

レーモンドのファサードと短工期を実現した PC 大梁によるハイブリッド構造 — 南山大学名古屋キャンパス R 棟 —

中村 庄滋*¹・伊原 寿*²・田中 初太郎*³

南山大学名古屋キャンパスには、学校の歴史ともいえるべき開設当初からの伝統的な建物のデザインがある。このデザインは RC の柱梁・底やルーバー等の部材で構成されたファサードで、今日まで受け継がれている。

一方、今回の R 棟ではこの伝統的なデザインを受け継ぐと同時に、教室だけでなく解放的なアトリウムや大ホール等、多様な空間が求められた。また、傾斜地での大規模な地下工事を伴うことで、工期においても工夫が必要となった。

RC 部材で構成されたファサードとアトリウムやホール等のロングスパンの空間、短工期というこれらの課題を達成するために、各種構造の利点を組み合わせたハイブリッド構造を開発した。柱を SRC 造、大梁を S 造とプレキャスト RC 造とすることで、RC のファサードとロングスパンを両立している。また、短工期を実現するために、プレキャスト RC 大梁にプレストレス圧着工法を用い、その他の雑部材も PCa 化を徹底して、建方時の先行取付けに取り組んでいる。

キーワード：ハイブリッド構造、ファサード、プレキャストコンクリート造、圧着工法、短工期

1. はじめに

南山大学名古屋キャンパスは、名古屋駅から東に数 km の緑豊かな丘陵地に位置する。開設は 1964 年であり、建築家アントニン・レーモンドがキャンパスの総合プロデューサーを務めている。

レーモンドはキャンパスのデザインにあたり、土地の「記憶の再生」をコンセプトに敷地から出る赤土の色を校舎のメインカラーとした。校舎のファサードは RC 造の打放し柱・梁・壁・小庇・間柱・ルーバーなどで構成されており、梁や壁には赤土色が用いられている。このファサードは、キャンパスの統一デザインとしてのほぼすべての建物で採用されている（写真 - 1、2）。

このキャンパスは、1965 年に日本建築学会賞、2002 年には BELCA 賞ロングライフ部門を受賞し、耐震補強工事を経て今日まで愛される校舎として使われ続けている。

今回の R 棟は、別敷地にあった南山短期大学を南山短期大学部として名古屋キャンパスに移転することに伴い計



写真 - 1 キャンパスのメインストリート

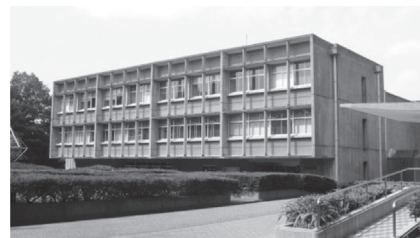


写真 - 2 図書館（レーモンド設計）



*¹ Shoji NAKAMURA

清水建設 (株)
設計本部



*² Hisashi IHARA

清水建設 (株)
名古屋支店 構造設計部



*³ Hatsutarō TANAKA

清水建設 (株)
設計本部

○特集／工事報告○

画された。建物のデザイン計画では、伝統的なレーモンドのファサードを受け継ぐと同時に、これからの未来を表すことがコンセプトとなった。同時に、地下の大ホールやアトリウムなどの大空間、傾斜地での大規模な地下工事を行いながら工期を満足するなど、構造的・施工的な工夫が求められた。

本稿では、これらの課題を解決するために開発したハイブリッド構造と、施工的な取組について報告する。

2. 建物概要

今回のR棟は「歴史と伝統」を重んじながら「希望と未来」を詰め込んだ校舎として、キャンパスの新しいシンボルとなるよう計画された。

平面形状はアルファベットのH形をしており、「歴史と伝統」を表すレーモンドのファサードの「外皮」から、「希望と未来」を表す現代的なガラスカーテンウォールの「内皮」が生まれ、一体化することがコンセプトとなっている。

