

刈谷市立刈谷東中学校

「躯体の PCa 化による高品質な学校建築」

株式会社アール・アイ・エー 野々部 顕治

株式会社アール・アイ・エー 斎藤 慶太



写真 -1 吹抜けと一体のメディアセンター

1 はじめに

本計画は生徒数 600 名を超える中学校を運営しながら同敷地内で建て替えをおこなう計画である。建て替え計画は新校舎の建設、既存教室用途の変換、老朽化した校舎の解体を安全かつ効率的におこなうことが必要とされた（図-1）。設計においては新学習指導要領「生きる力」に則り、「高機能かつ多機能で変化に対応できる弾力的な空間」を目標とした。新校舎は学習・情報センター機能を担う 26,000 冊の開架をもつメディアセンターを中心に計画し、各教室は将来的に更新や可変可能なスケルトンインフィルの自由な空間づくりを目指した。既存の北舎は比較的新しい建物のため、内部のみ普通教室から特別教室へ改修工事を行い、新校舎と北舎を渡り廊下で繋いで一体的に利用する動線計画とした。

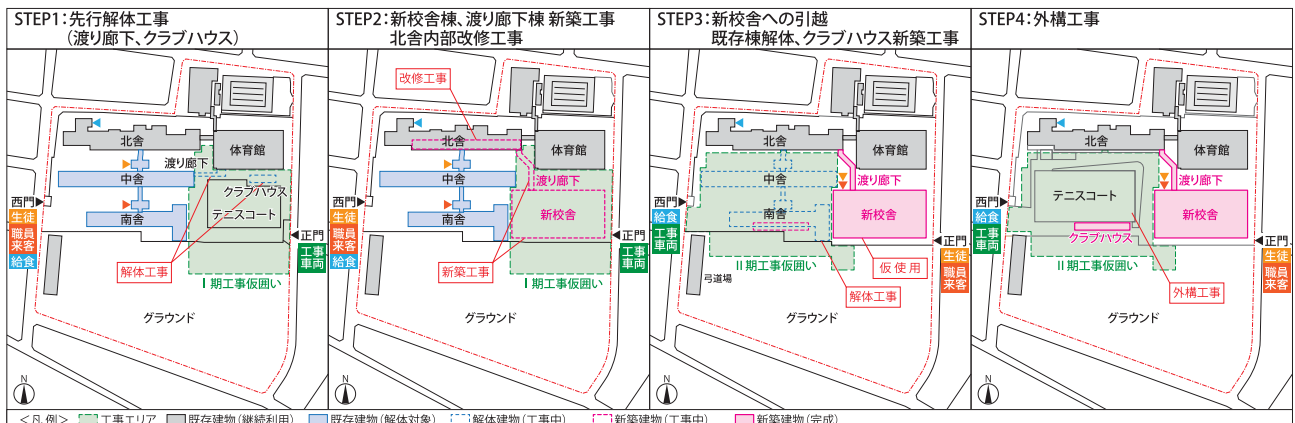


図-1 建替工程

2 建築計画

敷地は JR 東海道本線の逢妻駅から東へ約 400m に位置している。北に山池公園、東に民間の教育研修センターがあり、周辺には高い建物のない閑静な住宅街に囲まれている。敷地内には縄文土器が出土した「山の神遺跡」があり、学校の名所として現在も残されている。

新校舎は周辺の住宅街に馴染む 2 階建とし、外構は桜並木や東中プロムナードなど緑豊かに修景した。「山の神遺跡」から縄目文様をモチーフにした金属葺きの外壁を分節し周辺景観に馴染む計画とした（写真 -2）。新校舎は 1 階に管理・特別教室、2 階に普通教室を配置した明確なゾーニングとしている。中央のメディアセンターは吹き抜けに面しており、トップライトによる採光計画とし常に明るい空間とした。このメディアセンターは学習空間だけでなく、1・2 階ともに口の字型の廊下に囲まれており、生徒がどこからでもアクセスして利用できる交流空間としている（写真 -1）。また、普通教室は 2 階の南北に配置し、外壁側採光に加えてトップライトからの柔らかい光が各廊下側から取り入れられる 2 面採光とした（写真 -3）。室内は空調するため梁下レベルを天井面とし気積の少ないコンパクトな空間を目指した。階高の低い 2 階の教室ゾーンは圧迫感のない木製ルーバー天井とし木質化を図った。

