

## VR と AR を用いた鋼桁橋架設検討支援に関する基礎的研究

Fundamental Study on the Erection Investigation Support for Steel Girder Bridges using VR and AR

室蘭工業大学工学部建設システム工学科

正会員 矢吹信喜 (Nobuyoshi Yabuki)

室蘭工業大学大学院工学研究科建設システム工学専攻

○学生員 町中啓樹 (Hiroki Machinaka)

### 1. はじめに

近年、土木構造物に関するデータの3次元化の取り組みが行われている<sup>1)</sup>。現在では、設計や解析などの分野においては3次元化が浸透しつつあるが、3次元化が進んでいない分野も存在する。

橋梁の架設や補修、架け替えを行う際には、架設工法や架設計画の検討が重要である。現在、この架設計画は2次元の図面を用いて行われていることが多い。しかし、2次元のデータでは、架設の際に問題となる周囲の既設構造物や地形、クレーンなどの建設機械との干渉、さらに、架設する部材同士の干渉を予測することは容易ではないと考えられる。また近年、都市部においては道路や鉄道路線の高架化が進んでおり、各路線が立体的に交差している。このように3次的に複雑な現場を対象とした架設工事や架け替え工事などの施工計画の検討を、2次元データを用いて行うことは困難であると考えられる。我々はこのような問題を解決するために、3次元のデータを利用し、3次元空間を直感的に把握することのできるユーザインターフェイスを備えた架設検討支援システムが必要であると考えた。

そこで本研究では3次元の形状データとして、以前本研究室で開発した鋼桁橋プロダクトモデル<sup>2)</sup>と、コンピュータで仮想世界を構築する技術である Virtual Reality (VR)、また、現実世界と仮想世界を重ねることで現実世界を拡張する技術である Augmented Reality

(AR)を用いた鋼桁橋の架設検討支援システム(図-1, 2)の開発を行うことを目的とした。

本論では、本研究の第一段階として、簡単な干渉チェック機能を有し、VRを用いた場合と、ARを用いた場合の2種類のアプリケーションに関して検討したので報告する。

### 2. VR と AR

Virtual Reality (VR) とは「仮想現実」と訳され、コンピュータグラフィックス等を利用して、人工的な現実感や仮想世界を構築する技術をいう。作り出される仮想世界は、現実世界と同様に3次元の空間で表現される。また、ディスプレイシステムの利用により立体視を実現し、没入感を得ることができる。さらに、センサーシステムを利用すると、ユーザの位置や動作に対する感覚へのフィードバックを実現することが可能となる。このVR技術によりユーザは仮想世界で、あたかも現実世界にいるような感覚を得ることが可能となる。

Augmented Reality (AR) とは VR から派生した技術で、「拡張現実感」や「強化現実」などと訳さる。ARは現実世界にコンピュータで構築した仮想世界を重ね合わせることで、現実世界の情報を拡張、強化する技術のことである。Web カメラや HMD (Head Mounted Display) 等のディスプレイ装置を用いてユーザに拡張された現実を見せることが可能となる。

