

橋梁模型で「理論と実践」をつなぐ教育

— 日本大学 関先生に聞く —

聞き手：長谷川 剛，黒輪 亮介

今号の特集テーマである「PCの教育と技術者の育成」。進む理系離れや土木のイメージ低下により、逆風下にある教育機関では、いまだどのような取組みが行われているのか？ PC工学会の今後の取組みの参考になるかといろいろ調べているなか、独創的な教育理念と方法により、学生の興味や潜在能力をうまく引き出し、国際的なデザインコンペティションでも賞を獲得するなど、その活躍に注目が集まる日本大学の関文夫先生とお会いする機会があった。さっそく関先生の研究室にお邪魔して話をうかがった。

まずは関先生に話を伺った

■先生が受け持たれている授業の内容、研究室の取組みなどについてお聞かせください。

関：日本大学理工学部土木工学科で受持つ講義は、1年生の「力学の基礎Ⅰ，Ⅱ」，「土木工学インセンティブ・スタディスキルズ」，「特殊講義Ⅰ」，3，4年生を対象とした「コンクリート構造設計」，「橋の力学とデザイン」，「コンクリート構造実験」，大学院での「構造工学特論Ⅷ」，構造・デザイン研究室として「ゼミナール指導」，「卒業研究指導」，「修士課程研究指導」を行っています。

■どのような点に主眼をおいて授業、研究室でのご指導をなされていますか？

関：各学年で異なりますが、1年生には「力学の理論を現象として理解させる」，3，4年生の講義では「理論と実践（技術）の隙間を理解させる」。大学院では「高度理論と実践技術の融合から新しい技術を生み出す」ことに注力しています（図-1）。もちろん研究室では挨拶から始まり、電話の応対，掃除，客人応対，懇親会，イベントの企画と社会的な教育も実施しています。挨拶のない学生は朝から怒鳴られ，一日暗い時間を過ごすこととなります（笑）。

研究室にはたくさんの橋梁模型が

■研究室にたくさんの橋梁模型がありますね。なかには非常に精巧なものもあるようですが、これはどのような目的で作られているのですか？

関：授業の一環で学生に作らせています。1年生には「力

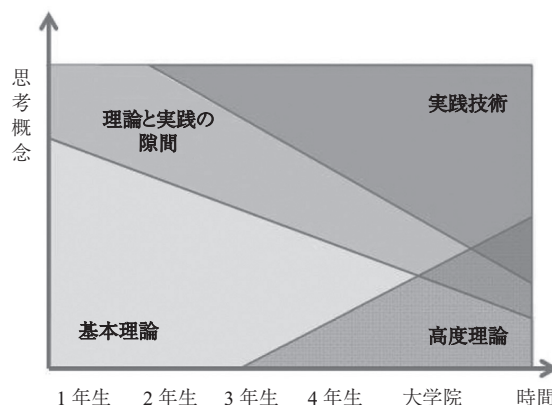


図-1 各学年での思考概念イメージ

学の理論を現象として理解させる」。具体的には、スチレンペーパー（3mm）を用いて桁高の異なる数種類の2主桁（橋長420mm）を作成し、これに荷重（約480g/個）を載荷し、破壊まで現象を観察します（写真-1）。このとき、荷重を小型ロードセル、たわみを変位計でリアルタイム計測し、その場でグラフ表示して観察できるシステムも開発しました（写真-2）。桁高が高くなると、曲げ剛性が高くなり、たわみは理論上、桁高の3乗に比例することになります。こうして、断面二次モーメントというものと付き合いが始まり、さらに断面係数、弾性係数などの

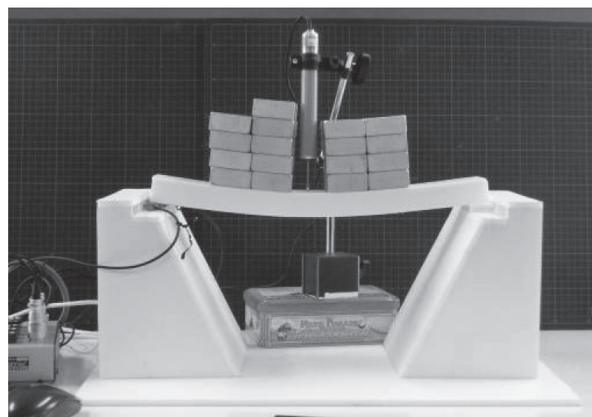


写真-1 荷重とたわみの状況



関 文夫
Fumio SEKI

日本大学 理工学部
土木工学科 教授
1985年日本大学理工学部土木工学科卒，同年大成建設入社。橋梁技術者として現場，設計を往来した後，土木設計家として高速道路や公園など数多くの施設を設計。2011年より現職。

