

教養教育共同化施設「稻盛記念会館」の設計・施工

— PCaPC 細柱と大庇による環境負荷低減する大学施設 —

千馬 一哉*1・奥野 親正*2・黒田 肇*3・近松 浩史*4

京都市北山地域にたつ3大学の教養教育の連携拠点と府民・学生の交流を図る大学施設に対して、外周部のPCaPC細柱、研究室等のPCaPC床版、R階の大庇PCaPC屋根版によって意匠、構造、設備を融合させ、環境負荷を大きく低減する大学施設を実現した。PCaPC細柱と床版との接合は、実大実験により十分な変形追随性能を有することを確認した。PCaPC部材の製作は、打込み、養生に配慮して高い仕上りを確保した。現場施工においては、施工時解析により建方計画の確認と管理値を設定して精度の高い建物を実現した。

キーワード：細柱、大庇、圧着

1. はじめに

計画地は、京都市の地下鉄烏丸線北山駅から南へ600mの京都府立大学キャンパス内に位置している。この地域は、京都府立大学キャンパス内で、陶板名画の庭、京都コンサートホール、新総合資料館（建設中）と一体となった北山文化環境ゾーンの一角に位置している。

本建物は、既存施設と景観配置を考慮にいたれた京都府立医科大学、京都府立大学、京都工芸繊維大学の3大学における教養教育の連携拠点とし、さらに府民・学生交流を図ることを目的としている。

施設計画では、北山文化環境ゾーンに立地する学術と文化が一体となり魅力的な拠点となる大学施設を目指した。この拠点づくりに対して「地域景観への配慮」、「地球環境およびライフサイクルコストへの配慮」、「工期の短縮と事業費の縮減」をあげ、解決のために次の3つの設計コンセプトを掲げている。

① 北山地域に溶け込む施設：

北山地域の文化を「感じ（文化）」「学ぶ（学術）」にふさわしい開かれた建物

② 京都議定書の街にふさわしい施設：

自然エネルギー活用・環境負荷低減を高いレベルで実践



写真 - 1 外 観

する環境配慮建物

③ 持続可能な骨格を備えた施設：

意匠・構造・設備が一体となり、永く使える持続可能なシステムを持つ建物

これらの設計コンセプトに対して、意匠・構造・設備を融合させる構造架構計画の検討を重ねた。

具体的には、次の構造的な提案を行った。

① 提案：北山地域に溶け込む施設

建物外観をプレキャストプレストレストコンクリート



*1 Kazuya SENBA

(株) 久米設計
構造設計部



*2 Chikamasa OKUNO

(株) 久米設計
構造設計部



*3 Hajime KURODA

(株) 松村組
大阪本店



*4 Hiroshi CHIKAMATSU

(株) 建研
大阪支店 設計部

(以下、PCaPC) 構造の3mの底および、細い縦りブ状の細柱を細かく配列した軸組みにより、陰影のある繊細な表情をもたせる(写真-1)。

② 提案：京都議定書の街にふさわしい施設

長寿命と更新性に配慮した建築計画とするために、工場生産され、高い品質で耐久性に優れたプレキャスト部材により主構造材を構成し、中央大廊下沿いには柱型を出さないことでフレキシブルな空間を実現化する。シンプルなフレームの細柱や深い庇は、空調の負荷となる日射や熱の侵入を抑制する機能を持たせる。

③ 提案：持続可能な骨格を備えた施設

架構を均等モジュールにより構成することで、各部を同一部材としてシンプルなフレームの平面計画により工期短縮とコスト削減を両立する合理的な構造計画とする。また、工場生産されたプレキャスト部材にて構造材を構築することにより、現場作業削減と工期短縮を行い研究環境・住環境への影響を低減して計画地周辺への工事期間中の影響に配慮する計画とした。

以上から、構造架構をプレキャストプレストレストコンクリート構造を主体とする計画とした。

2. 建物概要

建築主：京都府
 建築名称：稲盛記念会館
 建築場所：京都府京都市左京区下鴨半木町
 主用途：大学
 建築面積：3 811.044 m²
 延床面積：9 088.736 m²
 階数：地上3階、地下1階
 最高部高さ：14.03 m

3. 建築計画

建物は、地上3階、地下1階とし、高さを抑えて周辺環境に馴染ませて建築予定建物と京都府立植物園の間に配置

した。メインエントランスは、建物中央南寄りとし、サブエントランスを建物北側に設け、メイン広場・北山通りの両側からアクセスできる計画とした。

平面計画は、大路-小路-路地のように、外部プロムナードからメインホール大廊下へと徐々に空間スケールを縮小しながら、大廊下の両側に講義室、実験室、研究室を配する構成とした(図-1)。約4.3mの幅員をもつ大廊下には「たまり」を設け、市民開放や招致学会開催時においてもゆとりのある交流の場とした。大廊下は、光の落ちる吹抜けを配置し、講義室や実習・研究室内の活動をガラス間仕切りから垣間見られる空間として、学生・教職員・府民の交流の場とした。また、大廊下は、両端部をオープンエンドとし、階段を配置して植物園の緑と採光を取り入れたリフレッシュ空間としている。

