

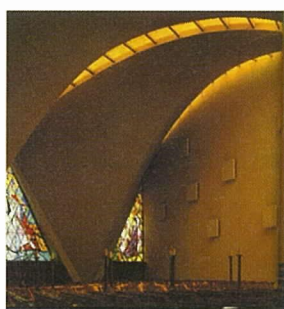
「強」と「用」と「美」と —プレストレストコンクリート構造の可能性—

陶器 浩一*

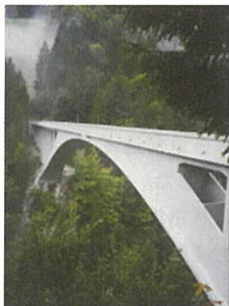
1. はじめに

空間を構成する材料にはそれぞれの特性、そのものもつ本質的価値がある。素材のもち味をいかんなく発揮することによって活かされた空間は美しい。

コンクリートという素材は



サンタ・モニカ教会 (キャンデラ)



サルギナトーベル橋 (マイヤール)



サン・ヴィセンテ・デ・パウルの礼拝堂 (キャンデラ)



グッゲンハイム美術館 (フランク・ロイド・ライト)

写真 - 1 面的・連続的な三次元の構成

- ・可塑性のある材料であり自由な造形が可能である。
- ・部材の組み合わせでなく連続した面としての STRUCTURE を構成できる。

という特徴をもつ。そのもちあじを活かした空間は柱や梁などの部材による構成よりも、面的・連続的な三次元的な構成の中に見ることができる。

また、“引張に弱い”“現場作業が多く工業化に不向き”という RC 構造の弱点を補うプレストレストコンクリート構造はコンクリートのもち味をより活かして多様な空間を演出できる。

連続体としての構造のもち味を活かした架構形式として、筆者らは「箱構造」を提案し、実践している。この「箱構造」による空間構成を中心に、コンクリートという素材の特徴を活かした、空間創造、形態創造、機能創造について考察する。

2. 面としての STRUCTURE “箱構造”

「箱構造」とは、建物を柱、梁、壁、床、と要素ごとに捉えるのではなく、建物全体をひとつの連続した面としての構造体「箱」としてとらえる概念であり、コンクリートという素材の特性を活かした空間構成である。建物のすべての部分が応力化され、それが空間形および機能と結びついたものである。

この「箱構造」による空間創造の利点としては、建物に求められる内部空間の機能を“閉じた系”で確保しつつ、ひとつの頑丈な箱であることを利用した空間構成で周囲との共存と調和を考慮した外部環境を創出する、ということが挙げられる。

現在の都市は多様なものが混在して成り立っている。多

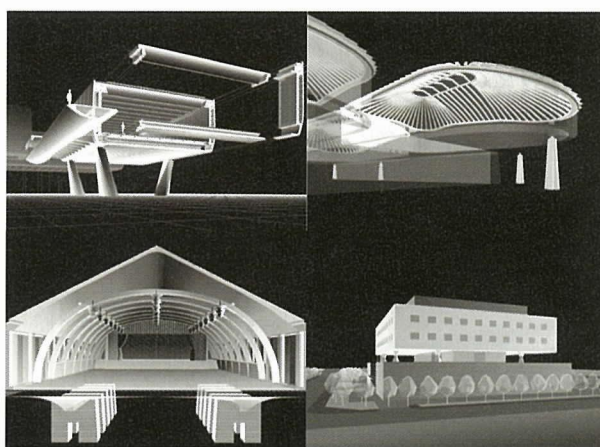


図 - 1 箱構造による空間創造



* Hirokazu TOKI

日建設計大阪

様なものが混在しあうのは都市の必然である。強制的につくられた秩序ではなく、無秩序な混乱でもなく、全体との調和を保ちつつ、個が生き、自由に表現できる都市こそが、新しい価値を創造できる都市となる。

「箱構造」を用いて内部空間の機能の確保と周囲との調和を図る手法について実践事例をもとに考察する。

紹介するのは、史跡公園に建つ美術館および住宅地に建つ研究所で、それぞれ「箱構造」により建物を浮かすという手法により、前者は敷地の持つ歴史・自然環境に適合しつつ美術館としての必要な機能を、後者は周囲の住宅地にたいして圧迫感を抑えつつ実験施設としての機能および豊かな研究空間を実現した。

2.1 敷地のもつ歴史・自然環境に適合しつつ美術館としての必要な機能を満足させた建物

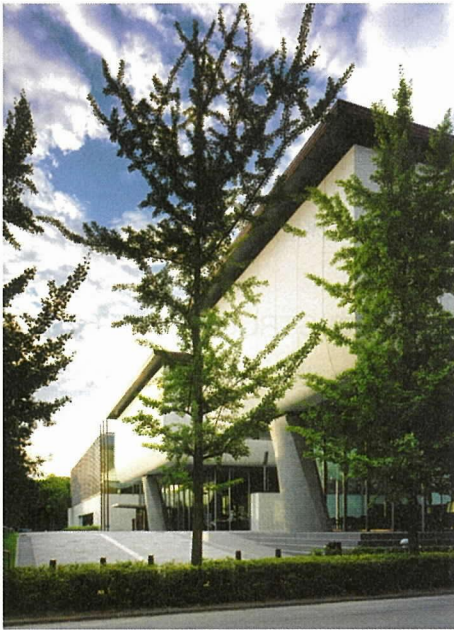


写真-2 愛媛県美術館

a) 建物計画にあたっての条件

この建物は、国の史跡である城跡に建つ美術館である。国の史跡内という特別の地に位置するため、景観・環境に対して十分に配慮することと、それに加えて敷地内に存在する江戸時代の遺構を保存することが必要であった。美術館という施設も、史跡と共存した自然公園においては、あまり好まれるものではない。美術館としての機能を確保しつつ、この歴史環境のなかにいかに建物を調和させるか、が計画にあたってのコンセプトであった。



写真-3 自然の中の美術館

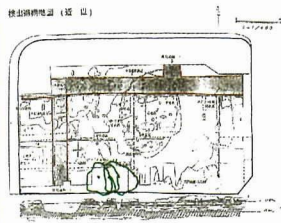


図-2 敷地内で発掘された遺構

b) コンセプトの構造的理解

この美術館では空間構成として建物を宙に浮かして3本の柱で支えることを計画した。

なぜこのような計画をしたか。理由は2つある。

1つ目は自然を護るため。建物が建つことで豊かな自然環境を分断されることを避けるため、自然の中に点在する緑の中に浮いたような印象の建物とすることを計画した。

2つ目は遺跡を護るため。敷地を縦横に横切る形で発掘された道路敷跡を尊重し、土の中に埋まった遺構を守るために建物のコーナーに柱を立てたくない、という理由で3本柱で建物を浮かすという計画をたてた。

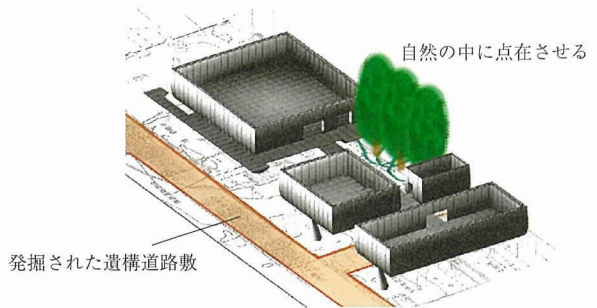


図-3 空間構成コンセプト

そして美術館の機能としてとても大事なことに美術品を守るということがある。

展示室内の環境は、外気によって変動することのない「恒温恒湿」が求められる。このため、壁版を断熱材をサンドイッチした二重構造板とし、いわゆる「蔵」のような環境となることを目指した。また、床を二重構造とし、その間の空間を空調のチャンバーとして計画した。

