

「特集」建築教育現場をさぐる—構造技術者が教壇に—

近年、実務経験のある構造技術者が、大学で非常勤講師として学生の教育に携わるというケースが増えつつあります。今回は構造技術者と建築教育の関わり方をテーマにその現状を探り、今後JS CAとして、教育の分野にどのように参加できるのか考えてみたいと思います。そこで、大学側は技術者に何を期待しているのか、また大学に招かれる技術者は学生に何を伝えようとしているのか、そのあたりの話を伺いました。大学側からは京都工芸繊維大学の森迫先生と京都精華大学の田中先生に、非常勤講師側からはJS CAの会員の方々に、それぞれお話を頂きました。



建築学生と構造技術者との
出会い
京都工芸繊維大学
造形工学科
森迫 清貴

関西で松ヶ崎といえば、意匠設計と思っておられるように、本学の建築系学生1学年百余名のほとんどが、設計系志望である。構造系は、少ないスタッフ（現在、中村武教授以下、助教授2、講師1、助手1）ながら頑張っていると自負しており、最近徐々に構造を専門とする学生も増えつつある。

3回生後期に開講している「構造設計学」は、構造系に割り振られた唯一の非常勤枠であり、今年で開講5年を経過した。講師の先生方の情熱とOHP、スライド、ビデオといったビジュアル的豊富さもあって、構造系科目の中では出色の

出席率の高さを保持している。

この講義は、実務界からの話として、再度、建築が絵空事でなく確かな技術の裏付けの下で実現していることを学生に実感してもらいたいと思ったこと、また意匠設計者らが構造設計者・技術者とコラボレーションしているプロセスを具体的な事例を通して構造側から語ってもらうことによって、将来の意匠設計者のみならず建築に携わるひと全てが、構造サイドの想いについての記憶をもつことで、よりよい建築環境の実現に寄与できるのではと考えたことによる。もちろん構造を専門としようとしている学生には、創意工夫によって建築を実現したという構造設計者・技術者の喜びを目の当たりにしてもらいたいという想いもあった。

欲張って、半年の講義に2人の先生をお願いし、最初は竹中工務店から瀬川先

生、太陽工業から小田先生に来ていただいた。失礼を承知で、3~6年程度を目どに替わっていただくようお願いしている。現在、竹中からは角先生に来ていただいている。今年は、特別に東畠の近藤さんにも話していただいた。ゼネコン、組織・個人設計事務所、メーカーと業態の異なる組み合わせでと思っている。講義は、2人の先生が原則1回交替で、1回毎にテーマの定まった構成（テーマはお任せしてある）で行われている。講師の先生、学生の双方に、前述の趣旨を特に説明したわけではないが、学生からの話を総合すると、何となくそんな感じになっているらしい。今年、夜間主コースの学生有志が自主的に、単位とは全く無関係に、小田先生の協力を得て丸竹でラヂストームを作った。これも、この講義の一つの反映であることに間違いない。



京都精華大学
美術学部
田中 充子

京都精華大学に、新しく建築分野が設置されたのは、1987年4月のことである。しかもそれは、工学部ではなく美術学部の中におかれたので、我々は当初からデザイン教育に力をそいできたが、しかし、それを裏付ける技術がともなわなければ建築にはならない。本学では、デザインと工学を両立させる大きな理想をかけ、新しいカリキュラムを作成した。

現代の学生は、親身に接触すればするほど、つまり相互応答式の個人指導を強化するほど、よくなっていく。それを妨げているのは、従来の一方通行的な講義偏重のカリキュラムである。そこで本学

では、小人数教育と実際教育を重視したカリキュラムを組んだ。それによって国公立大学に比べて少ない教員で多くの学生を教えなければならない、というハンディがあるにもかかわらず、デザイン教育に関しては学部4年間で「大学院修了」のレベルに達していると自負している。

具体的には、デザイン科目において対話型演習を多く設け、そこで、専任教員が建築のデザイン指導の特訓をおこなう。しかも通常の大学での設計製図とちがい、かなり原理的で、かつ、夢が多く、主として学生の創造力の開発をめざす。

しかし一方で、学生たちには建築士に必要な構造、力学、設備、都市計画、木造建築等の技術力を身につけさせねばならない。そのために、計画系や技術系の講義に、社会で活躍するベテランの建築家や技術者を非常勤講師として多数むか

え、建築現場と直結する技術教育を行っている。通常の大学の建築学科では専任教員が講義を行い、非常勤講師がデザイン教育をしているケースが多いが、本学ではそれが逆になっている。さらに、建築のプレゼンティング能力を高めるために、毎学年とも半期に2回、4年間を通じて計16回の半日設計をパスすることを義務づけている。それらは、木造、鉄骨造、RC造、法規、設備、風致、都市などに分かれ、これもまた、社会で活躍する建築家が非常勤講師として指導している。そして、それらと構造や力学などの技術的な講義科目とを連動させているので、学生たちにとっては片時も手が抜けない。このように、本学では、デザイン教育を重点にしているにもかかわらず、構造や力学の技術科目を担当する非常勤講師に、大きな期待をよせているのである。



したしむ力学
岡山県立大学
構造力学 構造力学演習
竹中工務店大阪本店
長瀬 正

1. 何を伝えるか

岡山県立大学は保健福祉・情報・デザインの3学部をもって平成5年に開学された。デザイン学部で構造力学および構造力学演習を受講する学生は工業デザイン・インテリア・セラミック・ファブリックと構造力学どころか建築そのものともやや離れた領域を専攻している。構造との共通点をあえて言えば、ものづくりによる付加価値の創造となろうか。

そこで構造力学では、理論や実践は措いて、「ちからとかたち」について基本的な知識を習得することを目的として授業を組み立てている。建築の形とそれを実現させている構造のしくみとその力感を、できるだけ数式や計算を用いないで、歴史的建造物から現代建築までのさまざまな作品に即して学び、デザインにおける構造の役割に対する理解と興味を喚起することを目指している。また力と並んで建築の形を決める重要な要素である素

