

# 光センサーによるモニタリングシステム (OSMOS) の特徴と有効性

## Features and Effectiveness of the Optical Strand Monitoring System

能 登 宥 愿\* 中 島 一 浩\*\* 澁 谷 敦\*  
Hiroyoshi NOTO Kazuhiro NAKAJIMA Atsushi SHIBUYA

### Summary

The optical strand monitoring system (OSMOS) is a system to efficiently maintain various buildings and civil engineering structures to ensure their long-term safety. This system measures and monitors the behavior of structures, uses the measurements to evaluate their durability, and predicts when special maintenance or repairs are needed. The OSMOS is an advanced technology system that captures in real time the continuous expanding and shrinking of structures using strands of twisted optical fibers. It can easily determine when a structure's properties change, and it monitors these changes over time. This paper describes the features and effectiveness of the system.

キーワード：モニタリング，光ファイバー

## 1. OSMOSの概要

本システムは、光ファイバーを撚った光学ストランドを利用し、構造物の伸びや縮みの連続的な変化を即ち、動的にモニタリングする最先端技術を利用したシステムである。基本的な計測項目は、構造物に固定された光学ストランドの端子間の伸び、縮みの連続的な変位の変化を、マクロ的に計測するシステムである。即ち構造物の変状発生を現状の足場等を設置してひずみゲージを貼付する計測に代わって時間の経過とともに簡単にモニタリングすることができる。

## 2. 計測システムの原理と特性

### (1) 原理

構造物が伸縮変形することに伴い、設置された撚った光ファイバー（光学ストランド）が変形する（その結果撚り率の変化となる）ことで、光ファイバーの中を通過する赤外線がその変形部から漏洩する。そのとき漏洩しなかった光の強度変化を測定する micro bending principle（微量屈曲原理）を利用している。

### (2) 特性

①センサーのタイプと長さ・ケーブルストランドタイプ：  
シリコン被覆、スパイラル・スチール被覆、アラミ

ド棒被覆の3タイプで標準長さ2、5、10m

エクステンションメーター：最小長さ0.22m

②測定範囲：光学ストランド全長の0.5%

③計測精度（ストランド1.0mの場合）：

短期動態計測精度 ±0.02mm

長期動態計測精度 ± 0.10mm

④使用可能温度：-20～+60℃

⑤測定感度：0.004mm

⑥線膨張係数：

$0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ （鋼、コンクリートの約1/20なので温度影響は微小）

⑦データへのノイズ：

赤外線を用いた計測システムなので、電気を用いたひずみゲージのように電磁波によるノイズは発生しない。

⑧使用可能期間：

耐久性はセンサー、固定金具がガラス、真鍮製なので対象構造物と同等またはそれ以上の期間が可能。

### (3) 特殊な計測可能条件

①耐水圧性：

実施例としては、防水モルタル等で覆って2mを行っている。メーカーのコメントでは10m位は可能と考えている。因みに、スパイラル被覆センサーは外面から、塩ビ管→鋼スパイラル管→テフロン被覆となっている。