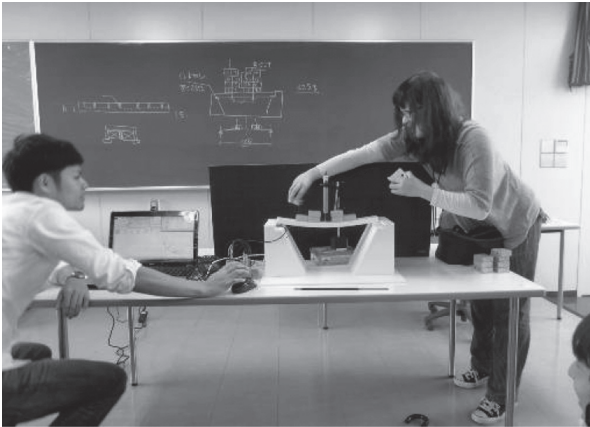


写真 - 2 荷重載荷状況と実験システム (1年生)

意味を理解できれば、2年生から始まる本格的な構造力学や応用力学の礎となります。現象を理解することにより、理論をイメージし易くなる効果に期待して指導しています。

3, 4年生の「コンクリート構造実験」では、100 mm × 200 mm × 1800 mm の供試体 (重量約 90 kg) を学生 4, 5 名のグループで、型枠の製作、鉄筋の組立て、鉄筋のひずみ計の取付け、コンクリートの配合設計、コンクリートの打設、脱型、コンクリートひずみ計の取付け、試験体メッシュ作成まで、一貫した供試体製作を行わせます。たとえば、型枠の製作では 1 枚の合板、1 本の栈木から歩留りを考えて材料を切り出し (写真 - 3)、脱型を考えると型枠のネジを留めることまで考えさせます。小さい供試体ですが、本物のコンクリートの重量感とダイナミックさから愛着が湧くのか、曲げ破壊実験の際は、ひび割れ性状を食い入るように見えています (写真 - 4)。



写真 - 3 コンクリート供試体の型枠製作 (3年生)

3, 4年生の「橋の力学とデザイン」では、橋の設計史、コンセプトデザイン、断面性能、各構造の種類ごとの構造特性、材料特性、造形論、地形論、空間論、デザイン論を講義しています。受講者約 120 名の講義では、雷電廿六木橋、酒田みらい橋、新東名富士川橋、ばんどうドイ



写真 - 4 曲げ破壊実験 (3年生)

ッ橋など具体的な橋の構造と造形の関わりを解説していきます。これらの講義の最後に「自分の橋をデザインする」、「何らかの構造的工夫を加えた技術検証を行う」のどちらかを A4 サイズ 2 頁に論文形式でまとめる課題が出されます。独創的かつ奇抜なカタチをデザインと誤解したアート系タイプもいれば、何体も模型を製作し、曲げ破壊実験を検証し、構造の工夫した点を中心に技術的論点をまとめる橋梁技術者タイプもありますし (写真 - 5, 6)、橋の造形と内部空間と構造にこだわった土木設計家タイプもあります。この講義の終了時に、学生へアンケートをとると、土木工学科に入学したから自分の橋というものを一度造って (創って) みたかったという意見が多くありました。橋を造る (創る) ということが土木工学を志したひとつの夢なのかもしれません。

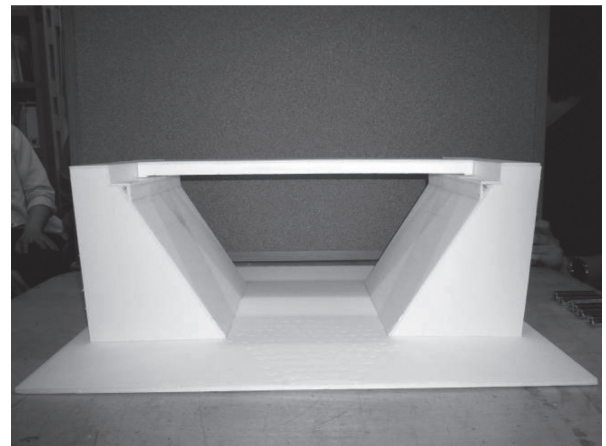


写真 - 5 梁構造 (3年生)

■模型は学生自身が作ったと聞きましたがいきなり作れるものなのでしょうか？

関：スチレンペーパーやスチレンボードであれば、カッターで簡単に切れるので、学生でも簡単にすぐ作れます。また、学生も建築学科から補強材料や画材などの情報を集め、意外な材料を入手してきます。問題があるとなれば、カッターの使い方がごちない (危ない) 学生が毎

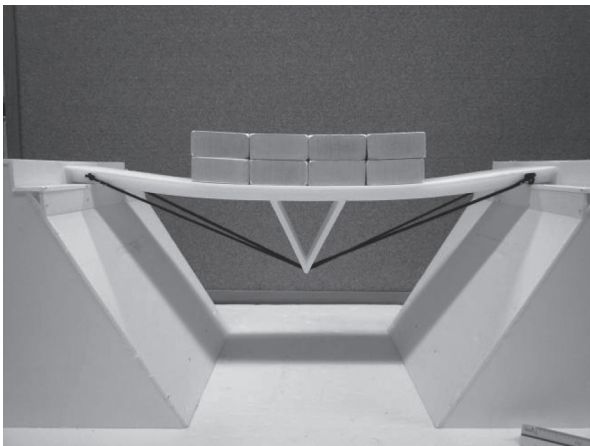


写真 - 6 外ケーブル張弦梁構造 (3年生)