材や技術についても概説している。

工学は数多くの失敗経験の上に成り立っていることはよく知られている。構造力学演習では、先人たちの試行錯誤の一部を体験することで、「ちからとかたち」について考える場を提供したい。グループ単位での模型作製や実験を行うことで、構造の道理を力感として把握する。構造力学を頭ではなく自らの手を使って楽しみながら学び、身近なものとしてもらいたいと考えている。

要するに「ちからとかたち」を解き明かす「したしむ力学」が構造力学および構造力学演習の授業テーマである。

2. どのようにして伝えるか

構造力学は彰国社の建築の絵本シリーズなどを参考に、次のようにまとめていく。
 ①ちからとかたち「シャボン玉はなぜ丸いのか」
 ②フォース鉄道橋「三角形の威力」
 ③折り紙「折りたたんで強くする」
 ④唐招提寺「古代を解く」
 ⑤五重塔とエッフェル塔「シンボルとしてのかたち」
 ⑥超高層「高さへの挑戦」
 ⑦フーラードーム「サッカーボール」
 ⑧吊り橋と吊り屋根「より長くより広く」
 ⑨鉄ものがたり「素材とかたち」
 ⑩清水寺と近代建築「壁から開放されたスケルトン」
 ⑪ゴシック教会「迫り持つの助け合い」
 ⑫ガウディ「ひっくり返してかたちを決める」
 ⑬新しい構造・新しい建築「技術が支える建築のかたち」
 ⑭キャンデラ「最も美しく表現されたたちから」
 ⑮エアードーム「空気で支えられた屋根」

建築「壁から開放されたスケルトン」
 ⑪ゴシック教会「迫り持つの助け合い」
 ⑫ガウディ「ひっくり返してかたちを決める」
 ⑬新しい構造・新しい建築「技術が支える建築のかたち」
 ⑭キャンデラ「最も美しく表現されたたちから」
 ⑮エアードーム「空気で支えられた屋根」

構造力学演習は学会の構造入門教材「ちからとかたち」などを参考にして以下の模型製作実習としている。
 ①とにかく作ってみよう「人がのっても壊れない紙の柱」
 ②梁のはたらき「どこが弱いかどこを補強するか」
 ③折板「折り紙で考える」
 ④テンセグリティー「適材適所の不思議な構造」
 ⑤単純ぱり「シーソーの釣り合い」
 ⑥力の釣り合い「目で見える力の釣り合い」
 ⑦トラス「三角形で支える」
 ⑧引張り材「輪ゴムの力学」
 ⑨ねじり「小さな力で大きな変形」
 ⑩ラーメン「スケルトンで遊ぶ」
 ⑪アーチ「キーストーンは要石」
 ⑫カテナリー「反転模型」
 ⑬振動と制振模型「揺れをおさえる」
 ⑭シェルの制作「強さと美しさの調和」
 ⑮石鹼膜「自然に学ぶ構造のアナロジー」

学生以上に授業を楽しんでいるのは講師たちかもしれない。

決策を主張しても説得力が無い。合理的に問題点を捉え、解決策を考える必要がある。そのような技術としてORやPERT等の生産管理に使用してきた各種の手法、管理技術がある。これらの手法は、様々な問題に適用でき、不定形な問題を考えるための技術といえる。講義では、これらの手法の解説に多くの時間を割いている。要素技術は知識であり、知っていることに意義があるが、管理技術は、知っているだけでは役に立たない。自分自身でいろいろな問題に適用し、考える技術として使いこなさなければ意味がない。短い講義時間でそこまで理解してもらうにはどうすれば良いかを考えているところである。

考える技術を身につけても、やはり、建築工事の各種要素技術の知識は不可欠である。建築物が建設されるプロセスとそこで使用される要素技術の構成を一通り説明したい。となるとかなり盛りだくさんの講義となる。週に90分、1年間のスケジュールでは、かなりハードである。テストをすると消化不良気味であることがよくわかる。そこでどうすれば良いか、よく考える必要があるようだ。



考える
近畿大学
生産システム論
株大林組
谷口 英武

現在、近畿大学理工学部建築学科の3年生諸君を対象とした「生産システム論」という講義を担当している。名称から察しがつくと思うが、施工系の講義である。しかし、あまり一般的でない名称でもあり、前任者から引き継いだときは何を教えれば良いのか見当もつかなかった。今年の四月で三年目にはいるが、いまだに試行錯誤の状態である。

従来の建築施工の参考書をみると、仮設工事、躯体・仕上工事など、建築を構成する要素技術の解説が大部分を占めている。確かに建設技術者にとって要素技術の専門知識は必要である。しかし、建設業の商品は“管理技術”である。実務者として、建設技術者にとって最も重要な技術は管理技術であると痛感している。そこで、建築生産のプロセス管理に必要な管理技術に焦点を置いた講義内容をしている。

「管理」とは、仕事が円滑に進行する

ように取り計らうことである。そのためには、仕事の進め方を考え、問題点の解決策を考え、再発防止策を考える必要がある。そこで、若い人たちに自分で考えることの重要性を強調したいと考えている。昨今の厳しい受験戦争を潜り抜けてきた若者は、子供の頃から、知識を詰め込み、マニュアル化された解法に従い、すばやく答えを引き出す訓練を受けてきているが、自ら試行錯誤して答えを考えることに慣れていない。もっと自分で考える習慣をつけて欲しいと思っている。知識を詰め込むのは苦痛であるが、考えることは本来楽しいものである。しかし、考えることの楽しさを教えることは難しい。何か良い方法はないかと考えている。

考えることの重要性が理解できたら、つぎには、考える技術を身につけて欲しい。現場管理の実務において直面する問題は、正解があるとは限らない。必ず正解がある入試問題とは違う。解決方法もいろいろな方法が考えられる。限られた時間の中で、自ら考えて、最適と思われる方法を選択することが求められる。このような場合、闇雲に考えても上手く行かないし、勘、経験、度胸に基づいた解