\* 技術本部技術開発部長

\*\*技術本部技術開発部技術開発課

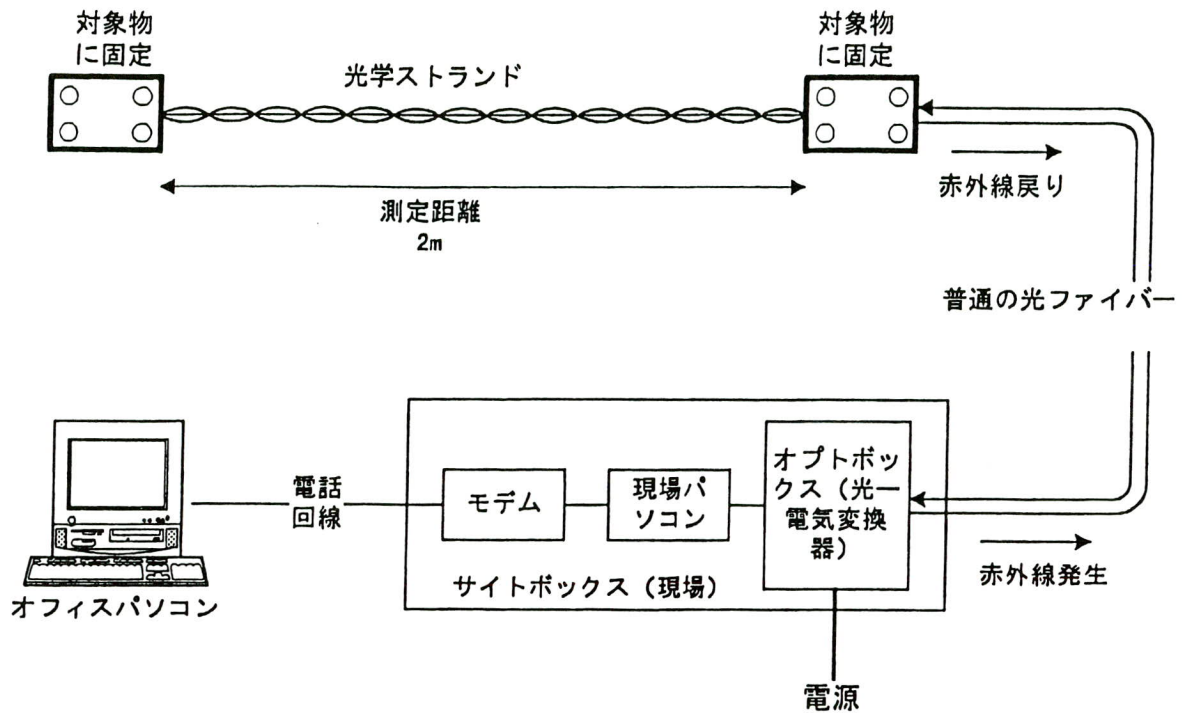


図-1 OSMOSのシステム構成

②耐酸性：

酸性溶液にセンサーを浸けるのは好ましくない。亜硫酸ガスが充満する噴火近傍のトンネルに設置した例がある。固定治具（真鍮性）は腐食するが、腐食の進行は停止する。

③外部からの赤外線の影響：影響なし

④スリーピングセンサー：

スリーピング期間の電源はオフでよい。但しセンサーとオプトボックスは接続しておく。

3. 計測データ

構造物に固定された光学ストランドの端子間の伸び、縮みの連続的な変位の変化を計測する。従来のひずみの概念で表示すると、センサーの長さで計測値を除すことによりひずみとなる。この変位が荷重除荷後も戻らない場合（クラック等）、この進展量から構造物の寿命（疲労寿命等）を推定することができる。

変位を連続的即ち動的に計測することにより、変位波形あるいはコンクリートのクラック発生時の衝撃値を捉えることができる。

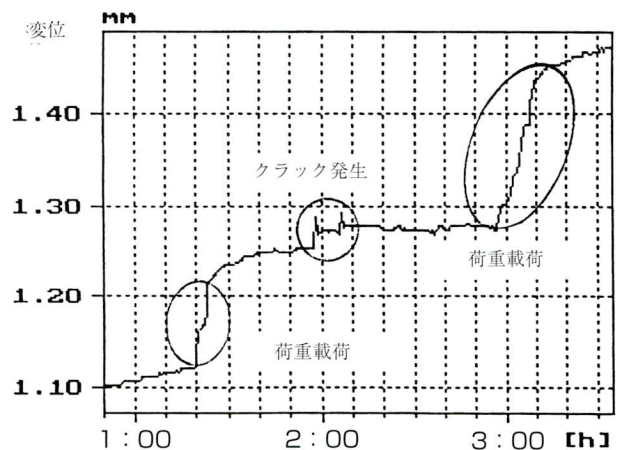


図-2 コンクリート版の荷重時およびクラック発生時の変位量

4. 計測対象とする構造物、部材と測定する変状現象

本システムの適用は、既設構造物の診断の他に、新設構造物の有用な設計データ収集に使用できる。

- ①鋼床版等の変位、クラックを動的に直接計測することにより、応力頻度計測に変換し疲労を評価、補修すべき時期を予測する。
- ②長支間PC床版、従来のRC床版、コンクリート桁の大ひずみ、クラックの発生時期をとらえ進展を追跡し、

対策を施す時期を予測する。

- ③斜張橋ケーブル、吊橋ハンガーケーブルの張力および長尺部材の応力計測と動態観測
- ④橋脚等の倒れ、遊間量の動態観測と補修時期の予測
- ⑤建築構造物、鉄塔等の動態観測と変状追跡
- ⑥護岸の迫り出し、近接施工の地盤の変状、トンネル・アーチダム等の壁面の大ひずみ
- ⑦近接施工等による周囲の地盤の移動

## 5. まとめ

次号でオスモスによるモニタリングのデータとひずみゲージによる計測データの比較、特徴を述べるものとする。

2000.11.1 受付

## グラビア写真説明

### 大望橋

大望橋は、昭和38年に千曲川に架かる中学生の通学橋として計画され、昭和39年に左岸側に2連の永久鋼桁橋と木造橋が完成しました。ところが昭和46年の災害により取付木造橋が流失し、本流位置が中州寄りになったため1連永久鋼桁橋を延長して3連としました。その後昭和57年の災害により、再度取付木造橋が流失し、1連永久鋼桁橋を延長して4連としました。

昭和60年、建設省により完全堤防にする工事がスタートし、この工事に併せて平成2年に右岸側2連を永久鋼桁橋としました。

平成3年の災害により、昭和46年、昭和57年と同様に1連永久鋼桁橋を延長し左岸側5連としました。そして平成10年度、地方特定整備事業として残る2連の事業認可がなされ、平成12年3月に9連の（全長465.825m）大望橋が完成しました。

大望橋は、36年という月日、災害と共に、その姿を変え完成した橋です。

（山田）

### 花の丘ループ橋

高遠町は、長野県のほぼ中央に位置し、その核となる高遠城址公園のコヒガンザクラは、「天下第一の桜」として全国的に有名であり、観桜期になると大勢の観光客が訪れる。

しかし、この高遠城址公園は、三峰川と藤沢川に削られた断崖上にあり、公園へのアクセス道路は、幅員が狭く急勾配であり、観桜期になると慢性的な渋滞が発生する。

平成6年に過疎代行事業としてスタートした花の丘ループ橋は、愛称エスカルゴの名の通り、平面線形R=50mの7径間連続曲線箱桁であり、観桜期の渋滞解消とともに地域住民の新しい生活道路として期待をうけ計画された橋である。

（山田）