年数名いることですね (笑)。

■授業とは別に行われている、研究室での模型実験について、特徴や工夫した点などについて聞かせて下さい。

関：ゼミナール (3年生) 13名、卒業研究 (4年生) 12名の研究室の学生には、スチレンペーパー用いた模型の構造コンペティションを実施しています。ゼミ生と卒研生のコミュニケーションも含めて、新学年に慣れてきた6月頃に実施します。研究室の場合は、毎回厳しいレギュレーション (図 - 2) の設定が行われ、厳しい評価基準で行われます。

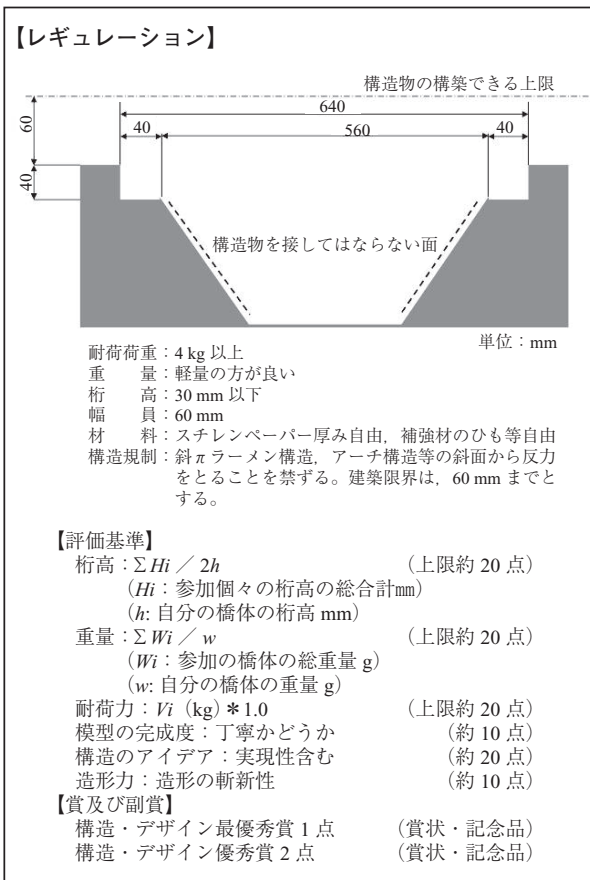


図 - 2 2012年構造コンペティションの実施概要

評価基準から分析すると、桁高を抑え、橋体の重さを軽減しながら、いかに耐荷力を上げるかが高得点のカギとなります。模型の完成度は、模型の製作技術がしっかりしているか、構造にアイデアがあるか、実現性があるか、ユニークな発想か、合理性があるか、などが評価されます。造形力は、基本的に美しいかどうか、橋という構造物の審美性を問うものです。作品は、プレストレストスチレンペーパー構造も登場すれば、自旋式吊床版構造 (張弦梁構造)、解説不可能な構造まで多種多様な橋がエントリーしてきます (写真 - 7)。コンペの後には、学生同士の橋談義が始まります (写真 - 8)。

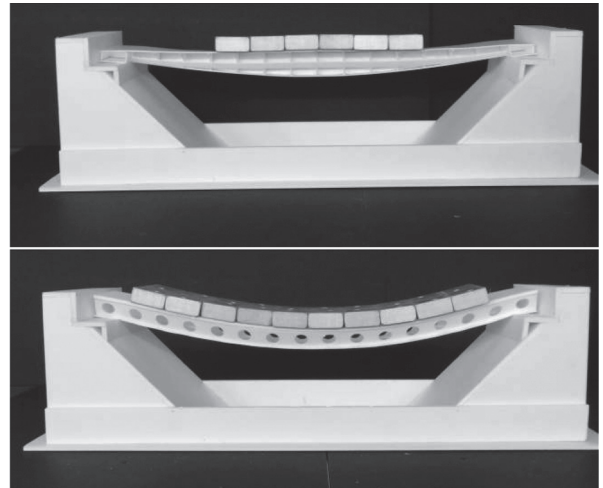


写真 - 7 構造コンペティションのエントリー作品



写真 - 8 学生同士の橋模型によるコミュニケーション

「机上だけの理論ではない」 という感覚を持って欲しい

■模型を通じて先生はどのようなことを学生に伝えたいのでしょうか？

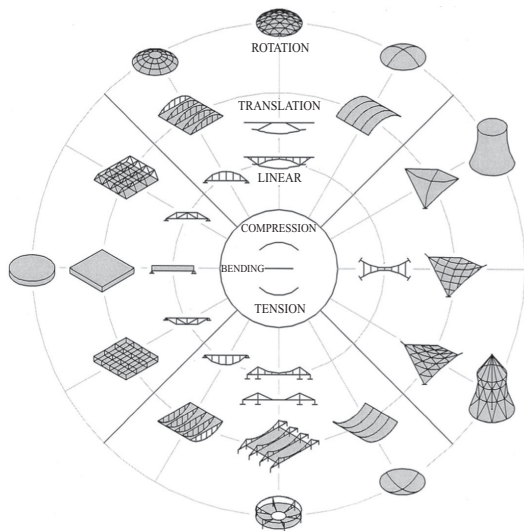
関：評価方法を見てください。総合評価方式の採点方法に似ていますね。この評価方法から公共入札制度を理解させたいです (嘘です (笑))。