3 学校建築の PCa 標準化への試み

学校建築は維持管理やコスト面から仕上の好みを別にして内部にコンクリート打ち放し仕上が多い。本計画も基本設計当初からコンクリート打ち放しによる内装計画を進めていたが、①冬季の躯体打設②型枠職人不足③学校や周辺への騒音という課題があった。特に本計画は狭い敷地での同位置建て替えのため、仮囲いと普通教室が近い場所で約 10m しか確保できない問題があった。

設計ではプランニングから工場製作でき高品質な PCa 化を意識して平面を徹底的にシンプルにすることを心掛けた。余分な型枠を起こさない統一した規格とし、階段や外壁は全て乾式とし、作りやすく品質の高い計画を目指した。また、柱スパン毎に教室が配置できなくても設計可能な方策として、設備スペースを木製建具内でシャフト化して、学校特有のスイッチなど操作系設備を躯体打ち込みの無い計画とした（写真 -4,5）。将来的に更新しやすい柔軟さを目指し、可能な限り予備スリーブを確保しシース管の干渉を考慮し検討をおこなった。



写真 -2 正門からの眺め

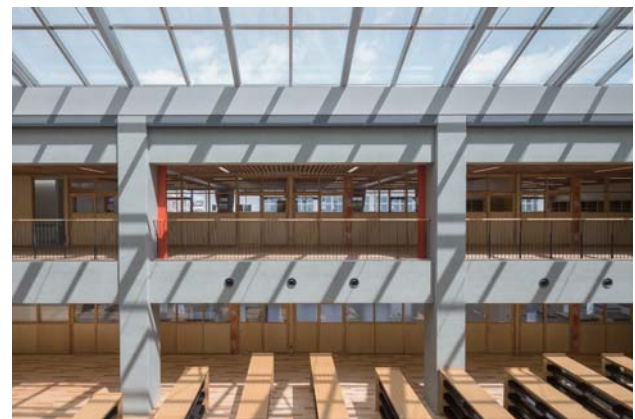


写真 -3 トップライトから教室への 2 面採光

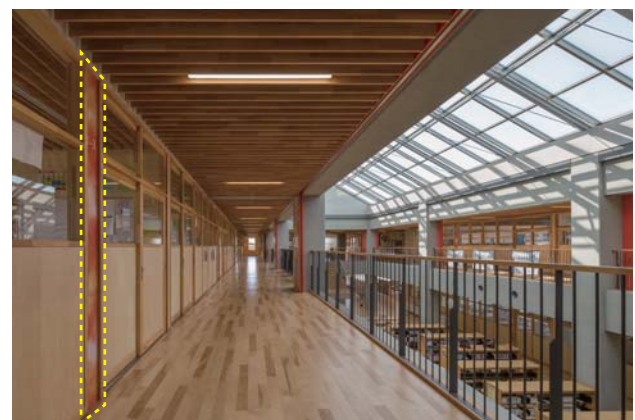
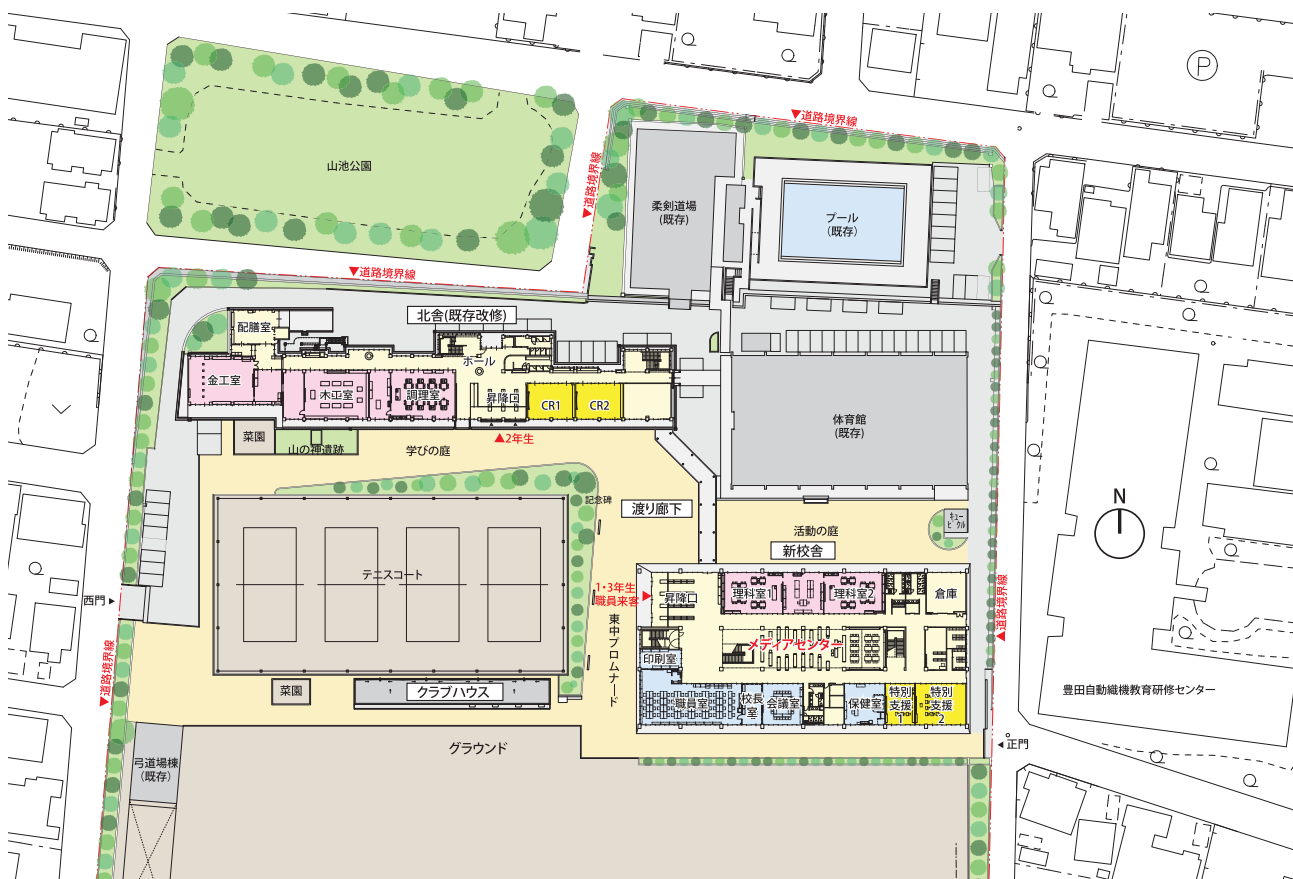