屋根は、日射低減などの環境負荷と軒が作る京都らしい風景となるように周辺建物に習って、薄く、深く、大きな軒が水平に張り出す特徴的な形態とした。

4. 構造計画概要

基礎 直接基礎(布基礎、一部、べた基礎)
 架構 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
 耐震壁 鉄筋コンクリート造
 床 鉄筋コンクリート造
 プレキャストプレストレストコンクリート造
 スラブ(ST版)
 設計・監理 (株)久米設計 大阪支社
 施工者 松村・中川・平和 特定建設工事共同企業体
 PC工事 (株)建研
 工期 2012年10月～2014年3月

5. 構造設計概要

建物の平面形状は、約36×90mの長方形平面としている。長辺方向は、5.4mスパンを基本とし、短辺方向は、

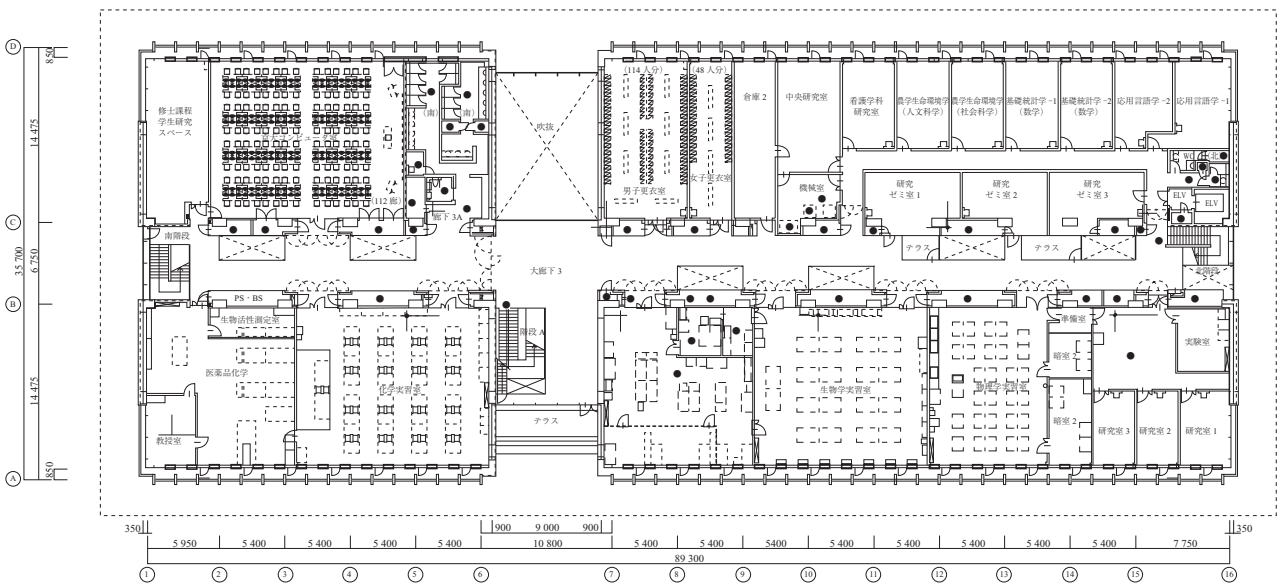


図 - 1 3階平面図

中央 6.75 m スパンの廊下部分の両側に 14.475 m スパンの講義室、実習室等を配置した計画となっている。

上部構造は、PCaPC 造と在来型の現場打ち鉄筋コンクリート造を混合した形式としている。

長辺方向は、外周部分に鉛直方向荷重のみを支持する PCaPC 細柱と接続する PCaPC 床梁 (ST 版) を配置した。PCaPC 細柱相互、PCaPC 細柱と PCaPC 床梁は現場にて圧着工法により接合している。中央廊下部分には、現場打ち鉄筋コンクリート造の長辺方向に大きな部材せいを有して強度、剛性を高めた扁平柱と梁を配置した。

短辺方向は、両端部および中央部分に厚さ 500 ~ 700 mm の剛強な鉄筋コンクリート造の耐震壁を配置した。

地震時において、長辺方向は、中央廊下部分の純ラーメン架構により、短辺方向は、耐震壁により水平力の大部分

を負担する耐震要素を集約した計画とした。この計画により、外周部分の PCaPC 細柱は、常時荷重のみ支持する柱とし、自由度を高めてより繊細で開放的な架構を可能としている。

構造種別は、柱および梁の一部をプレストレストコンクリート造 (PC 造) とした鉄筋コンクリート造としている (図 - 2)。

架構形式は、長辺方向 (X 方向) を純ラーメン構造、短辺方向 (Y 方向) を耐震壁付ラーメン構造としている (図 - 3, 4)。

床形式は、講義室部分では、大スパン化が可能で意匠性が高く、設備、電気計画にも対応した PCaPC 床梁となる T 型スラブ (ST 版) と現場打ちコンクリートの合成構造を採用した (図 - 5)。中央大廊下部分には、現場打ち鉄筋