建物の両サイドには教室が配置され、その渡り部分にはアトリウムや階段教室、地下には500人収容の大ホールが設けられている（図-1、2、写真-3、4）。

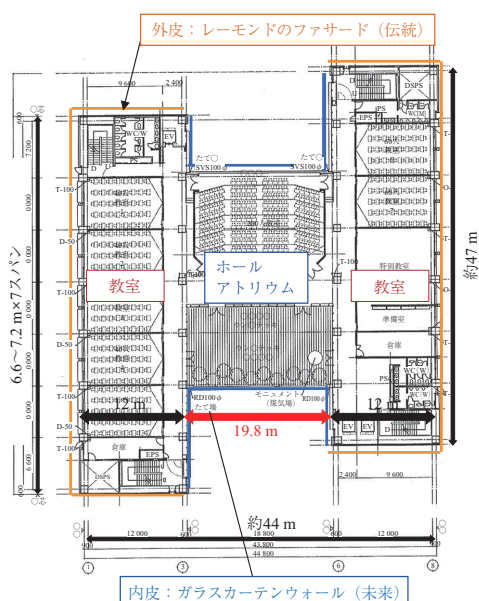


図-1 基準階平面図

所在地	愛知県名古屋市昭和区山里町
用途	教育施設
設計監理	清水建設(株) 名古屋支店 一級建築士事務所
施工	清水建設(株) 名古屋支店
工期	2010年3月～2011年2月
敷地面積	118 011.11 m ²
建築面積	2 403.25 m ²
延床面積	12 415.65 m ²
高さ	30.96 m
階数	地下1階 地上7階 塔屋0階
構造	ハイブリッド構造 (PC, RC, S, SRC) 直接基礎

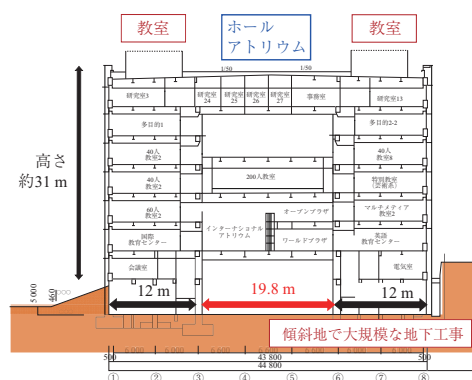


図-2 断面図



写真-3 外観（「歴史と伝統」を表す「外皮」）



写真-4 外観（「希望と未来」を表す「内皮」）

3. 構造計画

3.1 構造種別の検討

今回の建構造計画における課題は下記のとおりである。

① レーモンドのデザインの継承

RC造の打放し柱・梁・壁・小庇・ルーバー・間柱で構成されたファサード

② アトリウム・ホール部の19.8mスパンの無柱空間

③ 短工期（工期12箇月）

傾斜地での最大深さ10m程度の地下工事を含む

これらの課題を解決するために、各構造種別による性能・工期・コストの比較検討を行った。その結果、RC造ではスパンと工期、プレストレス造・SRC・SC造では工期、プレキャストプレストレス造ではコスト、S造では

デザインと構造の一致性に問題があり、従来の構造ではすべての課題を同時に解決することが難しいことが明らかとなった。

そこで、各構造種別の長所を組み合わせ、新しいハイブリッド構造を開発することで課題の解決を図った。

打放し SRC 柱とプレキャスト大梁で、レーモンドのファサードを構成する。ホール・教室の梁間方向は鉄骨梁としてロングスパンに（19.8 m, 12 m）に対応する。さらにプレキャスト大梁には、プレストレス圧着工法を採用することでフル PCa 化し、現場でもっとも煩雑となる梁の配筋・型枠作業を大幅に低減、工期短縮を行った。架構計画の概要を図 - 3 に、従来構造と今回構造の比較表を表 - 1 に示す。

