

PCa PC部材によるカーテンウォール様式のファサードデザイン

(株)ピーエス三菱 東京建築支店建築設計部 正会員 工修 ○今村 雅泰
 (株)ピーエス三菱 東京建築支店PC建築部 正会員 和智 美德
 (株)ピーエス三菱 東京建築支店PC建築部 高橋 基之

キーワード：カーテンウォール，PCa部材の施工，3DCAD・3Dプリンタ

1. 建築概要

本建物は、東京駅より延びる八重洲通りに面した日本海事検定協会の本部ビルであり、当ビルの建替えにあたり、特徴あるファサードデザインの具現化が求められた。間口が10.15mに対し、奥行きが23.64mと長方形の敷地に建てられた本建物の両側には、既存の建物が接するように建てられているため、南に面する前面道路側より建物内に自然光を取り入れる計画となっている。採光計画では南側からの直射日光を遮りながらも、建物内に十分な自然光を届けるよう、10.15mの跨度に対し1/40程度の薄い庇を架けることが求められた（写真-1，2：竹中工務店より提供）。また、庇にはステンレスやアルミ製の窓枠が直接取り合うため、その建具とのクリアランスに影響が出ないよう、鉛直方向の弾性変形を+5mm以下に収める必要があった。そのため庇は、変形量を制御することが可能な、プレストレストコンクリート（以下、PC）造とし、さらに剛性が高く、製作精度の高いプレキャスト（以下、PCa）PC造が採用された（図-1）。



写真-1，2 建物外観

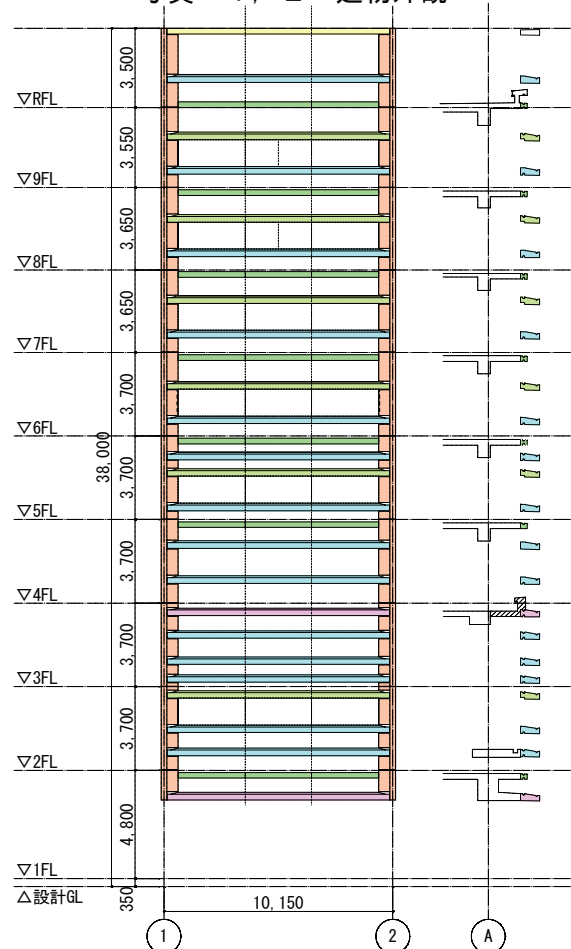


図-1 部材配置軸組図

建築主：一般社団法人 日本海事検定協会
 所在地：東京都中央区八丁堀
 設計・監理：株式会社 竹中工務店
 施工者：株式会社 竹中工務店
 PC施工：株式会社 ピーエス三菱
 工期：2016年9月～2018年1月
 構造：RC造／免震構造
 用途：事務所
 建築面積：231.31m²
 延べ面積：2,056.20m²
 階数：地上10階，PH1階
 建物高さ：38.85m

2. PCaPC部材の概要

2.1 PCaPC底部材

底の部材は10.15mスパンを1部材とし、1層あたり2~4ピースを架けているが、その形状が概ね同じであることからPCaPC部材として計画した。PCaPC底は、高強度コンクリート (Fc60) にPC鋼材15.2φを7ケーブル配線することで、単純支持によるスパン10.15mに対し厚さ250mm×幅840mmの部材で実現した (図-2)。また、PCaPC底の上下には窓枠が取り合う欠き込みを設けており、直接窓枠のサッシュェが取り合うことから、PC鋼材の偏心を調整することで、鉛直方向の応力に対して計算上弾性たわみを+5mm以下として制御した (写真-3)。なお、クリープ変形を考慮した長期的なたわみに対しては、クリープ係数を考慮して+15mmの変形が生じた場合でも、サッシュェが破損しない収まりとすると共に、変形が過大となった場合のフェイルセーフとして径24mm (一部、39mm) の丸鋼を部材長さの1/3点に支点となるよう鉛直方向に設けた。

