

# 構造家の仕事（１）

平成18年10月18日 3, 4限

**講師** 瓜生隆幸 氏、中井美紀 氏（2006年3月福大建築学科卒業）

**担当** 枝光陽向子 齊藤有夏里 奥村朋子 松林美沙子 木尾麻沙美 芝佐弥香

## ◆講師紹介

瓜生 隆幸 氏

### ●プロフィール●

大学を卒業してすぐに大林組に就職。原子力発電のプロジェクトチームで活躍されていたが6年勤務し、28歳のとき独立。

九大の研究室などを回りながら独学で勉強し、会社を構える。

35・6歳のときに海外に興味を持ち始め海外の設計に携わり、アメリカのや特に東南アジアのブランドものなどを手がける。また同時に建築のソフト開発業務をするようになり、アメリカに3ヶ月ほど行きスタッフスリーという日本主体のソフト開発を手がける。

現在、構造設計事務所 I.S.代表

昨年まで九産大で国際工学を教える

## ◆はじめに

今回は構造設計事務所 I.S.代表の瓜生さんに、構造設計の仕事についてお話していただいた。

## ◆レクチャーの内容

### 《作品》

#### ● 「宮崎県立劇場」

美術館、コンサートホール、イベントホール、劇場

#### ● 「関西新空港の屋根」

イタリアの設計家(レンゾ・ピアノ)の屋根工事の工作設計、イギリスのオーバーラップと手を結んでのやり取りで完成

#### ● 「サンドーム福井」

ジャッキアップをつかったドームで、センターで制震構造や粘弾性ダンパーをつかっており、解析した建物

#### ● 「BiVi」

エアロビクスやプールの施設などがあり、エアロビクス場は振動実験を何度も行い、振動対策のための床材に免震材やクッション材などを入れ、プールは塩素による鉄骨の錆

防止のためメッキや塗装など工夫を凝らした建物

- 「香港の飛行場」

イギリスのオーバーラップという構造設計者のもとに社員を派遣しはじめたプロジェクト

- 「メキシコ・コスタリカ・サウジアラビアの発電所、台湾のごみ焼却場」

海外のさまざまな物件に社員を派遣

- 「博多 NS ビル」

柱が SRC で梁が鉄骨、外部だけが SRC。真ん中に一本の柱しかなく、大きな軸力と曲げを負担しなければならないことから CFT という構造を採用しており、これは軸力をコンクリートで取り、曲げを鉄骨でとるという構造である。

- 「木炭の住宅」

コンクリートの中に木炭を入れた住宅。木炭を入れることによりスランプが大きくなるが、時間をかけて混ぜ続けると再び柔らかくなる。結露を防ぎ、脱臭効果やマイナスイオン、磁気をなくすなどさまざまな効果を得た。

- 「宮崎の木の花ドーム」



木造にもかかわらずスパンを97メートルも飛ばしたドーム。風動実験の結果、膜構造で振動による弊害を対処し、テフロンというガラス繊維の膜を使っている。PC構法、膜構造。宮崎の市街地に建つこのドームの特徴は木材が使用されていることで、その梁せいは1m30cm。木材の種類としては集成材が使われ、ヤング係数の高いものから外側に集成されている。仕口は鉄骨で、7~8mずつ細かくつながれている。施工については、ドームの下から足場（ステージ）を作っていく、その上で工事を行う方法がとられた。

- 「小倉ダイケア+クリニック」



RC造、SRC造、CFT構法、シェル構造。デザイナーはブラック…のくろだ氏（東京大学の丹下研に入り、現在は日本建築百選に審査員の一人。三次元的なデザインをよく手がける。）。まっすぐな柱がひとつも無いなどかなり複雑な建物で、施工を担当した大成建設がサッシの計算に困り、瓜生さんに聞きに来たくらい。シェル構造についてはFEMの解析が行われ、この解析によってどこに応力が集中しているのかが分かり、配筋を決める参考になった。

瓜生さん 「法規上排煙のための窓を作ったが、開けにくそうだなあ。」

「建物のガラス部分に上ったときは、腰壁も無いのでかなり恐怖感があります。」

● 「綾町の体育館」

世界遺産である綾杉を使えないかということで、木材が使われた体育館。上だけ木でできていて、他は木と鉄骨のハイブリット構造。スパンは30メートル。上は木構造、下は鉄骨構造の組み合わせ、テンション構造。