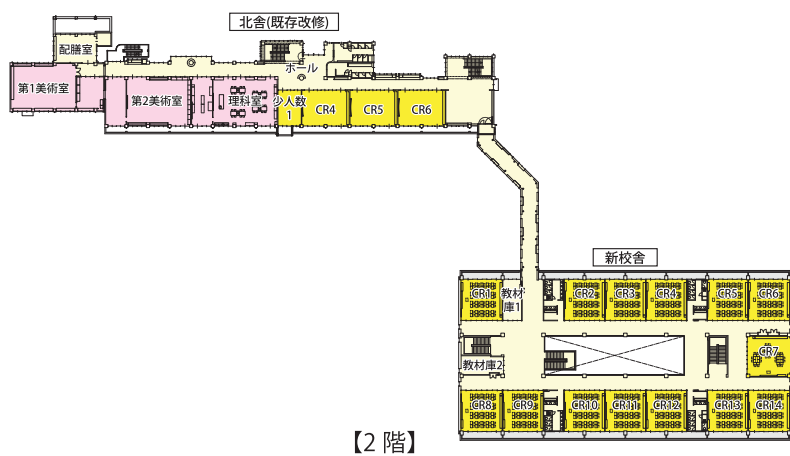
写真 -4 サインを兼用した木製設備シャフト



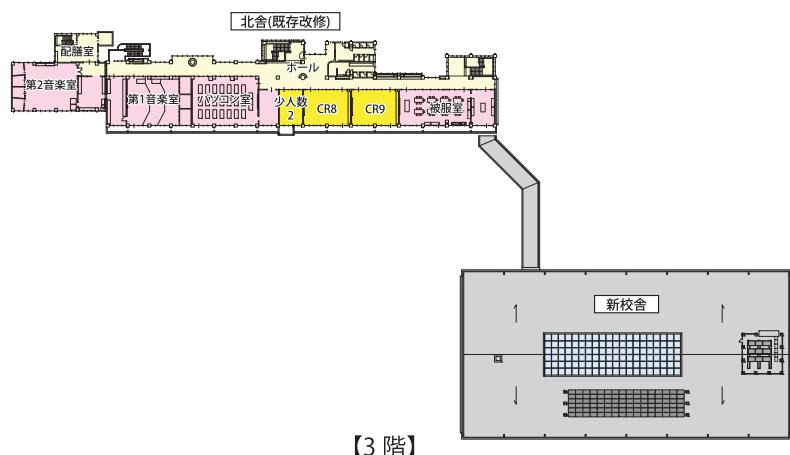
写真 -5 スパンまたぎに配置された普通教室



【1階】



【2階】



【3階】

図-2 平面配置図

4 建築概要

建設地：愛知県刈谷市山池町

主要用途：中学校

建築面積：4089.08 m² (新校舎棟)