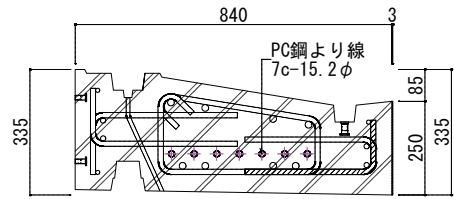


図-2 PCaPC 底断面



写真-3 PCaPC 底部材

2.2 PCaRC袖壁部材

PCaPC底部材を受ける袖壁 (図-1 : オレンジ色部) は当初在来工法で計画していたが、その形状が複雑であること、底部材との取り合いの精度管理が求められたこと、また底部材との表情を統一することから、同じ高強度コンクリートを用いたPCaRC部材で製作した。

袖壁部材と底部材の取り合いは、底部材を単純支持で設計しているため、袖壁部材に設けた切り欠きに硬質ゴム製の支承材を設置し、底部材を架ける収まりとした。なお、底部材に掛かる水平方向の荷重に対しては、底部材の背面に鋼製の金物を設けて在来工法による躯体と緊結した。また、袖壁部材は各層において分割しているが、上下階の部材とは構造的に接続せず、部材背面より差し筋を突出させて、躯体のコンクリートと一体打ちした (写真-4, 5)。



写真-4 PCaRC 袖壁部材



写真-5 袖壁切り欠き部

また、底部材の水平方向に設けた水溝に集まった雨水を、鉛直方向に排水するために、袖壁部材には縦樋用のVU管を部材に打ち込んで製作した。袖壁部材同士の接続部では目地を20mm設けているが、縦樋として接続される範囲には、厚さ35mmのシリコン発泡ゴムを貼り付けて、架設時に押し潰すことで止水処理を行った。なお、前述の止水処理のほか、部材が掛かる水平面に勾

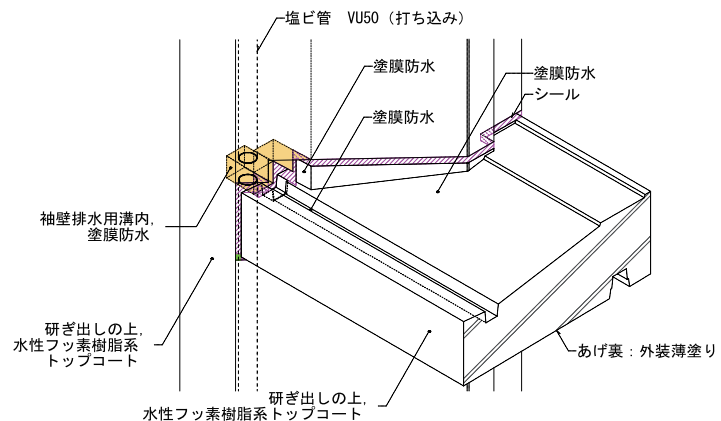


図-3 底と袖壁の収まり

配を設けるなど物理的な対策や、二重シールを施工することで建物内部に水が浸入することを防止した(図-3)。

2.3 PCa部材のコンクリートの調合および仕上げ

本建物は日本海事検定協会の本部ビルとして、「海面に広がる波」をイメージした意匠によって構成されている。また、ファサードとなるPCa部材は白色を基調としながらも、見え掛かりとなる表面には骨材が現しとなるよう、研ぎ出し仕上げを行った。

コンクリートの調合では、無機顔料として白色の酸化チタンを添加することで、白みがあったコンクリートを製作した。また、表面の研ぎ出しは部材にフカシを設けて、その範囲を研ぎ出した。なお、部材の製作前に300mm×300mmのサンプルを数種類作成し、コンクリートの色味や研ぎ出しの深さを検討した上で、無機顔料の添加量は3%、研ぎ出し深さは3mmと決定した(写真-6)。

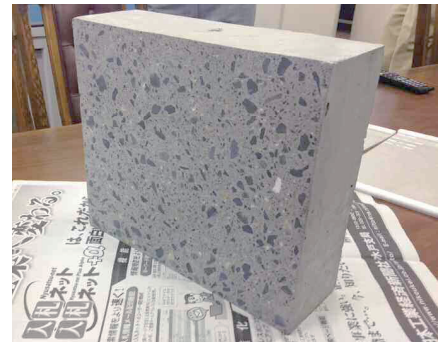


写真-6 仕上げサンプル

3. PCa部材の施工

躯体は在来工法によるRC造であり、袖壁部材の差し筋を在来柱に定着する必要があるため、PCa袖壁部材の施工は、在来部の施工よりも先行して行った。袖壁部材の重量は最大で3.92t、庇部材の重量は最大で5.72tであるが、部材を南側の前面道路に面して取り付けるため、前面道路にラフテレーンクレーン(35tおよび60t)を設置して架設した(写真-7~9)。なお、前面道路は日中の交通量が多いことから、架設は22時半から翌5時半までの夜間工事として、片側3車線のうち2車線を占有して行った。1層分の架設は2日間程度で完了するが、在来工法の躯体と並行して施工するため、PCa工事の工期は2月中旬から9月末までの約7.5ヶ月であった。