● 「飯塚市健康の森市民プール」

PC構法、テンション構造、鋳鋼品の使用。

温水プールの設置による塩素の問題を解決するため、天井を張らない（メンテナンスが来なくなるため）・梁に鉄骨の角パイプを使用する（水滴がたまるとめっきがはげてさびてしまうため、角パイプにより水滴が下に落ちるようにする）などの工夫がされている。

● 「ウインズ八幡」

つり屋根構造。柱の鉄骨は普通はボルトなどでつながが、この建物の柱はすべて溶接でつないでいて、構造部材である柱をデザインしている。

● 「サンドーム福井」

雪の問題を解決するため、鉄板を一度さびさせてそれ以上さびないようにしたこうてんこうを屋根に使っている。同じ例としては博多駅前の福岡シティ銀行がある。屋根はひとつが6×8mのマスですべて構成されていて、その年に降った雪を全部ためられるようになっている。設計者は法政大学の教授であるかわぐちまもる氏。雪がまんべんなくドームに積もって荷重が均等にかかれば建物として安定するが、多くの場合雪は局所的に降り、偏荷重がかかることになるので、雪の降るさまざまなケースを考えて設計した。屋根に小さな鉄線を入れることでそこに雪が絡まって凍り雪止めとなっている。施工方法はジャッキアップ、オーストリアで作った鋳鋼品の使用（日本で作るより安く出来る）。

● 「博多の森サッカー場」



屋根は膜構造、キールトラス、立体トラス、システムトラスの使用。

すらすとを防ぐため、地下に1000tのプレストレスを加えたコンクリートの地中梁を入れることで、その変形を抑えている。また、サッカー場の周辺は森が豊かでカラスやスズメが多く糞が問題になった。糞は建物が汚れるだけではなく、糞に含まれる硫化水素が水と反応することで発生する亜硫酸により建築材料を傷めてしまう。

そこで、人の耳には聞こえない程度の音波を流すことによってこの問題を解決した。いまでは鳥は一匹も来なくなった。

● 「マリンメッセ」

PC構法（鋼管の中にプレストレストコンクリートを入れる試みが行われた）、屋根は強化ガラスを使用。

余談…現在はガラスだけでも構造材として使えるようなものが開発されている。東京

のかしとき!?橋には大林組による、梁や柱などの構造材にすべてガラスを使った建物がある。

また、このような物件や海外での活動のほかに仕口やスリット、免震壁などの研究や開発業務、もちろんマンションの構造設計も手がけている。

#### 《一回目質疑応答》

Q：(枝光) 木炭を混ぜたコンクリートを使った住宅が紹介されたが、結露を防ぐ・脱臭効果があるといった長所とは逆に、短所はあるのか？

A：一番の短所は施工の難しさである。木炭は表面積が大変大きく、砂の100倍ほどあるので、ワーカビリティを高めるために入れた減水剤などの混和剤までも全て吸ってしまい、入れた瞬間にコンクリートがポロポロの状態になってしまう。ただ、コンクリートの強度は大きく、硬いものができる。10キロ混ぜていた木炭を11キロに変えたり、またミキサーの歯が違うだけでも性質が違ってくるくらいに、そのコントロールが難しい。(現場の人は泣き出しそうだった。)

Q：(芝) …

A：…福岡ドームもその通りで…ドームが閉まっているときは荷重が安定していてよいが、ドームを開くと荷重が偏ってしまう。そこで、三角形に突き出したような部分を作ること、開いた状態でも荷重が同じようにかかるように設計されている。

Q：(松林) 海外の仕事では英語を使うのか？

A：使う。瓜生さんが大林組に入ったのは、当時そこだけ英語の試験が無かったから。しかし仕事上どうしても必要になり、35歳でもう一度学び直した。ただ技術屋には共通項のようなものがあり、技術英語はそれほど難しい文法が使われているわけではない。(どうしようもないときには絵を描いてみせたり、ジェスチャーがある)