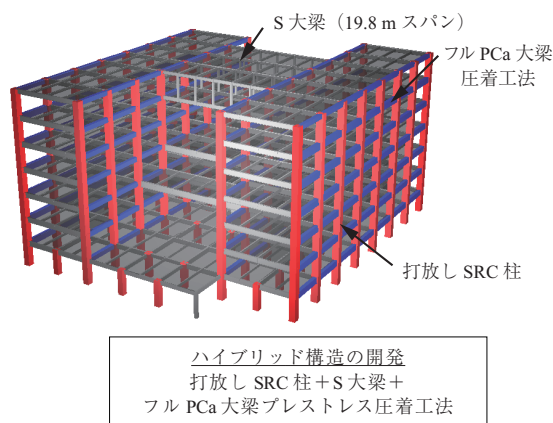


図 - 3 架構計画の概要

表 - 1 構造種別の比較

構造種別	工期	ロングスパン	コスト	構造とファサードの一致性	総合評価
RC 造	△	△	◎	○ (柱梁をファサードに用いる)	△
PC 造(在来)	△	○	○	○ (柱梁をファサードに用いる)	△
PC 造(PCa)	○	○	△	○ (柱梁をファサードに用いる)	△
SRC造・SC造	△	○	○	○ (柱梁をファサードに用いる)	△
S 造	○	○	○	△ (柱梁が PCa の飾り)	△
本ハイブリッド構造	○	○	○	○ (柱梁をファサードに用いる)	○

3.2 構造計画概要

架構伏図および軸組図を図 - 4, 5 に示す。また代表的な部材断面を図 - 6 に示す。構造形式は純ラーメン構造とした。X 方向の大梁（スパン 12 m, 19.8 m）はすべて鉄骨梁としている。SRC 柱はファサードを構成するだけでなく、高い剛性によって鉄骨大梁の変形を低減し、振動障害を防止することに寄与している。また、教室の廊下部分に集中する梁貫通スリーブの補強は、大臣認定の既製品を採用した。

Y 方向の大梁は、フル PCa 梁圧着工法とし、端部に SRC 柱の鉄骨と取り合うガセットプレートを設置することで、SRC 柱鉄骨および鉄骨大梁建方時にフル PCa 梁も同時に取り付けることとした。建方後は PC 鋼線を配筋して

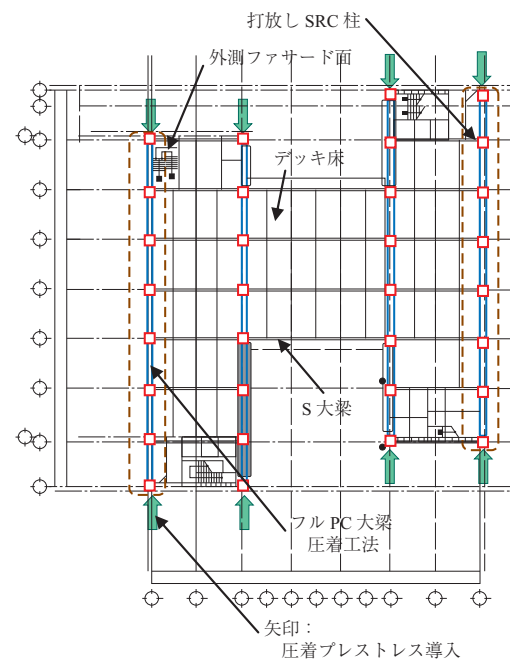


図 - 4 架構伏図

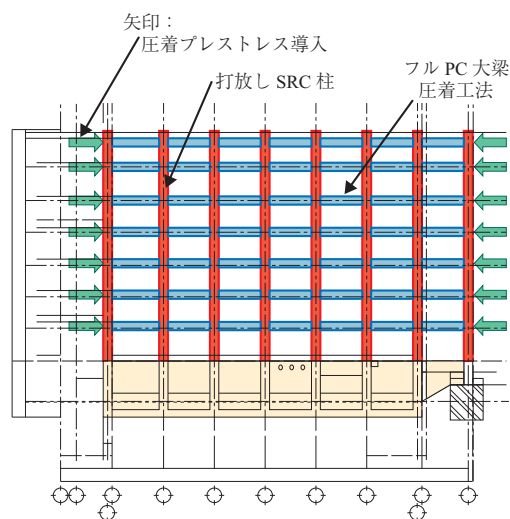


図 - 5 架構軸組図

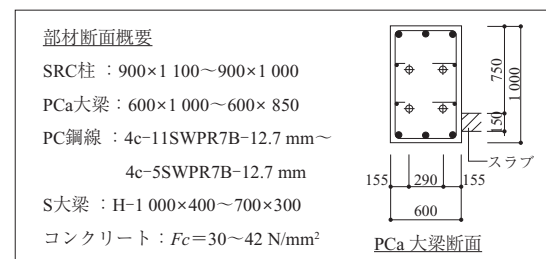


図 - 6 部材断面概要

緊張を行うのみとすることで、現場作業を低減し工期短縮を図った。大梁せん断力は基本的に緊張力による摩擦力で柱に伝達する設計としているが、建方用のガセットプレートで PCa 梁と柱鉄骨を緊結することで、想定外の応力に

