

# 伊予市本庁舎

PCa部材により構成された地域に開かれた庁舎

(株) 日本設計 佐藤慶太

## 1. はじめに

伊予市本庁舎は、この地域を代表する伊予・中山・双海の旧3行政区の合併により、これまでの伊予市庁舎を解体撤去し、新たに改築した新庁舎である。新庁舎は、これまでの約50年間を継承し、次の50年・100年を見据え高耐久、防災性能を有した市役所サービスの他、文化情報発信・市民協働拠点としての機能を兼ね備えることとした。

本庁舎は信頼性の高い免震構造を採用し、災害時には確実に災害対策拠点として活用できるよう計画されている。

庁舎のデザイン要素として旧庁舎の縦基調のデザインを残すため、類似のリブ形状のデザインを計画することにしたが、このデザインの実現の為にPCaRC柱（以下PCa柱）を計画し、柱頭部には新たに考案したピンディテールを採用した。

内部空間にはPCaPC床版を数多く採用し、広く開放的な空間を創出すると共に、伊予らしい風景を取り込みながら市民協働の場を各所に内包した新たな庁舎を創出した。

## 2. 建物概要

- ・ 建物名称：伊予市本庁舎
- ・ 建設地：愛媛県伊予市米湊820
- ・ 設計・監理者：株式会社 日本設計
- ・ 施工者 建築工事：株式会社 奥村組 四国支店  
PC施工：株式会社 建研
- ・ 工期：1期（庁舎本体） 2014年10月～2015年12月  
2期（庁舎本体） 2015年12月～2017年7月  
3期（主に外構） 2017年7月～2018年3月
- ・ 敷地面積：3,715.93㎡
- ・ 建築面積：2,095.06㎡
- ・ 延床面積：6,284.21㎡
- ・ 階数：地上5階、塔屋1階
- ・ 構造：鉄筋コンクリート造  
一部プレストレストコンクリート造  
基礎免震構造
- ・ 最高高さ：GL+21.19m



写真-1 建物外観

### 3. 建築計画

庁舎 1,2 階は日常的な市民活動エリアとして、窓口サービスの他に情報コーナーやギャラリー、多目的スペース、伊予に観られる「棚田」を想起させる屋上テラスなどを計画した。3~5 階は主に執務室等を計画して市庁舎機能を満足させる他、海に見えるラウンジやテラス、市民利用可能な会議室など市民が気軽に利用できる活動拠点スペースを計画し、建物全体として市民に開かれた庁舎となっている。5 階の議場はトップライトの面積を広く取り、自然光を取り入れた明るい議場を目指した。

また、庁舎内環境には伊予の温暖で穏やかな気候を活かすべく、通年利用可能な日照（自然採光）、通風（自然換気）、地中熱、日射（ソーラー発電）といった、身近にある環境資源を取り入れ、環境配慮型の庁舎として設計した。

外観は、旧庁舎の縦基調の立面の面影を引き継ぐよう、1,2 階はリブ上の PCa 柱を採用し、3~5 階は現場打ちの壁柱により開口部をランダムに配した。低層部の縦長の開口とリブ形状の柱は、西日を遮りつつも適切な日照を室内の奥まで導くことが可能で、風向の制御にも役立っている。