延床面積：2257.74 m² (新校舎棟)

階数：地上2階建 (新校舎棟)

構造：PCaPC 造一部鉄骨造

基礎：杭基礎

設計：株式会社アール・アイ・エー

意図伝達：株式会社アール・アイ・エー

工事監理：刈谷市施設保全課

施工 (建築)：アイシン開発株式会社

施工 (電気)：城東電気株式会社

施工 (管)：中央プランテック株式会社

施工 (外構)：アイシン開発株式会社

PCa 工事：オリエンタル白石株式会社

5. 構造計画概要

・主架構の設計について

本建物の平面形状は、約 68m×約 32m の長方形である。建物の中央には、メディアセンターとなる吹き抜けが配置された平面計画となっている。

過去に数件の地方公共団体の学校建築の設計監理に携わる機会があった、その際、設計および施工上課題となる共通事項として、以下を挙げる事ができる。

- ①RC 在来工法で設計を行う場合、梁成を抑制するため教室と廊下側で 2 スパンとする必要がある。
- ②重要度係数 1.25 を考慮し設計する必要があるため、柱サイズ、梁サイズともに大きくなる傾向がある。
- ③近隣住宅などに隣接し、現位置建て替えが多い学校建築は、利用者や近隣に対して騒音が問題となりがちである。

特に上記①②は、近年の材料費の高騰および労務状況から考えると、コスト・工期の増加を招く要因となり、特に冬季の在来工法による工期の遅延は事業計画に大きく影響がでる。そのため、本建物においては在来工法とほぼ同コストで、建物を PCa 化することを試みた。

本建物の床伏図、および軸組図をしめす (図-3.4.5)。構造種別は、PCaPC 造の単一構造 (トップライト部分の構

造は鉄骨造) としており、X・Y 両方向ともに純ラーメン構造としている。床形式は HPC 床版による鉄筋コンクリートスラブとしている。

PCaPC 構造を採用することで、通常であれば、X 方向 8 スパン、Y 方向 5 スパンで計画する建物が、X 方向 8.5m の 8 スパン、Y 方向 11.5m、8.5m、11.5m の 3 スパン構成できることが特徴的である。前述の在来工法による教室廊下 2 スパンとする計画と柱本数を比較すると、18 本ほど低減していることになる。また、PCa 建築のメリットを生かしつつ、現場での管理の軽減を図るため、すべての梁幅は同じ大きさとし、柱材は外柱、中柱の二種類の断面で設計を行っている。PCaPC 柱は鉄筋をスリーブジョイントにより接合し、PCaPC 大梁は PC 鋼線による圧着工法で接合することにより、ドライジョイントの柱梁架構を実現している。スラブは HPC のボイドスラブにて計画を行い、8.5m×11.5m の無梁空間とし梁スリーブの低減および現場コンクリートの打設量の軽減を図っている。本建物構造計算は、設計ルート 3 を採用し、X・Y 方向ともに 1/100 変形時において、1.25 倍の耐力を確保する計画としている。