神戸大学

構造計画論・特別講義

株鴻池組

櫻原 健一

教壇に立つといつても特別講義として年に1回たらず過ぎず、それも特定のテーマに限定しているから、定常に学と関わりあっているわけではない。ただ100名以上の大学3年生を相手に行った数回の講義を通して、自分の感じたことを記しておきたい。

私が母校で講義をすることになったのは、建築系教室で学生の「構造離れ」が顕著になった平成の初め頃からである。バブル経済が終焉し、建築デザインは混沌を極め、技術の限界がささやかれていた。建築学を学ぶ学生たちはほとんど構造系のゼミを専攻したがらず、建築空間の意義を探ったり、まちづくりの社会的行動の方へ関心を寄せていた。その状況は別に昨今に始まったことではなく、建築を学ぼうと志す学生で、構造をやろうという人はもともと少ない。それは社会における構造技術者の地位を如実に反映しているし、さらには構造技術そのもの

が魅力を失っているからではないか。そこで講義はプロジェクトの中で、構造技術が如何に関わり、いかに面白いかを具体例に即して伝えることが目的となる。

建築における構造技術とは何か？この問いに簡単に答えることはできないが、少なくともサルバドリが言うように、「建築物が成立し、実体として存在するために最低限必要なものは『構造』である」ことは確かであろう。しかし実際の建築物は個々に異なり、機械製品のように在庫がきかないし、クライアントの要求も異なる。これに応える構造技術は、ルーチンワークで処理し得るものではなくて、プロジェクトごとに千差万別である。実は、そこにこそ建築の面白さがある。つまり建築構造技術というものは汎用性がないのである。大学における研究や教育は、構造力学にしろ振動論にしろあるいは鉄筋コンクリート構造や鉄骨構造など、それぞれ種々の構造項目における汎用基盤を扱う。研究活動で生まれる構造体系は、抽象的な議論に陥りやすい。だからはじめて学ぶ者にとっては、それらの構造体系が実際にどんな意味を持つかを理解できない。建築史や設計演習と

の結びつきがよく分からない。繰り返すが、建築における構造技術はあくまで個別であり、構造体系はその底辺に流れる一般論である。したがって構造技術を実践する、つまり構造設計することは、一般論としての構造体系と現実に存在する壁との間を「ゆきつ戻りつ」することにほかならない。技術者はやみくもに構造理論を振りかざして突進するのではなく、施主の要求や建築家のわがまま、コストや工期、法律上の制約という壁にぶつかりながら、構造体系の不完全さと種々の問題点とを「ほどほどに」さばいて行く。その原動力となるのは、建築プロジェクトに対する技術者としての夢であり、モノ作りにかける熱意である。

私が行った講義のテーマは以下の5つであるが、わかりやすい言葉で説明する努力がどの程度むくわれたかわからない。ただ、聴講する学生たちの姿勢が熱心だったことは確かである。

- 「開閉式ドームの現状」
- 「大空間の構造デザイン」
- 「超高層から超々高層へ」
- 「耐震設計のパラダイム」
- 「ハイパービルディング」

業の雰囲気作りから始めることになりました。今の学生は一人一人は大変素直で演習もレポートも真面目に提出するのですが、目に見えて何らかの評価が得られないことや理解できないと思うことには努力しない傾向があります。その辺も踏まえて授業の構成を考えることにしました。

今にしてわが身を省みますと、学生時代の講義内容の記憶は薄れ、後から社会で学んだ知識に埋もれている所から見ても当時の理解が不十分であったことは明らかですが、それにも拘わらず例えば田辺平先生の木構造、谷口忠先生の耐震論等々諸先生の情熱を傾けられた講義は、自分のその後の建築への取組みに大きな影響を及ぼしているように思われます。昔受けた講義には及ぶべくもありませんが、少しでも後から思い出してもらえるような講義の在り方を考えて居ります。実務設計者として日頃から建築屋は医者と似ていると感じて居ります。医学は生きたままの人間を扱うために難しくまた尊重されます。建築物も人間と同じように生きた個体であります。その完成には設計計画から施工管理に至るまで幾多の

問題があり、これらがすべて何らかの形で解決されて個性を持った建築物となります。建築の難しさはこれらの問題全てに必ず解答が必要であり、それが適切でないと健全な建築物が造れないという所にあります。建築を作り上げる難しさとその面白さを学生に判って貰うためには、その辺の実際を経験者から伝えることが効果的ではないかと思って居ります。今担当の講座、建築構法は建築技術の集大成であります。これまででは技術や部品の羅列の感もありましたが、これから建築構法では、目的とする性能を備えた建築を造るために、要求される性能の基準と各部品の性能を逐一明らかにし、工法の選択と組合せを自在に検討が出来るような体系を作り上げて行くことが是非必要であると考えて居ります。部品や技術は日進月歩ですが、その性能を客観的に評価し、体系的に位置付けて活用を図れば、これから建築工事に多いに役立つものと信じて居ります。

おわりに21世紀の建築を造る学生のために教育の分野に対してもJ S C A会員の皆様のご参加とご活躍をお願い致します。



50年振りの教室

福山大学
建築構法

樋口 元一

J S C A中国支部のご紹介で今の講座を担当させて頂いてからはや5年が経ちました。40数年携わって来ました会社の設計の仕事から離れるに当たって、これまでの経験を若い学生諸君に伝えてみたいという漠然とした想いからお引き受けしましたが、予期しなかったさまざま問題に遭遇し自分が勉強して居ります。ふりかえって見ますと学校で建築を学んでから50年が経って居ります。この間に建築構造の世界は全く変貌しました。当時世間にはコンピュータも地震計も無くコンクリートの強度は今の半分、鉄骨の接合は専らリベットという状況でした。現在の構造技術はこの50年の間に一つ一つ積み上げられ、私も実務の分野でこの変革を経験して来ました。この様な想いも多少あって講義に臨ましたが、初めて教室に足を踏み入れてその騒がしさに驚きました。私語はおろか居眠りさえも出来なかった昔とは様変わりです。まず授