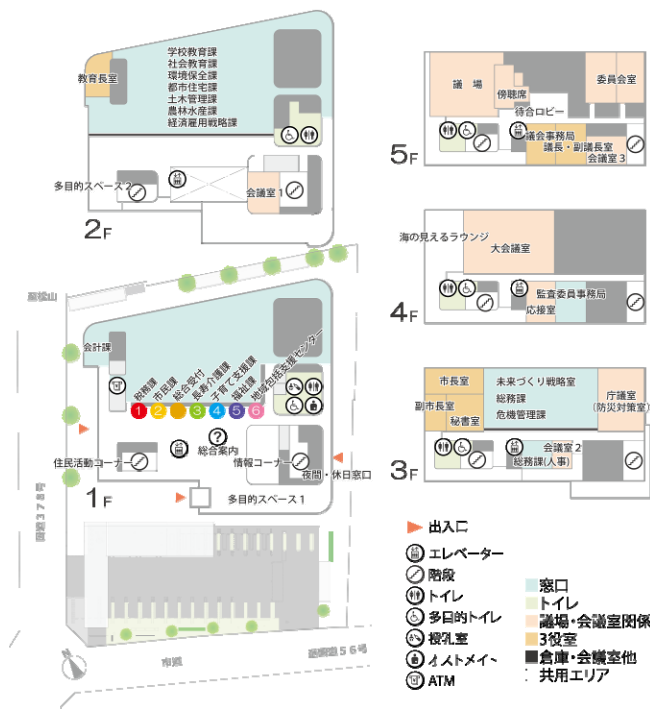


図-1 各階平面図

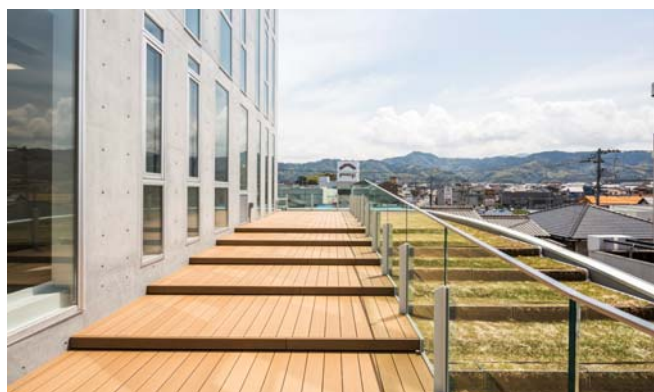


写真-2 「棚田」を想起させる屋上テラス

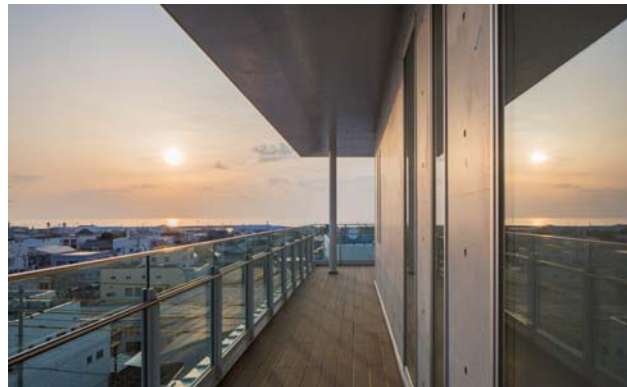


写真-3 海に見えるテラス



図-2 断面図



#### 4. 構造計画

1階床下には基礎免震構造を採用し、大地震後にも庁舎機能を維持できる計画としている。上部構造は鉄筋コンクリート造、耐震壁付きラーメン構造であり、コア部に耐震壁を配置し効率よく地震力を負担させることで、開放的なエリアの構造部材を地震力から解放した。なお、上部構造の大地震時の層間変形は1/1000程度である。

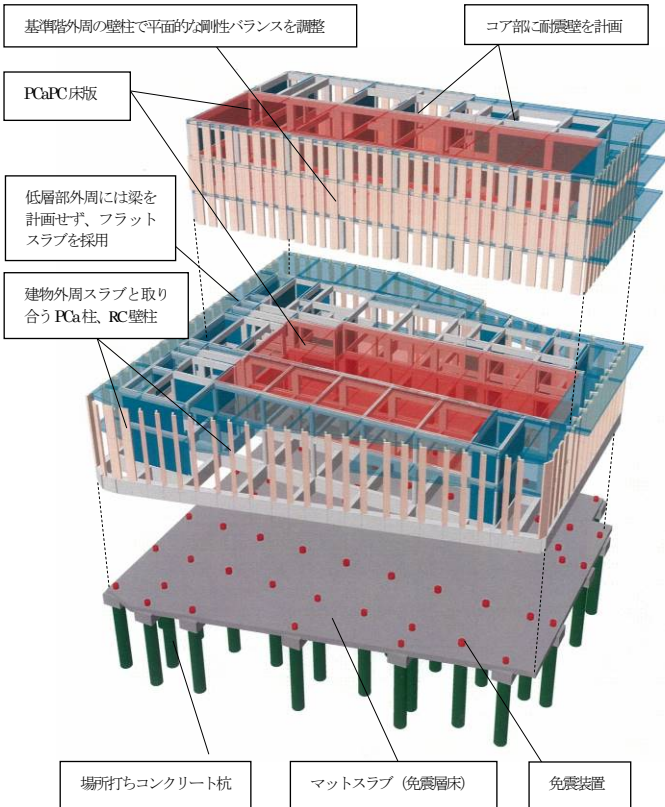


図-3 構造計画概念図

各階の執務室空間および議場の最大 11.3m スパン部分には PCaPC 床版を採用し、コンクリート部材をそのまま建築表現の要素として用いた。リブ間の溝をダクト経路や照明の設置スペースとして有効利用し、リブのデプスの中に機能を集約する設計とすることで意匠・設備と一体となった天井計画を実現した。階高 3.96m(1,2 階)の中で 3m 以上の天井高を確保することが可能となり、快適な執務室環境を作り上げた。なお、ロングスパン架構により、免震装置に適切な軸力を集め、免震装置の面圧が不足することを避けた。適切な免震性能を発揮させると共に装置の数を削減することができるので、コストの合理性という面でも PCaPC 床版の採用は有効である。

