

デザインの観点からの PC 圧着工法

金田 勝徳 *

1. 建築構造における PCaPC

プレキャスト・プレストレスコンクリート（PCaPC）構造が、鉄筋コンクリート構造を飛躍的に改良した構造システムであることに異論はない。元来多分に脆性的で塑性的な材料であるコンクリートにプレストレスを与えると、コンクリートがじん性的で弾性的な材料に変わる。結果的にPCは、鋼材に近い材料特性が付加され、耐火、耐久性の点では鋼材にまさる材料となる。さらにPCaPCは高強度で精度が高く、均一な品質が得られることなどから、鉄筋コンクリート（RC）とは異なる独自の構造材といえよう。

しかしこの優れた特性をもつPCaPC構造も、建築構造との関係となると、これまで必ずしも良好であったわけではない。要因として、PCaPCのコストがRCに比べると割高であることがしばしばあげられる。しかしそれ大きな要因は設計者の側にあると思われる。

建築に求められるものは多種多様であり、構造設計ではそれに応じて適正な構法、材料を選定して正しくうまく使いこなすことが課題となる。この点においてPC構造ないしはPCaPC構造は、設計者にとって他の構造方式に比較すると、難しく扱いにくい構法である。そのため構造設計者のPCaPCに対する知識も使い方も、中途半端なままになってしまっている。

一方、建築におけるPCaは、多くの場合カーテンウォール、間仕切壁などの仕上げ材として用いられるものと、構造材として用いられるものとに区別されている。日本において両者は、べつべつの発展経路を経て、その価格体系もメーカーも異なったものとして現在に至っている。このことは、建築家と構造設計者との関係を端的に表しているようと思われる。建築家には構造材としてのPCaの形状とか納まりには関心がなく、構造設計者には仕上げ材としてのPCaに口を出す余地がない。そこには相互不干渉を良しとする不文律があり、両者の間に一定の距離をおくことによってある種の秩序が保たれている。同様なことは、PCaの

分野に限ったことではなく建築設計全般にわたって見られることである。

これらのことが複合して、PCaPC構造が建築家から不自由で退屈な構造として無視される存在となっていました。優れた特性をもつPCaPCが、長らく建築構造を構成する要素として正しく認知されないのは、この点によるところが大きいのではないだろうか。

2. 建築家とPCaPC構造

ところが最近、建築家と構造設計者とのこの距離が明らかに短くなってきていている。建築家が構造方式とか構造の形態のあり方に強い関心を払い、それをそのまま建築的に表現する傾向が強まっている。一方構造設計者が、カーテンウォールをはじめとした仕上げ材の設計に関与することも多くなってきてている。同一部材が仕上げ材と構造材とを兼ねて用いられ、両者の境界が判然としなくなる場合も少なくない。

そうなると当然のことながら、建築におけるさまざまな新しい表現が構造をとおして追求されることになる。PCaPC構造に、このような現象の代表的な例を見ることができる。そこではコンクリートの形状の自由さを活かしながら、コンクリートがもつ素材としての美しさや、PCaPC構造におけるシステムチックな美しさが求められる。結果的にこれまでとは違ったPCaPC構造の性能が引き出され、新しいディテールが生み出される。そしてPCaPC構造のなかでもとりわけPC圧着工法は、もっとも設計者を魅了する構法である。なぜならPC圧着工法が、PCaの特質を最大限に生かした構法と考えられるからである。

建築家達がPCaPCに関心を向けることにより、これまでの慣習に従って漫然と行われていたこととは異なることが数多く要求されることになる。このようなことが現実に実施された例として、近年筆者等が設計・監理に関与したPC圧着工法による建築を以下に紹介する。

3. 建築構造とデザインの融合を目指して

3.1 埼玉県立大学

(1) 建築概要

所在地：埼玉県越谷市大字三宮

発注者：埼玉県

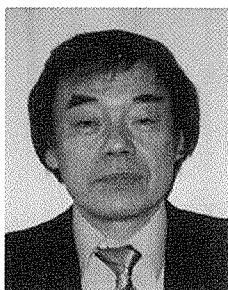
設計：建築 山本理顕設計工場

構造 織本匠構造設計研究所

構造計画プラス・ワン

施工：大林JV, 清水JV, 東急JV, 三井JV, 高元JV

PC工事：フドウ建研



* Katsunori KANEDA

(株)構造計画プラス・ワン

構造規模：地上 4 階，延床面積 54 080 m²

(2) 設計概要

埼玉県内の看護・福祉系の短期大学が統合され、併せて 4 年制大学も併設された新設大学である。看護ないしは社会福祉に携わる人材を育成するための大学であり、そこでは、専門分野を研究し学ぶことは当然のこととして、人と人との関わりを学ぶことも大切なことと考えられた。このことから、大学の施設を使用する人々の行動が相互に視認し合えるよう、できる限り視線を遮るものなくすことが意図された。