を過ぎた。今後は、より多くの人々にこの技術を広め、より多くの人々が安全な社会を実現するため、地盤系分科会の活動を継続してまいります。



株安井建築設計事務所
松尾 雅夫

平成9年度から地盤系分科会の主査をお受けして早2年を経過しようとしている。従来からの活発な活動を継続するために、分科会は2ヶ月ごとに開催して、基礎設計に関する最新の技術動向を紹介・勉強することを目的に活動を行っている。ちなみに平成10年度は以下のテーマについて検討した。

①建築センター「改良地盤の設計と品質管理指針」の内容と設計事例について、
②建築学会「基礎構造設計指針」の改訂内容について、③既製コンクリート杭の無溶接継手、④杭頭ピン・ローラー接合の実大実験見学会、⑤懇親会、⑥杭頭ピン・ローラー接合の実大実験の結果報告

上記の他、地盤系分科会の活動成果を報告する目的で、関西支部会員を対象に、平成10年3月に、東京の地盤系部会でまとめられた「杭基礎の耐震設計を考える」について研究報告会を実施した。平成10年10月には、杭頭新接合法（杭頭ピン・ローラー接合法）の実大載荷実験を公開実験として行った。また、平成10年11月には、広報委員のご努力で、東京大学の東畑先生をお迎えし、「液状化について」と題して講習会を開催した。

ここでは、杭頭新接合法の実験見学会と「液状化について」の講習会について紹介する。

●杭頭新接合法実大実験見学会

見学会のプログラムを以下に示す。

＜公開実験見学会プログラム＞

- P/Rパイアル研究会代表挨拶
- 杉村義広教授挨拶
- 日本ピラー工業代表挨拶
- P/Rパイアル概要説明
- 実験概要の説明
- 日本ピラー工業福知山工場の案内
- 実験第5サイクル載荷実験見学
- 昼食
- 自由見学（実験第6サイクル実験見学、模型実験結果説明、施工法説明、F3フーチング実験結果説明、工場見学など）

地盤系分科会活動報告 —新しい基礎構造の設計を目指して—

- 実験結果報告
- 阪口理教授講評



写真1 見学会の様子

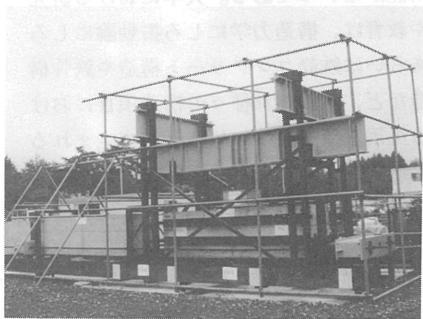


写真2 載荷装置全景

杭頭ピン・ローラー接合となるP/Rパイアル工法は、安井建築設計事務所と日本ピラー工業が考案し、近畿大学阪口理教授、東北大学杉村義広教授の指導を受けて、両社と杭施工業者など9社で構成するP/Rパイアル研究会によって開発が進められている。今までに各種解析や模型実験などによってその優れた性能が証明されていて、今回日本ピラー工業福知山工場において実際の杭を使った大規模な実験が公開実験として実施された。

福知山の実験会場まで、大阪から約2時間という距離にもかかわらず、当日は、関西支部の会員を中心に約150名が参加され、活発な意見交換が行われた。

続いて、見学会の内容と実験結果について紹介する。

1. P/Rパイアルの概要説明

兵庫県南部地震では杭基礎にも多くの被害があり、その約70%は杭頭部で発生していると報告されている。杭頭部は一般にフーチングを介して上部構造と連結しているため、上部構造の慣性力や地盤の応答変位の影響により応力が集中して発生すること、杭施工法によっては杭頭

カットオフなどの施工上の欠陥も内在しやすいことなどが、被害を大きくした原因であると考えられる。このような被害を防ぐ一つの方法として、杭頭部にすべり材を介在させ、接合条件をピンあるいはローラーとして、杭頭部での応力集中を解放する杭頭新接合法（P/Rパイアル工法）を開発している（図-1参照）。

杭頭部をピン・ローラーとすることで、以下の利点が生じると考えられる。

- ①杭頭部での応力集中が解放され、応力が激減するので、地震時の杭頭部の被害を防ぐことができる。
- ②上部構造と基礎構造を分離した設計が可能となる。
- ③杭頭部からの曲げモーメントが上部構造に伝達されないため、基礎梁などの部材断面を小さくすことができる。
- ④杭頭接合状態が明快となる。
- ⑤免震効果が期待できる。

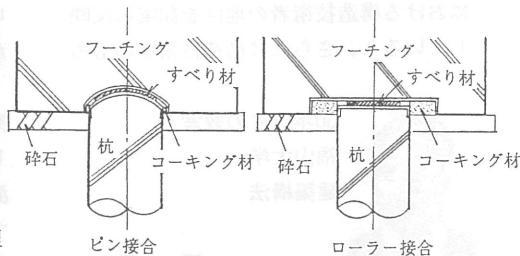


図1 杭頭ピン接合・ローラー接合の概念図

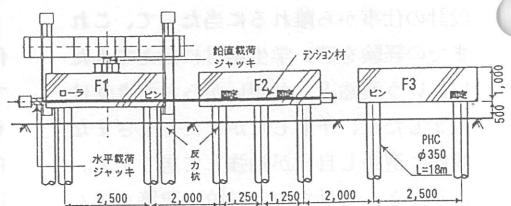


図2 水平載荷実験装置

2. 実験要領の説明

実験は、図-2に示すように杭とフーチングが一体となった構造体3体を、互いに引張り合う水平載荷であり、杭はPHC杭φ350mmC種を採用した。

F1フーチングは、杭頭部をピン接合とローラー接合の組み合わせとし、鉛直荷重として杭1本当たり40t載荷し、鉛直一水平同時載荷ができる構造となって

いる。F2 フーチングは、反力杭で、杭頭部はすべてパイルスタッド工法による固定接合となっている。F3 フーチングは、従来の接合法と比較するために、パイルスタッドによる固定接合とピン接合の組み合わせとなっていて、鉛直荷重は与えない。

