

バーチャルリアリティを用いた橋梁損傷仮想体験システムの拡張

山口大学大学院 学生会員 ○永田信人
山口大学工学部 フェロー会員 宮本文穂

JIP テクノサイエンス(株) 正会員 今野将顕
山口大学工学部 正会員 河村 圭

1 はじめに

現在、橋梁の維持管理において「技術者不足」、「技術者の技術力不足」が問題となっており、技術者を早期に育成する手法の確立が橋梁の維持管理において重要な課題である。技術者の技術力は、経験する現場の数に比例して向上するものと考えられるため、従来のような中長期的観点での現場教育では、今後増大してくる老朽化橋梁の維持管理に対応できない。

そこで、内田ら¹⁾は「時間」、「場所」を選ばずに現場に近い環境を体験できる教育システムとして、バーチャルリアリティを用いた橋梁損傷仮想体験システム(以下、本システム)を開発した。

本研究では、本システムに不足していた機能の拡張を行い、さらに、点検技術者教育での本システムの有効性を検証した。

2 橋梁損傷仮想体験システムの概要

2.1 システムの構成

本システムは3次元モデルデータを作成するアプリケーションと3次元モデルデータを読み込んで3次元描画を行うアプリケーションの2つから構成される。3次元モデルデータ作成部では、3次元CGの知識を持たなくても橋梁の諸元データを入力することにより3次元橋梁モデルデータの作成が行える。また、点検画像をシステムに読み込ませて位置を指定し貼り付けることにより3次元橋梁の表面にテクスチャの貼り付けが行える。また、ウォークスルー、時系列表現などの他の付加機能についても設定を行う。

3次元描画部では、モデル作成部で作成した3次元モデルデータを読み込み3次元橋梁の描画を行うことができる。3次元描画部は、Windows上とSGI-Workstation上で動作するアプリケーションがあり、SGI-Workstation上では通常の3次元CG描画に加えて立体視メガネを使用することにより立体視描画を行うことができる。

2.2 システムの問題点

以下に本システムの問題点を示す。

①内部鉄筋の表現が行えない：本システムは、画像データを表面に貼り付けるだけのサーフェスモデルであるため、コンクリート内部の鉄筋などを表現することができない。コンクリート表面に損傷が現れる場合、内部鉄筋の腐食によるものが多い。しかし、表面にはほとんど変化が現れないような状

態でも内部鉄筋は腐食が進み始めている場合もあり熟練者でも診断は難しい。本システムに内部鉄筋を表現する機能を追加し、内部鉄筋の腐食とコンクリート表面に発生する損傷を関連付けて表現を行えば技術者教育に有効であると考えられ、特に診断を行う技術者を育成するためには不可欠な機能である。

②橋梁以外の描画が行えない：本システムで描画できるのは橋梁の3次元CGモデルのみである。橋梁の周辺環境の情報、特に海が存在や交通量などは、維持管理業務において重要な要因となるため、周辺環境の表現を行う機能も必要となる。

3 システムの拡張

3.1 内部鉄筋表現機能

本研究では、内部鉄筋の表現を行うことができる機能を追加すれば、技術者教育において有効であると考え、内部鉄筋表現の追加を行った。また、本システムには内部鉄筋の表現を追加しても、部材に遮られてしまい観察を行える機能がなかったため、部材を半透明にし内部の観察が行える機能と部材の一部分を切断し切断箇所から観察を行える機能を追加した。機能追加後の画面を図-1に示す。

3.2 近隣環境表現機能

本研究では、3次元橋梁の表現に加え、近隣環境の表現を行うことができる機能を追加すれば、実際の現場の様子に近づき技術者教育において有効であると考え、近隣環境として簡単な周囲の地形と背景、河川、道路について追加を行った。追加を行った後の画面を図-2に示す。

