

PC 部材をカーテンウォールとして利用した事務所ビルの新築 ー日本海事検定協会本部ビルー

東京建築支店	PC 建築部	高橋基之
東京建築支店	PC 建築部 PC 工事グループ	久保克揮
東京建築支店	建築設計部 PC 設計グループ	今村雅泰
東京建築支店	建築設計部 PC 設計グループ	森下真己子

概要：プレストレストコンクリート（以下、PC）構造は、大スパン架構を実現するなど、大空間を構築する場合に採用される。しかし、比較的にコンパクトな建物に対しても、コンクリートのもつ剛性や表情、ファサードデザインやコストダウンを考慮して用いられる場合がある。日本海事検定協会本部ビルの新築計画では、PC 部材が品質や精度管理に優れたプレキャストコンクリート（以下、PCa）工法との組み合わせにより、カーテンウォール部材として採用された比較希少な事例である。

Key Words：カーテンウォール、PCaPC 部材の施工、3DCAD・3D プリンタ

1. はじめに

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、竹中工務店の設計・施工により昭和 33 年に竣工した。当ビルの新築にあたり同社による設計・施工が計画され、八重洲通りに面した間口に対して、特徴あるファサードデザインの具現化が求められた。間口が約 11m に対し、奥行きが約 25m と長方形のコンパクトな敷地に計画さ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、また最大限の眺望を得る計画となっている（写真-1：竹中工務店様より提供、および2）。



写真-1 建物外観（正面）



写真-2 建物外観（見上げ）



高橋基之



久保克揮



今村雅泰



森下真己子

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のスパンに対し1/40程度の薄い底を架けることが求められた。また、底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。そのため底は、変形量を制御することが可能なPC造とし、さらに剛性が高く、製作精度の高いPCaPC造が採用された(図-1)。

このPCaPC底は本建物において規格化され、1層に複数枚の底が設けられているが、ファサードのデザイン性だけではなく、昼間の年間日射遮蔽率が90%を超えるように、その配置が計画されている。また、PCa部材であることを生かし、サッシュと同じ二次排水機能を底に内蔵することにより、経済的にも合理性のあるファサードが構築された。

2. 建築概要

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1-9-7

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

P C 施 工：株式会社 ピーエス三菱

工 期：2016年9月～2018年1月(16.0ヶ月)

