

構造力学教育における高機能携帯端末の導入についての検討

○前 稔文*¹ 松本 裕司*²
小林 竜一*³

キーワード：構造力学 スマートフォン アプリ 教材 評価 満足度

1. 序

インターネットの高速化ならびに高機能携帯端末の普及により、現代社会における情報化の流れは加速する一方であり、建築業界においても例外ではない。建築業界における流れのひとつに建築教育における活用も見られる。その例として、日本建築学会ではeラーニング講習会のサイトを設けており¹⁾、労働安全衛生総合研究所ではタブレット端末を用いた建設作業向けの安全教材の開発²⁾がされている。

このような状況の中、筆者らは学生を対象に情報技術を活用した教育の実施について検討してきた。一連の研究では、場所を選ばず学習できること、普段から扱い慣れている機器類であることに加えて、ゲーム感覚で学習できるのではないかという期待感から高機能携帯端末に着目した。当然のことながら、これまでのようなeラーニングと比べれば携帯端末の画面のサイズは制限されるが、上述の利点等を考えると、講義における学生の理解を深められるような補助的な教材となる可能性を十分に秘めていると思われる。

こうした背景を基に、これまで構造力学教育の理解を深めるため、スマートフォンに代表される高機能携帯端末で扱えるアプリケーション（以下携帯アプリ）を作成し、その活用について検討してきた³⁾。それらの携帯アプリについて、被験者に対して操作性や利便性、興味や理解に関するアンケート調査を実施したところ、利用者は触れている感覚を持ちながら扱える携帯アプリを望んでいることがわかった。また、作成した携帯アプリには機能の追加や改善が必要ではあるが、構造力学の学習の補助教材としての可能性を示している⁴⁾。そこで、本報告では、コンテンツの充実化を図り、これまでの静定構造物の梁のコンテンツに加え、構造力学の基礎知識に関するものや不静定構造物の梁のコンテンツを作成した。さらに、それらの携帯アプリに対する基礎的な評価を知るためのアンケート調査を実施し、そこで得られたアンケート結果を考察することで、構造力学教育における高機能携帯端末の導入について検討した。なお、被験者については、大分工業高等専門学校都市・環境工学科の5年生および機械・環境システム工学専攻の学生（同学科卒業の専攻科生）の16名を対象とした。

2. アプリの概要

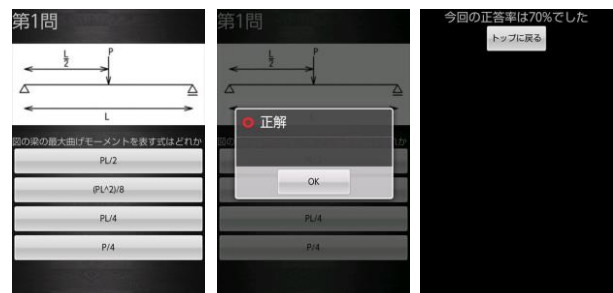
まず、本報告で作成した携帯アプリのコンテンツについて述べる。これまでに作成したコンテンツは静定梁を対象モデルとしていたが、履修および理解の進捗によってコンテンツを使い分ければ活用の方法に幅が広がると考え、基礎知識に関するコンテンツ、不静定構造物の梁モデルのコンテンツを加えた。以下に、作成した各コンテンツについて記述する。

(1) 基礎知識のクイズ

基礎知識クイズでは、基本となる単純梁や片持ち梁に一般的な荷重が作用した場合に生じる最大曲げモーメントやたわみを四者択一で解答するクイズ形式のものである（図-1）。解答した際、正誤のウィンドウが現れ、最後に正答率が表示されるようになっている。

(2) 曲げモーメント図のクイズ

曲げモーメント図のクイズについては、梁モデルに荷重が作用した図が表示され、梁に生じる曲げモーメントの概形を4つ選択肢の中から正しいものを選択し解答するものである（図-2）。このコンテンツも基礎知識クイズと同様に、各モデルに対する解答時の正誤のウィンドウや全問に解答した後に正答率が表示される。