二重壁・二重床とすることにより高断熱性と大きな熱容量を確保し、非常に負荷が小さく温度変動の小さい展示環境を実現した。

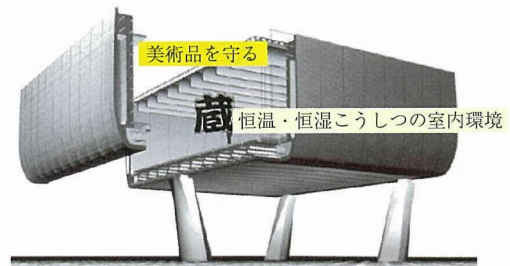


図-4 二重の箱で美術品を護る

c) 空間構成のための架構の選択

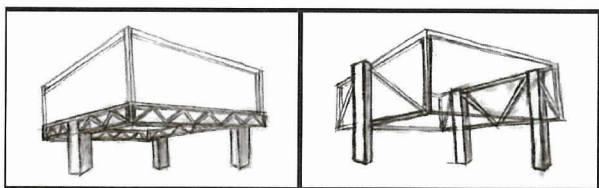
—「閉じた箱」は強い！—

この一見不安定な3本足で浮いた建物をいかに成立させるか。ここからが構造設計の醍醐味である。

まず考えられる手法は3本足の台をつくりその上に建物を載せるという案だが、これだと非常に大きな土台が必要となる(図-5左)。

3本の主塔を建てて、床を吊るす案もあるが、吊り構造

と緑の中の美術館のイメージが合わないし、また、蔵としての機能と吊り構造も機能上合致しない(図-5右)。

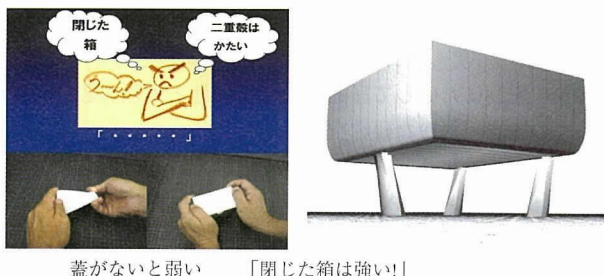


台をつくり建物を載せる? 主塔を立てて吊り下げる?

図-5 三本柱で建物を浮かす・・・??

そこで考えついたのが、この建物は美術品を護るための“二重の箱”であるということである。箱というのは蓋がないと非常にたよらないものであるが、蓋をして閉じた箱とすると頑丈な構造になる。「閉じた箱は強い!」これを活かさないか。つまり建物を床、柱、梁、壁などの構成として考えるのではなく、建物全体を1つの箱と考えようと、箱全部を1つの構造体と捉え、その箱を3本の独立した柱で支えようと考えた。

建物を一つの箱として考える、「箱構造」としての概念は、コンクリートのもち味を活かした考え方である。



蓋がないと弱い 「閉じた箱は強い!」

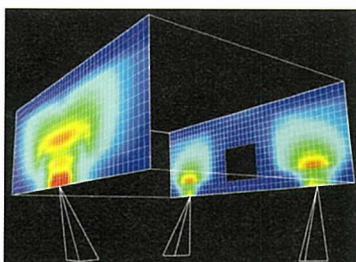


図-6 箱全体で力を伝える

e) PCa 構造の選択

次の課題はこの箱をどのようにしてつくってゆくかである。複雑な形状をもつ二重核の構造はプレキャスト構造として組み立ててつくことにした。

この工法を採った理由はPC構造の一般的な特徴である工期の短縮・現場作業の省力化・熱帯木材型枠使用の抑制・躯体の高品質化もあるが、それ以上の大きな理由となったのは次の2点である。

- ・美術館の特徴ある形状の精度確保と美しい曲面打ち込みタイル壁の実現
 - ・美術館の最大の課題であるコンクリートから発生するアルカリガスの早期低減化
- 建物を幅 1.8 m でユニット化したパーツでつくる。複雑

な形状の壁も工場で寝かせてつくれば簡単につくることができる。それを現場に持ち込んで、クレーンで吊り上げてセットし、並べた版に鋼線を入れて縦・横方向に縛り込んで、箱が完成となる。

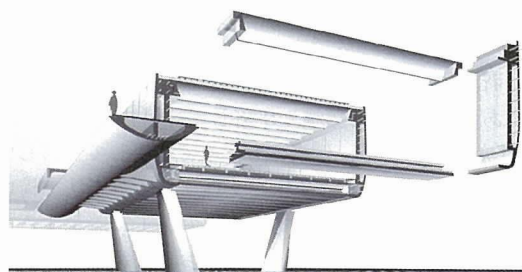


図-7 幅 1.8 m のパーツで構成

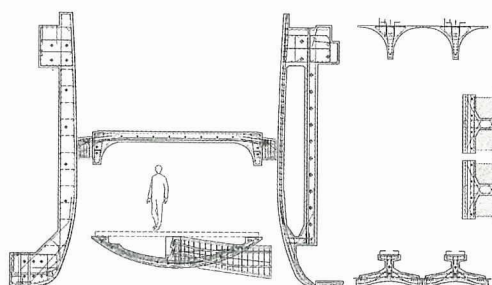
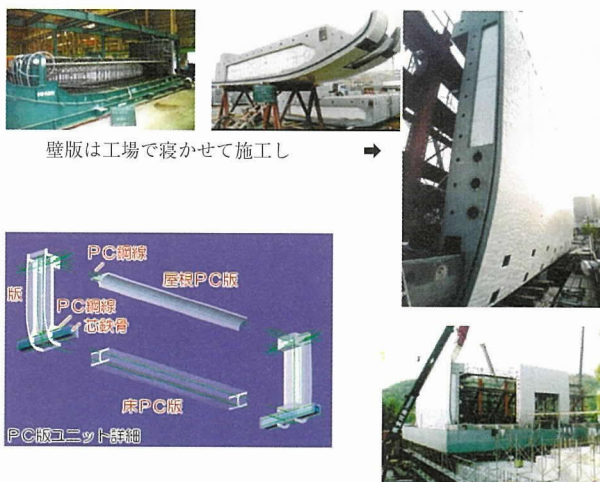


図-8 PCa 版構成図



壁版は工場で寝かせて施工し

クレーンで吊り上げ鉛直にセット



鋼線で縛る

ユニットを順次並べて

図-9 “箱”の構築手順

工場における型の段階で複雑な表現を盛り込むことができるため、独特の曲面壁と船底形状の軒天井とを実現し、お城の歴史景観と融和した独特の存在感を出すことができた。また、プレキャスト化することによって、通常より3ヶ月以上の短工期化と、アルカリガスの放出を早期に終え、美術館として必要な機能を早期に満足させることに成功し