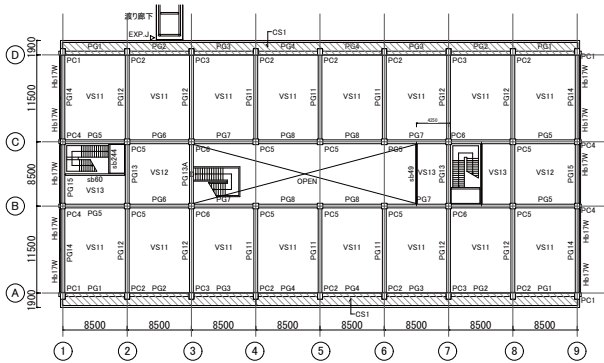


図-3 1・2階床梁伏図

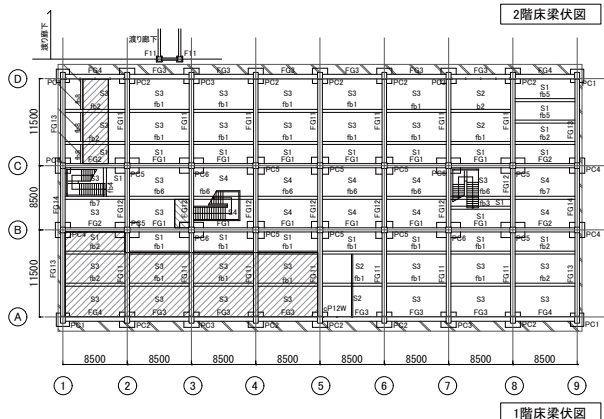


図-4 6通り軸組図

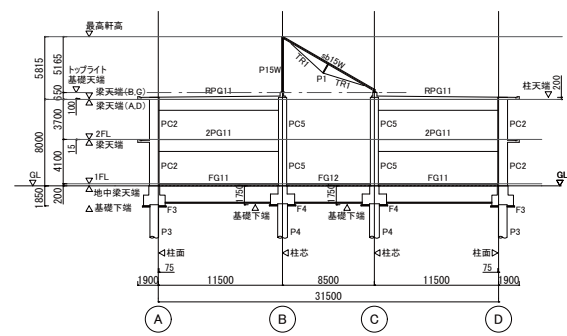


図-5 2通り軸組図

・階段の設計について

新校舎の階段は主架構と同様に工場製作できる安定した品質の乾式計画を目指した。

四周梁に囲まれる一般部の階段は鉄骨階段としたが、メディアセンターの吹抜け部分の階段は1階の採光と階段下部の空間活用が求められた。そのため踊り場部分に中柱を設けない片持ち形式の階段とし、吹抜け部分の柱梁との調和がとれ、環境振動に強いPCa階段とした(図-6)。このPCa階段は、立面的なトラス形状を利用し片持ちとして成立させている。計算はFEM解析を用いて応力と変形の確認を行った(図-7)。

長期荷重時における階段先端の変形量はコンクリート自重+積載荷重時において3.5mm程度であることを確認している。コンクリート自重のみでは、2.5mm程度であり現場施工時に計測した結果とほぼ同等であることも確認している。結果的に、スラブ厚を230mmとした開放的で浮遊感のある階段を設計することができた。PCa階段の仕上げは地元の愛知県産材の木材を採用した。コンクリートの重厚な質感に合わせて踏板は厚み100mmとし、薄いコンクリートと厚みのある木材の印象が調和するデザインを目指した(写真-7.8)。

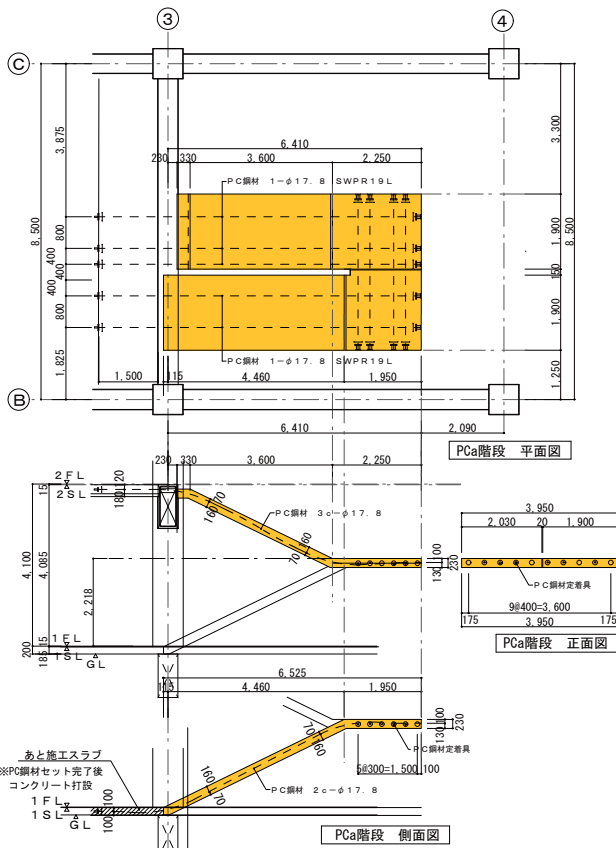


図-6 PCa 階段詳細図



写真-6 工場脱型時のPCa階段



写真-7 愛知県産材の木製踏板

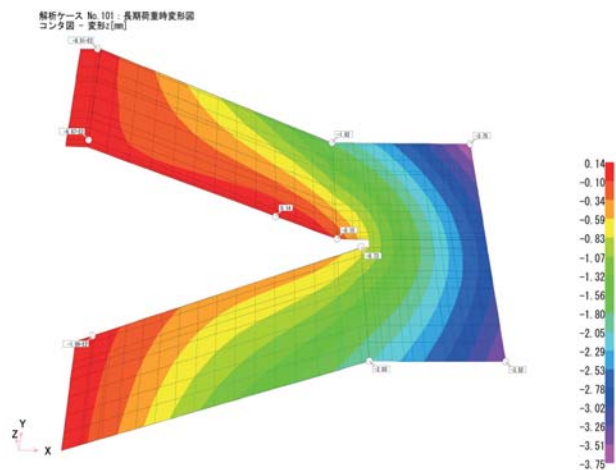


図-7 PCa 階段 FEM 解析 (変位図)