理論ばかりを詰め込んでいると、肝心な本質を見失うことになるので、模型による理論と実践の隙間 (図 - 1) を

感じて欲しいということです。計算上は正しいが、考えもしなかったねじれが生じ、曲げ剛性が正常に寄与しなくなって大きな変形をしてしまったとか、曲げ破壊すると思っていたらせん断破壊したとか、2次元的に想像していた破壊が3次元的に発生したとか、さまざまな挙動が生じます。これらの挙動の感覚を持って、フレーム解析やFEM解析など、数値解析を行って欲しいですね。大局を外さない感覚とでも言いましょうか、想定外という言葉を用いないためにも、机上だけの理論ではない感覚を持ってほしいです。

■関先生の考えるPCとは？ご意見をお聞かせください。

関：これまでのプレストレスは、梁を中心に軸力による圧縮応力や偏心による曲げ応力を利用した梁構造の引張応力の改善を図るプレストレスという考え方だと思います。しかし、これからのプレストレスは、構造体全体を考える際の一いつの部材という考え方だと思います。最近の海外の動向を見ていると、軸力を作用させる構造体へデザインをシフトさせていて、構造体が薄く、シンプルな造形のデザインが多くなっていると思います。これらは圧縮・引張という軸力部材として配置する、もしくは軸力モデルによる構造形態とすることで、部材を薄くしているように思えます。図-3は、軸力の圧縮と引張を境界としたミラーシェイプという考え方の図です。たとえば、水平線の上と下では構造が逆転しているのがわかります。こうした軸力部材の中で、これからプレストレスト構造というものがどう関わるべきかを考えています。



(水平線を境界に軸力が反転したミラーシェイプとなる)

図-3 構造の規律¹⁾

■PCを学生に教育する際に力を入れている内容はどのような点でしょうか？

関：1点目は、一度は自分で考えてみる機会を与えることかもしれません。PCの原理はレクチャーするけども、可能性については各自が一度向き合ってみることを体験させています。エドゥアルド・トロハが、アリユオスの水道橋でプレストレスを導入するためにカニバサミ方式のジャッキ

キを用いたように、自分でPC技術と向き合うと新しい技術が見えてくるということです。

写真-9は研究室のプレストレスト構造演習で学生が作成した構造モデルです。バタフライウェブの梁のトラス理論を解説した後に、プレストレスを与える素材の選択は自由、定着方法は各自工夫すること、オリジナルのウェブ構造を考えることを課題を与えて模型製作をさせました。スチレンペーパー模型にプレストレスを与える線材を考えると、紐のような断面よりも平べったい断面の方が虫ピンで部材に止めやすいことや、定着する部材はケーブルの長さがある程度均一にしないと、短いケーブルのプレストレスが抜けてしまうこと、2次的に付加される軸力が異なることなどを理解します。そうすると桁端と桁中央を結ぶ長さのケーブルをずらして定着していくなどの工夫をしはじめます。当然のことですがケーブルの素材が伸びやすいと耐荷力が向上しないので、なるべく伸びの少ないケーブル材を探さようになったり、リラクセーションの少ない素材を探したりといろいろなことを考えるようになります。

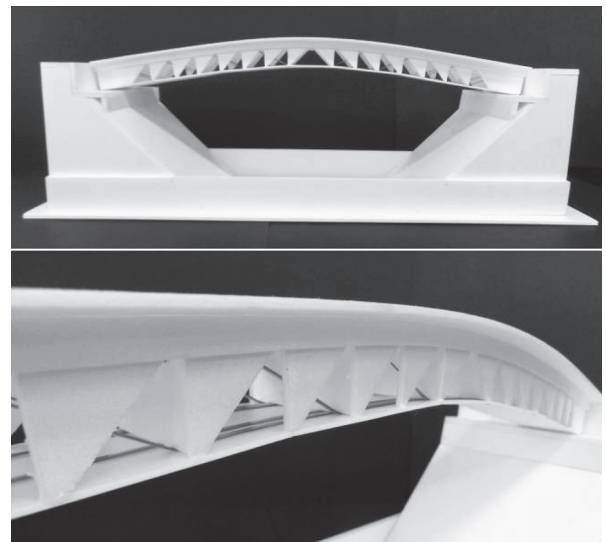


写真-9 プレストレスト構造の演習作品

2点目は、実際の技術に触れることです。昨年は、FKK 極東鋼弦コンクリート振興(株)でお世話になり、フレシネー工法の定着体やストランド、ジャッキやポンプの緊張機器を見て触れることができました(写真-10, 11)。定着体もマルチストランドシステムとVシステムは何が違うのか、施工性はどうかと学生からいろいろな質問が飛び交いました。実際に緊張作業を見せていただき、ストランドは緊張の前後(張力の有無)で硬さが異なることを体感したり、ストランドの伸び量の管理など、本で読んでいたことを体験ができました。

