

◆建築実務演習（第7回）

日時：2005年11月14日（月） 16:20～17:50

会場：1443 教室

講師：中野良博氏（中野構造設計）

◆レクチャーの概要

設計とは何？設計とは、何もないところから、敷地条件、建築主の要望などを盛り込んで建築の形を想像する行為。建物を構成する要素は建築・設備・構造、これらを合体させてひとつのものをつくる。建物の構造は「建物を支える部分」であり、具体的には柱、梁、壁、床、基礎などをさす。これらの設計を行うのが「構造設計者」と呼ばれる技術者である。構造計算屋とは別である。構造形式には木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造、組積造、免震・制震。その他、大構造を実現する工法としては、膜構造、トラス構造などがある。

構造設計が何をめざすか？建物の安全（安心）、品質（耐久性）を保証する仕事。構造設計の流れとしては、構造体の構成を決める→想定した荷重状態（長期、短期）での力の流れを計算する分野。日本は地震国であり、地震に対して強く配慮されているため、「耐震設計」とよく言われる。構造体の大きさや接合形式は経験や計算から部材を決める。構造設計したものに対して、現場でこれらが適切に造られているか確認するのが監理であり、現場では一番大切なのは監理。監理というのは、構造図通りに現場が施工されているかどうかを確認する仕事。

構造設計の流れとして、建物の形、材料、どんな荷重が加わるか、安全性、経済性、地盤、造り方、これらすべてを相対的に考えるのが構造設計者である。また規模も予算も決められているので、その中で仕事を進めていく。

構造設計図は構造計算に基づいたものを図面化する。特殊な骨組みの場合は模型を作ってディテールの決定をする。これで構造設計図が出来上がる。計算をそのまま図面にしたものが設計図ではない。設計図に基づいて現場は建物を造っていく。

建物の企画・立案から完成までには、まず敷地・地盤の状況を把握するためにボーリング調査を行う。構造計画（用途・希望に応じた空間の構成）、設備設計（EV シャフトなど）考えなくてはならない。それに基づいて構造計画を行い、また戻ったり、進んだりしながら構造計画を進めて、それを構造計算に載せる。意匠図、設計図、構造図、構造図の基になる構造計算書をふまえたものが設計図書になる。構造設計にはバランスの

とれた総合判定が必要。バランスのとれた建物は良い建物といえる。

構造設計の理念としては、創造性、安全性、他には、機能性、居住性、耐久性、経済性、施工性、これらすべてが判断できるようにならないと設計者にはなれない。それらを意識しながら見学や仕事などをしたほうがいい。

—実際、設計でどのようなことをしているかの概略の説明（スライド説明）—

設計体の物づくりと設計と施工について、次に地震・災害について話す。

まず、建築と土木の境目はどこにあるかということを中心に言うと、建物、あと地下鉄の駅舎辺りは建築に入る。一方、橋とかトンネル道路関係はほぼ土木工事に入る。これ以外にもいっぱいあるので、境目をここだっていう風に決めるわけにはいかないけども、もちろんそういう建築と土木の兼ね合いと言うのは必ず出てくる。

土木は地面に手を加える自然相手の仕事と理解していただければいい。建築は、土木の整備した人工地盤面の上に建築していく仕事である。とはちょっと言えないかも知れないが、当然、杭を打ったりは建築の分野である。要は物を造ろうとするときに、一応構想を考えているんな力や、地震などが来ても大丈夫なように材料は何を使ったら一番いいかと、力の入り具合によってこの材料をどういう風に使うかと言うことである。

物には当然、橋や個人的な住宅もあるし、車とかも挙げられると思う。変形と書いてあることは、一番考えるのに難しいと思うのでちょっと簡単に説明する。

物を設計するときにかかる力によって材料が元の形に戻れないこと、変形したり、破壊したりしないようにしなければならない。小さな力が加わってもその力は取り除けば元に戻る。しかし、大きな力がかかると、今度は変形して戻らなくなる。それがさらに進むと無段階で枝が折れてしまう。というわけで、変形の度合いで、力も材料も考えてあげるなり力を載せる位置を考えてあげるなりする必要がある。