構 造：鉄筋コンクリート造/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、塔屋1階

建 物 高 さ：38.85m

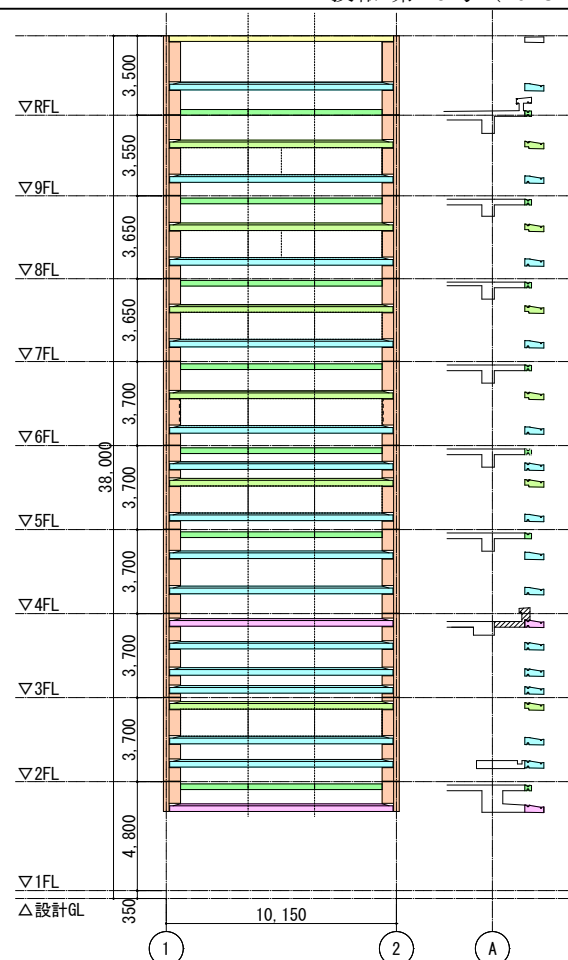


図-1 PCa部材配置図

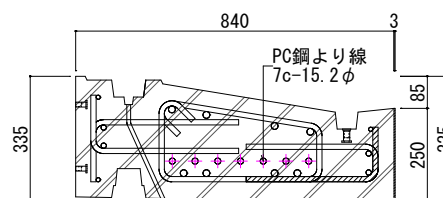


図-2 PCaPC底断面図

3. PCaPC部材の概要

3.1 PCaPC底部材

底の部材は1層に2～4Pの割り合いで配置しており、その形状が概ね同じであることから、PCa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ケーブル配線したプレテンション部材とし、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)。PCaPC底は建物の外部に設けられることから常時雨掛かりになることが予想されたため、プレストレスレベルは常時荷重に対してフルプレストressingとして設計を行った。

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



写真-3 PCaPC底部材

の変形が生じた場合でも、サッシュが破損しない収まりとすると共に、変形が過大とならないよう、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点に支点として設け、たわみ防止としている。底の先端には水平方向に水溝として切り欠きが設けられており、水溝に集められた雨水は両端の支持点へと流れることで排水機能も内蔵されている。

製作において、PCaPC底はプレテンション部材としたため、プレストレスの導入を妨げないように、部材の下端の切り欠き形状を部材長さ方向に対して引き通す断面形状とした。打設方向は見え掛かりの仕上がりを考慮して部屋内側（図-2による左側）より打設する案も出されたが、PC鋼線に偏心を設けていることから、順打ち（図-2による上側）とし、底の下端からの見え掛かりに対し注意を払った。部材の変形量については、脱枠時の弾性変形量を部材ごとに測定したところ、最大で3mmのむくりとなっており、架設時においても+15mm以下であったことから、計画通りにサッシュとの収まりを実現することができた。

3.2 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および5）。

袖壁部材は、製作工程やクレーンの揚重能力を考慮して、部材を1層ごとの長さとした。また、PCa部材の製作では、型枠の転用回数を考慮して、厚さ4.5mmの鋼板による鋼製型枠を用いた。この時、底部材は各層の袖壁部材に対してそれぞれ異なる位置で配置されることから、同一形状の袖壁部材は存在しない。そこで製作の効率化が新たな課題となった。

この課題の対策として、底部材を架けるための切り欠き形状を各層において統一し、袖壁部材の外形形状による型枠と、切り欠き部を形成するための箱抜き用の型枠をそれぞれ製作し、各部材形状に対して、その箱抜き用の型枠位置を変えることで、形状の異なる各階の部材を一つの型枠で製作することとした。

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



写真-4 PCaRC 袖壁部材



写真-5 袖壁切り欠き部

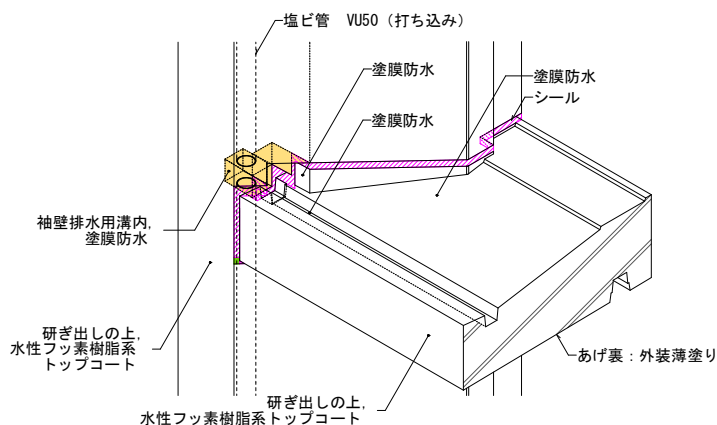


図-3 底と袖壁の収まり

ン発砲スポンジゴムを貼り付けて、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配を設けるなど物理的な対策や、各所に塗膜防水及び二重シーل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)。

