

# 構造力学の教育ツールとしての スマートフォン対応の構造解析アプリケーションの開発

# Development of a Structural Analysis Application using Smartphones as an Educational Tool for Structural Mechanics

中山貴裕<sup>1)</sup>、車谷麻緒<sup>2)</sup>

Takahiro Nakayama and Mao Kurumata

1) 茨城大学大学院 理工学研究科 都市システム工学専攻 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学工学部,  
Email: 24nm8291@vc.ibaraki.ac.jp)

2) 茨城大学大学院 理工学研究科 都市システム工学専攻 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学工学部,  
Email: mao.kurumatani.jp@vc.ibaraki.ac.jp)

The utilization of digital technologies is essential for maximizing the value of university education. However, in the field of civil engineering and construction, there have been few effective digital tools specifically designed for university courses. To address this issue, we developed a smartphone-compatible structural analysis application as an educational tool for structural mechanics. This application provides an accessible and practical learning environment for students. It has been used in classes at Ibaraki University.

**Key Words :** Structural Mechanics, Structural Analysis, Educational Tool, Smartphone Application

## 1. はじめに

近年、日本国内では理系志望者の減少が問題となっており、特に建設業界では深刻な人材不足が進行している。インフラ整備や建設分野の担い手が不足していることは、経済活動の活性化や国民生活の向上に直結する課題である。インフラ技術者の確保は、業界の持続的な発展を支え、国力の低下を防ぐために重要な問題となっている。

こうした状況に対し、文部科学省はSTEAM教育の推進に力を入れている。STEAM教育とは、科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、数学(Mathematics)の分野を横断的に学ぶSTEM教育に、芸術(Art)やリベラルアーツの要素を加えた教育理念である[1]。特に、2020年6月24日に公表された「大学教育のデジタライゼーション・イニシアティブ(Scheem-D)」では、デジタル技術を活用した大学教育の価値の最大化が推進されている[2]。また、学生は日常的にスマートフォンを使用しており、アプリケーションを活用した学習は、教育効果を高める有効な手段と考えられる。

土木建築分野において、構造解析アプリケーションは教育効果の向上に貢献できると考えられる。これにより、構造に対する力学的な影響を視覚的に捉えられ、座学では身につきにくい力学的な直感を養うことが可能となる。しかし、現行のアプリケーションの多くは企業や研究向けに開発されており、機能が豊富である一方で操作が複雑で、学習者にとって利用のハードルが高い。また、これらのアプリケーションはPC専用である場合が多く、スマートフォンやウェブブラウザでは利用はできないため、

手軽に活用できる環境とは言い難い。さらに、業務用の高度なアプリケーションは高額であることが多く、学生や初心者が気軽に利用するのは難しい。その結果、現行のアプリケーションは学習者が日常的に活用するには敷居が高く、構造分野の学習において十分な教育効果を得ることが難しいのが現状である。

そこで本研究では、スマートフォン対応の構造解析アプリケーションを開発し、学生が気軽に実践でき、構造物の挙動を視覚的に捉えられる環境の提供を行った。

## 2. アプリケーションに必要な条件

### (1) 基本条件

既存の構造解析アプリケーションが抱える問題を解決するためには、アプリケーションがさまざまなデバイスで利用可能であることが不可欠である。具体的には、スマートフォンやタブレット、さらにウェブブラウザでも利用できるようにすることで、学生が時間や場所を選ばずに学習を行える環境を提供することができる。これにより、通学中や自宅など、学生のライフスタイルに合わせた学習が可能となり、学習の機会を増やすことにつながる。

アプリケーションのユーザーインターフェースは直感的で使いやすく設計することが求められる。特に、技術的な知識があまりない学生でも迷わず操作できるようなシンプルで分かりやすいデザインが重要である。構造解析の知識や専門用語に不安を感じる学生にとって、アプリケーションが簡単に操作できることは、学習へのハードルを下げ、効率的な理解を促進する。

学生が気軽に利用できることも大切な要素である。スマートフォン上で、無料で使用できることが理想的であり、特に予算の限られた学生にとっては、アプリケーションのアクセス可能性が重要となる。無料で提供されることで、広範囲の学生が気軽に利用し、学習効果を最大化できるようになる。

#### (2) 教育的効果を高めるための条件

教育的効果を最大限に引き出すためには、構造解析の結果を視覚的かつ直感的に理解できる機能を組み込むことが不可欠である。例えば、構造力学における重要な構造である「はり」においては、せん断力図や曲げモーメント図などの解析結果を迅速に表示する機能が求められる。また、構造物の変形を視覚的に示すことで、学生の想像力を引き出し、実際の力学的挙動をより実感させることができる。このように、力学的影響を視覚的に示すことで、構造物の各部にどのような影響が生じているかを直感的に理解することが可能となる。これにより、学生は力学的感覚を養い、実際の設計や施工に役立つ知識を習得することができる。

