

# 点検支援技術性能カタログに掲載された技術の紹介

## — 2023年度版 —

福本伸太郎 <sup>\*1</sup>  
Fukumoto Shintaro

2022年度、当社では2件の技術「光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム」および「穿孔法による応力測定技術」を国土交通省が策定している点検支援技術性能カタログに申請した。これらは、現場試験や橋梁調査会との複数回の意見交換会における審査を通過し、2023年4月に掲載された。2件とも計測・モニタリング技術であり、インフラ構造物（主に橋梁）に対して適用されることを想定している。本稿では、これら2件の技術について紹介する。

キーワード：国土交通省点検支援技術性能カタログ、FBGセンサ、穿孔法

### 1. はじめに

国土交通省では、道路構造物の点検の効率化を推進するため、点検に活用可能な技術を取りまとめた「点検支援技術性能カタログ・性能確認シート」（以下、性能カタログ）を策定している。本性能カタログは、橋梁やトンネルの点検支援技術の性能を示すものであり、国が定めた標準項目に対する性能値を開発者に求め、カタログ形式でとりまとめたものである。

2022年度に当社単独で2件の技術を申請し、2023年4月の性能カタログに掲載された。また現在、IHIグループの技術は、計6件掲載されている。本稿では、2022年度に申請した2件の技術、「光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム」および「穿孔法による応力測定技術」について紹介する。

### 2. 掲載された技術の概要

2023年度までに性能カタログに掲載された6件の技術を表1に示す。なお、これらの技術は国土交通省のホームページより詳細を確認することができる<sup>(1)</sup>。

本稿で紹介する「光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム」および「穿孔法による応力測定技術」は、国立大学法人京都大学インフラ先端技術コンソーシアム（以下、京大コンソ）内において、供用中の橋梁で実証試験をした実績があり、学会などで積極的に社外PRをしている<sup>(2)(3)</sup>。なお当社は京大コンソにおいて、インフラ構造物の維持管理における効率化を図るため、産官学と連携し、各種モニタリング技術の確立に向けて活動している。

\*1：計測事業部 計測技術部 福浦グループ

表1 性能カタログに掲載された技術 (2023年4月現在)

点検支援技術の分類	技術番号	技術名	開発者名
画像計測技術	BR010029-V0223	非GNSS環境型UAVを用いた橋梁点検支援システム	IHI IHI 検査計測
非破壊検査技術	BR020002-V0323	鋼材表面探傷システム	IHI IHI 検査計測
非破壊検査技術	BR020011-V0323	コンクリートビュー	IHI IHI インフラシステム
非破壊検査技術	BR020026-V0023	鋼床版デッキ貫通亀裂点検システム	IHI IHI 検査計測
計測・モニタリング技術	BR030046-V0023	光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム	IHI 検査計測
計測・モニタリング技術	BR030051-V0023	穿孔法による応力測定技術	IHI 検査計測

### 3. 光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム (技術番号:BR030046-V0023)

本技術はセンサ自体の環境劣化が少ない光ファイバFBG (Fiber Bragg Grating) センサを使用して、鋼橋の着目部位の応力変化(ひずみ、温度計測による)を自動計測するシステムである(図1)。太陽光パネルおよび二次電池を備えるため、電源が無い現場でも動作可能である。また、無線通信機能を備えるため、計測データを遠隔モニタリングすることができる。さらに、FBGセンサについて

は、設置時に使用する接着剤の耐久性および設置時の作業性が優れた「FBGセンサモジュール」を日東電工株式会社と共同開発し、それを使用する。本システムは、これまでひずみゲージなどでは困難であった屋外での長期間モニタリングを可能とした。図2にFBGセンサモジュールの外観を、図3に構成を示す。本FBGセンサモジュールは接着剤一体型で、シールタイプになっており、取り扱いが容易になっている。