3.3 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、白みがか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)。

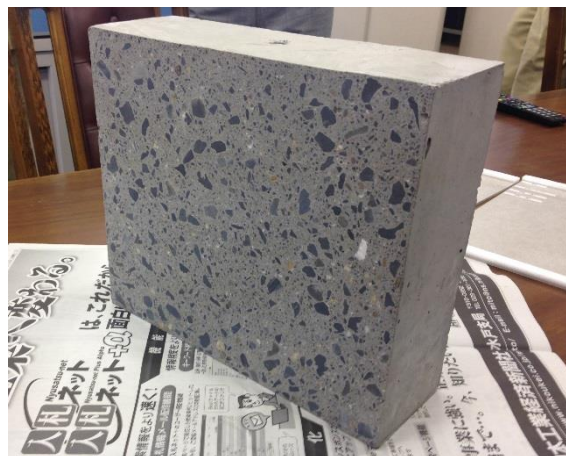


写真-6 研ぎ出しサンプル

4. 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、底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35tラフテレーンクレーン(下層階施工時)および80tオールテレーンクレーン(上層階施工時)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、在来工法の躯体の進捗に合わせて施工するため、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。

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。在来部コンクリートの硬化後、当該階の底部材は1層において2～4Pを架けるが、袖壁部材が1層分の部材であり、袖壁と底部材の収まりおよび袖壁部材の切り欠き部形状より、袖壁部材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る(写真-10および11)。底部材を水平方向にスライドさせるため、袖壁の切り欠き位置まで楊重した部材を背面から、躯体に反力を取った1.5t用レバールックを用いて定位置まで引き込んだ。その後、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。



写真-7 袖壁部材の楊重



写真-8 底部材の地切り



写真-9 底部材の楊重

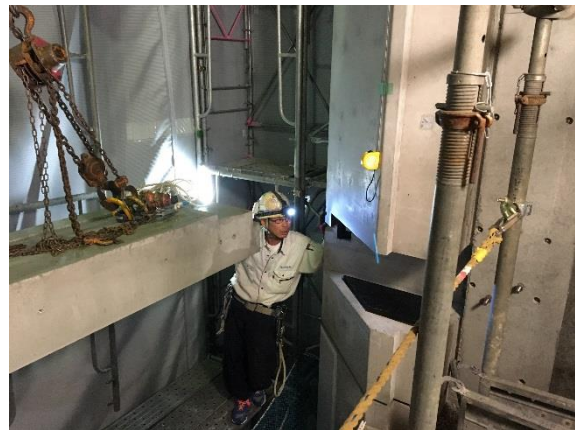


写真-10 底部材の架設



写真-11 底と袖壁の収まり



写真-12 固定用金物

5. 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、水平方向の水溝と壁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となるように、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。

その具体的な解決策として、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および5）。

さらに、その3DCADデータを用いて3Dプリンタにより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および15）。なお、底端部の複雑なくさび形状

