

産学連携により光ファイバセンシングの計測器「SensRay」を開発

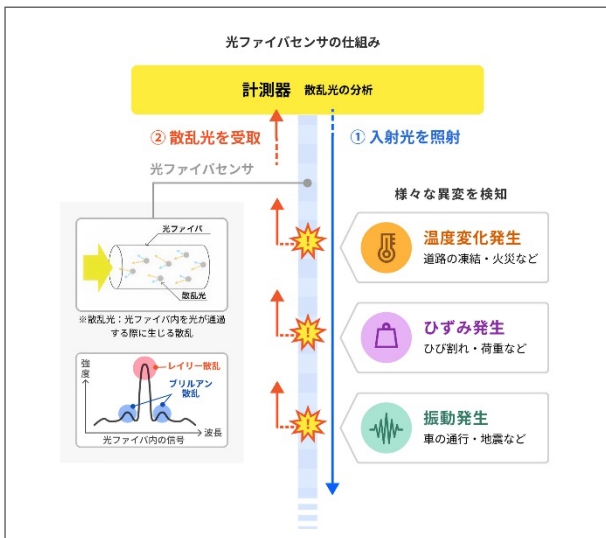
～ 高付加価値のインフラ構築を目指して ～

鹿島建設株式会社
国立大学法人 島根大学

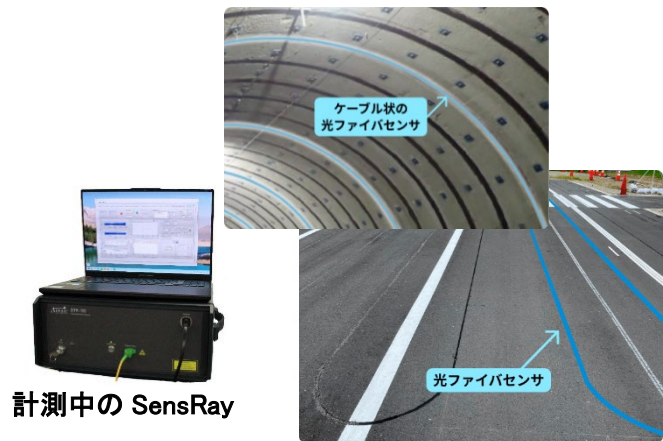
鹿島建設株式会社(会長兼社長:押味至一、以下「鹿島」)と国立大学法人島根大学(学長:大谷浩、以下「島根大学」)は、インフラ構造物に生じるわずかな変状を捉えられる高精度な光ファイバセンシング技術の普及と展開を目的に、新たな計測器「SensRay™」(センスレイ)※1を開発しました。本計測器は、従来製品に比べて廉価でありながら、0.2秒間隔で動的にひずみを計測できる高性能化を実現しました。

両者は今後も、産学連携の取組みを通して、共同研究を継続し、インフラ構造物の長寿命化・維持管理の効率化に寄与していきます。

※1 鹿島の革新的光ファイバセンシング技術、レイリー散乱を用いた計測 “Sensing using Rayleigh scattering” から作った造語



光ファイバセンサの仕組み



SensRay によるインフラ構造物の計測イメージ

【背景】

インフラ構造物の内部や地盤に生じる変状を、網羅的に把握可能な光ファイバセンシング技術は、道路や河川などのインフラ構造物の状態を、長期間、常時、遠隔から確認することができます。そのため、老朽化、人手不足、増大する自然災害等の課題が山積する日本のインフラの維持管理を変えていく突破口であると考えます。また、道路に適用することで自動運転への活用など、その多機能性によりインフラ構造物そのものの付加価値向上にも期待できます。

鹿島では近年、自社が施工する構造物において、施工時の安全や品質の確保、さらには供用後の構造物の維持管理に光ファイバセンシングの適用拡大を進めています。一方、さらなる展開を図るためには計測器(光ファイバセンサに接続して光を分析する装置)の導入コストが課題でした。そこで、独自の光ファイバセンシング技術(位相雑音補償 OFDR)を考案した島根大学伊藤教授と共同研究を開始し、高性能かつ廉価な計測器の開発に着手しました。

【SensRay 構成技術】

光ファイバセンシングの原理:

光ファイバにレーザ光を入力すると、「レイリー散乱」と呼ばれる微弱な散乱光が生じ、反射光として戻ってきます。このレイリー散乱光のスペクトルは、ひずみによって変化する性質を持ち、ひずみセンサとして利用できます。

位相雑音補償 OFDR:

