

光ファイバーによる変位計測手法の検討

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 金口 義胤 正会員 小島 謙一
 正会員 村田 修 正会員 大木 基裕
 三菱重工業（株） 正会員 伊藤 裕昌 非会員 山浦 剛俊

1. はじめに

光ファイバーによる計測手法で、ブリルアン散乱光のひずみ依存性を利用した手法（BOTDR法）¹⁾は、近年、土木分野などにおいて適用されるようになってきた。著者らは、BOTDR法により、ひずみを精度良く計測できるセンサー構造を開発²⁾した。本論文は、開発したセンサー構造を用いて、気中で曲げ試験を実施し、BOTDRにより検知したひずみから変位を求め、変位計測についての適用性を評価した。

2. 試験方法

気中での曲げ試験に用いた光ファイバーセンサー供試体と鋼板（厚さ4.5mm）の構造を図1に示す。試験方法は、図2に示す荷重フレーム内において固定治具を用いて供試体の固定条件を変化

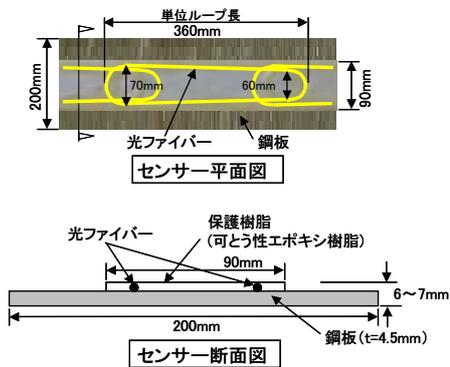


図1 光ファイバーセンサー供試体

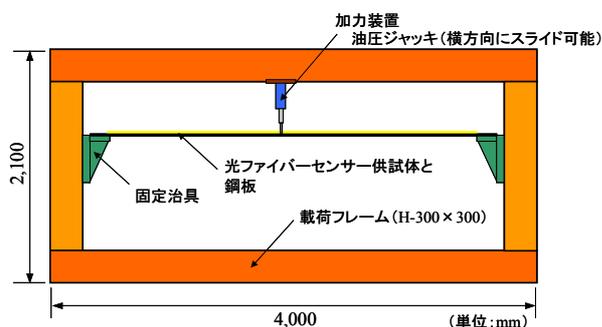


図2 曲げ試験荷重装置

させ、油圧ジャッキを用いて荷重を行った。試験は、容易に評価できるように3種類のパターン片持ち梁、固定端と他端ローラー支持、両方固定端を設定した(図3参照)。各試験パターンにおいて、荷重点が所定の変位（100，150，200mm）に達した時点で

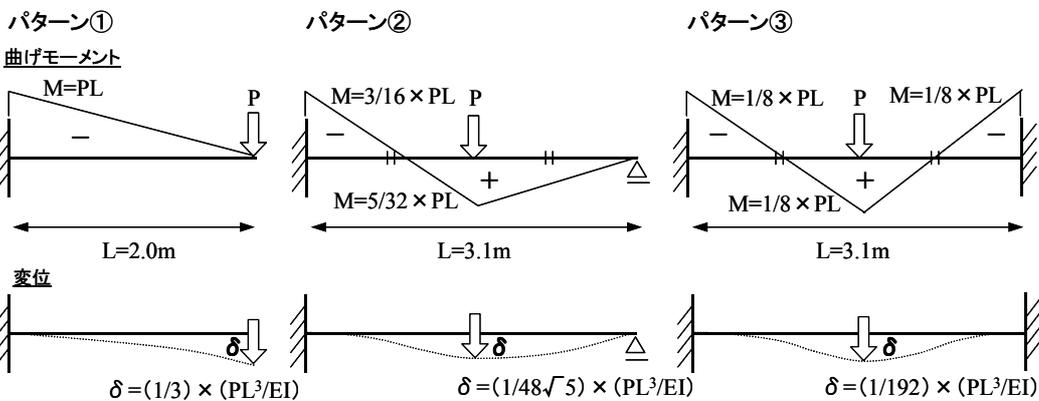


図3 各試験パターンの曲げモーメントと変位図

で、光ファイバーセンサー供試体と一体の鋼板に生じるひずみを BOTDR で計測した。この時、供試体上のひずみ計測位置と同位置に変位計を設置し、ひずみ計測と同時に、その地点の変位を記録した。図4にパターンの試験状況を示す。



3. 試験結果

図5に各試験パターンにおいて、荷重点の変位が =100，150，200mmの時のBOTDRにより計測した供試体上のひずみ分布を示す。計測したひずみ分布は、図3に示す曲げモーメント分布とよく一致している。一般に、

キーワード：光ファイバー，BOTDR，変位計測

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38・電話 042-573-7261・FAX 042-573-7248