○解説○

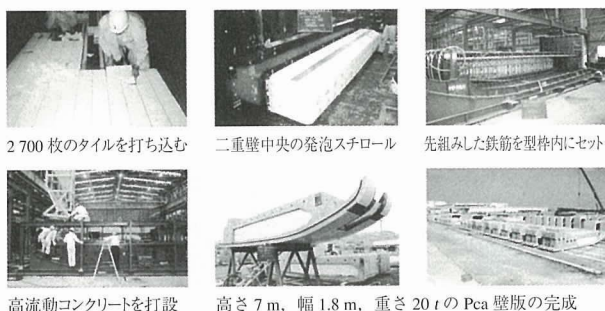
た。プレキャスト化の追求は現場作業を減らし、構造体に通常必要なベニヤ型枠の使用を50%抑制した。地球環境問題にも配慮している。

f) 実現へのアプローチ

建物を特徴づけるPCa壁版は幅1.8m、高さ7.4m、重量約20トンで、1ピースで2700枚ものタイルを打ち込み、中央に断熱材の発泡スチロールを打ち込んだH型形状の二重壁である。それらを縦横に圧着して「箱」を形成する。

PC圧着工法自体は、建築でも土木でも決して目新しい特殊技術ではないが、建物全体をブロック圧着工法で構成した計画は類を見ない。そこで、建物の施工に着手する前に実大実験を行って、接合ディテールおよび組立て手順の施工性を確認した。

とくに検討を重ねたのは、重量が大きくタイル打ち込みで施工精度の要求される壁版の建て方精度、および例を見ない大きな断面の圧着となる壁版と床、壁版同士の接合ディテールで、予備実験を繰り返し、最適な材料・施工法を決定した。また、実際に組立てを行って、組立て手順、施工性の確認、および、緊張力の導入を確認した。



2700枚のタイルを打ち込む

二重壁中央の発泡スチロール

先組みした鉄筋を型枠内にセト

高流動コンクリートを打設

高さ7m、幅1.8m、重さ20tのPca壁版の完成

写真-4 工場製作状況



写真-5 実大実験状況
“プレキャストの箱を組み立てる”



写真-6 壁版建て方

この周囲に向かって「開かれ」、機能的に「閉じた」系を「閉じた箱を3本足で持ち上げる」という架構によって実現した。

箱構造で建物を浮かすことにより視界が通り抜け、外部環境と連続した半屋外的な明るい公共の空間が実現できた。この「箱」はふっくらとした曲面と細かなタイルの組み合わせで美術館らしい優しい表情をつくっている。この建物に使用したタイルは非常に小さいもので約80万枚を色を変えながら使っており、光を受けてきらめく。こういうことができるのもプレキャストの特徴であろう。

この建物は蔵として美術品を守る機能「用」、頑丈な箱と



写真-7 浮いた箱



写真-8 PCa版あらかし天井の展示室



写真-9 風景が通り抜けるエントランスロビー

してのストラクチャー「強」、そして、自然の中の美術館としての表情「美」、これをPcaPCの箱構造で実現した。

2.2 周囲にたいして圧迫感のない形態と実験施設としての機能、豊かな研究空間

安心・快適・ダイナミックな空間

—「PCによる箱構造」+「免震独立柱」—



写真-10 トーヨーテクニカルセンター

a) 空間構成コンセプト

—免震建物の安全性を象徴的にアピール—

この施設はゴムメーカーの研究所で、タイヤの性能を調べる実験諸室と研究者のオフィスからなり、住宅地に近接した敷地に建つ。当初の与条件は、基礎免震構造のオフィス棟と実験室・倉庫棟の2棟を計画すること、であった。必要とされる規模の建物を並べるとそれぞれ高さ20m近くになる。特に実験室・倉庫棟は機能上ほとんどが壁の建物であり、周囲の住宅に対して視覚的に圧迫感を与える。

そこで、免震建物の安全性をより象徴的に表現すること

と、敷地に余裕をもたせてゆりのある外部空間を生み出すことを主目的として、実験室・倉庫棟の上に免震構造のオフィス棟を載せる中間層免震建物とすることを提案した。

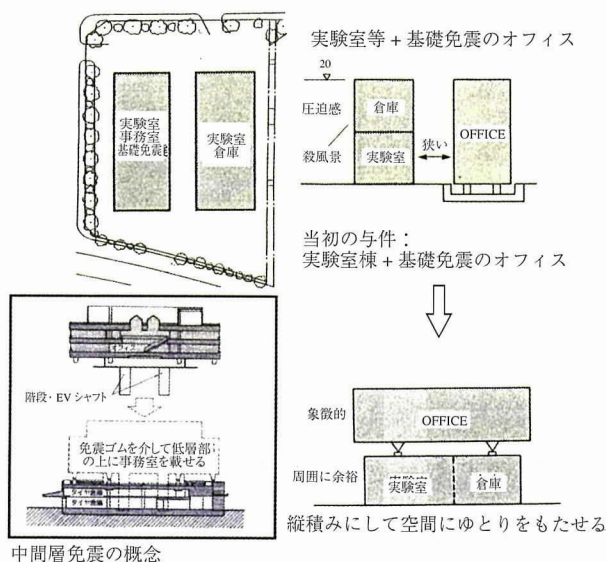


図 - 10 空間構成のコンセプト

b) コンセプトの構造的理解

実験室・倉庫は機能的に壁の多い大空間である。これを平面的にワンフロアに配置し、建物の基壇と見立てた。

この上に免震支承に支えられたオフィス棟を載せる。免震支承をアピールした象徴的な建物とするべく、独立柱でオフィス棟の箱を支えるような形態とした。ちょうど、将棋盤のような安定した形状である。

上に載せた建物は2層で、平面形状は47m × 47mの正方形。どこから見ても正面性のある形をしている。これを、各面にバランス良く2本ずつ、および内部に4本、計12本の独立した免震支承柱で支えた。

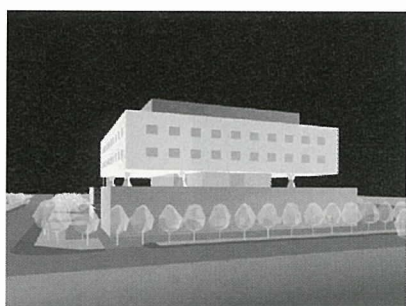


図 - 11 規則正しく穴のあいた一つの面

c) 空間構成のための架構の選択

① 「箱構造」による象徴的な外観

一辺47mの外壁のちょうど1/4ずつの位置に対称に独立柱を配置した。建物は柱間で約25mスパン、そしてコーナー部で約12m跳ね出すことになる。通常の梁でこれを支えとかなり大きな梁せいになってしまう。

そこで、外壁面全体を規則正しく穴(窓)のあいた一つの

構造体、つまり一つの箱として考え、独立柱でこれを支える計画とした。

「箱構造」で建物を固めるという考え方をこの建物でも適用した。この建物は開口部があるが、規則正しく穴のあいた面としてとらえた。開口部が切り取られたあとの構造体のプロポーションは、いわゆる短スパンの柱・梁であるが、免震構造として地震の力を低減しているため、せん断破壊に対しても充分余力のある構造形式が可能となっている。外壁面の架構は柱・梁の出っ張りがなく、スッキリした窓周りとしている。

大きな片持ちフィーレンデールとなる外壁はプレストレスを導入することによりひび割れを抑える設計とした。片持ちフィーレンデールの断面力をうち消すため、独特の鋼線配置となった。