(a) 問題 (b) 正誤判定 (c) 正答率

図-1 基礎知識のクイズアプリの実行画面

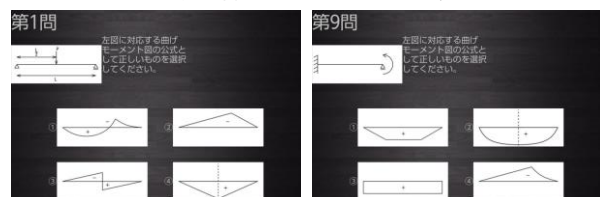


図-2 M図のクイズアプリの実行画面（静定梁）

(3) 曲げモーメント図の描画

この曲げモーメント図を描画するアプリは、出題された梁と荷重の組合せに対応するように、曲げモーメント図を自らの指で携帯端末の画面内に描画し、その正誤の判定を行うものである。画面右側から線の種類を選択して描画し、「これでOK」のボタンが押されるとその正誤判定がなされ、次の問題へと移ることができる。なお、図-3(a)~(c)は、問題出題時から曲げモーメント図の描画終了までの一連の作業を示している。全ての問の解答を終えると、出題されたモデルと正しい曲げモーメント図の一覧が表示される(同図(d))。

(4) 断面力の計算

このアプリは、梁の長さ、荷重の大きさ、荷重の作用位置(長さ)のそれぞれの数値を入力すると、支点反力、最大曲げモーメント、最大たわみ、支点におけるたわみ角が計算されて画面に表示されるものである。それと同時に曲げモーメント図とせん断力図、ならびに、たわみ曲線が描かれる。ここでは、単純梁と片持ち梁に集中荷重と等分布荷重がそれぞれ作用した場合の4種類のモデルについて作成した(図-4(a))。なお、図-4(b)および(c)は、単純梁を選択した際の未入力画面と、数値を入力し計算結果が表示された画面である。

(5) 曲げモーメント図(不静定梁)のクイズ

不静定の梁モデルについても、静定のものと同様に曲げモーメント図クイズと断面力計算のコンテンツを作成した。その実行時の画面を図-5に示す。曲げモーメント図クイズは、不静定の梁モデルと荷重の組み合わせから、曲げモーメントが正しく生じている図を選択するもので、各設問での解答の正誤と最終的な正答率が表示される。

(6) 断面力(不静定梁)の計算

このアプリでは静定梁の断面力の計算アプリと同様に、梁の長さ、荷重の大きさ、荷重の作用位置(長さ)のそれぞれの数値を入力し、計算ボタンを押す。そうすることで支点反力、最大曲げモーメントが計算されて画面に表示され、同時に曲げモーメント図とせん断力図が描かれる。なお、ここでは、不静定の梁モデルを解く計算アプリの試作が目的であり、両端を固定およびローラーで支持された一径間の一次の不静定梁のみを対象としている(図-6)。また、本アプリの不静定梁に数値を入力し計算結果が表示された画面を図-6(b)および(c)に示す。なお、今後は、他の不静定構造の梁モデルについて作成する予定である。

以上のように作成した携帯アプリの操作時に、誤って不適切な値を入力した場合、図-7のように注意を促す機能を加えている。

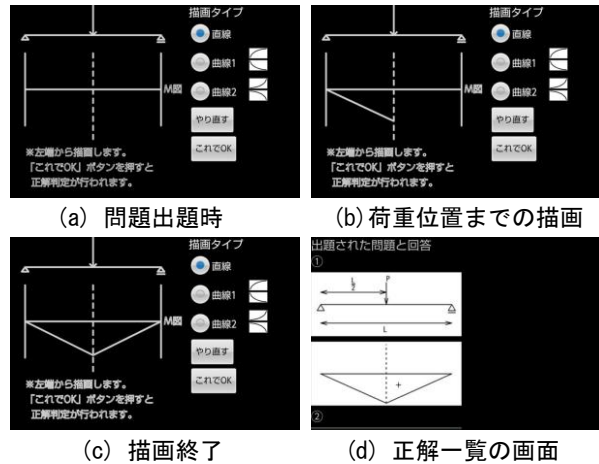


図-3 曲げモーメント図の描画アプリ実行画面(静定梁)

