室に大開口の窓を設け、明るく開放的な病室を実現している。図-2に、4階平面図を示す。

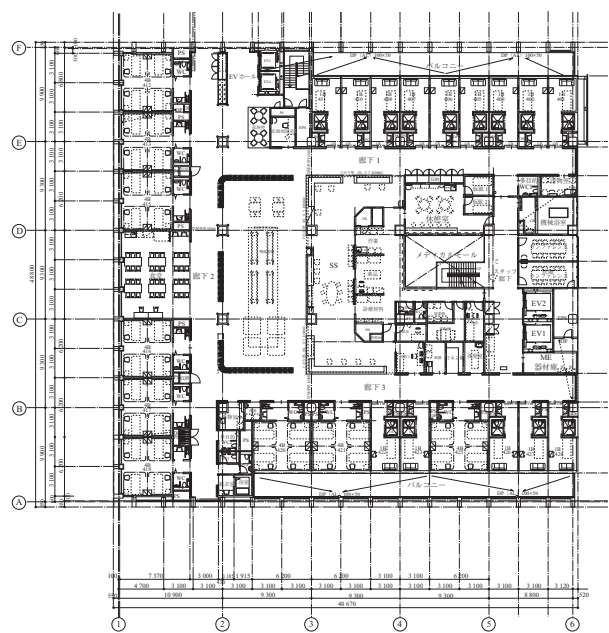


図 - 2 4階平面図

3. 構造計画概要

建物の平面形状は、約 47.6 m × 47.7 m のほぼ正方形であり、南北方向（以下、X 方向）、東西方向（以下、Y 方向）、共に、9.3 m を基本スパンとした 5 スパンで構成されている。建物の中央付近には、階段室などからなるコア部分を配置した平面計画となっている。図 - 3 に 3 階梁伏図を示す。

上部構造は、外周の 3.1 m グリッド PCaRC 柱と取り付く PCaPC 大梁からなる架構（外周架構）と、内側の 9.3 m グリッドを基本とする鉄骨造柱梁（内部架構）を鉄骨梁で接続した架構を採用している。この外周架構は、常時荷重および地震時の応力を負担する見付け柱幅 350 mm（打増し含む仕上り幅 420 mm）の PCaRC 造柱とそれに接続する見付け梁幅 350 mm（打増し含む仕上り幅 420 mm）の PCaPC 造大梁で構成している。柱、梁の奥行きはともに 900 mm（打増し含む仕上り幅 1 010 mm）と扁平な細幅断面で計画し、力強く安心感のある架構としている。図 - 4 および図 - 5 に A 通りと 3 通り軸組図を示す。

PCaRC 柱は、鉄筋のスリーブジョイントにより接合し、PCaPC 大梁は PC 鋼材による圧着工法で接合することによりドライジョイント（現場打ちコンクリートによる部材の接合が無い）の柱梁架構を実現している。なお、外周の PCaPC 架構と内部の鉄骨架構とは、大梁を外周側ピン接合、内部側を剛接合、小梁を内外周側ともピン接合としている。

外周架構は、工場生産された PCa 部材で構築することにより、現場作業の削減や工期短縮を目指している。また、積極的に PCa 化することは、工事期間中に発生する既存病院内の院内環境や現場周辺の住環境への影響低減にも寄与している。さらに、本建物のスパン計画を均等モジュールで構成することで同一部材の配置が可能となり、シンプルなフレーム架構を実現してコストの縮減にも配慮する計画とした。

1 階の駐車場に面している A 通り、1 通り A～B 軸間、ふれあいホールに該当する F 通りに関しては、車路や広い空間確保のため、3.1 m ピッチの PCaPC・PCaRC 架構を、9.3 m スパンの現場打ち鉄骨鉄筋コンクリート造（以下、SRC 造）柱梁架構で、陸立ち柱として支持して鉛直荷重を地盤に伝達している。それ以外の PCaPC 架構（1 通り）は、1 階まで連続させた架構により荷重を伝達している。なお、建物内部側の鉄骨造柱梁架構は、柱を冷間成形角形鋼管（□-900×900-BCP325B）、梁を H 形鋼（H-1000×300）としている。