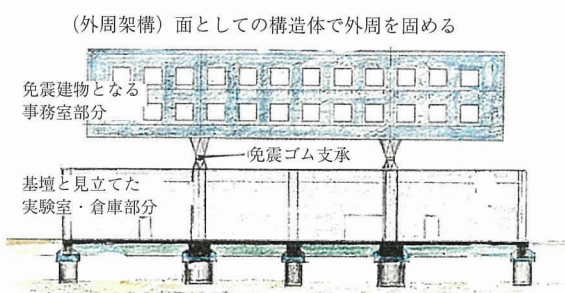


図 - 12 架構軸組図

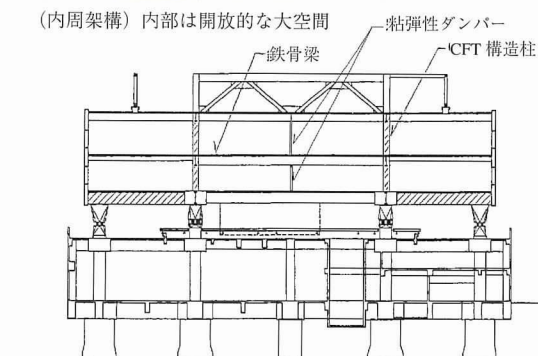


図 - 13 独特の PC 鋼線配置

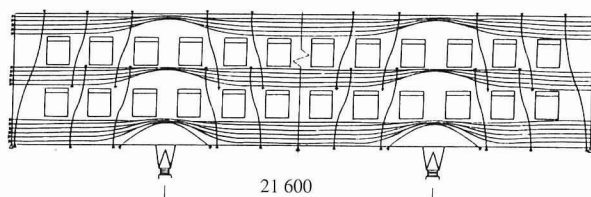


写真 - 11 PC 施工状況

② PC 構造の箱 + 鉄骨フレームの組み合わせ

免震建物といえども、上部架構はある程度の剛性が必要である。この建物では外周を「頑丈な箱」で固めているの

で、建物の内部はフレキシブルな空間を追求する事ができる。

建物は47 m × 47 mの大きな平面である。より開放的な空間とするため、床梁は鉄骨造とし、内部に4本の柱を設けて床を支持することにした。これらの架構は基本的に鉛直力を支持するだけである。建物の中央に大きな吹き抜けを設け、上下階が一体となった開放的で気持ちの良い執務空間としている。また、吹き抜けの上下をつなぐ階段は、鉄板のみで構成するさら桁のないものとして、オープンな空間を演出している。

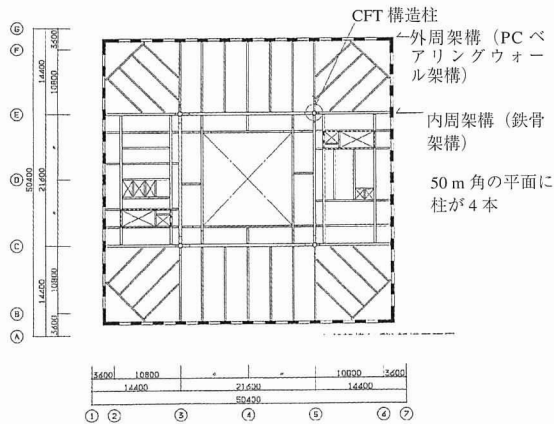


図 - 14 架構平面図

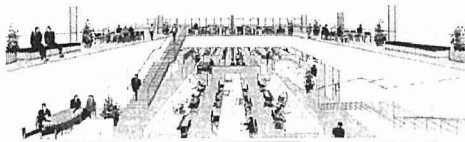


写真 - 12 上下連続の一体感のあるオフィス空間
“気配を感じる”

外壁面は大きな梁として重力に抵抗するだけでなく、水平力に対して”建物をかためる”のにも有効に機能した。また、建物の特徴づけている外観がそのまま構造体となり、それが豊かな内部空間を創出した。

機能上剛強な構造となる実験室を基壇として、その上に「箱構造」の免震建物を載せる。

免震建物の持つ安心感を「箱構造」+「独立免震柱」で宙に浮いたダイナミックな外観で表現し、上下を分節することで周囲への圧迫感を和らげている。また、PCの箱構造で周囲をかためてこれと鉄骨フレームを組み合わせることによって開放的で一体となった内部空間の創出をねらった。

「堅固な基壇」と「開放的なオフィスのゆとりのある空間」は「機能から生まれ出たかたち」といえる。

2.3 「面」と「線」の組み合わせ

面としての特徴をもつコンクリートは他の素材との組み合わせによってより多様な空間を創出できる。

ここでは、コンクリートの「面」と、木・鉄による「線」との組み合わせによる空間創造について考察する。

a) 鉄骨との組み合わせ

下に示したものは、鉄骨との組み合わせによる事例であり、建物は街を望む山の中腹に計画された博物館である。周囲の山並みに溶け込むような柔らかな形態と、博物館としての豊かな内部空間との両立がコンセプトであった(図 - 13, 14)。

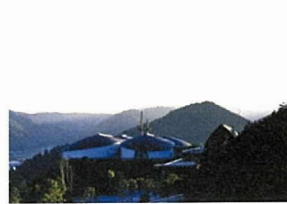


写真 - 13 山並みに溶け込むような柔らかな外観

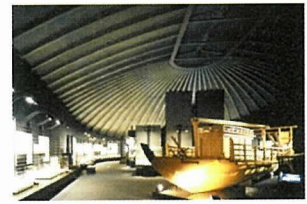


写真 - 14 展示物を包み込む内部空間

山並みの印象を大切にするため、曲面を用いた形態としている。曲面の壁を一つの構造体と捉えて、これを独立柱で支持した。平面的に曲がっているので壁を二重として、ねじれの剛性を高めている(図 - 15)。この二重壁は断熱性も高く、高性能の展示空間を実現している。屋根は山並みと調和させたやわらかな曲面としている。鉄骨を放射状に掛け渡した上にコンクリートを打設したシェル構造とし、シェルとして力学的には完全には合理的でない形態に対して、放射状の鉄骨により補強している(図 - 15)。同一サイズ・同一曲率で統一した放射状の鉄骨は線材としての繊細さで、展示物を包み込むような豊かな内部空間を形成している(写真 - 14)。また、“たが”の役割で外周曲面壁に配置したPC鋼線の緊張端は外観のアクセントとなっている。(写真 - 16)

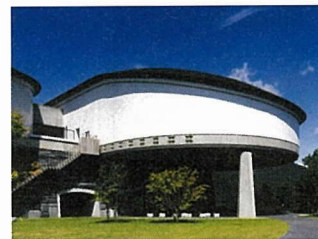


写真 - 15 曲面壁を構造体として建物を浮かす

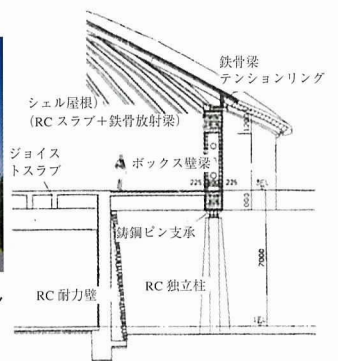


図 - 15 ねじれに強いボックス形状空調チャンバーにもなっている

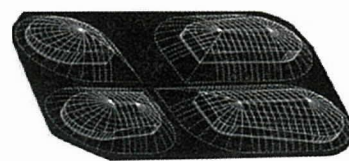


図 - 16 同一曲率の鉄骨放射シェル

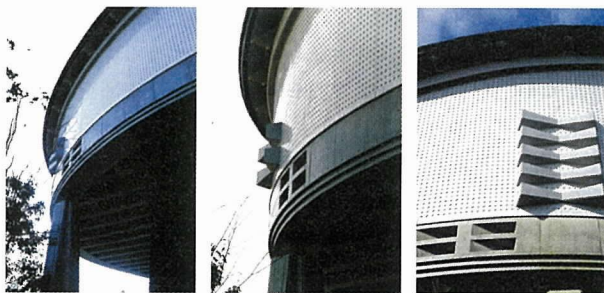


写真 - 16 PC 鋼線緊張端をデザインする

b) 木との組み合わせ

写真 - 17 に示したものは、木との組み合わせによる事例である。建物は丘の中腹に建つ幼稚園の講堂。間口の狭い敷地の幼稚園はこの講堂の下を通らないとエントランスにアプローチできない。そこで、コンクリートの「箱構造」によって建物を宙に浮かし、その下をエントランスへの導線、すなわち、建物の玄関となるようにしている。