議場の天井に関しては、床版の間にトップライトを確保する為、トッピングコンクリートは打設せず、それぞれの床版を独立させて設計した。

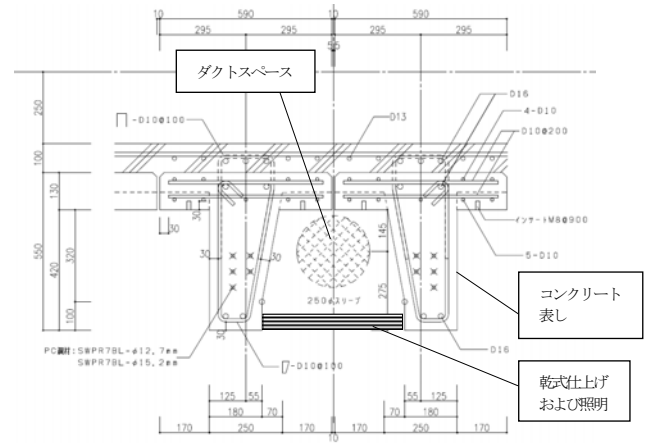


図-4 PCaPC 床版 (ST 版) の形状【一般部】



写真-4 ST 版を用いた天井

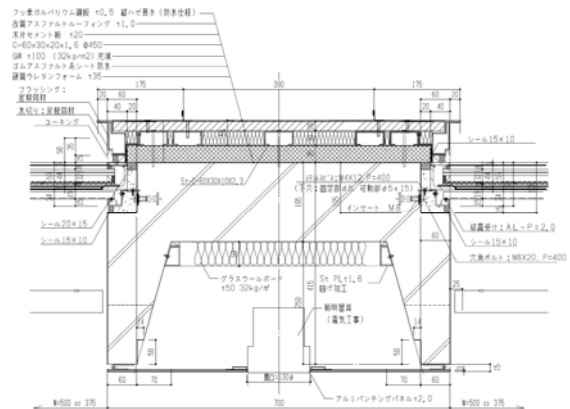


図-5 PCaPC 床版 (SU 版) の形状【議場】



写真-5 SU 版を用いた天井

平面的な広がりを持つ低層部(1,2階)外周には、縦長の開口部を計画し、できる限り多くの日照や通風を確保することが求められた。その為、建物外周には梁を計画せずフラットスラブ (t=250) とリブ形状の PCa 柱を接合する計画としたが、剛接合の場合、接合部に発生する曲げモーメントが大きく、配筋量が過多になる。そこで、このデザインを実現するためには PCa 柱の柱頭部には曲げを負担しないピンディテールが必要だと考え、コッターにゴムを巻き付けることで回転を許容するディテールを考案した。前述のように層間変形角は大地震時でも 1/1000 程度であるため、ゴムの微小な伸縮で変形を吸収することが可能である。

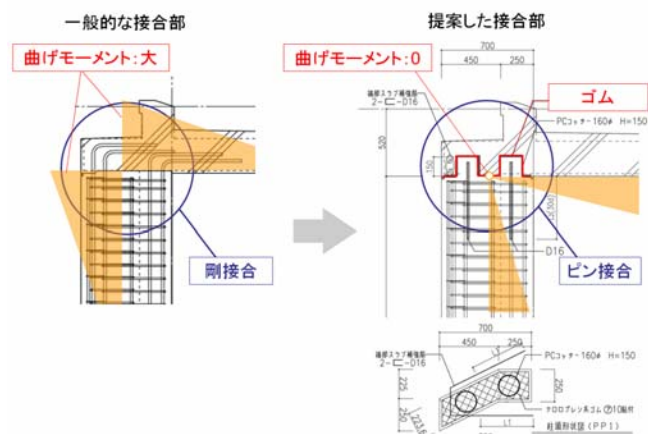


図-6 PCa 柱の柱頭ピンディテール概念図

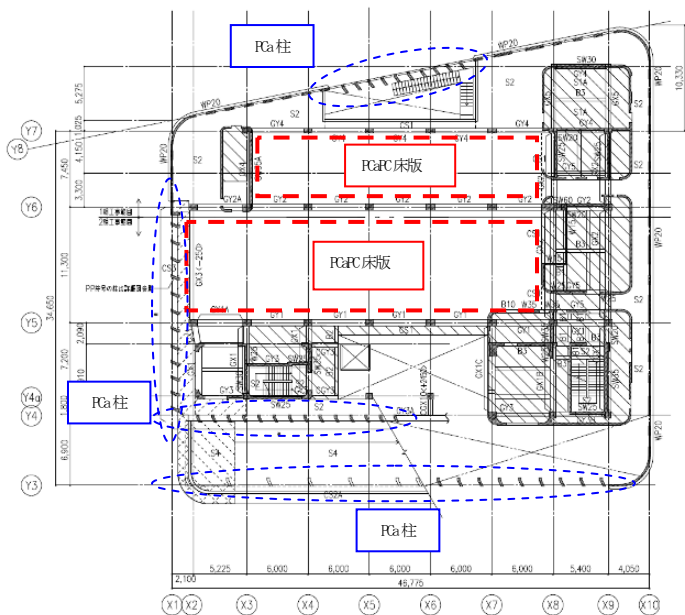


図-7 PCaPC 床版、PCa 柱の配置

なお、新庁舎は旧庁舎と同敷地に建設したが、建設工事中も庁舎機能を損なわないよう、旧庁舎の部分的な解体と新庁舎の部分的な施工を2期に分けて行った。1・2期工事間の連結部は、建物竣工時には構造的に一体となりエキスパンションジョイントの無い計画となっている。

