

MR ヘッドマウントディスプレイによる橋梁点検支援システムの活用方法

福島工業高等専門学校 学生会員 ○馬場 那仰 福島工業高等専門学校 学生会員 小野 智生
 福島工業高等専門学校 学生会員 橋本 璃南美 福島工業高等専門学校 正会員 江本 久雄

1. はじめに

近年、高度経済成長期に集中して建設された社会資本の多くが建設後 50 年を経過し、構造物の老朽化による損傷箇所が増えてきた。これにより、わが国では 2014 年に道路法施行規則の一部を改正し、道路橋は近接目視により 5 年に一回の頻度で点検を行うことになった。そのため、点検作業を行う専門知識を備えた技術者の確保と点検作業の効率化を早急に行うことが求められている。

そこで著者らは、点検を行う若手技術者の教育と今後の維持管理計画への活用を目的として、点検作業を疑似体験できる MR ヘッドマウントディスプレイによる橋梁点検支援システム(以下「MR 橋梁点検支援システム」という)を開発した。本システムは、MR 上で実橋梁の 3D モデルの閲覧を行うシステムと主に若手技術者を対象とした打音検査の疑似体験システムの二つに分けることができる。本稿では、MR 橋梁点検支援システムの活用方法と実際の点検作業における本システムの有用性について示す。

2. MR 橋梁点検支援システムの活用方法と有用性

2.1. MR における実橋梁の 3D モデル閲覧システム

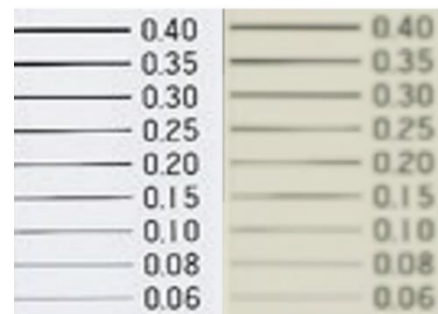
本システムでは、実橋梁の 3D モデルを Unity にインポートし、MR 上で 3D モデルの閲覧を行うことができる。本システム使用時の様子を図 1 に示す。従来、3D モデルの閲覧は 3D モデルビューアソフトを用いて、ディスプレイ上で閲覧を行ってきた。その際、任意の箇所を閲覧するためには、橋梁モデルを回転させ拡大・縮小するという作業が必要であり、橋梁の部材位置を把握するためには、点検者の熟練度を要した。対して MR では、前後左右の移動および高さの調整を行うことができ、自由に移動することができる。これにより、点検者が直感的に橋梁に接近することができ、橋梁各部の位置関係をより簡単に把握することができる。

2.2. ひび割れの点検

本システムにおける 3D モデルとして、これまで著者らが作成してきた山口県の旧厚東川大橋、佐波川大橋、旧栄橋の 3 つの実橋梁を実装した。また本システムを使用し、大きなひび割れや鉄筋露出などの明らかな損傷箇所を確認することができた。しかし、これらの 3D モデルは、近接目視点検を目的として作成したものではないため、3D モデルの作製に使用した画像の解像度が低く、RC 構造物において小さなひび割れと判断される 0.2mm^1 のひびまで確認することはできなかった。しかし、図 2 に示すように、MR に実装したクラックゲージは元画像に対してぼやけるものの、小さなひび割れの基準となる 0.2mm まで読み取ることができる、これより、実橋梁の 3D モデルの作製に使用する画像の質によっては、小さなひび割れまで MR 上で確認することが可能だと判断できる、