写真 - 17 敷地の制約条件：建物の下を通らないと玄関にアプローチできない

山型とした建物形態は、スラスト力が発生する。その力に抵抗するために内部に部材を入れて補強することとした。補強材としては木のアーチを用いた。“コンクリートの皮”を“木のあばら骨”が補強している（図 - 17）。補強材として木を用いたのは素材としての暖かさ、架構としてアー

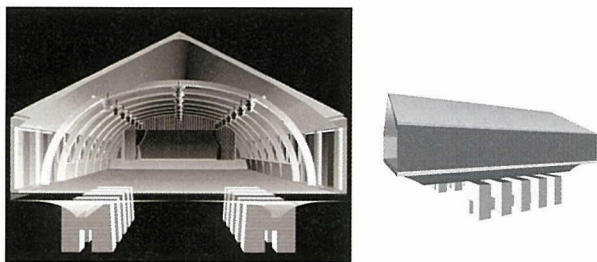


図 - 17 「木のあばら骨」で「コンクリートの皮」を補強する

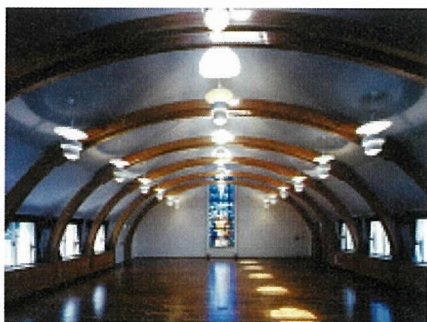


写真 - 18 子供たちをやさしく包む“木のアーチ”

チを用いたのは形態としての柔らかさにある。

外部は建物を持ち上げることにより周囲の窮屈感を和らげ、内部は温かみのある木のアーチで子供たちをやさしく包みこんでいる（写真 - 18）。

3. 素材の持ち味を表現した形態による空間表現

2.ではおもに面としての構造体を形成できるという素材の持ち味を活かした「空間構成」について記述した。ここではコンクリートの素材の持ち味を活かした形態による空間表現について示す。

すでに述べたように可塑性のあるコンクリートという素材は、自由な造形が可能で面として扱える利点がある。その利点は、奇抜な造形でなく、自然な柔らかい形態として使われるべきである。やわらかな形態というのは心を落ち着かせ、和ませてくれる。

ここではコンクリートによる流麗な形態表現の紹介をする。

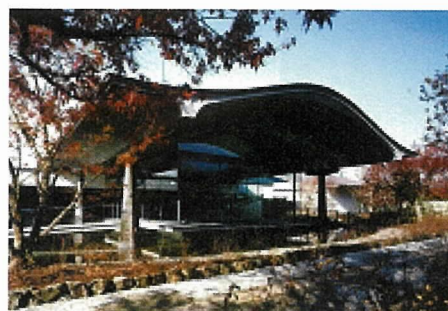


写真 - 19 王朝の雅やかな風情を現代の技術で表現するプレキャスト屋根 + 鋳鋼柱

写真 - 19 は源氏物語ゆかりの地に建つ源氏物語のミュージアムで王朝文化をしのばせる優雅な雰囲気現代の技術で表現しようとした。ゆるやかな曲線を描くやわらかな形状の屋根を鋳鋼の独立柱で支える。細かなリブが連続的に変化する形状は、コンクリートならではのものである（写真 - 21）。

同一形状の繰り返しによる繊細な断面は、現場打ちで施工するよりもプレキャスト化して工場製作することが有効である。ここでは、長さ 14.4 m の版を幅 1.8 m でユニット化した。1 枚の版は、幅 450 mm の 4 つのリブを並べた形状とし、端部で厚さ 200 mm の扁平形状、中央でせい 330

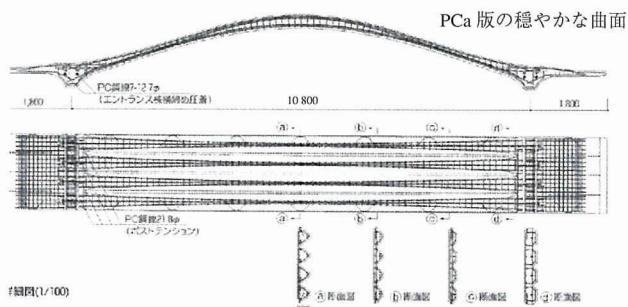


図 - 18 PCa 版詳細

○解説○

mm の三角形形状で、連続して形が変化するようにした。スパン方向にプレストレスをかけているが、曲線形状のためポストテンションとし、リブごとに鋼線にて緊張している (図 - 18)。

この版を横方向に圧着して一体化し、4本の鋳鋼製の独立柱でささえた。鋳鋼のもつ強靱さ・やわらかさと、プレキャストコンクリートのもつ繊細さを組み合わせて、軽快であり、しかも優美な形態を創ることをねらっている。

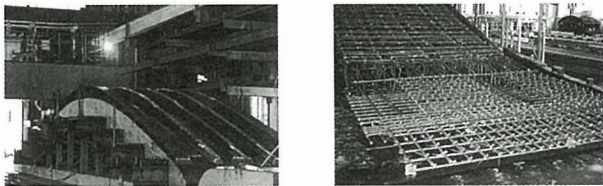


写真 - 20 工場製作風景

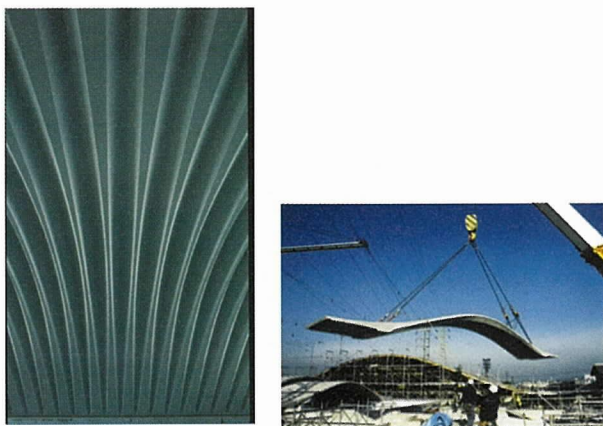


写真 - 21 なだらかな曲面リブ



写真 - 22 圧着して一体化し、鋳鋼柱で支える



写真 - 23 プレキャスト版ならではの雅やかな曲面

写真 - 24 は幼稚園である。小さな子供たちが初めて体験する社会生活の中で、豊かな心の原風景となる環境を創出するため、ヴォールト状の明るくやわらかな内部空間をコンクリートの曲面で形成した。曲面沿いに光の入る、やさしい空間を目指している。