解析を反復的に行える機能も重要である。学生が解析結果を基に仮定や予測を行い、その結果を確認するサイクルを繰り返すことで、学びが深まる。この反復的な学習プロセスは、学生が力学的原理や構造解析の基本を確実に身につけるために不可欠である。

### 3. アプリケーションの開発と使用

#### (1) 開発

サポートするプラットフォームとして、スマートフォンやウェブブラウザなど、幅広く対応する必要がある。そのため、クロスプラットフォーム開発が可能なFlutterを採用した。FlutterはGoogleが提供するオープンソースのフレームワークであり、単一のコードベースからモバイルアプリやウェブアプリケーションを効率的に開発できる。これにより、開発の生産性が向上し、さまざまなデバイスで利用可能なアプリケーションを作成することができる。また、本研究では構造力学において重要な構造の1つである「はり」を対象とし、はりのマトリックス構造解析を用いた解析機能を実装した。

#### (2) 使用方法

シンプルなユーザーインターフェースで簡単に確認したい条件の構造を作成できるものとなっている。図-1は節点を作成している画面であり、座標を決め、拘束と荷重条件を設定する。図-2は要素を作成している画面であり、作成済みの節点を2つ選択し、剛性と荷重条件を設定する。作成した構造の例は図-3に示している。計算結果は図-4に示すように、変形後の様子やせん断力図、曲げモーメント図を確認でき、力学的影響を視覚的に学びやすくなっている。作成した構造は修正可能であり、荷重条件や拘束条件が変化した際に、どのような影響が生じるかを瞬時に確認することができる。

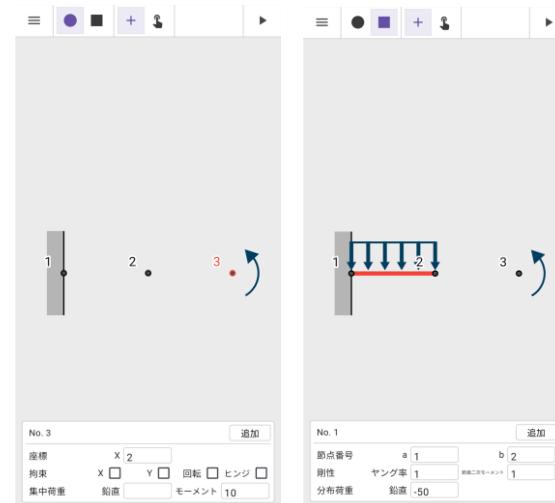


図-1 節点の作成



図-2 要素の作成

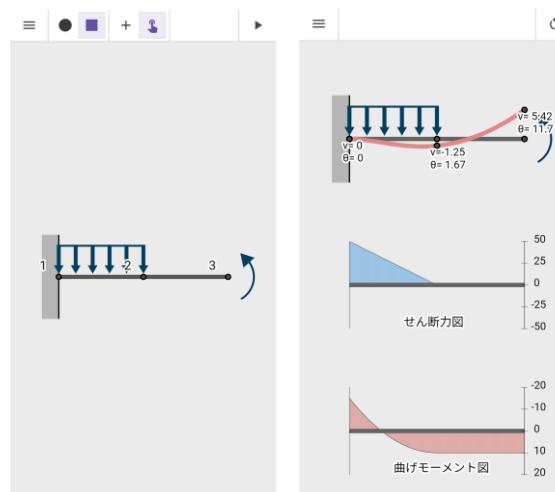


図-3 完成図

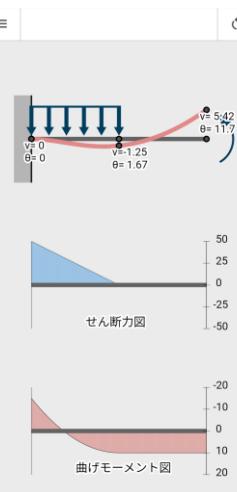


図-4 計算結果

### 4. おわりに

本研究では、スマートフォン対応の構造解析アプリケーションを開発し、学生が気軽に実践でき、構造物の挙動を視覚的に捉えられる環境の提供を行った。

茨城大学で実施された授業において本アプリケーションを活用した結果、学生からは「面白い」「わかりやすい」といった好意的なフィードバックが多数寄せられた。これらの意見から、本アプリケーションは学習のモチベーション向上や教育効果の向上に寄与する可能性が高いと考えられる。

今後は、より多様な構造に対応した計算機能の追加や、ゲーム性を高める機能の導入を通じて、学生の学習意欲をさらに高め、教育効果の向上を図ることが求められる。

### 参考文献

- [1] 文部科学省初等中等教育局教育課程課, STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について
- [2] 文部科学省初等中等教育局教育課程課, 大学教育のデジタライゼーション・イニシアティブ (Scheem-D)