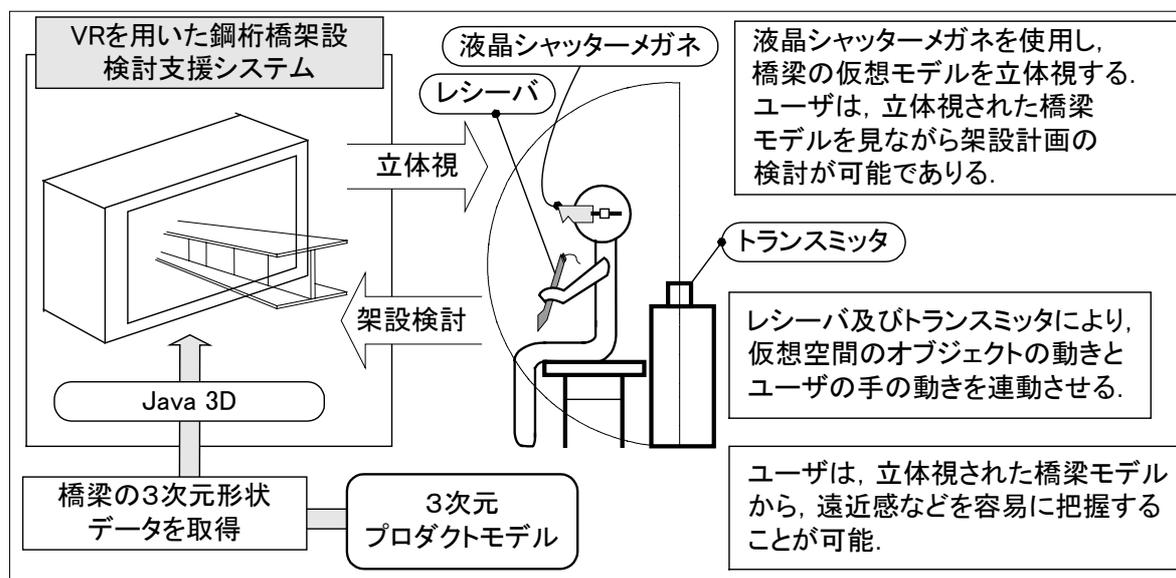


図 - 1 VR を用いた鋼桁橋架設検討支援システム

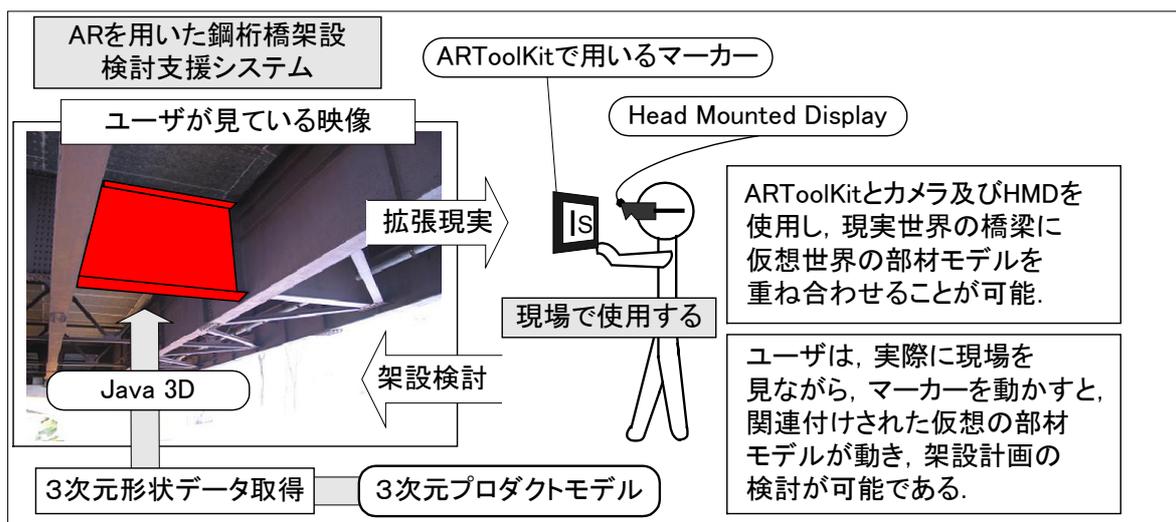


図 - 2 AR を用いた鋼桁橋架設検討支援システム

### 3. VR を用いた架設検討支援システム

本システムは、鋼桁橋のプロダクトモデルのデータ等を用いて、架設対象の橋梁や周囲の既設構造物、地形、建設機械などを、コンピュータで構築した仮想世界にモデリングし、この仮想世界の中で対象の部材を自由に移動させながら、架設計画の検討ができるようなシステムを目指して開発を行っている。

本研究では、VR を用いた架設検討支援システム開発の第一段階として、立体視による没入感が得られる環境を構築し、仮想世界の中で鋼桁橋の部材を自由に移動させ、干渉チェックを行うことができるアプリケーションを開発した。