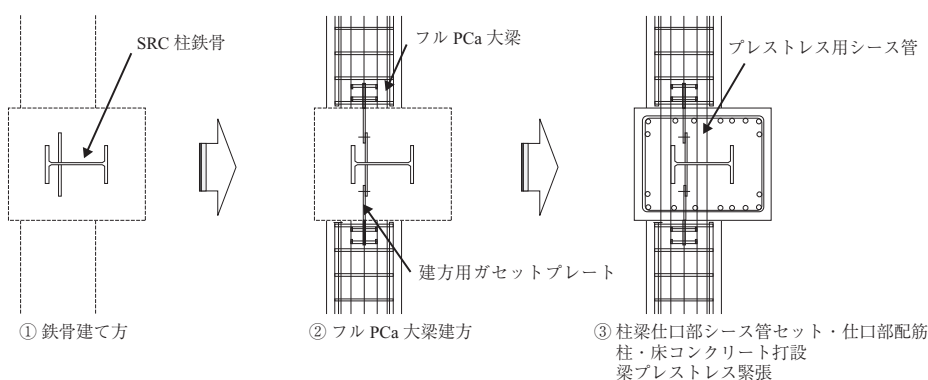


図 - 7 柱・梁の施工手順

対する接合部のフェイルセーフとしている。圧着工法の PC 鋼線は 4 本を標準とし、導入緊張力は梁 1 台あたり 4 000 ～ 5 000 kN 程度としている。

小梁は鉄骨、床は鉄筋先組デッキ床とすることで、現場での型枠・配筋作業を極力低減した。

図 - 7 に柱・梁の施工手順を示す。

4. 施工計画

4.1 ファサードの PCa 化

施工計画では、現場作業を極力低減することで躯体精度の向上と工期短縮を図った。

レーモンドのファサードを構成する外側の RC 部材は、写真 - 5 のように、大梁だけでなく妻壁・小庇・間柱・ルーバーもすべて PCa 化した。これにより、現場での型枠・配筋・コンクリート打設作業は SRC 柱およびデッキプレート床のみとした。また、SRC 柱の主筋・フープ筋も建方前に柱鉄骨に地組することで、現場での配筋作業を削減した。

屋上の PCa ルーバーはプレストレスを導入することでスパン 7m、厚さ 200 mm 程度の軽快なものとした。PCa 間柱はサイト PCa とすることでコストの低減を図った。

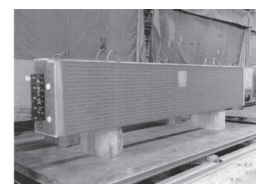
4.2 PCa 大梁へのタイル貼付け

PCa 大梁の仕上げは、キャンパス内の既存建物では赤土色の塗装が主だったが、本建物では維持管理性を考慮して赤土色のタイル貼り仕上げとした。タイルには敷地で採取される赤土を混ぜて焼くことで、レーモンドが提示したキャンパスのコンセプトである「土地の記憶の再生」を表現した。

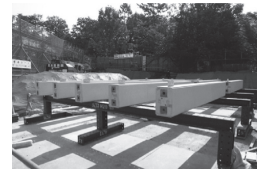
タイルは、PCa 大梁に工場で貼り付けることで精度・耐久性ともに高品質を確保した。施工に入る前に、工場貼りタイルの接着強度へのプレストレスの影響を確認するために、実際の建物と同じプレストレスを導入した実大試験体を作成して、タイル接着強度試験を行った。PC 梁へのタイルの貼付け方法はコンクリート打設時に同時に打込む場合と、コンクリートを打設した後に接着剤で貼り付ける方法がある。今回は、プレストレスによるひずみや乾燥収縮、クリープなどの検討を行い、PCa 梁コンクリート打設時期、材齢なども考慮したうえで、最終的にコンクリート打設後に弾性接着剤で貼り付ける方法を採用した。