そこで視線を遮るものひとつである構造材の断面寸法は、最小寸法に抑えることとした。このため、長手方向のスパンを小さくするとともに、地震力のすべてを負担できる耐震コアを適切な位置に配置した。この結果、柱の断面寸法は 200×600 として、梁せいは 450（単位はいずれも mm）とすることが可能となった。この寸法は柱内の PC 鋼棒と、梁内の PC より線が配置できるとともに、スパン 10.4 m における梁に振動障害を発生させないための最小限



a) 外観



b) 内観

写真 - 1 埼玉県立大学

の寸法であった。またこれらの寸法は PC 圧着工法によらなければ不可能なものであった。

PCa 材には、コンクリート部材本来の美しさを際立たせるために以下のようなことが要求された。

- 1) 柱、梁のほとんどの部分を仕上げ無しの打放しコンクリートとする
- 2) 柱の隅部は限りなくアールのない直角形状とする
- 3) 部材接合部のクリアランスを 0 mm ないしは 10 mm 以下に抑える

これらは、いずれも PCa の製作上これまでにない困難な要求であった。これらを実現するため、PCa のコンクリート打設から、型枠脱型、運搬、建方、緊張工事、仕上げ工事にいたるすべての工程を通して、さまざまな検討と試行が繰り返された。また主体構造を PC 圧着工法とすることにより、与えられた非常に短い工期で竣工する同時に、現場打ちコンクリートにはない良質な打放しコンクリートを得ることができた。

3.2 東京大学先端科学技術センター

(1) 建築概要

所在地：東京都目黒区駒場

発注者：文部科学省

設計：統括 東大キャンパス計画室、東大施設部

建築 小嶋一浩+赤松佳珠子／C+A

構造 構造計画プラス・ワン

施工：大成・安藤・前田 JV

PC 工事：フドウ建研

構造規模：地下 1 階／地上 6 階、延床面積 7 049 m²

(2) 設計概要

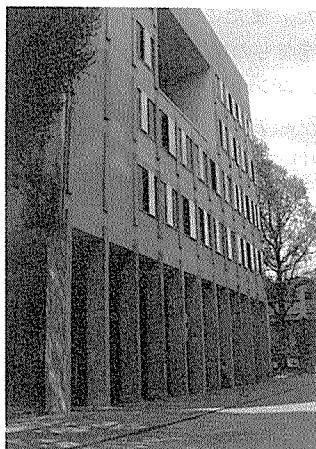
東京大学駒場キャンパス内の生産技術研究所（以下「生研」）に隣接した一角に、研究・実験のための施設として建設された。当初は鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）造として計画されていた。しかし、

- 1) 隣接する生研に壁面線を揃える
- 2) 周辺樹木を保存しながら、要求された必要床面積を確保する
- 3) 1 階吹き抜けピロティーの高さと各階の天井高さを確保する

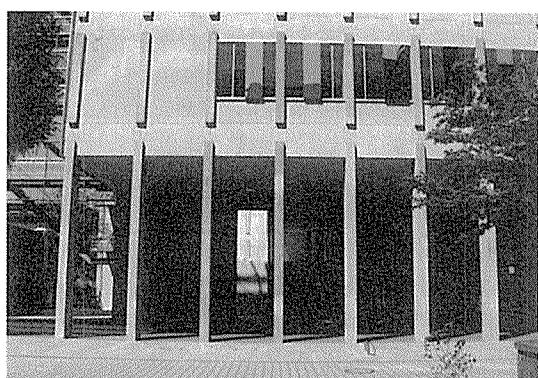
などの要件をすべて満足させるためには、柱・梁の中に鉄骨を入れられる大きさの断面寸法とことができなかつた。これらから構造を SRC 造から PC 圧着工法に変更した。

