

## 構造模型を用いたインタラクティブラーニング向上の取り組みーその1

早稲田大学 正会員 ○王海龍, 学生会員 曹基安,  
非会員 Hiroyuki Mak, 田川智也, Lee Chun Hwee,  
非会員 Iysatta Manneh, 陳映彤, Chien Hsiao Chen

## 1. はじめに

SHIP (Social and Human Innovative by Practical Science and Engineering) は早稲田大学創造理工学部設置された、英語学位プログラムにおける領域横断的な教育の一環として学部1、2年生向けに実施されている授業である。この授業は、複雑な社会の実問題を解決するためのスキルを身につけ、豊かな社会の創造に国際的に貢献できる人材を育成することを目的としている。図1に示すように、カリキュラムは5つの授業に分けられており、最初の Collaborative Workshop では科学的プレゼンテーションスキルなどの習得を目的とし、Research Planning and Skill A 及び B ではワークショップ演習のインタラクティブラーニングを通じて専門知識の理解を深め、学生間のコミュニケーション能力・協調性の向上を目的としている。そして Field Practice A 及び B ではフィールド学習、並びにフィールド学習に備えた各種知識の取得を通じて実問題の複雑性を学生自身が直接学習することを目指している。本論文では、Research Planning and Skill B で行われたトピックの一つである、トラス橋模型の製作および計測の概要を整理し、インタラクティブラーニングの教育効果について考察する。

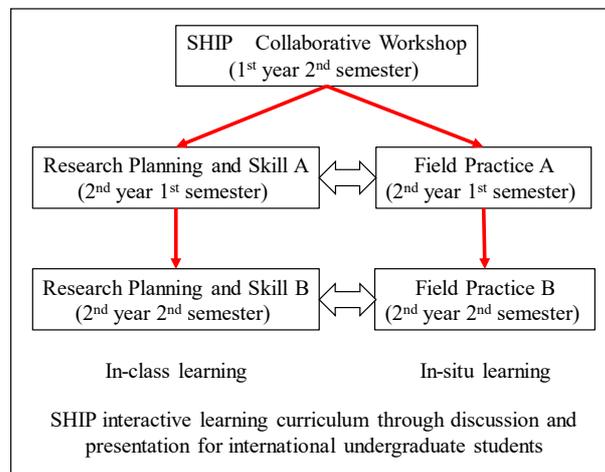


図1 SHIP 授業カリキュラム

## 2. 実施内容と方法

橋の老朽化をテーマとした本ワークショップでは、初めに生徒自身が橋の模型を設計・試作し応力計測などを行った。そして社会の実問題の理解・知識を深めるだけでなく、ディスカッションやプレゼンテーションといった能動的な学びを通じて、学生が相互に刺激し合い、思考力、表現力、論理を組み立て表現する能力を向上させることを目指した。制作するにあたり、社会環境工学科・英語学位プログラム2年生9名に加え、TA2名、指導教員1名の計12名が、週に一度3~6時間のワークショップを計4回行った。図2(a)が実際に製作したトラス橋模型である。橋梁の骨組みと歩道部分はアルミ合金にドライバーで穴を開けボルトで接続し、橋を再現した。また橋の両端に2枚、歩道の下部には6枚、木製板を直接取り付け、橋全体を支持する構造とした。模型完成後は、トラス棒 G1~G4 の中央にそれぞれ歪みゲージを接着し、図2(b)のように歩道の中心部分に載荷する際の応力を計測した。また、老朽化した橋梁を再現するため、図2(c)に示したように GC の部分にはノコギリでヒビや傷を入れ、3つの歪みゲージ C1~C3 を接着しそれぞれ応力を計測することで老朽化した橋における金属疲労を簡易的に再現した。