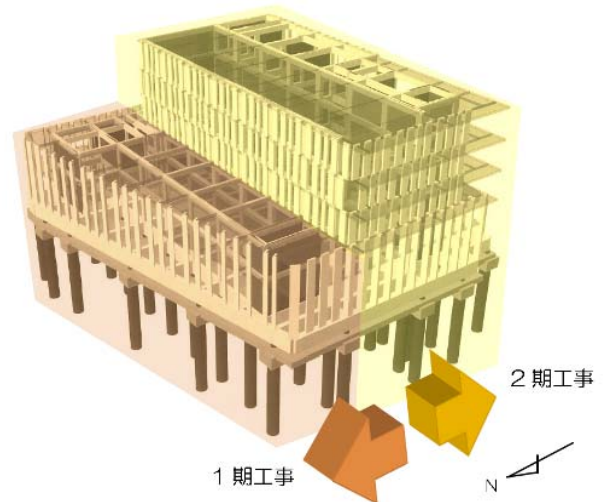


図-8 1,2期の工事範囲図

## 5. PCaPC床版の設計

一般部のPCaPC床版はT型断面形状のハーフPCa床版(以下ST版)として、スパン7.45m、11.3mの部分に使用している。ST版せいは一般階550mm、R階650mmで、リブのピッチを600mmで割り付けている。ST版上部には厚さ100mmのトッピングコンクリートを打設してスラブの一体化を図っている。プレストレスの導入は、工場においてプレテンション方式で行い、パーシャルプレストレスングとして設計を行った。ST版端部は、現場打ち梁側面の受けアゴで支持をしている。ST版リブと受けアゴは、版長方向および高さにおいて同じ位置で取り合う。

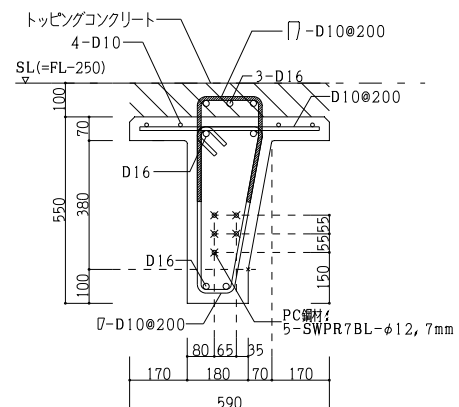


図-9 ST版 断面配筋形状 (一般階)

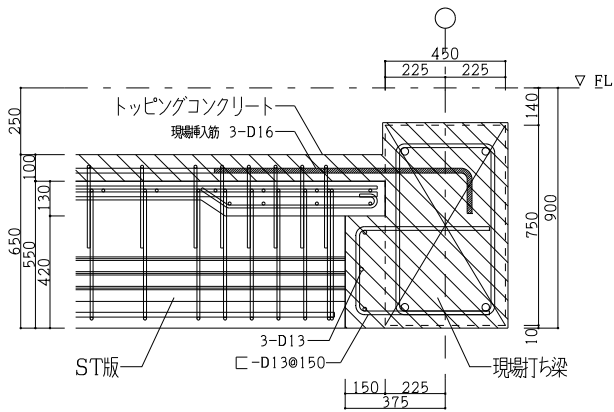


図-10 ST版 端部詳細図

5階議場の屋根部分は、逆U字型断面形状のフルPCa床版(以下SU版)として、スパン約8mの部位に使用している。SU版せいは405mm、幅700mmで、ピッチ1,200mmで割り付け、SU版とSU版の間には、トップライト採光を取り入れる計画となっている。プレストレスの導入はST版と同じで工場製作のプレテンション部材で、パーシャルプレストレッシングとして設計を行っている。

SU版の接合は、片側をパイプアンカー(鋼管による溶接接合)とし、片方はトップライト建具の熱環境による変形に追従するものとして、ボルトアンカーを採用している。

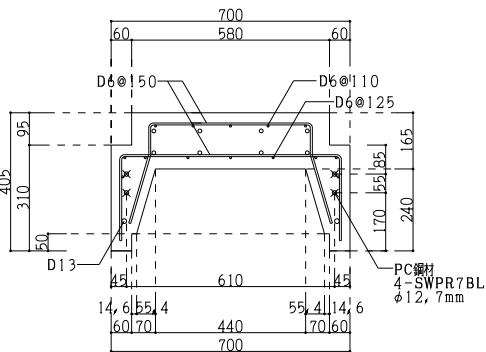


図-11 SU版 断面配筋形状

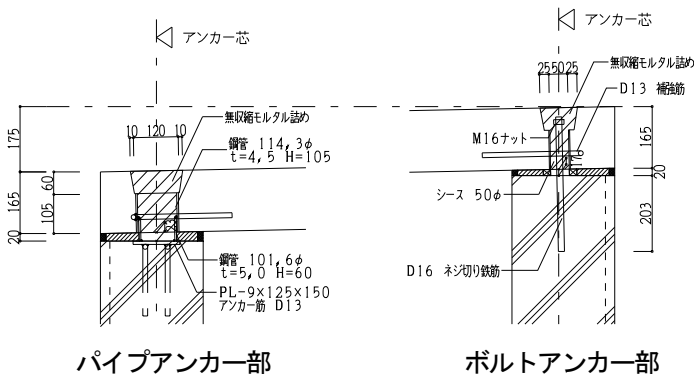


図-12 SU版 躯体接合詳細

ST版・SU版のPC鋼材の配線において、意匠上の配慮として、プレストレスによる変形が過大とならないような配線計画を行った。またSU版とSU版の間にはトップライト建具を設置するため、トップライトの取付精度の確保、施工後の変形を考慮して、プレストレスによるそりと設計時のたわみの合計が0となるように計画を行った。また、PC床版のせい・幅を、現場打ちの柱・梁のせい・幅と合わせ、同一面に部材面が揃うよう、丁寧にデザインした。

