

## 技術紹介

# 橋梁保全現場におけるプロジェクションマッピングの活用

## ～原寸大図面投影による罫書支援～

### Application of Projection Mapping to Bridge Maintenance Work

岡本 勇也 \*1  
OKAMOTO Yuya

山本 康幸 \*2  
YAMAMOTO Yasuyuki

林 篤史 \*3  
HAYASHI Atsushi

## 1. はじめに

橋梁保全現場における取替支承や追加ブラケットの取付けには、あと施工アンカーを利用します。この施工においては、始めにあと施工アンカーの削孔位置をコンクリート面に対して直接罫書する必要があります。この罫書作業は省力化の望まれる作業の一つです。1つのブラケットを取り付けるためのアンカーは数十本必要であり、現場によってはブラケットの取付け箇所が100箇所以上に及ぶことから、罫書作業が大変労力を要するためです。

また、この罫書作業は、図面からの寸法を読み取る過程での読み間違いなどのヒューマンエラーを極力防ぎたい作業の一つでもあります。ヒューマンエラーは、製作物を位置決めするまで気付きにくく、孔修正による工程遅延を引き起こすためです。

そこで、当社ではこの罫書作業に対して近年エンターテインメントの分野で多く使われているプロジェクションマッピングを適用することを検討しました。本稿では、プロジェクションマッピングの橋梁保全現場適用の課題、検証試験の結果について報告します。

## 2. 橋梁保全現場でのプロジェクションマッピングの適用と課題

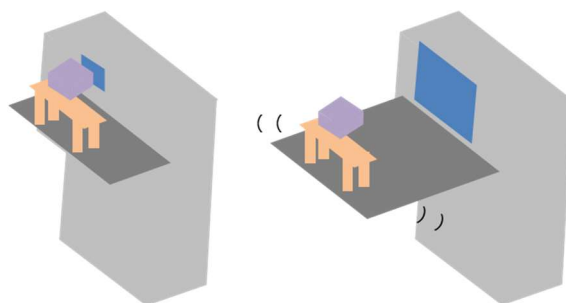
橋梁保全現場では既設構造物の下で作業を行うことが多く、低照度環境のためプロジェクションマッピングに適しています。また、あと施工アンカーの接地面は、 $2000 \times 1000\text{mm}$ 程度であり、1台のプロジェクタで必要面積を投影可能なため、複数のプロジェクタ間の位置調整等の面倒な作業が必要ありません。このことも保全現場にプロジェクションマッピングを活用する利点の一つです。

一方、橋梁保全現場でプロジェクタを適用した場合、以下の課題が考えられます。

### (1) 狭小環境での投影面積の確保

投影面積を確保するためには、通常のプロジェクタであれば一定の投影距離を確保する必要があります。

しかし、橋梁保全現場では、吊り足場が狭小なため投影距離の確保が困難です。したがって、 $2000 \times 1000\text{mm}$ 程度の罫書に必要な投影面積を確保することができません（図1-(a)）。



(a) 投影距離が不十分 (b) 走行振動によるブレ

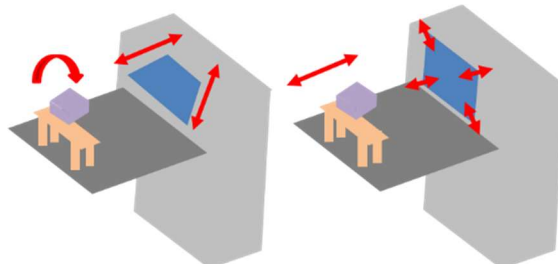
図1 プロジェクタ投影時の課題

### (2) 橋の振動の影響

橋梁保全現場は供用しながらの施工が多く、上部を走行する車両により振動の影響を受けます（図1-(b)）。プロジェクタを吊り足場に設置し投影すると、吊り足場と投影面の振動の違いにより投影画像が揺れてしまいます。

### (3) 投影画像の調整が手間

罫書きの対象箇所は数十箇所及び、設置場所が変わるたびに投影距離と角度が変わります。つまり、設置のたびに図面の等倍表示と台形補正の調整を行う必要があります。この作業は、作業者にとって既存の工程・手順にない労力のかかる作業になります（図2）。



(a) 台形補正 (b) 等倍補正

図2 設置場所の変更に伴う調整作業

\*1 川田テクノロジーズ株式会社技術研究所

\*2 川田建設株式会社東京支店工事部工事課

\*3 川田テクノロジーズ株式会社技術研究所 主幹

### 3. 装置の開発

前章で述べたような適用の課題を解決するために、プロジェクタの選定と設置方法を検討しました。

#### (1) プロジェクタの選定

狭小な足場内で罫書に必要な投影面積を確保するために、超短焦点プロジェクタを採用しました。本プロジェクタは湾曲したミラーを備え、短い投影距離であっても大きい投影面を実現することができます。