杭は、N値50以上の粘土混じり砂礫層に支持され、上部はN値10前後の盛土中にあり、杭体にはひずみゲージが埋込まれている。

実験会場では、事前に実施されたF3 フーチングが杭を切断して横向きに展示され、固定接合の杭頭には大きなせん断クラックが発生しているが、ピン接合の杭頭部は健全であることが確認できるようになっていた。

当日の実験は、F1 フーチングの最終段階の荷重サイクルが載荷されていた。杭頭部は地上から50cm浮かせてあり、載荷中の杭頭部の状態を目視できるようになっていた。最終的には水平変位が10cmを超えて、ローラー支承のクリアランスがなくなり、実験は終了した。ピン・ローラー杭とも杭頭部が健全であり、所定の性能が発揮されていることが確認できた。また、テレビモニターに写し出された杭の鉛直方向のひずみ分布でも、接合条件がピン・ローラーとなっていることが観察された。

3. 実験結果の報告

実験により得られたピン・ローラー杭の曲げモーメント分布を図-3に示す。軸力によるすべり材の摩擦力の影響で、杭頭部に若干の曲げモーメントが発生しているが、いずれの杭も杭頭ピン・ローラー接合としての性能が発揮されていることがわかる。

4.まとめ

建築基準法の性能設計化に伴い、設計者は建物の必要性能を明確にし、その性能を何らかの形で証明することが要求されることになる。とくに上部構造と基礎構造の相互作用に関しては不明な点が多く、両者の関連が明快となる接合方法が望まれていた。P/R パイル工法が、その一つの手法となることを期待したい。

最後に、日本建築センター「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」をまとめられた杉村先生の言葉を紹介して、見学会の報告とする。「指針は、杭頭固定を推奨しているのではない。建物によつては杭頭ピンが望ましい場合もあるが、

当時はピンとなる接合法がなかったため、杭にとって安全側となるように、実験等で確認する以外は固定により設計することとした。今回の実験の成功により、杭頭ピン・ローラー接合法の可能性が示された。今後は、固定接合、ピン・ローラー接合とも研究開発が行われ、共存して利用されることを期待したい」

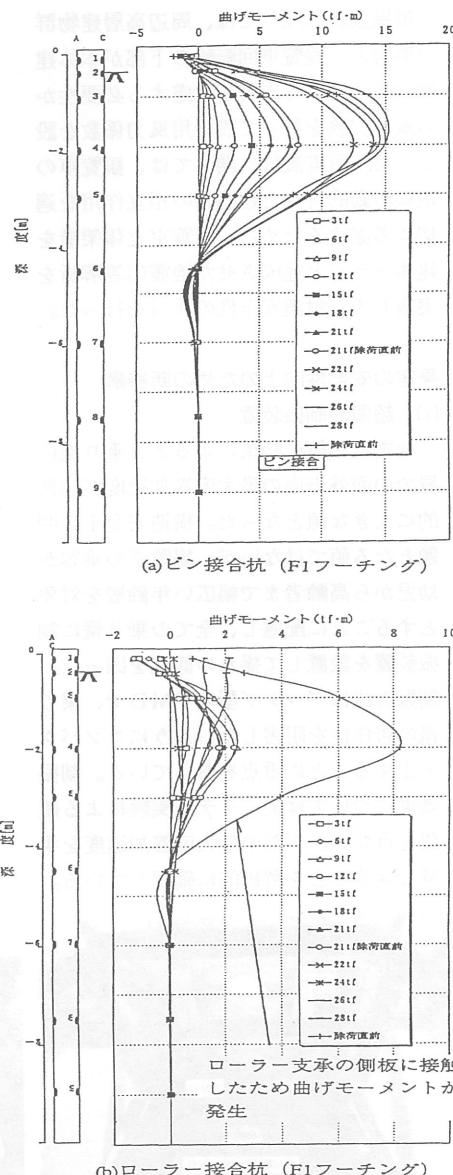


図3 ピン・ローラー接合杭の曲げモーメント分布

●「液状化について」講習会

東畠先生が大学院の講義で使用されている資料をテキストとして、液状化についての講演が行われた。

主な講演内容を以下に示す。

1. 液状化の被害事例の紹介

①フィリピン地震、イラン地震など海外での液状化被害事例が紹介された。液状化による被害は、支持力の喪失、盛土の沈下、埋設構造物の浮上り、土留壁・護

岸の側方変位などである。②河川堤防は洪水と地震とを同時に考慮していない。液状化による沈下を全くさせない設計はしていない。地震後に補修することを前提に設計されている。③液状化後の地盤沈下の大きさを予測することが大切。④過去の地震で、河川堤防の高さの75%以上沈下した事例はない。この現象は液状化地盤は泥水と考えることにより（汚水説）説明できる。⑤日本の日本海側は太平洋側より液状化しやすい。太平洋側は細粒分（粘土分）を多く含んでいるためである。⑥同じ沖積平野でも、液状化する場所としない場所がある。旧地形が影響する。旧河川の周りでも自然堤防の部分は液状化しないが、その外側の氾濫原は液状化しやすい。⑦古い地盤ほど液状化しにくい。同じ密度の砂でも時間がたてば液状化しにくくなる。時間がたつことにより数値では表現できない結合力が作用するようである。

2. 液状化対策について

①締め固めて間隙を減らす、②間隙水圧の消散、地下水を下げる、③固めるなどが考えられる。緩い砂は突然液状化するが、締まった砂は液状化しても急激な強度低下がなく粘り強い。

