

学校建築におけるプレキャストコンクリートの可能性について

-拓殖大学第一高等学校などの事例を通じて-

2004年7月15日

日建設計 設計室長

富樫 亮



fig.1: 拓殖大学第一高等学校の外観—外装は化粧打放しコンクリートとレンガタイル張り。PCは外部には表われていない。

■ 短期間で行われた高等学校の移転計画

本稿では、本年4月に竣工した拓殖大学第一高等学校を始め、我々の事務所で設計監理を行った学校建築の事例を基に、教育施設におけるプレキャストコンクリートの可能性について紹介する。

拓殖大学第一高等学校(以下一高)は、昭和23年の設立以来、56年に涉り花小金井駅前の校舎で教育活動を営んできたが、敷地が花小金井駅北口再開発計画の対象地域となったため、新しい校地を武蔵村山市に求め、新キャンパスを計画した。

再開発計画のスケジュールから旧敷地の引渡しは2004年3月がリミットであったが、諸般の事情から我々の事務所が設計プロポーザルによって設計者に指名されたのは2002年7月のことであった。

その後、約6ヶ月の設計期間と11ヶ月の工期という大変厳しい工程を経て、校舎・体育館・クラブ室など約2万㎡の校舎と、野球・テニス・ハンドボールなどの屋外施設からなるキャンパスを完成させた。

設計に際し、通常約14ヶ月必要な工期を3ヶ月短縮するため、設計に関わる工夫のひとつとして校舎の床板に全面的にプレキャストコンクリートを採用した。

一高のケースに限らず、学校建築は4月の新学期の開始に竣工を合わせるため、厳しい工期設定となる場合が多い。そのため施工面の工夫はもちろんであるが、あらかじめ短い工期で建設が可能な建物にしておくことは設計上の重要な課題である。

■ 構造体PC化のメリット

プレキャストコンクリート造(以下PC造)は、工場で製作し

た部材を現場に搬入し組み立てて、建築の骨格を創るもので、一般に学校建築で採用される現場打ちコンクリートに比べると寸法精度や品質・信頼性において勝り、現場での作業を削減できるなど多くの特長を持つ。その反面、若干高価であるなどの欠点もある。

そのため、PC の採用に当っては、その特徴を徹底的に生かし欠点を極力抑え込むように努めた。

新しく選ばれた敷地は、一部に高さ制限が掛かっており、建物高さを15m以下に押えなければならなかった。

限られた敷地の中に、クライアントから要請された様々な屋外体育施設を配置すると、校舎棟は4階建てにならざるを得ない。そのためできる限り階高を有効に使う必要があった。

1階床レベルを地盤面+100mmに設定し、屋上のパラペット高さを最小限500mm確保した残り14,400mmを4等分しても、階高は3,600しか確保できない。高等学校の一般的な普通教室に必要なスパン8~10mの空間を確保するためには、通常の RC ラーメン構造であれば900mm程度の梁成が必要であり、その場合梁下では2,700mm程度の天井高さしか確保できない。

現行法規では、教室の天井高3mはもはや絶対条件では無くなっているが、我々は空間としての教室の広さからは、天井高さは3m以上必要と考えた。

そのため、床構造には T 型断面、600mm梁成の PC 板を約2m間隔で設置し、トップコンクリートを打設して一体化させる計画とした。

一高の場合、建物外周の梁は下端を PC 梁に合わせた逆梁として、欄間からの自然光が充分室内に取り込めるようにした。こうした工夫により、天井高は3,200mm、梁下でも3,000mmを確保することが出来た。

2mのピッチは、梁の間に収容する天井直付け空調機の寸法から決定されている。

梁と一体になった床板は、床面内の剛性と鉛直荷重に耐えるだけの役割しか与えず、架構全体にかかる地震力は建物全体に分散配置した壁柱と耐力壁に負担させ、PC と周囲の梁との接合部は出来るだけフリーにした。

