

Virtual Reality を用いた構造力学学習支援システムの開発～高専デザコンを例として～

石川工業高等専門学校 正会員 ○新保 泰輝
石川工業高等専門学校 高倉 未有

1. はじめに

毎年、全国の高専生が集まり“全国高専デザインコンペティション”（以下デザコン）が開催されている。中でもデザコン構造デザイン部門は例年、橋梁等の構造物のコンセプト、デザイン、耐荷力を競う部門（図-1）であり、学生が構造力学や橋梁工学などの座学で蓄えた知識を実際に活かせる場である。すなわち、座学で学ぶ簡易なモデル形状の梁と実構造物の差を経験的に埋めることができる極めて重要な場である。デザコンでは約半年で【①橋梁のデザイン検討、②模型の作製、③载荷試験の実施、④修正箇所を検討】の①～④を繰り返し実施する必要がある、完成までに膨大な時間がかかるため、単に机上でデザインを行い試行錯誤的に模型を作成するだけではデザイン性や耐荷力に富んだ橋梁を作成することは困難である。この解決として3DCADや3次元FEMによる数値解析がある。ただし、3DCADや汎用されるFEMでは単に変形図がディスプレイに表示されるだけであり、初学者には変形形状の全容を把握することは難しい。また、デザイン検討のためには全方向から形状を確認できることが望ましい。一方、近年、Head Mounted Display（以下、HMD）の普及に伴いVirtual Reality（以下、VR）技術による体験型防災教育や危険予知講習などが行われている。そこで、本研究では変形形状を把握しやすく、全方向からデザインを確認できることから、荷重载荷時の橋梁の変形を題材に数値解析を行い、HMDを用いてVR表現を行うシステムを開発する。これにより、効率的に橋梁模型の作成が行えることが期待される。また、本システムを利用することで構造力学や橋梁工学を学ぶ学生の一助となる。

2. システム概要

本研究で開発したシステム全体像を図-2に示す。システムはインプットデータの作成部分（3次元モデルの作成と作成したモデルを用いた変形解析結果の作成）、コンバータならびに機能実装部分、表示部分で構成されている。インプットデータの作成と表示部は利用者、コンバータ作成や機能実装に関しては開発者が実施する。本研究では、インプットデータの作成には3次元モデルの作成に汎用されるAutodesk社のAutoCadを利用し、数値解析にはAutodesk Robot Structural Analysis（以下、RSA）を利用した。また、読み込み部分と表示機能作成にはUnityを用いた。最終的に表示する方法としてHTC社のViveを用いている。