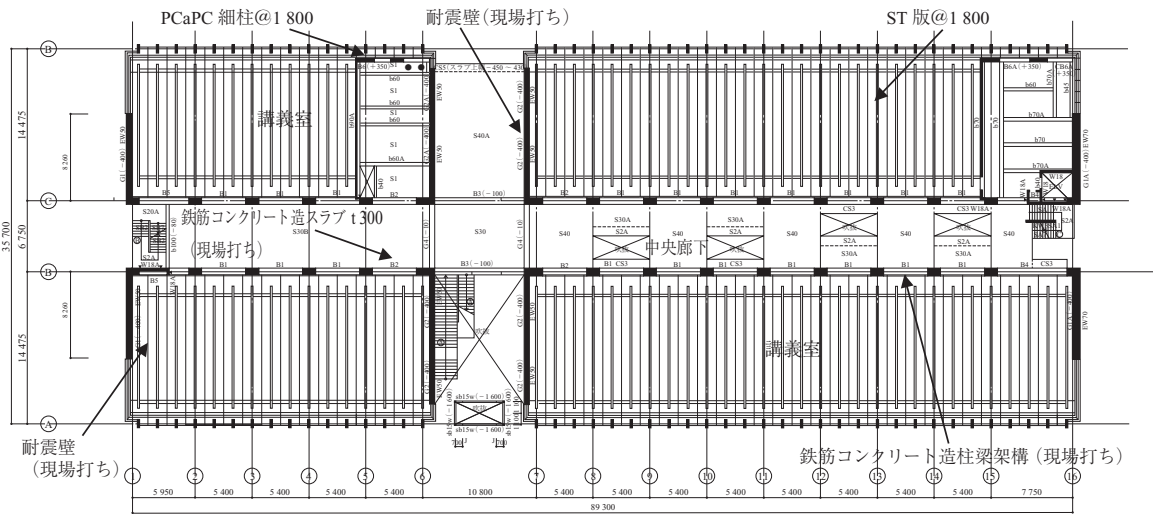


図 - 2 2階梁伏図

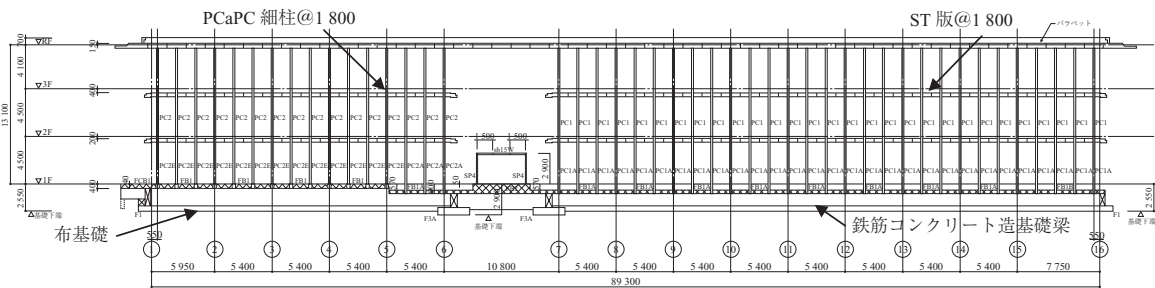


図 - 3 A 通り軸組図

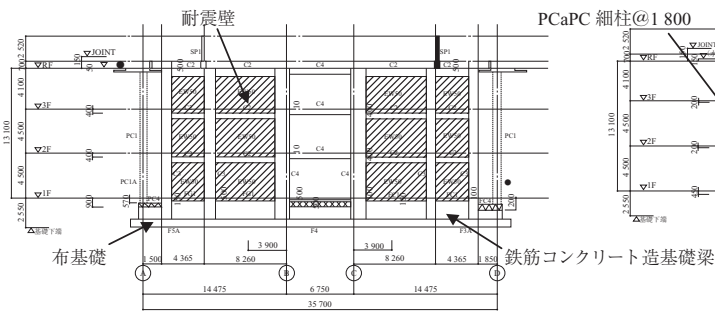


図 - 4 7 通り軸組図

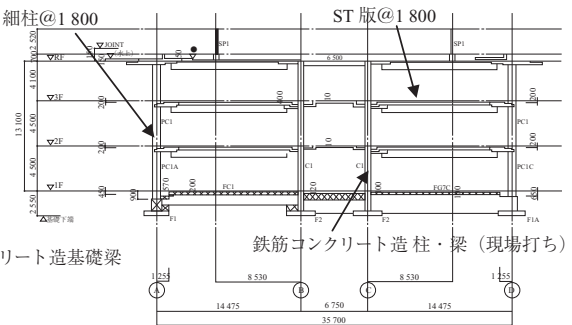


図 - 5 11 通り軸組図

コンクリート造床版厚さ 300 ~ 400 mm 程度の小梁のない床構造を基本とした。

構造計算は、計算ルート 3 とし、X 方向 1/100 rad 変形時、Y 方向 1/200 rad 変形時において重要度係数 1.25 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。