3. 液状化の判定

①地形、地質である程度判断できる。一般的には外力と液状化抵抗の比（安全率）である F_l 法により判定を行っている。この方法は世界中の地盤で共通に利用できる。②液状化抵抗を求めるための振動3軸試験は、扱いやすく簡便に液状化強度を知ることができ、よく用いられる。自然地盤と供試体では応力状態が異なるが、補正係数をかけることにより対応することができる。動的解析による判定はパラメータが多すぎて、その設定が難しい。

4. 液状化地盤上の地震加速度記録

①地表面の振動は、表層地盤の卓越周波数とほぼ一致する。②地表面加速度の大きい所が、液状化しているとは限らない。液状化するかしないかは、変位の大きさが影響している。

5. 液状化地盤での設計法について

①設計では、液状化時の地盤の変形（沈下、側方変位など）を精度よく推定し、その変形に対処することが重要である。

以上、建築構造設計者にとって少し難しい内容であったが、液状化時の設計の考え方など有意義な講習会でした。

建物紹介－HEP FIVE－



竹中工務店大阪本店
河野 隆史

本建物は、大阪・キタの中心地「梅田」に建ち、若者を中心に長年親しまれてきた阪急ファイブの建替えにあたり、次世代の都市型エンターティメントパークとなることを目指した商業建築である。シンボリックな直径75mの真っ赤な大観覧車が設置されたこの建物は、大阪の新たなランドマークとして定着しつつある。

大観覧車が上に載る高層商業施設の設計に際しては、安全性の確保が最重要課題であり、特に次の2点に留意した。

1. 観覧車と建物との一体化による影響を考慮し、観覧車にも建物と同レベルの耐震・耐風安全性を確保する。

2. 観覧車には、構造安全性だけでなく日常の運営面、さらには非常時の避難を含めた乗客の安全性を高める。観覧車の構造設計の取り扱い方については、報告済み（structure No69 1999. 1 p.52～53）なので概要にとどめ、ここでは乗客の安全性向上を目的として観覧車に採用した新機構について紹介する。



写真1 HEP FIVE

建物ならびに観覧車の概要

本建物は地下3階、地上10階、塔屋1階、高さ48.8mの鉄骨造で、ラーメン架構を主たる耐震要素とする。主要な柱は充填型鋼管コンクリート造を採用するとともに、アンボンド鋼板プレースをコア周りに配置している。

観覧車は建物の7階床に設置され、最

高高さはG.L.+106mに達する。52個の乗り籠を吊り下げる回転輪の主体構造は、面外方向に放射線方向26組の片持ち梁形式トラス架構とし、面内方向にはリングトラス架構とした。2組の支柱は三角錐形状のトラス架構としている。

観覧車の耐風・耐震設計概要

耐風設計に関しては、周辺高層建物群の影響と、観覧車回転輪の下部が本体建物内を通過する影響を考慮する必要性から風洞実験を行って設計用風力係数を設定した。耐震設計に関しては、観覧車の地震時動的特性と建物との相互作用を適切に考慮するために、観覧車立体架構を建物モデルと連成させた地震応答解析を実施して、耐震安全性の検討を行った。

乗客の安全性向上のための新機構

(1) 超薄型制振装置

地震応答解析結果によると、乗り籠位置での面外方向の最大応答加速度が局部的に大きな値となった。構造安全上は問題となる値ではないが、観覧車の乗客が幼児から高齢者まで幅広い年齢層を対象とすることに配慮し、全ての乗り籠に制振装置を設置して揺れの低減を図った。制振方法はパッシブ型のTMDで、乗り籠の居住性を阻害しないようにコンパクト化することに重点をおいている。制振効果については実大モデル実験による確認を行ない、頂部の最大応答加速度を半減できることを解析的に確認している。

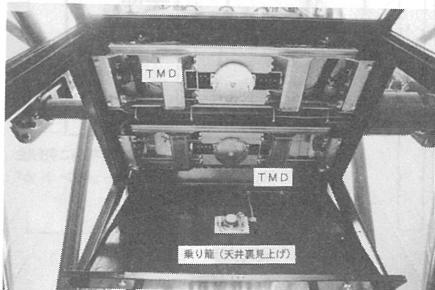


写真2 超薄型制振装置

(2) 乗り籠の暴風時回転防止ダンパー

台風などの強風時には、乗り籠が鉄棒競技の大車輪のように吊り軸廻りに回転することが過去の事例から解った。従来は摩擦力によるバンド式ブレーキを使用して強風時の大回転を防止していたが、1籠ごと手縛めで行うため摩擦力の調整が難しく、絞めすぎると不快な擦過音が生じる問題があった。本観覧車ではバン

ド式ブレーキに替え、回転速度に比例して抵抗力が大きくなる粘性体ダンパーを採用した。これにより、日常の運転時には不快な擦過音を発生することなく滑らかに回転し、強風時には乗り籠の不安定な回転運動の防止が可能となった。

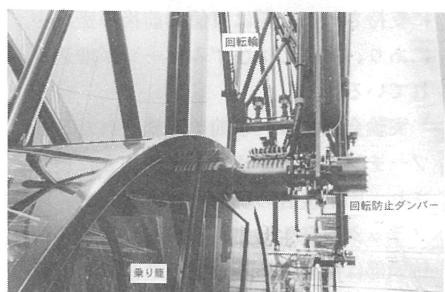


写真3 回転防止ダンパー

(3) 駆動輪変形追隨機構

観覧車は回転輪に取り付けたガイドレールを、両側から挟み込んだ駆動タイヤの回転反力を送り出すことによって回転している。そのため大地震時に回転輪が面外に大きく揺れると、ガイドレールが駆動タイヤから脱輪する恐れがあった。脱輪すると回転輪の制御が出来なくなり、乗客の安全な避難が困難になる。一方、脱輪を防ぐため回転輪の面外方向の変位を強制的に拘束すると回転輪の応力が大きくなる。そこで、地震時の回転輪の面外変形に対して、自動車のサスペンションのように駆動タイヤが追随して動く機構を開発した。これにより地震時にもガイドレールの脱輪を防ぎ、乗客を安全に避難させることができた。

