

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 鉄道橋の健全性評価のための光学式非接触ひずみ分布計測装置の試作と実橋での評価
プロジェクトリーダー	: ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)
所属機関	
研究責任者	: 藤垣元治(和歌山大学)

### 1. 研究開発の目的

構造物には、内部に亀裂が生じることがよくある。これは鉄道橋に限ったことではなく、道路橋や鉄塔など、ほとんどの大型構造物で発生する。多くの場合、その有無を検査するために、ひずみの検査が行われているが、従来のひずみ計測手法は、ひずみゲージを多数貼付けて配線することが必要であり、非常に手間がかかっている。本研究では、デジタルホログラフィの技術を利用することで鉄道橋の健全性評価のための光学式非接触ひずみ分布計測装置の試作を行う。作業者が片手で持てるハンディタイプのひずみ分布計測装置とし、実際の橋梁において評価実験を行う。

### 2. 研究開発の概要

#### ①成果

本研究で開発する装置は、片手で持てる範囲の重量にすることが重要であるため、1.0kg 以下の重量を目標とする。計測分解能は 50 マイクロストrein以下を目標とする。また、準備作業に 1 時間以内。計測は 1 秒以内/回。解析は計測後 300 秒以内で計測実験ができることを目標とする。実施内容として、ハンディ型の計測装置の試作を行った。複数の撮像素子を用いた光学系を提案することで、電源や光源部とヘッドを分離でき、それにより重量についての目標はクリアした。実際の橋梁に取り付けた実験を行ったところ、振動に対する対策が必要であることが確認できた。光学系としての有効性は確認できたが、計測精度についてはまだ十分なものは得られておらず、引き続いてソフトウェアの改良を進めて行く必要がある。

研究開発目標	達成度
①試作装置の開発(仕様決めと設計、製作、ソフトウェア作成)	①-1 仕様策定 装置に組み込むことができる光源レーザーの選定とその特性評価実験を行った。構造上の仕様については、企業側で行った実際の鉄道橋に発生する欠陥位置の調査結果を基に、ヘッド部の小型化と角部に取り付ける必要があることがわかり、それが実現できる仕様とした。これらについては製作を依頼するメーカーとも打ち合わせ済みである。撮像素子の選定を行い、ヘッド部の仕様が確定した。 ①-2 ソフトウェア作成 平成 24 年度の A-STEP 探索タイプで試作した光

<p>②試作装置の評価と改良(屋内での評価試験、ソフトウェア改良)</p> <p>③橋りょうの調査(ひずみ分布計測が必要な部位の調査、従来手法の調査、評価試験対象の橋りょうの選定)</p> <p>④評価試験(試作装置の橋りょうでの評価試験)</p>	<p>学系を利用して、それを使用して繰り返し撮影時の安定性、1方向に変位を与える実験、任意の方向に変位を与える実験、ひずみの算出実験を行いながらソフトウェアの開発を進めた。次に、本研究で試作した装置を用いて、複数撮像素子の場合の感度マトリックスの算出実験を行いながら、算出方法と複数個の位相差から3方向の変位と面内ひずみを求める計算手法をプログラム化した。</p> <p>②屋内評価試験 物体の撮影と再生実験を行い、目標としている撮影範囲となっていることを確認した。ただ、二重写りをしているために対策が必要であることがわかった。次に、3軸ピエゾステージを用いた変位計測実験を行い、複数の撮像素子を用いても感度マトリックスの擬似逆行列から変位分布を計測する計測原理の確認ができた。</p> <p>③-1 ひずみ分布計測が必要な部位の調査 鋼橋の部位別の発生状況を、橋りょう形式及び部位別に調査し、応力が集中し検査を要する部位の装置設置環境を整理して仕様決定の資料とした。</p> <p>③-2 従来手法の調査 橋桁のひずみ測定の祭に塗膜を傷つけることなく、実測ができる「応力聴診器」により、比較試験を実施した。</p> <p>③-3 評価試験対象の橋りょうの選定 クラックが発生し易い溶接桁の中から、和歌山大学近隣で、経年が比較的長い橋りょうから2橋を選定した。また、ひずみの基本的な測定試験が簡易に実施出来る大阪付近の橋りょう1橋を選定した。</p> <p>④橋梁にヘッド部を取り付ける実験を行い、マグネットを選定した。列車通過前に撮影を2回行い、再生像と位相差を求めることにより、原理通りの結果が得られていることが確認できた。ただ、列車通過時の再生像と位相差分布を得る実験を行ったところ、再生像の画像中央部に大きなノイズが現れており、所望の再生像にはなっていない。これから算出した位相差分布においても、ノイズに埋もれたものとなっていて、有意なも</p>
--	---

	のは得られなかった。この原因は列車の走行振動の影響と考えられる。撮影時間の短縮、橋梁への取り付け方法の改良、位相シフトをしないで1フレームの画像で解析する手法の導入などを行い、列車通過時であってもひずみ分布が計測できるように改良を加えて行く予定である。
--	--

## ②今後の展開

構造物診断に適用できる検査手法を模索している中で、鋼桁の応力集中の個所を探索することで亀裂発生の要注意個所を診断できると考えた。当座は試験器の形で実用性の確認を済ませるところまでを完成する予定です。すめたが、予期しない問題が発生したため、その目的まで到達できなかったものである。

一方で、実用に向け検討すべき課題が見え、且つ、その解決策が想像できる段階にある。

本年度の成果を踏まえ、検討すべき課題解決に向けた産学の検討により早晩解決に結びつくものと考えている。

## 3. 総合所見

一定の成果が得られているが、イノベーション創出の可能性を見出すためには、さらなる研究開発が必要である。

装置の試作は終了し、変位計測はできることを実験室で確認している。現場での評価実験は、振動の影響が大きく測定できなかったが、これに対する要因分析がまだ不十分と思われる。

基盤となってる非接触計測技術は重要で、インフラの保守管理技術向上のためにも、今後の発展に大きく期待したい。