開発には、仮想世界を構築する3次元コンピュータグラフィックスのAPI (Application Program Interface) として Java 3D<sup>3)</sup> を利用することとした。Java 3D とは Sun Microsystems 社が Java 2 用に開発した3次元グラフィックスのAPI である。また、立体視を実現するために、ディスプレイシステムとして図 - 3 に示す液晶シャッターメガネ (STEREO GRAPHICS 社製 Crystal Eyes 3)<sup>4)</sup> を用いた。さらに、仮想世界、すなわち3次元空間の操作を行う場合、通常のマウス操作は2次元での操作であるため、適さないと判断した。そこで、マウスに変わるデバイスとして、磁気を利用した3次元位置計測センサー (POLHEMUS 社製 FASTRAK)<sup>5)</sup> を用いることとした。FASTRAK は図 - 3 に示すような、トランスミッターとレシーバーが磁界を発生させて、3次元位置座標 (x, y, z) 及びオイラー角 (azimuth, elevation, roll) の計6自由度を計測することが可能なセンサーシステムである。

本アプリケーションは、FASTRAK で取得した計測データを架設検討の対象である部材の位置座標に適用することにより、3次元空間での自由な部材の移動を実現している。図 - 4 は、架設対象のI桁をFASTRAKのレシーバーを用いて移動させている時の画面である。もしも他のオブジェクトとの干渉が発生した場合には、図 - 5 のように部材の色が変化してユーザーに干渉を知らせる。

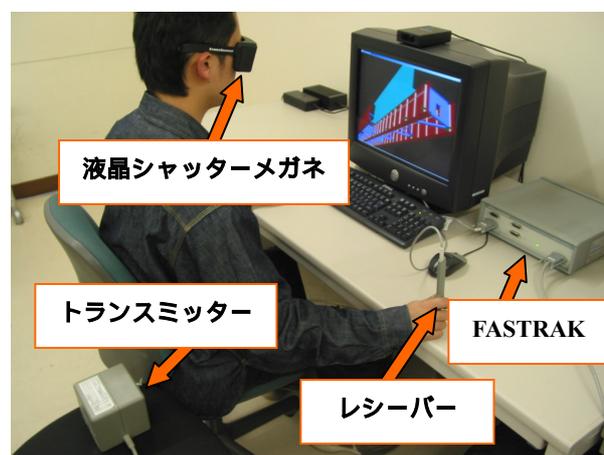


図 - 3 液晶シャッターメガネと FASTRAK

本アプリケーションは、立体視を実現しており、部材の位置関係の直感的な把握が可能となることから、架設計画検討の支援に効果を発揮するものと考えられる。

### 4. AR を用いた架設検討支援システム

本システムは、鋼桁橋のプロダクトモデルのデータと Web カメラ、HMD 等のディスプレイシステムと AR 技術を利用して、実際の現場の映像に仮想世界の映像を重ね合わせた環境を構築し、架設計画の検討を行うことを目的として開発を行っている。

AR の環境を実現するためには、現実世界と、仮想世界とを重ね合わせる必要がある。そこで本研究では ARToolKit<sup>6)</sup> に着目した。ARToolKit とは、広島市立大学の加藤博一氏とワシントン大学ヒューマンインターフェース技術研究所 (HITLab) によって開発されている画像処理に基づいたオープンソース・ライブラリ群である。Web カメラで図 - 6 のような2次元の正方形マーカーを映すと、映像からマーカーの位置や傾きを計測し、マーカー内の固有パターンを検出して、リアルタイムで3次元CGを合成する仕組みとなっている。