## 6. PCaRC柱の設計

エントランス・吹き抜け部分の意匠的重要な柱については、同形状の柱を効率的かつ高品質に施工するために、PCa化を図った。柱断面は250×700～850mmの細柱で、意匠的に折れ曲がった断面(くの字型)形状となっている。PCa柱の断面配筋形状を図-13に示す。

PCa柱の接合については、柱脚部はモルタル充填式の機械式継手を用いて主筋を接合した。柱頭部には前述のピンディテールを採用し、円柱状の突起を設けた柱頭全面に支承ゴム(クロロプレンゴム)を貼り付け、現場打ちスラブコンクリートを打設する納まりとなっている。

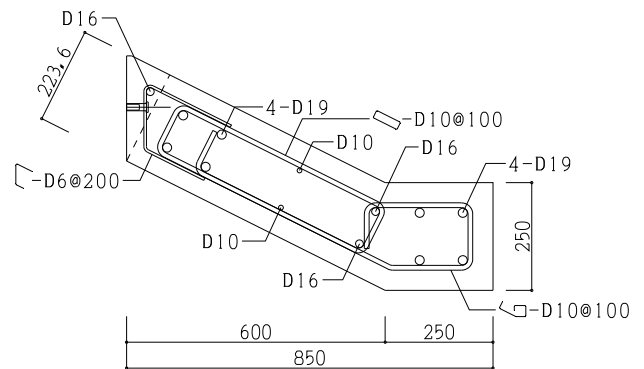


図-13 PCa柱 断面配筋形状



写真-6 柱脚部 施工状況



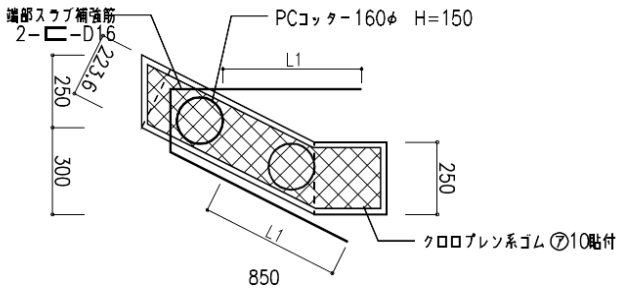


図-14 PCa柱 柱頭ピンディテール詳細図



写真-7 柱頭部 現場状況

体の剛性が高いために、プレストレスによるスラブの変形が拘束され、建物本体とスラブの変形差よりひび割れを生じさせる恐れがある。ひび割れ制御を行うPRC造のプレストレス導入量は、平均圧縮応力度が1.5～2.5N/mm<sup>2</sup>程度になることが多いが、今回は上記の理由により鉄筋コンクリートとして取り扱うレベルの、平均圧縮応力度1.0 N/mm<sup>2</sup>以下になるように計画している。PC鋼材の配線は、スラブ厚400mmの部材断面中央位置に、21.8mm径のアンボンドPC鋼材を配置している。

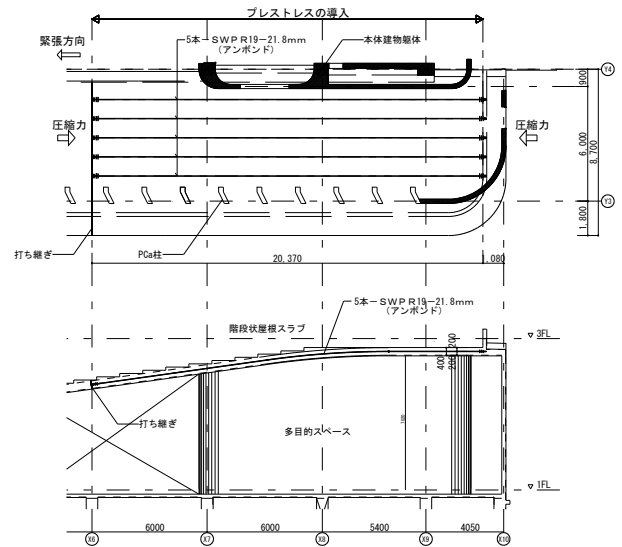


図-15 PC鋼材配線形状



写真-8 PCa柱とスラブの納まり

## 7. アンボンドPC屋根スラブの設計

エントランスからロビーに至る多目的スペース上部の屋根スラブは、上面が階段状で屋上緑化が図られている。スラブ下面は天井がなく、現場打ちスラブが表しとなるため、美観・防水上の観点から、ひび割れ抑制のためにプレストレスを導入している。屋根スラブは、建物本体から片持ちスラブ形状ではね出し、外部側のスラブ先端をPCa柱で支持されている。過大なプレストレスを導入すると、建物本

