

2007年度第6回物学研究会レポート

「構造建築家の哲学と仕事」

佐々木 睦朗 氏

(構造建築家)

2007年9月26日



BUTSU GAKU
物学研究会
SOCIETY OF RESEARCH & DESIGN

9月の物学研究会の講師は、構造建築家の佐々木睦朗さんです。
現在、日本の建築家の創造力は世界中から注目を集め、世界的な大プロジェクトを手掛けるようになっています。しかし、そんな建築作品も優秀な構造設計家の存在なくしては成り立ちません。佐々木さんのような、最新の建築技術を知り尽くし、チャレンジングな構造を発想できる構造建築家の存在がクローズアップされています。
今回は、「構造建築家」という視点から、世界を相手に斬新な建築を生み出す現場、発想、建築家とのやり取りなど、ご講演いただきます。

「構造建築家の哲学と仕事」

佐々木 睦朗 氏

(構造建築家)



01 ; 佐々木 睦朗 氏

●イントロダクション

ただ今ご紹介をいただきました佐々木です。黒川雅之さんとは同郷で、30年以上お付き合いいただいている兄のような存在です。

さて、皆さんは「構造設計」というと、最近何かと世間を騒がせた「耐震偽装事件」を思い出されると思いますが、残念ながら一般にはよく知られた分野ではありません。私は、学生時代に丹下健三さんの「代々木のオリンピック競技場」を見て大空間に深く感銘して以来、40年近く国内外のさまざまな建築物の構造設計に携わっています。

1980年代、日本は「ポストモダンの時代」といわれていましたが、私は、黒川雅之さんや鈴木洵さんといった合理的な考え方をお持ちの建築家と仕事をしてきました。中でも黒川さんとご一緒した美和ロックという会社の工場建築は、第一回目の松井源吾賞という構造設計の大きな賞をいただき、印象深いプロジェクトとなりました。その後も、余分な材料や素材を使わない、シンプルにして美しいという構造デザインを追及しています。

そこで今日は「構造」という視点から、大きく2つの話をしたいと思います。ひとつは、ミース・ファン・デル・ローエの建築に象徴されるような近代的かつシャープなデザイン、それがあ

として行き着いた「スーパーフラット」と呼ばれる建築について。もうひとつは、その大局とも言えるでしょうか、磯崎新さんや伊東豊雄さん、妹島和世さんといった建築家との仕事が発端となった「フラックス・ストラクチャー＝流動構造」について。この二つの建築潮流と構造設計をお話しながら、建築におけるものづくり、特に自然現象と対峙しながら、どのように合理的に建物を造り上げていくかということを考えていきたいと思います。

まず、私の仕事の話を始める前に、歴史的な建築について簡単にお話したいと思います。スペインのバルセロナにあるミースの「**バルセロナ・パビリオン**」です。1929年に建てられましたが取り壊されて、今あるのはその再現です。均整のとれたプロポーションの開放的な建築です。それ以前のヨーロッパの建物はレンガや石材の組積のために、厚い壁にがんじがらめになっていました。しかし19世紀に発明された鉄とガラスという新しい材料を得て、柱と床を基本構造とした開放的な建築が登場しました。同じ頃、ル・コルビジェが「ドミノシステム」という建築コンセプトを発表しています。

さて、「バルセロナ・パビリオン」ですが、鉄骨造で、8本のクロムメッキ仕上げの柱が屋根を支えています。そうして出来た空間にオニキスや大理石の壁を配置して、屋根と基壇の間の水平ラインを儚げに留めているという、当時の新しい建築の姿を示しています。ミースはその後アメリカに渡り、アールデコ様式のエンパイアステートビルやクライスラービルなどが建ち並ぶマンハッタンに、「シーグラムビル」という鉄とガラスによる非常にモダンなオフィスビルも建てています。その後も鉄とガラスという素材を徹底的に扱って、フォトジェニックだけでも抽象的な表現として建築をとらえていく。私は学生の頃から、そんなミースの建築は大好きでした。

