

### 社会基盤構造物への適用に向けた高精度光変位センサの評価実験

長岡技術科学大学	学生会員	○衣川 扶, 松本大樹
長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛
長岡工業高等専門学校	正会員	宮寄靖大
太陽誘電株式会社開発研究		藤井 徹, 萩原康仁

#### 1. はじめに

##### (1) 背景

高度経済成長期に建設された社会基盤構造物の多くは老朽化が進行しており、定量的な計測結果に基づいた適切な維持管理が求められている。

これまでに筆者らは、光ディスク基板の微細な凹凸を計測するために開発された高精度光変位センサ<sup>1)</sup>の社会基盤構造モニタリングへの適用性について検討を行ってきた<sup>2)</sup>。課題として、センサヘッドのストロークの制限から、鋼材の降伏点以降の計測ができないことがあった。本研究では、鋼材の降伏点以降の計測が可能となるようにセンサの改良を行い、その評価を行う。また、同センサによる微小ひずみ計測の確認を目的に、コンクリート試験片を用いたクリープ試験での計測も実施する。

##### (2) 光変位センサの改良点

本研究で使用する光変位センサは、発光素子・光学素子で構成されたブロックと光学素子・受光素子で構成された独立な2ブロックから成る構造をばね構造体で支持した筐体構成である。これを固定した被測定物が変形すると、それぞれのブロックの光学素子間の距離が変化して光の強度も変化する。その明暗を距離に変換して変位量の測定を行う。

本研究では、計測レンジを向上させるために、ばね構造の筐体に取り付けられていた光変位センサを図1に示すように衝立て棒型構造に改良した。これにより、

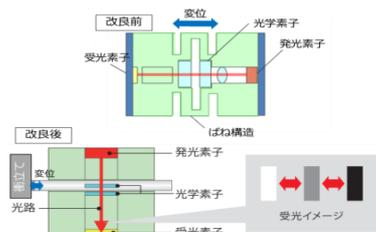


図1 光変位センサの改良点

取り付け時の位置出しの簡便性を向上させ、測定方向の以外の動きに柔軟に対応することが可能となった。光変位センサのデータ取得では、ワイヤレスセンシングネットワークの構築に向けて、Bluetooth®無線通信モジュールを用いる。

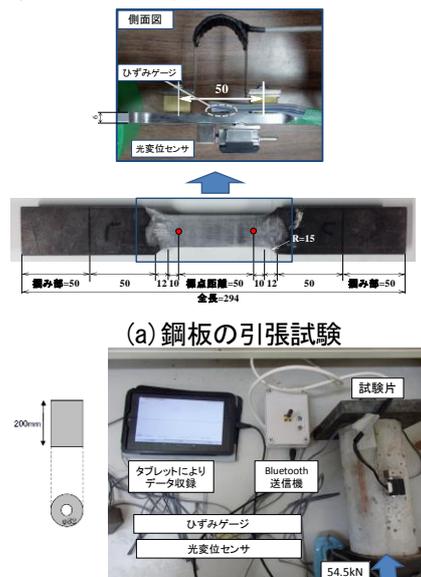
#### 2. 試験概要

##### (1) 鋼板の引張試験

図2-(a)に示す JIS5 号試験片(断面積: 6×25mm)にて引張試験を実施する。光変位センサを取り付けた面とは反対の面に、塑性域ひずみゲージ(東京測器:YEFLA-5)を取り付ける。鋼種は SS400 である。

##### (2) コンクリートの圧縮クリープ試験

外径 100mm, 内径 32mm, 長さ 200mm の中空コンクリート試験片に、54.5kN の一定荷重を加えて圧縮クリープ試験を行う。ひずみ計測は荷重を加えた後から開始する。図2-(b)に示すように、ひずみゲージ(ゲージ長: 60mm)を光変位センサ近傍に取り付ける。計測期間は 10 日間とする。



(a) 鋼板の引張試験  
(b) コンクリートの圧縮クリープ試験  
図2 試験片寸法と計測機器の設置状況

キーワード 光変位センサ, 光ディスク, 変位, 評価試験, ひずみ計測

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL. 080-6218-5517

### 3. 実験結果と考察

#### (1) 鋼板の引張試験

光変位センサから出力される変位量と公称応力の関係を図3に示す。また、光変位センサから出力される変位量をひずみゲージの計測値と比較するために、変位量をゲージ長に相当する定数（ここでは25 mm）で除してひずみとして比較した結果を図4に示す。両図から、本研究で実施したように光変位センサの機構を改良することで、鋼材の塑性域まで計測することが可能となった。また、同一の光変位センサを用いて、鋼材の引張試験を繰り返して実施できることも確認している。計測制御ならびにデータ受信は全て無線通信で行っている。