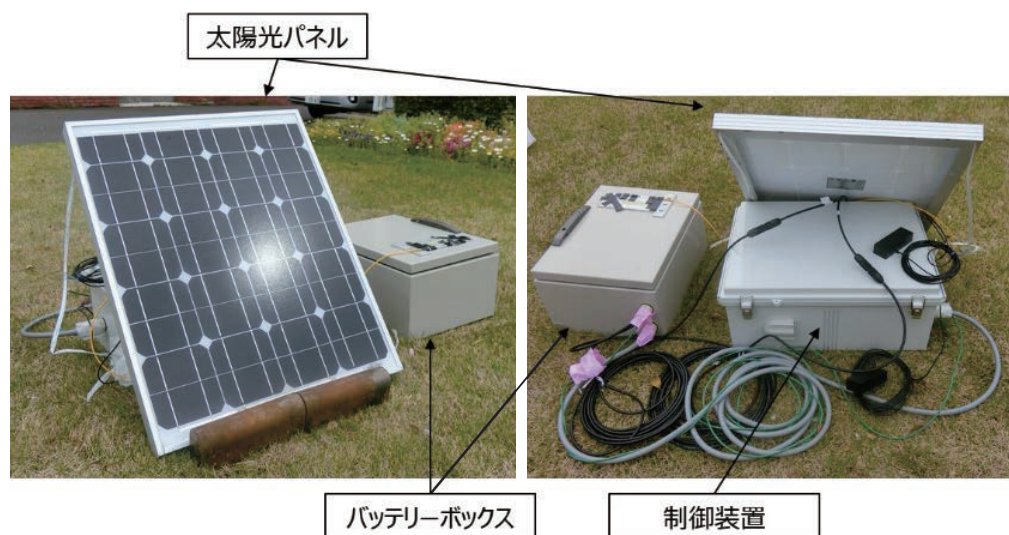


図1 光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム

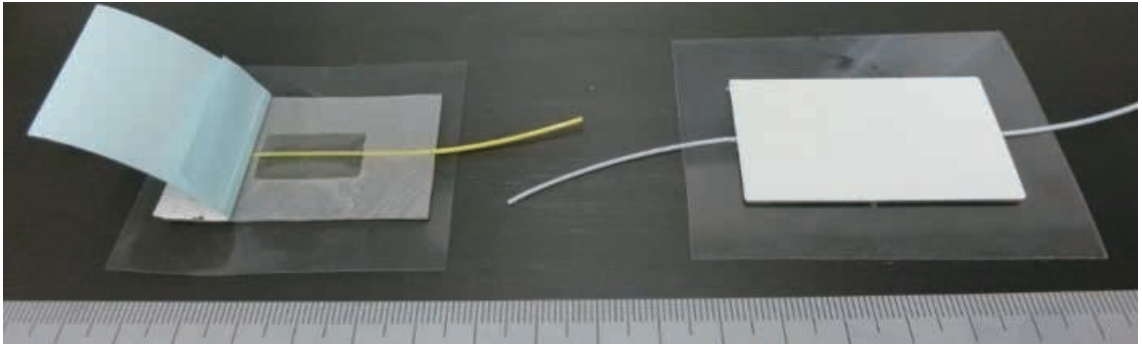


図2 FBG センサモジュールの外観

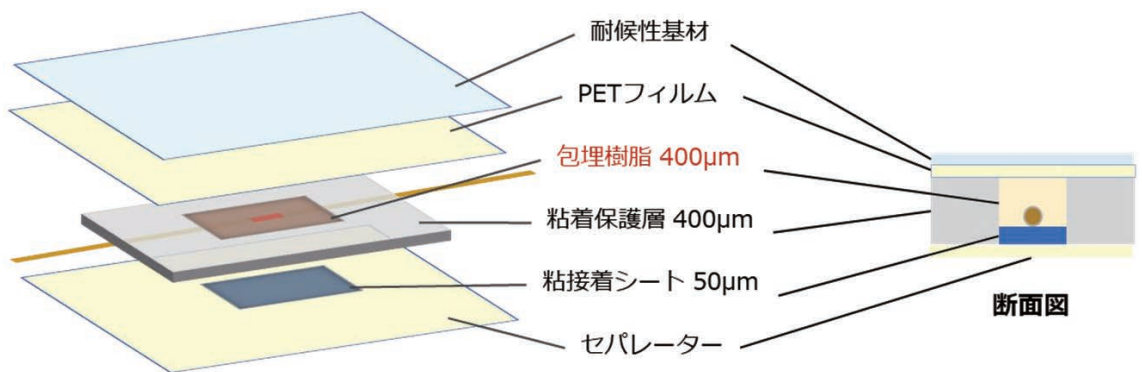


図3 FBG センサモジュールの構造

#### 4. 穿孔法による応力測定技術 (技術番号：BR030051-V0023)

本技術は、鋼製の構造部材に小径穴（標準値： $\phi 2\text{mm}$ 、深さ  $1\text{mm}$ ）を穿孔し、その解放ひずみをひずみゲージを使用して計測することで、穴周辺に作用する内在応力を評価する手法である<sup>(4)</sup>。ASTM（American Society for Testing and Materials）規格に<sup>のつと</sup>則り解析することで、深さ方向の内在応力分布を評価することが可能である。

本技術は、橋梁の耐力評価において適用できると考えている。一般に、橋梁耐力は活荷重と死荷重により発生する応力で評価される。活荷重は車両の通過などにより時間とともに変化する荷重であり、死荷重とは構造物の自重のように時間経過

で変化しない荷重とされている。活荷重による応力は、トラックなどによる載荷試験で、無負荷時－負荷時の計測ができるため、ひずみゲージによる計測で直接的に求めることが可能である。一方、無負荷状態での真値は通常計測できないため、死荷重による応力はひずみゲージなどによる計測ができず、耐力評価には設計値やFEM（有限要素法）解析などから求めた値が用いられる。しかし内在応力を計測できる穿孔法を用いれば、死荷重による応力の真値を求めることができ、耐力評価の精度を向上させることができる。