3点目は、実物の橋梁を見せることです。2011年はハツ場ダム周辺の第三吾妻川橋梁の大成建設(株)の作業所でお世話になりました(写真-12)。実物の橋梁工事現場に向き、働く人の話を聞き、現場の雰囲気を知り、実際の職場環境を体験することに注力しています。目の前で橋を造



写真 - 10 緊張作業の体験



写真 - 13 第三吾妻川橋梁現地での見学会



写真 - 11 ポンプ油圧計の説明

2012年は新東名高速道路が開通しましたので、猿田川・巴川橋梁、芝川高架橋、鎧田沢橋を橋の下から視察に行きました（写真 - 14）。また、私自身が設計に担当していた本線のOV橋、和田島トンネルの坑門、富士川橋梁（写真 - 15）などを学生に解説しながら視察してきました。

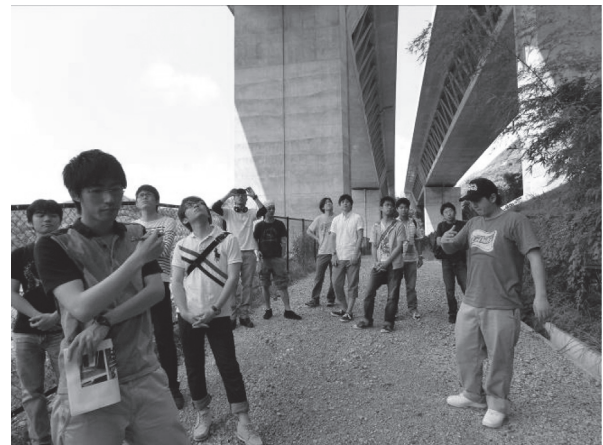


写真 - 14 新東名高速道路（猿田川・巴川橋梁）の視察



写真 - 12 大成建設(株) 作業所内での見学会

っている人に直接話を聞ける機会は学生にとってとても新鮮に映るようです。私が思っていたよりも質問が多くでました。実体験すると訊きたいことがたくさん出てくるようです。たとえば、鋼製のアーチ部分を仮設栈橋で組立て、コンクリート部分アーチと接続する際にどのような課題があったのかなど、真剣な眼差しで聞いていました（写真 - 13）。



写真 - 15 新東名高速道路（富士川橋梁）の視察

海外と日本との教育の違い

■PC教育において、海外と日本との相違点があると思います。関先生が参考になされていることがありましたら、ご紹介ください。

関：海外の大学との交流としては、ベルリン工科大学のマイクシュライヒ教授との交流があります。彼は Professor であり SBP の Professional Engineer です。彼の論文 (Challenges in Education¹) の中で、学生にどのように設計プロセスを教えるかという点、「設計プロセスは決して単純なものでもなく、その解決方法は相互に影響したり、繰り返して解を得たり、集中的にアプローチしたり、混沌とした中から偶然に発見できる時もある」と述べています。そして本当の構造工学を学生に提供するのであれば、基礎理論教育と構造設計とコンセプトデザインを同時教育すべきであるといえます (図 - 4)。ここでいう基礎理論とは「数学・構造学・構造解析・コンピュータサイエンス・材料学・土質工学・マネジメントなどの教育」、構造設計とは「モデリング・境界条件・材料強度に伴う大きさや寸法決めやディテール検討による寸法の決定手法」、コンセプトデザインとは「材料・形態・システム・地形・線形・コストから創造されるカタチや空間」と定義しています。これまで、ドイツの土木系大学教育でも基礎理論のみが取り扱われてきましたが、ベルリン工科大学では構造設計、コンセプトデザインという観点からの教育を始めています。このコンセプトデザインの考え方では、デザインと理論の重みの評価が加わることになり、さらに修士課程ではこれらの現実的な設計作業やデザインを実施してプレゼンテーションを行わせ、「何をどう売り込むか」、「クライアントや市民にどう納得させるか」までを理解させたいとしています。これを日本にあてはめると、基礎理論は大学教育で学べますが構造設計は社会 (実務) で学んでいる状況であり、コンセプトデザインは独学しかないということになります。そのため設計作業は強度一辺倒の耐荷力を中心としたものが多く、橋のカタチや空間といった創造的なものが少ないと感じます。そして、プレゼンテーションやマーケティング、ディベートなど、これらは実務でのオンジョブトレーニングで学ぶしかなく、いきなり本番試合で一か八か戦っている状況で教育の場がない状況だと思っています。

いまの大学教育に不足するものは

■今の大学教育で不足しているもの、学生に興味を持たせるために取り組まれていることなどをご紹介ください。

関：日本の大学教育で必要なことは、実務レベルの構造設計を大学で教えること、コンセプトデザインの概念を大学で教えることだと思います。

研究室では、実際に学生に橋の骨組解析のモデルを構築させ、断面力を求めさせ、境界条件の意味や剛域の設定、施工順序の違いによる構造系変化のモデル構築など、実務レベルに必要な解析をどんどん体験させています。コンセプトデザインの教育では、橋のカタチが決定されて