本建物の構造種別は、鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄筋コンクリート造、およびプレストレストコンクリート造の混合構造となっており、架構形式は、X・Y 両方向ともに純ラーメン構造としている。床形式は、捨型枠デッキプレート付き鉄筋コンクリートスラブとし、小梁は、鉄骨造としている。

本建物の構造計算は、設計ルート 3 とし、XY 方向ともに 1/100 rad 変形時において重要度係数 1.50 倍（保有水平耐力/必要保有水平耐力）を確保する計画とした。ここで、

各層の構造特性係数（ D_s 値）は、主体構造種別を負担せん断力の比率から S 造と考えても良いが、安全側に RC 造として判定し、各柱梁部材群の集計結果から各方向とも FA ランク（ $D_s = 0.3$ ）とした。

これらの計画により、印象的な外観を実現し、かつ、剛強で建築計画の自由度を高めた優れた構造を実現している。

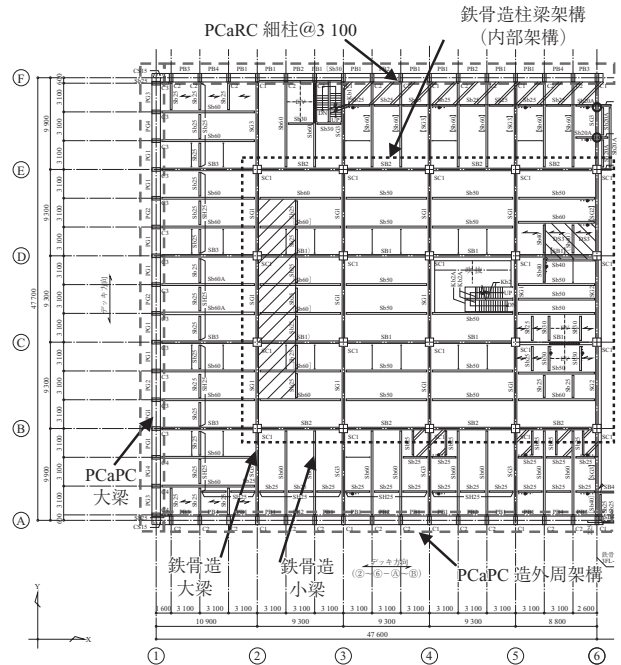


図 - 3 3 階梁伏図

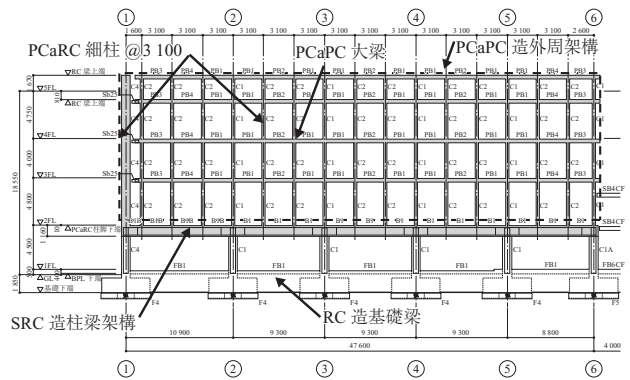


図 - 4 A 通り軸組図

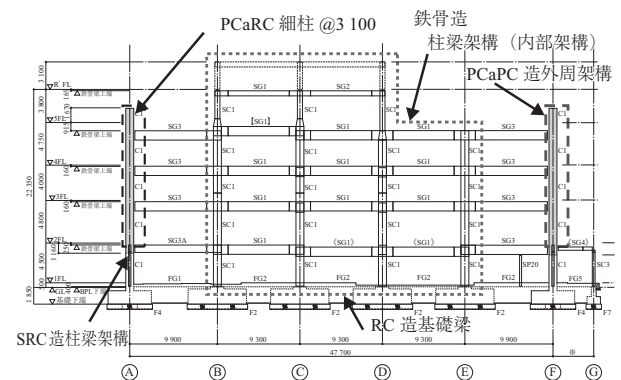


図 - 5 3 通り軸組図

4. PCa 部材の概要

外周架構は、PCaRC 柱と柱梁接合部が一体の梁通し型 PCaPC 梁部材で構成されている。PCaRC 柱は、鉄筋によるスリーブジョイントで接合し、PCaPC 大梁は、PC 鋼材による圧着接合とすることにより、細幅柱梁外周架構のドライジョイントを実現している。