柱と梁が取り合っていないため、カーテンボックスは PC 梁の梁成の中に収まり、すっきりとした窓まわりになっている。

床構造を PC 化することで、階高の有効活用以外のメリッ

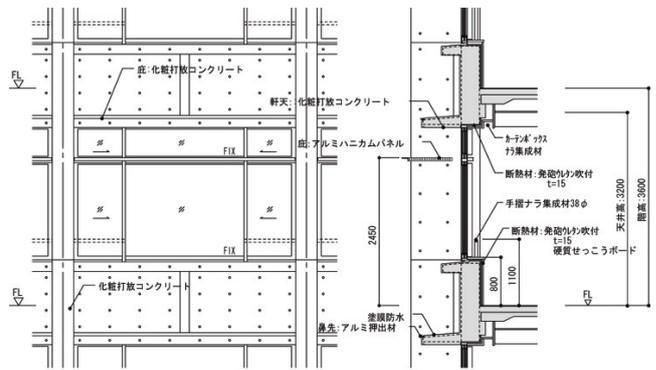


fig.2: 窓周り詳細図



fig3 教室内部: 天井が明るいのはライトシェルフからの反射のため



fig4: PC 梁と現場打ちコンクリートの取り合い



fig5: 窓周りの詳細

トとして、コンクリートを打設する手間を省くことはもちろん、型枠と支保工の組立・解体の手間も大幅に削減できる。この効果は柱や壁に比べ特に平面的な広がりを持つ床において大きい。

このことは厳しい工程で進む現場においては、机上での想像を超える様々な現場運営上のメリットを生んだと思われる。

■建築デザインへの展開

天井デザイン

PC は寸法精度に優れ、特に短いピッチで連続する繊細なスケールの梁が創り出すリズム感は、天井デザインに軽快感を与える。

本来であればPCを全て露出するデザインとしたかったが、人工密度が高く空間のアクティビティに溢れた学校建築では、高い吸音性能は不可欠であるため、吸音性を持った材料を併用することにした。

コンクリート面に吹き付けるタイプの吸音材は柔らかい印象の素材が多く、意匠的に硬質なコンクリートと馴染みにくかったため、岩綿吸音板による在来方式の天井を選んだ。

PC の天井面は隠されてしまうが、リブ状の梁の連続感を強調するため、梁際をスリットにして反射板の付いたトラフ型照明を仕込み、梁の側面も反射板に兼ねた半間接照明とした。

反射板付きのトラフ型照明器具は通常の埋め込み下面開放型照明器具に比べ若干安価であり、スリットを設けたことで天井仕上げの面積も少なくなり、総合的にはローコストで特徴のある天井となった。

■PC 型枠の精度について

照明反射板のように強い光が急角度で当たるような場合はPCと言えども製品精度が問題になることがある。

メーカー設計部と事前に入念な打ち合わせを行い、通常より厚い鉄板を使い、高い精度と剛性を持った型枠を作ったつもりだったが、梁形型枠の外側に入れた補強リブの溶接跡が型枠の内側に微妙な歪みとなって現れ、製品の側面にはっきりとその形状が刻印されてしまった。

塗装をすればかなり目立たなくなったが、コンクリートの肌合いを生かすデザインの場合は要注意である。意匠的に求められる精度は、構造上求められる精度を時としてけた違いに上回ることがある。



fig6: 工事中の教室-支保工は現場打ち部分のみに使われている。

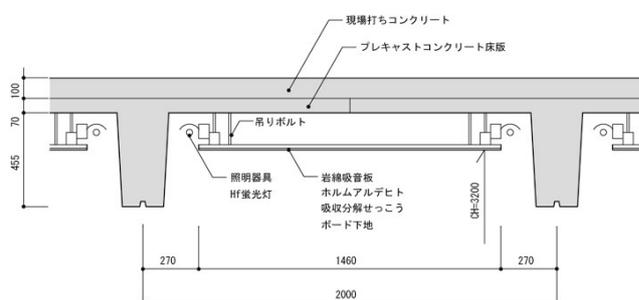


fig.7: PC 天井詳細図—吸音のため天井を張り、梁際に照明を設けた。



fig.8: 脱型した PC 床板



左 fig9 : 金属型枠の内側—補強リブの溶接跡が現れている。
右 fig10: 溶接跡が残ってしまった脱型後の PC 梁側面。

■アトリウム

生徒昇降口の正面には玄関ホールとして、縦横24m高さ15mのアトリウムを設けた。校舎中央の中庭に繋がって行く開放的な空間で、ここに入った瞬間校舎全体の構成や雰囲気が感じられる、生徒や教職員のコミュニケーションの場となっている。

この空間も、PC 梁を使って架構した。工場から現場までの道路の幅員や交通事情を調べ、トレーラーでの運搬が可能と判断し、24mの-spanを教室と同じT型断面のPC 梁で一気に架構することにした。