これらの計画により、建築計画の自由度を高め、設備の対応性に優れた構造としている。

6. PCaPC 部材の概要

本建物の PCaPC 部材は、下記の部分に採用している。

① 外周部分に配置する PCaPC 細柱

常時荷重のみを支持する PCaPC 細柱は、1.8 m ピッチとし、断面形状は、外部からの見付けを重視して 200 × 800 mm を標準とした（図 - 6）。

③ 講義室・研究室部分の PCaPC 床梁（以下、ST 版）

2 階、3 階の講義室・研究室の ST 版は、スパン 14.475 m として、PCaPC 細柱に 1.8 m ピッチにて架設している。ST 版は、外周側端部では外装収まり、内部中央廊下側端部では、天井・設備計画により T 型のリブを端部から 1445 mm（外）または、1000 mm（内）までとし、端部断面を 300 × 1800 mm とする形状としている。PCaPC 細

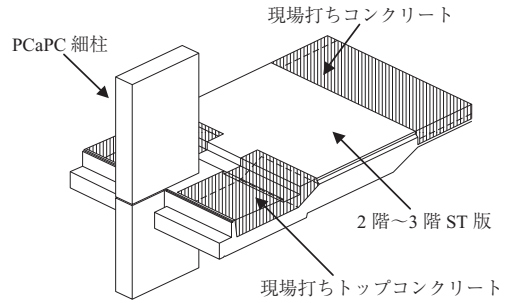


図 - 6 PCaPC 細柱と ST 版との接合部

柱との接合は、下階柱の柱頭部を柱せいひの 1/2 を欠き込み、ST 版端部を割り込んで柱に支持させる形状として現場圧着接合としている。ST 版両端部は、構造的にはピン接合として設計しているが、外周部では柱梁接合の固定度を考慮した設計とした（図 - 7）。

④ R 階の底と連続する PCaPC 屋根梁

R 階の外周部四周の大庇は、キャンチ長さ 3.0 m、先端 155 mm ~ 基端 400 mm 厚さの変断面の庇キャンチとしている。この大庇は、短辺方向では、講義室・研究室の屋根と連続させた全長 16.835 m の ST 版としている。妻面部分、

