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者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,興味や理解に関し ての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 校の都市・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度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間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

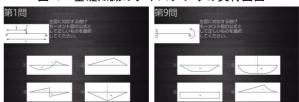


図-2 M図のクイズアプリの実行画面(静定梁)

(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。

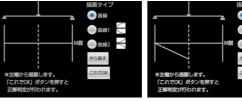
(5) 曲げモーメント図(不静定梁)のクイズ

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。

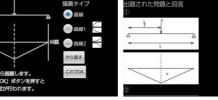
以上のように作成した携帯アプリの操作時に、誤って不 適切な値を入力した場合,図-7のように注意を促す機能を 加えている。



(a) 問題出題時

(b) 荷重位置までの描画

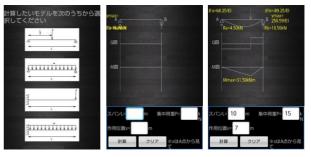




(c) 描画終了

(d) 正解一覧の画面

図-3 曲げモーメント図の描画アプリ実行画面(静定梁)



(a) 梁モデル選択 (b) 未入力状態 (c) 計算後 図-4 断面力の計算アプリの実行画面(静定梁)

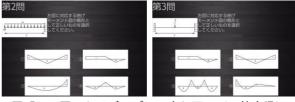


図-5 M図のクイズアプリの実行画面(不静定梁)



(a) 梁モデル選択 (b) 未入力状態 (c) 計算後 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

-214-報告 H29

3. アンケート調査

ここでは、本アプリを実際に操作してもらい、それに対する評価実験を行う。携帯アプリの全コンテンツを操作してもらったうえで、表-1に示すアンケートの各設問に回答してもらった。質問は被験者の理解度や経験など属性に関するもの、携帯アプリの操作性等の評価に関するもの、利用者の理解度や興味に関するもの、そして、携帯アプリの教材としての活用に関するもの、の4種類とした。なお、基本的な評価や傾向を把握するため、構造力学についてある程度学習した学生が被験者に適していると考え、不静定

表-1 アンケートの質問項目

<被験者の属性について> Q1. 構造力学で、理解できている内容にチェック 基礎 口力のつりあい 口力の合成 静定梁 (構造力学 I の内容で断面に関する内容も含む) 口反力 □断面力 □断面力図 □断面一次モーメント □断面二次モーメント□応力度 口たわみ 不静定梁(構造力学Ⅱの内容でエネルギー他の内容も含む) □ひずみエネルギー □仮想仕事の原理 □余力法 □3連モーメント法 Q2. このような学習用携帯アプリを利用したことがあるか ある・ ない <携帯アプリの評価(5段階)> Q3. 次の項目を5点満点で評価 文字の見やすさ) 点) 点 画面の配色 ボタンのサイズ) 点 数値入力のしやすさ) 点 設問の分かりやすさ) 点 Q4. アプリの総合的な満足度を5点満点で評価 <携帯アプリを利用した全体的な印象> Q5. アプリを使用して、理解度に変化があったか □理解が深まった □理解度に変化は無いが、過去の学習を思い出せた □特に変わらない Q6. 携帯アプリの使用で学習理解が深まると思うか 思う ・ 思わない Q7. このアプリの中で面白いと感じたコンテンツはどれか □M 図クイズ □基礎知識クイズ □M 図描画クイズ □断面力計算 □特になし Q8. このアプリによって、学習への興味が湧くと思うか 思う 思わない <携帯アプリの活用> Q9. このアプリが教材として役に立つと思うか 思わない 思う Q10. 実際に構造力学の学習に使えそうなコンテンツはどれか □基礎知識クイズ □M 図クイズ □M 図描画クイズ □断面力計算 Q11. このアプリは、どのような使い方ができるか(複数可) □授業の補助教材 □家庭での学習 □計算アプリによる正答の確認 □定期試験対策の学習 □ゲーム感覚での遊びとして □その他() □特になし

構造物の解法を学習した大分工業高等専門学校の都市・環境工学科および専攻科の学生16名を対象とした。

4. アンケートの結果と考察

ここでは、前章で実施したアンケートの結果をまとめ、 作成した携帯アプリの評価を把握すると共に、構造力学教 育における高機能携帯端末の導入の可能性について考察 する。

まず、被験者自身が理解できていると思う内容を確認してもらったところ、基礎となる力の合成やつりあい、曲げモーメントなどの断面力については多くが理解していると自覚している(図-8)。一方で、応力度やひずみエネルギー、仮想仕事の原理などは理解しているとは言いがたく、16 名中 3 名であった。なお、全ての項目にチェックをした被験者は2名だった。また、6名が学習用携帯アプリを利用したことがあると回答した。

次に、携帯アプリを利用したうえで Q3 の各項目に 5 点満点で評価してもらった(Q-9)。各項目とも平均は 4 点近くとなり、また 5 点満点のうち 2 点の低評価とした回答も寡少であることから、比較的高い評価が得られたと考えられる。さらに、総合的な満足度を 5 点満点で回答してもらったところ、16 名中 12 名が 4 点以上の評価であり、被験者の満足度は高いものと考えられる。

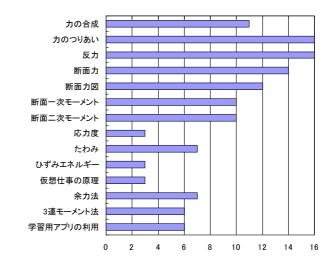


図-8 被験者の属性について

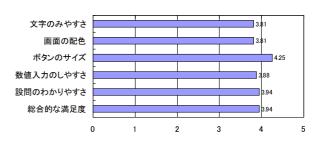


図-9 各項目の5段階評価と総合的な満足度

報告 H29 - 215 -

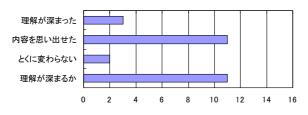


図-10 アプリによる理解について

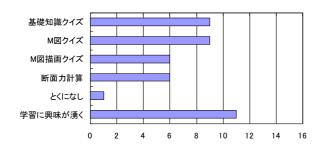


図-11 アプリおよび学習への興味について

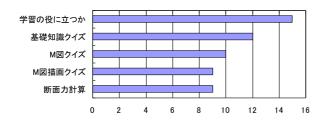


図-12 携帯アプリが学習に役立つか

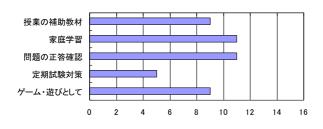


図-13 活用方法(状況)について)

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、興味が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そう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)