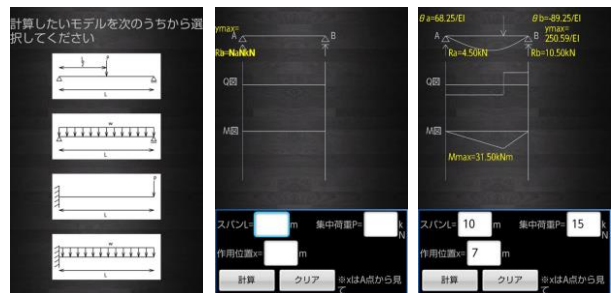


図-4 断面力の計算アプリの実行画面(静定梁)

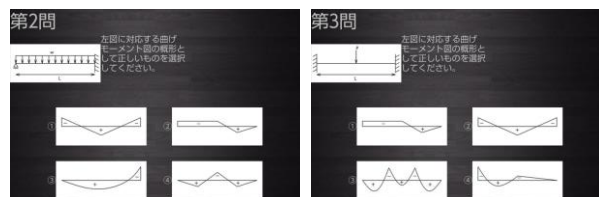


図-5 M図のクイズアプリの実行画面(不静定梁)

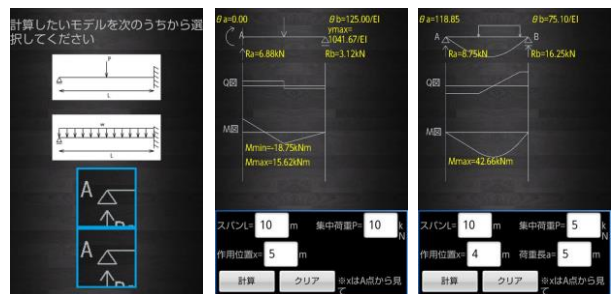


図-6 断面力の計算アプリの実行画面(不静定梁)