いくプロセスを体験させています。橋のカタチは単なるスケッチで決まっているのではなく、橋の架橋位置に立ち、その場の分析を行い、地形や線形、通る人に何を感じてもらおうかという観点から線形や空間を決定し、土質条件・材料・施工方法・コストといった観点から基本構造を考え、橋の構造とエスキースを何度も練り直し、橋のカタチを洗練させながら決まっているというプロセスの体験です。良い構造物を創出するためには、エンジニアリング教育に設計文化論の教育を加えることが必要です。また、大学院教育では、高度な理論に裏付けされた工学技術のほかに設計する力を養う必要があると思います。設計を理解してもらうためのプレゼンテーションやディベートのようなトレーニングを学び、世界の橋梁デザインや構造発想などの高度な知識、情報を入力する手法の教育も必要だと思います。さらに、社会人大学院などでは、国際プレゼンテーション、海外プロジェクトの契約論、海外プロジェクトのリスク論、設計監理のためのマネジメント学など、社会人が大学に足を運べるように環境を整える必要があると思っています。

現在、研究室では海外の橋梁デザインコンペティションや BIM & VR (Building Information Modeling & Virtual Reality) の国際コンペティションや震災復興などのさまざまなコンペティションに参加させています。コンペティションに参加すると、そのテーマに即して現地を調査して資料収集することから始まり、審査員の嗜好や考え方を分析し、コンセプトを打ち出し、グループ内で喧々諤々議論しながら空間や物を創出して、最終的には、提出物を作成することになります。製作物の製図、計算は製図ソフトや解析ソフトなどの構造技術のトレーニングになるほか、ポスターや模型、VR といった可視化技術も編集用ソフト技術の習得から模型製作、グラフィックデザインといったトレーニングになります。最終的に、これらはプレゼンテーション、ディベートのトレーニングにもなり、自分の意見をきちんと相手に説明する力に繋がると考えています。これらは若年社会人に最も必要な力ではないでしょうか。

昨年の国際 BIM & VR コンペティションのテーマは、“Sustainable Design of Marine City”。応募者は、世界 8 カ国 36 チームからエントリーがあり、当研究室から 3 チーム 10 名で応募しました。その結果、最終選考 9 チームに 3 チームとも選ばれ、優秀賞 1 点 (写真 - 16)、審査員特別賞 2 点に入賞できました。コンセプトや調査、情報収集といったアドバイスは可能ですが、私自身はソフトを全く使うことはできません (笑)。コンペティションに参加した学生から聞こえてくる声は、“プロセスを理解できた”というものでした。つまり、(コンペティションという) 仕事の流れが解ったということです。一度体験した学生は、なぜか再度チャレンジするようになります。

■そのほかで先生が取り組まれていることがあれば教えてください。(オープンキャンパスでの取り組み、土木のイメージアップなど)

関：オープンキャンパスでは、一般に研究室の研究内容の説明が多いと思います。ほとんどの研究室が高校生に対し



写真 - 16 2012 年国際学生 BIM & VR コンペティション 優秀賞受賞作品 Fisland チーム JT & SO (日本大学)

て一方的に説明する姿を見ていると、高校生の方がもう頭に入らないというような表情をしているので、高校生側が自ら参加して楽しめる企画はないかと研究室の学生と考えてみました。その結果、「My Bridge を作ってみよう」という企画が生まれました。「誰も一度は橋の模型を作りたいはずだ」という発想から、高校生にも作らせてみよう、桁橋、張弦梁、ラーメン橋、アーチ橋、トラス橋 5 種類の製作図面を用意しました(写真 - 17)。カッターで切りながら専用の接着剤で製作し、所要時間も 7 分から 90 分と 5 つの難易度を設定しました。約 5 時間のオープンキャンパスで 26 名の参加者があり、1 時間以上要するトラス橋にチャレンジした強者が 3 名いました。

自分だけのオリジナルブリッジ
My Bridge を創ってみよう!

橋の構造のメカニズムが解れば、君もブリッジデザイナーに

1. 創りたい橋の構造形式を選ぼう

<p>1 桁(梁)構造 橋の構造形式では、最も多く用いられている形式で、木、鋼、コンクリートと様々な材料からなる。梁の高さの3乗に梁の長さの4乗が比例する関係がある。 $h^3 \propto l^4$ h:梁の高さ, l:断面二次モーメント 梁のカチ (高さ、形) がデザインのポイントだ。</p>		製作時間 7分
<p>2 張弦梁構造 梁の構造形式をケーブルで補強した構造形式で、桁中央に鋼材を掛け、ケーブルで突き上げることで成立している構造形式だ。梁に比べて桁高を抑えることができる。ケーブルの張り方、鋼材の形がデザインポイントだ。</p>		製作時間 12分
<p>3 ラーメン構造 ラーメンは、剛結構造のことを意味しており、ピルや四角いトンネルに用いられています。高速道路でよく見かけるnラーメン橋を創ります。ギリシャ文字の「n」にカタチが似ているところから、その名前が付けられました。斜めの鋼材が大地を踏ん踏ります。桁と鋼材の位置、鋼材の形がデザインポイントだ。</p>		製作時間 15分
<p>4 アーチ構造 紀元前から用いられている構造形式で、石積みのアーチ橋から現代ではコンクリートのアーチ橋がつけられています。桁から伝わった力がアーチへ流れ、大地を踏ん踏って成立する構造です。アーチのライズ (弧の形状) がデザインポイントだ。</p>		製作時間 20分
<p>5 トラス構造 すべての部材が線材で構成されているため、現地まで資材運び、現地で組立てが可能な構造形式で、鉄道橋に多く採用された。東京ゲートブリッジもこの形式の橋です。部材の組み合わせがデザインポイントだ。</p>		製作時間 90分