この外周架構は、9.3 m スパンを基本とする 1 階の SRC 柱梁架構の上に、3.1 m ピッチで陸立ち状に PCaPC 架構が構成されている。PCaPC 大梁の部材計画にあたっては、9.3 m スパンの鉛直応力を考慮し、以下の要領で目地（ジョイント）位置を決定した。図 - 6 に PCaPC 部材の分割計画概要を示す。

- ① 鉛直応力が大きい位置は目地を設けず、引張応力を許容し鉄筋を配置して補強する。
- ② 鉛直応力が小さい位置には目地を設け、PC 鋼材による圧着接合とし、引張応力を許容しない。

PCaPC 大梁は、見付幅 420 mm（打増しを含む）とスレンダーな断面を目指していたので、使用する PC 鋼材は、一般的なマルチストランドではなく、シングルストランドを採用して、納まりを検討している（写真 - 2）。

PCa 化にあたっては、出来るだけ部材数を減らした計画とするため、2～3 本の柱上に大梁を架設する部材分割計

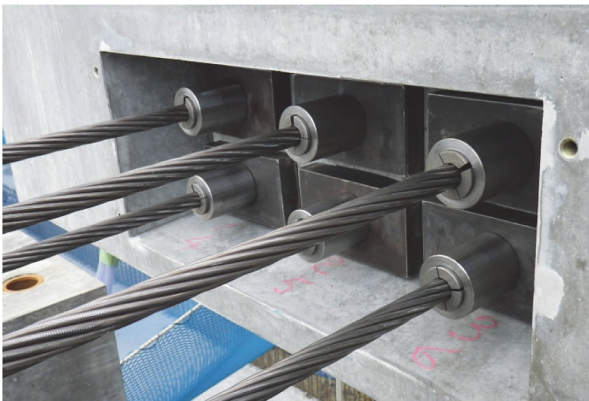


写真 - 2 シングルストランド定着具納まり状況

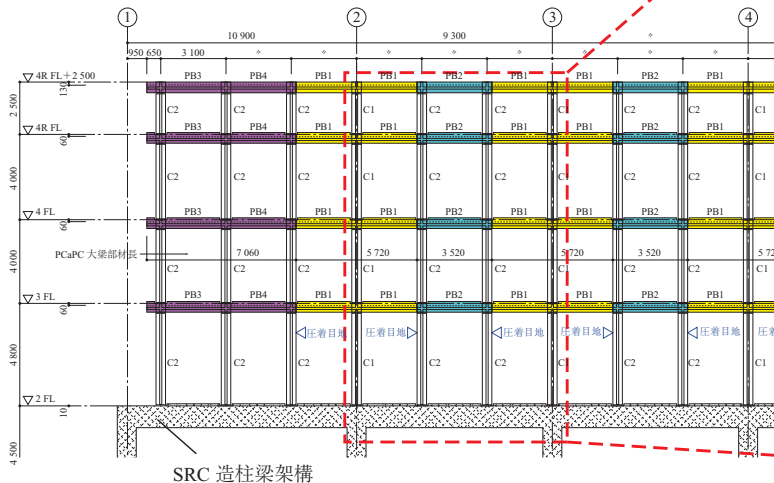


図 - 6 PCa 架構の部材分割計画概要

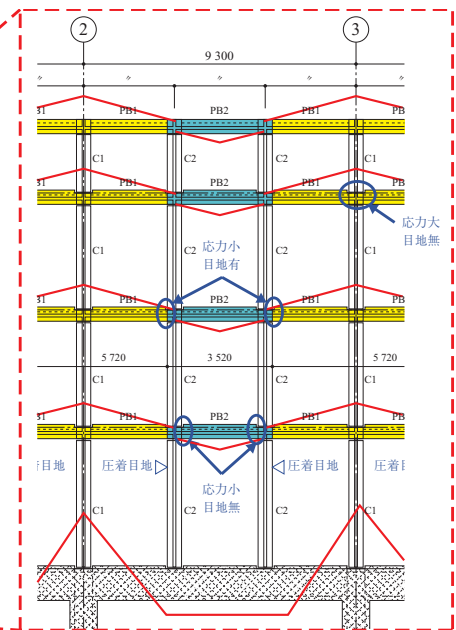
画を考えた。梁通し型の PCa 部材を PCa 柱上に架設する場合、部材同士を接合する鉄筋や PC 鋼棒の数が多く、従来は、柱を 1 本とし、その両側の梁センター部分に設けたジョイント（目地または現場打ちコンクリート）部分で、PCa 部材の製作、架設上の誤差を吸収させていた。本建物の場合、2～3 本の柱上に架設し、柱 1 本あたり 10 数本の鉄筋を挿入する必要があった。