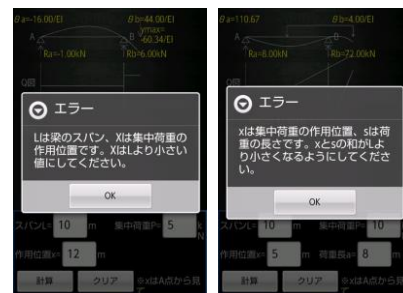


図-7 入力時におけるエラー画面

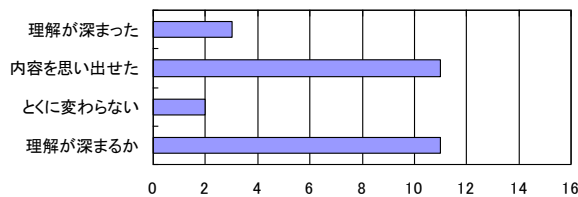


図-10 アプリによる理解について

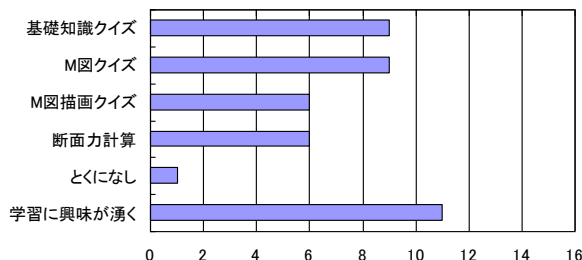


図-11 アプリおよび学習への興味について

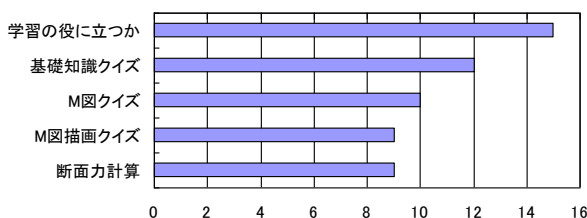


図-12 携帯アプリが学習に役立つか

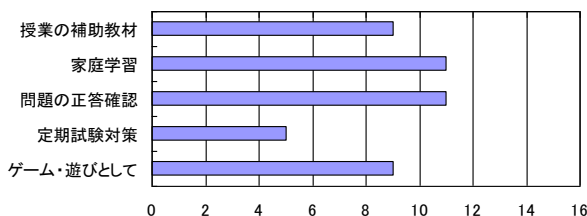


図-13 活用方法（状況）について

さらに、アプリを利用してみて、理解度に変化があったかの間については、ほとんどの被験者は「理解度に変化はないが、過去の学習内容を思い出せた」との回答を選んでいる（図-10）。また、理解が深まると思うかという間に対しても、「思う」との回答が多かった。このことは、被験者が履修済みであることから復習に近い感覚が得られ、また履修時のことを想起して回答しているのではないかと思われる。また、9名の被験者が、基礎知識のクイズや曲げモーメント図の概形を選択するクイズのコンテンツが面白いと回答しており、興味を湧くと思うかという間には11名が「思う」と回答している（図-11）。

携帯アプリの活用についての間では、15名の被験者が、作成したアプリは教材として役に立つと回答した（図-12）。また、どのコンテンツが使えるかという間に対しては、いずれのコンテンツも9名以上が使えると回答した。さら

に、どのような使い方ができるかについては、授業や家庭での学習、問題の正誤の確認などの学習面以外にも、ゲーム感覚での遊びとして利用する回答も見られた（図-13）。一方で、定期試験の対策には活用できるとの回答は5名と他に比べて少なかった。

以上から、作成した携帯アプリの全体的な満足度は高いものといえる。この結果は、教育における携帯端末の導入の可能性を示しているのと考えられる。しかしながら、コンテンツ機能の各項目の評価を見てみると、満足度ほどの高い評価は得られていない。このことについては、携帯アプリの機能を活かしきれていないと推測でき、被験者が望んでいる指で触れている感覚をもつコンテンツに至っていないと思われる。これについてはインターフェースの問題であり、学習内容と平行して検討していく必要がある。

5. 結

本報告では、構造力学教育における高機能携帯端末の導入を検討するため、携帯アプリを段階的に活用できるようにコンテンツの内容を基礎知識、静定梁、不静定梁と学習内容に合わせた。そのコンテンツに対して不静定構造物の解法を学習した学生に対して評価アンケートを実施した。

その結果から、全体的な評価としては高い評価が得られ、教育への導入の可能性を示せた。その一方で、各コンテンツにおける設問の数や梁モデルの種類への対応が十分とはいえないものであった。また、今回は不静定構造物の解法を学習した学生を被験者としていたため、過去の体験や印象による回答も多かった可能性がある。そのため、被験者の理解度と授業の進度も加味しながら評価アンケートの実施を行う必要がある。

以上から、今後は、設問の数や針モデルを増やすなど、さらなるコンテンツの充実化を図ると共に、被験者の理解度や履修の違いによる携帯アプリの活用方法、効果、可能性について検討していく。

[参考文献]

- 1) 日本建築学会 eラーニング講習会
<http://www.aij.or.jp/jpn/eg/>
- 2) 労働安全衛生総合研究所 タブレット端末を用いた建設作業業者向けの安全教材の開発
<http://www.jniosh.go.jp/mail-mag/2013/59-column.html>
- 3) 前稔文, 松本裕司, 小林竜一: 構造力学教育のための携帯アプリケーションの試験的活用, 日本建築学会 第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 151-154, 201.
- 4) 前稔文, 松本裕司, 小林竜一: 構造力学教育のためのスマートフォンアプリの作成と改善, 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2 分冊, pp. 99-100, 2013.

*1 大分工業高等専門学校都市・環境工学科 准教授 博士(工学)

*2 京都工芸繊維大学 デザイン経営工学部門 助教 博士(学術)

*3 無所属 修士(工学)