そしてもうひとつ同じバルセロナにある代表的な建築がアントニオ・ガウディの設計の「**サグラダファミリア大聖堂**」です。ガウディは1926年に亡くなっていますが、未だに工事は続いています。写真では分かりづらいのですが、柱が下から放物線形を描きながら上がって行って、途中で分岐しながら上部の構造物や屋根を支えています。一見すると非合理的な造形ですが、実は自然の理にかなった非常に力学的、合理的な形態です。ガウディは力学の原理（＝重力場）をよく理解した上で、こういう建築をたくさん造っています。

今のお話を頭の片隅に置いていただいて、私の関わったプロジェクトについて話してまいりたいと思います。

●ミース的、ガウディ的なものの融合

「**せんだいメディアテーク**」です。1995年に国際コンペで伊東豊雄さんの案に決まりました。同年の1月23日、伊東さんから1枚のファックスが突然送られてきました。1週間前の17日には阪神大震災があり、崩壊し傾いた建物を目の当たりにした多くの建築家が放心状態にあった時期です。そんなときに伊東さんが「こんな建築ができるか、考えてよ」と言ってきたわけです。見た瞬間、「伊東さんは、どうかしちゃったの？」と思いました。けれどもスケッチをよく見るととても面白いアイデアで、私が長年求め続けていた構造建築の地下鉱脈に通じる何か潜んでいるようでした。それはガウディの有機的なストラクチャーやミースのバルセロナ・パビリオンにも通じる重力を感じさせない建築の世界観であり、この2つの相異なる形式がものの見事に描かれていたのです。それから1週間ほど、私はエレベーションしか描かれていないこのスケッチを前に格闘しました。

その結果、床は上下に鉄板を挟んで、中間が空いている船舶や飛行機のようなサンドイッチ構造にすると、一番強いであろうという解を導き出したのです。柱には耐震性もある大きなチューブを配して、中にエレベーターや階段などの大きなファンクションを、小さいチューブには光とか設備系統の設備を通し、同時にこれらのチューブは建物を支える構造体も兼ね合わせるというものでした。これは、ドミノシステムの考え方に通ずるもので、人間やエネルギー、情報がチューブ状の柱の中を縦に貫通していくという、構造的には極めて単純な図式です。建物は2000年に無事竣工し、中には美術館、図書館、メディアセンターなどの機能が入る、延べ床面積2万2000㎡ほどの複合建築です。仙台市民にも好評で、いろいろな場面で使っていただいているようです。

けれども、建築現場はまさに鉄との格闘でした。この建設はいわば造船の世界で、造船所を都市の真ん中に持ち込んだようなものでした。特に夏場は溶接など地獄のような暑さの中での作業になります。現場の皆さん頬被りして、塩を舐めながら、休憩しながら作業を行う。最初の頃は建築と造船の専門家に入ってもらっていましたが、鉄板加工では造船屋さんが一番慣れていたのです。しかし私は、最近のビルの多くが工業製品のようにシステマチックに造られるの対して、現場の職人さんと鉄という生き物のような素材を相手に日々悪戦苦闘することによって、人生観が変わるような貴重な経験を持つことができた。せんだいメディアテークは、設計から現場まで、ものすごいエネルギーを費やしましたが、私の代表作となりました。

●フラックス・ストラクチャーへ

「**フラックス・ストラクチャー展**」は、2005年の夏にギャラリー間で行った個展です。そのとき、展覧会の内容を固めるために、建築と構造のディスカールということで、せんだいメディアテークのプロジェクトから受けた多様な建築コンセプトを自分なりに整理してみました。例えば、「イメージとリアリティ」「物質と非物質性」「合理と非合理」「構造と形態」「局所と全体」「安定と不安定」「定形と不定形」「工学とバイオメカニクス」などなど、二元論的に言葉を羅列してみました。この作業を通して、私は何かを実現していくとき、例えば建築では、あくまでも合理的なアプローチによって、相反する要因を何とか折り合いをつけなければならないことの大切さを再認識したわけです。

「**北京のオペラハウスのコンペティション**」です。1998年、磯崎新さんと組んだもので、優秀賞を獲得したものの実現はしませんでした。実際にはフランスの建築家の案が採用されて、ごく普通のドームみたいな建物が完成しています。