また、部材目地位置や目地幅の仕上がりが意匠に大きな影響を及ぼすことから、柱頭部での目地違いなどを避けることが課題であった。そこで、本計画では、PCaPC 大梁の奥行きを PCaRC 柱と同じサイズ 1010 mm（打増し含む）に統一することにより、柱頭部での施工誤差を吸収しやすくなるように配慮して計画した。

5. PCa 部材の製作

PCa 部材は、柱・大梁共に部材中央の溝をファサードデザインとして重要なファクターとしている。また、PCaPC 大梁上端は、水勾配を設けた形状となっている（図 - 7）。部材製作する際には、この溝や水勾配を含む側を型枠面とし、コンクリート打設を部材の短辺方向からとすることにより、製作精度向上に配慮した。また、PCaRC 柱は、鉄骨梁取付け用のガセットがコンクリート打込みとなり、コンクリート打設面側からの吊込みでセットするので、取付け精度の確保をとくに注意した。PCa 部材の製作工程を図 - 8、PCa 部材の製作状況を写真 - 3、PCa 部材数量表を表 - 1 に示す。

表 - 1 PCa 部材数量表

部 材	A 通り (ピース)	F 通り (ピース)	1 通り (ピース)	合計 (ピース)
PCaRC 柱	64	64	75	203
PCaPC 梁	36	36	36	108



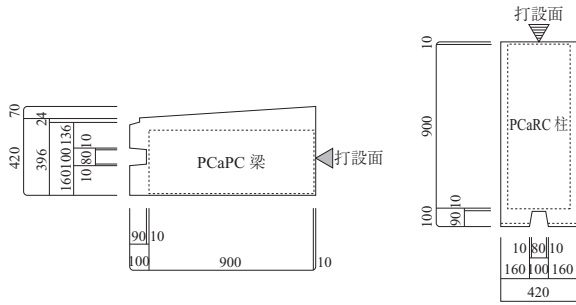


図 - 7 PCa 部材形状図

項目	平成 27 年						平成 28 年				
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
図面	→										
型枠			→								
製作				→							
架設						→					