図 1 MR 橋梁点検支援システムの様子



(a) 元画像 (b) MR 上での画像

図 2 使用したクラックゲージ



図 3 打音検査体験の様子

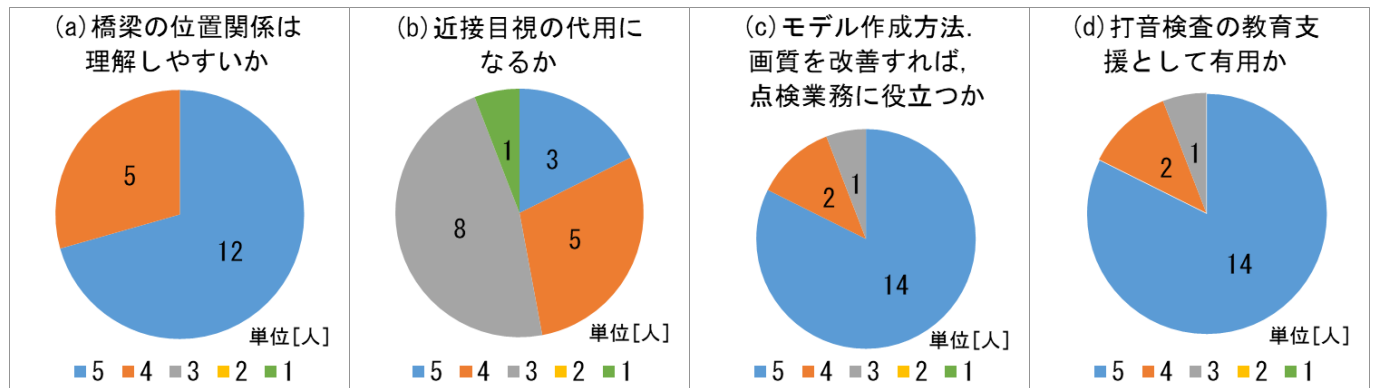


図 4 アンケート結果

2.3. 点検ハンマーによる打音検査体験システム

本システムでは、図 3 に示すように、橋梁点検のうち「浮き」の判断に用いられる点検ハンマーでの打診、チョーキング機能による異常個所の記入、異常部分の設定箇所の表示および非表示を行うことができる。これにより、打音検査における一連の作業を体験し、体験時に発見した異常個所の確認ができる。本研究では、いわき市内の天ノ川橋で録音した正常な箇所と異常な箇所の打音データそれぞれ 2 つずつ使用した。本システムを活用することにより、打音検査の体験を現場に向かわず容易に行うことができ、かつ人による点検結果の差異を軽減できるという期待が持てる。

3. アンケートによる検証

3.1. アンケート方法

システムの現状の把握と改善が必要な箇所を探すために、福島高専の教員 4 名および学生 13 名を対象に本システムの体験および 5 段階評価のアンケート調査を行った。質問内容の一部を下記に示す。

(a) 従来の 3D モデルの閲覧方法(PC のディスプレイ上での閲覧)に比べて、本システムは橋梁各部の位置関係が理解しやすいか。(b) 現時点で、3D モデル閲覧システムは近接目視点検の代用になると思うか。(c) 今後、UAV 測量や画像処理方法の発展に伴い、3D モデルの作成が容易かつ精密(高画質)になると期待できる。その上で、3D モデル閲覧システムは近接目視点検の代用になると思うか。(b) 橋梁の点検業務を行うにあたり、打音検査の教育支援として打音検査体験システムは有用であると思うか。

3.2. 結果および考察

図 4 に各アンケート項目の集計結果を示す。各アンケート項目の平均は、(a)4.9、(b)4.7、(c)3.6、(d)4.7 であった。(a)の結果より、3D モデルの閲覧を MR 上で行うことで、従来のディスプレイ上での閲覧方法よりも空間把握がしやすいという利点を示せた。(b)および(c)の結果より、現状の 3D モデル閲覧システムにはモデル作成時の手間や画質に問題があることが確認できる。(d)の結果より、打音検査体験システムが橋梁の点検業務を行うにあたっての研修材料として有用であることが確かめられた。また、本システムの体験時に、操作に苦難している様子が多々見受けられ、操作方法の変更やチュートリアル作成等による操作性の改善が必要であることが確認できた。

4. まとめ

本稿では、MR 橋梁点検支援システムの活用方法および有用性とアンケート調査による検証結果を述べた。本システムを活用することにより、現在行われている橋梁の定期点検の軽量化と若手技術者の教育支援に役立つと期待できる。なお、システムの操作性の改善や 3D モデルの作成方法の簡略化および画質の向上、そして日常点検業務を行っている技術者を対象にフィードバックアンケートを行うことが今後の課題として挙げられる。