日本大学理工学部土木工学科 構造・デザイン研究室 Structure & Design Laboratory Department of Civil Engineering, CST, NIHOH University

写真 - 17 オープンキャンパスでの企画

■ PC 工学会は学生会員を新たに設け PC の門戸を広げようとしています。何かメッセージをお願いいたします。

関：2011 年の春から現職に就きましたが、ほとんどの学生が PC 業界を知らないと思います。就活の段階で、橋を造れる会社は？と尋ねてくる学生も多いです。鋼と PC、PC の定着体の会社もあると説明すると、業界の構図が段々と見えてきて、元気な顔で帰っていきます。

PC 工学会の活動に学生も大いに参加できた方がいいと思います。学生が様々なイベントに参加することで技術を知ることにもなりますし業界を知ることにもつながります。そして、学生と社会人が交流できたら若年社会人は励みに、中堅社会人は責任を感じ、シニア社会人は達成感を感じ、会員の皆さんも元気を貰えるのではないのでしょうか。

そのためには、学生が参加しやすい企画、メリットのある企画、学生が交流しやすい企画を組む必要があります。PC 工学会の関係者の方が、大変ご苦勞となるかもしれませんが、PC 構造のデザインコンペティションの開催、学生向けの PC 技術現場見学会、就活学生向けの業界セミナー、構造設計インターンシップ受け入れ会社の公開など様々な企画があると思います。これ以上、無責任に提案すると怒られそうなので、この辺でやめときます。申し訳ありません(合掌)。

次に学生さんの声を聞いてみた



五味 傑
Takashi GOMI

日本大学大学院 理工学研究科
土木工学専攻

■現在の所属と大学でどんな研究をしているのかを聞かせてください。

五味：日本大学大学院理工学研究科で構造・デザイン研究室の修士1年生です。研究は主にアーチ構造で、アーチ構造のライズを下げた扁平アーチ構造を研究しています。

■現在、若者の理系離れ、土木離れが進んでいるようですが、実際に勉強してみてくださいか？

五味：周りの友人を見ても、理系離れはあまり無いように思います。土木に関しては、現在勉強している側からみれば社会のインフラを支える重要な学問ですし、人々の暮らしを豊かにするというとてもやりがいのある仕事だと理解しています。しかし、土木離れについては、まだ土木について世間の良いイメージが伝わっていないというのが現状だと思います。日大の土木の中では、構造系、材料系、水理系、土質系といった力学系の研究室より、都市計画、環境といった研究室の方が人気が高いです。計画系人気という現象は感じます。

実際に目で見て PC のメカニズムが整理できた

■大学では、PC 構造の講義はありますか？

五味：大学の講義としてはコンクリート構造設計の講義の中で数コマはありました。私の場合、4年生のときに研究室の構造ゼミナールという時間にプレストレスト構造の原理を数週間にわたり学びました。しかし、座学での勉強はそのメカニズムがあまりイメージできず、理論も理解できたような、できていないような曖昧な状態でした。その後に PC の技術メーカーに定着試験の見学へ連れて行ってもらったのですが、PC の緊張作業を目で見て、やっと PC のメカニズムがすっきり整理できました（写真 - 18）。座学のみでは PC のイメージがつかみづらいと思います。一度 PC の現場見学などで実際に目で見てから勉強を始めると、すんなり入り込めてより PC が面白くなると思います。

また、大学院での講義では具体的に支間長 60 m の 1 室箱桁断面での計算演習を行い、PC 鋼材の配置、プレストレストの量の算定やプレストレストのロスという概念も学びました。体系的に学べたのが良かったと思います。



写真 - 18 緊張された PC 鋼線に触れる体験

■構造・デザイン研究室では、よく模型を造っているようですが、造ってみた感想を聞かせてください。

五味：加工し易いスチレンペーパーで手軽に製作できるのが魅力の一つです。もともと、ものづくりが好きなので製作してあっという間に時間が過ぎてしまいます。模型を製作している途中では、ケーブルの張り方やウエブの形状など、いろいろアイデアを出して製作し、さらに試行錯誤が必要になったり、製作過程でかなり夢中になってしまいます。さらに、研究室では製作した模型で簡易載荷実験を行います。反力・変位・ひずみの計測を行い、リアルタイムで載荷荷重と変位やひずみのグラフを確認したり、破壊形態を確認し、その模型の弱点を議論するところまで行っています。弱点や課題が見つかったらすぐに改良版を製作し、また実験するといった繰り返しでどんどん構造の理解が深まっていくように感じます。ものづくりの楽しさから構造の勉強まで一貫して行える良い体験だと思います（せっかく製作した模型を壊してしまうのは少し残念です