図 - 8 PCa 部材製作工程

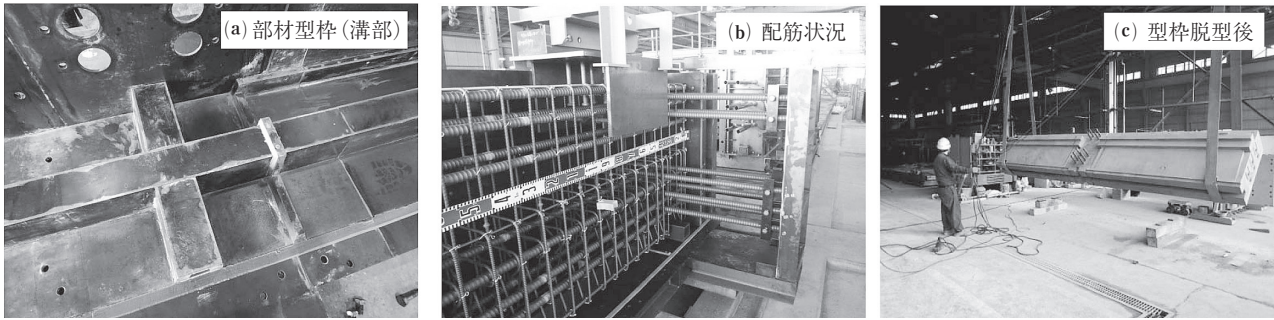


写真 - 3 PCa 部材の製作状況

6. 施工概要

6.1 施工計画

PCa 外周架構の施工順序は東側（A 通り）→西側（F 通り）→南側（1 通り）の順で行った。代表として東側（A 通り）の架設計画図を図 - 9 に示す。また、1 層分の架設手順図とサイクル工程を図 - 10、図 - 11 に、施工フローと主な作業内容を表 - 2 に示す。

本 PCa 架構の施工にあたり、PCaRC 柱（主筋：最大 16-D32/本）2 本～3 本の柱に梁通し型の PCaPC 大梁を架設する際の施工精度が大きな課題であった。実際の架設では、PCa 部材製作時に高い精度管理ができていたので、接合鉄筋の挿入は問題無く施工できた。また、PCaPC 大梁の架設では、支保工の無い架設方法を可能にしており、とくに、1 本の柱に架設する場合も「やじろべい形式」で架設することにより、支保工を無くす計画を実現した。写真 - 4～8 に PCa 部材の施工状況を示す。

6.2 PC 緊張計画

PCa 外周架構は、全区間が約 47.7m と長くかつスレンダーな断面であるため、全区間通して緊張する必要があった。緊張区間が長いと、梁の軸縮みによる不静定応力が発生し、断面に悪影響を及ぼすことが懸念された。そこで、PCaPC 大梁の緊張終了後に梁を柱頭部の目地モルタルを打設する施工方法を採用し、緊張時に柱頭部を滑らせることで、不静定応力を発生させない計画とした。

なお、梁の軸縮み量が全体（両側合計）で約 8.0mm と予想されたため、PCaPC 梁の架設する際には、あらかじめ部材を外端側に据え付け、建て方、緊張完成時の施工精度向上に配慮した。PC 緊張終了後に、軸縮み量を確認したところ、全体（両側合計）で平均 7.0mm 程度の実測値であった。