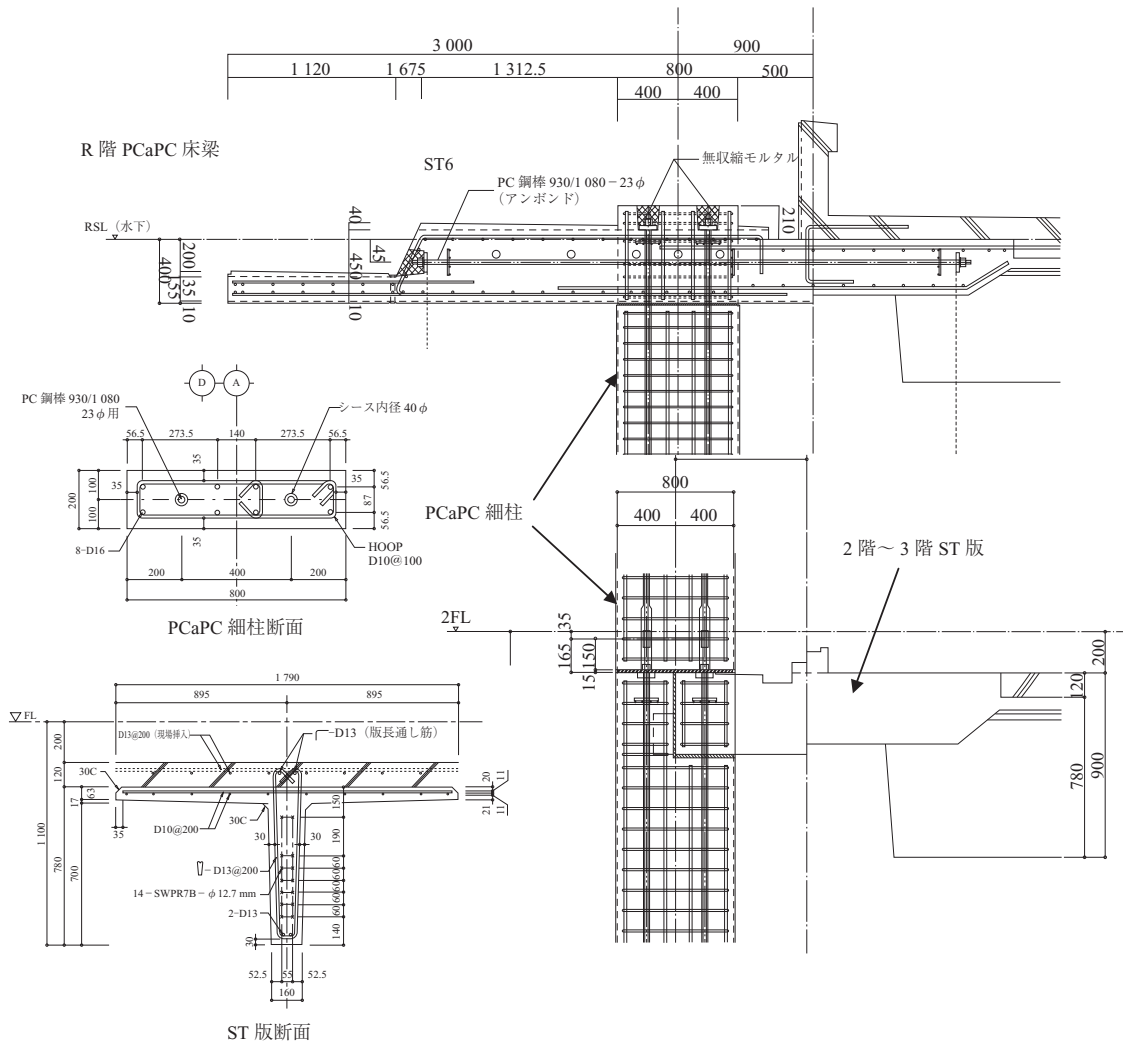


図 - 7 PCaPC 細柱と PCaPC 庇・床梁（ST 版）との圧着接合部詳細

および、中央エントランス部分の大庇は、基端を現場打ちコンクリート部分に連続させている。この大庇は、キャンチ方向に現場緊張すると共に、大庇 PCaPC 版相互を圧着接合して一体化している (図 - 7, 8)。

7. PCaPC 細柱梁接合部の実大試験

PCaPC 細柱と PCaPC 床梁 (ST 版) の接合部は、下階柱の柱頭部を欠き込み、ST 版を支持する形状としている。この接合部に対して、建物は大地震時に 1/100 rad 時までの変形追従性能を期待している。PCaPC 細柱接合部について、水平方向の追従性能と接合部性能を確認するために水平荷重試験を行った。

試験体は、接合部をモデル化して ST 版端部を上下柱の PC 柱で圧着接合する実大ト字形とした (図 - 9)。試験体数は、同一形状 2 体である。実験パラメータは、加力方向として ST 版下面が引張側となる方向 (試験体名: No1 負曲げ)、ST 版上面が引張側となる方向 (試験体名: No2 正曲げ) の 2 種類とした。

加力は、1 方向漸増片振り荷重とし、加力スケジュールは接合部回転角 R により制御し、長期荷重時、変形角 R

= 1/200, 1/150, 1/100, 1/75 をそれぞれ 1 回ずつ加力した後、押し切る計画とした (写真 - 2)。

図 - 10 に荷重 - 変形関係を示す。

実験から以下を確認した。

- 最終耐力は、正曲げ、負曲げともほぼ同じとなった。
- ひび割れは、R = 1/200 程度において、正曲げの場合には、ST 版上面の現場打ち部とプレキャスト部分の境目

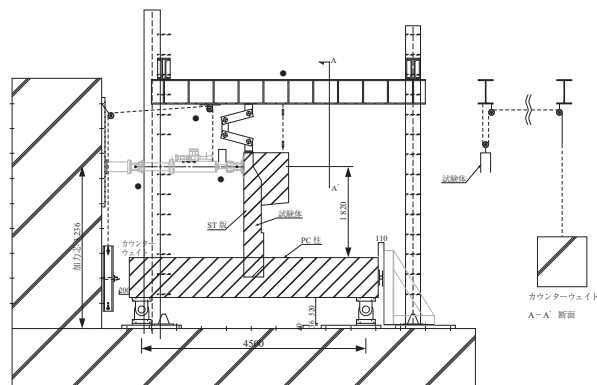


図 - 9 試験体セットアップ図 (No.2 正曲げ)