については、3DCADおよびプリンタの出力により、要

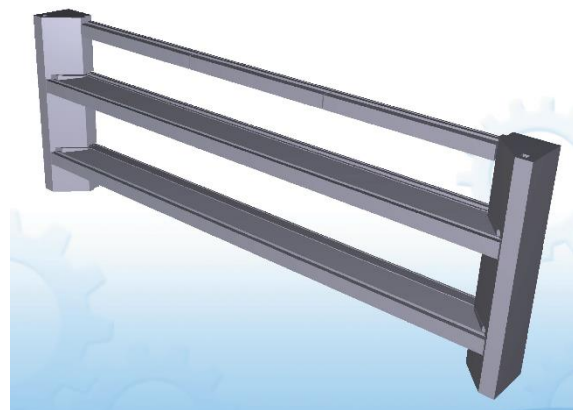


図-4 3DCAD モデル（全体）

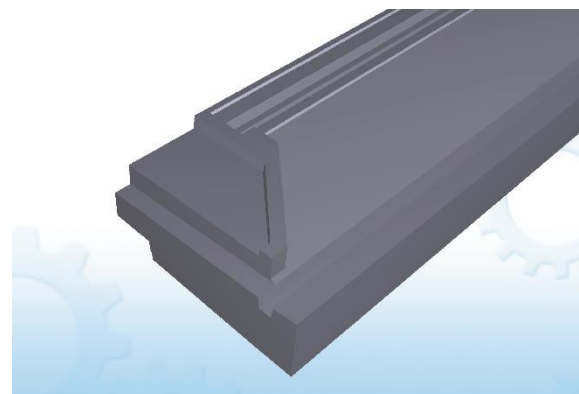


図-5 3DCAD モデル（底端部）

求に即した形状であることが視覚的に確認できた。

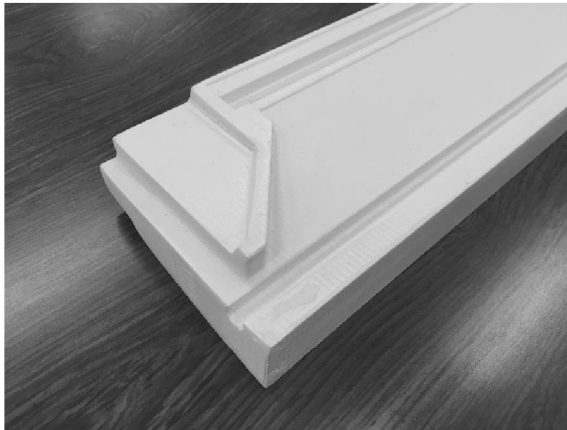


写真-14 3D プリンタ出力（底）



図-15 3D プリンタ出力（底と袖壁収まり）

6. PCベンチの製作

部材の計画および製作を進めるなかで、施主および設計・監理者にPCaPC造について、より興味を持っていたことから、本建物内の4階テラスに置かれるベンチについてもPCaPC部材にて製作する提案が為された。全長は約4.7mのベンチであるが、片方の支点が端部より約1.5m内側に位置するため、1.5mのキャンティレバーによる荷重を支持することになる。そのため、部材幅は350mm、厚さは約100mmとし、部材重心にPC鋼材10.8φを2ケーブル配置した。プレストレスレベルは、キャンティレバーによる応力に対し、パーシャルプレストレッシングとした。

PCaPCベンチ部材についても、ファサードとの表情を統一するために、酸化チタンを配合した白色コンクリートとし、座面と長手方向の側面は3mmの研ぎ出し仕上げを行った（写真-16および17：竹中工務店様より提供）。



写真-15 PCaPC ベンチ設置状況

7. 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。一般的にPCaPC造に求められている大空間を構築する技術だけではなく、より複雑な部材形状の組み合わせにより、サッシュなどの採光計画や雨水に対する止水・排水計画の要求に応じた、非常に希少な事例となったと考える。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。

本建物は、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、白色の底がリズムを刻んで、昼光に映えている建物を見つけることができる。

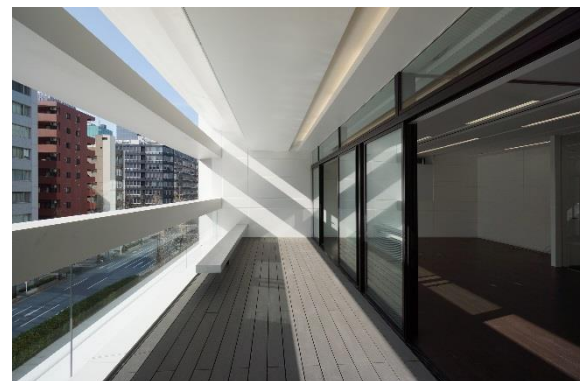


写真-16 4階テラス

謝辞

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。