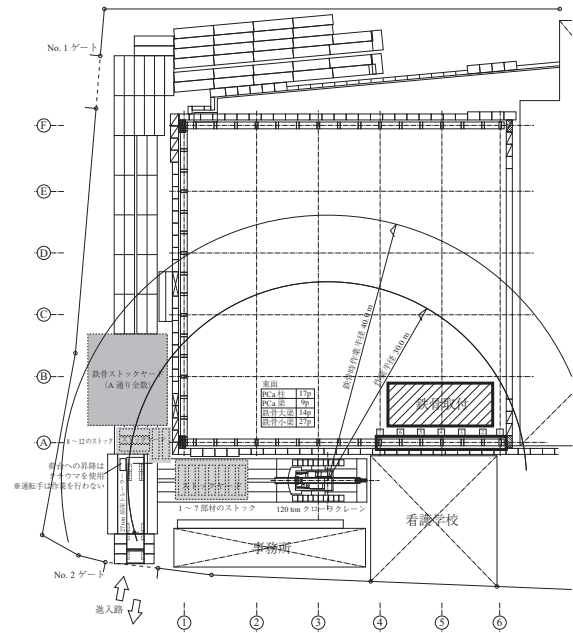


図 - 9 架設計画図（A 通り側の場合）

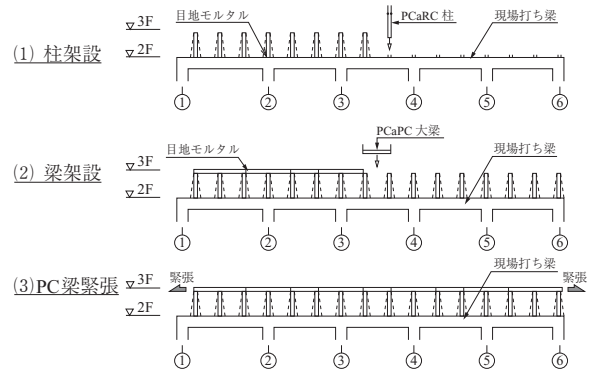


図 - 10 架設手順図

表 - 2 PCa 建て方サイクルと主な作業内容

施工フロー図	主な作業内容と留意事項
① 柱主筋位置の精度確認	① 墨出しを基に躯体のレベル、柱主筋の位置・突出長の確認を行った。位置の許容誤差は±5mmとし、突出長は、PCa 部材への埋込み長さを165～195mm以内となるように管理した。
② 揚重機の配置、部材搬入	② 架設で使用する揚重機は、120tonクローラークレーンを使用し、性能、吊荷重量より作業半径を算出し、据付け位置を決定した。部材の搬入は、おもに27tセミトレーラーを使用し、積載数量は4～6ピースとする。
③ PCaRC 柱部材の架設	③ 柱部材の架設は、柱天端のインサート(M20)に吊治具を接続し、φ22の吊ワイヤー(二点吊り)による片起こしで吊り上げる。所定の位置に揚程後、押し引きインクサポートで固定し、レベル調整ボルトで高さ調整を行う。
④ 鉄骨梁の取付け	⑥ 鉄骨梁仮締め後にPCa柱の建入れを再確認し、柱脚の鉄筋スリーブに専用のモルタルを注入して一体化させる。
⑤ PCaPC 梁部材の架設	⑦ PCaPC 大梁間の目地には、架設完了後にバッカー材を取付け、型枠を組立て、無収縮モルタルを充填する。PC鋼より線が通線されるシース位置には、スポンジリングを取付け空隙が無いことを確認する。
⑥ 柱脚機械式継手モルタル注入	⑧ PCaPC 大梁間に充填した目地モルタルの圧縮強度が、プレストレス導入時強度(20N/mm ²)以上であることを確認後、PC鋼より線の緊張作業を行う。緊張方法は、両端部からの同時緊張とし、緊張管理は、緊張計算書であらかじめ算出した伸び量と圧力で管理する。その許容値は、伸び量、圧力ともに計算値の+5%とする。
⑦ 梁間目地モルタル充填	
⑧ PC 緊張	
⑨ 柱頭機械式継手モルタル注入	
⑩ PC グラウト注入	
⑪ インサート後埋め	