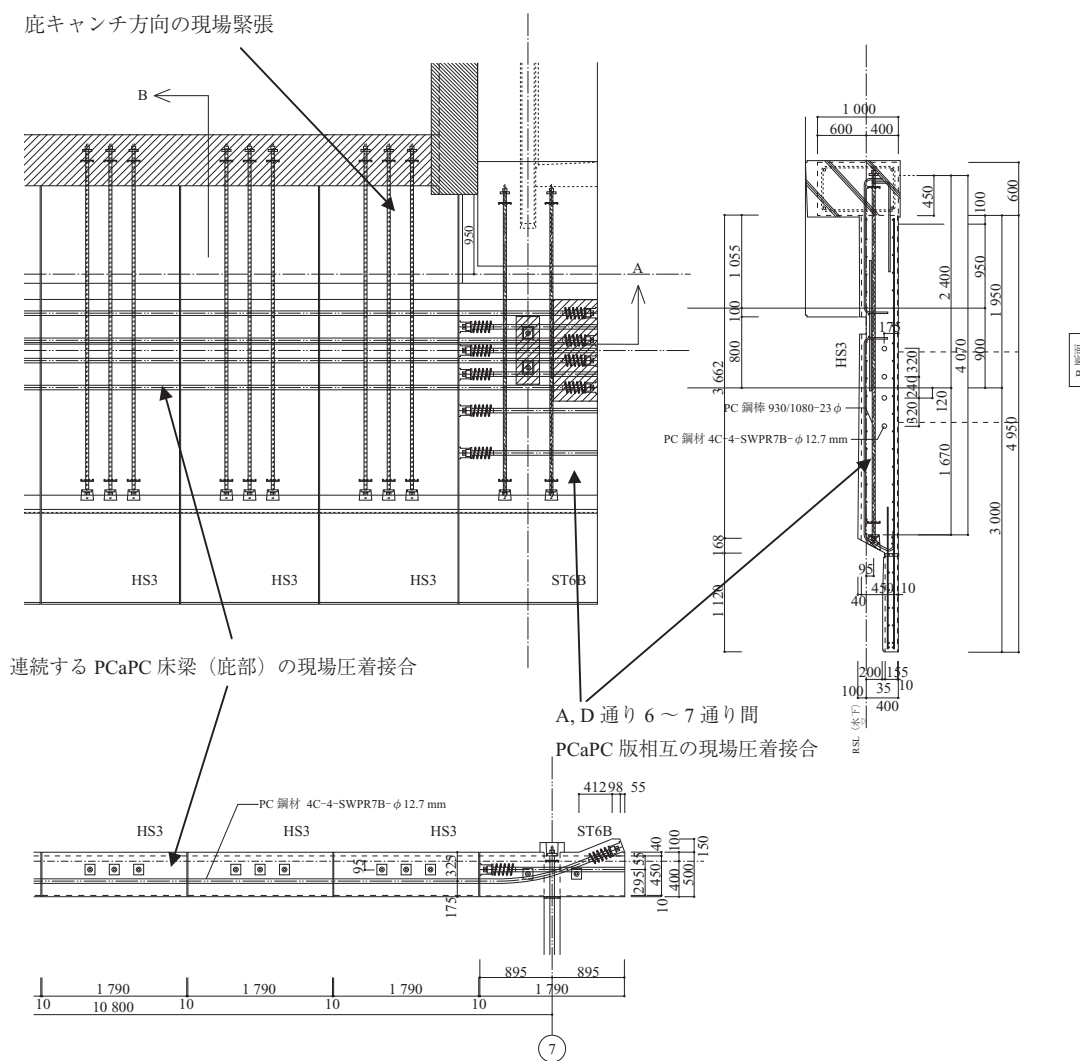


図 - 8 PCaPC 庇相互の圧着接合部詳細

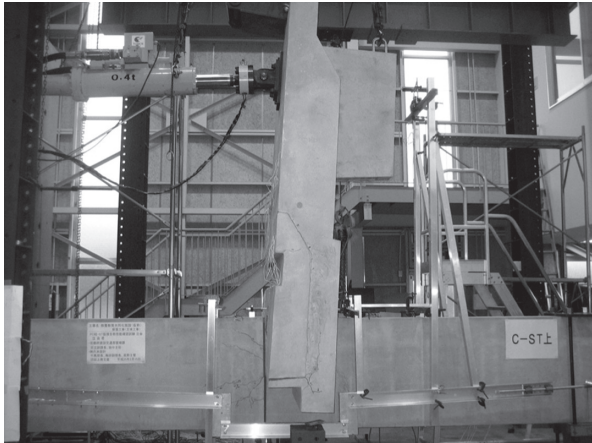


写真 - 2 No.2 正曲げ試験体 $R=1/75$ 状態

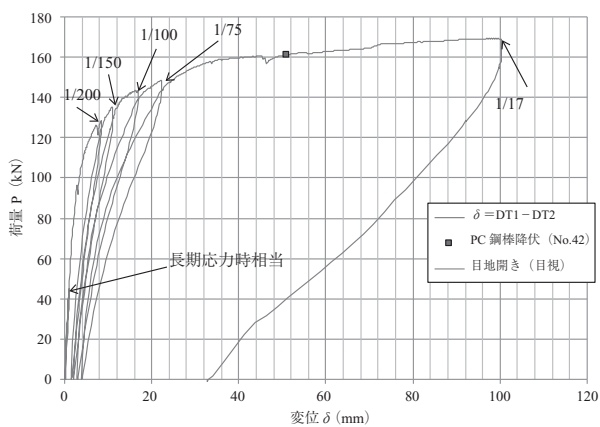


図 - 10 No.2 正曲げ試験体荷重変形関係

に発生し、PC 柱の ST 版割り込み先端位置から縦にひび割れが生じた。負曲げの場合には、ST 版下面の柱内面から 20 cm 程度の位置に水平ひび割れが生じて PC 柱の ST 版割り込み先端位置から縦にひび割れが生じた (写真 - 3)。

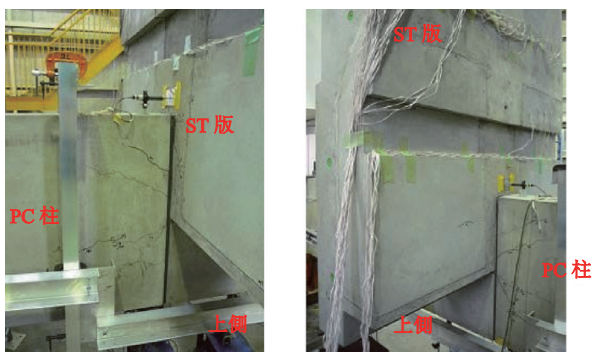


写真 - 3 No.2 正曲げ試験体 $R=1/75$ 状態ひび割れ状況

- PC 柱と ST 版の目地の開きは、 $R = 1/100$ 加力中に生じたが、 $1/75$ まではほぼ弾性状態を示して、載荷終了後にはほぼ元の状態に戻った (図 - 10)。
 - PC 鋼棒の降伏は、 $R = 1/100$ 以降となった。
- 以上から、PCaPC 細柱接合部は、水平方向の載荷時に