写真 - 24 コンクリートによるやさしい空間

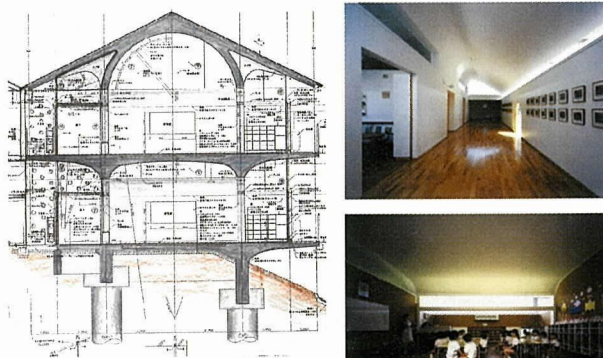
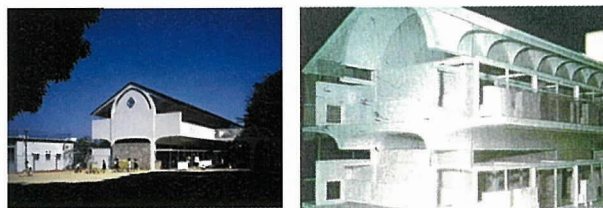


図 - 19 断面図
やわらかな曲面で構成



写真 - 25 曲面越しに光が入る

写真 - 26 は歴史博物館のホール。展示の合間の空間をコンクリートによる造形で演出している。これらの部材はプレストレスコンクリート構造としている。引っ張りに弱いコンクリートの弱点を補うことにより、より素材の利点を活かした形態を追求することができる。

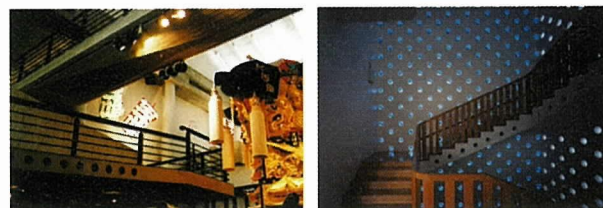


写真 - 26 空間の演出 コンクリートならではの形態

写真 - 27 ~ 30, 図 - 20 ~ 21 に示すものは可塑性のあるコンクリートの特性を活かした柱の例である。2.1 で紹介した美術館のエントランスに立つ独立柱, 2.2 で紹介した免震建物の安全性をアピールする免震独立柱, および内部空間および外観を特徴付ける超高層建物の組柱, いずれも特徴ある形態で表情をもたせ, 空間を演出している。

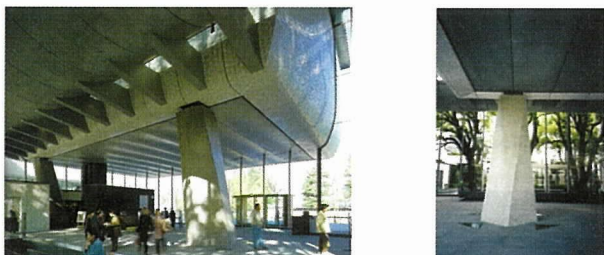


写真 - 27 美術館のエントランスに象徴的に立つ“彫刻柱”

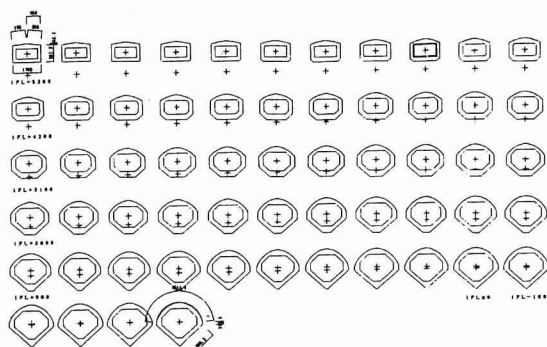
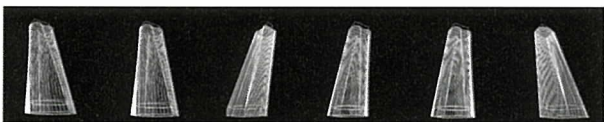


図 - 20 連続的に変化するフープの形状



写真 - 28 配筋・型枠 (3次元 CAD のデータを用いて加工)

4. プレキャストコンクリートによる機能の創出

プレキャストコンクリート構造のメリットは, 一般的には工期短縮, 耐久性向上, 現場作業の省力化, 熱帯木材型枠使用の削減, 精度確保などが挙げられるが, 現場打ちでは困難なプレキャストならではの形態, 機能を追求するところにその最大のメリットがある。とくに, 同一形状の繰り返しによる繊細あるいは複雑な断面に適している。

プレキャストコンクリートの特性を活かした新たな機能の創出例を紹介する。

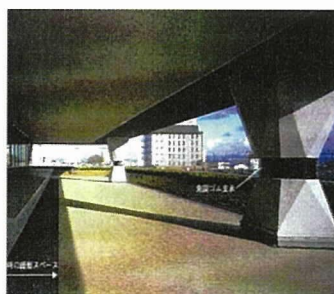


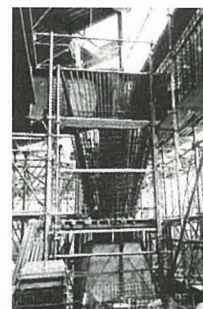
写真 - 29 免震建物の安全性をアピールした独立免震柱



下側型枠



免震支承取り付け

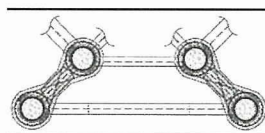


上側配筋

写真 - 30 施工風景



室内にも象徴的に存在



外観を引き締める

図 - 21 建物を印象づける組立柱

a) コンクリートあらかしのふところの深い空間
コンクリートのやわらかな曲面には表情がある。それをそのままあらかして内部空間を創出する。形態の表現だけでなく, ふところが深くなり, 空間が最大限に活かされる。写真 31 - 34 にその例を示す。

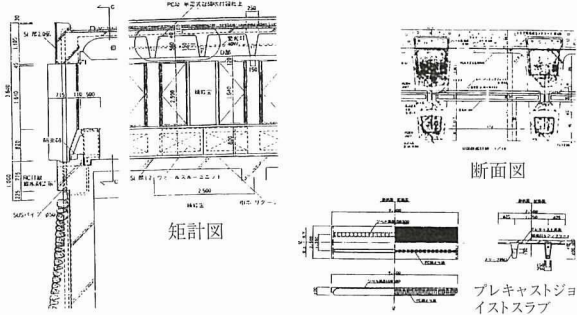
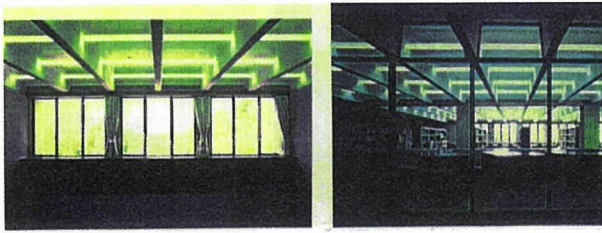
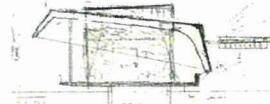
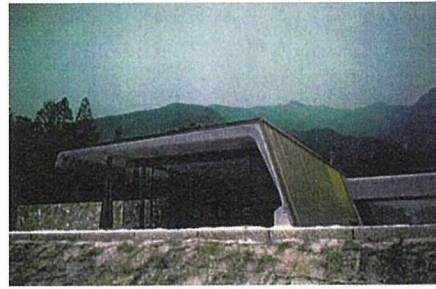