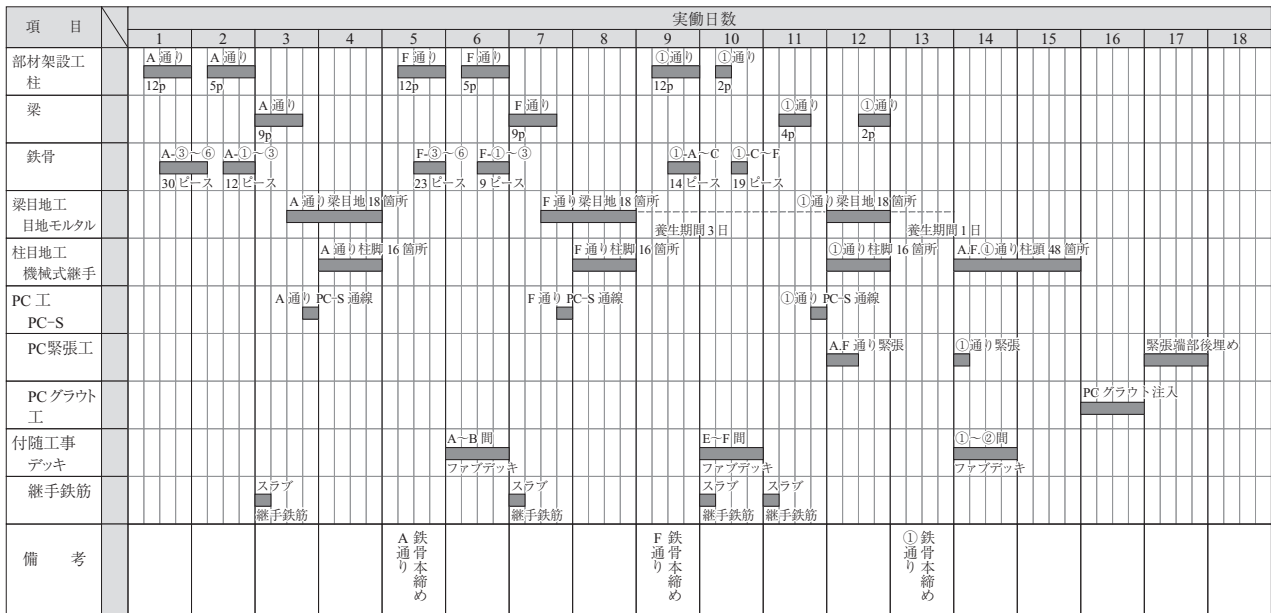


図 - 11 1層分のサイクル工程

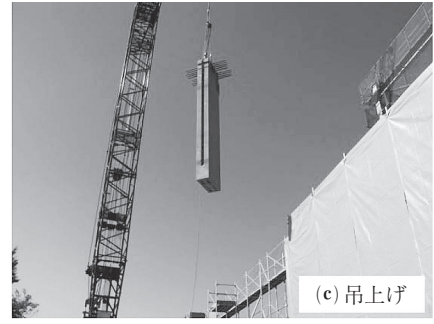
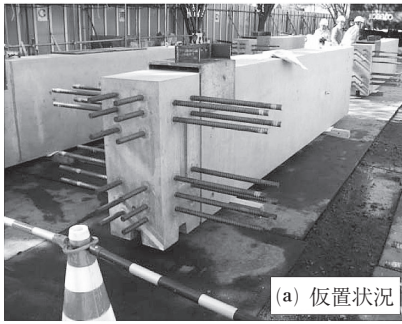


写真 - 4 PCaRC 柱仮置き, 建て起こしおよび吊上げ状況

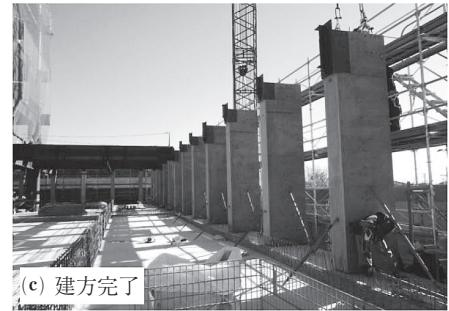
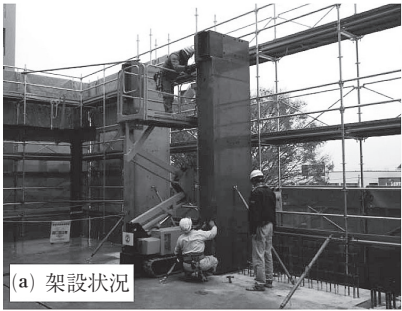


写真 - 5 PCaRC 柱の架設および建方完了状況

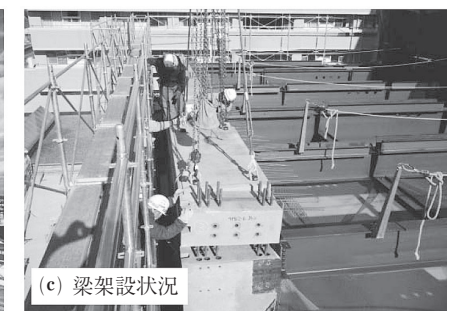
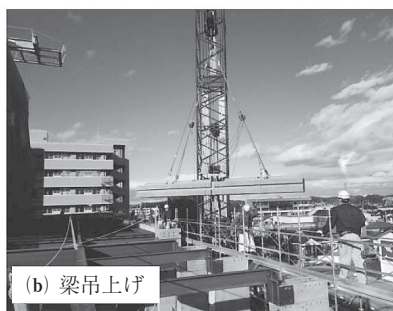
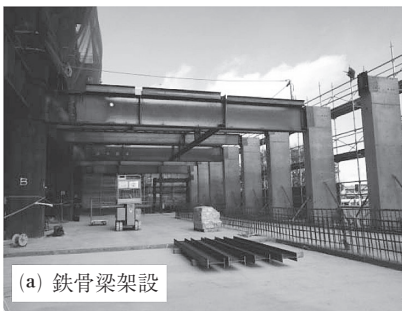