## 8. PCa柱ピンディテールの性能確認実験

### 8.1 実験概要

PCa柱とスラブをピン接合するためのディテールについて、実大の試験体を用いて変形性能を確認する目的で実験を実施した。図-16に試験体詳細図、図-17に載荷装置および変位計(DG1～14)位置を示す。試験体の柱は実部材のPCa細柱と同様の断面(幅250mm、せい850mm)で高さは700mmとしている。柱頭には柱とスラブを接合するためのコッター(φ160、高さ150mm)を2個設けている。柱-スラブ接合部は、柱上面およびコッター表面には硬度60、厚さ10mmのクロロプレンゴムを貼り付けた後、幅800mm、長さ2200mm、厚さ250mmのスラブを打設している。試験体のスラブ中央にはスラブ自重の影響を考慮し、載荷による浮き上がりを防止するための油圧ジャッキ(以下、中央ジャッキ)、スラブ右端には載荷用の油圧ジャッキ(以下、加力ジャッキ)がそれぞれ取りついている。実験変数として中央ジャッキによって柱に作用するスラブの自重を①100%、②50%、③30%の状態に維持したまま加力ジャッキによって一方向の単調載荷を行った。

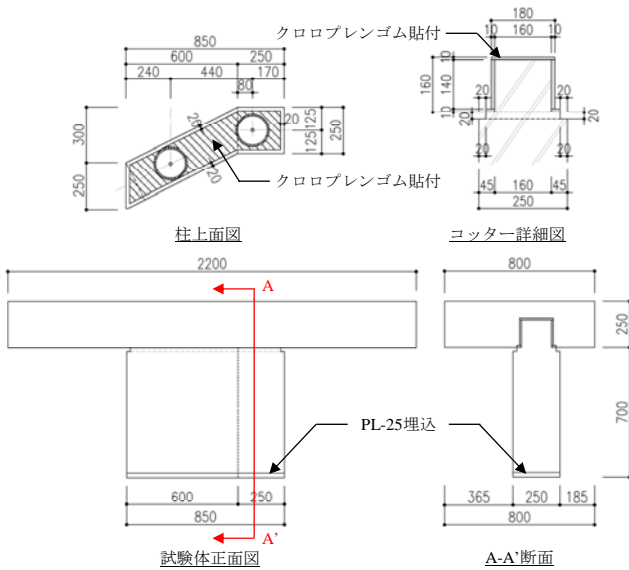


図-16 試験体詳細

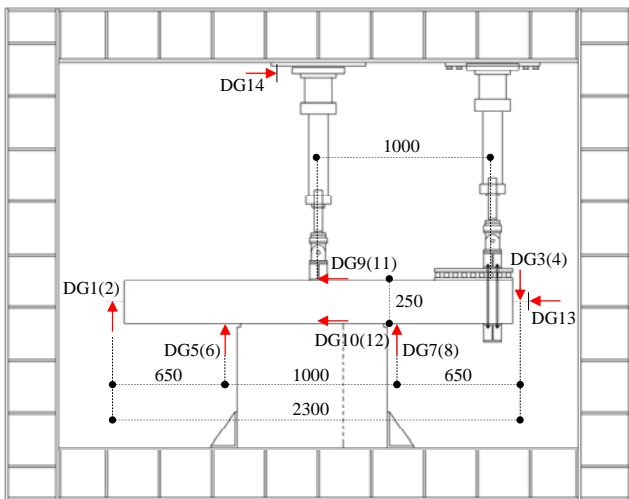


図-17 荷装置

## 8.2 実験結果

図-18に各加力パターンの $M-\theta$ 関係、図-19に $M-\theta$ 関係における接線剛性履歴を示す。本実験においてはスラブ両端の変位差を測定位置間距離で除したものをスラブ回転角と定義する。それぞれの図中にはスラブ回転角0.001rad時を示している。接線剛性はその変形角において前後2点ずつのデータを含む計5点から最小二乗法を用いて算出した。

加力によってスラブに曲げモーメントが作用すると、加力している側が鉛直下向きに沈み込もうとし、柱上面の支承ゴムに圧縮変形が生じる。その後、変形が進み支承ゴムが変形限界に達すると、柱先端を起点とした回転に伴いスラブ後方が浮き上がろうとして拘束している中央ジャッキに圧縮軸力が作用する。そのため、スラブの変形量に対する接合部の曲げモーメントの増加量が小さくなり、スラブ

回転角 0.0005rad 付近までの範囲において剛性の低下がみられる。したがってスラブ回転角 0.001rad 時点においていずれの加力パターンにおいても接線剛性が 4000kNm/rad 以下まで低下する。ここで、はね出し長さ 1m の同断面の片持ちスラブで計算した回転剛性(約 42500kNm/rad)と比較すると、計算値に対して 1/10 以下の剛性であることが確認できた。また、設計で要求された層間変形角の倍の変形角である 0.002rad まで荷重したが、剛性が急激に上昇することはなかったため、スラブの回転によるコッターとの接触は生じなかったものと考えられる。以上の結果より、本試験体の接合ディテールを有した柱-スラブ接合部は想定している変形の範囲内において十分な回転変形追従性能を持ち、水平変形によってスラブにほとんど曲げモーメントを生じさせないピン接合として機能しているといえる。