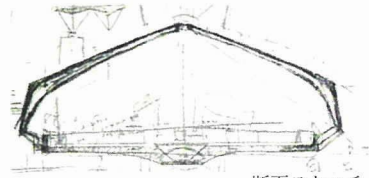
写真 - 31 図書室：リブの中に照明ボックスを組み込む



豊かな自然の中に建つ



落ち着いた展示室空間

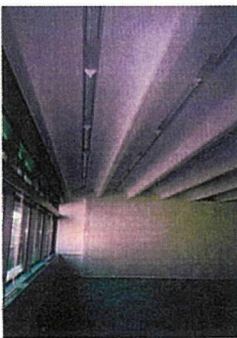


断面スケッチ

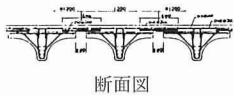


リブ形状のPCa版あらかし

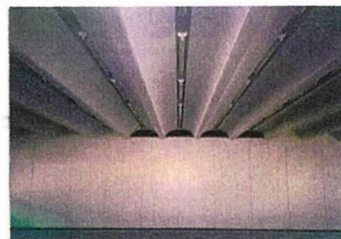
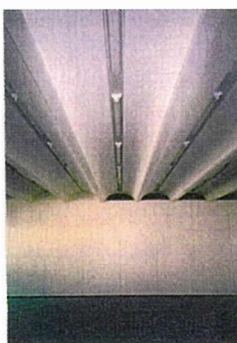
写真 - 33 資料館



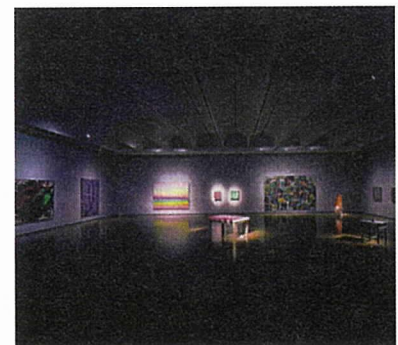
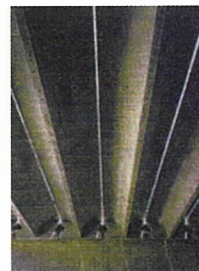
16 m × 16 m の無柱空間



断面図



PC版の間に照明ラインを組み込む，奥のスキ間は空調リターン
写真 - 32 オフィス：小さい階高の中で高い天井高を取り，かつ，やさしい執務空間ができる
16 m × 16 m の無柱空間



展示室



エントランス空間

写真 - 34 美術館



図書室

エントランス内観



優雅でやわらかな形状
写真 - 35 博物館

下階で共有して階層をコンパクトに抑えながら必要な機能を確保した例。

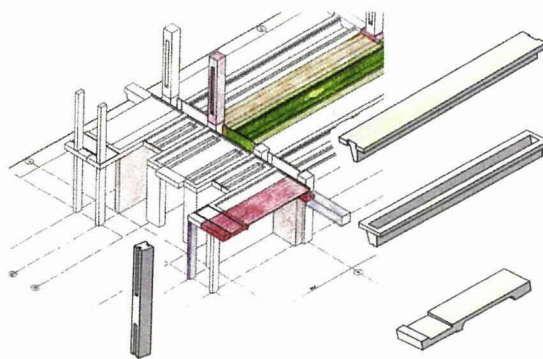


図 - 23 PCa 構造による“機能の創出”

b) 塔

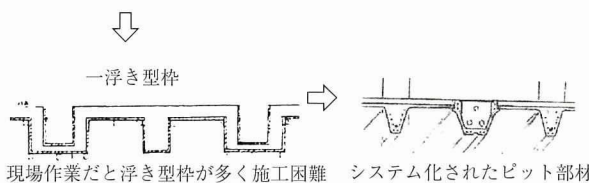
塔を PC ブロック圧着構造でシステム施工する計画案である。

塔体を短冊状のユニットで構成し、工場で製作したこれらの部材を工事現場において PC 鋼線で縛って一体化して構築する。この構造の採用により、地上高いところでのコンクリート工事がなくなり、工事時の周辺環境に配慮できるとともに、品質の高い構造体を作ることができる。また、施工法としては地上レベルで施工治具をつくってブロックを順次迫りあげていく無足場迫り上がり工法が考えられる。この工法を用いればすべて地上レベルで施工できるので、高所作業がなくなり、足場等が不要となる。



床貫通では機能上問題がある。

今までの事例：床貫通



現場作業だと浮き型枠が多く施工困難 システム化されたピット部材

図 - 24 プレキャスト部材でピットをつくる

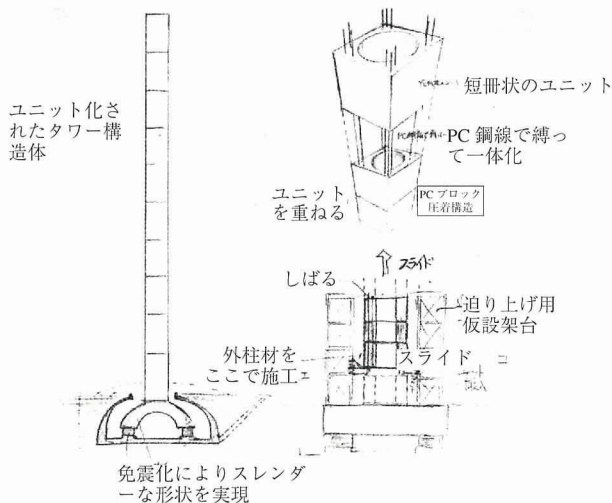


図 - 22 ユニット化されたタワー構造体

この規則正しい溝を現場打ちコンクリートで形成しようとするれば、コンクリート打設時におびただしい量の押さえの型枠が必要となり、作業性が著しく悪い。そこで、工場製作したプレキャスト部材をしき並べる工法を採った。プレキャストコンクリートという素材・工法の特徴を活かした、機能の創出例である。

5. プレキャストコンクリート構造による「やわらか建築」—持続可能な構造体とは—

持続可能な社会の実現にむけて、さまざまな取り組みがなされている。構造技術では、耐久性を高める研究、環境負荷を少なく構築するための研究が多く見られる。

確かにそれらも非常に大切なことであるが、いかに「造る」か、だけでなく、いかに「使うか」を追求する必要があると感じる。スケルトン・アンド・インフィルという考え方が定着しつつあるが、百年前に今の生活が想像できなかったと同様、百年先の変化をどこまで読みきることができるのか難しい面もある。

「建築物は、世代を超えて使い続けられる良好なストックでなければならない。」ということがいわれているが、建物が「ひとが生活するための覆い」と捉えれば、スケルトン自体も時代時代の要求に応じて変化してゆく「やわらか建築」が、持続可能な建築の一手法ではないかと考える。

c) 床ピット

実験施設等では、上下階の機能を完全に分離しつつ、床下に配管等のスペースが必要となることが多い。床下に設備スペースを設ければ大きな階高を必要とする。

そこで、モジュールごとにピットを設け、懐空間を上階、

もともと日本には、移ろい行く文化がある。恒久的、固定的に建築をとらえるのではなく、あえてフローと捉え、いかに移ろいゆく要求に応じて変化させてゆくかという発想もあるのではないか。