写真 - 6 PCaPC 梁の架設状況

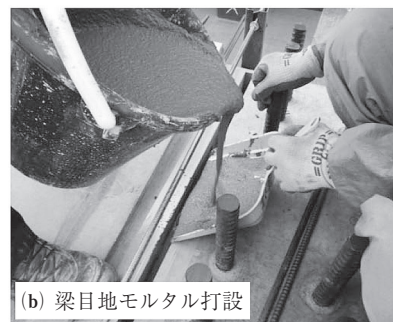
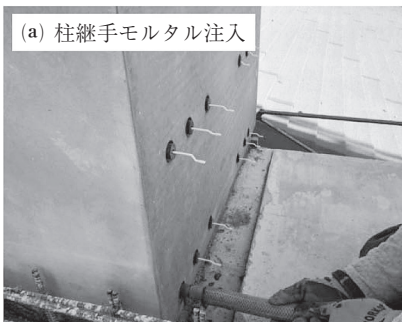


写真 - 7 PCaRC 柱・PCaPC 梁目地打設および PC 緊張状況

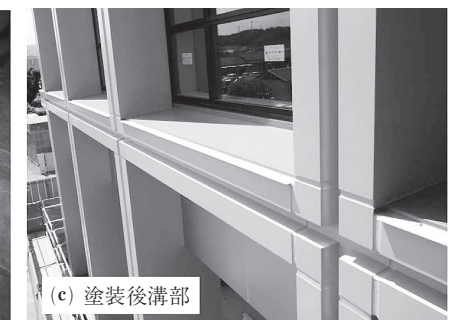
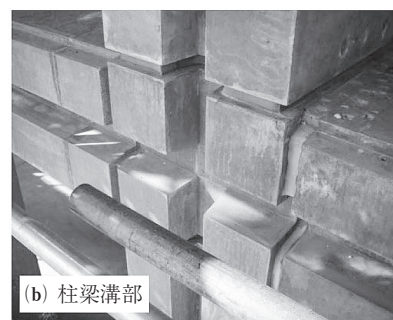
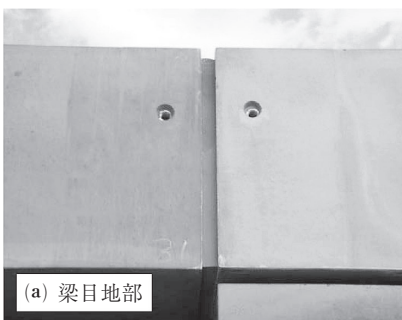


写真 - 8 PCa 部材仕上げ状況

7. ま と め

本建物は、東日本大震災からの復興シンボルとなり、南相馬市民の希望となるべく設計した病院建築である。

建物のファサードとなる外周架構に PCaPC 構造を採用し、耐震要素としての機能を有するスレンダーな細幅柱梁架構とすることにより、力強さと安心感を与えるデザインを実現することができた（写真 - 9 ~ 12）。このスレンダーな PCaPC 架構の設計・施工にあたり、さまざまな課

題を解決してドライジョイント（現場打ちコンクリートによる部材の接合がない）を可能にしたことは、生コン車の往来など既存病院や周辺住民への負担軽減にも寄与できたと考えている。本建物が、相双地区の患者や南相馬市民および病院関係者の皆さまに親しみをもって受け入れられることを願っています。

PCaPC 構造の設計・製作・施工にあたり、質の高い建築の実現、高い品質と施工精度の実現に尽力いただいた皆様に感謝いたします。



写真 - 9 建物全景（南東面）



写真 - 10 建物全景（南面）



写真 - 11 屋上階



写真 - 12 バルコニー

【2017年4月29日受付】



新刊案内

第45回 PC 技術講習会テキスト

生産性向上と維持管理・更新の時代に求められる PC 技術

平成 29 年 6 月

定 価 6,000 円 / 送料 300 円

会員特価 5,000 円 / 送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会