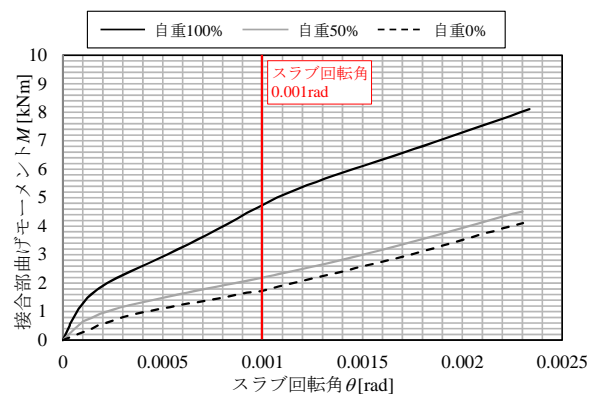


図-18 実験結果 ( $M-\theta$  関係)

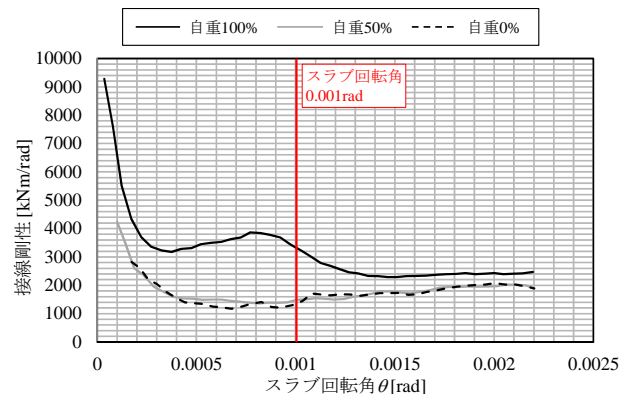


図-19 実験結果 (接線剛性)



写真-9 試験体および荷装置

## 9. PCa部材の施工

### 9.1 揚重計画

本工事は、I期工事終了後に北庁舎解体を挟んで、II期工事を行う計画となっている。PCa部材の建て方は、ラフタークレーン（I期）およびクライミングクレーン（II期）で行っている。I期・II期工事範囲を図-20、II期工事揚重計画図を図-21に示す。揚重可能な部材重量を最大5トンとして、設計時に部材のサイズ決定を行った。