「ついでに日本の計算基準についてもはなしましょう。」

瓜生さんは建築基準法第一条は、設計者としてのポリシーであり、とりわけ生命や財産を守ることを第一目標にしなければいけない、と考えている。

## 《耐震設計について》

一ヶ月間に日本で起きた地震のデータを見ると、日本が地震国であることがよく分かる。警固断層も相変わらず動いている。この断層が役一万三千年前からあった断層であるとするれば震度七ぐらいの地震が起こる確率は約七パーセントと言われている。

建築基準法第一条は、国民の生命健康及び財産を守ることを第一目的としている。構造設計であろうが意匠設計であろうが、建築設計第一条は絶対に頭に入れておかなければならない。これが技術者のポリシーだと思う。

耐震設計には、静的設計と動的設計がある。通常、ほとんど静的設計で一環計算を行う。静的設計のなかでも一つは仕様規定、俗に言う新耐震設計法である。決められた仕様のなかで設計しなさいというのが一次設計で、弾性域のなかですべての部材を設計する。次に二次設計があり、これは塑性領域で設計する。建物を絶対に壊してはいけないというなかで、この建物はどういう力に対して耐えられるのかという保有水平耐力の計算をする。そのなかでも特に大きいのが、相対変形間隔・剛性率・免震である。

今問題にもなっているが、十二月に限界耐力設計法が変わる。仕様規定に対して、これは損傷限界を設計者が自分で決める設計法で、性能設計規定法という。つまり、設計者がどういう設計がしたいかということを中心としていい設計法である。

今までとの違いは何かというと、例えば福岡なら地震地域係数が0.8なので福岡県全部0.8で良かった。しかし、実際は地盤ひとつひとつによって入ってくる地震波は異なる。そこで、自分たちがどういう性能を維持しようというふうにしたのが限界耐力設計法である。

## 《建築業界の今後について》

今の構造設計の流れは、粘りのある設計である。免震もやっと国事の中で認められてきた。去年の偽造構造設計も含めて、確実に日本の建築業界は変わってきている。仕様規定から性能規定へ変わり、設計者がどういう風に判断し設計したか、設計者がどう責任をとるかという世界になっている。今からが本当に建築をやる本質というものを問われる時代。逆に言うと、やっと構造設計者が世に出て行ける時代が来たと思う。本当にまともな精神でまともな設計をやっていこうとしたら、やはり設計者が、性能規定がどうあるべきか提案するような設計の時代が来てもいいのではないかと考えている。

## 《二回目質疑応答》

Q：意匠設計と構造設計の大きな違いは？

A：意匠設計とは基本的に、アーキテクチャーと言うか要は全体のプロデュース。ここの仕上げはどうかとか、どういう窓がほしいとか、どちらかという居住空間に関する専門家といったほうがいいかもしれない。どうしても排煙や採光といった建築法規を正式に知らないと、意匠設計はできない。意匠設計といえばデザイナーというわけでは

ない。デザインという言葉は「設計」という意味で、我々はストラクチャーデザイナー、要は構造設計。デザインするといっているが、はきちがえてはいけないのが、お客さんの提示した額内で我々は設計しなくてはならない。もし超えるならば、私に言わせるとそれはデザインと呼べない。それと、機能性と美しさと経済性の三つがそろって初めて「デザイン」という仕事になり立つと思う。

Q：構造の図面を仕上げるのにどれくらいの期間がかかるのか？

A：設計期間はケースバイケース。別府のグローバルタワーをやったとき、タワーなのでものの一ヶ月で終わるだろうと思っていたが、なんと一年近くかかった。また、ごみ焼却施設のプラントは打ち合わせなどで三年かかる。設計図は出したもののそれでは施工できないとなって延びる場合もあるし、マンションであれば一ヶ月で構造設計は終わる。

Q：構造設計事務所に入ってどうか？中井さん（06年度福大卒業生）に質問

A：私は三年の終わりから株式会社 I.S. でアルバイトをさせてもらっていた。構造設計というものについて、みなさん良くまだ理解してないと思う。構造設計と聞くと計算を思い浮かべる方がほとんどだと思うが、意匠設計者からもらう図面はまだ完成してなく、先ほど説明した三原クリニックもそうだが構造が決まっていない段階。まず、構造設計として行うのは、構造計画。どのような工法をつかって骨組みをデザインするのかを考えていく。計算というのは、自分のデザインが正しいのか検証する手段。

