

簡易橋梁デザインソフトの力学教育への導入に関する研究

日本大学 正会員 ○齊藤 準平 日本大学 山本 賢吾

1. 目的

力学は多くの学生にとって理解しにくい科目である。本学科では力学系科目の最初に学ぶ内容は静力学であるが、学生は部材に生じる目に見えない力に対して、その力の作用方向や大きさあるいはその変形をイメージすることができず、力学現象を理解するのが難しい状況になっている。

フリーソフトである簡易橋梁デザインソフトの Bridge Designer¹⁾ は、部材内の内力の大きさや方向などの力学現象や変形挙動をイメージでき、実橋に近いリアリティが示され、静止画ではなく動画にて外力を与えるなどの機能が特徴的である。このソフトの特徴を有効に活用することができれば、学生の力学の理解度向上につなげることができるものと考え、本研究では、Bridge Designer を力学教育に導入するための有効な方法を見出すために、力学教育を終えた学生へのアンケート調査を行った。

2. アンケート調査について

2.1 アンケート調査概要

アンケート調査概要を表-1に示す。当学科の3年生以上の学生100人に対して、対面にてソフトウェア (Bridge Designer) におけるはりへの載荷時の部材における応力状態 (図-1) を説明し (写真-1)、その内容についてアンケートを実施した。なお、当学科では2年生までに力学科目を修めている。

図-1は、Bridge Designerの載荷時のトラス部材の応力状態を示している。(1)圧縮と引張の違いを色の種類で表現できる、(2)力の大きさを色の濃淡で表現できる、(3)荷重(トラック)が橋の左端から右端へ移動荷重として表現され、ストップボタンによって荷重位置を任意に固定することができること、など力学教育へ使用するための特徴がある。

また、図のようなトラス橋だけでなく、アーチ橋、斜張橋、吊り橋などの構造の下路橋、中路橋、上路橋が任意の橋長にて(最大44mまで)ソフトウェアの橋梁作成のための誘導機能によって簡単に作成することができるという特徴がある。さらに、設計後は部材断面の大きさの変更や、部材の材料強度の変更、部材と部材の節点の位置の変更(部材長さの変更)ができ、構造設計科目への教育にも使用することができるという特徴がある。荷重は片側一車線で225kNの状態と、1車線450kNの状態から選択することができる。

2.2 アンケート調査概要

アンケートの各項目は以下の通りである。

質問1: Bridge Designerの次の(ア)~(ウ)の3つの特徴的な機能に対して講義の補助教材としてどれが学生にとって理解向上に役立つかを調べるため、1~3位の順位をつけてもらう。(ア)圧縮と引張の違いを色の種類で表現できる、(イ)力の大きさを色の濃淡で表現できる、(ウ)固定荷重だけでなく移動荷重による挙動も確認できる。

質問2: Bridge Designerの次の(ア)~(ウ)の3つの特徴的な機能に対してどれが学生にとって自己学習(予習, 復習)に役立つかを調べるため、1~3位の順位をつけてもらう。(ア)自身で作成した様々な構造形式で力学的挙動を確認できる、(イ)部材の断面寸法や材質(強度)を変えることができる、(ウ)自由に入手できるフリーソフトである。

質問3: Bridge Designerを授業の補助教材に導入するのが有効かどうかを調べるため、(ア)有効である、(イ)有効でない、の2種類の選択肢にて選択してもらう。

質問4: Bridge Designerが自己学習(予習, 復習)の補助教材として導入するのが有効かどうかを調べるため、(ア)有効である、(イ)有効でない、の2種類の選択肢にて選択してもらう。

質問5: Bridge Designerの授業や自己学習への導入に関して、肯定的意見、否定的意見を分けて、自由記述の回答をしてもらう。

表-1 アンケート調査概要


調査対象	日本大学理工学部交通システム工学科所属の学生
調査期間	12月1日(木)から12月31日(日)
調査方法	アンケート調査対象者に対面形式で実施
調査項目	利用者属性、ソフトウェアの感想
回答状況	3年生 45人 4年生 53人 修士1年 2人  合計 100人



図-1 アンケートに用いた画像

キーワード 橋梁デザインソフト、力学教育、アンケート

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部 TEL: 047-469-5241 E-mail: saitou.junpei@nihon-u.ac.jp

3. アンケート結果

アンケートの結果を図-2～5に示す。各質問における結果と考察は以下のとおりである。

質問1：図-2によると、授業の補助教材に使用する有効な Bridge Designer の機能として、多くの学生が（ア）「圧縮と引張のちがいを色の種類で表現できること」を1位と答えた。以下、2位は（イ）「力の大きさを色の濃淡で表現できること」、3位は（ウ）「固定荷重だけでなく移動荷重による挙動も確認できること」であった。学生が部材に発生する応力が圧縮か引張かを色で視覚的に認識できることに、理解力の補助に良いと感じたと理解できる。

質問2：図-3によると、自己学習（予習、復習）に役立つ Bridge Designer の機能として、（ア）「自身で作成した様々な構造形式の力学的挙動を確認できる」を1位と答えた。以下、2位は（イ）「部材の断面寸法や材質（強度）を変えることができる」、3位は（ウ）「自由に入手できるフリーソフトである」であった。多くの学生が自分で様々な構造橋梁を作成しそれに対して発生する応力状態を見てみたいと感じていることが理解できる。またこれは、本ソフトウェアによって様々な種類の構造橋梁が簡単に作成できそうだと認識された結果と考えられる。