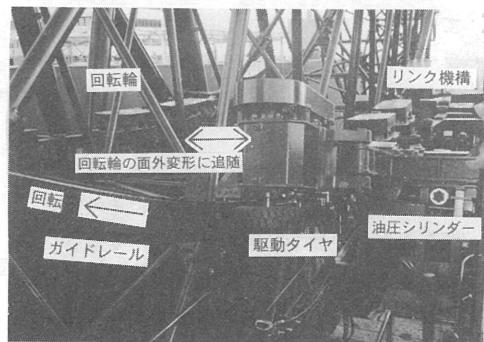


写真4 駆動輪変形追隨機

優雅に周る大観覧車にはこのように様々な安全対策が施されている。観覧車の理解からスタートした設計作業を通して目指してきたものは「世界一安全な観覧車」であり、エンターティメント性と安全性を両立した魅力ある商業施設が実現できたのではないかと思う。

関西支部若手技術者育成講座

事業委員会委員長
辻 幸二

若手技術者育成講座の第三回目が、2月19日に大阪建築会館で受講者23名を迎えて開催されました。本講座は、一般的講習会と異なり、第一線で活躍している他社の技術者と膝を交えて丸一日過ごすことによって、若い技術者各々が考えなければならないことのヒントを摑むことを目的とする主旨で企画され、今回が三回目の講座です。インストラクターは、昨年に引き続き木構造・構造計画分科会から次の10名の皆様にお願いしました。

インストラクター（勤務先及び敬称略）

井上 繁 上仲 茂生
榎本 秀文 近藤 一雄
田中 利幸 辻 幸二
柄尾 実 西 邦弘
北條 稔郎 森高 英夫

講座のプログラムは、昨年と同様に、午前中が講演と構造計画の留意事項の説明、午後から5グループに分かれて、構造計画演習とその成果作品の発表及び質疑応答という形式で進められました。

清水建設の榎本氏は、集成材を用いたクラブハウスの設計事例を基に講演されました。特にデザインのニーズと構造課題の調和を図るための様々な工夫が紹介されました。例えば、キャンティ柱のスラストを低減するために、自己釣り合い形の張弦梁を採用しながら、D.L.に対してはピン、ローラー支承とすることで、テンションバーのサイズを小さくしてデザインニーズのヒューマンスケールを実現するといった構造課題の解決策は、受講者に深い感銘を与えたものと思います。

竹中工務店の田中氏は、構造計画の留意事項と題して、よい構造設計をするための構造設計者の心構えについて講演されました。特に「建築に愛着を持ち、美的センスや構造的な勘を養う」ことを強調され、氏の人生感、構造設計者としての使命感が凝縮されたすばらしい講演でした。

午後の演習問題は、昨年と同様に、32m×32mの平面に、1階店舗、2階が屋根付きの駐車場の構造計画の提案を求めるものでした。今年の作品の特徴は、各グループ共独自の建築条件とコンセプトを設定し、それぞれ特色のある構造計画

を提案していることです。

A班：様々な店舗に対応できる構造計画。

1階RC造で8m×8mスパン

2階RC造で屋根はS造(32m)

B班：商品棚の配置が自由になる大空間で、重厚な質感を持ったデザイン。

1, 2階共RC造で、2階床は

P S梁、屋根S梁で、何れも32

m×32mの無柱空間。

C班：中央に吹抜けとトップライトを設け、緑を取り入れた複合店舗。

S造の純ラーメン（スパン9, 10, 9m）で屋根はアーチ形

D班：ローコスト。

S造のプレース架構で、スパン(10.5, 11, 10.5m)×8m

E班：1階に中庭を有する車のショールーム。

S造純ラーメン架構で、スパン(10, 8, 12m)×(10, 8, 10m)

受講生の感想文が事務局に届いていますので、その一部を紹介したいと思います。

「感想文」(株)日本設計 山口 英雄

この講習会に参加して一番よかったと思うのは構造計画の実習とその発表及びディスカッションの時間でした。実習の時間では、課題が何の制限もないといってよい状態でかつ構造計画のコンセプトを考えるということでしたが、普段このような状態から仕事をすることがないため少しとまどいました。同じグループの方の話を聞いてみても、一番最初に意匠的なコンセプトから考える方、屋根の形状から考える方、柱の配置から考える方と様々で、その意見の中にも思いもよらない着想や知らない事柄が聞けよかったです。また私達のグループはなかなか意見がまとまらなかったので、個人個人で一つの案を出し合うという方法をとりましたが、そうした方法をとったため、その人がどこから着目し、どう考えを発展させていったかという事が、一通り聞くことができよかったです。ただ話し合いにしろ、まとめる作業にしろ時間が少なかったことが残念です。

発表の時も、他のグループの方の様々な課題のとらえ方や考え方方が聞け、おもしろかったですし、自分達の発表の時も、たくさんの指摘をいただきて、新たな知識を得られたいへん良かったと思います。特にそうした事が同世代の方から指摘されたので、私も負けないようにもっとがんばって勉強しなければと思いました。

「感想文」(株)長谷工 濱口 徳定

さて今回の講習会についての感想ですが、自身の不勉強と他社の皆さんのが努力されていることを痛感させられるばかりでした。私も今以上に努力し、皆さんに追いつき追い越せるようになりたいと思います。

まず、清水建設の榎本さんによる、構造用集成材を用いたゴルフクラブハウスの設計例では、木を用いた構造に縁がなかったので良く理解できなかった反面、大変興味深く思いました。ただコストの面で鉄骨よりかなり高くつきそうなので、その是非はどうなのでしょうか。