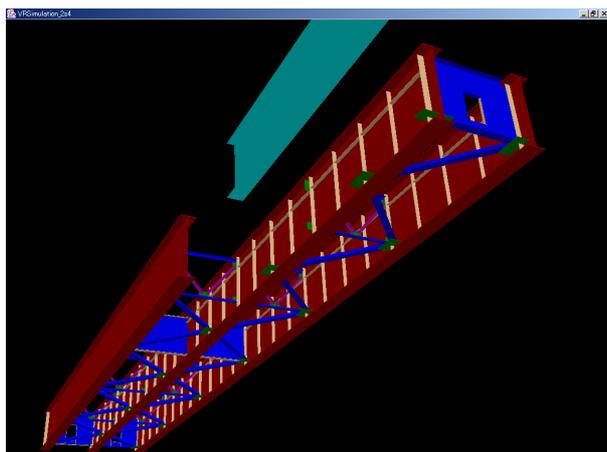


図 - 4 VR を用いた干渉チェック (干渉なし)

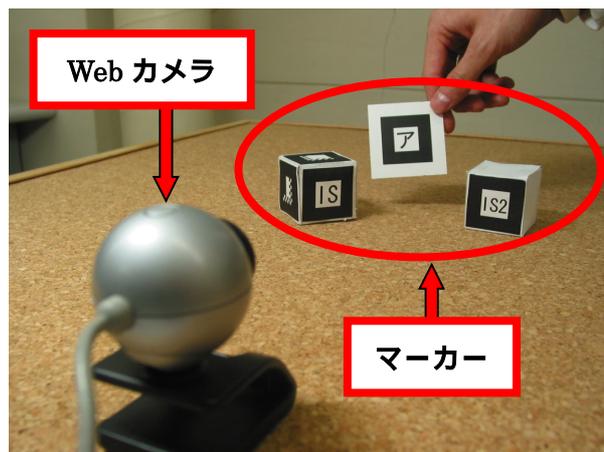


図 - 6 Web カメラとマーカー

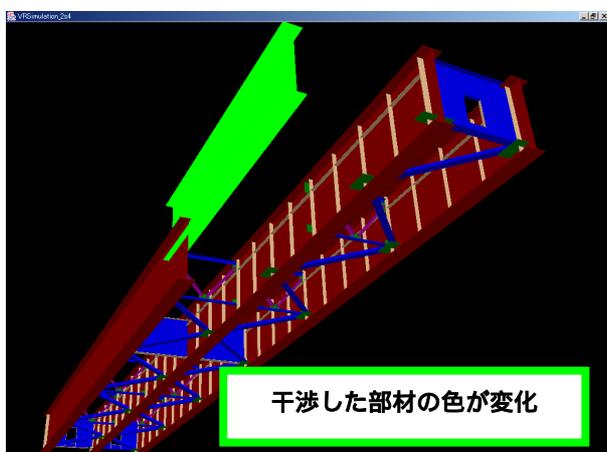


図 - 5 VR を用いた干渉チェック (干渉あり)

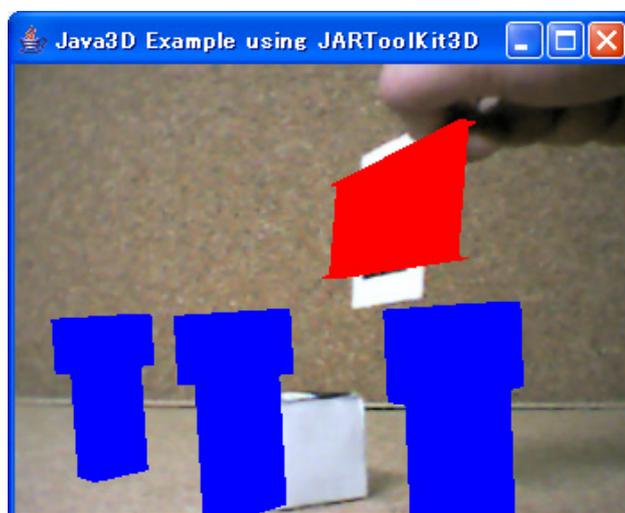


図 - 7 AR を用いた干渉チェック (干渉なし)

本研究では AR を用いた鋼桁橋架設検討支援システムの開発の第一段階として、鋼桁橋プロダクトモデルと Web カメラ, ARToolKit を用いて、簡単な干渉チェックのできるアプリケーションを開発した。