磯崎さんのイメージは、225×150mという巨大な屋根が45mの高さにフワと浮んでいて、そこに風水でいう巨大な龍が降りてきて、巨大な屋根を貫いて中心にぽっかり大きな穴が開いているというイメージだそうです。現代では、コンピュータの発達によってこのような不思議な形をした建物の構造解析もできるようになっています。

構造設計上の一番の課題は、フワとした屋根面が本当に合理的であるかどうかを確認することです。そこでコンピュータを使って応力解析を繰り返しつつ、座標データを何度も変えながら微調整を施していきました。結論としては、鉄板の上にコンクリートを打ち込んでテンションもコンプレッションもあるハイブリッド効果を持つ、厚さ250mmの屋根を置く。さらに曲率のフラットな部分は仙台と同様にダブルレイヤーにして処理するという、合理的に導き出された工法を提案しました。

ただ、このプロジェクトは私にとってある研究のきっかけを作ってくれました。それは、莫大な時間と労力を費やしたフワツとした屋根の構造解析を、もっと合理的に的確に導き出すための方法を編み出すということです。1999年には名古屋大学で教えることも決まっていたので、これを大学での研究テーマにしたのです。

80年代まで、自由曲面の構造確認は実際に模型を作って実験していました。ところが90年に入るとコンピュータの処理能力が劇的に進化して、私は独自に数値解析によって合理的な形や自由曲面を作り上げる感度解析のメソッドを開発しました。初期値さえきちんと押さえておけば、限りなく最適な解が得られるという手法です。換言すれば、構造物の変形や応力が最小になるようにひずみエネルギーの量を合理的、理論的に解析していく。要はコンピュータ上のアルゴリズムを導き出すということです。ひずみを最小限に留めることができれば、余分な材料を使わなくて済むし、最も合理的な構造設計が出来るわけです。何より実際に実験ができないような複雑な構造解析も可能となります。

岐阜県の「[北方町生涯学習センター](#)」では、私が開発したメソッドに磯崎さんが興味を持ってくださって、北京オペラハウスの延長線上にあるような設計をなさいました。建物は3000~4000㎡ほどで、劇場と情報センター機能が入っています。構造的には、初期条件（例えば、機能、壁、支柱などの条件）をインプットしてアルゴリズムに任せて、形を作っていく。そして建築家が納得する形態を探っていくわけですが、この北方町のプロジェクトは、アルゴリズムにコントロールされた形態ということができます。似たものであっても、北京の時はまだ理論的にコントロールできていなかったわけです。

福岡県のアイランドシティ中央公園にある「[ぐりんぐりん](#)」です。伊東豊雄さんのプロジェクトで、2005年竣工。福岡市の人工島に長さ190、幅60mの巨大な人工丘陵を作るといえるものです。土木工事レベルの巨大な構造物なわけですが、その形がまた普通ではありません。流動的でダイナミックな捻れ形状の屋根、外部と内部が交錯する空間、トップライトから光が降り注ぎ、そこに植物が繁っている。一見複雑そうに見えますが、合理的な自由曲面シェル構造で造れるとわかってきました。そこでまず伊東さんにイメージ模型を作っていただきました。実際に出来上がった模型は、捻れが幾つも重なり、外部と内部空間が複雑に交錯するような建物でしたが、私が開発したメソッドを用いることによって、合理的な自由曲面シェル構造を導き出すことが出来たのです。

実施設計に入っても、自分のイメージを実現したい建築家と、それを論理的にはバックアップすべき構造家の私との格闘は続きます。彼が出してくる案に対してアルゴリズムの正否を検証しながら、「こういう形状に修正すれば実現できるよ」とか「こんなに屋根を薄くすると、スルメイカのようになっちゃうよ」とか、解析結果を見ながら、半ば喧嘩ごしの議論をしていくわけです。