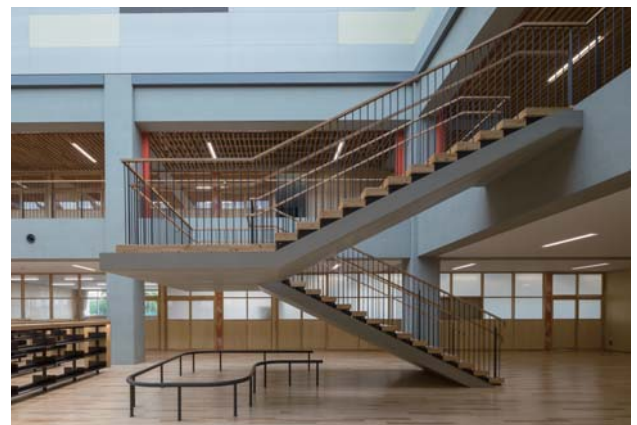


写真-8 吹抜けからみたPCa階段

6.PCa 部材の概要

本建物はシンプルで高品質かつ施工時の騒音の少ない乾式躯体計画を目指した建物である。それと同時に、コストメリットを出すために意匠・構造・設備が齟齬のないミニマム設計を目指し以下のことを行った。

- ①大梁は梁幅 500mm の一種類、柱はY方向見付け幅を外周柱：750mm、中柱：850mm の二種類とする。
- ②柱は 2 層一本の部材とする。
- ③設計時から設備スリーブに配慮し PC 配線計画を行う。
- ④床板をハーフ PC 化し現場配筋および現場打設コンクリートの省力化を行う。

さらに、PCa 柱・PCa 梁の接合を PC 鋼材による圧着接合によるドライジョイントとし、さらに床を含めた躯体をコンクリート系とし、部材の接合（鉄筋配筋）を簡易にしたことで、現場での配筋作業・コンクリート打設作業、PCa 施工の管理を大きく省力化する計画とした。

7.PCa 部材の製作について

PCa 部材は 2 箇所の別の工場にて、PCa 柱・PCa 梁と HPC 床版を各々製作を行った（図-8、表-1）。その部材製作時期は、冬季（11 月～2 月）の製作となっており、また本建物の柱梁はクリアー塗布仕上げを計画していたことから、極力コンクリート部材の白華がない部材製作を目指した。その対策として、脱型後の部材に保水養生テープを貼ることで、部材が直接空気・水分にふれないようにし、白華を抑制させることを試みた（写真-9、表-2）。初めての試みであるため、試験的に PCa 部材にテープを貼り、3 週間部材を屋外にて存置した結果、部材に白華は出ておらず、抑制効果が期待できることを確認し使用することとなった。

シートを剥がす時期は、仕上見付面は仕口など施工上必要最小限のエリアのみ剥がし、仕上げ工事直前に剥がすこととし、その他は現場搬入時にすべて剥がした。しかし、実際の施工に至った段階で架設時に梁目地部やブラケット用インサート部など、部分的に剥がした箇所からシート内部に水が浸入してしまうことにより白華が発生した。結果、表面に白華のみられた部分は補修を行った。シートを活用して補修のない仕上げ面を保つことには課題が残った。

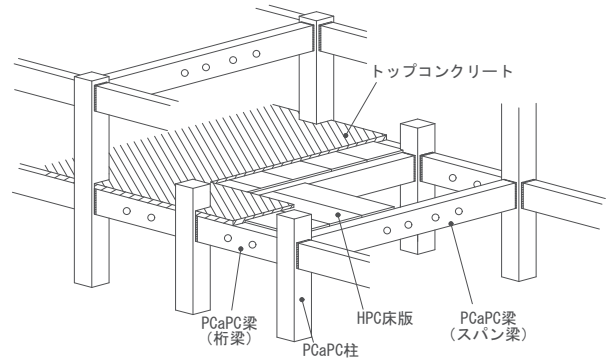


図-8 PCa 架構組み立てイメージ

製作部材	部材数	数量
PCa柱	36P	173.2 m ³
PCa大梁	112P	483.8 m ³
PCa階段	2P	6.2 m ³
HPC床版	198P	3417.0 m ²
HPC片持ち床版	68P	48.0 m ³