において $R = 1/100$ まで有害な損傷を生じず、十分な変形追従性能を有していることを確認した。

8. PCaPC 部材の製作

工場にて、細柱 270 ピース、ST 版 248 ピース、R 階大庇 88 ピースを約 6 ヶ月の期間で製造を行った。

細柱・ST 版外端部 (バルコニー・R 階庇部) は意匠上の要求からピン角納まりで、角付け・ピンホール・色むらが製造上の管理ポイントとなっている。ピンホール・色むらは、製造前に羽子板状バイブレーター (写真 - 4) の使用および使用のピッチ・回数・時間等の使用方法を試験打ちによって標準化することで減らすことができた。



写真 - 4 羽子板状バイブレーター使用状況

また、通気性のある支持材を使用することでストック時に支持材跡が付着しないよう配慮し、雨だれ・汚れが生じないように、柱については屋内でストックしている。

ST 版の部材長は、2 階・3 階で 14.155 m、R 階で 17.155 m となり、プレテンション工法によりプレストレスを導入している。

部材の変形は、クリープ変形等により材齢による違いが生じる。目違い解消のため、隣合う部材を順番に製造し、ストック位置を設計上の支持位置と合せた (写真 - 5)。



写真 - 5 ST 版ストック状況

9. 施工計画

9.1 架設・工程計画

PCaPC 部材の架設には、ST 版最大重量 19t を 300t クローラークレーン (図 - 11) を用いて架設し、平面上各フロアを 3 工区に分割して施工を行っている。

支保工については、柱・ST 版建方用作業足場と兼用し (写真 - 6)、外部足場は ST 版からの吊足場 (写真 - 7) とすることで作業効率の向上を図っている。