設計作業はコンピュータによってある程度合理的に進めることが出来ますが、建築現場は極めて原始的なものです。この自由曲面の構造物を構築していくために、ベニヤでひとつひとつ型枠を造って、そこにコンクリートを流し込んでいくわけです。まさに気の遠くなるような膨大な手作業です。大変なのは、私たちの構造解析で出てくる自由曲面は、中立面と言って板の真ん中を座標にしているために板厚の1/2の下の方に型枠面があるため、型枠作りのためには中立面の座標をリセットしなければなりません。さらに普通のベニヤ板、900×1800cmが基本寸法なので、どうやって無駄なく裁断していくか、原始的で手間の掛かる作業にならざるを得ません。こうして完成した「ぐりんぐりん」

は、まさに全長190mという丘陵、極めてバロッキングな構造物となりました。

岐阜県各務市の市営斎場「**瞑想の森**」です。2006年に竣工した伊東さんの建築です。私は、福岡が土木のかつバロッキングだとするとこれは建築的かつロココで、繊細な柱の上に雲のようなふわふわした屋根が載っている、そんなイメージです。屋根の設計は基本的に福岡と同じですが、建築現場はまったく違っていました。工事は戸田建設さんが請け負ったのですが、福岡をよく勉強してくれていました。瞑想の森は、福岡よりも屋根の曲率が大きいこともあって、100×50cmほどの幅で通常の堰板を敷き並べる方法によって、滑らかな曲面を造っていきました。また各務市はトヨタ自動車の近くだったこともあり、型枠大工屋さんがインダストリアルデザインで使うCAD、CAMを駆使して、無駄なく自由曲面の型枠を作ってくれました。まさに超ハイテクと日本独特の職人気質が融合した現場となりました。建物は6000~7000㎡ほどですが、地元の方々は「自分も死んだらここで頼む」とおっしゃるそうです。

スイスのレマン湖のほとりに建設中の「**EPFL (大学) ラーニングセンター**」です。設計はSANAA（妹島和世さん+西澤立衛さん）です。2004年のコンペで勝ちました。150×200mほどの敷地です。妹島さんは屋根ではなく床を自由曲面で持ち上げることによって、建築的に何が起きるのか！をコンセプトにしました。・・・で、何が起きたかですが、先ず障害者に対するバリアフリーが大きな課題となりました。結局エレベーターの設置などの対応をしてどうにか建築許可を得ました。床を持ち上げた部分の下にはバス、車、人は通って、床と屋根の隙間に建築の空間が入ってくるわけです。形態的に床が上がっただけでなく、空間の上下関係や連続性というところで、今までになかった新しい場というか空間のあり方を探っています。

●スーパーフラットへ

「**梅林の家**」、同じく妹島さんの作品で、2003年に完成しています。2005年にJIA（日本建築協会）で建築大賞が初めて設立されて、最初の大賞受賞作品です。

最初に述べたように、私は有機的形態をいかに合理的・理論的に造るかということと併せ、徹底的に抽象的・消去された形態で強度は保持するという「スーパーフラット」の世界の両方を追及してきました。梅林の家は何の変哲もない白い箱のように見えますが、実は大きなインパクトを秘めています。ここで目指したのは、住宅スケールの壁を構造でも非構造体でもなく、さらに間仕切り壁でもない均質なものにしたときに、いったいどんなことが起こるのか？を探ることでした。

きっかけは、クライアント側の「家族全員がワンルームに棲みたい」という要望だったのです。そこで私たちは、水平ではなく垂直に空間を積む、つまり立体化したワンルームを作ることにしました。そのためには柱や壁などの構造体の存在が邪魔なので、外壁・内壁全部を鉄板にするアイデアを思いついたのです。その結果、壁厚はたったの16mmという不思議な建物が実現しました。ところが、窓のサッシの厚さは45mmもあって、そこだけ出っ張ることになってしまいました。

ところが壁厚16mmの世界は、いろんな部屋が筒抜けになって他人の気配は全部感じる、まさにワンルーム感覚です。各部屋は実際には仕切られているけれども仕切られていないように感じる、それが全部構造体になっているのです。これは、建築の非物質化というよりも、空間の配列におけるヒエラルキーを解体しながら、空間のボリュームは面として認識できる・・・そんなイメージです。