Q：今講義で、構造力学の基礎や演習をやっているが、将来構造の分野で役に立つのか？

A：みなさん構造が嫌になるのは不静定構造物がでた瞬間から。不静定になった瞬間、方程式をとかなければいけない、いろいろ名称も覚えなくてはなどで嫌になる。こんなことやって何になるのかなぁと思っている方が多いでしょう。正直ずばり言うが、今構造設計はほとんどコンピューターがやっている。ただ言えるのは、コンピューターの自分たちのやっている建物のオーダーを頭に入れればいい。手でパパっとはじいてみてコンピューターのオーダーが合っているのかどうか、自分で検証できる能力を持っているかどうか。建築で重要な事は、部材のモジュールとしてどれくらいのオーダーできているのかある程度頭に入れてやればいいのかと。ただ言えるのは、自分で理工書を読める学力があるかどうか。今すぐ構造力学を完璧にしろとは言はないが、ただ、後から自分一人で勉強できるだけの基礎学力を持っていることが大切。大学4年間とは、建築をやるための教養課程であって、1年目に誰も期待してはいない。建築というのは経験工学。一人で本も読めないそんな学生は要らない。今は何でも勉強すべきだと思う。

## 講演を聞いて…

構造に関する専門的な話が中心だったが、最後に設計者として建築基準法第一条はポリシーであると考えている、といわれたのがとても印象に残った。私も将来働く時は、技術者としての良心を忘れない仕事がしたいと思った。

枝光

今まで自分が持っていた構造のイメージが少し変わった。瓜生さんがおっしゃっていたように、これからは意匠設計者だけでなく構造設計者の同じように注目される時代が来るべきだと思った。

斉藤

構造設計は法律である程度規定されていて、決められた一定の枠の中で仕事をするのだろうと思っていたが、多くの法規が存在しそれに縛られながらも、次々と新しい試みが実行され、意匠設計家が考える大スパンの構造、JISに規格にないような材料を用いるなど、日々新しい技術が開発され、とても興味深く可能性のある分野だと思った。瓜生さんの「構造家が社会に出て活躍する時代になったと思う」という言葉が印象的だった。

奥村

今回、瓜生さんの話を聞くことによって今までの構造家の仕事に対する偏見がなくなり実際の構造家の仕事を知ることができて本当によかった。どの話も関心を持って面白かった。

芝

一件ずつ丁寧に構造の観点から説明していただき「構造計画」の面白さに気が付くことのできた講義だった。特に集成材やプレスとレストなど講義で学んだ構造が登場し、やっと理解できた。また、先輩である中井さんにも質疑に回答していただいて、構造という仕事に対する情熱がとても尊敬できた。

松林

普段の構造の授業ではただ計算ができるようにならなければならないという意識の方が強くて、実際の構造設計とは少しかけ離れて考えてしまいがちだったが、色々な建築物の施工現場の写真を見て、今やっている授業と実際の仕事のつながりが持てた。今、計画や構造など色々な分野の基礎をつんでいる段階だが、これはまだ教養段階であって社会に出てから沢山勉強しなければならないと言われていた。今教科書の上でしている勉強は仕事をしていく上で具体的にどのように使っていくのか分からずに勉強してしまいがちだが、実務経験者の方の話聞くことで仕事でどういうふうにかかされているのか少し分かった。経験を積んでいかないと分からないことも沢山あると思う。一筋に構造設計と言っても自分が思っているより深く幅広いと感じた。この講義によって仕事の中で新しい発見ができ、広い視野で進路について考えていけるようになると思う。

木尾

## 最後に

今回は建築実務演習の講演の中で、初めて構造家の話を聞くこととなった。意匠設計に比べ、構造家に対する具体的なイメージを持つのが難しかったが、瓜生さんのお話でイメージをつかむことができた人も多いと思う。自分達が今後どの分野に興味を持ち、どのようにして建築に関わっていくか考える良い材料となった。