#### (2) コンクリートの圧縮クリープ試験

図5に、計測期間（日）とひずみの関係をコンクリート標準示方書<sup>3)</sup>の推定式と合わせて示す。また、同図を拡大したものが図6である。図6より、光変位センサのグラフの方が、ひずみゲージのグラフよりも滑らかな曲線を描いている。光変位センサの変位の計測精度は0.1 $\mu\text{m}$ であることから、ゲージ長を先の25 mmとしてひずみに換算すると4 $\mu\text{m}$ ひずみとなる。計測精度については、ADC分解能にもよるため、一概には言えないが、光変位センサは微小ひずみを検出できることが見て取れる。

### 4. まとめ

本研究では、光ディスク基板の微細な凹凸を計測するために開発された高精度光変位センサの社会基盤構造モニタリングへの適用に向けて基礎的な検討を実施した。具体的には、鋼板の引張試験とコンクリートの圧縮クリープ試験を通じて、鋼材の降伏点以降の大ひずみと微小ひずみの計測を行った。鋼板の引張試験から光変位センサのヘッドストロークを調整することで、塑性域での計測が可能となった。また、弾性域から塑性域までの計測を同一のセンサを用いて繰り返し計測が可能であることが確認できた。さらに、コンクリートの圧縮クリープ試験からは、光変位センサで4 $\mu\text{m}$ ひずみ程度の微小ひずみを計測できることが確認できた。

### 参考文献

- 1) 太陽誘電ホームページ：  
<http://www.yuden.co.jp/productdata/webseminar/jp/OpticalDisplacementSensors/>
- 2) 松本大樹，宮下剛，藤井徹，萩原康仁，ひずみ計測への適用に向けた高精度光変位センサの評価試験，第69回年次学術講演会概要集，pp21-pp22，2014
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，pp104-pp108,2012

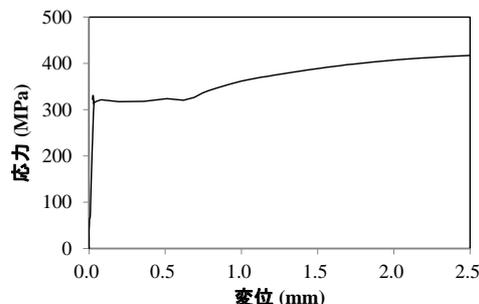


図3 変位量と公称応力の関係

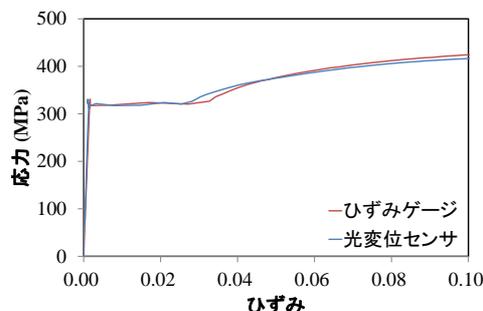


図4 ひずみと公称応力の関係

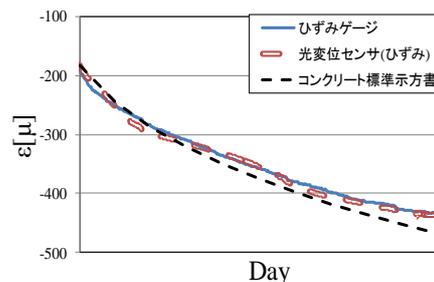


図5 コンクリートの圧縮クリープ試験

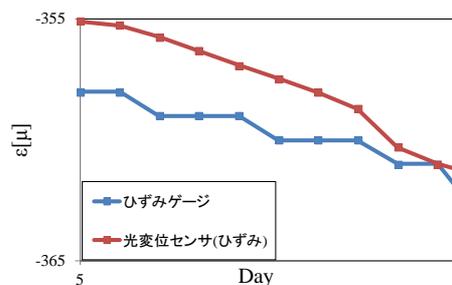


図6 図5の拡大図