次に竹中工務店の田中さんの構造計画に関する講義ですが、私にとってはこの内容が最も有意義なものでした。中でも田中さんが言っておられた「着想」という言葉が建築を始めた頃を思い出させてくれて印象的です。構造設計を仕事にして丸2年がたとうとしていますが、理解できていないこと、知らないことが多く、与えられた建物を形どおり設計するのが手一杯で自ら何かを考えたことは全くありませんでした。構造設計が建物を計画し造ってゆくものという発想は今後この仕事を続けてゆく上で非常に力強く勇気を与えてくれるものです。『建築に愛着を持ち、美的センスや構造的な勘を養う』という言葉に構造設計者の自負があり、設計者としての意気込みを感じました。実際自分が設計した建物にも特に愛着というものは感じていなかったので、私自身の構造設計者に対する考え方にとって、革命的とも言えるものです。愛着を持って建物を見るということは、即ち真剣に設計を行なうという行為につながってゆくことだと思います。今後は、色々な建物を見、色々な建物に触れて、より広い視野で設計ができるようになればと思っています。



西島団地見学記

株安井建築設計事務所
山浦 晋弘

昨年の11月5日にJSCE計画分科会主催の西島団地現場見学会が午後2時からあり、幸いにも参加する機会を得たのでその概要を報告する。

この西島団地は大阪市此花区に位置し、住宅棟と駐車場棟から構成される。発注者は住宅都市整備公団で、設計監理は同公団と鴻池・佐藤・錢高建設工事共同企業体、施工も同工事JVが行っている。

今回見学の対象となったのは鉄骨造、地上40階建ての住宅棟で、最高部高さは132.60m、延床面積は約44,045m²となっている。また、建物最上階には展望ロビーがあり、頂部にはヘリポートを有する。

本建物は一辺37.5mのロの字平面をしており、中央は吹き抜けである。クロスチューブ架構の柱にCFTを使った超高層住宅で、12階までは600kg/cm²、また13階以上に420kg/cm²の高強度コンクリートを圧入充填している。また、強風時の居住性改善を主目的に、各階にプレース形式の粘弹性ダンパーを設置しているのが大きな特徴である。

現場見学に先立ち「粘弹性ダンパーの建築耐震設計への応用」と題して、早稲田大学理工学部の曾田五月也教授による

講演があった。曾田先生がこれまで研究、開発されてきた粘弹性ダンパーの力学特性、基本機構から温度や振動数依存性を定量化できる力学モデル、最適ダンパーアイドの設定、応答解析による検証から振動台実験、そして実際の建物への適用にいたるまでをビデオをまじえながら、わかりやすく解説されておられた。参加者も熱のこもった先生の講演に、熱心に聞き入っていた。



その後、鴻池組大阪本店設計部の高井氏、森氏から西島団地の計画および建築設計概要、構造設計概要がそれぞれ紹介された。前述した構造上の特徴のほかに、基礎はGL-60mの洪積砂礫層を支持層とする場所打ち鋼管コンクリート拡底杭であること、すぐ横を流れる淀川の堤防と団地を一体整備し、複合ドレーン工法により地盤改良がなされていること、また、床スラブには鉄筋組込み捨て型枠工法を採用し、厚さ250cmのボイドスラブとすることで計画上小梁をなくし、重量軽減もあわせて図っていることなどの

説明があった。

また、工事概要について建設工事共同企業体の片岡所長からひととおり説明を受けたあと、4班に分かれ、曾田先生とともに現場をまわった。まず、工事用エレベーターで最上階に上がり、鉄骨軸体状況を見てまわったあと下階に移動し、粘弹性ダンパーや仕上げが完了した住戸内部、1階のCFT柱のコンクリート充填口などをひととおり見学した。

その後、再び現場事務所の大会議室にもどり、質疑応答となった。質疑応答では粘弹性ダンパーの温度依存性や居住性能に関して質問が集まり、この種のダンパーに対する関心の高さがうかがえた。また、地震・風観測、粘弹性ダンパーの計測を計画しているとのことで、今後貴重なデータとして蓄積されるであろう。

午後5時半、肌寒い天候であったにもかかわらず見学会は盛況のうちに閉会となつたが、見学会と講演会をセットで実施した今回の企画は、なかなか充実していてよかった。こうした見学会が今後も出てくることを期待したい。

なお、最後に今回の見学会にあたり、興味深いご講演をいただいた曾田先生、忙しいなか見学会のために貴重な時間を割いていただいた鴻池組大阪本店をはじめ、鴻池・佐藤・錢高建設工事共同企業体の各関係各位、JSCE事務局各位にお礼申し上げます。

●事務局だより

大阪府、大阪市主宰「耐震診断・改修」(S造)講習会 1/19,20

建築士会主宰「1級建築士指定講習」 2/18,2/25

若手構造技術者(会員外)の育成講座 2/19

ーお知らせー 大阪市では、平成7年度より耐震診断費補助制度を実施していますが、耐震改修はなかなか進んでいません。平成11年度から、耐震改修工事費用の一部について補助を実施する予定です。1m²あたり6,259円を限度に、耐震改修費の約13%を補助することになります。詳しい内容および実施日が決まり次第お知らせ致します。

発行 (社)日本建築構造技術者協会
関西支部事務局
〒550-0003 大阪市西区京町堀1-8-31(安田ビル3F)
Tel・Fax 06-6446-6223

会員紹介

仁波 敏夫
勤 仁波敏夫建築事務所
主宰
趣味 読書、新幹線に乗ること、東京歩き



初めての仕事が、20tクレーン大スパン工場の設計。鋼構造規準と首っ引きで設計図を作製。現寸検査の折、余りの大きさに自分で自分の眼を疑う。数ヶ月後、建方中の現場へ行って再驚。架構部材が極端に小さく見える。爾来30年近くになるも、今だその境地を抜け出ない。

●編集後記

桜の季節になりました。今年も各学校や職場には初々しい新入生、新入社員があふれ、どこか華やいだ雰囲気が漂っていることでしょう。今回の特集では次世代を育てる熱い思いを聞かせて頂きました。実務で培った経験と技術を教育の場でどのように還元できるかは今後の課題です。これから的新緑の美しい季節に向けて、JSCEの会員の皆様のより一層のご活躍をお祈り申し上げます。

(舛田・日下部)