この規模の空間を作る際、現場打ちコンクリートの梁では大がかりな足場が必要になる。

組んだ足場は仕上げが終わるまで必要になり、足元の床仕上げやその他工事の動線の邪魔になる。梁をPC 化することによって足場を上部から吊ることが可能になり、こうした問題が解決した。

また、アトリウム部分だけは外部に面する柱もPC 化した。2階床から屋根まで立ち上がる3層分11mの高さを持つ独立柱である。

柱と梁をPC 化したことによって躯体精度が上がり、逃げの少ない繊細なカーテンウォールをデザインすることができた。ガラスが受ける風圧は柱とスチールフラットバーのキャンティレバーで受け、自重はガラスの下のコーナー部分で柱に直に伝えており、部品点数の少ないほとんどサッシュレスに近い収まりにする事が出来た。

■外部階段

各階に跨る階段状のテラスを繋ぐ階段もまたキャンティレバーのPC 板で製作した。工期や手間を省く効果はさほどでもないが、開放的なテラスに重量感のある階段を設けたくなかったためである。一方、金属製の階段では、印象が軽すぎて、周囲から浮いてしまうように思えたためもある。

PC 板の根元は現場打ちの壁を貫通して、プレストレス鋼棒で固定するために板厚をそれなりに確保したが、先端部は部材を軽く見せるため薄く削ぎ落とした。板厚の根元と先端の厚みの段差を使って金属手すりを固定した。床面はテラスの床仕上げに合わせたウッドデッキで仕上げ周囲との一体感を与えてある。

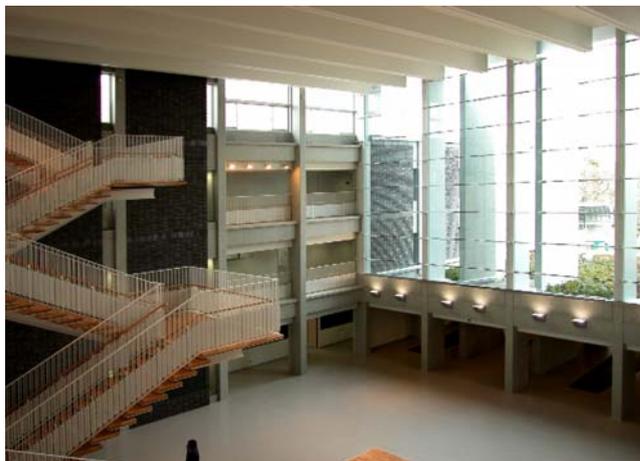


fig8: 開放的なアトリウム空間。右下が生徒の昇降口。



fig9: 工事中のアトリウム-大足場を架けることなく施工できた。

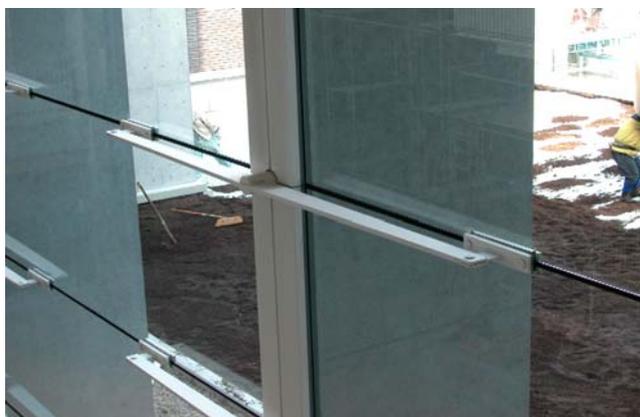


fig.10: アトリウムカーテンウォール詳細

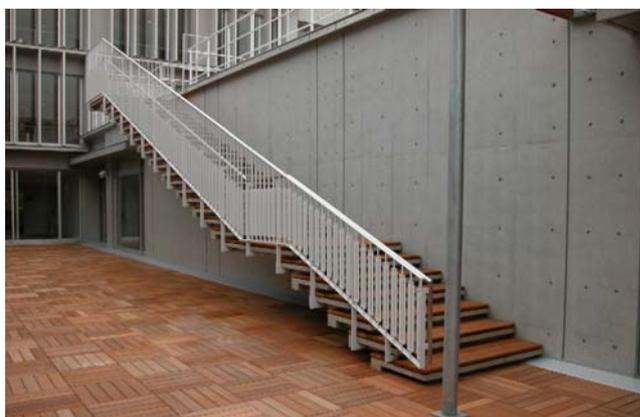


fig10: 中庭に設置したPC 階段—壁からのキャンティレバー。

■ 國學院大學100周年記念1号館

4期8年をかけて、渋谷キャンパスの全面的再開発計画を推進する國學院大學の1号館においても全面的に床板にPCを採用した。

採用の理由は一高とほぼ同じである。國學院大學の場合、敷地に15mの高さ制限は無いが、都心の中層住宅街に立地する校地であり、近隣に対する日陰を最小限に留めるため、階高に対する天井高比率を稼ぐ必要が生じたこと、やはり厳しい工期の中で精度の高い建築を創るためである。