光ファイバに加わるひずみを分布的に観測するには、レイリー散乱光がどの地点で反射したものなのか特定する必要があります。光周波数領域反射計 (OFDR) は、高い解像度で反射点までの距離を測る技術として知られていましたが、レーザ光の周波数の揺らぎ (位相雑音) によって、その計測距離が制限されていました。位相雑音補償 OFDR により、独自のアルゴリズムによってレーザ光の位相雑音の影響を除去することが可能となり、1km にわたる計測距離を実現しました。

【SensRay の概要と特長】

今回開発した光ファイバセンシングの計測器「SensRay」は、仕様をインフラ分野向けに最適化することで、従来の 1/3 程度の廉価化を実現しました。

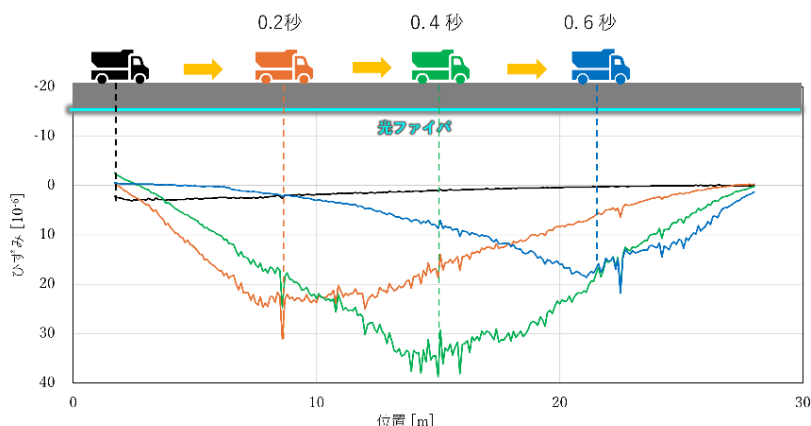
本計測器では、特殊な光ファイバではなく、汎用な光ファイバを用いて、小さなひずみ (1 μ : ひずみゲージと同等) から大きなひずみ (約 4000 μ : 鉄筋の降伏ひずみの 2 倍程度) まで、延長 1 km にわたるひずみの分布状態を最速 150Hz で高速に計測でき、高精度で安定したひずみ計測結果を得られます。

実際に橋の主桁下端面に光ファイバセンサを敷設し、大型車両走行中のひずみ応答を「SensRay」で計測しました。その結果、0.2 秒間隔で動的にひずみ変化の様子が桁全体にわたって捉えることができ、車両の位置ごとに変化するひずみ応答を高速で計測する「動的計測」が可能であることが確認できました。

こうした特長から、インフラ分野だけでなく、機械や航空機分野での活用についても期待できます。



光ファイバセンサを敷設した橋梁



車両走行時のひずみ分布計測結果例

なお、「SensRay」は、株式会社アルネア (本社: 東京都港区) にて製作、アンリツ株式会社 (本社: 神奈川県厚木市) を通じて販売、展開していきます。

【今後の展開】

老朽化が進むわが国のインフラ構造物は、限られた人員やコストで適切に維持管理していくことが求められています。長距離を網羅的に、長期にわたって遠隔から常時モニタリング可能な光ファイバセンシング技術は、その有力な解決策となり得るため、今回の廉価な計測器の開発により、光ファイバセンシング技術の導入が容易になるものと考えられます。

この「SensRay」を普及・展開させることで、インフラの維持管理に貢献してまいります。

(参考)

鹿島の光ファイバで描く近未来のインフラ

https://www.kajima.co.jp/tech/c_optical_fiber/index.html

学術論文

R. Ogu, D. Tanimura, C. Zhang, F. Ito, Y. Yoshimura, H. Aoshika, and M. Imai, "Long range static and dynamic strain measurement by using phase-noise-compensated OFDR." *Journal of Lightwave Technology*, vol. 42, no. 18, pp. 6240–6245, Sep. 2024.

<報道に関するお問い合わせ先> ※[at]は@に置き換えてください

鹿島建設株式会社 広報室

E-mail: [pr-pr-houdou2\[at\]kajima.com](mailto:pr-pr-houdou2[at]kajima.com)

国立大学法人 島根大学 企画部 企画広報課 広報グループ

Tel: 0852-32-6603

E-mail: [gad-koho\[at\]office.shimane-u.ac.jp](mailto:gad-koho[at]office.shimane-u.ac.jp)

<研究に関するお問い合わせ先>

島根大学 総合理工学部 総合理工学科

教授 伊藤 文彦(イトウ フミヒコ)

Tel: 0852-32-6258

E-mail: [ito\[at\]riko.shimane-u.ac.jp](mailto:ito[at]riko.shimane-u.ac.jp)