質問3：図-4によると、授業の補助教材への導入に対し、90%以上の学生から「必要である」との回答が得られた。極めて多くの学生が Bridge Designer は授業の補助教材として導入を希望していることがわかる。

質問4：図-5によると、自己学習（予習、復習）の補助教材として導入するのが有効かどうかに対し、65%の学生から「はい」という結果が得られた。半分以上の学生が Bridge Designer を自己学習（予習、復習）の補助教材としての利用を希望していることがわかる。

質問5：自由記述の結果は、以下のとおりである。肯定的意見としては、圧縮と引張が一目でわかって理解しやすい、色の濃淡で力の大きさがわかる部分は勉強になる、構造力学を大学1年次に受講していた際に Bridge Designer を知ることが出来たら良い成績を取れていた可能性があった、興味深いソフトウェアなので講義の補助教材だけでなく自己学習にも利用し構造力学について深く勉強していきたいと思ったなどである。否定的意見には英語版のみのため使えるまでに時間がかかる、色の濃淡がわかりづらいなどの意見があった。

4. まとめ

アンケート調査の結果から Bridge Designer を用いた授業の補助教材や自己学習（予習、復習）への利用に対しては、多くの学生から必要であるという意見が得られ、有効であるといえる。特に、任意に橋梁構造を簡単に作成でき、任意の載荷荷重位置でその部材の応力状態を視覚的にみられることは、本ソフトウェアの機能の中で多くの学生より関心が高いといえる。

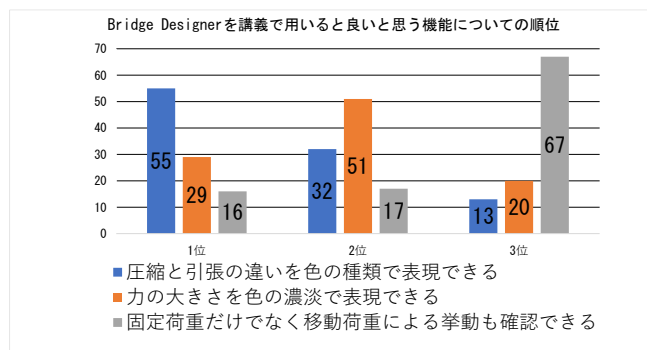


図-2 質問1のアンケート結果

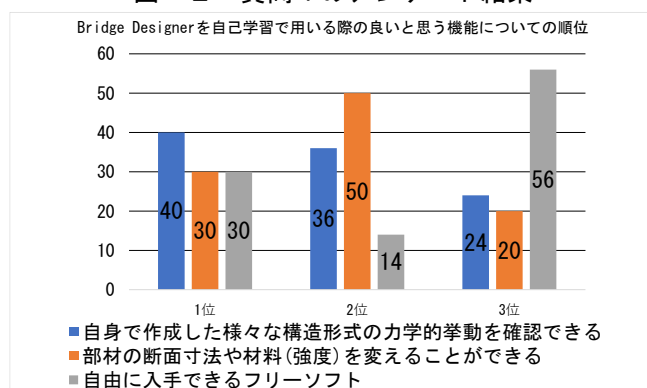


図-3 質問2のアンケート結果

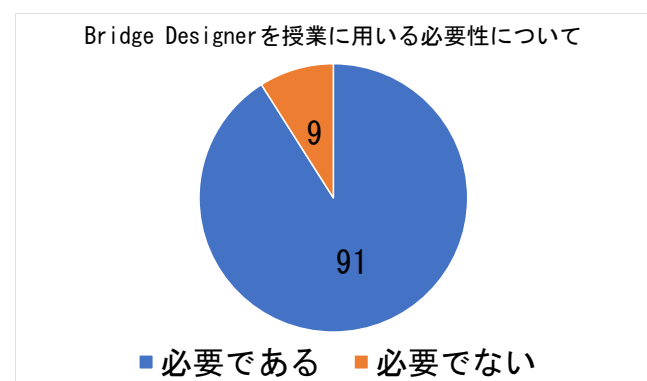


図-4 質問3のアンケート結果

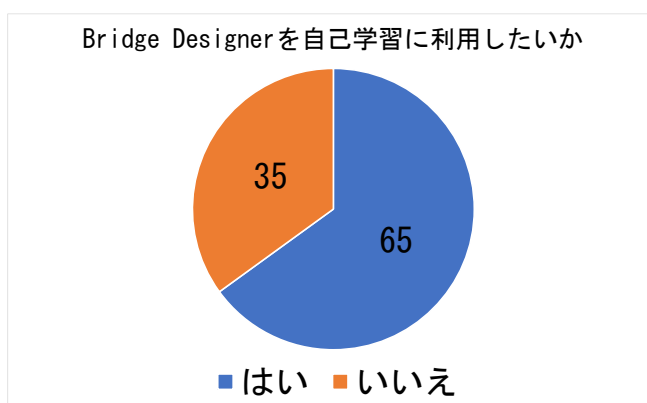


図-5 質問4のアンケート結果

謝辞

本研究のアンケート調査にご協力いただいた、日本大学理工学部交通システム工学科の学生に深く感謝の意を表します。

参考資料

1) Stephen J. Ressler : 「Bridge Designer2016」, <https://bridgedesigner.org/download/>, 2017