要は、構造力学とは何かということになると、形を決めて、それを線材に置換して力を加えてあげて、材料で何を使ったら、中の部材は持つ。ということを決める学問が構造力学という。

なぜこういう鉄塔は、高い塔は鉄で出来ているのか、鉄には粘り、粘り強く耐える力である靱性が高い。靱性とは何かというと結局この粘り強さの度合いと考えていいと思う。建築を構成する最大の要素のメインは、構造体。それに如何に仕上げ材をしていくのかということになるので、当然デザインの重要性もあるし、今また大図板の建築の場合には、

またそれに合った方法なり材料を選ぶということであり、しかもその中で経済性・安全性・施工性などの検討が行われる。

単なる一本の梁について、この後どういう風に広げて行くのかによっては、今、相当なデザインの関係もあるし、道路との関係も内空間の関係もあると思う。

建物にはどんな荷重がかかっているかと言うと、当然固定荷重と積載荷重（長期的な荷重）短期的なものとしては積雪荷重または地震荷重などがある。積雪荷重を、北海道辺りは短期じゃなくて長期的に考える。だから別に短期じゃない条件のところもある。北海道辺りは凍結するので、基礎を最低の深さまでは見えないと、掘ってから建物が持ち上がる。こんなこともありますのでその地域地域での構造の検討が必要である。

また風荷重と土圧と水圧関係は常時かかっている。あと、温度荷重。ある階の屋根では相当温度が上がりますのでそれに伴う配筋を時々、場合によっては検討しなくてはならない。

一番分かりやすい地震の折り方は、内陸型の活断層の地震とあと海溝型地震とってプレートが折り込んで起きる地震とそういうのが想定される。

三角形と四角形のピン構造で、四角形の剛接合をした時にどういう風に変形するかということは、まず三角形であればいくら押しでも変形はしない。四角形になると平行四辺形に形が変わります。四角形でも剛接合の場合はある程度変形を抑えられる。これは逆に言うと倒れるという意味。

木材の大きなスパンに、木材で梁をかける場合に、そのまま木材だけを使うと相当な部材の断面になるので、そしたらハイブリッド工法として、おつに梁材を設けたら設計出来る。こういうトラス架構でもこの部材をタイマーで引っ張ったら、その部材はあまり大きくなならない。しいては、木材に鉄骨でスッキリする。

今、各種鉄骨の部材はこうやって鋼材として出回っている。これをそのまま使うのか、こうやって組み合わせるとフラットバーで組み合わせるとか、パイプだけで中も同じ材をパイプで組み立ててやる方法。

H型工だけでやる場合、ファットティとパイプを組み合わせるなりしたやり方。こういう部材を使えば、当然この単材よりも重量的に落ちる。経済的にはなるが、施工は大変である。よって、どの段階まで単材を使って、どの段階からこのスパンからは組み立て材としたほうが経済的なのかは、その辺は経験によると思う。

鉄骨造の場合は、現在もほとんどこのボルト接合で、先端で力を伝える方法である。天井は、現在建築現場に使われている接合法が、応力ボルトの接合という風になってきている。

あと接合する方法もある。要は、板と板を繋いだりという風なときに溶接を使うわけだが、これが一般的に行われている溶接である。こういう風に溶接だけで繋ぐ方法と、溶接とウェブをハイテンションボルトで頻用する場合もある。その溶接に欠陥はないのかと言うと、欠陥は意外と出ます。その欠陥を如何に探すのかがこの超音波探傷試験である。そして、

溶接部の検査に超音波を発する。そこでいい状態であれば何も出ない。でも欠陥があると、そこに跳ね返ってくるエコーが出てくる。そうするとこの溶接は駄目だということになるのでやりかえということになる。

接合法として先ほどの音だけによる接合とかもある。

次に混合構造は、下を RC、上を鉄骨。

また体育館のようなものでは、柱まで全部 RC で造っておき、屋根だけ鉄骨というのは体育館では相当多く使われております。

なぜ鉄骨を使うのかということは、大空間なので軽くしたいというのが一番の条件である。躯体工事の標準的な手順は、鉄骨造のビルを現場の作業の流れとしていったときに、現場の施工計画、仮設工事、建て方、見下ろし、鉄骨搬入、鉄骨の建て方、仮締め、建て直し、本締め、溶接、検査、塗装というような状況がある。