構造方式は耐震壁付ラーメン構造として、地震力の多くを連層耐震壁で負担するものとした。PCaPC システムは前記「埼玉県立大学」同様、床版と一体に製作された工場ポストテンション方式 PCaPC 梁と、各階ごとに分節された PCa 柱を組み立てたのち、柱内の PC 鋼棒に張力を導入する圧着接合とした。床版と一体になった PCa 梁部材の 1 ユニットの大きさは、部材運搬上支障のない幅 2.4 m、長さ 12.0 m とした。また基本的な部材の断面寸法は柱では 300×700、梁せいは 600（単位はいずれも mm）とした。

なおスパン 2.4 m の桁行き方向の梁と耐震壁は、RC 造としてディティールの簡略化と経済性の向上を図った。



a) 外観



b) 1階ピロティ

写真 - 2 東京大学先端科学技術センター

3.3 京都アクアリーナ

(1) 建築概要

所在地：京都市左京区西京極

発注者：京都市

設計：建築 京都市都市計画局営繕部

環境デザイン研究所、團紀彦建築設計事務所

構造 構造計画研究所、構造計画プラス・ワン

構造技術指導 日本大学 斎藤公男

施工：清水・東急・竹島・岡野 JV

PC工事：フドウ建研・黒沢建設

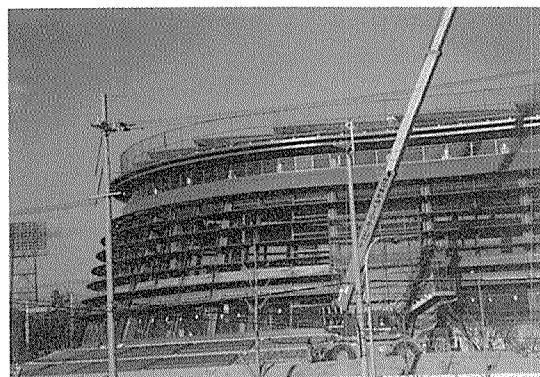
構造規模：地下1階／地上3階 延床面積 30 586 m²

(2) 設計概要

京都市西京極総合運動公園の中に建設された、屋内水泳競技場である。メインプール棟には50mの公認競泳用プールと飛び込み競技用プールが設けられ、冬期には屋内スケートリンクとして使用される。

メインプール棟は、建築形態が平面的にも立面上にも不整形な曲面形状であるため、構造方式がなんであれ難しい施工となることが予測された。そのうえ外周の柱が内側に倒れこむような形状であるため、RCで良好な構造躯体を構築することが困難であると判断された。これらのことから、地上部の主体構造はPC圧着工法が採用された。

形態が不整形でPCaには不適と見える架構にPCaPCを適用するために、主に以下のような点に留意した。



a) 外観



b) 内観
写真 - 3 京都アクアリーナ

- 1) 平面形状を4つの円弧で構成して、幾何学的な形状とする
- 2) 柱の倒れ角度をすべて同じ角度に統一する
- 3) 円弧方向の梁、床版を一体のPCaとすることにより部材点数を減らす

PC圧着工法は、困難と予測された施工を大幅に省力化し、工期短縮と良好な躯体工事を行うことにより大きく寄与した。

大屋根の構造は鉄骨造の張弦梁構造として、屋根架構の軽量化を図った。また大屋根と下部主体構造との境界部に、免震部材を配置して屋根免震構造とした。屋根免震構造は、地震動に対する屋根面の安全性ばかりでなく、下部主体構造を含めた構造体全体の経済性と安全性の向上を意図したものであった。あわせて、大屋根架構から下部主体構造へ伝達される温度荷重、風圧による水平力など、各種の外力による反力を低減を図った。