PCの採用は一高同様床板のみに留まっているが、これは建築全体をPC化したのではコストが予算内に収まらないためと、柱、壁が現場打ちの場合、配管収まりや、現場での逃げがある程度効くからである。

國學院の場合空調はダクトによって新鮮空気を送る方式を採用したため、PC梁の間を一本置きに空調用ダクトと、照明ラインとして利用している。

空気のルートはPCのリブ内側に断熱材を貼り、岩綿吸音板で塞いだいわゆるコンクリートダクトで、空調工事としての金属ダクトを省略している。噴出し口に工夫があり、簡単な作業で個別に空気の噴出し量が調整できるようになっている。

■ R大学プロジェクト

工期的な制約から、床板に加え柱・壁までPC化する予定で計画中のプロジェクトである。

一高、國學院では教室が主要な空間であり、PCもワンストップでほぼ全体を計画できたが、R大学プロジェクトでは低層部に広い空間を収容するため、奥行き深い複数スパンの空間が必要となった。

スパンが連続するため、PCの梁成を応力に応じた曲線として、大空間の一体感と軽快な雰囲気を作ろうと現在検討を進めているところである。構造体に掛かる力をそのまま形に表すと、硬いコンクリートが有機的な生物のような表情を持ち始める。

■ まとめ

我々の設計室で学校建築へPCを採用した事例がここ数年で増えている理由の一つは、従前に比べPCが現場打ちコンクリートに近いコストで使用出来るようになって来たためである。

ここに述べた通り、学校建築にPCを採用する技術的、デ



fig11: 階段状になった中庭—階毎に違うシーンが広がる。



fig12: 國學院大學百周年記念1号館の外観



fig13: 1号館の天井—PCリブはコンクリートダクトと照明に活用。



fig14: 1号館の構造・空調設備システム—両者が一体になった教室

ザイン的なメリットは数多くあるが、経済的にも十分に採算が合うようになって来た理由は、PC を効果的に使う設計手法が PC 自体とその周辺技術の双方で成熟してきたためである。

同一形状の部材を極力繰り返し使えるようにする平面計画上の配慮や、PC の形状を単純化するための工夫、現場に支障なく搬入し組み立てる段取り等の有無で PC のコストは相当に変動する。

ここに紹介したプロジェクトは皆、設計段階でメーカーの設計担当者と繰り返し入念な打ち合わせを行い、着工後は施工者を交えてさらに詳細と施工手順を検討した結果実現したものである。設計者だけではこれらのプロジェクトを現実のものにすることは不可能であった。この場をお借りして、メーカー・施工者などこれらプロジェクトに関わってご協力いただいた方々のご努力に感謝させていただきたい。

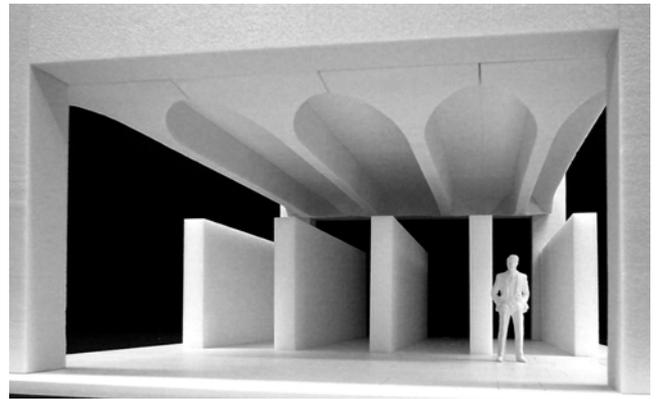


fig.15: R 大学計画—応力なりにデザインされた構造体の形。



fig.16: 拓殖大学第一高等学校の航空写真—緑化された屋上とウッドデッキの中庭がある校舎棟。右手奥は体育館とクラブハウス。