鉄骨の建て方をするまでには、鉄骨の中脚部分のアンカーの踏み出しから、アンカーフレームの作成から基礎の配筋方をコンクリート打ちにすみだす。ベースメートの下のボルトを作ってそれに柱がのっかるというようになる。

鉄骨建て方から現場の足場を造ってから本締めにかかる。

建て方の一般的な作業工程としては、建て直し、足場がけ、柱梁接合、応力法と接合、柱梁溶接、というふうな鉄骨の階段の取り付けと小梁・部材関係あたりの最後に床盤の工事等である。

例えば、60mなど高くなってくると、どうしても仮設の比重が必要になってくる。ジョイント部分 60m一度にもっていくわけにはいかないの、仮設のベットをもっていく。

仮設のときには、少し、もくりをつける。この材料の自重分は下がってくるので、そのときに水平(なりに)落ち込むのを想定して、ここで、もくりを造っておく。

またこれは相当大掛かりなフレームを組んでいるので、やっていることは一緒です。

これはセルフクライミングでタワープレーンを使った例ですが、建設用のプレーンクレーンが相当ないと、現場は動かせない。通常見られているのは、この形が多いかと思うが、こういう余裕がない場合は中に組み込むしかない。

建物がどうやって出来てどうやって造られてそれを運用されて最後には解体してまた建物に生まれ変わるという、建物の一生を描いたパターンである。

解体にも今色んなやり方があり、最近では、機械による解体が多くなっております。鉄骨であれば切るしかないの、これはこちらではあまり使ってない。

解体にも色々な各過による部材別（在来工法とか）にする方法がある。あとは、ひび割れを起こせたり、水圧で切ってみたり、ということも今はあります。

— 終了 —

私は、福大を出まして、最初に就職したところが、東京の設計事務所で、日新設計事務所という所に入った。そこは総合事務所であるが、所員が大体 120 人。120 人の中の一人に

なった。そこで、最初に社長からのお言葉が

「おまえは何年ここにいるつもりか」

「私は、ここでしばらく 20 年くらいは勤めせてもらいたい」

「そんなにいる必要はない」

「いる必要がないということは出て行けということですか」

「何年間は勉強してもいい。例えば二年間は勉強してもいい。二年間勉強したら、二年間はちゃんと恩返しをして出ていけ。」と。

ということは、四年間でこの会社を私は出ないといけない。ということを経験させられ、いきなり勉強しないといけないということになった。その間に一級建築士の免許を取ったり、最初の仕事は木造の戸建の住宅を 4・5 件やって、その後現場のほうに一年くらい現場管理ということで出て、その後はずっと構造の設計をやっている。ここで以後二年間以後は、すべて構造をやったというような状況である。

四年経ちましたので、私もそこを辞めた。その後、福岡のほうに戻ってきて、今度は同じように福岡の設計事務所に入った。そこは、東京が本社で、こちらが営業所というような会社で、会社の規模はほぼ 10 人くらい。それで意匠の方と設備の方と、意匠が三人、設備が一人、あと構造が二人というような状況で、あと営業の方がいた。そういうところで、またここでも四年間勤めた。

そこを辞めて、今度は構造専用の事務所に入りました。二つ目の会社から当然構造だけなので、構造だけをやっているという状況である。三つ目の会社は、構造専用の事務所なので、構造設計だけをやっている。

「仕事で建物を選ぶとして何をやりたいか」と聞かれたときに、

「ホールなんていいんじゃないんですか？」と言ったのがきっかけで、ホール設計に回された。ホールは相当計算も図面も大変である。どこからどこまでが、二階部分に相当するか、三階部分に相当するのか。当然、客席は一階から三階席までであるのだが、それをどの段階でモデル化するかが重要である。建物の骨組みをモデル化する、この作業が相当大変です。あとモデル化したらそれを現在構造計算に入れて、それ以外に、部分的に平面フレームで解いて、そういう作業をしてやっと完成というような状況である。

構造でききほど図面は出したが、計算は出していない。計算はまず意匠図が、きたときに、この建物はどこが弱いのか、どこに問題があるのかというポイントさえ押さえ込んでしまえば、それを念頭に後は設計を進めていけば、そう難しいことではありません。