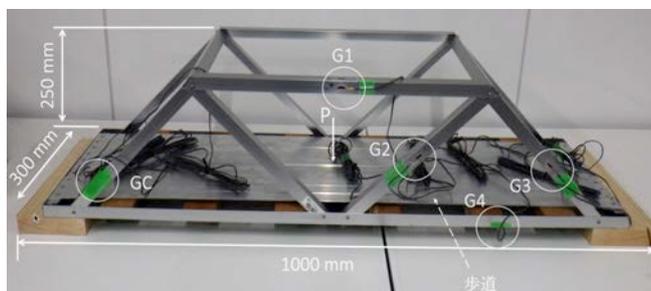


図2(a) トラス橋模型と歪みゲージ



図2(b) 載荷の様子

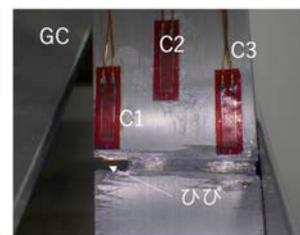


図2(c) 金属疲労の測定

### 3. 実施結果と考察

#### 3.1 実施結果

G1～G4において、図3には、歩道の中心部分での载荷により計測した応力と構造力学の静定トラスモデルを用いて計算した応力理論値（図4）の関係を示す。図3に示すように、G1とG4における実験値は一貫して理論値に近い値を得ることができた。一方G2とG3の実験値は理論値より離れていた。ここで主な要因として、(1) 模型橋の大きさに対するアルミの骨組みの幅の比率が、非常に大きくなっていったこと、(2) 集中荷重と仮定した理論計算（図4）に対して、実際の载荷面積が大きいことが考えられた。一方、橋梁の金属疲労による応力変化を計測した結果は、図5に示す。本来C1における応力は、ひび割れよる力の分散により0であるはずだったが、C2やC3の約半分が計測された。原因としては材料に対して比較的大きな歪みゲージを用いたことや、接着場所が十分にひびに近くなかったことが挙げられた。

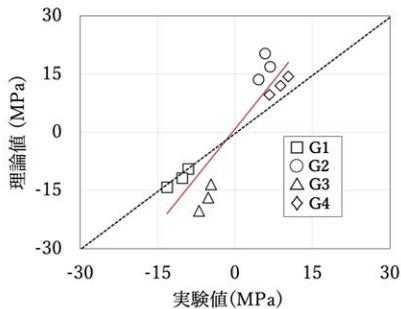


図3 実験値と理論値の比較

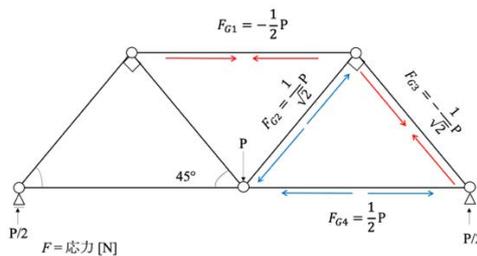


図4 応力理論値の算出

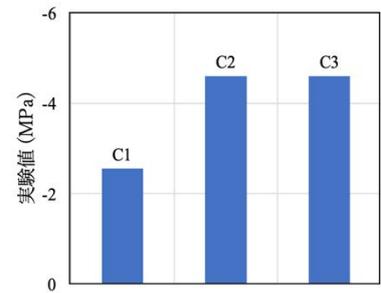


図5 金属疲労による歪み

#### 3.2 学生の感想

参加した学生への聞き取りにより、本授業の効果を以下にまとめた。(1) 自らドリルを使って穴を開け、橋梁模型を組み立てることは、見た目以上に緻密な計算が必要で大変な作業であることを体感できた。骨組みミス等より、予想以上に時間がかかったが、目標を成し遂げる忍耐力が高まり、仲間との信頼度や協調力が強まった実感が得られた。(2) 理論計算方法の検討において、学部生の必修科目である構造力学の基本である質量、力、応力の関係性などの理解を深めるきっかけになった。普段座学で学んできた専門知識がいかに実社会で応用されているか、また実社会に適用する際の難しさと複雑さを学ぶ機会を得ることができた。

(3) 作業を進行するにあたって、生徒一人一人の適性或素質からそれぞれの役割を割り振ってもらったので、得意な分野で力を発揮できたのと同時に、徐々に自発的にリーダーシップを取れるようになった。また難易度の高い工程に取り掛かる際には、指導教員の先生やTAの先輩方の協力も必要であったため、生徒と教員の信頼関係が構築され、フィードバックなども自発的に求めるようになった。

### 4. まとめ

本論文は、SHIPで行われた学部学生を対象にしたインタラクティブラーニングによる教育効果について考察した。その結果、社会の実問題に基づいた実践的なディスカッション及びグループワークは、学生間の信頼度、協調力、自身の知識・思考を相対的に捉えるスキル、他者への共感スキルなどの基礎的人間力を促進させ、学生自身が研究を計画・設計・試作することにより、自身の専門分野の基礎を深め、革新的ソリューションを考察する機会を作ることができた。またTAや教員のサポートを適宜加えることで学生との信頼度を一層高め活発な議論を促し、また一人一人の素質を生かした役割分担は学生自身の主体性を向上させたことがわかった。

**謝辞**：本研究の一部は早稲田大学・持続的未來社会研究所の活動として行われた。授業の実施は、早稲田大学創造理工学部がサポートされていた。共著者以外に、他のグループメンバーも本研究活動に参加した。授業内容に設計において、早稲田大学小野潔教授の指導をいただきました。ここで感謝します。