表-1 PCa 部材数量表



写真-9 PCa 部材のストックの状況（保水養生テープ）

項目	H26年11月			H26年12月				H27年1月				H27年2月				H27年3月		
	2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週	1週	2週	3週
図面作成・型枠製作	(H26.8.1週目～) 図面作成・型枠製作																	
PCa部材製作	PCa部材製作																	
1工区 3週り 7週り	1層							PC工事										
	2層								PC工事									
2工区a 7週り 9週り	1層																	
	2層																	
2工区b 1週り 3週り	1層																	
	2層																	

表-2 PCa 工事工程表

8. 施工概要

本建物は、現位置建て替え施工である。施工時には敷地北側に既設校舎があり、南側からのアプローチのみとなるため、建物南側に350tクローラークレーンを配置し、PCa工事の施工を行った(図-9)。

PCaPC工事において、東西方向の68m(8.5m×8スパン)の区間にプレストレスを導入するため、梁の軸縮みによるプレストレスによる不静定応力が発生する。そこで梁の軸縮みを少なくし不静定応力を抑えるようプレストレス導入区間を分ける工区分けを行った。その工区分け、施工順序は①I工区(3~7通り)→②II工区a(7~9通り)2層目→③II工区b(1~3通り)2層目→④II工区a(7~9通り)3層目→⑤II工区b(1~3通り)3層目の順で行った(図-10)。

PCa部材の緊張は、目地モルタル・トップコン(梁)の導入時強度確認後、本緊張を行なった。その緊張管理は、緊張計算書で予め算出した圧力と伸び量で管理し、伸び量が計算値の±5%以内の管理を行った。また、梁に関しては、トップコン打設後の本緊張であるため、架設後仮緊張を行い、施工の安全性を考慮した。

PCa架構の施工にあたり、PCa柱は、PC鋼棒と柱主筋で

接続するため、建物全体の精度は、基礎柱のPC鋼棒と柱主筋位置で決定する事から専用のテンプレートを製作し、高い精度管理をした。PCa柱が2層1柱(主筋:最大14-D25/本)であるため、建方精度が厳しく、レーザー距離計を使用し内法スパンの確保した。また、PCa大梁の架設は、PCa柱にブラケットを取り付けることで支保工を無くす計画とした。