#### (2) 設置方法の検討

足場と橋脚の振動の違いを回避するため、プロジェクタを橋脚側に設置する手段を考えました。固定方法については、真空吸盤を採用しました。吸盤は真空ポンプとゴムパットを備え、金属板等の平面だけでなく、橋脚、床版のコンクリート面でも安定して長時間吸着できます。

コンクリート面への固定は通常アンカーが用いられますが、アンカーを打つ場合、設置に労力と時間がかかります。しかし、真空吸盤を用いることで手軽に設置し、振動の影響を回避できます。

また、真空吸盤は繰り返し設置しても同じように吸着固定されるため、距離と角度が変わらず等倍表示と台形補正の調整の手間が大幅に省けます。

#### (3) 開発した試作機バクジェクタ VJ-02

これらの機能を有した試作機「バクジェクタ VJ-02」を開発しました。装置外観を図3に示します。

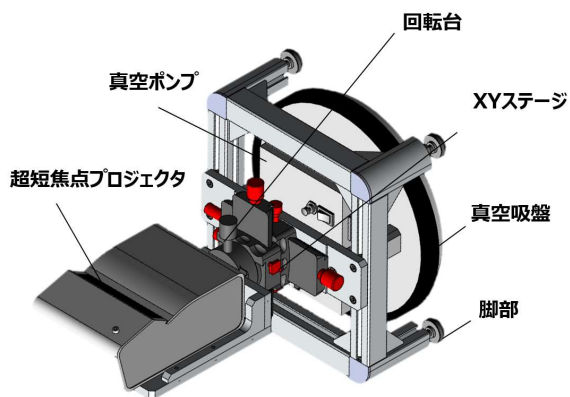


図3 バクジェクタ VJ-02

本試作機は、投影面から300mm離れた位置で2000×1000mmの投影が可能です。また、真空吸盤は吸着力が100kg以上あり、橋脚側面や床版下面のようなあらゆる方向に固定することが可能です。

さらに、現場での調整を簡便にするように回転台、XYステージを装備することにより微調整を可能としています。また、脚部を備えることにより吸盤の吸着時に毎回同じ投影距離でプロジェクタを設置できるようにしてい

ます。設置範囲は□255mm、重量は10kg、バッテリー内蔵で2時間投影することができます。

### 4. コンセプト検証

実際の橋梁保全現場にて本試作機のコンセプト検証を行いました。現場で図面を投影し、プロジェクションマッピングの活用として適用可能なことを確認できました。また、図面が直接投影されるため直感的に罫書を行うことができ、作業時間の低減、ヒューマンエラーによる二度手間の防止が確認できました。

精度については削孔位置の墨出しに要求される精度が5mmであるのに対し、投影精度が同程度であり、必要精度を満たしていることを確認しました。

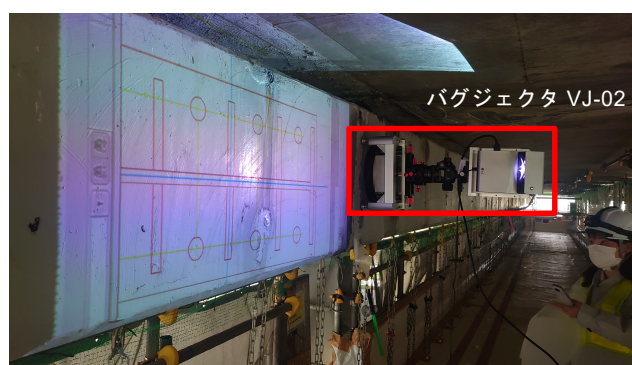


図4 コンセプト検証の様子

### 5. 現場運用での課題

コンセプト検証を実施した結果、プロジェクションマッピングが適用しにくい場所があることがわかりました。例えば勾配が変化する場所では、本試作機の設置面と投影面に角度差が生じ、上手く投影できません。また、投影面に凹凸がある箇所は、投影画像が歪むため精度が低くなることがわかりました。結果として現場のあらゆる場所で一定の精度を確保しながら本試作機を活用するためには精度確保に向けた改良が必要であることがわかりました。

### 6. おわりに

現場では大きく環境が異なることもあり、どのような適用場所が最も効果的に本装置を活用できるかを調査し、使い勝手の向上を含めて、本試作機へのフィードバック・改良を現場技術者とともに継続して行っています。

また、本作業以外への適用拡大を考えて、プロジェクションマッピングの精度向上を図るとともに勾配や凹凸のある面でも適用できるように、勾配や凹凸に応じて投影画像を変形するシステムを開発していきます。