

構造力学の理解を深める補助教材の開発とその効果について
The Educational Effects of Teaching and Learning Tools for Structural Mechanics

中山 晴幸¹, 近藤一宏², ○石田 功³
Haruyuki Nakayama¹, Kazuhiro Kondo², *Isao Ishida³,

Abstract: Structural mechanics is the most important subjects in the field of civil engineering. However, it is difficult to understand for students who are going to learn the very first time. Especially, the internal stresses of the structure are hard to understand. The purpose of this study is to develop the tools to aid the understanding of structural mechanics. It is also to examine the educational effectiveness. The two types of teaching and learning tools are developed to aid understanding the SFD and BMD. One of them is the tools for image making of SFD and BMD. Another one is the web site developed by Java which can be setup the several loading conditions on beams such as simple and cantilever. The educational effects of those tools are confirmed by actual class.

1. はじめに

構造力学は土木技術を学ぶに当たって重要な科目であるが、学生にとっては理解しにくい科目の一つである。また、力学系の科目は以前に学んだ式や考え方を理解していないと、その先で学ぶものはすべて解けないことになってしまう。

本研究では、構造力学 I を履修している全ての学生に対し理解しやすい学習方法を模索する。また、構造力学に対する興味と理解を深めさせるための学習補助教材を作成し、その効果について確認する。

2. 補助教材の作成

再履修生に構造力学のどこが分かりにくいのか尋ねたところ、せん断力図（以降 Q 図）や曲げモーメント図（以降 M 図）などのイメージがわかりにくいとの回答を得た。そこから、 Q 図や M 図のイメージをし易いようなものとは何かということでも模索して、せん断力図や曲げモーメント図の補助教材の試作を重ねた。

(1) 手で触れられる補助教材

2008 年度に作成した補助教材は、実際に触れて図をイメージできる補助教材であったが、サイズが大きかったため用途が限られた。そこから改良を重ね、現在では A5 サイズで Q 図、 M 図が一つにまとめ、使いやすくなったため、学生に配布することが可能になり自宅学習にも使用できるようになった。

Figure1 には 2010 年度の補助教材を示した。 Q 図は右から順に反力や荷重の作用する場所で力と同じ方向に線を引くことによりイメージでき、 M 図は荷重やモーメントの作用しているところで指や力を作用させるとゴムが伸びてイメージできる仕組みである。

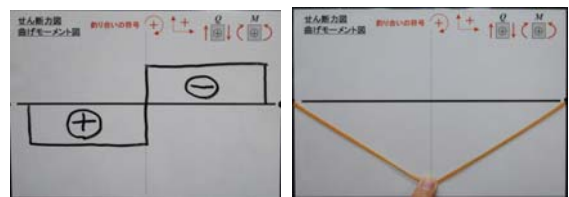


Figure 1. The example of the teaching aid tools for SFD&BMD (The case of concentrated load)

(2) Web アプリケーションによる補助教材
はりに任意の荷重を作用させ、それがどのようなせん断力や曲げモーメントを生み出し、力の大きさや位置によってどう変化していくかがわかるという Web アプリケーション (Figure2) を Java により開発し 2009 年度から公開した。さらに構造力学 I 受講生の解答を分析したところ、複数の荷重が作用している問題の正答率が極めて低いことがわかった。そこで単一の荷重だけでなく複数の荷重が作用するバージョンも用意した。2010 年度には、単純ばりと片持ちばりにそれぞれ集中荷重、等分布荷重、モーメント荷重を組み合わせたものを十種類用意することでバージョンアップした。

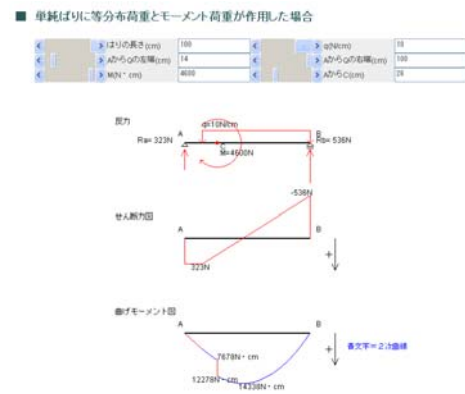


Figure 2. Self learning aid by the web application

1 : 日大理工・教員・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology 2 : 日大理工・院・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology 3 : 日大理工・学部・交通

3. 補助教材を使用した授業の結果

構造力学 I 定期試験問題は A4 の 2 ページで実施しているが、その中に複数の荷重が作用するはりを示し、『計算の必要はないが Q 図, M 図をイメージで描きなさい』という問題を毎年出題してきた。Figure3 には、補助教材使用前後のこの問題に関する得点率の推移を示した。