開発には Java 3D 及び Java 3D をサポートしている jARToolKit<sup>7)</sup>, Web カメラ (ELECOM 社製 UCAM-BIC30TSV) を用いた。

図 - 7 は本アプリケーションにおいて Web カメラで撮影した映像がコンピュータのディスプレイに表示されている画面である。図中の正方形マーカーに I 桁の 3 次元 CG オブジェクトが合成されているのがわかる。このマークを動かすと、表示されている仮想の I 桁が連動して動き、他の仮想世界のオブジェクトと干渉した際には、図 - 8 のように色が変化する。

本アプリケーションの最大の特徴は、VR とは異なり、現実世界の映像を仮想世界の情報で、強化、拡張している。今後、現場における架設計画の検討を可能とするシステムとして、効果を発揮すると考えられる。但し、現状では、Web カメラの性能やレンズのひずみなどの影響があり、高精度の干渉チェックを行うことはできていないが、今後これらの問題を解決することにより、精度の高いチェックが可能になると考えている。

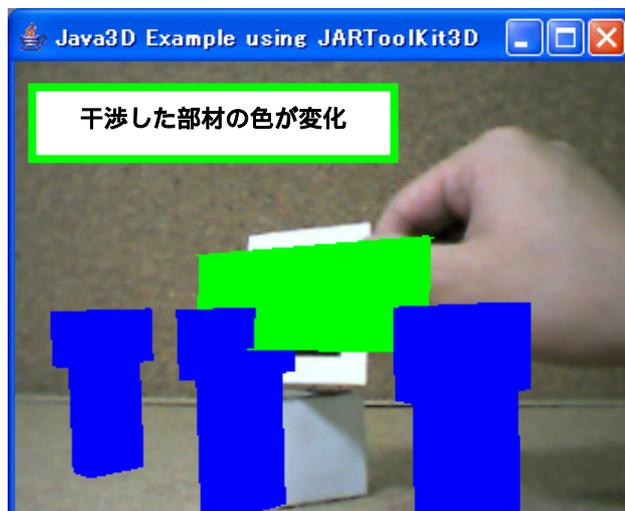


図 - 8 AR を用いた干渉チェック (干渉あり)

## 5. まとめ

本研究では橋梁の架設や補修，架け替え工事の架設計画の検討を支援することを目指し，3次元プロダクトモデルとVRやARを用いた架設検討支援システムの開発を目的とした．本研究の第一段階として，VRを用いた場合とARを用いた場合の簡単な干渉チェック機能を有するアプリケーションに関して検討を行った．その結果，VR及びARの有効性，解決すべき課題を示すことができた．今後は，引き続き鋼桁橋の架設検討支援システムの開発を行っていきたいと考えている．

## 謝辞

本研究を遂行するに当たり，財団法人日本建設情報総合センター（JACIC）から助成を受けている．ここに深謝の意を表する．

## 参考文献

- 1) 矢吹信喜，蒔苗耕司：プロダクトモデルと3次元/4次元CAD，土木学会誌，Vol.90, No.5, pp.23-25, 2005.
- 2) 矢吹信喜，町中啓樹：鋼桁橋プロダクトモデルとVR-CADの開発及び立体視の有効性検討，土木情報利用技術論文集，Vol.14, pp.87-94, 2005.
- 3) Java3D: [http://java.sun.com/products/java-media/3D/forDevelopers/J3D\\_1\\_3\\_API/j3dguide/index.html](http://java.sun.com/products/java-media/3D/forDevelopers/J3D_1_3_API/j3dguide/index.html)
- 4) CrystalEYES3: [http://www.stereographics.com/products/crystaleyes/body\\_crystaleyes.html](http://www.stereographics.com/products/crystaleyes/body_crystaleyes.html)
- 5) FASTRAK : <http://www.polhemus.com/fastrak.htm>
- 6) ARToolKit : <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- 7) jARToolKit : <http://jerry.c-lab.de/jartoolkit/>