キーワード Virtual Reality, 橋梁工学, 構造力学, 教育支援システム

連絡先 〒929-0342 石川県河北郡津幡町北中条 石川工業高等専門学校 TEL076-288-8166

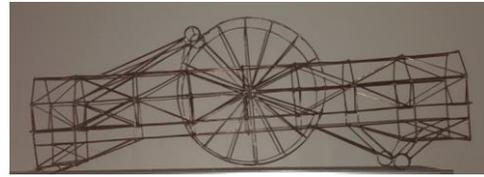


図-1 2017年度全国高専デザコン参加の橋梁模型

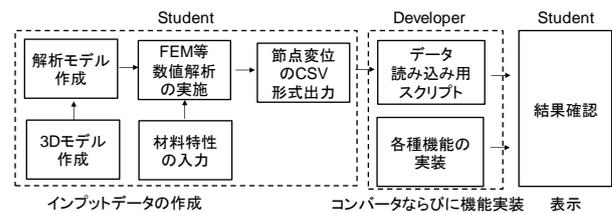


図-2 システム概要

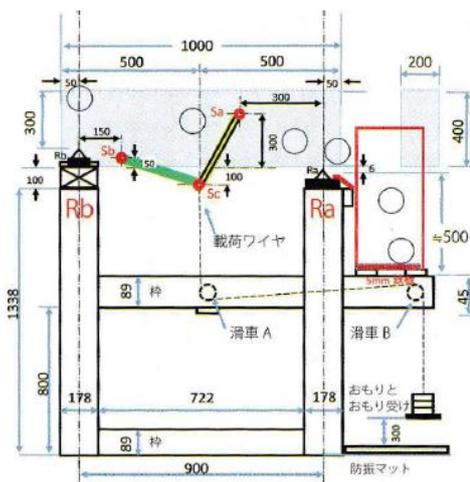


図-3 载荷装置平面図【文献1より引用】

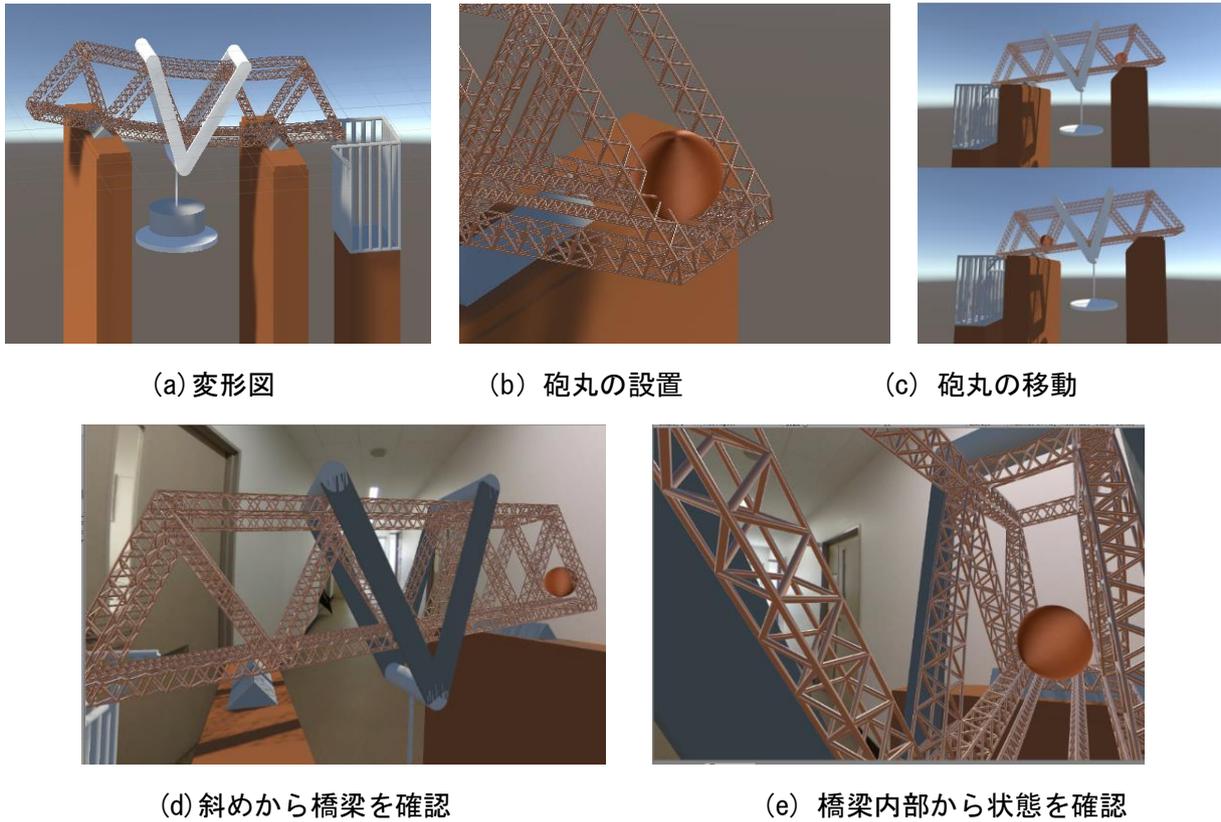


図-4 Unity による表現

Unity による開発と HTC 社の Vive を動かすための PC 環境として Windows10 64bit, CPU は Core i7 6700K 4.00GHz, GPU は Geforce GTX 1080Ti, メモリは 64GB, SSD256GB, HDD3TB を用いた。

3. 構造物の取り込みと VR 表現

図-3 に示す支点や製作限界範囲などを基に橋梁モデルを作成し、解析を実施した。汎用性を高めるために、Unity へのインプットデータの読み込みは CSV 形式とした。具体的には CAD で作成した橋梁を FEM 等により解析を行い、その解析結果を CSV 形式で出力する。すなわち、梁要素を構成する 2 節点の座標を CSV 形式で読み込み、Unity の Primitive モデルである Cylinder として全要素を配置する。このとき、梁の変位状態によって拡大・回転を実施し、接触判定用の Collider を設定し、更には銅の Texture を生成するスクリプトを開発した。図-4(a) にその結果を示す。なお、橋梁以外の支点や載荷治具に関しては SketchUp を用いて作成した。また、2017 年度、2018 年度のデザコンでは移動荷重として橋梁内に砲丸を通過させる必要があり、変形後の走行性能を確認するために、Sphere に Rigidbody 属性を与えて剛体計算による砲丸の通過を可能とした(図-3(b), (c))。一方、デザイン確認のために任意位置から確認できるように Virtual Reality Toolkit バージョン 3.30²⁾ を用いて視点移動の導入を行った。その結果、橋梁外部からのデザインの確認だけでなく、橋梁内からのデザイン確認や砲丸の走行確認が行えるようになった(図-3(d), (e))。

4. おわりに

本研究では荷重載荷時の橋梁の変形を題材に数値解析を行い、HMD を用いて表現する Virtual Reality 体験学習システムの開発を行った。現在、本システムは数値解析を外部ソフトウェアに依存しており、事前に計算した解析結果のモデルを配置している。今後は実行時に任意荷重をユーザが指定して作用させ、変形計算も Unity で同時に行うことで更にリアリティのある学習支援システムに発展させていく予定である。

参考文献

1)一般社団法人全国高等専門学校連合会:デザコン2017 岐阜, 68頁, 建築資料研究社, 2018, 2) GitHub VRTK, <https://github.com/thestonefox/VRTK> 2019/2/13 閲覧