が）。

■研究室の構造ゼミナールではプレストレスト構造の模型製作があると聞いたのですが、どのあたりが大変ですか？

五味：研究室の構造ゼミナールで桁のトラス理論の原理を教わり、梁構造の力の流れがトラス構造に変換されていくところがとても面白く感じました。その後、各自が考えてプレストレスト構造の模型を作成することになるのですが、PC 鋼線となるものの選定や模型へ定着する方法などが難しい問題でした。接着剤では無理だし、虫ピンで止めても動いてしまい、定着体自体を考えないとウェブになかなか止まりませんでした。PC 線材も、画材屋で買ったのですが、硬いと結べないし、ビニル製のものでは、伸びてしまうと、いろいろ考えさせられました。

■オープンキャンパスでは研究室から出展をされているようですが、ご自身はどのようなこと担当されたのでしょうか？

五味：昨年のオープンキャンパスでは新東名高速道路が開通したので、新東名高速道路の橋梁形式について勉強し、橋の桁構造“スマートブリッジ”について説明しました。リブ付き床版、波形鋼板、ストラット、トラスウェブとそれらの機能を説明しました。断面剛性を保持しながら自重を低減して、下部工に与える影響を少なくし、橋体全体をダイエットしていることを説明しました。そのあとに、新しいプレストレスト構造の研究をしている説明をして、1.8 m の巨大なスチレンペーパーの模型に缶ジュースを載せて見せました。

教える側に立ってみて改めて理解が深まった

■説明する立場になってみて見えたものはありましたか？

五味：オープンキャンパスでは、橋の構造形式やその仕組みをお客さんになるべくわかりやすくお伝えしようと考えていました。人にわかりやすくものを伝えようと努力すると、いろいろなことを考え、いろいろな言葉にすることで改めて自分の中で理解が深まり、勉強になりました（写真 - 19）。

■関先生について、独創的な視点の中にしっかりとした考えがあるように感じましたが、どのような印象をお持ちですか？

五味：私もそのように思います。物事の見方や捉え方など、独特な視点と発想があるので、いつも近くでその仕事振りを拝見していて驚かされるばかりです。その発想する速さや行動する速さについて行けず、後手後手に回ることも多いです。ゼミナールのあとや何かイベントのあとは、必ず研究室で会食しながら、先生自身の経験から土木の仕事や魅力などの話も伺えるので大変参考になっています。土木を変える、若者に土木の魅力を伝えるには関先生のような方が必要なのではないかと感じます。学科のパフレットも先生自ら、改訂されていました。

■PC 工学会をご存知ですか？

五味：会誌が研究室に置いてあるので、学会のことは知ってはいましたが、学生会員のことは知りませんでした。会



写真 - 19 オープンキャンパスでの説明

誌は少し難しいので、あまり見たことがありませんでしたので、これを機に定期的に目を通そうと思います。

■ PC 工学会でどんな企画をしたら学生が参加しやすくなりそうですか？

五味：昨年は土木学会の研究発表会で他大学の学生の発表を見て、勉強しなければという思いになりました。PC 構造を志す同世代の学生が集まれば励みになりますし、情報交換するだけでも心強いと思います。そのような PC を志す学生が交流する機会のある企画があれば是非参加してみたいと思います。

インタビューを終えて

取材の冒頭に「理論と実践の隙間を理解させる」というお話があった。大学を卒業してから 10 年以上になるが、その時分を振り返ってみると、何のために使うのかもわからず、唐突に断面 2 次モーメントや梁の計算を教えられ悶絶した記憶がある。先生は黙々と難解な数式を黒板に書き並べ、教えるというよりは、まるでお経でも読んでいるかのようなだった。しかし、これが大学の授業なんだと釈然としないまま観念し、ただ落第だけはしないよう機械的に頭へ放り込んでいたように思う。そして、これらの理論が実践と結びついたのは、無論就職してからのことであり、誰しもが一度は口にした経験のある「(学生のときに) もっと勉強しておけばよかった」という言葉は見事にそれを表しているように思う。そう考えると、今回取材させていただいた関先生の授業(教育)スタイルは、まさに理想的というか、よき資質を社会に送り出すという大学のもつ役割からすると、本来あるべき姿といえるかもしれない。

PC 工学会では、日本のもつ優れた PC 技術をより広く社会に普及させるため、昨年より学生会員を設立した。多くの学生が PC に興味をもち、関わっていただけるよう今回の取材を今後の取組みにつなげていければと思う。

最後に取材に快く応じてくれた関先生をはじめ研究室の学生の皆さんにこの場を借りて感謝の意を表したい(写真 - 20)。

参考文献

- 1) Mike Schlaich: Challenges in Education-Conceptual and Structural Design, IABSE, 2006



写真 - 20 日本大学工学部土木工学科 構造・デザイン研究室

【2013 年 2 月 5 日受付】