現在、地震がきて以来、建物の、学校関係の耐震診断を、いま福岡市役所では相当でている。そういう仕事もある。これは造るほうじゃなくて、建物を今度は維持させるもの、またはそれを補強して、いかに使えるようにするかそういうことをする分野である。よって新しく作るのではなく、今あるものが大丈夫かどうかを確認する仕事も構造の仕事である。自分がゼネコンに行きたいのか、一般の設計事務所に行きたいのか、また、特殊な材料を売っている原材屋さんに行きたいのか、それは皆さんがこれからどういう道に進むかによ

る。何をしたいかをはっきり決めるのによい機会だと思う。構造は面白いが、ずっと勉強はしなければならない。そのつど設計の基準が変わったり、それについていくためには、ここで二年間お休みなんて事は、ほぼ不可能である。二年間休んでしまうと、次の仕事はほぼ、始めからやり直しということになる。

それ以外に福岡で、地震があり地震のボランティアということで、福岡市の職員の方と戸建て住宅の被災度を調査したり、木造関係の耐震診断もやる。日本建築学会のほうから地震調査を依頼されたりもする。こういった、ボランティアの仕事は、個人的に協力半尾で協力するかたちである。メリットとしては、色々な人との出会いがあるということである。

例えば、去年構造展を福岡市で行った。これには福岡大学から数名の参加があり、他にも九州産業大学、九州大学からの参加があった。こういう場所に参加すれば、設計事務所、ゼネコン、建材屋さんなどの人とのつながりができ、現場を見せてもらえるなどのメリットも出てくる。

—質問—

Q.軸組図などの構造図は、意匠図とは別にどういったものを作るのかを簡単に説明してほしい

A.一級建築士・二級建築士があるが、一級建築士は木造でも作ることになる。木造については、かなばかり図と意匠図くらいである。構造図を要求されることはない。

たまに、構造図を要求されることがある。軸組図が、何を表現しているかは、柱、梁等。柱、梁があるということは、断面図が必要である。断面の詳細図、柱、梁、スラブの規模、梁の規模などを表現する。ということは、平面的な一層分の構造体を記入。断面、立面を、外からの部材としたときに、柱、梁の形状および壁の開口部、基礎を表現するのが、軸組み図である。つまり、構造体、柱、梁など躯体だけをかいたもの。軸組みも横から見ながら、断面をかく。一階は大きく、二階は小さくなっているの、柱のどちらを合わせ、どちらを絞っていくかも、この図面で表現する。また、大梁と壁の形状も表現する。

—スライド—

どこの柱断面、柱の太さが、どんな鉄筋で何箇所どこに配置するかなど、すべてのリストを作りあげる。上ば筋、下ば筋、腹、節があり、腹筋をとめているのが腹止め、主筋を拘束しているのがあばら筋。構造は好きな人だけでなく頑張ってみるのもよい。

中野さんは何故構造に進んだのか:最初の現場が、12階建のSRCの建物で、地中梁が2800もあり、基礎が2000もあり、どうしてこんなに大きいものが必要なのかと考えたのがきっかけ。現場に行くと色々なことがわかる。そこで、何のために、これがあるのか?など考え出すと構造にいけるが、大変だ。で終わるなら、やめたほうがいい。

Q.現場ではどのような仕事をしているのか。

A.現場はゼネコンさんの作業員の方、所長、主任がおり、作業員の方全て現場でつくっているわけではなく、作業員の方は鉄筋工なり型枠工の人をいかにつかうかという仕事を

している。私たちの設計管理の分野になると躯体の配筋があっているかどうか、かぶりが各方向に向いているかどうか、正しい材料が入っているかどうか、といった確認をして、図面と現場が合っているかどうかを確認するのが管理の仕事である。

Q.管理は管官（くだかん）と監官（さらかん）があり、工場などの生産管理、現場の工程管理とかは菅官で、中野さんたちがやっている監理は監官なのか。

A.監理でも工程通りに進んでいるかどうかチェックをしないといけないので、単に現場だけでなく工程の方もあつし、また施主の方と現状でどのくらい進んでいてどういう工程で進んでいるかどうかという説明をすることも我々の仕事である。