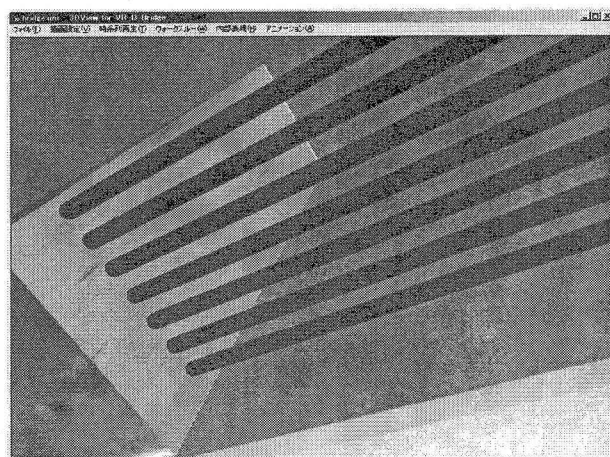


図-1 切断面による内部鉄筋表現

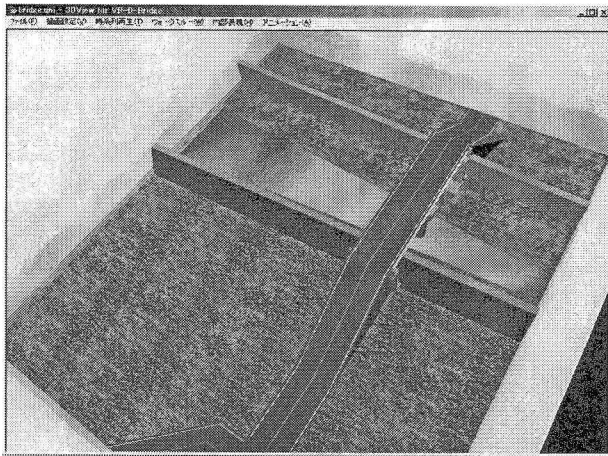


図-2 近隣環境追加後の画面

4 本システムの教育効果の検証と考察

4.1 概要

点検時におけるひび割れの見落としは、点検結果の信頼性を低下させるだけでなく、後の診断結果、今後の対策にまで影響を与える。そのため、点検を行う技術者のひび割れ見落としの軽減は、点検技術者育成の重要な項目となる。本研究ではひび割れの見落とし軽減を目的として、従来型の紙資料教育と本システムを用いて行った教育の比較とその有効性の検証、さらに再教育のための有効な情報の取得を行った。

4.2 事前教育と橋梁点検

事前教育を行う教育対象者は山口大学システム設計工学研究室の学生で従来型の紙資料による教育に8名、本システムを用いて行う教育に8名の合計16名であり、教育方法以外の差がないように分けて教育を行った。対象となる橋梁を点検者全員に目視で点検を行ってもらい、橋梁の主桁のひび割れを損傷図に記入してもらった。また、コンクリート診断士の方にも同様の点検を行ってもらった。

4.3 S-P表分析法による検証と考察

S-P表分析法²⁾とは、教育効果を判定する際のテストや演習問題等の得点一覧表データを簡単な手続きで図解的にわかりやすく分析するため手法である。本研究では、従来の紙資料教育との有効性の比較検証と再教育情報の取得方法として、ひび割れ発見箇所数の平均値・分散値、S-P表分析法、差異係数、設問ごとの注意係数(C.P)などを用いた。発見箇所数の平均値を比較することによりどちらの教育手法が技術力を向上させたかの比較を、分散値は技術力のバラツキ具合の比較に用いる。S-P表分析法からは全体の傾向を図解的に判読することができ、差異係数からどちらの教育内容が適切と考えられるか、注意係数と正答率から、再教育を行う際にどの対象者、どのひび割れ箇所の教育に注意が必要かわかる。

表-1 平均・分散・差異係数

	従来教育	VR教育
平均値	9.25	12.25
分散値	1.94	2.69
差異係数	0.676	0.385

表-2 注意係数(C.P)と正答率

設問番号	1	2	～	15	16	17
C.P(従来教育)	0.250	0.250	～	0.000	1.000	0.286
正答率(従来教育)	0.500	0.500	～	0.625	0.875	0.750
C.P(VR教育)	0.000	0.000	～	0.200	0.000	0.000
正答率(VR教育)	1.000	1.000	～	0.500	1.000	1.000

得られた平均値、分散値、差異係数を表-1に、注意係数と正答率の一部を表-2に示す。

ひび割れ発見個数の平均値の大きさを比較することにより、従来型の紙資料教育よりも本システムを用いて教育を行った場合のほうが平均発見個数で3箇所上回っており、見落としの軽減、技術力の向上において本システムが有効であるといえる。また、発見個数の分散値は従来型の教育のほうが若干低い値となっておりバラツキの軽減は従来型の教育のほうが有効であるといえる。しかし、どちらの教育手法も分散値は低くバラツキの軽減には有効である。差異係数は、教育内容と橋梁点検の内容のズレを定量的に表したもので、数値が小さいVR教育の方がズレが少なかったと考えられる。注意係数(C.P)と正答率は、再教育のための有効なフィードバック情報となり、注意係数の高い設問、正答率の低い設問は再教育を行う場合の重点項目となる。

5 本研究のまとめ

以下に本研究のまとめを示す。

- ①本システムの問題点を抽出し、橋梁維持管理技術者を育成するために必要な機能を追加した。
- ②本システムが橋梁の点検業務を対象とした教育で技術力の向上に有効であることを示した。
- ③再教育を適切に行うために有効なフィードバック情報を得た。

<参考文献>

- 1) 内田純史：橋梁損傷仮想体験システムを用いた維持管理技術者の教育に関する基礎的研究，修士論文，2004。
- 2) 佐藤隆博 著，S-P表の作成と解釈，明治図書出版，1975。