ここでは、PCa 構造に制震部材を組み合わせた「やわらか建築」の計画案を紹介する。

プレキャスト PC 構造を応用した伸縮建築

ラーメン構造は空間に制約なく耐震性を保つことができるという利点があるが、部材同士を剛につながなければならないので、部材レベルの再利用には適しにくい。柱を耐震部材ではなく鉛直荷重支持部材と考え、これと耐震・制振部材と組み合わせれば、部材レベルでの組み合わせが考えやすい。

この計画案は、やわらか骨組みの中に移動可能な制振部材を設置する計画、プレキャスト PC 構造と取替え可能な“制振機構”を組み合わせた伸縮建築である。骨組みは接合部を剛接しない「柔らか骨組み」で、適所に制震機構を組み入れた間仕切壁を配置し、地震抵抗要素とする。これらは、部屋の用途・空間要求に応じて移設可能とする。

部材のリユースを考える場合、素材としては、鉄骨や木造は容易だが鉄筋コンクリートは適さないという考えが一般的である。しかし、用途上、機能上、剛性の高い RC 造が適した建物も多い。ここで提案するのは、プレキャスト部材を用いた圧着工法による“伸縮建築”である。



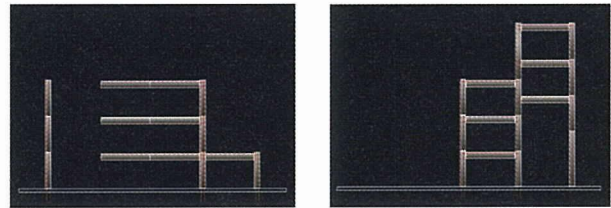
図 - 25 移設可能な制震部材とプレキャストフレームの組み合わせ

また、このプレキャスト部材を地震抵抗部材と組み合わせることにより、PC の高復元性は、「地震が去った後の残留変形がほとんどなく、修復なしに建物を再利用できる。」ので、構造体としても建物の長寿命化につながる⁴⁾。

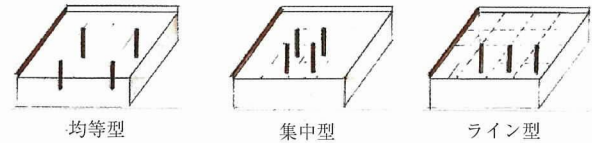
そして、圧着工法というのは、鋼線で縛って組み立てるという「組立て工法」であるから、原理的には鋼線を解けば、部材としてばらすことが可能である。より大きいスパンが必要となれば、部材を継ぎ足して緊張すれば大スパンも可能となる。曲げモーメントの増大に対しても、緊張力で調整することが可能である。

この原理を応用すれば、縦にも横にも伸縮可能で、内部空間も自由自在に変化することができる。

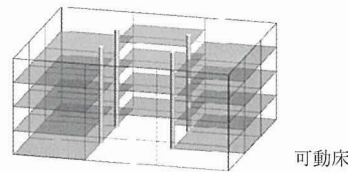
グラウトや目地コンクリート等に代わるドライジョイントとしなければならないことや錆びの問題など現時点での技術的課題も多いが、万一のフェールセーフさえ確保できれば実現可能な構造形式である。



伸縮自在な組立て建築



柱を移動し、空間形を変える



可動床

図 - 26 やわらか建築の概念
“伸びたり、縮んだり、くっついたり、はなれたり”

現実問題として、システム化の限界、転用流通市場の現実性などはあるが、たとえば、流通センター、配送センター、商業施設など、全国同じ仕様で、同じシステムの施設に最も適している。

移ろいゆくもの、時代・世代、人生、社会、季節、時間、気候、いろいろなものがある。たとえば、ライフサイクルに応じて住まいの要求は絶えず変化するし、夏と冬では望ましい建築形態は違うし、気候によっても変わる。

もちろん、社会的ストックとして必要な構築物も当然あるが、建物自体を「移ろいゆくもの」として捉える概念は今後の持続可能な建築を考えていく上での一案ではないか。「可動・やわらか建築」のデザインは、時代の最高技術を駆使して、生活の楽しみを引き出す創造ともいえる。高度で繊細な技術。それらを駆使して、より自然に近づくのがよいと考える。

6. おわりに

本稿ではコンクリートという素材の特性を活かした環境・空間創造、および、形態表現、機能創出について述べた。

材料にはそのものがもつ特性・価値がある。それにより活かされた空間は美しい。

システムや機能だけが人間を支えているのではない。また、経済性や合理性だけで建物が成り立っているわけではない。

トロハは「各々の材料は種類に応じて異なった個性を持っており各々の形態は別個の応力の模様を生じる。・・・(略)・・・構造物全体の誕生は、創造的な過程の結論であり、技術と芸術、発想力と研究、空想力と感受性との融和である。それは合理性の範囲を超えて空想の神秘の領域にまで達する。」と述べている。

ただ、その使い方にはある種の“理性”が必要なのも確かである。たとえば、コンクリートが可塑性に富むからと言って、何の必然性もなくただ単に彫塑的「造形」のみのために用いたり、工業化のための工業化であったり、周辺の景観になじまないつり橋や斜張橋、素材として単に木を使用しました、というだけの構造物・・・が見受けられるのも事実である。

山本学治は、素材と機能との関係について、「形態の自然さと独自性を生みだすものは単なる素材の特性の形象化ではなく、特定の有用性（機能）によって開発された素材の特性の形象化である。」と素材と機能の相互開発と相互現

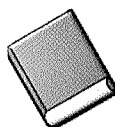
実化の重要性を述べている。

素材の特性を如何なく発揮し、機能、空間の目的から生まれるものづくりを心がけなければならない。

参考文献

- 1) 山本学治:現代建築と技術, 彰国社, 1978
- 2) Eduardo Torroja : PHILOSOPHY OF STRUCTURES
- 3) 山本学治:素材と造形の歴史, 鹿島出版会, 1966
- 4) 渡邊史夫:プレストレストコンクリート構造と建築の長寿命化: STRUCTURE, (社)日本建築構造技術者協会, 1999.10

【20002年6月20日作成】



刊行物案内

フレッシュマンのためのPC講座 プレストレストコンクリートの世界

頒布価格：会員特価 3 000 円（送料400 円）
：非会員価格 3 600 円（送料400 円）

体 裁：A4判, 140頁

内容紹介

＝基礎編＝

- 基礎編1 PCとは何か
- 基礎編2 PCはどんなものに利用できるか
- 基礎編3 プレストレスの与え方について考えてみよう
- 基礎編4 プレストレスは変化する
- 基礎編5 荷重と断面力について考えてみよう
- 基礎編6 部材に生じる応力度について考えてみよう
- 基礎編7 プレストレス量の決め方について考えてみよう
- 基礎編8 PCに命を与えるには(プレストレッシングとその管理)
- 基礎編9 PCを長生きさせよう

○申込み先：

(社)プレストレストコンクリート技術協会 事務局
〒162-0821 東京都新宿区津久戸町4番6号 第3都ビル5F
TEL：03-3260-2521 FAX：03-3235-3370

＝PC橋編＝

- PC橋編1 PC橋にはどんなものがあるか
- PC橋編2 PC橋を計画してみよう
- PC橋編3 PC橋を設計してみよう
- PC橋編4 現場を見てみよう

＝PC建築編＝

- PC建築編1 PC建築とは
- PC建築編2 PC建築にはどんなものがあるか
- PC建築編3 プレキャストPC建築の設計について考えてみよう
- PC建築編4 PC建築でオフィスを設計してみよう

資 料 PCを勉強するときの参考図書
索 引