部材に発生するひずみは曲げモーメントと比例関係にあることから、BOTDR で計測した結果は、その傾向をとらえていることが確認できた。

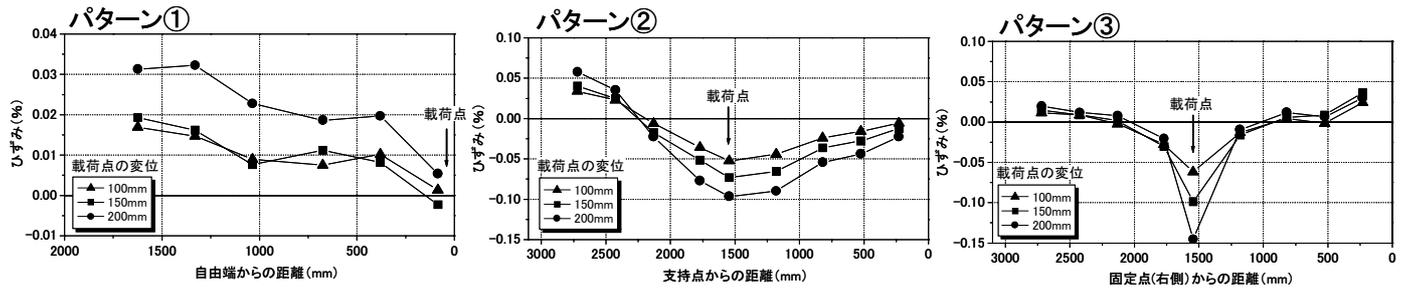


図5 各験パターンの載荷点変位時におけるひずみ分布（BOTDR により計測）

4. 変位計測のための考察

各試験パターンにおいて、BOTDR によるひずみ分布を得ることができた。ここで、光ファイバーセンサーから得られた供試体上のひずみから、各地点の変位を求め、載荷点で所定変位が発生した場合の実際の変位（以下、実変位）と比較した。図6に結果を示す。パターン①、②においては、実変位と計算値は、ほぼ同様な変位を示し、パターン③は載荷点での変位は、ほぼ同様であるが、それ以外の地点では大きく異なった。これは、今回の試験方法では、両端固定条件をうまく再現できず、載荷時に固定点において供試体がずれてしまったことが考えられる。したがって、パターン③においては実験のばらつきによる差がみられたが、概ね、光ファイバーセンサーによるひずみを基にした変位計測が可能であることが解った。

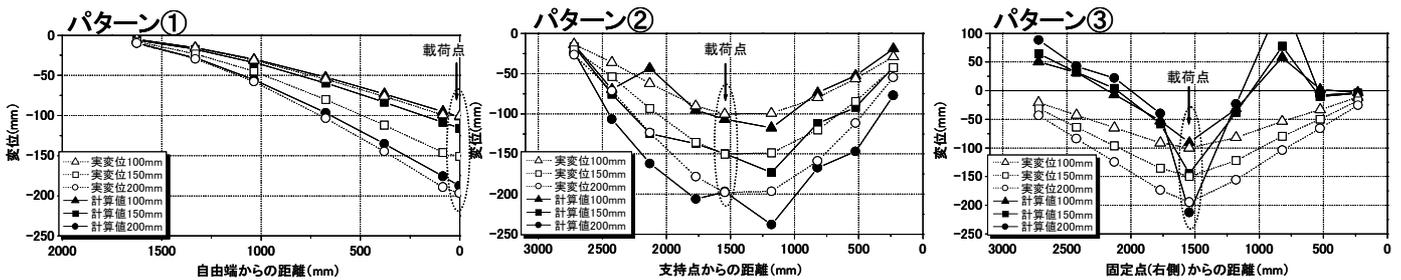


図6 各試験パターンにおける変位分布（実変位と計算値との比較）

5. まとめ

試験結果から光ファイバーセンサーで計測したひずみから求めた変位は、概ね、実変位と一致することがわかった。しかし、今回の試験は変形モードを固定して、簡易に明確な変位を求められるようにしている。著者らは、光ファイバーセンサーを土構造物や地盤の計測管理への適用を検討している。そのためにセンサーの土中への設置を行っており、実際には本試験で行ったような一意の変形モードにはなり得ない。したがって、現場における実際の計測管理として変位を求めるには、ひずみ分布から求めた曲げモーメントを2回積分することにより求めなければならない、得られた変位量の精度の検討が必要となる。

今後、既に近接施工³⁾、地すべり⁴⁾現場において地中内に設置した光ファイバーセンサーのひずみ計測の結果を基に変位を算出し、近傍に設置した既存の計測器との比較を行うことにより、光ファイバーセンサーの現場での変位計測への適用性について検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 杉村, 井上, 開登, 山浦, 塚野: 大型構造物の新しい事前損傷検知用光計装システムの開発, 溶接構造シンポジウム, 溶接学会, 1997.
- 2) 小島, 伊藤: 光ファイバーを用いた土中埋設型ひずみセンサーの開発, 土木学会誌, Vol.87, pp.36-38, 2002.
- 3) 金口, 小島, 村田, 伊藤, 山浦, 馬場: 光ファイバーセンサーの地中ひずみ計測への適応性に関する検討, 第4回地盤計測技術に関するシンポジウム, pp67-70, 2002.
- 4) 大木, 小島, 村田, 金口, 伊藤, 山浦, 加藤, 梅田: 土中型光ファイバーセンサーを用いた地滑り計測システムの検討, 第38回地盤工学研究発表, 2003.