PCa ルーバー (プレストレス)



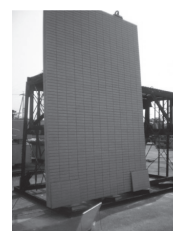
PCa 大梁 (タイル工場貼付け)



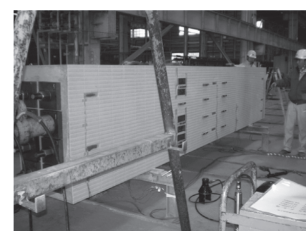
PCa 間柱 (サイト PC)



PCa 垂れ壁・小庇



PCa 妻壁
(タイル工場打込み)



実大試験体による
タイル接着強度試験

写真 - 5 ファサードの部材構成と PCa 化

4.3 建方時の先行取付けと施工時の検討

現場の施工では、建方時の部材施工取付けを徹底して行った。PCa 垂れ壁・小庇は PCa 大梁と地組した後に吊重・建方を行った。サイトで作成した PCa 間柱はガセットプレートで PCa 大梁と取り合わせることで、建方時に取付けた。屋上の PCa ルーバーは、SRC 柱鉄骨頂部に仮受けの

鉄骨サポートを設けることで取り付けた。結果としてレーモンドのファサードを構成する部材は、PCa 妻壁を除いてすべて建方時に先行取付けすることができた（写真 - 7, 8）。

また、今回の構造は、SRC 柱のコンクリート強度の発現および PC 大梁のプレストレス緊張を実施した後でなければ設計時に意図した構造安定性が発揮されない。そのため施工時の構造解析を行い、施工手順・仮設の検討を行った。建方中の構造安定性は、仮設ブレース（写真 - 6）を設置して確保した。仮設ブレースの断面は地震時の水平力に対して降伏耐力以下となるように決定した。仮設ブレースの鉄骨は、躯体工事完了後に屋上設備用架台に再利用することで廃棄物を削減した。また、SRC 柱コンクリート



写真 - 6 建方用仮設ブレース



写真 - 7 PCa 大梁と PCa 垂れ壁・小庇の揚重

と床コンクリートの打設順序を検討し、ロングスパンの鉄骨大梁に 20 mm 程度のキャンバーを盛り込んだ。

5. 施工状況

現場の施工状況を写真 - 9 ~ 17 に示す。躯体工事は最上階まで建方を行った後、下階から、柱梁仕口シーす管セット⇒デッキ床・柱梁仕口配筋⇒柱・床コンクリート打設⇒PCa 梁プレストレス緊張の順序で行った。外周部の仮設には機械式のクライミング足場を用いて、仮設材を削減した。躯体工事終了後は、PCa 妻壁・サッシュを取り付けるのみで外装工事は完了した。

構造計画時から施工計画と一体となったこれらの取組により、通常の積層工法と比べて約 2 箇月の工期短縮を実現することができた。また同時に PCa 化による高い躯体精度と品質を確保することができた。

6. おわりに

一般的にプレストレスト構造はロングスパンの梁に採用される。しかし本案件でのプレストレスト梁のスパンは 7m 程度である。今回の構造は、フルプレキャスト圧着工法の施工性の良さと、RC 部材によるファサードという建築デザイン上の要求がマッチしたことから発想された。さらに、SRC 造や S 造の長所と組み合わせることで新しいハイブリッド構造を開発することができた。

また、この構造の実現には、設計・施工関係者一体となった取組が不可欠であった。結果、工期短縮を達成し高品質

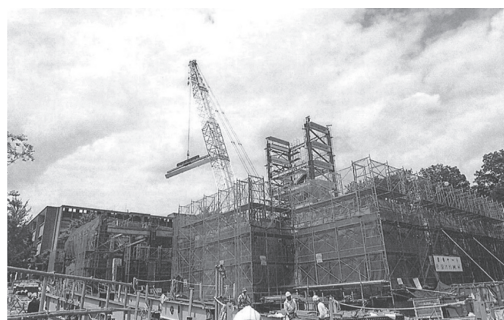
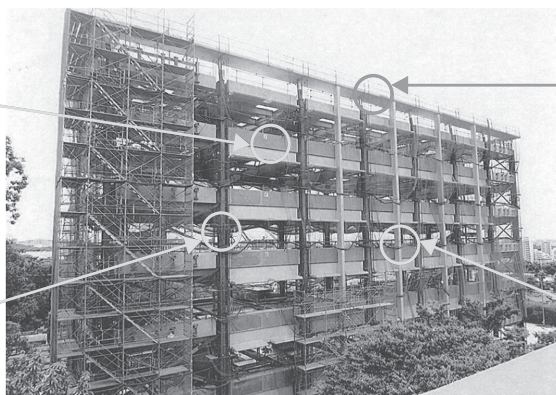