測定に使用する穿孔装置を図4に、死荷重計測時の装置設置状況を図5に示す。また、穿孔箇所には図6に示す3軸ひずみゲージを用いる。



図4 穿孔装置

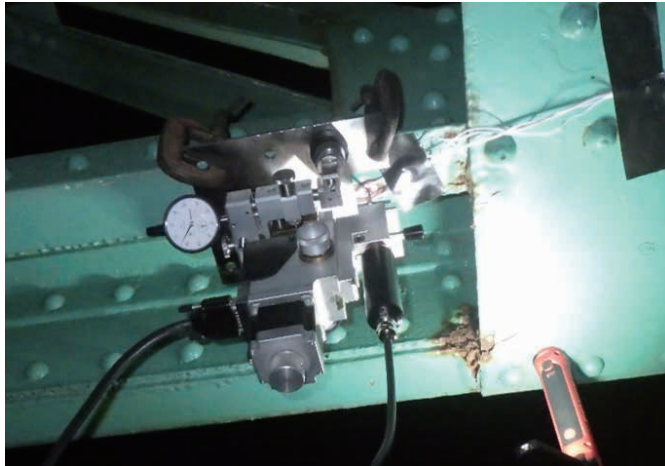


図5 死荷重計測時の装置設置状況

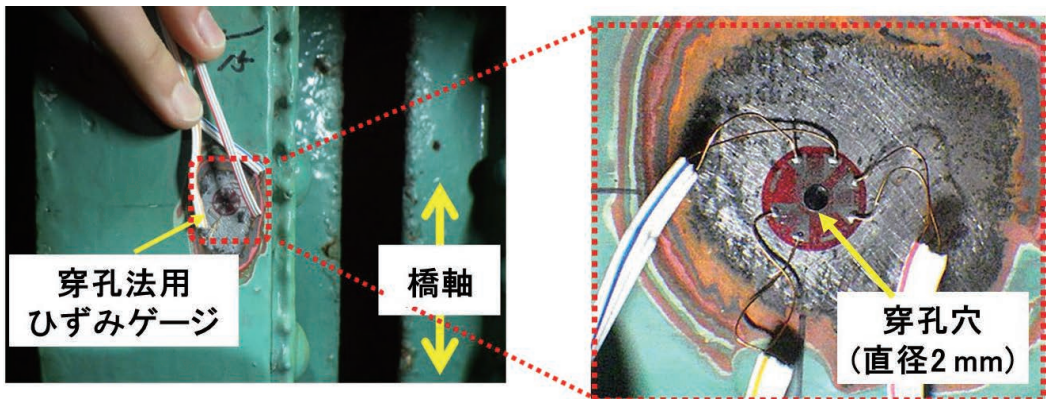


図6 穿孔法で使用する3軸ひずみゲージ

## 5. おわりに

2022年度に当社単独で2件の技術を申請し、2023年度性能カタログに掲載された。本稿で紹介した「光ファイバFBGセンサを用いた無線型応力モニタリングシステム」は、環境劣化の少ない光ファイバデバイスであるFBGセンサを使用し、さらに耐候性のある接着剤と一体型にすることで、作業効率を向上させており、電源不要で長期間遠隔モニタリングを継続できることが優位な点である。また「穿孔法による応力測定技術」は、橋梁の耐力評価に適用し、設計値や解析値ではなく、穿孔法による応力測定技術で死荷重による応力の真値を得ることができることが優位な点である。

2023年度は「コンクリート床版の内部損傷検知におけるAE法を用いた弾性波トモグラフィ計測」を京都大学、民間数社とともに申請している。性能カタログに掲載された技術が、インフラ構造物の点検作業で採用され、効率化・省力化が進められることを期待する。

## 参考文献

- (1) 国土交通省点検支援技術性能カタログ(橋梁・トンネル)ホームページ：<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/>
- (2) 西土隆幸、福本伸太郎、鈴木優平、寺岡毅、横山勇氣、塩谷智基：穿孔法による死荷重計測を用いたトラス橋の耐力評価およびFBGセンサによる無線計測モニタリング、土木学会全国大会年次学術講演会、第77巻、2022、pp.CS9-27
- (3) 小椋紀彦、福本伸太郎、芳賀亮、稲留靖浩、寺岡毅、横山勇氣、塩谷智基：産官学の連携による道路橋を対象とした維持管理システムの合理化に向けた活動、土木学会全国大会年次学術講演会、土木学会全国大会年次学術講演会、第77巻、2022、pp.CS9-28
- (4) 三上隆男：穿孔法による残留応力測定について(その1)、IIC REVIEW、No.48、2012/10、pp.53-65



計測事業部  
計測技術部  
福浦グループ

福本 伸太郎

TEL. 045-791-3518

FAX. 045-791-3541