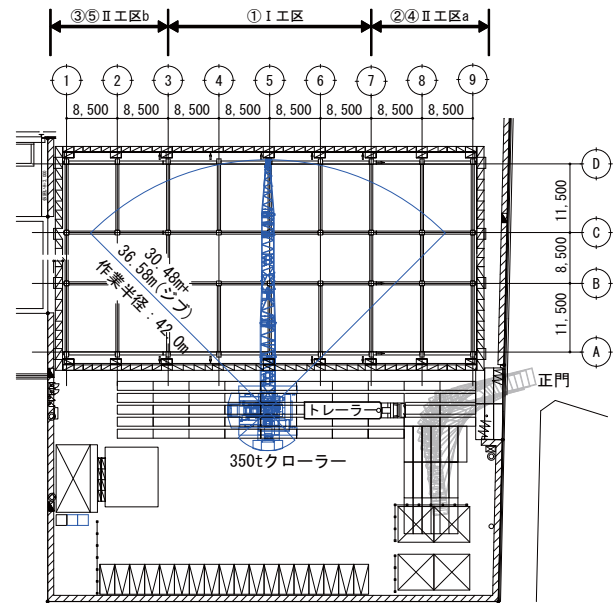


図-9 仮設計画図

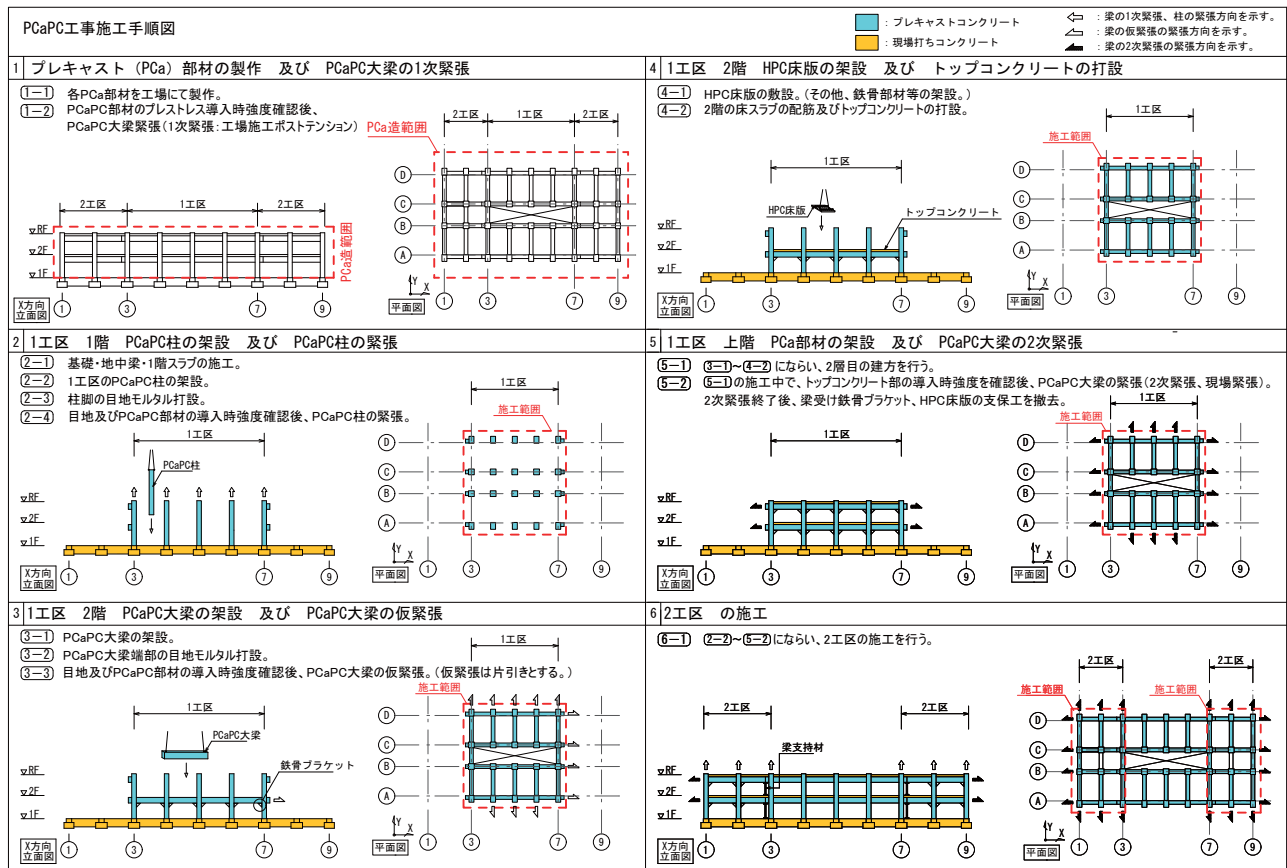


図-10 PCaPC 架設・緊張順序図

吹抜けに面した PCa 階段は、1 階～踊り場と踊り場～2 階の 2 ピースの床版を組み合わせた階段である。架設は I 工区施工時に行い、位置・レベルの調整は階段先端の踊り場での支保工にて行なった。PCa 階段の PC 緊張は、II 工区 b の 2F スラブコンクリート打設後に行い、踊り場部の版接合箇所を緊張後、踊り場～1 階・踊り場～2 階の緊張順序とした。その際、PC 鋼より線が短尺の為、2 回緊張力を導入する事により、定着時のロスの低減を行った。(写真-10)。



PCa 柱鋼棒設置



PCa 柱立て起こし



PCa 柱架設



PCa 柱緊張



PCa 大梁架設



PCa 大梁緊張



I 工区全景



PCa 階段架設



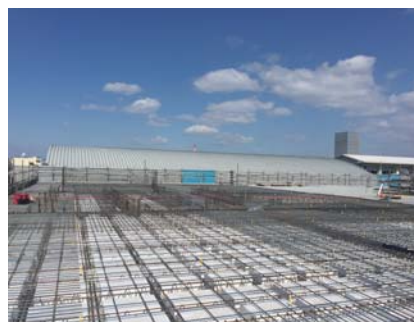
PCa 階段緊張



HPC 床版架設



HPC 片持ち床版
写真-10 施工状況



HPC 床版配筋状況

9. おわりに

本プロジェクトでは計画・設計・施工において多くの方々にご協力をいただき、学校建築の PCa 化の標準化が実現できたと考えている。特に設計段階においては構造分野にとどまらず建築・設備設計の進捗に常に製作性や施工性を踏まえた検証を行うことができた。施工段階では分離発注でありながら施工者の方々の連携と工事実態に応じた柔軟な調整により高い品質の学校建築が完成した。関係者の皆様方には深く感謝し、ここに御礼申し上げます。

※写真-1～5、7、8 撮影：(株)エスエス名古屋支店