3.4 シマノ本社ビル ウエストウィング

(1) 建築概要

所在地：大阪府堺市石津北町

発注者：株式会社 シマノ

設計：建築 芦原太郎建築設計事務所

構造 構造計画プラス・ワン

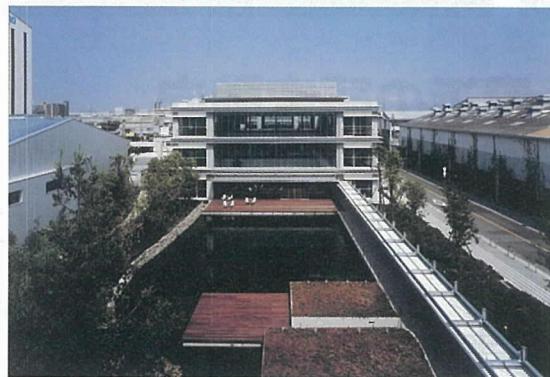
施工：竹中工務店・コーナン建設 JV

PC工事：フドウ建研

構造規模：地下1階／地上3階 延床面積 5 087 m²

(2) 設計概要

工場群に囲まれた一角に建てられた事務所ビルである。



a) 正面外観



b) ガラス外壁

写真-4 シマノ本社ウエストウイング

設計時に求められた構造に関する主な要件は以下のようないわくことであった。

- 1) 本社機能をもつ建築物であるため、耐久性に優れ、デザイン上本社ビルとしての風格を感じさせるものとする
- 2) 主な用途となるオフィス（1F）、設計室（2F）、大会議室（3F）は無柱大空間とする
- 3) 工事工期は十ヶ月とする
- 4) 大地震直後も本社機能を失うことなく使用できる

これらを満たすため、構造はPC圧着工法と免震装置を組み合わせた免震構造とすることが最適であると考えられた。大空間は20mの大スパン構造として、その両側にスパン5mの小空間を連続させることとした。この小空間には打合せ室、小会議室の他に便所、湯沸し室、倉庫などのユーティリティーが配置された。

PCaPC構造と免震構造との組合せは、以下のような効果をもたらした。

- 1) 上部構造に作用する地震力を低減することにより、大スパン架構を比較的容易に実現する
- 2) 両側5mスパン部分をキャンティレバーとして、基礎部の支持点を集約することにより、低層建築物でありながら十分な免震効果を得るとともに経済効果を得る
- 3) PC圧着工法において懸念される地震エネルギー吸収

能の低さを、免震部材で補完して地震に対する安全性を向上させる

この他にPC圧着工法は、SRC造では不可能な短工期内の竣工を可能とした。また層間変位量の少ない免震構造は、サッシュのない大きなガラス外壁を可能とした。

4. PC圧着工法の今後

これまでPCa造が合板型枠の高騰のたびに、RC造の一時的な代用品として用いられたり、現場打ちコンクリートが困難な個所のみに用いられたりしてきた。しかしこれまで紹介した事例のように、密度の高いデザイン性をもったPC圧着工法による建築が数多く実現しつつある。これらの例はいずれも、PC圧着工法と他の構法とを組み合せることにより、より合理的な構造システムとして構築されている。そうした点でこれらの建築は、それまでとは異なる方向性をもった建築として捉えることができる。一方ではRC造では不可能と思われる複雑にデザインされた形状をもった、PCa造の建築も最近見ることができる。建築におけるPCaPC構造が、長いトンネルを抜け出て、その使われ方に変化を見せながら多様に広がってきていている。

さらには、自然環境保護、建設現場からの廃棄物の減量、建築物の高耐久化、減り続ける現場労働力など、社会からの要請と情勢の変化にともなって、PCaPC構造が独自の分野を開拓している。この現象はかつて見られたような、一時的ないしは部分的な間に合わせのものではなく、もはや引き返すことのない確かな流れとして感じられる。

しかし一方では長引く不況で建設業界全体が疲弊している中、PC業界もその例外ではない。一部にはPC構造にまつわる技術の継続、伝承すら危ぶまれている。いうまでもなく、企業が合理化を前提としたうえで正当な利益を得ることができなければ、産業として生き残ることはできない。

たとえば冒頭に述べた、RCと比較されるコストの問題にしても、現状の発注方式と工事費の構成における不合理性を変えただけでも、事態は改善されるのではないか。RC造の場合には施工会社が行っている躯体工事に関わる仕事の多くを、PCa造ではPC専業者が行っている。また多くの場合、PCaは工期の短縮をもたらす。これらの点が明確にコスト面に評価され、反映されるシステムができていれば、RC造のほうがどんな場合でも安いということにはならないと思われる。あわせてコストの単純比較ばかりではなく、発注者が、PCaPCのもつさまざまな価値を正当に評価できるシステムを確立することが急務であろう。現状のように直接工事費を積み上げて、それに論理性の乏しい「経費」を上乗せした工事金額から、結局「坪単価がナンボ」だけで判断される建設コストのあり方に強い疑問を感じる。

なにかと課題の多いPC圧着工法ではあるが、これからますます必要不可欠な構造となるであろう。同時に建設業界全体が体質の転換を迫られ、正念場を迎えて久しい。この機会を逃すと、PC圧着工法がもとの暗いトンネルのなかに引きずり戻されてしまうのではないかという危惧が、杞憂に終われば幸いである。

【2003年5月1日受付】