写真 - 9 敷地奥より建方開始



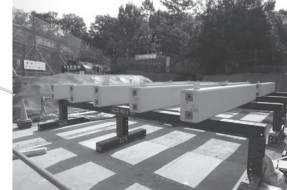
フル PCa 大梁と下り壁は地組



柱鉄骨に柱鉄筋を地組



プレストレスト PCa ルーバー



サイト PCa 化粧間柱

写真 - 8 建方時の先行取付け状況

○ 特集／工事報告 ○



写真 - 10 建方進行中

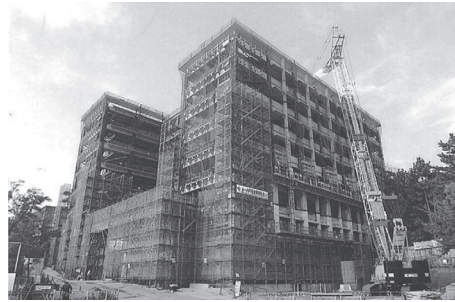


写真 - 11 建方完了

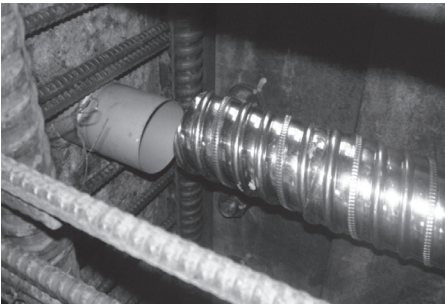


写真 - 12 柱梁仕口シース管セット

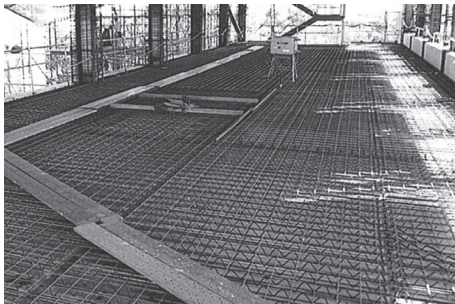


写真 - 13 デッキ床・柱梁仕口配筋

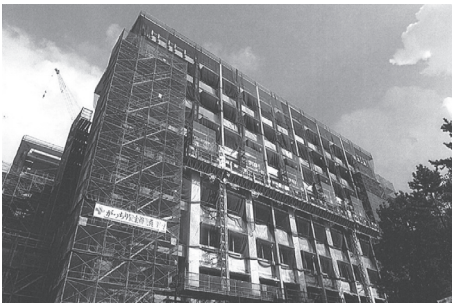


写真 - 14 柱・床コンクリート打設

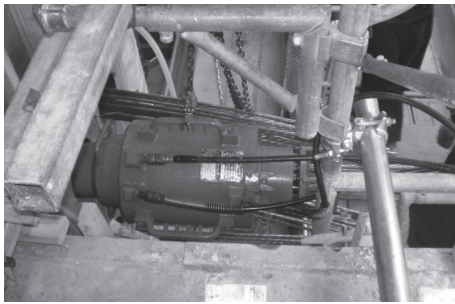


写真 - 15 PCa 梁プレストレス緊張



写真 - 16 PCa 妻壁の取付け



写真 - 17 サッシュを取付けて外装工事完了

質の躯体を造り上げることができた。

プレストレスト構造はさまざまな特徴をもつ。これを他の構造と組み合わせ、いろいろな可能性を探ることで、より

良い建築を生み出すことができると考える。

最後に本建物の設計・施工においてご協力いただいた皆様に深く感謝いたします。

【2013年6月3日受付】