1・2 階の作業フローを図 - 12 に、細柱-ST 版の接合部の状況を写真 - 8 に示す。

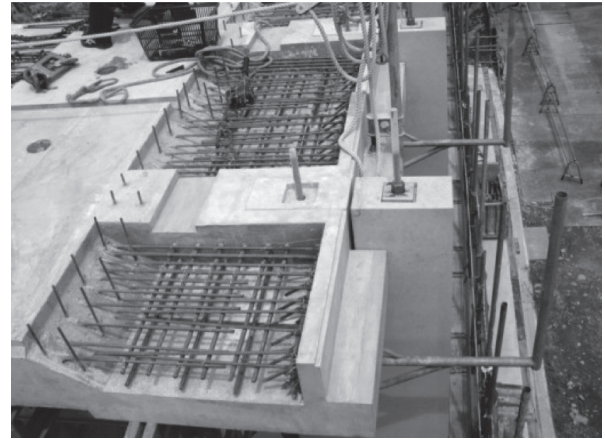


写真 - 8 1階 PCaPC 細柱-2階 ST 版接合部

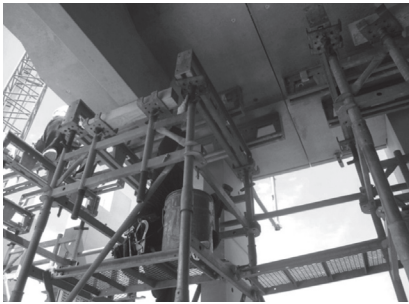


写真 - 6 ST 版支保工・作業足場



写真 - 7 ST 版からの吊足場

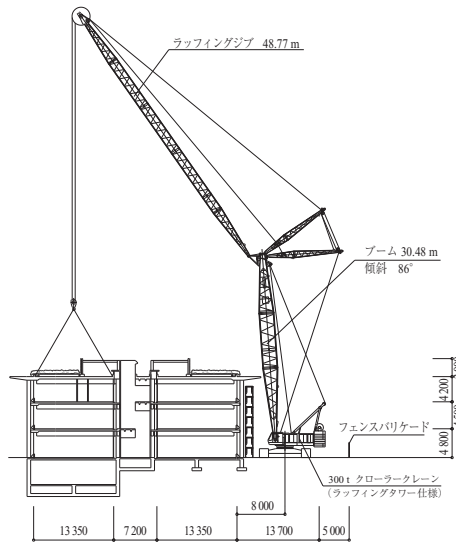


図 - 11 300t クローラークレーン

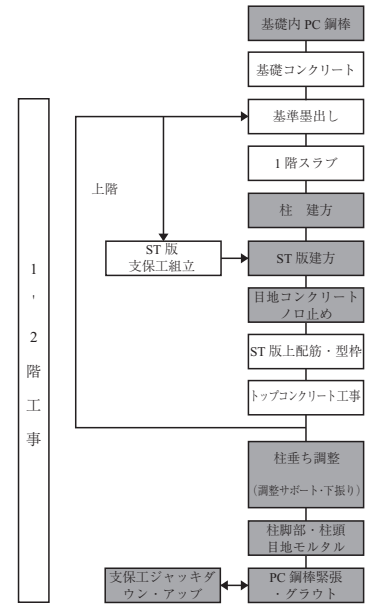


図 - 12 1・2 階作業フロー図

9.2 R 階底の PC 緊張計画

R 階底は、建屋外周部約 3m のキャンチスラブとなり、建屋短辺方向は、ST 版から突出した形状をアンボンド PC 鋼棒で工場緊張し、長辺方向は底版を現場で緊張している。キャンチの直交方向については部材の架設・目地グラウト後、部材同士の PC 圧着接合を行う。緊張に際し、建屋長辺方向は約 90m と長いため、吹抜け部とその両側部分を 3 ブロックに分割している (図 - 13)。吹抜け両端部のブロック A・C の緊張を行った後、吹抜け部分 (ブロック B) を底上面から両引き緊張を行う。ブロック A・C の緊張では、PC 鋼材が交わる出隅コーナー部の目地ずれを考慮して、XY 同時緊張としている (写真 - 9)。

9.3 建方・精度管理

PCaPC 工事の施工を進めるうえで、外周部の細い縦リブ状の細柱と ST 版先端部水平ラインからなる軸組形状は、外観上重要であり、細柱・ST 版先端部の建方精度の確保が重要管理ポイントとなっている。

細柱の建方精度について、柱幅 200mm に 1800mm 幅

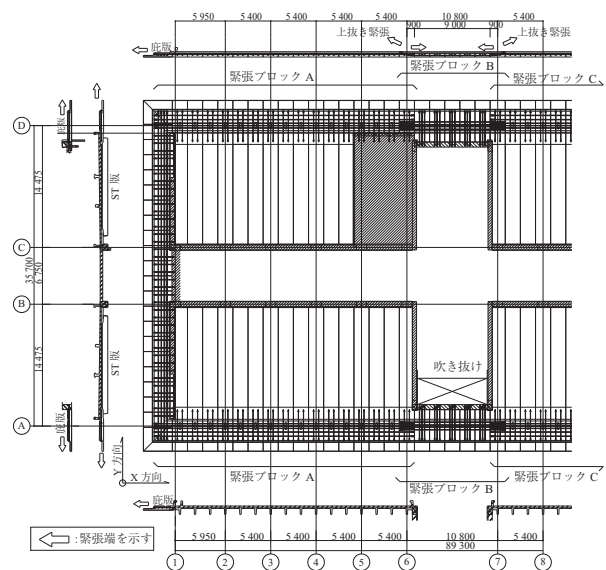


図 - 13 R 階大底 PC 緊張計画



写真 - 9 R 階底の PC 緊張状況

の ST 版を乗せ掛ける場合非常に不安定で、ST 版架設後に柱が変形・移動する可能性がある。ST 版・トッピングコンクリートの荷重を支保工で支持することで、柱単独での建方調整が可能となり、精度の確保を行った（写真 - 10, 11）。



写真 - 10 細柱建ち調整



写真 - 11 R 階 ST 版架設状況

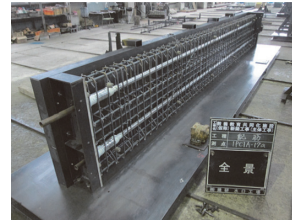
R 階底先端部の変位について、R 階底の施工順序は先端部位置合わせ・PC 圧着接合・トッピングコンクリート打設となる。圧着接合を先行することで、その後の変位・移動に対し庇全体で対応することになり、庇先端部の動きを抑制することができた（写真 - 12～14）。

工事に先立ち施工順・段階ごとの施工時解析を行い、実測値の確認を行っている。R 階底について、ジャッキダウン後の変位が大きいと予想されるコーナー部・吹抜け部の先端は、ジャッキダウン前からの変移量が 3～4 mm となり、ほぼ計算値と合っている。柱の建ち精度については、3 mm 以内を確保している。

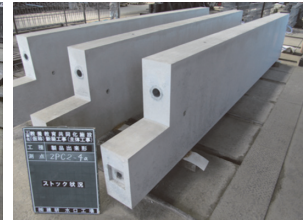
10. ま と め

本建物は、北山地域に溶け込み、京都議定書の街にふさわしく、自然エネルギー活用・環境負荷低減を高いレベルで実践する環境配慮建物とする新たな教育環境施設とすることができた。

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くださった皆様に感謝いたします。



PCaPC 細柱配筋



PCaPC 細柱ストック



基礎内 PC 鋼棒



PCaPC 細柱 建方



ST 版 建方



目地モルタル



PC 鋼棒緊張



R 階 ST 版 建方

写真 - 12 各施工状況



写真 - 13 R 階底外観



写真 - 14 2, 3 階外観

【2015 年 4 月 30 日受付】