写真-7 袖壁部材の揚重



写真-8 庇部材の地切り



写真-9 庇部材の揚重



写真-10 庇部材の架設



写真-11 庇と袖壁収まり



写真-12 固定用金物

袖壁部材は上下の部材同士を構造的に接続しないため、架設した部材はPCサポートによりX、Y方向の位置調整を行った後に、仮設用の調整金物により上下階の部材を固定した。その後、袖壁部材背面の在来部コンクリートを打設することで、袖壁部材を躯体と一体化した。在来コンクリートの硬化後、

当該階の底部材は1層において2～4ピースを架けるが、袖壁部材が1層分の部材であるため、袖壁部材の切り欠き部に対し、底部材を水平方向にスライドさせて架設する必要があった(写真-10, 11)。底部材を水平方向にスライドさせるために、袖壁部材の切り欠き位置まで楊重した底部材を背面から、躯体に反力を取った5t用チェンブロックを用いて定位置まで引き込んだ。その後、底部材背面の固定用金物を用いて、躯体と緊結することで1層分の架設を完了した(写真-12)。なお、底部材と袖壁部材のクリアランスは、可能な限り小さくすることが望まれたため、製作誤差および施工誤差を考慮して25mmとした。

4. 3DCADおよび3Dプリンタによる検討

底部材が架かる袖壁の切り欠き部には、水平方向の水溝と堅樋が接続するための欠き込みを設けており、2次元の図面では表現が難しい形状であった。また、底部材は水平方向にスライドして差し込みが可能なように、くさび状の形状を施した。そのため、実際に部材同士が収まるかの確認と共に、部材の製作や施工時において複雑な形状を視覚的に認識する必要があった。そのため、部材の製作前に3DCADを用いて1層分の底部材と袖壁部材のモデリングを行い、図面上において部材同士が収まっているか確認を行った(図-4)。

さらに、3Dプリンタを用いて1/10縮小モデルを出力し、2次元の図面から読み取ることが難しい欠き込み部の形状に対して、部材製作工場との打ち合わせに活用した。また、水平方向にスライドさせた際の部材同士のクリアランスの有無や、切り欠きが複数設けられた袖壁部材の楊重時の補強方法などについて、施工検討会における共通認識のために活用した(写真-14)。

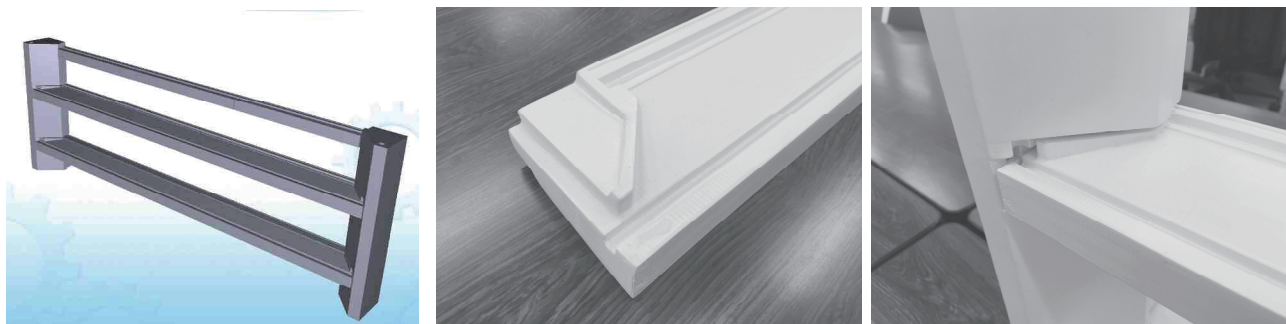


図-4 3DCAD モデル

写真-14 3D プリンタ出力(左: 庇, 右: 庇と袖壁収まり)

5. まとめ

本建物ではファサードにPCaPC造を採用することにより、高品質で高精度のカーテンウォール様式の架構を構築した。また、3DCADや3DプリンタなどのIT技術を活用することにより、より複雑なPCa部材の製作や施工に対して、多角的に認識することができた。

平成30年1月に本建物は竣工を迎えており、東京駅から八丁堀駅に向かって八重洲通りを進んでいくと、白色の庇がリズムを刻んで、昼光に映えている建物を見つけることができる。

今回の施工報告にあたり、多大なる御指導・御協力を頂いた竹中工務店の皆さま方には、この場をお借りし御礼申し上げます。また、日本海事検定協会様にはPCaPC部材にたいへん興味をもっていただき、重ねて感謝申し上げます(写真-15: 竹中工務店より提供)。



写真-15 PCaPC ベンチ