高山.街中にも工事現場で必ず表側に工事名とか誰が設計、施工しているとか書いてあるが、その設計監理の監理も必ず監官の方である。

Q.最初に設計事務所行かれた理由は何か。

A.大学を出て何になろうかという時は、ゼネコンさんに行くか、設計事務所に行くか、ハウスメーカーに行くかという区分けしか分からなかったが、試験に受かったから設計事務所に行くことになり、それまでは構造屋になろうとは全く考えていなかったのが実際のところである。逆に言うと、設計でも設備設計、構造設計、意匠設計等があるので、例えば電気工事関係の人が電気科を出てから建築の現場で当然電気工事関係の仕事をやっている人もいるし、電気の設計をやっている方もいる。そしてその人たちが全部集まらなかつ建物設計はできないというのが、今日私が話したいことである。

Q.設計事務所というのは、20代、30代の人ばかりという感じがするが、ずっといる人はいないのか。

A.ずっといる人もいる。特に大手には多い。大手設計事務所だと40代、50代、60代の方、当然偉い立場になっている。

Q.独立しなくてもいいのか。

A.別に独立しなくても私が行ったところが偶然そういうところであつただけで、ただ目標は早く決めたほうがいい。だから設計がやりたくて大手のゼネコンさんの設計部に入つても現場の方にまわされるから、逆に言うと設計事務所には行つて設計の仕事をした方がいいのではと思う。というのも設計でも現場の方にまわされる方も多いし、自分が設計をしたいという要望をあげてその段階で設計の仕事に付けるのか、というよりも設計事務所に入れば設計の仕事ができますからそちらの方がいいと思う。私が4年勤めていだけで10年20年働いている人も当然いるし、お前はくびだと言われても働いている人もいるし、むいてくると今度は辞めるなと言われるという感じである。だから結局建築学科を出たのだから、一級建築士には最低なるべきだということである。一級建築士になったからといって給料が上がつたという話を私は聞いた事がない。ただ私も登録料の6万円払うお金がなかつたため、少しの間待ってもらつてもいいかと言つたら、お前は最低の資格もいらんのかと言われたため、結局は借りてどうにかなつた。一級建築士というのはもつていて当たり前、ないなんていうことは考えないでほしい。大学を出

てから2年後には受けられるので、せめて4年までにはとれるように。それから30歳にもなってまだ受けているようなら受からない。一級建築士の勉強は一級建築士の勉強をしないと通らない。それ用の勉強をしてほしい。はっきり言って、1年も勉強すれば通る。ただ、しないと絶対通らない。一級建築士は分野別の職種ではないため、一級建築士をとってそれから専門分野に入るの、例えば構造で一級構造士というのがあれば別であるが、今現在は日本のJAS規格が認定している構造士というものならあり、これは国が認定しているわけではないので、やはり一級建築士はとっておかないといけない。

高山.皆さん一生懸命勉強して一級建築士をとれよということである。卒業してからの話であるが、一級建築士は特別な受験対応をしなければとれないのは間違いないが、やっている内容は、実は大学でもうやっている。だから大学でやっている内容をきちんと理解していれば、もう一回受験対応の勉強をするときにも苦にならないのは間違いないと思う。よってそれをすっかり忘れてしまっていると、もう一回、一からやり直しということである。

A.大学でやっていることがいきなり役に立つのではなく、半分くらい役に立つ。例えば全く建築に関係ない人と建築を出ていない人ではやはり違う。すぐ利用できるかということあまりすぐは利用できないというのが現状である。

高山.構造はない。皆さんが新しいカリキュラムでどうなるかはわからないが、少ない。

中野.私は4年の時に一棟を設計した。

Q.それは学校でなのか、授業でなのか。

A.授業ではなく夏休みである。本の通りに自分で勝手にスパンを変更したり階高を変更したりして計算いくと、本の内容をしかも手計算でいきなりやっていたので、今はパソコンで計算しているような状態であるから、内容がわからなくなっているようにしている。要は後で自分の手でそのパソコンの内容が確認できるようになれば使いこなせているわけなので、パソコンに使われないように、パソコンを使うようにしてほしい。