「金沢 21 世紀美術館」は、2004年に開館しました。以来、リピーターも多く、美術館としては成功している方だと思います。円形の巨大なボリュームの中にアットランダムにホワイトボックスを配置するという単純な構成です。内部も外部も非常に抽象的な空間なので、アートを鑑賞するという以外の多様なアクティビティを誘発するのか、一般市民が繰り返し集まってくれる美術館として成立しています。そういう意味でも、現代デザインの方向性のひとつを示唆しているものと思います。

続いて「直島フェリーターミナル」。2007年竣工しました。まさにスーパーフラット建築で、一見すると笑ってしまうくらい単純です。けれども、単純なもののほど難しいというくらいに、ある種の緊張感が漂っています。これもSANAAとの協働です。

銀座「ミキモトビル」で、伊東豊雄さんの設計です。高さは50mほど、鉄板の隙間が20cmあって、これが外郭ストラクチャーを兼ねているので、内部空間には柱が一切ありません。鉄板にはあらかじめスタッドボルトを打っておいて、20cmの隙間にコンクリートを詰めたハイブリッド構造です。施工は大成建設でしたが、座屈から耐火に至るまでいろいろ実験して、現場はとても大変でした。ある時、建築好きなフランスのマダムがいらして、銀座界隈にある「東京フォーラム」とか「エルメス」とかいろいろなビルを見たけれど、これが日本的で一番エレガンスだといってくださり、嬉しかったです。

「多摩美術大学図書館」で、最近竣工しました。伊東さんとのプロジェクトです。コンセプトはアーチという古典的な建築言語をいかに現代的な形として表現できるか。そこでアーチ状に組み立てた鉄板の構造体の上に型枠を組んでコンクリートを流し込むというスチールとコンクリートによるハイブリッド構造としました。ミキモトでは2枚の鉄板の間にコンクリートを流し込んだわけですが、ここはちょうどその逆です。しかも、外のコンクリートは鉄板の局部座屈と耐火のための膜の機能も兼ね備えているので、躯体である壁厚は200mmという薄さを可能としました。もちろん、たくさんの蔵書の荷重にも耐えられる構造となっています。

さて、話をアーチに戻しますが、実はアーチの壁面はまっすぐではなく、カーブしながら傾斜しているので、ひとつひとつのアーチの形状はすべて違います。しかし、その形状はベセ曲線というアルゴリズムによって極めて合理的に導き出されています。しかも、壁厚は先述のようにたった200mm、しかもアーチの足元はこれだけ絞ってある。一見すると、極めて表現主義的な建築と思われるかもしれませんが、合理的、理論的なアプローチの結果であることをご理解いただきたいと思います。

私が用意したスライドは以上です。プロジェクトに沿ってお話したので多少前後したかもしれませんが、前半はフラックス・ストラクチャー、後半はスーパーフラットについてお話しさせていただきました。これはとりもなおさず、私にとってはガウディとミースの統合という大きな目標に近づくための模索です。

物学研究会の皆さんはインダストリアルデザインに携わっておられるそうですが、「ものづくり」ということでは、建築もIDも基本的に同じかと思います。つまり、材料の特性、構造など、原理を無視しては成立しない。限られた条件を最大に拡張しながら、そのために多様なテクニックやテクノロジーを駆使してデザインを進めていく、そんな風に私は考えています。ご清聴ありがとうございました。

講師プロフィール

佐々木睦朗（ささき・むつろう）氏

1946年愛知県生まれ。1970年名古屋大学大学院工学研究科修士課程修了。

木村俊彦構造設計事務所勤務を経て、1980年佐々木睦朗構造計画研究所設立。

2002年SAPS (Sasaki & Partners)設立、2004年～法政大学工学部建築学科教授。

尚、佐々木さんの詳細は、下記HPをご覧ください。

<http://www.com-et.com/colonne/002/sasaki/sasaki.htm>

2007年度第6回物学研究会レポート
「構造建築家の哲学と仕事」

佐々木 睦朗 氏

(構造建築家)

写真・図版提供

01；物学研究会事務局

編集=物学研究会事務局

文責=関 康子

- [物学研究会レポート] に記載の全てのブランド名および
商品名、会社名は、各社・各所有者の登録商標または商標です。
- [物学研究会レポート] に収録されている全てのコンテンツの
無断転載を禁じます。