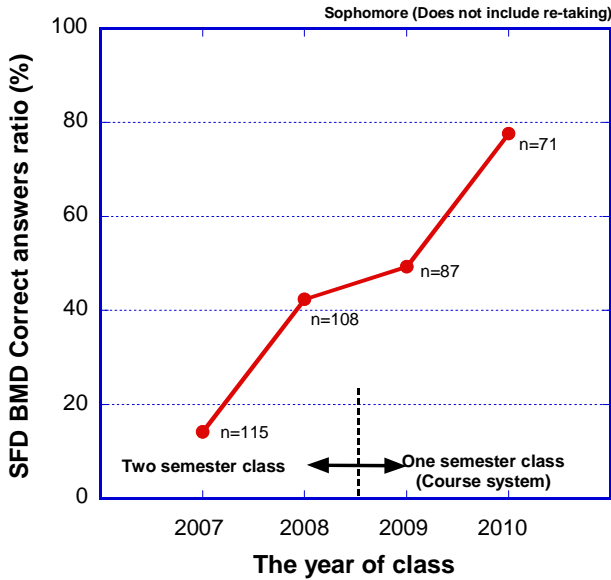


Figure 3. Changes of SFD&BMD correct answers ratio

2007 年度の受講生は、得点率が 14% と極めて低く、問題にほとんど手をつけずにいるなど最初から諦めている状況であった。2008 年度から補助教材を利用して Q 図, M 図を説明し、計算結果と図の関係を明確にイメージできるようにした。その結果、得点率が 40% を越え、前年度とは異なる傾向となった。2009 年度からは、Web アプリケーションを公開して自習時にも確認できるようにしたところ、得点率が 50% 近くに上昇した。さらに 2010 年度は、補助教材を改良してアプリケーションもバージョンアップしたところ、得点率が 80% 近くまで上昇して諦める学生が皆無となった。これは、補助教材を利用した授業改善の効果が現れたと考えられる。

一方で、モールの応力円や不静定構造問題における得点率は、どの年も 30% 程とあまり変化が無い結果となった。

4. アンケート結果

2010 年度に構造力学 I を受講した学生に補助教材に関するアンケートをホームページ上で実施した。その結果、73 名から有効回答を得られた。

補助教材について、理解しやすさ、使いやすさ、大きさなど総合評価の 4 項目を 5 段階で評価してもらい、

Figure4 にその集計結果を示した。Q 図, M 図ともに肯定的な意見が多かったが、Q 図の求めかたにわかりにくい部分があり、評価にもそれが現れている。

Web アプリケーションについては、Figure5 にその集計結果を示し、手で触れられる補助教材よりも評価が高く、約 9 割の学生から肯定的な意見が得られた。アンケートで得られた意見には、『気になった荷重のかかり方を試すことができた』、『自分がイメージした図との比較に使いたい』というものがあつた。

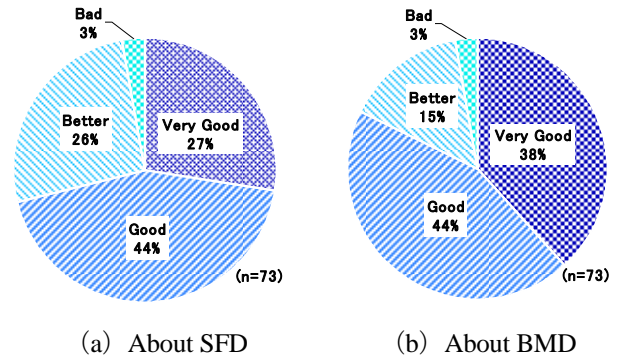


Figure 4. The results of questionnaire (The teaching aid tools)

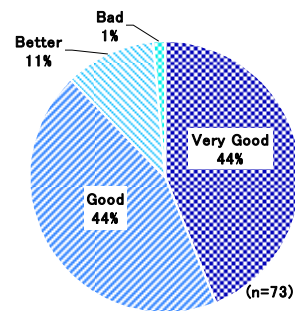


Figure 5. The results of questionnaire (Web application)

5. 今後の研究方針

モールの応力円や不静定構造などの未だ学生が苦手な分野の補助教材や学習方法を模索していくこと。また携帯電話による問題演習や補助教材を作成し、いつでも構造力学に取り組めるような環境を整備する。最後に、構造力学が苦手な学生の理由を、アンケート等から検討し自習方法を模索していくことである。

6. 参考文献

[1] 日本大学理工学部社会交通工学科講義情報/構造力学 I, <http://www.trpt.cst.nihon-u.ac.jp/sml/>, 2010 年
 [2] 中山晴幸, 近藤一宏: せん断力図・曲げモーメント図に関する補助教材とその教育効果について, 日本工学会教育協会, 2011 年