

体感・実験・考察を通じて育む「初年次構造力学教育」

Raising First-Year Education in Structural Mechanics through Sensations, Experiments, and Examinations

石川孝重

Takashi Ishikawa

平田京子

Kyoko Hirata

日本女子大学住居学科教授・家政学部長 / 1951年生まれ。東京理科大学大学院修了。工学博士。「構造原理と力学の初年次教育のための視覚的体験型学習の提唱とその実践」により2009年 日本建築学会教育賞(教育貢献)受賞。2011年には環境振動で日本建築学会賞(論文)受賞。現在は荷重、防災、建築社会学等、安全・安心・快適の実現を目指して分野横断的に研究

日本女子大学住居学科教授 / 1965年生まれ、日本女子大学大学院修了。博士(学術)。防災(避難所、共助、市民啓発等が中心)、コミュニティ、リスクコミュニケーション等の研究を通じて市民の意思決定力向上を模索中。対話のデザイナーを目指している。2003年日本建築学会奨励賞受賞

著者の所属する日本女子大学住居学科ではデザイナーを志す学生が多いが、文系受験生・内部進学者も入り、数学・物理を得意とする学生ばかりではない。だから構造力学をいきなり講義すると構造嫌いな学生になってしまうことがある。特に初年次が多いが、構造の魅力にたどり着く前に学生がちゅうちょしているこの状況をなんとかしなければならぬ。

各大学でも同様の点が指摘され、構造力学教育、それも初年次教育の重要性が指摘されるようになった。例えば、2005年度の取組みには、トラスコンテストや構造力学学習ソフトウェア開発(名工大)、力学モデル模型で可視化して理解しやすくする事例・計算と実現象の融合をはかる取組み(豊田高専)、ドームの設計・製作(日本大学)、鋼構造の座屈現象理解のための紙模型実験(広工大)、振動教育のための教材(名古屋大学)、木造建築教育としての自力建設(東京大学)などがみられる¹⁾。本学でも学生のコンプレックスを取り払い、いかに構造力学に興味を持ってもらえるかを模索するなかから、初年次教育としての「力と形」授業を生み出した。この授業例をもとに、構

造教育の工夫のポイントを考えよう。

①毎回、何か手を動かして学ぶ：簡単な実験をすることで、力学の理論をノートに書き写すだけでなく、深く理解できるようになるというのが学生の評価である。例えば、200個のミニレンガを積み上げ、できるだけ高くするという課題に2人組で挑戦すること。高く積み上げることの困難さを体験し、壊れるのが一瞬であること、重心が重要なことを自然に学んでいく。これを教員が解説しながら学生が発想し、高さを競う。最初は対話もなく黙々とやり続けた二人組が、息を詰めながらレンガを載せる緊張感漂う共同作業を始める。授業ではさらに発想力だけでなく積み上げる技術の歴史をビジュアルに見て、安全の大切さを思考する。

②力学の原理を可視化する：力と形では荷重の種類、軸力やモーメント、座屈の理解、トラスやアーチに働く力の種類を学びながら、示力図・クロナ図へと発展する。力学問題の演習だけでなく、実際の構造をゴムモデルで実験したり、独自に開発したトラスキットやアーチモデルなどで体感したりすることで力学原理そのものを可視化する。力学を可視化することで、難しい理論だったものが、直感的に理解できるようになる。そして、実際の構造へ進み、単純梁で反力やヤング係数を学び、交差梁で反力の分担率、ラーメンで耐震壁の効果等を理解する。集大成は工作用紙1枚を使って自分でつくる「両端から支える作品」であり、発想を駆使して最も載

荷荷重の大きかった学生が、教員の作品と競う。

③考察力を育てる：例えば、トラスキットにより、トラスに働く力を学生はすぐに理解できている。しかし、レポート課題で「考察せよ」と言われると、途端に筆が進まなくなる。そのためレポートで考察力をつけるが必要になる。実験全体を把握し、構造の特徴や解説のポイントを理解する力、それを再構成して自分の考えとしてまとめる力、それらを要求されることは学生にとっては、困難な作業である。だがこうして得た考える力・発想力のある人材はこれからのボーダレスな国際社会できっと生き抜いていけるだろう。

かつて学生が「授業のなかの授業」と評価してくれたことが、教員チームの誇りとなっている。しかし、その一方で、教員の説明力の適切さ・深さにより学生の理解度がレポートで如実にわかり、落ち込むときもある。時間どおりに実験を終わらせる運営能力、学生との双方向性、機器の駆使、多くの準備作業も必要とされる過酷な授業でもある。構造教育だけではないが、授業を工夫すればそれだけ労力は増す。だが教員は常にブレークスルーを目指して、壁をぶち破ることが必要であり、それがよりよいケンチク脳を育てる一歩になる。

参考文献

A. 「優れた建築教育教材の共有化を目指して」(2005年度日本建築学会大会[近畿]教材部門、研究懇談会/パネル展示資料、日本建築学会教材委員会、2005年9月)。



図1 | キッチンスケールで荷重を可視化



図2 | ミニレンガでより高く