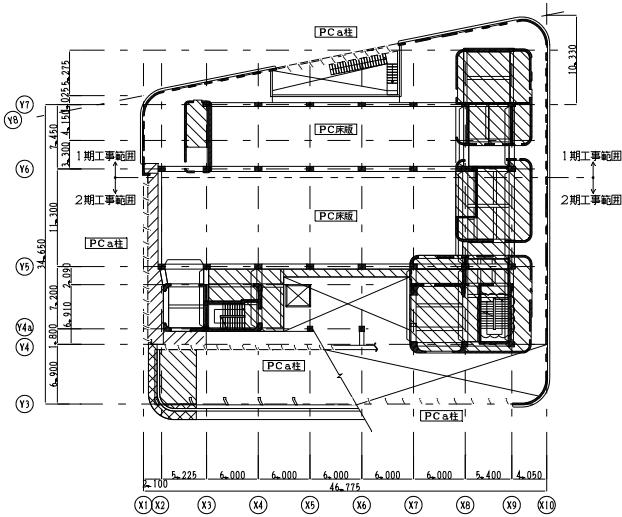


図-20 I期・II期工事範囲

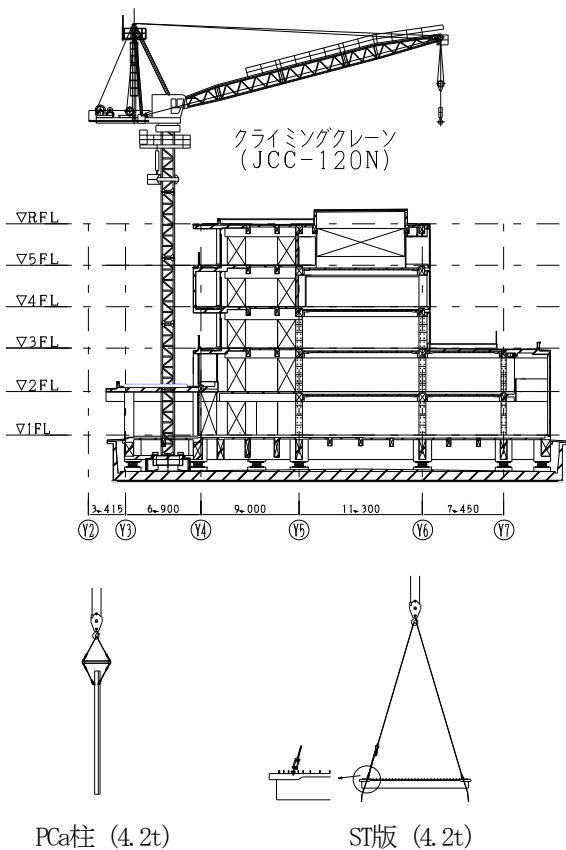


図-21 II期工事揚重計画図

### 9.2 PCa部材の施工フロー

PCa部材の建て方は、PCa柱で6ピース/1日、PC床版で20ピース/1日を施工している。PCa柱・ST版の施工フローを図-22、図-23に示す。

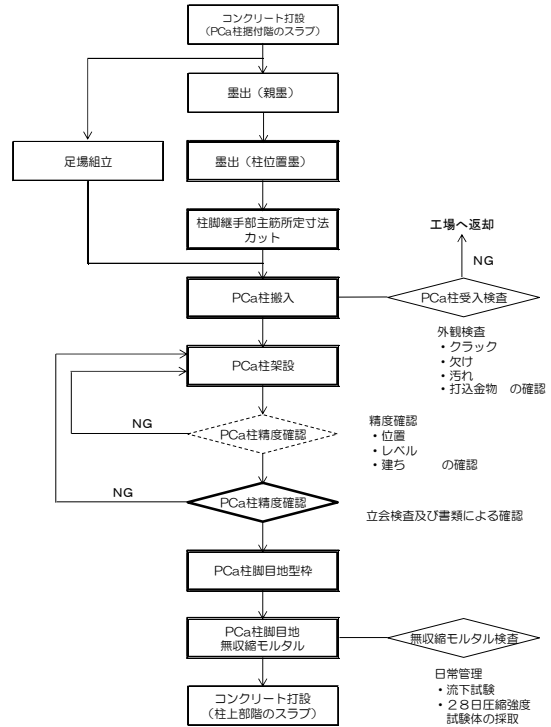


図-22 PCa柱施工フロー

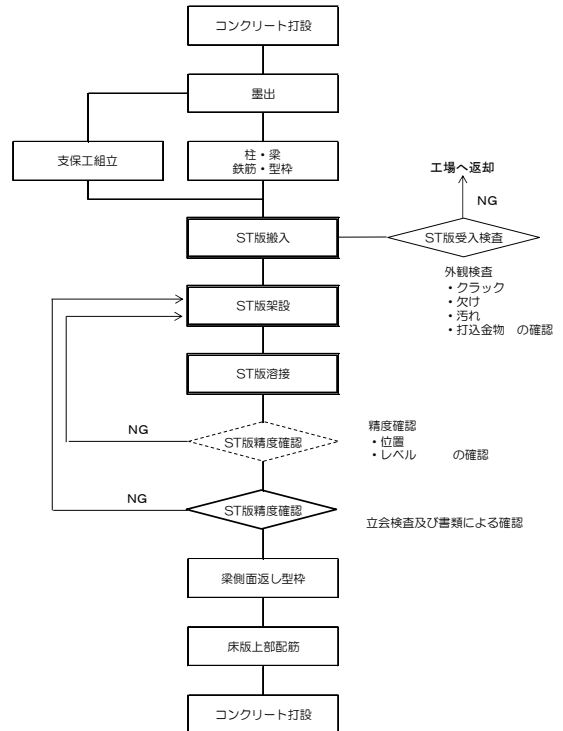


図-23 ST版施工フロー



### 9.3 PCa柱の施工

PCa柱の施工順は、現場打ちコンクリート基礎内柱主筋の精密セット後、基礎コンクリート打設、吊上げは相番クレーンにより柱を建起こし、PCa柱脚部の鉄筋継手に柱主筋を差し込む状態で架設を行った。建込み位置精度3mm以内として、柱脚面のボルトでレベル調整を行い、仮設のサポートで傾きの調整を行っている。PCa柱の施工状況を写真-10～11に示す。



写真-10 PCa柱 建起こし



写真-11 PCa柱 設置状況

### 9.4 ST版の施工

ST版の施工は、ST版材端位置に支保工の設置し、ST版を受ける現場打ち梁の側面型枠は空けた状態で、支保工上に乗せ掛ける。支保工でレベル調整を行い、ST版の面戸部分に型枠を取り付け、現場打ち梁・トッピングコンクリートの打設を行う。ST版の施工状況を写真-12～13に示す。



写真-12 ST版 架設状況



写真-13 ST版 設置状況

### 9.5 SU版の施工

SU版の施工は、支持する壁躯体コンクリートの打設を行い、その上にSU版を乗せ掛ける。躯体接合用の埋込みプレート・アンカー鉄筋は躯体側に仕込んでおく。支承ゴム・ライナーによりレベル調整を行い、躯体とSU版の接合工事後、目地詰め（無収縮モルタル）を行う。SU版の設置状況・躯体接合状況を写真-14に示す。



パイプアンカー接合



ボルトアンカー接合

写真-14 SU版設置・躯体接合状況

## 10. おわりに

本建物ではPC・PCa部材を採用することで、利用者にとって心地よい建築空間と、高品質な構造躯体を造り上げることができた。

本建物を設計する機会を与えて下さった伊予市の皆様、設計・施工の期間に渡ってご協力頂いた（株）建研の皆様、難しい建物の施工に多大なる貢献をして頂いた（株）奥村組四国支店の皆様をはじめ、本プロジェクトの多くの関係者の皆様には心より感謝申し上げます。